



Fermeture percutanée de canal artériel persistant, quelle prothèse faut-il choisir ?

Trans-Catheter Closure of Patent Ductus Arteriosus, which device should we use?

Rym Gribaa, Sami Ouannes, Heithem Tangour, Sameh Ben Farhat, Houssein Thabet, Mehdi Slim, Aymen Elheraiche, Elyes Neffati

Service de cardiologie hôpital de Sahloul, Faculté de médecine de Sousse, Université de Sousse

RÉSUMÉ

Introduction : Malgré l'habileté et l'expérience de l'opérateur dans la fermeture percutanée de canal artériel persistant (CAP), des complications peuvent survenir lors de la procédure de fermeture percutanée. Pour pallier à ces complications, le choix du dispositif doit être adapté à chaque patient.

Objectif : Rappporter l'expérience du service de cardiologie dans la fermeture percutanée de CAP et de déterminer les facteurs influençant le choix de la prothèse.

Méthodes : Notre étude a inclus les patients porteurs d'un CAP et hospitalisés en vue d'une procédure de fermeture percutanée, de Septembre 2003 à Juin 2016.

Résultats : Cent cinquante-trois patients successifs ont été inclus dans l'étude. La fermeture percutanée a été récusée chez 9 patients. Le CAP a été fermé avec succès chez 140 patients. Des complications sont survenues chez 11 patients. Il s'agit de 3 cas de migration du dispositif, 4 cas de protrusion du dispositif dans l'isthme aortique, 3 cas de protrusion dans l'artère pulmonaire et un hématome inguinal dans un cas. Trois facteurs prédictifs de survenue des complications : un âge inférieur à 2 ans, un canal tubulaire de type C et un ratio diamètre canal/poids > 0,95. Un shunt résiduel minime a été constaté à la fin de la procédure chez 22,85% des patients. Les facteurs prédictifs de shunt résiduel sont : un âge inférieur à 2 ans, un diamètre pulmonaire du CAP plus large, la présence d'une hypertension artérielle pulmonaire et un canal tubulaire de type C.

Conclusion : Le choix de la prothèse dépend essentiellement de l'âge, du poids et de l'anatomie du canal.

Mots clés : Canal artériel persistant, Fermeture percutanée, prothèse

ABSTRACT

Introduction : Despite the operational experience in the percutaneous closure of Patent ductus arteriosus (PDA), complications can arise during the procedure. To overcome these complications the choice of the device must be adapted to each patient.

Aim : To report the experience of the cardiology department in the transcatheter device closure of PDA and to determine the influencing factors of choice of the device.

Methods : Our study included patients with patent ductus arteriosus that are admitted for transcatheter closure, between September 2003 and June 2016.

Result : One hundred and fifty-three patients were included in our study. Transcatheter closure was not done in 9 cases. The transcatheter closure was successful in 140 patients.

The complications were observed in 11 patients that includes device embolization in 3 cases, aortic protrusion in four cases pulmonary protrusion in three cases and inguinal hematoma in one another. Three predictive factors of complications were: age < 2 years, tubular PDA type C and ratio duct diameter/weight > 0.95.

A mild residual shunt was observed at the end of the procedure in 22.85 % of the patients. The risk of residual shunt was significantly increased when the age < 2 years, the large PDA, the presence of pulmonary hypertension and the tubular C PDA.

Conclusion : The choice of the device depends essentially on age, the weight and the duct anatomy.

Keywords: patent ductus arteriosus, transcatheter closure, device

Correspondance

Rym Gribaa

Service de cardiologie hôpital de Sahloul / Faculté de médecine de Sousse -Université de Sousse

e-mail : rym_gribaa@yahoo.fr

INTRODUCTION

Le canal artériel persistant (CAP) est une cardiopathie congénitale fréquente. Elle survient chez 1 sur 2500 à 1 sur 5000 naissances vivantes (1).

Depuis le succès de la première fermeture percutanée de CAP, réalisée par Porstman en 1967 (2), de nombreux dispositifs ont été développés et validés dans cette indication. Cette technique est rapidement devenue le traitement de choix des CAP.

