



Année 2012

Thèse N° 82

**Rôle de l'étude hémodynamique invasive des pressions pulmonaires dans le calibrage du cerclage de l'artère pulmonaire, expérience du service de chirurgie cardiovasculaire CHU Mohamed VI**

---

**THESE**

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE .....

**PAR**

**Mr. Zakaria Aziz**

Née le 25 mars 1985 à Youssoufia

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

---

**MOTS-CLES :**

Cerclage-artère pulmonaire-Etude hémodynamique-Gradient à travers le cerclage

---

**JURY**

**M. A .ABOUSAAD**

Professeur de néonatalogie

PRESIDENT

**M. D. BOUMZEBRA**

Professeur de chirurgie cardiovasculaire.

RAPPORTEUR

**M. A. EL KHATOURI**

Professeur de cardiologie.

**M. M. EL HATTAOUI**

Professeur agrégé de cardiologie.

**M. S. YOUNOUS**

Professeur agrégé d'anesthésie-réanimation.

**M. S. AMAL**

Professeur de dermatologie.

JUGES

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

رب اوزعني ان اشكر نعمتك التي  
انعمت علي وعلى والدي  
وان اعمل صالحا ترضاه  
وادخلني برحمتك في  
عبادك الصالحين.

صدق الله العظيم



*Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.*

*Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*

*Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*

*Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*

*Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*

*Les médecins seront mes frères.*

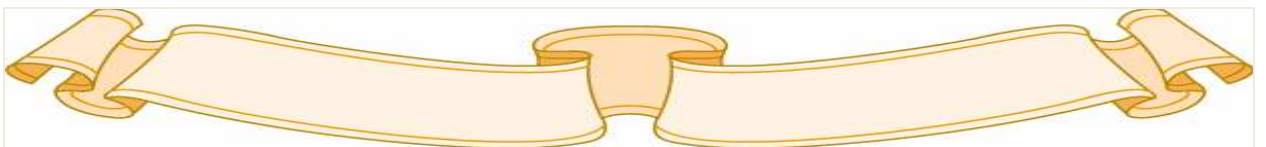
*Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*

*Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.*

*Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*

*Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

*Déclaration Genève, 1948*



# *LISTE DES PROFESSEURS*

**UNIVERSITE CADI AYYAD**  
**FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE**  
**MARRAKECH**

Doyen Honoraire : Pr. Badie-Azzamann MEHADJI

**ADMINISTRATION**

Doyen : Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

Vice doyen à la recherche : Pr. Badia BELAABIDIA

Vice doyen aux affaires pédagogiques : Pr. Ag Zakaria DAHAMI

Secrétaire Général : Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**PROFESSEURS D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**

ABOUSSAD	Abdelmounaim	Néonatalogie
AMAL	Said	Dermatologie
ASMOUKI	Hamid	Gynécologie – Obstétrique A
ASRI	Fatima	Psychiatrie
AIT BENALI	Said	Neurochirurgie
ALAOUI YAZIDI	Abdelhaq	Pneumo-phtisiologie
BENELKHAJAT BENOMAR	Ridouan	Chirurgie – Générale

BELAABIDIA	Badia	Anatomie-Pathologique
BOUMZEBRA	Drissi	Chirurgie Cardiovasculaire
BOUSKRAOUI	Mohammed	Pédiatrie A
CHABAA	Laila	Biochimie
CHOULLI	Mohamed Khaled	Neuropharmacologie
ESSAADOUNI	Lamiaa	Médecine Interne
FIKRY	Tarik	Traumatologie- Orthopédie A
FINECH	Benasser	Chirurgie – Générale
KISSANI	Najib	Neurologie
KRATI	Khadija	Gastro-Entérologie
LATIFI	Mohamed	Traumato – Orthopédie B
MOUDOUNI	Said mohammed	Urologie
MOUTAOUAKIL	Abdeljalil	Ophtalmologie
RAJI	Abdelaziz	Oto-Rhino-Laryngologie
SARF	Ismail	Urologie
SBIHI	Mohamed	Pédiatrie B
SOUMMANI	Abderraouf	Gynécologie-Obstétrique A

### **PROFESSEURS AGREGES**

ABOULFALAH	Abderrahim	Gynécologie – Obstétrique B
ADERDOUR	Lahcen	Oto-Rhino-Laryngologie
AMINE	Mohamed	Epidémiologie - Clinique
AIT SAB	Imane	Pédiatrie B

AKHDARI	Nadia	Dermatologie
BOURROUS	Monir	Pédiatrie A
CHELLAK	Saliha	Biochimie-chimie (Militaire)
DAHAMI	Zakaria	Urologie
EL ADIB	Ahmed rhasane	Anesthésie-Réanimation
EL FEZZAZI	Redouane	Chirurgie Pédiatrique
EL HATTAOUI	Mustapha	Cardiologie
ELFIKRI	Abdelghani	Radiologie (Militaire)
ETTALBI	Saloua	Chirurgie – Réparatrice et plastique
GHANNANE	Houssine	Neurochirurgie
LMEJJATI	Mohamed	Neurochirurgie
LOUZI	Abdelouahed	Chirurgie générale
LRHEZZIOUI	Jawad	Neurochirurgie(Militaire)
MAHMAL	Lahoucine	Hématologie clinique
MANOUDI	Fatiha	Psychiatrie
MANSOURI	Nadia	Chirurgie maxillo-faciale Et stomatologie
NAJEB	Youssef	Traumato - Orthopédie B
NEJMI	Hicham	Anesthésie - Réanimation
OULAD SAIAD	Mohamed	Chirurgie pédiatrique
SAIDI	Halim	Traumato - Orthopédie A
SAMKAOUI	Mohamed Abdenasser	Anesthésie- Réanimation
TAHRI JOUTEI HASSANI	Ali	Radiothérapie
TASSI	Noura	Maladies Infectieuses
YOUNOUS	Saïd	Anesthésie-Réanimation

## **PROFESSEURS ASSISTANTS**

ABKARI	Imad	Traumatologie-orthopédie B
--------	------	----------------------------

ABOU EL HASSAN	Taoufik	Anesthésie - réanimation
ABOUSSAIR	Nisrine	Génétique
ADALI	Imane	Psychiatrie
ADALI	Nawal	Neurologie
ADMOU	Brahim	Immunologie
AGHOUTANE	El Mouhtadi	Chirurgie – pédiatrique
AISSAOUI	Younes	Anésthésie Reanimation (Militaire)
AIT BENKADDOUR	Yassir	Gynécologie – Obstétrique A
AIT ESSI	Fouad	Traumatologie-orthopédie B
ALAOUI	Mustapha	Chirurgie Vasculaire périphérique (Militaire)
ALJ	Soumaya	Radiologie
AMRO	Lamyae	Pneumo - phtisiologie
ANIBA	Khalid	Neurochirurgie
ARSALANE	Lamiae	Microbiologie- Virologie (Militaire)
BAHA ALI	Tarik	Ophtalmologie
BAIZRI	Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques (Militaire)
BASRAOUI	Dounia	Radiologie
BASSIR	Ahlam	Gynécologie – Obstétrique B
BELBARAKA	Rhizlane	Oncologie Médicale
BELKHOU	Ahlam	Rhumatologie
BEN DRISS	Laila	Cardiologie (Militaire)

BENCHAMKHA	Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique
BENHADDOU	Rajaa	Ophtalmologie
BENHIMA	Mohamed Amine	Traumatologie-orthopédie B
BENJILALI	Laila	Médecine interne
BENZAROUEL	Dounia	Cardiologie
BOUCHENTOUF	Rachid	Pneumo-phtisiologie (Militaire)
BOUKHANNI	Lahcen	Gynécologie – Obstétrique B
BOURRAHOuat	Aicha	Pédiatrie
BSSIS	Mohammed Aziz	Biophysique
CHAFIK	Aziz	Chirurgie Thoracique (Militaire)
CHAFIK	Rachid	Traumatologie-orthopédie A
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI	Najat	Radiologie
DAROUASSI	Youssef	Oto-Rhino – Laryngologie (Militaire)
DIFFAA	Azeddine	Gastro - entérologie
DRAISS	Ghizlane	Pédiatrie A
EL AMRANI	Moulay Driss	Anatomie
EL ANSARI	Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques
EL BARNI	Rachid	Chirurgie Générale (Militaire)
EL BOUCHTI	Imane	Rhumatologie
EL BOUIHI	Mohamed	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
EL HAOUATI	Rachid	Chirurgie Cardio Vasculaire
EL HAOURY	Hanane	Traumatologie-orthopédie A

EL HOUDZI	Jamila	Pédiatrie B
EL IDRISSI SLITINE	Nadia	Pédiatrie (Néonatalogie)
EL KARIMI	Saloua	Cardiologie
EL KHADER	Ahmed	Chirurgie Générale (Militaire)
EL KHAYARI	Mina	Réanimation médicale
EL MANSOURI	Fadoua	Anatomie – pathologique (Militaire)
EL MEHDI	Atmane	Radiologie
EL MGHARI TABIB	Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques
EL OMRANI	Abdelhamid	Radiothérapie
FADILI	Wafaa	Néphrologie
FAKHIR	Bouchra	Gynécologie – Obstétrique B
FAKHIR	Anass	Histologie -embryologie cytogénétique
FICHTALI	Karima	Gynécologie – Obstétrique B
HACHIMI	Abdelhamid	Réanimation médicale
HAJJI	Ibtissam	Ophtalmologie
HAOUACH	Khalil	Hématologie biologique
HAROU	Karam	Gynécologie – Obstétrique A
HOCAR	Ouafa	Dermatologie
JALAL	Hicham	Radiologie
KADDOURI	Said	Médecine interne (Militaire)
KAMILI	El ouafi el aouni	Chirurgie – pédiatrique générale
KHALLOUKI	Mohammed	Anesthésie-Réanimation

KHOUCHANI	Mouna	Radiothérapie
KHOULALI IDRISSE	Khalid	Traumatologie-orthopédie (Militaire)
LAGHMARI	Mehdi	Neurochirurgie
LAKMICHI	Mohamed Amine	Urologie
LAKOUICHMI	Mohammed	Chirurgie maxillo faciale et Stomatologie (Militaire)
LAOUAD	Inas	Néphrologie
LOUHAB	Nissrine	Neurologie
MADHAR	Si Mohamed	Traumatologie-orthopédie A
MAOULAININE	Fadlmrabihrabou	Pédiatrie (Néonatalogie)
MARGAD	Omar	Traumatologie – Orthopédie B
MATRANE	Aboubakr	Médecine Nucléaire
MOUAFFAK	Youssef	Anesthésie - Réanimation
MOUFID	Kamal	Urologie (Militaire)
MSOUGGAR	Yassine	Chirurgie Thoracique
NARJIS	Youssef	Chirurgie générale
NOURI	Hassan	Oto-Rhino-Laryngologie
OUALI IDRISSE	Mariem	Radiologie
OUBAHA	Sofia	Physiologie
OUEIAGLI NABIH	Fadoua	Psychiatrie (Militaire)
QACIF	Hassan	Médecine Interne (Militaire)
QAMOUSS	Youssef	Anesthésie - Réanimation (Militaire)

RABBANI	Khalid	Chirurgie générale
RADA	Noureddine	Pédiatrie
RAIS	Hanane	Anatomie-Pathologique
ROCHDI	Youssef	Oto-Rhino-Laryngologie
SAMLANI	Zouhour	Gastro - entérologie
SORAA	Nabila	Microbiologie virologie
TAZI	Mohamed Illias	Hématologie clinique
ZAHLANE	Mouna	Médecine interne
ZAHLANE	Kawtar	Microbiologie virologie
ZAOUI	Sanaa	Pharmacologie
ZIADI	Amra	Anesthésie - Réanimation
ZOUGAGHIE	Laila	Parasitologie –Mycologie



*DEDICACES*

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...  
Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour,  
Le respect, la reconnaissance...  
Aussi, c'est tout simplement que ...  
Je dédie cette Thèse...*



*AU GRAND DIEU, TOUT PUISSANT  
EN SIGNE DE MA FOI ET MA GRATITUDE*

## ***A MES TRÈS CHÈRES PARENTS***

*Aucun mot, aucune expression aucun remerciement ne saurait exprimer ma gratitude et ma reconnaissance pour tout ce que vous m'avez offert, pour tout ce que vous avez enduré pour que je puisse être là où je suis maintenant.*

*Grâce à vos prières j'ai pu surmonter tous les obstacles. Votre présence à mes côtés était pour moi source de courage et de confiance.*

*Veillez, cher père, chère mère, accepter cet humble travail qui n'égale en rien vos sacrifices mais qui témoignera de mon grand amour et reconnaissance.*

*J'espère pouvoir vous honorer de plus en plus et être à l'image de vos souhaits.*

*Que Dieu vous offre santé, prospérité, longévité et nous unisse dans son paradis.*

## ***A MA TRÈS CHÈRE FEMME FATIMA***

*Tu m'as offert tout l'amour la paix le soutien et la tendresse dont j'avais besoin tout au long de ce travail.*

*Tu as partagé avec moi les hauts et les bas sans jamais se lasser.*

*Toutes les belles œuvres de la littérature, toutes les chansons des compositeurs, tous les mots, en toutes langues confondues, ne sauront exprimer ma gratitude et mon amour envers toi.*

*Que dieu nous unissent à jamais.*

## ***A MON GRAND PÈRE EL HACHMI SAJID,***

*Ce travail est aussi le fruit de vos encouragements et de vos bénédictions.*

*Soyez assurés de ma profonde gratitude.*

*Que dieu vous offre santé et prospérité*

***A LA MEMOIRE DE MES GRANDES MERES FATIMA ET  
KELTOUM***

*Puisse vos âmes reposer en paix .Que Dieu, le tout puissant, vous couvre  
de Sa Sainte miséricorde et vous accueille au paradis.*

***A MON CHÈRE FRÈRE YAZID  
A MA CHÈRE SŒUR LAMIA  
ET A NOTRE PRINCESSE OUMAIMA***

*Votre aide et votre attachement familial resteront la lumière qui  
éclairera mon chemin.*

*Je ne vous remercierais jamais assez pour ce que vous faites pour moi  
ainsi que pour notre famille.*

*Que ce travail soit le témoignage de mes sentiments les plus sincères et les  
plus affectueuses.*

*Merci pour tous vos efforts et vos sacrifices afin de me soutenir dans mes  
études.*

*Puissent l'amour et la fraternité nous unir à jamais.*

***A MES TRÈS CHÈRES BEAUX PARENTS,***

*Veillez accepter l'expression de ma profonde gratitude pour votre  
encouragement et affection.*

*Je ne saurais oublier le soutien dont vous m'avez doté.*

*Que Dieu vous accorde joie, santé et bonheur*

***AMON TRÈS CHER ONCLE SAJID AZZEDINE ET SA  
FEMME FOUZIA***

*A la mémoire des beaux moments.*

*Merci pour votre soutien, vos encouragements et votre sourire.*

*Que dieu vous garde et vous offre le bonheur éternel.*

***A MES BEAUX FRÈRES HASSAN, MBAREK, LEURS  
FEMMES ET LEURS FILS***

*Je vous souhaite la réussite dans votre vie avec tout le bonheur qu'il faut  
pour vous combler*

*A tous mes oncles et tantes, mes cousins et cousines,  
A toute la famille Aziz et Sajid,  
A toute la famille Belarbi,  
A toute la famille Benantar,*

*A ma sœur, Dr. Houda Gacem et sa petite princesse Janate*

*Merci pour tes encouragements.*

*Bonne chance pour ton examen*

*Je prie Dieu pour que tu réalises tout ce que tu souhaites dans la vie.*

***A MES TRÈS CHÈRES AMI (E) S***

*Youness, Rachid, Abdelatif, Yassine, Othmane, Abdelilah Ali,  
Faysal, Walid, Yazid, M.Azeroual, Abdeljalil, Jamal, Ahmed  
zaroual, Amine, Chems eddine, Reda, Salah, Chami, Sabil,  
Lamiaae, Manal, Amal, Jinane, Chaimae, Safae, Meryem  
Bendaouia, Wafae, Houda, Zineb Bendaouia, Ilham, Hind,  
Hassna*

*Vous êtes pour moi plus que des amis! Je ne saurais trouver une expression témoignant de ma reconnaissance et des sentiments de fraternité que je vous porte.*

*Je vous dédie ce travail en témoignage de notre amitié que j'espère durera toute la vie.*

***Aux internes du CHR de Safi promotion 2010/2011 :  
Meriem, M. Zayneb, Siham, Ihssane, Leïla, Ilham, H.Zineb,  
Nadia***

*Je vous offre le meilleur de moi-même en mémoire des beaux moments qu'on a passé ensemble et j'espère que notre amitié fraternelle reste aussi solide à jamais.*

*Que Dieu vous garde et vous comble de toute la joie et le bonheur que vous méritez.*

***A mon ami Dr. Boukaïdi Yassine.***

*Merci pour ton aide et ton soutien lors de la réalisation de ce travail.*

*Merci pour ta patience avec moi.*

*J'espère que le fruit de tes efforts saura à la hauteur des tes attentes.*

***A TOUS CEUX QUE J'AI OMIS INVOLONTAIREMENT  
DE CITER***



*REMERCIEMENTS*

*A notre maître et président de thèse*  
*Professeur Abdelmounaim ABOUSSAD*  
*Professeur en Néonatalogie*  
*Au CHU Mohammed VI de Marrakech*

Vous nous avez fait le grand honneur de bien vouloir accepter la présidence de notre jury de thèse. Veuillez trouver ici, professeur, l'expression de nos sincères remerciements.

*A notre maître et rapporteur de thèse*  
*Professeur Drissi BOUMZEBRA*  
*Professeur Chirurgie Cardiovasculaire*  
*Au CHU Mohammed VI de Marrakech*

Vous nous avez fait un grand honneur en acceptant de nous confier ce travail.

Nous vous remercions de votre patience, votre disponibilité, de vos encouragements et de vos précieux conseils dans la réalisation de ce travail. Votre compétence, votre dynamisme et votre rigueur ont suscité en nous une grande admiration et un profond respect. Vos qualités professionnelles et humaines nous servent d'exemple.

Veuillez croire à l'expression de ma profonde reconnaissance et de mon grand respect.

*A notre maître et juge de thèse*  
*Professeur Ali EL KHATOURI*  
*Professeur en Cardiologie*  
*A l'hôpital militaire Avicenne*

Nous tenions à vous exprimer nos plus sincères remerciements pour avoir accepté de siéger auprès de ce noble jury. Votre présence nous honore. Veuillez trouver ici, professeur, l'expression de notre profond respect.

*A notre maître et juge*  
*Professeur Mustapha EL HATTAOUI*  
*Professeur agrégé en Cardiologie*  
*Au CHU Mohammed VI de Marrakech*

*De votre enseignement brillant et précieux, nous gardons les meilleurs souvenirs. Nous sommes toujours impressionnées par vos qualités humaines et professionnelles. Nous vous remercions du grand honneur que vous nous faites en acceptant de faire part de notre jury.*

*A notre maître et juge*  
*Professeur Saïd YOUNOUS*  
*Professeur agrégé en Anesthésie-Réanimation*  
*Au CHU Mohammed VI de Marrakech*

*Nous tenions à vous exprimer nos plus sincères remerciements pour avoir accepté de siéger auprès de ce noble jury. Votre présence nous honore.*

*Veillez trouver ici, Professeur, l'expression de notre profond respect.*

*A notre maître et juge*  
*Professeur Saïd AMAL*  
*Professeur en Dermatologie*  
*Au CHU Mohammed VI de Marrakech*

*Nous tenions à vous exprimer nos plus sincères remerciements pour avoir accepté de siéger auprès de ce noble jury. Votre présence nous honore.*

*Veillez trouver ici, Professeur, l'expression de notre profond respect.*

*A tout le personnel du service de chirurgie cardiovasculaire et de cardiologie*  
*du CHU Mohammed VI de Marrakech*

*En témoignage de ma gratitude et de mes remerciements.*

*A toute personne qui de près ou de loin a contribué à la réalisation de ce travail.*



*ABBREVIATIONS*

**AP** : Artère pulmonaire

**CAP** : cerclage de l'artère pulmonaire

**CAV** : Canal atrio ventriculaire

**CIA** : communication inter auriculaire

**CIV** : Communication inter ventriculaire

**COA** : Coarctation

**EICG** : espace inter costal gauche

**FIO2** : fraction inspirée d'oxygène

**GEA** : Gastro entérite aiguë

**HTAP** : hypertension artérielle pulmonaire

**ICC** : insuffisance cardiaque congestive

**PAP** : pression artérielle pulmonaire

**PAS** : pression artérielle systémique

**PCA** : Persistance du canal artériel

**SPO2** : saturation pulsée en oxygène

**TGV** : Transposition des gros vaisseaux

**USIC** : unité de soins intensifs cardiaques

**VDDI** : Ventricule droit à double issu :

**VG** : ventricule gauche



*PLAN*

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Matériel et méthodes</b> .....	3
<b>Résultats</b> .....	6
I. Epidémiologie .....	7
1–Nombre de cerclage par année.....	7
2–Age des patients.....	7
3–Sexe des patients.....	7
4–Les cardiopathies opérées.....	8
II. Clinique .....	11
1–Circonstances de découverte de la cardiopathie.....	11
2–Poids de patients.....	11
3–Traitement médical préopératoire .....	11
III. Mesure de la pression artérielle pulmonaire.....	12
IV. Chirurgie .....	12
1– Protocole d’anesthésie.....	12
2–Voie d’abord .....	12
3–Matériel de cerclage.....	13
4–Gestes associés au cerclage.....	14
5–Etude hémodynamique.....	15
V. Surveillance et évolution.....	17

1-Surveillance postopératoire.....	17
2-Evolution.....	20
VI. Cure complète.....	23
<b><u>Discussion</u></b> .....	24
I. Historique.....	25
II. Intérêt du cerclage de l'artère pulmonaire.....	26
III. Indications.....	26
1-Age.....	26
2-Poids.....	28
3-Cardiopathies.....	29
IV. Chirurgie.....	32
1-Matériaux de cerclage.....	32
2-Choix de la circonférence de la bande.....	39
3- Protocole d'anesthésie.....	42
4- Voies d'abord.....	45
5-Technique.....	50
V. Etude hémodynamique.....	59
1- Intérêt de l'étude hémodynamique.....	59
2- Paramètres mesurés.....	59
3- Moyens de mesure.....	60

4- Les résultats.....	62
5- Les facteurs influençant l'étude hémodynamique.....	69
VI. Surveillance post opératoire.....	69
1- Post opératoire immédiat.....	69
2- Surveillance à moyen et à long terme.....	77
VII. Mortalité.....	81
<b><u>Conclusion</u></b> .....	85
<b><u>Annexes</u></b> .....	87
<b><u>Résumés</u></b> .....	91
<b><u>Bibliographie</u></b> .....	95



*INTRODUCTION*

La prise en charge des cardiopathies congénitales a beaucoup évolué dans les 20 dernières années. Les progrès simultanés réalisés dans le domaine de la chirurgie, de la circulation extracorporelle et de la réanimation ont permis de prendre en charge des cardiopathies de plus en plus complexes avec une mortalité et une morbidité en recul.

Le cerclage de l'artère pulmonaire constitue une technique de traitement palliatif chirurgical qui est toujours utilisée comme approche progressive pour la correction de certaines cardiopathies congénitales chez les enfants pour qui la cure complète d'emblée constitue un risque plus important (1).

Son principal objectif est de réduire les excès de débit sanguin pulmonaire ainsi que de protéger le système vasculaire pulmonaire de l'hypertrophie et de l'hypertension pulmonaire irréversible (1).

Un cerclage trop serré peut être responsable d'une cyanose, alors qu'un cerclage lâche reste non protecteur et entraîne une persistance des signes d'insuffisance cardiaque. Ainsi, le calibrage du cerclage de l'artère pulmonaire constitue toute la difficulté de cette intervention, nécessitant des mesures particulières en per opératoire immédiat et en post opératoire pour juger de son efficacité.



*MATÉRIELS & MÉTHODES*

Notre étude s'étend sur une période de 6 ans, de Janvier 2006 à novembre 2011. Il s'agit d'une étude rétrospective, descriptive et analytique dont le but est d'étudier l'utilité de l'étude hémodynamique invasive per opératoire dans le calibrage du cerclage de l'artère pulmonaire ainsi que d'analyser le profil épidémiologique et clinique des patients ayant bénéficié d'un cerclage de l'artère pulmonaire au sein du service de chirurgie cardiovasculaire au CHU Mohamed VI de Marrakech.

Durant la période de notre étude, 91 enfants ont été opérés au service de chirurgie cardiovasculaire pour cerclage de l'artère pulmonaire.

Le critère d'inclusion dans notre étude était la réalisation du cerclage avec calibrage par étude hémodynamique invasive per opératoire.

L'étude hémodynamique comprend la mesure des pressions suivantes :

- La pression artérielle pulmonaire systolique, diastolique et moyenne.
- La pression systémique systolique, diastolique et moyenne.

Ces pressions sont mesurées avant et après le cerclage.

Seule la PAP moyenne et la PAS moyenne ont été analysés dans notre étude.

La saturation en oxygène (SAO<sub>2</sub>) ainsi que la fréquence cardiaque sont monitorées en parallèle.

Les pressions sont mesurées par installation d'un cathéter au niveau du tronc de l'artère pulmonaire pour mesurer la PAP, et un autre au niveau de l'aorte ascendante ou au niveau d'une artère périphérique (radiale ou fémorale) pour mesurer la PAS.

L'objectif de l'étude hémodynamique était de réaliser des CAP jusqu'à obtention d'une PAP moyenne à 30-40% de la PAS moyenne sans dessaturation (SAO<sub>2</sub> > 90%) et sans bradycardie.

Le contrôle échocardiographique post opératoire était réalisé par échocardiographie trans thoracique.

## **Rôle de l'étude hémodynamique invasive des pressions pulmonaires dans le calibrage du cerclage de l'artère pulmonaire**

---

Les données ont été collectées sur des fiches d'exploitations comportant des données anamnestiques, cliniques, chirurgicales et écho cardiographiques (Annexe 1) avec comme support les dossiers médicaux des patients opérés.

Les dossiers inexploitable étaient exclus, seul 75 patients ont été admis dans notre étude.



*RESULTATS*

## I. Epidémiologie :

### 1. Nombre de cerclage par année :

Quatre vingt et onze cerclages ont été réalisés entre l'année 2006 et 2011 dans notre établissement. (Tableau I)

**Tableau I** Répartition du nombre de cerclage par année

Année	Nombre de cerclage
2006	9
2007	10
2008	13
2009	18
2010	16
2011	25

### 2. Age des patients :

La moyenne d'âge de nos patients était de 9,72 mois avec des extrêmes allant de 2 mois à 10 ans, toutefois 57,33 % des malades ont été opéré avant l'âge de 6 mois. (Tableau II)

**Tableau II** Répartition des patients par tranches d'âge.

Tranche d'âge	Nombre de cas	Pourcentage
2mois à 6 mois	43	57,33 %
6mois à 12 mois	21	28%
12 mois à 2 ans	7	9,33%
2 ans à 10 ans	4	5,33%

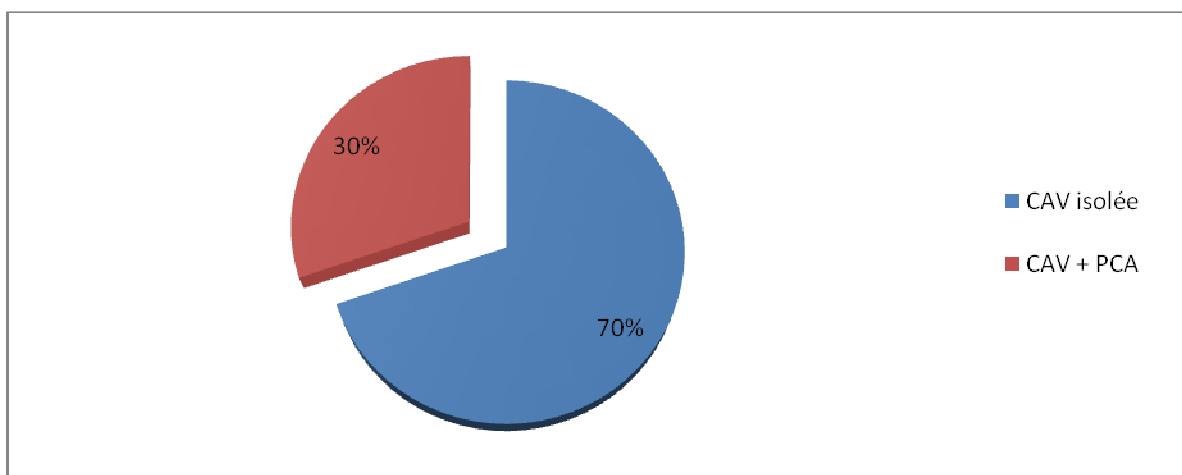
### 3. Sexe des patients :

Nous avons une légère prédominance masculine : 41 patients de sexe masculin soit 55 % pour 34 patients de sexe féminin soit 45%.

#### 4. Les cardiopathies opérées :

##### 4.1. Canal atrio ventriculaire :

Le plus fréquent des motifs d'intervention dans notre étude avec 33 patients (44%), dont 23 cas de CAV isolé (70%) et 10 cas de CAV avec persistance d'un canal artériel (30%) . (Figure 1)



**Figure 1 : Répartition des CAV**

##### 4.2. Communication inter ventriculaire :

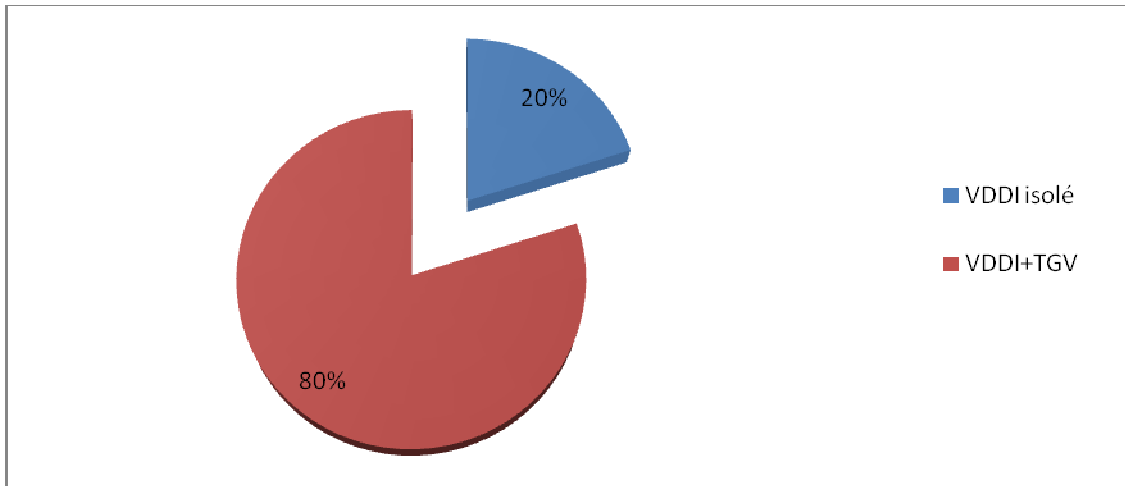
La communication inter ventriculaire occupe la 2ème place dans notre série avec 31 patients (41%), 20 avec une CIV unique isolée ou associée à d'autres malformations (64,5%) et 11 avec une CIV multiple isolée ou associée à une autre malformation (35,5%) . (Tableau III).

**Tableau III Répartition des CIV selon les lésions associées.**

Cardiopathie	Nbre de cas	Pourcentage
CIV unique isolée	10	32,25%
CIV unique+CIA	5	16,12%
CIV unique+PCA	4	13%
CIV unique+PCA+Coarctation	1	3,22%
CIV multiple isolée	8	25,8%
CIV multiple+ PCA	2	6,45%
CIV multiple + CIA	1	3,22%

**4.3. Ventricule droit à double issu :**

Cinq patients de notre série ont été opérés pour ventricule droit à double issu, ce qui correspond à 6,66 %. Un isolé (20%) et quatre associés à une transposition des gros vaisseaux (80 %). (Figure 2)



**Figure 2 : Répartition des VDDI**

**4.4. Cœur univentriculaire :**

Trois patients ont été opérés pour cœur univentriculaire avec hyper débit pulmonaire (4%), tous avaient des lésions associées. (Tableau IV)

**Tableau IV Les lésions associées au cœur univentriculaire**

Lésions associées au cœur univentriculaire	Nbre de cas	Pourcentage
TGV+arc aortique droit	1	33,33%
TGV+PCA	1	33,33%
TGV+CIV+PCA+Coarctation	1	33,33%

**4.5. Truncus artériosus :**

Deux de nos patients (2,66%) ont été opérés pour truncus artériosus, l'un d'eux type A et l'autre type B, dans ce dernier cas le cerclage a été réalisé au niveau des deux artères pulmonaires.

