

ORTHOBOOK #1

VARIABILITÉ ET SANTÉ

LA VARIABILITÉ DE LA FRÉQUENCE
CARDIAQUE POUR LES NULS



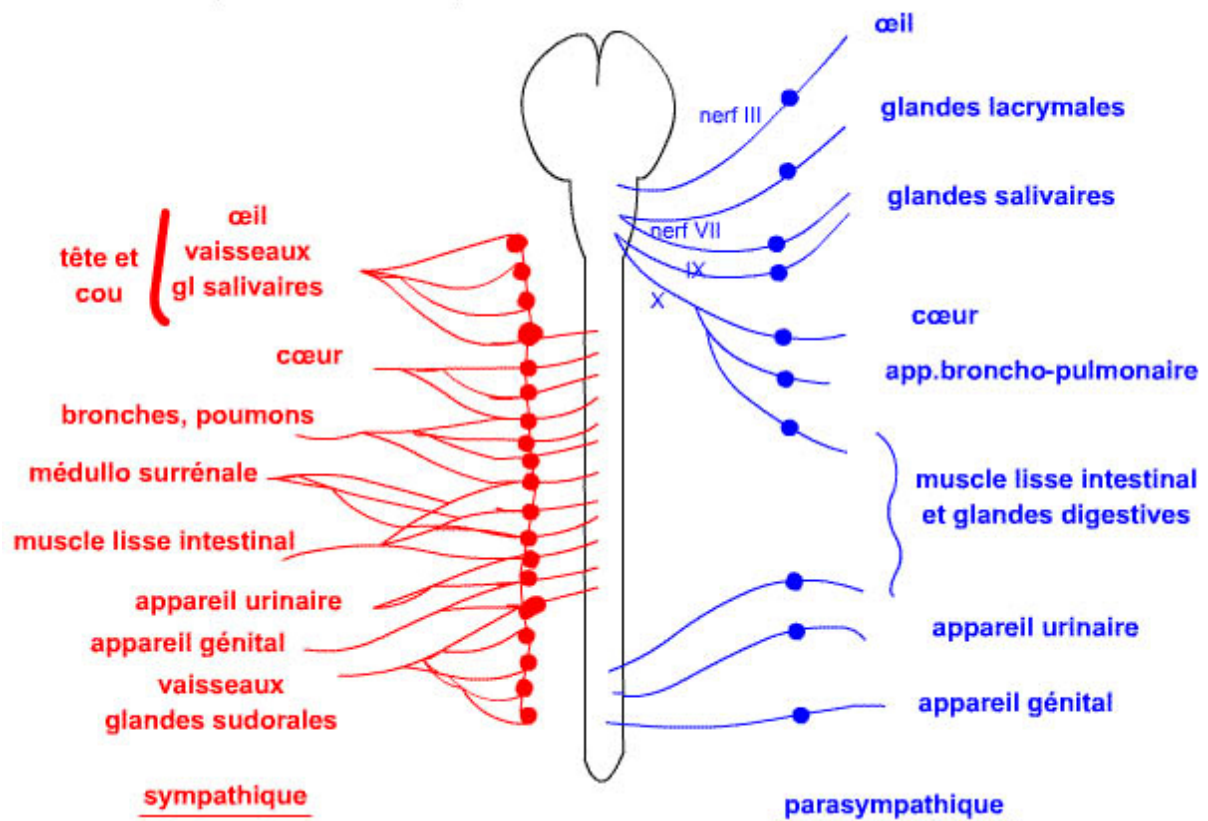
Introduction au système nerveux autonome	1
La loi de la variabilité	2
Variabilité de la fréquence cardiaque	5
Applications de la variabilité de la fréquence cardiaque	7
Méthodes de mesure et de calcul de la variabilité de la fréquence cardiaque	10
Interprétation des données de la variabilité de la fréquence cardiaque	11
Pourquoi la variabilité n'est elle pas très répandue et utilisée ?	14



Introduction au système nerveux autonome :

Le système nerveux autonome est le système qui gère la vie végétative. Il assure le bon fonctionnement des organes internes, leur synchronisation, l'accélération ou le ralentissement du métabolisme général selon les besoins de l'organisme en réponse aux exigences du milieu. Il constitue la partie discrète du système nerveux central. Anatomiquement parlant, le système nerveux autonome possède sa propre structure centrale et périphérique, bien qu'il soit partie intégrante du système nerveux central.

