ASTHME
INTERACTIONS POUMON
ET AUTRES ORGANES
Lille, Grand Palais
du vendredi 30 janvier
au dimanche 1er février 2015

19e congrès de pneumologie de langue française

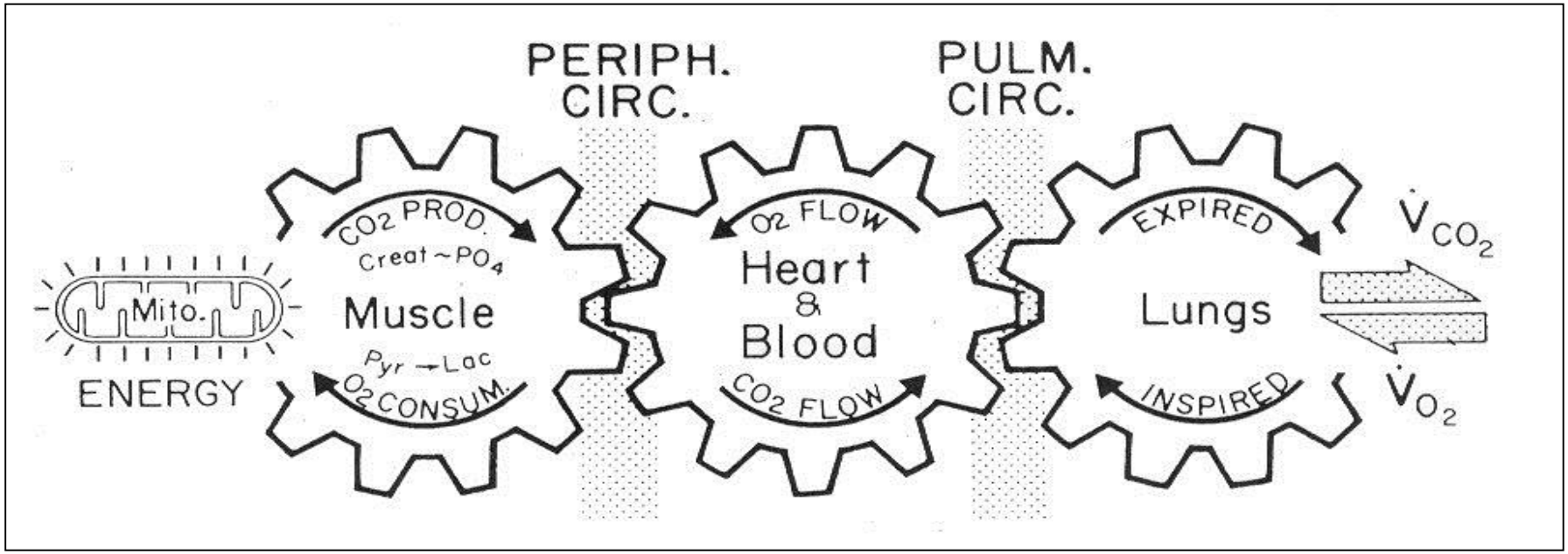
Interactions poumons et autres organes :

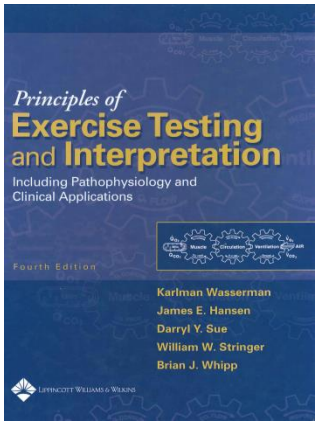
Interactions cœur - poumons - muscles … à l'exercice … dynamique

M. Lamotte PhD
Centre de réadaptation physique pluridisciplinaire
Service de cardiologie médico-chirurgicale et de Kinésithérapie – Hôpital Erasme - Bruxelles

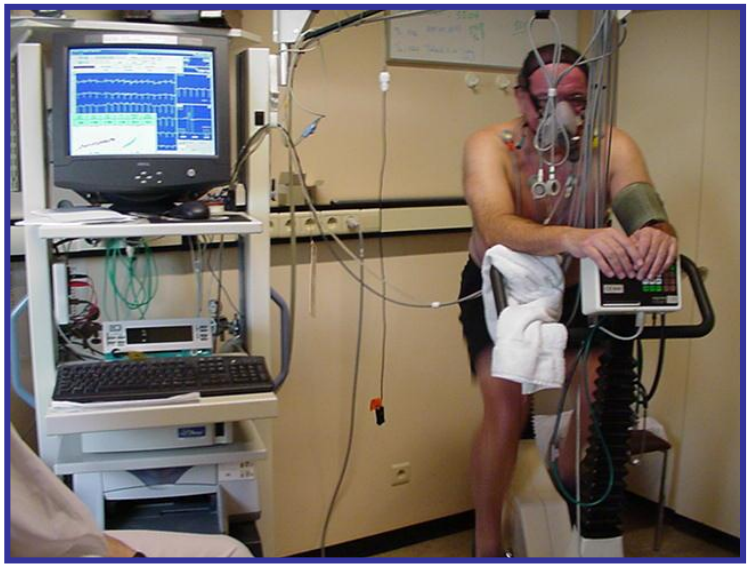
Plan

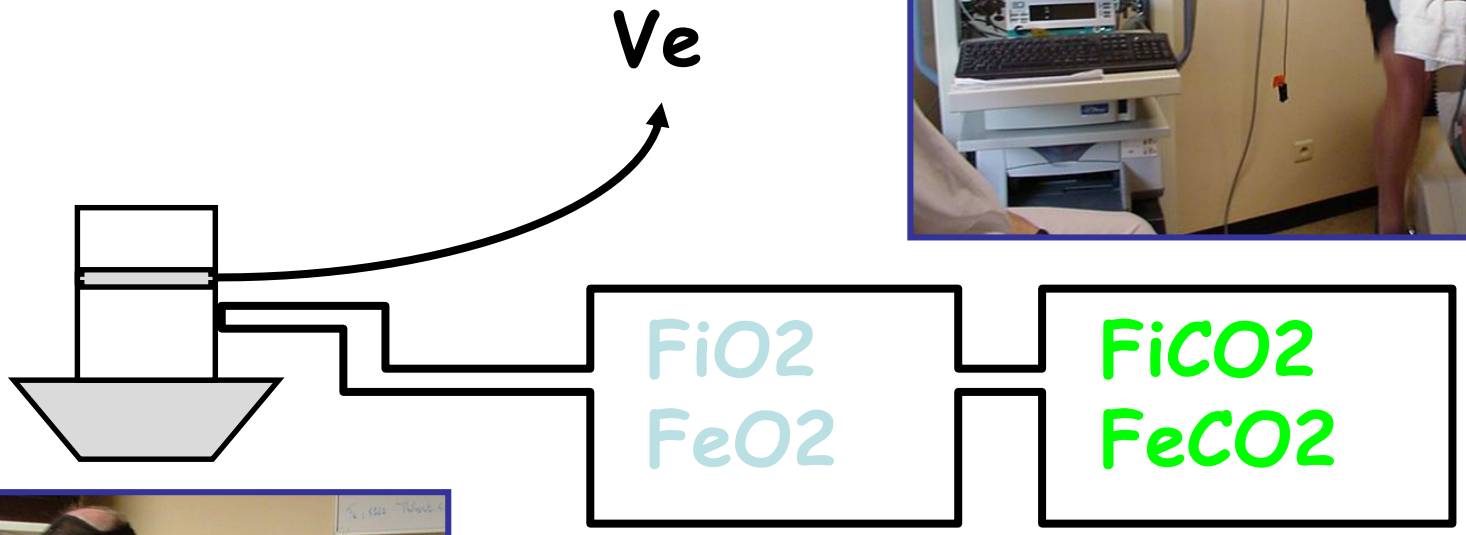
- Principes d'ergospirométrie
- Adaptations respiratoire, cardiaque et périphérique
- Exemples d'interactions
- Notions de limitation à l'exercice
- Conclusions


PERIPH.
CIRC.
PULM.
CIRC.
CO2 PROD.
Creat ~ PO4
Muscle
Pyr → Lac
O2 CONSUM.
Mito.
ENERGY
O2 FLOW
Heart
&
Blood
CO2 FLOW
EXPIRED
Lungs
INSPIRED
V̇CO2
V̇O2


Principles of
Exercise Testing
and Interpretation
Including Pathophysiology and
Clinical Applications
Fourth Edition
Karlman Wasserman
James E. Hansen
Darryl Y. Sue
William W. Stringer
Brian J. Whipp
Lippincott Williams & Wilkins

Principe de l'ergospirométrie

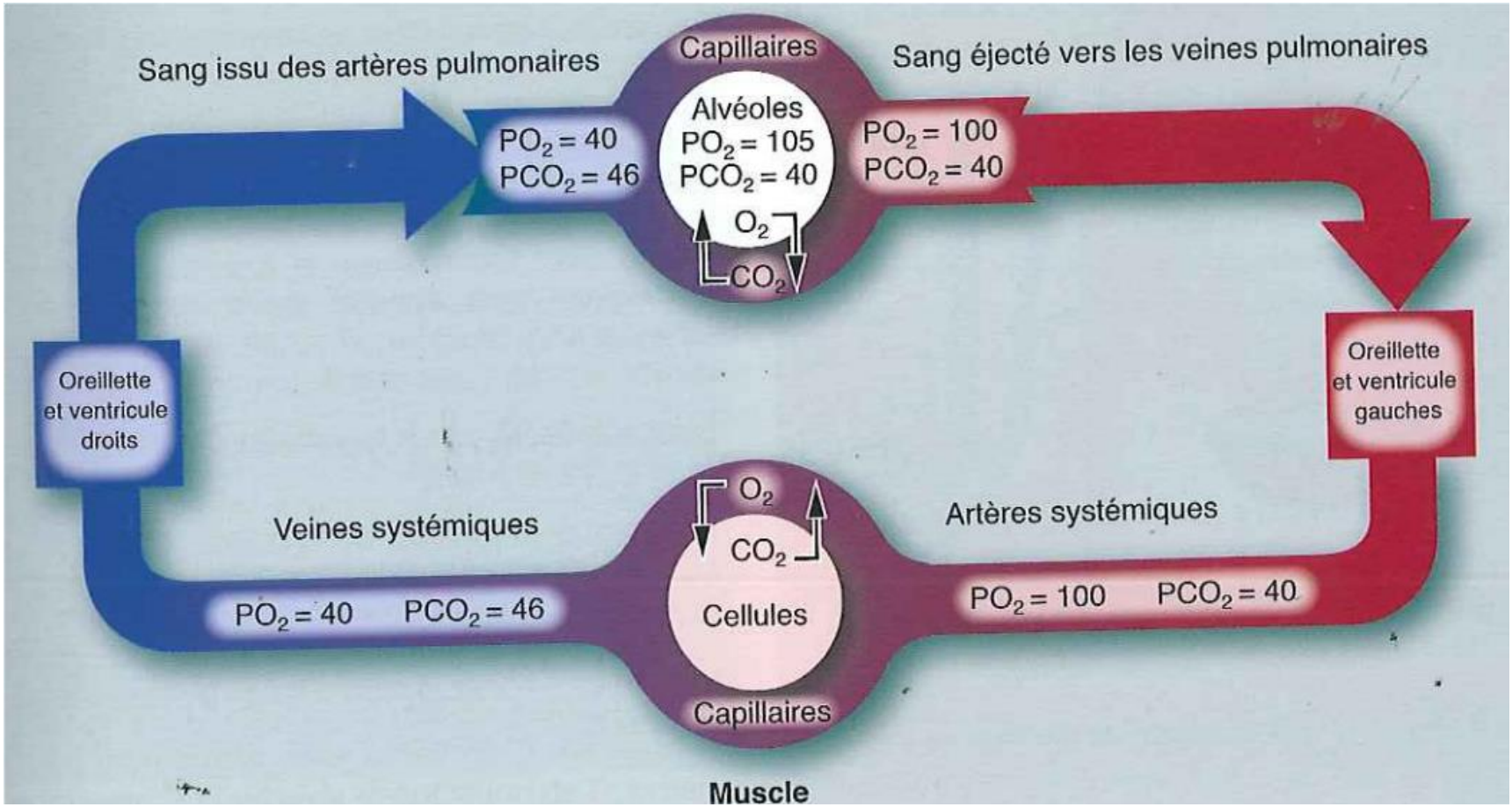




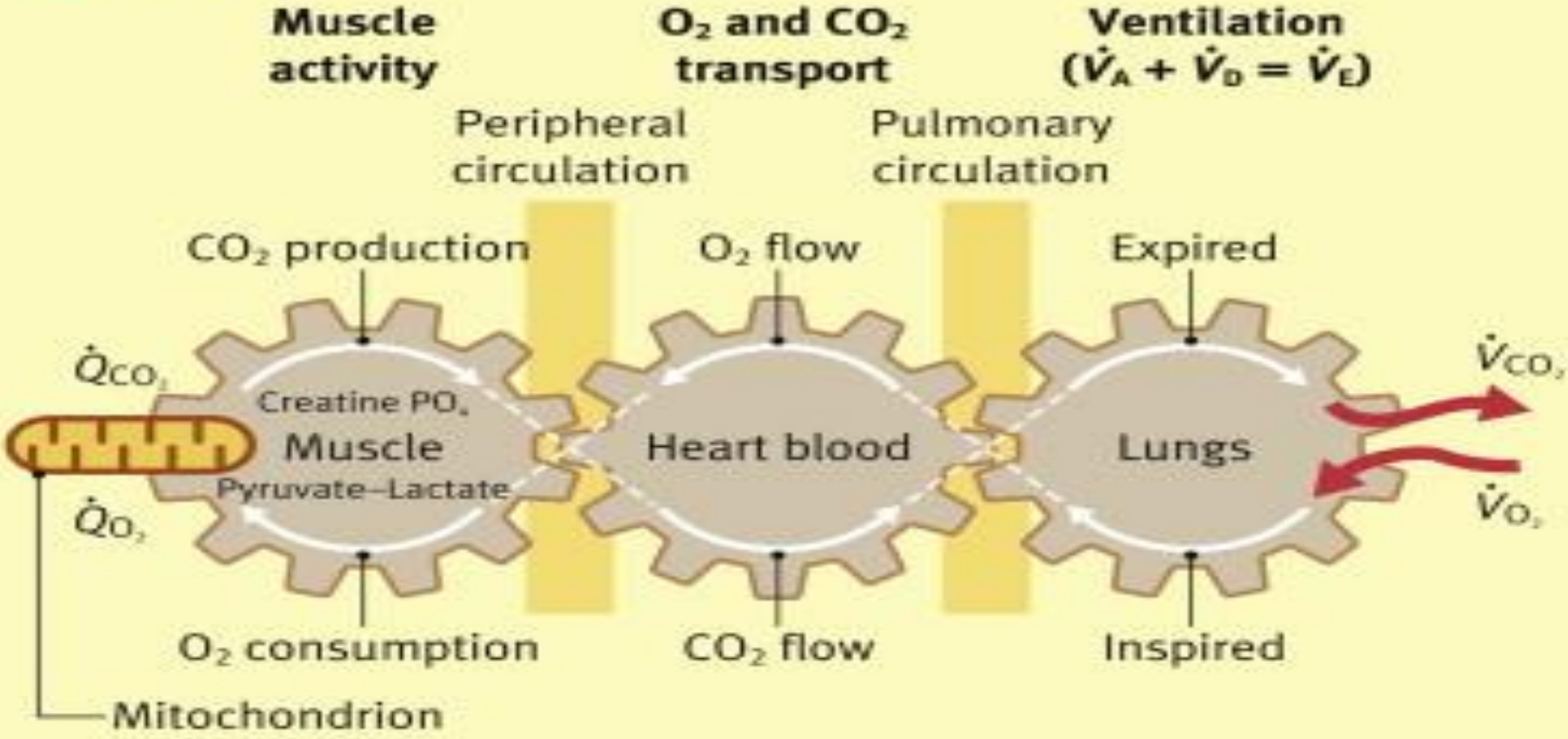
$$VO_2 = Ve \times (FiO_2 - FeO_2)$$

$$VCO_2 = Ve \times (FiCO_2 - FeCO_2)$$

L'histoire de …



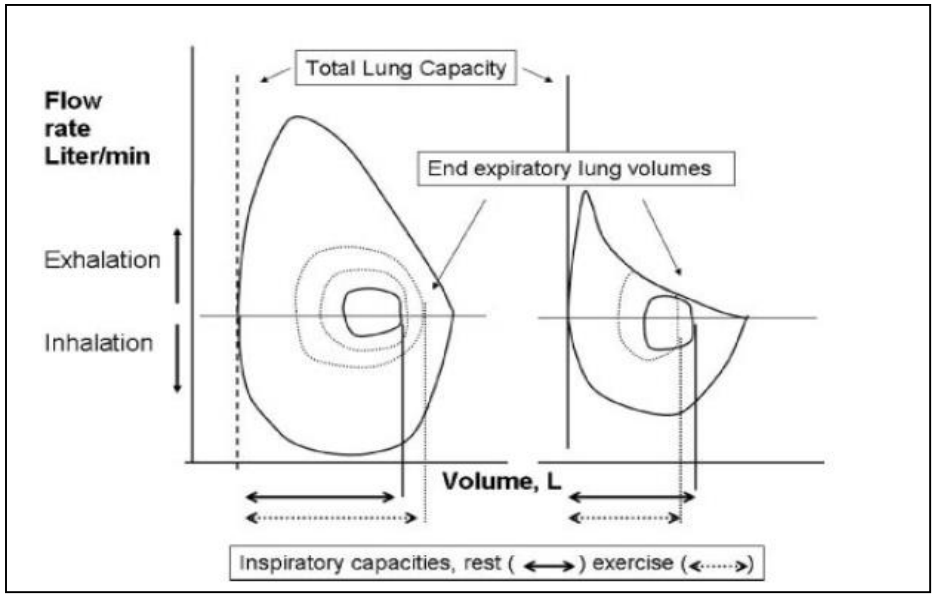
The interaction among the pulmonary, cardiovascular and skeletal muscle systems during exercise



