

# DIU TUSAR

Bordeaux – Lundi 18 décembre 2023

## Fonction systolique du ventricule gauche

Philippe Vignon  
Réanimation Polyvalente  
Inserm CIC 1435  
CHU Limoges



### Généralités

- ❖ Motif le plus **fréquent** pour réaliser une échocardiographie
- ❖ Doit être évaluée **systématiquement** au cours d'une échocardiographie (quelle que soit l'indication)
- ❖ Niveau basique : évaluation semi-quantitative (visuelle)
- ❖ Niveau avancé : évaluation **quantitative** (mesure)
- ❖ Aucun paramètre n'évalue directement la contractilité, mais la fonction systolique qui dépend des **conditions de charge** du VG
- ❖ Requiert un entraînement spécifique (courbe d'**apprentissage**)
- ❖ Peut **varier** rapidement dans le temps : évaluations répétées.

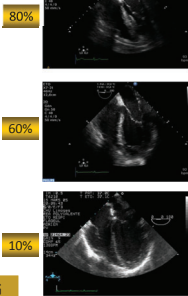
### Généralités

### FEVG & apparentés

## Fraction d'éjection (FEVG)

$$FE (\%) = \frac{VTD - VTS}{VTD} (mL)$$

- ❖ Paramètre de fonction systolique VG le plus utilisé
- ❖ Intègre la **contractilité** myocardique et les **conditions de charge** du VG (précharge & postcharge)
- ❖ Indice de fonction systolique du VG "**normalisé**" par la géométrie du VG et la précharge (volume télédiastolique)
- ❖ Valeur normale : couplage ventriculo-artériel efficient.



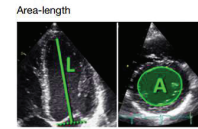
Fraction d'éjection = Volume d'éjection systolique / Précharge VG

### Généralités

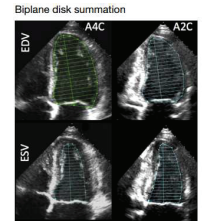
### FEVG & apparentés

## FEVG : mesure dans le grand axe du coeur

**GUIDELINES AND STANDARDS**  
Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging



Fondée sur des **assomptions géométriques**



Corrige les **distorsions anatomiques** (moins d'assomptions)

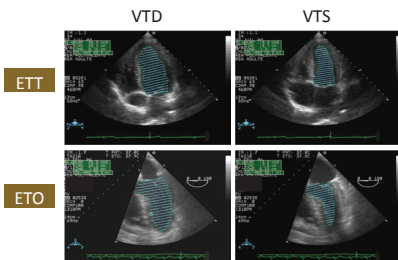
Lang RM et al. JASE 2015; 28:1-39

### Généralités

### FEVG & apparentés

## FEVG : mesure en vue des 4 cavités

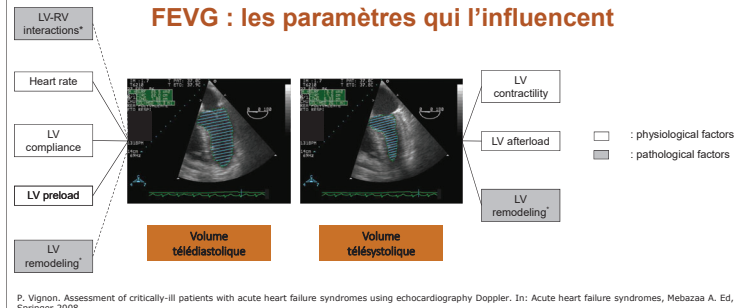
- ❖ Ne pas tronquer la **vue 4 cavités**
- ❖ Identifier **précisément** l'anneau mitral septal et latéral, puis la pointe du VG
- ❖ Inclure les muscles papillaires et les trabéculations **dans** la cavité VG
- ❖ **Ajuster** le traçage de l'endocarde manuellement avant validation
- ❖ Répéter en **télédiastole** et **télésystole** (± en **2 cavités** et moyenner).



### Généralités

### FEVG & apparentés

## FEVG : les paramètres qui l'influencent



Généralités

FEVG & apparentés

## FEVG : influence de la postcharge

**Early Preload Adaptation in Septic Shock?**  
A Transesophageal Echocardiographic Study  
Antoine Vieillard-Baron, M.D.,\* Jean-Marie Schmitt, M.D.,† Alain Beauchet, M.D.,‡ Roch Augarde, M.D.,‡ Sébastien Piri, M.D.,‡ Bernard Pègne, M.D.,§ François Jardi, M.D.‡

$r = 0.73$   
 $p < 0.001$

SAP/LVESV (Succédané de Emax : contractilité VG)

