

5

LES TECHNIQUES DE CATHÉTÉRISME DES CONNEXIONS CORONAIRES ANORMALES

Pierre Aubry, Xavier Halna du Fretay

ARGUMENT

Parmi les ANOMalies CORonaires (ANOCOR) congénitales, les connexions coronaires anormales (CCA) sont les plus fréquentes avec une prévalence angiographique proche de 0,8 % avec la coronarographie sélective (1). Le cathétérisme sélectif d'une CCA proximale peut être complexe avec des conséquences sur la durée de scopie, la quantité de produit de contraste administré et le nombre de sondes utilisées (2). Les raisons en sont : une anomalie non connue, une recherche à l'aveugle de l'artère coronaire non retrouvée dans sa position normale ou des difficultés spécifiques à certaines CCA. Il peut s'ajouter parfois une connaissance insuffisante de ces anomalies pouvant conduire à un diagnostic erroné ou incomplet (3). On connaît mieux ce que l'on a déjà vu. Ces difficultés peuvent interférer sur le déroulement de la procédure avec des effets néfastes pour le patient. La littérature est pauvre pour décrire les techniques de cathétérisme des CCA. Nous aborderons les CCA par leur fréquence estimée avec le registre ANOCOR (4), en rappelant certaines particularités anatomiques. Nous nous servirons d'images de scanner coronaire pour expliquer les mouvements des sondes. La première partie de ce chapitre fournit, lorsque cela est possible, une stratégie pour améliorer le taux de succès du cathétérisme diagnostique. La deuxième partie est consacrée à la place de l'imagerie endocoronaire et de l'évaluation physiologique coronaire au cours du cathétérisme.

Dans une dernière partie, la problématique de l'angioplastie des CCA est abordée.

I. STRATÉGIES DE CATHÉTÉRISME DIAGNOSTIQUE

Une bonne pratique, lorsqu'une artère coronaire n'est pas visualisée à son emplacement habituel, est de passer à l'artère controlatérale, puis de réaliser si besoin une aortographie, avant de tester des sondes plus adaptées pour l'artère coronaire ectopique. S'il est possible dans la grande majorité de cathétériser une CCA par voie radiale, il faut savoir passer à la voie fémorale en cas d'abord brachial hostile qui va accentuer les difficultés.

CONNEXIONS ECTOPIQUES DE L'ARTÈRE CIRCONFLEXE (CX)

De manière quasi constante, la connexion se situe dans l'artère coronaire droite ou le sinus droit, avec un trajet initial exclusivement rétro-aortique. En cas de connexion dans l'artère coronaire droite, elle se situe sur la face inférolatérale droite de cette dernière, et en cas de connexion dans le sinus droit, au-dessous et à droite de l'ostium droit avec un trajet initial descendant (**Figure 1**). La connexion dans l'artère coronaire droite expose au risque de méconnaître l'artère Cx en cas de canulation coronaire droite très sélective, car la connexion est toujours proche de l'ostium (**Figure 2**). L'anomalie doit être suspectée

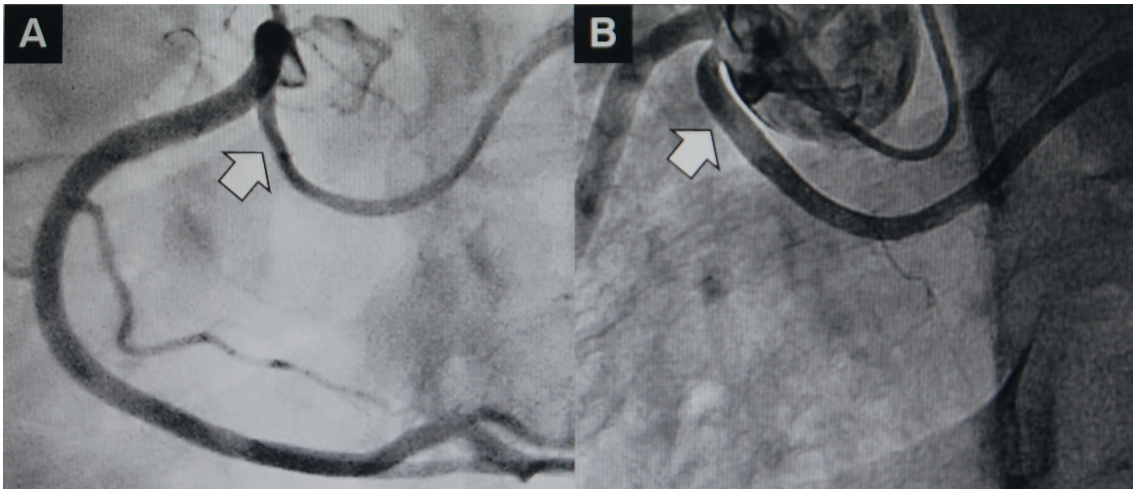


Figure 1. Opacification d'une artère circonflexe (flèche blanche) connectée dans l'artère coronaire droite (panel A) et dans le sinus droit au-dessous de l'ostium droit (panel B).

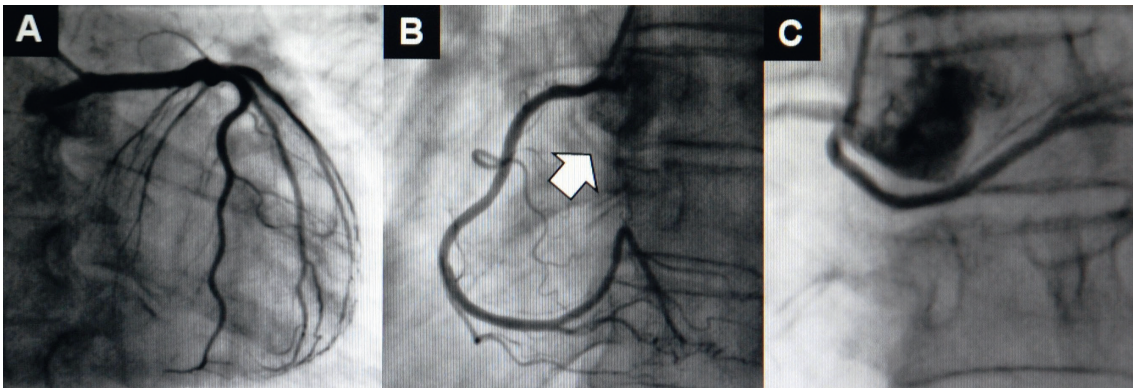


Figure 2. Connexion de l'artère circonflexe dans l'artère coronaire droite proximale. Opacification coronaire gauche (panel A). Opacification coronaire droite avec cathétérisme très sélectif et visualisation d'un fantôme (flèche blanche) de l'artère circonflexe (panel B). Opacification plus sélective de l'artère circonflexe avec une sonde MP (panel C).

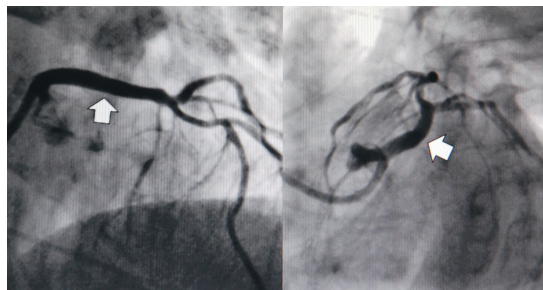


Figure 3. Opacification d'une coronaire gauche avec un segment proximal anormalement long et sans branches collatérales (flèche blanche) évocateur d'une connexion ectopique de l'artère circonflexe.

si le territoire circonflexe n'est pas visualisé lors de l'opacification coronaire gauche (**Figure 3**). Le diagnostic différentiel est une connexion séparée de l'artère interventriculaire antérieure (IVA) dans le sinus gauche, dite en canon de fusil, simple variante anatomique. Pour opacifier l'artère Cx connectée dans l'artère coronaire droite, un retrait de l'ostium droit et une rotation horaire de la sonde JR habituelle doivent être effectués (**Figure 4**). La sonde JR peut être adaptée en cas de connexion dans le sinus droit (**Figure 5**).

Une sonde MP, s'adaptant au trajet descendant (**Figure 6**), est parfois utile en appliquant une rotation horaire par rapport à l'ostium droit et une poussée de la sonde au-dessous de ce dernier.

