

I Revues générales

Quelles sont les bonnes indications de la fermeture percutanée d'une CIA ?

RÉSUMÉ : La fermeture percutanée est devenue le traitement de première intention des communications interauriculaires (CIA) *ostium secundum*. Les contre-indications à ce geste sont rares : rebords déficients, élévation des résistances pulmonaires, élévation des pressions de remplissage gauches. La fermeture de la CIA est habituellement proposée à partir de l'âge de 5-6 ans chez l'enfant, du fait d'un potentiel de fermeture spontanée, du faible retentissement clinique et du risque de complications plus élevé chez le plus petit. À l'âge adulte, le bénéfice de la fermeture se maintient même chez les personnes âgées.

L'échographie transthoracique permet de sélectionner les patients avant la procédure, en précisant l'anatomie de la CIA et son retentissement. L'ETO 3D offre une analyse anatomique plus précise par une "vue en face" du septum interauriculaire (SIA). L'expérience de l'opérateur et l'utilisation de techniques modifiées permettent d'élargir les indications. L'ablation d'une fibrillation auriculaire pré-existante doit être proposée avant la fermeture du défaut.

L'évolution vers l'hypertension artérielle pulmonaire (HTAP) est rare et grave chez les jeunes, plus fréquente mais également plus lente et réversible après fermeture chez les patients plus âgés. Un traitement vasodilatateur pulmonaire peut être utile pour rendre le patient éligible à la fermeture.



C. DAUPHIN, A. CHALARD
Service de Cardiologie,
CHU CLERMONT-FERRAND.

Il existe 4 grands types anatomiques de communication interauriculaire (CIA) [1]:

- *ostium secundum* (au niveau de la fosse ovale);
- *sinus venosus* (au niveau de l'abouchement des veines caves, le plus souvent associées à un retour veineux pulmonaire anormal partiel);
- *ostium primum* (contre les valves auriculoventriculaires);
- sinus coronaire, par déficience du toit de celui-ci (*fig. 1*).

Seules les CIA de type *ostium secundum* peuvent être fermées par voie percutanée. Pour ce type de CIA, cette technique est maintenant recommandée en première intention et permet d'obtenir un bénéfice de la fermeture quel que soit l'âge, du fait du faible taux de complications.

Les recommandations européennes et américaines sont les suivantes [1, 2]:

- La fermeture par cathétérisme interventionnel des CIA est la méthode de choix, lorsqu'elle est possible (IC): diamètre des CIA < 38 mm et rebords de plus de 5 mm, sauf en rétro-aortique.
- Il faut fermer par voie percutanée les CIA "hémodynamiquement significatives", ayant une anatomie "favorable" et si les résistances pulmonaires sont basses (RP < 5 UW) (IB).
- Il faut fermer les CIA quelle que soit leur taille:
 - si elles ont été responsables d'une embolie paradoxale (IIa-B);
 - ou si elles entraînent une cyanose et que le *shunt* droit-gauche n'est pas

