

Université de Montréal

Programme préopératoire d'entraînement musculaire inspiratoire pour prévenir les complications pulmonaires postopératoires en chirurgie thoracique

Basé sur des exercices respiratoires avec la spirométrie incitative

Par

Anny Godin

Université de Montréal

Faculté de médecine

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de maîtrise ès sciences (M. Sc.)

en sciences biomédicales, option médecine expérimentale

Avril 2023

© Anny Godin, 2023 (dépôt Papyrus)

Université de Montréal

Université de Montréal, Faculté de médecine

Ce mémoire intitulé

Programme préopératoire d'entraînement musculaire inspiratoire pour prévenir les complications pulmonaires postopératoires en chirurgie thoracique

Basé sur des exercices respiratoires avec la spirométrie incitative

Présenté par

Anny Godin

Jury

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes

Dre Saima Hassan
Président-rapporteur

Dr Moishe A. Liberman
Directeur de recherche

Dre Catherine Lemièr
Membre du jury

Résumé

Bien que la spirométrie incitative (SI) face partie intégrante des soins périopératoires, son utilisation et impact chez les patients demeurent incertaines, particulièrement lorsqu'elle est initiée en préopératoire. Dans cette étude clinique randomisée prospective à simple insu, l'objectif primaire était de déterminer si un programme préopératoire d'exercice inspiratoire basé sur la SI avait un impact sur les complications pulmonaires après une chirurgie thoracique. Un total de 141 patients à risque de complications pulmonaires a été analysé, soit 72 dans le groupe SI + soins usuels et 69 dans le groupe soins usuels. L'incidence de complications pulmonaires était de 38,3%. Une diminution significative de l'atélectasie pulmonaire avec impact clinique a été observée chez le groupe SI + soins usuels en comparaison au groupe soins usuels (SI + soins usuels 9,7% vs soins usuels 23,2%, $p = 0,031$). L'impact semblait bénéficier davantage aux patients ayant eu une VATS ou lobectomie pulmonaire. Dans une analyse multivariée tenant compte des facteurs confondants, le groupe soins usuels développait plus d'atélectasie pulmonaire avec impact clinique que le groupe SI + soins usuels (OR 3,046, IC95% :1,108 - 8,372). L'incidence des autres complications pulmonaires était similaire entre les deux groupes. Le séjour hospitalier était de ≤ 3 jours dans 34,7% du groupe SI + soins usuels et dans 20,3% du groupe soins usuels ($p = 0,062$). Donc, l'initiation de la spirométrie incitative en préopératoire chez les patients à risque de complications pulmonaires pourrait faire partie des stratégies de prévention utilisées en préhabilitation.

Mots-clés: spirométrie incitative, complications pulmonaires, soins préopératoires, chirurgie thoracique

Abstract

Although incentive spirometry (IS) is an integral part of perioperative care, its impact on pulmonary complications remains unclear, particularly when initiated preoperatively. In this randomized, single-blind prospective clinical study, the primary objective was to determine if a preoperative inspiratory exercise program based on IS had an impact on pulmonary complications after a thoracic surgery. A total of 141 patients at risk of pulmonary complications were analyzed, 72 in the IS + usual care group and 69 in the usual care group. In our study, the incidence of pulmonary complications was 38.3%. A significant decrease in pulmonary atelectasis with clinical impact was observed in the IS + usual care group compared to the usual care group (IS + usual care 9.7% vs usual care 23.2%, $p = 0.031$). The impact seemed to benefit patients who had a VATS or pulmonary lobectomy. In a multivariable analysis considering confounding factors, the usual care group developed more pulmonary atelectasis with clinical impact than the IS + usual care group (OR 3.046, 95%CI:1.108 - 8.372). The incidence of other pulmonary complications was similar between the two groups. The hospital stay was ≤ 3 days in 34.7% of the IS + usual care group and in 20.3% of the usual care group ($p = 0,062$). In conclusion, the initiation of IS preoperatively in patients at risk of pulmonary complications could be part of the prevention strategies used in prehabilitation.

Keywords: incentive spirometry, pulmonary complications, preoperative care, thoracic surgery

Table des matières

Jury	3
Résumé	4
Abstract	5
Table des matières	6
Liste des tableaux	10
Liste des figures	11
Liste des sigles et abréviations	12
Remerciements	15
Chapitre 1 – Introduction	16
Chapitre 2 – Recension des écrits	19
Chirurgie thoracique	19
Anatomie pulmonaire	19
Interventions chirurgicales pulmonaires.....	20
Approche chirurgicale	22
Physiopathologie respiratoire en chirurgie thoracique	23
Période préopératoire.....	23
Anatomie et structures impliquées dans la respiration.....	23
Diaphragme	24
Cage thoracique	24
Muscles intercostaux.....	25
Muscles accessoires et abdominaux.....	25
Fonction.....	25

Mesures de la fonction respiratoire en préopératoire de chirurgie thoracique	26
Période peropératoire.....	28
Effets de la chirurgie thoracique.....	28
Effets de l'approche chirurgicale.....	29
Effets de l'anesthésie	30
Période postopératoire	30
Définition et épidémiologie des complications pulmonaires postopératoires en chirurgie thoracique	31
Atélectasie pulmonaire avec impact clinique	35
Pneumonie	36
Syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA).....	37
Drainage pleural et empyème.....	37
Fuite d'air pulmonaire persistante.....	38
Stratégies de prévention des complications pulmonaires postopératoires en chirurgie thoracique	38
Facteurs de risque des complications pulmonaires.....	38
Lignes directrices cliniques.....	40
Préhabilitation.....	40
Chapitre 3 – Spirométrie incitative	44
Définition.....	44
Indication et contre-indication.....	45
Lignes directrices cliniques.....	46
Efficacité	48
Efficacité clinique	48

Technique et pratique.....	49
Chapitre 4 – Méthodologie	53
Justification de l'étude	53
Objectifs	54
Hypothèse	54
Population à l'étude	55
Devis de recherche et randomisation	57
Collecte de données et interventions	58
Covariables	58
Complications pulmonaires postopératoires.....	59
Échelle de qualité de vie SF-12 (annexe 2).....	61
Spirométrie incitative	61
Analyses statistiques	61
Chapitre 5 – Présentation et analyse des résultats	64
Analyse descriptive.....	64
Caractéristiques cliniques des patients.....	64
Indicateurs préopératoires de la fonction respiratoire	64
Déterminants oncologiques	65
Complications pulmonaires postopératoires.....	70
Facteurs peropératoires de risque de complications pulmonaires	70
Impact de la spirométrie incitative initiée en préopératoire	70
Analyse de sous-groupe	71
Objectifs secondaires	74
Complications postopératoires.....	74

Durée de séjour hospitalier.....	78
Survie globale et survie sans récurrence	80
Qualité de vie	82
Chapitre 6 – Discussion générale	83
Résumé des résultats	83
Complications pulmonaires postopératoires et spirométrie incitative	83
Qualité de vie après une chirurgie thoracique.....	86
Limites	87
Perspectives et impact clinique.....	88
Chapitre 7 – Conclusion.....	89
Références bibliographiques.....	90
Annexes	103
Annexe 1.....	103
Annexe 2.....	104
Annexe 3.....	108

Liste des tableaux

Tableau 1	<i>Indicateurs des tests de la fonction respiratoire et le niveau du risque de létalité en période périopératoire</i>	28
Tableau 2	<i>Définitions des complications en chirurgie thoracique basées sur une collaboration entre la Society of Thoracic Surgeons (STS) et la European Society of Thoracic Surgeons (ESTS)</i> .	32
Tableau 3	<i>Classe des complications pulmonaires postopératoires selon la gravité et l'impact clinique</i>	34
Tableau 4	<i>Classification des complications postopératoires de Clavien-Dindo</i>	35
Tableau 5	<i>Liste des facteurs de risque rapportés de complications pulmonaires postopératoires</i>	39
Tableau 6	<i>Stratégies de prévention principales des complications pulmonaires postopératoires en chirurgie thoracique</i>	43
Tableau 7	<i>Recommandations principales des guides de pratique clinique et lignes directrices sur l'utilisation de la spirométrie incitative en postopératoire</i>	47
Tableau 8	<i>Liste des études cliniques sur l'impact clinique de la spirométrie incitative en chirurgie thoracique</i>	50
Tableau 9	<i>Critères d'inclusion et d'exclusion de l'étude</i>	56
Tableau 10	<i>Description des patients de l'étude</i>	66
Tableau 11	<i>Indicateurs préopératoires de la fonction respiratoire</i>	68
Tableau 12	<i>Déterminants oncologiques des cas de résection pulmonaire</i>	69
Tableau 13	<i>Facteurs peropératoires de risque de complications pulmonaires postopératoires</i>	72
Tableau 14	<i>Durée de séjour hospitalier et complications postopératoires en chirurgie thoracique</i>	73
Tableau 15	<i>Analyse par régression logistique multiple des complications postopératoires en chirurgie thoracique</i>	77

Liste des figures

Figure 1	<i>Types de résection pulmonaire schématisés</i>	21
Figure 2	<i>Types d'approche chirurgicale schématisés</i>	22
Figure 3	<i>Triangle des concepts de la préhabilitation</i>	41
Figure 4	<i>Photographie d'une spirométrie incitative utilisée au Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM)</i>	44
Figure 5	<i>Diagramme CONSORT</i>	63
Figure 6	<i>Diagramme en barres du nombre de complications postopératoires selon la classe Clavien-Dindo, juxtaposé par groupes soins usuels avec ou sans spirométrie incitative</i>	75
Figure 7	<i>Histogrammes de la durée de séjour hospitalier par groupes soins usuels avec ou sans spirométrie incitative</i>	79
Figure 8	<i>Courbes Kaplan-Meier sur la survie globale et survie sans récurrence selon le stade pathologique, la classe de complications selon Clavien-Dindo et les groupes de soins usuels avec ou sans spirométrie incitative</i>	81

Liste des sigles et abréviations

AARC: American Association Respiratory Care

ACP: American College of Physicians

AJCC: American Joint Committee on Cancer

ASA: American Society of Anesthesiologists

Atcd: antécédent

CDC: Centers for Disease Control and Prevention

CHUM: Centre hospitalier de l'Université de Montréal

CPPO: complications pulmonaires postopératoires

CVF: capacité vitale forcée

DLCO: capacité de diffusion du monoxyde de carbone

ERAS: Enhanced Recovery After Surgery

ÉRC: étude randomisée clinique

ERP: exercices de respiration profonde

ESTS: European Society of Thoracic Surgeons

HTA: hypertension artérielle

IC: insuffisance cardiaque

IC (95%): intervalle de confiance 95%

IMC: indice de masse corporelle

MCAS: maladie coronarienne artérioscléreuse

MEP: pression expiratoire maximale

METS: mesure de la capacité d'un individu à utiliser l'oxygène

MIP: pression inspiratoire maximale

MP: mobilisation précoce

MPOC: maladie pulmonaire obstructive chronique

NR: non rapporté

NS: non significatif

NYHA: New York Heart Association

OR: rapport des cotes

Pab: pression abdominale

PaO₂/FiO₂ : rapport pression partielle artérielle en oxygène sur fraction inspirée en oxygène

Pdi: pression diaphragmatique

Postop: postopératoire

Ppl: pression pleurale

PR: physiothérapie respiratoire

Préop: préopératoire

SAOS: syndrome d'apnée obstructive du sommeil

SDRA: syndrome de détresse respiratoire aiguë

SI: spirométrie incitative

sICAM-1 : molécule d'adhésion intracellulaire liée à la membrane

SpO₂: saturation périphérique d'oxygène

STS: Society of Thoracic Surgeons

TGF-β : facteurs de croissance transformants

TNFα : facteur de nécrose tumorale

USI: unité de soins intensifs

VATS: video-assisted thoracoscopic surgery ou thoracoscopie

VEMS: volume expiré maximal en 1 seconde

VO₂ max: consommation maximale d'oxygène

Remerciements

Je tiens à souligner par ces remerciements, tous ceux et celles qui ont contribué à ce projet incluant:

Alain Coupal pour sa collaboration, son expertise et son aide précieuse en physiothérapie respiratoire dans ce projet;

Adeline Joucquan pour son aide avec le recrutement des patients et toutes mes questions administratives en lien avec le domaine de la recherche;

Je tiens, finalement, à remercier Dr Moishe A. Liberman qui m'a permis d'effectuer ma maîtrise au sein de son laboratoire. Votre perspective de l'innovation en chirurgie thoracique ainsi que votre écoute m'ont permis de développer ce projet. Cette opportunité en recherche clinique m'a également donné la chance de côtoyer une équipe extraordinaire, pleine de ressources et disponible. Encore une fois merci pour votre mentorat.

Un merci spécial à ma famille pour leurs mots d'encouragement et leur écoute.

Chapitre 1 – Introduction

Les complications pulmonaires postopératoires (CPPO) sont les complications les plus fréquentes en chirurgie thoracique (1). Il a été montré que les CPPO augmentent la morbidité et la létalité à court et long terme des patients opérés (2-6). L'incidence des CPPO en chirurgie thoracique varie entre de 7,5 à 59% selon l'intervention et l'approche (1,3,6-7). Les CPPO incluent l'atélectasie pulmonaire avec impact clinique, les infections pulmonaires respiratoires (pneumonie), le bronchospasme, l'empyème, le syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) et la fuite pulmonaire persistante (3,9-10).

Les stratégies de prévention des CPPO reposent essentiellement sur le dégagement des encombrements bronchiques et la sollicitation des muscles respiratoires afin de diminuer l'atélectasie pulmonaire en visant une expansion pulmonaire maximale (4,11). Les deux interventions cliniques les plus utilisées en période postopératoire pour prévenir les CPPO sont la spirométrie incitative (SI) et la physiothérapie respiratoire (PR). La SI, selon les guides de pratique clinique, pourrait avoir des bénéfices cliniques lorsque utilisée en combinaison avec d'autres méthodes de prévention des CPPO (11-15). Les autres interventions de prévention utilisées comprennent, entre autres, les exercices de respiration profonde (ERP), les appareils de ventilation non invasive et la mobilisation précoce (MP) (12-16). Cependant, il n'a pas été montré que la SI avait un impact sur les fonctions respiratoires et CPPO pour tous les patients en période postopératoire (12-15,17-18). En effet, la SI semblerait diminuer davantage les CPPO chez les patients à risque; à savoir, les patients de ≥ 75 ans avec multiples comorbidités dont maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC) ou tabagisme actif ou obésité (2,15,18-19). En outre, la SI permettrait chez les patients à risque de diminuer l'atélectasie pulmonaire en période postopératoire en favorisant une expectoration efficace et une expansion pulmonaire maximale, ce qui aurait probablement un impact sur les CPPO.

Or, avec l'arrivée des programmes de préhabilitation, ces interventions de prévention des CPPO, initialement utilisées en période postopératoire, sont maintenant débutées dès la période préopératoire, soit en moyenne 4 semaines (1 à 10 semaines) avant la chirurgie (20-25). Ces

programmes multidisciplinaires de préhabilitation, surtout utilisés en oncologie chirurgicale, incluent des exercices d'entraînement musculaire inspiratoire dont la SI et des ERP, des exercices aérobiques, des conseils en nutrition, la cessation tabagique, l'optimisation du traitement des comorbidités et de l'aide psychologique (14,20-25). Par ailleurs, l'entraînement avec exercices aérobiques avec ou sans renforcement musculaire en préopératoire a suscité beaucoup d'intérêt dans le domaine de la chirurgie majeure tant au point de vue du rétablissement du patient que du côté financier pour les établissements hospitaliers (14,20-27). Bien que la SI face partie intégrante des soins périopératoires, son utilisation et impact en préopératoire de chirurgie thoracique pour les patients à risque de CPPO demeurent incertaines.

L'objectif primaire de l'étude était de déterminer si un programme préopératoire d'exercice inspiratoire basé sur la SI a un impact sur les CPPO en chirurgie thoracique, spécifiquement les résections pulmonaires, et ce chez des patients à risque. Nous avons donc réalisé une étude randomisée clinique (ÉRC) à simple insu qui compare un groupe de patients avec les soins usuels en périopératoire d'une chirurgie thoracique avec un groupe qui a bénéficié d'un programme préopératoire d'exercice inspiratoire basé sur la SI en plus des soins usuels. Les soins usuels en périopératoire incluent l'optimisation du traitement des comorbidités, la physiothérapie respiratoire en postopératoire, la MP et les ERP en postopératoire à l'aide de la SI.

Dans ce travail divisé en 7 chapitres, nous présenterons une revue de la littérature sur les complications pulmonaires de la chirurgie thoracique incluant la physiopathologie de l'atélectasie pulmonaire et les stratégies de prévention visant à l'amélioration de l'expansion pulmonaire. Par la suite, la méthodologie de cette ÉRC sera détaillée et les résultats seront décrits. Pour conclure, une discussion appuyée sur les résultats de l'étude et les données probantes issues de la littérature permettra de résumer les éléments principaux de ce projet.

L'auteure de ce mémoire a mené ce projet du début à la fin, soit :

- Définir le sujet du projet de recherche : élaboration de la question de recherche et du protocole (avec l'aide du Dr Moishe A. Liberman);
- Élaboration d'un plan de collaboration (avec l'aide du Dr Moishe A. Liberman et Alain Coupal, physiothérapeute);

- Revue des données probantes basées sur les ÉRC, revues systématiques et méta-analyses;
- Prévion des analyses statistiques (avec l'aide du Dr Moishe A. Liberman et Clare Pollock, biostatisticienne);
- Soumission et approbation éthique du projet (avec l'aide d'Adeline Joucquan);
- Recrutement des patients (avec l'aide d'Adeline Joucquan);
- Collecte et validation des données;
- Analyses statistiques;
- Interprétation des données (avec l'aide du Dr Moishe A. Liberman).

Chapitre 2 – Recension des écrits

Chirurgie thoracique

La chirurgie thoracique couvre plusieurs interventions chirurgicales incluant des chirurgies pulmonaires, œsophagiennes, du diaphragme, de la paroi thoracique et du médiastin.

Anatomie pulmonaire

Les poumons sont constitués de trois lobes pulmonaires à droite et deux lobes pulmonaires à gauche (28). Chaque lobe pulmonaire est constitué de plusieurs segments pulmonaires. L'air inspiré est transporté aux poumons via les voies respiratoires supérieure et inférieure. C'est dans les poumons que le processus d'oxygénation du sang et d'extraction du dioxyde de carbone a lieu. Bref, les poumons sont le principal organe du système respiratoire.

L'air ambiant transite vers les poumons via la trachée qui relie les deux poumons. La trachée se divise en bronches souches droite et gauche (28). Les bronches souches droite et gauche se ramifient en bronches lobaires, puis segmentaires. Finalement, les bronches se divisent en bronchioles. Les bronchioles regroupent les alvéoles pulmonaires, où les échanges gazeux se déroulent. Les alvéoles pulmonaires représentent donc l'unité respiratoire essentiel aux échanges gazeux dans les poumons.

Les poumons comportent un système de vascularisation double, soit la vascularisation fonctionnelle avec les artères et veines pulmonaires pour effectuer les échanges gazeux et la vascularisation nutritionnelle qui provient des artères bronchiques (28). Des communications entre les deux systèmes de vascularisation existent. De plus, un réseau de lymphatiques composé en partie de ganglions pulmonaires ainsi que médiastinaux drainent également les poumons.

Interventions chirurgicales pulmonaires

Nous traiterons principalement de 4 types de résections pulmonaires chez l'adulte dans cette étude (figure 1), à savoir :

- Lobectomie
- Bilobectomie
- Pneumonectomie
- Résections sous lobaires : segmentaire anatomique ou résection cunéiforme

La lobectomie pulmonaire, qui consiste à réséquer un lobe pulmonaire, est majoritairement utilisée pour traiter des néoplasies pulmonaires ou lésions centrales au hile. Les étapes clés de cette intervention sont la division des structures du hile pulmonaire et la séparation du parenchyme pulmonaire (28). Pour la division des structures du hile pulmonaire, l'identification des artères, de la veine et de la bronche du lobe est primordiale. Dans un contexte d'oncologie pulmonaire, une dissection ou échantillonnage des ganglions pulmonaires et médiastinaux s'ajoute à la lobectomie pulmonaire.

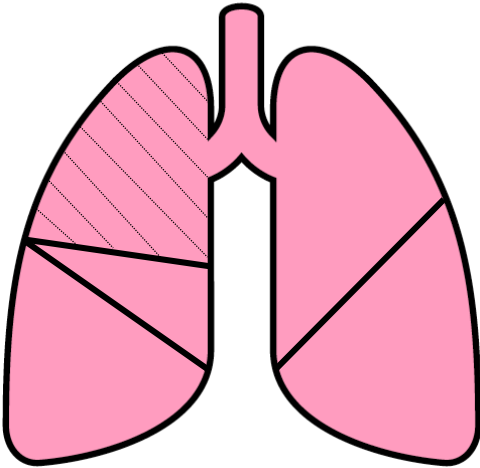
Quant à la bilobectomie et la pneumonectomie, il s'agit de résections pulmonaires majeures qui impliquent la résection de plus d'un lobe pulmonaire du même côté. La bilobectomie signifie la résection de deux lobes pulmonaires à droite lors de la même procédure chirurgicale. Alors que la pneumonectomie est définie comme la résection d'un poumon au complet.

Pour ce qui est des résections pulmonaires sous-lobaires, elles sont réalisées dans un but de diagnostic et/ou thérapeutique pour des lésions situées en périphérie du hile pulmonaire. Ces résections pulmonaires tiennent compte de la division des différents segments pulmonaires.

