

Dossier - Améliorer son VO2MAX



Vo2max et consommation maximale d'oxygène ! Voilà un sujet sur lequel beaucoup de sportifs (mais pas seulement !) ont un avis (parfois empirique !) mais dont la réalité prouve qu'il est souvent faux ou partiellement exact.

De nombreuses idées reçues circulent en effet sur la consommation maximale d'oxygène : son influence sur les performances, son interprétation, son évolution, etc. Essayons avec ce dossier de lever certains doutes, et croyances...

Utilité de la consommation maximale d'oxygène ?

La consommation maximale d'oxygène symbolisée par le fameux sigle VO2max représente le débit maximum d'oxygène qu'un individu est amené à consommer sur un moment précis. C'est la puissance maximale du renouvellement énergétique via la filière aérobie, c'est la non moins fameuse PMA. L'aptitude d'un individu à réaliser un exercice intense d'une durée supérieure à deux minutes dépend grandement de sa capacité à prélever puis transporter et ensuite utiliser l'oxygène depuis l'air ambiant jusqu'aux fibres musculaires actives, et qui détermine son VO2max.

"Le" ou "la" VO2max ?



A l'écrit et en abrégé, la consommation maximale d'oxygène devient LE VO2max et non la VO2max.

Pour montrer qu'il n'est pas fait référence à un volume (en litres) mais bel et bien à un débit (en litres par minute).

De surcroît un point doit être inséré sur le "V" de VO2max. mais qui est souvent oublié que ce soit par négligence ou pour raison pratique.

La consommation maximale d'oxygène : pour quelles valeurs ?

La consommation maximale d'oxygène est exprimée en valeurs absolues (l.min-1) ou en valeurs relatives (ml.min-1.kg-1).

Niveau des pratiquants	Valeurs absolues l.min-1	Valeurs relatives ml.min-1.kg-1
Sédentaires	2,5	40-45
Sportifs non-endurants	3	50-55
Coueurs : - niveau régional	3,5	65-70
- niveau international	4,5-5	80-85

Les facteurs qui influent sur le VO2max

L'âge et le sexe

Jusqu'à l'adolescence, la consommation maximale d'oxygène augmente progressivement, chez les filles comme chez les garçons, puis elle stagne, tout d'abord vers quinze ans chez les filles et vingt ans environ chez les garçons. Comment expliquer cette différence et notamment le fait que finalement, à l'âge adulte, les femmes possèdent généralement des VO2max inférieurs de 30 % aux hommes ?

Dans un premier temps, l'augmentation des dimensions corporelles favorise l'apport et l'utilisation d'une plus grande quantité d'oxygène vers et par les muscles. Puis, progressivement, la croissance s'arrêtant, le VO2max stagne, tout d'abord chez les filles, puis chez les garçons. Par ailleurs, les femmes possèdent une plus faible quantité d'hémoglobine. Or, c'est ce pigment qui fixe l'oxygène sur le globule rouge et le transmet aux muscles pour subvenir aux besoins énergétiques. La consommation maximale d'oxygène stagne donc dès quinze (chez les filles) ou vingt ans environ (chez les garçons) puis, progressivement, dès l'âge de trente ans, diminue à raison de 10 % par décennie. La perte de masse musculaire et la baisse de la capacité oxydative des muscles expliquent aussi ce phénomène.

Le VO2max, facteur de la performance

La performance en sport d'endurance dépend de trois facteurs.

Elle peut être traduite par la formule : $Vitesse\ de\ course = F.VO2max / CE$

où :

- VO2max est la consommation maximale d'oxygène.
- F est la puissance critique.
- CE le coût énergétique.

La consommation maximale d'oxygène, c'est donc le débit maximum d'oxygène qui peut être consommé par un individu. C'est la "cylindrée" du sportif.

La puissance critique représente la fraction d'utilisation du VO2max, c'est-à-dire la capacité pour un sportif de soutenir un certain pourcentage de sa puissance maximale, le VO2max. Sur marathon par exemple, certains coureurs pourront soutenir 85 % de leur VO2max, d'autres "seulement" 80 %.

Le coût énergétique constitue la dépense énergétique pour parcourir une distance donnée. Il est influencé par de nombreux facteurs, dont l'aspect technique par exemple.

Ne confondez pas !

Le VO₂max, qui est la consommation maximale d'oxygène avec la Vitesse Maximale Aérobie (VMA) qui représente la vitesse du coureur lorsqu'il atteint sa consommation maximale d'oxygène.

