

Strasbourg, 16 novembre 2015

LE BILAN CARDIO-RESPIRATOIRE PRÉ-OPÉRATOIRE



Anne Charloux

Service de Physiologie et d'Explorations
Fonctionnelles

Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

Faculté de Médecine de Strasbourg

Evaluer le risque opératoire

- Quels sont les facteurs de risque de complications périopératoires ?

Quels sont les facteurs de risque de complications ?

Liés à la tumeur

Liés au patient

Autres

Quels sont les facteurs de risque de complications ?

Liés à la tumeur :

- stade et localisation de la tumeur
- déterminent le type de résection envisagée
- Calcul de la **fonction respiratoire résiduelle**

Liés au patient

Autres

Mortalité : rôle de l'extension de la résection

	Mortalité à 30j (%)	Mortalité à 90j (%)
Globale	3%	6%
Segmentectomie/ wedge	2,1	4,2
Lobectomie	2,3	4,6
bilobectomie	5,8	8,8
pneumonectomie	7	11,5

10 991 patients, 2004-2010

Powell HA, English National Lung Cancer Audit, Thorax 2013

Quels sont les facteurs de risque de complications ?

Liés à la tumeur

Liés au patient :

- l'âge
- l'état général (Performance Status)
- les maladies et traitements associés
- l'état nutritionnel
- les intoxications alcoolique et tabagique
- le sexe
- ...

Autres

Facteurs de risque de mortalité ; Odds Ratios (OR)

Facteur	Thoracoscopus		NLCA score	
	référence	Odds Ratio	référence	Odds Ratio
Sexe	♂ / ♀	1,57	♂ / ♀	1,24
Age	≥ 65 / <55 ans	2,74	> 85 / 70 ans	3,17
PS	≥ 3 / ≤ 2	1,99	3-4 / 0	4,08
Comorbidités	Nombre ≥ 3	2,48	Charlson 2-3 Charlson ≥ 4	1,54 1,53
ASA	≥ 3	1,83		

Falcoz PE, J Thorac Cardiovasc Surg 2007

Powell HA, Thorax 2013

Age

Étude rétrospective monocentrique, 193 patients > 80 ans, considérés comme opérables,

- 149 thoracoscopies (VATS), wedge 77, segmentectomies 13, lobectomies 96, bilobectomies 4, et pneumonectomies 3
- Mortalité : 3,6%; morbidité : 46%
- Facteurs de risque de morbidité :
 - extension de la résection
 - thoracotomie
 - VEMS%
 - (DLCO non testée; co-morbidité <0)

Etat nutritionnel

- **Obésité** : protectrice dans plusieurs études
- **Dénutrition** : facteur de risque de complications

Epithor : 19 635 patients

Mortalité opératoire :

- Dénutrition: 4.1%, OR: 1.89 [1.30-2.75]; P = 0.001
- IMC Normal : 2.7%
- Surpoids: 2.3%, OR: 0.72 [95%CI:0.59-0.89]; P = 0.002
- Obèses : 1.9%, OR: 0.54 [0.40-0.74]; P < 0.001

Thomas P, Eur J Cardiothorac Surg, 2013

Quels sont les facteurs de risque de complications ?

Liés au patient :

- l'âge
- l'état nutritionnel
- les maladies et traitements associés
 - BPCO bien sûr...
 - Cardiovasculaires
 - Diabète
 - Insuffisance rénale
 - Pathologies interstitielles pulmonaires
 - SAOS
 - ...
- les intoxications alcoolique et tabagique

Risque d'exacerbation d'une pathologie interstitielle (ILD) en post-opératoire

Revue, 11 études:

- prévalence ILD : 277/4749 (6%)
- exacerbations post-opératoires : 67/424 (16%)
- Décès (décours exacerbation): 38/67 (57%)

Chida M, Ann Thorac Cardiovasc Surg, 2012

SAOS

- **Risque de complications respiratoires** : OR: 2.1
que le SAOS soit connu ou non
- **Risque de complications cardio-vasculaires** : OR 2.2
si le SAOS n' est pas connu
- Le risque augmente avec la sévérité du SAOS
- Le **traitement par pression positive continue** réduit le
risque péri-opératoire cardio-vasculaire

Kaw R, Br J Anaesth 2012

Mutter TC, Anesthesiology 2014

Quels sont les facteurs de risque de complications ?

Liés à la tumeur

Liés au patient

Autres

- type et durée de la chirurgie
- prise en charge anesthésiologique (choix du mode de ventilation, remplissage, concentration en hémoglobine ...)
- expérience du centre en chirurgie thoracique

Que faire de ces facteurs de risque?

- Calcul de scores
- Algorithme

Evaluation du risque par des Scores

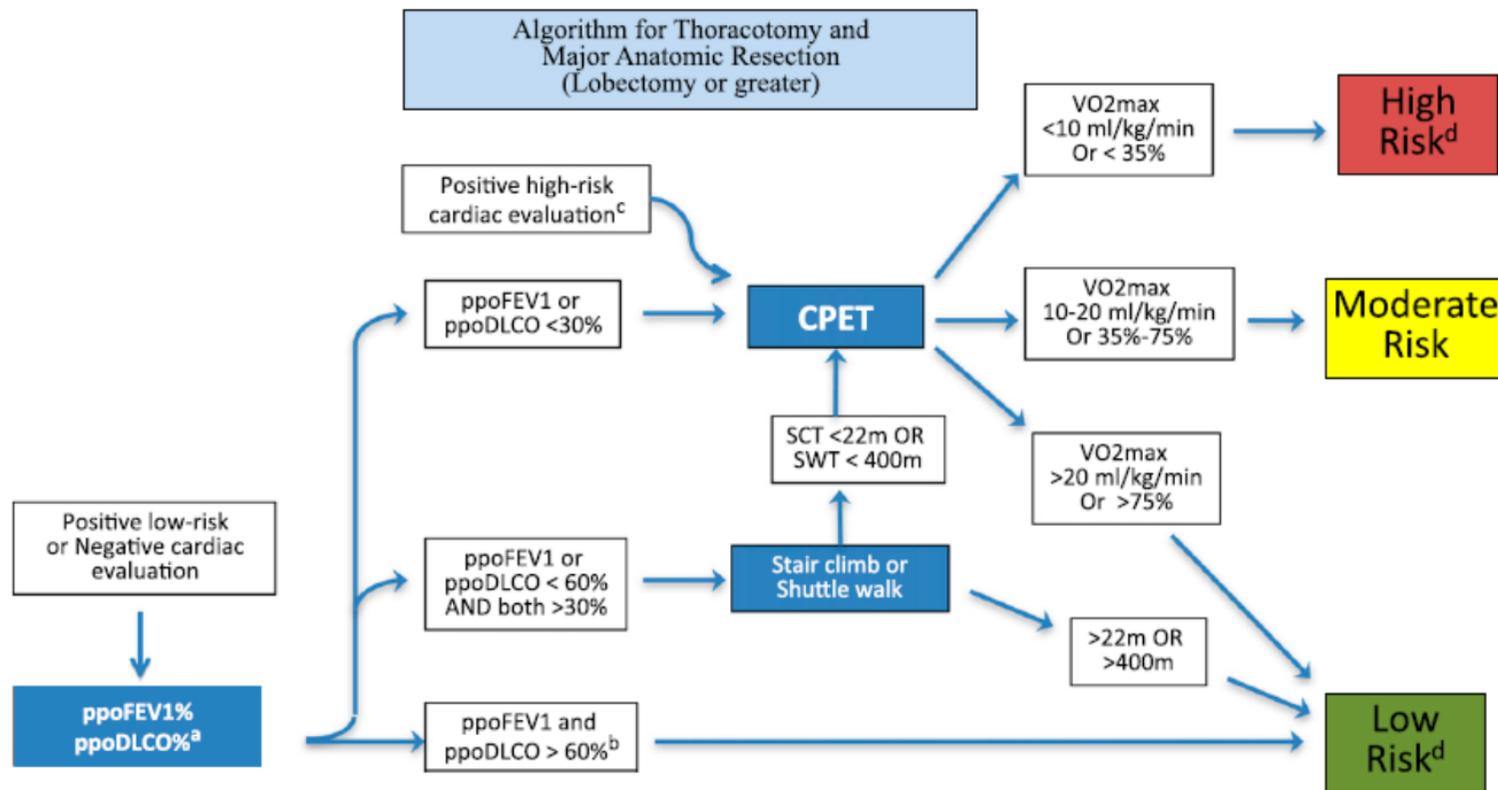
- Exemples :
 - Thoracoscore
 - ESOS.01
 - Society of Thoracic Surgeons (STS)
- Intéressant pour évaluer une cohorte
- Préviation du risque individuel médiocre

Bradley A, Eur Respir J 2012

Barua A, Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2012

Qadri S, Eur J Cardiothorac Surg. 2014

Evaluation du risque grâce à des Algorithmes



Evaluation grâce à des Algorithmes

Critiques:

- le nombre de facteurs intégrés est réduit
- le risque augmente de façon continue avec le facteur de risque, et non brutalement à partir d'un seuil
- définir ce qu'est un risque « faible » ou « élevé » n'est pas simple...

