

Néocuspisation de la Valve Aortique avec Péricarde Autologue The Ozaki Technique

Neocuspidization of the Aortic Valve with Autologous Pericardium

Hafedh Daly, Hèla Ben Jmaà, Faten Dhoubi, Soulayma Belkhairat, Emna Hamza, Imed Frikha.

Department of cardio-vascular surgery Habib Bourguiba Hospital Sfax Tunisia.

RÉSUMÉ

Introduction : La technique d'Ozaki, ou néocuspisation de la valve aortique (Aortic Valve Neocuspidization — AVNeo), est une procédure de reconstruction valvulaire consistant à remplacer les trois cusps aortiques par du péricarde autologue traité au glutaraldéhyde à l'aide de gabarits standardisés. Décrite pour la première fois en 2007 par le Professeur Shigeyuki Ozaki, elle représente une alternative chirurgicale innovante aux prothèses mécaniques et biologiques traditionnelles.

Méthodes : Revue systématique de la littérature indexée sur PubMed, EMBASE et Cochrane Library (2010–2025). Les études incluses couvrent les séries chirurgicales adultes et pédiatriques, les méta-analyses, les études comparatives (versus bioprothèses, opération de Ross, TAVI) et les séries spéciales (endocardite, valves bicuspidales, abcès annulaire).

Résultats : Plus de 40 études et méta-analyses ont été retenues. Les résultats à moyen terme (5–10 ans) montrent une durabilité remarquable des néocusps, avec un taux de liberté de réintervention dépassant 90 % à 5 ans dans les grandes séries. Des gradients transvalvulaires inférieurs à ceux des bioprothèses de taille équivalente ont été documentés. Les populations pédiatriques et les cas d'endocardite active constituent des indications émergentes prometteuses.

Conclusion : La technique d'Ozaki constitue une option chirurgicale attractive, notamment pour les patients jeunes ou ceux pour lesquels une anticoagulation à vie est indésirable. Sa diffusion mondiale croissante, désormais standardisée, justifie des études randomisées à long terme pour confirmer ses avantages par rapport aux traitements conventionnels.

MOTS-CLÉS

Technique d'Ozaki, Néocuspisation aortique, Péricarde autologue traité au glutaraldéhyde, Sténose aortique, Chirurgie valvulaire.

SUMMARY

Introduction : The Ozaki technique, or aortic valve neocuspidization (AVNeo), is a valve reconstruction procedure that replaces all three aortic cusps with autologous pericardium treated with glutaraldehyde using standardized templates. First described in 2007 by Professor Shigeyuki Ozaki, it represents an innovative surgical alternative to traditional mechanical and biological prostheses.

Methods: A systematic review of the literature indexed in PubMed, EMBASE, and the Cochrane Library (2010–2025) was conducted. Included studies covered adult and pediatric surgical series, meta-analyses, comparative studies (versus bioprostheses, Ross procedure, TAVI), and special series (endocarditis, bicuspid valves, annular abscess).

Results: More than 40 studies and meta-analyses were included. Mid-term results (5–10 years) show remarkable durability of neo-cusps, with a reintervention freedom rate exceeding 90% at 5 years in large series. Transvalvular gradients lower than those of equivalent-sized bioprostheses have been documented. Pediatric populations and cases of active endocarditis represent promising emerging indications.

Conclusion: The Ozaki technique is an attractive surgical option, particularly for young patients or those for whom lifelong anticoagulation is undesirable. Its increasing global adoption, now standardized, justifies long-term randomized studies to confirm its advantages over conventional treatments.

KEYWORDS

Ozaki technique, Aortic neocuspidization, Autologous pericardium treated with glutaraldehyde, Aortic stenosis, Valvular surgery.

Correspondance

Dr Hafedh Daly

Department of cardio-vascular surgery Habib Bourguiba Hospital Sfax Tunisia.

Email : daly.hafedh@yahoo.fr

INTRODUCTION

La maladie valvulaire aortique — sténose aortique et insuffisance aortique — représente l'une des valvulopathies les plus fréquentes dans les pays industrialisés, avec une prévalence croissante liée au vieillissement de la population. La sténose aortique sévère touche environ 2–3 % des adultes de plus de 65 ans, et jusqu'à 12 % des octogénaires. La prise en charge chirurgicale traditionnelle repose sur le remplacement valvulaire aortique (RVA) par une prothèse mécanique ou biologique. Chaque option comporte des compromis significatifs : les prothèses mécaniques imposent une anticoagulation à vie avec les risques hémorragiques et thrombo-emboliques associés, tandis que les bioprothèses sont sujettes à la dégénérescence structurale (DSV), particulièrement précoce chez les patients jeunes.

Dans ce contexte, la néocuspidisation de la valve aortique (AVNeo), ou technique d'Ozaki, représente une troisième voie chirurgicale, combinant la durabilité potentielle du tissu autologue et l'absence d'anticoagulation au long cours. Décrite pour la première fois en 2007 par le Professeur Shigeyuki Ozaki à l'Université Toho (Japon) et publiée en 2011,^[1] la procédure consiste à reconstruire entièrement les trois cusps aortiques à partir de péricarde autologue prélevé en début d'intervention, traité au glutaraldéhyde à 0,6 % pour renforcer ses propriétés mécaniques, puis découpé à l'aide de gabarits spécifiques (de taille 17 à 29 mm) avant d'être suturé à l'anneau aortique.

Depuis la publication de la série princeps de 404 cas en 2014,^[2] l'intérêt mondial pour cette technique n'a cessé de croître, avec des équipes en Europe, en Amérique du Nord, en Asie et même en Afrique ayant adopté la procédure. Des méta-analyses, des revues systématiques et des séries multicentriques ont progressivement consolidé la base de données cliniques disponibles.^[3,4,5,6]

La présente revue systématique a pour objectifs de : (1) décrire la technique chirurgicale de la procédure AVNeo et ses évolutions ; (2) synthétiser les résultats cliniques et hémodynamiques à court, moyen et long terme ; (3) analyser les données dans les populations spéciales (pédiatrie, endocardite, valves bicuspidées) ; (4) comparer la technique aux alternatives thérapeutiques existantes ; et (5) identifier les complications, les indications de réintervention et les perspectives futures.

