

Prise en charge de la dysfonction musculaire respiratoire chez le BPCO

Marc Beaumont, kinésithérapeute

Déclaration de liens

mon intervention ne présente aucun conflit d'intérêt

réanimation 2016 PARIS 15-16 JANVIER

Le diaphragme dans la BPCO

- Le diaphragme présente une adaptation cellulaire à la surcharge de travail imposée par l'obstruction bronchique chronique
- Particularités du diaphragme / muscles squelettiques:
 - Augmentation du nombre de fibres type I
 - Majoration des capacités aérobies (augmentation de la capillarisation et du nombre de mitochondries)
 - Baisse de 40-60% de la surface transversale (ttes fibres)
 - Baisse de 30% de la teneur en chaine lourde de myosine (Force liée à nb de ponts actine-myosine)

Wijnhoven et al. Respiratory Medicine 2006; 100: 1064-1071
Orozco-Levi M. Eur Respir J Suppl 2003; 46: 41s-51s
Levine S et al. N Engl J Med 1997; 337: 1799-806.
Doucet M et al. Eur Respir J 2004; 24: 971-979
Ottenheijm et al.. Am J Respir Crit Care Med 2007;175(12):1233-40

Le diaphragme dans la BPCO

Similowski T, Muir JP, Derenne JP. *Physiopathologie In: Les Bronchopneumonies chroniques obstructives. Paris, John Libbey Eurotext, 1999*

- Coupoles diaphragmatiques abaissées et aplaties : action respiratoire réduite
- Raccourcissement de 27%, dû à la distension (Cassart 1999. *AMJRCCM;156:504-8*)
- Insuffisance fonctionnelle en terme de générateur de pression

Le diaphragme dans la BPCO

Loi de Laplace :
 l'efficacité mécanique est inversement proportionnelle au rayon de courbure
 =>le diaphragme génère d'autant plus de force que son rayon est petit

$p = \frac{2T}{r}$
 p pression générée par le diaphragme
 T tension musculaire
 r rayon de courbure

Rayon normal de courbure r_1 , Rayon de courbure augmenté r_2 , Paire thoracique, Diaphragme, $P_1 = \frac{2T}{r_1}$, $P_2 = \frac{2T}{r_2}$

Mécanismes de la dysfonction musculaire respiratoire

COMMANDE (cortex cérébral, tronc cérébral, motoneurone spinal, racines nerveuses) → TRANSMISSION (nerfs, jonction neuromusculaire) → ACTION (muscles (diaphragme)) → IMPEDANCE (système respiratoire "passif") → ventilation

facteurs affectant l'action: volume pulmonaire, cage thoracique, paroi abdominale

facteurs affectant l'impédance: volume courant, débit inspiratoire, pH, PaO2, PaCO2, pression statique, tension musculaire etc.

équilibre capacité-charge ("fonction")

Similowski T et al. Exploration du diaphragme en réanimation. Réanimation 12 (2003) 6-18

Mécanismes de la dysfonction musculaire respiratoire

= Déséquilibre entre «charge» globale (demande ventilatoire métabolique, impédance mécanique du système respiratoire) et «capacité neuromusculaire» (incluant fatigue, faiblesse musculaire)

- Identiques à ceux des muscles périphériques :
 - troubles hémotose
 - Dénutrition
 - Âge
 - Inactivité
 - Médicaments (corticostéroïdes...)
 - Ventilation mécanique
- Différents de ceux des muscles périphériques :
 - Déformation de la paroi de la cage thoracique

Mécanismes de la dysfonction musculaire respiratoire

- Troubles de l'hématose :
 - Hypoxémie aiguë => dégâts sévères des fibres des muscles respiratoires en quelques heures (Simpson JA, van Eyk JE, Iscoe S. *J Appl Physiol* 2000;88:753-60.)
 - Hypoxémie chronique => Rôle dans la diminution de l'activité physique, mais adaptation du diaphragme
 - Hypercapnie, liée à faiblesse des muscles inspi (Begin P, Grassino A. *Am Rev Respir Dis* 1991 ; 143 : 905-912)
- Dénutrition, âge, inactivité : associée à faiblesse muscles inspi (Gray-Donald K et al. *Am J Respir Crit Care Med* 1996 ; 153 : 961-966)
- Inflammation systémique : controversé...sans doute plus liée à inflammation locale (Pinet C. *RMR* 2006;23(5):15-19 ; Caron et al. *RMR* 2011;28(10):1250-64)

