

$\dot{V}O_2$ pour le Cardiologue

J.C. VERDIER
Institut Cœur Effort Santé
Paris

METABOLISME ENERGETIQUE

- ◆ Métabolisme basal = 1 Met.
- ◆ Métabolisme à l' Effort = X Mets.

- ◆ Exemples:

Faire le ménage	2.3 Mets
Travail à la chaîne:	2 - 5 Mets
Marche rapide 7 Km/h	4 Mets

M.E.T. = Metabolic Equivalent of the Task

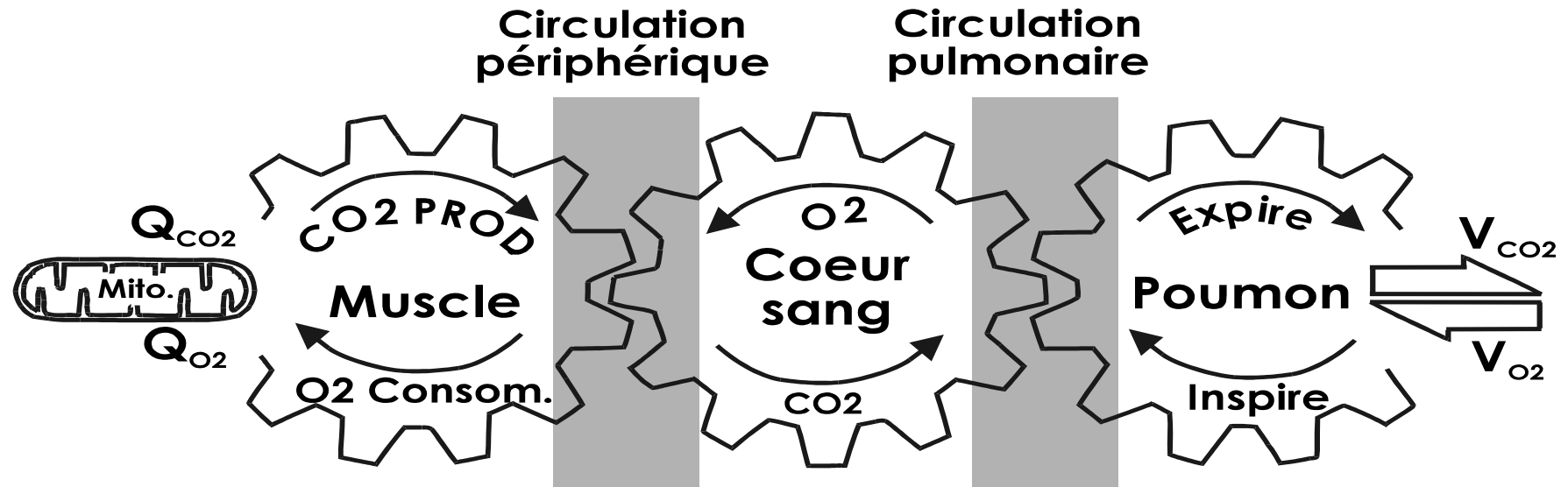
1 M.E.T. = 3.5 ml O₂ / kg / min. = 1 Kcal / Kg / heure



**Activité
muscle**

**Transport
sanguin**

Ventilation



Musculaire

Cardio-circulatoire

Respiratoire

SUPPORTS PHYSIOLOGIQUES:

Les adaptations

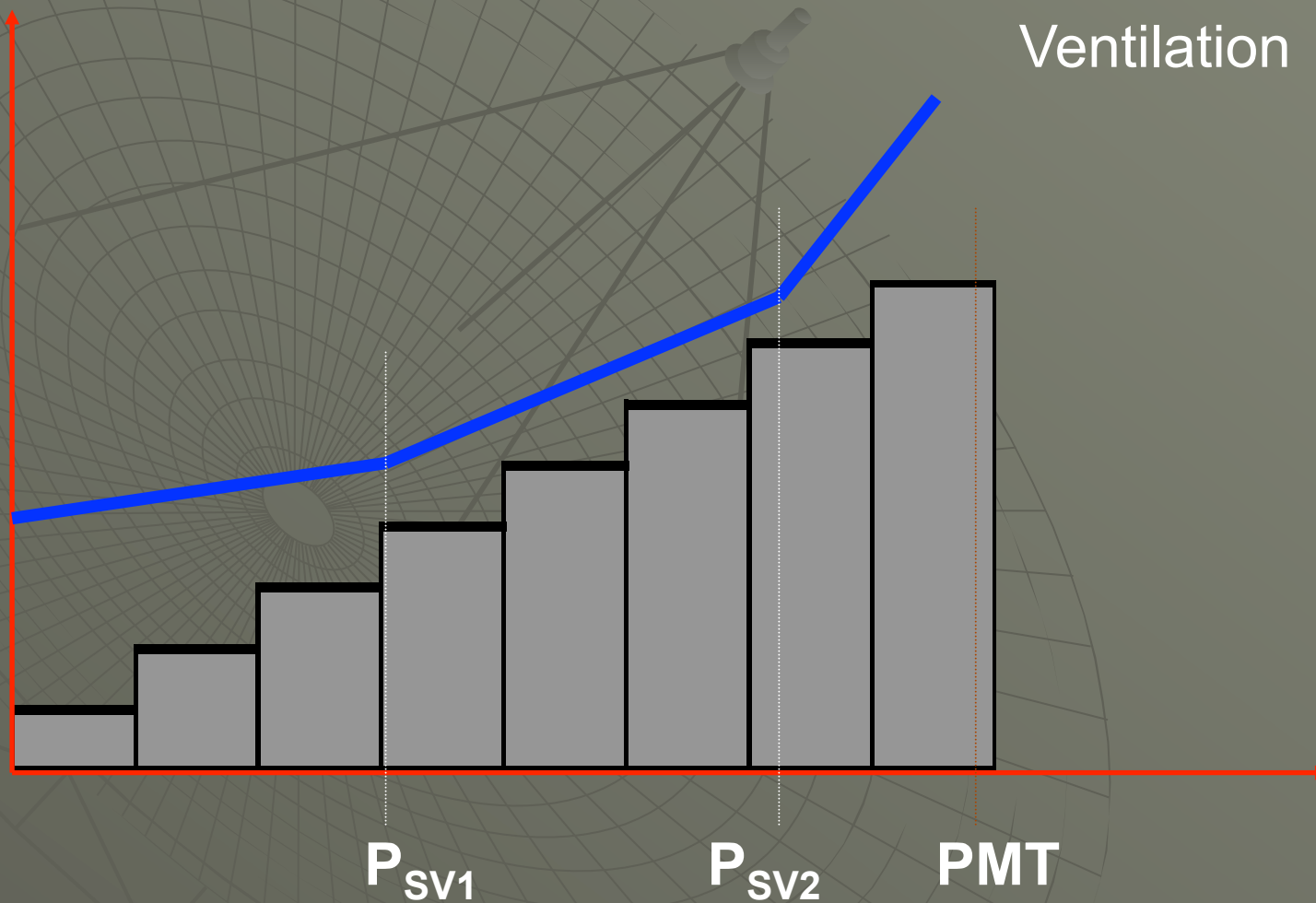
- ◆ CARDIAQUE: $Q_c = V.E.S. \times F.C.$
- ◆ VASCULAIRE: $Q_c = T.A.moyenne / Résistances$
- ◆ PULMONAIRE: $V.E. = V_T \times F.R.$; E.F.R. avant / après.
Saturation artérielle; Gaz du sang.
- ◆ MUSCULAIRES : VO_2 ; $VC O_2$; Pic VO_2 ; VO_2 Max.
Seuils ventilatoires; lactiques; Q.R.



