

MONITORAGE DE LA FONCTION DIAPHRAGMATIQUE AU COURS DU SEVRAGE DE LA VM

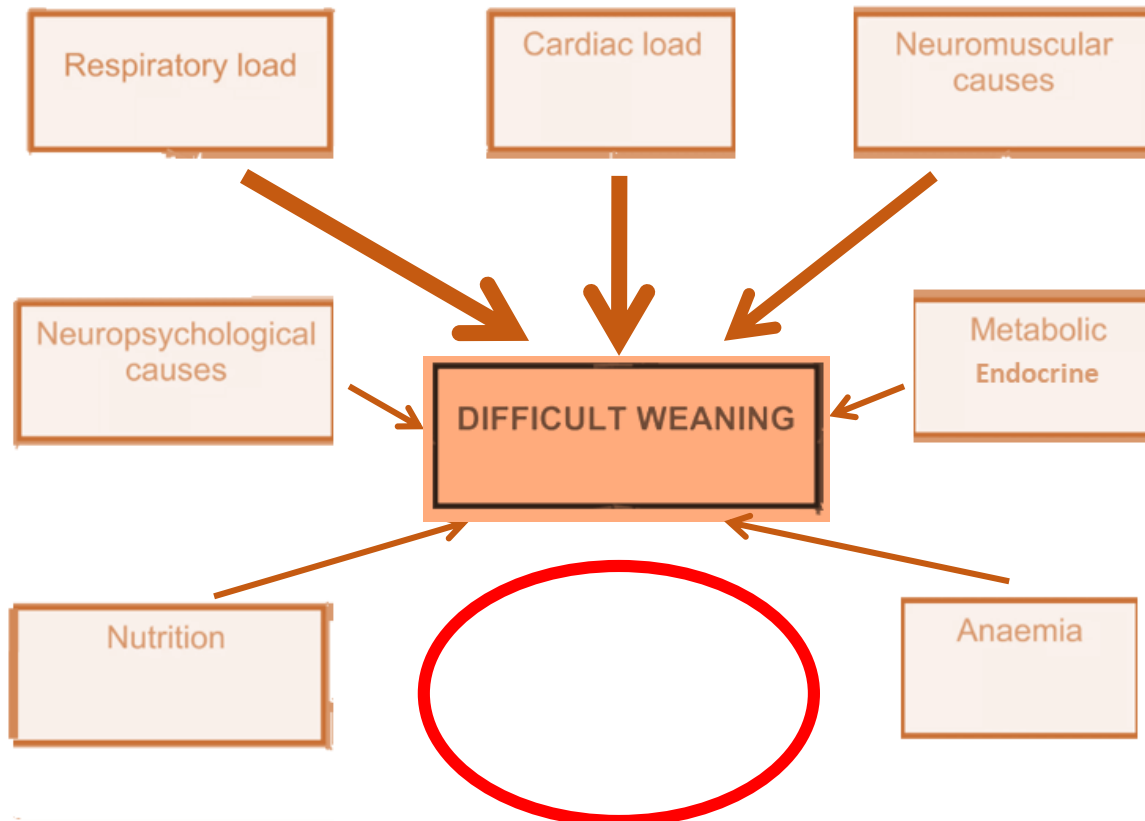
A. Trifi
PHU, MEDECINE INTENSIVE REANIMATION
CHU LA RABTA, TUNIS



28^e congrès National de l'ATR
Hammamet, Tunisie

Sevrage de la VM

- Processus de transition: Dépendance au ventilateur ►►► Respiration autonome
- Succès ou échec : Divers facteurs sous-jacents



Sevrage de la VM

■ Définir le meilleur moment : **DÉFI**

Sevrage prématuré:
Extubation Précoce, ↑Échec de sevrage,
↑ Réintubation

Extubation retardée:
▶ ↑VM, VAP, ↑ DS, ↑ Mortalité, ↑ Coûts des soins
▶ **Dysf/Atrophie diaph induite par la VMC (VIDD)**



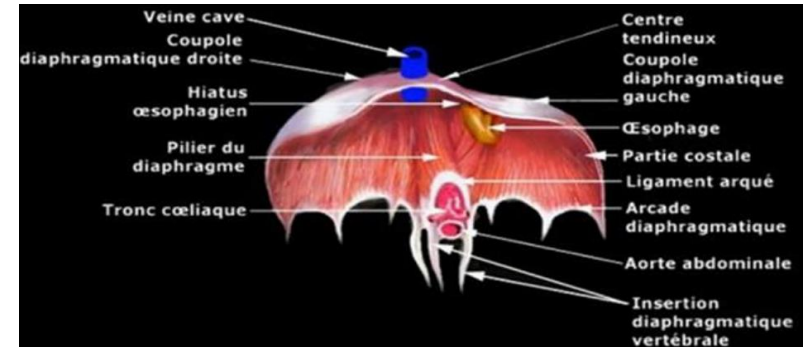
■ Méthode sûre et efficace pour aider à sélectionner le moment optimal= **NÉCESSITÉ**

▶ ▶ ▶ **Études axées sur le diaphragme**

Diaphragme: Anatomie



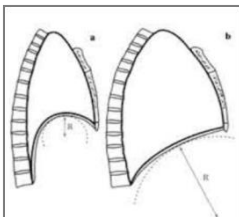
- Cloison musculoaponévrotique séparant thorax / abdomen
- Muscle large et mince renforcé par un centre tendineux
- Forme en voûte concave en bas et en avant / **2 parties**



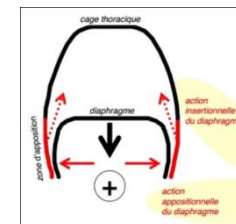
Diaphragme: Physiologie



- Action du diaphragme dépend de **sa FORCE DE CONTRACTION**
- ►► Transformation en Pr Th-Abd et en déplacements



FORCE INSERTIONNELLE

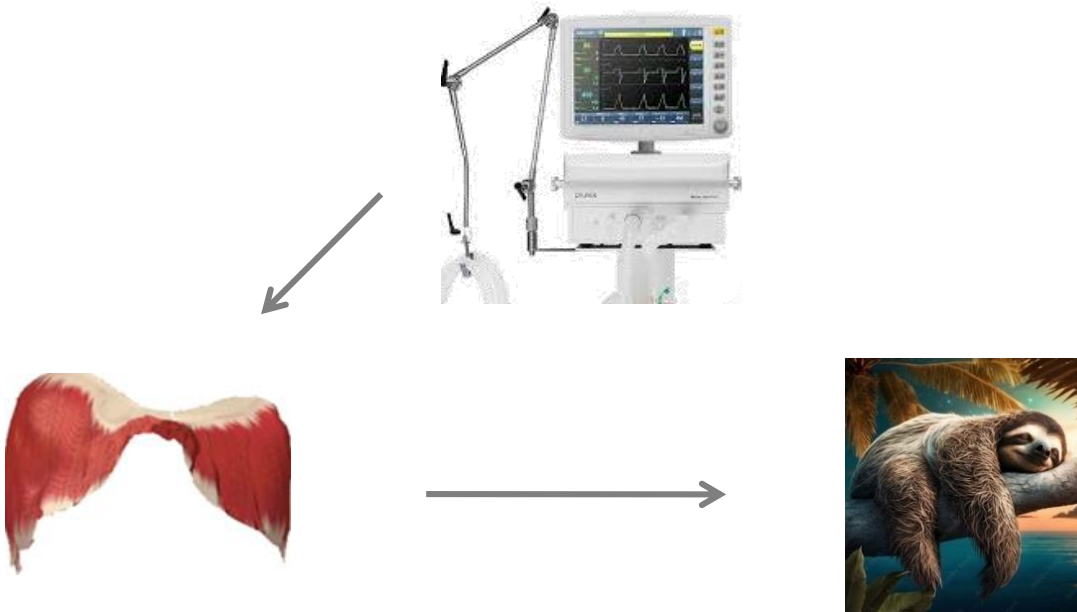


FORCE APPPOSITIONNELLE

VIDD

■ VIDD (Ventilator Induced Diaphragmatic Dysfunction) :

- DD en REA: 60 - 80 % des patients ventilés
- Cause fréquente d'échec du sevrage, Prévalence : 25 - 63 % (selon méthode de monitoring)



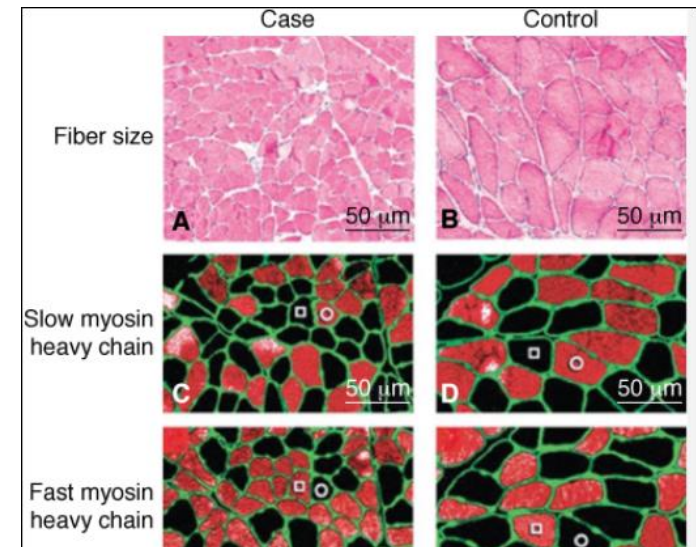
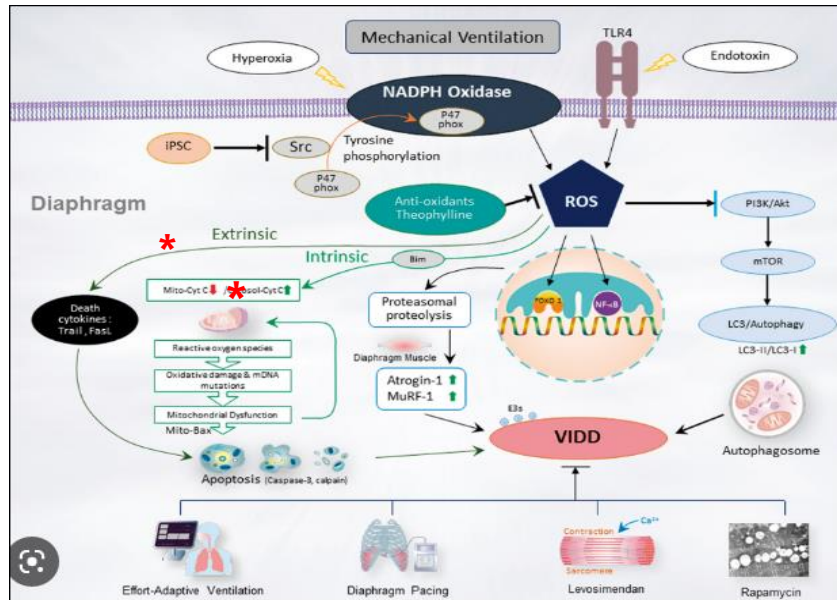
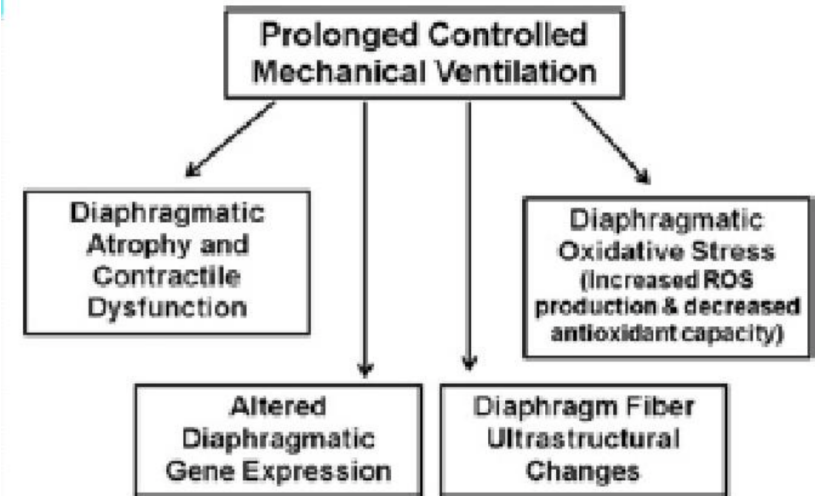
■ + FDR liés au séjour en USI :

- ▶▶ sepsis++, CS, sédation, curares, dénutrition, désordres électrolytiques, NMR...

