

République Algérienne démocratique et populaire
Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

CENTRE HOSPITALO-UNIVERCITAIRE DE TLEMCCEN

Service de cardiologie

*Mémoire en vue de l'obtention du doctorat
en médecine*

- *Indications et complications de la Stimulation Cardiaque*
- *Résultats de la pratique de Stimulation cardiaque au CHU Tlemcen*

Présenté par :

BOUHANNANI Saliha

Mars 2010

Boit: 5381616.1 - 15/01

Remerciements

Mes vifs sincères remerciements pour toutes les personnes qui m'ont aidé et encadré durant mon stage d'internat en Cardiologie au CHU de Nemcen.

Remerciement particulier:

_ Au Chef de Service Pr: A Meziane Jani

*_ A tous les spécialistes: Dr Basi Tabet, Dr Boussaid, Dr M. Bouabdellah, Dr Soufi-Taleb
Dr S. Arrar-Saker, Dr N. Nassor.*

_ A tous les résidents et les résidentes.

_ Ainsi qu'à tout le personnel paramédical.

Préface:

Préface:

Ce modeste ouvrage est présenté en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en médecine et s'intéressant à un volet particulier de la spécialité qui est la stimulation cardiaque.

L'objectif est double, rappelant d'abord les indications et complications possibles de la stimulation cardiaque définitive, établissant ensuite une mise au point sur les résultats de la pratique de cette discipline dans le Service de Cardiologie au Centre Hospitalo - Universitaire de Nemcen durant l'année 2009.

- ***Indications et Complications de la Stimulation Cardiaque***
 - ***Résultats de la Pratique de Stimulation Cardiaque au CHU Tlemcen***



SOMMAIRE

Sommaire

Remerciements

Préface 2

Sommaire 3

Partie théorique : Les indications et complications de la stimulation cardiaque

Introduction..... 6

Indications

Discussion de l'indication d'implantation d'un pacemaker sur ECG pathologique

La pathologie de l'oreillette

Classe 1..... 8

Classe 2..... 9

Classe 3..... 9

Le bloc atrio-ventriculaire

Classe 1..... 10

Classe 2..... 10

Classe 3..... 10

Les blocs bi- et trifasciculaire

Classe 1..... 11

Classe 2..... 11

Classe 3..... 12

Discussion de l'indication d'implantation d'un pacemaker chez l'enfant

Classe 1 12

Classe 2 12

Classe 3 12

Discussion de l'indication d'implantation d'un pacemaker devant des troubles de conduction sinu-atriale et intraventriculaire après infarctus du myocarde

Classe 1 13

Classe 2 13

Classe 3 13

Discussion de l'indication d'implantation d'un pacemaker en cas de syncopes avec ECG normal ou subnormal

Le bloc tronculaire 13

Le syndrome du sinus carotidien

Classe 1..... 14

Classe 2..... 14

Classe 3..... 14

Le syndrome vaso-vagal 14

Les syncopes avec étiologie inconnue 15

Les nouvelles indications

Le BAV induit par l'ablation du faisceau de His..... 15

La dysfonction sinusale après transplantation cardiaque 16

La cardiomyopathie hypertrophique obstructive 16

La prévention du flutter atrial atypique 16

La cardiomyopathie non obstructive dilatée.....	16
La sélection du mode de stimulation	18
Complications	
Les complications per- et/ou postopératoire	
Les complications locales au site d'implantation	
L'hématome	20
La stimulation pectorale	20
L'infection.....	21
Les complications liées à la voie d'abord	
L'implantation d'une sonde dans les cavités gauches.....	22
Le pneumothorax, l'hémithorax et l'hémomédiastin	22
L'embolie gazeuse	23
La thrombose veineuse	23
Les complications cardiaques	
Les troubles du rythme.....	24
L'asystole.....	25
La perforation myocardique et la tamponnade	25
Les complications liées au système de stimulation	
La stimulation diaphragmatique.....	26
Le déplacement de sonde.....	26
L'élévation des seuils de stimulation et de détection.....	27
Les perturbations postopératoires de la régulation végétative.....	29
Les complications tardives	
Les complications locales et locorégionales au site d'implantation	
L'infection	29
Le déplacement du boîtier	30
L'extériorisation	31
Les thromboses veineuses.....	32
Les complications liées à la sonde de stimulation	
Les déplacements secondaires	32
Les modifications des seuils de stimulation et de détection	33
La rupture d'isolant	34
La rupture de continuité électrique	36
Complication mécanique cardiaque liée à la sonde.....	38
Recommandations sur les sondes Accufix et Encor	39
Les complications liées au stimulateur ou au mode programmé	
Les interférences	40
Les interférences endogènes.....	40
Les interférences exogènes	
Les caractéristiques physiques des interférences exogènes.....	41
Les situations à risque	
L'environnement domestique	42
L'environnement professionnel.....	43
L'environnement médical	
Le bistouri électrique.....	43
L'imagerie par résonance magnétique.....	44
La lithotripsie	44
Les chocs électriques	45
La stimulation nerveuse transcutanée	45
La radiothérapie.....	45
La protection contre les interférences.....	46
Les changements de fréquence de stimulation	47
La mutité.....	47
La déplétion de la pile.....	48

PARTIE THEORIQUE :
*« Indications et Complications de la
Stimulation Cardiaque »*

I. INTRODUCTION :

En France, 180.000 patients environ sont porteurs d'un stimulateur cardiaque. Le taux d'implantation est d'un peu plus de 40.000 unités par an.

Parmi ces patients, 58% sont des hommes et 42% des femmes. La tranche d'âge entre 75 et 84 ans représente environ 40% de l'effectif des patients implantés. Parallèlement, on assiste à un vieillissement notable de la population avec un taux croissant d'implantation chez les plus de 85 ans.

Les symptômes sont le plus souvent représentés par la syncope (45%), 7 à 8% des patients ont une insuffisance cardiaque au moment de l'implantation. Le syndrome du sinus carotidien qui constitue une indication récente de stimulation définitive ne représente que 3% (très peu au-delà de 65 ans).

L'étiologie est très souvent difficile à déterminer, de sorte qu'il est délicat de tirer des conclusions précises à partir du fichier français. L'anomalie électrophysiologique à l'origine de l'indication est un bloc atrio-ventriculaire de haut degré dans 36% des cas, une anomalie atriale dans 24%, un trouble du rythme atrial permanent avec fréquence ventriculaire moyenne lente dans 14%, et d'autres anomalies dans 15%. Un tiers des patients sont dépendants du stimulateur.

Quant au matériel implanté, les modèles double-chambre sont en rapide progression par rapport à une période encore récente où leur utilisation était limitée pour des problèmes d'économie de santé. 30% sont DDD, 22% DDRD, 15% VVIR, 29% VVI programmable et 4% VDD(R). Les pacemakers non programmables ne sont plus utilisés en France. Moins de 1% des pacemakers implantés sont des AAI.

Les sondes ventriculaires sont monopolaires à 57% et les sondes auriculaires sont bipolaires à 79%. Le taux de sondes bipolaires tend à croître avec le temps. Les sondes ventriculaires sont presque toutes à fixation passive (à barbes), et les sondes auriculaires majoritairement à fixation active.

L'engouement pour les stimulateurs sophistiqués résulte des bénéfices apportés par cette thérapeutique. En 1958, lorsque les premiers stimulateurs implantables ont été introduits, l'indication unique de la stimulation cardiaque était d'éviter la mort par arrêt cardiaque prolongé. Aujourd'hui, la diversité offerte et les progrès techniques rapides expliquent la particulière complexité de cette thérapeutique. Alors que l'expérience de trois décennies a montré que la stimulation cardiaque définitive est une des méthodes thérapeutiques les plus efficaces en cardiologie, les indications se sont élargies au domaine du fonctionnel, avec pour autre objectif l'amélioration de la qualité de la vie. Cette

technologie déborde actuellement du cadre du traitement des bradycardies puisqu'elle est introduite dans le domaine de la défibrillation implantable. Il n'est d'ailleurs pas étonnant que les fabricants de défibrillateurs soient ceux qui produisent des pacemakers. Se discute également de plus en plus la possibilité d'exploiter ces outils dans le domaine du diagnostic pur ou comme élément de surveillance au long cours. Quoi qu'il en soit, nous sommes aujourd'hui en mesure d'offrir à tout malade, atteint d'un trouble de la conduction cardiaque, le système susceptible de résoudre pratiquement totalement son problème médical. Nous tirons donc à présent le bénéfice de plus de trois décennies de recherche et de développement.

II. INDICATIONS :

L'indication de l'implantation d'un pacemaker devrait être indiscutable. Une indication injustifiée ou le choix d'un modèle inapproprié peuvent avoir des conséquences désastreuses pour le patient et discréditer cette méthode thérapeutique.

Les indications de la stimulation cardiaque définitive sont rassemblées dans quelques publications faisant état de recommandations proposées par divers groupes de travail : celles de l'American College of Cardiology et de l'American Heart Association publiées en 1984 et révisées en 1991, celles du groupe Français de Stimulation Cardiaque proposées en 1986, celles du British Pacing and Electrophysiology Group de 1991 et celles de l'Arbeitsgruppe Herzschrittmacher der Deutschen Gesellschaft in Kardiologie de 1991 et 1995.

Quand l'indication est indiscutable, elle est qualifiée de classe 1 ; quand elle est classique mais discutable compte tenu du contexte (état général du patient, pronostic vital engagé, veto du patient ou de sa famille, thérapeutique au long cours, lieu d'habitat du patient, profession, etc.) elle est qualifiée de classe 2. Enfin, les indications de classe 3, de l'avis général, n'en sont pas.

1. Discussion de l'indication d'implantation d'un pacemaker sur ECG pathologique :

A. La pathologie de l'oreillette :

La dysfonction sinusale se présente sous différents tableaux : dysfonction sinusale isolée, bloc sinu-atrial, alternance de phases de bradycardie et de tachycardie avec volontiers des pauses post-tachycardiques, insuffisance chronotrope. L'indication d'implantation repose essentiellement sur l'ECG de surface, tout spécialement le Holter, souvent répété, plus rarement sur le résultat d'études invasives. Il faut encore évaluer la qualité de l'accélération sinusale d'effort. En cas d'insuffisance chronotrope, il faut apprécier son retentissement sur la capacité d'effort, élément supplémentaire de discussion pour l'indication d'implantation.

Rappelons que dans le cadre de la dysfonction sinusale, le risque de mortalité n'est pas diminué par la mise en œuvre de la stimulation cardiaque, mais la situation clinique est améliorée.

a. Classe 1 :

L'implantation d'un pacemaker est indiquée quand les anomalies électrophysiologiques atriales engendrent des symptômes cardiaques ou cérébraux. Ces derniers

comprennent des vertiges, des syncopes, une insuffisance cardiaque, un angor, des palpitations, mais encore, une altération des fonctions cérébrales, avec diminution de la concentration, ou de la réflexion, perte de mémoire, et même un accident vasculaire cérébral.

Les anomalies électrophysiologiques à l'origine de ces symptômes et justifiant la pose d'un stimulateur peuvent être les suivantes.

La bradycardie sinusale ou le bloc sinu-atrial avec des rythmes inférieurs à 40cpm, ou des pauses sinusales intermittentes sont considérées comme des indications de classe 1, à condition que les symptômes soient présents et rapportés aux anomalies électrophysiologiques.

b. Classe 2 :

Sont plus discutables une dysfonction sinusale modérée mais associée à une insuffisance sinusale chronotrope à l'effort (qui entraîne alors une dyspnée avec insuffisance cardiaque), une dysfonction sinusale avec bradycardie devenue symptomatique et dont le traitement chronotrope négatif ne peut être interrompu ; un pacemaker peut alors être indiqué.

Ainsi dans le syndrome bradycardie-tachycardie, la dysfonction sinusale s'accompagne d'épisodes alternants de bradycardie et de tachycardie atriale. Les épisodes de tachycardie doivent le plus souvent être traités par les anti-arythmiques qui ne sont administrables qu'après l'implantation d'un pacemaker définitif afin de supprimer les phases de bradycardie.

c. Classe 3 :

Une bradycardie sinusale symptomatique ou toute situation dans laquelle les symptômes ne peuvent être rapportés à la dysfonction sinusale ne sont pas des indications de la stimulation cardiaque définitive. Rappelons que les pauses sinusales inférieures à 3 secondes sont possibles chez le sujet normal et qu'une bradycardie même importante peut être physiologique, notamment chez le sportif.

B. Le bloc atrio-ventriculaire :

La stimulation cardiaque définitive appliquée au bloc atrio-ventriculaire améliore non seulement la qualité de vie mais aussi le pronostic.

Les défauts de la conduction atrio-ventriculaire incluent le BAV permanent ou intermittent, siégeant au niveau du nœud atrio-ventriculaire ou du faisceau de His, ou à un niveau infrahisien. Les blocs de conduction distaux (en dessous du faisceau de His) sont moins bien tolérés que les blocs proximaux. Les QRS sont plus larges car le site de formation de l'impulsion de substitution est plus distal avec aspect de bloc de branche. Cette distorsion de la dépolarisation s'accompagne d'une altération du synchronisme de contraction ventriculaire dont l'effet hémodynamique délétère est bien connu, indépendamment du ralentissement de fréquence majeur induit par le BAV. La discussion d'implantation repose là encore sur la symptomatologie et sur la nature des troubles électrophysiologiques.

Un BAV I isolé ou un BAV II Mobitz I à QRS fins au repos correspondent a priori à des troubles modérés de la conduction nodale. En l'absence de symptômes, ces anomalies n'ont pas d'incidence pronostique. S'il existe des symptômes et/ou en cas de bloc de branche associé, un enregistrement endocavitaire est nécessaire. Le BAV II Mobitz II, de siège volontiers plus distal est une indication à la stimulation car il évolue habituellement vers le BAV III. En cas de BAV III, le risque de complications est grand et la survie est améliorée par la stimulation. Toutefois chez le sujet jeune, le siège du bloc est volontiers nodal, et le test d'effort ou le test à l'atropine peuvent révéler la disparition du bloc et le caractère bénin de l'affection. L'indication n'est habituellement pas posée.

a. Classe 1 :

L'indication est donc indiscutable pour les BAV III ou BAV II Mobitz II ou de haut degré, permanents ou paroxystiques et symptomatiques.

b. Classe 2 :

L'indication est conseillée mais à discuter si ces blocs sont asymptomatiques ou s'il s'agit d'un BAV II Mobitz I mais de siège distal, d'un BAV II Mobitz I nodal ais symptomatique, ou si un traitement dromotrope négatif doit être prescrit, qu'il existe ou non des symptômes.

c. Classe 3 :

En cas de BAV II Mobitz I et de BAV I Asymptomatiques, la stimulation n'est pas indiquée.

C. Les blocs bi- et trifasciculaires :

Ce sont des troubles de conduction infranodaux touchant deux ou trois branches et hémibranches du faisceau atrio-ventriculaire de His. Un bloc bifasciculaire associe un bloc de branche droit et un hémibloc postérieur gauche, un bloc de branche droit et un hémibloc antérieur gauche, ou un bloc de branche gauche avec axe hypergauche. Un bloc atrio-ventriculaire du premier degré est associé dans près d'un quart des cas. Le bloc trifasciculaire associe à l'un des aspects précédents un intervalle HV long, mesuré lors de l'étude endocavitaire, ou un bloc de branche alternant, bloc droit – bloc gauche ou bloc de branche droit plus hémibloc postérieur gauche et bloc de branche droit plus hémibloc antérieur gauche.