MÉTHODES

Protocole et sources bibliographiques

Cette revue systématique a été conduite conformément aux recommandations PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses). Les bases de données consultées incluaient PubMed/MEDLINE, EMBASE, Cochrane Library et ClinicalTrials.gov pour la période allant de janvier 2010 à décembre 2025. Les termes de recherche utilisés en anglais incluaient : ("Ozaki procedure" OR "aortic valve neocuspidization" OR "AVNeo" OR "aortic valve reconstruction" OR "autologous pericardium aortic valve") AND ("surgical outcomes" OR "mid-term results" OR "hemodynamics" OR "children" OR "endocarditis" OR "comparison").

Critères d'inclusion et d'exclusion

Critères d'inclusion : études originales portant sur la technique AVNeo d'Ozaki ; séries ≥ 5 patients ou revues systématiques et méta-analyses ; données cliniques, hémodynamiques ou de survie disponibles ; publications en anglais ou en français.

Critères d'exclusion : séries portant exclusivement sur d'autres techniques de reconstruction valvulaire (non Ozaki) ; rapports de cas isolés sans données comparatives ; études sans données exploitables (résumés de congrès seuls).

Extraction des données

L'extraction des données a été réalisée par deux réviseurs indépendants, avec résolution des divergences par consensus. Les données extraites incluaient : caractéristiques des patients (âge, sexe, pathologie valvulaire), technique chirurgicale utilisée, durée de suivi, mortalité opératoire, résultats hémodynamiques (gradient moyen, surface valvulaire effective), taux de réintervention, et complications majeures.

DESCRIPTION TECHNIQUE DE LA PROCÉDURE AVNEO

Principes fondamentaux

La procédure AVNeo, telle que décrite initialement par Ozaki et al. en 2011,^[1] repose sur trois étapes fondamentales : (1) le prélèvement et le traitement du péricarde autologue ; (2) la mesure des dimensions annulaires et la découpe des néocusps à l'aide de gabarits calibrés ; (3) la suture des néocusps à l'anneau aortique natif. Cette procédure permet de s'affranchir des tailles commercialement disponibles et d'adapter parfaitement la taille des cusps à chaque patient, y compris aux petits anneaux aortiques.

Prélèvement et traitement du péricarde

Le péricarde autologue est prélevé en début d'intervention, après sternotomie médiane et ouverture du sac péricardique. Un fragment d'au moins 8 × 9 cm est nécessaire pour la reconstruction tricommisurale. Il est ensuite immergé dans du glutaraldéhyde à 0,6 % pendant 10 minutes à température ambiante, ce qui renforce sa résistance mécanique en créant des liaisons covalentes entre les fibres de collagène, réduisant ainsi son immunogénicité et améliorant sa durabilité.^[7,8] Le péricarde est ensuite rincé abondamment au sérum physiologique afin d'éliminer tout résidu toxique de glutaraldéhyde.

Mesure et découpe des néocusps

Après instauration de la circulation extracorporelle (CEC), clampage aortique et cardioplégie, l'aortotomie en J est réalisée. Les cusps natifs sont excisés, le tissu calcifié soigneusement décalcifié, et la taille de chaque commissure est mesurée séparément à l'aide de gabarits calibrés spécifiques à la procédure (de 17 mm à 29 mm par pas de 1 mm). Un gabarit de taille supérieure est délibérément sélectionné pour chaque cusp afin d'assurer une coaptation optimale et de prévenir l'insuffisance aortique résiduelle.^[9,10]

Reconstruction et suture

Plusieurs équipes ont proposé des modifications de la technique originale, notamment l'approche mini-invasive par mini-thoracotomie droite infra-axillaire,^[11] l'approche minimalement invasive par minithoracotomie décrite par Nguyen et al. en 2018,^[12] et l'utilisation de péricarde bovin comme alternative au péricarde autologue chez les patients pédiatriques, lorsque le péricarde natif est insuffisant en quantité ou en qualité.^[13] La tricuspisation d'une valve bicuspidée — consistant à créer trois cusps équivalentes à partir d'une valve native bicuspidée — a également été décrite comme une variante technique applicable.^[14]

Des travaux récents portent sur la standardisation des propriétés requises du péricarde (épaisseur, homogénéité, absence de fenestrations) afin de garantir la reproductibilité des résultats.^[15]

RÉSULTATS CLINIQUES CHEZ L'ADULTE

Série princeps et expérience de l'équipe d'Ozakis

La première publication de l'équipe d'Ozaki en 2011 portait sur une série initiale de patients opérés avec succès, démontrant la faisabilité et la sécurité de la procédure.^[1] La série de 404 patients publiée en 2014 dans le Journal of Thoracic and

Cardiovascular Surgery^[2] représente la première grande cohorte prospective, avec un suivi moyen dépassant 3 ans et des résultats hémodynamiques supérieurs à ceux des bioprothèses conventionnelles. Les résultats à moyen terme (5–7 ans) publiés en 2018 ont confirmé la durabilité de la procédure, avec un taux de survie et de liberté de réintervention élevé.^[16]

La plus grande série publiée à ce jour — 1 196 procédures d'Ozaki — rapportée par Unai, Ozaki et al. dans les Annals of Thoracic Surgery (2025), constitue la référence mondiale en matière d'expérience cumulée.^[17] Cette série multicentrique confirme les résultats hémodynamiques et de survie, avec une mortalité opératoire inférieure à 3 % dans des mains expérimentées.

Résultats à moyen terme — séries multicentriques

Krane et al. (2021) ont rapporté d'excellentes performances hémodynamiques dans leur série monocentrique, avec des gradients moyen et maximal significativement inférieurs à ceux des bioprothèses de taille équivalente.^[7] Ogami et al. (2024) ont documenté des résultats à moyen terme sur une cohorte adulte nord-américaine, confirmant une surface valvulaire effective (SVE) supérieure à celle des bioprothèses, en particulier pour les petits anneaux aortiques.^[18]

Prinzing et al. (2024, JTCVS Techniques) ont présenté les résultats à moyen terme d'une série européenne de référence, démontrant la persistance des bénéfices hémodynamiques à 5 ans, sans détérioration significative de la SVE.^[19] Pirola et al. (2021) ont confirmé sur 5 ans d'expérience monocentrique une absence de mortalité liée à la valve et un taux de réintervention inférieur à 5 % à 5 ans.^[20]

Tableau 1. Résultats des principales séries adultes de la procédure AVNeo.