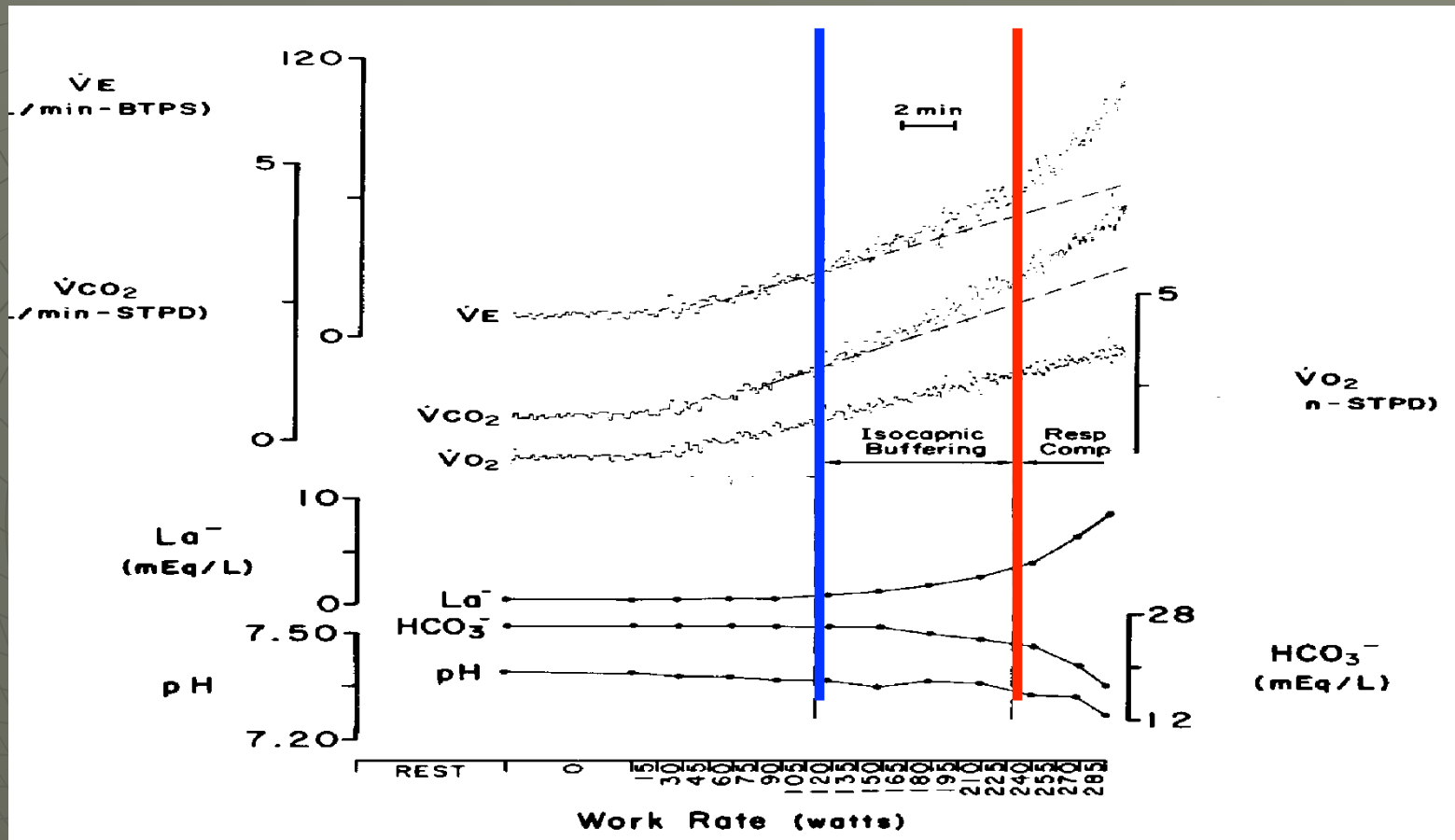


Epreuve triangulaire

Seuil d'adaptation ventilatoire
Seuil d'inadaptation ventilatoire



Détermination des Seuils



2 ruptures ventilatoires :

S.V.1 Augmentation de $\dot{V}E$ // $\dot{V}CO_2$



A.T.

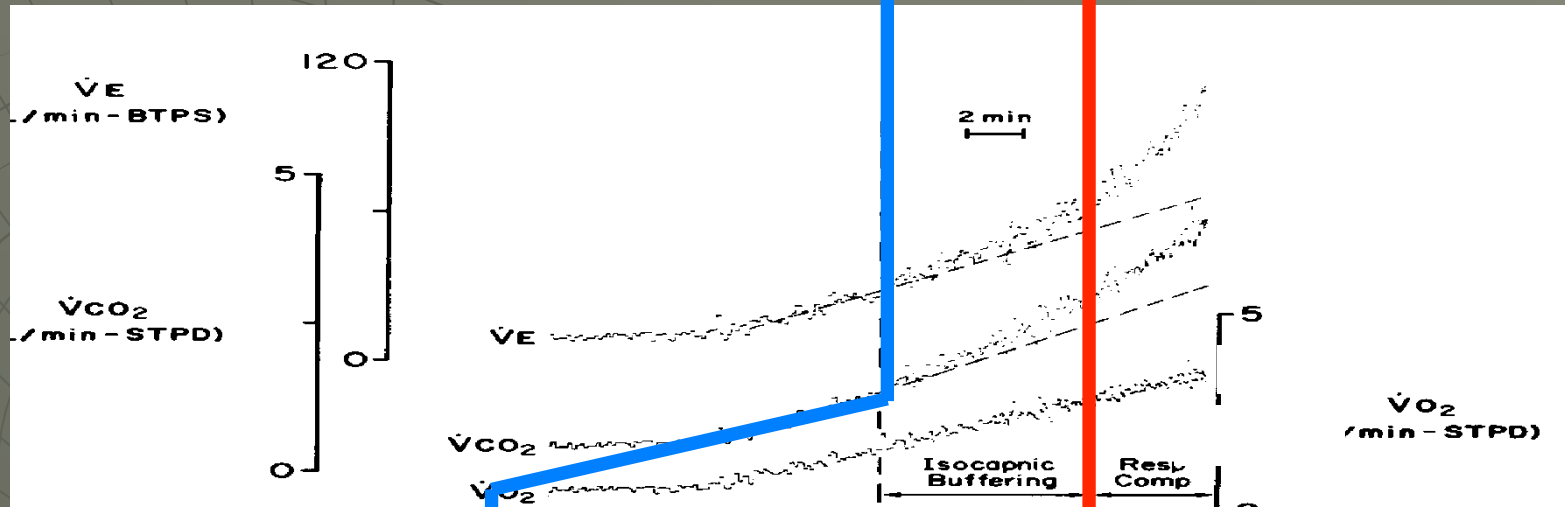
Augmentation du Lactate // Diminution de HCO_3^-

