



Traitement des cardiopathies congénitales par cathétérisme interventionnel

Le développement de la cardiologie pédiatrique interventionnelle a changé la stratégie thérapeutique pour beaucoup de patients avec malformation cardiaque congénitale. Le cathétérisme interventionnel est devenu le premier choix pour les valvuloplasties, les angioplasties et l'occlusion de collatérales. Des interventions percutanées sûres et efficaces existent pour la fermeture des communications interauriculaires ou interventriculaires et pour la fermeture du canal artériel. Le progrès de la technologie en salle de cathétérisme va permettre l'expansion des interventions que l'on pourra effectuer sans chirurgie. Le cardiologue pédiatre et le chirurgien cardiaque congénital doivent coordonner leurs techniques d'intervention réciproques, afin d'obtenir le management optimal des patients avec une malformation cardiaque simple ou complexe.

INTRODUCTION

Le cathétérisme cardiaque chez l'enfant avec malformation cardiaque congénitale s'est développé en parallèle avec la chirurgie cardiaque. Son but principal était de fournir le plus de précision possible sur la nature anatomique exacte de la malformation en vue d'une opération chirurgicale palliative ou correctrice.¹ Depuis lors, les progrès de l'imagerie non

invasive ont supplanté en grande partie le cathétérisme cardiaque diagnostique, qui reste encore un moyen pour l'évaluation hémodynamique chez ces patients.

La première intervention par cathétérisme cardiaque a été effectuée dans le milieu des années 60 par Rashkind et ses collaborateurs:² un cathéter muni d'un ballon, introduit par un abord veineux fémoral, rendait possible une atrioseptostomie afin de permettre la survie des nouveau-nés présentant une transposition des gros vaisseaux. Au cours des vingt dernières années, le cathétérisme cardiaque interventionnel s'est imposé comme le premier choix pour de multiples interventions et de plus en plus pour des interventions jusqu'alors du domaine de la chirurgie,³ comme c'est le cas dans notre centre à Lausanne. Ces thérapies par ombrelles et autres dispositifs spécifiques ont montré des bénéfices certains pour le patient par rapport à la chirurgie cardiaque (tableau 1).

Le souci permanent d'offrir le meilleur avenir possible aux patients a mené au développement de thérapies hybrides où le chirurgien cardiaque congénital et le cardiologue pédiatre interventionnel travaillent ensemble afin de combiner les avantages des deux techniques.

INTERVENTIONS TRADITIONNELLES (figure 1)

Dans cette catégorie, on trouve les interventions reconnues depuis longtemps et développées au début des années 80, elles peuvent être appliquées du nouveau-né jusqu'à l'âge adulte et même chez le fœtus. Ces interventions percutanées ont pour but de dilater une valve ou un vaisseau.

Rev Med Suisse 2005; 1 : 2049-55

S. Di Bernardo
Y. Mivelaz
E. J. MeijBoom
N. Sekarski

Drs Stefano Di Bernardo, Yvan Mivelaz, Erik J. MeijBoom et Nicole Sekarski
Département médico-chirurgical de pédiatrie, Cardiologie pédiatrique CHUV, 1011 Lausanne
stefano.di-bernardo@hospsvd.ch
yvan.mivelaz@hospsvd.ch
erik.meijboom@hospsvd.ch
nicole.sekarski@hospsvd.ch

Treatment of congenital heart disease with interventional catheterization

The development in pediatric interventional cardiology has changed the therapeutic strategy for many patients with congenital heart disease. Interventional catheterization became the first choice for valvuloplasty, angioplasty and collateral vessel occlusion. Effective and safe transcatheter interventions exist for closure of atrial or ventricular septal defects and for patent ductus arteriosus. The progress in the technology used in the catheterization laboratory will permit to continue the expansion of the range of interventions performed without surgery. Pediatric cardiologists and congenital heart surgeons must understand each other's interventional techniques and how they can be used in a coordinated fashion. This interaction is essential for the optimal management of patients with both simple and complex congenital heart disease.

