






Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



TESI DOCTORAL

**AVALUACIÓ I IMPACTE EN EL MANEIG
DIAGNÒSTIC/TERAPÈUTIC DE L'ECOCARDIOGRAFIA
TRANSTORÀCICA BÀSICA REALITZADA PER INTENSIVISTES
EN POSTOPERATS DE CIRURGIA CARDÍACA**

OLGA MORENO FONTANILLAS

DIRECTORS DE LA TESI DOCTORAL

Dr. ANTONIO ARTIGAS RAVENTÓS
Dr. FRANCISCO BAIGORRI GONZÁLEZ

TUTORS ACADÈMICS

Dr. XAVIER CALVET CALVO (a partir del 08/04/2021)
Dr. FERRAN SEGURA PORTA (13/12/2013 – 08/04/2021)

PROGRAMA DE DOCTORAT EN MEDICINA
DEPARTAMENT DE MEDICINA
FACULTAT DE MEDICINA
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA
ANY 2021

Pels meus pares, que sempre han estat al meu costat quan els he necessitat.

Pel Guillem, el meu home, sense el qual no hagués estat possible.

Pels meus fills, Arnau i Guifré, sou la meva llum.

AGRAÏMENTS

Després d'uns quants anys de treball i esforç, en els quals han passat moltíssimes coses, entre elles una pandèmia que ningú mai no hagués pogut imaginar, amb aquesta tesi acaba un cicle, per començar-ne d'altres de segur igual d'estimulants. Ara vull agrair a totes les persones que m'han ajudat a fer realitat aquest somni.

M'agradaria començar pels directors d'aquesta tesi el Dr. Antoni Artigas i el Dr. Francisco Baigorri, per haver confiat en mi i haver-me ajudat a tirar endavant aquest projecte. Sense el seu assessorament no hagués estat possible.

A la Dra. Ana Ochagavía, pels seus ensenyaments en ecocardiografia, per les hores i hores revisant les ecocardiografies d'aquesta tesi i moltes d'altres, per simplement ser-hi sense demanar res a canvi. Aquesta tesi no hagués vist la llum sense la teva ajuda. Moltes gràcies.

A l'Imma Martín, per totes les gestions realitzades sense esperar res a canvi i sense tenir-ne l'obligació.

A tots els companys i companyes de la UCI de l'Hospital Universitari General de Catalunya, tant les que ja no hi treballen: les Cristines, l'Eva, les Susannes; com les que sí: Roser i Sandra, per haver aguantat la meva persecussió perquè féssiu les ecocardiografies sense replicar en cap moment. I per les ganes que hi posàveu per agafar més mà encara en ecocardiografia.

A la María Luisa pel suport i l'ajuda que m'ha donat en aquest últim tram de la tesi. Els teus consells, opinions o simplement el fet d'escoltar-me m'ha ajudat moltíssim. A l'Aitor, company i sobretot amic, sempre allà quan se'l necessita, perquè només amb una mirada ja sabem què li toca fer a cadascú. Al Jorge, per la teva discreció, perquè tot i que ara véns molt poquet, et trobem a faltar i sempre et tenim present. A la Marián, la nostra "mija" preferida, perquè encomanes energia i positivitat, no canviïs mai!!

A la Mariló, per les facilitats que m'ha ofert per acabar la tesi tot i les situacions sempre canviants i complicades que vivim.

A tot l'equip d'infermeria i auxiliars de l'Hospital Universitari General de Catalunya, que quan em vàieu entrar amb l'ecògraf ja tremolàveu per veure com quedaria el pacient. Gràcies per la vostra paciència. Ah, sempre he procurat deixar-los el més semblant a com els havia trobat...

A les "supermamis" perquè des de fa 5 anys formeu part de la meva vida, animant-me en els moments més difícils, disfrutant juntes dels moments d'alegria. Per tots els moments viscuts i els que vindran, moltes gràcies.

Als meus pares, que sempre m'han donat suport, sempre han estat al meu costat i sempre m'han animat a aconseguir els meus reptes. Aquest n'és un més. Als meus germans Òscar i David. A les meves àvies i avis, des d'allà on estigueu, sempre mirant-me amb orgull, gràcies.

Al Guillem, el meu amor, gràcies per estar sempre al meu costat, per facilitar-me les coses, per entendre la nostra feina... i, sobretot, gràcies per estimar-me com ho fas. A l'Arnau i el Guifré, dos punts de llum més a la meva vida. La vida sense vosaltres no seria el mateix.

ABREVIATURES

VE – Ventricle Esquerre

VD – Ventricle Dret

UCI – Unitat de Cures Intensives

HTA – Hipertensió Arterial

DM – Diabetis mellitus tipus 2

DLP – Dislipèmia

FEVE – Fracció d'Ejecció del Ventricle Esquerre

FEVD – Fracció d'Ejecció del Ventricle Dret

ÍNDIX

RESUM	1
ABSTRACT.....	4
1 INTRODUCCIÓ.....	6
1.1 ECOCARDIOGRAFIA BÀSICA	7
1.2 ECOCARDIOGRAFIA AVANÇADA.....	9
1.3 JUSTIFICACIÓ DE LA TESI DOCTORAL.....	12
2 HIPÒTESI	15
3 OBJECTIUS.....	16
4 MATERIAL I MÈTODES.....	17
5 RESULTATS.....	23
6 DISCUSIÓ.....	34
7 CONCLUSIONS.....	39
8 LÍNIES DE FUTUR	40
9 BIBLIOGRAFIA	41
10 ANNEXES.....	47
10.1 ANNEXE 1	47
10.2 ANNEXE 2	59

RESUM

Introducció.

L'ecocardiografia transtoràcica pot canviar significativament el maneig en molts pacients crítics i s'està incorporant dins de molts Serveis de Medicina Intensiva, ja que permet una valoració dinàmica del cor, a temps real. S'han realitzat molts estudis sobre els resultats de l'ecocardiografia realitzada per intensivistes, però pocs ho han fet en pacients postoperats de cirurgia cardíaca.

Objectius.

L'objectiu principal va ser avaluar la capacitat dels intensivistes amb entrenament bàsic en ecocardiografia per realitzar i interpretar adequadament un examen ecocardiogràfic en el postoperatori immediat de cirurgia cardíaca. Els intensivistes van formar-se en ecocardiografia bàsica durant 6 mesos d'acord amb les recomanacions de les guies internacionals (6, 12, 21). Aquesta formació els havia de capacitar per identificar la presència d'hipovolèmia severa, disfunció ventricular esquerra i dreta, taponament cardíac, insuficiència mitral massiva, i causes d'aturada cardíaca.

Objectius secundaris: 1. Determinar si l'ecocardiografia transtoràcica bàsica comporta un canvi en el diagnòstic i tractament en el postoperat de cirurgia cardíaca. 2. Valorar si el canvi en el diagnòstic i tractament a causa de l'ecocardiografia comporta una millora en l'evolució clínica del pacient.

Material i mètodes:

Durant 8 mesos, es van estudiar prospectivament 148 postoperats de cirurgia dins les primeres 24h d'ingrés al Servei de Medicina Intensiva d'un hospital universitari. Es van realitzar una ecocardiografia transtoràcica bàsica per part d'un intensivista amb formació bàsica i un amb formació avançada per avaluar funció ventricular, líquid pericàrdic, hipovolèmia i regurgitació mitral. Vam utilitzar el coeficient Kappa de Cohen per avaluar la concordança en l'adquisició d'imatges i la seva

interpretació de les ecocardiografies transtoràciques realitzades pels intensivistes amb formació bàsica respecte els d'avançada.

Un cop avaluada la factibilitat de l'ecocardiografia, es va avaluar l'impacte en el maneig diagnòstic i terapèutic. Durant 18 mesos es van estudiar prospectivament tots els pacients postoperats de cirurgia cardíaca que van ingressar al Servei de Medicina Intensiva. Es va realitzar una valoració clínica de tots ells per establir un diagnòstic i un tractament inicial. Es va realitzar una ecocardiografia transtoràcica bàsica per valoració diagnòstica, que es va comparar amb la valoració clínica. En cas de discrepància, es va valorar canviar el tractament en funció de l'ecocardiografia i es va avaluar la resposta terapèutica. Es va realitzar un anàlisi descriptiu de les troballes.

Resultats:

En la primera fase, vam analitzar les dades de les ecocardiografies de 148 pacients (92,55%). La visió apical quatre-càmeres i els intensivistes amb formació avançada van obtenir millor qualitat d'imatge. La concordància va ser bona per la funció ventricular dreta i esquerra (Kappa 0,7; 0,56-0,84 i 0,87; 0,82-0,92 respectivament), i moderada per la resta de paràmetres. La concordança de la interpretació entre els intensivistes amb formació bàsica i avançada va ser bona (Kappa 0,73 +/- 0,05).

En la segona fase, es van incloure 136 pacients i es van realitzar 203 ecocardiografies. L'ecocardiografia transtoràcica diferia del diagnòstic inicial en 101 (49,8%) ecocardiografies. En 56 d'aquestes (55,44%) es va obtenir un diagnòstic alternatiu, la qual cosa va comportar un canvi en el tractament de 30 pacients (53,6%). Vam trobar millora clínica significativa en 26 d'aquest pacients (86,76%) en els següents 30-60 minuts.

Conclusions:

L'ecocardiografia transtoràcica és factible en la majoria de postoperats de cirurgia cardíaca. Els intensivistes formats en ecocardiografia transtoràcica bàsica són capaços d'obtenir i interpretar les ecocardiografies en la majoria de postoperats

programats de cirurgia cardíaca. A més, la informació aportada per l'ecocardiografia transtoràcica bàsica és freqüentment útil per ajustar el tractament en aquests pacients.

Paraules clau: ecocardiografia transtoràcica bàsica; cirurgia cardíaca; formació bàsica i avançada; pacients crítics; impacte diagnòstic i terapèutic.

ABSTRACT

Introduction.

Transthoracic echocardiography has becoming a commonly used technique in Intensive Care Units, allowing a real-time heart dynamic evaluation. Many studies have shown the ability of critical care physicians to perform transthoracic echocardiography, but few studies have verified it in cardiac surgery patients.

Objectives.

The main objective was to determine whether intensivists with basic echocardiographic training can adequately perform and interpret echocardiography in patients in the earlier postoperative period of cardiac surgery. Basic echocardiographic training consisted of a six-month course intended to provide the ability to identify the presence of severe hypovolemia, left and right ventricular failure, cardiac tamponade, acute massive mitral regurgitation, and causes of cardiac arrest.

Secondary objectives: 1. To determine whether basic transthoracic echocardiography allows a change in diagnosis and treatment in patients in the earlier postoperative period of cardiac surgery. 2. In the event that changes in diagnosis and treatment were confirmed, we would determine if they lead to a better clinical evolution.

Material and methods.

In an eight months' period we studied 148 cardiac surgery patients, in the first 24h of ICU admission after cardiac surgery. Two basic echocardiographic studies were carried on in these patients, one performed by an intensivist with basic training, and the other by one with advanced training in echocardiography. Cohen's kappa coefficient was used to compare the echocardiographic studies, assessing the agreement in the ability to acquire images and their interpretation.

Once evaluated the feasibility of the echocardiography, we evaluated the impact on diagnosis and therapeutic assessment. During a 18th-month period, we prospective studied all cardiac surgery patients admitted in the Intensive Care Unit. An echocardiographic study was performed in these patients and the information obtained by this means was compared with the clinical assessment and treatment. When the echocardiographic diagnosis was different from the clinical one, the treatment was modified accordingly and the response to this change was recorded.

Results.

In the first phase, we analyzed the data of 148 patients (92.55%). Four-chambers view and intensivist with advanced formation obtained better image quality. Concordance was good for right and left ventricular function (Kappa 0.7; 0.56-0.84 and 0.87; 0.82-0.92 respectively), and moderate for the rest of parameters. Echocardiographic diagnosis was concordant between the two intensivists in 85,1% of cases (Kappa 0.73; 0.68-0.78).

In the second phase, we included 136 patients and performed 203 echocardiographies. Transthoracic echocardiography differed of the initial diagnosis in 101 (49.8%) of the echocardiographies. In 56 of these (55.44%) we obtained an alternative diagnosis, which led to a change in the treatment of 30 patients (53.6%). In turn, these changes in treatment led to an improvement in 26 patients (86,76%) within the next 30-60 minutes.

Conclusions.

Transthoracic echocardiography is feasible in most postoperative cardiac surgery patients. Basic echocardiographic training allows intensivists to adequately interpret the clinical situations studied. In addition, echocardiography usually leads to a change in clinical assessment and treatment, which, in turn, leads to a better clinical outcome.

Keywords: basic transthoracic echocardiography; cardiac surgery; basic and advanced formation; critically ill patients; diagnosis and therapeutic impact.

1 INTRODUCCIÓ

Des de fa més de 25 anys, ha quedat establerta la utilitat de l'ecocardiografia transtoràcica en la valoració dels pacients crítics. Es tracta d'una tècnica d'imatge no invasiva que utilitza imatges dinàmiques a temps real del cor, proporcionant informació morfològica i funcional que pot permetre identificar les causes de shock, ajudar a predir la resposta al tractament amb fluïds i ajudar a guiar el seu tractament. Alguns estudis han demostrat que l'ecocardiografia pot canviar significativament el maneig de fins a un 52% dels pacients crítics, i alguns grups han desenvolupat protocols per optimitzar l'ús de l'ecocardiografia transtoràcica en els serveis de medicina intensiva (1-12). Actualment, es recomana que els intensivistes aprenguin a realitzar ecocardiografies, i l'ensenyament d'aquesta tècnica s'ha anat incorporant dins dels programes de l'especialitat de Medicina Intensiva (9,12-20).

Diverses societats científiques han desenvolupat guies per l'entrenament bàsic en ecocardiografia per metges no cardiólegs, basades en els consenus existents (6,12,21). L'objectiu és ampliar l'ús d'aquesta eina tot ensenyant als metges a reconèixer paràmetres específics que poden ser d'utilitat en la pràctica clínica. En Medicina Intensiva, s'han descrit dos nivells de competència en ecocardiografia: bàsic i avançat.

1.1 ECOCARDIOGRAFIA BÀSICA

L'ecocardiografia bàsica es realitza com una prova dirigida a objectius concrets per tal de poder identificar troballes específiques i respondre unes preguntes clíniques bàsiques concretes.

El programa FOCUS (6,22,23) resumeix els objectius de l'ecocardiografia bàsica:

- Conèixer la utilitat de l'ecocardiografia a la UCI.
- Obtenir un coneixement bàsic d'ultrasonografia.
- Conèixer l'anatomia ecocardiogràfica i les principals finestres ecocardiogràfiques: paraesternal eixos llarg i curt, apical quatre-càmeres i subcostal.
- Ser capaç de determinar la mida global del ventricle esquerre (VE) i la seva funció sistòlica.
- Ser capaç de determinar la mida global del ventricle dret (VD) i la seva funció sistòlica.
- Determinar la presència de líquid pericàrdic i taponament cardíac.
- Determinar la mida de la vena cava inferior i les seves variacions respiratòries.
- Determinar mitjançant el Doppler color bàsic la presència d'insuficiències valvulars severes.

Per a una bona competència en la interpretació de les imatges ecocardiogràfiques, es requereix del coneixement de les indicacions clíniques per a realitzar l'estudi. Aquestes inclouen la valoració i maneig de la inestabilitat hemodinàmica, shock, parada cardíaca, resposta no satisfactòria a una teràpia aguda i la insuficiència respiratòria.

Les preguntes bàsiques a respondre amb l'ecocardiografia bàsica són:

- Com està la funció del VE?
- Està el VD dilatat?
- Com està la funció del VD?
- Hi ha vessament pericàrdic? Hi ha cap signe ecocardiogràfic de taponament cardíac?
- L'avaluació de la vena cava inferior suggereix hipovolèmia?

Així doncs, després d'un entrenament bàsic, els intensivistes haurien de ser capaços d'utilitzar l'ecocardiografia per diagnosticar la hipovolèmia severa, la disfunció ventricular esquerra i dreta, el taponament cardíac, la insuficiència mitral massiva i les causes de parada cardíaca, així com determinar si la ressuscitació ha estat capaç de restaurar una funció cardíaca normal (23-28).

En cas d'obtenir resultats no concluent de l'ecocardiografia bàsica, s'ha de ser capaç de consultar a un ecocardiografista més avançat.

1.2 ECOCARDIOGRAFIA AVANÇADA

El nivell avançat en ecocardiografia (6,21,29) permet una avaluació i monitoració hemodinàmica entenedora que s'utilitza per guiar directament el maneig dels pacients a peu de llit. La competència en aquest nivell requereix el domini en l'adquisició d'imatges en totes les finestres ecoïques estàndards en la realització de l'ecocardiografia, incloent l'examen complet Doppler. El nivell de competència en ecocardiografia avançada és semblant al del cardiòleg però, a més, requereix l'adquisició d'habilitats específiques per mesurar la funció hemodinàmica, tals com índex dinàmics de sensibilitat a la precàrrega, funció del ventricle dret, mesura de pressions i fluxes. També s'aconsella l'aprenentatge de l'ecocardiografia transesofàgica com a part de la formació avançada, sempre i quan n'hi hagi disponibilitat.

La competència en ecocardiografia avançada requereix la integració dels resultats d'aquesta en una estratègia de maneig adreçada a contestar les següents preguntes claus:

- És el cor precàrrega sensible?
- Quina és l'eficàcia i tolerància a les càrregues de volum o a l'extracció de fluids?
- Quina és la funció sistòlica del VE?
 - o Quina és la fracció d'ejecció del VE?
 - o Quina és la mida del VE?
 - o Existeixen alteracions en la mobilitat de les parets del VE?
- Quina és la funció sistòlica del VD? Hi ha cor pulmonale agut?
 - o La cavitat del VD està dilatada?
 - o Existeix moviment paradoxal del septe interventricular?

- La funció sistòlica del VD es veu afectada per la ventilació mecànica?
- Quines son les pressions de l'artèria pulmonar?
- Existeix alguna valvulopatia destacable o alguna disfunció valvular protèsica?
- Quina és la funció diastòlica del VE? Estan les pressions d'ompliment del VE elevades?
- La presència de cor pulmonale agut és conseqüència d'un tromboembolisme pulmonar massiu, pressions intratoràciques elevades (per la ventilació mecànica) o una malaltia pulmonar subjacent severa?
 - Hi ha un trombus transitant entre l'aurícula o el ventricle dret?
 - Hi ha un trombus atrapat en les proximitats de l'artèria pulmonar o el foramen oval?
- El fracàs circulatori està relacionat amb un taponament pericàrdic?
 - Existeix un vessament pericàrdic clínicament rellevant?
 - Existeix un hematoma mediastínic localitzat o un vessament pericàrdic loculat deguts a procediment quirúrgics o traumes?
- Existeixen shunts intracardíacs o intrapulmonars?

Malgrat la competència en ecocardiografia avançada és semblant a la dels cardiòlegs ecografistes, algunes situacions com les cardiopaties congènites, les ecocardiografies d'estrés o la funció de la vàlvula protèsica, entre d'altres, requereixen de la consulta a aquests cardiòlegs.