S.V.2 Augmentation plus rapide de $\dot{V}E$ / $\dot{V}CO_2$; Diminution du pH



C.P

Détermination des Seuils



Aérobic
Lipidique
Journée

Aéro-Anaérobie
Lipido-Glucidique
Heures

Acidose
Glucidique
Minutes

Paramètres « Courants »

- ◆ $\dot{V}O_2$ Consommation d'Oxygène (L/min ou ml/kg/min)
- ◆ $\dot{V}CO_2$ Production de gaz Carbonique (CO_2 / min.)
- ◆ $\dot{V}E$ Ventilation (litres / min.)
- ◆ QR Quotient Respiratoire ($\dot{V}CO_2 / \dot{V}O_2$)
- ◆ $\dot{V}O_2/FC$ Pouls d'Oxygène = VES (D A -V)
- ◆ $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ Equivalent Respiratoire en O_2
- ◆ $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ Equivalent Respiratoire en CO_2
- ◆ V_T Volume courant
- ◆ FR Fréquence Respiratoire
- ◆ V_D/V_T Rapport Espace mort / Volume courant
- ◆ $P_{et} O_2$ Pression en O_2 en fin d'expiration
- ◆ $P_{et} CO_2$ Pression en CO_2 en fin d'expiration
- ◆ Sat O_2 Saturation artérielle en Oxygène

Analyse des échanges gazeux normale ?

Paramètres	« Normalité »
$V' O_2$ max ou $V' O_2$ pic	$> 84 \% \text{ théorique}$
Seuil ventilatoire 1	$> 40-80 \% V' O_2 \text{ max théo.}$
FC max.	$> 90 \% \text{ FC max. prédite}$
PA max.	$< 220/90 \text{ mm Hg}$
VO_2/FC (pouls O_2)	$> 80 \% \text{ théorique}$
Réserve ventilatoire	$> 11 \text{ l}$ ou $10-35 \% VE \text{ max}$
Fréquence respiratoire	$< 60 \text{ c/min}$
VE / VO_2 (SV1)	< 34
VD/VT	$< 0,28 ; < 0,30 \text{ si } > 40 \text{ ans}$
PaO_2	$> 80 \text{ mm hg}$
$P(a-A) O_2$	$< 35 \text{ mm Hg}$

ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing.
Am.J. Respir. Crit. Care Med. 2003; 167 : 211-277

Bilan d'une dyspnée

Dyspnée « pulmonaire »

Spirométrie de repos anormale

FC max. non atteinte

Pas de seuil ventilatoire

Cinétique pouls oxygène +

Réserve ventilatoire < 30 %

Désaturation < 95 %

Cinétiques FR et VT

Spirométrie post-effort

Dyspnée « cardiaque »

Spirométrie de repos normale

Critères max. pour faible puissance

Seuil ventilatoire individualisable

Cinétique pouls oxygène -

Réserve ventilatoire > 30%

Pas de désaturation > 5 %

Vd/Vt peu diminué

Spirométrie post effort normale

$\Delta FC / \Delta V' O_2$ et $\Delta V' O_2 / \Delta W$ augmentés

LES CAPACITES FONCTIONNELLES:

Marqueur de gravité des pathologies cardiaques

Facteur pronostic de morbi-mortalité

Facteur pronostic d'hospitalisation

...

- ◆ N.Y.H.A.
- ◆ Questionnaire d'évaluation (Ex: Baecke)
- ◆ Puissance Maximale tolérée: P.M.T. (Watts)
- ◆ Pic de consommation d'oxygène: Pic VO_2 ...
- ◆ Seuil d'adaptation ventilatoire: S.V.1
- ◆ Equivalent respiratoire en CO_2 (VE/VCO_2)



COÛT ÉNERGETIQUE PROFESSIONNEL (Mets)

- ◆ **3.0:** Conduite d'un poids lourd, tracteur, bus.
- ◆ **3.0:** Station debout, activité légère à modérée: assemblage/réparation pièces lourdes, soudure, stockage, préparation de cartons pour déménagement
- ◆ **4.0:** Marcher à 4,80 Km/h, modérément vite, en portant des objets légers de moins de 11 kg.
- ◆ **6.6:** Pelletage, léger (< 10 kg/min)
- ◆ **6.0:** Travaux de construction, en plein air

***Compendium of Physical Activities:
Classification of energy costs of human physical activities
AINSWORTH B. and all;
Medecine ans Science in Sports and Exercise 2000***



Coût Energétique de l'Autonomie

Prise en charge Personnelle 2.5 Mets	Se lever, se préparer pour se coucher, Préparation de soi en général
1.0	Etre assis sur les toilettes
2.0	Prendre un bain (assis)
2.5	S'habiller, se déshabiller (assis ou debout)
1.5	Manger (assis)
2.0	Parler et manger ou manger uniquement (debout)
2.5	Etre assis ou être debout en train de faire sa toilette (se laver, se raser, se brosser les dents, uriner, se laver les mains, se maquiller)
4.0	Se doucher, s'essuyer avec une serviette (debout)

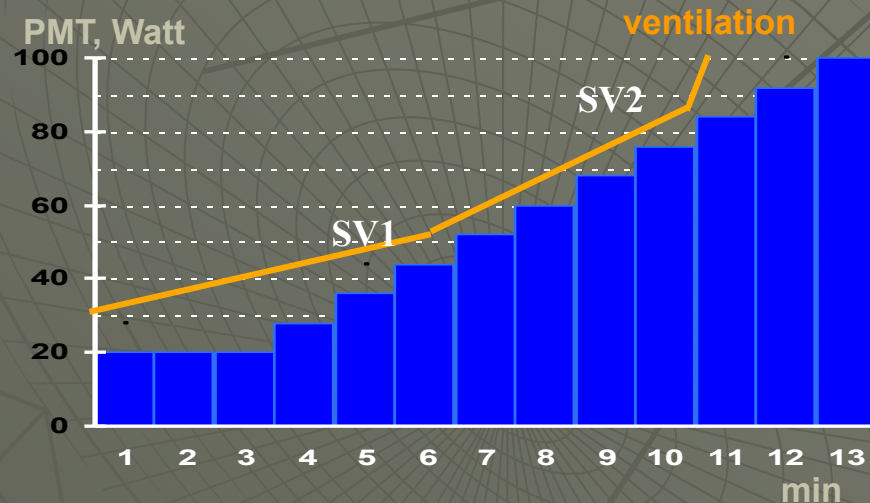
Pic VO² < 15 (4 Mets) = Dépendance **Pic VO₂ > 21(6 Mets) = Liberté**

PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT PERSONNALISÉ EN CRÉNEAUX

De l'épreuve d'effort à l'exercice en créneaux

EPREUVE TRIANGULAIRE

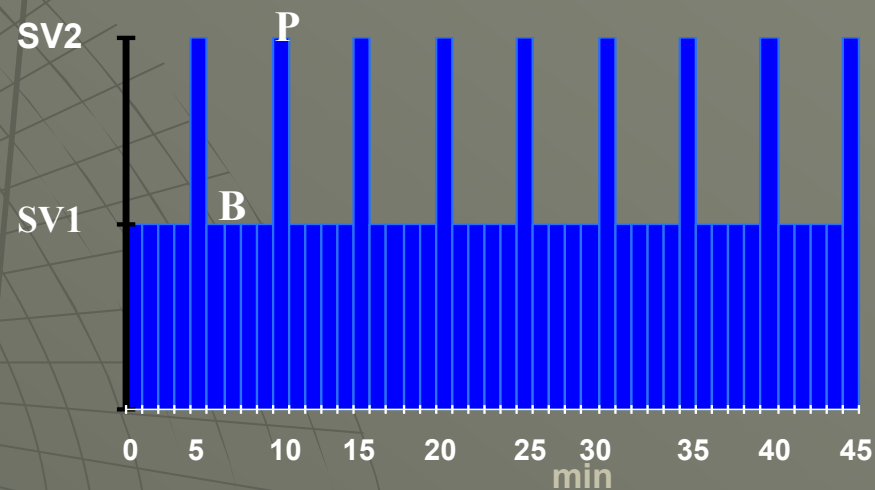
Puissance et FC de SV1
Puissance et FC de SV2
P. max. Tolérée. à VO2 Max



