

## Chapitre 4

# Échocardiographie et échographie thoracique

Frank A. Flachskampf, Pavlos Myriantsefs et Ruxandra Beyer

### PLAN DU CHAPITRE

|  |           |   |           |   |    |
|--|-----------|---|-----------|---|----|
| <b>Échocardiographie</b>   | <b>29</b> | Maladie et traumatisme du péricarde           | <b>41</b> | Applications cliniques de l'échographie thoracique dans la pratique |    |
| Introduction   | 29        | Embolie pulmonaire                            | 43        | quotidienne   | 49 |
| Considérations techniques et équipement  | 30        | Urgences aortiques                            | 44        | Procédures guidées par échographie                                  | 51 |
| Formation  | 31        | Embolie systémique                            | 45        | Conclusion  | 51 |
| L'échocardiographie dans des scénarios spécifiques                                       | 31        | <b>Échographie thoracique</b>                 | <b>47</b> |   |    |
| Endocardite, régurgitation valvulaire aiguë et dysfonctionnement des valves prothétiques | 39        | Introduction                                  | 47        |   |    |
|  |           | Principes, équipement et position du patient  | 47        |   |    |
|  |           | Signes, points, lignes et profils pulmonaires | 47        |   |    |

## 4.1 Échocardiographie

### RÉSUMÉ

Pour la gestion en urgence des pathologies cardiovasculaires aiguës, l'échocardiographie et l'échographie thoracique sont des techniques d'imagerie indispensables au chevet du patient. Dans l'environnement des soins intensifs, des questions importantes, concernant les fonctions ventriculaires gauche et droite, une cardiopathie valvulaire, la volémie, une pathologie aortique, une endocardite, un épanchement pleural, un œdème pulmonaire, un pneumothorax, et bien d'autres encore, peuvent trouver des réponses adaptées et fiables grâce à ces techniques; en fait, il est presque impossible de gérer correctement les patients souffrant de troubles hémodynamiques graves et aigus sans accès rapide et répété à l'échocardiographie. Cela est confirmé par la place prépondérante qu'occupe l'échocardiographie dans les recommandations portant sur les aspects diagnostiques et thérapeutiques des principales urgences cardiovasculaires, allant de l'insuffisance cardiaque aiguë au syndrome coronarien aigu en passant par l'embolie pulmonaire... En outre, c'est l'outil idéal pour le suivi du patient, car les échographies répétées ne présentent aucun risque pour lui et demandent relativement peu de logistique et de ressources. Pour bénéficier de la richesse des informations que l'échocardiographie et l'échographie thoracique peuvent fournir, il faut un équipement moderne (y compris une sonde transœsophagienne) et une formation systématique d'échocardiographiste. La disponibilité d'une expertise en échocardiographie et en échographie thoracique sans délai et fiable est fondamentale pour des soins intensifs cardiovasculaires contemporains de qualité.

### Introduction

L'environnement des soins intensifs requiert des exigences spécifiques et indispensables en matière de disponibilité, de rapidité, de polyvalence et de précision de l'imagerie cardiaque. L'échocardiographie est de loin la technique qui répond le mieux à ces exigences dans la grande majorité des cas et est donc clairement – comme en cardiologie en général – la technique d'imagerie de « première ligne » en soins intensifs. La disponibilité sans délai de l'échocardiographie est indispensable à toute unité de soins critiques et, bien sûr, centrale dans les unités de soins intensifs de cardiologie (USIC). Ce chapitre suppose une connaissance de base des techniques échocardiographiques et des procédures de cet examen; les points forts, les points faibles, les pièges et les particularités de l'échocardiographie dans des situations spécifiques sont discutés. Les nouvelles techniques sont brièvement présentées, mais l'accent est mis sur l'utilisation la plus appropriée de l'arsenal standard, correspondant aux besoins typiques de gestion des soins intensifs. Le texte a été organisé en fonction de scénarios cliniques.

## Considérations techniques et équipement

Contrairement à d'autres modalités d'imagerie, l'échocardiographie a toujours été une technique relativement légère, mobile et utilisable au chevet du patient. Les progrès techniques de ces dernières années ont permis de réduire encore la taille des appareils, même ceux très performants, ce qui les rend parfaitement utilisables dans un environnement de soins intensifs [1]. En outre, l'industrie a produit des appareils d'échocardiographie miniaturisés qui sont déclinés en deux lignes principales de produits. La première comprend des appareils de type ordinateur portable qui ont essentiellement toutes les capacités de machines plus grosses, y compris le stockage numérique complet et l'imagerie transœsophagienne. Ces appareils ont généralement besoin d'une alimentation électrique ou d'une batterie supplémentaire et, bien que mobiles, d'un support comme une table. La seconde est encore plus miniaturisée pour permettre une portabilité naturelle (« stéthoscope à ultrasons », « ultrasons portatifs », « ultrasons *point of care* »). Avec un poids faible, < 1 kg, ils peuvent être transportés dans une poche de manteau ou autour du cou du médecin (figure 4.1). Ces appareils ont des options réduites – par exemple pas de Doppler spectral –, ont des capacités de stockage limitées et ne peuvent pas être utilisés pour l'imagerie transœsophagienne [1, 2]. Cependant, ils offrent une qualité bidimensionnelle (2D) raisonnable, suffisante pour identifier une pathologie majeure, par exemple une altération de la fonction du ventricule gauche, une maladie valvulaire évidente ou un épanchement péricardique. Leur rôle est d'offrir une extension de l'examen physique, et non de remplacer un examen échocardiographique complet. Leur champ d'application, la formation nécessaire et leur relation avec l'échocardiographie standard sont bien discutés dans une prise de position de l'*European Association of Cardiovascular Imaging* (EACVI) [2].

