

Exploration de la fonction diaphragmatique

Dr Claudia LLONTOP

Pneumologue

Explorations Fonctionnelles de la Respiration, de l'Exercice et de la Dyspnée

Hôpital Universitaire Pitié-Salpêtrière

Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, France



Lien d'intérêts

- Honoraires en investigation et formation:
 - ADEP assistance, Antadir, IPS santé
- Prise en charge de congrès de formation:
 - Chiesi, Boehringer Ingelheim, ADEP assistance, S2A santé

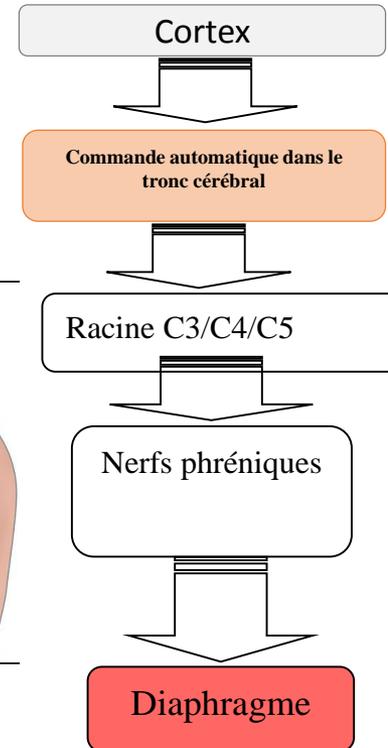
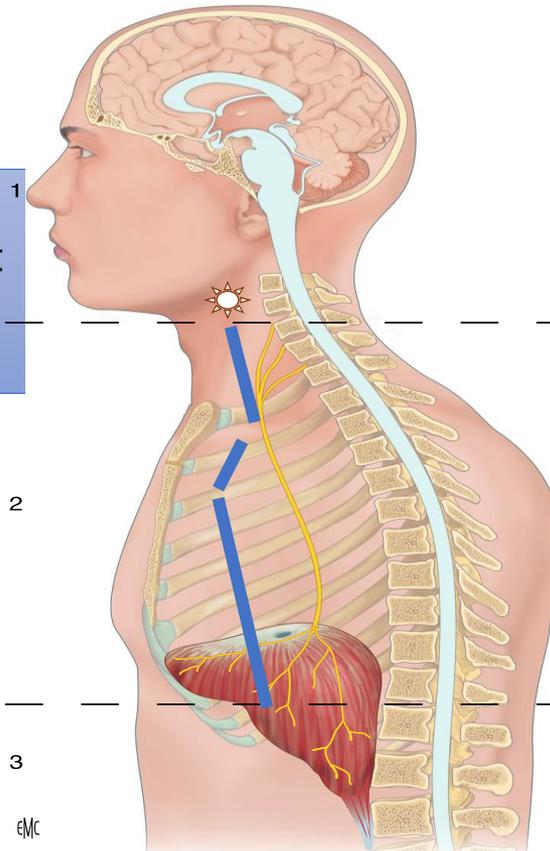
Obligation de déclaration des liens d'intérêts prévu à l'article L4113-13 du Code de la Santé Publique

Plan

1. Rappels de physiopathologie
2. Exploration de la fonction respiratoire
3. Mesure non invasive de la fonction diaphragmatique
4. Mesure Invasive de la fonction diaphragmatique

Rappel physiopathologique

Muscle, fonctionnant automatiquement jour et nuit, toute la vie, sans interruption



Plan

1. Rappels de physiopathologie
2. **Exploration de la fonction respiratoire**
3. Mesure non invasive de la fonction diaphragmatique
4. Mesure Invasive de la fonction diaphragmatique

Exploration de la fonction respiratoire

- Profil du syndrome Restrictif
 - **CV diminuée** ↘ ↘
 - **CPT diminuée** ↘
 - CRF préservée (**VRE** ↘ mais **VR** ↗)
 - **VR/CPT** ↗

- Capacité vitale

✓ Avantages:

Paramètre de réalisation simple

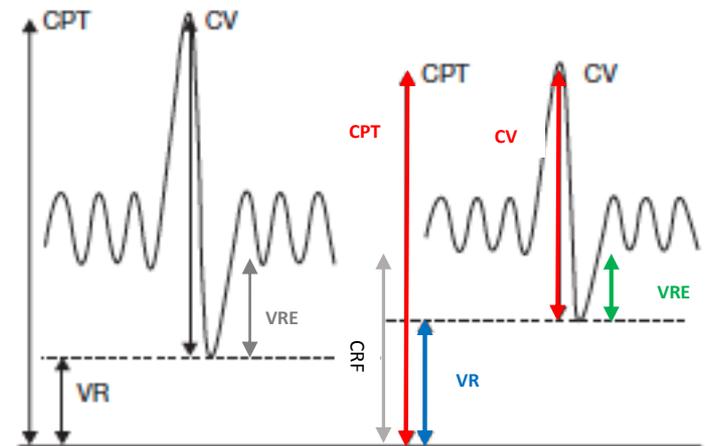
Élément pronostique majeur (Kauffman

2005, Traynor 2004, Stambler 1998, Vitacca 1997, Bach 1995)

✗ Inconvénients:

Peu sensible

Diminution tardive



Capacité Vitale en décubitus

- Comparaison de la mesure de la CV assis et décubitus

- 10 % et 15%: chute non significative
- Si chute > 20 % : évocateur de faiblesse diaphragmatique
- Si chute > 25%: dysfonction diaphragmatique sévère

✗ Inconvénients:

- Sensibilité 79%
- Mobilisation du patient, reproductibilité

✓ Avantages:

- Spécificité ++

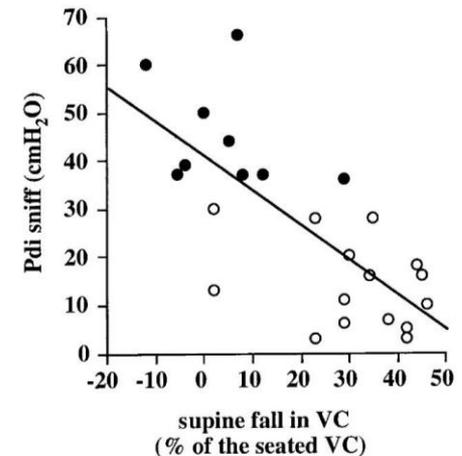


Fig. 1 Relation between Pdi sniff and supine fall in VC. Open symbols indicate patients with paradoxical diaphragmatic motion and closed symbols indicate patients without paradoxical diaphragmatic motion.