schéma anatomique de l'innervation végétative



Le système nerveux autonome est synchronisé à tous les systèmes qui fonctionnent de façon automatique et plus ou moins en dehors du champ d'action du système nerveux central. Il est formé par l'interaction de deux composantes, d'une part le système nerveux sympathique appelé également orthosympathique, et d'une autre part le système parasympathique. Ces deux composantes possèdent des effets opposés mais

complémentaires. Le système sympathique est responsable des processus d'excitation, d'augmentation du niveau d'énergie, et en général de la hausse de la plupart des constantes biologiques. Le système parasympathique a une action contraire dans la mesure où il favorise la détente et l'activation des processus physiologiques de récupération.

Le système nerveux autonome est la structure qui permet de moduler l'état de santé général, les performances physiques et intellectuelles, ainsi que la mobilisation des systèmes endocrinien, immunitaire et métabolique afin de contrer tout déséquilibre ou pathologie. Il constitue également la matrice physiologique de ce qu'on appelle en psychologie, l'inconscient. C'est le système physiologique caché au sein du système nerveux central qui assure la génération et le développement de plus de 92% de votre comportement. L'exploration du système nerveux autonome permet de mettre le doigt sur les vraies causes des déséquilibres, des maladies, et du manque de productivité. Dans ce qui va suivre nous allons découvrir l'un des moyens qui vous permettront d'explorer efficacement ce système très puissant et d'en comprendre les dessous.

La science de la variabilité :

La variabilité est une loi mathématique universelle très mal connue de nos jours mais qui peut être d'un apport décisif dans les domaines de la santé, du sport, de l'art, ainsi que tous les domaines de la relation d'aide. Donner une définition exacte à la variabilité serait très prétentieux de notre part. Cependant, nous pouvons expliquer l'impact de cette loi sur les situations qui nous intéressent. Commençons par un exemple de la vie courante (nous passerons ensuite aux exemples biologiques qui nous intéressent) :

Imaginons deux avions, l'un dirigé par un pilote humain et l'autre qui fonctionne par un système de guidage automatique. Supposons maintenant que ces deux avions volent en

même temps dans les mêmes conditions d'un point A à un point B. Le trajet entre le point A et le point B va être refait plusieurs fois. Comparant maintenant les trajectoires des centres de gravité de chaque avion durant les trajets qu'ils ont effectué successivement. Il s'agit ici de comparer une valeur physique (la trajectoire linéaire du centre de gravité) au sein d'un même ensemble (l'un des avions). Dans le cas de l'avion piloté par un humain les trajectoires linéaires du centre de gravité de l'avion ne seront jamais superposables (exactement identiques), il y aura toujours une différence de trajectoire. Dans le cas d'un avion conduit par un pilote automatique, la trajectoire sera la même peu importe le nombre de fois qu'on reproduise l'opération (Bien entendu si on suppose que les contraintes extérieures et intérieures sont nulles).

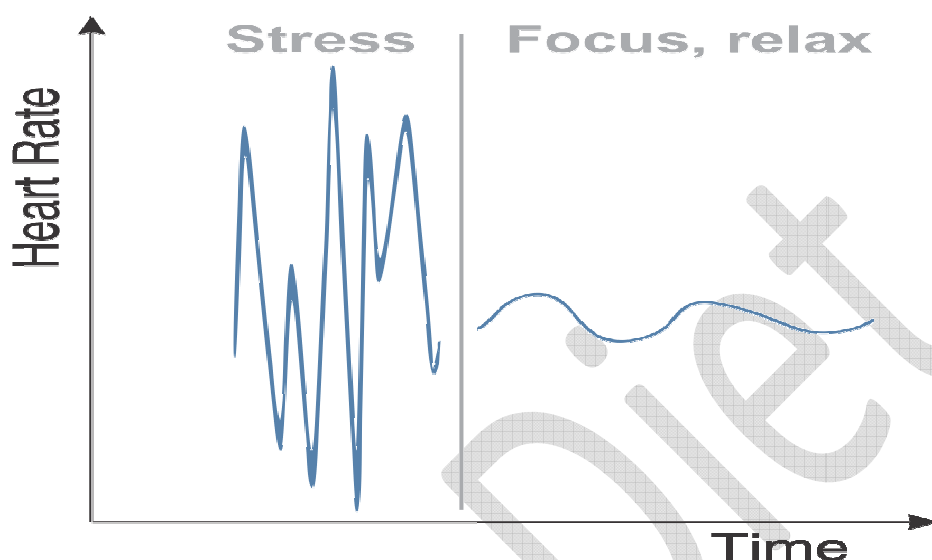
La différence de trajectoire dans le premier avion est due à une variabilité intrinsèque aux vivants, c'est-à-dire, l'avion piloté par un humain présentera toujours une variation dans sa trajectoire, sa vitesse, son accélération, et toutes les caractéristiques cinématiques que pourraient avoir un objet en mouvement. C'est ce qu'on nomme la variabilité intrinsèque au système ou la variabilité intraindividuelle. Dans le second avion la variabilité est nulle car il n'est pas piloté par un être vivant.