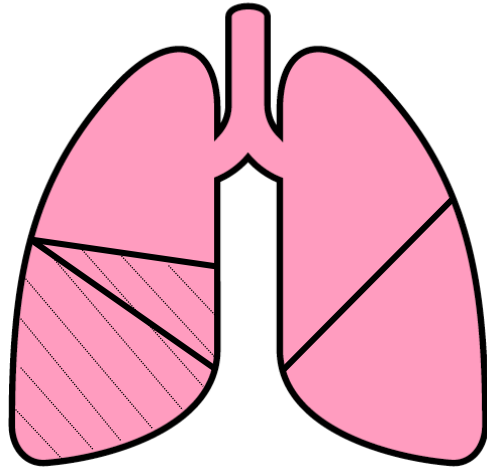
Figure 1

Types de résection pulmonaire schématisés

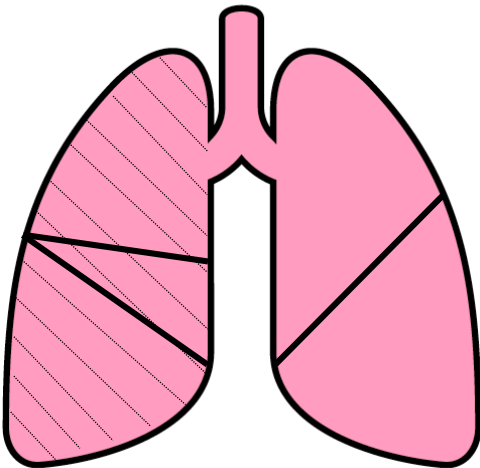
a



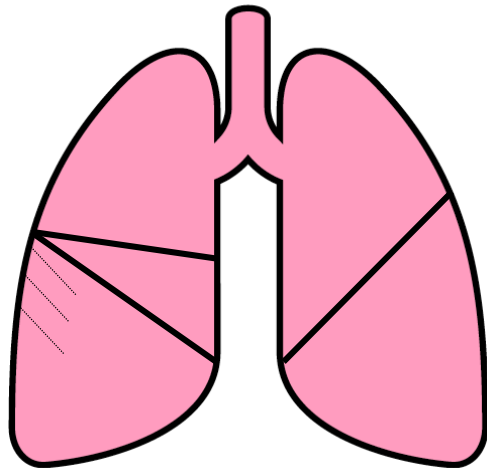
b



c



d



Partie réséquée hachurée

a : lobectomie supérieure droite, b : bilobectomie droite incluant les lobes moyen et inférieur, c : pneumonectomie droite, d : segmentectomie supéro-dorsale droite

Approche chirurgicale

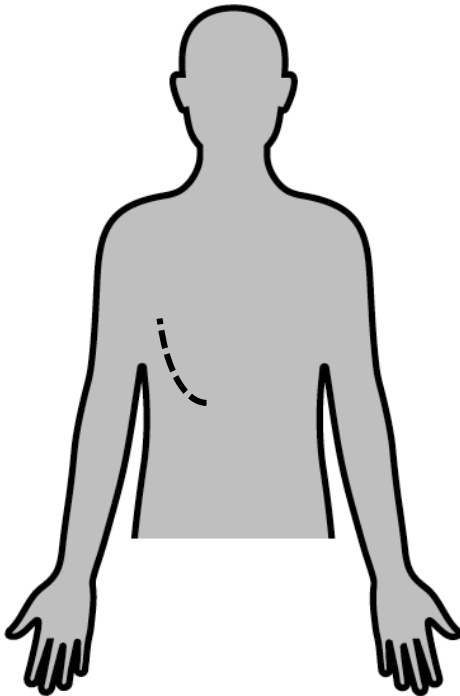
Les résections pulmonaires sont généralement effectuées par une de ces approches chirurgicales (figure 2), à savoir :

- Approche classique ouverte : thoracotomie
- Approche par vidéoscopie : thoracoscopie ou *video-assisted thoracoscopic surgery* (VATS)
- Approche par robot chirurgical : chirurgie par robot assistée

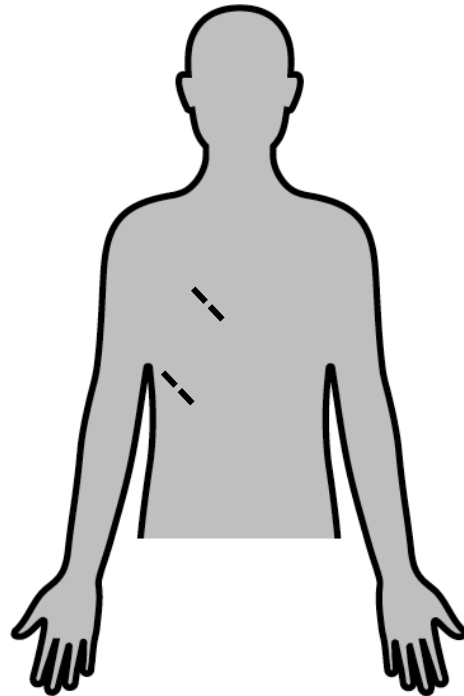
Figure 2

Types d'approche chirurgicale schématisés

a



b



Incision : ligne hachurée

a : thoracotomie latérale droite avec une incision entre 10 et 20 cm, b : VATS ou thoracoscopie droite avec des incisions entre 1 à 4 cm sans écartement de l'espace intercostal

Pour notre projet, nous nous sommes concentrés sur les deux approches les plus utilisées présentement au Québec pour la résection pulmonaire, c'est-à-dire la thoracotomie et la VATS.

La thoracotomie postérolatérale au niveau de la 5^e ou 6^e espace intercostale est l'approche ouverte classique utilisée en chirurgie thoracique. Elle nécessite une ouverture de l'espace intercostale à l'aide d'un écarteur, ce qui peut endommager les muscles et nerfs intercostaux (28). Ainsi, la douleur postopératoire secondaire à ce type d'approche est associée à une diminution de l'utilisation des muscles respiratoires et par conséquent, une atteinte du dégagement bronchique et de l'expansion pulmonaire (14).

La VATS est une approche qui utilise généralement la création de 1 à 4 ports de travail insérés dans la paroi thoracique du côté opéré. Ceci permet, par l'assistance d'une vidéoscopie, la résection pulmonaire. Les incisions moins grandes, qui sont généralement entre 1 à 4 cm, et la diminution des atteintes des muscles et nerfs impliqués dans le travail respiratoire réduisent l'impact de la chirurgie sur la physiopathologie pulmonaire (14). En outre, la chirurgie pulmonaire par VATS est présentement favorisée par rapport à l'approche par thoracotomie lorsque l'utilisation de ces ports de travail est jugée, selon le chirurgien, oncologique et sécuritaire.

Finalement, la chirurgie thoracique par robot assistée utilise le robot chirurgical au chevet du patient pour effectuer les étapes clés de la résection pulmonaire. Le chirurgien manipule le robot chirurgical à l'aide d'une console à distance. L'assistance de personnes au chevet du patient, pour garantir la sécurité et le bon fonctionnement de la chirurgie, est nécessaire. Cette approche utilise, comme la VATS, des ports de travail qui diminuent l'atteinte des muscles et nerfs. Il existe des incertitudes sur le coût associé à cette technologie ce qui expliquent son utilisation moindre au Québec présentement (26).

Physiopathologie respiratoire en chirurgie thoracique

Période préopératoire

Anatomie et structures impliquées dans la respiration

Le principal muscle impliqué dans l'inspiration est le diaphragme. Ce dernier divise la cavité thoracique de la paroi abdominale. Les autres acteurs impliqués dans la respiration incluent les structures osseuses et cartilagineuses de la cage thoracique, les muscles intercostaux, les muscles accessoires et abdominaux.

Diaphragme

Il s'agit d'une structure composée d'une partie centrale tendineuse, et en périphérie, de muscle strié. La composante musculaire est divisée en 3 parties, soit costale, lombaire et sternale. La grande majorité de ces fibres musculaires est résistante à la fatigue puisqu'elle est composée à 55% de fibres lentes oxydatives aérobiques (type I), à 21% de fibres rapides oxydatives aérobiques/anaérobiques (type IIA) et seulement, à 24% de fibres rapides glycolytiques anaérobiques (type IIB) (28). Trois ouvertures sont présentes pour permettre la continuité de l'œsophage, de l'aorte et de la veine cave inférieure entre la cavité thoracique et l'abdomen. La zone de contact entre le diaphragme et la paroi thoracique est définie comme étant la zone d'apposition. D'ailleurs, cette zone est diminuée dans les pathologies comme la MPOC secondairement à l'hyperinflation pulmonaire (28). Non limitée par le foie, l'hémicoupe de gauche a une plus grande excursion observée de mouvement lors du travail respiratoire (29).

Les vaisseaux principaux qui vascularisent le diaphragme sont les artères phréniques, la branche musculo-cutanée des artères mammaires et les artères intercostales. Pour ce qui est du réseau veineux, le drainage est surtout effectué par les veines phréniques inférieures. L'innervation origine des racines de C3 à C5 de la moelle en cervical pour les nerfs phréniques. Les nerfs phréniques droit et gauche voyagent dans le cou, puis le médiastin, et sur le péricarde pour arriver, de chaque côté, à l'hémicoupe diaphragmatique. Les nerfs phréniques se divisent, par la suite, en 4 branches, soient sternale ou antérieure, antérolatérale, postérolatérale et crurale ou postérieure.

Cage thoracique

La cage thoracique (28) est une structure qui comprend une ossature osseuse et cartilagineuse recouverte de muscles, vaisseaux et nerfs. En dorsale, la colonne vertébrale est composée de 12 vertèbres. Elle sert d'encrage aux 12 paires de côtes qui s'articulent aux processus transverses des vertèbres. En ventrale, le sternum regroupe les 10 premières côtes, car la 11^e et la 12^e paire de côtes sont flottantes. La partie parasternale des côtes est composée de cartilage. Les côtes sont dynamiques et s'ajustent au travail respiratoire.

Muscles intercostaux

Les muscles intercostaux se situent entre les côtes. Ils agissent comme stabilisateurs de la paroi thoracique. Les muscles intercostaux externes et la partie parasternale des muscles intercostaux internes, lorsqu'ils se contractent à l'inspiration, soulèvent la paroi thoracique. Il en résulte une augmentation du volume de la cage thoracique. À l'inverse, les muscles intercostaux internes situés en interosseux, lorsqu'ils se contractent, abaissent la paroi thoracique. Il en résulte une diminution du volume de la cage thoracique.

Muscles accessoires et abdominaux

Les muscles accessoires de la respiration sont les sternocléidomastoïdiens et les scalènes. Ces muscles du cou permettent, par leur contraction, le mouvement du manubrium, de la clavicule et des 2 premières côtes (28). Lorsque ces muscles se contractent à l'inspiration forcée, ils contribuent à augmenter le volume de la cage thoracique à sa partie supérieure.

Pour ce qui est des muscles abdominaux, les muscles grands droits, petits et grands obliques et transverses contribuent également à la mécanique respiratoire, dont l'expiration forcée, en ayant des points d'origine ou d'insertion au niveau des côtes et du sternum. En effet, le grand droit a comme point d'attache les cartilages costaux 5 à 7 et il s'insère au pubis (30-32). Les obliques externes proviennent de la partie inférieure de la 8^e côte et s'insèrent au niveau de la crête iliaque, du ligament inguinal et de la gaine des grands droits (30-32). Les obliques internes, quant à eux, proviennent d'un point d'attache situé à la crête iliaque, au ligament inguinal et à la gaine des grands droits. Ils s'insèrent en antérolatéral des trois dernières côtes (30-32). Les fibres des muscles transverses sont circonférentielles, au niveau de la paroi abdominale, et couvrent, en crânial, jusqu'à la 6^e côte (30-32). Donc, les muscles accessoires et abdominaux en se contractant peuvent participer à la mécanique de la respiration en modulant le volume de la cage thoracique et par conséquent, le débit des voies respiratoires et l'expansion pulmonaire.

Fonction

L'effet de piston que cause le diaphragme lors de la respiration résume en grande partie l'impact des muscles respiratoires dans la mécanique respiratoire; tout en prenant en considération la

pression diaphragmatique (Pdi) qui est la différence entre la pression abdominale (Pab) et la pression pleurale (Ppl).

$$Pdi = Pab - Ppl$$

À l'inspiration, en se contractant, le diaphragme abaisse sa partie tendineuse. Ceci engendre une augmentation du volume de la cage thoracique. Alors, une pression intrathoracique plus négative est induite ce qui cause une entrée d'air dans les voies respiratoires et une expansion pulmonaire. À l'expiration normale, les muscles inspiratoires se relâchent. Il s'agit, donc, d'un mécanisme passif. À l'expiration forcée, les muscles abdominaux sont sollicités pour augmenter la Pab et favoriser un retour du diaphragme à sa position de repos. Les autres facteurs à considérer dans l'ensemble du travail respiratoire sont les centres de contrôle de la respiration, la commande ventilatoire et la charge composée de la résistance des voies respiratoires et de la compliance du système respiratoire (32). D'ailleurs, la résistance des voies respiratoires est augmentée par la présence, par exemple, de sécrétions dans les voies respiratoires comme chez les patients en périopératoire de chirurgie pulmonaire (31). La compliance du système respiratoire est également atteinte chez ces patients. La compliance du système respiratoire prend en compte l'élastance pulmonaire et la pression de recul de la cage thoracique (28). L'élastance pulmonaire illustre la tendance du parenchyme pulmonaire à s'affaisser alors que le recul élastique de la cage thoracique met l'accent sur sa capacité d'expansion (28).

Mesures de la fonction respiratoire en préopératoire de chirurgie thoracique

La fonction respiratoire est mesurée en préopératoire de chirurgie thoracique, selon les lignes directrices (33-34), à l'aide des tests de spirométrie avec ou sans réponse aux bronchodilatateurs et des tests de la fonction respiratoire qui mesurent les indicateurs pertinents suivants :

- Volume expiré maximal en 1 seconde (VEMS) (L et % de la valeur prédite)
- Capacité vitale forcée (CVF) (L et % de la valeur prédite)
- Capacité de diffusion du monoxyde de carbone corrigée (DLCO) (%)

La spirométrie et les tests de la fonction respiratoire mesurent les volumes respiratoires. L'addition de ces volumes permet de calculer des capacités respiratoires telles que la capacité vitale et inspiratoire.

Pour les volumes forcés, une composante dynamique s'ajoute à la prise de mesure, soit le temps. La VEMS correspond normalement à l'expiration d'environ 80% de la capacité vitale forcée (28,33-34). La capacité vitale forcée représente l'air qui peut être mobilisé des poumons de façon volontaire et elle se mesure à l'aide de la spirométrie (28,33-34). Ainsi, un rapport VEMS/CVF inférieur à 70% témoigne d'une obstruction des voies aériennes (33-34). La composante dynamique de ces mesures permet d'évaluer le débit expiratoire des voies aériennes.

La DLCO corrigée permet de mesurer la capacité de diffusion des poumons, c'est-à-dire un aperçu de l'intégrité pulmonaire. Ceci prend en compte la surface d'échange et l'épaisseur de la membrane alvéolo-capillaire pour les échanges gazeux. Le monoxyde de carbone est un gaz qui a comme particularité son affinité augmentée pour l'hémoglobine, soit 250 fois celle de l'oxygène (28,33-34). Cette caractéristique permet d'éliminer les facteurs qui modulent la perfusion sanguine pulmonaire. De plus, elle tient compte de l'hémoglobine (anémie et tabagisme actif).

La force des muscles respiratoires est mesurée avec la pléthysmographie contre un système clos afin d'obtenir la pression inspiratoire maximale (MIP) et la pression expiratoire maximale (MEP). Le « *sniff* » test permet d'évaluer l'excursion du diaphragme. Il consiste à effectuer sous échographie ou fluoroscopie une inspiration rapide.

Une évaluation pré-résection pulmonaire de ces indicateurs de la fonction respiratoire est recommandée. Ces indicateurs de la fonction respiratoire sont associés à des risques de létalité en période périopératoire et de ventilation mécanique pulmonaire prolongée (33-34). Si le VEMS ou la DLCO se situe entre 60% à 30% de la valeur prédite, des tests d'effort sont recommandés dont le test de navettes (normale $\geq 400m$), et de montée d'escalier (normale $\geq 22m$). Un résultat inférieur à la normale de ces exercices (ou un VEMS ou une DLCO $< 30\%$) nécessite une évaluation par des exercices cardiopulmonaires afin de mieux évaluer le risque de létalité périopératoire (tableau 1) (33-34).

Tableau 1

Indicateurs des tests de la fonction respiratoire et le niveau du risque de létalité en période périopératoire

Indicateurs	Risque faible < 1 % de létalité	Risque modéré 1 à 10% de létalité	Risque élevé >10 % de létalité
<i>Évaluation fonctionnelle respiratoire</i>			
VEMS ou DLCO \geq 60%	X		
VEMS ou DLCO entre 30% et 60%	X*	X*	X*
VEMS ou DLCO <30%	X*	X*	X*
<i>Tests d'effort</i>			
Test de navettes \geq 400m	X		
Test de montée d'escalier \geq 22m	X		
<i>Test d'évaluation cardiopulmonaire</i>			
VO ₂ max > 20mL/kg/min	X		
VO ₂ max 10 à 20 mL/kg/min		X	
VO ₂ max < 10mL/kg/min			X

Adapté de ERS/ESTS guide pratique clinique, 2009.

*Une évaluation supplémentaire à l'aide d'un test à l'effort et/ou d'un test d'exercices cardiopulmonaires est recommandée.

VEMS : volume expiré maximal en 1 seconde, DLCO : capacité de diffusion du monoxyde de carbone corrigée, VO₂max : consommation maximale d'oxygène

Période peropératoire

Effets de la chirurgie thoracique

La chirurgie thoracique étant donné la localisation de l'incision cause une dysfonction des muscles respiratoires, particulièrement du diaphragme. Dans une étude de cohorte effectuée chez des patients après une thoracotomie postérolatérale, la dysfonction des muscles respiratoires a été observée à la suite de (1) la transection des muscles stabilisateurs de la cage thoracique (trapèze,

grand dorsal, dentelé antérieur et muscles intercostaux), (2) l'atteinte possible des nerfs long thoracique et intercostal ainsi que (3) l'inhibition de la contraction du diaphragme par une atteinte locale et une atteinte du nerf phrénique par trauma iatrogénique (35). La réduction de la contractilité du diaphragme en période périopératoire occasionne un travail accru des muscles accessoires et abdominaux qui peut persister pour plusieurs mois (35-37). L'âge (≥ 70 ans) des patients et le type d'approche sont des facteurs qui diminuent significativement la MIP et MEP (38). D'ailleurs, l'excursion diaphragmatique serait significativement plus diminuée lors de lobectomies pulmonaires pour les lobes supérieurs lorsque comparée aux lobectomies pour des lobes moyens et inférieurs ($p < 0,01$) (29).

La perméabilité vasculaire locale et systémique augmentée par le traumatisme chirurgical est associée à une augmentation des échanges du compartiment intravasculaire vers l'espace interstitiel; ce qui se traduit par une diminution de la compliance pulmonaire (31,39). D'ailleurs, dans 2,8% à 12% des cas, les patients présentent secondairement à cet état inflammatoire, qu'est le traumatisme chirurgical, un syndrome aiguë de détresse respiratoire postlobectomie (39). Lors d'une étude récente en période périopératoire de lobectomie par thoracotomie ou VATS, il a été également observé une atteinte de la posture (29). Cette atteinte peut durer plusieurs mois. En effet, Reeve et al., dans une ÉRC, ont observé qu'une atteinte de la mobilité et qu'une faiblesse de l'épaule du côté opéré persistaient jusqu'à 3 mois après l'opération (40). Donc, la chirurgie thoracique diminue la fonction des muscles respiratoires, crée un état inflammatoire qui diminue la compliance pulmonaire et impacte possiblement la posture des patients.

Finalement, la position du patient lors de la chirurgie thoracique, soit en décubitus latéral, change la dynamique respiratoire. En effet, le poumon en position dépendante est exposé au poids du poumon qui est en position non dépendante, du médiastin et de l'abdomen. Ceci engendre de l'atélectasie pulmonaire au niveau du poumon en position dépendante.

Effets de l'approche chirurgicale

L'approche par VATS est plus avantageuse que la thoracotomie postérolatérale pour préserver la fonction des muscles respiratoires (14,41). Les petites incisions permettent une préservation des muscles stabilisateurs et une diminution des traumas des nerfs de la paroi thoracique et du nerf

phrénique (29,41-42). De plus, la douleur postopératoire et la posture semblent améliorées en VATS (29,40-41). Les médiateurs de l'inflammation sont également moins présents en VATS comme montré par une production moindre d'espèces réactives de l'oxygène (43-44).

Effets de l'anesthésie

La ventilation mécanique unipulmonaire est recommandée, lors de chirurgie thoracique, afin d'effectuer une atélectasie pulmonaire complète du poumon opéré et faciliter la visualisation des structures du hile. Au niveau du poumon isolé, un shunt est présent (45). Cette ventilation mécanique unipulmonaire cause de l'hypoxémie et des barotraumas du poumon ventilé (14). Le poumon non ventilé est aussi exposé à des insultes inflammatoires ischémiques et de réexpansion (42). Des stratégies ventilatoires de protection des poumons permettent de diminuer les risques de dommages inflammatoires et mécaniques. Celles-ci incluent la réduction des volumes courants lors de la ventilation unipulmonaire (4 à 6mL/kg) (46), une diminution de la pression expiratoire positive à moins de 5 à 10 cmH₂O (47) et l'utilisation des manœuvres de recrutement pour diminuer l'atélectasie (48). Les agents anesthésiants utilisés pour l'anesthésie générale jouent également un rôle dans l'état inflammatoire observé en périopératoire. Il a été démontré que des cytokines pro-inflammatoires comme le facteur de nécrose tumorale alvéolaire (TNF α) et la molécule d'adhésion intracellulaire liée à la membrane (sICAM-I) étaient significativement plus élevées avec l'utilisation du propofol ($p < 0,05$) (49). À l'inverse, les agents anesthésiants volatils, comme sevoflurane, ont un effet immunomodulateur en réduisant les médiateurs inflammatoires (50). Une méta-analyse effectuée récemment sur ce sujet, comprenant plus de 2500 patients, a noté l'effet immunomodulateur des agents anesthésiants volatils pour expliquer une diminution non statistiquement significative des CPPO (51). Finalement, l'ajout d'un agoniste α_2 -récepteur sélectif, lors de l'intervention, diminue possiblement l'hypoxémie chez les patients sous ventilation mécanique unipulmonaire ($p < 0,05$) (45,52).

Période postopératoire

La physiopathologie respiratoire après une chirurgie thoracique est changée par rapport à la période préopératoire (41). Des facteurs qui modulent potentiellement le travail respiratoire incluent la gestion de la douleur, l'utilisation d'un protocole multimodal d'analgésie, la MP, les

ERP, la physiothérapie respiratoire et la SI (14). D'ailleurs, Brown et al. ont observé que les patients de ≥ 65 ans hospitalisés après une intervention majeure passaient en moyenne 83% de leur temps de séjour hospitalier dans un lit (53).

Même après le congé de l'hôpital, les patients ont de la dyspnée et ressentent de la fatigue. Il a été établi, dans une population de patients en oncologie chirurgicale, que la poursuite d'un programme d'exercices, par rapport à aucun exercice, était associée à une diminution de la fatigue chez cette population fragile (54). En effet, l'activité physique, en période postopératoire, a un impact positif significatif sur la qualité de vie tant au niveau de l'aspect physique que mental (55). De plus, une étude auprès de la population oncologique de chirurgie thoracique a révélé que cette population est sédentaire, car au suivi postopératoire (6 à 10 semaines) seulement 25% des patients étaient actifs (activités $\geq 1,5$ mesure de la capacité d'un individu à utiliser l'oxygène (METS)) (56).

Définition et épidémiologie des complications pulmonaires postopératoires en chirurgie thoracique

Le tableau 2 résume un travail de collaboration entre la *Society of Thoracic Surgeons* (STS) et la *European Society of Thoracic Surgeons* (ESTS) pour définir, dans un contexte de recherche, les types de complication en chirurgie thoracique (10). Les CPPO répertoriés dans ce projet prennent en considération les définitions présentées dans ce tableau résumé. De plus, il est important de noter que la chirurgie thoracique est une intervention de type propre contaminé (57).

