

## Recomandările Asociației Europene de Ecocardiografie privind standardizarea efectuării, stocării digitale și raportării ecocardiografiilor

Arturo Evangelista<sup>1</sup>, Frank Flachskampf<sup>2</sup>, Patrizio Lancellotti<sup>3</sup>, Luigi Badano<sup>4</sup>, Rio Aguilar<sup>1</sup>, Mark Monaghan<sup>5</sup>, Jose Zamorano<sup>6</sup>, Petros Nihoyannopoulos<sup>7</sup>

1. Servei de Cardiologia, Hospital Vall d'Hebron, Barcelona, Spain

2. University of Erlangen, Erlangen, Germany

3. University Hospital, Liege, Belgium

4. IRCAB, Udine, Italy

5. King's College Hospital, London, UK

6. Hospital Clinico de Madrid, Madrid, Spain

7. Hammersmith Hospital, London, UK

*Cuvinte cheie:* ghiduri; ecocardiografie; digitalizare; reproductibilitate; raportare.

În concordanță cu deviza Asociației Europene de Ecocardiografie (EAE) de a "promova excelența în diagnosticul clinic, cercetare, dezvoltare tehnică și educație în ultrasonografia cardiovasculară europeană" și cu necesitatea de standardizare și control al calității, EAE a elaborat recomandări și ghiduri de standardizare a evaluărilor ecocardiografice, a modalității de achiziție a datelor (imagistică, criterii de măsurare și de descriere morfologică), stocării digitale și raportării examinărilor.

Scopul acestei lucrări este de a stabili un consens european privind evaluarea ecocardiografică minimă necesară pentru practica zilnică, creșterea calității și consistenței examinării ecocardiografice în Europa.

## INTRODUCERE

Ecocardiografia este cea mai utilizată tehnică imagistică în practica clinică cardiologică, ea aducând informații utile referitoare la structura și funcția cardiacă și vasculară. În plus, această tehnică are influență directă asupra diagnosticului și managementului terapeutic al pacientului evaluat, putând dicta deciziile terapeutice, evalua răspunsul la terapia inițiată și nu în ultimul rând furniza date predictive privind evoluția pacientului.

Avantajele pe care le prezintă ecocardiografia (posibilitatea evaluării în timp real, portabilitatea și costurile relativ mici, cantitatea și calitatea importantă a informațiilor aduse) o recomandă ca tehnică imagistică de ales pentru diagnosticarea și urmărirea majorității afecțiunilor cardiovasculare<sup>1-3</sup>.

Imagistica ecocardiografică bidimensională (2D) și tridimensională (3D) poate aprecia cu acuratețe dimensiunea cavităților cardiace și a marilor vase, grosimea pereților, funcția ventriculară și anatomia valvulară.

Tehnicile ecocardiografice Doppler (color, continuu, pulsat) aduc informații legate de vitezele fluxului sanguin, presiunile intracardiace și caracteristicile hemodinamice, detectând și cuantificând astfel stenozele, regurgitățile și alte anomalii ale fluxurilor sangvine.

Astfel, de-a lungul timpului, ecocardiografia a înlocuit multe alte tehnologii cu rol în stabilirea deciziilor clinice, dar și în aprecierea modificărilor structurale și funcționale ulterioare intervențiilor terapeutice.

Dezvoltările recente în tehnica ecocardiografică, precum: imagistica armonică, transductori cu bandă largă de frecvență, Doppler-ul tisular, tehnicile imagistice de deformare miocardică, ecocardiografia tridimensională și apariția generației a doua de agenți de contrast cu administrare intravenoasă au mărit foarte mult spectrul utilizării acestei tehnici<sup>4-6</sup>. Bineînțeles, multe din

progresele și aplicațiile recente nu sunt destinate utilizării sistematice în evaluările de rutină.

Progresele înregistrate în tehnologia informatică au făcut posibile achiziția, stocarea și prelucrarea digitală a datelor ecocardiografice, cu prezentarea lor ulterioară într-un raport computerizat<sup>9-10</sup>. Asociația Europeană de Ecocardiografie (creată în 2003, cu rolul de continuator al activității Grupului de Lucru de Ecocardiografie fondat în 1978) este reprezentată de 50 de țări cu posibilități diferite de lucru, variate nivele ale tehnologiei și sistemelor de sănătate, ceea ce determină o heterogenitate semnificativă în practica ecocardiografică.

În concordanță cu deviza Asociației Europene de Ecocardiografie (EAE) de a "promova excelența în diagnosticul clinic, cercetare, dezvoltare tehnică și educație în ultrasonografia cardiovasculară europeană" și necesitatea de standardizare și control al calității, EAE a elaborat recomandări și ghiduri de standardizare a evaluărilor ecocardiografice, a modalității de achiziție a datelor (imagistică, criterii de măsurare și de descriere morfologică), a stocării digitale și raportării examinărilor.

Scopul acestei lucrări este de a stabili un consens european privind evaluarea ecocardiografică minimă necesară pentru practica zilnică și creșterea calității și consistenței examinării ecocardiografice în Europa.

## EVALUAREA ECOCARDIOGRAFICĂ COMPLETĂ

Un examen ecocardiografic transtoracic complet include evaluarea bidimensională (2D) și mod-M precum și tehnicile Doppler spectral și color. Ecocardiografia bidimensională este metoda imagistică principală de apreciere a caracteristicilor anatomice și funcționale cardiace, pentru ca modul-M să aducă informații suplimentare atunci când este necesar. De asemenea, este necesară experiență din partea examinatorului în scopul obținerii unor secțiuni anatomice multiple și astfel, a evaluării corecte a cordului.

Modul-M poate fi util în cuantificarea dimensiunilor liniare ale cavităților cardiace și ale pereților, sub ghidaj 2D corect al direcției cursorului. Principalul avantaj al modului-M este rezoluția temporală mare. Dezavantajele metodei sunt legate de alinierea defectuoasă și de prezumțiile geometrice eronate. Echipamentele moderne, prin îmbunătățirea rezoluției și perfecționarea capacităților tehnice, permit în momentul actual efectuarea unor măsurători cu acuratețe din 2D sau prin aplicarea modului-M anatomic (ceea ce permite o aliniere corectă, perpendiculară, necesară măsurării structurilor intracardiace).

Modalitățile imagistice Doppler completează ecocardiografia 2D prin furnizarea de informații funcționale asupra caracteristicilor hemodinamice ale fluxurilor intracardiace: măsurători ale vitezelor sanguine sistolice și diastolice, ale volumelor, aprecierea severității leziunilor valvulare, localizarea și severitatea șunturilor intracardiace. Doppler-ul pulsant este util în analiza fluxului sanguin (localizare și timing) raportat la intervalul fiziologic al vitezelor. Doppler-ul continuu, lipsit de rezoluție spațială, este util pentru măsurarea cu acuratețe a vitezelor sanguine maxime și astfel pentru estimarea gradientelor transvalvulari sau a defectelor interventriculare.

Doppler-ul color, prin estimarea vitezei medii de-a lungul fiecărui sector liniar al imaginii 2D și prezentarea informației sub forma pixelilor codificați color, aduce informații utile screeningului valvular pentru regurgitări și stenoze, dar și pentru detectarea prezenței șunturilor intracardiace. În plus, modul-M color suplimentează informațiile de timing ale fluxului sanguin.

O evaluare completă ecocardiografică presupune examinarea morfologiei și funcției tuturor cavităților cardiace, a valvelor și marilor vase din multiple secțiuni (Tabelul 1).

**Tabelul 1. Structurile cardiace și vasculare evaluate de rutină în cadrul raportului ecocardiografic complet al adultului**

1. Ventricul stâng
2. Valva mitrală
3. Atrial stâng
4. Valva aortică
5. Aorta
6. Ventricul drept
7. Valva tricuspida
8. Atrial drept
9. Valva pulmonară
10. Artera pulmonară
11. Pericard
12. Vena cavă inferioară
13. Venele pulmonare

## ASPECTE ELEMENTARE ALE ECOCARDIOGRAFIEI

### Ecocardiografele

Caracteristicile tehnice ale ecocardiografelor utilizate în diagnosticul ecocardiografic sunt definite în recent publicatul document al EAE privind standardele de laborator și acreditare<sup>11</sup>. Dotarea minimă a ecocardiografelor trebuie să conțină următoarele: imagistica 2D multifrecvență, imagistică prin mod-M, Doppler pulsant, continuu și color (sau alte forme de imagistică a fluxului), precum și capacitatea obligatorie de înregistrare a datelor pe CD, DVD sau server. Capacitatea de

stocare a datelor este obligatorie pentru comparația și reevaluarea examinărilor.

Echipamentele care nu dispun de aceste caracteristici pot fi utilizate pentru examinări limitate sau țintite, specificându-se ca atare acest lucru.

