



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the authors institution and sharing with colleagues.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

<http://www.elsevier.com/authorsrights>



ELSEVIER
MASSON



Disponible en ligne sur
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com

Annales de Cardiologie et d'Angéiologie 62 (2013) 404–410

**Annales de
cardiologie
et d'angéiologie**

Mise au point

Ostium coronaire unique : artère coronaire unique ou artère coronaire ectopique connectée à l'artère controlatérale. Comment et pourquoi les différencier ?

Single coronary ostium: Single coronary artery and ectopic coronary artery connected with the contralateral artery. How and why differentiating them?

P. Aubry^{a,*}, M. Amami^b, X. Halna du Fretay^{a,c}, P. Dupouy^d, M. Godin^e, J.-M. Juliard^a

^a Département de cardiologie, groupe hospitalier Bichat-Claude-Bernard, Assistance publique-Hôpitaux de Paris, 46, rue Henri-Huchard, 75018 Paris, France

^b Service de cardiologie, centre hospitalier, 95500 Gonesse, France

^c Service de cardiologie, hôpital Foch, 92150 Suresnes, France

^d Département de cardiologie interventionnelle et d'imagerie cardiovasculaire, hôpital Privé d'Antony, 92160 Antony, France

^e Service de cardiologie, hôpital Charles-Nicolle, 76000 Rouen, France

Disponible sur Internet le 27 septembre 2013

Résumé

Parmi les nombreuses anomalies congénitales des artères coronaires, l'artère coronaire unique est souvent confondue avec une artère coronaire ectopique connectée avec l'artère coronaire controlatérale. Si ces deux anomalies se caractérisent par la présence d'un seul ostium coronaire, elles se différencient par l'absence ou non d'un trajet initial ectopique. Le pronostic des connexions coronaires anormales dépend principalement du type de trajet ectopique par rapport aux structures cardiaques adjacentes. Il est donc important de distinguer une artère coronaire unique d'une artère coronaire ectopique connectée avec l'artère coronaire controlatérale.

© 2013 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Ostium coronaire ; Anomalies coronaires ; Artère coronaire unique ; Connexion anormale

Abstract

Among the wide spectrum of congenital abnormalities of coronary arteries, a single coronary artery is often confused with an ectopic coronary artery connected with the contralateral coronary artery. Both abnormalities are characterized by a single coronary ostium, but they differ by the lack or not of an initial ectopic course. The prognosis of anomalous connections of coronary arteries depends mainly on the type of the initial course in relation to other cardiac structures. Therefore, the distinction between a single coronary artery and an ectopic coronary artery connected with the contralateral artery is of importance.

© 2013 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Coronary ostium; Coronary abnormalities; Single coronary artery; Ectopic connection

1. Introduction

Les anomalies de connexion proximale des artères coronaires (ANOCOR) sont rares chez l'adulte indemne de cardiopathie congénitale structurale, avec une prévalence angiographique de l'ordre de 0,5 %. Les nombreuses formes décrites expliquent

les difficultés d'interprétation que peut rencontrer un praticien confronté de manière épisodique à une ANOCOR. Nous avons proposé récemment une classification simplifiée basée sur les constatations anatomiques post-mortem et les apports considérables et récents de l'imagerie en coupe [1]. Cette classification comporte sept types d'anomalies (Tableau 1) dont celui de l'artère coronaire unique et celui de l'artère coronaire ectopique connectée dans l'artère controlatérale, deux types qui sont parfois confondus car ils sont sous la dépendance

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : pcaubry@yahoo.fr (P. Aubry).

Tableau 1
Classification des anomalies de connexion proximale des artères coronaires.

Type	Anomalie de connexion
I	Connexion avec le sinus controlatéral
II	Connexion avec l'artère controlatérale
III	Connexion anormale dans le sinus habituel
IV	Connexion avec le sinus non-coronaire
V	Connexion au-dessus de la jonction sinotubulaire
VI	Artère coronaire unique
VII	Connexion avec l'artère pulmonaire
VIII	Autres connexions anormales

d'un seul ostium. Le pronostic des ANOCOR dépend de leur trajet initial ectopique par rapport aux troncs artériels. L'artère coronaire unique qui se différencie des autres ANOCOR par une absence de trajet initial ectopique ne doit donc pas être considérée comme une forme anatomique à risque au contraire de certaines autres ANOCOR. Cette revue se propose de clarifier les différences entre une artère coronaire unique et une artère coronaire ectopique connectée à l'artère controlatérale.

