



Stimulateur Cardiaque Implantable

Cas cliniques basés sur des tracés Abbott™

Pr P. BORDACHAR

Dr K. MAHFOUZ

Dr S. PLOUX

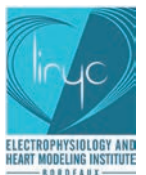
www.cardiocases.com

www.epcases.com

www.pacingdefibrillation.com

www.rhythmopedia.com

www.ecgforum.com





Ont contribué à l'écriture de ce livre:

P. Bordachar - CHU Haut Lévêque Bordeaux,
Liryc

R. Eschalier - CHU Gabriel-Montpied
Clermont-Ferrand

S. Garrigue - Clinique St Augustin Bordeaux

P. Plas - Stimuprat

S. Ploux - CHU Bordeaux, IHU Liryc

S. Reuter - Clinique St Augustin Bordeaux

P. Ritter - CHU Bordeaux, IHU Liryc

M. Strik - Maastricht University

P. Stiégler - Société Abbott

A. Ximenes - Ch St Palais



Préface.....	9
--------------	---

Chapitre 1 - Modes de Stimulation.....11

Tracé 1: Mode VDD/DDD.....	14
Tracé 2: Mode VOO 60 battements/minute.....	20
Tracé 3: Mode VTT 60 battements/minute.....	24
Tracé 4: Mode AAT 60 Battements/minute.....	26
Tracé 5: Mode AAI 60 Battements/minute.....	30
Tracé 6: Mode VVI 80 Battements/minute.....	34
Tracé 7: Mode VVI 50 Battements/minute.....	36
Tracé 8: Mode DDI 60 Battements/minute.....	40
Tracé 9: Mode DDI 70 Battements/minute.....	42
Tracé 10: Mode DDD-VIP™.....	46
Tracé 11: Mode DDD-VIP™.....	50
Tracé 12: Mode DDD-VIP™.....	52
Tracé 13: Mode DDD-VIP™ TRE.....	56

Chapitre 2 - Stimulation.....59

Tracé 14: Perte de capture ventriculaire droite.....	62
Tracé 15: AutoCapture™ ventriculaire.....	66
Tracé 16: test de seuil ventriculaire manuel.....	70
Tracé 17: AutoCapture™ ventriculaire et mesure automatique du seuil ventriculaire.....	74
Tracé 18: Perte de capture atriale.....	78
Tracé 19: Fonctionnement de l'ACap™ Confirm.....	82
Tracé 20: Déplacement de la sonde ventriculaire.....	86

Chapitre 3 - Détection.....89

Tracé 21: Défaut de détection ventriculaire.....	92
Tracé 22: Défaut de détection atriale.....	96
Tracé 23: Défaut de détection atriale.....	98

Chapitre 4 - Périodes Réfractaires.....101

Tracé 24: Délai AV.....	104
Tracé 25: Fenêtre de sécurité.....	108
Tracé 26: Flutter 2:1.....	112
Tracé 27: Flutter 2:1.....	114
Tracé 28: Ecoute croisée.....	118
Tracé 29: TRE.....	122
Tracé 30: Faux diagnostic de TRE.....	128
Tracé 31: Repetitive nonrentrant ventriculoatrial synchrony.....	132

Chapitre 5 - Gestion des Arythmies.....135

Tracé 32: Commutation automatique de mode.....	138
Tracé 33: Fréquence ventriculaire élevée.....	142
Tracé 34: Surdétection atriale.....	146
Tracé 35: Surdétection ventriculaire.....	148



Les différents auteurs de l'équipe Stimuprat sont heureux de vous présenter cet ouvrage dédié aux spécificités de l'interrogation et de la programmation des stimulateurs cardiaques de la société Abbott.

La stimulation cardiaque implantable a près de 50 ans d'existence et est un témoin de la formidable évolution de l'industrie biomédicale. L'imagination des ingénieurs et des médecins à concevoir de nouvelles fonctions a débouché sur les stimulateurs d'aujourd'hui qui répondent aux besoins des patients implantés dans l'immense majorité des cas. Aux fonctions génériques que l'on retrouve sur tous les stimulateurs disponibles, s'ajoutent des algorithmes aux caractéristiques spécifiques à un modèle ou une génération de stimulateurs.

C'est dans un but éducatif que cet ouvrage a été réalisé, avec le souci constant d'apporter un chapitre détaillant le fonctionnement théorique avant d'illustrer le propos à partir de tracés électrocardiographiques provenant de dispositifs de la société Abbott. La lecture de chaque tracé est détaillée de façon didactique, puis un commentaire pratique propose une solution au problème illustré avec un rappel des bonnes pratiques.

Le document est divisé en 5 sections différentes avec description des spécificités portant sur les modes de stimulation, les algorithmes réglant l'amplitude de stimulation et le seuil de détection, les périodes réfractaires et de la gestion des différentes arythmies.

Une partie du contenu de ce livre est accessible sur le site internet «www.pacingdefibrillation.com». Ce site, libre d'accès, fait le point sur l'état de l'art dans le domaine avec les spécificités des différents dispositifs de stimulation, de défibrillation et de resynchronisation. Il pourrait également favoriser l'échange d'idées à travers un forum de discussion avec possibilité de soumettre des tracés puis de débattre des diagnostics et des options thérapeutiques à privilégier.

Bonne lecture !!!



Modes de stimulation



Modes de stimulation

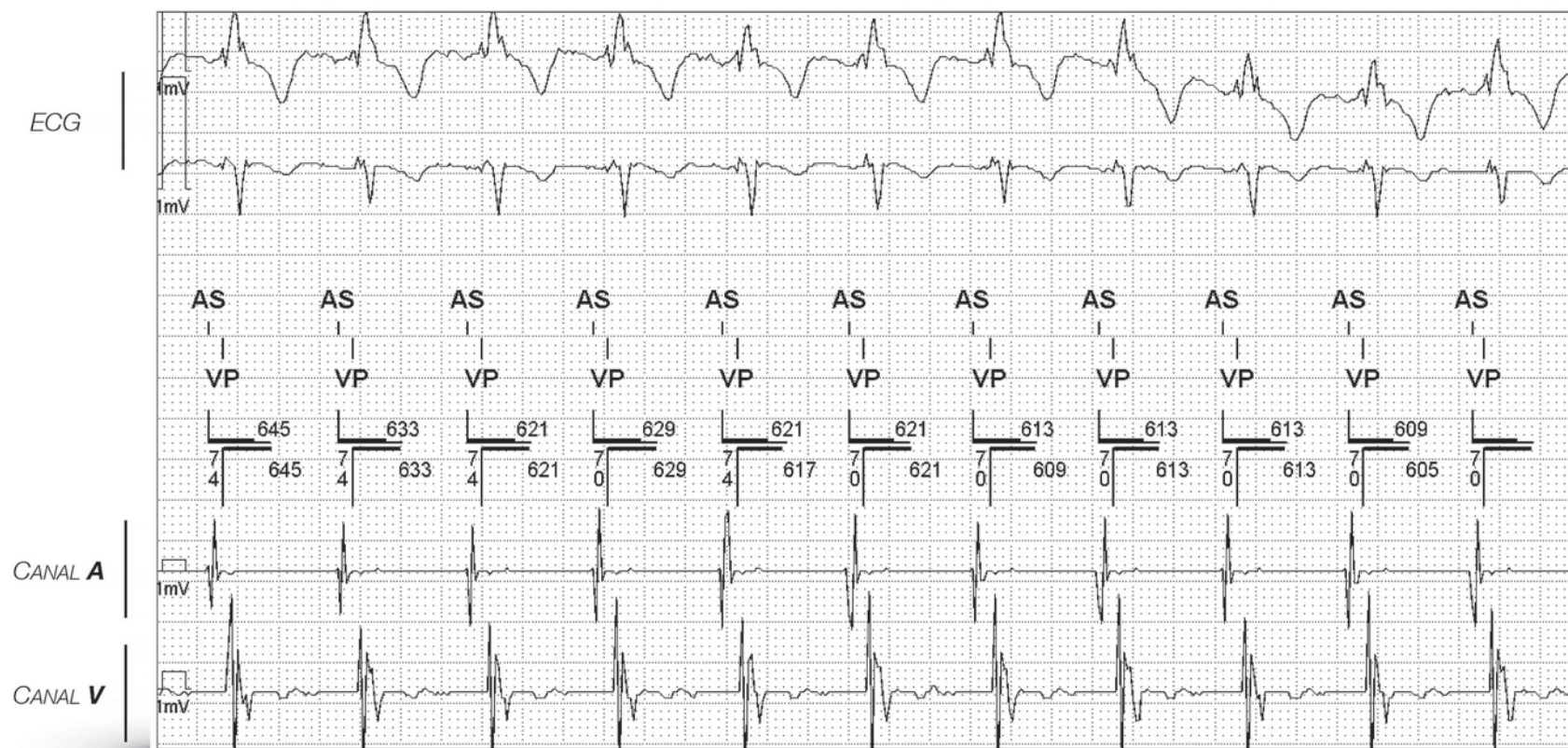
Patient

Homme de 75 ans implanté d'un stimulateur Assurity™ + DR dans le cadre d'épisodes de syncope sur bloc auriculo-ventriculaire paroxystique; sondes bien positionnées avec seuils de stimulation corrects et bonne qualité de detection; programmation de différents modes de stimulation et enregistrement des tracés.

Quiz

Quel(s) mode(s) de stimulation est(sont) compatible(s) avec ce tracé?

- A. VVI
- B. VDD
- C. DDI
- D. VDI
- E. DDD



AS Détection atriale
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Succession de cycles AS-VP (détection atriale suivie d'une stimulation ventriculaire); il peut donc s'agir d'un mode double-chambre VDD ou DDD qui permettent le trigger ventriculaire (stimulation ventriculaire) sur une détection atriale ce qui est impossible pour les modes VDI et DDI.

COMMENTAIRES

Le choix du mode de stimulation représente la première étape essentielle de la programmation d'un stimulateur double chambre car influant directement sur le reste des autres paramètres à programmer. Différents modes de stimulation sont programmables en fonction du nombre de sondes et du modèle de dispositif implanté. Les modes de stimulation sont définis par un code à 4 lettres permettant d'appréhender leur fonctionnement de base. La première lettre définit le(s) site(s) de stimulation: ventricule(V), oreillette(A), les deux(D) ou aucune (O). La deuxième lettre définit le(s) site(s) de détection: mêmes lettres. La troisième lettre indique le mode de fonctionnement: inhibé(I), déclenché(T), les 2(D, I+T) ou aucun(O). La quatrième lettre indique la présence d'un asservissement de fréquence(R).

Ce tracé peut correspondre au fonctionnement du mode VDD ou du mode DDD.

Le mode VDD peut être programmé sur un stimulateur double chambre mais peut être également obtenu à partir d'un dispositif simple chambre et d'une mono-sonde VDD ventriculaire portant deux électrodes atriales flottantes assurant la détection atriale et deux électrodes de stimulation/détection ventriculaires. La détection s'effectue dans l'oreillette et dans le ventricule mais la stimulation ne s'effectue que dans le ventricule, toute stimulation atriale étant impossible. Quand la fréquence atriale est supérieure à la fréquence minimale programmée, le ventricule est stimulé de façon synchrone jusqu'à la fréquence maximale synchrone. Quand la fréquence atriale est inférieure à la fréquence minimale programmée, le stimulateur fonctionne selon un mode pseudo-VVI. Ce mode est donc acceptable en l'absence de dysfonction sinusale, et il convient de programmer une fréquence

minimale basse, éventuellement avec hystérésis de fréquence pour préserver le synchronisme atrio-ventriculaire.

Les avantages des systèmes VDD à sonde unique sont: 1) qu'une seule sonde est nécessaire permettant une procédure d'implantation parfois plus courte et permettant la réduction de la quantité de matériel endovasculaire; 2) l'absence de traumatisme de la paroi atriale permet d'éviter le développement de fibrose atriale; 3) chez les patients sans dysfonction sinusale, la séquence d'activation atrio-ventriculaire physiologique est respectée. Les inconvénients des systèmes VDD à sonde unique sont: 1) que la détection atriale est parfois moins bonne qu'avec une sonde atriale séparée, car le dipôle atrial peut s'éloigner de la paroi, notamment lors de l'inspiration profonde et des mouvements cardiaques; 2) la détection des arythmies atriales est parfois moins bonne pour les mêmes motifs rendant les mémoires moins fiables; 3) en cas de perte de détection atriale paroxystique à l'effort et de bloc auriculo-ventriculaire, la fréquence de stimulation revient à la fréquence de base avec possible chute brutale de fréquence, possible syndrome du pacemaker et risque de tachycardie par réentrée électronique; 4) ce mode doit être évité en présence d'une dysfonction sinusale. L'indication préférentielle du mode VDD est donc le BAV complet avec fonction sinusale normale.

Le principe de base du mode DDD est de permettre une détection et une stimulation auriculaire et ventriculaire et de synchroniser la stimulation ventriculaire à la fois sur la détection mais également sur la stimulation atriale. Toute détection atriale en dehors de la période réfractaire et toute stimulation atriale entraînent une

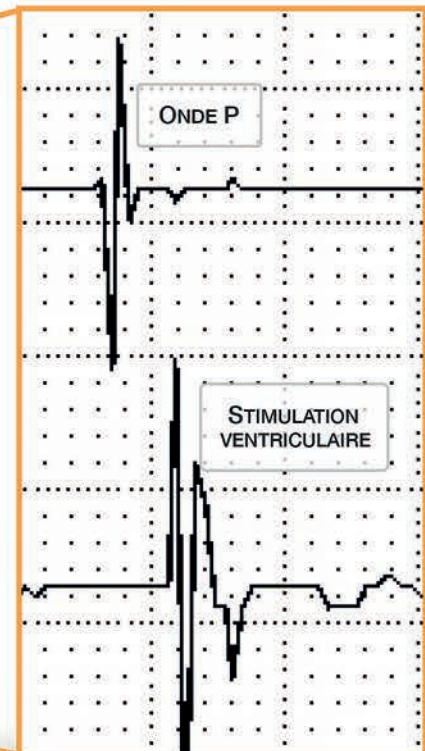
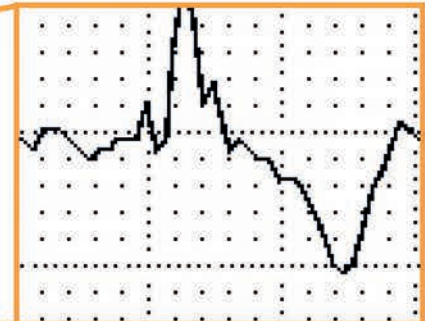
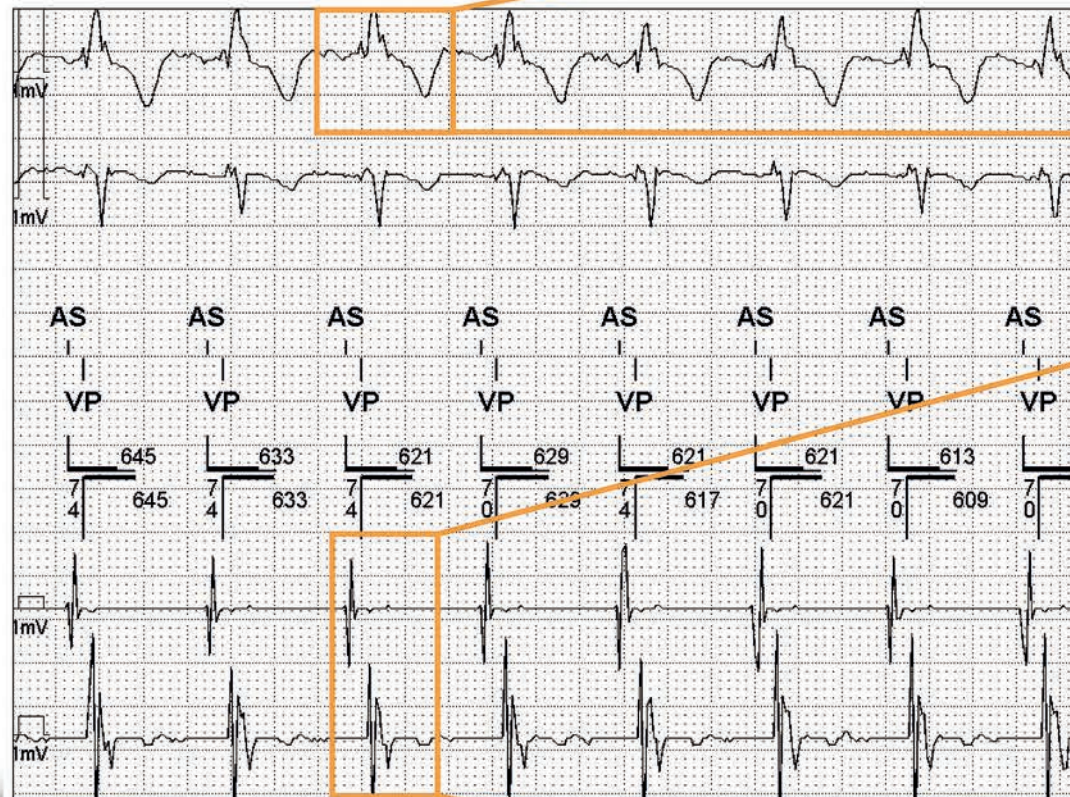
Le mode VDD peut être indiqué chez les patients implantés dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet présentant une fonction sinusale préservée. Le mode DDD permet de répondre aux caractéristiques présentées par l'intégralité des patients implantés mais peut être associé avec un pourcentage élevé de stimulation ventriculaire droite chez des patients présentant une conduction auriculo-ventriculaire préservée.



stimulation ventriculaire en fin de délai AV en l'absence de détection ventriculaire spontanée. Ce mode permet donc de préserver un synchronisme atrio-ventriculaire pour des fréquences sinusales basses jusqu'à des fréquences élevées (limite de la fréquence maximale).

Chez ce patient, la programmation des modes VDD et DDD conduit à la répétition de séquences AS-VP en dépit de l'existence d'une conduction auriculo-ventriculaire préservée. Une des priorités de la programmation est d'éviter toute stimulation ventriculaire droite inutile pour réduire la consommation de la batterie et prolonger la durée de vie de l'appareil mais également pour éviter l'effet délétère sur la fonction cardiaque associé avec la stimulation ventriculaire droite. Un pourcentage élevé de stimulation ventriculaire chez un patient présentant une conduction auriculo-ventriculaire préservée doit faire discuter de l'utilisation d'algorithmes spécifiques spécialement développés pour réduire le pourcentage de stimulation ventriculaire inutile.

Tracé 1: Mode VDD/DDD



Modes de stimulation

Patient

Même patient que tracé 1; changement de mode de stimulation (les sondes fonctionnent normalement).

Quiz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. VVI 60 bpm
- B. VDD 60 bpm
- C. VOO 60 bpm
- D. ODO 40 bpm
- E. VVT 70 bpm



VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Programmation en mode VOO 60 battements/minute; stimulation ventriculaire asynchrone à fréquence fixe sans détection des oreillettes ou des ventricules spontanés; aucune capture ne suit la stimulation ventriculaire quand elle survient juste après le ventricule spontané (période réfractaire du myocarde ventriculaire); en revanche, capture ventriculaire effective, quand la stimulation survient à distance du QRS spontané avec stimulation sur le sommet de l'onde T (risque pro-arythmique).

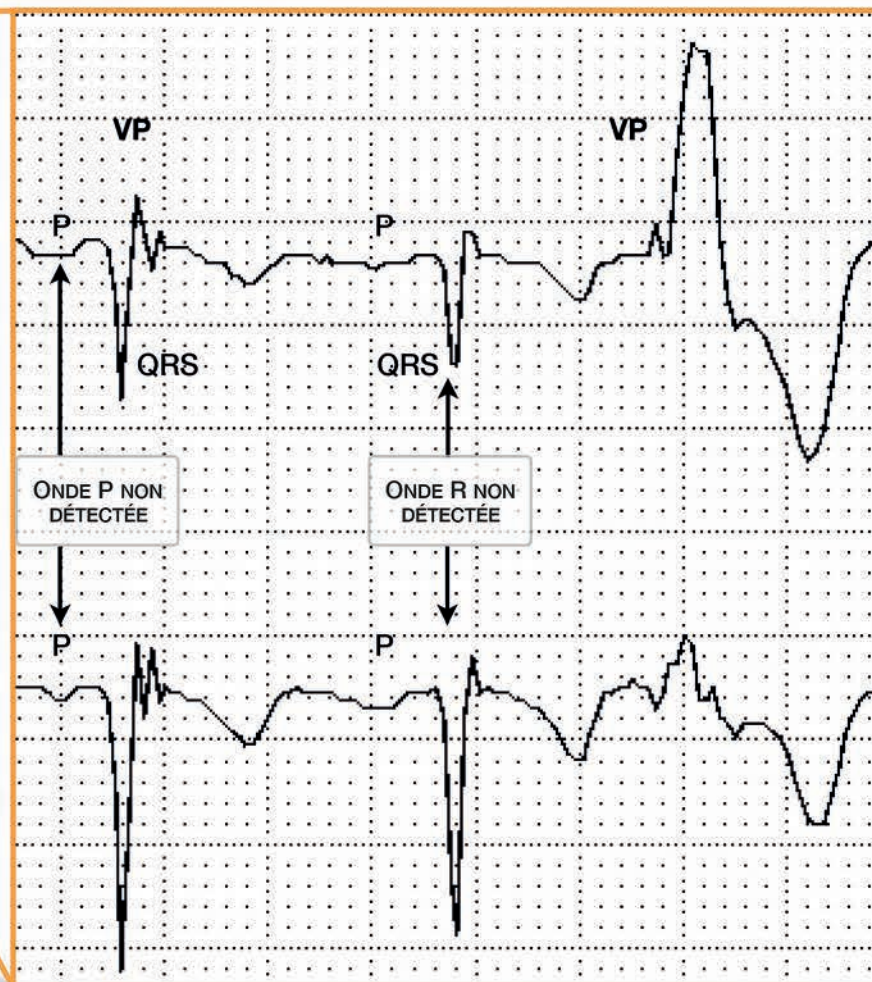
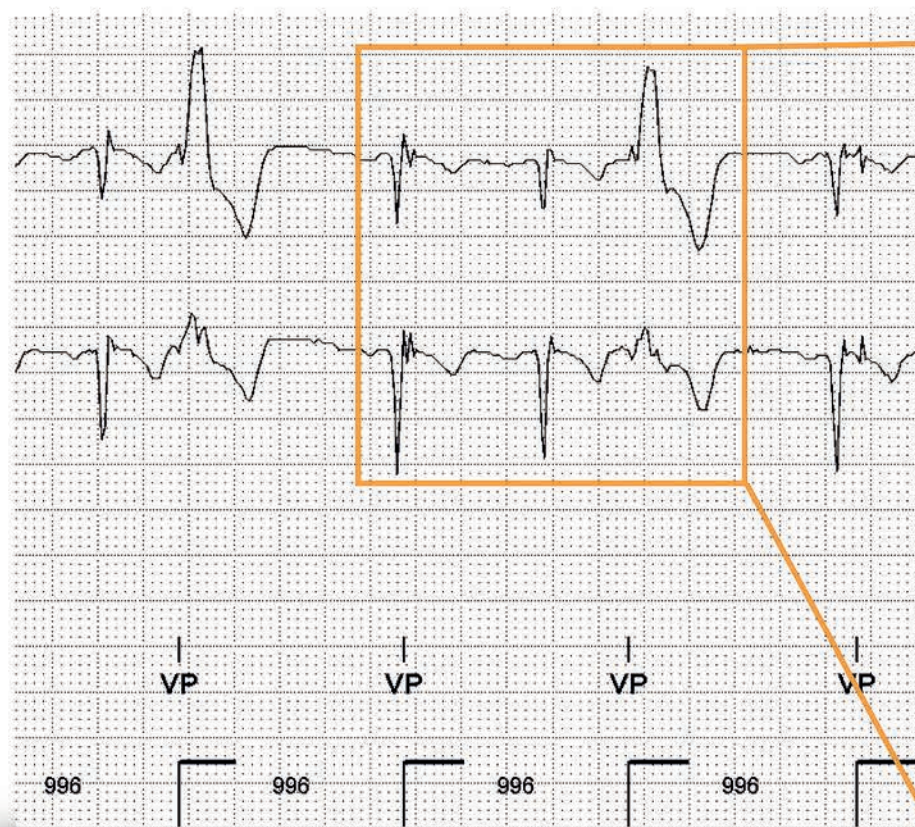
COMMENTAIRES

Les modes asynchrones à fréquence fixe (AOO, VOO, DOO) étaient les seuls modes disponibles sur les premiers stimulateurs cardiaques. Le mode VOO induit une stimulation ventriculaire séquentielle asynchrone, sans inhibition par les événements intrinsèques. Comme vu sur ce tracé, quand le patient n'est pas dépendant, une parasystolie survient avec compétition entre activité spontanée et activité stimulée. Ce mode permet de vérifier l'efficacité de la stimulation et permet d'éviter l'inhibition en cas d'exposition à une interférence extérieure (bistouri électrique chez un patient dépendant par exemple). La stimulation est efficace et capture le ventricule uniquement quand elle survient en dehors de la période réfractaire ventriculaire absolue physiologique qui suit un ventricule spontané.

Ce tracé montre le risque de ce type de mode. Plusieurs stimulations ventriculaires surviennent au sommet de l'onde T d'un QRS spontané non détecté. Il s'agit de la période vulnérable avec risque d'induction d'un trouble du rythme ventriculaire. Le risque de fibrillation ventriculaire est limité mais augmente en présence d'une ischémie myocardique ou d'un trouble métabolique. De la même façon pour les modes AOO ou DOO, une stimulation atriale asynchrone en période vulnérable atriale peut induire un accès de fibrillation auriculaire.

Les modes asynchrones sont aujourd'hui obsolètes et ne sont utilisés que dans 2 circonstances spécifiques: 1) il s'agit d'un mode magnétique ou mode à l'aimant; en effet, l'application d'un aimant entraîne une stimulation AOO, VOO ou DOO en fonction du mode programmé; 2) les modes asynchrones peuvent être programmés de façon temporaire chez les patients dépendants porteurs d'un pacemaker IRM-compatible devant bénéficier d'une IRM.

Les modes asynchrones permettent une stimulation à fréquence fixe sans inhibition par l'activation spontanée du patient. Il existe un risque de stimulation en période vulnérable atriale ou ventriculaire potentiellement arythmogène.



MODE VOO 60 BPM

Modes de stimulation

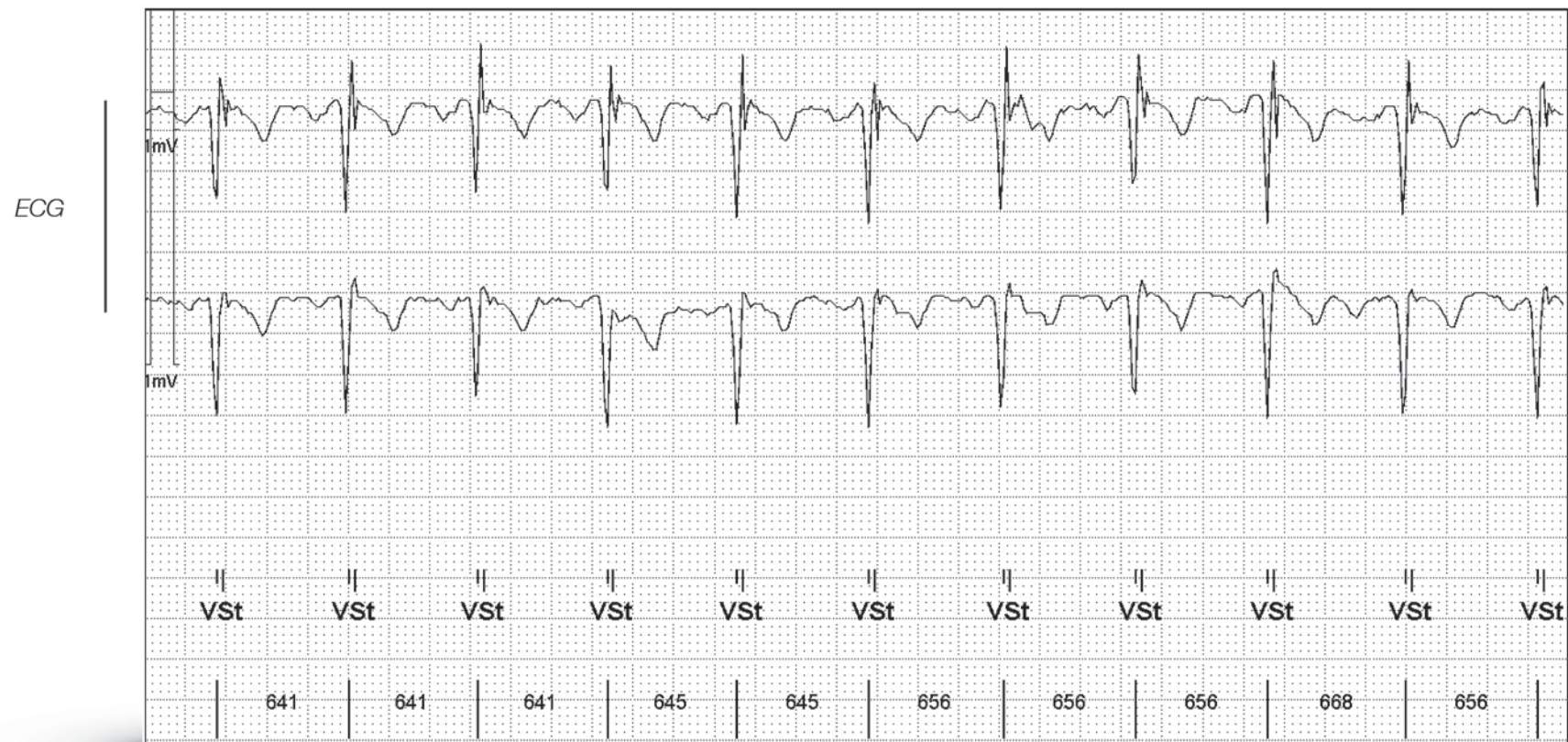
Patient

Même patient que tracé 1; changement de mode de stimulation (les sondes fonctionnent normalement).

Quiz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. VVI 60 bpm
- B. VDD 60 bpm
- C. VOO 60 bpm
- D. ODO
- E. VVT 60 bpm



VSt Stimulation ventriculaire déclenché

TRACÉ

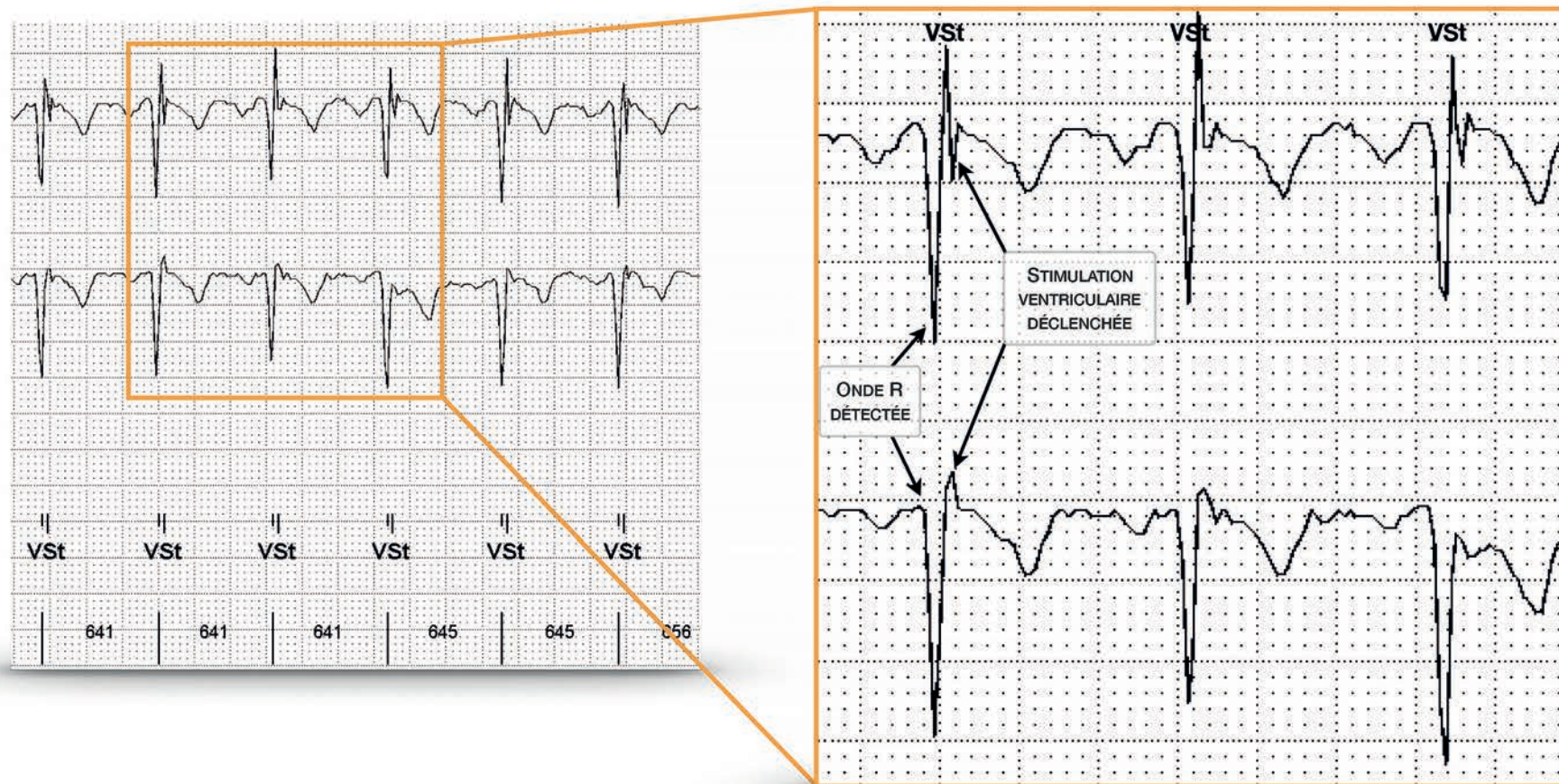
Programmation en mode VVT 60 battements/minute; chaque détection ventriculaire (VS) déclenche une stimulation ventriculaire (t pour trigger); l'aspect du QRS spontané ne parait pas modifié par la stimulation ventriculaire qui survient en période réfractaire myocardique

COMMENTAIRES

Quand le mode VVT est programmé, la détection d'un complexe ventriculaire déclenche une stimulation immédiate dans la période réfractaire absolue du myocarde ventriculaire (trigger). Si aucune activité ventriculaire n'est détectée, la stimulation se produit à la fréquence minimale programmée. Ce fonctionnement correspond donc à l'opposé du mode VVI où la détection inhibe la stimulation. Ce type de mode de stimulation est aujourd'hui très peu programmé au long cours car associé avec une augmentation inutile de la consommation énergétique. Les modes déclenchés peuvent être utilisés dans 2 circonstances particulières:

- 1) en cas de détection de myopotentiels ou d'une interférence électromagnétique, un stimulateur programmé en mode SST ne s'inhibe pas mais induit une stimulation sur chaque artéfact détecté hors période réfractaire, ce qui permet d'éviter une pause chez les patients dépendants. Ce type de mode était particulièrement intéressant sur les anciens modèles de stimulateur qui étaient plus sensibles aux interférences extérieures car fonctionnant uniquement en mode unipolaire.
- 2) ce mode permet d'évaluer la détection dans la cavité considérée, de vérifier qu'il n'y a pas d'écoute croisée et que les extrasystoles sont également correctement détectées.