Arch Phys Med Rehabil Vol 82, January 2001

(Fromageot et coll. 2001)

NOM Prénom : [REDACTED]			
Date de naissance :	17/02/1936	Taille(cm) :	168
Sexe :	M	Poids(Kg) :	61
Médecin Presc. :	PR Similowski HDJ	IMC (Kg/m2) :	21,6
		Opérateur :	MT

ETUDE DE LA FONCTION RESPIRATOIRE

Date examen: **08/03/2018** Heure examen: **11:20:00** Matériel utilisé : SPIRO AIR N°1

Position couchée

VOLUMES PULMONAIRES

	Norme	Inf SD	Sup SD	Mes.	%Norme	Mes.	%Norme
CV(L)	3,30	2,38	4,22	1,70	52	1,13	34
CI(L)	2,18	---	---	1,28	59	0,92	42
CV He(L)	3,30	2,38	4,22	1,70	52	1,13	34
VR He(L)	2,78	2,11	3,45	1,74	63	1,64	59
VRE He(L)	1,09	---	---	0,42	39	0,20	19
CRF He(L)	3,58	2,59	4,57	2,16	60	1,84	52
CPT He(L)	6,34	5,19	7,49	3,44	54	2,77	44
VR/CPT He(%)	46	37	55	51	110	59	129

Chute de la CV : 33%

DEBIT/VOLUMES

	Norme	Inf SD	Sup SD	Mes.	%Norme
CVF(L)	3,20	2,20	4,20	1,47	46
VEMs(L)	2,35	1,51	3,19	1,21	51
VEMs/CVmax(%)	---	---	---	71	---
VEMs/CVF(%)	72	61	84	82	114
DEP(L/S)	6,94	4,95	8,93	3,42	49
DEM(25/75)	2,43	0,72	4,14	1,40	58
D75(L/S)	6,32	3,51	9,13	3,14	50
D50(L/S)	3,47	1,30	5,64	1,88	54
D25(L/S)	0,91	-0,37	2,19	0,59	65
VIMs(L)	---	---	---	1,23	---

7 Débit

Plan

1. Rappels de physiopathologie
2. Exploration de la fonction respiratoire
- 3. Mesure non invasive de la fonction diaphragmatique**
4. Mesure Invasive de la fonction diaphragmatique

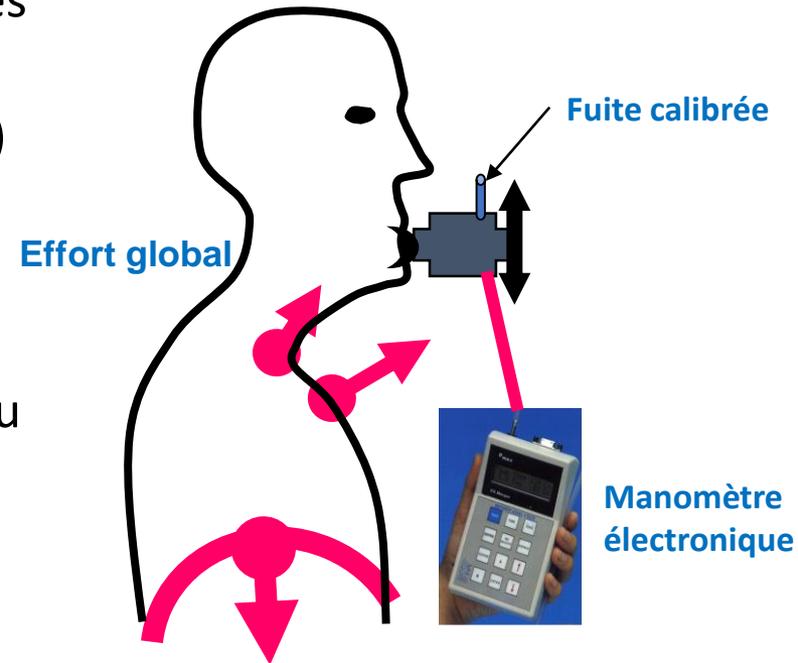
Pression Inspiratoire Maximale (PI Max)

- Principe : force globale des muscles inspiratoires
- *Technique* : mesure de la Pression buccale , au cours d'un effort maximale inspiratoire (PImax) pendant 1s

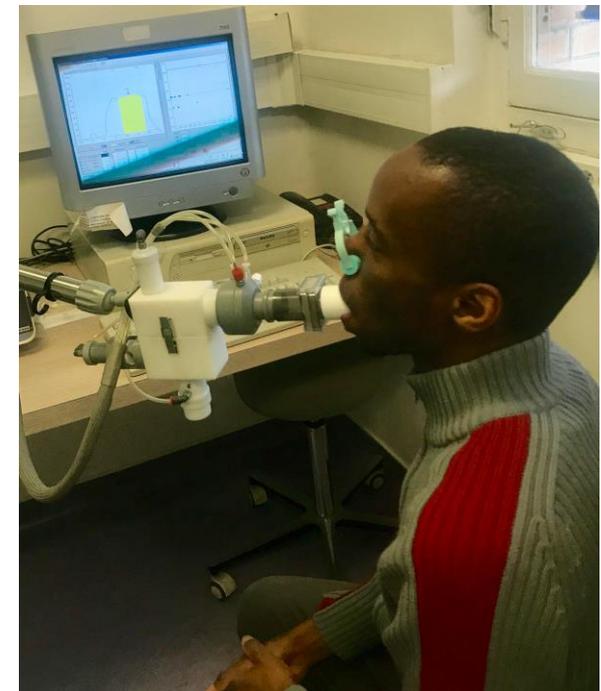
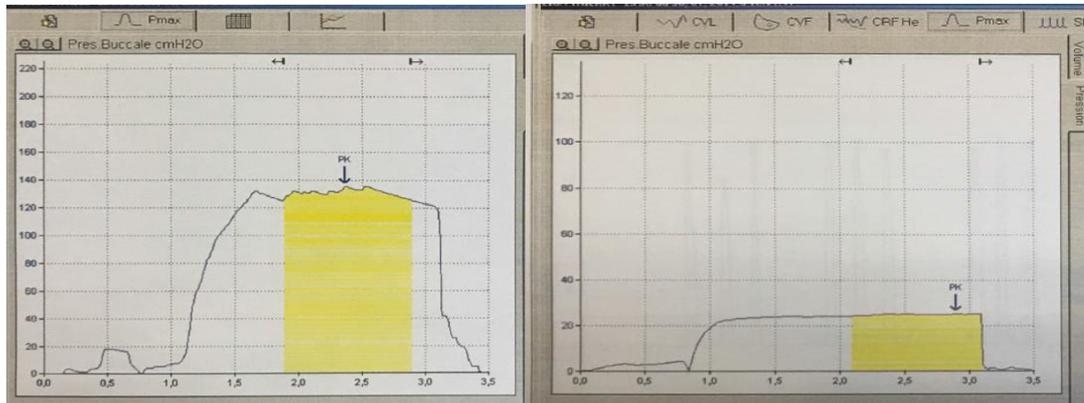
⌘ Inconvénients :

Manœuvre volontaire (coopération), peu physiologique

Variabilité de la contribution du diaphragme (participation d'autres muscles inspiratoires)



Pression Inspiratoire Maximale (PI Max)



Normale si $>$ LIN

habituellement \sim 100 cmH2O

Pression expiratoire maximale (PE Max)