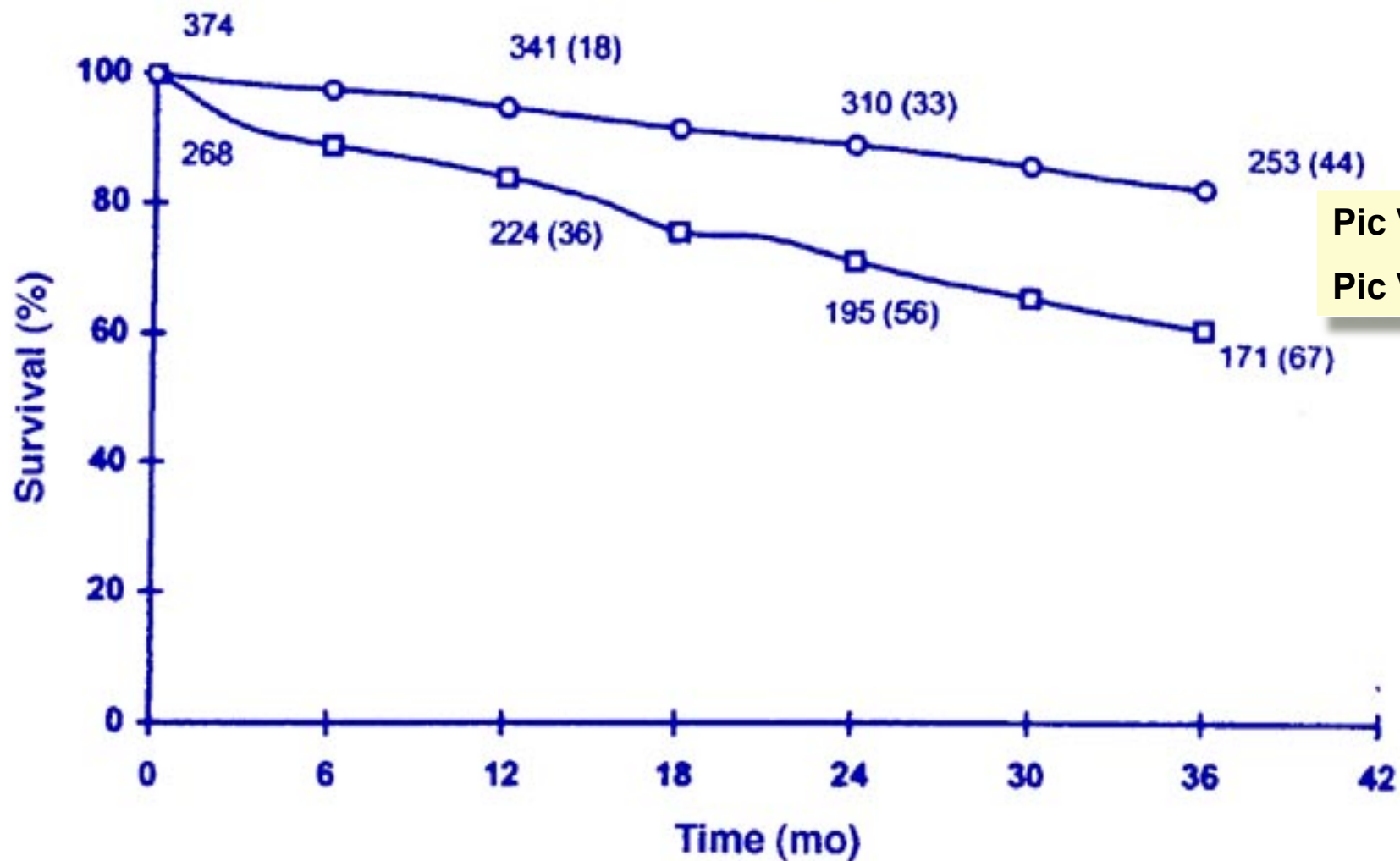
EXERCICE EN CRÉNEAUX

18 séances de 30 minutes
- 6 créneaux -

BASE à SV1 4 min. 50 W
PIC à SV2 1min. 90 W



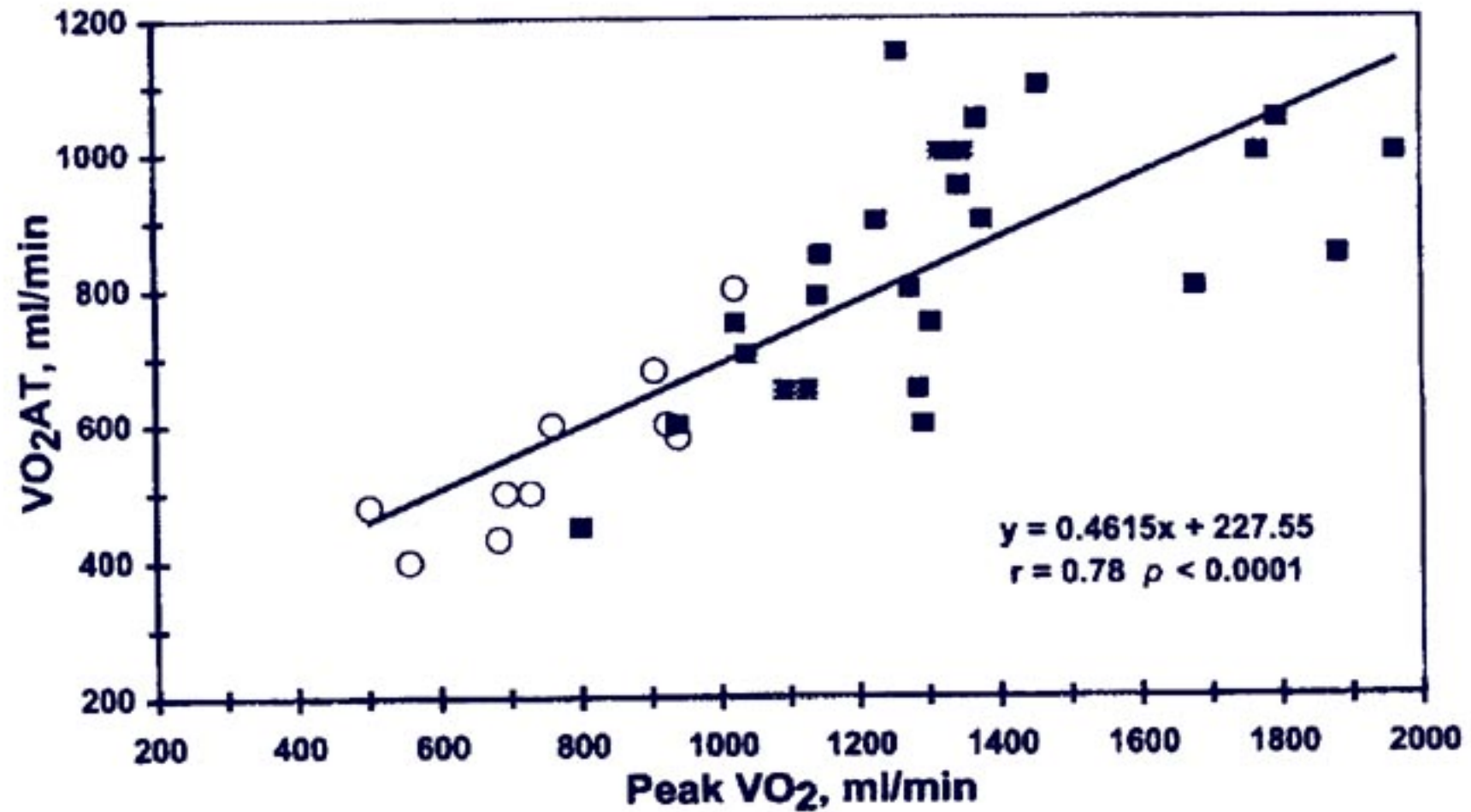
AJUSTEMENT DU PEP' C: Lorsqu'au dernier créneau d'une séance la FC de B e t /ou P a baissé de 10 b/min, l'intensité en watts de B et/ou P de la séance suivante sera augmentée de 10 %



INSUFFISANCE CARDIAQUE (I.C.) : Courbes de survie.

Pic VO2 > 14 ml/kg/min versus Pic VO2 < 14 ml/kg/min

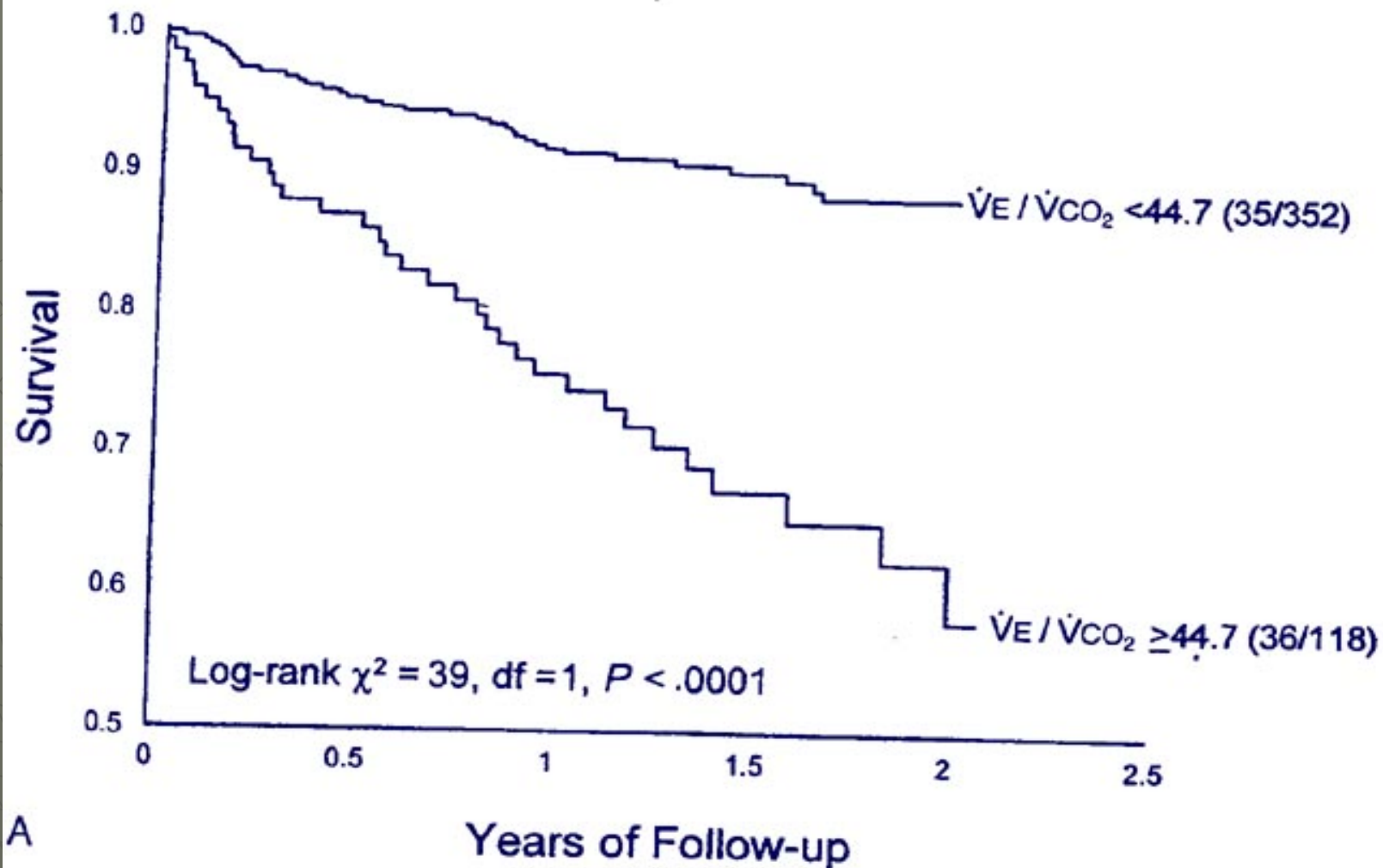
MYERS J. Ann intern Med 1999



I.C.: Relation VO_2 au S.V.1 versus Pic VO_2

(O = I.C. Avec Pic $\text{VO}_2 < 14 \text{ ml/kg/min}$)

