Séminaire Echographie du Patient Aigu
Faculté de Médecine Nîmes – 16 au 18 Décembre 2013

ECHOGRAPHIE PLEURO-PULMONAIRE
Perspectives dans l'évaluation de la FONCTION DIAPHRAGMATIQUE

Dr BONNEC J.M.(1) (2)

Dr BOBBIA X. (1) – Dr CLARET P.G. - Pr DE LA COUSSAYE J.E. (1)

(1) Pôle Anesthésie Réanimation Douleur Urgences - GHU Carémeau-Nîmes

(2) Pôle Urgences – SAMU – SMUR – CH Perpignan

Perspectives
Intérêt de l'étude échographique du diaphragme:

- ➢ Moindre recours aux rayons ionisants
- ➢ Moins aléatoire que les techniques radiologiques

Dragan et al. ***Journal of Cardiothoracic Surgery*, 2013**

- ➢ Possible au lit du patient
- ➢ Alternative aux techniques tels que la fluoroscopie, stimulation phrénique…

Matériel et abords

Matériel:

- ➢ Sonde basse fréquence 2,5-3,5 MHz en TM (ou TM anatomique)
- ➢ Vitesse de défilement lente (*Vit Def TM*)

Position de sonde:

- ➢ <u>Hémi-diaphragme droit: fenêtre hépatique</u>

= fenêtre sous costale entre la ligne médioclaviculaire et axilaire antérieure

- ➢ <u>Hémi-diaphragme gauche: fenêtre splénique</u>

= fenêtre sous costale entre la ligne médioclaviculaire et axilaire antérieure

Matériel et abords

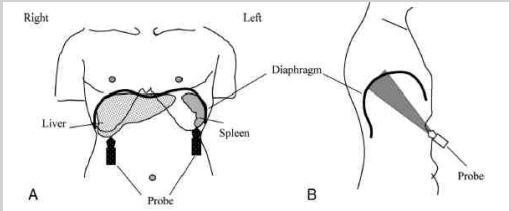
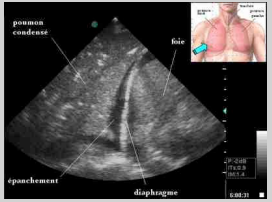


FIGURE 1. Ultrasonographic approach of the right and left hemidiaphragms. The liver and spleen were used as acoustic windows. *Left, A:* For the right hemidiaphragmatic study, the probe was positioned below the right costal margin between the midclavicular and anterior axillary lines. The left diaphragmatic was studied from a low intercostal or subcostal approach. The probe was positioned between the midaxillary and anterior axillary lines. *Right, B:* The probe angled cranially so that the ultrasound beam reached perpendicularly the posterior part of the diaphragm.

Sonde orientée en position médiale, crâniale et postérieure.

Diaphragme en Mode B



- **Le diaphragme** :
  - ➢ Ligne hyperéchogène arrondie concave bas
  - ➢ Séparant le poumon (ou l'épanchement) et le foie à droite, ou la rate à gauche.
- **A l'inspiration**: aplati, Ep=4mm
- **A l'expiration**: concave, Ep=6 mm

Diaphragme en Mode B

FIGURE 3. Two-dimensional ultrasonographic image of the left hemidiaphragm (arrow).

FIGURE 2. Two-dimensional ultrasonographic image of the right hemidiaphragm (arrow).

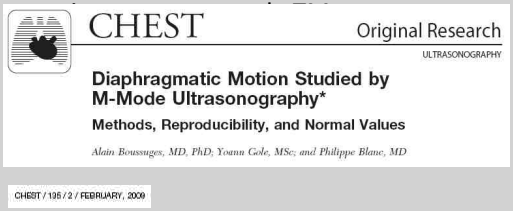
Diaphragme en Mode TM

TM « classique »

TM anatomique

Diaphragme en Mode TM

- **A l'inspiration le diaphragme a un mouvement de descente crânio-caudale** =>



CHEST Original Research

ULTRASONOGRAPHY

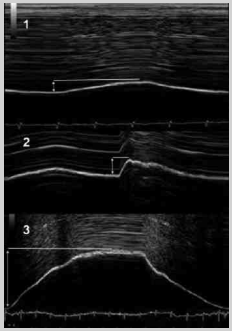
Diaphragmatic Motion Studied by M-Mode Ultrasonography*