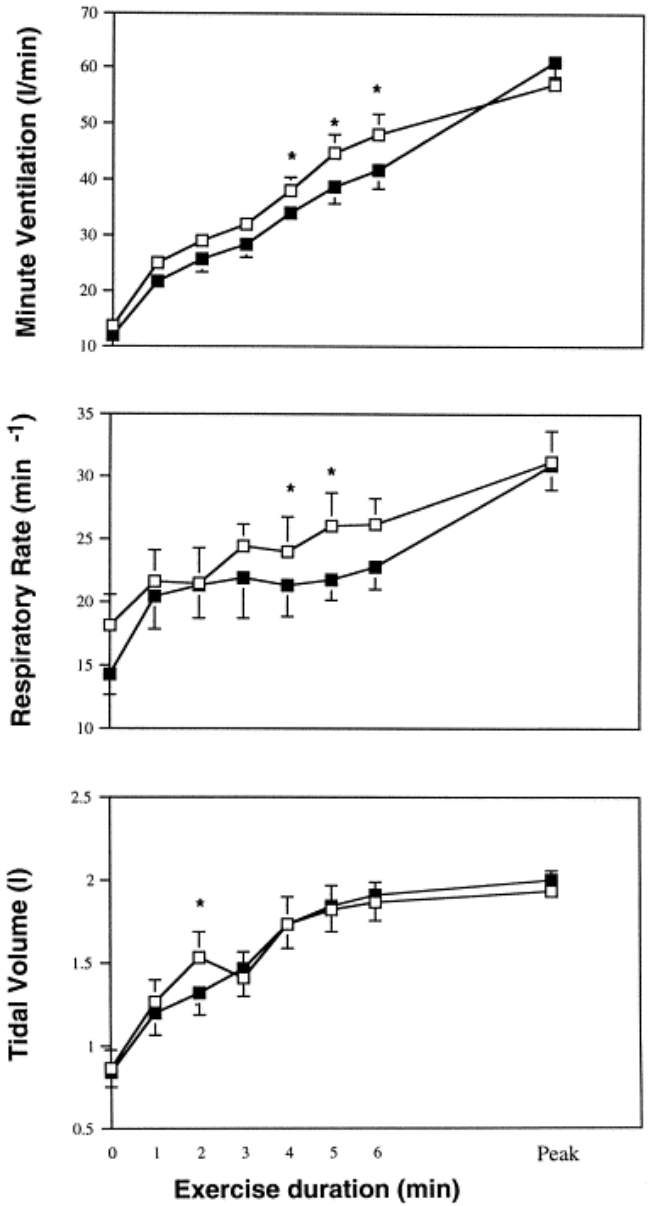
V_A, ideal alveolar ventilation/time; V_D, physiologic dead space ventilation/time; V_E, total ventilation during expiration/time; Q_{O_2}, O_2 consumption; Q_{CO_2}, CO_2 production; V_{O_2}, O_2 uptake; V_{CO_2}, CO_2 output; creatine PO_4, creatine phosphate. Courtesy of Wasserman

Adaptation respiratoire

- Inspiration :
  - Diaphragme & muscle inter-costaux
  - A l'effort (soutenu) : contribution d'autres muscles
- Expiration :
  - Passive au repos
  - Active à l'effort
- Effet favorable sur le retour veineux (repos et effort)



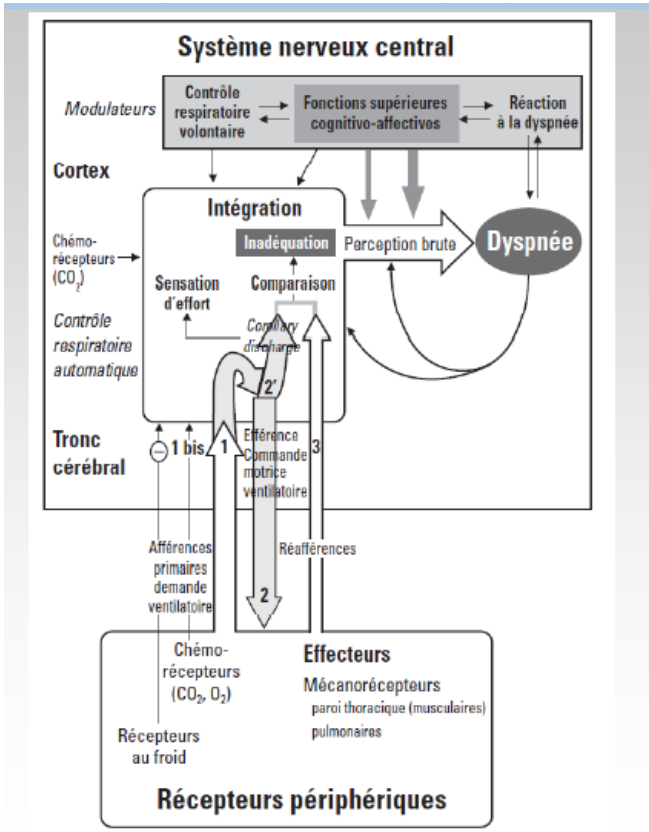
Adaptation respiratoire



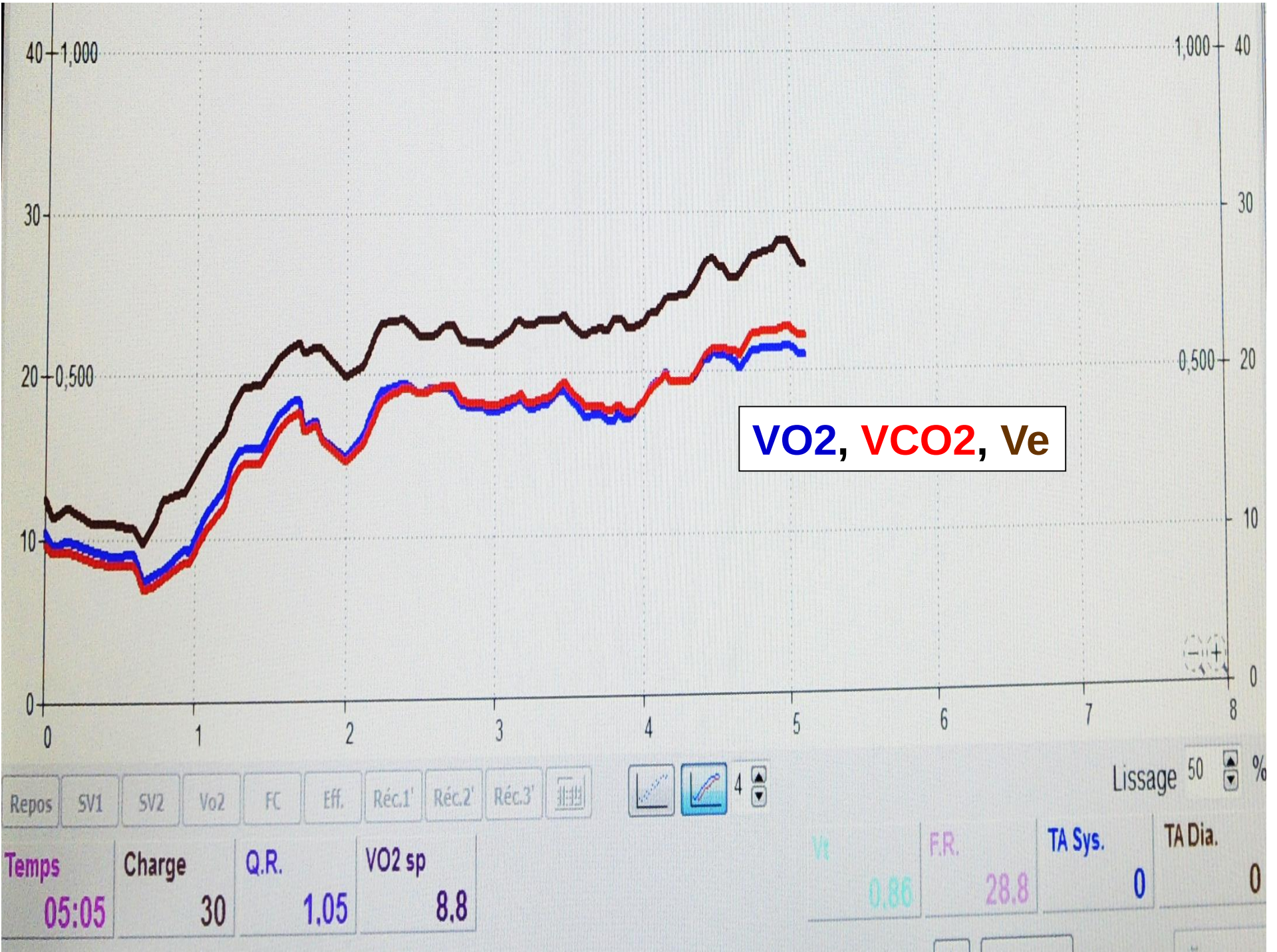
Adaptation respiratoire

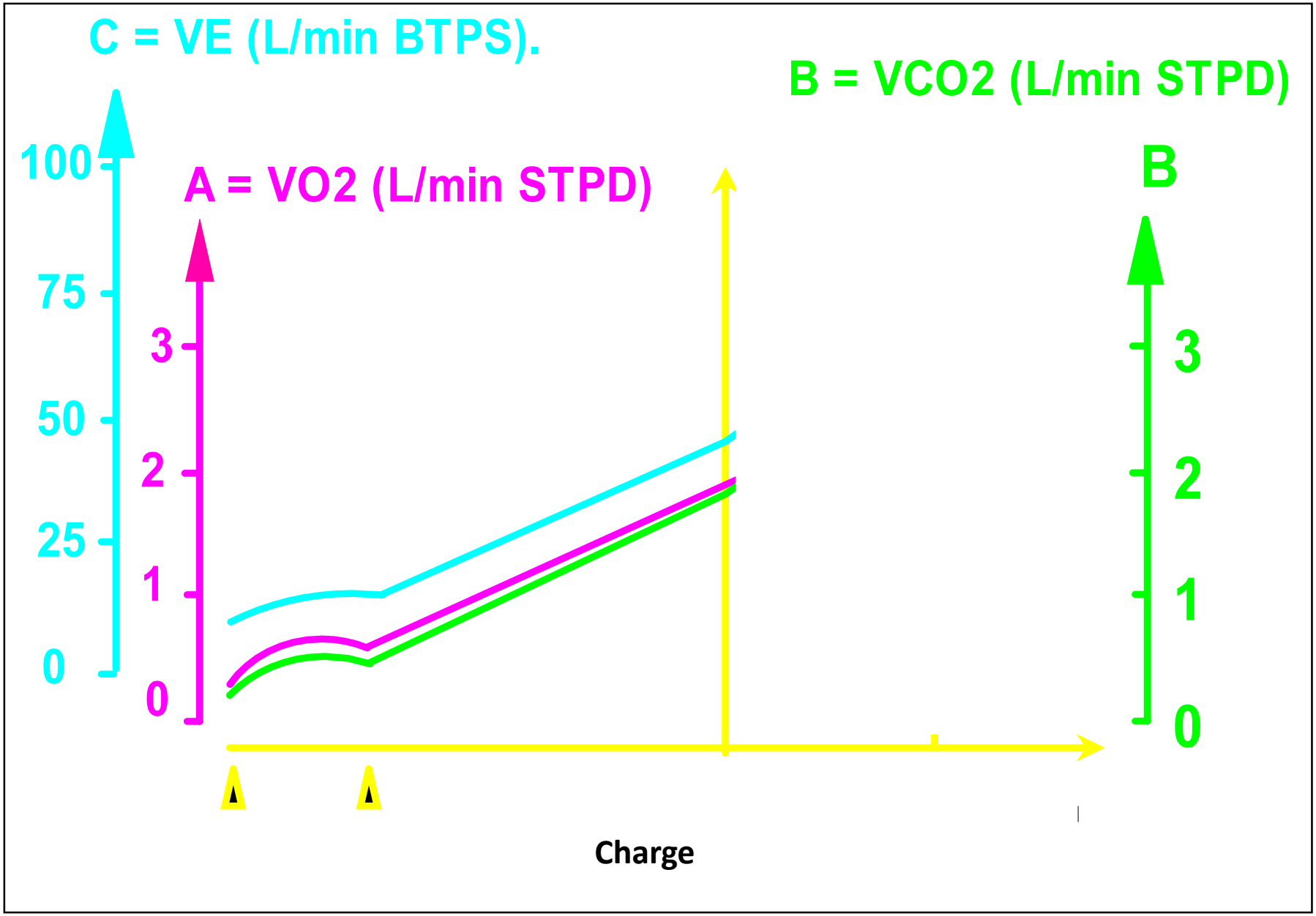
- Régulation de la ventilation :
  - Le maintient des niveaux optimaux de PO2, PCO2 et de pH sanguins nécessite une coordination parfaite des systèmes respiratoire et circulatoire
  - Les centres respiratoires (cérébraux) régulent l'activité des muscles respiratoires
    - Les chémorécepteurs centraux (pCO2, pH) → ajustent la respiration
    - Les chémorécepteurs périphériques interviennent également (pO2, pCO2 & pH)
    - + Noci/mecano-récepteurs

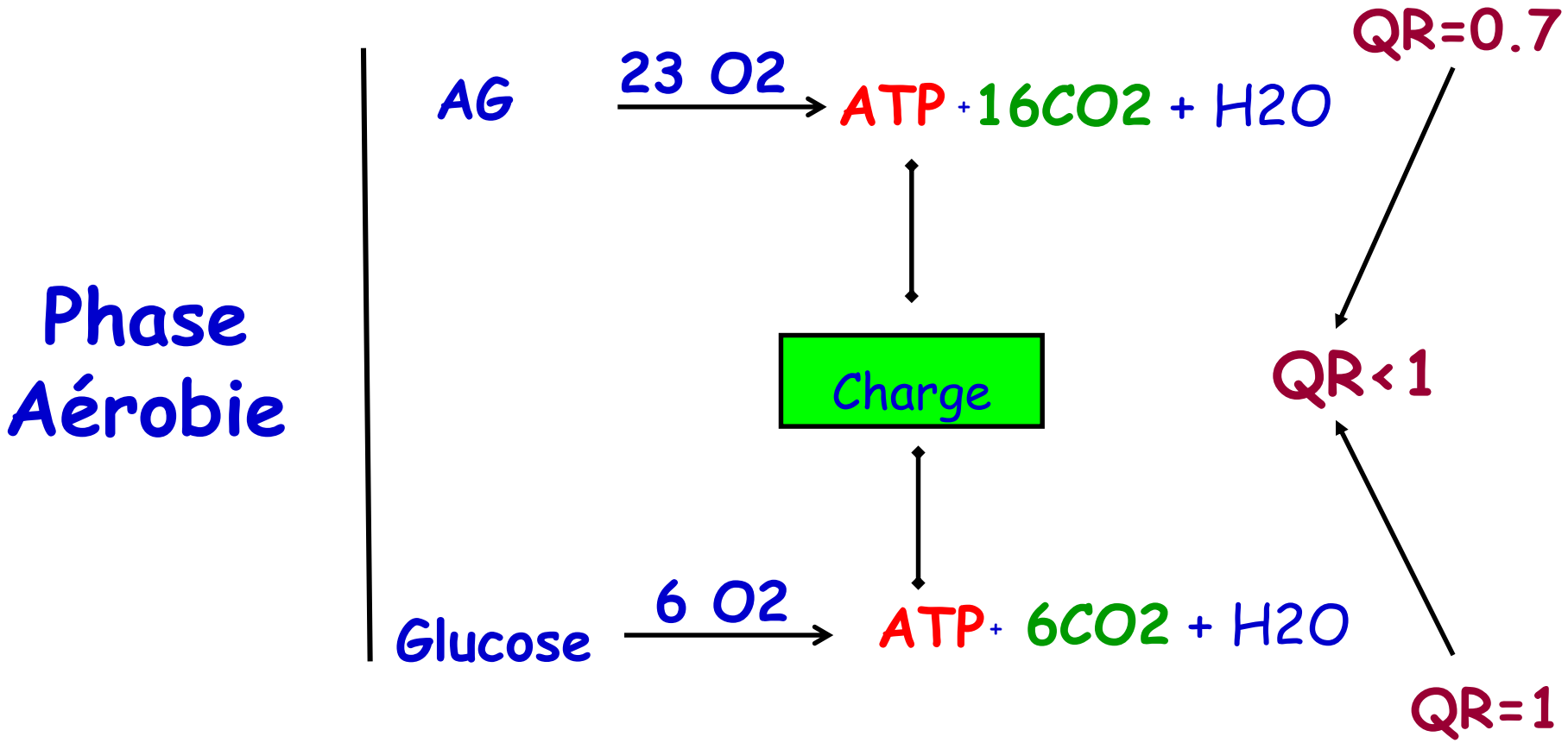
→ le CO2 sanguin est le stimulus le plus important de la ventilation à l'effort pour réguler le pH sanguin