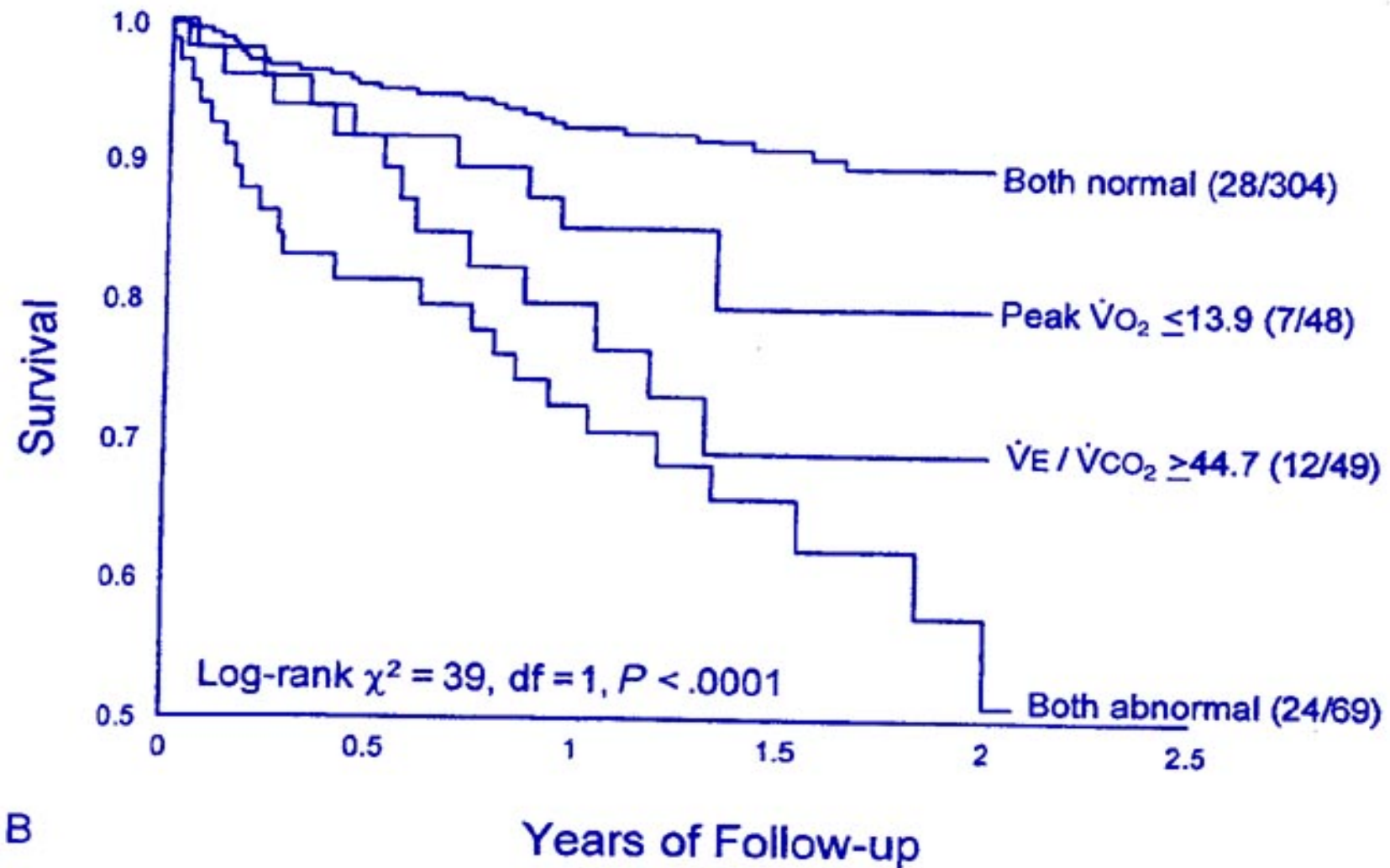
RAMOS-BARBON D. Chest 1999



INSUFFISANCE CARDIAQUE:

Courbe de survie fonction de VE/VCO_2 au maximum de l'effort

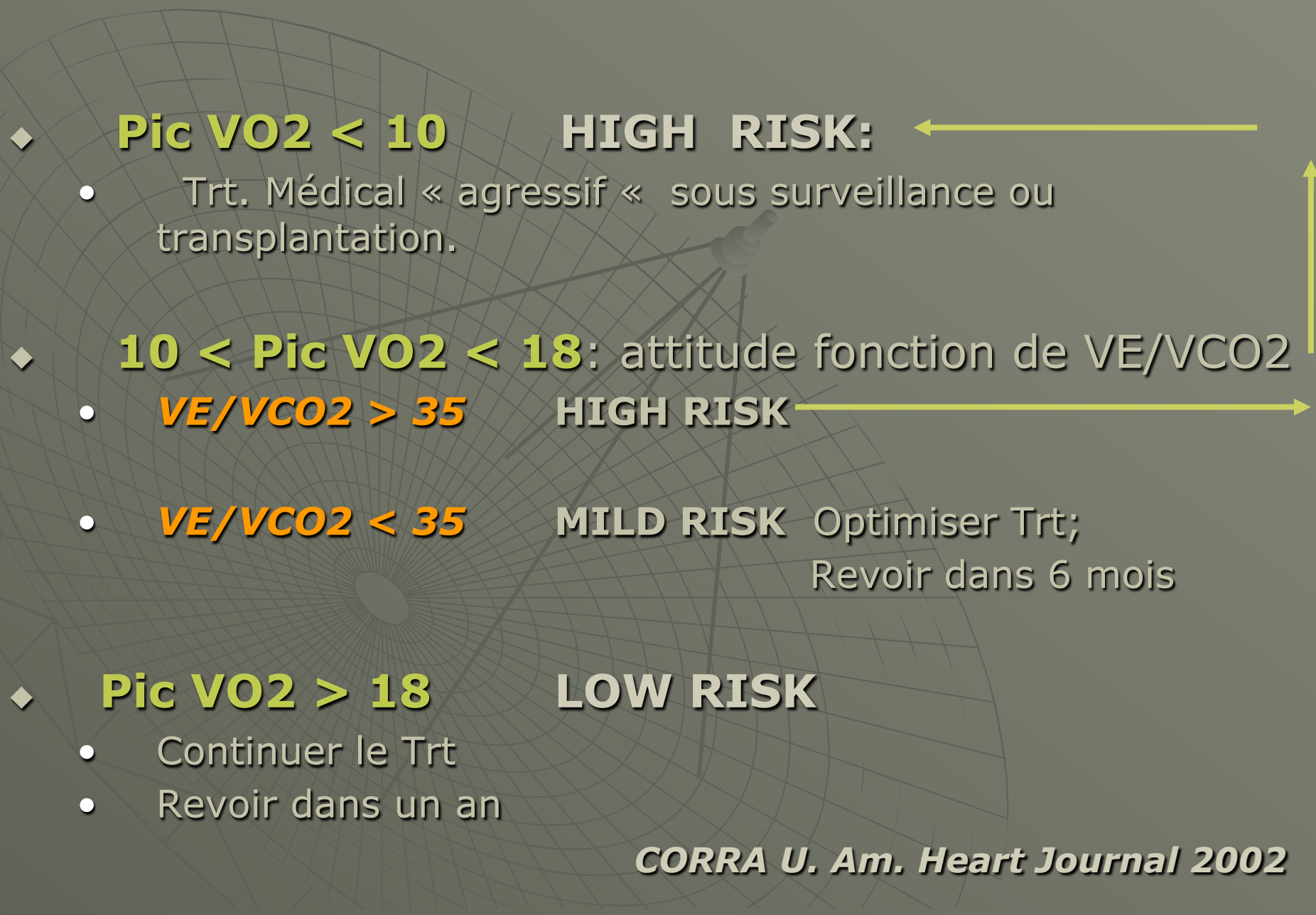
ROBBINS M. Circulation 1999.



I.C.: Courbe de survie en fonction du Pic $\dot{V}O_2$ et de $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ (W max.)