CONNEXIONS ECTOPIQUES DE L'ARTÈRE CORONAIRE DROITE

Dans près de 90 % des cas, la connexion se situe dans le sinus gauche proche de l'ostium coronaire gauche, au niveau aortique de ce dernier et avec un

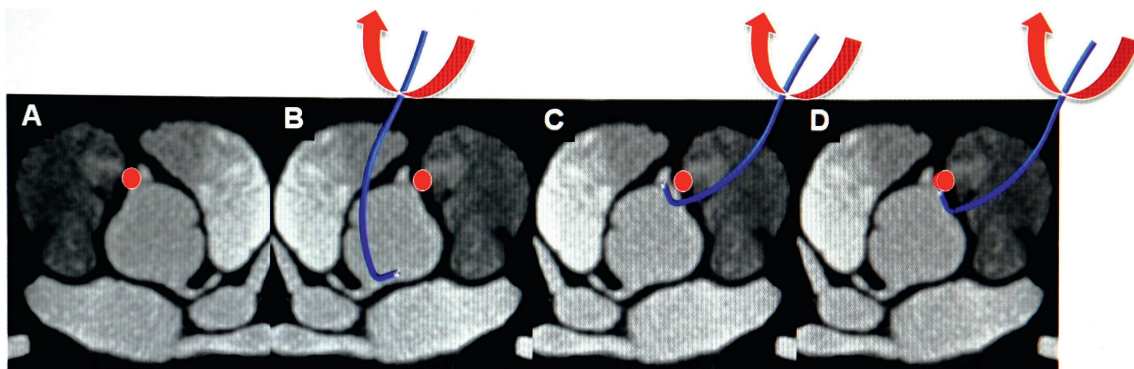


Figure 4. Technique de cathétérisme d'une artère circonflexe (point rouge) connectée dans l'artère coronaire droite proximale. Image tomographique (panel A). Images tomographiques inversées (vues par le coronarographe) avec mouvement habituel de sonde JR (rotation horaire) pour cathétérer l'artère coronaire droite (panels B et C). Retrait de l'ostium droit et poursuite de la rotation horaire pour cathétérer l'artère circonflexe ectopique (panel D).

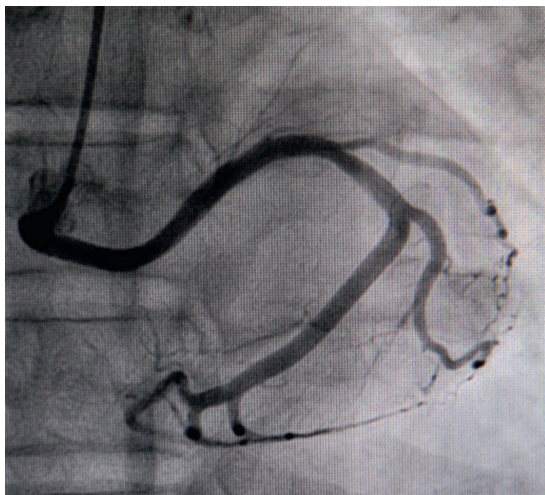


Figure 5. Cathétérisme sélectif avec une sonde JR4 d'une artère circonflexe connectée dans le sinus droit.

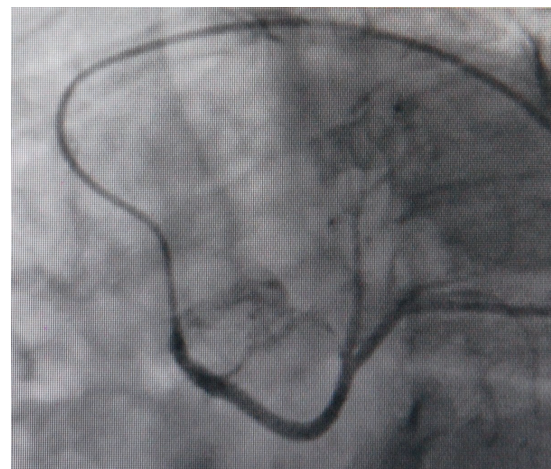


Figure 6. Cathétérisme sélectif avec une sonde MP d'une artère circonflexe connectée dans le sinus droit.

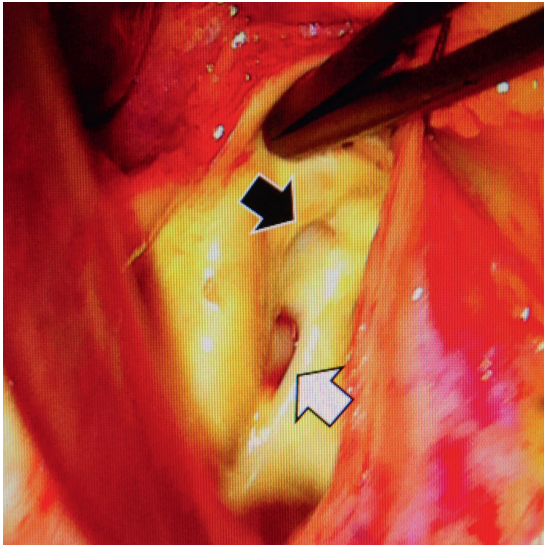


Figure 7. Aspect peropératoire d'une connexion de l'artère coronaire droite dans le sinus gauche. Aspect en fente de l'ostium droit (flèche noire) situé près de l'ostium gauche (flèche blanche).



Figure 8. Injection non sélective avec une sonde AL visualisant le tronc commun (flèche noire) et la coronaire droite connectée dans le sinus gauche (flèche blanche).

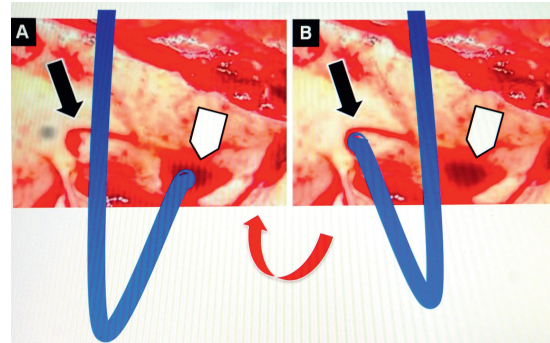


Figure 9. Technique de cathétérisme d'une artère coronaire droite (flèche noire) connectée dans le sinus gauche. Cathétérisme du tronc commun (flèche blanche) avec une sonde AL (panel A). Mouvement avec rotation horaire de la sonde AL pour la placer devant l'ostium droit ectopique (panel B).

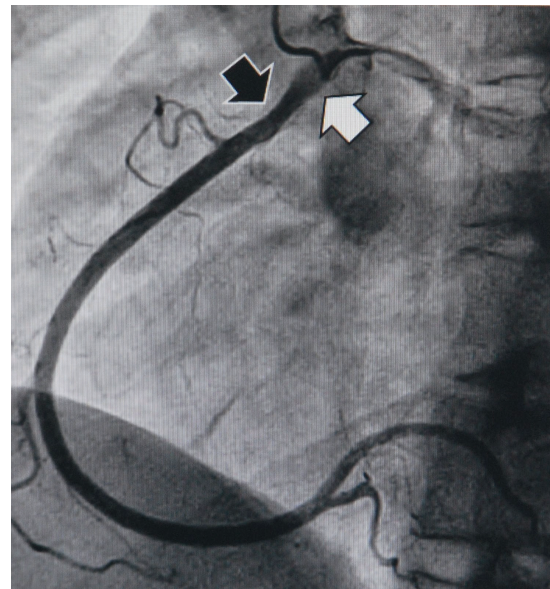


Figure 10. Aspect angiographique en incidence oblique antérieure gauche d'une connexion de l'artère coronaire droite dans le sinus gauche. Aspect évasé avec hypodensité endoluminale ostiale (flèche blanche) évocateur d'un passage intramural aortique. Aspect modérément rétréci proximal (flèche noire) lié au trajet interartériel.

trajet initial préaortique (appelé aussi interartériel) souvent associé à un passage intramural aortique (1). La déformation ostiale due à une pénétration aortique tangentielle rend difficile un cathétérisme sélectif (**Figure 7**). La recherche de l'artère coronaire droite débute par le repérage et le cathétérisme de l'ostium gauche par une sonde AL 1 ou AL 2 (selon la taille du patient) en première intention, puis par une rotation horaire et un mouvement de poussée de la sonde pour sortir de l'ostium gauche, permettant une opacification non sélective des deux coronaires avec la même sonde (**Figure 8**). La poursuite d'une rotation horaire très douce de la sonde permet d'améliorer l'opacification. Il est primordial à ce stade de n'effectuer que de très petits mouvements de rotation. Le bout de la sonde fait plus ou moins face à l'ostium et l'appui est généralement médiocre (**Figure 9**). Une vue en incidence oblique antérieure gauche (40°) montre un élargissement de la partie proximale de l'artère avec une hypodensité du produit de contraste correspondant à la déformation artérielle ellipsoïde (forme en fente) (**Figure 10**). Une incidence oblique antérieure droite, si besoin poussée à 45°, est fondamentale pour mettre en évidence une déformation ostiale et juxta-ostiale pouvant correspondre à un passage intramural aortique avec aspect effilé caractéristique (**Figure 11**). Le degré de rétrécissement angiographique à ce niveau peut varier entre 20 et 80 %. L'utilisation d'un cathéter-guide améliore la stabilisation avec la mise en

place d'un guide d'angioplastie permettant une opacification de meilleure qualité, ainsi qu'une évaluation par imagerie endocoronaire (ultrasons plutôt que rayonnement laser) parfois utile pour confirmer ou infirmer un passage intramural aortique. La présence de quatre mains peut être utile avec un premier opérateur qui maintient le cathéter-guide face à l'ostium et un deuxième opérateur qui met en place un guide dans l'artère ectopique. Certaines sondes AL avec une extrémité distale plus longue peuvent être utiles (**Figure 12**). Des cathéters dédiés ou modifiés ont été proposés pour cathétériser une CCA droite mais sans une commercialisation prolongée (5-6). Une sonde JL permet parfois un cathétérisme ostial droit mais cela apparaît aléatoire et plus l'effet du hasard que d'une recherche maîtrisée. L'utilisation de cathéter-guides CLS, EBU ou XB est une alternative aux sondes AL (**Figure 13**). La sonde JR n'est pas