Le taux de succès de cette technique atteint aujourd'hui les 99 % dans les séries publiées incluant les patients de tout **âge** (3-5). Cependant malgré l'habileté et l'expérience de l'opérateur, des complications peuvent survenir lors de la procédure de fermeture percutanée tels que la migration de la prothèse, la protrusion aortique ou pulmonaire et le shunt résiduel. Pour pallier à ces complications, le choix du dispositif doit être adapté aux patients ainsi qu'aux caractéristiques anatomiques du CAP.

L'objectif de l'étude est de rapporter l'expérience du service de cardiologie dans la fermeture percutanée de CAP et de déterminer les facteurs influençant le choix de la prothèse.

MÉTHODES

Notre étude est rétrospective, analytique, mono-centrique. Elle a été menée dans le service de cardiologie interventionnelle du Centre hospitalo-universitaire. Notre étude a inclus 153 patients successifs, porteurs de CAP et hospitalisés en vue d'une fermeture percutanée, dans le service de Cardiologie, de Septembre 2003 à Juin 2016. Ils ont été exclus de l'étude, les patients porteurs de CAP avec indication chirurgicale. Les données cliniques, échographiques et angiographiques ont été recueillies à partir des dossiers cliniques des patients.

L'échocardiographie Doppler a été réalisée chez tous les patients en utilisant un échographe HP SONOS 5500 ou une plate-forme échographique cardiovasculaire Vivid E9. L'échographie cardiaque transthoracique a permis de mesurer le diamètre du CAP et évaluer son retentissement sur les cavités cardiaques gauches et les pressions pulmonaires.

La procédure comporte une visualisation angiographique du canal. Nous avons utilisé la classification de Krichenko

(6), qui classe le CAP selon sa forme et sa position par rapport à la trachée, en 5 types. Le cathétérisme cardiaque a permis aussi, chez les patients avec hypertension artérielle pulmonaire (HTAP) sévère à l'échographie, de mesurer les pressions pulmonaires et de préciser son caractère réversible en cas d'HTAP.

Deux abordos fémoraux, l'un artériel et l'autre veineux, selon la technique de Seldinger, ont été réalisés chez tous les patients.

Quatre types de dispositifs ont été utilisés dans notre série : l'Amplatzer Duct Occluder I (ADO I), l'Amplatzer Duct Occluder II (ADO II), le Occlutech Occluder et les coils.

- La procédure est réussie lorsque le patient quitte la salle de cathétérisme avec un dispositif en place au niveau de son CAP sans shunt résiduel significatif ni migration.

-Les principales complications recherchées en fin de procédure sont : La protrusion du dispositif dans les structures vasculaires adjacentes notamment dans l'aorte ou l'artère pulmonaire. La migration du dispositif en per ou en post procédure immédiat. L'hémolyse qu'on recherche systématiquement par le contrôle de la couleur des urines ainsi que par une numération formule sanguine (NFS) le jour suivant la procédure. Les complications vasculaires aux points de ponction à type d'hématome ou d'ischémie aigue du membre inférieur ou de thrombose veineuse.

L'étude statistique a été effectuée à l'aide du logiciel "Statistical Package for Social Sciences", version 20.0. Les données quantitatives ont été exprimées sous forme de moyennes \pm déviation standard (SD) ou de médiane. Une valeur de $p < 0,05$ a été considérée comme statistiquement significative.

RÉSULTATS

Caractéristiques cliniques, échocardiographiques et angiographiques

153 patients ont été inclus dans notre étude. Les caractéristiques épidémiologiques et cliniques sont résumées sur le tableau 1.

Tableau 1. Principales caractéristiques cliniques.

Variables	N (%) ou moy ± SD (extrêmes)
Nombre de patients	153
Sex-ratio F/M	98/55
Age moyen au diagnostic (mois ± SD) (extrêmes)	47,18±22,5 (J1 de vie à 393 mois)
Age moyen lors du cathétérisme cardiaque (mois ± SD) (extrêmes)	73,68± 79,8 (3 à 636 mois)
Poids moyen (kg ± SD) (extrêmes)	16,14±12,24 (3,2 kg à 59 kg)
Trisomie 21(%)	17 (11,1)
Dyspnée (%)	70 (45,75)
Bronchites à répétition (%)	68 (44,45)
Insuffisance cardiaque (%)	26 (17)
Souffle cardiaque (%)	141 (92,15)
Déficit pondéral (%)	33 (21,56)
Retard statural(%)	9 (5,88)

Les résultats de l'ECG, la radiographie du thorax et la biologie sont résumées sur le tableau 2.

