



PACEMAKER ET ACTIVITÉ SPORTIVE

Avec la revue

CARDIO & SPORT

LA REVUE PRATIQUE DE LA CARDIOLOGIE DE L'EFFORT

N°38 - Janvier 2014

ZOOM SUR

Pacemaker et activité sportive

Choix du type d'asservissement
et optimisation des réglages

TECHNOLOGIE

Capteurs d'activité et performance

Quelle place dans le suivi
des footballeurs et des rugbymen ?

CHIRURGIE

Chirurgie de l'aorte

Quel degré d'activité physique
envisager suite à l'opération ?

CAS CLINIQUE

Syndrome de Wolff-Parkinson-White

Quelle prise en charge ?

LE POINT SUR

Boissons énergisantes

Un risque réel ?



Les courses de malaise
sont nombreuses
chez le sportif.
Le diagnostic
est essentiel
car il détermine
la conduite à tenir.

DOSSIER

Quelle conduite tenir devant les syncopes et malaises chez le sportif ?

- ✦ La syncope : un accident fréquent dont le diagnostic est parfois difficile
- ✦ Classification physiopathologique des syncopes
- ✦ Quel bilan initial devant une syncope ?
- ✦ Zoom sur les syncopes réflexes
- ✦ Syncope du sportif : per ou post-effort ?
- ✦ Autres malaises à l'effort chez le sportif
- ✦ Prise en charge d'un sportif ayant présenté une syncope

Pacemaker et activité sportive

Choix du type d'asservissement et optimisation des réglages

Le nombre de stimulateurs cardiaques implantés en France a augmenté de façon régulière au cours des 20 dernières années. Les constructeurs ont parallèlement développé des capteurs d'asservissement de plus en plus sophistiqués et "intelligents" pour reproduire au mieux une réponse chronotrope physiologique. L'allongement de la durée de vie des patients ainsi que l'augmentation de la pratique sportive chez les sujets "âgés" sont à l'origine d'un nombre grandissant de patients porteurs de pacemaker qui ont une activité physique régulière. L'existence d'une incompétence chronotrope éventuelle ou la nécessité d'un traitement ralentisseur pourront nécessiter une stimulation cardiaque asservie. Un nombre important de patients appareillés pour des troubles conductifs sans incompétence chronotrope vont développer une fibrillation auriculaire et nécessiter alors un asservissement à l'effort. Enfin, certains sujets jeunes sont porteurs de stimulateur cardiaque en raison de cardiopathies congénitales associées à des troubles conductifs précoces (innés ou secondaires à une chirurgie cardiaque), de dysfonction sinusale symptomatique, d'incompétence chronotrope invalidante. Se pose donc la question chez ces patients ayant une activité physique soutenue et régulière, du choix du capteur d'asservissement le mieux adapté et de l'optimisation des réglages de celui-ci.

Dr Laurent Gencel*

LA FONCTION CHRONOTROPE

L'incompétence chronotrope est définie comme l'incapacité du cœur à augmenter sa fréquence cardiaque (FC) de façon adaptée en réponse à un besoin physique ou métabolique (Fig. 1). Elle a généralement pour conséquence une dyspnée ou une asthénie d'effort et affecte la qualité de vie. La formule classique pour prédire

la fréquence maximale théorique (FMT = 220 - âge) a été établie chez des hommes d'âge moyen dont certains étaient coronariens sous bêtabloquants (1). Il existe donc une variabilité inter-individus importante avec une déviation standard allant de ± 11 bpm à ± 40 bpm chez les coronariens (2). La formule alternative proposée par Tanaka (3) ($208 - 0,7 \times \text{âge}$) semble plus précise pour prédire la FMT, excepté chez les personnes les plus âgées.

