

Stage Chuv – Avril 2015

ENTRAINEMENT EN HYPOVENTILATION

Andric Milorad



<http://www.cheapmedicinechest.com/pathophysiologic-findings-in-a-patient-with-shy-drager-and-alveolar-hypoventilation-syndromes.html>

Définition

L'entraînement en hypoventilation consiste à alterner des périodes d'effort avec une réduction volontaire de la fréquence respiratoire et des périodes d'effort en respiration normale. Cette technique a pour but d'effectuer des blocages respiratoires de quelques secondes qui vont engendrer une hypoxémie (diminution de la quantité d'oxygène dans le sang) ainsi qu'une hypercapnie (augmentation de la quantité de dioxyde de carbone) et par conséquent une acidification du sang.

Dans le cas d'un entraînement de ce type, l'hypoventilation est produite par une réduction volontaire de la fréquence respiratoire. Sur le plan médical, d'autres facteurs peuvent être la cause d'une hypoventilation (l'air n'arrivant pas normalement dans les poumons), comme l'obésité ou la polyglobulie, mais ceux-ci ne seront pas discutés ici.

L'hypoventilation peut être réalisée sous deux conditions différentes: à haut et bas volume pulmonaire. Lors de l'hypoventilation à haut volume pulmonaire, le blocage respiratoire s'effectue lorsque les poumons sont remplis d'air, donc suite à une inspiration. Concernant l'hypoventilation à bas volume pulmonaire, le blocage s'effectue suite à une expiration normale (non forcée), les poumons sont à ce moment là partiellement vidés de leur air (expirer-bloquer).

Historique

Les premières formes d'entraînement en hypoventilation datent du temps des coureurs à pieds des pays de l'Est, dont le plus célèbre était Emil Zatopek dans les années 1950. Durant cette période, les coureurs avaient l'habitude de s'entraîner en réduisant volontairement leur fréquence respiratoire.

Vers les années 1970, des réflexions autour des effets de l'altitude sur les performances sportives, amenèrent un des plus grands entraîneurs de natation de l'époque (James Counsilman) à émettre l'hypothèse que le fait de respirer moins fréquemment pourrait simuler

un entraînement en altitude et donc apporter des adaptations physiologiques dans le but d'améliorer la performance. C'est ainsi que l'entraînement en réduction respiratoire, par la suite appelé «entraînement en hypoxie», connut un grand succès dans le monde de la natation (Woorons, 2014).

A partir des années 1980, les premières recherches scientifiques sur l'entraînement en hypoventilation furent publiées. Malgré le fait que cette méthode commençait à faire des adeptes même dans des sports autres que la natation (athlétisme), certaines recherches montraient que cette méthode n'avait qu'un effet hypercapnique, sans réelle réduction de l'oxygène dans le sang.

Suite à cela, dans les années 2000, le Dr Xavier Woorons et ses collaborateurs trouvèrent une solution pour améliorer ce problème de réduction d'oxygène et c'est ainsi que la technique de l'expirer-bloquer (hypoventilation à bas volume pulmonaire) vut le jour.

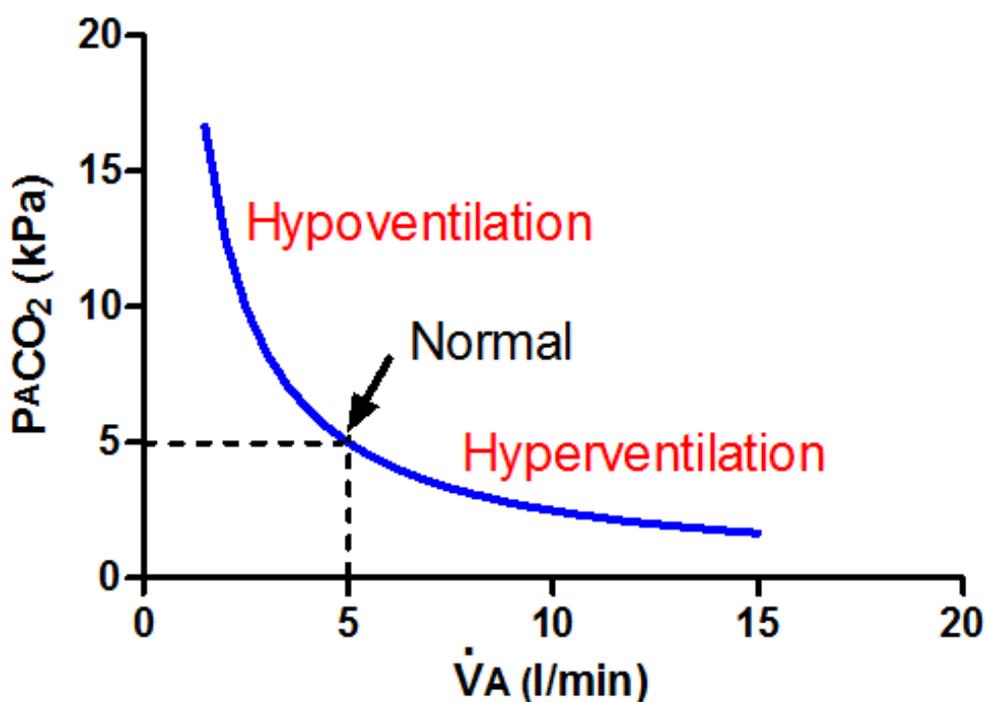
De nos jours, l'entraînement en hypoventilation à bas volume pulmonaire est considéré comme avantageux pour les disciplines de fortes intensités et de courte ou moyenne durée (Woorons, 2014).