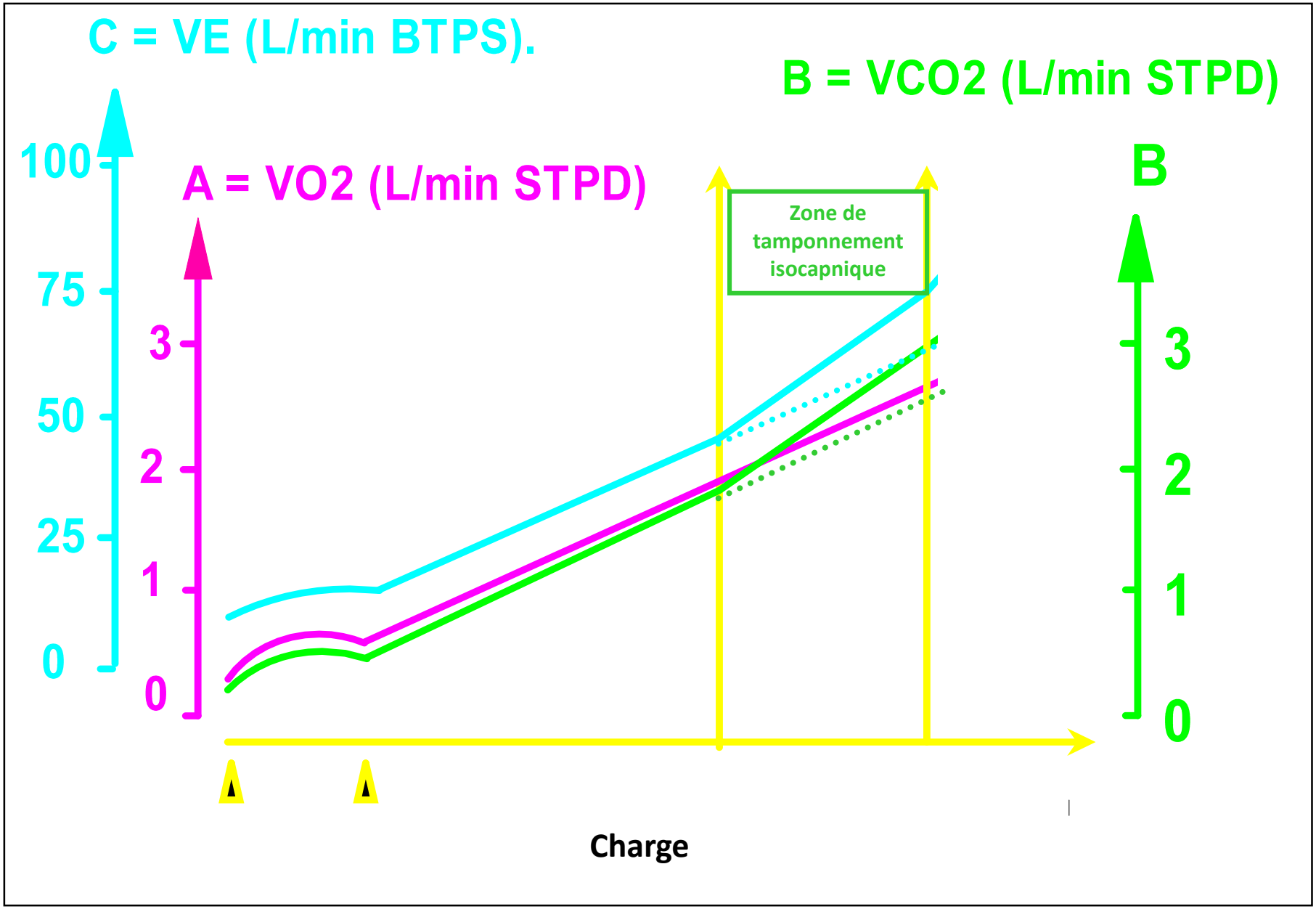
Denjean A. Rev Mal Respir (2005) 22(5Pt3):7S40-7S41

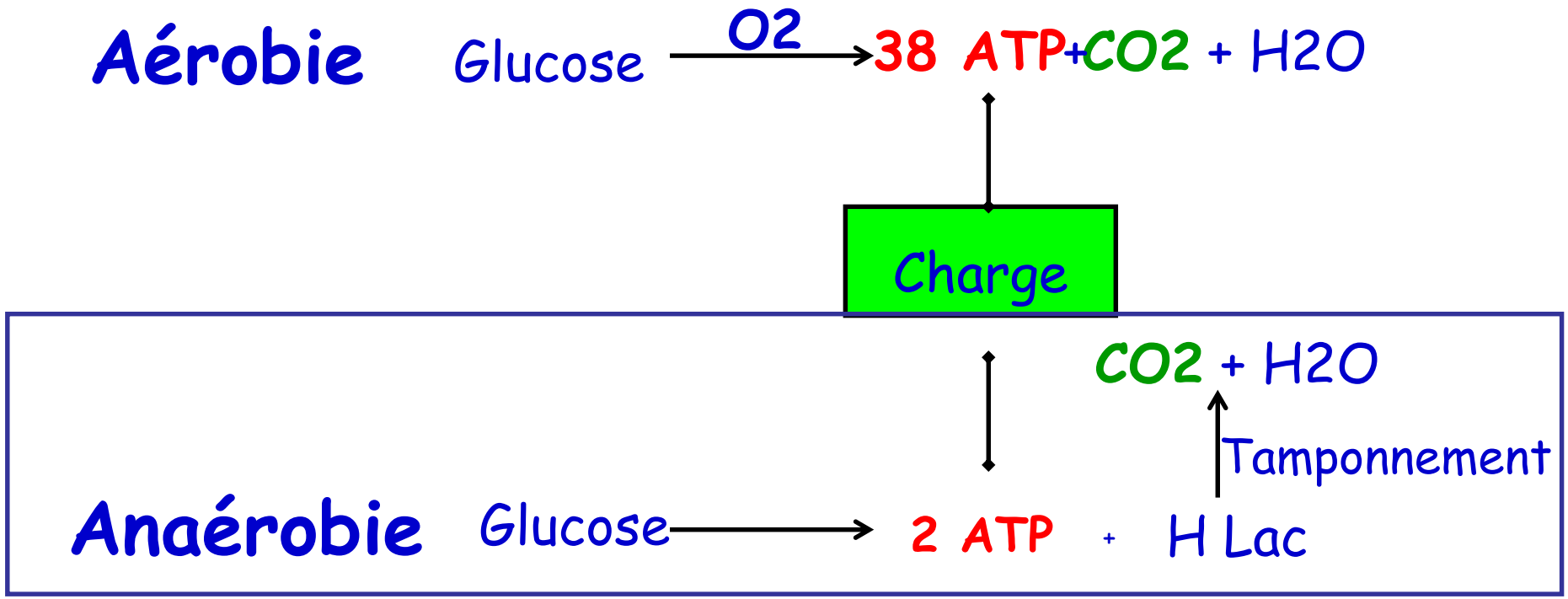

VO2, VCO2, Ve
40
30
20
10
0
1,000
0,500
0
1
2
3
4
5
6
7
8
Repos
SV1
SV2
Vo2
FC
Eff.
Réc.1'
Réc.2'
Réc.3'
Lissage
50
%
Temps
05:05
Charge
30
Q.R.
1.05
VO2 sp
8.8
Vt
0.86
F.R.
28.8
TA Sys.
0
TA Dia.
0


C = VE (L/min BTPS).
B = VCO2 (L/min STPD)
A = VO2 (L/min STPD)
B
100
75
50
25
0
3
2
1
0
3
2
1
0
Charge

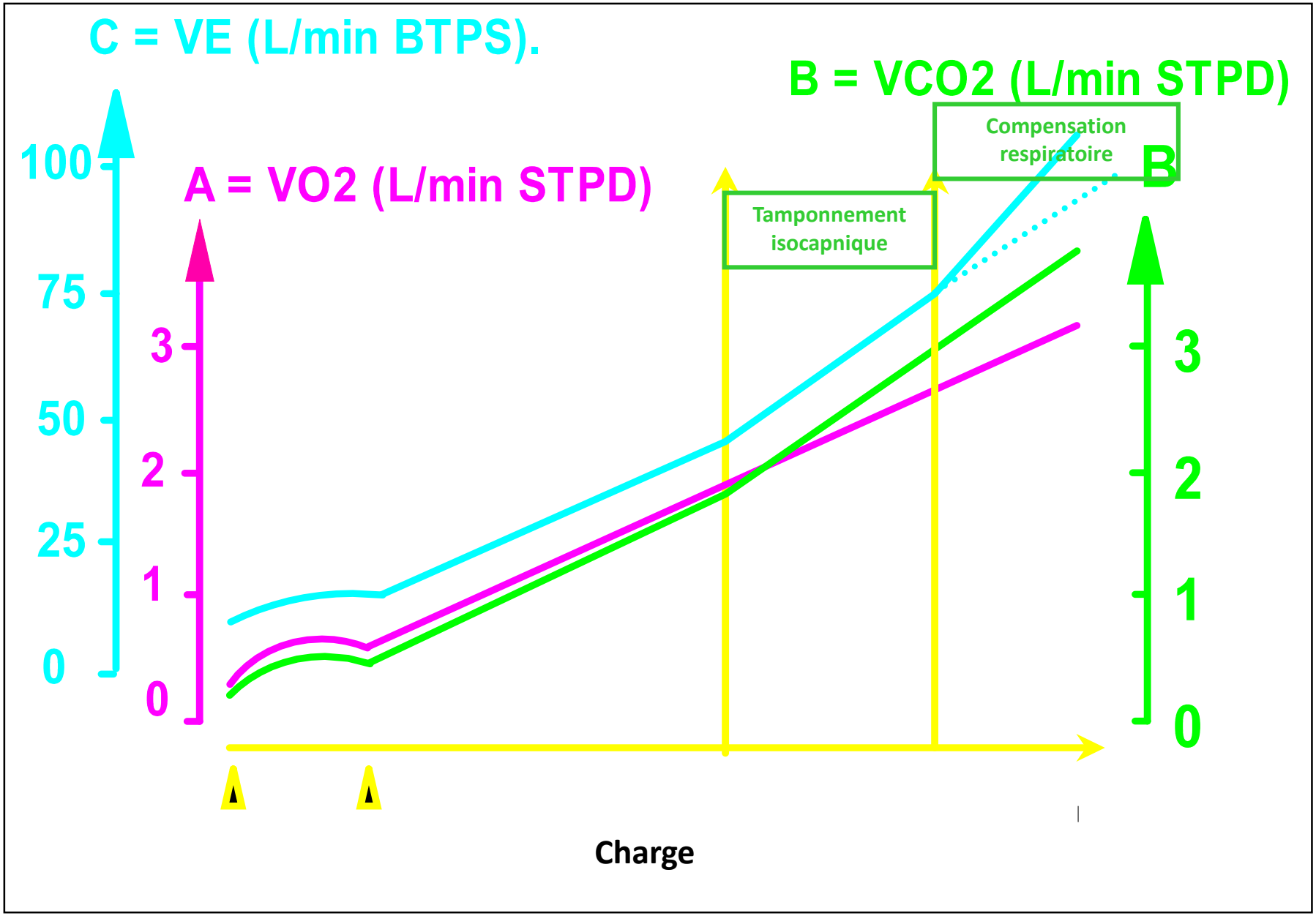


Substrats + O2 ⟶ Energie + CO2 + H2O


C = VE (L/min BTPS).
B = VCO2 (L/min STPD)
A = VO2 (L/min STPD)
B
100
75
50
25
0
3
2
1
0
3
2
1
0
Zone de tamponnement isocapnique
Charge



Substrats + O2 ⟶ Energie + CO2 aér + CO2 ana + H2O


C = VE (L/min BTPS).
B = VCO2 (L/min STPD)
A = VO2 (L/min STPD)
Compensation respiratoire
B
Tamponnement isocapnique
100
75
50
25
0
3
2
1
0
3
2
1
0
Charge

Aérobie Glucose $\xrightarrow{O_2}$ **36 ATP** + **CO_2** + H_2O

TRAVAIL

CO_2 + H_2O

Tamponnement

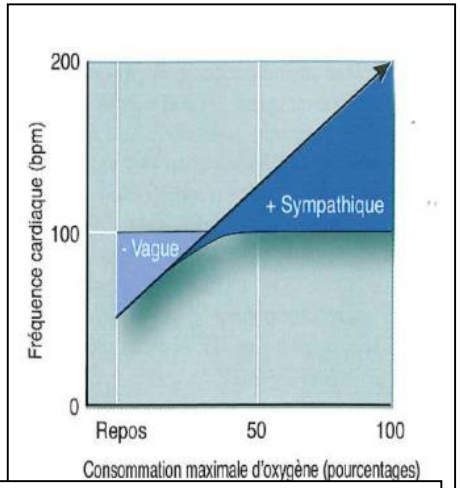
Anaérobie Glucose $\longrightarrow$ **2 ATP** + H Lac

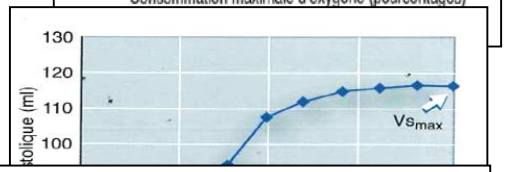
Substrat + Oxygène $\longrightarrow$ Energie + **CO_2 aer** + **CO_2 ana** + H_2O & pH

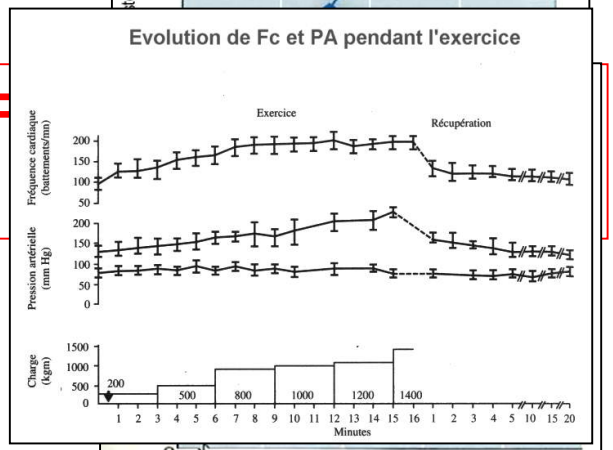
$$\frac{CO_2\,(aer) + CO_2\,(anaer)}{O_2\,(aer)} \gg 1$$

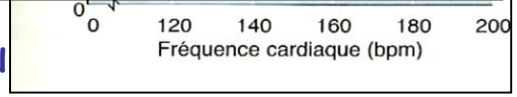
Adaptation cardiaque

- Fréquence cardiaque :
  - Augmente principalement par activation sympathique
  - Age, intensité de l'exercice, niveau d'entraînement
- Volume d'éjection du VG
  - Augmente à l'effort (Straling)
  - Dépendant du retour veineux, EDV, FE, PA, et niveau d'entraînement
- Débit cardiaque :
  - Augmente linéairement avec l'intensité
  - Par adaptation de la FC et du VES
  - Dépendant du niveau d'entraînement
- Pression artérielle :
  - PAS augmente par augmentation du débit cardiaqu (+ résistances vasculaires)
  - PAD stable or diminuée







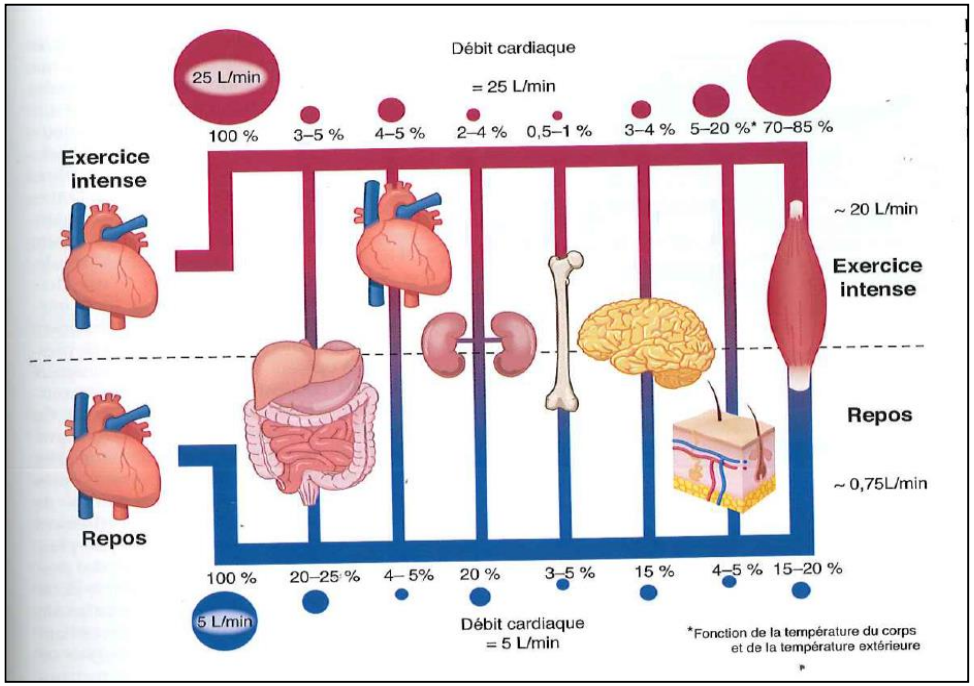


Adaptation cardiaque et périphérie

- Distribution du pool sanguin :
  - Muscle : repos 15-20 % du débit cardiaque → exercice 70-85 %

  - Besoins en O2 → vasodilatation (+CO2, K+, H+, ac. lact, …)
  - Vasodilatation liée à la fonction endothéliale (NO, PG, …)
    →Modification de pression par vaso / ou \
  - Retour veineux (vaisseaux des membres inf, pompe abdominale, pompe diaphragmatique)

  - Via le SNS
    - Barorecepteur (repos)
    - Chémorécepteur (exercice)
  - Activation centrale



