

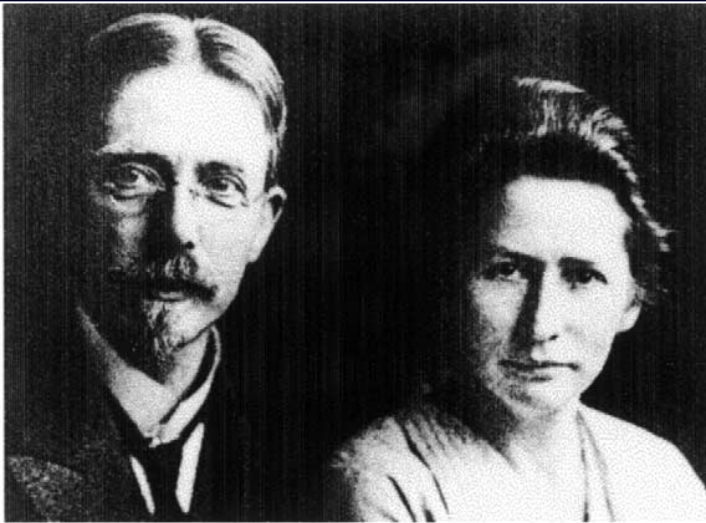
# Renouer avec une vieille connaissance: la diffusion du CO

Colloque de l'Escalade

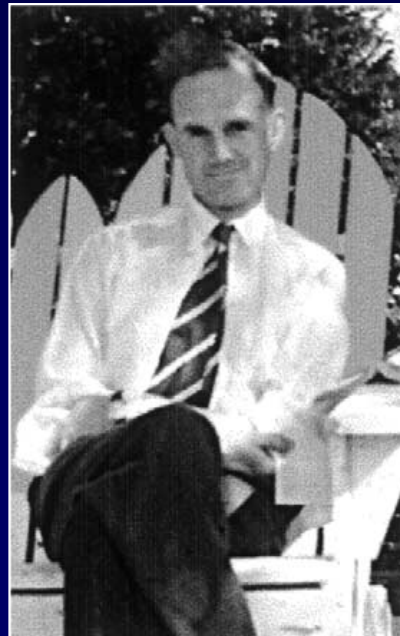
1<sup>er</sup> décembre 2010

Jean-William Fitting  
Service de pneumologie  
CHUV - Lausanne

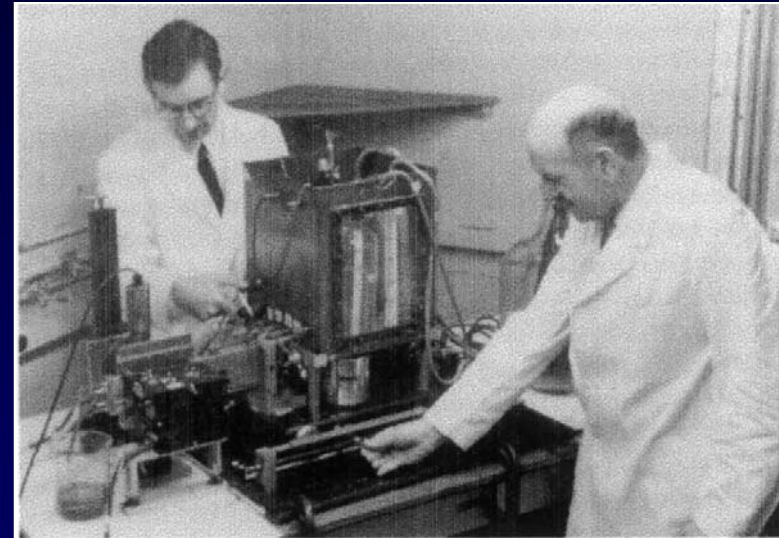
# Les pionniers



August and Marie Krogh



C.M. Ogilvie



R.E. Forster

F.J.W. Roughton

# Nomenclature

Amérique du Nord :

Capacité de diffusion du CO = DLCO

Unités :  $\text{ml min}^{-1} \text{mmHg}^{-1}$

Europe :