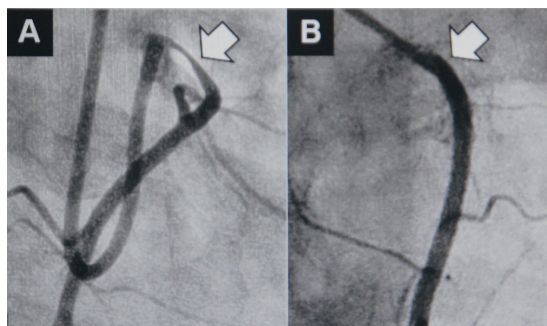


Figure 11. Connexions coronaires droites dans le sinus gauche (incidence oblique antérieure droite). Aspect effilé proximal (flèche blanche) évocateur d'un passage intramural aortique (panel A). Aspect non effilé proximal (flèche blanche) évocateur d'une absence de passage intramural aortique (panel B).

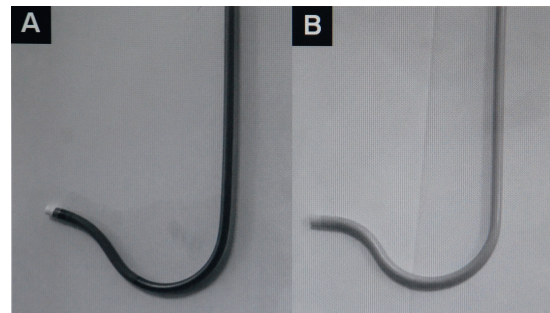


Figure 12. Cathéter-guide AL Launcher, Medtronic (panel A) et cathéter-guide AL Adroit, Cordis (panel B) avec un segment horizontal distal plus long pour ce dernier.

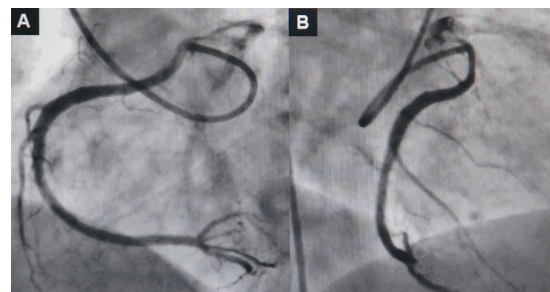


Figure 13. Cathétérisme semi-sélectif d'une artère coronaire droite connectée dans le sinus gauche avec un cathéter-guide extra-back-up (EBU). Incidence oblique antérieure gauche (panel A) et incidence oblique antérieure droite (panel B).

adaptée pour une CCA droite dans le sinus gauche. La connexion de l'artère coronaire droite se situe rarement dans le tronc commun (Figure 14). Il n'y a pas de difficulté technique à opacifier le réseau droit, mais cette anomalie peut être méconnue en cas de cathétérisme gauche très sélectif. Le trajet initial est toujours préaortique mais sans passage intramural aortique généralement. La connexion de l'artère coronaire droite dans l'artère IVA est également très rare. Elle se situe à la partie moyenne de l'artère IVA avec un trajet initial toujours prépulmonaire (Figure 15). De manière exceptionnelle, la connexion peut se faire dans le sinus postérieur, proche de la commissure commune avec le sinus gauche, et accessible plutôt par une sonde JL. Le trajet initial est alors rétroaortique. Moins rarement, la connexion peut être située dans l'aorte ascendante (> 5 mm de la jonction sinotubulaire) sur la face antérieure de l'aorte, au-dessus du sinus droit ou du sinus gauche (proche du niveau de la commissure droite-gauche) avec souvent un aspect en entonnoir entre l'aorte et l'ostium (Figure 16). La recherche de ce type de connexion se fait dans

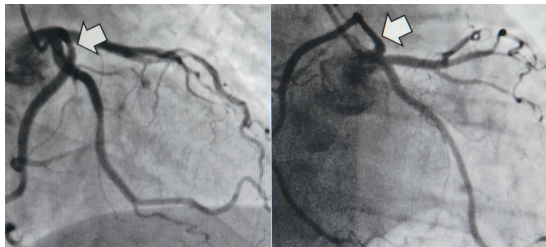


Figure 14. Connexion de l'artère coronaire droite (flèche blanche) dans le tronc commun avec un trajet préaortique.

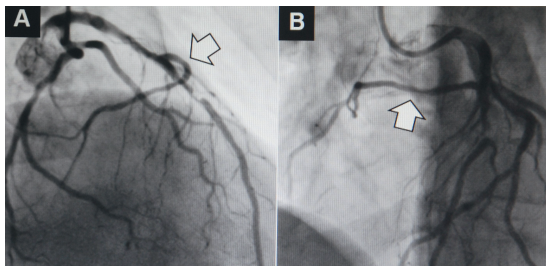


Figure 15. Connexion de l'artère coronaire droite (flèche blanche) dans l'artère interventriculaire antérieure moyenne (panel A). Long trajet ectopique (flèche blanche) prépulmonaire (panel B).

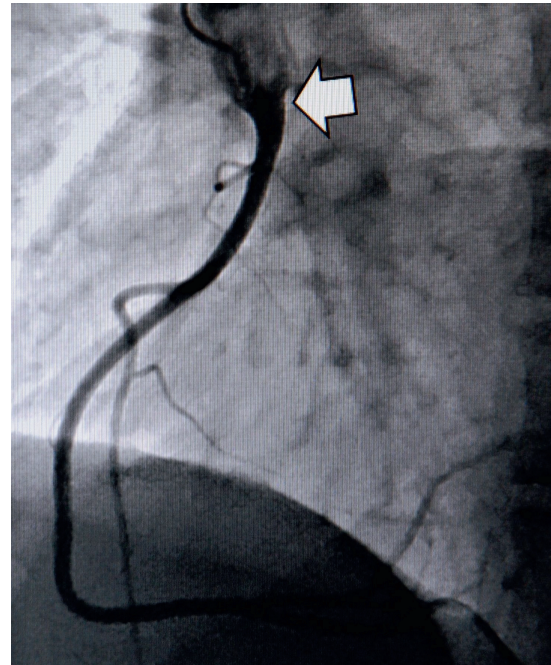


Figure 16. Opacification avec sonde AL d'une connexion de l'artère coronaire droite dans l'aorte tubulaire au-dessus du sinus aortique droit. A noter l'aspect habituel en entonnoir de l'ostium (flèche blanche).

l'aorte tubulaire, au mieux avec une sonde AL ou MP en appliquant une rotation généralement anti-horaire. En cas de connexion au-dessus du sinus gauche, le trajet initial est interartériel avec de rares cas décrits de passage intramural aortique.

