

Cardiologie

Dre NADIA KILANI^a, Dre CHRISTELLE HADDAD^a, Dr HENRI LU^a, Dre FAHIME GHANBARI^a, Dre GIULIA DOMENICHINI^a, Dre ANNA-GIULIA PAVON^a, Dr GEORGIOS TZIMAS^a, Dr STÉPHANE FOURNIER^a, Pr ROGER HULLIN^a, Dr PATRIZIO PASCALE^a, Pr ERIC EECKHOUT^a, Pr JUERG SCHWITTER^a, Pr ÉTIENNE PRUVOT^a, Dre JUDITH BOUCHARDY^a, Dr PIERRE MONNEY^a, Pr OLIVIER MULLER^a et Dr TOBIAS RUTZ^a

Rev Med Suisse 2021; 17: 172-80

L'année 2020 a été marquée par la publication de nouvelles guidelines de la Société européenne de cardiologie dont le syndrome coronarien aigu sans élévation du segment ST, la fibrillation auriculaire et les cardiopathies congénitales à l'âge adulte. En interventionnel, POPular TAVI permet d'envisager la monothérapie antithrombotique après remplacement de la valve aortique par voie transcutanée. EMPEROR-Reduced confirme l'importance des inhibiteurs du cotransporteur sodium-glucose de type 2 dans le traitement de l'insuffisance cardiaque à fraction d'éjection réduite. En imagerie, l'IRM de stress s'impose comme examen de choix pour le dépistage de la maladie coronarienne avec un rapport coût-bénéfice favorable. Enfin, les inhibiteurs du système rénine-angiotensine-aldostérone ne semblent pas augmenter le risque d'une infection au Covid-19.

Cardiology

In 2020, new guidelines have been published by the European Society of Cardiology including those on non-ST-segment elevation acute coronary syndromes, atrial fibrillation and adult congenital heart disease. Regarding interventional cardiology, POPular TAVI opens the possibility of anti-platelet monotherapy after transcatheter aortic valve replacement. EMPEROR-Reduced confirms the importance of SGLT2 inhibitors in the treatment of heart failure with reduced ejection fraction. Within the field of imaging, stress MRI has now become the first-line technique for the screening of coronary artery disease, demonstrating an excellent cost-benefit ratio. Finally, renin-angiotensin-aldosterone inhibitors do not appear to increase the risk of an infection by COVID-19.

CARDIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

N. Kilani, S. Fournier, É. Eeckhout et O. Muller

L'année 2020 a été marquée par plusieurs publications importantes: les nouvelles guidelines de la Société européenne de cardiologie (ESC) sur la prise en charge du syndrome coronarien aigu sans élévation du segment ST (SCA-NSTE), LoDoCo (Low-Dose Colchicine, colchicine dans le syndrome coronarien chronique (SCC)), POPular TAVI (traitement antithrombotique post-pose de valve aortique par voie transcutanée (TAVI)) et ISCHEMIA (stratégie invasive ou non des patients avec SCC).

Nouvelles guidelines SCA-NSTE

Les nouvelles guidelines de l'ESC dédiées au SCA-NSTE pourraient potentiellement remettre en question certaines

pratiques.¹ Le prasugrel est désormais recommandé en première ligne pour les patients en attente d'une coronarographie (classe IIa, niveau B). Ceci se base principalement sur l'étude ISAR-REACT 5, ayant montré qu'un traitement par prasugrel sans précharge, comparé au ticagrélor avec précharge, diminuait significativement le critère de jugement composé de la mortalité, des infarctus et des AVC, sans augmentation des complications hémorragiques.² À noter que le prasugrel est contre-indiqué en cas d'antécédent d'accident ischémique transitoire (AIT) ou d'AVC et que la posologie doit être adaptée chez les patients de moins de 60 kg et de plus de 75 ans. Les nouvelles guidelines se positionnent également contre l'administration des inhibiteurs des récepteurs P2Y12 chez des patients en attente d'une coronarographie, dont l'anatomie coronarienne est inconnue. Cette recommandation découle d'études qui ont démontré une absence de bénéfice clinique, une augmentation du risque de saignements chez des patients prétraités par anti-P2Y12, ainsi que la supériorité d'un traitement différé de prasugrel par rapport à un prétraitement de ticagrélor.²⁻⁴ La recommandation se limite cependant à une population de patients chez qui une coronarographie est réalisée dans les 24 heures. Chez les patients à risque intermédiaire, l'indication à la réalisation d'une coronarographie dans les 72 heures suivant le diagnostic n'est pas reconduite par les nouvelles guidelines. La raison principale en est la quasi-disparition de la catégorie «risque intermédiaire» (score de GRACE entre 109 et 140) au profit de celle à «bas risque», suite à l'intégration des troponines ultrasensibles. La prise en charge de ces patients consiste dès lors à réaliser un test non invasif avant toute coronarographie (avec des indications de plus en plus étendues en faveur du CT coronarien).

Colchicine

Les résultats de l'essai randomisé en double aveugle LoDoCo 2, faisant suite à l'étude exploratoire LoDoCo et à COLCOT (bénéfice de la colchicine chez des patients avec SCC et infarctus, respectivement), montrent que, dans une population avec SCC, la colchicine (0,5 mg/jour) diminue à 5 ans significativement le critère de jugement composé de la mortalité cardiovasculaire, des infarctus spontanés, des AVC ischémiques ou du besoin de revascularisation coronaire.⁵⁻⁷ Les auteurs relèvent cependant la tendance à une incidence augmentée de mortalité non cardiovasculaire, à investiguer par de nouvelles études.

Ce que l'on savait déjà: la colchicine est efficace dans le traitement de la péri/myocardite et réduit le risque d'événements cardiovasculaires lorsqu'elle est administrée en postinfarctus.

^aService de cardiologie, CHUV, Université de Lausanne, 1011 Lausanne tobias.rutz@chuv.ch

Ce que cela apporte de nouveau: un traitement de colchicine chez des patients avec SCC diminue également la mortalité cardiovasculaire et les événements ischémiques.

Ce que l'on ne sait toujours pas: la sécurité non cardiovasculaire de ce traitement dans l'indication du SCC reste à investiguer.

TAVI et traitement antithrombotique

L'étude POPular TAVI s'est intéressée aux régimes antithrombotiques post-pose de TAVI.^{8,9} Dans la cohorte A, sans indication à une anticoagulation au long cours, le traitement d'aspirine seule, comparé à la combinaison d'aspirine et de clopidogrel, diminuait les saignements sans augmenter les événements thromboemboliques.⁸ Dans la cohorte B (indication à un traitement anticoagulant au long cours indépendamment du TAVI), un traitement anticoagulant seul, comparé à un traitement anticoagulant combiné au clopidogrel, était associé à moins de saignements, sans majoration des événements ischémiques.⁹ Quant à l'étude GALILEO, elle a montré qu'un traitement combiné de rivaroxaban et d'aspirine, comparé à un traitement combiné d'aspirine et de clopidogrel (standard actuel), était non seulement associé à un risque plus important de mortalité ou de complications thromboemboliques, mais également à un risque plus important de saignements.¹⁰ Dès lors, comme c'est le cas pour les valves mécaniques, les nouveaux anticoagulants oraux ne sont pas recommandés dans cette indication et des monothérapies pourraient être administrées en post-TAVI.

