

Zeitschrift: Physioactive
Herausgeber: Physioswiss / Schweizer Physiotherapie Verband
Band: 47 (2011)
Heft: 5

Artikel: Inspiratorisches Atemmuskeltraining für COPD-Patienten =
Entraînement des muscles inspireurs chez les patients souffrant de
BPCO

Autor: Burkhardt, Jenny
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-928465>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Inspiratorisches Atemmuskeltraining für COPD-Patienten

Entraînement des muscles inspirateurs chez les patients souffrant de BPCO

JENNY BURKHARDT

In der pulmonalen Rehabilitation verbessert ein zusätzliches inspiratorisches Atemmuskeltraining die Kraft des Diaphragmas und die Leistungsfähigkeit, was sich positiv auf die Lebensqualität des Patienten auswirkt.

En rééducation pulmonaire, un entraînement supplémentaire des muscles inspirateurs améliore la force du diaphragme et l'endurance, avec des répercussions positives sur la qualité de vie du patient.

COPD-Patienten können von einem zusätzlichen inspiratorischen Atemmuskeltraining stark profitieren. Die Kraft des Diaphragmas, die Leistungsfähigkeit sowie die Dyspnoe werden damit verbessert und erhöhen spürbar die Lebensqualität des Patienten¹. Diese Aussage basiert auf wissenschaftlichen Studien und praktischen Erfahrungen mit dem inspiratorischen Atemmuskeltraining. Vorteil dieser Therapie ist, dass der Patient zuhause sowie in der Physiotherapie trainieren kann.

Les patients souffrant de broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) peuvent profiter d'un entraînement supplémentaire des muscles inspirateurs. La force du diaphragme, son endurance ainsi que la dyspnée sont améliorées et accroissent de façon sensible la qualité de vie du patient¹. Cette déclaration se base sur des études scientifiques et des expériences pratiques avec l'entraînement d'inspiration des muscles de la respiration. L'avantage de ce traitement est que le patient peut s'entraîner à la maison et dans le cadre de la physiothérapie.

Warum ermüdet das Diaphragma bei COPD-Patienten?

Die chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD) ist gemäss Definition eine nicht reversible und progrediente Atemwegobstruktion. Die chronische Entzündung in den Bronchien durch Schadstoffe wie Tabakrauch, Feinstaub und hohe Luftbelastung verändert das Lungengewebe.

Durch diese Entzündung werden mehr abbauende Enzyme freigesetzt, welche die Alveolarsepten und die kleinen Atemwege zerstören. Dadurch fallen die kleinen Atemwege bei der Expiration in sich zusammen. Bei jedem Atemzug verbleibt immer mehr Luft in den Alveolen als normal. Dies führt dazu, dass die vielen kleinen Alveolen durch die schon zerstörten Alveolarsepten zu grossen Emphysemblasen werden. Diese Überblähung der Lunge führt zu einer kranialen Verlagerung der Rippen, welche das Diaphragma in eine passive verkürzte Lage bringt und eine Muskeldysfunktion des Diaphragmas zur Folge hat.

Pourquoi le diaphragme des patients souffrant de BPCO se fatigue-t-il?

La BPCO est par définition une obstruction progressive et non réversible des voies respiratoires. L'inflammation chronique des bronches à cause de matières nocives telles que la fumée de tabac, la poussière fine et la pollution élevée de l'air modifie le tissu pulmonaire.

Cette inflammation entraîne la libération d'enzymes délétères qui détruisent les septums alvéolaires et les petites voies respiratoires. Ainsi, les petites voies respiratoires s'affaiblissent lors de l'expiration. A chaque mouvement respiratoire, il reste une quantité d'air supérieure à la normale dans les alvéoles. Cela conduit à ce que de nombreuses petites alvéoles deviennent des bulles d'emphysème à cause des septums alvéolaires détruits. L'hyperinflation des poumons conduit à un déplacement cranial des côtes qui placent le

¹ Der Artikel verwendet zur Vereinfachung der Formulierungen die männliche Form. Gemeint sind jedoch immer Personen weiblichen und männlichen Geschlechts.