Dans les blocs bifasciculaires, la syncope est peu fréquente, rarement attribuée à la bradycardie paroxystique et souvent unique dans l'histoire du patient. Les BAV II et III sont rares mais plus fréquents s'il y a syncope. La mortalité est élevée, mais le plus souvent liée à la cardiopathie sous-jacente. La stimulation cardiaque définitive ne supprime pas toujours la symptomatologie démontrant difficulté d'établir le lien de causalité avec la bradycardie paroxystique.

Ainsi, en dehors de symptômes typiques de la maladie de Stokes-Adams, il faut se référer à l'enregistrement endocavitaire. Un intervalle HV supérieur ou égal à 70ms serait un indicateur du risque de progression des troubles de conduction vers un BAV II Mobitz II ou III.

On peut sensibiliser les données de cet enregistrement par la stimulation atriale et surtout par l'utilisation de médicaments non contre-indiqués. Dans ces conditions, l'apparition d'un BAV II Mobitz II ou III ou l'allongement de l'intervalle HV au-delà de 100ms sont de bons indicateurs du risque d'apparition spontanée de BAV de haut degré.

a. Classe 1 :

On ne discute pas l'indication en cas de bloc de branche alternant symptomatique.

b. Classe 2 :

L'indication dépend de la nature des symptômes et des résultats électrophysiologiques invasifs en cas de bloc de branche alternant asymptomatique, de bloc bifasciculaire avec ou sans BAV I, et de signes d'ischémie cérébrale transitoire.

c. Classe 3 :

Il n'y a pas d'indication devant un bloc bifasciculaire avec ou sans BAV I asymptomatique.

2. **Discussion de l'indication d'implantation d'un pacemaker chez l'enfant :**

Les indications de l'implantation d'un pacemaker chez l'enfant se sont élargies du fait des progrès technologiques : plus petits appareils et matériaux des sondes mieux tolérés.

A. Classe 1 :

BAV congénital symptomatique ou un BAV III postopératoire sont des indications absolues.

B. Classe 2 :

On regroupe dans cette classe d'indications relatives, les BAV II ou III intra- ou infrahisien asymptomatique, le BAV congénital asymptomatique mais avec fréquence d'échappement très lente, la dysfonction sinusale symptomatique ou associée à des troubles rythmiques nécessitant des anti-arythmiques, le syndrome de Kearns-Sayre avec bloc bifasciculaire (transmission autosomique dominante).

C. Classe 3 :

Ne sont pas des indications, le BAV congénital à QRS fins asymptomatique avec fréquence d'échappement normale pour l'âge, le BAV II Mobitz I asymptomatique, le BAV III postopératoire transitoire, le bloc bifasciculaire postopératoire asymptomatique.

3. **Discussion de l'indication d'implantation d'un pacemaker devant des troubles de conduction sinu-atriale et intraventriculaire après infarctus du myocarde :**

Le BAV III, complication classique à la phase aiguë, justifie l'entraînement provisoire, rarement définitif. Le pronostic des troubles de conduction après infarctus du myocarde inférieur sont meilleurs qu'après infarctus antérieur.

Dans l'infarctus inférieur, le BAV apparaît progressivement, dure au maximum 2 à 3 semaines pour régresser totalement. Il n'y a pas de risque à long terme en dehors du bloc tronculaire. Une surveillance attentive reste néanmoins obligatoire. En cas d'infarctus antérieur, un bloc de branche précède souvent le BAV, et un bloc de branche

éventuellement associé à un hémibloc persiste ultérieurement. Ces troubles de la conduction témoignent de la sévérité de la nécrose. Ailleurs le BAV III est souvent brutal, sans prodromes.

A. Classe 1 :

Sont indiscutables les implantations pour BAV III définitif persistant au moins deux semaines après l'infarctus.

B. Classe 2 :

Sont plus discutables après un infarctus antérieur, le bloc de branche séquellaire succédant au BAV transitoire, et le bloc de branche avec BAV I ou HV long surtout en cas de traitement dromotrope négatif.

C. Classe 3 :

Ne sont pas une indication, les BAV transitoires, sans bloc de branche séquellaire ou avec bloc de branche séquellaire sur infarctus antérieur sans BAV transitoire.

4. Discussion de l'indication d'implantation d'un pacemaker en cas de syncopes avec ECG normal ou subnormal :

C'est un problème fréquent de médecine interne. Les causes d'origine cardiaque incluent, en dehors des troubles du rythme, trois mécanismes de syncopes qui doivent être particulièrement recherchés.

A. Le bloc tronculaire :

Le bloc tronculaire paroxystique doit être recherché tout particulièrement lors des phases d'accélération sinu-sinusoïdale à l'effort par exemple.

B. Le syndrome du sinus carotidien :

Le syndrome d'hypersensibilité sino-carotidienne peut se manifester de deux façons, reproduites lors du massage sino-carotidien mais avec une grande variabilité :

- Une réponse cardio-inhibitrice (90% des cas) entraîne une dépression sinu-atriale avec arrêt cardiaque total de plus de 3 secondes. Dans 50% des cas, existe en plus un BAV. Chez ces patients, une composante vasodépressive est volontiers associée avec une chute de pression de 10 à 60mmhg (Morley et Sutton 1984).

- Une réponse vasodépressive pure (5 à 10% des cas) est caractérisée par une chute brutale de pression artérielle (de plus de 30mmHg) sans ralentissement notable du rythme cardiaque.

L'histoire clinique révèle des syncopes ou des vertiges survenant dans les gestes de la vie quotidienne : se retourner, se raser, nouer sa cravate, etc. Des pauses asystoliques peuvent souvent être reproduites par les mouvements de la tête et du cou avec enregistrement continu de l'ECG. La relation entre symptômes et HSSC est plus difficile à établir en l'absence de circonstances déclenchantes, et il faut faire des massages sino-carotidiens, en sachant toutefois que la réponse à cette épreuve est éminemment variable. Seuls 5 à 10% des patients avec HSSC souffrent d'un syndrome du sinus carotidien réel, et seule l'existence de symptômes justifie l'instauration d'une stimulation cardiaque. Ce syndrome représente environ 1% de toutes les indications de la stimulation.

a. Classe 1 :

L'indication n'est pas discutée en cas de syncopes récidivantes avec réponse positive aux tests sino-carotidiens dans la forme cardio-inhibitrice isolée ou fortement prédominante.

b. Classe 2 :

L'indication est à discuter devant des syncopes récidivantes sans notion de circonstances déclenchantes, avec pauses cardiaques prolongées lors des tests sino-carotidiens et en dehors de toute thérapeutique favorisant des pauses, et en cas de syndrome du sinus carotidien de type mixte (cardio-inhibiteur et vasodépressif).

c. Classe 3 :

Ne sont pas des indications les HSSC asymptomatiques, même avec réponse cardio-inhibitrice, l'HSSC strictement vasodépressive, les lipothymies et les vertiges sans syncope chez les patients ayant une réponse cardio-inhibitrice.

C. Le syndrome vaso-vagal :

Le syndrome vaso-vagal est une entité différente du syndrome d'HSSC. L'étiopathogénie de cette affection reste mal connue. Une des théories implique une sollicitation

adrénergique avec hyperactivité des mécanorécepteurs ventriculaires (fibre C), induisant l'hypervagotonie.

Ce syndrome est caractérisé par des syncopes brutales survenant au repos en position debout avec chute brutale de la pression artérielle et bradycardie excessive, parfois précédée de symptômes de la série vagale. Les syncopes peuvent être reproduites par le test d'inclinaison.

La reproduction des symptômes pendant le test avec apparition d'une bradycardie, voire d'une pause cardiaque prolongée, est une indication à l'implantation d'un stimulateur double-chambre si les syncopes sont récidivantes et en l'absence d'efficacité des traitements médicamenteux par bêtabloquants, atropiniques, disopyramides, voire théophylline et antisérotonine.

5. Les syncopes avec étiologie inconnue :

L'abstention s'impose quand, malgré un bilan poussé, on ne peut préciser les causes des symptômes. Rarement, des syncopes récidivantes à l'emporte-pièce incitent à l'implantation, surtout si elles s'accompagnent de traumatismes et même si le bilan est négatif (il faut toutefois rappeler la bénignité habituelle des syncopes multiples sans cause reconnue). Si, dans ces cas, un stimulateur doit être implanté, il faut choisir un modèle proposant une fonction diagnostique de bradycardie (Theorema 90 Sorin, et Chorus Ela avec chargement d'un programme de surveillance en RAM). Une fois le diagnostic établi sur l'enregistrement d'un événement bradycardique, le stimulateur est ensuite reprogrammé selon les principes habituels.

6. Les nouvelles indications :

Restent cinq indications, moins fréquentes que celles que nous venons d'analyser, qui ne sont pas encore classifiées. Les trois premières sont reconnues par la plupart des auteurs.

A. Le BAV induit par l'ablation du faisceau de His :

Après ablation du faisceau de His, en règle réalisée en cas de nœud atrio-ventriculaire hyperperméable aux arythmies atriales rapides malgré l'utilisation de divers traitements antiarythmiques, la question est aujourd'hui de savoir quel type de stimulateur implanter : VVIR ou double-chambre avec commutation automatique de mode ? Avec le

premier, la synchronisation AV n'est jamais respectée ; avec le second, l'association AV est maintenue si l'on a l'espoir de maintenir le rythme sinusal.

B. La dysfonction sinusale après transplantation cardiaque :

Elle est plus ou moins associée à une insuffisance chronotrope du cœur greffé dénervé ; le principe de l'implantation doit être mûrement réfléchi.

C. La cardiomyopathie hypertrophique obstructive :

Le but est de diminuer le gradient intraventriculaire par l'inversion de la séquence d'activation ventriculaire, d'améliorer le remplissage et de diminuer la régurgitation mitrale éventuelle. Plusieurs études préliminaires confirment les bons résultats à long terme à condition de programmer un DAV suffisamment long pour respecter l'onde A de remplissage ventriculaire actif, et suffisamment court pour engendrer une stimulation ventriculaire exclusive.

Ce double objectif n'est parfois atteint qu'au prix d'un allongement de l'intervalle PR spontané soit par l'introduction ou l'augmentation de doses de bêtabloquants et de vérapamil, soit par la stimulation bi-atriale associée à la stimulation ventriculaire pour supprimer le délai interatrial, soit par l'ablation du faisceau de His. Après utilisation de ces trois méthodes diversement associées, le bénéfice hémodynamique devient évident, le résultat se maintenant et même s'améliorant à long terme. Les rares échecs concernent le plus souvent les patients âgés présentant une altération majeure de la fonction diastolique ventriculaire gauche.

Les deux indications suivantes restent du domaine de la recherche clinique.

D. La prévention du flutter atrial atypique :

Les troubles du rythme atrial de type flutter atypique avec troubles de la conduction interatriale majeurs pourraient être prévenus par la stimulation double-atriale selon la méthode de Daubert.

E. La cardiomyopathie non obstructive dilatée :

Les résultats à long terme sont encore insuffisants et contradictoires. L'indication n'est qu'hémodynamique et le but est l'amélioration du confort du patient. Cet objectif

serait d'autant mieux atteint qu'il existe une désynchronisation AV mécanique avec des régurgitations valvulaires.

Une autre voie de recherche est la tentative de la stimulation ventriculaire multifocale dans le but d'obtenir une synchronisation de contraction ventriculaire, volontiers désorganisée.

Ces indications résultent des possibilités techniques actuelles, et n'auraient pu être imaginées sans les progrès réalisés sur les sondes de stimulation comme les capacités des stimulateurs soft.

7. La sélection du mode de stimulation :

Diagnostic	Mode optimal	Acceptable	Inacceptable
Dysfonction sinusale			
- sans arythmie atriale	AAI(R) DDD(R) avec algorithme spécial ^{1,2} DDI(R)		VVI(R) VDD(R)
- syndrome brady-tachycardie, arythmie atriale intermittente	DDD(R) avec algorithme spécial ² DDI(R)	AAI(R)	VVI(R) VDD(R) DDD(R) sans algorithme spécial ²
Bloc A-V			
- permanent	DDD	VDD ³	AAI(R) VVI(R) DDI(R)
- intermittent	DDD avec algorithme spécial ¹	DDD VDD ³	AAI(R) VVI(R) ⁴ DDI(R)
Maladie binodale			
- sans arythmie atriale	DDD(R) DDD(R) avec algorithme spécial ²	DDD	VVI(R) AAI(R) VDD(R)
- avec arythmie atriale intermittente, après ablation du nœud A-V et avec arythmie atriale intermittente	DDD(R) avec algorithme spécial ²		VVI(R) AAI(R) VDD(R) DDI(R) DDD(R) sans algorithme spécial ²
Arythmie atriale chronique avec trouble de conduction A-V	VVI(R)		AAI(R) DDD(R) VDD(R)
Syndrome du sinus carotidien et syndrome vaso-vagal	DDD avec algorithme spécial ⁵	DDI + hystérésis DDD + hystérésis	AAI(R) VDD(R) VVI(R)
Cardiopathie hypertrophique obstructive	DDD(R) avec DAV optimal VVI(R) si arythmie atriale		AAI(R) VVI(R) si rythme sinusal DDI(R) VDD(R) ³

La programmation de l'asservissement de fréquence n'est indiquée qu'en cas d'insuffisance chronotrope ou en cas de commutation automatique de mode pour arythmie atriale.

1. Par exemple, la conversion automatique de mode AAI/DDD ou le scanning du délai AV.

2. Par exemple, le repli, la commutation de mode DDD(R) → DDIR ou VDIR (= VVIR). Même si les arythmies ne sont pas démontrées, l'expérience montre que l'incidence des arythmies atriales dans la dysfonction sinusale est importante. La commutation de mode pour arythmie atriale est donc recommandée.

3. Les difficultés du diagnostic de trouble de conduction AV isolé, l'absence de stimulation atriale, la bradycardie sinusale induite par les médicaments, et les problèmes d'électrode de la technique du mode VDD avec sonde unique, seront discutés avec attention.

4. Le mode VVI (avec fréquence de base < 45/min) peut être acceptable si le bloc AV est exceptionnel et en l'absence de conduction rétrograde.

5. Par exemple, la conversion automatique de mode AAI/DDD avec hystérésis (avec ou sans accélération de fréquence), ou a réaction à la chute de fréquence.

III. COMPLICATIONS :

Evoquons, en préambule, les complications que nous ne rencontrons pratiquement plus depuis l'implantation endocavitaire des systèmes de stimulation.

La première voie utilisée fut la thoracotomie gauche par le 4^{ème} espace intercostal. Cette voie ouvre la cavité pleurale et la cavité péricardique, pour permettre un abord des structures cardiaques gauches. Elle laisse obligatoirement un risque de pneumothorax postopératoire ou d'hémopneumothorax, accidents usuels en chirurgie thoracique, mais dont la prévention est systématique avec mise en place d'un drainage.