Auteur (année)	N	Âge moy.	Suivi moy.	Gradient moy. (mmHg)	Liberté réinterv. à 5 ans	Réf.
Ozaki et al., 2014	404	67 ans	3,3 ans	< 10 mmHg	ND	[2]
Ozaki et al., 2018	850	68 ans	5,1 ans	< 10 mmHg	95,5 %	[3]
Krane et al., 2021	100	66 ans	2,5 ans	8,1 mmHg	97 %	[6]
Pirola et al., 2021	ND	65 ans	5 ans	< 12 mmHg	95 %	[26]
Ogami et al., 2024	ND	64 ans	3–4 ans	9,2 mmHg	92 %	[24]
Unai et al., 2025	1 196	ND	ND	ND	ND (en cours)	[4]

ND = non disponible / non rapporté dans la publication citée.

Résultats hémodynamiques détaillés

L'un des avantages majeurs de la procédure AVNeo par rapport aux bioprothèses conventionnelles est l'absence de « mismatch prothèse-patient » (MPP), phénomène observé lorsque la surface valvulaire effective prothétique est insuffisante au regard de la surface corporelle du patient.^[21]

Yamamoto et al. (2017) ont démontré que le diamètre annulaire aortique après AVNeo était comparable à celui d'un anneau natif normal, et significativement supérieur à celui obtenu après RVA conventionnel à taille équivalente.^[22]

Une analyse ex vivo comparant la procédure d'Ozaki à la valve aortique native et aux prothèses valvulaires commerciales (Saisho et al., 2022) a montré que la cinétique d'ouverture des néocusps était la plus proche de la valve native, avec un profil de flux en sortie d'aorte le plus physiologique.^[23]

POPULATIONS SPÉCIALES

Population pédiatrique et cardiopathies congénitales

La population pédiatrique représente l'une des indications les plus prometteuses de la procédure AVNeo. Chez l'enfant, les options thérapeutiques sont particulièrement limitées : les bioprothèses dégénèrent prématurément, les prothèses mécaniques imposent une anticoagulation incompatible avec une vie active et le risque hémorragique cérébral, et l'opération de Ross — bien que durable — présente une complexité technique et un risque de réintervention sur le conduit pulmonaire non négligeables.

Baird, Del Nido et al. (Boston Children's Hospital) ont été les pionniers de l'adaptation pédiatrique de la technique.^[24] Leur publication de 2021 dans le *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* portant sur 70 enfants opérés pour valvulopathie aortique congénitale ou acquise a montré des résultats à court terme satisfaisants, avec une mortalité opératoire faible et de bonnes performances hémodynamiques.^[25]

Pour les patients pédiatriques avec un très petit anneau aortique, Marathe et al. (2020) ont décrit une modification technique incluant un élargissement de l'anneau associé à la procédure AVNeo, permettant d'augmenter encore davantage la surface valvulaire effective.^[26]

Wiggins et al. (2020) ont confirmé l'utilité des techniques de reconstruction des cusps aortiques chez l'enfant et le jeune adulte sur une cohorte de 131 patients, avec des résultats de liberté de réintervention comparables à ceux de l'opération de Ross dans certains sous-groupes.^[27]

Une comparaison directe de la procédure AVNeo versus l'opération de Ross chez l'enfant, publiée en 2025 dans *International Journal of Surgery*,^[28] a montré que les deux procédures offraient des résultats équivalents à court terme, avec un avantage de la procédure AVNeo en termes de simplicité technique et d'absence de morbidité sur la voie de sortie droite.

Les résultats à moyen terme de la procédure AVNeo en pédiatrie utilisant péricarde autologue versus bovin ont été comparés par Baird et al. en 2025 (JTCVS Structured and Endovascular),^[29] montrant une durabilité comparable dans les deux sous-groupes, avec une légère tendance à une meilleure performance dans le sous-groupe péricarde autologue.

L'expérience africaine pédiatrique est illustrée par la série tanzanienne du Jakaya Kikwete Cardiac Institute (Dar es Salaam) publiée en 2024,^[30] rapportant des résultats encourageants dans un contexte de ressources limitées, avec une courbe d'apprentissage acceptable pour des équipes non spécialisées dans la chirurgie valvulaire complexe.

La néocuspidisation en urgence chez un nourrisson présentant une endocardite aortique native a été rapportée en 2023 (PMID: 36651088),^[31] illustrant la flexibilité de la procédure dans des situations cliniques extrêmes.

Endocardite infectieuse et abcès annulaire

L'endocardite infectieuse (EI) de la valve aortique représente une indication thérapeutique à haut risque, avec des résultats de RVA conventionnel grevés d'une mortalité opératoire de 10–20 % en phase active. La technique d'Ozaki offre ici un avantage théorique majeur : l'utilisation de tissu autologue vivant, moins susceptible à la colonisation bactérienne que les matériaux prothétiques étrangers.

Kawase, Ozaki et al. (2013) ont rapporté les premiers cas de reconstruction par AVNeo chez des patients hémodialysés, population à haut risque d'EI récurrente, avec des résultats satisfaisants.^[32]

Tada et al. (2018) ont publié le premier rapport de cas de procédure AVNeo pour endocardite infectieuse active, démontrant la faisabilité et la sécurité de l'approche.^[33]

Nguyen et al. (2020) ont décrit un cas de reconstruction bicuspidé par technique d'Ozaki chez un patient présentant une EI avec abcès annulaire, soulignant la flexibilité de la technique même dans les anatomies les plus défavorables.^[34]

D'Errico Ramirez et al. (2023) ont rapporté un cas emblématique de reconstruction par AVNeo d'une valve aortique bicuspidé en endocardite infectieuse, avec un résultat anatomique et fonctionnel excellent à 2 ans de suivi.^[35]

L'étude comparative de Ngo et al. (2021) a comparé directement AVNeo versus bioprothèse chez des patients opérés pour EI,^[36] montrant un avantage de l'AVNeo en termes de taux d'EI récurrente (différence significative), bien que les effectifs restent limités dans cette série.

Valve aortique bicuspide

La valve aortique bicuspide (VAB), malformation congénitale la plus fréquente (1–2 % de la population générale), pose un défi chirurgical particulier : l'anneau aortique peut être asymétrique, et les deux cusps natifs sont souvent de taille inégale. La technique d'Ozaki permet d'y répondre par la « tricuspidisation » — c'est-à-dire la création de trois néocusps fonctionnelles à partir de l'architecture bicuspide native.

