

## Revue générale

# Bicuspidie aortique : diagnostic et prise en charge à long terme

**RÉSUMÉ :** La bicuspidie aortique, malformation congénitale cardiaque la plus fréquente, touche entre 1 et 1,5 % de la population générale, avec une prédominance masculine (3/1). Le terme de “valvulo-aortopathie” a été proposé pour décrire cette pathologie qui touche la valve aortique et l’aorte proximale. Une des caractéristiques majeures de la bicuspidie est la grande hétérogénéité de son expression, tant sur le plan anatomique (phénotypes valvulaires et aortiques) que pronostique. Une nouvelle classification proposée par Michelena *et al.* (Mayo Clinic, Rochester, É.-U.) tente d’envisager cette pathologie dans son ensemble et se veut un outil pratique à l’usage des cliniciens et des chercheurs. Nous la détaillerons dans ces pages, ainsi que les risques évolutifs et les recommandations pour la prise en charge à long terme des patients.



**J.-L. MONIN, N. KHELIL**  
Cardiologie/Chirurgie cardiaque,  
Institut mutualiste Montsouris, PARIS.

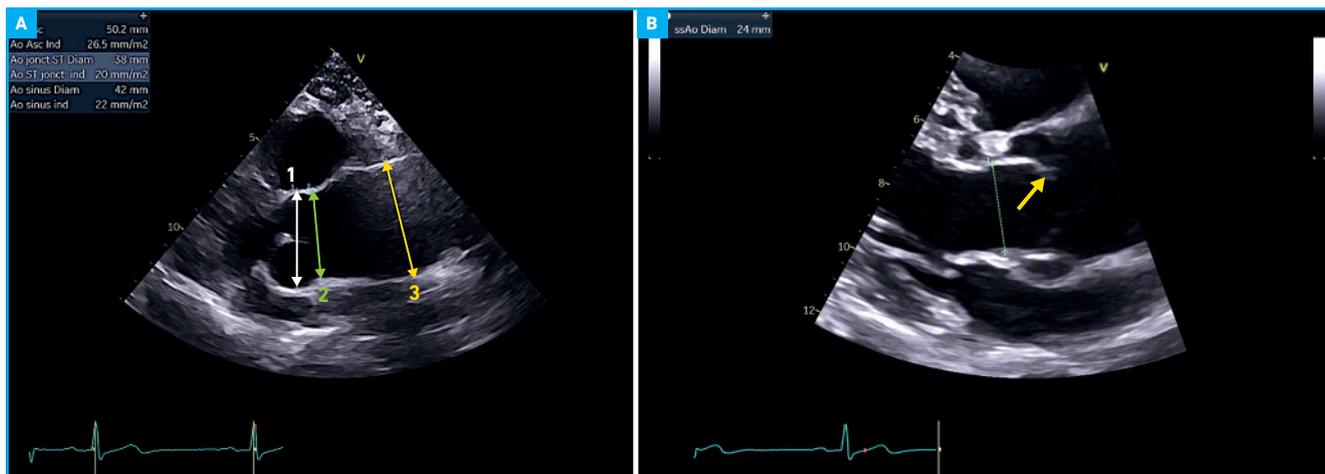
La bicuspidie aortique est la malformation congénitale cardiaque la plus fréquente : elle touche entre 1 et 1,5 % de la population générale avec une nette prédominance masculine (3/1) [1]. Cette malformation touche à la fois la valve aortique et l’aorte proximale ; elle peut également être associée à d’autres malformations, dont la coarctation isthmique. Le terme de “valvulo-aortopathie” a donc été proposé pour mieux décrire cette pathologie dans son ensemble [2]. Une des caractéristiques majeures de la bicuspidie est la grande hétérogénéité de son expression sur les plans anatomique (phénotypes valvulaires et aortiques) et pronostique. Depuis 1970, une douzaine de nomenclatures et classifications successives ont été proposées. Chacune de ces classifications comportait des limites, liées notamment à l’absence de vision globale de cette pathologie sur les trois plans : valvulaire, aortique et pronostique. La classification proposée par un groupe international d’experts dirigé par Hector Michelena (Mayo Clinic, Rochester, É.-U.) tente pour la

première fois d’envisager cette pathologie dans son ensemble et se veut un outil pratique à l’usage des cliniciens et des chercheurs [2]. Cette nouvelle classification marque une avancée dans notre connaissance de la bicuspidie ; les auteurs la conçoivent d’ailleurs comme évolutive, en fonction d’éventuelles nouvelles données scientifiques à venir sur le sujet.