Un autre développement important dans ce domaine est la création récente de protocoles de diagnostic par échographie ciblés et limités. Ils ne sont pas nécessairement restreints aux diagnostics cardiaques. Ces protocoles existent sous différents noms (FEEL, FATE, FoCUS, POCUS, etc.) et s'adressent principalement aux non-cardiologues, dans le but de permettre des diagnostics échographiques rapides et d'importance critique dans des situations d'urgence telles qu'une tamponnade cardiaque ou une insuffisance cardiaque droite. Comme on peut s'y attendre, le principal problème reste la formation et ces questions critiques de formation, de compétence, de certification sont abordées dans [3].

Le choix d'une machine d'échographie pour une unité de soins intensifs doit tenir compte des aspects essentiels suivants :

- la qualité des images 2D reste la pierre angulaire du diagnostic échocardiographique;
- un Doppler couleur correct et un Doppler continu, souvent négligé, sont très importants, par exemple pour évaluer une sténose aortique (rétrécissement aortique ou RA) ou la pression systolique pulmonaire via le flux de l'insuffisance tricuspide (IT);
- l'échocardiographie transœsophagienne (ETO) est une option essentielle [4];
- les nouvelles techniques ont une importance limitée; le Doppler tissulaire est utile pour évaluer les pressions diastoliques du ventricule gauche (VG) et la fonction de la paroi libre du ventricule droit (VD), mais les techniques plus sophistiquées sont rarement nécessaires pour traiter des urgences. Le *strain* global du VG (et du VD) fait de plus en plus partie de l'examen standard complet et il est donc souhaitable d'en disposer;
- le stockage numérique, y compris le stockage à long terme, est obligatoire, idéalement via un réseau numérique. Même des options sans fil sont aujourd'hui disponibles, bien qu'encore rares. Il est très important de pouvoir récu-



Figure 4.1 Dispositifs échocardiographiques modernes, mobiles et miniaturisés de différents fabricants. Les poids sont indiqués.

pérer rapidement les examens précédents pour suivre les évolutions, par exemple dans la cinétique pariétale. Étant donné le caractère de vie ou de mort des décisions quotidiennes dans l'environnement des soins intensifs, une documentation complète est indispensable pour protéger les patients et les médecins.

Dans les services de soins intensifs, l'entretien du matériel d'échocardiographie est un casse-tête permanent, souvent parce qu'il n'existe pas de responsabilités claires. Cela concerne l'entretien de l'équipement, le nettoyage, la désinfection correcte des sondes transœsophagiennes, la gestion des rapports et autres documents, la gestion du stockage numérique, y compris la protection contre la perte de données, les mises à jour régulières des logiciels, la fourniture d'un espace suffisant, et d'autres problèmes.

## Formation

L'unité de soins intensifs est souvent le premier endroit où un jeune médecin en formation en cardiologie ou en médecine interne utilise un appareil d'échocardiographie, généralement sous la supervision informelle d'un collègue plus expérimenté. En raison de l'impact direct fréquent du diagnostic échocardiographique sur la prise en charge, il s'agit d'une situation particulièrement stressante et formatrice pour apprendre l'échocardiographie. Toutefois, cet apprentissage dans le cadre des soins intensifs doit être accompagné ou suivi d'une formation systématique, d'autant plus que, souvent, les contraintes de temps conduisent à des examens incomplets et rapides. En outre, des compétences importantes, telles que l'évaluation de la fonction du VD ou d'une régurgitation valvulaire, ne sont pas correctement acquises sans formation systématique et avec une comparaison avec d'autres techniques. Dans une étude sur la précision diagnostique de l'échocardiographie «*point of care*» avec des appareils portables, le diagnostic de dysfonction du VD ne concordait que dans 75 % des cas entre les internes ayant reçu une formation limitée et les échocardiographistes ayant reçu une formation complète. Par conséquent, les recommandations de formation de l'EACVI [5] (tableau 4.1) ou des sociétés nationales doivent être suivies et il faut s'assurer que les rapports définitifs soient revus par un échocardiographe confirmé. Pour un cardiologue pleinement formé et surspécialisé dans les soins intensifs de cardiologie, le programme d'études de l'ECS-ACVC exige la capacité de réaliser ETT et ETO de façon complète et autonome (compétence de niveau III, comprenant la réalisation d'au moins 350 études transthoraciques et 50 études transœsophagiennes).

Le stockage des données numériques et le compte rendu écrit des résultats échocardiographiques sont d'une importance capitale dans le cadre des soins intensifs, non seulement pour la prise en charge des patients, mais aussi pour des raisons médico-légales. On peut comprendre une tendance à occulter ces tâches dans des situations où la vie est en danger mais il ne faut pas accepter que cet aspect soit négligé.

Tableau 4.1 Exigences de formation en échocardiographie de l'European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) pour atteindre les niveaux de compétence de base et avancés

| Technique d'échocardiographie | Nombre minimum d'examens effectués pour devenir compétent | Niveau de compétence | Nombre minimum d'examens effectués par an pour maintenir la compétence |
|-------------------------------|---|----------------------|--|
| TTE                           | 350 (de base)   | III                  | Exposition raisonnable   |
|                               | 750 (avancé)  | III                  | 100  |
| ETO                           | 75 (avancé)   | III                  | 50   |
| Échocardiographie d'effort    | 100 (avancé)  | III                  | 100  |

Niveau III : la capacité d'effectuer la procédure de manière indépendante (sans supervision).