CONNEXIONS ECTOPIQUES DU TRONC COMMUN OU DE L'ARTÈRE INTERVENTRICULAIRE ANTÉRIEURE

La connexion peut se situer dans l'artère coronaire droite, ne posant pas de problème technique particulier (Figure 17). Mais comme précédemment précisé pour l'artère Cx, elle peut être méconnue en cas de cathétérisme coronaire droit très sélectif. Le trajet ectopique initial peut être alors prépulmonaire (un tiers des cas), rétopulmonaire (un tiers des cas) ou rétroaortique (un tiers des cas). Lorsque la connexion est située dans le sinus droit, un autre trajet, rare chez l'adulte, est possible (7) : le trajet

préaortique (appelé aussi interartériel) (Figure 18). Pour les trajets prépulmonaires et rétopulmonaires, le cathétérisme sélectif de l'artère ectopique se fait après un repérage de la coronaire droite avec une sonde JR, puis avec un retrait et une rotation antihoraire (Figure 19). Pour le trajet rétroaortique, la technique est identique à celle utilisée pour l'artère Cx ectopique avec un retrait de l'ostium droit

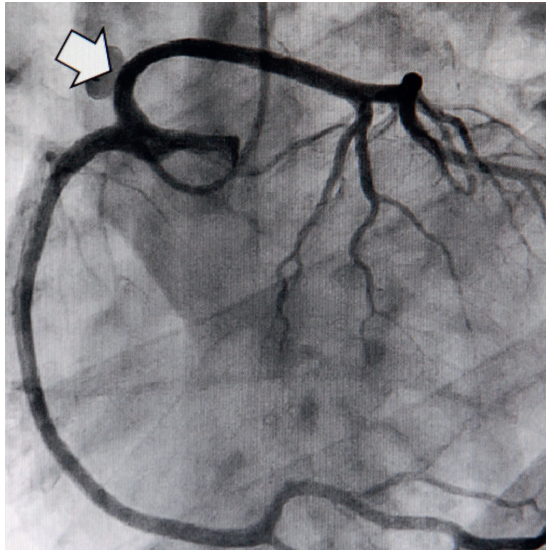


Figure 17. Opacification avec une sonde AL d'une connexion du tronc commun (flèche blanche) dans l'artère coronaire droite proximale.

et une rotation horaire de la sonde JR. Pour un trajet rétopulmonaire et rétroaortique, une sonde MP peut être utile (Figure 20). Contrairement à l'artère coronaire droite, le cathétérisme du tronc commun ou de l'artère IVA avec un trajet préaortique est parfois plus aisé car l'ostium est souvent

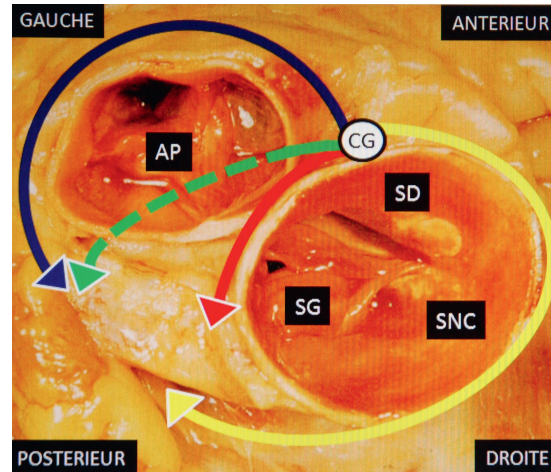


Figure 18. Trajets possibles d'un tronc commun ou d'une artère interventriculaire antérieure (CG) en cas de connexion dans l'artère coronaire droite ou le sinus droit (SD) : trajet prépulmonaire en bleu, trajet rétopulmonaire en vert, trajet préaortique (ou interartériel) en rouge, et trajet rétroaortique en jaune. AP : artère pulmonaire ; SG : sinus gauche ; SNC : sinus non coronaire.

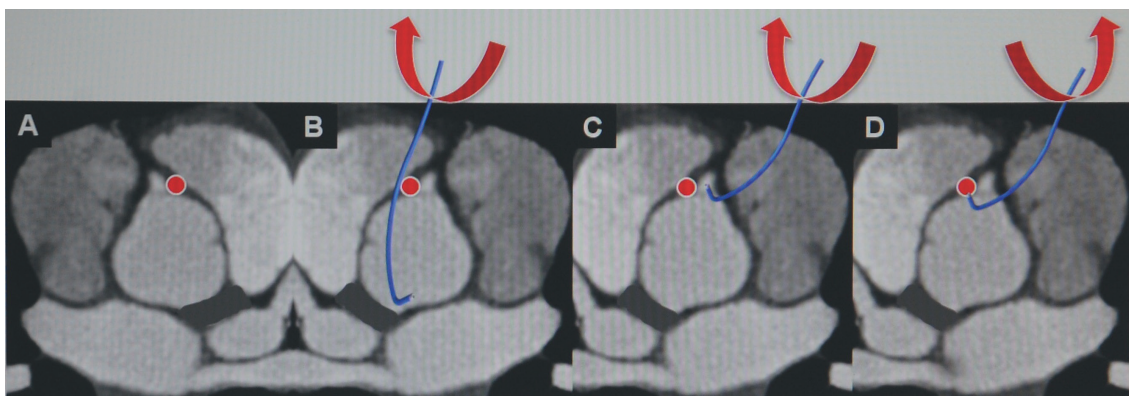


Figure 19. Technique de cathétérisme d'un tronc commun ou d'une artère interventriculaire antérieure (point rouge) connectée dans l'artère coronaire droite proximale. Image tomographique (panel A). Image tomographique inversée (vue par le coronarographe) avec mouvement habituel de sonde JR (rotation horaire) pour cathétériser l'artère coronaire droite (panels B et C). Retrait de l'ostium droit avec une rotation antihoraire pour cathétériser l'artère ectopique (panel D).

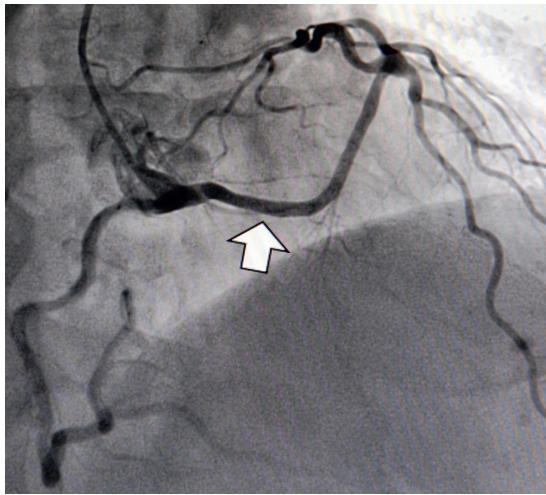


Figure 20. Cathétérisme avec une sonde MP d'un tronc commun (flèche blanche) connecté dans le sinus droit avec un trajet rétopulmonaire.

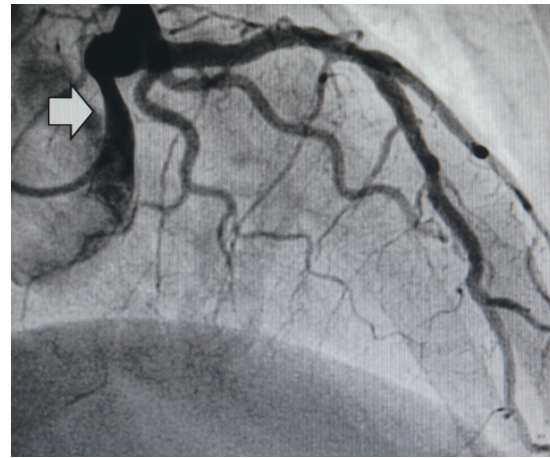


Figure 21. Incidence oblique antérieure droite d'un tronc commun (flèche blanche) connecté dans le sinus droit avec un trajet préaortique (ou interartériel). À noter un trajet très ascendant du tronc commun.

moins déformé. Une sonde JR ou JL est généralement adaptée (**Figure 21**). Avant le développement du scanner coronaire qui règle maintenant la question, des signes (**Tableau I**) ont été identifiés (**Figure 22**) permettant, lors de la seule coronarographie, de différencier les quatre trajets possibles (8). La présence d'une artère septale sur le segment ectopique est pathognomonique d'un trajet rétopulmonaire (**Figure 23**). La connexion du tronc commun dans l'aorte ascendante (> 5 mm de la jonction sinotubulaire) est très rare, et elle est située au-dessus du sinus gauche ou de la commissure droite-gauche (**Figure 24**). La recherche de ce type de connexion se fait au mieux avec une sonde JL ou AL. En cas de connexion au-dessus de la commissure droite-gauche, le trajet initial est interartériel avec de rares cas décrits de passage intramural

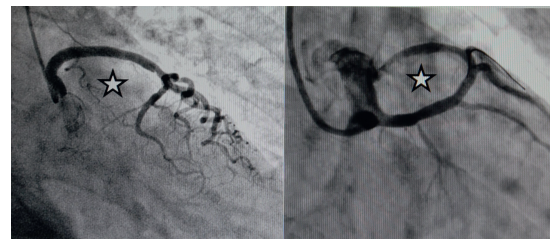


Figure 22. Connexions du tronc commun dans le sinus droit avec un trajet prépulmonaire (panel A) et un trajet rétopulmonaire (panel B) avec le signe de l'œil (étoile blanche).

aortique. Plusieurs connexions ectopiques peuvent se rencontrer chez un même patient, obligeant à l'utilisation de plusieurs sondes (**Figure 25**).

Tableau I. Signes permettant lors de la coronarographie d'identifier le trajet ectopique d'une connexion anormale du tronc commun ou de l'artère interventriculaire antérieure.