Evaluation grâce à des Algorithmes

Avantages :

- Donnent des repères clairs permettant de discuter le pronostic du patient
- Permet de hiérarchiser les tests pré-opératoires en fonction de leur simplicité et de leur valeur pronostique

Evaluation du risque grâce à des Algorithmes

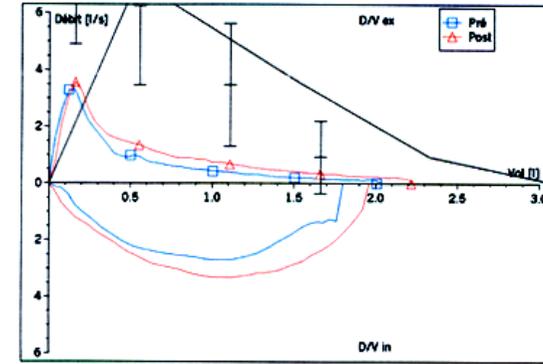
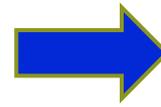
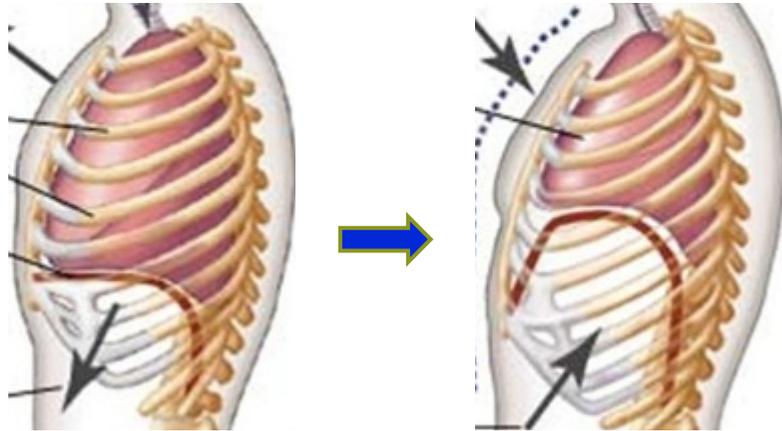
- ✓ Historiquement basés sur l'évaluation de la fonction **respiratoire**
- ✓ Evaluation **cardiovasculaire** associée
- ✓ Evaluation à l'**effort**
- ✓ +/- Incorporation de scores

Évaluation de la Fonction Respiratoire



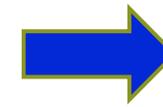
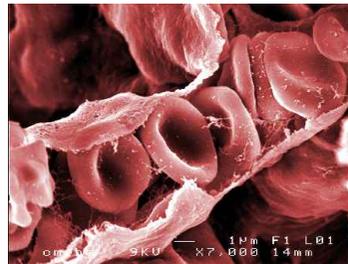
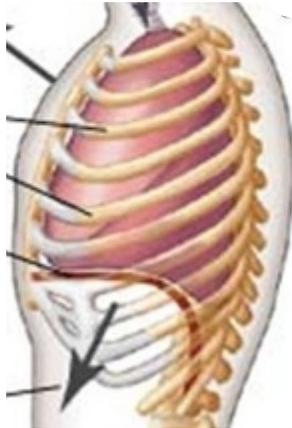
Résection pulmonaire \Rightarrow limitation des capacités respiratoires
Nécessité d'évaluer la « réserve » respiratoire

- VEMS
- TCO ou DLCO
- Epreuve d'exercice
- Calcul de la fonction respiratoire résiduelle



VEMS

CO



**TCO
DLCO**

VEMS/ Spirométrie

- Bien standardisé, peu coûteux, non invasif, largement diffusé ...
- Utiliser le VEMS **post-bronchodilatateur**
- Utiliser le VEMS exprimé en **% de la valeur prédite**

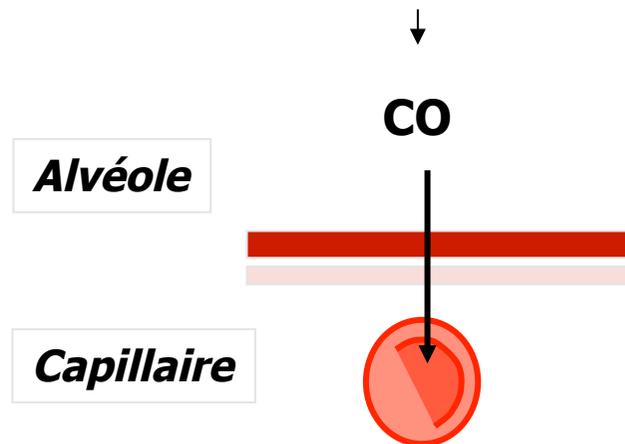
VEMS/ Spirométrie

VEMS	OR
>80%	1
61–80%	1,25
40–60%	2,01
<40%	2,78

Powell HA, Thorax 2013

Transfert du monoxyde de carbone (T_{CO} , DL_{CO})

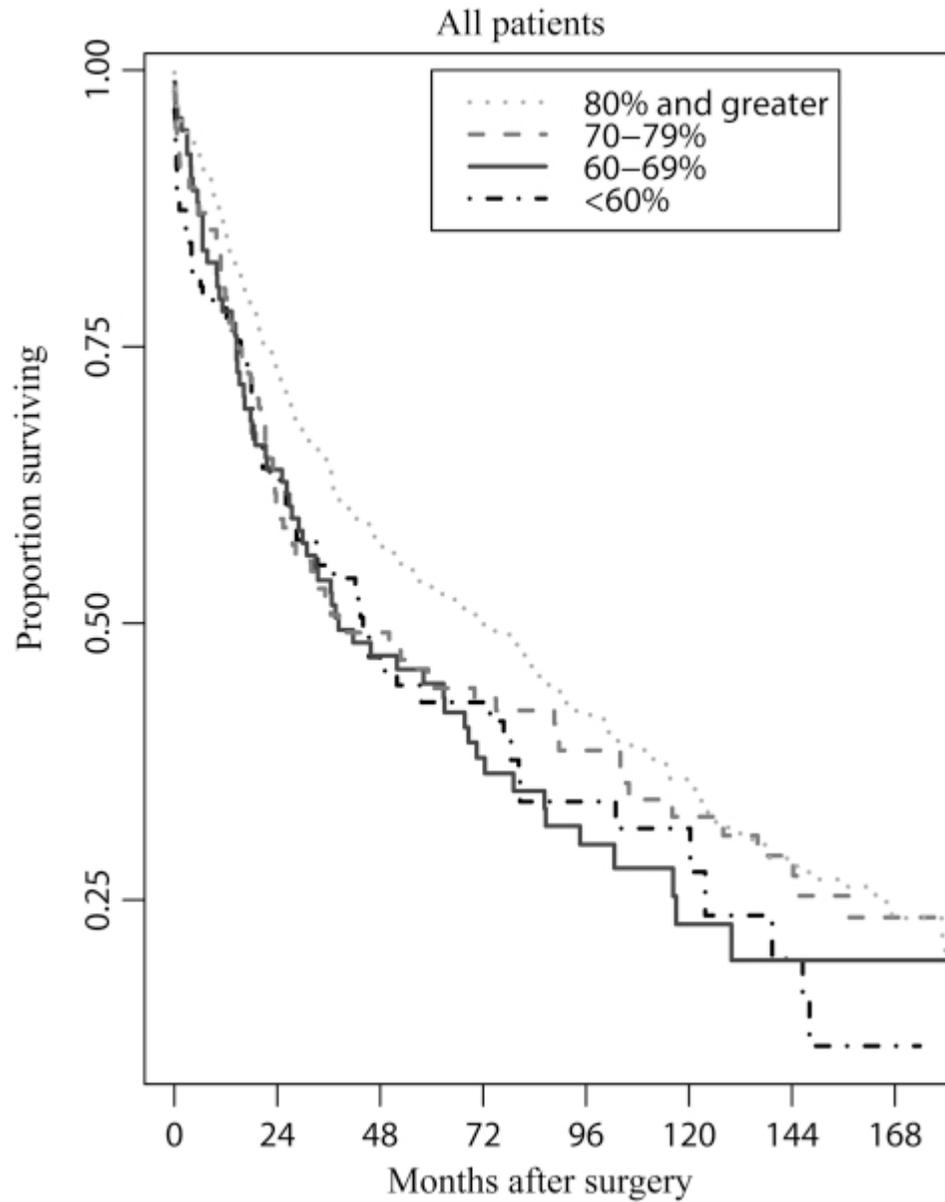
Facteur indépendant de mortalité



Ferguson M, Ann Thorac Surg 2008

Ferguson M, Eur J Cardiothorac Surg 2012

Tong BC, J Thorac Cardiovasc Surg 2014



854 patients
18% pneumonectomies

DLCO of $\geq 80\%$	HR = 1
DLCO 70-79%	HR = 1.12
DLCO 60-69%	HR = 1.29
DLCO <60%	HR = 1.35

Diffusing capacity predicts long-term survival after lung resection for cancer

Ferguson M,
Eur J Cardiothorac Surg 2012

Bilan fonctionnel respiratoire = VEMS + TCO

- La valeur prédictive du VEMS utilisé seul est insuffisante (effet « réduction de volume » ...)
- La valeur prédictive du T_{CO} est plus forte
- VEMS et T_{CO} ne sont pas corrélés (cas de T_{CO} isolément abaissés)