La voie épigastrique est apparue ensuite sous deux formes : la première était une voie médiane sus-ombilicale qui s'accompagne d'une résection du processus xiphoïde et peut engendrer un saignement gênant pour l'opérateur. La seconde est une voie paramédiane faite pratiquement au bord externe du muscle droit de l'abdomen gauche. Dans ces voies épigastriques, le péricarde est abordé par voie transdiaphragmatique et l'on peut retrouver les mêmes complications que par thoracotomie. Le pneumothorax est dû ici à une blessure pleurale.

Les autres problèmes concernent la loge du pacemaker. Les premières loges ont été rétromammaires avec la traversée du gril costal par les sondes facilement agressées par les mouvements respiratoires, et la survenue fréquente d'une sclérose importante du fait de la présence de tissu glandulaire au voisinage du stimulateur. Dans les loges abdominales, si le stimulateur est placé entre le péritoine et le feuillet postérieur de la gaine du muscle droit, le boîtier est parfaitement protégé mais peut migrer dans la cavité péritonéale après déchirure du péritoine. En situation prémusculaire, des érosions cutanées peuvent se voir. Par contre, entre le muscle et le feuillet postérieur de la gaine des muscles droits, le stimulateur ne déclenche pas de complication particulière.

Quelles sont aujourd'hui les complications les plus fréquentes ?

Nous distinguerons celles qui surviennent immédiatement en per- et postopératoire de celles qui surviennent à long terme.

1. Les complications per- et/ou postopératoires :

Ces complications seront au mieux diagnostiquées ou évitées par une surveillance initiale très étroite comportant l'inspection locale et celle du liquide de drainage éventuel, l'auscultation cardiaque et pulmonaire, l'électrocardiogramme quotidien, la radiographie de thorax et le contrôle du stimulateur dans les suites immédiates.

Elles peuvent être proximales, locales au site d'implantation du boîtier ou liées à la voie d'abord, distales au niveau myocardique, électroniques liées au système de stimulation et générales par dysrégulation autonome.

A. Les complications locales au site d'implantation :

a. L'hématome :

Il survient dans les heures ou les jours qui suivent une implantation longue et difficile, et dont l'hémostase n'a pas été parfaite. Bien sûr, sa survenue est favorisée par une intervention pratiquée sous anticoagulants ou antiagrégants, ou par la reprise trop précoce de ces traitements. Si l'intervention peut être différée, les antiagrégants plaquettaires devraient être interrompus plusieurs jours avant l'implantation. Les antivitamines K seront toujours temporairement remplacées par l'héparine, avec omission de l'injection précédant l'intervention ou diminution préventive de la dose.

Une tuméfaction progressivement croissante de la loge, parfois de caractère inflammatoire doit évoquer l'hématome. Un pansement compressif prévient parfois sa progression. En l'absence d'amélioration spontanée ou a fortiori en présence d'aggravation avec tension de la peau et douleur, la ponction évacuatrice faite dans des conditions d'asepsie rigoureuse au bloc opératoire évite parfois l'évacuation chirurgicale ; mais elle peut ne pas suffire en raison de cloisonnements. Si l'intervention est décidée, une asepsie rigoureuse est requise. Après évacuation complète de l'hématome, il n'est pas toujours possible de retrouver la cause du saignement qu'il faudrait alors contrôler. Chez le patient sous anticoagulants, se pose le problème de la reprise des traitements. Il est préférable d'attendre 48 heures avant la reprise des anticoagulants par voie orale. Malgré toutes les précautions, un hématome secondaire peut exceptionnellement se constituer.

Recommandation. La prévention est indispensable. Utiliser un bistouri électrique pour le contrôle de tout saignement peropératoire. La mise en place d'un drainage est inutile. Utiliser le pansement compressif chez les patients à risque.

b. La stimulation pectorale :

La stimulation pectorale résulte d'une fuite de courant au niveau de la loge du pacemaker ; elle est souvent favorisée par la présence de liquide dans la loge, l'implantation rétropectorale du boîtier ou sa mauvaise position (face électriquement active tournée vers le muscle). Quand la poche redevient sèche, le phénomène disparaît en

général. Parfois, il existe une fuite de courant sur une rupture traumatique peropératoire de l'isolant d'une sonde, ou sur les connecteurs, ou sur un éventuel adaptateur. Sa résolution passe par la diminution d'énergie de stimulation ou la programmation de la configuration bipolaire de stimulation si le matériel implanté l'autorise, mais rarement par la réintervention pour isoler au silicone toutes les connexions.

Recommandation. Ne jamais être brutal avec le matériel. Ne pas utiliser le bistouri électrique sur une sonde de polyuréthane qui fond à la chaleur. Bien isoler les puits de vis du stimulateur et/ou des adaptateurs.

c. L'infection :

Souvent annoncée par des douleurs locales ou de voisinage (scapulaire), l'infection peut prendre deux masques principaux :

- Les signes locaux sont au premier plan (rougeur, augmentation de la chaleur locale, tension cutanée, fluctuation locale, etc.). Un prélèvement à visée bactériologique par ponction à l'aiguille est nécessaire.
- Le syndrome infectieux est dominant, les signes locaux restent discrets, voire absents. A l'extrême, il s'agit d'un tableau de septicémie qui doit faire rechercher une endocardite sur sonde, propagée ou non à la valve tricuspide. Un bilan échographique complet, incluant la voie transœsophagienne est indispensable. En présence d'une infection, l'explantation de l'ensemble du matériel est la règle, associée à une antibiothérapie générale à visée antistaphylococcique (puis guidée par l'antibiogramme sur un germe isolé à partir d'un prélèvement local ou d'hémoculture positive) et associée à une mise à plat de la loge.

La sonde infectée doit être extraite par traction directe. L'extrémité distale de la sonde est mise en culture.

Recommandations. Ne pas oublier que le traitement des infections reste avant tout préventif. Lors de l'implantation, les précautions d'asepsie doivent être rigoureuses, celles habituellement prises en chirurgie pour l'introduction d'une prothèse. Elles imposent de travailler dans un bloc interdit aux patients infectés.

- Privilégier les horaires matinaux quand la salle est propre.
- Exiger l'apyrexie du patient, une VS, une NFS, et l'élimination de tout foyer infectieux.

- Préparer soigneusement le champ opératoire avant l'arrivée du malade : interdire le maquillage et les bijoux, nettoyer, raser, passer une solution antibactérienne, éviter la perfusion du côté de l'implantation.
- Limiter le nombre de personnes en salle opératoire présentes et exiger de leur part les mêmes précautions d'asepsie.
- Couvrir complètement cheveux, barbe, surchaussures.
- Vérifier les dates de péremption des matériels stériles.
- Porter deux paires de gants, et en changer si la procédure se prolonge.
- Respecter les règles du nettoyage des mains.
- Utiliser l'antibioprophylaxie.
- Changer de tenue de bloc entre deux patients.
- Faire nettoyer le sol de la salle entre deux opérations.

B. Les complications liées à la voie d'abord :

a. L'implantation d'une sonde dans les cavités gauches :

Cette complication peut résulter de l'introduction de la sonde de stimulation par l'artère sous-clavière après tentative de ponction veineuse. La couleur du sang est très différente de celle du sang veineux, mais cette différence n'est pas toujours évidente. La pression est élevée. Le guide a un trajet très médiosternale, et surtout il y a aspect de retard droit sur l'ECG lorsque le patient est stimulé. Le risque potentiel est la formation d'une thrombose locale ayant pour conséquence une embolie périphérique, voire cérébrale. C'est une complication que nous n'avons jamais rencontrée.

Recommandation. Il est important de bien connaître les repères de la ponction sous-clavière chez un patient, bien à plat sur la table opératoire et dont le bras homolatéral est le long du corps, l'épaule basse, la tête tournée du côté opposé.

b. Le pneumothorax, l'hémithorax et l'hémomédiastin :

Le pneumothorax et l'hémithorax résultent essentiellement d'un traumatisme lors de l'utilisation de la voie sous-clavière percutanée. Ils surviennent d'autant plus volontiers que la recherche de la veine sous-clavière a été difficile (fig. 1). Ils surviennent immédiatement ou dans les jours qui suivent l'implantation. Ils sont en général de petit volume et imposent rarement un drainage thoracique. Ils peuvent être accompagnés

d'emphysème sous-cutané local. Une radiographie de thorax sera donc systématique en cas d'utilisation de la voie sous-clavière.

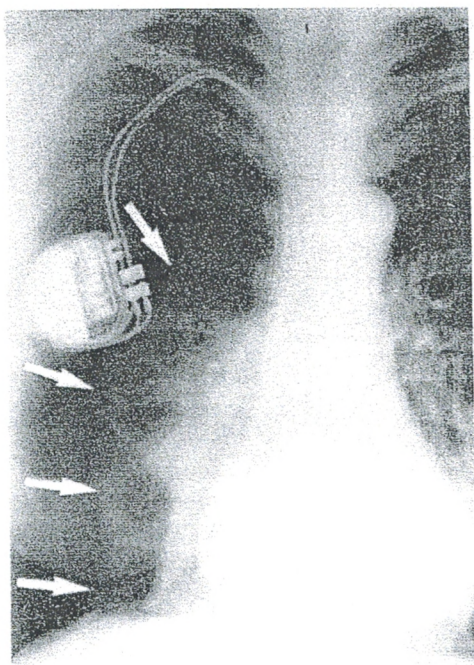


Fig. 1. La survenue d'un pneumothorax, d'un hémothorax, d'un hémomédiastin est rare, mais justifie un cliché radiologique postopératoire en cas d'utilisation de la ponction sous-clavière.

L'hémomédiastin est exceptionnel et survient dans les mêmes circonstances en étant volontiers associées aux deux complications précédentes.

c. L'embolie gazeuse :

Elle survient exclusivement au moment de l'implantation, lors de la veinotomie et de l'introduction de la sonde, surtout après ponction percutanée de la veine sous-clavière. On peut en minimiser le risque en plaçant le patient tête basse sur la table opératoire, en obturant le désilet avant l'introduction de la sonde et en demandant au patient de cesser de respirer à ce moment. Il existe aussi des désilets à valve, pelables, qui évitent cette complication.

d. La thrombose veineuse :

La thrombose survient surtout au niveau des veines par lesquelles la ou les sonde(s) sont introduite(s) (veine céphalique et/ou sous-clavière). Le risque croît avec le nombre de sondes en place. Elle passe souvent inaperçue et n'est diagnostiquée que très tardivement essentiellement à partir de l'apparition d'une circulation veineuse collatérale au niveau de l'épaule et de la nuque. Elle engendre rarement des signes de phlébite du membre

supérieur, avec gros bras douloureux inflammatoire et cyanosé du côté de l'implantation, avec tachycardie et fièvre à 38°. Cette thrombose veineuse périphérique se complique encore plus rarement d'une embolie pulmonaire.

Une thrombose veineuse fémorale est toujours possible en cas de stimulation temporaire avant l'implantation, surtout si la sonde a été laissée en place plusieurs jours.

Recommandation. Cette complication justifierait pour certains l'héparinisation péri-opératoire à faible dose. Du fait de son évolution à bas bruit, il est conseillé de la rechercher systématiquement en cas de réintervention pour atrialisation ou changement de sonde par un examen radiologique.

C. Les complications cardiaques :

a. Les troubles du rythme :

Ils sont à craindre surtout pendant l'implantation des sondes. Es patients souvent âgés, présentant des séquelles de nécrose myocardique avec de fréquents troubles ioniques, et parfois sous traitement cardiotrope sont susceptibles de développer des troubles du rythme ventriculaire, par ailleurs souvent favorisés par la bradycardie. Les troubles du rythme peuvent être ventriculaires et surviennent volontiers au moment du franchissement de la valve tricuspide, ou pendant la mise e place de l'électrode dans le ventricule droit. Ailleurs, des extrasystoles bigémisées apparaissent systématiquement après une systole ventriculaire électroentraînée, probablement par stimulation mécanique de la sonde sur la valve tricuspide ; elles imposent le déplacement de la sonde.

Des troubles du rythme atrial peuvent aussi apparaître lors de la mise en place des sondes ventriculaire ou atriale, mais aussi quelques jours après l'implantation. Au moment de l'implantation, si le patient est en fibrillation atriale alors que l'objectif est l'implantation d'un stimulateur atrial ou double-chambre, il peut être nécessaire d'effectuer une cardioversion afin d'évaluer la qualité des seuils auriculaires en rythme sinusal. Le risque est une embolie systémique survenant parfois de façon différée. Une autre solution consiste à implanter la sonde dans l'oreillette droite en fibrillation puis de placer le patient sous anticoagulants et de faire une cardioversion trois semaines plus tard le risque est ici que le site de la sonde atriale implantée ne soit pas satisfaisant pour les seuils, ce qui obligerait à la replacer, problème que nous n'avons jamais rencontré.

Recommandations. Du fait du risque toujours possible de flutter ou de fibrillation ventriculaire, il est absolument nécessaire de disposer d'un défibrillateur externe prêt à l'emploi dans la salle d'opération.

En cas de fibrillation atriale pendant la pose d'un stimulateur atrial ou double-chambre, nous proposons l'implantation de la sonde atriale, puis l'anticoagulation, puis la cardioversion.

b. L'asystole :

L'indication de la pose étant, en règle, un trouble de la conduction, il faut être préparé à l'éventualité d'une asystole à tout moment, pendant l'implantation. L'asystole est surtout à craindre chez le patient en bloc atrio-ventriculaire du troisième degré avec rythme d'échappement lent. Elle survient surtout au moment du franchissement de la valve tricuspide, ou après que le patient ait commencé à être stimulé. Cette éventualité est bien sûr encore plus fréquente au moment du remplacement d'un boîtier de stimulation chez un patient dépendant.

Recommandation. Pour parer à ce problème, il est nécessaire de toujours être prêt à stimuler en ayant préparé, de première intention, le matériel de stimulation externe, une perfusion d'isoprénaline, ou en ayant préalablement mis en place un système de stimulation externe transthoracique ou une sonde de stimulation temporaire.

c. La perforation myocardique et la tamponnade :

La perforation myocardique est plus fréquente qu'on ne l'imagine surtout avec les sondes fines ou les sondes à vis ; ses conséquences seront nulles ou de degrés divers : élévation des seuils de stimulation et/ou de détection, épanchement péricardique de faible ou moyenne abondance à rechercher systématiquement à l'échographie au moindre doute de perforation peropératoire. Au pire, mais rarement heureusement, il s'agit d'une tamponnade avec tachycardie, dyspnée, douleurs thoraciques augmentées à l'inspiration, signes droits et pouls de Kussmaul, exigeant un drainage urgent. Ce type de complication est à craindre si l'on constate pendant l'intervention que l'extrémité de la sonde se situe au bord gauche de l'ombre cardiaque, et davantage encore si la sonde remonte le long du bord gauche. Ailleurs, elle est provoquée par la perforation de la paroi du cœur par la vis de la sonde à fixation active. Au moment de l'analyse des seuils en peropératoire, on peut constater des seuils très élevés, ou une différence anormale entre la qualité la détection et

la qualité de stimulation, ou une grande différence entre les seuils en configuration unipolaire et bipolaire, ou une stimulation diaphragmatique pour de faibles niveaux d'énergie et/ou des douleurs de type péricardique signalées par le patient. Dans toutes ces situations, la sonde doit être remplacée.