Trajet ectopique	Longueur	Sinuosités	Septale visible	Incidence OAD	Incidence OAG	Signe de l'œil
prépulmonaire	très allongé	possible	non	trajet ascendant	–	oui
rétopulmonaire	assez allongé	non	oui	–	trajet descendant	oui
préaortique (ou interartériel)	modérément allongé	non	non	trajet ascendant	–	non
rétraoartique	très allongé	non	non	–	trajet descendant	non

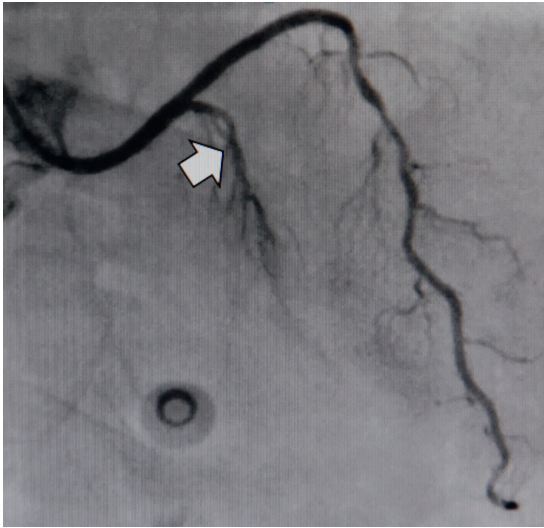


Figure 23. Opacification avec une sonde JR4 d'une artère interventriculaire antérieure connectée dans le sinus droit avec un trajet rétropulmonaire. Présence d'une artère septale (flèche blanche) sur le trajet ectopique.

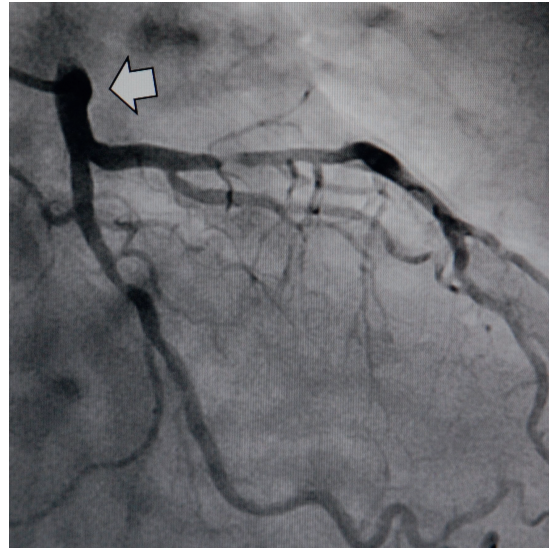


Figure 24. Connexion du tronc commun (flèche blanche) dans l'aorte tubulaire au-dessus du sinus gauche. À noter le trajet vertical inhabituel en incidence oblique antérieure droite.

AUTRES CONNEXIONS CORONAIRES ANORMALES

Elles sont exceptionnelles mais elles doivent être connues pour ne pas être pris au dépourvu devant une imagerie inhabituelle. L'artère coronaire unique a une définition précise et elle ne doit pas être confondue avec les autres CCA ayant un ostium unique (9). L'artère coronaire unique a également un seul ostium mais il n'existe pas de trajet initial anormal car l'artère sans ostium chemine dans les sillons intercavitaires cardiaques avec un remplissage rétrograde par l'artère controlatérale (**Figure 26**). Le cathétérisme ne pose pas de problème particulier et il ne faut pas être surpris du caractère souvent hypoplasique de l'artère receveuse. La connexion ectopique dans l'artère pulmonaire (tronc commun, artère IVA ou artère coronaire droite, généralement, ou artère Cx exceptionnellement) mérite une analyse spécifique. L'artère controlatérale est toujours dilatée avec des connexions visibles vers l'artère ectopique qui est également dilatée (**Figure 27**). La visualisation angiographique de l'ostium ectopique dans le tronc pulmonaire est souvent difficile. Il n'est pas indiqué de cathétériser l'ostium

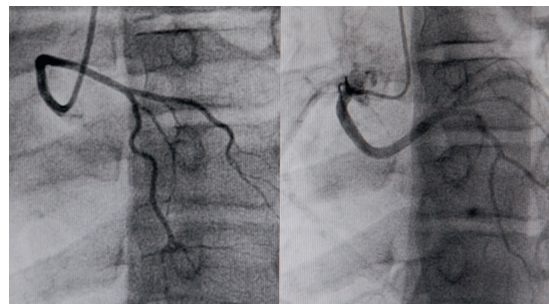


Figure 25. Connexions ectopiques de l'artère interventriculaire antérieure (panel A) et de l'artère circonflexe (panel B) dans le sinus droit chez un même patient. Opacification de l'artère interventriculaire antérieure avec une sonde JR. Opacification de l'artère circonflexe avec une sonde AL.

ectopique par voie pulmonaire en raison du flux rétrograde qui gêne les injections. Il n'est pas utile de réaliser une oxymétrie pulmonaire car il ne s'agit pas d'une fistule coronaropulmonaire. L'opacification de l'artère ectopique via l'artère controlatérale peut nécessiter un cathéter-guide pour une administration plus importante de produit de contraste iodé, ou même une aortographie.

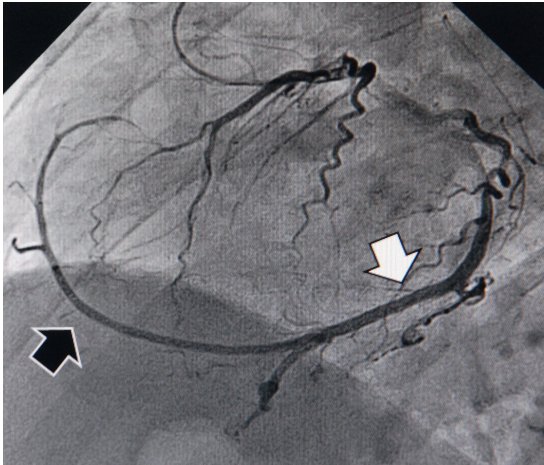


Figure 26. Coronaire unique avec un ostium gauche et une artère coronaire droite (flèche noire) connectée à l'artère circonflexe (flèche blanche). À noter un remplissage rétrograde de l'artère coronaire droite.

II. ÉVALUATION MORPHOLOGIQUE ET PHYSIOLOGIQUE CORONAIRE

Environ un tiers des CCA diagnostiquées chez l'adulte sont identifiées à risque d'ischémie myocardique, de troubles du rythme ventriculaire soutenus ou de mort subite (10). Les formes concernées sont essentiellement les CCA avec un trajet initial préaortique (appelé aussi interartériel). Le risque absolu de mort subite est très faible, surtout en cas de CCA droite, la forme à risque majoritairement rencontrée chez l'adulte, et plus élevé en cas de CCA gauche, surtout avant l'âge de 35 ans (11-12). Une symptomatologie d'allure ischémique est un mode non rare de découverte d'une CCA après 35 ans. Le risque de mort subite n'est pas rapporté pour les formes avec un trajet rétopulmonaire mais une cause d'ischémie myocardique a été suggérée. L'évaluation du risque individuel peut être difficile, en particulier lors de la découverte fortuite de la CCA (13). Aussi, une évaluation morphologique et/ou physiologique peut être intéressante lors d'une procédure invasive par un recueil de données utiles dans l'arbre décisionnel thérapeutique.

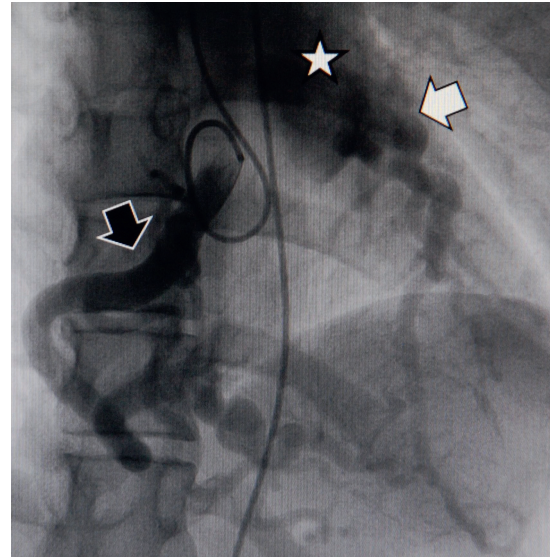


Figure 27. Connexion ectopique du tronc commun (flèche blanche) dans l'artère pulmonaire (étoile blanche) alimentée par l'artère coronaire droite très dilatée (flèche noire).