Com a resum, la competència en ecocardiografia avançada requereix:

- Avaluació de la resposta a fluids, amb la valoració de l'índex de distensibilitat de la vena cava inferior, l'índex de col·lapsabilitat de la vena cava superior, les variacions respiratòries en la velocitat Doppler màxima del flux sanguini aòrtic i els canvis en l'índex cardíac després d'una maniobra d'elevació passiva de les cames.
- Avaluació de la fracció d'ejecció del VE i la seva mida, així com alteracions en la mobilitat regional de les seves parets.
- Avaluació de la funció sistòlica del VD i la seva mida.
- Avaluació de les pressions d'ompliment del VE i la funció diastòlica del VE. Es requereix la mesura dels índexs Doppler.
- Avaluació de la funció valvular nativa i protèsica. Es requereix el reconeixement i la quantificació d'una regurgitació i estenosi significatives utilitzat el Doppler color i espectral en una vàlvula nativa. En canvi, no es requereix l'avaluació de la funció de la vàlvula protèsica, per la qual s'haurà de contactar amb un cardiòleg expert.
- Avaluació de l'espai pericàrdic.

1.3 JUSTIFICACIÓ DE LA TESI DOCTORAL

En les últimes dècades, la disponibilitat de l'ecografia les 24h en els Serveis de Medicina Intensiva s'ha fet més necessària i la majoria de serveis ja tenen l'aparell a la unitat. Aquesta disponibilitat permet el diagnòstic i monitoratge no invasiu de múltiples complicacions greus del pacient crític a través de l'examen cranial, pulmonar, cardíac i abdominal; així com millorar la seguretat en la inserció de catèters intravasculars. Els intensivistes ens estem formant per poder realitzar aquestes tècniques. Específicament, des de les diferents societats científiques s'han establert uns protocols de formació en ecocardiografia (6,12,21).

S'han realitzat diversos estudis que mostren la capacitat dels metges no cardíacs (intensivistes, anestesistes...) de realitzar i interpretar una ecocardiografia bàsica en pacients crítics (9,12-20). Així mateix, s'han realitzat estudis que demostren que l'ús de l'ecocardiografia pot arribar a canviar el diagnòstic i el maneig dels pacients crítics fins a un 52% dels casos (1,2,30-44). La majoria d'aquests estudis s'han realitzat en pacients medicoquirúrgics, en alguns casos exclouent-se els postoperats de cirurgia cardíaca. En d'altres casos, s'ha avaluat l'ecocardiografia transesofàgica durant la intervenció quirúrgica (36-38), i són pocs els estudis que han avaluat l'ecocardiografia transtoràcica en el postoperat de cirurgia cardíaca (2,39-44). A més, aquests últims estudis no estaven dissenyats per valorar l'evolució d'aquests malalts.

El postoperatori de cirurgia cardíaca és un moment especialment delicat pels trastorns hemodinàmics que poden patir aquests pacients. És per aquest motiu, que es fa necessària una monitoració hemodinàmica que inclogui l'ecocardiografia. La majoria de pacients postoperats de cirurgia cardíaca presenten cert grau d'instabilitat hemodinàmica, sobretot en les primeres hores-dies de postoperatori, pel que requereixen de fàrmacs vasoactius (noradrenalina habitualment) durant les primeres hores de postoperatori. L'ecocardiografia ens permetria detectar les possibles causes d'aquesta instabilitat hemodinàmica per

tal de poder-hi aportar una solució ràpida i eficient. Els principals problemes hemodinàmics que trobem en el postoperatori de cirurgia cardíaca són:

- Disfunció ventricular: pot ser esquerra, dreta o biventricular. És freqüent en les primeres 48-72h de postoperatori i en ocasions pot arribar a requerir l'inici de fàrmacs inotrópics.
- Taponament pericàrdic: es tracta d'una de les complicacions més greus i que convé descartar en cas d'inestabilitat hemodinàmica ja que de confirmar-se requereix de cirurgia urgent.
- Hipovolèmia: durant la cirurgia, es produeixen pèrdues que poden arribar a ser importants, més en pacients que per la seva patologia de base, poden ser consumidors crònics de diürètics. La hipovolèmia pot comportar una inestabilitat hemodinàmica important, fàcilment solucionable amb fluïdoteràpia.
- Vasoplègia: en ocasions, els pacients persisteixen amb hipotensió arterial, però sense cap altra alteració i amb una ecocardiografia que no mostra alteracions noves respecte les prequirúrgiques. En aquests casos, haurem d'atribuir aquesta inestabilitat a una vasoplègia que en els següents dies s'anirà corregint.

Però la realització de l'ecocardiografia transtoràcica en el postoperatori de cirurgia cardíaca comporta una sèrie de dificultats relacionades amb la mateixa cirurgia. La ferida de l'esternotomia i els drenatges mediastínic que aquests pacients porten dificulten la realització de l'ecocardiografia, per dificultat de la mobilització del pacient així com per dolor. Aquest fet podria dificultar l'obtenció d'imatges interpretables, més per intensivistes amb formació bàsica en ecocardiografia. És per aquest motiu que en aquesta tesi doctoral, preteníem per una banda avaluar si és factible que un intensivista realitzi i interpreti correctament una ecocardiografia bàsica en el postoperat de cirurgia cardíaca i, per l'altra banda,

verificar si l'ecocardiografia bàsica millora el diagnòstic i maneig dels postoperats de cirurgia cardíaca.

El primer pas ha estat avaluar la qualitat d'adquisició i la precisió en la interpretació de l'ecocardiografia bàsica realitzada per intensivistes en el pacient postoperat de cirurgia cardíaca. S'han publicat molts estudis que avaluen aquests objectius, però la gran majoria s'ha realitzat en pacients mèdics i els que han avaluat en pacients quirúrgics, han exclòs els postoperats de cirurgia cardíaca.

Un cop avaluada la factibilitat de l'ecocardiografia bàsica realitzada per intensivistes, hem volgut verificar que l'ús de l'ecocardiografia bàsica millora el diagnòstic i maneig dels pacients postoperats de cirurgia cardíaca. Els estudis realitzats fins ara, demostren que l'ecocardiografia pot implicar un canvi de fins el 52% en el diagnòstic i maneig terapèutic dels pacient crítics. La majoria d'aquests estudis s'han realitzat en pacients medicoquirúrgics, excloent els postoperats de cirurgia cardíaca, i els estudis que s'han realitzat en aquest tipus de malalt, no han estat dissenyats per avaluar-ne l'evolució.

Aquesta tesi ha permès la publicació de dos articles en la revista Medicina Intensiva (Factor d'Impacte 2,363):

- O. Moreno, A. Ochagavía, A. Artigas, C. Espinal, R. Tomás, MD. Bosque, C. Fortià y F. Baigorri. *Evaluation of intensivist basic training in transthoracic echocardiography in the postoperative period of heart surgery.* Medicina Intensiva. 2019;43(9):538-545.
- O. Moreno, A. Ochagavía, A. Artigas, S. Barbadillo, R. Tomás, MD. Bosque, C. Fortià y F. Baigorri. *Impacto en el manejo diagnóstico/terapéutico de la ecocardiografía básica dirigida a objetivos concretos en una UCI de cirugía cardíaca.* Medicina Intensiva. 2020;44(9):534-541.

2 HIPÒTESI

La hipòtesi principal de la tesi és que és factible realitzar una ecocardiografia transtoràcica bàsica en les primeres 24h de postoperatori de cirurgia cardíaca per part de metges intensivistes amb formació ecocardiogràfica i que aquests són capaços d'interpretar-la correctament.

La hipòtesi secundària és que l'ús de l'ecocardiografia bàsica dirigida a objectius concrets ajuda en el maneig diagnòstic/terapèutic dels pacients postoperats de cirurgia cardíaca.

3 OBJECTIUS

L'objectiu principal de la tesi era avaluar la factibilitat de l'ecocardiografia transtoràcica bàsica realitzada per intensivistes en el postoperatori immediat de cirurgia cardíaca i analitzar-ne la qualitat i la precisió en la seva interpretació.

Els objectius secundaris de la tesi van ser:

1. Avaluar de forma prospectiva si l'ecocardiografia transtoràcica bàsica comportava un canvi en el diagnòstic i tractament en el postoperat de cirurgia cardíaca.
2. Valorar l'impacte d'aquests canvis en l'evolució clínica del pacient.

4 MATERIAL I MÈTODES

L'estudi es va realitzar en una UCI medicoquirúrgica de 17 llits d'un hospital general universitari (Hospital Universitari General de Catalunya) amb aproximadament 300 ingressos a UCI/any de cirurgia cardíaca. El nostre Comitè d'Ètica en Recerca Clínica va aprovar el protocol d'estudi, i tots els pacients participants van facilitar el seu consentiment informat.

En la primera fase de l'estudi, es van incloure tots els pacients adults admesos a la UCI després d'una cirurgia cardíaca consecutivament entre novembre de 2013 i juliol de 2014. Es van realitzar dues ecocardiografies bàsiques, una per un intensivista amb formació bàsica i una per un intensivista amb formació avançada. Els intensivistes van formar-se en ecocardiografia bàsica durant 6 mesos. El programa de formació consistia en 10 hores teòriques i la realització d'almenys 30 ecocardiografies transtoràciques bàsiques sota la supervisió d'un expert. Els coneixements i les habilitats es van avaluar a través d'un examen teòric i pràctic d'acord amb les recomanacions de les guies (6,12,13,21,45).

En la segona fase de l'estudi, es van incloure tots els pacients majors d'edat sotmesos a cirurgia cardíaca que ingressaven consecutivament a la UCI entre novembre de 2014 i abril de 2016, si estava disponible de presència física un intensivista amb formació ecocardiogràfica bàsica acreditada. Es va realitzar una valoració clínica i hemodinàmica del pacient per establir un diagnòstic inicial per part d'un dels 6 intensivistes del servei segons la pràctica clínica habitual en el postoperat de cirurgia cardíaca. Aquests possibles diagnòstics varen ser: hipovolèmia, disfunció ventricular esquerra, disfunció ventricular dreta, disfunció biventricular, vasoplègia, insuficiència mitral massiva o taponament pericàrdic. En funció del diagnòstic clínic, es va pautar un tractament prèviament establert.

Recollida de dades

En el moment d'ingrés es van registrar les dades demogràfiques generals; motiu d'ingrés a UCI; les principals comorbiditats; els índex de severitat (APACHE II, EuroSCORE), les dades hemodinàmiques i les troballes ecocardiogràfiques prèvies a la cirurgia quan estaven disponibles. Els paràmetres de ventilació mecànica, l'ús de fàrmacs vasoactius i els paràmetres hemodinàmics després de la cirurgia es van determinar just abans de l'exploració ecocardiogràfica.

En la primera fase de l'estudi, a les 24h del seu ingrés a la UCI, tots els pacients es van sotmetre a dues ecocardiografies transtoràciques consecutives i independents realitzades per un intensivista amb formació bàsica i un amb formació avançada, que les van interpretar separatament. En l'estudi hi van participar quatre intensivistes sèniors amb formació bàsica i dos intensivistes sèniors amb formació avançada (nivell 3 de competència en ecocardiografia amb mínim 5 anys d'experiència) (45,46).

En la segona fase de l'estudi, després de la valoració clínica inicial i dins de les primeres vuit hores d'ingrés, un altre intensivista amb formació en ecocardiografia bàsica va realitzar una ecocardiografia transtoràcica bàsica. En el moment de l'exploració, es van recollir els paràmetres hemodinàmics (freqüència cardíaca, tensió arterial, saturació venosa central, nivells de lactat), l'ús de fàrmacs vasoactius i la presència de ventilació mecànica.

L'ecocardiografia es va repetir diàriament si existien signes d'hipoperfusió tissular (hipotensió arterial, signes de mala perfusió perifèrica, lactats elevats, oligúria). L'ecocardiografista desconeixia l'orientació diagnòstica inicial.

L'anàlisi ecocardiogràfic va consistir en una valoració sistemàtica de les projeccions paraesternal eixos llarg i curt, apical quatre càmeres, subcostal quatre càmeres amb visualització de la vena cava inferior. Per cada finestra acústica, es va graduar la dificultat d'obtenció de la imatge com a alta o baixa.

Ecocardiografia bàsica

Totes les exploracions van realitzar-se amb la sonda d'ecocardiograma M5S-D de 1,5-4,6 MHz de l'ecògraf Vivid-e de General Electrics, disponible 24h a la UCI del nostre centre.

L'examen ecocardiogràfic bàsic incloïa l'avaluació sistemàtica de l'estructura i funció cardíaca en els eixos paraesternal llarg i curt, apical quatre càmeres, i subcostal quatre càmeres i vena cava inferior. Els intensivistes van puntuar la dificultat subjectiva de l'adquisició de les imatges per a cada finestra acústica com a alta o baixa.

En cada examen es van registrar els següents paràmetres:

- 1) Ventricle esquerre: mida visual, classificada com a "normal" o "dilatada"; funció sistòlica visual, classificada com a "normal" (>50%) o "deprimida" (<50%); i patró de contracció, classificat com a "homogeni" o "heterogeni".
- 2) Ventricle dret: mida visual, classificada com a "normal" o "dilatada"; i funció sistòlica visual, classificada com a "normal" o "deprimida".
- 3) Vàlvules: insuficiència mitral massiva, classificada com a "present" o "absent".
- 4) Vena cava inferior: classificada com a "normal", "dilatada", o "no visualitzada", en aquells casos en què la finestra ecoica no era adequada.
- 5) Vessament pericàrdic amb o sense taponament cardíac, classificat com a "present" o "absent".

Amb les troballes ecocardiogràfiques, vam poder obtenir diferents patrons ecocardiogràfics (5,6,47):

- **Hipovolèmia severa:** ventricles petits, hipercinètics, amb obliteració de la cavitat del VE (kissing walls) i una vena cava inferior petita amb una gran variació del seu diàmetre amb els moviments respiratoris (en ventilació

mecànica, vena cava inferior <1,5 cm amb >50% de col·lapse; en respiració espontània, vena cava inferior <1 cm amb >50% de col·lapse).

- **Disfunció VE:** descens de la mobilitat del VE, patró de contractilitat heterogènia que suggereix isquèmia miocàrdica, i/o dilatació de la cavitat del VE que suggereix malaltia cardíaca crònica.
- **Disfunció VD:** dilatació del VD amb moviment paradoxal del septe interventricular, que en pacients crítics normalment s'associa a síndrome de distrés respiratori agut o tromboembolisme pulmonar sever. La dilatació del VD aïllada seria suggestiva d'infart de VD. Com a altres troballes associades, es podria incloure la dilatació de la vena cava inferior sense col·lapse respiratori.
- **Taponament cardíac:** vessament pericàrdic amb col·lapse diastòlic de l'aurícula dreta i el VD, juntament amb la vena cava inferior dilatada sense col·lapse respiratori durant la respiració espontània.
- **Insuficiència mitral massiva aguda:** VE de mida normal (indica malaltia valvular aguda), funció sistòlica del VE normal o hiperdinàmica (deguda a sobrecàrrega del volum ventricular esquerre), i fluxe regurgitant massiu en la imatge del Doppler color.

Totes les imatges, van ser enregistrades digitalment i posteriorment avaluades per un intensivista amb formació avançada en ecocardiografia transtoràcica, qui va puntuar la qualitat d'imatge com a "òptima" (completa identificació de les vores endocàrdiques del VE), "subòptima" (identificació de >50% de les vores endocàrdiques del VE), o "pobre" (identificació <50% de les vores endocàrdiques del VE). Les imatges valorades com a òptimes o subòptimes eren capaces de conduir a un diagnòstic.

En la primera fase, es van comparar les troballes ecocardiogràfiques i la seva interpretació entre els intensivistes amb formació bàsica i avançada. La interpretació dels intensivistes amb formació avançada es va considerar el “gold standard”.

En la segona fase, es va determinar el percentatge de casos en els quals l'ecocardiografia va confirmar la sospita diagnòstica inicial. En cas de no confirmar el diagnòstic inicial, es va determinar el percentatge de casos en els quals l'ecocardiografia oferia un diagnòstic alternatiu i el percentatge de canvi en el tractament. Finalment, es va analitzar la millora clínica (disminució de la necessitat de fàrmacs vasoactius, augment de la diüresi, millora de la saturació venosa d'oxigen, disminució del lactat, entre d'altres) deguda als diferents canvis terapèutics realitzats a partir dels resultats de l'ecocardiografia.

En cas de dubte en les troballes ecocardiogràfiques, es va realitzar una segona valoració ecocardiogràfica per un cardiòleg expert en ecocardiografia avançada.

Anàlisi estadística

Les variables contínues van expressar-se com a mitjanes \pm desviació estàndard o freqüències i percentatges. Per determinar el grau de concordança entre la interpretació dels intensivistes bàsic i avançat, vam utilitzar el coeficient Kappa de Cohen amb un interval de confiança del 95%.

Vam estimar que per distingir entre un coeficient Kappa de 0,8 (concordança quasi perfecta) i un coeficient Kappa de 0,4 (pobra concordança) amb un test de doble cua amb un poder del 90% i assumint un 90% de valors positius, necessitaríem incloure almenys 136 pacients. Vam considerar Kappa ≤ 0 = concordança pobre; Kappa 0,01-0,2 = concordança lleugera; Kappa 0,21-0,4 = concordança mínimament acceptable; Kappa 0,41-0,6 = concordança moderada; Kappa 0,61-0,8 = concordança bona; Kappa 0,81-1 = concordança quasi perfecta (48).

Per confirmar la hipòtesi secundària, es va realitzar un estudi descriptiu en el qual analitzàvem el percentatge de millora clínica deguda a l'optimització del tractament com a conseqüència de l'ecocardiografia. Les variables contínues s'expressen en mitjanes i desviacions estàndard o percentatges.

5 RESULTATS

Característiques dels pacients

Es van admetre un total de 297 pacients postoperats de cirurgia cardíaca a la UCI durant el període d'estudi. Un pacient va rebutjar de participar en l'estudi i 12 (4,23%) dels 284 pacients van descartar-se ja que no es van poder obtenir imatges ecocardiogràfiques. Finalment, es van incloure 284 pacients a l'estudi. En la Taula 1 es poden observar les dades demogràfiques i les característiques clíniques, així com el tipus de cirurgia cardíaca a la qual van ser sotmesos.

Es va realitzar una ecocardiografia transtoràcica preoperatòria a tots els pacients per part d'un cardiòleg durant el mateix ingrés o de forma ambulatoria uns dies abans. En aquesta, s'observava que la majoria de pacients presentaven un ventricle esquerre no hipertròfic (142 pacients, 50%), no dilatats (245 pacients; 86,27%) amb una fracció d'ejecció calculada per Simpson 4C normal (256 pacients, 90,14%). Respecte al ventricle dret, en la majoria de pacients no estava dilatats (274 pacients; 96,48%) i presentava una funció normal en tots els casos. La vena cava inferior en la majoria de casos no estava dilatada (267 pacients; 94,01%).

Respecte al tipus de cirurgia realitzada, la majoria van ser recanvis valvulars aïllats (120 pacients, 42,3%) o associats a altres procediments (49 pacients, 17,3%). Es van realitzar 122 cirurgies de revascularització coronària (43%) aïllades o associades a altres procediments. En 18 pacients (6,3%) es va realitzar un altre tipus de cirurgia.