Tableau 1. Avantages du cathétérisme interventionnel par rapport à une chirurgie cardiaque pour un même type de malformation congénitale

Avantages des thérapies par cathétérisme comparé à la chirurgie

- Temps de narcose court
- Pas de circulation extracorporelle
- Pas de sternotomie ou de thoracotomie
- Pas de drain postopératoire
- Pas de cicatrices
- Pas de séjour en unité de soins intensifs
- Séjour hospitalier court
- Coût de l'intervention

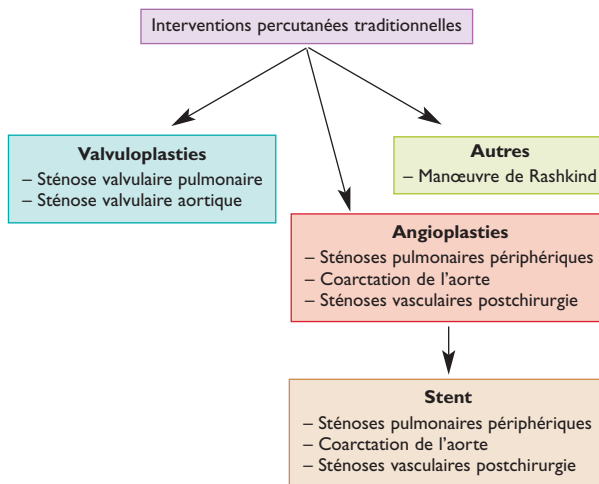


Figure 1. Interventions traditionnelles par cathétérisme

Elles sont établies et possibles du nouveau-né jusqu'à l'âge adulte, principalement pour les valvuloplasties et les angioplasties. La pose de stent est une alternative à l'angioplastie chez des enfants plus âgés.

Valvuloplasties

Les valvuloplasties au ballon de la sténose valvulaire pulmonaire ou aortique sont les interventions pratiquées le plus souvent. Elles sont standardisées et leurs indications sont établies.^{3,4} La miniaturisation des cathéters à ballon pour les valvuloplasties, l'amélioration de leurs propriétés physiques et dynamiques permettent d'effectuer ces interventions de manière sûre et efficace avec d'excellents résultats à long terme.⁴ Les risques de traumatismes vasculaires au niveau des voies d'abord ont été nettement réduits, même si l'intervention est effectuée chez un nouveau-né ou un prématuré.

Angioplasties et poses de stent (figures 2a, b, c, d)

Le succès rencontré en cathétérisme interventionnel avec le traitement des sténoses valvulaires a mené à la concrétisation de l'utilisation de l'angioplastie au ballon pour le traitement des sténoses pulmonaires artérielles, de la coarctation de l'aorte et de toute sténose sur un vaisseau,

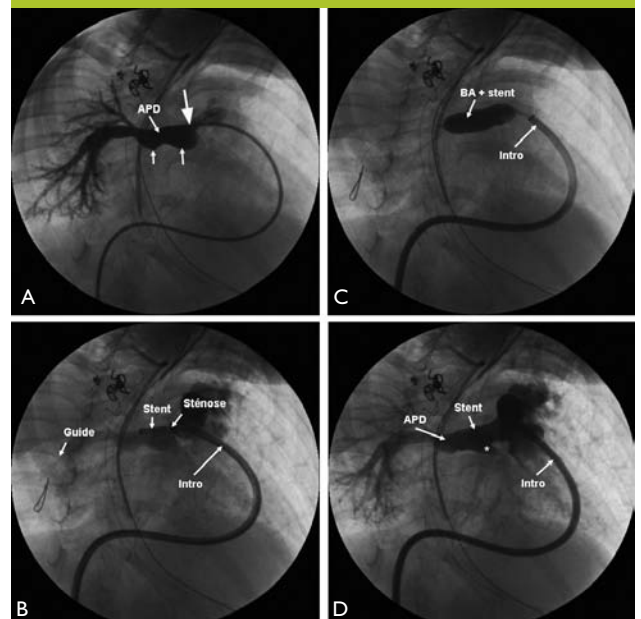


Figure 2. Pose d'un stent au départ d'une artère pulmonaire droite montrant une sténose sévère après chirurgie cardiaque complexe

A. Angiographie de l'artère pulmonaire droite (APD) montre une sténose sévère (grande flèche) à son départ et deux anévrysmes (petites flèches) avant d'atteindre l'arborisation segmentaire.
 B. Après avoir effectué des mesures, un stent (Stent) est placé sur un cathéter à ballon et il est mis en place sur la sténose (Sténose) via un long introducteur (Intro) placé en regard de cette dernière. Le tout est maintenu en place grâce à un guide (Guide) placé au-delà de la sténose.
 C. Une fois la position définitive obtenue, le ballon (Ballon) est insufflé et cela permet le déploiement du stent sur la lésion.
 D. L'angiographie après mise en place du stent permet de voir le bon résultat avec le stent ayant résolu la sténose initiale et couvrant les parties anévrysmales de l'artère pulmonaire droite, un passage de contraste peut encore se voir à travers le stent dans l'une d'elle (*).