- *Principe* : force globale des muscles expiratoires

✗ *Inconvénients* :

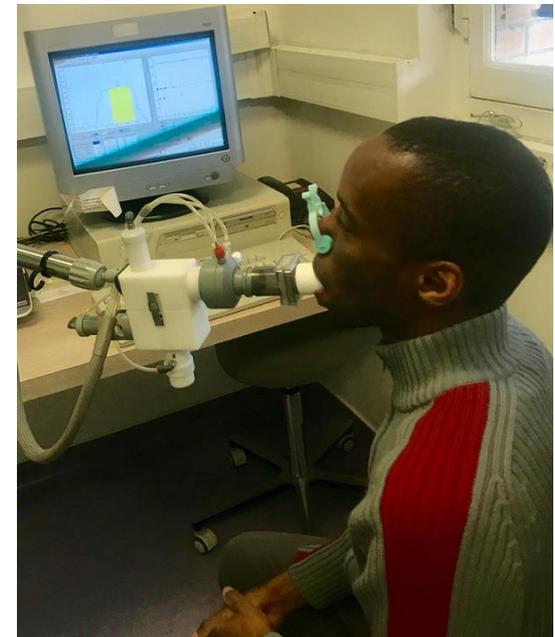
Manœuvre difficile +++ et peu naturelle

Demande une bonne fermeture de bouche



Normale si > LIN

Habituellement ~ 200 cm H2O



NOM Prénom : [REDACTED]			
Date de naissance :	17/02/1936	Taille(cm) :	168
Sexe :	M	Poids(Kg) :	61 IMC (Kg/m ²) : 21,6
Médecin Presc. :	PR Similowski HDJ	Opérateur :	MT

Date examen : 08/03/2018 Heure examen: 11:20:00

PRESSIONS RESPIRATOIRES MAXIMALES

INSPIRATION

Mesures au VR

	Norme	Inf SD	Sup SD	Mes.	%Norme
PI 1s(cmH2O)	103	71	135	19	19
PI Pk(cmH2O)	----	----	----	23	----
Ins %CPT(%)	----	----	----	36	----



Mesures à la CRF

	Norme	Mes.	%Norme
PI 1s CRF(cmH2O)	----	16	----
PI Pk CRF(cmH2O)	----	20	----

EXPIRATION

Mesures à la CPT

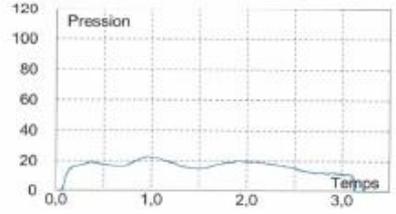
	Norme	Inf SD	Sup SD	Mes.	%Norme
PE 1s(cmH2O)	185	111	259	40	22
PE Pk(cmH2O)	----	----	----	46	----
Exp %CPT(%)	----	----	----	100	----



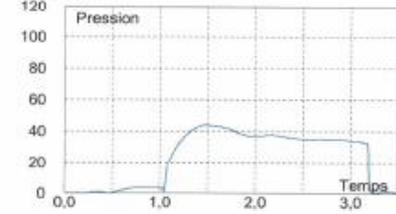
Mesures à la CRF

	Norme	Mes.	%Norme
PE 1s CRF(cmH2O)	----	----	----
PE Pk CRF(cmH2O)	----	----	----

PI Max



PE Max



Temp.(°C) : 21,79 Pb (mmHg) : 752 Humidité (%) : 23 Facteur BTPS : 1,12

Normes: Black et Hyatt. Am Rev Respir Di, 1969; 99: 696-701

Pression inspiratoire par reniflement (SNIP Test)

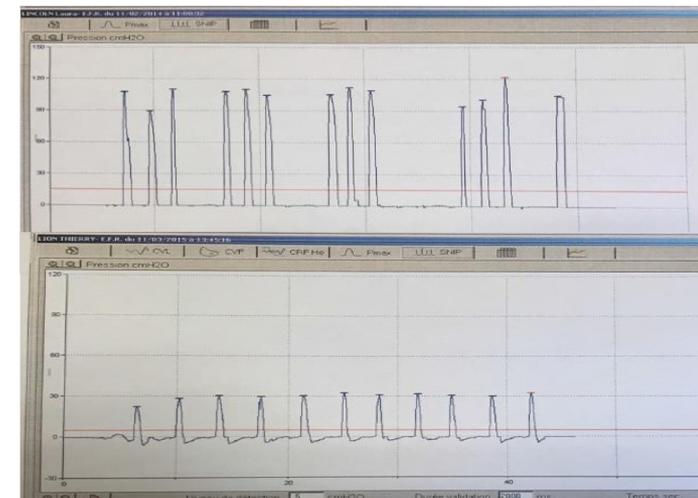
- *Principe* : bonne corrélation entre pression nasale et œsophagienne
- *Technique* : mesure de la pression nasale avec un tampon nasal, plusieurs manœuvres de reniflement d'inspiration

✓ Avantages

Plus naturelle, facile à réaliser, évalue la force globale des muscles inspiratoires, reproductible

✗ Inconvénients

Obstruction nasale bilatérale sévère, dépend de la coopération du patient



Normale si $> \text{LIN}$

Habituellement $\sim 100 \text{ cm H}_2\text{O}$

SNIP Test

NOM Prénom : [REDACTED]	
Date de naissance : 17/02/1936	Taille(cm) : 168
Sexe : M	Poids(Kg) : 61 IMC (Kg/m2) : 21,6
Médecin Presc. : PR Similowski HDJ	Opérateur : MT

Date examen :08/03/2018

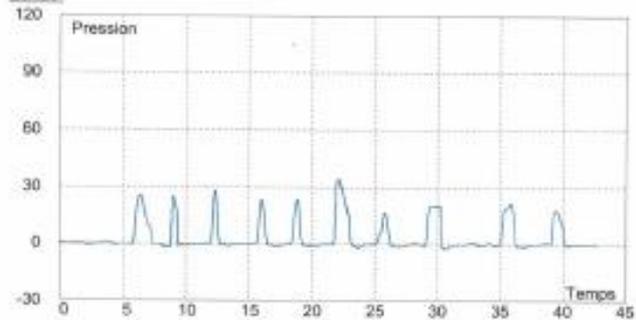
Heure examen: 11:20:00

PRESSION INSPIRATOIRE NASALE

	Norme	Inf SD	Sup SD	Mes.	%Norme
SNIP max(cmH2O)	91	70	112	34	38



SNIP



Mesure du débit de point à la toux (DEP toux)

- Efficacité de la toux :
 - Inspiration préalable, fermeture de la glotte
 - Force des muscles respiratoires à l'expiration

Toux efficace
DEP > 270 L/min



Gazométrie artérielle au repos

- Utile pour évaluer les conséquences de la dysfonction diaphragmatique
- L'apparition d'une **hypercapnie diurne est tardive**
 - Corrélation avec la P_Imax mais pas avec la CV
- L'élévation de Bicarbonates diurnes est corrélée avec hypoventilation nocturne
- **PaCO₂ > 45 mm Hg : critère de VNI**