2. Embryologie des artères coronaires

Le développement des cloisons intracardiaques et des troncs artériels survient avant la connexion des artères coronaires à l'aorte. La vasculogénèse coronaire débute par des sinusoides embryonnaires situés dans les sillons interventriculaires et auriculoventriculaires. Les anneaux aortique et pulmonaire initialement joints vont se séparer avec la formation du septum sous-aortique et du septum sous-pulmonaire. Ce dernier éloigne les artères coronaires en développement, alors que le septum sous-aortique les attire. La connexion au niveau de l'aorte se fait par pénétration dans les sinus aortiques antérodroit et antérogauche, appelés aussi sinus coronaires. La théorie actuellement retenue d'un développement coronaire centripète par rapport à l'aorte implique de parler de connexion coronaire plutôt que de naissance ou d'origine coronaire [2]. Plusieurs ébauches vasculaires peuvent se connecter, mais seules les deux principales persisteront. La position des troncs artériels et leurs rapports entre eux jouent un rôle important dans la connexion des artères coronaires. Dans les cardiopathies congénitales avec malformation des troncs artériels, les ANOCOR sont fréquentes [3]. Le

mécanisme précis d'une connexion anormale d'une artère coronaire, en l'absence cardiopathie congénitale structurale, reste inconnu.

3. Anatomie normale

Les artères coronaires sont généralement au nombre de deux, l'artère coronaire droite est connectée dans le sinus antérodroit, et l'artère coronaire gauche dans le sinus antérogauche. L'artère coronaire droite s'éloigne rapidement de l'aorte et de l'infundibulum pulmonaire pour rejoindre le sillon auriculoventriculaire droit jusqu'au sillon interventriculaire inférieur où elle va se diviser entre l'artère interventriculaire postérieure et l'artère rétroventriculaire gauche en cas de dominance droite. L'artère coronaire gauche longe le tronc pulmonaire en se divisant très vite entre l'artère interventriculaire antérieure qui chemine dans le sillon interventriculaire supérieur et l'artère circonflexe qui chemine dans le sillon auriculoventriculaire gauche. Un ostium supplémentaire situé dans le sinus antérodroit et donnant une artère infundibulaire n'est pas rare. Les variantes anatomiques coronaires sont nombreuses dont la connexion séparée mais proche dans le sinus antérogauche de l'artère interventriculaire antérieure et l'artère circonflexe. Les particularités d'un réseau coronaire normal sont : i) une présence d'au moins deux ostia, ii) une connexion d'au moins un ostium avec chaque sinus coronaire, iii) un cheminement le plus souvent épicaudique, et iv) un remplissage par un flux antérograde si on définit qu'un remplissage normal débute au niveau de la connexion coronaire avec l'aorte.

4. Artère coronaire unique

On peut définir une artère coronaire unique par l'existence d'un seul ostium coronaire connecté dans le sinus usuel (antérodroit ou antérogauche) avec une artère coronaire donneuse (coronaire droite ou coronaire gauche) suivant son trajet habituel au niveau des structures cardiaques, et une artère receveuse (coronaire droite ou coronaire gauche) connectée avec la terminaison de l'artère donneuse ou de ses branches (Fig. 1). Avec cette définition, l'artère coronaire receveuse suit un trajet habituel dans les sillons interventriculaires et auriculoventriculaires (Fig. 2) pour se rapprocher de l'aorte tout en restant à distance

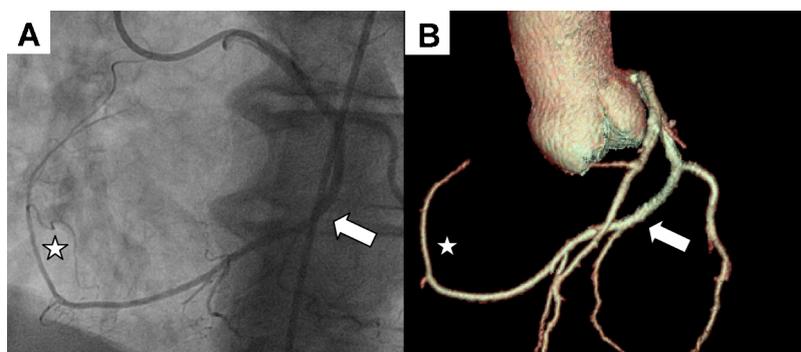


Fig. 1. Image angiographique (panel A) et tomographique (panel B) d'une artère coronaire unique avec absence d'ostium coronaire droit et présence d'une artère coronaire droite (étoile) connectée à l'artère circonflexe (flèche).