même après une chirurgie correctrice ou palliative. Dans ces indications aussi, l'amélioration du matériel à disposition a permis d'optimiser les résultats et d'offrir des solutions pour des lésions qui nécessitent des pressions de dilatation élevées. L'angioplastie au ballon offre donc une bonne alternative à une réopération pour des sténoses vasculaires (artérielles ou veineuses) résiduelles,^{4,5} bien que les résultats à long terme soient moins bons que pour les valvuloplasties. Malgré ces progrès indéniables, certaines sténoses vasculaires répondent mal ou pas du tout à la simple dilatation, avec une resténose quasi immédiate du vaisseau dilaté. Dans ces cas-là, la pose d'un stent est une alternative ou un complément à l'angioplastie au ballon. Néanmoins, chez l'enfant il faut toujours tenir compte du fait que le vaisseau sténosé doit encore grandir et atteindre le diamètre de l'adulte. Par conséquent, le stent qui va être implanté doit pouvoir être réexpansible jusqu'à un diamètre qui peut être de deux à trois fois le diamètre à l'implantation et ceci sans perdre son efficacité sur la sténose. Actuellement, ces stents spécifiques existent et peuvent être placés avec des diamètres de 5 à 10 mm, puis redilatés jusqu'à des diamètres de 10 à 24 mm tout en maintenant leur efficacité primaire.⁶ Actuellement, la pose de stent chez l'enfant a un facteur limitant qui est le calibre des



vaisseaux fémoraux, car celui-ci détermine la taille des cathéters et des introducteurs que l'on peut utiliser pour amener ce matériel jusqu'au vaisseau rétréci. Cette restriction ne permet d'envisager la pose de stent que chez des enfants qui dépassent les 8 à 10 kg.

FERMETURE DE COMMUNICATIONS INTRA- ET EXTRACARDIAQUES (figure 3)

Au cours des dernières années, le spectre des interventions possibles par voie percutanée s'est notablement élargi.⁷ La mise au point de nouveaux matériaux de structure métallique à la fois flexible et auto-expansible a été le facteur déterminant pour le développement d'ombrelles ou d'autres dispositifs de fermeture. Leur déformabilité permet leur placement dans des introducteurs de petit diamètre, permettant ainsi de proposer ces interventions chez le petit enfant.

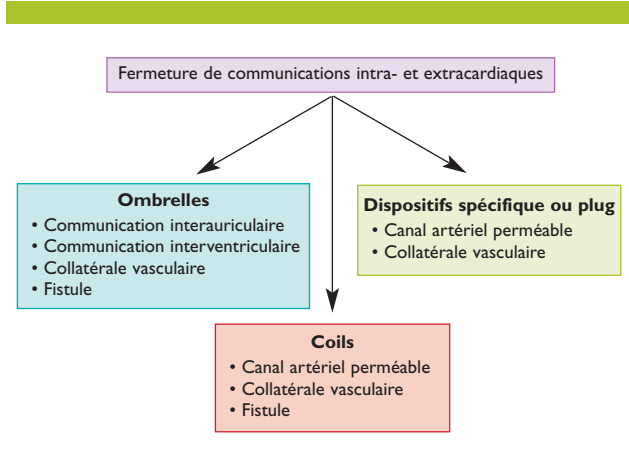


Figure 3. Interventions pour la fermeture de communications intra- et extracardiaques
Elles permettent de traiter des malformations congénitales simples, elles sont une alternative à la chirurgie cardiaque. Leur indication peut être limitée par la taille du patient et/ou de la communication à traiter.

Le canal artériel persistant (figures 4a, b)

La première description de la fermeture percutanée d'un canal artériel persistant (CA) remonte au début des années 70.⁸ On dispose actuellement selon la taille de l'enfant, la taille du canal artériel et sa morphologie de diverses possibilités pour effectuer une fermeture efficace. Selon le matériel utilisé (*coil* ou dispositif spécifique de fermeture), on peut obtenir un taux de fermeture variant entre 95-99%.⁹ Les complications usuelles comme l'embolisation du matériel, la sténose des structures adjacentes ou l'hémolyse secondaire à un shunt résiduel sont rarissimes. Pour l'instant, la fermeture du canal artériel persistant chez le prématuré et chez le nouveau-né (jusqu'à quelques mois de vie) est encore du domaine de la chirurgie cardiaque en raison de la réactivité du tissu canalaire artériel chez ces patients.

