

Quand demander une VO₂max?

Laurent Boyer

MCU-PH, Physiologie-Explorations Fonctionnelles
Hôpital Henri Mondor, Créteil

Arnaud Tiendrébéogo

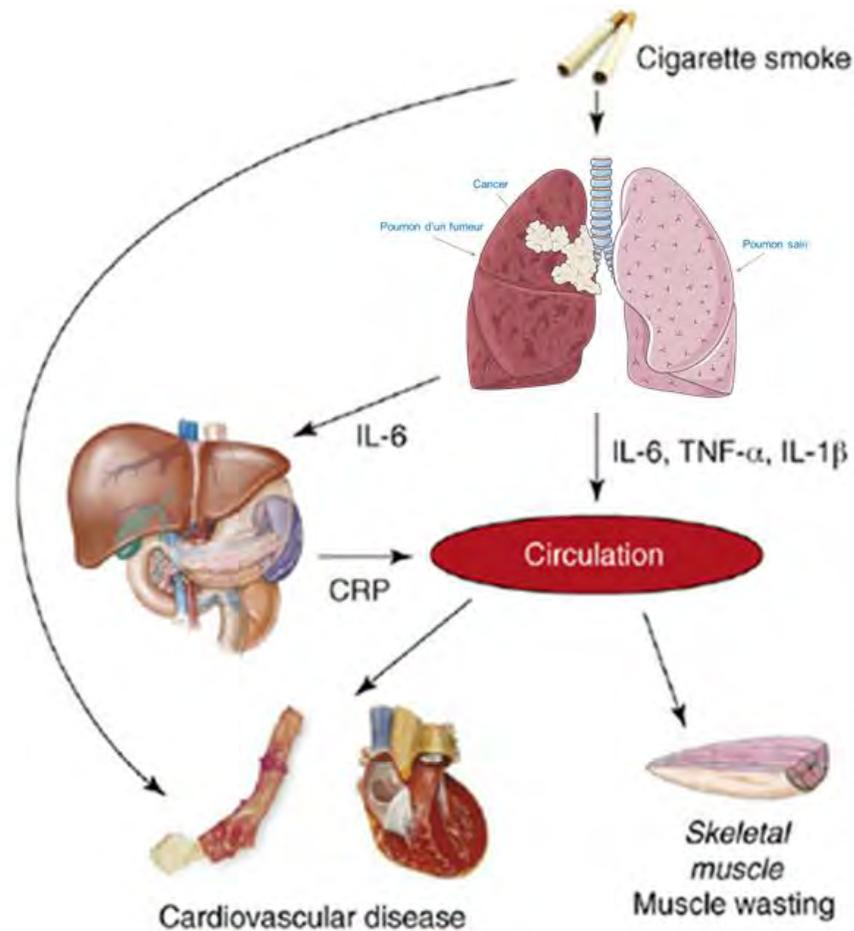
Assistant, Physiologie-Explorations Fonctionnelles
Hôpital Henri Mondor, Créteil

Quand demander une VO₂max?

- Introduction
- Les recommandations ERS 2009 / ACPP 2013
- Actualités
- Réentraînement à l'effort pré chirurgie thoracique