Wilkoff (4), utilisant l'analyse des échanges gazeux, a établi un index chronotrope prenant en compte la fréquence cardiaque de réserve et la réserve métabolique :

$$\text{FCpalier estimée} = [(220 - \text{âge} - \text{FC repos}) \times [(\text{METpalier} - 1) / (\text{METmax} - 1)] + \text{FC repos}.$$

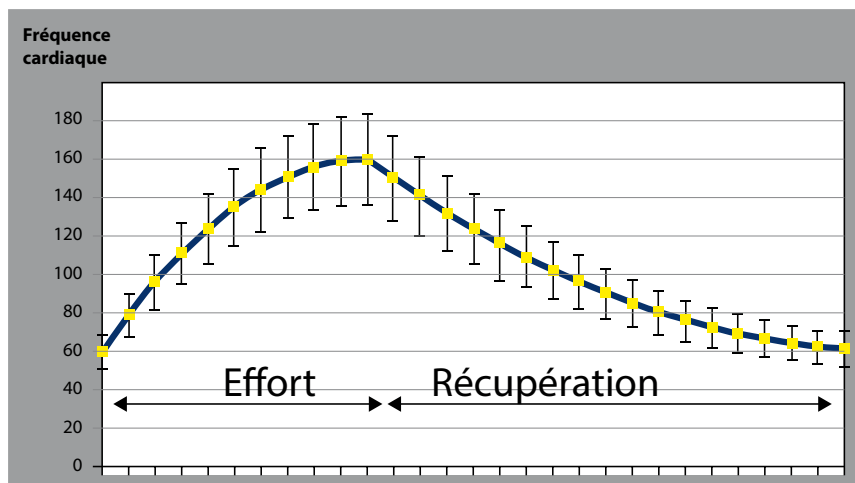
Si elle s'avère moins simple d'utilisation que les précédentes, cette formule a l'avantage de permettre d'évaluer si la réponse chronotrope est adaptée pour des niveaux d'effort intermédiaires, quel que soit le type d'effort.

La plupart des études parlent d'incompétence chronotrope lorsque le patient n'atteint pas 80 % de sa réserve de FC ($220 - \text{âge} - \text{FC repos}$) lors d'un effort maximal. Cette approximation a le mérite de la simplicité et de sa rapidité d'utilisation en pratique quotidienne.

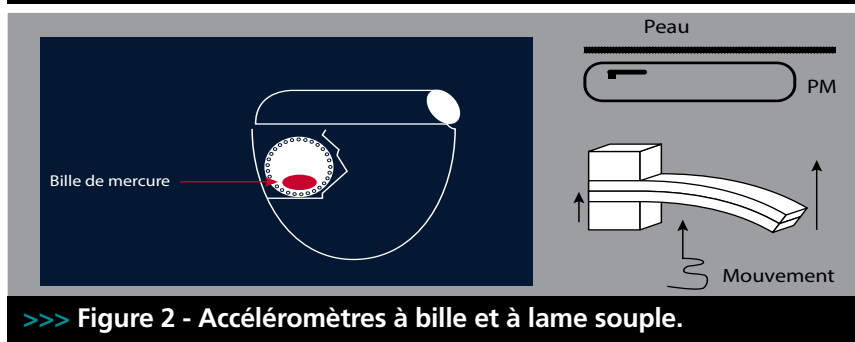
Sur la base de la formule de Wilkoff, il a été estimé sur une population de 292 patients porteurs d'un stimulateur cardiaque que la prévalence de l'incompétence chronotrope était de 51 % (5). Les facteurs prédictifs d'incompétence chronotrope étaient les suivants : VO_2max et durée d'exercice réduites, existence d'une coronaropathie ou d'une valvulopathie, antécédent de chirurgie cardiaque et traitements par amiodarone, digitaux ou bêtabloqueurs.

Le bénéfice de l'exercice physique chez les patients porteurs d'une cardiopathie n'étant plus à démontrer, il apparaît que l'optimisation de l'asservissement des pacemakers s'adresse non seulement aux

*Centre de consultation, clinique du sport, Mérignac



>>> Figure 1 - Exemple de réponse chronotrope normale.



>>> Figure 2 - Accéléromètres à bille et à lame souple.

patients sportifs indemnes de cardiopathie mais également à près de la moitié des patients souffrant d'une pathologie cardiaque.