En postopératoire, la surveillance doit être plus serrée avec examen échocardiographique. Parfois, un épanchement péricardique minime est constaté quelques jours après l'implantation (parfois en l'absence de suspicion de perforation) qui régresse le plus souvent rapidement. Des péricardites à rechutes ont été décrites, qui ne cèdent qu'à l'extraction de la sonde responsable. Certains types de vis, trop longues, sembleraient favoriser ces complications.

Recommandation. Ne pas brutaliser les sondes en cours d'implantation ; ne pas survisser une sonde à vis.

D. Les complications liées au système de stimulation :

Dans la phase postopératoire immédiate, ces complications sont essentiellement en relation avec les sondes.

a. La stimulation diaphragmatique :

Cette complication banale, particulièrement inconfortable pour le patient doit être résolue rapidement. Elle est, soit liée à la stimulation directe, par une sonde à vis, du nerf phrénique droit au bord latéral de l'oreillette, soit musculaire directe au niveau du diaphragme gauche du fait de la proximité de la sonde ventriculaire à l'apex ventriculaire droit. Sa résolution passe par la reprogrammation avec diminution du niveau d'énergie de stimulation, mais en continuant d'assurer une sécurité minimale, ou par la réintervention en vue de changer la position de l'électrode de stimulation.

Recommandation. Rappelons l'importance de la stimulation à haute énergie pendant l'implantation des sondes. Une stimulation diaphragmatique pendant la procédure impose le repositionnement de la sonde responsable.

b. Le déplacement de sonde :

Le déplacement précoce de la sonde atriale est toujours possible, surtout si la sonde est à fixation passive et si les conditions d'implantation sont atypiques (par exemple, des

cavités droites extrêmement dilatées), si la sonde est trop « tendue », se déplaçant au moment des inspirations forcées, ou enfin si une sonde à vis n'a pas été assez vissée. Le déplacement de la sonde ventriculaire est devenu extrêmement rare. La sonde flotte alors dans la cavité cardiaque à l'examen scopique sous amplificateur de brillance, les valeurs de recueil et/ou de seuil sont inconstantes, ou l'impédance est très élevée. Un micro-déplacement peut être suspecté en cas d'élévation brutale des seuils de détection et/ou de stimulation sans véritable modification de l'aspect radiologique (fig. 2).

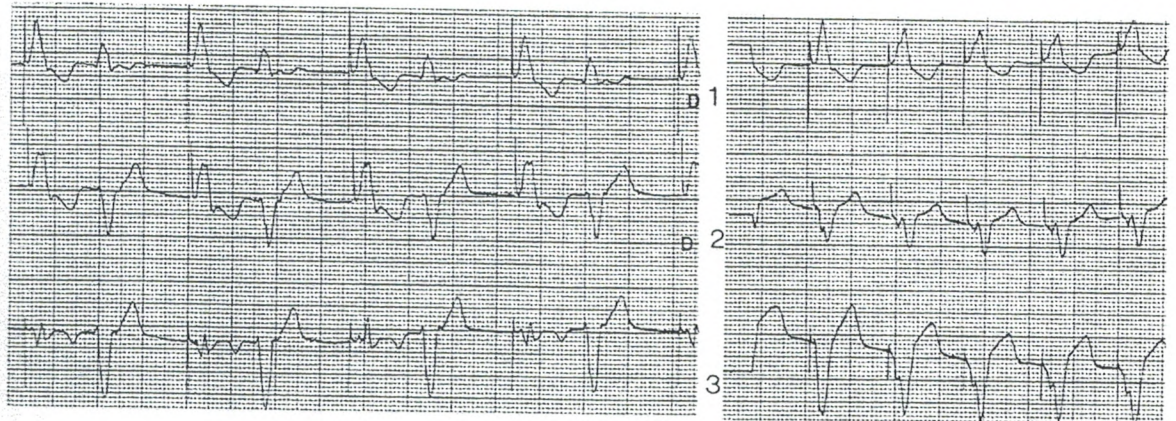


Fig. 2. Mode DDD, 70cpm, DAV 150ms. Déplacement de la sonde atriale dans l'infundibulum pulmonaire. **A gauche :** le stimulus atrial induit une stimulation ventriculaire droite haute. Il n'y a pas d'émission de spike ventriculaire. **A droite :** l'application d'un aimant qui dans ce modèle induit une stimulation V00, engendre une stimulation ventriculaire droite à partir de l'apex.

Recommandation. Vérifier la fixation de la sonde par sa mise en tension au cours de l'implantation et « laisser du mou ». Fixer la ou les sonde(s) à la veine d'introduction ou au fascia profond.

c. L'élévation des seuils de stimulation et de détection :

Le processus inflammatoire postopératoire explique très souvent l'élévation quasi systématique des seuils de détection et de stimulation. Mais au maximum, peuvent apparaître un bloc de sortie ou un bloc d'entrée. Cette complication, en fait la plus fréquente, peut apparaître dans les premiers jours en position atriale pour disparaître dans les 6 ou 8 premières semaines. En position ventriculaires, l'élévation de seuil est plus tardive avec retour à la normale en 3 à 6 mois. C'est pourquoi il est préférable de maintenir des niveaux élevés de stimulation (5 V) et de détection pendant les premiers mois pour les abaisser au 6^{ème} mois. Cette complication est volontiers minimisée par l'utilisation de sondes au carbone, puis biocompatibles, ou les sondes aux stéroïdes. En l'absence de sondes aux stéroïdes, les corticostéroïdes par voie générale sont indiqués à la posologie de 1mg/kg/jour de prednisone. Si au bout de quelques jours les seuils ne sont pas modifiés, es

stéroïdes doivent être interrompus car ils ne seront pas davantage efficaces. Il faut alors discuter la réintervention avec remplacement de la sonde concernée, voire son remplacement par une sonde à stéroïdes. Si les stéroïdes par voie générale ont été efficaces, ils seront poursuivis à la même dose pendant deux semaines, puis diminués très lentement sur plusieurs jours pour éviter l'effet rebond.

Plus rares sont les causes de rupture de continuité électrique telles que l'altération de la sonde par écrasement lors du serrage trop appuyé du point de fixation sur la sonde ou par section partielle, malencontreuse, de la gaine isolante. Une cause heureusement rare, survenant en règle dans les heures ou jours qui suivent l'implantation est le serrage insuffisant de la ou des vis d'Allen assurant le contact entre stimulateur et sonde. Cette faute d'inattention peropératoire conduit à la réintervention. Un matelas d'air entre les tissus sous-cutanés et le stimulateur est à redouter d'autant plus que la plupart des stimulateurs sont livrés en configuration monopolaire (y compris les stimulateurs bipolaires commutables), et que nombre d'entre eux sont enrobés d'un isolant laissant simplement apparaître une fenêtre conductrice à placer vers le haut (du côté cutané).

Exemple. Un patient dépendant de son stimulateur bénéficie d'un changement de stimulateur avec atrialisation. La sonde ventriculaire en place est jugée parfaite. L'ECG postopératoire objective le parfait fonctionnement du système implanté. Quelques heures plus tard, le patient souffre d'importants malaises en rapport avec la disparition de toute activité simulante. Le stimulateur semble muet. L'impédance mesurée sur les deux sondes est supérieure à 3 kohms. Mais en appuyant sur le boîtier à travers la peau, le fonctionnement normal est restauré avec une impédance normale sur les deux sondes. Toute diminution de la pression exercée conduit aux mêmes troubles initiaux. Après aspiration du matelas d'air non évacué en peropératoire, la situation normale a été rétablie avec un bon fonctionnement à long terme.

Recommandations. La réaction inflammatoire est difficile à prévenir, si ce n'est par l'utilisation préférentielle de sondes au carbone ou aux stéroïdes.

Ne pas écraser les sondes avec les fils de fixation.

Bien serrer, mais pas trop, les vis des connecteurs.

Éliminer l'air de la loge.

E. Les perturbations postopératoires de la régulation végétative :

Parfois, des perturbations de la régulation tensionnelle apparaissent après l'implantation du stimulateur, en particulier si des bradycardies extrêmes existaient préalablement. Si un stimulateur double-chambre ou à fréquence asservie a été implanté, il peut être utile de programmer un mode VVI ou DDI à basse fréquence, 60/min, par exemple, pendant 2 à 3 jours avant de revenir au mode souhaité. En général, et chez l'hypertendu, il faut veiller à la stabilité de l'état tensionnel, et l'on est souvent contraint de réviser la thérapeutique antihypertensive.

Exemple. Un pacemaker DDD est implanté chez un patient de 80 ans souffrant de vertiges extrêmement sévères provoqués par un bloc atrio-ventriculaire avec rythme d'échappement ventriculaire à 30/min. avant l'implantation existait une hypertension artérielle liée à la bradycardie à 200/90mmHg. Après l'implantation d'un stimulateur DDD, la fréquence de stimulation était passée à la fréquence des oreillettes, 90/min. Dans la période postopératoire immédiate, la régulation tensionnelle fut fortement perturbée. Le pacemaker a été reprogrammé en DDI à la fréquence de 60/min. 24 heures plus tard, la fréquence a été augmentée à 70/min. Deux jours plus tard, le mode DDD a été reprogrammé. La pression artérielle s'était stabilisée à 140/80 et les désordres circulatoires ne sont pas réapparus.

L'ensemble de ces complications nous incitent à récuser l'implantation ambulatoire des stimulateurs cardiaques prônée par certains. Cette procédure se justifie éventuellement chez les patients ne présentant que des troubles de conduction paroxystiques si l'on contrôle le stimulateur dans les jours qui suivent, mais elle nous semble dangereuse si le patient est dépendant de son stimulateur.

2. Les complications tardives :

Elles peuvent être locales ou locorégionales, liées à la sonde, au stimulateur ou au mode programmé.

A. Les complications locales et locorégionales au site d'implantation :

a. L'infection :

Les infections restent possibles dans les mois ou années qui suivent l'implantation. Même tardive, elles peuvent être liées à une faute septique au moment de l'intervention. Il

peut également s'agir d'une contamination dont la porte d'entrée est indépendante de l'implantation. Elles s'expriment rarement par une septicémie ou une métastase septique et sont le plus souvent liées à *Staphylococcus epidermidis*, exceptionnellement à un champignon ou un entérocoque. Il existe souvent un contexte clinique larvé caractérisé par une fièvre modérée souvent accompagnée de sueurs. Les signes locaux sont habituellement absents ou ressemblent à ceux d'une menace d'extériorisation : douleur locale, augmentation de volume de loge, changement de l'aspect cutané. Parfois, l'infection est révélée par un tableau endocarditique souvent larvé. Il peut encore s'agir d'épisodes de bronchite à répétition, en dehors de tout facteur favorisante associé. L'échocardiographie transœsophagienne est ici d'une importance primordiale pour rechercher des végétations le long des sondes ou des signes d'endocardite droite. Le diagnostic est parfois obtenu après culture du liquide d'aspiration ou lors d'une réintervention sur la loge du stimulateur pour changement en raison de l'existence de pus ou d'une menace d'extériorisation. Les stratégies opératoires diffèrent alors totalement selon les sites d'implantation déjà utilisés, de la liberté du réseau veineux qu'il faut contrôler préalablement et surtout de la dépendance du patient vis-à-vis de la stimulation car la continuité électrique de sécurité doit alors être impérativement maintenue.

Recommandations. Toujours penser à une infection du matériel implanté devant tout syndrome inflammatoire ou septique.

Prévenir les infections secondaires en prônant les mêmes recommandations que chez les porteurs de valves cardiaques.

b. Le déplacement du boîtier :

Il est rare que le boîtier se déplace. Certains le fixent avec un fil non résorbable au fascia sous-jacent.

Recommandation. La création d'une nouvelle loge doit être discutée avant que les téguments ne soient menacés. Si le stimulateur est en position rétropectorale, il faut impérativement le fixer au plan musculaire en avant.



Fig. 3. Aspect d'extériorisation avec boîtier du stimulateur apparaissant à l'extérieur.

c. L'extériorisation :

L'extériorisation du matériel de stimulation est devenue beaucoup plus rare depuis que es boîtiers sont arrondis et plus petits. Elle est souvent favorisée par un amaigrissement important.

L'extériorisation survient en général pendant la première année après l'implantation et débute par une simple rougeur de la peau. La palpation, souvent douloureuse, retrouve un amincissement des téguments avec adhérence anormale du boîtier (fig. 3). Ces signes peuvent également s'observer en regard de la connexion, voire le long du trajet sous-cutané des sondes. Ils imposent toujours la réintervention avant la survenue de l'extériorisation pour réenfouir le matériel le plus profondément possible, parfois en position rétropectorale, surtout en cas de menace d'extériorisation récidivante (dont l'origine peut être une intolérance aux alliages des boîtiers).

Recommandations. Conseiller aux patients stimulés d'éviter le frottement par les vêtements (bretelles, soutien-gorge, etc.) et l'exposition solaire prolongée. La simple interposition d'un linge permet d'éviter ces érosions cutanées, point de départ éventuel d'une extériorisation complète du matériel. Au niveau des loges abdominales, la ceinture de la jupe ou du pantalon représente l'agression la plus fréquente. En cas de menace d'extériorisation, les pommades n'y feront rien, il faut réintervenir.

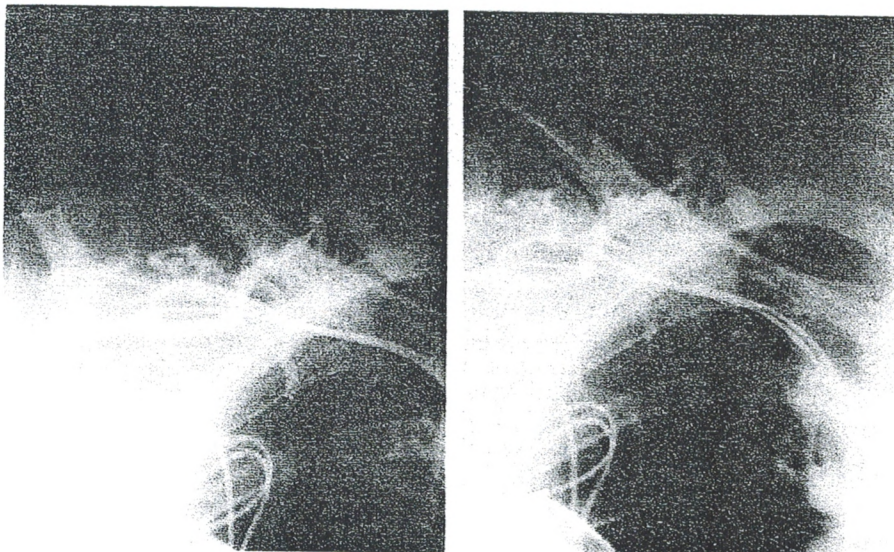


Fig. 4. Thrombose veineuse profonde sur sonde de stimulation cardiaque.

d. Les thromboses veineuses :

Très souvent asymptomatiques, elles sont suspectées devant une circulation veineuse collatérale sur l'épaule homolatérale au côté implanté. Les études prospectives les retrouvent jusque dans 10% des cas, plus fréquentes lorsque deux sondes ou plus sont introduites dans le même axe veineux.

