

## Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? L'entraînement pour réaliser une performance à haute intensité: intensité élevée ou volume important?

La charge d'entraînement est représentée par le volume et l'intensité. Ces deux composantes des programmes d'entraînements sont déterminantes dans une optique d'accès à la haute performance. Cependant il reste difficile de dire s'il faut davantage privilégier un entraînement intense mais court ou préférer un entraînement long mais peu intense.

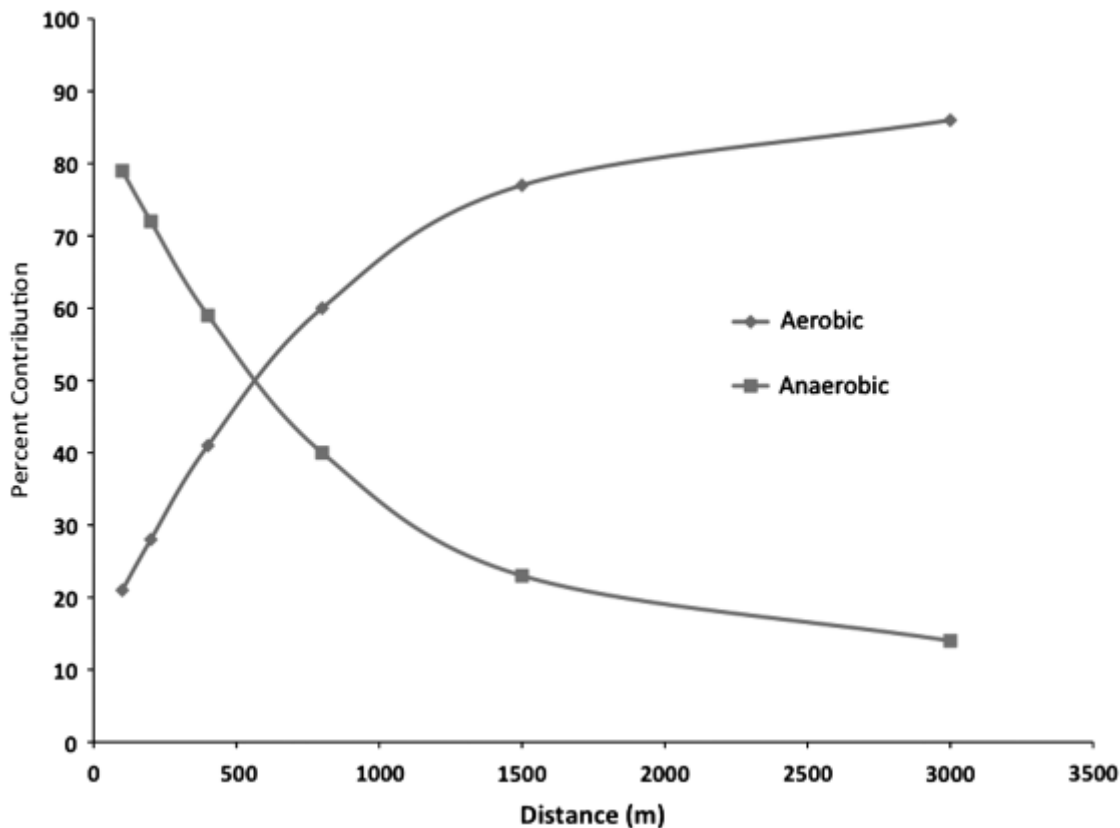


Fig. 1. Percent aerobic and anaerobic energy system contributions to near maximal running over distances ranging from 100 to 3000 m. Figure derived based on the male data obtained from the studies of Duffield et al. (2004, 2005a, b).

Accordons nous d'abord sur quelques définitions : La notion d'exercice intense représente un effort d'une durée comprise entre 1 et 8 minutes. C'est la performance sur ce type d'effort qui est étudiée ici. Il faut par ailleurs préciser que 75 secondes d'exercice intense (environ 600 mètres) représentent le temps à partir duquel la contribution du métabolisme aérobie devient prépondérante dans la réalisation de la performance (Cf. fig.1.). Concernant les intensités, l'auteur détermine trois zones : une première d'intensités dites basses en dessous du 1<sup>er</sup> Seuil Ventilatoire (S.V.1.), la seconde dite "Intensité Seuils" comprise entre S.V.1. et le 2<sup>nd</sup> Seuil Ventilatoire (S.V.2.), et la troisième zone d'intensités dites hautes pour les efforts d'intensités supérieures au S.V.2.