Les modes déclenchés (AAT, VVT) sont associés avec une augmentation inutile de la consommation favorisant l'usure des batteries et sont donc rarement programmés au long cours quand le stimulateur fonctionne normalement. Ils peuvent toutefois être utiles chez les patients dépendants présentant une inhibition de la stimulation à la suite de la surdétection de myopotentiels ou d'une interférence électromagnétique.

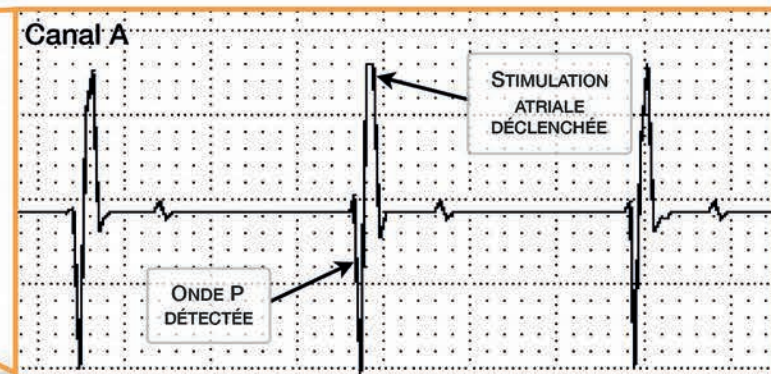
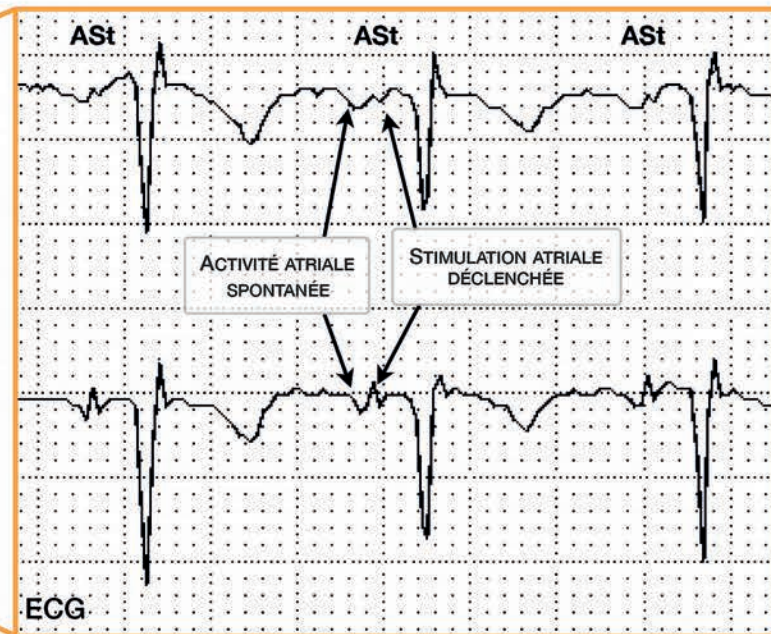
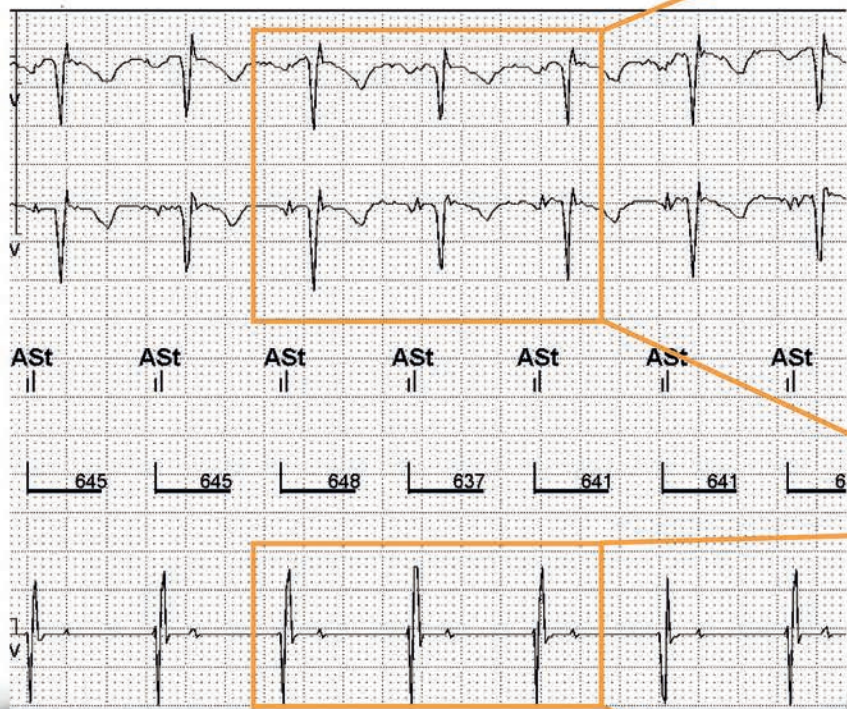


MODE VVT 60 BPM

Tracé 4: Mode AAT 60 Battements/minute

TRACÉ

Programmation en mode AAT 60 battements/minute; chaque détection atriale (AS) déclenche une stimulation atriale (t pour trigger).



MODE AAT 60 BPM

Modes de stimulation

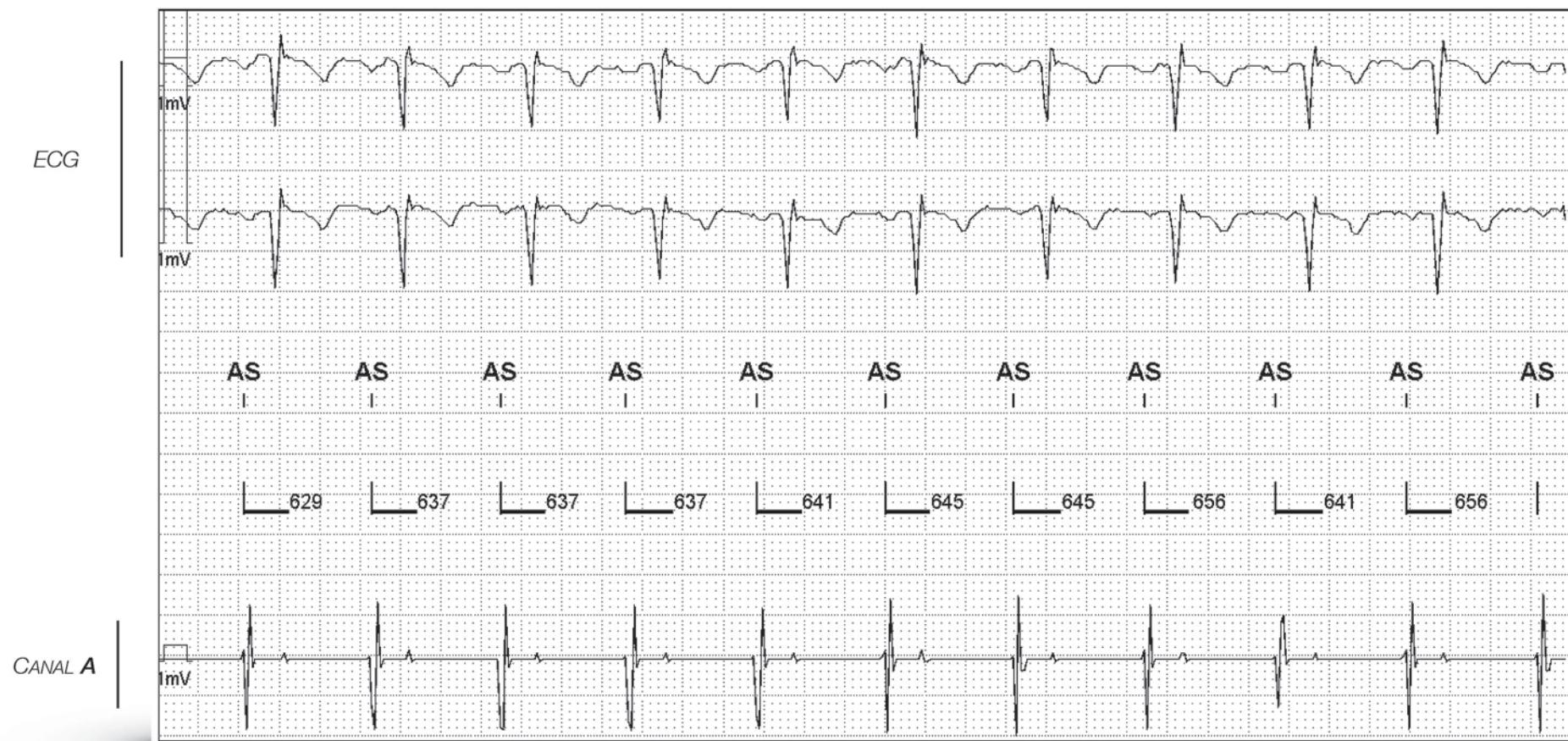
Patient

Même patient que tracé 1; changement de mode de stimulation (les sondes fonctionnent normalement).

Quiz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. AAI 60 bpm
- B. AAT 60 bpm
- C. AOO 60 bpm
- D. ODO
- E. VDD 60 bpm



AS Détection atriale

TRACÉ

Programmation en mode AAI 60 battements/minute; détection d'une activité atriale stable et supérieure à 90 battements/minute avec inhibition de la stimulation (il ne s'agit donc pas d'un mode AAT ou AOO); absence de détection des complexes QRS (il ne s'agit donc pas d'un mode ODO ou VDD).

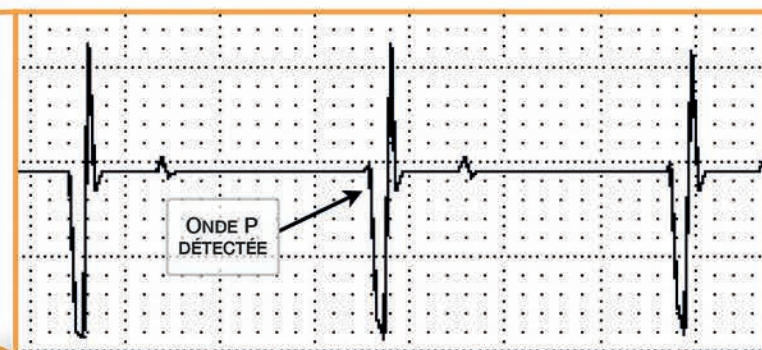
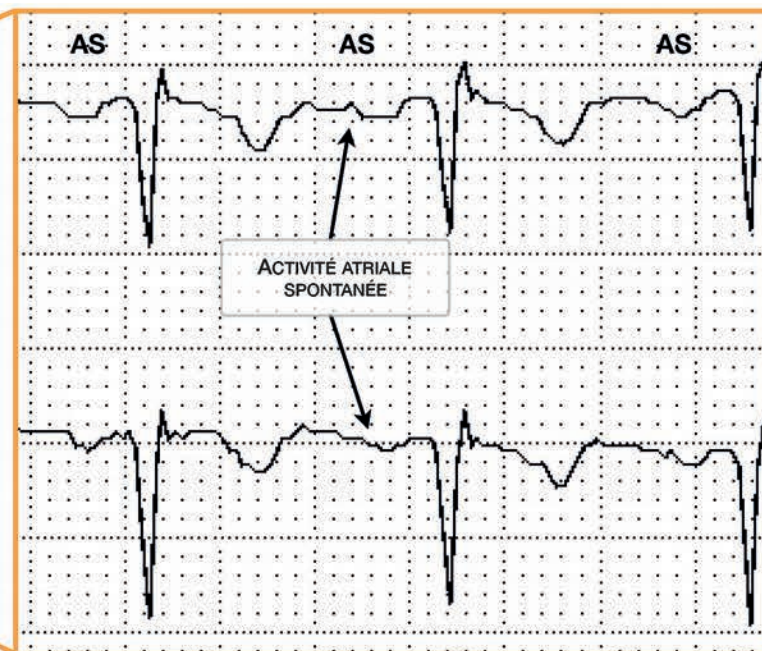
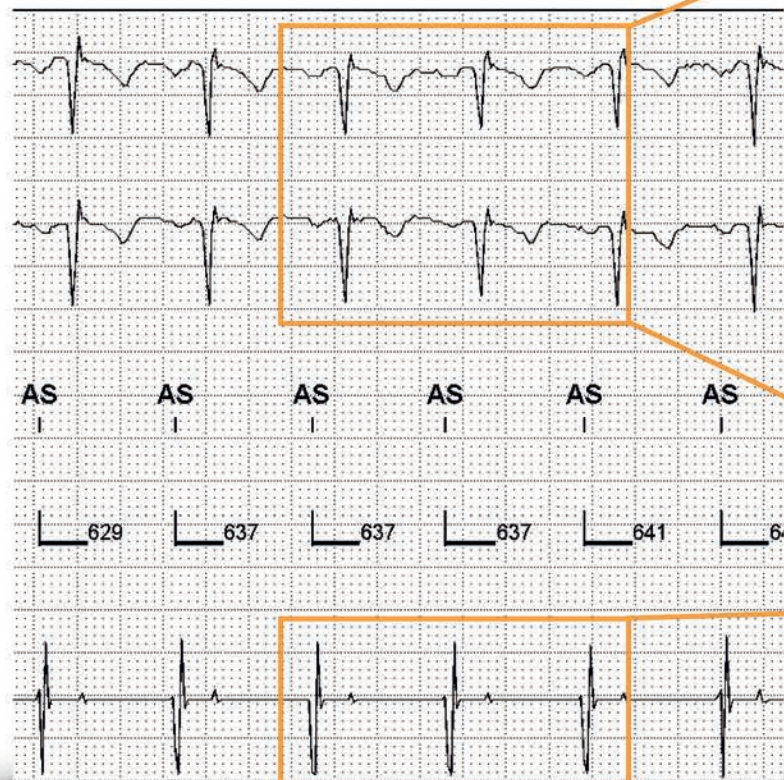
COMMENTAIRES

Un stimulateur simple chambre fonctionne en mode AAI quand une seule sonde est positionnée dans l'oreillette; le mode AAI peut également être programmé dans un stimulateur double chambre. Le mode AAI fournit une stimulation atriale simple chambre à la fréquence de stimulation programmée à moins d'une inhibition par un événement détecté. La détection ne s'applique qu'à l'oreillette.

Les stimulateurs simple-chambre AAI ou la programmation du mode AAI sur un stimulateur double chambre sont formellement contre-indiqués chez les patients présentant un trouble de conduction atrio-ventriculaire permanent ou paroxystique. Ils doivent également être évités chez les patients présentant une symptomatologie vagale ou un syndrome du sinus carotidien. L'indication préférentielle reste la dysfonction sinusale pure sans trouble de la conduction auriculo-ventriculaire. Un stimulateur AAI permet de limiter le nombre de sondes implantées, d'assurer une fréquence physiologique au repos comme à l'effort après programmation de l'asservissement de fréquence et d'éviter toute stimulation ventriculaire inutile. Une étude récente a toutefois retrouvé des résultats défavorables à l'implantation d'un stimulateur simple chambre AAI par rapport à l'implantation d'un double chambre chez les patients présentant une dysfonction sinusale. En effet, le taux de réintervention était plus important chez les patients implantés d'un stimulateur

AAI avec nécessité de rajouter une sonde ventriculaire secondairement à la survenue d'un trouble de conduction atrio-ventriculaire. De façon plus surprenante, l'incidence des épisodes de fibrillation auriculaire était également plus importante. Les indications d'implantation d'un stimulateur simple chambre AAI sont donc relativement limitées aujourd'hui.

La programmation et le fonctionnement du mode AAI sont sensiblement les mêmes que pour un stimulateur VVI. Il faut toutefois programmer une sensibilité plus élevée (valeur programmée plus basse), l'amplitude des complexes atriaux étant souvent plus faible que celle des complexes ventriculaires. De même, la période réfractaire doit être plus longue pour éviter toute surdétection des complexes ventriculaires. La détection de l'onde R par un stimulateur AAI entraîne une baisse de la fréquence de stimulation, l'onde R recyclant l'intervalle d'échappement. En présence d'une écoute croisée (détection de la télé-onde R), il est possible de rendre le stimulateur moins sensible et/ou de prolonger la période réfractaire.



MODE AAI 60 BPM

Modes de stimulation

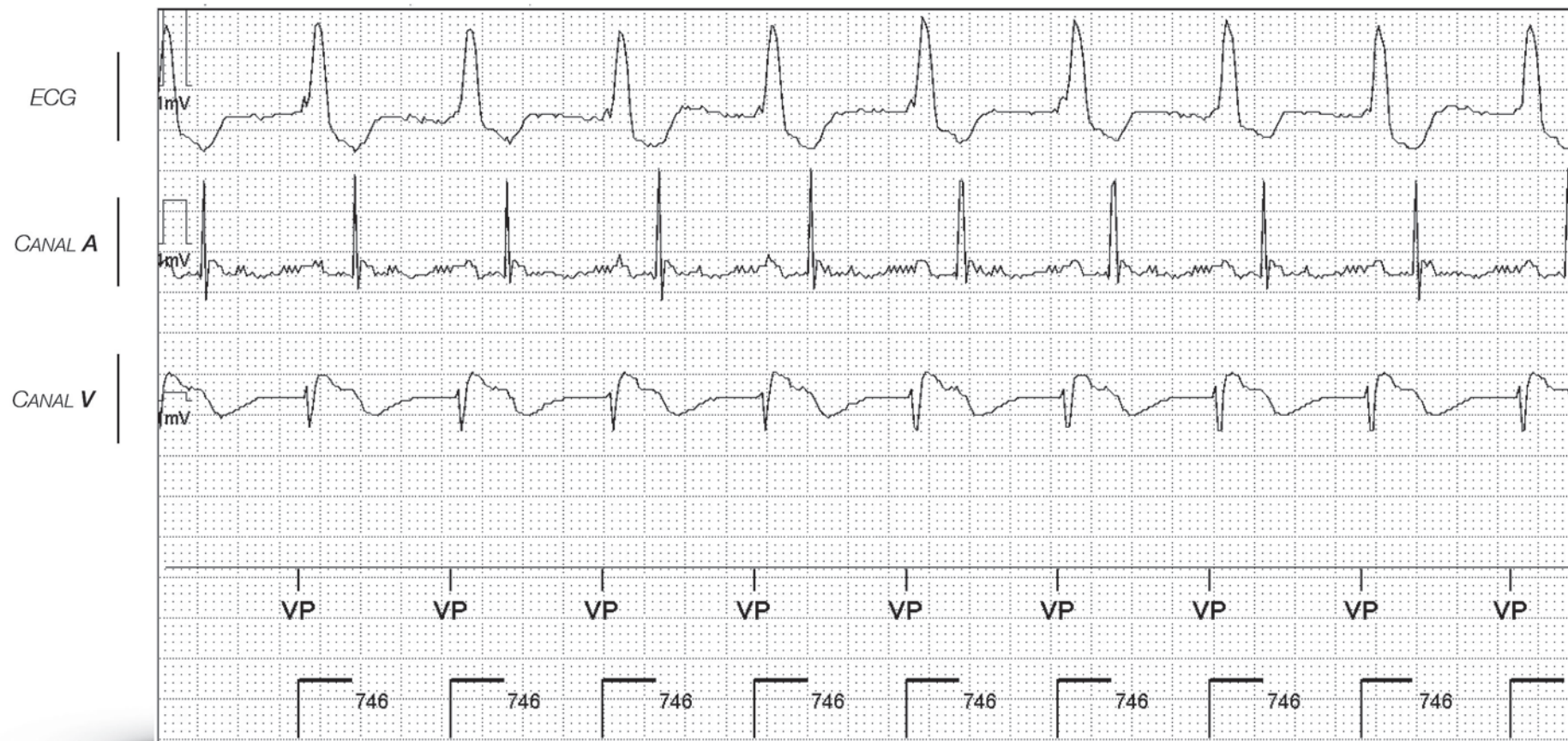
Patient

Homme de 81 ans implanté d'un stimulateur Assurity MRI™ dans le cadre d'épisodes symptomatiques de bloc auriculo-ventriculaire paroxystique; programmation de différents modes de stimulation et enregistrement des tracés.

Quiz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. VVI 60 bpm
- B. VOO 60 bpm
- C. VVT 60 bpm
- D. VVI 80 bpm
- E. VDD 80 bpm



VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Programmation en mode VVI 80 battements/minute; stimulation fixe à 80 battements/minute sans détection de l'activité atriale; les 3 modes possibles sont donc VVI, VVT ou VOO à 80 battements/minute; l'activité atriale suit la stimulation ventriculaire en 1/1; probable activation atriale rétrograde.

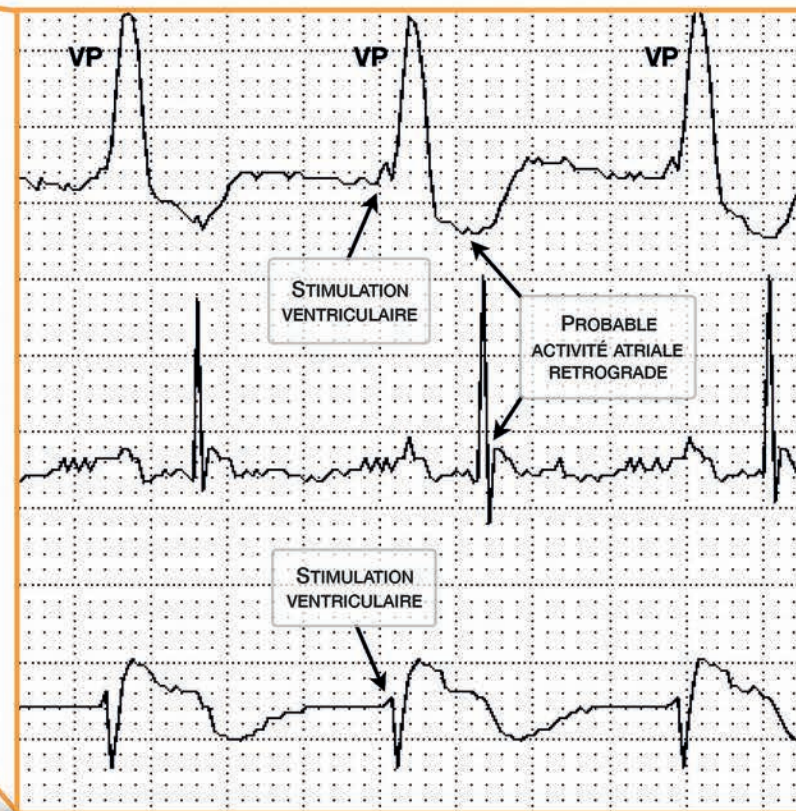
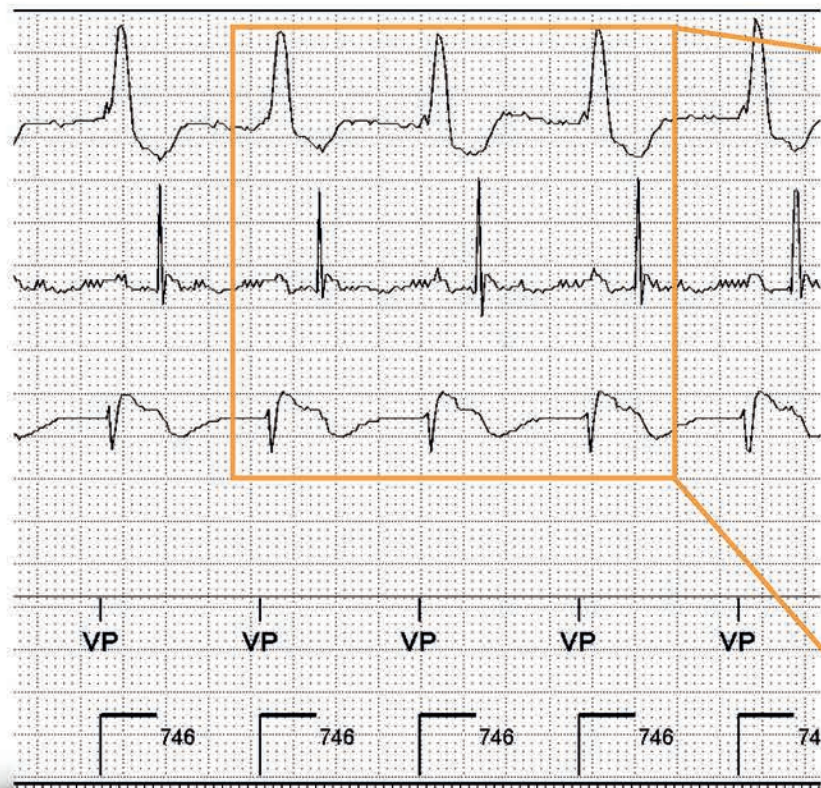
COMMENTAIRES

Un stimulateur simple chambre fonctionne en mode VVI quand une seule sonde est positionnée dans le ventricule; le mode VVI peut également être programmé dans un stimulateur double chambre. Le mode VVI fournit une stimulation ventriculaire simple chambre à la fréquence de stimulation programmée, à moins d'une inhibition par un événement ventriculaire détecté. La détection ne s'applique qu'au ventricule.

Pour ce patient, la programmation de la fréquence de base est essentielle. En effet, à 80 battements/minute, la fréquence de base est trop élevée et l'on observe une stimulation ventriculaire permanente avec inversion de la séquence d'activation atrio-ventriculaire physiologique. Les EGM permettent de mettre en évidence une conduction atriale rétrograde en 1/1. La contraction atriale survient alors que les valves auriculo-ventriculaires sont fermées entraînant un flux rétrograde vers les oreillettes, les veines pulmonaires et les veines caves. Le syndrome du pacemaker résulte d'une combinaison complexe entre altération hémodynamique, neuro-humorale et vasculaire. Une symptomatologie parfois très invalidante liée à l'augmentation de la pression atriale et de la pression veineuse inclut dyspnée, orthopnée, pulsations dans le cou et dans la poitrine, palpitations ou douleur thoracique.

A l'opposé, à 50 battements/minute, la fréquence minimale est inférieure à la fréquence spontanée et le patient n'est pas stimulé. Ce mode sentinelle permet chez les patients non dépendants d'éviter toute stimulation inutile et permet ainsi de réduire la consommation tout en évitant la survenue d'une conduction rétrograde.

Le syndrome du pacemaker correspond à l'existence de séquences répétées stimulation ventriculaire - conduction atriale rétrograde; la contraction atriale peut survenir sur des valves mitrales fermées ce qui peut engendrer une symptomatologie invalidante.

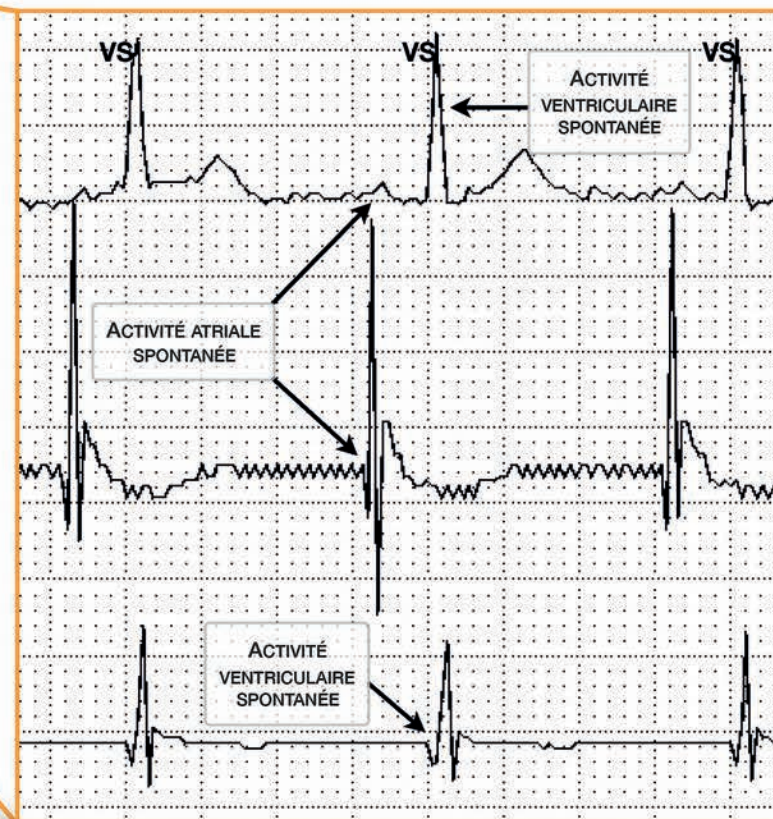
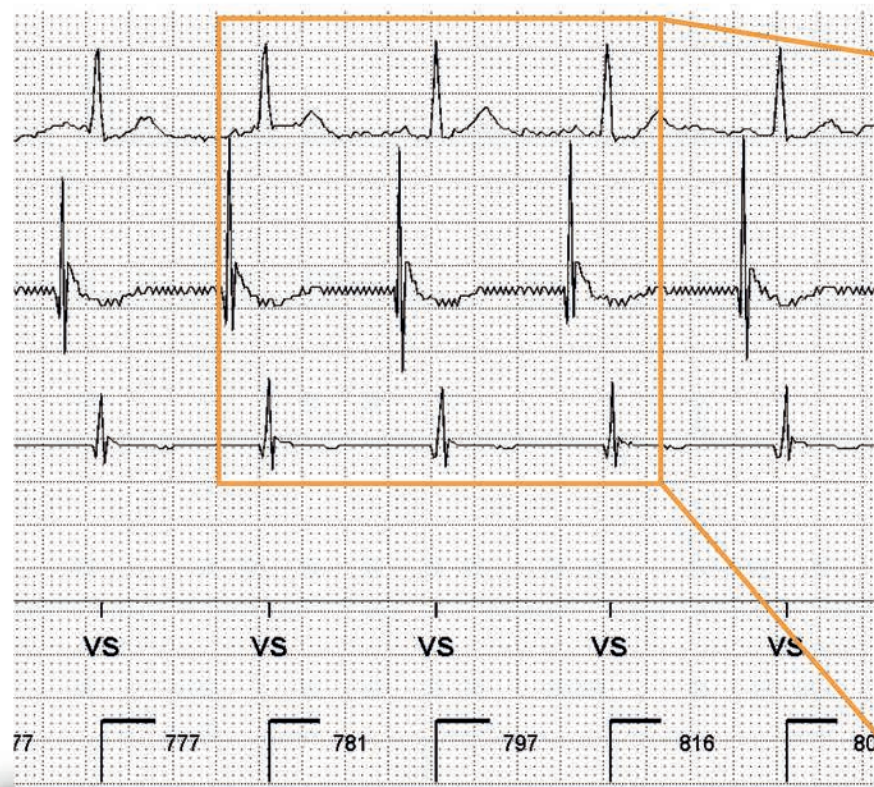


MODE VVI 80 BPM

Tracé 7: Mode VVI 50 Battements/minute

TRACÉ

Même patient avec programmation en mode VVI 50 battements/minute; détection ventriculaire (VS) et inhibition de la stimulation ventriculaire.



MODE VVI 50 BPM

Modes de stimulation

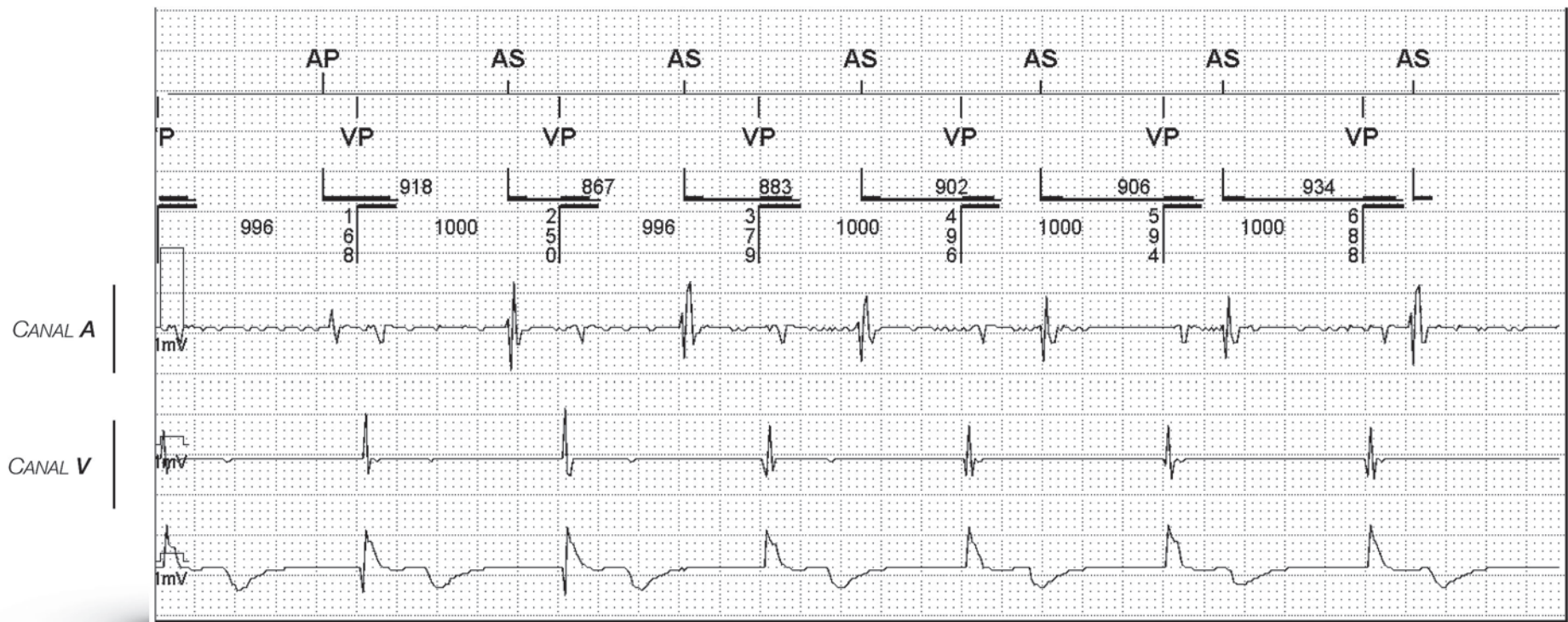
Patient

Homme de 81 ans implanté d'un stimulateur Accent MRI™ dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet; programmation de différents modes de stimulation et enregistrement des tracés.

