

Le dossier – Actualités dans le RA à FEVG préservée

Quand et comment évaluer à l'effort un rétrécissement aortique ?

RÉSUMÉ : Le test d'effort est un élément important de la stratification du risque en cas de sténose aortique sévère asymptomatique. Le test d'effort conventionnel, si normal, du fait de sa bonne valeur prédictive négative, permet de mettre en œuvre une surveillance armée, en l'absence d'autres facteurs de mauvais pronostic.

En cas de dyspnée au test d'effort, et chez le sujet âgé ou peu actif, l'évaluation pourra être complétée par une échocardiographie Doppler d'effort (recherche d'une dégradation de la FEVG à l'exercice, large augmentation du gradient moyen à l'exercice) et/ou par une épreuve d'effort métabolique (mesure du pic de VO_2 , du pouls d' O_2 , du ratio VE/VCO_2). En l'absence de critères péjoratifs, le patient pourra bénéficier d'une surveillance armée et de tests sérieux [1].

Dans tous les cas, le suivi à l'effort de ces patients doit être mis en œuvre dans des centres spécialisés dans la prise en charge des valvulopathies (*Heart valve centers* ou centres des valvulopathies) et en utilisant la (ou les) technique(s) pour laquelle (lesquelles) l'expérience et l'expertise sont suffisantes [2].



S. MARÉCHAUX¹, A. ALTES¹, F. LEVY²

¹ Centre des valvulopathies, Groupement des Hôpitaux de l'Institut Catholique de LILLE.

² Centre cardio-thoracique de MONACO.

Selon les recommandations actuelles, les patients porteurs d'une sténose aortique sévère symptomatique doivent bénéficier d'un remplacement valvulaire aortique par voie chirurgicale ou transcathéter (TAVI) selon leur profil de risque [3]. L'évaluation des symptômes à l'interrogatoire est toutefois souvent délicate. En effet, une dyspnée à l'effort d'apparition récente chez un sujet jeune actif est très facile à identifier et à relier à la sténose aortique (le plus souvent sur une valve bicuspidée) si elle est évaluée comme sévère.

À l'inverse, un certain nombre de patients, le plus souvent âgés, peu actifs, présentent des symptômes équivoques, par exemple une dyspnée ancienne modérée (stade II NYHA, patient dit "pauci-symptomatique"). L'imputabilité du rétrécissement aortique dans la dyspnée peut par conséquent être délicate, avec un risque opératoire parfois non négligeable chez ces patients. L'évaluation à

l'effort dans ce cas peut ainsi permettre de relier les symptômes à la sténose.

Nous proposons donc, dans cette courte synthèse, de préciser le rôle de l'évaluation à l'effort en cas de sténose aortique asymptomatique ou avec symptômes équivoques.

L'évaluation à l'effort s'intègre dans une stratification globale du risque du patient

En effet, en l'absence de données démontrant formellement la supériorité d'une prise en charge invasive sur un suivi conventionnel [4], la prise en charge des patients porteurs d'une sténose aortique sévère ou pauci-symptomatique repose sur une évaluation pronostique intégrant les données cliniques, paracliniques (imagerie et biologie) ainsi que leur évolutivité dans le temps (**fig. 1**). L'évaluation à l'effort n'est en pratique

