

# Indications et résultats de la reconstruction de la voie d'éjection du ventricule droit à l'aide de tubes valvés : Une série de 31 cas.

## Indication and results of right ventricular outflow tract reconstruction with valved conduits : A series of 31 cases.

Mehdi Slim, Afef Lagren, Elies Neffati; Rania Amara, Anas Sebr, Mahmoud Bouhlel, Fehmi Remadi; Essia Boughzela

Service de cardiologie, Hôpital Sahloul, Sousse, Tunisie  
Faculté de médecine de Sousse - Université de Sousse

### Résumé

**Introduction:** Différents types de tubes ventricule droit-artère pulmonaire (VD-AP), ont été utilisés durant la dernière décennie. Malgré de bons résultats hémodynamiques immédiats, la durabilité à moyen et à long terme de ces tubes est courte.

**But du travail:** L'objectif de ce travail est d'étudier les indications et les résultats immédiats et à long terme de l'utilisation de tubes VD-AP pour la reconstruction de la voie d'éjection VD.

**Matériel et méthodes :** 31 patients qui ont bénéficié de l'implantation d'un tube VD-AP valvé dans notre centre entre Janvier 1993 et Aout 2014 ont été colligés rétrospectivement.

**Résultats:** La moyenne d'âge est de 3,43 années. La principale cardiopathie congénitale est représentée par le tronc artériel commun (TAC) (32%). La majorité de nos patients (84%) ont été implantés d'une hétérogreffe. Aucune complication spécifique à l'implantation du tube VD-AP n'a été recensée à la phase hospitalière. Tous nos patients ont survécus à la phase hospitalière. La durée moyenne de notre suivi est de  $3,65 \pm 4,1$  années. Une dégénérescence du tube VD-AP à type de sténose significative a été observée chez 11 patients (29%). Une endocardite infectieuse (EI) a été observée chez 4 de nos patients (13%). Une réinterventions chirurgicale pour changement du conduit VD-AP a été réalisée chez 9 patients (32%). Le délai moyen de réinterventions est de 6 ans  $\pm$  4,1 (1-12). Le taux de mortalité tardive global reliée aux tubes VD-AP est de 11%.

**Conclusion:** Les résultats de notre série, soulignent que les résultats à long terme sont insuffisants avec un taux élevé de complications et de réinterventions et que le tube « idéal » n'existe pas encore.

### Summary

**Background:** Various kinds of right ventricle - pulmonary artery (RV-PA) conduits were used during the last decade. Despite good immediate hemodynamic results, medium and long term durability of these conduits is short.

**Objectives:** The purpose of this survey is to study indications, immediate and long-term results of VD-AP conduits for RV outflow tract reconstruction.

**Methods:** 31 patients who underwent implantation of a valved RV-PA conduit between January 1993 and August 2014 were assigned retrospectively.

**Results:** The average age of our population is 3.43 years. The main congenital heart disease is truncus arteriosus (TAC), found in 10 cases (32%). The majority of our patients (84%) were implanted with an heterograft. Postoperative complications were recorded in 7 patients (22%). No specific complication to the RV-PA tube was identified. All patients survived to the hospital phase. The average follow-up was  $3.65 \pm 4.1$  years. Significant stenosis of the RV-PA conduit was found in 11 (29%) of our patients. Infective endocarditis (IE) was observed in 4 of our patients (13%). Two patients with IE died. Surgical reoperations for conduit change were performed in 9 patients (32%). The average time to reoperation was  $6 \pm 4.1$  years (1-12). The overall late mortality rate related to VD-AP conduits was 11%.

**Conclusion:** Our results are in accordance with the literature, emphasizing that long-term results of RV-PA conduits are insufficient with high rates of complications and reoperations.

### Mots-clés

Chirurgie cardiaque –  
cardiopathies congéni-  
tales – Reconstruction  
chirurgicale –  
Homogreffes –  
Hétérogreffes –  
Prothèses.

### Keywords

Cardiac surgery –  
congenital heart disease  
Surgical reconstruction –  
Homografts –  
Heterografts –  
Prosthesis.