Fig. 2. Image tomographique volumique avec une artère coronaire unique sans ostium coronaire gauche. L'artère circonflexe (flèche blanche) connectée à l'artère coronaire droite (flèche noire) suit le sillon auriculoventriculaire gauche. OG : oreillette gauche ; VG : ventricule gauche.

et sans se connecter. Le territoire myocardique dépendant de l'artère coronaire receveuse est irrigué par voie rétrograde. Il existe souvent une dominance de l'artère donneuse et le réseau distal de l'artère receveuse est en général très grêle (Fig. 3). La forme avec ostium gauche semble beaucoup plus fréquente que la forme avec ostium droit [4].

Il s'agit d'une anomalie congénitale très rare, découverte le plus souvent fortuitement, avec une prévalence angiographique de 0,04 % parmi une population de 236 694 adultes indemnes de malformation des troncs artériels et regroupant neuf études [5–13]. Cette prévalence est probablement surestimée car la définition de la coronaire unique utilisée dans les études précitées ne correspond pas toujours à la définition utilisée dans cet article. La seule étude qui différencie clairement l'artère coronaire ectopique connectée dans l'artère controlatérale de l'artère coronaire

Tableau 2

Caractéristiques anatomiques d'une artère coronaire unique et d'une artère coronaire ectopique connectée à l'artère controlatérale.

Caractéristique	Artère coronaire unique	Artère coronaire ectopique connectée à l'artère controlatérale
Nombre d'ostium	Un seul	Un seul
Flux artériel	Antérograde et rétrograde	Antérograde
Trajet initial ectopique	Jamais	Toujours
Course ectopique possible	–	Préinfundibulaire Rétroinfundibulaire Préaortique Rétroaortique
Trajet intramural	Jamais	Jamais

unique retrouve une prévalence de 0,015 % pour cette dernière [4]. L'imagerie en coupe n'est pas toujours nécessaire en raison de l'absence de trajet proximal ectopique. Elle peut conforter l'absence d'ostium dans le sinus habituellement connecté à l'artère receveuse. Le seul diagnostic différentiel possible est une occlusion ostiale et totale d'une artère coronaire avec une collatéralité controlatérale développée, mais l'aspect effilé distal de l'artère receveuse ne plaide pas pour cette hypothèse. Dans la forme anatomique définie dans cet article, l'artère coronaire unique n'est pas associée à un risque particulier d'événements cardiaques graves jusqu'à l'âge de survenue d'une maladie athéromateuse coronaire qui peut être problématique si elle atteint la partie proximale de l'artère donneuse.

5. Artère coronaire ectopique connectée à l'artère controlatérale

La plupart des publications ne différencie pas l'artère coronaire unique de l'artère coronaire ectopique connectée à l'artère controlatérale. Leurs seuls points communs sont l'existence d'un ostium unique et l'absence de trajet initial intramural aortique (Tableau 2). On peut définir une artère coronaire ectopique connectée à l'artère controlatérale par l'existence d'un seul ostium coronaire connecté dans le sinus usuel avec une artère

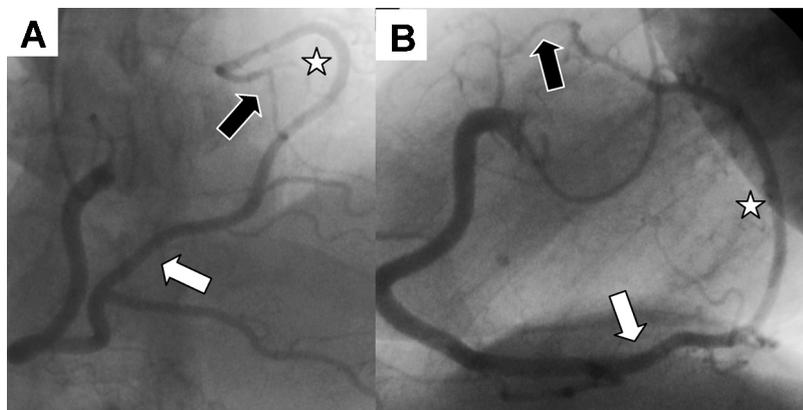


Fig. 3. Images angiographiques (panel A avec incidence antéropostérieure et panel B avec incidence latérale) d'une artère coronaire unique sans ostium coronaire gauche. L'artère circonflexe (étoile) est connectée à l'artère coronaire droite (flèche blanche) et l'artère interventriculaire antérieure très grêle (flèche noire) est elle-même connectée à l'artère circonflexe.

