



HAL
open science

La place du pneumologue dans le diagnostic, l'évaluation et la prise en charge thérapeutique de la dysfonction diaphragmatique

Aurélien Degoutte

► To cite this version:

Aurélien Degoutte. La place du pneumologue dans le diagnostic, l'évaluation et la prise en charge thérapeutique de la dysfonction diaphragmatique. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-02386371

HAL Id: dumas-02386371

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02386371>

Submitted on 29 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS

FACULTE DE MEDECINE DE NICE

THESE

Pour l'obtention du diplôme d'État de

Docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement à la Faculté de Médecine de Nice

Le Lundi 21 octobre 2019

Par

Aurélien DEGOUTTE

Né le 12 août 1991 à Paris (75)

Interne de D.E.S de Pneumologie

**LA PLACE DU PNEUMOLOGUE DANS LE DIAGNOSTIC,
L'ÉVALUATION ET LA PRISE EN CHARGE THÉRAPEUTIQUE DE LA
DYSFONCTION DIAPHRAGMATIQUE**

Devant le jury composé de :

Monsieur le Professeur Charles-Hugo MARQUETTE, Président du jury

Monsieur le Professeur Jean-Philippe BERTHET, Assesseur

Monsieur le Professeur Georges LEFTHERIOTIS, Assesseur

Madame le Docteur Céline SANFIORENZO, Directrice de thèse

Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice

Doyen :

Pr. BAQUÉ Patrick

Vice-doyens :

Pédagogie	Pr. ALUNNI Véronique
Recherche	Pr DELLAMONICA Jean
Etudiants	M. JOUAN Robin
Chargé de mission projet Campus	Pr. PAQUIS Philippe
Conservateur de la bibliothèque	Mme AMSELLE Danièle
Directrice administrative des services	Mme CALLEA Isabelle
Doyens Honoraires	M. AYRAUD Noël
	M. RAMPAL Patrick
	M. BENCHIMOL Daniel

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE :

M. AMIEL Jean	Urologie (52.04)
M. BAQUÉ Patrick	Anatomie – Chirurgie Générale (42.01)
M. BERNARDIN Gilles	Réanimation médicale (48.02)
M. BOILEAU Pascal	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M. DAR COURT Jacques	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M. ESNAULT Vincent	Néphrologie (52-03)
M. FENICHEL Patrick (54.05)	Biologie du Développement et de la Reproduction
M. FUZIBET Jean-Gabriel	Médecine Interne (54.05)
M. GILSON Éric	Biologie Cellulaire (44.03)
M. GUGENHEIM Jean	Chirurgie Digestive (52.02)
M. HASSEN KHODJA Reda	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M. HÉBUTERNE Xavier	Nutrition (44.04)
M. HOFMAN Paul	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
Mme. ICHAI Carole	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M. LACOUR Jean-Philippe	Dermato-Vénérologie (50.03)
M. LEFTHERIOTIS Georges	Chirurgie Vasculaire ; Médecine Vasculaire (51.01)
M. MARQUETTE Charles-Hugo	Pneumologie (51.01)
M. MARTY Pierre	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M. MICHIELS Jean-François	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M. MOUROUX Jérôme	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)

Mme PAQUIS Véronique	Génétique (47.04)
M. PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
M. QUATREHOMME Gérald	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M. RAUCOULES-AIMÉ Marc	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M. ROBERT Philippe	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M. SANTINI Joseph	O.R.L (55.01)
M. THYSS Antoine	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M. TRAN Albert	Hépatogastro-entérologie (52.01)

PROFESSEURS PREMIERE CLASSE :

Mme ASKENAZY-GITTARD Florence	Pédopsychiatrie (49.04)
M. BARRANGER Emmanuel	Gynécologie Obstétrique (54.03)
M. BÉRARD Étienne	Pédiatrie (54.01)
Mme BLANC-PEDEUTOUR Florence	Cancérologie – Génétique (47.02)
M. BONGAIN André	Gynécologie – Obstétrique (54.03)
Mme BREUIL Véronique	Rhumatologie (50.01)
M. CASTILLO Laurent	O.R.L (55.01)
M. CHEVALLIER Patrick	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M. FERRARI Émile	Cardiologie (51.02)
M. FERRERO Jean-Marc	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M. FONTAINE Denys	Neurochirurgie (49.02)
M. GIBELIN Pierre	Cardiologie (51.02)
M. HANNOUN-LEVI Jean-Michel	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M. LEVRAUT Jacques	Médecine d'urgence (48.05)
M. LONJON Michel	Neurochirurgie (49.02)
M. MOUNIER Nicolas	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M. PADOVANI Bernard	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M. PICHE Thierry	Gastro – entérologie (52.01)
M. PRADIER Christian	Epidémiologie, Economie de la Santé et Prévention
(46.01)	
Mme RAYNAUD Dominique	Hématologie (47.01)

M. ROSENTHAL Éric	Médecine Interne (53.01)
M. SCHNEIDER Stéphane	Nutrition (44.04)
M. STACCINI Pascal	Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04)
M. THOMAS Pierre	Neurologie (49.01)
M. TROJANI Christophe	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)

PROFESSEURS DEUXIÈME CLASSE :

Mme ALUNNI Véronique	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M. ANTY Rodolphe	Gastro – entérologie (52.01)
M. BAHADORAN Philippe	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme BAILLIF Stéphanie	Ophtalmologie (55.02)
Mme BANNWARTH Sylvie	Génétique (47.04)
M. BENIZRI Emmanuel	Chirurgie Générale (53.02)
M. BENOIT Michel	Psychiatrie (49.03)
M. BOZEC Alexandre	ORL – Cancérologie (47.01)
M. BREAUD Jean	Chirurgie Infantile (54.02)
M. CHEVALIER Nicolas (54.04)	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques
Mme CHINETTI Giulia	Biochimie – Biologie Moléculaire (44.01)
M. CLUZEAU Thomas	Hématologie (47.01)
M. DELLAMONICA Jean	Réanimation Médicale (48.02)
M. DELOTTE Jérôme	Gynécologie – Obstétrique (54.03)
M. FOURNIER Jean-Paul	Thérapeutique (48.04)
Mlle GIORDANENGO Valérie	Bactériologie – Virologie (45.01)
Mme GIOVANNINI-CHAMI Lisa	Pédiatrie (54.01)
M. GUÉRIN Olivier	Médecine Interne ; Gériatrie (53.01)
M. IANNELLI Antonio	Chirurgie Digestive (52.02)
M. ILIE Marius	Anatomie et Cytologie Pathologique (42.03)
M JEAN BAPTISTE Elixène	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M. PASSERON Thierry	Dermato – Vénérologie (50.03)
M. ROGER Pierre-Marie	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M. ROHRLICH Pierre	Pédiatrie (54.01)

M. ROUX Christian	Rhumatologie (50.01)
M. RUIMY Raymond	Bactériologie – Virologie (45.01)
Mme SACCONI Sabrina	Neurologie (49.01)
M. SADOUL Jean-Louis (54.04)	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques

MAITRES DE CONFÉRENCE DES UNIVERSITÉS – PRATICIENS HOSPITALIERS :

M. AMBROSETTI Damien	Cytologie et Histologie (42.02)
M. BENOLIEL José	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
Mme BERNARD-POMIER Ghislaine	Immunologie (47.03)
M. BRONSARD Nicolas	Anatomie ; Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (42.01)
Mme BUREL-VANDEBOS Fanny	Anatomie et Cytologie Pathologique (42.03)
M. DOGLIO Alain	Bactériologie – Virologie (45.01)
M DOYEN Jérôme	Radiothérapie (47.02)
M FAVRE Guillaume	Néphrologie (52.03)
M. FOSSE Thierry	Bactériologie – Virologie – Hygiène (45.01)
M. GARRAFFO Rodolphe	Pharmacologie Fondamentale (48.03)
Mme HINAULT Charlotte	Biochimie et Biologie Moléculaire (44.01)
M. HUMBERT Olivier	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
Mme LAMY Brigitte	Bactériologie – Virologie (45.01)
Mme LONG-MIRA Elodie	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme MAGNIÉ Marie-Noëlle	Physiologie (44.02)
Mme MOCERI Pamela	Cardiologie (51.02)
M. MONTAUDIE Henri	Dermatologie (50.03)
Mme MUSSO-LASSALLE Sandra	Anatomie et Cytologie Pathologique (42.03)
M. NAÏMI Mourad	Biochimie et Biologie Moléculaire (44.01)
Mme POMARES Christelle	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M. SAVOLDELLI Charles	Chirurgie Maxillo-faciale et Stomatologie (45.02)
Mme SEITZ-POLSKI Barbara	Immunologie (47.03)
M. TESTA Jean	Epidémiologie ; Economie de la Santé et Prévention (46.01)

M. TOULON Pierre Hématologie et Transfusion (47.01)

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS :

M. HOFFLIGER Philippe Médecine Générale (53.03)

MAITRE DE CONFÉRENCE DES UNIVERSITÉS :

M. DARMON David Médecine Générale (53.03)

PROFESSEURS AGRÉGÉS :

Mme LANDI Rebecca Anglais

PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE :

M. DURAND Matthieu Médecine Générale (53.03)

Mme MONNIER Brigitte Médecine Générale (53.03)

MAÎTRES DE CONFÉRENCE ASSOCIÉS :

Mme CASTA Céline Médecine Générale (53.03)

M. GASPERINI Fabrice Médecine Générale (53.03)

M. HOGU Nicolas Médecine Générale (53.03)

PROFESSEURS HONORAIRES :

M. BATT Michel

M. BLAIVE Bruno

M. BOQUET Patrice

M. BOURGEON André

M. BOUTTÉ Patrick

M. BRUNETON Jean-Noël

Mme BUSSIERE Françoise

M. CAMOUS Jean-Pierre

M. CANIVET Bertrand

M. CASSUTO Jill-Patrice

M. CHATEL Marcel

M. COUSSEMENT Alain

Mme CRENESSE Dominique

M. DAR COURT Guy

M. DELLAMONICA Pierre

M. DELMONT Jean

M. DEMARD François

M. DESNUELLE Claude

M. DOLISI Claude

Mme EULLER-ZIEGLER Liana

M. FRANCO Alain
 M. GASTAUD Pierre
 M. GRIMAUD Dominique
 M. JOURDAN Jacques
 M. LAZDUNSKI Michel
 M. LE FICHOUX Yves
 M. LOUBIERE Robert
 M. MASSEYEFF René
 M. MOUIEL Jean
 M. ORTONNE Jean-Paul
 M. SAUTRON Jean Baptiste
 M. TOUBOL Jacques
 M VAN OBBERGHEN Emmanuel

M. FREYCHET Pierre
 M. GRELLIER Patrick
 M. HARTER Michel
 M. LAMBERT Jean-Claude
 M. LEFEBVRE Jean-Claude
 Mme LEBRETON Elisabeth
 M. MARIANI Roger
 M. MATTEI Mathieu
 Mme MYQUEL Martine
 M. PRINGUEY Dominique
 M. SCHNEIDER Maurice
 M. TRAN Dinh Khiem
 M. ZIEGLER Gérard

M.C.U HONORAIRES :

M. ARNOLD Jacques
 Mlle CHICHMANIAN Rose-Marie
 M. EMILIOZZI Roméo
 M. GASTAUD Marcel
 M. MAGNÉ Jacques
 M. MENGUAL Raymond
 M. POIRÉE Jean-Claude

M. BASTERIS Bernard
 Mme DONZEAU Michèle
 M. FRANKEN Philippe
 M. GIUDICELLI Jean
 Mme MEMRAN Nadine
 M. PHILIP Patrick
 Mme ROURE Marie-Claire

REMERCIEMENTS

Aux membres de mon jury :

Au Docteur Céline SANFIORENZO : Ah Céline, tu as eu la lourde tâche d'être ma directrice de thèse, à cet égard merci pour ta patience au cours de ces six derniers mois. Travailler à tes côtés en HDS ou en USIR m'a beaucoup appris, de même ta bienveillance à notre égard et ta loyauté envers tes équipes sont d'une aide précieuse.

Au Professeur Charles Hugo MARQUETTE : Je vous remercie pour vos conseils, votre soutien et votre encadrement au cours de ces quatre années qui m'ont permis de grandir en tant que personne et médecin. Votre présence et votre savoir-faire nous sont d'une aide précieuse au cours de nos années de formation pour lesquelles nous vous devons beaucoup.

Au Professeur Jean-Philippe BERTHET : En plus de m'avoir fait l'honneur de faire partie de mon jury j'ai eu l'occasion de travailler avec vous ces deux dernières années et d'apprécier tant l'homme que le médecin (chirurgien) passionné et besogneux que vous êtes. Pour votre disponibilité, veuillez accepter, mes plus sincères remerciements.

Au Professeur Georges LEFTHERIOTIS : Vous m'avez fait l'honneur de siéger dans mon jury alors que je n'ai jamais eu l'occasion de travailler avec vous. Je vous adresse ma sincère reconnaissance et mes remerciements.

CHU NICE :

Au Docteur Sylvie LEROY : Je ne pense pas prendre un grand risque en affirmant que vous êtes unanimement reconnue comme étant un puits de science dont l'avis est souvent requis dès que nos compétences se trouvent dépassées. Merci de partager avec nous ce précieux savoir.

Au Docteur Fernand MACONE : Figure emblématique du H, votre expérience et votre présence à nos côtés (parfois tardive sur nos premières gardes) nous sont d'une aide inqualifiable. Vous forcez l'admiration et j'ai pris énormément de plaisir à travailler à vos côtés.

Au Docteur Johanna PRADELLI : Pour m'avoir supporté lors de mes premiers (et derniers) mois tu auras à jamais toute ma gratitude. Une très belle personne pétrie de qualités à qui je souhaite le meilleur dans sa pratique et sa vie future.

Au Docteur Michèle BEN HAYOUN : Pour tes conseils toujours avisés, ta force tranquille et ta bonne humeur permanente : tu auras égayé mes derniers mois et m'auras permis de prendre encore un peu plus de recul dans des moments difficiles.

Au Docteur Michel POUDEX : Pour votre expertise en endoscopie que vous nous faites partager merci.

Au Docteur Charlotte COHEN : Toujours disponible pour un avis ou délivrer de précieux conseils, une personne très agréable à côtoyer que je tenais à remercier. Bien amicalement.

Aux équipes avec qui j'ai beaucoup appris au contact et qui risquent de devoir me supporter encore quelques temps :

H2, HDS, USIR, HDJ, endoscopie, EFR, consultation

Aux arcs (avec Charlotte qui a réussi à me faire nager lors d'un triathlon par équipes de niveau international !!)

Aux « extérieurs » Docteurs Sylvia KORZIENIEWSKI, Thierry ARFI, Serge VIVINUS : J'ai pris beaucoup de plaisir à vous côtoyer durant mon internat, vous m'avez livré votre expérience de la pneumologie libérale et permis de développer ma compétence endoscopique.

CH Antibes Juan Les Pins :

Au Docteur Christine ROTOMONDO : Travailler avec vous fut un vrai plaisir et votre apprentissage en fibroscopie une précieuse aide dans ma formation.

Au Docteur Lionel LEROUSSÉAU : Un contact particulier à appréhender mais je garde de vous un très bon souvenir et vous avez été le premier à me faire connaître et apprécier le sommeil.

Au Docteur Sabine MARCO : Mes premiers contacts avec la pneumologie, d'une gentillesse rare, calée dans tous les domaines : tu m'as montré la voie à suivre et conforté dans mon choix de carrière professionnelle en pneumologie.

Aux équipes paramédicales avec qui j'ai passé de très bons moments avec trois mentions spéciales (membres à part entière de la team antiboise)

- Daniel : Un cadre comme j'en ai rarement vu, tu mérites amplement ta place à l'IFSI ou tu peux faire partager ton savoir-faire et ta passion.

- Vanessa : Secrétaire au top, une amie en dehors, tu as toutes mes amitiés.

- Françoise : D'une gentillesse naturelle égayant nos journées parfois longue et difficile.

CH Cannes :

Au Docteur Christophe PERRIN : Une des personnes qui m'a le plus marqué durant mon internat, on respecte autant l'homme que le médecin. J'ai eu la chance de vous côtoyer avant votre départ (réussi) pour Monaco, six précieux mois à boire vos paroles.

Au Docteur Fabien ROLLAND : Bon partout voire très bon, travailleur acharné à l'image de ton application à laquelle nous jouons avec plaisir avec un très bon esprit (même si polo n'est pas très bon perdant). A côté de ça une personne que j'ai plaisir à retrouver pour échanger.

Au Docteur Yannick DUVAL : Très accessible et d'une simplicité au quotidien rendant très agréable de travailler avec toi, à côté de ça professionnellement impressionnant dans ta pratique quotidienne.

Au Docteur Florence LE MEUNIER : Des qualités reconnues (endoscopie, infectiologie), tu gagnerais dans notre cœur à raccourcir tes visites mais ta méticulosité est admirable.

A mes anciens co-internes :

Au Docteur Linda BOUHLEL : Mentor, amie et « maman » telle fut ta triple casquette me concernant, tes qualités humaines et professionnelles sont reconnues de tous. Tu nous manqueras énormément, je te souhaite le meilleur pour ton futur haut-savoyard qui sera j'en suis convaincu une réussite tant sur le plan professionnel que personnel ... à très bientôt.

Au Docteur Paul VERDOIRE : Que dire de polo, six mois inoubliables à tes côtés à Antibes qui m'ont appris à te connaître et t'apprécier : besogneux tout en maintenant une ambiance détendue qui rend agréable de passer du temps à tes côtés. Et puis un vrai tombeur notre polo (quelle patiente ne nous demande pas où est le Dr Paul avec ses yeux bleus !!!)

Au Docteur Loïc LERAY : Que dire, l'efficacité même, notre Loïc avec des visites éclair témoignait d'un esprit de synthèse impressionnant. De nombreuses parties de foot qui me manquent mais bon entre éclopés on se comprend !