Ce que l'on savait déjà: une double antiagrégation plaquettaire par aspirine et clopidogrel pendant 3 mois post-TAVI protège des événements thromboemboliques.

Ce que cela apporte de nouveau: un traitement d'aspirine seule permet une protection des événements thromboemboliques tout aussi efficace que la double antiagrégation plaquettaire, tout en diminuant les risques de saignements.

Ce que l'on ne sait toujours pas: l'identification des patients devant bénéficier d'une simple ou d'une double antiagrégation reste à définir.

Étude ISCHEMIA

La prise en charge optimale du SCC a déjà été traitée de manière approfondie dans une précédente revue.¹¹ Le très médiatisé essai clinique ISCHEMIA a comparé une stratégie invasive (coronarographie puis potentielle revascularisation) à une stratégie médicamenteuse seule chez des patients avec ischémie documentée lors d'un test non invasif et sans sténose du tronc commun au CT.¹² Aucun bénéfice de la stratégie invasive n'a été observé sur l'issue primaire composée de la mortalité cardiovasculaire, des infarctus, des hospitalisations pour angor instable, de l'insuffisance cardiaque (IC) et des arrêts cardiovasculaires ressuscités. Cependant, comme le montre une récente étude au CHUV, ISCHEMIA ne semble pas être généralisable à une population traitée dans un centre universitaire.¹³ De plus, une réduction de plus de 30% des infarctus spontanés a été observée dans le groupe avec stratégie

invasive, infarctus significativement associés à une mortalité plus élevée. Enfin, l'étude a mis en évidence une nette diminution de l'angor dans le groupe interventionnel, ce qui est non négligeable pour la qualité de vie des patients.

INSUFFISANCE CARDIAQUE

H. Lu et R. Hullin

EMPEROR-Reduced a testé l'empagliflozine versus placebo chez 3730 patients (dont 50% sans diabète) avec une IC à fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) réduite (< 40%, NYHA II-IV).¹⁴ L'empagliflozine 10 mg/jour était associée à une réduction considérable du critère de jugement principal (hospitalisation pour IC ou décès cardiovasculaire), et des critères d'évaluation secondaires (hospitalisation pour IC, déclin de la fonction rénale), le tout indépendamment de la présence ou non d'un diabète. Les infections génito-urinaires non compliquées étaient plus fréquentes avec l'empagliflozine, tandis qu'aucune différence significative n'était retrouvée pour l'hypotension, l'acidocétose et l'hypoglycémie. Comparés aux patients de l'étude DAPA-HF, ceux d'EMPEROR-Reduced avaient une FEVG légèrement plus basse, des taux plus élevés de NT-proBNP et étaient plus souvent traités par un inhibiteur de la néprilysine.¹⁵ Les deux études confirment le rôle majeur des inhibiteurs du cotransporteur sodium-glucose de type 2 (SGLT2) dans le traitement de l'IC à FEVG réduite.

Dans le domaine de l'IC à FEVG préservée, PARALLAX a testé le sacubitril/valsartan versus un traitement médical individualisé (énalapril, valsartan ou placebo) sur les taux de NT-proBNP et le test de marche de 6 minutes chez 2572 patients avec FEVG > 40% (FEVG moyenne de 57%).¹⁶ Le taux de NT-proBNP était significativement réduit sous sacubitril/valsartan à 4, 12 et 24 semaines, par rapport aux autres groupes. Il n'y avait cependant pas de différence significative pour le test de marche, ni pour les critères secondaires (classe NYHA et score de qualité de vie KCCA-CSS). Une analyse non prédéfinie portant sur l'évolution de la fonction rénale et le taux d'hospitalisation pour IC a trouvé un avantage au sacubitril/valsartan. Au final, ces résultats se rapprochent de ceux de PARAGON-HF, qui avait démontré, chez 4822 patients avec FEVG > 45%, que le sacubitril/valsartan n'était pas significativement supérieur au valsartan sur le critère des décès ou hospitalisations pour IC.¹⁷ Des analyses secondaires suggéraient un bénéfice sur le risque d'hospitalisation en cas de FEVG < 57%. Il n'y a, à ce jour, pas de preuve formelle d'un bénéfice clinique d'une quelconque classe thérapeutique dans l'IC à FEVG préservée.

L'hyperkaliémie due à l'utilisation des inhibiteurs du système rénine-angiotensine-aldostérone (ISRAA) est un effet secondaire fréquent chez les patients avec une IC.¹⁸ Le patiromère est un chélateur de potassium remboursé en Suisse depuis le 1^{er} août 2020. L'étude randomisée AMBER a comparé le patiromère versus placebo chez 295 patients présentant une insuffisance rénale chronique (IRC) et une HTA résistante (132 avaient une IC), avec une indication à introduire la spironolactone.¹⁹ Le critère d'évaluation principal était la proportion de patients restant sous spironolactone à 12 semaines de traitement: il était atteint chez 86% des patients du groupe patiromère et chez 66% des patients du groupe placebo ($p < 0,0001$). Une sous-analyse d'AMBER n'incluant que les patients avec

une IC a montré des résultats du même ordre.²⁰ Ces résultats, combinés à des données précédemment publiées, démontrent l'efficacité du patiromère sur la réduction ou la normalisation de la kaliémie par rapport au placebo, avec comme conséquence un maintien ou une augmentation de la posologie des ISRAA chez un plus grand nombre de patients présentant une IRC ou une IC.¹⁸ Notons qu'aucune étude n'a comparé le patiromère aux chélateurs d'ions traditionnels.

Ce que l'on savait déjà: la dapagliflozine a démontré une diminution de la mortalité cardiovasculaire et des hospitalisations pour IC chez des patients avec une IC à FEVG réduite, y compris chez ceux n'ayant pas de diabète.

Ce que cela apporte de nouveau: ces résultats ont été confirmés avec l'empagliflozine, démontrant ainsi un possible effet classe des inhibiteurs du SGLT2 dans la prise en charge de l'IC à FEVG réduite.

Ce que l'on ne sait toujours pas: la place exacte des inhibiteurs du SGLT2 dans le traitement de l'IC à FEVG réduite par rapport aux autres traitements actuellement indiqués reste encore à définir.

