Quelle fréquence cardiaque d'entraînement ?

RÉSUMÉ : Le développement des cardiofréquence-mètres a permis d'affiner les techniques d'entraînement des sportifs, notamment d'endurance. Un programme d'entraînement ne peut cependant être ciblé selon une fréquence cardiaque cible unique mais selon des zones de fréquence cardiaque variables, alternées, pour progresser notamment dans ces sports.
Chez les insuffisants cardiaques et coronariens, les techniques de réentraînement de phases II et III sont variées, mais le plus souvent également basées sur la détermination du seuil ventilatoire lors d'un test cardiopulmonaire.
Les fréquences cardiaques et puissances cibles qui lui correspondent doivent cependant être modulées selon le risque rythmique individuel et l'évolution de la pathologie.

→ **H. DOUARD**
Hôpital Cardiologique
du Haut-Lévêque, PESSAC.

Le rapport de l'INSERM [1] et les propositions du PNAPS [2] ont attiré l'attention des tutelles sur les bénéfices de la pratique régulière d'une activité physique et sportive. La masse scientifique revue par les auteurs montre que ces bénéfices ne se limitent pas à la prévention primaire ou secondaire cardiovasculaire, mais s'exercent aussi dans de multiples domaines physiques et psychologiques.

Si beaucoup reste à faire pour le développement de l'activité physique et sportive dans les populations les plus jeunes ainsi que chez les seniors, une frange non négligeable de nos concitoyens s'adonne régulièrement à une pratique sportive de manière parfois quasi obsessionnelle, ce qu'a facilité la commercialisation de cardiofréquence-mètres relativement bon marché visant à guider et surveiller l'intensité chronotrope des exercices réalisés. De même, dans les salles de sport, de nombreux équipements permettent la prise simultanée de la fréquence cardiaque afin de guider les intensités réalisées. Enfin, il n'est pas rare de voir consulter un sportif pour un emballement du cardiofréquence-mètre, parfois asymptomatique, qui permet de dépister une arythmie le plus souvent supraventriculaire.

Guider donc les entraînements selon les fréquences cardiaques obtenues par cardiofréquence-mètre ou plus grossièrement par prise manuelle est une demande fréquente de consultation non seulement chez les médecins du sport mais aussi en cabinet cardiologique.

Chez le sujet sain

Les conseils en matière de fréquence cardiaque d'entraînement varient grandement selon les capacités athlétiques, l'âge et surtout le passé sportif. Lors d'une reprise d'activité, surtout après une interruption prolongée où des facteurs de risque ont pu s'accumuler, les règles de progressivité, du respect des bonnes pratiques (échauffement, adaptation aux conditions cli-

matiques, récupération…) sont plus pertinentes qu'un programme d'entraînement déjà très précis. **Courir, nager, pédaler selon ses sensations respiratoires et au début ses limites musculaires sont, dans un premier temps, suffisants pour éviter… un découragement et l'arrêt prématuré de bonnes intentions.** Ce n'est qu'après quelques semaines, quand une certaine condition physique stable est atteinte, que les choses peuvent être précisées en matière de fréquence cardiaque… surtout si le sportif en fait réellement la demande dans une volonté de progression (et en général de compétition).

Même dans l'optique d'une simple progression des performances, voire de réaliser un semi- ou un marathon pour les plus ambitieux, **un programme d'entraînement ne peut être ciblé selon une fréquence cardiaque cible unique mais selon des zones de fréquence cardiaque variables, alternées,** pour progresser notamment dans les sports d'endurance. L'entraînement associe en effet des séances prolongées à des fréquences relativement basses et des séances plus courtes, répétées, qui alternent avec des périodes de récupération active.

De nombreuses revues spécialisées proposent des programmes d'entraînement pour les sports d'endurance, aidés généralement par l'utilisation de cardiofréquence-mètres pour travailler dans des cibles chronotropes résultant des données d'un test de laboratoire couplé en général à l'analyse des gaz expirés. Ce test permet, en effet, la détermination individuelle de seuils ventilatoires (autrefois appelés improprement seuils aéro- et anaérobies) et des fréquences cardiaques, voire des vitesses de course qui leur correspondent (si le test est réalisé sur tapis roulant à pente faible ou nulle). Ces tests s'affranchissent en effet des déterminations plus grossières de pourcentage de fréquences cardiaques cibles d'entraînement, établies d'après une FC maximale estimée selon l'âge (de détermination trop grossière) ou même mesurée sur le terrain.

