



# Résultats immédiats des dilatations valvulaires pulmonaires percutanées dans les rétrécissements pulmonaires congénitaux

## Immediate results of balloon valvuloplasty in congenital pulmonary valve stenosis

Imen Bouhlel<sup>1</sup>, Houda Ajmi<sup>2</sup>, Mahdi Slim<sup>3</sup>, Rim Gribaa<sup>3</sup>, Elyes Naffati<sup>3</sup>

1-Service de cardiologie, hôpital Farhat Hached Sousse / faculté de médecine de Sousse

2-Service de pédiatrie, hôpital Sahloul Sousse / faculté de médecine de Sousse

3-Service de cardiologie, hôpital Sahloul Sousse / faculté de médecine de Sousse

### RÉSUMÉ

**Introduction :** La dilatation pulmonaire percutanée (DPPC) est actuellement admise comme le traitement de première intention de la sténose pulmonaire (RP) valvulaire congénitale. Méthodes : nous avons rapporté les résultats immédiats de la DPPC à travers l'expérience du service de cardiologie à l'EPS Sahloul depuis 2014 jusqu'à 2019.

**Résultats :** 40 patients ont été inclus, le diagnostic était basé sur les données de l'échographie cardiaque objectivant une dysplasie valvulaire dans 92% des cas, la principale anomalie associée est le FOP dans 22.5% des cas. Des résultats immédiats comparables à ceux de la littérature ont été retrouvés avec un succès immédiat (défini par un gradient pic à pic après la DPPC inférieur à 50mmHg) retrouvé dans 88% des cas, permettant une réduction significative des gradients intraVD passant de 98.39mmHg à 49.86mmHg et pic à pic Trans pulmonaire de 69.65mmHg à 30.19mmHg. Après DPPC 11% des patients ont gardé un gradient élevé dont la principale composante était infundibulaire, les facteurs indépendants prédictifs étaient la dysplasie valvulaire et le petit diamètre de l'anneau. Une réaction infundibulaire post procédurale immédiate était notée dans 25% des cas essentiellement liée à la dysplasie valvulaire. La mortalité de la procédure était nulle et la morbidité était faible.

**Conclusion :** La DPPC a été établie comme un traitement de choix des RP valvulaire avec peu de complications. Suite à ses résultats immédiats satisfaisants les indications se sont rapidement étendues aux sténoses pulmonaires critiques du nouveau-né et aux formes de découverte tardive de l'adulte.

**Mots clés :** résultats immédiats-rétrécissement pulmonaire-dilatation pulmonaire

### SUMMARY

**Introduction:** Balloon Valvuloplasty is the first-line treatment for congenital valve pulmonary stenosis (PS) in children and adults.

**Methods:** We reported immediate results of balloon valvuloplasty in congenital pulmonary stenosis from 2014 to 2019.

**Results:** BPV was performed in 40 patients, the diagnosis was based on cardiac ultrasound data showing valvular dysplasia in 92% of cases, the main associated anomaly is FOP in 22.5% of cases, immediate success (defined by a peak-to-peak gradient after the DPPC of less than 50mmHg) was found in 88% of cases, allowing a significant reduction in mean peak to peak pressure among pulmonary valve from 69.65mmHg to 30.19mmHg. After BV 11% of patients maintained a high gradient, the independent predictive factors were valvular dysplasia and the small diameter of the ring. An immediate post procedural infundibular reaction was noted in 25% of cases mainly related to valvular dysplasia. The mortality of the procedure was zero and morbidity was low. Mild pulmonary regurgitation was found in all patients.

**Conclusion:** PV has been established as the treatment of choice for valvular PR with few complications. Following its satisfactory immediate results, the indications quickly extended to critical pulmonary stenosis in newborns and late discovery forms in adults.

**Keywords:** immediate results- pulmonary stenosis-Balloon valvuloplasty

### Correspondance

Imen Bouhlel

Service de cardiologie, hôpital Farhat Hached Sousse / faculté de médecine de Sousse  
bouhlelimen61@yahoo.fr

## INTRODUCTION

Le rétrécissement pulmonaire (RP) valvulaire congénitale est une malformation cardiaque fréquente. Son incidence est estimée à 1 pour 2000 naissances par an et représente 10% de toutes les malformations cardiaques. C'est aussi la cause la plus fréquente d'obstruction de la voie pulmonaire, représentant près de 90% des obstacles de la voie droite.