Tableau 2

Définitions des complications en chirurgie thoracique basées sur une collaboration entre la Society of Thoracic Surgeons (STS) et la European Society of Thoracic Surgeons (ESTS)

Complications	Définitions
Atélectasie nécessitant bronchoscopie	Atélectasie pulmonaire postopératoire clinique ou radiologique nécessitant une bronchoscopie pour toilette bronchique
Infection pulmonaire aiguë ou pneumonie	Selon les critères du CDC : <ul style="list-style-type: none">• Anomalies radiographiques incluant infiltrat nouveau ou progressif OU consolidation OU cavité• Fièvre (38°C)• Leucopénie OU leucocytose• Confusion chez les patients de ≥ 70 ans• Sécrétions purulentes OU augmentation des sécrétions• Toux OU dyspnée OU tachypnée• Présence de ronchi OU souffle tubaire• Thérapie oxygénique
Fuite d'air pulmonaire persistante SDRA	Fuite d'air pulmonaire postopératoire persistante pour ≥ 5 jours Basé sur le consensus américain et européen <ul style="list-style-type: none">• Épisode aiguë• Hypoxémie artérielle $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$• Infiltrats pulmonaires bilatéraux• Sans évidence d'hypertension au niveau de l'oreillette gauche• Risques de facteurs reconnus
Fistule broncho-pleurale	Déhiscence partielle ou complexe du moignon bronchique en postopératoire; documentée par bronchoscopie ou en chirurgie
Empyème	Infection de l'espace pleural en postopératoire; confirmée par analyse du liquide pleural : <ul style="list-style-type: none">• Présence de pus• Analyse cellulaire avec leucocytose• $\text{pH} < 7,20$• Glucose $< 60\text{mg/dl}$• Lactate déshydrogénase élevé• Protéine élevée• Culture positive
Embolie pulmonaire	Embolie pulmonaire en postopératoire; documentée par angioscan ou scintigraphie de ventilation/perfusion
Chylothorax	Chylothorax postopératoire qui nécessite un drainage OU une intervention médicale

	<ul style="list-style-type: none"> • Apparence laiteuse • Triglycéride pleural > 110 mg/dL et cholestérol < 200mg/dL
Ventilation mécanique ≥ 48heures	Ventilation mécanique non prévue pour une durée de ≥ 48heures après l'opération
Réintubation	Réintubation orotrachéale requise et non prévue au cours du même séjour que l'intervention chirurgicale
Séjour non planifié USI	Séjour à l'USI pour détérioration d'un organe ou multiorganes
Trachéostomie	Installation d'une trachéostomie non prévue au cours du même séjour que l'intervention chirurgicale; ne pas considérer les mini-trachéostomies faites en prévention
Lésion nerf récurrent laryngé	Paralysie ou parésie secondaire à une intervention chirurgicale
Arythmie cardiaque	Arythmie auriculaire ou ventriculaire de novo en postopératoire et qui requiert un traitement pharmacologique ou une cardioversion
Delirium	État confusionnel postopératoire
Infection de plaie	Infection de plaie postopératoire : <ul style="list-style-type: none"> • Déhiscence de plaie • Culture positive • Traitement avec antibiotique
Insuffisance rénale aiguë	Insuffisance aiguë <ul style="list-style-type: none"> • Créatinine sérique > 2,0 mg/dL • Double de la créatinine préopératoire • Nécessité de dialyse postopératoire

Adapté de Fernandes et al., 2016, Rotman et al. (58), 2015 et Gagné et al. 2018 (59).

CDC : *Centers for disease control and prevention*, SDRA : syndrome de détresse respiratoire aiguë, USI : unité de soins intensifs, PaO₂/FiO₂ : rapport pression partielle artérielle en oxygène sur fraction inspirée en oxygène

D'ailleurs, Kroenke et al. ont classifié les CPPO selon leur gravité et impact clinique (tableau 3). La classification comprend 4 groupes allant de la classe 1 à 4. Cette classification n'est pas exclusive à la chirurgie thoracique (60). La classe 1 regroupe les complications avec un impact léger en clinique et qui ne nécessitent pas de traitement pharmacologique. Les classes 2 et 3 comprennent des complications pulmonaires qui nécessitent des traitements non pharmacologiques et pharmacologiques (61). Des interventions invasives comme une bronchoscopie pour atélectasie pulmonaire ou intubation orotrachéale avec ventilation mécanique sont incluses dans les traitements et la prise en charge de ces classes (61). Pour la classe 4, une ventilation mécanique

de ≥ 48 heures est requise (61). Donc, les classes 2 à 4 ont des impacts cliniques et nécessitent des interventions variées.

Tableau 3

Classe des complications pulmonaires postopératoires selon la gravité et l'impact clinique

Classification	Définitions
1	Toux, sèche Microatélectasie ¹ Dyspnée
2	Toux, productive Bronchospasme Atélectasie ¹ Hypoxémie Hypercapnie avec traitement
3	Épanchement pleural avec thoracocentèse Pneumonie ² Pneumothorax Réintubation orotrachéale Ventilation mécanique non prévue < 48heures
4	Ventilation mécanique non prévue ≥ 48 heures

Adapté de Kroenke et al., 1992 et Gosselink et al., 2000.

¹anomalie radiologique et température > 37,5°C

²atélectasie ou consolidation radiologique, fièvre et analyse microbiologique positive

Afin de classer de manière objective les complications postopératoires en chirurgie, Dindo et al. ont présenté en 2004 leur classification qui s'applique à tous les types de chirurgie, incluant la chirurgie thoracique (62). Cette classification Clavien-Dindo prend en considération l'évolution postopératoire attendue. Ainsi, une classe I est définie comme étant une complication qui ne nécessite pas de traitement médical, chirurgical, endoscopique ou radiologique supplémentaire. À l'opposé, une complication classe IV indique une complication grave nécessitant une surveillance à l'unité de soins intensifs (USI). Quant à la complication classe V selon Dindo et al., elle signifie une complication ayant causé le décès du patient.

Tableau 4*Classification des complications postopératoires de Clavien-Dindo*

Classe	Définition
I	Tout événement indésirable qui ne nécessite pas un traitement médical, chirurgical, endoscopique ou radiologique Exception : antiémétiques, antipyrétiques, antalgiques, diurétiques, électrolytes
II	Complication nécessitant un traitement médical
III	Complication nécessitant un traitement chirurgical, endoscopique ou radiologique
IIIA	Sans anesthésie générale
IIIB	Sous anesthésie générale
IV	Complication nécessitant une admission aux soins intensifs
IVA	Défaillance d'un organe
IVB	Défaillance multi-organe
V	Complication causant le décès

Adapté de Dindo et al., 2004 (62).

Atélectasie pulmonaire avec impact clinique

L'atélectasie pulmonaire est une expansion incomplète des bronchioles terminales et alvéoles pulmonaires. Ce collapsus des alvéoles est présent chez 90% des patients ayant eu une anesthésie générale, et ce, préférentiellement dans les parties pulmonaires dépendantes (44). Ainsi, dans un contexte de ventilation unipulmonaire, le poumon dépendant, qui est le seul ventilé, présentera de l'atélectasie. La dysfonction du diaphragme observé en chirurgie thoracique aide également au développement d'atélectasie comme démontré par Spadaro et al. Dans son étude effectuée 24 heures après une chirurgie thoracique, Spadaro et al. ont illustré, à l'aide d'une sonde échographique, que 35% des patients avec une dysfonction diaphragmatique avaient de l'atélectasie en comparaison à 13% chez des patients sans dysfonction diaphragmatique (63).

L'atélectasie pulmonaire ayant un impact clinique est définie comme un collapsus des alvéoles visualisé à l'aide de la radiographie qui doit être associé à des signes cliniques comme une température corporelle supérieure à 37,5 °C, des sécrétions pulmonaires augmentées et/ou nécessitant une bronchoscopie pour toilette bronchique (10,42). Le développement de l'atélectasie pulmonaire en postopératoire est de plus en plus étudié du fait qu'elle est probablement un facteur de risque important au développement des CPPO (64). Il a été démontré chez des modèles animaux que le collapsus des alvéoles favorise une croissance et une translocation bactérienne (65).

Pneumonie

L'incidence de pneumonie en postopératoire d'une chirurgie thoracique varie entre 2 à 25% (14,59,66). Un taux de létalité allant jusqu'à 20% a été reporté dans une étude récente (66). Le diagnostic d'une pneumonie selon le *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) comprend un aspect clinique, radiologique et des anomalies d'analyses (10). Du côté clinique, le patient peut présenter des sécrétions purulentes ou une augmentation des sécrétions, une dyspnée exacerbée, de la fièvre et des douleurs thoraciques. Tous ces signes et symptômes peuvent néanmoins être confondus avec l'évolution clinique normale d'un patient après une chirurgie thoracique. L'aspect radiologique et les anomalies de laboratoire sont alors mis à contribution pour établir un diagnostic d'infection pulmonaire aiguë. Or, la présence d'une consolidation ou d'un infiltrat pulmonaire, qui concorde à une anomalie d'auscultation pulmonaire et à la présence d'une leucocytose, correspond à une pneumonie. La colonisation des voies aériennes pourrait favoriser une pneumonie chez les patients opérés pour le poumon. D'ailleurs, une colonisation bronchique a été observée en moyenne chez plus de 30% des patients lors d'une résection pulmonaire (entre 10 à 83%) (66-67). Les germes fréquemment isolés sont *Haemophilus sp* et *Streptococcus sp*. Du *Pseudomonas aeruginosa* et *Serratia sp*. ont également été isolés. Le développement d'une pneumonie en postopératoire est associé à un séjour hospitalier plus long, une admission à l'USI non prévue et une réintubation orotrachéale pour ventilation mécanique (66). Donc, il s'agit d'une infection postopératoire morbide et à risque de létalité.

Syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA)

Le SDRA est une pathologie où la surproduction de matrice extracellulaire, par les myofibroblastes activés, est secondaire à la sécrétion aberrante et chronique de facteurs de croissance transformants (TGF- β) (31). L'incidence du SDRA après une chirurgie thoracique est estimée à 5% (Gagné, 2018). Plus spécifiquement, la présentation du SDRA après une chirurgie thoracique est celle d'un syndrome aiguë de détresse respiratoire postlobectomie (39). La diminution de la capacité neuromusculaire observée chez les patients en SDRA est exacerbée chez les patients en postopératoire de chirurgie thoracique par l'intervention, l'approche chirurgicale et l'atteinte de la mécanique respiratoire et des muscles impliqués (31). Les critères pour le SDRA sont présentés dans le tableau 2. Au niveau clinique, le SDRA implique très souvent une admission à l'USI et une intubation orotrachéale de ≥ 48 heures ou une réintubation (10,31).

Drainage pleural et empyème

Un épanchement pleural unilatéral du côté opéré se développe en périopératoire chez les patients en chirurgie thoracique. La ventilation unipulmonaire, l'atélectasie pulmonaire, l'œdème pulmonaire noncardiogénique et l'inflammation sur le traumatisme de la chirurgie sont des facteurs qui contribuent au développement en aiguë de l'épanchement pleural (10,14,44). L'équilibre des compartiments intravasculaire et interstitiel, qui est régi par les forces de Starling et le drainage lymphatique (surtout à la plèvre pariétale), régule le renouvellement et l'absorption du liquide pleural (14). Or, lorsque ces mécanismes sont altérés, soit par le traumatisme chirurgical ou la pathologie de base, un épanchement pleural peut s'accumuler. En postopératoire d'une chirurgie thoracique, un épanchement pleural non chyleux de 450 mL par jour ou moins est jugé sécuritaire pour le retrait du drain thoracique, car seulement 2,8% nécessitent une réadmission pour réaccumulation et/ou drainage thoracique (69).

L'empyème est une infection de l'espace pleural. Le diagnostic d'empyème est supporté par le drainage pleural de pus ou la présence de microorganismes pathogènes à la culture du liquide pleural (10). La clinique du patient, les analyses du liquide pleural selon les critères de Light et les images radiologiques guident également les cliniciens.

Fuite d'air pulmonaire persistante

L'incidence d'une fuite pulmonaire persistante, c'est-à-dire une fuite d'air provenant du parenchyme pulmonaire ou d'un moignon bronchique, est de 2 à 13% (59). Pour qu'elle soit considérée comme étant persistante, la fuite pulmonaire en postopératoire doit être d'une durée de ≥ 5 jours (10). La présence d'une fuite d'air pulmonaire persistante est associée à un séjour moyen hospitalier plus long en comparaison à un patient sans fuite d'air persistante (16,2 jours vs 8,3 jours) (70). La fuite d'air persistante est également un facteur de risque pour le développement de l'empyème (70). Dans une étude de Brunelli et al., il a été démontré que les patients avec une fuite d'air persistante développent un empyème entre 8,2% et 10,4% des cas en comparaison avec des patients sans fuite d'air (0% de cas d'empyème) ($p = 0,01$).

Stratégies de prévention des complications pulmonaires postopératoires en chirurgie thoracique

Facteurs de risque des complications pulmonaires

Les facteurs de risque fréquemment rapportés des CPPO sont divisés en deux catégories, à savoir les facteurs liés au patient et ceux liés à l'intervention chirurgicale. L'âge, les comorbidités, le tabagisme, et la sarcopénie sont des facteurs de risque liés au patient. Quant aux facteurs liés à l'intervention chirurgicale, la durée de la chirurgie et de l'anesthésie, l'incision chirurgicale et la transfusion de produits sanguins sont souvent rapportées. Les facteurs de risque de CPPO sont regroupés dans le tableau 5.

Tableau 5*Liste des facteurs de risque rapportés de complications pulmonaires postopératoires*

Facteurs de risque		Références
Liés au patient		
Modifiable	Tabagisme et autre dépendance fonctionnelle	1,4,9,59,71-72
	Obésité IMC \geq 30 kg/m ²	1,4,9,59
	Sarcopénie	14,59,72
	Statut nutritionnel	14,59
Non modifiable	Âge	1,4,9,59,71
	Indicateurs de fonction respiratoire	1,4,9,59,71,73
	Classe ASA \geq 2	4,9,59
	Comorbidités (ex : MPOC, SAOS, HTA, diabète, MCAS, IC, atteinte cognitive)	4,9,59,72,74
	Prise de corticostéroïdes	4
Liés à l'intervention		
Modifiable	Utilisation d'agents anesthésiants	4,10,14,45-46
	Utilisation d'agents bloquants neuromusculaires	4,9,14
	Paramètres de ventilation mécanique	4,14
	Approche chirurgicale	1,4,14,71
	Type de résection et incision chirurgicale : localisation, préservation de muscles de la paroi	1,4,9,14
Non modifiable	Durée de la chirurgie thoracique (>3heures)	4,9
	Chirurgie urgente	4
	Durée de l'anesthésie générale	4,9,14
	Transfusion sanguine périopératoire	4,14

Adapté de *Smetana et al., 1999, Branson et al., 2013, Agostini et al., 2010.*

CPPO : complications pulmonaires postopératoires, IMC : indice de masse corporelle, ASA : American Society of Anesthesiologists, MPOC : maladie pulmonaire obstructive chronique, SAOS : syndrome d'apnée obstructive du sommeil, HTA : hypertension artérielle, MCAS : maladie coronarienne artérioscléreuse, IC : insuffisance cardiaque

Lignes directrices cliniques

Des lignes directrices fondées sur des données probantes afin d'optimiser la récupération après une chirurgie thoracique, spécifiquement pour les résections pulmonaires, ont été publiées en 2019 (14). Ces lignes directrices *Enhanced Recovery After Surgery* (ERAS) fournissent des recommandations qui sont, en fait, des stratégies de préventions des complications postopératoires incluant les CPPO. Le tableau 6 résume les recommandations qui permettent possiblement de réduire les CPPO. Le niveau d'évidence émis, dans ces lignes directrices, est fondé sur le consensus établi par Guyatt et al. (75). Ainsi, un niveau d'évidence élevé est défini par le fait que d'autres recherches dans le même domaine ne changeront pas la prise en charge, car l'impact a bien été étudié. Un niveau modéré nécessite d'autres études afin de démontrer l'impact sur les soins périopératoires. Finalement, un niveau d'évidence faible signifie que d'autres projets de recherche sont nécessaires afin d'établir si une association existe.

Ces lignes directrices ERAS soulève l'impact important des soins aux patients en préopératoire par l'intégration d'un programme d'éducation, de cessation tabagique, de nutrition et d'optimisation des traitements des maladies chroniques (14). Des études supplémentaires, selon ces lignes directrices, seraient nécessaires pour bien établir l'impact des manœuvres d'expansion pulmonaire et des programmes d'exercices aérobiques. Néanmoins, ces lignes directrices ERAS recommandent fortement ces deux dernières stratégies de prévention afin de prévenir la sarcopénie et la fragilité qui induisent une capacité d'exercice faible et qui sont associées à une incidence de complications postopératoires plus élevée ainsi qu'à une survie globale diminuée (22,33,73-74). C'est l'hétérogénéité des études sur les manœuvres d'expansion pulmonaire en pré et postopératoire (17,19,71) et sur les exercices de renforcement musculaire qui (20,22,33,73-74,76) explique le niveau d'évidence faible attribué par ces lignes directrices.

Préhabilitation

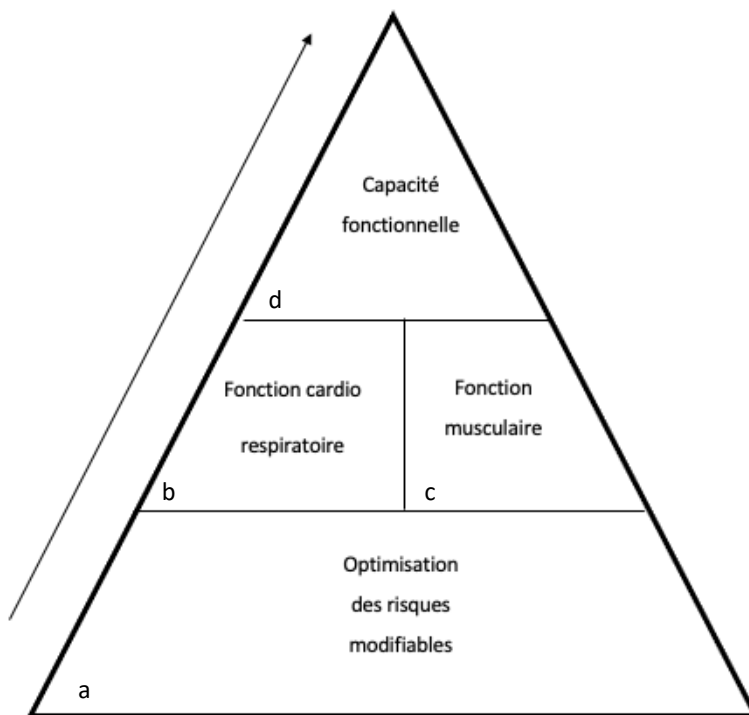
La réhabilitation préopératoire est surnommée la préhabilitation. Ce concept prend comme base la modification des facteurs de risque liés au patient comme la sarcopénie, l'anémie, le tabagisme actif, les comorbidités et l'anxiété (77). Puis, les fonctions musculaires et cardiorespiratoires sont optimisées. Pour, finalement, améliorer la capacité fonctionnelle (figure 3). La préhabilitation est

surtout utilisée chez des patients à risque de complications postopératoires d'une chirurgie majeure comme la chirurgie thoracique. Même sans complication, les patients ayant eu une chirurgie majeure présentent une diminution de leurs fonctions physiques allant de 20 à 40% (78). Une détérioration de leur qualité de vie physique et mentale est également rapportée (79). Des programmes de préhabilitation peuvent être supervisés dans un centre ou faits à la maison avec des conseils d'experts au besoin (80). La durée de ces programmes de préhabilitation est généralement de 4 semaines (20-25).

D'ailleurs, dans une revue systématique sur la préhabilitation chez les patients avec une néoplasie pulmonaire, une diminution des CPPO de 67% et un séjour hospitalier plus court (une différence moyenne de 4 jours) ont été notés chez les patients qui ont fait de la préhabilitation par rapport aux patients qui ont eu les soins usuels en postopératoire (23). Cette revue systématique incluait toutefois des études du début des années 2010 où la thoracotomie était l'approche principale.

Figure 3

Triangle des concepts de la préhabilitation



Adapté du concept du triangle de préhabilitation de Wynther-Blyth, 2017.

Le triangle des concepts de la préhabilitation a comme base (a) l'optimisation des risques modifiables comme la prise en charge et la prévention des maladies chroniques. Une fois les risques modifiables optimisés, les fonctions (b) cardiorespiratoire et (c) musculaire sont améliorées en travaillant l'endurance musculaire par des exercices d'aérobic, de résistance et de flexibilité. Finalement, l'intégration des exercices a un impact sur la (d) capacité fonctionnelle du patient.

Une autre stratégie de prévention des CPPO est le programme multidisciplinaire périopératoire *I COUGH*. Ce programme s'appuie sur (81-82) :

- Spirométrie incitative
- Toux et exercices de respiration profonde
- Hygiène buccale
- Éducation aux patients
- Mobilisation précoce
- Tête de lit surélevée ($\geq 30^\circ$)

Lorsque cette approche globale est mise en œuvre auprès des patients chirurgicaux, elle améliore la fonction physique des patients et diminue les CPPO. Cassidy et al., dans une étude longitudinale de plus de 10 ans sur le protocole *I COUGH*, ont observé une diminution de l'incidence de pneumonie pour les chirurgies majeures, allant de 3,0% à 0,4% (82). Les intubations orotrachéales non prévues ont également diminué de 2,3% à 0%. Cette étude longitudinale a souligné l'importance de la compliance au programme *I COUGH*.

Tableau 6

Stratégies de prévention principales des complications pulmonaires postopératoires en chirurgie thoracique

Stratégies de prévention		Niveau d'évidence*
Liées au patient		
Programme d'éducation au patient		Faible
Cessation tabagique et autres dépendances	≥ 4 semaines en préopératoire	Élevé
Optimisation des maladies chroniques	Programme de dépistage dénutrition	Élevé
	Ajustement des traitements	Élevé
Manœuvres d'expansion pulmonaire	ERP, SI, MP, ventilation non invasive	Faible
Exercices aérobiques pré et postopératoires	Patients à risque de CPPO	Faible
Liées à l'intervention		
Gestion de la douleur	Médication préanesthésique	Modéré
	Épidurale, bloc locorégional	Élevé
	Protocole analgésie multimodale	Modéré
Incision et approche	Préservation des muscles respiratoires et stabilisateurs	Modéré
	Privilégier la VATS, lorsque sécuritaire	Élevé
	Éviter l'écartèlement des intercostaux	Modéré
	Mode de ventilation avec protection pulmonaire	Modéré
	Agents anesthésiants volatils de courte action	Faible
	Viser un état euvolémique	Élevé
	Retrait du drain thoracique (>450 mL\24 heures)	Modéré

Adapté de Smetana et al., Batchelor et al. et Brooks-Brunn, 1995 (83).