Source : reproduit de Popescu BA, Andrade MJ, Badano LP, et al. European Association of Echocardiography recommendations for training, competence, and quality improvement in echocardiography. *Eur J Echocardiogr* 2009;10(8):893-905. doi:10.1093/ejehocard/jep151 avec la permission de Oxford University Press.

## L'échocardiographie dans des scénarios spécifiques

### Syndromes coronariens aigus

L'échocardiographie est extrêmement précieuse dans les syndromes coronariens aigus (SCA). Un examen échocardiographique doit donc être réalisé le plus tôt possible [6, 7]. La caractéristique échocardiographique du SCA est l'anomalie de cinétique de la paroi, qui est un marqueur d'ischémie myocardique en cours ou récente (figure 4.2). Les anomalies de la cinétique pariétale résultent d'une altération de l'épaississement de la paroi systolique et d'une réduction du mouvement systolique de l'endocarde vers l'intérieur. Elles varient en degrés, de l'hypokinésie (épaississement et mouvement vers l'intérieur réduits) à l'akinésie, en passant par la dyskinesie (mouvement systolique vers l'extérieur et amincissement) et l'anévrisme (bombement systolique et diastolique vers l'extérieur et amincissement), et en étendue par le

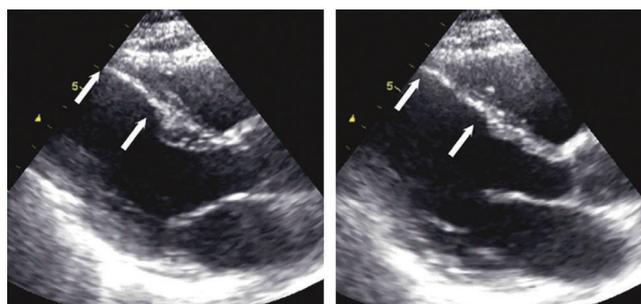


Figure 4.2 Anomalie de cinétique de la paroi antérieure, territoire de l'artère interventriculaire antérieure (IVA).

À gauche, systole ; à droite, diastole. Le segment de paroi situé entre les flèches blanches ne s'épaissit pas et ne bouge pas, contrairement au segment basal. C'est un signe d'ischémie ou de cicatrice d'infarctus.

## Chapitre 4. Échocardiographie et échographie thoracique

nombre de segments de paroi affectés, décrits le plus commodément par les schémas standard à 16 ou 17 segments. Un score permet d'exprimer cela de façon semi-quantitative; chaque segment reçoit un score de 1 (normokinétique) à 4 (dyskinétique), et la somme de tous les scores divisée par le nombre de segments, appelée « indice du score de cinétique pariétale », est un paramètre semi-quantitatif sans dimension de l'altération de la cinétique pariétale; 1 correspond à un ventricule normal tandis que sa valeur augmente parallèlement aux anomalies de la cinétique pariétale. Le schéma des segments affectés peut indiquer quelle artère coronaire est touchée. Le degré et l'étendue des anomalies de la cinétique pariétale dépendent de la gravité de l'ischémie, qui, à son tour, dépend principalement de l'emplacement du thrombus occlusif et de la durée de l'ischémie. Cependant, il est souvent impossible de décider si une anomalie de la cinétique pariétale est nouvelle ou ancienne, bien que l'amincissement du myocarde ou l'augmentation de l'échogénicité impliquant une fibrose soient des signes d'une cicatrice plus ancienne. Il n'est pas non plus possible de déterminer immédiatement si une nouvelle anomalie de la cinétique pariétale est réversible par une intervention aiguë (hibernation myocardique), bien que certaines techniques plus récentes, comme l'échocardiographie de contraste du cœur gauche ou le *strain*, puissent être utiles. Bien que l'échocardiographie soit assez performante pour détecter l'ischémie myocardique aiguë, les anomalies de la cinétique pariétale peuvent passer inaperçues, selon la qualité de l'image, ou si elles sont petites; par conséquent, l'échocardiographie n'est pas sensible à 100 % pour le diagnostic de SCA. Cependant, une échocardiographie de bonne qualité sans aucune anomalie de la cinétique pariétale rend l'ischémie myocardique aiguë hautement improbable. Par ailleurs, l'étendue et la gravité d'une anomalie de la cinétique parié-

tale vraisemblablement nouvelle sont importantes pour la fonction globale du VG et prédisent également le pronostic et la probabilité d'un remodelage post-infarctus.

Un deuxième élément d'information important est la fonction pompe globale du VG, généralement exprimée par la fraction d'éjection (FE), dont les implications en matière de pronostic et de prise en charge sont bien connues (figure 4.3). La FE peut être estimée à l'œil nu par des observateurs expérimentés (!) et peut être mesurée par des méthodes 2D et 3D avec une qualité d'image suffisante. Un paramètre de substitution utile pour la FE chez les patients peu échogènes est l'excursion de l'anneau mitral (excursion systolique du plan annulaire mitral : *mitral annular plane systolic excursion* ou MAPSE) ou le *strain* longitudinal régional. Outre ces informations, l'échocardiographie est capable de fournir des preuves de l'augmentation des pressions de remplissage; pour plus de détails, voir plus loin [Évaluation de la fonction ventriculaire gauche diastolique](#).