Très schématiquement, outre des séances de fond à des fréquences cardiaques voisines du premier seuil ventilatoire, un gain de VO^2 max et surtout de capacité d'endurance (effort soutenu le plus longtemps possible à une cadence élevée) ne peuvent être obtenus que par des séances courtes et répétées voisines du deuxième seuil ventilatoire (techniques d'entraînement fractionné, Fartlek…).

Avec l'entraînement, on assiste à un transfert vers la droite des seuils ventilatoires par rapport au VO^2 max mesuré (seuil passant de 50 à 60 % du VO^2 max chez le sujet sédentaire sain à 70-80 % chez le sujet en bonne condition physique). Il faut préciser que le pourcentage de VO^2 max des seuils n'est pas équivalent au pourcentage de la fréquence cardiaque maximale mesurée (ainsi 70 % du VO^2 max correspondent en général à 80 % de la FC max). Les fréquences cardiaques d'entraînement doivent respecter une période initiale d'échauffement, puis de travail à intensité et temps de maintien variables et toujours de récupération active (élimination lactique). Trois ou cinq séances hebdomadaires sont nécessaires pour progresser, dont une à deux séances d'entraînement fractionné.

Chez les patients

Qu'ils soient coronariens ou insuffisants cardiaques, les bêtabloquants sont "quasi obligatoires" (sauf contre-indication ou intolérance) et par définition "bloquent" la fréquence cardiaque tant au repos qu'à l'effort. Pour diminuer la consommation d'oxygène du myocarde par le biais d'une baisse chronotrope et tensionnelle, mais aussi pour minimiser les contraintes pariétales coronariennes, les bêtabloquants diminuent le risque de rupture de plaque. Les posologies doivent être optimales pour bénéficier également d'un effet anti-arythmique, mais avec pour limite une fatigabilité même au repos induite par une bradycardie trop marquée. La tolérance selon les sujets est extrêmement variable et la sensibilité à une posologie identique encore plus hétérogène. Parallèlement, l'insuffisance chronotrope certes souhaitée, mais parfois excessive, est généralement parallèle pour un même sujet à la bradycardie de repos induite. **Ainsi, une fréquence cardiaque de repos dans l'idéal entre 50 et 60 battements par minute chez un coronarien ne permet que rarement de dépasser 70 % de la FC max théorique** [3].

En matière de réadaptation, cette insuffisance chronotrope induite peut être marquée et limiter le bénéfice du réentraînement. Chez un patient traité par angioplastie primaire ou chirurgie (qui constitue l'immense majorité des indications en phase II), la performance réalisée lors d'un test d'effort triangulaire est généralement moins bonne avec que sans bêtabloquant. Ce n'est qu'en cas d'angor résiduel limitant ou d'ischémie silencieuse pouvant justifier par le responsable du test l'arrêt prématuré que les bêtabloquants peuvent améliorer la performance réalisée en reculant le seuil ischémique électrique et clinique. Dans l'optique du développement d'une collatéralité coronaire grâce au réentraînement de phase II puis III, une ischémie "contrôlée" peut même être souhaitable pour initier les phénomènes d'angiogenèse et d'artériogenèse !