*Niveau d'évidence basé sur les données probantes de Batchelor, 2019 et selon le consensus proposé par Guyatt et al. 2008.

ERP : exercices de respiration profonde, SI : spirométrie incitative, MP : mobilisation précoce, CPPO : complications pulmonaires postopératoires, VATS : thoracoscopie

Chapitre 3 – Spirométrie incitative

Définition

La SI est un appareil qui sert de retour visuel quant au débit inspiratoire effectué (figure 4). Ainsi, le patient peut évaluer ses inspirations maximales. La technique d'inspiration maximale avec la SI nécessite la participation active du patient. Les deux types de SI sont les spiromètres à débit variable, et ceux à volume. Les spiromètres à volume sont recommandés en postopératoire, car ils recrutent un volume inspiratoire plus grand et induisent moins de fatigue (11).

La SI fut introduite par Bartlett et collègues en 1973 (84). L'objectif de Bartlett et al. était d'encourager les patients en postopératoire à faire des ERP et à favoriser l'inspiration maximale. Depuis, plusieurs études sur la SI ont été réalisées, particulièrement pour les chirurgies cardiothoracique et de l'abdomen supérieur (15-16,18-20,60,76,85-86).

Figure 4

Photographie d'une spirométrie incitative utilisée au Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM)



La SI fait partie des stratégies de prévention des CPPO qui reposent essentiellement sur le dégagement des encombrements bronchiques et la sollicitation des muscles respiratoires. Ceci permettrait de diminuer l'atélectasie pulmonaire en visant une expansion pulmonaire maximale (4,11). Les facteurs de risque cliniques reconnus de l'atélectasie pulmonaire sont associés aux patients, à la chirurgie et à l'anesthésie. Les patients obèses ou avec une atteinte des muscles de la respiration ou une hypertension abdominale ou une obstruction bronchique sont à risque d'atélectasie (42). Au niveau chirurgical, la position du patient lors de l'intervention, la durée de la chirurgie, le pneumopéritoine, la ventilation unipulmonaire, l'utilisation d'une circulation extracorporelle et la douleur liée à des chirurgies thoraciques et abdominales sont tous des facteurs qui favorisent l'atélectasie. Quant à l'impact de l'anesthésie lors de la chirurgie, les agents anesthésiants, le type de ventilation, l'utilisation d'opioïdes ou de sédatifs et l'équilibre volémique du patient sont des éléments à considérer pour le développement de l'atélectasie.

Les phénomènes physiologiques lors de l'opération (44) qui expliquent le développement de l'atélectasie pulmonaire, soit un collapsus alvéolaire, sont :

- Augmentation de la Ppl à la suite d'une compression intrinsèque ou extrinsèque et d'une diminution de la ventilation alvéolaire
- Débalancement des échanges gazeux
- Défaut quantitatif et/ou qualitatif du surfactant qui mène à une tension de surface augmentée

Il s'ensuit une réponse inflammatoire qui induit une dysfonction du système immunitaire local, un dommage de la barrière alvéolo-capillaire, une augmentation de la perméabilité vasculaire et une susceptibilité à l'infection locale (44).

Indication et contre-indication

En pratique, la SI est donnée à tous les patients en période postopératoire de chirurgie thoracique. Bien qu'en pratique, elle soit distribuée et enseignée à tous les patients en postopératoire, Agostini et al. ont démontré par une ÉRC qu'un sous-groupe de patients de chirurgie thoracique à risque de CPPO semble bénéficier plus de la SI (19). Dans cette étude, le

sous-groupe de patients à risque était des patients de ≥ 75 ans, une classe de l'*American Society of Anesthesiologists* (ASA) ≥ 3 , avec MPOC, tabagisme actif et/ou une obésité (indice de masse corporelle (IMC) ≥ 30).

L'utilisation et les consignes données aux patients varient d'une étude à l'autre. Toutefois, plusieurs études se basent sur l'approche multidisciplinaire *I COUGH* qui a été présentée il y a plus de 10 ans. Cette étude recommande ces étapes clés (81-82) pour l'utilisation de la SI :

- Éducation du patient sur l'utilisation et les potentiels bienfaits de la SI
- Effectuer 10 inspirations maximales avec la SI par heure jusqu'au congé de l'hôpital
- Garder la SI au chevet du patient
- Évaluer les volumes atteints à la SI toutes les 4 heures

Les contre-indications d'utilisation de la SI sont en lien avec la participation active qui est requise de la part du patient. En effet, les patients non collaboratifs ou qui n'utilisent pas de manière appropriée l'appareil ou qui sont incapables de comprendre les étapes de la technique ne peuvent pas effectuer de manière optimale les exercices. Les autres contre-indications relatives rapportées dans les guides cliniques pratiques et lignes directrices concernent les patients hyperalgiques ou en grande fatigue ou la présence d'une dysfonction diaphragmatique (12-16). Les contre-indications connues de la physiothérapie respiratoire (87) s'appliquent également à la SI, à savoir :

- Infarctus du myocarde ou accident cérébrovasculaire depuis moins de 1 an
- Angine instable
- Anévrisme vasculaire
- Hémoptysie significative moins de 90 jours
- Pathologie musculaire ou neurologique contraignant la physiothérapie respiratoire

Lignes directrices cliniques

Les recommandations des guides de pratique clinique et lignes directrices sur l'utilisation de la SI en postopératoire sont basées sur des données probantes qui proviennent d'ÉRC et de revue systématique (12-16). Bien que non spécifique à la chirurgie thoracique sauf Batchelor et al., tous

s'entendent pour dire que des études supplémentaires sont nécessaires pour bien identifier l'impact de la SI chez les patients opérés (tableau 7). Les recommandations de l'*American College of Physicians* (ACP) ne proposent pas de recommandations spécifiques à la SI. Dans ses recommandations, l'ACP a regroupé toutes les techniques d'expansion pulmonaire (13).

Tableau 7

Recommandations principales des guides de pratique clinique et lignes directrices sur l'utilisation de la spirométrie incitative en postopératoire

Études	Recommandations	Références
AARC, 2013 (12)	La SI n'est pas recommandée pour une utilisation de routine en prévention lors de la période postopératoire	9,16,87-89
ACP, 2006 (13)	Bon niveau de preuves que les techniques d'expansion pulmonaire en postopératoire de chirurgie abdominale réduisent les CPPO	90-95
Junior Cochrane, 2014 (15)	Niveau d'évidence faible sur l'efficacité de la SI pour prévenir les CPPO en période postopératoire d'une chirurgie de l'abdomen supérieur	
	SI comparée :	
	- Aucun traitement respiratoire (NS)	96
	- ERP (NS)	94,96
	- Physiothérapie respiratoire (NS)	93,97
Freitas Cochrane, 2012 (16)	Pas de bénéfice de la SI sur la force des muscles respiratoires selon la MIP et MEP	
	SI comparée :	
	- ERP (NS)	98-103
	- Physiothérapie respiratoire (NS)	
	- Ventilation non invasive (NS)	
ERAS, 2019 (14)	Bénéfice potentiel de la SI chez les patients à risque* de CPPO de chirurgie thoracique	1,19,60,89

* ≥ 75 ans, une classe ASA ≥ 3 , avec MPOC, tabagisme actif et/ou une obésité (IMC ≥ 30)

AARC : *American Association Respiratory Care*, ACP : *American College of Physicians*, ERAS : *Enhanced Recovery After Surgery*, SI : spirométrie incitative, CPPO : complications pulmonaires postopératoires, MIP : pression inspiratoire maximale, MEP : pression expiratoire maximale, ERP : exercices de respiration profonde, NS : non significatif

Effacité

Effacité clinique

Des études comparant l'efficacité clinique de la SI en chirurgie thoracique sont présentées au tableau 8. Ces études comparent la SI avec les soins usuels, dont la physiothérapie respiratoire qui inclut des ERP et une MP. Les études qui ne mentionnent que les changements des indicateurs de la fonction respiratoire sans évaluer l'impact clinique ne sont pas rapportées dans ce tableau résumé.

Parmi les six études rapportées (60,86,104-107), deux études étudient l'impact de la SI lorsque débutée en préopératoire (86,104). Une de ces deux études incluait également dans le groupe intervention des exercices musculaires en postopératoire et leurs impacts sur la force musculaire respiratoire (86). Dans cette étude, aucune différence statistiquement significative pour la fréquence des pneumonies et la force des muscles respiratoires ne fut observée entre les groupes d'intervention et de contrôle. Toutefois, une différence statistiquement significative au niveau de l'oxygénation fut notée au 4^e jour postopératoire en faveur du groupe d'intervention. Bilyy et al., dans une autre étude, ont observé une différence cliniquement et statistiquement significative pour la fréquence des pneumonies en postopératoire lorsque la SI est débutée avant l'opération (104). Toutefois, trois ÉRC sur la SI en postopératoire n'observent pas de différence statistiquement significative entre la SI et les autres techniques d'expansion pulmonaire pour diminuer les CPPO (19,60,105). Pour la durée de séjour hospitalier, seulement Agostini et al. ont noté une différence statistiquement significative de la durée de séjour hospitalier. Agostini et al. ont également observé un impact non significatif de la SI chez les patients à risque de CPPO. Quant à l'étude rétrospective dans le tableau 8, les auteurs ont conclu que la SI diminuait de manière significative le coût de l'hospitalisation par rapport au groupe soins usuels (VATS : SI + soins usuels \$5295,5 USD vs soins usuels \$5536,5\$ USD, thoracotomie : SI + soins usuels \$4864,6 USD vs soins usuels \$4904,6 USD) (106). Une diminution de la fréquence des pneumonies chez les cas de VATS a aussi été observée.

Toutes ces études sur la SI et la chirurgie thoracique n'ont pas observé d'effet indésirable à la SI. Seulement l'*American Association Respiratory Care* (AARC) de 2013 mentionne le développement

possible d'une hyperventilation ou d'une hypoxémie chez les patients qui nécessitent une thérapie oxygénique.

Technique et pratique

Bien que la SI soit une des interventions les plus utilisées pour favoriser l'expansion pulmonaire en postopératoire, il a été démontré, dans une étude, que la technique d'utilisation était adéquate dans seulement 26,2% des patients (108). Dans cette même étude basée sur un questionnaire aux patients, 38,1% des patients n'avaient pas utilisé de SI malgré l'enseignement et l'accès à cette technique. Selon un autre questionnaire, cette fois effectué auprès des professionnels de la santé, il a été noté que la SI n'était pas effectuée de manière optimale par les patients lors de leur séjour hospitalier (109). Le coût de la SI est également un élément à considérer. En effet, la SI coûtait par prix unitaire entre 2,50\$ et 3,14\$ avant 2019. Actuellement, le prix unitaire de la SI est en moyenne de 8,39\$ (évalué au Québec en septembre 2022). Ainsi, pour un centre de chirurgie thoracique au Québec, qui effectue plus de 200 résections pulmonaires par année, le coût de la SI s'élève à plus de 1600\$ par an. À large échelle, il a été estimé, aux États-Unis, que le coût total de la spirométrie annuelle en postopératoire est de \$1,04 milliard (110). Donc, ces études soulignent la place de l'éducation pour la SI aux patients surtout en période préopératoire et le coût qui y est relié. En effet, en période préopératoire, les patients peuvent se concentrer sur la technique de la SI, sans douleur et sans l'effet des narcotiques sur la concentration (72). En optimisant la technique de la SI, son effet sur l'expansion pulmonaire et la diminution de l'atélectasie pulmonaire pourra être mieux évalué ainsi que son coût réel.

Tableau 8

Liste des études cliniques sur l'impact clinique de la spirométrie incitative en chirurgie thoracique

Auteur, année (réf)	Pays	n total	Étude	Indicateurs cliniques	Groupe contrôle	Groupe SI		CPPO			Durée de séjour hospitalier (jour)		
						Fréquence	Période	Contrôle	SI	Valeur <i>p</i>	Contrôle	SI	Valeur <i>p</i>
Études en chirurgie thoracique sur la SI en postopératoire													
Gosselink, 2000 (60)	Royaume- Uni	67	ÉRC	CPPO ¹ Durée de séjour et USI Fonction pulmonaire	PR : ERP MP	2 fois/heure (10 inspirations profondes, suivi de toux)	Postop	4 (11,4)	4 (12,5)	NS	15 ± 7	14 ± 8	NR
Agostini, 2013 (107)	Royaume- Uni	180	ÉRC	CPPO ² Durée de séjour et USI Taux de létalité intra-hospitalier Fonction pulmonaire	PR : ERP MP	2 fois/heure (10 inspirations profondes, suivi de toux)	Postop	10 (23)	6 (14)	NS	5 (3)	6 (3)	0,047

Malik, 2018 (105)	Canada	387	ÉRC	CPPO Durée de séjour	PR : ERP MP	1 fois/heure (10 inspirations profondes, suivi de toux)	Postop	4 à 9 (2,1 à 4,6)	2 à 15 (1 à 7,8)	NS	4 (-)	4 (-)	0,342
Liu, 2019 (106)	Taiwan	7549	Rétrospective	Coût CPPO Durée de séjour	Soins usuels	NR	Postop	VATS: 5,5% Thoracotomie: 6,19%	VATS: 3,1% Thoracotomie: 5,56%	<0,05 NS	VATS: 18,3 ± 40,1 Thoracotomie: 23,3 ± 117,6	VATS: 19,3 ± 80,9 Thoracotomie: 19,5 ± 20,4	NS NS

Études en chirurgie thoracique sur la SI en préopératoire

Brocki, 2016 (86)	Danemark	68	ÉRC	SpO ₂ CPPO ³ Durée de séjour et USI	PR : ERP MP	2 fois / jour (30 inspirations avec ≥ 30% MIP) ⁴	Préop et postop	7 (21%)	2 (6%)	NS	8,4 ± 5,9	8,1 ± 5,1	NS
Bilyy, 2020 (104)	Royaume-Uni	62	Prospective	CPPO	Soins usuels	Variable selon les patients	Préop	11 (24, 4%)	1 (5,9%)	0,045	-	--	-

SI : spirométrie incitative, ÉRC : étude randomisée clinique, CPPO : complications pulmonaires postopératoires, NR : non rapporté, PR : physiothérapie respiratoire, ERP : exercices de respiration profonde, MP : mobilisation précoce, USI : unité de soins intensifs, Postop : postopératoire, Préop : préopératoire, NS : non significatif, SpO₂ : saturation périphérique d'oxygène, MIP : pression inspiratoire maximale, VATS : thoracoscopie

¹ radiographie anormale, fièvre, analyses microbiologiques

² patients à risque : âge \geq 75 ans, ASA \geq 3, MPOC, tabagisme actif ou IMC \geq 30 kg/m²

³ patients à risque : âge \geq 70 ans, VEMS ou DLCO \geq 70% de la valeur prédite ou pneumonectomie

⁴ débuter pour deux semaines après la chirurgie et tous les patients ont fait de SI et ERP en préopératoire

Chapitre 4 – Méthodologie

Justification de l'étude

Bien que la SI face partie intégrante des soins périopératoires, son utilisation et impact chez les patients à risque de CPPO à la suite d'une chirurgie thoracique demeurent incertaines, particulièrement lorsque la SI est initiée en préopératoire (86,104). Or avec le développement récent des programmes de préhabilitation (14,20-25,77,80), l'étude de l'impact de la SI en préopératoire sur les CPPO chez des patients à risque dans un contexte de résection pulmonaire contribuerait à établir le possible rôle de la SI dans la préhabilitation dans ce contexte. L'impact de la SI sur les CPPO peut s'évaluer de manière objective en répertoriant les CPPO et la durée de séjour hospitalier. D'ailleurs, il a été observé que les patients ayant des CPPO, ont un séjour hospitalier plus long (24,66). Il est de même pour la survie des patients, c'est-à-dire que la survie dans les cas de chirurgie thoracique est influencée par les comorbidités dont l'atteinte pulmonaire des patients (1-6,8). La préhabilitation et l'exercices auraient également un impact sur la qualité de vie des patients en diminuant l'anxiété et en favorisant une meilleure capacité fonctionnelle (24,54-55,79).

Présentement, les études effectuées sur la SI (tableau 8), dans un contexte de résection pulmonaire, portent surtout sur son utilisation en postopératoire. Deux études ont étudié la SI en préopératoire de résection pulmonaire. Dans l'étude de Brocki et al., tous les patients ont fait de la SI et des ERP en préopératoire, puis les patients ont été randomisés pour des exercices respiratoires avec $\geq 30\%$ de la MIP en postopératoire (86). L'objectif primaire de Brocki et al. était d'évaluer l'impact des exercices respiratoires en postopératoire. Ainsi, l'impact de la SI en préopératoire n'a pas été étudié spécifiquement. De plus, plus de 48% des cas ont eu une approche ouverte dans l'étude de Brocki et al., soit une thoracotomie, ce qui ne correspond actuellement pas à l'approche privilégiée (14). Une autre étude, celle de Bilyy et al., a étudié l'impact de l'utilisation de la SI en préopératoire de résection pulmonaire (104). Cette étude montre une diminution statistiquement significative des CPPO chez les 17 patients qui ont utilisé la SI par rapport aux 45 patients qui ne l'ont pas utilisé. Cependant, il s'agit d'une étude

prospective, un seul centre était étudié, et seulement 17 patients ont été évalués dans le groupe SI. Bref, cette étude avec ses limitations ne permet pas de confirmer un lien entre le SI et les CPPO.

La présente étude tente donc de répondre à la question suivante : quel est l'impact de l'utilisation de la SI en période préopératoire chez les patients à risque de CPPO à la suite d'une résection pulmonaire? Pour ce faire, une ÉRC avec des patients à risque de CPPO à la suite d'une résection pulmonaire et un programme préopératoire d'exercice inspiratoire basé sur la SI est présentée.

Objectifs

L'objectif primaire de cette étude était de déterminer si un programme préopératoire d'exercice inspiratoire basé sur la SI a un impact sur les CPPO en chirurgie thoracique, spécifiquement les résections pulmonaires, et ce chez des patients à risque de CPPO. Les CPPO étudiées sont l'atélectasie pulmonaire avec impact clinique, la pneumonie, les épanchements pleuraux nécessitant un drainage supplémentaire, l'empyème, le chylothorax, les fuites pulmonaires persistantes, la fistule broncho-pleurale, le SDRA et la ventilation mécanique de ≥ 48 heures ou réintubation orotrachéale non prévue. Il s'agit de CPPO de classe ≥ 2 selon la classification de Kroenke.

Les objectifs secondaires étaient de déterminer si l'utilisation de la SI initiée en préopératoire avait un effet sur la durée de séjour hospitalier et les complications de classe Clavien-Dindo ≥ 2 . L'impact de la SI initiée en préopératoire, de la présence de CPPO et du stade pathologique initial, dans les cas de néoplasies pulmonaires, sur la survie et sur la récurrence a été évalué. Un questionnaire sur la qualité de vie des patients en postopératoire de résection pulmonaire a également été réalisé.

Hypothèse

Notre hypothèse était qu'un programme préopératoire d'exercice inspiratoire basé sur la SI permettrait de réduire les CPPO chez les patients à risque après une chirurgie thoracique, particulièrement les résections pulmonaires. Sachant que l'incidence des CPPO en chirurgie thoracique est en moyenne de 40% selon l'approche et le type de résection (1,3,6-7,10), nous

avons visé une diminution de la moitié des CPPO avec ce programme d'exercice inspiratoire basé sur la SI. Cette diminution de la moitié des CPPO comme seuil est fondée sur les études antérieures sur la SI en pré et postopératoire pour les patients opérés en chirurgie thoracique, cardiaque ou abdominale (7,11,15-19,60,86,103-107).

Population à l'étude

La population à l'étude était les patients de ≥ 18 ans qui nécessitent une chirurgie thoracique élective, spécifiquement une résection pulmonaire. Le détail des critères d'inclusion et d'exclusion est présenté au tableau 9.

Tableau 9*Critères d'inclusion et d'exclusion de l'étude*

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
≥ 18 ans	Moins de 18 ans
Apte à consentir	Refus ou désistement du patient
Résection pulmonaire	Non apte à consentir
Avec ou sans résection pulmonaire antérieure	Grossesse en cours
Approche : thoracotomie ou VATS	VEMS < 30%
	DLCO < 30%
Avec ou sans traitements néoadjuvant ou adjuvant	VO ₂ max < 10cc/min/kg
1 ou plus facteurs de risque de CPPO ¹ :	
<ul style="list-style-type: none"> • Âge ≥ 70 ans, • Toux et crachat exacerbés • Diabétique • Tabagisme actif • MPOC selon TFR OU sous bronchodilatateurs OU selon médecin traitant • IMC ≥ 27 kg/m² • Classe fonctionnelle NYHA ≥ II • Syndrome d'apnée obstructive du sommeil 	Contre-indications à faire de la PR ² : <ul style="list-style-type: none"> • Infarctus du myocarde ou accident cérébrovasculaire depuis < 1 an • Angine instable • Anévrisme • Hémoptysie significative < 90 jours • Pathologie musculaire ou neurologique contraignant la PR

¹Basé sur les critères de Smetana et al. et Brooks-Brunn et al. 1999

²Selon les critères de Zhou et al, 2017

CPPO : complications pulmonaires postopératoires, NYHA : New York Heart Association, VATS : thoracoscopie, VEMS : volume expiré maximal en 1 seconde (L et % de la valeur prédite), DLCO : capacité de diffusion du monoxyde de carbone corrigée (%), PR : physiothérapie respiratoire

Devis de recherche et randomisation

Nous avons réalisé une ÉRC qui compare un groupe de patients avec les soins usuels en périopératoire d'une chirurgie thoracique avec un groupe qui a bénéficié d'un programme préopératoire d'exercice inspiratoire basé sur la SI en plus des soins usuels. Il s'agit d'une étude à simple insu, à l'insu des chirurgiens et du personnel médical lors de l'hospitalisation. Ni le chirurgien ou le physiothérapeute ou les autres professionnels de la santé impliqués dans les soins du patient en période périopératoire n'étaient au courant du groupe alloué au patient.

Les soins usuels en périopératoire incluait la physiothérapie respiratoire, les ERP en postopératoire à l'aide de la SI et la MP. La cessation tabagique a aussi été abordée avec les patients ayant un tabagisme actif à l'aide de l'entrevue motivationnelle promue par le Centre canadien sur les dépendances et l'usage de substances.

Les patients étaient recrutés en clinique, lors de la consultation pour une chirurgie thoracique, au département de chirurgie thoracique du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM). Le recrutement devait avoir lieu deux semaines ou plus avant l'opération. La période de recrutement des patients a eu lieu entre mai 2019 et juin 2020. Une fois le recrutement effectué, les patients étaient rencontrés en personne à la clinique d'investigations préopératoires pour consentir au projet et effectuer l'enseignement de la SI. Un consentement libre et éclairé a été obtenu pour tous les participants et ce, avant le processus de randomisation. L'étude a été réalisée en accord avec la Déclaration d'Helsinki. Le protocole de recherche a été approuvé par le comité d'éthique de la recherche du CHUM (18.176 – Approbation FINALE CÉR). Cette ÉRC a également enregistré sur <http://www.ClinicalTrials.gov>. Le numéro d'enregistrement de ce projet est le NCT03747380.