La variabilité est une loi qui permet de différencier le vivant du non vivant, mais ce n'est pas cette utilisation qui va nous intéresser dans ce qui va suivre. Nous allons utiliser cette loi dans l'exploration de l'origine de notre physiologie, à savoir, le système nerveux autonome.

Il existe une application très utile à cette loi fondamentale dans les systèmes biologiques. Croyez-moi, vous n'avez aucune idée sur ce que la variabilité pourrait vous apporter à vous et à tous ceux qui vous solliciteront (famille, amis, clients, patients, sportifs...). La variabilité

cardiaque est l'une des applications les plus remarquables de la loi de la variabilité. Il existe plusieurs paramètres cardiaques, parmi ces paramètres la fréquence cardiaque.

Heart Rate Variability

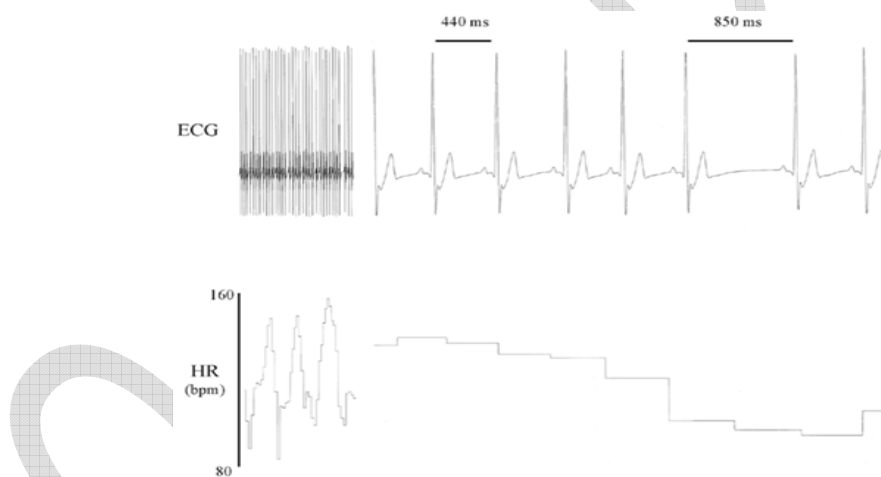


La variabilité de la fréquence cardiaque est un paramètre qui a été exploré par les scientifiques dans différents domaines, en psychiatrie, en entraînement sportif, en néphrologie, en cardiologie, en physiopathologie, en pédiatrie...etc. Nous avons aujourd'hui plus de 500 études scientifiques publiées dans des revues internationales au sujet de la variabilité de la fréquence cardiaque. L'efficacité de ce paramètre dans la détermination de l'état général de santé, comme prédicteur de plusieurs troubles métaboliques, comme indicateurs du surentraînement ou comme moyens de prévention n'est plus à démontrer.

La variabilité de la fréquence cardiaque, par sa mesure simple et abordable pour tous deviendra dans les décennies à venir le marqueur numéro « un » de contrôle de la santé et des performances physiques et intellectuelles. Ce marqueur permet par des calculs mathématiques complexes, automatisés dans des logiciels simples, de comprendre l'état du système nerveux autonome et sa réaction par rapport aux contraintes extérieures

(alimentation, prise de médicaments, traumatisme, pollution...) et intérieures (pathologie, stress psychologique, stress oxydatif...). Ce que je viens de décrire ne constitue qu'une partie des bénéfices qu'on peut tirer de l'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque car elle permet également de prédire la survenue de maladies, ou de troubles graves des mois voire des années à l'avance.