Effets physiologiques

Lors de la réalisation d'un entraînement en hypoventilation de type expirer-bloquer, les effets principaux constatés, comme décrit ci-dessus, sont une hypoxémie ainsi qu'une hypercapnie. La combinaison de ces deux effets amène certaines réactions dans le corps. En effet, la baisse de concentrations en O₂ et l'augmentation des concentrations en CO₂ au niveau des poumons, du sang et des tissus musculaires, ont comme principale conséquence d'augmenter la production d'acide lactique et d'ions hydrogène ce qui a comme résultat d'acidifier l'organisme (acidose). Une adaptation de ce type d'entraînement permettrait une réduction au niveau de l'acidose, qui serait due à une amélioration de la capacité tampon au niveau musculaire.

D'autres adaptations ont aussi été constatées lors d'un entraînement en hypoventilation. Certaines études (Woorons et al., 2011) reportent une amélioration du débit cardiaque en hypoventilation volontaire comparée à la respiration normale, due à une augmentation de la fréquence cardiaque et du volume d'éjection systolique. Alors que d'autres (Dicker, Lofthus, Thornton, & Brooks, 1980; Town & Vanness, 1990; Yamamoto, Mutoh, Kobayashi, &

Miyashita, 1987) ne constate pas de différence significative quant aux adaptations de la fréquence cardiaque en comparant un entraînement en hypoventilation et un entraînement en respiration normale. La courte durée d'exercice (inférieure ou égale à 5 minutes) serait une possible explication pour le manque d'augmentation de fréquence cardiaque dans ces dernières études. Il faudrait augmenter le temps d'exercice afin qu'il y ait une augmentation significative de l'activité du système nerveux sympathique (Woorons et al., 2011), qui est la branche activatrice du système nerveux autonome. Si les effets sur le débit cardiaque, la fréquence cardiaque et le volume d'éjection systolique ne sont pas toujours constatés, l'effet hypercapnique de l'hypoventilation, joue lui un rôle sur une amélioration de l'activité cardiaque. Des études montrent une meilleure stimulation sympathique ainsi qu'une augmentation de la concentration des catécholamines dans le plasma dues à l'hypercapnie (Ehram, Heigenhauser, & Jones, 1982; Nahas & Poyart, 1967). Les catécholamines induisent des modifications physiologiques telles que l'augmentation de la fréquence cardiaque, du glucose sanguin et de la pression artérielle durant le déroulement d'une activité physique.



<http://www.nataliescasebook.com/tag/hyperventilation-and-hypoventilation>

Relation entre la ventilation alvéolaire ($\dot{V}A$) et la pression partielle de CO_2 dans l'air alvéolaire ($PACO_2$). Des valeurs typiques sont indiquées par les lignes en pointillés.

Application pratique

Suite à un entraînement en hypoventilation volontaire de plus au moins longue durée, les adaptations physiologiques permettent de retarder l'acidose surtout durant des efforts de courte durée et d'intensité maximale. Un des points clés lors d'un entraînement de ce type est d'effectuer le blocage respiratoire à bas volume pulmonaire, proche de la capacité fonctionnelle résiduelle de manière à avoir une désaturation en oxygène significative (Woorons et al., 2007, 2008).