Enfin, les complications d'un infarctus du myocarde (IDM) peuvent être rapidement détectées dans la phase aiguë d'un SCA :

- formation de thrombus : elle est assez fréquente chez les patients présentant des anomalies étendues de la cinétique pariétale, notamment des anévrysmes antérieurs (figure 4.4). Les thrombi sont souvent accompagnés d'un contraste échocardiographique spontané ou « volutes de fumée », causé par l'agrégation des globules rouges et marqueur de conditions thrombogènes. Pour détecter les thrombi apicaux, il faut les rechercher systématiquement, en particulier dans les vues deux cavités, afin de minimiser l'effacement de la pointe, qui est généralement présent, à un certain degré, dans les vues quatre cavités. L'utilisation de contraste peut aider à délimiter les

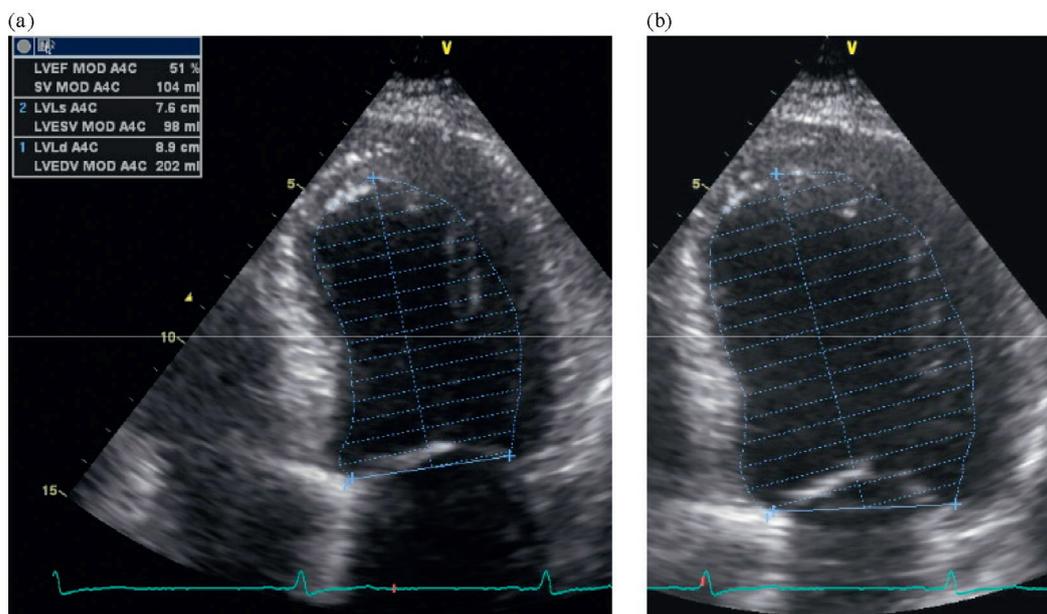


Figure 4.3 Calcul de la FE par la méthode de Simpson modifiée monoplan (somme des coupes) chez un patient dont la fonction de pompe du VG est légèrement altérée.

Vue apicale quatre cavités. A. Image en fin de systole donnant un volume de 104 mL. B. Image en fin de diastole, donnant un volume de 202 mL. La FE est de  $(202 - 104) / 202 = 51\%$ . Notez que le muscle papillaire est inclus dans le volume.

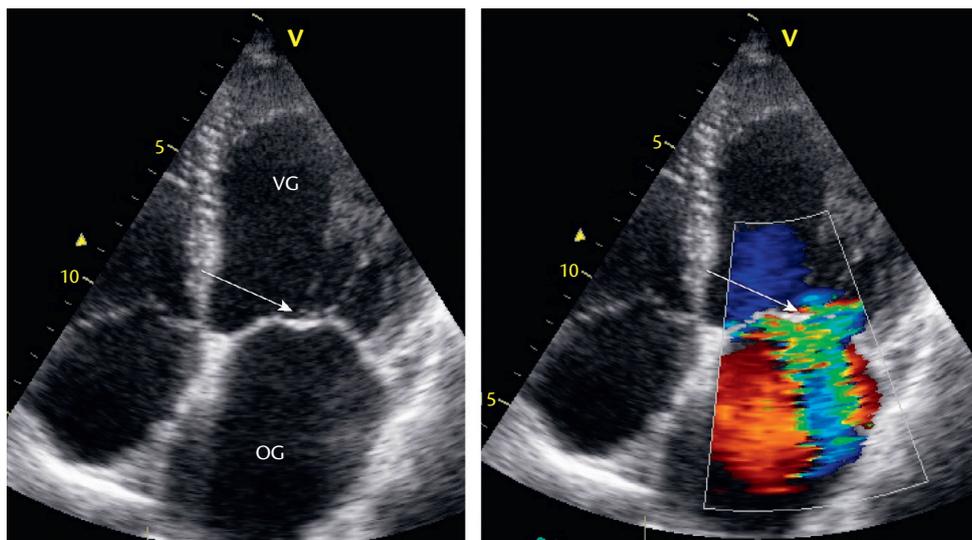


Figure 4.4 Cardiomyopathie ischémique.