L'Épreuve Fonctionnelle à l'Exercice (EFX)

- Évalue les **réserves cardio-respiratoires** d'un patient
- Simule l'**augmentation de consommation d'O₂ (V'O₂)** post-opératoire



Quel test d'exercice ?

- Test cardio-respiratoire maximal
- Test de marche
- Test « navette »
- Montée des escaliers



Test cardio-respiratoire maximal

- « gold standard »



- $\dot{V}O_2$ max :
paramètre le mieux étudié
très bien corrélée aux complications péri-
opératoires

Test d'effort maximal : valeurs seuils

- **Risque de complication faible :**

- $V'O_{2max} > 20 \text{ mL/min/kg}$ ($\sim 75\%$ VP)

C Bolliger, ERJ, 1998, ERS-ESTS, 2009, ACCP, 2013

- **OU $V'O_{2max} > 15 \text{ ml/min/kg}$ ($\sim 65\%$ VP)**

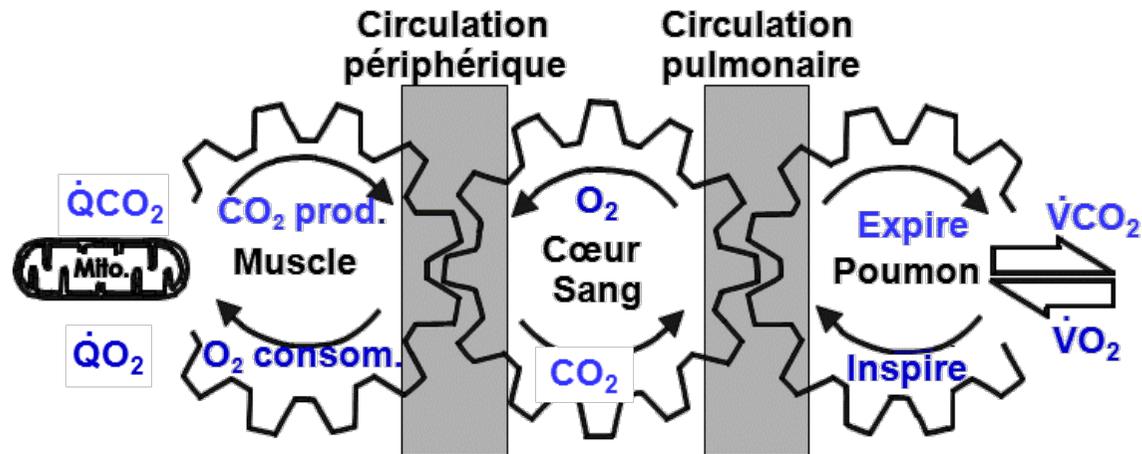
Loewen, 2007, BTS, 2010

- **Risque de complications élevé**

- $V'O_{2max} < 10 \text{ mL/min/kg}$ ($\sim 35\%$ VP) :

C Bolliger, ERJ, 1998, ERS-ESTS, 2009, ACCP, 2013

Valeurs théoriques $\dot{V}'O_2$ max



- Homme, 1,8 m ; 78 kg
 - 30 ans : 3,1 L 40 ml/min/kg
 - 75 ans : 1,8 L 23 ml/min/kg

- Femme, 1,68 m ; 60 kg
 - 30 ans : 1,8 L 30 ml/min/kg
 - 75 ans : 1,0 L 17 ml/min/kg

VO₂ and activités

Homme, 30 ans, 70kg, 1,75m

VO₂ (ml/min/kg)

- | | |
|--|-----|
| •Repos (1 MET) | 3,5 |
| •Habillage, toilette | 8 |
| •Activités domestiques légères | 9,5 |
| •Shopping | 11 |
| •Marche (4 km/h) | 14 |
| •Jardinage ou travaux entretien « lourds » | 18 |
| •Travail dans les mines | 28 |

Tests de marche, navette et de montée des escaliers

- **Avantages** : peu coûteux, simples, reproduisent la vie courante

Test de marche

Test de marche de 6 min :

- bien standardisé, simple
- **MAIS pas de lien entre distance parcourue et complications post-opératoires**

Test « navette »

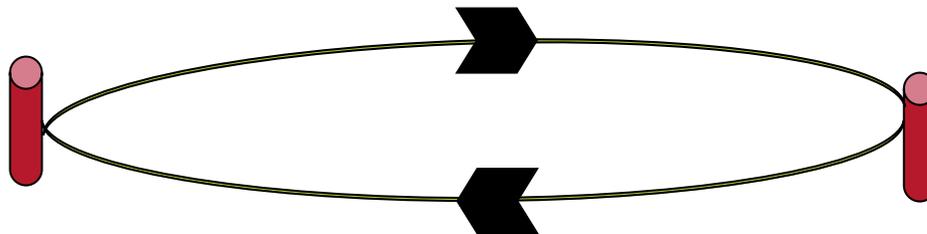
Peut être utilisé comme "screening"

Corrélation avec la $VO_2\text{max}$

Si < 400m (40 navettes) :

- **Risque de complications**
- **demander une EFX avec $V'O_2$ max**

Win T, 2005



Montée des escaliers



- Peut être utilisé comme "screening" si standardisé
- Corrélation entre **altitude et $V'O_2$**
Corrélation entre **$V'O_2$ max et vitesse d'ascension**
- Montée > 22m (6.6 étages de 3.33m): risque faible

altitude < 22m : demander une EFX

A. Brunelli, 2008, 2010

C. Koegelenberg, 2009

Bernasconi M, 2012

Calcul de la fonction respiratoire résiduelle

- **But** : évaluer la contribution du poumon à réséquer à l'ensemble de la fonction pulmonaire
- Déterminer la **fonction résiduelle post-résection**
- À partir des VEMS, T_{CO} ou $V'O_2$

Valeurs post-opératoires prédites (pop)
ou Split function study

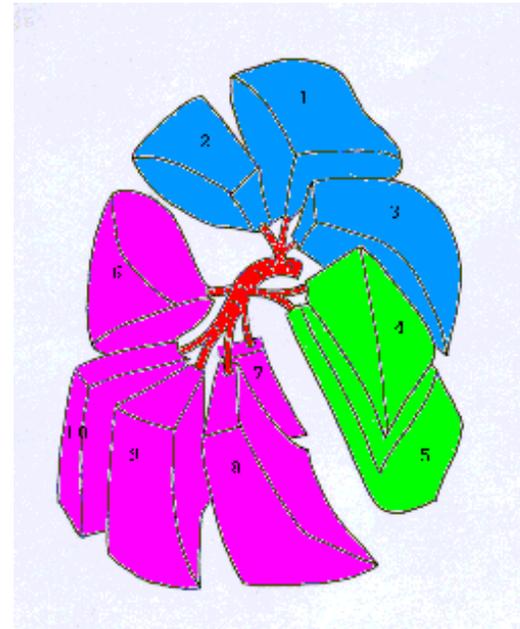
**Nombre de segments
fonctionnels : 19**

