

DU Explorations neurophysiologiques cliniques



explorations électromyographiques du diaphragme

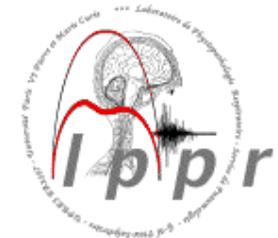
Dr Capucine MORELOT-PANZINI

Pr Thomas SIMILOWSKI

Laboratoire de Physiopathologie Respiratoire

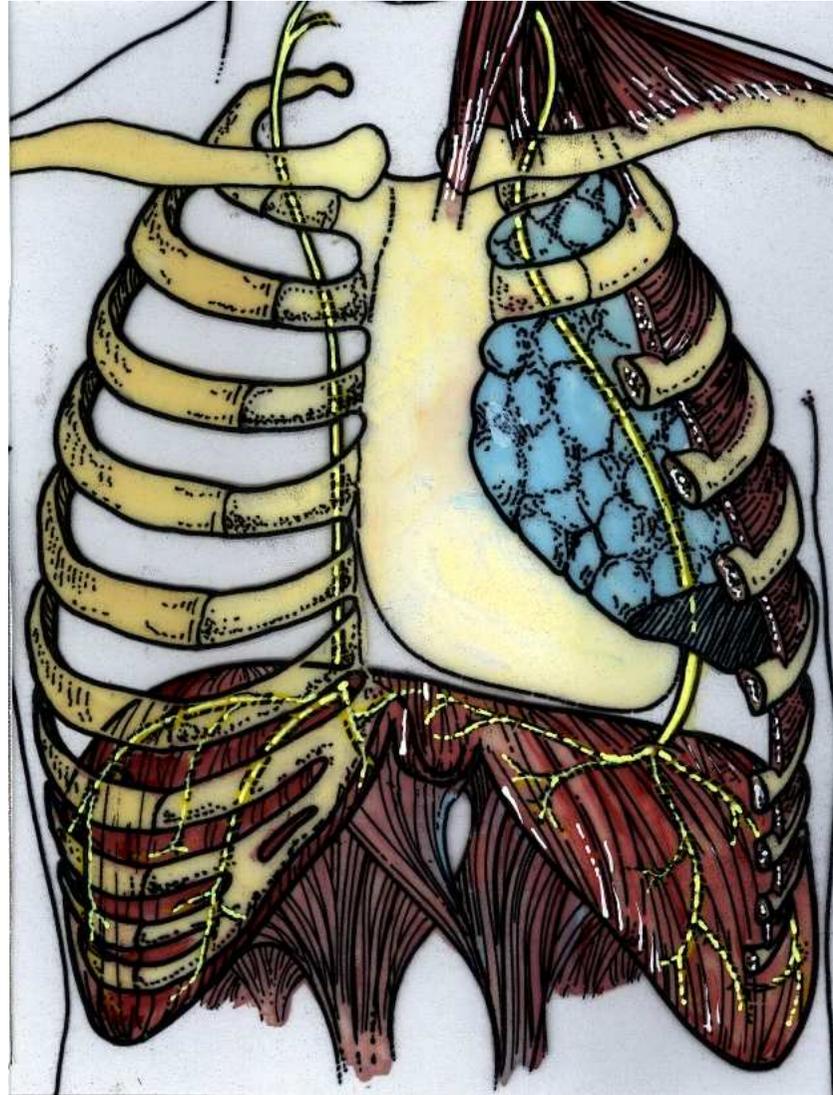
Service de Pneumologie, G-H Pitié-Salpêtrière

UPRES EA2397, Université Paris VI Pierre et Marie Curie

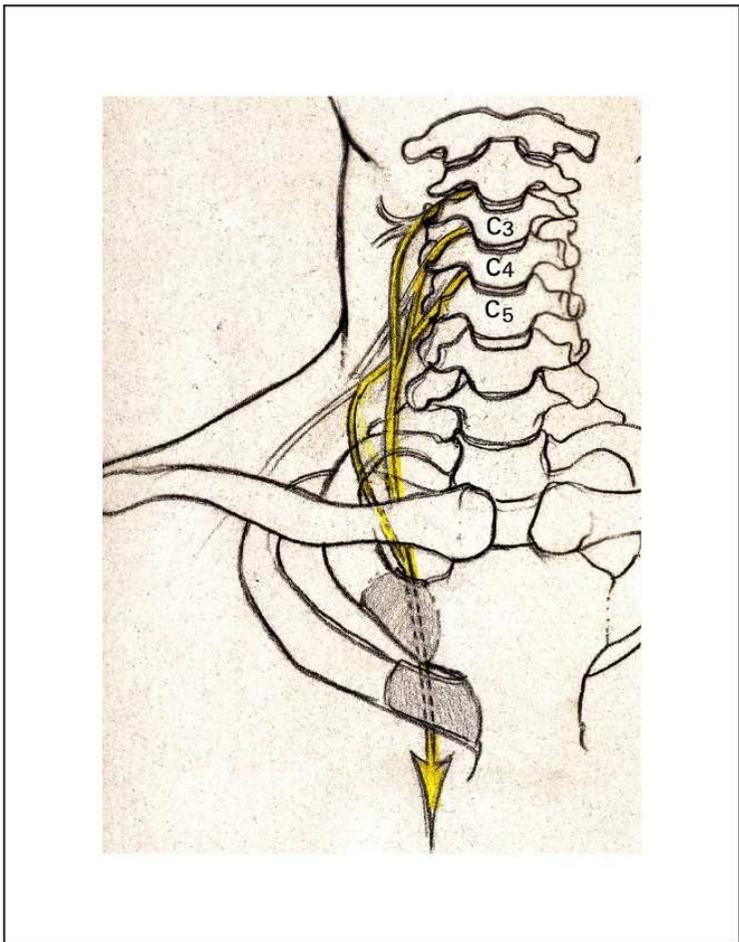
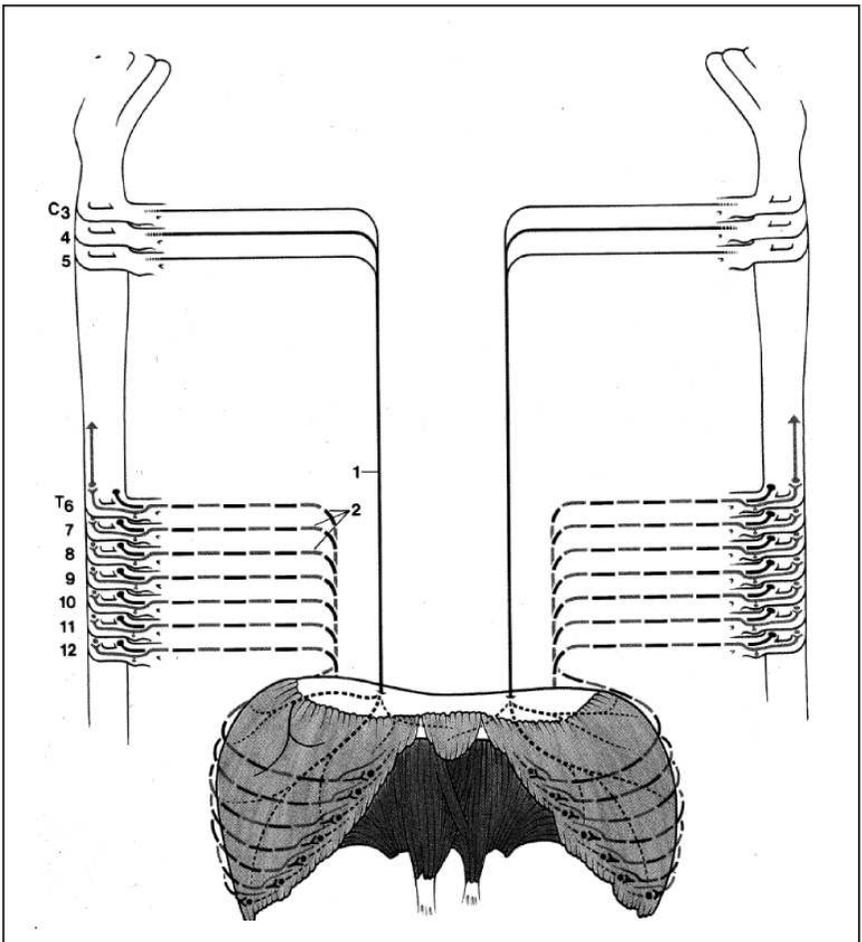


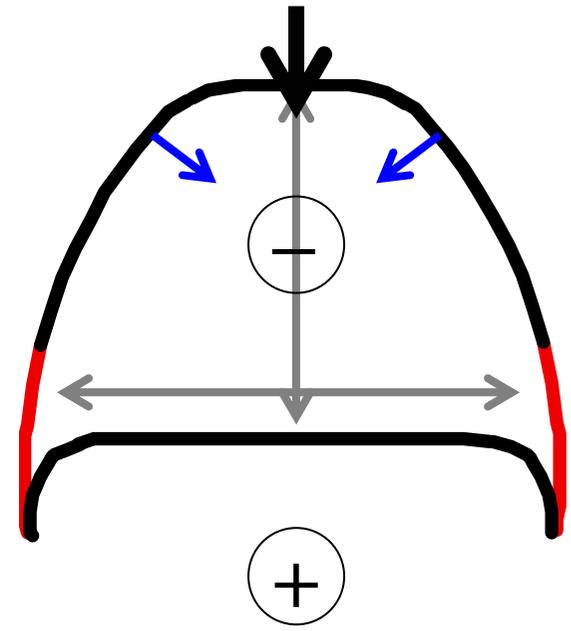
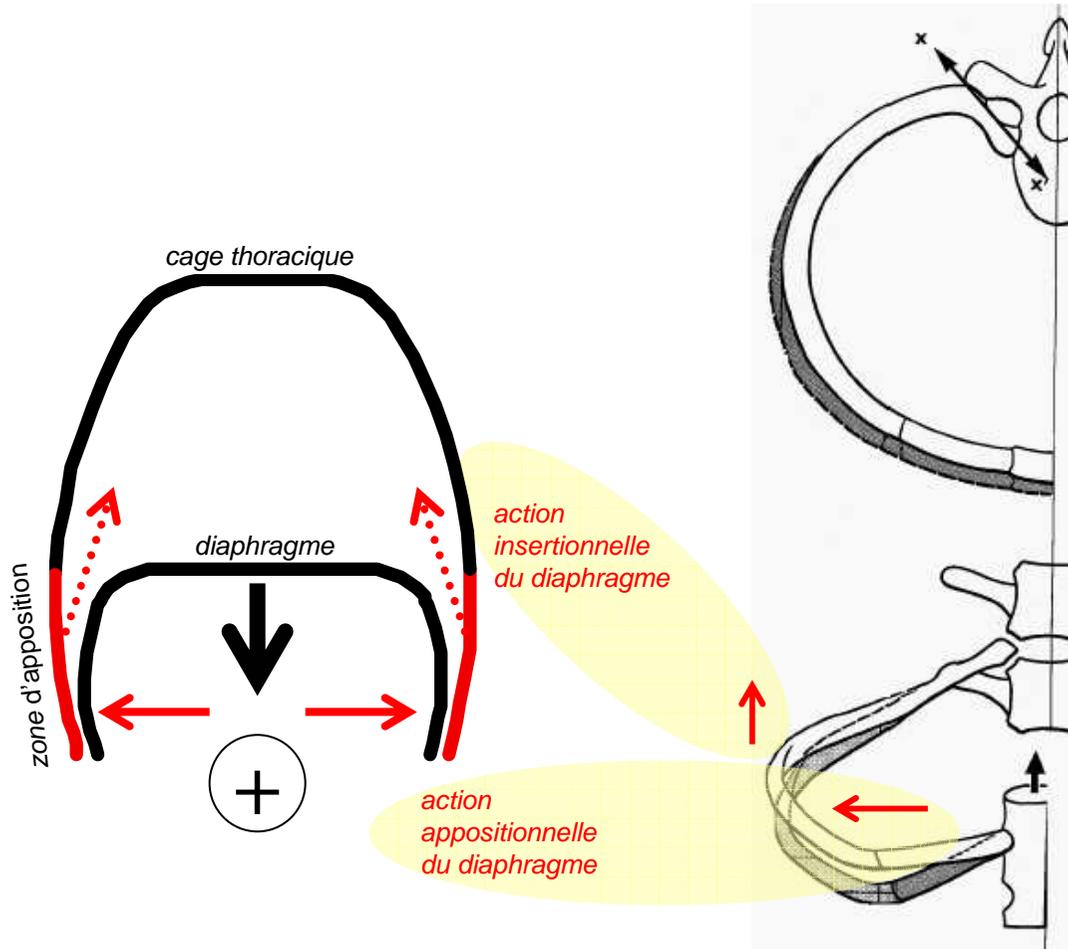
- **anatomie, physiologie**
- **particularités du diaphragme**
- **indications**
- **méthodes d'exploration :**
 - **clinique, radiologique, spirométrie, mesures de pression, polysomnographie,**
 - **électromyogramme**
 - **contamination de l'activité spontanée**
 - **stimulation phrénique**
 - **stimulation transcrânienne**
- **nosologie**

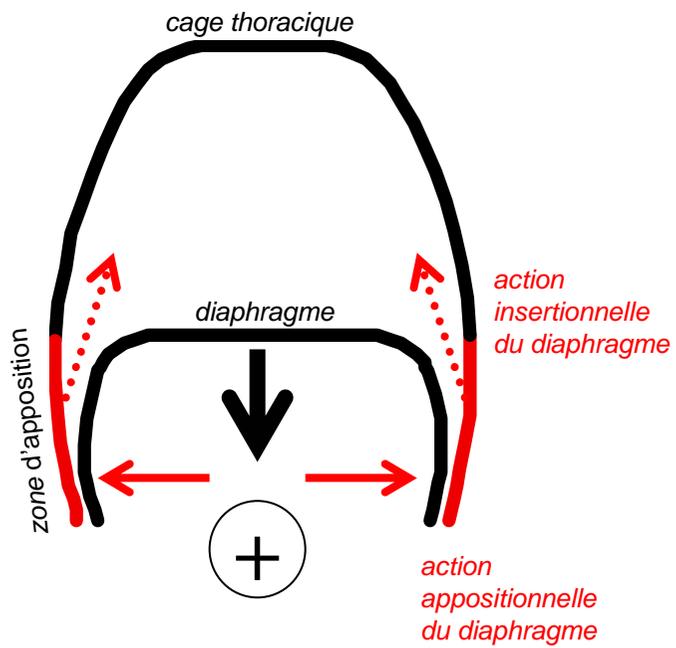
anatomie



anatomie

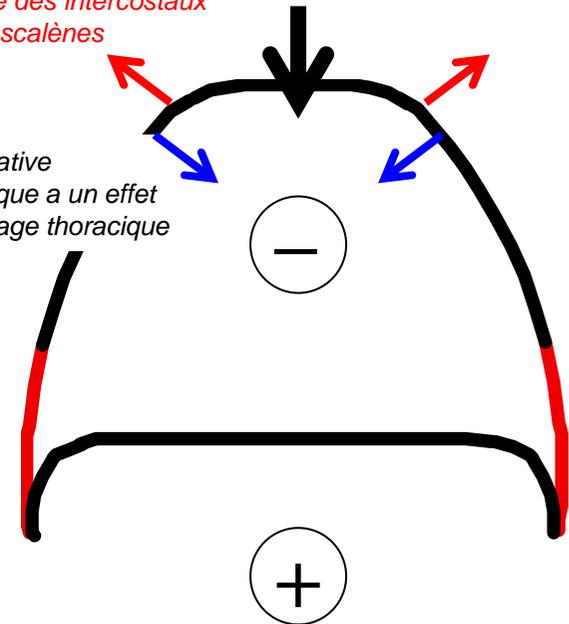




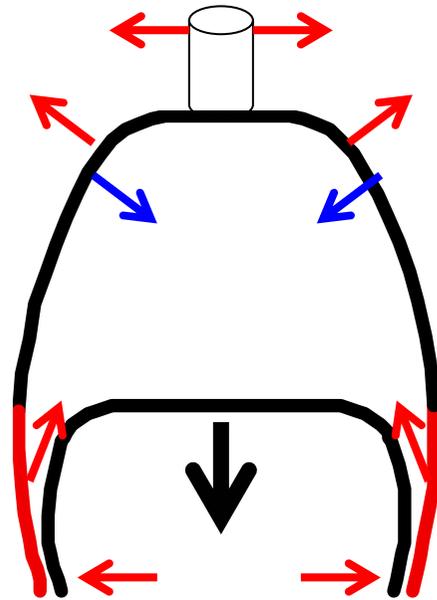


cet effet « contre-productif » est contrebalancé par l'action sur la cage thoracique des intercostaux parasternaux et des scalènes