IMAGERIE CARDIAQUE

IRM cardiaque

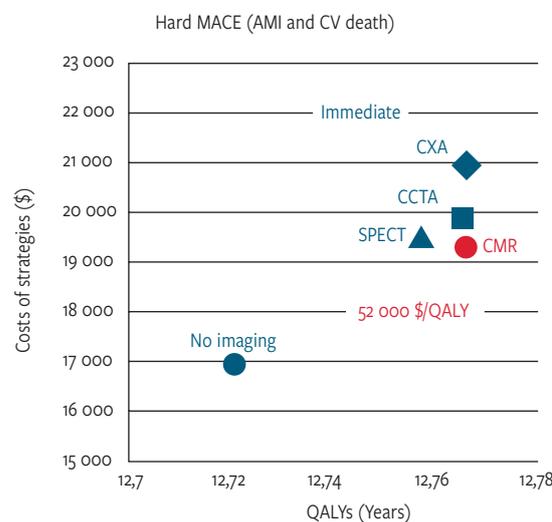
A.-G. Pavon, F. Ghanbari, G. Tzimas, P. Monney et J. Schwitter

L'IRM cardiaque est acceptée par la communauté cardiologique comme méthode performante pour l'évaluation de la maladie coronarienne (MC). De multiples études internationales ont démontré la fiabilité de l'IRM cardiaque et elle est recommandée par les directives de l'ESC pour le dépistage des patients avec une suspicion de MC, directives adoptées par la Société suisse de cardiologie (SSC).²¹⁻²⁵ En 2020, deux grandes études multinationales, c'est-à-dire mondiales, les «GadaCAD I et II», ont entièrement confirmé les résultats des études précédentes, résultats qui ont permis à la FDA d'approuver le produit de contraste pour l'évaluation de l'ischémie et de la viabilité myocardique aux États-Unis.²⁶ Une étude multicentrique récente a confirmé la valeur de la recherche d'ischémie par l'IRM de stress chez des patients affectés par une MC, en particulier chez des patients avec une dysfonction du ventricule gauche (VG).²⁷ Important à mentionner, l'IRM de stress a confirmé être une stratégie efficace pour réduire les coûts de la santé au niveau européen ainsi qu'au niveau suisse.^{28,29} Une étude multicentrique publiée en 2020 sur le rapport coût-bénéfice confirme ces résultats en démontrant que l'IRM cardiaque est supérieure aux autres stratégies telles que la scintigraphie myocardique, le CT et la coronarographie invasive (figure 1).³⁰

Le rôle de l'IRM cardiaque dans l'évaluation des arythmies se révèle de plus en plus important. Dans notre registre DERIVATE qui comprend une cohorte internationale de 1501 patients avec une cardiomyopathie dilatée d'origine non ischémique, nous avons démontré qu'un score de risque (pour décès et arythmies sévères) intégrant des paramètres cliniques et l'IRM cardiaque permettait une amélioration nette de reclassement de 64% ($p < 0,001$), en comparaison avec les critères actuels.³¹

FIG 1 Comparaison des différentes stratégies et leurs coûts

AMI: Acute Myocardial Infarction; CCTA: Cardiac Computed Tomography Angiography; CMR: Cardiac Magnetic Resonance Imaging; CV: Cardiovascular; CXA: Coronarography; MACE: Major Adverse Cardiovascular Events; QALY: Quality-Adjusted Life Year; SPECT: Single Photon Emission Computed Tomography.



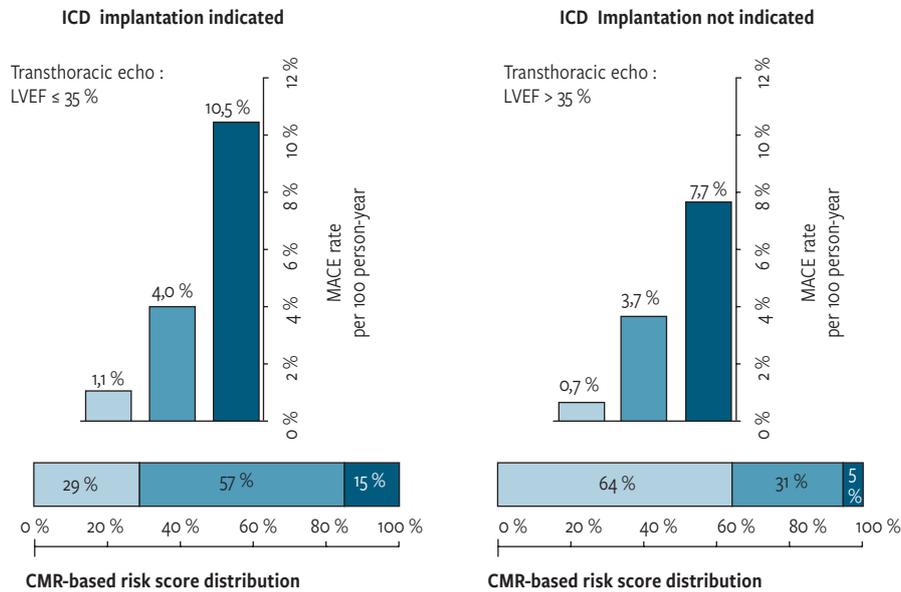
(Avec permission de CMR-Update 2020).

En particulier, la présence de fibrose dans le septum (le mid-line sign) à l'IRM cardiaque était fortement corrélée à des complications arythmiques (figure 2). La fibrose non ischémique, de même que la cicatrice postinfarctus, étaient liées à la mort subite et à des complications arythmiques. Diverses études ont révélé une corrélation significative entre la présence du rehaussement tardif (RT) (représentant de la cicatrice) à l'IRM cardiaque et les événements arythmiques malins.^{32,33} Une étude multicentrique récente a confirmé les résultats des études monocentriques: le pronostic des patients après un infarctus détecté par l'IRM cardiaque était défavorable, indépendamment du fait que l'infarctus était symptomatique ou silencieux.²⁷ Néanmoins, les patients avec un infarctus silencieux étant sous-traités, ils présentaient un risque accru d'hospitalisation due à l'IC. Une quantification reproductible et fiable de la cicatrice postinfarctus représente cependant une condition sine qua non pour une utilisation des images de RT dans la routine de la prise en charge des patients postinfarctus. C'est dans ce but que nous avons développé une méthode basée sur l'intelligence artificielle (IA) qui analyse les données de l'IRM cardiaque sans aucune interaction humaine (figure 3).³⁴ Les résultats préliminaires dans la population multicentrique du registre DERIVATE (573 patients de 21 hôpitaux) sont prometteurs. La différence de quantification de la masse de cicatrice dense et non dense entre l'humain et l'IA est minimale (humain: 21,8 ± 13,3% et 20,2 ± 6,0% de la masse du VG versus IA: 20,1 ± 12,8%, $p < 0,0001$ et 20,5 ± 6,8%, $p = 0,36$).

En résumé, en 2020, de grandes études ont confirmé la fiabilité et la rentabilité de l'IRM cardiaque dans la prise en charge des patients avec MC connue ou suspectée. Des études cruciales ont démontré l'importance de la cicatrice myocardique comme substrat d'arythmies malignes. Enfin, des algorithmes basés sur l'IA offrent désormais un potentiel inégalé pour l'analyse rapide et objective des données IRM.