Vieillard-Baron A et al. *Anesthesiology* 2001; 94: 400-6

**Left ventricular systolic dysfunction during septic shock: the role of loading conditions**  
Florence Besson<sup>1,2,3,4,5,6</sup>, Agnès Pataut<sup>1,2</sup>, Aurélien Semoun<sup>1,2</sup>, Alexandre Sola<sup>1,2</sup>, Anassyl B. Bala<sup>1,2</sup>, Nicolas de Prost<sup>1,2</sup>, Pascal Leno<sup>1</sup>, Christian Brundel<sup>1,2</sup> and Armand Aschmann<sup>1,2,3,4,5,6</sup>

$r = 0.71$ ,  $p < 0.001$ ,  $n = 132$

Left ventricle ejection fraction (%)

*Intensive Care Med* 2017 43: 433-42

Généralités

FEVG & apparentés

## FEVG : valeurs normales

Normal range: 50 to 70%

Pes = 50, 100, 150, 200 mmHg  
Vo = 0 ml, Emax = 3

Robotham JL et al. *Anesthesiology* 1991 ; 74 : 172-83.

**GUIDELINES AND STANDARDS**  
Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging

Table 2 Normal values for 2D echocardiographic parameters of LV size and function according to gender

| Parameter                    | Male       |            | Female     |            |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                              | Mean ± SD  | 2-SD range | Mean ± SD  | 2-SD range |
| LV internal dimension        |            |            |            |            |
| Diastolic dimension (mm)     | 50.2 ± 6.1 | 42.0-58.4  | 45.0 ± 5.6 | 37.8-52.2  |
| Systolic dimension (mm)      | 32.4 ± 5.7 | 25.0-39.8  | 28.2 ± 3.3 | 21.8-34.8  |
| LV volumes (L)               |            |            |            |            |
| EDV (mL)                     | 156 ± 32   | 85-190     | 78 ± 15    | 45-106     |
| ESV (mL)                     | 41 ± 10    | 21-61      | 28 ± 7     | 14-42      |
| LV volumes normalized by BSA |            |            |            |            |
| EDV (mL/m <sup>2</sup> )     | 54 ± 10    | 34-74      | 45 ± 8     | 29-61      |
| ESV (mL/m <sup>2</sup> )     | 21 ± 5     | 11-31      | 16 ± 4     | 8-24       |
| LV EF (L/min)                | 62 ± 7     | 45-79      | 54 ± 7     | 34-74      |

BSA, body surface area; EDV, end-diastolic volume; EF, ejection fraction; ESV, end-systolic volume; LV, left ventricle; SD, standard deviation.

Généralités

FEVG & apparentés

## FEVG : évaluation semi-quantitative visuelle : Jr vs Sr

Basic critical care echocardiography: Validation of a curriculum dedicated to noncardiologist residents\*

Philippe Vignon, MD, PhD, Frédérique Muske, MD, Frédéric Batais, MD, Benoît Marin, MD, Jérôme Croze, MD, Taisa Brouqui, MD, Cedric Polakoff, MD, Patrick Serres, MD, Christophe Truffin, MD, Alexandra Wachmann, MD, Anthony Dugard, MD, Jean-Bernard Amiel, MD

(*Crit Care Med* 2011; 39:636-642)

Table 4. Assessment of global left ventricular systolic function (n = 193)\*

| Assessment by Experienced Intensivist | Assessment by Residents |                      |                    |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|
|                                       | Normal                  | Moderately Depressed | Severely Depressed |
| Normal                                | 111                     | 7                    | 1                  |
| Moderately depressed                  | 7                       | 30                   | 3                  |
| Severely depressed                    | 0                       | 9                    | 25                 |

- 201 patients de réanimation évalués par 6 internes en ETT
- Formation de 12 h et 33 ETT / interne en moyenne.

Généralités

FEVG

## FEVG : expert ETT portable vs ETO Simpson biplan

Visual assessment of LVEF with the full-feature system

|                             | Increased LVEF > 75% | Normal LVEF: 50-75% | Moderately depressed LVEF: 30-49% | Severely depressed LVEF < 30% |
|-----------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 94 patients<br>Kappa = 0.75 |                      |                     |                                   |                               |
| Increased                   | 3                    | 5                   | 0                                 | 0                             |
| Normal                      | 6                    | 43                  | 2                                 | 0                             |
| Moderately depressed        | 0                    | 2                   | 11                                | 1                             |
| Severely depressed          | 0                    | 0                   | 4                                 | 7                             |

Généralités

FEVG

## FEVG : interpretation (cardiologie)

**ESC** European Society of Cardiology

**2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure**

Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC)

