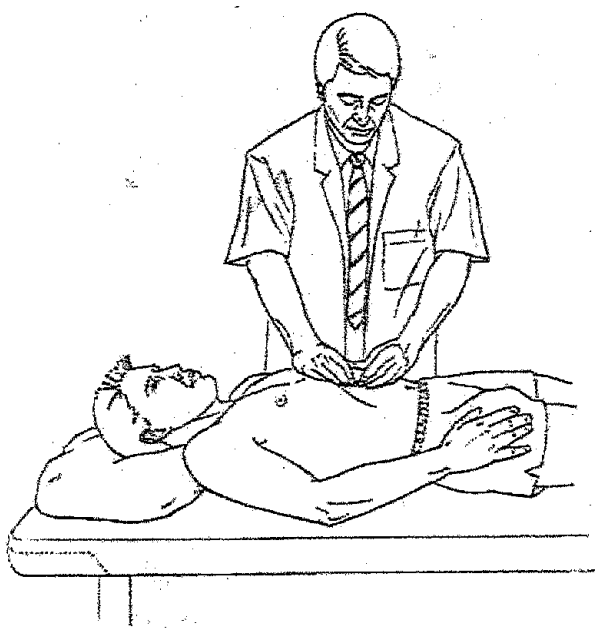


MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE
DE NANCY

TECHNIQUES D'EVALUATION DU DIAPHRAGME



Rapport de travail écrit personnel
présenté par Stéphane Tarczynski
étudiant en 3^{ème} année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
de Masseur-Kinésithérapeute
2004-2005.

SOMMAIRE

Page

PRESENTATION DU LIEU DE STAGE
REMERCIEMENTS
RESUME

1. INTRODUCTION.....	1
2. ANATOMIE DU DIAPHRAGME THORACO-ABDOMINAL.....	1
2.1. Généralités.....	1
2.2. Insertions.....	2
2.2.1. Portion sterno-chondro-costale.....	2
2.2.2. Portion vertébro-lombaire.....	2
2.2.3. Centre phrénique.....	3
2.3. Orifices.....	3
2.4. Innervation.....	3
2.5. Vascularisation.....	3
3. RAPPELS DE PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE.....	4
3.1. Finalité de la mécanique ventilatoire.....	4
3.2. Ventilation pulmonaire.....	4
3.2.1. Inspiration.....	4
3.2.2. Expiration.....	5
3.3. Particularités du muscle diaphragme.....	5
4. CINESIOLOGIE DU MUSCLE DIAPHRAGME.....	6
4.1. Augmentation des trois diamètres du thorax.....	6
4.2. Relation avec les muscles abdominaux.....	7
4.2.1. A l'inspiration.....	7
4.2.2. A l'expiration.....	7
4.2.2. Tonus des muscles diaphragme et abdominaux.....	7
4.3. Rôles secondaires.....	8
4.4. Variations individuelles.....	8
5. PRINCIPALES PHYSIOPATHOLOGIES.....	8
5.1. Conséquences de l'obésité morbide.....	8
5.2. Fatigue du diaphragme.....	9
5.2.1. Introduction.....	9
5.2.2. Typologie des fibres musculaires.....	9
5.2.3. Consommation en oxygène du diaphragme.....	10
5.2.4. Zone d'apposition.....	10
5.2.5. Position du diaphragme et courbe tension-longueur.....	10
5.2.6. Mouvements thoraco-abdominaux du patient BPCO.....	11
5.3. Paralysie diaphragmatique.....	11
5.3.1. Étiologies.....	11
5.3.2. Conséquences.....	12

5.3.3. Pronostic.....	12
5.4. Hernie diaphragmatique.....	12
5.5. Événtration.....	13
5.6. Tumeurs du diaphragme.....	13
6. TECHNIQUES A VISEE DIAGNOSTIQUE.....	13
6.1. Tests manuels.....	13
6.1.1. Évaluation manuelle de la force musculaire selon Daniels.....	13
6.1.2. Évaluation clinique de la fonction musculaire selon Lacôte.....	15
6.1.3. Évaluation de la force musculaire du diaphragme avec une sangle abdominale élastique.....	16
6.2. Tests médicaux.....	17
6.2.1. Electro-myogramme (EMGdi).....	18
6.2.2. Pression transdiaphragmatique (Pdi).....	18
6.2.3; Stimulation phrénique.....	19
6.3. Examens par imagerie thoracique.....	21
6.3.1. Radiographie en inspiration/expiration du thorax.....	21
6.3.2. Amplificateur de brillance.....	22
6.3.3. Échographie.....	22
6.3.4. Examen scannographique (TDM).....	23
7. QUESTIONNAIRE.....	23
8. DISCUSSION.....	24
9. CONCLUSION.....	25

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES ABREVIATIONS

ANNEXES

GLOSSAIRE

INTRODUCTION

Après avoir résumé les principales caractéristiques anatomiques, cinésiologiques et physiologiques du diaphragme, ses principales physiopathologies seront expliquées. Cette liste de pathologies propres au diaphragme n'est cependant pas exhaustive et n'a ici pour but que de mieux comprendre le principe des différentes méthodes d'exploration.

Ces dernières, exclusivement analytiques, ne prennent en compte les mesures spirométriques et autres mesures de pression (pression d'occlusion P0.1, pression inspiratoire maximale Pimax, sniff nasal inspiratory pressure SNIP...) qui ne sont que des reflets de l'activité musculaire inspiratoire globale.

Evidemment toutes les techniques ici abordées ne sont pas adressées aux kinésithérapeutes mais elles nous permettent, en étroite collaboration avec le corps médical, de mieux guider notre rééducation musculaire ventilatoire.

Puis, afin de mieux rendre compte des éventuelles difficultés et attentes que rencontrent les kinésithérapeutes à propos de ce muscle, les résultats d'un questionnaire qui leur est destiné sont détaillés.

2. ANATOMIE DU DIAPHRAGME THORACO-ABDOMINAL [annexes I et II fig. 1]

2.1 Généralités

Ce muscle, qui sépare le thorax de l'abdomen, est formé de deux coupes. Il peut être divisé en deux parties : une portion horizontale, antéro-supérieure ou sterno-chondro-costale et une portion verticale, postéro-inférieure ou vertébro-lombaire formée de piliers et arcades.

2.2 Insertions

2.2.1. Portion sterno-chondro-costale

Au niveau du sternum deux faisceaux verticaux s'étendent de la base de l'appendice xiphoïde au centre phrénique. Sur les côtes l'insertion se fait sur les faces internes des six dernières côtes avec en plus sur les côtes 7 à 9 une insertion qui s'étend au cartilage costal.

2.2.2. Portion vertébro-lombaire

- Piliers du diaphragme :

Ils s'insèrent sur la face antérieure des vertèbres lombaires et sur les disques intervertébraux à droite et à gauche de la ligne médiane. Il s'agit des vertèbres L1 à L3 pour le pilier principal droit et des vertèbres L1 et L2 pour le pilier principal gauche.

Ces deux piliers s'entrecroisent et forment ainsi le ligament arqué médian qui constitue le « lit fibreux de l'aorte ». Ils se terminent en deux faisceaux : l'un interne forme l'orifice oesophagien sous forme d'un huit en regard de T12, l'autre externe se rattache à l'échancrure postérieure du centre phrénique

- Arcades du diaphragme :

Au nombre de deux, de part et d'autre des piliers, elles fusionnent aux aponévroses des muscles lombaires. L'arcade du psoas ou ligament arqué interne part du flan latéral de L2 à la base de l'apophyse costiforme de L1 pour s'insérer elle aussi à l'échancrure postérieure du centre phrénique. L'arcade du carré des lombes ou ligament cintré du diaphragme se tend le plus souvent de l'apophyse costiforme de L1 au sommet de la 12ème côte jusqu'au bord postérieur de la foliole latérale du centre phrénique.

2.2.3. Centre phrénique

Les fibres musculaires du diaphragme, telles de petits muscles digastriques, se rejoignent en un centre tendineux en forme de trèfle à trois folioles d'où l'appellation de « cloison musculo-aponévrotique ».

2.2. Orifices

Les orifices aortique, oesophagien, de la veine cave inférieure et ceux dits accessoires permettent diverses communications entre le thorax et l'abdomen mais peuvent s'avérer être des points faibles.

2.3. Innervation

Elle est en grande partie réalisée par les nerfs phréniques droits et gauches, issus du plexus brachial et des branches C3, C4 essentiellement et parfois C5. Ces nerfs phréniques se divisent en trois ou quatre branches à la face supérieure du diaphragme. Enfin les filets sensitifs des six derniers nerfs intercostaux et les filets sympathiques du plexus soléaire lui assurent une innervation accessoire.

2.4. Vascularisation

La face supérieure décrit deux artères diaphragmatiques supérieures, collatérales des deux artères mammaires internes. Ces dernières sont des branches des artères sous clavières et

se divisent en deux rameaux. La face inférieure présente les deux diaphragmatiques inférieures issues de l'aorte abdominale et se divisent elles aussi en un rameau interne et externe. (5) Grâce à d'importants réseau anastomotiques qui permettent une meilleure perfusion en cas d'effort, le diaphragme ne travaille que rarement en anaérobie. (1)

Collatérales aux artères les veines se jettent dans la veine cave supérieure pour les mammaires interne et les diaphragmatiques supérieures, dans la veine cave inférieure pour les diaphragmatiques inférieures.

Deux réseaux lymphatiques peuvent être distingués : l'un sus-diaphragmatique à la face supérieure l'autre sous péritonéal, sous et trans-diaphragmatique, à la face inférieure. (5)

3. RAPPELS DE PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE

3.1. Finalité de la mécanique ventilatoire

Elle est d'assurer l'hématose, c'est-à-dire d'absorber l'oxygène et de rejeter le gaz carbonique, maintenant ainsi les gaz du sang à des valeurs physiologiques. Ces gaz sont véhiculés après diffusion au sein des membranes alvéolo-capillaires : ce phénomène est appelé « circulation pulmonaire ». Pour que celle-ci se fasse le poumon réclame des entrées et des sorties d'air qui sont assurées par la « ventilation pulmonaire », enchaînement périodique de cycles respiratoires, d'inspirations et d'expirations.

3.2. Ventilation pulmonaire

3.2.1. Inspiration

L'inspiration augmente le volume de l'appareil thoraco-pulmonaire et, grâce à une dépression intra pulmonaire créé vis-à-vis de la pression atmosphérique, permet à l'air de rentrer dans les poumons. Cette augmentation de volume est réalisée par la contraction des muscles inspireurs. L'appareil thoraco-pulmonaire est le « système respiratoire passif », constitué des poumons, du thorax, de la plèvre et des voies aériennes.