FIG 2 Détection du risque de MACE par le score d'IRM cardiaque

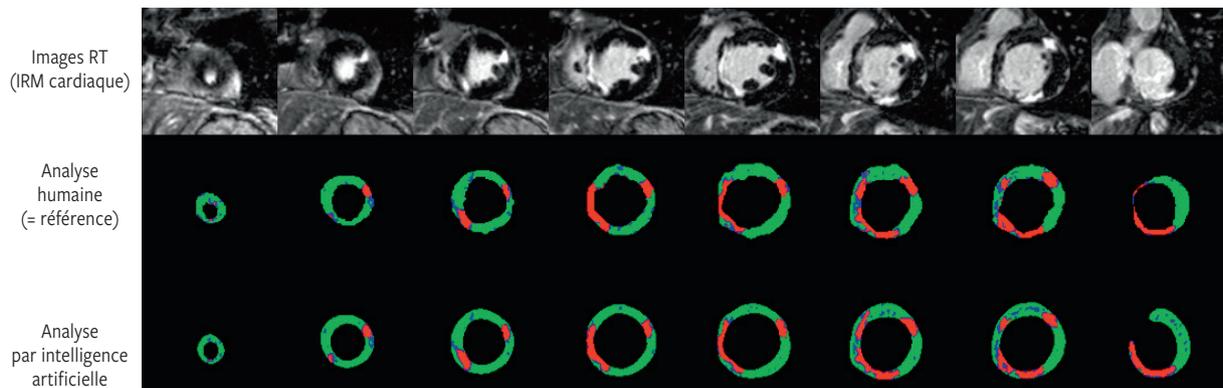
Dans la population avec critères pour un ICD (gauche), le score d'IRM détecte 29% des patients à bas risque (1,1% de complications/an). Dans la population sans critères, le score détecte 5% des patients à haut risque (7,7% de complications/an).
 CMR: Cardiac Magnetic Resonance Imaging; ICD: Implantable Cardioverter Defibrillator; LVEF: Left Ventricular Ejection Fraction; MACE: Major Adverse Cardiac Events.



(Avec permission de CMR-Update 2020).

FIG 3 Analyse d'images par les humains vs l'intelligence artificielle

Comparaison de l'analyse d'images de rehaussement tardif par les humains vs l'intelligence artificielle. Images RT (IRM cardiaque) du petit axe du ventricule gauche de patients postinfarctus.
 Tissu vert: myocarde viable; tissu bleu: cicatrice non dense; tissu rouge: cicatrice dense.
 RT: rehaussement tardif.



Ce que l'on savait déjà: l'IRM cardiaque de stress est une méthode fiable, sécuritaire et rentable pour la prise en charge des patients avec MC connue ou suspectée. La fibrose/cicatrice myocardique en IRM cardiaque est associée à des complications arythmiques et à la mort subite.

Ce que cela apporte de nouveau: deux grandes études mondiales confirment la performance diagnostique de l'IRM de stress. Des études multicentriques confirment la rentabilité de l'IRM de stress et la valeur pronostique de la fibrose myocardique (infarctus symptomatique ou silencieux). La fibrose peut aider

à sélectionner les patients bénéficiant d'un défibrillateur. L'IA se développe rapidement avec le potentiel de remplacer l'humain.

Ce que l'on ne sait toujours pas: bien que les grandes études mondiales confirment la fiabilité, la sécurité et la rentabilité de l'IRM cardiaque, celle-ci reste largement sous-utilisée pour des raisons qui demeurent inconnues. Par ailleurs, on ne sait pas si la quantification de la fibrose par l'IA peut prédire des complications arythmiques, ni si l'IA peut remplacer l'humain dans l'analyse des IRM cardiaques, notamment en termes de responsabilité médicale.

CT cardiaque

G. Tzimas et P. Monney

Dans le domaine du CT cardiaque, l'année 2020 a été marquée par les résultats de l'étude multicentrique VERDICT.³⁵ L'objectif de l'étude était d'évaluer si le CT cardiaque pouvait être utilisé pour exclure la présence d'une sténose corona-rienne $\geq 50\%$ chez les patients présentant un SCA-NSTE. La valeur prédictive négative du CT cardiaque a été estimée à 90% et sa sensibilité à 96%.

Limitée par l'absence d'information fonctionnelle, la prise de décision en présence de sténoses intermédiaires demeure difficile. Une stratégie invasive basée sur un CT cardiaque pourrait éventuellement conduire à des coronarographies inutiles. Compte tenu de ces éléments, 240 patients suspects d'une MC par leur probabilité prétest ont été randomisés pour bénéficier d'un CT cardiaque versus un CT cardiaque dynamique (évaluation de l'impact hémodynamique de chaque sténose anatomique basée sur une plateforme informatique).³⁶ Le nombre de coronarographies (avec ou sans revascularisation) était significativement plus bas dans le groupe des patients évalués par le CT cardiaque dynamique (30 versus 48%, $p = 0,006$ et 10 versus 50%, $p < 0,0001$, respectivement).

Ce que l'on savait déjà: l'excellente sensibilité et valeur prédictive négative du CT cardiaque permet d'exclure de façon fiable la présence d'une MC chez des patients présentant des symptômes évocateurs d'une MC stable.

Ce que cela apporte de nouveau: le CT cardiaque peut également être utilisé pour affirmer ou infirmer la présence d'une MC chez des patients présentant un infarctus du myocarde sans élévation du segment ST.

Ce que l'on ne sait toujours pas: le rôle du Fractional Flow Reserve-Computed Tomography (FFR-CT) et de sa capacité à évaluer l'impact hémodynamique de chaque sténose anatomique chez les patients présentant une MC reste à définir.

Échocardiographie

G. Tzimas et P. Monney

La prise en charge des patients présentant une sténose aortique sévère a évolué ces dernières années. L'étude PARTNER-3 a randomisé 1000 patients à bas risque pour bénéficier d'un TAVI versus un remplacement chirurgical (SAVR).³⁷ Les résultats échocardiographiques n'ont pas mis en évidence de différence statistiquement significative concernant les gradients transvalvulaires, les surfaces et les mismatch parmi les deux groupes. Le taux de régurgitation aortique était légèrement plus élevé dans le groupe TAVI et concernait seulement les insuffisances de degré modéré. Néanmoins, le groupe SAVR présentait une détérioration significative de la fonction systolique ventriculaire droite ainsi qu'une régurgitation tricuspide plus importante.³⁸ Ces résultats sont en ligne avec les études précédentes et confirment l'équivalence des traitements chirurgicaux et percutanés pour une sténose aortique à bas risque.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE

C. Haddad, P. Pascale et É. Pruvot

Les principales nouveautés en électrophysiologie concernent la prise en charge de la FA avec les recommandations de l'ESC actualisées cette année.³⁹

Le dépistage de la FA est détaillé en ciblant les personnes âgées: il est recommandé de le pratiquer de manière «opportuniste» après 65 ans en prenant le pouls ou avec des enregistrements ECG. Ce dépistage devrait systématiquement être considéré après 75 ans ou en cas de risque élevé d'AVC.

L'apport diagnostique des différents objets connectés est encourageant. L'étude observationnelle récente Smartwatch (The Apple Heart Study) a par exemple montré qu'une notification de «pouls irrégulier» correspondait effectivement à une FA dans 84% des cas.⁴⁰ Cependant, ces outils n'ont pas été validés cliniquement et l'ECG demeure le gold standard.

L'étude multicentrique EAST-AFNET 4 apporte une nouvelle vision à la prise en charge de la FA diagnostiquée depuis moins d'un an chez des patients présentant un risque thromboembolique significatif ($\text{CHA}_2\text{DS}_2\text{VASc} \geq 2$).⁴¹ L'étude a évalué deux stratégies de prise en charge: l'une consistait en un contrôle du rythme précoce (médicamenteux et/ou interventionnel), la seconde à ne réaliser un contrôle du rythme qu'en cas de symptômes persistants. La stratégie contrôle précoce du rythme était significativement associée à une réduction des événements cardiovasculaires majeurs (décès cardiovasculaires, AVC et hospitalisations pour IC ou syndrome corona-rien aigu (SCA)) durant un suivi de plus de 5 ans. Il n'y avait pas de différence significative pour le critère de sécurité (décès toute cause, AVC et effets indésirables graves des traitements). Cet essai est le premier de cette ampleur à démontrer un bénéfice en termes d'issues cliniques «dures» en cas de contrôle précoce du rythme dans la FA débutante.