Quiz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. VI
- B. VOO
- C. VDD
- D. DDD
- E. DDI



AS Détection atriale
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

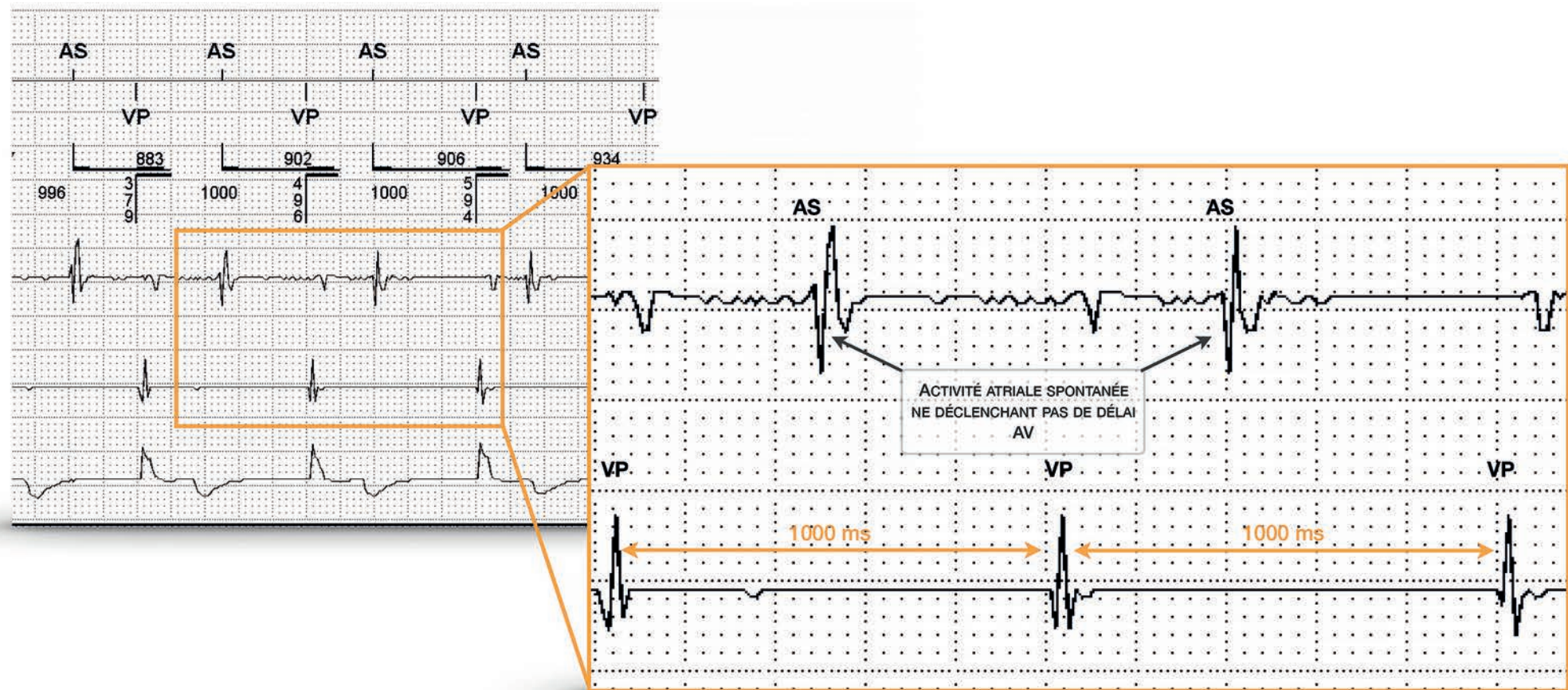
Programmation en mode DDI 60 battements/minute; stimulation ventriculaire fixe à 60 battements/minute; détection d'une activité atriale régulière dissociée de la stimulation ventriculaire; l'activité atriale détectée ne déclenche pas de délai AV (caractéristique du mode DDI qui ne permet pas la fonction trigger).

COMMENTAIRES

Le mode DDI fournit une stimulation séquentielle auriculo-ventriculaire (AP-VP) mais sans suivi des oreillettes détectées. La synchronisation auriculo-ventriculaire n'est assurée qu'à la fréquence de stimulation atriale en cours (fréquence de base, fréquence asservie). Si l'oreillette est plus rapide que la fréquence de stimulation atriale comme sur le premier tracé, il y a inhibition de la stimulation atriale et absence de déclenchement de délai AV (fonctionnement équivalent au mode VVI). Cela permet d'éviter tout emballement de la stimulation ventriculaire lors de la survenue d'une arythmie atriale et explique l'utilisation du DDI comme mode de repli. Ce mode peut également être programmé au long cours, quand en mode DDD, le stimulateur ne détecte qu'imparfaitement une arythmie atriale conduisant à une absence de repli et à une stimulation ventriculaire erratique. Le choix du mode DDI n'est pas adapté chez un patient en bloc auriculo-ventriculaire complet avec fonction sinusale normale (pas de synchronisation sur onde P détectée),

mais est tout à fait acceptable si le patient, même en bloc auriculo-ventriculaire complet, présente en plus une dysfonction sinusale engendrant une stimulation atriale permanente. Le réglage de la fréquence de base est donc essentiel. Elle doit être plutôt élevée pour éviter au maximum la survenue d'une activation atriale spontanée et être associée à un asservissement de fréquence. Chez ce patient, une programmation à 70 battements/minute permettait d'assurer un synchronisme atrio-ventriculaire satisfaisant.

Le patient avec bloc auriculo-ventriculaire et maladie de l'oreillette associant passage en FA rapide (pas de risque d'emballlement) et dysfonction sinusale permanente après réduction (stimulation synchronisée AP-VP) représente l'indication préférentielle du mode DDI.

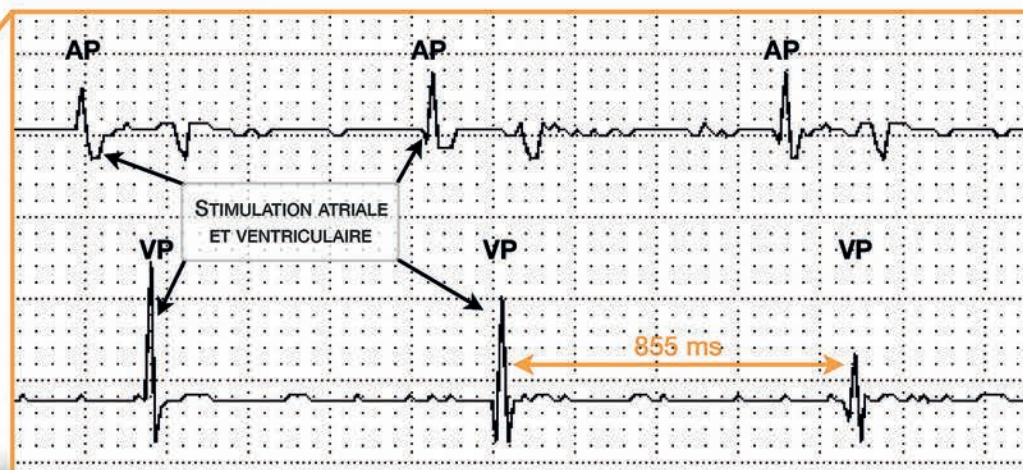
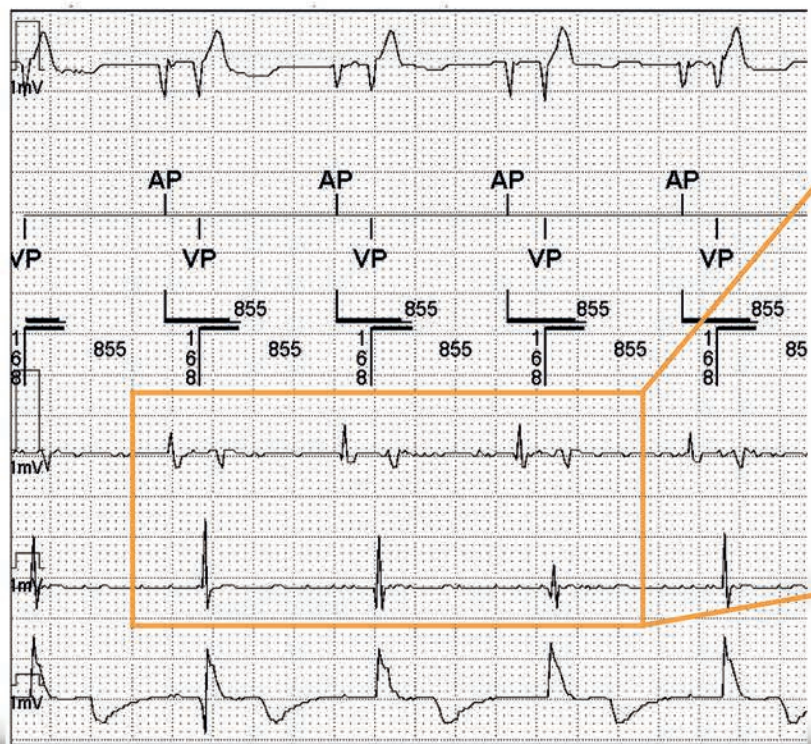


MODE DDI 60 BPM

Tracé 9: Mode DDI 70 Battements/minute

TRACÉ

Même patient avec programmation en mode DDI 70 battements/minute; stimulation atriale et ventriculaire à 70 battements/minute.



MODE DDI 70 BPM

Modes de stimulation

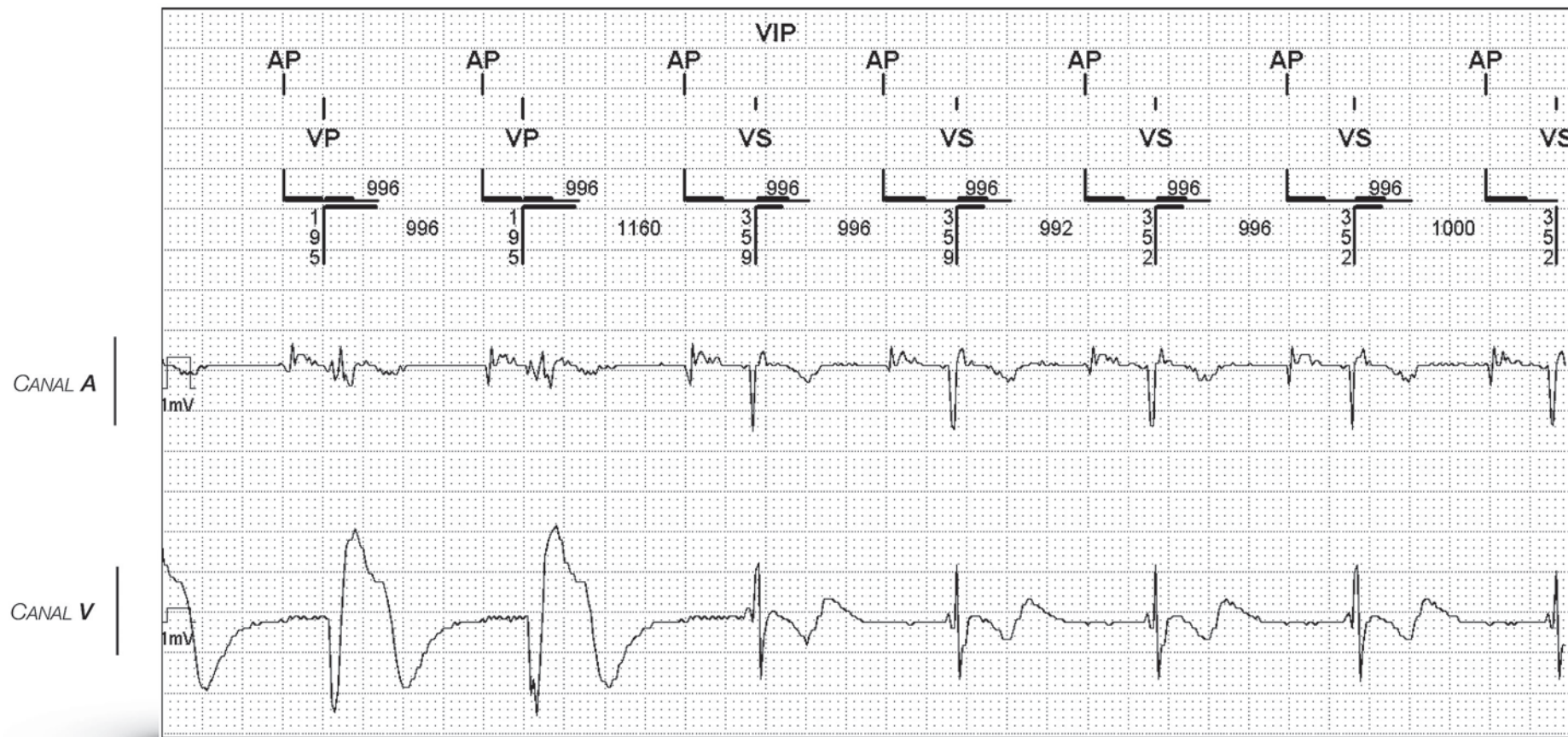
Patient

Homme de 74 ans implanté d'un stimulateur Accent™ DR dans le cadre d'une dysfonction sinusale; programmation de l'algorithme VIP™.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant l'algorithme VIP™?

- A. l'algorithme VIP™ correspond à un mode de fonctionnement ADI-DDD
- B. l'algorithme VIP™ correspond à une hystérésis du délai AV
- C. pendant la phase de recherche d'une conduction spontanée, l'algorithme VIP™ tolère l'existence d'une onde P bloquée
- D. pendant la phase de recherche d'une conduction spontanée, l'algorithme VIP™ ne tolère aucune onde P bloquée
- E. pendant la phase de recherche d'une conduction spontanée, l'algorithme VIP™ autorise un délai AV jusqu'à 400 ms



AP Stimulation atriale
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

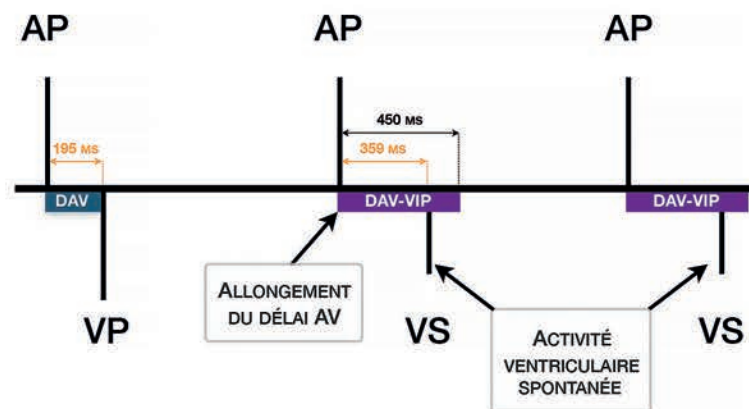
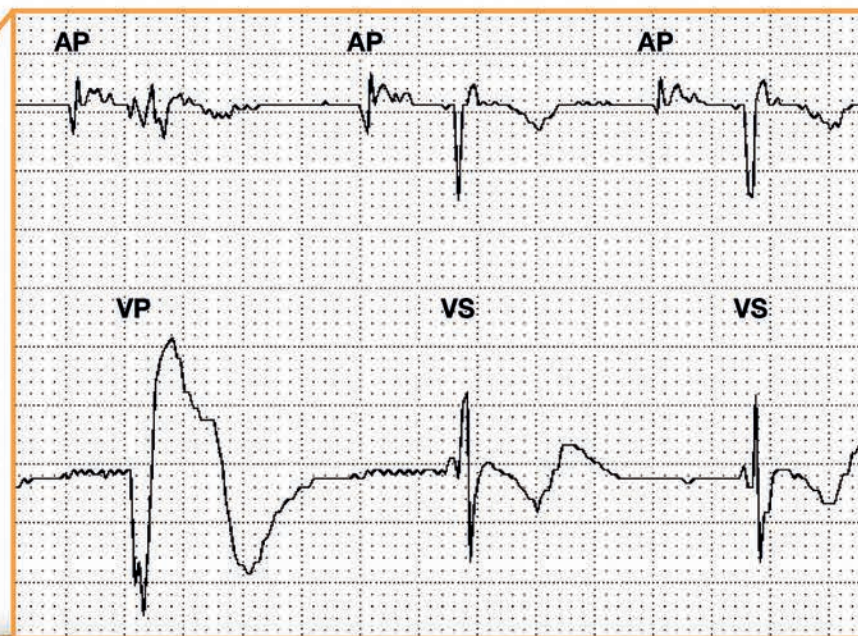
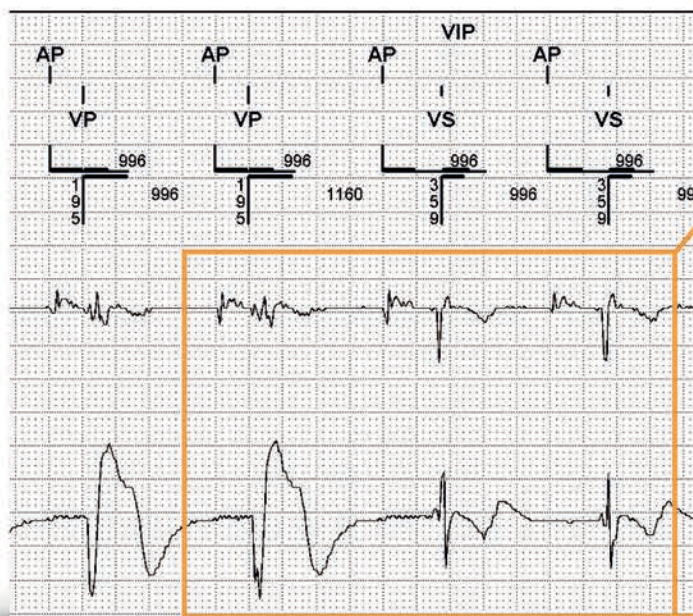
Initialement stimulation atriale et stimulation ventriculaire à la fréquence minimale; intervention de l'algorithme VIP™ avec hystérésis du délai AV; reprise d'une conduction spontanée et inhibition de la stimulation ventriculaire.

COMMENTAIRES

Il existe une littérature riche permettant de démontrer l'effet délétère d'une stimulation ventriculaire droite prolongée. Une des priorités de la programmation est donc de réduire au maximum toute stimulation ventriculaire inutile. Différents modes ou algorithmes ont été proposés par les constructeurs pour réduire le pourcentage de stimulation ventriculaire sans compromettre la sécurité du patient lors de la survenue d'un trouble de conduction auriculo-ventriculaire. Il n'existe pas à proprement parler de mode spécifique pour les stimulateurs Abbott™. L'algorithme VIP™ correspond à une hystérésis du délai AV. Le délai AV est allongé sur un nombre de cycles limité pour favoriser le retour de la conduction spontanée. A la fin du délai AV prolongé, si aucun évènement ventriculaire n'a eu lieu, une stimulation ventriculaire est délivrée. Sur ce tracé, l'avantage majeur de cet algorithme paraît évident. En effet, par rapport au début du tracé, l'activation du VIP™ permet de réduire le pourcentage de stimulation de 100 à 0%. Sur le long terme, cela devrait

s'associer à un bénéfice en termes de remodelage ventriculaire et de survenue d'arythmie atriale. L'analyse du pourcentage de stimulation ventriculaire est donc un élément important du suivi chez un patient implanté pour dysfonction sinusale; il est effectivement essentiel d'essayer de réduire au maximum la survenue de toute stimulation inutile. A noter que sur ce tracé, l'espace AP-VS est relativement allongé (autour de 360 ms sur activité atriale stimulée) mais reste plus court que le délai AV maximal programmé lors de la recherche (450 ms).

Le VIP™ correspond à une hystérésis du délai AV avec allongement du délai AV sur 1 à 3 cycles pour favoriser le retour d'une conduction spontanée.



MODE DDD-VIP

Modes de stimulation

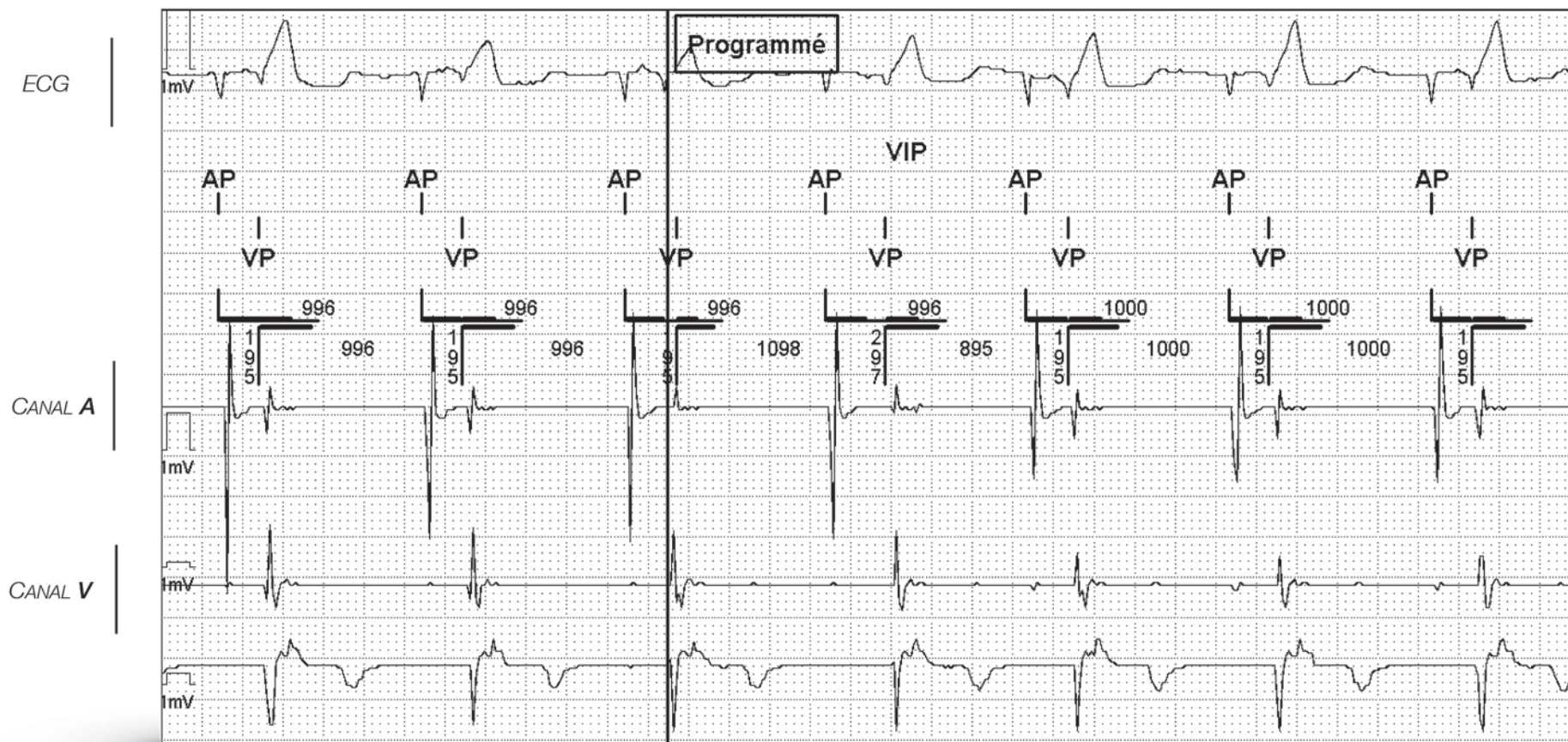
Patient

Homme de 74 ans implanté d'un stimulateur Accent™ DR dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire paroxystique; programmation de l'algorithme VIP™.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant l'algorithme VIP™?

- A. l'Intervalle de recherche qui correspond à l'intervalle de temps entre chaque recherche de conduction spontanée est programmable entre 30 secondes et 30 minutes
- B. l'Intervalle de recherche qui correspond à l'intervalle de temps entre chaque recherche de conduction spontanée est programmable entre 10 secondes et 10 minutes
- C. le nombre de cycles consécutifs avec délai AV prolongé durant lesquels la recherche d'une conduction spontanée se produit est programmable entre 1 et 3
- D. le nombre de cycles consécutifs avec délai AV prolongé durant lesquels la recherche d'une conduction spontanée se produit est programmable entre 1 et 5
- E. la durée maximale du délai AV durant laquelle la recherche d'une conduction spontanée se produit est de 450 ms



AP Stimulation atriale
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Stimulation atriale et ventriculaire (délai AV à 195 ms); programmation de l'algorithme VIP™; allongement du délai AV de 100 ms (programmable) sur 1 seul cycle (programmable); absence de ventricule spontané et stimulation ventriculaire; échec de la recherche et retour à une stimulation en mode DDD au délai AV programmé.

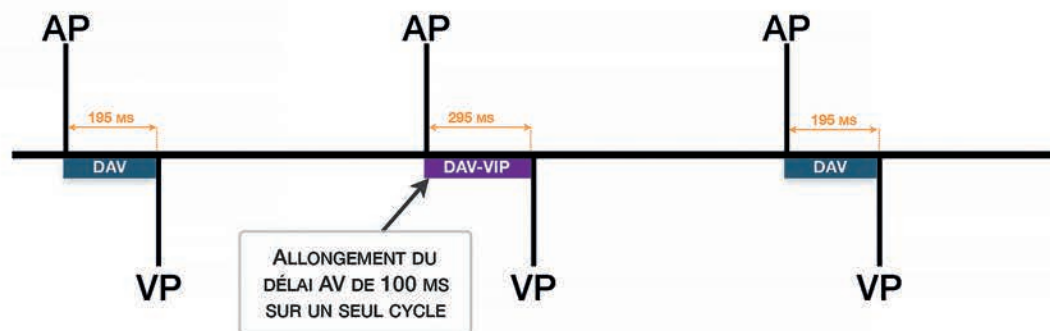
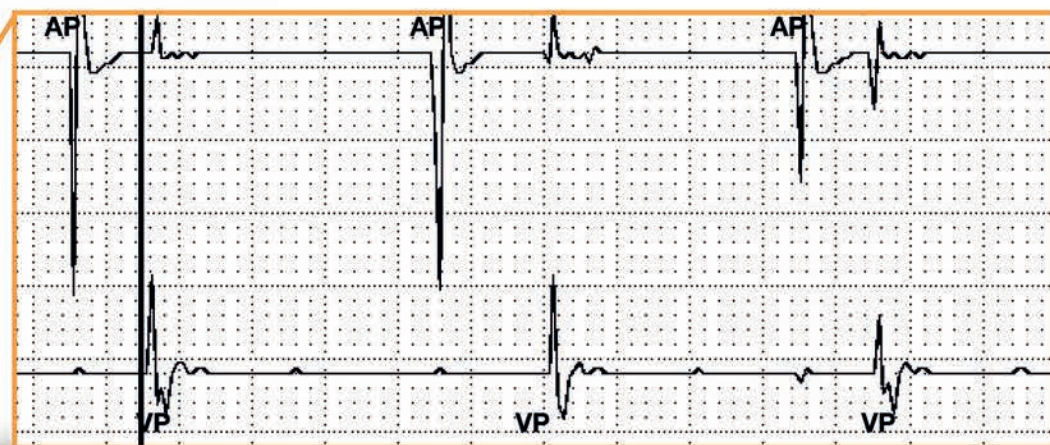
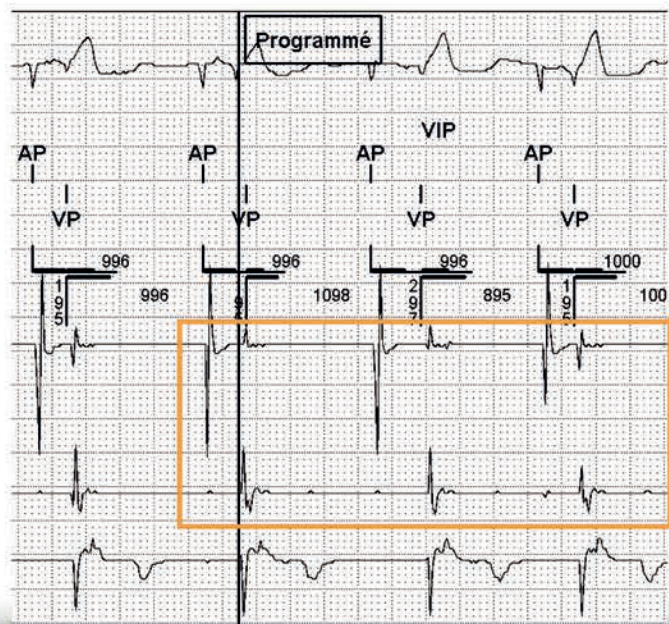
COMMENTAIRES

Ces tracés permettent d'illustrer les caractéristiques de l'algorithme VIP™ et son fonctionnement chez un patient présentant un trouble de conduction auriculo-ventriculaire. Pour favoriser le retour d'une conduction spontanée, le dispositif allonge temporairement son délai AV (jusqu'à un maximum de 450 ms). Si à la fin du délai AV prolongé aucun évènement ventriculaire spontané n'est détecté, une stimulation ventriculaire est délivrée. Il ne peut donc pas y avoir d'onde P bloquée pendant cette recherche, une stimulation ventriculaire survenant toujours à la fin du délai AV prolongé en l'absence de détection ventriculaire. L'avantage principal de cet algorithme est donc de préserver en permanence un ratio d'activation entre oreillettes et ventricules en 1/1. La recherche de conduction spontanée n'est réalisée que pour des fréquences inférieures à 110 bpm pour éviter la survenue d'un bloc 2/1 à l'effort chez un patient en bloc auriculo-ventriculaire complet. En effet, le point de 2/1 dépend de la période réfractaire atriale totale (délai AV détecté + PRAPV) qui est substantiellement allongée lors de la recherche d'une conduction spontanée (délai AV très long). L'allongement temporaire du délai AV peut favoriser la survenue d'une TRE.

Trois paramètres sont programmables avec une balance à trouver entre efficacité et risque d'induction d'une TRE: 1) l'Extension VIP™ qui correspond à l'extension du délai AV qui est appliquée au délai AV programmé (stimulé ou détecté) pour rechercher une conduction spontanée; la valeur totale du délai AV ne peut pas dépasser 450 ms; 2) l'Intervalle de recherche qui correspond à l'intervalle de temps entre chaque recherche de conduction spontanée et qui est programmable à 30 secondes, 1, 3, 5, 10 ou 30 minutes; augmenter cette valeur permet d'éviter les recherches itératives chez un patient en bloc auriculo-ventriculaire permanent; la diminuer permet d'éviter une stimulation ventriculaire droite inutile chez un patient avec trouble de conduction paroxystique de courte durée; 3) le nombre de cycles consécutifs avec délai AV prolongé durant lesquels la recherche d'une conduction spontanée se produit est programmable à 1, 2 ou 3 cycles. L'algorithme est désactivé temporairement lorsqu'il détecte un nombre de stimulations VP consécutives égal au nombre de cycles programmé.