Enregistrements nocturne : SpO2 et pTCO2

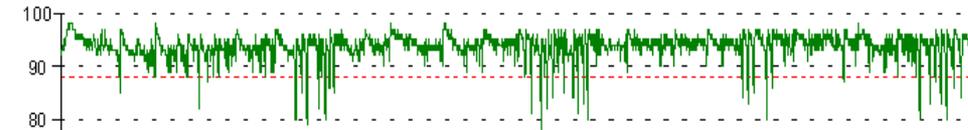
Paramètres d'analyse

Événement désaturation: baisse de SpO2 d'au moins 4% pendant un minimum de 10 secondes

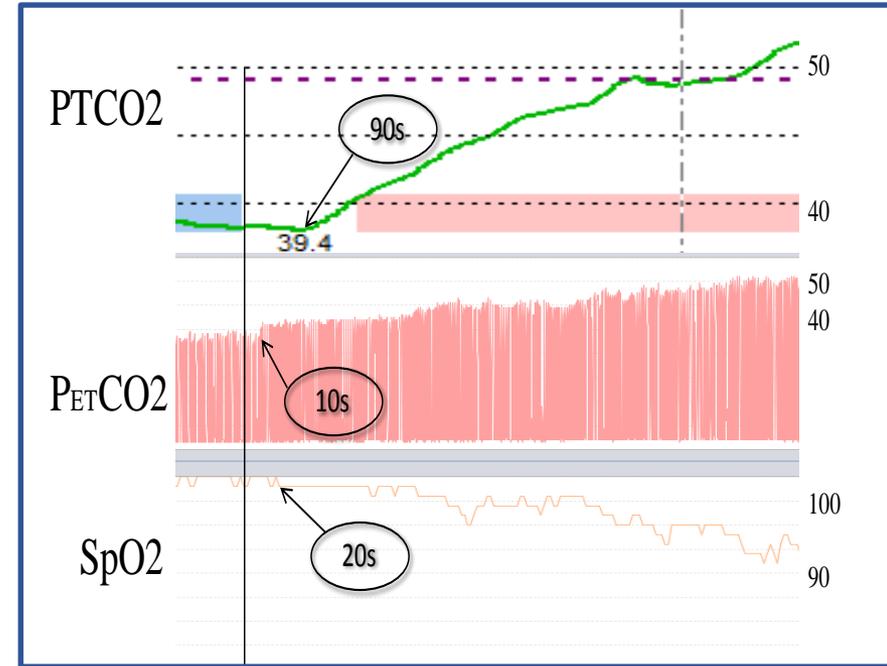
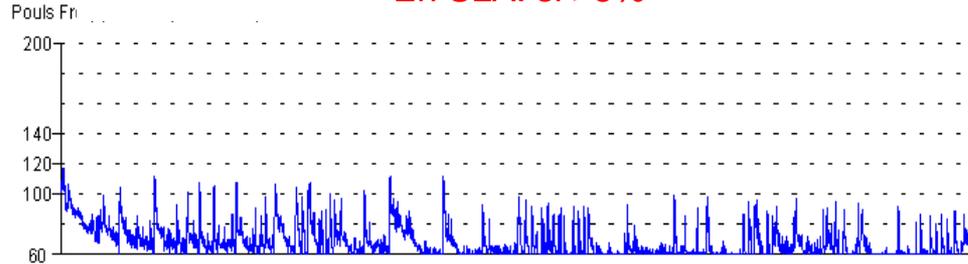
Événement pouls: Changement de fréquence d'au moins 6 bpm pendant un minimum de 8 secondes

Graphiques de synthèse

SpO2 (10 % par division)



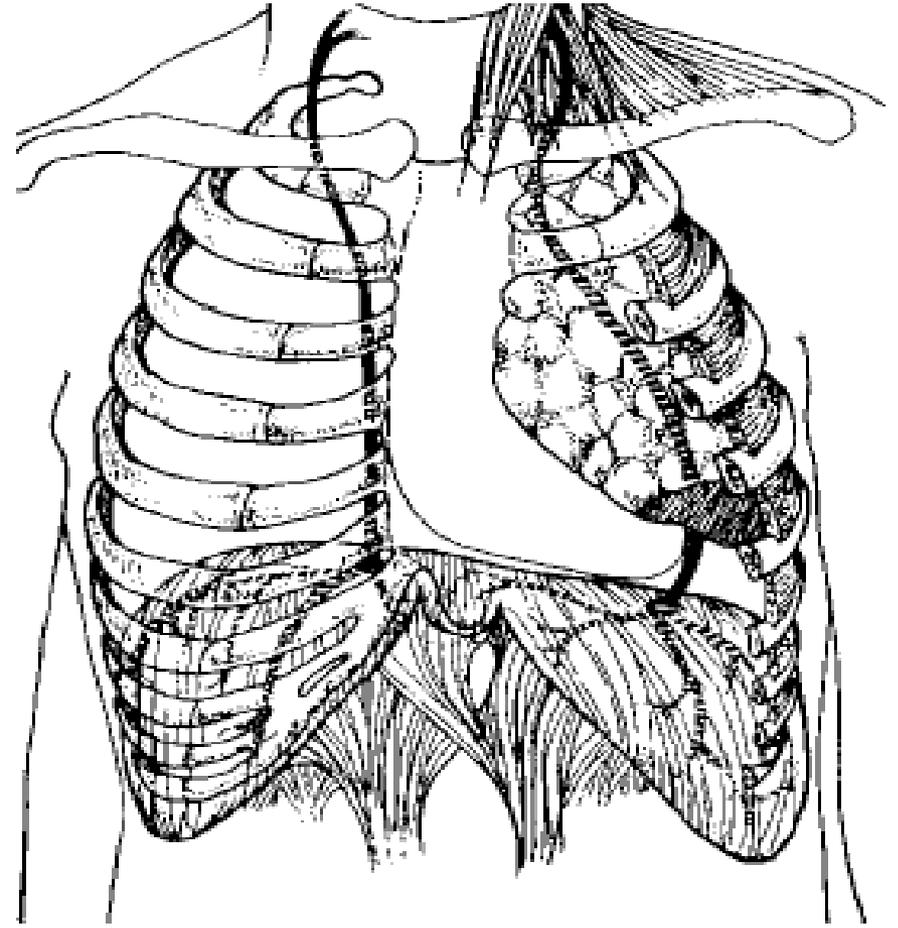
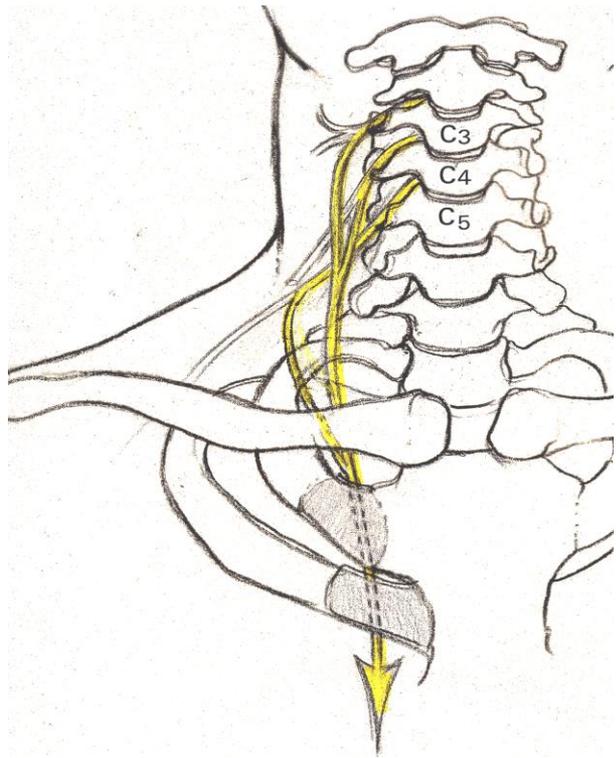
Pathologique
En MNM: si > 10% du temps avec SpO2 < 90%
En SLA: si > 5%