Le dossier – Actualités dans le RA à FEVG préservée

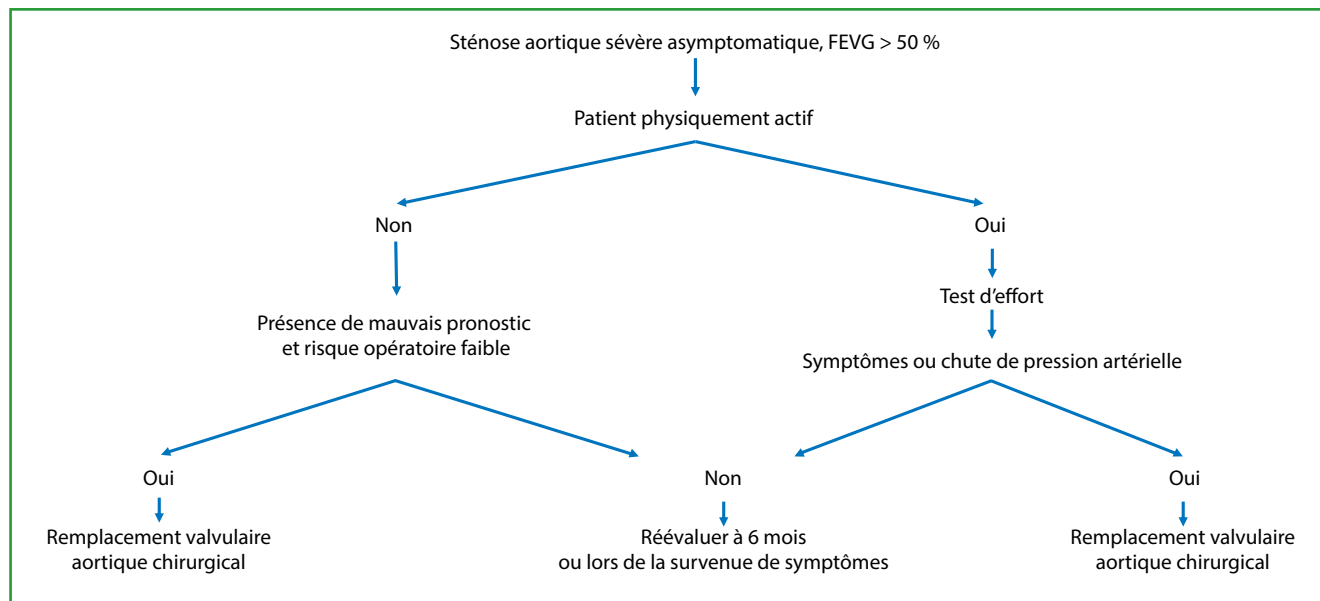


Fig. 1 : Prise en charge en cas de sténose aortique sévère asymptomatique. D'après les recommandations de l'ESC.

que peu réalisée en cas de valvulopathies asymptomatiques (< 10 % dans la dernière Euro Heart Survey) [5] et ne s'adresse donc qu'à une petite population de patients capables de faire l'exercice.

L'interrogatoire doit d'abord être policier : il doit concerner non seulement le patient lui-même mais aussi son entourage (conjoint) pour détecter une éventuelle aggravation symptomatique récente. L'examen échocardiographique de repos joue un rôle majeur dans le diagnostic de sévérité de la sténose. Une altération de la fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG) < 50 % en l'absence de symptômes doit conduire à un traitement curatif de la valvulopathie [1]. La sténose est considérée comme très sévère si la Vmax aortique dépasse 5,5 m/s selon les recommandations de la Société européenne de cardiologie [3].

Nous avons toutefois pu observer que le seuil de 5 m/s (correspondant à un gradient moyen transvalvulaire à 60 mmHg) définit mieux le caractère très serré de la sténose aortique [6, 7]. Ainsi, l'essai randomisé RECOVERY a comparé une stratégie de suivi conventionnel *versus* chirurgie précoce en cas de sténose aor-

tique très sévère en moyenne (critère d'inclusion Vmax > 4,50 m/s, Vmax moyenne 5,04 ± 0,44 m/s dans le groupe conservateur et 5,14 ± 0,52 m/s dans le groupe chirurgie précoce) avec un bénéfice net observé en cas de chirurgie précoce [8].

Il est très important de préciser que le risque de l'évaluation Doppler de la sténose aortique est la sous-estimation, du fait d'un mauvais alignement du flux. Tout patient doit bénéficier d'une évaluation multivue à l'aide de la sonde Pedoff (voie apicale, voie parasternale droite – faisable avec la sonde 2D également –, voie suprasternale, voie sous-claviculaire droite, voie sous-costale) afin d'obtenir le meilleur alignement ainsi que les vitesses et les gradients transvalvulaires les plus élevés [9]. La chirurgie de remplacement valvulaire aortique peut donc être proposée en cas de sténose très sévère asymptomatique si le risque opératoire est faible (recommandation de classe IIb) [3]. Dans ce cas, l'évaluation à l'effort devient peu pertinente car elle n'aide pas à définir le *timing* de la chirurgie.