Ozaki et al. ont été les premiers à décrire cette adaptation en 2014 dans *Circulation Journal*,^[14] montrant que la tricuspidisation de la VAB permettait d'obtenir des résultats hémodynamiques et de durabilité comparables à ceux de l'AVNeo sur valve tricuspide native.

MÉTA-ANALYSES ET REVUES SYSTÉMATIQUES

Plusieurs méta-analyses et revues systématiques de haute qualité ont été publiées depuis 2019, fournissant une synthèse robuste des données disponibles.

Méta-analyse de Mylonas et al. (2023)

La méta-analyse de Mylonas et al. publiée dans l'*American Heart Journal* (2023)^[3] constitue l'analyse quantitative la plus rigoureuse à ce jour. Portant sur des données individuelles reconstituées de patients issus de multiples études, elle conclut à une mortalité opératoire de 2,6 % (IC 95 % : 1,9–3,5 %), un gradient moyen postopératoire de 8,7 mmHg (IC 95 % : 7,8–9,6 mmHg), et une liberté de réintervention à 5 ans de 93,8 % (IC 95 % : 91,2–95,7 %). Ces résultats sont comparables ou supérieurs aux données disponibles pour les bioprothèses de dernière génération.

Méta-analyse d'Awad et al. (2023)

Awad et al. (*Annals of Medicine and Surgery*, 2023)^[4] ont conduit une revue systématique et méta-analyse portant spécifiquement sur la question de savoir si la procédure d'Ozaki pouvait constituer une nouvelle approche standard pour le remplacement valvulaire aortique chirurgical. Leurs résultats confirmaient des gradients postopératoires faibles, une faible mortalité à 30 jours et des résultats de survie à moyen terme favorables.

Méta-analyse de Badalyan et al. (2023)

Badalyan et al. (*Anatolian Journal of Cardiology*, 2023)^[5] ont analysé les résultats de la procédure AVNeo

pour l'ensemble des pathologies de la valve aortique, montrant des performances hémodynamiques constantes quelle que soit la pathologie initiale (sténose, insuffisance, mixte, ou bicuspide).

Méta-analyse pédiatrique de Halder et al. (2023)

La méta-analyse de Halder et al. dans *Cureus* (2023),^[37] la première méta-analyse spécifiquement dédiée à la population pédiatrique, a regroupé les données de 8 études incluant 339 patients. Les résultats montraient une mortalité opératoire de 2,1 % et une liberté de réintervention à 2 ans de 88,4 %, encourageant le développement de la procédure chez l'enfant.

Sá et al. (2019) et Mantovani et al. (2022)

Sá et al. (2019)^[38] ont été parmi les premiers à synthétiser les données disponibles dans une revue narrative, concluant au potentiel prometteur de la technique tout en soulignant la nécessité d'études randomisées à long terme. Mantovani et al. (2022)^[39] ont proposé une revue de la littérature centrée sur la compréhension des mécanismes de réparation valvulaire par AVNeo, en intégrant les aspects physiologiques de la coaptation des néocusps.

Comparaison AVNeo versus bioprothèse — Unai et al. (2023)

Unai, Ozaki, Blackstone, Pettersson et al. ont publié en 2023 dans le *Journal of the American Heart Association*^[40] une comparaison directe entre la procédure d'Ozaki et les bioprothèses aortiques, après appariement par score de propension. Les résultats montraient un avantage significatif de l'AVNeo en termes de gradient transvalvulaire moyen (différence de 4–6 mmHg à taille annulaire équivalente) et une tendance à une meilleure liberté de réintervention structurale à 5 ans.

COMPARAISONS AVEC LES ALTERNATIVES THÉRAPEUTIQUES

AVNeo versus bioprothèses

Les performances hémodynamiques de l'AVNeo surpassent celles des bioprothèses de même taille dans la grande majorité des études comparatives publiées.^[7,21,23,40] Reuthebuch et al. (2021) ont réalisé une comparaison directe AVNeo versus bioprothèses à support (stented) sur cœur et ont confirmé des gradients postopératoires significativement inférieurs dans le groupe AVNeo, sans différence de mortalité à 30 jours

ni de complications majeures.^[41]

Tableau 2. Synthèse les différences clés entre les principales options chirurgicales					
Critère	AVNeo (Ozaki)	Bioprothèse	Prothèse Ross méc.		TAVI
Anticoagulation	Non	Non	À vie	Non	Oui (court)
Gradient moy.	Très faible	Modéré	Faible	Très faible	Modéré
Durabilité	En évaluation	10–15 ans	> 20 ans	≥ 20 ans	ND
Pédiatrie	Oui	Limitée	Risque	Référence	Non
Complexité	Modérée	Faible	Faible	Très élevée	Faible

Tableau 2. Comparaison des principales options de traitement chirurgical de la valvulopathie aortique. ND = non disponible.

AVNeo versus opération de Ross

L'opération de Ross — remplacement de la valve aortique par l'autogreffe pulmonaire du patient — demeure la référence en termes de durabilité chez le sujet jeune. La comparaison directe AVNeo versus Ross en pédiatrie (Wang et al., 2025) [28] a montré des résultats similaires à court terme, mais l'AVNeo présente l'avantage crucial d'éviter l'exposition du cœur droit à une pression systémique et de ne pas nécessiter de remplacement du conduit pulmonaire au long cours.

AVNeo et TAVI

Le TAVI (Transcatheter Aortic Valve Implantation) s'est imposé comme le traitement de référence de la sténose aortique sévère chez les patients âgés ou fragiles. Pour les patients jeunes (< 65 ans), la question de la durabilité à très long terme du TAVI reste non résolue, et la possibilité d'une réintervention (valve-in-valve) après dégénérescence d'un premier TAVI se pose.

Dans ce contexte, l'AVNeo peut être considérée comme une alternative chirurgicale de premier choix chez le patient jeune intermédiaire ou à bas risque, permettant d'éviter le recours au TAVI tout en préservant les options futures de prise en charge si une réintervention s'avérait nécessaire.

COMPLICATIONS, ÉCHECS ET RÉINTERVENTIONS

Complications peropératoires

La procédure AVNeo présente des complications peropératoires similaires à celles du RVA conventionnel : troubles du rythme, bloc auriculo-ventriculaire complet nécessitant l'implantation d'un pacemaker définitif (rapporté dans 3–8 % des cas selon les séries), accident vasculaire cérébral (AVC) périopératoire, et saignement. L'existence d'une courbe d'apprentissage est soulignée par plusieurs auteurs,^[10,42] avec un risque de complication plus élevé dans les 20–30 premiers cas.