Facteur de transfert du CO = TLCO

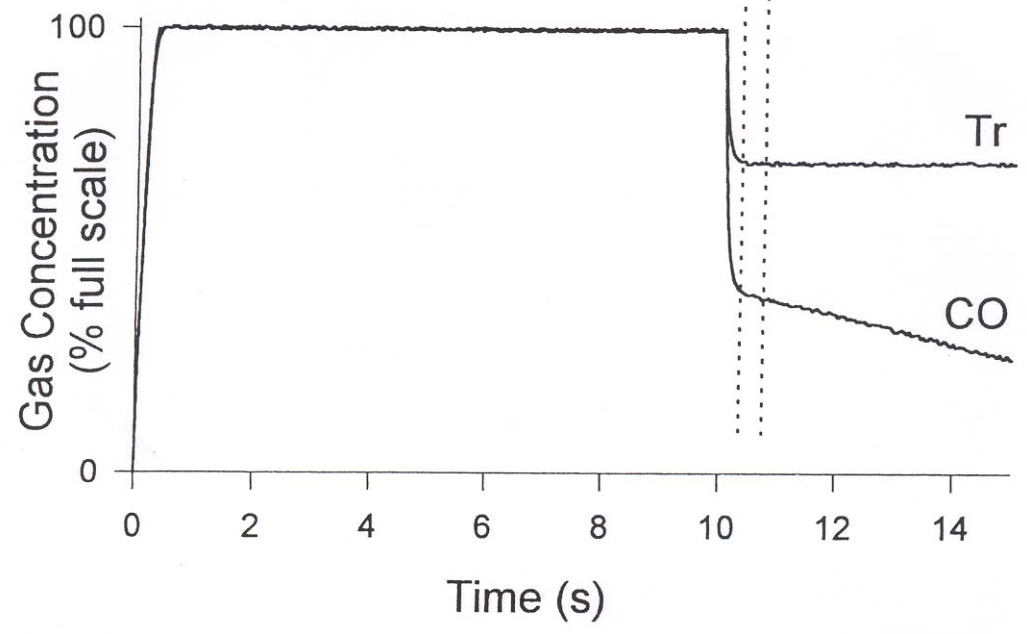
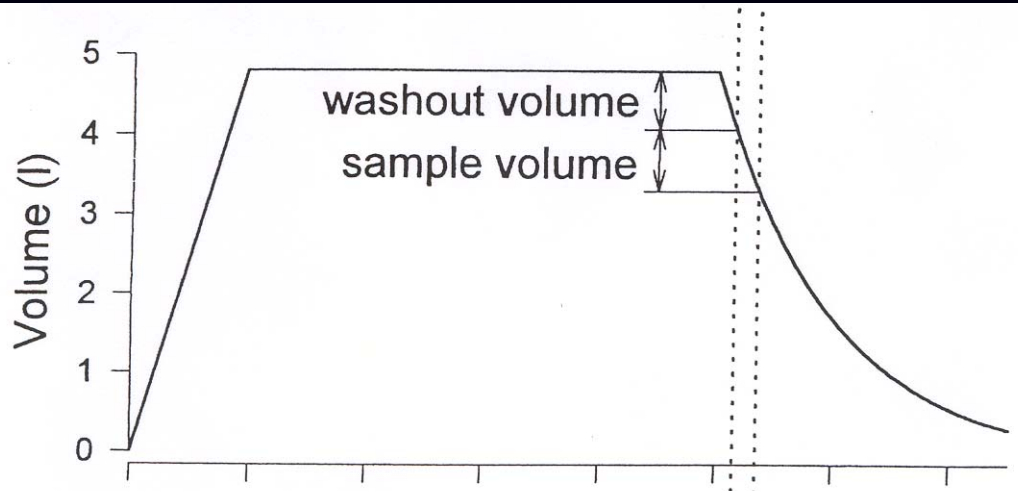
Unités :  $\text{mmol min}^{-1} \text{kPa}^{-1}$