### Correspondance

Mehdi Slim\*: mehdislim\_fm@yahoo.fr , adresse : service de cardiologie, hôpital Sahloul, Sousse, tunisie, Tel : +21698696847

Les cardiopathies congénitales sont les malformations congénitales les plus fréquentes (25 %) [1] et sont responsables de 18 à 25 % des morts périnatales. [2]

Les avancées de la chirurgie cardiaque ont permis la réparation de quasiment toutes les cardiopathies congénitales, simples ou complexes. Parmi les cardiopathies congénitales complexes, environ 15 à 35 % se présentent avec un certain degré d'obstruction de la chambre de chasse du ventricule droit (VD). [3,4] Leur réparation nécessite le rétablissement de la continuité entre le ventricule droit et l'artère pulmonaire (AP) et impose dans la majorité des cas, l'implantation de tubes entre le VD et l'AP.

Différents types de tubes VD-AP, biologiques ou prothétiques, ont été utilisés durant la dernière décennie avec de bons résultats hémodynamiques immédiats. Cependant, la durabilité à moyen et à long terme de ces tubes VD-AP est courte essentiellement en raison de leurs dégénérescences entraînant des sténoses et des altérations hémodynamiques parfois importantes nécessitant un changement du conduit.

Le rétablissement de la continuité VD-AP par un tube est un sujet d'actualité et préoccupe l'attention et l'intérêt de plusieurs équipes qui essaient de rechercher le tube « idéal ».

## PATIENTS ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective et descriptive, à partir des dossiers hospitaliers, des patients qui ont bénéficié de l'implantation d'un tube VD-AP pour la reconstruction de la voie d'éjection du VD, réalisée dans le cadre de la réparation d'une cardiopathie congénitale et colligés dans le service de cardiologie de l'hôpital Sahloul de Sousse entre premier janvier 1993 et le 31 août 2014.

31 patients ont été inclus dans cette cohorte.

### L'analyse statistique

Les données ont été saisies et analysées au moyen du logiciel SPSS® version 18.0. Nous avons calculé des fréquences simples et des fréquences relatives (pourcentages) pour les variables qualitatives, des moyennes, des médianes et des écarts types pour les variables quantitatives

## RÉSULTATS

### Caractéristiques générales de la population à l'étude :

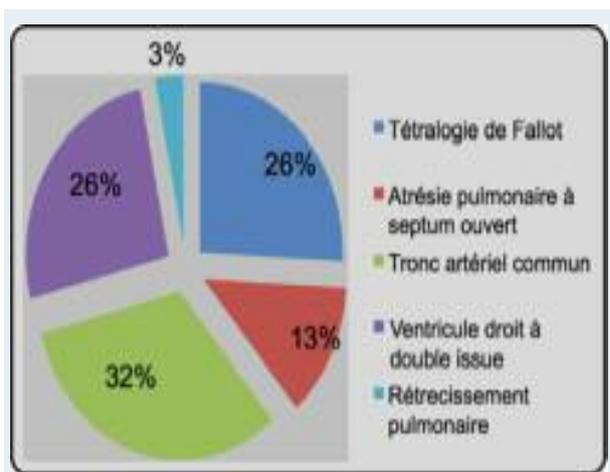
Les caractéristiques générales de notre population sont résumées dans le tableau (1).

**Indications de l'implantation de tubes VD-AP :** Figure (1) La principale cardiopathie congénitale ayant nécessité une reconstruction de la voie pulmonaire par un tube VD-AP valvé dans notre série est représentée par le tronc

artériel commun (TAC), retrouvé dans 10 cas (32 %) suivis par les VDDI avec sténose ou atrésie pulmonaire (26 %) et la T4F (26 %). Figure (1)

**Tableau 1 :** caractéristiques générales de la population.

Age	3,43 ans (1mois-19 ans)
<b>Sexe</b>	
• Masculin	15 (48%)
• Féminin	16 (52%)
<b>Poids moyen</b>	
	12 kg ± 13,33 (4-62)
<b>Antécédents chirurgicaux</b>	
• Aucun	21 (68%)
• Blalock	7 (23%)
• Tube VD-AP non valvé	2 (6%)
• Tube VD-AP valvé	1 (3%)
• ≥ 2 antécédents de chirurgie cardiaque antérieure	2 (6%)



**Figure 1 :** Indications des tubes VD-AP.

Dans le cadre de la réparation complète de T4F, les tubes VD-AP étaient utilisés en raison d'une hypoplasie majeure de la voie pulmonaire chez 4 patients, une agénésie de la valve pulmonaire chez un patient et d'une anomalie de la naissance des artères coronaires chez 3 autres patients.