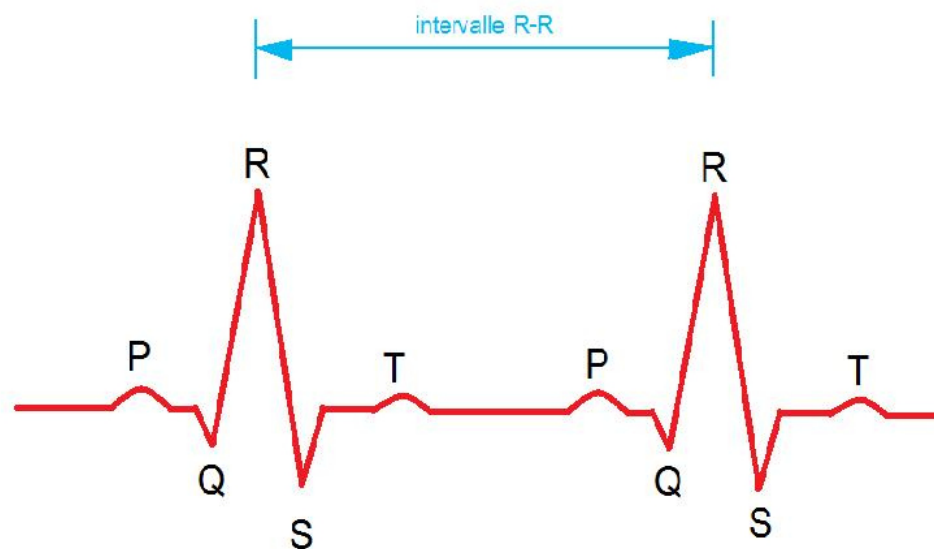
La variabilité de la fréquence cardiaque se mesure grâce au calcul des intervalles de temps entre deux ondes RR au sein d'un complexe QRS dans un tracé d'ECG (intervalle entre deux battements cardiaques). La quantité de variation d'un intervalle RR à un autre, constitue la variabilité de la fréquence cardiaque. Cette variation est due principalement à l'activité du système nerveux autonome.



Variabilité de la fréquence cardiaque :

La variabilité de la fréquence cardiaque est la quantité de variation dans les périodes de temps entre deux battements cardiaques successifs. Dans un graphe d'ECG ses intervalles de temps sont déterminés en mesurant la distance entre les ondes RR du complexe QRS. Elle dépend principalement d'une régulation intrinsèque à la fréquence cardiaque. Ce marqueur permet de déterminer la capacité du cœur à s'adapter au changement de circonstances en

déTECTANT et en répondant rapidement à des stimuli non prédictibles. L'analyse de ce type de variabilité permet de déterminer l'état du système nerveux autonome responsable de la régulation de l'activité cardiaque. La variabilité de la fréquence cardiaque est très utile pour comprendre l'état du système nerveux autonome. Elle se réfère aux variations des intervalles de battements au cours de la fréquence cardiaque instantanée. La variabilité normale de la fréquence cardiaque est due à la régulation nerveuse autonome du cœur et de la circulation sanguine. L'équilibre entre le système nerveux sympathique et parasympathique permet de contrôler la fréquence cardiaque.



L'augmentation de l'activité du système nerveux sympathique ou la diminution de l'activité du système nerveux parasympathique résulte d'une accélération cardiaque. Au contraire, une diminution de l'activité du système nerveux sympathique provoque une décélération cardiaque. Le degré de variabilité de la fréquence cardiaque donne des informations précieuses à propos du fonctionnement du système nerveux autonome et de son action globale sur l'organisme.

Le système nerveux autonome est formé d'une composante sympathique et d'une autre composante parasympathique. La stimulation du sympathique en réponse au stress, à l'exercice, ou à tout autre type d'activité provoque une augmentation de la fréquence cardiaque en augmentant l'activité des cellules du nœud sino-atrial (générateur du rythme cardiaque). L'activité parasympathique qui résulte principalement du fonctionnement des organes internes, d'un traumatisme, des réactions allergiques ou d'une inhalation de certaines substances diminue l'activité des cellules du nœud sino-atrial et par conséquent la fréquence cardiaque. La contribution séparée de l'activité des deux composantes sympathique et parasympathique permet de moduler les intervalles de temps entre deux battements successifs. L'analyse s'effectue par différents moyens (abordable à tous) qu'elles soient des analyses dans le domaine temporel ou spectral. Nous allons dans ce document détaillé les deux types d'analyse les plus simples et les plus utilisées mais avant cela laissez-moi vous donner une idée sur les potentielles applications de ce marqueur exceptionnel.