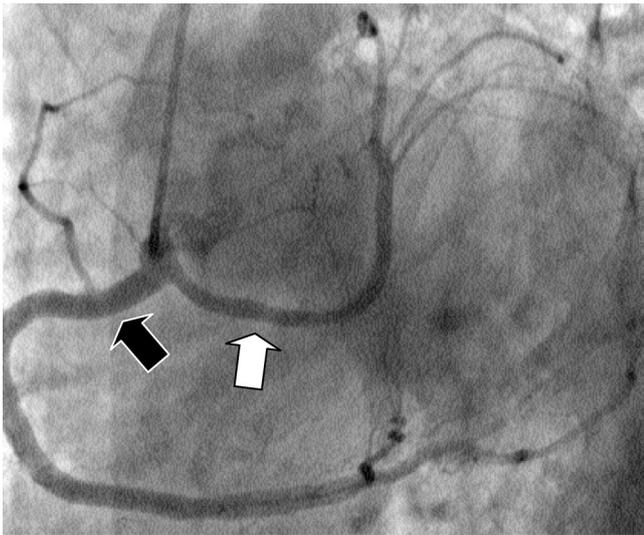


Fig. 4. Image angiographique (incidence oblique antérieure gauche) d'une connexion ectopique de l'artère coronaire gauche (flèche blanche) avec l'artère coronaire droite (flèche noire).

coronaire non ectopique suivant son trajet habituel au niveau des structures cardiaques, et une artère ectopique (coronaire gauche ou coronaire droite) connectée généralement sur les premiers millimètres de l'artère controlatérale (Fig. 4) ou d'une de ses branches. Avec cette définition, l'artère coronaire ectopique a obligatoirement un trajet initial anormal par rapport aux troncs artériels et aux structures cardiaques adjacentes lui permettant de rejoindre son territoire myocardique qui est irrigué par voie antérograde. Le trajet initial anormal peut être défini comme la distance entre la connexion avec l'artère non ectopique et la zone où l'artère ectopique rejoint son territoire myocardique habituel. Ce trajet a une longueur variable selon ses rapports avec les troncs artériels et l'infundibulum pulmonaire. Il existe quatre trajets possibles (Fig. 5) qui sont : i) une course préinfundibulaire qui peut parfois aussi atteindre le tronc pulmonaire,

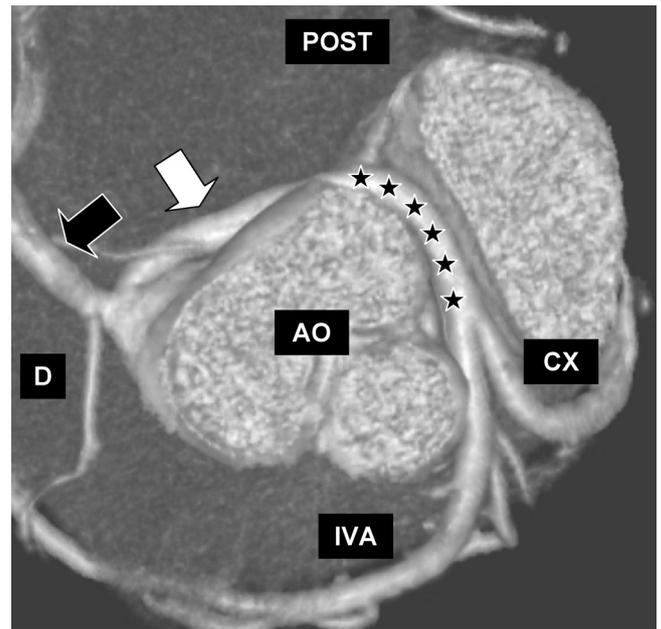


Fig. 6. Image tomographique d'une artère coronaire gauche (flèche blanche) connectée à l'artère coronaire droite (flèche noire) avec un trajet ectopique rétro-aortique et juxtamural (étoiles). AO : aorte ; CX : artère circonflexe ; D : droite ; IVA : artère interventriculaire antérieure ; POST : postérieur.

ii) une course rétroinfundibulaire qui va longer l'infundibulum pulmonaire et le septum sous-aortique, iii) une course pré-aortique, ou iiiii) une course rétroaortique. Généralement, la connexion de l'artère non ectopique comporte un orifice de forme normale avec une angulation entre 45 et 90° avec l'aorte. En cas de course préaortique ou rétroaortique, le trajet de l'artère ectopique est juxtamural à l'aorte (Fig. 6), c'est-à-dire très proche de cette dernière mais sans une media commune. Un trajet intramural, c'est-à-dire avec une media commune à l'aorte et à l'artère ectopique, ne peut théoriquement s'observer avec une artère coronaire ectopique connectée à l'artère controlatérale.