Les muscles inspireurs forment quant à eux le système respiratoire actif, composé des muscles scalène, des intercostaux externes et internes para-sternaux et essentiellement du diaphragme. Ceci est valable au repos car lors d'un effort la demande ventilatoire étant augmentée, s'ajoute à ce travail celui des muscles inspireurs accessoires que sont les sterno-cléido-mastoidiens, les petits et grands pectoraux, les trapèzes supérieurs, grands dentelés et grands dorsaux.

3.2.2. Expiration

Réalisée par simple retour élastique l'expiration demeure passive au repos, intervenant dès que cesse la contraction des muscles inspireurs. Mais à l'effort le volume expiré est augmenté grâce à l'activation des muscles expiratoires que sont les muscles abdominaux, le muscle transverse de l'abdomen essentiellement, et le triangulaire du sternum. (1)

3.3. Particularités du muscle diaphragme

Le diaphragme a cette importance de réaliser en très grande partie le travail inspiratoire. Comme le cœur sa contraction doit être rythmée et répétée tout au long de la vie, ce qui nécessite un travail d'endurance. Chez l'homme adulte, 55% des fibres musculaires

diaphragmatiques sont lentes au métabolisme oxydatif (type I), très endurantes, 25% sont rapides au métabolisme oxydatif et glycolytique (type II), relativement endurantes, et 20% sont rapides au métabolisme glycolytique (type II)

4. CINESIOLOGIE DU MUSCLE DIAPHRAGME

4.1. Augmentation des trois diamètres du thorax

La contraction des fibres musculaires du diaphragme entraîne un abaissement du centre phrénique ainsi qu'une augmentation du diamètre vertical du thorax. En s'abaissant, le centre phrénique vient buter contre les viscères abdominaux ce qui entraîne une protrusion de l'abdomen vers l'avant, contenue par les muscles abdominaux. Une fois la paroi abdominale distendue à son maximum le centre phrénique devient le point fixe, et la contraction des fibres musculaires se fait alors depuis la périphérie. Cela a pour conséquence une mobilisation du gril costal inférieur suivant une composante insertionnelle et une autre appositionnelle. [annexe II fig.2]

L'insertionnelle résulte de la contraction des fibres sterno-costales qui exercent sur les côtes et le sternum une force oblique ascendante qui engendre une augmentation du diamètre antéro-postérieur du thorax.

La composante appositionnelle résulte quant à elle de l'augmentation de la pression abdominale qui, lorsque le centre phrénique descend, se répartit de façon égale sur toute la surface diaphragmatique. Cela engendre au niveau des zones d'apposition une force centrifuge sur les côtes, responsable de l'augmentation du diamètre transversal du gril costal inférieur. (1, 17)

4.2. Relation avec les muscles abdominaux.

4.2.1. A l'inspiration

Comme expliqué précédemment le centre phrénique bute contre les viscères abdominaux lors de sa descente. Or ceux-ci sont contenus par la sangle abdominale formée des muscles grands droits, transverses, petits et grands obliques. Sans ces muscles les viscères seraient rejetés vers le bas et vers l'avant et le centre phrénique ne pourrait plus, par manque d'appui, devenir le point fixe. L'efficacité ventilatoire du diaphragme s'en ferait alors nettement ressentir. Les muscles abdominaux sont donc synergiques du diaphragme.

4.2.2. A l'expiration

Le diaphragme se relâche et les abdominaux se contractent diminuant ainsi simultanément les diamètres transversal et antéro-postérieur du thorax. Leur contraction augmente la pression abdominale ce qui refoule les viscères vers le haut, le centre phrénique remonte alors d'avantage et diminue ainsi le diamètre vertical du thorax. En diminuant les trois diamètres du thorax les abdominaux sont donc antagonistes du diaphragme.

4.2.3. Tonus des muscles diaphragme et abdominaux

Leur tonus évolue de façon inverse : à l'inspiration le tonus du diaphragme augmente alors que celui des abdominaux diminue et inversement au cours de l'expiration. C'est pourquoi on parle « d'antagonisme synergie ». (17)

4.3. Rôles secondaires

. Tout d'abord il suspend les viscères sus-mésocoliques et lombaires. En se contractant il favorise la circulation sanguine et lymphatique ainsi que l'écoulement de la bile ou les vomissements, et permet le cri, le bâillement. Par ses spasmes il permet le hoquet, le rire et le sanglot. En s'opposant au diaphragme pelvien formé par le releveur de l'anus, il favorise la défécation, la miction forcée et l'accouchement. Il s'immobilise pendant l'effort et en agissant sur l'orifice oesophagien il s'oppose aux reflux gastriques. (5)

4.4. Variations individuelles

Selon trois critères elles peuvent s'avérer importantes. Selon le sexe : la respiration de l'homme est plus diaphragmatique, celle de la femme plus souvent costale supérieure. Selon l'âge : la respiration du nourrisson est abdominale et devient costale supérieure chez l'enfant, avec le développement de la cage thoracique. Selon la position : assis le diaphragme s'abaisse, en décubitus il remonte dans le thorax et en latérocubitus l'hémi diaphragme homolatéral au côté appuyé est fortement ascensionné. (5)

5. PRINCIPALES PHYSIOPATHOLOGIES

5.1. Conséquences de l'obésité morbide

Chez le patient obèse l'importante masse viscérale s'oppose à l'action du diaphragme, phénomène qui s'aggrave en décubitus (10). La pesanteur aidant en position assise ou debout, la masse abdominale crée une ptose qui étire le diaphragme. Le rapport tension/longueur des

fibres musculaires n'est plus optimal, les fibres sont allongées. Cet étirement serait même susceptible de provoquer un réflexe phrénico-phrénique inhibiteur. Pour une ventilation minute identique à un sujet sain le diaphragme, dont le rendement est inférieur, voit son activité augmentée, ce que l'on observe à l'électromyogramme.

L'obésité, tout comme les déformations structurelles du rachis, augmente le travail du muscle.
(28, 18)

5.2. Fatigue du diaphragme

5.2.1. Introduction

On parle de fatigue lorsqu'il y a une rupture d'équilibre entre la force produite, l'énergie consommée, et l'excitation musculaire. Cliniquement le muscle est « incapable de développer une pression transdiaphragmatique (P_{di}) donnée. » (25)

Chez le patient obstructif, où la lumière bronchique est diminuée et les résistances sont à l'inverse augmentées, le travail du diaphragme est plus important. Le phénomène est aggravé par une baisse de l'hypoxémie. (23)

Chez l'IRO le diaphragme est aplati par une distension pulmonaire et devient alors immobile et stabilisateur. Les inspireurs principaux deviennent les muscles respiratoires accessoires.

5.2.2. Typologie des fibres musculaires

Comme vu précédemment 55% des fibres sont de types I, c'est-à-dire lentes et peu fatigables. Mais selon Keens et Atlas, un nouveau né ne disposerait que de 25% de fibres de

type 1 (10% chez le prématuré et 55% vers l'âge de deux ans). On comprend mieux ainsi la fatigue diaphragmatique occasionnée par une pathologie respiratoire chez le jeune enfant. (6)

5.2.3. Consommation du muscle en oxygène.

Chez le sujet sain la consommation d'O₂ n'augmente qu'en cas d'hyperventilation alors que chez le patient obstructif les muscles respiratoires en consomment bien plus en moyenne, en raison d'une augmentation des résistances et d'une légère augmentation de la FR. Ainsi de manière expérimentale, un animal qui ventilerait contre résistance verrait son diaphragme consommer entre 18 et 20% de l'O₂ totale. (6, 23)

5.2.4. Zone d'apposition

Les coupes diaphragmatiques étant convexes les parties musculaires sont en contact avec les côtes inférieures. Plus l'angle costo-diaphragmatique est ouvert plus la zone d'apposition diminue ce qui est le cas lors d'une fatigue du muscle. Ce dernier est alors en position inspiratoire ce qui est confirmé par le signe de Hoover (les côtes inférieures se trouvent aspirées en dedans lors de l'inspiration).

5.2.5. Position du diaphragme et courbe tension-longueur

Un diaphragme étiré, positionné en course externe, nécessite une augmentation de dépense énergétique et se fatigue. Chez le patient obstructif on remarque souvent une

augmentation de la fréquence respiratoire (Fr) ce qui défavorise les performances du muscle, la vitesse étant inversement proportionnelle à la force développée. (6) [annexe III fig.1]

5.2.6. Mouvements thoraco-abdominaux du patient BPCO

La fatigue du muscle diaphragme chez celui-ci entraîne souvent un mouvement paradoxal du muscle. On obtient alors une respiration asynchrone et inefficace ce qui est visible lors de l'enregistrement de ses mouvements par magnétométrie, appareil qui comprend des capteurs thoraciques et abdominaux montrant les variations des diamètres antéro-postérieurs et transversaux sous forme de courbes [annexe III fig.2]. Ce magnétomètre ne peut prétendre à un quelconque diagnostic du muscle diaphragme lui-même mais sert plus de feedback au cours des exercices ventilatoires.

5.3. Paralysies diaphragmatiques

5.3.1. Etiologies

La paralysie diaphragmatique est due à une atteinte du nerf phrénique, de son origine cervicale à sa terminaison sur les fibres musculaires.

Cette atteinte est fréquente lors d'une chirurgie cardiaque avec circulation extra corporelle (CEC). L'hypothermie par glace ou sérum froid protège le myocarde mais peut être néfaste au nerf phrénique. D'autres causes chirurgicales, tumorales, traumatiques (atteinte de la moelle au dessus de C5) ou infectieuses sont possibles (8, 24). Toujours unilatérale et à droite la paralysie diaphragmatique idiopathique est d'avantage observée chez l'homme (8).