Au Docteur Jeremy CHALMIN : D'une accessibilité et d'un soutien qui furent réconfortants à mes débuts, six mois à tes côtés par la suite à Antibes ou je me suis régalé. Merci pour tout.

A mes co-internes :

A Juliette : Notre princesse, même si nos débuts furent parfois compliqués sache que je t'ai toujours respectée et admirée pour ta force de caractère et tes valeurs humaines. Je te souhaite le meilleur et puis nous nous côtoierons bientôt en tant que confrères pneumologues !!

A Julia : Les rumeurs font de toi une personne stressée, personnellement je n'ai jamais remarqué ! Bon peut-être un petit peu mais bon ça fait partie de ta personnalité. En revanche, je retiens une personne aidante et compétente qui gagnerait juste à se faire plus souvent confiance.

A Margot : « mon pikachu », quel plaisir de travailler avec toi : un caractère bien trempé qui fait ta force et une énergie débordante. Tu ne rechignes pas au travail et tu es toujours prête à dépanner un collègue en difficulté : une co-interne modèle et à côté de ça une personne vraiment attachante.

A Constance : Ta gentillesse naturelle est un réel bonheur et rend très agréable le fait de travailler avec toi, un côté Pierre-Richard à ne surtout pas perdre.

A Johnatan : Des études interminables qui forcent l'admiration, je vais t'avoir comme interne John : tout est dit mais ça sera avec plaisir ! Allez John courage : ça « mousse » !!!

A François, Benjamin, Johanna, Olivier que j'ai moins connus et à qui je souhaite le meilleur.

A ma famille :

A mes parents : Qui m'ont supporté sans faillir (et quotidiennement pendant 24 ans donc respect) et toujours (ou presque) soutenu. C'est vous qui avez fait de moi ce que je suis aujourd'hui ... pour le meilleur et pour le pire ! Je ne pourrai jamais vous remercier assez et espère juste me montrer digne de la confiance dont vous me faites preuve.

A mes sœurs : A Charlotte ma jumelle et Chloé ma « petite » sœur, tout simplement merci pour votre indéfectible soutien. Que de bons moments passés ensemble, des retrouvailles annuelles attendues avec impatience et puis ... c'est sympa de venir à Nice !

A Dolmen : Membre à part entière de la famille, mon bébé ... mon amour !

Aux amis :

A Nelly et Mika : Membres du cercle fermé de la pistache team, des qualités humaines appréciables et vous avez su sortir renforcés d'une situation compliquée qui force mon admiration. De très bons moments à vos côtés en dehors du boulot, ne changez pas.

Globalement beaucoup de personnes du H (Adeline, Alexia, Laura, Justine, team HDS, ...) : Vous ne vous rendez peut-être pas compte du réel plaisir de travailler avec vous ainsi que de l'importance des très bons moments passés à vos côtés hors-service.

Aux fidèles :

A Coralie : Connue sur les bancs de la P1, une amie depuis et récemment une jeune maman épanouie.

A Laurent : Ami fidèle, la distance ne rend que plus sympathique nos retrouvailles. Après quelques attermoissements tu sembles avoir trouvé ta vocation comme avocat : je te souhaite le meilleur !

Antonin : Haut-savoyard d'adoption comme moi, toujours partant pour une sortie vélo, un tennis ou une rando : la version officielle te rend responsable de mon addiction au trail !

TABLE DES MATIÈRES

Liste des abréviations	14
INTRODUCTION	15
1. Anatomie du diaphragme	15
2. Fonction du diaphragme	16
3. Rationnel de l'étude	17
MÉTHODOLOGIE	20
RÉSULTATS	20
1. Méthodes diagnostiques et d'évaluation de la sévérité d'une dysfonction diaphragmatique	20
a) Suspicion clinique	20
b) Radiographie thoracique	21
c) Examens fonctionnels respiratoires	22
d) Évaluation de la force des muscles respiratoires	24
. <u>Évaluation des muscles inspiratoires (Pimax, SNIP)</u>	25-26
. <u>Évaluation des muscles expiratoires (DEP, Pemax)</u>	27-28
e) Échographie diaphragmatique	29
f) Gazométrie artérielle	31
g) Test de marche de 6 minutes	32
2. Examens complémentaires afin d'assurer le diagnostic étiologique d'une dysfonction diaphragmatique	32
a) Scanner/IRM thoracique	33
b) IRM diaphragmatique	33
c) Électromyographie	34
d) Tests de stimulation diaphragmatique	35
3. Prise en charge thérapeutique actuelle et les nouvelles avancées dans le domaine .	38

a) Oxygénothérapie	38
b) Support ventilatoire par ventilation non-invasive	38
c) Cough-assist	39
d) Chirurgie	40
e) Stimulation phrénique implantée	42
f) Réhabilitation respiratoire	43
4. Bilan d'opérabilité	44
a) Cardiologique	44
b) Respiratoire	45
. <u>EFR</u>	45
. <u>Polygraphie respiratoire</u>	46
. <u>Épreuve fonctionnelle à l'exercice</u>	46
5. Illustration par 3 cas cliniques	47
6. Algorithmes de prise en charge diagnostique et thérapeutique	49
DISCUSSION	51
CONCLUSION	54
BIBLIOGRAPHIE	54
SERMENT D'HIPPOCRATE	58
RÉSUMÉ	59

Liste des abréviations

- BPCO : Broncho pneumopathie chronique obstructive
- BNP : Brain natriuretic peptide
- CV : Capacité vitale
- CVF : Capacité vitale forcée
- CPT : Capacité pulmonaire totale
- DEP : Débit expiratoire de pointe
- DLCO : Capacité de diffusion du monoxyde d'azote
- ECG : Électrocardiogramme
- EFR : Explorations fonctionnelles respiratoires
- ETT : Échographie trans-thoracique
- IPP : Inhibiteur pompe à protons
- IRM : Imagerie par résonance magnétique
- IRCR : Insuffisance respiratoire chronique restrictive
- mMRC : modified medical research council
- OLD : Oxygénothérapie longue durée
- PaCo₂ : Pression artérielle en dioxyde de carbone
- PaO₂ : Pression artérielle en oxygène
- Pdi : Pression trans- diaphragmatique
- Pga : Pression gastrique
- Poe : Pression œsophagienne
- Pemax : Pression expiratoire maximale
- Pimax : Pression inspiratoire maximale
- PPC : Pression positive continu
- SAOS : Syndrome d'apnées obstructif du sommeil
- SLA : Sclérose latérale amyotrophique
- SPi : Stimulation phrénique implantée
- SpO₂ : Saturation pulsée en oxygène
- TDM : Tomodensitométrie (=scanner)
- TM6 : Test de marche 6 minutes
- VEMS : Volume expiratoire maximale seconde
- VNI : Ventilation non invasive
- VR : Volume résiduel
- VRI : Volume de réserve inspiratoire
- VRE : Volume de réserve expiratoire
- Vt : Volume courant

INTRODUCTION

Quelques rappels anatomiques et physiologiques (1,2) s'imposent pour commencer afin de comprendre le rôle clef du muscle diaphragmatique dans la respiration et les implications que cela engendre quant à l'exploration de ce muscle en cas de dysfonctionnement.

1. Anatomie du diaphragme :

Le diaphragme est une cloison musculo-aponévrotique séparant la cavité thoracique de l'abdomen. Il est ainsi constitué d'un centre tendineux, et d'une partie périphérique musculaire. La limite latérale correspond aux insertions sterno-costales, et la partie para-médiane postérieure est caractérisée par deux formations musculaires charnues, les piliers du diaphragme.

Le centre tendineux donne insertion à la majorité des fibres musculaires diaphragmatiques. Il est divisé en trois parties. Latéralement, le diaphragme s'insère de la 7ème à la 12ème côte.

En ce qui concerne l'innervation, les nerfs phréniques pénètrent dans le diaphragme au niveau du centre tendineux.

Le nerf phrénique est localisé au niveau du cou et du thorax. Il s'agit du nerf le plus important issu du plexus cervical. Le nerf phrénique est un nerf pair et mixte, c'est-à-dire composé de fibres nerveuses sensibles (innervant la plèvre, le péricarde et le péritoine sus-mésocolique) et motrices (innervant le diaphragme).

Les fibres nerveuses du nerf phrénique proviennent des vertèbres cervicales (principalement C4) de la moelle épinière puis le nerf phrénique traverse le cou et le thorax jusqu'au diaphragme en longeant de nombreuses structures vasculaires (vaisseaux thoraciques internes, veine brachio-céphalique, veine cave supérieure, pédicule pulmonaire, arc aortique) et viscérales (plèvre, péricarde).

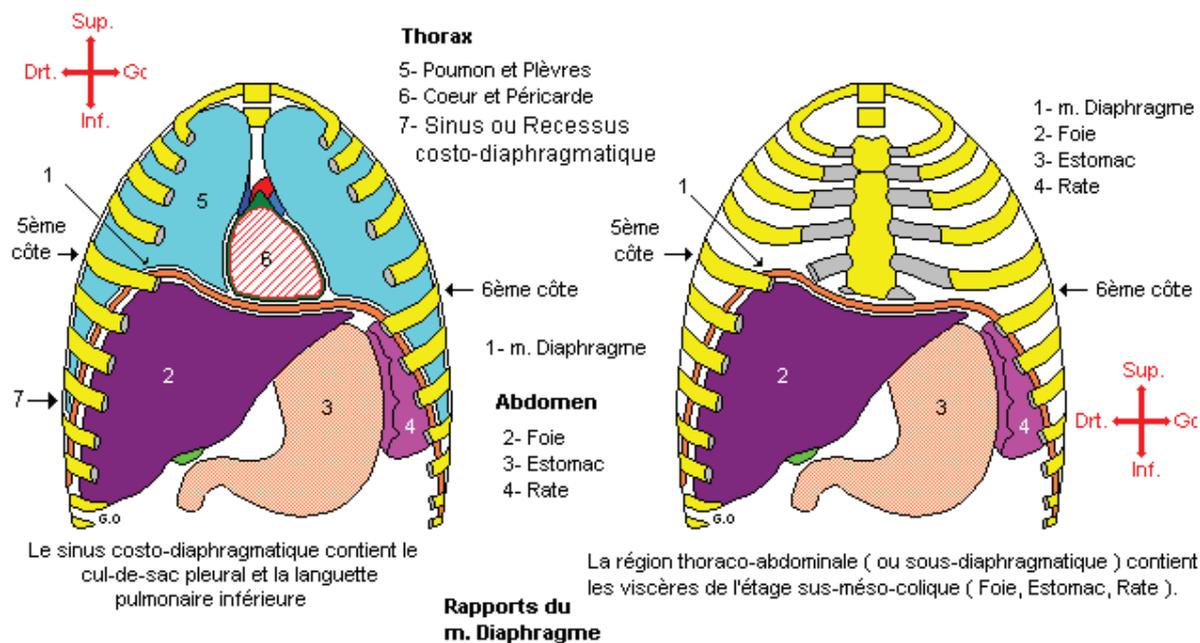


Illustration n°1 : Rapports anatomiques du diaphragme (Anatomie et physiologie du diaphragme thoraco-abdominal)

Les rapports anatomiques du diaphragme (cf illustration n°1) sont :

- En haut : le péricarde et la partie inférieure du poumon séparé du diaphragme par la plèvre
- En bas : les viscères abdominaux avec schématiquement le foie à droite et la rate à gauche
- En arrière : la colonne vertébrale
- Latéralement : le grill costal.

2. Fonction du diaphragme :

Il est le muscle respiratoire principal chez l'homme pouvant assurer à lui seul une ventilation efficace.

Lors de l'inspiration le diaphragme se contracte prenant appui sur les viscères abdominaux et sa voussure diminue. La résistance de la ceinture abdominale, qui doit empêcher les viscères de partir vers l'avant, provoque l'écartement des côtes. C'est cette expansion thoracique qui permet l'expansion des poumons et l'entrée d'air à l'inspiration (cf illustration n°2).

L'action du diaphragme augmente donc le diamètre crânio-caudal de la cage thoracique tandis que la contraction des muscles costo-vertébraux entraîne une augmentation du diamètre antéro-postérieur.

Il résulte donc de la contraction de cet ensemble musculaire une augmentation de la capacité de la cage thoracique.

Concernant l'expiration : dès que les muscles inspireurs ont achevé leur contraction, ils reviennent à leur position initiale en raison de leur élasticité. Les côtes s'abaissent en avant et le diaphragme reprend sa voûture normale. Les poumons se trouvent ainsi légèrement pressés, surtout en avant et par-dessous, et reviennent à leur volume ordinaire de repos en laissant échapper à l'extérieur une partie de l'air qu'ils renferment.

Ainsi donc dans le mouvement de sortie de l'air, la cage thoracique est absolument passive puisqu'elle revient d'elle-même à sa première position sans l'intervention d'aucune contraction musculaire.

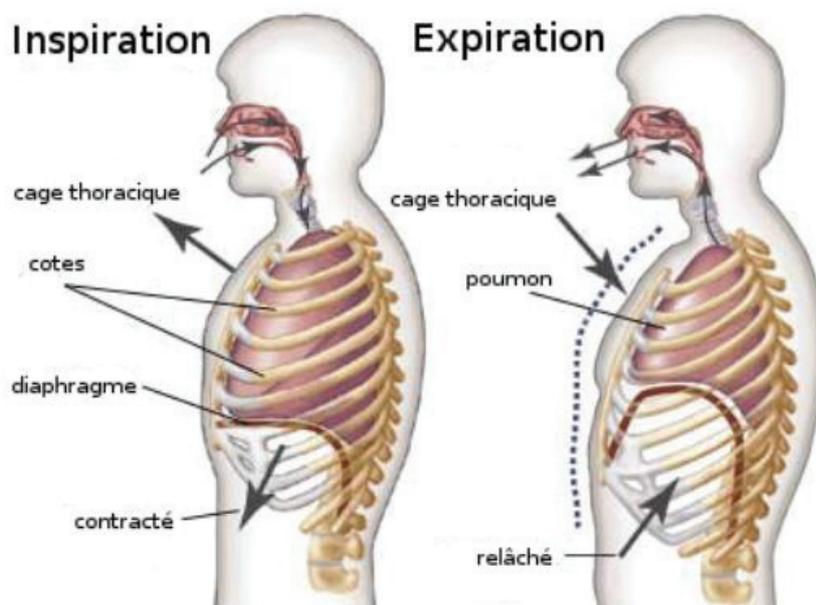


Illustration n°2 : Mécanique ventilatoire et rôle du diaphragme à l'inspiration et à l'expiration
(Respiration, ventilation et hyperventilation chez l'apnéiste)

3. Rationnel de l'étude :

Une dysfonction diaphragmatique peut être longtemps pauci-symptomatique mais être à l'origine au long cours d'une insuffisance respiratoire chronique par épuisement des muscles respiratoires accessoires et une augmentation du travail respiratoire.

Une dysfonction diaphragmatique peut survenir soit lors d'un traumatisme soit lors d'une maladie impliquant la chaîne neuromusculaire, depuis la commande centrale jusqu'au muscle périphérique (cf illustration n°3).

Les causes de dysfonction diaphragmatique par parésie ou paralysie diaphragmatique sont donc multiples et peuvent être regroupées en sept principaux groupes (3) : traumatique, iatrogène, effet de masse, atteinte para-infectieuse, affection neuromusculaire, maladie auto-immune ou systémique, atteinte toxique, idiopathique.

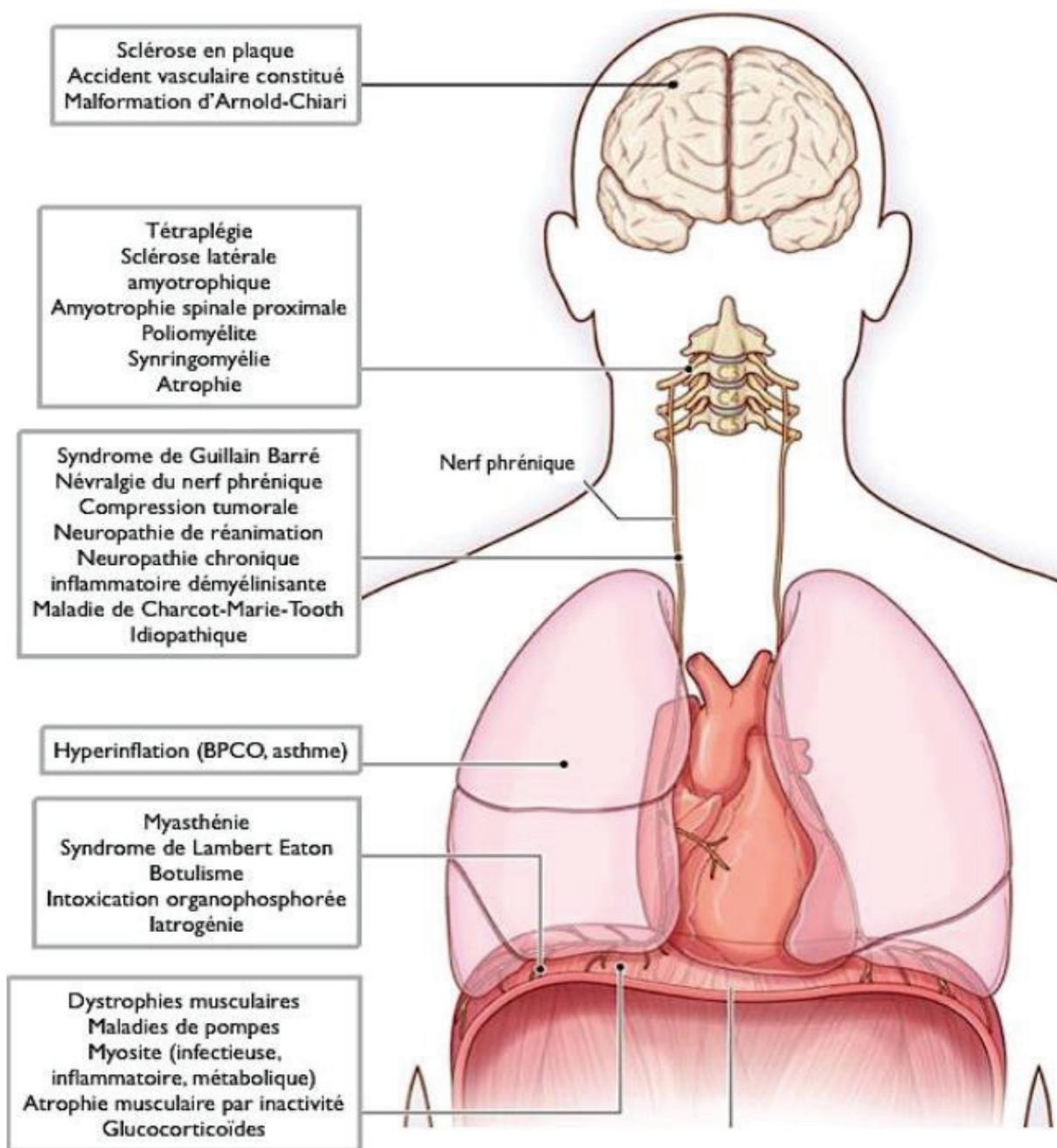


Illustration n°3 : Causes de dysfonction diaphragmatique selon le niveau d'atteinte. D'après McCool et coll. New Engl J Med 2012 (4)

L'incidence exacte de ces dysfonctions n'est pas connue (3) en dehors des contextes traumatiques post-chirurgicaux mais elle est probablement sous-estimée (2 à 30% après une chirurgie cardiaque). (5,6)

Devant l'essor de nouvelles techniques d'évaluation de la fonction diaphragmatique et de traitement de la dysfonction diaphragmatique il nous semble judicieux dans cet article de faire la synthèse des outils diagnostiques et d'évaluation de la dysfonction diaphragmatique ainsi que des traitements existants et des nouvelles pistes thérapeutiques dans ce domaine.