TAULA 1. Dades demogràfiques, clíniques i índex predictors de gravetat (n=284)

Sexe masculí (%)	188 (66,2%)
Edat (anys)	67 (55-79)
Pes (kg)	75 (61-89)
Alçada (cm)	164 (155-173)
Índex de massa corporal	28 (23-33)
EuroScore	6 (2-10)
APACHE-II	8 (3-13)
Comorbiditats	237 (83,5%)
Hipertensió arterial	205 (72,2%)
Diabetis mellitus	98 (34,5%)
Dislipèmia	171 (60,2%)
Cirurgia cardíaca	
Substitució valvular (sola)	120 (42,3%)
Bypass coronari (sol)	94 (33,1%)
Substitució valvular i bypass coronari	25 (8,8%)
Substitució valvular i un altre procediment ¹	24 (8,5%)
Bypass coronari i altres procediments ¹	3 (1,1%)
Altres procediments ¹	18 (6,3%)

La taula expressa la mitja (desviació estàndard) o freqüència (percentatge).

¹Altres procediments inclouen ressecció de mixomes, reparació de defectes de septe interauricular, pericardiectomies...

Ecocardiografia transtoràcica postoperatòria

Les característiques clíniques en el moment de la ecocardiografia clínica postoperatòria es descriuen a la taula 2.

Només dos pacients van requerir de baló de contrapulsació intraòrtic.

Tots els pacients portaven drenatges toràcics. Per aquest motiu, molts d'ells tenien dolor a la mobilització. A més, alguns estaven intubats en el moment de l'exploració, motiu pel qual, la majoria de les ecocardiografies es van realitzar en decúbit supí (333 ecocardiografies, 94,9%); la resta (18; 5,1%) es van realitzar en decúbit lateral esquerre. La durada mitja de l'exploració va ser de 16 ± 5 min per l'intensivista amb formació bàsica i 15 ± 5 min per l'intensivista amb formació avançada.

TAULA 2. Característiques postoperatòries i estat hemodinàmic en el moment de les ecocardiografies (n=351).

Ritme cardíac (pacients (%))	
Ritme sinusal	271 (77,2%)
Fibril·lació auricular	42 (12%)
Ritme nodal	2 (0,6%)
Bloqueig auriculoventricular complet	2 (0,6%)
Marcapassos	34 (9,7%)
Freqüència cardíaca (bpm)	80 (66-94)
Pressió arterial mitja (mmHg)	79 (68-90)
Pressió venosa central (mmHg)	9 (5-14)
Saturació venosa central (%)	67 (53-76)
Lactat (mg/dL)	17 (6-28)
Ventilació mecànica	76 (21,7%)
Fàrmacs vasoactius	211 (60,1%)
Noradrenalina	102 (29,1%)
Nitroglicerina	71 (20,2%)
Dopamina	16 (4,6%)
Dobutamina	55 (15,7%)
Levosimendan	5 (1,4%)
Milrinona	1 (0,3%)
Catèter d'artèria pulmonar	68 (19,4%)
La taula expressa la mitja (desviació estàndard) o freqüència (percentatge).	

En la primera fase de l'estudi, on es van incloure 148 pacients, vam observar que els intensivistes amb formació avançada van obtenir imatges adequades en tots els pacients inclosos en l'estudi. La millor qualitat d'imatge es va observar en la finestra apical quatre càmeres i la pitjor en la finestra subcostal per a visualització de la vena cava inferior. Els intensivistes amb formació avançada van aconseguir millors qualitats d'imatge.

Els resultats de l'ecocardiografia realitzada per intensivistes amb formació bàsica i avançada es mostren a la Taula 3. Vam poder observar que els intensivistes amb formació bàsica tendien a interpretar com a normal tan la funció com la mida d'ambdós ventricles en aquells casos que es trobaven en valors límit. També vam poder observar que els intensivistes amb formació bàsica tendien a diagnosticar més casos d'hipovolèmia que els intensivistes amb formació avançada.

TAULA 3. Troballes ecocardiogràfiques dels intensivistes segons el nivell de formació.

			Formació bàsica	Formació avançada
VE	Mida	Normal	133 (89.9%)	130 (87.8%)
		Dilatada	15 (10.1%)	18 (12.2%)
	Funció	Normal	109 (73.6%)	105 (70.9%)
		Deprimida (<50%)	39 (26.4%)	43 (29.1%)
VD	Mida	Normal	135 (91.2%)	134 (90.5%)
		Dilatada	13 (8.8%)	14 (9.5%)
	Funció	Normal	143 (96.6%)	139 (93.9%)
		Deprimida	5 (3.4%)	9 (6.1%)
Líquid Pericàrdic	Presència	16 (10.8%)	16 (10.8%)	
	Absència	132 (89.2%)	132 (89.2%)	
Taponament	No	148 (100%)	148 (100%)	
Hipovolemia	Sí	16 (10.8%)	12 (8.1%)	
	No	85 (57.4%)	91 (61.5%)	
	No valorable	47 (31.8%)	45 (30.4%)	

La taula expressa el número de pacients i la freqüència (percentatge).

La Taula 4 mostra la concordança de les troballes ecocardiogràfiques entre els dos observadors (intensivistes amb formació bàsica i avançada). Es va observar una bona concordança en l'avaluació de la funció ventricular dreta i esquerra (Kappa 0,7; 0,56-0,84 i Kappa 0,87; 0,82-0,92, respectivament). La interpretació del diagnòstic ecocardiogràfic entre els dos observadors va concordar en un 85,1% dels casos (Kappa 0,73; 0,68-0,78). La Taula 5 mostra la concordança en el diagnòstic.

TAULA 4. Concordança de les troballes ecocardiogràfiques entre els intensivistes amb formació bàsica i avançada.

Paràmetres	Concordant	Discordant	Kappa (95% IC)
Mida VE	133 (89,86%)	15 (10,14%)	0,49 (0,38-0,6)
Funció VE	140 (94,59%)	8 (5,41%)	0,87 (0,82-0,92)
Patró contracció VE	109 (73,64%)	39 (26,35%)	0,42 (0,34-0,50)
Coaptació de parets	138 (93,24%)	10 (6,75%)	0,58 (0,46-0,70)
Dilatació VD	135 (91,22%)	13 (8,78%)	0,47 (0,34-0,60)
Funció VD	144 (97,3%)	4 (2,7%)	0,7 (0,56-0,84)
Líquid pericàrdic	130 (87,84%)	18 (12,16%)	0,37 (0,25-0,49)
Signes taponament ¹	148 (100%)		
Hipovolèmia	100 (67,57%)	48 (32,43%)	0,40 (0,33-0,47)

IC=interval de confiança; VE=ventricle esquerre; VD=ventricle dret.

1 No vam trobar cap cas amb signes de taponament i tots els intensivistes amb formació bàsica van ser capaços de veure-ho.

TAULA 5. Concordança en la interpretació de les troballes ecocardiogràfiques entre intensivistes amb formació bàsica i formació avançada.

Diagnòstic	n	Concordant	Discordant	Kappa (95% IC)
Disfunció ventricular	46	38 (82,6%)	8 (17,4%)	
Hipovolèmia	15	11 (73,33%)	4 (26,67%)	
Sense anomalies	87	77 (88,51%)	10 (11,49%)	
Total	148	126 (85,14%)	22 (14,86%)	0,73 (0,68-0,78)

IC=interval de confiança

En aquesta fase, vam realitzar un subanàlisi en els pacients ventilats i els que patien una malaltia pulmonar obstructiva crònica i no vam trobar diferències respecte les concordances globals.

En la segona fase de l'estudi, on es van incloure 136 pacient, es volia analitzar la utilitat de l'ecocardiografia en el maneig diagnòstic i terapèutic del postoperat de cirurgia cardíaca. Per aquest motiu, es van realitzar un total de 203 ecocardiografies transtoràciques, distribuïdes de la següent forma en funció de l'estat hemodinàmic del pacient: en 97 pacients (71,3%) només es va realitzar una ecocardiografia, en 19 pacients (14%) es van realitzar 2 ecocardiografies, en 14 pacients (10,3%) es van realitzar 3 ecocardiografies, en 4 pacients (2,9%) es van realitzar 4 ecocardiografies i en 2 pacients (1,5%) es van realitzar 5 ecocardiografies.

El principal motiu per la realització de la primera ecocardiografia va ser la inestabilitat hemodinàmica (74 ecocardiografies; 54,4%) i la principal sospita diagnòstica inicial va ser la hipovolèmia (54 casos, 26,6%). Les altres 62 ecocardiografies (45,6%) es van realitzar amb altres sospites diagnòstiques o com a control. Les ecocardiografies realitzades en els següents dies van ser per inestabilitat hemodinàmica. Respecte al tractament inicial previst per la clínica, en la majoria de casos (100 casos, 49,3%) no era previsible realitzar cap intervenció.

En la Taula 6 es mostren les sospites diagnòstiques, el tractament previst abans de realitzar l'ecocardiografia i el diagnòstic ecocardiogràfic.

TABLA 6. Sospita diagnòstica i tractament previsible abans de l'ecocardiografia i diagnòstic ecocardiogràfic (n=136).

Sospita diagnòstica	
Hipovolèmia	54 (26,6%)
Disfunció ventricular esquerra	26 (12,8%)
Disfunció biventricular	5 (2,5%)
Vasoplegia	13 (6,4%)
Taponament	4 (2%)
Sense sospita diagnòstica	101 (49,8%)
Tractament previsible	
Administració de volum	55 (27,1%)
Fàrmacs inotrópics/vasoactius	44 (21,7%)
Intervenció quirúrgica	4 (2%)
No realitzar intervenció terapèutica	100 (49,3%)
Diagnòstic ecocardiogràfic	
Hipovolèmia	14 (6,9%)
Disfunció ventricular esquerra	38 (18,7%)
Disfunció biventricular	8 (3,9%)
Taponament	2 (1%)
Ecocardiografia normal	126 (62%)
No concluent*	15 (7,4%)

Les xifres expressen promig \pm desviació estàndard o freqüència (percentatge).

*No concluent: es poden descartar la majoria dels problemes més importants, però no alguns en concret com podria ser una hipovolèmia severa per no obtenir imatges adequades en totes les finestres ecocardiogràfiques.

En aquesta fase, també es van valorar els graus de dificultat i la qualitat d'imatge per cada una de les finestres ecocardiogràfiques, i es va trobar que en la majoria de casos la dificultat va ser baixa en totes les finestres i la qualitat d'imatge va ser òptima o subòptima en la majoria de casos. La pitjor qualitat d'imatge la vam trobar en el pla subcostal per observar la vena cava inferior. Analitzant la qualitat d'imatge de cada pla, trobem que en el pla paraesternal eix llarg hi havia 85 ecocardiografies (41,9%) amb qualitat òptima, 81 (39,9%) amb qualitat subòptima i 37 (18,2%) amb mala qualitat. Pel pla paraesternal eix curt, hi havia 80 ecocardiografies (39,4%) amb qualitat òptima, 82 (40,4%) subòptima i 41 (20,2%) amb mala qualitat. Pel pla apical 4 càmeres, hi havia 135 ecocardiografies (66,5%) amb qualitat òptima, 42 (20,7%) amb qualitat subòptima i 26 (12,8%) amb mala qualitat. Pel pla subcostal hi havia 122 ecocardiografies (60,1%) amb qualitat òptima, 29 (14,3%) amb qualitat subòptima i 52 (25,6%) amb mala qualitat. Per la visualització de la vena cava inferior, hi havia 116 ecocardiografies (57,1%) amb qualitat òptima, 19 (9,4%) amb qualitat subòptima i 68 (33,5%) amb mala qualitat. Totes les ecocardiografies realitzades tenien algun pla amb qualitat òptima o subòptima, la qual cosa va permetre realitzar una valoració ecocardiogràfica en tots els casos.

Analitzant els diferents paràmetres ecocardiogràfics, vam trobar que el ventricle esquerre presentava una mida normal (175 casos; 86,2%) amb una funció ventricular normal (151 casos; 74,4%) però amb una contractilitat heterogènia en la majoria de casos (111 casos; 54,7%). Només 12 pacients (5,9%) presentaven *kissing walls*. El ventricle dret presentava una mida normal i una funció normal en la majoria de casos (184 casos; 90,6%). En 60 casos (29,6%) es va observar la presència de líquid pericàrdic, però només 2 pacient (1,5%) van presentar signes de taponament, motiu pel qual van ser intervinguts.

La Taula 7 compara les sospites diagnòstiques per la clínica amb els resultats ecocardiogràfics, podent-se observar les discrepàncies diagnòstiques. Globalment, es va obtenir que el diagnòstic ecocardiogràfic no diferia de la sospita diagnòstica en 102 casos (50,2%). En la meitat dels casos (101 casos, 49,8%), l'ecocardiografia diferia del diagnòstic clínic. D'aquests 101 casos, en 45 d'ells

(44,6%), l'ecocardiografia era normal, per la qual cosa no es va poder oferir un diagnòstic alternatiu. En 56 casos (55,4%), l'ecocardiografia ofería un diagnòstic alternatiu al de sospita clínica i d'aquests pacients, es van realitzar canvis en el tractament en 30 d'ells (53,6%). Els canvis realitzats majoritàriament van ser l'inici de fàrmacs inotrópics (14 casos, 25%). Es va analitzar si els canvis es realitzaven en la primera ecocardiografia o bé en les successives. Es va trobar que en un percentatge elevat de casos en els que es produïa un canvi de diagnòstic (34 casos, 60,71%), aquest es realitzava en la primera ecocardiografia i comportava un canvi en l'actitud terapèutica en 22 casos (64,71%). Els altres 22 casos amb discrepància diagnòstica respecte a la clínica, els canvis es van produir en les ecocardiografies posteriors. Tots els canvis realitzats es poden observar a la Taula 8.

En un cas amb dubte diagnòstic, es va contactar amb el servei de Cardiologia que va realitzar una nova ecocardiografia que va confirmar la nostra sospita ecocardiogràfica (vessament pericàrdic sever amb signes de taponament). Es va contactar amb el servei de Cirurgia Cardíaca que va decidir reintervenció quirúrgica, la qual va confirmar el diagnòstic, comportant una millora clínica posterior del pacient.

TAULA 7. Comparació sospita diagnòstica clínica amb diagnòstics ecocardiogràfics.

	Diagnòstic ecocardiogràfic						Total
	Hipovolèmia	Disfunció VE	Disfunció biventricular	Taponament	Normal	No conclouent	
Sospita diagnòstica							
Hipovolèmia	13	10	3	1	25	2	54
Disfunció VE	0	10	1	0	14	2	27
Disfunció biventricular	0	0	3	0	2	0	5
Vasoplègia	0	4	0	0	8	1	13
Taponament	0	0	1	1	2	0	4
Altres	1	14	0	0	75	10	100
Total	14	38	8	2	126	15	203

VE: ventricles esquerres

TAULA 8. Canvis en el tractament deguts a l'ecocardiografia.

Administració de volum	1 (3,33%)
Inici de fàrmacs inotrópics/vasoactius	14 (46,67%)
Intervenció quirúrgica	1 (3,33%)
Altres*	14 (46,67%)

Les xifres expressen freqüència (percentatge).

*No intervenció quirúrgica, retirada o no inici de fàrmacs inotrópics, optimització de la freqüència cardíaca, no administració de volum.

Dels 30 casos en els que es va canviar el tractament degut al diagnòstic ecocardiogràfic, en 26 d'ells (86,67%) es va observar millora clínica significativa dels paràmetres hemodinàmics (tensió arterial, saturació venosa central, augment de diuresi, disminució dels requeriments de fàrmacs inotrópics i vasoactius) en els següents 30-60 minuts. En analitzar els canvis realitzats en el tractament, es va observar que en 14 pacients (46,7%) van iniciar-se fàrmacs inotrópics o vasoactius, en uns altres 14 pacients (46,7%) es va realitzar un altre tipus d'intervenció, com finalitzar l'administració de volum o la retirada de fàrmacs inotrópics. En 1 pacient (3,3%) es va administrar volum i 1 pacient (3,3%) va requerir reintervenció quirúrgica urgent per taponament. En 4 pacients (13,33%), no es va observar una clara millora clínica degut a l'ajustament del tractament. En dos dels casos s'havien iniciat fàrmacs inotrópics o vasoactius (un d'ells, amb mala tolerància a la dobutamina per taquicardització i l'altre va obtenir escassa milloria hemodinàmica després de l'administració de dobutamina). En un altre cas, davant la presència de bradicàrdia, es va decidir augmentar la freqüència cardíaca mitjançant l'estimulació per marcapassos; malgrat això, no van millorar els paràmetres d'hipoperfusió tissular. Per últim, en el quart cas, la sospita clínica va ser hipovolèmia amb ecocardiografia normal, per la qual cosa es va decidir no administrar volum, però no es va evidenciar un canvi clínic significatiu.

6 DISCUSIÓ

Amb aquesta tesi, volíem demostrar primerament, que la formació en ETT bàsica dels intensivistes els permet avaluar els pacients postoperats de cirurgia cardíaca. Un cop demostrada la factibilitat de l'ecocardiografia bàsica en les situacions més extremes després d'una cirurgia cardíaca (49), era important estudiar l'impacte de l'ecocardiografia bàsica en el maneig del pacient postoperat de cirurgia cardíaca.

En el nostre estudi, vam objectivar que els intensivistes amb formació bàsica en ecocardiografia avaluaven l'ecocardiografia transtoràcica dels pacients postoperats de cirurgia cardíaca amb una concordança bona-moderada en les troballes i la seva interpretació dins les primeres 24h de la cirurgia cardíaca. Fins ara, pocs estudis havien avaluat la factibilitat de l'ecocardiografia transtoràcica en el període postoperatori en pacients sotmesos a cirurgia cardíaca. André et al. (43) van incloure 51 pacients i van trobar que l'ecocardiografia es podia realitzar en 82% dels casos. En el nostre estudi, no vam poder obtenir imatges en 12 casos (7,5%). Per tant, l'ecocardiografia va proporcionar-nos informació important en 148 pacients (92,5%). Aquesta diferència pot ser deguda al número de pacients inclosos en l'estudi (51 versus 148) i a la no disponibilitat de l'ecocardiògraf en el cas d'André et al. (43)

Olmos et al. (44) van estudiar l'acord interobservador en l'avaluació de la funció del ventricle dret en el postoperatori immediat de cirurgia cardíaca. Ells van demostrar que podien obtenir imatges interpretables en el 92% dels pacients, dada que és similar als nostres resultats. Les principals diferències respecte el nostre estudi són que en el seu cas ambdós exploradors eren cardiòlegs amb experiència en ecocardiografia i que ells només analitzaven la funció ventricular dreta. En el nostre cas, ambdós exploradors eren intensivistes amb diferents nivells de formació (bàsica i avançada) i nosaltres vam analitzar tots els paràmetres.