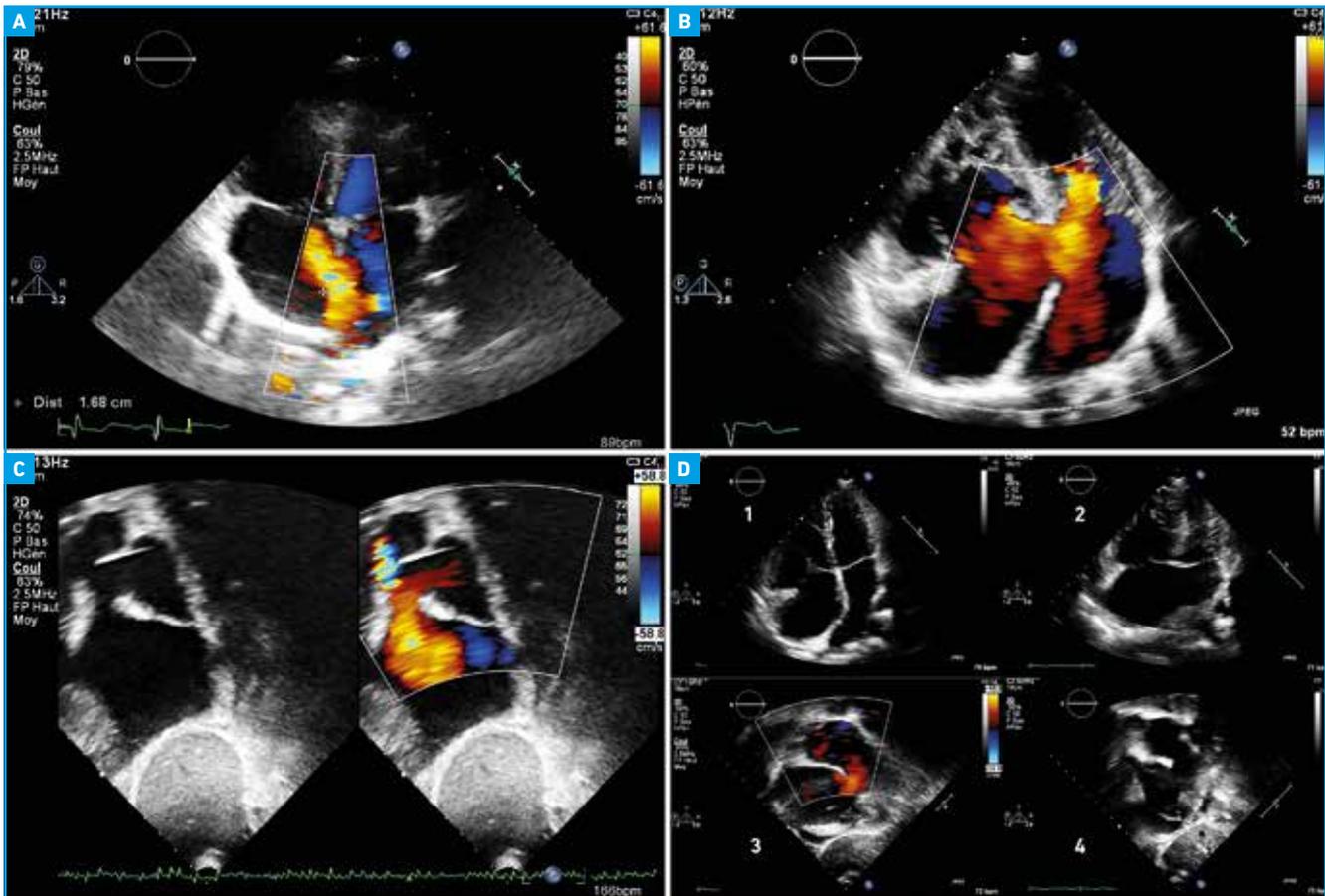


Fig. 1. A : coupe apicale 4 cavités, Doppler couleur, CIA *ostium secundum* ; B : coupe apicale 4 cavités, Doppler couleur, CIA *ostium primum* ; C : coupe sous-costale long axe orientée vers la veine cave supérieure, échographie bidimensionnelle et Doppler couleur, CIA *sinus venosus* ; D : CIA du sinus coronaire ; 1 : coupe apicale 4 cavités ; 2 : coupe apicale orientée vers le sinus coronaire qui est très dilaté ; 3 : coupe sous-costale long axe orientée vers le sinus coronaire, doppler couleur ; 4 : coupe sous-costale long axe orientée vers le sinus coronaire, échographie bidimensionnelle.

nécessaire au maintien du débit cardiaque (IIa-B) ;

– s’il existe des facteurs de risque d’embolie paradoxale (IIc-B).

● Il ne faut pas fermer (IIIC) :

– les petites CIA non hémodynamiquement significatives et asymptomatiques ;

– les CIA avec élévation des résistances pulmonaires (syndrome d’Eisenmenger).

● La discussion de l’indication de fermeture de la CIA va donc se faire sur :

- l’anatomie (CIA, lésions associées) ;
- le retentissement hémodynamique ;
- le niveau des pressions pulmonaires [1-3].

Certaines populations (enfants, personnes âgées) vont poser des problèmes particuliers [3].

Enfin, le développement des prothèses, l’expérience des opérateurs et l’utilisation de “techniques modifiées” permettent progressivement de repousser les limites [3].

En France, les prothèses habituellement utilisées sont de type “Amplatzer”, faites d’un double disque de Nitinol, avec “stent” ou “axe” central.

■ L’anatomie

Avec un peu d’expérience, l’échographie transthoracique (ETT) suffit dans la plu-

part des cas à “sélectionner” les patients pour une fermeture par voie percutanée. L’échographie transœsophagienne (ETO), dont il faut se rappeler qu’il s’agit d’un examen semi-invasif, pourra être réservée aux rares cas où l’ETT est non contributive chez l’adulte et au guidage de la procédure.

L’ETT permet tout d’abord d’apprécier le retentissement du *shunt* lié à une surcharge volumique des cavités droites : dilatation des cavités droites et septum paradoxal, niveau des pressions pulmonaires (fig. 2), estimation du rapport de débit (fig. 3).

Ces examens devront affirmer le type *ostium secundum* de la CIA. Ils devront également préciser le nombre de défauts,

Revue générale

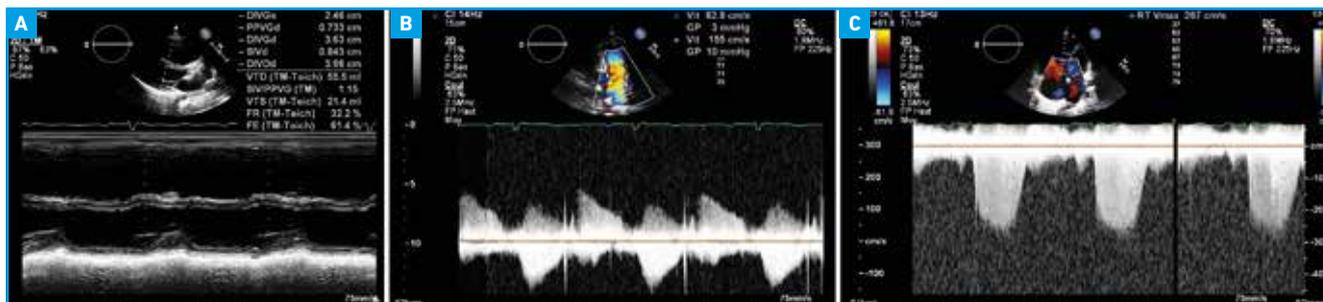


Fig. 2. A : TM parasternal passant par le VG, septum interventriculaire paradoxal ; B : Doppler continu : flux d'insuffisance pulmonaire ; C : Doppler continu : flux d'insuffisance tricuspide.