Poumon droit : 10

lobe supérieur : 3

lobe moyen : 2

lobe inférieur : 5

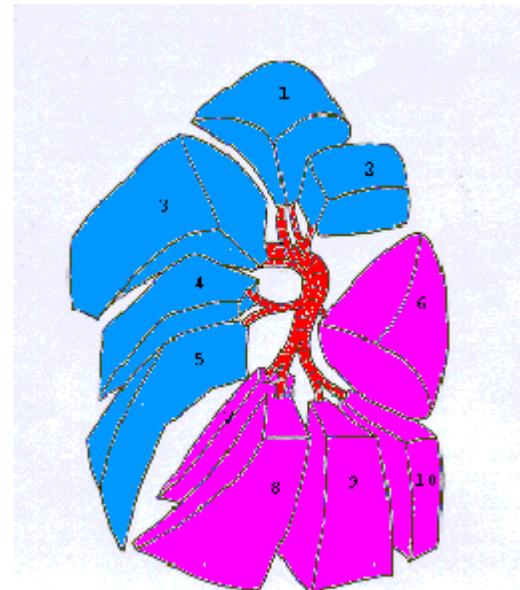


Poumon gauche : 9

culmen : 3

lingula : 2

lobe inférieur : 4



Valeurs post-opératoires prédites

- Avant lobectomie :

$$\mathbf{VEMSpop = VEMS\ préopératoire \times (1 - a/b)}$$

(a) nombre de segments non obstrués à réséquer

(b) nombre total de segments non obstrués

Obstrué : d'après la fibroscopie et la TDM

Valeurs post-opératoires prédites

- Avant pneumonectomie :

Analyse scintigraphique de la ventilation ou de la perfusion, ou TDM quantitative

$$\mathbf{VEMSpop = VEMS_{preop} \times (1-FC)}$$

FC : contribution fonctionnelle du parenchyme à réséquer = fraction de la perfusion totale

Valeurs post-opératoires prédites

VEMSpop et T_{co}pop

- **ERS/ESTS 2009:**

- < **30%** VP : risque élevé de complications

- > **30%** VP et $V'O_2max > 35%$: opérable

- **BTS 2010 :**

- < **40%** VP : risque élevé de complications

- **ACCP 2013:**

- < **30%** VP et $V'O_2max < 35%$: risque élevé de complications

- > **60%** VP : risque faible de complications

Valeurs post-opératoires prédites

%V'O₂pop hautement prédictif de complication:

< 35% VP

C Bolliger, ERJ, 1998

ERS-ESTS Task Force, 2009

Evaluation cardiovasculaire

	Nombre de patients	Complications majeures (%)
Brunelli A, 2011	2 621*	2,2%
Ferguson M, 2012	1 255	2,4%
Gopaldas RR, 2010	13 619	3,4% (avec complications thromboemboliques)

Complications cardiaques majeures (infarctus du myocarde, œdème pulmonaire, fibrillation ventriculaire, arrêt cardiaque voire décès, bloc complet auriculo-ventriculaire)

Risque de Complications Cardiovasculaires

Évalué grâce à des **scores** (ACC/AHA, RCRI...)

- **basés** sur l'anamnèse, l'examen clinique et l'ECG de repos
- **déterminent le risque** de complications cardiovasculaires
- définissent la nécessité **d'explorations complémentaires**

REVISED CARDIAC RISK INDEX (Circulation 1999)

Chaque item vaut 1 point

1- chirurgie à haut risque

Intrapéritonéale

Intrathoracique

Vasculaire, supra-inguinale

2- Antécédent de maladie coronarienne

Antécédent d'infarctus

Antécédent d'épreuve d'effort positive

Douleur thoracique évocatrice

Prise de dérivés nitrés

ECG: ondes Q pathologiques

3- Antécédent d'insuffisance cardiaque

Antécédent de décompensation cardiaque

oedème pulmonaire

Dyspnée paroxystique nocturne

Crépitants bilatéraux ou galop B3

Radio : redistribution vasculaire pulmonaire

4- antécédent d'AVC ou AIT

5- traitement par insuline

6- créatininémie > 2 mg/dl

Risque de complication majeure

Points Classe Risque

0 I 0.4%

1 II 0.9%

2 III 6.6%

3 ou plus IV 11%

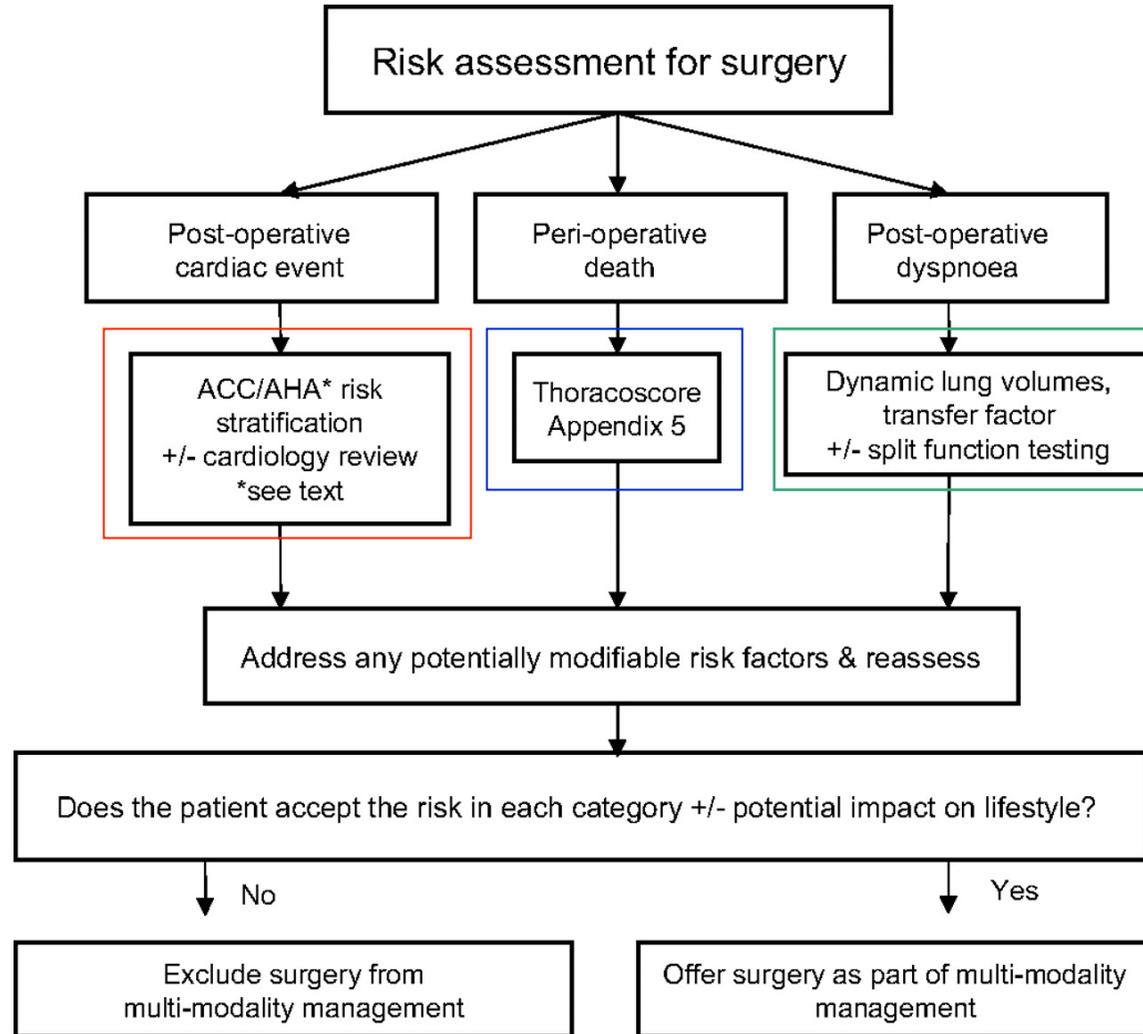
Complications majeures : infarctus du myocarde, œdème pulmonaire, fibrillation ventriculaire, arrêt cardiaque, bloc complet auriculo-ventriculaire

Bilan pré-opérateur

Les algorithmes

- ERS/ESTS
- BTS
- ACCP

Tripartite risk assessment.