Applications de la variabilité de la fréquence cardiaque :

Si vous êtes thérapeute, médecin, naturopathe, praticiens de la santé, psychothérapeute, biologiste, clinicien, nutritionniste, coach sportif, sportif, patient souffrant d'une maladie chronique quelconque, ou si vous êtes tout simplement intéressé par votre santé, par l'impact de l'environnement sur votre organisme, alors la variabilité de la fréquence cardiaque est le marqueur qu'il vous faut pour changer radicalement votre approche professionnelle et/ou personnelle d'aborder les questions relative à la santé. Laissez-moi vous donner quelques exemples :

- Dans le domaine de la nutrition, vous pouvez tester l'impact d'un aliment, d'un complément alimentaire, d'une cure ou de tout un mode alimentaire sur l'état de votre système nerveux autonome et par conséquent sur votre état de santé général.
- Dans le domaine médical, on peut prédire l'apparition de dizaines de pathologies (preuves à l'appui, par des études publiées et des métaanalyses) des jours, des mois voire des années à l'avance. Parmi ces maladies : l'hypertension artérielle, l'infarctus du myocarde, les maladies cardio-vasculaires et neuro-dégénératives, les arythmies cardiaques, les insuffisances rénales, les maladies respiratoires, les psychoses, les névroses...etc. On peut également constater l'effet d'un médicament, d'une substance ou d'un polluant directement sur l'activité du système nerveux autonome et par conséquent, sur la santé de l'individu.
- En médecine alternative et complémentaire, vous pouvez tester l'impact ou l'efficacité d'une méthode, d'une technique, ou d'un procédé thérapeutique quelconque sur l'état général de santé.
- En psychiatrie ainsi que toutes les branches qui s'apparentent à la psychologie appliquée et clinique, vous pouvez détecter et prévenir l'apparition de troubles psychologiques avant même qu'ils apparaissent sous forme de signes cliniques ou de syndrome. Vous pouvez également vérifier l'impact des méthodes et techniques que vous appliquez, et quantifier la progression de vos résultats sur une base concrète et régulière qui se réfère à l'activité du système nerveux autonome et à l'état de santé global du patient.
- Si vous êtes sportifs ou coachs sportifs, alors la variabilité de la fréquence cardiaque est très utilisée aujourd'hui par les physiologistes du sport dans le but de quantifier l'effet de votre programme d'entraînement sur le métabolisme général du corps.

Vous pouvez moduler votre entraînement selon les données de la variabilité de la fréquence cardiaque afin de garder vos athlètes en forme et d'éviter le surentraînement.

- Si vous êtes un particulier et que vous êtes passionnés par la physiologie, par la nutrition, et la préservation de votre état de santé, alors cet indicateur vous donne la possibilité de répondre à toutes vos questions de manière concrète et personnalisée vous pouvez tester votre tolérance aux aliments, aux médicaments, aux compléments alimentaires, déduire la durée de sommeil qui vous convienne le mieux, le mode de récupération et de régénération le plus adapté à votre physiologie. Vous pouvez également voir l'impact d'une cure, d'un mode alimentaire, de votre activité journalière, de votre stress, ainsi que tout un tas d'autres paramètres que vous pourrez évaluer et quantifier par rapport à leurs effets sur votre santé et sur votre métabolisme en sollicitant directement les informations fournies par votre système nerveux autonome.
- Si vous souffrez d'une maladie quelconque vous pouvez suivre votre état de santé à travers la variabilité de la fréquence cardiaque, le quantifier jour après jour et identifier les actions qui vous permettent de vous sentir mieux mais cette fois non pas sur une base subjective ou parce que vous avez lu ça quelques parts, mais en testant par vous-même et sur vous-même en utilisant un paramètre objectif et concret qui interroge directement votre système nerveux autonome.
- Il existe d'autres applications telles que l'impact des drogues, du tabac, de l'alcool, et des substances toxiques sur le fonctionnement du système nerveux autonome et sur la santé en général.

- Les dysfonctionnements métaboliques tels que le diabète par exemple sont au cœur de la recherche scientifique aujourd'hui. Des protocoles sont mis en place en explorant à travers la variabilité de la fréquence cardiaque, entre autres, le comportement du système nerveux autonome dans la génération de troubles secondaires au diabète.