Deux coureurs peuvent posséder un même VO₂max mais avoir des VMA différentes. Pour l'expliquer, reprenons notre formule : Vitesse de course = $F \cdot VO_{2\max} / CE$. En l'adaptant à la situation, elle devient : Vitesse Maximale Aérobie = $VO_{2\max} / CE$. Le F qui exprime la puissance critique a disparu. A VMA, la fraction d'utilisation du VO₂max est en effet égale à 1.

Le lien entre le VO₂max et la VMA est donc évident : le coût énergétique.

La différence de VMA qui peut exister entre deux coureurs de même VO₂max s'explique par le fait qu'ils ne dépensent pas la même quantité d'énergie pour parcourir une distance donnée (i.e., coût énergétique différent).

Un VO₂max élevé : indispensable pour performer ?

Evidemment, l'influence de la consommation maximale d'oxygène sur les performances est le sujet de discussion préféré des coureurs. Un 'vif' débat existe entre ceux qui affirment que posséder un VO₂max élevé est gage assuré de succès et les tenants d'une position plus mesurée, qui concèdent que la consommation maximale d'oxygène est importante mais pas essentielle. Pour eux, le critère discriminant pour performer dans les sports de longue durée serait d'être capable de soutenir un haut pourcentage de la consommation maximale d'oxygène, c'est-à-dire de posséder une puissance critique ('F' dans notre équation) élevée. Qui dit vrai ?

Pierre ou Marcel ?

Pierre et Marcel sont deux marathoniens. Le premier possède un VO₂max de 60 ml.min⁻¹.kg⁻¹ dont il est capable de soutenir environ 85 % pendant deux heures (soit 51 ml.min⁻¹.kg⁻¹). Pierre a donc une bonne consommation maximale d'oxygène, celle d'un coureur régional, et sa puissance critique est élevée. Marcel, quant à lui, est un 'gros moteur' : avec ses 85 ml.min⁻¹.kg⁻¹, il fait en effet figure d'exception. Par contre, sa puissance critique est moyenne : Marcel ne soutient 'que' 80 % de son VO₂max pendant deux heures (soit 68 ml.min⁻¹.kg⁻¹). En s'appuyant sur ces caractéristiques, qui de Pierre ou Marcel est potentiellement le meilleur sur marathon ? Sans aucun doute, Marcel possède le profil idéal pour performer sur les 42,195 km. Certains rétorqueront que nous avons négligé le coût énergétique. En effet, nous avons raccourcis notre démonstration pour la rendre plus compréhensible. Mais même en ne négligeant pas le coût énergétique, le résultat final resterait le même.

Ainsi, si Pierre et Marcel possèdent le même coût énergétique ou si Marcel dépense moins d'énergie pour parcourir une distance donnée, Marcel réalisera potentiellement une meilleure performance chronométrique que Pierre. Troisième hypothèse : Marcel a un coût énergétique plus élevé que celui de Pierre, il dépense donc une plus grande quantité d'énergie pour parcourir une même distance donnée que Pierre. Ce dernier peut-il pour autant espérer battre Marcel ? Nous sommes désolés pour les aficionados de Pierre mais la possibilité pour qu'il puisse réaliser une meilleure performance chronométrique que son ami Marcel reste mince ! La différence de coût énergétique entre les deux coureurs ne permettra pas de combler l'écart existant sur $F \cdot VO_{2\max}$. Même si différence de coût énergétique il y a entre Marcel et Pierre, au sein d'une population de coureurs relativement homogènes (ce qui est le cas pour nos deux 'compères') et sauf rare exception, cette différence reste néanmoins minime. Le coût énergétique dépend en effet de certaines caractéristiques physiologiques, les mêmes qui influencent $F \cdot VO_{2\max}$: densité des mitochondries, pourcentage de fibres lentes, etc. Un coureur avec $F \cdot VO_{2\max}$ élevé sera donc également et très vraisemblablement le plus économe. Nous sommes donc dans le regret de confirmer à Pierre que fort probablement, Marcel finira devant lui au prochain marathon sauf accident !

Si Marcel est victime d'une hypoglycémie, hyperthermie ou autres problèmes physiques, Pierre devancera éventuellement Marcel. C'est d'ailleurs notamment sur ces paramètres (gestion des réserves en glycogène et de la température corporelle) que les "seconds couteaux" peuvent espérer rivaliser avec les meilleurs en compensant leur faible F.VO2max.

La performance des sports d'endurance est donc clairement influencée par la capacité du sportif à consommer de grands volumes d'oxygène, et ce quoi qu'en disent certains ! Les sportifs minimisant l'influence du VO2max dans les performances de longue durée sont d'ailleurs souvent ceux qui ne possèdent pas une consommation maximale d'oxygène élevée. Leurs propos se veulent davantage rassurant...pour eux-mêmes !.