Mécanismes de la dysfonction musculaire respiratoire

- Hyperinflation et déformation de la paroi de la cage thoracique => raccourcissement des fibres et relation T/L sous optimale, expliquant la faiblesse du diaphragme (Similowski T et al. *N Engl J Med* 1991 ; 325 : 917-923)
- Ventilation => altération de la force du diaphragme (Vassilakopoulos T. *Intensive Care Med* 2008;34:7-16 — Jubran A. et al. *Respir Care* 2006;51:1054-61 — Sassoon CS et al. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;170(6):626-32 — Powers SK et al. *J Appl Physiol* (1985). 2002;92(5):18 51-8.)

Mécanismes de la dysfonction musculaire respiratoire

Intensive Care Med (2008) 34:7-16
DOI: 10.1007/s00134-007-0866-x

REVIEW

Theodoros Vassilakopoulos

Ventilator-induced diaphragm dysfunction: the clinical relevance of animal models

Fig. 2 Effects of prolonged CMV on the diaphragmatic force-frequency response in vivo in rats. Values are mean ± SE. Compared with control, CMV (all durations) resulted in a significant (*P<0.05) reduction in diaphragmatic specific force production at all stimulation frequencies. From reference [5] with permission. Note the decline in force in progressive worsening as the duration of CMV is prolonged.

Fig. 3 Diaphragmatic tetanic force at various stimulation frequencies in control circumstances, assisted mechanical ventilation (AMV), and controlled mechanical ventilation (CMV) in rats. Values are mean ± SE. *P<0.05; CMV versus control and AMV. CSA, cross-sectional area. From reference [26] with permission.

Mécanismes de la dysfonction musculaire respiratoire

Sepsis Is Associated with a Preferential Diaphragmatic Atrophy

ATROPHIE

120:1182-91

M.D., Ph.D.

L'influence des dysfonctions musculaires dans la BPCO

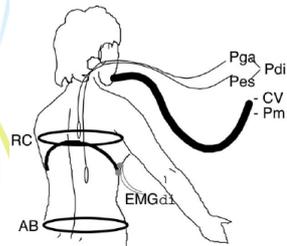
La faiblesse des muscles inspireurs est associée à :

- Dyspnée
- Insuffisance respiratoire hypercapnique
- Mort prématurée
- Sevrage de VM difficile

Parshall et al. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;185(4):435-52
Begin P, Grassino A. *Am Rev Respir Dis* 1991;143 : 905-912
Yamaguchi et al. *J Bras Pneumol*. 2009;35(12):1174-1181
Gray-Donald K et al. *Am J Respir Crit Care Med* 1996 ;153 : 961-966
Petrof BJ, Jaber S, Matecki S. *Curr Opin Crit Care*. 2010;16(1):19-25

L'évaluation des muscles inspirateurs

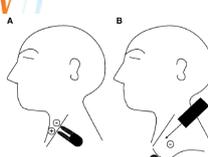
Les différentes grandeurs utilisables



- P° gastrique : positive à l'inspi
- P° oesophagienne : négative à l'inspi (=force M inspi)
- Pression transdiaphragmatique (différence Pgas et Poeso)
- CV
- Pression à la bouche
- EMG (de surface)
- Déplacements thoraco abdominaux

L'évaluation des muscles inspirateurs

La stimulation électrique



- Stimulation du nerf phrénique
- Nécessité système pour acquisition EMG
- Évaluation isolée diaphragme
- Peut être inconfortable
- Difficile à mettre en place
- Peu utilisé en pratique clinique