Chirurgie et cancer bronchique

Meilleure option à un stade précoce pour les patients ayant une forme localisée

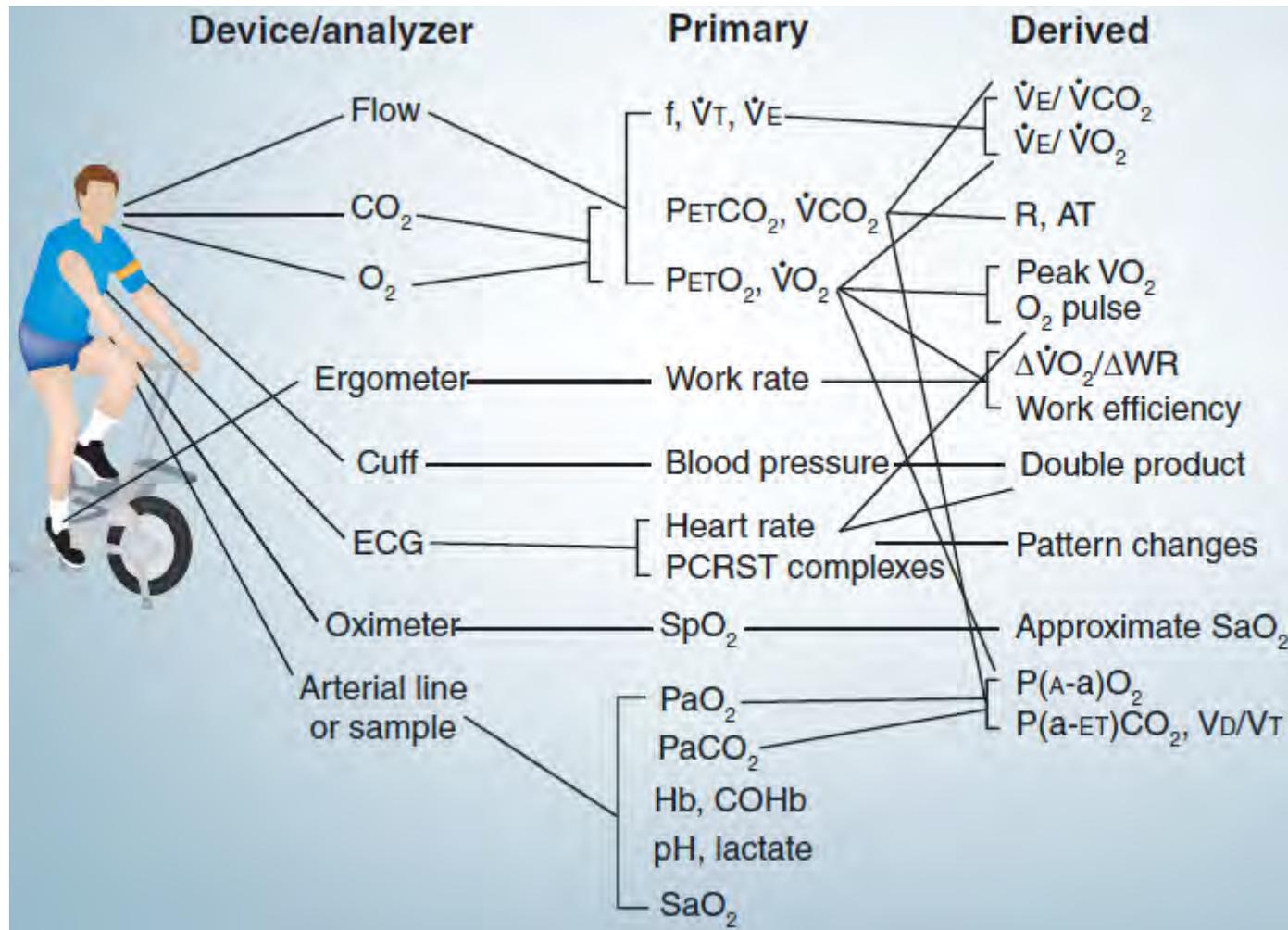


Tabac, cancer du poumon et comorbidités systémiques

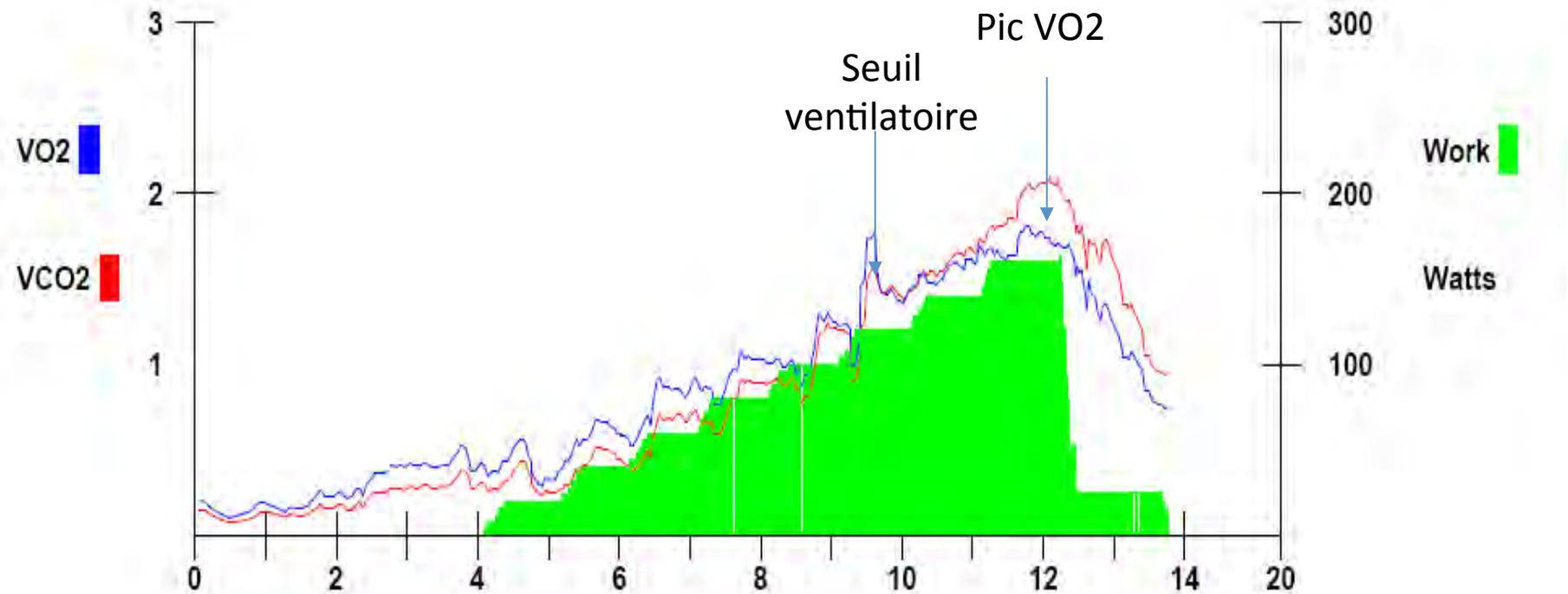
Facteurs pronostiques

- Déterminer des facteurs pronostics:
 - Du risque péri opératoire à court terme
 - le risque à long terme de limitation pulmonaire, avec possible réduction de la survie par rapport à l'absence de chirurgie
- Rôle clé de la fonction respiratoire, de la DLCO et de la VO₂max

VO2max : examen clé



VO2max : principes



Repos

Echauf-
-ment

Effort incrémental

Récupération

VO₂max et complications post-résection pulmonaire

Respirology (2007) 12, 505–510

doi: 10.1111/j.1440-1843.2007.01097.x

ORIGINAL ARTICLE

Preoperative maximal exercise oxygen consumption test predicts postoperative pulmonary morbidity following major lung resection

AHMET SAMI BAYRAM, TARIK CANDAN AND CENGİZ GEBİTEKİN

incidence des complications post-opératoire stratifiée selon la VO₂max

Complications	Group V1 <i>n</i> (%)	Group V2 <i>n</i> (%)	Total <i>n</i> (%)	Statistical significance
Mortality	0	2 (7.1)	2 (3.6)	
Respiratory failure	0	1 (3.5)	1 (1.8)	
Pulmonary	0	11 (40)	11 (20)	<i>P</i> < 0.05
Pneumonia		3 (11)	3 (5.5)	
Atelectasis		6 (21)	6 (11)	
Bronchopleural fistula		2 (7.1)	2 (3.6)	
Prolonged air leak	7 (26)	12 (42)	19 (34)	NS
Arrhythmia	2 (7.4)	1 (3.5)	3 (5.5)	NS

Groupe V1, pré-opérative VO₂max > 15 ml/kg/min; groupe V2, pré-opérative VO₂max < 15 ml/kg/min.

VO2max et complications post-résection pulmonaire

(Littérature) incidence des complications post-opératoire stratifiée selon la VO2max

Author group	Year	Patient (n)	Low VO ₂ max	High VO ₂ max	P-value
Smith <i>et al.</i> ⁶	1984	22	6/6	5/6	0.13
Lechard and Wetstein ⁷	1987	48	6/18	2/32	0.01
Poststein <i>et al.</i> ¹⁵	1993	42	8/14	10/28	0.19
Walsh <i>et al.</i> ¹⁶	1994	25	7/20	3/5	0.18
Hollinger <i>et al.</i> ¹⁷	1995	80	8/17	8/63	0.002
Wate <i>et al.</i> ¹⁸	1996	9	2/4	0/3	0.25
Yang <i>et al.</i> ¹⁹	1999	40	5/12	8/28	0.42
Rayam <i>et al.</i> (our study)	2006	55	15/28	2/27	<0.001

Low VO₂max < 15 mL/kg/min; high VO₂max > 15 mL/kg/min.

Difficultés des études des relations VO2max et autres complications que celles cardio-pulmonaires :

petite taille des échantillons de plusieurs études

hétérogénéité des populations étudiées sur le type d'exercice pratiqué

Algorithme de décision – ERS 2009

Eur Respir J 2009; 34: 17–41
DOI: 10.1183/09031936.00184308
Copyright©ERS Journals Ltd 2009