Aucune recommandation n'est en effet à ce jour établie quant à l'évaluation de la dysfonction diaphragmatique.

Aussi l'objet de notre travail sera d'établir un algorithme décisionnel de la démarche diagnostique et d'évaluation de la sévérité d'une dysfonction diaphragmatique engendrée par une atteinte diaphragmatique unilatérale, ainsi qu'un second algorithme décisionnel de sa prise en charge thérapeutique.

Nous avons pris le parti de cibler les atteintes diaphragmatiques unilatérales car ce sont les plus fréquentes et l'enjeu thérapeutique y est majeur (place de la chirurgie).

Nous nous intéresserons dans une première partie aux méthodes diagnostiques et d'évaluation de la sévérité d'une dysfonction diaphragmatique puis aux examens complémentaires afin d'en assurer le diagnostic étiologique.

Dans un second temps nous présenterons la prise en charge thérapeutique actuelle et l'essor des nouvelles techniques.

Enfin nous illustrerons notre travail par trois exemples pratiques de patients pris en charge sur le CHU de Nice.

MÉTHODOLOGIE

Il s'agit d'une revue narrative de la littérature sur les méthodes diagnostiques, d'évaluation et de prise en charge thérapeutique de la dysfonction diaphragmatique en 2019 avec illustration par trois exemples de prise en charge locale des services de Pneumologie et Chirurgie Thoracique sur le CHU Pasteur de Nice.

Les mots clés permettant d'effectuer la recherche des articles nous intéressant ont été «unilateral diaphragmatic dysfunction», «functional exploration of the diaphragm», «diaphragmatic eventration surgery» avec une base de données issue du site PubMed.

Les trois cas cliniques ont concerné des patients vus en consultation de pneumologie dans le service du CHU de Nice dans le cadre d'une dysfonction diaphragmatique unilatérale. Nous exposerons la réflexion réalisée pour décider de la prise en charge diagnostique et thérapeutique afin d'en illustrer la complexité.

RÉSULTATS

1. Méthodes diagnostiques et d'évaluation de la sévérité d'une dysfonction diaphragmatique :

a) Suspicion clinique : (7,8)

La plainte symptomatique du patient peut être multiple et variée, dans tous les cas elle est aspécifique avec une dyspnée d'effort, une orthopnée, une antépnée, des pneumonies à répétition voir des symptômes digestifs (douleurs épigastriques et reflux gastro-oesophagien).

Il est nécessaire de rechercher d'emblée des signes de gravité clinique : score de dyspnée mMRC (sert aussi pour le suivi) ainsi que des signes d'insuffisance respiratoire :

- Mise en jeu des muscles respiratoires accessoires avec un tirage intercostal ou sus-claviculaire
- Respiration paradoxale traduisant l'épuisement diaphragmatique
- Signes d'hypercapnie (sueurs, céphalées, somnolence)
- Signes d'hypoxie (cyanose des extrémités).

Pas de dyspnée, sauf en cas d'effort physique important	0
Dyspnée lors de la marche rapide à plat ou en légère pente	1
A plat, dyspnée à l'origine d'une cadence plus lente par rapport aux personnes du même âge ou obligeant à faire des pauses plus fréquentes	2
Dyspnée après 100 mètres à plat ou après quelques minutes	3
Dyspnée lors de l'habillage et du déshabillage; dyspnée ne permettant plus de quitter le domicile	4

Score de dyspnée mMRC : il s'agit d'une échelle de dyspnée validée permettant une évaluation fonctionnelle rapide et reproductible de la dyspnée dans la vie quotidienne.

b) Radiographie thoracique :

Il s'agit d'un examen indispensable, à réaliser en première intention, il pose le diagnostic en objectivant une ascension de coupole diaphragmatique.

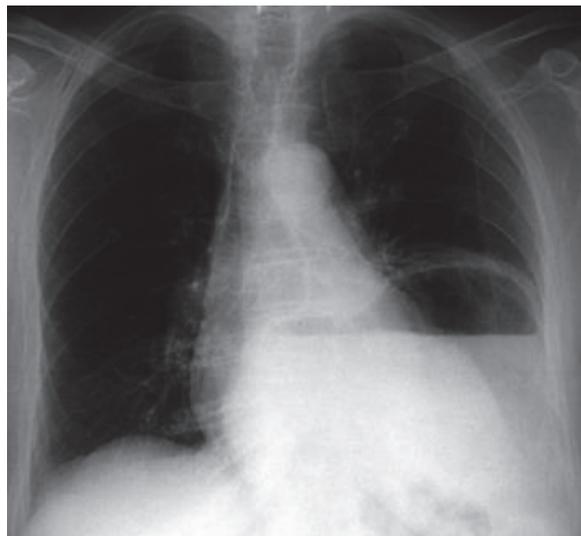
Cet examen utilise les rayons X mais reste néanmoins peu irradiant (0.08 milliSievert soit l'équivalent de deux semaines d'irradiation naturelle).

Son principe consiste à imprimer sur un film radiographique les différences de densité du poumon. Pour évaluer les coupes diaphragmatiques il est nécessaire de réaliser une radiographie thoracique de face et de profil, en inspiration et en expiration.

L'interprétation d'une radiographie thoracique est la suivante : la coupole diaphragmatique droite se situe normalement 1 à 2 cm plus haut que la coupole gauche du fait du débord hépatique. On parle de surélévation de coupole diaphragmatique droite si cet écart dépasse 2 cm et de surélévation de la coupole gauche si l'hémidiaphragme gauche est plus haut que le droit ou tout simplement s'il n'est pas moins haut. (2,9)



Radiographie thoracique normale



Ascension de coupole diaphragmatique gauche

Cet examen, simple et peu onéreux, est par ailleurs essentiel pour le suivi dans le temps d'une ascension de coupole.

A ce stade, il est nécessaire d'éliminer une pathologie extra-diaphragmatique (la surélévation de la coupole est dans ce cas la conséquence d'une réduction de volume du poumon ventilé sous-jacent).

Il peut s'agir d'un antécédent de chirurgie de résection pulmonaire, d'un trouble de ventilation avec atélectasie ou bien d'une pathologie abdominale au contact d'un hémidiaphragme de type abcès sous-phrénique. Le bilan est dans ce cas réalisé en fonction du contexte clinique (symptomatologie aiguë ou chronique, contexte général, signes associés) (9).

c) Examens fonctionnels respiratoires :

Les explorations fonctionnelles respiratoires (EFR) sont un ensemble d'examen permettant d'évaluer la capacité respiratoire.

La spirométrie, la pléthysmographie et la mesure de capacité de diffusion sont des examens non douloureux au cours desquels il est demandé au patient de respirer dans un embout situé dans la bouche. Un pince-nez est également mis en place pour éviter de fausser les mesures. Différentes manœuvres sont réalisées, tout d'abord le patient respire lentement, puis il lui est demandé d'inspirer puis d'expirer au maximum. Ces exercices sont répétés 2 à 3 fois (parfois plus) afin de s'assurer de leur reproductibilité. Ces examens durent entre 15 et 45 minutes.

- La spirométrie explore les volumes pulmonaires mobilisables (cf illustration n°4), notamment le VEMS, volume expiratoire maximum au cours de la 1ère seconde lors d'une expiration forcée à partir de la capacité pulmonaire totale (CPT), la capacité vitale forcée (CVF) et lente (CVL).

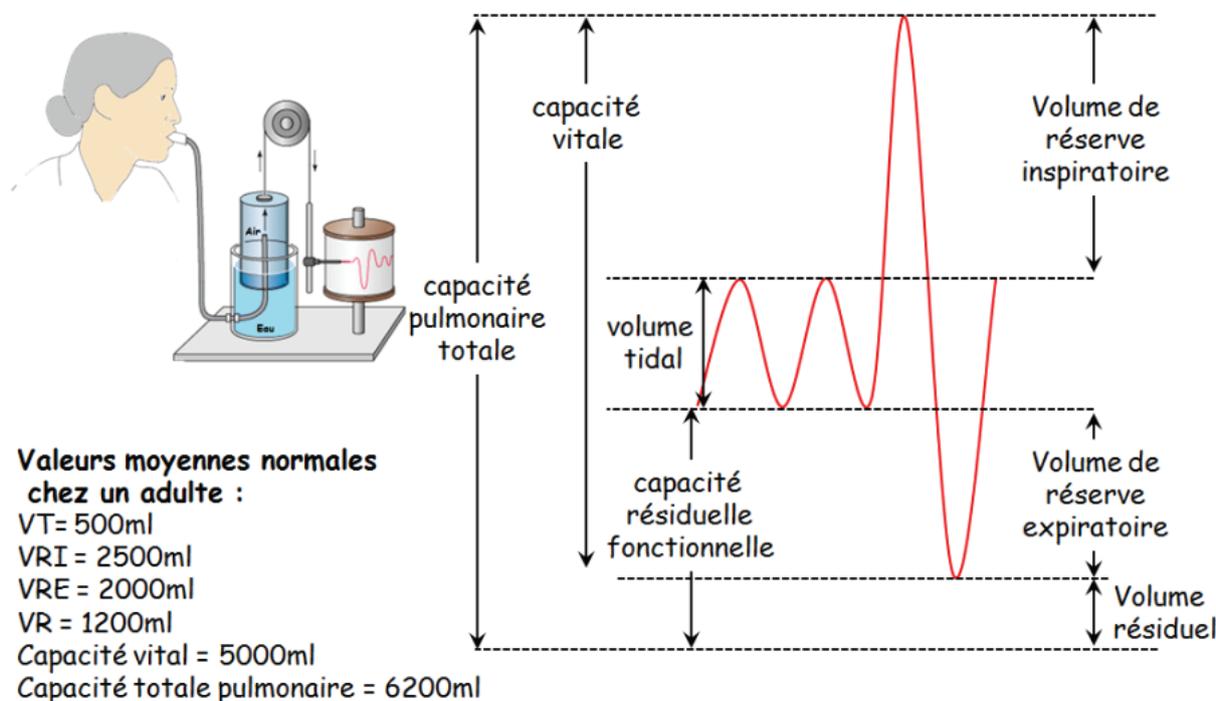
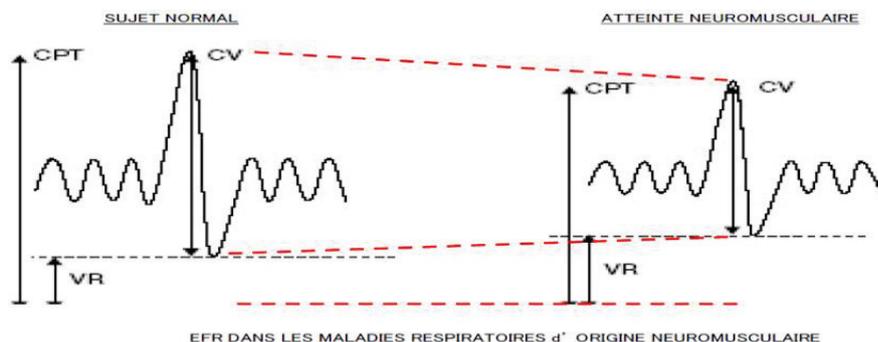


Illustration n°4 : Représentation schématique et valeurs moyennes normales des différents volumes pulmonaires. (*Physiologie des systèmes intégrés, les principes et fonctions : les volumes respiratoires*)

- La pléthysmographie permet de mesurer l'ensemble des volumes pulmonaires, y compris le volume résiduel (VR, c'est-à-dire le volume d'air restant dans les poumons après une expiration maximale). Cet examen est réalisé dans une cabine fermée dans laquelle le patient est assis sur un siège. La capacité pulmonaire totale correspond à tout l'air que peut contenir un thorax en fin d'inspiration forcée. Elle permet de mettre en évidence un syndrome restrictif avec une CPT < 80% de la théorique, et de mettre en évidence des signes de distension thoracique, CPT > 120% de la théorique, augmentation du VR > 0.4L chez l'homme et > 0.3L chez la femme, augmentation minimale de 5% du rapport VR/CPT. Les syndromes restrictifs chroniques sont définis par une diminution de la capacité vitale et de la capacité pulmonaire totale aux épreuves fonctionnelles respiratoires. Quelle que soit la cause, tous les patients restrictifs chroniques ont une diminution de la force ou de l'efficacité musculaire inspiratoire. (10)



CV > CPT pour évaluation de la sévérité et le suivi du handicap respiratoire d'origine neurologique

Illustration n°5 : Représentation schématique des volumes pulmonaires chez un patient neuromusculaire avec diminution de la CV et de la CPT en comparaison d'un sujet sain. (Explorations respiratoires en réanimation : principes et interprétation)

Ainsi une dysfonction diaphragmatique sera responsable d'un syndrome restrictif objectif par une $CPT < 80\%$ de la théorique.

De plus cette diminution de la capacité vitale est majorée en position couchée (CV assis/couché : indispensable pour le suivi) en cas de dysfonction diaphragmatique.

Ainsi, une diminution du rapport CV assis/couché de plus de 25% signe une dysfonction diaphragmatique sévère. (11-12)

d) Évaluation de la force des muscles respiratoires : (11–14)

- Mesure de la pression trans-diaphragmatique :

La pression trans-diaphragmatique (Pdi) se définit comme la différence entre la pression œsophagienne (Poes), témoin de la pression pleurale, et la pression gastrique (Pga) qui reflète la pression abdominale avec $Pdi = Pga - Poes$.

Poes et Pga sont le plus souvent mesurées en introduisant deux sondes par le nez après anesthésie de la muqueuse nasale et du pharynx. L'extrémité d'une sonde placée dans l'œsophage et l'autre dans l'estomac.

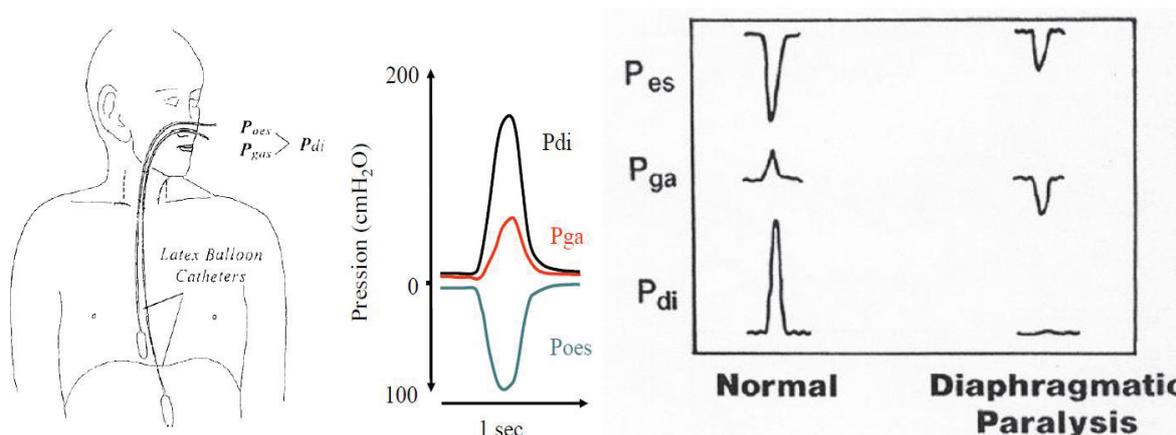


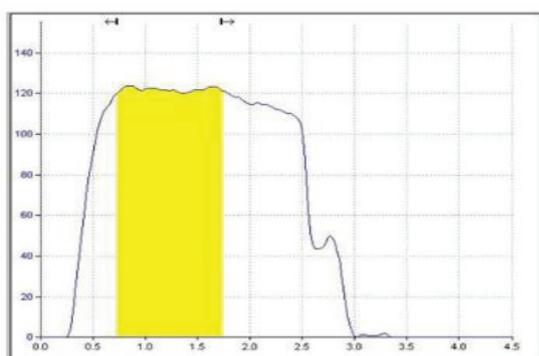
Illustration n°6 : Représentation schématique de la méthode de mesure de la pression trans-diaphragmatique à l'aide de deux sondes, courbes et valeurs normales. A droite visualisation d'une Pdi effondrée en cas de paralysie diaphragmatique.