Figure 9. Technique for transcutaneous electric stimulation of the phrenic nerve. (A) Use of a bipolar electrode to locally and stimulate the phrenic nerve; (B) the monopolar technique. The phrenic nerve is

ATS- ERS statement on respiratory muscle testing AJRCCM. 2002 15;166(4):518-624

L'évaluation des muscles inspirateurs

Mesure de la PI max



PRINCIPE DE LA Pimax

Fuite calibrée

Effort global

CRF ou VR

Manomètre électronique

L'évaluation des muscles inspirateurs

Manomètre respiratoire pour la mesure de Pimax : le micro RPM



Micro RPM (Respiratory Pressure Meter) est un outil ambulant alimenté par une pile PV, qui permet de mesurer la pression respiratoire buccale + nasale chez les patients dont l'évaluation et le suivi des muscles respiratoires est nécessaire.

Tests effectués avec le Micro RPM:

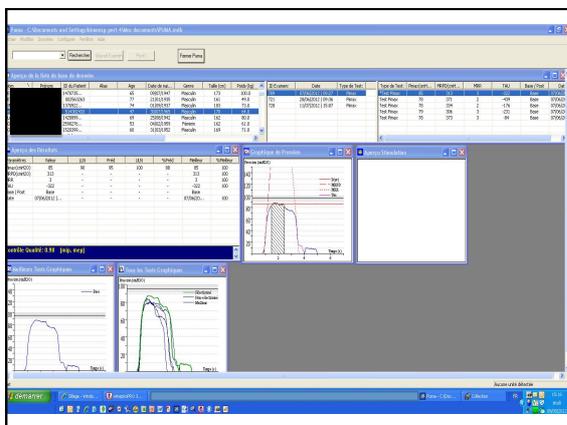
- PEmax - pression expiratoire maximum mesurée à la bouche en cmH₂O
- PImax - pression inspiratoire maximum mesurée à la bouche en cmH₂O
- Seiff test - pression inspiratoire nasale maximale mesurée au nez en cmH₂O

Ces tests sont non invasifs et s'effectuent sur un seul et même appareil, seul appareil ambulatoire du marché, et permettent d'évaluer la force respiratoire de vos patients. EPICO lorsque ceux-ci sont dans le cadre d'une réhabilitation pulmonaire, ou des tests que vous souhaitez effectuer avec efficacité liés à leur capacité musculaire respiratoire.

En outre:

- Licence du logiciel Pimax® pour pratique des tests en direct sur PC
- Adaptateur USB/aire pour les PC non pourvus de port série (PC portables essentiellement)

Micro Medical Limited
PO BOX 6, Rochester, Kent, ME1 2AZ, UK
Telephone 01634 893500
Fax 01634 893600
Email sales@micromedical.co.uk
www.micromedical.co.uk



L'évaluation des muscles inspirateurs

Manomètre respiratoire pour la mesure de Pimax : Le Powerbreathe

KH1



HAB International Ltd, Northfield Road, Southam, Warwickshire CV47 0RD, UK
EMAIL enquiries@powerbreathe.com
http://www.powerbreathe.com/

L'évaluation des muscles inspirateurs

La réalisation du test

- Expiration puis inspiration maximale avec encouragements vigoureux
- Classiquement à la CRF, éventuellement au VR (rôle élasticité pulmonaire)
- 5 à 8 essais maximum
- La meilleure valeur de 3 essais consécutifs avec une reproductibilité de moins de 20% est gardée

ATS- ERS statement on respiratory muscle testing AJRCCM. 2002 15;166(4):518-624

L'évaluation des muscles inspirateurs

Valeurs normatives nombreuses

- Enright et al. AMJRCCM 1994;149:430-8. (fonction âge et genre)
- Black et Hyatt. American review of respiratory disease 1969;99:696-702. (fonction âge et genre)
- Hautmann H et al. *Respir Med* 2000;94(7):689-93. (fonction IMC, âge et genre)