D'autres facteurs pronostiques additionnels peuvent être pris en compte :

la présence de calcifications valvulaires très sévères, une progression de la Vmax ≥ 0,3 m/s par an, une élévation des biomarqueurs d'insuffisance cardiaque (> 3 fois la norme pour l'âge et le sexe) sans autre explication et une hypertension pulmonaire sévère (PAPS > 60 mmHg, situation très rare chez un patient asymptomatique). Chez les patients capables de réaliser un exercice, ne présentant pas une sténose très sévère dont l'indication opératoire a pu être posée d'emblée, l'évaluation à l'effort va permettre d'objectiver ou non l'existence de symptômes.

Quelles sont les modalités d'exploration à l'effort disponibles et qu'en attendre ?

1. Le test d'effort conventionnel

Le test d'effort conventionnel sur tapis roulant ou bicyclette (protocole de Bruce modifié) est recommandé chez des patients actifs, plutôt jeunes, porteurs d'une sténose aortique sévère asymptomatique. En effet, l'absence de dyspnée d'effort à faible charge lors du test présente une très bonne valeur prédictive négative

sur la survenue de symptômes spontanés dans les 12 mois. Cette valeur prédictive négative est très bonne, et ce quels que soient l'âge et le niveau d'activité physique du patient [10]. La valeur prédictive positive était par contre médiocre dans l'étude de Das (57 %), même si elle restait correcte (79 %) chez les patients actifs âgés de moins de 70 ans [10].

Le test d'effort conventionnel permet donc finalement d'éliminer le caractère symptomatique de la sténose mais ne permet pas *stricto sensu* d'identifier les "faux asymptomatiques". La survenue d'une dyspnée à l'exercice chez des patients âgés peu actifs est en effet non spécifique de la présence d'une sténose aortique. Quoiqu'il en soit, la survenue d'une dyspnée à faible charge chez un patient jeune actif doit amener à proposer un remplacement valvulaire aortique chirurgical. Il n'y a pas d'indication de TAVI dans ce contexte selon les recommandations actuelles [3]. Cela sous-entend donc que, chez un patient chez lequel une chirurgie conventionnelle n'est pas envisageable, la réalisation d'un test d'effort n'est pas légitime car elle ne conduira pas à une indication de TAVI. Cela est bien sûr à pondérer au cas par cas, selon le profil du patient et son état général. Enfin, la présence d'une chute tensionnelle lors du test d'effort conventionnel est un facteur de mauvais pronostic car elle témoigne du caractère

très serré de la sténose mais aussi potentiellement d'une maladie coronaire sévère sous-jacente (indication opératoire de classe IB) [3].

Il paraît donc nécessaire d'améliorer la performance pronostique du test d'effort conventionnel afin d'obtenir des données objectives permettant de relier les symptômes induits par l'effort à la sténose.

2. L'échocardiographie d'effort

Elle a été proposée dans cette indication, initialement par l'équipe de Liège [11]. L'échocardiographie d'effort est réalisée sur un cycloergomètre en position semi-couchée, avec un protocole débutant à 25 watts et augmentant de 20 watts toutes les 3 minutes (**fig. 2A**). Tous les éléments du test d'effort conventionnel (pression artérielle, ECG, évaluation des symptômes à l'exercice) sont obtenus avec l'avantage d'obtenir en plus une évaluation écho-Doppler dynamique (paramètres de fonction systolique VG, de sévérité de la sténose, pressions pulmonaires) tout au long de l'exercice. Ainsi, il a pu être observé que les patients présentant sur les données du test d'effort conventionnel un test d'effort anormal (dyspnée à faible charge et/ou chute tensionnelle) présentaient plus souvent une altération de la FEVG à l'exercice (évaluation

entre le repos et le pic de l'effort) et/ou plus rarement une large augmentation du gradient moyen transvalvulaire en Doppler entre le repos et le pic de l'effort ($\Delta > 18-20$ mmHg) [12, 13].