Vezzani et al. (45) van estudiar el valor de l'ecografia toràcica després de la cirurgia cardíaca en comparació amb la radiografia de tòrax i l'auscultació. Ells

van demostrar que amb l'ecografia toràcica podem detectar algunes anomalies i complicacions postoperatòries en pacients admesos a la unitat de cures intensives després de la cirurgia cardíaca sense necessitat de realitzar una radiografia toràcica. Amb l'ecografia toràcica ells van poder veure vessament pericàrdic o taponament cardíac, però en no realitzar ecocardiografia, no van poder objectivar altres alteracions com la disfunció cardíaca, que és un dels paràmetres que nosaltres vam analitzar en el nostre estudi.

Nosaltres vam intentar determinar també el grau de concordança en les troballes ecocardiogràfiques i la seva interpretació entre els exàmens realitzats per intensivistes amb formació bàsica i aquells realitzats per intensivistes amb formació avançada. Altres estudis en pacients crítics mèdics han analitzat el grau de concordança entre ambdós intensivistes. Aquest estudis van concloure que formar intensivistes en ecocardiografia bàsica és útil en les cures del malalt crític (15, 31-35, 48, 49). Malgrat això, en molts d'aquests estudis es van excloure els pacients postoperats de cirurgia cardíaca i, per tant, no tenim informació sobre la factibilitat i la utilitat de l'ecocardiografia realitzada per intensivistes en aquest grup de pacients. Olmos-Temois et al. (44) han avaluat recentment la variabilitat interobservador en paràmetres ecocardiogràfics del ventricle dret en 52 pacients estables sense taponament o sagnat actiu a les 6-8h de la cirurgia cardíaca. En el nostre estudi, només vam excloure els malalts que no van donar el seu consentiment per participar en l'estudi i aquells que no vam poder obtenir cap tipus d'imatge, i vam analitzar tots els paràmetres inclosos en l'ecocardiografia bàsica. La concordança interobservador en el nostre estudi va ser moderada. La concordança per la funció ventricular esquerra, funció ventricular dreta i el diagnòstic ecocardiogràfic final va ser bona, quasi perfecta. Els nostres resultats són millors que els d'altres estudis (15, 32, 33) probablement per les característiques dels nostres pacients. Només vam analitzar postoperats de cirurgia cardíaca i els altres estudis analitzaven pacients mèdics i postoperats d'altres tipus de cirurgies. És important destacar que la funció ventricular dreta i esquerra són dos dels paràmetres més importants en els pacients postoperats de cirurgia cardíaca per la repercussió d'aquest tipus de cirurgia. Per tant, nosaltres concloem que els intensivistes amb formació bàsica en ecocardiografia són

capaços de realitzar i interpretar correctament els estudis d'ecocardiografia transtoràcica bàsica en la majoria de pacients postoperats de cirurgia cardíaca.

És important demostrar la factibilitat de l'ecocardiografia bàsica en les situacions més extremes i els patrons més severos durant el període postoperatori de cirurgia cardíaca (con són la disfunció ventricular severa, la hipovolèmia severa, la insuficiència mitral severa i el taponament). Però això no substitueix la necessitat d'una ecocardiografia avançada realitzada per un intensivista amb la formació adequada o un cardiòleg quan sigui necessari.

Alguns dels patrons bàsics, en particular la hipovolèmia, poden no estar suficientment validats en poblacions com la nostra que tenen malalties estructurals tals com la hipertròfia ventricular, la dilatació de càmeres cardíques o la malaltia cardíaca valvular. Finalment, es necessiten més estudis per avaluar la correcta interpretació de la presència d'hipovolèmia per part de l'ecocardiografista amb nivell de formació bàsica en el postoperatori de cirurgia cardíaca.

Finalment, nosaltres no vam mesurar els diàmetres telediastòlics dels ventricles. Aquest fet podria haver dificultat la identificació d'alguns casos de dilatació ventricular. Aquest fet podria explicar la discordança entre alguns dels estudis ecocardiogràfics realitzats per intensivistes amb formació bàsica i els de formació avançada.

Respecte els objectius secundaris, En el nostre estudi, vam trobar que l'ecocardiografia no confirmava el diagnòstic de sospita clínica en quasi la meitat dels casos. Per altra banda, l'ecocardiografia aporta un diagnòstic alternatiu en més del 50% d'aquests casos. A més, els clínics van poder realitzar un canvi terapèutic en funció del resultat de l'ecocardiografia en 30 casos (14,8% del total de pacients i 53,8% amb canvi diagnòstic). Aquest percentatge es troba en el rang baix de les troballes d'altres estudis ja que aquest canvi pot arribar fins a un 52% (12, 30, 33, 50). Això pot ser conseqüència de què es tracta de pacients amb característiques diferents. En el cas dels estudis previs, es van incloure pacients

medicoquirúrgics, en els quals poden veure's afectacions cardíques no previsibles pel quadre clínic inicial. En canvi, tots els nostres pacients són postoperats de cirurgia cardíaca i, en conseqüència, les causes fonamentals del xoc són més fàcils de sospitar per la clínica. En alguns casos, la sospita clínica va ser d'hipovolèmia però amb l'ecocardiografia bàsica només podem detectar la presència d'hipovolèmia greu. Altres estudis realitzats en pacients de cirurgia cardíaca, aporten dades similars a l'impacte de l'ús de l'ecocardiografia transesofàgica (36-38), tot i que aquests estudis varen ser realitzats durant la intervenció, induint canvis en l'actitud durant la cirurgia. En el nostre cas, vàrem utilitzar l'ecocardiografia transtoràcica bàsica, tècnica totalment no invasiva, en el postoperatori immediat.

Heiberg et al (34) varen realitzar un metanàlisi de 15 estudis on es va avaluar l'ús de l'ecocardiografia transtoràcica i transesofàgica en el postoperat de cirurgia cardíaca, i varen concloure que l'ecocardiografia s'utilitzava de manera creixent en el postoperat de cirurgia cardíaca i que el seu us induïa a un canvi significatiu en el diagnòstic i tractament d'aquests pacients, tot i que aquests estudis no es varen dissenyar per valorar l'evolució dels pacients. Dels estudis inclosos en el metanàlisi, set analitzaven l'ús de l'ecocardiografia transtoràcica (2, 39-44), i varen trobar canvis en el diagnòstic i maneig que oscil·laven entre un 10 i un 52%, per la qual cosa, el nostre estudi es troba dins d'aquest rang. De manera significativa, el tractament instaurat després de l'ecocardiografia va aconseguir una millora clínica en el 86,67% dels nostres pacients, la qual cosa confirma la utilitat clínica de l'ecocardiografia en els pacients postoperats de cirurgia cardíaca. En el nostre cas, crida l'atenció que el 74% de les ecocardiografies mostraven una fracció d'ejecció del ventricle esquerre (FEVE) normal i el 90% mostraven una fracció d'ejecció del ventricle dret (FEVD) dins de la normalitat. Això podria ser degut a què en la majoria dels nostres pacients, la FEVE i la FEVD prequirúrgiques eren normals en 125 pacients (92%) i en tots els casos respectivament. Tot i això, trobem que l'inici de fàrmacs vasoactius degut al diagnòstic ecocardiogràfic va ser el canvi de tractament més freqüent, comportant una millora clínica del pacient.

Així doncs, el nostre estudi demostra que existeix un canvi de fins un 50% en el diagnòstic dels pacients sotmesos a cirurgia cardíaca degut a l'ecocardiografia. D'aquests, en més de la meitat dels casos, es decideix canviar el tractament degut a l'ecocardiografia i això comporta una millora clínica en la gran majoria de pacients. Tot i això, en cas de dubte, s'ha de realitzar una ecocardiografia avançada per part d'un intensivista format o un cardiòleg quan així s'estimi necessari.

El nostre estudi té algunes limitacions. Es tracta d'un estudi realitzat en un sol centre, amb un mateix equip quirúrgic, per la qual cosa no podem extrapolar els nostres resultats a altres centres. Totes les cirurgies cardíques varen ser programades, en pacients clínicament estables, per la qual cosa les possibles complicacions en el postoperatori eren més baixes. Per tant, no és possible confirmar una bona concordança interobservador en pacients postoperats aguts, que normalment presenten un número més alt de complicacions severes. Alguns pacients presentaven disfunció ventricular en l'ecocardiografia prequirúrgica, per la qual cosa, en la postquirúrgica, aquesta disfunció se seguia observant per ecocardiografia, sense que això impliqués una repercussió clínica. Així mateix, l'ecocardiografia bàsica només és capaç de detectar hipovolèmia greu, amb la qual cosa, alguns pacients podrien presentar hipovolèmia sense que aquesta pugui ser detectada amb la realització d'una ecocardiografia bàsica. Aquestes circumstàncies poden haver influït en el fet d'haver trobat un nivell baix de canvi en el diagnòstic ecocardiogràfic respecte el clínic.

7 CONCLUSIONS

El nostre estudi va concloure que:

1. Els intensivistes amb formació bàsica en ecocardiografia són capaços de realitzar i interpretar correctament una ecocardiografia bàsica realitzada en pacients postoperats de cirurgia cardíaca en la majoria de casos.
2. Es factible realitzar una ecocardiografia transtoràcica bàsica en les primeres hores de postoperatori de cirurgia cardíaca.
3. L'ecocardiografia transtoràcica bàsica és útil en el maneig diagnòstic i terapèutic dels pacients postoperats de cirurgia cardíaca.
4. L'ecocardiografia comporta un canvi en el diagnòstic en la meitat del casos i això pot comportar un canvi en el tractament que impliqui una millora clínica més precoç.

8 LÍNIES DE FUTUR

Un cop demostrat que l'ecocardiografia transtoràctica bàsica aporta informació rellevant en el postoperatori de cirurgia cardíaca que permet una millora en el maneig diagnòstic i terapèutic, les futures noves línies de treball que es podrien dur a terme serien:

1. Analitzar la utilitat de l'ecocardiografia transtoràctica avançada en la ressuscitació inicial i la resposta a l'administració de volum comparat amb les dades hemodinàmiques habituals: variació de pressió de pols, variació del volum sistòlic, en el postoperat de cirurgia cardíaca.
2. Analitzar més profundament amb ecocardiografia transtoràctica avançada l'impacte de la hipovolemia en el postoperatori de cirurgia cardíaca.
3. Valorar si l'ecocardiografia transtoràctica avançada aportaria alguna millora en el maneig diagnòstic i terapèutic en aquests pacients respecte l'ecocardiografia bàsica.

9 BIBLIOGRAFIA

1. Orme RML, Oram MP, McKinstry CE. Impact of echocardiography on patient management in the intensive care unit: an audit of district general hospital practice. *Br J Anaesth*. 2009 Mar;102(3):340–4.
2. Jensen MB, Sloth E, Larsen KM, Schmidt MB. Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiol*. 2004 Sep;21(9):700–7.
3. Vignon P, Chastagner C, François B, Martailé J-F, Normand S, Bonnivard M, et al. Diagnostic ability of hand-held echocardiography in ventilated critically ill patients. *Crit Care. BioMed Central*; 2003 Oct;7(5):R84–91.
4. Joseph MX, Disney PJS, Da Costa R, Hutchison SJ. Transthoracic echocardiography to identify or exclude cardiac cause of shock. *Chest*. 2004 Nov;126(5):1592–7.
5. Slama M, Maizel J. Echocardiographic measurement of ventricular function. *Curr Opin Crit Care*. 2006 Jun;12(3):241–8.
6. Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, et al. American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française statement on competence in critical care ultrasonography. 2009. pp. 1050–60.
7. Kaplan A, Mayo PH. Echocardiography performed by the pulmonary/critical care medicine physician. *Chest*. 2009 Feb;135(2):529–35.
8. Donovan KD, Colreavy F. Echocardiography in intensive care: the basics. Part I. *Crit Care Resusc*. 1999 Sep;1(3):291–5.
9. Beaulieu Y. Bedside echocardiography in the assessment of the critically ill. *Crit Care Med*. 2007 May;35(5 Suppl):S235–49.
10. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med. Massachusetts Medical Society*; 2011 Feb 24;364(8):749–57.
11. Schmidt GA, Koenig S, Mayo PH. Shock: ultrasound to guide diagnosis and therapy. *Chest*. 2012 Oct;142(4):1042–8.
12. Ayuela Azcarate JM, Clau Terré F, Vicho Pereira R, Guerrero de Mier M, Carrillo López A, Ochagavía A, et al. Documento de consenso para la formación en ecografía en Medicina Intensiva. Proceso asistencial, uso de

- la técnica y adquisición de competencias profesionales. *Medicina Intensiva*. Elsevier Doyma; 2014 Jan 1;38(1):33–40.
13. Beaulieu Y. Specific skill set and goals of focused echocardiography for critical care clinicians. *Crit Care Med*. 2007 May;35(5 Suppl):S144–9.
 14. Poelaert J, Mayo P. Education and evaluation of knowledge and skills in echocardiography: how should we organize? *Intensive Care Medicine*. Springer-Verlag; 2007 Oct;33(10):1684–6.
 15. Vignon P, Dugard A, Abraham J, Belcour D, Gondran G, Pepino F, et al. Focused training for goal-oriented hand-held echocardiography performed by noncardiologist residents in the intensive care unit. *Intensive Care Medicine*. 2007 Oct;33(10):1795–9.
 16. Vieillard-Baron A, Slama M, Cholley B, Janvier G, Vignon P. Echocardiography in the intensive care unit: from evolution to revolution? *Intensive Care Medicine*. 2008 Feb;34(2):243–9.
 17. Marik PE, Mayo P. Certification and training in critical care ultrasound. *Intensive Care Medicine*. Springer-Verlag; 2008 Feb;34(2):215–7.
 18. Roscoe A, Strang T. Echocardiography in intensive care. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*. Oxford University Press; 2008 Apr 1;8(2):46–9.
 19. Morris C, Bennett S, Burn S, Russell C, Jarman B, Swanevelder J. Echocardiography in the Intensive Care Unit: Current Position, Future Directions. *Journal of the Intensive Care Society*. 2010;11(2):90–7.
 20. Huang SJ, McLean AS. Do we need a critical care ultrasound certification program? Implications from an Australian medical-legal perspective. Vol. 14, *Critical care* (London, England). BioMed Central; 2010. p. 313.
 21. Expert Round Table on Ultrasound in ICU. International expert statement on training standards for critical care ultrasonography. *Intensive Care Medicine*. Springer-Verlag; 2011 Jul;37(7):1077–83.
 22. Neskovic AN, Edvardsen T, Galderisi M, Garbi M, Gullace G, Jurcut R, et al. Focus cardiac ultrasound: the European Association of Cardiovascular Imaging viewpoint. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. Oxford University Press; 2014 Sep 1;15(9):956–60.
 23. Spencer KT, Kimura BJ, Korcarz CE, Pellikka PA, Rahko PS, Siegel RJ. Focused Cardiac Ultrasound: Recommendations from the American Society

- of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*. Elsevier; 2013 Jun 1;26(6):567–81.
24. Breikreutz R, Walcher F, Seeger FH. Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: concept of an advanced life support-conformed algorithm. *Crit Care Med*. 2007 May;35(5 Suppl):S150–61.
 25. Hernandez C, Shuler K, Hannan H, Sonyika C, Likourezos A, Marshall J. C.A.U.S.E.: Cardiac arrest ultra-sound exam—A better approach to managing patients in primary non-arrhythmogenic cardiac arrest. *Resuscitation*. 2008 Feb;76(2):198–206.
 26. Breikreutz R, Price S, Steiger HV, Seeger FH, Ilper H, Ackermann H, et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: A prospective trial. *Resuscitation*. 2010 Nov;81(11):1527–33.
 27. Johri AM, Durbin J, Newbigging J, Tanzola R, Chow R, De S, et al. Cardiac Point-of-Care Ultrasound: State of the Art in Medical School Education. *J Am Soc Echocardiogr*. 2018 Mar 14.
 28. Evangelista A, Flachskampf F, Lancellotti P, Badano L, Aguilar R, Monaghan M, et al. European Association of Echocardiography recommendations for standardization of performance, digital storage and reporting of echocardiographic studies. 2008. pp. 438–48.
 29. ICU ERTOEI. International consensus statement on training standards for advanced critical care echocardiography. *Intensive Care Medicine*. Springer Berlin Heidelberg; 2014 Mar 11;40(5):654–66.
 30. Colreavy FB, Donovan K, Lee KY, Weekes J. Transesophageal echocardiography in critically ill patients. *Crit Care Med*. 2002 May;30(5):989–96.
 31. Poelaert JI, Trouerbach J, De Buyzere M, Everaert J, Colardyn FA. Evaluation of transesophageal echocardiography as a diagnostic and therapeutic aid in a critical care setting. *Chest*. 1995 Mar;107(3):774–9.
 32. Filopei J, Acquah SO, Bondarsky EE, Steiger DJ, Ramesh N, Ehrlich M, et al. Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Ultrasound Performed by Pulmonary Critical Care Physicians for Right Ventricle Assessment in

- Patients With Acute Pulmonary Embolism*. Crit Care Med. Wolters Kluwer; 2017 Dec;45(12):2040–5.
33. Ayuela Azcarate JM, Clau Terré F, Ochagavia A, Vicho Pereira R. [Role of echocardiography in the hemodynamic monitorization of critical patients]. Medicina Intensiva. 2012 Apr;36(3):220–32.
 34. Heiberg J, El-Ansary D, Royse CF, Royse AG, Alsaddique AA, Canty DJ. Transthoracic and transoesophageal echocardiography: a systematic review of feasibility and impact on diagnosis, management and outcome after cardiac surgery. Anaesthesia. Wiley/Blackwell (10.1111); 2016 Oct;71(10):1210–21.
 35. Schmidlin D, Schuepbach R, Bernard E, Ecknauer E, Jenni R, Schmid ER. Indications and impact of postoperative transesophageal echocardiography in cardiac surgical patients. Crit Care Med. 2001 Nov;29(11):2143–8.
 36. Click RL, Abel MD, Schaff HV. Intraoperative transesophageal echocardiography: 5-year prospective review of impact on surgical management. Mayo Clin Proc. 2000 Mar;75(3):241–7.
 37. Couture P, Denault AY, McKenty S, Boudreault D, Plante F, Perron R, et al. Impact of routine use of intraoperative transesophageal echocardiography during cardiac surgery. Can J Anaesth. Springer-Verlag; 2000 Jan;47(1):20–6.
 38. Michel-Cherqui M, Ceddaha A, Liu N, Schlumberger S, Szekely B, Brusset A, et al. Assessment of systematic use of intraoperative transesophageal echocardiography during cardiac surgery in adults: a prospective study of 203 patients. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2000 Feb;14(1):45–50.
 39. Alsaddique A, Royse AG, Royse CF, Mobeirek A, Shaer El F, AlBackr H, et al. Repeated Monitoring With Transthoracic Echocardiography and Lung Ultrasound After Cardiac Surgery: Feasibility and Impact on Diagnosis. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2016 Apr;30(2):406–12.
 40. Büyükbayrak F. An evaluation of diagnostic sensitivity of transthoracic echocardiography in diagnosis of post-cardiac surgery tamponade. Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2014 Jan 23;22(1):35–42.
 41. Jakobsen C-J, Torp P, Sloth E. Perioperative feasibility of imaging the heart and pleura in patients with aortic stenosis undergoing aortic valve

- replacement. *Eur J Anaesthesiol. European Journal of Anaesthesiology*; 2007 Jul;24(7):589–95.
42. Christiansen LK, Frederiksen CA, Juhl-Olsen P, Jakobsen C-J, Sloth E. Point-of-care ultrasonography changes patient management following open heart surgery. *Scandinavian Cardiovascular Journal. Taylor & Francis*; 2013 Dec 3;47(6):335–43.
 43. Flynn BC, Spellman J, Bodian C, Moitra VK. Inadequate visualization and reporting of ventricular function from transthoracic echocardiography after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2010 Apr;24(2):280–4.
 44. Price S, Prout J, Jaggar SI, Gibson DG, Pepper JR. “Tamponade” following cardiac surgery: terminology and echocardiography may both mislead. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004 Dec;26(6):1156–60.
 45. Price S, Via G, Sloth E, Guarracino F, Breitzkreutz R, Catena E, et al. Echocardiography practice, training and accreditation in the intensive care: document for the World Interactive Network Focused on Critical Ultrasound (WINFOCUS). 6 ed. Vol. 6, Cardiovascular ultrasound. BioMed Central; 2008. p. 49.
 46. Popescu BA, Andrade MJ, Badano LP, Fox KF, Flachskampf FA, Lancellotti P, et al. European Association of Echocardiography recommendations for training, competence, and quality improvement in echocardiography. Vol. 10, *European journal of echocardiography : the journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology.* 2009. pp. 893–905.
 47. Charron C, Caille V, Jardin F, Vieillard-Baron A. Echocardiographic measurement of fluid responsiveness. *Curr Opin Crit Care. Current Opinion in Critical Care*; 2006 Jun;12(3):249–54.
 48. Sim J, Wright CC. The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. *Phys Ther.* 2005 Mar;85(3):257–68.
 49. Moreno O, Ochagavia A, Artigas A, Espinal C, Tomás R, Bosque MD, et al. Evaluation of intensivists' basic training in transthoracic echocardiography in the postoperative period of heart surgery. *Medicina Intensiva.* 2019;43(9):538-545.