**4.6. Transposition des gros vaisseaux :**

Un patient (1,33%) porteur de TGV s'est présenté tardivement avec un ventricule gauche non préparé.

La TGV a été associée à une CIV et une sténose pulmonaire valvulaire.

Le cerclage de l'artère pulmonaire a été réalisé dans un but d'entraînement du ventricule gauche.

**Tableau V** Répartition globale des cardiopathies ayant bénéficié d'un cerclage de l'artère pulmonaire.

Cardiopathies	Nombre	Pourcentage
CAV isolé	23	30,66%
CAV+PCA	10	13,33%
CIV unique isolée	10	13,33%
CIV unique+CIA	5	6,66%
CIV unique+PCA	4	5,33%
CIV unique+PCA+COA	1	1,33%
CIV multiple isolée	8	10,66%
CIV multiple+ PCA	2	2,66%
CIV multiple + CIA	1	1,33%
VDDI isolé	1	1,33%
VDDI+TGV	4	5,33%
Cœur univentriculaire +TGV+ arc aortique droit	1	1,33%
Cœur univentriculaire+TGV +PCA	1	1,33%
Cœur univentriculaire+TGV+CIV+PCA+COA	1	1,33%
Troncus artérius type A	1	1,33%
Troncus artérius type B	1	1,33%
TGV+CIV+Sténose pulmonaire	1	1,33%

## **II. CLINIQUE :**

### **1. Circonstances de découverte de la cardiopathie :**

Vingt six patients (34,66%) étaient des trisomiques 21 et la découverte de la cardiopathie s'est faite lors du bilan malformatif.

Les autres circonstances de découvertes sont résumées dans le tableau VI:

**Tableau VI** Circonstances de découverte de la cardiopathie

<b>Les circonstances</b>	<b>Nombre de malade</b>	<b>Pourcentage</b>
Cyanose+Dyspnée +/- Sueurs aux tétés	28	37,33%
Retard staturo pondéral+Infection respiratoires à répétition	10	13,33%
Infections respiratoires à répétition	8	10,66%
Infections respiratoires à répétition+Dyspnée	2	2,66%
Episodes de déshydratation	1	1,33%

### **2. Poids des patients :**

Le poids moyen de nos malades était de 5,53 Kg avec des extrêmes allant de 2kg à 15kg.  
(Tableau VII)

**Tableau VII** Répartition des malades selon le poids

<b>Intervalle de poids par Kg</b>	<b>Nbre de malade</b>	<b>Pourcentage</b>
[2-4]	28	37,33%
[4-8]	41	54,66%
[8-15]	6	8%

### **3. Traitement médical pré-opératoire :**

Tous nos malades étaient sous traitement médical en préopératoire, consistant en un traitement digitalo diurétique.

Cependant 10 patients de cette série (13,33%) présentaient des signes d'insuffisance cardiaque en pré opératoire.

### **III. Mesure de la pression artérielle pulmonaire :**

La mesure échocardiographique de la pression artérielle pulmonaire a été réalisée chez tous nos malades mais les valeurs n'ont pas été précisées sur les comptes rendu, toutefois 66 patients (88%) avaient une forte HTAP et 9 patients (12%) avaient une HTAP modérée.

## **IV. Chirurgie :**

### **1. Protocole d'anesthésie :**

Chez nos patients l'induction de l'anesthésie était réalisée par les halogènes (Sévoflurane), puis utilisation de curare et Fentanyl.

L'entretien se faisait par le Sévoflurane ou l'Isoflurane avec réinjection de morphiniques si nécessaire.

### **2. Voie d'abord :**

Les cerclages étaient réalisés au début de notre période d'étude par thoracotomie antérolatérale au niveau du 3EICG chez 7 patients (9,33%), puis par sternotomie médiane longitudinale totale chez 27 patients (36%) et actuellement la majorité des cerclages sont réalisés par sternotomie médiane longitudinale partielle appelée aussi ministernotomie, 42 patients de notre série ont été opérés par cette voie d'abord (56%).( Figure 3)

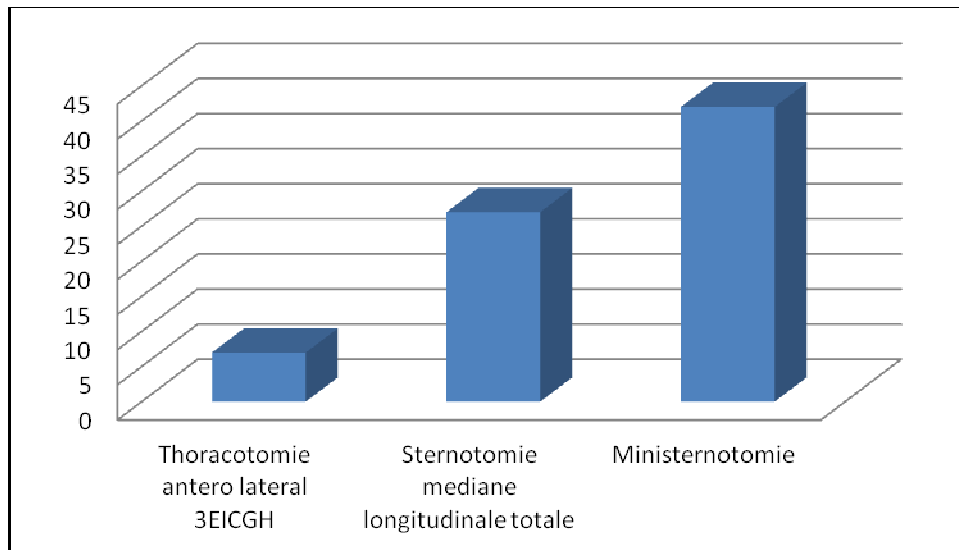
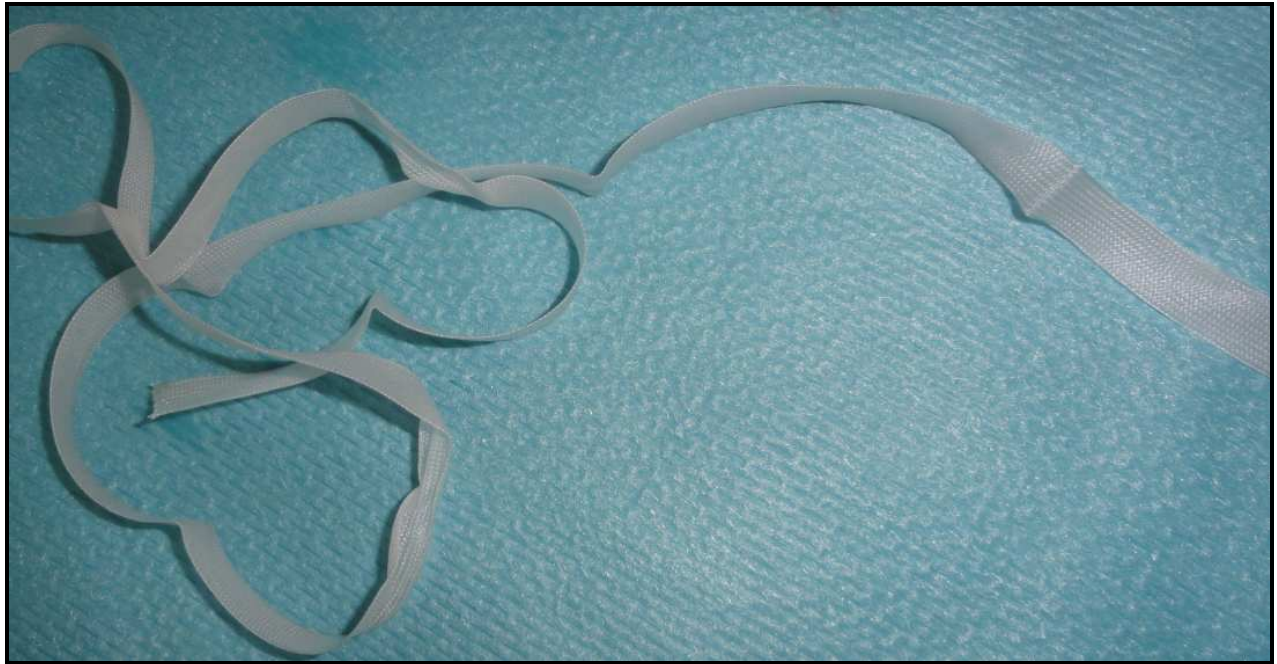


Figure3 : Les Voies d'abord

### 3. Matériel de cerclage :

Les cerclages ont été réalisés par des bandes en nylon blancs non résorbables (W277, non résorbable, 6 mm \* 70 cm fabriqué par Johnson and Johnson). (Figure 4)





**Figure 4** : Les bandes utilisées dans les cerclages de notre série.

#### **4. Gestes associés au cerclage :**

Vingt deux patients ont nécessité un geste chirurgicale concomitant (29,33%) : 21 d'entre eux ont eu une double ligature du canal artériel et un patients a eu, en plus de la double ligature du canal artériel, une coarctectomie. (Tableau VIII)

**Tableau VIII** Gestes associés au cerclage

Geste	Nombre de cas	Pourcentage
Cerclage isolé	53	70,66%
Cerclage+double ligature du canal artériel	21	28%
Cerclage+double ligature du canal artériel + coarctectomie	1	1,33%

## 5. Etude hémodynamique :

### 5.1. Mesure des pressions :

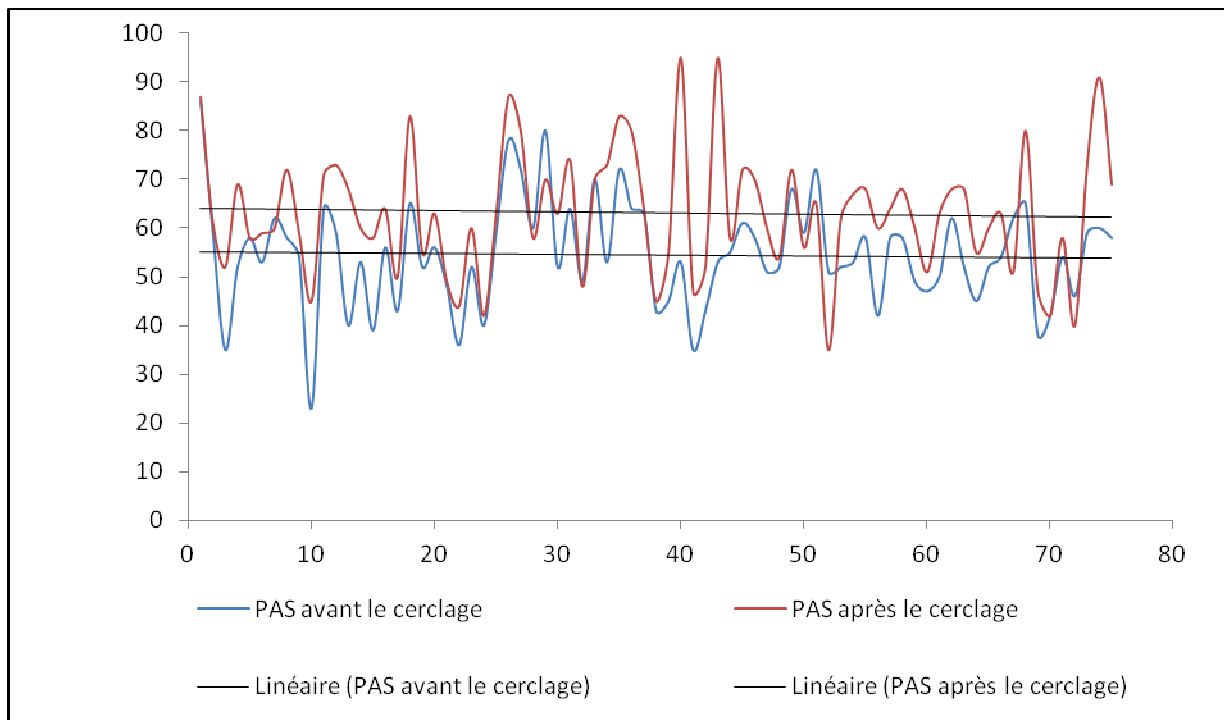
#### 5.1.1. Pression artérielle systémique moyenne : (Figure 5)

##### a. Avant le cerclage :

La moyenne de la pression artérielle systémique moyenne chez nos patients avant le cerclage était de 54,6 mmhg.

##### b. Après le cerclage :

La moyenne de pression artérielle systémique moyenne après le cerclage était de 63,12 mmhg. Ce qui est équivalent à une augmentation de 15,6 % de la pression initiale.



**Figure 5:** Pression artérielle systémique moyenne avant et après le cerclage chez l'ensemble de nos malades

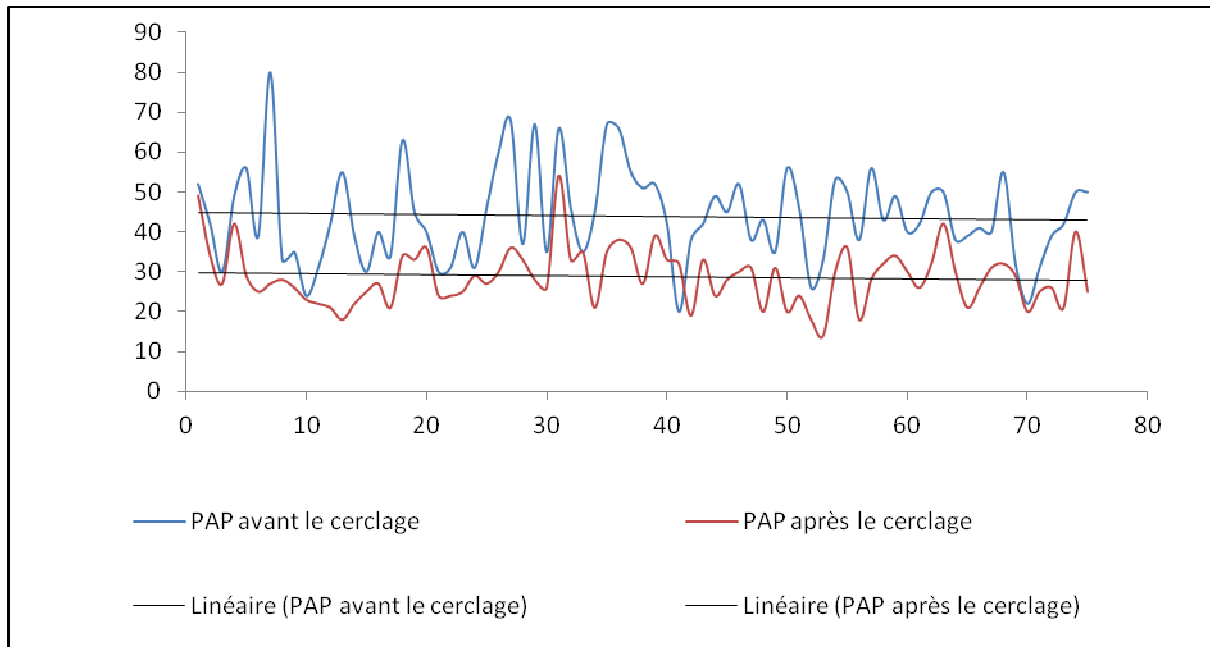
#### 5.1.2. Pression artérielle pulmonaire moyenne : (Figure 6)

##### a. Avant le cerclage :

La moyenne de la pression artérielle pulmonaire moyenne avant le cerclage était de 44 mmhg. (Figure4)

**b. Après le cerclage :**

La moyenne de la pression artérielle pulmonaire moyenne après le cerclage était de 28,8 mmhg, ce qui est équivalent à une réduction de 34,54% de la pression artérielle pulmonaire initiale et à 45% de la pression artérielle systémique moyenne.



**Figure 6:** Pression artérielle pulmonaire moyenne avant et après le cerclage chez l'ensemble de nos malades

**5.2. Saturation en oxygène :**

La mesure de la SPO2 était réalisée sous une FIO2 de 50%.

**5.2.1. Avant le cerclage :**

La moyenne de la saturation en oxygène avant le cerclage était de 94,57%.

**5.2.2. Après le cerclage :**

La moyenne de la saturation en oxygène après le cerclage était de 92,17%.

## V. Surveillance et évolution:

### 1. Surveillance post opératoire:

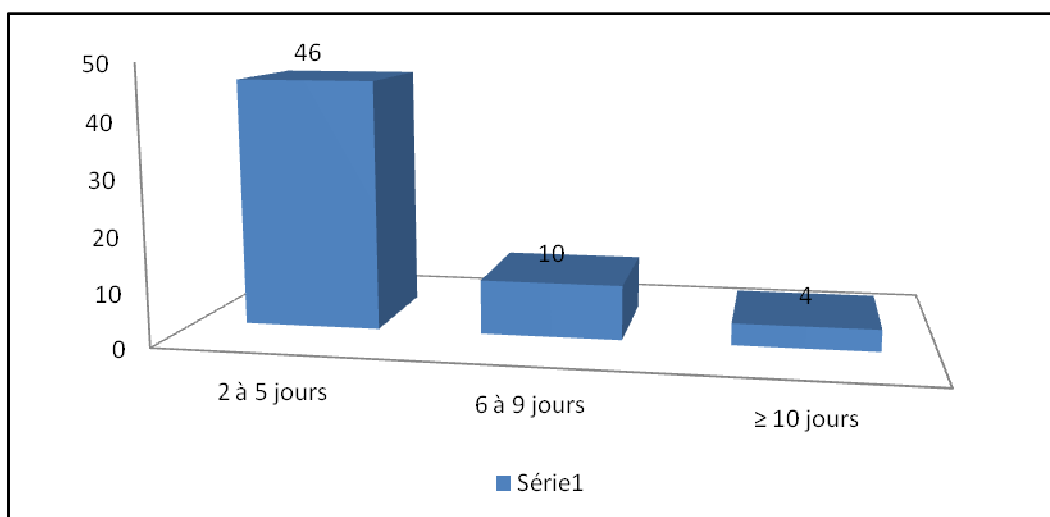
#### 1.1. Hospitalisation en unité de soins intensifs:

Tous nos patients ont bénéficié d'une surveillance clinique rapprochée et prise en charge post opératoire en unité de soin intensif cardiaque.

##### 1.1.1. Durée du séjour en réanimation :

La durée d'hospitalisation moyenne de nos patients était de 4,78 jours avec des extrêmes allant de 2 jr à 16 jr.

Néanmoins, la majorité de nos patients (46) ont été hospitalisés en unité de soins intensifs pendant moins de 5 jours. (Figure 7)

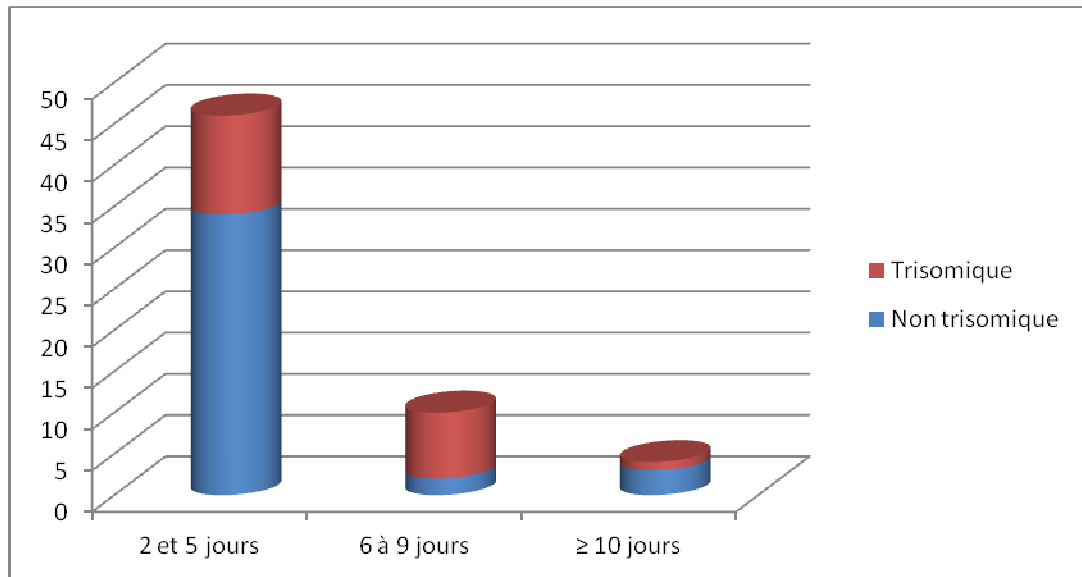


**Figure 7: Durée de séjour en réanimation**

Pour les patients avec des durées d'hospitalisation comprises entre 2 et 5 jours, 12 patients (26%) étaient des trisomiques 21

Chez les patients avec des durées comprises entre 6 et 9 jours, 8 patients (80%) étaient des trisomiques 21.

Pour les patients avec des durées supérieures à 10 jours, un malade était trisomique 21 (25%) et 3 (75%) avaient des cardiopathies complexes.



**Figure 8:** Répartition des durées de séjour en réanimation selon la présence de trisomie ou non

**1.1.2. Support inotrope positif :**

Au cours de leur séjour en USIC, seulement 16 patients (21,33%) ont été mis sous inotropes positifs avec des durées allant de 3h à 48h (moyenne de 20,5h).

Parmi ces 16 patients, 8 étaient des trisomiques et 8 n'étaient pas trisomiques. Parmi les 8 trisomiques, 21 et 3 avaient des cardiopathies complexes.

**1.2. Surveillance écho cardiographique :**

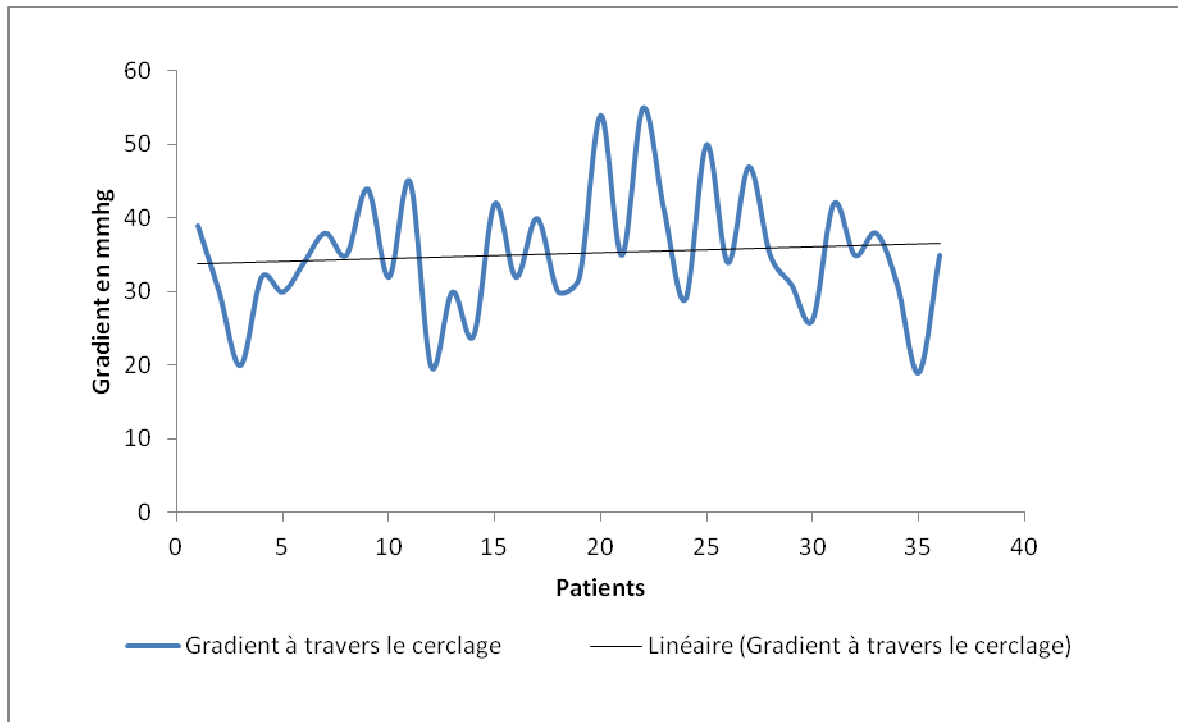
La surveillance écho cardiographique n'a pu être réalisée que chez 36 patients (48%)

Le paramètre le plus important dans notre étude était la mesure du gradient à travers le cerclage.

Cette évaluation a été réalisée par échocardiographie transthoracique avec des délais variables après l'intervention.

Son intérêt était la surveillance de l'efficacité du cerclage en post opératoire immédiat voire à long terme.

La moyenne du gradient à travers le cerclage chez tous nos malades était de 35,17 mmhg avec des extrêmes allant de 50 mmhg à 19,6 mmhg. (Figure 9)



**Figure 9:** Le gradient à travers le cerclage chez l'ensemble de nos malades

Le délai de la mesure du gradient en post opératoire était variable, avec des moyennes différentes. (Tableau IX)

**Tableau IX** Gradient échocardiographique à travers le cerclage par rapport au délai de mesure en post opératoire

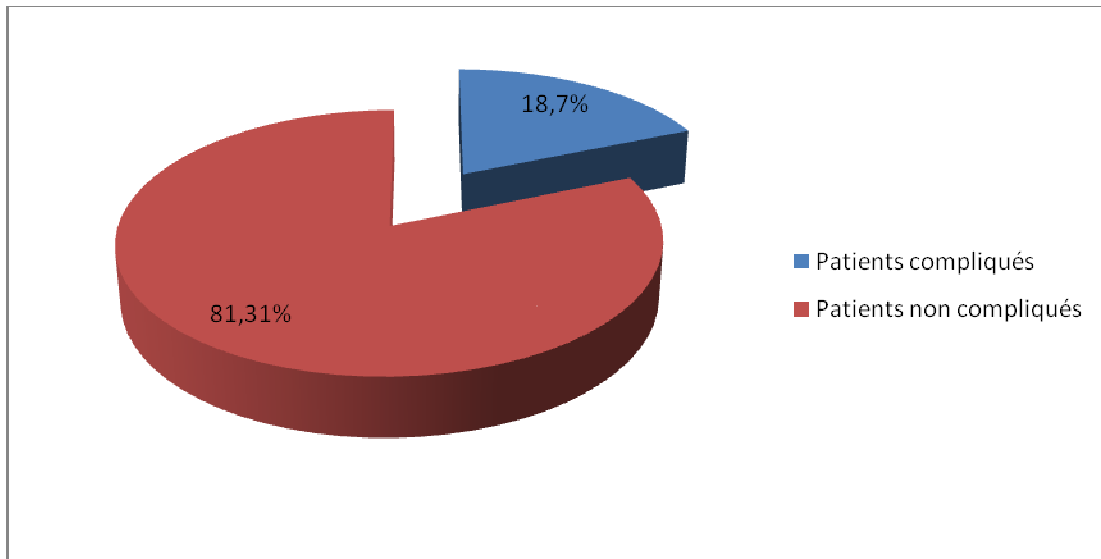
Le délai	Nombre	La moyenne du gradient
< 1 mois	23	35,38 mmhg
1 mois à 6 mois	8	36,77 mmhg
>6mois	5	31,6 mmhg

## 2. Evolution :

### 2.1. Complications post opératoires:

#### 2.1.1. Morbidité globale :

Dix sept patients ont présenté des complications après l'intervention, soit une morbidité globale de 18,7%. (Figure 10)



**Figure 10:** Morbidité globale dans notre série.

#### 2.1.2. Complications respiratoires :

Les plus fréquentes des complications avec 11 patients (64,70%) à type de pneumonies.

#### 2.1.3. Complications infectieuses :

Concerne 4 patients (23,52%), 3 ont (17,64%) présenté une infection de la paroi sternale avec comme conséquence une déformation sternale chez un d'entre eux et une instabilité sternale chez un autre.

Un patient (5,88%) a présenté un sepsis à J16 du post opératoire.

#### 2.1.4. Complications digestives :

Cette complication concerne 2 de nos patients (11,76%) à type de gastroentérite aiguë responsable d'une déshydratation tableau B chez un patient (orbites creusées, yeux cernés, pli cutané persistant, fontanelle déprimée...).

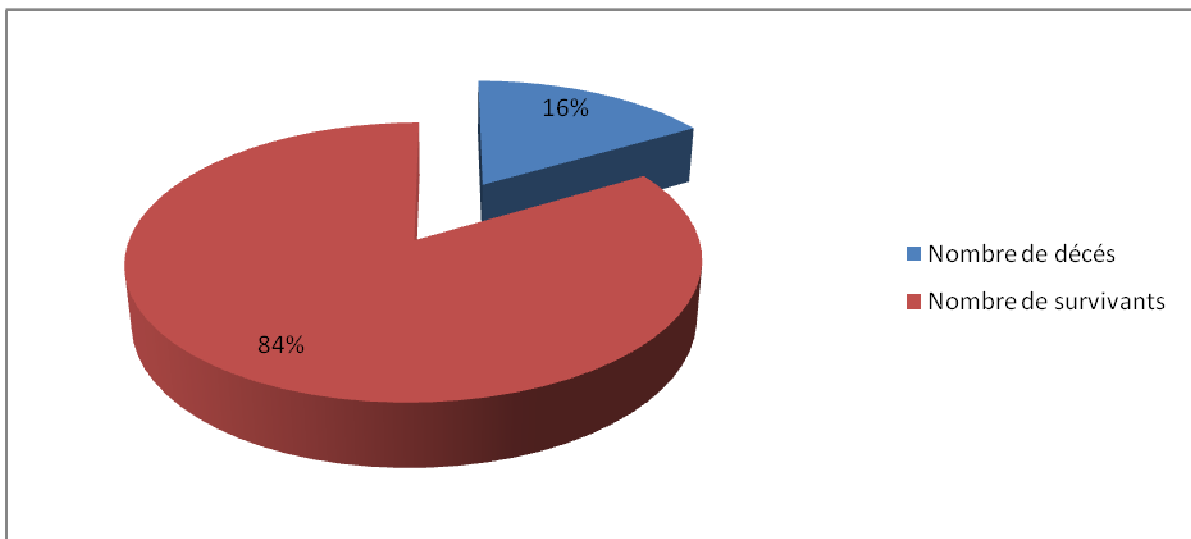
**Tableau X** Ensemble des complications post opératoires.

Complication	Nbre de cas	Pourcentage
Pneumonie	11	64,70%
Infection de la paroi sternale	3	17,64%
Sepsis	1	5,88%
GEA	2	11,76%

**2.2. Mortalité :**

**2.2.1. Nombre de décès :**

On a déploré 15 décès hospitaliers dans notre série, ce qui est équivalent à un taux de mortalité de 16,4% (Figure 11)



**Figure 11** : Taux de mortalité hospitalière

**2.2.2. Profil des patients décédés :**

**a. Age:**

L'âge moyen des patients décédés était de 6,53 mois.

**b. Poids:**

Le poids moyen des patients décédés était de 5,14 kg.

c. Les cardiopathies:

Les cardiopathies que portaient les patients décédés sont résumées dans le tableau XI

**Tableau XI** Cardiopathies des patients décédés

Cardiopathies	Nombre
CAV isolés	4
CAV+CA	4
CIV isolées	2
CIV+CIA	1
CIV+CA	1
CIV+CA+Coarctation	1
Cœur univentriculaire+TGV+PCA	1
Cœur univentriculaire +TGV+ arc aortique droit	1

d. Les causes:

Les causes de décès étaient :

- Une dysfonction sévère du ventricule droit chez 12 patients (80%)
- Une crise d'HTAP chez 2 patients (13,3%)
- une bradycardie sans cause apparente chez un patient (6,6%)

e. Etude hémodynamique :

❖ Pression artérielle systémique moyenne :

La pression artérielle systémique moyenne avant le cerclage chez les patients décédés était de 49 mmhg et après le cerclage de 58,9 mmhg ce qui équivaut une augmentation de 16,8%.