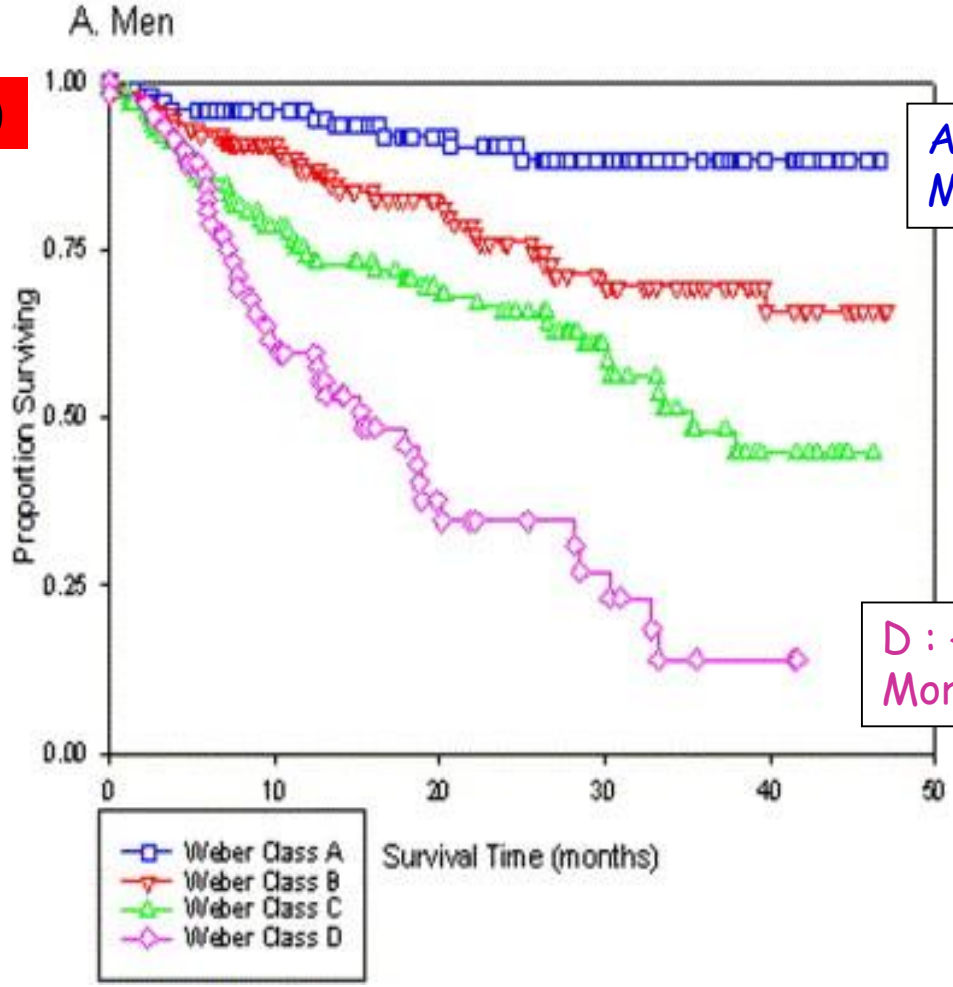
Adaptation musculaire

- L'apport en O2 aux muscles périphériques dépend de :
  - Débit cardiaque
  - Distribution et perfusion des tissus (autres) en fonction des besoins en O2
  - PO2 capillaire
  - Concentration d'Hb
  - Affinité de l'Hb pour l'O2
- Les échanges gazeux au niveau musculaire
  - Au repos :
    - CaO2 = 20/100 ml
    - CvO2 = 15/100 ml (Oreillette droite)
  - A l'exercice :
    - Diff a-vO2 = 15-16 ml (Oreillette droite)

Exemple d'interrelations complexes des 3 systèmes et intérêt en termes de pronostic

Le (ancien) gold standard du pronostic

VO2 = Qx(diff a-v O2)



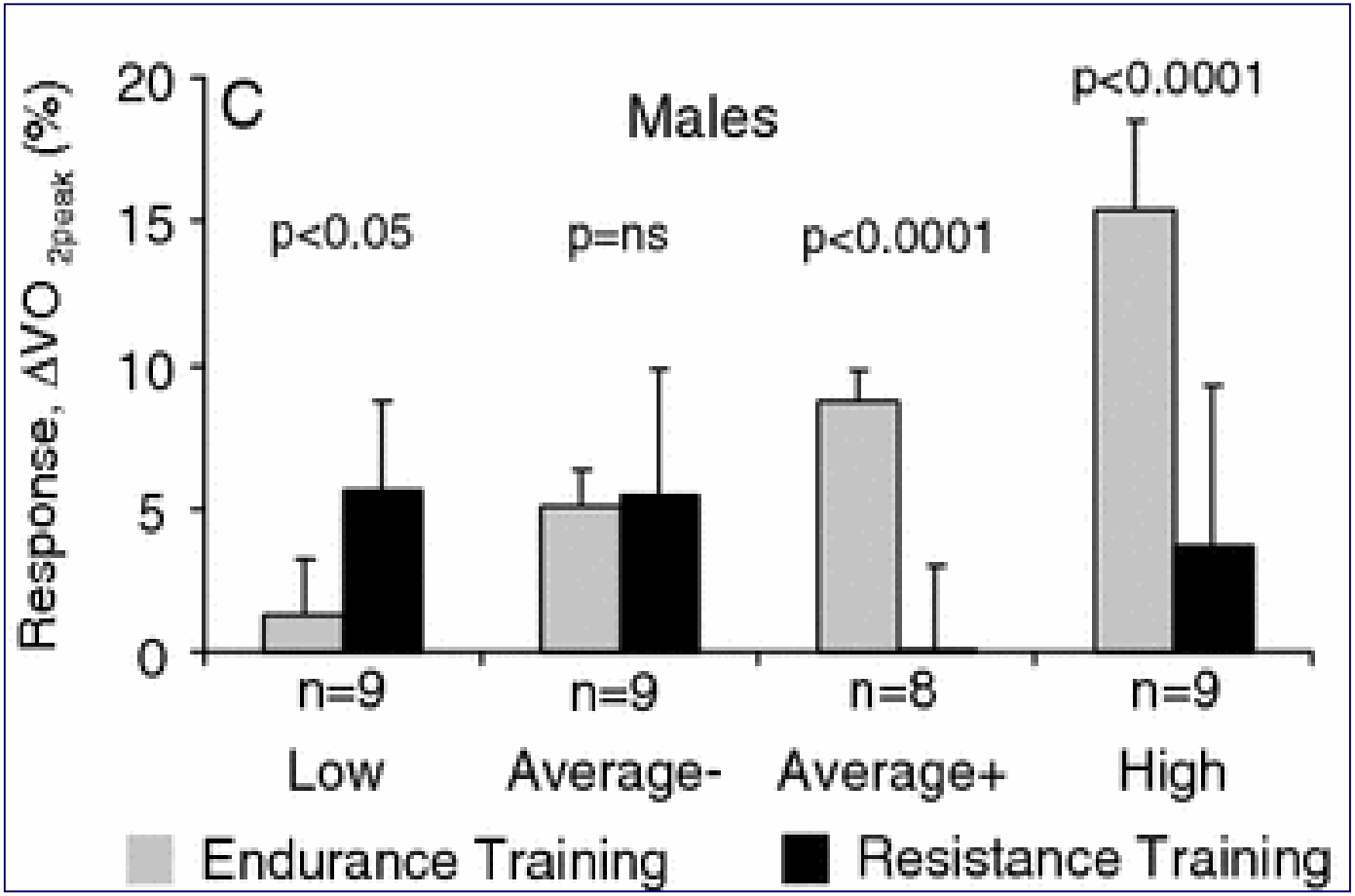
A : > 20 ml/Kg.min
Mortalité à 3 ans : 10 %

D : < 10 ml/Kg.min
Mortalité à 3 ans : 90 %

Elmariah 2006

VO2 = Qx(diff a-v O2)

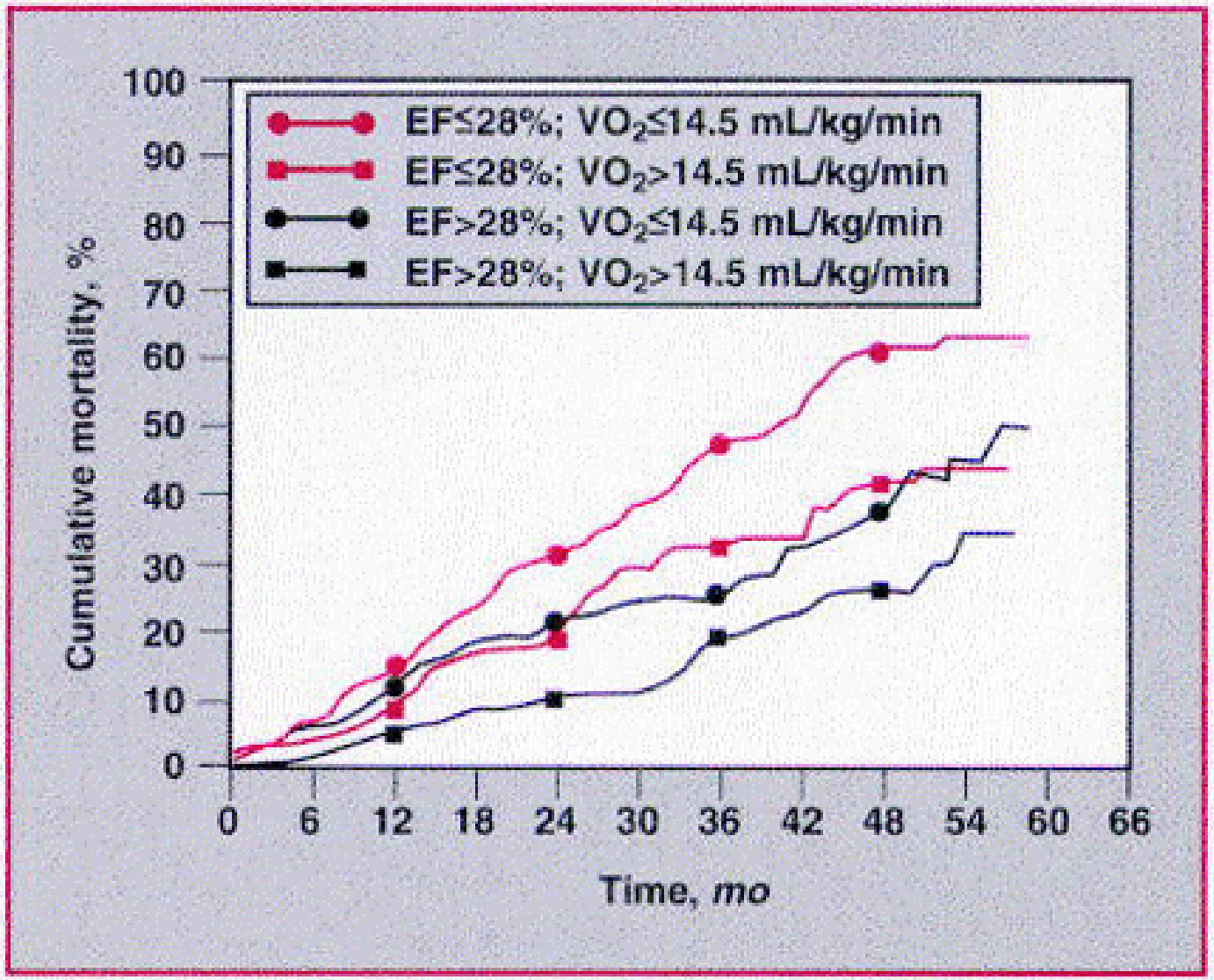
Réadaptation :
Un entraînement « purement » périphérique → Gain de VO2



Sujets sains BMI>32

Exercise training responses after endurance and resistance training for males. The subjects were divided into quartiles according to their endurance training response as follows: 1±3 (Low), 6±1 (Average –), 9±1 (Average +), and 16±3 (High) % increase VO2peak

Hautala, Eur JAP, 2006


EF≤28%; VO2≤14.5 mL/kg/min
EF≤28%; VO2>14.5 mL/kg/min
EF>28%; VO2≤14.5 mL/kg/min
EF>28%; VO2>14.5 mL/kg/min
Cumulative mortality, %
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
6
12
18
24
30
36
42
48
54
60
66
Time, mo

Cohn 1993

BPCO, chirurgie thoracique HTAP : Valeur prédictive pronostique de la VO2

BPCO (Oga 2003)	VO2 < 654 ml/min VO2 793-995 ml/min	Mortalité à 5 ans : 60 % Mortalité à 5 ans : 5 %
BPCO (Hiraga 2003)	VO2 < 10 ml/Kg.min	Mortalité à 5 ans : 62 %
Risque opératoire (chirurgie thoracique)	VO2 < 10 ml/Kg.min VO2 < 15 ml/Kg.min VO2 : 15 – 20 ml/Kg.min	Mortalité = 100 % Complications & décès = 100 % Complications = 66 %
HTAP (Wensel 2002)	VO2 < 10.4 ml/Kg.min VO2 > 10.4 ml/Kg.min	Mortalité à 1 an : 50 %, à 2 ans : 85 % 10 % 30 %

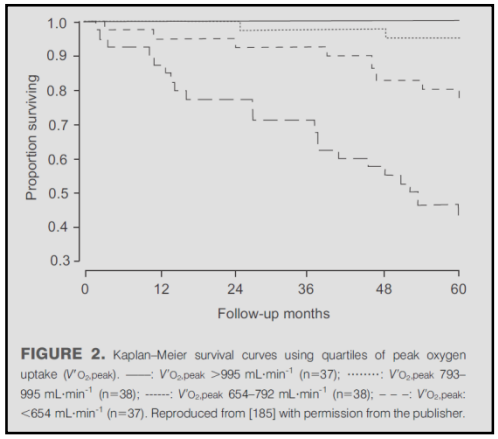


FIGURE 2. Kaplan–Meier survival curves using quartiles of peak oxygen uptake ($V'O_{2,peak}$). ——: $V'O_{2,peak}$ >995 mL·min^{-1} (n=37); ·····: $V'O_{2,peak}$ 793–995 mL·min^{-1} (n=38); ------: $V'O_{2,peak}$ 654–792 mL·min^{-1} (n=38); – – –: $V'O_{2,peak}$: <654 mL·min^{-1} (n=37). Reproduced from [185] with permission from the publisher.

BPCO : Oga dans Palange ERJ 2007

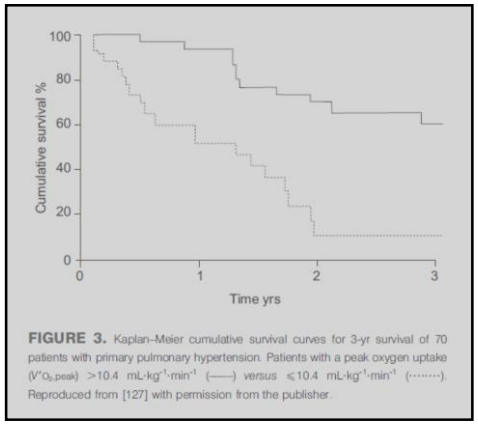
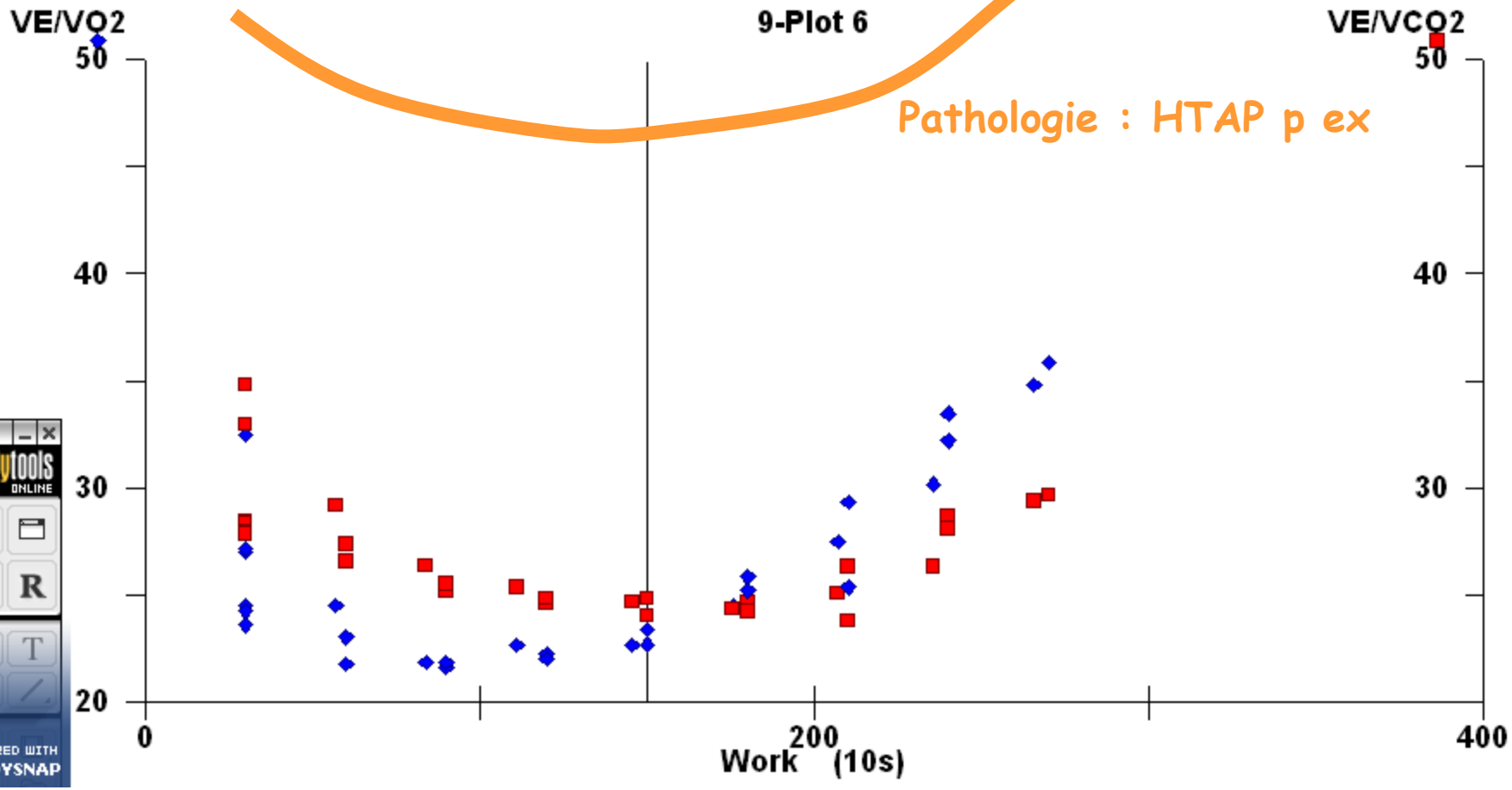


FIGURE 3. Kaplan–Meier cumulative survival curves for 3-yr survival of 70 patients with primary pulmonary hypertension. Patients with a peak oxygen uptake ($V'O_{2,peak}$) >10.4 mL·kg^{-1}·min^{-1} (——) *versus* ≤10.4 mL·kg^{-1}·min^{-1} (·····). Reproduced from [127] with permission from the publisher.