Une randomisation informatisée, sécurisée et anonyme à l'aide d'un programme informatisé et sécurisé a été effectuée à partir du site <https://www.randomizer.org>.

- Groupe contrôle : soins usuels en périopératoire
- Groupe SI + soins usuels en périopératoire

Collecte de données et interventions

Covariables

Nous avons collecté les variables suivantes :

- Âge
- Sexe
- Indicateurs des tests de fonction respiratoire préopératoire incluant le VEMS, VEMS/CVF, DLCO, VO₂max
- Antécédents médicaux
 - Statut tabagique
 - Indice de masse corporelle (IMC) kg/m²
 - Résection pulmonaire antérieure
 - MPOC
 - Asthme
 - Syndrome d'apnée obstructive du sommeil (SAOS)
 - Hypertension artérielle
 - Maladies coronariennes artérioscléreuses
 - Diabète
- Symptômes respiratoires
 - Crachats augmentés
 - Exacerbations toux
 - Dyspnée
- Échelle de Borg (annexe 1) pour l'entraînement musculaire inspiratoire préopératoire
- Données peropératoires
 - Classe ASA
 - Type de chirurgie
 - Approche chirurgicale
 - Conversion de l'approche
 - Perte sanguine peropératoire

- Transfusion de culots globulaires
- Données oncologiques
 - Traitements néoadjuvants
 - Traitements adjuvants
 - Stade oncologique pathologique selon 8^e Édition de l'*American Joint Committee on Cancer* (AJCC)
 - Histologie
 - Survie globale et sans récurrence
 - Récurrence
- Classification des complications selon Clavien-Dindo
- Durée d'hospitalisation et à l'USI
- Létalité à 30 jours

Complications pulmonaires postopératoires

Nous avons collecté les CPPO suivantes :

- Atélectasie pulmonaire avec impact clinique
 - Présence atélectasie pulmonaire à la radiographie 24 heures postopératoire ad congé avec un des autres éléments
 - Nécessitant une bronchoscopie pour toilette bronchique
 - Température > 37,5°C
 - Thérapie oxygénique
 - Délai pour le congé
- Infection pulmonaire aiguë – pneumonie avec deux des éléments
 - Anomalies radiographiques incluant infiltrat nouveau ou progressif ou consolidation ou cavité
 - Fièvre (38°C)
 - Leucopénie ou leucocytose
 - Confusion chez les patients de ≥ 70 ans
 - Sécrétions purulentes ou augmentation des sécrétions

- Toux ou dyspnée ou tachypnée
- Présence de ronchi ou souffle tubaire
- Thérapie oxygénique
- Épanchement pleural nécessitant un drainage supplémentaire
- Empyème
 - Analyse du liquide pleural:
 - Présence de pus
 - Analyse cellulaire avec leucocytose
 - Ph < 7,20
 - Glucose < 60mg/dl
 - Lactate déshydrogénase élevée
 - Protéine élevée
 - Culture positive
- Chylothorax
 - Apparence laiteuse
 - Triglycéride pleural > 110 mg/dL et cholestérol < 200mg/dL
- Fuite pulmonaire persistante, soit ≥ 5 jours
- Fistule broncho-pleurale
- SDRA
 - Épisode aiguë
 - Hypoxémie artérielle via le rapport pression partielle artérielle en oxygène sur fraction inspirée en oxygène ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) < 200
 - Infiltrats pulmonaires bilatéraux
 - Sans évidence d'hypertension au niveau de l'oreillette gauche
 - Risques de facteurs reconnus
- Ventilation mécanique de > 48 heures ou réintubation orotrachéale non prévues

Échelle de qualité de vie SF-12 (annexe 2)

Il s'agit d'un questionnaire validé en médecine qui prend en considération l'aspect physique et mental pour établir la qualité de vie des patients. Il comporte 12 questions qui proviennent du *Medical Outcomes Study Short-Form General Health Survey*.

Spirométrie incitative

- Groupe contrôle : soins usuels en périopératoire
 - Optimisation des traitements des comorbidités en préopératoire
 - Physiothérapie respiratoire en postopératoire
 - ERP en postopératoire à l'aide de la SI
 - MP en postopératoire
 - Motivation pour la cessation tabagique si tabagisme actif
- Groupe SI + soins usuels en périopératoire
 - Rencontre et enseignement avec les patients à la clinique d'investigations préopératoires sur la SI. Remise des feuillets d'information et journaux des exercices respiratoires (annexe 3).
 - Au moins 2 semaines avant la chirurgie, entraînement musculaire inspiratoire préopératoire basé sur le SI et le protocole *I COUGH* (durée: 5 minutes, 4 fois par jour):
 - Inspiration profonde de 3 secondes à l'aide de la SI, une dizaine de fois, et ce, 4 fois par jour
 - Après 10 fois, toux
 - Expectorations des sécrétions si présentes
 - Encourager à faire 2 marches de 15 minutes par jour jusqu'à la chirurgie
 - Soins usuels périopératoires

Analyses statistiques

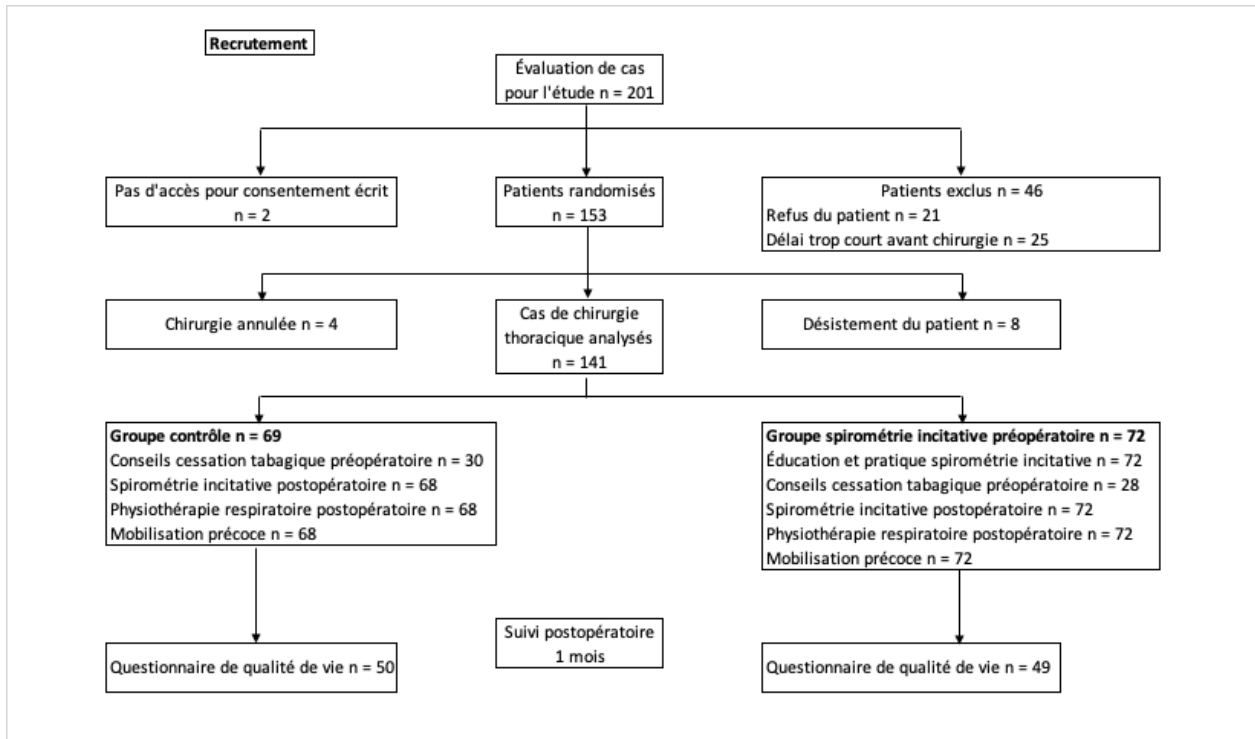
La taille d'échantillon des groupes pour l'étude a été calculée à l'aide de <https://clincalc.com/stats/samplesize.aspx>. En tenant compte du devis de recherche et de l'objectif primaire qui est une variable catégorielle dichotomique (présence ou absence de CPPO).

L'incidence de CPPO pour le groupe contrôle a été fixée à 40% et à 20% pour le groupe SI, soit une diminution de 50%. La valeur p pour déterminer un impact significatif statistiquement a été mise à $p < 0,05$, soit l'erreur alpha, avec une puissance de 0,80. Or, une taille d'échantillon pour chaque groupe de 81 patients a été calculée pour un total de 162 patients. Afin de prévenir les chirurgies annulées, les désistements et les pertes au suivi, nous avons établi de recruter un total de 200 patients. Toutefois, avec la pandémie et l'impact sur le système médical associé, nous avons recruté moins de patients (figure 5). Une modification acceptée par le comité d'éthique du CHUM a été apportée au protocole en mai 2020 afin de recruter les patients par téléphone. Toutefois, le consentement et l'enseignement se faisaient en personne à la clinique des investigations préopératoires. Une vidéo pour le recrutement a aussi été envoyée aux patients par courriel.

L'analyse des données a été effectuée avec le programme SPSS version 25 pour Windows (IBM Corp., Marmont, NY, USA). Les variables continues normalement distribuées sont présentées sous la forme de la moyenne avec l'écart type (tests de normalités Shapiro-Wilk). Les variables continues qui ne sont pas normalement distribuées sont présentées sous la forme de la médiane avec l'écart interquartile. Des tableaux et histogrammes représentant les fréquences ont été faits pour évaluer les données descriptives. Quant aux variables catégorielles, elles sont présentées sous la forme de décompte (n) et pourcentage. Pour les variables continues, les comparaisons de groupes ont été faites avec le test T de Student pour variables normalement distribuées et le test U de Mann-Whitney pour variables non normalement distribuées. Pour les variables catégorielles, la comparaison a été faite par le test de chi-carré de Pearson et le test exact de Fisher. Une analyse multivariée de régression logistique multiple a été faite pour identifier les facteurs probables liés au CPPO à la suite d'une chirurgie thoracique. La survie globale et la survie sans récurrence ont été mesurées par la méthode Kaplan Meier avec le test Log-Rank avec un seuil de signification statistique de $p < 0,05$. Aucune imputation n'a été réalisée pour les valeurs manquantes.

Figure 5

Diagramme CONSORT



Le diagramme CONSORT qui présente un total de 201 cas initialement recruté dont 146 cas randomisés. Des cas randomisés, 141 cas ont été analysés dont 69 cas dans le groupe contrôle (soins usuels) et 72 cas dans le groupe spirométrie incitative préopératoire (SI + soins usuels). Le nombre de cas qui a effectué le questionnaire de qualité de vie lors du suivi postopératoire est également indiqué pour chaque groupe, soit 50 dans le groupe contrôle et 49 dans le groupe spirométrie incitative préopératoire.

Chapitre 5 – Présentation et analyse des résultats

Analyse descriptive

La description des données cliniques et démographiques des patients de l'étude est présentée dans le tableau 10.

Caractéristiques cliniques des patients

Les groupes randomisés sont balancés pour l'âge, le genre, l'indice de masse corporelle, le statut tabagique et les comorbidités. Un total de 141 patients fut analysé, soit 72 patients dans le groupe SI + soins usuels et 69 patients dans le groupe soins usuels. Dans le groupe qui a initié la SI en préopératoire, il fut observé qu'il présentait plus de symptômes respiratoires, tels que l'essoufflement, l'exacerbation de la toux et des crachats ou de l'hémoptysie, par rapport au groupe soins usuels (SI + soins usuels : 20,8% vs soins usuels : 7,2% ($p = 0,021$)). L'histologie des lésions réséquées, le stade pathologique et les traitements multimodaux reçus étaient également balancés pour la randomisation.

Indicateurs préopératoires de la fonction respiratoire

Pour ce qui est des indicateurs préopératoires de la fonction respiratoire, le VEMS, le rapport VEMS/CVF, la DLCO corrigée sont tous balancés pour les deux groupes randomisés (tableau 11). Pour le volume maximum d'oxygène consommé par minute et par kilogramme de masse corporelle, soit le VO_2 max, il a été mesuré chez 7 patients (3,7%) afin d'établir leur niveau cardiopulmonaire. Pour l'échelle de Borg pour la dyspnée, la majorité des patients dans les deux groupes ne présentait pas d'essoufflement ou un très léger essoufflement (SI + soins usuels : 79,2% vs soins usuels : 92,8%). Dans le groupe SI + soins usuels, 9 patients (12,5%) ont toutefois rapporté un essoufflement léger en comparaison à 4 patients (5,8%) dans le groupe de soins usuels ($p = 0,054$). Cette différence non significative pourrait expliquer en partie le déséquilibre observé entre les groupes pour les symptômes respiratoires préopératoires.

Déterminants oncologiques

La majorité des résections pulmonaires a été effectuée pour des néoplasies pulmonaires (tableau 12). Au total, 16 cas (11,3%) n'étaient pas des néoplasies pulmonaires. Il s'agissait, soit de métastases pulmonaires d'une autre origine ou de lésions bénignes. Pour les cas de néoplasie pulmonaire, 90 patients (63,8%) avaient une histologie d'adénocarcinome pulmonaire, 22 patients (15,6%) avaient un épidermoïde pulmonaire, 12 (8,6%) avaient des néoplasies pulmonaires moins fréquentes et 1 patient (0,7%) avait une néoplasie pulmonaire à petites cellules. Au niveau du stade pathologique établi par l'AJCC 8^e édition, 85 patients (68,0%) avaient un stade de cancer pulmonaire local alors que 40 patients (32%) avaient un stade au moins localement avancé. Des traitements néoadjuvants et adjuvants ont été reçus en plus de la chirurgie thoracique dans 41 cas (29,1%).

Tableau 10*Description des patients de l'étude*

Variabiles	Total	Groupe contrôle	Groupe SI	Valeur p
Patient, n (%)	141	69 (48,9)	72 (51,1)	
Âge (ans) médiane (écart interquartile)	70 (63-70)	70 (64-74)	69 (61-74)	0,470
Genre, n (%)				0,215
Homme	54 (38,3)	30 (43,5)	24 (33,3)	
Femme	87 (61,7)	39 (56,5)	48 (66,7)	
Tabagisme n (%)				0,580*
Aucun	10 (7,1)	3 (4,3)	7 (9,6)	
Ancien (arrêt > de 3 mois)	73 (51,8)	36 (52,2)	37 (51,4)	
Actif	58 (41,1)	30 (43,5)	28 (38,9)	
Paquet-années médiane (écart interquartile)	40 (20-50)	40 (20-50)	40 (20-50)	0,672
IMC (kg/m ²) médiane (écart interquartile)	27,3 (23,5-30,7)	26,9 (23,7-30,0)	28,6(23,4-31,8)	0,453
Atcd résection pulmonaire, n (%)				0,810
Oui	11 (7,8)	5 (7,2)	6 (8,3)	
Non	130 (92,2)	64 (92,8)	66 (91,7)	
MPOC, n (%)				0,421
Oui	81 (57,4)	42 (60,9)	39 (54,2)	
Non	60 (42,6)	27 (39,1)	33 (45,8)	
Asthme, n (%)				0,464
Oui	15 (10,6)	6 (8,7)	9 (12,5)	
Non	126 (89,4)	63 (91,3)	63 (87,5)	
SAOS, n (%)				0,269
Oui	7 (5,0)	2 (2,9)	5 (6,9)	
Non	134 (95,0)	67 (97,1)	67 (93,1)	

Variables (Suite)	Total	Groupe contrôle	Groupe SI	Valeur <i>p</i>
HTA, n (%)				0,552
Oui	72 (51,1)	37 (53,6)	35 (48,6)	
Non	69 (48,9)	32 (46,4)	37 (51,4)	
MCAS, n (%)				0,918
Oui	20 (14,2)	10 (14,5)	10 (13,9)	
Non	121 (85,8)	59 (85,5)	62 (86,1)	
Diabétique, n (%)				0,735
Oui	25 (17,7)	13 (18,8)	12 (16,7)	
Non	116 (82,3)	56 (81,2)	60 (83,3)	
Symptômes respiratoires				0,021
Oui	20 (14,2)	5 (7,2)	15 (20,8)	
Non	121 (85,8)	64 (92,8)	57 (79,2)	

*Statut tabagique regroupé par tabagisme actif ou non actif

SI : spirométrie incitative, IMC : indice de masse corporelle, Atcd : antécédent, MPOC : maladie pulmonaire obstructive chronique, SAOS : syndrome d'apnée obstructive du sommeil, HTA : hypertension artérielle, MCAS : maladie coronarienne artérioscléreuse

Tableau 11*Indicateurs préopératoires de la fonction respiratoire*

Variables	Total	Groupe contrôle	Groupe SI	Valeur <i>p</i>
VEMS (L) moyenne \pm écart-type	2,2 \pm 0,6	2,2 \pm 0,7	2,2 \pm 0,6	0,923
VEMS (%) moyenne \pm écart-type	87,4 \pm 19,1	86,5 \pm 20,0	88,2 \pm 17,2	0,590
VEMS/CVF moyenne \pm écart-type	0,71 \pm 0,11	0,71 \pm 0,12	0,70 \pm 0,11	0,871
DLCO corrigée (%) moyenne \pm écart-type	77,7 \pm 17,4	77,3 \pm 17,3	78,1 \pm 17,5	0,771
Dyspnée échelle de Borg préopératoire, n (%)				0,054
0 à 1	121 (63,7)	64 (92,8)	57 (79,2)	
2 à 3	13 (6,8)	4 (5,8)	9 (12,5)	
4 à 6	7 (3,7)	1 (1,4)	6 (8,3)	
≥ 7	0	0	0	

SI: spirométrie incitative, VEMS: volume expiré maximal en 1 seconde (% de la valeur prédite), CVF : capacité vitale forcée, DLCO: capacité de diffusion du monoxyde de carbone corrigée

Tableau 12*Déterminants oncologiques des cas de résection pulmonaire*

Variables	Total	Groupe contrôle	Groupe SI	Valeur <i>p</i>
Stade pathologique pour le cancer pulmonaire AJCC 8th Ed, n (%)				0,759 ²
0	1 (0,5)	0	1 (1,4)	
IA1	9 (4,7)	4 (5,8)	5 (6,9)	
IA2	33 (17,3)	16 (23,1)	17 (23,6)	
IA3	14 (7,4)	8 (11,6)	6 (8,3)	
IB	28 (14,7)	12 (17,4)	16 (22,2)	
IIA	10 (5,3)	6 (8,7)	4 (5,6)	
IIB	18 (9,5)	8 (11,6)	10 (13,9)	
IIIA	7 (3,7)	4 (5,8)	3 (4,2)	
IIIB	4 (2,1)	1 (1,4)	3 (4,2)	
IIIC	0	0	0	
IVA	1 (0,5)	1 (1,4)	0	
Histologie, n (%)				0,163
Adénocarcinome pulmonaire	90 (63,8)	41 (59,4)	49 (68,1)	
Épidermoïde pulmonaire	22 (15,6)	15 (21,7)	7 (9,7)	
Carcinome à petites cellules pulmonaire	1 (0,7)	1 (1,4)	0	
Autre ¹	28 (19,9)	12 (17,4)	16 (22,2)	
Traitement multimodal, n (%)				0,998
Néoadjuvant	6 (3,2)	3 (4,3)	3 (4,2)	
Adjuvant	35 (18,4)	17 (24,6)	18 (25,0)	
Aucun	100 (52,6)	49 (71,0)	51 (70,8)	

¹Regroupe métastases pulmonaires, néoplasies pulmonaires moins fréquentes et lésions bénignes

²Tableau croisé entre les groupes pour comparaison des stades pathologies 0-I (local) et stades \geq II (avancé)

SI : spirométrie incitative, AJCC : *American Joint Committee on Cancer*

Complications pulmonaires postopératoires

Facteurs peropératoires de risque de complications pulmonaires

Pour ce qui est des facteurs peropératoires reconnus de risque de CPPO (tableau 13), la classe de l'*American Society of Anesthesiologists* (ASA) des patients opérés était de ≥ 3 dans 76 cas (53,9%). Dans cette étude, la majorité des chirurgies était une lobectomie pulmonaire (n= 119, 84,4%). Les autres résections pulmonaires effectuées étaient des bilobectomies (n = 7, 5,0%), pneumonectomies (n = 5, 3,5%), résections cunéiformes (n = 6, 4,3%) et segmentectomies anatomiques (n = 4, 2,8%). L'approche privilégiée pour les résections pulmonaires était la VATS (n = 129, 91,5%), soit l'approche moins invasive, par rapport à 12 cas (8,5%) de thoracotomie ou conversion. La durée médiane de l'intervention chirurgicale était de 101 min (écart interquartile: 80-130 min). Au total, 18 patients ont bénéficié de transfusions sanguines lors de la chirurgie thoracique ou pendant leur séjour hospitalier.

Impact de la spirométrie incitative initiée en préopératoire

L'incidence de CPPO survenus, lors de cette étude, est de 38,3%, soit 54 cas (tableau 14). Les CPPO observées pendant l'étude étaient l'atélectasie pulmonaire avec impact clinique (n = 23, 16,3%), la pneumonie et bronchospasme (n = 12, 8,5%), l'empyème pulmonaire (n = 2, 1,4%), le SDRA (n = 4, 2,8%), la nécessité d'un drainage pleural supplémentaire (n = 4, 2,8%) et la présence d'une fuite pulmonaire persistante (≥ 5 jours) (n = 30, 21,3%). Aucun cas d'embolie pulmonaire, de chylothorax ou de fistule bronchopleurale n'a été noté dans les 30 premiers jours suivant une chirurgie thoracique dans cette étude.

Entre les deux groupes de traitement, une incidence significativement moins élevée d'atélectasie pulmonaire avec impact clinique fut observée dans le groupe qui a initié la SI en préopératoire (SI + soins usuels : 7 (9,7%) vs soins usuels : 16 (23,2%), $p = 0,031$). L'incidence des autres CPPO était similaire entre les deux groupes, à savoir pneumonie et bronchospasme (SI + soins usuels : 6

(8,3%) vs soins usuels : 6 (8,7%), $p = 0,939$), empyème pulmonaire (SI + soins usuels : 2 (2,8%) vs soins usuels : 0, $p = 0,497$), SDRA (SI + soins usuels : 2 (2,8%) vs soins usuels : 2 (2,9%), $p = 1,000$), drainage pleural supplémentaire (SI + soins usuels : 4 (5,6%) vs soins usuels : 0, $p = 0,120$) et fuite pulmonaire persistante (SI + soins usuels : 16 (22,2%) vs soins usuels : 14 (20,3%), $p = 0,779$).