Défaillance valvulaire précoce

Lee et al. (2023) ont rapporté un cas rare de défaillance précoce d'une néocusp par déchirure d'un greffon xénogénique utilisé en substitution au péricarde autologue chez un jeune adulte^[43] Cet échec précoce souligne l'importance de la qualité du matériel péricardique utilisé et la prudence requise lors de l'utilisation de substituts hétérologues.

Réopérations pour détérioration structurale

Iida et al. (2020) ont publié leur expérience de réopérations pour détérioration structurale des néocusps après procédure AVNeo,^[44] décrivant que le RVA conventionnel secondaire était réalisable sans complexité technique majeure supplémentaire, notamment grâce à l'absence d'adhérences prothétiques. Le guide technique pour la reprise chirurgicale après procédure d'Ozaki a été formalisé par Koechlin et al. (2022).^[45]

Effets biologiques de la procédure

Ozden et al. (2024) ont analysé les effets de la procédure d'Ozaki sur les paramètres hématologiques et biochimiques (NFS, bilan inflammatoire, hémolyse) dans une cohorte de 70 patients, montrant un profil biologique postopératoire favorable, sans hémolyse significative, comparable au profil des bioprothèses.^[46]

DIFFUSION MONDIALE ET EXPÉRIENCES RÉGIONALES

Europe

De nombreuses équipes européennes ont adopté la procédure AVNeo avec des résultats publiés depuis 2018. Benedetto et al. (UK, 2021)^[47] ont rapporté l'expérience britannique initiale avec des considérations techniques spécifiques. Koechlin et al. (Bâle, Suisse, 2020)^[48] et Pirola et al. (Italie, 2020 et 2021)^[20,49] ont confirmé les résultats des équipes pionnières. Ricciardi et al. (Brésil, 2022)^[50] ont apporté la perspective d'Amérique du Sud.

Amérique du Nord

L'équipe de Boston Children's Hospital (Baird, Del Nido) représente la référence nord-américaine en pédiatrie. [24,25,26,29] Le groupe de Pittsburgh (Sultan, Morell, Chu) a publié les résultats adultes à moyen terme en 2024,^[18] tandis que Mumtaz et al. (2022) ont détaillé les nuances techniques de la procédure dans leur expérience nord-américaine.^[51]

Asie

Le Japon demeure naturellement la référence mondiale grâce à l'équipe d'Ozaki. Des séries asiatiques indépendantes — notamment Iida et al. (2018) au Japon,^[52] Yamamoto et al. (2017)^[22] — ont validé les résultats dans cette région. L'expérience vietnamienne, précurseur de l'approche mini-invasive (Nguyen et al., 2018)^[12] constitue une contribution technique innovante.

Afrique

L'expérience africaine, encore limitée, est représentée par la série tanzanienne du Jakaya Kikwete Cardiac Institute (JKCI) de Dar es Salaam (2024),^[30] qui démontre que la procédure est réalisable dans un centre à ressources intermédiaires, avec une courbe d'apprentissage acceptable. Cette série pédiatrique de 18 patients rapporte une mortalité opératoire nulle et des résultats hémodynamiques satisfaisants à court terme, ouvrant la voie à une diffusion plus large de la technique en Afrique subsaharienne.

STANDARDISATION, ENSEIGNEMENT ET PERSPECTIVES

Standardisation internationale

La standardisation de la procédure AVNeo, publiée en 2022 par Amabile, Krane, Dufendach, Baird et al. (incluant 15 experts mondiaux) dans les *Annals of Thoracic Surgery*,^[10] constitue une étape majeure dans la diffusion de la technique. Ce document de consensus définit les critères de sélection des patients, les étapes opératoires standardisées, les critères de qualité du péricarde, et les paramètres de résultats à surveiller.

Un tutoriel interactif vidéo a été publié en 2021 dans le *Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery* par Krane, Amabile, Ziegelmüller et al.,^[53] permettant aux chirurgiens d'accéder à une formation visuelle complète en temps libre.

Étude PARACADUTE

L'étude prospective observationnelle multicentrique PARACADUTE (ClinicalTrials.gov NCT05411055)^[54] initiée en Italie (Maria Cecilia Hospital), représente l'effort de recherche prospective le plus structuré à ce jour sur la procédure AVNeo. Elle vise à documenter prospectivement les résultats à moyen terme de la procédure dans un cadre méthodologiquement rigoureux, avec des critères d'évaluation standardisés.

Études récentes (2024–2025)

Naik et al. (2025)^[55] ont rapporté les résultats précoces d'une nouvelle équipe indienne adoptant la procédure, confirmant la faisabilité de la courbe d'apprentissage dans un centre à volume intermédiaire. Balci et al. (2025)^[11] ont décrit les résultats de la procédure AVNeo réalisée par approche mini-invasive via mini-thoracotomie droite infra-axillaire, ouvrant la voie à une réduction de la morbidité chirurgicale. La série chilienne de 2025^[56] apporte une perspective supplémentaire d'Amérique latine sur les résultats à moyen terme chez l'adulte.

Perspectives et axes de recherche futurs

Sur la base de la littérature disponible, les axes de recherche prioritaires pour la procédure AVNeo incluent :

- Études randomisées contrôlées (ERC) comparant AVNeo versus bioprothèse et AVNeo versus opération de Ross chez le sujet jeune, avec un suivi d'au moins 10 ans — aucune ERC n'est actuellement disponible ou enregistrée.
- Durabilité à très long terme (> 10 ans) : les données actuelles ne dépassent pas 8–10 ans de suivi dans les séries les plus matures.^[16,17]
- Mécanismes de détérioration structurale des néocusps : mieux comprendre les facteurs prédisposant à la dégénérescence (épaisseur du péricarde, concentration de glutaraldéhyde, facteurs patient) permettrait d'optimiser la durabilité.
- Définition de critères de sélection précis pour l'endocardite active, les abcès annulaires, et les géométries annulaires complexes.^[33,34,35]
- Registre international multicentrique prospectif (en dehors des études nationales existantes) avec collecte standardisée des données et suivi à 15–20 ans.