50. Schmidlin D, Schuepbach R, Bernard E, Ecknauer E, Jenni R, Schmid ER. Indications and impact of postoperative transesophageal echocardiography in cardiac surgical patients. *Crit Care Med.* 2001 Nov;29(11):2143–8.

10 ANNEXES

10.1 ANNEXE 1



ORIGINAL

Evaluation of intensivist basic training in transthoracic echocardiography in the postoperative period of heart surgery



O. Moreno^{a,b,*}, A. Ochagavía^{c,d}, A. Artigas^{a,b,c,d,e}, C. Espinal^c, R. Tomás^a, M.D. Bosque^a, C. Fortià^e, F. Baigorri^{b,c}

^a Critical Care Department, Hospital Universitari General de Catalunya, Sant Cugat del Vallès, Spain

^b Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, Spain

^c Critical Care Department, Parc Taulí Hospital Universitari, Sabadell, Spain

^d CIBER de Enfermedades Respiratorias, Madrid, Spain

^e Critical Care Department, Hospital Universitari Sagrat Cor, Barcelona, Spain

Received 12 March 2018; accepted 3 June 2018

Available online 30 July 2018

KEYWORDS

Transthoracic echocardiography;
Heart surgery;
Basic and advanced training;
Critically ill patients

Abstract

Background: Transthoracic echocardiography can significantly change the management of many critical patients, and is being incorporated into many Intensive Care Units (ICU). Very few studies have examined the feasibility and impact of intensivists performing basic transthoracic echocardiography upon the management of critical patients after cardiac surgery. The present study therefore evaluates the quality of acquisition and accuracy of intensivist interpretation of basic transthoracic echocardiograms in the postoperative period of heart surgery.

Methods: Over an 8-month period we prospectively studied 148 patients within 24 h after admission to a university hospital ICU following heart surgery. We performed basic transthoracic echocardiography to evaluate ventricular function, pericardial effusion, hypovolemia and mitral regurgitation. Cohen's Kappa was used to compare transthoracic echocardiograms obtained by intensivists with basic versus advanced training. Concordance on image acquisition and interpretation was evaluated.

Results: We analyzed data of adequate transthoracic echocardiograms in 148 patients (92.5%). Apical four-chamber view and advanced trainees obtained better quality images. Concordance was good for right and left ventricular function ($\kappa = 0.7 \pm 0.14$ and 0.87 ± 0.05 , respectively), and moderate for the remaining parameters. Interpretation concordance between basic and advanced training intensivists was good ($\kappa = 0.73 \pm 0.05$).

Abbreviations: ICU, Intensive Care Unit.

* Corresponding author.

E-mail address: olgamfon@icloud.com (O. Moreno).

<https://doi.org/10.1016/j.medin.2018.06.004>

0210-5691/© 2018 Published by Elsevier España, S.L.U.

Conclusions: Intensivists with basic training in echocardiography are capable of performing and interpreting echocardiograms in most patients during the postoperative period of heart surgery.
© 2018 Published by Elsevier España, S.L.U.

PALABRAS CLAVE

Ecocardiografía transtorácica;
Cirugía cardíaca;
Formación básica y avanzada;
Pacientes críticos

Evaluación de la formación de intensivistas en ecocardiografía transtorácica básica en el postoperatorio de cirugía cardíaca

Resumen

Objetivo: La ecocardiografía transtorácica puede cambiar significativamente el manejo en muchos pacientes críticos y se está incorporando dentro de muchas unidades de cuidados intensivos (UCI). Pocos estudios han examinado la factibilidad y el impacto de la ecocardiografía transtorácica básica realizada por intensivistas en el manejo de los pacientes críticos después de una cirugía cardíaca. Por ello, nosotros evaluamos la calidad de adquisición y la precisión en la interpretación de la ecocardiografía básica realizada por intensivistas en los pacientes postoperados de cirugía cardíaca.

Métodos: Durante 8 meses, estudiamos prospectivamente 148 pacientes postoperados de cirugía cardíaca dentro de las primeras 24h de ingreso en una UCI de un hospital universitario. Realizamos una ecocardiografía transtorácica básica para evaluar función ventricular, líquido pericárdico, hipovolemia y regurgitación mitral. Utilizamos el coeficiente kappa de Cohen para comparar las ecocardiografías transtorácicas realizadas por los intensivistas con formación básica versus avanzada. Evaluamos la concordancia en la adquisición de imágenes y su interpretación.

Resultados: Analizamos los datos de las ecocardiografías transtorácicas de 148 pacientes (92,5%). La visión apical cuatro-cámaras y los intensivistas con formación avanzada obtuvieron mayor calidad de imagen. La concordancia fue buena para la función ventricular derecha e izquierda ($\kappa = 0,7 \pm 0,14$ y $0,87 \pm 0,05$, respectivamente), y moderada para el resto de parámetros. La concordancia de la interpretación entre los intensivistas con formación básica y avanzada fue buena ($\kappa = 0,73 \pm 0,05$).

Conclusiones: Los intensivistas formados en ecocardiografía transtorácica básica son capaces de obtener e interpretar las ecocardiografías en la mayoría de postoperados programados de cirugía cardíaca.

© 2018 Publicado por Elsevier España, S.L.U.

Background

Since more than 25 years, the usefulness of transthoracic echocardiography in the evaluation of critical patients has been established. This noninvasive imaging technique uses real-time dynamic images of the heart to provide morphologic and functional information that can identify the causes of shock, may help to predict the response to fluid replacement therapy, and to guide treatment. Echocardiography can significantly change the management in up to 46% of critical patients, and some groups have developed protocols to optimize the use of transthoracic echocardiography in critical care.^{1–12} Intensivists are recommended to learn echocardiography, and training in this technique is being incorporated into residency training programs.^{9,12–20}

Various scientific societies are developing guidelines for basic training in echocardiography for physicians other than cardiologists, based on existing consensus.^{6,12,21} The aim is to expand the use of this tool by teaching physicians to recognize specific parameters that can be useful in clinical practice. In critical care, two levels of competency

have been defined: basic and advanced. Basic training includes positioning the transducer to obtain images in the standard echocardiography planes (parasternal for long- and short-axis views, apical for four-chamber view, and subcostal for four-chamber view and visualization of the inferior vena cava). After basic training, physicians should be able to use echocardiography to diagnose severe hypovolemia, left ventricular failure, right ventricular failure, cardiac tamponade, acute massive mitral regurgitation, and the causes of cardiac arrest as well as to determine whether resuscitation has restored normal heart rhythm.^{22–27}

Many studies have shown that it is useful for physicians other than cardiologists to correctly interpret echocardiograms.^{6,13,15,21,28–38} Although some studies have evaluated the usefulness of intensivists performing transesophageal echocardiography in critical patients,^{39–42} few studies have evaluated the feasibility and impact of basic transthoracic echocardiography by intensivists in the management of critically ill patients and after cardiac surgery.^{34,43–45}

Transthoracic echocardiographies in intensive care unit are goal-directed. The objectives of transthoracic echocardiographies after cardiac surgery are the diagnosis of postoperative complications and the evaluation of cardiac function. The major difficulties of transthoracic echocardiography after cardiac surgery are due to the presence of chest drains, mechanical ventilation, postoperative inflammation and pain with mobilizations. This study aimed to evaluate the feasibility of basic transthoracic echocardiography in postoperative cardiac patients to analyze the quality and accuracy of acquisition by intensivists.

Patients and methods

The study was done in a 17-bed mixed medical/surgical intensive care unit (ICU) in a general university hospital with approximately 300 ICU admissions/year of cardiac surgery. Our institutional Clinical Research Ethics Committee approved the study protocol, and all participating patients provided written informed consent. We included all adult patients admitted to the ICU after cardiac surgery between November 2013 and July 2014 and a basic and an advanced echocardiography were performed. Intensivists underwent training in basic echocardiography from November 2012 through April 2013, consisting of a teaching program of 10 h and performing at least 30 basic transthoracic echocardiograms under the supervision of an expert. Knowledge and skills were assessed by written and practical examination according to the recommendations of guidelines.^{6,13,21,28} Annex A (supplementary material) describes the teaching program and examinations in detail.^{6,12,13,21,28}

Data collection

We recorded general demographic information; reason for ICU admission; comorbidities; severity indices (APACHE II, EuroSCORE); presurgical hemodynamic parameters and echocardiographic findings, when available. Mechanical ventilation parameters, use of vasoactive drugs and hemodynamic parameters were determined before the echocardiographic examination.

Within 24 h of admission, all patients underwent two independent consecutive basic transthoracic echocardiographies by a basic and advanced echocardiography trained intensivist that were interpreted separately. Four senior intensivists with basic training and two senior intensivists with advanced training (level 3 of competence in echocardiography with minimum 5 years of experience)^{28,46} (AO and OM) participated in the study. All echocardiograms were done using a cardiovascular ultrasound system (Vivid e, GE Healthcare, Chicago, IL, USA) with a 1.5 MHz–4.6 MHz transducer (M5S-D, GE Healthcare, Chicago, IL, USA).

The basic echocardiography examination included the systematic evaluation of cardiac structure and function in the parasternal long- and short-axis views, apical four-chamber view, and subcostal four-chamber and inferior vena cava views. Intensivists graded the subjective difficulty of image acquisition in each acoustic window as "high" or "low".

The following parameters were recorded in each examination:

- (1) Left ventricle: visual size, classified as "normal" or "dilated"; visual systolic function, classified as "normal" ($\geq 50\%$) or "depressed" ($< 50\%$); and contraction pattern, classified as "homogeneous" or "heterogeneous".
- (2) Right ventricle: visual size, classified as "normal" or "dilated" and visual systolic function, classified as "normal" or "depressed".
- (3) Valves: massive mitral regurgitation, classified as "present" or "absent".
- (4) Inferior vena cava: classified as "normal", "dilated", or "not visualized".
- (5) Pericardial effusion with or without cardiac tamponade, classified as "present" or "absent".

With echocardiographic findings, we could obtain different echocardiographic patterns, that are exposed in Annex B (supplementary material).

All examinations, performed by basic and advanced trained intensivists, were digitally recorded and later assessed by an intensivist with advanced training in transthoracic echocardiography, who graded image quality as "optimal" (complete identification of the endocardial borders of the left ventricle), "suboptimal" (identification of $> 50\%$ of the endocardial borders of the left ventricle), or "poor" (identification of $< 50\%$ of the endocardial borders of the left ventricle). Images graded "optimal" or "suboptimal" enabled a diagnosis to be reached.

We compared the echocardiographic findings and their interpretation between basic and advanced trained intensivists. The interpretation of intensivists with advanced training was considered the gold standard.

Statistical analysis

Continuous variables are expressed as means \pm standard deviations or frequencies and percentages. To determine the degree of concordance between the interpretation of basic and advanced trained intensivists, we used Cohen's kappa coefficient with 95% confidence intervals.

We estimated that to distinguish between a kappa coefficient of 0.8 (near perfect concordance) and a kappa coefficient of 0.4 (poor concordance) with two-tailed test with a power of 90% and assuming 90% positive values, we would need to include at least 136 patients. We considered kappa ≤ 0 = poor concordance; kappa 0.01–0.2 = slight concordance; kappa 0.21–0.4 = minimum acceptable concordance; kappa 0.41–0.6 = moderate concordance; kappa 0.61–0.8 = good concordance; kappa 0.81–1 = nearly perfect concordance.⁴⁷

Results

Patients' characteristics

A total of 161 patients were admitted to the ICU after cardiac surgery during the study period. One patient refused to participate in the study and 12 of 161 (7.45%) patients were discarded because we could not obtain any image. Finally, we included 148 patients in the study. Table 1 reports

Table 1 Demographic, clinical characteristics and cardiac surgery of patients included in the study ($n = 148$).

Gender male (%)	95 (64.2%)
Age (years)	67 (55–79)
Weight (kg)	75 (61–89)
Height (cm)	164 (155–173)
Body mass index	28 (23–33)
EuroScore	6 (3–9)
APACHE-II	9 (5–13)
Comorbidities	121 (81.8%)
Hypertension	108 (73%)
Diabetes	53 (35.8%)
Dyslipemia	93 (62.8%)
Chronic obstructive pulmonary disease	20 (16.5%)
Cardiac surgery	
Valve replacement (alone)	69 (46.6%)
Coronary bypass (alone)	41 (27.7%)
Valve replacement and coronary bypass	17 (11.5%)
Valve replacement and other procedures ^a	10 (6.8%)
Other procedures ^a	11 (7.4%)

The table express the mean (standard deviation) or frequency (percentage).

^a Other procedures included myxoma excision, repair of inter-atrial septal defects, pericardiectomy...

the demographic and clinical characteristics and the type of cardiac surgery of the patients included in the study.

All patients underwent preoperative transthoracic echocardiography by a cardiologist. Seventy-eight patients (52.7%) had a hypertrophic left ventricle without dilation and 129 patients (87.2%) had a normal ejection fraction. One hundred forty-three patients (96.6%) had normal right ventricle size and function, and 139 patients (93.9%) had a non-dilated inferior vena cava with collapse >50%.

Postoperative transthoracic echocardiography

Clinical characteristics at the time of the postoperative transthoracic echocardiography are described in Table 2.

Only two patients required an intra-aortic balloon pump.

Because all patients had chest drains, many had pain on movement, and some were intubated, 136 (91.9%) echocardiograms were done in the supine position; the remaining (12; 8.1%) were done in the left lateral decubitus position. The mean duration of the examination was 16 ± 5 min by basic trained intensivists and 15 ± 5 min by advanced trained intensivists.

Advanced trained intensivists obtained adequate images in all patients. The best image quality was obtained in the apical four-chamber view and the worst in the subcostal view of the inferior vena cava. Intensivists with advanced training achieved better image quality.

The results of basic and advanced trained intensivists echocardiographies are shown in Table 3. We could see that basic trained intensivists tended to interpret as normal both size and function of both left and right ventricle in those limit values. Also, we could see that basic trained tended to diagnose more hypovolemia than advanced trained intensivists.

Table 2 Postoperative characteristics and hemodynamic state in the moment of the echocardiographies.

Heart rhythm (patients (%))	
Sinus rhythm	123 (83.1%)
Atrial fibrillation	8 (5.4%)
Nodal Rhythm	2 (1.4%)
Complete atrioventricular block	1 (0.7%)
Pacemaker	14 (9.6%)
Heart rate (bpm)	80 (68–92)
Mean arterial pressure (mmHg)	79 (69–89)
Central venous pressure (mmHg)	9 (5–13)
Central venous saturation (%)	67 (58–76)
Lactate (mg/dL)	17 (6–28)
Mechanical ventilation	25 (16.9%)
Volume-controlled	17 (68%)
Pressure support	8 (32%)
Vasoactive drugs	86 (58.1%)
Noradrenaline	50 (33.8%)
Nitroglycerine	27 (18.2%)
Dopamine	10 (6.8%)
Dobutamine	10 (6.8%)
Levosimendan	5 (3.4%)
Pulmonary artery catheter	26 (17.6%)

The table expresses the mean (standard deviation) or frequency (percentage).

The concordances of echocardiography findings by the two observers (basic and advanced) are shown in Table 4. A good concordance was observed in the evaluation of right and left ventricular function (kappa 0.7; 0.56–0.84 and kappa 0.87; 0.82–0.92, respectively). The echocardiographical diagnosis interpretation between both observers was concordant in 85.1% of the cases (kappa 0.73; 0.68–0.78). The concordance of diagnosis is shown in Table 5.

We have performed a subanalysis of ventilated patients and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients and we have found no differences respect the global concordances.

Discussion

This study demonstrates that a basic TTE training in intensivists let them to evaluate postoperative cardiac surgical patients with a moderate-good concordance in findings and interpretation within 24h after cardiac surgery. To date, few studies have evaluated the feasibility of transthoracic echocardiography in the postoperative period in patients undergoing cardiac surgery. André et al.,⁴³ included 51 patients and found that echocardiography was possible in 82%. In our study, no images could be obtained in 12 cases (7.5%). Thus, echocardiography provided important information in 148 (92.5%) patients. This difference can be due to the number of patients included in the studies (51 versus 148) and the no availability of the echocardiograph in André case.

Olmos et al.,⁴⁴ studied the interobserver agreement in the evaluation of right ventricular function in the early postoperative period of cardiac surgery. They demonstrated that

Table 3 Echocardiographic findings.

			Basic trained intensivist	Advanced trained intensivist
Left Ventricle	Size	Normal	133 (89.9%)	130 (87.8%)
		Dilated	15 (10.1%)	18 (12.2%)
Right Ventricle	Function	Normal	109 (73.6%)	105 (70.9%)
		Depressed (<50%)	39 (26.4%)	43 (29.1%)
	Size	Normal	135 (91.2%)	134 (90.5%)
Pericardial fluid	Function	Dilated	13 (8.8%)	14 (9.5%)
		Normal	143 (96.6%)	139 (93.9%)
	Depressed	5 (3.4%)	9 (6.1%)	
Tamponade	Presence	Presence	16 (10.8%)	16 (10.8%)
		Absence	132 (89.2%)	132 (89.2%)
Hypovolemia	No	148 (100%)	148 (100%)	
Hypovolemia	Yes	Yes	16 (10.8%)	12 (8.1%)
		No	85 (57.4%)	91 (61.5%)
		Not valorable	47 (31.8%)	45 (30.4%)

The table expresses the number of patients and frequency (percentage).