Ce que l'on savait déjà: le contrôle du rythme dans la FA permet de réduire les symptômes et d'améliorer la qualité de vie.

Ce que cela apporte de nouveau: la stratégie de contrôle précoce du rythme dans la FA débutante est supérieure en termes d'événements cardiovasculaires majeurs.

Ce que l'on ne sait toujours pas: le bénéfice de cette stratégie sur la mortalité cardiovasculaire dans la FA de plus longue durée d'évolution reste à investiguer.

Stimulation cardiaque

G. Domenichini, P. Pascale et É. Pruvot

Les stimulateurs cardiaques simple chambre de type «capsule», sans électrodes, et les défibrillateurs sous-cutanés (Subcutaneous Implantable Cardioverter Defibrillators (S-ICD)) sont les nouveautés principales de l'année 2020 dans le domaine de la stimulation cardiaque.

Un nouvel algorithme a été développé pour les stimulateurs de type «capsule» Micra de Medtronic afin de faire en sorte que la stimulation ventriculaire survienne après la contraction

atriale, de façon plus physiologique. L'étude prospective non randomisée MARVEL 2 a évalué l'activation de cet algorithme qui utilise l'accéléromètre embarqué pour détecter l'activation atriale.⁴² L'étude confirme que cet algorithme permet d'améliorer significativement la synchronisation atrioventriculaire chez les patients en rythme sinusal avec bloc atrioventriculaire.

L'étude randomisée PRAETORIAN a comparé les défibrillateurs implantés de façon entièrement sous-cutanée aux défibrillateurs (ICD) classiques endoveineux chez 849 patients ayant une indication en prévention primaire ou secondaire, sans nécessité de stimulation cardiaque associée.⁴³ L'étude a montré la non-infériorité du S-ICD par rapport à l'ICD endoveineux en termes de complications et chocs inappropriés, sur une période d'observation de 49 mois. Ces résultats ont également été confirmés par les analyses préliminaires du registre UNTOUCHED, où 96% des patients implantés avec la nouvelle génération de S-ICD n'ont pas présenté de chocs inappropriés à 18 mois de suivi (HRS 2020. Late-Breaking Clinical Trials. www.hrsonline.org/2020Science).

Les résultats de PRAETORIAN, UNTOUCHED et MARVEL 2 élargissent donc la population cible pour de tels dispositifs cardiaques, tout en réduisant les complications typiquement associées aux systèmes endoveineux (infections et/ou défaillance d'électrodes, occlusion veineuse).

Ce que l'on savait déjà: les stimulateurs cardiaques de type «capsule» sans électrodes et les défibrillateurs sous-cutanés sont associés à une réduction des complications typiquement en lien avec les systèmes endoveineux (infections et/ou défaillance d'électrodes, occlusion veineuse).

Ce que cela apporte de nouveau: il y a actuellement un élargissement des indications pour ce type de dispositifs, typiquement: a) la prévention primaire ou secondaire de la mort subite, sans nécessité de stimulation cardiaque associée, pour les défibrillateurs sous-cutanés et b) certains cas de blocs atrioventriculaires «persistants» avec rythme sinusal sous-jacent pour les stimulateurs cardiaques de type «capsule».

Ce que l'on ne sait toujours pas: le fait de connaître les issues cliniques à long terme (au-delà de 5 ans) permettrait d'optimiser la sélection des patients pour ces dispositifs.

SARS-COV-2 – ASPECTS CARDIOLOGIQUES

N. Kilani et T. Rutz

Les aspects cardiologiques de la maladie Covid-19 ont déjà été explorés dans une précédente revue.⁴⁴ Nous reviendrons ici sur l'interaction entre SARS-CoV-2 et médicaments cardiologiques.

Pour infecter les cellules par endocytose, le SARS-CoV-2 utilise l'enzyme de conversion de l'angiotensine II (ACE2).⁴⁵ Bien que les études expérimentales animales montrent des résultats conflictuels, certaines d'entre elles suggèrent que les inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (IECA) et les antagonistes des récepteurs de l'angiotensine (ARA) augmentent l'expression de l'ACE2, ce qui, à son tour,

augmente les possibilités pour le virus d'infecter les cellules.⁴⁶ Ces considérations physiopathologiques ont suscité des inquiétudes quant à l'utilisation des IECA et des ARA chez les patients à risque ou atteints du Covid-19. Plusieurs études récentes ont cependant montré que la prise de ces traitements n'augmentait pas la probabilité d'infection ni le développement d'une maladie plus sévère.^{47,48}

Au contraire, se pose actuellement la question d'un effet protecteur de ces deux molécules contre le Covid-19. En effet, la liaison du SARS-CoV-2 à l'ACE2 entraîne une diminution de l'expression de la molécule à la surface cellulaire. Ceci réduit l'effet protecteur de l'ACE2 et induit l'activation locale du système rénine-angiotensine-aldostérone (SRAA).⁴⁹ Par leur mécanisme d'action d'inhibition de ce système, les IECA et ARA auraient dès lors un effet protecteur des atteintes d'organes induites par le Covid-19, comme semble le montrer une publication récente chez des patients âgés hospitalisés aux soins intensifs.⁵⁰ D'autres études sont actuellement en cours afin de tester cette hypothèse (ClinicalTrials.gov Identifier: NCT04312009).

Ce que l'on savait déjà: les IECA et les ARA sont des traitements reconnus dans l'hypertension artérielle et dans l'IC à FEVG abaissée pour leur impact bénéfique important sur la morbidité et la mortalité.

Ce que cela apporte de nouveau: plusieurs études ont désormais montré que ces traitements n'augmentaient pas le risque d'infection ni de maladie grave par le Covid-19.

Ce que l'on ne sait toujours pas: des études sont actuellement en cours pour déterminer si ces traitements ont, au contraire, un possible effet protecteur contre les complications de Covid-19.