L'altération de la FEVG est le plus souvent associée à une anomalie de cinétique dans le territoire latéral comme on l'observe lors d'une sténose de circonflexe mais avec souvent l'absence de sténose objectivée à la coronarographie dans le territoire correspondant. Le diagnostic d'ischémie myocardique est quasi impossible dans le contexte car on ne peut faire la part des choses entre la maladie coronaire et la sténose. Seule l'imagerie coronaire permet de poser un diagnostic positif de maladie coronaire associée. L'apparition d'une insuffisance mitrale fonctionnelle, en règle minime à modérée, est également possible. Une hypertension pulmonaire d'effort peut être retrouvée, bien que techniquement difficile à recueillir dans cette population spécifique de patients avec en règle des petits ventricules droits et des insuffisances tricuspides "traces".

Quoiqu'il en soit, la dégradation ou la non-amélioration de la FEVG à l'exercice (visualisée pendant l'examen et confirmée *a posteriori* sur des boucles numériques acquises) doit amener à considérer le patient comme symptomatique et aboutir à une réflexion de



Fig. 2 : **A :** réalisation pratique de l'échocardiographie d'effort. **B :** réalisation pratique de l'épreuve d'effort métabolique.

Le dossier – Actualités dans le RA à FEVG préservée

prise en charge curative de la valvulopathie. Une large élévation du gradient moyen transvalvulaire à l'exercice a pu être reliée de façon inconstante à la survenue plus fréquente d'une nécessité de remplacement valvulaire aortique dans le suivi et à une progression plus rapide de la valvulopathie [11, 14, 15]. Du fait des données discordantes observées dans la littérature, probablement expliquées par les parcours de soins différents influençant beaucoup l'indication de remplacement valvulaire, ce paramètre a été retiré des dernières recommandations [3]. Toutefois, celles-ci indiquent que l'échocardiographie d'effort pourrait apporter une valeur pronostique par l'évaluation de l'augmentation du gradient moyen transvalvulaire et de la modification de fonction ventriculaire gauche à l'exercice [3].

3. L'épreuve d'effort cardio-pulmonaire

L'épreuve d'effort cardio-pulmonaire (ou **métabolique**, **fig. 2B**) est utilisée de longue date dans l'exploration des patients dyspnéiques afin de faire la part des choses entre participation pulmonaire, cardiaque et périphérique (déconditionnement) et dans le but de quantifier la limitation fonctionnelle à l'effort. L'épreuve d'effort cardio-pulmonaire est également utilisée dans la stratification du risque du patient porteur d'une insuffisance cardiaque par dysfonction systolique du ventricule gauche.

Le pic de VO_2 , c'est-à-dire la consommation maximale en O_2 obtenue lors du test d'effort, est un puissant marqueur pronostique, car il intègre à la fois l'atteinte périphérique musculaire dans l'insuffisance cardiaque et le débit cardiaque à l'exercice. Il correspond à la quantité d' O_2 consommée à chaque systole (VO_2 = volume d'éjection systolique [VES] $\times$ fréquence cardiaque $\times$ différence artério-veineuse en oxygène). Il est exprimé en mL/kg/min et en pourcentage prédit par rapport à l'âge et au sexe. Le pic de VO_2 ne correspond pas toujours à la VO_2 maximale qui est obtenue

lorsque la courbe de VO_2 stagne malgré une augmentation de l'effort.

Le test d'effort est réalisé sur un cycloergomètre ou moins souvent en France sur un tapis roulant. La réalisation de l'examen nécessite un calibrage précis de la machine entre chaque patient qui, s'il n'est pas réalisé, peut fausser les résultats. La charge est augmentée en général graduellement de 10 watts/min, sauf chez le sportif où la charge peut être augmentée plus rapidement. Le pouls d' O_2 correspond au ratio de la VO_2 par la fréquence cardiaque, ce qui correspond au produit instantané du volume d'éjection systolique par la différence artério-veineuse en oxygène. Cette différence augmentant de façon quasi constante à l'exercice, le pouls d' O_2 est un reflet indirect du volume d'éjection systolique. En effet, une stagnation, voire une diminution, du pouls d' O_2 à l'effort fait suspecter une altération du volume d'éjection systolique, corollaire de l'altération de la FEVG à l'effort visualisée à l'écho-Doppler cardiaque d'effort.