Methods, Reproducibility, and Normal Values

Alain Boussuges, MD, PhD; Yoann Gole, MSc; and Philippe Blanc, MD

CHEST / 135 / 2 / FEBRUARY, 2009

Diaphragme en Mode TM

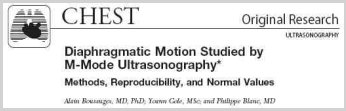


➢ Respiration calme

➢ Inspiration forcée (sniff test)

➢ Respiration profonde

Diaphragme en mode TM



CHEST Original Research

ULTRASONOGRAPHY

Diaphragmatic Motion Studied by M-Mode Ultrasonography*

Methods, Reproducibility, and Normal Values

Alain Boussuges, MD, PhD, Yoann Gole, MSc, and Philippe Blanc, MD

- Etude chez 180 volontaires sains (EFR)
- Définition de **valeur moyenne de course diaphragmatique**
- Etude de **la reproductibilité** de mesure pour un observateur et entre 2 observateurs

Diaphragme en Mode TM

Table 2—*Right Diaphragmatic Excursions and Limit Values in Men and Women**

Variables	Men, cm	Women, cm	p Value
Quiet breathing	1.8 ± 0.3 (1.1–2.5)	1.6 ± 0.3 (1–2.2)	< 0.001
Voluntary sniffing	2.9 ± 0.6 (1.5–4.4)	2.6 ± 0.5 (1.6–3.6)	< 0.001
Deep breathing	7 ± 1.1 (4.7–9.2)	5.7 ± 1 (3.6–7.7)	< 0.001

*Data are presented as mean ± SD (5th to 95th percentile).

Table 3—*Left Diaphragmatic Excursions and Limit Values in Men and Women**

Variables	Men, cm	Women, cm	p Value
Quiet breathing	1.8 ± 0.4 (1–2.6)	1.6 ± 0.4 (0.9–2.4)	0.002
Voluntary sniffing	3.1 ± 0.6 (1.9–4.3)	2.7 ± 0.5 (1.7–3.7)	< 0.001
Deep breathing	7.5 ± 0.9 (5.6–9.3)	6.4 ± 1 (4.3–8.4)	< 0.01

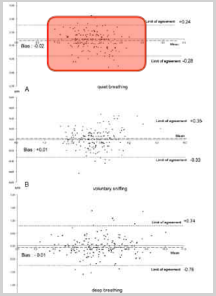
*Data are presented as mean ± SD (5th to 95th percentile).

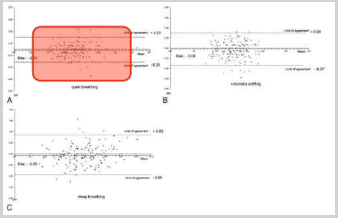
- Course diaphragmatique moyenne en respiration calme:

➢ **18 mm chez l'homme**

➢ **16 mm chez la femme**

Diaphragme en Mode TM





- **Bonne reproductibilité** intra et inter-observateur

Etude de la dysfonction diaphragmatique

- Peu de travaux sur la dysfonction diaphragmatique induite par la ventilation (VIDD)
- **Travaux indexés => Postopératoires**

Ultrasonographic Diagnostic Criterion for Severe Diaphragmatic Dysfunction After Cardiac Surgery*

Nicolas Lerolle, MD; Emmanuel Guérot, MD; Saoussen Dimassi, MD; Rachid Zegdi, MD, PhD; Christophe Faisy, MD, PhD; Jean-Yves Fagon, MD, PhD; and Jean-Luc Diehl, MD

CHEST / 135 / 2 / FEBRUARY, 2009

Diaphragm Movement Before and After Cholecystectomy: A Sonographic Study

Jean Ayoub, MD, PhD*§, Robert Cohendy, MD, PhD†, Jacques Prioux, PhD§, Saïd Ahmaïdi, PhD‖, Jean Marie Bourgeois, MD‖, Michel Dauzat, MD, PhD*, Michèle Ramonatxo, PhD§, and Christian Préfaut, MD‖

Departments of *Medical Imaging, †Anesthesia and Intensive Care, and ‖Ultrasound, University Hospital, Nimes; §Laboratory of Physiological Interactions, University Hospital, Montpellier; and ‖Sciences and Sport University, Amiens, France