❖ Pression artérielle pulmonaire moyenne :

Chez les patients décédés, la pression artérielle pulmonaire moyenne avant le cerclage était de 38,6 mmhg et après le cerclage de 29 mmhg ce qui équivaut une réduction de 24,8%.

La PAP moyenne après le cerclage représentait 49% de la PAS moyenne.

## **VI. Cure complète :**

La cure complète a été réalisée chez 13 patients (14,28%), elle a consisté en une correction de l'anomalie avec décerclage. La plastie d'élargissement de l'artère pulmonaire a été réalisée chez 9 d'entre eux



*DISCUSSION.*

## I. Historique : (1,2)

La première description du cerclage de l'artère pulmonaire a été rapportée par Cohnheim en 1889. Il a utilisé cette technique chez des chiens afin d'étudier la réponse physiologique du cœur vis-à-vis d'une obstruction du tronc de l'artère pulmonaire (2).

Par la suite Reid 1924; Holman et Beck, 1926; Gerbode et Selzer, 1948 ont réalisé des études expérimentales également sur des chiens consistant à la création d'une obstruction de l'artère pulmonaire par des bandes (3).

Chez l'homme, le premier cerclage de l'artère pulmonaire réussi a été réalisé le 11 Juillet 1951 à l'Université de Californie, Los Angeles, et rapporté l'année suivante dans le journal « *Surgery, Gynecology and Obstetrics* » (4)

Le rapport, intitulé « **THE TREATMENT OF CERTAIN CONGENITAL MALFORMATIONS OF THE HEART BY THE CREATION OF PULMONIC STENOSIS TO REDUCE PULMONARY HYPERTENSION AND EXCESSIVE PULMONARY BLOOD FLOW: A PRELIMINARY REPORT** » par William H. Muller, Jr. et J. François Dammann, fournit une définition et une explication de la physiopathologie de l'hypertension artérielle pulmonaire dans les communications inter ventriculaires, et il développe la logique du traitement qui consiste à la création d'une sténose pulmonaire afin de diminuer les signes d'insuffisance cardiaque et de prévenir la survenue de dommages vasculaires pulmonaires permanents.(4)

Cette intervention a été réalisée chez un enfant de 5 mois, avec un poids de 3,752 kg qui présentait une insuffisance cardiaque et un shunt gauche-droite très probablement dû à une CIV selon les données de l'examen clinique. Le cathétérisme cardiaque n'a pas pu être réalisé vu l'état altéré de l'enfant.(4)

L'évolution immédiate n'a pas été simple (les complications n'ont pas été précisées) cependant, à long terme l'enfant a repris une croissance normale. Les symptômes de décompensation cardiaque ont régressés et le traitement digitalique a été arrêté.(4)

Suite à ce rapport, plusieurs études ont été publiées démontrant l'efficacité de cette technique chez les nourrissons atteints d'insuffisance cardiaque congestive causée par une communication interventriculaire et même des lésions plus complexes (le canal auriculo-ventriculaire, l'atrésie tricuspide, ventricule unique...) (3,4,5).

## **II. Intérêt du cerclage de l'artère pulmonaire :**

Le cerclage de l'artère pulmonaire est un traitement palliatif d'utilisation courante par plusieurs centres.

Il constitue un moyen d'attente pour les patients atteints de cardiopathie congénitale et chez qui la cure complète d'emblée est difficile voire impossible.

L'objectif du cerclage est de réduire le calibre de l'artère pulmonaire afin de limiter les excès de débit sanguin pulmonaire ainsi que de protéger le système vasculaire pulmonaire de l'hypertrophie des parois vasculaires et de l'hypertension artérielle pulmonaire irréversible.

Le cerclage a aussi été utilisé récemment pour d'autres objectifs tels que l'entraînement du ventricule gauche avant la réalisation du Switch artériel en cas de transposition des gros vaisseaux vue tardivement.

## **III. Indications :**

Le cerclage de l'artère pulmonaire est réalisé à un âge jeune et sur des enfants hypotrophes.

La littérature reste divergente concernant ces deux paramètres, à savoir, que pour plusieurs auteurs, l'hypotrophie conditionne les soins et les résultats post opératoires.

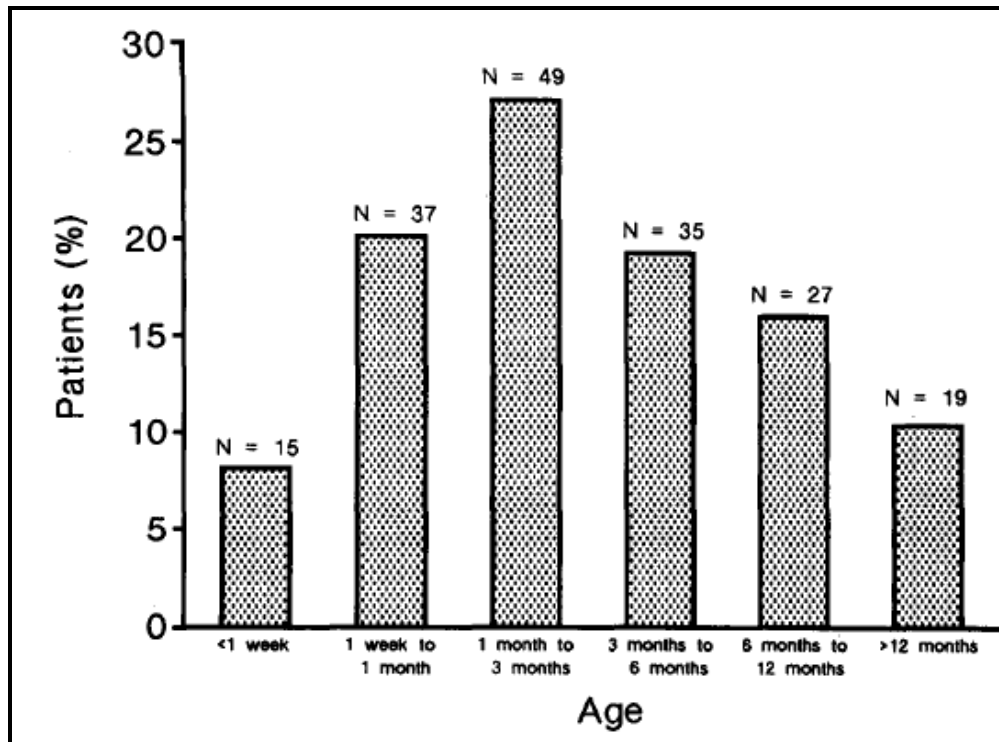
Il nous a paru utile d'étudier l'âge et le poids des patients et de les corrélérer aux cardiopathies.

### **1. Age**

Différente série ont rapporté la réalisation de cerclage à des âges précoces.

Une moyenne de 8 semaines avec un intervalle allant d'une semaine à 4 ans a été rapportée en 1987 par LeBlanc dans une étude sur 144 patients. (6)

D. Horowitz en 1989, a rapporté un âge moyen de 21,8 semaines avec un intervalle de 2 jours à 5 ans dans une série de 183 patients atteints essentiellement de CIV. (Figure 12). (7)



**Figure 12** : Age des patients au moment du cerclage dans la série de D. Horowitz (7)

Une moyenne de 60 jours a été rapportée dans la série de Kawahira avec des extrêmes allant de 4 à 180 jours dans une série de 40 patients. (8)

Neville rapporte dans sa série un âge moyen de 6.2 mois. (9)

Paulo Pinho, en 1997, a rapporté une moyenne de 5,17 mois avec un intervalle allant de 0,1 mois à 156 mois (13 ans) chez un groupe de 135 patients dont 89 atteint de CIV. (10)

En 2011, sur une série de 38 patients atteints de cardiopathie congénitale faites essentiellement de CIV, Nagashima a rapporté la réalisation de cerclage à un âge beaucoup plus précoce,  $41,8 \pm 44,8$  jours avec des extrêmes de 2 à 151 jours. (11).

En 2012, Dehaki, dans une série de 305 patients dont 57% atteint de CIV, la moyenne d'âge était de  $7,12 \pm 5,2$  mois (12)

Dans notre étude la moyenne d'âge est plus importante que celle rapportée dans la littérature, elle est de 9,72 mois avec des extrêmes allant de 2 mois à 10 ans. Cela peut être expliqué par le retard de dépistage des cardiopathies congénitales.

**Tableau XII:** Comparaison de l'âge selon les différentes séries

Série	Nombre d'enfant	Moyenne d'âge	Extrêmes
LeBlanc	144	8 semaines	1 semaine à 4 ans
D. Horowitz	183	21,8 semaines	2 jours à 5 ans
Kawahira	40	60 jours	4 à 15 ans
Neville	51	6.2 mois	---
Paulo Pinho	135	5,17 mois	0,1 mois à 13 ans
Nagashima	38	41,8± 44,8 jours	2 à 151 jours
Dehaki	305	7,12±5,2 mois	---
Notre série	75	9,72 mois	2 mois à 10 ans

## 2. Poids :

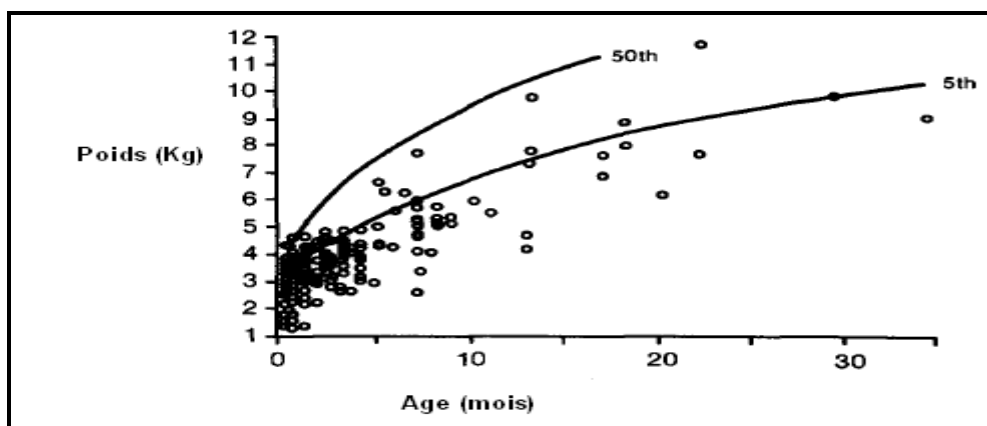
Le cerclage est généralement réalisé chez les enfants avec un poids faible ne permettant pas la réalisation d'une cure complète d'emblée.

LeBlanc a rapporté un poids moyen de 4kg avec des extrêmes allant de 1,1 à 16 kg (6)

Kawahira a rapporté un poids moyen de 3,3 kg avec des extrêmes allant de 0,98 à 5,5 kg.

(8)

D. Horowitz a rapporté un poids moyen de 4,2 +/- 0,2 Kg avec un intervalle allant de 1,4 à 13, 8 Kg (Figure 13) (7)



**Figure 13 :** Poids au moment du cerclage de l'artère pulmonaire. Comparaison avec le poids normale en percentile. (7)

Neville a rapporté un poids moyen de 4 kg dans sa série. (9)

Paul Pinho a rapporté un poids moyen de 4,25 Kg avec des extrêmes allant de 1,4 à 31 kg, 74,8% de ses malades avaient un poids inférieur au 3ème percentile. (10)

Nagashima a rapporté un poids moyen de  $2,8 \pm 1,1$  kg avec des extrêmes allant de 1,2 à 5,8 kg. (11)

Dehaki a rapporté un poids moyen de  $5,59 \pm 1,6$  kg (12)

Dans notre série la moyenne de poids est de 5,53 Kg avec des extrêmes allant de 2kg à 15kg.

**Tableau XIII** Poids selon les différentes séries

Série	Poids moyen	Extrêmes
LeBlanc	4 kg	1,1 à 16 kg
D. Horowitz	$4,2 \pm 0,2$ Kg	1,4 à 13, 8 Kg
Kawahira	3,3 kg	0,98 à 5,5 kg
Neville	4 kg	---
Paulo Pinho	4,25 Kg	1,4 à 31 kg
Nagashima	$2,8 \pm 1,1$ kg	1,2 à 5,8 kg
Dehaki	$5,59 \pm 1,6$ kg	---
Notre série	5,53 Kg	2 à 15kg

### **3. Cardiopathies :**

Les indications du cerclage de l'artère pulmonaire sont multiples et variées mais celles proposées par Corno jusqu'en 2005 sont :(13)

- CIV mutiple
- Cœur univentriculaire fonctionnel
- CAV complet
- TGV : le cerclage est réalisé afin de préparer le ventricule gauche pour un switch artériel ultérieur
- Hypoplasie du cœur gauche

Toutefois et pour des raisons d'impossibilité de réalisation de la cure complète d'emblé les indications peuvent être étendues aux:

- Canal atrio ventriculaire chez les nourrissons moins de 6 mois ainsi que la forme non balancée du CAV.
- La coarctation de l'aorte associée à une large CIV
- CIV associée à une autre malformation congénitale non cardiaque (large omphalocèle, atrésie de l'œsophage, hernie diaphragmatique, malformations syndromiques, prématuré avec faible poids de naissance, CIV avec malnutrition sévère ou infection grave).
- Ventricule gauche à double entrée et atrésie tricuspide sans sténose pulmonaire.
- Ventricule droit à double issu.
- CIV unique isolée (11)
- CAV isolé (11)
- Truncus artériosus : l'utilisation du cerclage pour cette indication est controversée, certains le préconisent comme traitement palliatif, d'autres le contre-indiquent, toutefois la plus part des centres réalisent actuellement la cure complète dans le traitement du truncus artériosus (5, 14,15, 16,17)
- Syndrome d'hypoplasie du cœur gauche (Figure 14) :

C'est une anomalie de développement des structures gauches du cœur, obstruant la circulation sanguine dans les vaisseaux issus du ventricule gauche. Ce syndrome est également caractérisé par un développement insuffisant du ventricule gauche, de l'aorte et de l'arc aortique, ainsi que par une atrésie ou une sténose mitrale.

Les nouveau-nés atteints naissent généralement à terme et en bonne santé. Lorsque le canal artériel se ferme, la perfusion systémique diminue, entraînant une hypoxie, une acidose et un choc cardiogénique.

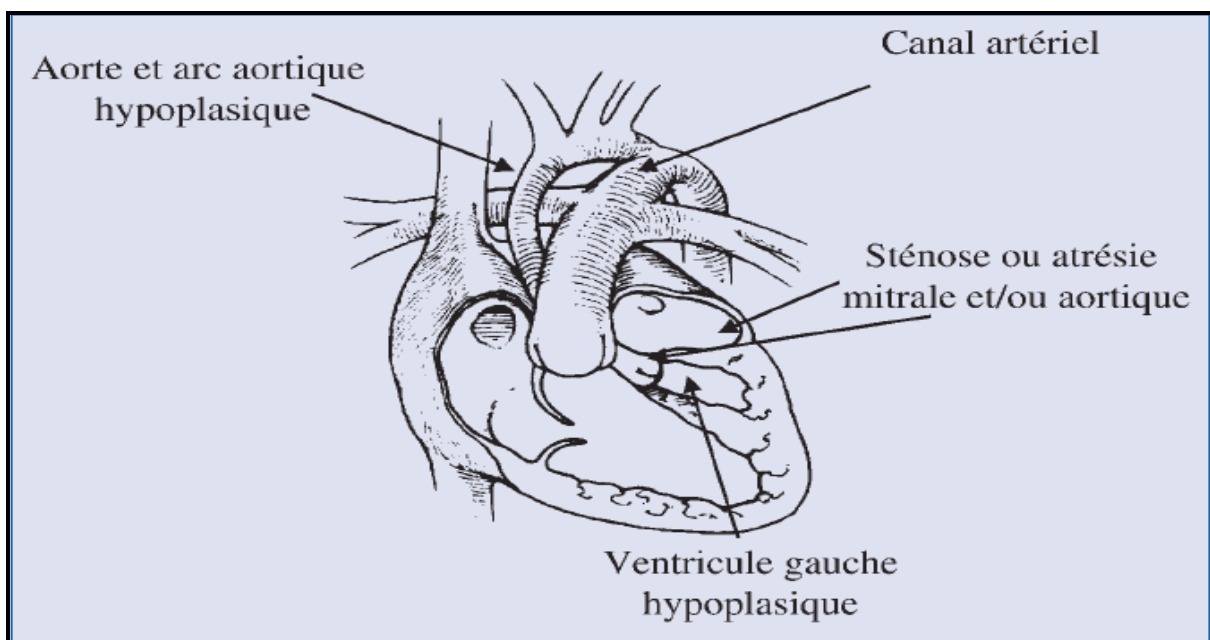
L'échocardiogramme est la méthode diagnostique de choix. Le syndrome peut être diagnostiqué par une échocardiographie fœtale entre 18 et 22 semaines de grossesse.

Les nouveau-nés atteints de ce syndrome doivent bénéficier d'une chirurgie néonatale, puisque leur circulation systémique est canal-dépendante

Actuellement, il y a deux options thérapeutiques principales : la transplantation cardiaque primaire ou une série d'interventions palliatives permettant le fonctionnement cardiaque avec un ventricule unique.

Le choix du traitement dépend des préférences de l'établissement et de l'expérience du chirurgien.

Le CAP dans le syndrome d'hypoplasie du cœur gauche est réalisé au niveau des deux artères pulmonaires dans le but d'améliorer l'hémodynamique chez les nouveaux nés porteurs de cette anomalie en situation critique afin de les préparer pour une éventuelle intervention de Norwood ou transplantation cardiaque (18, 19, 20,21, 22,23)



**Figure14:**Schéma du cœur en cas d'Hypoplasie du cœur gauche (23)

- Une autre indication a été décrite récemment par Schranz qui a rapporté la réalisation du cerclage dans un cas de cardiomyopathie dilatée idiopathique. Il s'agissait d'un enfant de 2 mois, atteint d'une cardiomyopathie dilatée idiopathique progressive et qui a été proposé pour une transplantation cardiaque. En attente Schranz a réalisé le CAP dans l'objectif d'entraîner le VG. L'évolution a été marquée par une réhabilitation du VG avec diminution de la régurgitation mitrale. (24)

Les cardiopathies ayant bénéficié d'un CAP dans notre série ne diffère pas des indications recommandées.

Nos indications regroupent : CAV 44%, suivi des CIV 41%, mais aussi des cardiopathies plus complexes : TGV, VDDI et troncus artérius.

## IV. Chirurgie :

### 1. Matériaux de cerclage :

Le choix du matériel de cerclage le plus efficace a sollicité plusieurs débats, toutefois les principaux critères pour ce choix sont :

- ✓ La facilité de son application et ajustement au moment du cerclage.
- ✓ La facilité de son retrait lors du décerclage. (25)

Les différents matériaux utilisés par les auteurs sont:

- ❖ **Bande ombilicale** (coton) (2,26)
- ❖ **Soie** (26,27) : d'origine naturelle, elle est souple, peu élastique, avec une tolérance tissulaire variable (inflammation). Elle est résorbable à long terme par dépolymérisation de sa structure protéique.
- ❖ **Nylon** (29, 28, 3,27): d'origine synthétique, il est résistant, de structure polyamidique (polyamide 6-6) donnant une forme en émaille, il peut entraîner une réaction inflammatoire.

Le Polyamide 6-6 a été mis au point par Dupont de Nemours par polycondensation de l'acide adipique et de l'hexaméthylène diamine. (Figure 15)

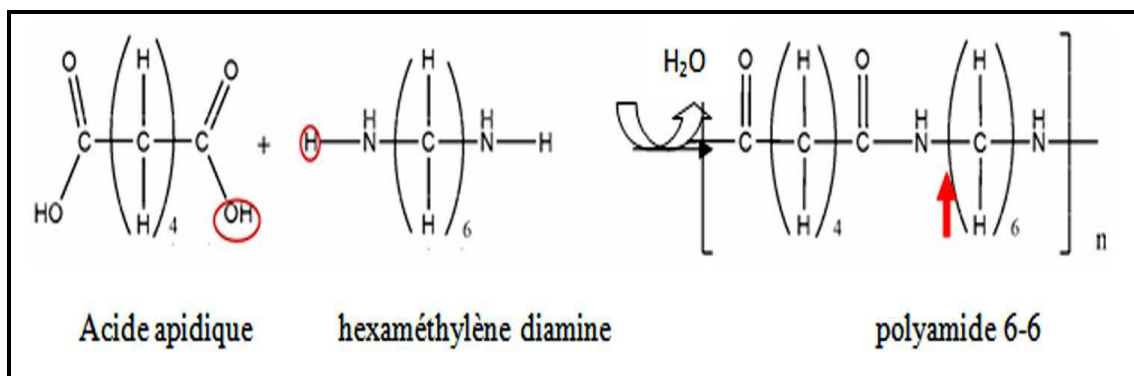


Figure 15 : Formule chimique du nylon (27)

- ❖ **Dacron** (polyéthylène téréphtalate) (2, 11,30) présente une grande résistance avec une réaction tissulaire minime.

- ❖ **Téflon** (polytetrafluoroethylene) seul ou imprégné de silastic (5, 26, 31,13) : le téflon présente une très bonne compatibilité tissulaire.
- ❖ **Silastic** (polymeric silicone) seul ou renforcé par le dacron (5, 26,32)
- ❖ **Cellophane** (26)

Pour Rohmer 1967, le Téflon, le Cellophane et le Nylon entraînent une réaction inflammatoire mais qui reste minime et se localise surtout autour de ces bandes ce qui rend leur retrait plus facile. Toutefois ils ont plus de risque de sectionner la paroi de l'artère pulmonaire que les bandes en soie ou en coton. (33)

Pour Stark, 1972, les dommages que peuvent causer les différents matériaux au niveau de la paroi de l'artère pulmonaire sont presque identiques et dépendent surtout du degré de constriction au moment de l'installation de la bande et non du matériel choisi. (5,25)

Néanmoins il a opté pour l'utilisation de la soie, vu la facilité de sa manipulation ce qui rend la réalisation du cerclage plus simple et l'ajustement de la constriction plus exact. (25)

Cordell, 1974, n'a pas approuvé l'avis de Stark vu que ce dernier n'a pas utilisé de bandes en silastic.

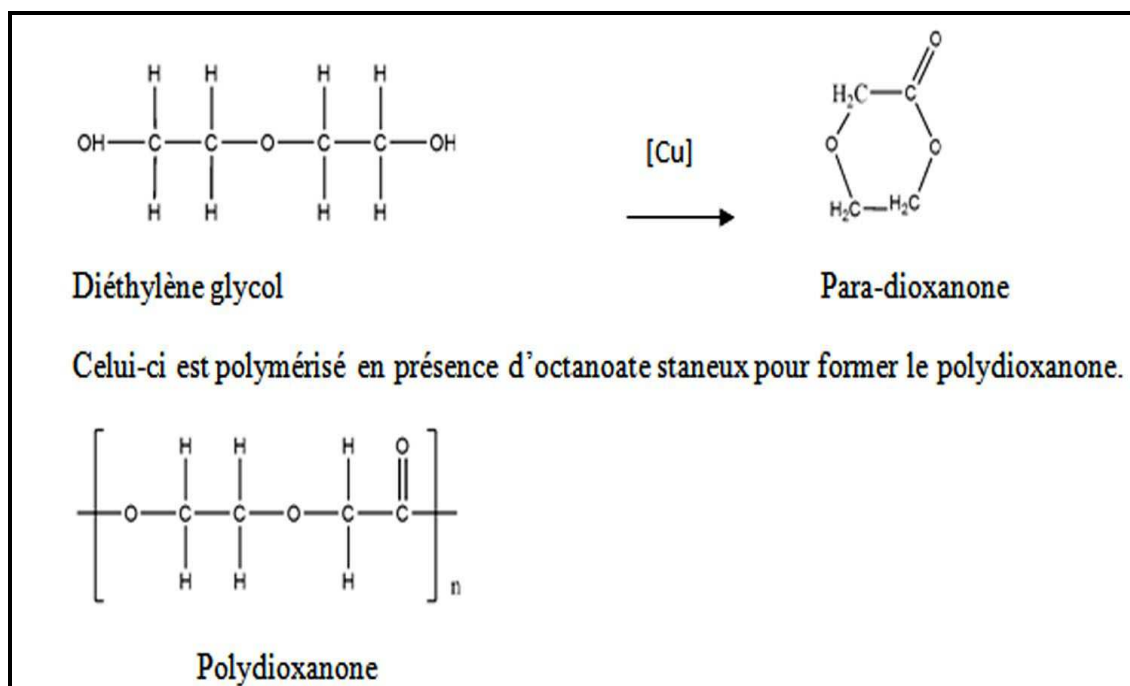
Pour Cordell le meilleur matériel à utiliser serait les bandes en silastic renforcée de dacron, vu qu'elles entraînent moins de dommages au niveau de la paroi de l'AP et sont plus faciles à retirer lors du décerclage que les autres matériaux. (26)

Certains auteurs préfèrent l'utilisation de bandes ombilicales vu leur épaisseur suffisante qui diminue le risque d'érosion de la paroi de l'artère pulmonaire. (1,15)

D'autres études ont rapporté des complications plus importantes à savoir l'érosion de la bande et la formation de thrombus lors de l'utilisation de bande ombilicale ou de bande de soie par rapport aux bandes en Téflon ou Silastic. (14)

Il existe également d'autres matériaux plus récents qui ont permis de diminuer le nombre de ré intervention :

- ❖ **Bande résorbable: (5,27,34,35)** c'est une bande faite de Polydioxanone qui est un Polymer biodégradable connu pour garder 35% de sa résistance mécanique pour environ 3 semaines et se dégradent complètement dans environ 6 mois.



**Figure 16:** Formule chimique du polydioxanone (27)

Bonnet a publié en 2001 un article sur le succès de l'utilisation de cette bande chez un enfant avec une atrésie tricuspide.

Oka et ses collègues l'ont utilisé chez des enfants qui présentaient des CIV musculaires ou résiduelles susceptibles de se fermer spontanément.

Le but de l'utilisation de cette bande par Oka était de maintenir un gradient de pression efficace jusqu'à la fermeture de la communication puis la résorption de la bande sans nécessité d'une seconde intervention pour son retrait.

Toutefois la résorption précoce reste un risque à ne pas négliger

- ❖ **Cerclage réglable à distance. (Par télémetrie):** (Figure 17,18, 19) c'est un appareil implantable, contrôlable à distance par des ondes de radiofréquences émises par un appareil externe et permettant de resserrer ou de relâcher l'artère pulmonaire en fonction des besoins hémodynamiques.

L'appareil appelé Flowatch® a été développé par EndoArt, en suisse, puis expérimenté en 2003 par Corno chez des porcs puis chez l'homme en 2004 avec de bons résultats. (36,37,38)

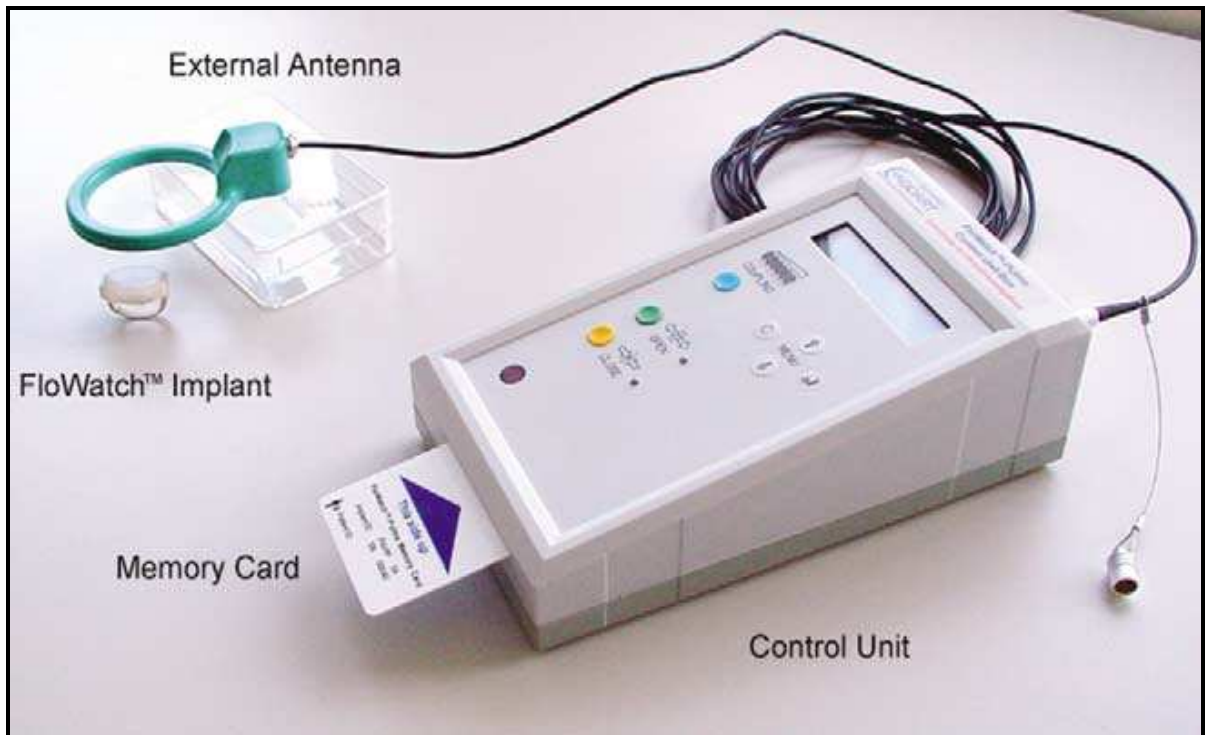


Figure 17 : Système Flowatch : implant et unité de contrôle externe qui comporte une antenne (36)

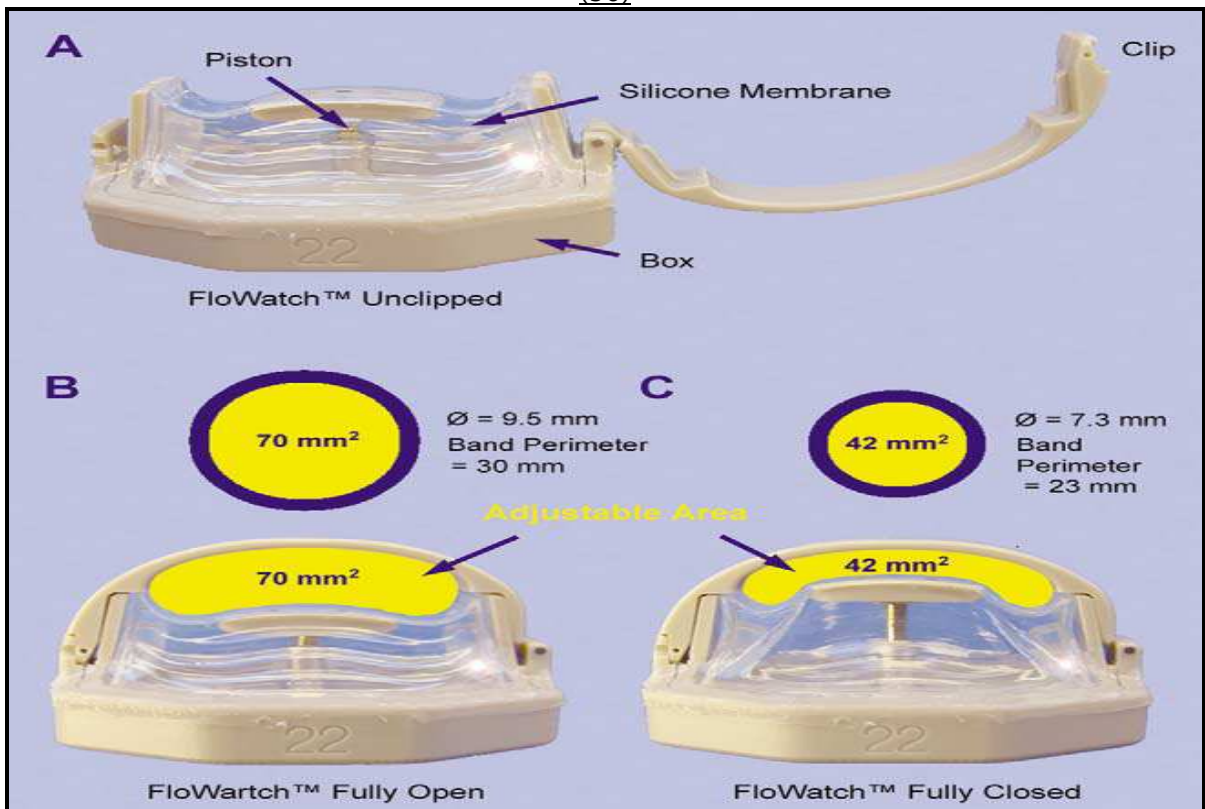


Figure 18 : l'implant Flowatch (36)



**Figure 19 : Réglage de du Flowwatch® (38)**

Les limites du Flowwatch :

- Son utilisation est recommandée pour les enfants avec un poids compris entre 2,8 et 6 kg car:
  - chez les plus petits enfants l'implant ne peut pas être installé à l'intérieur de leur thorax
  - chez les plus grands enfants, il peut y avoir des problèmes de commande entre l'implant et l'antenne externe de contrôle si la distance est supérieure à 4cm.
- Son prix varie entre 5000 et 10000 Euros avec des frais annuels de 2800 euros pour le contrôle. (38)

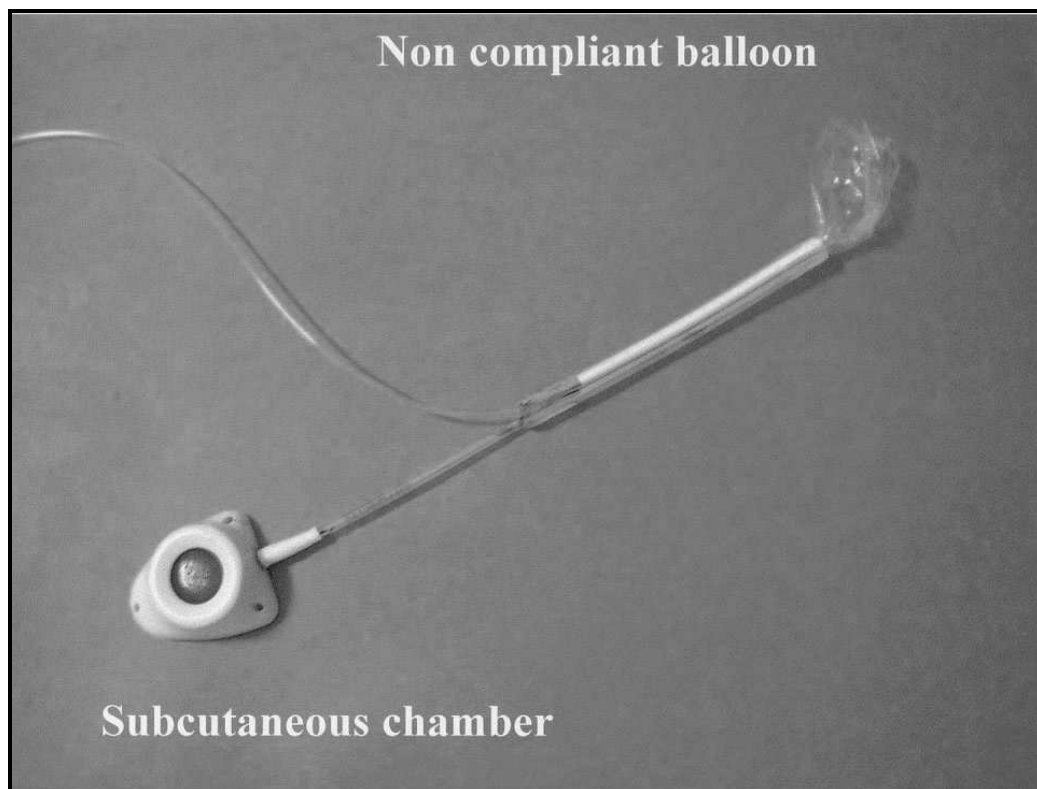
❖ ***Cerclage réglable par voie percutanée (39,40)***

C'est un dispositif mis au point par (Numed Inc , Hopkinton , New york), il est composé d'un ballon en polyamide qui peut être mis autour de l'artère pulmonaire. Une

de ses extrémités est connectée par un cathéter à une chambre implanté en sous cutanée, l'autre extrémité est tirée par un manchon pour réaliser une bande circulaire.

