

INSEP

Réflexions Sport

Scientifique & technique

18

Mai

2018

EXTRAIT

TECHNOLOGIES,
RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT :
du labo au terrain...

TECHNOLOGIES, RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

du labo au terrain...

Modérateur : Franck Brocherie, chercheur à l'INSEP

Est-ce que des athlètes avec un niveau initial élevé de masse d'hémoglobine bénéficient de l'entraînement en altitude ?

Franck Brocherie

(@brocherieF) est



chercheur au laboratoire SEP depuis août 2016, après plus de 15 ans

d'expérience en préparation physique dans

les sports collectifs. Ses axes de recherches s'articulent autour de la compréhension des mécanismes neurophysiologiques et biomécaniques de la résistance à la fatigue, en particulier en situation de stress environnemental (chaleur, hypoxie).

Les athlètes ayant des valeurs initiales élevées de masse d'hémoglobine (Hb_{mass}) seraient supposés avoir une augmentation plus faible

de l' Hb_{mass} en réponse à un entraînement en altitude de type LHTL (Live High-Train Low ou « vivre en altitude et s'entraîner au niveau de la mer »).

Pour vérifier cette hypothèse, la relation entre les valeurs initiales absolues et les valeurs relatives d' Hb_{mass} et leur augmentation respective à la suite d'un camp LHTL a été testée chez des athlètes d'endurance et de sports collectifs. Au total, 58 athlètes masculins (35 sportifs d'endurance bien entraînés et 23 joueurs élite de hockey sur gazon) ont suivi un camp d'entraînement LHTL avec des doses hypoxiques similaires (200-230 h). Les mesures de l' Hb_{mass} ont été réalisées pré- et post-LHTL par l'intermédiaire de la méthode de réabsorption du monoxyde de carbone (Schmidt et Prommer, 2005 ; Steiner et Wehrli, 2011).



Les recherches en sciences du sport conduites à l'INSEP visent à fournir aux entraîneurs et aux athlètes de nouvelles connaissances et un soutien scientifique dans le but d'améliorer les performances et/ou réduire l'apparition de blessures. La divulgation des résultats d'études et leurs liens avec le terrain permettent de combler l'écart entre théorie et pratique et ainsi optimiser l'accompagnement des sportifs vers le succès.

Bien qu'il n'y ait pas d'association ($r = 0,02$) entre l' Hb_{mass} absolue initiale (exprimée en grammes) et l'augmentation de l' Hb_{mass} absolue (exprimée en %), une relation modérée ($r = -0,31$) entre l' Hb_{mass} relative initiale (exprimée en grammes par kilogramme de poids de corps) et le pourcentage d'augmentation de l' Hb_{mass} relative a été détectée. Les moyennes d' Hb_{mass} absolue et relative ont augmenté de façon similaire chez les athlètes d'endurance (respectivement de 916 ± 88 g à 951 ± 96 g, soit + 3,8 % et de $13,1 \pm 1,2$ g.kg⁻¹ à $13,6 \pm 1,1$ g.kg⁻¹, soit + 4,1 %) et chez les joueurs de hockey sur gazon (de 920 ± 120 g à 957 ± 127 g, soit + 4 % et de $11,9 \pm 0,9$ g.kg⁻¹ à $12,3 \pm 0,9$ g.kg⁻¹, soit + 4 %) après un camp d'entraînement LHTL.

Conclusion :

La comparaison directe de données individuelles d'athlètes d'endurance et de sports collectifs démontre que même avec une Hb_{mass} initiale plus élevée, des athlètes peuvent raisonnablement espérer un gain d' Hb_{mass} à la suite d'un stage d'entraînement en altitude du type LHTL.

L'entraînement en altitude guidé par l'analyse quotidienne de la variabilité de la fréquence cardiaque

Laurent Schmitt



est responsable du département

Performance-Recherche au Centre national de ski nordique de Prémanon depuis 1984. Entraîneur

national de ski de fond pendant 12 ans (groupes espoirs puis seniors). Professeur agrégé EPS et CTPS, docteur en biologie, ses axes de recherche sont orientés sur les effets physiologiques des différentes intensités en endurance, l'entraînement en hypoxie, l'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque et la fatigue (www.hrvperformance.fr).

Il a été montré que l'entraînement individualisé via l'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) induisait une amélioration plus importante des capacités aérobies que l'entraînement standardisé classique. Par ailleurs, de nombreux athlètes d'endurance utilisent l'entraînement en altitude du type « vivre en altitude – s'entraîner au niveau de la mer » [ou *Live High-Train Low* en anglais (LHTL)] pour son efficacité dans

l'amélioration des performances d'endurance au niveau de la mer.