With the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC

Table 3 Definition of heart failure with reduced ejection fraction, mildly reduced ejection fraction and preserved ejection fraction

| Criteria | HFrEF             | HFmrEF            | HFpEF                                                                                                                                                                                                   |
|----------|-------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Symptoms & Signs* | Symptoms & Signs* | Symptoms & Signs*                                                                                                                                                                                       |
| 2        | LVEF ≤ 40%        | LVEF 41-49%       | LVEF ≥ 50%                                                                                                                                                                                              |
| 3        | —                 | —                 | Objective evidence of cardiac structural and/or functional abnormalities consistent with the presence of LV diastolic dysfunction based on LV filling pressures, including raised natriuretic peptides* |

Généralités

FEVG

## FEVG : interpretation (réanimation)

Facteurs confondants

- FEVG > 65 % : VG "hyperkinétique" (vasoplégie fréquente)
- 50 % < FEVG < 65 % : fonction systolique VG normale
- 30 % < FEVG < 50 % : dysfonction systolique modérée
- FEVG < 30 % : dysfonction systolique sévère.

- Anomalie de contraction segmentaire (étendue ou non / même plan ou non) ?
- Fréquence cardiaque, dysrythmie ?
- Valvulopathie (surcharge en volume / pression; aiguë / chronique) ?
- Traitement en cours (inotropes, vasopresseurs; doses) ?
- Contexte clinique (cause de dysfonction aiguë réversible) ?
- Température corporelle ?

Généralités

FEVG

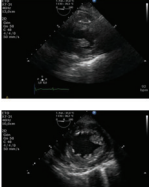
Succédanés  
FEVG

## Fraction de reduction de surface (FRS)

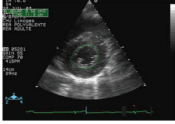
- ❖ Coupe **reproductible** : repères anatomiques (muscles papillaires)
- ❖ Raccourcissement du VG principalement le long de son petit axe
- ❖ Inclure les muscles papillaires et trabéculations dans la cavité VG
- ❖ Les **territoires de perfusion des trois principales coronaires** sont représentés
- ❖ Valeur normale : **35 à 65 %**.



70%



40%



5%



40%

Généralités

FEVG

Succédanés  
FEVG

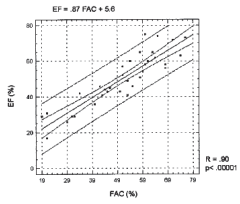
## FRS et FEVG

Journal of Intensive Care Medicine 2015 30:100-105

**Early Preload Adaptation in Septic Shock?**

*A Transesophageal Echocardiographic Study*

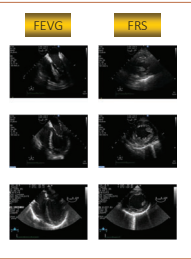
Amour, Mehrez, et al. J Intensive Care Med 2015 30:100-105. DOI: 10.1177/1073210214561000



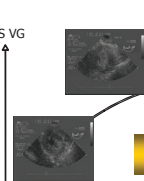
Corrélation FEVG et FRSVG

FEVG

FRS



VES VG



Epreuves de remplissage

VTD VG



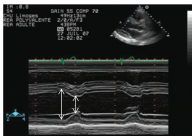
Généralités

FEVG

Succédanés  
FEVG

## Fraction de raccourcissement de diamètre

- ❖ Mode Temps-Mouvement (TM)
- ❖ Haute résolution temporelle mais évaluation limitée à une ligne
- ❖ **Strictement perpendiculaire** aux parois VG, au sommet de la valve mitrale
- ❖ Risque de **sur- / sous-estimation** de la fonction systolique globale du VG si anomalie de contraction segmentaire (étendue)
- ❖ Valeur normale : **25-45%**.

### Transthoracic echocardiography

Indices of LV pump function:

Fractional shortening

Fractional area change

Ejection fraction

Measurements performed:

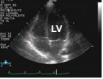
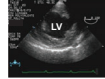
LV diameters

LV areas

LV volumes

Echocardiographic views:




Parasternal long-axis view

Parasternal short-axis view

Apical 4-chamber view

Transgastric short-axis view

Transesophageal 4-chamber view

### Transesophageal echocardiography

Indices of LV pump function:

Fractional area change

Ejection fraction

Measurements performed:

LV areas

LV volumes

P. Vignon. Assessment of critically-ill patients with acute heart failure syndromes using echocardiography Doppler. In: Acute heart failure syndromes, Mebazaa A. Ed, Springer 2008