En l'absence de symptôme limitant ou de cause d'arrêt imposé (arythmie, ischémie brutale, médiocre montée tensionnelle…), on observe également chez les coronariens un premier seuil

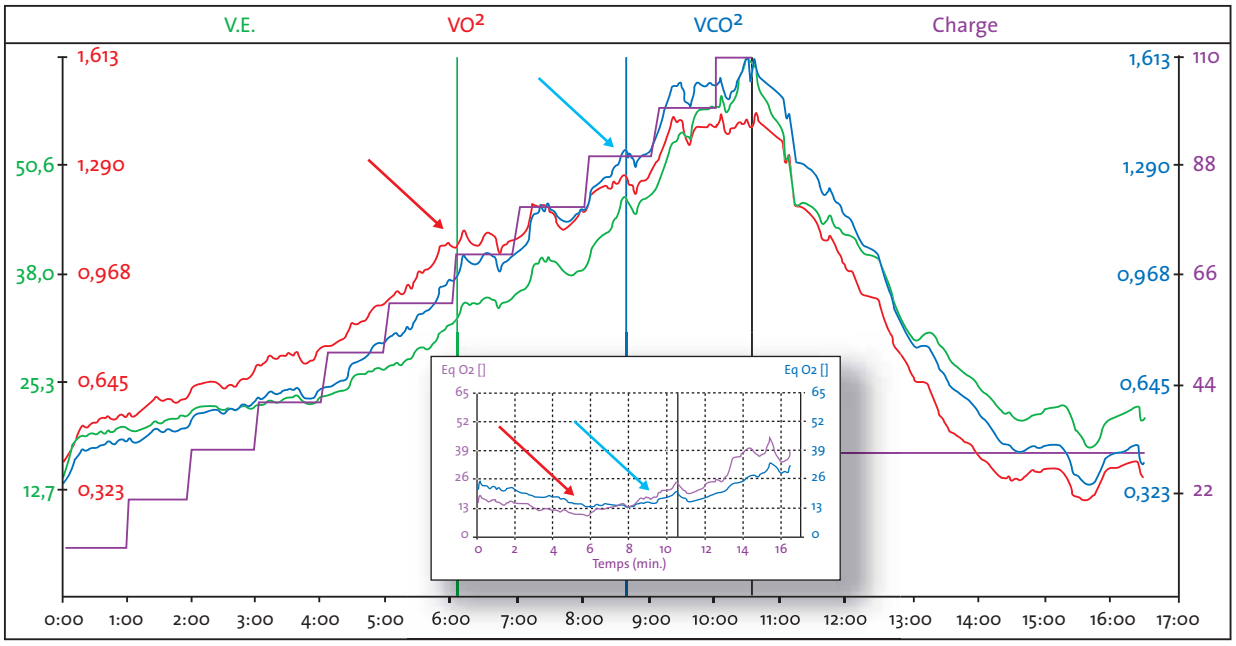

Fig. 1 : Test cardiopulmonaire chez un coronarien avant réadaptation de phase II. Si un plateau de VO2 est bien marqué, témoignant du caractère maximal du test, les tracés montrent la relative imprécision de la détermination des seuils ventilatoires (et donc de la FC d'entraînement), malgré les critères classiques décrits par Wassermann ; l'équivalent ventilatoire pour l'O^2 (VE/VO^2) dont le nadir correspond au SV1 (encadré) est généralement le plus usité.

ventilatoire qui va guider les séances de réadaptation (***fig. 1***). Généralement, la fréquence cardiaque cible d'entraînement est voisine de celle observée au seuil, sans que l'on propose, comme chez les sujets sains, des séances à des fréquences cardiaques plus poussées, le risque rythmique, surtout en phase II à proximité d'un événement coronarien aigu, étant nettement majoré.

Les modalités du réentraînement émises par les Sociétés savantes ne sont cependant pas toujours précises… car les techniques utilisées sont très hétérogènes, alors qu'une simple sensation (score de Borg) à des puissances et fréquences cardiaques d'entraînement est jugée suffisante pour certains. Il n'est en effet pas prouvé qu'une précision technique soit aussi déterminante que pour les sportifs d'endurance de très haut niveau ; l'important est qu'une activité physique et sportive régulière soit initiée et poursuivie. Il faut cependant qu'elle apparaisse suffisamment soutenue pour faciliter l'adhésion, mais pas trop élevée pour diminuer les risques, notamment rythmiques.