la pression intrathoracique négative produite par la contraction diaphragmatique a un effet paradoxal sur la partie supérieure de la cage thoracique



physiologie : coordination



ouverture VA
stabilisation RC
diaphragme

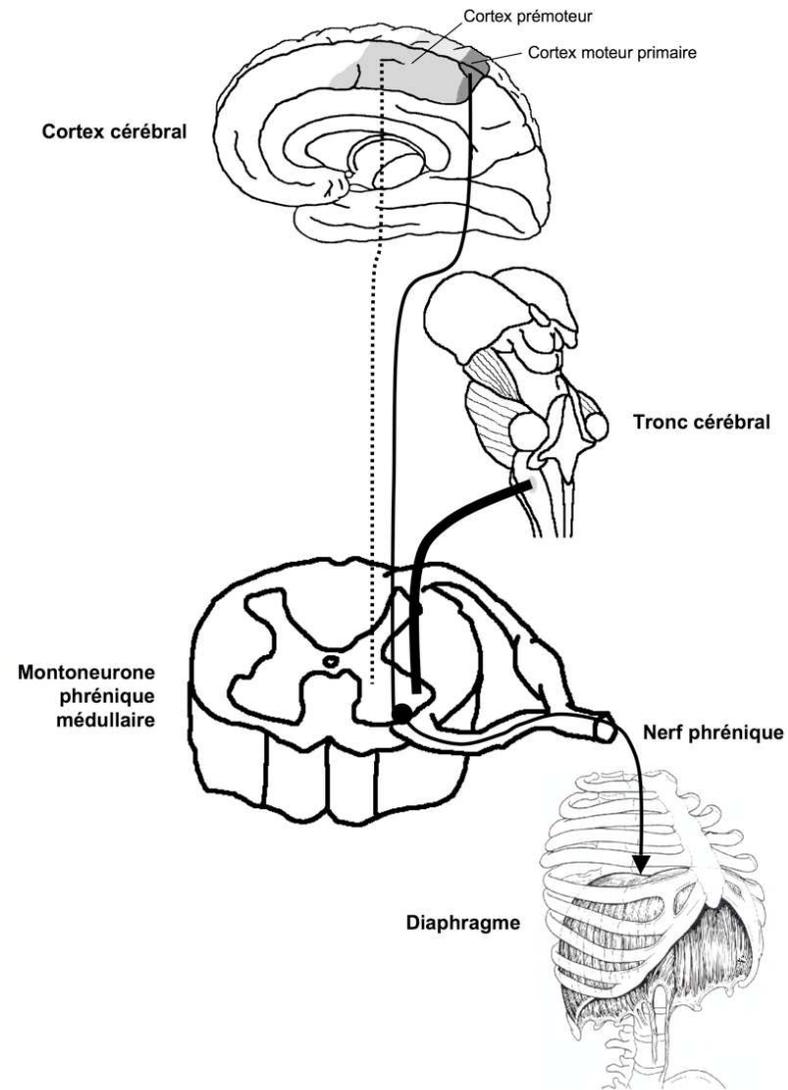


physiologie : commande

commande double :

- automatique : tronc cérébral
(complexe pré-Bötzinger - plusieurs
générateurs de rythme)
- supra-pontique

physiologie : commande



physiologie : transmission

- **racines**

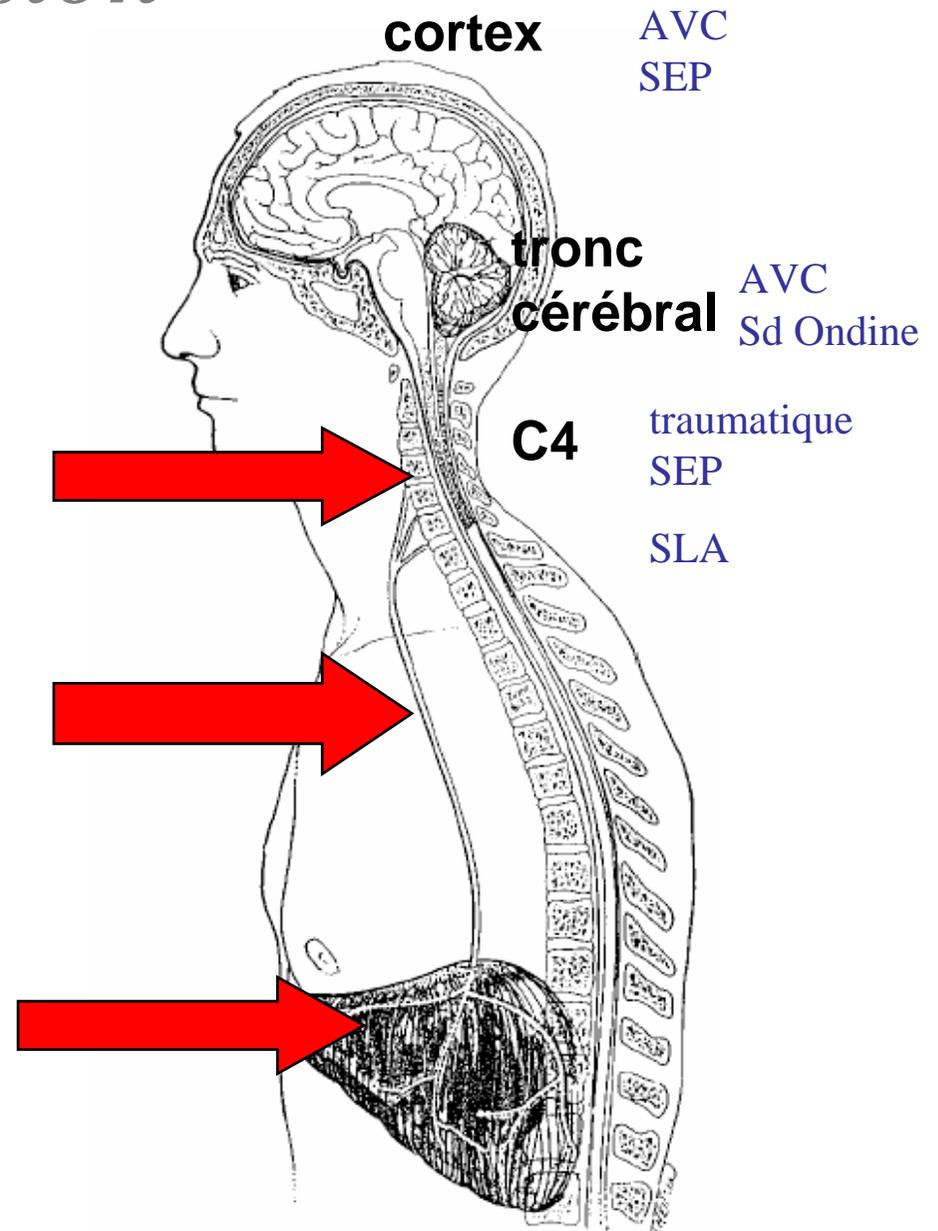
cervicarthrose
Sd Guillain-Barré
PRN

- **nerfs**

CMT
Parsonage-Turner
diabète
insuff rénale
traumatique
LED

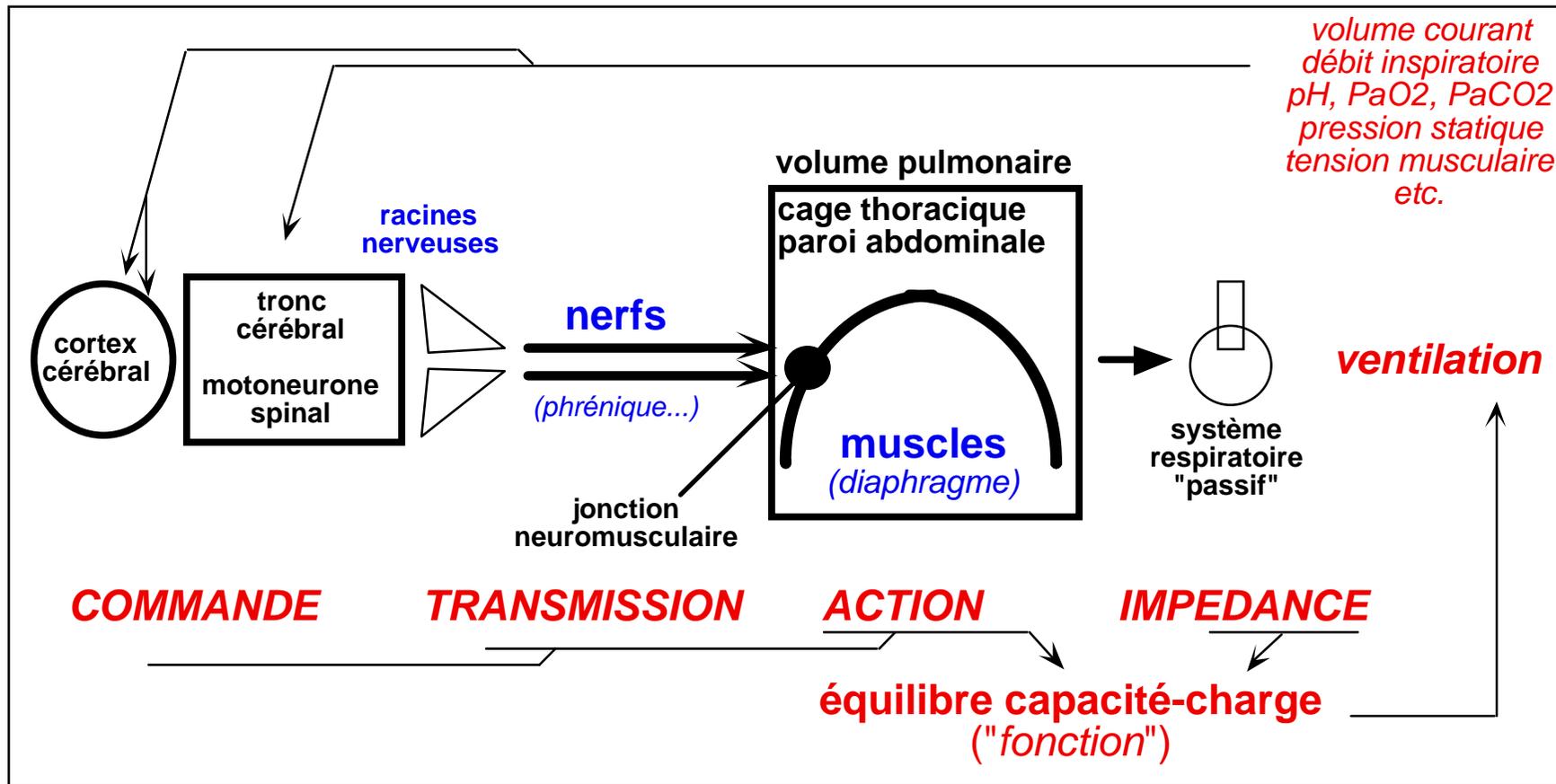
- **jonction neuromusculaire**

myasthénie



physiologie

synthèse : "chaîne" respiratoire



- anatomie, physiologie
- particularités du diaphragme
- indications
- méthodes d'exploration :
 - clinique, radiologique, spirométrie, mesures de pression, polysomnographie
 - électromyogramme
 - contamination de l'activité spontanée
 - stimulation phrénique
 - stimulation transcrânienne
- nosologie

particularités du diaphragme

- anatomie :
 - muscle profond
 - innervation exclusive par le nerf phrénique
 - nerf accessible à la stimulation uniquement en proximal

particularités du diaphragme

- fonction :
 - principal muscle inspiratoire (pression)
 - contraction permanente 24h/24 (commande automatique)
 - système asservi
 - nécessité de coordination de plusieurs groupes musculaires
 - multiple : respiratoire, posturale, défécation, parturition

- anatomie, physiologie
- particularités du diaphragme
- **indications**
- méthodes d'exploration :
 - **clinique, radiologique, spirométrie, mesures de pression, polysomnographie**
 - **électromyogramme**
 - **contamination de l'activité spontanée**
 - **stimulation phrénique**
 - **stimulation transcrânienne**
- nosologie

indications

- cliniques :
 - dyspnée
 - ascension de coupole radiologique
 - sd restrictif inexpliqué (EFR)
 - hypoventilation alvéolaire
 - difficultés de sevrage de VA
 - troubles du sommeil

indications

- pathologies ;
 - atteinte neurologique centrale ou périphérique associée à une dysfonction diaphragmatique
 - atteinte respiratoire (altération de la géométrie)
 - atteinte systémique
 - corticothérapie

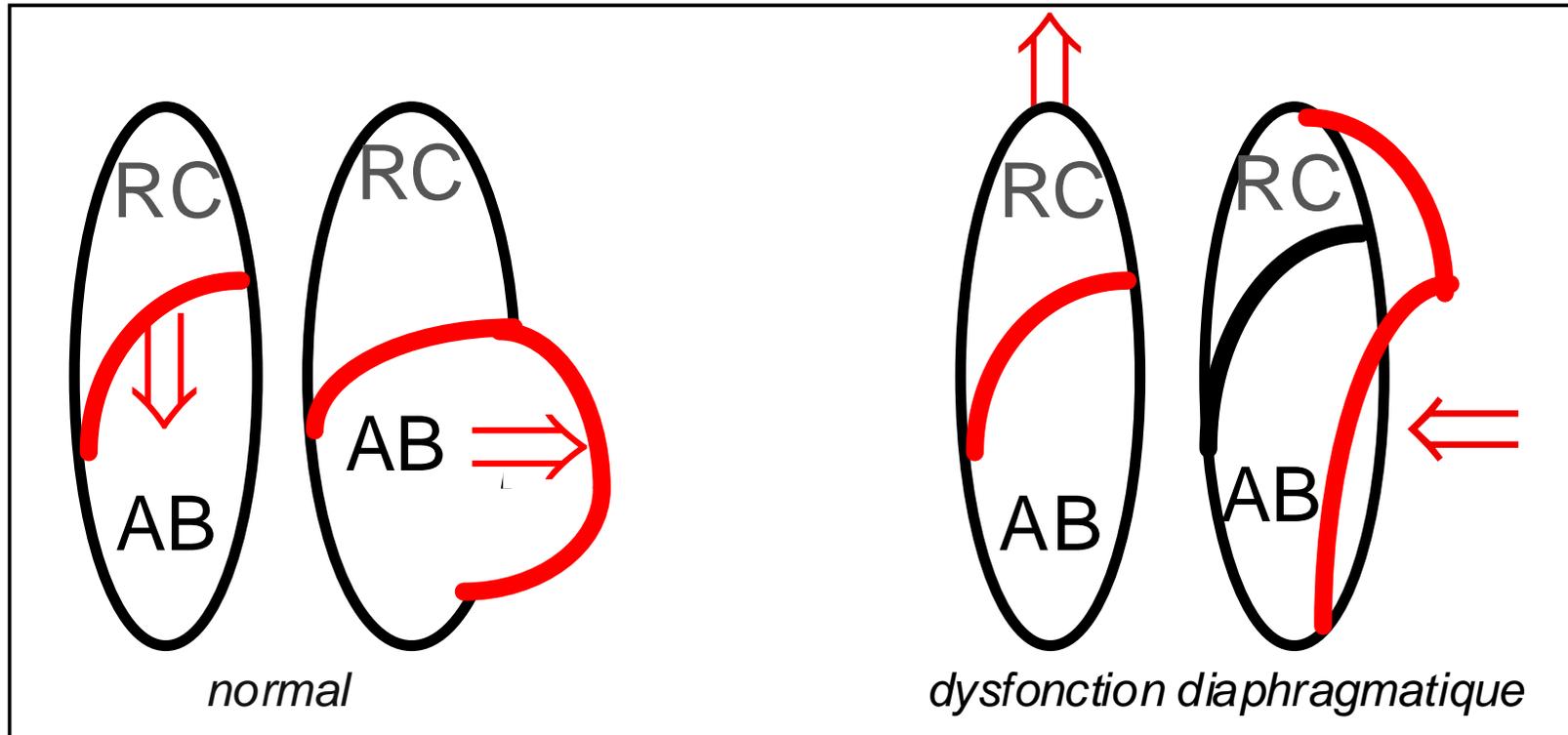
indications : pertinence de l'exploration du diaphragme

- **clinique : diagnostic positif dysfonction**
 - au cours d'affections respiratoires ou non respiratoires
 - pour indication ventilation nocturne
- **clinique : diagnostic étiologique**
 - atteinte neurogène vs. myogène
- **physiopathologie :**
 - niveau et mécanisme de l'atteinte
- **thérapeutique :** stimulateur phrénique implanté, déclenchement ventilateur...