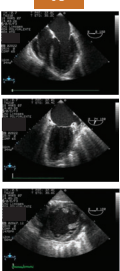
Généralités

FEVG

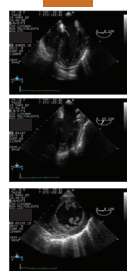
Succédanés  
FEVG

## Suivi évolutif sous traitement / spontané

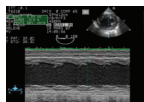
J0



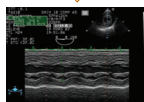
J1



J0



J1



H0

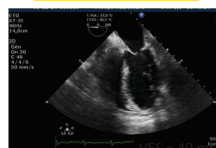
H2

H3

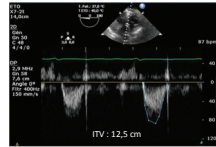
BSL 8:41

↑ NAD 10:35

NAD + DOBU 5μ 11:01



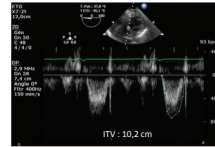
VES = 40 ml



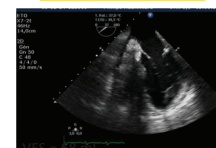
ITV : 12,5 cm



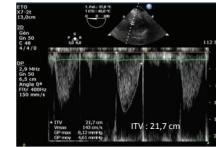
VES = 47 ml



ITV : 10,2 cm



VES = 47 ml



ITV : 21,7 cm

Généralités

FEVG

Succédanés FEVG

Au-delà de la FEVG

Loading conditions

Myocardial fiber shortening

Myocardial contractility

Heart rate

Cardiac output

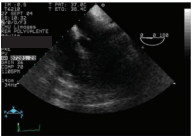
Stroke volume

Peripheral resistance

Arterial pressure

Myocardial fiber shortening

Left ventricular size



• CO: 7,5 L/min

• CI: 4,2 L/min/m<sup>2</sup>

• LVS: 54 mL

• LVEDV: 140 mL

• CO: 8,4 L/min

• CI: 4,3 L/min/m<sup>2</sup>

• LVS: 66 mL

• LVEDV: 87 mL

Vignon P. Curr Opin Crit Care 2005 ; 11 : 227-34

Généralités

FEVG

Succédanés FEVG

Au-delà de la FEVG



|                             | VES (mL) | FEVG (%) | DTD (mm) |
|-----------------------------|----------|----------|----------|
| Normal                      | 60       | 65       | 50       |
| Cardiopathie dilatée        | 60       | 20       | 75       |
| Cardiopathie hypertrophique | 50       | 75       | 35       |

Généralités

FEVG

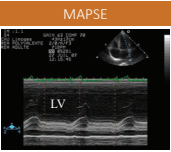
Succédanés FEVG

Au-delà de la FEVG

Autres paramètres

Déplacement systolique de l'anneau mitral

MAPSE



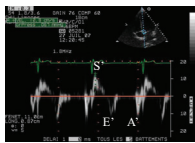
< 7 mm: FE < 30%; > 10 mm: FE > 50%

❖ M-mode : anneau latéral et septal

❖ Faisabilité même si qualité moyenne, reproductible

❖ Estimation erronée si contraction anormale des segments basaux.

Doppler tissulaire anneau tricuspid



Normal: Vmax S' > 9 cm/s (lateral)

No ASE recommendation

Alam M et al. Clin Physiol 1992 ; 4 : 443-5

Alam M et al. JASE 1999 ; 12 : 618-28

Généralités

FEVG

Succédanés FEVG

Au-delà de la FEVG

Autres paramètres

Strain longitudinal du VG

GUIDELINES AND STANDARDS

Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging

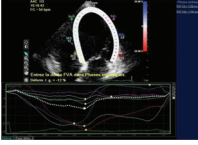
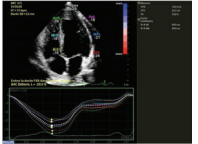
Table 1 (Continued)

| Parameter and method                                                                          | Technique                                                                            | Advantages                                            | Limitations        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------|
| Global Longitudinal Strain: Peak value of 1D longitudinal speckle tracking derived strain (%) |  | • Angle independent<br>• Established prognostic value | • Vendor dependent |

"Normal value" < -20%

-20 % (normal)

-12 % (bas)



Généralités

FEVG

Succédanés FEVG

Au-delà de la FEVG

Autres paramètres

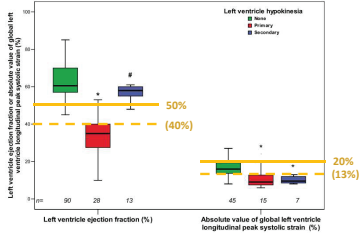
Strain longitudinal du VG

ORIGINAL

Left ventricular systolic dysfunction during septic shock: the role of loading conditions

Florence Boucek<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100</sup>

Nicolas de Prost<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100</sup>



Fonction systolique du VG

1. FEVG : ne reflète pas la contractilité VG (conditions de charge)

2. FEVG : paramètre "normalisé" prenant en compte la géométrie du VG (remodelage) et la précharge

3. FEVG : évaluation semi-quantitative visuelle efficace

4. FEVG : quantification par méthode de Simpson (biplan)

5. Le VES du VG peut être généré par un VG dilaté peu contractile

6. Evaluation répétée de la fonction VG nécessaire : effet & tolérance du traitement, dysfonction transitoire...