Toutes les cavités cardiaques sont dilatées, en particulier le ventricule gauche (VG) et l'oreillette gauche (OG). Notez la configuration typique de la valve mitrale fermée à gauche, avec la ligne de fermeture des feuillets (flèche) tirée dans le ventricule gauche par la traction excentrique des muscles papillaires. À droite, Doppler couleur de régurgitation mitrale fonctionnelle ou « ischémique » (flèche).

thrombi du cœur gauche. Les thrombi récents du ventricule gauche sont des sources potentielles d'embolie systémique et nécessitent une anticoagulation ;

- formation d'anévrisme : les anévrismes sont des anomalies de la cinétique pariétale étendues dues à la cicatrice myocardique, avec une forme bombée vers l'extérieur qui ne change pas au cours du cycle cardiaque. Ils se produisent le plus souvent à l'apex du ventricule gauche et sont sujets à la formation de thrombus ;
- insuffisance mitrale (IM) : l'IM ischémique aiguë peut se développer en raison de plusieurs mécanismes. Le plus souvent, la dilatation et le remodelage global du VG entraînent une régurgitation fonctionnelle (voir figure 4.4). Dans des cas plus rares, l'appareil sous-valvulaire mitral peut être directement endommagé par l'ischémie ; le plus spectaculaire est la rupture du muscle papillaire (tête), avec apparition soudaine d'une régurgitation torrentielle (voir plus loin [Endocardite, régurgitation valvulaire aiguë et dysfonctionnement des valves prothétiques](#)). Une rupture chordale peut également se produire, conduisant à des présentations moins dramatiques. Dans tous les cas, une nouvelle IM ischémique est un signe pronostic péjoratif reconnu et entraîne généralement une congestion ou un œdème pulmonaires. L'IM est facilement détectée par le Doppler couleur, et le mécanisme sous-jacent doit toujours être recherché. Dans le cas d'une rupture de muscle papillaire, on observe des feuillets mitraux hypermobiles basculant d'avant en arrière du ventricule gauche vers l'oreillette gauche, avec une structure solide attachée représentant la structure papillaire distale rompue, ainsi que des signes d'IM sévère ;
- infarctus du VD : cette complication des infarctus inférieurs se manifeste par un VD dilaté, hypokinétique, avec une IT d'apparition récente. Le reconnaître est important, car la réduction de volémie dans cette situation est délétère ;

- communication interventriculaire (CIV) post-infarctus (figure 4.5) : la rupture du septum se produit dans la partie musculaire du septum interventriculaire, et le souffle est souvent pris pour une IM. Le Doppler couleur montre le jet vers le VD. Le site de rupture peut souvent être vu directement sur les images 2D, mais parfois la ligne de rupture a un tracé tortueux et n'est pas directement visualisable. Les images sous-costales sont très utiles pour détecter les CIV, car le faisceau échocardiographique est presque coaxial au jet du shunt. Les CIV sont facilement manquées si le Doppler couleur n'est pas positionné dans la région appropriée, qui est la zone moyenne et apicale du VD ;
- rupture de la paroi libre du ventricule et formation de pseudo-anévrisme : la rupture complète du myocarde de la paroi libre du ventricule gauche entraîne soit une tamponnade rapidement mortelle, détectable par la présence de liquide péricardique et (généralement) une asystolie, soit, si la rupture est contenue par le péricarde pariétal, la formation d'un pseudo-anévrisme. Les signes typiques d'un pseudo-anévrisme sont une diminution brutale de

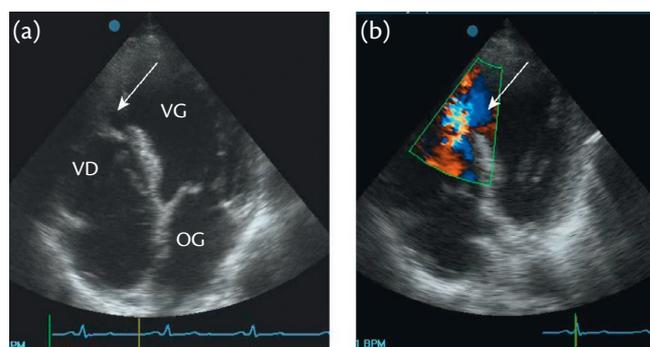


Figure 4.5 CIV ischémique post-infarctus.

A. Vue apicale quatre cavités. La discontinuité du septum interventriculaire musculaire est visible (flèche). B. Il y a un jet Doppler couleur vers le VD, indiquant un shunt gauche-droit. Notez que ce jet est facilement manqué si le septum n'est pas examiné avec le Doppler couleur.

## Chapitre 4. Échocardiographie et échographie thoracique

l'épaisseur du myocarde, un tracé du contour endocardique abrupt vers l'extérieur (comme autour d'un angle aigu), et souvent un « collet » plus étroit que le diamètre maximal du corps du pseudo-anévrisme. Il peut y avoir un flux systolique paradoxal entrant dans le pseudo-anévrisme et un flux diastolique sortant. La distinction entre un véritable anévrisme et un pseudo-anévrisme est importante, car ce dernier est, en principe, une indication urgente de chirurgie; la situation n'est pas toujours claire, et des modalités d'imagerie supplémentaires peuvent être nécessaires.

Après la phase aiguë et avant la sortie de l'hôpital, il est important de fournir une étude de référence de la cinétique pariétale et de la fonction ventriculaire pour un suivi ultérieur. La fonction régionale et globale peut encore évoluer dans cette phase, que ce soit dans le sens d'une amélioration s'il y a encore une sidération myocardique ou d'une dégradation due au remodelage post-infarctus du ventricule gauche. D'autres préoccupations sont la présence d'une ischémie résiduelle provenant de territoires coronaires autres que le territoire coupable et la question de la viabilité du myocarde

dans les zones avec une anomalie de cinétique pariétale; ces questions peuvent également être abordées par échocardiographie (de stress). (Voir aussi [chapitres 16 et 17](#)).