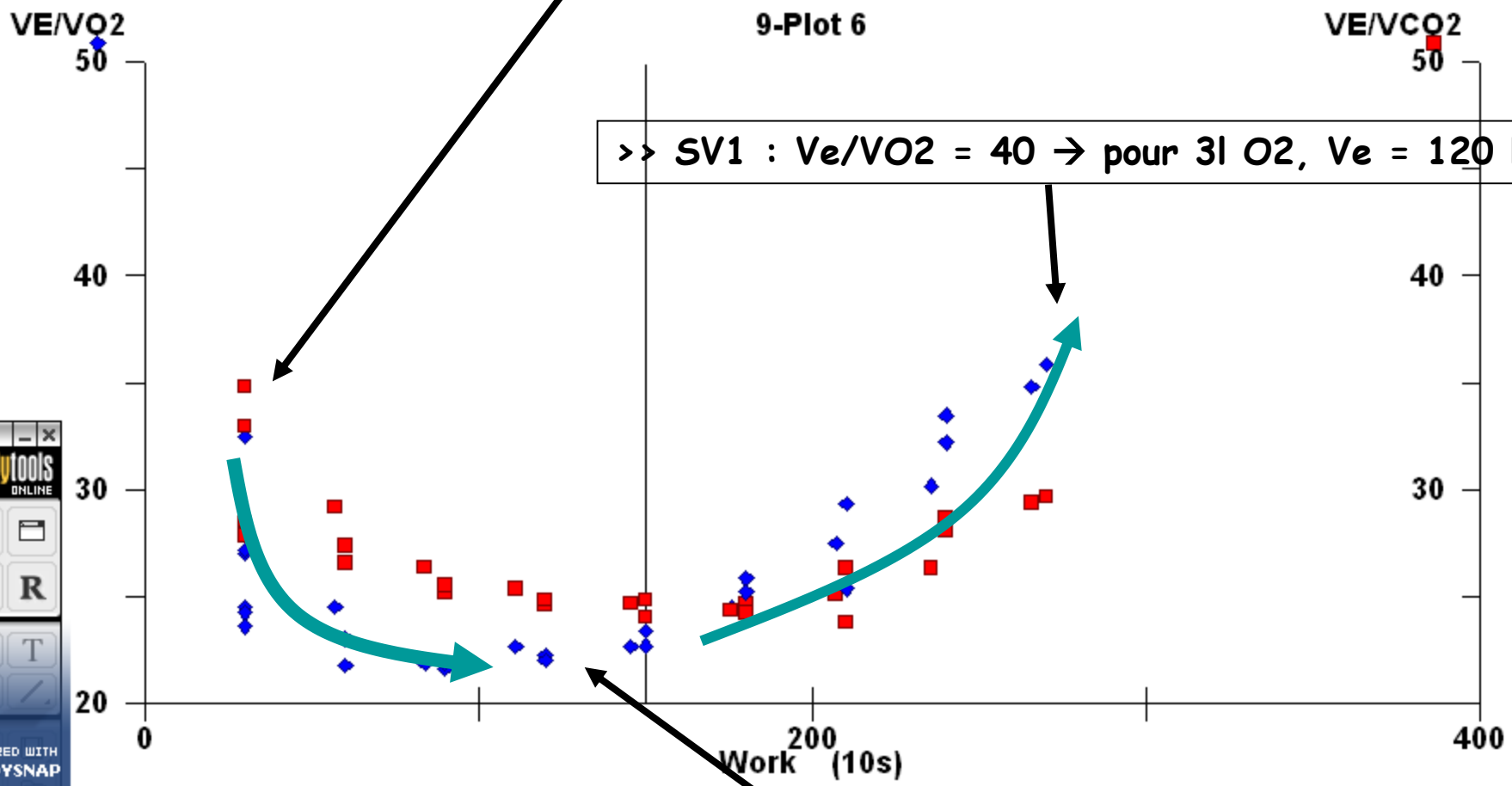
HTAP : Wensel dans Palange ERJ 2007

Adaptation de Ve/VO2 (& Ve/VCO2) à l'exercice



Handytools ONLINE
CAPTURED WITH HANDYSNAP

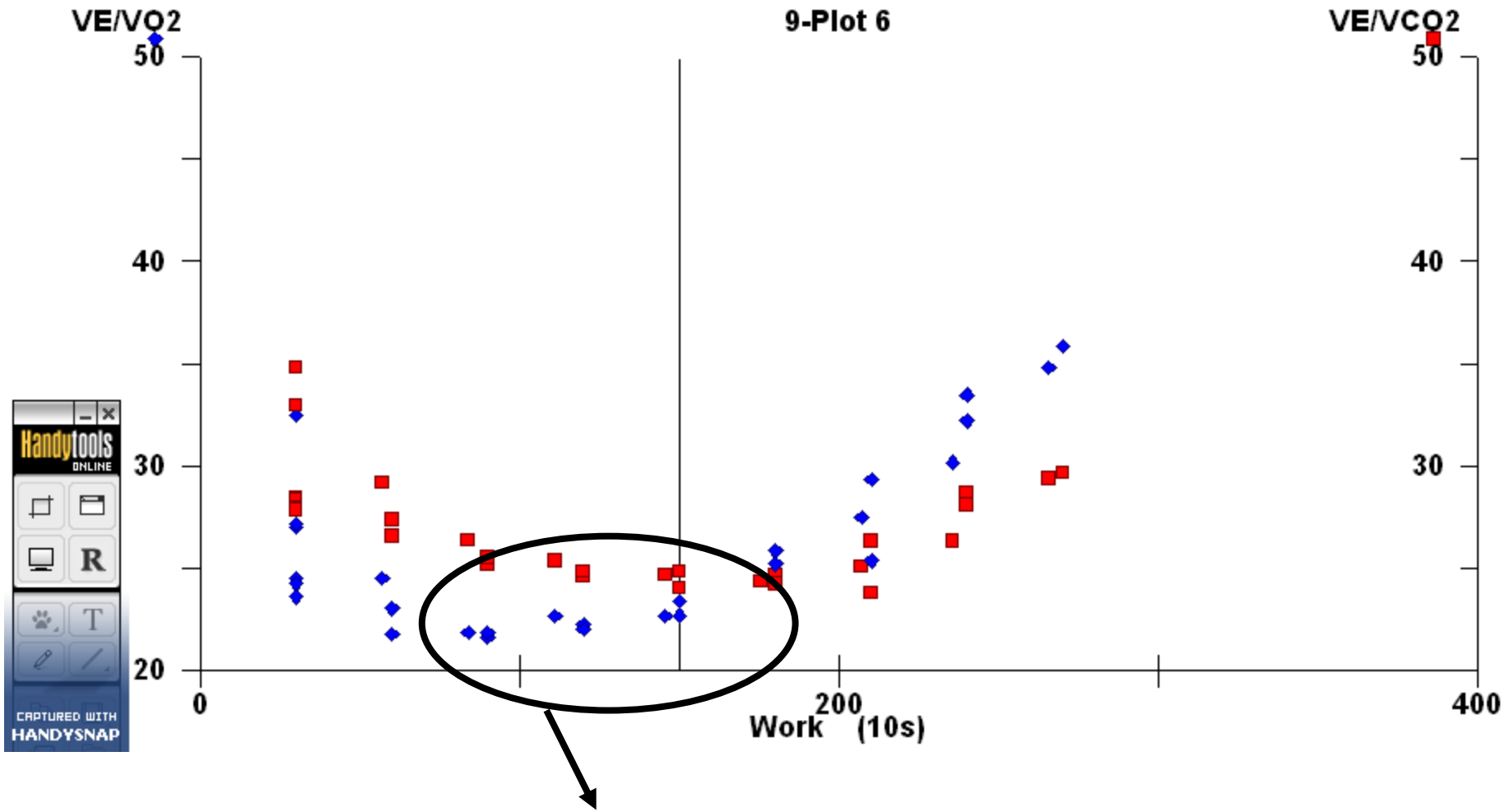
Au repos : Ve/VO2 = 30 → pour 0.5 l O2 : Ve=15 l



>> SV1 : Ve/VO2 = 40 → pour 3l O2, Ve = 120 l

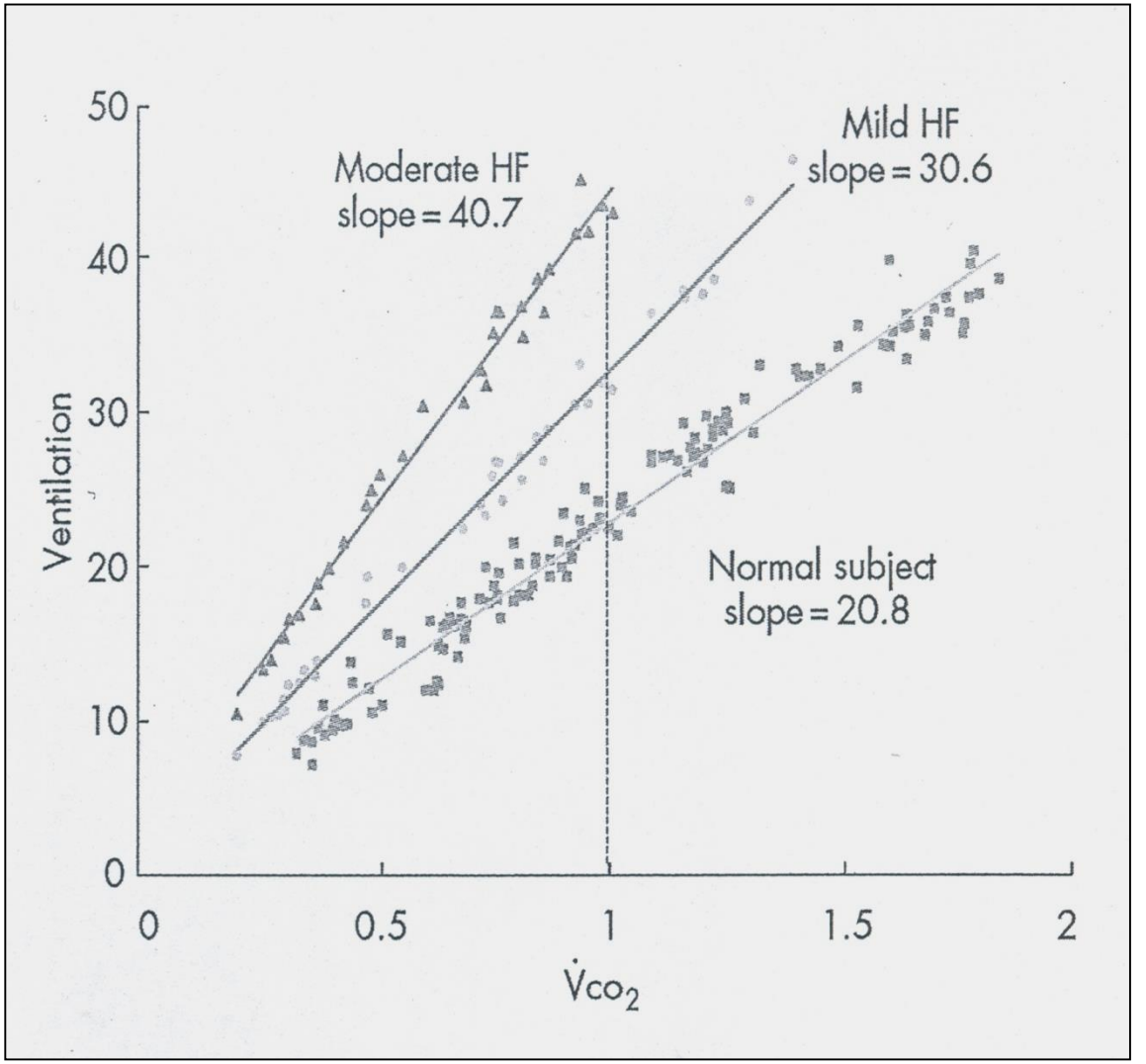
Au SV1 : Ve/VO2 = 20 → pour 1.5l O2, Ve = 30 l

Handytools ONLINE
CAPTURED WITH HANDYSNAP

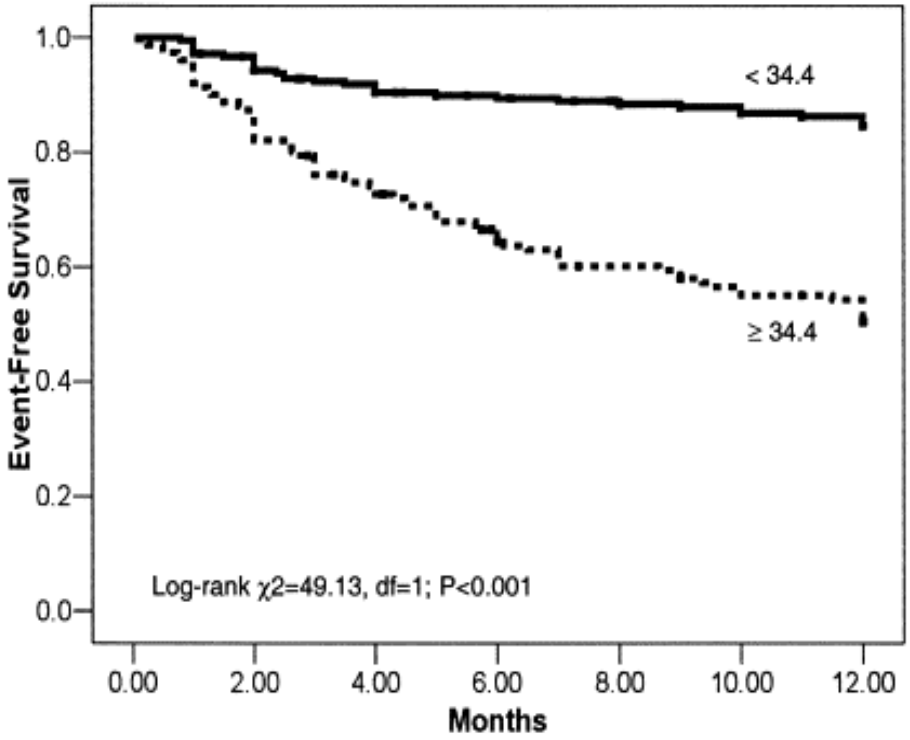


Rapport Ve/Q optimal : zone d'entraînement optimale (confort / rendement) ?
< ou = SV1

Pente Ve/VCO2



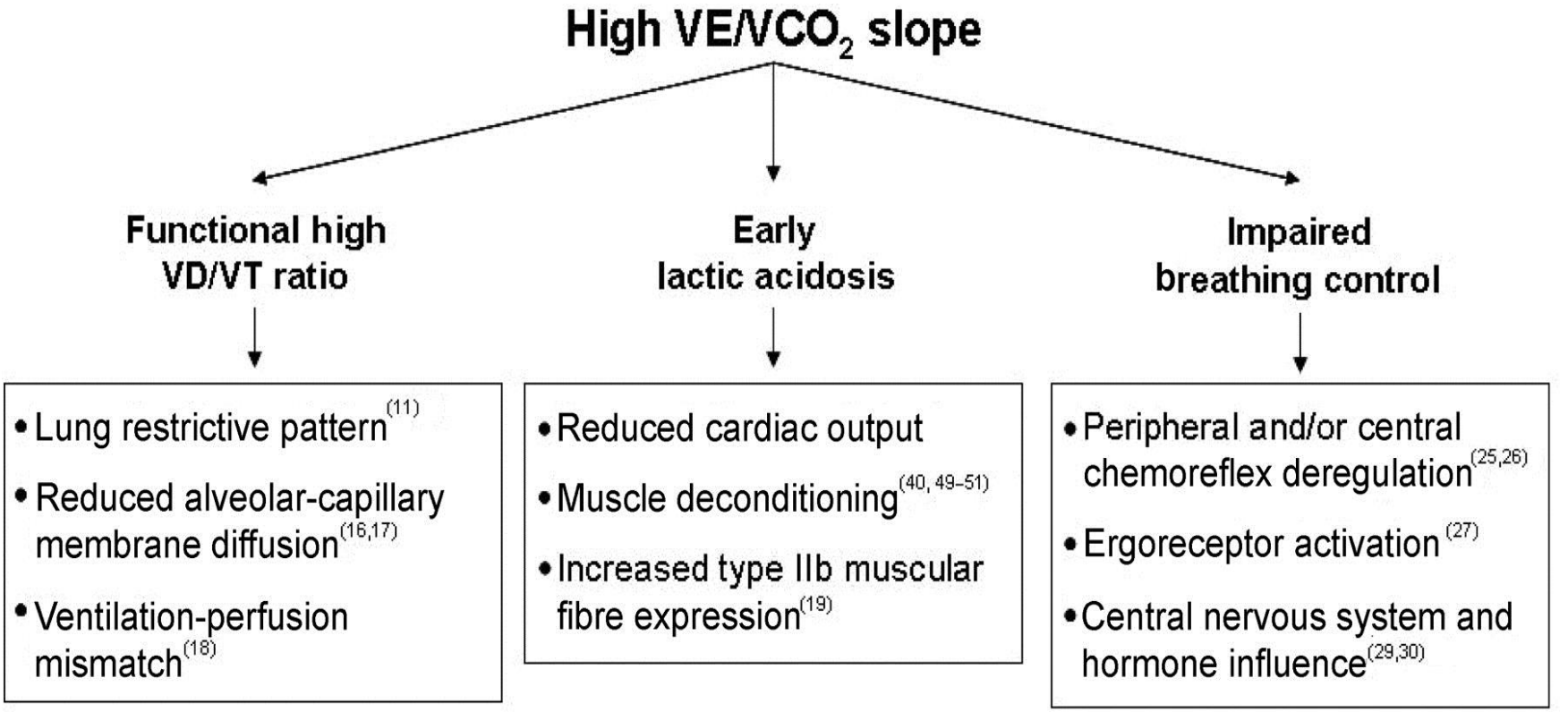
SHF
(LVEF < 50%)



	VE/VCO$_2$ slope < 34.4					VE/VCO$_2$ slope ≥ 34.4				
Months	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
N of Subjects	212	191	79	165	0	151	114	92	72	0
Events	0	16	22	25	31	0	36	53	62	72