VIDD (preuves histo)

Lésions structurelles

- Disruption des myofibrilles
- ↓ Résistance au stress oxydatif
- ↑ Protéolyse et ↓ synthèse protéique
- ↑ nb vacuoles lipidiques dans le sarcoplasme
- Petites mitochondries anormales
- Remodelage des fibres musculaires diaph



Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. NEngl JMed2008;358:1327-1335.

VIDD (preuves cliniques)

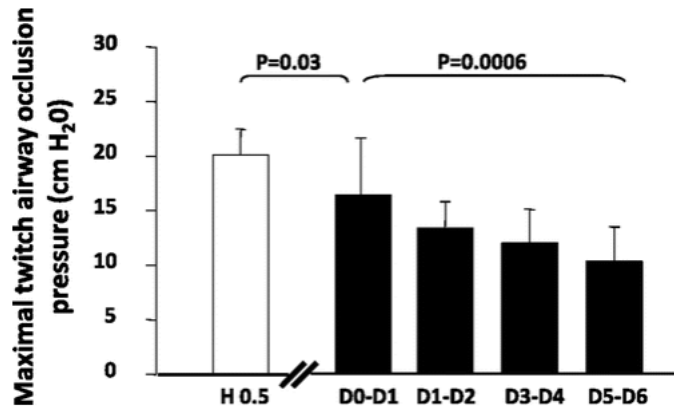
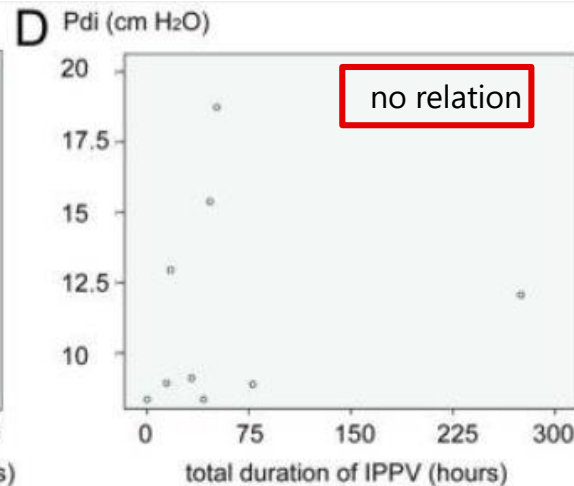
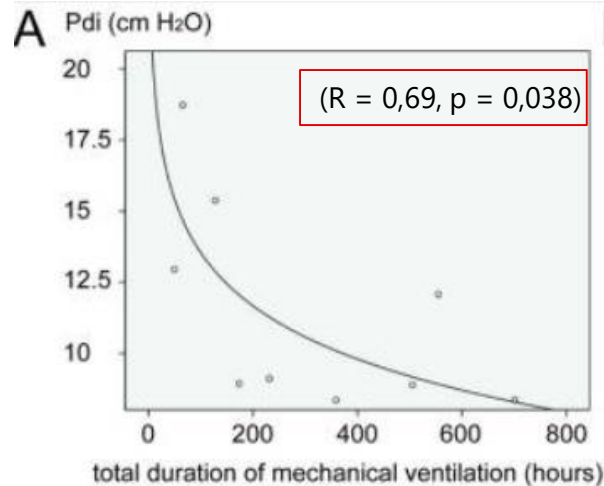


Figure 2.

Relationship between duration of mechanical ventilation (MV) and diaphragmatic function. Maximal twitch airway occlusion pressure (TwPtr) generated by magnetic stimulation of the phrenic nerves at different time points in short-term MV (open bar; n = 6) and long-term MV (solid bars; n = 6) groups. H = number of hours of MV; D = number of days of MV.

**Durée
VM**

Jaber S, et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011 Feb 1;183(3):364-71.



**Mode
V**

Hermans G, et al. Increased duration of mechanical ventilation is associated with decreased diaphragmatic force: a prospective observational study. *Crit Care.* 2010;14(4):R127. doi:10.1186/cc9094



« Suractivité » diaphragmatique:

! Augmentation de l'épaisseur diaphragmatique sous VM !



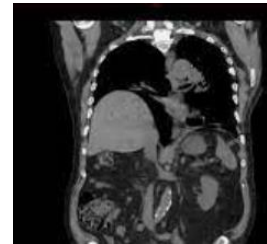
- Inflammation/œdème ► ► hyperinflation dynamique
- Sous-assistance par le ventilateur = efforts inspiratoires excessives
- auto trigger +double trigger pd trop longtemps

Comment monitorer la FD?

- 2 dernières décennies : meilleure compréhension de la fct des m. respiratoires
- Particulièrement utiles pour le diagnostic et l'évaluation de l'efficacité thérapeutique

■ Exploration morphologique:

- Radiographie pulmonaire
- Fluoroscopie « sniff test »
- TDM et IRM++



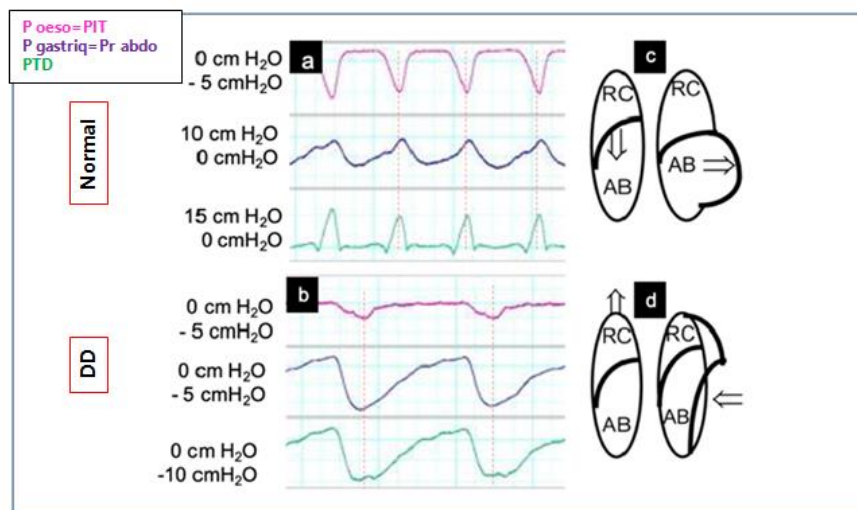
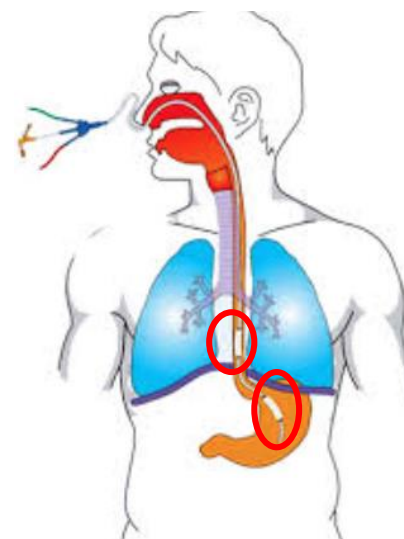
■ Exploration fonctionnelle:

- Mesure des Pressions: P trans-diaphragmatique / P inspiratoire max (PIM)
- Neurophysiologie ou stimulation des NP (électromyographie, stimulation magnétique ...)
- Echographie diaphragmatique
- Élastographie par onde de cisaillement, suivi des taches: «strain» diaphragmatique

Comment monitorer la FD?

PRESSION TRANS-DIAPHRAGMATIQUE (PTD)

- Diaphragme se contracte:
 - ↓ PIT et permet le flux inspi: ↓ Pr oeso
 - Comprime le contenu abdominal: ↑ Pr G
- **PTD**= Σ variations absolues des Pr ga et oeso pd la respi
 - ▶▶ **$PTD_i = P_{ga} - P_{oes} (\pm 300 \text{ cmH}_2\text{O})$**
- Utile pour surveiller les patients difficiles à sevrer de la VMC
- Référence absolue : dg de la DD bilatérale/ uni?



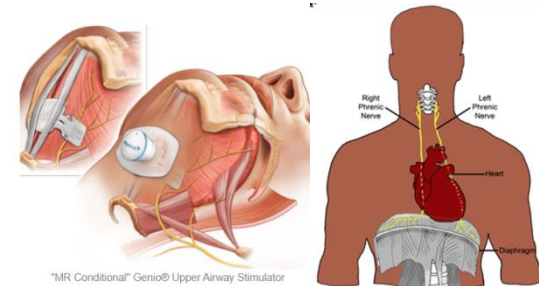
Comment monitorer la FD?



Mesure de PTD par BAMPS

STIMULATION MAGNÉTIQUE ANTÉRIEURE BILATÉRALE DES NP

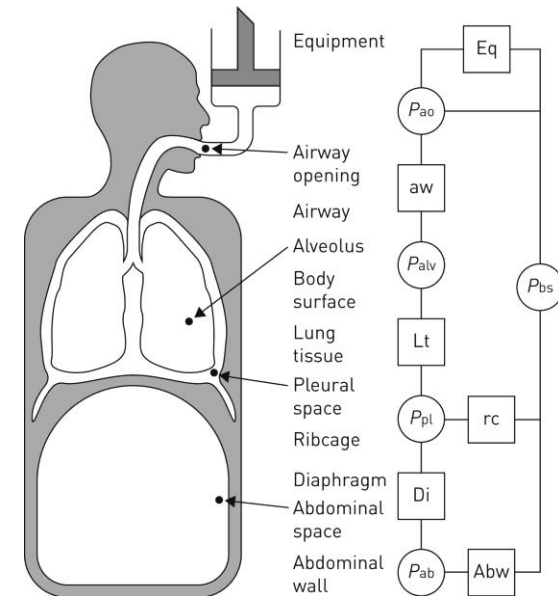
- Génération d'un champ magnétique
- Produit par décharge d'un courant au sein de bobine de fil métallique
- Stimulation phrénique supramax ► dépolarisation d'un nbre maximal de fibres NP
↓↑
- Contraction du diaphragme et une génération de pression qui peut être mesurée
- Nécessite des ballons œsophagiens et gastriques
- DD confirmée par BAMPS = capacité de génération de pression n'est pas > -11 cmH₂O



Comment monitorer la FD?