Tableau 2. Principales caractéristiques paracliniques.

Variables	N (%) ou moy ± SD (extrêmes)
ECG pathologique	97 (63,39)
HVG	52 (37,9)
HVD	58 (34)
BBDc	25 (16,33)
BBDi	7 (4,57)
REE	1 (0,65)
Index cardio-thoracique	0,55 ±0,07 (0,4 à 0,73)
Cardiomégalie	84 (54,9)
Signes d'œdème pulmonaire	12 (7,84)
Dilatation du tronc de l'AP	49 (32)
Anémie	70 (45,75)

ECG : électrocardiogramme, HVG : hypertrophie ventriculaire Gauche, HVD : hypertrophie ventriculaire droite, BBDc : bloc de branche droit complet, BBDi : bloc de branche droit incomplet, REE : réentrainement électro systolique

Selon l'étude échocardiographique, le diamètre minimal moyen du CAP dans notre étude a été de 4,73±1,58 mm. Le VG a été dilaté chez 113 patients (73,85 %). Des malformations cardiaques associées au CAP ont été observées chez 29 patients (18,95 %). La CIA a été la malformation associée la plus fréquente.

L'étude hémodynamique et angiographiques a montré une grande diversité dans les types et les formes de CAP. Les caractéristiques anatomiques sont résumées dans le tableau 3.

Tableau 3. Caractéristiques angiographiques du canal artériel, en fonction de son type anatomique.

Type anatomique	N (%)	Diamètre pulmonaire Moyenne	Diamètre aortique Moyenne	Longueur Moyenne
A	97 (63,4)	2,98 ± 1,51	9,4 ± 3,9	4,94 ± 3,05
B	2 (1, 3)	4,01 ± 0,35	4,75 ± 0,35	1,15 ± 0,05
C	30 (19,6)	5,33 ± 2,28	7,15 ± 3,16	5,89 ± 3,09
D	1 (0,65)	2	2	3,20
E	23 (15,03)	2,77 ± 1,5	8,51 ± 4,03	7,37 ± 1,96
Total	153 (100)	3,39 ± 1,89	8,7 ± 3,9	5,38 ± 3,05

Le type anatomique A a été le plus fréquemment observé dans notre série. La longueur moyenne du CAP a été de 5,38±3,05mm.

Procédure de fermeture percutanée

Sur les 153 patients inclus dans notre étude, la procédure a été récusée sur les données de l'angiographie ou du cathétérisme cardiaque chez 9 patients.

Chez 9 patients (6,16%), le CAP n'a pas été fermé pour différentes raisons :

- Chez 5 patients, le canal a été jugé trop petit sur les données de l'angiographie.
- Chez 3 autres patients, le canal n'a pas été fermé par manque de prothèse adéquate.
- Dans le dernier cas, le CAP a été associé à une large communication interventriculaire (CIV), avec une HTAP majeure réversible. La décision a été la fermeture chirurgicale.

Tableau 4. Caractéristiques du canal artériel et de la voie d'abord, en fonction du dispositif mis en place.

Type anatomique	Non fermé (%)	ADOI	ADOII	Occlutech	Coils	Total
A	8 (5,2%)	72	9	3	5	97
B	0	1	0	1	0	2
C	3 (1,96%)	20	2	3	2	30
D	0	1	0	0	0	1
E	2 (1,3%)	10	7	3	1	23
Total	13 (8,49%)	104	18	10	8	153
Diamètre pulmonaire du CAP (mm)	3,74 (0,83-8,9)	3,51 (1,12-9)	2,88 (0,88-5,68)	4,14 (0,62-9)	1,56 (0,88-2,31)	3,41 (0,62-9)
Diamètre aortique du CAP (mm)	6,69 (2-10)	9,41 (2-21,36)	7,76 (3,5-12,48)	6,94 (3,5-16)	3,83 (2-7,44)	8,80 (2-21,36)
Longueur CAP (mm)	6,45 (1,36-25)	5,23 (1,7-15,57)	6,06 (2,29-10,30)	4,51(1,15-4,57)	6,38 (3,2-9,57)	5,35 (1,15_25)
Pressions pulmonaires (mm Hg)	38,33±15,75	28,75±17,86	28,16±12	45±30	30±42,42	29,25±18,26
Technique :	#					
A travers l'AP :		104	13	10	0	127
A travers l'aorte :		0	5	0	8	13

ADO I : Amplatzer Duct Occluder I , ADO II : Amplatzer Duct Occluder II, AP artère pulmonaire

Une fermeture de CAP par voie percutanée a été abordée chez 144 patients.