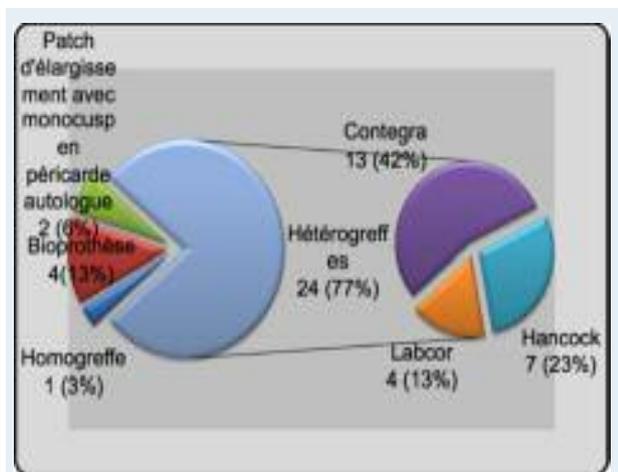
L'indication du tube VD-AP était à type de rétrécissement pulmonaire (RP) chez une seule patiente âgée de 11 ans porteuse d'un RP valvulaire et infundibulaire avec une hypoplasie majeure de l'anneau pulmonaire ayant nécessité la mise en place d'une bioprothèse en position pulmonaire de 19 mm.

**Caractéristiques des tubes VD-AP utilisés :**

Différents types de conduits ont été utilisés pour le rétablissement de la continuité VD-AP chez nos patients, et ceci selon la pathologie considérée et la technique chirurgicale adoptée.

La majorité de nos patients (84 %) ont été implantés d'une hétérogreffe pour la reconstruction de la voie d'éjection VD. Figure (2)

La taille moyenne des tubes utilisés est de 14,43 mm  $\pm$  3,45 mm avec des extrêmes de 6 et 20 mm.



**Figure 2 :** Type de tubes VD-AP utilisés.

**Résultats :****Résultats précoces :**

Les suites opératoires ont été simples chez 24 patients (77 %).

Des complications postopératoires ont été recensées chez 7 patients (22 %). Ces complications étaient à type de bloc auriculo-ventriculaire complet résolutif chez un patient, d'une insuffisance cardiaque droite chez 3 patients, de sepsis chez 2 patients et d'une hémorragie digestive chez un patient.

Aucune complication spécifique à l'implantation du tube VD-AP n'a été recensée.

Tous nos patients ont survécus à la phase hospitalière.

**Résultats tardifs :**

28 patients (90 %) de nos patients ont été régulièrement suivis à notre consultation externe avec des examens de contrôles échographiques ou angiographiques au besoin. 3 patients ont été perdus de vue.

Ainsi, la durée moyenne de notre suivi est de 3,65  $\pm$  4,1 années avec des extrêmes allant de 1 mois à 12 ans.

**Complications des tubes VD-AP :**

Une dégénérescence du tube VD-AP à type de sténose significative a été observée chez 11 (29 %) des nos patients suivis. 6 (55 %) de ces patients ont été opérés à un âge < 2 ans.

Aucune fuite pulmonaire significative n'a été retrouvée chez les patients de notre série.

Une endocardite infectieuse (EI) a été observée chez 4 de nos patients (13 %). Les caractéristiques des patients

**Tableau 2:** Caractéristiques des patients ayant présenté une EI dans notre série.

Patient	Pathologie	Antécédents chirurgicaux	Age au moment de l'intervention	Type de Tube VD-AP	Délai de survenue EI	Germe	Évolution
1	VDDI, SP	Blalock (18mois), Cure complète (6ans), réinterventions (10ans, changement du tube)	6 ans	Hancock 22 mm	10 ans	Cardiobactérium Hominis	Favorable
2	TAC type I	0	4 mois	Contegra 14 mm	9 mois	Pseudomonas aeruginosa	Décès
3	VDDI, SP, CIA, VCSG se drainant dans SC	0	15 mois	Contegra 20 mm	4 ans	Non identifié	Favorable
4	T4F	Blalock (49j, 8ans) Cure complète Réintervention (3 ans, changement du tube)	9 ans	Contegra 14 mm	6 ans	Non identifié	Décès

de notre série ayant présenté une EI sont résumées dans le tableau (3).

Une dilatation anévrysmale du tube VD-AP a été observée chez 3 de nos patients qui ont été contrôlés tardivement. Ces anévrysmes siégeaient sur les anastomoses proximales ou distales du tube, respectivement avec le VD ou le tronc de l'AP.