Le gonflement du ballon se fait par l'injection d'une solution saline à travers la chambre sous cutanée qui va entraîner un gonflement de la partie interne du ballon sans modifier les autres parties qui ne sont pas compliantes, ainsi seul l'artère pulmonaire va être comprimée sans atteinte des autres structures adjacentes. (Figure 20)

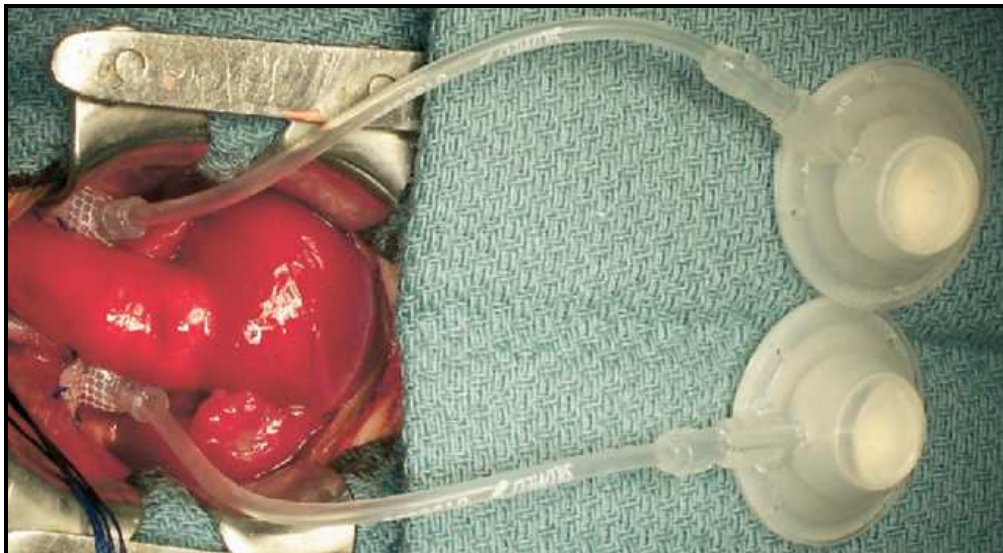
Cet appareil peut être mis en place par thoracoscopie.



**Figure 20:** Constituant du cerclage réglable par voie percutané (39)

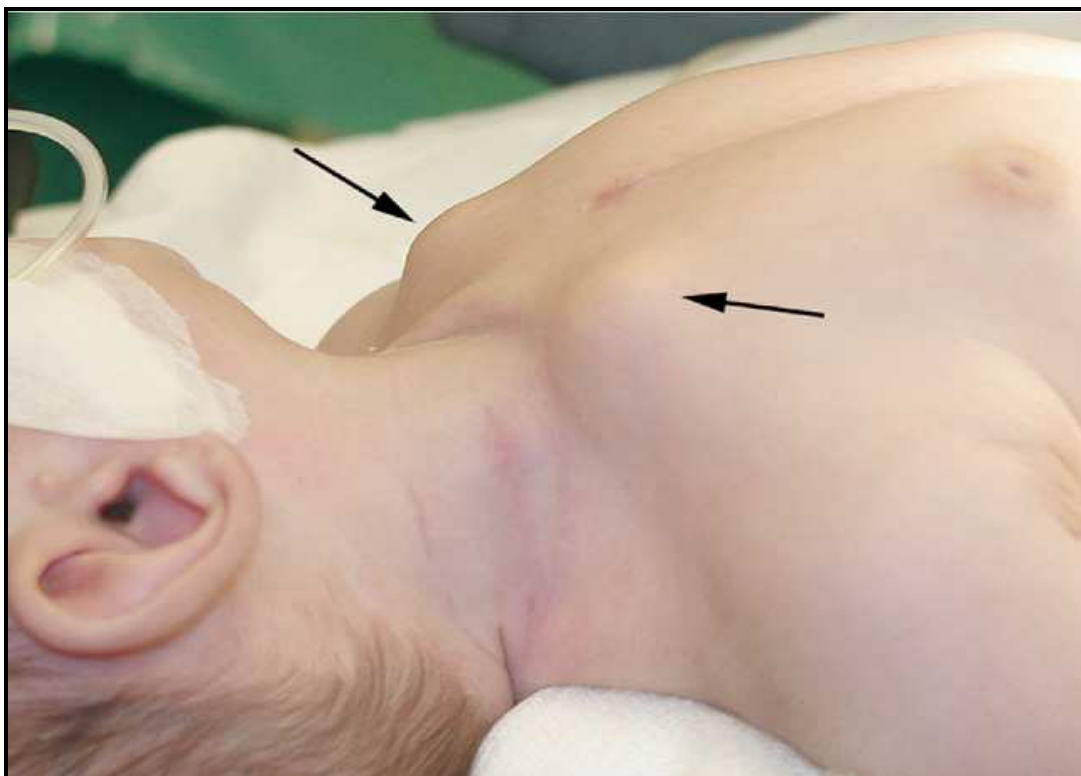
En 2001, Le Bret et ses collègues l'ont expérimenté chez des agneaux avec évaluation de la possibilité d'ajustement percutané en post opératoire immédiat et après 3 mois, les résultats étaient satisfaisants. (39)

En 2007, Assad et ses collègues ont utilisé cet appareil chez un enfant atteint d'une hypoplasie du cœur gauche. Le cerclage a été réalisé au niveau des deux artères pulmonaires (figure 21). (40)



**Figure 21** : Cerclage des deux artères pulmonaire par un cerclage réglable par voie percutanée(40)

Les chambres sous cutanée qui permettent le gonflement de la bande sont implantées au niveau du tissu sous cutané infra claviculaire. (Figure 22) (40)



**Figure 22**: Chambres sous cutanées installées sous les clavicles (40)

Trois ajustements percutanés ont été nécessaires au cours de son hospitalisation pour maintenir une saturation entre 75 et 85%.

L'enfant a été suivi par échocardiographie hebdomadaire et qui n'a montré aucune complication.

Par la suite 7 ajustements ont été nécessaires et l'enfant a été opéré pour une intervention de Nowood avec Gleen bidirectionnel après 101 jours du cerclage, les bandes ont été retirées et aucune distorsion n'a été remarquée au niveau des artères pulmonaires.

Dans notre série les bandes utilisées étaient en nylon.

Au cours du retrait de ces bandes on a remarqué une réaction inflammatoire importante qui les entourait.

La difficulté lors du retrait, résidait essentiellement dans la dissection du tissu cicatriciel formé autour de ces bandes mais, une fois qu'on expose la bande, son retrait devenait facile, ce qui témoigne de l'absence d'adhérences importantes entre ces bandes faites en nylon et la paroi de l'AP.

Une autre difficulté consistant à enlever les fils en prolène qui fixent la bande à la paroi de l'artère pulmonaire. La section de ses fils doit se faire avec précaution sinon on peut avoir des dommages graves au niveau de la paroi.

## **2. Choix de la circonférence de la bande :**

La circonférence de la bande est estimée et marquée sur la bande avec de fines sutures selon la formule de Trusler.

En effet, Trusler a proposé l'utilisation de bandes de 4mm de largeur et dont la circonférence est estimée selon les formules suivantes:

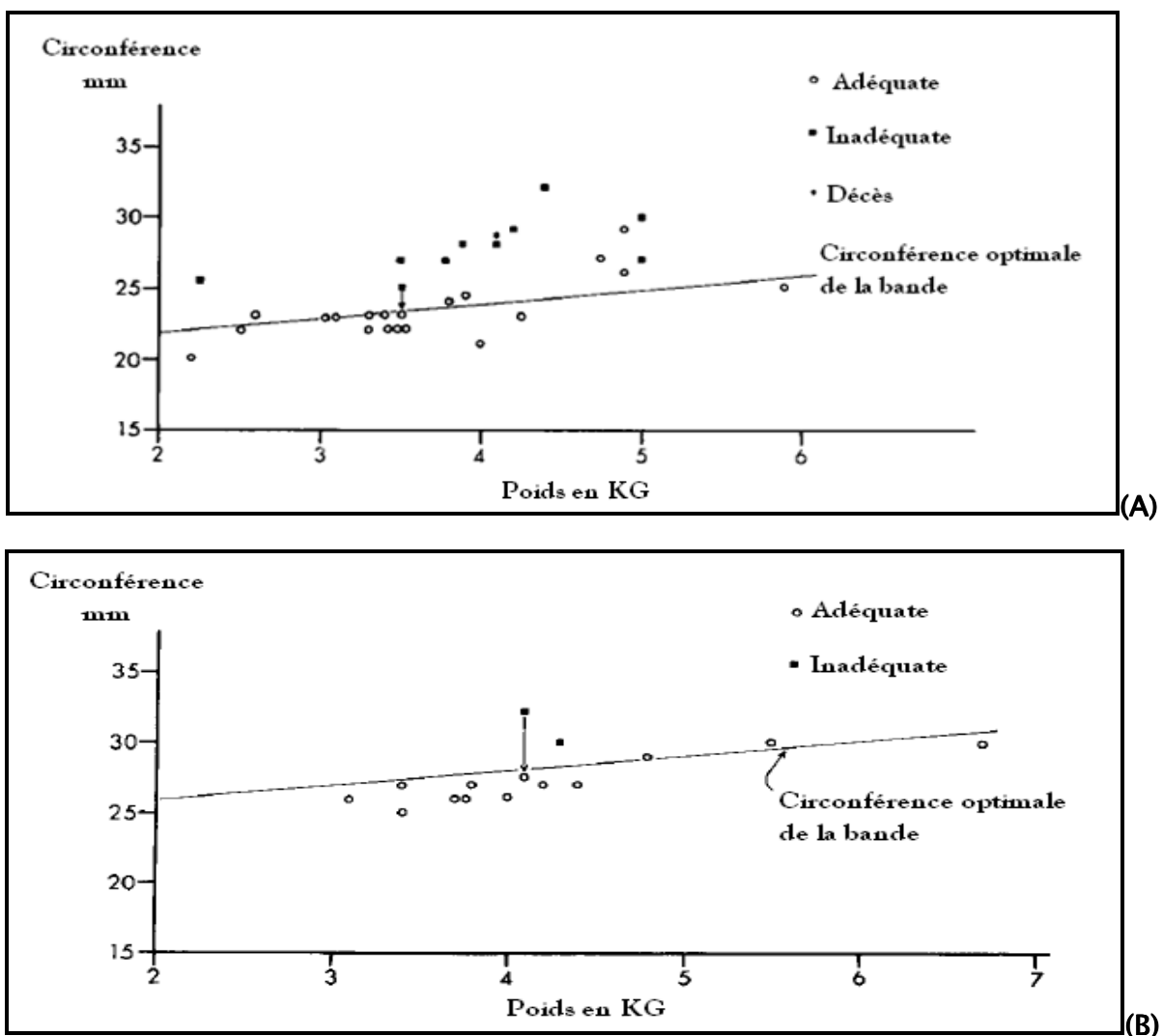
-20 mm + 1 mm/ kg de poids corporel chez les patients avec des lésions non cyanogène et sans communication entre le sang artériel et pulmonaire (par exemple, CIV). (1,13,41)

-24 mm + 1 mm/ kg de poids corporel pour les patients avec des cardiopathies responsable d'une communication entre le sang pulmonaire et artériel (par exemple, TGV avec CIV). (1,13,41)

L'idée de l'utilisation de la mesure de la circonférence de la bande par Trusler, venait du principe que 2 enfants du même poids avec les mêmes malformations nécessiteraient un flux sanguin pulmonaire similaire et que le débit sanguin pulmonaire à la suite d'un CAP est déterminé par la taille de la lumière de l'AP au niveau du site de cerclage elle-même liée à la circonférence de la bande. (41)

Les formules ont été proposées après la réalisation de plusieurs cerclages chez une série d'enfants en utilisant différentes estimations de la circonférence de la bande et en évaluant la réponse post opératoire (en fonction de la présence ou non des signes cardio-pulmonaires)

(Figure 23) (41)



**Figure 23:** Résultats du cerclage de l'AP en fonction de la circonférence de la bande et du poids de l'enfant : (A) chez des enfants avec CIV, (B) chez des enfants avec TGV+CIV

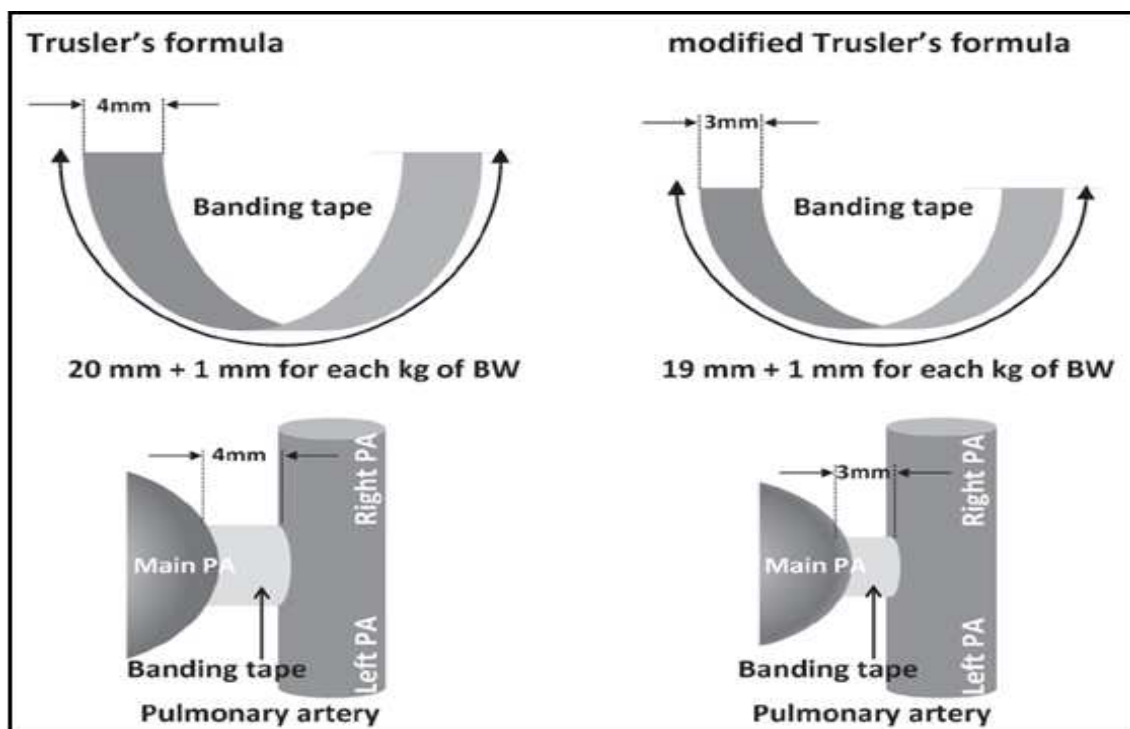
(41)

M.Nagashima et coll ont proposé en 2011 une formule de Trusler modifiée pour les enfants avec un poids <2,5 kg:

-19 + 1 mm /kg de poids corporel avec une bande de 3mm d'épaisseur (11)

Dans cette formule la circonférence de la bande est plus étroite de 1 mm et la largeur est inférieure de 1 mm par rapport à celle utilisée dans la formule de Trusler (Figure 24)

L'idée de l'utilisation de bandes plus étroites que celle utilisées par Trusler venait du principe que les nouveaux nés au Japon avaient un poids de naissance beaucoup plus faible que chez ceux de l'Amérique ou de l'Europe, ainsi, selon Nagashima, une bande plus large, que celle utilisé dans sa série est plus pourvoyeuse de sténose distale de l'AP surtout chez les petits nouveaux nés.



**Figure 24** : Schéma de cerclage de l'artère pulmonaire selon la formule de Trusler et selon la formule de Trusler modifiée. (11)

L'estimation de la circonférence de la bande est utilisée comme une simple ligne directrice car l'étanchéité finale de la bande est déterminée par le chirurgien à l'aide d'une évaluation approfondie au cours de l'intervention. (1)

### **3. Protocole d'anesthésie : (42,43)**

La réalisation d'une anesthésie pour une intervention de chirurgie cardiaque pédiatrique nécessite une connaissance des cardiopathies congénitales sur le plan de leur morphogénèse, de leur physiopathologie, du traitement médical et chirurgical. Ceci demande une collaboration étroite entre cardiopédiatre, chirurgien et anesthésiste réanimateur.

Après son administration, un agent anesthésique est rapidement distribué des compartiments richement vascularisés (cerveau, cœur, rein, foie) vers les territoires musculaires, et enfin vers les territoires peu vascularisés. Les particularités chez le nouveau-né (variations des proportions respectives de ces territoires, perméabilité de la barrière hémato encéphalique) peuvent modifier considérablement le délai et/ou la durée d'action des anesthésiques. (66)

Les spécificités de l'anesthésie pédiatrique sont maximales à la naissance. En raison de la grande variabilité anatomique, physiopathologique et clinique des cardiopathies congénitales, la conduite anesthésique doit être adaptée à chaque malade.

Pour tous les patients, elle est basée sur le principe de l'anesthésie analgésique. Les principaux facteurs qui vont conditionner les particularités anesthésiques sont : le contexte néonatal ou non, la nature de l'anomalie hémodynamique, la sévérité du retentissement de la cardiopathie sur la fonction circulatoire et/ou sur l'hématose.

Plusieurs agents anesthésiques peuvent être utilisés en chirurgie cardiaque pédiatrique, toutefois, au cours du cerclage avec calibrage par étude hémodynamique, les agents qui doivent être utilisés sont ceux qui entraînent moins d'effet hémodynamique pour ne pas fausser les résultats.

#### **3.1. Agents anesthésiques et effet hémodynamique:**

##### **3.1.1. Agents par inhalation :**

Les inductions par inhalation sont d'un emploi délicat chez le nouveau-né et le nourrisson en raison de leurs différences physiologiques (fréquence respiratoire plus élevée, différences de coefficient de partage sang-gaz, hydratation) et des inégalités de débits pulmonaire et systémique qui modifient leur cinétique d'administration.

Les études réalisées sur les halogénés ont démontré que l'effet inotrope négatif chez le nouveau-né et le nourrisson serait moins important avec l'isoflurane, le sévoflurane et le desflurane qu'avec l'halothane.

En plus ils ont démontré que le sévoflurane offrait une stabilité hémodynamique, tant en ce qui concerne la pression artérielle que la fréquence cardiaque.

Ainsi, le sévoflurane entraîne moins de tachycardie et de vasodilatation coronaire que l'isoflurane et moins de dépression myocardique que l'halothane. À la différence du desflurane, le sévoflurane peut être utilisé à l'induction par inhalation chez l'enfant.

L'induction par inhalation est habituellement réalisée au masque. Avant l'induction, le circuit anesthésique est saturé avec 7-8 % de sévoflurane dans de l'oxygène pure ou parfois dans un mélange protoxyde d'azote/oxygène à 50 %. Une fois la perte de conscience obtenue, la concentration inspirée de sévoflurane peut être adaptée au besoin clinique jusqu'à la mise en place d'une voie veineuse. Il peut être dangereux d'approfondir directement une anesthésie sans avoir une voie veineuse en place (risque de bradycardie et/ou d'hypotension). Une induction intraveineuse chez les enfants avec un reflux œsophagien ou estomac plein est bien entendu toujours préférable.

**3.1.2. Agents intraveineux :**

**a. Agents hypnotiques :**

- **Le thiopental** a une action dépressive myocardique en fonction de la dose, minime au dessous de 5 mg/kg, avec une stabilité hémodynamique et une baisse modérée de la pression artérielle, le plus souvent compensée par une légère augmentation de la fréquence cardiaque.
- **La Kétamine** peut entraîner une tachycardie qui apparaît dès 2 mg/kg et s'accompagne d'une amélioration du débit cardiaque : au delà de 4 à 5 mg/kg apparaît une augmentation des pressions et des résistances artérielles systémique et pulmonaire. L'élévation de la pression artérielle pulmonaire et du travail systolique ventriculaire droit apparaissent à une posologie de 2,2 mg /kg
- **Le propofol** est contre-indiqué pour l'induction et l'entretien de l'anesthésie des enfants de moins de 1 mois.
- **Les benzodiazépines** : Le midazolam présente une très faible toxicité et un index thérapeutique très élevé. Le retentissement cardiovasculaire est très faible.

Le diazépam peut être utilisé à dose narcotique (0,5 à 1 mg/kg) comme agent d'induction à la place des barbituriques. Il peut entraîner une baisse modérée de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque.

○ **Morphinomimétiques :**

Le fentanyl et le sufentanyl offrent une excellente stabilité hémodynamique et leur utilisation n'entraîne pratiquement pas de modifications des pressions systémiques et pulmonaires.

Le sufentanyl est particulièrement intéressant en chirurgie cardiaque en raison de sa puissance d'action élevée et de son blocage des réponses hémodynamiques délétères lors des stimuli chirurgicaux.

○ **Curares :**

Les curares constituent une partie intégrante de l'anesthésie en chirurgie cardiaque car ils facilitent l'intubation, créent un « silence » diaphragmatique et médiastinal durant l'intervention et permettent de réaliser la ventilation artificielle dans de bonnes conditions. Tous les curares sont potentialisés par les halogénés.

La succinylcholine est parfois employée pour réaliser l'intubation trachéale du nouveau-né (0,5 à 1 mg/kg). Sa dose est augmentée chez le nourrisson (2 mg/kg) du fait de l'augmentation du volume de distribution.

Le plus utilisé des curares non dépolarisants en chirurgie cardiaque pédiatrique reste le bromure de pancuronium (0,05 à 0,15 mg/kg) en raison des effets parasymphicolitiques.

**3.2. Réalisation pratique de l'anesthésie :**

Elle dépend surtout de la cardiopathie.

Dans les cardiopathies entraînant un shunt gauche-droite, la compliance pulmonaire est diminuée, les résistances bronchiques sont augmentées, nécessitant une ventilation avec des volumes courants et des pressions d'insufflation élevées. L'anesthésie doit être profonde. Il faut éviter d'aggraver l'hypertension artérielle pulmonaire par l'hypoxie et l'hypercapnie induites par l'agitation ou surtout une obstruction des voies aériennes supérieures. La réactivité artériolaire

pulmonaire est parfois importante. Du fait d'une surcharge volumétrique habituelle, il faut éviter un remplissage trop important. Dans ces cardiopathies sont préconisés le sévoflurane, l'halothane, le thiopental ou le midazolam.

**3.3. Anesthésie au cours du CAP selon les séries**

Dans la série de Morrow 1961, l'anesthésie était induite par le cyclopropane et maintenue par le nitrate d'oxyde et le succinylcholine (44)

Dans la série de Nagashima, 2011, l'induction de l'anesthésie était réalisée par du Fentanyl et du Midazolam avec utilisation intermittente de Vecuronium Bromide ou Rocuronium Bromide comme relaxant musculaire. (11)

Chez nos patients l'induction de l'anesthésie était réalisée par le Sévoflurane puis utilisation de curare et de Fentanyl. L'entretien se faisait par (Sévoflurane ou Isoflurane) avec réinjection de morphiniques si nécessaire.

**4. Voies d'abord:**

**4.1. Thoracotomie antérieure :**

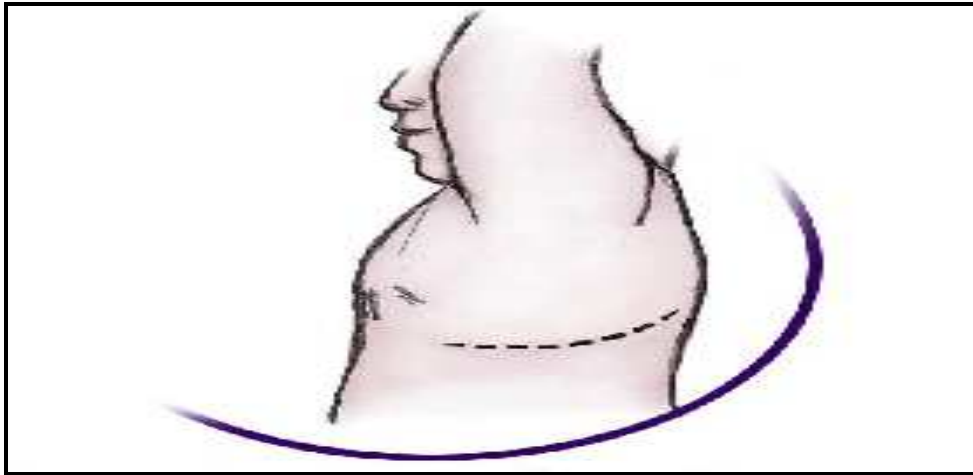
Réalisée au niveau du deuxième ou troisième espace intercostal gauche. Elle est surtout utilisée si le cerclage n'est pas associé à un autre geste. (5)

**4.2. Thoracotomie latérale ou gauche : (Figure 25)**

Au niveau du troisième ou quatrième espace intercostal gauche.

Utilisée si le cerclage est réalisé en adjonction avec une coarctectomie.

Dans ces deux voies d'abord, le péricarde est incisé en avant du nerf phrénique gauche et le thymus est écarté pour exposer le tronc de l'artère pulmonaire.



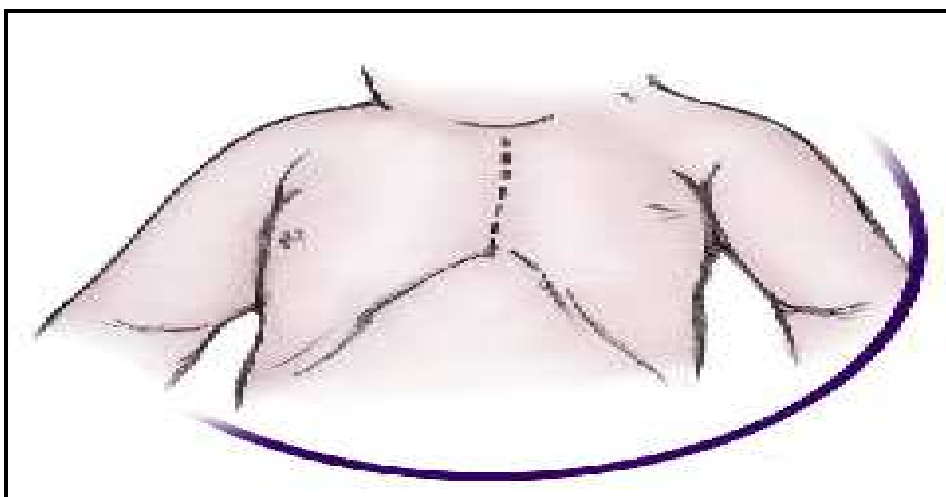
**Figure 25:**Thoracotomie latérale gauche (1)

#### 4.3. Sternotomie médiane : (Figure 26)

La sternotomie médiane a acquis une certaine popularité car elle permet:

- Une meilleure analyse anatomique des lésions intra péricardiques.
- Un meilleur accès aux gros vaisseaux.
- Une meilleure stabilité hémodynamique au cours du geste chirurgical,
- D'éviter des cicatrices cutanées multiples.
- Une expansion pulmonaire maximale permettant de diminuer l'importance des interférences avec la ventilation (1,5,45).