L'occlusion intéresse essentiellement le tronc veineux innominé, la veine sous-clavière, plus rarement la veine cave supérieure. Ces formes chroniques ne nécessitent habituellement aucun traitement, mais représentent une perte de capital veineux et des difficultés techniques si une nouvelle sonde doit être introduite ou si une sonde doit être extraite. Une phlébographie est utile pour préciser les axes veineux qui restent praticables en cas de changement de sonde de stimulation ou d'ajout d'une sonde supplémentaire (fig. 4). Des techniques de veinoplastie ont été proposées pour introduire de nouvelles sondes, sans être obligé de changer le site d'implantation.

B. Les complications liées à la sonde de stimulation :

a. Les déplacements secondaires :

Devenons tout à fait exceptionnels, ils engendrent des pertes de détection et de stimulation associées à une élévation de l'impédance de stimulation.

Une forme particulière est représentée par le « twiddler syndrome » qui résulte soit de manipulations du boîtier effectuées par le malade lui-même, soit d'une fixation de sonde trop lâche au niveau de son introduction dans la veine, toutes causes associées à une loge

trop grande pour le volume du boîtier de stimulation. Dans les deux cas, la sonde est attirée vers son pôle proximal et se dégage de sa fixation myocardique. Lors de la réintervention, la partie de la sonde incluse dans la loge du stimulateur doit être soigneusement examinée. On ne réutilisera pas une sonde dont le conducteur ou l'isolant sont altérés, ni une sonde qui s'est enroulée sur elle-même en torsades serrées : cela peut avoir créé des points de faiblesse mécanique qui n'entraîneront des complications que des mois ou des années plus tard.

Quel que soit le mécanisme de son déplacement, il est rare de devoir changer la sonde pour une sonde à fixation active.

Recommandation. Outre la fixation correcte de la sonde à son point d'introduction, il faut privilégier le site rétropectoral chez les patients psychiatriques.

b. Les modifications des seuils de stimulation et de détection :

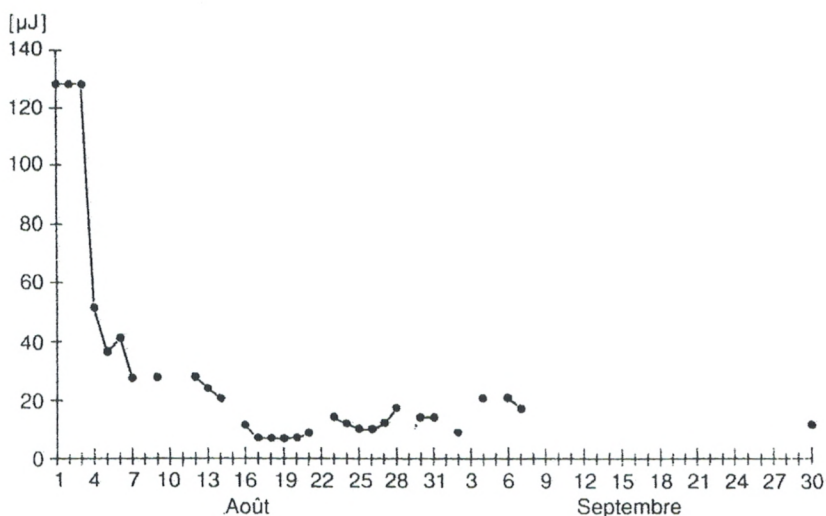


Fig. 5. Evolution du seuil de stimulation ventriculaire en énergie, chez une patiente de 42 ans implantée avec un stimulateur double-chambre 18 mois auparavant avec des seuils inférieurs à 1 V pendant le suivi. La patiente se présente d'abord le 1^{er} août avec une inefficacité de stimulation ventriculaire en rapport avec une élévation de seuil très importante dans un contexte d'infection à *Corynebacterium diphtheriae*. Seize semaines après le début du traitement de la septicémie, le seuil en énergie est pratiquement revenu à l'état de base. (Après 6 mois de suivi, la situation est normale, stable, sans récurrence infectieuse).

En dehors des fluctuations physiologiques du seuil de stimulation dues, par exemple, aux repas (augmentation) ou aux activités physiques (diminution), des anomalies des seuils de stimulation et/ou de détection peuvent imposer la révision chirurgicale, parfois plusieurs années après que le seuil de stimulation chronique ait été atteint (entre 3 et 6 mois après l'implantation). Si l'élévation des seuils est due à la réaction fibrosante faisant suite à la réaction inflammatoire initiale, un traitement corticoïde n'apporte en

général qu'une amélioration temporaire. Par contre, certaines élévations de seuil sont liées à des perturbations métaboliques (diabète, perturbations hydroélectrolytiques dont la correction restaure la situation préalable. Rappelons que certains médicaments modifient les seuils de stimulation. Des situations exceptionnelles peuvent être encore la cause d'élévations de seuils aiguës temporaires (fig. 5).

Enfin, les niveaux des seuils peuvent être considérablement altérés par le développement d'une cardiopathie comme un infarctus du myocarde, une myocardite, un rejet de greffe.

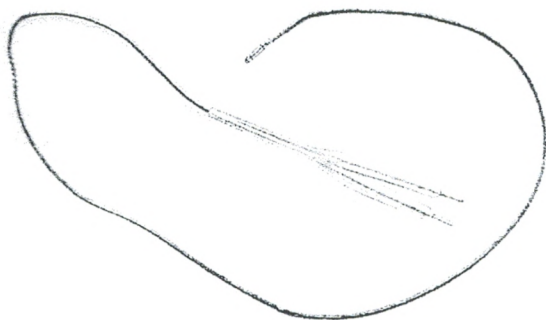


Fig. 6. Altération notable de la sonde, avec plicatures multiples du conducteur et abrasions de l'isolant.

En fait, mises à part les causes aiguës transitoires facilement reconnues dans le contexte, il faut avant tout suspecter une fracture du conducteur responsable d'une élévation de l'impédance de stimulation et/ou d'une rupture d'isolant avec chute d'impédance. Ces altérations structurelles de la sonde surviennent surtout au niveau de sa fixation à son introduction dans la veine sous la ligature, ou entre la première côte et la clavicule si la sonde a été introduite après ponction sous-clavière, ou en tout point de plicature de la sonde après introduction en force dans une veine périphérique étroite (fig. 6).

Recommandations. Ne pas brutaliser les sondes à l'implantation. Toujours penser à rechercher une pathologie inflammatoire, infectieuse ou à une anomalie métabolique ou endocrinienne ou l'instauration de nouveaux traitements.

c. La rupture d'isolant :

Une rupture d'isolant va se manifester diversement. Une stimulation musculaire est très fréquente du fait de la fuite de courant induite par le défaut d'isolation situé sur le trajet de sonde extravasculaire. Typiquement, il s'agit d'une stimulation pectorale.

Le diagnostic différentiel est une infiltration de liquide physiologique dans le connecteur du stimulateur par défaut d'étanchéité. Cette complication a priori mineure peut cependant obliger à la réintervention pour assurer une meilleure étanchéité. Elle est évitée si l'on respecte absolument la compatibilité des connecteurs 3,2mm entre le stimulateur et la sonde. Quelle qu'en soit la cause, une stimulation pectorale doit donner l'alerte chez un patient implanté avec une sonde bipolaire et dont le pacemaker est programmé en stimulation bipolaire, ou chez le patient implanté avec une sonde monopolaire mais qui n'avait pas subi jusque là de stimulation musculaire.

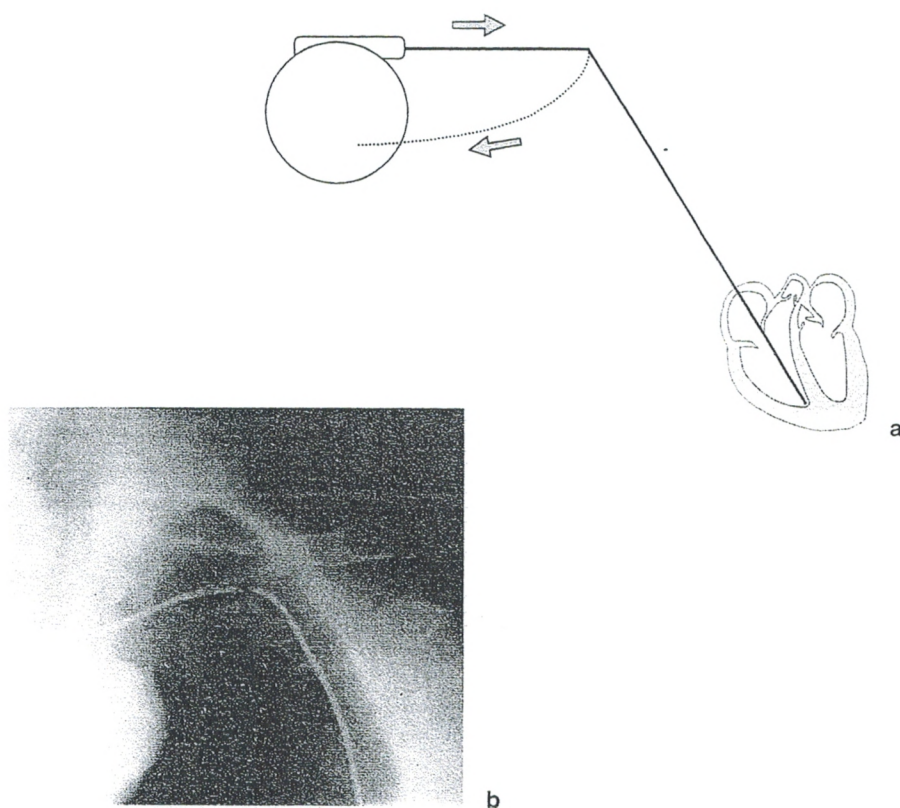


Fig. 7. a Une fracture d'isolant entraîne une diminution de l'impédance totale du circuit. L'absence d'isolant en un point quelconque de la sonde provoque un court-circuit, entraînant un défaut de capture et provoquant dans certains cas une stimulation pectorale à cause de la fuite de courant si la rupture d'isolant est extravasculaire. **b** Radiographie révélant la rupture d'isolant et du conducteur externe d'une sonde bipolaire de stimulation au niveau du défilé costo-claviculaire.

Un autre élément diagnostique de rupture d'isolant est électrocardiographique. Sur stimulation bipolaire, si le défaut d'isolation se situe sur le conducteur à destination anodique, l'augmentation notable de l'amplitude du spike de stimulation est très suspecte donnant un aspect d'unipolarité. Si le défaut d'isolant est intense entre les deux conducteurs anodique et cathodique, le court-circuit empêche l'arrivée d'une quantité de charge importante au niveau des électrodes, expliquant une amplitude très faible du spike de stimulation sur l'enregistrement ECG. Sur une sonde unipolaire, le défaut d'isolation va notablement

réduire l'amplitude du spike. Ces différents éléments impliquent une chute de l'impédance de stimulation qui, pour être significative, doit chuter de plus de 20% par rapport à la mesure en état stable (fig. 7). Il en résulte une augmentation de la consommation énergétique du stimulateur. L'étude de la photoanalyse du spike est fondamentale pour la détection précoce des défauts d'isolation. La mesure de l'amplitude du spike, d'autant plus que le défaut d'isolation se situe plus loin de l'électrode distale. Enfin, du fait de la fuite de courant induite par le défaut d'isolation, et compte tenu de la stabilité du niveau d'énergie minimal nécessaire à la stimulation efficace, le seuil de stimulation s'élève.

Recommandation. Une baisse d'impédance de stimulation peut être le témoin d'une rupture d'isolant.

d. La rupture de continuité électrique :

C'est la cause la plus fréquente d'élévation des seuils à la phase chronique. Les causes de cette rupture sont celles de la rupture d'isolant, auxquelles s'ajoute la fracture du conducteur à la sortie du connecteur du stimulateur quand la partie rigide du connecteur de sonde dépasse celui du stimulateur. Il en résulte des plicatures de la sonde au niveau de la jonction du connecteur de sonde, qui est rigide, avec la partie du corps de sonde, qui est souple. Le risque est le même au niveau des connecteurs de prolongateurs de sondes ou des éléments de réparation de sonde.

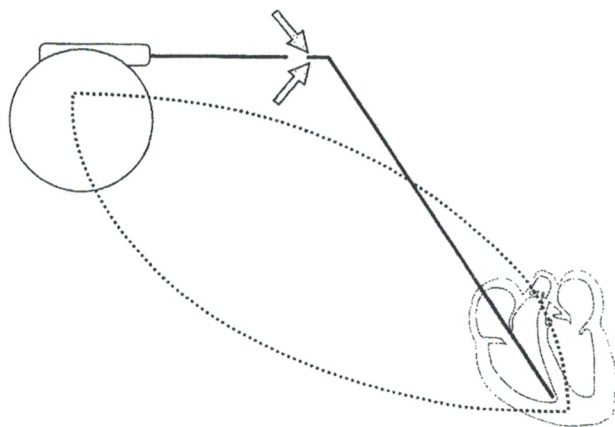


Fig. 8. Une fracture du conducteur entraîne une forte augmentation de la résistance de la sonde (R_s), et donc de l'impédance totale du circuit.

La fracture du conducteur est beaucoup plus rare depuis que les sondes sont multifilaires. On la diagnostique devant une perte d'efficacité de détection et de

stimulation sur l'ECG de surface, éventuellement responsable de symptômes rappelant au patient ceux qu'il percevait avant l'implantation du stimulateur. Les spikes de stimulation peuvent être totalement absents sur l'ECG de surface. La télémétrie des stimulateurs modernes peut aider au diagnostic lorsque les marqueurs objectivent une stimulation fournie par le pacemaker sans apparition de spike à l'ECG. L'impédance sur sonde est très élevée, voire infinie (fig. 8).

Si la fracture n'intéresse que le conducteur anodique d'une sonde bipolaire, les fonctions monopolaires peuvent être respectées. Cependant cette préservation de la conduction électrique cathodique n'autorise pas à garder la sonde qui doit impérativement être changée. La fracture de conducteur peut être visible en radiographie en un point quelconque du trajet de la sonde (fig. 7 b). Elle est beaucoup plus difficile à voir sur une sonde bipolaire. Enfin, la rupture de continuité électrique peut être intermittente.