Cette optimisation passera par deux étapes importantes qui sont le choix d'un capteur d'asservissement adapté au patient et un réglage approprié de cet asservissement.

LES DIFFÉRENTS CAPTEURS D'ASSERVISSEMENT

Le pacemaker va utiliser un indicateur d'effort (mouvement, ventilation, température...). Un capteur va enregistrer ce signal, le filtrer et, au moyen d'un algorithme, déterminer une fréquence de stimulation cardiaque. Les constructeurs ont développé des algorithmes permettant d'évaluer le degré d'activité de chaque patient et d'adapter la pente d'asservissement en fonction de celui-ci (6).

Les capteurs peuvent être sensibles à des signaux physiques (vibrations, accélérations pour les quartz et accéléromètres) ou physiologiques (température centrale, ventilation minute, QT, dp/dt, PEA...).

L'algorithme va ensuite intégrer ces informations et essayer de reproduire une réponse aussi proche que possible d'une fonction chronotrope normale.

LE QUARTZ PIÉZO-ÉLECTRIQUE

Un quartz soumis à une déformation (vibration, effort musculaire) produit un signal électrique qui va être utilisé par le stimulateur pour déterminer la fréquence de stimulation. Ce capteur a le mérite de la simplicité, de sa fiabilité et de son ancienneté. Il ne nécessite pas de sonde spécifique et sa réponse est rapide. Il a l'inconvénient de ne pas être "physiologique" et peut donc s'accélérer de façon inappropriée (vibrations extérieures, descente d'escaliers...).

L'ACCÉLÉROMÈTRE : À BILLE OU À LAME SOUPLE (Fig. 2)

L'accéléromètre à bille (7) a l'avantage par rapport au quartz de détecter directement les mouvements du patient grâce à une bille qui va activer des contacts dans un espace tridimensionnel. Il reste un capteur très sensible avec un ajustement permanent de la fréquence cardiaque automatique ou programmable manuellement. Il a été remplacé par des systèmes à lame souple plus simples et fiables.

LA VENTILATION MINUTE (VM)

Elle est basée sur la mesure des variations d'impédance thoracique. Un courant infraliminaire est envoyé sur une électrode de stimulation. L'impédance recueillie sur une autre électrode va varier en fonction des mouvements ventilatoires. La VM est bien corrélée au degré d'effort. Elle a l'avantage d'être un capteur physiologique, proportionnel. Il s'agit d'un capteur qui nécessite une sonde bipolaire (éventuellement deux sondes unipolaires pour certains modèles de pacemakers) et est un peu moins sensible en début d'effort ou lors d'efforts brefs.

CLS (CLOSED LOOP SYSTEM BIOTRONIK)

Il mesure l'impédance intracardiaque qui varie avec la contractilité et donc le système nerveux autonome. Il s'agit d'un paramètre physiologique qui peut être obtenu avec une sonde unipolaire.

AUTRES CAPTEURS

Plusieurs autres systèmes d'asservissement ont été, sont encore ou seront utilisés tels que ceux utilisant la température centrale, l'intervalle QT ou encore le PEA qui mesure, grâce à un capteur spécifique en bout de sonde, l'accélération endocardiaque.

LES DOUBLES CAPTEURS (8, 9)

Ils ont l'avantage d'utiliser les points forts de chaque capteur tels que la rapidité du temps de réponse pour les capteurs d'activité, ou le caractère physiologique de cette réponse pour la VM. La pondération du signal enregistré par un capteur par celui de l'autre capteur (*cross checking*) permet également d'éviter les accélérations inappropriées (10). Les combinaisons utilisées associent généralement un capteur d'activité à un capteur physiologique (QT, VM, CLS).

CHOIX DU CAPTEUR D'ASSERVISSEMENT

Il sera fonction du type de la sonde déjà implantée lors d'un changement de stimulateur (sonde unipolaire ne permettant pas de mesurer la VM), de la nature de l'effort pratiqué par le patient (endurance, efforts brefs), de la simplicité d'utilisation et de l'expérience propre du médecin avec les différents capteurs.