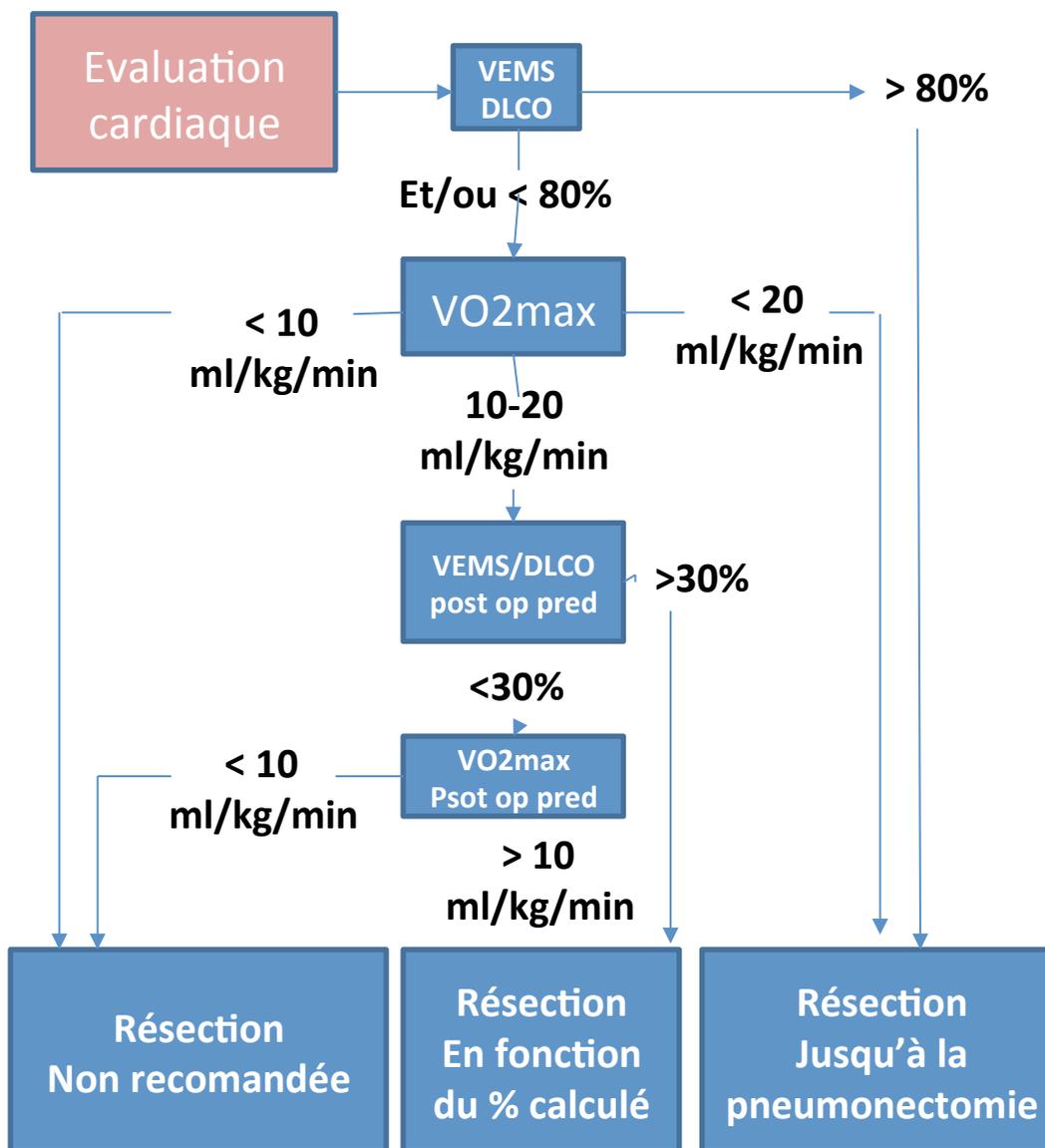


ERS/ESTS TASK FORCE

ERS/ESTS clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy)

A. Brunelli*, A. Charloux*, C.T. Bolliger, G. Rocco, J-P. Sculier, G. Varela, M. Licker, M.K. Ferguson, C. Faivre-Finn, R.M. Huber, E.M. Clini, T. Win, D. De Ruyscher and L. Goldman on behalf of the European Respiratory Society and European Society of Thoracic Surgeons joint task force on fitness for radical therapy

Algorithme de décision – ERS 2009



Valeurs prédites post-opératoires ou split function study

Estimation de la participation fonctionnelle de la zone à résection

Variables utilisables : *VEMS, DLCO, VO2max ou pic*

Évaluation du parenchyme fonctionnel post résection

Calcul des valeurs prédites post-opératoires du VEMS – VEMS pop

avant une lobectomie (tomodensitométrie quantitative)

$VEMS_{pop} = VEMS_{préopératoire} \times (1 - \frac{\text{volume de parenchyme fonctionnel à résecter}}{\text{volume total de parenchyme fonctionnel}})$

avant une pneumonectomie (scintigraphie par perfusion)

$VEMS_{pop} = VEMS_{préopératoire} \times (1 - \text{fraction de la perfusion totale du poumon à réséquer})$

VEMS préopératoire : meilleure valeur du VEMS mesurée après bronchodilatation

Scintigraphie de perfusion ++++

Algorithme de décision - ACCP 2013



CHEST

Supplement

DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF LUNG CANCER, 3RD ED: ACCP GUIDELINES

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**

*Alessandro Brunelli, MD, FCCP; Anthony W. Kim, MD, FCCP; Kenneth I. Berger, MD, FCCP;
and Doreen J. Addrizzo-Harris, MD, FCCP*

Stair climbing test *ou test de montée des escaliers*

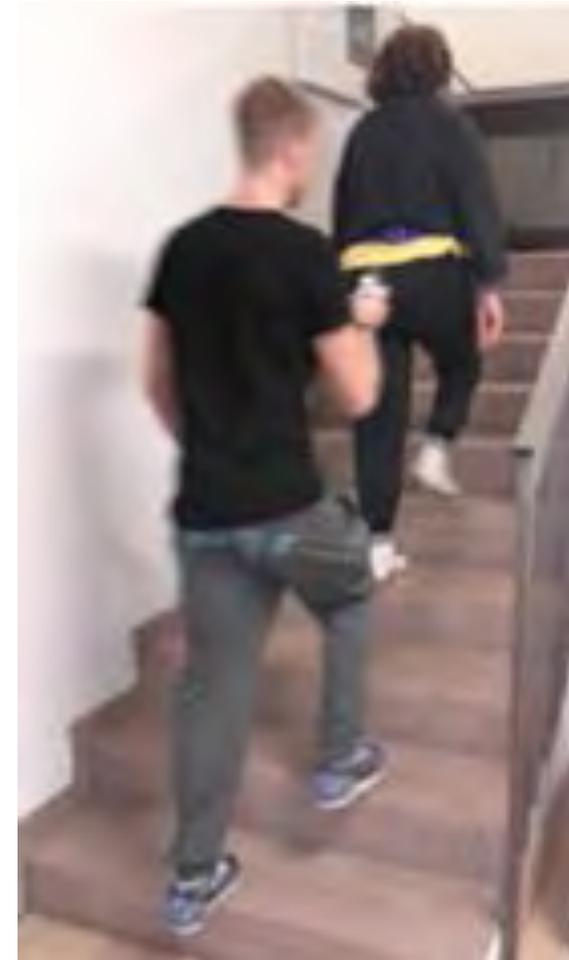
Principes du test

Montée à son rythme du nombre maximum d'escaliers par le patient

Arrêt en cas d'épuisement, de dyspnée, de fatigue des jambes ou de douleur thoracique.

Accompagnés par un médecin.

Enregistrement du nombre d'escaliers (en connaissant la hauteur d'une marche d'escalier) et du temps mis



Stair climbing test *ou test de montée des escaliers*

GENERAL THORACIC SURGERY:

The *Annals of Thoracic Surgery* CME Program is located online at <http://cme.ctsnetjournals.org>. To take the CME activity related to this article, you must have either an STS member or an individual non-member subscription to the journal.

