

Muscle et Dyspnée du Sportif

Rôle de l'Altitude

Mis à jour juillet 2009

R RICHARD, S Doutreleau, E Lonsdorfer-Wolf

Service de Physiologie et des Explorations Fonctionnelles.

Nouvel Hôpital Civil

Les Hôpitaux Universitaires de Strasbourg, 67091 Strasbourg Cedex.

Institut de Physiologie E.A.3072.

Université Louis Pasteur Strasbourg, Faculté de Médecine, 67000 Strasbourg.

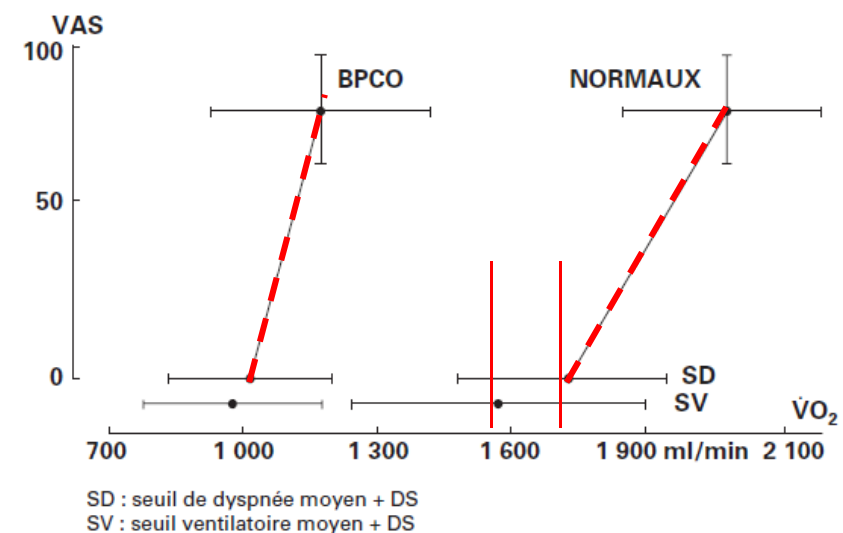
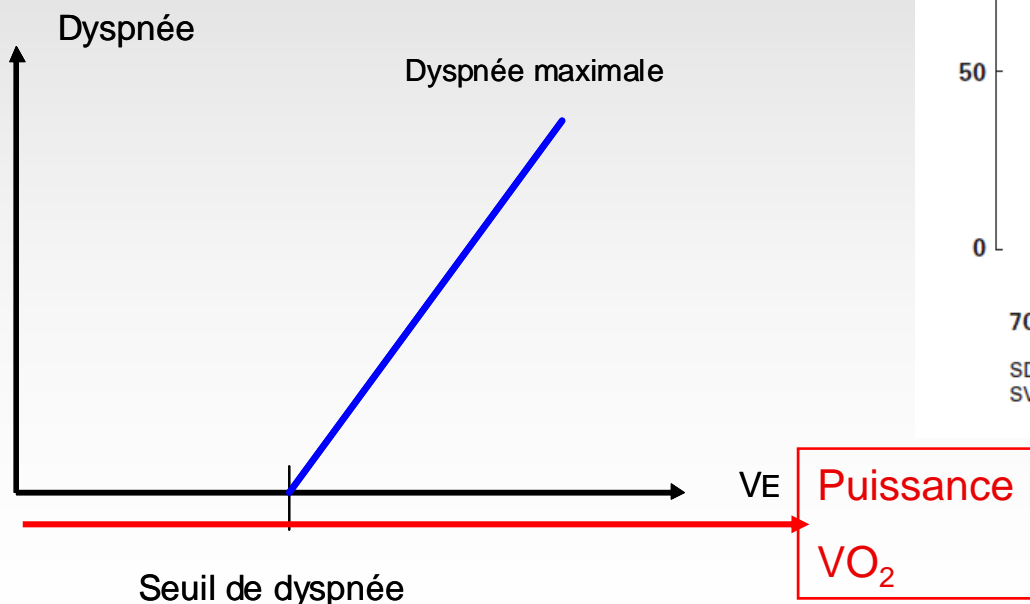
Ruddy.Richard@physio-ulp.u-strasbg.fr

Muscle et Dyspnée du Sportif

- PARTIE 1 : “dyspnée ” d’origine musculaire
 - Définition et mécanismes
 - Principaux déterminants
 - Identifier la limitation d’origine musculaire
- PARTIE 2 : limitation induite (rôle de l’altitude)
 - Diffusion et utilisation de l’oxygène par le muscle
 - Traduction de l’acidose et de l’hyperlactatémie

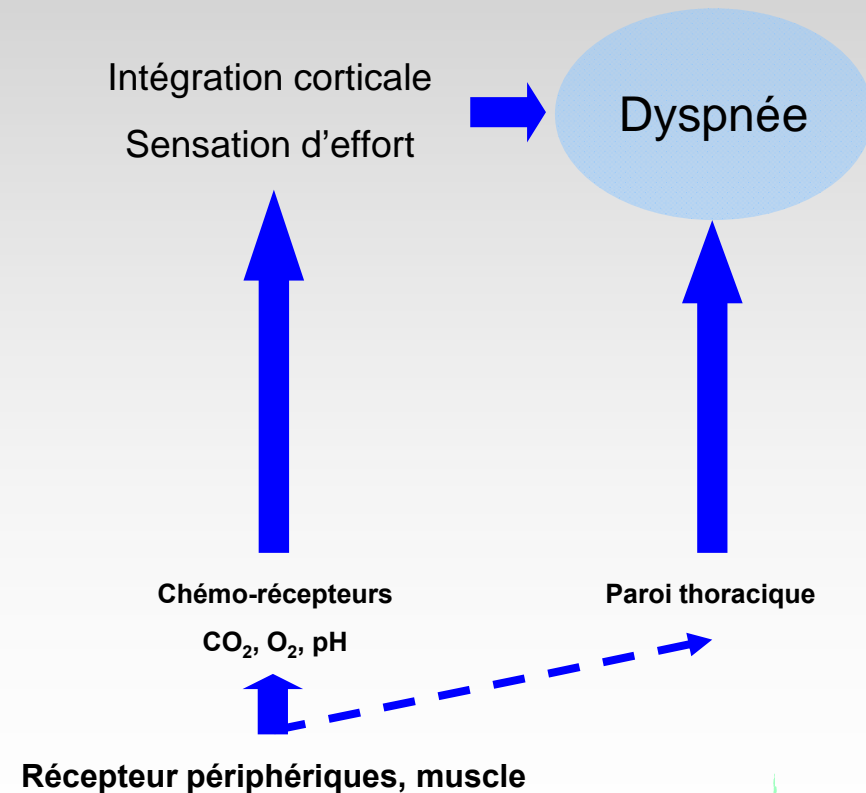
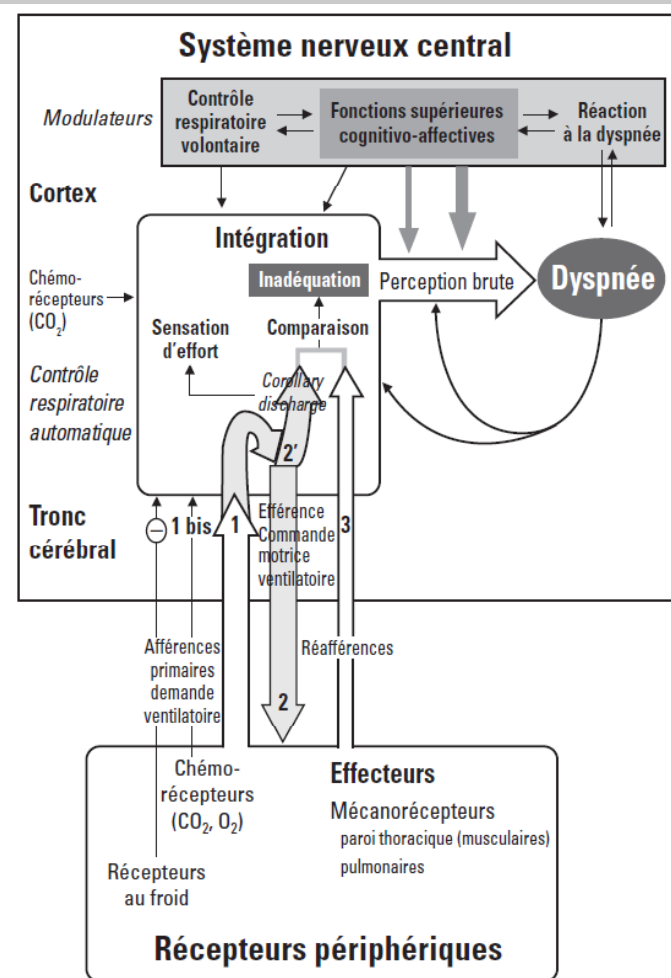
Définition de la dyspnée

- Difficulté de la respiration (Petit ROBERT), d'origine respiratoire ou cardiaque
- Perception consciente d'un désaccord entre la demande ventilatoire et les possibilités mécaniques du système thoraco-pulmonaire (GUENARD H).