### Choc et hypotension

L'hypotension sévère, le choc et l'arrêt cardiaque nécessitent tous un examen échocardiographique immédiat. Lors de la réalisation d'une telle échocardiographie d'urgence, il est utile d'avoir en tête une liste des caractéristiques échocardiographiques les plus importantes à rechercher ([tableau 4.2](#)). Les conditions d'imagerie sont presque toujours sub-optimales, avec de nombreuses personnes entourant le patient, fréquemment dans les conditions d'exiguïté d'une salle de cathétérisme, avec des procédures simultanées telles que l'établissement d'un accès veineux ou une réanimation complète se déroulant en parallèle. Il est évident que les échocardiographes portables sont précieux dans ces circonstances. Contrairement au protocole typique de l'échocardiographie qui commence par une imagerie parasternale, souvent ici les fenêtres apicales ou sous-costales sont seules utilisables et

**Tableau 4.2** Caractéristiques échocardiographiques typiques du choc et de l'hypotension de différentes étiologies

| Étiologie   | Principaux signes échocardiographiques   | Remarques  |
|---|--|--|
| Défaillance de la pompe VG                          | VG dilaté, hypokinétique, sphérique, IM fonctionnelle  |  |
| EP  | Apex du VD élargi atteignant l'apex cardiaque, VD hypokinétique, IT, pression pulmonaire élevée (le degré varie en fonction de l'HTP préexistante, de la fonction du VD et de l'étendue de l'embolie)              |  |
| Tamponnade péricardique                             | Liquide péricardique comprimant le VD et/ou l'oreillette droite; variation respiratoire exagérée du débit entrant du VG et du VD   | Rechercher des signes de dissection aortique, d'infarctus, de traumatisme ou d'autres maladies thoraciques, par exemple des tumeurs                              |
| Régurgitation valvulaire gauche aiguë               | Lésions structurelles de la valve aortique ou mitrale, par exemple rupture du muscle papillaire; signes Doppler d'une EI ou d'une IM sévère; VG hyperkinétique, souvent de taille normale                          | Rechercher des signes d'infarctus inférieur en cas de rupture du muscle papillaire et des signes de dissection aortique en cas d'IA                              |
| Insuffisance cardiaque droite aiguë                 | VD hypokinétique dilaté; peut se produire avec une EP, une HTP chronique ou un infarctus du VD compliquant un IDM  |  |
| Dissection ou rupture aortique                      | Dilatation aortique, régurgitation valvulaire aortique, <i>flap</i> de dissection dans l'aorte, tamponnade péricardique  | Le site typique de rupture aortique, par exemple après un traumatisme de décélération, est l'aorte descendante proximale, qui est visualisable par ETO           |
| Sepsis  | Végétation endocarditique sur une valve ou l'électrode d'un stimulateur cardiaque, abcès ou destruction des valves   | Dans le cas d'une septicémie due à des causes non cardiaques, l'écart entre l'hypotension systémique et la présence d'un cœur souvent hyperkinétique est typique |
| Obstruction de valve prothétique                    | Position « figée » d'une ailette dans les prothèses mitrales, souvent avec un thrombus plus clair; en position aortique, difficile à voir, même par ETO. Élévation majeure du gradient transvalvulaire par Doppler | Utilisez toujours l'ETO; comparez aux gradients transprothétiques antérieurs, si possible.   |
| Régurgitation ou déhiscence d'une valve prothétique | Mobilité anormale (« balancement ») de la prothèse, signes Doppler (couleur) de régurgitation sévère, fermeture prématurée de la valve mitrale en cas d'IA   |  |
| RA  | RA sévère, typiquement avec un VG sévèrement altéré  | L'équation de continuité doit être utilisée pour évaluer la gravité de la sténose; les gradients peuvent être faussement faibles                                 |

doivent être rapidement recherchées. Chez le patient ventilé, l'ETO, si rapidement disponible, est très utile. Chez le patient en arrêt cardiaque en cours de réanimation, ou peu après, il est typique de voir des ventricules dilatés et hypokinétiques de façon diffuse. En soi, cela ne permet pas d'établir la cause de l'arrêt cardiaque. Cependant, la présence d'un épanchement péricardique ou d'une dilatation VD disproportionnée indique qu'une tamponnade (voir [chapitre 10](#)) ou une embolie pulmonaire (EP) (voir [chapitre 38](#)) sont les causes les plus probables de l'arrêt. Ces deux conditions peuvent être détectées ou exclues par l'échocardiographie en quelques secondes, même dans des circonstances très défavorables, et peuvent conduire à un traitement salvateur.

La plupart des causes d'hypotension de survenue aiguë sont discutées plus en détail dans les sections spécifiques de ce chapitre. L'hypovolémie, une cause fréquente d'hypotension, ne présente pas de signes échocardiographiques spécifiques; typiquement, le VD est relativement petit (sous-rempli) et la veine cave inférieure se collabre à l'inspiration. L'intérêt de l'échocardiographie dans ce scénario réside principalement dans l'exclusion d'une pathologie cardiaque. Voir plus loin [Évaluation du débit cardiaque et du statut volumique](#) pour plus de détails. (Voir aussi [chapitre 28](#).)

## Insuffisance cardiaque

Voir aussi [chapitre 22](#).