Ceux-ci ne représentent que quelques utilisations pratiques de l'application de la loi de la variabilité sur un seul paramètre cardiaque qui est la fréquence cardiaque. Il vous est également possible d'évaluer l'impact de l'environnement dans lequel vous vivez ou dans lequel vous travaillez sur votre santé et prédire le type de maladie qui peut survenir si vous restez dans un tel environnement. Vous pouvez donc choisir l'environnement ou les circonstances les plus adaptées qui permettront à votre organisme de fonctionner de façon adéquate.

Méthodes de mesure et de calcul de la variabilité de la fréquence cardiaque :

Il existe des dizaines de méthodes de calcul de la variabilité de la fréquence cardiaque mais globalement on pourrait les résumer dans deux grandes catégories :

- les méthodes linéaires : qui correspondent à des méthodes d'analyse temporelle, spectrale, ou des analyses combinées fréquence-temps.
- Les méthodes non linéaires : correspondent à des autocorrélations, aux plots de Poincaré, à l'analyse des fractales, à l'entropie approximée et échantillonnée...etc.



Il ne s'agit pas ici de faire un cours de mathématiques appliquées (ce qui ne serait pas à la portée de tout le monde) mais de citer à titre d'information les méthodes les plus utilisés dans l'étude de la variabilité cardiaque. La plupart de ces méthodes de calcul sont intégrés au sein de logiciels assez abordables d'utilisation si on a une formation de base dans l'interprétation de la variabilité cardiaque. Sachez qu'il n'existe que moins de 1 % de scientifiques physiologistes qui savent manipuler ses méthodes de calcul très complexes mais rendues facile par l'apport de l'informatique dans le traitement du signal physiologique. Dans la formation que je dispense sur la mesure et l'interprétation de la variabilité de la fréquence cardiaque j'ai développé une méthode de travail et une pédagogie simple adaptée à tout le monde et d'utilisation abordable à tous (ce qui est une première dans le monde entier).

Interprétation des données de la variabilité de la fréquence cardiaque :

Les deux méthodes de calcul et d'analyses les plus simples et les plus rentables sont les analyses du domaine temporel, ainsi que les analyses du domaine spectral. L'analyse des plots de Poincaré paraît également comme la méthode non linéaire la plus abordable et la plus intéressante.

Le domaine temporel :

On utilise des indicateurs comme le SDNN ou le RMSSD ou encore le coefficient de variation qui constitue une formule basée sur des écarts type rapportés à la moyenne, ce qui donne un chiffre global sous forme d'un pourcentage représentant une estimation grossière et globale de la variabilité. Ces indicateurs peuvent être utilisés dans le but d'estimer la quantité de variabilité d'un paramètre (dans notre cas la fréquence cardiaque). Une interprétation simple de ce paramètre est le fait que la variabilité de la fréquence cardiaque augmente de plus en plus lorsque l'état de santé de la personne évolue de mieux en mieux. Si ce paramètre se dégrade cela signifie que l'état de santé de la personne est entrain de se dégrader de plus en plus. On pourrait à l'aide de plusieurs mesures de la variabilité de la fréquence cardiaque effectuées dans des circonstances bien choisies établir des comparaisons entre les différents indicateurs et conclure qu'une telle pratique, méthode, aliment, médicament, circonstance, a un effet délétère ou bénéfique sur la santé ou alors qu'il/elle n'a aucun effet.