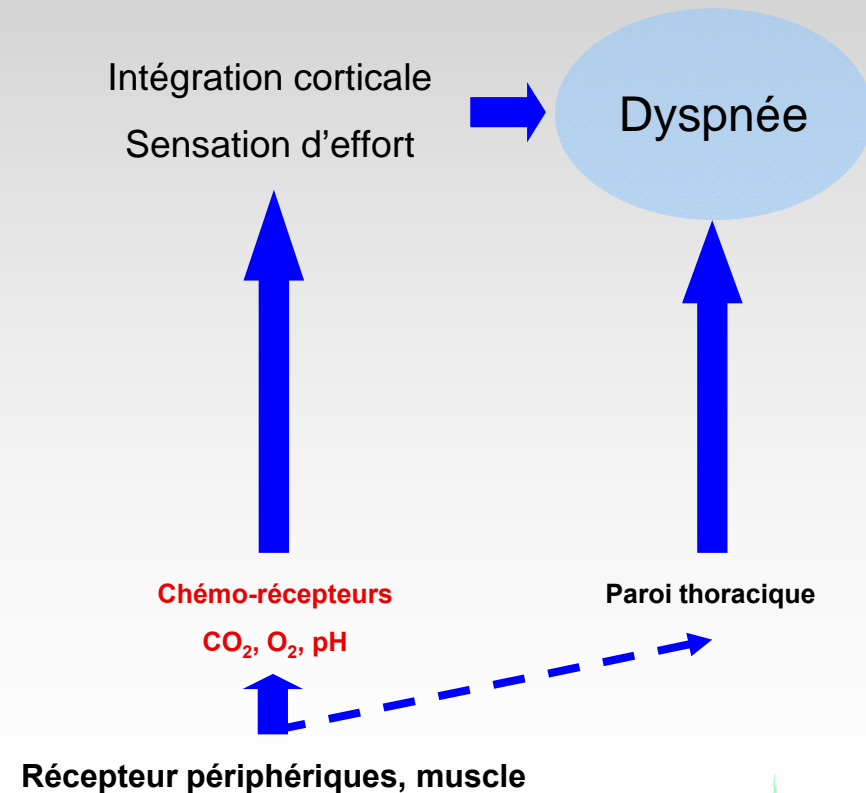
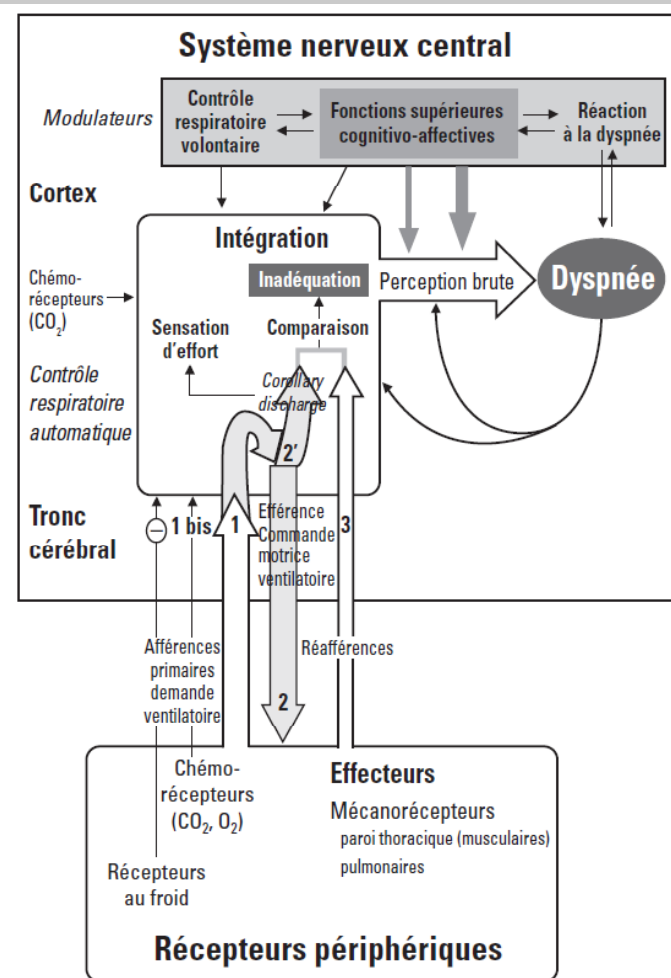
PARTIE 1 : Définition - Déterminants musculaires - Limitation musculaire

Dyspnée les mécanismes



PARTIE 1 : Définition - Déterminants musculaires - Limitation musculaire

Dyspnée les mécanismes

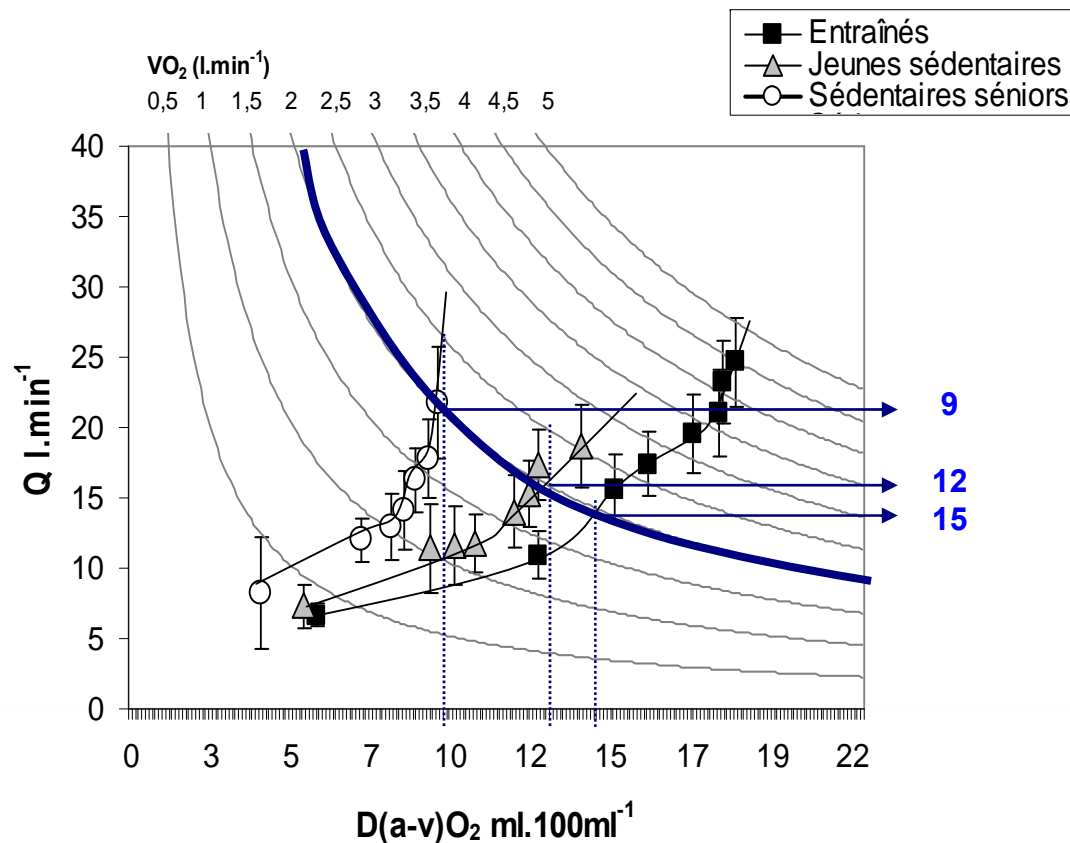


PARTIE 1 : Définition - Déterminants musculaires - Limitation musculaire

Déterminants musculaires - Oxygène

Consommation musculaire d'O₂

$$\dot{V}O_2 = Qc \times (CaO_2 - C\bar{v}O_2)$$

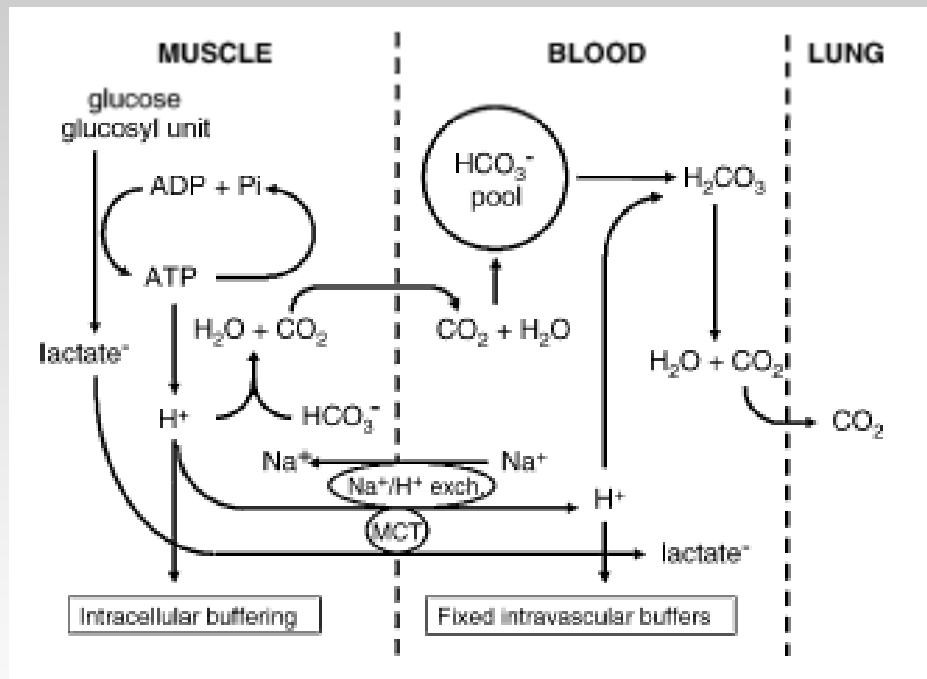


Capacité d'utilisation de l'O₂

- Disponibilité de l'O₂
- Diffusion de l'O₂
- Fonction mitochondriale

PARTIE 1 : Définition - Déterminants musculaires - Limitation musculaire

Déterminants musculaires – Le pH, les H⁺, le CO₂



Péronnet F, Aguilaniu B. Respir Physiol Neurobiol (2006) 150(1):4-18

L'hydrolyse de l'ATP augmente la production d'H⁺.