ÉVALUATION MORPHOLOGIQUE

Elle repose sur l'imagerie endocoronaire avec deux techniques disponibles: la tomographie par cohérence optique (TCO) qui utilise le rayonnement laser et l'échographie endocoronaire (EEC) qui utilise les ultrasons. Dans notre expérience, la TCO semble moins facile d'utilisation avec d'une part le passage délicat de la portion coaxiale courte avec un risque de plicature à la sortie du guide, et d'autre part, une qualité d'imagerie parfois insuffisante liée à une injection semi-sélective du produit de contraste. Aussi l'ostium coronaire, la partie la plus pertinente à visualiser est parfois mal analysable. Par ailleurs, la TCO ne permet pas une visualisation de l'aorte pour confirmer ou infirmer un passage intramural (**Figure 28**). L'EEC est reconnue aujourd'hui comme la technique la plus performante pour l'analyse morphologique d'un trajet préaortique (14). Au contraire de la coronarographie et du scanner coronaire, l'EEC visualise à la fois la lumière artérielle et sa paroi. Malgré une partie distale rigide, le franchissement de l'ostium est généralement assez facile. Bien que leur résolution spatiale soit moindre,

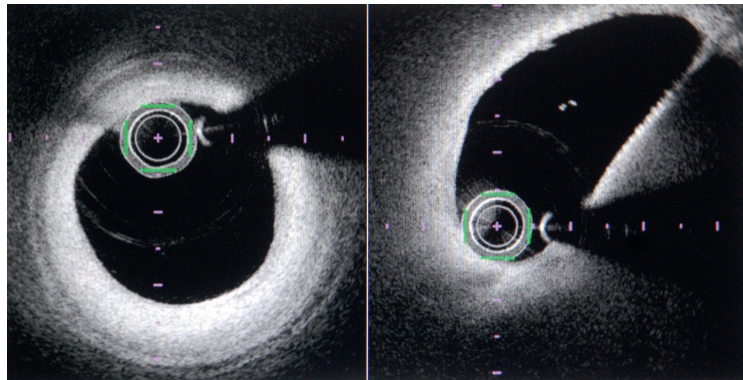


Figure 28. Images endocoronaires tomographiques par cohérence optique d'une connexion coronaire droite dans le sinus controlatéral avec un trajet préaortique. Panel A : trajet non ectopique ; panel B : trajet ectopique juxtaostial.

les sondes électroniques sont plus performantes que les sondes mécaniques avec un retrait manuel mieux maîtrisé pour analyser les zones d'intérêt. La fonction *chroma flow* de certaines sondes permet de préciser les rapports anatomiques avec l'aorte et l'artère pulmonaire en cas de trajet préaortique (Figure 29). Cette imagerie aide aussi à la compréhension morphologique d'un trajet préaortique où la coronaire ectopique doit s'adapter à un espace réduit entre les troncs artériels, inférieur au diamètre artériel normal. La surface artérielle va diminuer avec une déformation ovale lorsque l'artère coronaire passe derrière les structures pulmonaires et vient au

contact de l'aorte (Figure 29). En cas de passage intramural aortique, la surface va prendre une forme ellipsoïde en fente avec un grand axe $>$ au grand axe de référence et un petit axe généralement ≤ 2.0 mm (Figure 30). La réduction de surface peut varier entre 20 et 70 % au niveau de l'ostium. Une absence de densité cellulaire péri-artérielle, par absence d'adventice, évoque un passage intramural. L'EEC est le meilleur outil actuel pour infirmer ou confirmer ce dernier (15). Une variation de surface systolodiastolique, souvent modeste, peut être observée en cas de trajet préaortique.

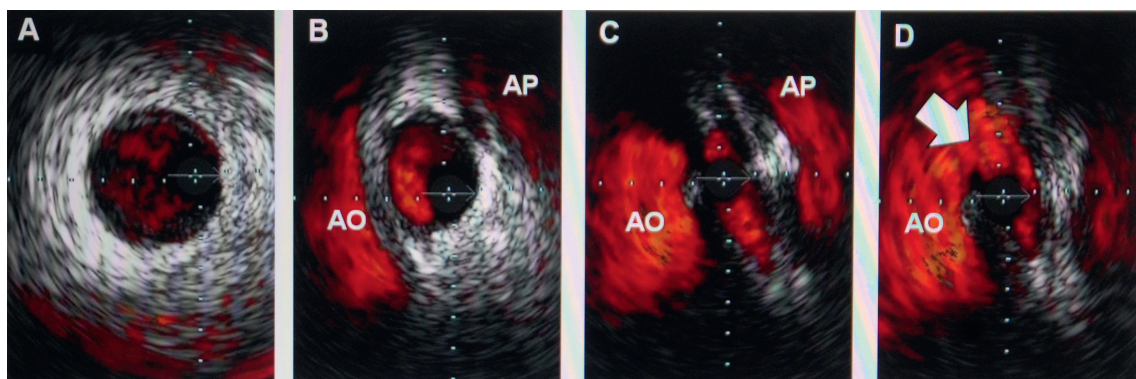


Figure 29. Images échographiques endocoronaires d'une connexion coronaire droite dans le sinus controlatéral avec un trajet préaortique et un passage intramural aortique. Panel A : trajet dans le sillon auriculoventriculaire ; panel B : trajet entre l'artère pulmonaire (AP) et l'aorte (AO) ; panel C : passage intramural aortique ; panel D : ostium (flèche blanche).

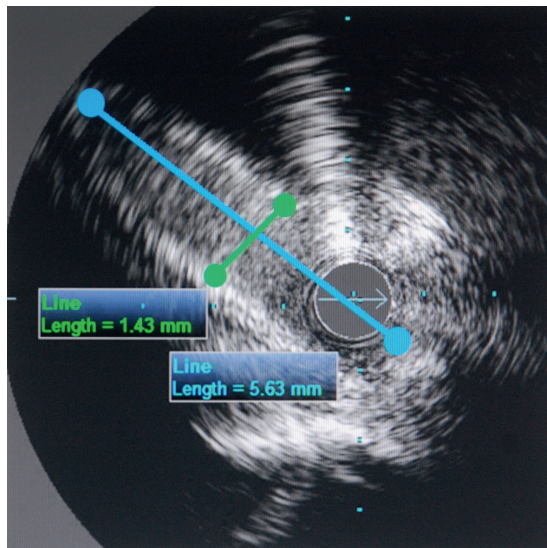


Figure 30. Image échographique endocoronaire d'une connexion coronaire droite dans le sinus gauche associée à un passage intramural aortique. Grand axe anormalement grand et petit axe anormalement petit.

ÉVALUATION PHYSIOLOGIQUE

La difficulté d'induire, par des tests non invasifs, une ischémie myocardique est bien connue, même en cas d'ANOCOR à risque et symptomatique (1). La réduction de surface artérielle jamais critique, généralement < 70 %, peut expliquer des tests non invasifs négatifs. L'évaluation physiologique par un guide-pression reste assez limitée avec une valeur de *Fractional Flow Reserve* (FFR) souvent entre 0.80 et 0.90 en cas de réduction de calibre, mais rarement < 0.80 (Figure 31), et avec une incertitude sur la valeur-seuil (16-17). L'administration du vasodilatateur peut être incomplète par un cathétérisme non sélectif, mais un protocole par voie veineuse peut pallier cet inconvénient. L'évaluation physiologique invasive n'a pas encore été validée pour les CCA. L'étiologie non athéromateuse de la réduction artérielle et les éventuelles variations dynamiques lors du cycle cardiaque doivent être prises en considération. La mesure d'indices de repos type *instantaneous wave-free Ratio* (iFR) n'a pas encore été évaluée. L'interprétation d'une ischémie myocardique doit tenir compte d'une éventuelle maladie coronaire

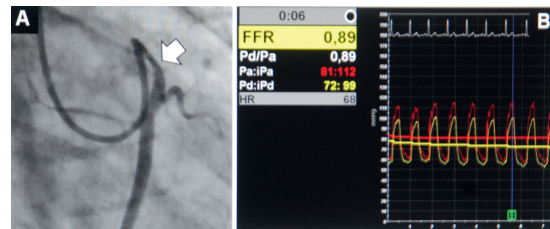


Figure 31. Opacification d'une artère coronaire droite (flèche blanche) connectée dans le sinus gauche (incidence oblique antérieure droite) avec un aspect effilé évocateur d'un passage intramural aortique (panel A). Evaluation physiologique coronaire avec mesure de la *Fractional Flow Reserve* (FFR) avec injection intracoronaire de Krenosin (panel B).

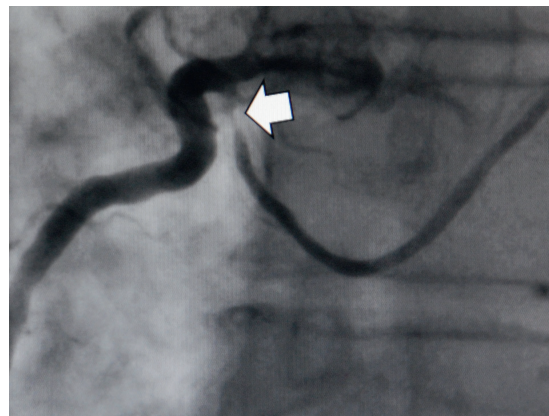


Figure 32. Sténose athéromateuse serrée (flèche blanche) sur un trajet ectopique d'artère circonflexe connectée dans l'artère coronaire droite.

associée sur l'artère ectopique. Une prévalence élevée d'athérome a été suggérée au niveau des trajets rétroaortiques, en particulier pour l'artère Cx (Figure 32), alors qu'un trajet préaortique avec un passage intramural aortique semble être protégé du risque d'athérome (1).