L'hypoventilation volontaire augmenterait la concentration de lactate sanguin et de ce fait, améliorerait le métabolisme glycolytique (glycolyse). Cette technique pourrait être bénéfique pour les athlètes voulant améliorer ce système énergétique. Par contre, les effets de cette technique (expirer-bloquer) sur le système aérobie (activités de type endurance) reste questionnables (pas d'amélioration de la $\dot{V}O_{2max}$, ni du nombre de globules rouges, etc.).

Un exemple de ce type d'entraînement effectué dans l'étude de Woorons et al. (2007) sur des coureurs est:

- 3 séances par semaine durant 4 semaines

- première séance: 15 minutes à 60% de $v\dot{V}O_{2max}$ (vitesse à la consommation maximale d'oxygène, vitesse minimale pour laquelle la consommation maximale d'oxygène est atteinte).
- deuxième séance: 24 minutes à 70% de $v\dot{V}O_{2max}$.
- troisième séance: 15 minutes à 60% de $v\dot{V}O_{2max}$.

Suite à une expiration normale, les coureurs devaient retenir leur souffle durant quatre secondes au niveau de la capacité résiduelle fonctionnelle. Afin d'éviter les effets néfastes de l'hypoventilation (maux de tête, etc.), le procédé n'était pas effectué de manière continue mais entrecoupé toutes les cinq minutes par une minute de respiration normale.

Conclusion

L'intérêt d'une méthode comme l'entraînement en hypoventilation serait plutôt portée sur les sports de type intermittent où les durées d'activités sont courtes et où le système anaérobie prédomine (Woorons et al., 2011). Ce type d'entraînement reste encore peu débattu et utilisé de nos jours dans ce type de sports (sports collectifs, arts martiaux). On ne trouve pas grand nombre d'études explorant ce domaine. En restant dans cette optique, l'entraînement en hypoventilation volontaire pourrait être une alternative à certains types d'entraînement en altitude mais cela reste à confirmer à l'aide de nouvelles études.

Bibliographies

- Dicker, S. G., Lofthus, G. K., Thornton, N. W., & Brooks, G. A. (1980). Respiratory and heart rate responses to tethered controlled frequency breathing swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12(1), 20-23.
- Ehrsam, R. E., Heigenhauser, G. J., & Jones, N. L. (1982). Effect of respiratory acidosis on metabolism in exercise. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 53(1), 63-69.
- Nahas, G. G., & Poyart, C. (1967). Effect of arterial pH alterations on metabolic activity of norepinephrine. *The American Journal of Physiology*, 212(4), 765-772.
- Town, G. P., & Vanness, J. M. (1990). Metabolic responses to controlled frequency breathing in competitive swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(1), 112-116.
- Woorons, X., Bourdillon, N., Lamberto, C., Vandewalle, H., Richalet, J.-P., Mollard, P., & Pichon, A. (2011). Cardiovascular responses during hypoventilation at exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 32(6), 438-445. <http://doi.org/10.1055/s-0031-1271788>
- Woorons, X., Bourdillon, N., Vandewalle, H., Lamberto, C., Mollard, P., Richalet, J.-P., & Pichon, A. (2010). Exercise with hypoventilation induces lower muscle oxygenation and higher blood lactate concentration: role of hypoxia and hypercapnia. *European Journal of Applied Physiology*, 110(2), 367-377. <http://doi.org/10.1007/s00421-010-1512-9>
- Woorons, X., Gamelin, F.-X., Lamberto, C., Pichon, A., & Richalet, J. P. (2014). Swimmers can train in hypoxia at sea level through voluntary hypoventilation. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 190, 33-39. <http://doi.org/10.1016/j.resp.2013.08.022>
- Woorons, X., Mollard, P., Pichon, A., Duvallet, A., Richalet, J.-P., & Lamberto, C. (2007). Prolonged expiration down to residual volume leads to severe arterial hypoxemia in athletes during submaximal exercise. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 158(1), 75-82. <http://doi.org/10.1016/j.resp.2007.02.017>
- Yamamoto, Y., Mutoh, Y., Kobayashi, H., & Miyashita, M. (1987). Effects of reduced frequency breathing on arterial hypoxemia during exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(5), 522-527.
- Xavier Woorons, *L'entraînement en hypoventilation, repoussez vos limites!*, Arpeh, 2014, p. 22