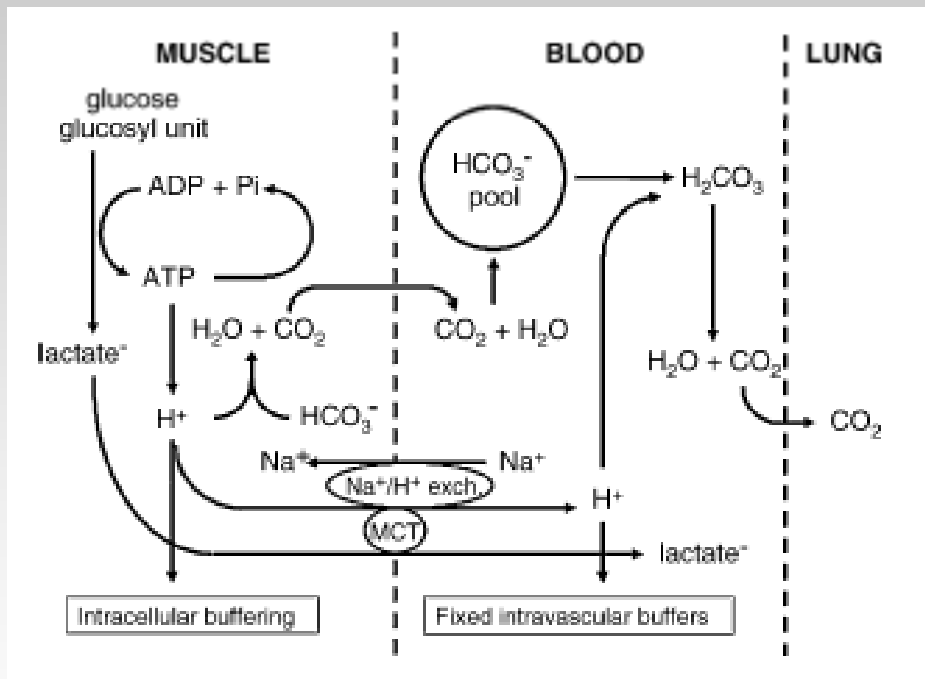
Les H⁺ sont pour partie tamponnés dans la cellule et pour partie échangés avec le sang.

Diminution du pH, hyperlactatémie, diminution de la concentration des bicarbonates, libération de CO₂.

VCO₂ augmente en même temps que VO₂ et VE.

PARTIE 1 : Définition - Déterminants musculaires - Limitation musculaire

Déterminants musculaires – Le pH, les H⁺, le CO₂



Péronnet F, Aguilaniu B. Respir Physiol Neurobiol (2006) 150(1):4-18

L'hydrolyse de l'ATP augmente la **production d'H⁺**.

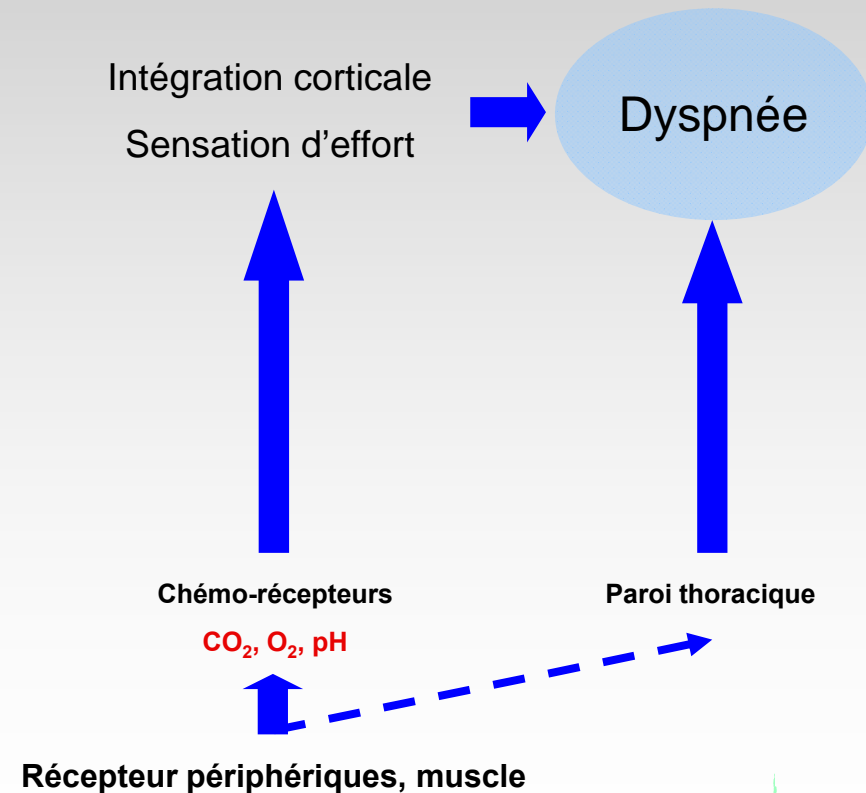
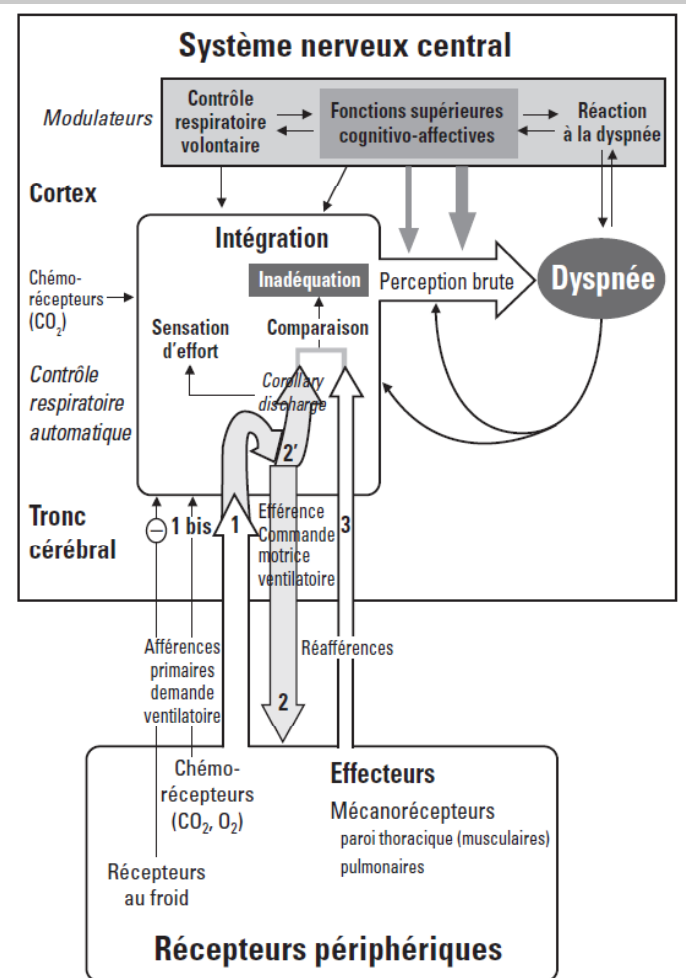
Les H⁺ sont pour partie tamponnés dans la cellule et pour partie échangés avec le sang.

Diminution du pH, hyperlactatémie, diminution de la concentration des bicarbonates, libération de CO₂.

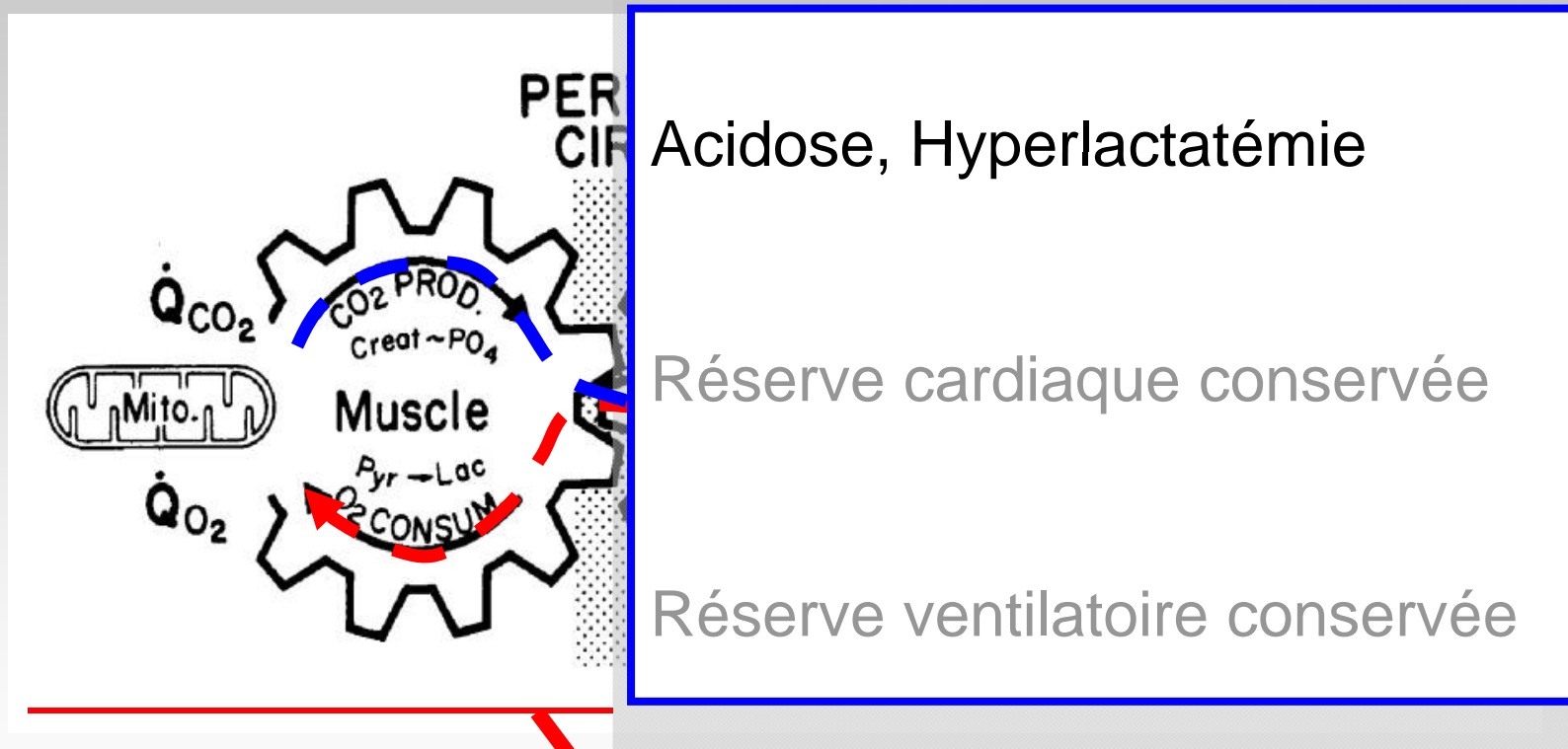
VCO₂ augmente en même temps que VO₂ et VE.