LIMITES DE LA LITTÉRATURE ET RECOMMANDATIONS

Limites méthodologiques

La littérature actuelle sur la procédure AVNeo présente plusieurs limites importantes :

- Absence d'études randomisées contrôlées — toutes les données disponibles proviennent d'études observationnelles rétrospectives ou prospectives non randomisées.^[3,4]
- Durée de suivi encore limitée (majoritairement < 7 ans dans les séries publiées), insuffisante pour évaluer la durabilité à très long terme et la comparer aux bioprothèses de référence.^[16,17]

- Hétérogénéité des techniques et des matériaux utilisés entre centres (concentration de glutaraldéhyde, durée de traitement, taille des gabarits, technique de suture) rendant difficile la comparaison directe inter-études.^[10,15]
- Biais de sélection des patients dans les séries publiées : les résultats les plus favorables sont publiés de manière préférentielle. Les centres expérimentés publient plus que les centres en phase d'apprentissage.
- Sous-représentation des populations à ressources limitées (Afrique subsaharienne, Asie du Sud-Est) dans la littérature indexée, ne reflétant pas la diffusion mondiale réelle de la technique.^[30]

Recommandations pratiques

- Réserver la procédure AVNeo aux centres disposant d'une expérience en chirurgie valvulaire complexe et d'une courbe d'apprentissage d'au moins 30–50 cas supervisés avant autonomisation complète.^[10,57]
- Utiliser exclusivement du péricarde autologue de qualité optimale (homogène, sans fenestrations, épaisseur $\geq 0,4$ mm) et respecter scrupuleusement le protocole de traitement au glutaraldéhyde standardisé.^[15]
- Assurer un suivi échocardiographique annuel post-AVNeo, avec mesure systématique du gradient transvalvulaire moyen et recherche d'une insuffisance aortique résiduelle ou émergente.
- Créer des registres nationaux ou régionaux avec collecte prospective des données pour permettre des analyses à long terme de grande puissance statistique.^[3,37]

CONCLUSION

La technique d'Ozaki (AVNeo) représente une innovation chirurgicale significative dans le traitement de la valvulopathie aortique, offrant une alternative aux bioprothèses et aux prothèses mécaniques avec des avantages hémodynamiques démontrés et une durabilité prometteuse à moyen terme.^[1,2,16,17]

Les méta-analyses disponibles confirment une mortalité opératoire faible (2–3 %), des gradients transvalvulaires postopératoires inférieurs à ceux des bioprothèses conventionnelles, et une liberté de réintervention à 5 ans supérieure à 90 %.^[3,4,5] Ces résultats sont particulièrement favorables chez les patients jeunes, ceux avec de petits anneaux aortiques, et ceux pour qui l'anticoagulation au long cours est indésirable ou contre-indiquée.

Les populations pédiatriques^[24,25,28,37] et les patients présentant une endocardite infectieuse active^[33,34,35] représentent des indications émergentes où l'AVNeo démontre une flexibilité et une adaptabilité que les alternatives prothétiques ne peuvent pas offrir. La standardisation internationale de la technique en 2022^[10] et les guides opératoires publiés^[53] facilitent désormais sa diffusion mondiale.

Les principales limites actuelles — absence d'études randomisées, durée de suivi encore insuffisante, et hétérogénéité technique inter-centres — appellent à un effort de recherche coordonné, avec la création de registres multicentriques prospectifs et, idéalement, le lancement d'essais randomisés contrôlés comparant AVNeo versus bioprothèse chez les sujets jeunes. L'étude PARACADUTE^[54] et la série de 1 196 Ozaki procedures^[17] constituent des jalons importants vers cet objectif.

REFERENCES

1. Ozaki S, Kawase I, Yamashita H, Uchida S, Nozawa Y, Matsuyama T. Aortic valve reconstruction using self-developed aortic valve plasty system in aortic valve disease. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2011;12(4):550-553. doi:10.1510/icvts.2010.253682
2. Ozaki S, Kawase I, Yamashita H, Uchida S, Nozawa Y, Takatoh M, et al. A total of 404 cases of aortic valve reconstruction with glutaraldehyde-treated autologous pericardium. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;147(1):301-306. doi:10.1016/j.jtcvs.2012.11.012
3. Mylonas KS, Tasoudis PT, Pavlopoulos D, Kanakis M, Stavridis GT, Avgerinos DV. Aortic valve neocuspidization using the Ozaki technique: A meta-analysis of reconstructed patient-level data. *Am Heart J.* 2023;255:1-11. doi:10.1016/j.ahj.2022.09.003. PMID: 36115391
4. Awad AK, Farahat RA, Gad ER, Abdelgalil MS, Hassaballa AS. Does Ozaki procedure have a future as a new surgical approach for aortic valve replacement? A systematic review and meta-analysis. *Ann Med Surg (Lond).* 2023;85(9):4454-4462. doi:10.1097/MS9.0000000000000982
5. Badalyan SS, Markosyan SV, Ismailbaev AM, Asghar A, Ur Rehman A. Outcomes of Ozaki Procedure/Aortic Valve Neocuspidization for Aortic Valve Diseases: A Systematic Review. *Anatol J Cardiol.* 2023;27(11):619-627. doi:10.14744/AnatolJCardiol.2023.3477
6. Mantovani F, Navazio A, Barbieri A, et al. Understanding aortic valve repair through Ozaki procedure: A review of literature evidence. *J Card Surg.* 2022;37(12):4796-4802. PMID: 36150152
7. Krane M, Boehm J, Prinzing A, Ziegelmüller J, Holfeld J, Lange R. Excellent Hemodynamic Performance After Aortic Valve Neocuspidization Using Autologous Pericardium. *Ann Thorac Surg.* 2021;111(1):126-133. doi:10.1016/j.athoracsu.2020.04.108. PMID: 32540439
8. Saisho H, Scharfschwerdt M, Schaller T, Sadat N, Aboud A, Ensminger S, Fujita B. Ex vivo evaluation of the Ozaki procedure in comparison with the native aortic valve and prosthetic valves. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2022;35(3):ivac199.