### Diagnostiquer une bicuspidie : quelle imagerie ?

L’échocardiographie transthoracique reste la pierre angulaire pour le diagnostic de bicuspidie et la surveillance à long terme. Le diagnostic est suspecté chez un patient (relativement) jeune, en incidence para-sternale grand-axe, en cas de dilatation de l’aorte initiale associée à un épaississement inhabituel des sigmoïdes dont l’ouverture est asymétrique. Concernant l’aorte, on peut observer un effacement partiel de la jonction sinotubulaire, une perte de parallélisme des bords de la portion tubulaire et une

## Revue générale



**Fig. 1 :** Échocardiographie transthoracique, incidence para-sternal grand-axe. **A :** Dilatation aortique prédominant sur l'aorte tubulaire (3), mesurée à 50 mm ; la racine (1) et la jonction sinotubulaire (2) sont discrètement dilatées. **B :** Épaississement inhabituel des sigmoïdes dont l'ouverture est asymétrique (flèche).

dilatation pouvant prédominer sur la racine, l'aorte tubulaire (**fig. 1A**) ou l'ensemble de ces deux segments.

Concernant la valve aortique, l'aspect le plus typique est une ouverture asymétrique avec inversion de la courbure d'une des sigmoïdes ("en dôme"), notamment visible sur la sigmoïde antérieure (conjointe) en cas de bicuspidie droite/gauche (**fig. 1B**). Le diagnostic est confirmé sur l'incidence parasternale transverse avec vue "en face" de la valve aortique. Les séquences vidéo à défilement lent et l'examen de chaque commissure en systole (valve ouverte) sont indispensables pour affirmer ou infirmer le diagnostic et le phénotype de bicuspidie.

En cas de doute diagnostique, l'échographie transœsophagienne est en examen de choix pour préciser le phénotype valvulaire. L'angioscanner cardiaque et aortique peut également être performant, il est surtout indispensable en cas de dilatation significative de l'aorte proximale, pour en préciser les diamètres exacts sur chaque segment afin d'avoir un examen de référence pour le suivi. En cas de répétition des examens d'imagerie de coupes lors des suivis itératifs, l'IRM cardiaque doit être privilégiée par rapport au scanner afin de limiter les irradiations succes-

sives qui augmentent le risque de cancer, notamment chez les patients jeunes [3].

### Limites des classifications existantes

À partir de la nomenclature initiale décrite par William C. Roberts en 1970 [4], au moins 11 calcifications et nomenclatures ont été proposées. La classification de Sievers et Schmidtke, publiée en 2007 [5] a été largement diffusée parmi les cardiologues et presque autant critiquée par certains chirurgiens cardiaques, par ailleurs promoteurs d'une classification concurrente [6]. Sans rentrer dans le détail, les limites de la classification de Sievers sont maintenant reconnues :

- elle se limite à la valve aortique, sans décrire les différents phénotypes d'aorte proximale ;
- elle ne comporte aucune notion pronostique ;
- elle est fondée sur le nombre de raphés, proposant le "type zéro" défini par l'absence de raphé, assimilé aux bicuspidies symétriques. En réalité, une bicuspidie symétrique peut comporter un fin raphé, peu visible en imagerie, mais visible chirurgicalement.
- elle classe parmi les bicuspidies le "type 2", défini par la présence de deux