Table 4 Concordance of echocardiography findings between intensivists with basic and advanced training.

Parameter	Concordant	Disconcordant	kappa ^a (95%CI)
LV size	133 (89.86%)	15 (10.14%)	0.49 (0.38–0.6)
LV function	140 (94.59%)	8 (5.41%)	0.87 (0.82–0.92)
LV contraction pattern	109 (73.64%)	39 (26.35%)	0.42 (0.34–0.50)
Kissing walls	138 (93.24%)	10 (6.75%)	0.58 (0.46–0.70)
RV dilation	135 (91.22%)	13 (8.78%)	0.47 (0.34–0.60)
RV function	144 (97.3%)	4 (2.7%)	0.7 (0.56–0.84)
Pericardial fluid	130 (87.84%)	18 (12.16%)	0.37 (0.25–0.49)
Signs of tamponade ^a	148 (100%)		
Hypovolemia	100 (67.57%)	48 (32.43%)	0.40 (0.33–0.47)

CI - confidence interval; LV - left ventricle; RV - right ventricle.

^a We did not find any case with signs of tamponade and all basic trained intensivists were able to see it.

Table 5 Concordance of interpretation of echocardiography findings between intensivists with basic and advanced training.

Diagnosis	n	Concordant	Discordant	kappa (95%CI)
Ventricular dysfunction	46	38 (82.6%)	8 (17.4%)	
Hypovolemia	15	11 (73.33%)	4 (26.67%)	
No abnormalities	87	77 (88.51%)	10 (11.49%)	
Total	148	126 (85.14%)	22 (14.86%)	0.73 (0.68–0.78)

CI - confidence interval.

they could obtain interpretable images in 92% of patients, that it is similar to our results. The principal differences respect our study are that in their case both explorers were cardiologist with experience in echocardiography and they only analyzed right ventricular function. In our case, both explorers were intensivist with basic or advanced training and we analyzed all parameters.

Vezzani et al.,⁴⁵ studied the value of chest ultrasound after cardiac surgery in comparison with chest X-ray and auscultation. They demonstrated that with chest ultrasound we can detect some postoperative abnormalities and complications in patients admitted to intensive care after cardiac surgery without needing to perform a chest X-ray. They used chest ultrasound, so they could see pericardial

effusion or cardiac tamponade, but they did not performed echocardiography, so they could not see other abnormalities like cardiac disfunction, that it is one of the parameters that we analyzed in our study.

We also sought to determine the degree of concordance in the echocardiography findings and their interpretation between examinations done by intensivists with basic training in the technique and those done by intensivists with advanced training. Other studies in medical critically ill patients analyzed the degree of concordance between both intensivists. They concluded that providing intensivists with basic training in echocardiography was useful for critical care.^{15,31–35,48,49} However, many of these studies excluded cardiac surgery patients, and no information was available

about the feasibility and usefulness of echocardiography by intensivists in this group of patients. Olmos-Temois et al.,⁴⁴ recently evaluated the interobserver variability in echocardiography parameters of the right ventricle in 52 stable patients without tamponade or active bleeding 6–8 h after heart surgery. In our study, we excluded only patients who declined to participate and those without images, and we analyzed all basic echocardiography parameters. Interobserver concordance in our study was moderate. Concordance on left ventricular function, right ventricular function, and the final echocardiographic diagnosis was good or nearly perfect. Our results are a better than in other studies,^{15,32,33} probably because of patients' characteristics. We had only analyzed postcardiac surgical patients and they analyzed medical and other than postcardiac surgical patients. It is important to remark that right and left ventricular function are two of the most important parameters in postcardiac surgical patients because of the repercussion of this kind of surgery. Thus, we conclude that intensivists with basic training in echocardiography are capable of correctly carrying out and interpreting basic transthoracic echocardiography examinations in most postcardiac surgical patients.

It is important to demonstrate the feasibility of basic echocardiography in ruling out the most extreme and most severe patterns during postoperative cardiac surgery period (as severe ventricular dysfunction, severe hypovolemia, severe mitral regurgitation, and tamponade). But that this does not obviate the need for advanced echocardiography by duly trained intensivists or cardiologists when necessary.

We have found with some limitations during our study. This is a single center study undergoing scheduled cardiac surgery by the same surgical team, and we cannot extrapolate our results to other centers. No patients undergoing urgent surgery were included and the number of complications was low. Therefore we are unable to confirm a good interobserver concordance in acute postsurgical patients that normally presents a higher number of severe complications.

Some of the basic patterns, in particular hypovolemia, might not be sufficiently validated in populations like ours that have structural disease such as ventricular hypertrophy, dilation of cardiac chambers, valvular heart disease. Finally, the evaluation of the presence of hypovolemia by basic transthoracic echocardiography in the postoperative cardiac surgery patients needs further studies.

Finally, we did not measure the end-diastolic diameters of the ventricles, and this could make it difficult to identify some cases of ventricular dilation. This short coming could explain the discordance between some examinations done by intensivists with basic and advanced training.

Conclusions

Intensivists with basic training in echocardiography are capable of performing and interpreting echocardiograms in most scheduled postoperative cardiac surgery patients.

Authors' contribution

Conception and design: Dr. Olga Moreno, Dr. Ana Ochagavía, Dr. Antonio Artigas, Dr. Francisco Baigorri.

Acquisition, analysis and interpretation: Dr. Olga Moreno, Dr. Ana Ochagavía, Dr. Cristina Espinal, Dr. Roser Tomás, Dr. Maria Dolores Bosque, Dr. Cristina Fortià.

Drafting the manuscript for important intellectual content: Dr. Olga Moreno, Dr. Ana Ochagavía, Dr. Antonio Artigas, Dr. Francisco Baigorri.

Conflict of interests

The authors have no conflicts of interest.

Acknowledgements

The authors are grateful to Cristina Mora, Maria Luisa Martinez, Susana Millan and Eva Torrents (Hospital Universitari General de Catalunya) for their contribution in data collect, and David Suárez (Parc Tauli Hospital Universitari) for his contribution in statistical analysis. This paper is part of a Thesis of the Medicine Department of Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, Spain.

Appendix. Supplementary data

Supplementary data associated with this article can be found, in the online version, at doi:10.1016/j.medim.2018.06.004.

References

- Orme RML, Oram MP, McKinstry CE. Impact of echocardiography on patient management in the intensive care unit: an audit of district general hospital practice. *Br J Anaesth.* 2009;102:340–4.
- Jensen MB, Sloth E, Larsen KM, Schmidt MB. Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiol.* 2004;21:700–7.
- Vignon P, Chastagner C, François B, Martailé J-F, Normand S, Bonnard M, et al. Diagnostic ability of hand-held echocardiography in ventilated critically ill patients. *Crit Care Biomed Central.* 2003;7:R84–91.
- Joseph MX, Disney PJS, Da Costa R, Hutchison SJ. Transthoracic echocardiography to identify or exclude cardiac cause of shock. *Chest.* 2004;126:1592–7.
- Stama M, Maizel J. Echocardiographic measurement of ventricular function. *Curr Opin Crit Care.* 2006;12:241–8.
- Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, et al. American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française statement on competence in critical care ultrasonography. *Chest.* 2009;1050–60.
- Kaplan A, Mayo PH. Echocardiography performed by the pulmonary/critical care medicine physician. *Chest.* 2009;135:529–35.
- Donovan KD, Colreavy F. Echocardiography in intensive care: the basics, Part I. *Crit Care Resusc.* 1999;1:291–5.
- Beaulieu Y. Bedside echocardiography in the assessment of the critically ill. *Crit Care Med.* 2007;35 Suppl.:S235–49.
- Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med.* 2011;364:749–57. Massachusetts Medical Society.
- Schmidt GA, Koenig S, Mayo PH. Shock: ultrasound to guide diagnosis and therapy. *Chest.* 2012;142:1042–8.
- Ayuela Azcarate JM, Clau Terré F, Vicho Pereira R, Guerrero de Mier M, Carrillo López A, Ochagavía A, et al. Documento de consenso para la formación en ecografía en Medicina Intensiva,

- Proceso asistencial, uso de la técnica y adquisición de competencias profesionales. *Med Intensiva*. 2014;38:33–40.
13. Beaulieu Y. Specific skill set and goals of focused echocardiography for critical care clinicians. *Crit Care Med*. 2007;35 Suppl.:S144–9.
 14. Poelaert J, Mayo P. Education and evaluation of knowledge and skills in echocardiography: how should we organize? *Intensive Care Med*. 2007;33:1684–6.
 15. Vignon P, Dugard A, Abraham J, Belcour D, Gondran G, Pepino F, et al. Focused training for goal-oriented hand-held echocardiography performed by noncardiologist residents in the intensive care unit. *Intensive Care Med*. 2007;33:1795–9.
 16. Vieillard-Baron A, Slama M, Cholley B, Janvier G, Vignon P. Echocardiography in the intensive care unit: from evolution to revolution? *Intensive Care Med*. 2008;34:243–9.
 17. Marik PE, Mayo P. Certification and training in critical care ultrasound. *Intensive Care Med*. 2008;34:215–7.
 18. Roscoe A, Strang T. Echocardiography in intensive care. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*. 2008;8:46–9.
 19. Morris C, Bennett S, Burn S, Russell C, Jarman B, Swanevelder J. Echocardiography in the intensive care unit: current position, future directions. *J Intensive Care Soc*. 2010;11:90–7.
 20. Huang SJ, McLean AS. Do we need a critical care ultrasound certification program? Implications from an Australian medical-legal perspective. *Crit Care*. 2010;14:313.
 21. Expert Round Table on Ultrasound in ICU. International expert statement on training standards for critical care ultrasonography. *Intensive Care Med*. 2011;37:1077–83.
 22. Breikreutz R, Walcher F, Seeger FH. Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: concept of an advanced life support-conformed algorithm. *Crit Care Med*. 2007;35 Suppl.:S150–61.
 23. Hernandez C, Shuler K, Hannan H, Sonyika C, Likourezos A, Marshall J. C.A.U.S.E. Cardiac arrest ultra-sound exam—a better approach to managing patients in primary non-arrhythmogenic cardiac arrest. *Resuscitation*. 2008;76:198–206.
 24. Breikreutz R, Price S, Steiger HV, Seeger FH, Ilper H, Ackermann H, et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial. *Resuscitation*. 2010;81:1527–33.
 25. Johri AM, Durbin J, Newbigging J, Tanzola R, Chow R, De S, et al. Cardiac point-of-care ultrasound: state of the art in medical school education. *J Am Soc Echocardiogr*. 2018.
 26. Spencer KT, Kimura BJ, Korcarz CE, Pellikka PA, Rahko PS, Siegel RJ. Focused cardiac ultrasound: recommendations from the American society of echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013;26:567–81.
 27. Evangelista A, Flachskampf F, Lancellotti P, Badano L, Aguilar R, Monaghan M, et al. European Association of Echocardiography recommendations for standardization of performance, digital storage and reporting of echocardiographic studies. *Eur J Echocardiogr*. 2008;9:438–48.
 28. Price S, Via G, Sloth E, Guarracino F, Breikreutz R, Catena E, et al. Echocardiography practice, training and accreditation in the intensive care: document for the World Interactive Network Focused on Critical Ultrasound (WINFOCUS). *Cardiovasc Ultrasound*. 2008;6:49.
 29. Ayuela Azcarate JM, Clau Terré F, Ochagavia A, Vicho Pereira R. Role of echocardiography in the hemodynamic monitorization of critical patients. *Med Intensiva*. 2012;36:220–32.
 30. Chew MS. Haemodynamic monitoring using echocardiography in the critically ill: a review. *Cardiol Res Pract*. 2012;1395:37–47.
 31. Vignon P, Mücke F, Bellec F, Marin B, Croce J, Brouqui T, et al. Basic critical care echocardiography: validation of a curriculum dedicated to noncardiologist residents. *Crit Care Med*. 2011;39:636–42.
 32. Manasia AR, Nagaraj HM, Kodali RB, Croft LB, Oropello JM, Kohli-Seth R, et al. Feasibility and potential clinical utility of goal-directed transthoracic echocardiography performed by noncardiologist intensivists using a small hand-carried device (SonoHeart) in critically ill patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2005;19:155–9.
 33. Melamed R, Sprenkle MD, Ulstad VK, Herzog CA, Leatherman JW. Assessment of left ventricular function by intensivists using hand-held echocardiography. *Chest*. 2009;135:1416–20.
 34. Franchi F, Cameli M, Taccone FS, Mazzetti L, Bigio E, Contorni M, et al. Assessment of left ventricular ejection fraction in critically ill patients at the time of speckle tracking echocardiography: intensivists in training for echocardiography versus experienced operators. *Minerva Anestesiol*. 2018.
 35. Pinedo M, Villacorta E, Tapia C, Arnold R, López J, Revilla A, et al. Variabilidad inter e intraobservador en la valoración ecocardiográfica de la función del ventrículo derecho. *Rev Esp Cardiol*. 2010;63:802–9.
 36. Prat G, Charron C, Repesse X, Coriat P, Bailly P, L'her E, et al. The use of computerized echocardiographic simulation improves the learning curve for transesophageal hemodynamic assessment in critically ill patients. *Ann Intensive Care*. 2016;6:27.
 37. De Backer D, Bakker J, Cecconi M, Hajjar L, Liu DW, Lobo S, et al. Alternatives to the Swan-Ganz catheter. *Intensive Care Med*. 2018;283:447–512.
 38. Kuza CM, Hanifi MT, Koç M, Stopfkuchen-Evans M. Providing transthoracic echocardiography training for intensive care unit trainees: an educational improvement initiative. *J Surg Educ*. 2018.
 39. Colreavy FB, Donovan K, Lee KY, Weekes J. Transesophageal echocardiography in critically ill patients. *Crit Care Med*. 2002;30:989–96.
 40. Poelaert JI, Trouerbach J, De Buyzere M, Everaert J, Colardyn FA. Evaluation of transesophageal echocardiography as a diagnostic and therapeutic aid in a critical care setting. *Chest*. 1995;107:774–9.
 41. Fayad A, Shillcutt SK. Perioperative transesophageal echocardiography for non-cardiac surgery. *Can J Anaesth*. 2018;65:381–98.
 42. Zerillo J, Hill B, Kim S, DeMaria S, Mandell MS. Use, training, and opinions about effectiveness of transesophageal echocardiography in adult liver transplantation among anesthesiologists in the United States. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018;22:137–45.
 43. Une expérience de l'échocardiographie transthoracique après chirurgie cardiaque. *Ann Fr Anesth Réanim*. 2001;20:752–6.
 44. Olmos-Temois SG, Santos-Martínez LE, Álvarez-Álvarez R, Gutiérrez-Delgado LG, Baranda-Tovar FM. Acuerdo interobservador de los parámetros ecocardiográficos que estiman la función sistólica del ventrículo derecho en el postoperatorio temprano de cirugía cardíaca. *Med Intensiva*. 2016;40:491–8.
 45. Vezzani A, Manca T, Benassi F, Galligani A, Spaggiari I, Brusasco C, et al. Diagnostic value of chest ultrasound after cardiac surgery: a comparison with chest X-ray and auscultation. *Crit Care*. 2014;18:1. *BioMed Central*; 2014 Feb 1;18(1):P130.
 46. Popescu BA, Andrade MJ, Badano LP, Fox KF, Flachskampf FA, Lancellotti P, et al. European Association of Echocardiography recommendations for training, competence, and quality improvement in echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10:893–905.
 47. Sim J, Wright CC. The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. *Phys Ther*. 2005;85:257–68.

48. Schmidlin D, Schuepbach R, Bernard E, Ecknauer E, Jenni R, Schmid ER. Indications and impact of postoperative transoesophageal echocardiography in cardiac surgical patients. *Crit Care Med*. 2001;29:2143–8.
49. Schmidlin D, Bettex D, Bernard E, Germann R, Tornic M, Jenni R, et al. Transoesophageal echocardiography in cardiac and vascular surgery: implications and observer variability. *Br J Anaesth*. 2001;86:497–505.

SUPPLEMENTARY MATERIAL

ANNEX A.

Senior intensivists in our ICU receive basic training in transthoracic echocardiography consisting of ten hours' theory classes covering the following material, as recommended in the FOCUS program¹⁻³.

- Usefulness of echocardiography in the ICU.
- Basic knowledge about ultrasonography.
- Echocardiographic anatomy and principal echocardiographic views: parasternal long- and short-axis, apical four-chamber, and subcostal.
- Global left ventricular size and systolic function.
- Global right ventricular size and systolic function.
- Assessment for pericardial fluid/tamponade.
- Inferior vena cava size and respiratory variation.
- Basic color Doppler assessment for severe valvular regurgitation.

Theory classes also included showing videos to review representative cases.

After the theory part of the training, each intensivist had hands-on practice in basic transthoracic echocardiography on ICU patients (minimum 10h and 25 patients).

Finally, students were tested by means of a multiple-choice test including five videos showing typical cases in ICU practice and by their performance on four basic transthoracic echocardiograms where they had to answer five basic questions:

- How is the left ventricle?
- Is the right ventricle dilated?
- How is the function of the right ventricle?
- Is there any pericardial fluid? Are there any echocardiographic signs of tamponade?
- Does the evaluation of the inferior vena cava suggest hypovolemia?

1. Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, et al. American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française statement on competence in critical care ultrasonography. 2009. pp.

1050–60.

2. Neskovic AN, Edvardsen T, Galderisi M, Garbi M, Gullace G, Jurcut R, et al. Focus cardiac ultrasound: the European Association of Cardiovascular Imaging viewpoint. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014 Sep 1;15(9):956–60.
3. Spencer KT, Kimura BJ, Korcarz CE, Pellikka PA, Rahko PS, Siegel RJ. Focused Cardiac Ultrasound: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2013 Jun 1;26(6):567–81.

ANNEX B.

Different echocardiographic patterns were defined as:

- Severe hypovolemia: small, hyperkinetic ventricles, with obliteration of the left ventricular cavity (kissing walls) and a small inferior vena cava with wide variation in diameter with respiratory movements (in mechanical ventilation, inferior vena cava <1.5 cm with >50% collapse; in spontaneous respiration, inferior vena cava <1 cm with >50% collapse).
- Left ventricular failure: decreased overall mobility of the left ventricle, heterogeneous contractility pattern suggestive of myocardial ischemia, and/or dilation of the left ventricular cavity suggestive of chronic heart disease.
- Right ventricular failure: dilation of the right ventricle and paradoxical movement of the interventricular septum, which in critical patients is generally associated with acute respiratory distress syndrome or severe pulmonary thromboembolism. Isolated right ventricular dilation would be suggestive of right ventricular infarction. Associated findings can include a dilated inferior vena cava without collapse.
- Tamponade: pericardial effusion with diastolic collapse of the right atrium and ventricle, together with a dilated inferior vena cava without respiratory collapse during spontaneous respiration.
- Acute massive mitral regurgitation: normal-sized left ventricle (indicating acute valvular disease), normal or hyperdynamic left ventricular systolic function (due to left ventricular volume overload), and massive regurgitating flow in color Doppler imaging.