Jusqu'à il y a quelques décennies, l'intervention chirurgicale était le traitement de choix pour un RP valvulaire serré. Le pronostic de cette pathologie s'est transformé par l'avènement de la valvuloplastie pulmonaire percutanée, décrite pour la première fois par Kan en 1982 (1). Cette nouvelle approche thérapeutique a été établie comme une alternative efficace avec peu de complications. Suite à ses résultats immédiats satisfaisants les indications se sont rapidement étendues aux sténoses pulmonaires critiques du nouveau-né et aux formes de découverte tardive de l'adulte et elle est devenue le traitement de choix des RP valvulaires.

Nous nous proposons à travers ce travail de rapporter l'expérience du laboratoire de cathétérisme cardiaque du centre hospitalo-universitaire (CHU) Sahloul portant sur les résultats immédiats des dilatations pulmonaires percutanées en dehors de la période néonatale.

## MÉTHODES

### Type de l'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective mono centrique se déroulant au service de cardiologie du CHU Sahloul de Sousse durant la période s'étalant entre Janvier 2014 et Décembre 2019.

### Sélection des patients

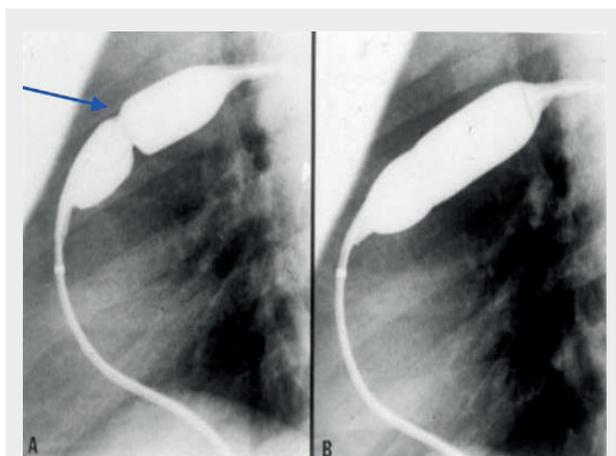
Ont été inclus les patients bénéficiant d'une dilatation pulmonaire percutanée (DPPC) présentant un RP valvulaire confirmé par échocardiographie et indiquant la DPPC, cet RP est soit isolé ou associé à une autre anomalie cardiaque minime ne nécessitant pas de prise en charge chirurgicale (à type de FOP, communication inter auriculaire (CIA), petite communication interventriculaire (CIV) restrictive, canal artériel persistant (CAP)) ; l'évaluation échocardiographique a été faite par le

mode 2D couplé au doppler : la coupe parasternale petit axe et les coupes sous costales petit axe et grand axe centrées sur la voie pulmonaire permettent d'explorer la morphologie et la mobilité de la valve pulmonaire, mesurer le diamètre de l'anneau et l'exprimer en Z score selon les normes adaptées à l'âge le sexe et la surface corporelle et évaluer le retentissement du RP sur le VD y compris l'infundibulum et le tronc de l'AP, la dilatation du VD est retenue lorsque le rapport DTD du VD sur DTS du VG est supérieur à 0.33 et /ou DTD du VD est supérieur à  $14.4\text{mm} \pm 2.2/\text{m}^2$  SC, au doppler le flux pulmonaire est dégagé sous forme de flux systolique négatif en doigt de gants ou parfois en lame de sabre laissant suspecter une sténose infundibulaire associée le gradient doppler maximal VD-AP est déterminé par l'équation de Bernoulli simplifiée ( $\text{gradient} = 4 \times \text{vitesse}^2$ ), le mode doppler couleur permet de quantifier une IP post DPPC.

Rappelons que la DPPC est indiquée à partir d'un gradient VD-AP supérieur ou égal à 40mmHg (2). Nous avons exclus de notre étude les RP critiques du nouveau-né ainsi que les RP rentrant dans le cadre des malformations cardiaques complexes.