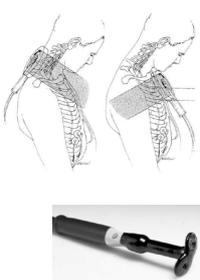
TABLE 4. Prediction equations for maximal inspiratory pressure (PIMAX)

	Male	Female
Prediction equation	$PIMAX = (0.158 \text{ BMI}) - (0.051 \text{ age}) + 8.22$	$PIMAX = (-0.024 \text{ age}) + 8.55$

L'évaluation des muscles inspirateurs

La stimulation magnétique

- Stimulation du nerf phrénique et nerfs des inspi accessoires
- Associé à mesure de P° à la bouche
- ± système pour acquisition EMG
- Évaluation diaphragme ± inspi accessoires
- Décrit comme indolore
- Peu utilisé en pratique clinique...



ATS- ERS statement on respiratory muscle testing AJRCCM. 2002 15;166(4):518-624

L'évaluation des muscles expirateurs dans la BPCO

- Mesure de la PE max
- Intérêt majeur : efficacité de la toux
- DEP à la toux >160 l/min considéré comme nécessaire pour toux efficace
(Tzeng et Bach. *Chest* 2000;118:1390-6)

Entraînement des muscles inspirateurs et les recommandations

A clinical practice guideline for physiotherapists treating patients with chronic obstructive pulmonary disease based on a systematic review of available evidence
D. Langer, EJM Hendriks, C. Burtin, V. Probst, CP van der Schans, WJ Paterson, MCE Verhoef-de Wijk, RVM Straver, M. Klaassen, T. Troosters, M. Decramer, V. Ninane, P. Delguste, J. Muris and R. Gosselink
Clin Rehabil 2009 23: 445 originally published online 23 April 2009
DOI: 10.1177/0269215509103507

The online version of this article can be found at:
<http://cre.sagepub.com/content/23/5/445>

- Il est recommandé de réaliser EMI chez des patients qui
 - se plaignent de dyspnée
 - ne peuvent suivre un programme de réentraînement à l'effort global
- Le candidat idéal : force muscles inspi réduite et dyspnée

Entraînement des muscles inspirateurs et les recommandations

An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Key Concepts and Advances in Pulmonary Rehabilitation

THIS OFFICIAL STATEMENT OF THE AMERICAN THORACIC SOCIETY (ATS) AND THE EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY (ERS) WAS APPROVED BY THE ATS BOARD OF DIRECTORS, JUNE 2013, AND BY THE ERS SCIENTIFIC AND EXECUTIVE COMMITTEES IN JANUARY 2013 AND FEBRUARY 2013, RESPECTIVELY.

- Il est démontré que l'EMI utilisé isolément apporte des bénéfices (capacité à l'exercice, dyspnée...)
- Ajouté à un pg de RE son bénéfice supplémentaire manque de preuve dans certains domaines (dyspnée...)
- Il est pertinent de l'ajouter à un pg de RE global si faiblesse des muscles inspi ou si le patient ne peut réaliser RE sur vélo ou tapis.
- Nécessité d'études prospectives pour améliorer niveau de preuve

Entraînement des muscles inspirateurs et les recommandations

Points clés

- Dans un stage de réentraînement musculaire, il est recommandé d'inclure un réentraînement des muscles inspiratoires chez les patients présentant une diminution objective de la force des muscles respiratoires (G1+).
- Il est proposé de réaliser un entraînement contre résistance à au moins 30 % de la pression inspiratoire maximale et d'utiliser les systèmes de type « à seuil » (G2+).

Recommandations SPLF prise en charge de la BPCO, Rev Mal respir 2010;27:S5-S8

L'entraînement spécifique des muscles inspirateurs

- Le Threshold IMT® (de 7 à 41 cm H₂O)
- Le Powerbreathe® Medic (de 10 à 90 cm H₂O)
 - Appareils à valve
 - 30 à 60 % de la PI max, pendant 30' par jour (en 2 fois)
- Dans le cadre d'un programme de réhabilitation respiratoire ou non
- Supervisé par un kiné




L'entraînement spécifique des muscles inspirateurs

Le Spirotiger®

- Appareil de renforcement en endurance
- 30' par jour (en 2 fois)
- Dans le cadre d'un programme de réhabilitation respiratoire ou non
- Supervisé par un kiné




La valve utilisée dans l'élément manuel et le ballon respiratoire permettent d'éviter les risques d'hyperventilation et de vertige dans les conditions normales d'utilisation.