Guazzi 2005, Arena 2004

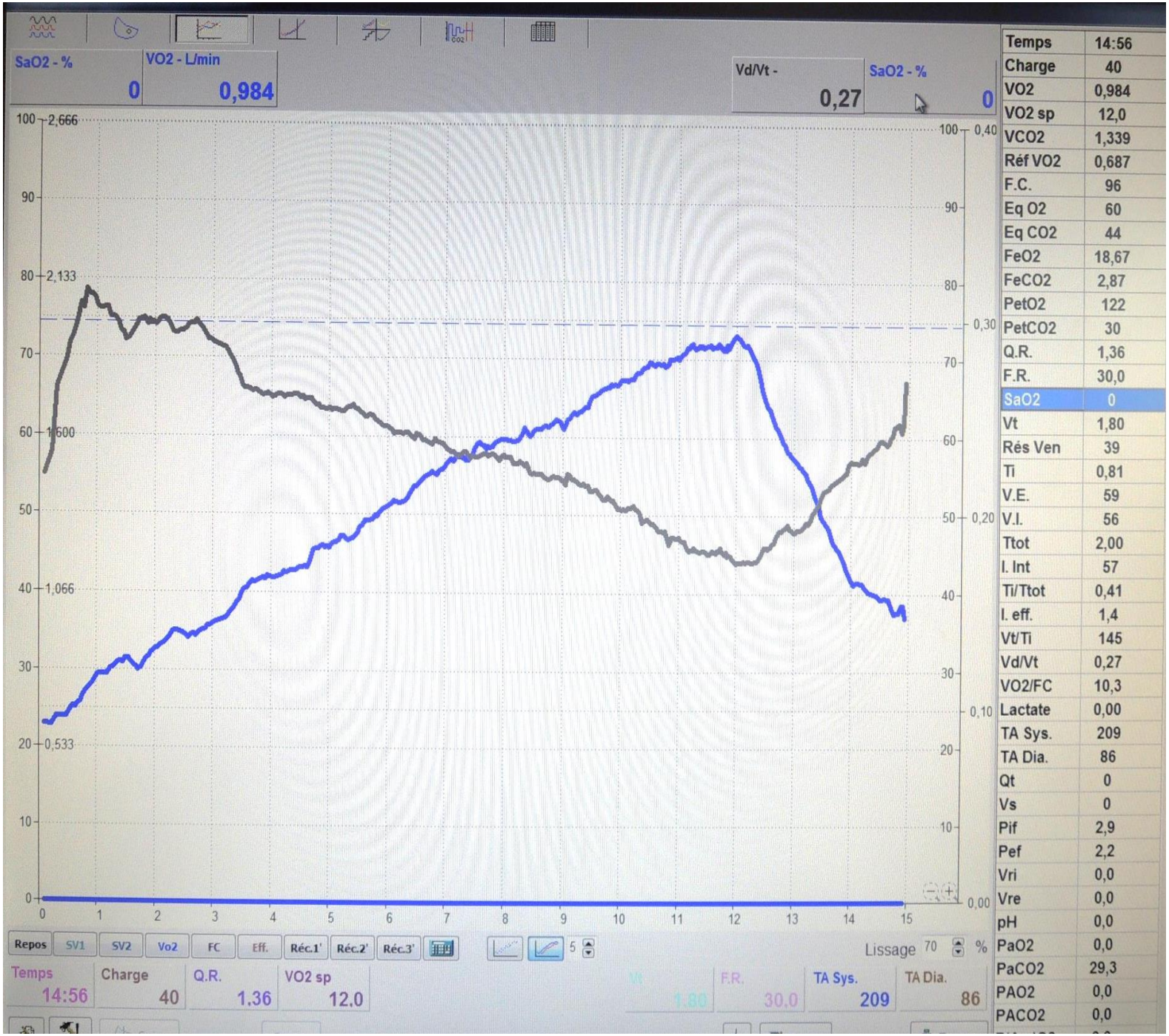
Cardio-pneumo-périphérique



Pulmonaire
Central (cardiaque)

Périphérique
Central (cardiaque)

Central (cérébral)


SaO2 - %
0
VO2 - L/min
0,984
Vd/Vt -
0,27
SaO2 - %
0
Repos
SV1
SV2
Vo2
FC
Eff.
Réc.1'
Réc.2'
Réc.3'
Lissage
70
%
Temps
14:56
Charge
40
Q.R.
1.36
VO2 sp
12.0
F.R.
30,0
TA Sys.
209
TA Dia.
86
Temps 14:56
Charge 40
VO2 0,984
VO2 sp 12,0
VCO2 1,339
Réf VO2 0,687
F.C. 96
Eq O2 60
Eq CO2 44
FeO2 18,67
FeCO2 2,87
PetO2 122
PetCO2 30
Q.R. 1,36
F.R. 30,0
SaO2 0
Vt 1,80
Rés Ven 39
Ti 0,81
V.E. 59
V.I. 56
Ttot 2,00
I. Int 57
Ti/Ttot 0,41
I. eff. 1,4
Vt/Ti 145
Vd/Vt 0,27
VO2/FC 10,3
Lactate 0,00
TA Sys. 209
TA Dia. 86
Qt 0
Vs 0
Pif 2,9
Pef 2,2
Vri 0,0
Vre 0,0
pH 0,0
PaO2 0,0
PaCO2 29,3
PAO2 0,0
PACO2 0,0

Ventilatory regulation of arterial H^+ (pH) during exercise

Karlman Wasserman*, Timothy A. Cox, Kathy E. Sietsema

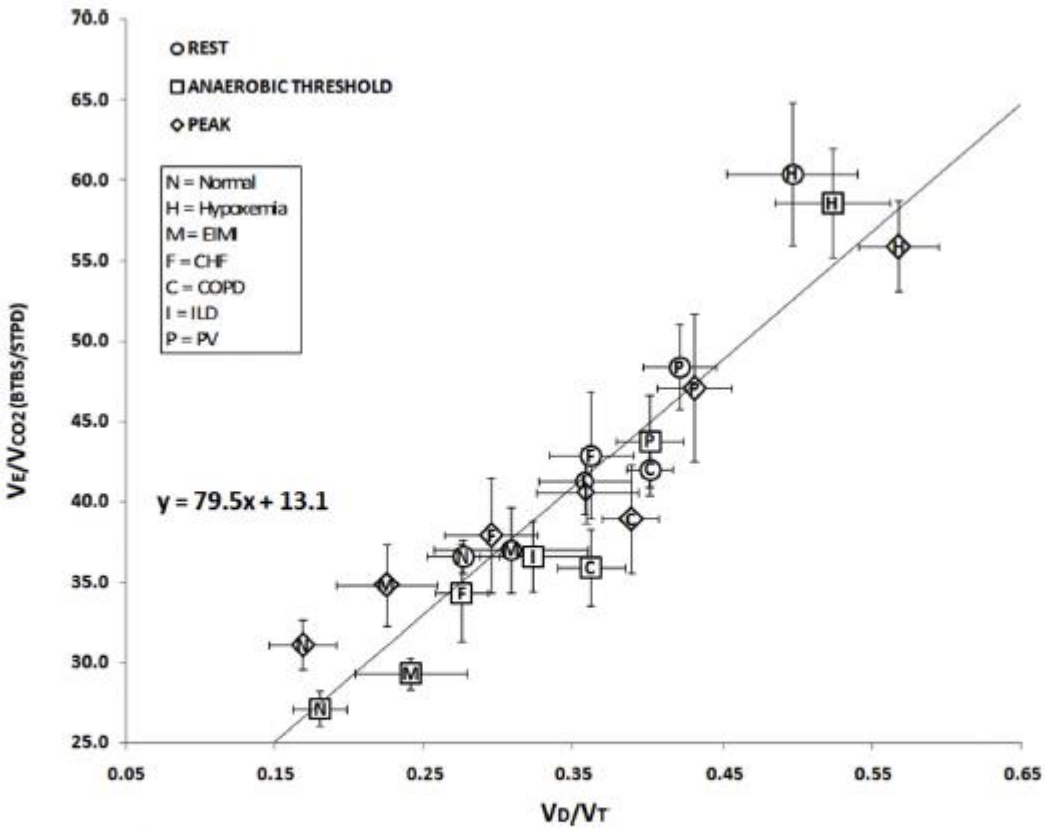
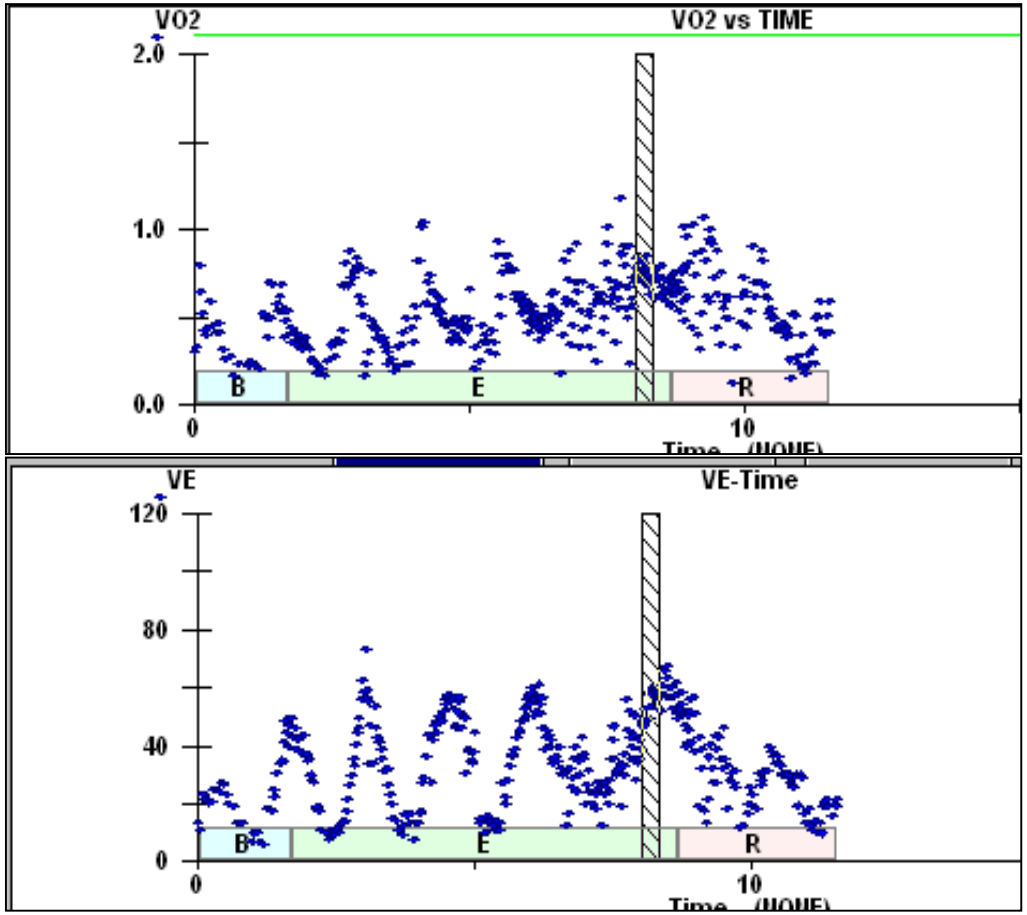


Fig. 1. V_E/V_{CO_2} (BTPS/STPD) as a function of physiological dead space/tidal volume ratio (V_D/V_T). The letter in each symbol identifies the patient group shown in the box in the upper left. The shape of the symbol differentiates the resting, anaerobic (lactic acidosis) threshold and peak exercise physiological states as defined in the upper left of the figure. The abbreviations in the panel box are: EIMI, exercise-induced myocardial ischemia; CHF, chronic heart failure; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; ILD, interstitial lung disease; PV, pulmonary vasculopathy. Standard errors of the mean values are shown by the vertical and horizontal bars on each symbol. The SD and SEM are given in Table 2 for V_E/V_{CO_2} and Table 3 for V_D/V_T.

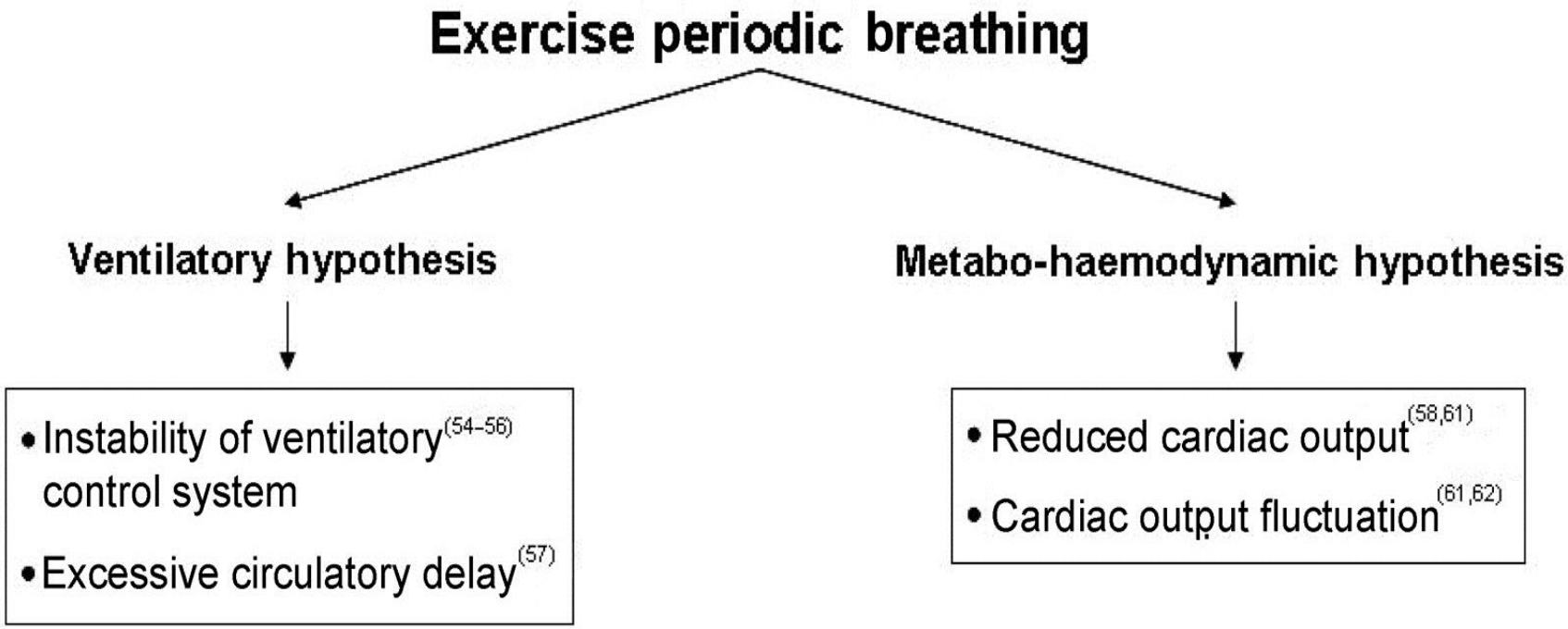
Resp Physiol & Neurobiol 2011 & 2014

Oscillations ventilatoire à l'effort



Mr V (501104MV03)
- 62 ans
- infar / 5 sem., PTCA
- FE 15-20 %
- VO2p = 10.1 ml/Kg/min (30W)
- QR = 1.08
- pente Ve/VCO2 = 79
- Pas d'augmentation de la PA à l'effort
- Mauvaise récupération chronotrope
- Réserve ventilatoire préservée

→ **Dérégulation des chémorécepteur**
→ **Pronostic sombre à court terme**


Exercise periodic breathing
Ventilatory hypothesis
Metabo-haemodynamic hypothesis
• Instability of ventilatory control system (54–56)
• Excessive circulatory delay (57)
• Reduced cardiac output (58,61)
• Cardiac output fluctuation (61,62)

Oscillations ventilatoire à l'effort

Table 1. Characteristics of Patients According to Presence of EPB

Variables	EPB(−) (n = 59)	EPB(+) (n = 25)
Demographic		
Age (yrs)	44.1 ± 9.5	47.2 ± 11.0
Gender (M/F)	45/14	20/5
Exercise		
Peak $\dot{V}O_2$ (% pred)	54.1 ± 15.5	42.3 ± 10.1*
Peak $\dot{V}O_2$ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$)	16.5 ± 5.4	13.0 ± 3.3*
Resting $PETCO_2$ (mm Hg)	37.8 ± 4.5	34.2 ± 3.6*
$\Delta\dot{V}E/\Delta\dot{V}CO_2$ slope	39.5 ± 11.7	48.7 ± 6.8*
PB cycle length (s)	—	78.8 ± 22.5
PB amplitude (l)	—	9.8 ± 4.0
PB amplitude × length	—	808 ± 467
Norepinephrine (ng/dl)	552 ± 276	655 ± 276
Echocardiogram		
LV diastolic diameter (mm)	73.0 ± 12.8	75.6 ± 6.9
LV systolic diameter (mm)	63.1 ± 12.2	64.1 ± 11.6
LVEF (%)	35.3 ± 6.4	33.5 ± 6.8
Left atrium diameter (mm)	47.8 ± 6.8	46.5 ± 8.7
Scintigraphy		
LVEF (%)	23.1 ± 7.6	20.6 ± 6.6

Values are mean ± SD. *$p < 0.05$: EPB(+) versus EPB(−) patients.
EPB = exercise-related periodic breathing; LV = left ventricular; LVEF = left ventricular ejection fraction; PB = periodic breathing; $PETCO_2$ = end-tidal partial pressure for carbon dioxide; $\dot{V}CO_2$ = carbon dioxide output; $\dot{V}E$ = minute ventilation; $\dot{V}O_2$ = oxygen uptake.