L'utilisation de la ventilation minute semble logiquement la plus adaptée pour tous les efforts d'endurance. Les capteurs d'activité seront plus adaptés pour les efforts de type fractionné. L'utilisation d'un double capteur permettra de répondre aux deux exigences avec pour corollaire une plus grande complexité de réglage.

OPTIMISATION DES RÉGLAGES

Elle passe par un interrogatoire minutieux du patient, une analyse ciblée des mémoires et une adaptation des paramètres d'asservissement spécifique à chaque pacemaker. L'utilisation d'épreuves ergométriques ou de tests de vie courante permettront d'affiner ces réglages.

L'INTERROGATOIRE DU PATIENT

Il devra rechercher :

- **une hyperkinésie** généralement mal tolérée par le patient qui se plaint de dyspnée, de palpitations ou d'accélé-rations intempestives de sa fréquence cardiaque pour des efforts minimes ;
- **une arythmie** éventuelle qui pourra avoir une traduction similaire et sera confirmée par l'interrogation des fonctions Holter du pacemaker ;
- **une hypokinésie** plus dure à dépister et qui peut se manifester par une asthénie, une dyspnée d'effort ou une baisse des performances physiques ;
- **un changement brutal dans le niveau d'activité**, après une chirurgie par exemple, qui va modifier la pente d'asservissement automatique de certains stimulateurs. Un syndrome d'apnée du sommeil peut également perturber la calibration automatique de certains capteurs de VM ;
- **l'apparition ou l'aggravation d'une cardiopathie** (ischémique...), parfois difficile à dépister dans ce contexte d'électrostimulation. Elle est à rechercher en cas de dyspnée ou de symptomatologie atypique alors que les réglages semblent appropriés.

INTERROGATION ET PROGRAMMATION DES PACEMAKERS

La réponse chronotrope du nœud sinusal est souvent la plus physiologique. L'analyse des histogrammes de fréquence du patient (pourcentages de stimulation, aspect de la courbe) permet de déterminer la nécessité ou non d'un asservissement ou la qualité de celui-ci.

La courbe de fréquence des 24 h, lorsqu'elle est disponible, permet de corréler la réponse du pacemaker en fonction du type d'effort du patient.

Les paramètres programmables sont :

- **les fréquences** : fréquence de base, fréquence de repos ou nocturne, fréquence d'activités quotidiennes, fréquence maximale

asservie et non asservie ;

- **le délai atrioventriculaire fixe ou adaptable**, périodes réfractaires qui conditionnent le point de 2/1 et donc la réponse chronotrope ;
- **l'hystérésis du délai atrioventriculaire** pour limiter la stimulation ventriculaire ;
- **le seuil d'activité** : adapté à chaque patient, il conditionne la réponse du capteur ;
- **la pente de réponse** : automatique ou manuelle ;
- **la récupération**.

De manière générale, la fréquence de base doit être aussi basse que possible chez un patient sportif, ce qui permet de privilégier l'activité sinusale spontanée et d'améliorer la longévité du stimulateur. L'utilisation d'une fréquence de repos (gérée par le capteur) permet d'avoir une fréquence de base légèrement supérieure en période d'éveil. La fréquence d'activités quotidiennes optimale se situe généralement entre 90 et 100 bpm. La fréquence maximale doit être aussi élevée que possible en l'absence de cardiopathie sous-jacente (environ 200 - âge).

Une fois ces valeurs de fréquence correctement programmées, l'utilisation des algorithmes d'optimisation automatique permet dans la majorité des cas d'obtenir une fréquence adaptée aux besoins du patient. Ces algorithmes adaptent automatiquement les différentes pentes aux histogrammes d'activités quotidiennes et d'efforts enregistrés à court et long termes.

En cas de réponse insuffisante à l'effort, il est possible d'adapter la pente d'asservissement à un niveau plus élevé correspondant à une réponse chronotrope plus abrupte.