III. ANGIOPLASTIE DES CONNEXIONS CORONAIRES ANORMALES

Il faut distinguer plusieurs situations en fonction du geste envisagé, soit sur une sténose congénitale, soit sur une sténose athéromateuse, et aussi de la localisation de la sténose athéromateuse.

ANGIOPLASTIE D'UNE STÉNOSE ATHÉROMATEUSE SITUÉE EN AVAL DU TRAJET ECTOPIQUE

Dans ce cas, la particularité de l'angioplastie tient aux difficultés possibles liées à l'appui médiocre du cathéter-guide (angulation défavorable de la connexion, absence d'appui passif sur l'aorte), à un long trajet ectopique parfois tortueux, et au caractère distal de la lésion athéromateuse. Les solutions sont identiques à celles utilisées dans certaines angioplasties complexes: guide assurant un bon support, ajout d'un deuxième guide, utilisation d'une extension de cathéter, ou technique d'*anchoring* (Figure 33). Il peut être utile aussi de mettre un guide dans l'artère connectée dans le sinus approprié lorsque l'artère ectopique en est proche, comme par exemple pour une artère Cx ectopique connectée dans le sinus droit

ou l'artère coronaire droite (Figure 34). Le cathéter-guide choisi sera préférentiellement, comme pour la technique diagnostique, de type AL ou EBU/XB pour la coronaire droite, JR ou MP pour l'artère circonflexe, JR, parfois AR, AL ou MP pour le tronc commun et l'artère IVA.

ANGIOPLASTIE D'UNE STÉNOSE ATHÉROMATEUSE SITUÉE SUR LE TRAJET ECTOPIQUE

Comme signalé précédemment, cela va concerner principalement les trajets rétroaortiques (tronc commun ou surtout artère Cx). Les trajets prépulmonaires et rétropulmonaires sont moins souvent impliqués. Les trajets préaortiques (ou interartériels) paraissent épargnés par l'athérome coronaire. La procédure ne pose pas de difficultés particulières, une fois arrêté, le choix d'un cathéter-

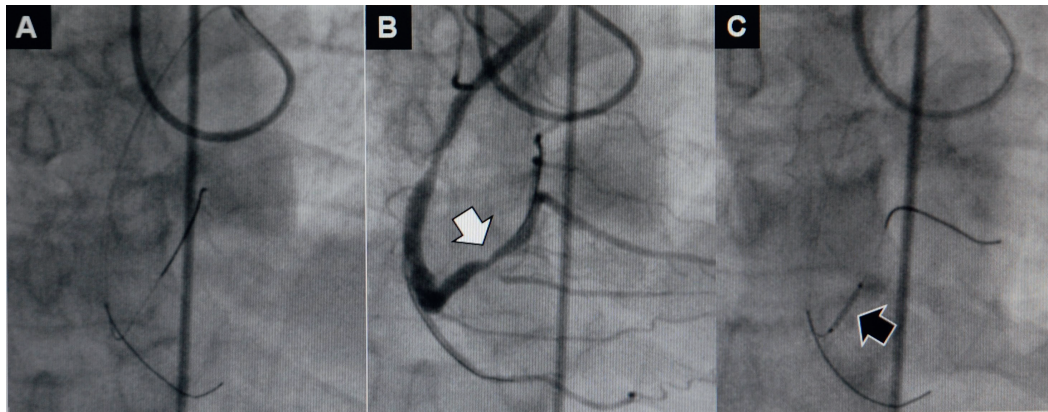


Figure 33. Stabilisation du cathéter-guide avec mise en place de deux guides (panel A) pour traiter la lésion distale (flèche blanche) d'une connexion de la coronaire droite dans le sinus gauche (panel B) avec mise en place (flèche noire) d'un stent (panel C).

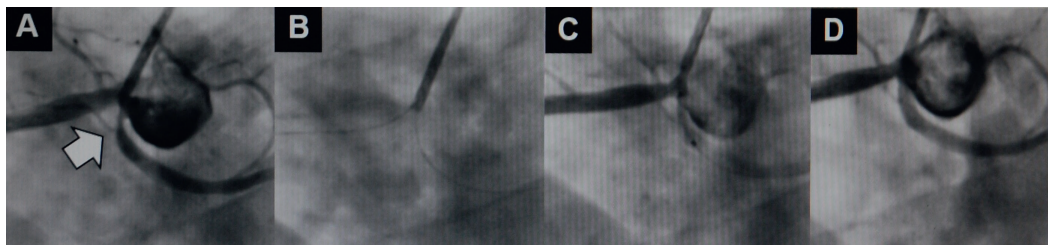


Figure 34. Angioplastie d'une lésion athéromateuse (flèche) d'artère circonflexe connectée dans le sinus droit (panel A). Cathétérisme avec une sonde MP et mise en place d'un guide dans l'artère coronaire droite et l'artère circonflexe (panel B). Positionnement du stent (panel C) et résultat final (panel D).

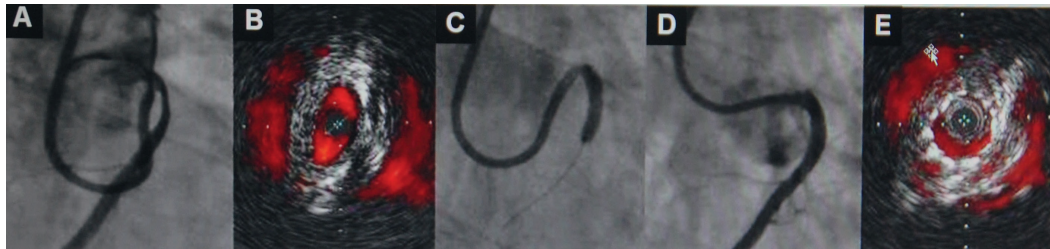


Figure 35. Angioplastie d'une sténose congénitale d'artère coronaire droite connectée dans le sinus gauche (panels A, C et D) sous guidage échographique endocoronaire (panels B et E).

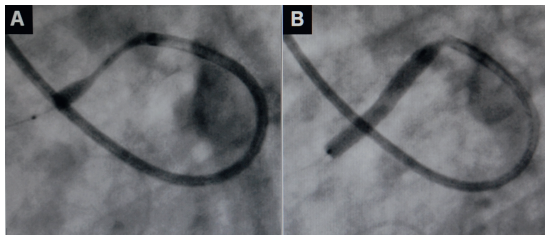


Figure 36. Ouverture d'un stent placé dans une sténose congénitale d'artère coronaire droite connectée dans le sinus gauche.
Panel A : début inflation ; panel B : fin inflation.

guide adapté de type JR ou MP le plus souvent. Il faut être attentif pour les sténoses très proximales à ne pas compromettre l'ostium de l'artère connectée normalement. Ce dernier et celui de l'artère ectopique peuvent être très proches avec un risque iatrogène potentiel. Bien que les deux connections ne soient pas généralement dans le même plan, il est plus sûr de positionner un guide dans l'artère connectée en position normale (Figure 34). Il est parfois observé une réduction de calibre assez régulière sur une partie d'un trajet rétroaortique avec une difficulté diagnostique pour identifier un athérome. L'imagerie endocoronaire est utile dans cette situation.