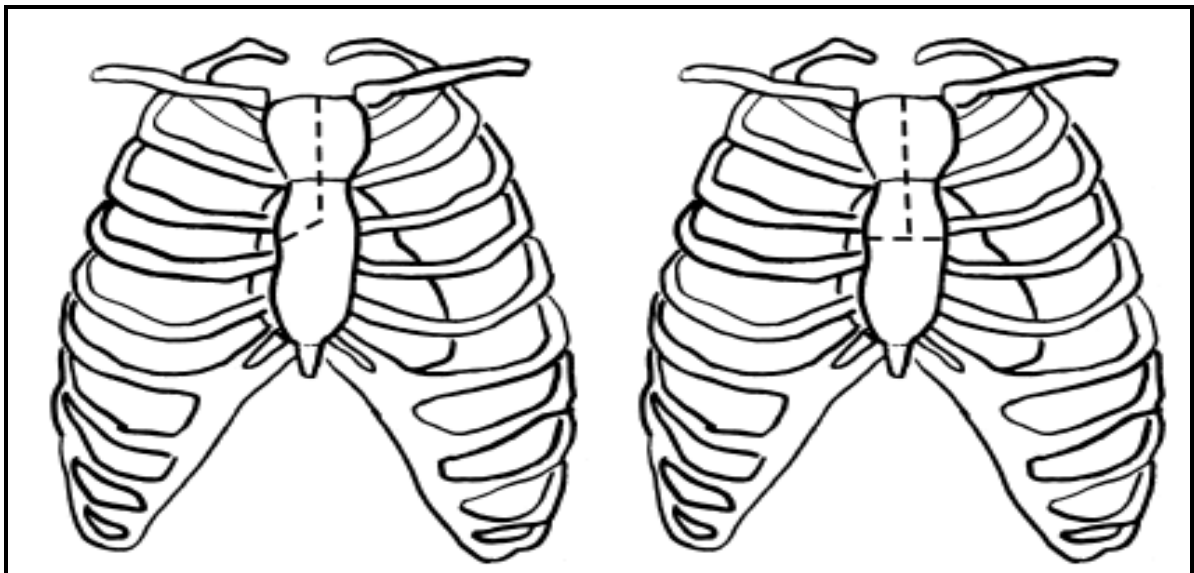
Cette voie d'abord peut être totale ou partielle.



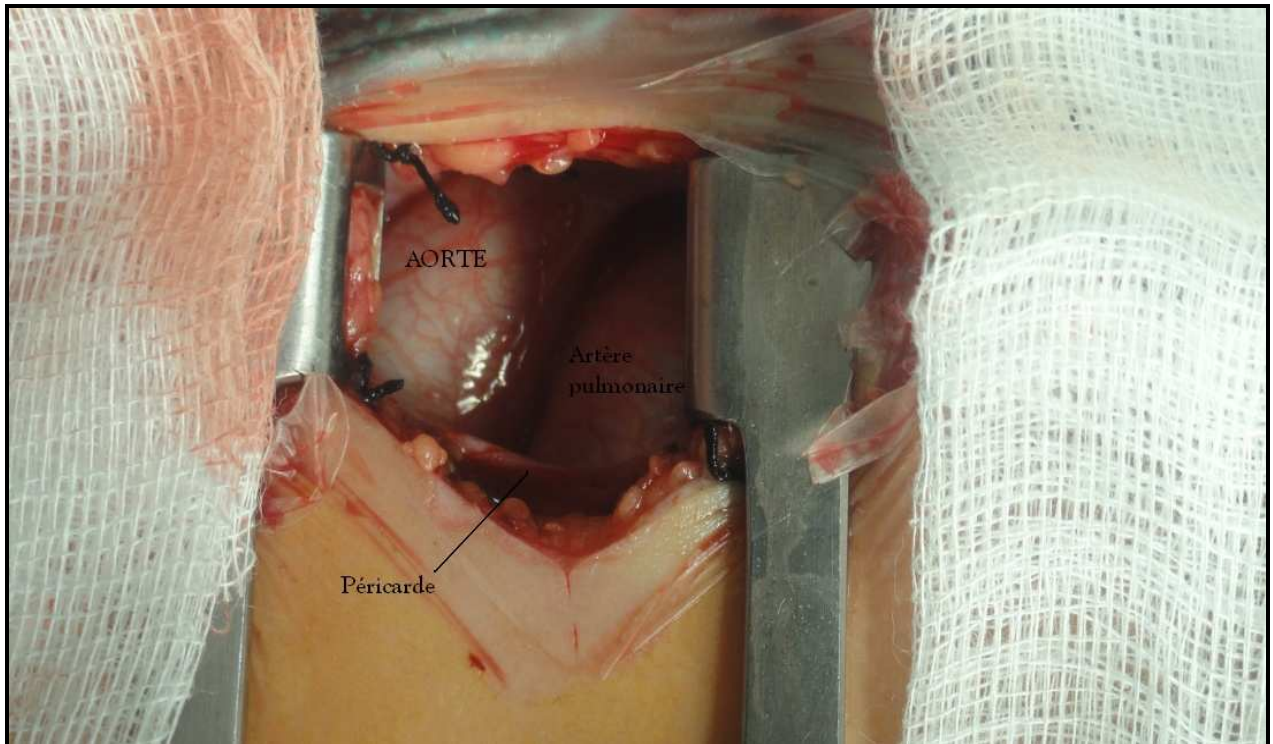
**Figure 26:**Sternotomie médiane totale (1)

La sternotomie partielle (Figure 27), appelée aussi ministernotomie, offre tous les avantages de la chirurgie mini-invasive (46) :

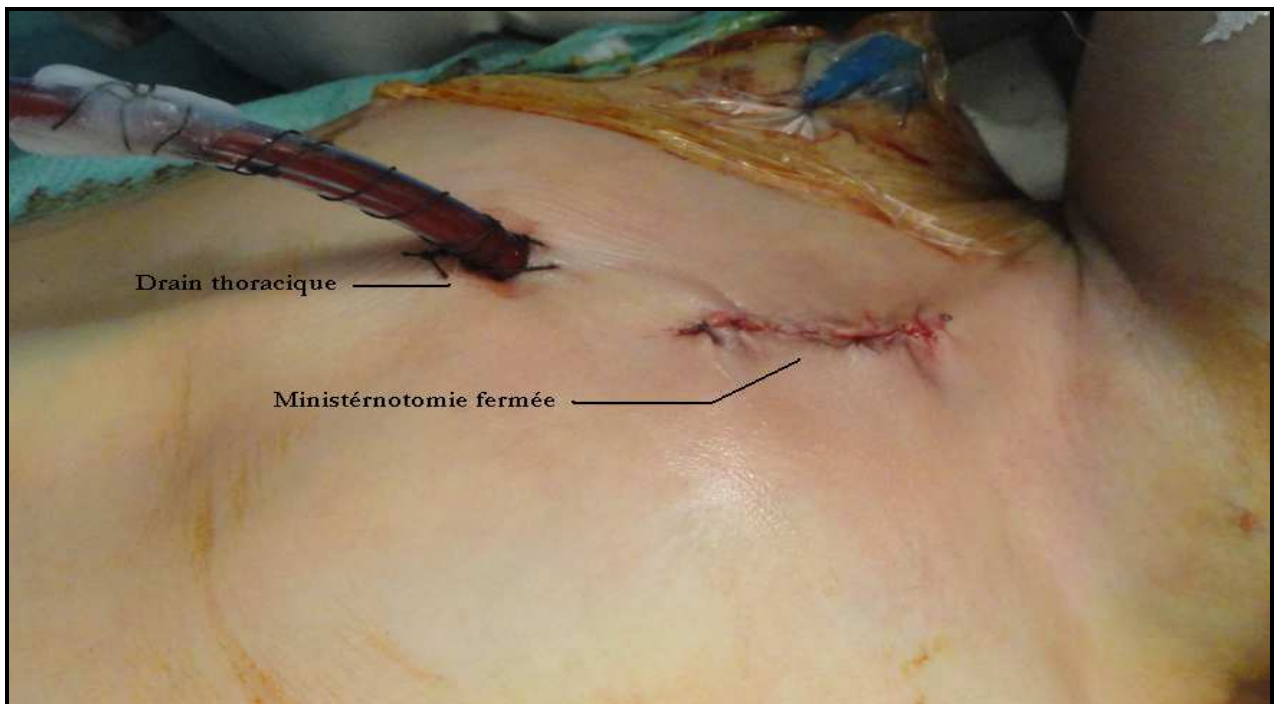
- Réduction du saignement et des besoins transfusionnels.
- Moins d'adhérences
- Moins de douleurs post-opératoires.
- Moins de risque d'infections post-opératoires.
- Plus esthétique
- Rétablissement plus rapide de la fonction respiratoire
- Extubation plus précoce
- Réduction du séjour hospitalier
- Reconstruction sternale plus stable



**Figure 27 : Ministernotomie**



**Figure 28 :** Ministérnotomie, suspension du péricarde et exposition des gros vaisseaux



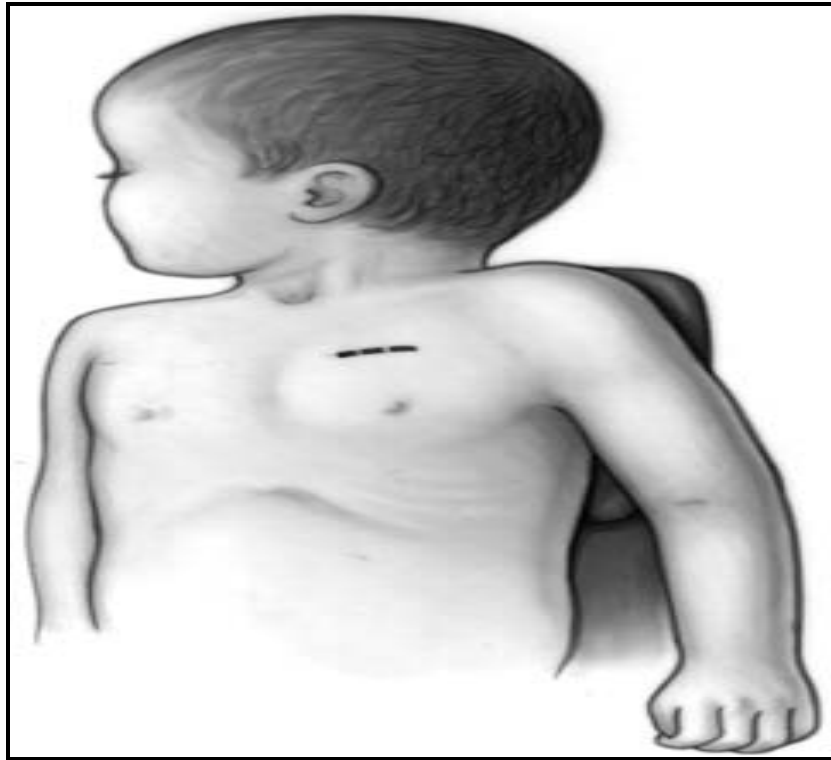
**Figure 29 :** Ministérnotomie suturée..

#### 4.4. La voie antérieure extrapleurale : (Figure 30)

Cette voie est utilisée par certains auteurs chez les prématurés et les enfants de faible poids ou malnutris.

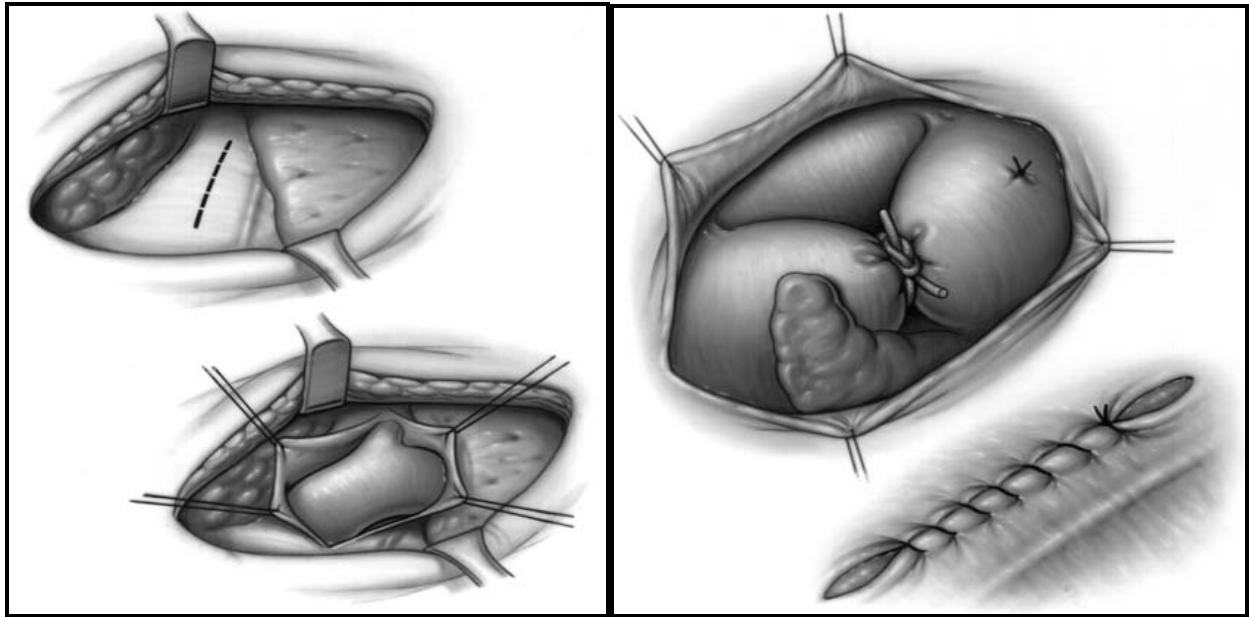
Elle est réalisée au niveau du 3<sup>ème</sup> espace intercostal.

L'enfant est placé en décubitus dorsal, une petite incision est réalisée juste en dessous de la partie interne de la clavicule gauche, tout en ouvrant le 3<sup>ème</sup> espace intercostal, par la suite, les côtes sont écartées, et la plèvre est refoulée latéralement, il est parfois nécessaire de réséquer le lobe gauche du thymus.



**Figure 30:** La voie antérieure extra pleurale (5)

Le péricarde est ouvert par la suite offrant un excellent accès à l'artère pulmonaire puis le cerclage réalisé, et le péricarde fermé. (Figure 31)



**Figure 31:** A gauche : exposition de l'AP après ouverture du péricarde,  
A droite cerclage de l'artère pulmonaire et fermeture du thorax (5)

La voie de prédilection dans notre série est la ministérnotomie qui devient de plus en plus utilisée dans notre établissement vu les avantages qu'elle offre.

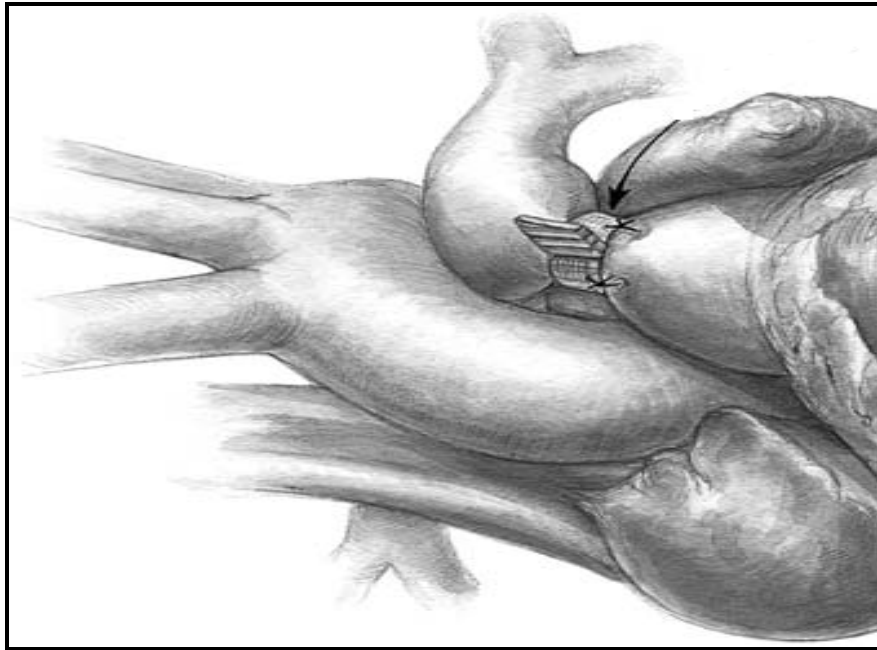
## **5. Technique:**

### **5.1. Site du cerclage : (1,5) (Figure 32)**

L'AP droite naît légèrement plus proximale sur l'artère pulmonaire principale avec un angle plus aigu que l'artère pulmonaire gauche ce qui augmente le risque de traumatiser l'artère pulmonaire droite si la bande n'est pas placée à la partie médiane de l'AP principale.

La longueur de l'artère pulmonaire principale est suffisante pour permettre le placement de la bande dans sa partie médiane, sans entrainer de compression sur les artères coronaires proximales ou la valve pulmonaire.

Le site du cerclage doit donc être choisi minutieusement au niveau de la partie médiane du tronc de l'artère pulmonaire principale, sans toucher ni la valve pulmonaire ni les branches de division de l'artère pulmonaire.



**Figure 32:** Le site de cerclage de l'artère pulmonaire (5)

L'artère pulmonaire doit être manipulée soigneusement, vu qu'elle est déjà dilatée, à parois amincies et fragiles.

Aussi, la manipulation intempestive de l'AP peut entraîner une déstabilisation de l'état hémodynamique du patient vu qu'il est déjà en HTAP et que le VD est dilaté.

#### 5.2. Geste :

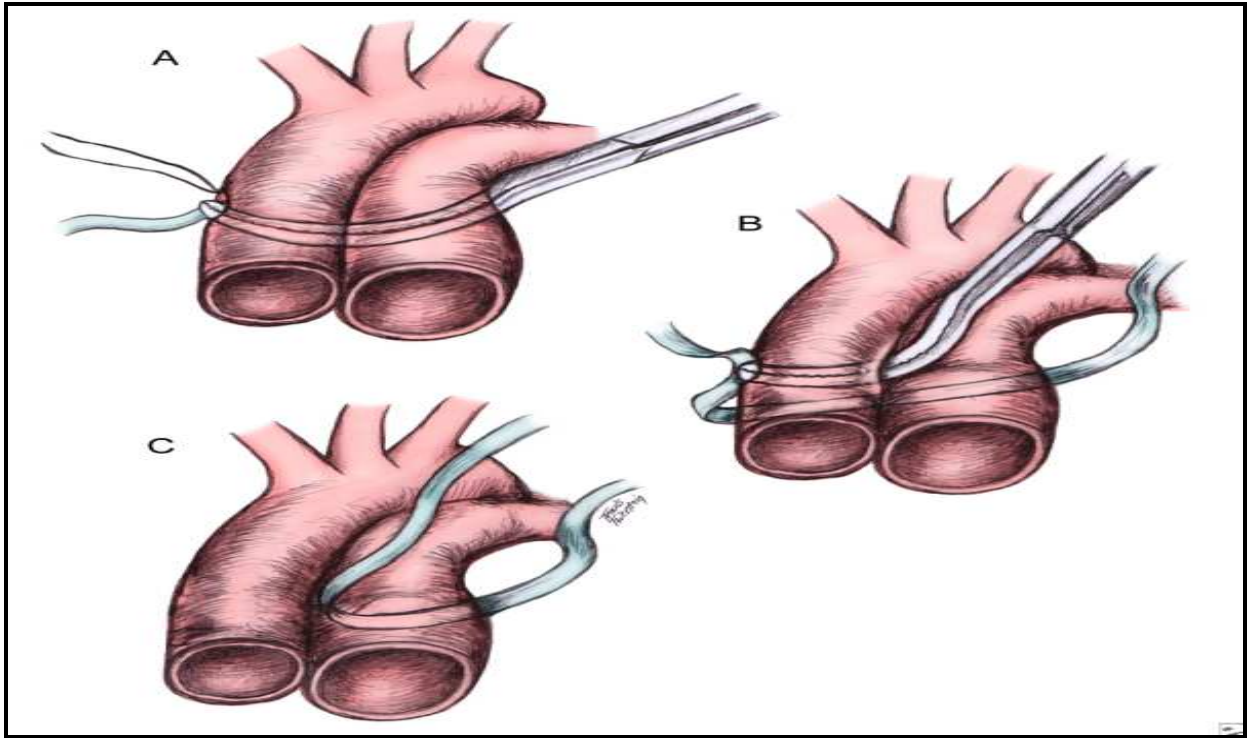
Après ouverture du thorax et éloignement du poumon, le péricarde est disséqué puis suspendu exposant les gros vaisseaux.

Confection d'une bourse au niveau de la face antérieure de l'AP puis dissection de l'AP et passage d'un lac autour de son origine.

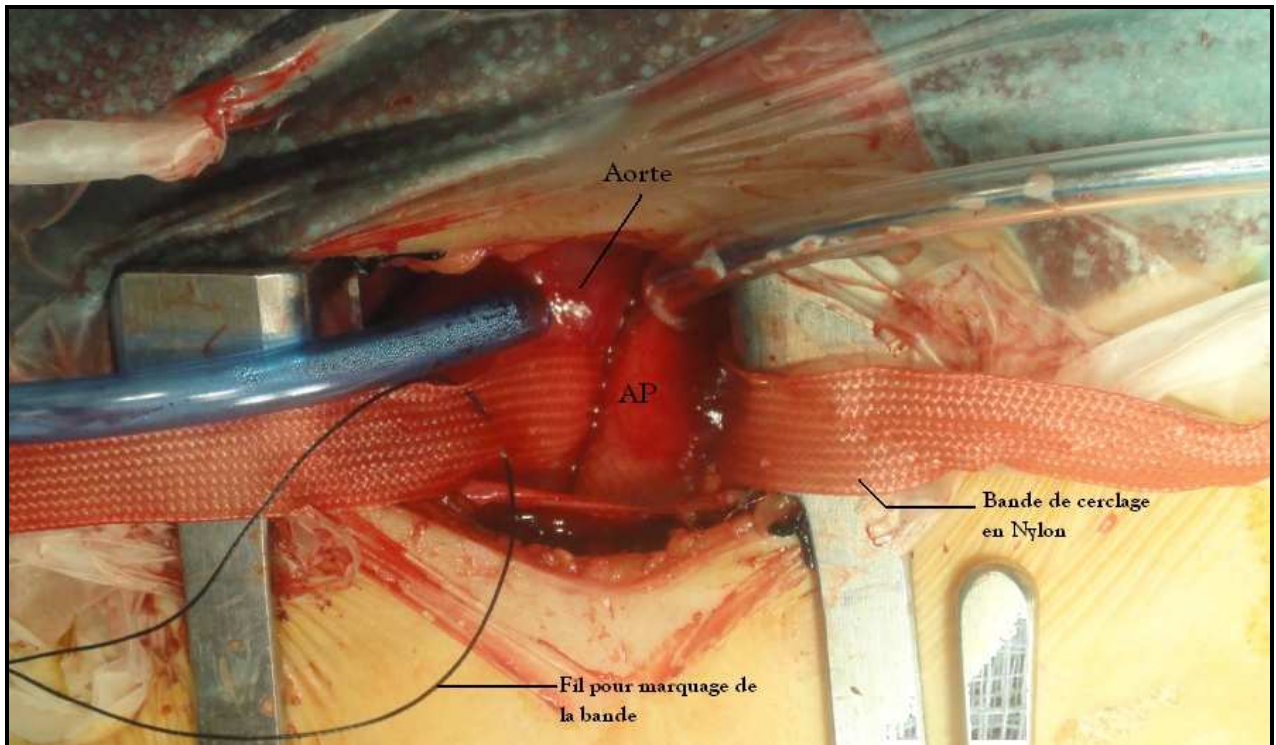
Par la suite la circonférence de la bande est mesurée selon la formule de Trusler puis marqué sur la bande par de fines sutures.

Un dissecteur est passé autour de l'aorte et l'artère pulmonaire à travers le sinus transverse, et l'extrémité de la bande est passée derrière les deux gros vaisseaux. (Figure 33, A)

L'espace entre l'aorte et l'artère pulmonaire est disséqué avec précaution (pour ne pas traumatiser la petite veine circulant dans cet espace) la bande est ensuite passée autour de l'artère pulmonaire avec l'utilisation d'un dissecteur à angle droit de Denis-Browne (Figure 33, B)



**Figure 33:** Passage de la bande autour de l'artère pulmonaire (1)

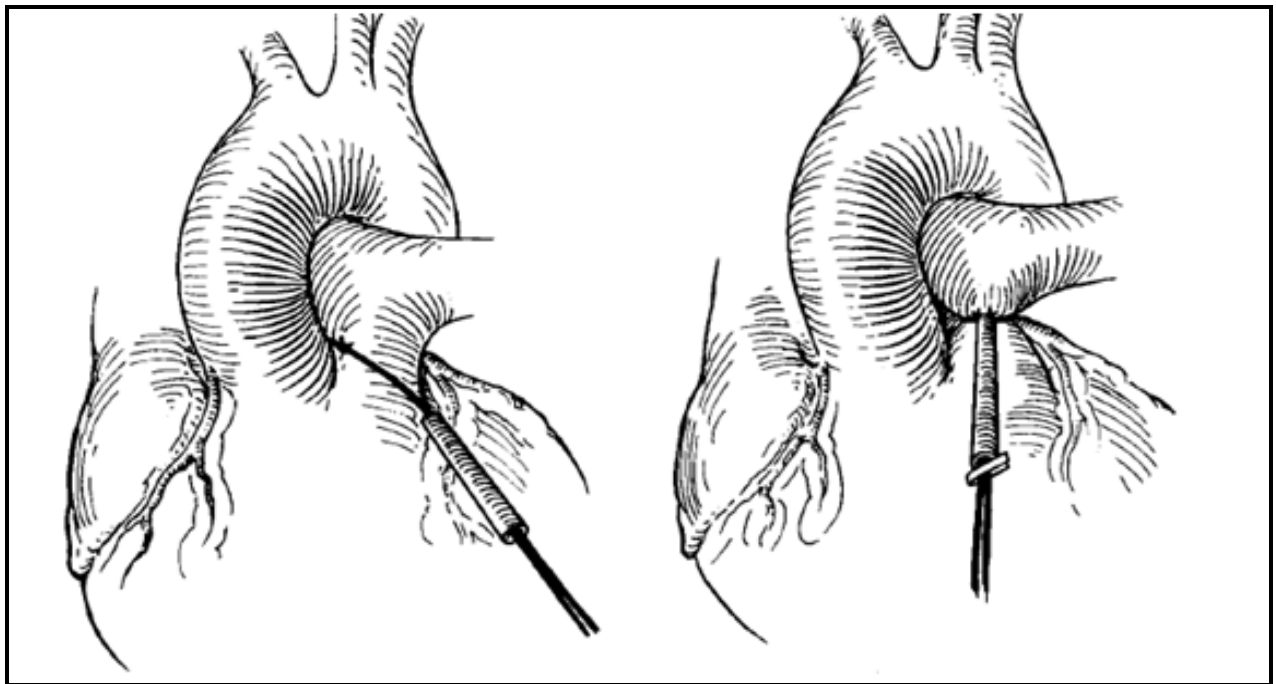


**Figure 34 :** Passage de la bande en arrière du tronc de l'artère pulmonaire

Le chirurgien doit soigneusement vérifier que la ligature a été passée autour de l'artère pulmonaire principale et non pas autour de l'artère pulmonaire gauche.

La bande est serrée progressivement en rapprochant les zones marquées au niveau de la bande.

Dajee a proposé l'utilisation d'une « tirette » de polyéthylène de 2 cm dans laquelle les extrémités de la bande sont passées pour faciliter le serrage de la bande. (Figure 35) (47)

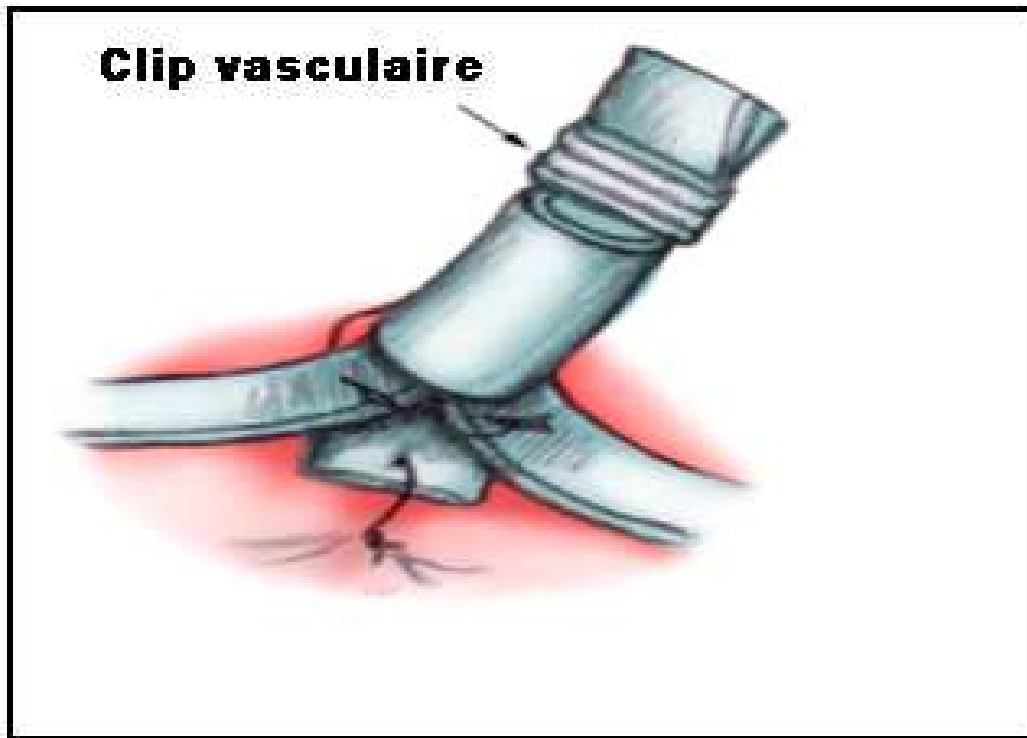


**Figure 35** : Serrage de la bande par une tirette selon Dajee (47)

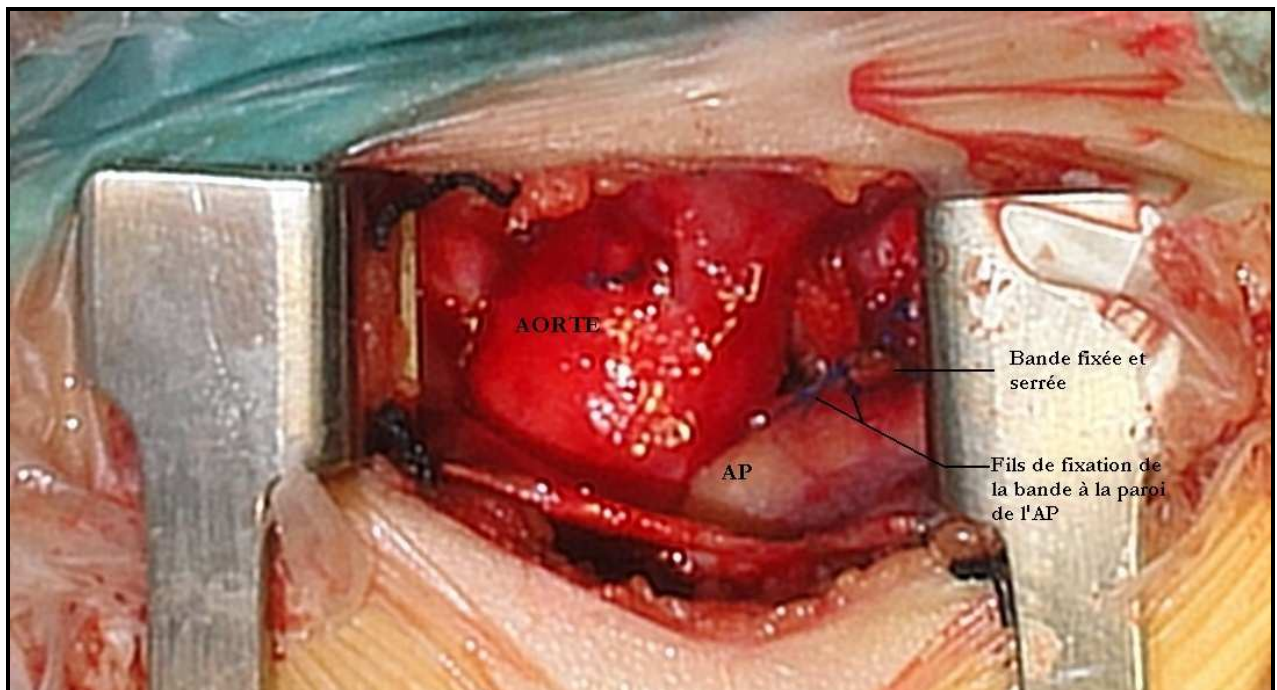
Après avoir eu le degré de constriction souhaitable un clip vasculaire moyen peut être ajouté pour maintenir cette position. (Figure 36)

L'ajout du clip vasculaire correspond à une diminution de 1 mm de la circonférence de la bande et inversement sa suppression agrandit la circonférence de 1 mm.