Des calcifications massives entraînant des sténoses hémodynamiques significatives du tube VD-AP ont été retrouvées chez 2 de nos patients contrôlés tardivement.

**Taux de réinterventions :**

Une dilatation percutanée au ballon a été réalisée chez deux patients présentant une sténose du tube VD-AP. Cependant, les deux procédures se sont soldées par un échec avec persistance d'un gradient significatif sur le tube.

Une réinterventions chirurgicale pour changement du conduit VD-AP a été réalisée chez 9 patients (32 %).

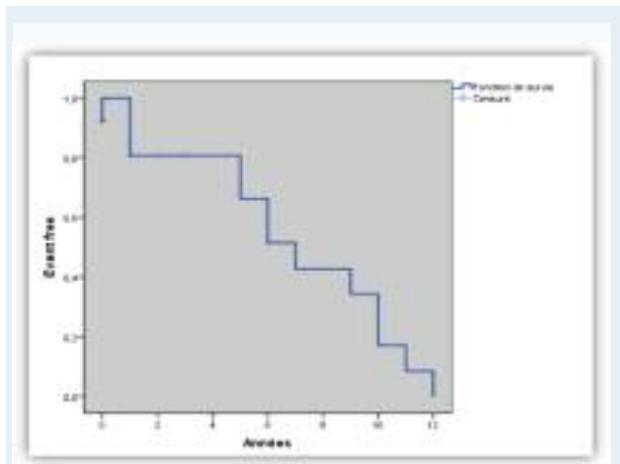
Le délai moyen de réinterventions était de 6 ans  $\pm$  4,1 (1-12).

**Mortalité :**

3 parmi les 28 patients suivis dans notre service sont décédés. 2 patients suite à une EI et nous apprenons qu'une autre patiente est décédée subitement dans son domicile.

Ainsi, le taux de mortalité tardive global relié aux tubes VD-AP est de 11 %.

La figure (3) est une courbe Kaplan-Meier montrant le pourcentage des patients de notre série indemnes de complications reliées au tube VD-AP en fonction du temps. Cette courbe illustre, un taux élevé de complications au cours du temps avec 50% de complications au bout de 5 ans et presque 100% au bout de 12 ans.



**Figure 2 :** Courbe Kaplan Meyer montrant l'évolution au cours du temps du pourcentage de patients indemnes de complications reliées au tube VD-AP

## DISCUSSION

**Indications des tubes VD-AP :**

Parmi les indications retenues de l'utilisation des tubes VD-AP (5-7), on cite :

- La tétralogie de Fallot (T4F).
- L'atrésie pulmonaire à septum ouvert (APSO)
- Le tronc artériel commun (TAC).
- La transposition des gros vaisseaux (TGV) avec CIV et SP.
- Le ventricule droit à double issue (VDDI) avec SP.
- Le rétrécissement pulmonaire (RP).
- L'intervention de ROSS-KONNO. (8,9)
- Le syndrome d'hypoplasie du cœur gauche. (10)

**Choix du tube VD-AP :**

- Le tube VD-AP « idéal » n'existe pas encore.
- Un tube VD-AP « parfait » devrait répondre aux caractéristiques suivantes : (11)
- Durabilité éternelle.
- Disponibilité dans toutes les dimensions.
- Excellente maniabilité chirurgicale lors des anastomoses.
- Durée maximale de bon fonctionnement de la valve.
- Potentiel de croissance.
- Faible coût.
- Faible risque infectieux.
- Faible thrombogénicité.

**Indications des tubes VD-AP :**

**Résultats précoces :**

Dans une méta-analyse chinoise (12) ayant inclus 41 études avec un effectif total de 4055 patients, la mortalité globale précoce était de 9,49 %. Elle était de 10,6 % dans le groupe homogreffes contre 6,2 % dans le groupe Contegra®.

Dans une autre large étude publiée par Dearani et al. en 2003 (13), et ayant colligé 1095 patients ayant bénéficié de l'implantation d'un tube VD-AP (969 tubes valvés, 26 tubes non valvés), le taux de mortalité précoce a diminué de 23,5 % dans les années 80 à 3,7 % après 1993. Dans notre série, aucun décès précoce n'a été observé. Ce taux nul de mortalité précoce ne peut être comparé aux résultats des séries mondiales vu le petit nombre de notre série.