La pente VE/VCO_2 (pente d'augmentation de la ventilation [VE] sur le volume expiré de dioxyde de carbone [VCO_2]) est le témoin de la capacité de l'organisme à évacuer le CO_2 pour une ventilation donnée. Ce paramètre peut s'élever chez le malade insuffisant cardiaque ou en cas de sténose aortique en raison d'un déficit de perfusion (lié à la baisse du débit ou à l'élévation des résistances vasculaires pulmonaires) relatif par rapport à la ventilation.

L'identification du premier seuil ventilatoire (SV1) correspond au passage d'un métabolisme aérobie vers anaérobie, déterminé par une cassure de la courbe de VCO_2/VO_2 , le VCO_2 augmentant plus que la VO_2 . Ce seuil survient précocement en cas d'insuffisance cardiaque mais aussi de déconditionnement musculaire. Le SV1 et la pente de VE/VCO_2 sont valides en cas de test sous-maximal (quotient respiratoire $< 1,1$), ce qui n'est pas le cas pour le pic de VO_2 . La réserve

ventilatoire correspond à la différence entre la ventilation maximale constatée et la ventilation maximale par minute théorique, qui est estimée à $VEMS \times 35$.

La réserve ventilatoire est en général de l'ordre de 30 % de la ventilation maximale par minute. Une atteinte de la réserve ventilatoire (valeur plus basse) témoigne d'une cause non cardiologique mais pulmonaire à la limitation fonctionnelle. Levy *et al.* ont ainsi logiquement observé qu'une pente de $VE/VCO_2 > 34$ et un pic de $VO_2 \leq 14$ mL/kg/min lors d'une épreuve d'effort métabolique sont indépendamment associés à un test d'effort conventionnel anormal et donc à la nécessité d'intervention valvulaire aortique dans le suivi [16].

Sur une population de patients porteurs en majorité d'une bicuspidie (69 %) et de 54 ans d'âge moyen, Domanski *et al.* ont observé un surrisque de nécessité d'intervention dans le suivi chez les patients présentant un pic de $VO_2 < 85$ % de la théorique [17]. Ce seuil est toutefois arbitraire et les données du test d'effort conventionnel, et notamment la cause d'arrêt d'effort, n'étaient pas reportées dans cette étude.

Dans une approche pragmatique, Van le D *et al.* ont suivi des patients porteurs d'une sténose aortique sévère bénéficiant d'une épreuve d'effort métabolique [18]. Les patients présentant un pic de $VO_2 < 83$ % de la théorique et un pouls d' $O_2 < 95$ % de la théorique étaient référés pour remplacement aortique. Les autres patients bénéficiaient d'une surveillance en l'absence de limitation fonctionnelle ou si cette limitation fonctionnelle était attribuée à une autre cause que la sténose aortique. Cette approche conservative ne s'accompagnait pas d'une surmortalité en comparaison avec une population générale contrôlée de même âge et même sexe. De façon intéressante, le pic de VO_2 diminuait dans le temps chez les patients ne présentant pas de limitation fonctionnelle initiale et s'améliorait en post-opératoire, tandis qu'il ne s'améliorait pas

en postopératoire chez les patients pour lesquels une limitation fonctionnelle extra-cardiologique était suspectée lors de l'évaluation initiale. De plus, aucun patient de ce dernier groupe n'a présenté d'événement cardiaque dans le suivi.

Ainsi, l'épreuve d'effort métabolique permet d'identifier les patients à haut risque (altération du pic de VO_2 et du pouls d' O_2) afin de discuter le remplacement valvulaire. Les autres patients peuvent être raisonnablement suivis dans le temps sans surmortalité observée.