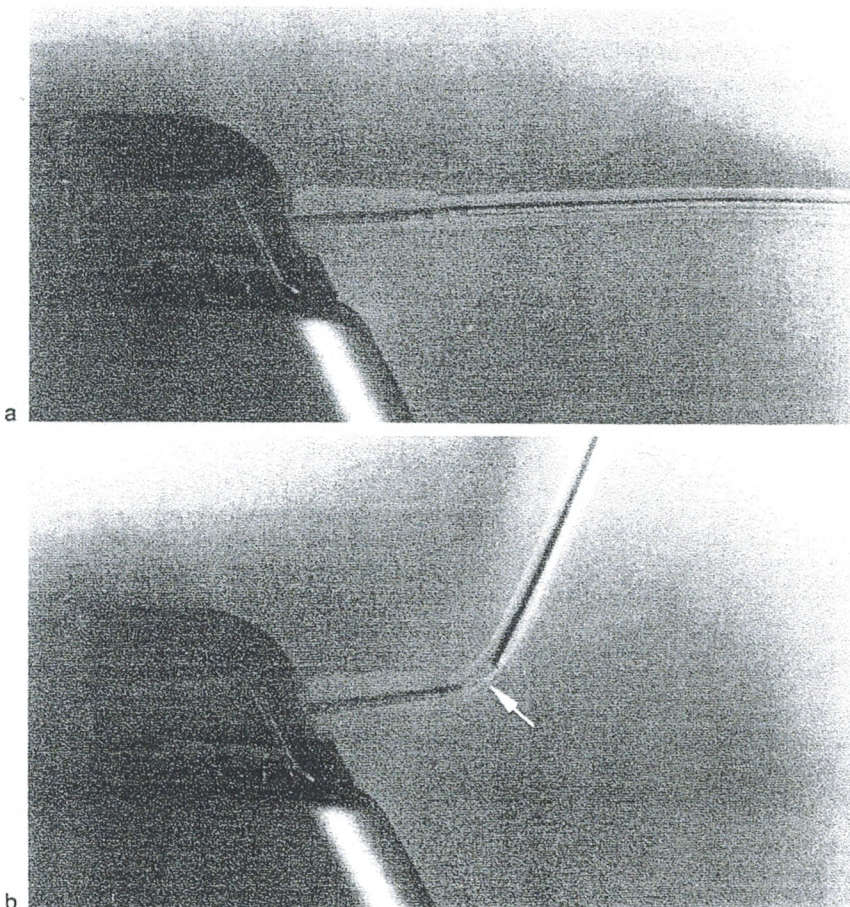


Fig. 9. La fracture de sonde ne peut être repérée qu'après étirement de la sonde. a Avant étirement. b Après étirement.

Exemple. Un patient implanté est hospitalisé pour syncopes récidivantes. Pendant le contrôle du stimulateur, l'ECG de surface est normal avec des valeurs normales de stimulation et de détection. Ce n'est qu'après certains mouvements de l'épaule qu'un bloc

d'entrée et de sortie apparaît de façon intermittente. Plusieurs radiographies thoraciques ne révèlent pas la fracture. Même après être réintervenues et avoir retiré la sonde, nous ne pouvions voir macroscopiquement la fracture qu'après étirement de la sonde (fig. 9).

Ce cas clinique illustre l'importance de diverses manœuvres utiles au diagnostic. Si l'on suspecte une fracture, il faut demander au patient de faire différents mouvements du bras et de l'épaule, de respirer largement sous l'amplificateur de brillance ou lors du contrôle électrocardiographique. L'impédance de sonde mesurée augmente considérablement.

Si la fracture est dans le territoire extravasculaire, si elle est monopolaire et en silicone, si le reste du corps de sonde peut être réparée avec des kits spéciaux. Dans tous les autres cas, elle doit être changée. La sonde abandonnée doit être encapuchonnée pour l'isoler et l'enfourir.

Les sondes de stimulation épicaudiques sont moins fiables que les sondes endocavitaires. Il faut donc les surveiller plus attentivement après dix années de fonctionnement ou même les changer systématiquement après ce délai (fig. 10).

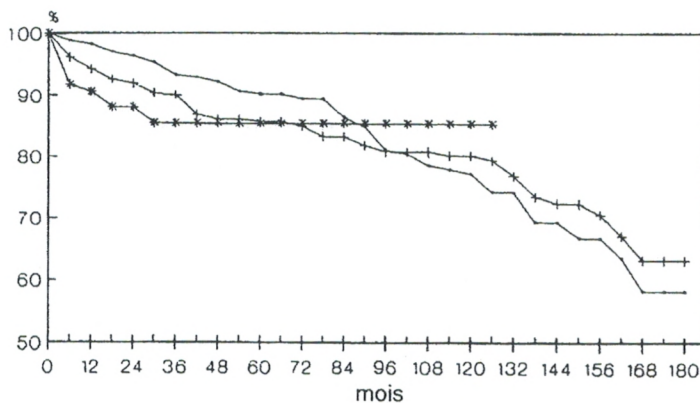


Fig. 10. Survie cumulée de différentes sondes épicaudiques. Après dix années d'implantation, la surveillance doit être étroite.

e. Complication mécanique cardiaque liée à la sonde :

Cette complication récente concerne les sondes Telectronics Accufix qui ont la particularité d'inclure une lame métallique préformée dans la gaine externe de la sonde, en dehors du conducteur et qui lui donne sa forme en J. Or, du fait de la différence de rigidité entre la gaine isolante et la lame, celle-ci peut se rompre en un ou plusieurs sites, sortir de la gaine et embrocher la paroi musculaire par effet d'éperon, avec possibilité de tamponnade.

f. Recommandations sur les sondes Accufix et Encor :

Les patients ayant été implantés avec une sonde Accufix (Telectronics) doivent bénéficier d'une surveillance attentive avant l'apparition des complications liées à la rupture du fil métallique de rétention qui donne une forme en J à la sonde. un examen régulier à l'amplificateur de brillance à haute résolution est nécessaire avec au mieux un radiocinéma. On recherche :

- Une protrusion évidente du fil ;
- Un cratère au niveau de l'isolant correspondant à une fracture à l'intérieur de l'isolant ;
- Un bombement au niveau de l'isolant au-dessus de la fracture. Un aspect en « fracture de bois vert » a été rapporté ;
- Un mouvement trop ample du J.

De multiples incidences sont nécessaires avec une face de la sonde, une vue orthogonale et deux obliques à 45° par rapport aux incidences précédentes.

On distingue différentes situations.

L'extraction de la sonde est à effectuer chez les patients de moins de 40 ans, ou bien s'il s'agit d'une patiente en phase d'activité génitale ou si une chirurgie à cœur ouvert est prévue. L'explantation sera discutée lors du remplacement du stimulateur cardiaque ou si le système de stimulation doit être amélioré en raison d'un défaut de détection ou de stimulation. Enfin elle est obligatoire en cas d'infection.

Entre 40 et 60 ans l'explantation est conseillée.

Au-delà de 60 ans, cinq cas sont possibles :

- Fracture non suspectée : les patients sont surveillés tous les 6 mois avec un examen radiologique.
- Suspicion de fracture sans protrusion : les risques liés à l'extraction de la sonde doivent être pris en considération. Des périodes de contrôle plus courtes sont laissées à la discrétion du médecin.
- Suspicion de fracture avec protrusion : l'extraction de la sonde est recommandée.
- Fracture avec extériorisation et migration : ces patients devraient faire l'objet d'une consultation conjointe avec un chirurgien cardio-thoracique. La décision devra être prise au cas par cas.
- Le J de la sonde est ouvert ou bien il subit de fortes contraintes : l'extraction est recommandée.

La décision de l'explantation doit tenir compte des risques d'extraction, du souhait du patient, de son espérance de vie, des doses cumulées de rayons.

Pour les sondes Encor, le fil de rétention est à l'intérieur du conducteur et les risques sont moins importants mais des cas de protrusion ont été retrouvés.

Tous les patients implantés avec ce modèle devraient passer un examen unique à l'amplificateur de brillance pour déterminer l'état de la sonde.

S'il y a protrusion, l'extraction doit être envisagée.

Si la sonde est plicaturée entre les deux électrodes ou s'il y a fracture du J, un suivi radiologique tous les six mois doit être réalisé.

3. Les complications liées au stimulateur ou au mode programmé :

A. Les interférences :

Les interférences électriques sont les courants d'origine non cardiaque interférant avec les circuits de détection et de stimulation du pacemaker. Elles peuvent être d'origine endogène venant du patient lui-même, ou exogènes, venant du milieu extérieur.

B. Les interférences endogènes :

Les interférences endogènes sont dues à des signaux physiologiques (en pratique les myopotentiels) ou des signaux électriques provenant du stimulateur ou d'une autre prothèse électriquement active (défibrillateur par exemple). D'où qu'elles viennent, le stimulateur est incapable d'en discriminer l'origine, si les signaux n'ont pas été rejetés par les amplificateurs et filtres du pacemaker. Ces signaux seront confondus avec des signaux physiologiques cardiaques et vont induire des comportements variables avec le mode programmé du stimulateur.

En mode sentinelle monochambre et en mode double-chambre DDI, le pacemaker sera inhibé et l'intervalle d'échappement sera recyclé sur chaque signal interférentiel détecté. En mode DDD, la détection des signaux à l'étage ventriculaire seul entraînera une inhibition ventriculaire ; à l'étage atrial seul, il y a embalement de la stimulation ventriculaire avec, à partir de chaque événement interférentiel détecté dans l'oreillette, le déclenchement d'un délai AV puis d'une stimulation ventriculaire ; enfin aux deux étages, le pacemaker sera en apparence inhibé totalement.

Recommandation. Pour éviter ces inhibitions, utiliser la bipolarité.

C. Les interférences exogènes :

a. Les caractéristiques physiques des interférences exogènes :

Les interférences exogènes peuvent provoquer trois types de perturbations :

- **Les perturbations induites** qui rassemblent les interférences transmises à la sonde, ou directement au stimulateur sans qu'il y ait contact direct. La sonde joue alors le rôle d'antenne et la perturbation se fait par induction magnétique ou par couplage capacitif ;
- **Les perturbations conduites** nécessitent un contact avec la peau. Des signaux atteignant des courants de l'ordre de $20\mu\text{A}$ ou des tensions de $0,2\text{V}$ peuvent inhiber le stimulateur, surtout si les fréquences sont comprises dans la bande passante des filtres du circuit de détection du stimulateur ;
- **Les radiations ionisantes**, associées à des émissions de photons ou d'électrons, peuvent modifier la structure atomique des semi-conducteurs et des composants utilisés dans les circuits des stimulateurs.

Les courants pouvant interférer avec les circuits des stimulateurs proviennent de quatre sources : galvanique, magnétique, électromagnétique et magnétostatique.

- **Les courants d'origine galvanique** s'observent lorsque les deux pôles d'une source de courant et l'organisme forment un circuit fermé. L'un des exemples les plus fréquents est représenté par le bistouri électrique.
- **Les courants de type magnétique** prennent leur origine dans les propriétés physiques exprimées par la loi de Faraday : tout champ magnétique variable dans le temps s'accompagne d'un courant dont la tension est proportionnelle à la surface d'influence et à la fréquence et l'intensité de ce champ (un stimulateur unipolaire et sa sonde couvrent une surface de 500 à 600cm^2). Ces interférences s'observent au voisinage de conducteurs électriques, tels que les systèmes de dispositifs antivol, les portiques de détection des aéroports, les postes de soudure à l'arc. Les interférences induites par les systèmes de lithotripsie peuvent être de cette nature.
- **Les interférences d'origine électromagnétique** sont des ondes de haute fréquence émises par une source précise. Leur pénétration dans le corps humain dépend de leur fréquence (relation inversement proportionnelle). Leurs effets varient selon la puissance et la fréquence d'émission et l'éloignement du stimulateur par rapport à la source. Avec ce type d'interférences, la sonde se comporte généralement comme une antenne.

Dans cette catégorie, se trouvent les radars de police, les ultrasons, les télécommandes (radio, TV, magnétoscopes) qui semblent sans effet. Par contre, les appareils thérapeutiques diathermiques (dentaires), les radars de haute puissance (militaires), certaines CB et les fours à micro-ondes industriels peuvent interférer avec les stimulateurs.

- **Les courants d'origine magnétostatique** sont surtout dégagés par les systèmes de résonance magnétique nucléaire, et les perceuses électriques. Les autres sources, telles que les systèmes de lecture digitale, les haut-parleurs, les combinés téléphoniques non cellulaires, sont inoffensives.

b. Les situations à risque :

1) **L'environnement domestique :**

Les questions posées le plus souvent par les porteurs de pacemakers concernent les appareils électroménagers qui sont actuellement sans risque, y compris les fours à micro-ondes. A deux mètres d'un four, porte ouverte et sécurité supprimée, les risques sont quasi inexistantes. En revanche, les fours et plaques à induction émettent de fortes interférences contre lesquelles il n'y a actuellement aucune protection efficace. Il est conseillé de se tenir à plus de 2 mètres de ces plaques. Citons encore les conducteurs électriques de certains jouets (trains électriques) et les circuits d'allumage des moteurs à combustion interne. Enfin, il faut signaler les risques liés à l'exposition aux épurateurs d'eau domestiques.

Les porteurs de stimulateurs cardiaques doivent se faire connaître aux aéroports avant le franchissement des portiques de sécurité, bien qu'il n'existe actuellement aucun problème réel avec les systèmes des pays occidentaux. Il est important de savoir qu'il n'existe aucune précaution, aucun avertissement dans les magasins munis de systèmes de portiques antivol. En effet, pour obtenir une sécurité maximale, la puissance délivrée est parfois considérable et le risque d'interférence est alors réel. La station prolongée et les va-et-vient du sujet à proximité semblent être les situations les plus dangereuses. Il est donc fortement recommandé de passer le plus vite possible à travers le système. Les émetteurs de radio télévision en dehors de la zone de sécurité signalée sont sans risque. Attention aux émissions radio de grande puissance : il est important de connaître précisément le type d'ondes émises. Quelques études récentes révèlent la possibilité d'interférence avec les téléphones cellulaires (ne pas placer le combiné du côté homolatéral au stimulateur, ne pas laisser le téléphone dans une poche face au boîtier). Il faut de même éviter les radars de

bateau et respecter les zones de restriction au voisinage de radars aéronautiques et militaires.

Finalement, peu de situations sont dangereuses dans la vie courante, et une simple prudence suffit le plus souvent.

2) L'environnement professionnel :

Il peut être à l'origine d'interférences importantes dont les risques sont soigneusement contrôlés par la médecine du travail. Les normes de sécurité concernant l'ensemble des travailleurs sont suffisantes. Toutefois, un changement de poste de travail peut être nécessaire dans de rares cas.

En cas de doute sur la réalité des problèmes éventuels, un enregistrement Holter au cours de l'activité professionnelle est riche d'enregistrement.

3) L'environnement médical :

Il est responsable de la majorité des risques encourus par les patients implantés ; mais ils sont parfaitement prévisibles. C'est pourquoi, compte tenu du danger potentiel pour les patients (et des implications médico-légales pour le médecin), ils doivent être parfaitement connus et prévenus.

a) *Le bistouri électrique :*

C'est la principale cause d'interférences électriques : un grand nombre de patients implantés sont candidats potentiels à une intervention chirurgicale. Toutes les complications évoquées ci-dessus peuvent se voir ; plus rarement, un bloc de sortie est provoqué par des brûlures de microélectrocoagulation à cause des courants véhiculés par la sonde de stimulation elle-même (chirurgie cardiaque).