### Évaluation de la fonction ventriculaire gauche systolique

L'échocardiographie fournit des informations importantes sur les mécanismes, la gravité et les options thérapeutiques de l'insuffisance cardiaque congestive [8, 9]. La fonction globale du VG est généralement classée en fonction systolique ou fonction pompe (qui évalue la capacité du VG à créer un volume d'éjection adapté) et en fonction diastolique (qui concerne la capacité du VG à se remplir de manière adaptée avec de faibles pressions diastoliques). L'évaluation de la fonction systolique globale du VG comprend les éléments suivants :

- FE, calculée à partir des volumes du VG en fin de diastole et en fin de systole (voir [figure 4.3](#)). Elle peut être estimée visuellement à partir de plusieurs coupes transversales ou mesurée préférentiellement en traçant le VG en fin de diastole et en fin de systole dans la vue quatre cavités (FE monoplan) ou en plus dans la vue à deux cavités (FE biplan), ce qui permet de calculer les volumes et la FE du VG par la méthode de la règle de Simpson modifiée. Si l'échocardiographie 3D est disponible, les volumes peuvent être calculés à partir de l'ensemble des données volumétriques sans aucune hypothèse géométrique;
- les diamètres ventriculaires gauches télésystolique (diamètre télésystolique VG ou DTSVG) et télédiastolique (diamètre télédiastolique VG ou DTDVG) en petit axe (par échocardiographie en mode M ou en 2D, mesuré sur une vue parasternale longitudinale) et la fraction de raccourcissement  $[(DTDVG - DTSVG)/DTDVG]$  sont les plus

anciens paramètres quantitatifs de la fonction globale du VG. Cependant, ils ne prennent en compte que la cinétique pariétale à la base du ventricule gauche;

- l'excursion systolique (normalement > 12 mm) du plan atrio-ventriculaire du VG, c'est-à-dire le déplacement apical de l'anneau mitral pendant la systole, peut servir de mesure de la fonction systolique globale;
- sur les enregistrements Doppler tissulaires de la région de l'anneau mitral au niveau de la paroi septale et latérale en vue apicale quatre cavités, les vitesses longitudinales systoliques sont normalement > 5 cm/s ([figure 4.6](#));
- le *strain* longitudinal global (*global longitudinal strain* ou GLS) du VG est de plus en plus reconnu comme un complément utile, voire un remplacement, de la FE [10]. La déformation décrit la modification locale de la longueur du myocarde, généralement dans le sens longitudinal (apico-basal). Il s'agit d'un pourcentage sans dimension, qui relie la différence de longueur entre la fin de la diastole et la fin de la systole à la longueur de base; un *strain* longitudinal systolique maximal de 20 % dans un segment signifie que le myocarde se raccourcit de 20 % dans la direction longitudinale pendant la systole. Le paramètre le plus courant lié à la déformation est le GLS, qui reflète la déformation de l'ensemble du VG à partir des trois vues standard apicales. La valeur normale du GLS, qui varie quelque peu selon la machine et le logiciel, est d'environ 20 %. Le GLS a toujours montré une puissance pronostique plus élevée que la FE, et chez les patients atteints d'insuffisance cardiaque avec une FE préservée, une diminution du GLS reflète une dysfonction diastolique. Il est également plus sensible à de petites altérations de la fonction systolique que la FE. Il est donc particulièrement précieux pour la détection des lésions myocardiques subcliniques précoces, par exemple lors d'un traitement cardiotoxique tel que la chimiothérapie anticancéreuse aux anthracyclines. Les principaux fabricants d'équipements échocardiographiques offrent désormais tous la possibilité de calculer la déformation longitudinale (et les autres déformations), bien que les valeurs numériques varient, dans une faible mesure, en fonction du matériel et du logiciel. Il est important de noter que, bien que la mesure du GLS ne nécessite pas d'images de qualité très élevée, elle diminuera avec une mauvaise qualité d'image, empêchant de savoir avec certitude si la diminution observée est due à une maladie du myocarde ou seulement à de « mauvaises images ».

### Évaluation de la fonction ventriculaire gauche diastolique

En pratique, parler d'évaluation de la fonction diastolique du ventricule gauche signifie la recherche de pressions diastoliques élevées, bien que les deux soient fondamentalement différentes [11]. Les patients présentant des symptômes d'insuffisance cardiaque peuvent avoir une FE préservée ou réduite. Les patients souffrant d'insuffisance cardiaque à FE préservée, ayant par exemple une cardiopathie hypertensive, une cardiomyopathie hypertrophique ou une amylose cardiaque, présentent généralement une