Après une présentation des effets induits par différentes répartitions du volume et de l'intensité dans les protocoles d'entraînement sur la performance lors d'un exercice intense ainsi que leurs influences sur des facteurs physiologiques, l'auteur aborde les réactions moléculaires impliquées dans les adaptations métaboliques observées. Il souligne l'utilisation faite par des athlètes de niveau mondial de la méthode d'entraînement polarisé (environ 75% du volume d'entraînement sous S.V.1, environ 10 à 15% à des intensités au-dessus de S.V.2) et propose finalement des exemples concrets de programmation.

Tout d'abord il convient de préciser que l'entraînement à "haute intensité" correspond à un entraînement sous forme d'"interval training", c'est-à-dire sous forme de séquences à intensités comprises entre SV2 et Vitesse Maximale Aérobie (V.M.A.) entrecoupées de séquences de récupération courues à vitesse lentes ou arrêtées. Ces exercices pratiqués pendant 2 à 4 semaines sur des cyclistes déjà beaucoup entraînés ("haute intensité / volume important), ont eu une influence positive significative sur leur capacité à maintenir 150% de leur Puissance Maximale Aérobie (P.M.A.; 72,5 sec. vs. 60,5 sec.), sur leur Puissance Maximale, mais également sur leur performance dans un contre la montre de 40 km (Lindsay et al., 1996). De même, il a été observé chez des coureurs de 1/2 fond une amélioration de leur performance sur 3000 mètres lors de la pratique d'"interval training" du type 8 x [2 min à V.M.A. / 1 min. de repos], deux fois par semaine pendant deux semaines (Mujika et al., 1995).

Ainsi, une courte période d'entraînement intense ajoutée à un volume d'entraînement important permet d'obtenir des progrès à la fois sur des performances lors d'exercices intenses mais également lors d'exercices plus prolongés.

Avec ce type d'entraînement, l'activité enzymatique responsable de la glycolyse ou de l'oxydation des substrats n'est pas modifiée au niveau musculaire, mais on observe une augmentation du pouvoir tampon des muscles squelettiques. D'autres paramètres physiologiques augmentent également comme SV1 et SV2 qui apparaissent donc pour des intensités plus élevées, la capacité à engager une masse musculaire plus importante dans l'exercice ou encore l'oxydation prioritaire des lipides permettant la préservation des glucides pour des efforts plus intenses.

#### *Accroissement d'entraînement à haute intensité : effets sur la performance et effets physiologiques*

Dans une étude rétrospective sur des nageurs « Elite », Mujika (1995) positionne la variable intensité comme le facteur clé de la progression et non pas la fréquence ou le volume d'entraînement. D'autres études témoignent de même avec des athlètes de bon niveau. L'expérience de Iaia et al. (2009) met en évidence les conséquences d'une diminution du volume d'entraînement, remplacée par un entraînement plus intense ("haute intensité / volume faible"). Cette expérience a été menée sur des coureurs qui ont diminué leur volume hebdomadaire de 45 km à 15 km pendant 4 semaines. A la place, ils ont réalisé des exercices du type 8 à 12 x 30 sec. (ndrl : temps de récupération non précisé ici) de sprint 3 à 5 fois par semaine. La comparaison avec le groupe contrôle ayant maintenu un volume de 45 km par semaine montre qu'ils ont maintenu leurs performances sur 10 km ainsi que leur  $\dot{V} O_2$  max. Cependant leur performance est améliorée sur un sprint de 30 secs. (+7%), sur le " Yo-Yo intermittent recovery test " (+19%), et sur un test de survitesse (+19-27%), par rapport au groupe contrôle (Iaia et al., 2009).