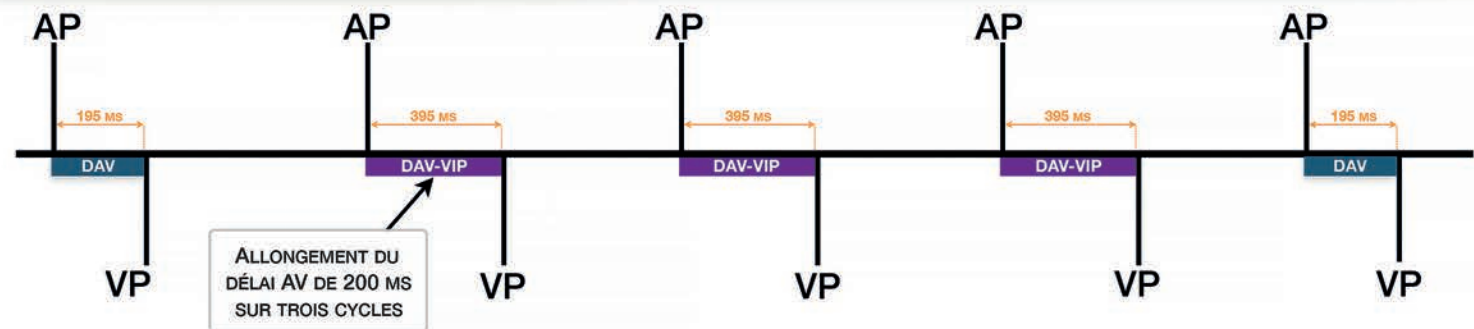
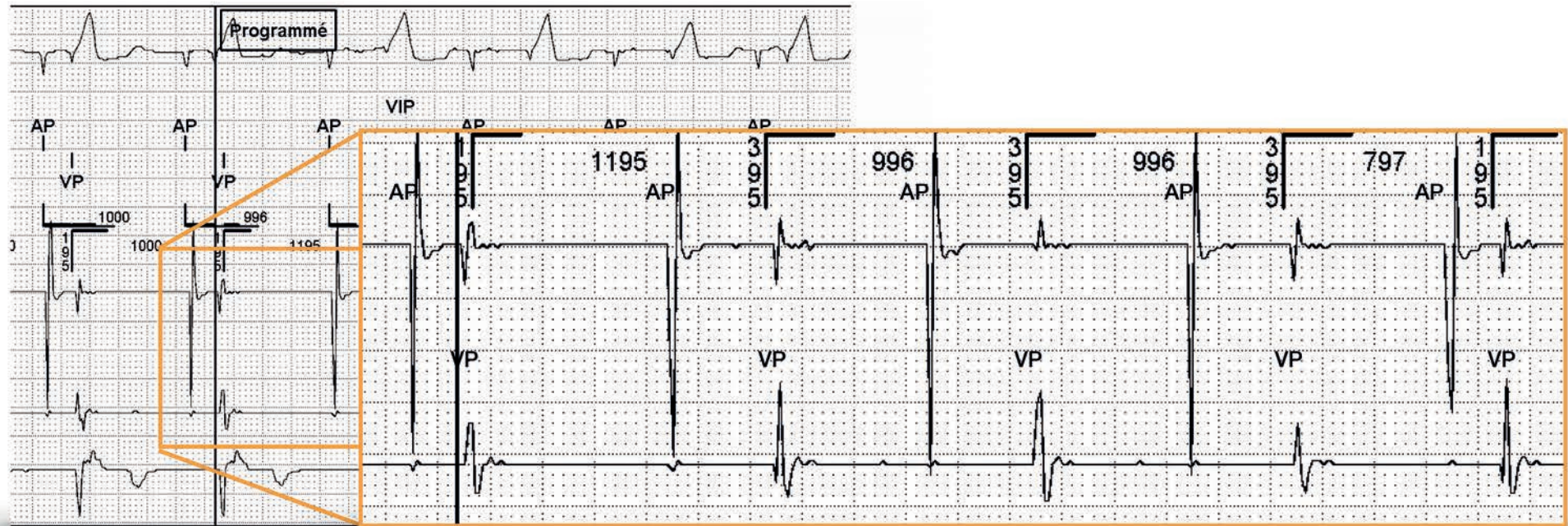
Il est possible de visualiser l'histogramme de conduction atrio-ventriculaire dans les mémoires du stimulateur. Il est également possible de programmer une alerte spécifique de télémédecine quand le pourcentage de stimulation ventriculaire dépasse un seuil programmable (40% en valeur nominale)..

Trois paramètres sont programmables dans l'algorithme VIP™: 1) l'Extension VIP™ qui correspond à l'extension du délai AV qui est appliquée au délai AV programmé; 2) l'Intervalle de recherche qui correspond à l'intervalle de temps entre chaque recherche de conduction spontanée; 3) le nombre de cycles consécutifs avec délai AV prolongé durant lesquels la recherche d'une conduction spontanée se produit. Il conditionne aussi le retour au délai AV initial en présence d'un BAV de haut degré paroxystique.



MODE DDD-VIP

Tracé 12: Mode DDD-VIP™



MODE DDD-VIP

Modes de stimulation

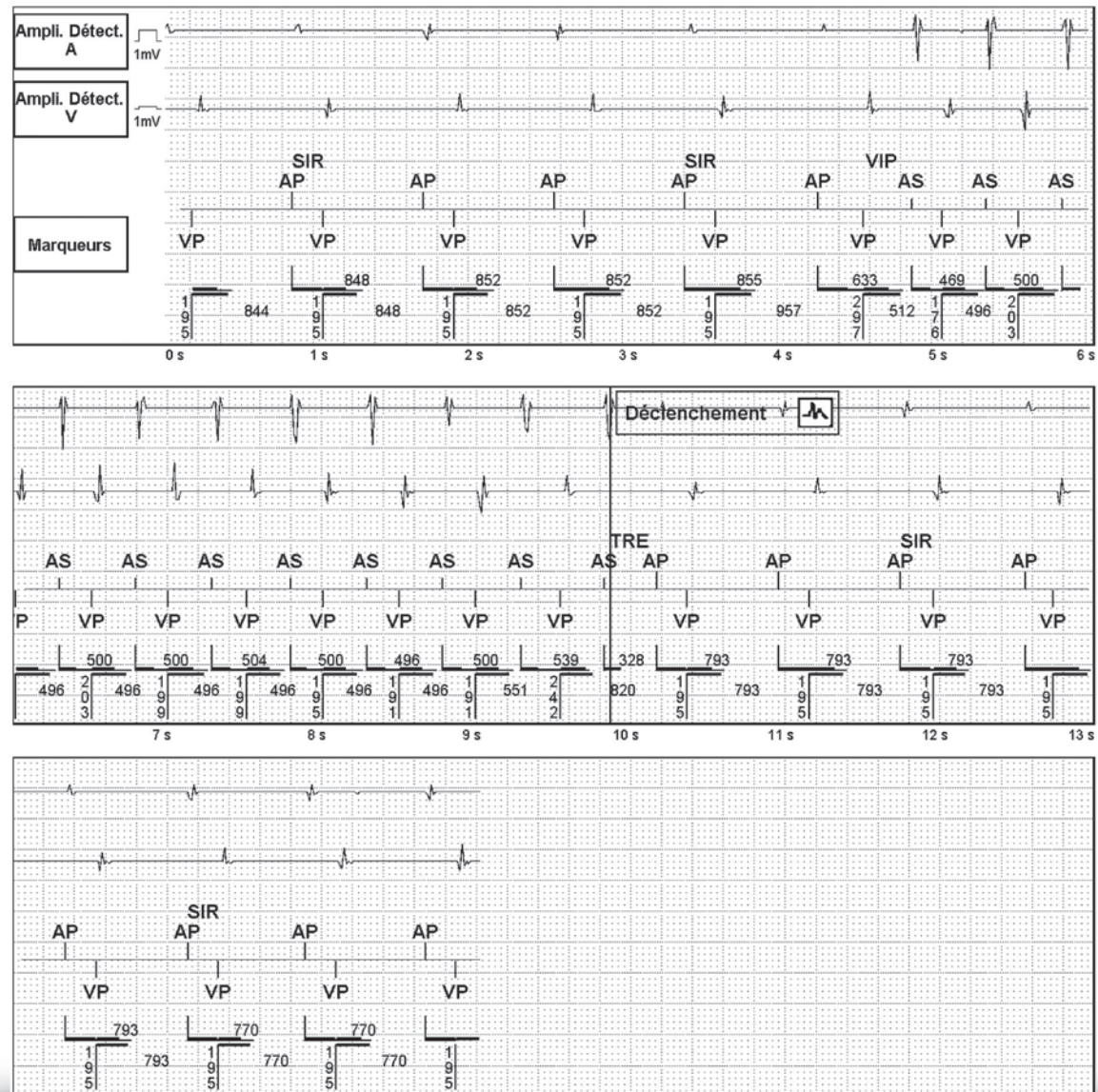
Patient

Homme de 72 ans implanté d'un stimulateur Assurity MRI™ dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire paroxystique; programmation de l'algorithme VIP™; enregistrement d'épisodes de TRE dans les mémoires du dispositif.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. le VIP™ est programmé avec une extension du délai AV à 100 ms
- B. le VIP™ est programmé avec une extension du délai AV sur 1 seul cycle
- C. l'extension du délai AV favorise la survenue d'une conduction atriale rétrograde
- D. il n'existe pas de conduction rétrograde chez ce patient
- E. il s'agit d'un épisode de tachycardie atriale spontanément résolutif



TRACÉ

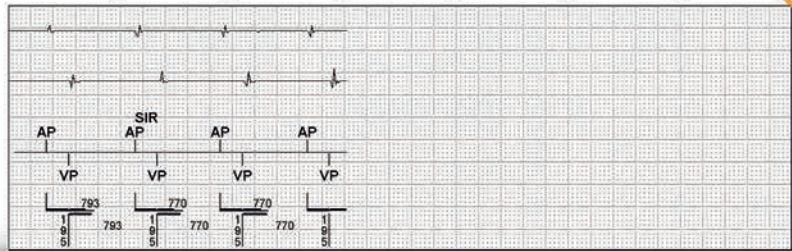
Initialement le patient est stimulé dans l'oreillette et dans le ventricule à la fréquence asservie (capteur, SIR); le dispositif allonge sur un cycle le délai AV (de 195 à 297 ms; programmation VIP™: 1 cycle, extension de 100 ms); l'allongement favorise la conduction atriale rétrograde qui est détectée en dehors des périodes réfractaires (classée AS) et déclenche un délai AV; démarrage d'une TRE; fréquence supérieure à la limite de la fréquence de TRE programmée (110 battements/minute) et 8 cycles VP-AS avec intervalles VP-AS fixes, suspicion de TRE par le dispositif; sur un cycle allongement du délai AV de 50 ms (de 191 à 242 ms) pour confirmer; allongement du cycle AS-AS de 40 ms environ qui démontre que le moment de survenue de l'activité atriale dépend du moment de survenue de la stimulation ventriculaire (en faveur d'une TRE par rapport à la tachycardie sinusale); diagnostic de TRE, l'activité atriale qui suit ne déclenche pas de délai AV; stimulation atriale 330 ms après le dernier cycle AS puis stimulation ventriculaire; interruption de la tachycardie confirmant le diagnostic de TRE.

COMMENTAIRES

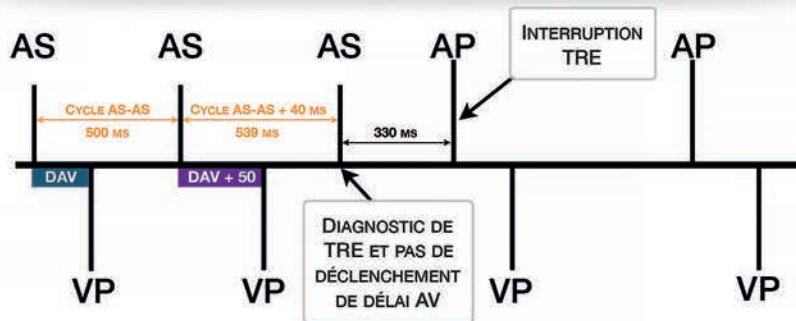
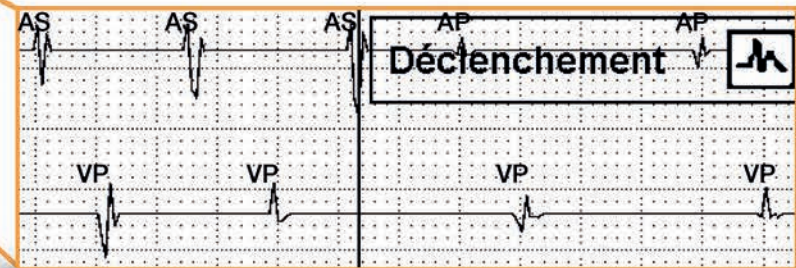
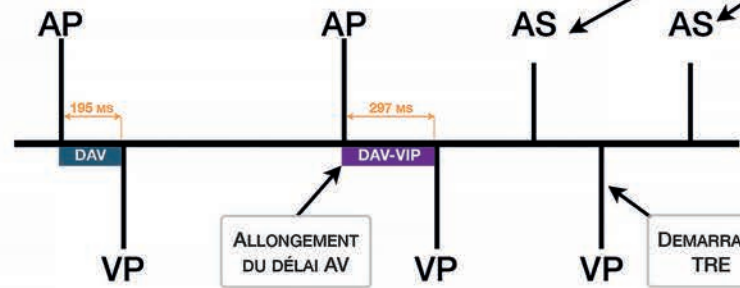
Comme expliqué précédemment, quand le VIP™ est programmé, la recherche d'une conduction spontanée est basée sur une hystérésis du délai AV avec pendant 1 à 3 cycles un délai AV allongé avec une valeur maximale de 450 ms. Il ne peut donc pas y avoir d'ondes P bloquées pendant cette recherche ce qui permet d'éviter les pauses ventriculaires qui peuvent être symptomatiques ou chez quelques rares patients favoriser la survenue d'arythmies ventriculaires. Quand comme chez ce patient, il existe un trouble de conduction auriculo-ventriculaire permanent ou paroxystique, cette recherche se solde par un échec avec ensuite retour au mode DDD au délai AV programmé. Une des limites de cette option, est que chez les patients présentant une conduction antérograde altérée mais une conduction rétrograde préservée, l'allongement du délai AV peut favoriser la survenue d'une conduction rétrograde pouvant générer une tachycardie par réentrée électronique sans nécessité d'un autre facteur déclenchant (extrasystole atriale ou ventriculaire,

perte de capture atriale ...). Le nombre de TRE peut alors être très important quand le simple fait d'allonger le délai AV induit une conduction rétrograde. Le plus simple et le plus logique en présence d'un bloc auriculo-ventriculaire complet permanent est de ne pas programmer l'algorithme VIP™. Quand le trouble de conduction est paroxystique et qu'il paraît souhaitable d'essayer de préserver la conduction spontanée, il est alors indispensable de vérifier que la PRAPV est bien programmée plus longue que le temps de conduction rétrograde.

Chez les patients avec conduction auriculo-ventriculaire antérograde altérée mais conduction atriale rétrograde préservée, il est souhaitable de ne pas programmer le VIP™ de façon à ne pas majorer le risque de tachycardie par réentrée électronique.
L'activation du VIP™ est donc conseillée en cas de dysfonction sinusale +/- BAV I +/- BAV II paroxystique.



MODE DDD-VIP





Stimulation



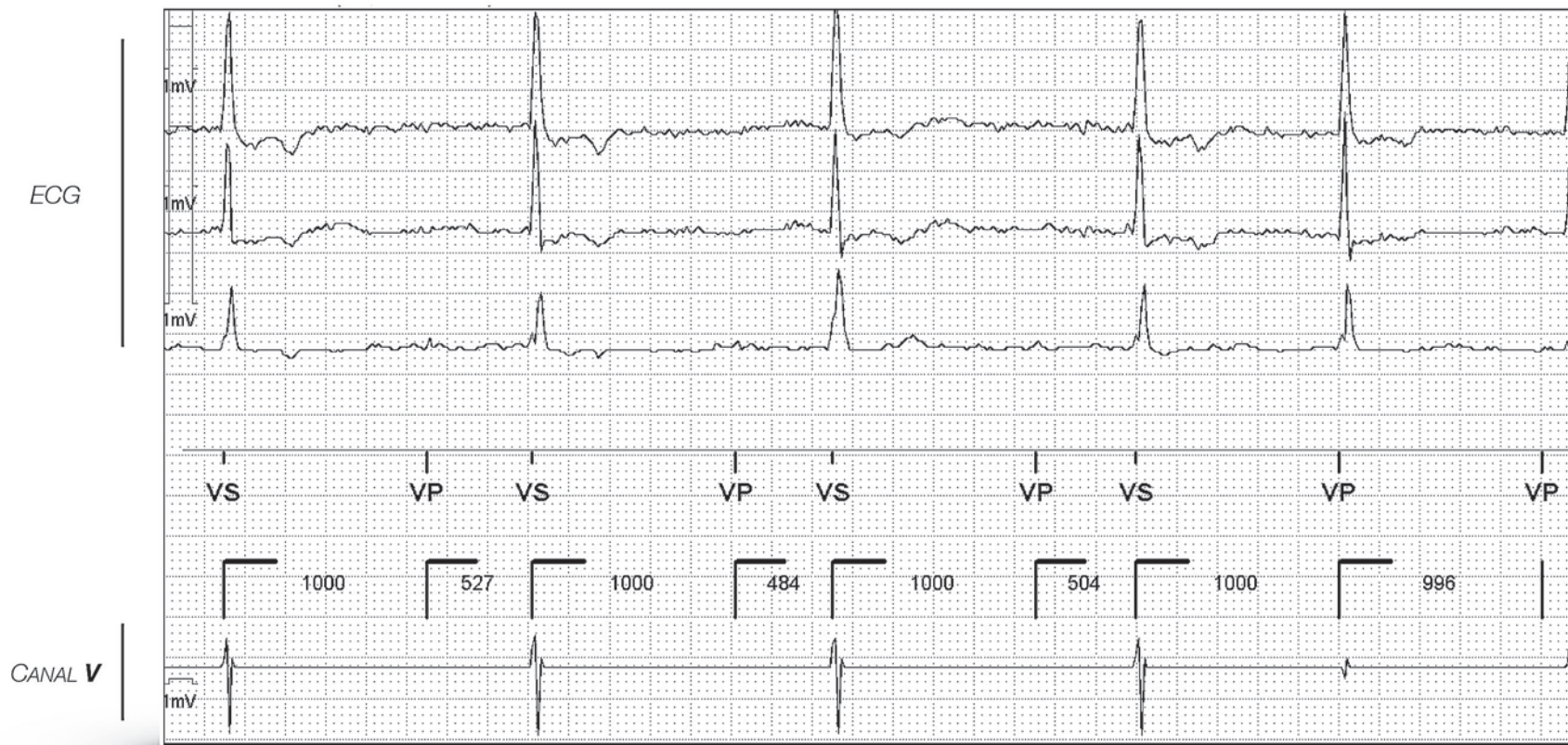
Patient

Homme de 87 ans implanté d'un stimulateur Accent™ DR dans le cadre d'une FA lente symptomatique; quelques mois après l'implantation, fatigue, dyspnée et lipothymies.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. le mode programmé est VVI 60 bpm
- B. le mode programmé est VVI 70 bpm
- C. il existe un défaut de capture ventriculaire droite
- D. il existe un défaut de détection ventriculaire
- E. le rythme intrinsèque du patient est un bloc auriculo-ventriculaire complet



VS Détection ventriculaire
VP Stimulation ventriculaire

Tracé 14: Perte de capture ventriculaire droite

Bonnes Réponses : A, C

TRACÉ

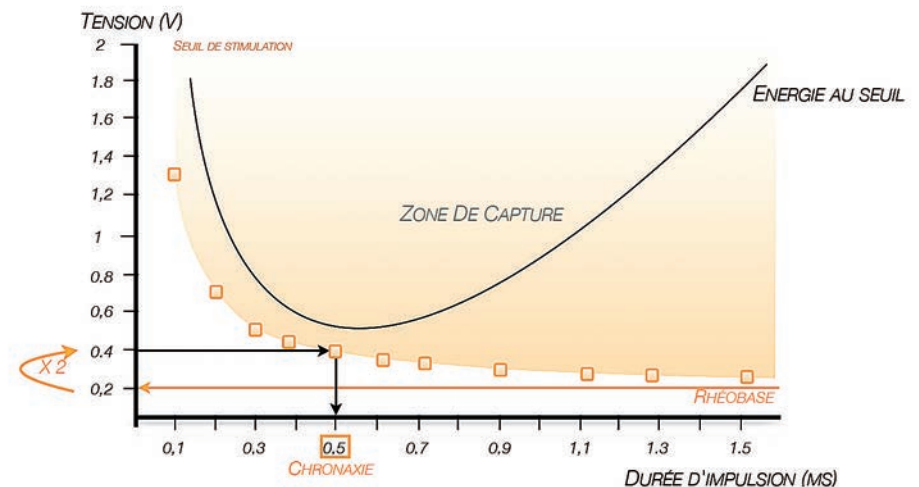
Le stimulateur est réglé en mode VVI 60 battements/minute (intervalle VS-VP de 1000 ms); détection correcte des QRS spontanés; défaut de capture ventriculaire; fibrillation auriculaire avec conduction atrio-ventriculaire altérée mais toujours présente (QRS spontanés irréguliers).

COMMENTAIRES

Le seuil de stimulation correspond à la plus petite impulsion électrique, délivrée en dehors de toutes les périodes réfractaires naturelles, capable d'engendrer la propagation d'une dépolarisation. Il peut être mesuré en tension (Volts) ou en largeur d'impulsion (millisecondes). La détermination du seuil de stimulation est d'une importance majeure, car la programmation de la tension et de la durée d'impulsion conditionne la marge de sécurité et détermine la consommation énergétique de la prothèse et donc la rapidité d'usure des batteries. Il est généralement recommandé de programmer une marge de sécurité de 100 % qui correspond à une tension double du seuil. Cette marge de sécurité est destinée à prendre en compte les variations circadiennes du seuil de stimulation influencé variablement d'un sujet à l'autre par le sommeil, la prise de repas, l'activité physique, la fièvre ...

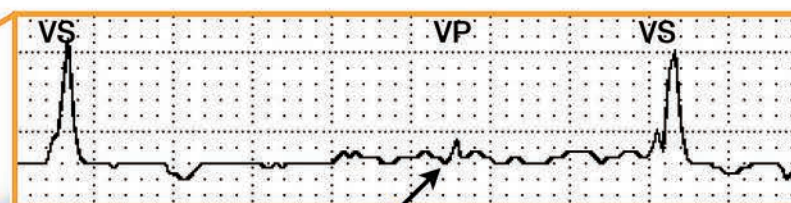
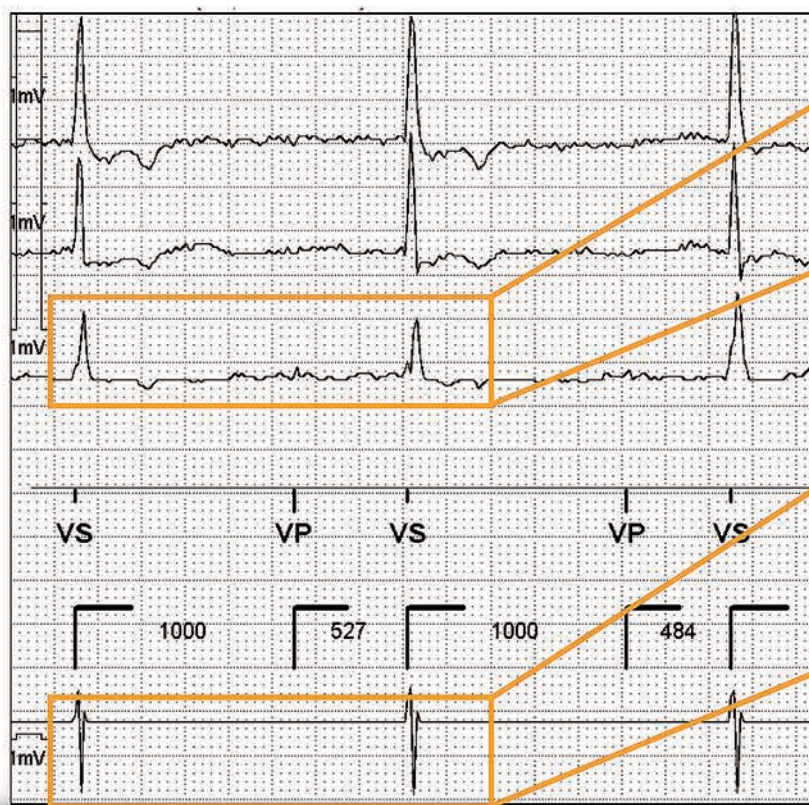
Ce tracé met en évidence une perte de capture ventriculaire chez un patient en FA chronique avec conduction auriculo-ventriculaire altérée. Ce patient était programmé avec une amplitude de stimulation ventriculaire de 2.5 Volts pour 0.5 ms. Sa symptomatologie était évocatrice avec un retour des signes cliniques observés en pré-implantation (fatigue,

dyspnée, lipothymies). Nous n'avons pas retrouvé de cause évidente (médicamenteuse, métabolique, macro-déplacement de la sonde ...) pour expliquer l'augmentation du seuil (mesuré à 3 Volts pour 0.5 ms). Devant cette élévation de seuil, la question de la programmation de l'adaptation automatique de l'amplitude de stimulation se pose. En effet, il est possible de programmer aujourd'hui dans tous les stimulateurs modernes une fonction de mesure automatique du seuil ventriculaire plus ou moins associée à une adaptation automatique de l'amplitude de stimulation.

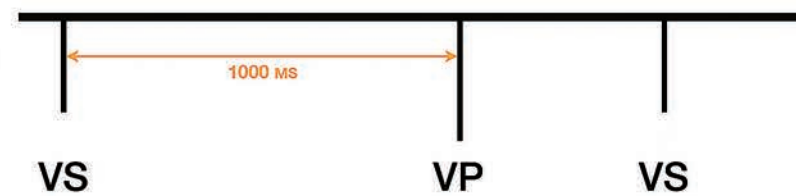
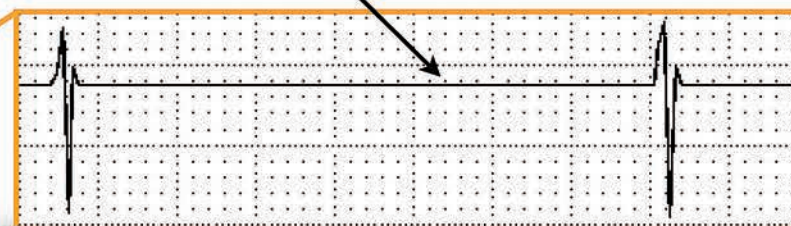


La relation de Lapique décrit la relation non linéaire de la tension au seuil par rapport à la durée d'impulsion. La rhéobase est la plus petite tension efficace pour une durée d'impulsion infinie (en pratique, supérieure à 2 ms). La chronaxie est la plus petite durée d'impulsion efficace pour une tension double de la rhéobase. L'énergie consommée est minimale pour une durée d'impulsion correspondant à la chronaxie. Chronaxie et rhéobase qualifient électriquement une électrode de stimulation.

Aujourd'hui, les valeurs de chronaxie se situent entre 0.3 et 0.4 ms quelle que soit la sonde utilisée.



ABSENCE DE SIGNAL
VENTRICULAIRE SUIVANT
LA STIMULATION



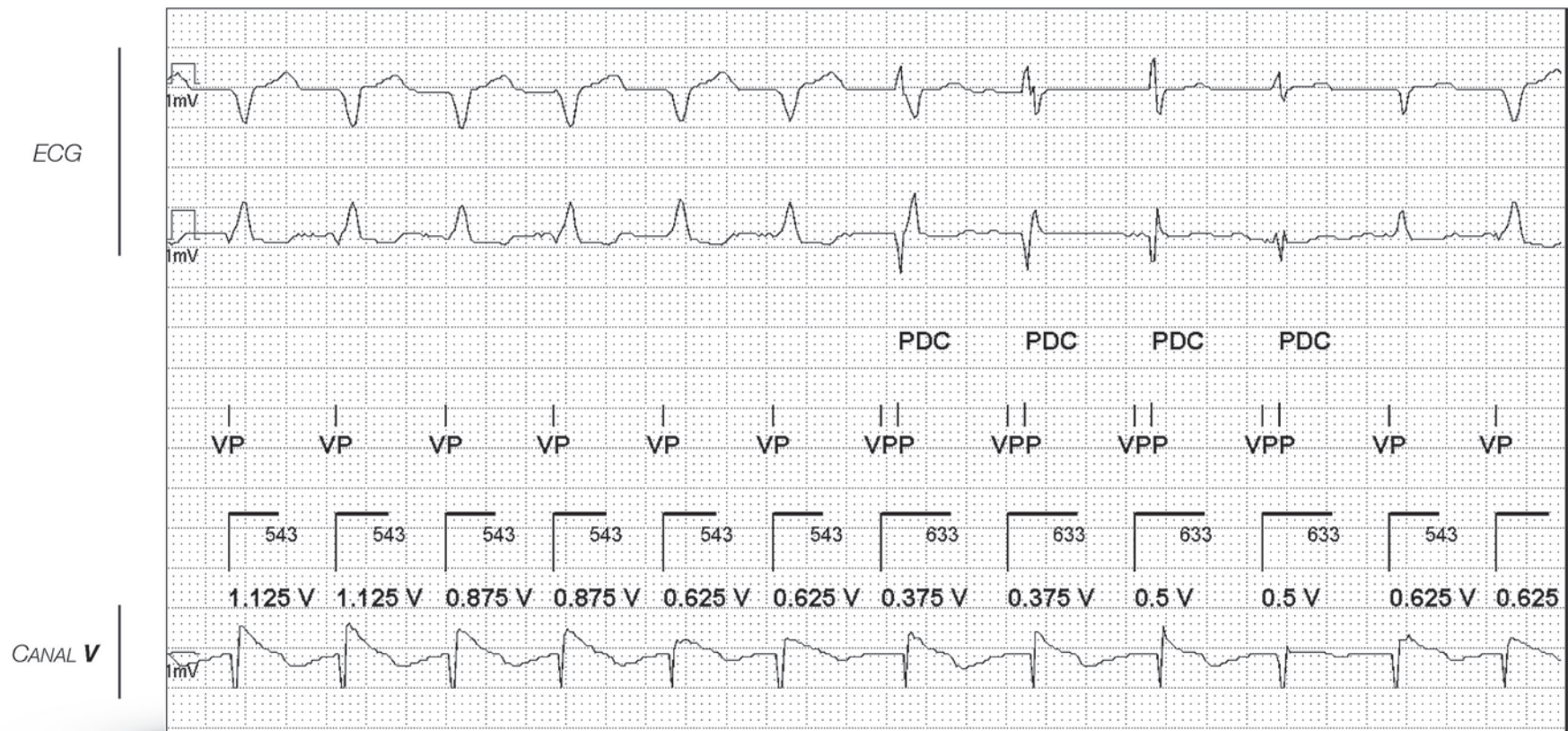
Patient

Homme de 78 ans implanté d'un stimulateur Accent™ DR dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire paroxystique; mesure du seuil de stimulation ventriculaire droite au cours de la consultation.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. il s'agit d'une mesure de seuil ventriculaire manuelle par l'opérateur
- B. il s'agit d'une mesure du seuil ventriculaire automatique par le dispositif
- C. la mesure du seuil est basée sur l'analyse de la réponse évoquée
- D. la valeur du seuil est mesurée à 0.5 V
- E. la valeur du seuil est mesurée à 0.625 V



VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Il s'agit d'une mesure de seuil de stimulation ventriculaire droite automatique; initialement, l'amplitude de stimulation diminue par pas de 0.250 V tous les 2 cycles; jusqu'à 0.625 V, la capture est effective; au palier suivant (0.375 V), le dispositif diagnostique une perte de capture (PDC) et délivre une impulsion de sécurité à 5 V (durée d'impulsion programmée), 80 à 100 ms après le premier stimulus inefficace; il augmente ensuite l'amplitude par pas de 0.125 V; la stimulation reste inefficace à 0.5 V avec récupération d'une capture efficace à 0.625 V, sur 2 cycles consécutifs, qui correspond donc à la valeur du seuil.

COMMENTAIRES

Il existe un long historique d'utilisation de l'AutoCapture™ ventriculaire sur les stimulateurs St. Jude Medical™ et Abbott™.

Certains grands principes sont à connaître:

- 1) pour les stimulateurs les plus anciens (Microny™, Victory™ et gammes précédentes), une sonde ventriculaire bipolaire était nécessaire pour la programmation de l'AutoCapture™ ventriculaire (détection bipolaire et stimulation unipolaire); pour les dispositifs plus récents, l'AutoCapture™ ventriculaire est activable quelles que soient les configurations de détection et de stimulation programmées;
- 2) un test de configuration automatique, servant à vérifier la compatibilité de la sonde en fonction de sa polarisation et à différencier la capture de l'échec de capture, précède la première demande d'activation; ce test reste optionnel (mais recommandé) avant chaque mesure de seuil; il n'est recommandé d'utiliser l'AutoCapture™ ventriculaire que quand l'amplitude du signal de polarisation est inférieure à 4 mV, quand la marge de sécurité entre l'amplitude du signal de réponse évoquée et le réglage de la sensibilité de réponse évoquée est au moins de 1.8 et quand la marge de sécurité entre l'amplitude du signal de polarisation et le réglage de la sensibilité de réponse évoquée est au moins de 1.7;

- 3) la mesure automatique du seuil est basée sur l'analyse de la réponse évoquée ventriculaire;
- 4) le seuil ventriculaire est mesuré périodiquement au minimum toutes les 8 à 24 heures (valeur programmable);
- 5) l'amplitude de stimulation ventriculaire est adaptée automatiquement avec une marge de sécurité fixe et non programmable de 0.25 V; cet algorithme fonctionne quelle que soit la durée d'impulsion programmée, que le seuil de stimulation augmente ou diminue;
- 6) l'amplitude maximale délivrée (en dehors de la stimulation de secours) est de 3,875 V pour la durée d'impulsion programmée;
- 7) il existe un contrôle cycle à cycle de l'efficacité de la capture ventriculaire;
- 8) en cas de perte de capture, une stimulation de secours à 5 V est délivrée 80 à 100 ms après le premier stimulus.