Performance at Symptom-Limited Stair-Climbing is Associated With Increased Cardiopulmonary Complications, Mortality, and Costs After Major Lung Resection

Umberto Brunelli, MD, Majed Refai, MD, Francesco Xiumé, MD, Michele Salati, MD, Francesco Sciarrà, MD, Laura Socci, MD, and Armando Sabbatini, MD

Thoracic Surgery, Umberto I Regional Hospital, Ancona, Italy

Design

- Etude prospective et observationnelle de 600 patients dont 533 ont **subi** une lobectomie et 107 une pneumonectomie
- Test de montée d'escaliers dans le bilan fonctionnel pré opératoire de routine à tous les patients incluant aussi un bilan cardiologique, des EFR ; réalisation sélective de la VO2max
- Évaluation de la morbidité et de la mortalité post opératoires survenue dans les 30 jours après la chirurgie

Stair climbing test *ou* test de montée des escaliers

Mortalité, morbidité, séjours et coûts post-opératoires stratifiés selon la hauteur de marche au test de montée des escaliers

Outcome Measures ^a	<12 m (n = 54)	12–22 m (n = 294)	>22 m (n = 292)	p Value
Mortality	7 (13)	11 (3.7)	3 (1)	<0.001
Cardiopulmonary morbidity	20 (37)	84 (29)	46 (16)	<0.001
Post-op hospital stay, days	10.9 ± 10.8	9.4 ± 6	8.2 ± 4	<0.001
Post-op costs, \$	7012 ± 18,000	3591 ± 6400	2838 ± 2550	<0.001

Conclusions

Très rentabilité du test de montée des escaliers pour stratifier le risque chirurgical.

Recommandation d'utilisation initiale de ce test simple et économique pour tous les candidats à la résection pulmonaire.

Principale limite : variabilité méthodologique d'une étude à l'autre.

Shuttle walk test ou test navette

Principes

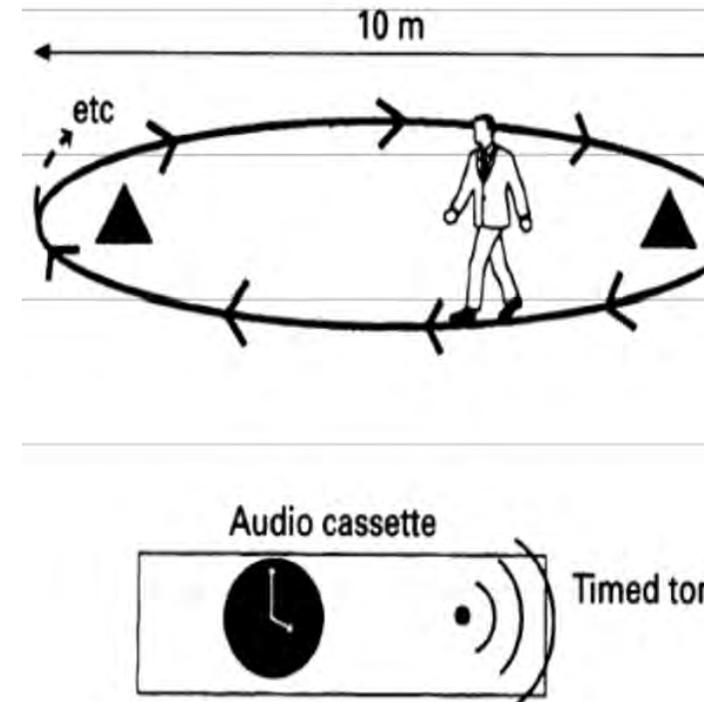
Marche entre deux cônes distantes de 10 mètres à un rythme progressivement croissant.

Chaque incrément est signalé par une audiocassette entièrement calibrée.

Arrêt du test dès que le patient ne peut plus maintenir la vitesse requise ou devient trop essoufflé.

Enregistrement de la saturation en oxygène et de la fréquence cardiaque toutes les 30 secondes.

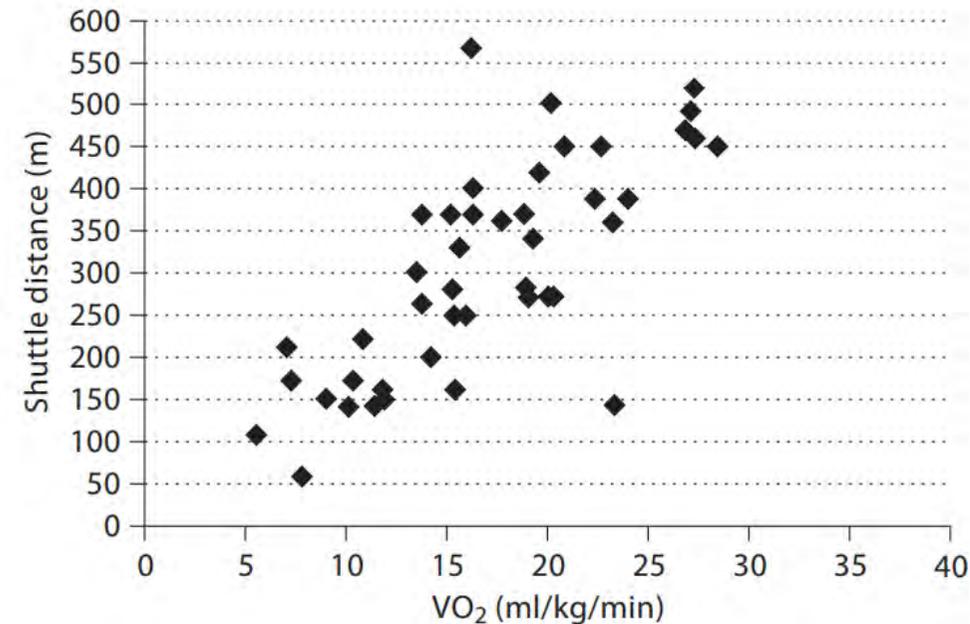
Dyspnée évaluée en début et fin du test (Score de Borg).



Shuttle walk test ou test navette

Relationship of shuttle walk test and lung cancer surgical outcome (Win T, 2004)

Shuttle distance (m)	Poor outcome	Good outcome	Total
0	8 (66%)	4	12
100	10 (44%)	13	23
200	19 (37%)	33	52
300	15 (29%)	36	51
780	34 (33%)	69	103