Ainsi, le remplacement d'une partie du volume d'entraînement par un entraînement plus intense chez des athlètes très entraînés peut permettre le maintien de leur endurance et développer simultanément leur performance sur des exercices intenses. Ces résultats ont été obtenus sur des athlètes très entraînés et sont donc probablement conditionnés par la réalisation d'une préparation foncière aérobie importante.

#### *Accroissement du volume d'entraînement : effets sur la performance et effets physiologiques*

S'il est difficile de comprendre comment les athlètes peuvent être performants sur des exercices intenses avec un entraînement basé uniquement sur du volume (Costill and al., 1991), la majorité des athlètes élités s'entraînent 75% de leur temps à intensité inférieure à S.V.1. (Seiler et Kjerland, 2006). Ce type d'entraînement ("intensité faible / volume important") permet le maintien durable d'une puissance musculaire importante (Coyle and al., 1998), ou encore de la capacité de récupération après un exercice intense (Seiler and al. 2007).

Une augmentation du volume d'entraînement s'avère efficace, comme le montre Fiskerstrand and Seiler (2004) dans leur étude sur des rameurs norvégiens, entre les années 1970 et 1990, dont le  $V.O_2$  max a augmenté de 12% (5,8-6,5 L/min), les performances sur le test de 6 minutes sur ergomètre ont été améliorées de 10%, en parallèle d'une augmentation de 20% de leur volume et une diminution de l'intensité de leur entraînement. Une autre étude de Esteve-Lanao and al. (2005) sur des coureurs à pied a montré une relation forte entre le volume d'entraînement pratiqué sous S.V.1 et les performances sur 4 km et 10 km. Enfin, une étude de Ingham et al. (2008) menée sur deux groupes de rameurs britanniques, montre que le groupe s'entraînant pendant 12 semaines exclusivement sous S.V.1 améliore davantage sa vitesse à S.V.2 que le groupe s'entraînant 30% du temps au dessus de S.V.1. et 70% au-dessus de S.V.2.

Même si les progrès relevés par l'augmentation du volume d'entraînement seraient plus lents que ceux induits par une augmentation de l'intensité de l'entraînement (Costill and al., 1991), ces études montrent que d'importantes adaptations, qui ne sont pas observées avec un entraînement mixte ou de haute intensité, apparaissent avec un entraînement de type "intensité faible / volume important".

Différentes explications sont proposées : pour certains, un gros volume d'entraînement combiné à une faible intensité permettraient de créer une " plateforme aérobie " qui faciliterait les adaptations spécifiques d'un entraînement de haute intensité. Pour d'autres, ce volume d'entraînement important permettrait une composition corporelle optimale et une coordination neuromusculaire nécessaire à la performance. Néanmoins peu d'études viennent appuyer ces hypothèses.

#### *Importance de l'interférence de plages d'entraînement à haute intensité et de plages à haut volume d'entraînement*

Pour optimiser son entraînement, ne s'agirait-il pas alors de trouver le savant mélange entre des périodes d'entraînement "haute intensité / volume faible" et d'autres d'"intensité faible / volume important" ? En outre, que signifie en définitive "s'entraîner à intensité basse" ?

Esteve-Lanao et al. (2007) ont divisé 12 coureurs en 2 groupes. Le groupe 1 réalisait l'intensité basse majoritairement en dessous de S.V.1, alors que le groupe 2 réalisait le même volume entre S.V.1. et S.V.2. Après 5 mois, l'amélioration de la performance sur 10,4 km de course à pied était significativement plus importante pour le groupe 1 (-157sec. vs. -122 sec.). La question est "pourquoi"?

Seiler et al. (2007) ont mené une étude chez des coureurs d'orientation Norvégiens de très bon niveau. Ceux-ci ont couru, lors de situations d'entraînement définies, pendant 1 à 2 heures sous S.V.1., pendant 30 minutes entre S.V.1. et S.V.2. et pendant 1 heures de manière intermittente au-dessus de S.V.2. Après ces séances, les perturbations de la balance autonome étaient différentes entre les situations sous S.V.1. et les situations au-dessus de S.V.1. Les auteurs émettent l'hypothèse que S.V.1. est un important point remarquable au-dessus duquel le système nerveux autonome est altéré (visible lors du test de Heart Rate Variability - H.R.V.). Ainsi un gros volume d'entraînement à intensité supérieure à S.V.1. serait à l'origine d'une récupération incomplète, d'une déstabilisation constante du système nerveux autonome, d'un déséquilibre du système hormonal et enfin d'une fatigue chronique. Pour ces auteurs, l'entraînement permettrait de produire la plus grande performance lorsqu'il permet l'optimisation de la synthèse de protéines mitochondriales sans pour autant compromettre l'équilibre du système nerveux autonome.