PTD: Limites...

- Difficultés techniques
 - Besoin de connaissances physiologiques de base
 - Peu d'études ont évalué son influence sur l'évolution
 - Sous-utilisée en pratique quotidienne
-
- Reste réservée à des situations de sevrage complexe
 - + Recherche clinique (WOB)



Comment monitorer la FD?

PIM: Pression Inspi Max

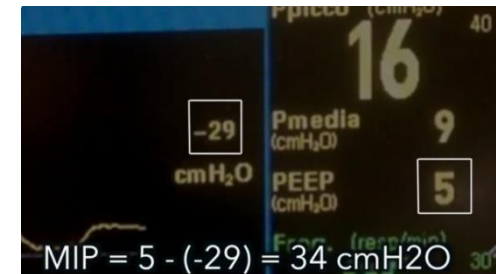
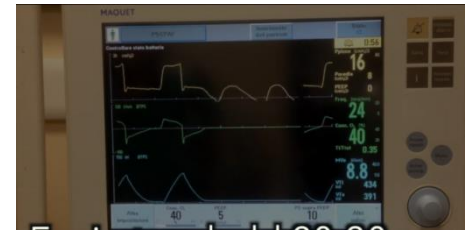
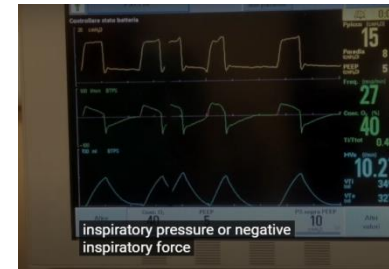
- Utilisée comme indice de force musculaire inspiratoire
- Évalue la force inspiratoire de l'ensemble des m. inspiratoires

■ Patients Ventilés :

- Mesure de la pression dans les VA lors d'efforts inspiratoires
- Contre une occlusion de 1 sec

PO 1 sec

- **Valve unidirectionnelle**: meilleure méthode pour mesure PIM pd le sevrage
- Temps d'occlusion de 20-25 sec? 40 à 60 sec d'occlusion?
- **PIM < -30 cmH₂O**: seuil de succès de sevrage



Multi-center Study > Am J Respir Crit Care Med. 1994 Feb;149(2 Pt 1):430-6.
doi: 10.1164/ajrccm.149.2.8306041.
Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group
P.L. Enright¹, R.A. Kronmal, T.A. Manolios, M.B. Schenker, R.E. Hyatt
Affiliations: + expand
PMID: 8306041 DOI: 10.1164/ajrccm.149.2.8306041

Abstract
Maximal inspiratory pressure (MIP) was assessed in 4443 ambulatory participants of the Cardiovascular Health Study, 65 yr of age and older, sampled from four communities. Maximal inspiratory pressure (MIP) was also measured in 790 participants from a single clinic. Positive

Review > J Physiother. 2015 Jul;61(3):125-34. doi: 10.1016/j.jphys.2015.05.016. Epub 2015 Jun 16.

Inspiratory muscle training facilitates weaning from mechanical ventilation among patients in the intensive care unit: a systematic review

Mark Elkins¹, Ruth Dentice²

Affiliations: + expand

PMID: 26092389 DOI: 10.1016/j.jphys.2015.05.016

> Eur Respir Rev. 2023 Apr 5;32(168):220205. doi: 10.1183/16000617.0205-2022. Print 2023 Jun 30.

Managing respiratory muscle weakness during weaning from invasive ventilation

Côme Bureau^{1,2}, Marine Van Hollebeke^{3,4}, Martin Dries^{3,2}

Affiliations: + expand

PMID: 37019456 PMCID: PMC10074167 DOI: 10.1183/16000617.0205-2022

Abstract

Weaning is a critical stage of an intensive care unit (ICU) stay, in which the respiratory muscles play a major role. Weakness of the respiratory muscles, which is associated with significant morbidity in the ICU, is not limited to atrophy and subsequent dysfunction of the diaphragm; the extradiaphragmatic inspiratory and expiratory muscles also play important parts. In addition to the well-established deleterious effect of mechanical ventilation on the respiratory muscles, other risk factors such as sepsis may be involved. Weakness of the respiratory muscles can be suspected visually in a patient with paradoxical movement of the abdominal compartment. Measurement of maximal inspiratory pressure is the simplest way to assess respiratory muscle function, but it does not specifically take the diaphragm into account. A cut-off value of -30 cmH₂O could identify patients at risk for prolonged ventilatory weaning; however, ultrasound may be better for assessing respiratory muscle function in the ICU. Although diaphragm dysfunction has been associated with weaning failure, this diagnosis

J Phys Ther Sci. 2015 Dec; 27(12): 3723-3727.

Published online 2015 Dec 28. doi: 10.1589/jpts.27.3723

PMCID: PMC4713778

PMID: 26834339

Maximum inspiratory pressure and rapid shallow breathing index as predictors of successful ventilator weaning

Uilson dos Santos Bien, MS, PT,¹ Gerson Fonseca Souza, MS,² Elisangela Siqueira Campos, PT,³ Etienne Farah de Carvalho, MS, PT,¹ Matheus Guedes Fernandes, PT,¹ Ilka Santoro, PhD,³ Dirceu Costa, PhD,¹ Ross Arena, PhD, PT,⁴ and Luciana Maria Malosá Sampaio, PhD, PT¹*

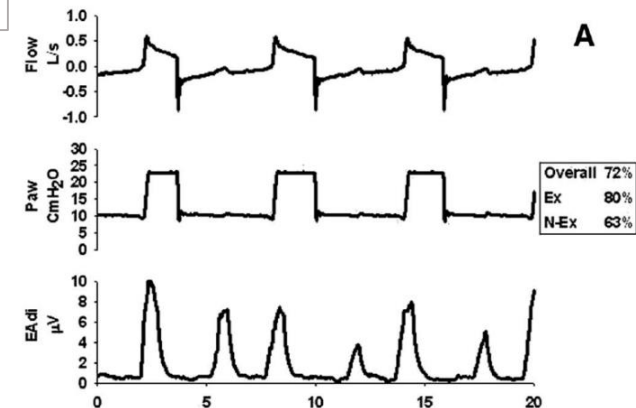
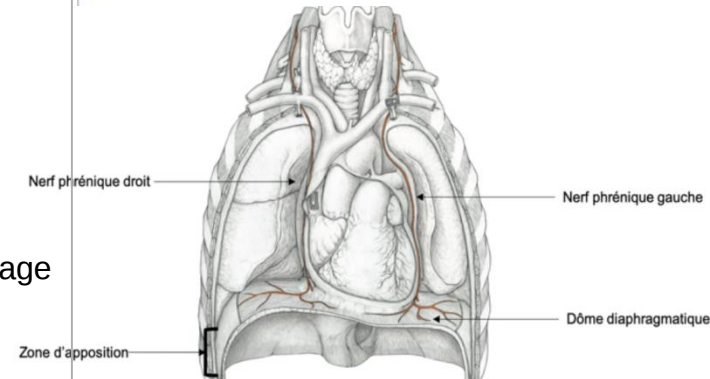
• Author information • Article notes • Copyright and License information • PMC Disclaimer

Results: Ten studies involving 394 participants were included. Heterogeneity within some meta-analyses was high. Random-effects meta-analyses showed that the training significantly improved maximal inspiratory pressure (MD 7 cmH₂O, 95% CI 5 to 9), the rapid shallow breathing index (MD 15 breaths/min/l, 95% CI 8 to 23) and weaning success (RR 1.34, 95% CI 1.02 to 1.76). Although only assessed in individual studies, significant benefits were also reported for the time spent on non-invasive ventilation after weaning (MD 16 hours, 95% CI 13 to 18), length of stay in the intensive care

EMG

STIMULATION ÉLECTRIQUE DES NP

- Stimulation phrénique électrique au niveau cervical ► ► conduction nerveuse
- Difficile à réaliser en USI
- Risque de FN: œdème, présence d'un KT jug, trachéo..
- Indices dérivés de l'EAdi ► ► indicateurs fiables et précoces du devenir du sevrage
- ! La performance de ces indices n'est pas meilleure que celle du RSBI (Fr/Vt) !



Dres, M., Schmidt, M., Ferre, A. et al. Diaphragm electromyographic activity as a predictor of weaning failure. Intensive Care Med 38, 2017–2025 (2012).

Electrical activity of the diaphragm (EAdi)

RESEARCH

Open Access

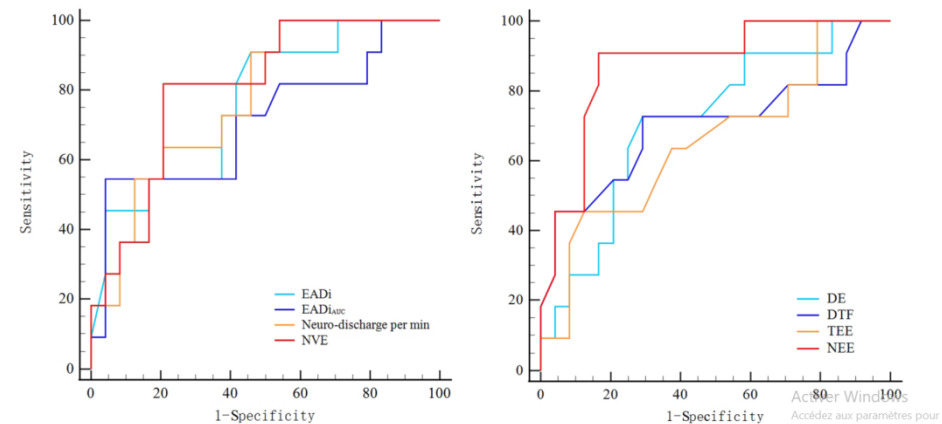


The diaphragmatic electrical activity during spontaneous breathing trial in patients with mechanical ventilation: physiological description and potential clinical utility

(Identifier: NCT05632822)

Shitong Diao¹, Shan Li¹, Run Dong¹, Wei Jiang¹, Chunyao Wang¹, Yan Chen¹, Jingyi Wang¹, Shuhua He¹, Yifan Wang¹, Bin Du¹ and Li Weng^{1*}

- Etude prospective, 35 patients ventilés
- SBT de 2 H
- EAdi + paramètres ventilatoires
- Mesurés en continu pd SBT
- 3 paramètres EAdi calculés :
 - Efficacité neuroventilatoire (NVE)
 - Efficacité neuro-excursionnelle (NEE)
 - Neurodécharge/mn



Conclusions EAdi-based parameters, especially neuro-excursion efficiency and changes in neuro-discharge per min, may detect impending weaning failure earlier than conventional indices. EAdi monitoring provides physiological insights and a more tailored approach to facilitate successful weaning. Further research should validate these findings and explore the utility of combined EAdi and diaphragm ultrasound assessment in weaning ICU patients from mechanical ventilation.