### Déroulement de la Procédure

La procédure de DPPC a été effectuée sous anesthésie locale, le recours à une anesthésie générale n'est nécessaire que chez les nouveaux nés et les nourrissons la voie veineuse fémorale était exclusivement utilisée moyennant des introducteurs de taille appropriée au patient une évaluation hémodynamique des pressions VD et AP, puis le gradient pic à pic VD-AP déterminé par une mesure concomitante des pressions ou par une courbe de retrait, l'angiographie du VD a permis d'évaluer la morphologie du VD et de l'infundibulum et le calcul du diamètre de l'anneau sur l'incidence de profil. La taille du ballon a été choisie de sorte à ce qu'elle atteigne 1.2 à 1.5 fois le diamètre de l'anneau pulmonaire, des ballons plus larges peuvent être utilisés en cas de résultats non satisfaisants, l'inflation est faite manuellement jusqu'à la disparition du « waist » (figure 1)



**Figure 1:** A-empreinte sur la valve pulmonaire B-Disparition du "waist" (flèche en bleu)

### Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide d'un logiciel de statistiques SPSS 20. Un seuil de signification  $p < 0.05$  est retenu.

## RÉSULTATS

La moyenne d'âge de découverte de la maladie était de 54,53 mois (4 ans ½) avec des extrêmes allant de 0 mois c'est-à-dire la naissance jusqu'à 516 mois soit 43 ans. 70% des patients avaient un âge inférieur à 12 mois. Le sexe ratio était de 0.66. Une consanguinité a été identifiée chez deux patients seulement (5%). Un antécédent de cardiopathie dans la fratrie a été noté chez deux patients (5%). Une prématurité a été identifiée chez 4 patients (10%). Un seul enfant était suivi pour épilepsie en plus de sa cardiopathie. Vingt-huit patients (70%) étaient asymptomatiques et la découverte du RP chez eux était suite à la simple auscultation d'un souffle cardiaque. L'âge moyen au moment de la DPPC était de 6±10ans et 45% des patients ont bénéficié de leur première DPPC avant l'âge de 12 mois.

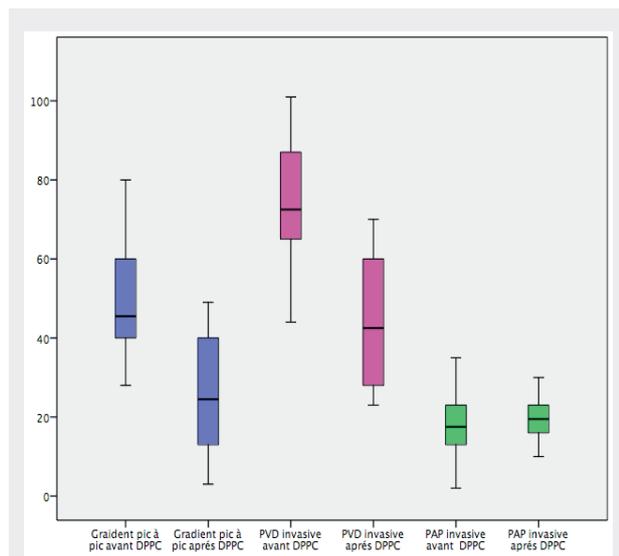
Le poids moyen des patients était de 15,43 kg±17,67 avec des extrêmes allant de 5,5kg à 84 kg au moment de la dilatation. Trente patients (90%) avaient une saturation en  $O_2 > 97\%$ . Une insuffisance cardiaque droite était présente chez 2,5% des patients.

A l'ECG l'axe du cœur était dévié à droite dans 42% des cas. L'HVD a été retrouvée dans 40% des cas. Une hypertrophie auriculaire droite était présente dans 25% des cas. Sur le plan écho cardiographique le gradient VD-AP maximal a été mesuré en doppler continu. La moyenne était de 69,65±37,14mmHg avec des extrêmes allant de 45 à 200 mm Hg. Dix-huit patients (48,6%) avaient un RP très serré ou critique.