En précaution, il faut donc éloigner au maximum le bistouri du stimulateur et programmer si possible le bistouri et le pacemaker en bipolaire. La table d'opération doit être équipée d'une bonne prise de terre. Au cours de l'intervention, le bistouri doit être réglé si possible en mode « coagulation » et non en mode « section ». L'intensité doit être minimale et le bistouri doit être utilisé brièvement et non en continu. La prudence impose de monitorer le rythme cardiaque, de programmer un mode asynchrone ou déclenché, à pleine énergie, de disposer d'un programmeur en salle d'opération, et de vérifier l'ensemble de la programmation à la fin de l'intervention et quelques jours plus tard. Des modifications retardées (quelques jours) des seuils ont été rapportées.

b) *L'imagerie par résonance magnétique :*

L'IRM cumule plusieurs effets potentiellement délétères.

L'influence d'un champ magnétique constant entraîne le passage en mode asynchrone par fermeture de l'interrupteur à lames souples (ILS). Cela dépend donc de l'orientation du pacemaker dans l'espace (et de son ILS), et de sa distance par rapport à la source. Il est possible qu'il n'y ait aucun effet sur le stimulateur chez un patient en position allongée, même à l'intérieur du tunnel.

Le gradient magnétique et les ondes de radiofréquence peuvent avoir différents effets : absence d'influence sur le stimulateur en raison du passage en mode asynchrone induit par le champ magnétique, le gradient magnétique et la radiofréquence ne pouvant perturber ce mode de fonctionnement ; inhibition complète du pacemaker due à l'action de la radiofréquence ; inhibition partielle avec ralentissement de la fréquence de stimulation (observée avec les stimulateurs monopolaires) ; accélération de la fréquence des impulsions à une cadence égale à celle de la radiofréquence. Dans quelques cas, le fonctionnement du pacemaker est surprenant : pas d'effet initial de l'IRM, puis apparition d'un mode asynchrone au bout de quelques minutes d'examen, ou inhibition partielle. Cela est lié à l'apparition de courants induits au niveau des sondes, parfaitement synchrones avec la période de radiofréquence. Leurs effets sont très divers et varient d'un stimulateur à l'autre.

En pratique, l'IRM est formellement contre-indiquée chez les porteurs de pacemaker. Les anomalies potentielles sont trop variées et imprévisibles.

c) *La lithotripsie :*

Les effets de la lithotripsie sont assez limités malgré tous les risques théoriques. L'onde de choc (pression) est produite par un arc électrique synchronisé sur l'ECG de façon à éviter tout risque de fibrillation ventriculaire. Les chocs sont déclenchés par le stimulus ventriculaire en VVI et par le spike atrial en DDD (dans ce cas, le risque est l'inhibition de la chaîne ventriculaire ; le stimulateur devrait donc être programmé en VVI ou V00). La lithotripsie est possible à condition d'être à distance du point de focalisation de l'onde, de programmer le mode VVI, et que le boîtier ne soit pas en position abdominale.

Seuls les pacemakers à fréquence asservie à l'activité risquent la destruction du quartz ou une accélération à la fréquence maximale programmée. Il vaut mieux déprogrammer préalablement la fonction d'asservissement.

d) Les chocs électriques :

Les chocs électriques (cardioversion, défibrillation, fulguration) peuvent engendrer des altérations irréversibles des stimulateurs, et la configuration bipolaire ne protège pas contre ce risque. Il peut s'agir d'un dysfonctionnement des composants du pacemaker : altération de la sensibilité, des fréquences et périodes réfractaires, du microprocesseur, des mémoires de programmation, anomalies parfois définitives des quartzs piézo-électriques des capteurs d'activité. Ailleurs, l'anomalie siège au niveau de l'interface cœur-électrode avec des lésions inflammatoires aiguës, fibrosantes chroniques, responsables d'une élévation des seuils.

Dans tous les cas, il importe de placer les électrodes de chocs à distance du boîtier, d'orienter le champ électrique perpendiculairement à l'axe sonde-boîtier (choc antéro-postérieur), et de délivrer l'énergie minimale nécessaire, compte tenu du poids corporel. Une programmation préalable en mode asynchrone semble préférable pour éviter une inhibition du pacemaker. Toutefois les circuits ne sont pas protégés pour autant.

Une vérification complète est obligatoire après la procédure.

e) La stimulation nerveuse transcutanée :

Cette méthode présente peu de danger de reprogrammation, d'inhibition. Il est recommandé d'appliquer cette thérapeutique sous contrôle d'un enregistrement de Holter.

f) La radiothérapie :

L'évolution technologique des deux dernières décennies, loin de renforcer la protection des pacemakers vis-à-vis des radiations ionisantes, en a augmenté la vulnérabilité. La sophistication des circuits électroniques et des nouveaux semi-conducteurs sont en cause. Les anciens modèles, plus rustiques, étaient moins fragiles.

Les rayons agissent directement au niveau des transistors. Toutefois, les énergies absorbées étant largement inférieures aux doses potentiellement délétères, l'emploi des radiations ionisantes n'est pas contre-indiqué ; cependant l'effet est cumulatif, et il faut se méfier d'un éventuel échauffement du matériel.

Les précautions suivantes sont indispensables : éviter de placer le boîtier directement dans le champ du rayonnement. Dans certains cas, il est nécessaire de déplacer le site d'implantation du boîtier ; tenter de le protéger avec un mantelet de plomb, celui-ci permettant de diviser par 10 la dose reçue ; en cas d'exposition inévitable, la dose maximale calculée ne doit pas excéder 2 à 5Gy pour un stimulateur moderne. Toutefois il

est rapporté dans la littérature des cas où la dose de 10Gy aurait été atteinte sans altération reconnue ; ne jamais exposer le patient aux radiations émises par un bêtatron (interférences électromagnétiques) ; éviter l'échauffement excessif du pacemaker, dommageable tant pour les circuits, que pour les tissus biologiques adjacents.

c. La protection contre les interférences :

Plusieurs méthodes protègent contre les interférences.

Elles peuvent être préventives. D'un point de vue général, il est recommandé de ne pas exposer le public à des champs magnétiques supérieurs à 1 millitesla (mT). Les alimentations de puissance ou les radiateurs électriques émettent des champs de l'ordre de 30 μ T à 30cm. Les appareils électroménagers émettent un champ d'environ 1mT à 3cm. Un transformateur de 100KVA génère un champ de 20 μ T à 1m. Il a été observé qu'un champ de 20mT pouvait induire une tension de 1mV sur une sonde unipolaire. Mais, en général, un champ magnétique de quelques mT fait passer le stimulateur en mode « interférence ».

Par ailleurs, il est recommandé de ne pas exposer le public à des champs électriques supérieurs à 5kV/m. Ces recommandations s'appliquent aux porteurs de stimulateur. Des valeurs de champ supérieures à cette limite, entraînent un passage en mode « interférence » durant le temps d'exposition. Dans la vie courante, les champs émis par les lignes à très haute tension, n'ont pas d'effet sur les stimulateurs cardiaques.

Les protections contre les interférences sont avant tout technologiques :

- Renforcement du blindage des boîtiers ;
- Interposition de diodes de protection (diodes Zener), qui, branchées sur les entrées du stimulateur, limitent les surtensions de détection (en cas de trop forte tension, elles dérivent le courant vers la sonde) ;
- Amélioration des filtres qui ne sélectionnent que les signaux d'origine cardiaque ;
- Présence d'un interrupteur à lames souples (ILS) qui protège contre les champs magnétiques intenses. Son efficacité dépend de sa position dans l'espace par rapport au champ magnétique. Il provoque une connexion sur le circuit de secours ;
- Configuration bipolaire qui réduit l'influence des interférences endogènes (myo-potentiels) et exogènes, galvaniques et magnétiques. En bipolaire, le risque d'interférences est dix fois moindre qu'en unipolaire. Cependant, la protection contre les interférences exogènes est loin d'être absolue ;

- Présence de modes de secours qui correspondent à des programmes dits de veille, écrits dans la ROM du pacemaker. Ils sont bien mieux protégés et sont mis en route en cas d'altération de la programmation en cours ;
- Présence d'algorithmes de détection contre le bruit qui obligent à un fonctionnement en asynchrone en cas de détection de signaux d'une fréquence supérieure à un seuil variable selon les constructeurs. Pour reconnaître le bruit, le pacemaker sera néanmoins inhibé sur un cycle avant le passage en asynchrone ;
- Application de la norme CENELEC, norme de protection qui doit être respectée par les constructeurs. Elle prend en compte toutes les caractéristiques de construction des stimulateurs. En ce qui concerne les interférences, deux paramètres sont pris en compte : amplitude et fréquence du signal parasite. La norme définit deux seuils de protection à respecter : l'un intéresse les interférences pouvant perturber le fonctionnement du stimulateur, l'autre celles pouvant le détruire ou le déprogrammer.

Ces mesures de protection ne remplacent pas l'information donnée au patient. En pratique, il faut déconseiller aux patients stimulés, l'usage d'appareils contenant un circuit d'allumage (bobine électrique). Les appareils électroménagers modernes sont désormais correctement protégés, sauf les plaques à induction qui restent formellement contre-indiquées. En fait, c'est l'environnement médical qui est le plus dangereux pour les porteurs de stimulateurs cardiaques. Le bistouri électrique peut être redoutable, surtout pour les stimulateurs en fin de vie, même s'il est utilisé à distance du boîtier.

D. Les changements de fréquence de stimulation :

Nous avons vu que certaines interférences peuvent modifier la fréquence de stimulation. Ainsi l'emballement du stimulateur, autrefois tant redouté, est devenu extrêmement rare, et la fréquence atteinte est limitée dans les appareils modernes, minimisant ainsi les effets délétères de cette complication.

E. La mutité :

Il s'agit de l'absence de fonctionnement total de l'appareil par panne des circuits électroniques. Cette situation est bien sûr hautement dangereuse si le patient est dépendant.

F. La déplétion de la pile :

Là encore, la déplétion rapide de la pile est devenue extrêmement rare. Il faut distinguer cette anomalie de l'usure normale. De ce fait, une surveillance régulière des stimulateurs s'impose, qui doit être rapprochée lorsque l'on constate un début de dérive des paramètres de surveillance. Attention, il peut ne pas être possible de reprogrammer un stimulateur en voie d'épuisement. De surcroît, une programmation avec télémétrie peut arrêter le stimulateur en raison de la surconsommation temporaire induite.

En conclusion, la prévention des complications passe par le respect systématique des bonnes règles d'implantation. La qualité de la procédure chirurgicale qui reste simple e apparence, réside surtout sur un ensemble de « petits trucs » et astuces ou « tours de main » que l'implanteur ne doit pas ignorer.

De la même façon, les interférences de tout type envahissent l'environnement des patients stimulés. Sans provoquer la hantise de l'exposition à ces interférences pouvant compromettre gravement la sécurité du patient, la meilleure mesure préventive reste l'information des patients et de la communauté médicale et paramédicale.

Références

- [1] Philippe RITTER, Wilhelm FISHER. Pratique de la stimulation cardiaque. *Décembre 1999*
- [2] S. BAROLD, J. MUGICA. *New Perspectives in Cardiac Pacing 1 – 2 – 3. 1988 – 1991 – 1993*
- [3] C. DAUBERT, P. RITTER, S. CAZEAU. *Actualités en Stimulation Cardiaque Définitive. 1993*

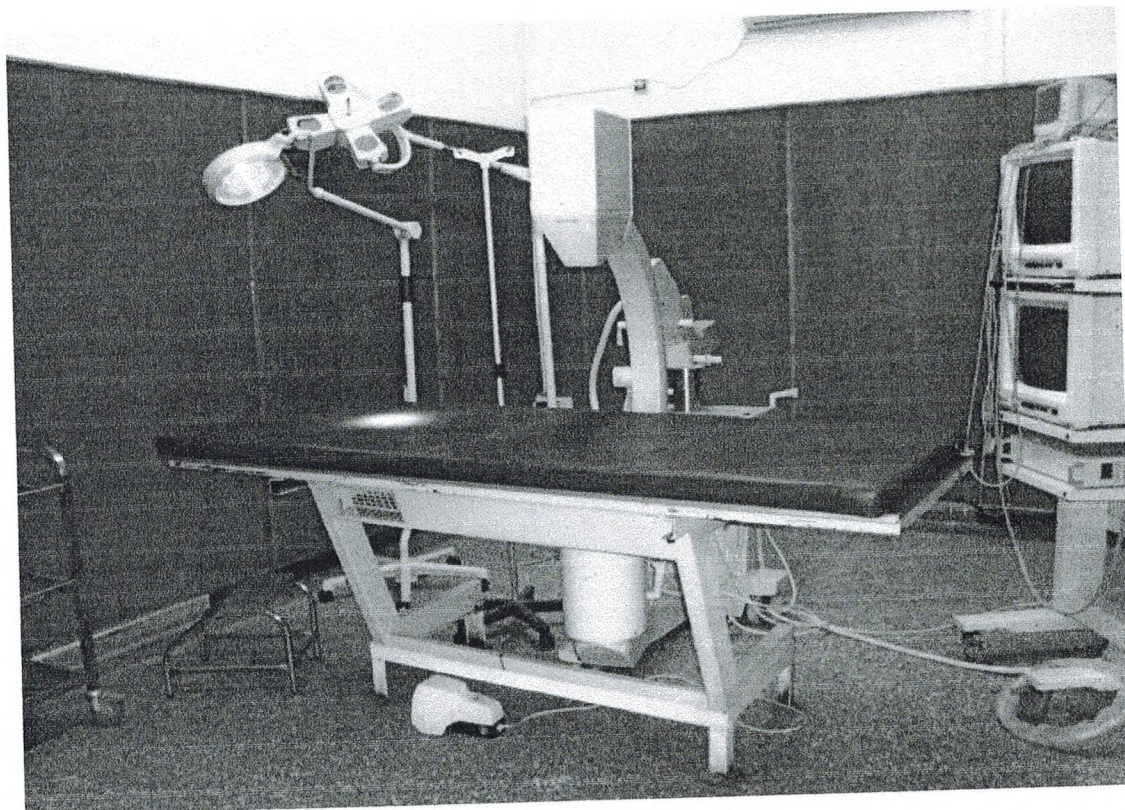


PARTIE

PRATIQUE :

*"Etude rétrospective sur les
résultats de la stimulation
cardiaque définitive au Service*