Oricum, în fiecare laborator de ecocardiografie ar trebui să existe echipamente care îndeplinesc condițiile obligatorii de efectuare a unei examinări complete. Fiecare ecocardiograf ar trebui să dispună de un monitor video de dimensiune și calitate corespunzătoare, astfel încât imaginea să fie clară atât pentru operator cât și pentru observatorii din preajma sa. De asemenea, sistemul trebuie să posedă un design ergonomic, cu posibilitatea de reglare a înălțimii și rotația ecranului precum și un panou de utilizare (*control panel*). Problemele legate de poziții vicioase și de afecțiuni ale spatelui sunt destul de frecvente printre ecocardiografiști, toate aceste patologii ducând la limitarea timpului efectiv de muncă, dar și la litigii legate de patologii profesionale.

Sistemele ultrasonografice cu display flexibil facilitează adoptarea unor posturi ergonomice, care permit utilizarea pricetnoasă a sistemului chiar și în locurile în care spațiul și accesul sunt limitate.

### Indicația de ecocardiografie

Cu excepția situațiilor de urgență, amenințătoare de viață, ecocardiografia nu ar trebui efectuată fără o solicitare scrisă. Aceasta se va regăsi în foaia de observație sau în fișa de prezentare a persoanei pentru care se dorește efectuarea investigației și trebuie să conțină mențiunea exactă a indicației precum și suspiciunea clinică la care se solicită răspuns.

### Achiziția și interpretarea datelor ecocardiografice

Protocolul standard de achiziție minimală pentru ecocardiografia transtoracică este prezentat în Tabelul 2. Acesta conține datele obligatorii ce trebuie obținute într-o evaluare ecocardiografică completă la fiecare pacient (chiar dacă subiectul examinat este normal).

Utilizarea "zoom-ului" este opțională, dar devine de dorit atunci când este necesară o examinare mai detaliată a unei structuri particulare. Atât pentru imaginile în mișcare cât și pentru cele fixe este necesară înregistrarea a cel puțin unui ciclu cardiac (preferabil trei), cu atenție ca ciclurile înregistrate să fie reprezentative (evitându-se achizițiile postextrasistolice). În cazul existenței unor anomalii, este recomandabilă obținerea și achiziționarea unor secțiuni suplimentare (2D și/sau Doppler).

În toate examinările ecocardiografice este necesară măsurarea dimensiunilor celor patru camere ale cordului și ale marilor vase, aprecierea funcției sistolice și diastolice a ventriculului stâng, funcției valvulare, esti-

marea presiunii sistolice în artera pulmonară și descrierea pericardului (Tabelele 3 și 4). Ocazional, se pot efectua examinări limitate sau țintite, caz în care se va menționa acest lucru. Acestea se adresează în general pacienților cărora li s-a efectuat recent un studiu ecocardiografic complet, fără să existe criterii clinice de suspectare a unor modificări ulterior apărute, altele decât cele din regiunile specifice de interes. Deși nu este necesar să se înregistreze imagini statice sau în mișcare în cazul acestor examinări, este recomandabil să se facă, ținând cont de posibilele implicații medico-legale.

**Tabelul 2. Protocolul standard minimal de achiziție digitală a ecocardiografiei transtoracice**

Secțiune	Tipul înregistrării
1. Parasternal ax lung (2D+Doppler color + mod-M) <sup>a</sup>	Imagine în mișcare
2. Parasternal ax scurt la nivelul marilor vase (2D+Doppler color + mod-M) <sup>a</sup>	Imagine în mișcare
3. Parasternal ax scurt la nivelul valvei mitrale (2D) <sup>a</sup>	Imagine în mișcare
4. Parasternal ax scurt la nivelul mușchilor papilari (2D)	Imagine în mișcare
5. Parasternal secțiune pentru tract de intrare VD (2D+Doppler color) <sup>a</sup>	Imagine în mișcare
6. Parasternal secțiune pentru tract de golire VD (2D+Doppler color) <sup>a</sup>	Imagine în mișcare
7. Apical 4 camere (2D+Doppler color) <sup>a</sup>	Imagine în mișcare
8. Apical 5 camere (2D+Doppler color) <sup>a</sup>	Imagine în mișcare
9. Apical 2 camere (2D+Doppler color) <sup>a</sup>	Imagine în mișcare
10. Apical ax lung (3 camere) (2D+Doppler color) <sup>a</sup>	Imagine în mișcare
11. Subcostal 4 camere (2D+Doppler color) <sup>a</sup> - sept interventricul	Imagine în mișcare
12. Subcostal: evidențierea colapsului VCI în timpul inspirației sau mișcării de înspir brusc (2D+mod-B)	Imagine în mișcare
13. Supracostal ax lung la nivelul aortei ascendente (2D+Doppler color) <sup>a</sup>	Imagine în mișcare
14. Nelicități transmitere (Doppler pulsat)	Imagine fixă
15. Nelicități în tractul de golire VS (Doppler pulsat)	Imagine fixă
16. Nelicități transaortic/tract de golire VS (Doppler continuu)	Imagine fixă
17. Nelicități ale regurgitării tricuspidiene (Doppler continuu)	Imagine fixă
18. Nelicități transpulmonare (Doppler pulsat)	Imagine fixă
19. Doppler tisular la nivelul inelului mitral (velocități septale și laterale)	Imagine fixă

<sup>a</sup> Evaluările Doppler color vor fi efectuate folosind viteză extremă a scării gri (B-mode). Modul M opțional se înregistrează în imagine fixă, fără să fie obligatorie evaluarea atât în ax lung cât și în ax scurt.

<sup>b</sup> La oalăți nu este obligatorie înregistrarea acestor secțiuni

Abrevieri: VS, ventricul stâng; AS, aorta stâng; VD, ventricul drept; AD, aorta drept; SI, sept interventricular; 2D, ecocardiografie bidimensională; 3D, ecocardiografie tridimensională.

Medicii acreditați (sau sonografiștii în anumite țări)<sup>12</sup> sunt principalii responsabili pentru modalitatea de efectuare și pentru calitatea evaluărilor ecocardiografice efectuate sub directă lor supraveghere<sup>2</sup>. Timpul alocat efectuării unui examen ecocardiografic transtoracic standard ar trebui să fie de cel puțin 30 de minute. Ca medie a timpului alocat studiului ecocardiografic (incluzând achiziția datelor, interpretarea și raportarea lor) se acceptă 30-40 de minute. Totuși, unele examinări pot fi prelungite la 60 de minute sau chiar mai mult, când se efectuează evaluarea completă a unei patologii

valvulare complexe sau a unei boli cardiace congenitale, sau atunci când examenul ecocardiografic conține evaluări moderne precum imagistica Doppler tisular, 3D, sau ecocardiografia de contrast.

**Tabelul 3. Măsurătorile incluse în raportul ecocardiografic**

Valori normale la evaluarea 2D sau mod-M	
Dimensiunile VS	
Volumele (2D sau 3D) <sup>a</sup>	VD: 35-75ml/m <sup>2</sup> VS: 12-30ml/m <sup>2</sup>
Diameletrii (mod-M sau ghidate 2D)	DTD: 22-32mm/m <sup>2</sup> DTS: 14-21mm/m <sup>2</sup>
Grosimea SIV și a peretelui posterior	SIW: 6-10mm PP: 6-10mm
Fracția de ejeție a VS (recomandabil prin evaluare cantitativă volumetrică)	FE >55%
Anomaliile de cinetică parietală a pereților VS (de la 1 - Normal, la 4 - Diskinetic) <sup>b</sup>	
AS (cu cel puțin două diameletrii ortogonale, preferabil volumic) <sup>c</sup>	SI: 40mm < 29ml/m <sup>2</sup>
VD: dimensiune (normal sau dilatat)	
Fracția sistolică a VD (normală, deprimată: ușor, moderat, sever)	
AD: dimensiune (normal sau dilatat)	
Rădăcina aortei: diametrul maxim la nivelul sinusurilor <sup>d</sup>	<39mm <21mm/m <sup>2</sup>
Înălțimea cavității inferioare: diametrul (înspir-expir)	<17mm
Aria valvei mitrale (planimetric) <sup>e</sup>	
Comentarii (câmp liber pentru inserarea textului)	

<sup>a</sup> Preferabil indexate

<sup>b</sup> Utilizând modelul de 16 sau 17 segmente

<sup>c</sup> Dacă aspectul este anormal sau se suspectează patologie se vor efectua măsurătorile și la nivelul porțiunii ascendente

<sup>d</sup> În stenoză mitrală

Valerile normale conform recomandărilor ASE<sup>13</sup>.

Abrevieri: VS, ventricul stâng; AS, aorta stâng; VD, ventricul drept; AD, aorta drept; SI, sept interventricular; 2D, ecocardiografie bidimensională; 3D, ecocardiografie tridimensională.

Practicienii, sonografiștii și medicii acreditați care efectuează examinările ecocardiografice trebuie să țină cont de disconfortul pe care îl induce o evaluare prea lungă (disconfort ce afectează atât pacientul cât și operatorul) și să asigure menținerea unor standarde rezonabile ale eficienței tehnicii.

În fiecare laborator de ecocardiografie trebuie să se realizeze sistematic o reevaluare periodică a examinărilor (la nivel global sau individual – examinator).