Identification of prolonged phrenic nerve conduction time in the ICU: magnetic versus electrical stimulation

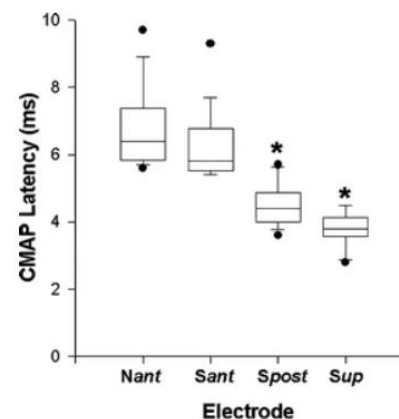
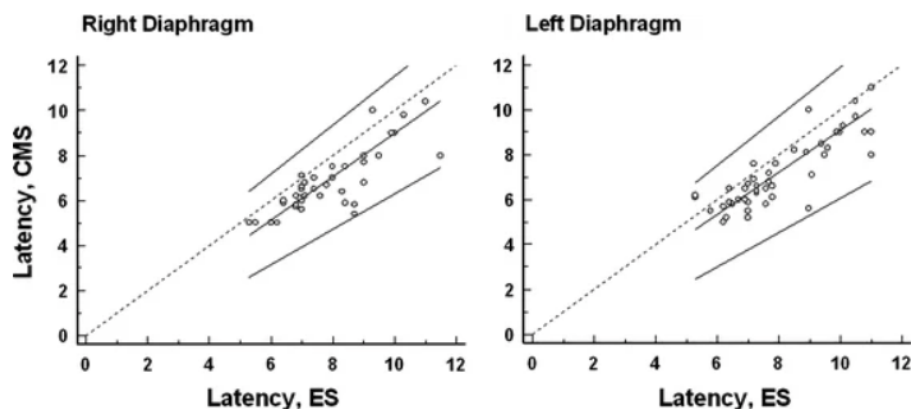
Original | Published: 18 October 2011

Volume 37, pages 1962–1968, (2011) [Cite this article](#)

- Évaluer la fiabilité de la stim. magnétique cervicale (SMC)
- Détecter le temps de conduction prolongé (latence + amplitude) des NP
- En se référant à la SE (EMG)



- Placement des électrodes CMS
- La bobine circulaire centrée sur le processus épineux de C7
- Les électrodes de surface placées dans le 8^{ème} espace IC



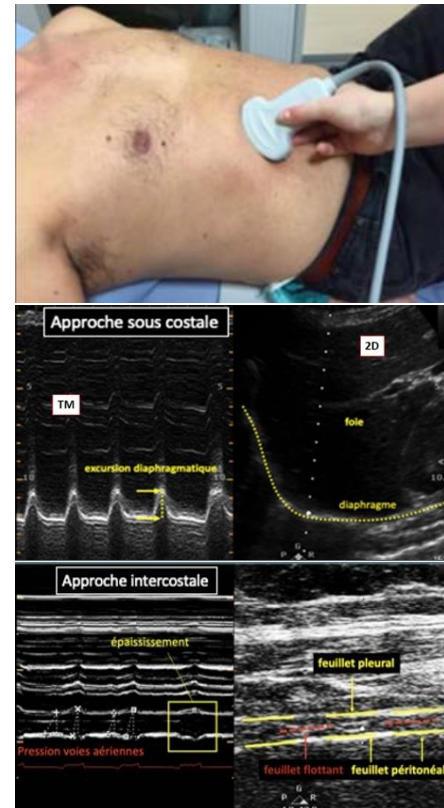
Conclusion

CMS provides an **easy reliable tool** to detect prolonged PN conduction time in the ICU.

Monitoring de la FD : US

Méthode **la plus populaire** :

- Portabilité (au chevet du malade)
- Caractère non invasif
- Bonne/ Facilité de reproductibilité
- Informations qualitatives et quantitatives sur la FD
- Bonne prédiction de l'échec de sevrage/ DD
- Fiabilité? (40 examens: formation minimale...)
- Hémidiaph droit: préféré (commodité, +superficiel, facilité d'acquisition, trvx pub)
- Patient en proclive entre 30 et 45°
- La plus faible assistance possible du ventilateur

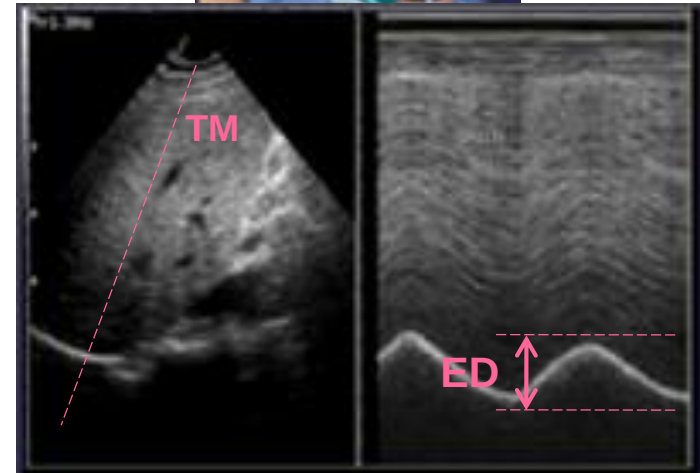
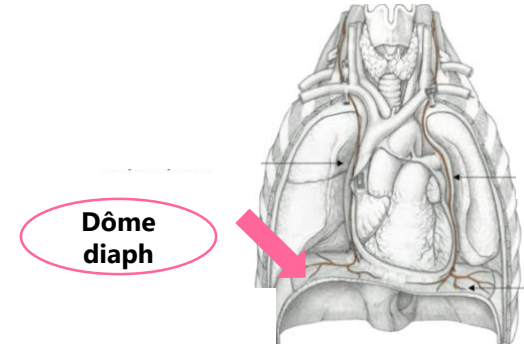


Monitoring de la FD : US

2 principales approches descriptives de la FD

1- APPROCHE SOUS-COSTALE

- Évalue le mvt du dôme diaph par l'abord abdominal
- Sde abdominale ou cardiaque basse fréquence
- Ss la marge costale dte, $\perp$ ligne M-C, dirigée vers le foie
- Diaphragme : ligne H.écho diamétralement opposée à la Sde et entourant le foie
- TM ► mesure du mouvement du dôme (=excursion)
- ED $\leq$ 1 cm : DD



ED ET SEVRAGE DE LA VM

Ultrasonographic Evaluation of Liver/Spleen Movements and Extubation Outcome

Jung-Rern Jiang, MD^a · Tzu-Hsiu Tsai, MD^b · Jih-Shuin Jerng, MD^a · Chong-Jen Yu, MD, PhD^b · Huey-Dong Wu, MD, FCCP^b · Pan-Chyr Yang, MD, PhD, FCCP^b

- 55 patients inclus, 32 (58 %) : groupe succès
- ED (foie+rate) plus élevées dans le groupe succès
- Valeur seuil de 1,1 cm: prédictive d'une extubation réussie
- Se= 84,4 % et Sp= 82,6 %



CLINICAL INVESTIGATIONS

Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: Influence on weaning from mechanical ventilation*

Kim, Won Young MD; Suh, Hee Jung RT; Hong, Sang-Bum MD, PhD; Koh, Yoonsuck MD, PhD, FCCM; Lim, Chae-Man MD, PhD, FCCM

Author Information

Critical Care Medicine 39(12):p 2627-2630, December 2011. | DOI: 10.1097/CCM.0b013e3182266408

- 24/82 (29%): dysfonction diaphragmatique
- ↑ Durée de sevrage (Heures): 401 vs 90 H, $p < 0,01$
- ↑ Durée totale de VMC (H) : 576 vs 203 , $p < 0,01$
- ↑↑ Taux échecs de sevrage I (20/24 vs 34/58, $p < 0,01$) et II ($p = 0,01$)
- Prédiction d'échec ED >> RSBI

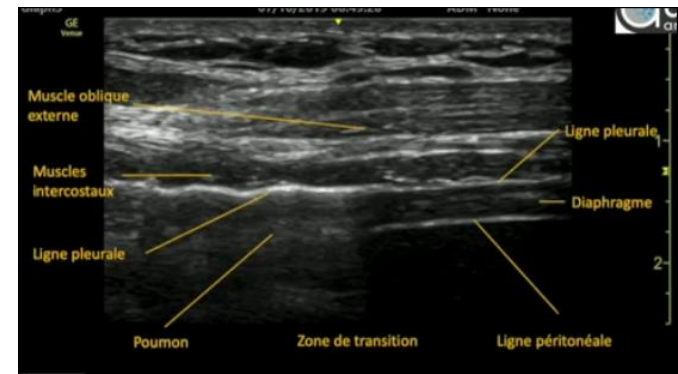
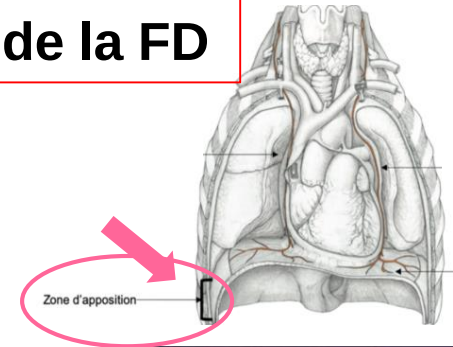
Monitoring de la FD : US

2 principales approches descriptives de la FD

2- APPROCHE INTER-COSTALE

- Sde linéaire de **haute fréquence** (8-13 MHz)
- Poser la sonde sur la zone d'apposition
 - // ligne axillaire med/ 8^e-9^e EIC
- **2 D**: diaph localisé entre les feuillets péritonéal et pleural
- Structure à **3 couches**:
- 2 couches hyper échogènes parallèles :
 - F. pleural en haut / F. péritonéal en bas/ foie = repère
- Prenant « *en sandwich* » une structure hypo-échogène (m. diaph)
- Mesure l'épaisseur diaphr en fin d'expir et en fin d'inspi max
- Fraction d'épaississement du diaphragme (DTF)

$$DTF = (dti - dte / dte) \times 100$$



DTF > 25-35 % prédit un succès du sevrage

DTF < 20% = DD

MISE AU POINT / UPDATE

Dysfonction diaphragmatique en réanimation : physiopathologie, diagnostic et prise en charge

Diaphragmatic dysfunction in Intensive Care Unit: physiopathology, diagnosis and treatment

Q. Fossé^{b2} • M. Dres^{b2*}

Reçu le 23 septembre 2019 ; accepté le 30 décembre 2019.
© SRLF 2020.