- anatomie, physiologie
- particularités du diaphragme
- indications
- méthodes d'exploration :
 - **clinique, radiologique, spirométrie , mesures de pression, polysomnographie**
 - électromyogramme
 - contamination de l'activité spontanée
 - stimulation phrénique
 - stimulation transcrânienne
- nosologie

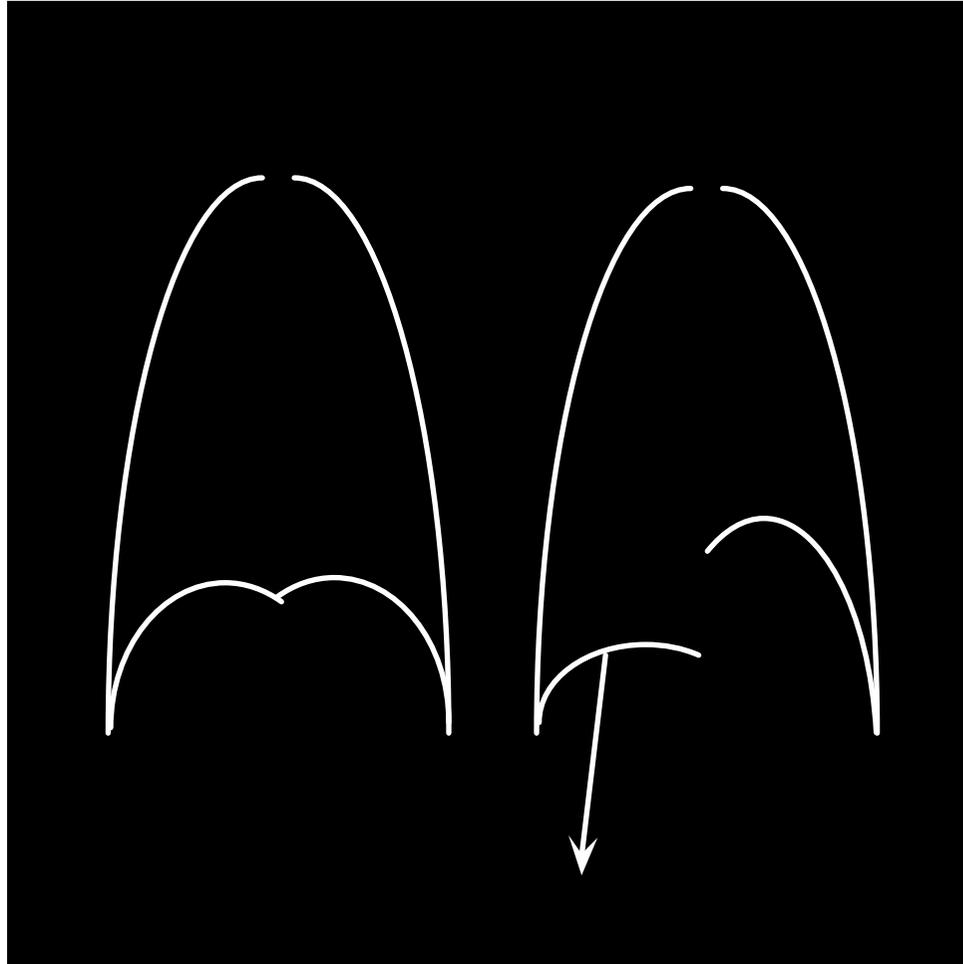
clinique

- respiration abdominale paradoxale dans le VT



- hypertrophie des SCM
- antépnée, dyspnée de décubitus
- troubles du sommeil

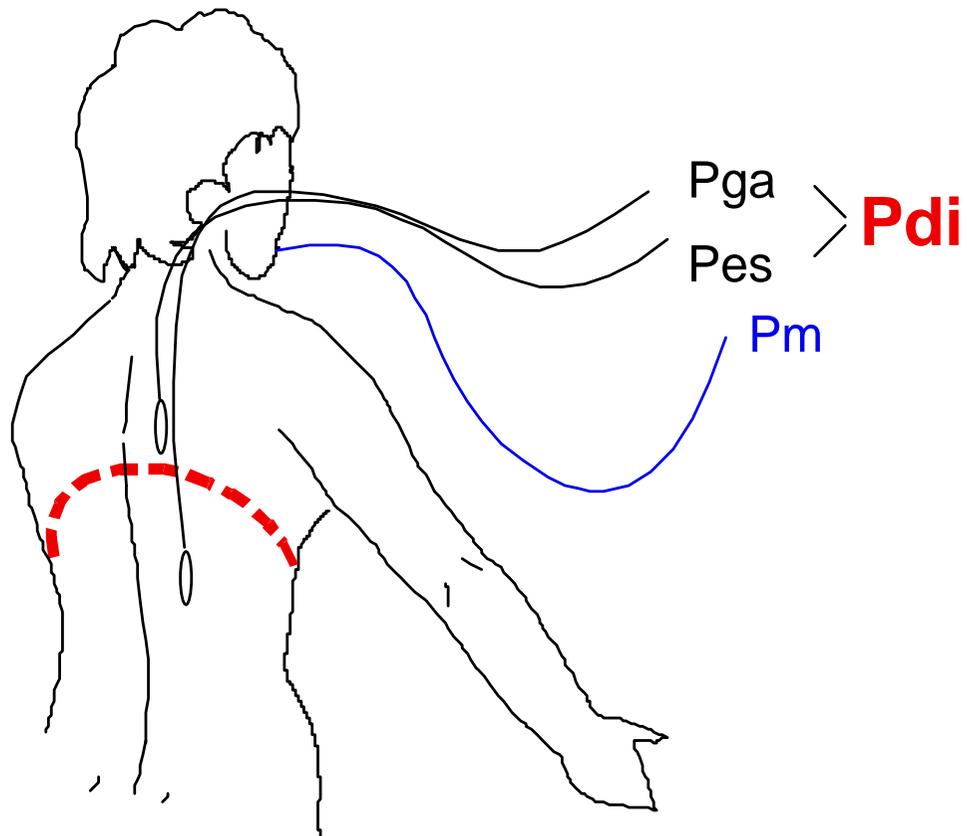
radiographie



explorations fonctionnelles des muscles respiratoires : pressions statiques

- diagramme de Rahn : mesures des pressions maximales à différents volumes pulmonaires (tension-longueur)
- épreuve de reniflement maximal
 - dépistage
 - évaluation fonctionnelle globale
 - suivi évolutif
 - limites : coopération, coordination, Sp

mesure des pressions

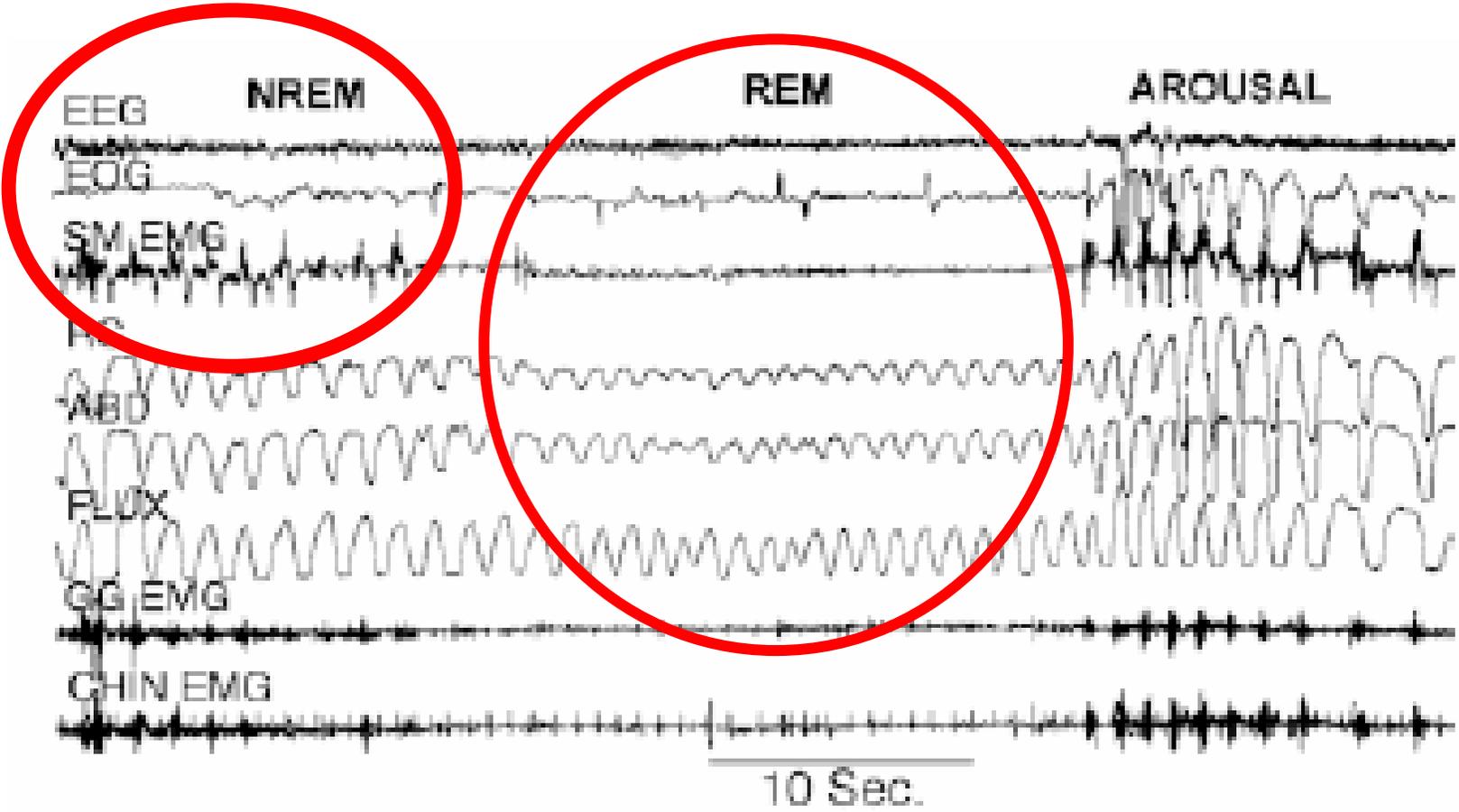


$P_{es} > 10 \text{ cmH}_2\text{O}$

$P_{di} > 20 \text{ cmH}_2\text{O}$

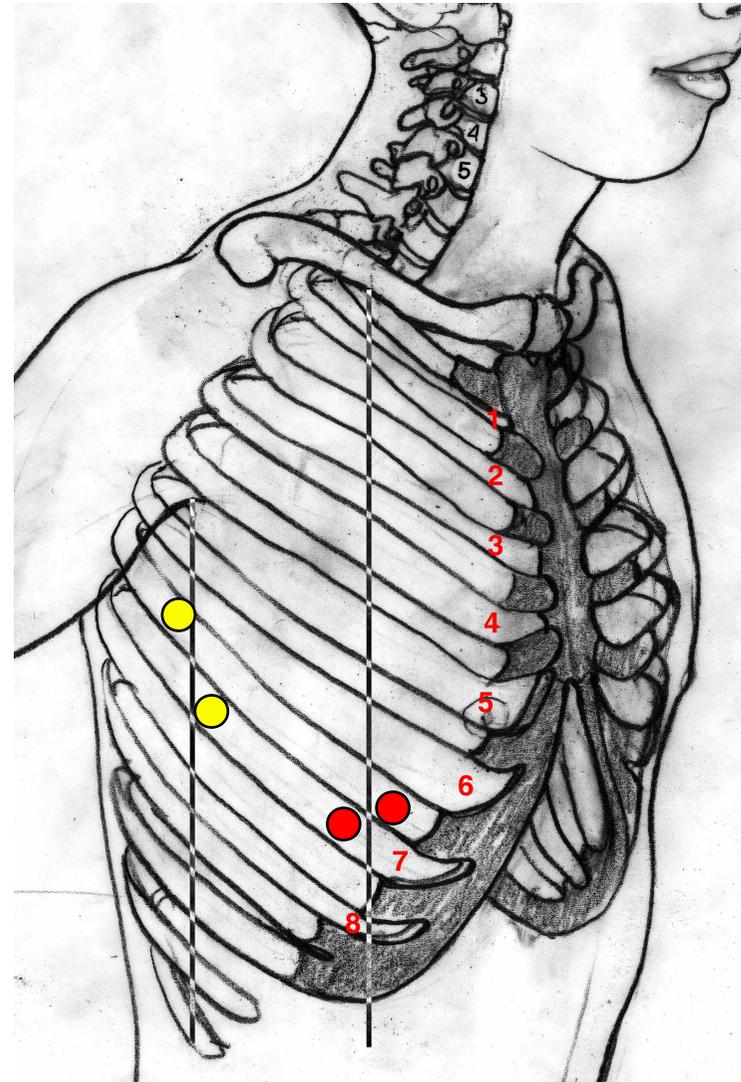
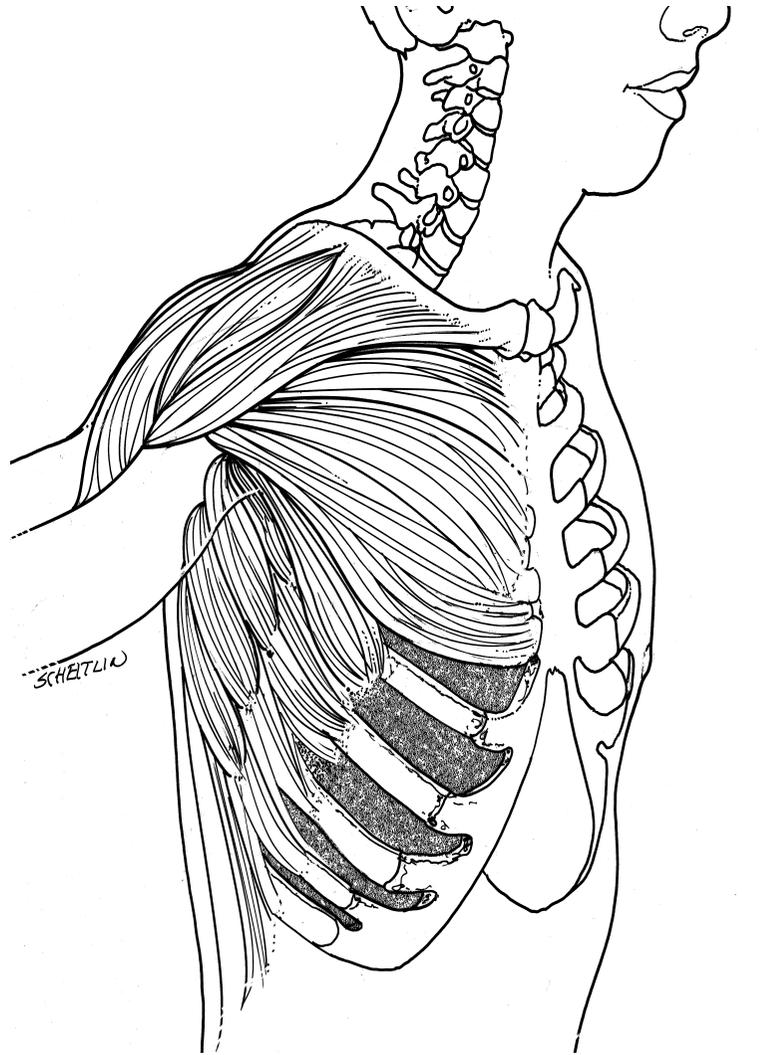
P_{es}/P_{di}