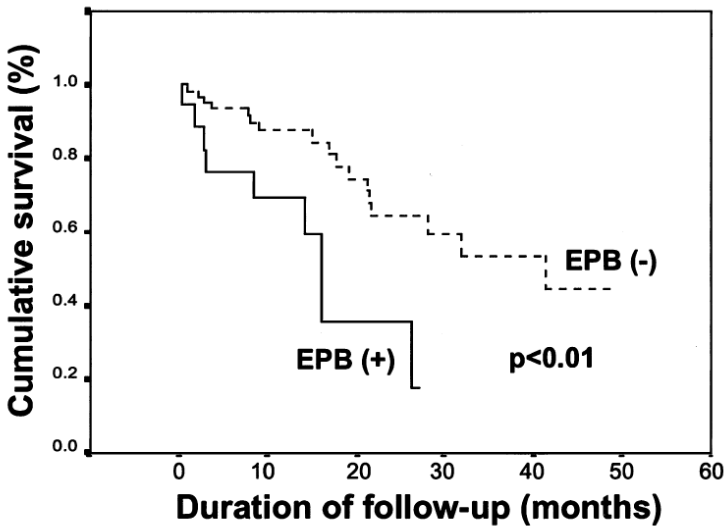
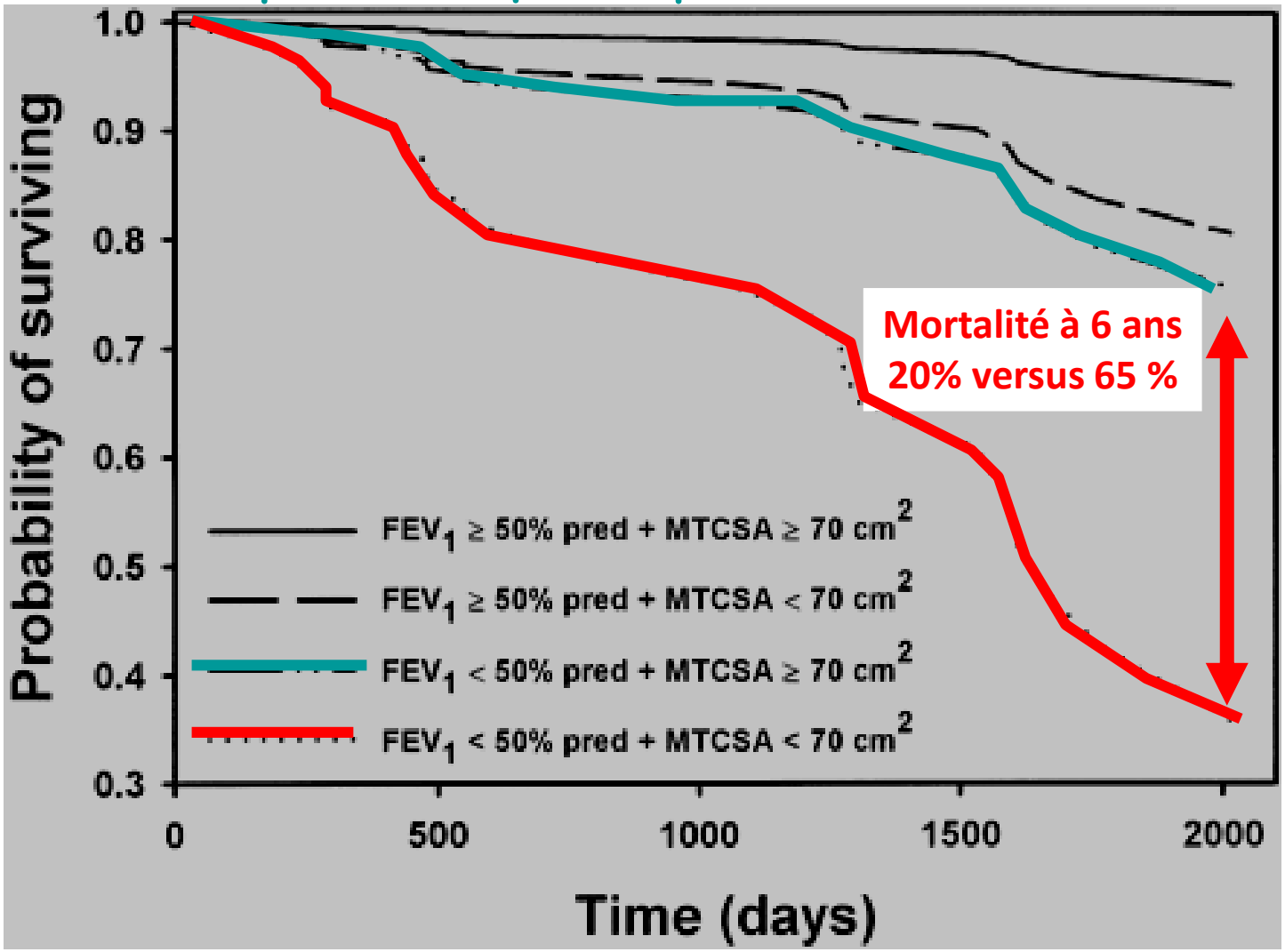


Figure 2. Kaplan-Meier survival curve for patients presenting with or not presenting with periodic breathing during dynamic exercise [EPB(+) and EPB(−), respectively]. Note that EPB(+) patients presented a significantly higher time-adjusted mortality rate ($p < 0.01$), independent of clinical and functional data.

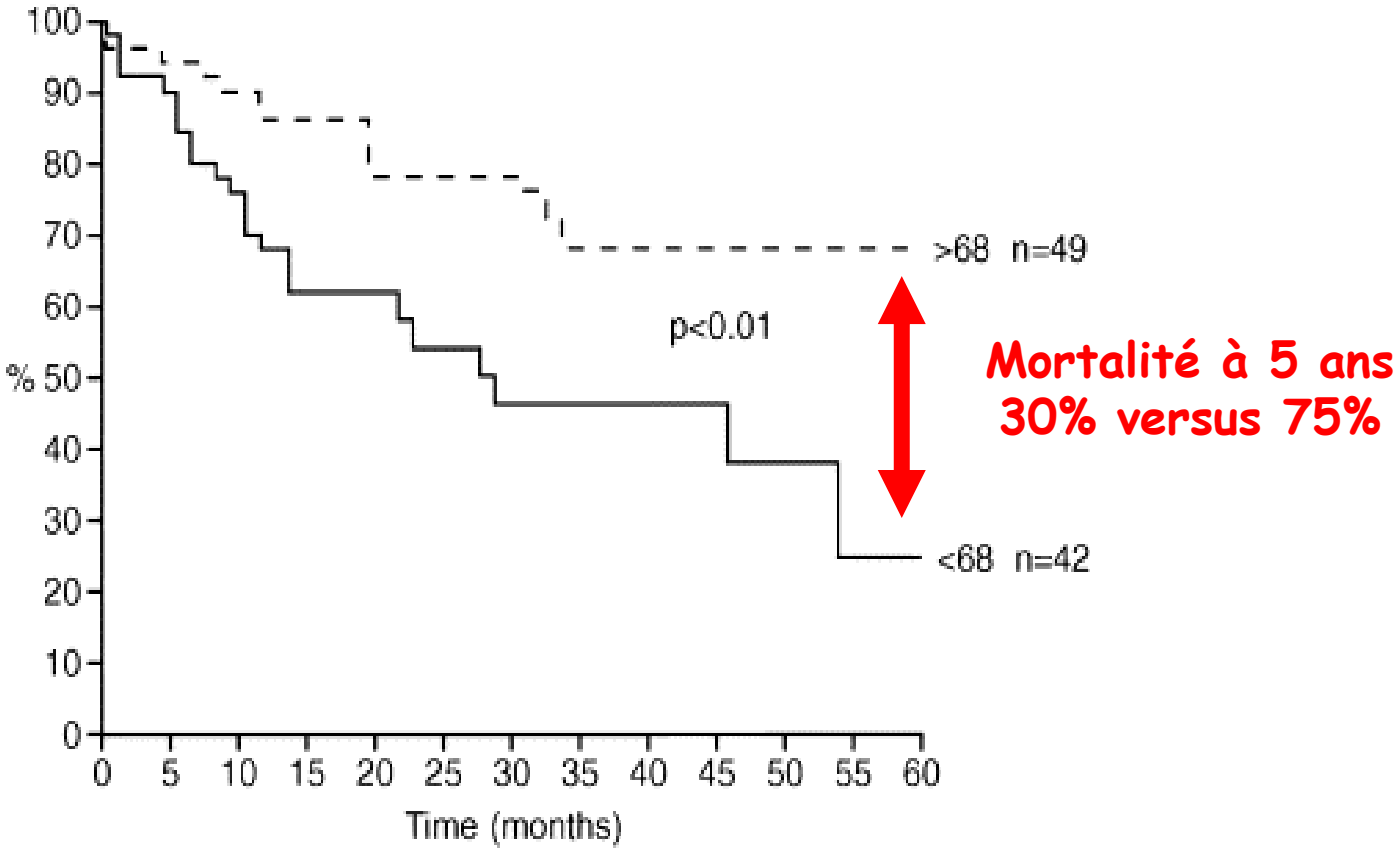
Force musculaire périphérique chez le BPCO : facteur pronostique supérieur au VEMS



Marquis, AJRCCM 2002

Force musculaire périphérique chez l'IC: facteur pronostique supérieur à la VO2max

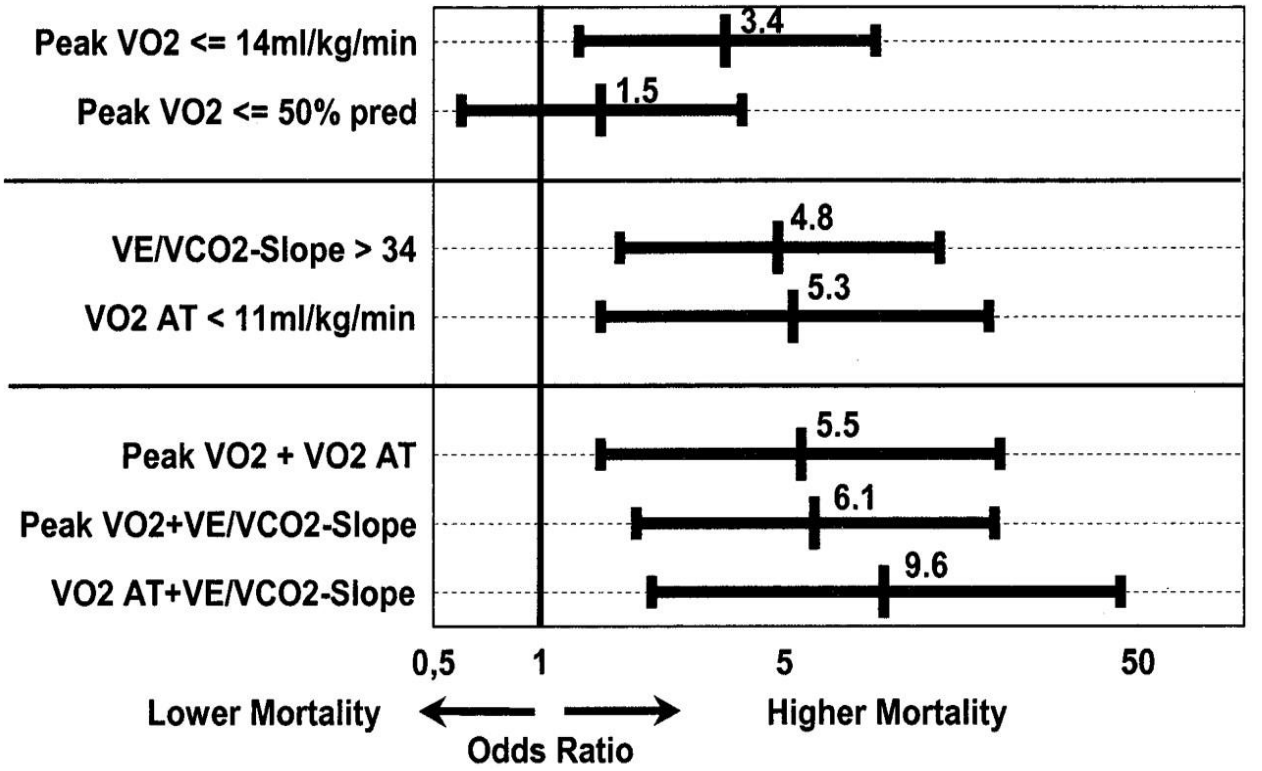
122 IC, FE < 35 %, F-up 24 +/-17 mois
Cut off : 68 Nm x 100/Kg



Kaplan Meier lifetime analysis of survival stratified by peak torque index of the knee flexor muscles

Hülsmann, Eur J Heart failure, 2004

Exercise Anaerobic Threshold and Ventilatory Efficiency Identify Heart Failure Patients for High Risk of Early Death



Cardiopulmonary predictors of early death
within 6 months: Univariate analysis.
Numbers are odds ratios. Bars are 95% CI.

Gitt, Circulation, 2002

- Autres témoins d'interrelations :
  - petCO2/AT
  - Pente VO2/W
  - Pente VO2/HR
  - OUES
  - Récupération chronotrope
  - MRT
  - Circulatory power
  - Hyperinflation dynamique
  - …

Et cliniquement … ?
Plainte principale au maximum d'un test d'effort

		Contrôle
Dyspnée > force		22
Force > dyspnée		36
Force = dyspnée		42

Diesel 1990, Simpson 1992, Killian 1992

Et cliniquement … ?
Plainte principale au maximum d'un test d'effort

	Chronic Airflow Limited	Contrôle
Dyspnée > force	26	22
Force > dyspnée	43	36
Force = dyspnée	31	42

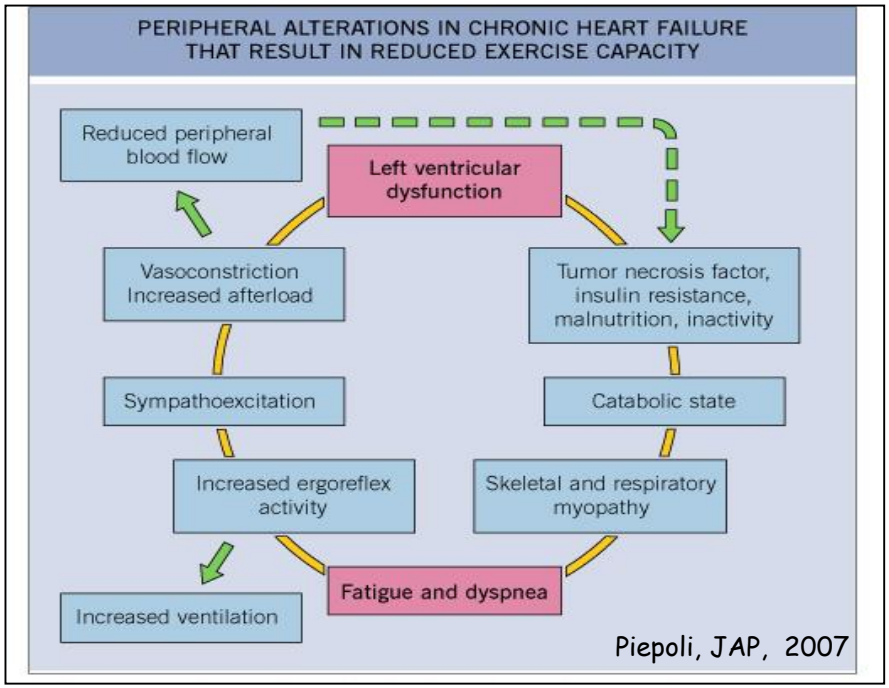
Diesel 1990, Simpson 1992, Killian 1992

INVITED REVIEW

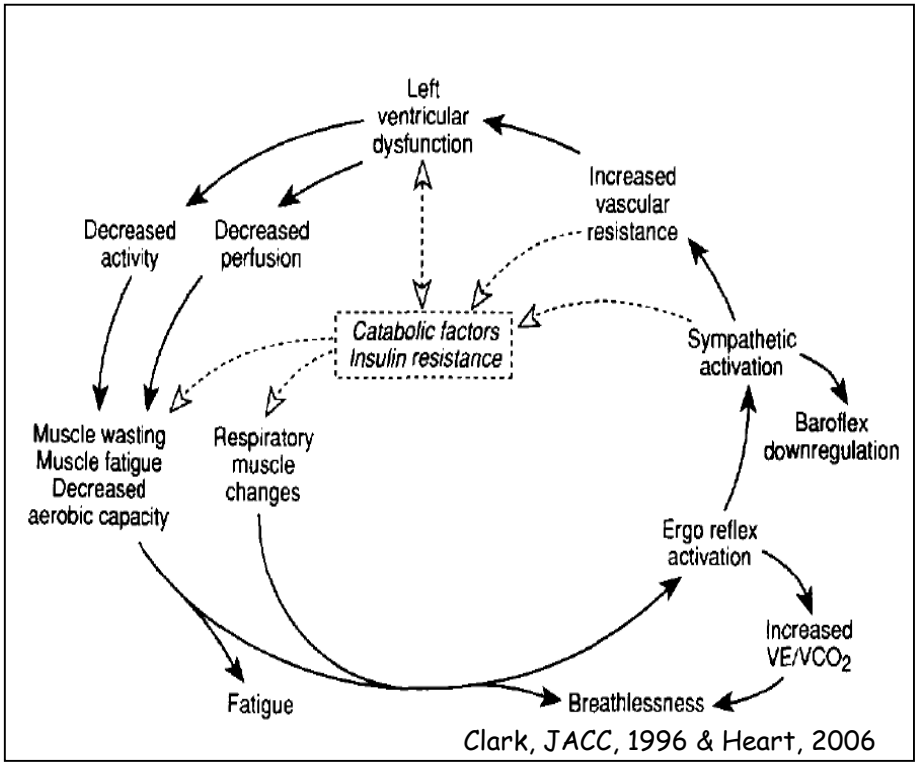
Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Chronic Heart Failure

TWO MUSCLE DISEASES?

