

La responsabilité médicale en cardiologie interventionnelle : que doit savoir le cardiologue ?

Medical liability in interventional cardiology: what should the cardiologist know?

W. Ben Ammar^{1,2}, H. Dhouib^{1,2}, Siala H^{1,2}, Daoued F^{1,2}, Z. Hammam^{1,2}, S. Maatoug^{1,2}

1. Service de médecine légale, CHU Habib Bourguiba, Sfax, Tunisie
2. Faculté de médecine de Sfax- Université de Sfax- Tunisie

RÉSUMÉ

Ces dernières décennies, le domaine médical a connu d'énormes progrès, notamment dans l'exercice de cardiologie qui a été révolutionné par l'avènement des gestes interventionnels. L'acquisition de ces nouvelles technologies a permis de nouvelles perspectives thérapeutiques tout en réduisant les risques et les complications pour les patients. Toutefois, les comportements et les attentes de la population sont également devenus beaucoup plus exigeants. Le progrès prodigieux de la cardiologie a eu pour corollaire, entre autres, une mise en cause judiciaire et disciplinaire plus fréquente des praticiens.

Les objectifs de ce travail sont de rappeler les différents domaines de la responsabilité médicale du cardiologue interventionnel, de décrire les circonstances les plus fréquentes de sa mise en jeu, et de proposer enfin les mesures de bon sens afin de prévenir le risque médico-légal.

MOTS-CLÉS

Cardiologie
interventionnelle ;
Responsabilité médicale;
Risque médico-légal ;
Prévention

SUMMARY

The advent of interventional cardiology techniques few decades ago has revolutionized the medical field. Those new technologies have enabled new therapeutic perspectives and reduced risks and complications for patients. However, social behaviors and expectations have also become much more demanding. The prodigious progress of cardiology has had as its corollary a more frequent legal questioning of practitioners. In this paper, we aim to recall the types of medical responsibilities, report some situations in interventional cardiology which can engage medical liability and to propose some measures to prevent the medico-legal risk.

KEYWORDS

Interventional cardiology;
Medical Liability;
Medical-legal risk;
Prevention.

Correspondance

W. Ben Amar
Service de médecine légale, CHU Habib Bourguiba, Sfax, Tunisie

INTRODUCTION

La cardiologie interventionnelle a révolutionné le domaine médical. On entend par cardiologie interventionnelle tous les actes exploratoires et thérapeutiques en cardiologie réalisés par voie endovasculaire. Ces gestes mini-invasifs, qui ont connu un essor spectaculaire au cours des trente dernières années, ont permis dans certains cas de remplacer des opérations faites pour la plupart à cœur ouvert [1].

La cardiologie interventionnelle permet non seulement de réduire les risques liés à une anesthésie générale et à une intervention lourde, de réduire le temps d'hospitalisation et indirectement son coût, mais aussi et surtout de réduire la douleur et les séquelles post-opératoires pour le patient. Toutefois, ces techniques ne sont pas dénuées de risques qui peuvent engager la responsabilité du cardiologue [2,3].

Dans ce travail, nous proposons de rappeler les différents domaines de la responsabilité médicale du cardiologue interventionnel, de décrire les circonstances les plus fréquentes de sa mise en jeu, et de proposer enfin les mesures de bons sens afin de prévenir le risque médico-légal.

Notions générales de responsabilité médicale

A l'occasion de son activité professionnelle, tout médecin court le risque de voir sa responsabilité engagée. Il doit en toutes circonstances et situations, pouvoir se justifier des décisions qu'il a prises et des actes qu'il a effectués, devant le patient, devant la société et devant ses pairs.

On distingue deux grands types de responsabilité selon leur but : les responsabilités punitives et les responsabilités indemnitaires.

I. Responsabilités punitives

Les responsabilités punitives (ou répressives) sont source de sanctions. On distingue la responsabilité pénale et la responsabilité disciplinaire. Dans les deux cas, il s'agit d'une responsabilité individuelle

et personnelle. Le médecin ne peut se dérober à ses obligations sociales régissant l'ordre public ni à ses responsabilités professionnelles.