### Variabilitatea măsurătorilor

Cuantificarea dimensiunilor cavităților și funcției cardiace reprezintă parametrii cel mai frecvent solicitați examenelor ecocardiografice<sup>13</sup>. Ecocardiografia, ca și alte tehnici imagistice, este dependentă de experiența examinatorului în obținerea unor imagini corecte și în efectuarea măsurătorilor standard<sup>14-16</sup>.

Consensul asupra modalității de obținere a imaginilor ecocardiografice și de măsurare va îmbunătăți

reproductibilitatea și va crește siguranța asupra măsurătorilor ecocardiografice efectuate la același pacient în momente diferite, de același examinator sau de un alt examinator. Pregătirea și acreditarea în vederea efectuării ecocardiografiei sunt factori cheie în reducerea variabilității măsurătorilor. Aceste diferențe ale valorilor măsurătorilor ecocardiografice provin dintr-o varietate de surse și adesea ridică întrebarea legată de cauza lor (cauza tehnică, tipul ecocardiografului, modalitatea de achiziție a imaginilor, maniera de măsurare și interpretare a datelor – ultimele cauze inducând variabilitate intra- și inter-observator). Reproductibilitatea este esențial afectată de calitatea imaginii și de experiența operatorului în obținerea și interpretarea informațiilor eco-Doppler. Din acest motiv, sonografiștii dedicați sunt cei care efectuează examinări de înaltă calitate și reproductibilitate. Controalele și verificările regulate ale calității înregistrărilor ecocardiografice ar trebui să intre în programul de desfășurare/funcționare a fiecărui laborator ecocardiografic.

**Taboul 4. Măsurătorile Doppler ce trebuie incluse în raportul ecocardiografic**

Funcție diastolică a VS
Normală sau dilatație diastolică (3 grade: 1-3) <sup>*</sup>
Velocități: unda E, unda A <sup>†</sup>
Timpele de decelerare
Doppler tisular pasiv la nivelul învelții mitral: viteza undei E''
Boli valvulare cardiace: evaluarea valvei afectate
Valva mitrală
Gradient medie <sup>‡</sup>
Area valvei mitrale prin PHT <sup>§</sup>
Regurgitare: fără, ușoară, moderată, severă sau cuantificată prin grad 0-4 <sup>¶</sup>
Valva aortică
Velocitate maximă
Gradient medie <sup>‡</sup>
Area (peceție de continuitate: VTI la nivelul tractului de golire VS) <sup>¶</sup>
Regurgitare: fără, ușoară, moderată, severă sau cuantificată prin grad 0-4 <sup>¶</sup>
Valva tricuspidală
Gradient medie diastolic <sup>‡</sup>
Regurgitare: fără, ușoară, moderată, severă sau cuantificată prin grad 0-4 <sup>¶</sup>
Gradient sistolic maxim VD-AD pentru estimarea presiunii sistolice în artera pulmonară <sup>¶</sup>
Valva pulmonară
Velocitate maximă
Gradient medie <sup>‡</sup>
Regurgitare: fără, ușoară, moderată, severă sau cuantificată prin grad 0-4 <sup>¶</sup>
Comentarii (câmp deschis pentru introducerea textului)

\* 1-3: relaxare întârziată, pseudo-normal și restrictiv

<sup>†</sup> Valoarea modificărilor se respinge, când este necesar

<sup>‡</sup> Pentru estimarea presiunii de umplere a VS se utilizează raportul E/E'. Dacă raportul E/E' sugerează presiune crescută de umplere a VS, se recomandă estimarea presiunii sistolice în artera pulmonară

<sup>§</sup> Dacă se suspectează stenoza valvulară

<sup>¶</sup> În mod particular: în cazurile de stenoza valvulară cu dilatație sistolică de VS sau oricând sunt suspectate anomalii ale debitului cardiac

<sup>‡</sup> Corect se folosește și presiunea de continuitate (PHT, robin regurgitant, zona contracta etc.), dar se acceptă și exprimarea prin gradarea severității

<sup>¶</sup> Pentru calculul presiunii sistolice estimate în artera pulmonară, se va adăuga și valoarea estimată a presiunii din atrul drept

Abrevieri: PHT (pressure half time); RD, ventricul drept; VS, ventricul stâng; AD, atriu drept; VTI, integrala vitezei-timp

Reproductibilitatea poate varia în funcție de tehnicile ecocardiografice, de caracteristicile laboratoarelor și de structura populației examinate. Uniformitatea în definirea unui examen ecocardiografic complet și în standardizarea modalității de măsurare sunt necesare pentru minimalizarea variabilității inter-observator și facilitarea studiului comparativ. În plus, pentru a reduce variabilitatea, medicii și/sau sonografiștii trebuie să fie familiarizați cu echipamentul ecocardiografic utilizat în laboratorul lor, să fie antrenați adecvat în obținerea de imagini corecte, de efectuare și de interpretare a măsurătorilor conform recomandărilor standard. Este recomandabil ca cei care efectuează și raportează examinările ecocardiografice nesupravegheați să fie acreditați de autoritățile naționale sau, preferabil, de EAE. Pentru a limita efectele echipamentelor asupra reproductibilității examinărilor ecocardiografice, este recomandat să se utilizeze același ecocardiograf și să se selecteze aceiași parametri ai soft-ului atunci când studiul se efectuează la același pacient.

Variabilitatea intra- și inter-observator ar trebui testată periodic și fiecare laborator trebuie să confirme acuratețea datelor. Este esențial să se cunoască secțiunile ce trebuie obținute, pentru analiza și măsurarea anumitor parametrii, informații ce trebuie menționate în raport. Este important să se specifice atunci când achiziția datelor se face din secțiuni atipice sau când gradientii transvalvulari (de exemplu, în cazul stenozei aortice) sunt obținuți din alte incidente și care sunt valorile corespunzătoare fiecărei incidente.

În practica clinică poate fi utilizat un singur ciclu cardiac reprezentativ pentru efectuarea măsurătorilor, cu condiția ca persoana examinată să fie în ritm sinusal. La pacienții cu fibrilație atrială trebuie măsurate minim trei cicluri cardiace, iar valoarea comunicată este media acestor măsurători tocmai pentru a minimaliza variabilitatea bătaie-cu-bătaie. Este important de reținut faptul că, pentru evitarea erorilor de translație, imaginile ar trebui obținute la sfârșitul expirului sau în timpul unei respirații liniștite.

Evaluarea dimensiunilor VS este una dintre cele mai importante componente ale cuantificării funcției VS<sup>13</sup>. Modificările dimensiunilor VS sunt frecvent interpretate ca indici de progresie sau regresie ai unei boli care afectează cordul stâng. Măsurătorile lineare, obținute prin utilizarea modului-M și a ecocardiografiei 2D s-au dovedit a fi reproductibile cu o variabilitate mică intra- și inter-observator<sup>3,17,18</sup>. Poziționarea corectă a pacientului pentru examinarea ecocardiografică ajută la optimizarea imaginii din secțiunile parasternal și apical.

Evaluările corecte ale volumelor și fracției de ejeție a VS prin ecocardiografia 2D și 3D se bazează pe vizualizarea cu acuratețe a marginii endocardului. Având la dispoziție imagistica armonică și agenții de contrast care îmbunătățesc detecția marginii endocardului, este recomandabil să calculăm fracția de ejeție a VS prin măsurarea volumelor și nu prin estimare vizuală. Atunci când este vizibil mai puțin de 80% din endocard se recomandă folosirea agenților de contrast. Nu se recomandă folosirea unei singure dimensiuni obținute prin mod-M sau 2D pentru calcularea volumelor și/sau a fracției de ejeție a VS. În cazul ventriculilor cu anomalii de formă se recomandă utilizarea ecocardiografiei 3D sau 2D pentru obținerea volumelor, folosind metoda sumării discurilor biplan (secțiunile apical 4 camere și 2 camere). În cazul ventriculilor cu formă normală se poate utiliza metoda arie-lungime. Vizualizarea corectă a apexului în 2D este extrem de importantă pentru a evita secționarea oblică a VS, problemă ce nu apare în cazul folosirii ecocardiografiei 3D.

Pentru estimarea mărimii atrului stâng se preferă determinarea volumului, evaluare superioară măsurătorilor lineare datorită acurateței superioare în măsurarea AS remodelat asimetric<sup>19</sup>. Formula arie-lungime biplan implică prezumții geometrice cu acuratețe limitată. Având în vedere că majoritatea cercetărilor anterioare și studiilor clinice au utilizat formula arie-lungime biplan, se recomandă în continuare această metodă<sup>13</sup>. Oricum, în viitor, metoda care va câștiga teren în calcularea volumelor AS este ecocardiografia 3D. Volumul indexat al AS ar trebui să devină o rutină în cadrul măsurătorilor, pentru că reflectă gradul de cronicitate al creșterii presiunilor de umplere ale VS, cu valoare prognostică importantă.

Presiunea de umplere a VS este evaluată prin mai multe metode, printre care examinarea fluxului mitral și venos pulmonar, precum și măsurarea viteții precoce diastolice la nivelul inelului mitral prin imagistica Doppler tisular<sup>20-22</sup>. Cele mai bune măsurători (Doppler convențional) sunt obținute prin plasarea eșantionului la vârful cuspelor mitrale<sup>23</sup>.