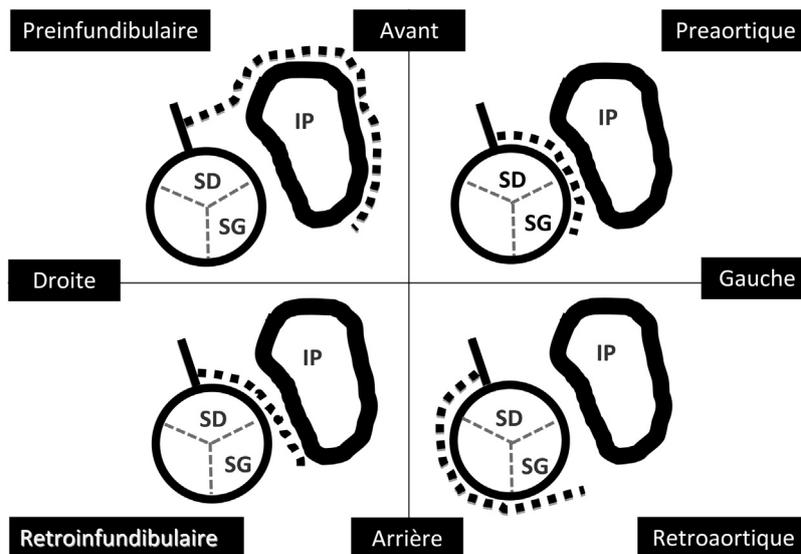


Fig. 5. Représentation schématique des trajets ectopiques possibles (trait en pointillé) d'une artère coronaire gauche connectée à l'artère controlatérale (trait plein). IP : infundibulum pulmonaire ; SD : sinus coronaire droit ; SG : sinus coronaire gauche.

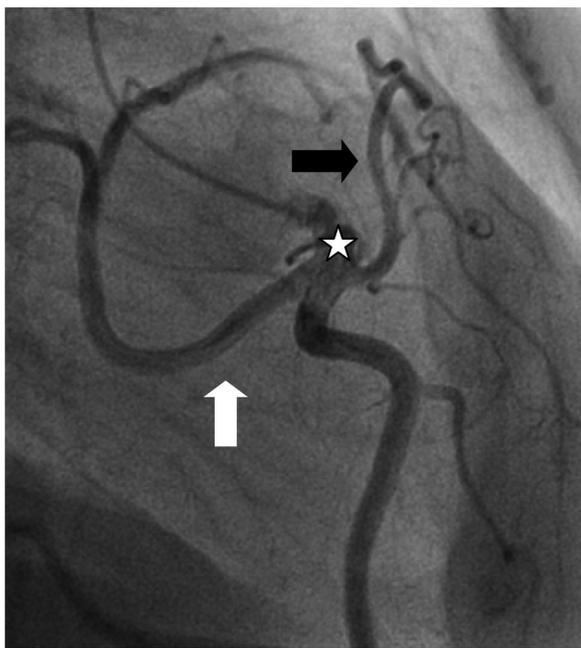


Fig. 7. Image angiographique d'un ostium unique droit (étoile) avec connexion ectopique de l'artère interventriculaire antérieure (flèche noire) et de l'artère circonflexe (flèche blanche) avec l'artère coronaire droite.