Corrélation VO₂ pic versus distant test de navette

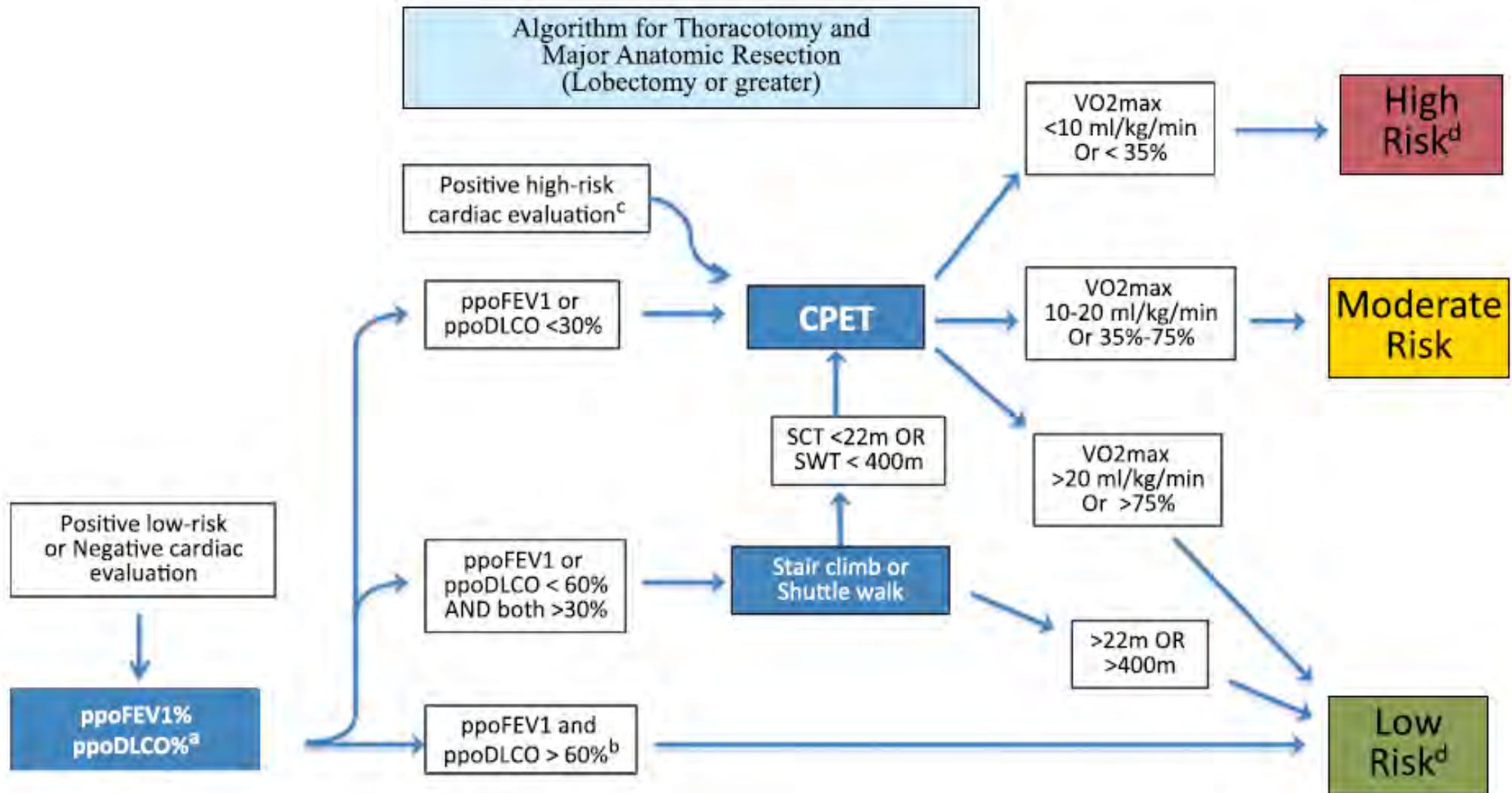
Conclusions : disparité des objectifs des différentes études

Relations entre les complications post opératoires et la distance parcourue au test de navette

Test de navette : reproductibilité et forte corrélation à la VO₂ pic (Une distance parcourue de moins de

250 mètres au test de navette suggère une VO₂ pic d'environ à 10 ml/kg/min)

Algorithme de décision - ACCP 2013



Actualités

- VE/VCO₂
- Chirurgie par vidéo-thoracoscopie
- Chimiothérapie néo adjuvante

VE/VCO₂

VE / VCO₂

- Reflète le niveau de ventilation pour un volume rejeté donné de CO₂
- Normalement, 20-25l/min de ventilation pour 1 litre rejeté de CO₂ (donc pente VE/VCO₂ normale < 30)
- probable indicateur utile pour affiner la stratification des risques indépendamment du niveau de VO₂ maximal.

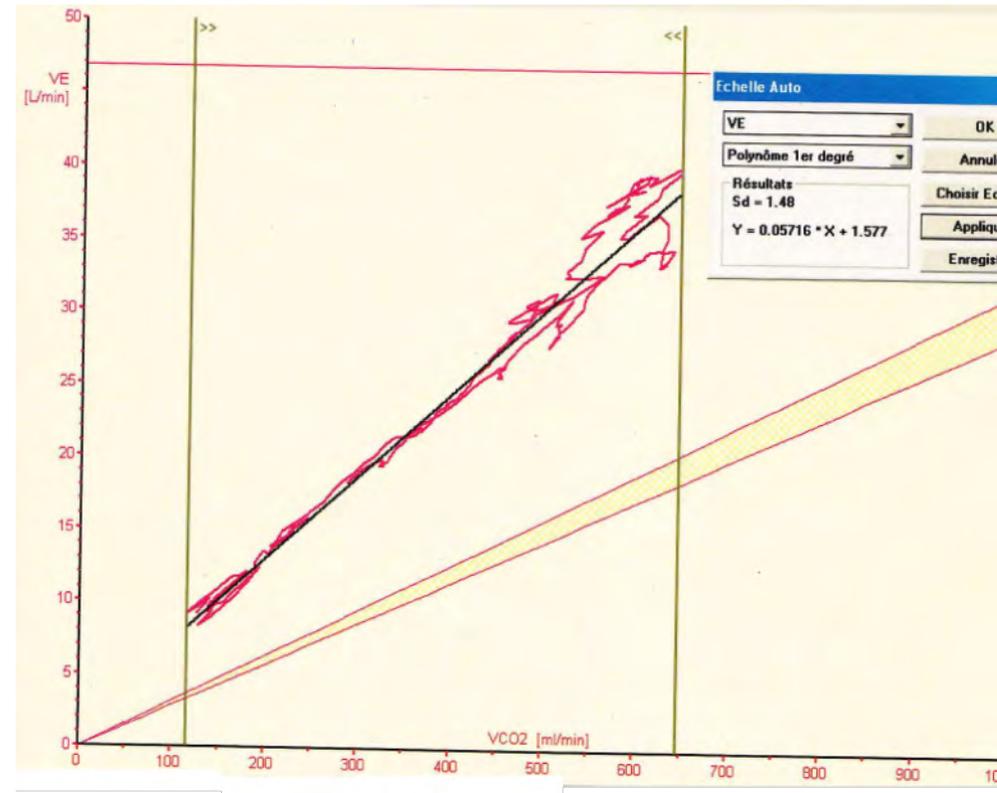
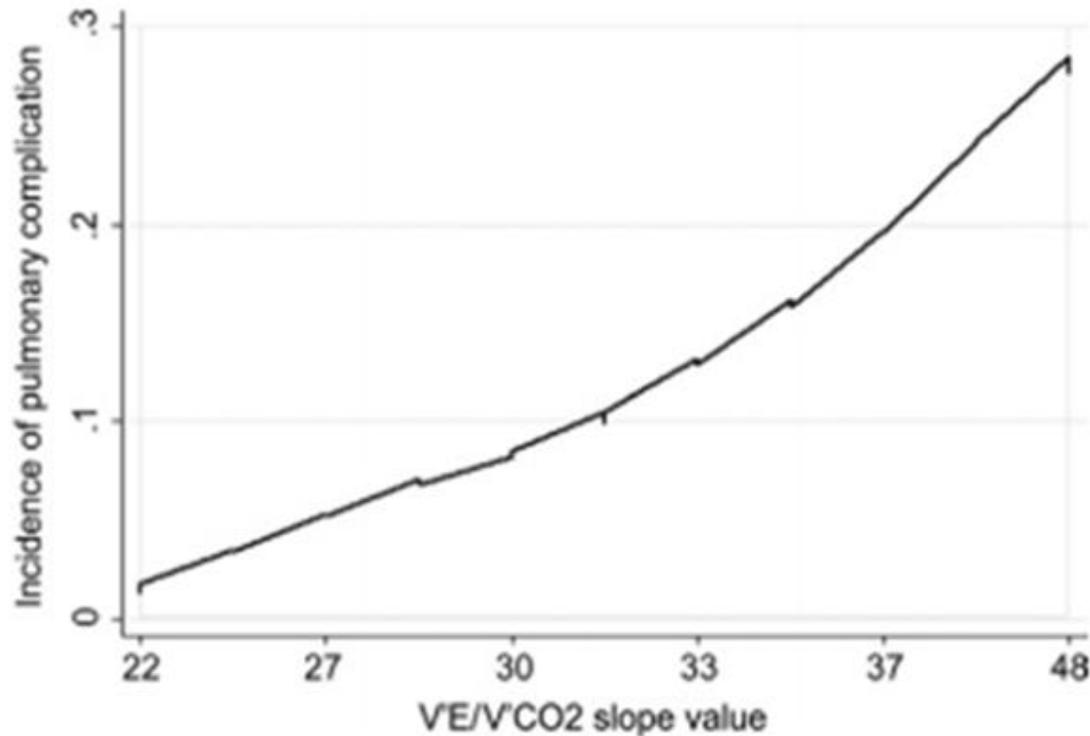


