

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année 2005

N°108

THESE

pour le

DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

Qualification en Chirurgie Générale

par

Christian PERIGAUD

Né le 18 septembre 1972 à Versailles

Thèse présentée et soutenue publiquement le 28 avril 2005

**INTERVENTION DE ROSS : ÉVALUATION
RÉTROSPECTIVE DES QUARANTE-TROIS PREMIERS CAS
OPÉRÉS AU C.H.U. DE NANTES.**

JURY

Président : Monsieur le Professeur DUVEAU
Directeur de thèse : Monsieur le Docteur BARON

Monsieur le Professeur DESPINS
Monsieur le Professeur CROCHET
Madame le Docteur LEFEVRE

Table des matières.

1. INTRODUCTION.....	7
1.1 Historique.....	7
1.2 Objectif de l'étude.....	10
2. PATIENTS ET METHODES.....	11
2.1 Données pré-opératoires.....	11
2.2 Technique opératoire.....	13
2.2.1 Les cinq principaux temps opératoires de l'intervention de Ross.....	13
2.2.2 Modification de la technique chirurgicale liée à l'intervention de Ross-Konno.....	18
2.3 Données opératoires.....	19
2.4 Données post-opératoires immédiates.....	19
2.5 Données post-opératoires tardives.....	19
2.5.1 Echographie doppler cardiaque transthoracique.....	20
2.5.2 Questionnaire de la qualité de vie SF-36 et EQ-5D.....	21
2.5.3 Détermination de la survie.....	22
2.6 Evénements coronaires et infarctus du myocarde.....	23
2.7 Méthodes statistiques.....	24
3. RESULTATS.....	25
3.1 Données opératoires.....	25
3.2 Données post-opératoires.....	27
3.2.1 Données cliniques et biologiques.....	27
3.2.2 Echographie doppler cardiaque transthoracique post-opératoire.....	29
3.3 Données post-opératoires tardives.....	30
3.3.1 Autogreffe pulmonaire.....	30
3.3.2 Homogreffe pulmonaire.....	31
3.3.3 Dimensions de l'autogreffe pulmonaire.....	32
3.3.4 Questionnaires de la qualité de vie SF-36 et EQ-5D.....	34
3.4 Survie des patients opérés.....	36
3.5 Survie sans changement de l'autogreffe pulmonaire.....	37
3.6 Survie sans événement sur l'autogreffe pulmonaire.....	38
3.7 Survie sans changement de l'homogreffe pulmonaire.....	39
3.8 Survie sans événement sur l'homogreffe pulmonaire.....	40
3.9 Evénements coronaires et infarctus du myocarde.....	41

4. DISCUSSION.....	46
4.1 Technique opératoire.....	46
4.2 Mortalité opératoire et hospitalière.....	48
4.3 Autogreffe pulmonaire.....	49
4.3.1 Dilatation de l'autogreffe pulmonaire lors du remplacement de la racine aortique..	49
4.3.2 Insuffisance aortique.....	51
4.3.3 Gradient et surface de la valve aortique.....	51
4.4 Homogreffe pulmonaire.....	52
4.5 Qualité de vie des patients opérés.....	54
4.6 Evènements coronaires et infarctus du myocarde.....	55
5. CONCLUSION.....	59
6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	60
7. ANNEXES.....	64

1. INTRODUCTION.

1.1 Historique.

Le traitement des maladies valvulaires aortiques repose sur le remplacement chirurgical de la valve aortique. Actuellement, la valve de remplacement est le plus souvent une prothèse mécanique ou biologique (xénogreffe prélevée chez l'animal). Plus rarement, une homogreffe aortique (racine aortique prélevée sur un donneur humain) peut être utilisée. Les prothèses mécaniques et biologiques ont plusieurs inconvénients :

- Elles peuvent se compliquer d'infections puisque ce sont des corps étrangers [1].
- Elles sont à l'origine d'accidents thromboemboliques [1]. Elles nécessitent donc un traitement anticoagulant qui doit être pris à vie en cas de prothèse mécanique.
- Elles forment un obstacle à l'éjection du sang du ventricule gauche [2], contrairement aux valves aortiques natives.
- Elles ne sont pas adaptées à la population pédiatrique. La croissance des enfants ou des adolescents rend la taille de ces prothèses inadaptée. Dans cette population, il est souvent nécessaire de les remplacer plusieurs fois.
- La durée de vie des prothèses biologiques est limitée (10-15 ans) surtout chez les patients jeunes [3]. Celle des prothèses mécaniques est supérieure à 20 ans [1].

Les homogreffes aortiques résistent aux infections, fonctionnent physiologiquement, et ne nécessitent pas d'anticoagulants [4]. En revanche, elles restent inadaptées pour la population pédiatrique car leur durée de vie est limitée à 10 ou 15 ans [4].

Il n'existe donc pas de solution idéale pour le remplacement valvulaire aortique.

En 1962, Donald Ross a commencé à implanter des homogreffes aortiques en remplacement de la valve aortique [5]. Celles-ci étaient prélevées chez des patients décédés depuis peu de temps. La dégénérescence prématurée de certaines de ces homogreffes l'amena en 1967 à proposer la solution suivante [6]: utiliser la propre valve pulmonaire du patient comme valve de remplacement de la valve aortique malade. Le concept de l'autogreffe pulmonaire était né. Lors de la description initiale de la technique, une homogreffe aortique remplaçait l'autogreffe pulmonaire prélevée.

Cependant, au début, très peu de chirurgiens ont été convaincus par cette technique opératoire. La complexité technique de l'intervention et la nécessité de remplacer deux valves alors que l'une d'elles est saine, ont été des facteurs limitant à la diffusion de cette technique. De plus, cette intervention nécessite des temps opératoires très longs. A cette période, les problèmes liés aux temps de circulation extra-corporelle prolongés et à la protection myocardique n'étaient pas encore tous parfaitement maîtrisés. Concomitamment, le développement des valves mécaniques et des bioprothèses était très rapide et semblait prometteur, l'implantation de ces substituts valvulaires étant techniquement beaucoup plus simple et nécessitant des temps de circulation extra-corporelle beaucoup plus courts. La diffusion de la technique de Ross s'en est ainsi trouvée très limitée.

Dans les années 1980-90, l'expérience acquise à long terme sur l'utilisation des bioprothèses et des valves mécaniques a montré les inconvénients de celles-ci, prouvant que la valve de remplacement idéale n'existe pas. Ceci est particulièrement vrai pour les patients jeunes. Les risques infectieux et thrombo-emboliques des valves mécaniques sont loin d'être négligeables. Les anticoagulants au long cours exposent particulièrement les patients jeunes aux accidents hémorragiques. Les bioprothèses se compliquent peu d'accidents thrombo-emboliques et ne nécessitent pas d'anticoagulants. En revanche, leur durée de vie limitée fait qu'elles doivent généralement être remplacées après 10 ou 15 ans chez les patients jeunes.

En 1989, Stelzer et al. ont montré l'intérêt du remplacement de la racine aortique par l'autogreffe pulmonaire au cours de l'intervention de Ross [7]. L'implantation de l'autogreffe pulmonaire selon cette méthode est plus aisée que l'implantation subcoronaire décrite par Ross initialement (*figure 1*).

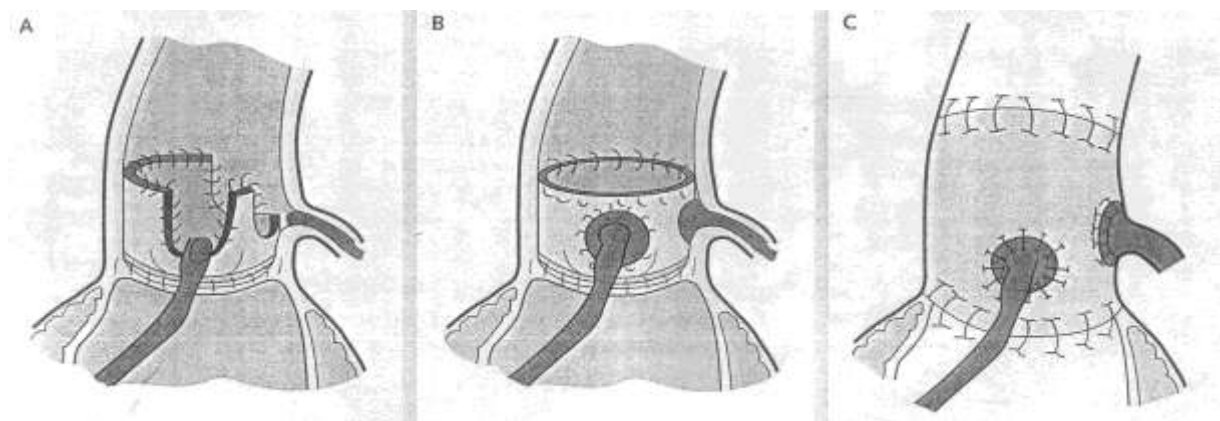


Figure 1 : Modalités d'implantation de l'autogreffe pulmonaire, A : technique subcoronaire décrite initialement, B : inclusion cylindrique, C : remplacement de la racine aortique.

Par ailleurs, les résultats à long terme de la série pionnière, publiés par Chambers et al. [8], étaient très encourageants : sur une série de 131 patients opérés de 1967 à 1984, l'autogreffe pulmonaire n'avait pas été remplacée dans 88% et 75% des cas, à 10 et à 20 ans de suivi respectivement, et l'homogreffe pulmonaire n'avait pas été remplacée dans 89% et 80% des cas.

Le remplacement de la racine aortique par l'autogreffe pulmonaire, les résultats encourageants de la série pionnière, la meilleure maîtrise des risques liés à la durée prolongée de circulation extra-corporelle et l'amélioration des techniques de protection myocardique, ont fait que l'intervention de Ross a pris un véritable essor depuis 15 ans [9]. La plupart des grandes études publiées [10-14] donne les résultats des patients opérés à partir de 1990. Le recul de ces séries est de 15 ans maximum, contrairement à la série pionnière [8] pour laquelle le suivi dépasse actuellement les 20 ans (un patient a un recul de 36 ans [15]).

Les indications opératoires dans ces séries sont les valvulopathies aortiques (rétrécissement aortique, insuffisance aortique et maladie aortique) chez des patients généralement de moins de 60 ans ayant une bonne fonction d'éjection ventriculaire gauche. L'atteinte d'une autre valve, les maladies du tissu conjonctif et les pathologies tri-tronculaires associées sont des contre-indications dans ces études.

Actuellement, la mortalité opératoire est de moins de 3% [10-14]. De plus, les études récentes [10-14] ont permis de lever les inquiétudes quant au devenir de l'autogreffe pulmonaire à moyen et à long terme. L'autogreffe pulmonaire semble s'adapter aux pressions élevées de la circulation systémique. La nouvelle valve aortique devient rarement incontinente, même si l'autogreffe pulmonaire se dilate. L'homogreffe pulmonaire semble aussi convenir pour le remplacement du tronc de l'artère et de la valve pulmonaire. Quelquefois, cette homogreffe pulmonaire se sténose et son remplacement peut être nécessaire ultérieurement, mais ce risque semble être également faible. La qualité de vie des patients opérés est bonne et même supérieure à celle des patients ayant une valve mécanique.

Toutes ces raisons font qu'à partir de 1998, l'intervention de Ross a été proposée à certains patients opérés au C.H.U. de Nantes.

1.2 Objectif de l'étude.

Le travail effectué ici rapporte les résultats des patients opérés à partir de 1998 jusqu'à fin 2003. Dans un premier temps ont été étudiés les résultats opératoires et post-opératoires immédiats chez les 43 patients opérés dans cette période. Dans un second temps, ce sont les résultats des 36 patients survivants qui ont été analysés. L'objectif a été d'une part d'identifier les facteurs déterminant ces résultats opératoires et post-opératoires immédiats, et d'autre part d'évaluer le fonctionnement de l'autogreffe et de l'homogreffe pulmonaire à moyen terme. Les facteurs déterminant ce fonctionnement ont aussi été recherchés. Enfin, la qualité de vie des patients opérés a été évaluée.

2. PATIENTS ET METHODES.

De juin 1998 à fin décembre 2003, 43 patients ont été opérés consécutivement selon la technique de Ross ou la technique de Ross-Konno. Tous les patients ont été opérés dans le service de Chirurgie Cardiaque et Thoracique du C.H.U. de Nantes. Les données cliniques et paracliniques péri-opératoires ont été relevées rétrospectivement. Après leur intervention, les patients ont été suivis par leur cardiologue référent. De juillet 2004 à octobre 2004, les patients survivants ont été revus en consultation dans le service de Chirurgie Cardiaque et Thoracique du C.H.U. de Nantes.

2.1 Données pré-opératoires.

L'essentiel des données pré-opératoires est présenté dans le tableau 1 et la distribution de la population en fonction de l'âge est représentée dans la figure 2. Il existe une prédominance masculine nette (30 hommes pour 13 femmes). L'atteinte valvulaire aortique est essentiellement d'origine congénitale (84% des patients). Deux patients ont été opérés d'une endocardite aortique, l'un en urgence et l'autre après 2 semaines de traitement antibiotique. Un patient avait une atteinte valvulaire aortique liée à une maladie de système (lupus érythémateux disséminé). Cette maladie de système a été diagnostiquée après l'intervention chirurgicale. La fraction d'éjection ventriculaire gauche moyenne était normale.

Une autre atteinte valvulaire était associée chez 6 patients (14%).

Une coronarographie pré-opératoire a été réalisée chez 35 patients (81%). Elle était normale dans 32 cas (91%) et anormale dans 3 cas. Cet examen n'a pas été réalisé chez 8 patients (19%).

Dix-huit patients (42%) avaient déjà été opérés de leur valve aortique. Parmi ces patients, quatorze patients ont été opérés 1 fois, trois patients 2 fois et un patient 3 fois. Ces interventions consistaient en une valvuloplastie pour 11 patients, en un remplacement valvulaire aortique pour 1 patient et en des gestes chirurgicaux plus complexes pour 6 patients.

Un patient avait eu une valvuloplastie aortique percutanée dans ses antécédents.

Tableau 1: Données pré-opératoires

Caractéristiques	Valeur
Sexe :	
-Féminin	13 (30%)
-Masculin	30 (70%)
Age (années)	27±15,9 (25) [5-71]
NYHA classification :	
-I , II	36 (83%)
-III , IV	7 (17%)
Pathologie valvulaire aortique :	
-Rétrécissement aortique	10 (23%)
-Insuffisance aortique	16 (37%)
-Maladie aortique	17 (40%)
Etiologie de la valvulopathie aortique :	
-Congénitale	36 (84%)
-Endocardite	2 (5%)
-Radique	2 (5%)
-Dégénérescence sénile	1 (2%)
-Dégénérescence bioprothèse	1 (2%)
-Maladie de système	1 (2%)
Fraction d'éjection ventriculaire gauche (%)	60±9,7 (60) [35-87]
Groupe sanguin :	
-A	20 (47%)
-B	8 (19%)
-AB	1 (2%)
-O	14 (33%)
Rhésus :	
-Positif	32 (74%)
-Négatif	11 (26%)

Les variables continues sont exprimées en moyenne±écart-type, (médiane) et [extrêmes].
 Les variables qualitatives sont exprimées en valeur absolue et (pourcentage).

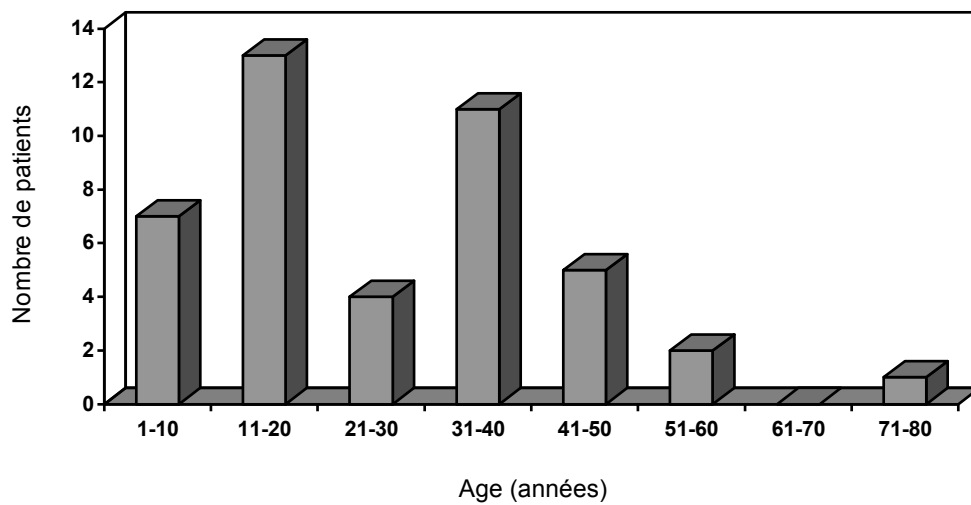


Figure 2: Répartition des patients en fonction de l'âge

2.2 Technique opératoire.

Après ouverture du péricarde, l'accolement entre l'aorte ascendante et l'artère pulmonaire est libéré. Une circulation extra-corporelle est mise en place après la canulation des deux veines cave et de l'aorte ascendante. Une décharge ventriculaire gauche est placée à travers la veine pulmonaire supérieure droite. La protection myocardique après clampage aortique est assurée par une cardioplégie chaude sanguine hyperkaliémique antérograde. Cette cardioplégie est ensuite renouvelée toutes les 20 minutes directement dans les ostia coronaires.