Unités de conductance:  $\text{débit} \times \text{pression}^{-1}$

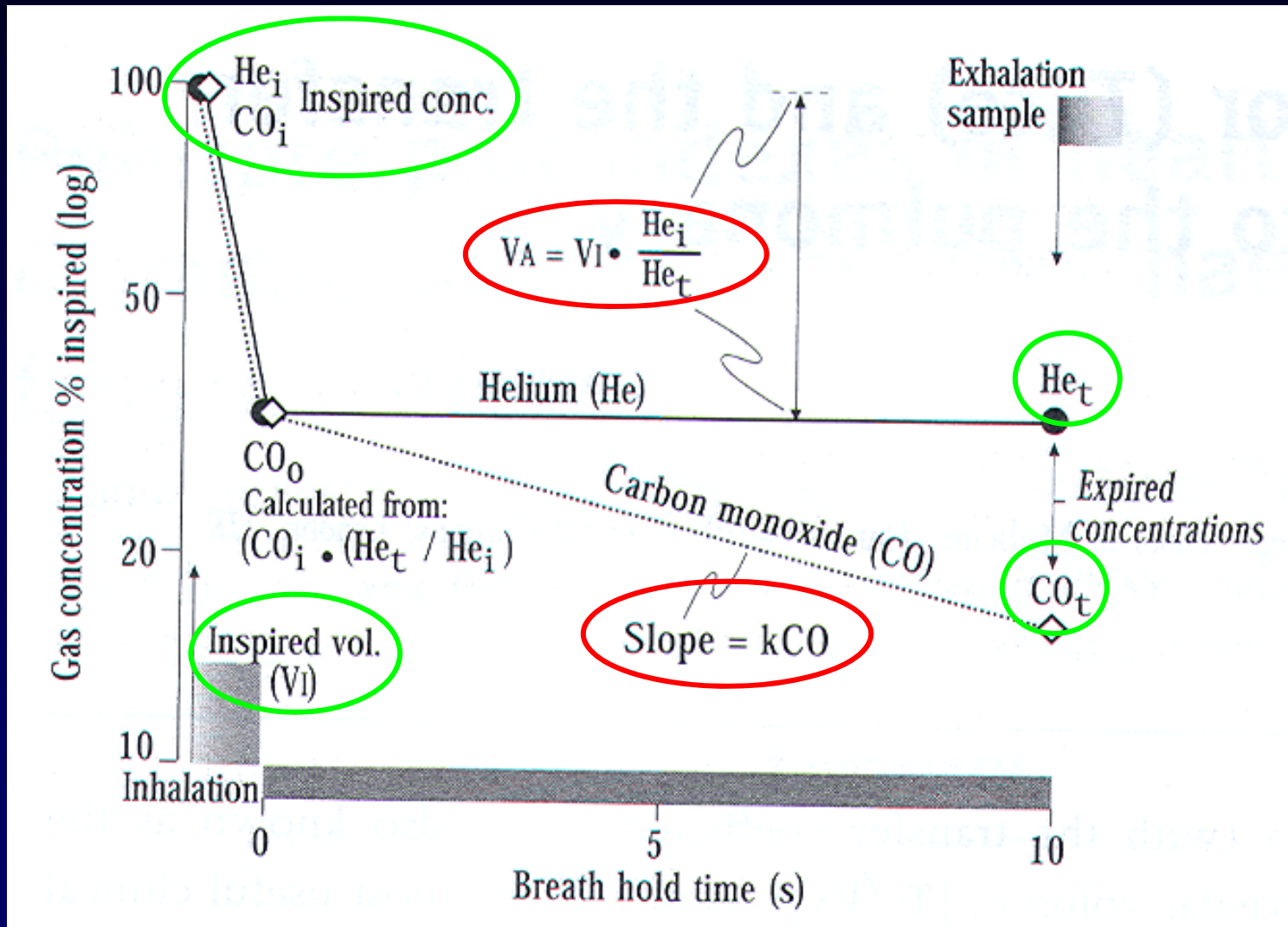
# DLCO par la méthode en apnée

*single breathholding*  $DLCO = DLCO_{SB}$

- Expiration complète
- Inspiration rapide ( $< 4$  s) et complète ( $> 85\%$  CV) d'un mélange gazeux contenant :
  - $F_I\text{CO} = 0,003$
  - $F_I\text{He} = 0,1$  ou  $F_I\text{CH}_4 = 0,003$
- Apnée de  $10 \pm 2$  s
- Expiration régulière et complète
- Échantillonnage de l'air expiré après 0,75 L