Communication interauriculaire de type ostium secundum (figures 5a, b, c)

Depuis la première description de fermeture par voie percutanée d'une communication interauriculaire (CIA) en

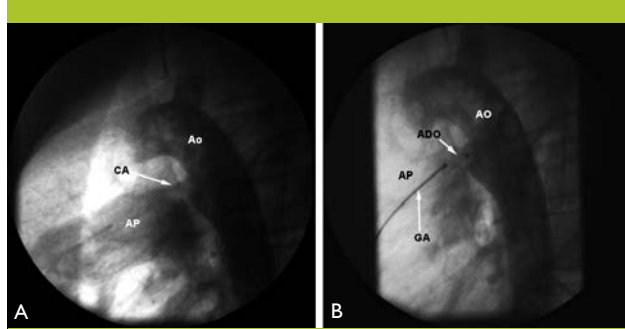


Figure 4. Fermeture d'un canal artériel perméable chez un adolescent à l'aide d'un système de type Amplatzer Ductal Occluder™ (ADO)

A. L'angiographie au niveau aortique (Ao) montre clairement un canal artériel perméable (CA) avec opacification de l'artère pulmonaire (AP). L'Amplatzer Ductal Occluder™ est placé par la voie pulmonaire au niveau du canal artériel.
B. Une nouvelle angiographie aortique montre l'occlusion quasiment complète du canal artériel, il n'y a plus de passage de contraste dans l'artère pulmonaire. L'ADO peut alors être relâché de son guide d'attache (GA).

1976 par King et coll.¹⁰ cette intervention est devenue une intervention de routine en cardiologie interventionnelle pédiatrique. Plusieurs types d'ombrelles sont à disposition pour effectuer ce geste, chacune ayant des spécifications propres. De manière générale, leur conception est quasiment la même : elles sont formées d'une partie centrale se plaçant au centre de la communication et de deux parties de maintien permettant un appui sur le septum interauriculaire du côté de l'oreillette gauche et du côté de l'oreillette droite. La possibilité de déployer le dispositif de fermeture et de pouvoir le réinsérer dans l'introducteur de multiples fois si nécessaire présente un avantage certain en cas d'anatomie complexe. Toutes les CIA de type *ostium secundum* ne sont pas traitables par des ombrelles. En effet, seules les CIA ayant un rebord de septum interauriculaire suffisant pour l'appui d'une ombrelle sont éligibles pour ce type d'intervention. Une fermeture complète est obtenue dans 95-98% des cas selon les études.¹¹ Ce type d'intervention est, chez l'enfant, effectué sous guidance d'une échocardiographie transœsophagienne. Cette technique permet aussi la fermeture de CIA multiples avec une ou plusieurs ombrelles, la fermeture de fosse ovale criblée ou même anévrysmale. De plus, on peut même envisager la fermeture efficace de communication interauriculaire avec des localisations particulières comme au niveau du sinus coronaire. Le taux de complications dans les grandes séries est faible et souvent inférieur à la chirurgie, bien que pour l'instant des études à long terme ne soient pas encore disponibles.¹² Par conséquent, la fermeture par ombrelle des CIA de type *ostium secundum* est pour probablement > 75% des patients avec cette malformation une alternative sûre et efficace à la chirurgie.

Communication interventriculaire

Vu les succès thérapeutiques encourageants de la fermeture par ombrelle des CIA, des ombrelles permettant aussi la fermeture des communications interventriculaires (CIV) musculaires ont été développées en adaptant les propriétés des dispositifs de fermeture des CIA à la situa-