2.2.1 Les cinq principaux temps opératoires de l'intervention de Ross :

- Le premier temps opératoire consiste en la résection de la valve aortique exposée, par une incision transversale de l'aorte 1 à 2 cm au-dessus de la jonction sino-tubulaire.

- Le deuxième temps opératoire détermine la faisabilité de l'intervention. L'artère pulmonaire est sectionnée transversalement en amont de la bifurcation pulmonaire (*figure 3*). La valve pulmonaire est ainsi visualisée. Pour poursuivre l'intervention selon la technique de Ross, cette valve doit être tricuspide et ne doit pas comporter de larges fenestrations.



Figure 3 : Incision de l'artère pulmonaire en amont de la bifurcation pulmonaire.

- Le troisième temps opératoire consiste à prélever l'autogreffe pulmonaire. L'artère et l'infundibulum pulmonaire sont totalement séparés de l'aorte ascendante. La dissection de la partie postérieure de l'anneau pulmonaire est minutieuse. En effet, à ce niveau, le tronc commun et l'artère InterVentriculaire Antérieure (IVA) longent étroitement l'anneau pulmonaire [16]. La face antérieure de l'infundibulum pulmonaire est incisée quelques millimètres sous l'anneau pulmonaire, après avoir repéré les valvules pulmonaires (*figure 4*).

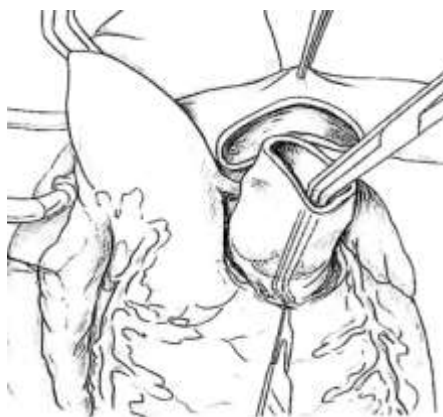


Figure 4 : Incision de la face antérieure de l'infundibulum pulmonaire.

L'incision musculaire est poursuivie circulairement. L'infundibulum pulmonaire, à sa partie postérieure et gauche est séparé du septum interventriculaire (*figure 5*). Cette étape est techniquement difficile puisque les premières branches septales de l'IVA peuvent être sectionnées accidentellement. Pour éviter cet écueil, la dissection du muscle sous-valvulaire se fait à ce niveau très obliquement. Après le prélèvement de l'autogreffe pulmonaire, celle-ci est calibrée à l'aide d'une bougie de Hégar. L'administration de la cardioplégie dans le tronc commun permet de vérifier l'intégrité des artères coronaires et de faire l'hémostase des zones de dissection.

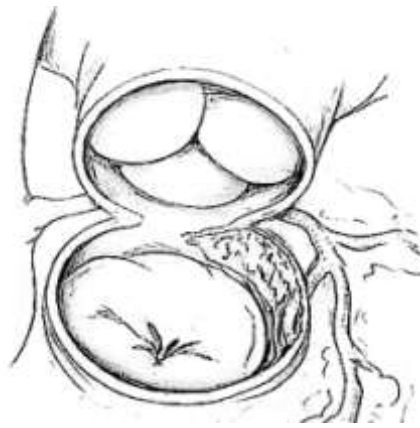


Figure 5 : Rapport de l'autogreffe pulmonaire avec les artères coronaires.

- Le quatrième temps opératoire est celui de l'implantation de l'autogreffe pulmonaire. Cette implantation peut se faire selon trois modalités : la technique subcoronaire, l'inclusion cylindrique ou le remplacement de la racine aortique. A Nantes, nous avons toujours utilisé la technique du remplacement de la racine aortique. C'est la technique décrite dans ce paragraphe.

La racine aortique est réséquée. Les ostia coronaires sont excisés avec une collerette de paroi aortique. La partie proximale des coronaires est mobilisée. L'anneau aortique est calibré à l'aide d'une bougie de Hégar. Une annuloplastie de réduction de l'anneau aortique est réalisée si le diamètre de celui-ci excède de 2 à 3 mm le diamètre de l'autogreffe pulmonaire. Trois repaires équidistants d'un angle de 120° sont placés sur l'anneau aortique. Ces repaires identifient le positionnement à venir des trois commissures de l'autogreffe pulmonaire. La suture proximale de l'autogreffe sur l'anneau aortique est réalisée à l'aide de points séparés ou de trois surjets. Cette suture peut être renforcée par une bandelette de péricarde autologue

ou de feutre de polyester. En effet, le risque de déchirure de la suture proximale n'est pas négligeable (*figure 6*).



Figure 6: Implantation proximale de l'autogreffe pulmonaire renforcée par une bandelette de feutre.

Une courte incision à l'emporte-pièce est réalisée sur le nouveau sinus coronaire gauche. Cette incision se fait sous le contrôle de la vue afin de ne pas léser la valvule et les commissures valvulaires adjacentes. Ensuite, l'ostium coronaire gauche est anastomosé au sinus de l'autogreffe par une suture en surjet.

La commissure entre la valvule coronaire et la valvule non coronaire est repérée par un point sur la face externe de l'autogreffe. La suture distale de l'autogreffe est confectionnée par un surjet. Cette suture, tout comme la suture proximale, peut-être renforcée par une bandelette de péricarde autologue ou de feutre de polyester. Cette suture est cependant moins exposée au risque de déchirure, contrairement à la suture proximale.

Une cardioplégie est injectée dans la racine aortique, afin de repérer le nouveau sinus coronaire droit sur une autogreffe en charge. Comme pour la coronaire gauche, une courte incision à l'emporte-pièce est réalisée sur ce nouveau sinus coronaire droit (*figure 7*).

Cette incision se fait à distance de la commissure adjacente, préalablement repérée par un point sur la face externe de l'autogreffe. L'ostium coronaire droit est anastomosé au nouveau sinus coronaire droit par une suture en surjet.

Toutes les sutures sont enduites de colle biologique pour favoriser l'hémostase.

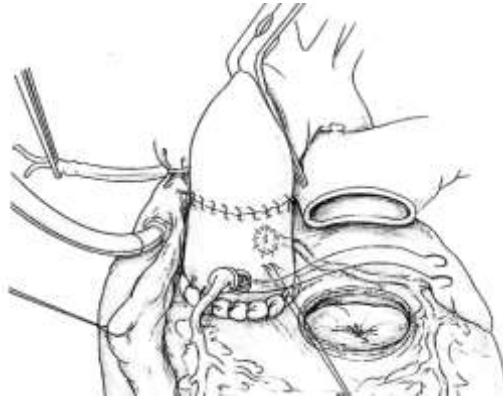


Figure 7: Implantation de la coronaire droite sur l'autogreffe pulmonaire.

- Le cinquième temps opératoire est celui de la reconstruction de la voie pulmonaire. C'est une homogreffe pulmonaire traitée par antibiotiques et conservée par cryopréservation qui remplace le culot pulmonaire prélevé. La taille de cette homogreffe est si possible surdimensionnée par rapport à la taille préalable du culot pulmonaire. La longueur de l'homogreffe pulmonaire doit être suffisante afin de ne pas écraser le tronc commun entre l'autogreffe pulmonaire et cette homogreffe. Les sutures proximales et distales sont confectionnées par des surjets continus et enduites de colle biologique. La reconstruction de la voie pulmonaire débute par la suture distale, pour se terminer par la suture proximale (*figure 8*). Cette suture est rendue délicate par la proximité de l'IVA et de ses premières branches septales (à ce niveau les points du surjet doivent être superficiels).

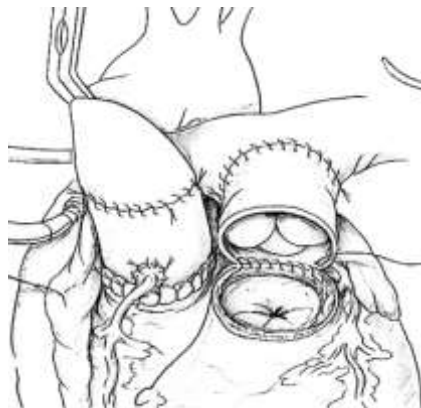


Figure 8 : Implantation de l'homogreffe pulmonaire.

2.2.2 Modification de la technique chirurgicale liée à l'intervention de Ross-Konno [17].

Lorsque l'atteinte de la valve aortique est associée à une hypoplasie de l'anneau et/ou une sténose diffuse de la région sous aortique, il convient alors d'élargir cette région. La partie haute du septum cône est incisée entre le ventricule gauche et le ventricule droit. L'incision est poursuivie jusqu'à ce que la sténose sous-aortique soit totalement levée. Au préalable, l'autogreffe pulmonaire aura été prélevée en emportant une languette de paroi ventriculaire droite antérieure. L'autogreffe pulmonaire est ensuite fixée à l'anneau aortique élargi en utilisant la languette de paroi ventriculaire droite pour combler l'incision du septum cône (*figure 9*). L'intervention est alors poursuivie de façon classique en réimplantant les artères coronaires et en suturant l'autogreffe à l'aorte ascendante.

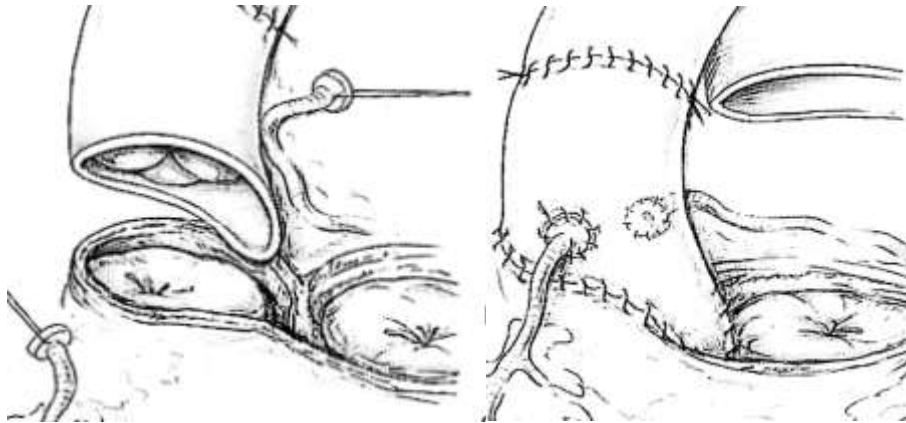


Figure 9 : Incision du septum cône entre le ventricule gauche et droit et implantation de l'autogreffe pulmonaire avec une languette de ventricule droit élargissant ainsi la région sous-aortique.

2.3 Données opératoires.

Toutes les données opératoires ont été relevées dans le compte-rendu opératoire et anesthésique de chaque patient.

Les homogreffes pulmonaires implantées ont été fournies par l'European Homograft Bank de Bruxelles. Une fiche descriptive de chaque homogreffe pulmonaire est conservée dans le dossier médical des patients.

2.4 Données post-opératoires immédiates.

Toutes les données post-opératoires proviennent du dossier médical de chaque patient. Ces données regroupent les informations concernant l'hospitalisation en réanimation chirurgicale et au sein du service de chirurgie cardiaque et thoracique.

La mortalité opératoire est la mortalité survenant dans les 30 jours suivant l'intervention chirurgicale [18].

La mortalité hospitalière est la mortalité survenant au cours de l'hospitalisation des patients quelque soit la durée de cette hospitalisation [18].

Les données de l'échographie doppler cardiaque transthoracique faite au cours de l'hospitalisation ou dans les services de rééducation ont de plus été relevées. Cette échographie n'a cependant pas été faite de manière systématique. De plus, de nombreux opérateurs ont réalisé ces échographies sans que la méthodologie utilisée ne soit précisée.

2.5 Données post-opératoires tardives.

Trente-cinq patients opérés avec succès par la technique de Ross ou de Ross-Konno ont été contactés par téléphone pour convenir d'un rendez-vous de consultation. Les patients ont été clairement informés du but de ce rendez-vous, c'est-à-dire l'évaluation unique de l'intervention de Ross : la consultation n'intervenait pas dans le suivi clinique des patients et ne les dispensait donc pas de la visite auprès de leur cardiologue référent. Parmi ces 35 patients, un seul ne s'est pas présenté à son rendez-vous.

Le suivi moyen des patients a été de 155 semaines, soit environ 3 ans, avec une médiane à 132 semaines, et des extrêmes à 37 et 329 semaines (soit de 9 mois à 6 ans).

Lors de la consultation, aucun examen invasif n'était prévu. Les patients ont été examinés cliniquement et une échographie doppler cardiaque transthoracique a été réalisée. Les données de cette consultation ont été colligées pour chaque patient dans un feuillet de recueil (*Annexe 1*).

Deux questionnaires de qualité de vie, le questionnaire MOS SF-36 et le questionnaire EQ-5D ont été remplis par les patients lors de cette consultation (*Annexe 2*).

2.5.1 Echographie doppler cardiaque transthoracique (ETT).

Toutes les échographies doppler cardiaques transthoraciques ont été réalisées par deux opérateurs entraînés. Un opérateur réalisait les ETT des adultes et l'autre les ETT des enfants. Les appareils d'échographie utilisés sont le SIEMENS SONOLINE G60S pour les patients adultes et le SIEMENS ACUSON Sequoia C256 pour les enfants.

▪ Echographie bidimensionnelle

Les dimensions de l'autogreffe pulmonaire ont été mesurées à 4 niveaux différents selon la technique décrite précédemment [19, 20] :

- 1) Jonction aorto-ventriculaire (anneau aortique) au niveau des valvules aortiques.
- 2) Sinus de Vasalva au niveau du diamètre antéro-postérieur le plus important.
- 3) Jonction sino-tubulaire à la partie distale des sinus de Vasalva.
- 4) Aorte ascendante proximale.

Du fait de la tendance qu'a l'autogreffe pulmonaire à se dilater, les différents niveaux peuvent être difficiles à distinguer. Dans ce cas, la dimension des sinus de Vasalva était arbitrairement mesurée 2 cm au-dessus de l'anneau aortique, la dimension de la jonction sino-tubulaire 2 cm au-dessus des sinus de Vasalva et la dimension de l'aorte ascendante 2 cm au-dessus de la jonction sino-tubulaire. Les mesures ont été prises sur une coupe parasternale gauche grand axe en fin de diastole.

La fraction d'éjection ventriculaire gauche était estimée à partir de la fraction de raccourcissement par la méthode de Simpson. La fraction de raccourcissement (FR) était calculée par la formule suivante : $FR = [(DTDVG - DTSVG) / DTDVG]$, DTDVG étant le Diamètre Télédiastolique du Ventricule Gauche et DTSVG étant le Diamètre Télésystolique

du Ventricule Gauche. Les deux diamètres DTDVG et DTSVG étaient mesurés sur une coupe parasternale gauche grand axe, respectivement en fin de diastole et en fin de systole.

▪ **Doppler continu, pulsé et couleur**

Le gradient moyen de pression au travers de l'autogreffe pulmonaire et de l'homogreffe pulmonaire a été calculé par l'équation modifiée de Bernouilli. La surface valvulaire des deux valves a été déterminée par l'équation standard de continuité. La surface valvulaire indexée est le rapport de la surface valvulaire par la surface corporelle.

L'insuffisance aortique et pulmonaire a été déterminée en doppler continu par le temps de demi-décroissance du gradient de pression transvalvulaire et par la pente de décroissance du flux régurgitant. L'insuffisance aortique et pulmonaire ont été cotées en 5 grades, de 0 à 4 :

- 0/4 : absence d'insuffisance
- 1/4 : insuffisance minime
- 2/4 : insuffisance modérée
- 3/4 : insuffisance importante
- 4/4 : insuffisance sévère

2.5.2 Questionnaire de la qualité de vie SF-36 et EQ-5D.

Les questionnaires SF-36 et EQ-5D (*Annexe 2*) étaient administrés aux patients de plus de 14 ans (le questionnaire n'est pas validé pour un âge inférieur). Les patients étaient prévenus lors du contact téléphonique qu'on allait leur demander de répondre à ces questionnaires lors de la consultation. Les questionnaires étaient remplis par les patients eux-mêmes (c'est-à-dire sans aide), si possible au début de la consultation, en l'absence du médecin. Aucune question concernant l'évaluation de la santé des patients n'a été posée avant d'avoir administré ces questionnaires.