Méthode invasive, inconfortable pour le patient et non dénuée de risques, cette technique de mesure de pression n'est plus utilisée en pratique courante pour évaluer la force des muscles respiratoires mais on la retrouve encore dans certains services de réanimation de centres experts.

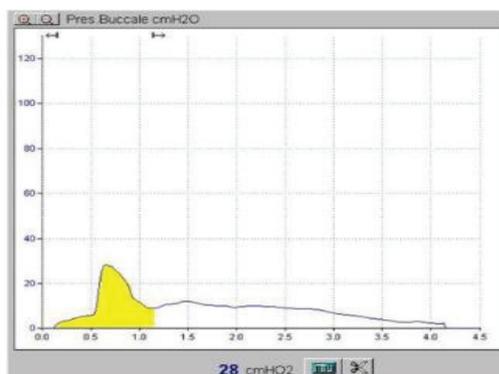
. Evaluation des muscles inspiratoires :

- Mesure de la pression inspiratoire maximale (Pimax) :

La mesure de la pression à la bouche lors de manœuvres statiques donne une idée de l'action synergique de différents groupes musculaires inspiratoires. Le principe de la Pimax consiste à demander au patient d'exercer un effort inspiratoire maximal contre les voies aériennes fermées, et de maintenir cet effort deux ou trois secondes.



Normale



Faiblesse inspiratoire sévère

Illustration n°7 : Deux courbes de Pimax avec à gauche une valeur normale autour de 120 cmH₂O et à droite une Pimax effondrée (30 cmH₂O) comme retrouvée en cas d'atteinte diaphragmatique majeure. (11)

Les valeurs normales de Pimax sont Pimax >80 cmH₂O chez l'homme et >70 cmH₂O chez la femme, peu compatibles avec une anomalie diaphragmatique majeure.

Tableau III. Valeurs (moyenne ± écart-type) de SNIP, Pimax et PEmax obtenues chez 160 sujets sains, d'après J.W. Fitting (2).

Âge (années)	SNIP (cm H ₂ O)	Pimax (CRF) [cm H ₂ O]	Pimax (VR) [cm H ₂ O]	PEmax (CPT) [cm H ₂ O]
Hommes				
20-35	117 ± 29	109 ± 27	117 ± 25	145 ± 38
36-50	105 ± 24	105 ± 20	113 ± 20	146 ± 34
51-65	111 ± 15	103 ± 21	114 ± 26	148 ± 40
66-80	91 ± 21	82 ± 22	90 ± 25	118 ± 39
Femmes				
20-35	84 ± 14	79 ± 19	79 ± 19	100 ± 23
36-50	94 ± 21	88 ± 18	88 ± 18	114 ± 37
51-65	83 ± 18	85 ± 21	85 ± 21	90 ± 15
66-80	75 ± 11	67 ± 17	67 ± 17	79 ± 21

Illustration n°8 : Tableau avec les valeurs normales de SNIP, Pimax et Pemax en fonction de l'âge et du sexe. (15)

Les avantages de cette mesure sont de recourir à une technique peu onéreuse, reproductible et non invasive.

Les facteurs limitants principaux sont le caractère opérateur-dépendant et patient-dépendant, ces explorations faisant appel à des manœuvres volontaires et demandant la pleine et entière coopération des patients.

- SNIFF TEST ou SNIP : (16–18)

La technique est la suivante : on mesure la pression nasale (reflet de la pression œsophagienne inspiratoire chez le sujet sain) au cours d'une manœuvre de reniflement d'inspiration intense et brutale en fin d'expiration normale. La valeur est abaissée en cas de dysfonction diaphragmatique.

On estime actuellement qu'une valeur >-70 cmH₂O chez l'homme et >-60 cmH₂O chez la femme est peu évocatrice d'une faiblesse inspiratoire significative.

Les principaux avantages de cette technique sont d'être plus facile à réaliser que la Pimax, sa reproductibilité et d'être non invasive.

Les facteurs limitants sont : l'impossibilité de réaliser la manœuvre en cas d'obstruction nasale bilatérale sévère et le fait qu'il s'agisse d'une manœuvre volontaire dépendant de la coopération du patient avec nécessité d'un nombre de mesures important (>10).

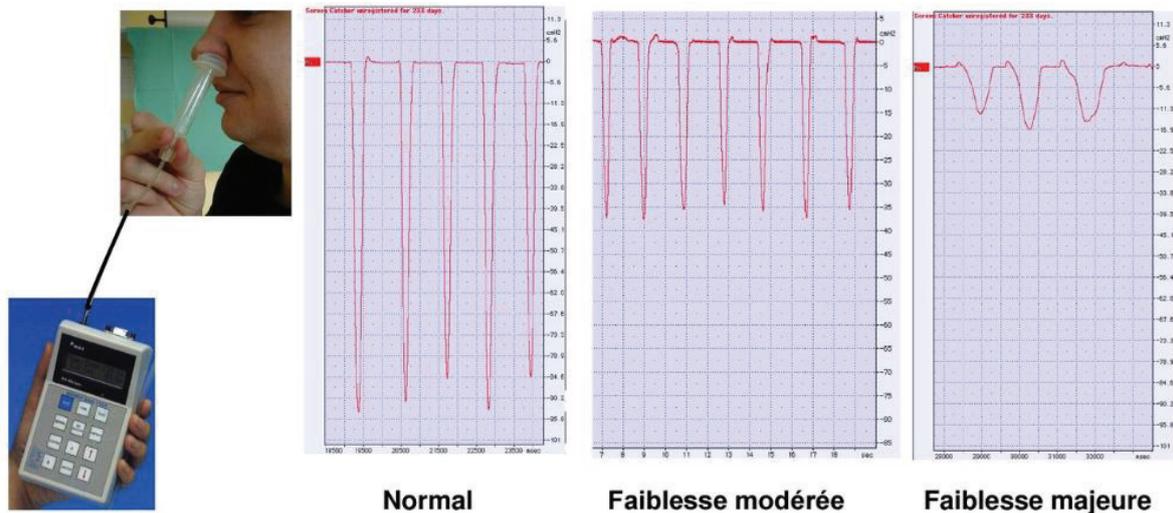


Illustration n°9 : A gauche, mesure de la pression inspiratoire sniff ou SNIP avec un coussinet monté sur une seringue munie d'un cathéter permettant de connecter le capteur de pression à la narine. A droite, courbes de SNIP obtenues chez un sujet normal puis chez deux patients présentant une faiblesse inspiratoire modérée ou sévère. (11)

. Evaluation des muscles expiratoires :

Leur atteinte se traduit essentiellement par une toux inefficace, ils sont explorés essentiellement dans les pathologies neuromusculaires. (10)

- DEP : débit expiratoire de pointe à la toux :

Le DEP est le débit instantané maximal réalisé au cours d'une manœuvre d'expiration forcée exécutée à partir de la position inspiration complète. Ce paramètre reflète le calibre des voies aériennes centrales et la force exercée par les muscles expiratoires. Le résultat s'exprime sous forme d'un débit en l/min à comparer à la valeur théorique ou à la meilleure valeur connue pour le patient.

La manœuvre est réalisée en position debout ou assise. Le cou ne doit pas être fléchi. Après une inspiration maximale et après une pause de 2 secondes à la capacité pulmonaire totale, le sujet expire aussi fort que possible en maintenant fermement l'embout entre les lèvres. Le patient mesure trois fois de suite son DEP et conserve la meilleure valeur.

Chez l'adulte, le DEP varie avec l'âge, le sexe et la taille. Une variation de 20% en plus ou en moins est considérée comme normale.

Usuellement on retient des valeurs normales d'environ 500-600L/min chez l'homme et 400-500L/min chez la femme.

Une valeur inférieure à 160 L/min signale une toux inefficace et par conséquent une incapacité à protéger les voies aériennes correctement.

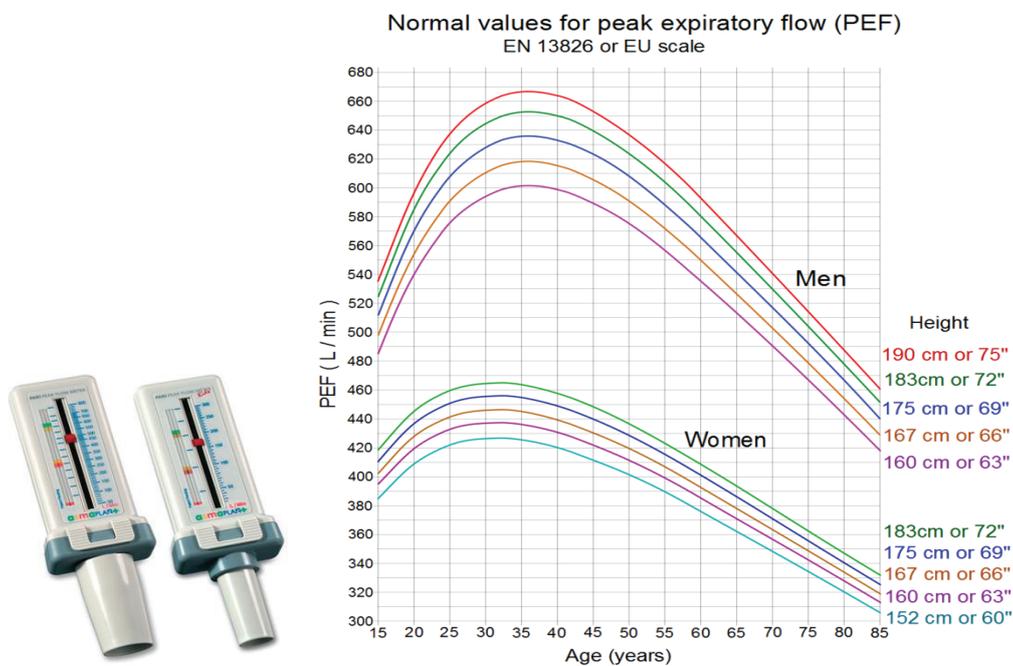


Illustration n°10 : A gauche un dispositif de mesure de DEP, à droite les valeurs normales de DEP en fonction de l'âge, du sexe et de la taille.

- Pression expiratoire maximale (Pemax) :

La pression expiratoire maximale ou Pemax, correspond à la pression maximale soutenue une seconde à la capacité pulmonaire totale, à l'aide d'un dispositif analogue à celui utilisé pour la Pimax. Il s'agit d'une manœuvre difficile, peu naturelle, nécessitant une importante coopération du patient et une fermeture de bouche parfaite.

On considère qu'une Pemax supérieure à 40 cm H₂O est nécessaire pour que la toux soit efficace.

Enfin une Pemax normale avec une Pimax basse est en faveur d'une dysfonction diaphragmatique isolée. (12)

e) Echographie diaphragmatique : (19)

Son principe consiste à appliquer une sonde (comme un stylo contre la peau en regard de l'organe à explorer, ici le diaphragme). Cette sonde émet des ultrasons qui traversent les tissus puis lui sont renvoyés sous la forme d'un écho.

Physiologiquement à l'inspiration la contraction diaphragmatique entraîne un épaissement musculaire prédominant au niveau de la zone d'apposition.

La zone d'apposition correspond au point de rupture brutale entre la structure aérique du poumon et l'image hypoéchogène des organes sous-jacents (foie à droite, rate à gauche).

Elle peut être suivie en coupe sagittale sur la totalité de chaque hémi thorax, de la zone pararachidienne jusqu'à la partie antérieure du thorax en utilisant le mode B.

Types de fréquence :

- Basse fréquence (<3,5MHz) utilisée chez l'adulte pour mesurer l'amplitude diaphragmatique (et même très basse fréquence <1,5MHz chez le sujet obèse).
- Haute fréquence (>7,5MHz) permettant de mesurer l'épaisseur et l'échogénicité du diaphragme sur la zone d'apposition.

Modes disponibles :

- Mode B donne une image bidimensionnelle et permet l'étude anatomique du diaphragme, de sa dynamique et de son amplitude.
- Mode TM donne une image linéaire sur une ligne de tir choisie perpendiculairement au diaphragme et permet une étude dynamique plus précise du diaphragme.

A partir de ces outils techniques, deux paramètres sont recherchés et évalués (2,19,20) :

- **L'excursion diaphragmatique au cours des mouvements respiratoires = amplitude diaphragmatique**

Pour la mesure de l'amplitude diaphragmatique, le plus souvent appréciée de façon indirecte en ciblant la zone transitionnelle, le patient doit être au repos et à jeun. La position préférentielle du patient est en décubitus dorsal, jambes fléchies de 30 à 45° avec une incidence de la sonde sous-costale sur la ligne médio-claviculaire antérieure. Les modes B ou TM peuvent être utilisés, la cible recommandée étant la partie postérieure du diaphragme, la plus mobile.



EDE_{max} : Excursion diaphragmatique en expiration maximale

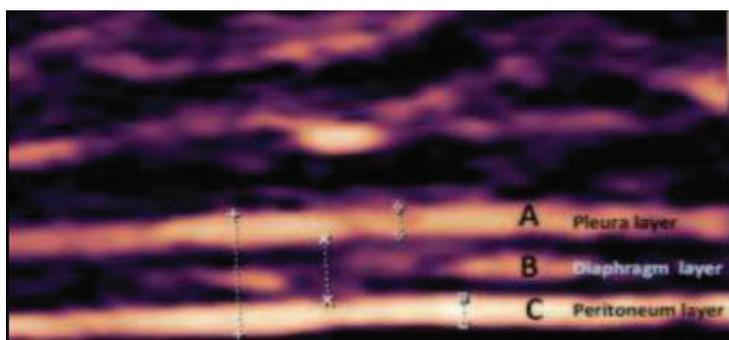
Illustration n°11 : Mesure de l'excursion diaphragmatique par voie sous-costale chez un patient avec une sonde basse fréquence, mode TM et image échographique dont la différence entre les 2 points correspond à l'amplitude diaphragmatique en expiration maximale. (19)

On considère une valeur pathologique si <1 cm et une absence de dysfonction diaphragmatique si > 2.5 cm.

A noter que l'amplitude du diaphragme gauche est supérieure à la droite et ces valeurs doivent toujours être comparées.

- L'épaisseur diaphragmatique au cours de mouvement de contraction maximale

Chez un patient en décubitus dorsal semi-allongé, l'épaisseur du diaphragme peut être mesurée par mode B, plutôt avec une sonde haute fréquence, en incidence intercostale au niveau du 7^e ou du 8^e espace intercostal, sur la ligne axillaire antérieure.



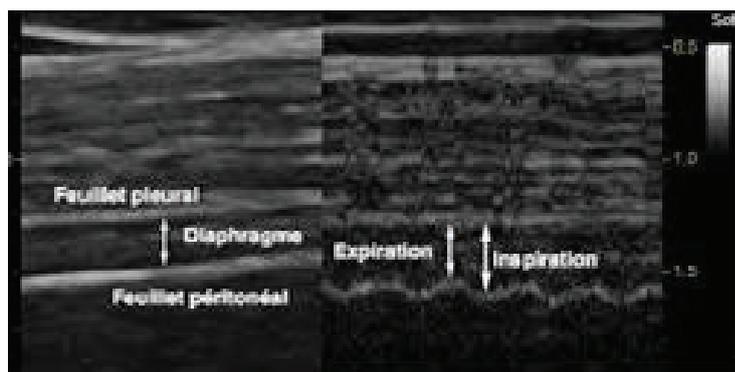


Illustration n°12 : Mesure de l'épaisseur diaphragmatique avec une sonde haute fréquence, mode TM, incidence intercostale avec les images échographiques permettant de mesurer la fraction d'épaississement. (19)

On calcule alors le rapport d'épaississement (cf ci-dessous) que l'on considère normal si > 30 % et pathologique si <20%.

Fraction d'épaississement = (épaisseur en fin d'inspiration – épaisseur en fin d'expiration) / épaisseur en fin d'expiration.

Les principaux avantages de l'échographie diaphragmatique sont : examen non irradiant, indolore, non invasif, rapide, reproductible, de coût modeste et réalisable au lit du patient.

De plus il existe un intérêt dans le suivi du patient : l'échographie permet en effet de suivre la récupération d'une paralysie diaphragmatique en montrant une ré-augmentation progressive de l'épaisseur diaphragmatique.

Ces principales limites sont : le caractère opérateur-dépendant et patient-dépendant (sujets peu échogènes), examen nécessitant un minimum de coopération de la part du patient.

f) Gazométrie artérielle :

Ces résultats ne signent pas une dysfonction diaphragmatique mais ses conséquences au niveau des échanges gazeux. Elle reflète un épuisement des muscles respiratoires avec installation d'une hypoventilation alvéolaire et/ou d'une insuffisance respiratoire chronique définie par une hypoxémie (PaO₂ inférieure à 60mmHg) et/ ou une hypercapnie (PaCo₂ supérieure à 45mmHg).

g) Test de marche de 6 minutes :

Il permet d'objectiver la plainte symptomatique du patient et d'évaluer le retentissement de la dysfonction diaphragmatique à l'effort (désaturation ? Limitation de la distance parcourue ?)

Le test de marche de 6 minutes (TM6) est un test de terrain, couramment utilisé pour évaluer la capacité fonctionnelle à un niveau sous-maximal, et les effets du réentraînement à l'effort des patients cardiaques et pulmonaires.

Test simple à réaliser, fiable et reproductible : il consiste à faire marcher le patient sur une distance établie de 30 mètres durant 6 minutes (multiples allers-retours) en évaluant certains paramètres (SpO₂, fréquence cardiaque, dyspnée, fatigue musculaire, distance parcourue).