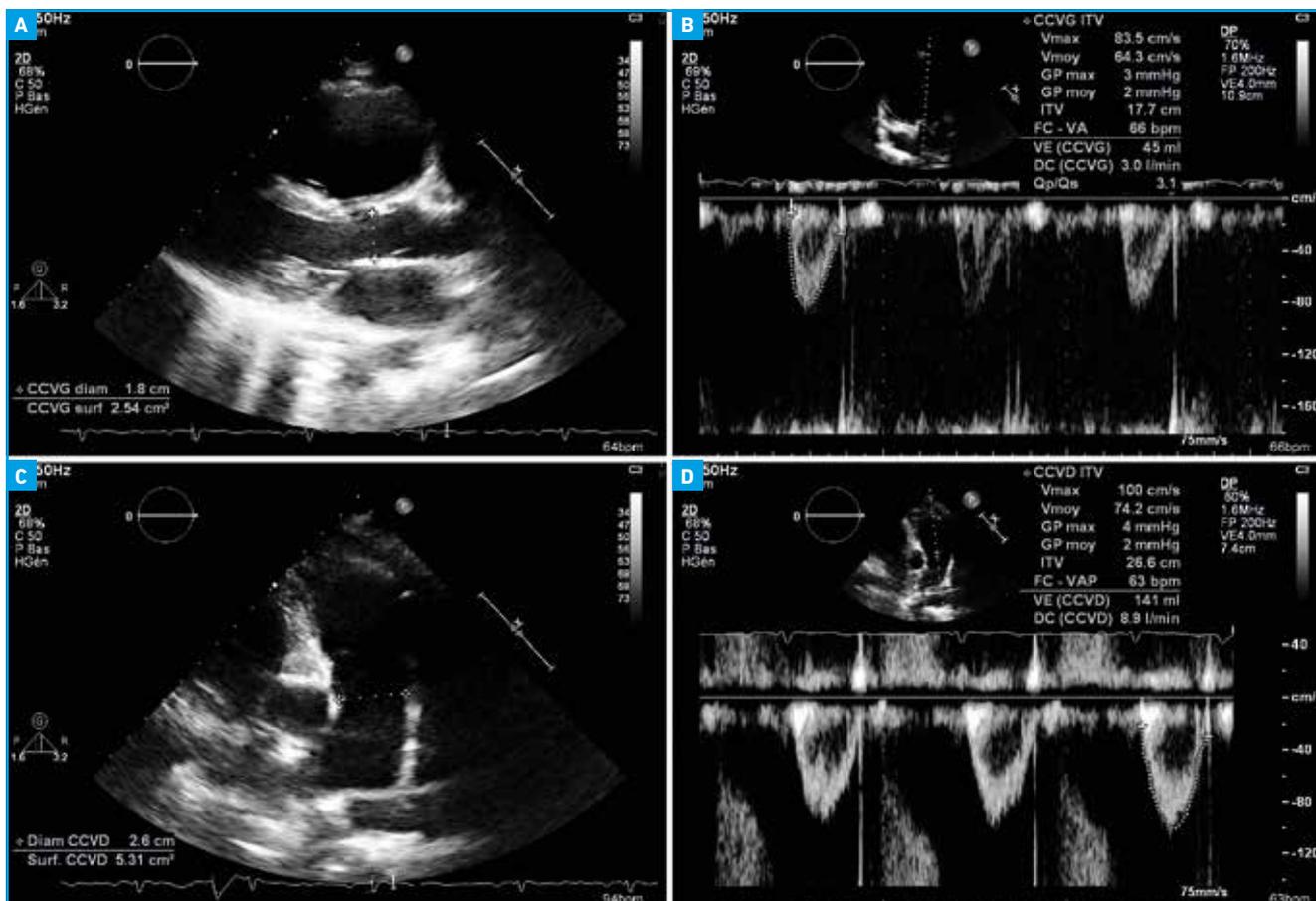


Fig. 3 : Mesure du rapport de débit. A : mesure du diamètre de la chambre de chasse du VG ; B : ITV sous-aortique ; C : mesure du diamètre de l'anneau pulmonaire ; D : ITV sous-pulmonaire. ITV : intégrale temps-vitesse.

l'existence et la qualité des rebords, et rechercher des anomalies associées susceptibles de gêner la procédure (retour azygos...), de la contre-indiquer ou de nécessiter une correction chirurgicale (retour veineux pulmonaire anormal [RVPA]) [1].

Les rebords de la CIA ont été bien décrits par Amin [4]. En ETT, le rebord postéro-inférieur est le plus difficile à visualiser. Son existence est indispensable pour "arrimer" la prothèse. Il doit être recherché en coupe sous-costale petit axe, orientée vers la veine cave infé-

rieure. Lorsqu'il est peu visible, l'orientation du *shunt* couleur aide à conclure : lorsqu'il "moule" la paroi postérieure de l'oreillette, il n'y a pas de rebord postéro-inférieur. Au contraire, lorsque ce rebord est présent, il détourne le *shunt* vers l'avant (fig. 4 et 5).

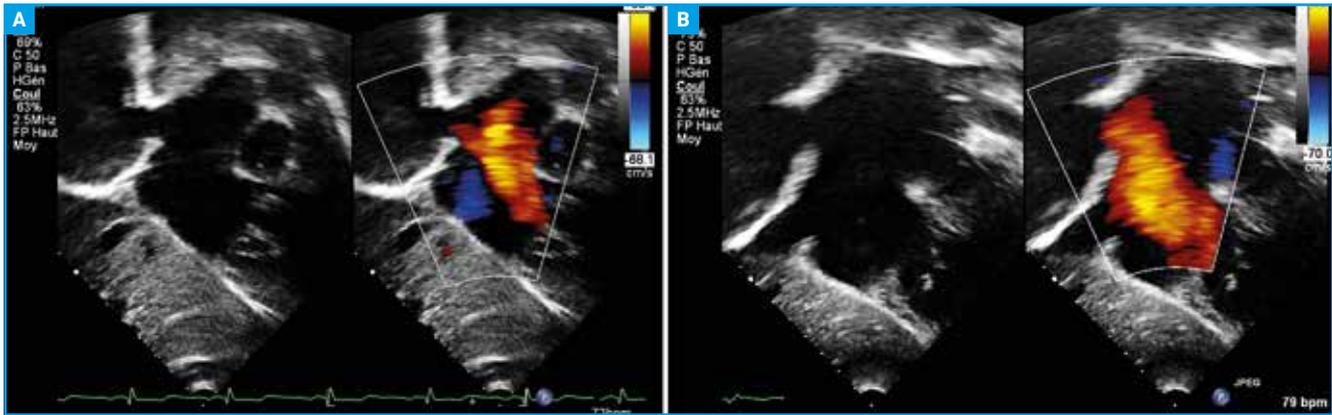


Fig. 4: Recherche du rebord postéro-inférieur: coupe sous-costale petit axe, orientée vers la veine cave inférieure, échographie bidimensionnelle et Doppler couleur. **A:** rebord postéro-inférieur présent, le flux à travers la CIA est orienté vers l'avant; **B:** pas de rebord postéro-inférieur, le flux à travers la CIA "moule" la paroi postérieure de l'OD.