PARTIE 1 : Définition - Déterminants musculaires - Limitation musculaire

Dyspnée les mécanismes



Origine musculaire de la dyspnée, de la limitation ...



Adapté de Wasserman K et al.

→ Sensation d'essoufflement **DYSPNEE**

Question : Le muscle est source de dyspnée chez le sportif, l'altitude en est-elle un facteur aggravant.

Capacité d'utilisation de l'oxygène

- Disponibilité de l'oxygène
- La PO₂ tissulaire musculaire
- Place de la diffusion
- Respiration mitochondriale et organisation de la cellule musculaire

Ajustement des réponses en normoxie et en hypoxie

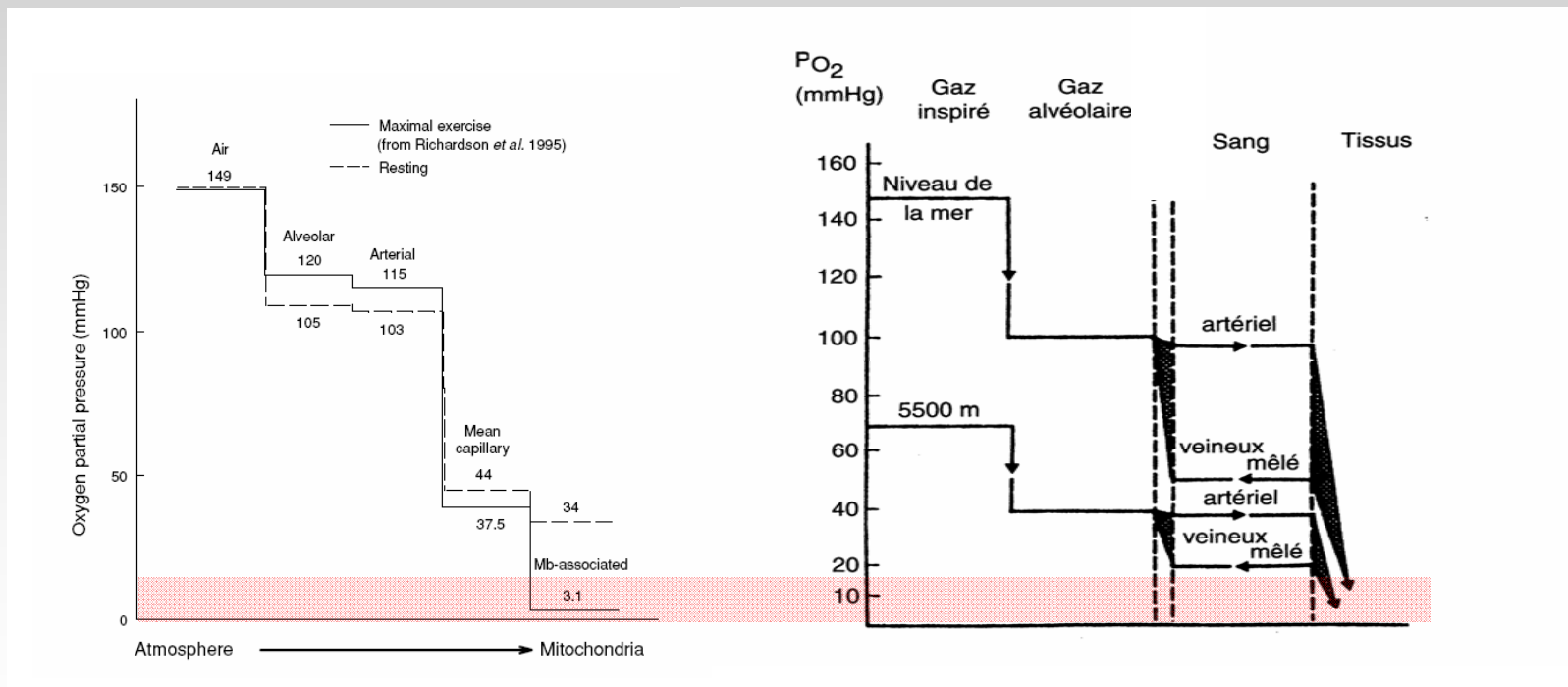
Acidose (pH, [H⁺]), Lactatémie

- Que reflète l'augmentation de la lactatémie..

PARTIE 2 : Capacité d'utilisation de l'O₂ - Acidose, Lactatémie

Question : Le muscle est source de dyspnée chez le sportif, l'altitude en est-elle un facteur aggravant.

Disponibilité : la PO₂ tissulaire musculaire est-elle le facteur limitant ?



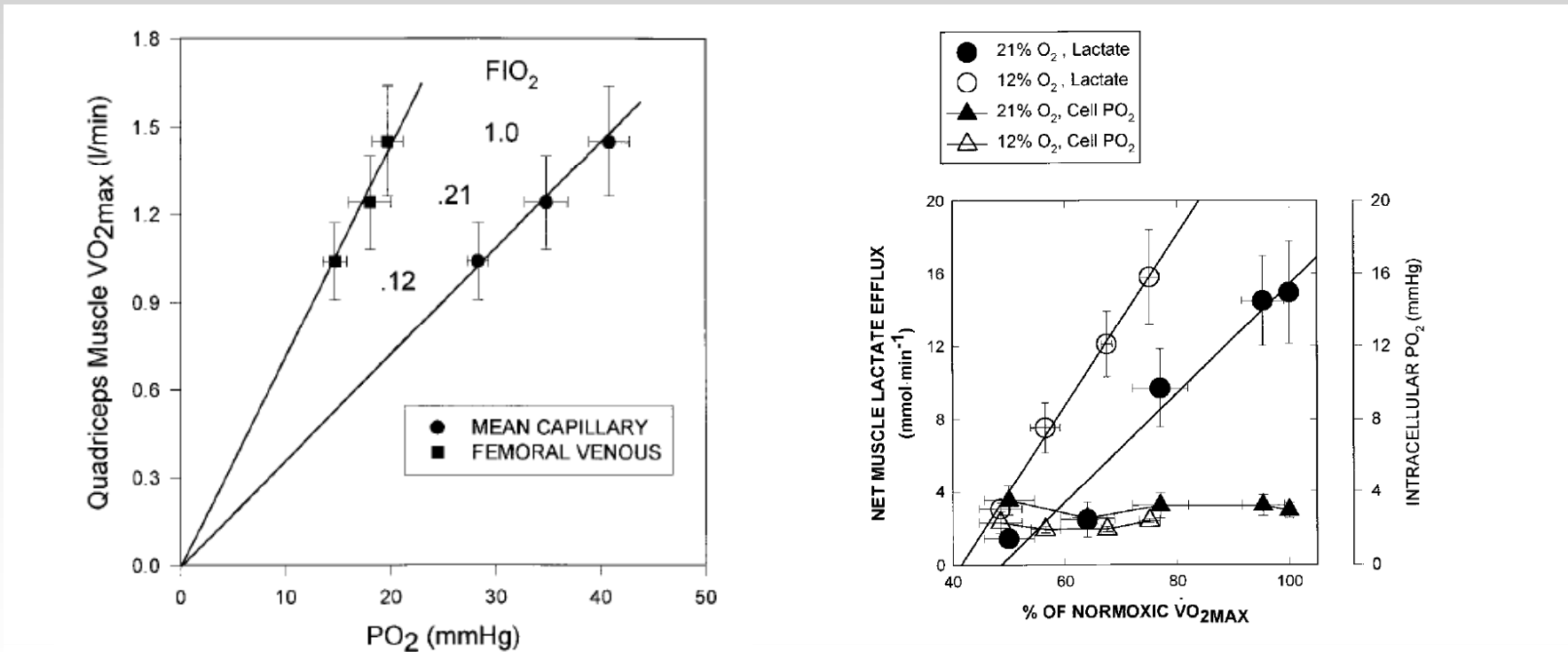
Richardson RS et al. Am J Physiol (2006) 571: 415-424

Richalet JP, Herry JP.
Médecine de l'alpinisme 2006
Masson Ed. 336p

PARTIE 2 : Capacité d'utilisation de l'O₂ - Acidose, Lactatémie

Question : Le muscle est source de dyspnée chez le sportif, l'altitude en est-elle un facteur aggravant.