Pour l'AutoCapture™ ventriculaire, 3 réglages sont disponibles:

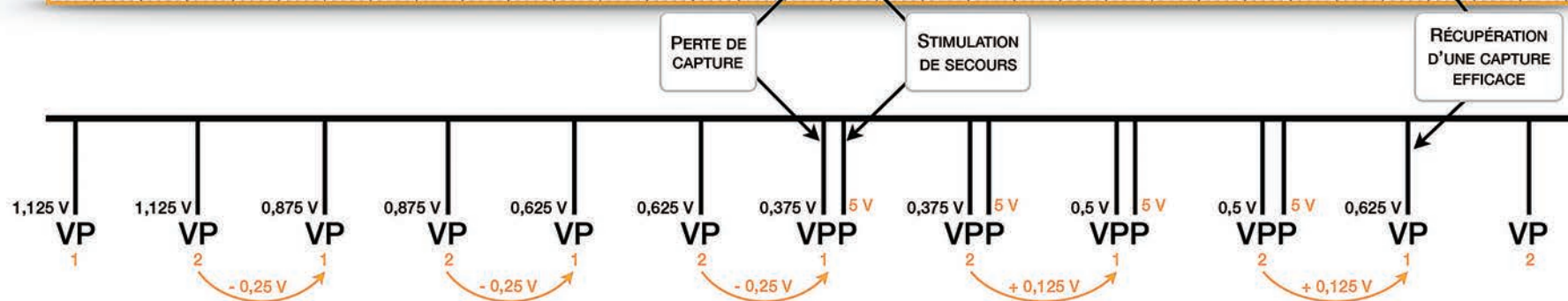
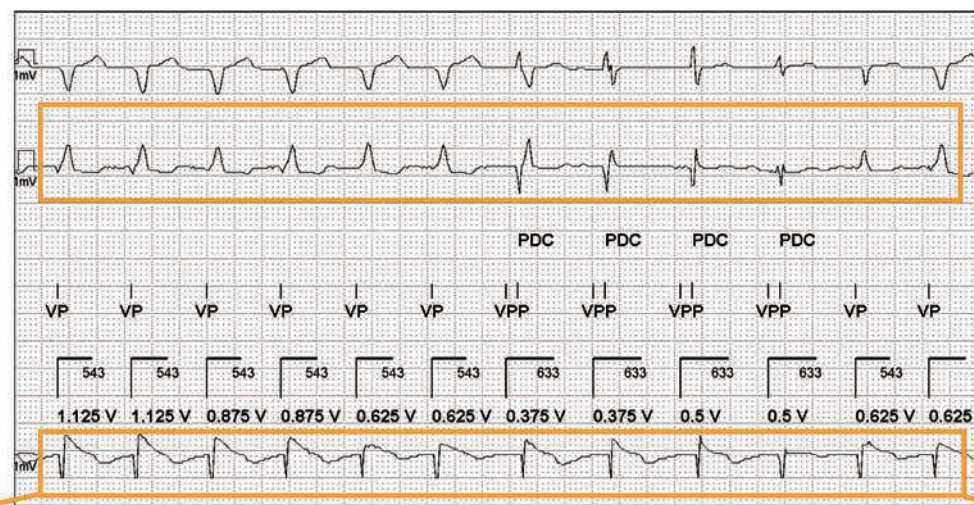
- 1) Configuration: ce réglage est disponible lors de la première activation; le programmeur propose ensuite de démarrer le Test de configuration puis le Test de stimulation si l'AutoCapture est recommandée;

L'AutoCapture™ ventriculaire repose sur une mesure automatique périodique du seuil ventriculaire basée sur l'analyse de la réponse évoquée ventriculaire et un contrôle cycle à cycle de l'efficacité de la capture. L'amplitude de stimulation ventriculaire est adaptée automatiquement avec une marge de sécurité fixe et non programmable de 0.25 V. En cas d'inefficacité de la première stimulation, une stimulation de secours à 5 V est délivrée.

- 
- 2) Marche: le dispositif mesure le seuil, ajuste automatiquement l'amplitude de stimulation et enregistre la mesure du seuil dans la Courbe de seuil et mémorise l'EGM correspondant au dernier seuil;
 - 3) Arrêt: le dispositif ne mesure pas le seuil de stimulation et n'effectue aucun réglage automatique de l'amplitude d'impulsion.

Les paramètres suivants sont réglables dans la fenêtre Réglages capture automatique:

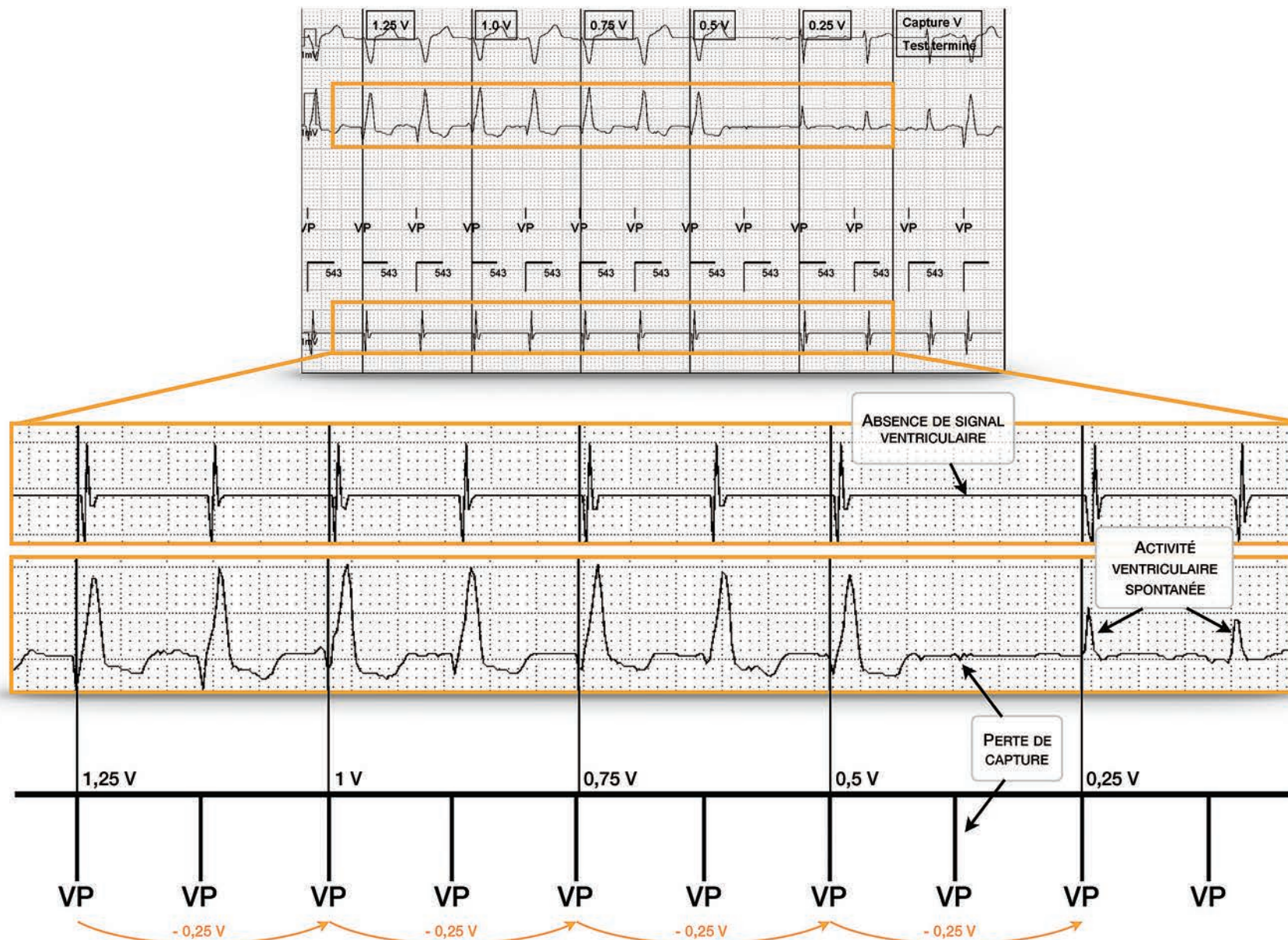
- 1) la configuration de la stimulation de secours qui permet de programmer la configuration de polarité de la stimulation de secours sur bipolaire (valeur nominale) ou unipolaire;
- 2) l'intervalle de recherche qui programme la périodicité de la mesure de seuil sur 8 heures (valeur nominale) ou 24 heures;
- 3) les délais AV stimulé/déecté qui déterminent les paramètres Délai AV stimulé et Délai AV déecté utilisés lors d'une recherche de seuil sur 50/25 ms (valeur nominale), 100/70 ms ou 120/100 ms; le réglage recommandé de ce paramètre est de 50/25 afin d'éviter les fusions; une fusion avec l'activation spontanée est plus fréquente avec des délais programmés plus longs et peut entraîner des résultats de recherche de seuil incorrects.



Tracé 16: test de seuil ventriculaire manuel

TRACÉ

Réalisation du seuil en manuel chez le même patient; capture effective à 0.75 V et perte de capture à 0.5 V confirmant la validité de la mesure automatique du seuil.



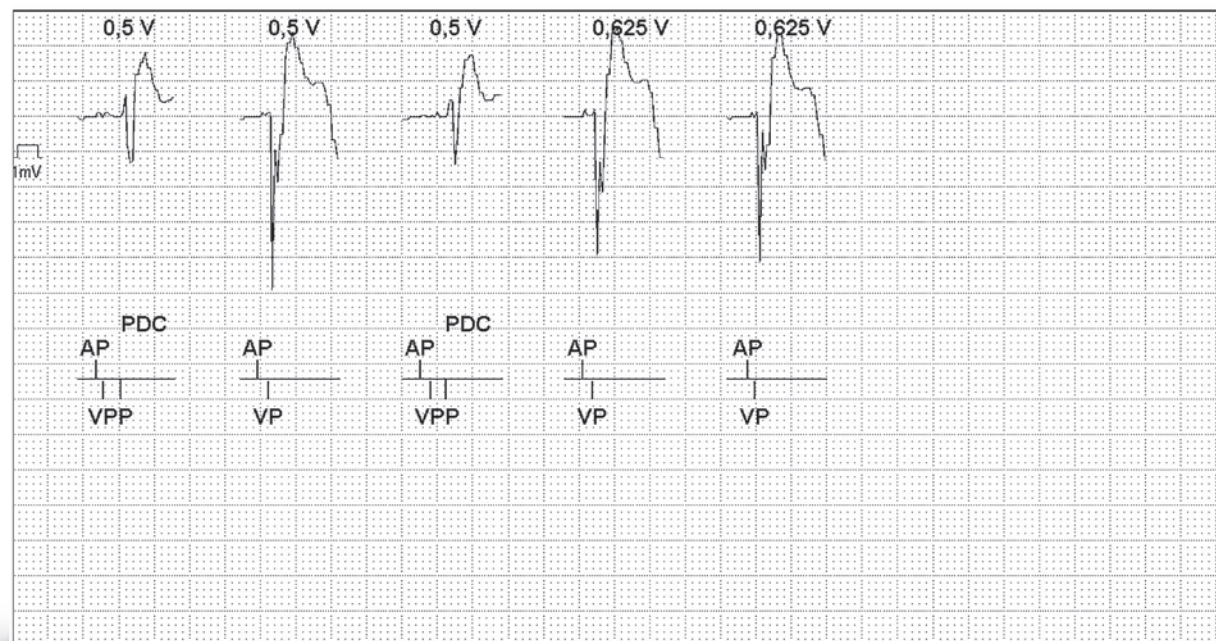
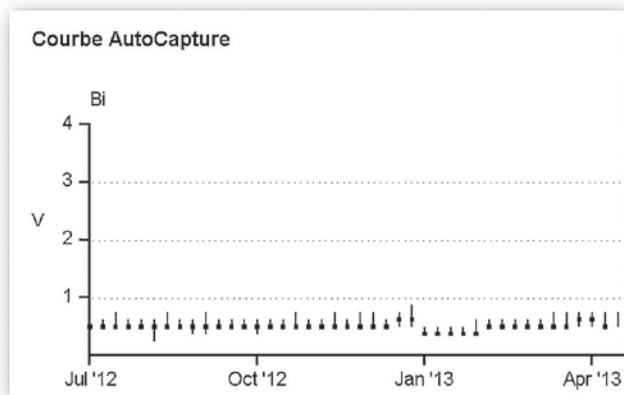
Patient

Homme de 69 ans implanté d'un stimulateur Accent™ DR dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet; programmation de l'AutoCapture™ ventriculaire; interrogation du stimulateur et analyse des courbes de suivi de mesure automatique du seuil ventriculaire.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant l'AutoCapture™ ventriculaire?

- A. dans les stimulateurs les plus récents, l'AutoCapture™ ventriculaire n'est programmable qu'avec une sonde bipolaire
- B. le seuil de stimulation ventriculaire est mesuré automatiquement toutes les 20 heures
- C. en cas de perte de capture, une stimulation de secours à 5 V est délivrée 80 à 100 ms après le premier stimulus
- D. l'amplitude de stimulation ventriculaire est adaptée automatiquement avec une marge de sécurité programmable entre 0.25 V et 1.5 V
- E. le stimulateur adapte automatiquement l'amplitude délivrée et la durée d'impulsion



AP Stimulation atriale
VP Stimulation ventriculaire

Tracé 17: AutoCapture™ ventriculaire et mesure automatique du seuil ventriculaire

Bonne Réponse : C

TRACÉ

La courbe AutoCapture™ montre des valeurs de seuil ventriculaires basses (< 1 V) et régulières; le tracé de la dernière mesure automatique montre une perte de capture intermittente à 0.5 V et une capture efficace à 0.625, sur 2 cycles consécutifs, qui constitue donc la valeur du seuil ventriculaire.

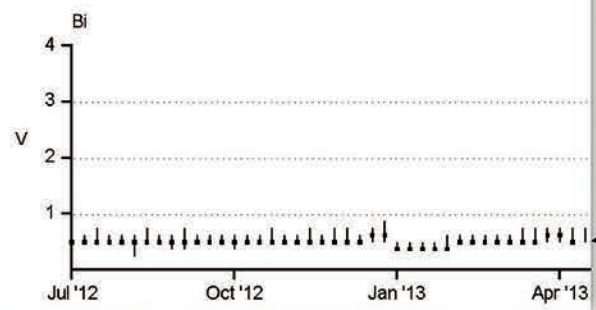
COMMENTAIRES

Le dispositif utilise 4 algorithmes complémentaires pour le fonctionnement de l'AutoCapture™ ventriculaire:

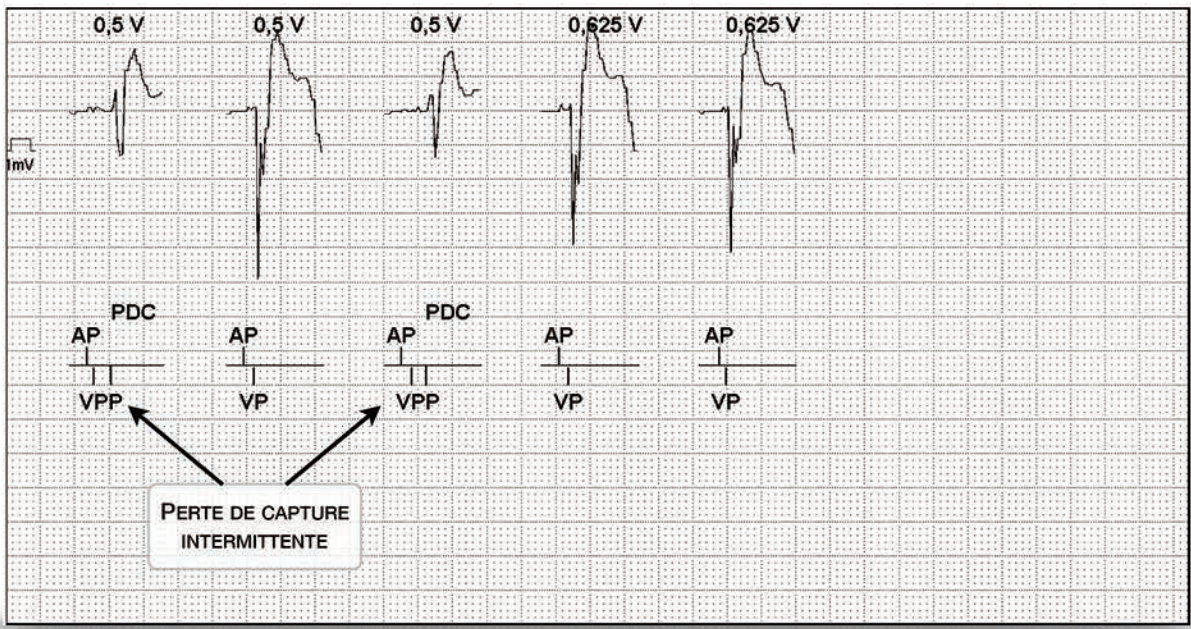
- 1) Vérification de la capture qui repose comme expliqué précédemment sur une analyse de la Réponse Évoquée, cycle à cycle; si une configuration de stimulation ventriculaire est programmée sur bipolaire, l'aire sous la courbe est utilisée (Paced Depolarization Integral); si une configuration de stimulation ventriculaire est programmée sur unipolaire, la pente du signal (DMAX) est utilisée; pour vérifier l'existence de la capture, il existe une première phase de blanking de 14 ms puis une fenêtre de recherche de la réponse évoquée de 46 ms; si l'appareil détecte une réponse évoquée dans cette fenêtre, la capture est confirmée; si aucun signal de réponse évoquée n'est détecté, l'appareil émet une impulsion de secours de 5 V dans les 80 à 100 ms suivant l'impulsion initiale afin d'assurer une capture;
- 2) Récupération de la perte de capture; si la vérification de capture confirme deux pertes de capture consécutives nécessitant l'émission d'une impulsion de secours à 5V, l'appareil lance l'algorithme de récupération de perte de capture; le cycle suivant, le stimulateur augmente l'amplitude d'impulsion de 0,25 V et cherche une capture; si aucune capture n'est confirmée, l'appareil délivre une impulsion de secours et augmente l'amplitude d'impulsion de 0,125 V sur le cycle d'après et recherche la capture; lorsque deux captures successives sont confirmées à la même tension, l'appareil commence une recherche du seuil; si aucune capture n'est confirmée avant que l'appareil n'augmente automatiquement l'amplitude d'impulsion à 3,875 V, l'appareil commute sur Mode haute amplitude : l'amplitude d'impulsion est réglée sur 5 V et la durée d'impulsion sur 0,5 ms (ou plus si la valeur de programmation est supérieure); après 128 cycles, l'appareil recommence une recherche du seuil;
- 3) Discrimination des complexes de fusion: les fusions avec l'activation spontanée peuvent fausser les mesures de seuil avec activation inopportune de l'algorithme de récupération de perte de capture; en mode double chambre, une seule absence de détection de réponse évoquée, nécessitant la délivrance d'une impulsion de secours à 5 V provoque automatiquement, au cours du cycle suivant, un allongement du délai AV stimulé et détecté de 100 ms, afin de rechercher une conduction spontanée; en première intention, l'algorithme « fait l'hypothèse » que la première perte de capture est due à une fusion et non à un manque d'énergie de l'impulsion; cette fonction agit de façon similaire au VIP™; si la perte de capture est confirmée après allongement du délai AV stimulé ou détecté (2 cycles consécutifs nécessitant la délivrance d'une impulsion de sécurité à 5 V), le stimulateur déclenche son algorithme de récupération de la capture;
- 4) Mesure périodique du seuil de stimulation: pour mesurer automatiquement le seuil de stimulation, l'appareil diminue l'amplitude d'impulsion de 0,25 V tous les deux cycles; si cela conduit à une perte de capture, l'appareil émet une impulsion de secours de 5 V (marge de sécurité) 80 à 100 ms après la première impulsion test; en cas de perte de capture sur deux cycles consécutifs à la même amplitude, l'algorithme augmente alors l'amplitude d'impulsion par pas de 0,125 V tous les deux cycles; deux captures consécutives à la même amplitude doivent être confirmées pour déterminer la nouvelle valeur du seuil de stimulation; si la recherche décroissante ne parvient pas à déterminer une perte de capture au plus faible réglage d'amplitude d'impulsion, c'est-à-dire 0 V, l'appareil commute sur « Mode haute amplitude » pour une durée de 128 cycles cardiaques, puis relance la recherche du seuil; si le seuil de stimulation déterminé par l'algorithme dépasse 3,875 V pour une certaine durée d'impulsion, l'AutoCapture™ ventriculaire est désactivé automatiquement et l'amplitude est reprogrammée à 5 V (Mode haute amplitude); la recherche du seuil est répétée a) après chaque opération de récupération de perte de capture, b) automatiquement toutes les 8 heures (valeur programmable), c) au retrait de la tête de télémétrie, d) au retrait de l'aimant, e) lorsque l'opérateur exécute le test de seuil de stimulateur via l'Autocapture™.

La programmation de l'AutoCapture™ ventriculaire permet 1) un suivi régulier des seuils de stimulation, 2) une réduction de la consommation (marge de seulement 0.25V par rapport à la valeur mesurée), 3) un gain en termes de sécurité chez les patients dépendants présentant des variations importantes de seuil dans les limites de capacité de l'algorithme (3,875 V pour la durée d'impulsion programmée).

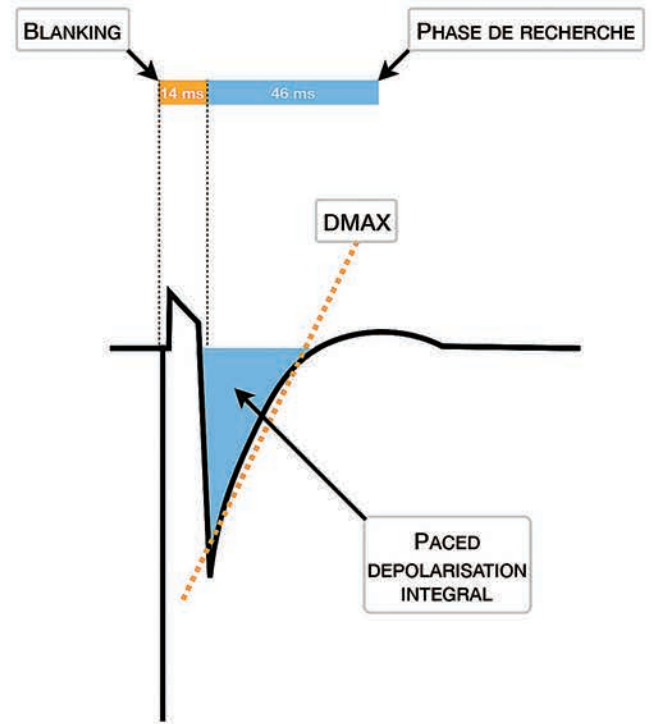
Courbe AutoCapture



VALEURS DE SEUIL
VENTRICULAIRES
BASSES ET STABLES



PERTE DE CAPTURE
INTERMITTENTE



Modes d'analyse de la réponse évoquée

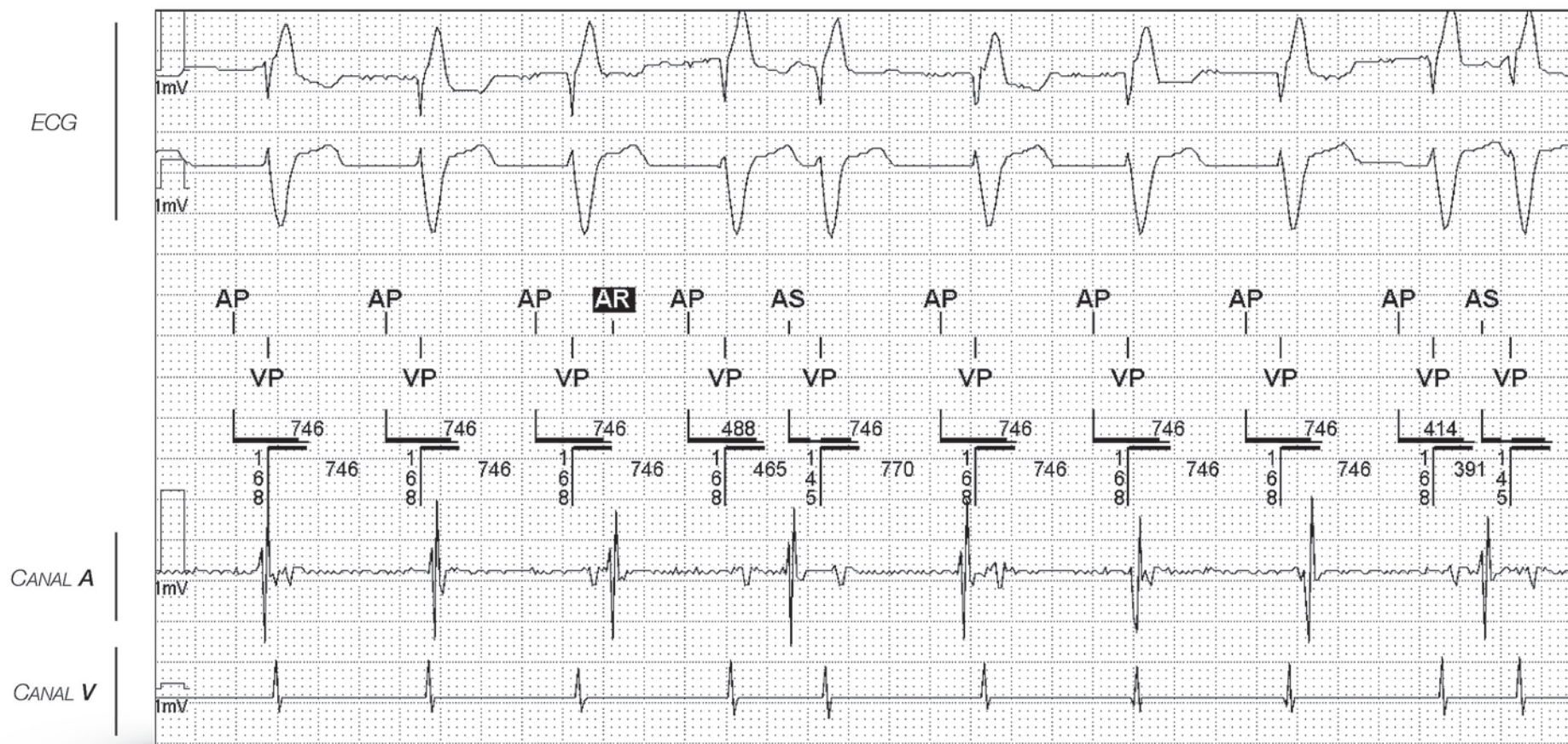
Patient

Homme de 76 ans implanté d'un stimulateur Accent MRI™ dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet; enregistrement de ce tracé lors de la consultation.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. il existe un défaut de détection atriale
- B. il existe un défaut de capture atriale
- C. il existe une conduction atriale rétrograde
- D. on observe un début de TRE
- E. il existe une écoute croisée



AS Détection atriale
AP Stimulation atriale
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

L'EGM atrial montre l'existence d'une activité atriale spontanée régulière non impactée par la stimulation atriale; il existe un défaut manifeste de capture atriale; les ondes P sont détectées quand elles tombent dans la PRAPV (AR) ou en dehors de toute période réfractaire (AS); dans ce dernier cas, la détection atriale déclenche un délai AV et une stimulation ventriculaire; les activités atriales ne sont pas détectées quand elles tombent durant le délai AV (sur les cycles AP-VP) ou durant le blanking atrial post-stimulation ventriculaire qui sont 2 périodes réfractaires atriales absolues.

COMMENTAIRES

Ce tracé révèle un défaut de capture atriale. L'amplitude de sortie atriale avait été programmée chez ce patient à 2.5 Volts pour une durée d'impulsion de 0.5 ms. Le seuil de stimulation était passé au delà de cette valeur (seuil à 3 Volts pour 0.5 ms) expliquant la perte de capture. L'augmentation temporaire de l'amplitude de sortie à 4 Volts pour 0.4 ms a permis de solutionner le problème. Ce tracé pose la question de la programmation de l'adaptation automatique de l'amplitude de stimulation atriale (ACap™ Confirm).

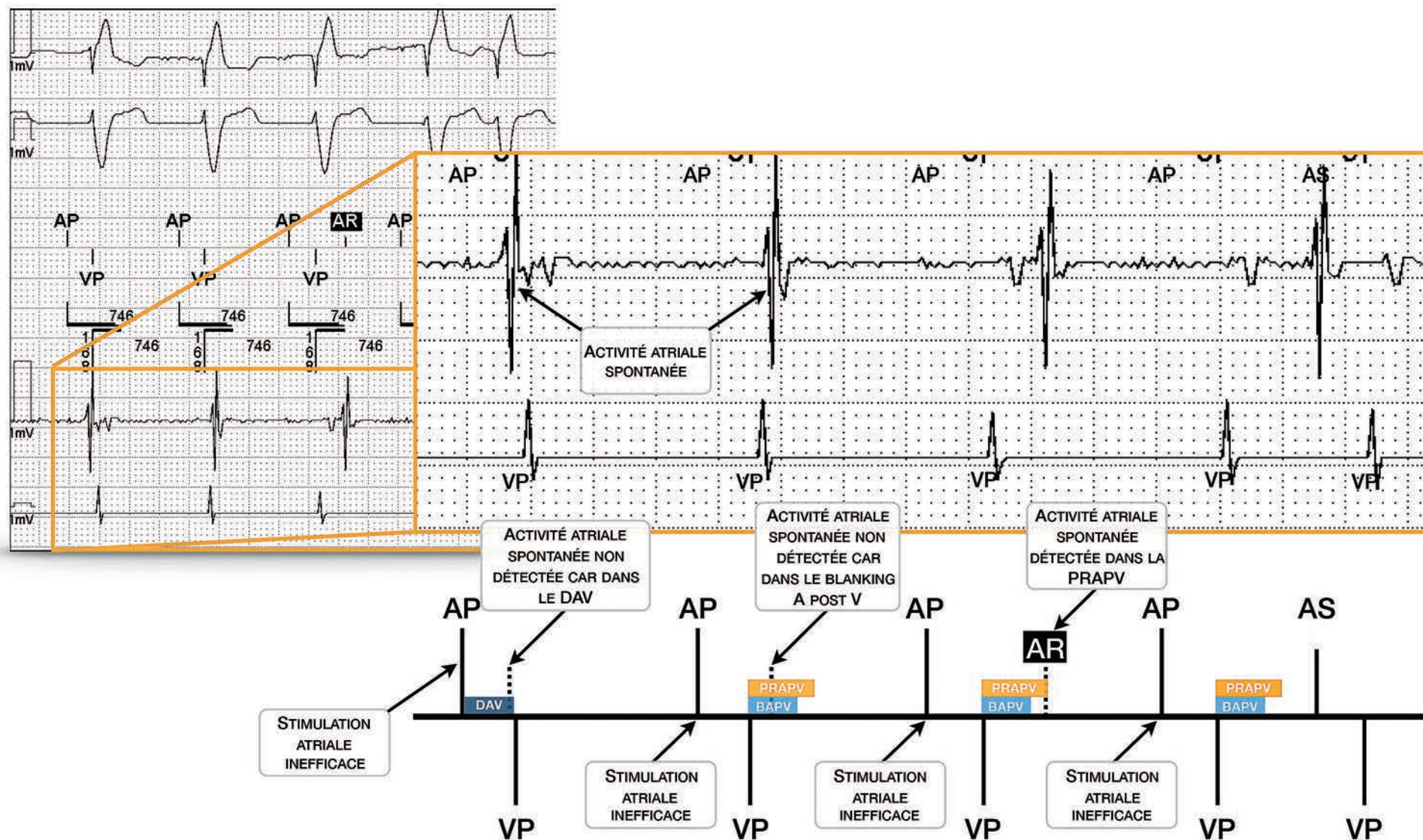
Il existe un certain nombre de points communs mais également de différences dans le fonctionnement de l'ACap™ Confirm et celui de l'AutoCapture™ ventriculaire. L'algorithme utilise la morphologie de la réponse évoquée atriale analysée entre l'électrode distale auriculaire et le boîtier pour mesurer automatiquement le seuil atrial. L'amplitude de sortie est adaptée automatiquement mais sans vérification

cycle à cycle et avec une marge non programmable et variable en fonction de la valeur du seuil. La stimulation atriale doit forcément être programmée en mode bipolaire.

Différents paramètres sont programmables: 1) Marche (mesures périodiques du seuil, données indexées et ajustement automatique de l'amplitude de stimulation atriale), Moniteur (mesures périodiques du seuil, données indexées mais aucun ajustement d'amplitude), Arrêt; 2) Intervalle de recherche : 8h ou 24h; l'amplitude de stimulation est alors adaptée pour les 8 ou 24 heures suivantes.

La marge de sécurité est variable en fonction du seuil: si le seuil atrial est inférieur à 1.5V, la marge est de 1.0V; si le seuil est situé entre 1.625V et 2.25V, la marge est de + 1.5V; si le seuil est situé entre 2.375V et 3.0V, la marge est de 2.0V; si le seuil est supérieur à 3V, l'amplitude délivrée est de 5V.

Les stimulateurs Abbott™ permettent une mesure automatique du seuil de stimulation atriale avec adaptation de la programmation. Le seuil est mesuré toutes les 8 ou 24 heures à partir de l'analyse de la morphologie de la réponse évoquée atriale. Il n'y a pas de vérification cycle à cycle de l'efficacité de la capture. L'amplitude de sortie est adaptée automatiquement avec une marge variable en fonction de la valeur du seuil.



Patient

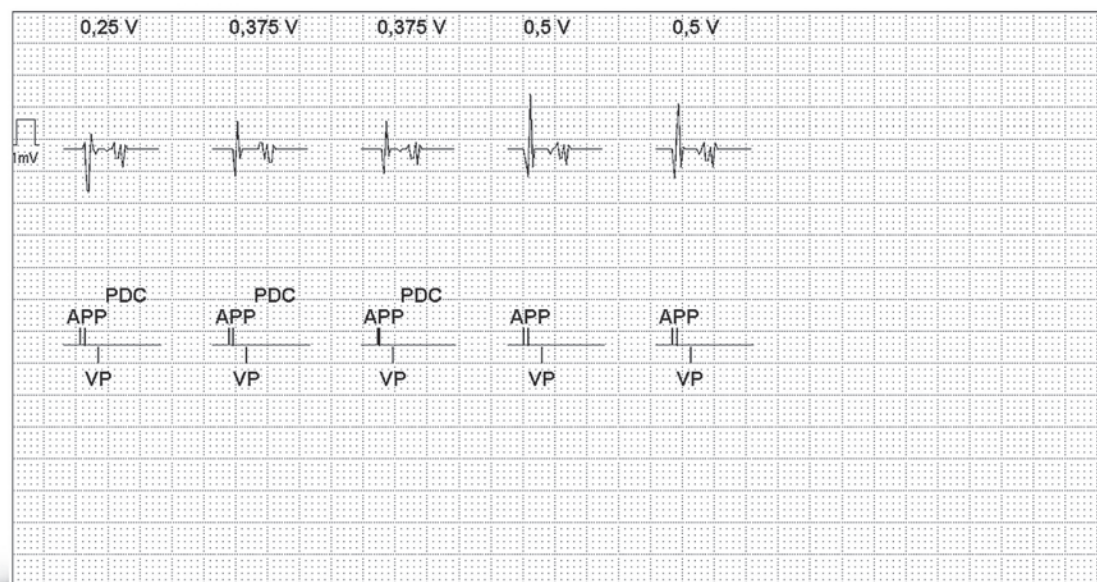
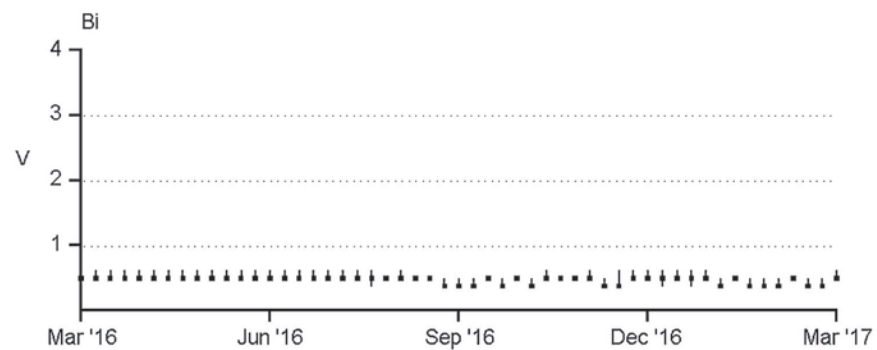
Homme de 83 ans implanté d'un stimulateur Assurity MRI™ dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire syncopal; programmation de l'ACap™ Confirm; interrogation du stimulateur et analyse des courbes de suivi de mesure automatique du seuil atrial.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant l'ACap™ Confirm atrial?