275

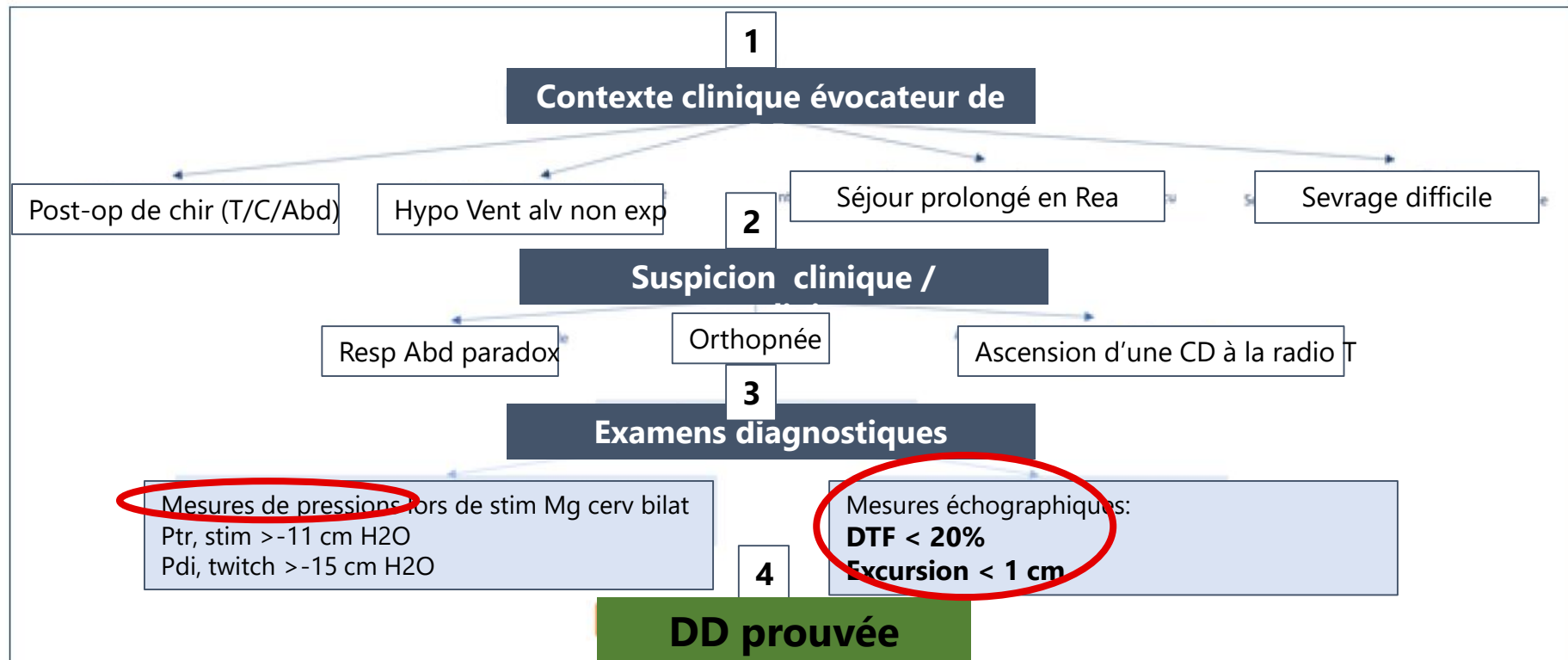
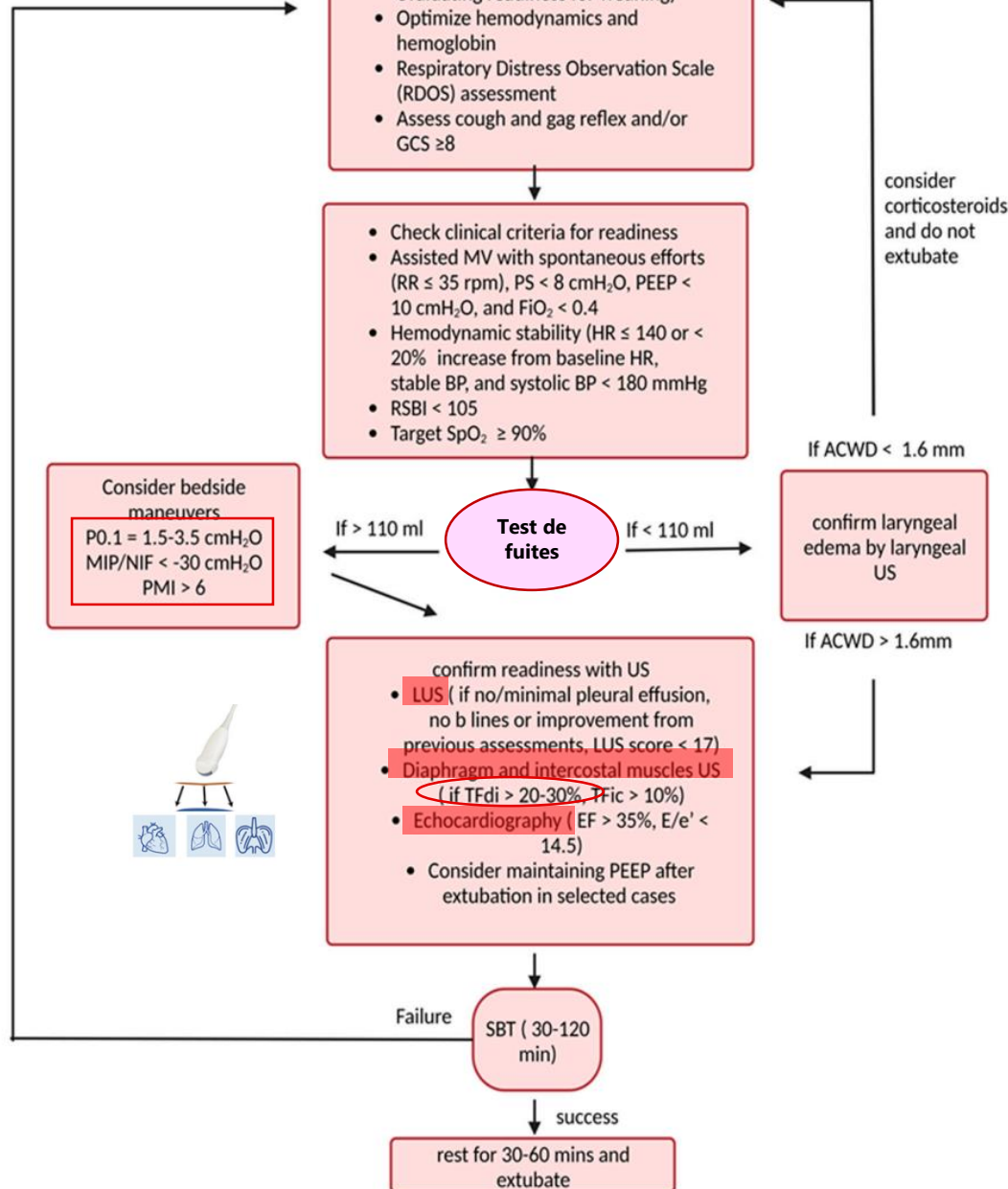


Figure 7 - Arbre diagnostique d'une dysfonction diaphragmatique chez un patient intubé en réanimation.

The Role of Ultrasonography in the Process of Weaning from Mechanical Ventilation in Critically Ill Patients

Lou'i Al-Husinat ¹, Basil Jouryyeh ², Ahlam Rawashdeh ², Chiara Robba ^{3,4}, Pedro Leme Silva ⁵, Patricia Rieken Macedo Rocco ⁵ and Denise Battaglini ^{3,*}

Diagnostics **2024**, *14*, 398



ACWD = air column width difference, BP = blood pressure, CLT = cuff leak test, EF = ejection fraction, E/e' = left ventricular filling pressure, FiO₂ = fraction of inspired oxygen, GCS = Glasgow coma scale, HR = heart rate, LUS = lung ultrasound, MIP = maximal inspiratory pressure, MV = mechanical ventilation,

NIF = negative inspiratory force, PEEP = positive end-expiratory pressure, PMI = pressure muscle index, PS = pressure support, P0.1 = airway occlusion pressure to detect inspiratory effort at the bedside, RDOS = respiratory distress observation scale, RR = respiratory rate, RSBI = rapid shallow breathing index, SBT = spontaneous breathing trial, SpO₂ = peripheral saturation of oxygen, athing index, SBT=spontaneous breathing trial,

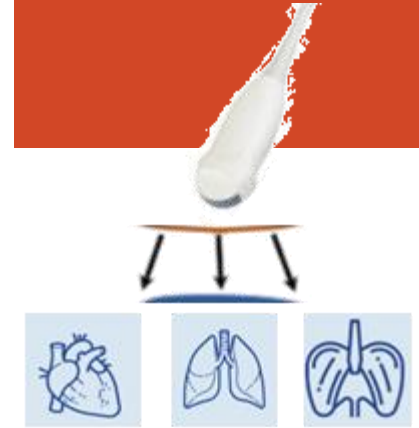
RESEARCH

Open Access

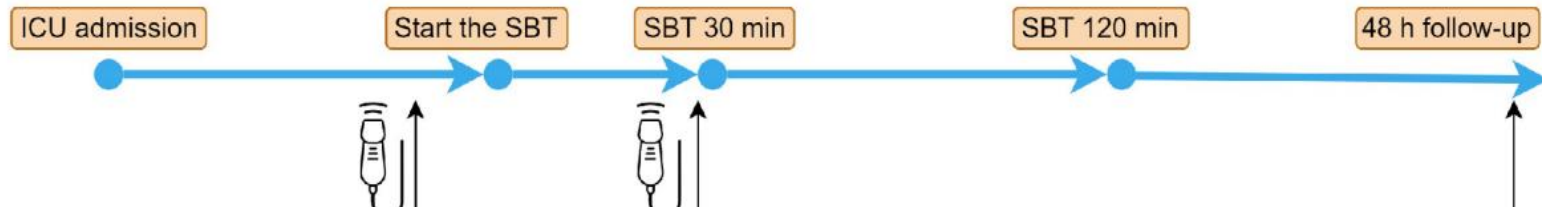


Combined cardiac, lung, and diaphragm ultrasound for predicting weaning failure during spontaneous breathing trial

Jia Song^{1†}, Qiancheng Luo^{2†}, Xinle Lai¹, Weihang Hu¹, Yihua Yu¹, Minjia Wang¹, Kai Yang³, Gongze Chen³, Wenwei Chen³, Qian Li³, Caibao Hu^{1*} and Shijin Gong^{1*} 



