



Le grand oral de la VFC

Depuis quelques temps, la Variabilité de la Fréquence Cardiaque (VFC) commence à se faire une petite place dans l'univers du sport et plus particulièrement dans les disciplines d'endurance. Sortie tout droit des laboratoires de recherches, la VFC semble complexe et difficilement utilisable. Pourtant, plusieurs articles ont déjà évoqué le sujet et il n'est pas rare d'entendre certains spécialistes vanter les mérites de ce nouvel indice. Info ou intox ? Effet de mode ou véritable outil ? Nous allons tenter d'éclaircir le phénomène en décryptant les dernières recherches sur cette thématique tout en apportant des explications simples et concrètes : **De quoi vous permettre d'avoir un avis sur la question et d'apprendre à utiliser la VFC pour préparer vos futurs objectifs.**

Par Damien Saboul *

Pour partir sur de bonnes bases

Tout le monde est déjà au courant et c'est l'une des raisons qui la rend si mystérieuse : la VFC c'est compliqué !!! Oui mais pas incompréhensible... Si vous souhaitez enfin savoir ce qui se cache derrière ces 3 lettres, un petit cours de mise à niveau est nécessaire.

Lorsque le thermostat de votre maison est réglé sur 20°C, vous n'êtes pas surpris de lire 20°C sur le thermomètre. Avec un outil de mesure encore plus précis, on pourrait constater que la température oscille entre 19,9°C et 20,1°C. Lorsqu'il fait 19,9°C, le chauffage se met en route et lorsqu'il fait 20,1°C, le chauffage s'arrête. C'est ce que l'on appelle la régulation. Et bien figurez vous que pour le rythme cardiaque, c'est sensiblement la même chose. Lorsque vous êtes assis sur le canapé et que votre cardiofréquencemètre affiche 60 battements par minute (bpm), c'est seulement une

moyenne. En fait, votre cœur peut osciller entre 59,7 bpm et 60,3 bpm et il existe des micro-variations d'un battement à l'autre (intervalles R-R). C'est ce que l'on appelle la VFC. Les chercheurs ont découvert que ces variations étaient régulées par notre système nerveux autonome et plus particulièrement par la branche sympathique (qui accélère le cœur) et la branche parasympathique (qui ralentit le cœur). La VFC a d'abord eu une utilité dans le domaine médical (infarctus, ...) avant d'être déclinée dans d'autres milieux comme le sport. Dans notre cas, la VFC est utilisée comme indicateur de fatigue (et inversement de forme) pour individualiser et moduler l'entraînement des athlètes ainsi que pour prévenir du surentraînement.

Concrètement, un athlète enregistre sa VFC à l'aide d'un cardiofréquencemètre le plus régulièrement possible (3 à 4 fois par semaine). La mesure se fait le matin au réveil en position allongée pendant 5 à 7 minutes. Chaque mesure est analysée à l'aide d'un logiciel (voir boîte à outils) et de la même manière qu'un résultat de prise de sang (avec des taux de calcium, fer, magnésium,...), plusieurs marqueurs de VFC en ressortent. Chaque indice fait partie d'un des 3 grands domaines de la VFC (Temporel, non-linéaire

* Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport (Université de Lyon 1)
et Almerys – Activité santé d'Orange Business Services (Clermont-Ferrand)

et fréquentiel) et fournit des informations sur l'état de forme du moment (voir tableau).

Ce que l'on a pour habitude de faire

Je viens d'effectuer ma première mesure de VFC et à l'aide du logiciel j'ai réussi à calculer tous les différents indices. Je suis très fier d'en être arrivé là mais concrètement, ils veulent dire quoi tous ces chiffres ?

Traditionnellement, les chercheurs se sont focalisés sur les indices fréquentiels de la VFC : les LF (Basses fréquences), les HF (Hautes fréquences) et bien évidemment le fameux rapport LF/HF. Les LF et les HF représentent une quantité d'énergie contenue dans une bande de fréquence du spectre de VFC. Sur la figure 1, la partie jaune symbolise les HF (de 0,15 Hz à 0,40 Hz) et nous donne une information sur le tonus parasympathique du moment. Les LF sont représentées en bleue (de 0,04 Hz à 0,15 Hz) et reflètent plutôt l'activité sympathique du jour avec malgré tout une composante parasympathique.

Avant une compétition, l'organisme est en bonne état de forme et c'est normalement les HF qui prédominent. Juste après l'effort, les LF deviennent majoritaires et les HF ont presque totalement disparu. Le lendemain, le processus de récupération est en court. Les LF diminuent alors que les HF ré-augmentent progressivement. 48 h après la course, la récupération est terminée et le système nerveux autonome retrouve une activité similaire à celle du départ. Le rapport LF/HF permet de regrouper toutes ces informations et représente la balance sympathovagal. Cet indice est censé refléter notre état de forme du moment et en réalisant régulièrement des tests

de VFC, vous remarquerez qu'il peut être inférieur à 1 (période de forme) mais également supérieur à 1 ou 2 (période de fatigue). En cas d'extrême fatigue, voire de surentrainement, le rapport LF/HF restera anormalement haut et il ne redescendra plus à des valeurs nominales.