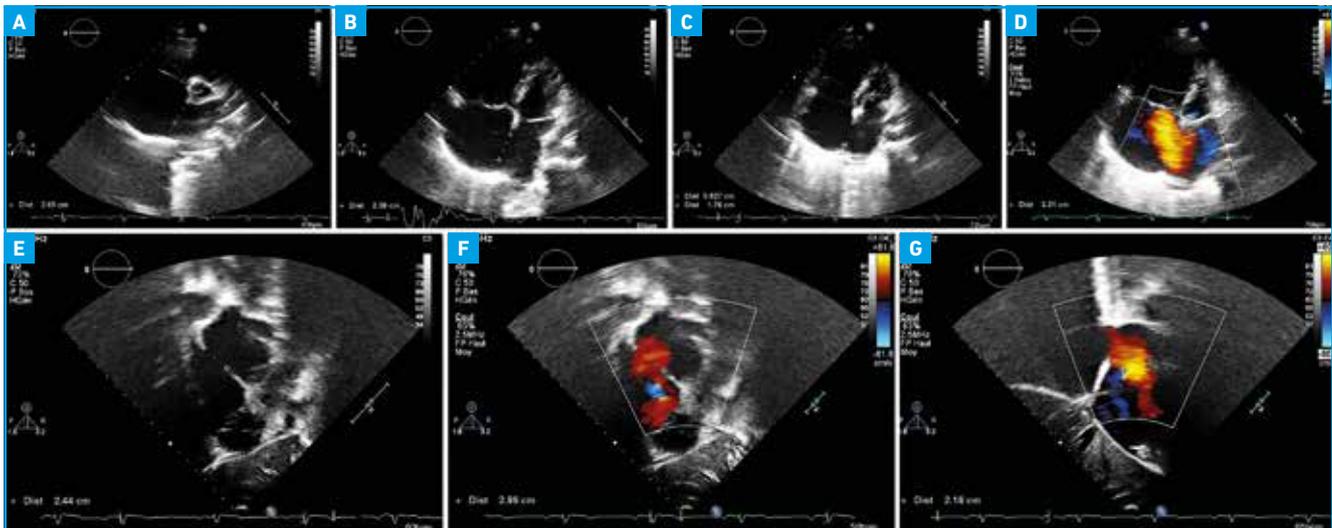


Fig. 5: Patiente de 30 ans, CIA OS fermée par voie percutanée avec une prothèse d'Amplatz de 40 mm. Échographie transthoracique. **A:** coupe parasternale petit axe; **B et C:** coupe apicale 4 cavités: remarquer la différence de taille de la CIA en fonction du cycle cardiaque et les T-artéfacts; **D:** coupe apicale 4 cavités, Doppler couleur; **E:** coupe sous-costale long axe; **F:** coupe sous-costale long axe, Doppler couleur; **G:** coupe sous-costale petit axe, orientée vers la veine cave inférieure, Doppler couleur. Remarquer la direction du flux à travers la CIA, vers la tricuspide, indiquant la présence d'un rebord postéro-inférieur.

Habituellement réalisée en début de procédure, l'ETO précise cette analyse anatomique (**fig. 6**) et, avec l'utilisation du 3D [5], permet une vue "en face" du septum interauriculaire (SIA) (**fig. 7**). Elle va ensuite guider la procédure (**fig. 8**). La surveillance post-procédure sera faite par ETT à J1, 1 mois, 6 mois et 1 an post-procédure (**fig. 9**)

■ Les CIA complexes

Selon les séries, elles représentent 1/4 à 1/3 des CIA [6]. Il s'agit :

- des CIA larges [7]: selon les auteurs, leur définition change (diamètre > 24-30-38 mm ?);
- des CIA multiples: Butera [8] en décrit différentes formes anatomiques (2 défauts, défauts multiples, septum multiperforé). L'analyse anatomique précise permet de "planifier" la procédure et de choisir la ou les prothèses: une prothèse "cribriforme" à axe central en cas de septum multiperforé, plusieurs prothèses classiques en cas de défauts distants, une seule grande prothèse en cas de "bride" (**fig. 10**);

- des CIA dont le septum est "mal aligné" [9] ou "mal attaché" [10];
- des CIA dont un rebord est déficient [9, 11].

Il peut également s'agir de CIA larges par rapport à la taille de l'oreillette gauche (enfants). Dans ce cas, l'utilisation de "techniques modifiées" [11, 12] peut être nécessaire pour orienter et "accrocher" la prothèse sur le SIA: ouverture du disque gauche dans une veine pulmonaire [13], appui sur un ballon [9], ouverture à "4 mains"... (**fig. 11**).