9. Pirola S, Mastroiacovo G, Polvani G. The Ozaki procedure: technical and clinical considerations after one year of experience. *J Card Surg.* 2020;35(4):727-732.
10. Amabile A, Krane M, Dufendach K, Baird CW, Ganjoo N, Eckstein FS, Albertini A, Gruber PJ, Mumtaz MA, Bacha EA, Benedetto U, Chikwe J, Geirsson A, Holfeld J, Iida Y, Lange R, Morell VO, Chu D. Standardized Aortic Valve Neocuspidization for Treatment of Aortic Valve Diseases. *Ann Thorac Surg.* 2022;114(4):1108-1117. doi:10.1016/j.athoracsur.2022.03.067. PMID: 35439450
11. Balci AY, et al. Clinical Outcomes of the Ozaki Procedure With Right Infra-Axillary Mini-Thoracotomy Approach. *J Card Surg.* 2025. doi:10.1155/jocs/5579009
12. Nguyen DH, Vo AT, Cao KX, Le KM, et al. Minimally Invasive Ozaki Technique for Aortic Valve Reconstruction. *CTSNet.* 2018. doi:10.25373/ctsnet.6945977
13. Baird CW, et al. Midterm results of Ozaki technique for aortic valve reconstruction comparing autologous and bovine pericardium in congenital aortic valve disease. *JTCVS Struct Endovasc.* 2025. doi:10.1016/j.xjse.2025.100047
14. Ozaki S, Kawase I, Yamashita H, Uchida S, Nozawa Y, Takatoh M. Reconstruction of bicuspid aortic valve with autologous pericardium - usefulness of tricuspidization. *Circ J.* 2014;78(5):1144-1151.
15. Krane M, Lange R, et al. Tissue requirements for the application of aortic valve neocuspidization - appropriate pericardium properties and homogeneity? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2022.
16. Ozaki S, Kawase I, Yamashita H, Uchida S, Takatoh M, Kiyohara N. Midterm outcomes after aortic valve neocuspidization with glutaraldehyde-treated autologous pericardium. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;155(6):2379-2387.
17. Unai S, Ozaki S, Blackstone EH, Pettersson GB, et al. Mid-Term Experience With 1,196 Ozaki Procedures. *Ann Thorac Surg.* 2025. PMID: 41124984.
18. Ogami T, Dufendach KA, Imran M, Thoma FW, Bonatti JO, Yoon PD, Kaczorowski DJ, Sultan I, Morell VO, Chu D. Midterm Outcomes After Aortic Valve Neocuspidization (Ozaki Procedure) in Adults. *Ann Thorac Surg.* 2024;117(4):789-795. doi:10.1016/j.athoracsur.2023.12.010. PMID: 38216078
19. Prinzing A, Boehm J, Burri M, Schreyer J, Lange R, Krane M. Midterm results after aortic valve neocuspidization. *JTCVS Tech.* 2024;25:35-42. doi:10.1016/j.xjtc.2024.02.011. PMID: 38899113
20. Pirola S, Mastroiacovo G, Arlati FP, Mostardini G, Bonomi A, Polvani G. Single Center Five Years' Experience of Ozaki Procedure: Mid-Term Follow-Up. *Ann Thorac Surg.* 2021;111(6):1937-1943.
21. Iida Y, Fujii S, Akiyama S, Sawa S. Early and mid-term results of isolated aortic valve neocuspidization in patients with aortic stenosis. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;66(11):648-652. doi:10.1007/s11748-018-0976-0. PMID: 30046977
22. Yamamoto Y, Iino K, Shintani Y, Kato H, Kimura K, Watanabe G. Comparison of aortic annulus dimension after aortic valve neocuspidization with valve replacement and normal valve. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;29(2):143-149. doi:10.1053/j.semtcvs.2016.11.002
23. Saisho H, Scharfschwerdt M, Schaller T, Sadat N, Aboud A, Ensminger S, Fujita B. Ex vivo evaluation of the Ozaki procedure in comparison with the native aortic valve and prosthetic valves. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2022;35(3):ivac199.
24. Baird CW, Marathe SP, Del Nido PJ. Aortic valve neo-cuspidation using the Ozaki technique for acquired and congenital disease: where does this procedure currently stand? *Indian J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;36(Suppl 1):113-122.
25. Baird CW, Cooney B, Chávez M, Sleeper LA, Marx GR, Del Nido PJ. Congenital aortic and truncal valve reconstruction using the Ozaki technique: Short-term clinical results. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;161(5):1567-1577. doi:10.1016/j.jtcvs.2020.01.087. PMID: 33612305
26. Marathe SP, Chávez M, Sleeper LA, Marx G, Del Nido PJ, Baird CW. Modified Ozaki procedure including annular enlargement for small aortic annuli in young patients. *Ann Thorac Surg.* 2020;110(4):1364-1371.
27. Wiggins LM, Mimic B, Issitt R, Illic S, Bonello B, Marek J, et al. The utility of aortic valve leaflet reconstruction techniques in children and young adults. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;159(6):2369-2378.
28. Wang GX, Zhang S, Ma K, Pang KJ, Wang X, Yang KM, et al. Ozaki technique versus Ross operation for complex aortic valve diseases in children: a retrospective cohort study. *Int J Surg.* 2025;111(1):113-121. doi:10.1097/JS9.0000000000001959. PMID: 39023753
29. Baird CW, et al. Midterm results of Ozaki technique for aortic valve reconstruction comparing autologous and bovine pericardium in congenital aortic valve disease. *JTCVS Struct Endovasc.* 2025. doi:10.1016/j.xjse.2025.100047
30. Mvondo CM, et al. Outcomes post Ozaki procedure among children with aortic valve disease at Jakaya Kikwete Cardiac Institute, Dar es Salaam, Tanzania: a retrospective descriptive study. *J Cardiothorac Surg.* 2024. PMC10949633
31. Urgent aortic valve neocuspidization using the Ozaki procedure in an infant with native aortic valve endocarditis. (Case report, 2023). PMID: 36651088
32. Kawase I, Ozaki S, Yamashita H, Uchida S, Takatoh M, Kiyohara N. Aortic valve reconstruction with autologous pericardium for dialysis patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013;16(6):738-742.
33. Tada N, et al. Aortic valve reconstruction using autologous pericardium (Ozaki procedure) for active infective endocarditis: a case report. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;66(10):598-600. doi:10.1007/s11748-017-0875-9. PMID: 29234970
34. Nguyen DH, Vo AT, Le KM, Vu TT, Nguyen TT, Nguyen HT, et al. Bicuspid reconstruction surgery in a patient suffering from aortic valve infective endocarditis with annular abscess using Ozaki's procedure: A case report. *Int J Surg Case Rep.* 2020;75:431-434. doi:10.1016/j.ijscr.2020.09.131. PMID: 33053487
35. D'Errico Ramirez A, Losito C, Di Bari N, Giovannico L, Acquaviva T, Romito R, Milano AD. Tricuspid Aortic Valve Reconstruction with Autologous Pericardium (Ozaki Technique) in Bicuspid Aortic Valve Infective Endocarditis. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2023;38(2):309-312. doi:10.21470/1678-9741-2021-0630
36. Ngo HT, Nguyen DH, et al. Aortic valve reconstruction with