Les principaux marqueurs de la VFC		
Domaine	Nom	Description
Temporel	Mean RR (HR)	Fréquence cardiaque moyenne
	SDNN	Variabilité globale
	RMSSD	Variabilité court terme Parasympathique
	pNN50	Variabilité court terme Parasympathique
Non-linéaire	SD1	Variabilité court terme Parasympathique
	SD2	Variabilité globale
Fréquentiel	VLF	Très basses fréquences Mécanisme long terme comme la thermorégulation
	LF	Basses fréquence Système Sympathique et Parasympathique
	HF	Hautes fréquences Système Parasympathique
	TP	Puissance totale Variabilité globale
	LF/HF	Balance sympathovagal

Au court d'une saison, un athlète va passer par des périodes de forte charge d'entraînement (qui induisent de la fatigue) et des périodes de récupération (avec l'apparition d'une surcompensation). Le marqueur LF/HF devrait pouvoir vous renseigner sur votre véritable état de fatigue physiologique et ainsi, vous aider à moduler votre plan d'entraînement en fonction d'un futur objectif.

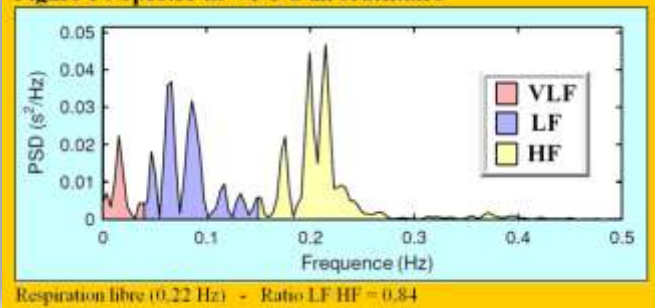
Les récentes découvertes de la VFC liées aux sports d'endurance

Information reçu 5 sur 5, le rapport LF/HF c'est génial et grâce à lui je vais enfin pouvoir m'entraîner efficacement !!! Trop beau pour être vrai, les dernières recherches que nous avons menées ne semblent malheureusement pas être aussi explicites.

Rappelez-vous que la VFC est avant tout utilisée en médecine et qu'elle a ensuite été déclinée pour les sportifs. Vous remarquerez que, d'un point de vue physiologique, un athlète n'est pas conçu exactement de la même façon qu'un sédentaire et encore moins qu'un sédentaire malade. L'interaction qui existe entre le cycle respiratoire et la VFC est, par exemple, beaucoup plus développée chez les athlètes. Lorsque vous inspirez, de l'air à forte teneur en oxygène arrive dans vos poumons et votre cœur accélère pour favoriser les échanges gazeux. A l'inverse, lorsque vous expirez, le résidu d'air qui subsiste dans vos poumons présente une forte teneur en dioxyde de carbone et le cœur ralenti pour limiter les échanges gazeux. En plus de cette interaction plus marquée, appelée arythmie sinusale respiratoire (ASR), les athlètes ont généralement une fréquence de respiration de repos beaucoup plus basse que les sédentaires. Ces phénomènes traduisent une bonne adaptation à l'entraînement en endurance. En revanche, ils perturbent énormément les mesures fréquentielles de la VFC.

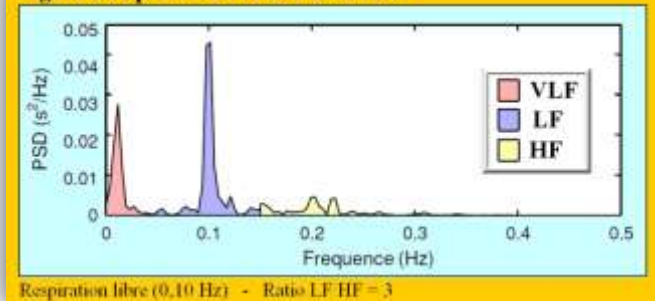
La figure 1 représente le spectre de VFC d'un sédentaire avec un cycle respiratoire naturel de 4,5 secondes (soit 0,22 Hz). Nous pouvons voir que l'énergie spectrale est équitablement répartie et le LF/HF qui en résulte vaut 0,84 : un signe de forme !