Plan

1. Rappels de physiopathologie
2. Exploration de la fonction respiratoire
3. Mesure non invasive de la fonction diaphragmatique
4. **Mesure Invasive de la fonction diaphragmatique**

EMG Diaphragme..... *innervation*



EMG Diaphragme



Stimulation magnétique
cervicale

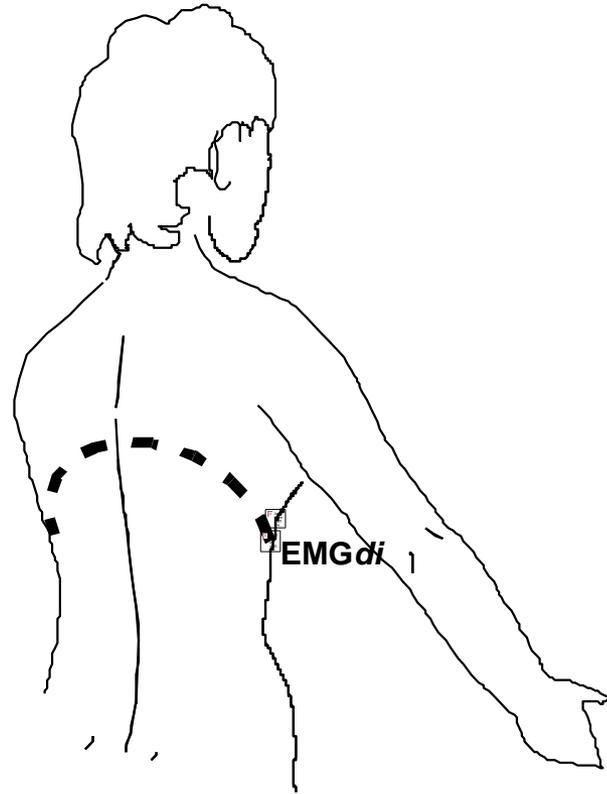


Stimulation magnétique
focale bilatérale des