Une fois le diagnostic posé de surélévation unilatérale de coupole diaphragmatique deux situations s'offrent à nous :

- Il s'agit d'une hernie diaphragmatique (21)

Celle-ci se définit par l'ascension d'organes ou de tissus abdominaux ou rétro péritonéaux dans le thorax à travers un orifice diaphragmatique.

Il en existe différents types : hernies hiatales (les plus fréquentes), hernies de Bochdalek (congénitale le plus souvent mais possible révélation tardive), hernies de Morgagni

- Il s'agit d'un trouble de la relaxation unilatéral (éventration diaphragmatique par abus de langage) (22) pouvant être lié :

- A une atteinte nerveuse : paralysie phrénique à proprement parler

- A une atteinte musculaire intrinsèque

2. Examens complémentaires afin d'assurer le diagnostic étiologique d'une dysfonction diaphragmatique

A l'heure actuelle il n'existe aucun bilan type afin de rechercher la cause d'une élévation de coupole d'origine neurogène c'est à dire par atteinte du nerf phrénique.

Compressions et infiltrations nerveuses

- tumeurs médiastinales (dont thymomes...)
- adénopathies médiastinales
- goître plongeant
- lésions cervicarthrosiques sévères

Lésions traumatiques

- section ou étirement chirurgical (défilé des scalènes)
- bloc interscalénique pour anesthésie loco-régionale membre supérieur
- refroidissement (chirurgie cardiaque)
- ponction lors d'un cathétérisme jugulaire ou sous-clavier
- manipulation chiropractique du rachis cervical
- greffe hépatique
- lésion obstétricale

Lésions inflammatoires (névrites)

- névralgie amyotrophiante (Parsonage Turner)
- zona
- multinévrite d'origine vasculaire

Lésions centrales (moelle et cerveau)

- hémipariétales capsulaires
- sclérose en plaque
- rhizotomie

Idiopathique

Illustration n° 13 : Principales causes d'atteintes phréniques responsables d'un trouble de la relaxation diaphragmatique unilatéral (liste non exhaustive). (9)

a) Scanner/IRM thoracique :

Cet examen est systématique pour confirmer le diagnostic et évaluer le retentissement sur les structures abdominales. Il est par ailleurs d'un intérêt capital pour éliminer une pathologie organique thoracique ou médiastinale à l'origine de la paralysie du nerf phrénique. (21)

De plus avec le développement des techniques radiologiques et les possibilités de reconstruction scannographique, ces examens permettent de faire la distinction entre une hernie diaphragmatique, une rupture diaphragmatique et une éventration : terminologies proches mais dont la prise en charge diffère. (23)

b) IRM diaphragmatique :

L'IRM dynamique est une technique émergente qui permet une évaluation quantitative de l'excursion, la synchronisation, ainsi que la vitesse du mouvement de diaphragme. Cette modalité a l'avantage d'être exempte de radiation ionisante, mais son utilisation est limitée largement par la disponibilité de techniques alternatives plus faciles et moins coûteuses.

c) Électromyographie (EMG) (24,25)

Cet examen consiste à étudier l'activité électrique d'un muscle lorsqu'il est au repos et lorsqu'il se contracte sous l'effet de la commande volontaire du patient. Afin d'analyser l'activité de quelques fibres musculaires seulement, le capteur est inséré au moyen d'une aiguille spéciale que l'on positionne à l'intérieur du muscle étudié. Le courant recueilli est ensuite amplifié et traduit par un signal visuel sur l'écran et sonore au haut-parleur. L'analyse de ce signal permet de déterminer si le muscle se contracte normalement ou si des anomalies indiquent une perte en fibres nerveuses motrices (tracé neurogène ou de dénervation) ou une anomalie du muscle (tracé myogène ou myopathique).

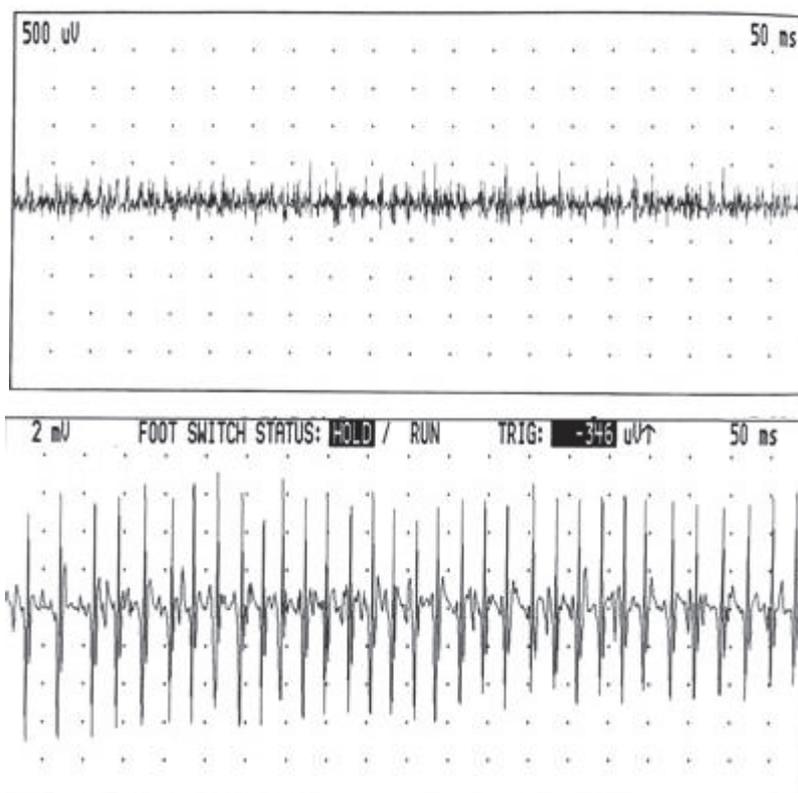


Illustration n°14 : Tracé EMG myogène (en haut) et neurogène (en-dessous).

Cet examen permet de détecter et d'identifier un certain nombre de pathologies neuromusculaires, il peut être enregistré au moyen d'électrodes de surface, intramusculaire ou œsophagienne.

En plaçant deux électrodes sur la peau à la surface du thorax, en regard de la zone d'apposition du diaphragme, il est possible d'enregistrer une activité électrique du diaphragme.

Néanmoins cet enregistrement est qualitativement pauvre car enregistrant l'activité électrique d'autres muscles de la cage thoracique comme les intercostaux.

De plus, la présence d'interférences par l'activité électrique du cœur ainsi que les risques de complications (pneumothorax, hématome du foie, de la rate ou du colon) liée à cette méthode invasive la rendent peu utilisable en pratique courante.

d) Les tests de stimulation diaphragmatique : (12,24,25)

La stimulation phrénique constitue actuellement le seul moyen de définir le cadre nosologique d'une surélévation de coupole diaphragmatique. En effet le diaphragme étant exclusivement innervé par le nerf phrénique, la stimulation phrénique permet d'étudier spécifiquement ce muscle, indépendamment des autres muscles inspiratoires. Ces tests permettent d'étudier la réponse mécanique du diaphragme, documentant ainsi la diminution de sa capacité à produire une pression négative intrathoracique ainsi que son importance.

On étudie pour ce faire la latence (délai entre la stimulation et le début du potentiel d'action) et l'amplitude du potentiel d'action.

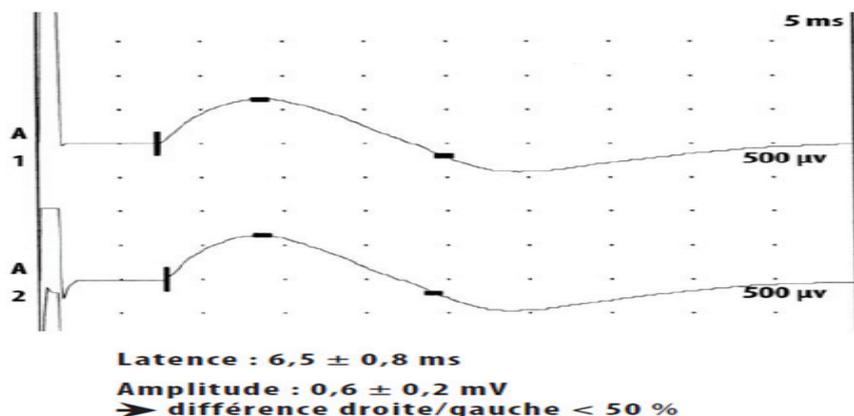
Ils permettent d'explorer le siège et le mécanisme de la dysfonction diaphragmatique. Examen très informatif, ils sont cependant peu utilisés.

Différents résultats sont possibles :

1/ Un allongement de la latence du potentiel d'action est en faveur d'une pathologie démyélinisante.

(9)

2/ Une perte d'amplitude du potentiel d'action oriente elle vers une pathologie axonale, du muscle ou de la jonction neuro-musculaire.



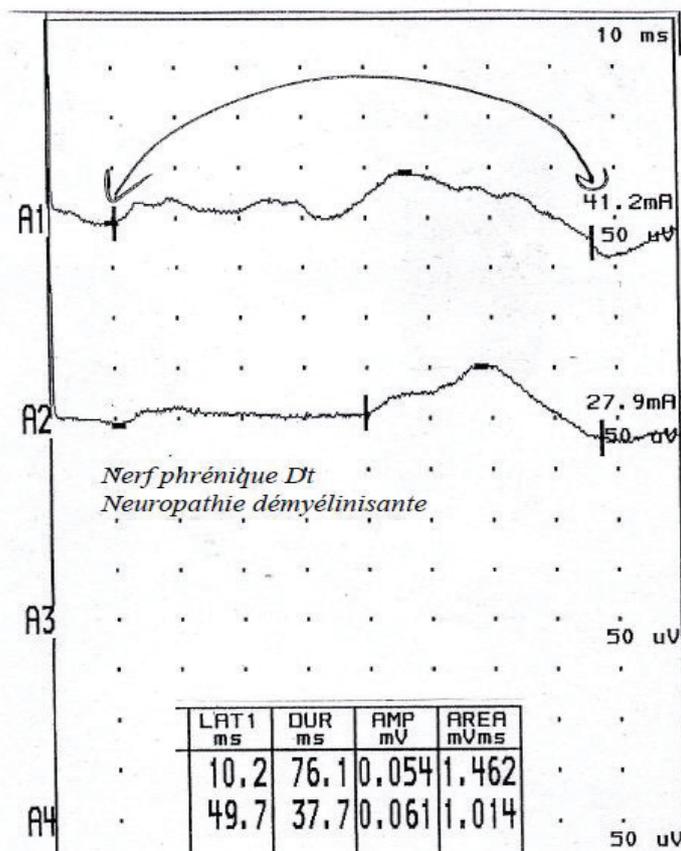


Illustration n°15 : Résultats d'un test de stimulation diaphragmatique (stimulation du nerf phrénique au cou) avec en haut des valeurs normales de latence et d'amplitude et en dessous l'exemple d'une neuropathie démyélinisante touchant le nerf phrénique droit avec augmentation de la latence du potentiel d'action.

Il existe trois techniques de stimulation diaphragmatique détaillées ci-dessous :

- Stimulation électrique phrénique du cou :

La technique consiste à stimuler le nerf phrénique à l'aide d'un stimulateur que l'on peut déplacer pour localiser le nerf au niveau du cou. Un champ électrique appliqué en regard du nerf phrénique dépolarise ses fibres. Si l'intensité du stimulus est suffisante, toutes les fibres sont activées de façon synchrone, ce qui fournit des résultats prédictibles et reproductibles.

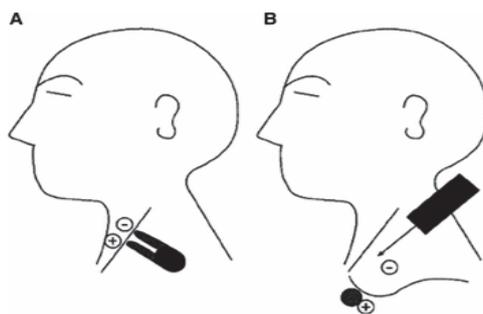


Illustration n°16 : Technique de stimulation électrique trans-cutanée du nerf phrénique au niveau du cou à l'aide d'une électrode uni (A) ou bi-polaire (B). Le nerf phrénique est généralement retrouvé sous le bord postérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien au niveau du cartilage cricoïde. L'opérateur se tient debout assis à côté du patient (stimulation unilatérale) ou derrière (stimulation bilatérale) et utilise l'électrode pour repousser le muscle en avant. De même une pression ferme sur les tissus mous permet de limiter les changements de l'électrode par rapport au nerf. (13)

L'avantage principal de cette technique est de provoquer une contraction isolée du diaphragme.

Les limites sont le caractère opérateur dépendant de la méthode et une localisation difficile (nerf petit, existence de variantes anatomiques). De plus, il est nécessaire de stimuler simultanément les deux nerfs phréniques.

- Stimulation magnétique cervicale des nerfs phréniques :

Il faut positionner une bobine circulaire au niveau de la nuque (en regard de C7-C8), ce qui permet la stimulation du nerf phrénique à la partie supérieure intra thoracique de son trajet.

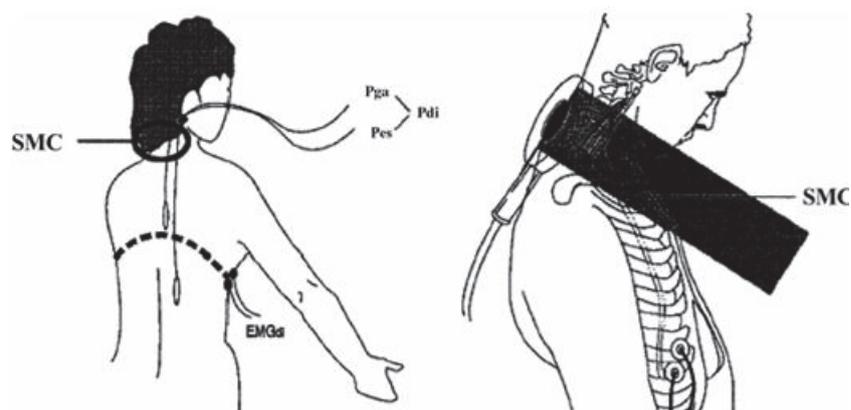


Illustration n°17 : Technique de stimulation magnétique cervicale ; chez un sujet assis, une bobine circulaire reliée à un stimulateur magnétique est centrée sur l'apophyse épineuse de la 7^e vertèbre cervicale. (12)

Les valeurs normales des latences motrices des nerfs phréniques, en réponse à la stimulation magnétique cervicale sont maintenant établies et sont supposées normales si < 6,5 ms.

L'avantage de cette méthode est d'être plus physiologique et ainsi mieux tolérée par le patient.

Le principal écueil repose sur la contre-indication absolue de cette technique en cas de corps métalliques implantés (pacemaker).

- Stimulation magnétique trans-crânienne :

Cette technique permet l'activation de façon simple et indolore de la voie cortico-spinale vers le diaphragme (commande volontaire).

La latence de la réponse du diaphragme à la stimulation trans-crânienne est, chez des sujets sains, d'environ 16 ms.

Le principal avantage de cette méthode est de définir la nature centrale ou périphérique d'une anomalie diaphragmatique.

Les limites de la méthode sont d'être contre indiquée en cas de passé épileptique, d'antécédent récent de neurochirurgie intracrânienne ou chez les patients porteurs de stimulateurs.

3. Prise en charge thérapeutique actuelle et les nouvelles avancées dans le domaine

a) Oxygénothérapie :

Il s'agit d'un traitement purement symptomatique, indiqué en cas d'hypoxémie prouvée sur une gazométrie artérielle avec une insuffisance respiratoire chronique définie par :

- Une PaO₂ inférieure ou égale à 55mmHg lors de 2 contrôles à 3 semaines d'intervalle, en dehors d'un épisode de décompensation, sous traitement médical optimal
- Une PaO₂ comprise entre 56 et 59mmHg si existence conjointe de signes d'insuffisance cardiaque droite, et/ou d'une polyglobulie, et/ou d'hypertension artérielle pulmonaire secondaire documentée, et/ou d'accès de désaturations nocturnes.

b) Support ventilatoire par VNI :

Elle est indiquée en cas d'insuffisance respiratoire chronique restrictive avancée définie par des signes cliniques d'insuffisance respiratoire et/ou d'hypoventilation alvéolaire (fréquents réveils nocturnes, respiration irrégulière pendant le sommeil, somnolence diurne anormale, céphalées matinales de type frontal) associée à un des critères suivants :(10)

- Une PaCO₂ diurne > 45mmHg
- Des désaturations nocturnes non apnéiques avec une SpO₂<90% plus de >5% du temps ou une SpO₂<89% pendant plus de 5 minutes consécutives
- Une CV <50% de la théorique et/ou une Pimax <60cmH₂O.

c) Cough-Assist : (26)

L'insufflateur-exsufflateur mécanique pour l'aide à la toux est un dispositif médical permettant l'augmentation du débit généré lors de la toux, facilitant ainsi la mobilisation de sécrétions dans l'arbre bronchique puis leur expectoration.