Revue générale

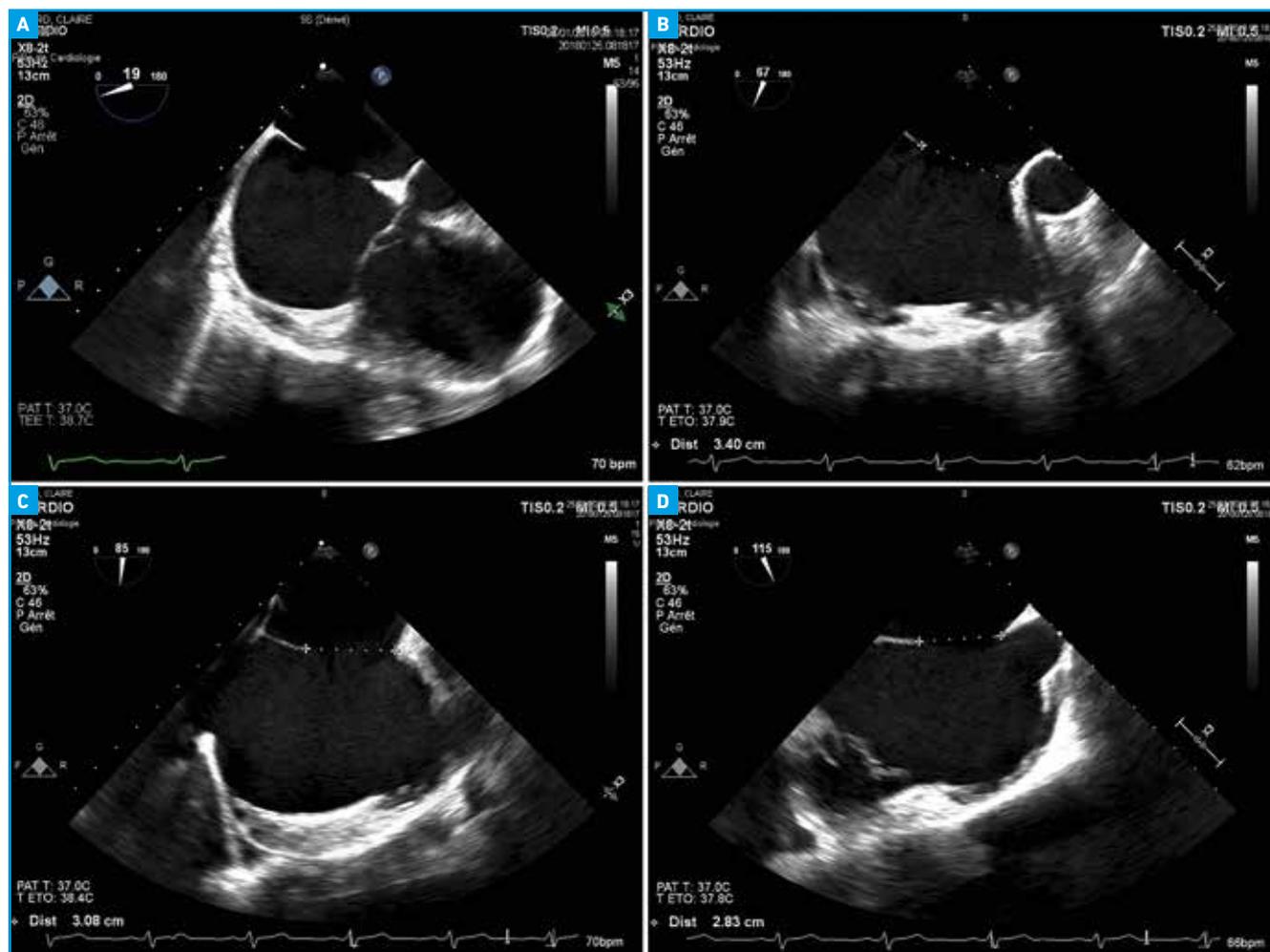


Fig. 6 : Même patiente que **figure 5**. Échographie transœsophagienne ; **A :** 0° : coupe 4 cavités, rebords postérieur et antéro-inférieur des valves AV ; **B :** 60° : coupe petit axe de l'aorte : rebords postérieur et antéro-supérieur, absence de rebord rétro-aortique ; **C :** 85° : rebords inférieure et supérieure ; **D :** 120° : coupe bi-cavale : rebords postéro-inférieur de la VCI et postéro-supérieur de la VCS. VCI : veine cave inférieure ; VCS : veine cave supérieure.

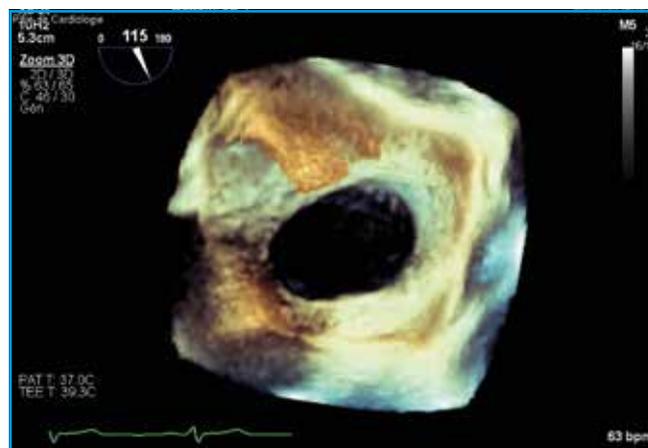


Fig. 7 : Même patiente que **figure 5**. Échographie transœsophagienne : zoom 3D. Vue en face du SIA à partir de l'OG : CIA ovale, à bons rebords, sauf rétro-aortique.

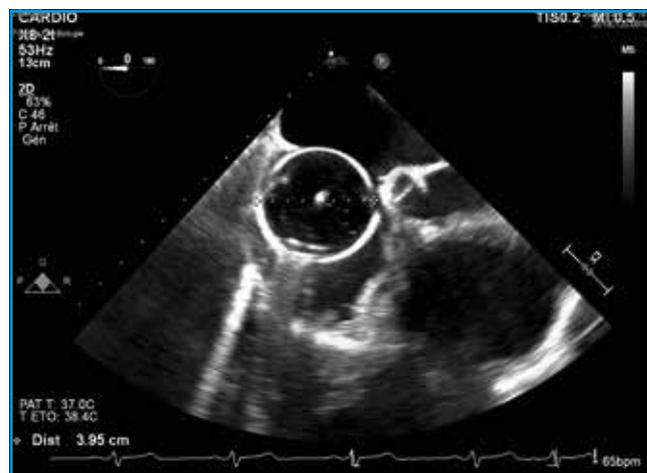


Fig. 8 : Même patiente que **figure 5**. Mesure de la CIA au sizing balloon : 39,5 mm.

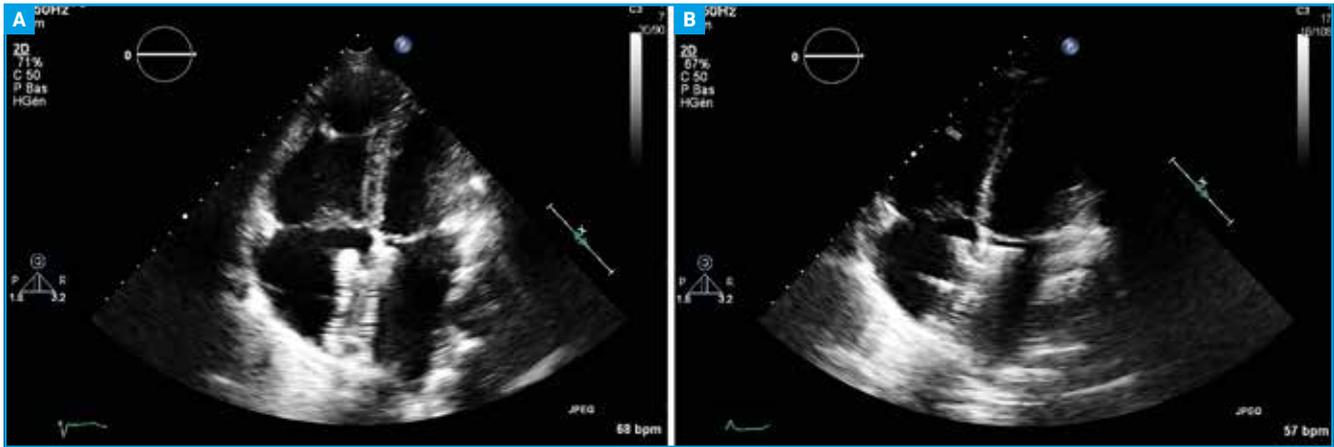


Fig. 9 : Même patiente que figure 5. Échographie transthoracique, coupe apicale 4 cavités à J1 (A) et 1 mois (B) : remarquer la diminution de la taille des cavités droites.