Analyse de sous-groupe

Une analyse de sous-groupe pour l'ensemble des CPPO, et de manière individuelle, pour l'atélectasie pulmonaire avec impact clinique et la pneumonie/bronchospasme a été réalisée en tenant compte de l'approche chirurgicale (VATS vs thoracotomie ou conversion), du type de résection pulmonaire et de la présence de MPOC. Dans les patients opérés par VATS, le groupe SI + soins usuels développe moins d'atélectasie pulmonaire avec impact clinique que le groupe soins usuels (SI + soins usuels : 5 (7,5%) vs soins usuels : 14 (22,6%), $p = 0,015$). Dans les patients opérés pour une lobectomie pulmonaire, le groupe SI + soins usuels développe moins d'atélectasie pulmonaire avec impact clinique que le groupe soins usuels (SI + soins usuels : 4 (7,0%) vs soins usuels : 14 (22,6%), $p = 0,018$). Chez les patients avec MPOC, pas de différence entre les deux groupes de traitement n'a été observé pour l'incidence des CPPO.

Tableau 13*Facteurs opératoires de risque de complications pulmonaires postopératoires*

Variables	Total	Groupe contrôle	Groupe SI	Valeur <i>p</i>
Classe ASA, n (%)				0,367
1	2 (1,4)	0	2 (2,8)	
2	63 (44,7)	32 (46,4)	31 (43,1)	
3	76 (53,9)	37 (53,6)	39 (54,2)	
4	0	0	0	
Type de chirurgie, n (%)				0,218
Lobectomie	119 (84,4)	62 (89,9)	57 (79,2)	
Bilobectomie	7 (5,0)	4 (5,8)	3 (4,2)	
Pneumonectomie	5 (3,5)	1 (1,4)	4 (5,6)	
Résection cunéiforme	6 (4,3)	1 (1,4)	5 (6,9)	
Segmentectomie anatomique	4 (2,8)	1 (1,4)	3 (4,2)	
Approche				0,496
VATS, n (%)	129 (91,5)	62 (89,9)	67 (93,1)	
Conversion ou thoracotomie, n (%)	12 (8,5)	7 (10,1)	5 (6,9)	
Durée de l'opération (min)				0,238
Médiane (écart interquartile)	101 (80-130)	99 (76-127)	108 (84-135)	
Perte sanguine (mL)*				0,703
Minime, n (%)	65 (46,1)	34 (49,3)	31 (43,1)	0,459
Médiane (écart interquartile)	200 (200-300)	200 (200-300)	200 (200-300)	
Transfusion de culots globulaires, n	18	8	10	0,666

* Lorsque indiqué minime dans le protocole opératoire, attribution de perte sanguine de moins de 200mL pour les moyennes

SI : spirométrie incitative, ASA : *American Society of Anesthesiologists*, VATS : thoracoscopie

Tableau 14*Durée de séjour hospitalier et complications postopératoires en chirurgie thoracique*

Variables	Total	Groupe contrôle	Groupe SI	Valeur <i>p</i>
Durée de séjour (jour)				
Médiane du séjour hospitalier (écart interquartile)	5,0 (3,0-8,0)	5,0 (4,0-8,0)	5,0 (3,0-7,0)	0,450
Moyenne du séjour USI ± écart-type	12,2 ± 11,7	12,0	12,2 ± 13,1	0,990
3 jours ou moins de séjour, n (%)	39 (27,7)	14 (20,3)	25 (34,7)	0,062
Complications pulmonaires, n (%)				
Atélectasie avec impact clinique	23 (16,3)	16 (23,2)	7 (9,7)	0,031
Pneumonie/bronchospasme	12 (8,5)	6 (8,7)	6 (8,3)	0,939
Empyème	2 (1,4)	0	2 (2,8)	0,497
SDRA	4 (2,8)	2 (2,9)	2 (2,8)	1,000
Drainage pleural	4 (2,8)	0	4 (5,6)	0,120
Fuite pulmonaire persistante	30 (21,3)	14 (20,3)	16 (22,2)	0,779
Complications cardiaques, n (%)				
Complications néphrologiques, n (%)	11 (7,8)	5 (7,2)	6 (8,3)	0,810
Complications gastro-intestinales, n (%)	7 (5,0)	5 (7,2)	2 (2,8)	0,268
Complications gastro-intestinales, n (%)	2 (1,4)	1 (1,4)	1 (1,4)	1,000
Complications neurologiques/delirium, n (%)	3 (2,1)	3 (4,3)	0	0,115
Complications infectieuses*, n (%)	15 (10,6)	7 (10,1)	8 (11,1)	0,852
Classes de complications Clavien-Dindo ≥ 2 n (%)				
Oui	70 (49,6)	34 (48,6)	36 (51,4)	
Non	71 (50,4)	35 (49,3)	36 (50,7)	

*Inclus les infections pulmonaires et de la plèvre, USI : unité de soins intensifs

Objectifs secondaires

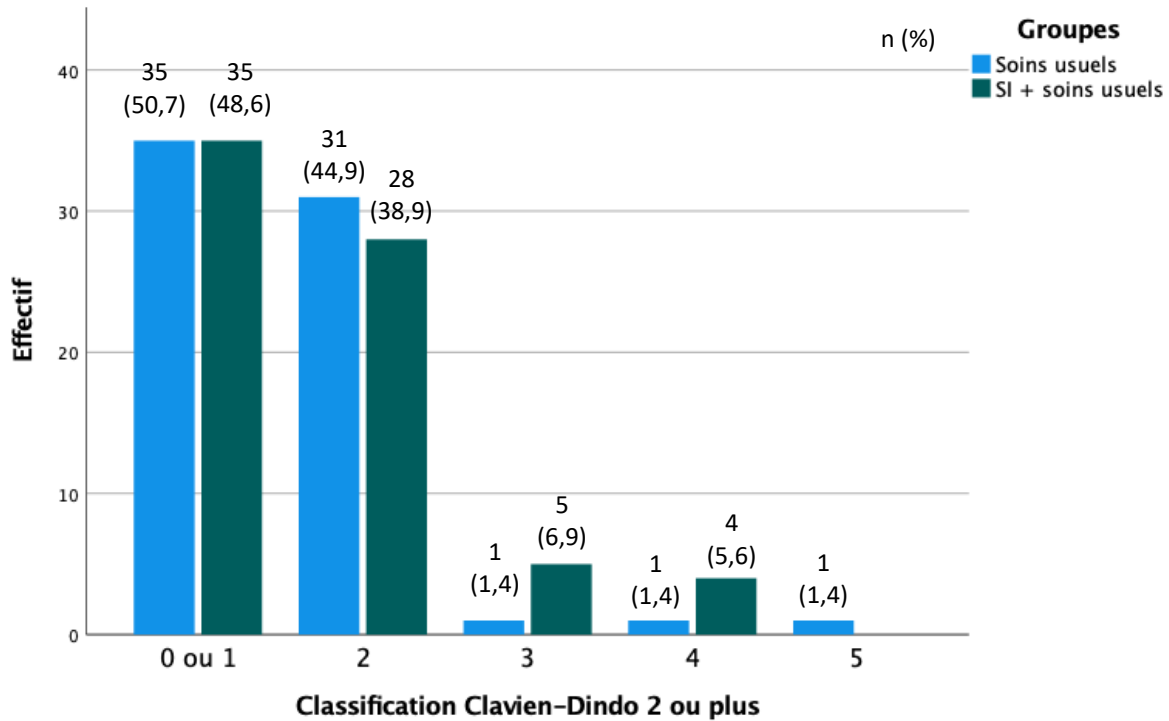
Les objectifs secondaires sont résumés au tableau 14 et aux figures 6,7 et 8.

Complications postopératoires

L'incidence des complications postopératoires autre que pulmonaires est de 11 cas (7,8%) pour les complications cardiaques, de 7 cas (5,0%) pour les complications néphrologiques, de 2 cas (1,4%) pour les complications gastro-intestinales, de 3 cas (2,1%) pour les complications neurologiques incluant le delirium et de 15 cas (10,6%) pour les complications infectieuses. Pas de différence entre les deux groupes de traitement n'a été observé pour les complications postopératoires autre que les CPPO. En résumé, 70 patients (49,6%) ont eu une complication de la classe de Clavien-Dindo ≥ 2 (figure 6), dont un décès à la suite d'une insuffisance respiratoire.

Figure 6

Diagramme en barres du nombre de complications postopératoires selon la classe Clavien-Dindo, juxtaposé par groupes soins usuels avec ou sans spirométrie incitative



Le diagramme en barres présente le nombre et pourcentage de complications postopératoires selon la classe Clavien-Dindo dans les groupes contrôle (soins usuels) et spirométrie incitative préopératoire (SI + soins usuels). Les classes 0 et 1 de Clavien-Dindo sont regroupées dans ce diagramme.

Une analyse multivariée a été réalisée (tableau 15) afin d'établir l'impact de la SI initiée en préopératoire et des facteurs de risque reconnus comme ayant un impact sur les complications après une chirurgie thoracique. Les facteurs de risque reconnus retenus pour cette analyse de régression logistique multiple sont la classe ASA ≥ 3 , l'âge et le genre des patients, l'IMC et le statut tabagique. Dans cette analyse multivariée, le groupe soins usuels développe plus d'atélectasie pulmonaire avec impact clinique que le groupe SI + soins usuels (OR 3,046, IC95%: 1,108 - 8,372). Il a également été noté que les patients ayant une classe ASA ≥ 3 développent plus d'atélectasie pulmonaire avec impact clinique que les patients avec une classe ASA < 3 (OR 0,247, IC95%: 0,079 - 0,774).

Tableau 15

Analyse par régression logistique multiple des complications postopératoires en chirurgie thoracique

Variables	Classification Clavien-Dindo ≥ 2		CPPO		Atélectasie avec impact clinique		Pneumonie et Bronchospasme	
	OR	IC (95%)	OR	IC (95%)	OR	IC (95%)	OR	IC (95%)
Sans SI préopératoire	0,971	0,49 - 1,924	1,088	0,542 - 2,181	3,046	1,108 - 8,372	0,979	0,157 - 2,464
ASA < 3	0,501	0,239 - 1,051	0,557	0,262 - 1,180	0,247	0,079 - 0,774	0,622	0,287 - 3,341
Âge	0,982	0,938 - 1,027	0,989	0,944 - 1,035	1,051	0,975 - 1,133	0,983	0,905 - 1,067
Genre	0,886	0,423 - 1,853	0,887	0,419 - 1,874	0,493	0,177 - 1,369	2,442	0,657 - 9,080
IMC	0,961	0,9 - 1,026	0,983	0,92 - 1,050	1,054	0,962 - 1,155	0,911	0,799 - 1,040
Statut tabagique*	0,891	0,42 - 1,888	0,955	0,443 - 2,058	0,796	0,256 - 2,470	2,131	0,504 - 9,002

*Regroupé en statut actif ou non actif

CPPO : complications pulmonaires postopératoires, OR : rapport des cotes, IC (95%) : intervalle de confiance 95%, SI : spirométrie incitative, ASA : *American Society of Anesthesiologists*, IMC : indice de masse corporelle

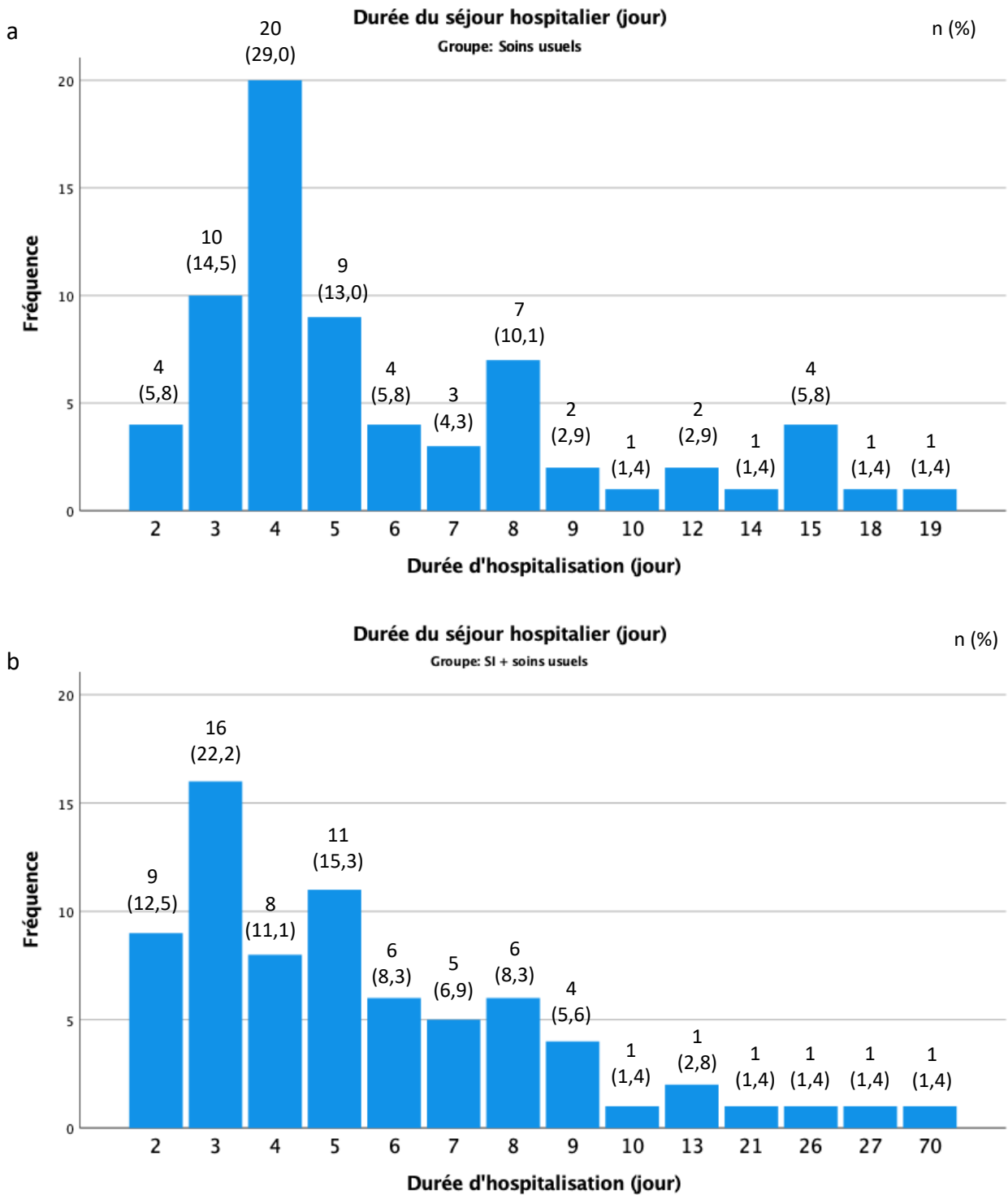
Durée de séjour hospitalier

Dans les deux groupes de traitement, la durée de séjour hospitalier suit une distribution non normalement distribuée (figure 7). Au total, 20,3% (n = 14) des patients dans le groupe soins usuels ont eu un séjour hospitalier de 3 jours ou moins en comparaison à 34,7% (n= 25) des patients qui ont fait de la SI en préopératoire avec les soins usuels ($p = 0,062$). Chez les patients ayant débuté la SI en préopératoire, le congé hospitalier a lieu le plus fréquemment au 3^e jour postopératoire (n = 16, 22,2%). Alors que chez les patients ayant bénéficié des soins usuels, le congé hospitalier a lieu le plus fréquemment au 4^e jour postopératoire (n = 20, 29,0%). Cette différence de séjour hospitalier n'est pas significative statistiquement ($p = 0,450$).

Pour le séjour aux soins intensifs non prévu, un total de 6 patients a dû être transféré aux soins intensifs pour une période allant d'une journée à 33 jours (SI+ soins usuels : 5 (6,4%) vs soins usuels : 1 (1,4%), $p = 0,209$).

Figure 7

Histogrammes de la durée de séjour hospitalier par groupes soins usuels avec ou sans spirométrie incitative



Les histogrammes présentent la durée de séjour hospitalier pour le groupe (a) contrôle (soins usuels) et le groupe (b) spirométrie incitative préopératoire (SI + soins usuels).

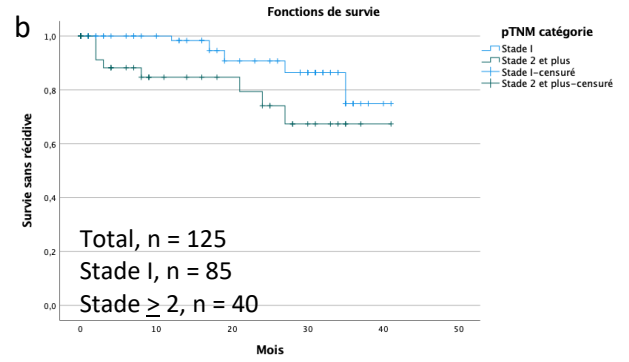
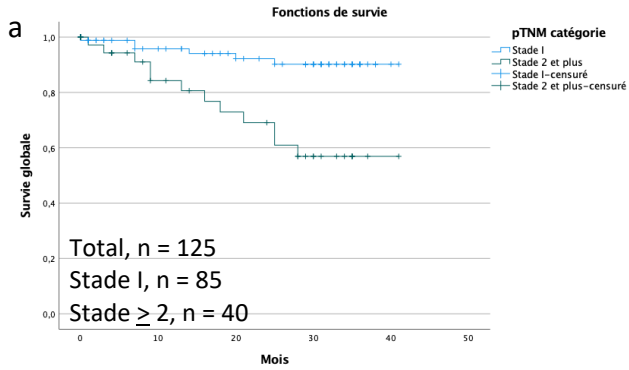
Survie globale et survie sans récurrence

La survie globale et la survie sans récurrence des patients de l'étude sont présentées dans la figure 8. Pour ce qui est de la survie globale, le stade pathologique chez les patients avec néoplasie pulmonaire ainsi que la classe de complications postopératoires Clavien-Dindo semblent avoir un impact. En effet, les patients avec un stade oncologique au moins localement avancé ($p < 0,001$) ou ayant eu une complication postopératoire de classe ≥ 2 ($p < 0,032$), ont une survie globale dans les deux premières années diminuées. Pour la survie sans récurrence, il est montré que les patients avec un stade oncologique au moins localement avancé sont plus à risque de récurrencer de leur cancer dans les deux premières années que les patients avec un stade oncologique local ($p < 0,039$).

Pour ce qui est de l'initiation de la SI en préopératoire, elle n'a pas d'impact sur la survie globale ou la survie sans récurrence par rapport aux soins usuels ($p > 0,05$).

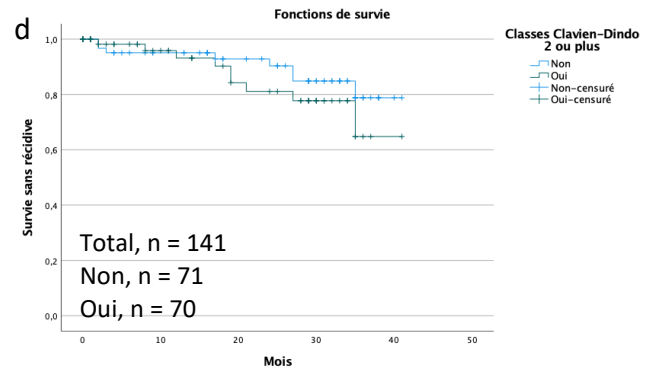
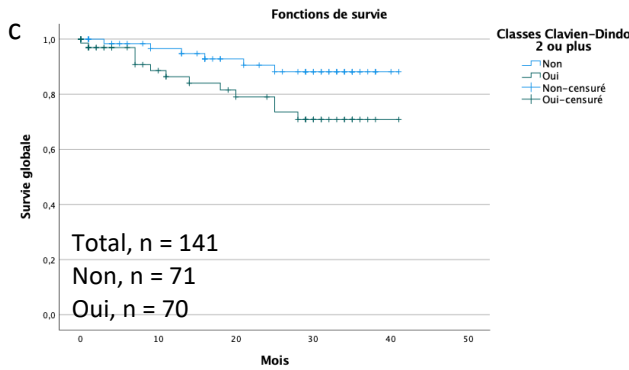
Figure 8

Courbes Kaplan-Meier sur la survie globale et survie sans récurrence selon le stade pathologique, la classe de complications selon Clavien-Dindo et les groupes de soins usuels avec ou sans spirométrie incitative



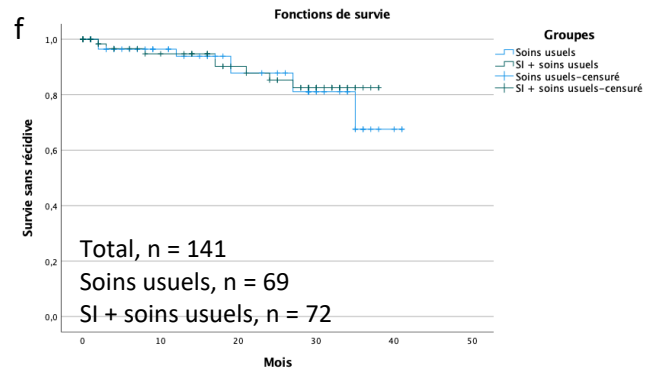
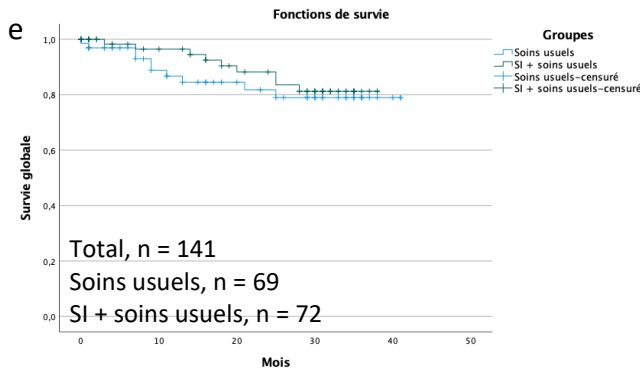
Log Rank test $p < 0,001$

Log Rank test $p = 0,039$



Log Rank test $p = 0,032$

Log Rank test $p = 0,357$



Log Rank test $p = 0,513$

Log Rank test $p = 0,644$

Courbes Kaplan-Meier sur la survie globale et survie sans récurrence selon le stade pathologique (a et b), la classe de complications selon Clavien-Dindo (c et d), et les groupes de contrôle (soins usuels) et avec spirométrie incitative préopératoire (SI + soins usuels) (e et f).