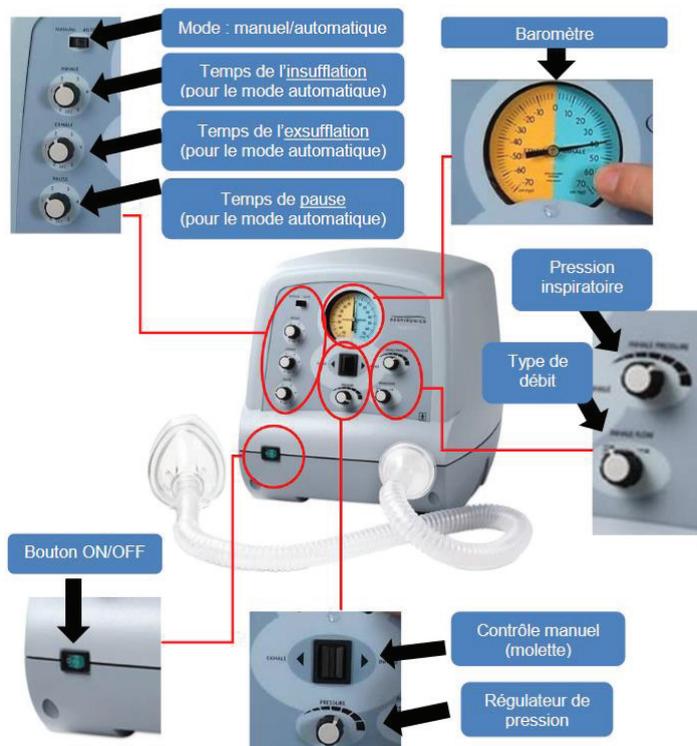


Illustration n°18 : Présentation d'un in-exsufflateur mécanique Cough Assist CA-3200. (26)

Son fonctionnement comprend deux phases principales :

- 1- Insufflation (le patient inspire profondément) : une pression positive est fournie de façon à favoriser une insufflation maximale des poumons.
- 2- Exsufflation (le patient tousse) : une pression négative est appliquée pendant que le patient tousse. La transition entre les deux phases se fait rapidement, pour simuler les changements de débit se produisant naturellement durant la toux.

La technique d'in-exsufflation mécanique a été reconnue efficace pour les patients atteints d'une faiblesse musculaire chronique (maladie neuromusculaire). (26)

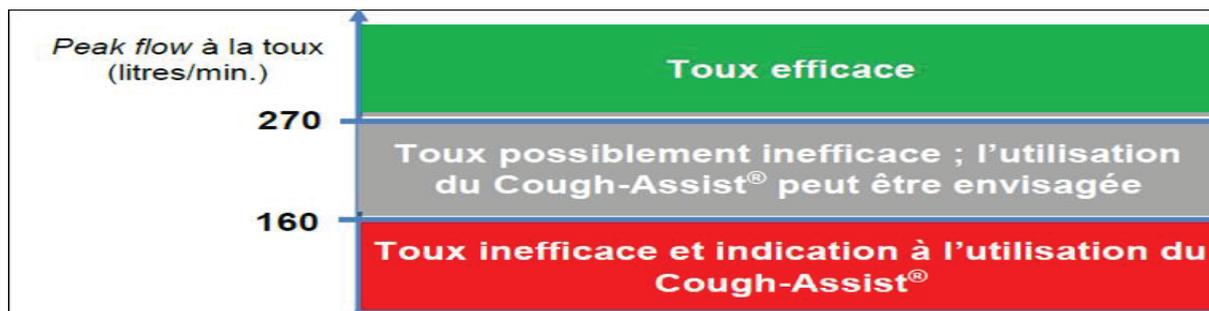


Illustration n°19 : Différents niveaux de peak flow (DEP) et l'indication à l'utilisation de Cough-Assist qui en résulte. (26)

d) Chirurgie : (27–37)

Si la place de la chirurgie n'est plus à discuter, la question reste de savoir qui et surtout quand opérer, ce qui nécessite un bilan pré-opératoire complet et exhaustif.

En effet, certaines dysfonctions diaphragmatiques ayant tendance à régresser spontanément au cours du temps, il est légitime de ne pas opérer en urgence hormis certaines indications (lésions post-traumatiques majeures, hernies diaphragmatiques) et de se laisser un laps de temps raisonnable d'au moins un an avant d'envisager une chirurgie. (2)

Par ailleurs il convient de prendre en charge de façon optimale tous les facteurs confondants susceptibles d'aggraver cette dyspnée : surpoids, BPCO, insuffisance cardiaque, tabagisme actif, déconditionnement cardio-respiratoire.

Les indications opératoires sont donc les suivantes : les hernies diaphragmatiques congénitales, les ruptures diaphragmatiques post-traumatiques et les troubles de la relaxation diaphragmatique unilatéraux symptomatiques sans espoir de récupération spontané (délai >1an entre le début des symptômes et l'indication opératoire).

La chirurgie consiste en une plicature diaphragmatique réalisée par thoracotomie latérale ou VATS (mini-thoracotomie basse vidéo-assistée).

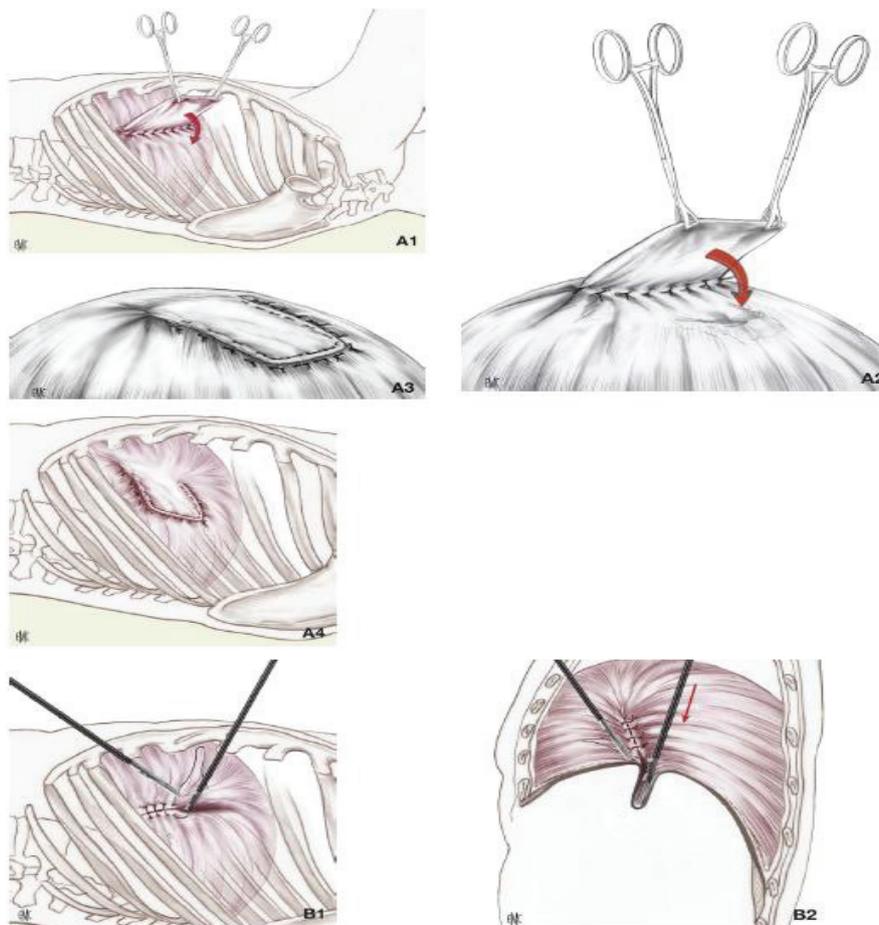


Illustration n°20 : Traitement chirurgical par abord thoracique. Sur A1, A2, A3 et A4 technique de plicature avec un pli du diaphragme qui est suturé à sa base puis rabattu et fixé par une deuxième suture. Ensuite (B1 et B2) le diaphragme est invaginé dans l'abdomen, un premier surjet ferme les 2 bords de l'invagination puis un deuxième tend le diaphragme. (36)

Les contre-indications à la chirurgie (7,33) sont fonction de la comorbidité des patients avec classiquement :

- . Obésité
- . Pathologies cardio-respiratoires non équilibrées type BPCO sévère ou insuffisance cardiaque chronique sévère
- . Dysfonctions diaphragmatiques bilatérales
- . Pathologies tumorales malignes type carcinose pleurale
- . Pathologies neuromusculaires type SLA.

e) Stimulation phrénique implantée (Spi) : (38–40)

La stimulation phrénique implantée consiste à mettre en place chirurgicalement des électrodes sur ou à proximité du nerf phrénique, pour provoquer artificiellement des contractions diaphragmatiques.

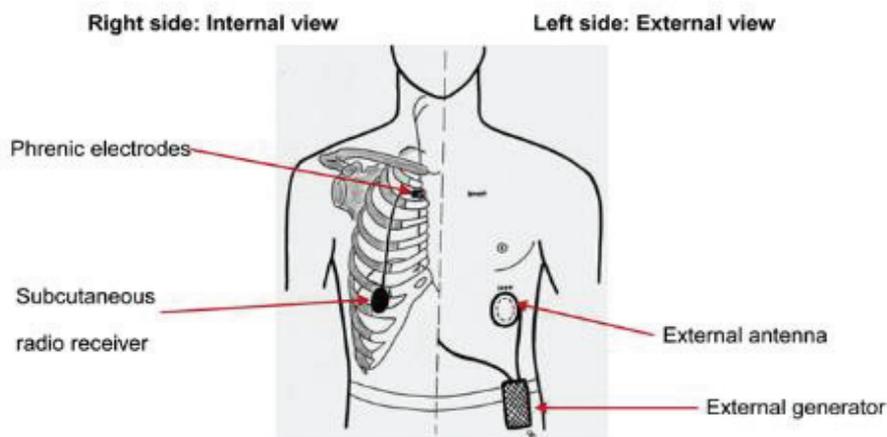


Illustration n°21 : Dispositif de stimulation phrénique implantée. (38)

Deux techniques sont actuellement disponibles :

- La SPI intrathoracique (vidéochirurgie thoracique, dissection du nerf, électrodes quadripolaires à son contact intime, stimulation de 0,5 à 2 mA transmise par radiofréquences transcutanées)
- La SPI intradiaphragmatique (coéloscopie, repérage du point moteur phrénique, électrodes crochets intramusculaires, stimulation de 10 à 20 mA par voie filaire percutanée)

Deux indications ont fait l'objet d'une validation par l'HAS en 2009 : (39)

- Les paralysies ventilatoires consécutives aux lésions médullaires hautes (au-dessus de C4)
 - Les hypoventilations centrales (congénitales ou acquises, nocturnes ou permanentes).
- Dans ces deux indications, l'objectif de la SPI est le sevrage de la ventilation mécanique.

La SPI intrathoracique apparaît cependant supérieure à la SPI intradiaphragmatique au cours des hypoventilations centrales, en raison d'un meilleur rapport efficacité/tolérance. (38)

Technique innovante, actuellement en cours d'étude dans d'autres pathologies neuromusculaires comme la SLA.

f) Réhabilitation respiratoire : (41–43)

Le terme « réhabilitation respiratoire » désigne une approche globale et multidisciplinaire. Elle comprend : l'optimisation du traitement médicamenteux, l'aide à l'arrêt du tabac, le réentraînement à l'exercice, des exercices musculaires (entraînement des muscles inspiratoires), la kinésithérapie respiratoire de drainage bronchique, la prise en charge psychosociale, l'éducation et la prise en charge nutritionnelle. Cette approche peut être proposée à des malades externes ou pris en charge pour quelques semaines (4 à 8 habituellement) dans des centres spécialisés.

La réhabilitation respiratoire a montré son efficacité dans le cadre de la BPCO et la chirurgie thoracique carcinologique sur l'amélioration de la capacité à l'exercice, la diminution de la dyspnée et l'amélioration de la qualité de vie. Le principal écueil étant le maintien à long terme de ces bénéfices.

Les objectifs de la réhabilitation respiratoire pré-opératoire sont :

- Optimiser l'opérabilité des patients en améliorant la fonction respiratoire
- Réduire les complications post-opératoires (infectieuses, cardio-vasculaires).

A noter que cette réhabilitation respiratoire peut être proposée au patient aussi bien dans un contexte pré-opératoire afin d'optimiser la réalisation du geste et limiter les risques post-opératoires que dans un contexte post-opératoire afin d'accélérer la récupération fonctionnelle du patient.

Par ailleurs, une étude (44) a montré sur un petit effectif de patients opérés par thoracotomie qu'une ventilation non-invasive (VNI) préopératoire poursuivie en postopératoire, pouvait accélérer la récupération fonctionnelle respiratoire postopératoire.

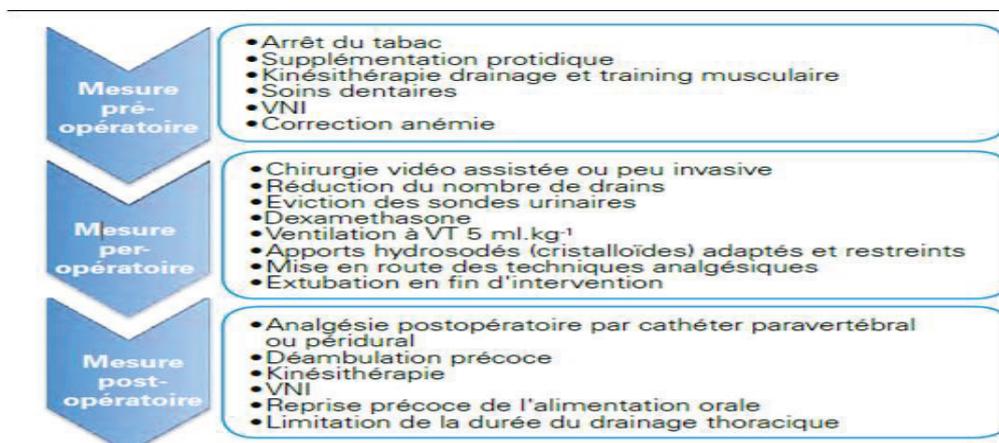


Illustration n°22 : Résumé des mesures de réhabilitation chez les patients de chirurgie thoracique.

(42)

Les deux principaux écueils à la réalisation de cette réhabilitation sont la nécessité d'obtenir la pleine et entière coopération du patient rendu ainsi actif dans sa prise en charge et le peu de centres spécialisés existants en regard à la demande de plus en plus croissante.

4. Bilan d'opérabilité :

a) Cardiologique : (45)

Le bilan pré-opératoire cardio-vasculaire des chirurgies non cardiaques dépend de plusieurs facteurs dont les deux principaux sont le type de chirurgie et les facteurs de risque du patient.

Notre type de chirurgie (plicature diaphragmatique) est considérée à risque intermédiaire de morbi-mortalité cardiovasculaire (1-5%), les recommandations sont donc les suivantes :

Dosage du BNP : il s'agit d'un marqueur biologique de morbi-mortalité cardiovasculaire post-opératoire, il est recommandé chez un patient à haut risque.

ECG 12 dérivations : il est à réaliser de façon systématique.

ETT : uniquement en cas de chirurgie à haut risque sauf si le patient est symptomatique.

Imagerie de stress (échocardiographie, IRM, scintigraphie) : elle est recommandée en cas de patient présentant un ou plusieurs facteurs de risques cardio-vasculaires (AVC/AIT, diabète insulino-réquant, insuffisance rénale, cardiopathie ischémique, insuffisance cardiaque) et une faible capacité fonctionnelle à l'exercice.

IRM myocardique et coroscaner : il n'existe pas de recommandation à l'heure actuelle dans le cadre d'un bilan pré-opératoire.

Coronarographie : examen non systématique dont l'indication n'est pas spécifique au contexte pré-opératoire, à savoir :

- Chez les patients qui ne peuvent pas avoir une imagerie de stress
- Chez les patients avec un angor typique et une FEVG < 50 %
- En cas de symptômes sévères avec une probabilité pré-test intermédiaire élevée, ou devant un tableau clinique suggérant un risque d'événement futur élevé.

Angioscanner des troncs supra-aortiques en cas d'accident ischémique transitoire ou d'accident vasculaire cérébral < 6mois.

b) Respiratoire :

.EFR

En plus d'évaluer la sévérité d'une atteinte diaphragmatique, l'EFR permet :

- De dépister une pathologie respiratoire associée type BPCO qui se définit par un trouble ventilatoire obstructif non réversible avec un coefficient de Tiffeneau (rapport VEMS/CVF) < 0,7.

TVO	sévérité	Définition
VEMS/CVF < 70%	grade GOLD 1 Obstruction bronchique légère	VEMS ≥ 80%
	grade GOLD 2 Obstruction bronchique modérée	VEMS 50-80%
	grade GOLD 3 Obstruction bronchique sévère	VEMS 30-49%
	grade GOLD 4 Obstruction bronchique très sévère	VEMS < 30%

A : faible risque (d'exacerbations), peu de symptômes / B : faible risque, symptômes significatifs
C : risque élevé, peu de symptômes / D : risque élevé, symptômes significatifs.

Groupes		Exacerbations/an
C	D	2 ou plus (ou une avec hospitalisation)
A	B	0 ou 1
MRC < 2 CAT < 10	MRC ≥ 2 CAT ≥ 10	
Symptômes		

Illustration n°23 : Classification GOLD de la sévérité de l'obstruction bronchique dans la BPCO en 4 stades selon le VEMS (1^{er} tableau) et de la sévérité clinique de la BPCO en fonction des symptômes (scores MRC et CAT) du patient et du nombre d'exacerbations annuelle (2^e tableau).

- Une étude du transfert alvéolo-capillaire de certains gaz (classiquement le CO) afin d'évaluer l'intégrité de l'échangeur pulmonaire.

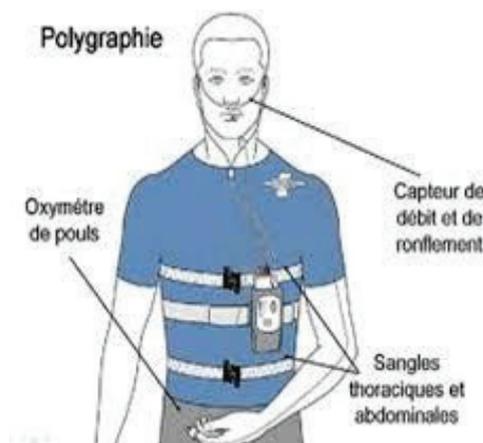
En pathologie respiratoire, une altération de la DLCO (<70%) oriente vers trois grandes pathologies :

Les maladies infiltratives pulmonaires (par atteinte de la membrane alvéolo-capillaire), l'emphysème (par trouble de la distribution gazeuse et destruction du lit vasculaire) et les maladies vasculaires pulmonaires (embolie pulmonaire ou hypertension pulmonaire).