5.3.2. Conséquences

La ou les coupoles sont comme en expiration élevée et les mouvements respiratoires sont absents ou paradoxaux pendant la respiration. On obtient également un mouvement paradoxal lors d'un « sniff test » (ou manœuvre de reniflement ou halètement). Entre la CPT et le VR le mouvement normal du diaphragme varie entre 3 et 6 cm, or en cas de paralysie diaphragmatique on observe un mouvement paradoxal qui serait supérieur à 2cm accompagné d'une fermeture des angles costo-vertébraux. (8, 15)

5.3.3. Pronostic

La paralysie bilatérale engendre un problème parfois vital ce qui n'est pas le cas d'une paralysie unilatérale où l'on observe toutefois d'importantes difficultés de sevrage. Les droites sont bien mieux tolérées car la présence du foie à cet endroit permet à la coupole gauche de fonctionner avec une meilleure force d'inertie. Les nerfs endommagés peuvent régénérer ce qui nécessite tout de même un délai de récupération allant de quelques mois à plus d'un an. (24)

5.4. Hernie diaphragmatique

On distingue trois type d'hernie : l'hernie par le foramen de Bochdalek, généralement à gauche, de petit volume, diagnostiquée avant l'âge de un mois et asymptomatique chez l'adulte. Les hernies par les fentes rétrosternales de Larrey et de Morgagni sont dues à des défauts de fusion des fibres tendineuses du diaphragme, entre les insertions sternales et

costales antérieures, plus fréquentes chez le sujet obèse, bréviligne. Il en est de même pour le troisième type de hernie qu'est la hernie hiatale. (15)

5.5. Eventration

Elle est définie comme une « lésion d'origine congénitale correspondant à un développement incomplet de la musculature diaphragmatique », de manière unilatérale dans la quasi-totalité des cas. Lorsqu'elle est complète la coupole est surélevée mais ses mouvements sont globalement conservés. Plus fréquemment partielle, la lésion se situe à la partie antéro-interne de la coupole droite. (15)

5.6. Tumeurs du diaphragme

Qu'elles soient bénignes ou malignes les tumeurs primitives restent très rares, contrairement à celles dues à un envahissement de contact par une tumeur du foie ou de l'oesocardia. Le seul examen permettant de les différencier est l'artériographie sélective des artères diaphragmatiques mais en réalité ces tumeurs sont presque toujours visualisées lors d'une intervention chirurgicale. (15)

6. TECHNIQUES A VISEE DIAGNOSTIQUE

6.1. Tests manuels

6.1.1. Evaluation manuelle de la force musculaire selon Daniels (11)

Selon l'auteur un soulèvement de l'épigastre et un évasement de la partie inférieure de la cage thoracique, phénomènes visibles à l'œil nu, signeraient une activité du diaphragme à l'inspiration. Ce soulèvement doit également être symétrique de chaque côté de la ligne blanche. Daniels aurait observé la descente du diaphragme d'un espace intercostal à l'inspiration calme contre deux ou trois lors « d'efforts inspiratoires plus marqués ».

Dans cet ouvrage il est proposé d'analyser la qualité du travail diaphragmatique et de répertorier ce dernier en six cotations.

Pour cela le patient est toujours placé en décubitus et l'examineur, à côté, appuie légèrement sa main sur l'abdomen dans la région épigastrique, juste en dessous de l'appendice xiphoïde. Cette résistance manuelle a une direction verticale [annexe IV fig.1]. Lors du test le patient réalise une inspiration maximale en poussant son abdomen contre la main du thérapeute, puis retient sa respiration en résistant à celle-ci. Une stimulation verbale du patient est parfois nécessaire.

L'examineur doit veiller à la non compensation du sujet en hyperextension de colonne lombaire ou en contraction abdominale qui répondraient d'une autre manière à la résistance manuelle.

Résultats :

-Cotation 5 (normale): lors de l'inspiration l'épigastre se déplace et tient contre une résistance maximale. Selon Daniels le diaphragme serait alors capable de résister contre une pression de 50kg.

-Cotation 4 (bon) : l'inspiration maximale est possible mais cède à la pression forte.

-Cotation 3 (passable) : toujours possible l'inspiration maximale ne tolère cependant aucune résistance manuelle.

-Cotation 2 (faible) : « une élévation de la zone épigastrique est observable à l'inspiration. »

-Cotation 1 (trace) : alors que le patient renifle, une contraction palpable est décelée sous la face inférieure des basses côtes [annexe IV fig.2].

-Cotation 0 (zéro) : la région épigastrique ne se soulève pas et aucune contraction n'est décelée à la palpation.

6.1.2. Evaluation clinique de la fonction musculaire selon Lacôte (19)

Le diaphragme est là aussi coté de 0 à 5 mais pour cela le patient est placé dans différentes positions, les observations et compensations éventuelles étant identiques. [annexe V fig.1 à 4]

Résultats :

-Cotations 4 et 5 : le patient est en décubitus et l'examineur place ses mains sur la base de la cage thoracique, lorsque le patient réalise une inspiration maximale, et résiste à la poussée du diaphragme. (Noter une éventuelle asymétrie).

5 : force normale.

4 : force développée inférieure à la normale.

-Cotation 3 : dans la même position le patient réalise une inspiration lente. La cotation 3 est obtenue si les côtes inférieures s'écartent et que la sangle abdominale se soulève.

-Cotations 2 : le patient est cette fois assis et effectue le sniff test (succession de dépressions et de surpressions thoraciques). Le thérapeute place ses mains sur la base du thorax, pouces sous le bord inférieur du grill costal.

2 : les coupes sont immobiles.

-Cotations 0 et 1 : le patient réalise le sniff test en décubitus, le kinésithérapeute place ses mains à l'identique.

1 : les coupoles remontent légèrement.

0 : les coupoles remontent nettement (noter une éventuelle asymétrie)

6.1.3. Evaluation de la force musculaire du diaphragme avec une sangle abdominale élastique (9)

Cette sangle aurait la même action que le muscle transverse (cf. cinésiologie) et permettrait ainsi de quantifier la résistance opposée au diaphragme de manière moins subjective que les précédents tests manuels.

-Matériel :

Pour que les résultats obtenus soient interprétables l'examineur doit disposer d'une sangle élastique bien spécifique constituée de trois couches de tissu élastique de type *cemen*, ces trois couches sont rigides transversalement et élastiques dans leur longueur. La sangle mesure 70 cm de long pour 25 cm de large [annexe VI fig.1]. On obtient alors une courbe force/allongement fiable représentée par la droite $F=0.43T + 15.75$ avec F la force développée par la sangle allongée et T le pourcentage d'allongement. Une autre bande est nécessaire à la réalisation du test, moins spécifique elle doit cependant être totalement rigide.

-Préambule :

Le sujet est placé en décubitus..La bande rigide est placée au niveau de l'appendice xiphoïde, dans une position expiratoire maximale afin que toute la force soit utilisée pour comprimer l'abdomen sans élever les côtes inférieures. L'inspiration sera lente et la tête du patient est surélevée, membres inférieurs repliés, la force musculaire sera toujours mesurée à la fin temps expiratoire c'est à dire au volume résiduel.

-Protocole :

Cinq mesures seront prises, chacune espacée de la suivante d'une période de trois semaines. Toute mesure doit être éloignée d'au moins deux heures d'un repas.

Tout d'abord la sangle abdominale est placée autour de l'abdomen mais n'est pas fermée. Il s'agit de mesurer le périmètre abdominal passant par l'ombilic avec un mètre ruban, lors d'une inspiration maximale (L0).

Puis la sangle élastique est fermée sur une expiration maximale (cette fermeture est réalisée avec deux réglettes glissées dans chaque extrémité pour tendre la sangle de façon uniforme).

On obtient ainsi une mesure $L1 < L0$.

Enfin la sangle abdominale et la ceinture thoracique sont retirées. L'examineur mesure la première de son extrémité au point de repérage des crochets (L2).

-Calculs :

Le premier est celui du pourcentage d'allongement de la sangle par rapport à la force musculaire du diaphragme. $T(\%) = [(L1 - L2) \times 100] / L2$

Il faut ensuite convertir T en Kg-force, grâce une courbe tension/longueur ou en appliquant la formule de la droite d'équation $F = 0.43T + 15.75$ [annexe VI fig.2]. Ce chiffre F n'est en fait qu'une image de la force réelle du diaphragme. De part la présence des forces de frottement entre la sangle et la peau et de l'inégalité de tension de la sangle en raison des différents diamètres au niveau de l'abdomen, il faut considérer une marge d'erreur de +/- 5.5%.

Cette méthode permet bien de quantifier un déficit diaphragmatique ou un gain de force post rééducatif (pour être significatif le gain doit être au moins supérieur à 4.7 Kg-force).

Cependant un abaque de référence serait ici très utile. Il faudrait donc réaliser des mesures en grand nombre avec le même matériel.

6.2. Tests médicaux

6.2.1. Electromyogramme (EMG di)

Deux techniques d'exploration sont possibles :

La première consiste à mettre en place des électrodes de surface au niveau des 7^{ème} et 8^{ème} espaces intercostaux. Cette technique reste simple mais peu sélective car ces électrodes recueilleraient aussi l'activité des muscles intercostaux et abdominaux.

La seconde nécessite la mise en place d'une électrode oesophagienne ou bien d'électrodes aiguilles (27). L'insertion de l'aiguille électrode se fait par exemple à l'extrémité distale du 8^{ème} espace intercostal. Celle-ci est caractérisée par une algie pleurale (16).

L'intégration de l'EMG fourni un signal proportionnel à la tension développée par les muscles (7). Les variations des spectres de puissance de l'EMG sont exprimées par le rapport H/L (méthode décrite par Gross et coll. H/L est le rapport des signaux contenus dans une bande de haute fréquence et une bande de basse fréquence). (16)

L'aspect négatif de cette technique est l'absence de reproductibilité chez un même sujet d'une mesure à l'autre et l'impossibilité de standardiser et de calibrer le signal EMG intégré (7).

Mais à l'heure actuelle cet examen est de réalisation facile et permet de diagnostiquer une paralysie aiguë d'une coupole et de suivre sa réinervation après régénération des fibres motrices du nerf phrénique et ce de manière précoce. (16) [annexe VII fig.1].

6.2.2. Pression trans-diaphragmatique (Pdi) [annexe VII fig.2]

Deux sondes à ballonnets sont placées : l'une dans l'estomac, l'autre au tiers inférieur de l'oesophage (technique décrite par Milic-Emili et coll.). Deux index sont alors mesurés : le

pic de pression générée ainsi que le temps de relaxation (21). La Pdi est donc égale à la différence entre la pression abdominale (ou gastrique) et la pression pleurale (ou œsophagienne) (22). Celle-ci est mesurée lors d'une inspiration à faible volume pulmonaire car il a été démontré que la pression développée y est plus importante et ce pour une même activité EMG. Mais le sniff test semble plus reproductible que la manœuvre volontaire. En moyenne le « sniff Pdi » doit être supérieur à 100 cm H₂O chez l'homme contre 80 cm H₂O chez la femme. (12)

6.2.3. Stimulation phrénique

Avec l'électroneurogramme (ENG) l'intégration des décharges efférentes permet de mesurer à la fois la fréquence, l'amplitude et la forme du signal. Cette méthode est cependant inutilisable en pratique clinique chez l'homme ce qui n'est pas le cas des stimulations phréniques et magnétiques (27).