polysomnographie

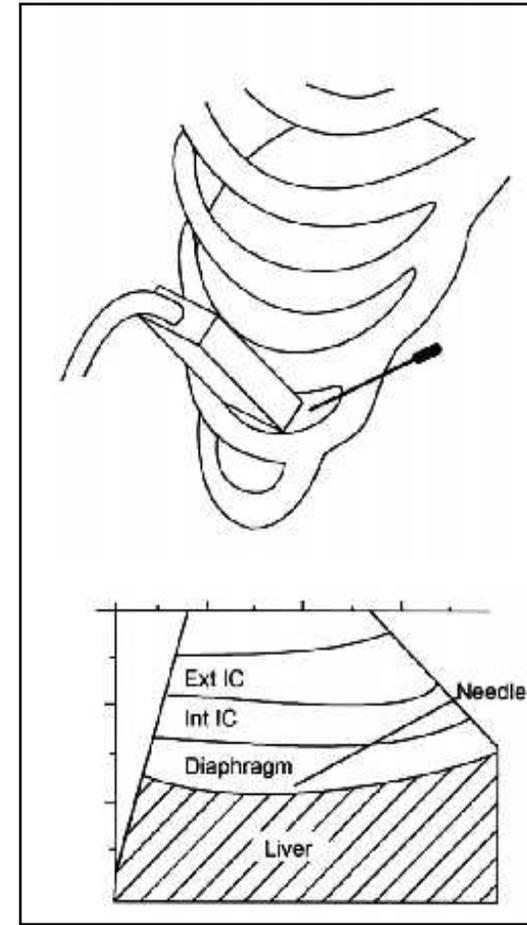
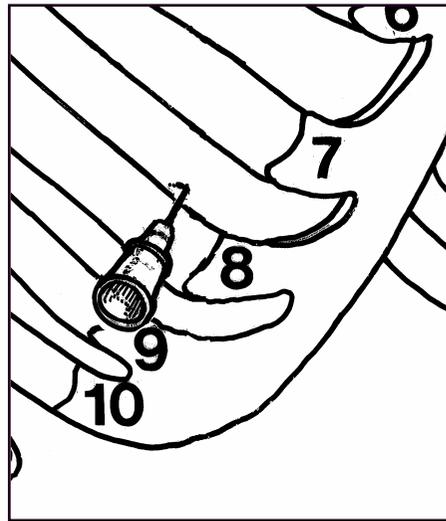
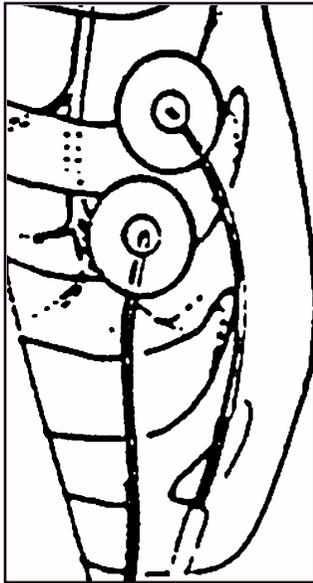


- anatomie, physiologie
- particularités du diaphragme
- indications
- méthodes d'exploration :
 - clinique, radiologique, spirométrie , mesures de pression, polysomnographie
 - **électromyogramme**
 - contamination de l'activité spontanée
 - stimulation phrénique
 - stimulation transcrânienne
- nosologie

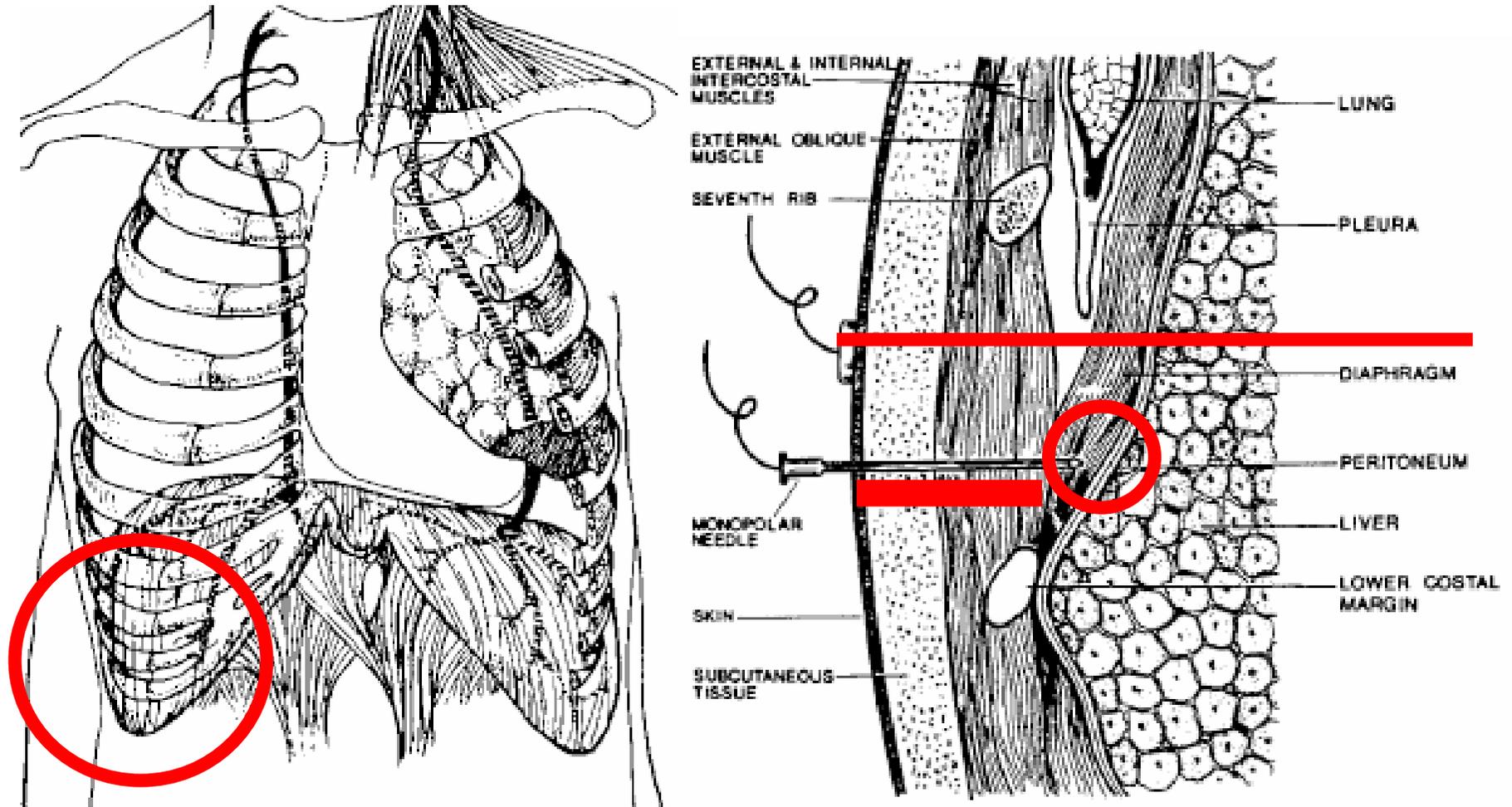
électromyogramme : diaphragme costal



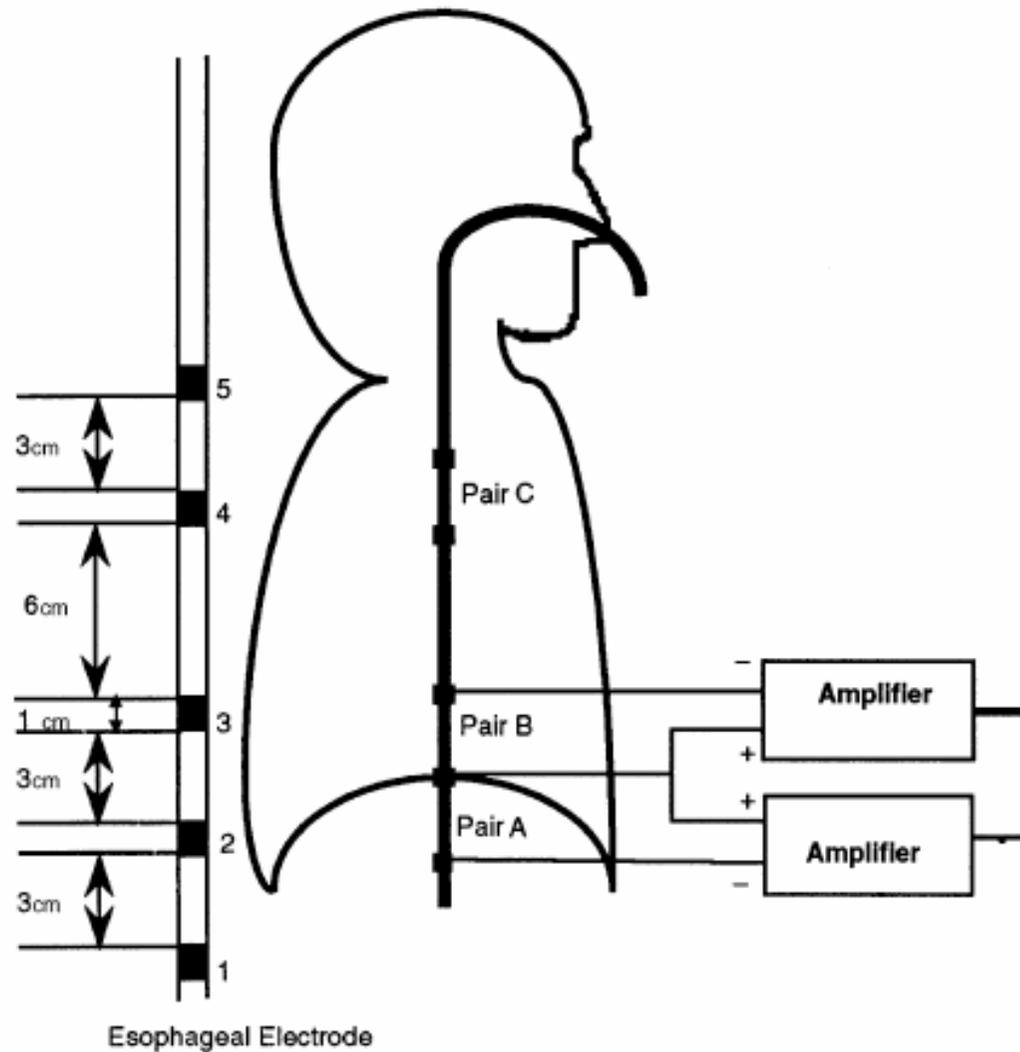
électromyogramme : diaphragme costal



électromyogramme : diaphragme costal

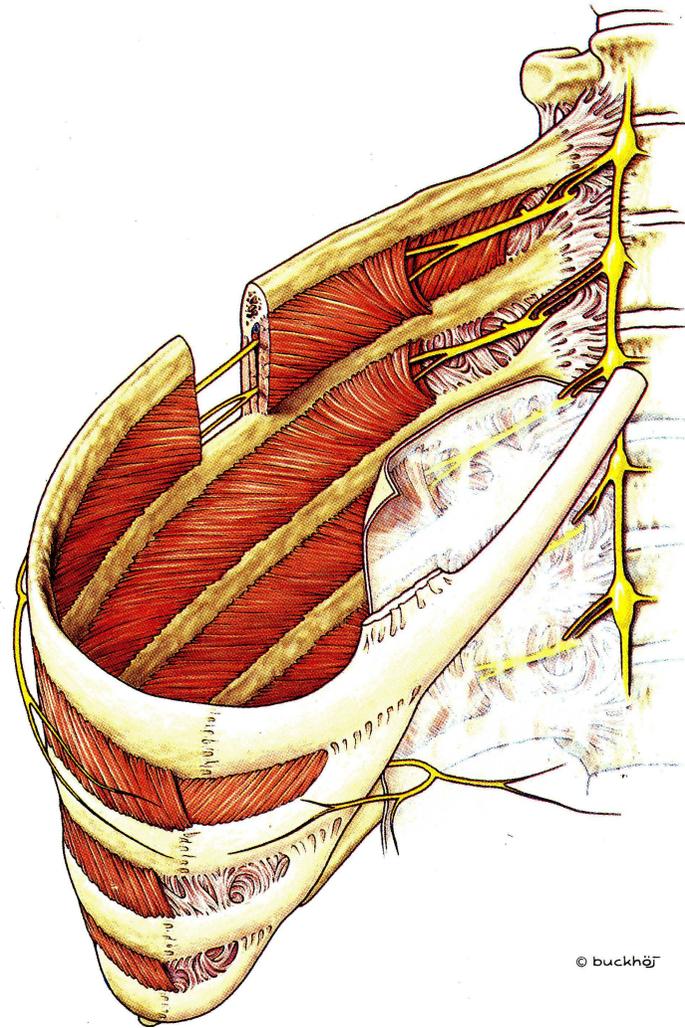
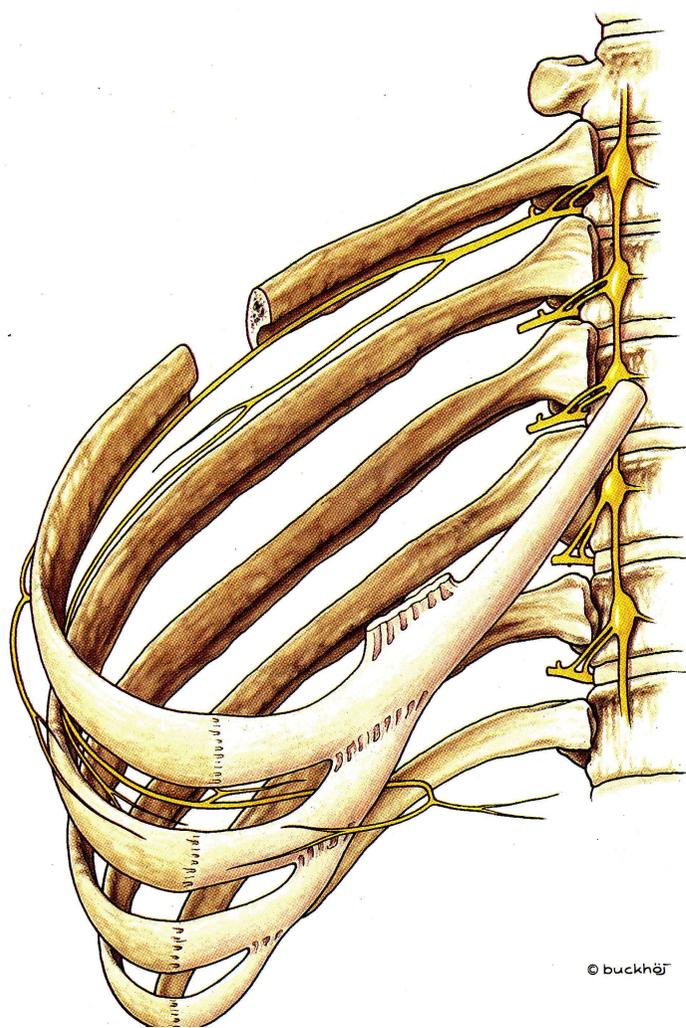