I.1. Responsabilité pénale

En droit pénal, être responsable implique que l'on soit puni pour une infraction dont on s'est rendu coupable, l'enjeu étant la répression du coupable d'une infraction. Cette infraction aux textes de droit pénal peut être une action coupable ou une abstention coupable. Le droit tunisien ne réserve pas de régime spécial en ce qui concerne la responsabilité médicale pénale du médecin.

C'est dans le Code Pénal Tunisien (CPT) qu'il faut chercher les règles qui lui sont applicables. L'engagement de la responsabilité médicale pénale du médecin nécessite la présence d'une faute. Seule une faute caractérisée, devrait être exigée pour engager la responsabilité pénale du médecin. L'absence d'infraction ou de faute, exclut toute responsabilité pénale et toute sanction. En cas de doute, l'accusé est présumé innocent.

Du fait de son activité particulière sur le corps humain, le médecin peut voir sa responsabilité médicale pénale engagée dans plusieurs circonstances. Sans doute, la plus fréquemment rencontrée dans la pratique médicale est l'atteinte involontaire à l'intégrité corporelle du patient. Ici, en fonction de la nature du dommage causé pour le patient, l'infraction est qualifiée par le magistrat de coups et blessures involontaires (article 225 du Code Pénal Tunisien) ou d'homicide involontaire (article 217 du Code Pénal Tunisien) [4].

Selon l'article 225 du CPT : « Est puni d'un an d'emprisonnement et de quatre cent quatre-vingt dinars d'amende, quiconque aura, par maladresse, impéritie, imprudence, inattention, négligence ou inobservation des règlements, causé des lésions corporelles à autrui ou les en aura provoqué involontairement » [4].

Selon l'article 217 du CPT : « Est puni de deux ans

d'emprisonnement et de sept cent vingt dinars d'amende, l'auteur de l'homicide involontaire, commis ou causé par maladresse, imprudence, négligence, inattention ou inobservation des règlements » [4].

Ainsi, la responsabilité pénale en matière d'atteinte à l'intégrité corporelle nécessite la réunion d'une faute commise par le médecin, d'un dommage causé au patient et d'un lien de causalité direct et certain entre la faute et le dommage.

Dans le CPT, on distingue 5 types de faute : la maladresse, l'imprudence, la négligence, l'inattention et l'inobservation des règles

• **La maladresse**

La maladresse est définie comme un défaut de précision dans un geste ou un acte. C'est un manque d'habileté, de dextérité manuelle et intellectuelle.

Dans ce contexte, on prend l'exemple d'une patiente prise en charge pour remplacement valvulaire aortique par voie endovasculaire. Dans les suites immédiates, une tamponnade sur hémopéricarde est survenue suite à une lésion vasculaire et aboutit au décès malgré le drainage, du fait d'un accident vasculaire cérébral massif. En dehors de la mise en évidence d'un trajet vasculaire anormal ou d'état vasculaire précaire, la lésion vasculaire provoquée lors du remplacement relèverait d'une maladresse de l'opérateur.

• **La négligence**

Il s'agit d'absence de prise de précautions nécessaires. La négligence peut se réaliser dans l'acte thérapeutique, les prescriptions, et la surveillance ou les soins post-opératoires. Le défaut d'asepsie à titre d'exemple constitue une faute de non-réalisation des bonnes pratiques médicales [5].

• **L'inattention**

Elle consiste en une pure omission et résulte en principe d'une application insuffisante dans

le travail, par légèreté, distraction ou étourderie. On cite dans ce cadre l'erreur de dosage à l'administration du produit anticoagulant.

• **L'imprudence**

L'imprudence consiste en une attitude imprévoyante, en une erreur de conduite, en un défaut de précaution que n'aurait pas dû commettre un médecin dans les circonstances observées.