CARDIOPATHIES CONGÉNITALES À L'ÂGE ADULTE ET GROSSESSES

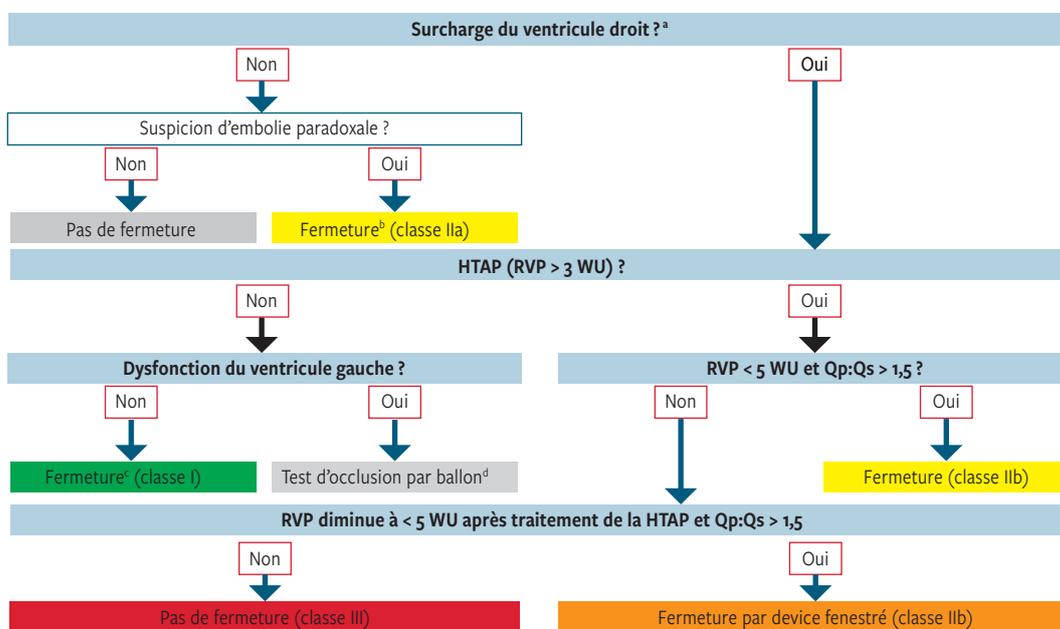
N. Kilani, T. Rutz et J. Bouchardy

La première publication des recommandations sur la prise en charge des cardiopathies congénitales à l'âge adulte (CC) date de 2010. Par conséquent, la nouvelle version était très attendue.⁵¹ Certains sujets importants ne figurant pas dans les recommandations précédentes y sont maintenant inclus.

C'est le cas des arythmies, complications parmi les plus fréquentes dans le suivi à long terme des CC, qui influencent de façon significative la morbidité et la mortalité de nos patients.^{52,53} Les recommandations soulignent l'importance d'une approche multidisciplinaire et d'un bilan complet afin de comprendre si l'étiologie d'une arythmie nouvellement apparue est la conséquence d'un problème hémodynamique (par exemple valvulopathie) ou plutôt d'une cicatrice d'atrio-/ventriculotomie. Les guidelines mettent en avant la prise en charge de toute anomalie hémodynamique éventuelle et soulignent le rôle de l'ablation par radiofréquence. Celles-ci insistent également sur l'importance de maintenir un rythme sinusal et sur le risque accru d'événement thromboembolique en cas d'arythmie supraventriculaire, comme le flutter atrial ou la FA. Les scores de CHA₂DS₂-VASc et HAS-BLED, utilisés dans la population générale pour évaluer les risques thrombo-

FIG 4 Schéma de prise en charge de la communication interatriale

^aDilatation du ventricule droit avec augmentation du volume d'éjection; ^bSous condition d'absence d'HTAP ou de dysfonction du ventricule gauche; ^cÉvaluer prudemment le risque de fermeture chirurgicale chez des patients âgés non éligibles à une fermeture percutanée; ^dPondérer le bénéfice d'élimination du shunt gauche-droit au risque d'augmentation des pressions de remplissage du ventricule gauche et d'une décompensation cardiaque gauche consécutive à la fermeture. Classe: classe de recommandation selon niveau d'évidence⁵¹; HTAP: hypertension artérielle pulmonaire; Qp:Qs: ratio débit pulmonaire: débit systémique; RVP: résistance vasculaire pulmonaire; WU: Wood Unit.



(Adaptée de réf. 51).

emboliques et hémorragiques, sont uniquement applicables pour les CC simples (par exemple, communication interatriale (CIA)).³⁹ Chez les patients avec une CC de complexité modérée à importante (par exemple, tétralogie de Fallot, transposition des gros vaisseaux), une approche individualisée, en faveur d'une anticoagulation pour toute arythmie supraventriculaire persistante, est recommandée.

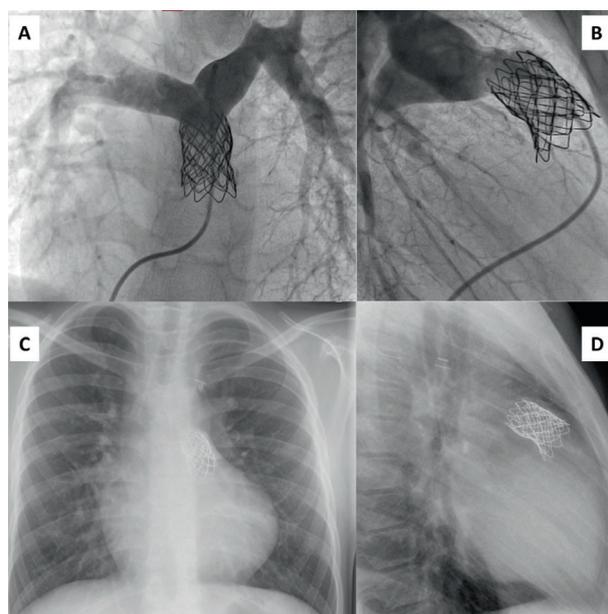
La dilatation du ventricule droit (VD) est habituellement une indication à la fermeture d'une CIA qui, dans la plupart des cas, est possible par voie percutanée. La présence d'une hypertension artérielle pulmonaire (HTAP) peut être une contre-indication à la fermeture, en raison du risque de défaillance du VD une fois la CIA fermée. Les recommandations insistent donc sur l'importance de déterminer la résistance vasculaire pulmonaire par cathétérisme droit en cas de suspicion d'une HTAP et proposent un algorithme pour évaluer l'indication à la fermeture de la CIA (figure 4). Plusieurs options doivent être envisagées en cas d'HTAP (fermeture d'emblée, traitement préalable d'HTAP puis fermeture ultérieure ou contre-indication absolue à la fermeture) et cet algorithme aide à évaluer ces différentes options.

Les patients avec une tétralogie de Fallot présentent fréquemment une sténose de la voie de chasse du VD et de la valve pulmonaire.⁵⁴ La Munich Comparative Study, publiée en 2020, n'a pas montré de différence en termes d'issues entre un remplacement pulmonaire percutané ou chirurgical.⁵⁵ De ce fait, et pour la première fois, les recommandations privilégient un remplacement percutané de la valve pulmonaire si l'anatomie le permet (figure 5).

La prise en charge des anomalies coronariennes congénitales est complexe, particulièrement dans le cas d'une anomalie de

FIG 5 Remplacement d'une valve pulmonaire par voie percutanée

A et B: Angiographie pulmonaire après implantation d'une prothèse biologique par voie percutanée dans le tronc pulmonaire dans des vues antéro-postérieure et sagittale avec, en C et D, des clichés d'une radiographie thoracique correspondante.



l'origine de l'artère coronarienne associée à un trajet entre l'artère pulmonaire et l'aorte, et d'autant plus lors d'une présentation à l'âge adulte avancé (> 35 ans). Afin d'identifier les patients à risque de mort subite, éligibles pour une correction chirurgicale, les recommandations soulignent l'importance des critères morphologiques et de la documentation d'une ischémie par imagerie fonctionnelle non pharmacologique permettant de reproduire la situation hémodynamique à l'effort.

Ce que l'on savait déjà: les arythmies jouent un rôle important dans la morbidité et la mortalité des patients.

Ce que cela apporte de nouveau: une approche multidisciplinaire est nécessaire avec une évaluation complète en cas de nouvelle arythmie. Le traitement par ablation est mis en avant, de même que l'anticoagulation thérapeutique.