- Stimulation phrénique électrique [annexe VIII fig.1] :

De manière uni ou bilatérale cette stimulation s'effectue soit à l'aide d'électrodes de surface soit grâce à de fines électrodes aiguilles implantées au niveau du cou (triangle de Sédillot). Associé à une mesure de la Pdi ou à un EMG (Pdi stim et EMG stim) cette technique permet de tester de manière sélective les propriétés contractiles de la fibre diaphragmatique. En effet une baisse de la Pdi peut être secondaire à une baisse de l'activité des centres respiratoires, de la conduction nerveuse, ou à une atteinte de la jonction neuro musculaire et des processus contractiles de la fibre diaphragmatique elle-même. En stimulant les nerfs phréniques au niveau du cou on explore donc uniquement la partie périphérique de cette longue chaîne d'événements.

Cette technique est très avantageuse en cas de mauvaise coopération du patient ou d'une éventuelle fatigue centrale (3). Par contre elle est relativement invasive, douloureuse et non dénuée de risques. Son usage est aujourd'hui limité, surtout depuis l'apparition des techniques de stimulation magnétique (12).

- Stimulations phréniques magnétiques [annexe VIII fig.1] :

« Une bobine stocke l'énergie générée par une source de haut voltage et la décharge sous forme d'un champ magnétique de forte intensité. L'application de ce champ magnétique à proximité de structures nerveuses génère dans celles-ci des courants locaux propagés comme une activation naturelle » (12).

Cette stimulation magnétique peut être cervicale (SMC) ou transcrânienne (SMT) ce qui dans ce dernier cas permet d'évaluer la conduction centrale vers le diaphragme, ce qui est très utile au cours des paralysies respiratoires centrales acquises. La SM peut donc se révéler comme un examen de grande utilité. Simple, reproductible et indolore elle peut hélas aussi recruter des muscles accessoires et être par conséquent moins spécifique du diaphragme (12, 26).

-Remarque : stimulation phrénique implantée [annexe VIII fig.2] :

Cette technique à visée thérapeutique et non diagnostique est relativement peu connue en France et permet de débarrasser les patients de la contrainte d'un ventilateur externe lorsque la commande ventilatoire est atteinte (paralysie respiratoire centrale) alors même que le diaphragme est intact. (26)

6.3. Examen par imagerie thoracique

6.3.1. Radiographie en inspiration/expiration du thorax

Réalisée en inspiration/expiration forcées ou en ventilation spontanée de face comme de profil, la radiographie peut également être associée à la stimulation phrénique. Par superposition des clichés les radiographies montrent le retentissement de la contraction du diaphragme sur les organes avoisinants et notamment sur le parenchyme pulmonaire. [annexe IX fig.1]

- Incidence de face

Les deux coupoles sont visibles, elles sont séparées l'une de l'autre par l'ombre cardiaque. La coupole droite se projette normalement entre les 5ème et 6ème espaces intercostaux. Dans la majorité des cas la droite a une projection d'un demi espace intercostal plus haut que la gauche, cette différence ne doit pas excéder les 3cm (2). La partie la plus haute de chaque coupole se situe à la jonction de son tiers interne et de son tiers moyen, en dehors l'examineur appréciera les angles ou cul de sacs costo-diaphragmatiques. (15)

- remarque : il est très important d'observer l'état du rachis cervical au niveau des racines d'émergence des nerfs phréniques qui peuvent être fréquemment atteintes par un processus cervicarthrosique. (2)

- Incidence de profil :

Les coupoles sont généralement parallèles sur un profil droit et se croisent sur un profil gauche. En raison de l'opacité cardiaque la droite est vue plus loin que la gauche.

En général le cliché standard du thorax est « le premier examen qui détecte l'anomalie ». (15)

6.3.2. Amplificateur de brillance

De synonymes « radioscopie » ou « scopie télévisée » cet examen permet d'apprécier la dynamique du diaphragme.

Le sujet, debout, est placé devant l'écran de l'appareil radiologique. Les niveaux atteints par le diaphragme lors de la respiration normale (B et C) et lors de l'inspiration et expiration forcées (A et D) sont repérés et dessinés sur le patient lui-même. [annexe IX fig.2]

Maccagno évalue trois indices qui sont les indices phréno-expiratoire et inspiratoire et l'indice phréno-cinétique (distance A-D ou valeur maximale du trajet diaphragmatique). (20)
L'application de cet examen provoque une irradiation importante du patient et de l'opérateur c'est pourquoi la radioscopie est aujourd'hui tombée en désuétude pour être remplacée par la radiographie de thorax en inspiration et expiration maximales. (2, 13)

6.3.3. Echographie

Cet examen, réalisé en temps réel, étudie la cinétique et la morphologie du diaphragme. Il est donc possible de mesurer la course diaphragmatique comme d'étudier ces éventuelles tumeurs, hernies ou éventrations... (15) Malheureusement une mauvaise transmission des ultra-sons dans les milieux gazeux (air pulmonaire et digestif) ne permet pas toujours une visualisation complète des coupes, surtout du côté gauche où le colon vient gêner l'examineur. De plus la durée de l'examen est souvent trop longue, notamment pour des patients BPCO, rapidement épuisés aux efforts de ventilation forcée.

A l'échographie le diaphragme apparaît sous la forme d'une ligne plus ou moins feuilletée, hyperéchogène, convexe vers le thorax, se déformant en fonction des temps respiratoires et des différentes pathologies. L'angle costo-diaphragmatique est appréciable dans plus de la moitié des cas. (14)

L'échographie est donc un outil de seconde intention qui, lorsqu'une surélévation diaphragmatique est détectée à la radiographie, va déterminer sa cause, sus ou sous jacente, ou

encore intradiaphragmatique (15). Il s'agit bien de d'un moyen peu onéreux et non invasif de visualisation du thorax, qui dépend toutefois de l'expérience et de la dextérité de l'expérimentateur pour être passée en routine. (15, 12)

6.3.4. Examen scannographique (ou tomодensitométrie : TDM)

Il fournit une définition très précise des rapports anatomiques du diaphragme et permet par exemple de déterminer la nature même d'un éventuel contenu herniaire. (2)

La composante tendineuse n'est cependant jamais analysable. L'aspect TDM des hémicoupoles du diaphragme est variable selon les individus en fonction de l'importance de la graisse péritonéale et rétro péritonéale. En général le muscle apparaît sous la forme d'une fine ligne arciforme. Cependant il ne peut être individualisé au contact de structure de densités identiques, telles que le foie et la rate.

Le scanner est aujourd'hui le prolongement direct de la radiographie thoracique et de l'échographie. (15)

7. QUESTIONNAIRE

La situation actuelle du kinésithérapeute vis-à-vis de l'examen diagnostique du diaphragme a été entrevue à travers un questionnaire.

Une cinquantaine de ces questionnaires ont été envoyés au sein de huit centres de rééducation et six hôpitaux « réputés » à l'échelle nationale pour leurs soins en pathologies neurologiques et respiratoires ainsi que vers neuf cabinets en masso-kinésithérapie nancéens attribués pour ceux-ci au hasard.

19 réponses ont ainsi été renvoyées. [annexe X]

8. DISCUSSION

Sur ces 19 réponses 16 proviennent du milieu hospitalier c'est pourquoi les interprétations seront basées uniquement sur celui-ci. On constate alors que la quasi-totalité des tests sont connus des kinésithérapeutes hormis lorsqu'ils sont associés à une stimulation phrénique (méconnue à 18,75%). Plus surprenant, la technique utilisant une sangle abdominale élastique n'est connue que pour la moitié d'entre eux, ce qui est sans doute dû à l'exceptionnelle présence de cette sangle dans un service hospitalier.

En revanche les tests manuels sont très pratiqués et apportent à leurs utilisateurs une relative satisfaction quant à leur précision (sur 16 réponses 6 sont favorables aux cotations de Daniels et 4 à celles de Lacôte).

L'ensemble de ces tests manuels est, selon 87,5% des professionnels, facile à réaliser. Pourtant 81,25% d'entre eux affirment rencontrer des difficultés à évaluer ce muscle : nombreuses furent les remarques signalant des difficultés se surajoutant (en cas de paralysie asymétrique, chez les enfants ou les personnes obèses etc...). Trois autres remarques mentionnaient un test supplémentaire : le sniff test. Mais ce dernier ne peut en fait être considéré que comme un auxiliaire aux différentes méthodes citées.

Enfin il est intéressant de voir que les kinésithérapeutes estiment les techniques médicales et surtout la radiographie du thorax (62.5% la mentionnent) précieuses quant à l'évaluation du diaphragme.

9. CONCLUSION

Les techniques les plus classiques que sont les tests manuels ne permettent que de diagnostiquer la présence d'une atteinte diaphragmatique anatomique ou fonctionnelle.

Dans son ouvrage Lacôte affirmait lui-même que « l'évaluation manuelle proposée est discutable. La radiographie est un support nécessaire pour apprécier le diaphragme (ainsi que la digraphie) ». (19)

Cette remarque est d'ailleurs confirmée par les résultats du questionnaire (où environ 80% des kinésithérapeutes prétendent rencontrer des difficultés quant à son évaluation et où 60 % d'entre eux estiment la radiographie utile à leur diagnostic).

C'est pourquoi d'autres « supports », d'autres méthodes plus sophistiquées mais aussi plus coûteuses viennent épauler ces premiers éléments diagnostics tirés d'explorations simples.

Devant toutes ces difficultés une étude visant à montrer la corrélation entre la course du diaphragme et les épreuves fonctionnelles respiratoires serait bien utile aux kinésithérapeutes.

De plus, les mesures spontanées ne requièrent pas la coopération du patient ; par contre les mesures forcées demandent : coopération, entraînement et habileté à réaliser la manœuvre...