Evaluer son VO2max

Pourquoi ?

Connaître son VO2max est évidemment utile. Il permet de prédire ses performances potentielles et d'évaluer l'efficacité de son entraînement mais aussi définir ses zones d'intensité à programmer.

Comment ?



L'évaluation du VO2max s'effectue en laboratoire, dans des centres médicaux spécialisés.

Elle repose sur le recueil des gaz échangés (oxygène et dioxyde de carbone), au cours d'un test d'effort. Avec l'augmentation de l'intensité de l'exercice, la consommation d'oxygène s'élève progressivement pour stagner à un certain niveau : la consommation maximale d'oxygène.

Pour évaluer le VO2max, l'ergomètre utilisé peut être choisi entre le tapis roulant, la bicyclette ou home trainer ou le rameur, etc. Evidemment, pour un coureur à pied, le tapis roulant doit être privilégié. L'ergomètre doit en effet être spécifique de la discipline de prédilection. Sinon, toute interprétation s'avèrerait absurde en raison de la non-spécificité des muscles sollicités.

Evaluer sa consommation maximale d'oxygène est utile mais pas indispensable. Vous pouvez en effet très bien espérer atteindre vos objectifs sans avoir réalisé de test. Connaître sa vitesse maximale aérobie est bien plus profitable. La VMA permet, comme le VO2max, de prédire ses performances potentielles et d'évaluer l'efficacité de son entraînement mais également de définir ses zones d'intensité.

Le VO2max sous influence ?

Prendre connaissance des facteurs qui influencent la consommation maximale d'oxygène, c'est s'interroger sur le type d'entraînement à réaliser pour progresser. Trois systèmes limitent potentiellement le VO2max. Ce sont les systèmes respiratoire, cardiovasculaire et musculaire. Le système respiratoire ne limite que très peu le VO2max. L'entrée d'air dans les poumons et son passage dans le sang sont suffisamment efficaces pour la plupart des coureurs. Une situation particulière contredit nos propos : l'hypoxémie induite par l'exercice (voir paragraphe ci-dessous).

La capacité à apporter l'oxygène aux fibres musculaires, par le système cardiovasculaire, est clairement le facteur qui influence le VO₂max. Elle dépend du débit cardiaque maximal, c'est-à-dire le produit de la fréquence cardiaque maximale et du volume d'éjection systolique (i.e., le volume de sang éjecté à chaque battement du cœur), et du contenu artériel en oxygène (qui dépend de la quantité sanguine en hémoglobine et de la saturation artérielle en oxygène, c'est-à-dire la quantité d'oxygène fixée sur l'hémoglobine des globules rouges). Le système musculaire limite également le VO₂max, spécialement chez les individus peu entraînés et chez les personnes âgées. La capacité à utiliser l'oxygène dépend en effet du nombre d'enzymes oxydatives, de la densité des mitochondries, du pourcentage de fibres lentes, etc.

L'hypoxémie induite par l'exercice : c'est grave docteur ?

Chez certains sportifs très entraînés, la saturation artérielle en oxygène n'est que de 90 % voire moins au cours des efforts intenses (alors que théoriquement, elle se situe aux alentours de 95-98 %). Ce phénomène s'appelle hypoxémie qui est induite par l'exercice et signifie que la teneur sanguine en oxygène est réduite. Il pourrait être expliqué par le fait que ces sportifs ventilent une telle quantité d'air que l'oxygène n'aurait pas le temps de diffuser des alvéoles pulmonaires au sang. Une explication parmi tant d'autres...

Quels progrès attendre ?

Vous l'aurez sans doute remarqué, nous ne sommes pas tous égaux en terme de progrès. Certains vont très bien et vite réagir aux stimuli alors que d'autres personnes, malgré d'importants efforts à l'entraînement, ne progresseront pas ou très peu. Cette aptitude aux progrès est désignée par le terme d'entraînabilité. Par quels facteurs est-elle dépendante ? Comme il est conseillé de choisir ses parents pour avoir un VO₂max élevé, l'entraînabilité de telle ou telle capacité physique dépend, en partie, de l'hérédité. Nos gènes influencent en effet notre aptitude à progresser. Ils sont déterminés à la naissance mais également influencés par l'environnement, tel que l'exercice physique et l'alimentation. Par exemple, certains déficits nutritionnels (acides gras, fer...) empêchent la pleine expression des gènes et donc l'adaptation de l'organisme.

Au-delà de cette notion individuelle d'entraînabilité du VO₂max, la marge de progression de la consommation maximale d'oxygène n'est malheureusement pas illimitée. Il est difficile d'avancer des chiffres précis, mais 5 à 15 % est la fourchette de valeurs généralement admise.