L'imprudence induit par rapport à la négligence, un raisonnement incomplet et une prise de risque. Dans la négligence, la connotation morale est plus forte. Le médecin peut connaître la mesure à prendre, mais il n'a pas fait l'acte de prévoyance nécessaire.

Le défaut de surveillance et la non-détection des signes en faveur d'une infection post-opératoire précoce peut constituer une faute par imprudence.

• **Inobservation des règlements**

Il s'agit du non-respect des recommandations admises ou des obligations de sécurité imposées par une disposition réglementaire. A titre d'exemple, nous citons le non-respect des règles de sécurité transfusionnelle ou des règles de radioprotection.

En outre d'autres circonstances peuvent engager la responsabilité pénale du médecin dans le domaine de la cardiologie interventionnelle telles que la délivrance de faux certificats, la divulgation du secret médical ou la non-assistance à une personne en péril...

I.2. Responsabilité disciplinaire

La responsabilité disciplinaire est fondée sur la faute prouvée, elle peut être disciplinaire ordinale ou disciplinaire administrative. Une faute disciplinaire est définie par tout manquement aux obligations professionnelles (disciplinaire administrative) ou

aux articles du Code de déontologie Médicale (CDM : disciplinaire ordinale).

L'Ordre est investi d'un pouvoir disciplinaire prévu par le CDM et statue en tant que conseil de discipline. Elle est tout à fait indépendante des responsabilités civiles, pénales et administratives. De même, l'administration (le ministère de la santé à travers son conseil de discipline) peut infliger des sanctions disciplinaires administratives à son agent, par conséquent au médecin fonctionnaire de l'état.

La juridiction ordinale sanctionne le médecin d'un avertissement, d'un blâme, d'une interdiction temporaire d'exercer ou d'une radiation. L'administration peut infliger au médecin fonctionnaire comme sanctions un avertissement, un blâme, une mutation ou un retard d'avancement dans la carrière.

2. Responsabilités indemnitaires

Elles sont sources d'indemnisation et de réparation et reposent sur le principe de la réparation du préjudice subi par le patient.

2.1 Responsabilité civile

En droit civil, être responsable signifie être tenu de réparer le dommage que l'on a causé à autrui, l'enjeu étant l'indemnisation de la victime.

La responsabilité civile du médecin est engagée lorsque la triade classique « faute, dommage et lien de causalité entre la faute et le dommage » est réunie permettant ainsi d'exclure tout dommage qui trouverait sa cause dans l'évolution naturelle de l'état du patient [7,8].

La faute civile est définie par la jurisprudence comme étant un manquement à un devoir préexistant que n'aurait pas commis une personne avisée placée dans les mêmes circonstances que l'auteur du dommage. Elle se distingue de l'aléa médical qui représente un accident médical non fautif.

En cardiologie interventionnelle, la relation médecin-patient est contractuelle. Dans le cadre de ce

contrat du soin, la faute consiste à l'inexécution de l'obligation de donner des soins consciencieux, attentifs et conformes aux données actuelles de la science [9]. Le médecin a donc l'obligation de se comporter avec prudence et diligence dans les soins qu'il donne, et s'il est prouvé qu'il ne respecte pas cette obligation, il commet une faute.

Dans le domaine médical, la jurisprudence retient deux types de faute :

- les fautes de science ou fautes techniques
- les fautes de conscience ou fautes contre l'humanisme médical

• Les fautes techniques

Elles sont commises au cours de l'acte de soins, soit au cours du diagnostic (clinique ou paraclinique), soit au cours de l'acte ou lors de la surveillance. Dans tous les cas, l'obligation du praticien est une obligation de moyens. Sa responsabilité ne peut être engagée que s'il s'avère qu'il n'a pas mobilisé les moyens techniques, intellectuels et humains mis à sa disposition [8].

Les fautes techniques peuvent être personnelles incriminant le médecin directement. Comme exemples de fautes techniques personnelles, on peut citer :

- Les dissections ou les occlusions des coronaires
- Le mauvais choix du point de ponction
- Une erreur de prescription des antivitamine K
- Une lésion du nerf phrénique.