*De Cardiologie au CHUT de
l'année 2009 "*



BLOC OPPEATOIR DU SERVICE DE
CARDIOLOGIE CHUT

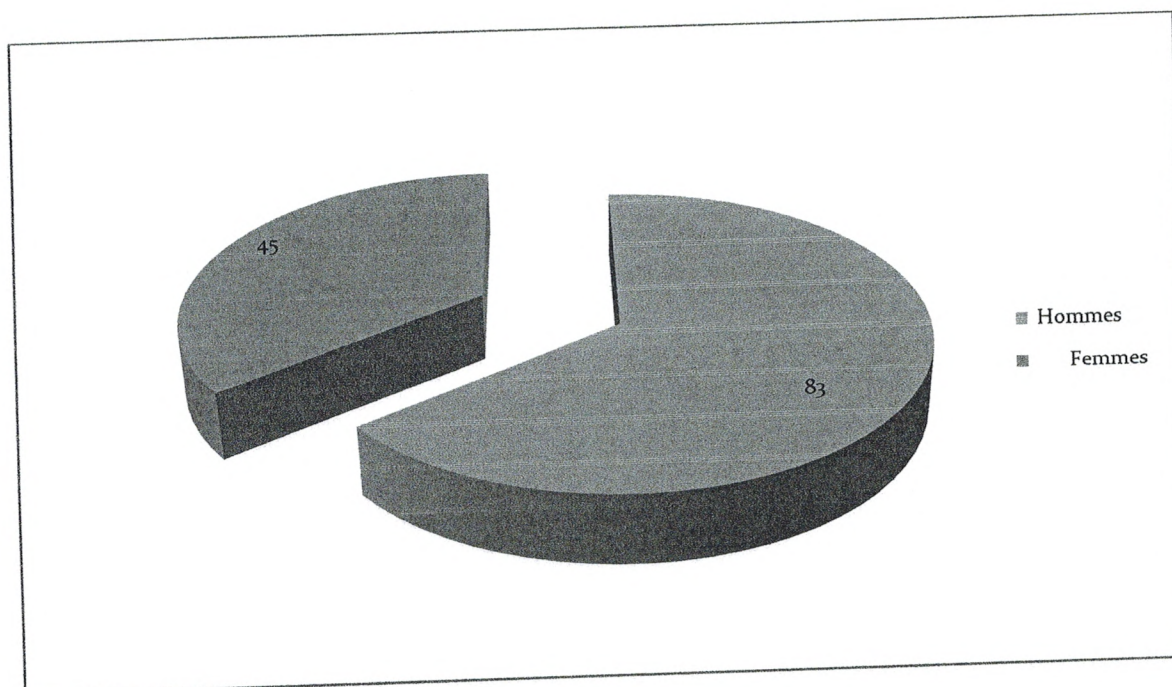
1/Nombre de patients pris en charge pour stimulation

Cardiaque définitive :

Année	Nombre de cas	Pourcentage (%)
2009	128	53.7%

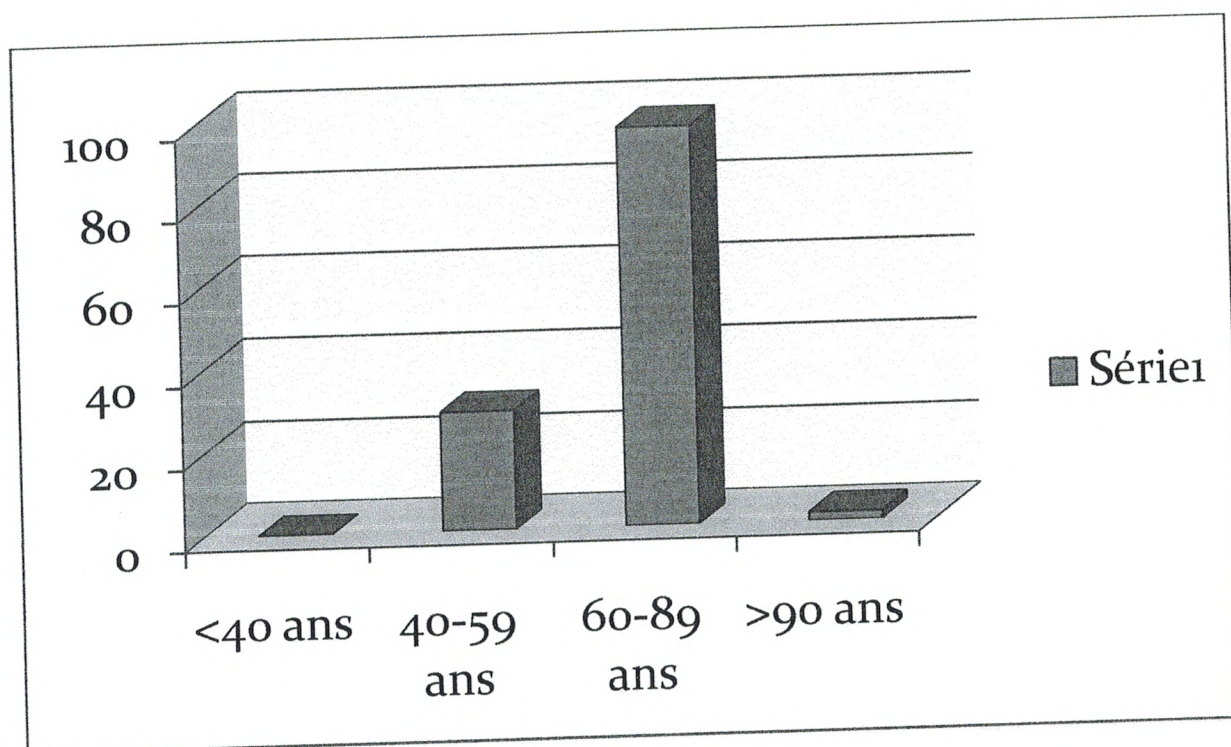
2/Répartition selon le sexe :

Année	Femme	Homme
2009	45	83



3/Répartition par tranche d'âge :

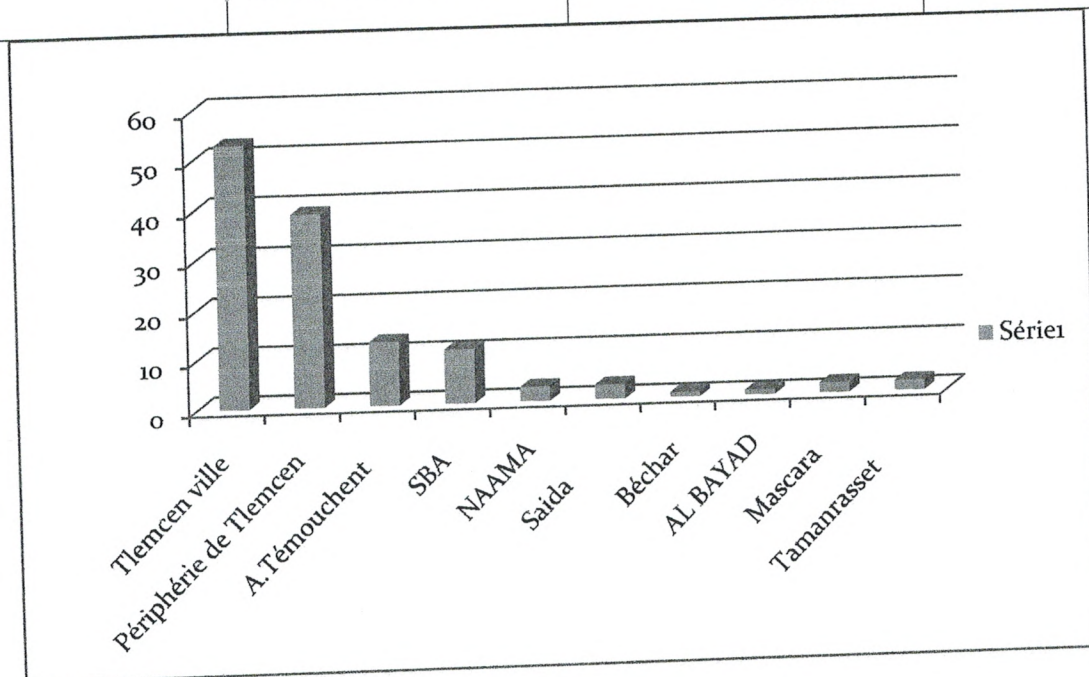
<u>Tranche d'âge</u>	<u>Nombre de cas</u>
<40 ans	00
40-59 ans	29
60 -89 ans	97
>90 ans	02



Histogramme de répartition par tranche d'âge

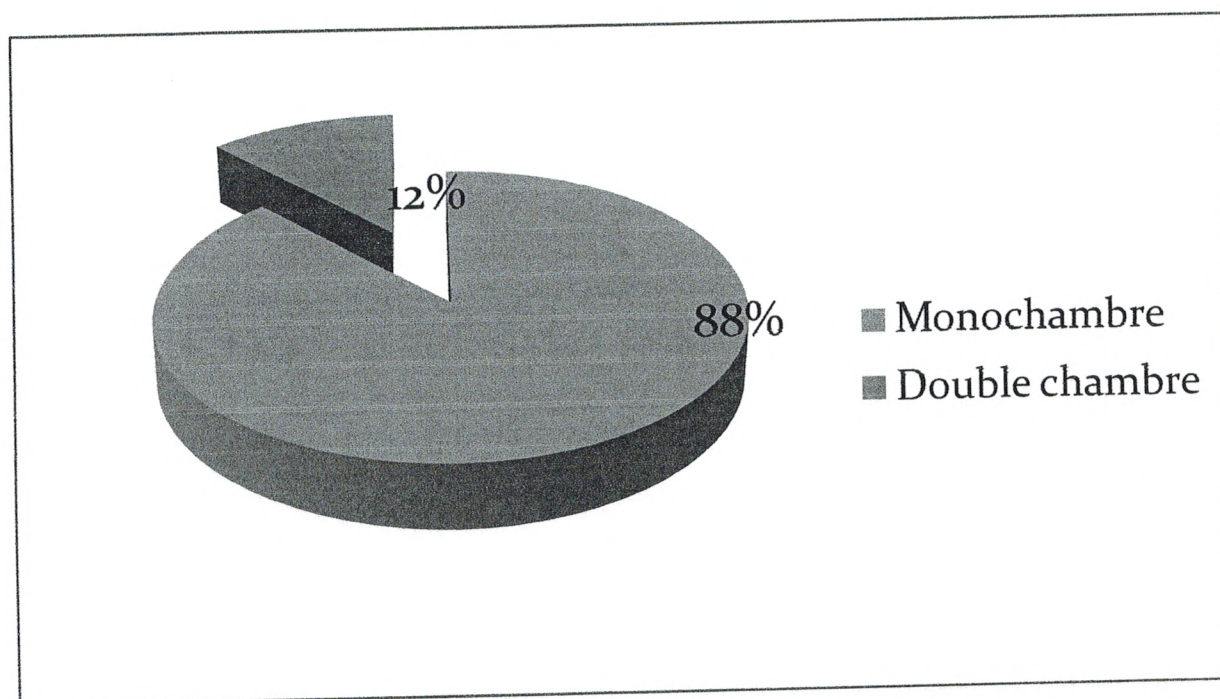
4/Répartition selon la provenance du patient :

<u>Lieu de provenance</u>		<u>Nombre de cas</u>	<u>Total</u>
Wilaya de Tlemcen	Tlemcen ville	53	92
	Périphérie de Tlemcen	39	
Hors wilaya de t Tlemcen	A.Temouchent	13	36
	SBA	11	
	Naama	03	
	Saida	03	
	Béchar	01	
	AlBayad	01	
	Mascara	02	
	Tamanrassat	02	



5/Mode de stimulation

<u>Mode de stimulation</u>	<u>Nombre de cas</u>
<i>Monochambre</i>	106
<i>Double chambre</i>	22



6/Les complications :

<u>Complications</u>	<u>Nombre de cas</u>
Déplacement de la sonde	04
Infections pariétales	05
Extériorisation du matériel	02
Hématome de la loge	01

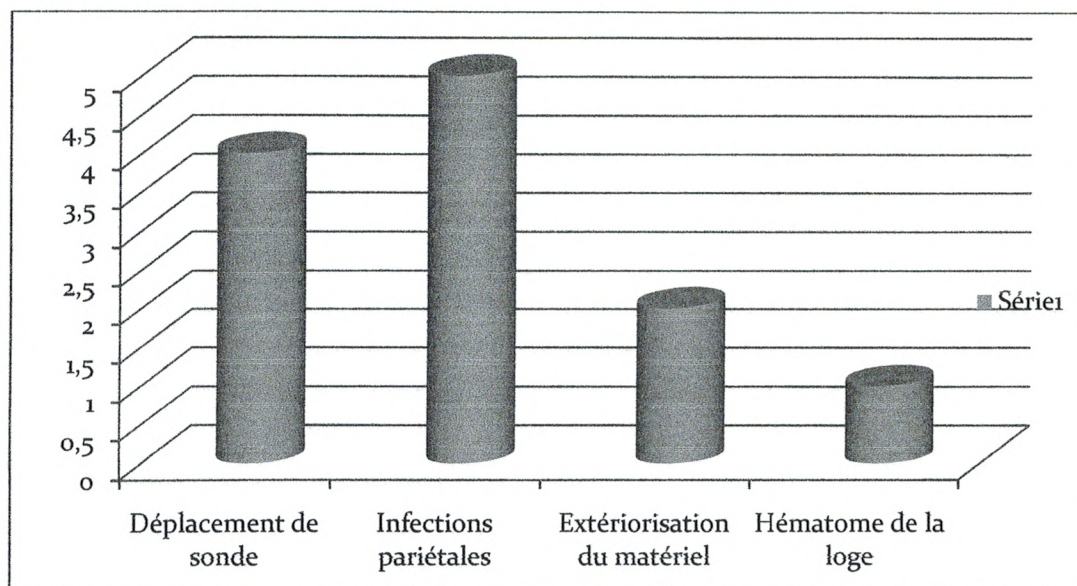


Diagramme de complications de la stimulation

Cardiaque

COMMENTAIRE :

D'APRES L'ETUDE PRATIQUE QU'ON A FAIT SUR LA STIMULATION CARDIAQUE DEFINITIVE DURANT L'ANNEE 2009 ; ON A OBSERVE :

- ✦ SUR 238 MALADES EN BAV 128 ONT ETE PRIS EN CHARGE DANS NOTRE SERVICE.
- ✦ UNE PREDOMINANCE MASCULINE : DEUX HOMMES POUR UNE FEMME .
- ✦ LA PLUPART DES MALADES STIMULES SONT AGES ENTRE 60 ET 89 ANS MOINS FREQUENTE ENTRE 40 ET 59 ANS, RARE CHEZ LES PLUS DE 90 ANS ET AUCUNE STIMULATION N'EST OBSERVEE AVANT L'AGE DE 40 ANS.
- ✦ PRESQUE 88% DES MALADES ONT EU UNE STIMULATION DOUBLE CHAMBRE.
- ✦ CONCERNANT LA REPARTITION SELON LA PROVENANCE DES PATIENTS :
72% DES MALADES STIMULES SONT ORIGINAIRES DE LA WILAYA DE TLEMCCEN ET PLUS DE LA MOITIER ENTRE EUX SONT DU CENTRE VILLE, LE RESTE EST VENU DES AUTRES WILAYAS SURTOUT DE VOISINAGE.
- ✦ ET EN FIN : ET COMME TOUTE INTERVENTION CHIRURGICALE LA STIMULATION ENDO-CAVITAIRE EST UNE SOURCE DE COMPLICATION ; LA PLUS FREQUENTE EST L'INFECTION PARIETALE AINSI QUE LE DEPLACEMENT DE LA SONDE.

CONCLUSION :

- ✦ LE SERVICE DE CARDIOLOGIE AU CHU DE TLEMCCEN REPRESENTE UN CENTRE IMPORTANT D'IMPLANTATION DE STIMULATION CARDIAQUE DANS LA REGION OUEST DU PAYS AVEC DES RESULTATS ENCOURAGEANTS ET CE MALGRE UN EQUIPEMENT MODESTE PAR RAPPORT AUX NORMES REQUISES.