# Ce qui est mesuré et calculé



# Calcul de kCO

Pendant l'apnée,  $F_A\text{CO}$  décroît exponentiellement :

$$F_A\text{CO}_t = F_A\text{CO}_0 \times e^{-kt}$$

Facteur de perméabilité de Krogh :

$$k\text{CO} = \frac{\log_e (F_A\text{CO}_0 / F_A\text{CO}_t)}{t} \quad \text{s}^{-1}$$

# Calcul de la DLCO

$$DLCO = \frac{k_{CO} \times V_A}{P_B - P_{H_2O}} \quad \text{mmol CO min}^{-1} \text{ kPa}^{-1}$$

DLCO représente la capacité de diffusion du CO dans l'hypothèse où le volume alvéolaire serait rempli de CO



# DLCO = 2 conductances en série

Conductance membranaire =  $D_M$

Conductance réactive =  $\theta \times Q_c$

$\theta$  = taux de réaction avec Hb

$Q_c$  = volume de sang capillaire pulmonaire

Equation de Roughton-Forster :

$$\frac{1}{\text{DLCO}} = \frac{1}{D_M} + \frac{1}{\theta \times Q_c}$$

# Facteurs confondants

Rôle de [Hb] :  $\theta \propto [\text{Hb}]$

Correction par ajustement à  $[\text{Hb}] = 14,6 \text{ g dL}^{-1}$

$$\text{DLCO}_{\text{corr}} = \text{DLCO} \times (10,22 + [\text{Hb}]) / 1,7 [\text{Hb}]$$

Rôle de [HbCO] :

HbCO diminue DLCO par 2 effets :

- $\uparrow$   $P_{\text{vCO}}$
- $\downarrow$  Hb disponible

Effet : - 1 % DLCO / % HbCO

Recommandation : pas de tabac 24 h avant le test

# Facteurs confondants

## Altitude :

CO et O<sub>2</sub> sont en compétition pour Hb

↓ P<sub>A</sub>O<sub>2</sub> ⇒ θ ↑

Effet : + 1 % DLCO / -3 mm Hg P<sub>I</sub>O<sub>2</sub>

Lausanne : + 3 %

1500 m : + 9 %

## Exercice :

DLCO augmente à l'exercice par ↑ Q<sub>c</sub>

Effet : + 20 % DLCO / + 5 L min<sup>-1</sup> débit cardiaque

# DLCO & BPCO

Troubles de distribution de la ventilation:

⇒ temps de contact CO < temps d'apnée

⇒ sous-estimation de kCO

⇒  $V_A$  DLCO<sub>SB</sub> <  $V_A$  pléthysmographie

⇒ sous-estimation de  $V_A$

**DLCO<sub>SB</sub> sous-estime la diffusion dans la BPCO**

Qu'est-ce que KCO (=DLCO/ $V_A$ ) ?