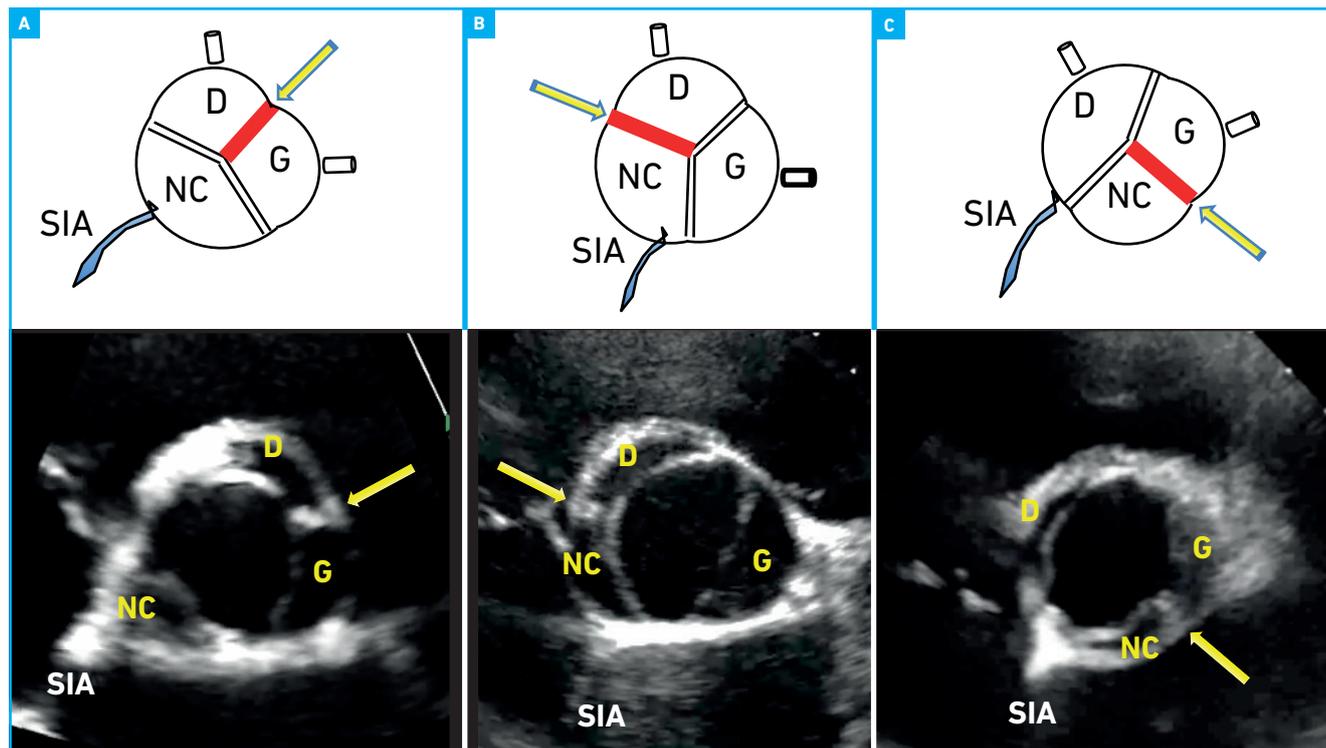
raphés : il s'agit en réalité de la forme unicommissurale de valve unicuspidie : pourquoi inclure uniquement les valves unicommissurales en oubliant les formes acommissurales ? Par ailleurs, l'âge moyen d'intervention valvulaire plus précoce et les faibles possibilités de réparation valvulaire en cas d'unicuspidie justifient de les séparer des bicuspidies, d'un point de vue nosologique et pronostique.

### Classification Mayo Clinic [1] : Types et phénotypes valvulaires

La nouvelle classification de Michelena *et al.* (Mayo Clinic) exclut donc les valves unicuspidies et distingue trois types de bicuspidies [2] :

- **Bicuspidie avec raphé**, la plus fréquente (9 cas/10). Précisons que le raphé est une sorte de "cicatrice" congénitale qui unit les deux sigmoïdes conjointes ; le raphé, plus ou moins complet, a pris la place de la commissure absente. Il lui correspond un triangle sous commissural d'autant plus hypoplasique que le raphé est complet. Le raphé (congénital) est donc opposé à la fusion commissurale (acquise) dont l'étiologie quasi exclusive est la valvulopathie postrhumatisme.

## Revue générale



**Fig. 2 :** Bicuspidie avec raphé (forme la plus fréquente) : Trois phénotypes en fonction de la position du raphé (flèches). **A :** Bicuspidie droite/gauche : forme la plus fréquente (autour de 70 % des cas), appelée également bicuspidie typique ; **B :** Bicuspidie droite-non coronaire : 2<sup>e</sup> forme la plus fréquente (10-15 % des cas), appelée également bicuspidie atypique ; **C :** Bicuspidie gauche – non coronaire : forme rare. **Abréviations :** D : sigmoïde coronaire droite ; G : sigmoïde coronaire gauche ; NC : sigmoïde non coronaire ; SIA : septum inter atrial, permettant d'identifier la sigmoïde non coronaire qui est en continuité.

Cependant, le terme de fusion est volontiers employé à la place de raphé : on parle fréquemment de fusion droite/gauche à propos de la forme typique de bicuspidie. Les bicuspidies avec raphé comportent : trois sinus de Valsalva, un raphé plus ou moins visible et de ce fait deux commissures fonctionnelles au lieu de trois. Les trois phénotypes de bicuspidie avec raphé sont : la forme typique avec raphé droite/gauche (la plus fréquente : 70 – 80 % des cas de bicuspidie), la forme atypique (raphé droite/non coronaire) et une forme rare (raphé gauche/non coronaire) (**fig. 2**).