La valve pulmonaire était dysplasique dans 34 cas (85%). la moyenne de la taille de l'anneau pulmonaire était de 11,39±3,91mm avec des extrêmes allant de 6mm à 22mm. Le Zscore était < -2Zscore chez 7 patients (41%) témoignant d'un anneau pulmonaire hypoplasique. L'étude des Zscore en fonction des tranches d'âge n'a pas montré de différence significative. Une HVD échographique était présente chez 82% des patients avant la DPPC. La mesure de la PVD systolique était supra-systémique chez 5 patients avec une courbure septale inversée et compression du VG. Une IP a été identifié en pré-DPPC chez seulement cinq patients (12,5%). La valve tricuspide était dysplasique chez trois patients. Une IT était présente chez 13 malades : elle était massive dans 4 cas. Le FOP était la malformation cardiaque associée au RP la plus trouvée dans notre série (22,5%).

### La procédure de dilatation pulmonaire per-cutanée

*Données angiographiques avant la DPPC :* La voie d'abord était fémorale droite chez 34 patients (89,5%) et fémorale gauche chez 4 patients (10,5%). Dans tous les cas de DPPC, un seul ballon a été utilisé. Le diamètre du ballon était de 13,26±4,8mm avec des extrêmes allant de 5 à 25mm. Le rapport diamètre du ballon / diamètre de l'anneau était de 118±24,5% avec des extrêmes allant de 83% à 200%. Le gradient pic à pic hémodynamique moyen était de 69,65±37,14 mm Hg. La PVD moyenne était 98,39±47,63mmHg. La PAP moyenne était de 18,38±6,36mmHg. Les données du cathétérisme cardiaque concernant les PVD et le gradient pic à pic avant la dilatation étaient significativement plus importantes que les données écho cardiographiques (figure 2).



**Figure 2 :** Évolution des gradients de pression pic à pic (en bleu), pression ventriculaire droite (en rose), et pression artérielle pulmonaire (en vert) au cathétérisme avant et après dilatation pulmonaire percutanée

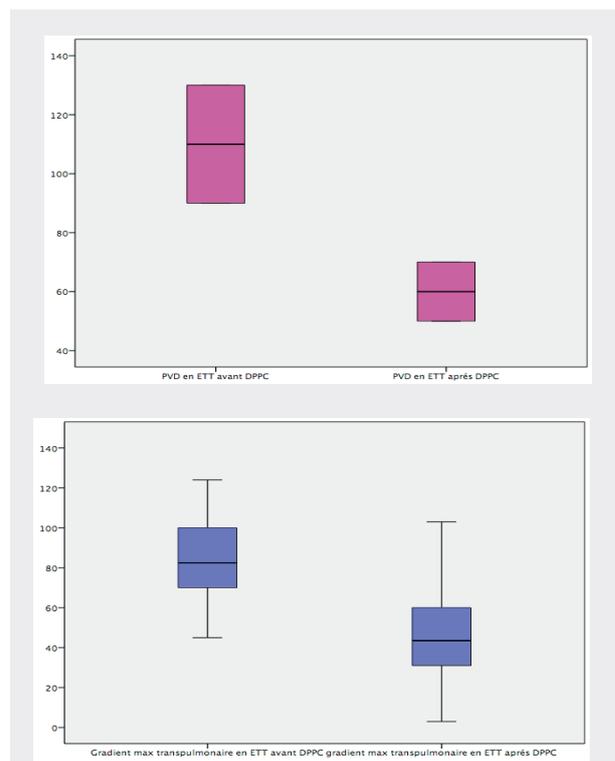
Une dilatation post sténotique a été constatée en angiographie chez 17/23 patient soit 73,9%. Une réaction infundibulaire a été présentée par un seul patient.