Les données d'entraînement sont introduites dans la station de base et servent au contrôle de la fréquence et de la profondeur de la respiration.

La fréquence respiratoire est donnée par des voyants défilants et des bips sonores courts.

Écran de visualisation affiche des indications telles que "respirez plus vite", pour guider l'entraînement.

Si les performances sont très différentes des paramètres d'entraînement idéaux, le Spirotiger® déclenche une alarme lumineuse et sonore.

Les données relevées pendant l'entraînement sont transmises au poste de base au moyen d'un câble, pour être enregistrées.

Les effets de l'entraînement des muscles inspirateurs

Rev Respir J 2011; 37: 416-425
DOI: 10.1183/09545794.00000100
Copyright ©ERS 2011

REVIEW

Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence?

R. Gosselink^{a,*}, J. De Vos^{a,*}, S.P. van den Heuvel^a, J. Segers^{a,*}, M. Decramer^{a,*} and G. Kwakkel^b

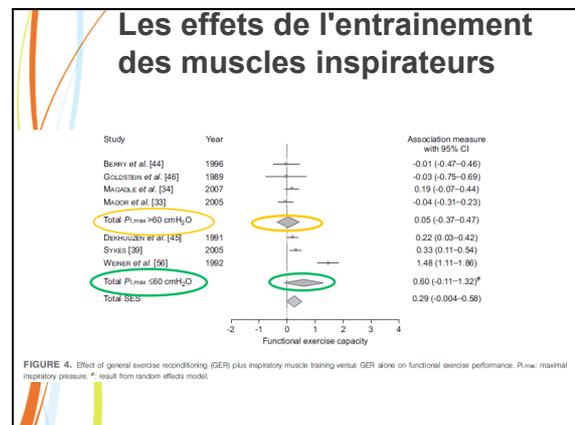
- Evaluer EMI : force et endurance muscles inspi, dyspnée, TM6 ou 12, qualité de vie
- EMI en force (≥ 30% Pimax) et/ou endurance
- 32 essais contrôlés randomisés, toutes langues

Les effets de l'entraînement des muscles inspirateurs

TABLE 1 Overall results of the meta-analysis

Outcome measures	Subjects	n	Q-statistic	I ²	SES	95% CI	p-value (z-statistic)	Natural units
P_{imax}	32	57.8	46	0.73	0.53-0.93	0.001		+13 cmH ₂ O
RMET	14	47.3	73	1.05	0.62-1.49	0.001		+281 s
ITL	11	16.3	3	0.98	0.75-1.25	0.001		+12 cmH ₂ O
MVV	4	1.2	0	0.23	-0.27-0.72	0.373		+3 L·min ⁻¹
Functional exercise capacity	22	14.3	0	0.28	0.10-0.44	0.001		BMWD +32 m
Endurance exercise capacity	3	4.6	57	0.72	-0.12-1.55	0.067		12MWD +85 m
V_{O₂max} L·min ⁻¹	9	6.0	0	-0.13	-0.38-0.11	0.293		+381 s
V_{O₂max} mL·min ⁻¹ ·kg ⁻¹	5	5.0	20	0.3	-0.02-0.63	0.067		+1.3 mL·min ⁻¹ ·kg ⁻¹
V_Emax	9	5.5	0	-0.04	-2.3-2.2	0.086		-0.7 L·min ⁻¹
Wmax	10	5.1	0	0.07	-0.16-0.3	0.562		+1.7 W
Dyspnoea Borg score	14	15.6	17	-0.45	-0.66-0.24	0.001		-0.9
Dyspnoea TDI	4	6.3	52	1.56	0.86-2.3	0.001		+2.9
Dyspnoea CRQ-Dyspnoea	9	16.5	52	0.34	-0.02-0.71	0.069		+1.1
Quality of life CRQ	9	10.4	20	0.34	0.02-0.60	0.007		+3.8
CRQ fatigue	10	8.2	0	0.27	0.03-0.50	0.024		+0.9
CRQ emotion	10	7.6	0	0.19	-0.04-0.42	0.157		+0.5
CRQ mastery	10	8.5	0	0.09	-0.14-0.33	0.432		-0.095