BIBLIOGRAPHIE

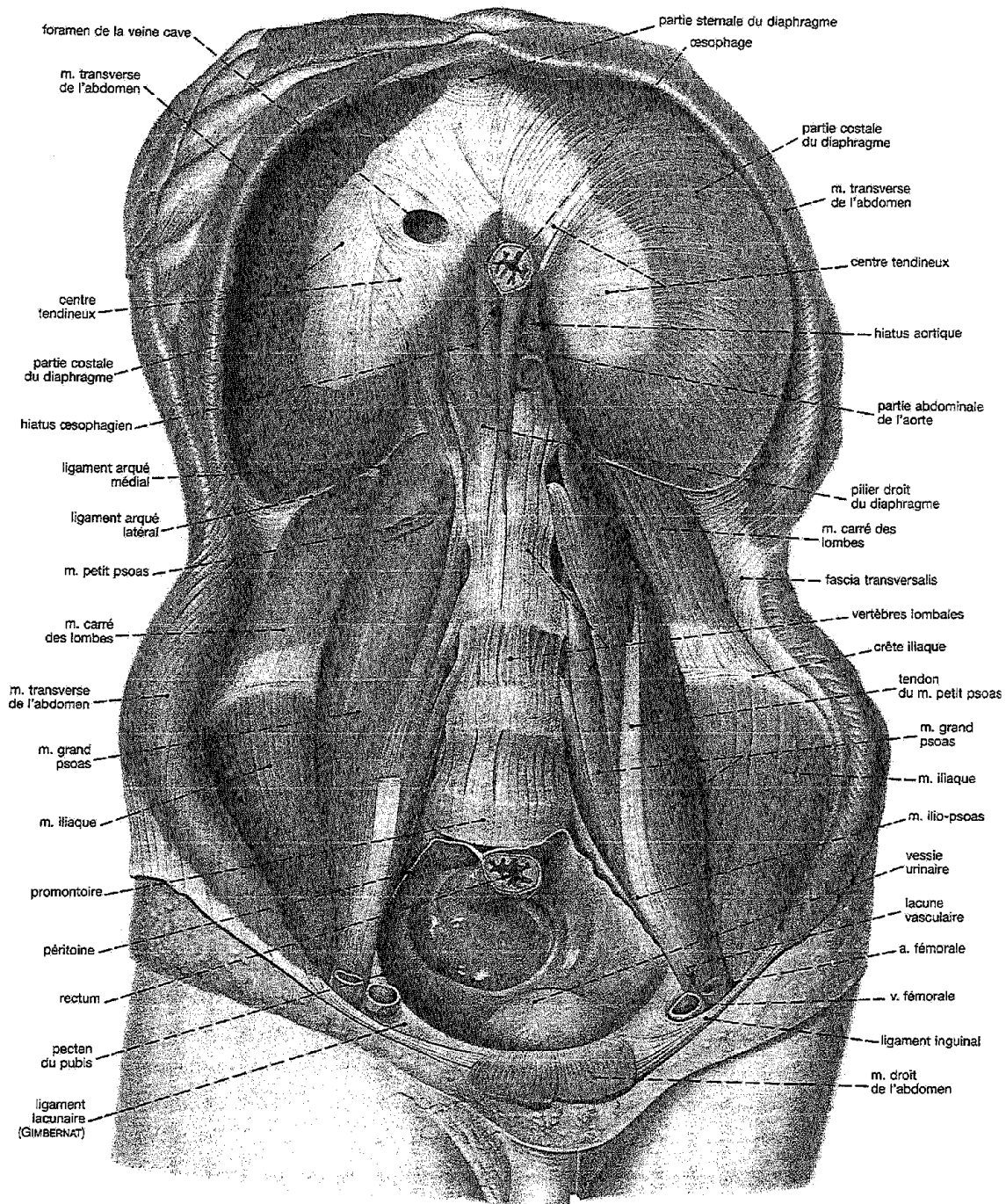
1. **ANTONELLO M., DELPLANQUE D. & COLL.** - Comprendre la kinésithérapie respiratoire « du diagnostic au projet thérapeutique » - Le point en rééducation 11 - MASSON, 2001.
2. **AUBIER M.** - Le diaphragme : données récentes. - Rev. Prat., 1989, 39, p. 1230 - 1236.
3. **AUBIER M., MURCIANO D., LECOUGUIC Y., VITRES N., PARIENTE R.** - Bilateral phrenic stimulation : a simple technique to asses diaphragmatic fatigue in humans. - J. App. Physiol., 1985, 58, p. 58 - 64.
4. **BELLEMARE F., GRASSINO A.** - Effect of pressure and timing of contraction on human diaphragm fatigue. - J. Appl. Physiol., 1982, 53, 1190.
5. **BOUCHET A., CULLERET J.** - Anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle : tome 2 le cou le thorax. - 1^{ère} éd. - Simep, 1983, 1147p.
6. **BRIDON F.** - La fatigue du diaphragme chez le patient obstructif. - Kinésithérapie Scientifique, 1990, 293, p. 25 - 27.
7. **BUTLER J.E., Mc KENZIE D.K., GANDEVIA S.C.** - Discharge properties and recruitment of human diaphragmatic motor units during voluntary inspiratory tasks. - Journal of physiology, 1999, 518, p. 907 - 920.
8. **CHANDLER K.W., ROZAS C.J., KORY R.G., GOLDMAN A.L.** - Bilateral diaphragmatic paralysis complaisant local cardiac hypothermia during open art surgery. - Am. J. Med., 1984, 77, p. 243 - 249.
9. **CHANUSSOT J.C., METTE F.** - Evaluation de la force musculaire du diaphragme avec une sangle abdominale élastique. - Journée de médecine physique et de rééducation, 1983, p. 301 - 305.
10. **COHEN S., GONDRET R., MANKIKIAN B.** - Obésité massive et anesthésie - Revue du praticien, 1993, 43, 15, p. 1950 - 1954.
11. **DANIELS** - Evaluation manuelle de la force musculaire : chap. 3. Testing des muscles du tronc, p. 58 - 59.
12. **DENJEAN A.** - Evaluation pratique de la fonction des muscles respiratoires. - Actualités en Kinésithérapie de réanimation, 2000.
13. **DUBREUIL B.** - Pathologie diaphragmatique. - Encycl. Méd. Chir., poumon, 1988, 6062A10, 1, p. 12.
14. **GENEVOIS A., DUPRE F., LECLERC M., DUPUIS G., TARIF C., NOUVET G.** - Apport de l'échographie dans l'étude de la mobilité du diaphragme. - Cah. Kinésithér., fasc 142, 22. - Paris : Masson, 1999, p. 45 - 46.

15. **GRENIER P.** - Imagerie thoracique de l'adulte. Médecine Sciences Flammarion, 1996.
16. **JESEL M.** - L'examen EMG des insertions costales du diaphragme dans les processus de régénération du nerf phrénique. - Actualités en rééducation fonctionnelle et réadaptation - 6^{ème} série - Paris : Masson, 1981. - p. 8 - 14.
17. **KAPANDJI I.** - Physiologie articulaire : tronc et rachis - Paris : Malaire S.A., 1972 - 255p.
18. **LAABAN J.P.** - La fonction respiratoire dans l'obésité massive : revue du praticien, 1993, 43, p. 1911 - 1912.
19. **LACÔTE M., CHEVALIER A.M., MIRANDA A., BLETON J.P., STEVENIN D.** - Evaluation clinique de la fonction musculaire. Maloine, 1982. - p. 294 - 296.
20. **MACCAGNO A.L.** - Collection de rééducation fonctionnelle et de réadaptation : Rééducation respiratoire : la kinésiologie respiratoire. - 3^{ème} éd. - Masson, 1976, p. 22 - 28.
21. **MILIC - EMILI J., MEAD J., TURNER J.M., GLAUSER M.** - Improved technique for estimating pleural pressure from oesophageal balloons. - J. Appl. Physiol, 1964, 19, p. 7-11.
22. **ROUSSOS C.S., MACKLEM P.T.** - Diaphragmatic fatigue in man. - J. Appl. Physiol., 1979, 43, p. 189 - 197.
23. **ROUSSOS C.S., MACKLEM P.T.** - The respiratory muscles. New. Engl. J. Med., 1982, 23, p. 786 - 797.
24. **SANS N., GIRON J., FAJADET P., DURAND G., SENAC J.P.** - Quand une imagerie... toutes les imageries. GSK Glaxo Smith Kline. p. 18 - 21.
25. **SCHERRER J., MONOD H.** - Le travail musculaire local et la fatigue chez l'homme. Physiologie, 1960, 52, p. 419 - 501.
26. **SIMILOWSKI T., DERENNE J.P.** - Stimulation phrénique implantée, 7, 6, 2001, p. 457 - 469.
27. **TOBIN M.J., LAGHI F., WALSH J.M.** - Monitoring of respiratory neuromusculaire function. Im : principes and practice of mechanical ventilation, edited by M.J. Tobin. New York, Mc Graw - Hill, Inc, 1994, p. 945 - 966.
28. **URBAN, SCHWARZENBERG** - Sobotta atlas d'anatomie humaine - Vol. 2, 1986, 2^{ème} ed., H.Ferner et J.Staubesand, 376p.

29. VANDENNE E. - Rééducation respiratoire : bases cliniques, physiopathologie et résultats
- Paris : Masson, 1999. 308p.

ANNEXES

ANNEXE I



Vue interne du diaphragme et des muscles de la paroi dorsale de l'abdomen.

ANNEXE II

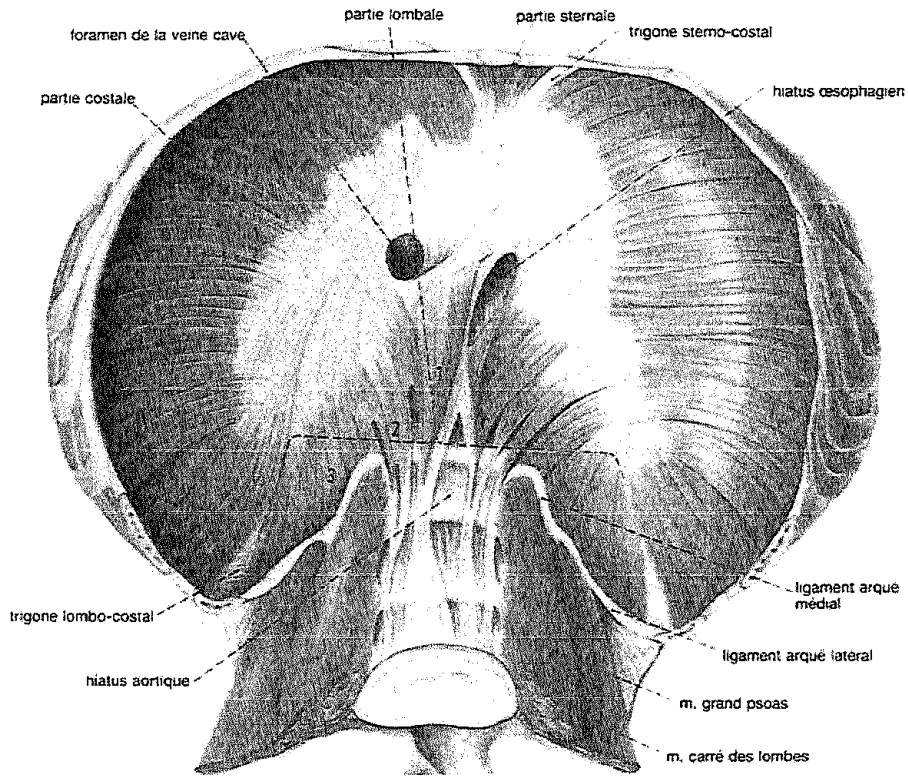


Figure 1 : vue interne du diaphragme et des muscles grand psoas et carré des lombes.