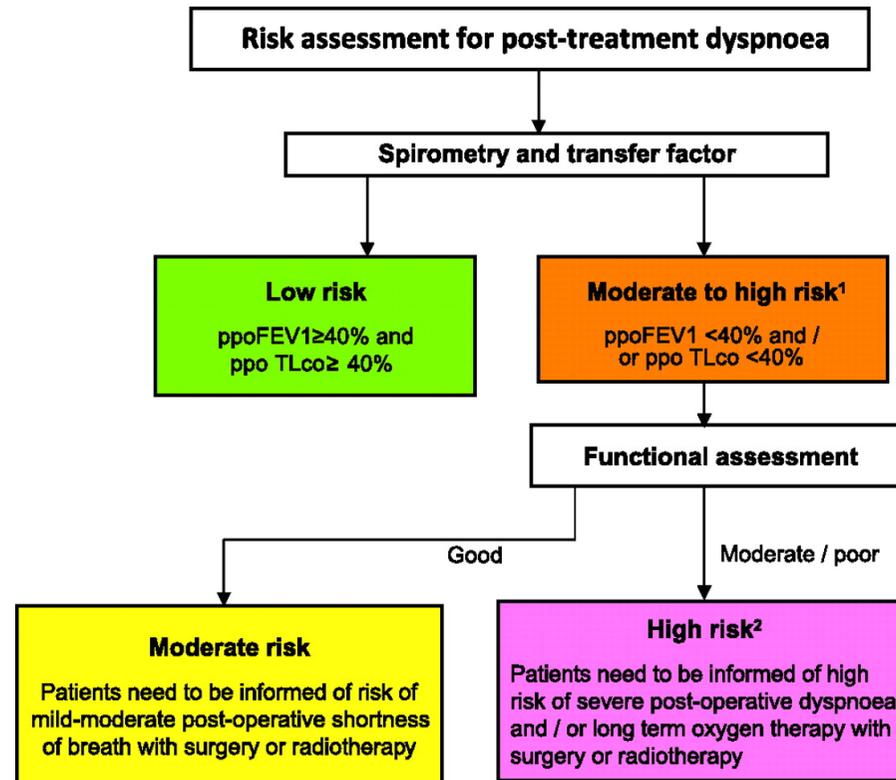


Lim E et al. Thorax 2010;65:iii1-iii27

BTS,
2010



Risk assessment for post-treatment dyspnoea.

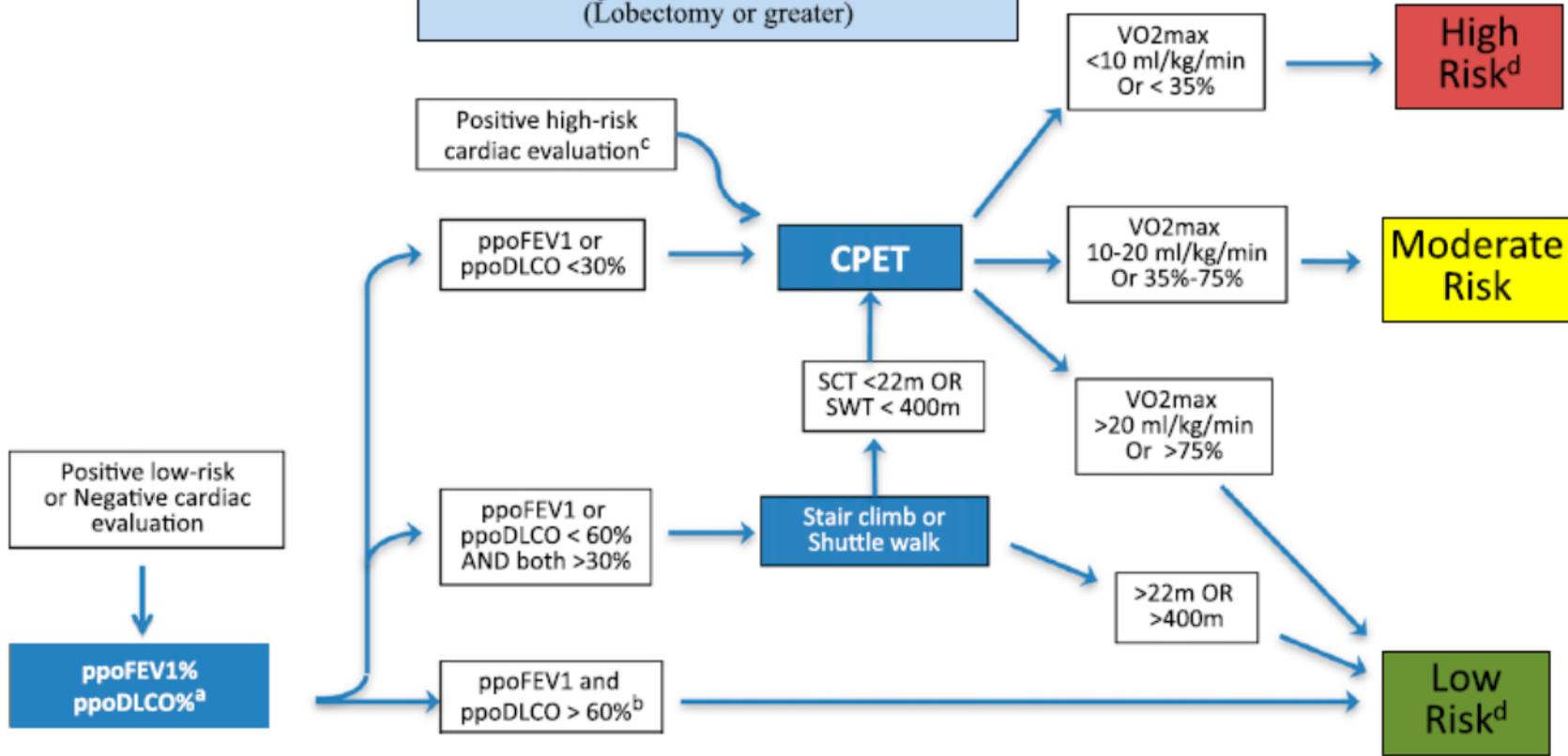


1. Consider split lung function testing for patients in this group if there is any suspicion of a ventilation perfusion mismatch (e.g. compression of a pulmonary artery or marked emphysema in the lobe with cancer) to allow more accurate estimation of post-operative values.

2. Patients in this sub-group are at high risk of ventilator dependency after surgery. It is important to ensure that criteria for LVRS have been considered as lung function can improve in appropriately selected patients.

Lim E et al. Thorax 2010;65:iii1-iii27

Algorithm for Thoracotomy and Major Anatomic Resection (Lobectomy or greater)



Actual Risks affected by parameters defined here and:

- Patient Factors: Comorbidities, age
- Structural Aspects: center (volume, specialization)
- Process factors: Management of complications
- Surgical access: Thoracotomy vs. minimally invasive



CHEST

ACCP, 2013

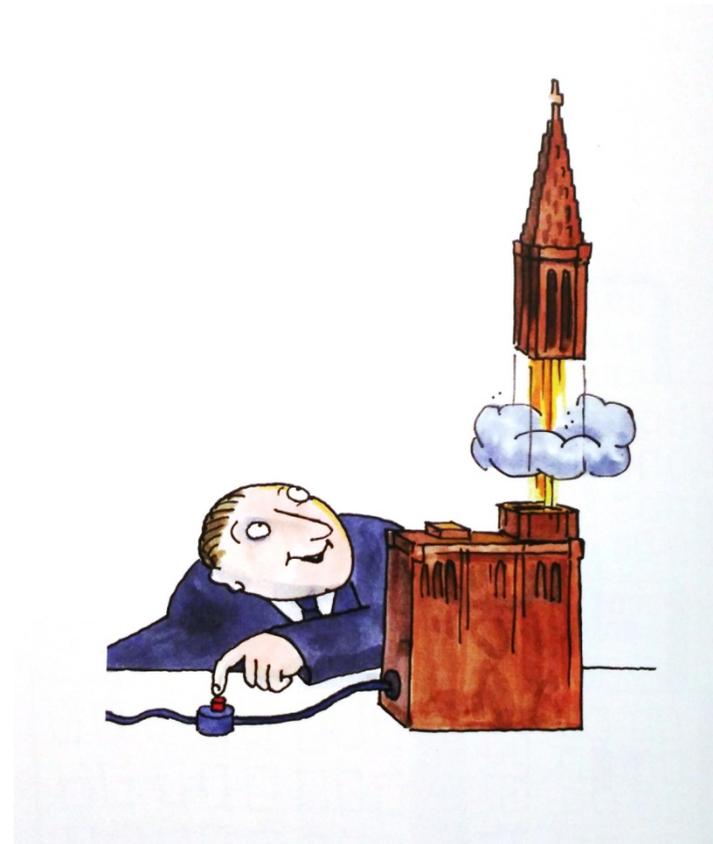
De façon concomitante avec l'évaluation pré-opératoire

- ➔ ➤ Traitement des pathologies associées
 - kinésithérapie ± réentraînement à l'effort
 - arrêt du tabac
 - Pré et post-opératoire : VNI ?