Il s'agit d'une anomalie congénitale sans doute un peu moins rare que l'artère coronaire unique, mais dont la prévalence angiographique reste cependant difficile à préciser car peu d'études distinguent les connexions ectopiques avec l'artère controlatérale de celles avec le sinus controlatéral. Dans ce dernier cas, il existe par définition 2 ostia coronaires. On estime généralement que 75 % des connexions proximales ectopiques se font avec dans le sinus controlatéral et 25 % dans l'artère controlatérale. Ce qui pourrait représenter pour ces dernières une prévalence angiographique de l'ordre de 0,04 % parmi la large population citée précédemment [5–13]. Il faut ajouter à ce chiffre les ANOCOR gauches avec une connexion séparée des artères interventriculaire antérieure et circonflexe avec l'artère coronaire droite (Fig. 7). La seule étude qui différencie clairement l'artère coronaire unique de l'artère coronaire ectopique connectée dans l'artère controlatérale retrouve une prévalence de 0,046 % pour cette dernière [4]. Les connexions ectopiques avec l'artère controlatérale concernent plus l'artère coronaire gauche que l'artère coronaire droite [4]. Le diagnostic angiographique d'une artère coronaire ectopique connectée à l'artère controlatérale est généralement aisé mais le trajet précis par rapport aux troncs artériels peut être source d'erreurs d'interprétation malgré la confrontation angiographique des angulations du trajet ectopique dans deux incidences radiologiques orthogonales [14]. Parfois, il est difficile de distinguer deux ostia contigus d'un ostium coronaire commun. Aussi, l'imagerie en coupe est devenue l'examen de référence dans ce domaine surtout pour distinguer un trajet préaortique d'un trajet rétrofundibulaire, trajets encore trop souvent assimilés ou confondus. Lors d'un trajet préaortique, l'artère ectopique va passer très près de la connexion habituelle de l'ostium absent, alors que lors d'un trajet rétrofundibulaire, l'artère ectopique

reste à distance de la connexion habituelle de l'ostium absent (Fig. 5). Dans la forme anatomique définie dans cet article, une artère coronaire ectopique connectée à l'artère controlatérale peut être associée à des événements cardiaques graves dont la mort subite. Cependant, ce risque ne concerne d'après les séries rétrospectives, le plus souvent anatomiques, que la forme avec un trajet préaortique [15]. Les trajets préfundibulaire, rétrofundibulaire ou rétroaortique ne doivent donc pas être considérés comme des anatomies à risque. Les formes symptomatiques sont probablement exceptionnelles eu égard à la rareté des ANOCOR avec une connexion dans l'artère controlatérale et associées à un trajet proximal préaortique. Cependant, elles doivent être parfaitement identifiées en raison des risques inhérents dont celui de la mort subite qui peut être le premier symptôme.

Les événements cardiaques graves surviennent en général chez des adolescents ou des adultes jeunes le plus souvent au cours d'efforts physiques intenses et plus particulièrement sportifs [16]. La mort subite est vraisemblablement en rapport avec une fibrillation ventriculaire. Une séquelle d'infarctus transmural est rarement notée dans les séries post-mortem, en revanche des zones de fibrose pouvant correspondre à des phénomènes d'ischémie répétitive chronique ont été observées chez les jeunes athlètes décédés de mort subite [17]. Cette ischémie chronique est rarement dépistée par les techniques habituelles et donc reste longtemps silencieuse. Son mécanisme reste incertain. La compression extrinsèque de l'artère ectopique par l'artère pulmonaire au cours d'un effort extrême, longtemps présentée comme un mécanisme probable, n'a jamais été clairement démontrée. Par ailleurs, l'imagerie en coupe montre de manière explicite que le trajet préaortique dit à risque est souvent plus proche de l'infundibulum pulmonaire que du tronc de l'artère pulmonaire (Fig. 8). Chose importante, ce risque cardiaque rapporté dans la littérature doit être pondéré par le fait que les publications ne font pas toujours une différence entre une course préaortique sans un trajet intramural (qui correspond aux connexions ectopiques dans l'artère controlatérale) et une course préaortique avec un trajet intramural (qui correspond à certaines connexions ectopiques dans le sinus controlatéral). Pour ces dernières, il est aisé de comprendre une réduction brutale et importante du flux artériel dans des conditions hémodynamiques et mécaniques extrêmes en raison d'anomalies anatomiques comme la déformation ellipsoïdale de l'ostium et du segment initial intramural. La question de savoir si la course préaortique avec trajet intramural et la course préaortique sans trajet intramural exposent aux mêmes risques mérite d'être posée.