Figure 1 : Spectre de VFC d'un sédentaire



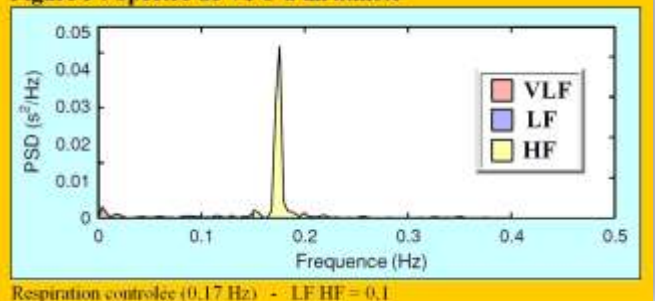
La figure 2 représente le spectre de VFC d'Erik Clavery qui a un cycle respiratoire naturel de 10 secondes (soit 0,10 Hz). Bizarrement, nous observons un grand pic d'énergie aux alentours de 0,10 Hz (dans la bande LF) et le LF/HF qui en résulte vaut 3: mais alors, cela veut dire qu'il est surentraîné ? Rassurez-vous, la mesure a été effectuée quelques jours avant les championnats du monde de trail et sa victoire montre qu'il était plutôt en forme ! En fait, son ASR est tellement développé qu'elle concentre toute l'énergie spectrale autour de sa fréquence de respiration.

Figure 2 : Spectre de VFC d'un athlète



Pour en être certain, nous avons demandé à Erik d'effectuer, le jour même, une deuxième mesure de VFC immédiatement après la première. Cette fois-ci, il devait suivre un rythme respiratoire imposé à une vitesse de 6 secondes par cycle (0,17 Hz). Comme le montre la figure 3, le pic d'énergie s'est entièrement déplacé dans la bande HF pour venir se concentrer autour de la fréquence de respiration imposée. Le LF/HF qui en résulte vaut maintenant 0,1 : ouf, il n'est pas surentraîné !

Figure 3 : Spectre de VFC d'un athlète



Vous allez penser que l'exemple choisi n'est pas très objectif et qu'avec d'autres athlètes les résultats auraient été différents. Et bien figurez vous que le même phénomène se retrouve chez la plupart des sportifs et plus spécialement dans les disciplines d'endurance. Nos différentes études ont démontré que chez les athlètes, le rapport LF/HF ne représente pas la fatigue et qu'il est uniquement modulé par la respiration. De plus, il semblerait que l'utilisation d'une frontière fixe entre les LF et les HF (0,15 Hz) ne soit pas adaptée pour des personnes présentant une forte ASR et une faible fréquence de respiration. En effet, il n'est pas rare de trouver des athlètes qui ont une fréquence de respiration au repos très proche de 0,15 Hz (6,7 secondes par cycle) et la moindre variation du cycle respiratoire durant les 5 minutes d'enregistrement de VFC peut entraîner toute l'énergie fréquentielle d'un côté ou de l'autre de la barrière des 0,15 Hz. Les bandes LF et HF ne se sont plus modulées par les systèmes sympathique et parasympathique et leur interprétation physiologique comme marqueur de forme ou de fatigue devient totalement aléatoire.

Le dernier survivant de la VFC

Du coup, la VFC est-elle vraiment utile ? Pourquoi tant de bruit pour quelque chose qui ne fonctionne pas chez les sportifs ?

C'est vrai, il y a eu beaucoup d'engouement autour de la VFC et tout particulièrement pour les indices fréquentiels. Au final, plusieurs athlètes ont préféré abandonner ces marqueurs qui ne se sont pas avérés très fiables dans le cadre d'un suivi

d'entraînement en endurance. Mais il n'y a pas que le fréquentiel dans la VFC !!! Rappelez-vous qu'il existe également des marqueurs temporels et non-linéaires qui sont trop souvent délaissés.

“ Le rapport LF/HF ne représente pas la fatigue...”

Indice fiable et efficace, le petit chouchou des athlètes d'endurance se nomme le RMSSD. Il est bien moins affecté par les changements de respiration et semble refléter fidèlement les variations de forme et de fatigue. Le calcul de ce marqueur est basé sur l'écart-type des différences entre les intervalles R-R successifs. Plus il y a de variations entre les intervalles R-R successifs, plus le RMSSD sera élevé. Lorsque l'on est au repos, un grand nombre de variations R-R autour de notre FC traduit la bonne santé de notre système nerveux autonome (Forme). A l'inverse, si peu d'informations transitent via notre système nerveux autonome, notre RMSSD sera très faible (fatigue).

Les pièges à éviter

Lors d'un suivi longitudinal, votre RMSSD va varier au fil des jours suivant vos séances d'entraînement, vos compétitions, votre niveau de stress... Bref, il évolue suivant votre état de forme du moment. Mais attention à ne pas retomber dans les travers du fréquentiel, chaque variation de RMSSD ne doit pas être sur-interprétée...