Le choix du dispositif de fermeture s'est principalement basé sur les données de l'angiographie. Le tableau 4

résume les dispositifs mis en place.

Résultats de la procédure fermeture percutanée

Le CAP a été fermé avec succès chez 140 des 144 patients restants (97,22%).

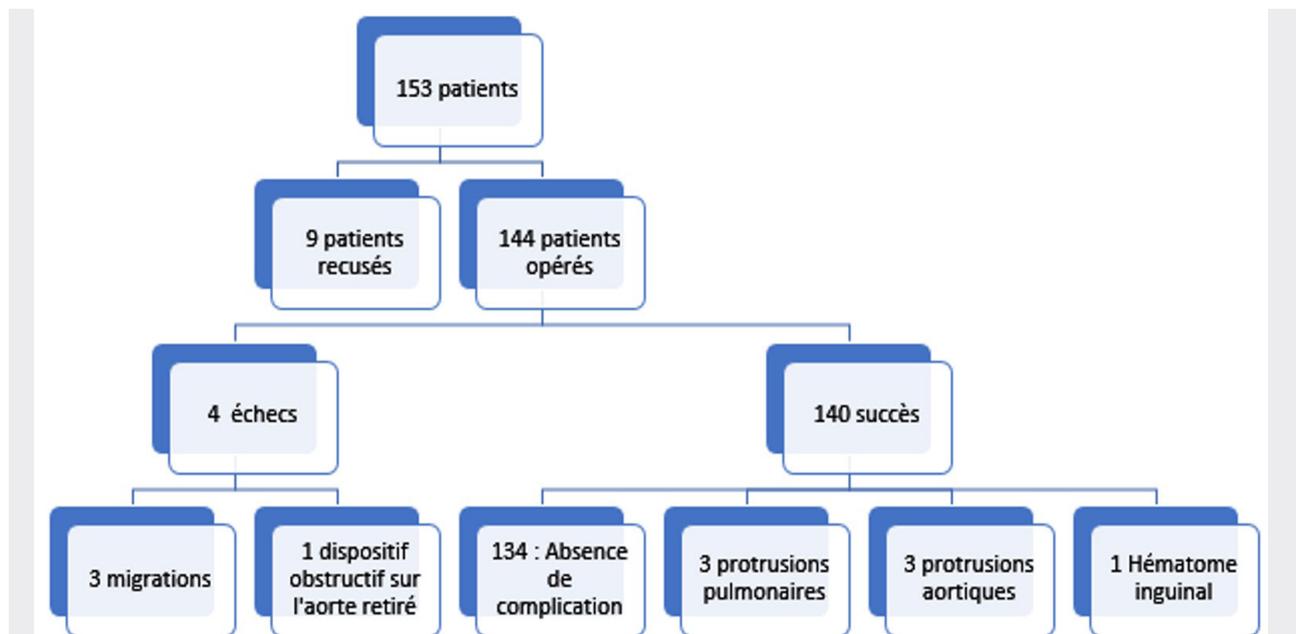


Figure 1. Schéma récapitulatif de l'avènement des 153 patients de notre série

Des complications à court terme liées à la procédure ont été recensées. En effets parmi les 153 patients de notre étude, onze patients (7,18%) ont présenté des complications liées à la procédure (figure 1).

- Trois patients ont présenté une protrusion pulmonaire du dispositif.

Dans le premier cas, le CAP a été de type A, avec un diamètre pulmonaire étroit de 0,88 mm. Le canal a été fermé par un dispositif ADO II 4/4. Le contrôle échographique a montré une prothèse moyennement sténosante sur la voie pulmonaire avec un gradient moyen de 25 mm Hg. Dans les deux autres cas, le CAP a été aussi de type A. La procédure a été réalisée par des prothèses ADO II dans les deux cas avec de bon résultat immédiat. Le contrôle échocardiographique dans les 24 heures, a révélé une accélération du flux pulmonaire sans sténose significative.