La faute technique peut être secondaire à autrui c'est-à-dire la ou les personnes qui assistent le médecin dans l'acte ou encore du fait des choses qu'il a sous ses mains (matériels, médicaments...). Rappelons le fameux exemple de l'affaire des stents périmés au cours de laquelle la responsabilité du cardiologue a été engagée à cause de la non-vérification de la conformité des produits utilisés.

En général, une expertise médico-légale est requise pour prouver la faute et son lien de causalité avec le dommage. Les experts se prononcent bien entendu sur l'indication de l'acte et sur les conditions de

réalisation de l'acte, et se réfèrent aux données actuelles de la science et aux recommandations des sociétés savantes [10].

• Les fautes contre l'humanisme médical

Elles se caractérisent par la violation, par le médecin, des obligations inhérentes à sa profession et orientées vers le respect de la personne malade.

Dans ce contexte, le défaut d'information du malade et/ou du recueil de son consentement constitue les fautes la plus fréquemment reprochées aux praticiens. En effet, sur le plan médico-légal, il y a obligation d'une information claire et intelligible pour le patient [11,12]. Cette obligation d'information trouve son fondement dans le Décret n° 81-1634 du 30 novembre 1981, portant sur le règlement général intérieur des hôpitaux [11] ainsi que dans la Charte du patient hospitalisé (Circulaire n°36-2009 du 19 mai 2009) [12]. De même en ce qui concerne l'obligation du recueil de consentement avant tout acte. Le patient doit connaître en théorie sa maladie, les moyens diagnostiques et thérapeutiques mis en œuvre, mais aussi les risques liés à la technique employée. Le praticien doit s'assurer que le patient a bien perçu l'information concernant les risques et notamment le rapport bénéfices/risques de l'acte. Pour une population âgée, chez qui les troubles cognitifs sont fréquents, il est impératif d'impliquer l'entourage des patients, afin de s'assurer de la bonne compréhension du risque procédural, mais également les consignes de suivi (point de ponction, risque infectieux, , anti-agrégation plaquettaire, contrôle échographique...) [2]. C'est désormais aux médecins de prouver qu'ils ont informé leurs patients, et qu'ils ont obtenus leur consentement. Le dossier du patient doit faire état de la délivrance de l'information sur les risques des gestes interventionnels [13], et éventuellement du recueil du consentement préalable. En effet, le recueil de consentement par écrit, sans être une obligation légale en cardiologie interventionnelle, est de plus en plus recommandé devant la judiciarisation de la relation médecin-malade.

En France, La Haute Autorité de santé (HAS) a édité un guide méthodologique [14] afin de valider la réalisation des brochures d'information destinées aux patients : elles doivent notamment être compréhensibles et présenter les bénéfices et les risques de l'acte médical. Ainsi, la Société française de cardiologie (SFC) a réalisé un modèle de consentement des différentes procédures en cardiologie. Bien informer un patient nécessite une information claire de la part de son médecin mais aussi une connaissance suffisante de sa maladie [15].

Par ailleurs, la divulgation du secret médical, l'abandon du patient constituent également des fautes contre l'humanisme dont le préjudice résultant est moral.

2.2. Responsabilité civile administrative

A l'hôpital public, la responsabilité de l'administration est engagée du fait d'une faute des agents publics (médecins hospitaliers, internes, etc.). La victime demande à l'hôpital la réparation du dommage causé par un de ses agents devant les tribunaux administratifs. C'est donc l'hôpital public qui va indemniser le patient pour le dommage causé par un de ses agents [16]. Le législateur tunisien a conditionné la mise en jeu de la responsabilité des services publics par l'existence d'une faute de service ou d'une faute personnelle de l'agent.

