Pléthysmographie opto-électronique: analyse cinématique des mouvements thoraciques chez le sujet sain et le patient.

Bengt Kayser Institut des sciences du sport et Dept. de physiologie Faculté de biologie et de médecine Université de Lausanne



Pléthysmographie opto-électronique?

- C'est quoi POE (Anglais: *OEP*)?
- Exemples d'application
 - Sujets sains
 - Clinique
- Perspectives

Comment mesurer le volume pulmonaire absolu en continu ?

- Techniques de dilution / washout, plethysmographie
 → 'one-shot'
- CRF + intégration du flux à la bouche: problème de la dérive
- CRF + magnétomètres ou respitrace: manque de précision
- CRF + OEP (Opto-Electronic Plethysmography)





Comment dériver le volume pulmonaire absolu du volume thoracique?

• On fait des mesures OEP pendant un rinçage de l'azote

Volume pulmonaire absolu = volume thoracique – volume reste











Exemple 1: mesure des changements dynamiques des réserves d'O₂ pulmonaire

- La mesure de l'échange gazeux alvéolaire est fondamentale pour l'étude des mécanismes de couplage entre métabolisme aérobie, transport cardiovasculaire et ventilation
- La majorité des appareils commerciaux de calorimétrie indirecte mesurent la V'O₂ respiration par respiration (BbB)
- Quels sont les effets de changements dynamiques de volumes pulmonaires sur les valeurs BbB?



Sources d'erreur en respiration par respiration (BbB)

- Temps de delai entre échantillonage et mesure de composition de gaz expiré
- Temps de réponse des analyseurs
- Humidité
- Dérive d'intégration
- Changements dynamiques des réserves de gaz pulmonaires:
 - Changements du volume pulmonaire en fin d'expiration (EELV)
 - Changements des concentrations de gaz du début à la fin d'une respiration















 $VO_{2,Ai} = VO_{2,mi} - \Delta VO_{2,si}$

Volume de gaz transferré pendant alvéolaire

Volume de gaz transferré pendant respiration i au niveau respiration i au niveau de la bouche

Changement des réserves alvéolaires

- Analyseurs de gaz commerciaux ne prennent pas en compte ce problème
- Des approches de calcul différentes non pas resolu le problème (Auchincloss, 1966; Swanson, 1980; Wessel, 1983; Grønlund, 1984; Busso, 1997)
- "... the approach of measuring the subject's FRC and then calculating the actual alveolar volume at the end of each expiration ... may well become in the future the ideal method for assessing breath*by*-*breath alveolar gas transfer*

(Capelli et al, Eur J Physiol, 2001)

Validation: méthodes

Sujets

7 hommes (26-47 yrs)

Protocole

- CRF par rinçage d'azote
- Test d'effort incremental sur cycloergometre
- (repos, zero watt, ensuite +20 watt / 5 min jusqu'à 120 watt)

- à chaque niveau collecte de gaz expirés pendant 2 minutes dans sac de Douglas

Mesures

- O₂ (paramagnetique, Servomex)
- Débit (pneumotachograph)
- Vcw par OEP
- A chaque palier, $\rm F_EO_2$ Douglas mesuré par le même analyzeur de gaz que $\rm FO_2$ à la bouche

(Aliverti et al. 2004)













Quantification BbB des variations de réserves d'oxygène pulmonaires

• Comparaison de V' $O_{2,m}$ (différence entre O2 inspiré et expiré) et V' $O_{2,A}$ (avec correction pour les changements des réserves pulmonaires d'oxygène)

• Hypothèses:

- $V'O_{2,A}$ contient moins de 'bruit' BbB
- $V'O_{2,A}$ augmente plus vite au début de l'effort

Table 2. Mean and standard deviations of BbB VO2 during the last minute of the 6-minutes-period, measured at the mouth and at the alveolar level. Values are mean (std),				
n=7.	mean V'O _{2,M} (l/ min) †	mean V'O _{2,A} (I/ min) †	std V'O _{2,M} (I/min) * #	std V'O _{2,A} (l/ min) * #
Rest	0.227 (0.056)	0.246 (0.049)	0.451 (0.185)	0.264 (0.192)
60 W	0.759 (0.061)	0.750 (0.065)	0.369 (0.165)	0.223 (0.164)
90 W	0.991 (0.115)	0.972 (0.091)	0.503 (0.301)	0.265 (0.145)
120 W	1.248 (0.105)	1.248 (0.103)	0.472 (0.276)	0.238 (0.088)
Variable	0.306 (0.176)	0.234 (0.067)	2.109 (0.750)	0.366 (0.308)

Difference between variable breathing and rest (p < 0.001)





















Exemple 2

- La double pléthysmographie
- Comment distinguer les changements de volume thoracique dus au:
 - gaz (volumes déplacés, effets de compression et dilatation)
 - sang (entre compartiments thoraciques (pulmonaire, abdominale) et membres)?









La pompe abdominaleAu repos 50–75 ml de sang / cycle respiratoire est propulsé vers les extrémités (4–6% du volume total), pour un débit de 750–1500 ml/min Une action coordonnée entre diaphragme et nuscle expiratoires peut développer un débit de 6 L/min

Exemple 3

- Facteurs limitant l'effort en BPCO: hyperinflation vs. non-hyperinflation
- Effets d'inhalation de Héliox pendant un test d'effort à 75% max jusqu'à l'épuisement







Conclusions

- Héliox améliore la performance de façon différente entre hyperinflation et non-hyperinflation
- Mais toute stratégie envers une amélioration de l'interaction cardio-pulmonaire est potentiellement utile peu importe le type (hyperinflation ou non-hyperinflation)

OEP

- Devient 'main stream'
- Est utile pour toute étude de dynamique necessitant une mesure des volumes absolus
- Un système est prévu à l'Unil

Perspectives

- Etudes sur l'humain sain:
 - Coordination entre respiration et foulée de course
 - Entrainement des muscles expiratoires et débit cardiaque pendant l'effort
- Chez le patient
 - Effets de la réhabilitation respiratoire sur l'interaction entre système pulmonaire et cardiovasculaire





18.11.13