ROBBINS M. Circulation 1999

« ALGORYTHME » DE TRT FONCTION DE VE/VCO2

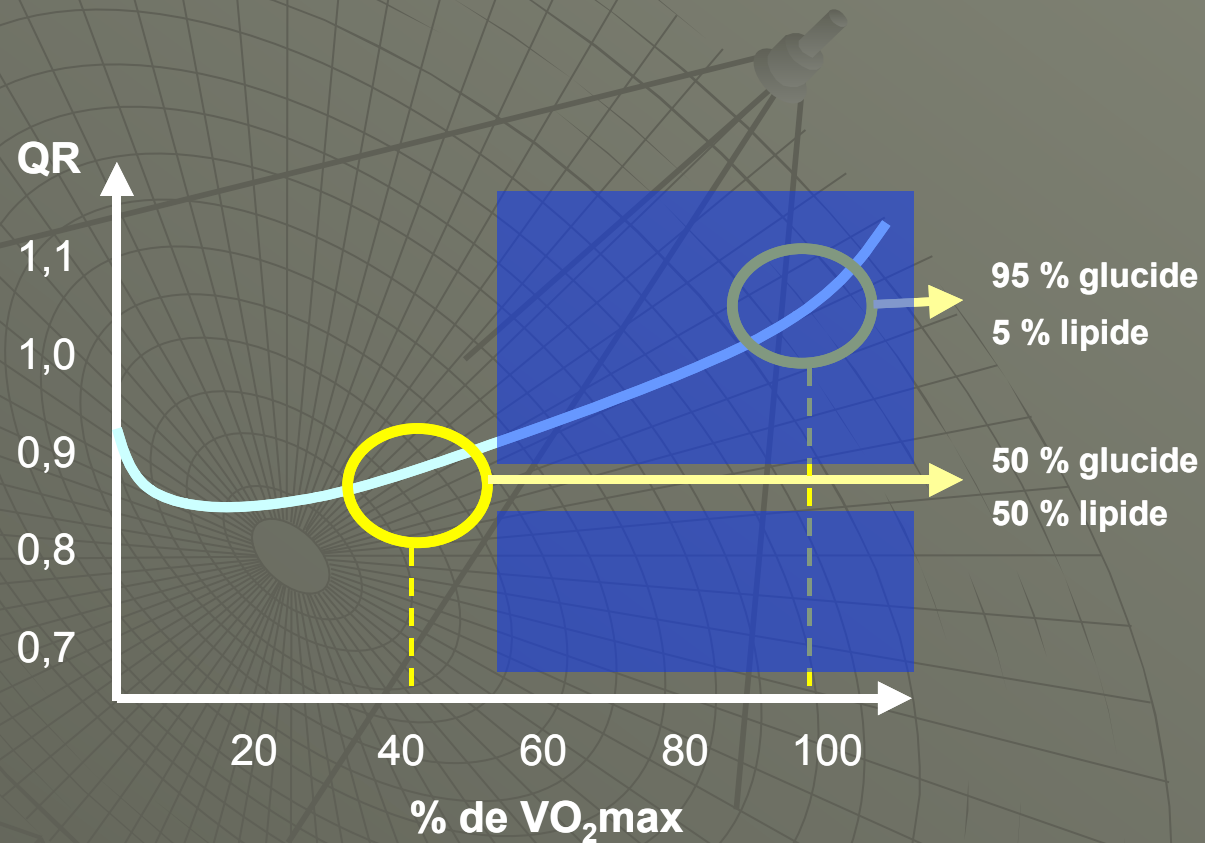
- 
- ◆ **Pic VO2 < 10** **HIGH RISK:**
 - Trt. Médical « agressif » sous surveillance ou transplantation.
 - ◆ **10 < Pic VO2 < 18:** attitude fonction de VE/VCO2
 - **VE/VCO2 > 35** **HIGH RISK**
 - **VE/VCO2 < 35** **MILD RISK** Optimiser Trt;
Revoir dans 6 mois
 - ◆ **Pic VO2 > 18** **LOW RISK**
 - Continuer le Trt
 - Revoir dans un an

CORRA U. Am. Heart Journal 2002

Perte de poids par l'exercice:

Une relation intensité - Substrat

La sollicitation physique doit induire une utilisation préférentielle des lipides



EQUIVALENCES PRATIQUES

Vélo

50 W	3	METS
100 W	5,5	METS
150 W	7	METS

Rameur

50 W	3,5	METS
100 W	7	METS
150 W	8,5	METS

Course à pied

« jogging »	7	METS
8 km/h	8	METS
9,5 km/h	10	METS

ski descente

« calme »	5,5	METS
« rapide »	7	METS

Sexe

partenaire habituelle	100 W / 5.5 METS
partenaire inhabituelle	150 W / 7 METS



Epreuve d' Effort $\dot{V}O_2$:

Utilisation pratique des notions métaboliques

Etude des Réponses Ventilatoires

Premier seuil ventilatoire **SV 1**

- ⇒ Médecine du Travail, Efficacité thérapeutique
- ⇒ Rééducation – Ré-entraînement (Patient)
- ⇒ Seuil d'entraînement, récupération (Sportif)

Second seuil ventilatoire **SV 2**

- **Efficacité thérapeutique, Pronostic**
Réentraînement (Patient)
- ⇒ Intensité de compétition (Sportif)



Epreuve d'Effort $\dot{V}O_2$

Utilisation pratique des notions métaboliques

Etude du Quotient Respiratoire

Pour une utilisation de ses « graisses »

↳ Cross - Over concept, s'entraîner à faible intensité:

$W < 60\%$ de VO_{2max} sur une longue durée

Facteur limitant au 2^{ème} seuil pour la durée de l'effort

↳ Stock de glucide ($\approx 45'$ à $90'$ de réserves)





Ponpon



$\dot{V}O_2$ pour le Cardiologue

J.C. VERDIER
Institut Cœur Effort Santé
Paris

CARDIOMYOPATHIE DILATEE

Histoire de la maladie

- ◆ femme née en 1955
- ◆ cancer du sein en 1998
- ◆ cardiomyopathie dilatée secondaire en 1999

Caractéristiques

- ◆ poids: 60 kg ; taille: 170 cm
- ◆ F.E.V.G: 25%
- ◆ Traitement (+/- suivi): Digoxine (1) Aldactone(1) Kredex 25 (2)