Boostez votre VO₂max...

En optant pour l'intermittent

Le travail intermittent est sans aucun doute le moyen le plus efficace pour faire progresser son VO₂max. Cette méthode a été démocratisée par l'athlète Emile Zatopek au milieu du XX^{ème} siècle et est aujourd'hui largement utilisée. Le travail intermittent peut être réalisé sous différentes formes : l'interval-training, le fractionné, le fartlek, etc. Toutes ses méthodes font en réalité référence à la même chose : répéter des fractions d'effort, entrecoupées par des périodes de récupération. Seuls quelques éléments les différencient : durée d'effort et de récupération fixés ou non à l'avance, durée stable des répétitions, etc.

Ses principes généraux

Le travail intermittent consiste, au cours d'une même séance, à alterner :

- des fractions d'effort dont l'intensité est maximale avec....
- ...des fractions de récupération (contre-effort) réalisées à faible intensité.

Ses objectifs

L'objectif du travail intermittent est de solliciter de manière intense l'appareil cardiovasculaire. Le stress engendré par ce type d'entraînement permet un travail plus intense qu'une séance continue à faible intensité : les périodes de récupération entre les fractions d'effort permettent une récupération partielle, le volume global de travail peut ainsi être élevé (vs travail en continu), tout en maintenant certaines variables physiologiques (fréquence cardiaque, consommation d'oxygène...) à un niveau supérieur à celui de repos.

Ses buts

Parce que l'intensité des fractions d'effort est maximale, à long terme, les séances d'intermittent engendrent des adaptations centrales : augmentation du débit cardiaque maximal, donc d'un apport plus grand d'oxygène vers les muscles squelettiques.

Ses avantages

Le travail intermittent est un procédé d'entraînement très efficace car il permet :

- l'amélioration assez rapide de la capacité de performance de l'athlète.
- de progresser avec un investissement temporel assez faible : une séance de 35 à 45 minutes peut tout à fait être efficace pour progresser.
- l'augmentation de la quantité de travail à haute intensité : la sollicitation de l'appareil cardiovasculaire par la répétition de courtes périodes d'effort intenses est plus efficace qu'une sollicitation peu intense et longue, pratiquée par de nombreux coureurs.
- le renforcement psychologique : la motivation, la confiance, la résistance à la douleur, la concentration sont des capacités mentales qui sont travaillées spécifiquement au cours des séances d'intermittent servent grandement lors des compétitions.
- un entraînement "ludique" (...!) : l'enchaînement de répétitions à haute et faible intensité est varié, l'ennui est rarement présent (de toute manière, on n'a pas le temps de s'ennuyer !).

Construire une séance



Il n'existe pas de séance-type de travail intermittent. Vous pouvez inventer autant de séances que vous le permet votre imagination. Afin d'atteindre l'objectif recherché, l'amélioration du VO₂max, certains éléments doivent néanmoins être respectés :

- le nombre de séries et de répétitions dans chaque série : le volume de la séance dépend de l'objectif recherché (maintien ou progression), de vos capacités, de votre âge, de la période de la saison, etc. Généralement, la durée d'une séance est comprise entre 20 et 45 minutes (dans cette durée, est seulement comprise la partie spécifique, c'est-à-dire les fractions d'effort et de contre-effort. Sont exclus l'échauffement et la récupération de la séance). Une durée inférieure à 20 minutes sollicite insuffisamment l'organisme, alors qu'au-delà de 45 minutes, l'intensité du travail n'a pas été assez élevée.
- la durée et l'intensité de l'effort (nous les détaillons ci-après).
- la durée de la récupération : égale ou légèrement inférieure au temps d'effort.
- l'intensité de la récupération : la récupération est active, comprise entre 50 et 65 % de la vitesse maximale Aérobie.

Les séances d'intermittent ayant pour objectifs l'amélioration du VO₂max, on différencie :

- l'intermittent court : les fractions d'effort sont inférieures à 45 s, réalisées entre 100 et 120 % de la VMA.
- l'intermittent moyen : les fractions d'effort sont comprises entre 45 s à 3 minutes à 95-100 % de la VMA.

De tous ces éléments pour la construction des séances d'intermittent, deux sont essentiels : l'intensité de l'effort et de la récupération.

L'intensité de l'effort et de la récupération et leur contrôle

L'intensité de l'effort et de la récupération sont les paramètres qui vont directement influencer les autres éléments de la séance (nombre de répétitions, de séries...) : plus elles seront élevées, moins grand sera le volume de la séance. Il est donc très important de les calibrer et de les respecter.