¹ L'article utilise pour simplifier les formulations de forme masculine. Il s'adresse cependant toujours aux personnes de sexe masculin comme de sexe féminin.

Das Diaphragma kann als Reaktion darauf mehr «langsame» Fasern des Typs I zu Lasten der «schnellen» Fasern des Typs IIA und Typs IIX produzieren, um damit die Dauerbelastung durch die Dyspnoe teilweise auszugleichen (*siehe Glossar*). Dies beeinträchtigt die Schnellkraft. Das Myosin² in den Muskelfasern des Diaphragmas nimmt dabei möglicherweise ab, und das Diaphragma kann atrophieren.

Diese Zusammenhänge sind sehr komplex und teilweise auch noch nicht abschliessend erforscht. Es kann jedoch zusammenfassend gesagt werden, dass das Diaphragma durch die chronisch entzündeten Bronchien und zusätzlich durch die oben genannten extrapulmonalen Auswirkungen stark gefordert ist und schnell ermüdet [1–2].

Inspiratorisches Atemmuskeltraining: unterschiedliche Richtlinien

In Österreich ist das inspiratorische Atemmuskeltraining gemäss den Richtlinien der Österreichischen Gesellschaft für Pneumologie ein integraler Bestandteil der pulmonalen Rehabilitation. Es wird an zirka 60 österreichischen Spitälern und Rehabilitationszentren regelmässig eingesetzt.

Ebenso ist in Deutschland inspiratorisches Atemmuskeltraining Teil der pulmonalen Rehabilitation. Es basiert dort auf den Leitlinien der Deutschen Atemwegsliga und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie.

Im Gegensatz dazu wird in den Nationalen Richtlinien der Schweiz festgehalten, dass sich ein routinemässig durchgeführtes Training der Atemmuskulatur durch wissenschaftliche

diaphragme in position passive, raccourcie et genère un dysfonctionnement du diaphragme.

Le diaphragme réagit en produisant plus de fibres «lentes» de type I au détriment des fibres «rapides» de type IIA et IIX pour compenser en partie la sollicitation durable par la dyspnée (*voir glossaire*). Cela nuit à l'élasticité. La myosine² diminue dans les fibres du diaphragme et il peut s'atrophier. Les rapports sont très complexes et n'ont pas encore été intégralement éclaircis par la recherche. Pour résumer, on peut cependant dire que le diaphragme est très sollicité par les bronches irritées de façon chronique et se fatigue en raison des conséquences extra-pulmonaires mentionnées [1–2].

Entraînement des muscles inspireurs: différentes directives

Selon les directives de la société autrichienne de pneumologie, l'entraînement des muscles inspireurs fait partie intégrante de la rééducation pulmonaire. Il est utilisé régulièrement dans environ 60 hôpitaux et centres de rééducation autrichiens.

L'entraînement des muscles inspireurs fait également partie de la rééducation pulmonaire en Allemagne selon les directives de la ligue allemande des voies respiratoires et de la société allemande de pneumologie.

Contrairement à cela, les directives suisses indiquent qu'un entraînement régulier des muscles de la respiration ne peut être justifié par des données scientifiques et ne peut donc être pris en considération pour les patients individuels.