Les seules recommandations disponibles sont nord-américaines et conseillent une correction chirurgicale (grade I-B) de toutes les ANOCOR gauches avec un trajet préaortique, indépendamment de l'existence d'une ischémie myocardique documentée, et des ANOCOR droites avec un trajet préaortique et associées à une ischémie myocardique documentée [18]. Ces recommandations, qui ne reposent pas sur des études contrôlées, ne font pas la différence entre les ANOCOR avec un trajet intramural et les ANOCOR sans un trajet intramural. Pour ces dernières, et particulièrement celles avec une coronaire gauche ectopique, une réimplantation coronaire au niveau du sinus habituel peut être problématique du fait de la position proche du tronc

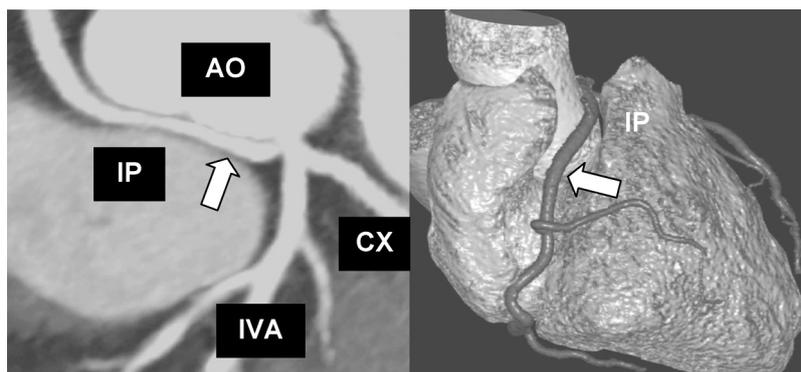


Fig. 8. Images tomographiques d'une artère coronaire droite (flèche noire) connectée l'artère coronaire gauche avec un trajet ectopique préaortique juxtamural. AO : aorte ; CX : artère circonflexe ; IP : infundibulum pulmonaire ; IVA : artère interventriculaire antérieure.

pulmonaire, et une technique de type unroofing n'est pas envisageable en raison de l'absence de trajet intramural. La solution thérapeutique la plus utilisée est alors une revascularisation par pontages artériels du territoire myocardique sous la dépendance de l'artère ectopique. Ce type de traitement peut exposer au risque d'involution précoce des conduits artériels du fait de l'absence de réduction importante du flux artériel à l'état basal dans l'artère ectopique. Ces considérations expliquent que les registres montrent généralement des pratiques peu en adéquation avec les recommandations, en particulier pour une population d'adultes jeunes où l'ANOCOR peut être découverte fortuitement [19].

6. Conclusion

L'artère coronaire unique et l'artère coronaire ectopique connectée à l'artère controlatérale font partie des nombreuses formes d'ANOCOR avec une prévalence angiographique respective de l'ordre de 2 et 5 pour 10 000 coronarographies. Du fait du nombre de procédures réalisées annuellement en France (plus de 300 000 coronarographies) et du développement de l'imagerie en coupe, un praticien peut être confronté épisodiquement à ces anomalies congénitales. On peut identifier la coronaire unique par la seule coronarographie et vérifier l'absence de trajet initial ectopique éventuellement par une imagerie en coupe. Cette ANOCOR ne doit pas être classée dans les formes anatomiques à haut risque au contraire de l'artère coronaire ectopique avec une connexion dans l'artère controlatérale dont le trajet initial va être toujours anormal. Une confrontation avec l'imagerie en coupe est alors recommandée afin d'identifier clairement la forme anatomique avec un trajet préaortique, la seule considérée aujourd'hui comme à risque d'événements cardiaques graves. Malgré des recommandations assez directives pour une correction chirurgicale de la forme anatomique avec un trajet préaortique, les pratiques individuelles restent peu interventionnistes. Une confrontation rare avec ce type d'ANOCOR, une absence de centres de référence dans ce domaine, une littérature encore peu fournie en études avec des larges cohortes, et la non différenciation entre les formes anatomiques avec ou sans trajet intramural peuvent expliquer ces constatations. Cela souligne l'importance de réaliser de larges

études multicentriques prospectives avec un suivi conséquent pour fournir aux praticiens concernés des données valides sur l'impact d'une correction d'une ANOCOR dite à haut risque et sur le bien fondé de respecter les autres formes anatomiques dites à faible risque. C'est l'ambition de l'étude observationnelle prospective ANOCOR (www.sfcario.fr) conduite sous l'égide du GACI, groupe de travail de la Société française de cardiologie, et qui réunira une cohorte de 450 adultes ayant une ANOCOR.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Financement : ce travail a reçu un financement du GACI (Groupe Athérome et cardiologie interventionnelle), groupe de travail de la Société française de cardiologie.