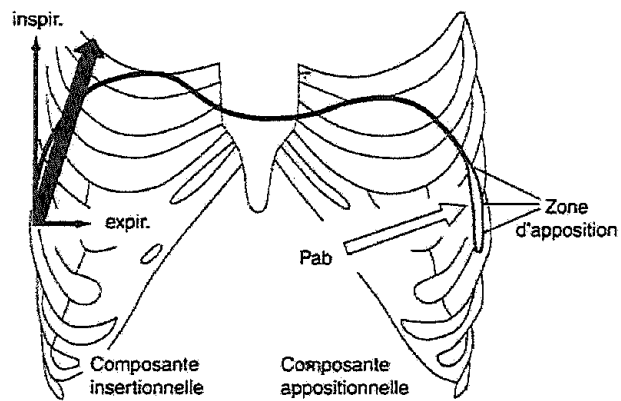


Figure 2 : action du diaphragme sur les basses côtes.
(Pab : pression abdominale)

ANNEXE III

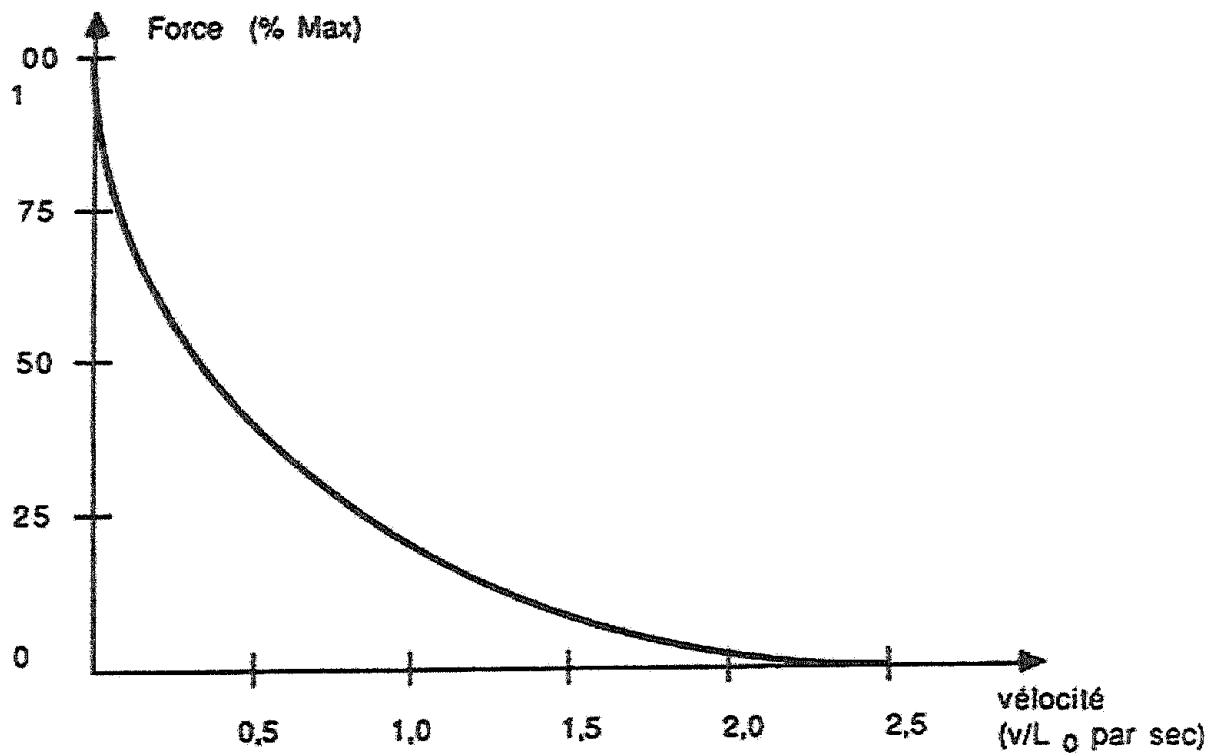


Figure 1 : graphique représentant la courbe force / vitesse.

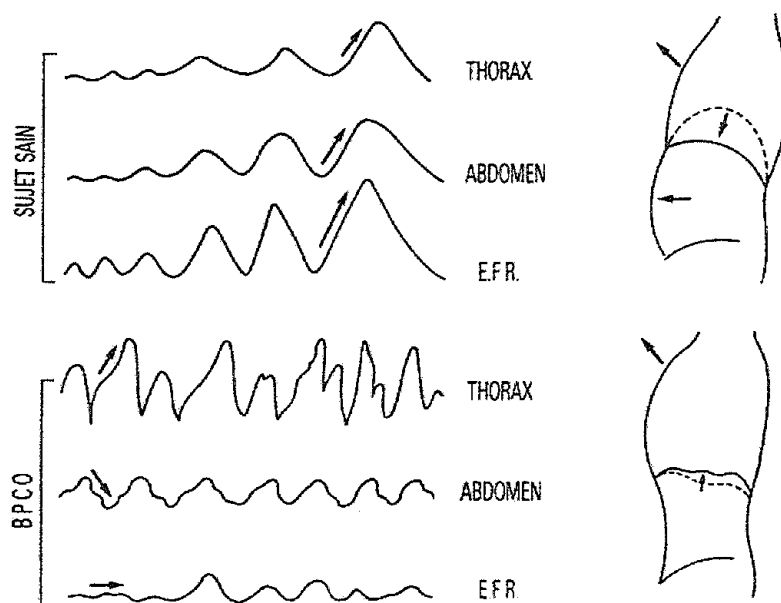


Figure 2 : magnétométrie.

ANNEXE IV

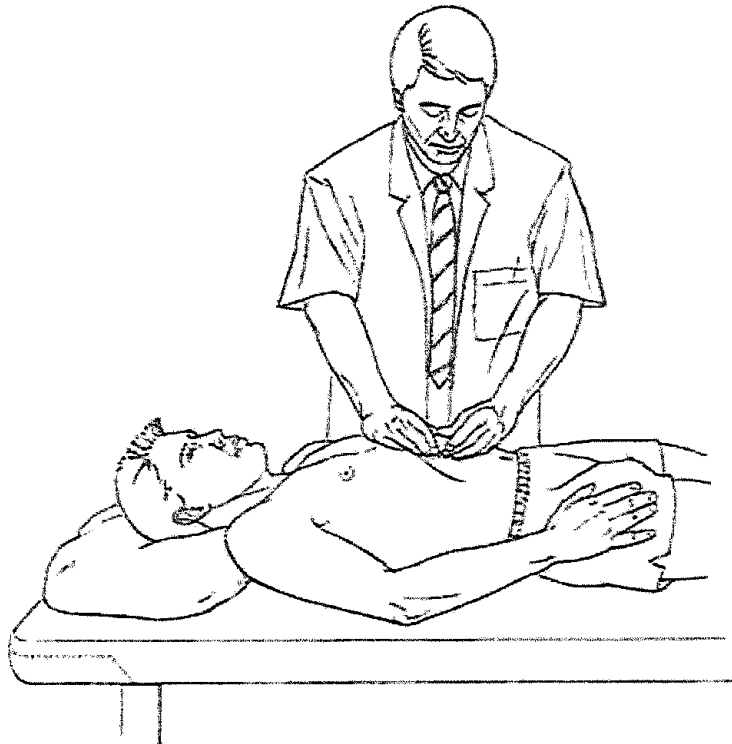


Figure 1 : position 1 selon Daniels.

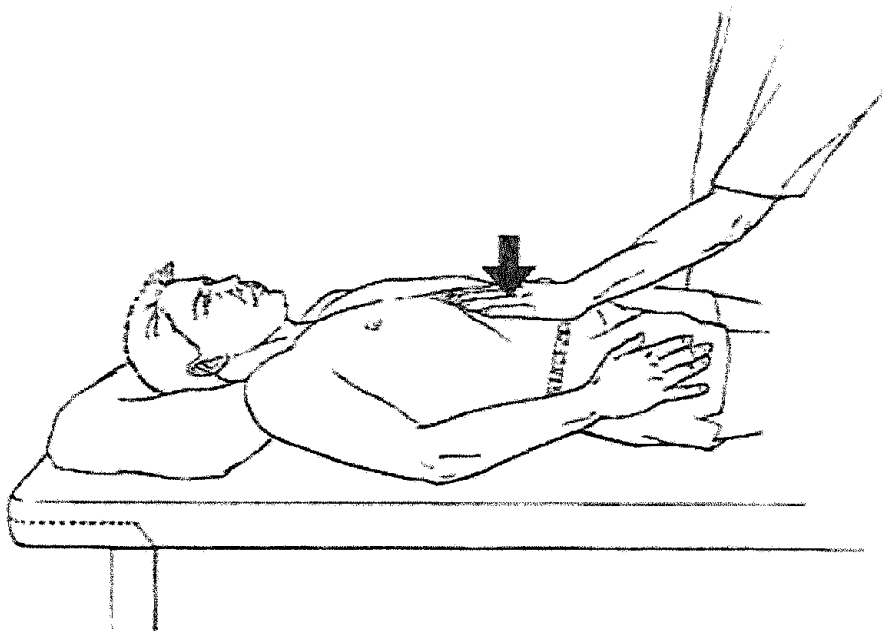


Figure 2 : position 2 selon Daniels. (pour les cotations 0 et 1)

ANNEXE V

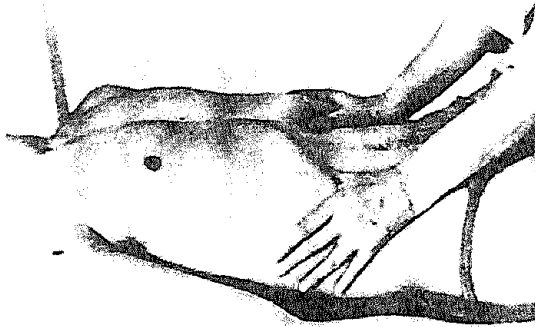


Figure 1 : position pour les cotations 4 et 5.

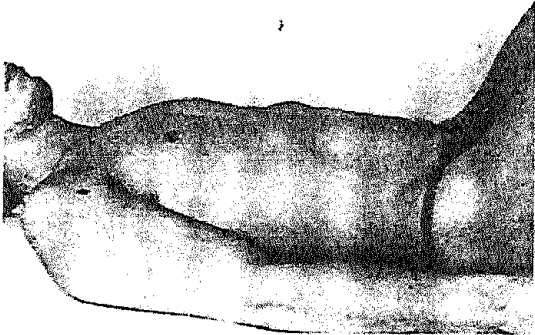


Figure 2 : position pour la cotation 3.