Glossar	Glossaire
COPD-Stadien Stadium I: mit/ohne Symptomatik (Husten, Auswurf), FEV1 (forcier-tes expiratorisches Volumen in einer Sekunde)=80% Stadium II: mit/ohne chronische Symptome (Kurzatmigkeit, Husten und Auswurf), FEV1=50–80% Stadium III: mit/ohne chronische Symptome (Kurzatmigkeit, Husten, Auswurf), FEV1=30–50% Stadium IV: Lebensqualität merklich beeinträchtigt, FEV1=<30% oder <50% und chronische respiratorische Insuffizienz	Stades BPCO Stade I: avec/sans symptômes (toux, crachats), VEF1 (volume expiratoire forcé en une seconde)=80% Stade II: avec/sans symptômes chroniques (souffle court, toux, crachats), VEF1=50–80% Stade III: avec/sans symptômes chroniques (souffle court, toux, crachats), VEF1=30–50% Stade IV: qualité de vie très diminuée, VEF1=<30% ou <50% et insuffisance respiratoire chronique
Muskelfaser-Typen Typ I: Langsam kontrahierende oxidative Muskelfasern, welche auf Dauerleistung und langsame Bewegungen ausgelegt sind und nur langsam ermüden. Typ IIA: Schnell kontrahierende oxidative/glykolytische Muskelfasern, welche auf Maximalleistung und hohe Kontraktionsgeschwindigkeit ausgelegt sind, brauchen mehr Energie und ermüden schneller. Typ IIX: Schnell kontrahierende glykolytische Muskelfasern, welche auf hohe Maximalleistung und sehr hohe Kontraktionsgeschwindigkeit ausgelegt sind, brauchen noch mehr Energie und ermüden noch schneller.	Types de fibres musculaires Type I: fibres musculaires oxydatives se contractant lentement; conçues pour une puissance durable et des mouvements lents; se fatiguent lentement. Type IIA: fibres musculaires glycolotiques/oxydatives se contractant rapidement; conçues pour une puissance max. élevée et une grande vitesse de contraction; ont besoin d'encore plus d'énergie et se fatiguent plus vite. Type IIX: fibres musculaires glycolotiques/oxydatives se contractant rapidement; conçues pour une puissance max. élevée et une grande vitesse de contraction; ont besoin d'encore plus d'énergie et se fatiguent encore plus vite.

² Myosin bezeichnet eine Familie von Motorproteinen in den Muskelfasern.

² La myosine caractérise une famille de protéines motrices dans les fibres musculaires.



Das «Respifit S»-Gerät bietet einen inspiratorischen Widerstand und gibt ein graphisches Feedback. | L'appareil «Respifit S» propose une résistance à l'inspiration et donne un suivi graphique. Foto/Photo: Eumedics GmbH

Daten nicht rechtfertigen lässt, bei individuellen Patienten aber in Betracht gezogen werden kann. Das inspiratorische Atemmuskeltraining ist auch gemäss «Konzeption und Koordination der ambulanten pulmonalen Rehabilitation» der Lungeliga Schweiz kein Bestandteil der pulmonalen Rehabilitation [3–6].

Wissenschaftliche Studien

Die wissenschaftliche systematische Review-Studie von E. Lynne et al. [7] fasst 19 Einzelstudien über inspiratorisches Atemmuskeltraining zusammen. Die grosse Mehrheit der Patienten der einzelnen Studien war bereits im COPD-Stadium III und wenige davon im Stadium IV (*siehe Glossar*). Für das Training wurden verschiedene Methoden/Geräte eingesetzt, und der Erfolg wurde je nach Studie vor allem an der Verbesserung der Kraft des Diaphragmas, der Dyspnoe und der Leistungsfähigkeit gemessen (*siehe Tabelle*).

Aufgrund der Zahlen der Review-Studie kann gesagt werden, dass ein inspiratorisches Atemmuskeltraining die Kraft des Diaphragmas und die Dyspnoe signifikant verbessert. Zudem hatte sich bei zwei Einzelstudien (Messmethode max. Wattleistung) auch die Leistungsfähigkeit der Patienten relevant erhöht.

Pilotstudie mit «Respifit S»-Gerät

Die nachfolgend zitierte randomisierte und kontrollierte Pilotstudie der Autorin³ [8] ging der Frage nach, ob sich die Kraft des Diaphragmas und körperliche Leistungsfähigkeit mit einem inspiratorischen Atemmuskeltraining mittels «Respifit S»-Gerät bei COPD-Patienten im Stadium II und III innerhalb

³ Bei der zitierten Pilotstudie handelt es sich um die Masterarbeit zum Master of Science in kardiopulmonaler Physiotherapie an der Medizinischen Universität Graz.



Training der inspiratorischen Atemmuskelkraft. | Entraînement des muscles inspireurs. Foto/Photo: Eumedics GmbH

L'entraînement des muscles inspireurs ne fait pas non plus partie intégrante de la rééducation pulmonaire en vertu de la «Conception et coordination de la rééducation pulmonaire ambulatoire» de la Ligue pulmonaire Suisse.