- **Bicuspidie à deux sinus (symétrique)**, beaucoup plus rare (5 à 7 % des cas). Cette forme, dont l'origine embryologique semble différente de la forme avec raphé, comporte authentiquement deux sinus de Valsalva sans qu'il soit possible de distinguer la moindre ébauche d'un troisième triangle sous commis-

sural, donc *a priori* sans raphé. Il existe authentiquement deux sigmoïdes aortiques de taille à peu près comparable, d'où le terme bicuspidie symétrique avec deux commissures à 180°. On distingue deux phénotypes en fonction de l'orientation des commissures : forme latérale (**fig. 3A**), ouverture plutôt verticale, un ostium coronaire naissant de chaque sinus) et forme antéro-postérieure (ouverture plus horizontale, les ostia coronaires pouvant naître d'un seul sinus antérieur ou de chacun des deux sinus).

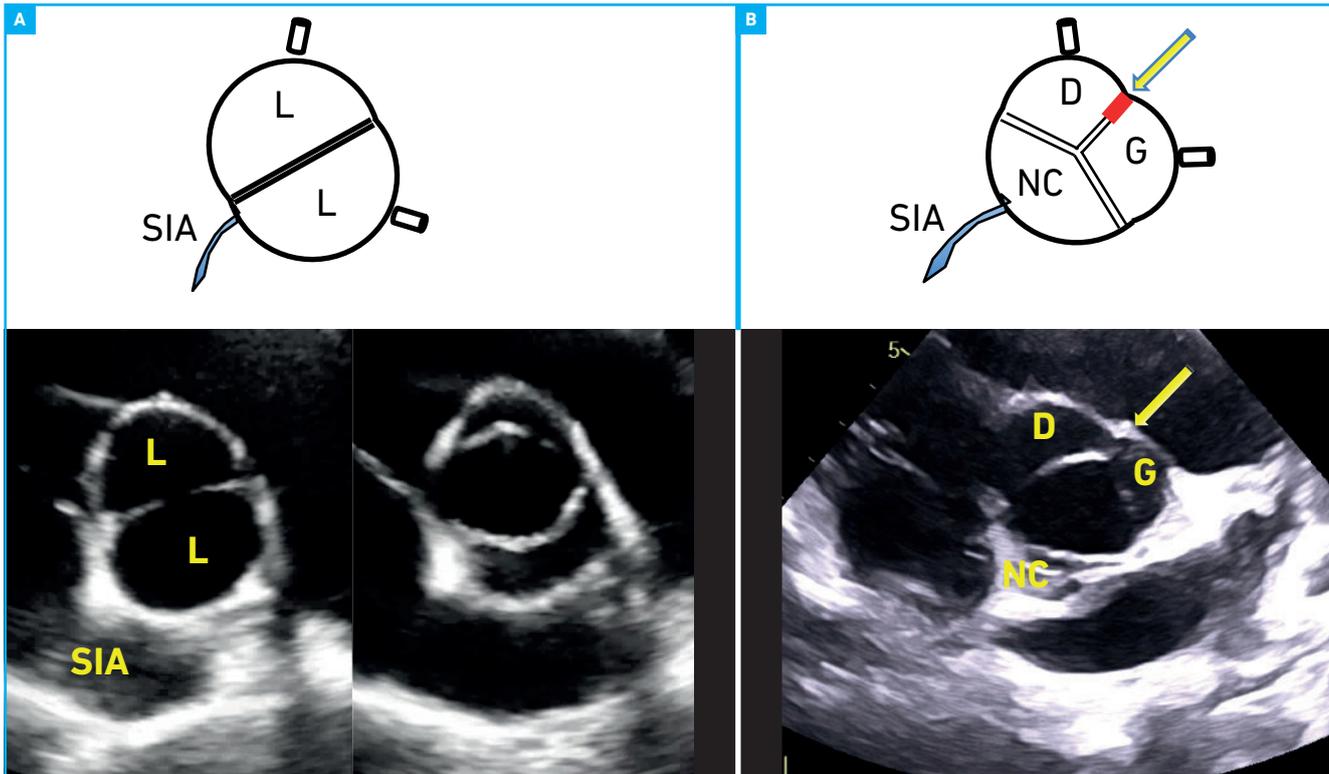
- **Bicuspidie de forme fruste** (raphé incomplet), dont le diagnostic est plus difficile et la réelle prévalence incertaine. Il s'agit de formes avec raphé incomplet (< 50 % de la commissure), dont le diagnostic nécessite un examen attentif de la valve, notamment en échographie transthoracique sur l'incidence parasternale transverse (vue "en face") et en systole afin d'authentifier l'ouverture

incomplète d'une commissure dont le fond est occupé par l'ébauche de raphé. Ce phénotype comporte donc également trois sinus de Valsalva, trois sigmoïdes et deux commissures complètement ouvertes, la troisième commissure étant partiellement fonctionnelle (**fig. 3B**).