**Résultats immédiats post-dilatation pulmonaire percutanée**

Le résultat immédiat est dit optimal si le gradient pic à pic après dilatation est inférieur à 25mmHg, sub-optimal si entre 25 et 40mmHg et un échec si absence de modification du gradient Trans valvulaire ou un gradient qui reste supérieur à 40mmHg ; Après la procédure de DPPC, un taux de succès (gradient pic à pic ≤ 40mmHg) de 85,2% a été observé. Chez 4 patients un échec de la procédure a été déclaré (leur gradient pic à pic est passé respectivement de 80, 156, 93 et 90mmHg avant DPPC à 49, 55, 57 et 78mmHg après DPPC). Concernant la mesure des pressions on a noté une augmentation des PAP et une chute de la PVD et des gradients pic à pic. (Fig3)

Nous avons analysé les facteurs associés à l'échec de la procédure de DPPC suivants : l'âge, le sexe, un gradient pic à pic Trans-pulmonaire avant la DPPC >80mmHg, le Z score, la présence de réaction infundibulaire pré-DPPC et le rapport taille du ballon sur taille de l'anneau. Aucun

facteur de risque prédictif d'échec de la dilatation n'a été identifié dans notre série (Tableau 1).



**Figure 3:** Évolution du gradient maximal Trans-pulmonaire échographique (en bleu) et de la pression ventriculaire droite (en rose) avant et après dilatation pulmonaire percutanée

**Tableau1.** Étude des facteurs de risque d'échec de la dilatation pulmonaire percutanée

Facteur de risque analysé	Échec	Succès	P
<b>Age :</b>			
- <1an	19 (67,9%)	9 (32,1%)	1
- > 1an	8 (66,9%)	4 (33,3%)	
<b>Sexe :</b>			
- Masculin	12 (75%)	4 (25%)	0,48
- féminin	15 (62,5%)	9 (37,5%)	
<b>Gradient Pic à pic avant dilatation :</b>			
- <80mmHg	12 (60%)	8 (40%)	0,31
- ≥80mmHg	15 (75%)	5 (25%)	
<b>Zscore de l'anneau pulmonaire :</b>			
- Zscore ≤ 2	4 (57,1%)	3 (42,9%)	0,66
- Zscore > 2	23 (69,7%)	10 (30,3%)	
<b>Réaction infundibulaire :</b>			
- Présente	8 (80%)	2 (20%)	0,35
- Absente	5 (55,6%)	4 (44,4%)	
<b>Taille du ballon /taille de l'anneau :</b>			
- <1	-	-	-
- >1	-	-	

**Tableau 2.** Comparaison des résultats immédiats de la dilatation pulmonaire percutanée de la littérature et de notre série

	Dian Hong et al (12)	El Saeidi et al (9)	Charan et al (11)	Idziri et al (19)	Notre série
N	158	1200	32	43	40
Taille du ballon/anneau pulmonaire	1.34±0.15		1.23±0.11		1.18±24.5
Pression pic à pic avant dilatation (mmHg)	73.09±21.89	95.4±40.2	100.9±43.3	91.2	69.65±37.14
Pression pic à pic après dilatation (mmHg)	24.49±17	30.4±19	36.4±22.5	39.1	30.19±16.25
PVDs avant dilatation (mmHg)	95.34±23.44	116.5±39.5	121.6±42.4	106.7	98.39±47.63
PVDs après dilatation (mmHg)	52.07±18.89	55±19.7	61.19±24.5	56.2	49.86±19.18
Taux de succès	91.8%	82.7%	80.5%	95%	88%
IP			53.13%	64%	78%

Une réaction infundibulaire d'importance variable a été constatée après DPPC chez 10 patients soit 52% des patients. Une IP a été isolé après DPPC chez 22 patients (78,5%). Elle était minime dans la majorité des cas. Il n'y avait pas de corrélation entre le rapport taille du ballon sur taille de l'anneau et le degré de l'IP après la procédure. Une IT a été isolé après DPPC chez 7 patients (28%). Elle était importante à modérée dans cinq cas.

Deux complications post procédurales ont été observées : Une détresse respiratoire aiguë immédiate après échec de la procédure de dilatation avec une évolution favorable sous oxygénothérapie et une phlébite du membre inférieur à la suite d'une incarceration d'un bout de cathéter dans la veine fémorale droite. Aucun décès per-procédural n'est survenu.

L'échocardiographie effectuée en moyenne à J1 post DPPC a montré une diminution significative du gradient maximal trans-pulmonaire et des PVD.