Ce que l'on ne sait toujours pas: l'indication à une anticoagulation chez des patients avec une cardiopathie congénitale de degrés modéré et complexe doit encore être précisée.

En ce qui concerne la grossesse, l'âge moyen des femmes enceintes continue de croître. Cette augmentation est associée à une majoration de la prévalence des facteurs de risque cardiovasculaire traditionnels. Le registre européen des grossesses et maladies cardiaques (ROPAC), qui inclut 5739 grossesses et auquel le CHUV et les HUG participent, a montré, sans surprise, que les patientes avec une cardiopathie ischémique (CI) étaient plus âgées, avec une plus haute prévalence de HTA, d'obésité, de diabète et de tabagisme actif.^{56,57} Chez

104 patientes, dont la majorité (66%) avait eu une intervention coronarienne préalable, la grossesse a été compliquée d'un événement ischémique. Il n'y a pas eu de décès mais on a observé un SCA chez 21% de ces 104 patientes, dont 45% d'infarctus du myocarde avec élévation du segment ST (STEMI). La cause du SCA était une athérosclérose dans 38% des cas et une dissection coronarienne spontanée dans 21%. L'incidence des événements ischémiques chez les femmes enceintes connues pour une CI est donc élevée, ce qui souligne l'importance d'une évaluation préconceptionnelle ainsi que d'un suivi pendant la grossesse.

Ce que l'on savait déjà: l'augmentation de l'âge des femmes enceintes est associée à une augmentation de la prévalence des facteurs de risque cardiovasculaire traditionnels dans cette population.

Ce que cela apporte de nouveau: il y a une incidence importante d'événements ischémiques chez les femmes enceintes atteintes d'une cardiopathie ischémique.

Ce que l'on ne sait toujours pas: l'incidence de la CI dans la population générale des femmes enceintes reste à investiguer.

Conflit d'intérêts: Le Dr Stéphane Fournier exerce une activité de consulting pour Bayer and Cathworks et a reçu des honoraires en tant qu'orateur pour Biotronik, Bayer et Amgen. Le Pr Juerg Schwitler reçoit une bourse annuelle pour la recherche dans le domaine IRM cardiaque de l'entreprise Bayer Healthcare, Schweiz. Les autres auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

- 1 Collet JP, Thiele H, Barbato E, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J* 2020;ehaa575.
- 2 Schüpke S, Neumann FJ, Menichelli M, et al. Ticagrelor or Prasugrel in Patients with Acute Coronary Syndromes. *N Engl J Med* 2019;381:1524-34.
- 3 Montalescot G, Bolognese L, Dudek D, et al. Pretreatment with prasugrel in non-ST-segment elevation acute coronary syndromes. *N Engl J Med* 2013;369:999-1010.
- 4 Dworeck C, Redfors B, Angerås O, et al. Association of Pretreatment With P2Y12 Receptor Antagonists Preceding Percutaneous Coronary Intervention in Non-ST-Segment Elevation Acute Coronary Syndromes With Outcomes. *JAMA Netw Open* 2020;3:e2018735.
- 5 **Nidorf SM, Fiolet ATL, Mosterd A, et al. Colchicine in Patients with Chronic Coronary Disease. *N Engl J Med* 2020;epub ahead of print.
- 6 Nidorf SM, Eikelboom JW, Budgeon CA, Thompson PL. Low-dose colchicine for secondary prevention of cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:404-10.
- 7 Tardif JC, Kouz S, Waters DD, et al. Efficacy and Safety of Low-Dose Colchicine after Myocardial Infarction. *N Engl J Med* 2019;381:2497-505.
- 8 Brouwer J, Nijenhuis VJ, Delewi R,

- et al. Aspirin with or without Clopidogrel after Transcatheter Aortic-Valve Implantation. *N Engl J Med* 2020;383:1447-57.
- 9 Nijenhuis VJ, Brouwer J, Delewi R, et al. Anticoagulation with or without Clopidogrel after Transcatheter Aortic-Valve Implantation. *N Engl J Med* 2020;382:1696-707.
- 10 Dangas GD, Tijssen JGP, Wöhrle J, et al. A Controlled Trial of Rivaroxaban after Transcatheter Aortic-Valve Replacement. *N Engl J Med* 2020;382:120-9.
- 11 Pagnoni M, Meier D, Fournier S, Muller O. Syndrome coronarien chronique (angor stable) : indication à la revascularisation en 2020 et dernières évidences. *Rev Med Suisse* 2020;16:1140-6.
- 12 **Maron DJ, Hochman JS, Reynolds HR, et al. Initial Invasive or Conservative Strategy for Stable Coronary Disease. *N Engl J Med* 2020;382:1395-407.
- 13 Meier D, Mahendiran T, Fournier S. Will ISCHEMIA change our daily practice? *Cardiovasc Diagn Ther* 2020;10:908-11.
- 14 **Packer M, Anker SD, Butler J, et al. Cardiovascular and Renal Outcomes with Empagliflozin in Heart Failure. *N Engl J Med* 2020;383:1413-24.
- 15 McMurray JJV, Solomon SD, Inzucchi SE, et al. Dapagliflozin in Patients with Heart Failure and Reduced Ejection

- Fraction. *N Engl J Med* 2019;381:1995-2008.
- 16 Wachter R, Shah SJ, Cowie MR, et al. Angiotensin receptor neprilysin inhibition versus individualized RAAS blockade: design and rationale of the PARALLAX trial. *ESC Heart Fail* 2020;7:856-64.
- 17 Solomon SD, McMurray JJV, Anand IS, et al. Angiotensin – Neprilysin Inhibition in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *N Engl J Med* 2019;381:1609-20.
- 18 *Meyer P, Lu H, Hullin R. Patiromer and medication optimisation in heart failure with reduced ejection fraction: a Swiss perspective. *Swiss Med Wkly* 2020;150:w20362.
- 19 Agarwal R, Rossignol P, Romero A, et al. Patiromer versus placebo to enable spironolactone use in patients with resistant hypertension and chronic kidney disease (AMBER): a phase 2, randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet* 2019;394:1540-50.
- 20 Rossignol P, Williams B, Mayo MR, et al. Patiromer versus placebo to enable spironolactone use in patients with resistant hypertension and chronic kidney disease (AMBER): results in the pre-specified subgroup with heart failure. *Eur J Heart Fail* 2020;22:1462-71.
- 21 *Schwitter J, Wacker C, van Rossum AC, et al. MR-IMPACT: comparison of perfusion-cardiac magnetic resonance with single-photon emission computed tomography for the detection of coronary artery disease in a multicentre, multivendor, randomized trial. *Eur Heart J* 2008;29:480-9.
- 22 **Schwitter J, Wacker CM, Wilke N, et al. Superior diagnostic performance of perfusion-cardiovascular magnetic resonance versus SPECT to detect coronary artery disease: The secondary endpoints of the multicenter multivendor MR-IMPACT II (Magnetic Resonance Imaging for Myocardial Perfusion Assessment in Coronary Artery Disease Trial). *J Cardiovas Magn Reson* 2012;14:61.
- 23 Schwitter J, Wacker CM, Wilke N, et al. MR-IMPACT II: Magnetic Resonance Imaging for Myocardial Perfusion Assessment in Coronary artery disease Trial: perfusion-cardiac magnetic resonance vs. single-photon emission computed tomography for the detection of coronary artery disease: a comparative multicentre, multivendor trial. *Eur Heart J* 2013;34:775-81.
- 24 **Kwong RY, Ge Y, Steel K, et al. Cardiac Magnetic Resonance Stress Perfusion Imaging for Evaluation of Patients With Chest Pain. *J Am Coll Cardiol* 2019;74:1741-55.
- 25 **Knuuti J, Wijns W, Saraste A, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J* 2020;41:407-77.
- 26 **Arai AE, Schulz-Menger J, Berman D, et al. Significant coronary artery disease