Le SF-36 est un auto-questionnaire qui comprend 36 questions regroupées en 8 dimensions, chacune correspondant à un aspect différent de la santé. Il présente de bonnes propriétés psychométriques et il est l'un des instruments de référence pour les enquêtes de qualité de vie menées en recherche clinique et en santé publique.

Le EQ-5D est un questionnaire qui comprend 5 questions regroupées en 5 dimensions représentant également chacune un aspect différent de la santé. A ces questions est associée

une échelle analogique visuelle sur laquelle les patients indiquent leur état de santé. L'EQ-5D est un complément à d'autres questionnaires de qualité de vie.

2.5.3 Détermination de la survie.

En plus du calcul global de la survie des patients, nous avons déterminé la survie des patients dans les situations suivantes :

2.5.3.1 Survie sans changement de l'autogreffe pulmonaire.

La survie sans changement de l'autogreffe pulmonaire est la survie des patients opérés avec succès sans qu'il soit nécessaire secondairement de remplacer l'autogreffe.

2.5.3.2 Survie sans événement sur l'autogreffe pulmonaire.

La survie sans événement sur l'autogreffe pulmonaire est la survie des patients opérés avec succès sans la survenue secondairement d'un événement suivant :

- Remplacement de l'autogreffe pulmonaire
- Reprise chirurgicale de l'autogreffe pulmonaire sans remplacement
- Insuffisance aortique > grade 2/4

2.5.3.3 Survie sans changement de l'homogreffe pulmonaire.

La survie sans changement de l'homogreffe pulmonaire est la survie des patients opérés avec succès sans qu'il soit nécessaire secondairement de remplacer l'homogreffe pulmonaire.

2.5.3.4 Survie sans événement sur l'homogreffe pulmonaire.

La survie sans événement sur l'homogreffe pulmonaire est la survie des patients opérés avec succès sans la survenue secondairement d'un événement suivant :

- Remplacement de l'homogreffe
- Insuffisance homogreffe pulmonaire > grade 2/4
- Gradient moyen homogreffe pulmonaire $\geq$ à 25 mmHg

2.6 Evénements coronaires et infarctus du myocarde.

Les événements coronaires sont représentés par des sténoses coronaires symptomatiques et asymptomatiques survenues en per-opératoire, en post-opératoire et au cours du suivi des patients.

L'infarctus du myocarde comprend les nécroses myocardiques survenues en per-opératoire ou dans les suites opératoires. Ces nécroses myocardiques ont été authentifiées par des examens paracliniques ou suspectées sur des arguments cliniques.

2.7 Méthodes statistiques.

Les données ont été saisies sur le logiciel Excel 2000[®](Microsoft Corporation). L'analyse statistique a été réalisée sur le logiciel Systat[®](Microsoft Corporation).

Les variables continues ont été exprimées en moyenne, écart-type, médiane et extrêmes. Les variables qualitatives ont été exprimées en nombre absolu et en pourcentage.

$p < 0,05$ a été considéré comme étant significatif.

Les variables quantitatives continues ont été analysées à l'aide du test U de Mann et Whitney ou si l'effectif était suffisant, à l'aide du test t de Student. Les variables quantitatives, continues et appariées ont été analysées à l'aide du test apparié de Wilcoxon.

Les variables qualitatives ont été analysées en utilisant un test de χ^2 ou un test exact de Fisher.

Les variables qualitatives ordonnées ont été analysées à l'aide du test de tendance linéaire de Cochran.

Les courbes de survie ont été établies selon la méthode de Kaplan-Meier.

L'analyse multivariée des facteurs de risque déterminants les courbes de survie a été réalisée par une régression logistique.

3. RESULTATS.

3.1 Données opératoires.

L'intervention de Ross ou de Ross-Konno a pu être réalisée chez 42 des 43 patients. Chez un patient, l'autogreffe pulmonaire était incontinent à la fin de l'intervention et a été remplacée immédiatement par une valve mécanique.

Les données opératoires sont présentées dans le tableau 2. Il existe une nette prédominance d'interventions de Ross (34 pour 9 interventions de Ross-Konno). La taille moyenne de l'autogreffe pulmonaire est identique à la taille de l'anneau aortique. Cependant, pour respectivement 9 et 10 patients, les dimensions de l'anneau aortique et de l'autogreffe pulmonaire n'étaient pas disponibles. Un patient, opéré en urgence, a eu une bioprothèse en remplacement de la valve pulmonaire. Une annuloplastie aortique de réduction a été nécessaire chez 3 patients. La suture distale de l'autogreffe pulmonaire a été renforcée 2 fois par une bandelette de feutre.

Des gestes concomitants ont été associés chez 6 patients. Ces gestes étaient dans 5 cas des pontages aorto-coronariens, et dans un cas une ablation par radiofréquence d'une arythmie complète par fibrillation auriculaire.

Tableau 2 : Données opératoires

Caractéristiques	Valeur
Intervention de Ross	34 (79%)
Intervention de Ross-Konno	9 (21%)
Temps de Circulation Extra Corporelle (min)	184±41,5 (170) [130-337]
Durée du clampage (min)	131±20,1 (129) [99-180]
Autogreffe pulmonaire	
Taille autogreffe (mm)	25±4,1 (25) [18-30]
Taille anneau aortique (mm)	25±3,9 (25) [18-30]
Renforcement de la suture proximale	
Absence de renforcement	12 (28%)
Bande de feutre	21 (49%)
Péricarde autologue	10 (23%)
Suture proximale	
Surjet	24 (56%)
Points séparés	19 (44%)
Homogreffe	
Taille (mm)	25±3 (26) [16-30]
Sexe donneur	
Féminin	11 (26%)
Masculin	31 (74%)
Age donneur (an)	49±11,4 (51) [11-64]
Durée d'incubation antibiotiques (heure)	37±37,8 (26) [20-264]
Durée de cryopréservation (semaine)	21±23,2 (9,5) [2-87]
Groupe donneur	
A	17 (41%)
B	3 (7%)
AB	0
O	22 (52%)
Rhésus donneur	
Positif	33 (81%)
Négatif	8 (19%)

Les variables continues sont exprimées en moyenne±écart-type, (médiane) et [extrêmes].

Les variables qualitatives sont exprimées en valeur absolue et (pourcentage).

3.2 Données post-opératoires.

3.2.1 Données cliniques et biologiques.

Les données post-opératoires sont présentées dans le tableau 3.

La mortalité hospitalière est de 4 patients (9,3%) :

- Un patient opéré en urgence d'une endocardite aiguë est décédé au bloc opératoire d'une hémorragie par déchirure du ventricule droit.
- Un patient opéré d'une intervention de Ross-Konno est décédé quelques heures après l'opération d'une défaillance ventriculaire gauche compliquée d'une fibrillation ventriculaire non réductible.
- Un patient opéré d'une intervention de Ross associée à 3 pontages coronariens est décédé au 4^{ème} jour post-opératoire des suites d'un infarctus du ventricule droit.
- Un patient opéré d'une intervention de Ross est décédé au 270^{ème} jour des suites d'une fistule oeso-trachéale.

Six patients (14%) ont nécessité une reprise chirurgicale précoce :

- Deux patients pour un saignement post-opératoire.
- Un patient pour une médiastinite.
- Un patient pour un remplacement de l'autogreffe pulmonaire par une homogreffe aortique.
- Un patient pour un infarctus du ventricule droit avec mise en place d'une assistance circulatoire définitive. Ce patient est décédé au cours de cette reprise.
- Un patient pour un pontage de la coronaire droite et mise en place d'une assistance circulatoire et ventilatoire externe. Ce patient a été repris chirurgicalement 6 fois. Il est décédé au 270^{ème} jour post-opératoire.

Sept patients (16,7%) ont présenté un infarctus dans les suites opératoires. Le dosage moyen de la troponine Ic sanguine était de $9,97 \pm 32,1$ µg/l avec une médiane à 2,3 µg/l et des extrêmes à 0,28 et 197 µg/l. Ce dosage était disponible pour 40 patients.

Un seul patient a nécessité une transfusion homologue en plus d'une autotransfusion. Le nombre moyen de culots globulaires transfusés était de $2,7 \pm 3,9$, avec une médiane à 2 et des extrêmes à 0 et 23. Le nombre moyen d'unités de plasma frais congelé transfusées était de $1,4 \pm 1,8$, avec une médiane à 0,5 et des extrêmes à 0 et 9.

Trente-deux patients (76%) n'ont pas eu de troubles de la conduction ou du rythme en post-opératoire. Six patients ont présenté un bloc auriculo-ventriculaire, nécessitant l'implantation d'un pace-maker chez 4 patients. Un épisode d'arythmie complète par fibrillation auriculaire est survenu 2 fois. Deux patients ont présenté une fibrillation ventriculaire, l'un en est décédé.

Un patient a eu une hémorragie digestive et un autre une hémorragie cérébrale.

La classe NYHA post-opératoire était à I pour 30 (83%) patients et à II pour 6 (17%) patients. Aucun patient n'était de stade III ou IV.

Tableau 3: Données post-opératoires

Caractéristiques	Valeur
Mortalité opératoire	3 (7%)
Mortalité hospitalière	4 (9%)
Infarctus du myocarde	7 (16%)
Durée du séjour en réanimation (j)	9,5±41 (2) [0-270]
Durée d'hospitalisation (j)	18±40 (11) [0-270]
Transfusion homologue	17 (40%)
Transfusion autologue	15 (35%)

Les variables continues sont exprimées en moyenne±écart-type, (médiane) et [extrêmes].

Les variables qualitatives sont exprimées en valeur absolue et (pourcentage).

3.2.2 Echographie doppler cardiaque transthoracique post-opératoire.

3.2.2.1 Autogreffe pulmonaire.

La figure 10 représente l'incidence et la sévérité de l'insuffisance aortique. Cette donnée était disponible pour 38 patients. Trente-sept patients avaient une fuite sur l'autogreffe pulmonaire inférieure ou égale à 2/4. Le patient qui avait une fuite cotée à 3/4 a été repris chirurgicalement une semaine après sa première intervention et l'autogreffe pulmonaire a été remplacée par une homogreffe aortique.

Le gradient moyen post-opératoire au travers de l'autogreffe pulmonaire a été mesuré chez 28 patients. Ce gradient moyen était de $3,9 \pm 2,5$ mmHg avec une médiane de 2,5 mmHg et des extrêmes à 2 et 14 mmHg.

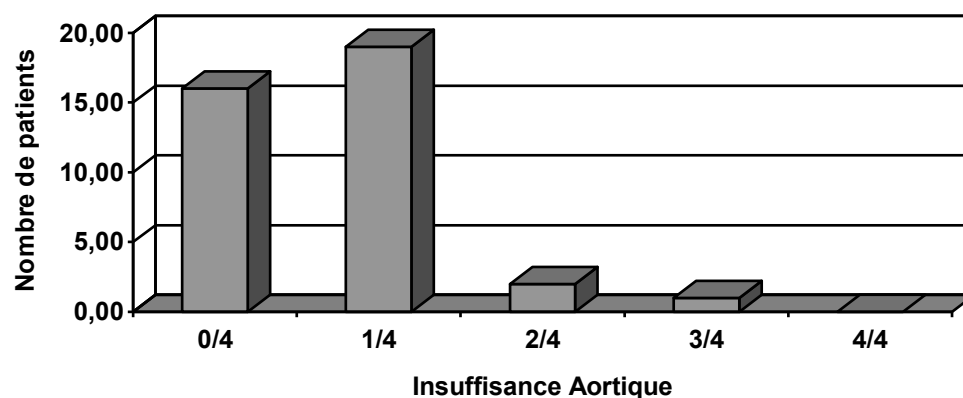


Figure 10 : Incidence et sévérité de l'insuffisance aortique en post-opératoire.

3.2.2.2 Homogreffe pulmonaire.

La figure 11 représente l'incidence et la sévérité de l'insuffisance pulmonaire. Ces données étaient disponibles pour 25 patients. Tous les patients avaient une fuite sur l'homogreffe pulmonaire inférieure ou égale à 1/4.

Le gradient moyen post-opératoire au niveau de l'homogreffe pulmonaire a été mesuré chez 26 patients. Ce gradient moyen était de $5 \pm 3,9$ mmHg avec une médiane de 3,5 mmHg et des extrêmes à 0 et 17 mmHg.

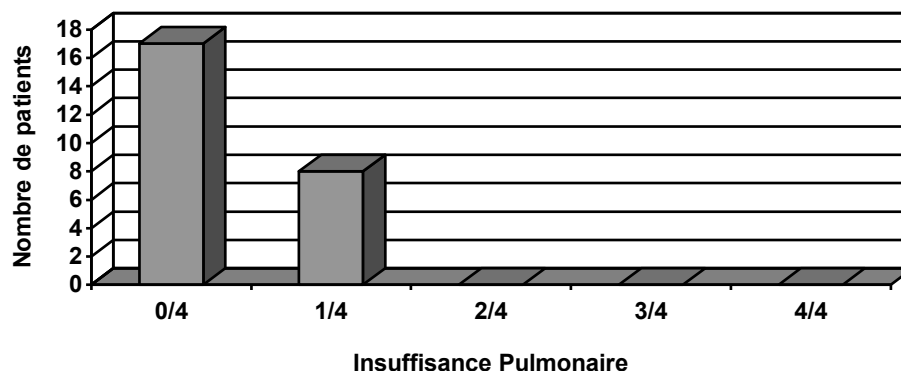


Figure 11 : Incidence et sévérité de l'insuffisance pulmonaire en post-opératoire

3.3 Données post-opératoires tardives.

Ces données proviennent des 34 patients revus en consultation dans le service de Chirurgie Cardiaque et Thoracique du C.H.U. de Nantes. Le suivi moyen était de 155 ± 87 semaines avec une médiane à 132 semaines et des extrêmes à 37 et 329 semaines. Vingt sept et sept patients avaient respectivement un stade NYHA à I et II. Aucun patient n'avait un stade NYHA à III ou à IV.

3.3.1 Autogreffe pulmonaire.

La figure 12 représente l'incidence et la sévérité de l'insuffisance aortique. Cinq patients n'avaient pas d'insuffisance aortique. Vingt quatre et cinq patients avaient respectivement une insuffisance aortique cotée à 1/4 et à 2/4.

Le gradient de pression moyen aortique au travers de l'autogreffe était de $2,8 \pm 1$ mmHg avec une médiane à 2,7 mmHg et des extrêmes à 1,1 et 6 mmHg.

La surface valvulaire aortique était en moyenne de $3,4 \pm 0,59$ cm² avec une médiane à 3,4 cm² et des extrêmes à 2,4 et 5,1 cm².

La surface valvulaire aortique indexée était en moyenne de $1,97 \pm 0,27$ cm²/m² avec une médiane à 1,96 cm²/m² et des extrêmes à 1,39 et 2,54 cm²/m².

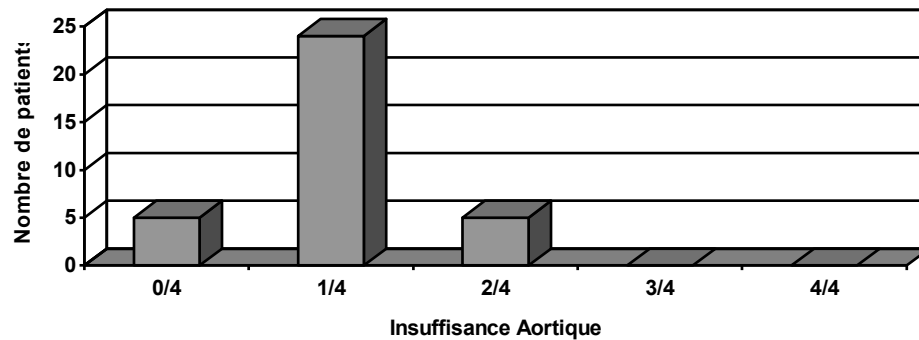


Figure 12: Incidence et sévérité de l'insuffisance aortique mesurée lors de la consultation.

3.3.2 Homogreffe pulmonaire.

La figure 13 représente l'incidence et la sévérité de l'insuffisance pulmonaire. Treize patients n'avaient pas d'insuffisance pulmonaire. Dix sept et quatres patients avaient respectivement une insuffisance pulmonaire cotée à 1/4 et à 2/4.

Le gradient de pression moyen pulmonaire au travers de l'homogreffe était de $7,6 \pm 5,5$ mmHg avec une médiane de 5,4 mmHg et des extrêmes à 1,7 et 26 mmHg.