Au terme de ce bilan

- Évaluation du risque de mortalité et de complications post-opératoires
- Pour une lobectomie ou une pneumonectomie
- Si le risque opératoire est important
 - Alternatives chirurgicales ?
 - Autres voies thérapeutiques ?
- **Pour évaluer le rapport bénéfice/risque , manque la comparaison avec les patients « résécables-inopérables »**

Merci
de votre attention



Tomi Ungerer

Cancer bronchique : évolutions récentes

Techniques chirurgicales

- Segmentectomie (*tumeur périphérique < 2cm Ø*)
- Chirurgie plastique et reconstructrice : « Sleeve » ou reconstruction de l' artère pulmonaire
- Chirurgie de réduction de volume : critères NETT (tumeur du lobe supérieur, LS emphysémateux, VEMS et DLCO > 20%)
- Chirurgie vidéo-assistée (VATS)

Cancer bronchique : évolutions récentes

Alternatives à la chirurgie

- Ablation par radiofréquence (RFA) ou micro-ondes
- Radiothérapie stéréotaxique (SBRT ou SART)

Cas particuliers

- Après radio-chimiothérapie d'induction,
une nouvelle évaluation de la fonction respiratoire
(particulièrement de la DLCO) est recommandée

Gazométrie artérielle

■ **PaO₂** proposée: < 50 - 60 mmHg

PaO₂ n'a pas une bonne valeur prédictive

■ **PaCO₂** proposée : > 45 - 50 mmHg

PaCO₂ aurait une meilleure valeur prédictive surtout si elle ↗ à l'exercice

Anomalie gazométrique = bilan complémentaire

Gazométrie artérielle

- **1 étude multivariée** (331 patients, Kearney D, Chest, 1994) ne retrouve pas la PCO_2 comme facteur pronostique
- **2 études rassemblant des patients à haut risque** (Morice R, Chest, 1992, 37 patients; Bolliger C, Respiration, 1994, 5 patients) montrent que les patients hypercapniques mais ayant une bonne VO_2 peuvent être opérés

Effets à long terme des résections pulmonaires

Résection \leq lobe :

- Perte précoce de fonction respiratoire
- Puis déficit minime en VEMS et T_{CO} (environ 5-10 %) et capacité à l'exercice quasi-conservée (0-10%)

Effets à long terme des résections pulmonaires

Pneumonectomie :

- Perte de 20-40% de la capacité ventilatoire
- À l'exercice, capacité altérée de 15-28%

*Mais ces valeurs fonctionnelles reflètent mal la
qualité de vie des patients*

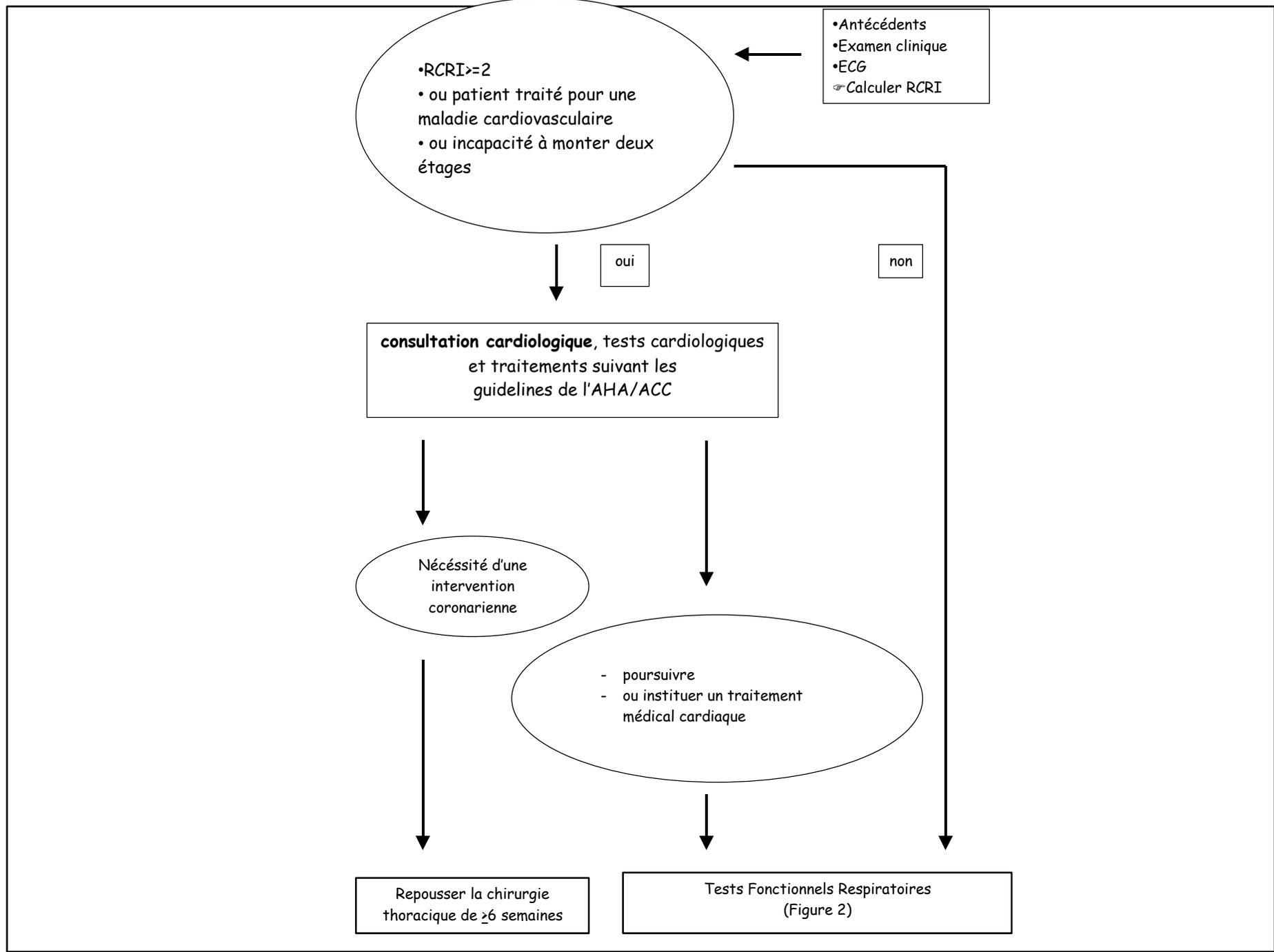
Désaturation à l'exercice

- ↘ SpO₂ < 90% = ↗ complications péri-opératoires : discuté !
- ↘ SpO₂ de 4% : ↗ complications péri-opératoires : à confirmer

Évaluation de la qualité de vie



- Indice important mais rarement évalué
- qualité de vie (indices « bien-être physique » et « bien-être mental ») détériorée en préopératoire
- chute après l'intervention puis revient à son niveau initial



•RCRI>=2
• ou patient traité pour une
maladie cardiovasculaire
• ou incapacité à monter deux
étages

- Antécédents
- Examen clinique
- ECG
- ☞ Calculer RCRI

oui

non

consultation cardiologique, tests cardiologiques
et traitements suivant les
guidelines de l'AHA/ACC

Nécessité d'une
intervention
coronarienne

- poursuivre
- ou instituer un traitement
médical cardiaque

Repousser la chirurgie
thoracique de >=6 semaines

Tests Fonctionnels Respiratoires
(Figure 2)

Techniques chirurgicales : VATS

En post-opératoire, réduction des

- douleurs
- perte fonction respiratoire (Endo H 2010)
- production de cytokines
- durée du drainage
- durée d'hospitalisation