En pratique

>>> Dans l'enquête du GERS concernant 40 centres de réadaptation français en 2005, près de 90 % utilisaient un test cardiopulmonaire pour la prescription du **réentraînement des insuffisants cardiaques.** La moitié d'entre eux planifient à l'entraînement une fréquence cardiaque cible correspondant au premier seuil ventilatoire ; 20 % prescrivent une puissance qui correspond à ce seuil, mais 30 % se contentent du score de Borg (grades 12 à 14) ou de l'antique formule de Karvonen (60 à 80 % de la réserve chronotrope définie par la différence entre la FC maximale et la FC de repos). Cette hétérogénéité est retrouvée dans les publications des patients réentraînés, mais pourtant toutes affichent des résultats fonctionnels favorables (voisins de 10 à 15 % d'augmentation du VO^2 max).

A l'initiative de K. Meyer, des techniques de réentraînement rappelant *l'interval training, le fractionné* des sportifs de haut niveau ont été proposées dans des recommandations européennes [3]. Wishoff [4] a rapporté un gain spectaculaire de 46 % (*vs* 14 % dans le groupe réentraîné classiquement) du pic de VO^2 grâce à cette technique d'entraînement qui alterne les fréquences cardiaques à 80-95 % de la FC max et des périodes de récupération active à 50-70 % de celle-ci. Ces techniques sont *a priori* plus à risque

chez ces patients insuffisants cardiaques fragiles et sont à confirmer à plus large échelle.

Dans l'étude HF-Action, les prescriptions initiales en centre spécialisé étaient de 60 % puis de 70 % de la réserve chronotrope. Si le critère primaire principal de cette étude n'était pas atteint, l'étude montrait cependant que seuls les patients adhérents au mieux au programme d'entraînement fixé avaient un bénéfice en termes de mortalité au long cours.

En réadaptation, les recommandations [5-7] insistent depuis quelques années sur l'association d'un entraînement aérobie classique à un renforcement musculaire segmentaire. Ce dernier fait rarement appel à une surveillance de la fréquence cardiaque et est basé sur la force musculaire maximale du geste (répétition de 10 à 20 mouvements réalisés à 50 % de celle-ci). Concernant la progressivité des entraînements aérobies chez les insuffisants cardiaques, on privilégie initialement une intensité faible (50 % de la VO^2) en augmentant progressivement le nombre de séances de 3 à 5 par semaine puis leur durée (de 15 à 45 minutes hors échauffement et récupération). Dans un second temps, l'intensité peut être de nouveau accrue.

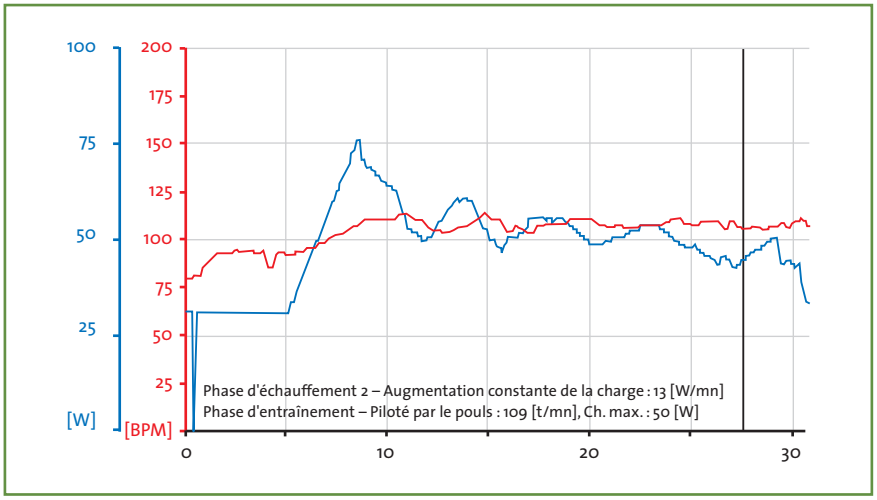

Fig. 2 : Séance d'entraînement en phase II. Programmation d'une FC d'entraînement fixe (en rouge) après 10 minutes d'augmentation progressive de la charge ; en fin de séance, la charge soutenue (en bleu) diminue pour maintenir la FC constante.

