

Particularités respiratoires des sportifs

La santé respiratoire du sportif:
RÔLE DE L'ENVIRONNEMENT

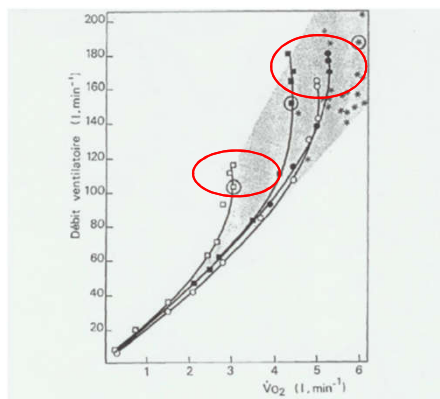


Patrick Mucci, Pr, Ph D – Université de Lille 2

EA 7369 Unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport, Santé, Société

1

Débit ventilatoire et sportifs d'endurance



Débits ventilatoires d'exercice en fonction du niveau

d'aptitude aérobie

(adapté de Saltin et Astrand, 1967)

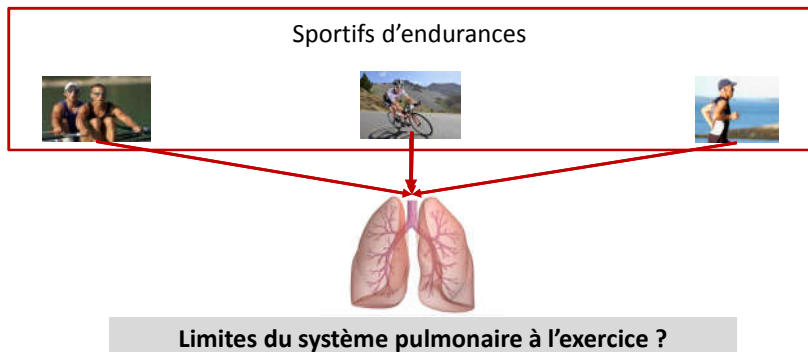
Réponse à une forte demande en O₂ :

$\dot{V}E_{max} > 20$ fois le repos (150- 200L.min⁻¹)

La santé respiratoire du sportif:
RÔLE DE L'ENVIRONNEMENT



Sportifs d'endurance et sollicitation respiratoire



La santé respiratoire du sportif:
RÔLE DE L'ENVIRONNEMENT



Limitations mécaniques pulmonaires

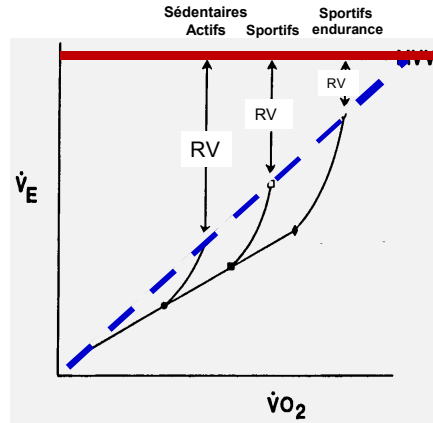
La santé respiratoire du sportif:
RÔLE DE L'ENVIRONNEMENT



Particularités respiratoires des sportifs

4

Epuisement de la réserve ventilatoire des sportifs d'endurance



Ventilation Maximale Volontaire

Ventilation Maximale d'Exercice

Réserve ventilatoire et niveau de pratique physique

Adapté de B.J.Whipp and R.Pardy, 1986

5

Limites expiratoires et hyperinflation dynamique

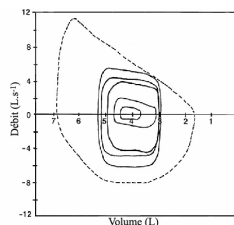
Contraintes mécaniques pulmonaires associées à la haute demande ventilatoire

(Derchack et al., Med Sci Sport Exerc, 2000 ; Dominelli et al, J Physiol, 2013)

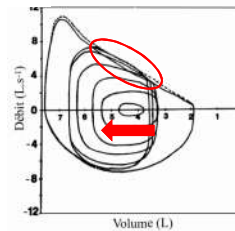
- Limitations mécaniques de l'expiration
- Hyperinflation dynamique

Courbes Débits-Volumes d'exercice

(Adaptées de Johnson et al., J Appl Physiol, 1992)



Homme sain non-entraîné : 30 ans,
 $VO_{2max} = 42 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$,
 $\dot{V}E_{max} = 100 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$



Sportif d'endurance : âge = 25 ans,
 $VO_{2max} = 73 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$,
 $\dot{V}E_{max} = 163 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$

6

Conséquences potentielles

- Inconfort respiratoire (dyspnée)
- ↗ Coût énergétique de la ventilation ⇒ ↗ Fatigue des muscles respiratoires
- Hypoventilation ⇒ Hypoxie
(ventilation alvéolaire insuffisante par rapport à la demande)