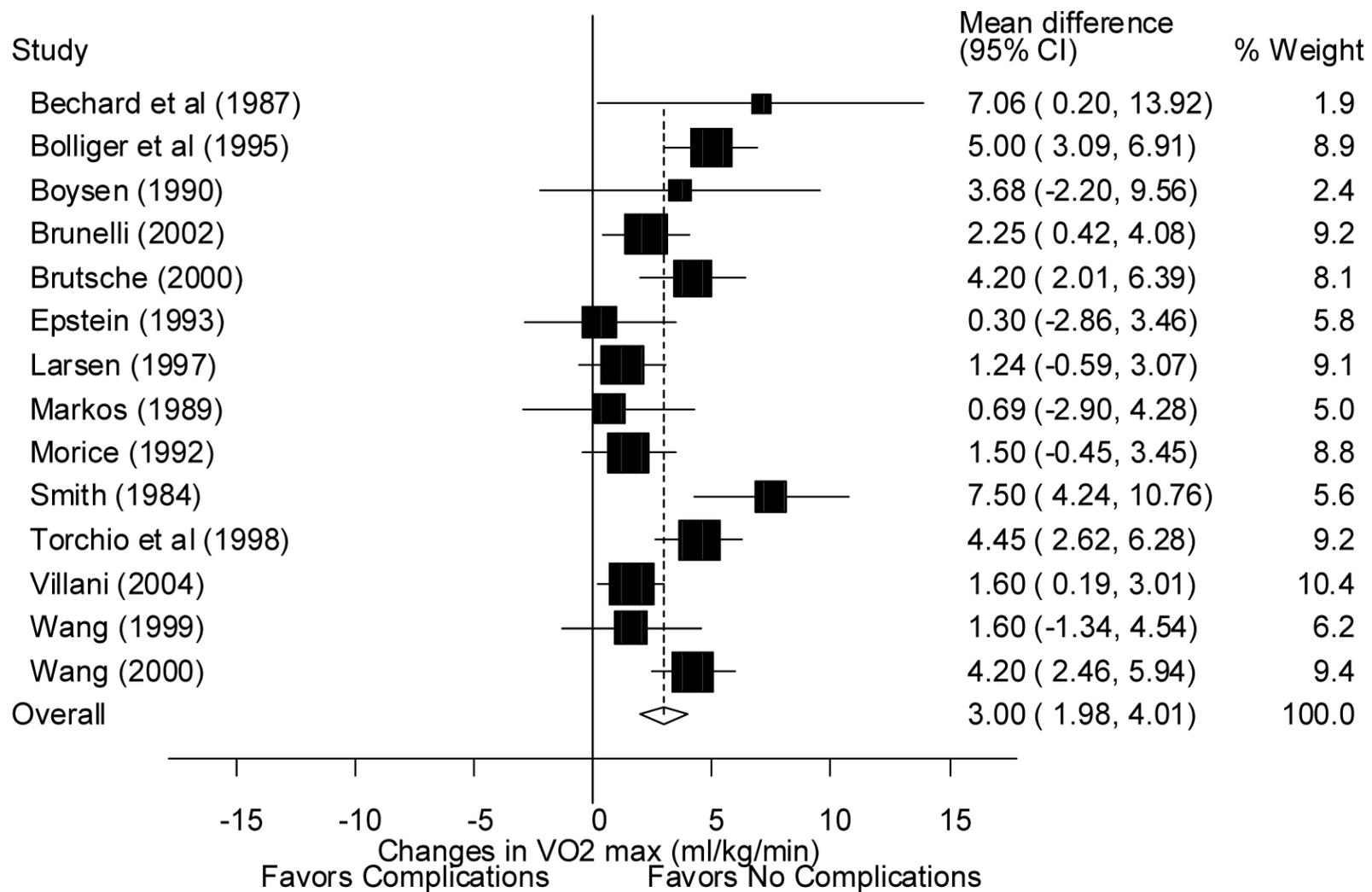
Meilleure survie d'après 2 méta-analyses

Taioli E, Zhang Z,
Eur J Cardiothorac Surg. 2013

Réduire le risque opératoire

Les facteurs de risque opératoires :

- L'extension de la résection
- Le type et la durée de la chirurgie
- La prise en charge anesthésiologique: choix du mode de ventilation, remplissage, concentration Hb (*Benzo, 2007, Alam M, 2007, Marret E 2010, Licker M, 2010,)*)
- L'expérience du centre



Benzo R, méta-analyse, Resp Med, 2007

Test cardio-respiratoire maximal

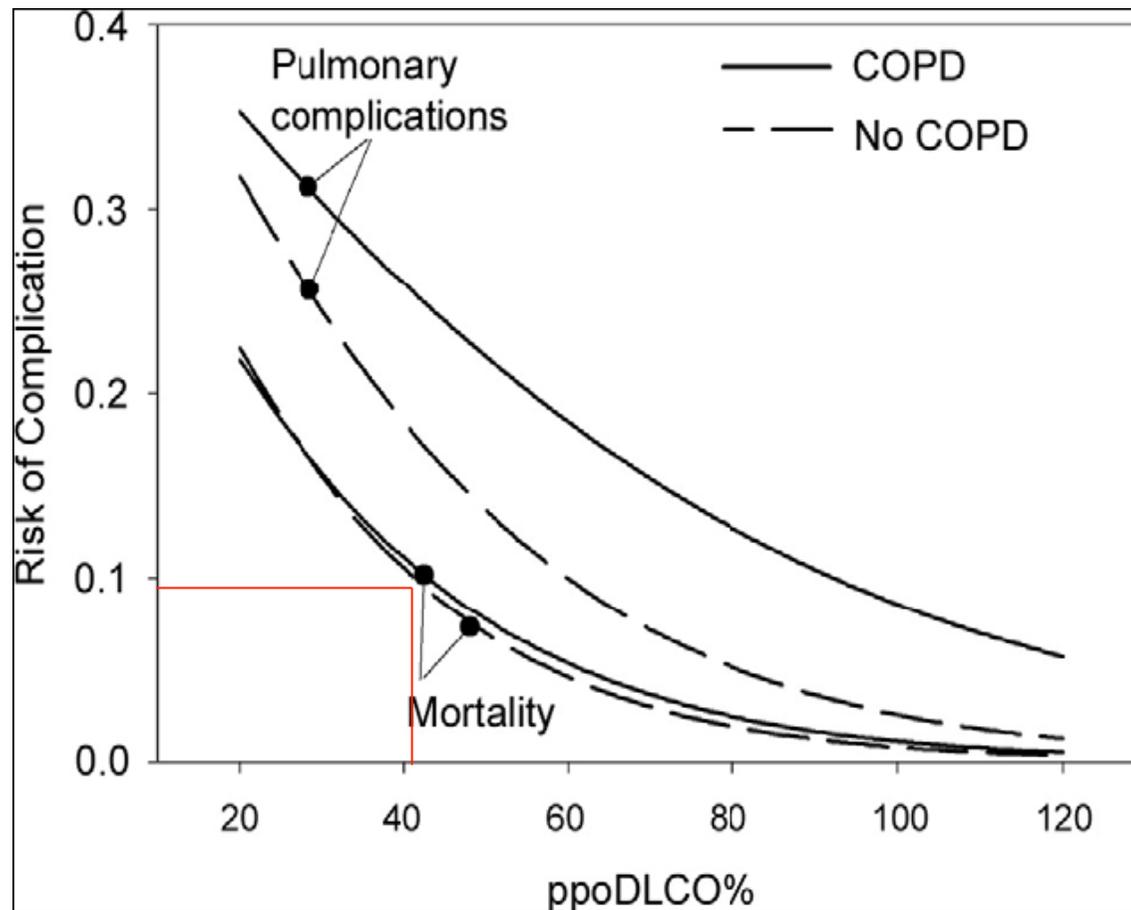
Etudes plus récentes :

- Loewen G, *J Thorac Oncol* 2007, 346 patients, multicentrique.

Point particulier : 58 patients opérés malgré un classement « à risque », sans complication majeure, mais survie à 5 ans + basse, sans atteindre celle des patients non-opérés

- Brunelli A, *Chest* 2009, 204 patients,
- Licker M, *ERJ* 2010, 210 patients
- Rocco G, *J Thorac Dis* 2013, 190 patients
- Jones LW, *Cancer* 2010, 398 patients (long terme : 31 mois)
- Fang Y, *Scandinavian Journal of Surgery* 2013, 178 patients

T_{CO} pop (ppoDLCO)