La surface valvulaire pulmonaire était en moyenne de $2,33 \pm 0,97$ cm² avec une médiane à 2,2 cm² et des extrêmes à 0,6 et 5,5 cm².

La surface valvulaire pulmonaire indexée était en moyenne de $1,35 \pm 0,59$ cm²/m² avec une médiane à 1,26 cm²/m² et des extrêmes à 0,39 et 3,24 cm²/m².

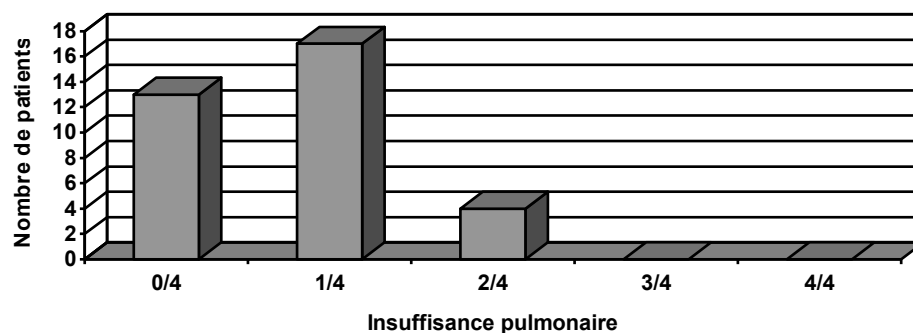


Figure 13: Incidence et sévérité de l'insuffisance pulmonaire mesurée lors de la consultation.

3.3.3 Dimensions de l'autogreffe pulmonaire.

L'autogreffe pulmonaire a la forme d'un cylindre lorsqu'elle est calibrée par la bougie de Hégart en per-opératoire. On considère donc que les dimensions per-opératoires de l'anneau aortique, du sinus aortique, de la jonction sino-tubulaire et de l'aorte ascendante sont identiques à la taille de l'autogreffe.

3.3.3.1 Dimensions de l'autogreffe pulmonaire chez les patients adultes et mineurs.

Les dimensions de l'autogreffe pulmonaire mesurées en per-opératoire et en échographie lors de la consultation sont représentées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Dimensions de l'autogreffe mesurées en échographie lors de la consultation et dimensions de l'autogreffe mesurées lors de l'intervention.

	Anneau (n=34)	Sinus (n=34)	JST (n=34)	Aorte As (n=34)	Autogreffe (n=33)
Moyenne (cm)	24	37,3	32	32,8	24,8
Ecart-type	3,8	6,4	6	6,6	4,1
Médiane (cm)	24	38,5	32	34,7	25
Minimum (cm)	17	24	20	18	18
Maximum (cm)	33	46	40,8	41,9	30

Anneau : Anneau aortique. JST : Jonction sinotubulaire. Aorte As : Aorte ascendante. Autogreffe : Dimension de l'autogreffe en per-opératoire.

3.3.3.2 Dimensions de l'autogreffe pulmonaire chez les patients adultes.

Les dimensions de l'autogreffe pulmonaire mesurées en échographie lors de la consultation étaient disponibles pour 20 patients adultes. Les dimensions de l'autogreffe pulmonaire mesurées en per-opératoire étaient disponibles pour 16 des 20 patients adultes précédents. Les données de ces patients sont représentées dans la figure 14.

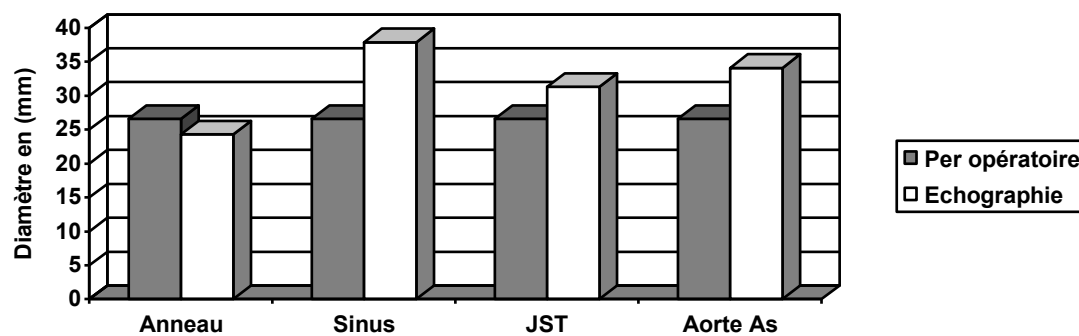


Figure 14: Dimensions de l'autogreffe pulmonaire mesurées en per-opératoire et lors de la consultation de contrôle au niveau de l'anneau aortique, du sinus aortique, de la jonction sino-tubulaire et de l'aorte ascendante.

Variation des dimensions de l'autogreffe entre l'opération et la consultation.

Lors de la consultation, les dimensions de l'anneau aortique sont significativement diminuées ($p < 0,008$) par rapport aux dimensions de l'autogreffe en per-opératoire.

En revanche, les dimensions du sinus aortique ($p < 0,001$), de la jonction sinotubulaire ($p = 0,006$) et de l'aorte ascendante ($p < 0,001$) sont significativement augmentées par rapport aux dimensions de l'autogreffe en per-opératoire.

Comparaison des dimensions des différents niveaux de l'autogreffe mesurée en échographie lors de la consultation.

Les dimensions de l'anneau aortique sont significativement inférieures ($p < 0,001$) à celles du sinus aortique, de la jonction sinotubulaire et de l'aorte ascendante.

Les dimensions du sinus aortique sont significativement augmentées ($p = 0,003$) par rapport aux dimensions de la jonction sinotubulaire mais ne diffèrent pas significativement ($p = 0,058$) de celles de l'aorte ascendante.

Les dimensions de la jonction sinotubulaire ne diffèrent pas significativement ($p = 0,144$) de celles de l'aorte ascendante.

3.3.3.3. Observation d'un patient.

Un patient âgé de 15 ans opéré selon la technique de Ross a présenté des suites simples. La taille de l'autogreffe était de 26 mm. Lors de la dernière consultation le patient était âgé de 21 ans. Il existait une fuite aortique de grade 1/4 qui était identique au contrôle post-opératoire. Les diamètres de l'anneau aortique, du sinus de l'autogreffe, de la jonction sinotubulaire et de l'aorte ascendante étaient mesurés respectivement à 24, 46, 38 et 35 mm. Le sinus de l'autogreffe s'était donc très dilaté (figure 15).

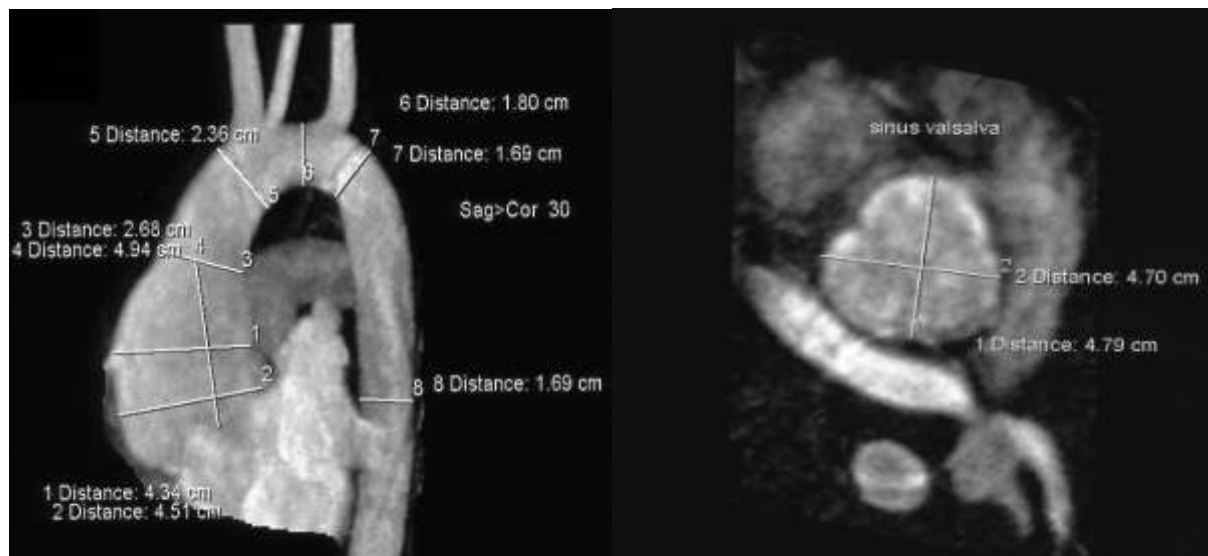


Figure 15: Angioscanner : à gauche, coupe frontale de la racine aortique (Distance 2: largeur du sinus aortique) ; à droite, coupe transversale du sinus aortique (Distance 1 : diamètre antéro-postérieur du sinus aortique ; Distance 2 : largeur du sinus aortique).

3.3.4 Questionnaires de la qualité de vie SF-36 et EQ-5D.

Des 34 patients revus en consultation, vingt-huit ont répondu aux deux questionnaires. (Cinq patients avaient moins de 15 ans. Un patient, handicapé, ne pouvait pas lire et écrire correctement). Un dernier patient a répondu incomplètement aux deux questionnaires. Au total, vingt-sept questionnaires SF-36 et ED-5D ont été recueillis. Ce sont les données des questionnaires remplis par ces 27 patients qui sont présentées ci-dessous.

3.3.4.1 Questionnaire de la qualité de vie SF-36.

Les données du SF-36 provenant des patients opérés ainsi que ceux de la population générale sont représentées dans la figure 16. Les données de la population générale sont issues d'un échantillon représentatif de 3617 personnes. Le score des 8 dimensions du SF-36 varie de 0 à 100 (0 étant le plus mauvais score et 100 étant le meilleur score possible).

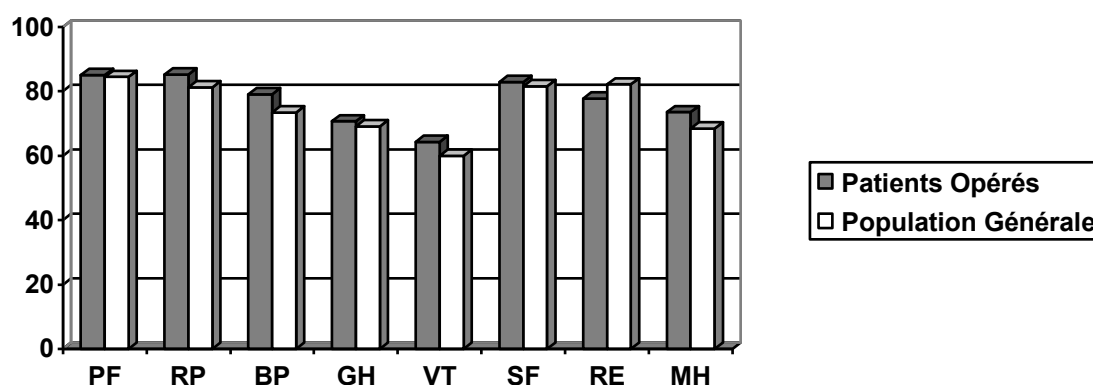


Figure 16: Représentation des scores du SF-36 chez les patients opérés et dans la population générale
 PF : Activité Physique RP : Limitations dues à l'Etat Physique BP : Douleurs physiques GH : Santé Perçue VT : Vitalité SF : Vie et Relation avec les Autres RE : Limitations dues à l'Etat Psychique MH : Santé Psychique.

Les scores des 8 dimensions du questionnaire SF-36 des patients opérés ne diffèrent pas significativement de ceux de la population générale. La qualité de vie des patients opérés mesurée par le SF-36 est identique à celle de la population générale.

3.3.4.1 Questionnaire de la qualité de vie EQ-5D.

Les données du EQ-5D provenant des patients opérés sont représentées dans le tableau 5. Les données de la population générale ne sont pas disponibles.

Tableau 5: Distribution des réponses du questionnaire EQ-5D chez les patients opérés

	Mobilité	Autonomie	Activités courantes	Douleurs et/ou Gêne	Anxiété et/ou Dépression
Aucun problème	25 (93%)	27 (100%)	23 (85%)	17 (63%)	19 (70%)
Quelques problèmes	2 (7%)	0 (0%)	4 (15%)	9 (33%)	8 (30%)
Problèmes sévères	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4%)	0 (0%)

Les résultats sont exprimés en valeur absolue et (pourcentage).

L'état de santé est estimé à $79 \pm 14,55$ de moyenne sur l'échelle visuelle analogique. La médiane est à 80 avec des extrêmes à 40 et à 100 (le pire état de santé imaginable étant représenté par le 0, alors que 100 indique le meilleur état de santé imaginable).

3.4 Survie des patients opérés.

La courbe de survie des 41 patients opérés avec succès selon l'intervention de Ross est représentée dans la figure 17.

La survie moyenne a été de 120 semaines (extrêmes à 0 et 329 semaines). En plus des 4 patients décédés au cours de leur hospitalisation, un patient est décédé 133 semaines après l'intervention chirurgicale. La cause de ce décès n'a pas été déterminée. La survie selon la méthode de Kaplan-Meier est de $92,7 \pm 4,1\%$ à 1 semaine, de $90 \pm 4,7\%$ à 38 semaines et de $85,5 \pm 6,3\%$ à 133 semaines.

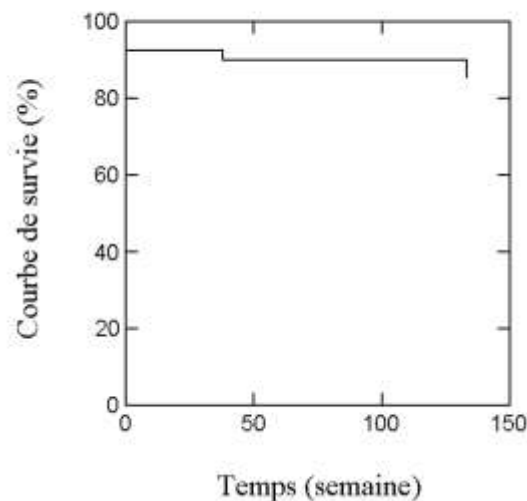


Figure 17 : Courbe de survie des 41 patients opérés avec succès.

3.5 Survie sans changement de l'autogreffe pulmonaire.

La courbe de survie sans changement de l'autogreffe pulmonaire des 36 patients survivants et opérés avec succès selon l'intervention de Ross est représentée dans la figure 18. Un patient a nécessité le remplacement de l'autogreffe pulmonaire par une homogreffe aortique 310 semaines après l'intervention chirurgicale. La survie sans changement de l'autogreffe pulmonaire selon la méthode de Kaplan-Meier est de $66,7 \pm 27,2\%$ à 310 semaines. Trois patients ont une survie supérieure à 310 semaines.

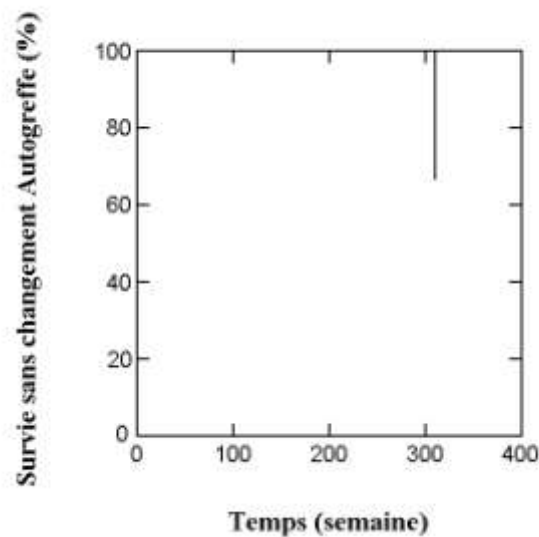


Figure 18: Courbe de survie sans changement de l'autogreffe des 36 patients survivants et opérés avec succès.

L'analyse univariée et multivariée n'a pas retrouvé de facteurs de risque déterminant la survenue du remplacement de l'autogreffe pulmonaire.

3.6 Survie sans événement sur l'autogreffe pulmonaire.

La courbe de survie sans événement sur l'autogreffe pulmonaire des 35 patients survivants et opérés avec succès selon l'intervention de Ross est représentée dans la figure 19. Deux patients ont nécessité une reprise chirurgicale pour des faux anévrysmes non septiques au niveau de la suture proximale de l'autogreffe, à la 8^{ème} et à la 12^{ème} semaine après l'intervention chirurgicale initiale. Un patient a nécessité le remplacement de l'autogreffe pulmonaire par une homogreffe aortique à la 310^{ème} semaine. La survie sans événement sur l'autogreffe pulmonaire selon la méthode de Kaplan-Meier est de $97,1 \pm 2,8\%$ à 8 semaines, de $94,3 \pm 3,9\%$ à 12 semaines et de $47,1 \pm 33,4\%$ à 310 semaines. Trois patients ont une survie supérieure ou égale à 310 semaines.