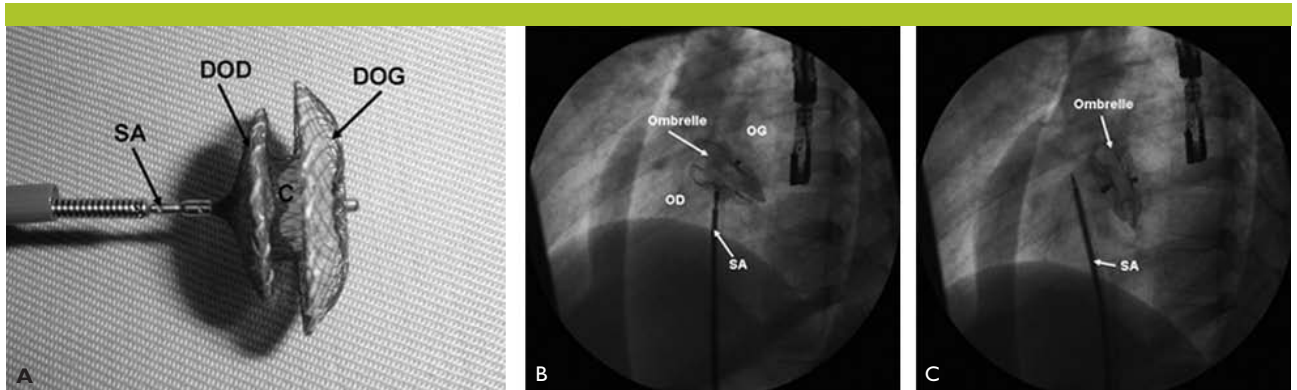


Figure 5. Fermeture d'une communication interauriculaire chez un enfant avec une ombrelle de type Amplatzer Septal Occluder™

A. Ombrelle et son système d'attache (SA) avant implantation chez le patient, démontrant le disque auriculaire gauche (DOG), la partie centrale (C) et le disque auriculaire droit (DOD) de l'ombrelle. Après avoir effectué des mesures de la taille de la communication interauriculaire par angiographie et par échocardiographie transœsophagienne, l'ombrelle de la taille voulue et son système d'attache sont placés dans l'introducteur se trouvant dans l'oreillette gauche.
 B. L'ombrelle est ensuite déployée avec un disque dans l'oreillette gauche (OG), sa partie centrale au niveau de la communication et un disque dans l'oreillette droite (OD), elle est maintenue en place par son système d'attache (SA). Le déploiement de l'ombrelle est contrôlé par échocardiographie.
 C. Une fois le placement contrôlé, l'ombrelle est détachée de son système.

tion hémodynamique et morphologique particulière de ces CIV.¹³ En raison des variations importantes de taille et de localisation de chaque CIV musculaire, l'intervention percutanée est plus contraignante que pour fermer une CIA. Les CIV musculaires isolées et nécessitant un traitement sont plutôt rares et la majorité des enfants présentent des CIV périmembraneuses situées dans la partie proximale du septum interventriculaire, proche de la valve aortique. Ces CIV mènent fréquemment à une insuffisance cardiaque congestive chez le nourrisson. La proximité entre la CIV et la valve aortique rend l'utilisation d'une ombrelle standard impossible sans prendre le risque de léser la valve aortique. Une ombrelle avec des disques asymétriques a donc été mise au point, permettant ainsi de fermer ces CIV tout en préservant la valve aortique. L'expérience avec ces divers types d'ombrelles est grandissante et les résultats tout aussi encourageants que pour la fermeture des CIA par voie transcutanée, ce qui, probablement dans les années à venir, permettra de proposer dans des cas bien déterminés une alternative sûre et efficace à la chirurgie.¹⁴

Collatérales anormales et shunts vasculaires anormaux

Dans cette catégorie d'anomalies, on trouve principalement les collatérales artérielles aorto-pulmonaires, les collatérales véno-veineuses systémiques ou des connexions veineuses atypiques entre le retour veineux systémique et pulmonaire, et tous les types de fistules. Ces anomalies sont à l'origine d'un shunt gauche-droite qui peut être important, ou d'un shunt droite-gauche non désirable. Si ces anomalies artérielles ou veineuses sont de petits diamètres, elles sont normalement facilement accessibles par une technique d'embolisation par *coils* détachables. Pour les anomalies de gros calibre, il existe des systèmes spécifiques, permettant la fermeture de vaisseaux artériels ou veineux de 4 à 16 mm de diamètre. Avec les mêmes techniques, il est aussi envisageable d'occlure des shunts chirurgicaux comme un shunt de Blalock-Taussig modifié ou

un shunt central, ainsi que des fistules coronariennes.¹⁵ La localisation le plus souvent très variable et atypique de ces vaisseaux malformatifs rend leur accès difficile, malgré cela l'option transcutanée est un avantage par rapport à une chirurgie extensive pour obtenir le même résultat.