Derchack et al., *Med Sci Sport Exerc*, 2000
Nourry et al., *J Appl Physiol*, 2005
Dominelli et al., *J Physiol*, 2013

7

Œdème pulmonaire (subclinique) induit par l'exercice

La santé respiratoire du sportif:
RÔLE DE L'ENVIRONNEMENT

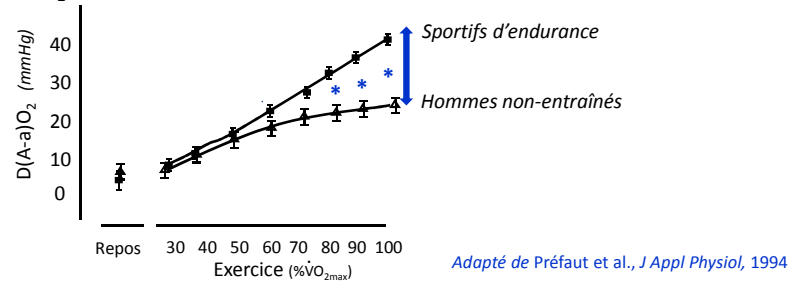


Particularités respiratoires des sportifs

8

Altération des échanges pulmonaires en O₂

- ➔ $D(A-a)O_2$ pour les intensités sévères d'exercices



- ➔ Capacité de diffusion pulmonaire (marathon, triathlon, laboratoire)

Caillaud et al., *J Appl Physiol*, 1996; Sheel et al., *Respir Physiol*, 1998; McKenzie et al., *Med Sci Sports Exerc*, 1999

Altération de l'intégrité de la paroi alvéolo-capillaire

- Lavages broncho-avéolaires (protéines, érythrocytes, leucotriènes)

Hopkins et al., *Am Resp Crit Care Med*, 1997

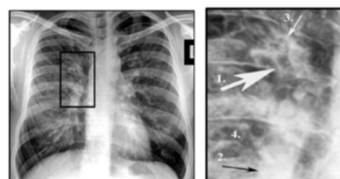
9

Imagerie Médicale

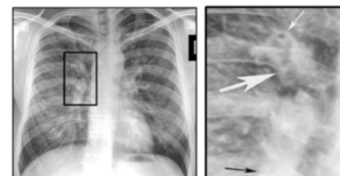
Radiographie pulmonaire avant et 58min après un marathon

(Zavorsky et al., *Respir Physiol Neurobiol*, 2013)

Avant



Après



1) Épaississement de la paroi bronchique

⇔ accumulation d'eau péribronchique

2) Diminution de la définition des contours vasculaires

⇔ accumulation de fluide extra-vasculaire

10

Quelle prévalence ?

Dépend du type d'exercice réalisé (Intensité plutôt que la durée) selon méta-analyse sur 11 études et 137 sujets :

Zavorsky et al, Acta Physiol, 2007

- 16% après exercice prolongé (exercices de 15 minutes à 2 heures à 50-75% de la VO_{2max})
- 65% lors d'un exercice maximal (durée ou distance donnée)
- 74% à la fin d'un ironman (23 triathlètes sur 31), 42% 12h après

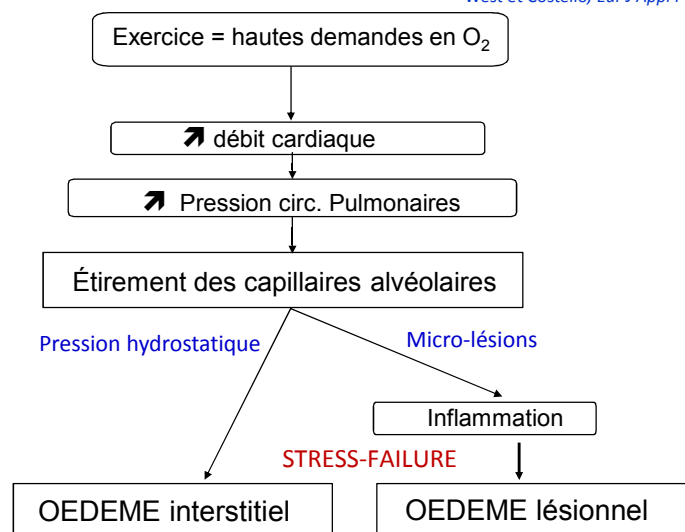
Toutefois, ces œdèmes (micro-œdèmes) détectables par imagerie médicale:

- controverse ?
- pas de corrélation significative avec capacité de diffusion pulmonaire
- pas d'effet systématique sur oxygénation artérielle