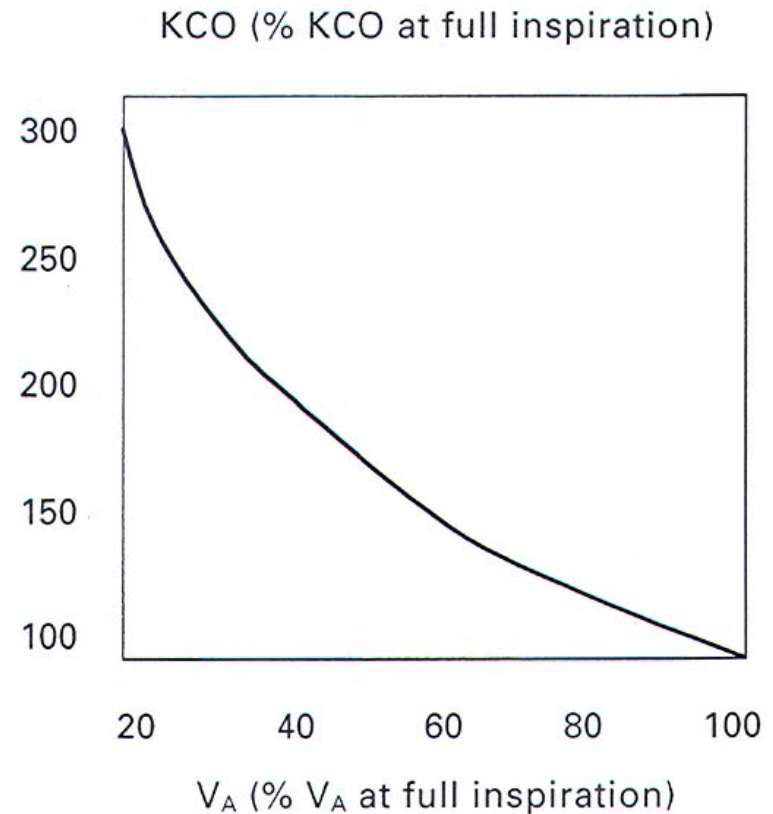
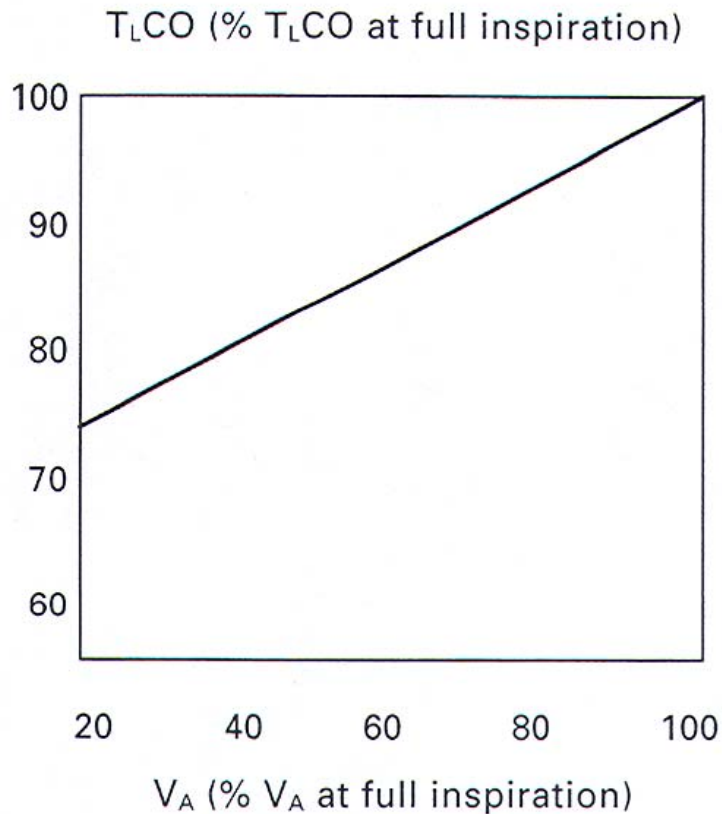
$$\text{DLCO} = \frac{\text{kCO} \times V_A}{P_B - P_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$\text{KCO} = \text{DLCO}/V_A = \frac{\text{kCO} \times V_A}{(P_B - P_{\text{H}_2\text{O}}) \times V_A}$$

$$\text{KCO} = \frac{\text{kCO}}{P_B - P_{\text{H}_2\text{O}}} \quad \text{mmol min}^{-1} \text{ kPa}^{-1} \text{ L}^{-1}$$

# Influence du $V_A$ sur DLCO et KCO

Chez un sujet normal :



# Comment interpréter KCO

(ou  $DLCO/V_A$ ) ?

- Lorsque  $V_A$  est abaissé par expansion incomplète (manœuvre volontaire, obésité, faiblesse musculaire),  
KCO est normalement augmenté  $> 100\%$   
prédit
- Lorsque  $V_A$  est abaissé, une valeur apparemment « normale » de KCO (ou  $DLCO/V_A$ ) témoigne d'un **trouble diffusionnel !**

# Comment interpréter les résultats ?

- Être attentif aux critères de qualité
- Considérer KCO et  $V_A$  comme les mesures primaires
- Interpréter KCO,  $V_A$  et DLCO selon le contexte clinique

$$\begin{array}{ccccc} \text{DLCO} & = & \text{KCO} & \times & V_A \\ = \text{capacité} & & = \text{efficacité} & & = \text{nombre} \\ \text{d'échange} & & \text{par unité} & & \text{d'unités} \\ \text{gazeux} & & \text{pulmonaire} & & \text{pulmonaires} \end{array}$$