Par la suite la bande est fixée à l'artère pulmonaire par de fines sutures en prolène afin d'empêcher sa migration (Figure 36)

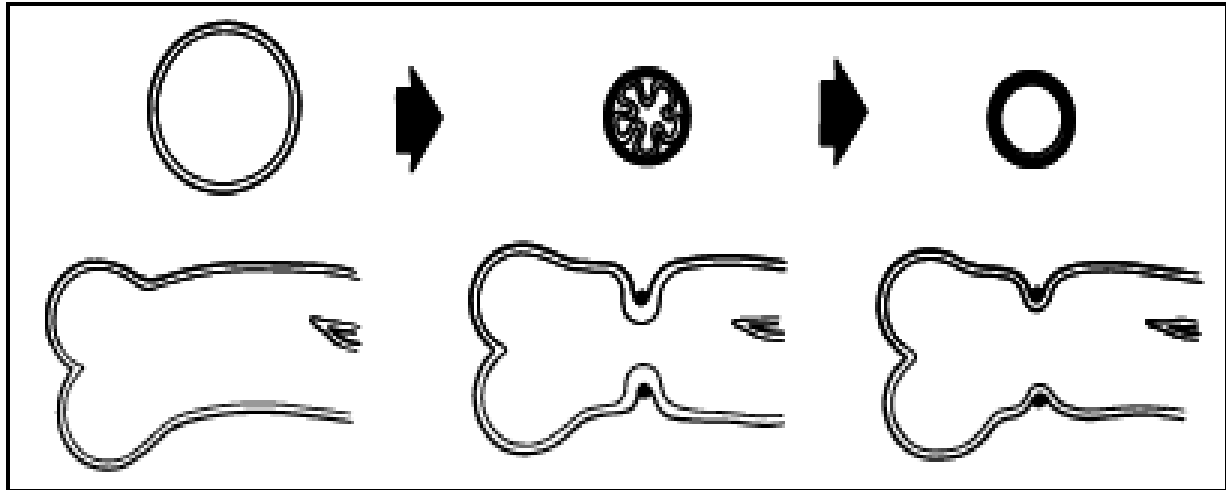


**Figure 36:** Fixation de la bande à la paroi de l'AP par des fils en prolène avec ajout d'un clip vasculaire pour maintenir le degré de constriction.(1)



**Figure 37 :** CAP après resserrement et fixation de la bande.

Certains auteurs ont rapporté qu'un cerclage adéquat peut devenir lâche avec le temps, en effet, au moment du cerclage, la constriction entraîne l'apparition de plis au niveau de la paroi interne de l'AP, ces replis aigus diminuent encore la surface transversale de l'AP, mais leur disparition avec le temps entraîne un lâchage du cerclage (48). (Figure 38)

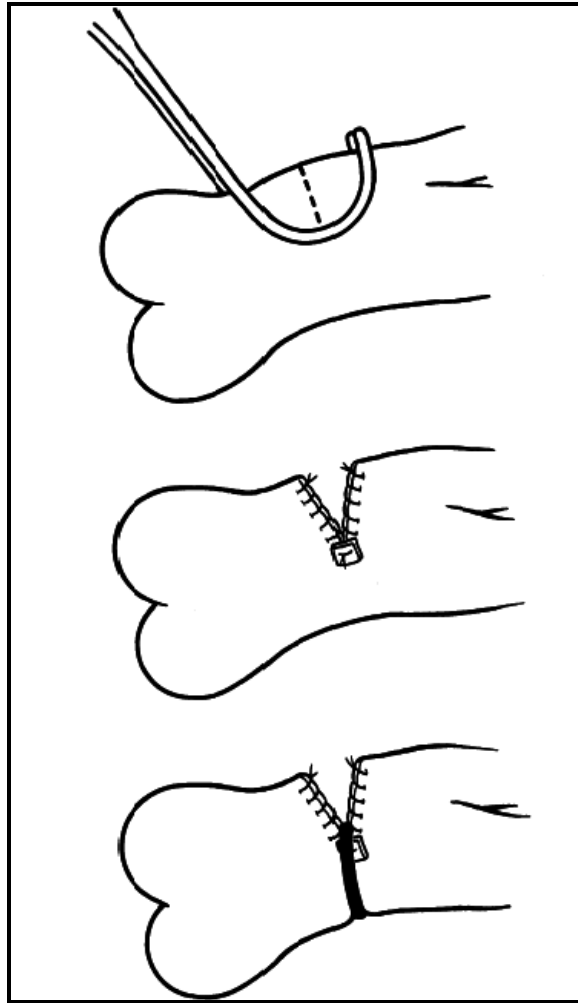


**Figure 38 : apparition des plis vasculaires après constriction de la parois selon Laks (48)**

Pour cette raison Laks a proposé une technique «incisionnelle» consistant à la réduction du diamètre de l'AP avant l'installation de la bande.

Après clampage latéral du tronc de l'AP, une incision est réalisée perpendiculairement au niveau de la partie exclue de l'AP. Le V formé par l'artériotomie est fermé avec du polypropylène 5-0 ce qui réduit d'environ 40% le diamètre du vaisseau.

Par la suite une bande ombilicale mesurée selon la formule de Trusler est placée autour de la partie restante de l'AP puis serrée et fixée par des sutures et un clip vasculaire. (Figure 39).  
(48)



**Figure 39 : Technique proposée par Laks (48)**

Lors de la cure complète, l'AP est reconstruite par patch péricardique.

Pour Laks cette technique permet d'avoir un gradient plus stable avec moins de risque de lâchage et de migration de la bande. (48)

Toutefois, Corno n'a pas approuvé cette technique vu que Laks:

- N'était pas en droit d'appliquer la formule de Trusler pour mesurer la circonférence d'une bande qui allait être appliquée sur une artère pulmonaire modifiée au moment où Trusler a utilisé sa méthode sur des AP comportant les invaginations décrites par Laks.
- A proposé une technique sans mentionner les résultats clinique de leur expérience (nombre de patients, diagnostics, résultats)
- N'a pas précisé qu'elles étaient les autres techniques inefficaces et avec lesquelles il a comparé sa méthode (49)

Pour nous, on pense que cette méthode proposée par Laks peut entraîner une déstabilisation hémodynamique importante vu que le clampage va diminuer de plus de 60% le calibre de l'AP pour un ventricule droit déjà dilaté.

Cette méthode comporte un risque de saignement non négligeable vu la manipulation importante de l'AP.

Un autre point, l'apparition des plis dont a parlé Laks est liée au cerclage et donc leur disparition est surtout due à une constriction insuffisante de l'AP.

### **5.3. Gestes associés :**

Souvent un cerclage de l'AP est associé à d'autres gestes en fonction de la cardiopathie à traiter et des lésions qu'elle comporte.

Dans plusieurs séries le geste concomitant le plus fréquent était la ligature d'un canal artériel persistant suivi de la coarctectomie.

Dans la série de Mahl 16 patients (25%) ont eu des gestes associés au cerclage : 8 patients (13%) ont eu une ligature d'un canal artériel persistant, 5 patients (8%) une coarctectomie et 3 patients (5%) une intervention de Blalock-Hanlon. (14)

Dans la série de Nagashima 6 patients (16%) ont eu une ligature d'un canal artériel persistant et 14 patients (37%) une coarctectomie ou une réparation d'un arc aortique rompu. (11)

Pinho, quant à lui, a rapporté la réalisation concomitante d'une ligature d'un canal artériel persistant chez 73 patients (54%), une coarctectomie chez 26 patients (19%), une septectomie chez 8 patients (6%) (10).

Dans notre série 21 patients (28%) ont eu une double ligature d'un canal artériel persistant et un patient (1,33%) une coarctectomie avec double ligature d'un canal artériel.

**Tableau XIV** Les gestes associés selon les différentes séries

Série	Effectif de la série	Nombre de patient ayant eu un geste associé	Gestes associés
Mahl	63	16 (25%)	8 ligatures d'un CAP, 5 coarctectomies et 3 interventions de Blalock-Hanlon
Nagashima	38	20 (53%)	6 ligatures d'un CAP, 14 coarctectomies ou réparation d'un arc aortique rompu.
Pinho	135	107 (79%)	73 ligatures d'un CAP, 26 coarctectomies, 8 septectomies
Notre série	75	22 (29%)	21 doubles ligatures d'un CAP et une coarctectomie avec double ligature d'un CAP

**5.4. Choix du degré de constriction :**

Le choix du degré de constriction efficace et suffisant constitue la principale difficulté lors du cerclage de l'artère pulmonaire. (3)

Divers critères ont été proposés par les auteurs pour déterminer ce degré, quoique, quelque soit la technique utilisée pour ce choix, le résultat final dépendra essentiellement de la tolérance vis-à-vis du degré de constriction et non de l'objectif fixé initialement.

- Reid et ses collègues, ont réalisé des cerclages jusqu'à ce que le calibre de l'artère pulmonaire soit réduit de 50%. (50)
- Trusler et Mustard [19] ont utilisé la mesure de base de la circonférence de la bande pour le cerclage. (51)
- Albus et associés ont aussi utilisé la circonférence de la bande et le poids de l'enfant comme une méthode de détermination du degré de constriction. (51)
- D'autres auteurs ont utilisé l'étude hémodynamique comme moyen d'appréciation du degré de constriction de la bande ( cf. chapitre étude hémodynamique).
- Dehaki et ses associés ont reparti leurs malades en 3 groupes :

- Dans le premier groupe ils ont utilisé la mesure de la circonférence de la bande par méthode de Trusler.

- Dans le second groupe ils ont utilisée l'étude hémodynamique (réduction de la PAP à moins de 50% de la PAS).

- Et dans le troisième groupe ils se sont fiés à leur expérience en tant que chirurgiens sans mesure de la bande par méthode de Trusler ni étude hémodynamique (12)

Dans cette série, Dehaki rapporte qu'ils n'ont pas trouvé de différences significatives dans les résultats post opératoire quelque soit la méthode utilisée. (12)

Or, les groupes utilisés par Dehaki n'étaient pas comparables si on se base sur les données rapportées dans son article.

## **V. Etude hémodynamique:**

### **1. Intérêt de l'étude hémodynamique :**

L'étude hémodynamique invasive des pressions artérielles pulmonaires et systémiques joue un rôle important, dans le calibrage du cerclage de l'artère pulmonaire, permettant d'atteindre un degré de constriction adéquat lors du serrage de la bande de cerclage.

### **2. Paramètres mesurés :**

L'étude hémodynamique comporte essentiellement la mesure des pressions artérielles pulmonaires et des pressions artérielles systémiques, diastolique systolique et moyenne avant et après le cerclage.

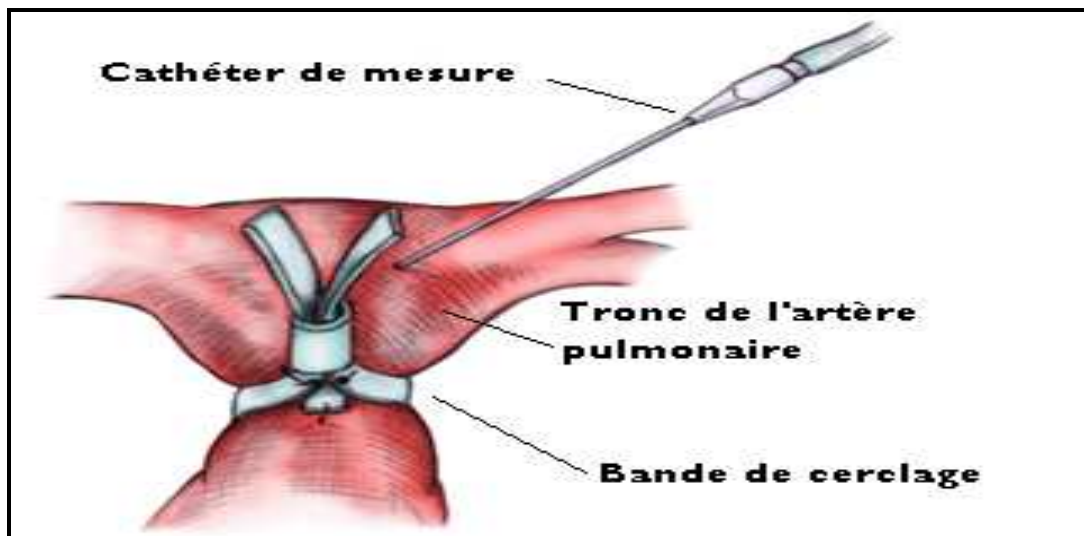
Pour une appréciation plus précise la majorité des auteurs ont associé à cette étude la mesure de la saturation en oxygène qui constitue essentiellement un moyen d'appréciation de la tolérance du cerclage de l'artère pulmonaire.

La fréquence cardiaque peut être aussi être monitorée afin de réaliser des cerclages qui prennent en compte plusieurs paramètres.

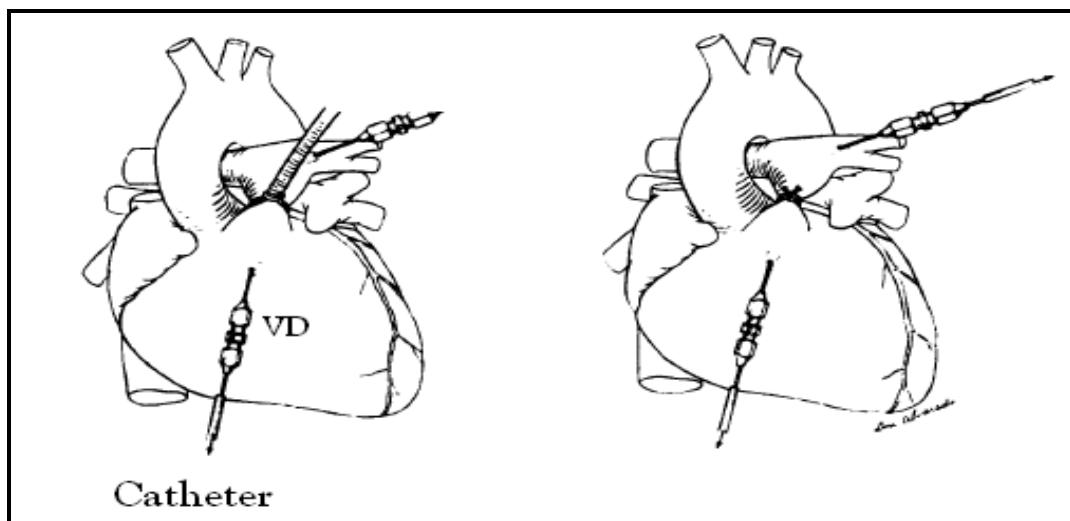
### 3. Moyens de mesure :

#### 3.1. Les pressions

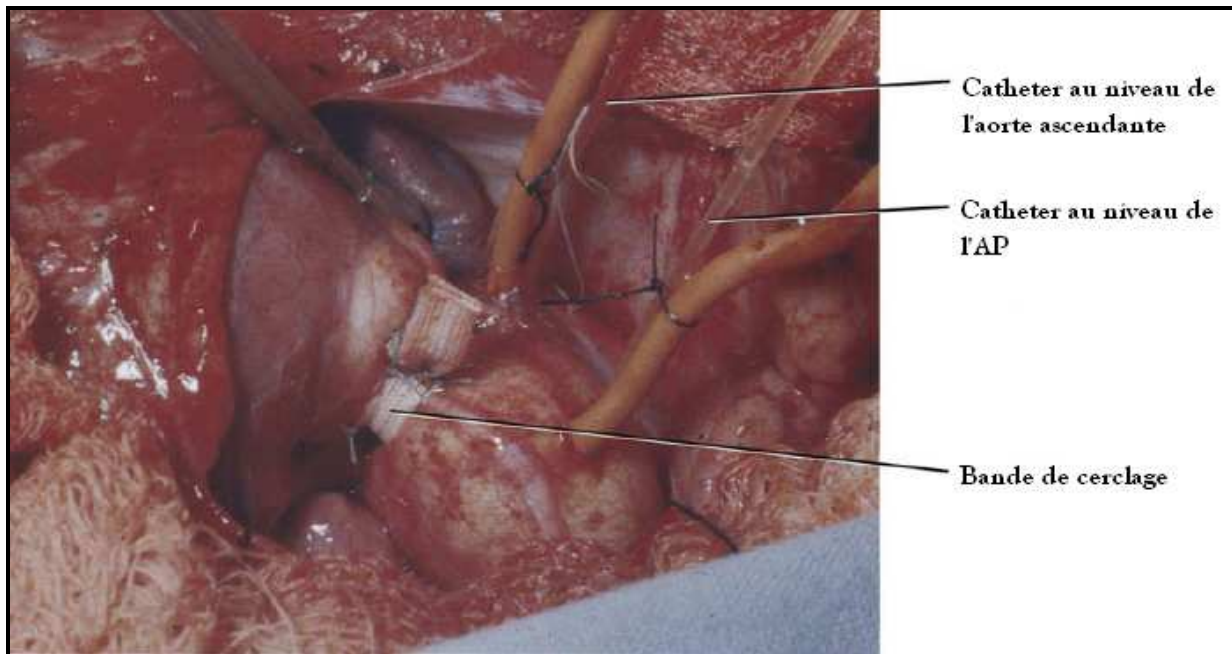
Les pressions sont mesurées par méthodes invasives: installation en per opératoire de deux cathéters dans des bourses confectionnées un au niveau du tronc de l'artère pulmonaire ou bien au niveau du ventricule droit (44) pour mesurer la pression artérielle pulmonaire et l'autre au niveau de l'aorte ascendante pour mesurer la pression artérielle systémique (1) ( Figure 40,41,42)



**Figure 40:** Installation du cathéter de mesure au niveau du tronc de l'AP (1)



**Figure 41 :** Cathéter de mesure au niveau de l'AP et au niveau du ventricule droit (52)



**Figure 42:** Cerclage réalisé par étude hémodynamique : deux cathéters sont installés un au niveau de l'aorte et un au niveau de l'AP (53)

Un autre moyen pour la mesure de la pression artérielle systémique qui consiste en l'installation d'un cathéter au niveau d'une artère périphérique par le réanimateur avant le début de l'abord chirurgical (8), généralement au niveau de l'artère radiale ou fémorale.

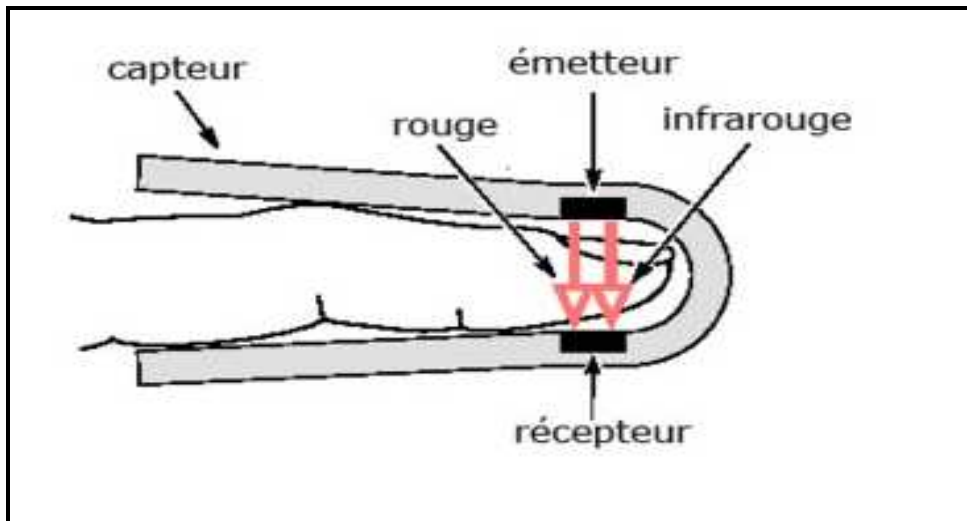
### **3.2. La saturation en oxygène :**

La saturation en oxygène reflète le degré de saturation de l'hémoglobine circulante en oxygène.

Elle peut être mesurée par oxymétrie de pouls qui apprécie la SpO<sub>2</sub> (saturation pulsée en oxygène) qui est basée sur une mesure optique à deux longueurs d'onde, c'est une saturation fonctionnelle in vivo. (Figure 43)

La SaO<sub>2</sub> est mesurée par gazométrie.

La saturation mesurée par l'oxymètre de pouls étant le plus souvent différente de celle donnée in vitro (SaO<sub>2</sub>), il est préférable de la différencier en la symbolisant SpO<sub>2</sub>. Cependant, la SpO<sub>2</sub> réalise une surveillance fiable de la SaO<sub>2</sub>. (54)



**Figure 43** : Capteur de l'oxymètre de pouls

Le capteur peut être placé au niveau de :

- Extrémité des doigts ou des orteils
- Lobe de l'oreille
- Nez
- Plante ou dos des pieds chez les petits enfants

La mesure de la saturation en oxygène par oxymétrie de pouls peut être influencée par :

- Compression du membre
- Mauvais positionnement du capteur
- Hypothermie
- Frisson
- Hypotension artérielle
- Vasoconstriction
- Troubles du rythme
- Anémie car hématoците bas
- Agitation du patient
- Pigmentation cutanée (55)

#### **4. Les résultats:**

##### **4.1. Les pressions :**

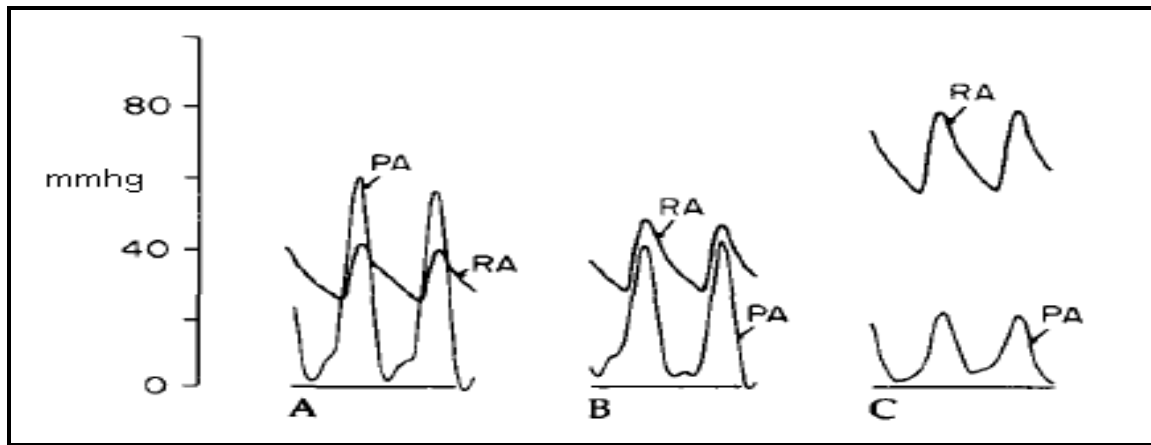
Globalement, les pressions artérielles pulmonaires diminuent après le cerclage, alors que les pressions artérielles systémiques subissent une discrète augmentation.

Les auteurs ayant utilisé l'étude hémodynamique comme moyen pour le calibrage du cerclage ont proposé plusieurs valeurs :

- Willman et ses collègues ont suggéré de réduire la pression artérielle pulmonaire à la plus faible valeur qui permettra de maintenir une saturation en oxygène supérieure à 85%. (51)
- Grainger et associés ont recommandé d'abaisser la pression pulmonaire systolique à 50% de son niveau initial. (3)
- Morrow et Braunwald ont proposé de serrer jusqu'à ce que la pression pulmonaire moyenne soit de 20 à 30 mmHg.(44)
- Albert et ses collègues ont diminué la pression artérielle pulmonaire jusqu'à apparition d'un certain aplatissement de la courbe de pression. (52)
- Pour Stark un degré de constriction adéquat est atteint lorsque la pression systémique arrive à un plateau avec une majoration de 10 à 20 mmhg sans bradycardie ni dessaturation importante (SAO<sub>2</sub> >90%) (5)
- Coles et ses collègues ont réduit la pression artérielle pulmonaire moyenne jusqu'à (25 à 40 mm Hg) lorsque la pression systémique était normale. (51)
- Le blanc et collègues ont réalisé des cerclages jusqu'à ce que la pression artérielle pulmonaire arrive au tiers de la pression artérielle systémique (6)

Dans les cerclages réalisés dans notre établissement, l'objectif à atteindre était d'avoir une pression artérielle pulmonaire moyenne à 30-40% de la pression artérielle systémique moyenne sans dessaturation (SAO<sub>2</sub>>90%) et sans bradycardie.

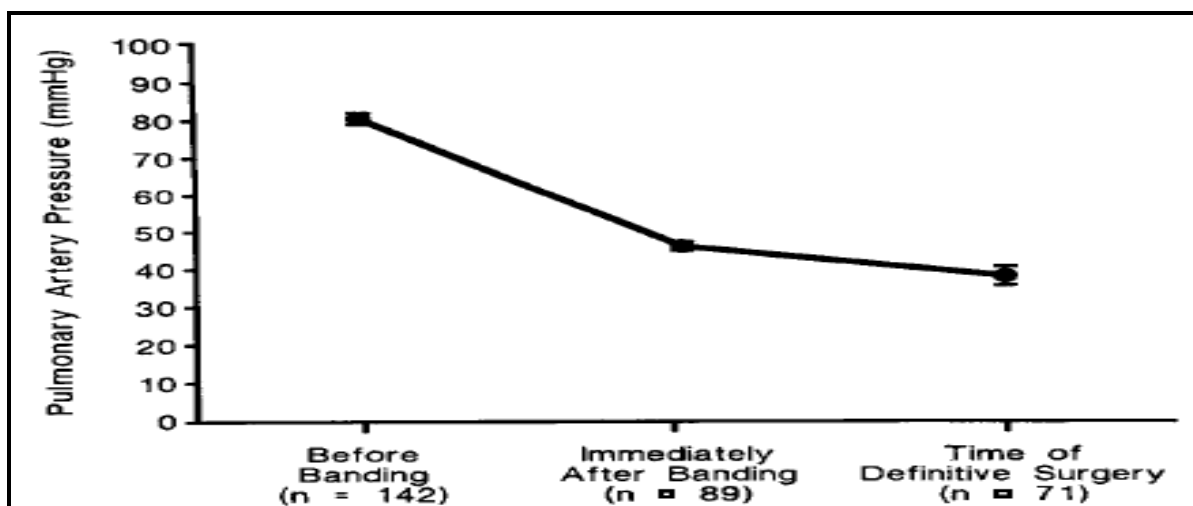
Dajee, qui a proposé l'utilisation d'une tirette pour un meilleur serrage de la bande, a utilisé l'étude hémodynamique pour apprécier le degré de constriction chez un patient atteint d'une cardiopathie complexe. La figure 44 montre la variation des pressions lors de la réalisation de ce cerclage (47)



**Figure 44:** Variation de la pression artérielle pulmonaire et radiale au cours d'un cerclage de l'AP  
(PA : artère pulmonaire, RA : artère radiale)  
A : avant le début du cerclage  
B : au cours du cerclage  
C : en fin de cerclage (47)

LeBlanc dans sa série de 144 patients a réalisé des cerclages par étude hémodynamique, la pression pulmonaire systolique avant la réalisation du cerclage était de  $60,1 \pm 14,7$  mmhg et passée après le cerclage à  $31,4 \pm 9,7$  mmhg (6)

Dans une série de 176 patients Horowitz (1989) rapporte une pression artérielle pulmonaire systolique de  $80,5 \pm 1,8$  mmhg avant le cerclage,  $46,1 \pm 1,3$  mmhg après le cerclage et de  $38 \pm 2,3$  mmhg au moment de la cure complète (7) (Figure 45)



**Figure 45:** Changement de la PAP systolique avec le cerclage de l'artère pulmonaire principale dans une série de Horowitz (7)

**Rôle de l'étude hémodynamique invasive des pressions pulmonaires dans le calibrage du cerclage de l'artère pulmonaire**

---

Goldblatt quand à lui a rapporté une PAP systolique de 76 mmhg avec des extrêmes allant de 50 à 100 mmhg avant le cerclage, et de 34 mmhg avec des extrêmes allant de 20 à 65 mmhg après le cerclage. (29)

**Tableau XV** Résultats de l'étude hémodynamique dans la série de Patel (56)

Patient	PAP systolique avant cerclage	PAP systolique après cerclage
1	50	14
2	68	18
3		65
4	55	15
5	50	30
6	65	35
7	70	
8	40	15
9	60	35
10	70	30
11	70	30
12	75	28
13	50	40
14	70	35
15	55	34
16	58	30
17	60	35
18	75	20
19	65	40

Rôle de l'étude hémodynamique invasive des pressions  
pulmonaires dans le calibrage du cerclage de l'artère pulmonaire

20	55	30
----	----	----

**Tableau XVI** : Mesure hémodynamique per op avec l'évolution post op dans la série de  
HIGASHINO (57)

Patient	PAP systolique avant le cerclage (mmhg)	PAP systolique après le cerclage (mmhg)
1	50	23
2	60	28
3	45	25
4	80	38
5	40	
6	60	25
7	60	20
8	80	20
9	70	24
10	40	20
11	80	26
12	50	20
13	48	29
14	50	34
15	60	22
16	75	35
17	70	23
18	40	32
19	40	26
20		35
21	36	
22	45	22

**Rôle de l'étude hémodynamique invasive des pressions pulmonaires dans le calibrage du cerclage de l'artère pulmonaire**

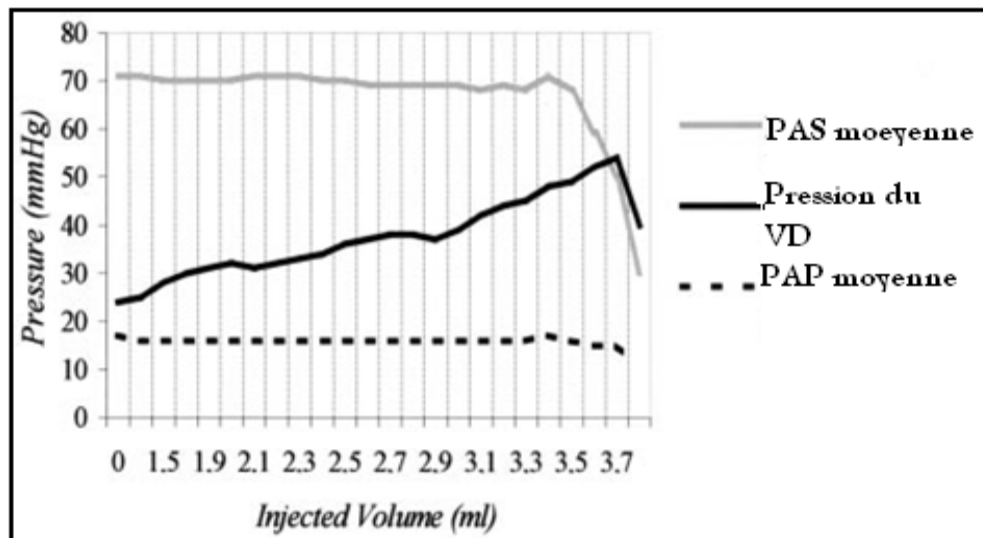
23	35	28
24	48	18
25	104	45
26	60	40

Morrow a rapporté dans sa série la PAP moyenne, qui était avant le cerclage de 46 mmhg et passée après le cerclage à 29 mmhg (44).