Comment cela peut-il alors se produire ?

L'étude des adaptations musculaires face aux différents stimuli provoqués par l'exercice nécessite une analyse des réactions moléculaires présentes au sein des cellules musculaires.

Un volume d'entraînement important induit une hausse de la concentration de calcium sanguin. Cette concentration élevée active un messager mitochondrial appelé la Calcium Calmodulin Kinases (CaMK). A l'inverse, un entraînement intense provoque la diminution d'Adénosine Triphosphate (A.T.P.) transformé en Adénosine Monophosphate (A.M.P.). Cette réaction active l'A.M.P-activated protéine Kinase (A.M.P.K.).

Or, ces deux molécules (A.M.P.K. et CaMK), engendrent une augmentation de la concentration de P.G.C-1 $\alpha$  (Peroxisome proliferator-activated receptor-g coactivator 1-alpha). Ce catalyseur permet à la fois d'accroître la capacité oxydative des mitochondries (notamment l'oxydation des lipides), et d'améliorer le transport du glucose dans le sang et son entrée dans les cellules musculaires par l'augmentation du nombre de récepteurs à glucose GLUT4.

Par conséquent, les deux types d'entraînement ("haute intensité / volume faible", "intensité faible / volume important"), provoquent, par l'intermédiaire de réactions moléculaires différentes, des adaptations similaires (Baar, 2006). Comme le rappellent les auteurs, "there's more than one way to skin a cat" (il y a plus d'un moyen pour écorcher un chat). Ainsi, un gros volume d'entraînement à intensité basse permettrait d'obtenir les mêmes adaptations musculaires qu'un entraînement à intensité élevée, mais aurait l'avantage de ne pas déséquilibrer le système nerveux autonome (Seiler and al., 2007).

Comment alors utiliser ces nouvelles données à l'entraînement?

A partir des résultats présentés, il est possible d'envisager quelques exemples de programmation d'entraînement.

L'auteur propose de rompre avec les planifications traditionnelles ayant pour habitude d'alterner de longues phases d'entraînement avec un volume important et d'autres phases d'entraînement intense, mais de mêler volume et intensité au sein même des séances et des périodisations, sans toutefois négliger la récupération et l'affûtage précédant la compétition (Mujika et al., 2000, Issurin, 2008).

Après avoir fait un rappel historique de la méthode utilisée par Arthur Lydiard dans les années 1960 avec des coureurs de demi-fond et fond, un autre exemple de programmation est celle suivie par l'équipe allemande de poursuite (cyclisme sur piste), pour préparer les J.O. de Sydney. Shumacher et al. (2006) ont proposé un volume d'entraînement extrême (35000 km/an) à intensité faible (50% de  $\dot{V} O_2$  max) entrecoupé de compétitions se déroulant sur plusieurs jours (Grands Tours et épreuves à étapes). Seuls les 8 derniers jours avant les J.O. furent consacrés à une période d'affûtage, caractérisée par un travail spécifique à très haute intensité (ndlr : lors de cette épreuve l'équipe d'Allemagne s'est emparée de la médaille d'or en battant le record du monde. Les équipes d'Australie et de Grande Bretagne ont d'ailleurs utilisé ce modèle d'entraînement lors des deux J.O. suivants).

L'auteur met ainsi en valeur une méthode polarisée consistant à réaliser de gros volumes d'entraînement à intensité basse, entrecoupés de périodes d'entraînement très intense. Améliorer les connaissances en la matière nécessite une collaboration active entre les athlètes, les entraîneurs et les scientifiques spécialisés dans le domaine sportif.

#### **Document dans sa version intégrale :**

Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? P.B.Laursen. Scand J MedSci Sports 2010; 20(Suppl. 2): 1-10