2 ICUs-Chine, 16 mois



DTF

51 patients, 15 : échec de sevrage

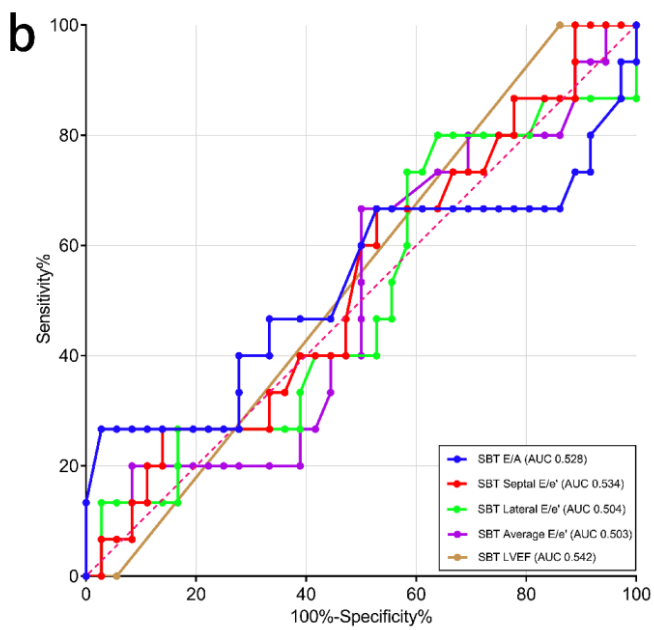
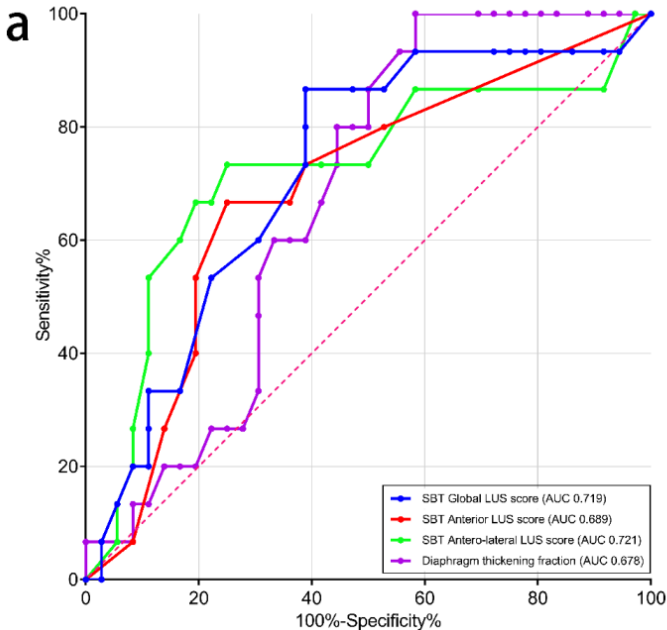


Table 3 Accuracy of echocardiography and lung and diaphragm ultrasound variables during the SBT for predicting weaning failure

Variables	Threshold	AUC (95% CI)	p value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
SBT Global LUS score	14	0.719 (0.564–0.875)	0.014	86.7	61.1	48.1	91.7
SBT Anterior LUS score	4	0.689 (0.529–0.849)	0.035	66.7	75	52.6	84.4
SBT Antero-lateral LUS score	7	0.721 (0.545–0.897)	0.014	73.3	75	55	87.1
DTF	31	0.678 (0.532–0.823)	0.047	100	41.7	41.7	100
SBT E/A							
SBT Septal E/e'							
SBT Lateral E/e'							
SBT Average E/e'							
SBT LVEF							

AUC area under the curve; CI confidence interval; PPV positive predictive value; NPV negative predictive value; SBT spontaneous breathing trial; LUS lung ultrasound; DTF diaphragm thickening fraction; E early mitral inflow velocity; A late mitral inflow velocity; e' mitral annular early diastolic velocity; LVEF left ventricle ejection fraction



Table 4 Univariate and multivariate analyses of risk factors for weaning failure

Variables	Univariate analysis		Multivariate analysis	
	OR (95% CI)	<i>p</i> value	Adj.* OR (95% CI)	<i>p</i> value
Cumulative fluid balance (mL)	1 (1–1)	0.165		
SBT Global LUS score > 14	10.21 (2.36–71.97)	0.005		
SBT Antero-lateral LUS score > 7	8.25 (2.24–36.3)	0.003	19.65 (3.43–211.53)	0.003
Lung consolidation on LUS	1.38 (0.38–5.79)	0.641		
DTF < 31%	10 (1.72–191.12)	0.034	23.96 (2.53–713.02)	0.024

OR odds ratio; CI confidence interval; SBT spontaneous breathing trial; LUS lung ultrasound; DTF diaphragm thickening fraction

* adjusted for age, sex and APACHE II score

Conclusion LUS and diaphragm ultrasound can help to predict weaning failure in patients undergoing an SBT with low-level pressure support. An antero-lateral LUS score > 7 and DTF < 31% during the SBT were associated with weaning failure.

Ultrasound assessment of the diaphragm during the first days of mechanical ventilation compared to spontaneous respiration: a comparative study

Ahlem Trifi, Sami Abdellatif, Farah Ben Lamine, Cyrine Abdennebi, Yosr Touil, Salah Ben Lakhal

PMID: 35288909 PMCID: PMC9390126

[Free PMC article](#)

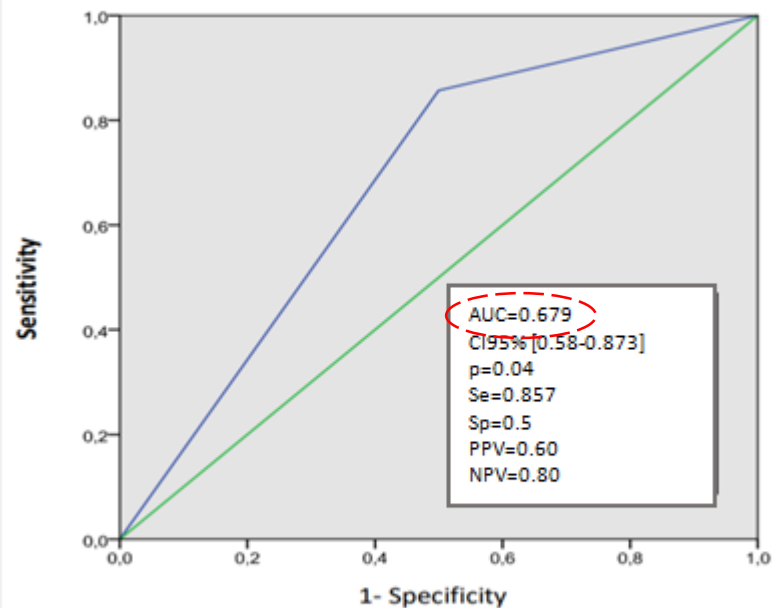
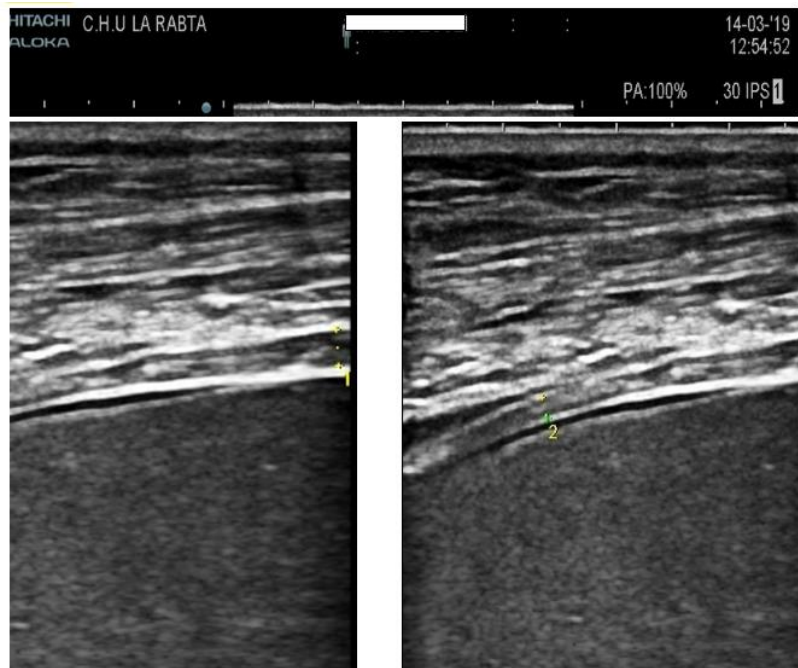


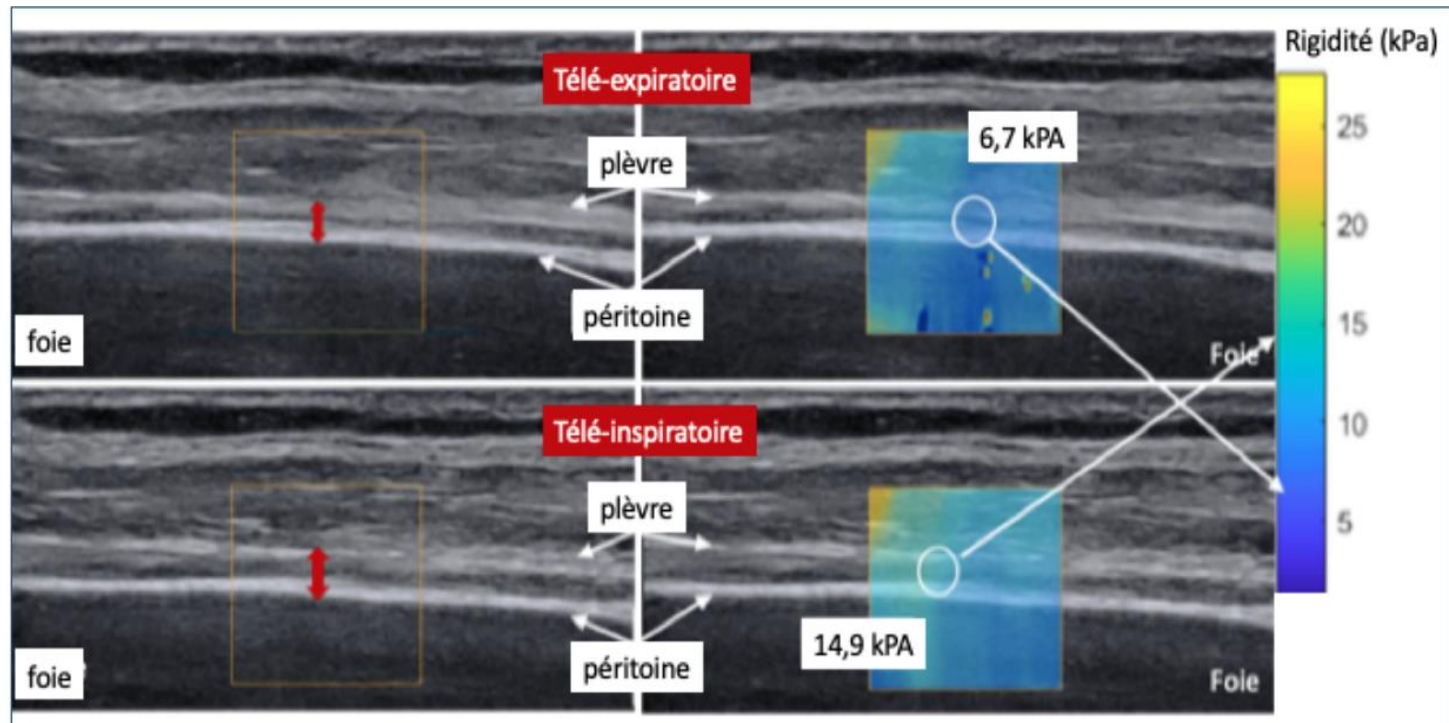
Figure 5. Reliability of $\text{DTF} > 32.7\%$ in predicting successful weaning

Results:

Fourteen among the 30 ventilated patients successfully weaned. No significant correlation was shown between DTF and weaning duration ($\text{Rho} = -0.464$, $p=0.09$). A DTF value $> 33\%$ was near to be significantly associated with weaning success ($\text{OR}=2$; $95\% \text{ CI}=[1.07-3.7]$, $p=0.05$) with a sensitivity at 85.7%. Conclusions: diaphragmatic contractility was altered from the first days of MV. ADTF value $> 32,7\%$ was associated to the weaning success and that may be useful to predict successful weaning with sensitivity at 85.7%.