Figure 3 : pente VE/VCO₂

VE/VCO2

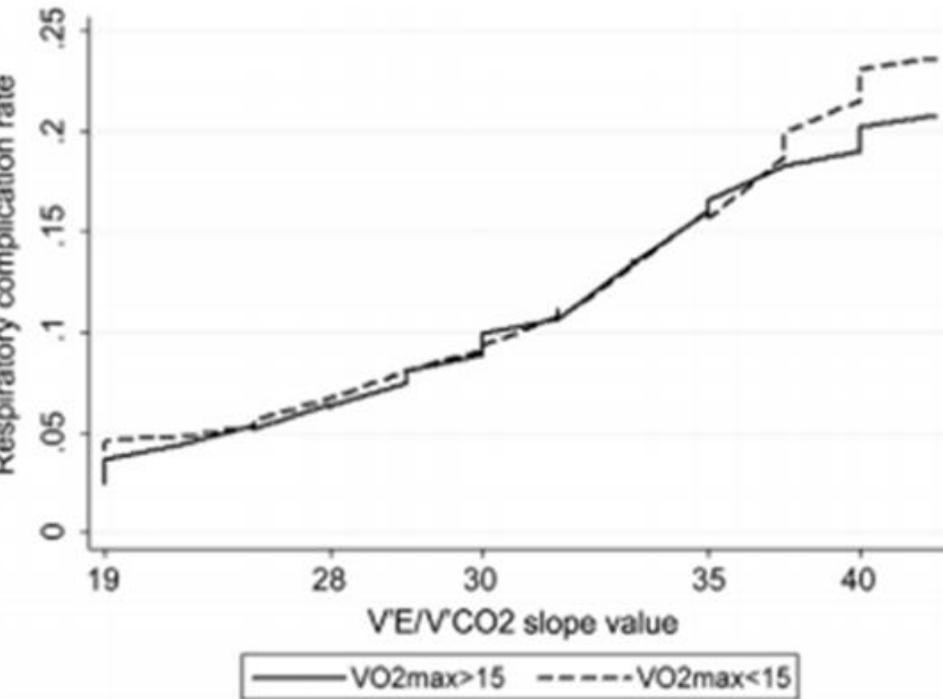


Relations entre les valeurs de VE/VCO₂ et l'incidence de complications respiratoires

Brunelli A, 20

Une pente VE/VCO₂ > 35 est associée à une incidence de risque de complications pulmonaires trois fois plus élevées par rapport aux pentes de VE/VCO₂ plus basses.

VE/VCO2



Relations entre les valeurs de VE/VCO2 et l'incidence de complications respiratoires chez les patients avec un VO2 pic >/< à 15 ml/kg/min

Brunelli A, 2011

Une pente haute de VE/VCO2 est associée à un risque de complications respiratoires non seulement pour de basses capacités aérobies mais aussi, à des niveaux élevés de VO2 pic (> 15 mL/kg/min).

VE/VCO2

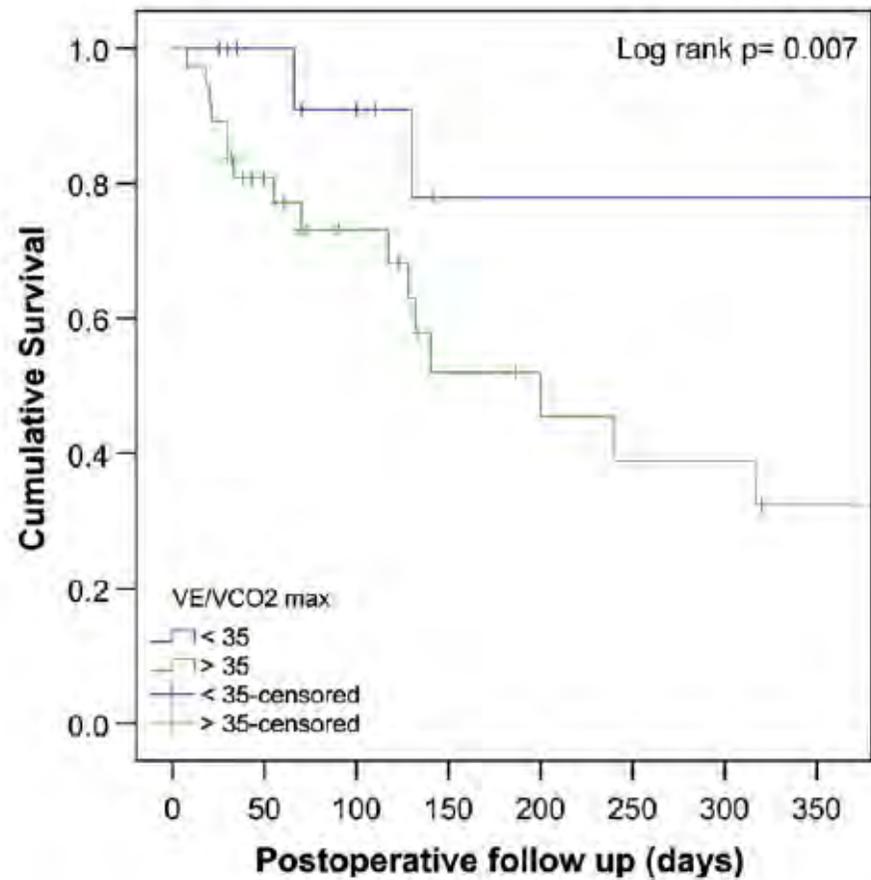


Figure 7 : analyse de survie Kaplan Meyer pour une pente VE/VCO2 > 35

Shafielk H, 2016

Pente VE/VCO₂ > 35 : prédicteur le plus fort sur la mortalité et de la morbidité post résection pulmonaire