Le premier piège à éviter est de comparer votre valeur brute par rapport à

celle des copains. Avoir un RMSSD plus bas que l'adversaire le jour de la course ne vous empêchera pas de couper la ligne d'arrivée loin devant lui. A titre d'exemple, nous avons plusieurs fois enregistré des valeurs de RMSSD égales à 50 ms chez Franck Bussière (vainqueur de la TDS en 2011) alors que des valeurs de plus de 150 ms peuvent être enregistrées sur des coureurs de niveau départemental. **Le RMSSD est**

avant tout individuel et une unique mesure de cet indice ne vous apportera aucune information fiable. Le seul moyen d'interpréter une mesure de RMSSD sera de la comparer à vos propres valeurs précédemment enregistrées.

Le deuxième piège à éviter est de vouloir interpréter la moindre variation de RMSSD. Mon RMSSD a diminué par rapport à hier : je reste au lit pour ne pas tomber en surentraînement. Mon RMSSD a augmenté depuis hier : c'est signe de forme et j'en profite pour faire une grosse séance d'intermittents. **Il est peu probable qu'une modulation « binaire » de vos entraînements en fonction de vos mesures quotidiennes de VFC vous conduise au sommet de votre art.**

La méthode que l'on vous conseille d'adopter

C'est bien beau tous ces grands discours mais concrètement, si je souhaite utiliser la VFC pour m'aider à préparer mes futurs objectifs, je fais quoi ?

L'utilisation du RMSSD pour

interpréter votre niveau de forme actuel nécessite d'enregistrer beaucoup de mesures afin de comprendre, physiologiquement, comment vous réagissez à diverses charges d'entraînement.

“ Indice fiable et efficace, le petit chouchou des athlètes d'endurance se nomme le RMSSD ...”

Dans un premier temps, enregistrer aussi souvent que possible (3 à 4 fois par semaine) votre VFC. La mesure se fera le matin au réveil durant 5 minutes en position allongée et en respiration libre. Représentez graphiquement (avec un tableur type Excel) toutes vos valeurs de RMSSD en fonction de la date d'enregistrement. A l'intérieur d'une même semaine, vous pourrez constater de grandes variations d'un jour à l'autre. Nous vous conseillons d'observer seulement les « tendances » voir même de faire un second graphique avec seulement 1 point par semaine (ou par cycle d'entraînement). Le point étant calculé avec la moyenne de toutes les valeurs de RMSSD enregistrées dans la semaine (ou le cycle d'entraînement).

L'interprétation des résultats doit toujours être réalisée en gardant à l'esprit le contenu de vos entraînements. Observer une baisse du RMSSD après une grosse semaine d'entraînement n'est pas du tout alarmant et les valeurs devraient ré-augmenter dans les jours qui suivent. Les variations de RMSSD jour après jour ou semaine après semaine sont même un signe de bonne forme et témoignent de votre capacité d'adaptation physiologique

La VFC se mesure généralement le matin au réveil, pendant 5 min en position allongée et respiration libre





Comme de nombreux athlètes d'endurance,
Erik Clavery utilise la VFC
pour suivre son état de forme...

aux différents types d'entraînement que vous réalisez. Au contraire, une longue période de stagnation (même avec des valeurs élevées !!!) ou une perpétuelle diminution de votre RMSSD (durant plusieurs semaines) doit vous alerter. Vos séances d'entraînement sont sans doute trop monotones et les alternances charge/récupération sont probablement inadaptées. Ces signaux d'alerte, envoyés par votre corps, indiquent qu'il n'arrive plus à s'adapter aux charges d'entraînement que vous lui infligez. Il est alors conseillé d'y remédier rapidement avant de tomber dans la lassitude, la fatigue, voir le surentraînement.

Plus globalement, cet outil peut également vous servir à « tester » la réaction de votre organisme face à différentes périodes d'entraînement (aérobie, anaérobie, intermittent, continu, récupération). De la même manière qu'une surcompensation, vous pourrez observer que votre RMSSD mettra plus ou moins longtemps pour revenir à des valeurs hautes (de forme). En fonction des résultats, (vitesse de récupération du RMSSD), **vous serez rapidement capable de moduler, planifier et individualiser vos cycles d'entraînement pour arriver le jour de la course avec un RMSSD en pleine phase d'augmentation...**

Boîte à outils

Si vous souhaitez vous lancer dans l'aventure de la VFC, il vous faut seulement :

- Un cardiofréquencemètre haut de gamme qui enregistre les intervalles R-R (Suunto T6, Polar RS800,...).
- Un ordinateur pour télécharger vos enregistrements de VFC.
- Le logiciel Kubios HRV pour analyser toutes vos données (téléchargement gratuit sur <http://kubios.uku.fi>)