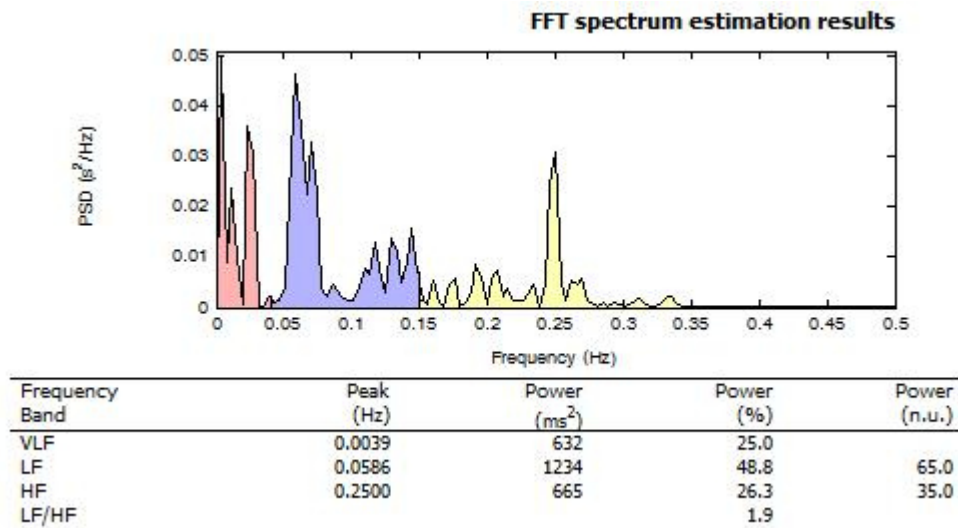
Il est aujourd'hui prouvé par des centaines de publications scientifiques que l'augmentation de la variabilité serait un indicateur fiable de bonne santé. L'analyse dans le domaine temporel avec le SDNN ou le RMSSD ainsi que d'autres indicateurs statistiques moins connus permet de donner un score global de l'état de santé de l'individu, en interrogeant

directement l'entité physiologique la plus apte à répondre à cette question : le système nerveux autonome. Cependant, cette analyse présente un inconvénient majeur, car elle ne permet pas de différencier l'activité du système nerveux sympathique de celle du système nerveux parasympathique, ce qui nous amène à l'analyse dans le domaine spectral.

Le domaine spectral :

Cette analyse se base principalement sur la transformée rapide de Fourier (une méthode de calcul mathématique). L'intérêt de cette méthode est de distinguer les différentes ondes émises dans des intervalles de fréquence. Les recherches effectuées à ce jour permettent de distinguer quatre types de fréquences :

- Les ultrabasses fréquences : dont l'origine est inconnue
- Les très basses fréquences : qui sont mal connues aujourd'hui, mais de plus en plus de recherches montre que le processus de thermorégulation est à l'origine de ces fréquences.
- Les basses fréquences : dont l'origine est l'activité du système nerveux sympathique(avec quand même une infime partie due au baroréflexe)
- Les hautes fréquences : dont l'origine est l'activité du système nerveux parasympathique et qui sont très influencés par la respiration (on comprend donc le lien étroit entre la respiration, le système parasympathique, et la fréquence cardiaque).



Ce qui va nous intéresser dans l'analyse spectrale sont les spectres de basse et de haute fréquence qui correspondent respectivement à l'activité du système nerveux sympathique et parasympathique. Il existe des logiciels relativement simples d'utilisation qui permettent de donner une vue graphique sur ces deux types de spectres.

Pourquoi la science de la variabilité n'est elle pas très répandue et utilisée ?

- 1- Parce qu'on n'est qu'au début ! Sachez que 500 études sur un sujet aussi vaste que la variabilité cardiaque, ce n'est rien ! Il existe encore beaucoup d'autres champs à explorer.
- 2- Le savoir de la variabilité est détenu aujourd'hui par une minorité de scientifiques. Même parmi les scientifiques la majorité ne sont pas informés à ce sujet. Je me souviens de dizaines d'entre eux me poser des questions sur ce qu'est la variabilité et qui finissaient par ouvrir grand leurs yeux lorsqu'ils comprenaient les enjeux derrière.

3- L'étude de la variabilité est une tâche très complexe même pour les scientifiques qui doivent se mettre en équipes pluridisciplinaires pour pouvoir travailler sur une étude de la variabilité. Personne n'a jugé utile de vulgariser ce moyen et de rendre son utilisation abordable à tous. Dans la formation que je dispense vous trouverez une pédagogie simple et facile, en vous présentant les moyens les plus simples qui vous permettront de mesurer et d'interpréter la variabilité de la fréquence cardiaque sans avoir à effectuer des calculs hypercomplexes et très difficiles à réaliser même pour les plus initiés (à vrai dire vous n'aurez aucun calcul à faire). C'est un protocole simple, structuré en plusieurs étapes, point par point que n'importe qui (même sans pré-requis) pourrait réaliser. Vous trouverez tout ce qu'il vous faut afin d'utiliser la variabilité de la fréquence cardiaque et de pouvoir l'exploiter de façon optimale.



ORTHOBOOK #1

VARIABILITÉ ET SANTÉ

LA VARIABILITÉ DE LA FRÉQUENCE
CARDIAQUE POUR LES NULS