Cu tehnologia obișnuită, fluxul venos pulmonar este obținut din secțiunea apical 4 camere la doar 80% din persoanele examinate. Pentru aprecierea presiunii de umplere a VS raportul E/E' (vitețea fluxului transmitral de umplere precoce diastolică a VS / vitețea diastolică precoce a inelului mitral)<sup>24</sup> este preferat raportului dintre unda E și vitețea propagării fluxului în interiorul VS evaluată prin mod-M (Vp). Într-adevăr, E' pare a fi mai puțin susceptibil variabilității inte-

robator comparativ cu Vp. În cazul pacienților cu disfuncție sistolică de VS raportul E/A, timpul de decelerare a undei E și măsurarea vitețelor venelor pulmonare sunt indicatori excelenți ai presiunii de umplere a VS<sup>25-27</sup>. În prezența fibrilației atriale nu există unda A a fluxului transmitral și este imposibilă măsurarea duratei undei A la nivelul fluxului în venele pulmonare. Vp și raportul E/E' pot fi foarte utile în această situație. Timpul de decelerare al undei E este util în cazul pacienților cu fibrilație atrială doar dacă vitețea undei E se termină înaintea debutului complexului QRS<sup>28</sup>.

Ventriculul drept (VD) normal are o structură complexă și o formă particulară (formă semilunară, ce înconjoară VS). Astfel, el este incomplet vizualizat dacă se utilizează o singură secțiune, indiferent de care secțiune este aleasă. Deși au fost propuse mai multe metode de evaluare cantitativă a structurii și funcției ventriculului drept, în practica clinică încă au rămas valabile determinările calitative. Excursia sistolică a planului inelului tricuspidian (TAPSE) mai mică de 15 mm a fost asociată cu un prognostic prost într-o varietate de boli cardiovasculare<sup>29</sup>. Achiziția de imagini ecocardiografice 3D ale ventriculului drept și analizele off-line ulterioare utilizând soft-uri specializate în calculul volumului VD par a fi metodele de ales în viitor.

Atunci când se înregistrează vitețe ale fluxurilor, fasciculul de ultrasunete ghidat 2D și uneori asistat de Doppler color trebuie să fie paralel cu direcția fluxului sangvin în vederea obținerii unui semnal optim. Orice deviație de la direcția paralelă presupune subestimarea viteții jetului analizat. Pentru a efectua măsurători corecte esențial să se obțină o anvelopă adecvată a Doppler-ului spectral (cea mai stabilă și fără "zgomot" de fond). Înregistrările sunt efectuate în general cu o viteză de derulare de 50-100 mm/s. Ajustările scalei, baseline-ului (linia de zero), gain-ului pentru Doppler și parametrilor de filtrare trebuie făcute în vederea obținerii unei imagini optime.

Ecuția de continuitate este cel mai adesea aplicată pentru calcularea ariei efective (funcționale) a orificiilor stenotice, fiind valabilă și în prezența insuficienței valvulare. În cazul stenozei aortice, vitețea maximă a fluxului transaortic trebuie obținută în urma măsurătorilor Doppler continuu efectuate în mai multe secțiuni (apical, parasternal drept, suprasternal). Semnalul cu cea mai mare vitețe este obținut în urma celei mai corecte alinieri a fasciculului de ultrasunete cu direcția fluxului examinat. Măsurarea diametrului tractului de golire VS este supusă celei mai mari variabilități intra- și inter-observator<sup>3,30</sup>. Pentru reducerea erorilor

în calculul ariei orificiului aortic este necesară folosirea "zoom-ului" la nivelul tractului de golire și atenție marită în a nu secționa oblic această structură. Velocitatea în tractul de golire se măsoară la același nivel la care s-a măsurat diametrul, fiind necesară obținerea unui semnal fără aliasing (flux laminar cu  $v < 1,5$  m/s). În raport trebuie menționate următoarele date: fereastra din care s-a obținut cea mai mare viteză, tipul transductorului utilizat (Pedoff), diametrul tractului de golire VS și metoda aplicată pentru calculul ariei valvulare<sup>31,32</sup>. Respectarea acestor recomandări va îmbunătăți reproducibilitatea prin limitarea variabilității inter-studii.

Estimarea ariei valvei mitrale se face folosind metoda timpului de înjumătățire a presiunii transmitrale - PHT (*pressure half time*). PHT se obține prin plasarea fasciculului de Doppler continuu la nivelul valvei mitrale. Dacă pacientul examinat pentru stenoză mitrală este în fibrilație atrială este necesară măsurarea a cel puțin 5 cicluri cardiace (uneori până la 10 cicluri). Cel mai lung ciclu este cel mai reprezentativ pentru calculul ariei valvulare, dar subestimează gradientul presional mediu. Limitele utilizării metodei de calculare a ariei valvulare mitrale prin PHT sunt: coexistența regurgitării aortice moderat-severe<sup>33</sup>, imediat după angioplastia cu balon<sup>34,35</sup> și la pacienții cu stenoză mitrală largă cu gradient protodiastolic scăzut. Atât aria valvei mitrale cât și cea a valvei aortice pot fi estimate prin planimetrie directă. Totuși, evaluarea ariei prin tehnica Doppler necesită mai puțină experiență tehnică și s-a dovedit a avea o variabilitate mai mică comparativ cu planimetria directă<sup>36</sup>. Excepția o reprezintă ecocardiografia 3D, cu ajutorul căreia se poate selecta planul optim de calculare a ariei prin metoda planimetrică<sup>37</sup>. Prezența calcificărilor poate limita vizualizarea optimă a conturului orificiului de deschidere a valvei mitrale, devenind mai mult decât o provocare în cazul stenozelor severe. Evaluarea de rutină a severității stenozei valvei mitrale trebuie să conțină o combinație de măsurători: gradientul mediu presional transvalvular și aria valvei mitrale estimate atât planimetric, cât și prin PTH.

Estimarea semicantitativă a regurgităriilor valvulare se caracterizează printr-o înaltă subiectivitate și variabilitate<sup>32,38,39</sup>. Evaluarea severității unei regurgitări valvulare trebuie să integreze mai mulți parametri<sup>38</sup>. Aceasta ajută la minimizarea efectelor erorilor tehnice sau de măsurare, care sunt inerente. Analizarea jetului regurgitant folosind tehnica Doppler color pare a fi cea mai simplă metodă de estimare a severității regurgitării, dar acuratețea ei este limitată de câțiva factori: fizici (setarea gain-ului, scala de culori, frecvența de repetiție

a pulsului - PRF), de complianța cavității de primire, de direcția jetului (efectul Coandă) și de presiunea arterială sistemică a pacientului. Grosimea jetului la nivelul venei contracta (VC) este un parametru important mult mai puțin sensibil la factorii tehnici și independent de flux<sup>40</sup>, fiind limitat, teoretic, de rezoluția laterală a ecocardiografiei Doppler color (inadecvată pentru a detecta micile variații ale VC).

Recomandarea standard pentru evaluarea regurgitării este următoarea: obținerea prin tehnica 2D a unei secțiuni corecte de parasternal ax lung, apoi setarea mărimii eșantionului de Doppler color astfel încât să fie cât mai mic, reglarea adâncimii la cât mai puțin posibil pentru a obține un frame rate maxim și utilizarea "zoom-ului" pentru optimizarea vizualizării venei contracta<sup>40</sup>. În cadrul înregistrării în dinamică, se va analiza cadrul cu cadru pentru a găsi cea mai bună imagine. Cel mai mare diametru bine vizibil al VC va fi luat în calcul.

Metoda PISA (*proximal isovelocity surface area*), o metodă cantitativă de evaluare a regurgităriilor valvulare, are o reproductibilitate acceptabilă în cazul regurgitării tricuspidiene și mitrale<sup>41</sup>. Variabilitatea este dată de: experiența examinatorului, de identificarea centrului orificiului regurgitant (o eroare de 10% a dimensiunii razei determină o eroare de mai mult de 20% la nivelul fluxului), de variațiile dinamice ale ariei și formei orificiului regurgitant și de forma non-emisferică a zonei de convergență<sup>42,43</sup>.

Tehnica cea mai bună pentru cuantificarea modificărilor apărute în dinamică este aceea de afișare a imaginilor consecutive una lângă alta, de a avea aceeași măsurătoare pe ambele imagini, de a fi efectuată de același evaluator și în același moment<sup>44</sup>.

### Stocarea datelor

Stocarea digitală a evaluărilor ecocardiografice este preferată modalității de stocare analogică, pe casete video, pentru că oferă o calitate superioară, risc mai mic de degradare în timp (ceea ce se întâmplă în cazul stocării video), calibrare inerentă, accesibilitate mai mare, posibilități variate de prezentare a imaginii stocate (de exemplu, comparație prin alăturare a imaginilor în mișcare). În aceste condiții, datele ecocardiografice vor fi stocate inițial local (pe *hard disk*), pentru ca ulterior să fie transferate periodic pe suporturi de arhivare/stocare pe termen lung<sup>45</sup>. Aceste suporturi pe termen lung sunt furnizate industrial sub diverse forme, de la discuri magnetico-optice la dispozitive de stocare a datelor pe suport magnetic, precum și la suporturi tip RAID (*Redundant Array of Inexpensive/Independent Disks*) - ce

au la bază o tehnologie ce permite utilizarea simultană a 2 sau mai multe *hard-disk*-uri pentru arhivarea unui volum mare de date. Este important în același timp să se țină cont de riscul de degradare în timp sau prin utilizare a diferitelor forme de stocare a datelor, fiind necesar un stocaj suplimentar al datelor.