Si un dommage résulte d'une de ces fautes, la victime devra prouver devant le tribunal administratif, l'existence d'une faute, d'un dommage et d'un lien de causalité entre la faute et le dommage. Lorsque l'employé commet un acte qui atteint un point tel qu'il devient contraire non seulement à toutes les règles professionnelles mais aux impératifs humanitaires les plus élémentaires, il s'agit d'une faute détachable du service. L'administration peut alors se retourner vers le responsable (action récursoire) pour que celui-ci prenne en charge l'indemnisation. Toutefois, lorsque le médecin hospitalier commet une faute au cours de son exercice dans le cadre de son secteur privé statutaire, c'est sa propre responsabilité civile qui est engagée.

Devant la fréquence des accidents médicaux liés aux soins ou aléas thérapeutiques et en l'absence de fautes prouvées dans ces cas-là, la jurisprudence

tunisienne a évolué vers l'indemnisation des accidents médicaux sans exiger une faute prouvée sur la base de la présomption de faute ou la responsabilité sans faute et ce que se soit en droit civil ou en droit administratif. En 1993, l'Arrêt Hafsi du Tribunal Administratif Tunisien (appel n°1078 du 31/12/1993) a bien défini la notion de présomption de faute. Prononcé dans une affaire d'accident vasculaire compliquant une coronarographie, cet arrêt stipule que « la présomption de faute est supportée par l'administration chaque fois que le malade a été victime d'un dommage anormal et qui est sans relation avec le mal qui a causé son hospitalisation ».

Prévention du risque médico-légal en cardiologie interventionnelle

En France, une étude a été réalisée sur les déclarations de plaintes contre les sociétaires cardiologues en 2016 de la Mutuelle d'Assurance du Corps Sanitaire Français (MACSF) [2]. Il a été répertorié sur une période de cinq ans (2012-2017), 43 dossiers de plaintes de cardiologie interventionnelle. Ces plaintes, déposées soit en raison d'une particulière gravité, soit en raison d'une très mauvaise relation médecin/patient, attirent l'attention vers la nécessité de la prévention du risque médico-légal. En cardiologie interventionnelle, 30% des dossiers concernaient des lésions instrumentales coronaires (dissection, thrombose, perforations) ou cardiaques (perforation ventriculaire, dissection aortique). Vingt-huit pour-cent étaient des complications de la voie d'abord (12 cas dont sept de la voie fémorale et cinq de la voie radiale). Vingt-trois pour-cent étaient des accidents vasculaires cérébraux. Les autres complications moins fréquentes étaient à type d'insuffisance cardiaque ou des infections associées aux soins ...

La gestion des risques médicaux a pour objectif essentiel d'assurer la sécurité des soins [17]. Pour prévenir le risque médico-légal, les techniques interventionnelles doivent être réalisées par des médecins cardiologues interventionnels compétents sur des plateaux techniques dédiés et équipés selon les normes requises. En plus des connaissances théoriques spécifiques, la pratique de la cardiologie interventionnelle exige que le praticien ait eu une formation pratique en plus

de celle de la cardiologie générale. Il est capital d'exercer au sein d'équipes accréditées, et sur des relations formalisées avec les centres de référence, ainsi qu'avec les autres professionnels de santé.

De plus, le cardiologue interventionnel doit savoir prévenir et gérer les accidents ou les complications s'ils se présentent. La prévention de ces accidents nécessite tout d'abord une adhésion et une application méticuleuse des protocoles de soins (préparations, surveillance, prévention des infections nosocomiales) ainsi que d'éviter les programmes trop chargés. D'autre part, l'information représente la pierre angulaire de la relation de confiance entre le médecin et son patient. Malheureusement, de nos jours l'absence d'information est devenue un catalyseur de plaintes contre les professionnels de la santé [15]. Tout praticien doit fournir une information claire simple et loyale à son patient tout en lui accordant un temps de réflexion raisonnable. C'est ainsi que le malade pourra adhérer aux soins et accorder un consentement éclairé. L'information doit être continue tout au long de la durée des soins et peut même se prolonger au-delà surtout en cas de nécessité de traitement à vie ou de suivi médical à long terme.