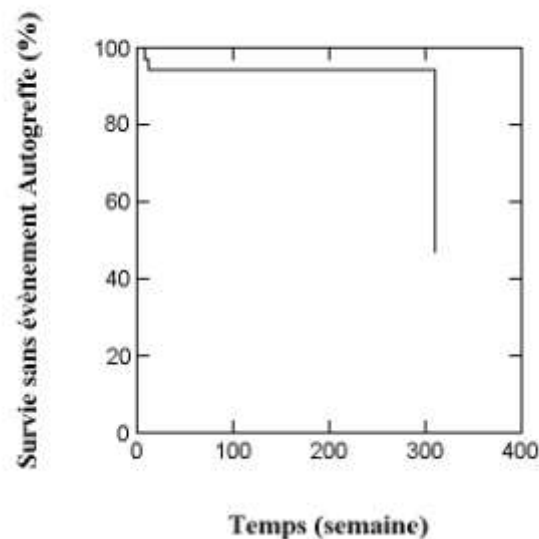


Figure 19: Courbe de survie sans événement sur l'autogreffe pulmonaire des 35 patients survivants et opérés avec succès.

Les facteurs de risque déterminant la survenue d'un événement sur l'autogreffe pulmonaire sont en analyse univariée :

- L'âge jeune du patient ($p=0,009$).
- Les autogreffes pulmonaires de petite taille ($p=0,031$).
- L'absence de renforcement de la suture proximale de l'autogreffe pulmonaire ($p=0,032$).
- L'existence d'une maladie aortique avant l'intervention chirurgicale ($p=0,05$).

Aucun de ces facteurs de risque n'est retrouvé par l'analyse multivariée.

3.7 Survie sans changement de l'homogreffe pulmonaire.

La courbe de survie sans changement de l'homogreffe pulmonaire des 36 patients survivants et opérés avec succès selon l'intervention de Ross est représentée dans la figure 20. Trois patients ont nécessité le remplacement de l'homogreffe pulmonaire du fait d'une sténose de celle-ci. Ce remplacement s'est fait par une nouvelle homogreffe pulmonaire et est intervenu respectivement 169, 221 et 310 semaines après l'intervention chirurgicale initiale. Au remplacement de l'homogreffe pulmonaire a été associé le remplacement de l'autogreffe pulmonaire pour le patient opéré à la 310^{ème} semaine. La survie sans changement de l'homogreffe pulmonaire selon la méthode de Kaplan-Meier est de $94,1 \pm 5,7\%$ à 169 semaines, de $85,6 \pm 9,7\%$ à 221 semaines et de $57 \pm 24,2\%$ à 310 semaines. Respectivement, 12 et 3 patients ont une survie supérieure ou égale à 221 et à 310 semaines.

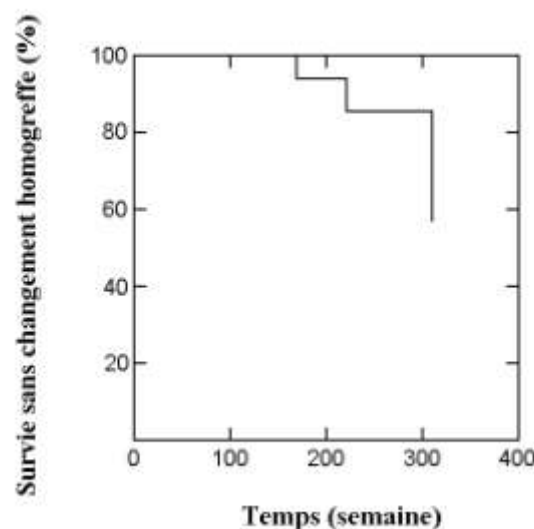


Figure 20: Courbe de survie sans changement de l'homogreffe pulmonaire des 36 patients survivants et opérés avec succès.

Les facteurs de risque déterminant la survenue du changement de l'homogreffe pulmonaire sont en analyse univariée :

- L'implantation d'une homogreffe pulmonaire de taille réduite ($p=0,016$).
- L'existence d'un gradient moyen de pression élevé au travers de l'homogreffe pulmonaire après l'intervention chirurgicale ($p=0,021$).
- Le sexe féminin du donneur ($p=0,017$).

Aucun de ces facteurs de risque n'est retrouvé par l'analyse multivariée.

3.8 Survie sans événement sur l'homogreffe pulmonaire.

La courbe de survie sans événement sur l'homogreffe pulmonaire des 35 patients survivants et opérés avec succès selon l'intervention de Ross est représentée dans la figure 21. En plus des 3 patients qui ont nécessité le remplacement de l'homogreffe pulmonaire, 2 patients ont des gradients moyens de pression au travers de l'homogreffe pulmonaire qui sont supérieurs à 25 mmHg au dernier contrôle échographique. La survie sans événement sur l'homogreffe pulmonaire selon la méthode de Kaplan-Meier est de $95,8 \pm 4,1\%$ à 100 semaines, de $77 \pm 10,5\%$ à 176 semaines et de $51,4 \pm 22,1\%$ à 310 semaines. Respectivement, 26, 14 et 3 patients ont une survie supérieure ou égale à 100, 176 et 310 semaines.

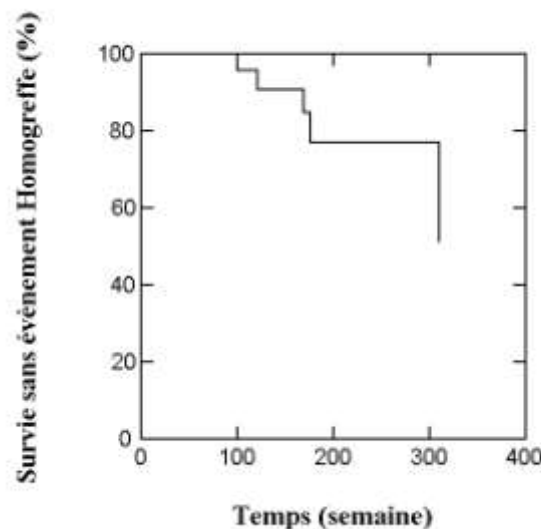


Figure 21: Courbe de survie sans événement sur l'homogreffe pulmonaire des 35 patients survivants et opérés avec succès

Les facteurs de risque déterminant la survenue d'un événement sur l'homogreffe pulmonaire sont en analyse univariée :

- L'implantation d'une homogreffe pulmonaire de taille réduite ($p=0,014$).
- Une durée de cryopréservation courte de l'homogreffe pulmonaire ($p=0,036$).
- L'existence d'un gradient moyen de pression élevé au travers de l'homogreffe pulmonaire après l'intervention chirurgicale ($p=0,005$).

3.9 Evénements coronaires et infarctus du myocarde.

Huit patients ont présenté un événement coronaire et/ou un infarctus du myocarde en per-opératoire, en post-opératoire ou plus tardivement au cours du suivi post-opératoire.

Patient 1 : Un patient de 10 ans opéré selon la technique de Ross-Konno a présenté un arrêt circulatoire lors de la fermeture du sternum à la fin de l'intervention. Une échographie trans-oesophagienne a montré une hypokinésie de la paroi antérieure du ventricule gauche. Une sténose de l'IVA a été suspectée. Un pontage de l'IVA par l'artère thoracique interne gauche a été réalisé. Les suites opératoires ont été simples. Une scintigraphie myocardique post-opératoire montrait un petit infarctus de la paroi antérieure et proximale du ventricule gauche. La fonction d'éjection ventriculaire gauche mesurée en échographie lors de la dernière consultation était de 62%.

Patient 2 : Un patient de 34 ans opéré selon la technique de Ross a présenté un arrêt circulatoire à la fin de l'intervention. L'indication de l'intervention était une insuffisance aortique avec une fonction ventriculaire gauche altérée. La reprise de l'anastomose du tronc commun montrait un ostium sténosé. La coronarographie post-opératoire était normale. La fraction d'éjection ventriculaire gauche mesurée en échographie en post-opératoire était de 35%. Cette fraction d'éjection était mesurée à 45% lors de la dernière consultation.

Patient 3 : Un patient de 5 ans opéré selon la technique de Ross-Konno a présenté en fin d'intervention une défaillance ventriculaire gauche accompagnée de troubles de la conduction et du rythme. Le patient est décédé moins de 12 heures après l'intervention. Même s'il n'existait aucun examen déterminant exactement la cause de cette défaillance ventriculaire gauche, une protection myocardique insuffisante per-opératoire ou une sténose coronaire sont certainement à l'origine de cette défaillance.

Patient 4 : Une patiente de 41 ans aux antécédents de radiothérapie médiastinale pour un thymome malin a été opérée selon la technique de Ross. Un triple pontage aortocoronarien a été associé. En post-opératoire, une défaillance ventriculaire droite a nécessité la mise en place d'une assistance circulatoire et respiratoire temporaire. Du fait de l'inefficacité de cette assistance, celle-ci a été remplacée par une assistance circulatoire définitive type Cardiowest[®]. En per-opératoire, la patiente a présenté une hémoptysie majeure et fatale. La défaillance ventriculaire droite est certainement liée à une protection myocardique per-opératoire insuffisante, une sténose coronaire ou une myocardiopathie radique.

Patient 5 : Une patiente de 48 ans aux antécédents de radiothérapie médiastinale pour une maladie de Hodgkin a été opérée selon la technique de Ross. La coronarographie pré-opératoire montrait un spasme de l'ostium de la coronaire droite (figure 22). En post-opératoire, une défaillance ventriculaire droite a nécessité une reprise chirurgicale au 2^{ème} jour. Un pontage de la coronaire droite par l'artère thoracique interne droite a été réalisé ainsi que la mise en place d'une assistance circulatoire et ventilatoire temporaire. Cette assistance a été retirée au 4^{ème} jour de son installation. Cette patiente est décédée 8 mois après son intervention des suites d'une fistule œso-trachéale. La défaillance du ventricule droit est certainement liée à une protection myocardique insuffisante, une sténose de la coronaire droite ou une myocardiopathie radique.



Figure 22 : Spasme de l'ostium de la coronaire droite à la coronarographie pré-opératoire.

Patient 6: Un patient de 25 ans opéré selon la technique de Ross a présenté dans les suites opératoires un bloc de branche droit avec des troubles de la repolarisation dans les dérivations antérieures. L'échographie cardiaque faite au cours de l'hospitalisation estimait la fraction d'éjection ventriculaire gauche à 51%. A 4 mois de l'intervention, une scintigraphie myocardique a été réalisée et montrait une hypofixation antéro-septo-apicale transmurale, et non transmurale en inférieure et latérale. Une coronarographie retrouvait une sténose très serrée de l'ostium et de la partie moyenne du tronc commun. L'ostium de la coronaire droite était également sténosé mais à la limite de la significativité (50%). La sténose du tronc commun a été dilatée et stentée (figure 23). Le contrôle coronarographique fait 4 mois après montrait une resténose intra-stent estimée à 35%. La sténose de la coronaire droite était estimée à 35%. La scintigraphie myocardique de contrôle était significativement améliorée. La fraction d'éjection ventriculaire gauche estimée en échographie lors de la dernière consultation était de 40%.

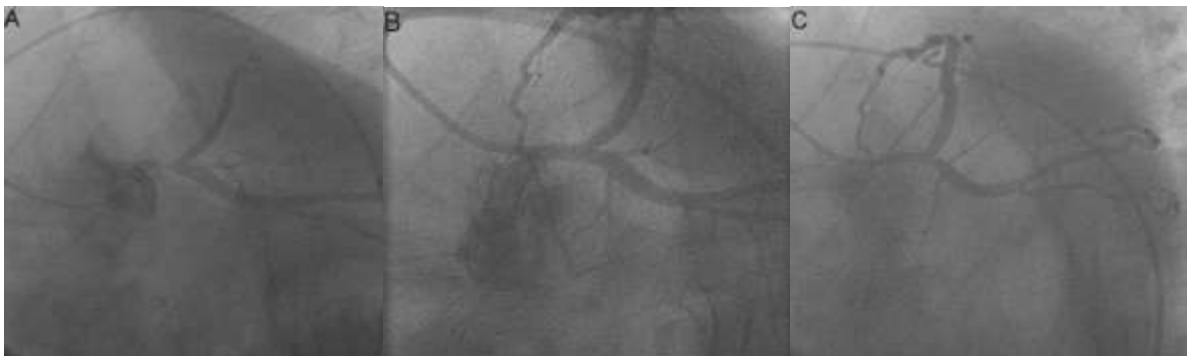


Figure 23: Sténose de l'ostium et de la partie moyenne du tronc commun après intervention de Ross.
A : Avant angioplastie. **B :** Après angioplastie et stent. **C :** Contrôle 4 mois après angioplastie, resténose intra-stent estimée à 35%.

Patient 7: Un patient de 16 ans opéré selon la technique de Ross-Konno a présenté dans les suites opératoires un infarctus antéro-septo-apical. La fraction d'éjection ventriculaire gauche pré-opératoire était normale. En post-opératoire, cette fraction d'éjection était estimée à 31%. La scintigraphie myocardique retrouvait une vaste lacune antéro-septo-apicale, réversible uniquement au niveau du septum. La coronarographie retrouvait une sténose unique, courte et serrée de l'IVA proximale. Cette sténose a été dilatée et stentée (figure 24). La scintigraphie myocardique, réalisée 6 mois après cette angioplastie percutanée, montrait une normalisation de la fixation septale avec persistance de la lacune antéro-apicale. La fraction d'éjection ventriculaire gauche estimée lors de la dernière consultation était de 40%. Cette sténose sur l'IVA est certainement liée à l'implantation de l'homogreffe pulmonaire.



Figure 24: Sténose de l'interventriculaire antérieure après intervention de Ross-Konno avant et après angioplastie percutanée.

Patient 8 : Une patiente de 7 ans opérée selon la technique de Ross-Konno a développé un faux anévrisme de la racine aortique. Elle a été réopérée 2 mois après son intervention pour la mise à plat de ce faux anévrisme. La fraction d'éjection ventriculaire gauche estimée en échographie après l'intervention était normale. Lors de la dernière consultation, 6 ans après son intervention, la fraction d'éjection ventriculaire gauche était mesurée à 70%. Un rétrécissement mitral de grade II avec un gradient moyen de 21 mmHg a été découvert. Une hypertension pulmonaire a été mesurée avec une pression artérielle pulmonaire systolique de 66 mmHg. Un cathétérisme cardiaque a montré que l'hypertension pulmonaire était d'origine post-capillaire. Au cours de ce cathétérisme une coronarographie a découvert fortuitement une sténose serrée de la coronaire droite. Cette sténose a été dilatée et stentée (figure 25).

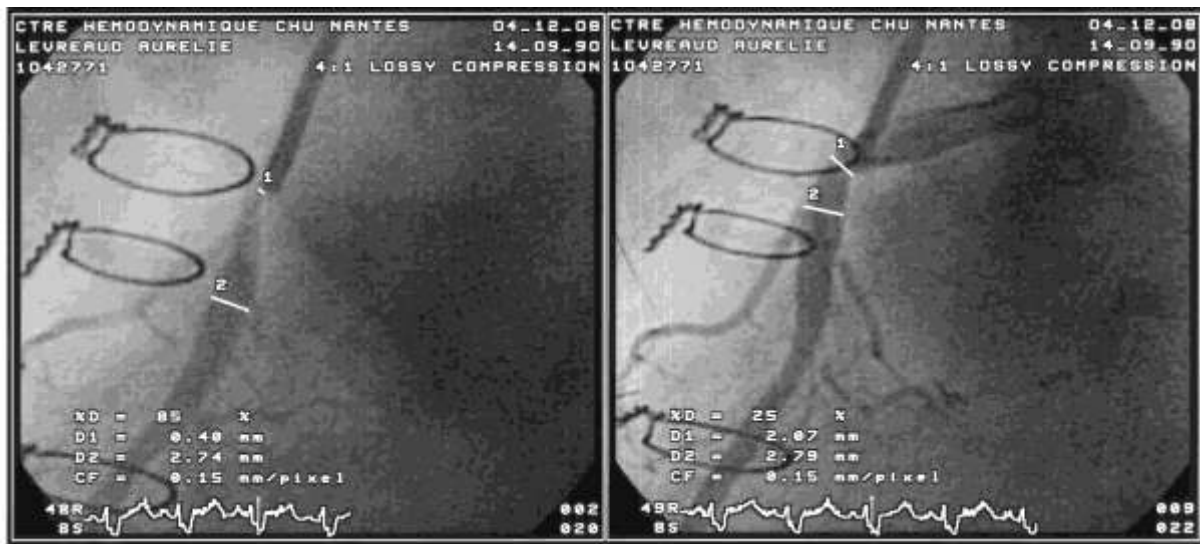


Figure 25 : Sténose de la coronaire droite après intervention de Ross-Konno avant et après angioplastie percutanée.