Anesth Analg 2001;92:755–61

Etude de la dysfonction diaphragmatique

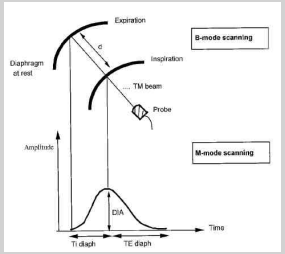
Diaphragm Movement Before and After Cholecystectomy: A Sonographic Study

Jean Ayoub, MD, PhD*§, Robert Cohendy, MD, PhD†, Jacques Prioux, PhD§, Saïd Ahmaïdi, PhD‖, Jean Marie Bourgeois, MD‖, Michel Dauzat, MD, PhD*, Michèle Ramonatxo, PhD§, and Christian Préfaut, MD‖

Departments of *Medical Imaging, †Anesthesia and Intensive Care, and ‖Ultrasound, University Hospital, Nimes; §Laboratory of Physiological Interactions, University Hospital, Montpellier; and ‖Sciences and Sport University, Amiens, France

- Etude échographique avant et après cholescystectomie (+/- 1 jour)
- 14 patients, même protocole anesthésique
- 7 open et 7 laparostic cholescytectomy
- Pas de complications respiratoires post-op

Etude de la dysfonction diaphragmatique



- Ti : temps inspi diaphragmatique
- TE: temps expi diaphragmatique
- **Ttot=Ti+TE**
- **DIA: amplitude diaphragmatique inspiratoire en TM**

Etude de la dysfonction diaphragmatique

Table 2. Sonographic Measurement Before and After Laparoscopic Cholecystectomy

	Before surgery	After surgery	*P*
T_i diaph (s)	1.4 ± 0.2	1.2 ± 0.3	0.058
T_{TOT} diaph (s)	3.2 ± 0.3	2.6 ± 0.4	0.009
T_i diaph/T_{TOT} diaph (%)	43 ± 6	45 ± 7	0.155
DIA (cm), quiet breathing	1.4 ± 0.2	0.9 ± 0.1	0.009
DIV (cm/s^{-1})	1.0 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.075
DEV (cm/s^{-1})	0.8 ± 0.1	0.7 ± 0.2	0.173
DIA (cm), deep inspiration	6.0 ± 0.8	3.0 ± 1.8	0.009

Data are expressed as mean ± sD.
T_i diaph = diaphragmatic inspiratory time, T_{TOT} diaph = diaphragmatic total respiratory time cycle as measured by M-mode sonography; DIA = quiet and deep diaphragmatic inspiratory amplitude, DIV = diaphragmatic inspiratory velocity, DEV = diaphragmatic expiratory velocity.

Table 3. Sonographic Measurement Before and After Open Cholecystectomy

	Before surgery	After surgery	*P*
T_i diaph (s)	1.5 ± 0.3	1.2 ± 0.4	0.088
T_{TOT} diaph (s)	3.6 ± 0.7	3.1 ± 0.6	0.009
T_i diaph/T_{TOT} diaph (%)	41 ± 4	41 ± 13	0.36
DIA (cm), quiet breathing	1.6 ± 0.3	1.2 ± 0.3	0.009
DIV (cm/s^{-1})	1.1 ± 0.2	0.1 ± 0.2	0.08
DEV (cm/s^{-1})	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.2	0.337
DIA (cm), deep inspiration	6.1 ± 1.3	3.1 ± 1.6	0.009

Data are expressed as mean ± sD.
T_i diaph = diaphragmatic inspiratory time, T_{TOT} diaph = diaphragmatic total respiratory time cycle as measured by M-mode sonography; DIA = quiet and deep diaphragmatic inspiratory amplitude, DIV = diaphragmatic inspiratory velocity, DEV = diaphragmatic expiratory velocity.