Développements récents : Élastographie par onde de cisaillement « STRAIN »

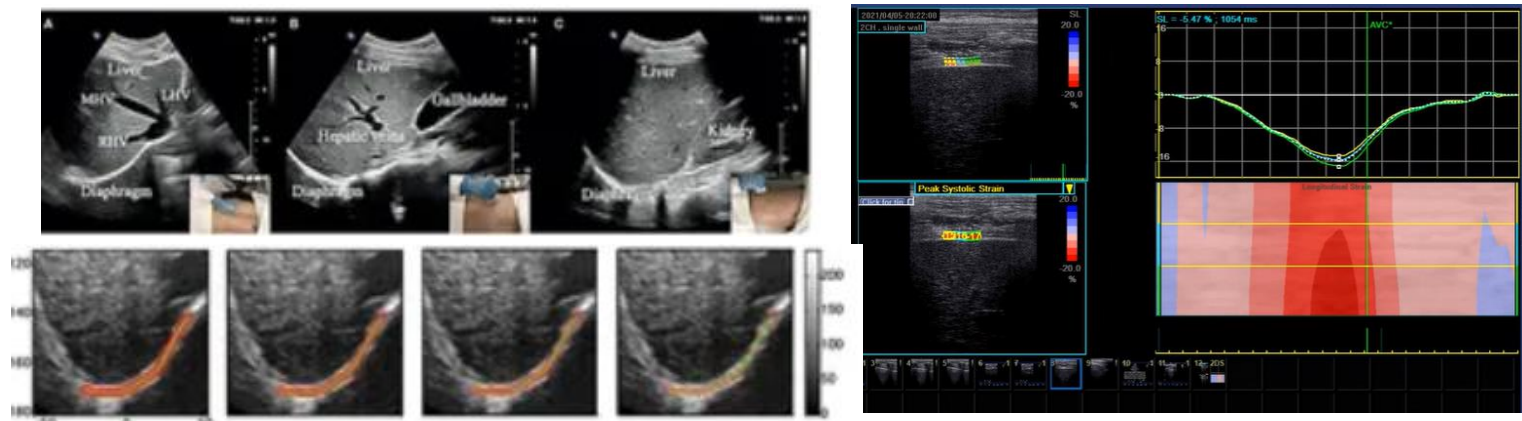
- Possibilité de mesurer la rigidité des tissus (kPa)
- Techniques US ultrarapide focalisés dans le tissu d'intérêt qui génère en réponse des ondes de cisaillement
- Permet de calculer la vitesse de propagation de ces ondes et de déterminer le module de rigidité
- Bonne corrélation avec la PTD notamment lors d'efforts inspiratoires contre résistance



Clichés échographiques (à gauche) et élastographiques (à droite) du diaphragme en mode 2D lors d'une approche intercostale. On observe une augmentation d'épaisseur pendant l'inspiration (flèche rouge) avec en parallèle une augmentation de rigidité qui passe de 6.7 kPa en télé-expiratoire à 14.9 kPa à l'inspiration

SPECKLE TRACKING (suivi des taches)

- **DTF et DE:** estimations indirectes, n'évaluent pas le raccourcissement « longitudinal »
- Le suivi bidimensionnel (2D) des taches= **Speckle tracking imaging (STI)**
 - Méthode efficace de mesure de la déformation des tissus par région d'intérêt
 - Plus souvent utilisé pour évaluer la fonction cardiaque
 - ►►► Diaphragme, m. Squelettique, plèvre, tendon, canal carpien...
- Principalement utilisé chez des volontaires sains et peu d'études en application clinique



Strain diaphragmatique: déplacement du diaphragme droit au cours d'un cycle respiratoire en prenant le déplacement moyen et médian de tous les points (suivi des taches)

RESEARCH

Open Access



Comparison of assessment of diaphragm function using speckle tracking between patients with successful and failed weaning: a multicentre, observational, pilot study

Qiancheng Xu^{1,2,3,4†}, Xiao Yang^{1,2†}, Yan Qian^{5†}, Chang Hu^{1,2}, Weihua Lu^{3,4}, Shuhan Cai^{1,2*}, Bo Hu^{1,2*} and Jianguo Li^{1,2*}

1^{ère} étude axée sur la capacité du DLS (diaphragm longitudinal strain) à prédire le sevrage de VM

2 études

Étude A

- ☐ Prospective
- ☐ But: évaluer la faisabilité, la fiabilité et la répétabilité du DLS
- ☐ Sujets sains vs patients ventilés

Étude B

- ☐ Rétrospective multicentrique
- ☐ But: évaluer l'utilisation du DLS max mesuré par le suivi des taches dans la prédiction du devenir du sevrage

Étude A:

- ✓25 sujets sains
- ✓20 patients VMC
- ✓DLS par suivi de taches: facilement accessible
- ✓Fiabilité intra- et inter-oprs: bonne à excellente
- ✓Coefficient de corrélation intra-classe=0,78 à 0,95

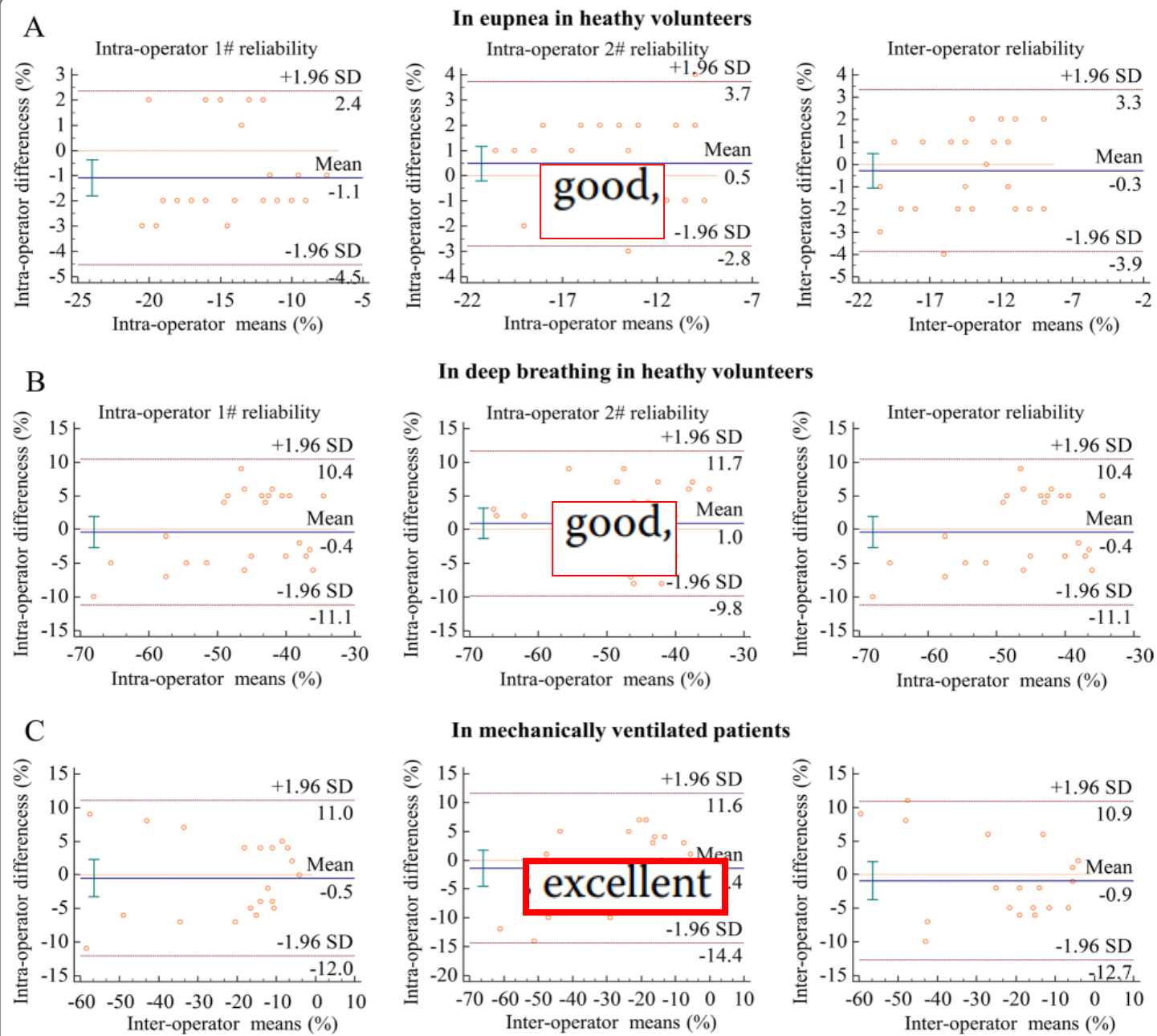
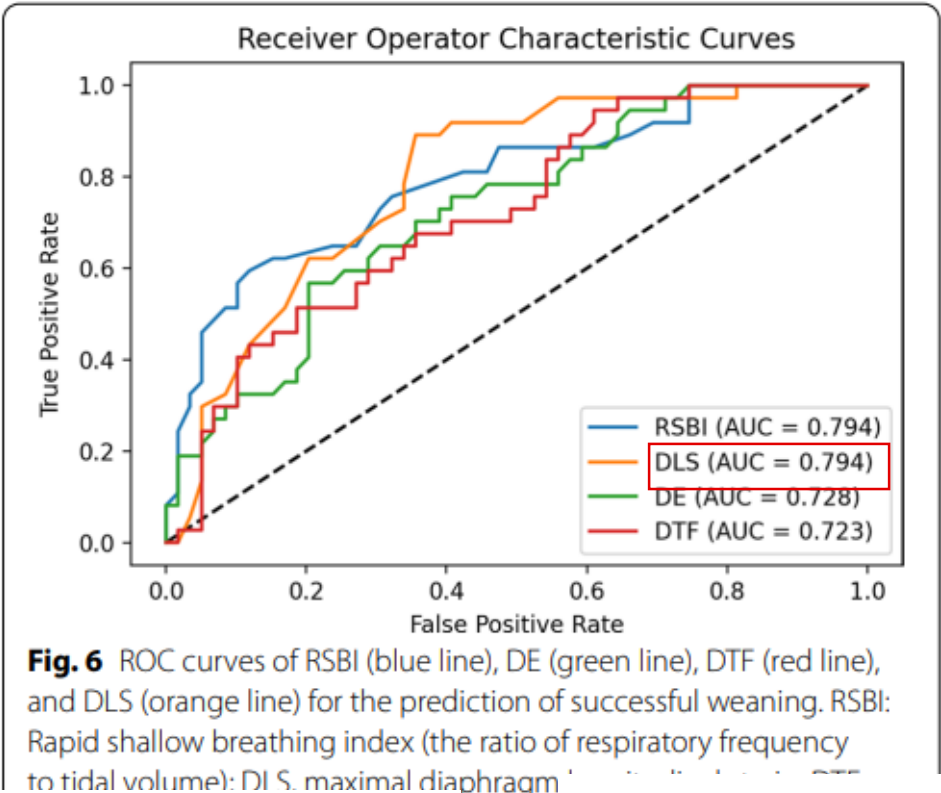