phréniques au cou

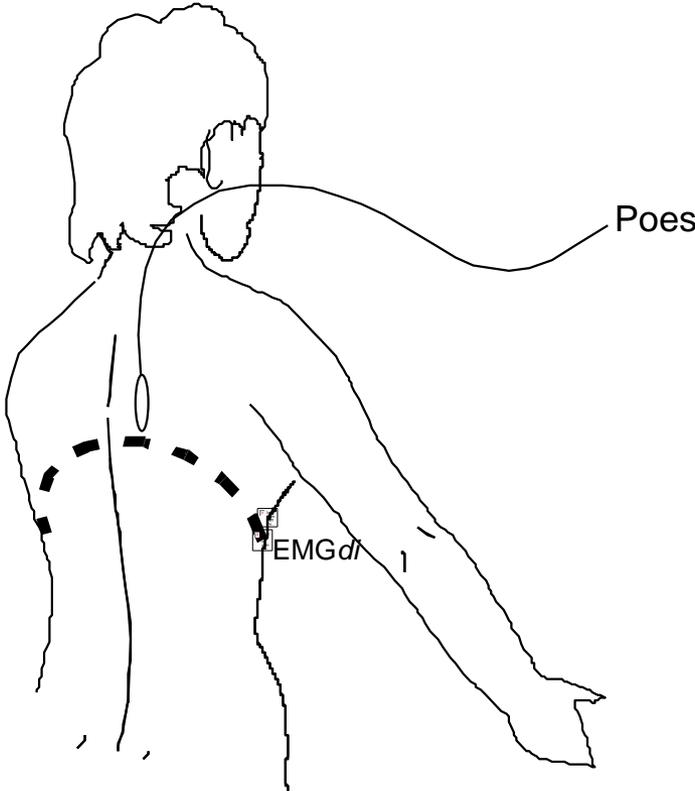


Stimulation électrique des
nerfs phréniques

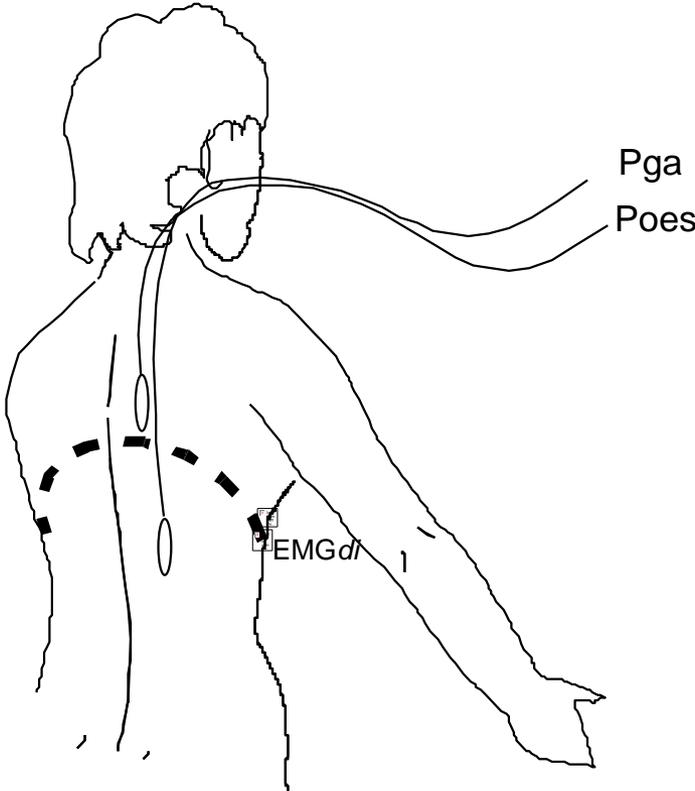
EMG Diaphragme - Recueils



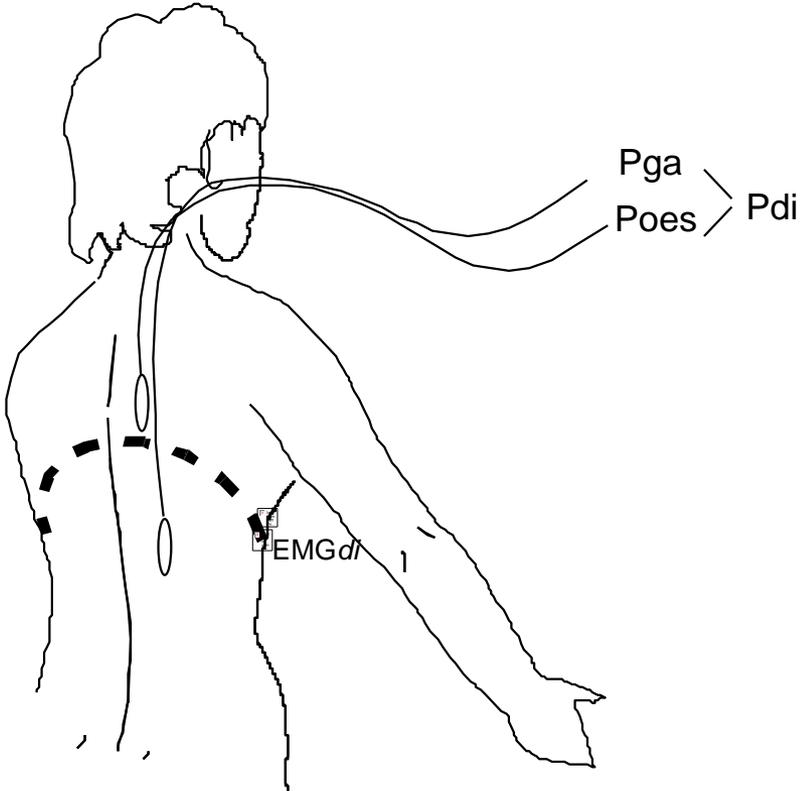
EMG Diaphragme - Recueils



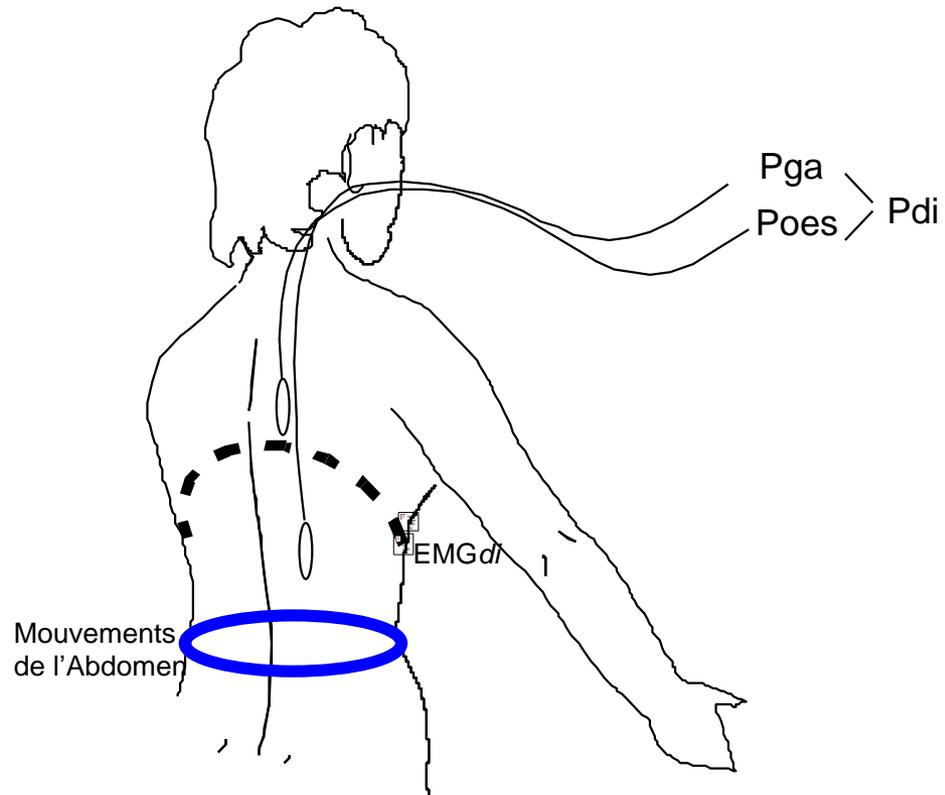
EMG Diaphragme - Recueils



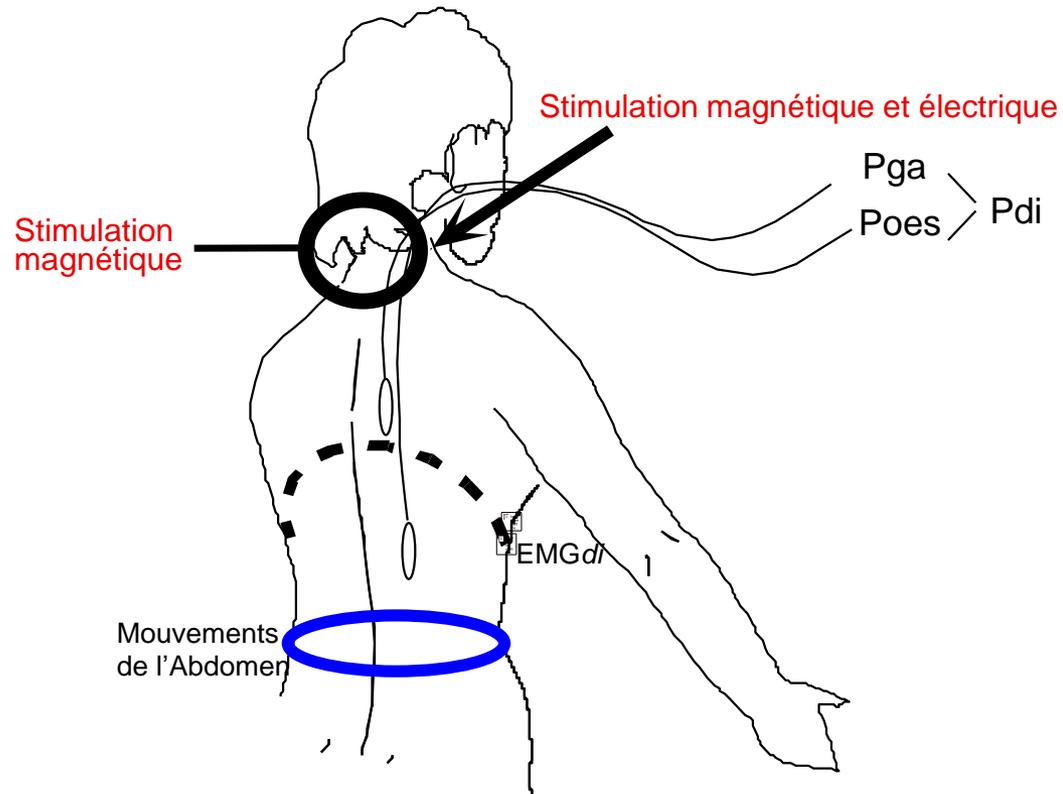
EMG Diaphragme - Recueils