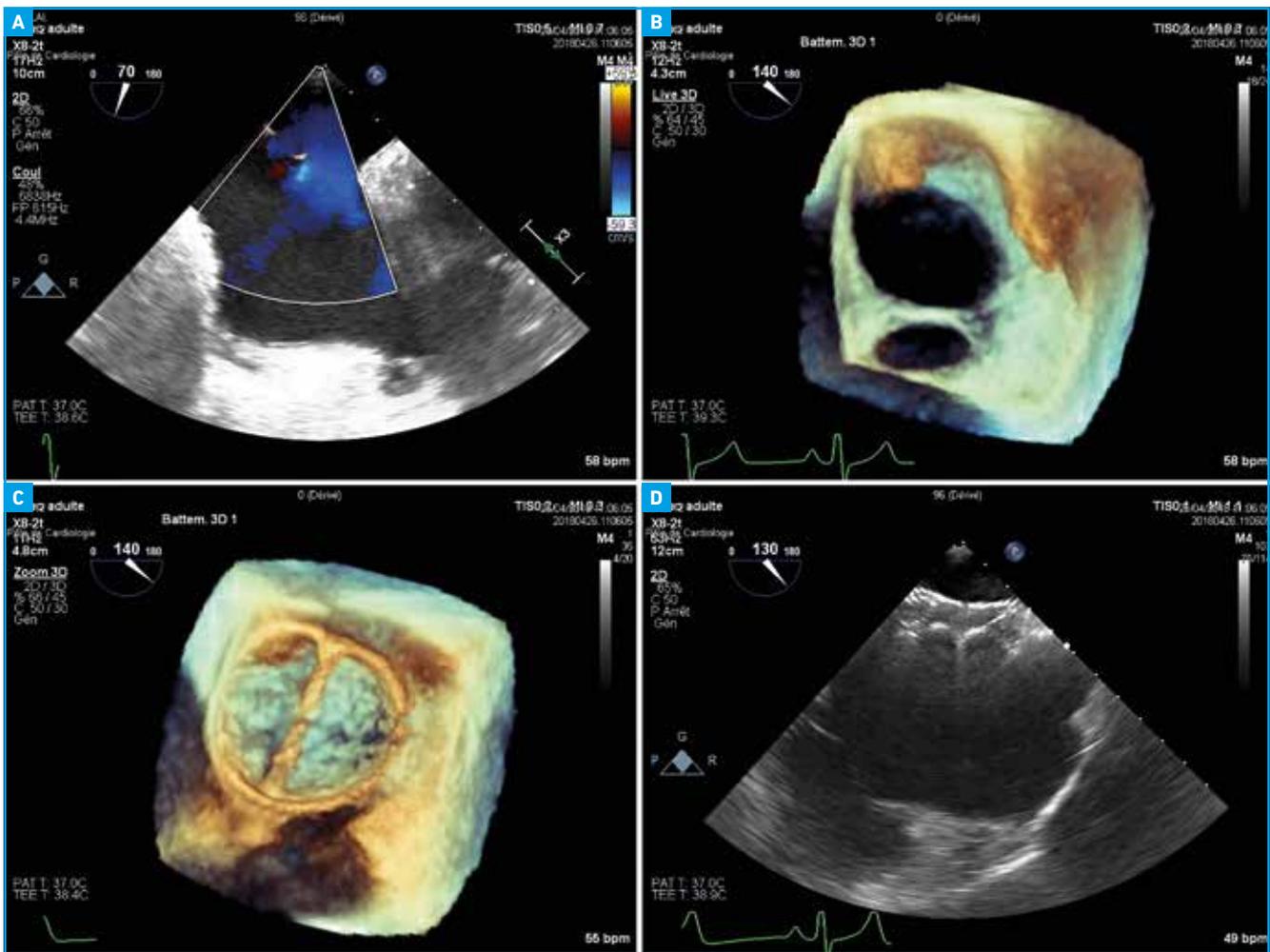


Fig. 10 : CIA complexe : 2 orifices séparés par une bride. A : ETO, Doppler couleur : 2 orifices ; B : ETO, zoom 3D : vue en face du SIA à parti de l'OG ; C : mesure au sizing balloon du plus grand orifice : le ballon repousse la bride ; D : fermeture simple par une seule prothèse, positionnée dans la grande CIA, qui repousse la bride et obstrue les 2 orifices.

Revue générale

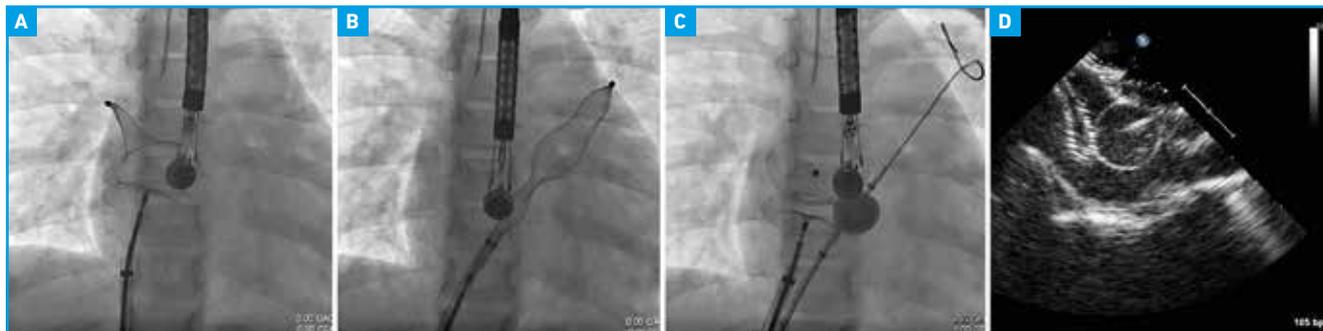


Fig. 11 : CIA complexe. Techniques modifiées. **A :** ouverture de la prothèse à partir d'une VP droite ; **B :** ouverture de la prothèse à partir d'une VP gauche ; **C et D :** ouverture de la prothèse contre le sizing balloon (BAT). VP : veine pulmonaire.

L'enfant

Jusqu'à 6 ans, et lorsque la CIA mesure moins de 8 mm, l'évolution peut se faire vers la fermeture spontanée du défaut et conduit donc le plus souvent à être attentiste jusqu'à cet âge [14]. Une indication de fermeture ne sera retenue plus tôt qu'en cas de symptôme (retard de croissance, pathologies respiratoires) et après avoir éliminé une autre cause [15].