Disponibilité : la mitochondrie peut travailler à une très faible PO₂

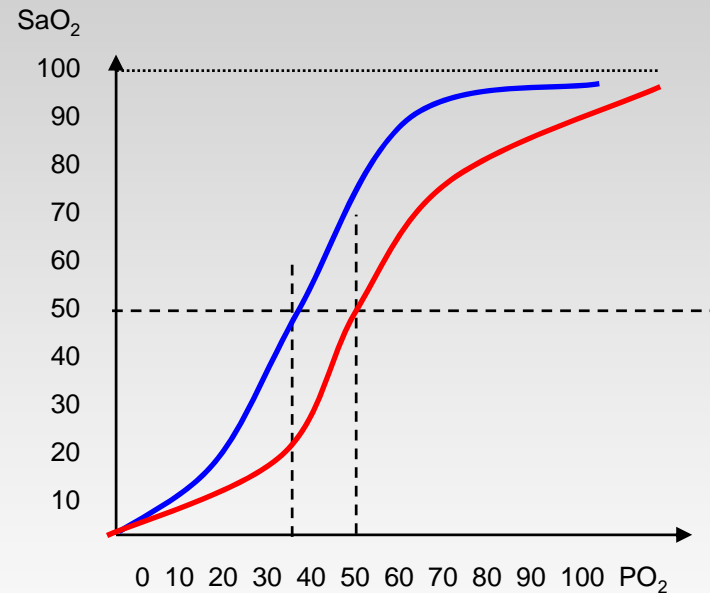
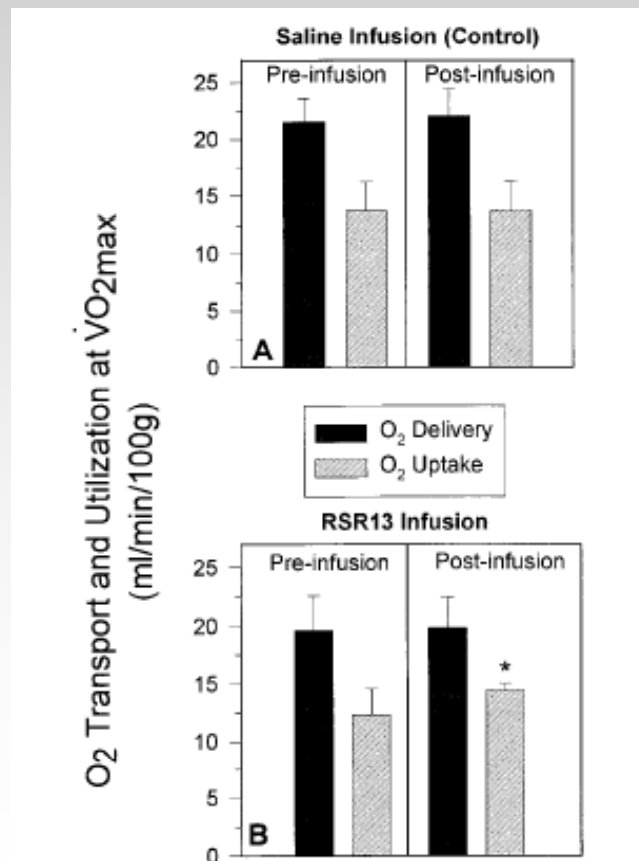


Richardson RS et al. Med Sci Sports Exerc (2000) 32(1):100-107

PARTIE 2 : Capacité d'utilisation de l'O₂ - Acidose, Lactatémie

Question : Le muscle est source de dyspnée chez le sportif, l'altitude en est-elle un facteur aggravant.

Diffusion :



RSR13 – P₅₀=53 mmHg

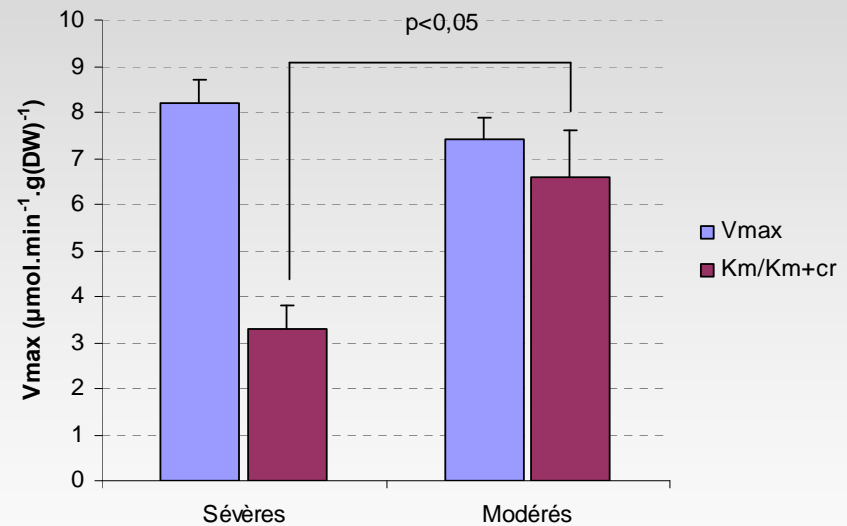
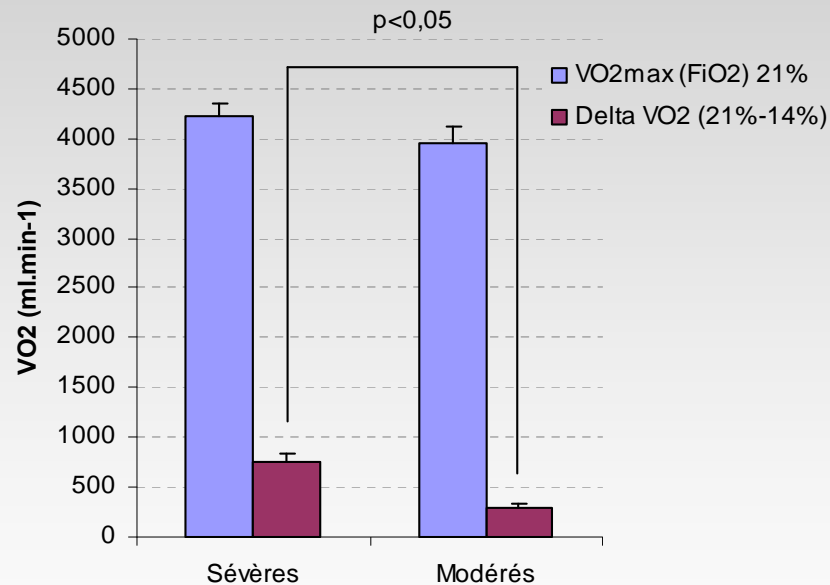
Sérum – P₅₀=34 mmHg

— Acidose

—

Question : Le muscle est source de dyspnée chez le sportif, l'altitude en est-elle un facteur aggravant.

Perte en hypoxie et caractéristiques cellulaires

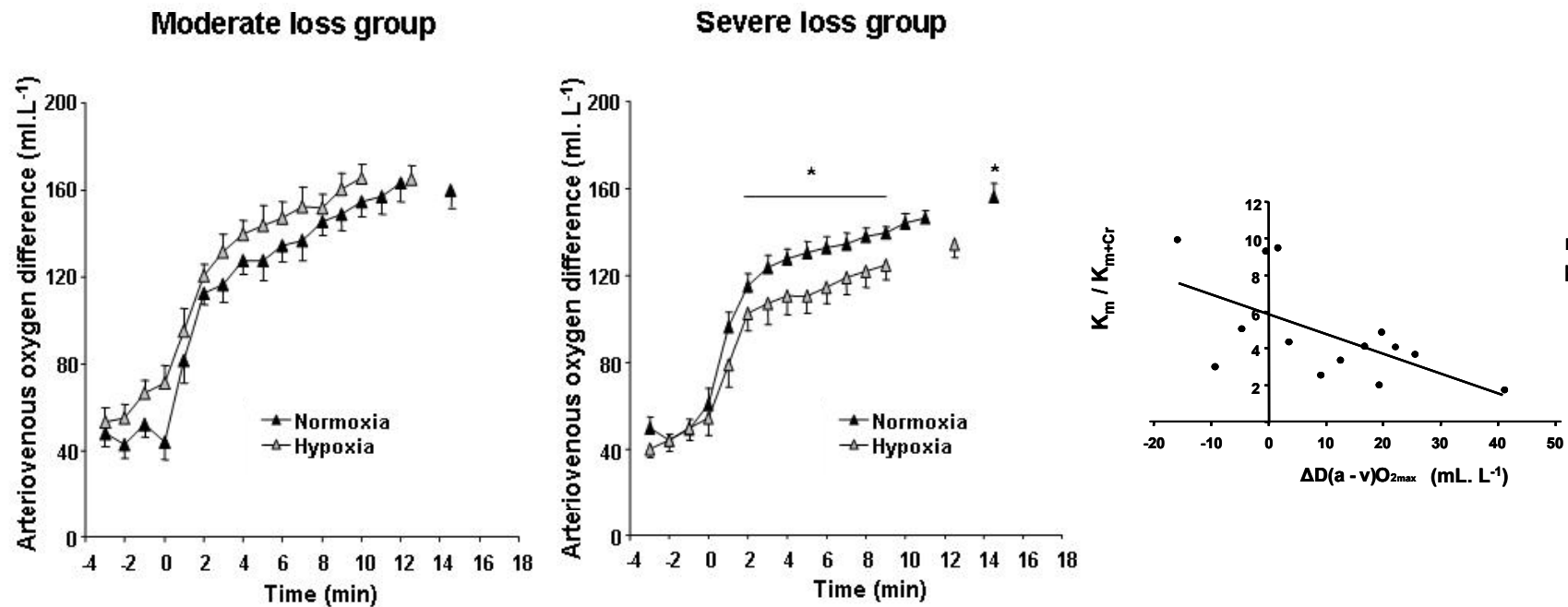


Ponsot E, Dufour S et al. Soumission J Physiol 2008

PARTIE 2 : Capacité d'utilisation de l'O₂ - Acidose, Lactatémie

Question : Le muscle est source de dyspnée chez le sportif, l'altitude en est-elle un facteur aggravant.

Perte en hypoxie et caractéristiques cellulaires



Ponsot E, Dufour S et al. Soumission J Physiol (2008)

Capacité d'utilisation de l'O₂

L'apport d'O₂ est limité en altitude par la diminution des pressions et la cascade de l'oxygène le reflète à tous les étages.