BIBLIOGRAPHIE

1. SAEED S, RAJANI R, SEIFERT R *et al.* Exercise testing in patients with asymptomatic moderate or severe aortic stenosis. *Heart*, 2018;104:1836-1842.
2. MARÉCHAUX S, ENNEZAT PV, GUERBAAI RA *et al.* Dedicated heart valve networks for improving the outcome of patients with valvular heart disease? *Arch Cardiovasc Dis*, 2018;111:465-469.
3. BAUMGARTNER H, FALK V, BAX JJ *et al.* 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*, 2017;38:2739-2791.
4. MARÉCHAUX S, TRIBOUILLOY C. Early surgery versus watchful waiting for asymptomatic severe aortic valve stenosis: a hot topic for the past 20 years. *Heart*, 2017;103:258-259.
5. IUNG B, DELGADO V, ROSENHEK R *et al.* Contemporary Presentation and Management of Valvular Heart Disease: The EURObservational Research Programme Valvular Heart Disease II Survey. *Circulation*, 2019;140:1156-1169.
6. BOHBOT Y, KOWALSKI C, RUSINARU D *et al.* Impact of Mean Transaortic Pressure Gradient on Long-Term Outcome in Patients With Severe Aortic Stenosis and Preserved Left Ventricular Ejection Fraction. *J Am Heart Assoc*, 2017;6:e005850.
7. BOHBOT Y, RUSINARU D, DELPIERRE Q *et al.* Risk Stratification of Severe Aortic Stenosis With Preserved Left Ventricular Ejection Fraction Using Peak Aortic Jet Velocity: An Outcome Study. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2017;10:e006760.
8. KANG DH, PARK SJ, LEE SA *et al.* Early Surgery or Conservative Care for Asymptomatic Aortic Stenosis. *N Engl J Med*, 2020;382:111-119.
9. RINGLE A, CASTEL AL, LE GOFFIC C *et al.* Prospective assessment of the frequency of low gradient severe aortic stenosis with preserved left ventricular ejection fraction: Critical impact of aortic flow misalignment and pressure recovery phenomenon. *Arch Cardiovasc Dis*, 2018;111:518-527.
10. DAS P, RIMINGTON H, CHAMBERS J. Exercise testing to stratify risk in aortic stenosis. *Eur Heart J*, 2005;26:1309-1313.
11. LANCELLOTTI P, LEBOS F, SIMON M *et al.* Prognostic importance of quantitative exercise Doppler echocardiography in asymptomatic valvular aortic stenosis. *Circulation*, 2005;112:1377-382.
12. LANCELLOTTI P, KARSENA D, TUMMINELLO G *et al.* Determinants of an abnormal response to exercise in patients with asymptomatic valvular aortic stenosis. *Eur J Echocardiogr*, 2008;9:338-343.
13. MARÉCHAUX S, ENNEZAT P, LEJEMTEL T *et al.* Left ventricular response to exercise in aortic stenosis: an exercise echocardiographic study. *Echocardiography*, 2007;24:955-959.
14. MARECHAUX S, HACHICHA Z, BELLOUIN A *et al.* Usefulness of exercise-stress echocardiography for risk stratification of true asymptomatic patients with aortic valve stenosis. *Eur Heart J*, 2010;31:1390-1397.
15. GOUBLAIRE C, MELISSOPOULOU M, LOBO D *et al.* Prognostic Value of Exercise-Stress Echocardiography in Asymptomatic Patients With Aortic Valve Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2018;11:787-795.
16. LEVY F, FAYAD N, JEU A *et al.* The value of cardiopulmonary exercise testing in individuals with apparently asymptomatic severe aortic stenosis: a pilot study. *Arch Cardiovasc Dis*, 2014;107:519-528.
17. DOMANSKI O, RICHARDSON M, COISNE A *et al.* Cardiopulmonary exercise testing is a better outcome predictor than exercise echocardiography in asymptomatic aortic stenosis. *Int J Cardiol*, 2017;227:908-914.
18. VAN LE D, JENSEN GV, KJØLLER-HANSEN L. Prognostic Usefulness of Cardiopulmonary Exercise Testing for Managing Patients With Severe Aortic Stenosis. *Am J Cardiol*, 2017;120:844-849.

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