Chirurgie par vidéothoroscopie

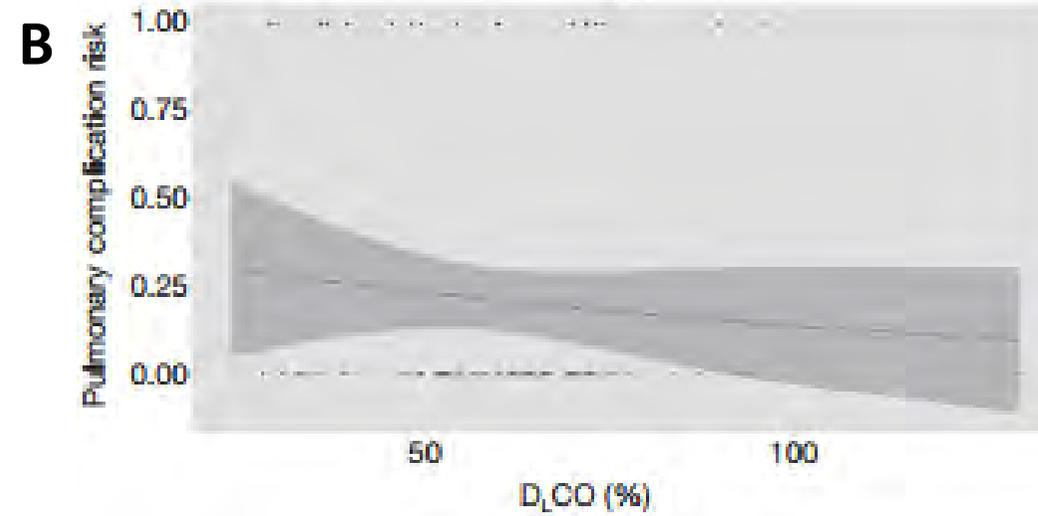
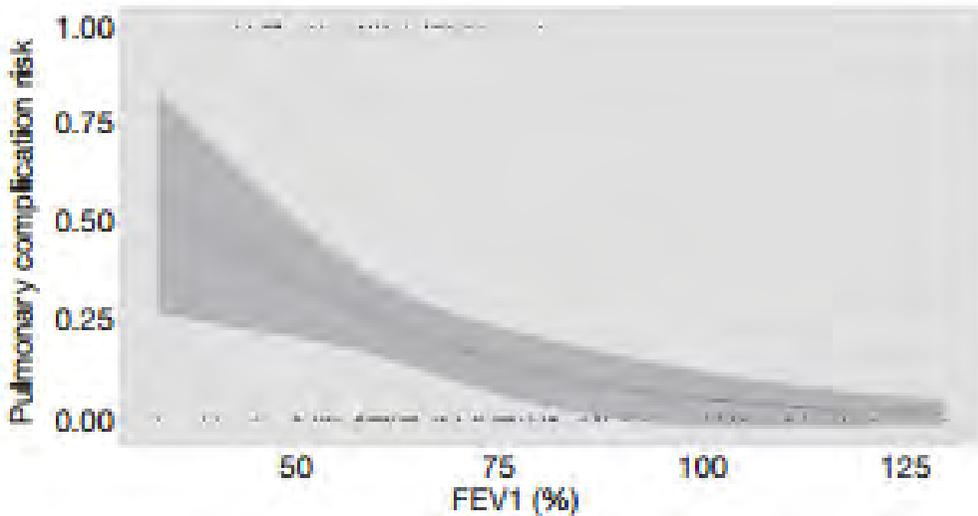
Lobectomie par thoroscopie sous assistance vidéo

- Patients fragiles
- Diminution des complications respiratoires
- Diminution des durées de séjour par rapport à la chirurgie conventionnelle

Algorithmes précédents

- chirurgie thoracique conventionnelle
- applicable dans cette indication?

Chirurgie par vidéothoroscopie



Probabilité prévisible de complications pulmonaires postopératoires majeures selon le VEMS (A) ou la DLCO (B) préopératoires (n=106 patients)

Benattia A, 2016

Contrairement au VEMS, la DLCO n'était pas liée aux complications pulmonaires majeures post résection

Chirurgie par vidéothoroscopie

Paramètres associés à la survenue de complications pulmonaires post-opératoires majeures (analyse multivariée)

Variables	OR	95% CI	P
FEV1 (%)	0.96	0.93–0.99	0.016
Age	1.10	1.03–1.18	0.01
History of alcoholism	4.16	1.31–14.22	0.017
Dyslipidemia	3.84	1.23–12.67	0.022

Benattia A, 2016

VO2max (25 sujets) pas différente entre patients avec complications / sans complications post opératoires

Chirurgie par vidéothoroscopie

Modèle de régression logistique des facteurs de risque de complications respiratoires par approche opératoire.

Variable	Thoracotomy			Thoracoscopy		
	Odds Ratio	95% CI	P	Odds Ratio	95% CI	p
% predicted Forced Expiratory Volume in one second (1 point decrease)	1.05	1.01-1.09	0.006	1.02	0.98-1.06	0.38
% predicted Diffusing Capacity of the Lung for Carbon Monoxide (1 point decrease)	1.04	1.01-1.06	0.01	1.03	0.99-1.08	0.11

Berry MF, 2010

analyse séparée par approche opératoire, la DLCO et le VEMS ne sont plus des prédictifs significatifs de la morbidité respiratoire post résection pulmonaire par thoracoscopie

VO2max et chimiothérapie néoadjuvante

Design de l'étude

Essai contrôlé randomisé sur 49 mois

- réalisation d'un CPET chez
- 34 sujets atteints de cancer du poumon non-petites cellules de stade IIIA / IIIB consécutifs
- chirurgie pulmonaire électorale programmée.