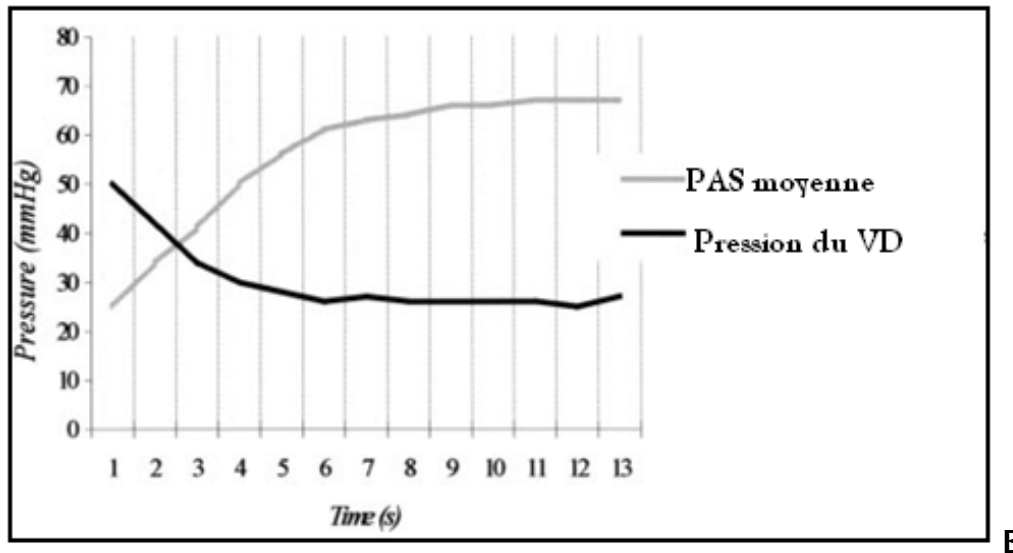
Dans notre série la PAP moyenne avant le cerclage était de 44 mmhg et après le cerclage de 28,8 mmhg.

L'étude hémodynamique est utile également dans l'évaluation des nouvelles techniques de cerclage telles que le cerclage ajustable par télé-métrie, ou par voie percutanée.

Dans le cerclage ajustable par voie percutanée la mesure des pressions permet d'apprécier le degré de gonflement ou de dégonflement adéquat du ballonnet (Figure 46)



A



**Figure 46** : Evolution des pressions lors d'un cerclage réglable par voie percutanée.

A : au cours du gonflement du ballon

B : au cours du dégonflement du ballon (39)

#### 4.2. Saturation en oxygène :

Globalement, après le CAP on note une discrète diminution de la SAO<sub>2</sub>, mais qui ne doit pas être en dessous de 85%.

Glen et al se sont basés lors de la réalisation des CAP sur la saturation en oxygène pulmonaire et systémique pour la détermination du degré adéquat de constriction.

L'évaluation des modifications de la saturation artérielle en oxygène avant et après le cerclage dans leurs série, s'est montrée être un test sur, simple et rapide pour déterminer l'efficacité du cerclage et permet d'avoir de bon résultats post opératoire. (58)

La moyenne de la saturation avant le cerclage dans la série de Golbalt était de 94% et après le cerclage de 89%. (29)

Dans notre série la moyenne de la SpO<sub>2</sub> avant le cerclage était de 94,57% et après le cerclage de 92,17%.

La saturation au cours du cerclage de l'artère pulmonaire est mesurée sous ventilation mécanique avec une fraction d'oxygène inspiré variable selon les séries mais globalement la majorité des auteurs ont rapporté une FIO<sub>2</sub> de 50%. (12,48)

Valente (59) ainsi que Kawahira ont rapporté une FIO<sub>2</sub> de 40%

Kitahori a rapporté une FIO<sub>2</sub> de 21% lors de la réalisation de cerclage au niveau des deux artères pulmonaires chez des patients ayant une hypoplasie du cœur gauche. (18)

Dans notre série la FIO<sub>2</sub> était de 50%.

## **5. Facteurs influençant l'étude hémodynamique :**

Le calibrage du cerclage de l'AP par étude hémodynamique est influencé en per opératoire par plusieurs paramètres qui interfèrent mutuellement notamment : l'anesthésie, l'ouverture thoracique (surtout la thoracotomie), la ventilation à pression positive, la contractilité cardiaque, l'équilibre acide base, l'hématocrite et les résistances vasculaires systémiques et pulmonaires. Tous ces facteurs peuvent rendre un cerclage considéré efficace en per opératoire inefficace après la fermeture (49,59).

Par exemple, un niveau d'anesthésie léger induit une augmentation du taux des catécholamines qui va entraîner une élévation du débit cardiaque et par conséquence augmenter la pression artérielle systémique et la saturation en oxygène. (32)

L'anesthésie peut aussi entraîner une augmentation de la saturation artérielle en oxygène par la réduction des résistances pulmonaires, en particulier si le niveau d'oxygène inspiré est élevé et si le niveau de dioxyde de carbone est faible. (32)

Donc il est important d'éviter les techniques anesthésiques qui pourraient diminuer la fonction ventriculaire ou modifier le débit cardiaque. Par conséquent, l'utilisation d'un opioïde « Fentanyl ou Sufentanil » est plus recommandé lors du CAP. (60)

Un autre point, l'extubation doit être retardée jusqu'à ce que l'effet hémodynamique de la bande soit définitif et après que le patient se dégage de l'anesthésie et commence à se sevrer de la ventilation mécanique. (60)

## **VI. Surveillance post opératoire :**

### **1. Post opératoire immédiat :**

La surveillance est clinique, hémodynamique, biologique, radiologique et échocardiographique. Son but essentiel est de détecter et si possible de traiter, le plus précocement possible, la survenue de complication.

**1.1. Clinique :**

**1.1.1. Séjour en USIC :**

Après le cerclage les patients sont pris en charge en unité de soins intensifs pour une surveillance armée.

La durée du séjour en USIC est variable en fonction de l'évolution clinique du patient et la présence ou non de complications.

Valente (2009) a rapporté une durée moyenne de séjour en USIC de  $14,16 \pm 10,92$  jours.

Ce long séjour peut être expliqué par l'incidence élevée des complications dans sa série 49,15% représentées dans 44% des cas par l'insuffisance cardiaque (59)

Dehaki (2012) a rapporté une moyenne de 3,6 jours avec des extrêmes allant de 2 à 43 jours (12)

Dans notre série la durée moyenne de séjour en USIC était de 4,78 jours.

**1.1.2. Les paramètres de surveillance : (1,42)**

Bien que les paramètres mesurés à partir du bloc opératoire soient des lignes directrices utiles, la surveillance de l'état clinique général du patient en post opératoire immédiat est l'évaluation la plus importante.

Cette surveillance doit contrôler essentiellement l'état hémodynamique et la saturation en oxygène afin de guetter les complications précoces.

Un cerclage toléré se traduit essentiellement par une stabilité de ces deux paramètres.

Les paramètres surveillés sont la couleur et le temps de recoloration cutanée, la chaleur des téguments, l'ECG, l'état de tension de la fontanelle, l'existence ou non d'un pli cutané, l'état respiratoire par des auscultations répétées (ventilation symétrique des deux champs pulmonaires, absence de râles crépitants), la survenue d'une hépatomégalie, l'apparition d'un galop signant une défaillance cardiaque.

En post opératoire immédiat, l'hypotension, la bradycardie et les modifications électrocardiographiques en rapport avec une ischémie indiquent un gradient excessif menaçant d'insuffisance cardiaque ou d'arrêt cardiaque.

Par contre une évolution favorable se traduit par une amélioration de l'hémodynamique ainsi que la fonction ventriculaire gauche et en outre la régression des signes d'insuffisance cardiaque.

### **1.1.3. Support inotrope :**

Certains patients peuvent nécessiter un support inotrope positif (dobutamine, dopamine, adrénaline) pour une durée dépendant de l'évolution clinique du patient.

Dans la série de Valente la majorité des patients avaient nécessité l'administration de drogues vasoactives : 82,6% des patients ont eu de la dopamine et/ou de la dobutamine pour une durée moyenne de  $10,30 \pm 12,79$  jours et 19,6% des patients (les cas les plus instables) ont eu de l'adrénaline pour une durée moyenne de  $3,5 \pm 2,1$  jours. (59)

Dans notre série 16 patients (21,33%) ont eu un support inotrope positif pour une durée moyenne de 20,5 heures avec des extrêmes allant de 3h à 48h.

Parmi ces 16 patients, 8 étaient des trisomiques 21 et 3 avaient des cardiopathies complexes.

## **1.2. Paraclinique : (1,12,42)**

Les paramètres biologiques sont contrôlés à l'arrivée puis toutes les 4 à 12 heures en fonction de l'état clinique. Ce sont : les gaz du sang, l'ionogramme sanguin, l'hématocrite, la glycémie, la calcémie. Une radiographie pulmonaire de face est faite au moins toutes les 12 heures.

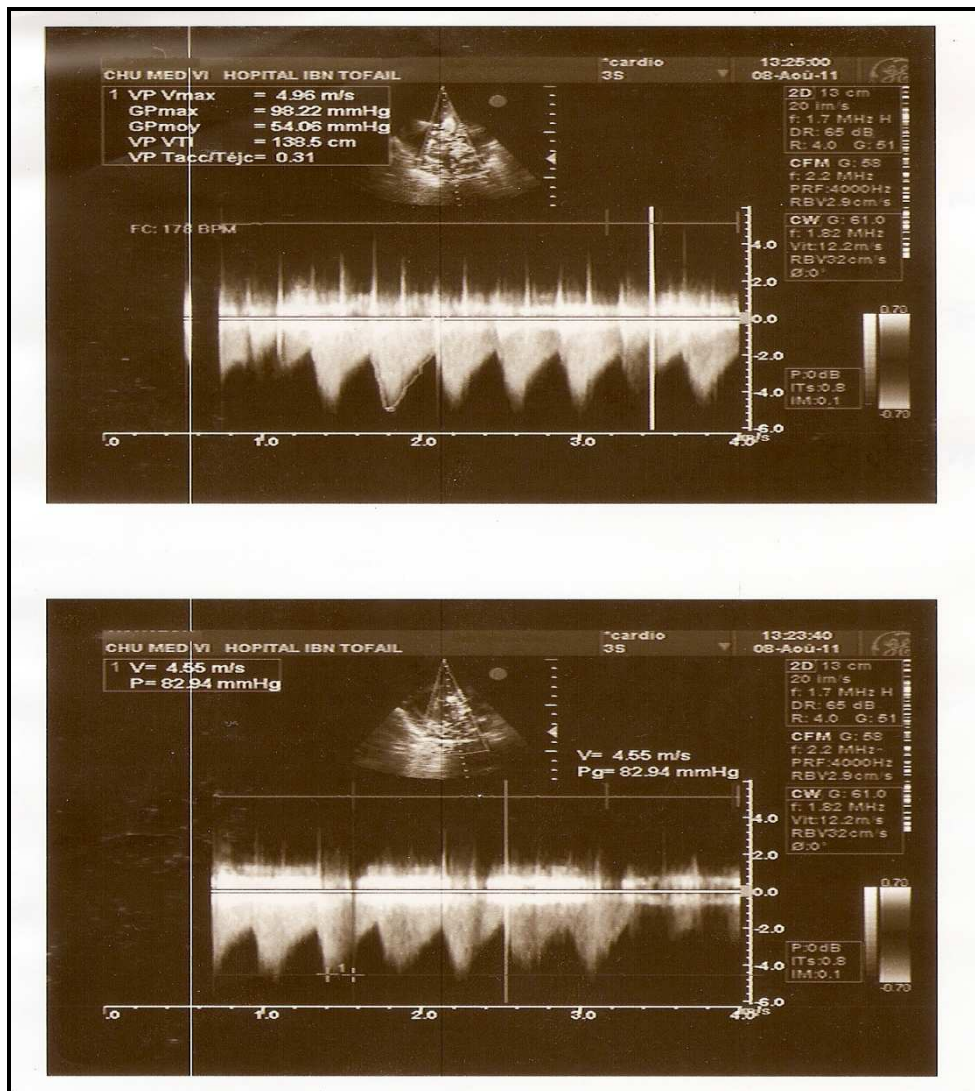
L'échocardiographie est un examen capital dans la période postopératoire immédiate après un CAP, elle permet surtout l'évaluation du gradient à travers le cerclage mais aussi l'appréciation du siège de la bande et la recherche de complication (épanchements péricardique, préciser l'origine droite et/ou gauche de la défaillance cardiaque, et guider la thérapeutique et le remplissage vasculaire).

Le gradient à travers le cerclage est un bon témoin de l'efficacité d'un CAP en post opératoire immédiat mais aussi à distance de l'intervention et donc représente un moyen de surveillance.

Il permet de mesurer la différence de pression de part et d'autre de la bande de cerclage et en outre de déceler un cerclage efficace d'un cerclage lâche ou trop serré.

Dehaki et coll ont proposé de réaliser une surveillance échocardiographique postopératoire selon le rythme suivant :

- 4 à 6 heures postopératoires (patients intubé).
- Premier jour (patient extubé).
- 4 à 6 après l'intervention ou avant la sortie.
- Après 1 mois.
- Puis tous les 3 mois jusqu'à la réalisation de la cure complète. (12)



**Figure 47 :** Echocardiographie à J 19 post opératoire d'un cerclage pour troncus artériusos  
réalisé dans notre service  
Gradient moyen à travers le cerclage était de 54 mmhg

Willman a proposé que le gradient à travers le cerclage doit être au moins de 40mmhg. (51)

Morrow et Braunwald ont suggéré que le gradient à travers le cerclage doit être compris entre 30 et 50 mmhg. (51)

Sreeram a proposé de mesurer le gradient par écho-doppler en per opératoire pour évaluer le cerclage, la mesure du gradient à travers le cerclage dans sa série de malade a trouvé : une médiane de 57mmhg et une moyenne de  $59\pm 7$  mmhg. (61)

La mesure du gradient par écho doppler transthoracique avant la sortie de l'hôpital, a trouvé une médiane de 66mmhg et une moyenne de  $63\pm 6$ mmhg (61)

**Tableau XVII** Résultats de mesure du gradient par écho doppler dans la série de Sreeram (61)

Patient	Gradient par doppler en per opératoire (mmhg)	Gradient par doppler avant la sortie de l'hôpital (mmhg)
1	55	52
2	52	58
3	25	---
4	71	67
5	16	---
6	55	64
7	64	67
8	58	67

Dans une étude de Talwar, comparant deux groupes de patients, le premier traité par technique classique de cerclage, le second par cerclage ajustable par voie percutanée, le gradient à travers le cerclage était de  $60\pm 2,4$  mmhg dans le premier groupe et de  $56\pm 2,4$  mmhg dans le deuxième groupe. (62)

Dans la série de Kitahori portant sur 17 patients ayant bénéficié d'un cerclage bilatérale des artères pulmonaires pour hypoplasie du cœur gauche, l'évaluation du gradient en post

opérateur immédiat a trouvé une moyenne de  $39,2 \pm 17,6$  mm Hg au niveau de l'AP droite et de  $46,1 \pm 23,0$  mmhg au niveau de l'AP gauche. (18)

Dans la série de Dehaki, la moyenne du gradient à travers le cerclage était de  $56 \pm 18$  mmhg (12)

Dans notre série la moyenne du gradient était de 34,66 mmhg avec des extrêmes allant de 50 mmhg à 19,6 mmhg.

**Tableau XVIII:** Gradient moyen dans notre série par rapport aux autres séries

Série	Gradient moyen à travers le cerclage
Sreram	Per opératoire : $59 \pm 7$ mmhg Post opératoire immédiat : $63 \pm 6$ mmhg
Talwar (Post op immédiat)	Gp 1 : $60 \pm 2,4$ mmhg Gp 2 : $56 \pm 2,4$ mmhg
Kitahori (Post opératoire immédiat)	AP droite : $39,2 \pm 17,6$ mm Hg AP gauche : $46,1 \pm 23,0$ mmhg
Dehaki (Post op immédiat)	$56 \pm 18$ mmhg
Notre série (Post op immédiat)	35,38 mmhg

Le gradient moyen dans notre série est plus faible par rapport aux autres séries mais reste dans les normes proposées par la majorité des auteurs.

### **1.3. Complications :**

Pendant la période postopératoire immédiate plusieurs complications sont à craindre dont certaines peuvent être fatale.

#### **a. Les crises d'HTAP +++ (63,64)**

Constitue une hantise surtout si le patient avait une HTAP pré opératoire.

Ce sont des crises imprévisibles qui surviennent précocement entre la fin de l'acte chirurgical et les tous premiers jours postopératoires.

Les signes en faveur d'une crise d'HTAP sont :

- Une augmentation de la PAP à plus de 75% de la pression artérielle systémique.

- Ratio PAP/PA >1
- Diminution de la SAO2 et de la SVO2
- Trouble de rythme
- Augmentation de la PVD
- Dysfonction du VD
- Baisse de la FC
- Hypoperfusion coronaire droite

Les facteurs déclenchant sont nombreux :

- Aspiration trachéale
- Réveil
- Douleurs
- Troubles de la ventilation
- Encombrement trachéo bronchique
- Acidose ventilatoire
- toute cause d'élévation des catécholamines endogènes circulantes favorisant la vasoconstriction artériolaire.

Le traitement a pour but de supprimer les facteurs aggravants (renforcement de la sédation et de l'analgésie, lutte contre l'acidose et l'hypoxie, maintien de l'équilibre ionique), et de réduire les résistances vasculaires pulmonaires pour éviter ou traiter une dysfonction du ventricule droit.

Les premières mesures thérapeutiques consistent en :

- Une hyperventilation (en général manuelle) permettant d'obtenir une hypocapnie, une amélioration de l'oxygénation, le traitement d'une acidose et d'une hypothermie éventuelles.
- L'utilisation d'une sédation, voire de curares.
- L'utilisation d'inotropes soit conventionnels, soit du type inhibiteurs des phosphodiésterases est classique dans le cadre de l'insuffisance ventriculaire droite postopératoire

- L'utilisation d'agents vasodilatateurs qui idéalement devraient avoir une action spécifique pulmonaire. La nitroglycérine, le nitroprussiate de sodium, l'hydralazine, la nifédipine, la tolazoline et la phentolamine qui ont été très utilisés dans cette indication ont malheureusement une action sur les résistances vasculaires systémiques qui limite leur utilisation. Le seul vasodilatateur pulmonaire spécifique est actuellement le monoxyde d'azote inhalé. Il peut réaliser une véritable levée du barrage pulmonaire avec baisse des pressions artérielles pulmonaires et amélioration des pressions artérielles systémiques et élévation de la SvO<sub>2</sub>.

**b. Une cyanose en cas de bande trop serrée**

**c. Persistance des signes d'insuffisance cardiaque si bande trop lâche.**

**d. Une dysfonction du VD :**

Entraînant un bloc auriculoventriculaire ou plus rarement une fibrillation ventriculaire ou une dissociation électromécanique. Responsable d'asystolie et d'arrêt cardiocirculatoire. Elle peut être favorisée par un trouble de ventilation, une hémorragie mal compensée, une dyskaliémie, et surtout une élévation brutale de la pression artérielle pulmonaire survenant par exemple au cours des aspirations endotrachéales. Elle peut être aussi secondaire à une tamponnade. Il faut restaurer le plus rapidement possible une hémodynamique satisfaisante en pratiquant les manœuvres usuelles de réanimation.(42)

**e. Un épanchement péricardique**

**f. Aggravation d'une valvulopathie pré existante**

**g. Complications respiratoires :**

Elles sont assez fréquentes et parfois préexistent à l'intervention. Il peut s'agir :

- D'un encombrement trachéobronchique, nécessitant une humidification pour ; prévenir la formation de bouchons muqueux et des aspirations endotrachéales répétées avec kinésithérapie respiratoire intensive.
- Des troubles de ventilation à type d'atélectasie pouvant nécessiter une bronchoaspiration
- D'un œdème pulmonaire le plus souvent d'origine hémodynamique.
- D'épanchements pleuraux.

## 2. Surveillance à moyens et à long terme :

Après le cerclage la plupart des patients sont surveillés pendant 3-6 mois avant d'être réopérés pour cure complète.

### 2.1.Clinique :

Les patients doivent être suivis de façon régulière en consultation afin d'évaluer la tolérance, l'amélioration et rechercher la survenue d'éventuelle complication :

Les principaux paramètres cliniques évalués au cours des consultations sont :

- Le poids et la taille (courbe de croissance staturo-pondérale).
- L'état hémodynamique : fréquence cardiaque, la couleur cutanée, le temps de recoloration cutanée, TA.
- Auscultation cardiorespiratoire.
- Les signes d'ICC.

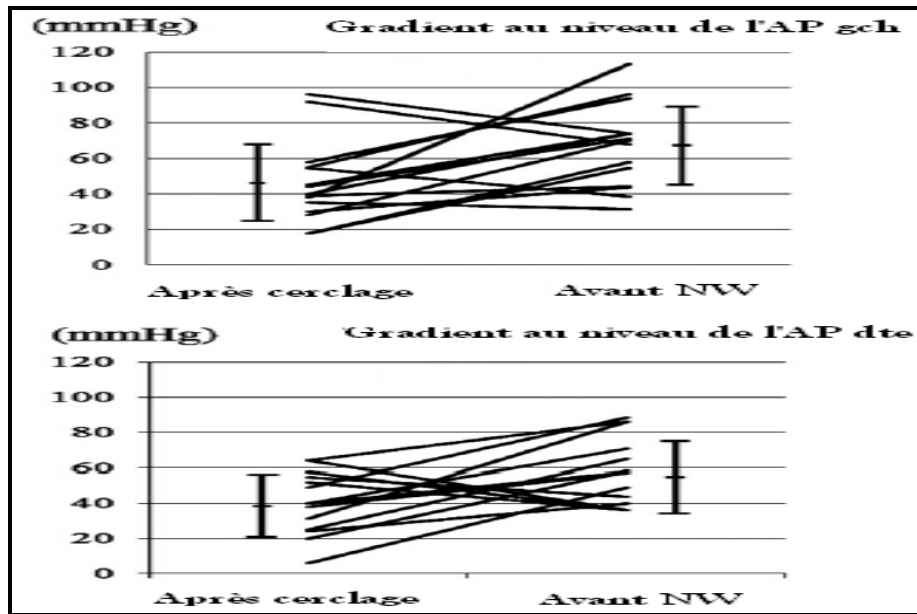
### 2.2.Paraclinique :

Cette surveillance paraclinique repose essentiellement sur l'échocardiographie.

Elle permet d'évaluer, le gradient à travers le cerclage mais aussi d'apprécier le siège de la bande et de rechercher d'éventuelle complication au niveau du site de cerclage, à proximité de ce site voire à distance.

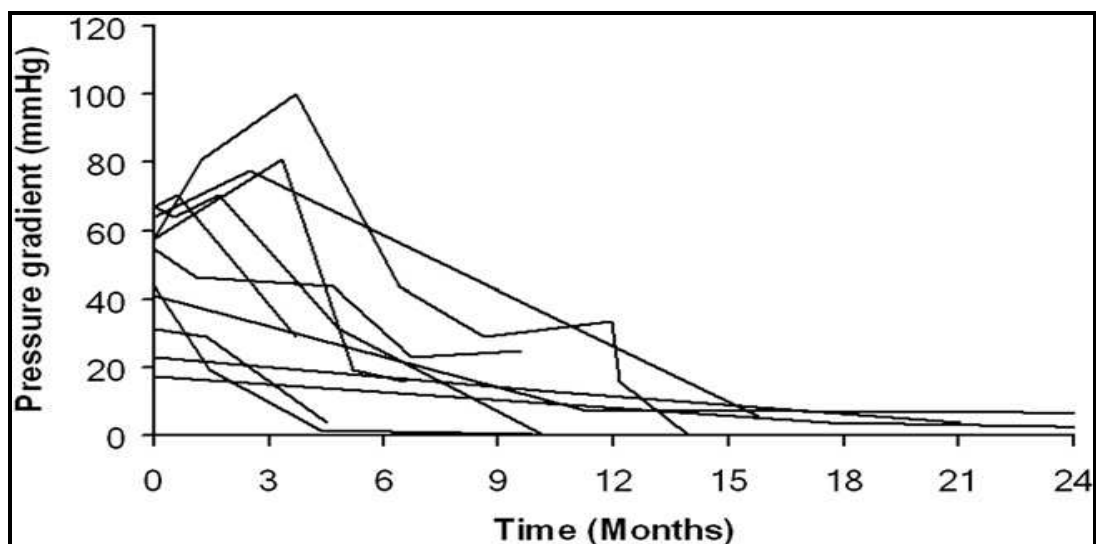
Dehaki et coll (12) ont proposé de réaliser une échocardiographie tous les 3 mois jusqu'au moment de la réalisation de la cure complète.

Dans la série de Kitahori portant sur 17 patients ayant bénéficié d'un cerclage bilatérale des artères pulmonaires pour hypoplasie du cœur gauche, l'évaluation du gradient en post opératoire immédiat a trouvé une moyenne de  $39,2 \pm 17,6$  mm Hg au niveau de l'AP droite et de  $46,1 \pm 23,0$  mmhg au niveau de l'AP gauche. Alors que l'évaluation avant l'intervention de Norwood a trouvé un gradient moyen de  $62,6 \pm 27,6$  mm Hg au niveau de l'AP droite et de  $56,1 \pm 19,6$  mm Hg au niveau de l'AP gauche. (Figure 48) (18)



**Figure 48** : Comparaison des gradients mesurés juste après le cerclage et avant l'intervention de Norwood (NW) (18)

Dans la série d'Oka, qui avait utilisé des bandes résorbables, 7 patients avaient en post opératoire immédiat un gradient supérieur à 40 mmhg qui a chuté en dessous de 30 mmhg après un intervalle de temps compris entre 5 et 11 mois en post opératoire (médiane 7,9 mois). Les échographies plus tardives entre 12 et 22 mois (médiane de 14,4 mois) le gradient moyen des patients était de  $4,7 \pm 5,1$  mmhg. (34) (figure 49)



**Figure 49** : Evolution du gradient à travers un cerclage de l'artère pulmonaire réalisé par des bandes résorbables en Polydioxanone (34)

Dans notre série la moyenne du gradient à travers le cerclage mesuré entre 1 et 6 mois postopératoires était de 36,77 mmhg, et de 31,6 mmhg au-delà de 6 mois après l'intervention.

Ainsi, en comparant des gradients mesurés à des délais variables en post opératoire on a remarqué une décroissance de la moyenne au delà des 6 mois or que normalement le contraire devait se produire.

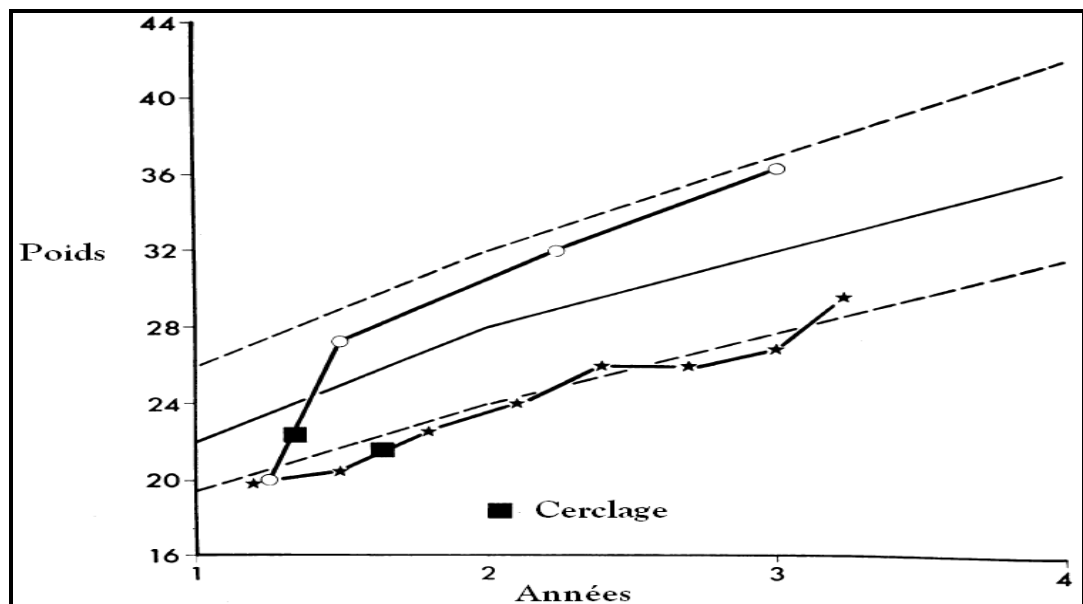
La cause la plus plausible serait un probable lâchage du cerclage avec le temps dû à l'ouverture des émailles des bandes, vu la structure du nylon.

### 2.3.Evolution favorable:

L'évolution après un bon cerclage se traduit par une amélioration de l'état hémodynamique et des signes cliniques, les signes et symptômes d'ICC devraient régresser spontanément ou sous traitement médical.

La cardiomégalie devrait diminuer ainsi que la résistance vasculaire pulmonaire.

Les patients reprennent une croissance normale et le retard staturo pondéral se minimise de plus en plus (Figure 50).



**Figure 50 :** Amélioration du poids chez deux enfants ayant bénéficié d'un CAP pour CIV (3)

**2.4. Complications : (1,60)**

**a. Au niveau du site de cerclage :**

- Ischémie nécrose de l'artère pulmonaire
- Lâchages du cerclage
- Calcification de l'artère pulmonaire
- Migration de la bande
- Erosion de l'artère pulmonaire
- Sténose résiduelle après angioplastie
- Formation d'anévrysme au niveau de l'AP
- Rupture de l'artère pulmonaire
- Formation d'un thrombus au dessous de la bande.

**b. A proximité du site de cerclage :**

- Hypertrophie du ventricule droit : A savoir que l'hypertrophie ventriculaire droite qui se développe après le cerclage varie considérablement d'un enfant à l'autre, ceux dont cette hypertrophie s'installe d'une façon rapide et sévère doivent être opérés pour cure complète le plutôt possible afin de prévenir le risque de dysfonction ventriculaire droite. (1)

- Sténose sub aortique
- Sténose de la valve pulmonaire

**c. A distance du site de cerclage :**

- Sténose de l'artère pulmonaire
- Localisation du cerclage au niveau de la bifurcation responsable d'une obstruction complète ou partielle de l'AP surtout droite et plus rarement gauche
- Anomalie de la perfusion et/ou ventilation au moment de l'installation de la bande ou après son retrait.

Dans la série de S.Mahl, comportant 63 malades, les complications sont résumées dans le tableau suivant:

**Tableau XIX** Complications dans la série de Mahl.(14)

Complication	Pourcentage
Bande très lâche : responsable d'une persistance de l'IC	6%
Bande très serrée responsable de cyanose	6%
Hypertrophie du ventricule droit	24%
Rupture de l'artère pulmonaire	3%
Sténose résiduelle après angioplastie	1%
Localisation du cerclage au niveau de la bifurcation	37%

## VII. Mortalité :

Dans plusieurs séries un taux de mortalité non négligeable a été rapporté, quoiqu'au fur des années ce taux a beaucoup régressé.

Dans une série de 111 malades, 30% de mortalité immédiate a été rapporté par Hunt, chez les patients atteints de CIV un taux de décès de 59% chez les patients de moins de 3 mois, 21% chez ceux de plus de 3 mois, et 7 % seulement chez les enfants qui ont eu le cerclage après l'âge de 1 an (65)

Un taux de mortalité de 8,1%, plus marqué chez les patients chez qui le cerclage a été réalisé à l'âge néonatal (22,2%), a été rapporté par Paulo Pinho dans une série de 135 malades. (10)

HIGASHINO a rapporté un taux de mortalité de 31% (57)

Dans une série plus récente Takayama a rapporté un taux de mortalité de 24,9% (91 décès sur 365 malade opéré), ils ont répartis leur échantillon sur 3 groupes : groupe 1 : malade opéré entre 1966 et 1979, groupe 2 : intervention entre 1980 et 1989, groupe 3 : intervention entre 1990 et 2001 avec un taux de mortalité varié d'un groupe à l'autre, groupe 1 : 38,3%, groupe 2 : 13,5%, groupe 3 : 13,8%.

Pour lui cette diminution du taux de mortalité peut être expliquée par le développement des techniques et du matériel utilisé au delà de l'année 1980, mais qu'à partir de là, il n'y a pas

eu beaucoup d'effort dans ce domaine ce qui expliquerait la stagnation du taux de mortalité entre le deuxième et le troisième groupe (31).