10.2 ANNEXE 2



ORIGINAL

Impacto en el manejo diagnóstico/terapéutico de la ecocardiografía básica dirigida a objetivos concretos en una UCI de cirugía cardíaca



O. Moreno^{a,b,*}, A. Ochagavía^{c,d}, A. Artigas^{a,b,c,d,e}, S. Barbadillo^a, R. Tomás^a, M.D. Bosque^a, C. Fortia^c y F. Baigorri^{b,c}

^a Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Universitari General de Catalunya, Sant Cugat del Vallès, Barcelona, España

^b Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España

^c Servicio de Medicina Intensiva, Corporación Sanitaria Universitaria Parc Taulí, Sabadell, Barcelona, España

^d CIBER de Enfermedades Respiratorias, Madrid, España

^e Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Universitari Sagrat Cor, Barcelona, España

Recibido el 19 de marzo de 2019; aceptado el 28 de junio de 2019

Disponibile en Internet el 29 de agosto de 2019

PALABRAS CLAVE

Ecocardiografía transtorácica básica;
Cirugía cardíaca;
Pacientes críticos;
Impacto diagnóstico y terapéutico

Resumen

Objetivo: Pocos estudios han evaluado el impacto en el diagnóstico y tratamiento de la ecocardiografía transtorácica básica en los pacientes postoperados de cirugía cardíaca. El objetivo de nuestro estudio fue valorar el impacto de la ecocardiografía transtorácica básica en el manejo diagnóstico y terapéutico de estos pacientes.

Diseño: Durante 18 meses se estudiaron prospectivamente todos los pacientes postoperados de cirugía cardíaca que ingresaron en el Servicio de Medicina Intensiva de un hospital universitario. Se realizó una valoración clínica a todos ellos para establecer un diagnóstico y un tratamiento inicial. Se realizó una ecocardiografía transtorácica básica para valoración diagnóstica, que se comparó con la valoración clínica. En caso de discrepancia, se valoró cambiar el tratamiento en función a la ecocardiografía y se evaluó la respuesta terapéutica. Se realizó un análisis descriptivo de los hallazgos.

Resultados: Se incluyeron 136 pacientes y se realizaron 203 ecocardiografías. La ecocardiografía transtorácica difería del diagnóstico inicial en 101 (49,8%) ecocardiografías. En 56 de estas (55,44%) se obtuvo un diagnóstico alternativo, lo que comportó un cambio en el tratamiento en 30 pacientes (53,6%). Encontramos mejoría clínica significativa en 26 de estos pacientes (86,76%) en los siguientes 30-60 min.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: olgamfon@icloud.com (O. Moreno).

KEYWORDS

Basic transthoracic echocardiography;
Heart surgery;
Critically ill patients;
Impact on diagnosis and treatment

Conclusiones: La ecocardiografía transtorácica básica es útil en el manejo diagnóstico y terapéutico de los pacientes postoperados de cirugía cardíaca. En la mitad de las ecocardiografías realizadas no se pudo confirmar el diagnóstico clínico. En la mayoría de los pacientes en que observamos cambio en el diagnóstico debido a la ecocardiografía, se observó mejoría clínica tras el cambio de tratamiento.

© 2019 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

Impact of goal directed basic echocardiography on diagnostic and therapeutic management in an ICU of cardiac surgery**Abstract**

Objective: Few studies have evaluated the impact in diagnosis and therapeutic management of basic transthoracic echocardiography in postoperated cardiac surgery. The aim of our study was to evaluate the impact of basic transthoracic echocardiography in the management of this kind of patients.

Design: Over an 18-month period, we prospectively studied all patients admitted to a university hospital Intensive Care Unit following heart surgery. We evaluated clinically all of them to establish a diagnosis and an initial treatment. We performed basic transthoracic echocardiography for a diagnosis evaluation that was compared with clinical diagnosis. If they differed, we assessed to change treatment and evaluate the therapeutic response. We performed a descriptive analysis.

Results: We included 136 patients and performed 203 echocardiographies. Transthoracic echocardiography differed of initial diagnosis in 101 (49.8%) echocardiographies. In 56 of these echocardiographies (55.44%), we could give an alternative diagnosis with a change in the treatment in 30 patients (53,6%). We found clinical improvement in 26 patients (86.76%) in the following 30-60 minutes.

Conclusions: Basic transthoracic echocardiography is useful in diagnostic and therapeutic management of postoperative cardiac surgery patients. We could not confirm the clinical diagnosis in half of the performed echocardiographies. In most patients in whom we observe a change in the diagnosis due to echocardiography, we observed a clinical improvement after changing the treatment.

© 2019 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. All rights reserved.

Introducción

La ecocardiografía transtorácica es una modalidad de imagen no invasiva muy útil en la valoración de los pacientes críticos. Esta técnica proporciona a pie de cama y en tiempo real una imagen dinámica del corazón y ofrece, además, información morfológica y funcional. A menudo los datos aportados por la ecocardiografía permiten identificar las causas de shock y proporcionan una guía útil para evaluar el tratamiento instaurado. Algunos estudios han demostrado que la ecocardiografía puede aportar información que conduce a modificar de forma significativa el tratamiento de hasta el 52% de los enfermos críticos, y por ello algunos grupos han desarrollado protocolos de ecocardiografía transtorácica para optimizar el tratamiento de estos pacientes¹⁻²⁰.

Aunque se han realizado estudios que evalúan la utilidad de la ecocardiografía transesofágica realizada por intensivistas en los pacientes críticos^{21,22}, existen muy pocos estudios que valoren la aplicabilidad y el impacto de la ecocardiografía transtorácica básica dirigida a objetivos concretos en el manejo diagnóstico y terapéutico de los

pacientes postoperados de cirugía cardíaca^{1,23-25}. Recientemente, nuestro grupo ha publicado un estudio donde se observa que se puede realizar una ecocardiografía transtorácica básica en la mayoría de pacientes postoperados de cirugía cardíaca obteniendo datos interpretables²⁶.

El objetivo de nuestro estudio fue evaluar de forma prospectiva el impacto de la ecocardiografía transtorácica básica dirigida a objetivos concretos en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes postoperados de cirugía cardíaca.

Material y métodos**Selección de pacientes**

El estudio se realizó en el Servicio de Medicina Intensiva de un hospital general universitario, dotado de 16 camas polivalentes, en el que ingresan 100 pacientes postoperados de cirugía cardíaca al año.

Se incluyeron todos los pacientes mayores de 18 años sometidos a cirugía cardíaca que ingresaron consecutivamente en la UCI entre noviembre de 2014 y abril de 2016,

si estaba disponible en presencia física un intensivista con formación ecocardiográfica básica acreditada.

El protocolo de estudio fue revisado y aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del hospital. Todos los pacientes incluidos en el estudio firmaron su consentimiento informado para su participación.

Características clínicas

En el momento del ingreso se registraron los datos demográficos generales, el motivo de ingreso, las principales comorbilidades, los índices de gravedad (APACHE II, EuroSCORE) y los datos hemodinámicos y ecocardiográficos previos a la cirugía, si estaban disponibles.

Se realizó una valoración clínica y hemodinámica del paciente para establecer un diagnóstico inicial por parte de uno de los seis intensivistas del servicio según la práctica clínica habitual en el postoperado de cirugía cardíaca: hipovolemia, disfunción ventricular izquierda, disfunción ventricular derecha, disfunción biventricular, vasoplejía, insuficiencia mitral masiva o taponamiento, y se pautó un tratamiento en función de ese diagnóstico.

Ecocardiografía básica

Tras la valoración clínica inicial y dentro de las primeras 8 h de ingreso, otro intensivista con formación en ecocardiografía básica realizó una ecocardiografía transtorácica básica. En el momento de la exploración se recogió la presencia de ventilación mecánica, el uso de fármacos vasoactivos y los parámetros hemodinámicos (frecuencia cardíaca, presión arterial, saturación venosa central, niveles de lactato).

Se repitió un examen ecocardiográfico diariamente si existían signos de hipoperfusión tisular (hipotensión arterial, signos de mala perfusión periférica, lactatos elevados, oliguria). El ecocardiografista desconocía la orientación diagnóstica inicial.

El análisis ecocardiográfico consistió en una valoración sistemática de las proyecciones paraesternal eje largo y eje corto, apical cuatro cámaras, subcostal cuatro cámaras con visualización de la vena cava inferior. Para cada ventana acústica se graduó la dificultad de obtención de la imagen como alta o baja. Todas las exploraciones se realizaron con la sonda de ecocardiograma M5S-D de 1,5-4,6 MHz del ecógrafo Vivid-e de General Electrics, disponible las 24 h en la UCI de nuestro centro.

Los datos ecocardiográficos analizados fueron:

- 1) Ventrículo izquierdo: tamaño visual que se definía como normal o dilatado, función sistólica visual clasificada como normal ($\geq 50\%$) o deprimida ($< 50\%$) y patrón de contracción homogéneo o heterogéneo.
- 2) Ventrículo derecho: tamaño visual clasificado como normal o dilatado y función sistólica visual (normal o deprimida).
- 3) Válvulas: presencia de insuficiencia mitral masiva.
- 4) Vena cava inferior: clasificada como normal, dilatada o no visualizada.
- 5) Líquido pericárdico con o sin taponamiento cardíaco clasificado como presente o ausente.

Los patrones ecocardiográficos se definieron como^{5,6,27}:

- Hipovolemia grave: ventrículos hiperdinámicos y pequeños, con obliteración de la cavidad del ventrículo izquierdo (*kissing walls*) y vena cava inferior pequeña con gran variación con los movimientos respiratorios (en ventilación mecánica, vena cava inferior $< 1,5$ cm con colapso $> 50\%$; en ventilación espontánea, vena cava inferior < 1 cm con colapso $> 50\%$).
- Fallo de ventrículo izquierdo: reducción de la movilidad global del ventrículo izquierdo, patrón de contractilidad heterogénea que sugeriría isquemia miocárdica o dilatación de la cavidad del ventrículo izquierdo que sugeriría enfermedad cardíaca crónica.
- Fallo de ventrículo derecho: dilatación del ventrículo derecho y movimiento paradójico del tabique interventricular, que en el paciente crítico se asocia básicamente al síndrome de distrés respiratorio agudo o a un tromboembolismo pulmonar grave. La dilatación del ventrículo derecho aislada es sugestiva de infarto del ventrículo derecho. Otros hallazgos asociados pueden ser una vena cava inferior dilatada y sin colapso.
- Taponamiento: presencia de derrame pericárdico con colapso diastólico de aurícula y ventrículo derechos, vena cava inferior dilatada y sin colapso respiratorio en respiración espontánea.
- Insuficiencia mitral masiva aguda: ventrículo izquierdo de tamaño normal (lo que indica valvulopatía aguda), función sistólica del ventrículo izquierdo normal o hiperdinámica por sobrecarga de volumen del ventrículo izquierdo y flujo regurgitante masivo en Doppler color.

Todas las exploraciones fueron registradas digitalmente y valoradas posteriormente por un intensivista con grado avanzado en ecocardiografía transtorácica (A.O.), quien valoró la calidad de las imágenes obtenidas como óptima (identificación completa de los bordes endocárdicos del ventrículo izquierdo), subóptima (identificación de $> 50\%$ de los bordes endocárdicos del ventrículo izquierdo) o mala (identificación de $< 50\%$ de los bordes endocárdicos del ventrículo izquierdo o imposibilidad de visualización). Se utilizaron en el análisis solo las ecocardiografías óptimas y subóptimas. Se determinó el porcentaje de casos en los que la ecocardiografía confirmó la sospecha diagnóstica inicial. En el caso de no confirmar el diagnóstico inicial, se determinó el porcentaje de casos en los que la ecocardiografía ofrecía un diagnóstico alternativo y el porcentaje de cambio en el tratamiento. Finalmente se analizó la mejoría clínica de los diferentes cambios terapéuticos.

En caso de duda en los hallazgos ecocardiográficos, se realizó una segunda valoración ecocardiográfica por un cardiólogo experto en ecocardiografía avanzada.

Análisis estadístico

Se realizó un estudio descriptivo en el cual analizamos el porcentaje de mejoría clínica debido a la optimización del tratamiento. Las variables continuas se expresaron en medianas y desviaciones estándar, o en porcentajes.

Tabla 1 Datos demográficos, clínicos e índices predictores de gravedad

Sexo masculino	93 (68,4%)
Edad, años	65 (54-76)
Peso, kg	76 (65-87)
Talla, cm	166 (157-175)
Índice de masa corporal	28 (24-32)
EuroScore	6 (2-10)
APACHE II	7 (3-11)
Comorbilidades	116 (85,3%)
HTA	97 (71,3%)
DM2	45 (33,1%)
DLP	78 (57,4%)
Cirugía cardíaca	
Recambio valvular	51 (37,5%)
Bypass coronario	53 (39%)
Recambio valvular y bypass coronario	8 (5,9%)
Recambio valvular y otros procedimientos ^a	14 (10,4%)
Bypass coronario y otros procedimientos ^a	3 (2,2%)
Otros procedimientos ^a	7 (5,1%)

DLP: dislipemia; DM2: diabetes mellitus tipo 2; HTA: hipertensión arterial.

Las cifras expresan promedio (desviación estándar) o frecuencia (porcentaje).

^a Los otros procedimientos incluían pericardiectomías, resecciones de septo interauricular, mixomectomías.

Resultados

Características de los pacientes

Se incluyeron en el estudio un total de 136 pacientes postoperados de cirugía cardíaca entre noviembre de 2014 y abril de 2016, de forma consecutiva, realizándose un total de 203 ecocardiografías. No se excluyó a ningún paciente durante el período de estudio. Los datos demográficos y clínicos se describen en la [tabla 1](#).

Respecto al tipo de cirugía realizada, la mayoría fueron recambios valvulares aislados (51 pacientes; 37,5%) o asociados a otros procedimientos (22 pacientes; 16,3%). Se realizaron 64 cirugías de revascularización coronaria (47,1%) aisladas o asociadas a otros procedimientos. En 7 pacientes (5,1%) se realizó otro tipo de cirugía.

De las sustituciones valvulares realizadas, 49 (67,12%) fueron biológicas, 21 (28,77%) mecánicas y 3 (4,11%) fueron anuloplastias. Hubo 54 (39,7%) recambios valvulares aórticos, 17 (12,5%) recambios valvulares mitrales, 4 (2,94%) anuloplastias mitrales y 15 (11,03%) anuloplastias tricuspídeas.

Todos los pacientes disponían de una ecocardiografía transtorácica previa a la cirugía, realizada por un cardiólogo durante el mismo ingreso o de forma ambulatoria unos días antes. En esta se observó que la mayoría de los pacientes presentaban un ventrículo izquierdo no hipertrófico (72 pacientes; 52,94%), no dilatado (115 pacientes; 84,56%) con una fracción de eyección calculada por Simpson 4C normal (127 pacientes; 93,38%). Respecto al ventrículo derecho, en la mayoría de los pacientes no estaba dilatado (131 pacientes; 96,32%) y presentaba una función normal en todos los

Tabla 2 Datos clínicos en el momento de la ecocardiografía

Ritmo cardíaco (pacientes)	
Sinusal	148 (72,9%)
Fibrilación auricular	34 (16,7%)
Bloqueo AV	1 (0,5%)
Marcapasos	20 (9,9%)
Frecuencia cardíaca, lpm	80 (66-94)
Presión arterial media, mmHg	79 (68-90)
Presión venosa central, mmHg	10(6-14)
Saturación venosa central, %	63 (53-73)
Lactato, mg/dl	15 (6-24)
Ventilación mecánica	51 (25,1%)
Fármacos vasoactivos	125 (61,6%)
Noradrenalina	52 (25,6%)
Nitroglicerina	44 (21,7%)
Dopamina	6 (3%)
Dobutamina	45 (22,2%)
Milrinona	1 (0,5%)
Catéter de arteria pulmonar	42 (20,7%)

Las cifras expresan promedio (desviación estándar) o frecuencia (porcentaje).

casos. La vena cava inferior en la mayoría de los casos no estaba dilatada (128 pacientes; 94,11%).

Ecocardiografía posquirúrgica

Se realizaron un total de 203 ecocardiografías transtorácicas, distribuidas de la siguiente forma: en 97 pacientes (71,3%) solo se realizó una ecocardiografía, en 19 pacientes (14%) se realizaron 2 ecocardiografías, en 14 pacientes (10,3%) se realizaron 3 ecocardiografías, en 4 pacientes (2,9%) se realizaron 4 ecocardiografías y en 2 pacientes (1,5%) se realizaron 5 ecocardiografías. En la [tabla 2](#) se muestran los datos clínicos en el momento de realizar la ecocardiografía. El principal motivo para realizar la primera ecocardiografía fue la inestabilidad hemodinámica (74 ecocardiografías; 54,4%) y la principal sospecha diagnóstica inicial fue hipovolemia (54 casos; 26,6%). Las otras 62 ecocardiografías (45,6%) se realizaron con otra sospecha diagnóstica o como control. Las ecocardiografías realizadas en los siguientes días fueron por inestabilidad hemodinámica. Respecto al tratamiento inicial previsto por la clínica, en la mayoría de los casos (100 casos; 49,3%) no era previsible realizar ninguna intervención. En la [tabla 3](#) se muestran las sospechas diagnósticas, el tratamiento previsto antes de realizar la ecocardiografía y el diagnóstico ecocardiográfico.

La mayoría de las ecocardiografías se realizaron en decúbito supino (197 pacientes; 97%) y el ecocardiografista estuvo una media de $14,46 \pm 2,16$ min por ecocardiografía. Se valoraron los grados de dificultad y la calidad de imagen para cada uno de los planos, encontrándose que en la mayoría de los casos la dificultad fue baja en todos los planos y la calidad de imagen fue óptima o subóptima en la mayoría de los casos. La peor calidad de imagen la encontramos en el plano subcostal para observar la vena cava inferior. Analizando la calidad de imagen de cada plano, encontramos que en el plano paraesternal eje largo había 85 ecocardiografías (41,9%) con calidad óptima, 81 (39,9%) con calidad subóptima y 37 (18,2%) con mala calidad. Para

Tabla 3 Sospecha diagnóstica y tratamiento previsible antes de la ecocardiografía y diagnóstico ecocardiográfico

<i>Sospecha diagnóstica</i>	
Hipovolemia	54 (26,6%)
Disfunción ventricular izquierda	26 (12,8%)
Disfunción biventricular	5 (2,5%)
Vasoplejía	13 (6,4%)
Taponamiento	4 (2%)
Otros	101 (49,8%)
<i>Tratamiento previsible</i>	
Administración de volumen	55 (27,1%)
Fármacos inotrópicos/vasoactivos	44 (21,7%)
Intervención quirúrgica	4 (2%)
No realizar intervención terapéutica	100 (49,3%)
<i>Diagnóstico ecocardiográfico</i>	
Hipovolemia	14 (6,9%)
Disfunción ventricular izquierda	38 (18,7%)
Disfunción biventricular	8 (3,9%)
Taponamiento	2 (1%)
Ecocardiografía normal	126 (62%)
No concluyente ^a	15 (7,4%)

Las cifras expresan promedio \pm desviación estándar o frecuencia (porcentaje).