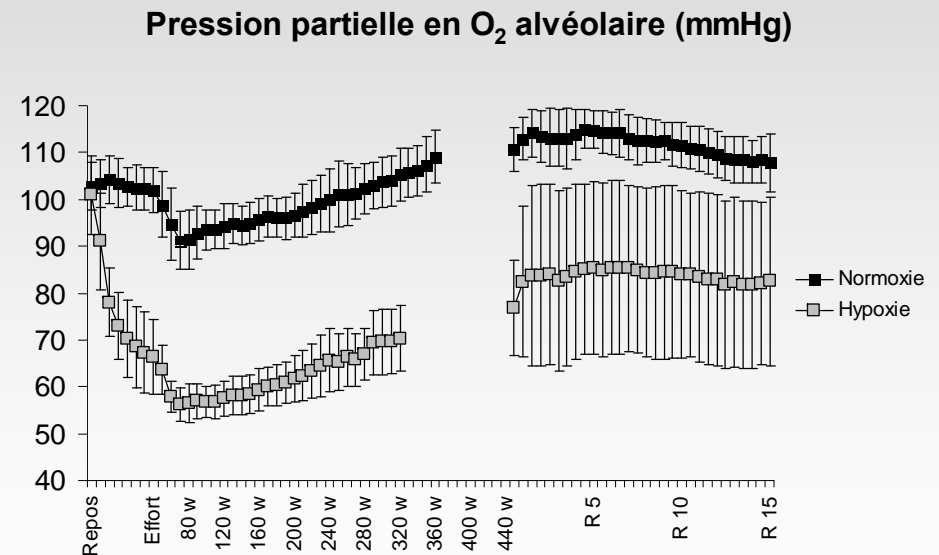
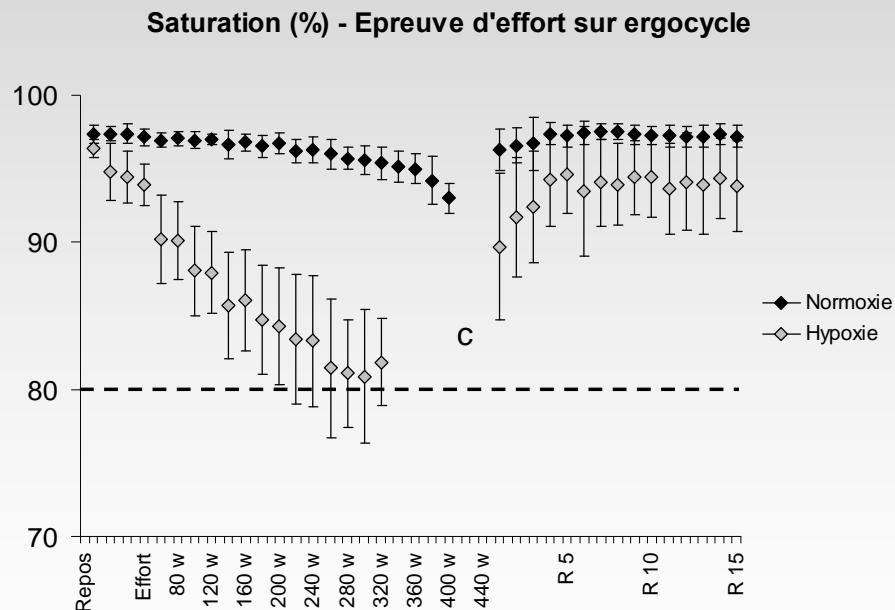
Cependant **les caractéristiques intrinsèques de la mitochondrie lui permettent de travailler à une très faible PO₂.**

Ce n'est pas l'utilisation de l'O₂ qui est altérée mais c'est à la fois sa répartition et sa distribution qui vont constituer le facteur limitant.

Réponses à l'hypoxie aiguë

Athlètes (n=24), VO₂max en normoxie 65±5 ml.kg⁻¹.min⁻¹

2 évaluations sur ergocycle (80 W, incrément 40 W) FiO₂=21%, FiO₂=14% (3000 m)



Dufour S et al. J Appl Physiol (2006) 100:1238-1248

Ponsot E et al. J Appl Physiol (2006) 100:1249-1257

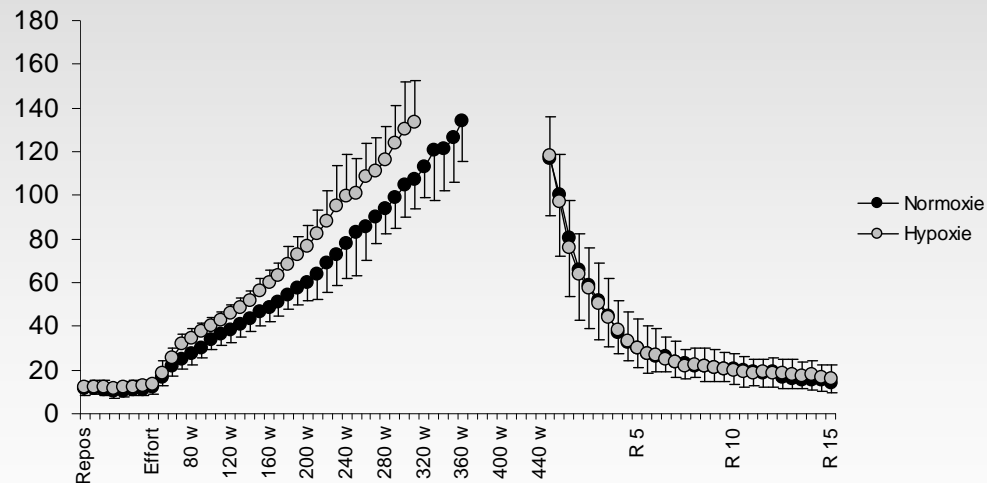
Zoll J et al. J Appl Physiol (2006) 100:1258-1266

Réponses à l'hypoxie aiguë

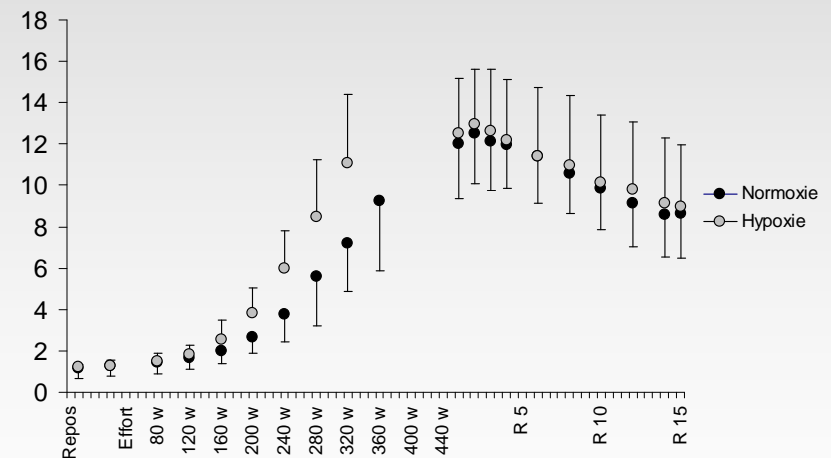
Athlètes (n=24), VO₂max en normoxie 65±5 ml.kg⁻¹.min⁻¹

2 évaluations sur ergocycle (80 W, incrément 40 W) FiO₂=21%, FiO₂=14% (3000 m)

Ventilation (l.min⁻¹)



Lactatémie (mmol.l⁻¹)

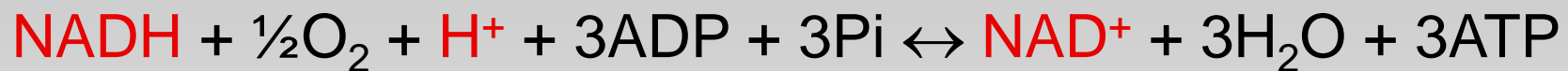
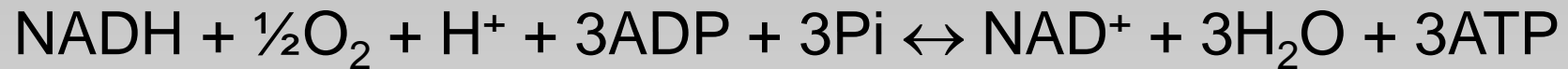


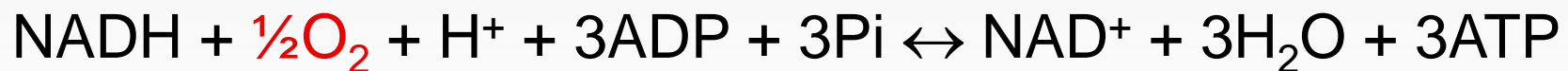
Dufour S et al. J Appl Physiol (2006) 100:1238-1248

Ponsot E et al. J Appl Physiol (2006) 100:1249-1257

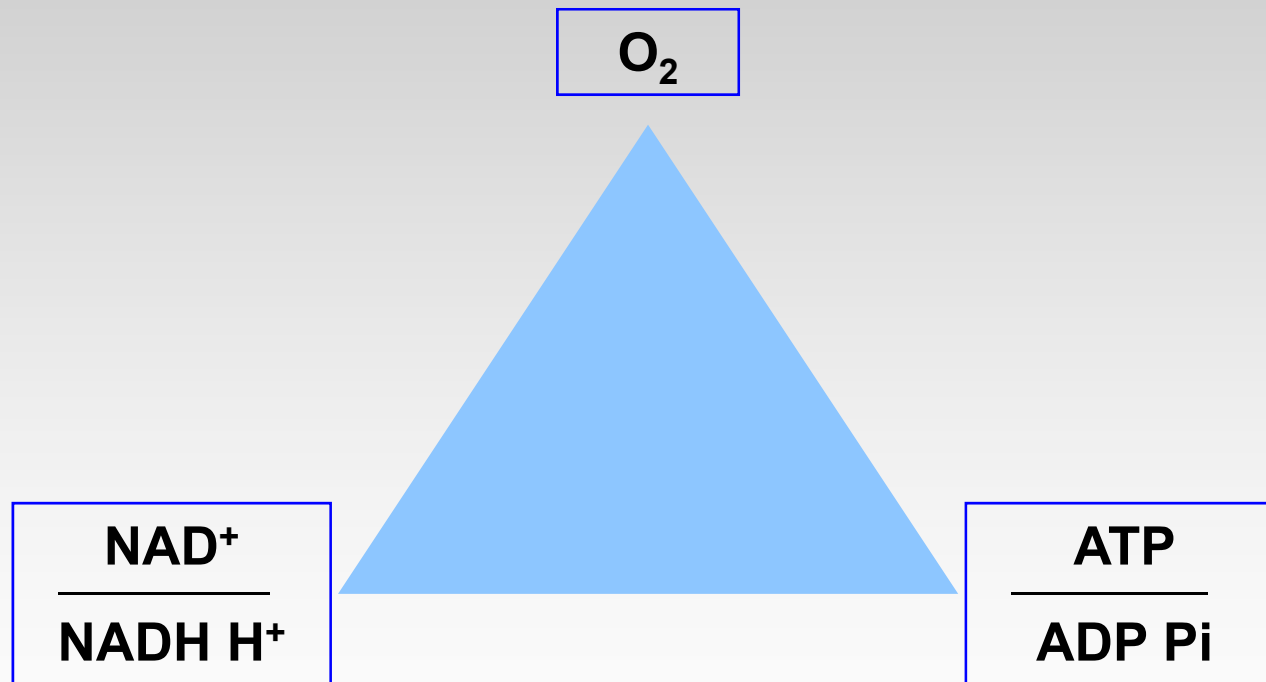
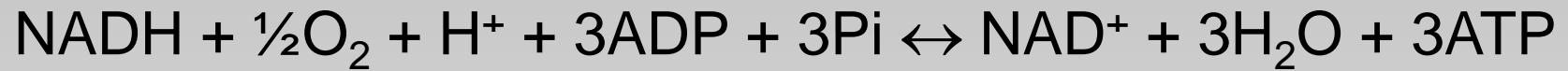
Zoll J et al. J Appl Physiol (2006) 100:1258-1266