11

Mécanisme de l'œdème pulmonaire induit pas l'exercice

West JB et al, J Appl Physiol, 1991
West et Costello, Eur J Appl Physiol, 1995



12

Hypoxémie induite par l'exercice (HIE)

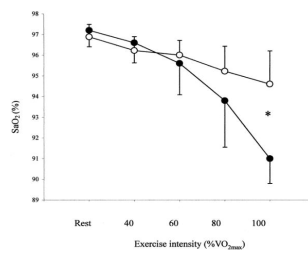
La santé respiratoire du sportif:
RÔLE DE L'ENVIRONNEMENT



Particularités respiratoires des sportifs

13

Altération de l'oxygénation artérielle



Dempsey et al., *J Physiol*, 1984



Adapté de Legrand et al., *Med Sci Sports Exerc*, 2005

Désaturation à l'exercice chez des sportifs d'endurance

↳ SpO₂ > 4%

Préfaut et al., *Sports Med*, 2000

Exceptionnellement jusque des valeurs < 85 %

Dempsey & Wagner, *J Appl Physiol*, 1999

14

HIE touche une partie des sportifs d'endurance

- **Hommes ~ 40-50%** de sportifs d'endurance **(18-35 ans)**
- Prévalence + importante chez les **sportives et les seniors** (> 55 ans)

Demspey & Wagner, *J Appl Physiol*, 1999
 Préfaut et al., *Sports Med*, 2000
 Nielsen, *Scand J Med Sci Sports*, 2003

15

Hypoventilation alvéolaire relative

Réponse ventilatoire insuffisante pour la haute demande métabolique

Contraintes mécaniques pulmonaires associées à la haute demande ventilatoire

↗ Limitations mécaniques de l'expiration

Derchack et al., *Med Sci Sport Exerc*, 2000 ; Dominelli et al, *J Physiol*, 2013

Modification de la régulation ventilatoire pendant l'exercice physique

↘ sensibilité au CO₂ des centres respiratoires

Harms & Stager, *J Appl Physiol*, 1995 ; Mucci et al., *Eur J Appl Physiol*, 1998

16

Altération de l'échangeur pulmonaire

Altération de l'équilibre entre ventilation et perfusion pulmonaire

Hopkins et al., *J Appl Physiol*, 1998

Altération de la diffusion pulmonaire

- **temps de transit sanguin** pulmonaire insuffisant (~0,25s)

Hopkins et al., *Respir Physiol*, 1996

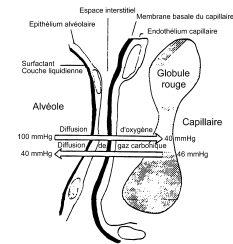
- **micro-œdème** pulmonaire (stress failure)

Composante Inflammatoire

Mucci et al., *J Appl Physiol*, 2001

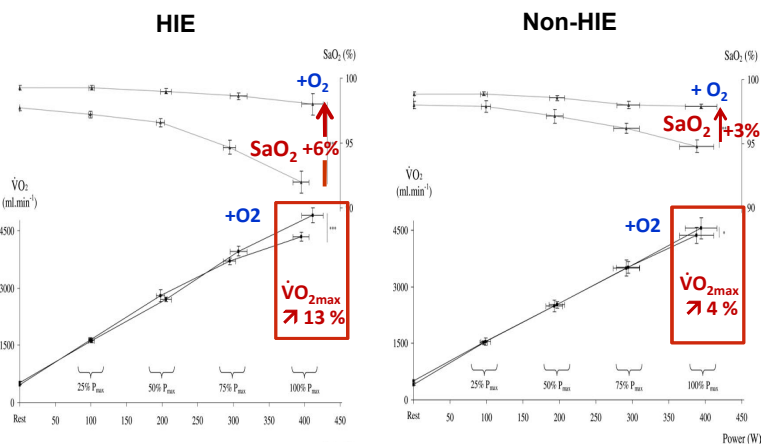
Composante Hémodynamique

Durand et al., *Acta Physiol Scand*, 1999, 2016



17

Conséquence de HIE sur $\dot{V}O_{2max}$

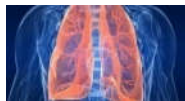


Supplémentation en O₂ (FiO₂ = 0,30)

Adapté de Grataloup et al., *Eur J Appl Physiol*, 2005

HIE limite $\dot{V}O_{2max}$ par moindre disponibilité en O₂

18



En conclusion :

Les sportifs d'endurance peuvent présenter de réelles limitations de leur système pulmonaire au cours de l'exercice mêmes si celles-ci sont asymptomatiques

A long terme, aucune conséquence n'est encore démontrée à l'heure actuelle sur la santé, mais



La santé respiratoire du sportif:
RÔLE DE L'ENVIRONNEMENT



Particularités respiratoires des sportifs

19

Merci de votre attention...



20