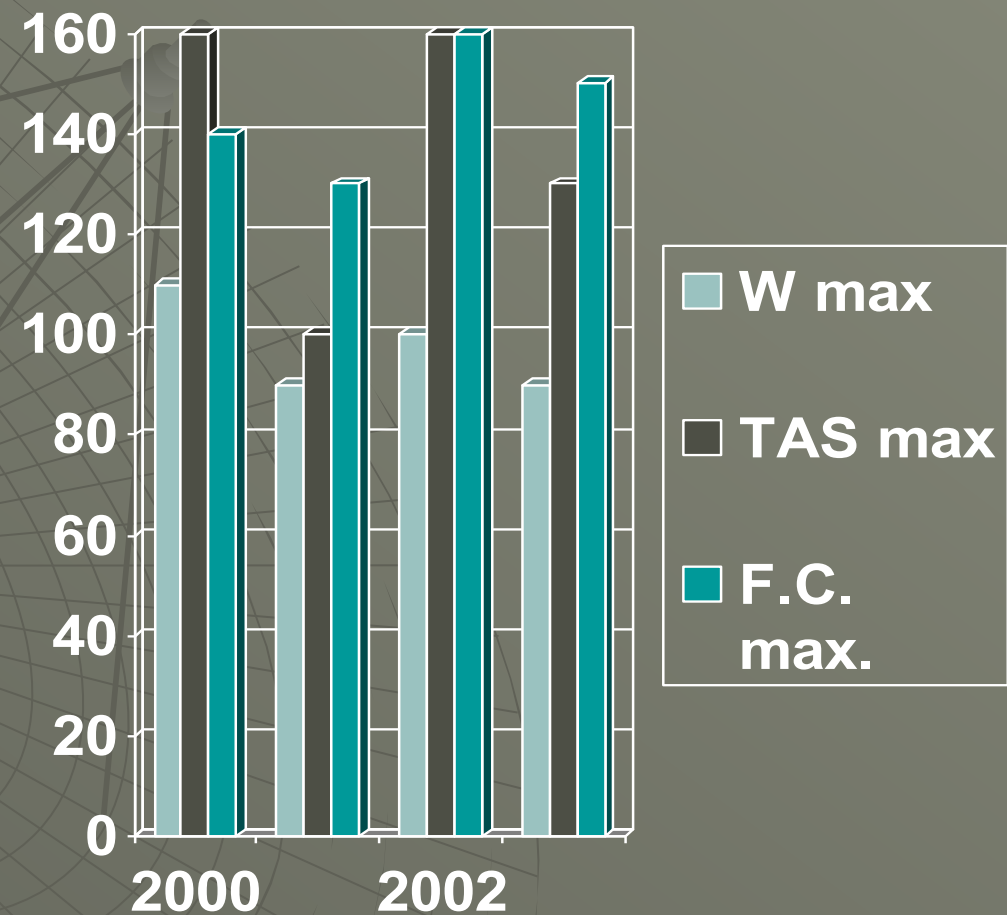
Evolution 2000 – 2003

- ◆ Asthénie majorée, physique et psychique;
- ◆ Poids variable de 58 à 62 kg
- ◆ TA 95/60;
- ◆ FEVG stable (20 – 25 %); BNP stable;

Quels autres arguments pour décider de la date de greffe ?

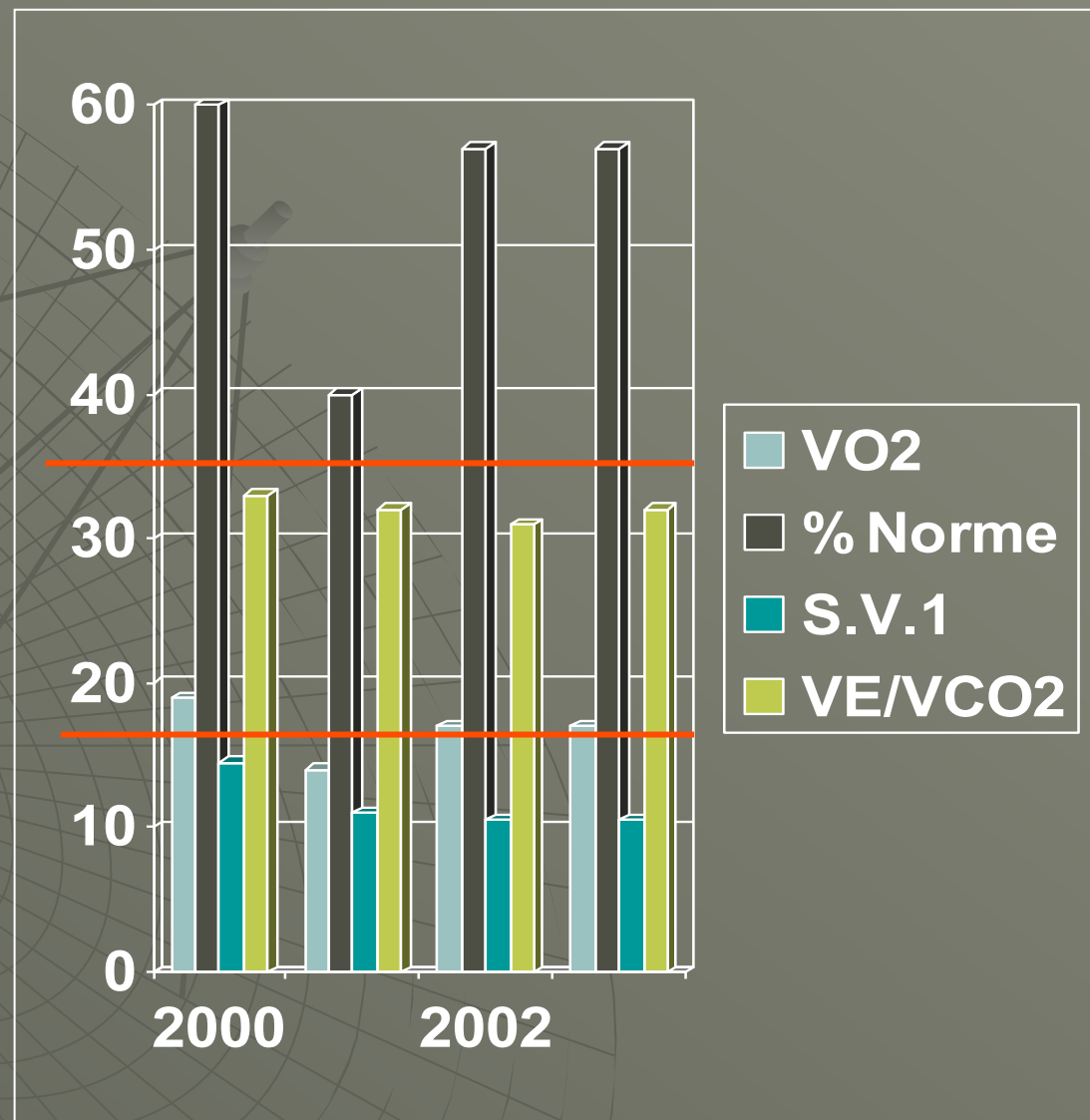
2000 – 2003: EPREUVES D' EFFORT

- ◆ Epreuve sur ergo cycle
- ◆ Sous traitement
- ◆ Protocole standard:
30W / 10W / 1MIN
- ◆ « Symptom Limited »



2000 – 2003 : LA « VO2 »

- ◆ Epreuve sur ergo cycle
- ◆ Sous traitement
- ◆ Protocole standard:
30W / 10W / 1MIN
- ◆ « Symptom Limited »
(Q.R. > 1.05)



CONCLUSIONS PRATIQUES

- ◆ LE RISQUE EST MODERE : **$VE/VC02 < 35$**
- ◆ LE TRAITEMENT DOIT ETRE OPTIMISE
- ◆ LE BILAN SERA REFAIT DANS 6 MOIS
- ◆ LA READAPTATION DOIT ETRE POURSUIVIE:
 $UNE VO2 > 18 ML/KG/MIN = LOW RISK$