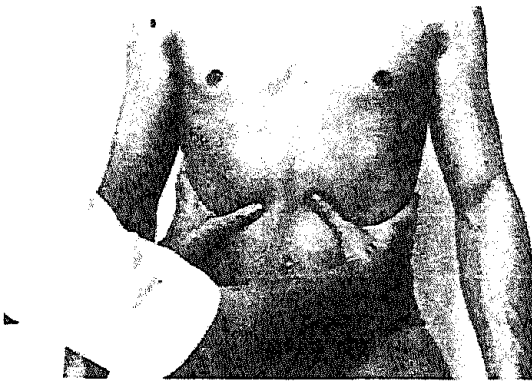


Figure 3 : position pour la cotation 2.

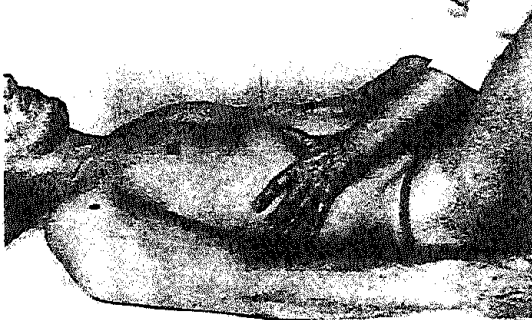


Figure 4 : position pour les cotations 0 et 1.

ANNEXE VI

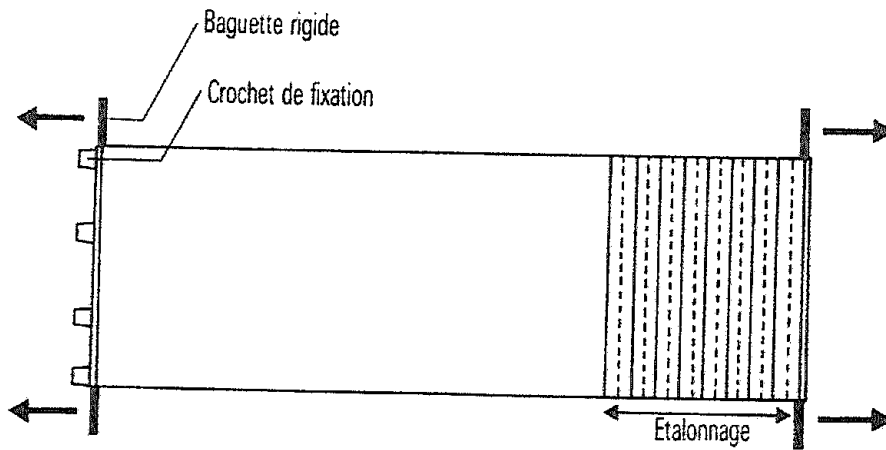


Figure 1 : sangle abdominale élastique.

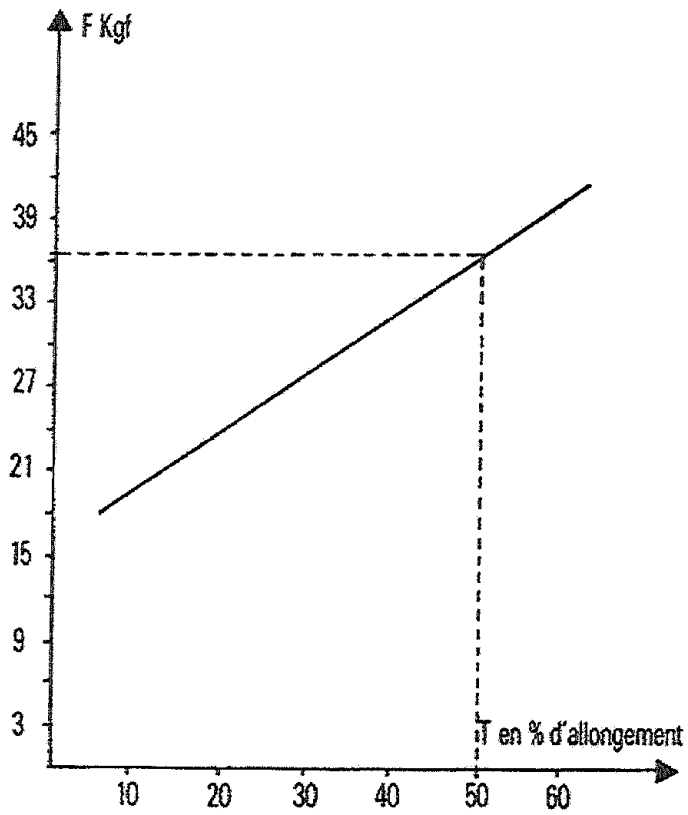


Figure 2 : courbe force / allongement selon l'équation $F=0,43T+15,75$.

ANNEXE VII

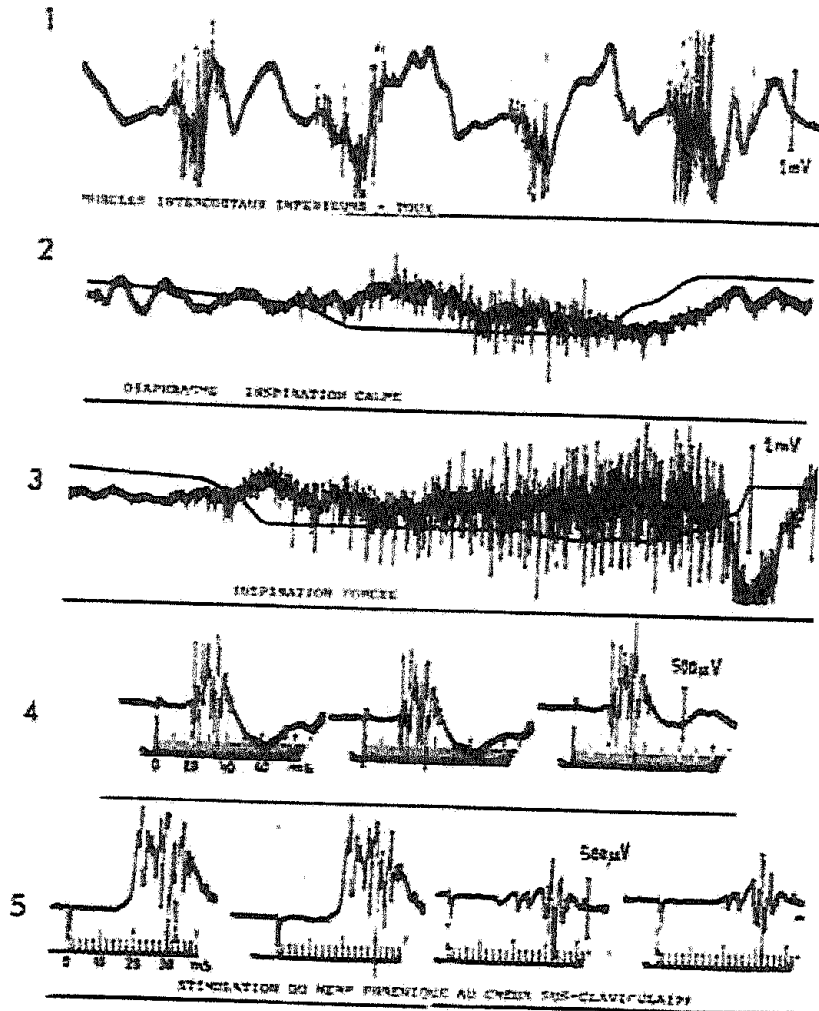
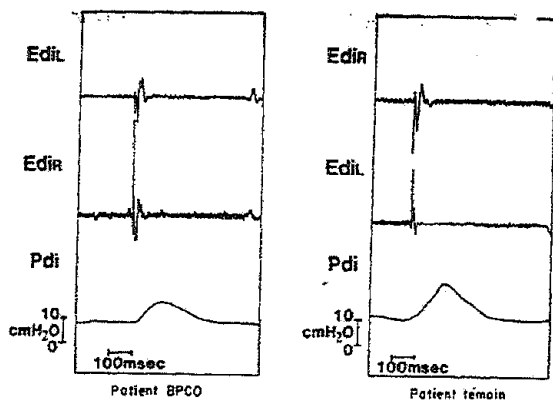


Figure 1 : examen EMG normal des insertions costales du diaphragme.



Tracé typique de la pression transdiaphragmatique (Pdi) générée lors d'une stimulation phrénique bilatérale supramaximale. Edil et Edir, potentiels d'action de chaque hémidiaphragme (gauche et droit) évoqués lors de la stimulation. Tracé de gauche, chez un patient en insuffisance respiratoire aiguë bronchopathe chronique obstructif (COPD); tracé de droite, chez un patient en insuffisance respiratoire aiguë mais ne présentant pas de maladie respiratoire chronique (sujet contrôlé).

Figure 2 : tracé de Pdi.

ANNEXE VIII

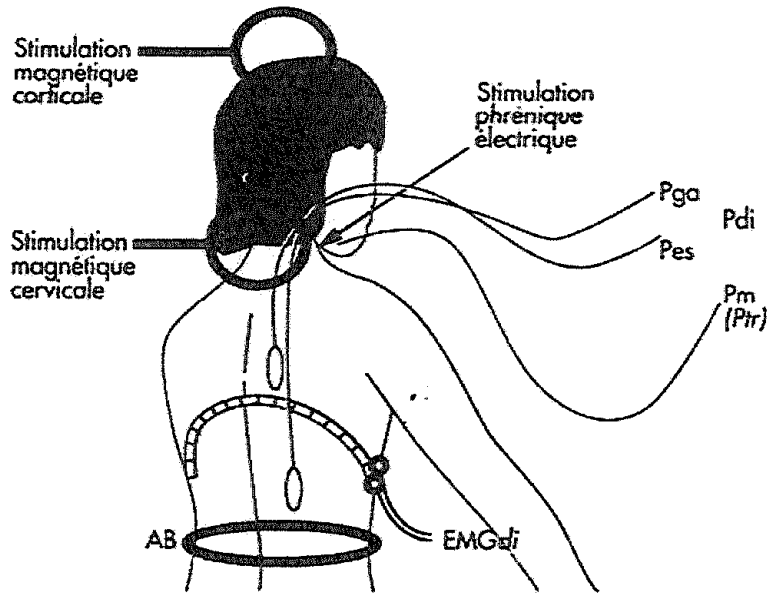


Figure 1 : couplage de techniques d'explorations diaphragmatiques.