Thérapies hybrides

Le facteur limitant du cathétérisme interventionnel est principalement la taille de l'enfant et des vaisseaux d'accès. De plus, une quantité importante de patients présente des malformations cardiaques congénitales complexes associant des communications intracardiaques, des anomalies vasculaires, des sténoses vasculaires. Par conséquent, la tendance actuelle est de développer des thérapies hybrides. Celles-ci combinent les techniques chirurgicales et de cathétérisme interventionnel, par la planification d'une attitude thérapeutique conjointe où la chirurgie et le cathétérisme interventionnel se succèdent et se complètent.¹⁶ Les exemples classiques sont la fermeture de CIV musculaire par ombrelle dans des malformations congénitales complexes suivie de la chirurgie pour le reste de la correction ou le traitement chirurgical des sténoses pulmonaires proximales par le chirurgien, suivi d'angioplasties ou poses de stent sur les sténoses distales qui ne sont pas accessibles dans le champ opératoire.

CONCLUSION

Les progrès techniques et dans la connaissance des malformations cardiaques congénitales permettent aujourd'hui de traiter de plus en plus de malformations simples par voie percutanée, ceci avec des résultats immédiats satisfaisants et comparables à la chirurgie. Les malformations cardiaques complexes restent principalement du domaine chirurgical. Dans ces cas, le travail d'équipe entre le chirurgien cardiaque congénital et le cardiologue pédiatre est apte à créer une synergie, à simplifier la prise en charge de ces patients et à obtenir la meilleure correction ou pallia-



tion possible.¹⁷ Les recherches ou essais cliniques en cours où des valves synthétiques ou biologiques implantables par voie transcutanée sont testées, des nouvelles approches hybrides pour des palliations complexes (par exemple pour les hypoplasies du cœur gauche ou pour com-

pléter une circulation de Fontan) perfectionnées devraient amener à un éventail encore plus large de thérapies par cathétérisme interventionnel. Ces dernières changeront certainement l'approche actuelle des malformations cardiaques congénitales et de leur correction. ■

Bibliographie

- 1 * Noonan JA. A history of pediatric specialties: The development of pediatric cardiology. *Pediatric Research* 2004;56:298-306.
- 2 Rashkind WJ, Miller WW. Creation of an atrial septal defect without thoracotomy. A palliative approach to complete transposition of the great arteries. *JAMA* 1966;196:991-2.
- 3 Berger F, Di Bernardo S. Interventionelle Kardiologie als palliative, kurative oder Hybrid-Therapie angeborener Herzfehler. *Kardiovaskuläre Medizin* 2003;6:349-58.
- 4 Rao PS. Balloon valvuloplasty and angioplasty in infants and children. *J Pediatr* 1989;114:907-14.
- 5 Yetman AT, Nykanen D, McCrindle BW, et al. Balloon angioplasty of recurrent coarctation: A 12-year review. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:811-6.
- 6 Okubo M, Benson LN. Intravascular and intracardiac stents used in congenital heart disease. *Curr Opin Cardiol* 2001;16:84-91.
- 7 * Rocchini AP. Pediatric cardiac catheterization. *Curr Opin Cardiol* 2002;17:283-8.
- 8 Porstmann W, Wierny L, Warnke H, Gerstberger G, Romaniuk PA. Catheter closure of patent ductus arteriosus. 62 cases treated without thoracotomy. *Radiol Clin North Am* 1971;9:203-18.
- 9 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;44:513-9.
- 10 Mills NL, King TD. Non operative closure of left-to-right shunts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1976;72:371-8.
- 11 Wilkinson JL. Interventional pediatric cardiology: device closures. *Indian J Pediatr* 2000;67(Suppl. 3):S30-6.
- 12 Berger F, Vogel M, Alexi-Meskishvili V, Lange PE. Comparison of results and complications of surgical and Amplatzer device closure of atrial septal defects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118:674-80.
- 13 Hijazi ZM, Hakim F, Al-Fadley F, Abdelhamid J, Cao QL. Transcatheter closure of single muscular ventricular septal defects using the amplatzer muscular VSD occluder: Initial results and technical considerations. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000;49:167-72.
- 14 Balzer DT. Transcatheter Closure of Intracardiac Shunts. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2004;6:417-22.
- 15 Sim JY, Alejos JC, Moore JW. Techniques and applications of transcatheter embolization procedures in pediatric cardiology. *J Interv Cardiol* 2003;16:425-48.
- 16 Hjortdal VE, Redington AN, de Leval MR, Tsang VT. Hybrid approaches to complex congenital cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;22:885-90.
- 17 Waight DJ, Hijazi ZM. Pediatric interventional cardiology: The cardiologist's role and relationship with pediatric cardiothoracic surgery. *Adv Card Surg* 2001;13:143-67.

PUB