- A. l'intervalle de recherche est de 8 ou 24 heures
- B. l'amplitude maximale pouvant être délivrée est de 5 Volts
- C. il existe un contrôle cycle à cycle de la capture atriale tout au long de la journée
- D. la marge de sécurité est variable en fonction du seuil mesuré
- E. la marge de sécurité est programmable

Courbe ACap™ Confirm



AP Stimulation atriale
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

La courbe ACap™ Confirm montre des valeurs de seuil auriculaire basses (< 1 V) et régulières; le tracé de la dernière mesure automatique montre une perte de capture intermittente à 0.25 V puis à 0.375 V et une capture efficace à 0.5 V qui constitue donc la valeur du seuil atrial.

COMMENTAIRES

Quand l'ACap™ Confirm est programmé, le seuil atrial est mesuré automatiquement toutes les 8 ou 24 heures. La mesure du seuil atrial est basée sur l'analyse de la morphologie de la réponse évoquée atriale. Pendant la mesure du seuil, des paires de stimulation atriale sont délivrées avec un premier stimulus correspondant à l'amplitude testée et un second stimulus de secours à 5 V qui survient systématiquement 30 ms après le premier qu'il y ait capture ou non capture. Pour déterminer la morphologie de la réponse évoquée, un certain nombre de points sont échantillonnés après le premier stimulus et après le stimulus de secours. Ces points sont ensuite accolés pour définir la morphologie de la réponse évoquée. Trois paires de stimulation atriale sont délivrées pour tester la qualité de la morphologie de la réponse évoquée avant chaque mesure de seuil et déterminer la morphologie correspondant à une perte de capture (test de configuration): une première paire avec une stimulation à 3.875 V (capture effective) suivie d'une stimulation à 5V (non capture car en période réfractaire du myocarde atrial) (la morphologie reconstruite donne l'enchaînement déflexion-tracé plat); une seconde paire avec une stimulation à 0 V (non capture) suivie d'une stimulation à 5 V (capture effective) (la morphologie reconstruite donne l'enchaînement tracé plat-déflexion); une troisième paire avec une stimulation à 0 V (non capture) suivie d'une stimulation à 5 V (capture effective). L'appareil mémorise la morphologie correspondant à un

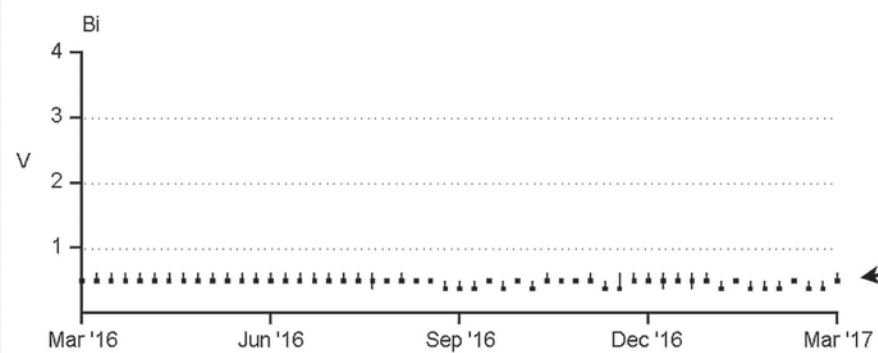
échec de capture de la première stimulation (la morphologie reconstruite donne l'enchaînement tracé plat-déflexion). La mise à jour du modèle de perte de capture est effectuée avant chaque mesure de seuil lors du test de configuration. Le dernier signal acquis de perte de capture est combiné avec les 15 derniers modèles pour en faire une moyenne glissante mise à jour continuellement. L'algorithme utilise un score pour procéder à la différenciation entre la morphologie de perte de capture et la morphologie de capture. Si le score de capture est très différent du score de perte de capture, alors la configuration est recommandée et le seuil de stimulation est automatiquement mesuré.

Le test de seuil débute avec une amplitude de 0.5 V au-dessus de la valeur du dernier seuil mesuré; tous les 2 cycles, l'amplitude du stimulus-test (systématiquement suivi d'un stimulus de secours à 5 V) est diminuée par pas de 0.25 V. Lorsque 2 pertes de capture sont observées, l'amplitude du stimulus-test est alors augmenté par pas de 0.125 V tous les 2 cycles jusqu'à l'obtention de 2 captures efficaces (valeur correspondant au seuil de stimulation).

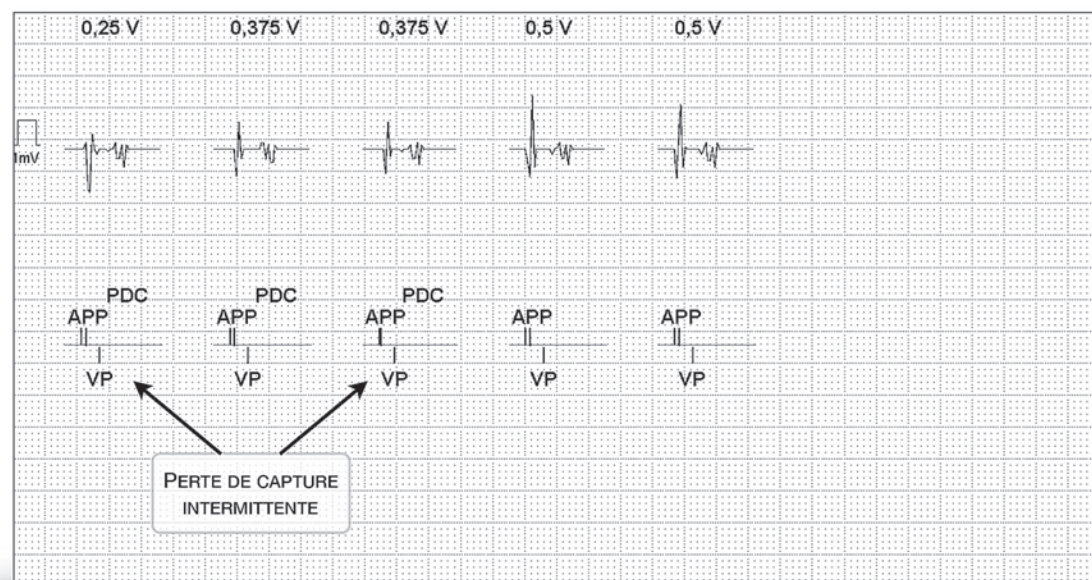
Lorsque le seuil atrial a été mesuré, le dispositif adapte l'amplitude de stimulation pour les 8 ou 24 heures suivantes en fonction de la programmation avec une marge de sécurité variable en fonction du seuil..

Pour pouvoir programmer l'ACap™ Confirm, il faut que la sonde atriale soit programmée en stimulation bipolaire et il faut une bonne différenciation entre morphologie correspondant à une perte de capture et la morphologie correspondant à une capture effective. L'algorithme détermine et mémorise la morphologie de l'échec de capture.

Courbe ACap™ Confirm



VALEURS DE SEUIL
ATRIAL BASSES ET
STABLES



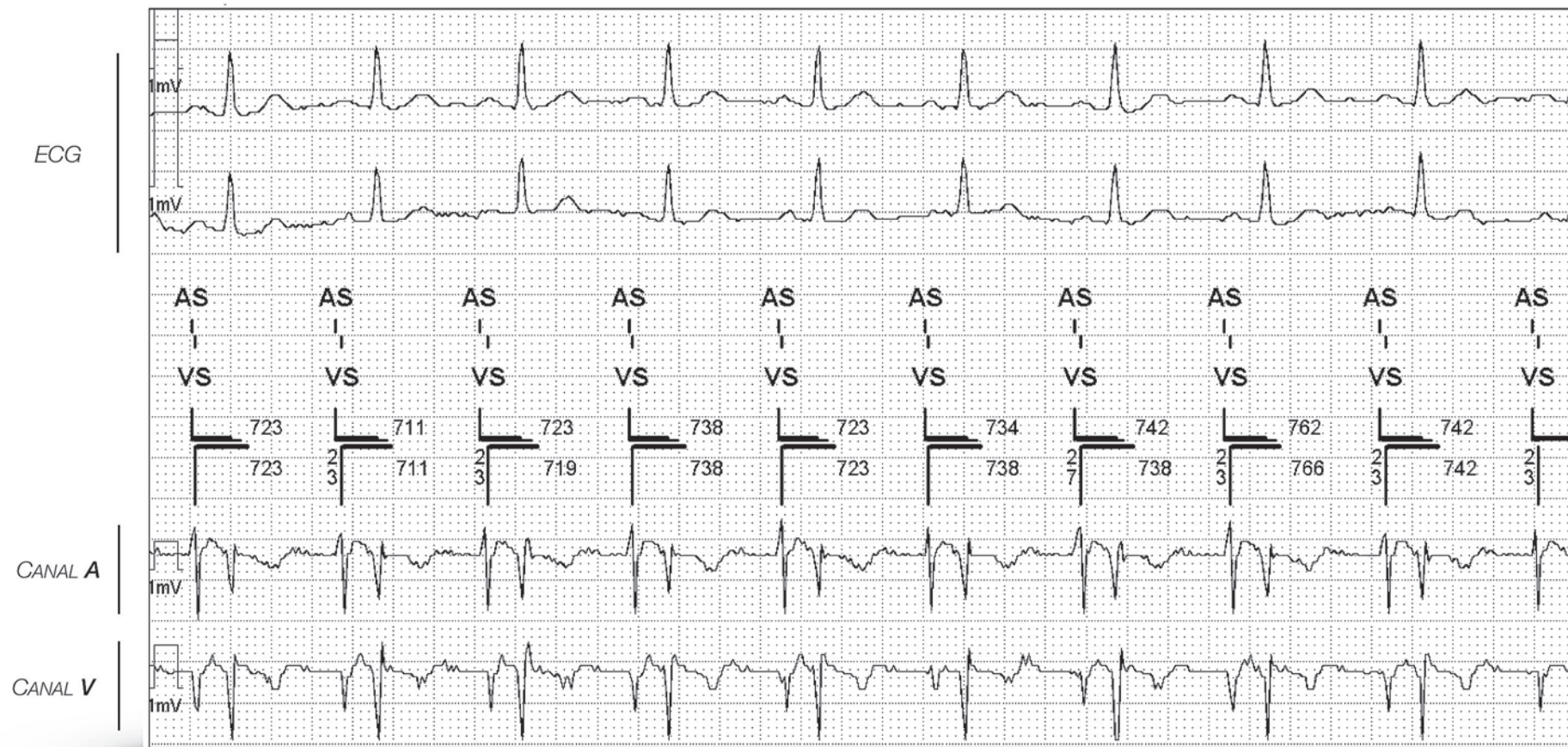
Patient

Homme de 77 ans implanté d'un stimulateur Accent™ DR dans le cadre d'un syndrome du sinus carotidien; le lendemain de l'implantation, enregistrement de ce tracé.

Quiz

Quel est le diagnostic le plus probable?

- A. déplacement de la sonde atriale
- B. déplacement de la sonde ventriculaire
- C. inversion des 2 sondes
- D. augmentation du seuil de stimulation atriale
- E. augmentation du seuil de stimulation ventriculaire



AS Détection atriale
VS Détection ventriculaire

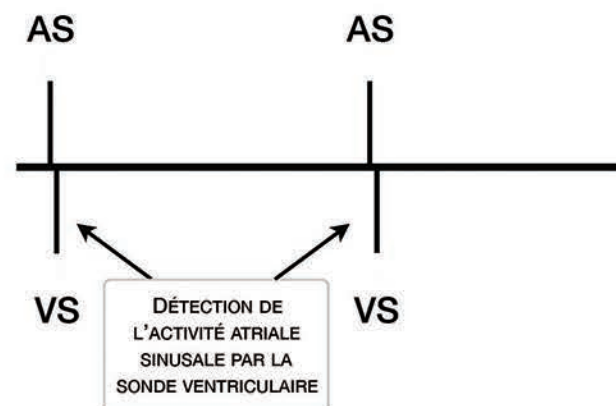
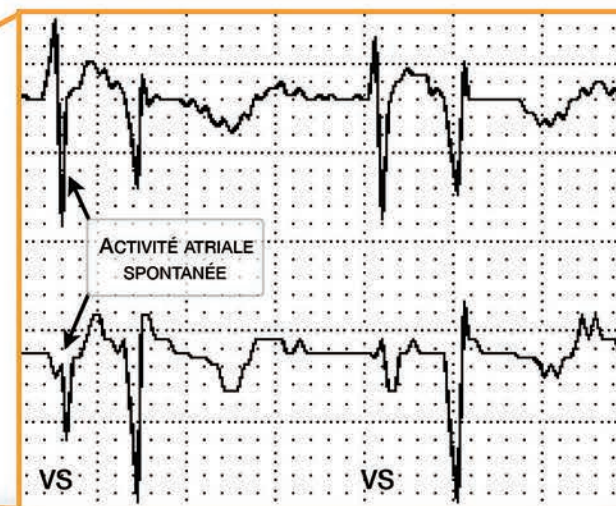
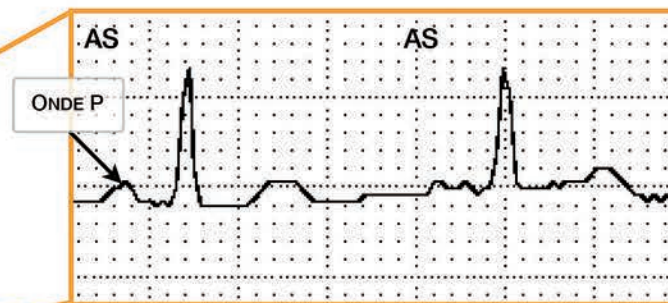
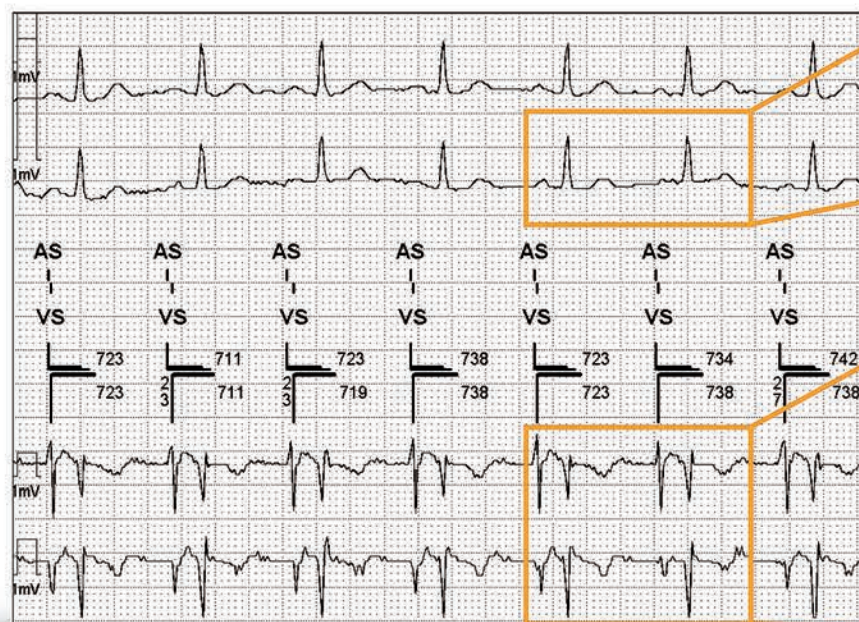
TRACÉ

Le tracé montre un rythme sinusal avec un QRS fin et un intervalle PR normal; l'activité atriale sinusale est à la fois détectée par le canal atrial et par le canal ventriculaire ce qui est en faveur d'une sonde atriale bien positionnée et d'un déplacement de la sonde ventriculaire dans la cavité atriale.

COMMENTAIRES

Ce tracé correspond à un déplacement précoce de la sonde ventriculaire qui a reculé dans la cavité atriale expliquant la détection simultanée de l'activité sinusale par les 2 canaux. Ce déplacement précoce était en rapport avec un défaut de fixation de la sonde au niveau de la loge du stimulateur. Un repositionnement de la sonde ventriculaire a permis de rétablir un fonctionnement normal.

Quand un tracé anormal est mis en évidence dans les suites immédiates d'une implantation d'un stimulateur double chambre, le diagnostic de déplacement d'une sonde doit être évoqué quand le fonctionnement d'une seule sonde paraît anormal. Celui d'inversion des 2 sondes paraît plus probable quand manifestement la sonde connectée au canal auriculaire détecte et/ou stimule le ventricule et la sonde connectée au canal ventriculaire détecte et/ou stimule l'oreillette.





Détection



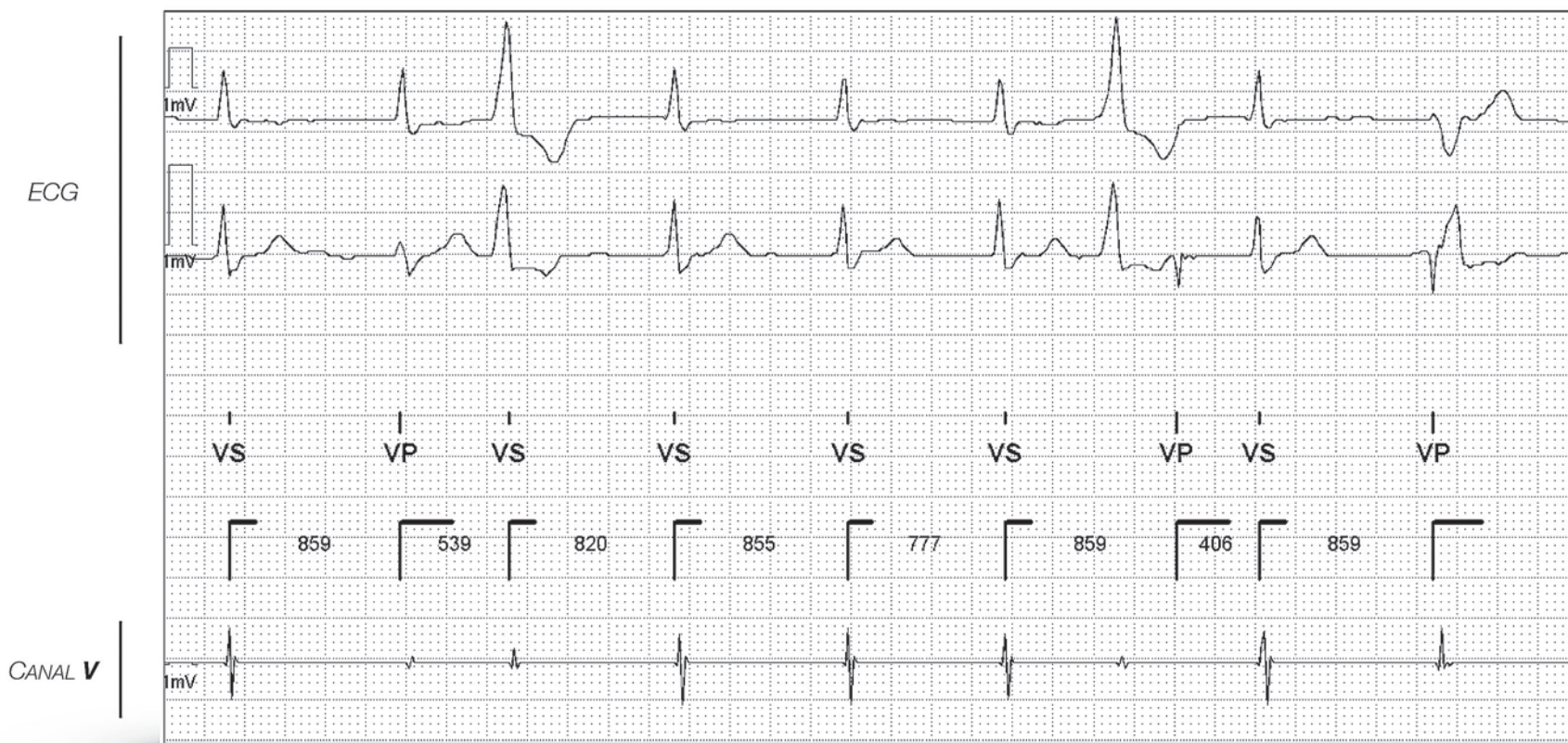
Patient

Homme de 83 ans implanté d'un stimulateur Accent™ SR dans le cadre de lipothymies sur FA lente; programmation en mode VVI; consultation et enregistrement de ce tracé.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. défaut de détection ventriculaire
- B. défaut de capture ventriculaire
- C. stimulation ventriculaire en période vulnérable ventriculaire
- D. fréquence minimale programmée à 60 battements/minute
- E. fréquence minimale programmée à 70 battements/minute



VS Détection ventriculaire
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Le stimulateur est programmé en mode VVI 70 battements/minute; patient en FA; les complexes QRS conduits semblent bien détectés; première extrasystole ventriculaire bien détectée; seconde extrasystole ventriculaire non détectée; stimulation ventriculaire en période vulnérable sans capture car en période réfractaire absolue du myocarde ventriculaire.

COMMENTAIRES

Ce tracé montre la sous-détection d'une extrasystole ventriculaire entraînant une stimulation en période vulnérable ventriculaire. Le signal de dépolarisation d'une extrasystole est souvent fragmenté, les pentes de ses différentes composantes étant souvent plus lentes, majorant le risque de sous-détection. En l'absence de détection correcte, le stimulateur fonctionne en mode asynchrone avec impossibilité d'inhibition par les ventricules spontanés. Il existe un risque théorique faible mais non nul d'induction d'une arythmie ventriculaire polymorphe maligne.

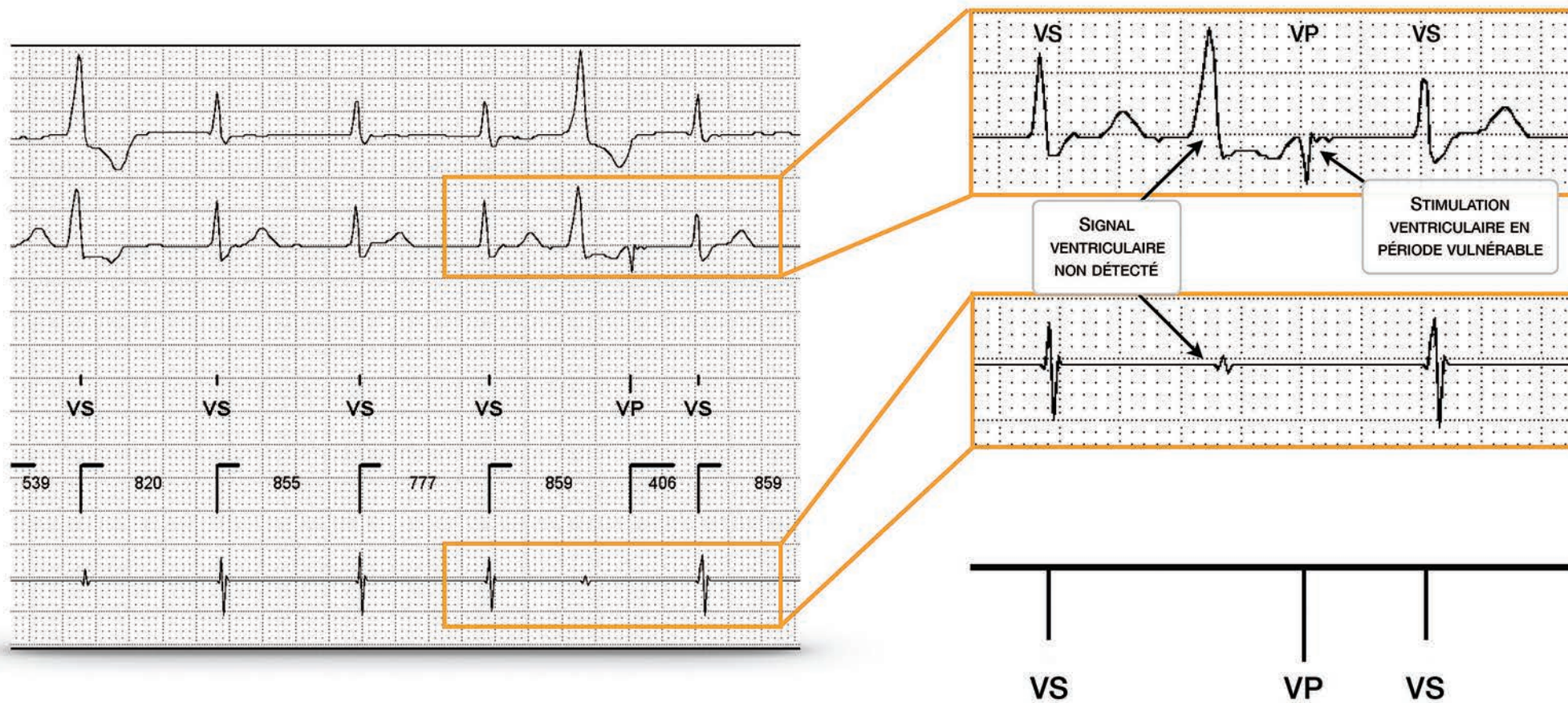
La sensibilité exprimée en millivolt (mV) qualifie la capacité du stimulateur cardiaque à correctement détecter les événements cardiaques spontanés. Une programmation adéquate du niveau de sensibilité doit permettre de détecter tous les événements cardiaques spontanés survenant dans la chambre implantée tout en ne détectant pas les événements d'autre nature (écoute croisée avec détection de signaux cardiaques provenant de l'autre chambre, myopotentiels, interférences...). La programmation d'une détection bipolaire permet d'augmenter la spécificité de la détection par rapport à une détection unipolaire en limitant le risque d'écoute de signaux extracardiaques ou d'écoute croisée et permet la programmation de valeurs de sensibilité élevée. En revanche, en configuration unipolaire, le risque d'écoute croisée ou d'écoute de signaux extracardiaques oblige à la programmation de niveaux de sensibilité moindre avec un risque accru de sous-détection. Lorsque la sonde est codée en bipolaire pour le vecteur de détection, il est donc possible de choisir entre 3 différents vecteurs : Distal unipolaire, Bipolaire, Bague unipolaire.

Traditionnellement, à la différence des défibrillateurs implantables, les stimulateurs fonctionnaient avec une sensibilité stable et fixe sur l'ensemble du cycle cardiaque. Aujourd'hui, les différents constructeurs proposent dans leurs gammes de dispositifs une fusion entre les plateformes de fonctionnement des stimulateurs et des défibrillateurs. Même si les contraintes en termes de détection ne sont pas les mêmes (nécessité cruciale pour un défibrillateur de détecter et traiter des troubles du rythme ventriculaire très rapides, polymorphes et

microvoltés), les stimulateurs modernes permettent la programmation d'une sensibilité adaptative (niveau de sensibilité variable en fonction de l'amplitude de l'onde R ou de l'onde P détectée). Le principe du contrôle de sensibilité automatique est d'adapter la sensibilité en fonction de l'amplitude de l'onde P ou de l'onde R précédente et d'augmenter ensuite la sensibilité au cours du cycle. Pour les stimulateurs Abbott™, en détection bipolaire, il est possible de programmer la sensibilité atriale et ventriculaire sur automatique (AutoSense™ ou SenseAbility™) ou sur fixe. En revanche, la sensibilité est obligatoirement fixe si la détection est unipolaire. Lorsque la sonde est codée comme étant bipolaire, il est possible de programmer la détection unipolaire soit entre l'extrémité distale et le boîtier soit entre la bague et le boîtier. En présence d'un problème de surdétection ou de sous-détection, le choix de la méthode de détection (fixe ou adaptative) dépendra principalement de l'amplitude des signaux et de la variabilité de l'amplitude de ces signaux.

Quand une sensibilité ventriculaire adaptative est programmée, la sensibilité est ajustée automatiquement à un pourcentage de la plus grande valeur des 2 composantes du signal précédemment détecté (positive ou négative). Après une détection d'une onde R, à la fin de la période réfractaire, le niveau d'adaptation de la sensibilité débute à un pourcentage (programmable) de l'amplitude de l'onde R détectée (sans excéder 6 mV ni descendre en dessous de 1 mV), reste la même pendant le retard d'adaptation (programmable) puis la sensibilité augmente progressivement jusqu'à atteindre la valeur de sensibilité programmée. Différents paramètres sont programmables: le niveau d'adaptation post-détection (entre 50 et 100%), le niveau d'adaptation post-stimulation (Auto ou entre 0.2 et 3 mV), le retard d'adaptation post-détection (entre 0 et 220 ms), le retard d'adaptation post-stimulation (Auto ou entre 0 et 220 ms) et la sensibilité max (entre 0.2 mV et 2 mV). Lorsque le retard d'adaptation post-stimulation ventriculaire est réglé sur Auto, l'appareil ajuste automatiquement le retard utilisé après une stimulation ventriculaire pour compenser le raccourcissement de l'intervalle QT associé aux fréquences rapides de stimulation.

Quand la détection atriale ou ventriculaire est bipolaire, il est possible de programmer la sensibilité atriale et ventriculaire sur automatique (AutoSense™ ou SenseAbility™) ou sur fixe. En présence d'un problème de surdétection ou de sous-détection, le choix de la méthode de détection (fixe ou adaptative) représente une étape essentielle de la programmation et dépend principalement de l'amplitude des signaux et de la variabilité de l'amplitude de ces signaux.



Patient

Femme de 69 ans avec antécédent d'infarctus implantée d'un stimulateur Assurity™ + DR dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet; épisodes de FA paroxystique.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. augmentation du seuil de stimulation atriale
- B. arythmie atriale
- C. défaut de détection atriale
- D. stimulation ventriculaire inefficace
- E. fréquence minimale programmée à 60 battements/minute



AP Stimulation atriale
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Programmation mode DDD 60 battements/minute; arythmie atriale non détectée; stimulation atriale asynchrone suivie d'une stimulation ventriculaire efficace.

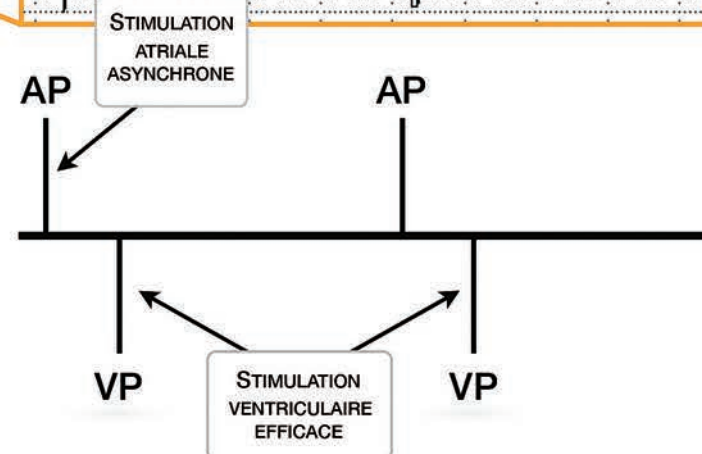
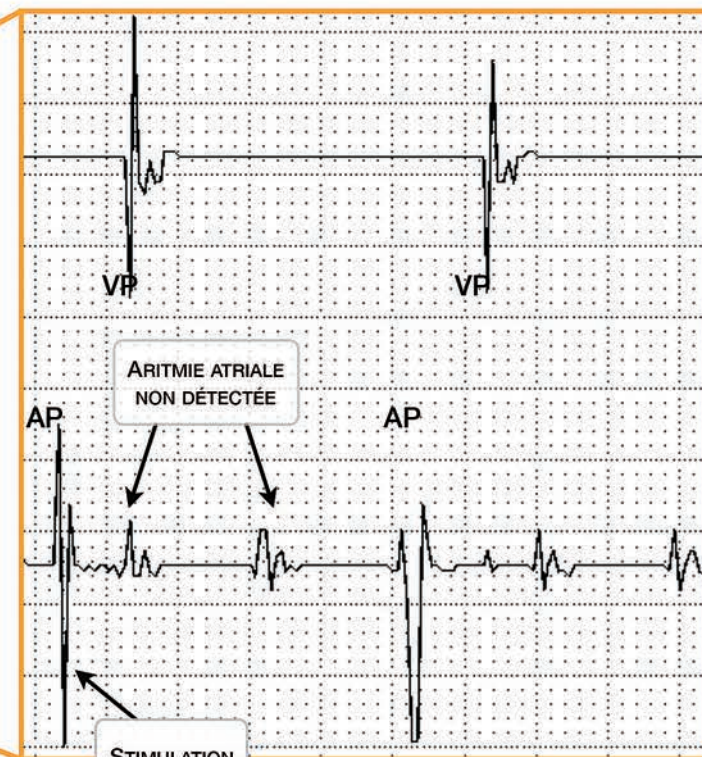
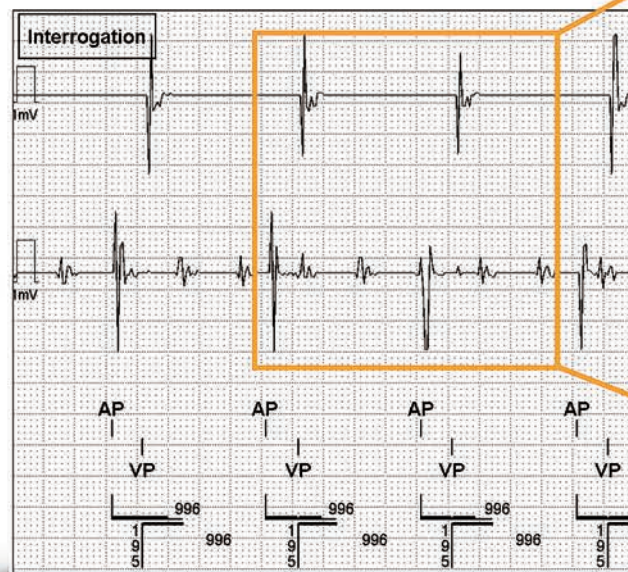
COMMENTAIRES

Ces tracés montrent une sous-détection atriale chez une patiente en FA puis en rythme sinusal. La détection de l'onde P présente certaines particularités, la pente du signal et son amplitude étant plus faibles que celles d'un complexe QRS. De plus, l'amplitude du signal atrial détecté peut varier en fonction de la position du patient et en fonction du cycle respiratoire. Il faut donc programmer une marge suffisante pour éviter les problèmes de sous-détection atriale à l'effort qui chez un patient en bloc auriculo-ventriculaire peut occasionner une baisse brutale de la fréquence de stimulation ventriculaire. En plus de l'absence de suivi correct des ondes P à l'effort, une sous-détection atriale peut avoir un effet pro-arythmogène si la stimulation atriale survient en période vulnérable atriale avec un risque d'induction d'une arythmie atriale. Chez cette patiente, la sous-détection de l'arythmie atriale est responsable d'une stimulation atriale inefficace et inutile augmentant la consommation en énergie et favorisant l'usure des batteries. L'arythmie atriale n'est pas comptabilisée faussant les données en termes de charge en arythmie et rendant les mémoires du dispositif non fiables pour évaluer l'efficacité d'un traitement anti-arythmique ou pour décider de l'introduction d'un traitement par anticoagulant. Le second tracé montre une sous-détection de l'activité sinusale conduisant également à la survenue d'une stimulation atriale asynchrone. Chez une patiente présentant des extrasystoles ventriculaires, le risque comme sur ce tracé est que l'extrasystole ne soit pas détectée car tombant dans le blanking ventriculaire post-stimulation atriale entraînant une stimulation ventriculaire en

fin de délai AV programmé potentiellement arythmogène.