-Quatre patients ont présenté une protrusion aortique du dispositif

Le premier patient, a été un nourrisson, âgé de 6 mois, pesant 6 kilogrammes et porteur d'un canal de type B dont l'extrémité pulmonaire mesurait 8,9 mm. La première tentative de fermeture percutanée du canal par un dispositif de type ADO I 10/8 a échoué, car la taille du dispositif a été inférieure à la taille du canal. Une seconde tentative a été réalisée par un dispositif ADO I 14/12, mais ce dernier a été obstructif sur l'aorte. La fermeture chirurgicale a été indiquée.

Le deuxième cas est celui d'un nourrisson, âgé de 13 mois, porteur d'un CAP isolé, tubulaire, de type C, faisant 5,49 mm du côté pulmonaire. Une fermeture par un ADO 10/8 a été réalisée. Le contrôle échographique post procédural a montré une protrusion importante du dispositif dans l'aorte, avec un gradient moyen à 27mm et maximal à 47mmHg. La décision a été de respecter cette obstruction tout en espérant sa régression au cours de la croissance de l'aorte.

Le troisième cas est celui d'un nourrisson âgé de 2 ans, porteur d'un canal tubulaire, de type C, large, faisant 8mm de diamètre. Il a été fermé par un ADO I 8/10. Une protrusion du dispositif dans la lumière aortique a été notée au contrôle échographique avec un gradient maximal de 41mmHg. La décision a été de respecter cette obstruction avec une surveillance clinique et échographique rapprochée.

-Deux patients ont présenté une migration du dispositif dans l'artère pulmonaire :

La première patiente, âgée de 16 mois, eutrophique, portait un canal de type C, dont le diamètre pulmonaire mesurait 3,37 mm. La fermeture a été réalisée par voie trans-pulmonaire par un dispositif ADO I 6/4. Le largage du dispositif s'est compliqué de la migration de ce dernier dans l'AP. Le recours à la chirurgie pour extraire le dispositif piégé a été jugé inutile et le dispositif a été laissé en place. Deux mois plus tard la patiente a bénéficié d'une fermeture de son canal par un ADO I plus large de 8/6. La procédure s'est déroulée sans incidents avec un bon résultat immédiat.

Le second patient a été un nourrisson de 3 mois, pesant 6 kilogrammes et ayant un canal de type C, dont l'extrémité pulmonaire mesurait 5,68 mm. La fermeture percutanée du CAP a été réalisée par un dispositif ADO II 5/6. Le contrôle angiographique a objectivé un dispositif instable ayant migré dans l'AP droite. Le dispositif a été retiré par voie percutanée. Le nourrisson a ensuite été adressé en chirurgie pour une fermeture chirurgicale de son CAP.

-Un seul patient a présenté une migration aortique du dispositif :

Il s'agit d'un garçon de 5 ans, ayant un petit canal de type A, dont la fermeture par un ADO II a été tenté par voie rétrograde. Le contrôle angiographique en fin de procédure a objectivé la migration de l'Amplatzer dans l'aorte. Le dispositif a été retiré par un lasso et le canal a été jugé trop petit et a été respecté.

-Un seul cas d'hématome inguinal a été recensé dans notre série.

-Aucun patient n'a été décédé dans les suites immédiates de la procédure.

-Aucun cas d'hémorragie majeure, ni de tamponnade n'a été survenu dans les suites immédiates de la procédure.

- La surveillance systématique des urines n'a pas montré d'hématurie chez aucun patient, écartant la survenue d'une hémolyse.

Facteurs prédictifs des complications liées à la procédure :

L'analyse par régression binaire logistique des facteurs prédictifs des complications a identifié trois facteurs associés de façon significative à la survenue de complications : un âge inférieur à 2 ans, un canal tubulaire de type C et un ratio diamètre canal/poids >0,95.

-Sur les 140 patients ayant bénéficié avec succès de la fermeture percutanée du CAP, un shunt résiduel a été

constaté lors du contrôle angiographique réalisé à la fin de la procédure, chez 22,85% des patients (n = 32). Il a été minime dans tous les cas. Le contrôle échographique réalisé systématiquement 24 heures post procédure, le shunt **résiduel a été retrouvé chez** seulement 24 patients (17,14%).