**Résultats tardifs :**

**Mortalité tardive :**

Le taux de mortalité globale tardive à 10 et à 20 ans rapporté dans la série de Dearani et al. (14) était respectivement de 23 et 40,5 %. Les facteurs de risque indépendant de mortalité tardive identifiés en analyse multivariée dans cette série étaient le sexe masculin, l'âge jeune au moment de l'intervention, le diagnostic de TGV ou de TGV corrigée, de TAC, les cœurs univentriculaires et un rapport de pressions ventricule

pulmonaire/ventricule systémique  $\geq 0,72$  ( $p \leq 0,03$ ).

Les principales causes de mortalité tardive étaient les causes cardiaques (74 %) représentées essentiellement par les morts subites (28 %), l'insuffisance cardiaque (26 %), l'hypertension artérielle pulmonaire (8 %), les réinterventions (6 %) et l'EI (6 %).

Selon Chan-pong (12), la mortalité globale tardive était comparable dans le groupe homogreffe versus Contegra® (5,3 % Vs 4,7 %), ainsi que la mortalité spécifique à l'implantation de conduits (1,1 % Vs 1,8 %).

Dans notre série, 3 patients sont décédés (11 %) au cours du suivi à long terme, 2 patients par EI et un patient subitement.

#### *Complications :*

##### *Les calcifications :*

L'incidence de l'apparition des calcifications est légèrement plus faible avec les homogreffes qu'avec les tubes Contegra® (12,1 % Vs 16,4 %). (12) Ceci est probablement expliqué par la similitude des homogreffes avec les tissus humains, une réponse immunologique moindre (14) qui sont à l'origine d'un profil hémodynamique de ces dernières. Certaines études avec les tubes Contegra® (15-17) ont démontré que la concentration en gluthéraldéhyde est directement proportionnelle à l'incidence d'apparition des calcifications qui s'aggravent au cours du temps. Il existe donc une cytotoxicité directe du gluthéraldéhyde responsable d'une réaction immunologique avec prolifération cellulaire. (70)

Ainsi il apparaît que les homogreffes ont une incidence plus faible d'apparition des calcifications, ainsi une plus longue durabilité et un risque moindre de dégénérescence.

##### *Les thromboses :*

Aucun cas de complications thromboembolique n'a été rapporté dans la littérature avec les homogreffes, alors que le taux de ce type de complications s'élève à 5,3 % avec les tubes Contegra®. (12)

Certaines mécanismes ont été apportées pour expliquer ce phénomène observé avec les tubes Contegra® :

La cytotoxicité résiduelle du gluthéraldéhyde entraînant une destruction des globules rouges dont les agrégats favorisent les thromboses. (19)

Le retard d'endthélialisation du conduit entraînée par le gluthéraldéhyde résiduel. (19-21) Cette endthélialisation dure en moyenne 6mois. (22)

C'est dans cet état d'esprit que certains auteurs recommandent la poursuite du traitement par aspirine pendant 6 à 12 mois après l'intervention. (23)

Ainsi parmi les avantages des homogreffes la faible thrombogénicité dispensant d'un traitement antiagrégant plaquettaire en postopératoire.

##### *L'endocardite infectieuse :*

L'incidence des EI apparaît aussi plus faible avec l'utilisation des homogreffes par rapport aux hétérogreffes type Contegra®. (0,6 % Vs 2,3 %). (12)

Ceci est expliqué par certains auteurs (24) par le fait que les homogreffes sont plus résistantes aux infections du fait de leur probable potentiel de production de collagène et de cytokines.

Les EI sur tube VD-AP sont certes rares, mais elles sont de mauvais pronostic et sont responsables d'une lourde mortalité. (12) Ainsi, les mesures classiques de prophylaxie de ces EI sont recommandées. (12)

Dans notre série, 2 patients parmi 4 qui ont présenté une EI sur tube VD-AP sont décédés.

##### *La formation d'anévrismes :*

L'anévrisme sur tube VD-AP est classiquement défini par une dilatation de ce dernier  $> 1,5$  fois le diamètre initial. Le mécanisme physiopathologique est une perte d'élastine, l'hypertrophie des cellules musculaires lisses et la fibrose adventitielle aboutissant à une hyperplasie intimale avec une dégénérescence de la média.