n=32. SES: summary effect size; P_{imax}: maximal inspiratory pressure; RMET: respiratory muscle endurance test; ITL: incremental threshold loading; MVV: maximal voluntary ventilation; V_{O₂max}: maximal oxygen uptake; V_Emax: maximal minute ventilation; Wmax: maximal power output; TDI: transition dyspnoea index; CRQ: chronic respiratory questionnaire.



Les effets de l'entraînement des muscles inspirateurs

Sur la dyspnée :

- Si associé à un programme de réhabilitation respiratoire, pas d'effet supplémentaire démontré
- Mais manque de données
- Il est vraisemblable de penser que EMI pourrait apporter bénéfices (davantage pour patients avec faiblesse muscles inspi)

Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized trial

Chronic Respiratory Disease
J-G
© The Author(s) 2015
Reprints and permissions:
permissions.dordrecht.com
DOI: 10.1007/s12013-015-0422-2
© SAGE

M Beaumont¹, P Mialon², C Le Ber-Moy¹, C Lochon¹, L Péran¹, R Pichon¹, C Gut-Gobert¹, C Leroyer¹, C Morelot-Panzini¹ and F Couturaud¹

- Etude randomisée contrôlée prospective incluant 34 patients BPCO, avec PI max > 60cm H₂O
 - Groupe EMI : rehab + EMI
 - Groupe contrôle : rehab seule
- Objectif principal : Amélioration de la dyspnée pour patients avec EMI, objectivée par questionnaire MDP (Multidimensional Dyspnea Profile) (*Banzett AJRCCM 2008*)
- Pas de différence significative de la diminution de la dyspnée entre les 2 groupes
- Analyse en sous groupe (patients avec VEMS<50%) montre que les patients les plus sévèrement atteints tirent bénéfice de l'entraînement des muscles inspirateurs en terme d'amélioration de la dyspnée

L'entraînement des muscles inspirateurs en réanimation

- L'EMI diminue le temps de sevrage mécanique (*Cader et al. J Physiother. 2010;56(3):171-7 – Bissett et al. Anaesth Intensive Care. 2007;35(5):776-9*)
- L'EMI diminue l'index Tobin et le temps de VNI après le sevrage (*Cader et al. Clinical Interventions in Aging 2012;7 437-443*)
- Protocole en cours pour édition revue cochrane pour évaluer bénéfices ou non de l'EMI, sur la durée de la ventilation mécanique et la durée de séjour (*Bezzera et al.*)

L'entraînement des muscles inspirateurs en réanimation

Place de la kinésithérapie précoce dans la prise en charge des neuromyopathies acquises en réanimation

M. Lemaire

Réanimation (2009) 18, 649–653

- L'EMI est préconisé chez le patient présentant une atrophie de « non utilisation » du diaphragme en l'absence de dysfonctions neurologiques.
- En revanche, si le patient souffre d'une neuropathie, EMI s'avère être inutile jusqu'à réinnervation complète.
- le réentraînement doit être réalisé à **intensité modérée**

Conclusion

- Il existe particularités du diaphragme / muscles squelettiques
- L'évaluation clinique pratique = Pimax, mais associée à stimulation magnétique à l'avenir...
- EMI efficace +++ sur dyspnée, capacité exercice temps de sevrage de VM
- EMI intéressant si force objectivement altérée (patients plus répondeurs si PImax < 60cm H₂O)
- Associé à un programme de réhabilitation?
- EMI : modalités différentes en aigu / chronique
- Etudes à réaliser

Merci de votre attention