Etudes scientifiques

La revue systématique réalisée par E. Lynne et al. [7] a retenu 19 études sur l'entraînement des muscles de la respiration. La grande majorité des patients étaient déjà au stade III de la BPCO et peu d'entre eux au stade IV (*voir glossaire*). Pour l'entraînement, différentes méthodes/appareils ont été utilisés et le succès a été mesuré principalement en termes d'amélioration de la force du diaphragme, de la dyspnée et de l'endurance (*voir tableau*).

En raison du nombre d'études, on peut dire que l'entraînement des muscles inspireurs améliore la force du diaphragme et la dyspnée. De plus, selon deux études, l'endurance des patients (puissance max. en watts) a été également améliorée.

Etude pilote avec l'appareil «Respifit S»

L'étude-pilote randomisée et contrôlée mentionnée ci-après conduite par l'auteur de l'article³ [8] a traité la question de savoir si la force du diaphragme et l'endurance physique peuvent être améliorées par l'entraînement des muscles inspireurs grâce à l'appareil «Respifit S» pour les patients souffrant de BPCO de stades II et III en huit semaines. L'appareil «Respifit S» propose une résistance à l'inspiration et donne

³ L'étude-pilote citée est un travail de validation du Master of Science en physiothérapie cardiorespiratoire à l'Université de Médecine de Graz.

Tabelle:
Zusammenfassung der Review-Studie von E. Lynne et al. zu inspiratorischem Atemmuskeltraining bei COPD [7].

Bereiche der Verbesserung	Messmethode	Von wie vielen Einzelstudien gemessen	Gesamtrelevanz der Verbesserung (p-Wert)
Kraft des Diaphragmas	Pimax ⁵	10	0.00001
Dyspnoe	Borg Dyspnoe Scale	2	0.00001
	Transitional Dyspnoe Index	3	0.00001
Leistungsfähigkeit	Max. Wattleistung	2	0.005
	12-Minuten-Gehtest	2	0.3
	VO ₂ max ⁶	2	0.07

Tableau:
Résumé de l'étude d'E. Lynne et al. sur l'entraînement des muscles inspireurs dans la BPCO [7].

Zones d'amélioration	Méthode de mesure	Nombre d'études qui l'utilisent	Importance générale de l'amélioration (valeur p)
Force du diaphragme	Pimax ⁴	10	0.00001
Dyspnée	Borg Dyspnoe Scale	2	0.00001
	Transitional Dyspnoe Index	3	0.00001
Endurance	Durée puissance en watts	2	0.005
	Test de marche de 12 minutes	2	0.3
	VO ₂ max ⁶	2	0.07

von acht Wochen verbessern lässt. Das «Respifit S»-Gerät bietet einen inspiratorischen Widerstand und gibt dem Patienten während des Trainings ein graphisches Feedback. Ähnliche inspiratorische Atemmuskeltrainer wie «Powerbreathe kinetic» oder «SpiroTiger» wurden nicht untersucht.

Die COPD-Patienten der Interventionsgruppe, die bis anhin nur mit standardisierten Medikamenten behandelt wurden, trainierten zusätzlich mit dem «Respifit S»-Gerät das Diaphragma wöchentlich dreimal zuhause und einmal in der Physiotherapie.

Die funktionelle körperliche Leistungsfähigkeit, gemessen an der Gehstrecke in Metern beim 6-Minuten-Gehtest ($p^4 = 0.009$), von allen Patienten der Interventionsgruppe verbesserte sich signifikant. Patienten, die einen unter der Norm liegenden Pimax-Wert⁵ hatten, konnten auch die inspiratorische Atemmuskelkraft signifikant ($p=0.01$) verbessern. Trotz der kleinen Anzahl Patienten, die in dieser Studie eingeschlossen waren, ergab sie ähnliche Resultate wie die oben erwähnte Review-Studie.