Afin de vérifier l'intérêt de la mesure quotidienne de la VFC pour optimiser la méthode LHTL, 24 skieurs nordiques élite, membres des équipes de France de ski de fond et de combiné nordique, ont effectué 15 jours de stage LHTL. Les athlètes ont été répartis en trois groupes : entraînement en hypoxie VFC-guidé (H-VFC ; n = 9 ; nuit en altitude simulée équivalent à 2 700 m) vs. entraînement pré-planifié en hypoxie (H ; n = 9 ; nuit à 2 700 m) vs. entraînement pré-planifié en normoxie (N ; n = 6 ; nuit à 1 200 m). Les athlètes ont réalisé un test maximal de 10 km en ski à roulettes avant (Pré), après (Post-1) et 21 jours après (Post-2) le stage. En complément, un test incrémental sur tapis roulant planifié à Pré et Post-1 permettait de mesurer la consommation maximale d'oxygène ($VO_2\text{max}$) et le second seuil ventilatoire ($VO_2\text{VT}$). Enfin, la saturation périphérique en oxygène (S_pO_2) et la fréquence cardiaque (FC) nocturne, la VFC au réveil, et la charge d'entraînement étaient enregistrées chaque jour.

Les résultats indiquent que la dose hypoxique quotidienne était identique entre H-VFC et H ($14,3 \pm 1,6$ h vs $14,1 \pm 1,8$ h). De

même, la S_pO_2 nocturne était similaire entre H-VFC et H ($90,4 \pm 1,3\%$ vs. $91,1 \pm 1,6\%$), tout en étant logiquement plus basse que pour N ($94,2 \pm 0,8\%$). Bien que dépendant de l'analyse VFC pour H-VFC, la charge d'entraînement était identique entre H-VFC et H, et plus basse que pour N [$3\,365 \pm 425$ unité arbitraire (ua) vs. $3\,481 \pm 179$ ua vs. $3\,847 \pm 433$ ua]. Les mesures de la VFC, en position couchée, révélèrent des réponses différentes entre H-VFC et H : énergie de basse fréquence ($-3,8 \pm 10,1$ nu vs. $53,0 \pm 19,5\%$ nu), énergie de haute fréquence ($6,3 \pm 6,8\%$ vs. $-13,7 \pm 8,0\%$) et FC ($3,7 \pm 6,3\%$ vs. $12,3 \pm 4,1\%$). En termes de performance, seul le groupe H-VFC a réduit le temps pour parcourir 10 km en ski à roulettes ($-2,7 \pm 3,6\%$ à Post-1). Comparé à N ($+0,9 \pm 5,1\%$ et $-2,8 \pm 4,0\%$), les gains en $VO_2\max$ et VO_2VT étaient supérieurs pour H-VFC ($+3,8 \pm 3,1\%$ et $+6,9 \pm 5,7\%$) et H ($+2,9 \pm 4,4\%$ et $+4,6 \pm 6,1\%$).

Conclusion :

Il ressort que l'ajustement quotidien et individualisé des charges d'entraînement à partir de la VFC induit une réduction des perturbations du système nerveux autonome communément associées à l'entraînement en altitude, tout en

améliorant la performance chez des athlètes d'endurance élite. Quel que soit le groupe (H-VFC ou H), l'amélioration de la $VO_2\max$ et de la performance confirment l'efficacité de la méthode LHTL pour améliorer la performance, y compris chez des athlètes de « très » haut niveau.



Bibliographie

HAUSER A, TROESCH S, STEINER T, BROCHERIE F, GIRARD O, SAUGY JJ, SCHMITT L, MILLET GP et WEHRLIN JP, « Do male athletes with already high initial haemoglobin mass benefit from 'live high-train low' altitude training? », *Experimental Physiology*, 2018, 103(1), p. 68-76, doi:10.1113/ep086590.

SCHMIDT W et PROMMER N « The optimized CO-rebreathing method: a new tool to determine total haemoglobin mass routinely », *European Journal of Applied Physiology*, 2005, 95(5-6), p. 486-495, doi:10.1007/s00421-005-0050-3.

SCHMITT L, WILLIS SJ, FARDELA C, COULMY N et MILLET GP, « Live high-train low guided by daily heart rate variability in elite Nordic skiers », *European Journal of Applied Physiology*, 2018, 118(2), p. 419-428, doi:10.1007/s00421-017-3784-9.

STEINER T et WEHRLIN JP, « Does hemoglobin mass increase from age 16 to 21 and 28 in elite endurance athletes? », *Medicine and Sciences in Sports and Exercise*, 2011, 43(9), p. 1735-1743, doi:10.1249/mss.0b013e3182118760.



INSEP

INSTITUT NATIONAL DU SPORT, DE L'EXPERTISE ET DE LA PERFORMANCE
11, AVENUE DU TREMBLAY - 75 012 PARIS -TÉL. 01 41 74 41 00

WWW.INSEP.FR    