Mortalité et complications post-opératoires

Ferguson M, Ann Thorac Surg 2008

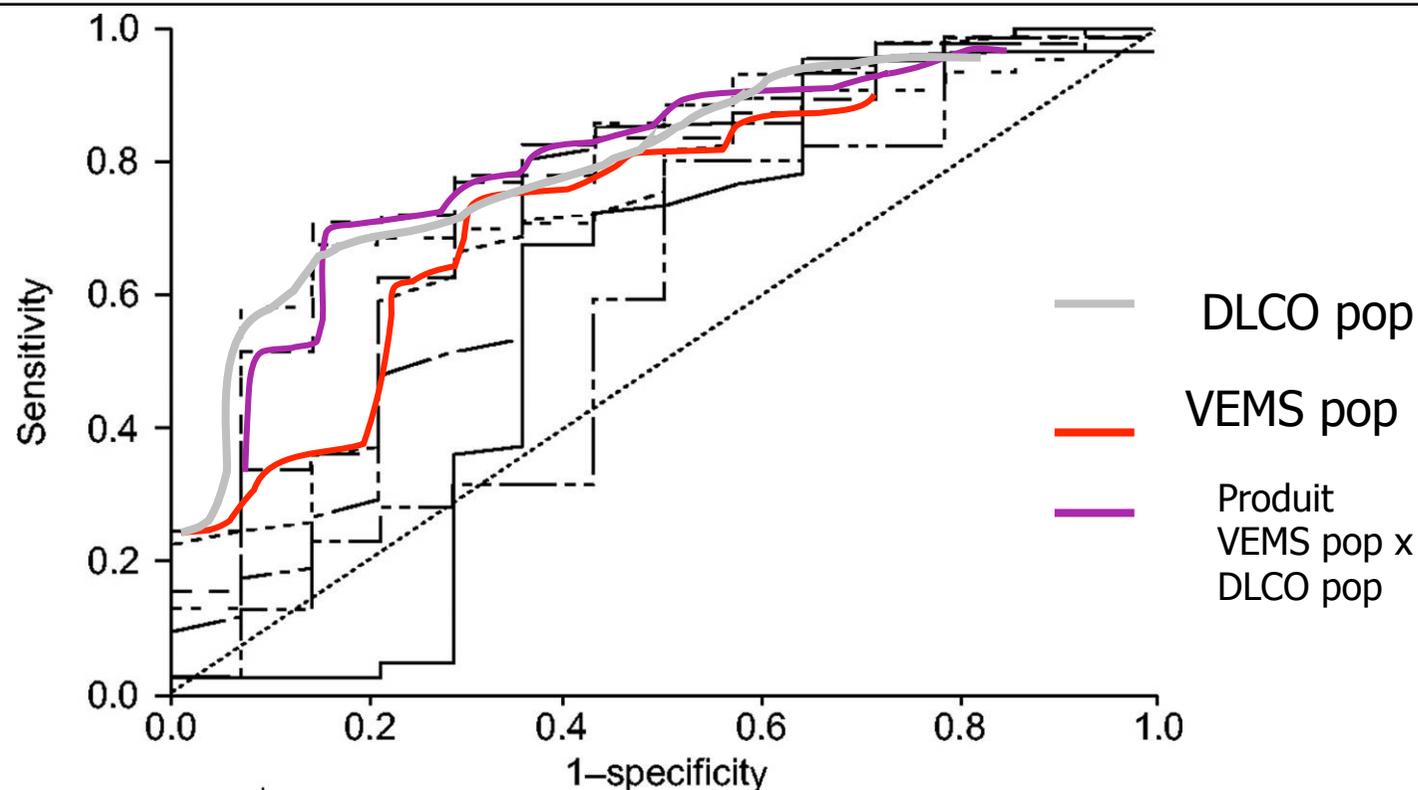
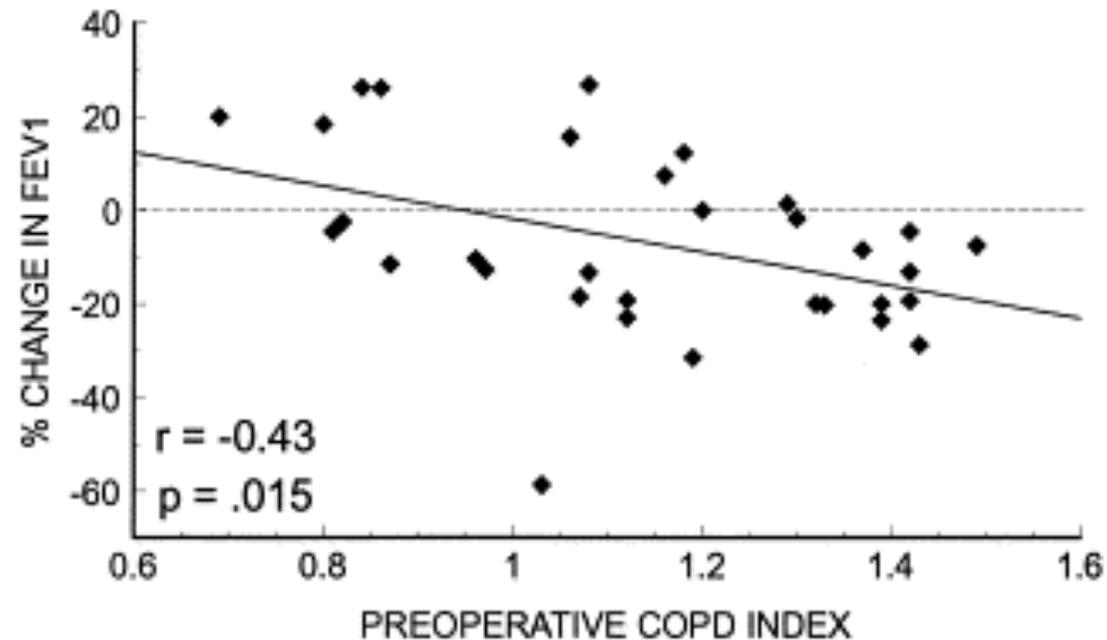


Fig. 1— Receiver-operating characteristic curves (—: baseline forced expiratory volume in one second (FEV_1 ; L; area under the curve (AUC) 0.587); -----: baseline FEV_1 (% pred; AUC 0.731); - - -: baseline carbon monoxide diffusing capacity of the lung ($D_{L,CO}$; % pred; AUC 0.701); - - - -: baseline predicted post-operative (ppo) FEV_1 (L; by ventilation/perfusion (V/Q') scan; AUC 0.587); - - - -: baseline ppo $D_{L,CO}$ (% pred; by V/Q' scan; AUC 0.772); - - -: predicted post-operative product (PPP; AUC 0.792); — —: baseline ppo FEV_1 (% pred; by V/Q' scan; AUC 0.752); ·····: reference line (AUC 0.5). Diagonal segments are produced by ties. The PPP is the product of ppo FEV_1 and ppo $D_{L,CO}$ (both % pred).

VEMS post-opératoire et théorie de l' « effet de réduction de volume »



COPD index : $VEMS (\%VP \times 100) + VEMS/CVF$

Plus cet index est bas, plus la BPCO est sévère

Plus la BPCO est sévère, moins la perte de VEMS est importante après lobectomie

Korst RJ, 1998

Ré-entraînement à l'effort (REE)

Buts :

- Rendre les patients opérables ?
- Réduire les complications ? La durée d'hospitalisation?

(Divisi D, Eur J Cardiothorac Surg. 2013,
Bobbio A, Eur J Cardiothorac Surg. 2008, Benzo R, lung cancer, 2011)

Dangers :

- Repousser l'intervention (Benzo R, lung cancer, 2011)

Efficacité

prouvée : chirurgie de réduction de volume ou greffe

Ré-entraînement à l'effort (REE)

1 étude randomisée, 40 lobectomies

- REE de 3 semaines, intense: amélioration de la $V'O_2$ max pré-opératoire puis un retour à la valeur de base en post-opératoire
- Dégradation de la $V'O_2$ max en post-opératoire en l'absence de REE

Stefanelli F, Eur J Cardiothorac Surg. 2013

Kinésithérapie ; VNI préopératoires

- Pas (peu) d'études portant sur la kinésithérapie
- VNI pré-opératoire, 7j à domicile : preOVNI study

GFPC 12-01, Paleiron N, Rev Mal Respir. 2013

Le bilan pré-opératoire avant résection pulmonaire

- Quelles sont les conséquences de la chirurgie de résection sur la fonction pulmonaire ?
- Quelles sont les complications post-opératoires ?
- Mortalité, évaluée le plus souvent pendant l'hospitalisation, à 3 mois ou plus rarement à 6 mois
- Complications post-opératoires. Elles sont essentiellement cardio-vasculaires et respiratoires. Difficile à comparer d'une étude à l'autre car leur définition est très variable
- Quels sont les facteurs de risque de mortalité ou complications post-opératoires ?
- L'extension de la résection
- Pulmonaires, évalués par les EFR et l'épreuve d'effort maximale
- Cardio-vasculaires : nécessité d'un bilan cardio-vasculaire
- Autres : nombreux. Tentative d'inclusion des principaux d'entre eux dans des scores.
- En pratique, comment organiser un bilan pré-opératoire

Traitement chirurgical du cancer bronchique: Évaluation bénéfice-risque

- **Bénéfice :**

Médiane de survie 36 mois si opérable
 16 mois si non opérable mais résécable

(Loewen G, 2007)

Traitement chirurgical du cancer bronchique: Évaluation bénéfice-risque

• **Risque :**

Mortalité :

- Registre « Epithor » 2007, 15 183 patients :
mortalité = 2,2% lors de l' hospitalisation
- English National Lung Cancer Audit 2013, 10 191 patients:
mortalité = 3% à 1 mois et 6% à 3 mois
- Society of Thoracic Surgeons General Database 2014,
34188 patients :
mortalité = 2,2% à 1 mois

Traitement chirurgical du cancer bronchique: Évaluation bénéfico-risque

- **Complications :**

respiratoires et cardiovasculaires essentiellement

Falcoz PE, J Thorac Cardiovasc Surg 2007

Powell HA, Thorax 2013

Tong BC, J Thorac Cardiovasc Surg 2014