### Anatomie/fonction valvulaire : données complémentaires

En plus du type et du phénotype valvulaire, il est important de décrire :

- l'angle commissural : il s'agit de l'angle formé par les deux commissures fonctionnelles, il est aigu dans les formes très asymétriques (entre 130 et 140°) et plus ouvert dans les formes moins asymétriques (140-160°) ou proche de la symétrique (160-180°). L'angle commissural est un facteur important qui influence le résultat à long terme d'une éventuelle plastie valvulaire aortique : plus l'angle



**Fig. 3. A:** Bicuspidie symétrique (forme à deux sinus), caractérisée par l'absence de raphé clairement visible, deux sigmoïdes symétriques et authentiquement deux sinus de Valsalva. Phénotype latéro-latéral (L-L); **B:** Forme fruste de bicuspidie, caractérisée par un raphé incomplet (<50 % de la commissure), de diagnostic difficile et de prévalence incertaine. **Abréviations:** L: latérale; autres abréviations idem *fig. 2*.

est ouvert ( $> 160^\circ$ ), meilleures sont les chances d'un bon résultat à long terme de la chirurgie conservatrice [7];

- le degré d'épaississement et de calcifications des sigmoïdes et du raphé:
- en cas d'insuffisance aortique: un éventuel prolapsus incomplet ou complet de la sigmoïde conjointe (le plus souvent) et la présence d'une éventuelle restriction valvulaire.

### Classification Mayo Clinic [2]: phénotypes aortiques

L'aortopathie inhérente à la bicuspidie entraîne une dilatation d'un ou plusieurs segments de l'aorte proximale. Cette dilatation est liée à des facteurs génétiques et hémodynamiques. Les facteurs génétiques restent incomplètement définis et probablement multigénétiques: la plupart des gènes déficitaires responsables des syn-

dromes associés aux valvulo-aortopathies complexes peuvent être identifiés en cas de bicuspidie et/ou d'anévrisme aortique isolé: mutation du TGF- $\beta$  responsable du syndrome de Loeys-Dietz, gène ACTA2 ou gène de la fibrilline (FBN1) de la maladie de Marfan. Cependant, l'immense majorité des cas de bicuspidie semble sporadique et ne peut être expliquée par la mutation d'aucun gène connu [2].

De plus, la part hémodynamique liée à l'augmentation de contrainte pariétale aortique par l'impact de l'éjection ventriculaire gauche a été clairement démontrée [8]: la désorientation du jet systolique liée à l'ouverture asymétrique des sigmoïdes entraîne une fragilisation asymétrique de la média (destruction des fibres élastiques) au point d'impact du jet. Ceci explique probablement en partie les différents phénotypes de dilatation aortique, en fonction du point

d'impact du jet sur la paroi aortique [9]. Cependant, il n'a pas été démontré à l'heure actuelle de corrélation formelle entre les différents phénotypes de bicuspidie et les phénotypes de dilatation aortique.

Michelena *et al.* distinguent trois phénotypes d'aortopathie [2] (*fig. 4*):

- **Phénotype "tubulaire"**: dilatation isolée de l'aorte tubulaire, forme la plus fréquente (70 % des cas).
- **Phénotype "racine"**: dilatation de la racine aortique, moins fréquentes (autour de 20 % des cas).
- **Phénotype "étendu"**: dilatation de la racine et de l'aorte tubulaire avec effacement de la jonction sino tubulaire plus ou moins prononcé.

Le phénotype "racine" est considéré comme à plus haut risque de dissection aortique par certains auteurs, mais cette notion est controversée.