## DISCUSSION

Dans notre série nous avons trouvé un taux de succès à 85,2% optimal chez 27.7% et suboptimal chez 36.1% ; ce qui concorde avec les résultats de la littérature (tableau VI) et ceci en se fixant comme Cut-off un gradient de pression Trans-valvulaire pulmonaire pic à pic de 40mmHg en se référant aux recommandations américaines de cardiologie.

El Saeidi et al (3) a défini le succès de la procédure dans sa série par la chute du gradient pic à pic d'une valeur supérieure ou égale à 50%. Ce taux était de 82,9% chez les nourrissons et de 84,5% chez les enfants. Cette définition a été conduite auparavant par Saad et al (4).

Lanjewar C et al (5) ont défini le succès de la technique quand le ballon d'inoue achève facilement l'infundibulum pulmonaire.

Les résultats post dilatation immédiats ont été classé par Dian Hong et al (6) en succès optimal lorsque le gradient pic à pic était  $\leq 25$ mmHg, succès sub-optimal lorsque ce gradient était entre 25 et 50 mm Hg et mauvais lorsque ce gradient était  $> 50$ mmHg. Lanjewart al (5) ont classé les résultats immédiats post DPPC aussi selon leur gradient pic à pic post DPPC mais avec des Cut-off différents : optimal quand el gradient pic à pic est inférieur à 36mmHg et suboptimal quand ce gradient dépasse à 36mmHg Nous nous sommes référés à ces données dans notre série. Après DPPC, la fonction VD et la régurgitation tricuspide s'améliorent au contrôle écho cardiographique immédiat et l'éventuel shunt droite –gauche préalable à la DPPC se réduit (7) . Selon les données du registre de la VACA une corrélation entre ces paramètres et le gradient Trans-valvulaire avant et après DPPC avec une courbe linéaire est observée (tab 2). Les mêmes données ont été confirmées par celles de YIP (8).

L'échec de la procédure est défini par l'absence d'abolition du « Waist » et la persistance du relief de la sténose pulmonaire après deux incréments d'inflation au-delà de 14 bars. Cette définition n'a pas été adoptée par plusieurs études, qui se sont fixé un Cut-off oscillant entre 36 et 55 mm Hg pour définir l'échec de la procédure. Dans notre étude nous avons pris le cut-off de 40mmHg pour définir l'échec et nous avons eu un taux de 14,8%, ce qui est aussi concordant avec la littérature. Plusieurs facteurs d'échec ont été étudiés dans la littérature : l'existence d'une réaction infundibulaire post-DPPC, la dysplasie valvulaire, le Zscore de l'anneau pulmonaire et la taille du

ballon. Aucun facteur de risque n'a pu être identifié dans notre série. Ceci s'explique fort probablement par la faible taille de notre échantillon (nombre de cas d'échec= 4 cas).

### La réaction infundibulaire

Dans notre série l'incidence de la réaction infundibulaire post-DPPC était de 25%. Il s'agit du principal facteur déterminant des résultats immédiats sous optimaux dans la littérature. L'incidence globale de la réaction infundibulaire a varié dans la littérature de 16 à 62% chez les patients n'ayant pas de réaction à l'état de base (8). Brock a avancé deux mécanismes possibles à la réaction infundibulaire après DPPC qui sont l'existence d'un obstacle fixe tel qu'une hypertrophie de la région supra-cristale, ou une exagération du tonus de la musculature infundibulaire durant la systole. La levée de l'obstacle valvulaire entraîne une régression progressive de l'hypertrophie infundibulaire (9).

Les facteurs liés à l'apparition d'une réaction infundibulaire sont essentiellement l'âge avancé et un gradient initial VD-AP élevé (10-11).

### La dysplasie valvulaire

Dans le registre de la VACA, 46 patients avaient une dysplasie valvulaire dont 12 syndromes de Noonan. la dysplasie valvulaire était associée à des gradients intra VD élevés, des gradients VD-AP après DPPC étaient significativement plus élevés en cas de valves dysplasiques. De même dans la série de Dian Hong et al (6), l'épaississement valvulaire modéré à sévère était un facteur indépendant associé à des résultats sous optimaux après DPPC.