L'analyse multi variée des facteurs susceptibles d'élever le risque de shunt résiduel à la fin de la procédure a identifié quatre paramètres significatifs : un âge inférieur à 2 ans, un diamètre pulmonaire du CAP plus large, l'HTAP et un canal tubulaire de type C (tableau 5).

Tableau 5. Fréquence du shunt résiduel angiographique, en fonction des paramètres cliniques, de la morphologie du canal et du dispositif utilisé, dans notre série.

	Patients avec shunt résiduel (n= 32)	Patients sans shunt résiduel (n = 108)	p
Age (mois)	72,11	74,73	0,286
Age < 2ans	21	31	0,001
Sexe (M/F)	11/21	38/70	0,513
Poids (kg)	13,92	15,84	0,997
ADOI	24	80	0,397
ADO II	6	12	0,618
Occlutech	1	9	0,544
Coils	1	7	0,205
Diamètre pulmonaire du canal (mm)	4,06± 2,23	3,07± 1,52	0,002
Diamètre aortique du canal (mm)	8,62 ±3,05	9,24 ± 4,10	0,085
Longueur du canal (mm)	5,54 ±2,81	5,54±2,81	0,960
PAPs (mmHg)	31,92±21,97	27,65±16,77	0,159
HTAP	15	32	0,018
Type A	18	70	0,09
Type B	1	1	0,408
Type C	9	18	0,05
Type E	4	17	0,467

DISCUSSION

-Dans notre série, le CAP a été fermé avec succès chez 140 patients. Des complications sont survenues chez 11 patients. Il s'agit de 3 cas de migration de la prothèse, 4 cas de protrusion dans l'isthme aortique, 3 cas de

protrusion dans l'artère pulmonaire et un cas d'hématome inguinal. . Un shunt résiduel minime a été constaté à la fin de la procédure chez 22,85% des patients.

Trois facteurs prédictifs de survenue des complications ont été retrouvés dans notre série : un âge inférieur à 2 ans, un canal tubulaire de type C et un ratio diamètre canal/poids > 0,95.

Grâce à la grande variété des dispositifs disponibles sur le marché, la fermeture percutanée d'un CAP est le plus souvent réalisable, en dépit de la diversité des formes anatomiques des CAP. Les complications sont devenues de plus en plus rares et la fermeture percutanée est devenue la technique de référence du traitement du CAP. Mais quelle prothèse faut-il choisir et quelle est la taille la plus adaptée pour éviter les complications ?

La majorité des fabricants recommandent d'utiliser un dispositif dont le plus petit diamètre dépasse celui du CAP d'au moins deux millimètres (8). Cette marge de surdimensionnement du dispositif de fermeture permet le plus souvent de garantir une excellente étanchéité de la fermeture et de réduire au maximum le shunt résiduel. Elle peut, cependant, s'avérer parfois insuffisante pour assurer la stabilité du dispositif, en particulier pour les canaux tubulaires ou de petit diamètre. Cette recommandation a été appliquée pour tous les patients de notre série. C'est aussi le cas de la quasi-totalité des séries publiées, avec les différents dispositifs existant sur le marché (9). Le franchissement du canal par un guide peut, en effet, entraîner un spasme ductal pouvant induire une sous-estimation du diamètre du canal (10). Cette sous-estimation de diamètre du canal s'est produite chez deux des patients de notre série.

- Dans notre étude, sept patients ont présenté une protrusion de la prothèse dont 5 patients sont âgés de moins de 2 ans. La protrusion peut se voir dans toutes les formes anatomiques de CAP, même dans le type A qui est la plus favorable à la fermeture percutanée (11). Dans notre série trois parmi des 7 patients, ont été porteurs d'un canal conique de type A.

La protrusion dans l'AP est plus fréquente mais moins grave que la protrusion aortique. Elle est rarement responsable d'une altération de la vascularisation pulmonaire. Par contre, la protrusion dans l'aorte expose au risque de réduction de la lumière aortique par le disque de rétention du dispositif. Elle peut être détectée lors de l'angiographie de contrôle, ou par la constatation d'un gradient de pression aortique lors du retrait de la sonde.

La protrusion du dispositif est souvent due à la disproportion entre la taille du dispositif et la faible corpulence des patients, habituellement des jeunes enfants. Par conséquent pour éviter le risque de protrusion du dispositif, il faut aussi tenir compte de la surface corporelle dans le choix de la taille de celle-ci.