A l'effort :

L'effort doit suffisamment stimuler l'appareil cardiovasculaire, il sera donc intense :

- l'intensité est maximale, c'est-à-dire...
- 95 à 120 % de la VMA.
- 95 à 100 % de la fréquence cardiaque maximale (FCmax).
- la respiration est soutenue, toute conversation est impossible.
- l'intensité soutenue ne peut être maintenue qu'entre 1 à 5 minutes.

A la récupération :

- sous-maximale, c'est-à-dire...
- 50 à 60 % de la VMA.
- 60 à 70 % de FCmax.
- la respiration est aisée, la conversation est tout à fait possible.

La récupération permet la restauration incomplète des réserves énergétiques et le retour partiel de certains paramètres physiologiques (équilibre acido-basique...).

Programmer et planifier les séances d'intermittent



Les séances d'intermittent doivent être planifiées tout au long de l'année. Le volume des séances est fonction de l'objectif recherché (amélioration vs maintien de la VO₂max) mais une séance minimale par semaine est essentielle : les progrès enregistrés par un cycle de travail sont réversibles si la sollicitation est insuffisante. Nombreux sont les entraîneurs qui conseillent de planifier les séances d'intermittent après une longue période foncière. Leur raisonnement est simple : avoir une bonne base foncière pour "encaisser" ces séances. Personnellement, nous préconisons (en partie) l'inverse : travailler spécifiquement la VO₂max, via les séances d'intermittent, dès le début de la préparation. Pourquoi ? Les intensités utilisées au cours de ces séances sont si intenses qu'après un cycle foncier, comme c'est communément le cas, l'athlète est fatigué, las. Bien souvent, il ne parvient donc pas à trouver les ressources physiques et mentales nécessaires pour suffisamment stresser son organisme. Par conséquent, la qualité du travail est moindre et le risque de blessures est supérieur. Evidemment, nous ne préconisons pas de débiter un cycle de travail intermittent immédiatement après une longue période d'inactivité (quoique si le volume des séances n'est pas excessif ...) mais à la suite d'une courte période de reprise. Par contre, les séances d'intermittent augmentent rapidement le niveau de performance. Il s'agit donc de gérer efficacement l'entraînement d'après cycle d'intermittent afin de ne pas arriver trop tôt au top de ses capacités physiques.

Pour la programmation, et plus particulièrement la fréquence des séances d'intermittent, elle dépend de l'objectif recherché : si l'objectif est le développement de la VO₂max, deux à trois séances par semaine (voire davantage) peuvent être programmées, une seule si le maintien de la VO₂max est l'objectif du cycle d'entraînement. Un cycle de trois à quatre semaines de développement peut être planifié tous les deux à trois mois.

Une situation particulière : l'altitude, l'EPO naturelle



De plus en plus de coureurs optent pour des stages en montagne. Les paysages, la variété des parcours, l'atmosphère qui s'y dégage expliquent leur choix, mais pas seulement. Les férus des séjours à la montagne recherchent également, via l'hypoxie, l'augmentation du nombre de globules rouges, donc la capacité du sang à transporter de l'oxygène.

Oui mais voilà, dans la réalité, suffit-il de séjourner quelques jours en altitude pour favoriser cette polyglobulie et donc augmenter son VO₂max ? Evidemment, non ! Elle est loin d'être aussi évidente que beaucoup le croient. La production de globules rouges dépend de nombreux facteurs, en particulier de l'altitude, de la durée d'exposition à l'hypoxie (raréfaction d'O₂) et de facteurs nutritionnelles tels que l'état des réserves en fer, en vitamine B12, etc. De plus, la réponse de l'organisme à l'hypoxie est individuelle. Certains vont rapidement et très favorablement réagir à la raréfaction de l'oxygène en produisant de nouveaux globules rouges alors que d'autres sujets par contre, ne vont pas ou très peu réagir ; leur moelle osseuse ne produira pas de nouveaux globules rouges ou très faiblement.

Conclusion

Lorsque nous souhaitons améliorer notre VO₂max, nous pensons immédiatement au travail intermittent. Néanmoins, il ne faudrait pas oublier l'intérêt des séances à faible intensité. En effet, ce type d'entraînement permet de stimuler les facteurs périphériques du VO₂max (augmentation du nombre d'enzymes oxydatives, des mitochondries...), mais aussi améliorer la lipolyse (utilisation des graisses comme carburant).

La consommation maximale d'oxygène est sans aucun doute l'élément majeur pour les sports d'endurance. Connaître ses tenants et aboutissants est donc essentiel pour espérer progresser et atteindre vos objectifs.

Glaner sur le net.