Quand la sensibilité atriale adaptative est programmée, après la détection d'un signal atrial, le niveau d'adaptation de la sensibilité débute à un pourcentage (programmable) de l'amplitude du signal détecté (sans excéder 3 mV ni descendre en dessous de 0.3 mV), reste le même pendant le retard d'adaptation (programmable) puis la sensibilité augmente progressivement jusqu'à atteindre la valeur de sensibilité programmée. Différents paramètres sont programmables: le niveau d'adaptation post-détection (entre 50 et 100%), le niveau d'adaptation post-stimulation (entre 0.2 et 3 mV), le retard d'adaptation post-détection (entre 0 et 220 ms), le retard d'adaptation post-stimulation (entre 0 et 220 ms) et la sensibilité max (entre 0.2 mV et 1 mV).

L'optimisation de la sensibilité atriale est un temps essentiel de la programmation d'un stimulateur double chambre. Il faut en effet programmer une marge suffisante pour intégrer les variations d'amplitude posturales et respiratoires. Une sous-détection atriale fausse l'évaluation de la charge en arythmie atriale, peut entraîner une stimulation atriale inutile, peut être arythmogène à l'étage atrial mais également plus exceptionnellement à l'étage ventriculaire.



Tracé 23: Défaut de détection atriale

TRACÉ

Même patiente avec enregistrement d'un épisode classé FVE; rythme sinusal avec sous-détection des ondes P; stimulation atriale asynchrone; extrasystole ventriculaire non détectée car tombant dans le blanking ventriculaire post-stimulation atriale; stimulation ventriculaire en fin de délai AV; début d'une arythmie ventriculaire relativement rapide spontanément résolutive après 5 secondes.



Période réfractaire



Période réfractaire

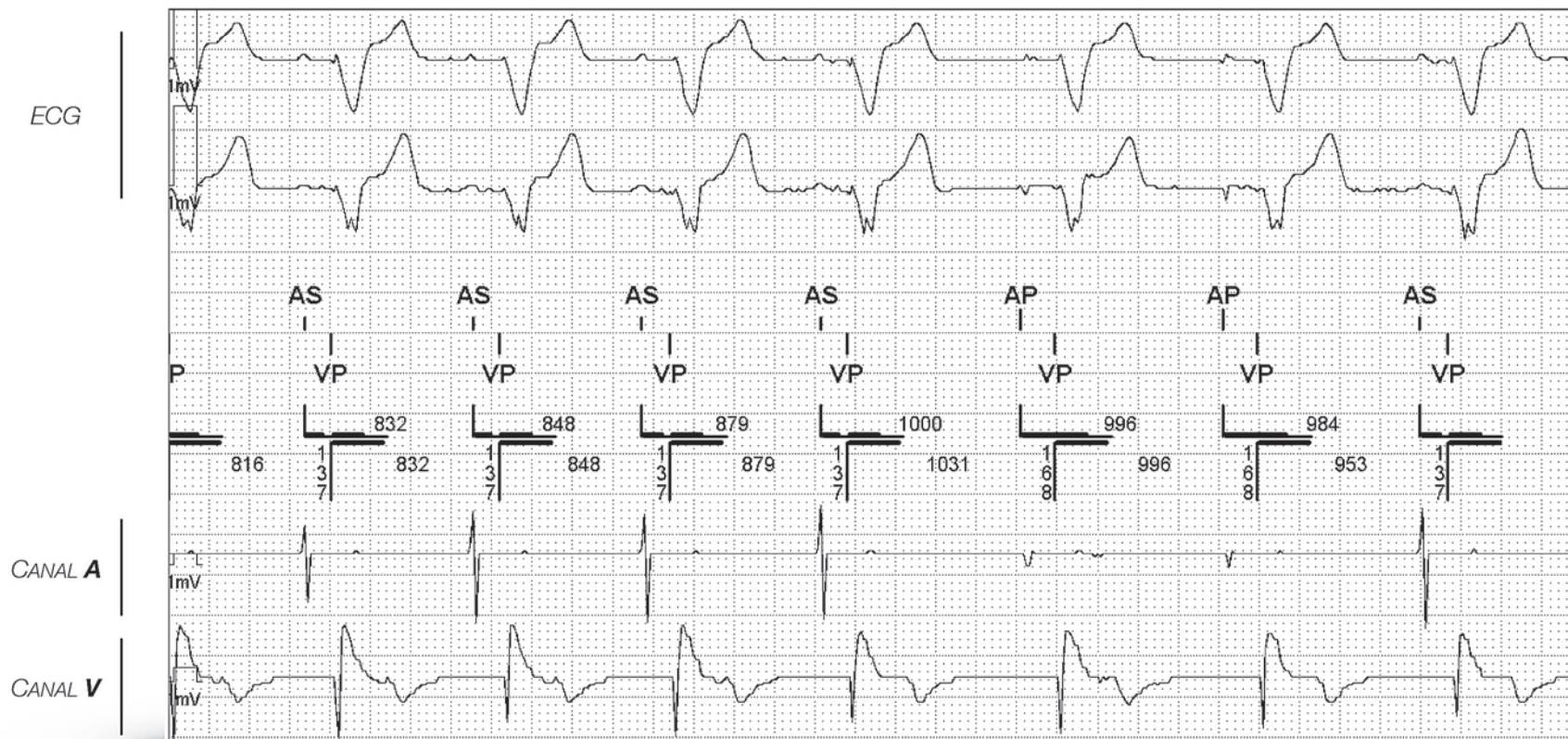
Patient

Homme de 72 ans implanté d'un stimulateur Accent™ DR dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet; enregistrement de ce tracé au cours de la consultation.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. augmentation du seuil de stimulation atriale
- B. arythmie atriale
- C. défaut de détection atriale
- D. stimulation ventriculaire inefficace
- E. fréquence minimale programmée à 60 battements/minute



AS Détection atriale
AP Stimulation atriale
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

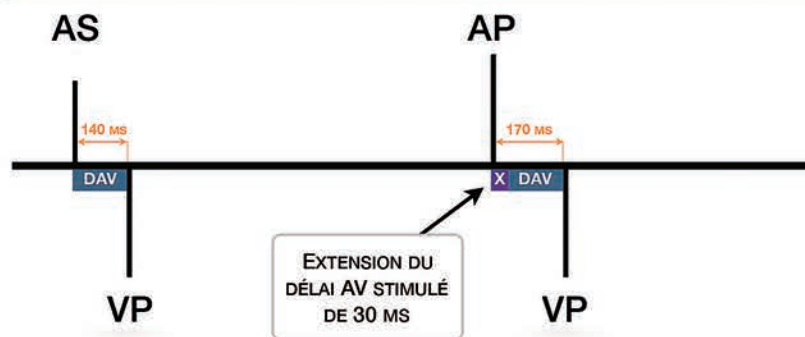
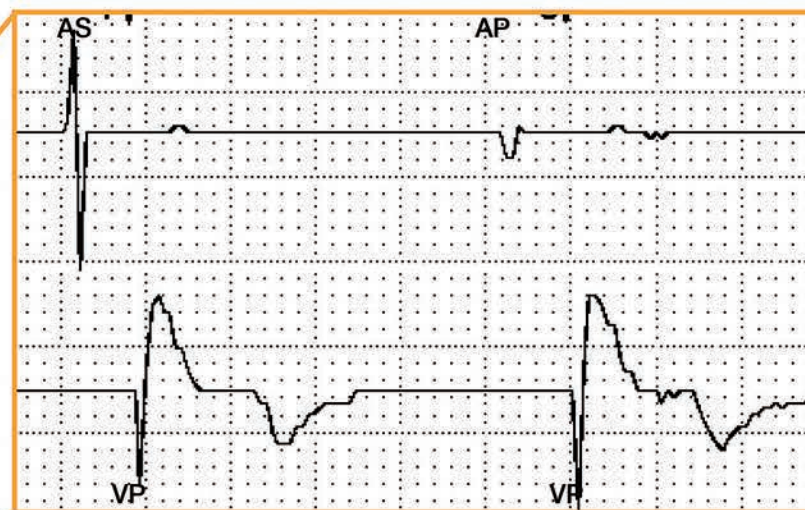
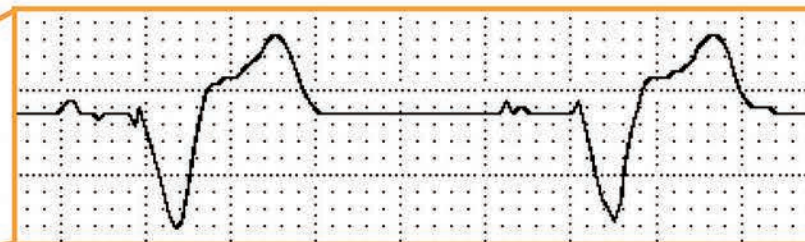
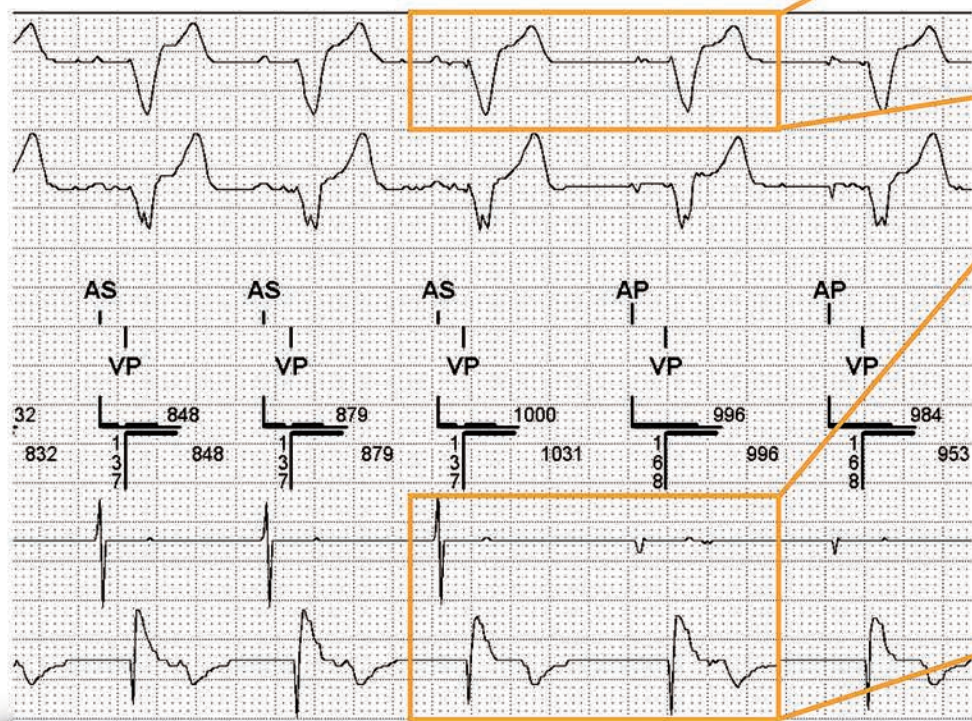
Stimulation ventriculaire permanente; alternance entre cycles AS-VP (oreillette spontanée) et AP-VP (oreillette stimulée); délai AV sur oreillette stimulée (170 ms) plus long que sur oreillette détectée (140 ms).

COMMENTAIRES

Comme dans cet exemple, le délai AV sur oreillette stimulée est généralement programmé plus long que le délai AV sur oreillette détectée pour différentes raisons: la détection de l'onde P ne s'effectue jamais au tout début de l'onde P de surface, mais au passage de l'onde de dépolarisation atriale sous l'électrode. Elle est souvent tardive par rapport au début de l'onde P de l'ECG de surface. De plus, lorsque l'onde P est stimulée, le temps de conduction entre oreillette droite et oreillette gauche est allongé. La différence entre délais AV détecté et stimulé dépend de la position de la sonde dans l'oreillette droite : en moyenne 30 ms si la sonde est inter-atriale septale, 50 ms si elle est dans l'auricule, 70 ms à la partie haute du bord droit atrial et 90 ms si elle est latérale basse. Ces valeurs sont des moyennes et il faut théoriquement adapter la programmation à chaque individu. Ces différences sont souvent plus longues s'il existe un trouble conducteur intra-et/ou inter-atrial. Cette différence change peu à l'effort, avec une tendance au raccourcissement sous l'influence des catécholamines qui réduisent le temps de conduction inter-atrial. S'il existe un trouble conducteur inter-atrial majeur, cette différence peut se majorer à l'effort. En pratique, cette valeur peut rester fixe tout au long de la plage de variation de fréquence programmée.

Physiologiquement, l'intervalle PR se raccourcit à l'effort, en moyenne de 4 ms pour 10 battements d'accélération de fréquence. L'adaptation du délai AV est destinée à reproduire ce phénomène physiologique, et la même variation est appliquée au délai AV détecté et au délai AV stimulé. Le raccourcissement du délai AV commence à partir de 60 bpm. Les délais AV détectés raccourcis à l'effort augmentent la fenêtre de détection des événements atriaux rapides en raccourcissant la période réfractaire atriale totale et en réduisant le risque d'apparition d'un bloc 2:1. Le délai AV dynamique ajuste les délais AV de manière linéaire à mesure que la fréquence cardiaque augmente. Il est possible de programmer 3 niveaux d'adaptation du délai AV en fonction de la fréquence cardiaque: faible (raccourcissement du délai AV de 0.5 ms pour une augmentation de fréquence de 1 battement/minute), moyen (raccourcissement du délai AV de 0.75 ms pour une augmentation de fréquence de 1 battement/minute) et élevé (raccourcissement du délai AV de 1.0 ms pour une augmentation de fréquence de 1 battement/minute). Le raccourcissement du délai AV se poursuit jusqu'à ce que la fréquence cardiaque atteigne la fréquence capteur maximale ou la fréquence maximale synchrone ou que la valeur du délai AV atteigne la valeur du délai AV le plus court programmé.

En fonction de l'indication d'implantation, différents algorithmes peuvent être programmés pour optimiser le délai AV. Chez les patients avec dysfonction sinusale et conduction auriculo-ventriculaire préservée, le VIP™ peut permettre de réduire le pourcentage de stimulation ventriculaire inutile. Chez les patients avec bloc auriculo-ventriculaire complet, l'algorithme QuickOpt™ peut être proposé pour optimiser la valeur du délai AV. Chez les patients avec myocardiopathie hypertrophique obstructive, l'hystérésis négative du délai AV permet de raccourcir le délai AV pour favoriser une capture ventriculaire permanente pour diminuer le gradient.



Période réfractaire

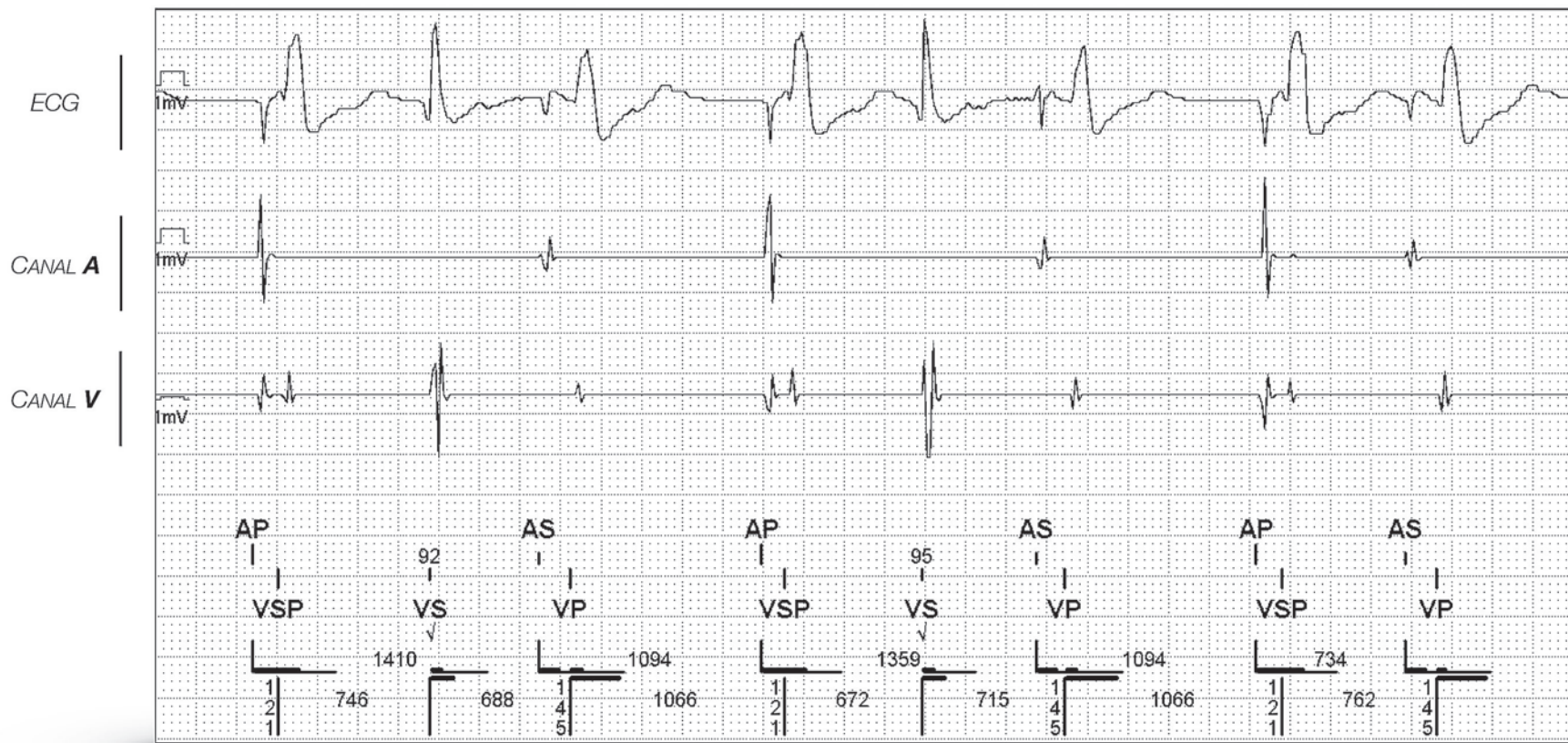
Patient

Homme de 72 ans implanté dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet; enregistrement de ce tracé au cours de la consultation.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant les périodes réfractaires ventriculaires?

- A. il existe un blanking ventriculaire post-détection atriale
- B. il existe un blanking ventriculaire post-stimulation atriale
- C. il existe une fenêtre de sécurité ventriculaire post-détection atriale
- D. il existe une fenêtre de sécurité ventriculaire post-stimulation atriale
- E. une détection ventriculaire pendant la fenêtre de sécurité entraîne une stimulation ventriculaire 100 ms après le stimulus atrial



- AS** Détection atriale
- AP** Stimulation atriale
- VS** Détection ventriculaire
- VP** Stimulation ventriculaire
- VSP** Stimulation ventriculaire après détection en fenêtre de sécurité

TRACÉ

Patient présentant de nombreuses extrasystoles ventriculaires; cycles AP-VSP correspondant à une extrasystole ventriculaire tardive détectée dans la fenêtre de sécurité ventriculaire post-stimulation atriale et conduisant à une stimulation ventriculaire 120 ms après le stimulus atrial.

COMMENTAIRES

La détection d'une activité atriale ne déclenche pas de période réfractaire dans le ventricule, le risque d'écoute croisée étant limité (faible amplitude des signaux atriaux spontanés dans la cavité ventriculaire). En revanche, à la suite d'une stimulation atriale, il est impératif de protéger la cavité ventriculaire, le risque d'écoute croisée étant majeur (stimulation en Volts, détection en mV avec un rapport de 1 pour 1000).

Une période de blanking ventriculaire est donc déclenchée uniquement après un stimulus atrial. Cette période est destinée à éviter la détection du stimulus atrial par la chaîne de détection ventriculaire qui entraînerait une inhibition ventriculaire. Un signal ventriculaire survenant durant le blanking ventriculaire post-stimulation atriale (extrasystole ventriculaire par exemple) n'est pas détecté et n'inhibe donc pas la stimulation ventriculaire qui survient en fin de délai AV programmé. Ce blanking est programmable sur AUTO (depuis la plateforme Accent en valeur nominale) ou sur une valeur fixe entre 12 et 52 ms. Quand la programmation AUTO est choisie, si un signal ventriculaire tombe pendant ce blanking, le blanking est automatiquement allongé jusqu'à ce qu'aucun signal ne soit plus détecté ou jusqu'à la valeur limite de 52 ms.

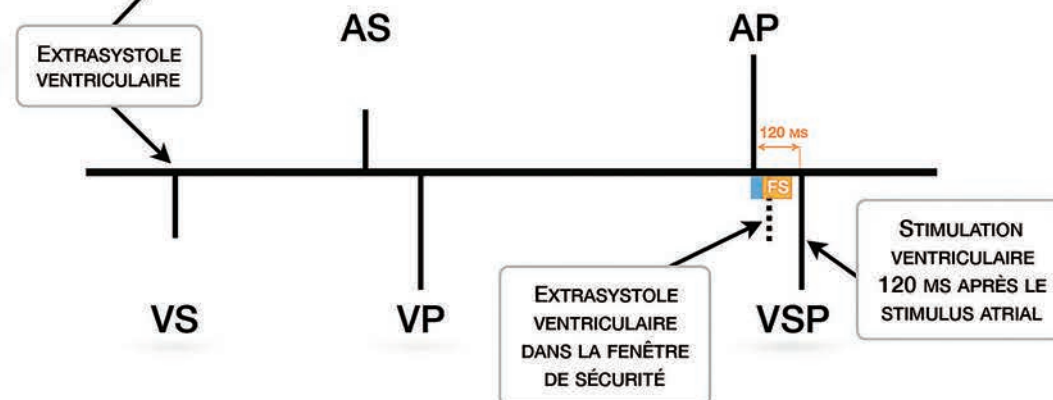
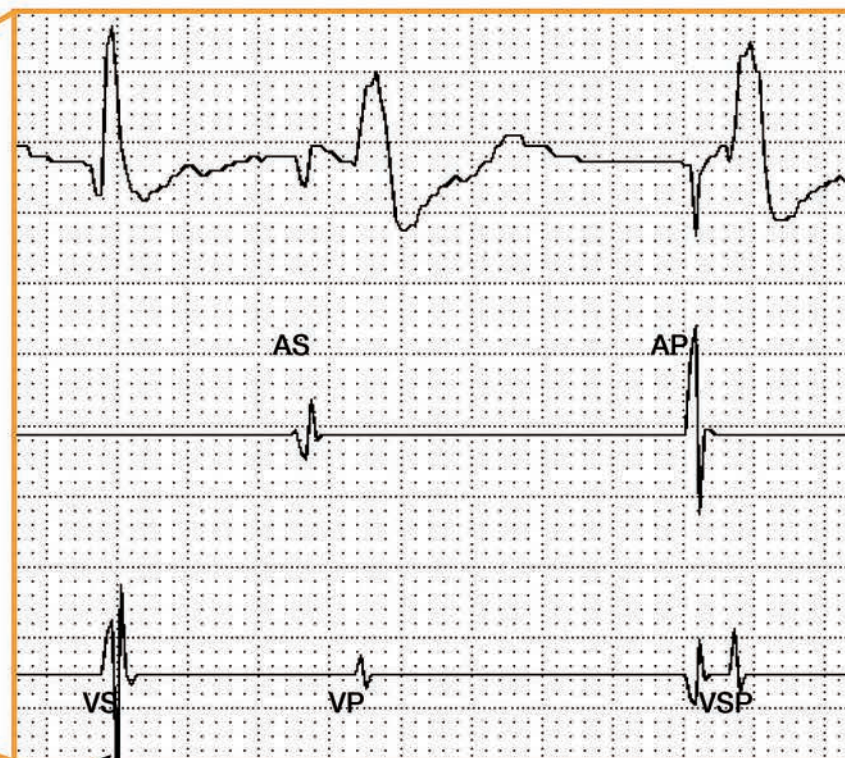
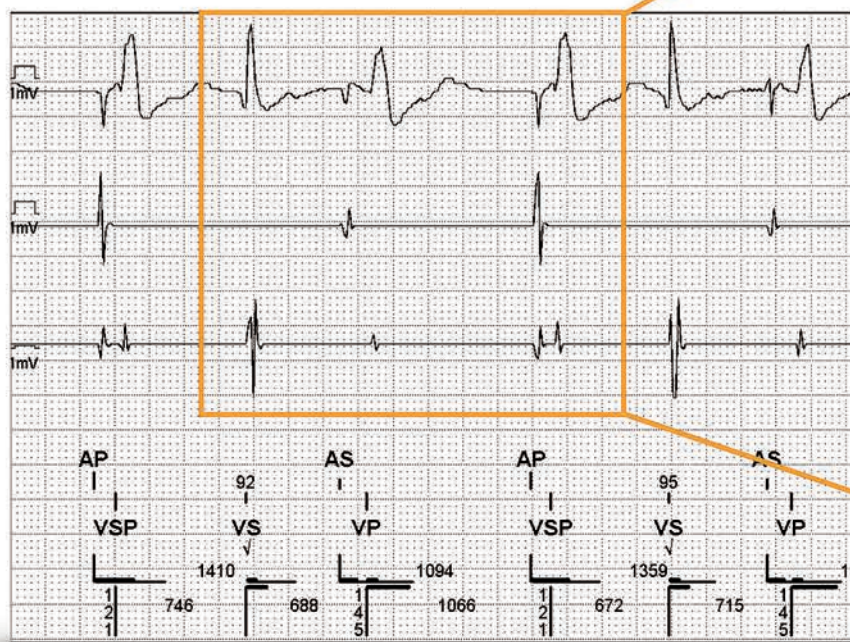
La fenêtre de sécurité est une période de détection ventriculaire complémentaire du blanking ventriculaire post-stimulation atriale. Elle est mise en route seulement après stimulation atriale et est conçue pour empêcher une asystolie ventriculaire due à une inhibition inappropriée de la stimulation ventriculaire par détection du stimulus ou de la dépolarisation atriale qui suit la stimulation. Une détection ventriculaire survenant après le blanking ventriculaire post-stimulation atriale mais avant la fin de la fenêtre de sécurité est considérée comme non physiologique et provoque une stimulation ventriculaire en fin de fenêtre de sécurité. Si l'évènement détecté dans la fenêtre de sécurité est le résultat d'une écoute croisée ou d'un bruit surdétecté,

l'impulsion de stimulation permet une capture ventriculaire effective en fin de fenêtre de sécurité. Si l'évènement détecté dans la fenêtre de sécurité correspond à une extrasystole ventriculaire tardive ou à une conduction atrio-ventriculaire, la stimulation en fin de fenêtre de sécurité survient suffisamment tôt dans la période réfractaire ventriculaire myocardique absolue permettant d'éviter une stimulation sur le sommet de l'onde T.

La fenêtre de sécurité peut être programmée sur Marche ou Arrêt (valeur nominale du paramètre "Stimulation ventriculaire de sécurité": Marche). Si un signal ventriculaire est détecté dans la fenêtre de sécurité (début après le blanking ventriculaire post-stimulation atriale et se termine 64 ms après le stimulus atrial), une stimulation ventriculaire est déclenchée 120 ms après la stimulation atriale. L'aspect de délai AV court (120 ms post-stimulation atriale) et le marqueur VSP permettent de reconnaître sur l'EGM quand une stimulation ventriculaire de sécurité a été délivrée.

Quand le blanking ventriculaire post-stimulation atriale est programmé sur Auto, cela a des implications également sur le fonctionnement de la fenêtre de sécurité. Tout signal ventriculaire tombant pendant le blanking initial de 12 ms (possible écoute croisée) déclenche une succession de nouvelles périodes de blanking redéclenchables de 12 ms jusqu'à l'arrêt de la détection sans dépasser une limite fixée à 52 ms; si la détection ventriculaire se termine avant cette limite de 52 ms, la fenêtre d'écoute croisée n'est pas nécessaire et est annulée (une détection ventriculaire survenant après la limite des 52 ms et avant la fin du délai AV inhibe la stimulation ventriculaire); si la détection ventriculaire se poursuit au delà de cette limite de 52 ms, la fenêtre de sécurité dure de 52 à 64 ms après la stimulation atriale; une détection ventriculaire dans cette fenêtre conduit à une stimulation ventriculaire 120 ms après le stimulus atrial.

Une détection atriale ne déclenche pas de périodes réfractaires au niveau du canal ventriculaire. A l'opposé, une stimulation atriale déclenche un blanking ventriculaire suivi d'une fenêtre de sécurité relativement courte, démarrant à la fin du blanking et se finissant 64 ms après le stimulus atrial. Toute détection ventriculaire dans cette fenêtre déclenche une stimulation ventriculaire 120 ms après le stimulus atrial.



Période réfractaire

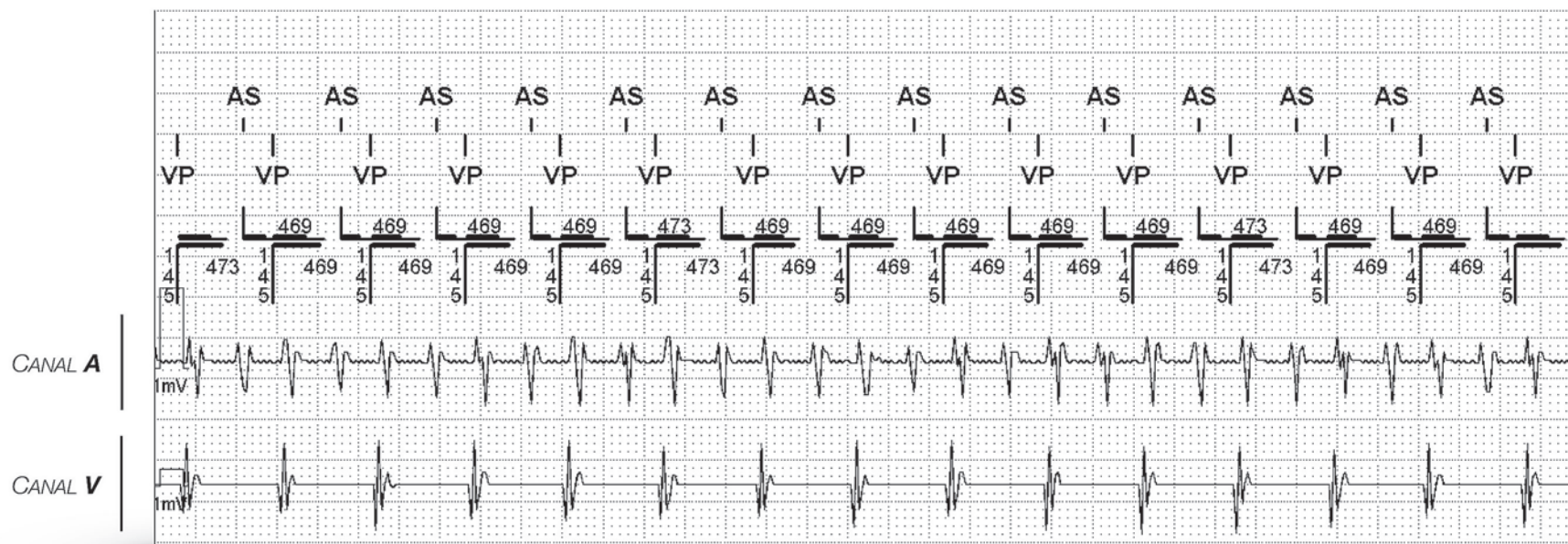
Patient

Homme de 61 ans, implanté d'un stimulateur double chambre Accent™ DR dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet; consulte pour palpitations; durant l'interrogation du stimulateur, mise en évidence d'une tachycardie.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. il s'agit d'une TRE
- B. il s'agit d'une tachycardie sinusale
- C. il s'agit d'un défaut de détection atriale (signaux de petite amplitude)
- D. il s'agit d'un flutter 2/1
- E. le stimulateur est replié en mode DDI



AS Detection atriale
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

L'EGM atrial révèle l'existence d'une tachycardie atriale (flutter) avec des cycles atriaux réguliers, monomorphes (intervalles réels 235 ms); un signal sur 2 est détecté par le canal atrial, le second signal tombant dans le blanking atrial post-stimulation ventriculaire (trait gras); stimulation ventriculaire rapide à 130 battements/minute, un cycle atrial sur 2 étant classé AS et générant donc un délai AV; absence de repli.