Qualité de vie

Un questionnaire sur la qualité de vie physique et mentale a été effectué auprès des patients en postopératoire de la chirurgie thoracique (n total = 99, SI + soins usuels = 49 et soins usuels = 50). Pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes de traitement n'est observée pour les scores sur la qualité de vie au niveau physique et mental (score physique médian (écart interquartile) : SI + soins usuels : 44,7 (34,4-48,8) vs soins usuels : 42,1 (32,7-47,6), $p = 0,215$; score mental médian (écart interquartile) : SI + soins usuels : 51,7 (42,4-56,1) vs soins usuels : 49,7 (40,2-56,0), $p = 0,656$). Toutefois, nous observons une atteinte de la qualité de vie physique lorsque nous comparons nos scores avec le score moyen de la population en général. Dans notre population, une différence de -8,7 pour le score physique et une différence de -1,6 pour le score mental furent notées par rapport au score moyen de la population en général. Les scores obtenus, dans cette étude, n'étaient pas normalement distribués.

Chapitre 6 – Discussion générale

Résumé des résultats

Dans notre ÉRC effectuée auprès d'adultes opérés pour une chirurgie thoracique, un total de 38,3% des patients ont développé une CPPO. L'atélectasie pulmonaire avec impact clinique semble, comme nous l'avions présumé, être diminuée de manière statistiquement significative chez les patients ayant débuté la SI en préopératoire en comparaison avec le groupe soins usuels (SI + soins usuels 9,7% vs soins usuels 23,2%, $p = 0,031$). Dans une analyse multivariée par régression logistique multiple qui tenait compte de facteurs confondants tels que l'âge, le genre, l'IMC, le statut tabagique et la classe ASA, le groupe soins usuels développe plus d'atélectasie pulmonaire avec impact clinique que le groupe SI + soins usuels (OR 3,046, IC95%: 1,108 - 8,372). D'ailleurs, le séjour hospitalier était de ≤ 3 jours dans 34,7% du groupe SI + soins usuels et 20,3% du groupe soins usuels ($p = 0,062$). L'impact de débiter la SI en préopératoire semblait bénéficier davantage aux patients ayant eu une VATS ou lobectomie pulmonaire. La SI débutée en préopératoire n'a pas d'impact statistiquement significatif, dans notre étude, pour les autres CPPO.

Complications pulmonaires postopératoires et spirométrie incitative

Dans la littérature, l'incidence des CPPO pour la chirurgie thoracique varie entre de 7,5 à 59% selon l'intervention et l'approche (1,3,6-7). L'incidence des CPPO obtenue dans cette étude correspond à la moyenne des incidences observées dans les études récentes chez une population à risque.

L'impact de la SI initiée en préopératoire, spécifiquement sur l'atélectasie pulmonaire avec impact clinique que nous avons observée correspond aux résultats présentés dans le protocole / *COUGH* (81-82). En effet, l'éducation aux patients dans des conditions optimales, c'est-à-dire sans douleur ni médicaments qui altèrent l'état de conscience et de concentration, favorise une utilisation adéquate de la SI. En outre, les patients peuvent effectuer des inspirations maximales afin de mobiliser les sécrétions des voies aériennes et permettre une expansion pulmonaire en

faisant travailler les muscles respiratoires comme le diaphragme (31,81-82). Dans notre analyse de sous-groupe, la SI est plus bénéfique chez les patients opérés par VATS. Ce bénéfice s'explique par une dysfonction moindre du diaphragme et des autres muscles respiratoires par l'approche minimalement invasive (29,40-41). La douleur et les médiateurs de l'inflammation sont également moins présents en VATS avec une production moindre d'espèces réactives de l'oxygène (43-44). Donc, les patients ayant une dysfonction moindre des muscles respiratoires peuvent probablement effectuer la technique de SI avec des inspirations de plus grand volume.

Dans notre ÉRC, les patients dans le groupe SI + soins usuels avaient significativement plus de symptômes respiratoires reportés, tels que l'essoufflement, l'exacerbation de la toux et des crachats ou de l'hémoptysie, par rapport au groupe soins usuels. Les résultats présentés de l'échelle subjective de Borg pour la dyspnée montrent aussi que les patients du groupe SI + soins usuels ont plus fréquemment une dyspnée légère que les patients du groupe soins usuels. Malgré cette différence observée dans les symptômes respiratoires, les indicateurs des tests de la fonction respiratoire préopératoire étaient similaires entre les deux groupes. De plus, le VEMS et la DLCO préopératoire étaient normaux en moyenne. Ces indicateurs de la fonction respiratoire devraient être plus bas que la normale dans une population dont la majorité ont un diagnostic de MPOC (57,4% au total) et un statut tabagique actif (41,1% au total). Des observations similaires pour les indicateurs préopératoires de la fonction respiratoire ont été toutefois reportées dans l'étude de Malik et al. (105). Cette étude basée sur une population canadienne, comme notre étude, comportait 54% des patients ayant une MPOC. Les indicateurs de la fonction respiratoire étaient similaires avec un VEMS médian de plus de 80% et une DLCO médiane de plus de 70%. La prise en charge adéquate et optimale de la MPOC par l'utilisation de traitements médicaux et la promotion de la cessation tabagique pourraient expliquer le VEMS normal observé dans notre population et dans celle de Malik et al.

De plus, la présence de symptômes respiratoires en préopératoire plus fréquente dans le groupe SI + soins usuels, que nous avons observée dans notre étude, pourrait également être en lien avec les transferts non prévus des patients aux soins intensifs. En effet, les transferts aux soins intensifs comportaient tous une pathologie respiratoire sous-jacente.

Bien que nous n'ayons pas perçu d'impact de la SI débutée en préopératoire sur la fréquence des pneumonies en postopératoire, Bilyy et al., dans une étude prospective de 62 patients au total (SI préopératoire n = 17 vs soins usuels en chirurgie thoracique n = 45), ont observé une diminution statistiquement significative des CPPO dans le groupe SI préopératoire, soit 5,9%, par rapport à 24,4% pour les soins usuels ($p = 0,045$) (104). Selon une analyse multivariée de cette même étude, un facteur prédictif en lien avec la SI serait le nombre de répétitions d'ERP par jour (<5 répétitions/jour) et le volume atteint par le patient. Liu et al. ont montré par une analyse rétrospective de 7549 dossiers médicaux en chirurgie thoracique une diminution des CPPO et de la durée de séjour hospitalier peu importe l'approche chirurgicale chez les patients qui utilisaient en postopératoire la SI (106). Une diminution des coûts liés à un séjour plus court a également été soulevée. Toutefois, l'impact sur les CPPO était seulement statistiquement significatif pour les patients ayant eu une VATS (SI + soins usuels 3.1% vs soins usuels 5,5%, $p < 0,05$). La durée de séjour hospitalier était plus longue en moyenne pour tous les groupes de cette étude par rapport à nos résultats. À savoir, un séjour hospitalier allant de 18 à 19 jours a été observé dans l'étude de Liu et al.

Plusieurs ÉRC effectuées avec la SI en postopératoire de chirurgie thoracique ont montré que la SI débutée seulement après l'opération n'avait pas d'impact clinique sur les CPPO (60,86,105,107). Bien que non statistiquement significatif, Agostini et al. avaient observé une diminution de l'incidence des CPPO chez les patients à risque (SI 14% vs soins usuels 23% (IC95% : -7,4 - 2,6)) (107).

Dans d'autres spécialités chirurgicales, la SI initiée en préopératoire a également été étudiée. Sweity et al., dans une ÉRC en chirurgie cardiaque, ont trouvé une différence statistiquement significative en faveur de la SI en préopératoire pour la prévention et le développement de l'atélectasie pulmonaire (SI 20% vs soins usuels 42,5%, $p = 0,03$), la durée d'une intubation oro-trachéale ($p < 0,001$), la durée de séjour hospitalier ($p < 0,001$) et la saturation en oxygène périphérique ($p < 0,005$) (111). Kundra et al. ont étudié l'effet de la SI en pré et postopératoire de patients opérés pour une cholécystectomie par laparoscopie (112). Dans cette ÉRC, 25 patients étaient randomisés dans un groupe contrôle alors que 25 autres patients étaient dans un groupe ayant de la SI en préopératoire. Des tests de la fonction respiratoire ont été faits à 6, 24 et 48

heures après l'opération. Une amélioration statistiquement significative des tests de la fonction respiratoire a observé chez les patients ayant eu de la SI en préopératoire par rapport au groupe contrôle ($p < 0,05$).

Notre étude et les résultats de la littérature mettent de l'avant l'importance de l'éducation au patient pour l'utilisation de la SI. Ceci est reflété dans les résultats d'un sondage effectué auprès de professionnels de la santé par Eltorai et al. (26). Le sondage montre que 78,1% des professionnels questionnés croient que la SI devrait être débutée de routine un préopératoire. Sachant que les patients de ≥ 65 ans en postopératoire d'une chirurgie majeure demeurent plus de 83% de leur séjour alités (53), il est important de faciliter l'accès et l'utilisation de la SI. Martin et al. ont d'ailleurs montré une faible compliance à la SI avec plus de 60% des patients qui n'utilisent pas la SI de manière adéquate (108,113). D'où l'importance d'appliquer un protocole et de faire des rappels pour optimiser l'utilisation et l'accès à la SI lorsque nécessaire (82).

L'utilisation de la SI en préopératoire fait partie intégrante de la préhabilitation surtout lorsqu'étudiée en oncologie chirurgicale. En effet, une méta-analyse comptant 6440 patients dans 30 revues systématiques a révélé que les exercices aérobiques et exercices pour les muscles respiratoires diminuent les complications postopératoires, améliorent la capacité d'exercice, augmentent la force musculaire et la qualité de vie (76).

La SI a également un impact financier à ne pas négliger. En effet, Eltorai et al. estiment que le coût unitaire de la SI est bas, mais puisque la SI est distribuée à tous les patients hospitalisés sans considération pour les facteurs de risque de complications pulmonaires la somme est non négligeable (110). Or, le coût annuel total pour l'utilisation de SI en postopératoire aux États-Unis s'élève à plus de \$1,04 milliard. Une stratégie proposée par Eltorai et al. est d'optimiser l'utilisation de la SI vu le coût en ciblant les populations à risque de complications pulmonaires.

Qualité de vie après une chirurgie thoracique

Dans notre étude, la qualité de vie des patients en postopératoire de chirurgie thoracique a été évaluée avec le questionnaire validé SF-12. Il s'agit d'un questionnaire qui prend en considération l'aspect physique et mental pour établir la qualité de vie des patients. Dans notre étude, nous

avons observé une diminution de la qualité de vie au niveau de l'aspect physique pour les patients en postopératoire de chirurgie thoracique sans différence entre les deux groupes de soins. Des données similaires ont été obtenues par Schwartz et al. pour des patients opérés dans un contexte de néoplasie pulmonaire non à petite cellule à un stade local (IA) (114). Cette étude révèle que le score physique se détériore de manière significative après la chirurgie, particulièrement chez les femmes et les patients opérés pour une lobectomie pulmonaire. Donc, nos données sur l'impact de la chirurgie thoracique au niveau de la qualité de vie concordent avec celle de la littérature (76,114) et la SI ne semble pas avoir d'impact sur la qualité de vie physique ou mentale en postopératoire.

Limites

Il existe des limites associées à cette étude. D'abord, il est possible que l'étude ait manqué de puissance pour détecter des changements reliés aux deux groupes de soins. D'ailleurs, nous n'avons pas atteint la cible de 200 patients qui avait été initialement établie lors de la création du protocole de recherche. Cette cible n'a pas été atteinte à la suite de plusieurs facteurs, à savoir le recrutement difficile des patients qui devait se faire au moins deux semaines avant l'opération et l'accès limité aux patients pendant la pandémie rendant le consentement écrit plus difficile à organiser. La randomisation a permis en partie de diminuer les risques de biais de sélection. Un biais de mesure est probable puisqu'il existe plusieurs définitions des complications postopératoires et des CPPO. Pour diminuer ce risque, nous avons utilisé les définitions recommandées pour la recherche par la collaboration entre STS et ESTS. De plus, l'effet de Hawthorne peut expliquer des incidences de complications similaires, puisque les patients peuvent modifier leurs habitudes en sachant qu'ils sont dans une étude, et ce même s'ils sont dans le groupe contrôle. La compliance à la SI n'a pas été évaluée lors de cette étude, ce qui pourrait également causer une autre source de biais de mesure. Finalement, cette étude a été réalisée dans un seul centre hospitalier. La validité externe par rapport à la SI et aux soins périopératoires ne peut être confirmée.

Perspectives et impact clinique

Cette étude cible une population précise, à savoir les patients à risque de CPPO après une chirurgie thoracique. Du point de vue clinique, l'introduction de la SI en préopératoire permettrait d'optimiser son utilisation et de profiter de son impact sur l'atélectasie pulmonaire. D'offrir la SI en préopératoire permettrait également un premier contact avec l'équipe médicale dont les physiothérapeutes dans un contexte propice à l'apprentissage, soit un environnement où le patient n'a pas de douleur postopératoire et n'a pas les effets secondaires des médicaments donnés en périopératoire. La prochaine étape serait d'intégrer la SI à la partie fonctions cardiorespiratoire et musculaire du concept du triangle de la préhabilitation. Cependant, d'autres études sur l'utilisation de la SI en préopératoire de chirurgie thoracique sont requises afin d'établir la validité externe de nos résultats. D'ailleurs, une étude similaire est présentement en recrutement selon le site : (NCT04732143) <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04732143>.

Chapitre 7 – Conclusion

Pour conclure, dans notre ÉRC effectuée auprès d'adultes opérés pour une chirurgie thoracique, nous avons montré l'impact de la SI en préopératoire chez les patients à risque de CPPO. Une diminution significative de l'atélectasie pulmonaire avec impact clinique a été observée chez le groupe SI + soins usuels en comparaison au groupe soins usuels. L'impact de débiter la SI en préopératoire semblait bénéficier davantage aux patients ayant eu une VATS ou lobectomie pulmonaire. L'initiation de la SI en préopératoire chez les patients à risque de CPPO pourrait donc faire partie des stratégies de prévention utilisées en préhabilitation.

Références bibliographiques

1. Agostini P, Cieslik H, Rathinam S, Bishay E, Kalkat MS, Rajesh PB, et al. Postoperative pulmonary complications following thoracic surgery: are there any modifiable risk factors? *Thorax*. 2010;65(9):815-8. Epub 2010/09/02.
2. Davies BL, MacLeod JP, Ogilvie HM. The efficacy of incentive spirometers in post-operative protocols for low-risk patients. *Can J Nurs Res*. 1990;22(4):19-36. Epub 1990/01/01.
3. Muehling BM, Halter GL, Schelzig H, Meierhenrich R, Steffen P, Sunder-Plassmann L, et al. Reduction of postoperative pulmonary complications after lung surgery using a fast track clinical pathway. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008;34(1):174-80. Epub 2008/05/21.
4. Branson RD. The scientific basis for postoperative respiratory care. *Respir Care*. 2013;58(11):1974-84. Epub 2013/10/25.
5. Lugg ST, Agostini PJ, Tikka T, Kerr A, Adams K, Bishay E, et al. Long-term impact of developing a postoperative pulmonary complication after lung surgery. *Thorax*. 2016;71(2):171-6. Epub 2016/01/16.
6. Agostini PJ, Lugg ST, Adams K, Smith T, Kalkat MS, Rajesh PB, et al. Risk factors and short-term outcomes of postoperative pulmonary complications after VATS lobectomy. *J Cardiothorac Surg*. 2018;13(1):28. Epub 2018/04/21.
7. Kotta PA, Ali JM. Incentive Spirometry for Prevention of Postoperative Pulmonary Complications After Thoracic Surgery. *Respir Care*. 2021;66(2):327-33. Epub 2020/08/28.
8. Fernandez FG, Kosinski AS, Burfeind W, Park B, DeCamp MM, Seder C, et al. The Society of Thoracic Surgeons Lung Cancer Resection Risk Model: Higher Quality Data and Superior Outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2016;102(2):370-7. Epub 2016/05/23.
9. Lakshminarasimhachar A, Smetana GW. Preoperative Evaluation: Estimation of Pulmonary Risk. *Anesthesiol Clin*. 2016;34(1):71-88. Epub 2016/03/02.
10. Fernandez FG, Falcoz PE, Kozower BD, Salati M, Wright CD, Brunelli A. The Society of Thoracic Surgeons and the European Society of Thoracic Surgeons general thoracic surgery databases: joint standardization of variable definitions and terminology. *Ann Thorac Surg*. 2015;99(1):368-76. Epub 2015/01/06.

11. Drolet R, Bussières S, Nourissat A, Rhaidis M. Utilisation de la spirométrie incitative pour la pr evension des complications pulmonaires à la suite d'une chirurgie - Rapport d'évaluation. Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du CHU de Québec-Université Laval. (UETMIS 04-19) Québec, 2019, XIV-51 p.
12. Strickland SL, Rubin BK, Drescher GS, Haas CF, O'Malley CA, Volsko TA, et al. AARC clinical practice guideline: effectiveness of nonpharmacologic airway clearance therapies in hospitalized patients. *Respir Care*. 2013;58(12):2187-93. Epub 2013/11/14.
13. Lawrence VA, Cornell JE, Smetana GW, American College of P. Strategies to reduce postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med*. 2006;144(8):596-608. Epub 2006/04/19.
14. Batchelor TJP, Rasburn NJ, Abdelnour-Berchtold E, Brunelli A, Cerfolio RJ, Gonzalez M, et al. Guidelines for enhanced recovery after lung surgery: recommendations of the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS(R)) Society and the European Society of Thoracic Surgeons (ESTS). *Eur J Cardiothorac Surg*. 2019;55(1):91-115. Epub 2018/10/12.
15. do Nascimento Junior P, Modolo NS, Andrade S, Guimaraes MM, Braz LG, El Dib R. Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;2014(2):CD006058. Epub 2014/02/11.
16. Freitas ER, Soares BG, Cardoso JR, Atallah AN. Incentive spirometry for preventing pulmonary complications after coronary artery bypass graft. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;2012(9):CD004466. Epub 2012/09/14.
17. Sullivan KA, Churchill IF, Hylton DA, Hanna WC. Use of Incentive Spirometry in Adults following Cardiac, Thoracic, and Upper Abdominal Surgery to Prevent Post-Operative Pulmonary Complications: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Respiration*. 2021;100(11):1114-27. Epub 2021/07/19.
18. Pu CY, Batarseh H, Zafron ML, Mador MJ, Yendamuri S, Ray AD. Effects of Preoperative Breathing Exercise on Postoperative Outcomes for Patients With Lung Cancer Undergoing Curative Intent Lung Resection: A Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2021;102(12):2416-27 e4. Epub 2021/05/01.

19. Agostini P, Naidu B, Cieslik H, Steyn R, Rajesh PB, Bishay E, et al. Effectiveness of incentive spirometry in patients following thoracotomy and lung resection including those at high risk for developing pulmonary complications. *Thorax*. 2013;68(6):580-5. Epub 2013/02/23.
20. Hulzebos EH, Helders PJ, Favie NJ, De Bie RA, Brutel de la Riviere A, Van Meeteren NL. Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2006;296(15):1851-7. Epub 2006/10/19.
21. Castillo R, Haas A. Chest physical therapy: comparative efficacy of preoperative and postoperative in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil*. 1985;66(6):376-9. Epub 1985/06/01.
22. Licker M, Schnyder JM, Frey JG, Diaper J, Cartier V, Inan C, et al. Impact of aerobic exercise capacity and procedure-related factors in lung cancer surgery. *Eur Respir J*. 2011;37(5):1189-98. Epub 2010/09/18.
23. Cavalheri V, Granger C. Preoperative exercise training for patients with non-small cell lung cancer. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;6(6):CD012020. Epub 2017/06/08.
24. Boujibar F, Bonnevie T, Debeaumont D, Bubenheim M, Cuvelier A, Peillon C, et al. Impact of prehabilitation on morbidity and mortality after pulmonary lobectomy by minimally invasive surgery: a cohort study. *J Thorac Dis*. 2018;10(4):2240-8. Epub 2018/06/01.
25. Katsura M, Kuriyama A, Takeshima T, Fukuhara S, Furukawa TA. Preoperative inspiratory muscle training for postoperative pulmonary complications in adults undergoing cardiac and major abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;2015(10):CD010356. Epub 2015/10/06.
26. Eltorai AEM, Baird GL, Eltorai AS, Pangborn J, Antoci V, Jr., Cullen HA, et al. Perspectives on Incentive Spirometry Utility and Patient Protocols. *Respir Care*. 2018;63(5):519-31. Epub 2018/01/25.
27. Mouch CA, Kenney BC, Lorch S, Montgomery JR, Gonzalez-Walker M, Bishop K, et al. Statewide Prehabilitation Program and Episode Payment in Medicare Beneficiaries. *J Am Coll Surg*. 2020;230(3):306-13 e6. Epub 2019/12/10.
28. LoCicero J. (2019) Shields' General Thoracic Surgery (8^e édition), Sections II (Structure and Function of the Chest Wall and Lungs), VI (Preoperative Assessment of the Thoracic Surgical Patient), maison d'édition Wolters Kluwer.

29. Kocjan J, Gzik-Zroska B, Nowakowska-Lipiec K, Burkacki M, Suchon S, Michnik R, et al. Thoracic surgery may alter body static balance via diaphragm dysfunction. *PLoS One*. 2022;17(8):e0273641. Epub 2022/09/01.
30. Wilson TA, Legrand A, Gevenois PA, De Troyer A. Respiratory effects of the external and internal intercostal muscles in humans. *J Physiol*. 2001;530(Pt 2):319-30. Epub 2001/02/24.
31. Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(1):10-48. Epub 2003/06/27.
32. De Troyer A, Boriek AM. Mechanics of the respiratory muscles. *Compr Physiol*. 2011;1(3):1273-300. Epub 2011/07/01.
33. Brunelli A, Kim AW, Berger KI, Addrizzo-Harris DJ. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2013;143(5 Suppl):e166S-e90S. Epub 2013/05/10.
34. Brunelli A, Charloux A, Bolliger CT, Rocco G, Sculier JP, Varela G, et al. ERS/ESTS clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy). *Eur Respir J*. 2009;34(1):17-41. Epub 2009/07/02.
35. Fratacci MD, Kimball WR, Wain JC, Kacmarek RM, Polaner DM, Zapol WM. Diaphragmatic shortening after thoracic surgery in humans. Effects of mechanical ventilation and thoracic epidural anesthesia. *Anesthesiology*. 1993;79(4):654-65. Epub 1993/10/01.
36. Melendez JA, Alagesan R, Reinsel R, Weissman C, Burt M. Postthoracotomy respiratory muscle mechanics during incentive spirometry using respiratory inductance plethysmography. *Chest*. 1992;101(2):432-6. Epub 1992/02/01.
37. Maeda H, Nakahara K, Ohno K, Kido T, Ikeda M, Kawashima Y. Diaphragm function after pulmonary resection. Relationship to postoperative respiratory failure. *Am Rev Respir Dis*. 1988;137(3):678-81. Epub 1988/03/01.
38. Nomori H, Horio H, Fuyuno G, Kobayashi R, Yashima H. Respiratory muscle strength after lung resection with special reference to age and procedures of thoracotomy. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1996;10(5):352-8. Epub 1996/01/01.