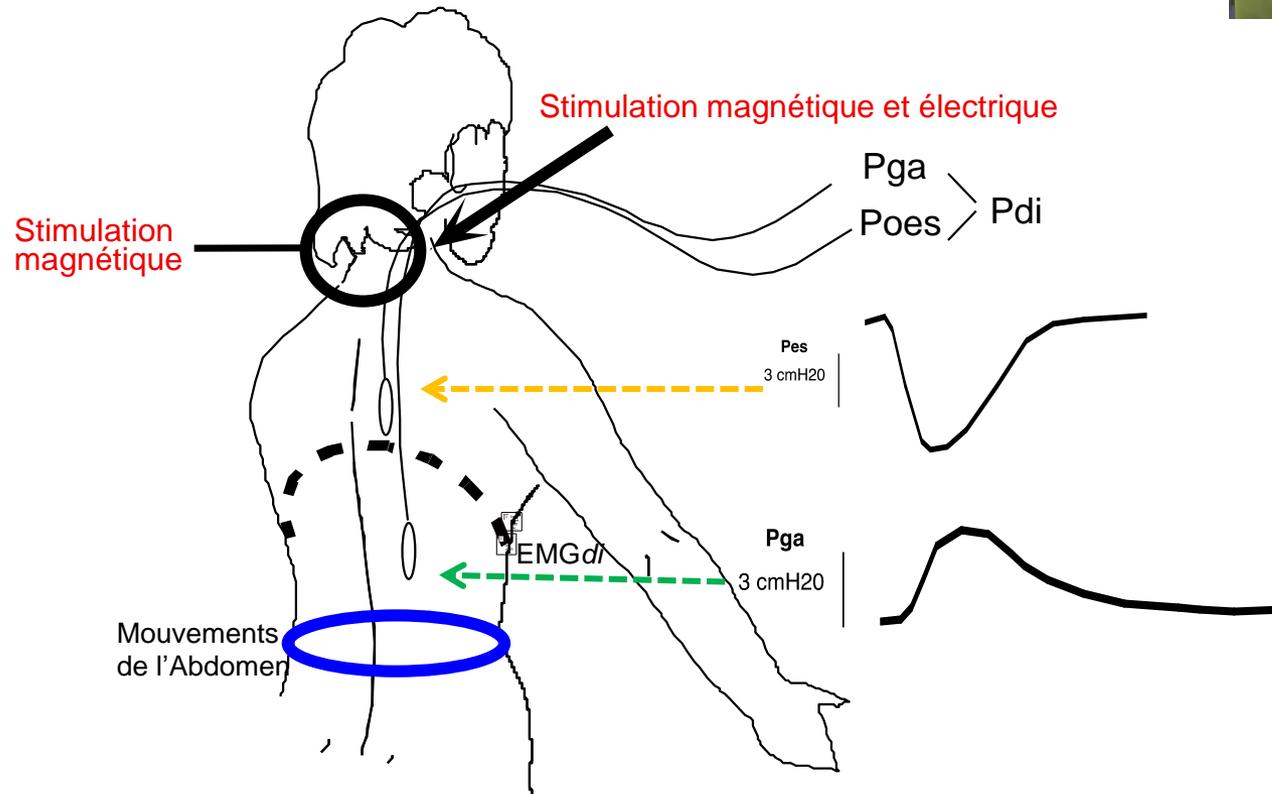
EMG Diaphragme - Recueils



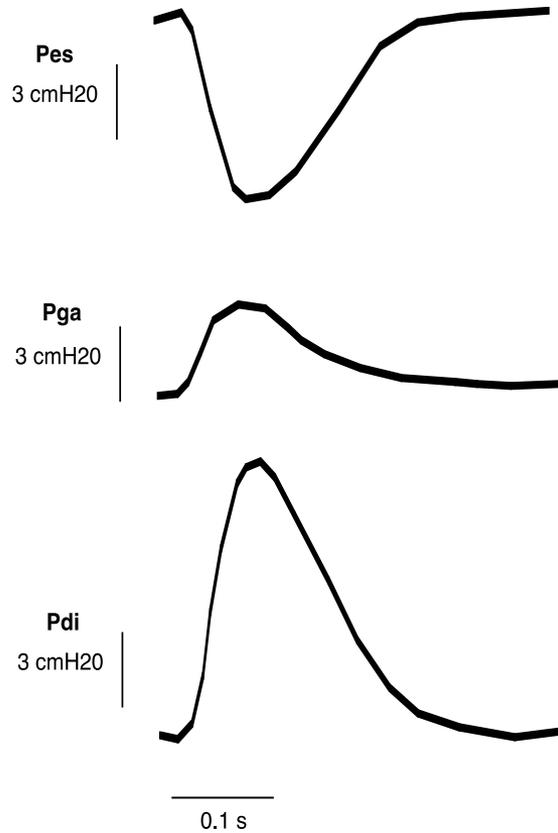
EMG Diaphragme - Stimulations



EMG Diaphragme - Stimulations



EMG Diaphragme - Pressions



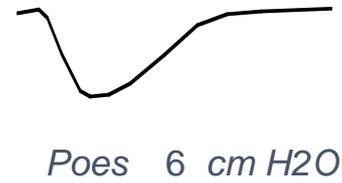
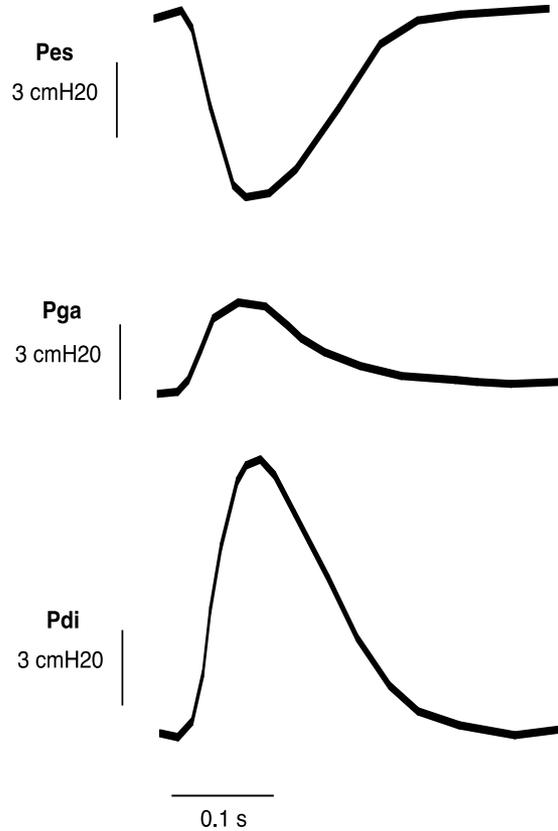
- $P_{di} \geq 20 \text{ cm H}_2\text{O}$
 $P_{di} = P_{ga} - P_{oes}$