Chez les enfants de petit poids, ayant des CIA larges, le taux de complications est un peu plus élevé (bloc auriculo-ventriculaire [BAV], abord veineux), et le rapport bénéfice/risque de la fermeture et de l'utilisation de la voie percutanée doivent être discutés au cas par cas, sans oublier la possibilité de fermeture chirurgicale [16, 17].

À long terme, l'évolution est habituellement satisfaisante et il a été démontré que le SIA grandissait autour de la prothèse, après fermeture de CIA par voie percutanée [18].

Les personnes âgées

Le bénéfice de la fermeture des CIA hémodynamiquement significatives est démontré depuis de nombreuses années [19, 20] mais la morbi-mortalité des procédures augmente avec l'âge. Le développement des techniques de fermeture percutanée, en diminuant la morbidité

par rapport à la chirurgie [21], permet maintenant de retenir des indications sans limite d'âge [22, 23].

Dans cette population, il faut se méfier des petites CIA associées à une élévation des pressions de remplissage gauche qui se comportent comme une "soupape". Leur fermeture peut entraîner un œdème pulmonaire. En cas de doute, un test d'occlusion doit donc être réalisé et la fermeture de la CIA doit être récusée en cas d'élévation significative de la pression atriale gauche [24].

Les patients avec HTAP

Deux populations peuvent être distinguées [25] :

- de rares cas de patients jeunes, développant une hypertension artérielle pulmonaire (HTAP) sévère conduisant au syndrome d'Eisenmenger et pour lesquels la fermeture de la CIA est formellement contre-indiquée, car délétère [26] ;
- des patients plus nombreux, plus âgés, ayant une HTAP moins sévère qui va diminuer après fermeture [27].

Au moindre doute, une évaluation hémodynamique complète, avec mesure des pressions, des débits pulmonaires et systémiques, et des résistances pulmonaires, doit être réalisée préalablement à la fermeture. Certains patients, symptomatiques depuis peu, *borderline*, peuvent ainsi bénéficier d'un traitement

vasodilatateur pulmonaire spécifique de quelques semaines ou mois afin de "rentrer" dans les critères hémodynamiques de fermeture de leur CIA [28].

Les patients aux antécédents de fibrillation auriculaire

La dilatation des cavités droites est responsable de la survenue fréquente de troubles du rythme supraventriculaire [25]. Ce risque augmente avec l'âge et transitoirement après fermeture de la CIA [29]. À long terme, le rôle préventif de la fermeture de la CIA n'est pas totalement établi [30] et la mise en place de la prothèse va compliquer les gestes d'ablation, qui sont cependant possibles à travers la prothèse ou le septum adjacent [31]. En cas de fibrillation atriale (FA) ou d'antécédents de FA, il est donc conseillé d'ablater la FA avant de fermer la CIA [32].

Les CIA à risque de complications tardives

Les complications tardives [33, 34] après fermeture de CIA par voie percutanée sont rares : la plus redoutable est l'érosion, pouvant conduire au décès par tamponnade. Plusieurs facteurs de risque ont été mis en évidence : CIA sans rebord rétro-aortique (89 % des patients), prothèse surdimensionnée, mobile ou faisant protrusion contre l'aorte.

POINTS FORTS

- La fermeture percutanée est le traitement de première intention des CIA *ostium secundum*.
- Les contre-indications sont rares mais à connaître : anatomiques (taille, rebords déficients) ou hémodynamiques (HTAP, élévation des pressions de remplissage gauches).
- L'échographie transthoracique suffit le plus souvent pour l'évaluation d'une CIA *ostium secundum* et l'ETO peut être réalisée lors de la procédure.
- Un traitement d'éventuelles complications doit parfois être réalisé avant la fermeture : radiofréquence de fibrillation atriale, traitement vasodilatateur pulmonaire en cas d'HTAP.

Les troubles de la conduction (BAV, 1 %) sont le plus souvent précoces, plus fréquents chez l'enfant et associés à la taille relative de la prothèse (diamètre de la prothèse $\geq 0,45 \times$ la longueur du septum interauriculaire). Ils sont habituellement réversibles au retrait ou repositionnement de la prothèse, ou sous corticoïdes.

Les thromboses (0,8-2 %) sont associées au type de prothèse et à l'existence d'une fibrillation atriale.

■ Conclusion

La simplicité et la diffusion des techniques de fermeture de CIA par voie percutanée ont fait dire à certains qu'il fallait fermer les petites CIA parce qu'elles étaient petites (et donc faciles à fermer) et les grandes parce qu'elle étaient grandes (et donc symptomatiques, ou à risque de le devenir) [35]. Elles ont contribué en tout cas à élargir les indications en termes de populations (enfants, personnes âgées) et d'anatomies de plus en plus complexes, dans la limite des formes *ostium secundum* et de la présence de rebords.

Les contre-indications à la fermeture par voie percutanée sont désormais rares, mais elles doivent être bien connues :

syndrome d'Eisenmenger, CIA de décharge en cas de cardiopathie gauche, déficience du rebord postéro-inférieur. Aussi ne doit-on pas oublier l'intérêt premier du patient par rapport à l'exploit technique et le recours toujours possible à la chirurgie, dont l'efficacité et l'innocuité ont été largement prouvées et dont il a été démontré qu'elles étaient bien supérieures en cas de chirurgie réglée qu'en urgence.