- detection by Gadobutrol-enhanced CMR. Results from two single-vendor phase III trials. *J Am Coll Cardiol* 2020; epub ahead of print.
- 27 *Antiochos P, Ge Y, Steel K, et al. Imaging of Clinically Unrecognized Myocardial Fibrosis in Patients With Suspected Coronary Artery Disease. *J Am Coll Cardiol* 2020;76:945-57.
- 28 *Moschetti K, Petersen SE, Pilz G, et al. Cost-minimization analysis of three decision strategies for cardiac revascularization: results of the "suspected CAD" cohort of the European Cardiovascular magnetic resonance registry. *J Cardiovasc Magn Reson* 2016;18:3.
- 29 **Pletscher M, Walker S, Moschetti K, et al. Cost-effectiveness of functional cardiac imaging in the diagnostic work-up of coronary heart disease. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes* 2016;2:201-7.
- 30 *Ge Y, Pandya A, Steel K, et al. Cost-Effectiveness Analysis of Stress Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging for Stable Chest Pain Syndromes. *JACC Cardiovasc Imaging* 2020;13:1505-17.
- 31 Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J* 2016;37:2129-200.
- 32 Disertori M, Righini M, Pace N, et al. Myocardial fibrosis assessment by LGE is a powerful predictor of ventricular tachyarrhythmias in ischemic and nonischemic LV dysfunction: A meta-analysis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2016;9:1046-55.
- 33 Kwon DH, Asamoto L, Popovic ZB, et al. Infarct Characterization and Quantification by Delayed Enhancement Cardiac Magnetic Resonance Imaging Is a Powerful Independent and Incremental Predictor of Mortality in Patients With Advanced Ischemic Cardiomyopathy. *Circ Cardiovasc Imaging* 2014;7:796-804.
- 34 Ghanbari F, Joyce T, Kozerke S, et al. Using machine-learning for fully automatic LGE scar quantification in the large multi-national Derivate Registry. *Int Congress of the SCMR, San Diego, 2021, abstract 2020.*
- 35 **Linde JJ, Kelbæk H, Hansen TF, et al. Coronary CT Angiography in Patients With Non-ST-Segment Elevation Acute Coronary Syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2020;75:453-63.
- 36 Yu M, Shen C, Dai X, et al. Clinical Outcomes of Dynamic Computed Tomography Myocardial Perfusion Imaging Combined With Coronary Computed Tomography Angiography Versus Coronary Computed Tomography Angiography-Guided Strategy. *Circ Cardiovasc Imaging* 2020;13:e009775.
- 37 **Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med* 2019;380:1695-705.
- 38 Pibarot P, Salaun E, Dahou A, et al. Echocardiographic Results of Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in Low-Risk Patients: The PARTNER 3 Trial. *Circulation* 2020;141:1527-37.
- 39 Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 2020;ehaa612.
- 40 Turakhia MP, Desai M, Hedlin H, et al. Rationale and design of a large-scale, app-based study to identify cardiac arrhythmias using a smartwatch: The Apple Heart Study. *Am Heart J* 2019;207:66-75.
- 41 Kirchhof P, Camm AJ, Goette A, et al. Early Rhythm-Control Therapy in Patients with Atrial Fibrillation. *N Engl J Med* 2020;383:1305-16.
- 42 *Steinwender C, Khelae SK, Garweg C, et al. Atrioventricular Synchronous Pacing Using a Leadless Ventricular Pacemaker: Results From the MARVEL 2 Study. *JACC Clin Electrophysiol* 2020;6:94-106.
- 43 **Knops RE, Olde Nordkamp LRA, Delnoy PHM, et al. Subcutaneous or Transvenous Defibrillator Therapy. *N Engl J Med* 2020;383:526-36.
- 44 Meier D, Domenichini G, Mahendiran T, et al. Pandémie de COVID-19 : aspects cardiologiques. *Rev Med Suisse* 2020;16:930-2.
- 45 Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, et al. SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell* 2020;181:271-280.e8.
- 46 Soler MJ, Barrios C, Oliva R, Batlle D. Pharmacologic modulation of ACE2 expression. *Curr Hypertens Rep* 2008;10:410-4.
- 47 Reynolds HR, Adhikari S, Pulgarin C, et al. Renin-Angiotensin-Aldosterone System Inhibitors and Risk of Covid-19. *N Engl J Med* 2020;382:2441-8.
- 48 *Mancia G, Rea F, Ludergnani M, Apolone G, Corrao G. Renin-Angiotensin-Aldosterone System Blockers and the Risk of Covid-19. *N Engl J Med* 2020;382:2431-40.
- 49 Kuba K, Imai Y, Rao S, et al. A crucial role of angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) in SARS coronavirus-induced lung injury. *Nat Med* 2005;11:875-9.
- 50 **Jung C, Bruno RR, Wernly B, et al. Inhibitors of the Renin-Angiotensin-Aldosterone System and Covid-19 in critically ill elderly patients. *Eur Heart J Cardiovasc Pharmacother* 2020;pvaa083.
- 51 **Baumgartner H, De Backer J, Babu-Narayan SV, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. *Eur Heart J* 2020;ehaa554.
- 52 Bouchardy J, Therrien J, Pilote L, et al. Atrial arrhythmias in adults with congenital heart disease. *Circulation* 2009;120:1679-86.
- 53 Walsh EP, Cecchin F. Arrhythmias in adult patients with congenital heart disease. *Circulation* 2007;115:534-45.
- 54 Freling HG, Willems TP, van Melle JP, et al. Effect of right ventricular outflow tract obstruction on right ventricular volumes and exercise capacity in patients with repaired tetralogy of fallot. *Am J Cardiol* 2014;113:719-23.
- 55 **Georgiev S, Ewert P, Eicken A, et al. Munich Comparative Study: Prospective Long-Term Outcome of the Transcatheter Melody Valve Versus Surgical Pulmonary Bioprosthesis With Up to 12 Years of Follow-Up. *Circ Cardiovasc Interv* 2020;13:e008963.
- 56 Roos-Hesselink J, Baris L, Johnson M, et al. Pregnancy outcomes in women with cardiovascular disease: evolving trends over 10 years in the ESC Registry Of Pregnancy And Cardiac disease (ROPAC). *Eur Heart J* 2019;40:3848-55.
- 57 *Baris L, Hakeem A, Moe T, et al. Acute Coronary Syndrome and Ischemic Heart Disease in Pregnancy: Data From the EURObservational Research Programme-European Society of Cardiology Registry of Pregnancy and Cardiac Disease. *J Am Heart Assoc* 2020;9:e015490.

* à lire

** à lire absolument