. Polygraphie respiratoire :

Élément indispensable afin de dépister un éventuel SAOS associé à prendre en charge en pré-opératoire (appareillage par PPC).

Le principe est simple, mesurer en continu au cours d'une nuit de sommeil plusieurs paramètres : la SpO₂, la fréquence cardiaque, les débits aériens nasaux (\pm buccaux), les ronflements et les mouvements thoraco-abdominaux par des sangles thoracique et abdominale.



SAOS : exemple d'enregistrement

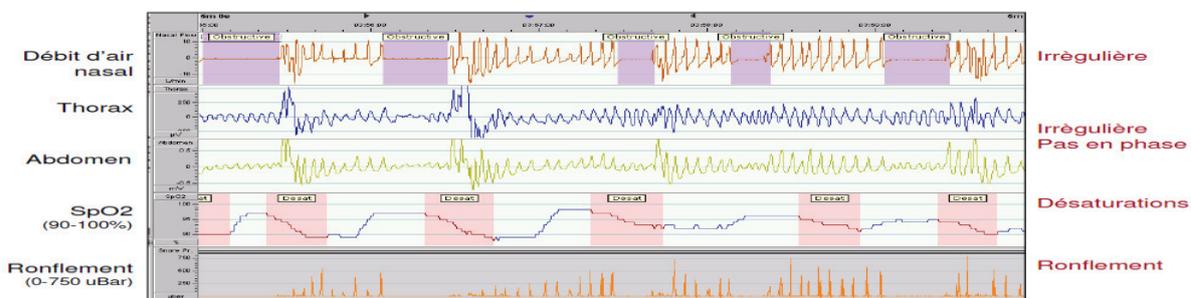


Illustration n°24 : Technique d'appareillage d'un patient lors d'une polygraphie respiratoire puis exemple d'un tracé de SAOS (diminution du flux nasal suivie d'une désaturation et opposition de phase entre le thorax et l'abdomen).

. Epreuve fonctionnelle à l'exercice (EFX)

Le principe est le suivant : il s'agit d'un exercice calibré sur un cyclo-ergomètre ou un tapis roulant avec un patient scopé (TA, ECG, FC, SpO₂) effectuant un exercice par paliers incrémentaux de une minute déterminés en fonction de ce que le patient est supposé pouvoir accomplir en fonction de son âge et sa capacité respiratoire.

Différentes mesures spécifiques permettent une interprétation avec : la consommation en oxygène (VO₂), la puissance développée, le comportement cardio-vasculaire et ventilatoire, les échanges gazeux.

Les intérêts de cette exploration sont multiples : préciser les mécanismes responsables d'une dyspnée, en faisant le distinguo entre les altérations de la mécanique ventilatoire, les altérations des échanges gazeux, l'hypertension pulmonaire, l'atteinte cardiaque par insuffisance chronotrope à l'exercice, entre autres. De plus, la valeur absolue de Vo₂ max (nécessité d'une valeur >15mL/kg/min) est fréquemment utilisée en chirurgie (44) afin d'estimer le risque de complication post-opératoire d'un patient comorbide.

Les principales limites de cette exploration sont la nécessité d'un appareillage et de compétences qui ne sont pas toujours disponibles en pratique courante.

5. ILLUSTRATIONS :

3 cas cliniques :

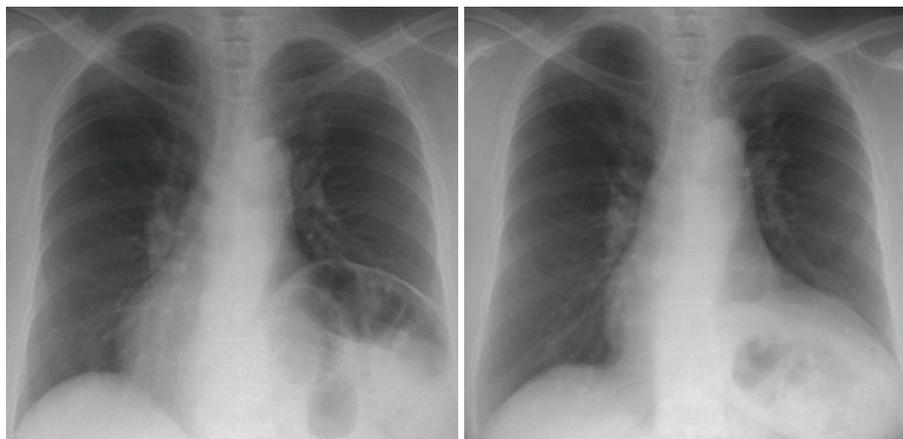
a) Une éventration diaphragmatique avec un gain post-opératoire :

Patiente de 57 ans sans antécédent particulier, présentant une dyspnée d'effort depuis plusieurs années.

Une radiographie thoracique réalisée objective une ascension de coupole diaphragmatique gauche et les EFR un discret trouble ventilatoire restrictif.

Devant l'absence d'amélioration clinique et fonctionnelle (majoration de dyspnée et diminution de la CVF) à deux ans l'indication d'une prise en charge chirurgicale par phénoplicature est retenue.

A un an de la chirurgie la patiente est asymptomatique sur le plan respiratoire et a obtenu un gain fonctionnel respiratoire notable : CVF à 2.51L contre 1.93L en pré-opératoire soit un gain de 23%.



Deux radiographies thoraciques face debout en inspiration (pré-opératoire à gauche et post-opératoire à deux ans à droite) avec une nette diminution de l'ascension de coupole diaphragmatique gauche.

Illustration d'une patiente non comorbide améliorée par la chirurgie diaphragmatique.

b) Une éventration diaphragmatique droite sans indication chirurgicale du fait d'une amélioration spontanée :

Patient de 63 ans, actif, ayant pour principal comorbidité un asthme persistant sévère, se présentant en consultation suite à une aggravation de dyspnée associée à une apparition de signes francs d'insuffisance diaphragmatique (orthopnée, dyspnée à la position penchée en avant et à l'entrée dans l'eau) mais initialement traité comme des crises d'asthme avec traitement de crise et majoration de son traitement de fond.

Le bilan réalisé retrouve une éventration diaphragmatique droite diagnostiquée devant une ascension de coupole diaphragmatique droite à la radiographie thoracique ainsi qu'au scanner thoracique.

A l'interrogatoire l'hypothèse post-traumatique est retenue avec une chute à vélo responsable d'un traumatisme thoracique droit à faible cinétique survenue un mois avant l'aggravation de sa symptomatologie respiratoire.

Bilan de retentissement : EFR (baisse CV assis/couché de 14% <25%) et épaisseur diaphragmatique normale à l'échographie ne montrant pas de dysfonction diaphragmatique sévère.

Nouveau bilan à un an : amélioration fonctionnelle respiratoire et un diaphragme droit ayant repris parfaitement sa position antérieure : pas d'indication à une chirurgie, récupération spontanée.



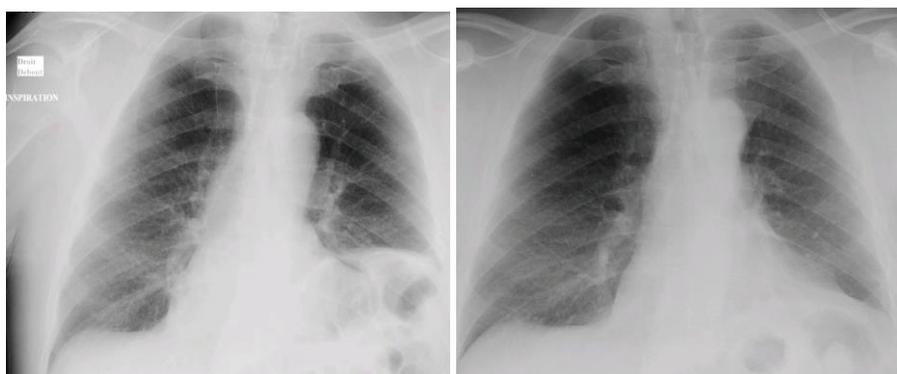
Deux radiographies thoraciques en inspiration de face (initiale à gauche puis à un an à droite).

Illustration d'un patient présentant une pathologie de relaxation diaphragmatique s'améliorant spontanément.

c) Une éventration diaphragmatique gauche opérée du fait d'une absence d'amélioration :

Patient de 57 ans, tabagique à 60PA sévère, présentant une dyspnée côté mMRC1 avec orthopnée. L'examen clinique retrouve un murmure vésiculaire diminué en base gauche et la radiographie thoracique objective une surélévation importante de l'hémi coupole gauche. Après reprise de l'interrogatoire, l'hypothèse d'une origine post-traumatique est retenue. D'un point de vue fonctionnel respiratoire on met en évidence un TVO en rapport avec une BPCO Gold III que nous traitons par Ultibro et un TVR avec une CV assis/couché chutant de 28% et une Pimax à 24 cmH₂O.

Devant l'absence de bénéfice clinique ressentie à un an malgré son traitement bronchodilatateur décision de réaliser une phénoplicature par vidéo-thoroscopie. A un an de sa chirurgie : le patient ne sent pas amélioré sur le plan respiratoire malgré un gain fonctionnel (diminution CV assis/couché de 15% et Pimax à 33 cmH₂O) et une coupole en place.



Deux radiographies thoraciques face debout en inspiration (pré-opératoire à gauche et post-opératoire à un an à droite) avec correction de l'ascension de coupole diaphragmatique gauche.

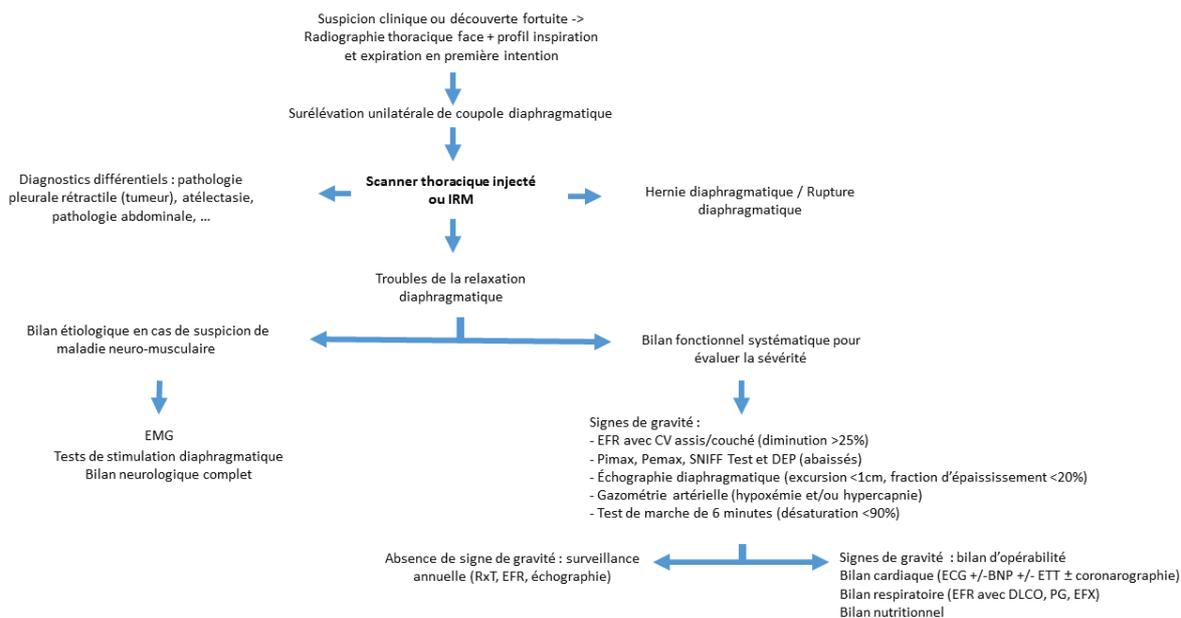
Illustration d'un patient non amélioré par la chirurgie mais présentant un facteur limitant persistant majeur avec une BPCO Gold III.

6. Algorithmes de prise en charge d'une atteinte diaphragmatique unilatérale

Concernant la prise en charge diagnostique, la démarche est la suivante :

- devant la mise en évidence d'une ascension de coupole diaphragmatique unilatérale, déterminer le cadre nosologique,
- dans le cadre d'un trouble de la relaxation diaphragmatique, rechercher les signes de gravité
- en présence de signes de gravité réaliser un bilan d'opérabilité.

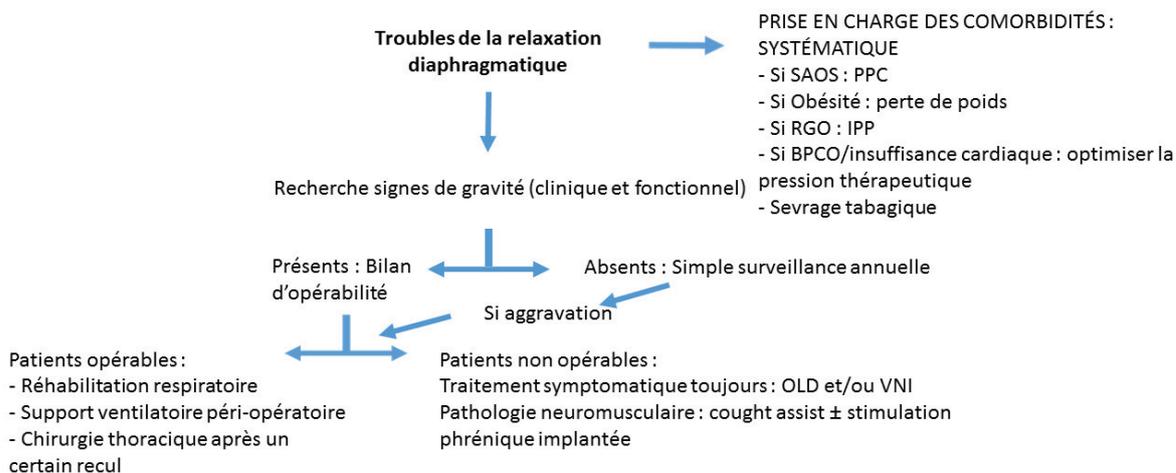
FIGURE 1 : ALGORITHME DE PRISE EN CHARGE DIAGNOSTIQUE D'UNE ATTEINTE DIAPHRAGMATIQUE UNILATÉRALE



Concernant la prise en charge thérapeutique, la réflexion consiste en :

- Optimiser le contrôle des comorbidités
- Rechercher des signes de gravité
- En fonction du bilan d'opérabilité discuter une prise en charge chirurgicale
- En l'absence de chirurgie traitement symptomatique.

FIGURE 2 : ALGORITHME DE PRISE EN CHARGE THÉRAPEUTIQUE D'UNE ATTEINTE DIAPHRAGMATIQUE UNILATÉRALE



DISCUSSION

Cette revue de la littérature a pour but de réaliser un bilan exhaustif de l'évaluation d'une dysfonction diaphragmatique unilatérale, entité sous-estimée pouvant être responsable à long terme d'une insuffisance respiratoire invalidante pour le patient. L'essor de nouvelles techniques d'explorations fonctionnelles et thérapeutiques nous ont permis d'élaborer deux algorithmes décisionnels qui se veulent synthétiques et reproductibles quant à la prise en charge diagnostique d'une part et thérapeutique d'autre part d'une atteinte diaphragmatique unilatérale.

Si la place de la chirurgie dans les pathologies diaphragmatiques ne souffre d'aucune contestation dans certaines indications bien définies avec un bénéfice à long-terme, la place du pneumologue n'en reste pas moins importante à plusieurs niveaux :

- Poser le diagnostic de dysfonction diaphragmatique et en estimer la sévérité, l'échographie, outil non invasif utilisable facilement en pratique courante trouve ici une place de choix dans l'exploration du diaphragme (19).
- Evaluer la fonction respiratoire du patient afin de sélectionner les patients éligibles à une chirurgie
- Pallier à l'insuffisance respiratoire engendrée avec un support ventilatoire par ventilation non invasive en cas d'impossibilité à réaliser une prise en charge chirurgicale voir encadrer la chirurgie par de la VNI péri-opératoire (42,44)
- Assurer le suivi des patients en surveillant la fonction respiratoire (clinique, échographique et fonctionnelle).

D'un point de vue diagnostique, si de nombreuses avancées dans le domaine ont élargi l'éventail d'outils diagnostics à disposition du clinicien, certaines attitudes restent discutables :

- Les études concernant les explorations fonctionnelles du diaphragme (tests de stimulation et évaluation de la force musculaire par méthode invasive) ont été essentiellement réalisées chez des patients de réanimation et la difficulté d'accès à ces méthodes (coût important, peu de centre compétent, absence d'application pratique thérapeutique) ne semble pas adaptée à leur extension en pratique courante et les limite au domaine de la recherche : j'ai donc pris le parti de ne pas les retenir en première intention dans mon algorithme
- Concernant le bilan étiologique, il s'avère en pratique usuelle que la majorité des troubles de la relaxation diaphragmatique sont classés idiopathiques en l'absence de cause évidente. Pour ma part j'ai décidé d'étendre les investigations en cas de maladie neuromusculaire car cela va

changer la prise en charge thérapeutique du patient (traitement étiologique selon la cause et support ventilatoire par VNI plus fréquemment au stade d'IRCR, peu de place pour la chirurgie chez ces patients)

- D'un point de vue fonctionnel respiratoire les études s'accordent sur le fait qu'une évaluation des muscles inspiratoires par l'association Pimax et SNIP est meilleure que l'une des deux isolées, chacune ayant des indications plus spécifiques (Pimax chez le BPCO, SNIP chez le neuromusculaire). Néanmoins la réalisation combinée répétée de ces deux examens ne semble pas nécessaire en cas de valeurs normales de Pimax ou de SNIP, une seule de ces deux méthodes pourra alors être employée pour assurer la surveillance.