En cas de baisse brutale de l'activité du patient (chirurgie, affection intercurrente), il peut être nécessaire d'augmenter la sensibilité du capteur. À l'inverse, une fois le niveau



>>> Figure 3 - Pacemaker Boston Ingénio®, simulation de l'effet de la modification de la fréquence max capteur sur la courbe de fréquence.

sportif antérieur retrouvé, il faut veiller à diminuer la sensibilité de ce capteur.

Certains stimulateurs permettent de visualiser l'effet de la modification de tel ou tel paramètre sur la fréquence cardiaque enregistrée précédemment (Fig. 3).

L'appréciation de l'effet de la modification de ces paramètres s'effectuera généralement à un mois d'intervalle en se basant sur des critères subjectifs (symptomatologie) et objectifs (histogrammes d'asservisse-

ment, courbes de fréquence, épreuve d'effort, test de marche) (11, 12, 13).

CONCLUSION

L'utilisation des capteurs d'asservissement s'avère nécessaire chez plus de la moitié des patients électrostimulés. La programmation correcte des fréquences effectuée, les stimulateurs modernes assurent dans la majorité des cas une fréquence cardiaque asservie adaptée au niveau d'effort y compris chez les patients

sportifs. Un bon choix de capteur, un interrogatoire précis et une programmation personnalisée permettent généralement de régler les problèmes éventuels. Enfin, il ne faudra pas méconnaître l'évolution d'une cardiopathie sous-jacente susceptible de se traduire par une fréquence cardiaque inadaptée à l'état du patient.

MOTS-CLÉS

Pacemaker, Capteurs d'asservissement, Fréquence cardiaque

BIBLIOGRAPHIE

1. Astrand PO. Physical performance as a function of age. JAMA 1968 ; 205 : 729-33.
2. Brubaker PH, Kitzman DW. Chronotropic incompetence: causes, consequences and management. Circulation 2011 ; 123 : 1010-20.
3. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. J Am Coll Cardiol 2001 ; 37 : 153-6.
4. Wilkoff BL, Miller RE. Exercise testing for chronotropic assessment. Cardiol clin 1992 ; 10 : 705-17.
5. Melzer C, Witte J, Reibis R et al. Predictors of chronotropic incompetence in the pacemaker patient population. Europace 2006 ; 8 : 70-5.
6. Garrigue S, Gentilini C, Hofgartner F et al. Performance of a rate responsive accelerometer-based pacemaker with autocalibration during standardized exercise and recovery. Pacing Clin Electrophysiol 2002 ; 25 : 883-7.
7. Schmidt M, Ammer R, Evans F et al. Improved accelerometer-based rate adaptive pacing by means of second-generation signal processing. Pacing Clin Electrophysiol 1996 ; 19 : 1698-703.

8. Coman J, Freedman R, Koplán BA et al. A blended sensor restores chronotropic response more favorably than an accelerometer alone in pacemaker patients: the Life study results. Pacing Clin Electrophysiol 2008 ; 31 : 1433-42.
9. Padeletti L, Pieragnoli P, Di Biase L et al. Is a dual-sensor pacemaker appropriate in patients with sino-atrial disease? Results from the DUSIS-LOG Study. Pacing Clin Electrophysiol 2006 ; 29 : 34-40.
10. Eckhard A. A comparative study of activity and dual sensor: activity and minute ventilation pacing to ascending and descending stairs. Pacing Clin Electrophysiol 1998 ; 21 : 1862-8.
11. Pereira de Sousa LA, Britto RR, Ribeiro AL et al. Six-minute walk test in patients with permanent cardiac pacemakers. J Cardiopulm Rehabil Prev 2008 ; 28 : 253-7.
12. Clémenty J, Garrigues ST, Hamon D et al. Value of protocol using standardised activities of daily living for the programming of rate responsive pacing. Arch Mal Coeur Vaiss 1993 ; 86 : 1031-8.
13. Garrigue S, Chaix, Gencel L. Scoring method for assessing rate adaptive pacemakers: application to two different activity sensors. Pacing Clin Electrophysiol 1998 ; 21 : 509-19.