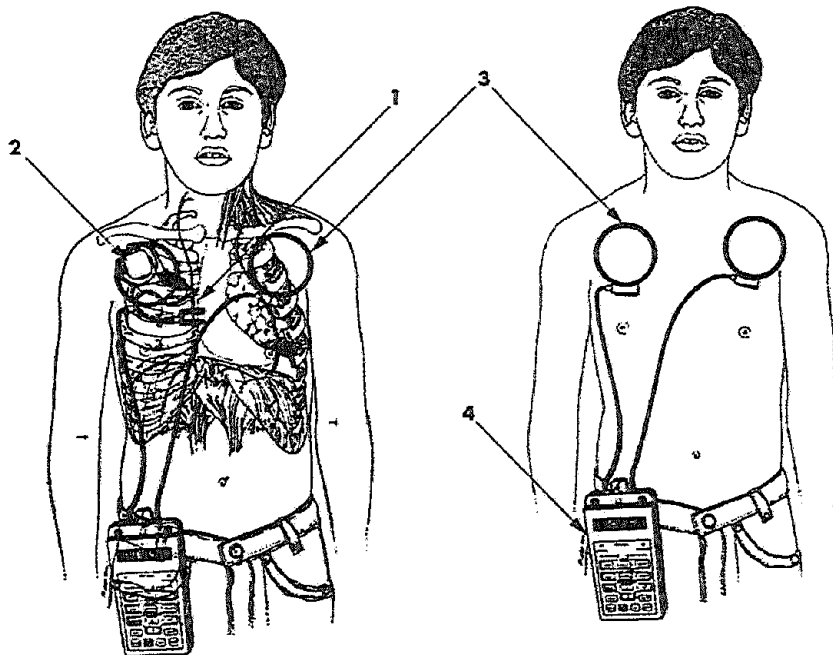


Figure 2 : présentation générale d'une stimulation phrénique implantée ;
1. Electrode implantée (voie thoracique) ; 2. Récepteur sous-cutané ;
3. Antenne de transmission ; 4. Boîtier de commande.

ANNEXE IX

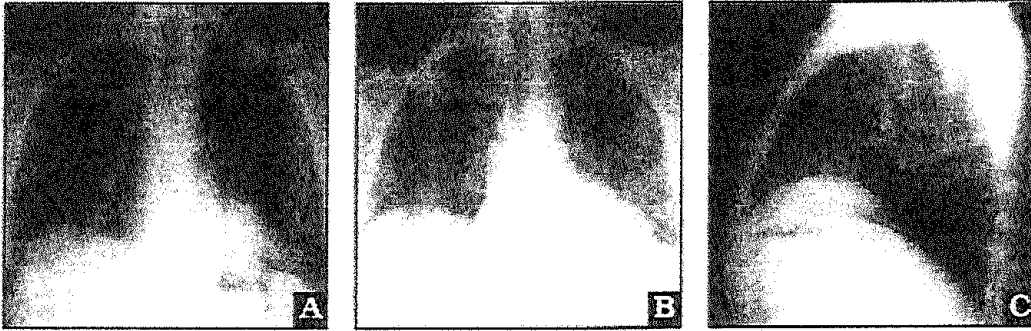


Figure 1 : radiographies de thorax montrant une paralysie phrénique droite.
A. Atelectasie basale et élévation de la coupole droite.
B et C. Extension médiastinale.

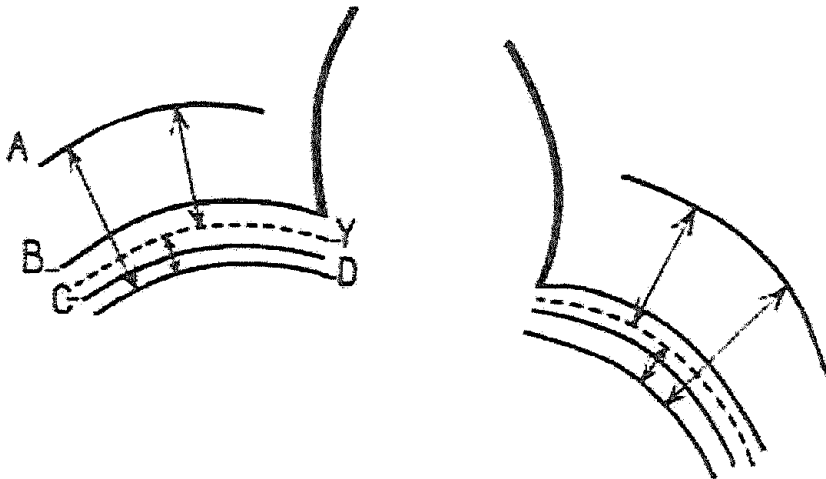


Figure 2 : dessin des niveaux atteints par le diaphragme par amplificateur de brillance chez un adulte sain en position verticale.
B et C. Lors d'une respiration normale.
A et D. Lors de l'expiration et de l'inspiration maxima.
Y. Point d'égal distance entre B et C.

ANNEXE X

Questionnaire envoyé aux kinésithérapeutes accompagné des résultats obtenus :
Réponses des hôpitaux (rouge),
des centres de rééducation (vert),
des cabinets libéraux (bleu).

Questionnaire destiné aux kinésithérapeutes

Dans le cadre de la rédaction de mon mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat, nous avons réalisé un questionnaire qui vous est destiné.

Question 1

Vous exercez : 2 en centre
 16 en milieu hospitalier
 1 en libéral

Question 2

S'il s'agit d'une des deux premières réponses, votre établissement est-il spécialisé en pédiatrie ?

2 oui
13, 2 non

Question 3

Vos patients nécessitent-ils d'avantage de soins en :

2, 1 neurologie
13 pathologies respiratoires
4, 2, 1 autres

Le mémoire porte sur les tests du diaphragme, pourriez-vous s'il vous plaît remplir ce questionnaire afin d'améliorer mon travail écrit.

Tests analytiques du diaphragme recensés :

Tests manuels ;

- 1.Evaluation manuelle de la force musculaire selon Daniels.
- 2.Evaluation clinique de la fonction musculaire selon Lacôte.
- 3.Evaluation de la force musculaire avec une sangle abdominale.

Tests médicaux ;

- 4.Electro-myogramme diaphragmatique (E.M.G).
- 5.Stimulation phrénique (électro-neurogramme E.N.G).
- 6.Mesure des pressions transdiaphragmatiques (Pdi).

Examens par imagerie thoracique pouvant explorer le diaphragme ;

- 7.Radiographie en inspiration/expiration du thorax.
- 8.Amplificateur de brillance (scopie télévisée ou évaluation de la dynamique du diaphragme).
- 9.Echographie.
- 10.Examen scannographique.

Veillez s'il vous plaît cocher la ou les bonne (s) réponses adaptée (s) à votre pratique.

Question 4

Parmi tous ces tests, lesquels connaissez-vous ?

- | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|---|------|--------------------------|---|-------|--------------------------|---|------|--------------------------|----|
| 13, 1 | <input type="checkbox"/> | 1 | 9, 1 | <input type="checkbox"/> | 4 | 14, 2 | <input type="checkbox"/> | 7 | 9, 1 | <input type="checkbox"/> | 10 |
| 11, 1 | <input type="checkbox"/> | 2 | 3 | <input type="checkbox"/> | 5 | 10 | <input type="checkbox"/> | 8 | | | |
| 8 | <input type="checkbox"/> | 3 | 6 | <input type="checkbox"/> | 6 | 13, 1 | <input type="checkbox"/> | 9 | | | |

Question 5

Lequel (lesquels) pratiquez-vous vous même et à quelle fréquence (a. Souvent b. Quelques fois c. Rarement) ?

- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 | 6 | <input type="checkbox"/> | a | 2, 1 | <input type="checkbox"/> | b | 4 | <input type="checkbox"/> | c | <input type="checkbox"/> | 7 | 1 | <input type="checkbox"/> | a | 2 | <input type="checkbox"/> | b | 3 | <input type="checkbox"/> | c |
| <input type="checkbox"/> | 2 | 3 | <input type="checkbox"/> | a | 4 | <input type="checkbox"/> | b | 2 | <input type="checkbox"/> | c | <input type="checkbox"/> | 8 | <input type="checkbox"/> | a | <input type="checkbox"/> | b | 2 | <input type="checkbox"/> | c | | |
| <input type="checkbox"/> | 3 | <input type="checkbox"/> | a | 1 | <input type="checkbox"/> | b | 1 | <input type="checkbox"/> | c | <input type="checkbox"/> | 9 | <input type="checkbox"/> | a | <input type="checkbox"/> | b | 2 | <input type="checkbox"/> | c | | | |
| <input type="checkbox"/> | 4 | <input type="checkbox"/> | a | <input type="checkbox"/> | b | 1 | <input type="checkbox"/> | c | <input type="checkbox"/> | 10 | <input type="checkbox"/> | a | <input type="checkbox"/> | b | 1 | <input type="checkbox"/> | c | | | | |
| <input type="checkbox"/> | 5 | <input type="checkbox"/> | a | <input type="checkbox"/> | b | 1 | <input type="checkbox"/> | c | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | 6 | <input type="checkbox"/> | a | <input type="checkbox"/> | b | 1 | <input type="checkbox"/> | c | | | | | | | | | | | | | |

Question 6

Lesquels de ces tests vous donnent satisfaction quant à leur précision ?

- | | | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------|---|---|--------------------------|---|---|--------------------------|---|---|--------------------------|----|
| 6, 1 | <input type="checkbox"/> | 1 | 1 | <input type="checkbox"/> | 4 | 4 | <input type="checkbox"/> | 7 | 1 | <input type="checkbox"/> | 10 |
| 4 | <input type="checkbox"/> | 2 | | <input type="checkbox"/> | 5 | 1 | <input type="checkbox"/> | 8 | | | |
| 1 | <input type="checkbox"/> | 3 | | <input type="checkbox"/> | 6 | 1 | <input type="checkbox"/> | 9 | | | |

Question 7

Sont-ils selon vous faciles à réaliser ?

11, 1 oui
4 non

Question 8

Parmi ceux que vous ne pratiquez pas vous-même lesquels vous semblent utiles à votre diagnostic ?

<input type="checkbox"/> 1	5, 1	<input type="checkbox"/> 4	10, 1	<input type="checkbox"/> 7	3	<input type="checkbox"/> 10
<input type="checkbox"/> 2		<input type="checkbox"/> 5	5, 1	<input type="checkbox"/> 8		
<input type="checkbox"/> 3	5	<input type="checkbox"/> 6	3	<input type="checkbox"/> 9		

Question 9

En plus de ceux précédemment cités, connaissez-vous d'autres tests ?

3 oui
11, 1, 1 non

Si oui lequel (lesquels) ?

3 sniff test et 1 Pi max

.....
.....

Question 10

Par rapport à d'autres muscles (biceps brachial, quadriceps...) ressentez-vous des difficultés à évaluer le diaphragme ?

13, 1 oui
5, 1, 1 non

Remarque (s) :

« difficultés surtout ressenties chez les enfants, les personnes obèses et lorsque les deux côtés sont atteints. »

.....
.....
.....

Merci d'avoir accordé quelques minutes à ce questionnaire.

TARCZYNSKI Stéphane

MOUGEL Daniel