POINTS **FORTS**

En pathologie comme chez le sujet sain, la détermination de la fréquence cardiaque du premier seuil ventilatoire est essentielle pour un entraînement adapté.

Les cardiofréquence-mètres sont fiables et permettent de guider les entraînements.

La mise sous bêtabloquants de la plupart des cardiaques sous-estime la FC cible établie selon la formule classique de Karvonen.

Les insuffisants cardiaques, même les plus graves et appareillés (resynchronisation, défibrillateur), peuvent bénéficier d'une réadaptation.

Actuellement, seuls 25 % des patients sont réadaptés après un SCA.

>>> **Chez les coronariens,** la majorité (75 %) des centres de réadaptation utilise encore la formule de Karnoven. Rappelons que celle-ci a été établie il y a plus d'un demi-siècle chez 6 étudiants sains !…. et non chez des sujets coronariens, souvent déconditionnés, plus ou moins âgés, et traités par un traitement bradycardisant (bêtabloquant le plus souvent mais aussi parfois calcium bloqueur bradycardisant ou ivabradine). Tabet [8] a récemment montré que cette formule (60 % de la réserve chronotrope) sous-estimait de plus de 10 battements la fréquence cardiaque théorique idéale d'entraînement observée au seuil ventilatoire.

Les dernières recommandations officielles du groupe de travail de la Société Française de Cardiologie [3] prônent un entraînement à 60 % de la VO^2 max, soit 70 à 75 % de la réserve chronotrope.

Le gold standard est donc actuellement représenté par le test d'effort cardiopulmonaire pour établir ces programmes d'entraînement. Celui-ci n'est cependant pas exempt de critiques : un effort triangulaire (pas toujours très progressif) sous-estime souvent la valeur réelle de la fréquence cardiaque au seuil ventilatoire par rapport à un effort maintenu en plateau ; la notion de puissance au seuil ventilatoire est semble-t-il plus pertinente. En pratique, la plupart des centres d'entraînement disposent d'un monitorage central permettant à chaque appareil ergométrique (en général une dizaine de coronariens sont réentraînés par séance) l'adaptation permanente de la puissance développée en fonction d'une fréquence cardiaque individuelle programmée. Si la fréquence cardiaque maintenue en plateau est trop basse, la puissance est fixe ou augmente dans les premières

séances ; si elle est bien établie, elle tend à diminuer après 10-15 minutes d'entraînement dans les premières séances pour se maintenir ou augmenter avec les progrès réalisés (***fig. 2***).

Dans un travail plus récent [8], le "vieux score de Borg" (en travaillant la "sensation") a été "réhabilité" car il permet une amélioration semble-t-il plus significative des pics de VO^2 mesurés après entraînement sur les coronariens par rapport à une approche beaucoup plus scientifique basée sur cette fréquence cardiaque établie au seuil ventilatoire !

Quoi qu'il en soit, selon la formule de Pierre de Coubertin, l'essentiel est de participer à ces séances de réentraînement… et actuellement en France, seuls 20 à 25 % des coronariens ayant présenté un syndrome coronarien aigu le font !

Bibliographie

1. Rapport INSERM Activité physique 2008.
2. PNAPS Site Ministère Jeunesse et Sport.
3. Recommandations françaises de réadaptation cardiovasculaire. *Arch Mal Cœur*, 2002 ; 95 : 963-97.
4. Wilsloff U *et al.* Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients. *Circulation*, 2007 ; 115 : 3086-94.
5. Working group on cardiac rehabilitation and exercise physiology. Recommendations for exercise in chronic heart failure. *Eur Heart J*, 2001 ; 22 : 125-35.
6. Gibbons RJ *et al.* ACC/AHA Guideline uptake for exercise testing. *J Am Coll Cardiol*, 2002 ; 40 : 1531-40.
7. Pina II *et al.* Exercise and heart failure. *Circulation*, 2003 ; 107 : 1210-25.
8. Tabet JY *et al.* Determination of exercise training level in coronary artery disease patients on beta blockers. *Eur J Cardiovasc Prev Rehab*, 2008 ; 15 : 67-72.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflit d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.