Există situații în care se poate utiliza preferențial stocarea analogică (mai ieftină, permițând documentare continuă relativ nelimitată). Aceste situații sunt cele în care imaginile trebuie achiziționate imediat, fără să existe timpul necesar selectării anumitor imagini sugestive: ecocardiografia efectuată în situații de urgență, ecocardiografia de stress, ecocardiografia transesofagiană, ecocardiografia cu substanță de contrast, ecocardiografia efectuată în condiții speciale: intervențional (ex. închiderea defectelor septale atriale sau ablația percutană cu alcool în cardiomiopatia hipertrofică obstructivă).

Nu trebuie uitate însă avantajele stocării digitale, motiv pentru care, chiar și în aceste situații speciale, se impune stocarea ulterioară a imaginilor și sub formă digitală pentru o mai ușoară utilizare ulterioară a datelor. Criteriile ce trebuie îndeplinite pentru o stocare corectă sunt următoarele: creșterea numărului de cicluri cardiace achiziționate (minim 5 consecutive), iar în cazul obstrucțiilor de proteză este necesară achiziționarea cu atenție din cauza caracterului posibil intermitent al obstrucției, fiind necesară surprinderea creșterii sau absenței periodice a gradientilor transprotetici. Totuși, performanțele ultimelor generații de sisteme ecocardiografice înlătură necesitatea înregistrării video, permițând achiziționarea de imagini în timp real de până la 2 minute. Tehnologia modernă permite achiziționarea unui număr crescut de ore cu înregistrări ecocardiografice folosind stocarea pe suport tip DVD (*Digital Video Disc*).

Sistemele medicale moderne se bazează pe accesarea și prelucrarea în timp real a unui volum mare de date și informații medicale, motiv pentru care a fost necesară elaborarea de standarde și metode de control al calității în domeniul sistemelor informatice medicale. Un astfel de standard este DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*), standard pentru stocarea, procesarea și transmiterea informațiilor în imagistica medicală. Totuși, în practica medicală există numeroase probleme legate de compatibilitatea echipamentelor cu diverse tipuri de compresii "DICOM-compatibile", eșecuri în procesarea datelor Doppler etc. Aceste probleme sunt rezolvate de obicei cu dificultate, necesitând suportul tehnic al firmei furnizoare.

Societățile științifice și cele industriale colaborează intens (<http://www.cocir.org>) în vederea integrării eficiente a sistemelor informatice medicale în scopul soluționării diverselor probleme ce pot apărea.

Stocarea digitală într-un laborator de ecocardiografie cu activitate intensă necesită un spațiu foarte mare de memorare a datelor, apreciat a fi superior celui dintr-un laborator de cateterism. În ciuda aplicării "compresiei clinice" (selecția de imagini reprezentative în mișcare) și a "compresiei digitale" (folosind standarde precum JPEG), un studiu ecocardiografic standard complet necesită cel puțin 30MB de spațiu digital. Astfel, necesarul minim de spațiu digital de memorare al unui laborator de ecocardiografie (medie 5000 ecografii/an) într-un an este de cel puțin 150-200GB.

Ca o concluzie, este recomandată stocarea digitală de rutină a datelor ecocardiografice, cu înlocuirea pe cât posibil a celorlalte modalități de stocare (mediile analogice)<sup>17</sup>. Așa cum am precizat anterior, se acceptă, doar în anumite condiții, înregistrări adiționale video (stocare analogică). În scopul obținerii unei baze de date digitale standard trebuie ținut cont de următoarele recomandări:

- Existența unui protocol standard care să conțină enumerate secțiunile standard ce trebuie obținute în cadrul examinării, precum și măsurătorile ce trebuie efectuate și stocate digital. Un set minim de date corespunzător unui studiu ecocardiografic transtoracic normal este prezentat în **Tabelul 2**.
- Compatibilitatea echipamentelor ecocardiografice cu sistemele de stocare, de prelucrare și de transmitere a datelor.
- Ideal este ca sistemul operațional al laboratorului să fie compatibil cu sistemele de management digital al spitalului (interfața *Health Level 7*), pentru a beneficia de date legate de identitatea pacientului, dar și pentru înregistrarea uniformă a diverselor examinări efectuate în registrele corespunzătoare.
- Existența unui spațiu corespunzător de memorare digitală a datelor; modalități de protecție împotriva pierderii informațiilor stocate; verificarea tehnică periodică a componentelor echipamentelor; asigurarea accesului autorizat la bazele de date medicale.

Toate studiile ar trebui înregistrate și stocate pe diverse forme de arhivare, în vederea analizării și revizuirii ulterioare. Evaluările ecocardiografice efectuate doar în scop diagnostic și care nu au necesitat înregistrare la acel moment pot prezenta la un moment diferit impli-



cații medico-legale. Astfel, ținând cont de posibilitățile tehnice actuale este recomandabil ca toate examinările ecocardiografice efectuate (indiferent de indicația care a stat la baza efectuării lor) să fie înregistrate și ulterior stocate pe medii de stocare pe termen lung.

## RAPORTAREA STANDARD A EXAMINĂRILOR ECOCARDIOGRAFICE

Ecocardiografia este o investigație diagnostică efectuată pentru a răspunde întrebărilor clinice și a ghida tratamentul. Din acest motiv, raportul ecocardiografic trebuie să conțină rezultatul evaluării sistematice (respectarea setului minimal de evaluare ecocardiografică, cu efectuarea de măsurători precise), folosind un limbaj medical inteligibil (în concordanță cu definițiile în vigoare ale termenilor medicali). Respectarea acestor condiții în redactarea raportului este obligatorie în vederea evitării confuziilor, cunoscut fiind faptul că raportul va fi citit și interpretat nu numai de ecocardiografiști sau cardiologi, ci și de medici aparținând altor specialități. În prezent ecocardiografia se confruntă cu problema legată de numărul crescut de date: în afara numărului în creștere al pacienților cu indicație de studiu ecocardiografic, există și o "cantitate" crescută de informații generate de tehnici ecocardiografice diferite (ecocardiografia mod-M, ecocardiografia 2D, ecocardiografia 3D, Doppler), de tipul evaluării ecocardiografice (transtoracic, transesofagian, epicardic, intravascular) și de aplicațiile utilizate (stres, contrast, imagistică tisulară, deformarea și perfuzia). Lipsa unei standardizări a definirii termenilor ecocardiografici și a cuantificării parametrilor poate influența negativ utilitatea clinică a evaluării ecocardiografice în cazul comparării în dinamică a rapoartelor aparținând aceluiași pacient sau poate limita posibilitatea comparării bazelor de date existente în laboratoare diferite.

Identificarea unui set minimal de date privind parametrii esențiali cantitativi și morfologici ce trebuie înregistrați și inserați într-o manieră standard de raportare este fundamentală în vederea: (i) promovării calității studiilor ecocardiografice; (ii) dezvoltării unor baze de date standardizate și a unor aplicații de software pentru raportare; (iii) îmbunătățirii comunicării între laboratoare, ecocardiografiști și alte cadre medicale implicate în managementul pacientului; (iv) creării registrelor multicentrice și analizării prognosticului și eficienței legate de costuri.

### Istoricul inițiativelor naționale

De-a lungul timpului s-au înregistrat mai multe încercări de promovare a standardizării conținutului raportului ecocardiografic. În 2002, Societatea America-

nă de Ecocardiografie a publicat un document privind recomandările de măsurare și descriere a caracteristicilor ecocardiografice ce ar fi trebuit incluse într-un raport standardizat și complet<sup>48</sup>. Ulterior, Societatea Britanică de Ecocardiografie a elaborat un set minim de date ce ar trebui respectat în vederea redactării unui raport ecocardiografic standard la adult. Acest document oferă informații legate de secțiunile ce trebuie obținute, de modalitățile ecocardiografice ce trebuie utilizate și o serie de calcule derivate (ale căror rezultate sunt încă nepublicate). Societatea Italiană de Ecocardiografie a publicat un document consens asupra aspectelor organizaționale ale ecocardiografiei în Italia<sup>49</sup> incluzând informații generale, de bază, parametri cantitativi, aspecte descriptive de care trebuie să se țină cont atunci când se raportează anumite caracteristici morfologice și un rezumat al informațiilor necesare (cantitative și descriptive) în vederea dezvoltării unui program de raportare ecocardiografică și de creare a unei baze de date. Din 1994, Grupul de Lucru Spaniol de Imagistică Cardiacă a creat și a distribuit mai mult de 400 de licențe "Ecocardio", un pachet de programe ce include o bază de date și aplicația de raportare ecocardiografică.