En outre, la prévention du risque médico-légal en cardiologie interventionnelle suppose également la prévention et la gestion du risque sériel. Les risques sériels concernent principalement les fabricants. Ils naissent d'un défaut de fabrication ou de conception, qui va entraîner une série de dommages similaires qui peuvent affecter plusieurs lots de produits. Afin d'éviter un tel désastre, le praticien doit s'assurer de la conformité des produits et matériels utilisés, déclarer les accidents liés à un matériel défectueux à l'Agence Nationale de Contrôle Sanitaire et Environnemental des Produits et exiger une expertise dans ce cas. En cas de plainte, c'est la responsabilité du laboratoire contre celle du praticien.

En cas de complications ou d'accident, le praticien doit s'entourer de ses confrères, partager son expérience avec les plus anciens, demander des avis spécialisés (chirurgien cardiaque, vasculaire, orthopédiste, infectiologue...) et surtout assurer la surveillance et la sécurité de son patient (transport médicalisé, transfert en unité de soins intensifs...)

D'un autre côté, il doit assurer sa protection juridique via une traçabilité optimale du dossier (sauvegarde du dossier, Copie numérique ou sur papier, examens complémentaires, document de l'information...). Il est également important de faire une description détaillée de l'accident y compris des détails de la gestion de la complication (horaires, échanges avec le SAMU, confrères et famille) et enfin une déclaration de pharmacovigilance et de matériovigilance.

Enfin, l'élaboration d'un référentiel dont le rôle est de préciser les contours et les exigences du métier de cardiologue interventionnel et de servir de fondement à ces pratiques est devenue une nécessité dans notre pays.

CONCLUSION

La médiatisation des progrès prodigieux de la cardiologie interventionnelle a eu pour corollaire une mise en cause juridique plus fréquente des praticiens et des structures sanitaires. Pour prévenir le risque médico-légal, des efforts substantiels doivent être faits sur le plan individuel et organisationnel. Tout d'abord, il est impératif de réglementer la pratique de la cardiologie interventionnelle à l'échelle nationale. L'implémentation d'une réglementation spécifique précisant les contours et les exigences de ce métier, ainsi que la compétence et les qualifications requises s'impose. Sur le plan individuel, un effort doit être fait en matière de pédagogie et d'information des patients, qui veulent ont le droit d'être impliqués dans les stratégies les concernant. Enfin, pour disposer d'une défense solide, les médecins doivent systématiquement veiller à la traçabilité de tous leurs actes et échanges avec leurs patients, mais aussi à entretenir à jours leurs connaissances scientifiques.