## I Revues générales

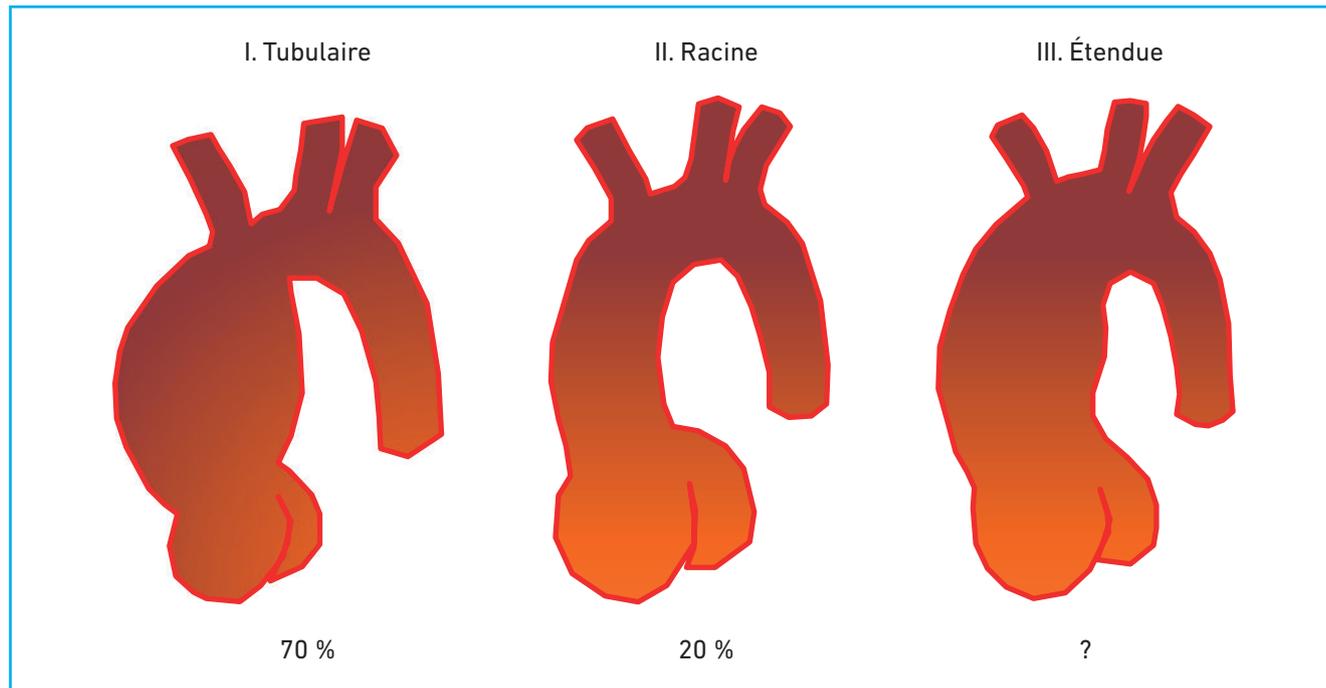


Fig. 4 : Trois phénotypes de dilatation aortique : I. Forme “tubulaire” isolée (la plus fréquente), II. Forme “racine” isolée, ou III. Forme étendue à l’ensemble de l’aorte initiale.

Indépendamment de ces trois phénotypes aortiques, il est important de rechercher systématiquement une coarctation de l’isthme aortique qui est associée dans 10 à 15 % des cas de bicuspidie à l’âge adulte, plus spécifiquement dans les bicuspidies typiques (raphé droite/gauche).

### Classification Mayo Clinic [3] : groupes pronostiques

L’hétérogénéité des bicuspidies se traduit également sur le plan pronostique, avec d’un côté des formes “bénignes” qui peuvent passer inaperçues pendant toute une vie, à l’opposé des formes “malignes” associées à certains syndromes génétiques ou à d’autres malformations cardiaques sévères. La classification nosologique proposée par la Mayo Clinic distingue 3 groupes pronostiques [2] :

- **Le groupe “valvulo-aortopathie complexe”** : patients ayant une bicuspidie associée à un syndrome génétique sévère (syndrome de Turner, Loeys-Dietz

ou syndrome de Shone, notamment), soit une atteinte valvulaire ou aortique d’emblée significative ou une coarctation isthmique. Ces patients sont généralement diagnostiqués précocement (à l’âge pédiatrique ou jeune adulte). Ils nécessitent fréquemment une intervention valvulaire ou aortique précoce et sont exposés à un surrisque significatif d’endocardite et de dissection aortique. L’espérance de vie de ces patients est probablement diminuée par rapport à la population générale, essentiellement à cause des syndromes génétiques et des malformations associées dont le pronostic domine. Les valvulo-aortopathies complexes sont peu fréquentes.

- **Le groupe “valvulo-aortopathie typique” est de loin le plus fréquent** : Il correspond aux patients dont la bicuspidie est diagnostiquée majoritairement à l’âge adulte, avec une atteinte valvulaire et/ou aortique initialement modérée sans autre syndrome ni malformation associée.

Ce groupe justifie une surveillance clinique et par imagerie à long terme ; la

plupart de ces patients nécessiteront une intervention valvulaire ou aortique, habituellement autour de la soixantaine. Ce groupe est également exposé à un surrisque d’endocardite et de dissection aortique. Il est important de noter qu’à la condition d’un suivi clinique et paraclinique régulier, l’espérance de vie de ces patients est la même que celle de la population générale.

- **Le groupe “diagnostic rétrospectif”** correspond aux patients non diagnostiqués ou tardivement, voire rétrospectivement (lors d’une autopsie). Bien entendu il est impossible de préciser numériquement l’importance de ce groupe, ce qui implique également une imprécision dans la réelle prévalence de la bicuspidie dans la population générale.