D'un point de vue thérapeutique, les cas cliniques présentés nous illustrent certains écueils compliquant la prise en charge actuelle avec certaines questions dont la réponse reste floue :

- Qui opérer : à l'heure actuelle il n'existe pas de facteurs prédictifs clairement identifiés pour déterminer des patients répondeurs à la chirurgie. A contrario certains facteurs semblent clairement limitant, majorant le risque de complications post-opératoires : BPCO sévère, obésité, insuffisance cardiaque sévère, score ASA élevé, tabagisme actif.

En revanche, malgré l'absence d'études fortes le démontrant deux facteurs ressortent comme des facteurs protecteurs : une réhabilitation respiratoire pré-opératoire et un sevrage tabagique depuis plus de 2 mois limitent grandement les complications post-opératoires (46).

Le problème majeur étant que les études concernant la prise en charge chirurgicale des dysfonctions diaphragmatiques sont de faible puissance avec des patients ultra sélectionnés (pas ou peu de comorbidités) non représentatifs de la population que nous rencontrons en pratique courante.

La problématique est donc la suivante, si opérer un patient symptomatique sans comorbidité cardio-respiratoire relève du bon sens, que faire avec un patient BPCO, insuffisant cardiaque ou obèse ? Comme illustré par le 3e cas clinique un patient comorbide symptomatique sur le plan respiratoire malgré une prise en charge adaptée de ses comorbidités (perte de poids et sevrage tabagique indispensable, optimisation du traitement de bronchodilatateur ou de l'insuffisance cardiaque) ne nous semble pas être un bon candidat à la chirurgie avec un risque de complications péri-opératoires accru et un bénéfice clinique non assuré.

- quand opérer : en effet, s'il est reconnu qu'il existe un potentiel de récupération spontanée lors d'une parésie diaphragmatique (47), quelle durée faut-il se laisser avant de considérer l'absence de récupération spontanée ? La problématique étant d'assurer une prise en charge optimale du patient (médicamenteuse, réhabilitation respiratoire) sans pour autant être responsable d'une perte de

chance pour le patient sous couvert d'une surveillance rapprochée. Néanmoins, comme le précise F. Le Pimpec-Barthes (23), il n'existe pas de recommandation consensuelle à l'heure actuelle ce qui laisse à chaque centre expert toute latitude sur le sujet. Toutefois, la réalisation de l'ensemble du bilan, la réhabilitation et la mise en place d'un support ventilatoire conduisent à un délai permettant de mettre en évidence le cas échéant une récupération spontanée de la dysfonction diaphragmatique.

La réhabilitation respiratoire, attrayante et d'actualité consistant en une prise en charge globale du patient et de ses pathologies n'a pas été étudiée chez notre catégorie de patients souffrant d'une dysfonction diaphragmatique (études portant sur la BPCO, la chirurgie thoracique carcinologique ou dans le cadre de réduction d'emphysème) ce qui limite les conclusions que nous pourrions en tirer dans notre population.

Néanmoins, en extrapolant à notre catégorie de patients, cette prise en charge personnalisée, adaptée aux besoins du patient pouvant inclure une aide à l'arrêt du tabac, un réentraînement à l'exercice, de la kinésithérapie respiratoire et une prise en charge nutritionnelle semble prometteuse et réduirait grandement le risque de complications post-opératoires du patient « comorbide ». (48)

Par ailleurs, notre étude met en exergue la place centrale du pneumologue dans le diagnostic et la prise en charge des dysfonctions diaphragmatiques. Il semblerait intéressant de l'inclure dans la formation du pneumologue (séances d'atelier pour les internes lors de congrès, journées dédiées à la formation à l'échographie diaphragmatique...) et de créer des centres experts afin d'homogénéiser et d'optimiser la prise en charge de ces patients.

Enfin, si nous n'avons abordé que les pathologies diaphragmatiques unilatérales, un message d'espoir en cas d'atteinte des deux hémidiaphragmes : l'essor de nouvelles technologies avec la stimulation phrénique implantée en cours de développement pour laquelle des études sont en cours notamment chez les patients SLA afin d'en étendre les champs d'utilisation. (49)

CONCLUSION

Pathologie probablement sous-estimée du fait d'un caractère longtemps pauci-symptomatique, la prise en charge des troubles de la relaxation diaphragmatique permet de mettre en avant le lien interdisciplinaire essentiel entre la pneumologie et la chirurgie thoracique mais souligne aussi le manque d'unicité entre les différents centres experts par manque de recommandations consensuelles. Il semble à l'heure actuelle nécessaire de réaliser des études sur le sujet afin d'optimiser la prise en charge de ces patients et définir le phénotype du patient répondeur à la chirurgie par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

1. Maish MS. The diaphragm. *Surg Clin North Am.* 2010 ;90(5):955–68.
2. Dubé B-P, Dres M. Diaphragm Dysfunction: Diagnostic Approaches and Management Strategies. *J Clin Med [Internet].* 2016 5 [cited 2019 Sep 16];5(12). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5184786/>
3. Netgen. Parésies et paralysies diaphragmatiques : approche diagnostique [Internet]. *Revue Médicale Suisse.* 2019 [cited 2019 16]. Available from: <https://www.revmed.ch/RMS/2003/RMS-2458/23388>
4. McCool FD, Tzelepis GE. Dysfunction of the diaphragm. *N Engl J Med.* 2012 8;366(10):932–42.
5. Le Pimpec-Barthes F, Pricopi C, Mordant P, Arame A, Badia A, Grand B, et al. [Diaphragmatic palsy and dysfunction: from physiology to surgery]. *Rev Pneumol Clin.* 2014 ;70(1–2):95–107.
6. Lerolle N, Zegdi R, Fagon J-Y, Diehl J-L. Dysfonction diaphragmatique après chirurgie cardiaque. *Réanimation.* 2010 ;19(1):50–6.
7. Groth SS, Andrade RS. Diaphragm plication for eventration or paralysis: a review of the literature. *Ann Thorac Surg.* 2010 ;89(6):S2146-2150.
8. Evman S, Tezel C, Vayvada M, Kanbur S, Urek S, Baysungur V, et al. Comparison of Mid-Term Clinical Outcomes of Different Surgical Approaches in Symptomatic Diaphragmatic Eventration. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2016;22(4):224–9.
9. Similowski T. [Practical management of the elevated hemidiaphragm]. *Rev Mal Respir.* 2005 ;22(1 Pt 2):2S68-77.
10. Priou P, Trzepizur W, Meslier N, Gagnadoux F. [Update on the respiratory management of patients with chronic neuromuscular disease]. *Rev Pneumol Clin.* 2017 ;73(6):316–22.

11. Perez T. [First line assessment of respiratory muscle function]. *Rev Mal Respir.* 2005 ;22(1 Pt 2):2S37-46.
12. Green M, Road J, Sieck GC, Similowski T. Évaluation de la force des muscles respiratoires. *Revue des Maladies Respiratoires.* 2004 ;21(3):21–51.
13. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002 15;166(4):518–624.
14. Lofaso F, Prigent H, Orlikowski D, Trebbia G, Lejaille M, Falaize L, et al. [Neuromuscular diseases in adults: which respiratory muscle explorations for what type of management?]. *Rev Mal Respir.* 2005 ;22(1 Pt 2):2S78-85.
15. Charloux A. Exploration de la force des muscles respiratoires. :2.
16. Fitting JW, Héritier F, Uldry C. [Evaluation of the inspiratory muscle strength using the nasal pressure of the sniff]. *Rev Mal Respir.* 1996 ;13(5):479–84.
17. Lofaso F, Nicot F, Lejaille M, Falaize L, Louis A, Clement A, et al. Sniff nasal inspiratory pressure: what is the optimal number of sniffs? *European Respiratory Journal.* 2006 1;27(5):980–2.
18. Hart N, Polkey MI, Sharshar T, Falaize L, Fauroux B, Raphaël JC, et al. Limitations of sniff nasal pressure in patients with severe neuromuscular weakness. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2003 ;74(12):1685–7.
19. Richard P. [Exploring the diaphragm: Ultrasound is essential]. *Rev Mal Respir.* 2017 ;34(6):645–60.
20. Pride NJ, Rodarte J. Imagerie de la fonction des muscles respiratoires. *Revue des Maladies Respiratoires.* 2004 ;21(3):115–21.
21. Padovani B, Benarrous A, Germain F, Ducreux D, Mouroux J, Jeanbourquin D, et al. CHAPITRE 11. PATHOLOGIE PARIÉTALE ET DIAPHRAGMATIQUE. In 2013.
22. Riley EA. Idiopathic diaphragmatic paralysis; a report of eight cases. *Am J Med.* 1962 ;32:404–16.
23. Celik S, Celik M, Aydemir B, Tunckaya C, Okay T, Dogusoy I. Long-term results of diaphragmatic plication in adults with unilateral diaphragm paralysis. *J Cardiothorac Surg.* 2010 15;5:111.
24. Demoule A, Similowski T. [Electrophysiological methods for the assessment of respiratory muscles]. *Rev Mal Respir.* 2005 ;22(1 Pt 1):163–8.
25. Vérin E. [Specialised assessment of respiratory muscle function]. *Rev Mal Respir.* 2005 ;22(1 Pt 2):2S47-52.
26. Perrier PA. S. Merkli, Directrice des soins HUG. :14.
27. Freeman RK, Van Woerkom J, Vyverberg A, Ascoti AJ. Long-term follow-up of the functional and physiologic results of diaphragm plication in adults with unilateral diaphragm paralysis. *Ann Thorac Surg.* 2009 ;88(4):1112–7.

28. Gazala S, Hunt I, Bédard ELR. Diaphragmatic plication offers functional improvement in dyspnoea and better pulmonary function with low morbidity. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2012 ;15(3):505–8.
29. Freeman RK, Wozniak TC, Fitzgerald EB. Functional and physiologic results of video-assisted thoracoscopic diaphragm plication in adult patients with unilateral diaphragm paralysis. *Ann Thorac Surg.* 2006 ;81(5):1853–7; discussion 1857.
30. Mouroux J, Venissac N, Leo F, Alifano M, Guillot F. Surgical treatment of diaphragmatic eventration using video-assisted thoracic surgery: a prospective study. *Ann Thorac Surg.* 2005 ;79(1):308–12.
31. Mouroux J, Padovani B, Poirier NC, Benchimol D, Bourgeon A, Deslauriers J, et al. Technique for the repair of diaphragmatic eventration. *Ann Thorac Surg.* 1996 ;62(3):905–7.
32. Graham DR, Kaplan D, Evans CC, Hind CR, Donnelly RJ. Diaphragmatic plication for unilateral diaphragmatic paralysis: a 10-year experience. *Ann Thorac Surg.* 1990 ;49(2):248–51; discussion 252.
33. Le Pimpec-Barthes F, Brian E, Vlas C, Gonzalez-Bermejo J, Bagan P, Badia A, et al. [Surgical treatment of diaphragmatic eventrations and paralyses]. *Rev Mal Respir.* 2010 ;27(6):565–78.
34. Versteegh MIM, Braun J, Voigt PG, Bosman DB, Stolk J, Rabe KF, et al. Diaphragm plication in adult patients with diaphragm paralysis leads to long-term improvement of pulmonary function and level of dyspnea. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2007 ;32(3):449–56.
35. Wright CD, Williams JG, Ogilvie CM, Donnelly RJ. Results of diaphragmatic plication for unilateral diaphragmatic paralysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1985 ;90(2):195–8.
36. Favre J-P, Favoulet P, Cheynel N, Benoit L. Traitement chirurgical des éventrations diaphragmatiques. *EMC - Chirurgie.* 2005 1;2(3):235–41.
37. Higgs SM, Hussain A, Jackson M, Donnelly RJ, Berrisford RG. Long term results of diaphragmatic plication for unilateral diaphragm paralysis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002 ;21(2):294–7.
38. Le Pimpec-Barthes F, Gonzalez-Bermejo J, Hubsch J-P, Duguet A, Morélot-Panzini C, Riquet M, et al. Intrathoracic phrenic pacing: a 10-year experience in France. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011 ;142(2):378–83.
39. Évaluation de la Stimulation Phrénique Implantée [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cited 2019 22]. Available from: https://www.has-sante.fr/jcms/c_797191/fr/evaluation-de-la-stimulation-phrenique-implantee
40. Morélot-Panzini C, Gonzalez-Bermejo J, Similowski T. Implanted phrenic nerve stimulation. *Réanimation.* 2011 1;20(1):4–11.

41. Ynineb Y, Mariaux de Serres T, Szymkiewicz O, Houhou A, Bonnet F. Prise en charge périopératoire des patients opérés du poumon. *Le Praticien en Anesthésie Réanimation*. 2013 ;17(3):147–51.
42. Hulzebos EHJ, Helders PJM, Favié NJ, De Bie RA, Brutel de la Riviere A, Van Meeteren NLU. Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2006 18;296(15):1851–7.
43. Pinet C. [Structure, action and recruitment of the respiratory muscles during exercise]. *Rev Mal Respir*. 2005 ;22(1 Pt 2):2S9-18.
44. Perrin C, Jullien V, Vénissac N, Berthier F, Padovani B, Guillot F, et al. Prophylactic use of noninvasive ventilation in patients undergoing lung resectional surgery. *Respir Med*. 2007;101(7):1572–8.
45. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management [Internet]. [cited 2019 22]. Available from: <https://www.escardio.org/The-ESC/Press-Office/Press-releases/2014-ESC-ESA-Guidelines-on-non-cardiac-surgery-cardiovascular-assessment-and-management>
46. Lefebvre A, Amar Y, Lorut C, Rabbat A. Complications respiratoires après chirurgie pulmonaire. *mise au point*. :7.
47. Gayan-Ramirez G, Gosselin N, Troosters T, Bruyninckx F, Gosselink R, Decramer M. Functional recovery of diaphragm paralysis: A long-term follow-up study. *Respiratory Medicine*. 2008 1;102(5):690–8.
48. Delay J-M, Jaber S. [Respiratory preparation before surgery in patients with chronic respiratory failure]. *Presse Med*. 2012 ;41(3 Pt 1):225–33.
49. Similowski T, Fleury B, Launois S, Cathala HP, Bouche P, Derenne JP. Cervical magnetic stimulation: a new painless method for bilateral phrenic nerve stimulation in conscious humans. *Journal of Applied Physiology*. 1989 1;67(4):1311–8.

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie, leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés.

Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission.

Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.

RÉSUMÉ

Introduction : Le diaphragme, innervé par le nerf phrénique, est le principal muscle responsable de la ventilation. Ainsi, une dysfonction diaphragmatique unilatérale, d'étiologie multiple, peut conduire malgré son caractère longtemps pauci symptomatique à une insuffisance respiratoire chronique source de handicap pour le patient. Devant l'absence de recommandation consensuelle, en regard des enjeux thérapeutiques et devant des méthodes d'évaluation de plus en plus élaborées, nous avons donc décidé de proposer un algorithme de prise en charge diagnostique et thérapeutique d'un patient atteint d'une dysfonction diaphragmatique unilatérale.

Méthodologie : Il s'agit d'une revue narrative de la littérature sur les méthodes diagnostiques, d'évaluation et de prise en charge thérapeutique de la dysfonction diaphragmatique en 2019. Nos propos sont illustrés par trois exemples de prise en charge locale des services de Pneumologie et Chirurgie thoracique sur le CHU Pasteur de Nice.

Résultats : Une première étape consiste à poser le diagnostic positif d'une dysfonction diaphragmatique unilatérale à l'aide de la clinique et d'une radiographie thoracique ; le scanner thoracique nous précisant ensuite le cadre nosologique. Une fois le diagnostic établi, il convient d'évaluer la sévérité de l'atteinte diaphragmatique. Ce faisant, plusieurs outils sont à notre disposition avec principalement les épreuves fonctionnelles respiratoires via les mesures des Pimax, du SNIP et de Pemax, et l'échographie diaphragmatique. Se pose ensuite la question du diagnostic étiologique avec la nécessité de réaliser un bilan neurologique complet, un EMG et un test de stimulation diaphragmatique en cas de suspicion de maladie neuromusculaire. Enfin un bilan d'opérabilité doit être systématiquement réalisé en vue d'une possible prise en charge chirurgicale. Concernant la prise en charge thérapeutique : il est indispensable dans un premier temps de contrôler les comorbidités du patient pouvant participer à sa gêne respiratoire (sevrage tabagique, traitement d'une BPCO ou d'une insuffisance cardiaque, perte de poids). Ensuite, en présence de signes de gravité et en l'absence de récupération spontanée, une prise en charge chirurgicale doit être envisagée en première intention, encadrée par une réhabilitation respiratoire. En cas d'inéligibilité du patient à la chirurgie, le traitement restera symptomatique, pouvant aller d'une simple surveillance à un support ventilatoire par VNI.

Conclusion : L'aboutissement de notre travail à travers nos deux algorithmes de prise en charge d'une dysfonction diaphragmatique unilatérale a permis de mettre en exergue la complexité de prise en charge de ces patients, tant par leur diversité que par l'absence de recommandation consensuelle. La place du pneumologue nous semble centrale dans cette stratégie de prise en charge, qu'il s'agisse de poser le diagnostic ou de traiter le patient, et ce en complément de la chirurgie thoracique. Il nous semble donc nécessaire de réaliser des études plus spécifiques sur le sujet et de sensibiliser l'ensemble de la communauté pneumologique à cette problématique afin d'harmoniser nos pratiques et d'optimiser la prise en charge de ces patients.

Mots-clés : dysfonction diaphragmatique unilatérale, examens fonctionnels respiratoires, échographie diaphragmatique, chirurgie thoracique