Energétique cellulaire

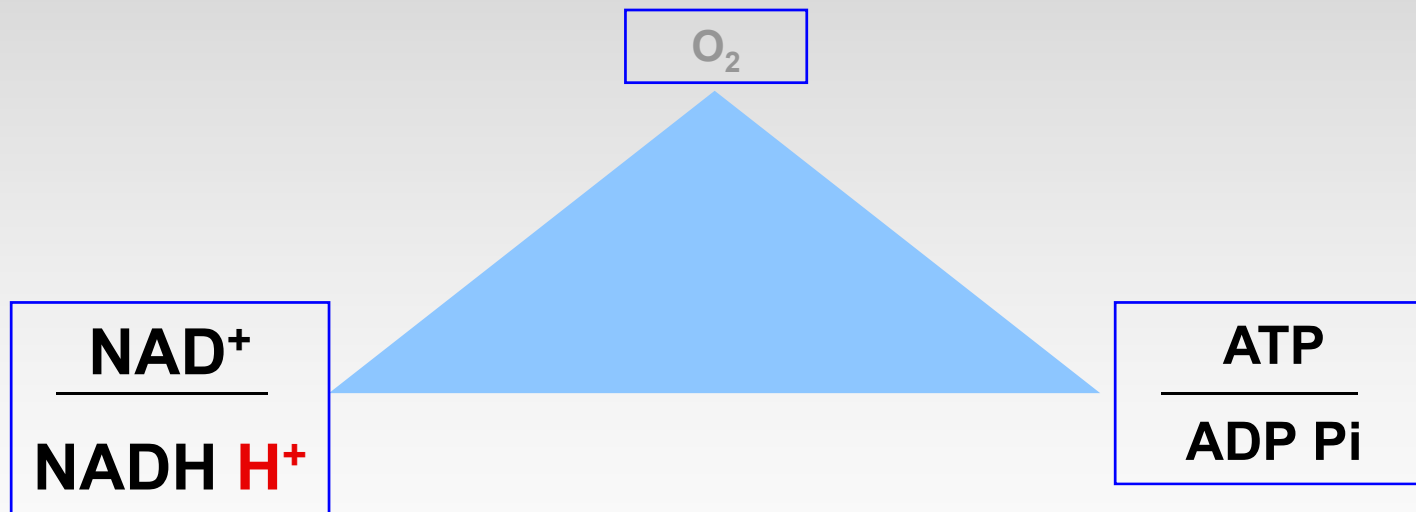
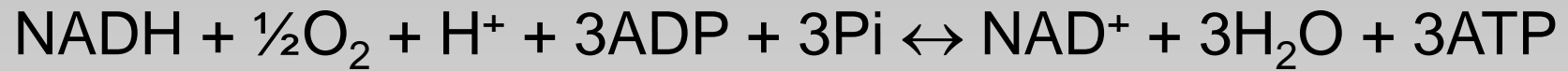

$$\frac{[\text{NAD}^+]}{[\text{NADH}][\text{H}^+]}$$

$$\frac{[\text{ATP}]}{[\text{ADP}][\text{Pi}]}$$

$$[\text{O}_2]$$

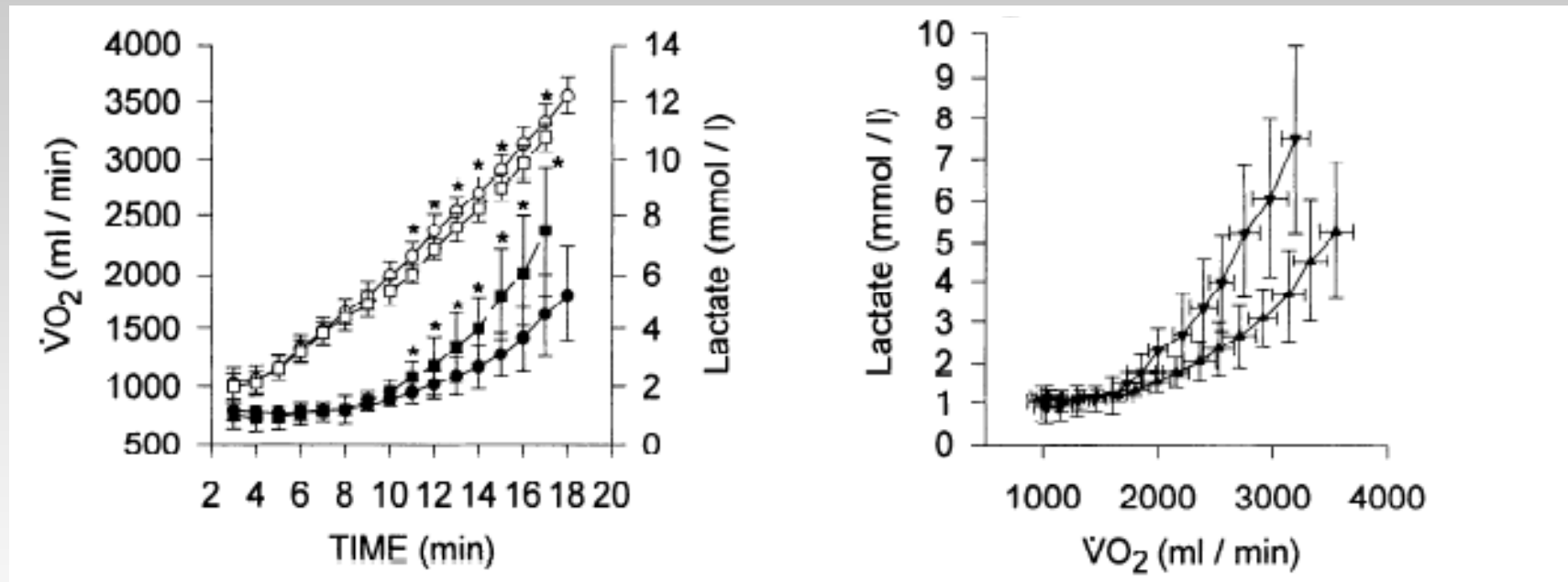
Energétique cellulaire



Energétique cellulaire



Que reflète l'hyperlactatémie d'effort en normo/hypoxie

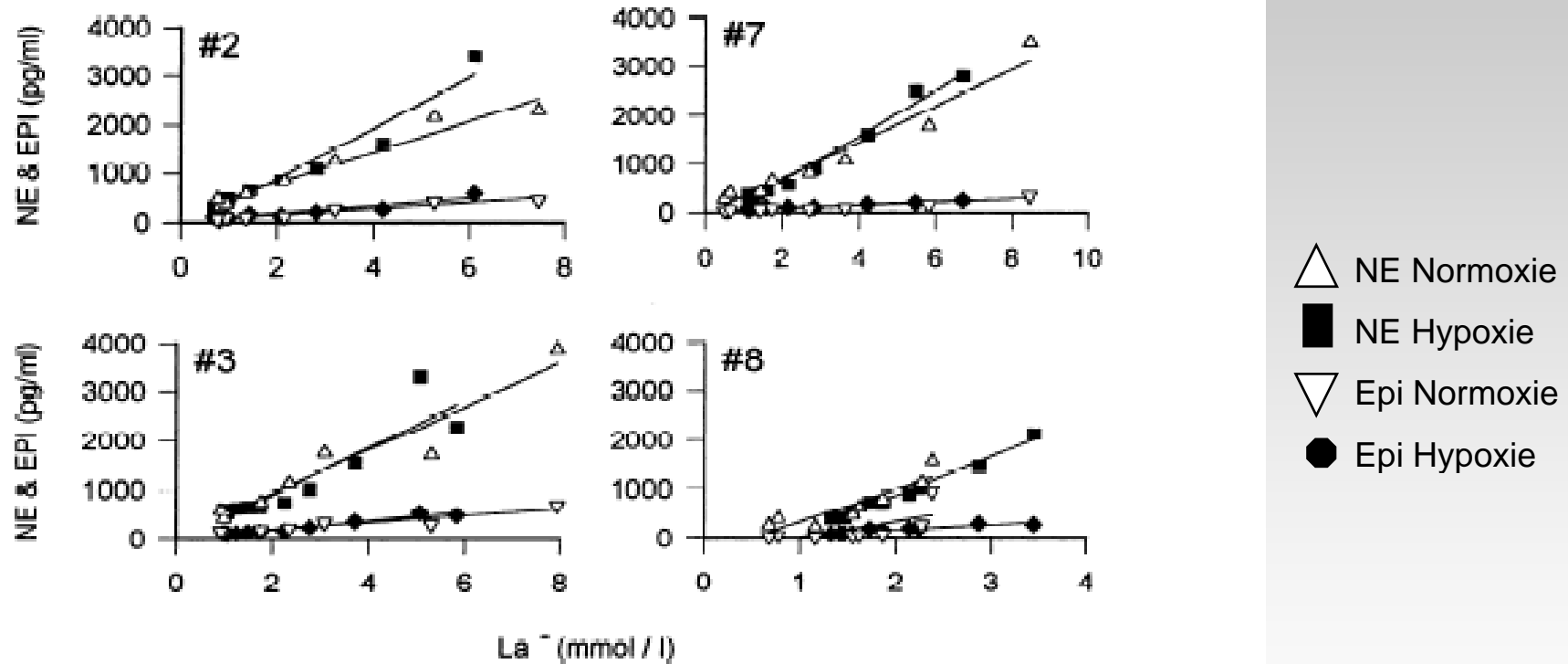


● Normoxie
 ■ Hypoxie (FiO₂ 14%)