4. DISCUSSION.

4.1 Technique opératoire.

L'implantation de l'autogreffe pulmonaire peut se faire selon les 3 modalités décrites précédemment : la technique subcoronaire, l'inclusion cylindrique et le remplacement de la racine aortique. La technique subcoronaire est la méthode utilisée initialement par Donald Ross [6]. Elle a l'avantage de conserver l'aorte ascendante, limitant ainsi la dilatation de la racine aortique [21]. Cette technique ne nécessite pas la mobilisation et la réimplantation des artères coronaires, ce qui limite également, les risques de sténose coronaire et d'infarctus du myocarde. Cependant, le positionnement de l'autogreffe suturée en position subcoronaire est difficile. Une autogreffe mal positionnée par la technique subcoronaire compromet facilement le fonctionnement de la valve aortique. Les risques d'une insuffisance aortique de grade 3/4 ou 4/4 dans la période post-opératoire immédiate sont plus élevés avec cette technique [8]. En revanche, passée cette période post-opératoire immédiate, la probabilité d'apparition d'une insuffisance aortique de grade 3/4 ou 4/4 ne semble pas plus élevée avec la technique subcoronaire. En effet, dans une étude comparant 289 patients ayant eu un remplacement de la racine aortique avec 271 patients opérés selon la technique subcoronaire, l'incidence et la sévérité de l'insuffisance aortique n'étaient significativement pas différentes entre les deux groupes de patients. Le suivi moyen des patients était d'un peu plus de 2 ans dans les deux groupes [22].

Un autre inconvénient limitant l'utilisation de la technique subcoronaire est la taille de l'aorte ascendante. Si celle-ci est dilatée, l'implantation subcoronaire de l'autogreffe pulmonaire n'est pas possible, car elle ne permet pas la coaptation normale de la nouvelle valve aortique, l'autogreffe pulmonaire étant nécessairement incontinente. A l'inverse, si l'aorte ascendante est de petite taille, il est impossible d'implanter l'autogreffe pulmonaire dans de bonnes conditions. L'utilisation de la technique subcoronaire chez les enfants en bas âge n'est donc pas possible.

Lorsque la voie d'éjection ventriculaire gauche est sténosée, l'implantation en position subcoronaire de l'autogreffe pulmonaire ne permet pas de lever l'obstacle sous aortique. La technique subcoronaire n'est donc pas adaptée pour les pathologies valvulaires aortiques associées à une sténose sous-valvulaire.

Toutes ces raisons font que même si Donald Ross préconise initialement la technique subcoronaire, le remplacement de la racine aortique prédomine nettement dans les séries publiées récemment [10, 13, 23]. Ceci est aussi confirmé par les données des 5586 patients du registre international des interventions de Ross [9] (www.rossregistry.com). Le pourcentage de remplacement de la racine aortique est de 81,3%. La technique subcoronaire représente 10,9% des interventions alors que l'inclusion aortique ne représente que 5,7%.

Le remplacement de la racine aortique par l'autogreffe pulmonaire permet de proposer l'intervention de Ross lorsque l'aorte ascendante est dilatée. L'aorte ascendante est remplacée par l'artère pulmonaire et si nécessaire par un tube prothétique. Cette technique peut être proposée avec plus de facilité à la population pédiatrique [23-25]. En effet, la racine aortique de petite taille est remplacée par l'autogreffe pulmonaire. En cas de sténose de la voie d'éjection ventriculaire gauche, l'orifice aortique et sous-aortique peut être élargi par une incision du septum cônal. Ensuite, l'implantation de l'autogreffe se fait selon la technique de Ross-Konno [17]. Enfin, le remplacement de la racine aortique permet un positionnement plus aisé de l'autogreffe pulmonaire, réduisant le risque d'une fuite aortique sévère dans les suites post-opératoires.

Malgré tous les avantages que présente le remplacement de la racine aortique, deux inconvénients majeurs sont liés à cette technique :

- Les risques de sténose coronaire et d'infarctus du myocarde liés à la mobilisation et à la suture des ostia coronaires sur l'autogreffe pulmonaire (cf : 4.6 Evénements coronaires et infarctus du myocarde).
- La dilatation de l'autogreffe pulmonaire soumise à la pression artérielle systémique (cf : 4.3.1 Dilatation de l'autogreffe pulmonaire lors du remplacement de la racine aortique).

4.2 Mortalité opératoire et hospitalière.

La mortalité opératoire (7%) et hospitalière (9%) des patients opérés au C.H.U. de Nantes est élevée.

La mortalité opératoire est de 3,3% selon le registre international des interventions de Ross [9]. Ce registre centralise depuis 1993 les informations sur toutes les interventions de Ross réalisées dans le monde. Ceci est théorique puisque l'inscription des patients sur le registre n'est pas systématique, car dépendant de la volonté et donc aussi des résultats de chaque équipe chirurgicale réalisant cette intervention.

Dans la série pionnière publiée par l'équipe du docteur Ross [8], la mortalité opératoire atteint 13%. Les causes de décès des patients ne sont pas précisées. Cette série comprend 151 patients opérés à partir de 1967 jusqu'en 1984, période où la prise en charge opératoire et post-opératoire n'était pas aussi performante que maintenant. Des séries de patients opérés plus récemment montrent une mortalité opératoire et hospitalière beaucoup plus proche et même inférieure à celle indiquée par le registre international des interventions de Ross. Ainsi, en Allemagne, Böhm et al. [10] ont opéré 250 patients de 1995 à 2001, avec une mortalité opératoire nulle. Sievers et al. [11] ont rapporté 2 décès sur une série de 245 patients opérés. Une arythmie réfractaire et une thrombose du tronc commun étaient la cause de ces 2 décès. Au Canada, la mortalité était de 1,5% pour l'équipe de Briand et al. [14] ayant opéré 134 patients : le 1^{er} décès est survenu suite à une rupture aortique et un 2^{ème} décès a été causé par un infarctus du myocarde. Kouchoukos et al. [13] ont opéré 119 patients de 1989 à 2002. La mortalité opératoire était de 1,7%, les 2 décès étaient secondaires à une défaillance du ventricule droit certainement liée à une cardioplégie inefficace.

Toutes ces séries, dont la mortalité opératoire et hospitalière est inférieure à 2%, ne concernaient généralement que des patients opérés en dehors de situations d'urgence, et aucun patient n'a nécessité la technique de Ross-Konno.

Elkins et al. [23] ont opéré 178 patients dont 11 ont bénéficié d'une intervention de Ross-Konno. La mortalité opératoire était de 4,5% en comptant 3 patients opérés en urgence. Cette mortalité opératoire n'était plus que de 3% lorsque ces patients opérés en urgence étaient exclus. Enfin, en France, sur 105 patients opérés de 1992 à 1999, Savoye et al. [26] indiquaient une mortalité hospitalière de 4,7%. Les causes de ces décès n'étaient pas précisées.

La mortalité opératoire et hospitalière de notre série est plus proche mais encore supérieure à celle rapportée par ces 2 études précédentes. Cette différence peut s'expliquer de deux façons :

- La série des patients opérés à Nantes tient compte de la courbe d'apprentissage de la technique opératoire. En effet, ces patients sont les premiers patients opérés consécutivement d'une intervention de Ross au C.H.U. de Nantes. Cette intervention est techniquement difficile et nécessite de l'expérience avant d'être parfaitement maîtrisée.

- L'indication opératoire a été retenue dans notre série pour des patients dont le risque opératoire est élevé. Deux patients aux antécédents de radiothérapie médiastinale dont un avec une coronaropathie tri-tronculaire ont été opérés selon cette technique. Un troisième patient a été opéré en urgence d'une endocardite aortique aiguë. Ces trois patients sont décédés. Les séries [10, 11, 13, 14] rapportant une mortalité opératoire très faible ne comportent pas de patients avec de tels facteurs de risque. Les deux séries dont la mortalité opératoire et hospitalière se rapproche de notre série comportent plusieurs patients opérés en urgence.

Ainsi, pour obtenir un niveau de mortalité opératoire et hospitalière très faible, il faut réserver l'intervention à des indications bien précises.

4.3 Autogreffe pulmonaire.

4.3.1 Dilatation de l'autogreffe pulmonaire lors du remplacement de la racine aortique.

Des expériences animales réalisées sur le porcinet [27] ont montré que l'autogreffe pulmonaire se dilate lorsqu'elle est soumise à des pressions artérielles systémiques. Cette dilatation ne s'accompagne pas de dégénérescence ou de nécrose de la paroi artérielle pulmonaire. Il n'existe pas non plus d'épaississement de la paroi de cette autogreffe pulmonaire : elle reste viable mais sa paroi ne semble pas s'adapter aux pressions élevées.

Ces données expérimentales sont confirmées par de nombreuses séries de patients opérés. La plupart des équipes observent une dilatation significative du sinus aortique [20, 26, 28-30]. Ces mêmes équipes observent aussi une dilatation significative de la jonction sino-tubulaire sauf pour Simon-Kupilik et al. [29], mais ils n'ont pas mesuré ce diamètre au cours du suivi. Luciani et al. [20] constate une dilatation significative de l'aorte ascendante.

Les facteurs favorisant la dilatation de la racine aortique en analyse multivariée sont le jeune âge des patients [20], le sexe masculin [20, 29], une bicuspidie aortique [30], l'absence de renforcement des sutures [20, 30] et la durée du suivi [20, 29].

D'après De Sa et al. [31], les patients ayant une bicuspidie aortique ont plus fréquemment des lésions histologiques de la paroi aortique mais aussi de la paroi de l'artère pulmonaire. Ces patients ont donc une artère pulmonaire plus fragile et sont encore plus exposés au risque de dilatation de l'autogreffe pulmonaire.

Parmi les 34 patients revus en consultation au C.H.U. de Nantes, vingt patients étaient adultes au moment de l'intervention de Ross. Contrairement à plusieurs études [14, 26, 30], nous n'avons pas pu comparer les dimensions de la racine aortique mesurées lors de la consultation avec les dimensions mesurées lors de l'échographie post-opératoire. En effet, les données de l'échographie post-opératoire ne comportaient pas ces mesures. Nous avons donc comparé les dimensions de la racine aortique mesurées lors de la consultation avec la taille de l'autogreffe pulmonaire calibrée en per-opératoire.

La racine aortique de ces 20 patients s'était dilatée significativement. Seul l'anneau aortique ne s'était pas dilaté. Au contraire, sa taille avait diminué significativement, ce qui est également décrit [30]. Cependant, d'autres équipes [13, 26, 28, 30] n'observent pas de modification du diamètre de l'anneau aortique. Pour ces équipes, ceci est expliqué par le fait que l'anneau aortique est contenu dans du tissu fibreux et musculaire résistant.

En revanche, Luciani et al [20] observent à ce niveau une dilatation qui était accompagnée d'une dilation encore plus importante du reste de l'autogreffe pulmonaire.

La comparaison des dimensions de la racine aortique avec celles de l'autogreffe pulmonaire mesurées en per-opératoire n'a pas été faite chez les patients mineurs lors de l'opération. En effet, dans la population pédiatrique l'autogreffe pulmonaire grandit avec l'enfant [23, 24]. Il n'est donc pas possible dans cette population de faire la part entre la croissance et la dilatation de l'autogreffe pulmonaire.

La dilatation de la racine aortique expose le patient aux risques d'apparition d'une insuffisance aortique et aussi d'une rupture de la paroi de l'autogreffe pulmonaire.

Un cas de dissection aortique a été décrit [32]. David et al. [30] estiment, en l'absence d'insuffisance aortique significative, que les patients doivent être réopérés si la dilatation du sinus aortique est supérieure à 55 mm.

4.3.2 Insuffisance aortique.

Aucun des patients revus en consultation n'avait d'insuffisance aortique de grade 3/4 ou 4/4. Seul, un patient non revu en consultation a nécessité le remplacement de l'autogreffe pulmonaire du fait d'une insuffisance aortique de grade 3/4. Il existe une tendance à la majoration du grade d'insuffisance aortique avec plus de grades 1/4 et 2/4 lors de la consultation que lors de la période post-opératoire. Cependant, il faut noter qu'une insuffisance aortique de grade inférieure ou égale à 2/4 n'est généralement pas symptomatique. Ces résultats sont comparables à ceux d'autres études [14, 20, 33].

L'apparition d'une insuffisance aortique de grade 3/4 ou 4/4 est souvent secondaire à la dilatation de l'autogreffe pulmonaire. Chez le chien, la dilatation expérimentale de la jonction sino-tubulaire de l'aorte ascendante induit une insuffisance aortique [34]. En revanche, une dilatation isolée du sinus aortique ne cause aucune régurgitation aortique. Plusieurs équipes [35-37] ont dû réopérer des patients ayant une fuite aortique secondaire à la dilatation de l'autogreffe pulmonaire. La valve aortique était souvent normale mais la dilatation excessive de la racine aortique rendait cette valve incontinente. Le remplacement de la racine aortique par un tube prothétique [35-37] permet normalement de rétablir le fonctionnement normal de cette valve. Pour éviter cette complication, plusieurs solutions ont été proposées. Si le diamètre de l'anneau aortique et ou de l'aorte ascendante excède de 2 mm celui de l'autogreffe pulmonaire, il faut alors réaliser une annuloplastie [38-41] et/ou une aortoplastie de réduction [40]. Les sutures proximales [28, 39-41] et distales [39, 41] de l'autogreffe pulmonaire doivent être renforcées par une attelle de feutre ou de péricarde. Cependant, la meilleure solution semble être l'inclusion de l'autogreffe pulmonaire dans une prothèse en Dacron[®] [42]. Cette prothèse empêche la dilatation de l'autogreffe pulmonaire. Cette technique légèrement modifiée a été proposée récemment aux patients opérés au C.H.U. de Nantes. Evidemment, elle ne peut pas être proposée aux enfants puisque la prothèse en Dacron[®] empêche la croissance de l'autogreffe.

4.3.3 Gradient et surface de la valve aortique.

Le gradient moyen mesuré au niveau de la valve aortique est excellent. En effet, ce gradient moyen et la surface valvulaire aortique sont presque similaires aux valeurs normales. Ces résultats sont stables dans le temps et sont identiques à ceux des grandes séries publiées [13, 14, 26]. Plusieurs études ont aussi montré que ce gradient moyen n'augmentait pas à

l'effort [22, 43, 44]. Les patients opérés peuvent avoir des activités physiques identiques à celles des individus sains. Lors de la consultation de contrôle, aucun examen testant les capacités physiques n'a été réalisé. Cependant, la majorité des patients de notre série pratiquent du sport occasionnellement et certains le font intensément sans aucune gêne.

La surface moyenne valvulaire aortique indexée est élevée. Cette surface valvulaire aortique indexée est au minimum de $1,39 \text{ cm}^2/\text{m}^2$. Cette valeur est très supérieure à $0,85 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, considéré comme le seuil d'apparition d'un gradient élevé [14, 45, 46].

4.4 Homogreffe pulmonaire.

Parmi les patients opérés au C.H.U de Nantes, le remplacement de la voie d'éjection ventriculaire droite s'est presque toujours fait à l'aide d'une homogreffe pulmonaire. Seul, un patient opéré en urgence n'a pas pu bénéficier d'une homogreffe pulmonaire. Une bioprothèse a été utilisée (l'utilisation d'une homogreffe n'est pas possible en urgence puisqu'elles proviennent de Bruxelles et qu'un délai d'au moins 12 heures est nécessaire pour la commande et son acheminement).

Dans la série pionnière [8], la voie d'éjection ventriculaire droite a été remplacée par de nombreux substituts différents : fascia lata, péricarde autologue, xélogreffe, homogreffe aortique et pulmonaire. Ces homogreffes étaient fraîches, congelées, traitées à l'éthylène d'oxyde ou aux antibiotiques, et même irradiées. Tous ces substituts tendent à s'altérer avec le temps et deviennent surtout sténosants. Rarement, la valve pulmonaire devient incontinente. Il peut donc être nécessaire de réopérer les patients et de remplacer une nouvelle fois cette voie d'éjection ventriculaire droite. Seules, les homogreffes donnent les meilleurs résultats au long terme [8, 47, 48]. Des études ont aussi montré que les homogreffes aortiques s'altèrent plus précocement que les homogreffes pulmonaires [8, 47, 48]. Ainsi, actuellement le remplacement de la voie d'éjection ventriculaire droite se fait essentiellement par les homogreffes pulmonaires [10-12, 39].