Références

- [1] Aubry P, Halna du Fretay X, Calvert PA, Dupouy P, Hyafil F, Laissy J-P, et al. Proximal anomalous connections of coronary arteries in adults. In: Rao PS, editor. *Congenital heart disease: selected aspects*. Intech. 2012 [www.intechopen.com/books/congenital-heart-disease-selected-aspects/proximal-anomalousconnections].
- [2] Ando K, Nakajima Y, Yamagishi T, Yamamoto S, Nakamura H. Development of proximal coronary arteries in quail embryonic heart. Multicapillaries penetrating the aortic sinuses fuse to form main coronary trunk. *Circ Res* 2004;94:346–52.
- [3] Massoudy P, Baltalarli A, de Leval M, Cook A, Neudorf U, Derrick G, et al. Anatomic variability in coronary arterial distribution with regard to the arterial switch procedure. *Circulation* 2002;106:1980–4.
- [4] Desmet W, Vanhaecke J, Vrolix M, Van de Werf F, Piessens J, Willems J, et al. Isolated single coronary artery: a review of 50 000 consecutive coronary angiographies. *Eur Heart J* 1992;13:1632–40.
- [5] Angelini P, Villason S, Chan C, Diez J. Normal and anomalous coronary arteries in humans. In: Angelini P, editor. *Coronary artery anomalies: a comprehensive approach*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
- [6] Aydinlar A, Cicek D, Sentruk T, Gemici K, Serdar O, Kazazoglu A, et al. Primary congenital anomalies of the coronary arteries: a coronary arteriographic study in western Turkey. *Int Heart J* 2005;46:97–103.
- [7] Cielsinski G, Rappich B, Kober G. Coronary anomalies: incidence and importance. *Clin Cardiol* 1993;16:711–5.

- [8] Garg N, Tewari S, Kapoor A, Gupta D, Sinha N. Primary congenital anomalies of the coronary arteries: a coronary arteriographic study. *Int J Cardiol* 2000;74:39–46.
- [9] Kardos A, Babai L, Rudas L, Gaal T, Horvath T, Talosi L, et al. Epidemiology of congenital coronary artery anomalies: a coronary arteriography study on a central European population. *Cath Cardiovasc Interv* 1997;42:270–5.
- [10] Ouali S, Neffeti E, Sendid K, Elghoul K, Remedi F, Boughzela E. Congenital anomalous aortic origins of the coronary arteries in adults: a Tunisian coronary arteriography study. *Arch Cardiovasc Dis* 2009;102:201–8.
- [11] Rigatelli G, Docali G, Rossi P, Bovolon D, Rossi D, Bandello A, et al. Congenital coronary artery anomalies angiographic classification revisited. *Int J Cardiovasc Imaging* 2003;19:361–6.
- [12] Tuncer C, Batyraliev T, Yilmaz R, Gokce M, Eryonucu B, Koroglu S. Origin and distribution anomalies of the left anterior descending artery in 70,850 adult patients: multicenter data collection. *Cathet Cardiovasc Interv* 2006;68:574–85.
- [13] Yamanaka O, Hobbs R. Coronary artery anomalies in 126,595 patients undergoing coronary arteriography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1990;21:28–40.
- [14] Aubry P, Joudinaud T, Hyafil F. Anomalous origin of coronary arteries in adults. *Ann Cardiol Angeiol* 2008;57:327–34.
- [15] Virmani R, Burke A, Farb A. Sudden cardiac death. *Cardiovasc Pathol* 2001;10:211–8.
- [16] Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes. Analysis of 1866 deaths in the United States, 1980–2006. *Circulation* 2009;119:1085–92.
- [17] Basso C, Maron BJ, Corrado D, Thiene G. Clinical profile of congenital coronary artery anomalies with origin from the wrong aortic sinus leading to sudden death in young competitive athletes. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:1493–501.
- [18] Warnes C, Williams R, Bashore T, Child J, Connolly H, Dearani J, et al. ACC/AHA 2008 guidelines for the management of adults with congenital heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines on the management of adults with congenital heart disease). Developed in collaboration with the American Society of Echocardiography, Heart Rhythm Society, International Society for Adult Congenital Heart Disease, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:e143–263.
- [19] Brothers J, Gaynor JW, Paridon S, Lorber R, Jacobs M. Anomalous aortic origin of a coronary artery with an interatrial course: understanding current management strategies in children and young adults. *Pediatr Cardiol* 2009;30:911–21.