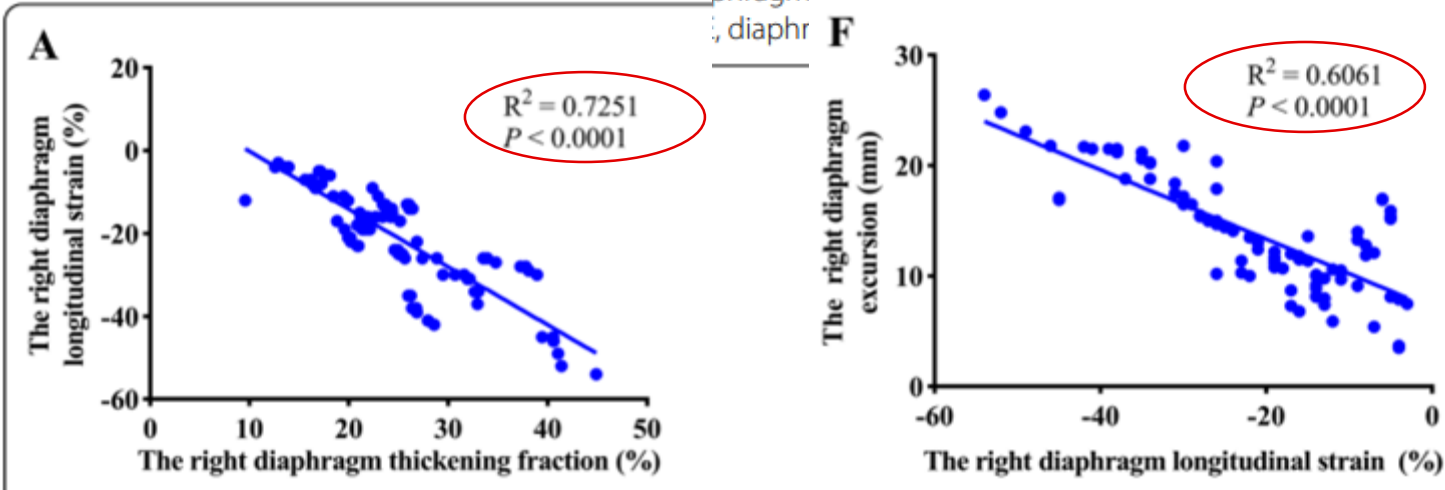
Fig. 4 Bland–Altman plot of the difference in maximal diaphragm longitudinal strain value between operators in healthy subjects and critical ill mechanical ventilation patients. Under eupnea (A) and deep breathing (B) in healthy subjects, and in critical ill mechanical ventilation patients (C)

Étude B:

- ✓96 patients
- ✓59 sevrés avec succès
- ✓ASC/ROC =0,794
- ✓Valeur seuil = -21 %
- ✓Se= 89,19 % Sp=64,41 %
- ✓ Bonnes corrélations avec DTF et ED



Pas d'avantage par rapport au RSBI



Monitoring de la FD dans un but ttt.....

CURATIF?

Favoriser l'inotropisme musculaire

- Théophylline
- Sensibilisateurs de calcium (lévosimendan)

Yang L, Jiang X, Tan J, Fu S, Dian W. Aminophylline Improves Ventilator-Induced Diaphragmatic Dysfunction by Targeting IGF-1-FOXO1-MURF1 Pathway. Discov Med. 2024 Apr;36(183):699-713.

Wu JQ, Wang YX, Su D, et al. Effects of levosimendan on diaphragmatic dysfunction in patients with sepsis. Shock. 2024 Jul 1;62(1):63-68.

Stimulation diaphragmatique transveineuse (cathéter équipé d'électrodes)

Ataya A, Silverman EP, Bagchi A, et al. Temporary Transvenous Diaphragmatic Neurostimulation in Prolonged Mechanically Ventilated Patients: A Feasibility Trial (RESCUE 1). Crit Care Expl. 2020;2(4):e010.

PRÉVENTION ++

- Optimiser la gestion de la sédation
- Optimiser la nutrition, Dépister et corriger l'hypophosphorémie, Mg
- Réduire les asynchronies P-V
- Maintenir un certain niveau d'activité diaphragmatique par promotion de la VS ≠ VMC protectrice!
-promouvoir les efforts inspiratoires dès que les conditions cliniques le permettent ++
- **Ventilation diaph protectrice?**

Concept de ventilation diaphragmatique protectrice.....

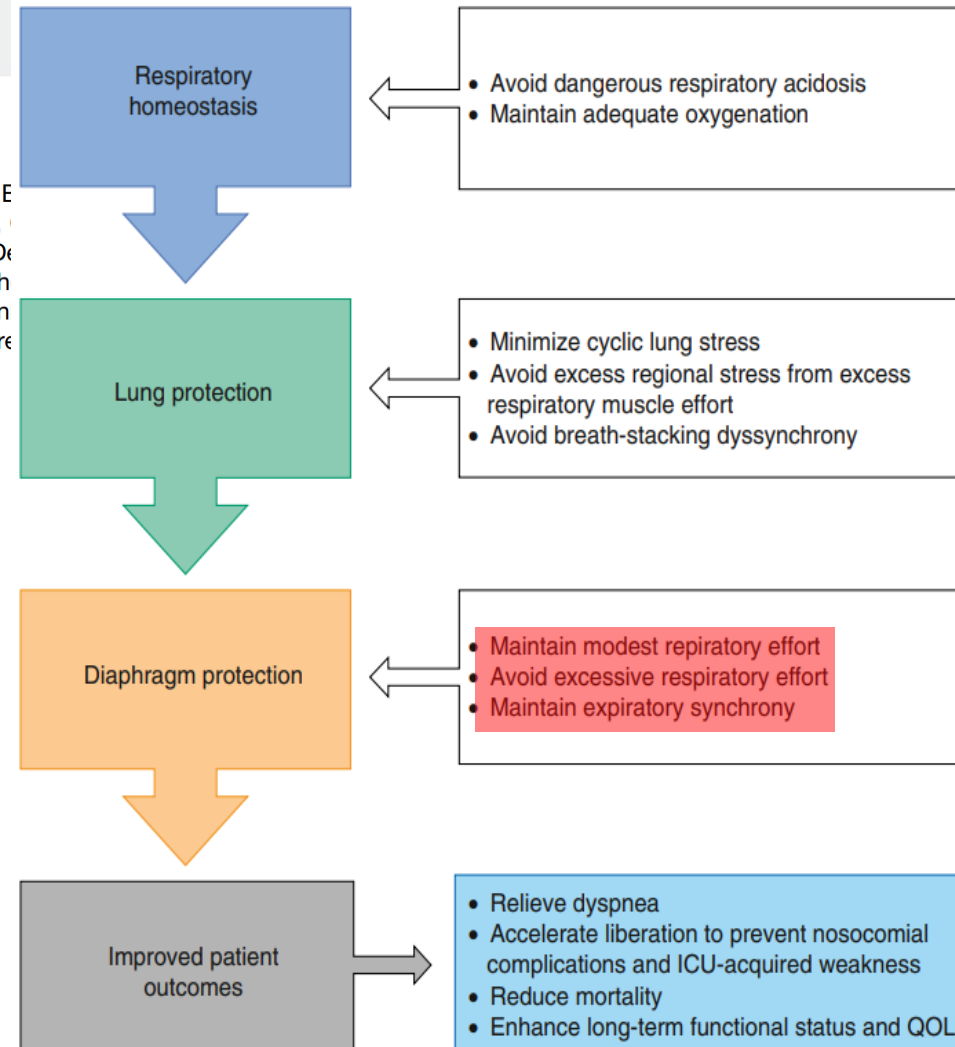
CRITICAL CARE PERSPECTIVE

Lung- and Diaphragm-Protective Ventilation

Ewan C. Goligher^{1,2,3}, Martin Dres^{4,5}, Bhakti K. Patel⁶, Sarina K. Sahetya⁷, Jeremy R. E. Takeshi Yoshida¹⁰, Katerina Vaporidi¹¹, Domenico Luca Grieco^{12,13}, Tom Schepens¹⁴, Savino Spadaro¹⁷, Jose Dianti^{1,2,18}, Marcelo Amato¹⁹, Giacomo Bellani²⁰, Alexandre De Niall D. Ferguson^{1,2,3,21,22}, Dimitrios Georgopoulos¹¹, Claude Guérin²³, Robinder G. Kh. Alain Mercat²⁸, Francesco Mojoli²⁹, Coen A. C. Ottenheijm³⁰, Samir Jaber³¹, Leo Heun Tommaso Mauri^{13,14}, Antonio Pesenti^{13,14}, and Laurent Brochard^{1,9*}; for the Pleural Pre Respiratory Failure Section of the European Society of Intensive Care Medicine

Suggestions d'experts:

- Algorithmes d'adaptation des réglages :
 - permettant au diaph de se contracter / PIT
- Maintenir la pression œso entre 3-15 cmH2O
- Des modes de ventilation «proportionnels»:
 - **PAV**: ventilation assistée proportionnelle
 - **NAVA**: assistance ventilatoire ajustée neuronalement
- **DiNAV**: VA+Neurostim Di



CONCLUSION

- ✚ DD: cause fréquente de sevrage difficile

- ✚ Évoquée après avoir éliminé les causes fréquentes d'échec

- ✚ Monitoring indispensable:

 - ✚ **MIP**: moyen simple mais pas spécifiquement du diaphragme

 - ✚ **PTD**: ballonnets! Peu sensible si bilat

 - ✚ **EMG** (SE ou SM): pratique en REA!!...

- ✚ **ÉCHOGRAPHIE LA PLUS POPULAIRE++**

- ✚ Perspectives d'avenir: Strain diaphragmatique

- ✚ **DD: ne doit pas décourager les cliniciens d'envisager l'extubation**

 - ✚ Mesures préventives: promotion de VS: Stratégies proportionnelles, Ventilation diaph protectrice

 - ✚ Sous monitoring Diaph (suivre l'atrophie diaph ou la récupération de l'atrophie ...)



Merci de votre attention