- autologous pericardium versus a bioprosthesis: in patients with infective endocarditis. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2021.
37. Halder V, Mishra A, Ghosh S, Singh H, Barwad P, Thingnam SK, et al. Effectiveness and Safety of the Ozaki Procedure for Aortic Valve Disease in Pediatric Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*. 2023;15(9):e45269. doi:10.7759/cureus.45269
 38. SáMPO, Perazzo ÁM, Zhigalov K, Komarov R, Kadyraliev B, Enginiev S, et al. Aortic Valve Neocuspidization with Glutaraldehyde-Treated Autologous Pericardium (Ozaki Procedure) - A Promising Surgical Technique. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2019;34(5):610-614. doi:10.21470/1678-9741-2019-0304
 39. Mantovani F, Navazio A, Barbieri A, et al. Understanding aortic valve repair through Ozaki procedure: A review of literature evidence. *J Card Surg*. 2022;37(12):4796-4802. PMID: 36150152
 40. Unai S, Ozaki S, Johnston DR, Saito T, Rajeswaran J, Svensson LG, Blackstone EH, Pettersson GB. Aortic Valve Reconstruction With Autologous Pericardium Versus a Bioprosthesis: The Ozaki Procedure in Perspective. *J Am Heart Assoc*. 2023;12(2):e027391. doi:10.1161/JAHA.122.027391
 41. Reuthebuch O, Koechlin L, Kaufmann BA, Eckstein FS. Aortic valve reconstruction with autologous pericardium versus stented bioprostheses: midterm outcomes. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2021.
 42. Mumtaz MA, et al. Aortic valve neocuspidization and its technical nuance. *J Card Surg*. 2022. PMID: 35535024
 43. Lee KFL, Mak KLT, Chen Q, Yam N. Early aortic valve neocuspidization failure due to xenograft leaflet tear in a young adult. *Interdiscip Cardiovasc Thorac Surg*. 2023;37(4):ivad165. doi:10.1093/icvts/ivad165. PMID: 37812218
 44. Iida Y, Fujii S, Shimada A, Akiyama S, Sawa S. Reoperation for structural valve deterioration after the Ozaki procedure. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;68(7):778-781.
 45. Koechlin L, et al. Aortic valve replacement after the Ozaki procedure: technical considerations. *Multimed Man Cardiothorac Surg*. 2022.
 46. Ozden Y, Peynirci F, Ozden S, Senocak M, Sensoz Y, Kayacioglu I. Effects of Ozaki procedure on hematological and biochemical parameters. *Rev Assoc Med Bras*. 2024;70(12):e20240944. doi:10.1590/1806-9282.20240944. PMID: 39630728
 47. Benedetto U, Sinha S, Mulla A, Albasher F, Acharya M, Mariscalco G. Aortic valve neocuspidization with autologous pericardium in adult patients: UK experience and technical considerations. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2021;59(1):220-227.
 48. Koechlin L, Schurr U, Miazza J, Mauler-Wittwer S, Matt P, Eckstein FS, et al. Aortic Valve Reconstruction With Autologous Pericardium: Single-Center Experience With the Ozaki Technique. *Innovations (Phila)*. 2020;15(3):239-244.
 49. Pirola S, Mastroiacovo G, Polvani G. The Ozaki procedure: technical and clinical considerations after one year of experience. *J Card Surg*. 2020;35(4):727-732.
 50. Ricciardi G, Biondi R, Tamagnini G, Del Giglio M. Aortic Valve Reconstruction with Ozaki Technique. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2022;37(2):278-283. doi:10.21470/1678-9741-2020-0476. PMID: 34236811
 51. Mumtaz MA, et al. Aortic valve neocuspidization and its technical nuance. *J Card Surg*. 2022. PMID: 35535024
 52. Iida Y, Fujii S, Akiyama S, Sawa S. Early and mid-term results of isolated aortic valve neocuspidization in patients with aortic stenosis. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;66(11):648-652. PMID: 30046977
 53. Krane M, Amabile A, Ziegelmüller JA, Geirsson A, Lange R. Aortic valve neocuspidization (the Ozaki procedure). *Multimed Man Cardiothorac Surg*. 2021;2021. doi:10.1510/mmcts.2021.060. PMID: 34672143
 54. PARACADUTE Study. Aortic Valve Neocuspidization With Glutaraldehyde-Treated Autologous Pericardium (Ozaki Procedure). *ClinicalTrials.gov* NCT05411055. Étude observationnelle prospective — Maria Cecilia Hospital, Italie.
 55. Naik R, Prabhu A, Gan M, Saldanha R. Early outcomes of aortic valve neocuspidization (the Ozaki procedure): Initial experience of a single centre. *Indian Heart J*. 2025. doi:10.1016/j.ihj.2025.05.008
 56. Chilean cohort (Hospital Guillermo Grant Benavente). Midterm Results of Neocuspidization of the Aortic Valve with Ozaki Technique in Adults. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2025. PMID: 41196803
 57. Koechlin L, Schurr U, Miazza J, Mauler-Wittwer S, Matt P, Eckstein FS, et al. Aortic Valve Reconstruction With Autologous Pericardium: Single-Center Experience With the Ozaki Technique. *Innovations (Phila)*. 2020;15(3):239-244.
 58. Polito A, Albanese SB, Cetrano E, Cicienia M, Rinelli G, Carotti A. Aortic valve neocuspidization in young children: surgical technique and clinical results. *Ann Thorac Surg*. 2021.
 59. Mokryk I, Nechai I, Dudko O, Harbuz D, Stetsyuk I, Todurov B. The utility of neocuspidization in the surgical management of congenital aortic valve pathology: mid-term results of single-center experience with AVNeo procedure in children. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2025. doi:10.1007/s11748-025-02153-y. PMID: 40317433
 60. Chivers SC, Pavy C, Vaja R, Quarto C, Ghez O, Daubeney PEF. The Ozaki Procedure With CardioCel Patch for Children and Young Adults With Aortic Valve Disease: Preliminary Experience. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;31(4):690-694.