Die COPD-Patienten der Pilotstudie sagten in direkten Feedbacks, dass sie aufgrund des inspiratorischen Atemmuskeltrainings ihren Alltag viel besser bewältigen konnten. Die Lebensqualität verbesserte sich damit erheblich. Der Hauptgrund dafür war die verringerte Dyspnoe, denn das Training stärkt das Diaphragma.

au patient un suivi graphique pendant l'entraînement. Des appareils d'entraînement similaires comme «Powerbreathe kinetic» ou «SpiroTiger» n'ont pas été examinés.

Les patients atteints de BPCO du groupe d'intervention, traités jusqu'alors uniquement au moyen des médicaments standards ont effectué un entraînement du diaphragme avec l'appareil «Respifit S» à raison de trois fois par semaine à la maison, et une fois dans le cadre d'une séance de physiothérapie.

La résistance physique fonctionnelle, mesurée sur des trajets de marches au moyen d'un test de 6 minutes, a été améliorée de façon significative pour tous les patients du groupe d'intervention ($p^4=0,009$). Les patients qui avaient une valeur de P inférieure à Pimax⁵ ont également pu améliorer significativement leur force musculaire à l'inspiration.⁵ Malgré le petit nombre de patients ayant participé à cette étude, des résultats similaires à ceux mentionnées dans l'étude précédente ont été constatés.

Dans le cadre de feedbacks directs, les patients BPCO de l'étude-pilote ont déclaré qu'ils ont pu affronter le quotidien bien mieux grâce à l'entraînement des muscles inspireurs. La qualité de vie augmente ainsi de façon considérable. La raison principale provenait de la réduction de la dyspnée car l'entraînement renforce le diaphragme.

⁴ P-Wert: Signifikanzwert.

⁵ Pimax: Maximal inspiratory mouth pressures (maximale inspiratorische Mundverschlussdruckmessung).

⁶ VO₂max: Ermittlung der maximalen Sauerstoffaufnahme unter Belastung, zur Bestimmung der Ausdauer.

⁴ Valeur p: valeur qui indique à quel point un résultat est statistiquement significatif.

⁵ Pimax: Maximal inspiratory mouth pressures (mesure de pression de la

⁶ VO₂max: Calcul de l'absorption maximale d'oxygène dans l'effort pour déterminer l'endurance.

Vorteil elektronisch überwachtetes Heimtraining

Häufig wollen COPD-Patienten neben der medikamentösen Therapie an keinem allgemeinen Kraft- und Ausdauertraining teilnehmen. Sie haben Angst vor zu grosser Anstrengung beim Trainieren und die Anreise ist für sie oft beschwerlich.

Die Patienten der Pilotstudie haben deshalb das inspiratorische Atemmuskeltraining dreimal wöchentlich mit dem gut transportierbaren «Respifit S»-Gerät zuhause durchgeführt. Die Handhabung war für alle Patienten sehr einfach: Das elektronische Gerät führt die Patienten durch das Training und gibt ihnen Feedback darüber, ob die Übungen erfolgreich bestanden wurden oder ob sie nochmals wiederholt werden mussten. Der Physiotherapeut kann auf einfache Weise sämtliche relevante Trainingsdaten bei der wöchentlichen Physiotherapie abrufen. Die Patienten führten zusätzlich ein Tagebuch (Datum, Uhrzeit, Training erfolgreich bestanden ja/nein, Bemerkungen). Die Qualität des Gesprächs zwischen Patient und Physiotherapeut erhöhte sich dadurch. Gemäss den Erfahrungen könnten die Physiotherapeuten das Training sogar nur monatlich kontrollieren.

Das inspiratorische Atemmuskeltraining lässt sich einfach und patientengerecht in der pulmonalen COPD-Rehabilitation einbauen, sei es als zusätzliches Training in der Physiotherapie oder als Heimtraining. Es wäre auch denkbar, das inspiratorische Atemmuskeltraining in einer Gruppentherapie durchzuführen. Wie meine Erfahrungen zeigen, sollte das inspiratorische Atemmuskeltraining grundsätzlich auch in der Schweiz zu einem festen Bestandteil der pulmonalen Rehabilitation werden. |