^a No concluyente: se pueden descartar la mayoría de los problemas más importantes pero no algunos en concreto, como podría ser una hipovolemia severa por no obtener imágenes adecuadas en todas las ventanas ecocardiográficas.

el plano paraesternal eje corto había 80 ecocardiografías (39,4%) con calidad óptima, 82 (40,4%) con calidad subóptima y 41 (20,2%) con mala calidad. Para el plano apical cuatro cámaras había 135 ecocardiografías (66,5%) con calidad óptima, 42 (20,7%) con calidad subóptima y 26 (12,8%) con mala calidad. Para el plano subcostal había 122 ecocardiografías (60,1%) con calidad óptima, 29 (14,3%) con calidad subóptima y 52 (25,6%) con mala calidad. Para la visualización de la vena cava inferior había 116 ecocardiografías (57,1%) con calidad óptima, 19 (9,4%) con calidad subóptima y 68 (33,5%) con mala calidad. Todas las ecocardiografías realizadas tenían algún plano con calidad óptima o subóptima, lo que permitió realizar una valoración ecocardiográfica en todos los casos.

Analizando los distintos parámetros ecocardiográficos, encontramos que el ventrículo izquierdo presentaba un tamaño normal (175 casos; 86,2%) con una función ventricular normal (151 casos; 74,4%) pero con una contractilidad heterogénea en la mayoría de los casos (111 casos; 54,7%). Tan solo 12 pacientes (5,9%) presentaban *kissing walls*. El ventrículo derecho presentaba un tamaño normal y una función normal en la mayoría de los casos (184 casos; 90,6%). En 60 casos (29,6%) se observó la presencia de líquido pericárdico, pero tan solo 2 pacientes (1,5%) presentaban signos de taponamiento, motivo por el cual fueron reintervenidos.

La tabla 4 compara las sospechas diagnósticas por la clínica con los resultados ecocardiográficos, pudiéndose observar las discrepancias diagnósticas. Globalmente, se obtuvo que el diagnóstico ecocardiográfico no difería de la sospecha diagnóstica en 102 casos (50,2%). En la mitad de los casos (101 casos, 49,8%) la ecocardiografía difería del diagnóstico clínico. De estos 101 casos, en 45 de ellos (44,6%) la ecocardiografía era normal, por lo que no podía ofrecer un diagnóstico alternativo. En 56 casos (55,4%) la ecocardiografía ofrecía un diagnóstico alternativo al de sospecha clínica, y de estos pacientes, se realizaron cambios en el tratamiento en 30 de ellos (53,6%). Los cambios realizados mayoritariamente fueron el inicio de fármacos inotrópicos (14 casos, 25%). Se analizó si los cambios se realizaron en la primera ecocardiografía o bien en las sucesivas. Se encontró que en un porcentaje elevado de casos en los que se producía un cambio de diagnóstico (34 casos, 60,71%), este se realizaba en la primera ecocardiografía y comportaba un cambio en la actitud terapéutica en 22 casos (64,71%). En los otros 22 casos con discrepancia diagnóstica respecto a la clínica, los cambios se produjeron en las ecocardiografías posteriores. Todos los cambios realizados se pueden observar en la tabla 5.

En un caso con duda diagnóstica se contactó con el servicio de cardiología, que realizó una nueva ecocardiografía que confirmaba nuestra sospecha ecocardiográfica (derrame pericárdico severo con signos de taponamiento), por lo que se contactó con cirugía cardíaca, que decidió reintervención quirúrgica, con mejoría clínica.

De los 30 casos en los que se cambió el tratamiento debido al diagnóstico ecocardiográfico, en 26 de ellos (86,67%) se observó mejoría clínica significativa con mejoría de los parámetros hemodinámicos (presión arterial,

Tabla 4 Comparación de diagnósticos clínicos con diagnósticos ecocardiográficos

	Diagnóstico ecocardiográfico						Total
	Hipovolemia	Disfunción VI	Disfunción biventricular	Taponamiento	Normal	No concluyente	
<i>Sospecha diagnóstica</i>							
Hipovolemia	13	10	3	1	25	2	54
Disfunción VI	0	10	1	0	14	2	27
Disfunción biventricular	0	0	3	0	2	0	5
Vasoplejía	0	4	0	0	8	1	13
Taponamiento	0	0	1	1	2	0	4
Otros	1	14	0	0	75	10	100
Total	14	38	8	2	126	15	203

VI: ventrículo izquierdo.

Tabla 5 Cambios en el tratamiento debidos a la ecocardiografía

Administración de volumen	1 (3,33%)
Inicio fármacos inotrópicos/vasoactivos	14 (46,67%)
Intervención quirúrgica	1 (3,33%)
Otros ^a	14 (46,67%)

Las cifras expresan frecuencia (porcentaje).

^a No intervención quirúrgica, retirada o no inicio de fármacos inotrópicos, optimización de la frecuencia cardíaca, no administración de volumen.

saturación venosa central, aumento de diuresis, disminución de los requerimientos de fármacos inotrópicos y vasoactivos) en los siguientes 30-60 min. Al analizar los cambios realizados en el tratamiento se observó que en 14 pacientes (46,7%) se iniciaron fármacos inotrópicos o vasoactivos, en otros 14 pacientes (46,7%) se realizó otro tipo de intervención, como finalizar la administración de volumen o la retirada de fármacos inotrópicos. En un paciente (3,3%) se administró volumen y otro paciente (3,3%) requirió reintervención quirúrgica por taponamiento. En 4 pacientes (13,33%) no se observó una clara mejoría debido al ajuste de tratamiento. En dos de los casos se habían iniciado fármacos inotrópicos o vasoactivos (uno de ellos con mala tolerancia a la dobutamina por taquicardización, y otro obtuvo escasa mejoría hemodinámica tras la administración de dobutamina). En otro caso, ante la presencia de bradicardia, se decidió aumentar la frecuencia cardíaca mediante estimulación por marcapasos, a pesar de lo cual no mejoraron los parámetros de hipoperfusión tisular. Por último, en el cuarto caso la sospecha clínica fue hipovolemia con ecocardiografía normal, por lo que se decidió no administrar volumen, pero no se evidenció un cambio clínico significativo.

Discusión

Una vez demostrada la factibilidad de la ecocardiografía básica en las situaciones más extremas tras una cirugía cardíaca²⁶, era importante estudiar el impacto de la ecocardiografía básica en el manejo del paciente postoperado de cirugía cardíaca. En nuestro estudio encontramos que la ecocardiografía no confirmaba el diagnóstico de sospecha clínica en casi la mitad de los casos. Por otro lado, la ecocardiografía aporta un diagnóstico alternativo en más del 50% de estos casos. Además, los clínicos pudieron realizar un cambio terapéutico en función del resultado de la ecocardiografía en 30 casos (14,8% del total de pacientes y 53,6% con cambio diagnóstico). Este porcentaje se encuentra en el rango bajo de los hallazgos de otros estudios, puesto que el cambio puede alcanzar hasta un 52%^{1,21,24,28}. Esto puede deberse a que se trata de pacientes con características distintas. En el caso de los estudios previos, se incluyeron pacientes medicoquirúrgicos en los que pueden verse afectaciones cardíacas no previsibles por el cuadro clínico inicial. Sin embargo, todos nuestros pacientes son postoperados de cirugía cardíaca y, en consecuencia, las causas fundamentales del shock son más fáciles de sospechar por la clínica. En algunos casos la sospecha clínica fue de hipovolemia, pero con ecocardiografía básica solo podemos detectar la presencia de hipovolemia grave. Otros

estudios realizados en pacientes de cirugía cardíaca aportan datos similares al impacto del uso de la ecocardiografía transeofágica²⁹⁻³¹, aunque dichos estudios fueron realizados durante la intervención, induciendo cambios en la actitud durante la cirugía. En nuestro caso usamos la ecocardiografía transtorácica básica, técnica totalmente no invasiva, en el postoperatorio inmediato.

Heiberg et al.²⁵ realizaron un metaanálisis de 15 estudios en el que se evaluó el uso de la ecocardiografía transtorácica y transeofágica en el postoperado de cirugía cardíaca, y concluyeron que la ecocardiografía se utilizaba de manera creciente en el postoperado de cirugía cardíaca y que su uso inducía a un cambio significativo en el diagnóstico y el tratamiento de estos pacientes, aunque dichos estudios no se diseñaron para valorar la evolución de los pacientes. De los estudios incluidos en este metaanálisis, 7 analizaban el uso de la ecocardiografía transtorácica^{2,32-37}, y encontraron cambios en el diagnóstico y manejo que oscilaban entre el 10 y el 52%, por lo que nuestro estudio se encuentra dentro de este rango. De manera llamativa, el tratamiento instaurado tras la ecocardiografía consiguió una mejoría clínica en el 86,67% de nuestros pacientes, lo que confirma la utilidad clínica de la ecocardiografía en los pacientes postoperados de cirugía cardíaca.

En nuestro caso llama la atención que el 74% de las ecocardiografías mostraban una fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) normal y el 90% mostraban una fracción de eyección del ventrículo derecho (FEVD) dentro de la normalidad. Esto podría deberse a que en la mayoría de nuestros pacientes la FEVI y la FEVD prequirúrgicas eran normales en 125 pacientes (92%) y en todos los casos, respectivamente, lo que podría justificar que en el postoperatorio estas estuvieran preservadas. Aun así, encontramos que el inicio de fármacos vasoactivos debido al diagnóstico ecocardiográfico fue el cambio de tratamiento más frecuente, comportando mejoría clínica del paciente.

Así pues, nuestro estudio demuestra que existe un cambio de hasta el 50% en el diagnóstico de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca debido a la ecocardiografía. De estos, en más de la mitad de los casos se decide cambiar el tratamiento debido a la ecocardiografía, y esto comporta una mejoría clínica en la gran mayoría de pacientes. Aun así, en caso de duda se debe realizar una ecocardiografía avanzada por parte de un intensivista formado para ello, o por un cardiólogo, cuando así se estime necesario.

Nuestro estudio posee algunas limitaciones. Se trata de un estudio realizado en un solo centro, con un mismo equipo quirúrgico, por lo que no podemos extrapolar nuestros resultados a otros centros. Todas las cirugías cardíacas fueron programadas en pacientes clínicamente estables, por lo que las posibles complicaciones en el postoperatorio eran más bajas. Algunos pacientes ya presentaban disfunción ventricular en la ecocardiografía prequirúrgica, por lo que, en la posquirúrgica, esta disfunción se seguía observando por ecocardiografía, sin que ello comportase una repercusión clínica. Así mismo, la ecocardiografía básica solo es capaz de detectar la hipovolemia grave, con lo cual algunos pacientes podrían presentar hipovolemia sin que esta pueda detectarse con la realización de una ecocardiografía básica. Estas circunstancias pueden haber influido en el hecho de haber

encontrado un nivel bajo de cambio en el diagnóstico ecocardiográfico respecto al clínico.

Conclusiones

La ecocardiografía transtorácica básica es útil en el manejo diagnóstico y terapéutico de los pacientes postoperados de cirugía cardíaca. En la mayoría de los pacientes en quienes se realizó un cambio en el diagnóstico según los hallazgos obtenidos en la ecocardiografía, se observó una mejoría clínica tras el cambio de tratamiento.

Financiación

No hubo financiación.

Autoría

Concepción y diseño: Dra. Olga Moreno, Dra. Ana Ochagavía, Dr. Antonio Artigas, Dr. Francisco Baigorri.

Adquisición, análisis e interpretación: Dra. Olga Moreno, Dra. Ana Ochagavía, Dra. Sandra Barbadillo, Dra. Roser Tomás, Dra. María Dolores Bosque, Dra. Cristina Fortià.

Redacción del manuscrito: Dra. Olga Moreno, Dra. Ana Ochagavía, Dr. Antonio Artigas, Dr. Francisco Baigorri.

Conflicto de intereses

Los autores no tienen conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los autores están agradecidos a Cristina Mora, Cristina Espinal, María Luisa Martínez, Susana Millan y Eva Torrents (Hospital Universitari General de Catalunya) por su contribución en la recolección de datos.

Bibliografía

- Orme RML, Oram MP, McKinstry CE. Impact of echocardiography on patient management in the intensive care unit: An audit of district general hospital practice. *Br J Anaesth*. 2009;102:340-4.
- Jensen MB, Sloth E, Larsen KM, Schmidt MB. Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiol*. 2004;21:700-7.
- Vignon P, Chastagner C, François B, Martailié J-F, Normand S, Bonnivard M, et al. Diagnostic ability of hand-held echocardiography in ventilated critically ill patients. *Crit Care*. 2003;7:R84-91.
- Joseph MX, Disney PJS, da Costa R, Hutchison SJ. Transthoracic echocardiography to identify or exclude cardiac cause of shock. *Chest*. 2004;126:1592-7.
- Slama M, Maizel J. Echocardiographic measurement of ventricular function. *Curr Opin Crit Care*. 2006;12:241-8.
- Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, et al. American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française statement on competence in critical care ultrasonography. *Chest*. 2009;135:1050-60.
- Kaplan A, Mayo PH. Echocardiography performed by the pulmonary/critical care medicine physician. *Chest*. 2009;135:529-35.
- Donovan KD, Colreavy F. Echocardiography in intensive care: The basics. Part I. *Crit Care Resusc*. 1999;1:291-5.
- Beaulieu Y. Bedside echocardiography in the assessment of the critically ill. *Crit Care Med*. 2007;35 5 Suppl:S235-49.
- Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med*. 2011;364:749-57.
- Schmidt GA, Koenig S, Mayo PH. Shock: Ultrasound to guide diagnosis and therapy. *Chest*. 2012;142:1042-8.
- Ayuela Azcarate JM, Clau Terré F, Vicho Pereira R, Guerrero de Mier M, Carrillo López A, Ochagavía A, et al. Documento de consenso para la formación en ecografía en Medicina Intensiva. Proceso asistencial, uso de la técnica y adquisición de competencias profesionales. *Med Intensiva*. 2014;38:33-40.
- Beaulieu Y. Specific skill set and goals of focused echocardiography for critical care clinicians. *Crit Care Med*. 2007;35 5 Suppl:S144-9.
- Poelaert J, Mayo P. Education and evaluation of knowledge and skills in echocardiography: How should we organize? *Intensive Care Med*. 2007;33:1684-6.
- Vignon P, Dugard A, Abraham J, Belcour D, Gondran G, Pepino F, et al. Focused training for goal-oriented hand-held echocardiography performed by noncardiologist residents in the intensive care unit. *Intensive Care Med*. 2007;33:1795-9.
- Vieillard-Baron A, Slama M, Chollet B, Janvier G, Vignon P. Echocardiography in the intensive care unit: From evolution to revolution? *Intensive Care Med*. 2008;34:243-9.
- Marik PE, Mayo P. Certification and training in critical care ultrasound. *Intensive Care Med*. 2008;34:215-7.
- Roscoe A, Strang T. Echocardiography in intensive care. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*. 2008. p. 46-9.
- Morris C, Bennett S, Burn S, Russell C, Jarman B, Swanevelter J. Echocardiography in the Intensive Care Unit: Current position, future directions. *J Intensive Care Soc*. 2010;11:90-7.
- Huang SJ, McLean AS. Do we need a critical care ultrasound certification program? Implications from an Australian medical-legal perspective. *Crit Care*. 2010;14:313.
- Colreavy FB, Donovan K, Lee KY, Weekes J. Transesophageal echocardiography in critically ill patients. *Crit Care Med*. 2002;30:989-96.
- Poelaert JI, Trouerbach J, de Buyzere M, Everaert J, Colardyn FA. Evaluation of transesophageal echocardiography as a diagnostic and therapeutic aid in a critical care setting. *Chest*. 1995;107:774-9.
- Filopei J, Acquah SO, Bondarsky EE, Steiger DJ, Ramesh N, Ehrlich M, et al. Diagnostic accuracy of point-of-care ultrasound performed by pulmonary critical care physicians for right ventricle assessment in patients with acute pulmonary embolism. *Crit Care Med*. 2017;45:2040-5.
- Ayuela Azcarate JM, Clau Terré F, Ochagavía A, Vicho Pereira R. [Role of echocardiography in the hemodynamic monitoring of critical patients]. *Med Intensiva*. 2012;36:220-32.
- Heiberg J, el-Ansary D, Royse CF, Royse AG, Alsaddique AA, Canty DJ. Transthoracic and transoesophageal echocardiography: A systematic review of feasibility and impact on diagnosis, management and outcome after cardiac surgery. *Anaesthesia*. 2016;71:1210-21.
- Moreno O, Ochagavía A, Artigas A, Espinal C, Tomás R, Bosque MD, et al. Evaluation of intensivist basic training in transthoracic echocardiography in the postoperative period of heart surgery. *Med Intensiva*. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2018.06.004>.
- Charron C, Caille V, Jardin F, Vieillard-Baron A. Echocardiographic measurement of fluid responsiveness. *Curr Opin Crit Care*. 2006;12:249-54.
- Schmidlin D, Schuepbach R, Bernard E, Ecknauer E, Jenni R, Schmid ER. Indications and impact of postoperative

- transesophageal echocardiography in cardiac surgical patients. *Crit Care Med.* 2001;29:2143–8.
29. Click RL, Abel MD, Schaff HV. Intraoperative transesophageal echocardiography: 5-year prospective review of impact on surgical management. *Mayo Clin Proc.* 2000;75:241–7.
 30. Couture P, Denault AY, McKenty S, Boudreault D, Plante F, Perron R, et al. Impact of routine use of intraoperative transesophageal echocardiography during cardiac surgery. *Can J Anaesth.* 2000;47:20–6.
 31. Michel-Cherqui M, Ceddaha A, Liu N, Schlumberger S, Szekely B, Brusset A, et al. Assessment of systematic use of intraoperative transesophageal echocardiography during cardiac surgery in adults: A prospective study of 203 patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2000;14:45–50.
 32. Alsaddique A, Royse AG, Royse CF, Mobeirek A, Shaer El F, AlBackr H, et al. Repeated monitoring with transthoracic echocardiography and lung ultrasound after cardiac surgery: Feasibility and impact on diagnosis. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016;30:406–12.
 33. Büyükbayrak F. An evaluation of diagnostic sensitivity of transthoracic echocardiography in diagnosis of post-cardiac surgery tamponade. *Turk J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;22:35–42.
 34. Jakobsen C-J, Torp P, Sloth E. Perioperative feasibility of imaging the heart and pleura in patients with aortic stenosis undergoing aortic valve replacement. *Eur J Anaesthesiol.* 2007;24:589–95.
 35. Christiansen LK, Frederiksen CA, Juhl-Olsen P, Jakobsen C-J, Sloth E. Point-of-care ultrasonography changes patient management following open heart surgery. *Scand Cardiovasc J.* 2013;47:335–43.
 36. Flynn BC, Spellman J, Bodian C, Moitra VK. Inadequate visualization and reporting of ventricular function from transthoracic echocardiography after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2010;24:280–4.
 37. Price S, Prout J, Jaggar SI, Gibson DG, Pepper JR. "Tamponade" following cardiac surgery: Terminology and echocardiography may both mislead. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;26:1156–60.