électromyogramme : diaphragme crural

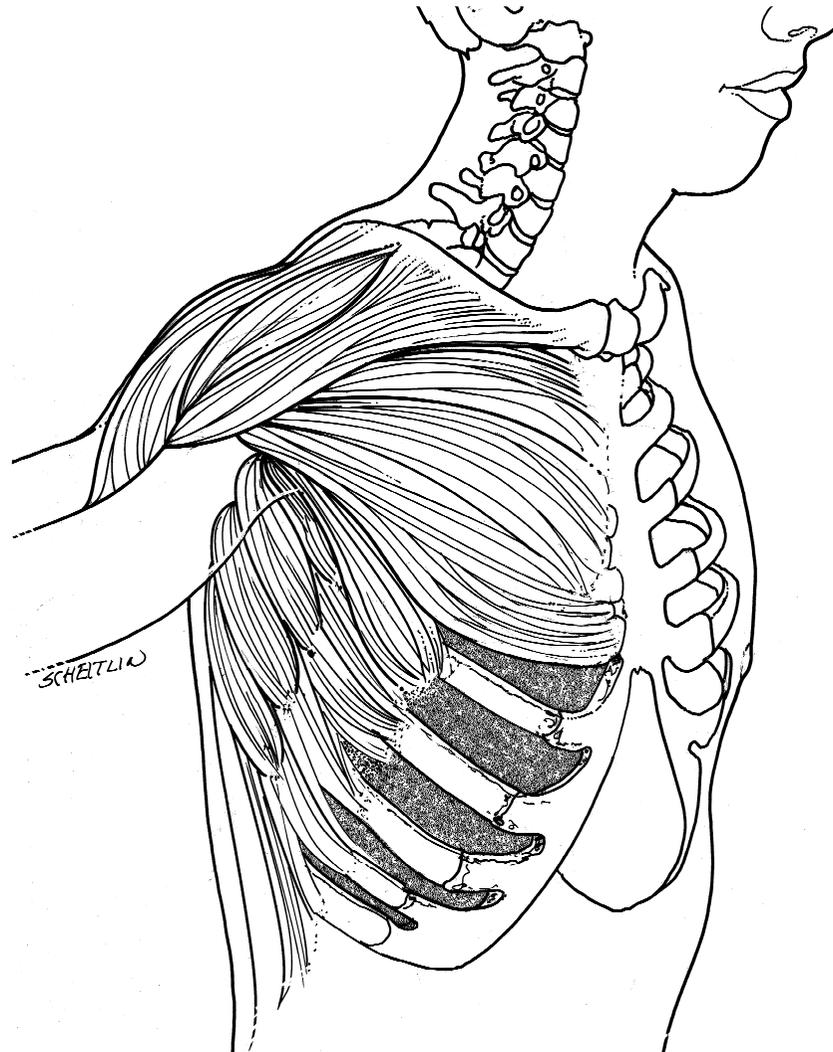


- anatomie, physiologie
- particularités du diaphragme
- indications
- méthodes d'exploration :
 - clinique, radiologique, spirométrie , mesures de pression, polysomnographie
 - électromyogramme
 - **contamination de l'activité spontanée**
 - stimulation phrénique
 - stimulation transcrânienne
- nosologie

ventilation calme - intercostaux



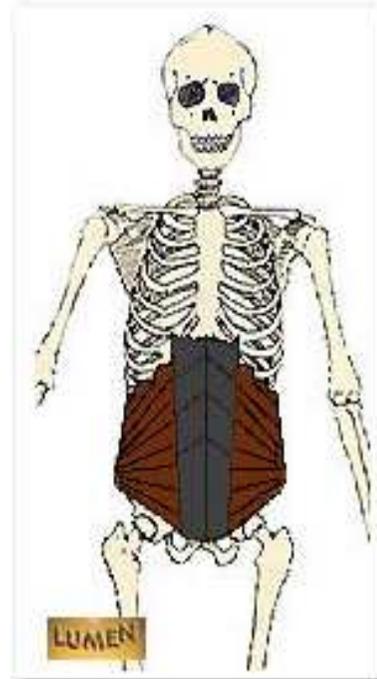
ventilation « stimulée » - cage thoracique



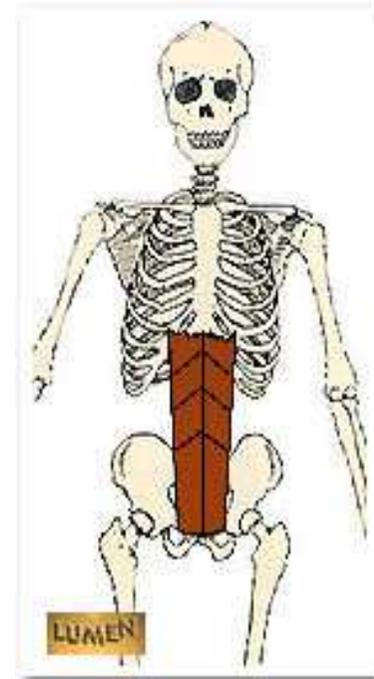
ventilation « stimulée » - abdominaux



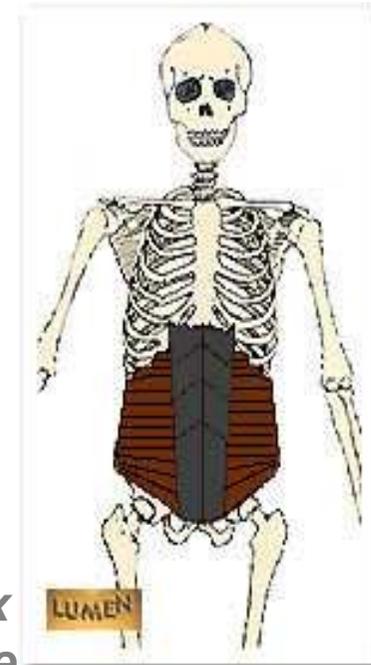
oblique externe
(*face intérieure*
côtes inférieures)



oblique interne
(*marge costale*)

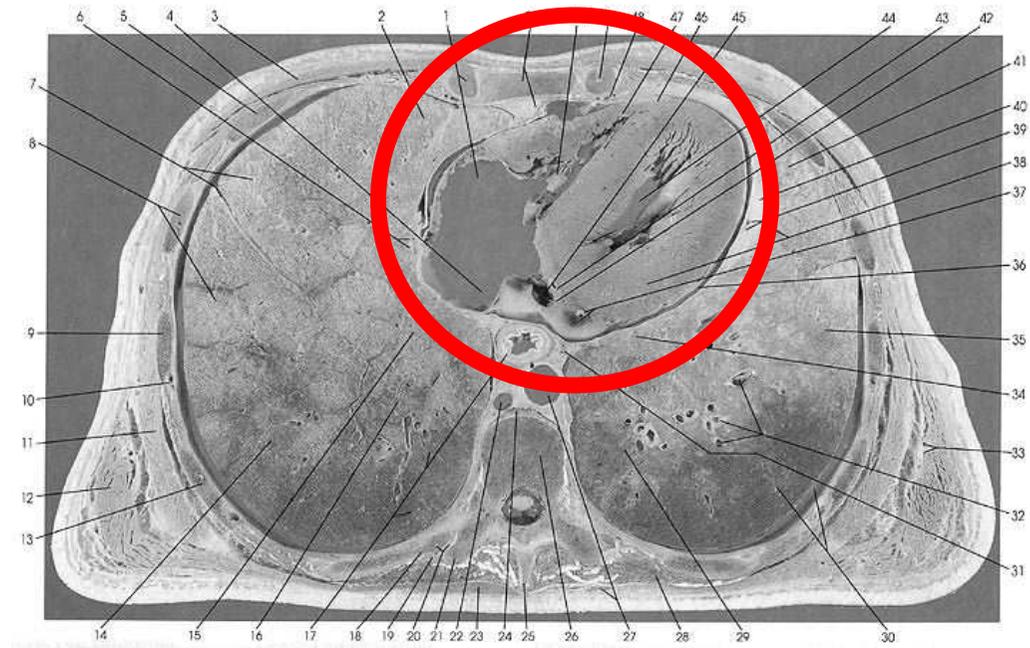
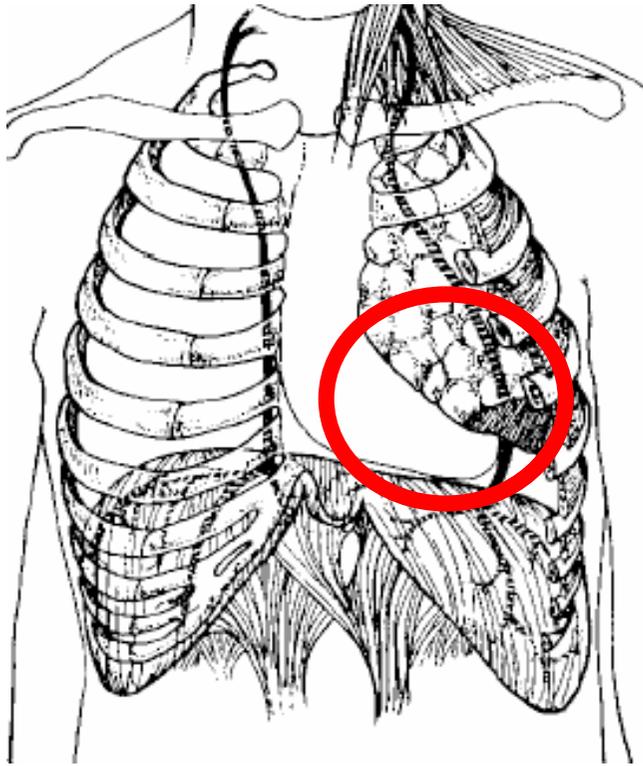


grand droit
(*5-7e cartilages costaux*
marge costale inférieure
face post. Xyphoïde)



transverse
(*marge costale*)

en permanence - électrocardiogramme



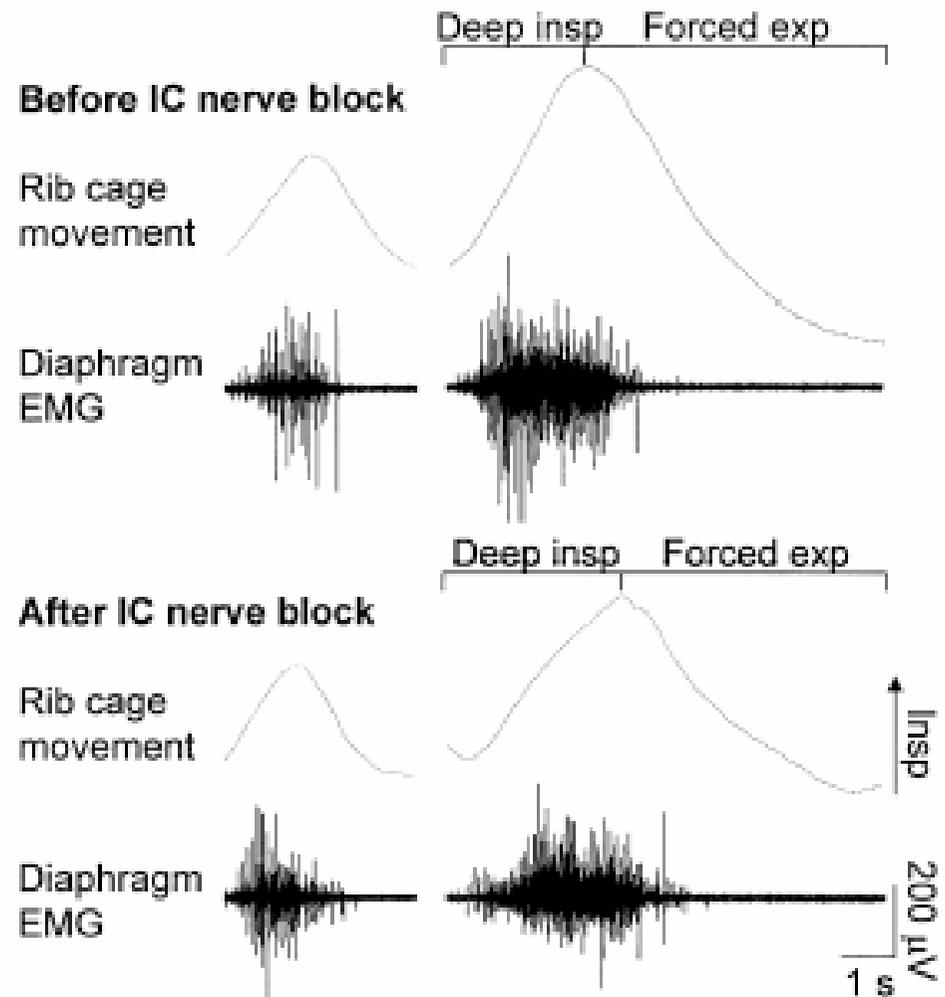
contamination de l'activité spontanée

- *enregistrement de surface (ou oesophagien)*
- **ECG**



contamination de l'activité spontanée

- **enregistrement à l'aiguille**
- **effets bloc intercostal externe**



détection : activité spontanée

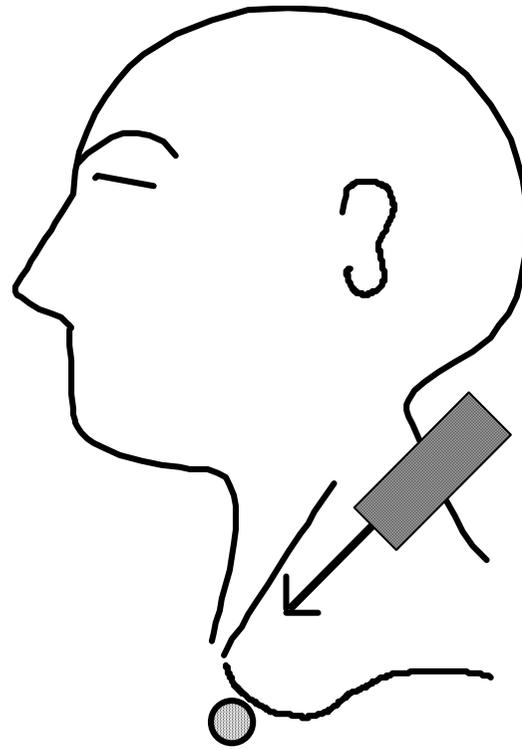
enregistrement de l'activité spontanée pas en routine :

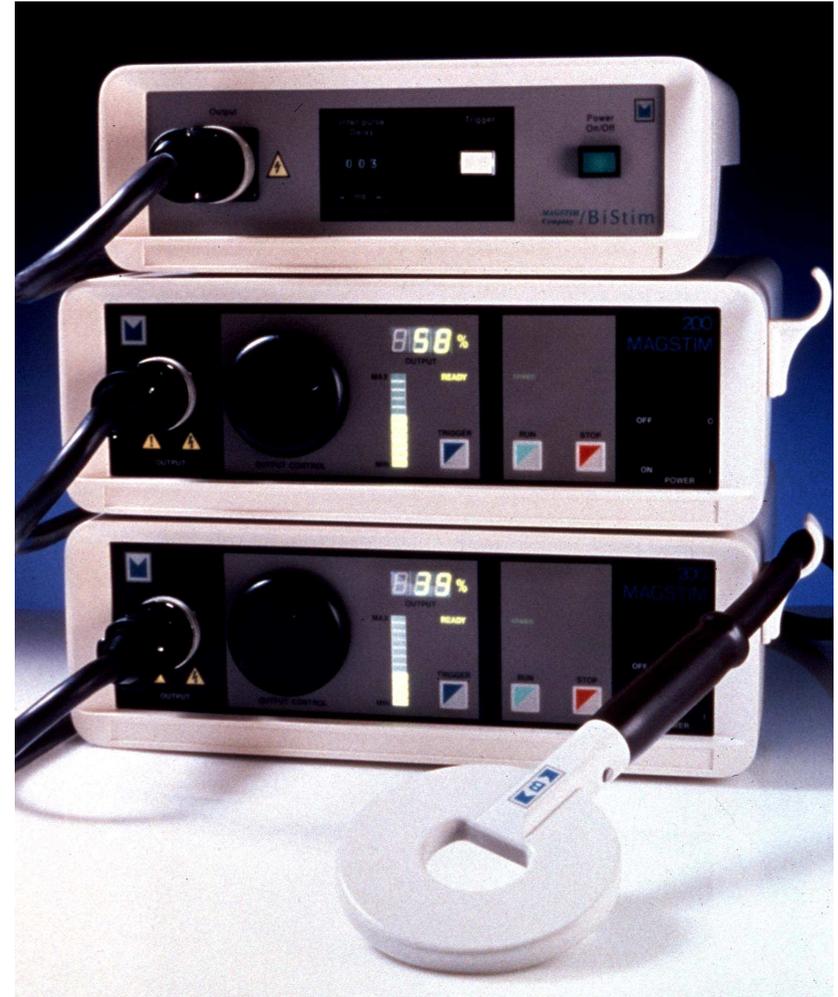
- risque de l'aiguille : douleur, pneumothorax, lésion hépatique, difficulté technique (échographie)
- contamination (surface +++ mais également aiguille) : intercostaux +++, abdominaux, ECG