De succesul celor existente și de inițiativele viitoare va depinde modalitatea de organizare a aplicațiilor pentru raportarea standard sub o formă unică, formă ce va permite un acces rapid și ușor la informații, bazat pe un set minimal de date (în concordanță cu prevederile consensului) și suficient de flexibil.

### Design-ul și structura ideală a sistemelor de programare a raportării ecocardiografice

Programele folosite pentru raportarea ecocardiografică utilizează de obicei baze de date relaționale. Aceste programe ar trebui să fie parte din / integrate în sistemul informațional general al spitalului în scopul transferului de informații între baze de date clinice, demografice și încadrarea rezultatului ecocardiografic în rezultatele altor tehnici imagistice.

Indiferent de formatele de raportare disponibile, soft-ul sistemului trebuie să fie compatibil cu *Health Level 7 (HL7)*- standard ce facilitează schimbul de date (pe suport electronic) între cel puțin 2 aplicații în vederea identificării pacientului și examinării datelor înregistrate, și cu *DICOM* – standard care permite transmiterea directă a datelor de la sistemul ecocardiografic la raport<sup>50</sup>. Mutarea înregistrărilor din vechile aplicații ar trebui să fie posibilă cu un risc minim de pierdere a datelor.

În scopul îmbunătățirii standardizării se preferă utilizarea unor programe de aplicații compatibile cu recomandările actuale.

### Datele esențiale ce trebuie incluse în raportul ecocardiografic

Este recomandat ca raportul ecocardiografic transtoracic al adultului să fie structurat în mai multe secțiuni, care să faciliteze elaborarea acestuia, citirea și înțelegerea datelor conținute. De asemenea, este important să se precizeze și modalitatea de stocare a informațiilor pentru comparațiile ulterioare. Un raport corect organizat ar trebui să reflecte fidel rezultatele ecocardiogrammei efectuate, folosind standardele de achiziție și strategiile de interpretare și să se adreseze (să răspundă) întrebărilor principale ce au stat la baza solicitării examenului.

Există mai multe modalități de organizare a rezultatului măsurătorilor și datelor calitative. Unii preferă modalitatea de structurare bazată pe componentele anatomice (cavități cardiace, valve, marile vase, pericardul etc.), descriind caracteristicile morfologice și funcționale și raportând ulterior măsurătorile pentru fiecare structură anatomică, cu detalierea rezultatului modalității tehnice de achiziție folosite.

O altă modalitate de organizare este bazată pe tehnicile ecocardiografice utilizate în cadrul studiului (mod-M, 2D, Doppler etc.). Fiecare secțiune ar trebui să se termine cu un mic "câmp deschis" pentru comentarii.

Componentele principale ale structurii raportului ecocardiografic sunt prezentate în **Tablelul 5**.

**Tablelul 5. Structura de bază a unui raport ecocardiografic**

1. Titlul cuprinde date generale
2. Conținutul: - esența raportului, date care susțin concluziile
- evaluările calitative și cantitative ale structurilor cardiovasculare folosind diferite modalități tehnice:
a) ecocardiografa: med-ll, bidimensională (și/van 3D)
b) Doppler: color, pulsat (PW), continuu (CW) și Doppler tisular
- modalități adiționale:
c) ecocardiografa transesofagiană
d) ecocardiografa de stress
e) alte modalități: 3D, intracavitar, etc.
Pentru a mai bună înțelegere a datelor prezentate fiecare secțiune trebuie să se termine cu scurte comentarii
3. Concluziile: trebuie scrise pentru o înțelegere de medicul de orice specialitate
4. Semnătura și date
Semnătura persoanei responsabile de efectuarea ecocardiografiei, data raportării și eventual numele oricărui senior care a revizuit examinarea ecocardiografică.

### Titlul și datele inițiale

#### Datele obligatorii ce trebuie conținute în această rubrică

Identitatea pacientului, datele demografice și indicația de efectuare a examinării (Tablelul 6). Aceste date trebuie cuprinse în orice raport, fiind considerate obligatorii, chiar și în cazurile efectuării lor în situații

de urgență. Pentru a sublinia necesitatea introducerii acestor date menționăm că există programe în cadrul funcționării ecocardiografelor care pot bloca introducerea datelor dacă anumite câmpuri obligatorii nu sunt completate (de exemplu: "patient ID") solicitând confirmarea în vederea evitării repetării ulterioare a avertizărilor. Informațiile legate de pacient ar trebui să fie protejate, în acord cu regulamentele în vigoare legate de confidențialitatea lor.

**Tablelul 6. Datele cuprinse în cadrul secțiunii "titlu" a raportului ecocardiografic**

Înregistrarea în sistem (a): parametru de identificare a pacientului, locație, date demografice
Numele pacientului, numărul lui de observație / luna de prezentare
Sexul
Data nașterii (b)
Data efectuării studiului
Indicația de efectuare a studiului: principalul motiv al solicitării evaluării (c)
Localizarea pacientului (ambulateriu, internat, departamentul etc.)
Numele medicului ce a solicitat efectuarea ecocardiografiei
Calitatea imaginii

#### Datele recomandate a fi incluse în cadrul secțiunii inițiale

Date precum: greutatea, înălțimea, aria derivată a suprafeței corporale, frecvența cardiacă și ritmul cardiac sunt adesea foarte utile în interpretarea datelor cantitative morfologice și funcționale. Precizarea valorii tensiunii arteriale sistemice poate fi utilă în anumite condiții clinice în care modificările postsarcinii pot afecta interpretarea datelor ecocardiografice (ex. regurgitarea aortică și mitrală). Diagnosticile anterioare și datele clinice actuale au rolul de a susține/justifica solicitarea de efectuare a ecocardiografiei. Informațiile tehnice legate de parametrii aparatului ecocardiografic, aplicațiile utilizate și calitatea imaginii sunt utile medicului ce citește raportul ecocardiografic în vederea judecării corecte a datelor, a robusteții și siguranței asupra concluziilor clinice (de ex. excluderea endocarditei infecțioase având la bază un studiu ecocardiografic de calitate suboptimală ridică suspiciuni legate de siguranța concluziilor).

Alte informații privind tipul imaginilor stocate și locația sunt recomandate pentru ușurarea reevaluării și controlul calității. În final, informațiile legate de necesitatea efectuării studiului și de prioritatea clinică ce stă la baza recomandării aduc date utile monitorizării calității evaluărilor laboratorului respectiv.

#### Conținutul raportului ecocardiografic

A doua secțiune ce trebuie cuprinsă în cadrul raportului este cea a "conținutului". Datele conținute în cadrul acestei rubrici trebuie să susțină concluziile. Informațiile despre structurile examinate pot fi canti-

tative (de exemplu: dimensiunile camerelor) sau calitative, morfologice (de exemplu: valva aortică bicuspidă) sau funcționale (mișcarea sistolică anterioară a valvei mitrale). Măsurătorile ar trebui introduse ca valoare numerică, însă anumite tipuri de informații calitative necesită existența unor câmpuri preformate cu un număr limitat de categorii (de exemplu: gradele regurgitărilor valvulare) sau câmpuri speciale pentru descrierea unei anumite condiții evidențiate. Modalitățile tehnice utilizate pentru obținerea acestor informații calitative, cantitative sau funcționale sunt variate și ele trebuie precizate în cadrul raportului.

### **Ecocardiografia bidimensională și modul-M**

Metodologia de cuantificare a cavităților și valorile de referință au fost prezentate anterior, ele fiind în concordanță cu Recomandările publicate în *Jurnalul European de Ecocardiografie* din 2006<sup>46</sup>.

Astfel, măsurătorile obligatorii ce trebuie efectuate și raportate vor fi prezentate în continuare.

Indiferent de natura/indicația de efectuare a examenului ecocardiografic trebuie raportate dimensiunile AS și ale VS. În afecțiunilor aortice sau a predispoziției pentru o patologie aortică (de exemplu: sindrom Marfan), măsurătorile trebuie efectuate la trei niveluri: cel al sinusurilor, jonctiunea sino-tubulară și aorta ascendentă. În cazul VD încă rămân valabile aprecierile în special calitative. Vena cavă inferioară și variația diametrului acesteia cu mișcările respiratorii sunt parametrii esențiali pentru estimarea presiunii din AD (**Tabelul 3**).

În ceea ce privește aspectele funcționale, funcția sistolică a VS trebuie raportată în fiecare buletin ecocardiografic, iar atunci când se măsoară prin metoda Simpson biplan se recomandă și precizarea volumelor ventriculare. Dacă există tulburări de cinetică segmentară ele trebuie raportate folosind modelul de 16 segmente. Modelul de 17 segmente al VS a fost propus în 2002 și constă în adăugarea segmentului apical<sup>51</sup>. Pentru că vârful normal al apexului (segmentul 17) nu se mișcă, acest model ar trebui folosit predominant pentru studiile de perfuzie miocardică sau pentru studiile comparative cu alte tehnici imagistice.