	$V_A$	KCO	DLCO
Expansion incomplète	↓↓↓↓	↑↑↑	↓
Perte localisée d'unités	↓↓↓↓	↑	↓↓↓
Perte diffuse d'unités	↓↓↓	↓	↓↓↓↓
Emphysème	↓	↓↓↓	↓↓↓↓
Aff. vasculaire pulmonaire	N	↓↓↓	↓↓↓
Haut débit cardiaque	N	↑	↑
Hémorragie alvéolaire	↓	↑↑↑	↑↑

# Monsieur JW, 57 ans

CV = 50 %

VEMS = 52 %

CPT = 65 %

VEMS/CVF = 0,77

$V_A$  = 64 %

KCO = 141 %

DLCO = 91 %

Myopathie par déficit en maltase acide  
(expansion incomplète)

# Madame DD, 52 ans

CV = 84 %

VEMS = 61 %

CPT = 72 %

VEMS/CVF = 0,84

$V_A$  = 63 %

KCO = 143 %

DLCO = 91 %

Obésité (BMI = 64 kg/m<sup>2</sup>)

(expansion incomplète)

# Monsieur AW, 83 ans

CV = 55 %

VEMS = 46 %

CPT = 48 %

VEMS/CVF = 0,69

$V_A$  = 45 %

KCO = 159 %

DLCO = 72 %

**Epanchements pleuraux**  
(expansion incomplète)

# Madame JH, 67 ans

$$CV = 63 \%$$

$$VEMS = 43 \%$$

$$CPT = 53 \%$$

$$VEMS/CVF = 0,80$$

$$V_A = 37 \%$$

$$KCO = 126 \%$$

$$DLCO = 46 \%$$

Tumeur obstruant la bronche souche gauche  
(perte localisée d'unités)

# Monsieur PAS, 62 ans

CV = 43 %

VEMS = 45 %

CPT = 55 %

VEMS/CVF = 0,79

$V_A$  = 45 %

KCO = 110 %

DLCO = 50 %

Status post-pneumonectomie droite

(perte localisée d'unités)

# Monsieur VP, 75 ans

CV = 73 %

VEMS = 77 %

CPT = 66 %

VEMS/CVF = 0,78

$V_A$  = 60 %

KCO = 98 %

DLCO = 59 %

Fibrose pulmonaire (bases)

(perte diffuse d'unités)

# Monsieur EW, 81 ans

CV = 97 %

VEMS = 92 %

CPT = 107 %

VEMS/CVF = 0,68

$V_A$  = 76 %

KCO = 88 %

DLCO = 67 %

**Pneumopathie organisée sur Cordarone**

(perte diffuse d'unités)



# Monsieur JB, 79 ans

CV = 59 %

VEMS = 65 %

CPT = 60 %

VEMS/CVF = 0,80

$V_A$  = 47 %

KCO = 79 %

DLCO = 37 %

**Asbestose pulmonaire**  
(perte diffuse d'unités)

# Monsieur GT, 76 ans

$$CV = 68 \%$$

$$VEMS = 30 \%$$

$$CPT = 118 \%$$

$$VEMS/CVF = 0,32$$

$$V_A = 65 \%$$

$$KCO = 26 \%$$

$$DLCO = 17 \%$$

Emphysème

# Madame HT, 32 ans

CV = 88 %

VEMS = 79 %

CPT = 95 %

VEMS/CVF = 0,80

$V_A$  = 84 %

KCO = 74 %

DLCO = 62 %

HTAP (Takayasu)

# Monsieur JP, 45 ans

CV = 46 %

VEMS = 50 %

CPT = 63 %

VEMS/CVF = 0,86

$V_A$  = 45 %

KCO = 104 %

DLCO = 47 %

LED avec pneumopathie interstitielle  
et dysfonction diaphragmatique

(expansion incomplète et perte diffuse d'unités)

# Références

Hughes JMB & Pride NB. Eur Respir J  
2001; 17: 168-74

Hughes JMB & Bates DV. Respir Physiol Neurobiol  
2003; 138: 115-42

Fitting JW. Swiss Med Weekly  
2004; 134: 413-8

Macintyre N et al. Eur Respir J  
2005; 26: 720-35