## Chapitre 4. Échocardiographie et échographie thoracique

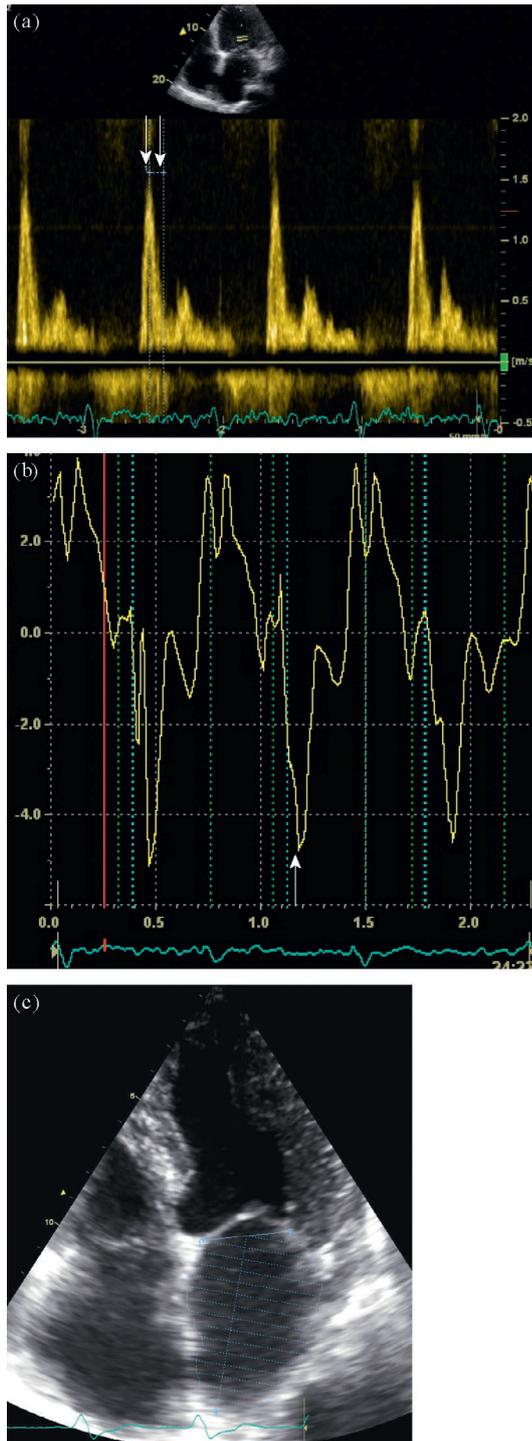


Figure 4.6 Évaluation des pressions de remplissage VG.

A. Profil de remplissage restrictif transmittal avec une onde E haute et étroite et une petite onde A; le pic de l'onde E est 2 fois plus élevé que celui de l'onde A. Le temps de décélération de l'onde E (intervalle de temps entre les flèches) est de 103 ms. B. Chez le même patient, vitesse myocardique basale mesurée par Doppler tissulaire. La vitesse du pic diastolique précoce entre parenthèses ( $e'$ ) est réduite à 5 cm/s (flèche) et la vitesse du pic systolique est également faible (4 cm/s).  $E/e'$  chez ce patient était de 29, ce qui indique des pressions de remplissage VG très élevées. C. Calcul du volume de l'oreillette gauche à partir de la vue quatre cavités par sommation des coups (patient différent des figures A et B). L'oreillette gauche est élargie à 36 mL/m<sup>2</sup>.

dysfonction diastolique, et l'insuffisance cardiaque à FE préservée est souvent appelée insuffisance cardiaque diastolique. Par ailleurs, chez les patients souffrant d'insuffisance cardiaque à FE réduite, une dysfonction diastolique est souvent également présente et joue un rôle pronostique indépendant. Bien que l'échocardiographie ne puisse pas mesurer directement les pressions diastoliques du VG, elle peut fournir des données qui rendent probable ou improbable une élévation de la pression diastolique. Les signes et paramètres suivants devraient être systématiquement recherchés pour évaluer les pressions de remplissage diastoliques du VG :

- l'altération de la fonction systolique (FE) s'accompagne très souvent d'une élévation des pressions de remplissage;
- la présence d'une hypertrophie du VG, indépendamment de sa cause, indique une altération de la relaxation et une réduction de la compliance des cavités, ce qui suppose des pressions de remplissage supérieures à la normale. C'est le cas dans la cardiopathie hypertensive, le RA, la cardiomyopathie hypertrophique, l'amylose, etc.;
- la taille de l'oreillette gauche (OG), mesurée comme volume de l'OG, à partir de la vue apicale quatre cavités ou à la fois dans la vue apicale quatre cavités et dans l'axe longitudinal (voir figure 4.6). Une taille normale ( $\leq 34$  mL/m<sup>2</sup>) exclut une élévation chronique significative des pressions de remplissage du VG. Cependant, l'OG peut également se dilater dans d'autres conditions, par exemple en cas de fibrillation atriale (FA);
- le rapport  $E/e'$  (où E est le pic de la vitesse du flux diastolique précoce transmittal, divisée par  $e'$ , le pic de la vitesse tissulaire précoce en diastole à l'anneau mitral dont on calcule la moyenne à partir des régions annulaires septale et latérale; voir figure 4.6). Un rapport  $> 14$  suggère des pressions de remplissage élevées;
- une augmentation de la pression systolique du VD avec une vitesse systolique maximale du flux d'IT  $> 2,8$  m/s corrobore la dysfonction diastolique, en l'absence d'autres causes de pressions pulmonaires élevées comme une IM significative ou une hypertension pulmonaire (HTP) d'autre étiologie (par exemple, une maladie pulmonaire). Si au moins deux des trois principaux critères de dysfonction diastolique (rapport  $E/e'$ , taille de l'OG et pression systolique VD sont élevés), cela plaide fortement pour la présence d'une dysfonction diastolique. Si seulement un ou deux sont présents, d'autres paramètres doivent être évalués (flux veineux pulmonaire, temps de décélération de l'onde E mitrale, et autres [11]);
- un flux transmittal restrictif (pic E  $> 2 \times$  la vitesse de l'onde A et temps de décélération de l'onde E  $< 150$  ms) indique un très mauvais pronostic quelle que soit la FE (voir figure 4.6). Un flux pseudo-restrictif peut être observé chez des individus jeunes et en parfaite santé avec une relaxation très vigoureuse;
- un profil transmittal avec des vitesses  $E < A$  est très fréquent, et indique une relaxation isovolumique prolongée ( $> 100$  ms). Ceci est normal chez les patients âgés de plus de 60 ans. Ce profil exclut une élévation significative des