Le taux de dilatation anévrysmale dans la littérature apparaît nettement supérieur avec les tubes Contegra® qu'avec les homogreffes. (12,6 % Vs 1,3 %). (12)

Il est recommandé d'éviter d'utiliser des tubes Contegra® lorsque les pressions VD sont très élevées en raison d'un risque élevé de formations de ces anévrismes.

##### *Les fuites pulmonaires :*

Ces fuites pulmonaires lorsqu'elles sont modérées sont généralement bien tolérées. (25) Mais lorsqu'elles sont sévères, elles sont généralement mal tolérées entraînant une augmentation de la postcharge, une dilatation et une diminution de la fonction du VD ainsi qu'une aggravation de l'insuffisance tricuspide et une diminution de la capacité d'effort. (26)

Ces régurgitations pulmonaires augmentent le risque d'arythmies cardiaques sévères, d'insuffisance cardiaque et de mort subite. (27)

##### *Les sténoses :*

Meyns et al. (52) ont rapporté qu'il existe une relation étroite entre le diamètre du tube, l'âge au moment de l'intervention et le taux de sténose du tube VD-AP à long terme. La sténose du tube paraît inéluctable pour les diamètres  $< 12$  mm. (64) La longueur du tube, en favorisant une turbulence du flux, joue également un rôle favorisant.

Ces sténoses se développent aussi bien au niveau valvulaire, mais aussi au niveau de l'anastomose distale.

##### *Le taux de réinterventions :*

Chan et al. (28) ont rapporté que le taux de réinterventions pour changement du conduit avec les

homogreffes est respectivement de 78 %, 88 % et 99 % à 2,4 et 6 ans chez les patients opérés à un âge < 1 an. Des résultats comparables ont été rapportés par Forbess et al. (29)

De même, Boethig et al (30) ont démontré une supériorité des tubes Contegra® par rapport aux Homogreffes chez les nouveaux nés et les enfants de bas âges en termes de réinterventions pour changement du tube.

## CONCLUSION

Les résultats de notre série, conformément aux données de la littérature soulignent que les résultats à long terme sont insuffisants avec un taux élevé de complications et

de réinterventions et que le tube « idéal » n'existe pas encore. Les limites de notre étude sont liées essentiellement à l'effectif réduit et au caractère rétrospectif. De ce fait, l'analyse des facteurs prédictifs associés aux complications à long terme n'était pas possible. Des études prospectives avec de plus grands effectifs sont ainsi requises.