Ces homogreffes pulmonaires sont prélevées à cœur encore battant sur des patients décédés. Ensuite, elles sont traitées par immersion dans des antibiotiques pour enfin être conservées par cryopréservation.

Les facteurs déterminant en analyse multivariée l'altération des homogreffes pulmonaires sont : une durée de cryopréservation courte [49], un donneur jeune [49], un

receveur jeune [48], une homogreffe de petite taille [47-49] et une longue ischémie chaude de l'homogreffe [48].

L'altération des homogreffes pulmonaires dans notre série se faisait toujours vers la sténose. Aucune insuffisance pulmonaire de grade 3/4 ou 4/4 n'est apparue au cours du suivi.

Une durée de cryopréservation courte et une homogreffe de petite taille sont les facteurs d'altération de l'homogreffe pulmonaire retrouvés parmi les patients opérés à Nantes. Cependant, ces facteurs ne sont significatifs que par une analyse univariée et ne sont pas confirmés par une analyse multivariée, l'effectif des patients étant insuffisant pour cette analyse.

Actuellement, beaucoup de travaux tentent de déterminer l'existence d'un rejet immunitaire dirigé contre les homogreffes [50-54]. En 1995, Shapira et al. [55] ont identifié l'existence d'une fièvre isolée de plus de 38°C apparaissant entre le 4^{ème} et le 6^{ème} jour post-opératoire. Ces patients avaient tous nécessité l'implantation d'une homogreffe. Cette fièvre était sans cause infectieuse retrouvée et cédait spontanément après 24-48 heures. L'hypothèse d'une réaction immunologique contre l'homogreffe a été suggérée.

L'implantation des homogreffes se fait sans tenir compte de la compatibilité du groupe sanguin et du système HLA (Human Leucocyt Antigen) entre le donneur et le receveur. Pourtant l'immunité à médiation humorale est stimulée par les homogreffes : l'apparition d'anticorps dirigés contre les antigènes ABO [50, 54] et les antigènes HLA [51, 53, 54] apparaissent dans le sérum des patients opérés. L'immunité à médiation cellulaire participe aussi à cette réaction immunologique puisque le taux sanguin des lymphocytes T cytotoxiques activés augmente chez les patients opérés [52]. La stimulation de l'immunité humorale et cellulaire du receveur par l'homogreffe pulmonaire serait responsable du rejet de celle-ci. Pour éviter ce rejet, une solution est d'implanter des homogreffes compatibles. Actuellement, le phénotypage HLA des homogreffes n'est pas déterminé par les banques de tissu. Il est donc impossible d'implanter des homogreffes compatibles pour les antigènes HLA entre le donneur et le receveur. En revanche, le groupe sanguin du donneur est parfaitement connu et il est donc possible, théoriquement, d'implanter des homogreffes compatibles pour les antigènes ABO. Ainsi, lorsque la banque de tissus dispose d'une homogreffe pulmonaire ABO compatible, les patients opérés à Nantes en bénéficient préférentiellement.

Une autre solution pour empêcher le rejet des homogreffes pourrait être celle proposée par Shaddy et al. [56]. Ils ont administré pendant trois mois un immunosuppresseur, l'aziathioprine, à 6 patients opérés chez lesquels une homogreffe était implantée. Cependant, comparativement à un groupe témoin de 7 patients ne recevant pas cet immunosuppresseur, la

réponse immunitaire et le fonctionnement de l'homogreffe n'ont pas été modifiés par ce traitement.

Enfin Dohmen et al. [57] ont opéré un patient de 43 ans d'une intervention de Ross. La voie d'éjection ventriculaire droite a été reconstruite par une homogreffe pulmonaire décellularisée et recouverte de cellules autologues. La décellularisation de l'homogreffe pulmonaire a été faite chimiquement. Les cellules autologues étaient des cellules endothéliales d'une veine de l'avant-bras prélevée chez le patient. Ces cellules étaient mises en culture afin d'obtenir un nombre de cellules suffisant au recouvrement de l'homogreffe décellularisée. Ensuite, cette homogreffe pulmonaire recouverte de cellules endothéliales autologues était implantée au cours de l'intervention de Ross et ne devait théoriquement pas être rejetée par le receveur. Effectivement, un an après l'intervention, cette homogreffe pulmonaire fonctionnait toujours parfaitement.

4.5 Qualité de vie des patients opérés.

Après un remplacement valvulaire chirurgical, le stade fonctionnel NYHA de la majorité des patients est bon. Ce stade NYHA est de I ou II pour 90% des patients [58]. Dans notre série, tous les patients revus en consultation ont un stade fonctionnel NYHA de I ou II. Depuis quelques années, les patients donnent une importance croissante à la qualité de vie obtenue après une intervention chirurgicale. La morbidité et la mortalité sont des données importantes, mais elles n'évaluent pas cette qualité de vie. Actuellement, des patients peuvent faire le choix d'une intervention sur des critères de qualité de vie, même si cela implique un risque opératoire supérieur. De même, le chirurgien ne peut proposer une technique chirurgicale dont le risque opératoire est plus élevé (mais encore acceptable) que si cette technique apporte des bénéfices évidents. Un de ces bénéfices est le niveau de qualité de vie obtenu après l'intervention chirurgicale. Cette notion de "qualité de vie" regroupe l'état physique, mental et émotionnel du patient, le niveau de santé perçu ainsi que la capacité de vivre indépendamment. La possibilité d'avoir une vie sociale sans être limité par des problèmes émotionnels ou physiques est aussi importante. Cette qualité de vie peut être mesurée à l'aide de questionnaires administrés aux patients. De nombreux questionnaires existent dont le SF-36 et le EQ-5D.

Ces deux questionnaires peuvent être remplis en 10-15 minutes. Ils sont donc facilement utilisables lors d'une consultation, le questionnaire SF-36 ayant déjà été utilisé

pour l'évaluation de patients opérés d'un remplacement valvulaire aortique [59-62]. Les patients de notre série revus en consultation ont répondu à ces deux questionnaires. Les résultats du questionnaire SF-36 des patients opérés ont été comparés aux données de la population générale : les 8 dimensions du questionnaire SF-36 sont identiques à celles de la population générale. La qualité de vie des patients opérés à Nantes est donc très satisfaisante. Nötzold et al. [61] ont comparé les résultats du questionnaire SF-36 soumis à 40 patients opérés d'une intervention de Ross et à 40 patients opérés d'un remplacement valvulaire aortique par une valve mécanique. Deux ans après la chirurgie, les patients opérés selon la technique de Ross ont une meilleure qualité de vie. Deux autres études [60, 62] ont comparé la qualité de vie des patients ayant eu un remplacement valvulaire aortique par une valve mécanique ou par une bioprothèse à l'aide de ce même questionnaire. La qualité de vie n'était pas différente entre les deux groupes.

Les réponses au questionnaire EQ-5D n'ont pas pu être comparées aux valeurs d'une population de référence. En effet, ce questionnaire n'a jamais été utilisé auprès de la population générale française. Même si le EQ-5D est très court et donc moins fiable que le SF-36, il est très facile d'utilisation. Il a permis de confirmer les résultats du SF-36. En effet, la majorité des réponses à ce questionnaire a été très favorable. Ceci est également confirmé par le score de l'échelle visuelle analogique qui est de 79. Ce score apprécie très positivement la qualité de vie des patients opérés à Nantes.

Les résultats de ces deux questionnaires montrent que l'intervention de Ross est très bénéfique en terme de qualité de vie, celle-ci étant même supérieure à la qualité de vie des patients opérés selon une autre technique.

4.6 Evènements coronaires et infarctus du myocarde.

L'intervention de Ross, décrite initialement [6], implantait l'autogreffe pulmonaire en position sub-coronaire. Cette technique évite la réimplantation des artères coronaires ce qui limite les risques de sténose coronaire et d'infarctus du myocarde. En effet, dans la technique sub-coronaire, les risques de léser les artères coronaires sont presque uniquement liés au prélèvement et au remplacement de l'autogreffe pulmonaire. Le tronc commun, l'IVA et les premières branches septales qui sont au contact de l'artère pulmonaire, peuvent être facilement abîmés lors de ces deux temps opératoires. De plus, en cas d'implantation d'une

homogreffe pulmonaire trop courte, le tronc commun et l'IVA peuvent être comprimés entre cette homogreffe et l'autogreffe pulmonaire.

La technique de Ross remplaçant la racine aortique par l'autogreffe pulmonaire associe les risques de mobilisation et de suture des coronaires sur l'autogreffe, à ceux existant déjà dans la technique sub-coronaire.

L'atteinte des artères coronaires peut se manifester immédiatement après l'intervention chirurgicale, ou dès le sevrage de la circulation extra corporelle. Des signes d'ischémie et une instabilité hémodynamique avec altération de la fonction d'éjection ventriculaire gauche apparaissent. Des troubles du rythme ventriculaire peuvent même se compliquer d'arrêt circulatoire.

Dans notre série, trois patients (**patients 1,2 et 3**) ont présenté un tel événement dans les suites opératoires. Le premier patient a bénéficié d'un pontage de l'IVA et le deuxième a nécessité la reprise de la suture de la coronaire gauche. Le troisième patient est décédé en réanimation d'une défaillance ventriculaire gauche compliquée de fibrillation ventriculaire.

L'atteinte des artères coronaires peut également se manifester secondairement lors du séjour en réanimation. C'est le cas de deux patients (**patients 4 et 5**) dans notre série. Tous les deux ont fait un infarctus du ventricule droit dans les suites opératoires. Le premier patient avait une sténose de l'origine de la coronaire droite considérée, à tort, comme un spasme à la coronarographie pré-opératoire. Malgré un pontage de cette coronaire droite réalisé au 2^{ème} jour post-opératoire, ce patient est décédé. Le deuxième patient avait bénéficié de 3 pontages coronaires en plus de son intervention de Ross. Ce patient est décédé sans qu'une sténose de l'artère coronaire droite ou d'un pontage n'ait pu être formellement identifiée. Cependant, ces deux patients avaient pour antécédent commun une radiothérapie médiastinale. Cette radiothérapie peut induire des lésions valvulaires, coronaires mais aussi myocardiques [63]. Une myocardite radique a parfaitement pu favoriser l'apparition de ces deux infarctus. Dans la plupart des séries, aucun patient ayant pour antécédent une radiothérapie médiastinale n'a été opéré selon la technique de Ross. Ces patients sont donc à exclure de ce type d'indication opératoire.

Enfin, l'atteinte des artères coronaires peut aussi se manifester plus tardivement au cours du suivi alors que les suites opératoires immédiates ont été simples. Les mêmes mécanismes décrits précédemment sont toujours à incriminer. Les lésions coronaires existent immédiatement après l'intervention chirurgicale et ne deviennent symptomatiques que

secondairement lors du suivi post-opératoire des patients. Deux autres mécanismes d'atteintes des artères coronaires peuvent survenir de manière différée à l'intervention chirurgicale :

- L'encollage de toutes les sutures chirurgicales peut créer une réaction inflammatoire et une prolifération cellulaire intimale responsable de sténoses des coronaires [64].
- L'injection directe de la cardioplégie dans les artères coronaires au cours de l'intervention favorise une prolifération intimale et éventuellement une sténose de l'origine de la coronaire droite et gauche [65]. Les signes cliniques apparaissent plusieurs mois après l'intervention.

Dans notre série, au cours du suivi post-opératoire, il a été découvert chez trois patients (**patients 6, 7 et 8**) des sténoses des artères coronaires. Le premier patient (**patient 6**) avait des sténoses coronaires pouvant être secondaires aux canulations des ostia coronaires. En effet, ces sténoses touchaient l'ostium de la coronaire droite et gauche. Le deuxième patient (**patient 7**) avait une sténose de l'IVA proximale certainement liée au prélèvement de l'autogreffe pulmonaire ou à l'implantation de l'homogreffe pulmonaire. Le troisième patient (**patient 8**) avait une sténose sur la partie proximale de la coronaire droite. Aucune étiologie précise n'explique cette sténose.

Les lésions des artères coronaires compliquées d'infarctus du myocarde sont la principale cause de mortalité opératoire et hospitalière. L'infarctus du myocarde représente 9,6 % de la mortalité opératoire selon le registre international des interventions de Ross. Si l'on considère qu'un infarctus du myocarde peut se présenter sous la forme d'une défaillance cardiaque ou de troubles du rythme ventriculaire post-opératoire, on peut alors estimer, selon ce même registre, que la mortalité opératoire par infarctus du myocarde est de près de 40% [9]. Cette valeur est plus proche des chiffres rapportés dans les études publiées récemment. Kouchoukos et al. [13] déplorent, sur une série de 119 patients, seulement deux décès post-opératoires. Ces deux décès étaient liés à un infarctus du ventricule droit. L'équipe de Briand et al. [14], sur une série de 134 patients, ont eu également deux décès post-opératoires, aussi causés par un infarctus du myocarde.

Ainsi, dans les séries où la mortalité opératoire est de moins de 2%, les lésions des artères coronaires compliquées de nécrose myocardique sont les principales causes de décès précoces.

Les causes de mortalité tardive (mortalité après le 30^{ème} jour post-opératoire) sont, d'après le registre international des interventions de Ross, attribuées dans 5,7% des cas à un infarctus du myocarde. La plupart des études précise les causes de mortalité tardive [8, 10, 13,

23]. En revanche, ces études ne précisent pas s'il est apparu, dans le suivi des patients, des sténoses coronaires compliquées ou non d'infarctus du myocarde non fatal. Seules sont rapportées les sténoses coronaires symptomatiques et ayant conduit au décès du patient [11, 13, 26, 33].

L'équipe de Luciani et al [20] est l'une des rares à indiquer qu'aucune atteinte ischémique myocardique n'est venue compliquer le suivi de leurs 92 patients opérés consécutivement.

Ainsi, il est difficile de comparer, l'incidence des complications coronaires non fatales de notre série avec les données de la littérature.

Parmi les patients opérés dans notre série, 3 patients (**patients 6, 7 et 8**) ont présenté des complications coronaires tardives, dont deux avec une nécrose myocardique. Aucun de ces trois patients n'est décédé. Ces complications coronaires sont difficiles à éviter pour les patients 6 et 8, du fait des mécanismes de ces lésions. En revanche, pour le patient 7, une plus grande vigilance lors du prélèvement de l'autogreffe pulmonaire ou lors de l'implantation de l'homogreffe aurait pu permettre d'éviter l'apparition d'une lésion de l'IVA.

Au total, dans notre série, la survenue de lésions coronaires associées ou non à un infarctus du myocarde est une complication fréquente de l'intervention de Ross. Pour limiter l'incidence de ces complications, il faut certainement récuser pour cette intervention les patients ayant les facteurs de risque suivants :

- Une maladie coronarienne tri-tronculaire.
- Une radiothérapie médiastinale.
- Une fonction d'éjection ventriculaire gauche altérée.

De plus, les patients opérés doivent faire l'objet d'un suivi attentif à la recherche de lésions coronariennes au moindre doute. Actuellement, dans la période post-opératoire, la perméabilité des artères coronaires est systématiquement contrôlée par un scanner coronaire. La place des examens de contrôle des artères coronaires est à définir au cours du suivi ultérieur des patients. En effet, la découverte de la sténose serrée de la coronaire droite du patient 8 a été faite fortuitement sans symptomatologie coronarienne évidente.

5. CONCLUSION.

Les résultats des 36 patients opérés avec succès d'une intervention de Ross et survivants sont encourageants. Un seul patient a nécessité le remplacement de l'autogreffe et de l'homogreffe pulmonaire, presque 6 ans après l'intervention.

Trente quatre patients ont été revus en consultation. Leur stade fonctionnel NYHA est bon (aucun stade III ou IV). Le fonctionnement de l'autogreffe pulmonaire est très satisfaisant. Bien que l'on observe une dilatation significative de celle-ci, il n'apparaît pas d'insuffisance aortique de grade 3/4 ou 4/4. Le gradient de pression moyen aortique au travers de l'autogreffe est presque physiologique. La surface valvulaire aortique est également normale.

Le fonctionnement de l'homogreffe pulmonaire est aussi satisfaisant. Aucune insuffisance pulmonaire significative de grade 3/4 ou 4/4 n'est apparue. La valve pulmonaire est plutôt exposée au risque de sténose avec un gradient de pression moyen pulmonaire qui augmente. Le remplacement de l'homogreffe pulmonaire a été nécessaire 3 fois. Deux patients ont des gradients moyens de pression au travers de l'homogreffe pulmonaire qui sont supérieurs à 25 mmHg.

La qualité de vie des patients appréciée par les questionnaires SF-36 et EQ-5D est excellente. Les résultats du questionnaire SF-36 sont identiques à ceux de la population générale.