- L' échographie diaphragmatique permet une évaluation simple de la dysfonction diaphragmatique postopératoire

Etude de la dysfonction diaphragmatique

Ultrasonographic Diagnostic Criterion for Severe Diaphragmatic Dysfunction After Cardiac Surgery*

Nicolas Lerolle, MD; Emmanuel Guérot, MD; Saoussen Dimassi, MD; Rachid Zegdi, MD, PhD; Christophe Faisy, MD, PhD; Jean-Yves Fagon, MD, PhD; and Jean-Luc Diehl, MD

CHEST / 135 / 2 / FEBRUARY, 2009

- Objectif: définir des critères objectifs échographiques de dysfonction diaphragmatique
- Méthode de référence: mesure de pression trans-diaphragmatique

Etude de la dysfonction diaphragmatique

- **Critères d'inclusion:**

➢ VM prolongée > 7 jours post op

➢ Glasgow coma scale score > 14

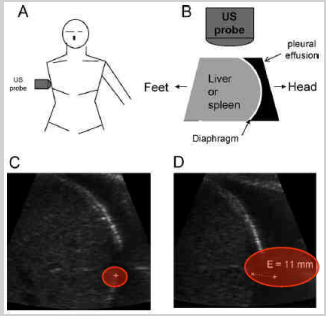
➢ Hemodynamic stability without vasopressor use

➢ Inspired fraction of oxygen < 50%, and positive end-expiratory pressure level 5 cm H2O

➢ No suspected or ongoing sepsis or uncompensated cardiac failure

= 28 patients de HEGP (PAC, Valve)

Etude de la dysfonction diaphragmatique



Fin Expi normale — Fin Inspi maximale

- **Correlation aux mesures de pression transdiaphragmatique par l'index de Gilbert (IG)**
- IG > à 0,30

➢ Pas de dysfct°

- IG 0 à 0,30

➢ Dysfct° modérée

- IG < 0,30

➢ Dyscft° sévère

Etude de la dysfonction diaphragmatique

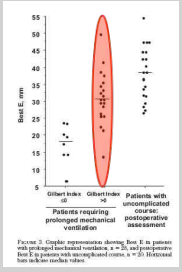


FIGURE 3. Graphic representation showing Best E in patients with prolonged mechanical ventilation, n = 20, and postoperative Best E in patients with uncomplicated course, n = 20. Horizontal bars indicate median values.

*Table 2—Ultrasonographic Observations in Cardiac Surgery Patients With Uncomplicated Postoperative Course Evaluated Before and After Cardiac Surgery and in Patients Receiving Prolonged Mechanical Ventilation**

Variables	Uncomplicated Postoperative Course, n = 20		Prolonged Mechanical Ventilation, n = 28	
	Before Surgery	After Surgery	Gilbert Index < 0, n = 20	Gilbert Index ≤ 0, n = 8
Akinetic/dyskinetic hemidiaphragm, No. of patients	0	31	4	8§
E-left, mm	47 (13)	27 (10)†	19 (18)¶	0 (22)§
E-right, mm	50 (7)	32 (10)‡	30 (10)#	15 (11)‖
Best E, mm	51 (12)	37 (11)‡	30 (10)**	19 (7)‖

- Cut off = 25 mm
- **Si Best E> 25 mm**

=> Pas de dysfonction diaphragmatique

=> Facile à réaliser, reproductible et objectif

Perspectives: Etude de la fonction diaphragmatique et traumatologie

- Dysfonction **« d'origine centrale »**:

Comparison of ultrasonographic renal excursion to fluoroscopic diaphragmatic excursion for the assessment of diaphragmatic function in patients with high cervical cord injury.

Bih LI. ***Arch Phys Med Rehabil***, 2004

- Dysfonction **« d'origine périphérique »**:

Blunt traumatic rupture of the diaphragm: sonographic diagnosis.

Kim HH. ***J Ultrasound Med***, 1997

Bedside emergency ultrasonographic diagnosis of diaphragmatic rupture in blunt abdominal trauma.

Blaivas. ***Am J Emerg Med***, 2004

Perspectives: Etude de la fonction diaphragmatique et dyspnée aigue

- **« D'étiologie musculaire »:**

Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation.

Kim WY, ***Crit Care Med***, 2011

Ultrasonographic evaluation of the diaphragm in patients with amyotrophic lateral sclerosis.

Yoshioka Y, ***Respirology***, 2007

- **« D'étiologie parenchymateuse »:**

Right diaphragmatic kinetics measured by TM-mode ultrasonography with concomitant spirometry in normal subjects and asthmatic patients.