REFERENCES

1. Rickenbacher, P. Cardiologie: La rançon du progrès. Forum Médical Suisse. 2004 ;4(01) :20-21.
2. Gaultier, C. Quels risques médico-légaux en cardiologie interventionnelle chez les personnes âgées?. Annales de Cardiologie et d'Angéiologie. 2018 ; 67(6) :489-498
3. Gaultier, C., Bouaouina, M. S. Conséquences médico-légales des infections en cardiologie interventionnelle. Annales de Cardiologie et d'Angéiologie. 2020 ;69(6) :415-417.
4. République Tunisienne. Décret du 9 juillet 1913 portant Code Pénal Tunisien. Journal Officiel du 17 juin 2005.
5. Marcos A. La double dimension de la faute en responsabilité médicale. Médecine Droit. 2003 ; (59):49 53.
6. République Tunisienne. Décret n°93-1155 du 17 mai 1993 portant Code de déontologie médicale. Journal Officiel du 1er Juin 1993.
7. Vayre P, Planquelle D, Fabre H. Le lien de causalité en matière de responsabilité médicale. Médecine Droit. 2005 ;(72):78 84.
8. Lambert-Faivre Y. La responsabilité médicale confrontée à l'évolution du droit et de la science. J Med Leg Droit Med. 1996 ;39(2) :83 6.
9. République Tunisienne. Décret du 15 décembre 1906 portant promulgation du code Tunisien des obligations et des contrats. Journal Officiel du 15 décembre 1906.
10. Meyer P, Barragan P, Blanchard D et al. Recommandations de la société française de cardiologie concernant la formation des médecins coronarographistes et angioplasticiens, l'organisation et l'équipement des centres de coronarographie et d'angioplastie coronaire. Arch Mal Coeur Vaiss. 2000;93:147-58.
11. République Tunisienne. Décret n°81-1634 du 30 novembre 1981, portant règlement intérieur des hôpitaux, Instituts et Centres Spécialisés relevant du Ministère de la Santé Publique, relatif à la faute personnelle de l'agent hospitalier. Journal Officiel du 4 décembre 1981.
12. République Tunisienne. Circulaire du Ministre de la Santé Publique n° 36/2009 du 19 mai 2009 portant Charte du malade.
13. Sargos, P. Modalités, preuve et contenu de l'information que le médecin doit donner à son patient. Médecine & Droit. 1997(27), 1-3.
14. Guide méthodologique, élaboration d'un document écrit d'information à l'intention des patients et des usagers du système de santé, HAS, mars 2005.
15. Vergès, M., Leclercq, F., Davy, J. M., et al. Les patients bénéficiant d'une coronarographie sont-ils bien informés ? Évaluation de l'efficacité de l'information écrite. Étude prospective unicentrique. Annales de Cardiologie et d'Angéiologie. 2011 ;60(2) :77-86.
16. République Tunisienne. Loi n° 83-112 portant statut général des personnels de l'État, des collectivités publiques locales et des établissements publics à caractère administratif. Journal Officiel du 16 décembre 1983.
17. Gaultier, C. J. Implications médico-légales de l'implantation transcathéter de la valve aortique (TAVI). Annales de Cardiologie et d'Angéiologie. 2019 ;68(6) :486-489.
18. Hypertension. Am J Respir Crit Care Med 2011 ;183:268-76. <https://doi.org/10.1164/rccm.201004-0601OC>.
19. Ryan T, Petrovic O, Dillon JC, Feigenbaum H, Conley MJ,

- Armstrong WF. An echocardiographic index for separation of right ventricular volume and pressure overload. *Journal of the American College of Cardiology* 1985;5:918–24. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(85\)80433-2](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(85)80433-2).
20. Austin C, Alassas K, Burger C, Safford R, Pagan R, Duello K, et al. Echocardiographic Assessment of Estimated Right Atrial Pressure and Size Predicts Mortality in Pulmonary Arterial Hypertension. *Chest* 2015;147:198–208. <https://doi.org/10.1378/chest.13-3035>.
 21. Bossone E, D'Andrea A, D'Alto M, Citro R, Argiento P, Ferrara F, et al. Echocardiography in Pulmonary Arterial Hypertension: from Diagnosis to Prognosis. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2013;26:1–14. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2012.10.009>.
 22. Grapsa J, Pereira Nunes MC, Tan TC, Cabrita IZ, Coulter T, Smith BCF, et al. Echocardiographic and Hemodynamic Predictors of Survival in Precapillary Pulmonary Hypertension: Seven-Year Follow-Up. *Circ Cardiovasc Imaging* 2015;8. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.114.002107>.
 23. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for Chamber Quantification: A Report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, Developed in Conjunction with the European Association of Echocardiography, a Branch of the European Society of Cardiology. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2005;18:1440–63. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2005.10.005>.
 24. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2015;28:1-39.e14. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>.
 25. Hinderhofer K, Fischer C, Pfarr N, Szamalek-Hoegel J, Lichtblau M, Nagel C, et al. Identification of a New Intronic BMPR2-Mutation and Early Diagnosis of Heritable Pulmonary Arterial Hypertension in a Large Family with Mean Clinical Follow-Up of 12 Years. *PLoS ONE* 2014;9:e91374. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091374>.
 26. Gargani L, Pignone A, Agoston G, Moreo A, Capati E, Badano LP, et al. Clinical and echocardiographic correlations of exercise-induced pulmonary hypertension in systemic sclerosis: A multicenter study. *American Heart Journal* 2013;165:200–7. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2012.10.020>.