Dată fiind geometria complexă a VD, funcția sa sistolică este dificil de apreciat cantitativ, motiv pentru care în general, în practica medicală, se estimează calitativ. Așa cum s-a precizat și anterior, ecocardiografia 3D va deveni în viitor tehnica de ales în determinarea cantitativă a funcției VD.

Modificările patologice ale structurilor normale (îngroșări, rupturi, perforații etc.), anomalii structurale

(tumori, membrane etc.) sau aspectele funcționale particulare (scăderea sau excesul de mobilitate al valvelor) sunt adesea dificil de categorisit, astfel încât ele vor fi descrise ca atare în cadrul unor rubrici speciale pentru comentarii.

### **Măsurătorile recomandate**

În cadrul acestei secțiuni intră măsurătorile diametrelor tractului de golire VS, respectiv VD. Ele sunt utile pentru calculele hemodinamice non-invasive (debit cardiac, arie valvulară, șunturi etc.). Totuși, pentru că ele constituie o importantă sursă de eroare, experiența examinatorului și acuratețea studiului sunt fundamentale în utilizarea tehnicilor cantitative. La pacienții cu stenoza mitrală, determinarea planimetrică a ariei valvulare prin tehnicile 2D și 3D (când imaginea obținută este optimă) aduce informații utile cu privire la severitatea stenozei, mai ales în situațiile post valvuloplastie percutană<sup>34,35</sup>.

Pentru aprecierea funcției sistolice a VD se poate utiliza TAPSE (în absența anomaliilor de cinetică parietală)<sup>36</sup>. Aprecierea calitativă a lichidului pericardic este superioară unei singure măsurători prin mod-M. Totuși, această din urmă măsurătoare poate fi foarte utilă în cadrul monitorizării evoluției ulterioare a pacientului (perioada de urmărire ecocardiografică). Pentru cazurile speciale, când nu se poate vizualiza o structură specifică importantă, această deficiență trebuie specificată în cadrul raportului.

### **Ecocardiografia Doppler**

Această secțiune conține rezultatele evaluărilor funcționale folosind tehnicile Doppler: color, spectral (continuu și pulsant) și tisular - atunci când este posibil.

### **Parametrii obligatoriu de precizat**

Fluxul transmitral cu măsurarea vitezelor undelor E și A, timpul de decelerare a undei E (TDE) sunt larg utilizate pentru caracterizarea funcției diastolice ventriculare, pentru evaluarea disincronismului atrio-ventricular sau a unor condiții speciale precum tamponada cardiacă și constricția. Din aceste motive, determinarea lor este obligatorie, incluzând și variațiile respiratorii atunci când este necesar.

Disfuncția diastolică a VS este cuantificată de obicei în trei grade: ușoară (alterarea relaxării), moderată (pseudonormal), și severă (restrictiv), combinându-se cu estimarea umplerii VS. Raportul E/E' este recomandat pentru aprecierea presiunii de umplere a VS. Conform recomandărilor în vigoare, pentru calculul raportului E/E', în cazul lui E'se va folosi media dintre valoarea septală și cea laterală (**Tabelul 4**)<sup>52</sup>.

Aprecia funcției valvelor cardiace, estimarea presiunii sistolice în artera pulmonară și evaluarea șunturilor/gradientelor (fixe sau dinamice) intracardiace sau vasculare suspectate sunt considerate obligatorii pentru un raport ecocardiografic complet. În cazul leziunilor obstructive sau a stenozelor valvulare (inclusiv protezele valvulare normofuncționale) trebuie raportat atât gradientul maxim cât și cel mediu.

Pentru stenoza aortică este recomandată calcularea ariei valvulare prin metoda ecuației de continuitate, în special în cazurile cu disfuncție sistolică de VS sau când debitul cardiac este scăzut. Pentru stenoza mitrală metodele de calcul ale ariei valvulare sunt planimetria directă și măsurarea PHT<sup>33,36</sup>. În cazul protezei mitrale mecanice, parametrul preferat este gradientul mediu, PHT-ul nefiind util în estimarea orificiului valvular efectiv<sup>3,32,35</sup>.

Pentru evaluarea severității regurgitărilor valvulare pot fi utilizate criteriile multiple. Totuși, nicio metodă nu și-a dovedit superioritatea, cu excepția unor situații particulare. Indiferent de metoda folosită, severitatea regurgitării valvulare trebuie exprimată folosind criteriul calitativ: ușoară, moderată sau severă. Scala semicantitativă: de la 0 la 4 poate fi utilizată (gradul 3 implicând regurgitare moderat-severă). Metodele cantitative de apreciere a severității regurgitării (ERO, volum regurgitant etc.) sunt recomandate dacă se dovedesc utile în luarea deciziei terapeutice. Și în acest caz este importantă experiența ultrasonografistului<sup>38,54</sup>.

#### **Parametrii recomandați a fi precizați în cadrul raportului**

Estimarea presiunii sistolice în artera pulmonară folosind măsurarea timpului de accelerație a fluxului pulmonar (Doppler pulsat) poate fi utilă, în special în absența regurgitării tricuspidiene. Dacă însă aceasta din urmă este evidențiată, ea va fi folosită pentru estimarea PAPs, calculând gradientul presional dintre cavitățile drepte<sup>55</sup>.

Dacă se suspectează sau se detectează un șunt, se recomandă calcularea debitelor sistemic și pulmonar și a raportului lor<sup>32</sup>.

Raportul dintre viteza maximă de umplere a VS la evaluarea fluxului transmitral (unda E) și viteza propagării fluxului în VS (Vp) poate fi utilizat ca alternativă a raportului E/E' pentru estimarea presiunii de umplere a VS, mai ales dacă nu este disponibil Doppler-ul tisular<sup>56</sup>. Vp este un parametru foarte util pentru diagnosticul diferențial între restricție și constricție.

#### **Comentarii și concluzii**

În această secțiune se recomandă menționarea datelor ce constituie un răspuns la indicația de efectuare

a studiului sau la suspiciunile ridicate clinic. De asemenea, este important să se sublinieze caracteristicile anormale ale evaluării și să se compare (dacă este posibil) aspectele principale ale evaluării actuale cu o evaluare precedentă.

Orice raport ecocardiografic ar trebui să se termine cu concluzii clare, care să sublinieze caracteristicile principale ale diagnosticului și severității afecțiunii cardiace, folosind un limbaj pe înțelesul oricărui medic. În situațiile în care rezultatul studiului ecocardiografic dictează necesitatea unei schimbări urgente în managementul pacientului examinat, medicul curat va fi informat imediat.

#### **BIBLIOGRAFIE**

1. Cheitlin MD, Alpert JS, Armstrong WF, Aurigemma GB, Beller GA, Bierman FZ et al. ACC/AHA guidelines for the clinical application of echocardiography: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Clinical Application of Echocardiography): developed in collaboration with the American Society of Echocardiography. *Circulation* 1997;95:1686-744.
2. Cheitlin MD, Armstrong WF, Aurigemma GB, Beller GA, Bierman FZ, Davis JL et al. ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:1091-110.
3. Gottdiener JS, Bednarz J, Devereux R, Gardin J, Klein A, Manning WJ et al. American Society of Echocardiography recommendations for the use of echocardiography in clinical trials. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17: 1086-119.
4. Sutherland GR, Stewart MJ, Groundstroem KW, Moran CM, Fleming A, Guell-Peris FJ et al. Color Doppler myocardial imaging: a new technique for the assessment of myocardial function. *J Am Soc Echocardiogr* 1994; 7:441-58.
5. D'hooge J, Heimdal A, Jamal F, Kukulski T, Bijnens B, Rademakers F et al. Regional strain and strain rate measurements by cardiac ultrasound: principles, implementation and limitations. *Eur J Echocardiogr* 2000;1:154-70. Review. Erratum in: *Eur J Echocardiogr* 2000;1: 295-9.
6. Sutherland GR, Hatle L. Pulsed Doppler myocardial imaging. A new approach to regional longitudinal function? *Eur J Echocardiogr* 2000;1: 81-3.
7. Krenning BJ, Voormolen MM, Roelandt JR. Assessment of left ventricular function by three-dimensional echocardiography. *Cardiovasc Ultrasound* 2003;8:12.
8. Mulvagh SL, DeMaria AN, Feinstein SB, Burns PN, Kaul S, Miller JG et al. Contrast echocardiography: current and future applications. *J Am Soc Echocardiogr* 2000;13:331-42.
9. Ehler D, Vacek JL, Basal S, Gowda M, Powers KB. Transition to an all-digital echocardiography laboratory: a large, multi-site private cardiology practice experience. *J Am Soc Echocardiogr* 2000;13:1109-16.
10. Badano L, Domenicucci S. Use of a common computerized program for echocardiogram archiving and reporting over a regional territory: feasibility and clinical and research impact during a 5-year experience. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:669-78.
11. Nihoyannopoulos P, Fox K, Fraser A, Pinto F. EAE laboratory standards and accreditation. *Eur J Echocardiogr* 2007;8:80-7.
12. Ehler D, Carney DK, Depsey AL, Rigling R, Kraft C, Witt SA et al. Guidelines for cardiac sonographer education: recommendations of the American Society of Echocardiography Sonographer Training and Education Committee. *J Am Soc Echocardiogr* 2001;14:77-84.

13. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA et al. A report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, A Branch of the European Society of Cardiology. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr* 2006; 7:79-108.
14. Palmieri V, Dahlöf B, DeQuattro V, Sharpe N, Bella JN, de Simone G et al. Reliability of echocardiographic assessment of left ventricular structure and function: the PRESERVE study: Prospective Randomised Study Evaluation Regression of Ventricular Enlargement. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:1625-32.
15. Himelman RB, Cassidy MM, Landzberg JS, Schiller NB. Reproducibility of quantitative two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1998;115: 425-31.
16. Gottdiener JS, Livengood SV, Meyer PS, Chase GA. Should echocardiography be performed to assess effects of antihypertensive therapy? Test-retest reliability of echocardiography for measurement of left ventricular mass and function. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:424-30.
17. Nidorf SM, Picard MH, Triulzi MO, Thomas JD, Newell J, King ME et al. New perspectives in the assessment of cardiac chamber dimensions during development and adulthood. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19:983-8.
18. Pearlman J, Triulzi MO, King ME, Newell J, Weyman AE. Limits of normal left ventricular dimensions in growth and development: analysis of dimensions and variance in the two-dimensional echocardiograms of 268 normal healthy subjects. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:1432-41.
19. Lester SJ, Ryan EW, Schiller NB, Foster E. Best method in clinical practice and in research studies to determine left atrial size. *Am J Cardiol* 1999;84:829-32.
20. Paulus WJ, Tschöpe C, Sanderson JE, Rusconi C, Flachskampf FA, Rademakers FE et al. How to diagnose diastolic heart failure: a consensus statement on the diagnosis of heart failure with normal left ventricular ejection fraction by the Heart Failure and Echocardiography Associations of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail* 2007;28: 2539-50.
21. Sohn DW, Chai IH, Lee DJ, Kim HC, Oh BH, Lee MM et al. Assessment of mitral annulus velocity by Doppler tissue images in the evaluation of left ventricular diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1997;30: 474-80.
22. Nagueh SE, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quiñones MA. Doppler tissue imaging: a non-invasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol* 1997;30: 1527-33.
23. Lewis JF, Kuo LG, Nelson JG, Limsacher MC, Quiñones MA. Pulsed Doppler echocardiographic determination of stroke volume and cardiac output. *Circulation* 1984;70:425-31.
24. Oh JK. Echocardiography in heart failure: beyond diagnosis. *Eur J Echocardiogr* 2007;8:4-14.
25. Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, Miller FA, Oh JK, Redfield MM et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: a comparative simultaneous Doppler-catheterisation study. *Circulation* 2000;102: 1788-94.
26. Garcia MJ, Smedira NG, Greenberg NL, Main M, Firstenberg MS, Odabashian J et al. Color M-mode Doppler flow propagation velocity is a preload insensitive index of left ventricular relaxation: animal and human validation. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:201-8.
27. Garcia MJ, Ares MA, Asher C, Rodriguez L, Vandervoort P, Thomas JD. An index of early left ventricular filling that combined with pulsed Doppler peak E velocity may estimate capillary wedge pressure. *J Am Coll Cardiol* 1997;29:448-54.
28. Nagueh SE, Kopelen HA, Quiñones MA. Assessment of left ventricular filling pressures by Doppler in the presence of atrial fibrillation. *Circulation* 1996;94:2138-45.
29. Samad BA, Alam M, Jensen-Ustad K. Prognostic impact of right ventricular involvement assessed by tricuspid annular motion in patients with acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2002;90:778-81.
30. Evangelista A, García-Dorado D, García del Castillo H, González-Alujas Y, Soler-Soler J. Cardiac index quantification by Doppler ultrasound in patients without left ventricular outflow tract abnormalities. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:710-6.
31. Otto CM, Pearlman AS, Comess KA, Reamer RP, Janko CL, Huntsman LL. Determination of the stenotic aortic valve area in adults using Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:509-17.
32. Quiñones MA, Otto CM, Stoddard M, Waggoner A, Zoghbi WA. Recommendations for quantification of Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:167-84.
33. Flachskampf FA, Weyman AE, Gillam L, Liu CM, Abascal VM, Thomas JD. Aortic regurgitation shortens Doppler pressure half-time in mitral stenosis: clinical evidence, in vitro simulation and theoretic analysis. *J Am Coll Cardiol* 1990;16:396-404.
34. Karp K, Teien D, Bjerle P, Eriksson P. Reassessment of valve area determinations in mitral stenosis by the pressure half-time method: impact of left ventricular stiffness and peak diastolic pressure difference. *J Am Coll Cardiol* 1989;13:594-9.
35. Loyd D, Ask P, Wranne B. Pressure half-time does not always predict mitral valve area correctly. *J Am Soc Echocardiogr* 1988;1:313-21.
36. Geibel A, Görnandt L, Kasper W, Bubenhelmer P. Reproducibility of Doppler echocardiographic quantification of aortic and mitral valve stenoses: Comparison between two echocardiography centers. *Am J Cardiol* 1991;67:1013-21.
37. Zamorano J, Cordeiro P, Sugeng L, Perez de Isla L, Weinert L, Macaya C et al. Real-time three-dimensional echocardiography for rheumatic mitral valve stenosis evaluation. An accurate and novel approach. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:2091-6.
38. Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, Grayburn PA, Kraft CA, Levine RA et al. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. *Eur J Echocardiogr* 2003;4:237-61.
39. Bolger AF, Eigler NL, Maurer G. Quantifying valvular regurgitation. Limitations and inherent assumptions of Doppler techniques. *Circulation* 1988; 78:1316-8.
40. Robert BJ, Grayburn PA. Color flow imaging of the vena contracta in mitral regurgitation: technical considerations. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:1002-6.
41. Xie GY, Berk MR, Hixson CS, Smith AC, DeMaria AN, Smith MD. Quantification of mitral regurgitant volume by the color Doppler proximal isovelocity surface area method: a clinical study. *J Am Soc Echocardiogr* 1995;8:48-54.
42. Hagenaars T, Gussenhoven EJ, van Essen JA, Seelen J, Honkoop J, van der LA. Reproducibility of volumetric quantification in intravascular ultrasound images. *Ultrasound Med Biol* 2000;26:367-74.
43. Grossman G, Hoffmeister A, Imhof A, Geisler M, Hombach V, Spiess J. Reproducibility of the proximal flow convergence method in mitral and tricuspid regurgitation. *Am Heart J* 2004;147:721-8.
44. Weissman NJ, Panza JA, Tighe JF Jr, Perras ST, Kushner H, Gottdiener JS. Specificity of Doppler echocardiography for the assessment of changes in valvular regurgitation: comparison of side-by-side versus serial interpretation. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:1614-21.
45. Thomas JD, Adams DB, DeVries S, Ehler D, Greenberg N, Garcia M et al. Guidelines and recommendations for digital echocardiography. A report from the Digital Echocardiography Committee of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:287-97.
46. Thomas JD. The DICOM image formatting standard: what it means for echocardiographers. *J Am Soc Echocardiogr* 1995;8:319-27.
47. Thomas JD, Greenberg NL, Garcia MJ. Digital echocardiography 2002: now is the time. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:831-8.
48. Gardin JM, Adams DB, Douglas PS, Feigenbaum H, Forts DH, Fraser A et al. Recommendations for a standardized report for adult transthoracic echocardiography: a report from the American Society of Echocardiography's Nomenclature And Standards Committee and Task Force for a standardized echocardiography report. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15: 275-90.
49. Zuppiroli A, Corrado G, De Cristofaro M. Italian Society of Echocardiography: from operator's education to echocardiography report. Consensus document on echocardiography organizational aspects in Italy. *G Ital Cardiol* 2007;8:49-67.

50. Riesmeier J, Eichelberg M, Kleber K. DICOM structured reporting – a prototype implementation. *Int Cong Series* 2001;1320:795–800.
51. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, Jacobs AK, Kaul S, Laskey WK et al. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart: a statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation* 2002;105: 539–42.
52. Rivas-Gotz C, Manolios M, Thohan V, Nagueh S. Impact of left ventricular ejection fraction on estimation of left ventricular filling pressures using tissue Doppler and flow propagation velocity. *Am J Cardiol* 2003;91:780.
53. Vahanian A, Baumgartner H, Bax J, Butchart E, Dion R, Filippatos G et al. Guidelines of the management of valvular heart disease. *Eur Heart J* 2007;28:230–68.
54. Enriquez-Sarano M, Tribouilloy C. Quantitation of mitral regurgitation: rationale, approach, and interpretation in clinical practice. *Heart* 2002;88 (Suppl. 4):iv1–4.
55. Abbas AE, Fortuin D, Schiller NB. A simple method for noninvasive estimation of pulmonary vascular resistance. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41:1021–7.
56. González-Vilchez F, Ares M, Ayuela J, Alonso L. Combined use of pulsed and color M-mode Doppler echocardiography for the estimation of pulmonary capillary wedge pressure: an empirical approach based on an analytical relation. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:515–23.