Targhetta R, ***Rev Med Interne***, 1995

Perspectives: en ALR

- Monitoring de parésie phrénique après bloc interscalénique

Boregat A, *Anesthesiology*, 2000

Lee JH, Can J Anaesth, 2011

- Hemidiaphragmatic paresis can be avoided in ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block.

Renes SH, *Reg Anesth Pain Med*, 2009

Perspectives: En Réanimation

Dysfonction diaphragmatique acquise sous VM et échec de sevrage

- Peu de travaux pertinents annexés
- Probable voie de recherche clinique

- => **Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation.**

Kim WY, *Crit Care Med*, 2011

Course < 10 mm = dysfonction diaphragmatique

88 patients en VSAI avec VM > 48 heures

24 patients avec dysfonction retenue

Temps de sevrage: 401 H (336-612) vs 99 H (24

Dysfonction diaphragmatique iatrogène et contrôle d'IOT

Secondary confirmation of endotracheal tube position by ultrasound image

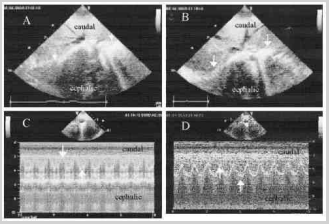
Kai-Sheng Hsieh; Cheng-Liang Lee; Chu-Chung Lin; Ta-Cheng Huang; Ken-Pen Weng; Wen-Hsien Lu

Crit Care Med 2004 Vol. 32, No. 9 (Suppl.)

- Confirmation du caractère non sélectif de l'intubation

=> Cinétique diaphragmatique harmonieuse de façon bilatérale

Dysfonction diaphragmatique iatrogène et contrôle d'IOT

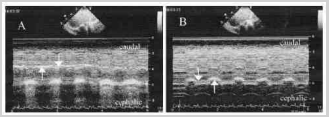


- Abord des deux hémidiaphragmes en sous xyphoidien (pédia)

➢ cinétique diaphragmatique harmonieuse

➢ Mouvement de descente caudale inspiratoire des deux cotés

Dysfonction diaphragmatique iatrogène et contrôle d'IOT



- Descente caudale du diaphragme droit à l'inspiration
- Mouvement paradoxal de descente du diaphragme gauche à l'expiration

=> Intubation

Conclusion : échographie pleuro-pulmonaire (et plus…)

La démarche « Echographie Clinique »

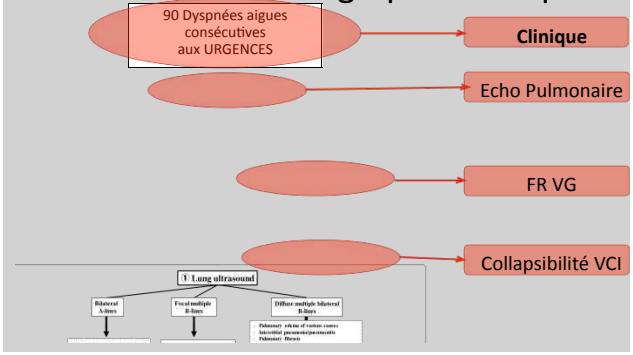
Une réflexion échographique **« clinicienne »** intégrée

2012

90 Dyspnées aigues consécutives aux URGENCES

Conclusion : échographie pleuro-pulmonaire (et plus…)

La démarche « Echographie Clinique »



Conclusion : échographie pleuro-pulmonaire (et plus…)

La démarche « Echographie Clinique »

ile 2 Plasma BNP, lung ultrasound alone or combined h BNP, cardiac findings, and the LCI integrated asound for diagnosis of AHFS

	Sensitivity (%)	Specificity (%)	NPV (%)	PPV (%)	Accuracy (%)
≥100 pg/ml	92.4	35.1	76.4	67.1	68.8
ningham ria*	79.2	56.7	65.6	64.6	70.0
g ultrasound e	96.2	54.0	90.9	75.0	78.8
Lung ound and (≥100 pg/ml)	88.6	67.6	80.6	79.8	80.0
ced EF F <40%)	26.4	86.5	45.1	73.7	51.1
or TR ≥ lerate	92.4	81.0	88.2	87.5	87.7
collapsibility %	83.0	81.1	76.9	86.3	82.2
preserved EF MR ≥ moderate	56.7	100.0	61.6	100.0	67.0

Réflexion clinique
+
Gestion échographique intégrée
=
Garant de la performance diagnostique