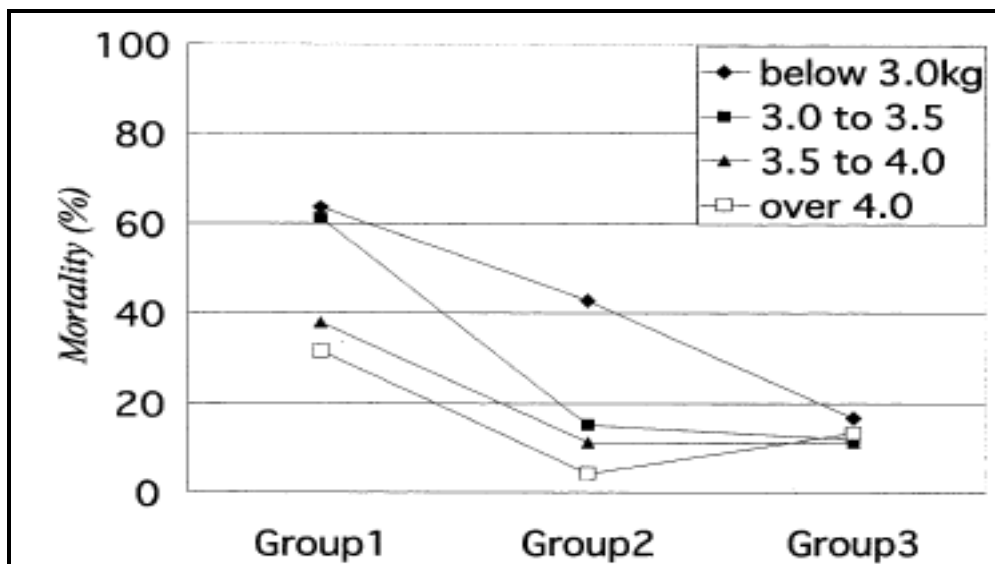
Le taux de mortalité dans la série de Dehaki était de 2% (12)

Dans notre série le taux de mortalité était de 16,4%.

**Tableau XX** Taux de mortalité selon les différentes séries

Série	Taux de mortalité
Higashino	31%
Hunt	30%
Takayama	24,9%
Dehaki	2%
Notre série	16,4%

Takayama a également répartis le taux de mortalité selon le poids des patients lors de l'intervention (figure 51) (31)



**Figure 51** :Influence du poids sur la mortalité (31)

Il a remarqué un taux de mortalité plus élevé chez les nourrissons ayant un poids inférieur à 3kg.

Dans notre série on n'a pas remarqué d'influence du poids sur la mortalité vu que le poids moyen chez les patients décédés était de 5,14 kg par rapport à un poids de 5,53 kg si on prend la totalité de nos malades.

Les causes de décès selon Takayama dans son 3eme groupe sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau XXI** Causes de décès dans la série de Takayama (31)

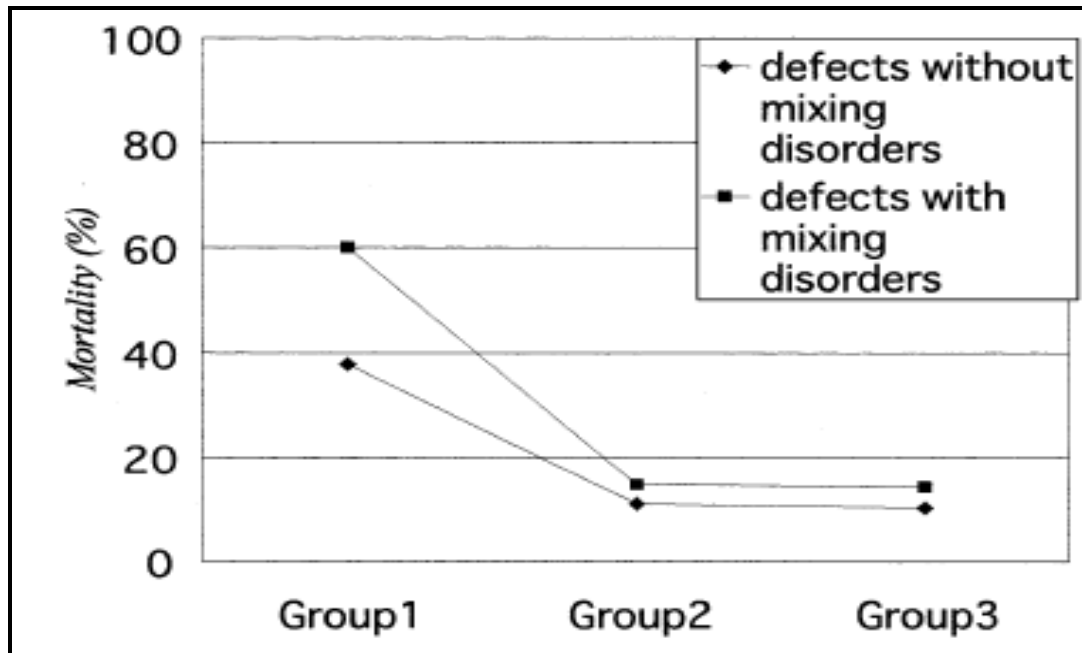
<b>Diagnostic</b>	<b>Cause du décès</b>
CIV+Coarctation	Sepsis
TGV+CIV	Insuffisance cardiaque congestive
Ventricule unique	Sepsis
CAV	Pneumonie
CIV+ Arc aortique rompu	Insuffisance cardiaque congestive
CIV multiple	Insuffisance cardiaque congestive
Truncus artériosus + Arc aortique rompu	Décès per opératoire
Truncus artériosus+ Anomalie coronarienne	Flux sanguin pulmonaire inadéquat
Ventricule unique	Sepsis
CIV+Coarctation+Sténose aortique	Insuffisance cardiaque congestive
CIV+Coarctation	Insuffisance cardiaque congestive

Le taux de mortalité a été corrélé dans plusieurs séries aux cardiopathies.

Reid a rapporté un taux de mortalité de 5,5% chez les patients porteurs de CIV isolée par rapport à un taux de 63% chez les patients porteurs de lésions associées à la CIV ou de cardiopathies plus complexes (50)

Mahle a rapporté un taux de mortalité total de 22% et seulement de 7% en prenant que les malades porteurs de CIV. (14)

Takayama a rapporté un taux de mortalité plus important chez les nourrissons ayant des cardiopathies complexes (31) (Figure 52)



**Figure 52:** Influence de la cardiopathie sur la mortalité (31)

Dans notre série plus de la moitié des malades décédés avaient des cardiopathies complexes.

Dans l'étude de Talwar, le taux de mortalité dans le groupe 1, traité par cerclage classique, était de 23% alors que dans le groupe 2, traité par cerclage réglable, le taux de mortalité était de 1,8%. (62)

L'intérêt de cette étude était de démontrer la supériorité du cerclage réglable par rapport au cerclage classique.

Dans notre étude on a aussi essayé de corréler la mortalité à l'étude hémodynamique, la comparaison entre les valeurs obtenues chez les patients décédés par rapport aux survivants n'a pas montré de particularités.



*CONCLUSION*

Le cerclage de l'artère pulmonaire garde, malgré les progrès réalisés dans le domaine de la chirurgie cardiovasculaire (chirurgie à cœur ouvert, matériel de réanimation néonatal...), sa place dans la prise en charge de certaines cardiopathies congénitales.

Il constitue un traitement palliatif d'utilisation courante dans notre formation pour les nourrissons et les enfants chez qui la cure complète d'emblé représente plus de risque

La réalisation d'un cerclage efficace requiert une attention particulière au court du geste essentiellement pour l'ajustement de la circonférence adéquate de la bande qui reste un sujet de débats pour plusieurs auteurs.

Plusieurs paramètres ont été proposés pour le calibrage du cerclage en per opératoire, toutefois la majorité des centres optent pour l'utilisation de l'étude hémodynamique qui a démontré sa supériorité que ça soit sur le plan théorique mais aussi pratique.

Ils existent plusieurs facteurs qui peuvent interférer et fausser les résultats des pressions mesurées en per opératoire d'où la nécessité d'une surveillance clinique et surtout échocardiographique post opératoire bien systématisé afin d'apprécier l'efficacité du cerclage et rechercher les complications qui peuvent survenir.



*Annexes*

Annexe 1 :

Fiche d'exploitation

• Nom prénom : .....

• Age : .....

• Sexe :        *M*         *F*

• Poids : .....

• Type de la cardiopathie congénitale après étude échocardiographique:

✓ **CIV** :

*Unique*         *Multiple*         *Associé a une autre malformation*

*Laquelle* : .....

✓ **CAV** :

*Complet*         *Partiel*         *Associé a une autre malformation*

*Laquelle* : .....

✓ **Ventricule droit à double issu (Double-outlet)**

✓ **TGV**

✓ **Cœur univentriculaire**

✓ **Autre** : .....

• Mesure échocardiographique de la PAP : .....

• **Evaluation pré-opératoire :**

✓ **ATCD :**

- Médicaux : IC : Oui  Non
- Chirurgicaux : .....
- Autres : .....

✓ **Examen clinique :**

- PA : .....
- SAO2 : .....

✓ **Traitements en cours :**

Oui  Non

Lesquels : .....

• **Date de l'intervention : .../.../.....**

• **Voie d'abord : .....**

• **Mesure des pressions :**

	<i>Avant le cerclage</i>	<i>Après le cerclage</i>
PAP		
PAS		

• **Mesure de la saturation en oxygène :**

	<i>Avant le cerclage</i>	<i>Après le cerclage</i>
SPO2		

• **Gestes chirurgicaux associés au cerclage :**

Oui  Non

Lesquels : .....

• **Durée d'hospitalisation enUSIC : .....**Jrs.

- Durée du support inotrope : .....h.
  
- Complications post-op :  
Oui  Non   
Lesquelles : .....
  
- Décès :  
Oui  Non
  
- Suivie :
  - ✓ Gain de poids : .....
  
  - ✓ Symptômes : .....
  
  - ✓ Echo :
    - Date du contrôle écho cardiographique : .. /.. /....
    - Gradient à travers le cerclage : .....
  
- Réintervention : Oui  Non
  
- Décerclage : Oui  Non
  
- Plastie de l'artère pulmonaire : Oui  Non



*RESUMES*

## Résumé

Le cerclage de l'artère pulmonaire constitue un traitement palliatif utilisé comme approche progressive pour la correction de certaines cardiopathies congénitales chez les enfants ne supportant pas la cure complète d'emblé. L'étude hémodynamique per et postopératoire est primordiale pour le calibrage de ce cerclage. Nous rapportons dans ce travail une série de 75 patients ayant bénéficié d'un cerclage de l'artère pulmonaire avec étude hémodynamique invasive, au service de chirurgie cardiovasculaire du CHU Mohamed VI de Marrakech, entre janvier 2006 et novembre 2011. L'âge moyen était de 9,72 mois, le poids moyen était de 5,53 kg. Les principales indications étaient : le canal atrioventriculaire (44%) et la communication interventriculaire (41%). Les données de l'étude hémodynamique per opératoire, a trouvé une pression artérielle pulmonaire moyenne abaissée de 34,54%, une pression artérielle systémique majorée de 15,6%, et une saturation moyenne en oxygène avant le cerclage de 94,57%, et après le cerclage de 92,17%. En postopératoire la mesure du gradient à travers le cerclage par échocardiographie a trouvé une moyenne de 34,66 mmhg avec des extrêmes allant de 19,6 mmhg à 50 mmhg. La durée moyenne d'hospitalisation en réanimation était de 4,78 jours. 17 patients (18,7%) ont présenté des complications postopératoires surtout respiratoires. Le taux de mortalité était de 16,7%. 13 patients (14,28%) ont bénéficié d'une cure complète après le cerclage.

## ملخص

ربط الشريان الرئوي هو علاج مرحلي لتصحيح بعض التشوهات الخلقية للقلب لدى الأطفال الذين لا يستطيعون تحمل الجراحة الجذرية. و تعد الدراسة الحركية أثناء وبعد هذا الربط ضرورية لمعايرة فعاليته. سنتناول في هذه الدراسة 75 حالة لمرضى خضعوا لربط الشريان الرئوي، بمصلحة جراحة القلب والأوعية الدموية بالمركز الاستشفائي محمد السادس بمراكش، خلال الفترة الممتدة من يناير 2006 إلى نوفمبر 2011. بلغ متوسط العمر لدى هذه الفئة 9,72 أشهر ومتوسط الوزن 5,53 كجم. وكانت أهم التشوهات الخلقية للقلب: القناة الأذينية البطينية (44%) والثقب البطيني (41%). وقد تم إجراء الدراسة الحركية أثناء العملية الجراحية، و ذلك قبل وبعد ربط الشريان الرئوي، لدى كل الحالات، حيث انخفض متوسط الضغط الشرياني الرئوي بنسبة 34,54%، في حين ارتفع الضغط الشرياني النظامي بنسبة 15,6%، وكان متوسط تشبع الدم بالأكسجين قبل الربط 94,57%، و بعد الربط 92,17%. بعد العملية الجراحية سجلنا متوسطا لفارق الضغط عبر الربط يقدر بنسبة 34,66 مم زئبق مع قيم تتراوح ما بين 19,6 مم زئبق و 50 مم زئبق. و كان متوسط مدة الإقامة في وحدة العناية المركزة 4.78 أيام. وقد سجلنا مضاعفات أغلبها تنفسية لدى 17 مريضا (18,7%). في حين كان معدل الوفيات 16,7%. و أجريت الجراحة الجذرية ل13 مريضا (28,14%) فيما بعد.

## Abstract

The pulmonary artery banding is a palliative procedure used for the correction of certain congenital heart defects in children that do not support the full course. The hemodynamic study during and after surgery is essential to calibrate the banding. We report in this work a series of 75 patients who got a pulmonary artery banding with hemodynamic study at the Department of Cardiovascular Surgery CHU Mohamed VI Marrakech, between January 2006 to November 2011. The average age was 9,72 months, the average weight was 5.53 kg. The main indications were: atrioventricular canal (44%) and ventricular septal defect (41%). The intraoperative hemodynamic study before and after banding was performed for all patients. The mean pulmonary arterial pressure was lowered by 34,54%, systemic arterial pressure increased by 15.6%, and average oxygen saturation before banding was 94.57%, and after was 92.17%. The average of postoperative gradient across the banding, measured by echocardiography, was 34.66 mmHg with a range of 19.6 mmHg to 50 mmHg. The average length of stay in ICU was 4.78 days. 17 patients (18.7%) had postoperative complications especially respiratory. The mortality rate was 16,7%. 13 patients (14.28%) achieved a complete cure after banding.



*BIBLIOGRAPHIE*

**1-Plunkett M, Laks H, Nguyen K.**

Pulmonary Artery Banding.

Emedicine, 2009.disponible sur : < <http://emedicine.medscape.com/article/905353-overview>>  
(consulté le 15/11/2011).

**2-Vince DJ, Vancouver BC.**

Banding of the pulmonary artery in infancy: Selection of patients and results of main pulmonary artery banding in the treatment of congenital heart disease.

The Canadian Medical Association Journal 1967; 97: 1-8.

**3-Grainger RG, Nagle RE, Pawidapha C, Robertson DS, Taylor DG, Thornton JA.**

Pulmonary Artery Banding for Ventricular Septal Defect.

Brit. Heart J., 1967; 29:289-98.

**4-Stanton P, Nolan.**

The Origins of Pulmonary Artery Banding.

Ann Thorac Surg 1987;44:427-429.

**5-Stark J, De Leval M, Tsang VT.**

Surgery for congenital heart defects.

Third Edition. England: John Wiley & Sons, 2006,718p. ISBN-13: 978-0-470-09316-0.

**6-LeBlanc JG, Ashmore PG, Pineda E, Sandor G, Patterson MW, Tipple M.**

Pulmonary Artery Bandin : Results and Current Indications in Pediatric Cardiac Surgery.

Ann Thorac Surg 1987;44:628-32.

**7-Horowitz MD, Culpepper WS, Williams LC, Sundgaard-Riise K, Ochsner JL.**

Pulmonary Artery Banding: Analysis of a 25-Year Experience.

Ann Thorac Surg 1989;48:444-50.

**8-Kawahira Y, Kishimoto H, Kawata H, Ikawa S, Ueda H, Ueno T et al..**

Optimal Degree of Pulmonary Artery Banding-Adequate Circumference Ratio to Calculated Size from Normal Pulmonary Valve Dimensions.

The American Journal Of Cardiology. 1995; 76:979–82.

**9– Neville P, Aupart M, Cantagrec S, Cheliakine–Chamboux C, Dubos J, Crenn R et al.**

Traitement des cardiopathies congénitales par cerclage de l'artère pulmonaire : Résultats immédiats et à moyen terme chez 51 patients.

Archives des maladies du cœur et des vaisseaux. 1997; 90:371–7.

**10– Pinho P, Ulrich OV, Brink J, Hewitson J.**

Pulmonary artery banding; adequacy and long–term outcome.

European Journal of Cardio–thoracic Surgery 1997;11:105–11.

**11–Nagashima M, Okamura T, Shikata F, Chisaka T, Takata H, Ohta M et al.**

Pulmonary artery banding for neonates and early infants with low body weight .

Tohoku J. Exp Med, 2011;225:255–62.

**12–Dehaki MG, Tabaee AS, Ahmadabadi CA, Ghavidel AA, Omra G.**

Pulmonary artery banding in the current era: Is it still useful?

Annals of Pediatric Cardiology, 2012; 5: 36–9.

**13–Trusler GA, Mustard WT.**

A Method of Banding the Pulmonary Artery for Large Isolated Ventricular Septal Defect With and Without Transposition of the Great Arteries.

Ann Thorac Surg 1972;13:351–5.

**14–Mahle S, Nicoloff DM, Knight L., Moller JH.**

Pulmonary Artery Banding: Long–Term Results in 63 Patients.

Ann Thorac Surg 1979;27:216–24.

**15–Yuan SM, Jing H.**

Palliative procedures for congenital heart defects.

Archives of Cardiovascular Disease 2009 ;102,549–57.

**16–Young JN, Piancastelli MC, Harrell JE, Hardy JC,. Ahearn EN, Ecker RR.**

Internal banding for palliation of truncus arteriosus in the neonate.

Ann Thorac Surg 1989;47:620–2.

**17–Stewart S.**

Correction of Truncus Arteriosus After Pulmonary Artery Banding.

Ann Thorac Surg 1975; 20:713–5.

**18–Kitahori K, Murakami A, Takaoka T, Takamoto S, Ono M.**

Precise evaluation of bilateral pulmonary artery banding for initial palliation in high-risk hypoplastic left heart syndrome.

The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, 2010; 140:1084, 91.

**19– Corno AF.**

Pulmonary artery banding

Swiss Med Wkly 2005; 135:515–9.

**20–Ishizaka T, Ohye RG, Suzuki T, Devaney EJ, Bove EL.**

Bilateral pulmonary artery banding for resuscitation in hypoplastic left heart syndrome.

Ann Thorac Surg 2003; 75:277–9.

**21– Connor AJ, Thiagarajan R.**

Hypoplastic left heart syndrome.

Orphanet Journal of Rare Diseases 2007; 2:23–9.

**22– Pizarro C, Norwood WI.**

Pulmonary Artery Banding Before Norwood Procedure

Ann Thorac Surg 2003;75:1008–10.

**23– Beghetti M, Genève G, Renzo G, Gall.**

Hypoplasie du cœur gauche: Diagnostic, traitement et prognostic.

Paediatrica 2005 ; 5 :26–9.

**24–Schranz D, Veldman A, Bartram U, Michel–Behnke I, Bauer J, Akintürk H et al.**

Pulmonary artery banding for idiopathic dilative cardiomyopathy: A novel therapeutic strategy using an old surgical procedure.

The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2007; 134 :796–797.

**25–Stark J, Berry CL, Silove ED.**

The Evaluation of Materials Used for Pulmonary Artery Banding. Experimental Study in Piglets.

Ann Thorac Surg 1972;13:163–9.

**26–Cordell AR, Suh SH.**

The Pulmonary Artery Lesion after Banding: Influence of Different Materials.

Ann. Surg, 1974; 179:805–11.

**27–JORDANA F, COLAT–PARROS J.**

Fils de suture et colles chirurgicales.

Université Médicale Virtuelle Francophone, 2010 ; 1–19.

**28–Bailey JS.**

New Instrument for Banding of the Pulmonary Artery for Ventricular Septal Defect.

British Medical Journal. 1967; 12:97–9.

**29–Goldblatt A, Bernhard W, Nadas AS, Gross RE.**

Pulmonary Artery Banding: Indications and Results in Infants and Children.

Circulation 1965; 32:172–184.

**30–Shumacker HB, Mandelbaum I.**

Clinical Evaluation of Dacron Suture Material.

Archives of Surgery 1961; 83: 647–9.

**31–Takayama H, Sekiguchi A, Chikada M, Noma M, Ishizawa A, S Takamoto.**

Mortality of pulmonary artery banding in the current era: recent mortality of PA Banding.

Ann Thorac Surg 2002;74:1219–24.

**32–Jonas RA, DiNardo J, Laussen PC, Howe R, LaPierre R, Matte G.**

Comprehensive Surgical Management of Congenital Heart Disease.

First edition, Great Britain, Richard A Jonas 2004. 544p, ISBN 978 0 340 80807 8.

**33–Rohmer J, Brom AJ, Nauta J.**

Bands Inside the Pulmonary Artery: A Complication of the Dammann–Muller Procedure.

Ann Thorac Surg 1967; 3:449–54.

**34–Oka N, Brizard CP, Liava M, Udekem Y.**

Absorbable pulmonary arterial banding: An optimal strategy for muscular or residual ventricular septal defects.

The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, 2011; 141:1081–2.

**35–Bonnet D, Sidi D, Vouhé PR.**

Absorbable Pulmonary Artery Banding in Tricuspid Atresia.

Ann Thorac Surg 2001;71:360–1.

**36– Corno AF, Sekarski N, Bernath AM, Payot M, Tozzi P, von Segesser LK.**

Pulmonary artery banding: long–term telemetric adjustment.

European Journal of Cardio–thoracic Surgery 2003; 23:317–22.

**37–Bonnet D, Corno AF, Sidi D, Sekarski N, Beghetti M, Schulze–Neick I et al.**

Early Clinical Results of the Telemetric Adjustable Pulmonary Artery Banding FloWatch–PAB.

Circulation 2004 ;110: 158 –63.

**38– Kalavrouziotis G, Karanasios E, Konstandopoulou G, Paphitis C.**

Telemetrically Adjustable Pulmonary Artery Banding: First Application in Greece.

Hellenic J Cardiol 2008; 49:195–8.

**39–Le Bret E, Bonhoeffer P, Folliguet TA, Sidi D, Laborde F, de Leval MR et al.**

A new percutaneously adjustable, thoracoscopically implantable, pulmonary artery banding: an experimental study.

Ann Thorac Surg 2001;72:1358-61.

**40- Assad RS, Zamith MM, Silva MF, Thomaz PG, Miana LA, Guerra VC et al.**

A Novel Adjustable Pulmonary Artery Banding System for Hypoplastic Left Heart Syndrome.

Ann Thorac Surg 2007;84:2081-4.

**41- Albus RA, Trusler GA, Izukawa T, Williams WG.**

Pulmonary artery banding.

The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery 1984; 88: 645-53.

**42- de Souza Neto EP, Neidecker J, Lehot JJ,**

Anesthésie réanimation en chirurgie cardiaque du nouveau-né et du nourrisson.

EMC-Anesthésie Réanimation 1, 2004 ; 154-87.

**43- Sarnier JB , Levine M, Davis PJ, Lerman J, Cook DR, Motoyama EK.**

Clinical characteristics of sevoflurane in children. A comparison with halothane.

Anesthesiology 1995;82:38-46.

**44-Morrow AG, Braunwald NS.**

The Surgical Treatment of Ventricular Septal Defect in Infancy: The Technic and Results of Pulmonary Artery Constriction.

Circulation 1961;24:34-40.

**45-Serref A, Belli E, Planché C.**

Traitement chirurgical de la transposition complète des gros vaisseaux.

Encyclopédie médico-chirurgicale (Elsevier Masson SAS) 42-817 (2004).

**46-Luciani GB, Piccin C, Mazzucco A.**

Minimal-access median sternotomy for repair of congenital heart defects.

J Thorac Cardiovasc Surg 1998;116:357-8.

**47-Dajee H, Benson L, Laks H.**

An Improved Method of Pulmonary Artery Banding.

Ann Thorac Surg 1984;37:254-7.

**48-Laks H, Odim JN, Sadeghi AM, Allada V.**

The incisional pulmonary artery band.

Ann Thorac Surg 1999;67:1813-4.

**49-Corno AF.**

Revised pulmonary artery banding.

Ann Thorac Surg 2000;69:1295-6.

**50-Reid JM, Barclay RS, Coleman EN, Stevenson JG, Welsh TM, McSwan N.**

Pulmonary artery banding in congenital heart disease associated with pulmonary hypertension.

Thorax 1968; 23: 385-91.

**51-Joe R. Utley.**

Hemodynamic Observations During and After Pulmonary Artery Banding.

Ann Thorac Surg 1973;15:493-509.

**52-Albert H, Fowler R, Craighead CC, Glass BA , Atik M.**

Pulmonary Artery Banding: A Treatment for Infants with Intractable Cardiac Failure due to  
Interventricular Septal Defects

Circulation 1961; 23:16-20.

**53-LitwinSB.**

Color Atlas of Congenital Heart Surgery.

Second Edition.USA: Springer Science+Business Media, LLC.2007,479p.ISBN-10: 0-387-35415-8

**54- Rault Ph.**

Oxymétrie de pouls

Adrenaline 112, 2008. Disponible sur: <<http://www.adrenaline112.org/urgences/index.html>>

(Consulté le 13/02/2012).

**55-Haerrig VE.**

L'oxymétrie de pouls : la saturation pulsée en oxygène : SPO2.

Soins-infirmiers, 2008. Disponible sur:

<[http://www.soinsinfirmiers.com/oxymetrie\\_de\\_pouls\\_saturation\\_en\\_oxygene.php](http://www.soinsinfirmiers.com/oxymetrie_de_pouls_saturation_en_oxygene.php)>

(Consulté le 13/02/2012)

**56-Patel RG, Ihenacho HNC, Abrams LD, Astley R, Parsons CG, Roberts KD et al.**

Pulmonary artery banding and subsequent repair in ventricular septal defect.

British Heart Journal, 1973; 35:651-6.

**57-Higashino SM, Moss AJ.**

Pulmonary Artery Banding: the Electrocardiogram as an Aid in Selection of Patients for Operation.

Brit. Heart J., 1967; 29:252-6.

**58-Cayler GG, Rainey GW, Smeloff EA, Cartwright RS, Tassopoulos NM, Carter DR.**

Pulmonary Artery Banding in Infants with Cardiac Anomalies Other Than Ventricular Septal

Defects: Including an Evaluation of a New Technic for Determining a Critical Degree of Banding.

Dis Chest 1965; 47:88-97.

**59-Valente AS, Mesquita F, Mejia JAC, Maia IC, Maior MS, Branco KC et al.**

Pulmonary artery banding: a simple procedure? A critical analysis at a tertiary center.

Rev Bras Cir Cardiovasc 2009; 24(3):327-33.

**60-Andropoulos DB, Stayer SA, Russell IA.**

Anesthesia for Congenital Heart Disease .

2005 by Futura, an imprint of Blackwell Publishing. 2005, 500p. ISBN: 1-4051-2060-6.

**61- Sreeram N, Jagtap R., Silove ED, Brawn WJ, Sethia B.**

Intraoperative Epicardial Echocardiography in Assessing Pulmonary Artery Banding Procedures.

Ann Thorac Surg 1995; 60:1778-82.

**62-Talwar S, Choudhary SK, Mathur A, Airan B, Singh R, Juneja R.**

Changing Outcomes of Pulmonary Artery Banding With the Percutaneously Adjustable Pulmonary Artery Band.

Ann Thorac Surg 2008; 85:593-8.

**63-Kerbaul F, Gouin F.**

Hypertension artérielle pulmonaire en anesthésie-réanimation.

Mapar 2003 ; 487-502.

**64- Mauriat Ph.**

HTAP post-opératoire : diagnostic et traitement.

DIU CC -2011-2012.

**65-Hunt C, Formanek G, Levine MA, Castaneda A, Moller JH.**

Banding of the Pulmonary Artery: Results in 111 Children.

Circulation 1971, 43:395-406.



أَقْسِمُ بِاللَّهِ الْعَظِيمِ  
أَنْ أُرَاقِبَ اللَّهَ فِي مِهْنَتِي.

وَأَنْ أَصُونُ حَيَاةَ الْإِنْسَانِ فِي كَافَّةِ أَطْوَارِهَا فِي كُلِّ الظُّرُوفِ وَالْأَحْوَالِ بِإِدْلَالٍ وَسَعْيٍ فِي اسْتِنْقَازِهَا مِنْ  
الْهَلَاكِ وَالْمَرَضِ وَالْأَلَمِ وَالْقَلْقِ.

وَأَنْ أَحْفَظَ لِلنَّاسِ كَرَامَتَهُمْ، وَأَسْتُرَ عَوْرَتَهُمْ، وَأَكْتُمَ سِرَّهُمْ.

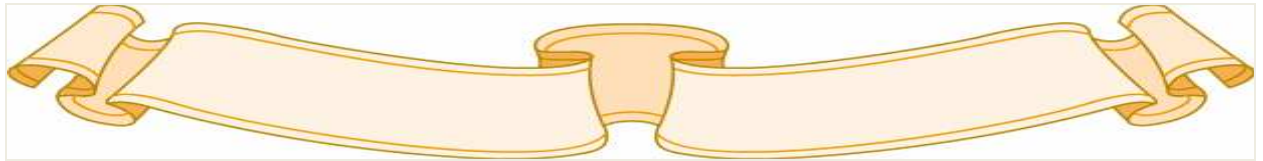
وَأَنْ أَكُونَ عَلَى الدَّوَامِ مِنْ وَسَائِلِ رَحْمَةِ اللَّهِ، بِإِذْنِ رِعَايَتِي الطَّبِيبَةَ لِلْقَرِيبِ وَالْبَعِيدِ، لِلصَّالِحِ وَالطَّالِحِ، وَالصَّدِيقِ  
وَالْعَدُوِّ.

وَأَنْ أَثَابِرَ عَلَى طَلَبِ الْعِلْمِ، أَسْخِرَهُ لِنَفْعِ الْإِنْسَانِ . لَا لِأَذَاهِ.

وَأَنْ أُوَقِّرَ مَنْ عَلَّمَنِي، وَأُعَلِّمَ مَنْ يَصْغُرَنِي، وَأَكُونَ أَخًا لِكُلِّ زَمِيلٍ فِي الْمِهْنَةِ الطَّبِيبَةِ  
مُتَعَاوِنِينَ عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَى.

وَأَنْ تَكُونَ حَيَاتِي مِصْدَاقَ إِيمَانِي فِي سِرِّي وَعَلَانِيَتِي، نَفْيَةً مِمَّا يَشِينُهَا تَجَاهَ اللَّهِ وَرَسُولِهِ وَالْمُؤْمِنِينَ.

وَاللَّهُ عَلَى مَا أَقُولُ شَهِيدٌ





# جامعة القاضي عياض كلية الطب و الصيدلة مراكش

أطروحة رقم 82

سنة 2012

## دور الدراسة الحيوية المباشرة لضغوط الشرايين الرئوية في معايرة ربط الشريان الرئوي تجربة قسم جراحة القلب و الشرايين بالمركز الإستشفائي الجامعي بمراكش

### الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم

### من طرف

السيد زكرياء عزيز

المزداد في 25 مارس 1985 باليوسفية

### لنيل شهادة الدكتوراة في الطب

#### الكلمات الأساسية :

ربط-الشريان الرئوي-الدراسة الحيوية-فارق الضغط عبر الربط

### اللجنة

الرئيس

السيد ع. أبوالسعد

أستاذ في طب الموالي

المشرف

السيد د. بومزبرة

أستاذ في جراحة القلب والشرايين

السيد ع. الخاتوري

أستاذ في أمراض القلب

السيد م. الحطاوي

أستاذ مبرز في أمراض القلب

السيد س. يونس

أستاذ مبرز في طب الإنعاش و التخدير

السيد س. أمل

أستاذ في طب الجلد

الحكام