**Acknowledgements: None**

## REFERENCES

1. Dolk H. EUROCAT: 25 years of European surveillance of congenital anomalies. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2005 Sep;90(5):F355-8.
2. Knowles R, Griebsch I, Dezateux C, et al. Newborn screening for congenital heart defects: a systematic review and cost-effectiveness analysis. *Health Technol Assess* 2005;9(44).
3. Jacobs EG, Leung MP & Karlberg J. Distribution of symptomatic congenital heart disease in Hong Kong. *Pediatr Cardiol.* 2000;21,148-157.
4. Ariane J. Marelli, Andrew S. Mackie, Raluca Ionescu-Iltu, Elham Rahme and Louise Pilote. Congenital Heart Disease in the General Population: Changing Prevalence and Age Distribution. *Circulation.* 2007;115:163-172.
5. Antonio F. Corno (2012). Valved Conduits Right Ventricle to Pulmonary Artery for Complex Congenital Heart Defects. *Current Concepts in General Thoracic Surgery*, Dr. Lucio Cagini (Ed.), ISBN: 978-953-51-0870-2, InTech, DOI: 10.5772/51081.
6. Marcelletti C, Corno AF, Losekoot TG, Olthof H, Schuller JL, Bulterijs AHK, Becker AE. Extracardiac conduits: indications, techniques and early results. *G Ital Cardiol* 1980;10:1041-54.
7. Stark J. The use of valved conduits in pediatric cardiac surgery. *Pediatr Cardiol.* 1998 Jul-Aug;19(4):282-8
8. Ross DN. Replacement of aortic and mitral valve with a pulmonary autograft *Lancet* 1967;2:956-7
9. Corno AF, Hurni M, Griffin H, Jeanrenaud X, von Segesser LK. Glutaraldehyde-fixed bovine jugular vein as a substitute for the pulmonary valve in the Ross operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;122:493-4
10. Feinstein JA., Benson DW, Dubin AM et al. Hypoplastic left heart syndrome: current considerations and expectations. *J Am Coll Cardiol.* 2012 Jan 3;59(1 Suppl):S1-42. doi: 10.1016/j.jacc.2011.09.022.
11. Joseph M. Forbess. Conduit Selection for Right Ventricular Outflow Tract Reconstruction: Contemporary Options and Outcomes. *Pediatric Cardiac Surgery Annual of the Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*, Vol 7, 2004: pp 115-124.
12. Loi, Chan-pong. The use of valved conduits for right ventricular outflow reconstruction in children: a systematic review and meta-analysis. 2011, <http://hdl.handle.net/10722/144016>.
13. Dearani JA, Danielson GK, Puga FJ, Schaff HV et al. Late Follow-Up of 1095 Patients Undergoing Operation for Complex Congenital Heart Disease Utilizing Pulmonary Ventricle to Pulmonary Artery Conduits. *Ann Thorac Surg* 2003;75:399-411.
14. Javadpour H, Veerasingam D & Wood AE. Calcification of homograft valves in the pulmonary circulation -- is it device or donation related? *Eur J Cardiothorac Surg* 2002 ;22:8-81.
15. Golomb G, Schoen FJ, Smith MS, Linden J, Dixon M & Levy RJ. The role of glutaraldehyde-induced cross-links in calcification of bovine pericardium used in cardiac valve bioprostheses. *Am J Pathol* 1987;127:122-130.
16. Gong G, Seifert E, Lyman WD, Factor SM et al. Bioprosthetic cardiac valve degeneration: role of inflammatory and immune reactions. *J Heart Valve* 1993;2:684-693.
17. Liao K, Frater RW, LaPietra A, Ciuffo G et al. Time-dependent effect of glutaraldehyde on the tendency to calcify of both autografts and xenografts. *Ann Thorac Surg* 1995;60:343-347.
18. Tiete AR, Sachweh JS, Roemer U, Kozlik-Feldmann R et al. Right ventricular outflow tract reconstruction with the Contegra bovine jugular vein conduit: a word of caution. *Ann Thorac Surg* 2004;77:2151-2156.
19. Dave HH, Kadner A, Berger F, Seifert B et al. Early results of the bovine jugular vein graft used for reconstruction of the right ventricular outflow tract.
20. Golden MA, Hanson SR, Kirkman TR, Schneider PA & Clowes AW. Healing of polytetrafluoroethylene arterial grafts is influenced by graft porosity. *J Vasc Surg* 1990;11;838-844;discussion 845.
21. Mosquera DA & Goldman M. Endothelial cell seeding. *Br J Surg* 1991;78:656-660.

22. Chang Y, Tsai CC, Liang HC & Sung HW. Reconstruction of the right ventricular outflow tract with a bovine jugular vein graft fixed with a naturally occurring crosslinking agent (genipin) in a canine model.
23. Boudjemline Y, Bonnet D, Agnoletti G, Vouhé P. Aneurysm of the right ventricular outflow following bovine valved venous conduit insertion. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;23:122-4 *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;122:1208-1218.
24. Yankah AC. Surgical management of infective endocarditis: pulmonary autograft or allograft? *J Heart Valve Dis* 1994;3:380-383.
25. Breyman T, Thies WR, Boethig D, Goerg R et al. Bovine valved venous xenografts for RVOT reconstruction: results after 71 implantations. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21:703-710;discussion 710.
26. Geva T, Sandweiss BM, Gauvreau K, Lock JE & Powell AJ. Factors associated with impaired clinical status in long-term survivors of tetralogy of Fallot repair evaluated by magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:1068-1074.
27. Knott-Craig CJ, Elkins RC, Lane MM, Holz J et al. A 26-year experience with surgical management of tetralogy of Fallot: risk analysis for mortality or late reintervention. *Ann Thorac Surg* 1998;66:506-511.
28. Perron J, Moran AM, Gauvreau K, del Nido PJ et al. Valved homograft conduit repair of the right heart in early infancy. *Ann Thorac Surg*. 1999 Aug;68(2):542-8.
29. Forbess JM, Shah AS, St Louis JD, et al. Cryopreserved homografts in the pulmonary position: Determinants of durability. *Ann Thorac Surg* 71:54-60, 2001.
30. Boethig D, Thies WR, Hecker H, Breyman T. Mid term course after pediatric right ventricular outflow tract reconstruction: a comparison of homografts, porcine xenografts and Contegra, *Eur J Cardiothorac Surg* 2005;27:58-66