### Risques évolutifs

Le principal risque évolutif en cas de bicuspidie et la nécessité d’une chirurgie valvulaire ou aortique programmée :

## POINTS FORTS

- L'échocardiographie transthoracique est la pierre angulaire pour le diagnostic et la surveillance à long terme d'une bicuspidie.
- La nouvelle classification proposée par la *Mayo Clinic* distingue trois types de bicuspidies: **1. forme avec raphé** (trois phénotypes selon la position du raphé), **2. forme symétrique (à deux sinus)** et **3. forme fruste (raphé incomplet)**; les valves unicuspidies sont exclues de cette classification.
- On distingue également 3 phénotypes de dilatation aortique en fonction de la localisation: **1. forme "tubulaire"** isolée (la plus fréquente), **2. forme "racine"** isolée, ou **3. forme étendue** à l'ensemble de l'aorte initiale.
- Enfin, la classification nosologique de la *Mayo Clinic* distingue trois groupes pronostiques:
  - A. Groupe "valvulo- aortopathie complexe"**: bicuspidie associée à un syndrome génétique sévère ou atteinte valvulaire/aortique d'emblée significative. Patients diagnostiqués à l'âge pédiatrique, intervention valvulaire ou aortique précoce et surrisque significatif d'endocardite et de dissection aortique.
  - B. Groupe "valvulo – aortopathie typique"** (de loin le plus fréquent): patients diagnostiqués à l'âge adulte, atteinte valvulaire/aortique initialement modérée justifiant une surveillance clinique et imagerie à long terme; intervention valvulaire (>50 % des cas) ou aortique autour de la soixantaine.
  - C. Groupe "diagnostic rétrospectif"** qui correspond aux patients diagnostiqués tardivement, voire rétrospectivement (lors d'une autopsie), sans aucune incidence clinique.

● D'après une étude de population du comté d'Olmsted (Minnesota), le risque d'intervention valvulaire aortique est supérieur à 50 % après 25 ans de suivi d'une bicuspidie diagnostiquée en moyenne à l'âge de 35 ans (chirurgie valvulaire en moyenne autour de 60 ans).

● D'après la même étude, 25 % des patients ont eu une chirurgie de l'aorte thoracique après 25 ans de suivi.

Deux complications redoutables, mais beaucoup plus rares peuvent survenir: – l'endocardite aortique, dont le risque est 11 fois supérieur à celui de la population générale [2]. Cependant, d'après les recommandations européennes les plus récentes, les patients ayant une

bicuspidie sont classés dans le groupe à risque intermédiaire d'endocardite, pour lesquels il n'est pas recommandé d'antibioprophylaxie avant un geste invasif dentaire, digestif ou urologique [10]; – une dissection aortique aiguë, dont l'incidence était de 0,5 % après 25 ans de suivi (soit un âge moyen de 60 ans) dans l'étude de population du comté d'Olmsted [1]. Dans cette étude, le risque de dissection aortique était donc multiplié par huit par rapport à la population générale du comté. Cependant il convient de relativiser ce risque, par comparaison notamment avec la maladie de Marfan: parmi la cohorte de 965 patients Marfan, publiée par Delphine Détaint *et al.* en 2010, le risque cumulé de dissection aortique aiguë était

de 51 % à l'âge de 60 ans, donc 100 fois plus qu'en cas de bicuspidie [11].

### ■ Indications d'intervention

D'après les recommandations européennes de 2021, les indications d'intervention valvulaire aortique ne diffèrent pas, que la valve soit bicuspidie ou trifoliée [3]. Les seules nuances concernent:

● L'indication préférentielle à un remplacement valvulaire chirurgical en cas de rétrécissement aortique sur bicuspidie, compte tenu de l'âge relativement jeune des patients (< 75 ans pour la plupart) et du risque plus élevé de complication aortique, de rupture de l'anneau ou de fuite péri prothétique après TAVI sur bicuspidie.

● L'indication à une chirurgie valvulaire conservatrice en cas d'insuffisance aortique pure est réservée aux patients jeunes, avec ou sans dilatation de l'aorte initiale, pris en charge dans un centre médicochirurgical expert. Bien que cela ne figure pas explicitement dans les recommandations, l'expérience de nombreux centres experts démontre que les résultats à long terme de la chirurgie valvulaire conservatrice aortique sont au moins aussi bons, voire meilleurs en cas de bicuspidie, par rapport aux valves trifoliées [12].

● La chirurgie prophylactique est recommandée en cas de dilatation de l'aorte initiale > 55 mm de diamètre pour la plupart des patients. En cas de bicuspidie, la présence de facteurs supplémentaires de fragilité aortique implique d'abaisser le seuil décisionnel à 50 mm: en cas d'antécédents familiaux de dissection aortique, antécédents personnels de dissection vasculaire, coarctation isthmique associée, régurgitation aortique ou mitrale sévère, désir de grossesse chez la femme, hypertension artérielle ou croissance annuelle > 3 mm de diamètre (contrôlée par la même technique d'imagerie).