ANGIOPLASTIE D'UNE STÉNOSE CONGÉNITALE

L'angioplastie est une méthode thérapeutique encore très peu développée dans ce cadre. Seules de petites séries ont été rapportées (18-20). La place de l'angioplastie pour la correction des CCA à risque est très limitée dans les recommandations actuelles qui privilégient les techniques chirurgicales (21). L'angioplastie est citée uniquement



Figure 37. Image tomographique à 6 mois d'un stent implanté dans une artère coronaire droite connectée dans le sinus gauche.

comme une alternative chez un adulte à haut risque chirurgical (22). Toutefois, la faisabilité d'une revascularisation par angioplastie a été rapportée sans risques péri-procéduraux majeurs (18-20). Les buts de l'angioplastie sur un trajet interartériel avec un passage intramural aortique sont d'une part un remodelage vasculaire avec une forme plus moins circulaire augmentant la surface artérielle, et d'autre part une possibilité de résistance mécanique aux changements morphologiques artériels pouvant survenir lors des efforts physiques. Un guidage par imagerie endocoronaire est fortement conseillé en privilégiant l'échographie, plus facile d'utilisation (Figure 35). Cette évaluation permet de mesurer

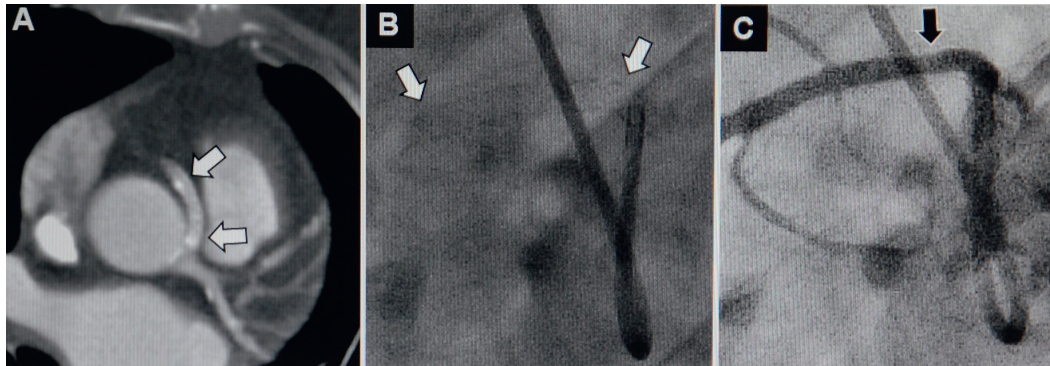


Figure 38. Contrôle à 24 mois d'un *stenting* de connexion ectopique de la coronaire droite dans le sinus gauche par scanner (panel A) et coronarographie (panels B et C). Absence de déformation mécanique du stent actif (flèches blanches) et hyperplasie modérée focale (flèche noire).

la zone à traiter (passage intramural plus segment juxta-aortique, soit en général 20/25 mm) et de choisir le diamètre de la prothèse en se basant sur le calibre artériel situé juste en aval du segment juxta aortique. Le *stenting* direct avec une endoprothèse active est la règle. On note, lors de l'inflation du ballon, un remplissage assez lent de l'aval vers l'amont car le segment intramural offre une résistance particulièrement élevée au déploiement du stent (Figure 36). Il faut privilégier les stents avec une épaisseur de mailles élevée et toujours utiliser des hautes pressions (> 20 bars). L'évaluation endocoronaire *post stenting* est recommandée pour optimiser si besoin le résultat initial. Les premières expériences ont montré que le risque, redouté à

juste titre, de dissection au niveau de l'ostium ou de la paroi aortique, était très faible. Le résultat final peut montrer un aspect imparfaitement circulaire. L'histoire de la conformabilité d'un stent placé dans un passage intramural aortique est encore mal connue (Figure 37). Aujourd'hui, l'angioplastie est surtout proposée aux CCA droites associées à une symptomatologie ischémique et avec un risque de MS reconnu comme très faible (âge > 30 ans). Il convient d'assurer à ces patients traités par angioplastie un suivi clinique et angiographique (préférentiellement par scanner) régulier et suffisamment prolongé (Figure 38), avant de proposer une diffusion plus large de la technique.

RÉFÉRENCES

1. Aubry P, Halna du Fretay X, Calvert PA, Dupouy P, Hayfil F, Laissy JP *et al.* Proximal anomalous connections of coronary arteries in adults. In: Rao PS, editor. *Congenital heart disease: selected aspects*. Intech 2012, <http://www.intechopen.com/books/congenital-heart-disease-selected-aspects/proximal-anomalous-connections>.
2. Uthavakumaran K, Subban V, Lakshmanan A, Pakshirajan B, Solirajaram R, Krishnamoorthy J *et al.* Coronary intervention in anomalous origin of the right coronary artery (ARCA) from the left sinus of valsalva (LSOV): a single center experience. *Indian Heart J.* 2014;66:430-4.
3. Koutsoukis A, Halna du Fretay X, Dupouy P, Ou P, Laissy JP, Juliard JM *et al.* Interobserver variability in the classification of congenital coronary abnormalities: a substudy of the anomalous connections of the coronary arteries registry. *Congenit Heart Dis* 2017;12:726-32.
4. Aubry P, Halna du Fretay X, Dupouy P, Laurent G, Godin M, Belle L *et al.* Anomalous connections of the coronary arteries: a prospective observational cohort of 472 adults. The ANOCOR registry. *Eur Heart J* 2015;36 (suppl 1):1138.
5. Qayyum U, Leya F, Steen L, Sochanski M, Grassman E, Cho L *et al.* New catheter design for cannulation of the anomalous right coronary artery arising from the left sinus of valsalva. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;60:382-8.

6. Kim JY, Yoon SG, Doh JH, Choe HM, Kwon SU, Namgung J *et al.* Two cases of successful primary intervention in patients with an anomalous right coronary artery arising from the left coronary cusp. *Korean Circ J* 2008;**38**:179-83.
7. Cheezum MK, Liberthson RR, Shah NR, Villines TC, O'Gara PT, Lanszberg MJ *et al.* Anomalous aortic origin of a coronary artery from the inappropriate sinus of valsalva. *J Am Coll Cardiol* 2017;**69**:1592-608.
8. Ishikawa T, Brandt PWT. Anomalous origin of the left main coronary artery from the right anterior aortic sinus: angiographic definition of anomalous course. *Am J Cardiol* 1985;**55**:770-6.
9. Aubry P, Amami M, Halna du Fretay X, Dupouy P, Godin M, Juliard JM. Single coronary ostium: single coronary artery and ectopic coronary artery connected with the contralateral artery. How and why differentiating them? *Ann Cardiol Angeiol* 2013;**62**:404-10.
10. Aubry P, Halna du Fretay X, Degrell P, Waldmann V, Karam N, Marijon E. Sudden cardiac death and anomalous connections of the coronary arteries: what is known and what is unknown? *Ann Cardiol Angeiol* 2017;**66**:309-18.
11. Hoffman JL. Abnormal origins of the coronary arteries from the aortic root. *Cardiol Young* 2014;**24**:774-91.
12. Penalver JM, Mosac RS, Weitz W, Phoon CKL. Anomalous aortic origin of coronary arteries from the opposite sinus: a critical appraisal of risk. *BMC Cardiovascular Disorders* 2012;**12**:83.
13. Mery CM. Decision making in anomalous aortic origin of a coronary artery. *Congenit Heart Dis* 2017;**12**:630-2.
14. Angelini P, Velasco JA, Ott D, Khoshnevis GR. Anomalous coronary artery arising from the opposite sinus: descriptive features and pathophysiologic mechanisms, as documented by intravascular ultrasonography. *J Invasive Cardiol* 2003;**15**:507-14.
15. Angelini P, Uribe C. Anatomic spectrum of left coronary artery anomalies and associated mechanisms of coronary insufficiency. *Catheter Cardiovasc Interv* 2018, doi: 10.1002/ccd.27656.
16. Driesen BW, Warmerdam EG, Sieswerda GT, Schoof PH, Meijboom FJ, Hass F *et al.* Anomalous coronary artery originating from the opposite sinus of Valsalva (ACAOS), fractional flow reserve- and intravascular ultrasound-guided management in adult patients. *Catheter Cardiovasc Interv* 2018;**92**:68-75.
17. McElhiney DB. Direct physiologic assessment of anomalous aortic origin of a coronary artery: enhanced diagnostics or illusion of insight? *Catheter Cardiovasc Interv* 2018;**92**:76-7.
18. Doorey AJ, Pasquale MJ, Lally JF, Mintz GS, Marshall E, Ramos DA. Six-month success of intracoronary stenting for anomalous coronary arteries associated with myocardial ischemia. *Am J Cardiol* 2000;**86**:580-2.
19. Angelini P, Uribe C, Monge J, Tobis JM, Elayda MA, Willerson JT. Origin of the right coronary artery from the opposite sinus of Valsalva in adults: characterization by intravascular ultrasonography at baseline and after stent angioplasty. *Catheter Cardiovasc Interv* 2015;**86**:199-208.
20. Degrell P, Halna Du Fretay X, Dupouy P, Barragan P, Nejari M, Dugauquier C *et al.* Anomalous connection of the right coronary artery with interarterial course: preliminary prospective experience of stenting in a selected adult population. *J Am Coll Cardiol* 2017;**70** (Suppl. B):B139-40.
21. Stout KK, Daniels CJ, Aboulhosn JA, Bozkurt B, Broberg CS, Colman JM *et al.* 2018 AHA/ACC Guideline for the Management of Adults With Congenital Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2018,doi:10.1016/j.jacc.2018.08.1029.
22. Brothers JA, Frommelt MA, Jaquiss RBD, Myerburg RJ, Fraser CD, Tweddell JS. Expert consensus guidelines: anomalous aortic origin of a coronary artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2017;**153**:1440-57.