- identification de variation de spectre (fatigue)
- identification de profil neurogène vs myogène
- évaluation de la perte axonale (fibrillation, décharges myokimiques)

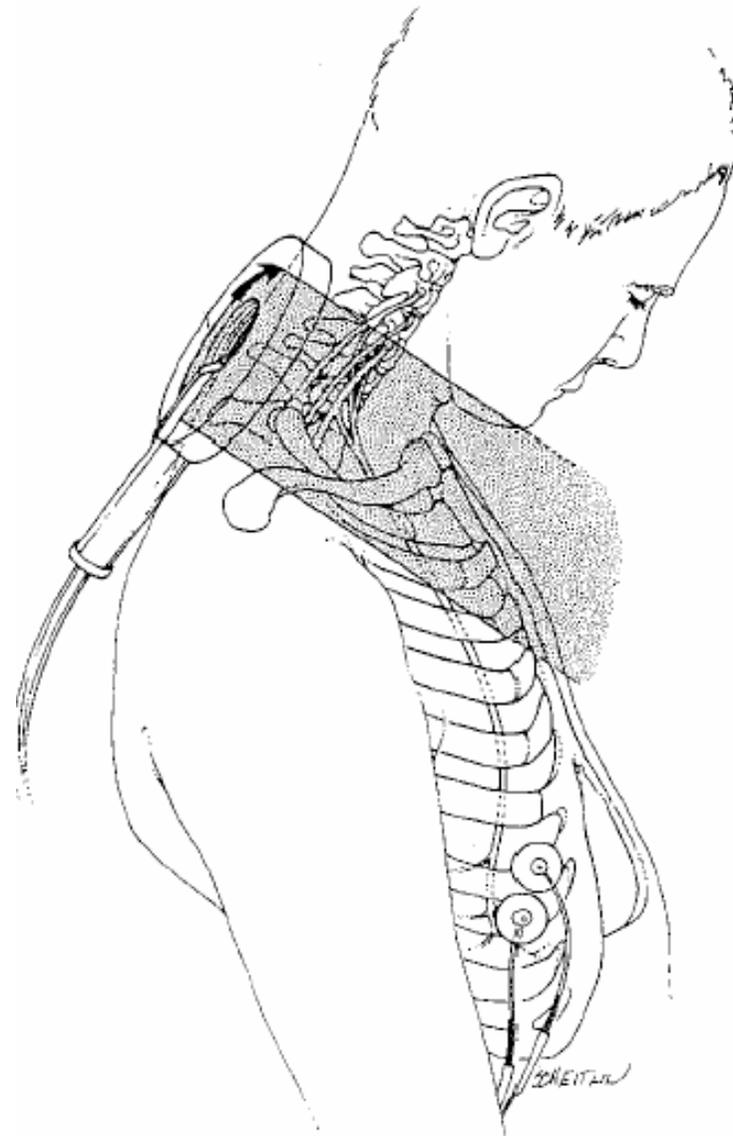
- anatomie, physiologie
- particularités du diaphragme
- indications
- méthodes d'exploration :
 - clinique, radiologique, spirométrie , mesures de pression, polysomnographie
 - électromyogramme
 - contamination de l'activité spontanée
 - **stimulation phrénique**
 - stimulation transcrânienne
- nosologie

techniques de stimulation

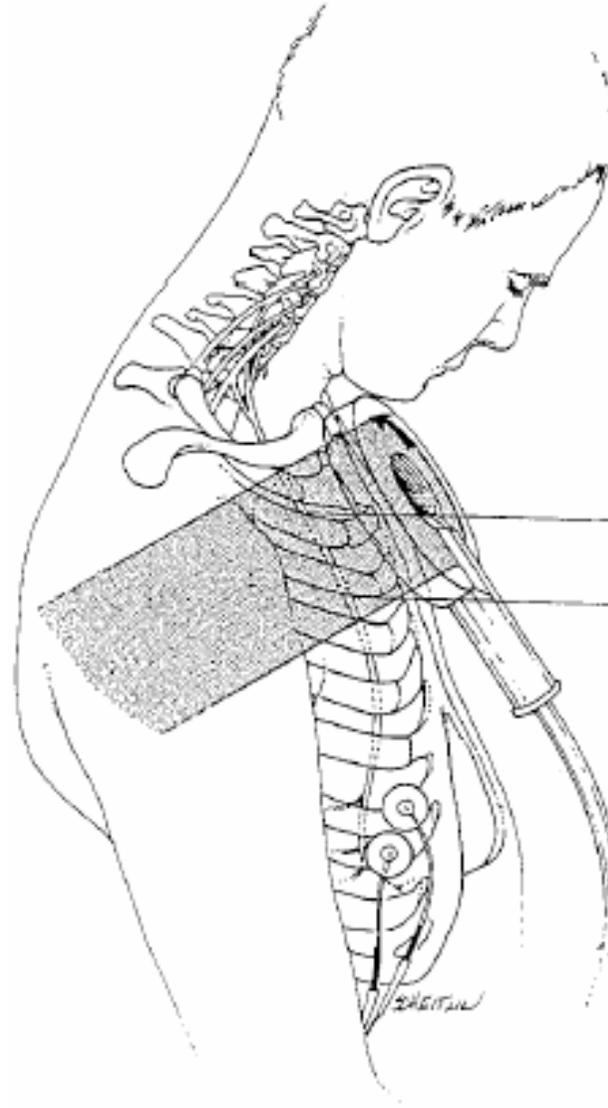




techniques de stimulation

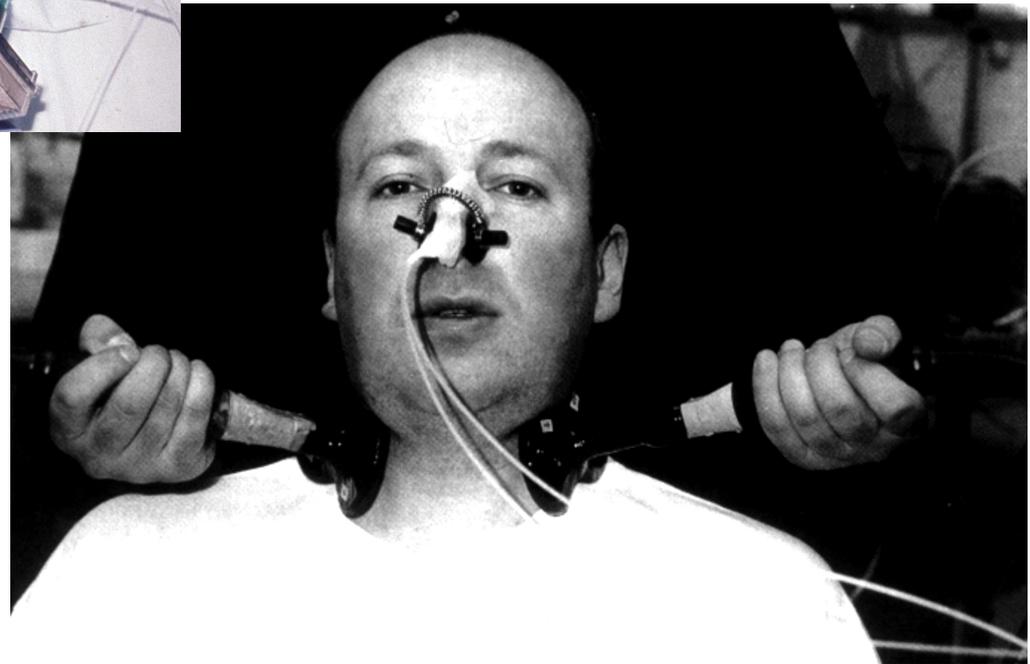


techniques de stimulation

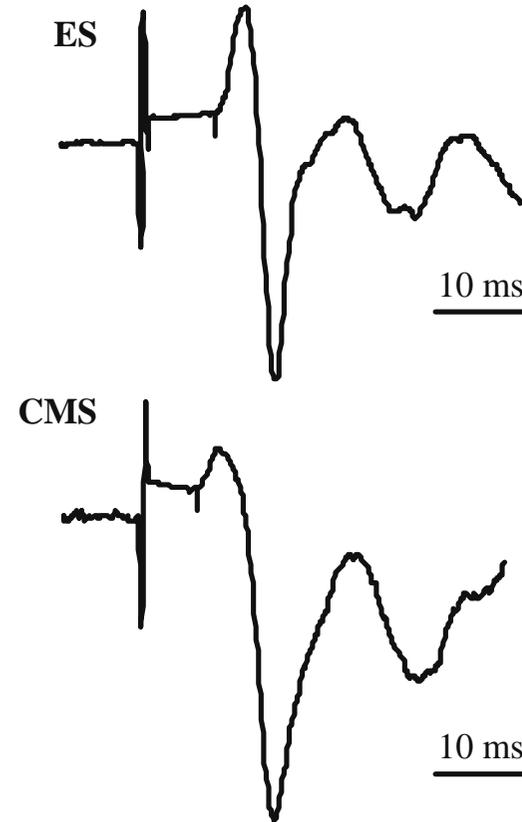
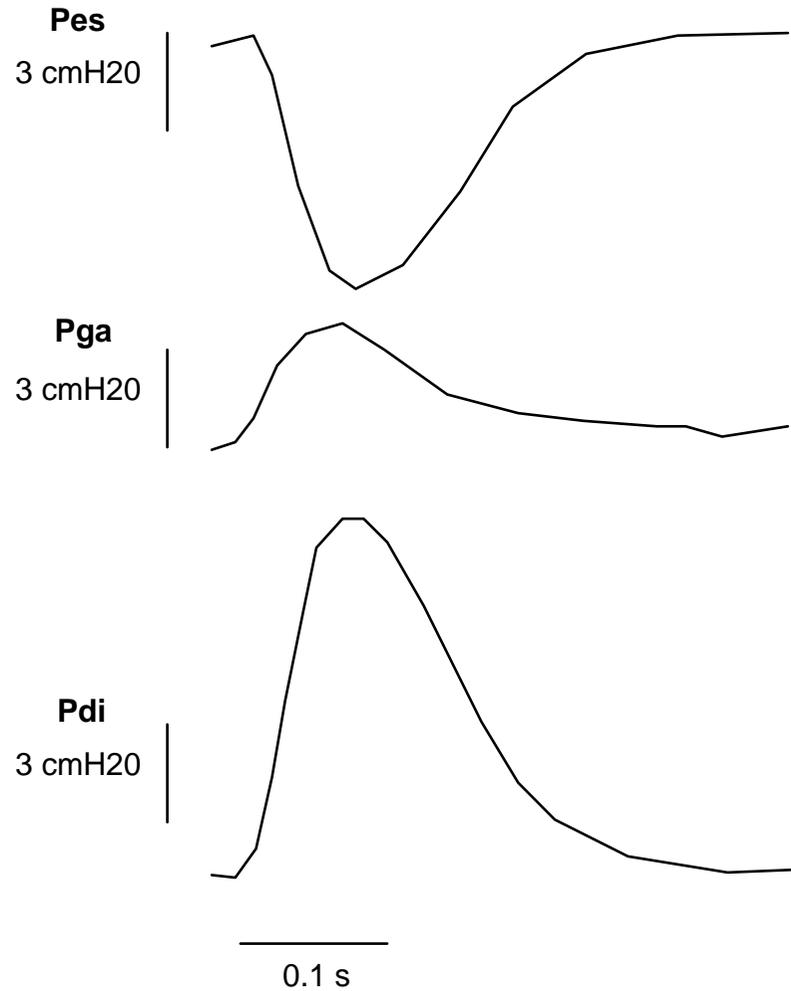


- (*Intens Care Med*, 2000, 26, 1065-1075)

techniques de stimulation



stimulation phrénique



- **ELS 6.5-8.5 ms**
- **CMS 5.5-6.5 ms**

stimulation phrénique

avantages

inconvénients

ELS

- moins de contamination
- évaluation quantitative de l'amplitude du PA

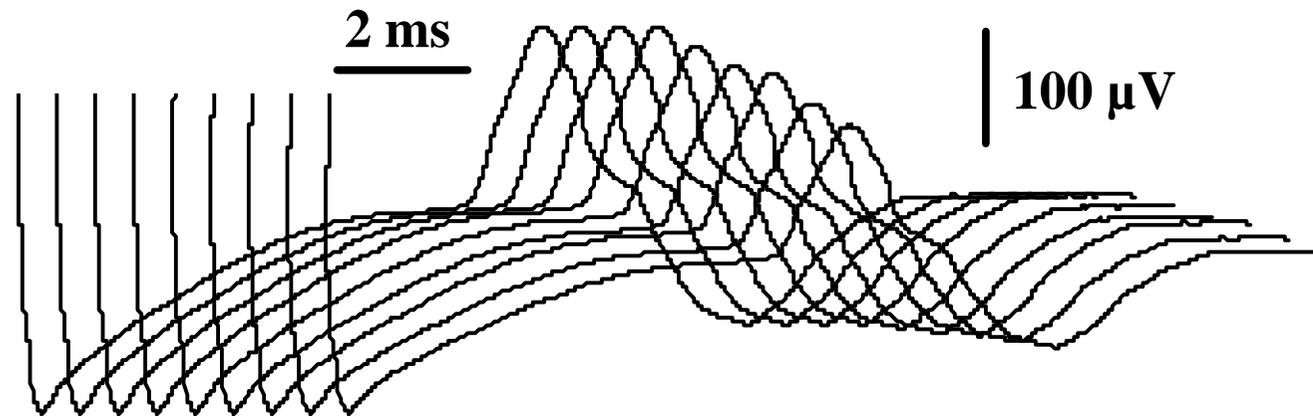
- risque de faux négatif
- absence de mesure de pression

CMS

- évaluation mécanique (pression)

- risque de contamination
- évaluation qualitative de l'amplitude du PA
- atteintes dissociées phrénique - phrénique accessoire

stimulation phrénique



- en stimulation électrique uniquement
- difficulté technique (relâchement musculaire)
- 6 chocs