Dans notre série 145 prothèses ont été utilisées dont 140 avec succès, 3 ayant migrées, et 2 prothèses retirées car obstructives. Le dispositif le plus utilisé était l'ADOI dans 104 cas (74,28%). Le dispositif ADO II a été utilisé chez 18 patients (12,85%). L'Occlutech Occluder a été placé chez 10 patients (7,1% des cas) et les coils ont été utilisés chez 8 patients (5,77%).

Concernant la fermeture percutanée par coil, le canal a été de type A dans 5 cas, de type C dans deux cas et de type E dans un cas. Aucun cas de migration de coil n'a été recensé dans notre série.

La fermeture par coil est une technique sûre et validée pour la fermeture des canaux artériels de petits diamètres. Pour minimiser le risque de shunt résiduel et d'embolisation du coil, il faut que la longueur du canal soit au moins trois fois supérieure à son plus petit diamètre ou simplement que le diamètre minimal du canal artériel soit inférieur à 1,5-2 mm (12, 13).

Ils sont très efficaces pour la fermeture des canaux de petits diamètres mais restent peu adaptés pour les canaux larges où le taux d'embolisation et de shunt résiduel est alors trop important (14).

L'utilisation des prothèses Amplatzer duct occluder ou équivalent permet de s'adapter aux différentes formes et tailles de canaux artériels. Leur forme symétrique permet une fermeture de canal artériel par voie aussi bien antérograde que rétrograde. Les tailles additionnelles permettent de fermer des canaux chez des nourrissons de faible poids et chez les prématurés (15-17). Cependant, des cas de migration du dispositif ont été rapportés aussi bien avec les ADO II (3) qu'avec les ADO II AS (16), avec une fréquence pouvant atteindre 6,7% des patients (4).

Certains auteurs proposent d'utiliser d'autres dispositifs habituellement destinés à la fermeture de CIV ou de CIA, qui offrent une meilleure stabilité grâce à leur double disque de rétention mais aussi car l'axe central de la prothèse est court, ce qui réduit le risque d'obstruction aortique ou pulmonaire (15). Ces dispositifs ont l'inconvénient majeur d'être encombrants surtout chez les nourrissons et les jeunes enfants.

Pour résumer, les ADOI sont compatibles avec la majorité

des types anatomiques des canaux mais les tailles sont limitées et la voie rétrograde n'est pas faisable avec ce type de prothèse. Les ADO II sont une bonne alternative grâce à sa souplesse, la disponibilité de plusieurs tailles, sa faisabilité pour toutes les formes anatomiques des canaux même celles qui sont de forme non conique mais de préférence, les canaux ne soient ni trop long ni trop large. Les prothèses Occlutech occluder sont des prothèses indiquées pour toutes les formes anatomiques quel que soit la taille et la forme du canal avec la particularité de sa faisabilité pour les canaux tubulaires et même pour les nourrissons de faible poids.

CONCLUSION

Le choix de la prothèse pour la fermeture percutanée de CAP doit être adaptée aux caractéristiques cliniques du patient mais aussi de l'anatomie du canal, pour éviter les complications.

RÉFÉRENCES

1. Schneider DJ, Moore JS. Patent ductus arteriosus. *Circulation* 2006;114(17):1873-82. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.592063.
2. Porstmann W, Wierny L, Warnke H. Closure of persistent ductus arteriosus without thoracotomy. *Ger Med Mon* 1967;12(6):259-61
3. Liddy S, Oslizlok P, Walsh KP. Comparison of the results of transcatheter closure of patent ductus arteriosus with newer Amplatzer devices. *Catheter Cardiovasc Interv Off J Soc Card Angiogr Interv* 2013; 82(2):2539. DOI: 10.1002/ccd.24768. Epub 2013 Feb 21.
4. Bruckheimer E, Godfrey M, Dagan T, Levinzon M, Amir G, Birk E. The Amplatzer Duct Occluder II Additional Sizes device for transcatheter PDA closure: initial experience. *Catheter Cardiovasc Interv Off J Soc Card Angiogr Interv* 2014;83 (7):1097101. DOI: 10.1002/ccd.25445. Epub 2014 Mar 4.
5. Kumar SM, Subramanian V, Bijulal S, Krishnamoorthy KM, Sivasankaran S, Tharakan JA. Percutaneous closure of a moderate to large tubular or elongated patent ductus arteriosus in children younger than 3 years: is the ADO II appropriate? *Pediatr Cardiol* 2013; 34(7):16617. DOI: 10.1007/s00246-013-0700-x. Epub 2013 Apr 17.
6. Krichenko A, Benson LN, Burrows P, Mões CA, McLaughlin P, Freedom RM. Angiographic classification of the isolated persistently patent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *Am J Cardiol.* 1989 ; 63(12) :877- 80. DOI: 10.1016/0002-9149(89)90064-7.
7. Rashkind WJ, Cuaso CC. Transcatheter closure of patent