## Revue générale

### Quand proposer un dépistage familial ?

Une méta-analyse récente regroupant un total de 2 300 patients ayant une bicuspidie et 6 000 sujets apparentés a montré une prévalence individuelle de 7 % de bicuspidie et 9 % de dilatation aortique pour les sujets apparentés. À noter que la prévalence de dilatation aortique était particulièrement élevée en cas de sujets apparentés ayant également une bicuspidie (29 %), mais qu'elle était également significativement plus élevée chez les apparentés n'ayant pas de bicuspidie (7 %) par rapport à la population générale [13]. Une deuxième étude observationnelle sur la population de l'Utah regroupant plus de 3,8 millions d'individus a montré que le risque relatif d'un diagnostic concordant pour un apparenté au premier degré était multiplié par 6,9 en cas de bicuspidie, 5,1 en cas d'anévrisme aortique et 4,2 pour la dissection aortique. Globalement, les apparentés au premier degré de patients ayant une bicuspidie, un anévrisme aortique ou un antécédent de dissection ont un risque de mortalité de 2,8 par rapport à la population générale [14]. Ces données, ajoutées à d'autres études plus anciennes, justifient le dépistage des apparentés au premier degré à partir de l'adolescence, sans être alarmiste. D'après les récentes recommandations américaines sur les pathologies de l'aorte, le dépistage par échocardiographie transthoracique des apparentés au premier degré est recom-

mandé en cas de bicuspidie (classe IIa) et *a fortiori* en cas de bicuspidie associée à une dilatation de l'aorte proximale (classe I) [15].

### BIBLIOGRAPHIE

- MICHELENA HI, KHANNA AD, MAHONEY D *et al.* Incidence of aortic complications in patients with bicuspid aortic valves. *JAMA*, 2011;306:1104-1112.
- MICHELENA HI, DELLA CORTE A, EVANGELISTA A *et al.* International consensus statement on nomenclature and classification of the congenital bicuspid aortic valve and its aortopathy, for clinical, surgical, interventional and research purposes. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021;162:e383-414.
- VAHANIAN A, BEYERSDORF F, PRAZ F *et al.* 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*, 2021;42:4207-4208.
- ROBERTS WC. The congenitally bicuspid aortic valve. A study of 85 autopsy cases. *Am J Cardiol*, 1970;26:72-83.
- SIEVERS HH, SCHMIDTKE C. A classification system for the bicuspid aortic valve from 304 surgical specimens. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2007;133:1226-1233.
- SCHAEFER BM, LEWIN MB, STOUT KK *et al.* The bicuspid aortic valve: an integrated phenotypic classification of leaflet morphology and aortic root shape. *Heart*, 2008;94:1634-1638.
- AICHER D, KUNIHARA T, ABOU ISSA O *et al.* Valve configuration determines long-term results after repair of the bicuspid aortic valve. *Circulation*, 2011;123:178-185.
- GUZZARDI DG, BARKER AJ, VAN OOIJ P *et al.* Valve-related hemodynamics mediate human bicuspid aortopathy insights from wall shear stress mapping. *J Am Coll Cardiol*, 2015;66:892-900.
- VERMA S, SIU SC. Aortic dilatation in patients with bicuspid aortic valve. *N Engl J Med*, 2014;370:1920-9.
- DELGADO V, AJMONE MARSAN N, DE WAHA S *et al.* 2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis. *Eur Heart J*, 2023;44:3948-4042.
- DETAINT D, FAIVRE L, COLLOD-BEROUD G *et al.* Cardiovascular manifestations in men and women carrying a FBN1 mutation. *Eur Heart J*, 2010;31:2223-2229.
- LANSAC E, DE KERCHOVE L. Aortic valve repair techniques: state of the art. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2018;53:1101-1107.
- BRAY JJH, FREER R, PITCHER A *et al.* Family screening for bicuspid aortic valve and aortic dilatation: a meta-analysis. *Eur Heart J*, 2023;44:3152-3164.
- GLOTZBACH JP, HANSON HA, TONNA JE *et al.* Familial associations of prevalence and cause-specific mortality for thoracic aortic disease and bicuspid aortic valve in a large-population database. *Circulation*, 2023;148:637-647.
- ISSELBACHER EM, PREVENTZA O, HAMILTON BLACK J *et al.* 2022 ACC/AHA Guideline for the diagnosis and management of aortic disease: A report of the American heart Association/American College of cardiology joint committee on clinical practice guidelines. *Circulation*, 2022;146:e334-e482.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.