En revanche, la mortalité opératoire et hospitalière est très élevée. Les causes de ces décès sont presque tous liées à des complications coronariennes. Les risques de léser les artères coronaires au cours de l'intervention de Ross sont importants. L'expérience acquise doit maintenant permettre d'éviter les atteintes coronaires liées à une malfaçon chirurgicale. De plus, pour diminuer ces risques de complications ischémiques, l'intervention de Ross ne doit pas être réalisée chez des patients ayant une coronaropathie tri tronculaire, une fraction d'éjection ventriculaire gauche altérée et un antécédent de radiothérapie médiastinale.

Enfin, la recherche de lésions coronariennes dans la période post-opératoire doit-être systématique. Actuellement, tous les patients opérés ont en post-opératoire immédiat un scanner coronaire de contrôle. Cet examen semble aussi trouver sa place dans le suivi à distance des patients, permettant simplement et de manière peu invasive, le dépistage des sténoses coronaires d'apparitions tardive et, dans le même temps, le contrôle des dimensions de l'autogreffe pulmonaire.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

1. Ikonomidis, J.S., et al., *Twenty-year experience with the St Jude Medical mechanical valve prosthesis*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2003. **126**(6): p. 2022-31.
2. Pibarot, P. and J.G. Dumesnil, *Hemodynamic and clinical impact of prosthesis-patient mismatch in the aortic valve position and its prevention*. J Am Coll Cardiol, 2000. **36**(4): p. 1131-41.
3. Hvass, U., et al., *The Stentless Cryo-Life O'Brien porcine aortic valve at 10 years*. J Heart Valve Dis, 2004. **13**(6): p. 977-83; discussion 983.
4. Lund, O., et al., *Primary aortic valve replacement with allografts over twenty-five years: valve-related and procedure-related determinants of outcome*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1999. **117**(1): p. 77-90; discussion 90-1.
5. Ross, D.N., *Homograft replacement of the aortic valve*. Lancet, 1962. **2**: p. 487.
6. Ross, D.N., *Replacement of aortic and mitral valves with a pulmonary autograft*. Lancet, 1967. **2**(7523): p. 956-8.
7. Stelzer, P., D.J. Jones, and R.C. Elkins, *Aortic root replacement with pulmonary autograft*. Circulation, 1989. **80**(5 Pt 2): p. III209-13.
8. Chambers, J.C., et al., *Pulmonary autograft procedure for aortic valve disease: long-term results of the pioneer series*. Circulation, 1997. **96**(7): p. 2206-14.
9. Oury, J.H., et al., *The Ross Procedure: current registry results*. Ann Thorac Surg, 1998. **66**(6 Suppl): p. S162-5.
10. Bohm, J.O., et al., *Older patients fare better with the Ross operation*. Ann Thorac Surg, 2003. **75**(3): p. 796-801; discussion 802.
11. Sievers, H., et al., *Midterm results of the Ross procedure preserving the patient's aortic root*. Circulation, 2003. **108** Suppl 1: p. II55-60.
12. Takkenberg, J.J., et al., *Report of the Dutch experience with the Ross procedure in 343 patients*. Eur J Cardiothorac Surg, 2002. **22**(1): p. 70-7.
13. Kouchoukos, N.T., et al., *The Ross procedure: long-term clinical and echocardiographic follow-up*. Ann Thorac Surg, 2004. **78**(3): p. 773-81; discussion 773-81.
14. Briand, M., et al., *Midterm echocardiographic follow-up after Ross operation*. Circulation, 2000. **102**(19 Suppl 3): p. III10-4.
15. Hon, J.K., et al., *Insights from 36 years' follow up of a patient with the Ross operation*. J Heart Valve Dis, 2003. **12**(5): p. 561-5.
16. Merrick, A.F., et al., *Anatomy of the muscular subpulmonary infundibulum with regard to the Ross procedure*. Ann Thorac Surg, 2000. **69**(2): p. 556-61.
17. Reddy, V.M., et al., *Aortoventriculoplasty with the pulmonary autograft: the "Ross-Konno" procedure*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1996. **111**(1): p. 158-65; discussion 165-7.
18. Edmunds, L.H., Jr., et al., *Guidelines for reporting morbidity and mortality after cardiac valvular operations. The American Association for Thoracic Surgery, Ad Hoc Liaison Committee for Standardizing Definitions of Prosthetic Heart Valve Morbidity*. Ann Thorac Surg, 1996. **62**(3): p. 932-5.
19. Roman, M.J., et al., *Two-dimensional echocardiographic aortic root dimensions in normal children and adults*. Am J Cardiol, 1989. **64**(8): p. 507-12.
20. Luciani, G.B., et al., *Fate of the aortic root late after Ross operation*. Circulation, 2003. **108** Suppl 1: p. II61-7.

21. Ross, D.N., *The subcoronary technique versus the root technique for autograft surgery*. J Heart Valve Dis, 2003. **12**(5): p. 553-8; discussion 559-60.
22. Bohm, J.O., et al., *Hemodynamic performance following the Ross operation: comparison of two different techniques*. J Heart Valve Dis, 2004. **13**(2): p. 174-80; discussion 180-1.
23. Elkins, R.C., M.M. Lane, and C. McCue, *Ross operation in children: late results*. J Heart Valve Dis, 2001. **10**(6): p. 736-41.
24. Elkins, R.C., et al., *The Ross operation in children: 10-year experience*. Ann Thorac Surg, 1998. **65**(2): p. 496-502.
25. Elkins, R.C., et al., *Pulmonary autograft root replacement: mid-term results*. J Heart Valve Dis, 1999. **8**(5): p. 499-503; discussion 503-6.
26. Savoye, C., et al., *Echocardiographic follow-up after Ross procedure in 100 patients*. Am J Cardiol, 2000. **85**(7): p. 854-7.
27. Schoof, P.H., et al., *Remodeling of the porcine pulmonary autograft wall in the aortic position*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2000. **120**(1): p. 55-65.
28. Prat, A., et al., *Aortic root replacement with a pulmonary autograft in young adults: medium-term results in 70 patients*. Ann Thorac Surg, 1998. **66**(6 Suppl): p. S148-52.
29. Simon-Kupilik, N., et al., *Dilatation of the autograft root after the Ross operation*. Eur J Cardiothorac Surg, 2002. **21**(3): p. 470-3.
30. David, T.E., et al., *Dilation of the pulmonary autograft after the Ross procedure*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2000. **119**(2): p. 210-20.
31. de Sa, M., et al., *Histologic abnormalities of the ascending aorta and pulmonary trunk in patients with bicuspid aortic valve disease: clinical relevance to the ross procedure*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1999. **118**(4): p. 588-94.
32. Kincaid, E.H., et al., *Dissection in a pulmonary autograft*. Ann Thorac Surg, 2004. **77**(2): p. 707-8.
33. Elkins, R.C., *The Ross operation: a 12-year experience*. Ann Thorac Surg, 1999. **68**(3 Suppl): p. S14-8.
34. Furukawa, K., et al., *Does dilatation of the sinotubular junction cause aortic regurgitation?* Ann Thorac Surg, 1999. **68**(3): p. 949-53; discussion 953-4.
35. Leyh, R.G., et al., *Aortic root reimplantation for successful repair of an insufficient pulmonary autograft valve after the Ross procedure*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2002. **124**(5): p. 1048-9.
36. Masetti, P., V.A. Davila-Roman, and N.T. Kouchoukos, *Valve-sparing procedure for dilatation of the autologous pulmonary artery and ascending aorta after the Ross operation*. Ann Thorac Surg, 2003. **76**(3): p. 915-6.
37. Ishizaka, T., et al., *Valve sparing aortic root replacement for dilatation of the pulmonary autograft and aortic regurgitation after the Ross procedure*. Ann Thorac Surg, 2003. **75**(5): p. 1518-22.
38. Durham, L.A., 3rd, et al., *Ross procedure with aortic root tailoring for aortic valve replacement in the pediatric population*. Ann Thorac Surg, 1997. **64**(2): p. 482-6.
39. Fullerton, D.A., et al., *The Ross procedure in adults: intermediate-term results*. Ann Thorac Surg, 2003. **76**(2): p. 471-6; discussion 476-7.
40. David, T.E., et al., *Geometric mismatch of the aortic and pulmonary roots causes aortic insufficiency after the Ross procedure*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1996. **112**(5): p. 1231-7; discussion 1237-9.
41. Eishi, K., et al., *Pulmonary autograft implantation in the dilated aortic annulus*. Ann Thorac Surg, 1997. **63**(4): p. 1155-8.
42. Roux, P.M. and N. Saad, *Modified Ross procedure for dysplastic ascending aorta*. Ann Thorac Surg, 2003. **76**(5): p. 1754-6.

43. Laforest, I., et al., *Hemodynamic performance at rest and during exercise after aortic valve replacement: comparison of pulmonary autografts versus aortic homografts*. Circulation, 2002. **106**(12 Suppl 1): p. I57-I62.
44. Oury, J.H., et al., *Cardiopulmonary response to maximal exercise in young athletes following the Ross procedure*. Ann Thorac Surg, 1998. **66**(6 Suppl): p. S153-4.
45. Pibarot, P., et al., *Hemodynamic performance during maximum exercise in adult patients with the Ross operation and comparison with normal controls and patients with aortic bioprostheses*. Am J Cardiol, 2000. **86**(9): p. 982-8.
46. Pibarot, P., et al., *Impact of prosthesis-patient mismatch on hemodynamic and symptomatic status, morbidity and mortality after aortic valve replacement with a bioprosthetic heart valve*. J Heart Valve Dis, 1998. **7**(2): p. 211-8.
47. Bielefeld, M.R., et al., *Reoperative homograft right ventricular outflow tract reconstruction*. Ann Thorac Surg, 2001. **71**(2): p. 482-7; discussion 487-8.
48. Tweddell, J.S., et al., *Factors affecting longevity of homograft valves used in right ventricular outflow tract reconstruction for congenital heart disease*. Circulation, 2000. **102**(19 Suppl 3): p. III130-5.
49. Raanani, E., et al., *Risk factors for late pulmonary homograft stenosis after the Ross procedure*. Ann Thorac Surg, 2000. **70**(6): p. 1953-7.
50. Baskett, R.J., et al., *Human leukocyte antigen-DR and ABO mismatch are associated with accelerated homograft valve failure in children: implications for therapeutic interventions*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2003. **126**(1): p. 232-9.
51. Bechtel, J.F., et al., *Does histocompatibility affect homograft valve function after the Ross procedure?* Circulation, 2001. **104**(12 Suppl 1): p. I25-8.
52. Oei, F.B., et al., *Circulating donor-specific cytotoxic T lymphocytes with high avidity for donor human leukocyte antigens in pediatric and adult cardiac allograft valved conduit recipients*. Eur J Cardiothorac Surg, 2000. **18**(4): p. 466-72.
53. Piatosa, B., et al., *Presence of IgG anti-HLA antibodies in fourteen patients after cryopreserved allogenic heart valve implantation*. Transplant Proc, 2002. **34**(2): p. 643-4.
54. Welters, M.J., et al., *A broad and strong humoral immune response to donor HLA after implantation of cryopreserved human heart valve allografts*. Hum Immunol, 2002. **63**(11): p. 1019-25.
55. Shapira, O.M., et al., *Unexplained fever after aortic valve replacement with cryopreserved allografts*. Ann Thorac Surg, 1995. **60**(2 Suppl): p. S151-5.
56. Shaddy, R.E., et al., *Prospective randomized trial of azathioprine in cryopreserved valved allografts in children*. Ann Thorac Surg, 2001. **71**(1): p. 43-7; discussion 47-8.
57. Dohmen, P.M., et al., *Ross operation with a tissue-engineered heart valve*. Ann Thorac Surg, 2002. **74**(5): p. 1438-42.
58. Rao, V., et al., *Changing pattern of valve surgery*. Circulation, 1996. **94**(9 Suppl): p. III113-20.
59. Maliwa, M.A., et al., *Quality of life and NYHA class 30 years after mechanical aortic valve replacement*. Cardiovasc Surg, 2003. **11**(5): p. 381-7.
60. Sedrakyan, A., et al., *Quality of life after aortic valve replacement with tissue and mechanical implants*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2004. **128**(2): p. 266-72.
61. Notzold, A., et al., *Quality of life in aortic valve replacement: pulmonary autografts versus mechanical prostheses*. J Am Coll Cardiol, 2001. **37**(7): p. 1963-6.
62. Goldsmith, I.R., G.Y. Lip, and R.L. Patel, *A prospective study of changes in patients' quality of life after aortic valve replacement*. J Heart Valve Dis, 2001. **10**(3): p. 346-53.
63. Vacheron, A., et al., *[Cardiac complications of radiotherapy]*. Ann Cardiol Angeiol (Paris), 1983. **32**(7): p. 465-72.

64. Martinelli, L., et al., *Coronary artery narrowing after aortic root reconstruction with resorcin-formalin glue*. Ann Thorac Surg, 2000. **70**(5): p. 1701-2.
65. Chavanon, O., et al., *Early reoperation for iatrogenic left main stenosis after aortic valve replacement: a perilous situation*. Cardiovasc Surg, 2002. **10**(3): p. 256-63.

7. ANNEXES.

PERIGAUD

CHRISTIAN

Intervention de Ross : évaluation rétrospective des 43 premiers cas opérés au C.H.U. de Nantes.

RESUME

L'intervention de Ross est le remplacement valvulaire aortique par la propre valve pulmonaire du patient. La racine aortique (valve aortique et aorte ascendante) est remplacée par l'autogreffe pulmonaire (valve pulmonaire et artère pulmonaire du patient). Une homogreffe pulmonaire remplace l'autogreffe pulmonaire prélevée.

L'objectif de cette étude a été d'une part l'analyse des résultats péri-opératoires à court et à moyen terme des patients opérés au C.H.U. de Nantes, et d'autre part d'identifier les facteurs déterminant ces résultats.

De 1998 à fin 2003, 43 patients ont été opérés consécutivement. Il s'agissait de 13 femmes et 30 hommes (âge moyen : $27 \pm 15,9$ ans). Un échec de la technique a nécessité la mise en place d'une valve mécanique chez un patient. La mortalité opératoire et hospitalière est respectivement de 7% et 9%. Les causes de ces décès sont un infarctus du myocarde pour 3 patients et une déchirure du ventricule droit pour 1 patient. Un patient avait une insuffisance aortique de grade 3/4 en post-opératoire: l'autogreffe pulmonaire a été remplacée par une homogreffe aortique. Il n'y avait pas d'autre insuffisance aortique significative (grade 3/4 et 4/4). Le gradient moyen aortique était de $3,9 \pm 2,5$ mmHg. Aucun patient n'avait une insuffisance pulmonaire significative. Le gradient moyen pulmonaire était de $5 \pm 3,9$ mmHg. Deux patients ont été réopérés de faux anévrysmes non septiques de l'autogreffe pulmonaire à la 8^{ème} et 12^{ème} semaine. Le traitement a été conservateur. Deux patients ont nécessité le remplacement de l'homogreffe pulmonaire à la 169^{ème} et la 221^{ème} semaine. Un patient a nécessité le remplacement de l'autogreffe et de l'homogreffe pulmonaire à la 310^{ème} semaine. Trois patients ont développé des sténoses coronaires post-opératoires. Deux de ces patients ont fait un infarctus du myocarde.

De juillet à octobre 2004, 34 des 36 patients opérés avec succès et survivants ont été revus en consultation. Le suivi moyen a été de 3 ans (9 mois à 6 ans). Vingt-sept patients avaient un stade NYHA à I, et 7 patients un stade NYHA à II. Respectivement, 5, 24 et 5 patients avaient une insuffisance aortique de grade 0/4, 1/4 et 2/4. Le gradient moyen aortique était de $2,8 \pm 1$ mmHg. L'autogreffe pulmonaire s'était dilatée significativement chez les patients adultes au niveau du sinus ($p < 0,001$), de la jonction sino-tubulaire ($p < 0,006$) et de l'aorte ascendante ($p < 0,001$). Respectivement, 13, 17 et 4 patients avaient une insuffisance pulmonaire de grade 0/4, 1/4, et 2/4. Le gradient moyen pulmonaire était de $7,6 \pm 5,5$ mmHg et 2 patients avaient un gradient supérieur à 25 mmHg. La qualité de vie des patients appréciée par le questionnaire SF-36 est identique à celle de la population générale. Les résultats du questionnaire EQ-5D sont aussi très favorables.

Dans la série de patients opérés au C.H.U. de Nantes, les complications coronaires de l'intervention de Ross sont fréquentes, responsable d'une mortalité opératoire et hospitalière élevée. Cependant, les résultats à moyen terme des patients revus en consultation sont encourageants.

MOTS-CLES

Intervention de Ross - Autogreffe pulmonaire - Homogreffe pulmonaire - Maladie valvulaire aortique - Qualité de vie