- ductus arteriosus. *Pediatric Cardiology* 1979; 1: 3–7. DOI. org/10.1007/BF02307335
8. Pass RH, Hijazi Z, Hsu DT, Lewis V, Hellenbrand WE. Multicenter USA Amplatzer patent ductus arteriosus occlusion device trial: initial and one-year results. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 44(3):5139. DOI : 10.1016/j.jacc.2004.03.074.
 9. Cho EH, Song J, Kang I-S, Huh J, Lee SY, Choi EY, et al. Transcatheter closure of small ductus arteriosus with amplatzer vascular plug. *Korean J Pediatr* 2013; 56(9):396400. DOI: 10.3345/kjp.2013.56.9.396. Epub 2013 Sep
 10. Bilkis AA, Alwi M, Hasri S, Haifa AL, Geetha K, Rehman MA, et al. The Amplatzer duct occluder: experience in 209 patients. *J Am Coll Cardiol* 2001;37(1):25861. DOI: 10.1016/s0735-1097(00)01094-9.
 11. Saliba Z, El-rassi I, Helou D, Abou-Jaoudeh P, Chehab G, Daou L, et al. Development of catheter-based treatment of patent ductus arteriosus: a medium-sized centre experience. *Arch Cardiovasc Dis* 2009;102(2):1118. DOI: 10.1016/j.acvd.2008.11.001. Epub 2009 Jan 24.
 12. Forbes TJ, Harahsheh A, Rodriguez-Cruz E, Morrow WR, Thomas R, Turner D, et al. Angiographic and hemodynamic predictors for successful outcome of transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus in infants less than 8 kilograms. *Catheter Cardiovasc Interv Off J Soc Card Angiogr Interv* 2004 ; 61(1):117–22. DOI: 10.1002/ccd.10751.
 13. Ghasemi A, Pandya S, Reddy SV, Turner DR, Du W, Navabi MA, et al. Trans-catheter closure of patent ductus arteriosus-What is the best device? *Catheter Cardiovasc Interv* 2010 ;76(5):687–95. DOI: 10.1002/ccd.22393.
 14. Backes CH, Rivera BK, Bridge JA, Armstrong AK, Boe BA, Berman DP et al. Percutaneous Patent Ductus Arteriosus (PDA) Closure During Infancy: A Meta-analysis. *Pediatrics* 2017; 139 (2): e20162927. DOI: 10.1542/peds.2016-2927. Epub 2017 Jan 13.
 15. Santiago Peña JJ, Acuña M , Das Neves B , Sanchez S, Camacho NI , Gonzalez N .Percutaneous Closure of Window-Type Patent Ductus Arteriosus With the AMPLATZER™ Septal Occluder. *Revista Brasileira de Cardiologia Invasiva* 2014; 22 : 99-101. DOI.org/10.1590/0104-1843000000016
 16. Sungur M, Karakurt C, Ozbarlas N, Baspinar O. Closure of patent ductus arteriosus in children, small infants, and premature babies with Amplatzer duct occluder II additional sizes: multicenter study. *Catheter Cardiovasc Interv off J Soc Card Angiogr Interv* 2013; 82(2):24552. DOI : 10.1002/ccd.24905. Epub 2013 Apr 8.
 17. Gross AAR, Donnelly JP. Closure of tubular patent ductus arteriosus in infants with the Amplatzer Vascular Plug II. *Catheter Cardiovasc Interv Off J Soc Card Angiogr Interv* 2013; 81(7):118893. DOI: 10.1002/ccd.24754. Epub 2013 Feb 12.