Le diamètre des ballons utilisés :

Les pratiques actuelles considèrent des ballons de 120 à 140% le diamètre de l'anneau. Dans notre série la taille initiale des ballons était choisie ainsi. En cas de résultats per-procéduraux insuffisants nous avons eu recours à des ballons plus larges. C'est ainsi que le rapport moyen diamètre du ballon/diamètre de l'anneau était de  $118 \pm 24\%$  avec des extrêmes allant de 83% à 200%.

### Effets de la dilatation pulmonaire percutanée sur les paramètres hémodynamiques

Après DPPC, la fonction VD et la régurgitation tricuspide

s'améliorent au contrôle écho cardiographique immédiat et l'éventuel shunt droite –gauche préalable à la DPPC se réduit (7) . Selon les données du registre de la VACA une corrélation entre ces paramètres et le gradient Trans-valvulaire avant et après DPPC avec une courbe linéaire est observée. Les mêmes données ont été confirmées par celles de YIP (8).

### CONCLUSION

La DPPC est actuellement admise comme le traitement de première intention de la sténose pulmonaire valvulaire congénitale. Son innocuité et ses résultats immédiats satisfaisants font l'unanimité dans la littérature. Notre étude a confirmé les données de la littérature concernant les résultats immédiats excellents de la DPPC, cette procédure attractive demeure de première intention devant un RP serré chez les enfants et les adultes.

### RÉFÉRENCE

1. Kan JS, White RI, Mitchell SE, Gardner TJ. Percutaneous balloon valvuloplasty: a new method for treating congenital pulmonary-valve stenosis. *N Engl J Med.* 1982; 307:540–2.
2. Feltes TF, Bacha E, Beekman RH, Cheatham JP, Feinstein JA, Gomes AS, et al. Indications for cardiac catheterization and intervention in pediatric cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2011; 123:2607–52.
3. El-Saeidi SA, Hamza HS, Agha HM, Soliman MM, Attia WA, El-Kaffas R, et al. Experience with balloon pulmonary valvuloplasty and predictors of outcome: a ten-year study. *Cardiol Young.* 2020; 30:482–8.
4. Saad MH, Roushdy AM, Elsayed MH. Immediate- and medium-term effects of balloon pulmonary valvuloplasty in infants with critical pulmonary stenoses during the first year of life: A prospective single center study. *J Saudi Heart Assoc.* 2010; 22:195–201.
5. Lanjewar C, Phadke M, Singh A, Sabnis G, Jare M, Kerkar P. Percutaneous balloon valvuloplasty with Inoue balloon catheter technique for pulmonary valve stenosis in adolescents and adults. *Indian Heart J.* 2017; 69:176–81.
6. Hong D, Qian M-Y, Zhang Z-W, Wang S-S, Li J-J, Li Y-F, et al. Immediate Therapeutic Outcomes and Medium-term Follow-up of Percutaneous Balloon Pulmonary Valvuloplasty in Infants with Pulmonary Valve Stenosis: A Single-center Retrospective Study. *Chin Med J (Engl).* 2017; 130:2785–92.

7. Carter JE, Feldman T, Carroll JD. Sustained reversal of right-to-left atrial septal defect flow after pulmonic valvuloplasty in an adult. *EurHeart J*. 1994; 15:575–6.
8. Yip WC, Tay JS, Chan KY, Wong JC, Wong HB. Percutaneous transluminal balloon valvuloplasty: the treatment of choice for congenital valvular pulmonary stenosis. *Ann Acad Med Singapore*. 1990; 19:58–63.
9. Brock R. Control mechanisms in the outflow tract of the right ventricle in health and disease. *Guys Hosp Rep*. 1955; 104:356–79.
10. Radtke W, Keane JF, Fellows KE, Lang P, Lock JE. Percutaneous balloon valvotomy of congenital pulmonary stenosis using oversized balloons. *J Am Coll Cardiol*. 1986; 8:909–15.
11. Ray DG, Subramanyan R, Titus T, Tharakan J, Joy J, Venkitachalam CG, et al. Balloon pulmonary valvoplasty: factors determining short- and long-term results. *Int J Cardiol*. 1993; 40:17–25.