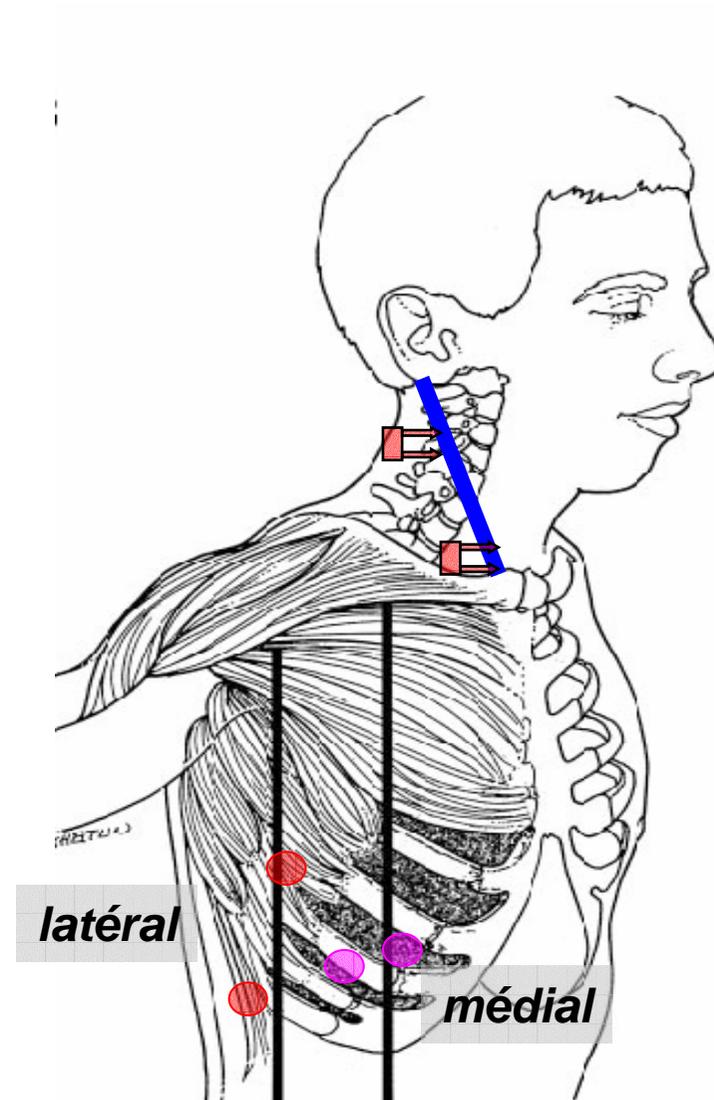
stimulation phrénique

- normes d'amplitude du PA très variables :
 - position des électrodes
 - muscle profond (point moteur, variations morphologiques)
- accès uniquement à latence distale :
 - taille du sujet
 - site de stimulation
 - jonction neuro-musculaire

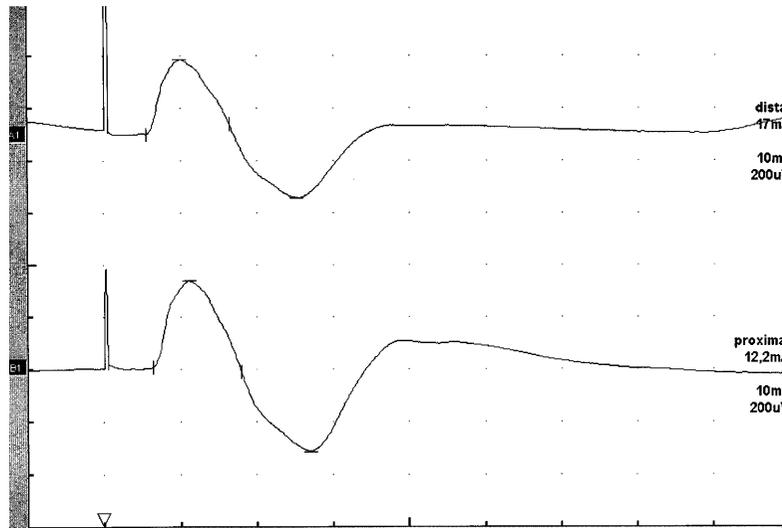
→ **axonal vs démyélinisant**

VCN phrénique

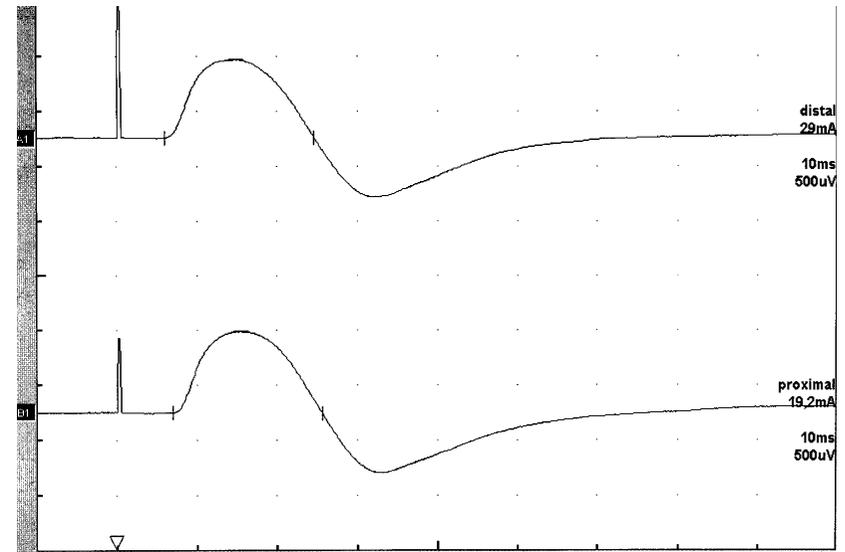
- 15 sujets sains
- 5 sujets CMT 1A



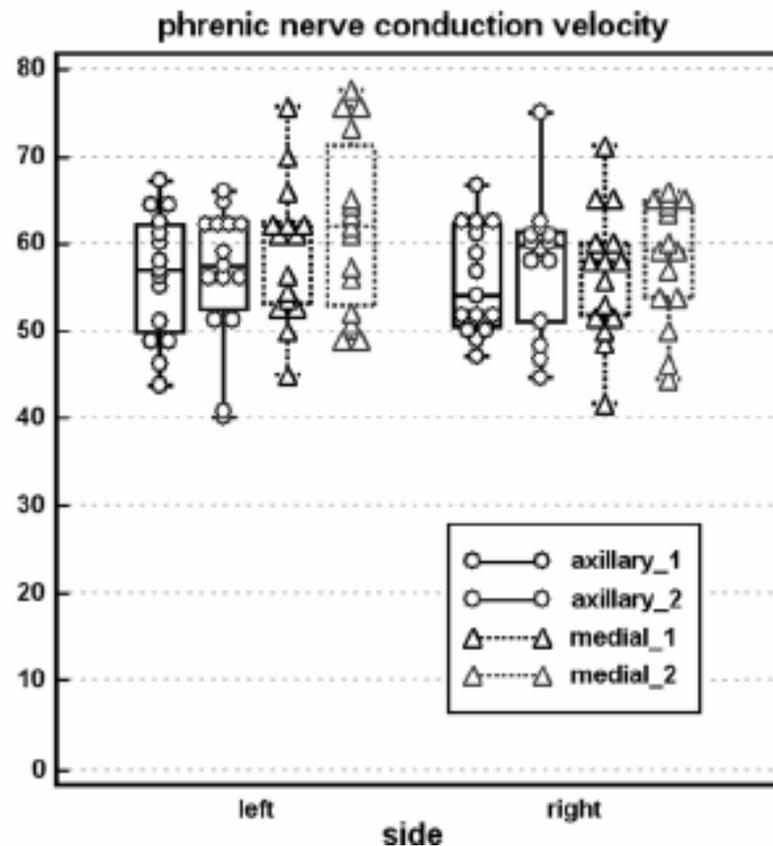
VCN phrénique



médial



latéral



Determination of phrenic nerve velocity in the healthy subjects studied

1st series of measurements		2nd series of measurements	
Right	Left	Right	Left
<i>Distance (mm)</i>			
53.0 ± 7.7	55.0 ± 7.3	57.9 ± 9.9	55.6 ± 6.7
44-75	39-69	42-83	41-69
<i>Latency difference (ms)</i>			
0.98 ± 0.14	1.02 ± 0.21	1.02 ± 0.17	1.0 ± 0.2
0.8-1.2	0.7-1.4	0.8-1.4	0.8-1.5
<i>Phrenic nerve velocity (m s⁻¹)</i>			
55.2 ± 6.3	56.3 ± 7.2	56.6 ± 7.8	56.5 ± 7.9
47-66.7	43.7-67.1	44.6-75	40-66

Characteristics and motor velocities of the patients with Charcot-Marie-Tooth disease studied

#	Sex	Age (y)	Size (cm)	Ulnar ^a velocity (m s ⁻¹)	Median ^a velocity (m s ⁻¹)	Phrenic distal latency (ms)		Phrenic velocity (m s ⁻¹)	
						R	L	R	L
1	F	34	158	21	22	16.3	13.6	19	25
2	F	48	161	15	18	21.1	19.9	9	10
3	F	39	160	26	26	NA	10.4	NA	32
4	F	57	162	23	19	8.3	11.6	7	15
5	F	63	164	17	23	9.5	23.2	20	17

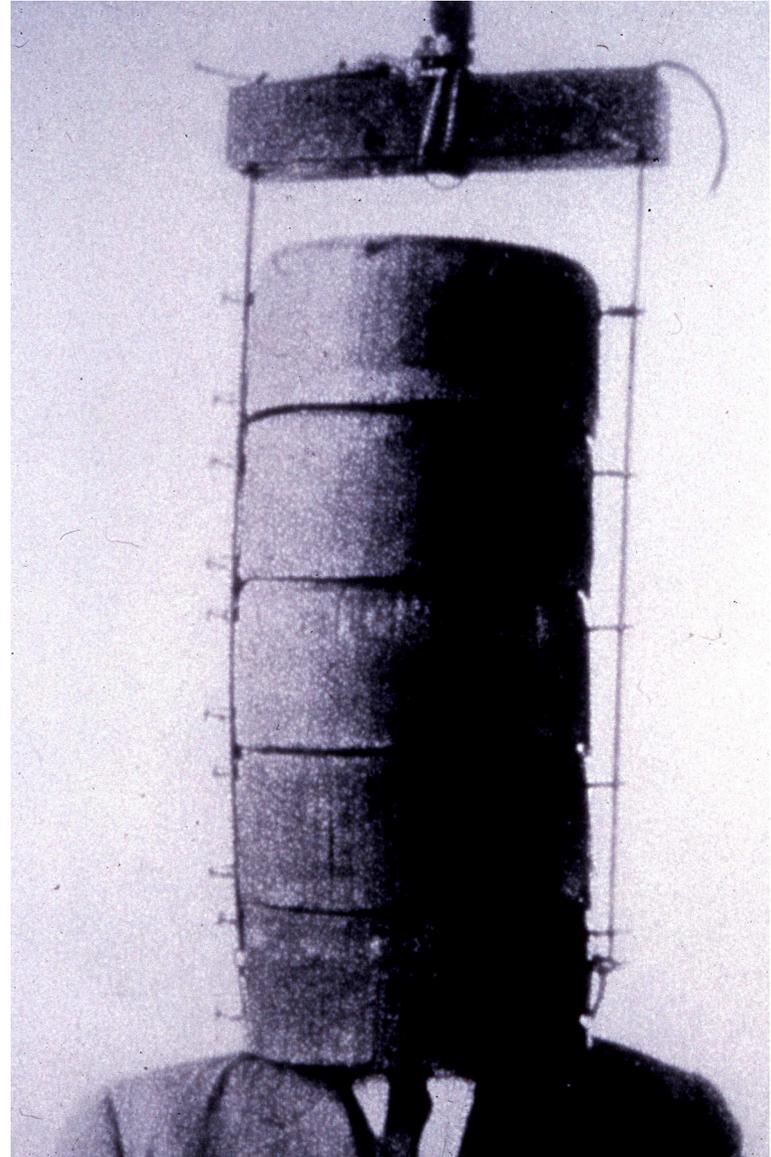
F, female; R, right; L, left; NA, not available.

^a Right side.

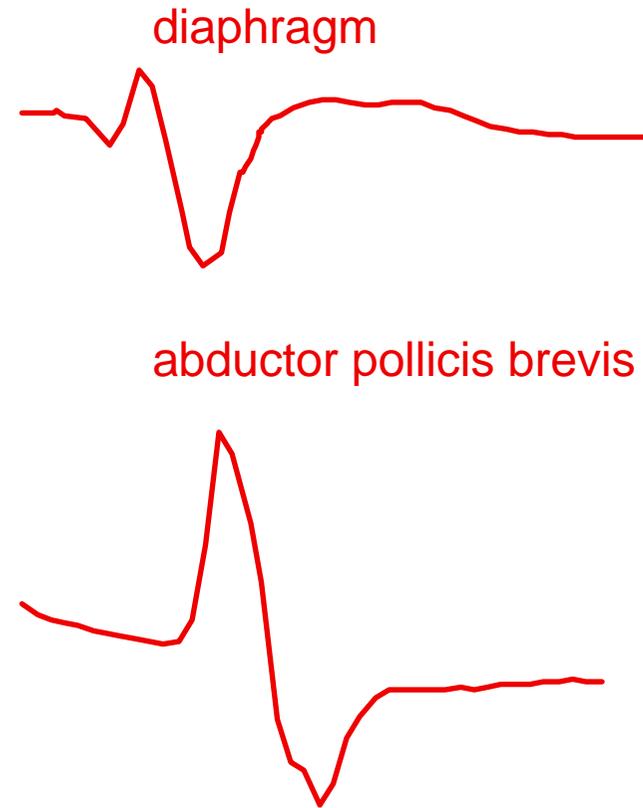
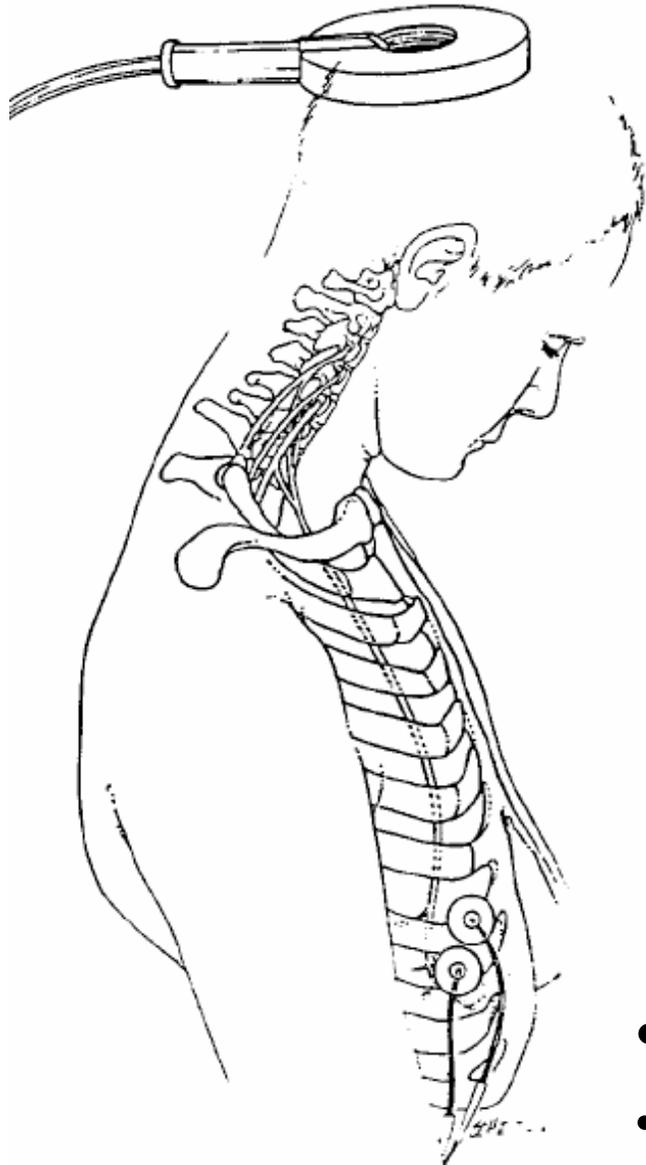
- anatomie, physiologie
- particularités du diaphragme
- indications
- méthodes d'exploration :
 - clinique, radiologique, spirométrie , mesures de pression, polysomnographie
 - électromyogramme
 - contamination de l'activité spontanée
 - stimulation phrénique
 - **stimulation transcrânienne**
- nosologie

techniques de stimulation

central vs périphérique



techniques de stimulation



- **stimulation non focale 16 - 18 ms**
- (*latences identiques en surface et à l'aiguille*)