- $P_{oes} \geq 10 \text{ cm H}_2\text{O}$

EMG Diaphragme - Dysfonction diaphragmatique

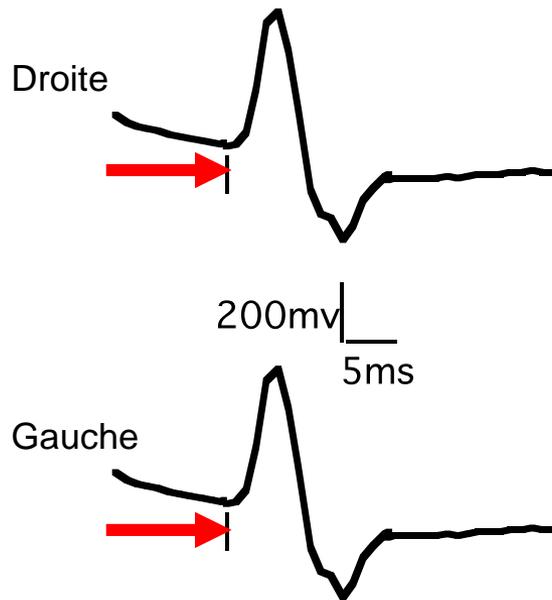


Dysfonction diaphragmatique



Pdi 12 cm H₂O

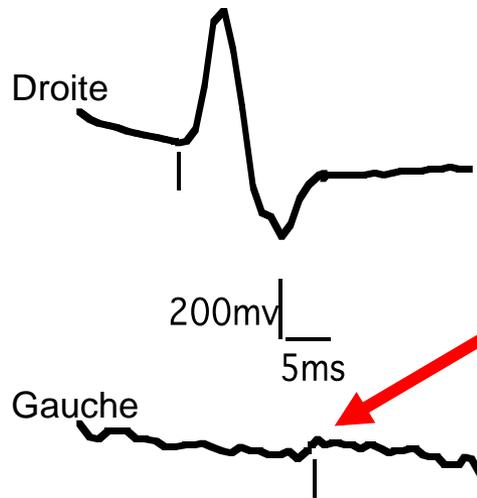
EMG Diaphragme - Conduction



Lat. Stim Elec ≤ 8.5 ms (*faux négatifs*)

Lat. Stim Mag 5.0-6.5 ms (*contamination*)

EMG Diaphragme - Conduction

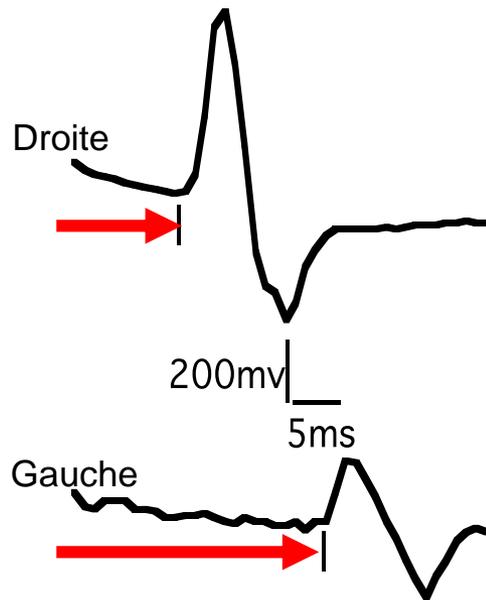


**lésion phrénique
complète**



Pdi 12 cm H₂O

EMG Diaphragme - Conduction

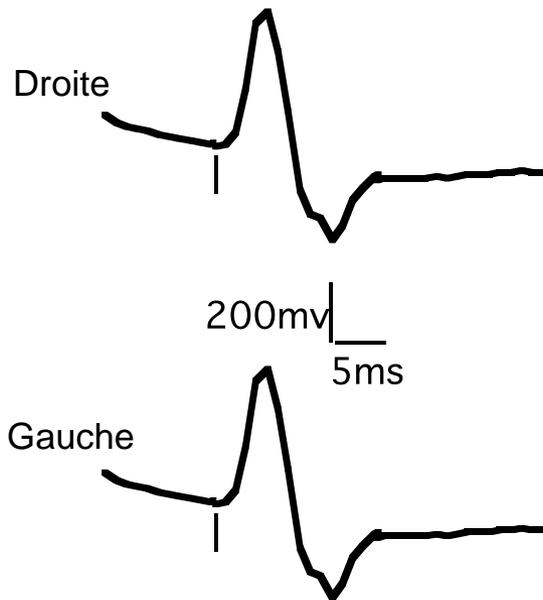


**Allongement de latence,
lésion phrénique
incomplète**

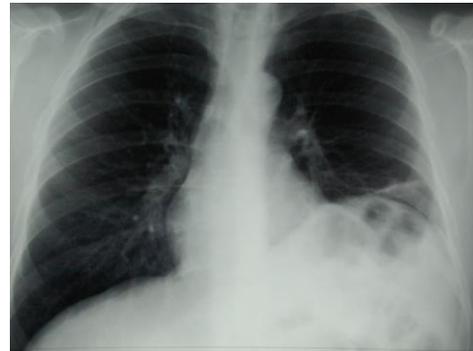


Pdi 12 cm H₂O

EMG Diaphragme - Conduction



**lésion musculaire
(éventration)**



Pdi 12 cm H₂O

En pratique

Suspicion de dysfonction diaphragmatique

1. Evaluation clinique

2. Documenter la dysfonction diaphragmatique:

- CV A/C Pimax SNIP
- Si confirmation sur les EFR : EMG diaphragme

3. Evaluer la **sévérité** :

- GDS: Hypoventilation alvéolaire diurne
- Enregistrements nocturnes (SpO₂, PtcCO₂, PSG)

• **Surveillance**

- CV assis couchée Pmax SNIP Gaz du sang tous les 3 - 6 mois (selon pathologie)
- **Prolongée** : Récupération tardive possible : 18 à 24 mois.

Conclusions

- Le profil fonctionnel d'une dysfonction diaphragmatique est un syndrome restrictif pur avec diminution du P_Imax, SNIP
- L'exploration du retentissement d'une dysfonction diaphragmatique inclut un enregistrement nocturne de la SpO₂ et P_tcCO₂ (si possible) en cas de suspicion d'hypoventilation alvéolaire
- La combinaison des techniques EFR permet d'améliorer la qualité du diagnostic
- L'EMG diaphragmatique est une technique invasive qui permet d'évaluer spécifiquement la pression transdiaphragmatique ainsi que la conduction des nerfs phréniques par stimulation magnétique et électrique



Merci

claudia.llontop@aphp.fr