BIBLIOGRAPHIE

1. BAUMGARTNER H, BONHOEFFER P, DE GROOT NM *et al.* Task Force on the Management of Grown-up Congenital Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC); Association for European Paediatric Cardiology (AEPC); ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). *Eur Heart J*, 2010;31:2915-2957.
2. FELTES TF, BACHA E, BEEKMAN RH *et al.* American Heart Association Congenital Cardiac Defects Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Clinical Cardiology; Council on Cardiovascular Radiology and Intervention; American Heart Association. Indications for cardiac catheterization and intervention in pediatric cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 2011;123:2607-2652.
3. AKAGI T. Current concept of transcatheter closure of atrial septal defect in adults. *J Cardiol*, 2015;65:17-25.
4. AMIN Z. Transcatheter closure of secundum atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2006;68:778-787.
5. TANIGUCHI M, AKAGI T, WATANABE N *et al.* Application of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography using a matrix array probe for transcatheter closure of atrial septal defect. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009;22:1114-1120.
6. GARCÍA-FUERTES D, MESA-RUBIO D, RUIZ-ORTIZ M *et al.* Monitoring complex secundum atrial septal defects percutaneous closure with real time three-dimensional echocardiography. *Echocardiography*, 2012;29:729-734.
7. FRAISSE A, TRIVEDI KR. Transcatheter closure of atrial septal defects: how large is too large? *Cardiovasc Diagn Ther*, 2014;4:213-214.
8. BUTERA G, ROMAGNOLI E, SALIBA Z *et al.* Percutaneous closure of multiple defects of the atrial septum: procedural results and long-term follow-up. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2010;76:121-128.
9. PILLAI A, RANGASWAMY BALASUBRAMANIAN V, SELVARAJ R *et al.* Utility of balloon assisted technique in trans catheter closure of very large (≥ 35 mm) atrial septal defects. *Cardiovasc Diagn Ther*, 2014;4:21-27.
10. OSTERMAYER SH, SRIVASTAVA S, DOUCETTE JT *et al.* Malattached septum primum and deficient septal rim predict unsuccessful transcatheter closure of atrial communications. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2015;86:1195-1203.
11. PARK SJ, KIM NK, KIM J *et al.* Morphologic Characteristics and Relating Factors to the Need of Technical Modification in Transcatheter Closure of Large Atrial Septal Defect (≥ 25 mm). *Korean Circ J*, 2010;40:191-196.
12. VARMA C, BENSON LN, SILVERSIDES C *et al.* Outcomes and alternative techniques for device closure of the large secundum atrial septal defect. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2004;61:131-139.
13. DALVI BV, PINTO RJ, GUPTA A. New technique for device closure of large atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2005;64:102-107.
14. HANSLIK A, POSPISIL U, SALZER-MUHAR U *et al.* Predictors of spontaneous closure

I Revues générales

- of isolated secundum atrial septal defect in children: a longitudinal study. *Pediatrics*, 2006;118:1560-1565.
15. BISHNOI RN, EVERETT AD, RINGEL RE *et al.* Device closure of secundum atrial septal defects in infants weighing less than 8 kg. *Pediatr Cardiol*, 2014;35:1124-1131.
 16. TANGHÖJ G, ODERMARSKY M, NAUMBURG E *et al.* Early Complications After Percutaneous Closure of Atrial Septal Defect in Infants with Procedural Weight Less than 15 kg. *Pediatr Cardiol*, 2017;38:255-263.
 17. JALAL Z, HASCOËT S, GRONIER C *et al.* Long-Term Outcomes After Percutaneous Closure of Ostium Secundum Atrial Septal Defect in the Young: A Nationwide Cohort Study. *JACC Cardiovasc Interv*, 2018;11:795-804.
 18. RABOISSON MJ, HUGUES N, DAHDAH N *et al.* Large Amplatzer atrial septal occluder in growing children: an echographic study. *Cardiol Young*, 2015;25:468-475.
 19. MURPHY JG, GERSH BJ, McGOON MD *et al.* Long-term outcome after surgical repair of isolated atrial septal defect. Follow-up at 27 to 32 years. *N Engl J Med*, 1990;323:1645-1650.
 20. KONSTANTINIDES S, GEIBEL A, OLSCHIEWSKI M *et al.* A comparison of surgical and medical therapy for atrial septal defect in adults. *N Engl J Med*, 1995;333:469-473.
 21. DU ZD, HIJAZI ZM, KLEINMAN CS *et al.* Amplatzer Investigators. Comparison between transcatheter and surgical closure of secundum atrial septal defect in children and adults: results of a multicenter nonrandomized trial. *J Am Coll Cardiol*, 2002;39:1836-1844.
 22. TAKAYA Y, AKAGI T, KIJIMA Y *et al.* Long-term outcome after transcatheter closure of atrial septal defect in older patients: impact of age at procedure. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015;8:600-606.
 23. HARJULA A, KUPARI M, KYÖSOLA K *et al.* Early and late results of surgery for atrial septal defect in patients aged over 60 years. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 1988;29:134-139.
 24. EWERT P, BERGER F, NAGDYMAN N *et al.* Masked left ventricular restriction in elderly patients with atrial septal defects: a contraindication for closure? *Catheter Cardiovasc Interv*, 2001;52:177-180.
 25. CRAIG RJ, SELZER A. Natural history and prognosis of atrial septal defect. *Circulation*, 1968;37:805-815.
 26. GALIÈ N, HUMBERT M, VACHERY JL *et al.* 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J*, 2016;37:67-119.
 27. HUMENBERGER M, ROSENHEK R, GABRIEL H *et al.* Benefit of atrial septal defect closure in adults: impact of age. *Eur Heart J*, 2011;32:553-560.
 28. KIJIMA Y, AKAGI T, TAKAYA Y *et al.* Treat and Repair Strategy in Patients With Atrial Septal Defect and Significant Pulmonary Arterial Hypertension. *Circ J*, 2016;80:227-234.
 29. PARK KM, HWANG JK, CHUN KJ *et al.* rhythmia after successful trans-catheter device closure of atrial septal defect. *Medicine*, 2016;95:e4706.
 30. VECHT JA, SASO S, RAO C *et al.* Atrial septal defect closure is associated with a reduced prevalence of atrial tachyarrhythmia in the short to medium term: a systematic review and meta-analysis. *Heart*, 2010;96:1789-1797.
 31. SANTANGELI P, DI BIASE L, BURKHARDT JD *et al.* Transseptal access and atrial fibrillation ablation guided by intracardiac echocardiography in patients with atrial septal closure devices. *Heart Rhythm*, 2011;8:1669-1675.
 32. NIE JG, DONG JZ, SALIM M *et al.* Catheter ablation of atrial fibrillation in patients with atrial septal defect: long-term follow-up results. *J Interv Card Electrophysiol*, 2015;42:43-49.
 33. ABACI A, UNLU S, ALSANCAK Y *et al.* Short and long term complications of device closure of atrial septal defect and patent foramen ovale: meta-analysis of 28,142 patients from 203 studies. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2013;82:1123-1138.
 34. JALAL Z, HASCOËT S, BARUTEAU AE *et al.* Long-term Complications After Transcatheter Atrial Septal Defect Closure: A Review of the Medical Literature. *Can J Cardiol*, 2016;32:1315.e11-1315.e18.
 35. MEIER B. Percutaneous Closure of Atrial Septal Defects Contraindications are hard to find these days. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015;8:607-608.

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