Literatur | Bibliographie

- Ottenheim CA et al. Diaphragma adaptations in patients with COPD. *Respir Res* 2008; 24: 9–12.
- Sauleda Roig J et al. Clinical consequences of muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Nutr. Hosp* 2006; 3: 69–75.
- Aigner K, Haber P, Zwick H et al. Mitteilung der Österreichischen Gesellschaft für Pneumologie (ÖGP): Richtlinien für die Pneumologische Rehabilitation. *Wien Klein Wochenschr* 2006; 118: 496–503.
- Worth H. Leitlinie der Deutschen Atemwegsliga und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin zur Diagnostik und Therapie von Patienten mit chronisch obstruktiver Bronchitis und Lungemphysem (COPD). *Pneumologie* 2002; 56: 704–738.
- Russi EW et al. Management of chronic obstructive pulmonary disease: the Swiss guidelines, official guidelines of the Swiss. *Swiss Med Wkly* 2002; 132: 67–78.
- Lana D et al. Konzeption und Koordination der ambulanten pulmonalen Rehabilitation der Lungenliga Schweiz in der deutschen Schweiz. *Bern: Lungenliga*; 2000.
- Lynne E et al. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Resp. Med.* 2005; 99: 1440–1458.
- Burkhardt J. Wirkung eines inspiratorischen Kraft- und Ausdauertrainings mit dem Atemmuskeltrainer Respifit S der Firma Eumedics bei COPD – Patienten im Stadium II und III, gemessen an der Kraft des Diaphragmas: Zeigt ein trainiertes Diaphragma eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit? Masterthesis zum M.Sc. in kardiorespiratorischer Physiotherapie an der Medizinischen Universität Graz 2010.

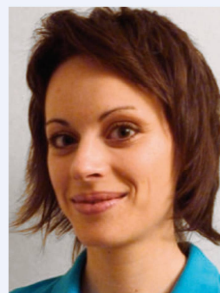
Avantage de l'entraînement à la maison surveillé de façon électronique

Souvent, les patients BPCO ne veulent pas participer à un entraînement général d'endurance et intensif en plus de leur traitement médicamenteux – ils ont peur de devoir faire de trop grands efforts pendant l'entraînement et le voyage est souvent très fastidieux.

Les patients de l'étude-pilote ont donc effectué l'entraînement des muscles inspireurs trois fois par semaine avec un appareil «Respifit S» à la maison. Tous ont trouvé sa manipulation très simple: l'appareil électronique guide les patients à travers la formation et leur donne un retour sur les exercices, s'ils ont été réussis ou s'ils doivent recommencer. Le physiothérapeute peut de façon simple consulter l'ensemble des données d'entraînement lors de la séance de physiothérapie hebdomadaire. De plus, les patients tiennent un journal de bord (date, heure, entraînement réussi oui/non, remarques). La qualité des discussions entre le patient et le physiothérapeute est ainsi améliorée. D'après les expériences, les physiothérapeutes peuvent même contrôler l'entraînement chaque mois uniquement.

L'entraînement des muscles inspiratoires peut être intégré dans la rééducation pulmonaire en toute simplicité, avec l'accord du patient, en tant qu'entraînement complémentaire à la physiothérapie ou entraînement à la maison. Il serait également concevable de réaliser l'entraînement dans le cadre d'un traitement en groupe.

Comme mon expérience le montre, l'entraînement des muscles inspiratoires devrait faire partie intégrante de la rééducation pulmonaire, en Suisse aussi. |



Jenny Burkhardt

Jenny Burkhardt, MSc, PT, ist Physiotherapeutin am Kantonsspital Liestal und leitet die Physiotherapie in der Intensivstation sowie die Gruppentherapie der pulmonalen Rehabilitation. Sie gibt zudem Schulungen und Weiterbildungen auf dem Gebiet des inspiratorischen Atemmuskeltrainings.

Jenny Burkhardt, MSc, PT, est physiothérapeute à l'hôpital cantonal de Liestal et dirige la physiothérapie du service de soins intensifs ainsi que la rééducation pulmonaire en groupe. Elle anime aussi des formations et des cours de formation continue dans le domaine de l'entraînement des muscles inspiratoires.