39. Kim HJ, Cha SI, Kim CH, Lee J, Cho JY, Lee Y, et al. Risk factors of postoperative acute lung injury following lobectomy for nonsmall cell lung cancer. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(13):e15078. Epub 2019/03/29.
40. Reeve J, Stiller K, Nicol K, McPherson KM, Birch P, Gordon IR, et al. A postoperative shoulder exercise program improves function and decreases pain following open thoracotomy: a randomised trial. *J Physiother*. 2010;56(4):245-52. Epub 2010/11/26.
41. Kendall F, Abreu P, Pinho P, Oliveira J, Bastos P. The role of physiotherapy in patients undergoing pulmonary surgery for lung cancer. A literature review. *Rev Port Pneumol (2006)*. 2017;23(6):343-51. Epub 2017/06/18.
42. Lagier D, Zeng C, Fernandez-Bustamante A, Vidal Melo MF. Perioperative Pulmonary Atelectasis: Part II. Clinical Implications. *Anesthesiology*. 2022;136(1):206-36. Epub 2021/10/29.
43. Ng CS, Whelan RL, Lacy AM, Yim AP. Is minimal access surgery for cancer associated with immunologic benefits? *World J Surg*. 2005;29(8):975-81. Epub 2005/06/28.
44. Zeng C, Lagier D, Lee JW, Vidal Melo MF. Perioperative Pulmonary Atelectasis: Part I. Biology and Mechanisms. *Anesthesiology*. 2022;136(1):181-205. Epub 2021/09/10.
45. Xia R, Yin H, Xia ZY, Mao QJ, Chen GD, Xu W. Effect of intravenous infusion of dexmedetomidine combined with inhalation of isoflurane on arterial oxygenation and intrapulmonary shunt during single-lung ventilation. *Cell Biochem Biophys*. 2013;67(3):1547-50. Epub 2013/06/05.
46. Brassard CL, Lohser J, Donati F, Bussieres JS. Step-by-step clinical management of one-lung ventilation: continuing professional development. *Can J Anaesth*. 2014;61(12):1103-21. Epub 2014/11/13.
47. Ferrando C, Mugarra A, Gutierrez A, Carbonell JA, Garcia M, Soro M, et al. Setting individualized positive end-expiratory pressure level with a positive end-expiratory pressure decrement trial after a recruitment maneuver improves oxygenation and lung mechanics during one-lung ventilation. *Anesth Analg*. 2014;118(3):657-65. Epub 2014/02/22.
48. Unzueta C, Tusman G, Suarez-Sipmann F, Bohm S, Moral V. Alveolar recruitment improves ventilation during thoracic surgery: a randomized controlled trial. *Br J Anaesth*. 2012;108(3):517-24. Epub 2011/12/28.

49. Schilling T, Kozyan A, Kretzschmar M, Huth C, Welte T, Buhling F, et al. Effects of propofol and desflurane anaesthesia on the alveolar inflammatory response to one-lung ventilation. *Br J Anaesth*. 2007;99(3):368-75. Epub 2007/07/11.
50. De Conno E, Steurer MP, Wittlinger M, Zalunardo MP, Weder W, Schneiter D, et al. Anesthetic-induced improvement of the inflammatory response to one-lung ventilation. *Anesthesiology*. 2009;110(6):1316-26. Epub 2009/05/07.
51. Yang J, Huang Q, Cao R, Cui Y. Effects of propofol and inhaled anesthetics on postoperative complications for the patients undergoing one lung ventilation: A meta-analysis. *PLoS One*. 2022;17(10):e0266988. Epub 2022/10/21.
52. Asri S, Hosseinzadeh H, Eydi M, Marahem M, Dehghani A, Soleimanpour H. Effect of Dexmedetomidine Combined with Inhalation of Isoflurane on Oxygenation Following One-Lung Ventilation in Thoracic Surgery. *Anesth Pain Med*. 2020;10(1):e95287. Epub 2020/04/21.
53. Brown CJ, Redden DT, Flood KL, Allman RM. The underrecognized epidemic of low mobility during hospitalization of older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2009;57(9):1660-5. Epub 2009/08/18.
54. McMillan EM, Newhouse IJ. Exercise is an effective treatment modality for reducing cancer-related fatigue and improving physical capacity in cancer patients and survivors: a meta-analysis. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2011;36(6):892-903. Epub 2011/11/10.
55. Solberg Nes L, Liu H, Patten CA, Rausch SM, Sloan JA, Garces YI, et al. Physical activity level and quality of life in long term lung cancer survivors. *Lung Cancer*. 2012;77(3):611-6. Epub 2012/06/12.
56. Cavalheri V, Jenkins S, Cecins N, Phillips M, Sanders LH, Hill K. Patterns of sedentary behaviour and physical activity in people following curative intent treatment for non-small cell lung cancer. *Chron Respir Dis*. 2016;13(1):82-5. Epub 2016/01/02.
57. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control*. 1999;27(2):97-132; quiz 3-4; discussion 96. Epub 1999/04/10.

58. Rotman JA, Plodkowski AJ, Hayes SA, de Groot PM, Shepard JA, Munden RF, et al. Postoperative complications after thoracic surgery for lung cancer. *Clin Imaging*. 2015;39(5):735-49. Epub 2015/06/29.
59. Gagne S, McIsaac DI. Modifiable risk factors for patients undergoing lung cancer surgery and their optimization: a review. *J Thorac Dis*. 2018;10(Suppl 32):S3761-S72. Epub 2018/12/07.
60. Gosselink R, Schrever K, Cops P, Witvrouwen H, De Leyn P, Troosters T, et al. Incentive spirometry does not enhance recovery after thoracic surgery. *Crit Care Med*. 2000;28(3):679-83. Epub 2001/02/07.
61. Kroenke K, Lawrence VA, Theroux JF, Tuley MR. Operative risk in patients with severe obstructive pulmonary disease. *Arch Intern Med*. 1992;152(5):967-71. Epub 1992/05/01.
62. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg*. 2004;240(2):205-13. Epub 2004/07/27.
63. Spadaro S, Grasso S, Dres M, Fogagnolo A, Dalla Corte F, Tamburini N, et al. Point of Care Ultrasound to Identify Diaphragmatic Dysfunction after Thoracic Surgery. *Anesthesiology*. 2019;131(2):266-78. Epub 2019/06/06.
64. Young CC, Harris EM, Vacchiano C, Bodnar S, Bukowy B, Elliott RRD, et al. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations. *Br J Anaesth*. 2019;123(6):898-913. Epub 2019/10/08.
65. van Kaam AH, Lachmann RA, Herting E, De Jaegere A, van Iwaarden F, Noorduynd LA, et al. Reducing atelectasis attenuates bacterial growth and translocation in experimental pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;169(9):1046-53. Epub 2004/02/24.
66. Schussler O, Alifano M, Dermine H, Strano S, Casetta A, Sepulveda S, et al. Postoperative pneumonia after major lung resection. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;173(10):1161-9. Epub 2006/02/14.
67. D'Journo XB, Rolain JM, Doddoli C, Raoult D, Thomas PA. Airways colonizations in patients undergoing lung cancer surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2011;40(2):309-19. Epub 2011/01/11.

68. Kim HJ, Cha SI, Kim CH, Lee J, Cho JY, Lee Y, et al. Risk factors of postoperative acute lung injury following lobectomy for nonsmall cell lung cancer. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(13):e15078. Epub 2019/03/29.
69. Bjerregaard LS, Jensen K, Petersen RH, Hansen HJ. Early chest tube removal after video-assisted thoracic surgery lobectomy with serous fluid production up to 500 ml/day. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2014;45(2):241-6. Epub 2013/07/23.
70. Brunelli A, Xiume F, Al Refai M, Salati M, Marasco R, Sabbatini A. Air leaks after lobectomy increase the risk of empyema but not of cardiopulmonary complications: a case-matched analysis. *Chest*. 2006;130(4):1150-6. Epub 2006/10/13.
71. Agostini PJ, Naidu B, Rajesh P, Steyn R, Bishay E, Kalkat M, et al. Potentially modifiable factors contribute to limitation in physical activity following thoracotomy and lung resection: a prospective observational study. *J Cardiothorac Surg*. 2014;9:128. Epub 2014/09/30.
72. Lumb AB. Pre-operative respiratory optimisation: an expert review. *Anaesthesia*. 2019;74 Suppl 1:43-8. Epub 2019/01/04.
73. Jones LW, Watson D, Herndon JE, 2nd, Eves ND, Haithcock BE, Loewen G, et al. Peak oxygen consumption and long-term all-cause mortality in nonsmall cell lung cancer. *Cancer*. 2010;116(20):4825-32. Epub 2010/07/03.
74. Friedel G, Fritz P, Goletz S, Kristen R, Brinkmann F, Dierkesmann R, et al. Postoperative survival of lung cancer patients: are there predictors beyond TNM? *Anticancer Res*. 2013;33(4):1609-19. Epub 2013/04/09.
75. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2008;336(7650):924-6. Epub 2008/04/26.
76. Edbrooke L, Bowman A, Granger CL, Burgess N, Abo S, Connolly B, et al. Exercise across the Lung Cancer Care Continuum: An Overview of Systematic Reviews. *J Clin Med*. 2023;12(5). Epub 2023/03/12.
77. Wynter-Blyth V, Moorthy K. Prehabilitation: preparing patients for surgery. *BMJ*. 2017;358:j3702. Epub 2017/08/10.

78. Lawrence VA, Hazuda HP, Cornell JE, Pederson T, Bradshaw PT, Mulrow CD, et al. Functional independence after major abdominal surgery in the elderly. *J Am Coll Surg*. 2004;199(5):762-72. Epub 2004/10/27.
79. Schwartz RM, Yip R, Olkin I, Sikavi D, Taioli E, Henschke C, et al. Impact of surgery for stage IA non-small-cell lung cancer on patient quality of life. *J Community Support Oncol*. 2016;14(1):37-44. Epub 2016/02/13.
80. Brocki BC, Andreasen J, Nielsen LR, Nekrasas V, Gorst-Rasmussen A, Westerdahl E. Short and long-term effects of supervised versus unsupervised exercise training on health-related quality of life and functional outcomes following lung cancer surgery - a randomized controlled trial. *Lung Cancer*. 2014;83(1):102-8. Epub 2013/11/20.
81. Cassidy MR, Rosenkranz P, McCabe K, Rosen JE, McAneny D. I COUGH: reducing postoperative pulmonary complications with a multidisciplinary patient care program. *JAMA Surg*. 2013;148(8):740-5. Epub 2013/06/07.
82. Cassidy MR, Rosenkranz P, Macht RD, Talutis S, McAneny D. The I COUGH Multidisciplinary Perioperative Pulmonary Care Program: One Decade of Experience. *Jt Comm J Qual Patient Saf*. 2020;46(5):241-9. Epub 2020/03/04.
83. Brooks-Brunn JA. Postoperative atelectasis and pneumonia. *Heart Lung*. 1995;24(2):94-115. Epub 1995/03/01.
84. Bartlett RH, Gazzaniga AB, Geraghty TR. Respiratory maneuvers to prevent postoperative pulmonary complications. A critical review. *JAMA*. 1973;224(7):1017-21. Epub 1973/05/14.
85. Weiner P, Man A, Weiner M, Rabner M, Waizman J, Magadle R, et al. The effect of incentive spirometry and inspiratory muscle training on pulmonary function after lung resection. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1997;113(3):552-7. Epub 1997/03/01.
86. Brocki BC, Andreasen JJ, Langer D, Souza DS, Westerdahl E. Postoperative inspiratory muscle training in addition to breathing exercises and early mobilization improves oxygenation in high-risk patients after lung cancer surgery: a randomized controlled trial. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2016;49(5):1483-91. Epub 2015/10/23.

87. Zhou K, Su J, Lai Y, Li P, Li S, Che G. Short-term inpatient-based high-intensive pulmonary rehabilitation for lung cancer patients: is it feasible and effective? *J Thorac Dis.* 2017;9(11):4486-93. Epub 2017/12/23.
88. Guimaraes MM, El Dib R, Smith AF, Matos D. Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009(3):CD006058. Epub 2009/07/10.
89. Carvalho CR, Paisani DM, Lunardi AC. Incentive spirometry in major surgeries: a systematic review. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(5):343-50. Epub 2011/10/18.
90. Thomas JA, McIntosh JM. Are incentive spirometry, intermittent positive pressure breathing, and deep breathing exercises effective in the prevention of postoperative pulmonary complications after upper abdominal surgery? A systematic overview and meta-analysis. *Phys Ther.* 1994;74(1):3-10; discussion -6. Epub 1994/01/01.
91. Overend TJ, Anderson CM, Lucy SD, Bhatia C, Jonsson BI, Timmermans C. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications: a systematic review. *Chest.* 2001;120(3):971-8. Epub 2001/09/14.
92. Bohner H, Kindgen-Milles D, Grust A, Buhl R, Lillotte WC, Muller BT, et al. Prophylactic nasal continuous positive airway pressure after major vascular surgery: results of a prospective randomized trial. *Langenbecks Arch Surg.* 2002;387(1):21-6. Epub 2002/05/01.
93. Hall JC, Tarala R, Harris J, Tapper J, Christiansen K. Incentive spirometry versus routine chest physiotherapy for prevention of pulmonary complications after abdominal surgery. *Lancet.* 1991;337(8747):953-6. Epub 1991/04/20.
94. Hall JC, Tarala RA, Tapper J, Hall JL. Prevention of respiratory complications after abdominal surgery: a randomised clinical trial. *BMJ.* 1996;312(7024):148-52; discussion 52-3. Epub 1996/01/20.
95. Chumillas S, Ponce JL, Delgado F, Viciano V, Mateu M. Prevention of postoperative pulmonary complications through respiratory rehabilitation: a controlled clinical study. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;79(1):5-9. Epub 1998/01/24.

96. Celli BR, Rodriguez KS, Snider GL. A controlled trial of intermittent positive pressure breathing, incentive spirometry, and deep breathing exercises in preventing pulmonary complications after abdominal surgery. *Am Rev Respir Dis.* 1984;130(1):12-5. Epub 1984/07/01.
97. Craven JL, Evans GA, Davenport PJ, Williams RH. The evaluation of the incentive spirometer in the management of postoperative pulmonary complications. *Br J Surg.* 1974;61(10):793-7. Epub 1974/10/01.
98. Crowe JM, Bradley CA. The effectiveness of incentive spirometry with physical therapy for high-risk patients after coronary artery bypass surgery. *Phys Ther.* 1997;77(3):260-8. Epub 1997/03/01.
99. Dull JL, Dull WL. Are maximal inspiratory breathing exercises or incentive spirometry better than early mobilization after cardiopulmonary bypass? *Phys Ther.* 1983;63(5):655-9. Epub 1983/05/01.
100. Jenkins SC, Soutar SA, Loukota JM, Johnson LC, Moxham J. Physiotherapy after coronary artery surgery: are breathing exercises necessary? *Thorax.* 1989;44(8):634-9. Epub 1989/08/01.
101. Matte P, Jacquet L, Van Dyck M, Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2000;44(1):75-81. Epub 2000/02/11.
102. Oikkonen M, Karjalainen K, Kahara V, Kuosa R, Schavikin L. Comparison of incentive spirometry and intermittent positive pressure breathing after coronary artery bypass graft. *Chest.* 1991;99(1):60-5. Epub 1991/01/01.
103. Romanini W, Muller AP, Carvalho KA, Olandoski M, Faria-Neto JR, Mendes FL, et al. The effects of intermittent positive pressure and incentive spirometry in the postoperative of myocardial revascularization. *Arq Bras Cardiol.* 2007;89(2):94-9, 105-10. Epub 2007/09/18.
104. Bilyy A, El-Nakhil T, Kadlec J, Bartosik W, Tornout FV, Kouritas V. Preoperative training education with incentive spirometry may reduce postoperative pulmonary complications. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2020;28(9):592-7. Epub 2020/09/12.
105. Malik PRA, Fahim C, Vernon J, Thomas P, Schieman C, Finley CJ, et al. Incentive Spirometry After Lung Resection: A Randomized Controlled Trial. *Ann Thorac Surg.* 2018;106(2):340-5. Epub 2018/04/28.

106. Liu CJ, Tsai WC, Chu CC, Muo CH, Chung WS. Is incentive spirometry beneficial for patients with lung cancer receiving video-assisted thoracic surgery? *BMC Pulm Med*. 2019;19(1):121. Epub 2019/07/10.
107. Agostini P, Naidu B, Cieslik H, Steyn R, Rajesh PB, Bishay E, et al. Effectiveness of incentive spirometry in patients following thoracotomy and lung resection including those at high risk for developing pulmonary complications. *Thorax*. 2013;68(6):580-5. Epub 2013/02/23.
108. Martin TJ, Patel SA, Tran M, Eltorai AS, Daniels AH, Eltorai AEM. Patient Factors Associated with Successful Incentive Spirometry. *R I Med J* (2013). 2018;101(9):14-8. Epub 2018/11/06.
109. Eltorai AEM, Baird GL, Eltorai AS, Pangborn J, Antoci V, Jr., Cullen HA, et al. Incentive Spirometry Adherence: A National Survey of Provider Perspectives. *Respir Care*. 2018;63(5):532-7. Epub 2018/01/25.
110. Eltorai AEM, Baird GL, Pangborn J, Eltorai AS, Antoci V, Jr., Paquette K, et al. Financial Impact of Incentive Spirometry. *Inquiry*. 2018;55:46958018794993. Epub 2018/09/04.
111. Sweity EM, Alkaissi AA, Othman W, Salahat A. Preoperative incentive spirometry for preventing postoperative pulmonary complications in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: a prospective, randomized controlled trial. *J Cardiothorac Surg*. 2021;16(1):241. Epub 2021/08/26.
112. Kundra P, Vitheeswaran M, Nagappa M, Sistla S. Effect of preoperative and postoperative incentive spirometry on lung functions after laparoscopic cholecystectomy. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2010;20(3):170-2. Epub 2010/06/17.
113. Narayanan AL, Hamid SR, Supriyanto E. Evidence regarding patient compliance with incentive spirometry interventions after cardiac, thoracic and abdominal surgeries: A systematic literature review. *Can J Respir Ther*. 2016;52(1):17-26. Epub 2016/02/26.
114. Schwartz RM, Yip R, Olkin I, Sikavi D, Taioli E, Henschke C, et al. Impact of surgery for stage IA non-small-cell lung cancer on patient quality of life. *J Community Support Oncol*. 2016;14(1):37-44. Epub 2016/02/13.
115. Mador MJ, Rodis A, Magalang UJ. Reproducibility of Borg scale measurements of dyspnea during exercise in patients with COPD. *Chest*. 1995;107(6):1590-7. Epub 1995/06/01.

116. Ware J, Jr., Kosinski M, Keller SD. A 12-Item Short-Form Health Survey: construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Med Care.* 1996;34(3):220-33. Epub 1996/03/01.

Annexes

Annexe 1

Échelle de Borg pour la dyspnée

Échelle	Définition
0	Aucun essoufflement
0,5	Essoufflement à peine notable
1	Essoufflement très léger
2	Essoufflement léger
3	Essoufflement modéré
4	Essoufflement presque sévère
5	Essoufflement sévère
6	
7	Essoufflement très sévère
8	
9	
10	Essoufflement extrêmement sévère maximal

Adapté de Mador et al. 1995.

Annexe 2

Questionnaire SF-12 de qualité de vie 1 mois postopératoire au téléphone (116)

1. Dans l'ensemble, pensez-vous que votre santé est :

- 1 Excellente
- 2 Très bonne
- 3 Bonne
- 4 Médiocre
- 5 Mauvaise

2. En raison de votre état de santé actuel, êtes-vous limité pour :

- Des efforts physiques modérés (déplacer une table, passer l'aspirateur, jouer aux boules)?

- 1 Oui, beaucoup limité
- 2 Oui, un peu limité
- 3 Non, pas du tout limité

- Monter plusieurs étages par l'escalier ?

- 1 Oui, beaucoup limité
- 2 Oui, un peu limité
- 3 Non, pas du tout limité

3. Au cours de ces 4 dernières semaines, et en raison de votre état physique :

- Avez-vous accompli moins de choses que vous auriez souhaité ?

- 1 Toujours
- 2 La plupart du temps
- 3 Souvent
- 4 Parfois

- Avez-vous été limité pour faire certaines choses ?

- 1 Toujours
- 2 La plupart du temps
- 3 Souvent
- 4 Parfois
- 5 Jamais

4. Au cours de ces 4 dernières semaines, et en raison de votre état émotionnel (comme vous sentir triste, nerveux ou déprimé) :

- Avez-vous accompli moins de choses que vous auriez souhaité ?

- 1 Toujours
- 2 La plupart du temps
- 3 Souvent
- 4 Parfois
- 5 Jamais

- Avez-vous eu des difficultés à faire ce que vous aviez à faire avec autant de soin et d'attention que d'habitude ?

- 1 Toujours
- 2 La plupart du temps
- 3 Souvent
- 4 Parfois
- 5 Jamais

5. Au cours de ces 4 dernières semaines, dans quelle mesure vos douleurs physiques vous ont-elles limité dans votre travail ou vos activités domestiques ?

- 1 Pas du tout
- 2 Un petit peu
- 3 Moyennement
- 4 Beaucoup

5 Énormément

6. Les questions qui suivent portent sur comment vous vous êtes senti au cours de ces 4 dernières semaines. Pour chaque question, indiquez la réponse qui vous semble la plus appropriée.

- Y a-t-il eu des moments où vous vous êtes senti calme et détendu ?

1 Toujours

2 La plupart du temps

3 Souvent

4 Parfois

5 Jamais

- Y a-t-il eu des moments où vous vous êtes senti débordant d'énergie ?

1 Toujours

2 La plupart du temps

3 Souvent

4 Parfois

5 Jamais

- Y a-t-il eu des moments où vous vous êtes senti triste et abattu ?

1 Toujours

2 La plupart du temps

3 Souvent

4 Parfois

5 Jamais

7. Au cours de ces 4 dernières semaines, y a-t-il eu des moments où votre état de santé physique ou émotionnel vous a gêné dans votre vie sociale et vos relations avec les autres, votre famille, vos amis, vos connaissances ?

1 Toujours

2 La plupart du temps

3 Souvent

4 Parfois

5 Jamais

Annexe 3

Instructions et éducation remis aux patients en préopératoire dans le groupe SI + soins usuels en périopératoire

Inspiration profonde de 3 secondes à l'aide du spiromètre, une dizaine de fois, et ce, 4 fois par jour – fiche santé avec plus de détails au <https://www.chumontreal.qc.ca/fiches-sante>

Après 10 fois, tousez. Si vous avez des sécrétions, crachez-les.

Si l'essoufflement. Selon l'échelle de Borg, est moins de 3, augmenter le spiromètre d'un niveau

Bouger et marcher régulièrement

Marche de 10-15 minutes, au moins 2 fois par jour