Comparaison des résultats de CPET chez des sujets recevant ou non une chimiothérapie néo adjuvante

Fresard I, 201

VO2max et chimiothérapie néoadjuvante

Caractéristiques de base des sujets

Characteristics	NAC+, Stages	NAC-, Stages	P
	IIIA/IIIB (n = 19)	IIIA/IIIB (n = 15)	
Age, mean ± SD y	59 ± 12	66 ± 14	.12
Male sex, %	12 (63.2)	9 (60.0)	>.99
Height, mean ± SD cm	172 ± 8	170 ± 7	.31
Weight, mean ± SD kg	75 ± 15	69 (13)	.32
Hemoglobin, mean ± SD g/dL	11.3 ± 1.5	13.5 (1.9)	<.001
Pulmonary function, mean ± SD			
FEV ₁ , mean ± SD % predicted	85 ± 17	89 ± 20	.61
D _{LCO} , mean ± SD % predicted	60 ± 19	75 ± 18	.035
NT-proBNP, mean ± SD pg/mL	47 ± 38	66 ± 63	.31
Comorbidities, n (%)			
Cardiovascular disease	4 (21.1)	3 (20.0)	>.99
Hypertension	6 (31.6)	4 (26.7)	>.99
COPD	6 (31.6)	7 (46.7)	.48
Depression	4 (22.2)	3 (21.4)	>.99
Preoperative staging, n (%)			
IIIA	13 (68.4)	14 (93.3)	
IIIB	6 (31.6)	1 (6.7)	

NAC = neoadjuvant chemotherapy

D_{LCO} = carbon monoxide diffusion capacity adjusted for hemoglobin

NT-proBNP = N-terminal prohormone of brain natriuretic peptide

Patients sous chimiothérapie néo adjuvante et en attente de chirurgie thoracique

- *Après ajustements, VO2 max était plus basse chez les patients avec chimiothérapie néo adjuvante / sans chimiothérapie : **5.3 mL/min/kg***
- *Timing VO2max? / réentraînement à l'effort pré-chirurgical?*

Fresard I, 201

Réentraînement à l'effort pré chirurgie thoracique

Autre indication de la CPET

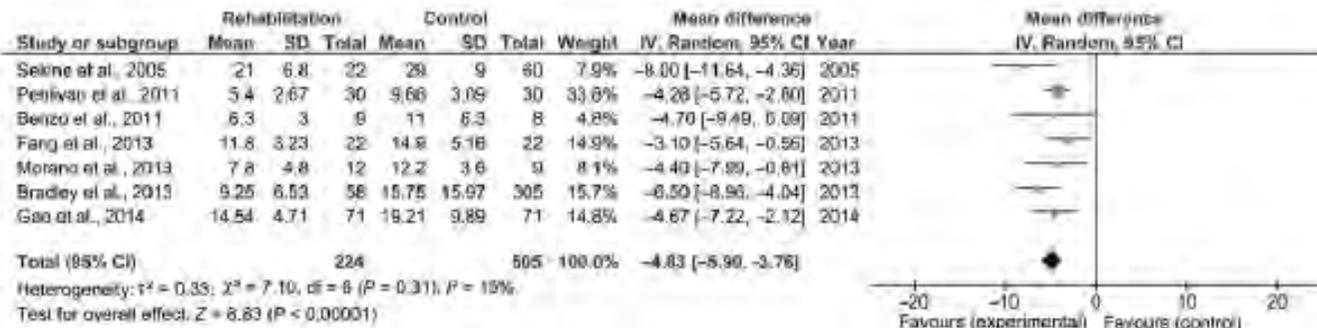
Sous utilisation actuelle en raison de :

- données scientifiques peu importantes
- contraintes logistiques liées à la durée limitée préopératoire.

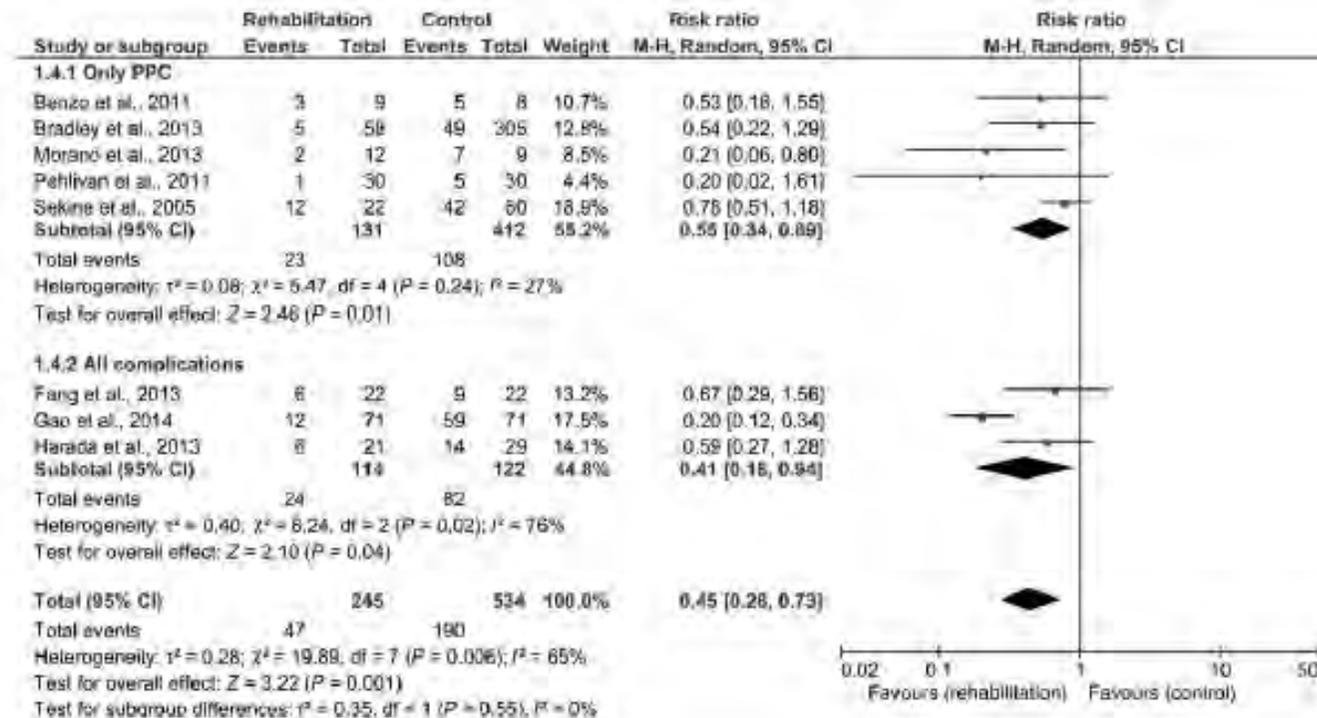


Réentrainement à l'effort pré chirurgie thoracique

d'hospitalisation



complications post-op



Réentraînement à l'effort pré chirurgie thoracique

- Patients BPCO: amélioration des performances physiques avant résection chirurgicale **(Stefanelli F, 2013)**
 - augmentation minimale du nombre de patients admissibles à la chirurgie
 - persistance du bénéfice fonctionnel en post opératoire.
- REE court haute intensité : essai clinique randomisé (74/77), 25 jours **(Licker M, Journal of Thoracic Oncology 2016)**
 - Amélioration fonctionnelle (VO₂max)
 - Pas de différence significative des complications post opératoires (p=0,08) et de la durée d'hospitalisation
 - Diminution des complications respiratoires (atelectasis)

Conclusion

La décision ultime sur la question de savoir si un patient atteint de cancer bronchique est un candidat opératoire est constituée d'une combinaison :

- tests pulmonaires fonctionnels (VEMS et DLCO),
- +/- test de l'escalier ou de la navette
- évaluation plus qualitative de l'état fonctionnel du patient, avec ***la VO2max comme examen clé.***
- Réentraînement à l'effort



Bon GOLF 2017