▲ Normoxie
 ▼ Hypoxie (FiO₂ 14%)

Hughson RL et al. J Appl Physiol (1995) 79(4):1134-1141

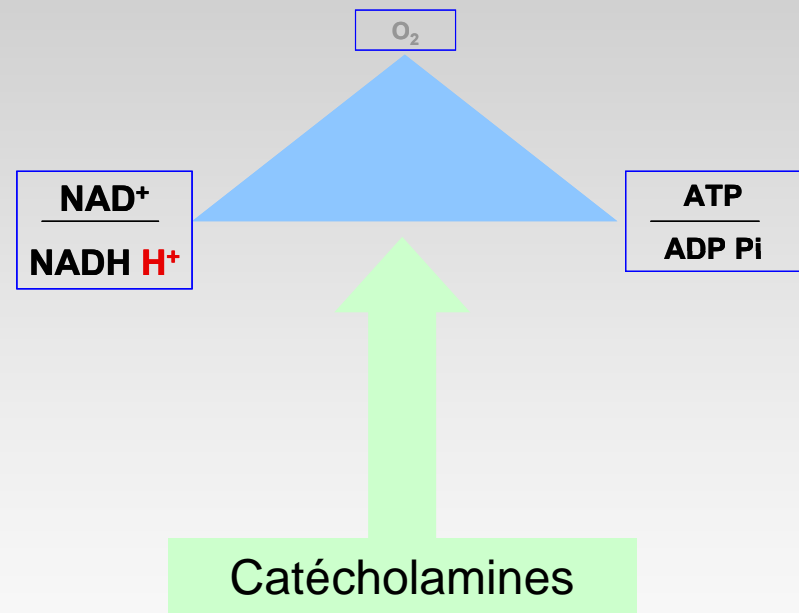
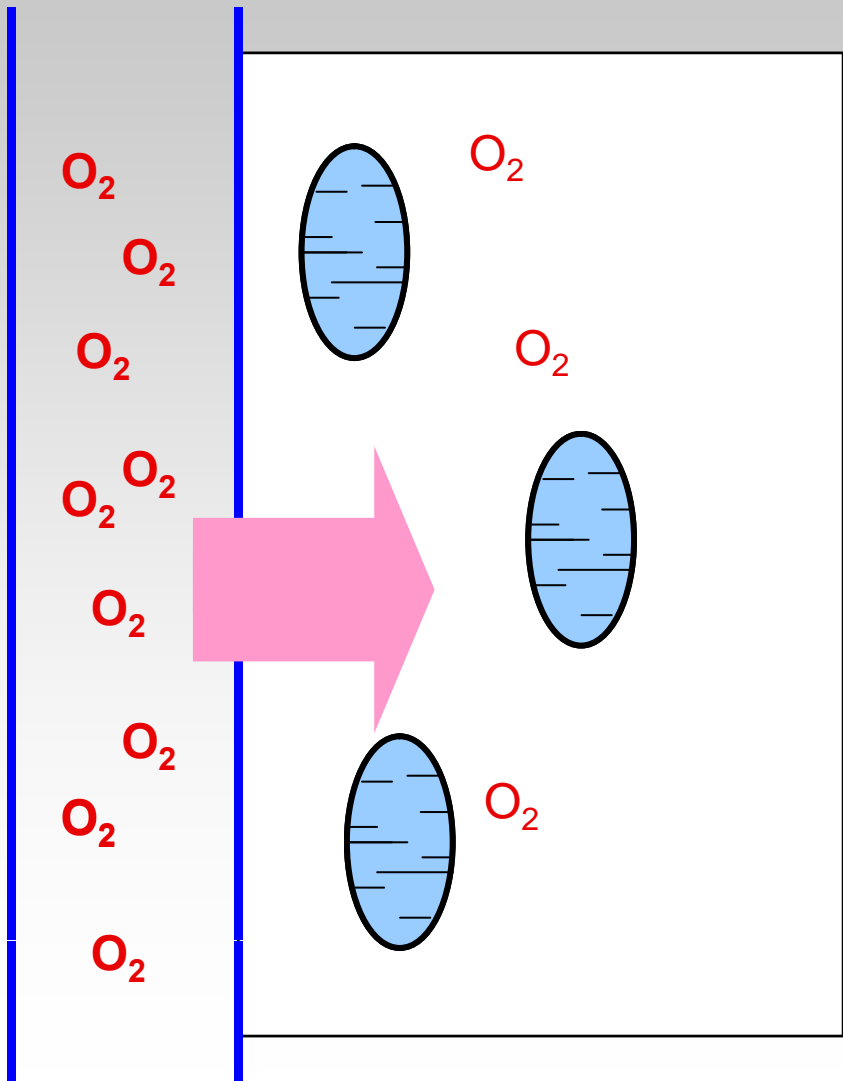
Que reflète l'hyperlactatémie d'effort en normo/hypoxie



Hughson RL et al. J Appl Physiol (1995) 79(4):1134-1141

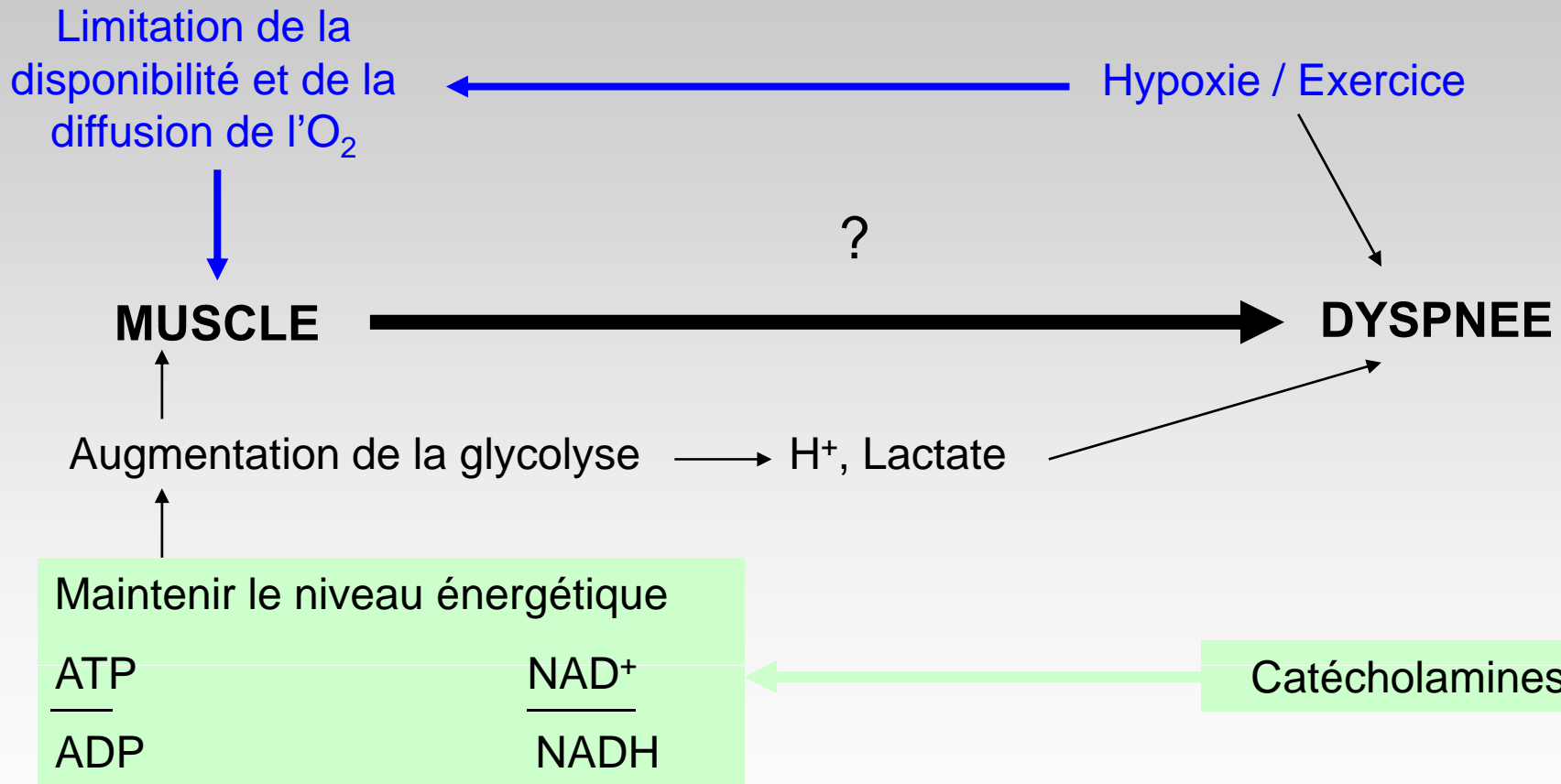
CONCLUSIONS

Muscle et dyspnée, rôle de l'altitude



CONCLUSIONS

Muscle et dyspnée, rôle de l'altitude



Muscle et Dyspnée du Sportif

Rôle de l'Altitude

R RICHARD, S Doutreleau, E Lonsdorfer-Wolf

Service de Physiologie et des Explorations Fonctionnelles.

Nouvel Hôpital Civil

Les Hôpitaux Universitaires de Strasbourg, 67091 Strasbourg Cedex.

Institut de Physiologie E.A.3072.

Université Louis Pasteur Strasbourg, Faculté de Médecine, 67000 Strasbourg.

Ruddy.Richard@physio-ulp.u-strasbg.fr