- anatomie, physiologie
- particularités du diaphragme
- indications
- méthodes d'exploration :
 - clinique, radiologique, spirométrie , mesures de pression, polysomnographie
 - électromyogramme
 - contamination de l'activité spontanée
 - stimulation phrénique
 - stimulation transcrânienne
- nosologie

étiologie

- atteinte centrale :
 - ✓ AVC : cortical, capsule interne, TC
 - ✓ sclérose en plaque
 - ✓ atteinte médullaire cervicale haute post-traumatique

étiologie

- atteinte motoneuronale :
 - ✓ sclérose latérale amyotrophique
 - ✓ syndrome post-poliomyélite

- atteinte périphérique démyélinisante
 - ✓ syndrome de Guillain-Barré
 - ✓ polyradiculonévrite chronique
 - ✓ CMT 1A
 - ✓ compression ou infiltration : tumorale, cervicarthrose

étiologie

- atteinte axonale
- ✓ névralgie amyotrophiante (Parsonage-Turner)
- ✓ polyneuromyopathie de réanimation
- ✓ diabète
- ✓ insuffisance rénale
- ✓ multinévrite (connectivite)
- ✓ zona
- ✓ traumatique

étiologie

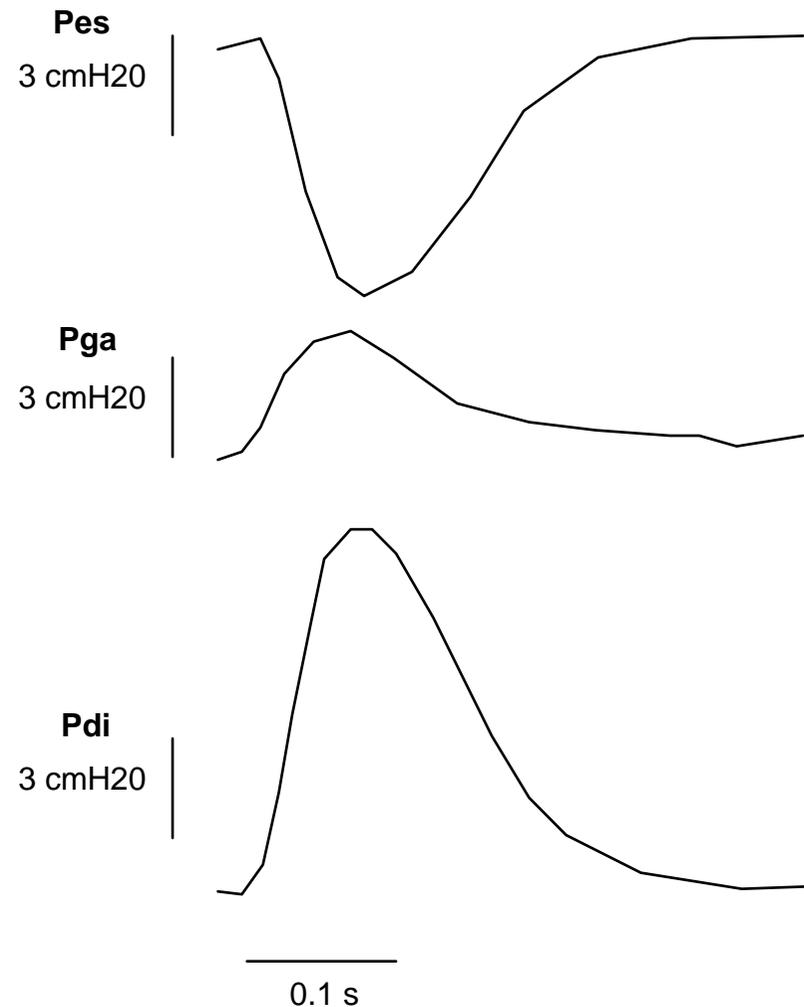
- atteinte jonction neuromusculaire
 - ✓ myathénie
 - ✓ Lambert-Eaton
 - ✓ botulisme

- atteinte musculaire
 - ✓ dystrophie musculaire (Steinert, Duchenne)
 - ✓ déficit en maltase acide
 - ✓ cortisonique
 - ✓ éventration diaphragmatique

atteinte musculaire

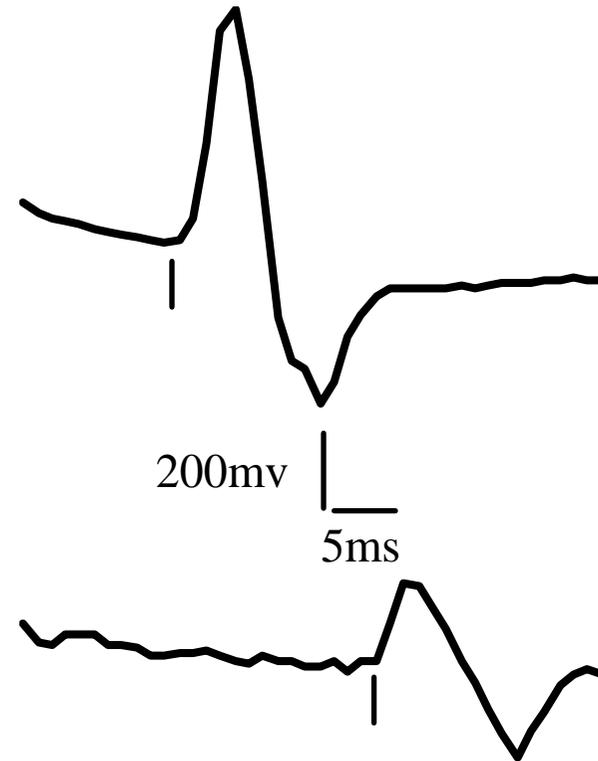
- pressions diminuées
 - Pes < 10 cmH₂O
 - Pdi < 20 cmH₂O
- amplitudes symétriques
± réduites (ELS)

- myopathies :
 - Duchenne, Steinert
 - corticoïdes +++
- myosites
- éventration



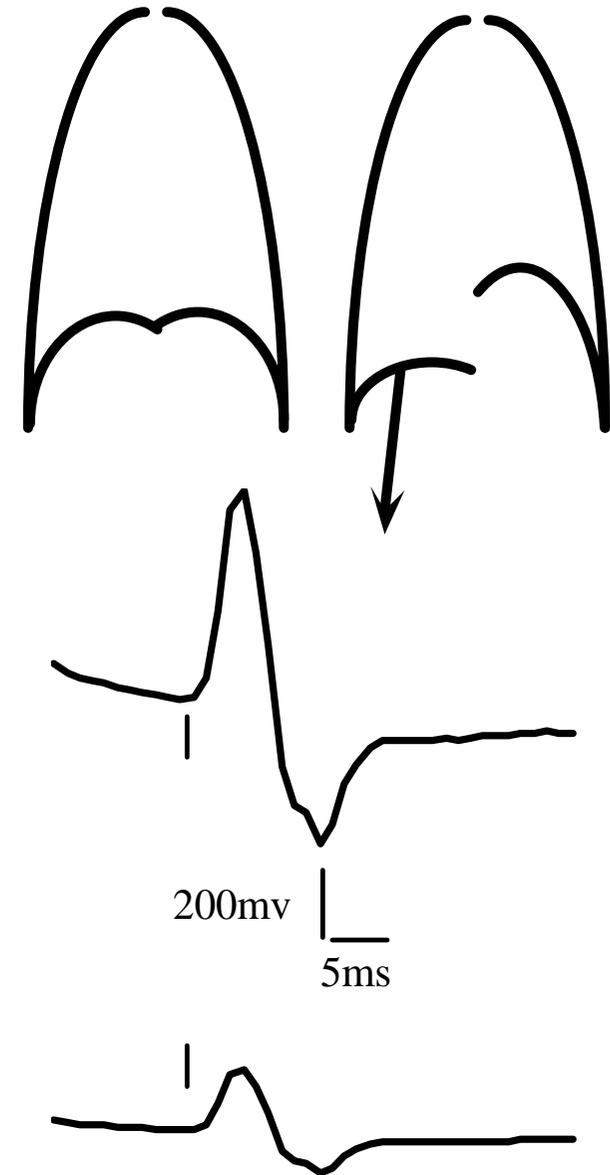
atteinte phrénique unilatérale avec bloc de conduction ou perte axonale

- pressions \pm diminuées
- amplitudes asymétriques
- LD allongée unilatérale

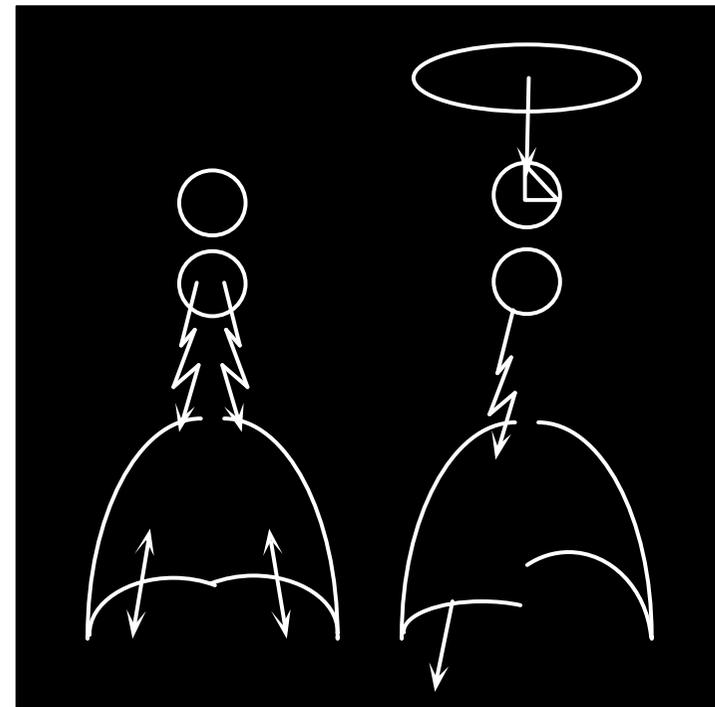
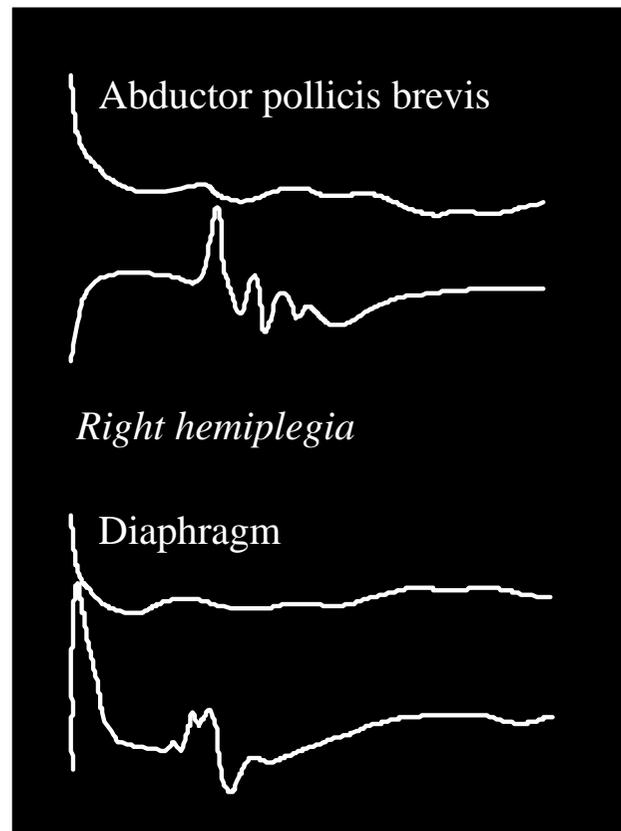


« éventration diaphragmatique » (primitive ou séquellaire)

- ascension et immobilité coupole sans autre cause
- conduction symétrique \pm amplitude réduite
- dysfonction diaphragmatique

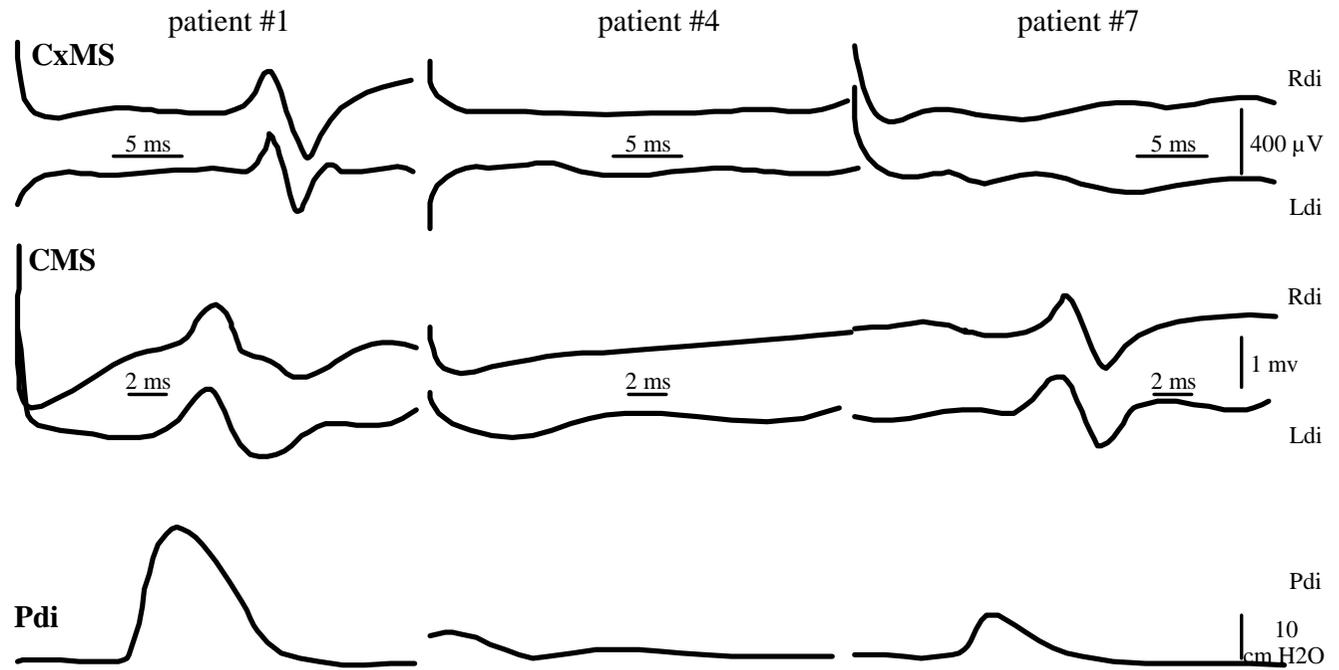
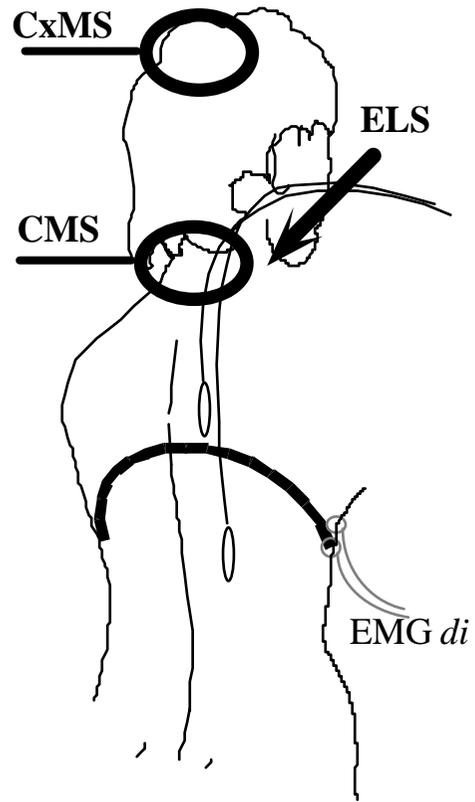


atteinte centrale



- (*Am J Respir Crit Care Med*, 1996, 154, 1771;
 - *Eur J Neurol*, 2000, 7, 323)

niveau lésionnel



• (*Chest*, 1996, 110, 1551)