Th Troosters & Al, JCR 2004

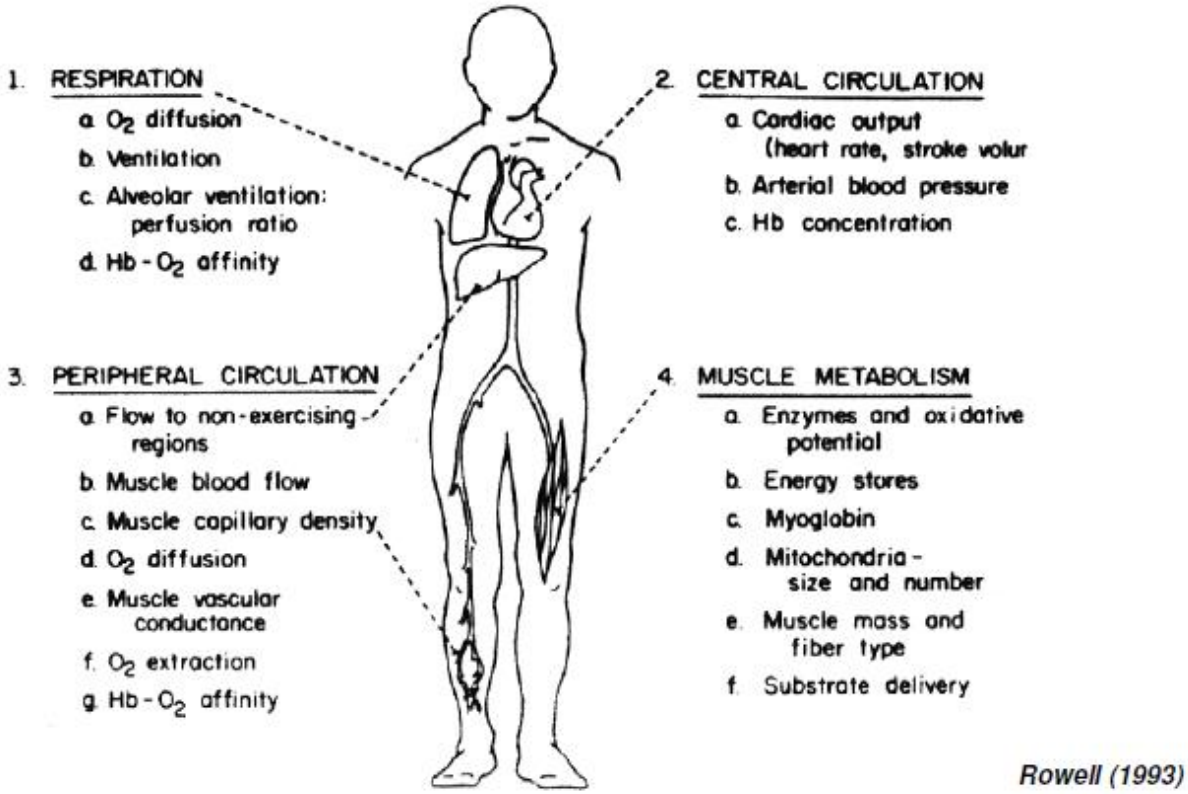


Piepoli, JAP, 2007



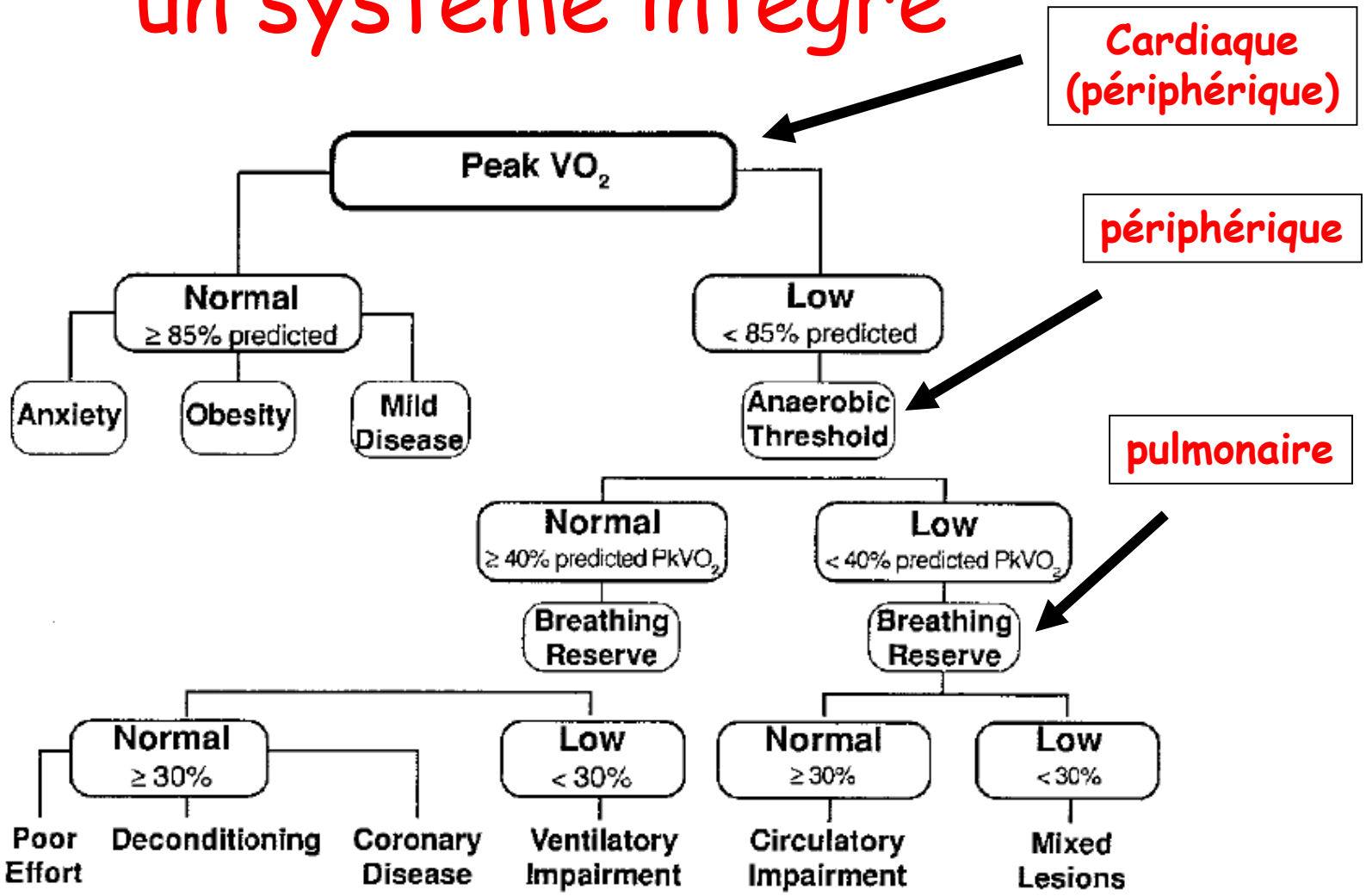
Clark, JACC, 1996 & Heart, 2006

Limitation à l'exercice



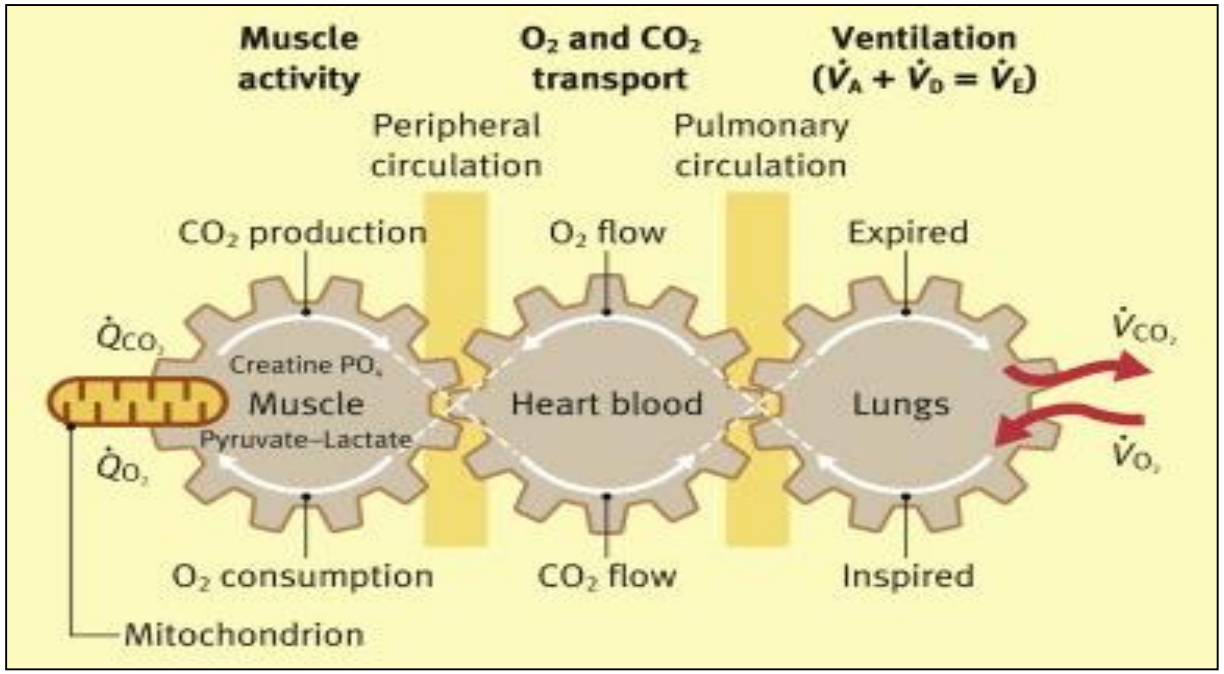
→ La plupart du temps : limitations mixtes

La limitation à l'exercice : un système intégré



Conclusions

- La réalisation d'exercices nécessite une interaction étroite des « 3 systèmes » (+ cérébral)
- Les tests à l'effort (ergospirométrie) permettent de clarifier les facteurs limitants
- Ces interrelations impliquent des choix dans les traitements (physiques) proposés !



Merci de votre attention !

Réadaptation physique :
De la physiopathologie
à l'entraînement en pratique.

Hôpital Erasme | ULB | CRPP ERASME centre de réadaptation physique pluridisciplinaire

Cette formation s'adresse à toute personne désirant se spécialiser en réadaptation physique.

La session de cette année consiste en 2 journées pleines reprenant les notions théoriques de physiologie de l'effort et analyse en profondeur la programmation de l'entraînement physique. Elle comprend des cas cliniques, démonstration et interprétations de test à l'effort, ainsi qu'une mise en situation pratique en salle de réadaptation. Si la base de la formation est centrée sur la cardiologie, les principes exposés s'appliquent à de nombreuses pathologies chroniques. La réadaptation physique des patients obèses, oncologiques et gériatriques est illustrée.

Cette formation se veut interactive et la plus pratique possible, des espaces de discussion sont prévus. Elle permettra aux participants de mieux appréhender les différentes facettes du patient déconditionné et de programmer sa réadaptation globalement et de façon optimale.

Programme de la session 2015.

- **Vendredi 6 février 2015 :**
  - ***8h30 :*** *Accueil et présentations respectives*
  - ***Théorie*** : Prise en charge du patient cardiaque (médical – chirurgical) en phase hospitalière et nouveautés
  - ***Théorie*** : Physiologie de l'effort et testing de l'effort
  - ***Lunch***
  - ***Pratique*** : Ergospirométrie, test de marche
  - ***Théorie*** : Entraînement dynamique
- **Samedi 7 février 2015 :**
  - ***Théorie*** : Entraînement dynamique (suite et cas cliniques)
  - ***Théorie*** : Entraînement de la force
  - ***Lunch***
  - ***Théorie*** : Cas particuliers : obésité, insuffisance cardiaque, gériatrie
  - ***Pratique*** : Démo en salle de réadaptation
  - ***17h : Conclusions et fin.***

Lieu :
Hôpital Erasme - Local « Chest meeting » 3er étage ou CRPP - Bucopa, 808 rte de Lennik, 1070 Bruxelles - Belgique.

Autres renseignements :
- Inscription : 350 € (étudiants : 250 €),
- L'inscription est effective dès versement au compte : BE88 001-0615139-41, communication : 10838703, au plus tard le 10 janvier 2015 + envoi d'un e-mail avec vos coordonnées,
- Notes de cours, support digital reprenant un résumé des « power-point » présentés, collations, lunch des midis et attestation de participation prévus.
- Pour favoriser une interactivité optimale, le nombre de participants sera strictement limité à 20 personnes (min 10).
- Accréditations pour kinésithérapeutes (Axxon) et médecins demandées.

Cette formation peut être organisée à l'extérieur, pour un nombre minimal de 8 participants.

- Contact :
  Michel Lamotte, Tél: 02 555 5146,
  Michel.Lamotte@erasme.ulb.ac.be

Michel.Lamotte@erasme.ulb.ac.be

The rehab time …
« should we follow the guidelines ? »

Optimal intensity and type of leg exercise training for people with chronic obstructive pulmonary disease (Review)

Zainuldin R, Mackey MG, Alison JA

THE COCHRANE COLLABORATION®

Objectives

To determine the effects of training intensity (higher versus lower) or type (continuous versus interval training) on primary outcomes in exercise capacity and secondary outcomes in symptoms and HRQoL for people with COPD.

Main results

We analysed three included studies (231 participants) for comparisons between higher and lower-intensity training and eight included studies (367 participants) for comparisons between continuous and interval training. Primary outcomes were outcomes at peak exercise (peak work rate, peak oxygen consumption, peak minute ventilation and lactate threshold), at isowork or isotime, endurance time on a constant work rate test and functional exercise capacity (six-minute walk distance). When comparing higher versus lower-intensity training, the pooled primary outcomes were endurance time and six-minute walk distance. There were no significant differences in endurance time improvement (mean difference (MD) 1.07 minutes; 95% CI -1.53 to 3.67) and six-minute walk distance improvement (MD 2.8 metres; 95% CI -10.1 to 15.6) following higher or lower-intensity training. However, heterogeneity of the endurance time results between studies was significant. When comparing continuous and interval training, there were no significant differences in any of the primary outcomes, except for oxygen consumption at isotime (MD 0.08; 95% CI 0.01 to 0.16) but the treatment effect was not considered clinically important. According to the GRADE system, studies were of low to moderate quality.

Authors' conclusions

Comparisons between the higher and lower training intensity were limited due to the small number of included studies and participants. Consequently, there are insufficient data to draw any conclusions on exercise capacity, symptoms and HRQoL for this comparison. For comparisons between continuous and interval training, both appear to be equally effective in improving exercise capacity, symptoms and HRQoL.

Physiologie Cardio - Respiratoire
CUB Hôpital Erasme - Bruxelles

Name:
ID: 331110VM01
Date: 11/10/10
Age: 76
Height(cm): 175 Weight(kg): 73.0
BMI : 23.84

CAD patient

Tabular Report

Time Sec HH:MM	Work Watts	VO2 L/min	VCO2 L/min	RQ	HR BPM	VE(BTPS) L/min	VECO2	PetCO2 mmHg	SpO2 %
Test Stage - Baseline									
00:00:00		0.365	0.313	0.86	65	14.6	47	28.7	97
00:00:30		0.250	0.208	0.83	65	11.9	59	29.0	97
Test Stage - Exercise									
00:00:00		0.404	0.340	0.88	65	16.6	49	29.4	97
00:00:30		0.460	0.402	0.87	64	18.0	45	29.9	98
00:01:00		0.482	0.434	0.90	64	18.6	43	30.3	97
00:01:30		0.467	0.373	0.80	64	15.9	42	31.2	97
00:02:00		0.552	0.466	0.84	64	19.7	42	30.7	97
		0.506	0.433	0.86	64	18.3	42	30.9	97
		0.587	0.487	0.83	63	20.2	41	31.3	98
		0.512	0.425	0.83	64	18.1	43	31.1	97
		0.564	0.456	0.81	64	19.5	43	31.4	97
		0.564	0.462	0.82	64	19.2	41	31.5	97
00:05:00	20	0.599	0.481	0.80	64	19.8	41	31.9	97
00:05:30	21	0.672	0.553	0.82	64	22.8	41	31.1	97
00:06:00	30	0.682	0.579	0.85	64	23.6	41	31.2	97
00:06:30	31	0.666	0.566	0.85	65	22.8	40	31.6	97
00:07:00	40	0.737	0.620	0.84	65	24.1	39	32.1	97
00:07:30	40	0.815	0.703	0.86	66	27.6	39	31.7	97
00:08:00	50	0.860	0.769	0.89	67	30.1	39	31.5	97
00:08:30	50	0.930	0.851	0.92	69	32.7	38	31.7	97
00:09:00	60	0.975	0.906	0.93	71	34.9	39	31.6	97
00:09:30	61	1.035	0.997	0.96	73	38.6	39	31.3	98
00:10:00	70	1.090	1.129	1.07	74	44.0	39	30.7	98
00:10:30	71	1.152	1.181	1.03	77	46.9	40	30.7	98
00:11:00	80	1.256	1.300	1.04	80 *	51.9	40	30.3	98
00:11:30	81	1.225	1.387	1.13	83 *	61.5	44	27.3	98
00:12:00	90	1.240	1.427	1.15	87	63.9	45	26.9	98
00:12:30	89	1.276	1.511	1.18	90	70.0	46	25.9	97
Test Stage -Recovery									
00:00:00	14	1.219	1.397	1.15	94	61.2	44	27.8	98
00:00:30	10	1.190	1.374	1.16	94	61.3	45	27.0	98
00:01:00	10	0.955	1.032	1.09	92	46.5	47	27.7	99
00:01:30	10	0.925	1.096	1.19	90	50.0	46	26.9	99
00:02:00	10	0.818	0.946	1.16	86	42.0	44	27.6	99
00:02:30	10	0.690	0.785	1.14	85	34.8	44	28.7	99
00:03:00	10	0.601	0.705	1.16	82	31.9	46	27.6	99
00:03:30	10	0.596	0.611	1.03	80	27.2	45	28.4	98

Total
< HR rest – HR max
W 0-90

X % of the HR max (65-80)
Karvonen 0.6 / 0.8
% VO2p : 50-75 %
AT zone : 90-120%
At 90% of RCP
Considering HRmax theory