COMMENTAIRES

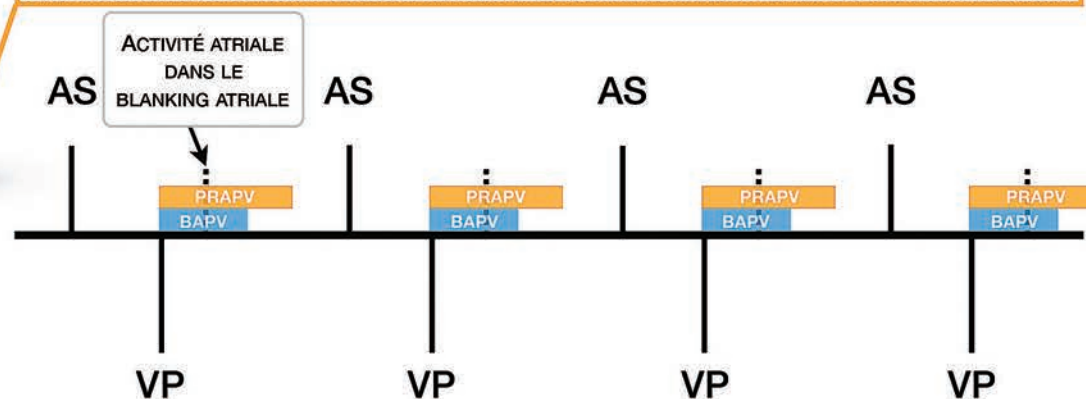
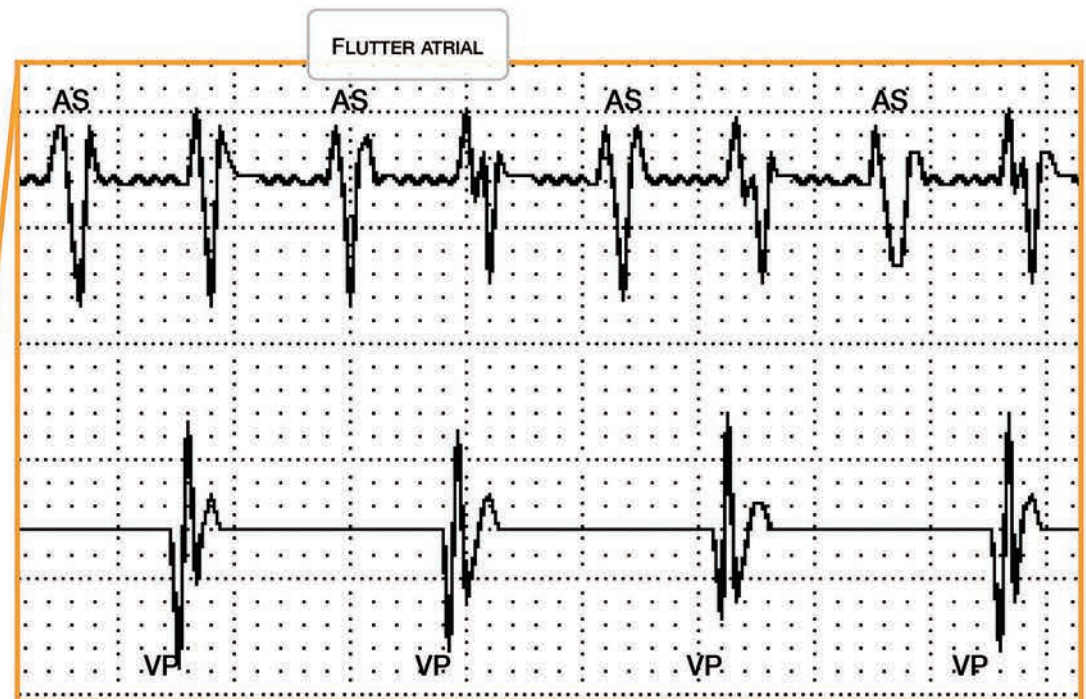
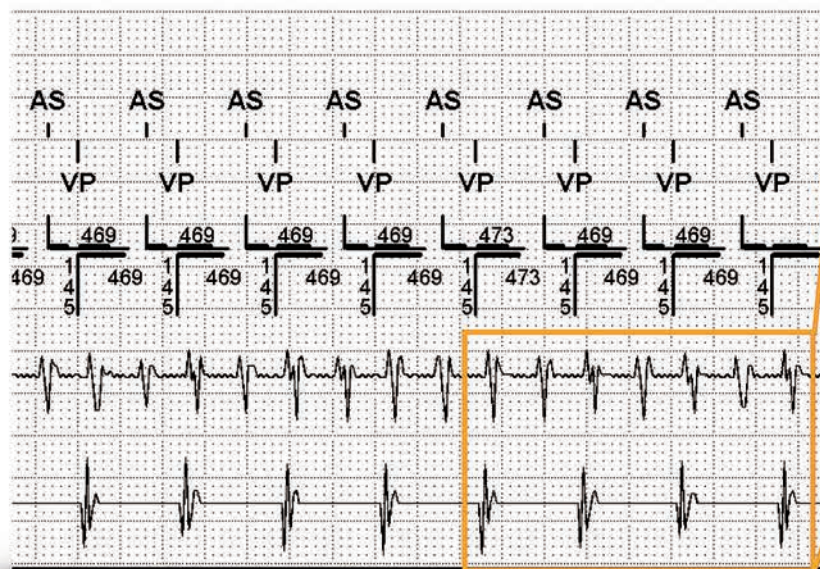
Ce tracé montre les limites de la programmation d'un blanking atrial post-ventriculaire trop long. La non détection d'un signal atrial sur 2 durant un épisode de flutter conduit à la survenue d'une tachycardie stimulée mal supportée chez ce patient dépendant. La réduction de sa valeur permet le diagnostic d'arythmie atriale et une commutation de mode rapide. Pour éviter l'écoute croisée tout en conservant une capacité correcte de détection des arythmies atriales, la programmation peut jouer sur une balance entre périodes de blanking et sensibilité atriale.

Le blanking atrial post-ventriculaire (BAPV) est une période réfractaire absolue appliquée dans l'oreillette après détection et stimulation ventriculaire. Sa durée est visualisable sur le tracé par un trait gras suivant la stimulation ventriculaire. Son utilité est d'éviter la détection de l'artéfact de stimulation ventriculaire et de la dépolarisation du ventricule spontané ou stimulé par le canal atrial. Les événements atriaux qui se produisent pendant cette période réfractaire absolue ne sont pas détectés et donc pas pris en compte pour le décompte des arythmies atriales (calcul de la fréquence atriale filtrée). La durée du blanking atrial est programmable entre 60 à 250 ms avec une valeur nominale de 150 ms.

La période réfractaire atriale post-ventriculaire (PRAPV) est une période réfractaire relative qui suit le BAPV. Sa durée est visualisable sur le tracé par le trait fin qui suit le trait gras du BAPV. Sa fonction principale est de prévenir la survenue d'une tachycardie par réentrée électronique en classant comme réfractaire (AR sur la chaîne de marqueur) une conduction atriale rétrograde. Pour éviter de recycler

la stimulation ventriculaire sur une conduction atriale rétrograde, la PRAPV doit être théoriquement programmée à une valeur supérieure au temps de conduction rétrograde ventriculo-auriculaire du patient. La valeur moyenne du temps de conduction rétrograde est comprise entre 220 et 280 ms suivant les patients mais peut parfois être encore plus longue avec nécessité d'allonger la PRAPV. Une PRAPV programmée trop longue peut toutefois induire l'apparition d'un bloc 2/1 à des fréquences intrinsèques élevées lorsque le stimulateur fonctionne en mode de suivi atrial (DDD ou VDD). La PRAPV est programmable entre 125 et 500 ms (valeur nominale 275 ms). La programmation d'une PRAPV dynamique permet d'adapter la valeur de la PRAPV en fonction de la fréquence cardiaque ce qui permet de repousser le point de 2/1. Il est possible de programmer ce paramètre sur Arrêt, Faible, Moyen, Elevé. La PRAPV est raccourcie linéairement afin d'atteindre une fenêtre d'écoute atriale cible qui est d'autant plus importante que le paramètre est réglé sur Elevé. Il faut également programmer une PRAPV la plus courte (programmable entre 125 et 475 ms, valeur nominale 175 ms).

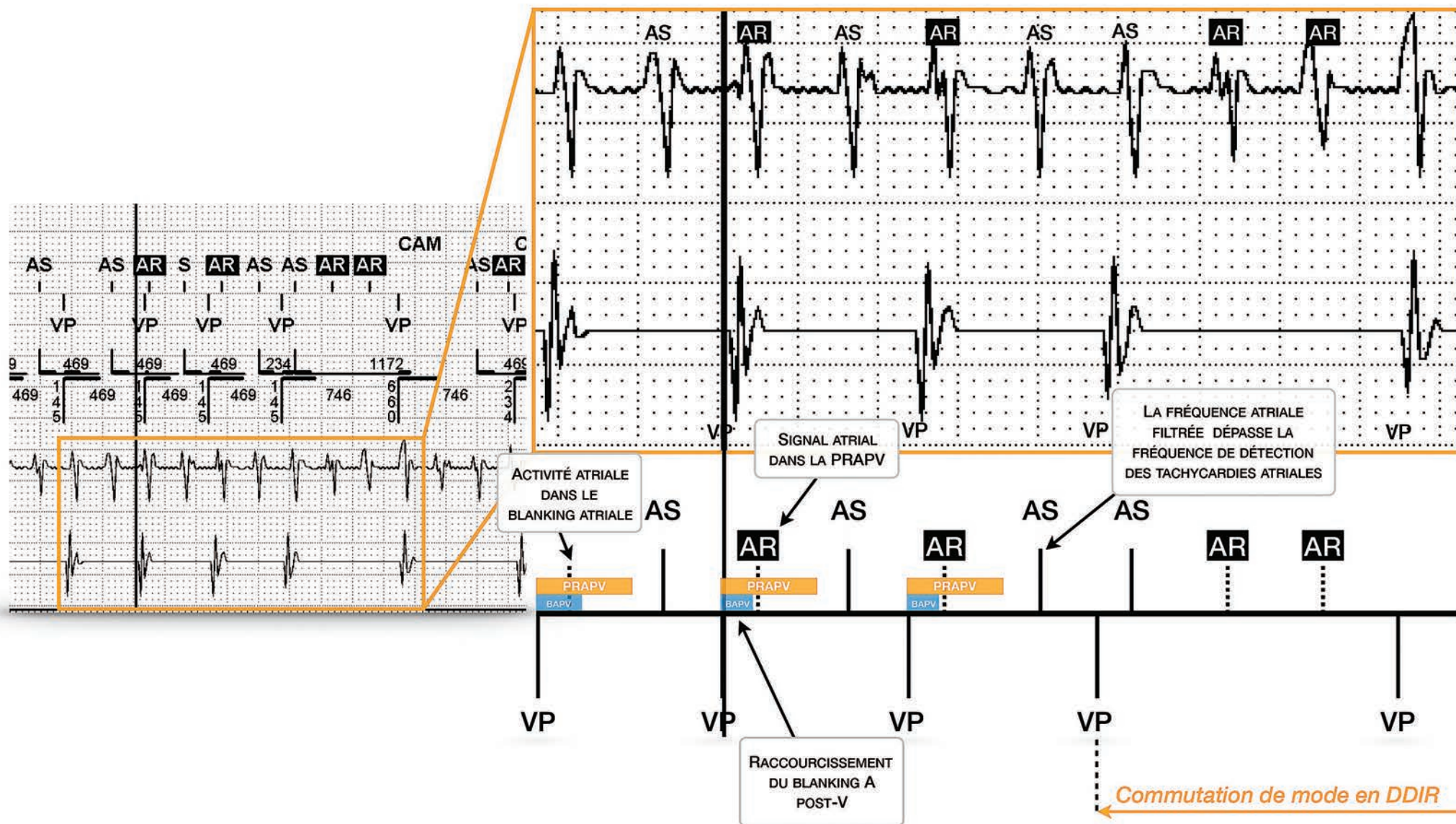
**L'absence de repli sur un épisode de FA est le plus souvent en rapport avec une sous-détection de cycles de petite amplitude.
L'absence de repli sur un épisode de flutter atrial est le plus souvent en rapport avec la programmation d'un blanking atrial post-ventriculaire trop long, une activité atriale sur 2 n'étant pas détectée comme dans cet exemple.**



Tracé 27: Flutter 2:1

TRACÉ

Poursuite de la tachycardie; modification de la programmation avec raccourcissement du blanking atrial post-ventriculaire (trait vertical); le second signal atrial est maintenant détecté dans la PRAPV (AR); l'intervalle atrial filtré atteint rapidement le seuil de commutation; mode DDIR et ralentissement progressif de la fréquence de stimulation ventriculaire vers la fréquence capteur.



Période réfractaire

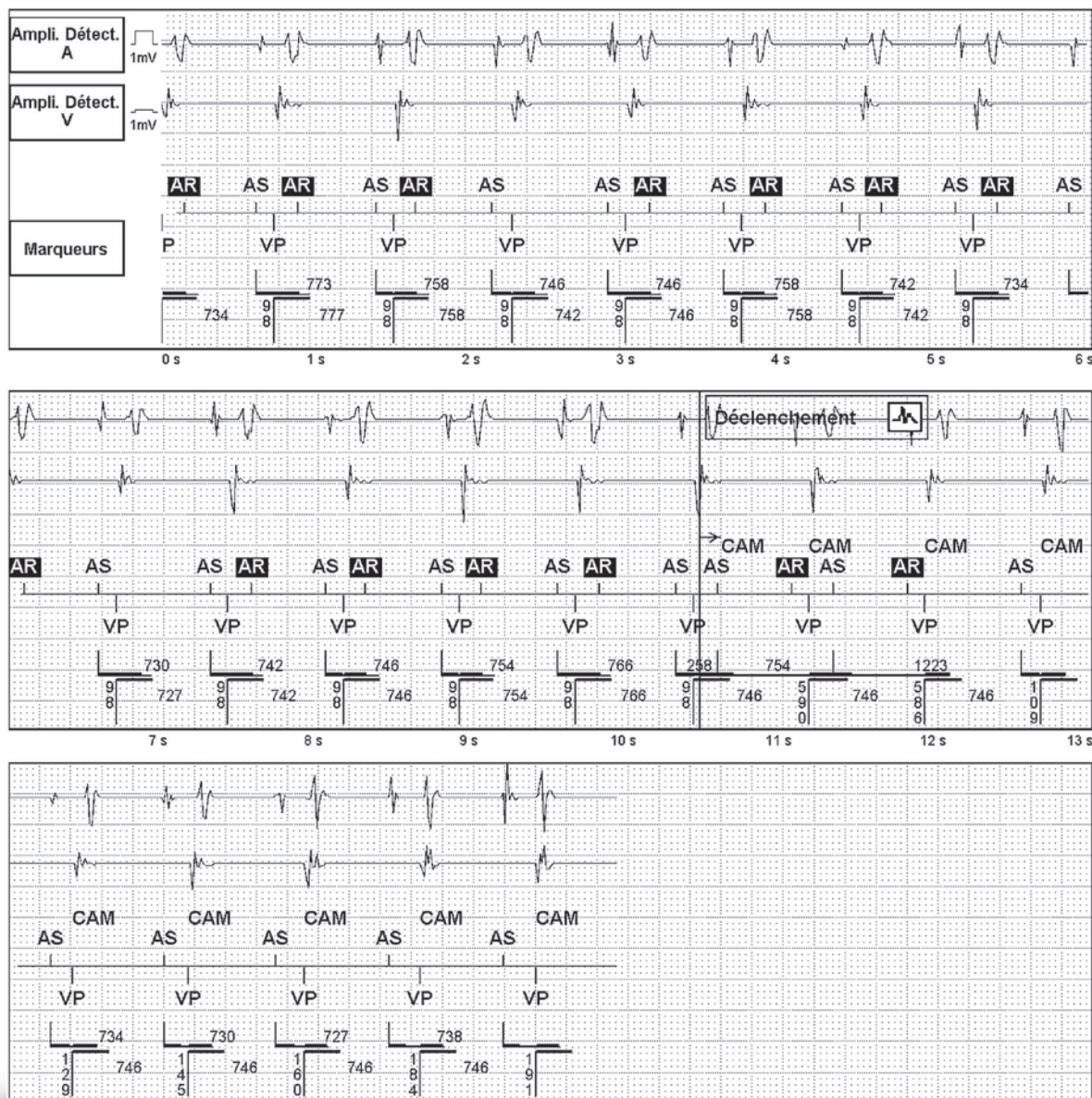
Patient

Femme de 74 ans, implantée d'un stimulateur double chambre Assurity MRI™ dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet; lors de l'interrogation, mise en évidence dans les mémoires d'un épisode de commutation automatique de mode (CAM).

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. la commutation survient à la suite d'un bigéminisme atrial
- B. la commutation survient à la suite d'une écoute croisée
- C. la commutation survient à la suite d'un flutter atrial
- D. la commutation survient à la suite d'une FA
- E. la commutation survient à la suite d'une surdétection de bruit



AS Détection atriale
AR Détection atriale dans la PRAPV
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Au début du tracé, détection atriale (AS) et stimulation ventriculaire (VP); à la suite de chaque stimulation ventriculaire, présence d'un signal détecté par le canal auriculaire avec un couplage fixe; probable écoute croisée; le signal surdétecté tombe dans la PRAPV (AR) et ne génère donc pas de délai AV mais est comptabilisé pour l'évaluation de la fréquence atriale filtrée; cette succession de cycles avec écoute croisée conduit à une commutation de mode (CAM) en mode DDIR; perte du synchronisme atrio-ventriculaire (mode DDIR, pas de synchronisme ventriculaire sur onde P détectée).

COMMENTAIRES

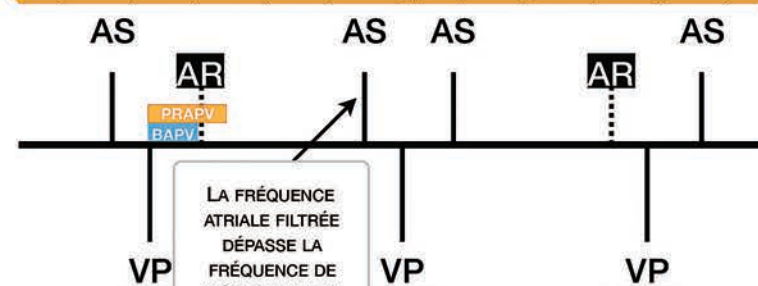
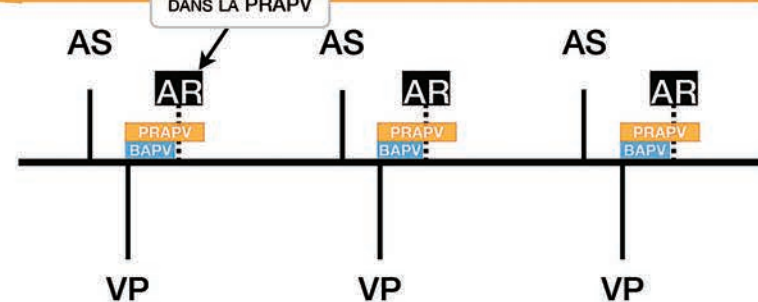
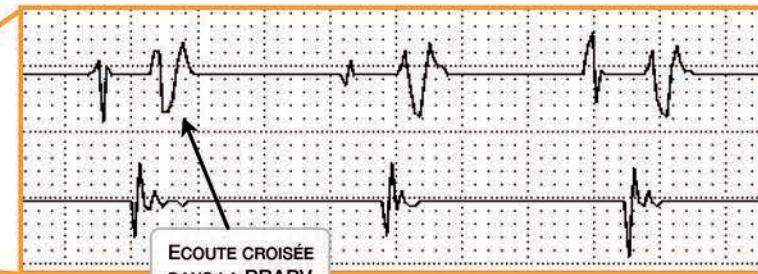
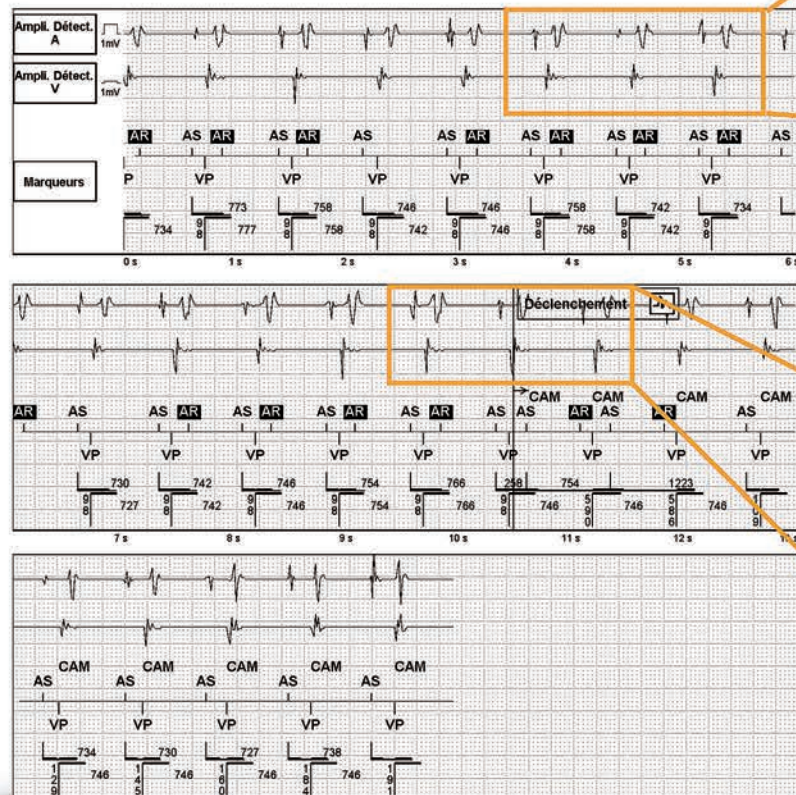
A la suite d'une stimulation ventriculaire, la détection atriale est inhibée pendant la durée du blanking atrial post-ventriculaire pour éviter l'écoute croisée. Ce blanking doit être programmé suffisamment long pour éviter l'écoute du stimulus mais également pour éviter l'écoute de la dépolarisation ventriculaire par le canal atrial. Il ne doit pas être programmé trop long pour éviter une sous-détection d'un éventuel épisode d'arythmie atriale comme sur le tracé précédent. A la suite de ce blanking, débute la PRAPV où un signal est détecté, est comptabilisé pour le diagnostic d'arythmie atriale mais ne déclenche pas de délai AV pour éviter le risque de TRE (Tachycardie par Réentrée Electronique).

Chez ce patient, la dépolarisation ventriculaire est systématiquement surdétectée (dans la PRAPV) par le canal atrial. La répétition de ces cycles conduit à la commutation de mode. Le fonctionnement du repli sur les dispositifs Abbott™ s'appuie sur une analyse de l'intervalle atrial filtré. Un cycle court décrémente cet

intervalle de 39 ms alors qu'un cycle long l'incrémente de 23 ms. La succession de cycles atriaux présentée par ce patient (cycle court, cycle long) résulte en une incrémentation systématique de l'intervalle atrial filtré de 13 ms. L'intervalle atrial filtré atteint progressivement le seuil pour la commutation de mode qui entraîne la perte du synchronisme atrio-ventriculaire.

Chez ce patient, il est possible de prolonger le blanking atrial post-ventriculaire de façon à éviter que ce signal soit comptabilisé dans le calcul de l'intervalle atrial filtré ou de réduire la sensibilité atriale, ici probablement moins efficace en considération des voltages plus élevés de l'écoute croisée. Ces 2 options peuvent s'accompagner d'une détection altérée d'une FA (principalement pour la réduction de la sensibilité atriale) ou d'un flutter atrial 2/1 (principalement pour l'allongement du blanking atrial).

Le réglage d'un blanking atrial post-ventriculaire trop long expose le patient au risque de non détection d'un flutter/tachycardie atriale. A l'opposé, quand le blanking est trop court, le risque d'écoute croisée est augmenté.



LA FRÉQUENCE
ATRIALE FILTRÉE
DÉPASSE LA
FRÉQUENCE DE
DETECTION DES
TACHYCARDIES
ATRIALES

Commutation de mode en DDIR

Période réfractaire

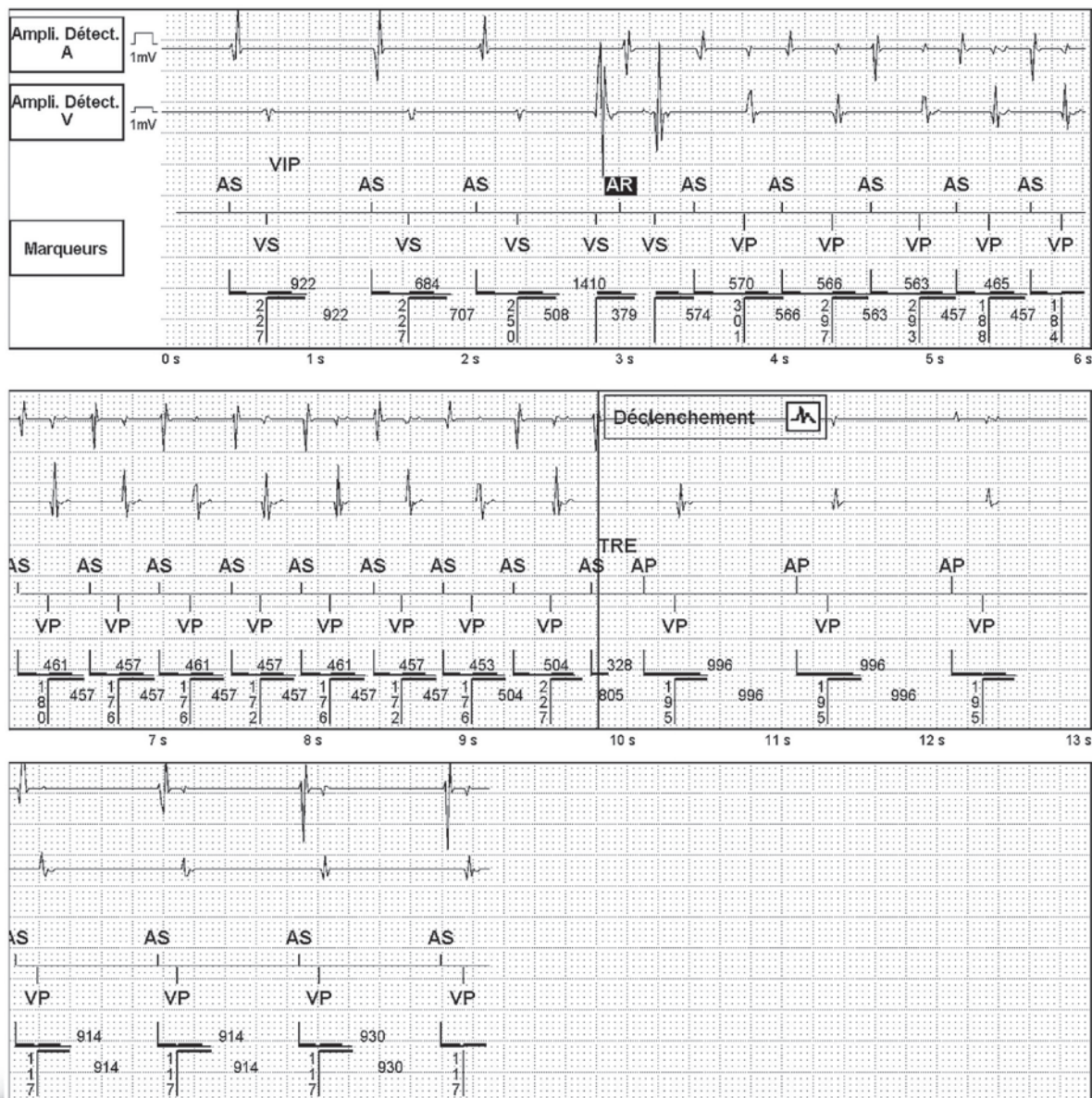
Patient

Homme de 68 ans, implanté d'un stimulateur double chambre Assurity™ + DR dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet paroxystique syncopal; lors de l'interrogation, mise en évidence dans les mémoires d'un épisode de TRE.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. la fréquence maximale synchrone est programmée à 120 battements/minute
- B. la TRE démarre à la suite de la survenue d'un doublet d'extrasystoles ventriculaires
- C. la programmation du VIP™ favorise la survenue d'une conduction rétrograde
- D. pour confirmer l'existence de la TRE, le dispositif modifie le délai AV sur un cycle
- E. pour interrompre la TRE, le dispositif allonge la PRAPV sur un cycle



AS Détection atriale
AR Détection atriale dans la PRAPV
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Initialement, le VIP™ permet une conduction auriculo-ventriculaire spontanée (cycles AP-VS avec durée intervalle AP-VS supérieure au délai AV programmé); survenue d'un doublet d'extrasystoles ventriculaires avec conduction rétrograde; sur le premier cycle, le signal auriculaire tombe dans la PRAPV (AR); sur le second, l'activité atriale rétrograde est classée AS et déclenche donc un délai allongé (VIP™) qui favorise la survenue d'une nouvelle conduction rétrograde; démarrage d'une TRE; sur 3 cycles le délai AV est très long (VIP™ programmé sur 3 cycles); entretien de la TRE puis retour au délai AV programmé (légèrement allongé pour ne pas dépasser la fréquence maximale synchrone qui est programmée à 130 battements/minute); après 8 cycles VP-AS consécutifs supérieurs à 110 battements/minute sans variation significative de l'intervalle VP-AS, suspicion de TRE; allongement du délai AV de 50 ms sur un cycle (de 176 à 227 ms); sur le cycle suivant, l'intervalle VP-AS reste stable (allongement de 50 ms de l'intervalle AS-AS): diagnostic de TRE par le dispositif; le cycle AS qui suit ne déclenche pas de délai AV; stimulation atriale 330 ms après ce AS non suivie puis stimulation ventriculaire; interruption de la TRE.

COMMENTAIRES

Ce tracé montre un épisode de TRE diagnostiqué, traité puis enregistré dans les mémoires par le dispositif. La tachycardie démarre chez un patient présentant une conduction rétrograde, des extrasystoles ventriculaires qui dissocient l'activation auriculaire et ventriculaire et chez qui le VIP™ a été programmé avec allongement temporaire du délai AV. Le démarrage d'une tachycardie par réentrée électronique (TRE) implique la programmation d'un mode de suivi atrial (DDD ou VDD), la perméabilité de la conduction rétrograde et une perte momentanée ou permanente de la synchronisation atrio-ventriculaire. En effet, si l'activité ventriculaire est correctement synchronisée à celle de l'oreillette, la conduction rétrograde est bloquée. L'entretien de la TRE résulte de la détection hors périodes réfractaires d'une onde P' rétrograde qui entraîne le déclenchement d'un délai AV souvent allongé, qui favorise de nouveau la conduction rétrograde après stimulation ventriculaire. Une TRE est donc une séquence répétitive dans laquelle le stimulateur réagit à chaque onde P' rétrograde en stimulant le ventricule à une fréquence élevée qui à son tour génère une onde P' rétrograde.

Le cycle se répète ainsi indéfiniment à moins de l'apparition d'un bloc rétrograde ou de l'intervention d'un algorithme spécifique. Une TRE de durée prolongée peut être mal supportée avec une symptomatologie allant de la simple sensation de mal être ou de palpitations jusqu'à la décompensation cardiaque chez les patients présentant une cardiopathie sous-jacente. La fréquence d'une TRE dépend du temps de conduction rétrograde, de la fréquence maximale programmée et du délai AV en cours.

Ce tracé montre les spécificités des dispositifs Abbott™ dans la gestion des TRE:

1) trois réglages sont possibles pour le diagnostic et l'interruption des TRE:

- Arrêt: aucune TRE détectée;
- Passif: les TRE sont détectées et incluses dans les diagnostics mais l'algorithme d'interruption n'est pas utilisé;
- Stimulation atriale: les TRE sont détectées et l'algorithme spécifique d'interruption est utilisé;

Les événements suivants peuvent favoriser une dissociation AV, une conduction rétrograde et le déclenchement d'une TRE: extrasystole ventriculaire (cause la plus fréquente), extrasystole atriale avec allongement du délai AV pour respecter la fréquence cardiaque maximale programmée, délai AV programmé trop long, interférence externe ou myopotentiels détectés par la chaîne atriale, défaut de stimulation atriale, absence d'extension de PRAPV après retrait d'un aimant ou en fin de mesure du seuil atrial, application et retrait d'un aimant, programmation du mode VDD chez un patient avec rythme sinusal plus lent que la fréquence minimale programmée.

- 
- 2) il est possible de programmer une fréquence de détection des TRE qui détermine la limite basse de fréquence à partir de laquelle une tachycardie peut correspondre à une TRE; ce paramètre peut être réglé entre 90 et 180 battements/minute et ne peut pas excéder la valeur de la fréquence maximale synchrone;
 - 3) le dispositif suspecte l'existence d'une TRE après 8 cycles VP-AS consécutifs avec intervalles AS-AS supérieurs à la fréquence de détection des TRE et avec intervalles VP-AS stables (écart type ± 16 ms);
 - 4) le dispositif confirme la relation entre la stimulation ventriculaire et la détection atriale (stimulation ventriculaire entraînant une conduction atriale rétrograde), en modifiant le délai AV de 50 ms sur le neuvième cycle (allongement ou raccourcissement du délai AV); si l'intervalle VP-AS qui suit (dixième cycle) est inchangé par rapport à l'intervalle VP-AS précédent, le dispositif confirme le diagnostic de TRE; en effet cela traduit le fait que l'activation de l'oreillette est dépendante de la stimulation ventriculaire; si l'intervalle VP-AS est modifié (plus de 16 ms de différence), le diagnostic de TRE est infirmé, aucune tentative d'interruption n'est réalisée et la recherche de TRE ne reprend qu'après 256 cycles pour ne pas multiplier les interventions sur un épisode de tachycardie sinusale;

- 5) si l'intervalle VP-AS n'est pas impacté par la modification du délai AV, le dispositif conclut TRE, l'activité atriale ne déclenche pas de délai AV, la stimulation ventriculaire est inhibée et une stimulation atriale est délivrée 330 ms après ce cycle AS avec reprise du synchronisme auriculo-ventriculaire normal; cette impulsion atriale est inhibée si une activité atriale (AS) est détectée pendant une période d'écoute de 210 ms suivant la Période réfractaire atriale absolue;

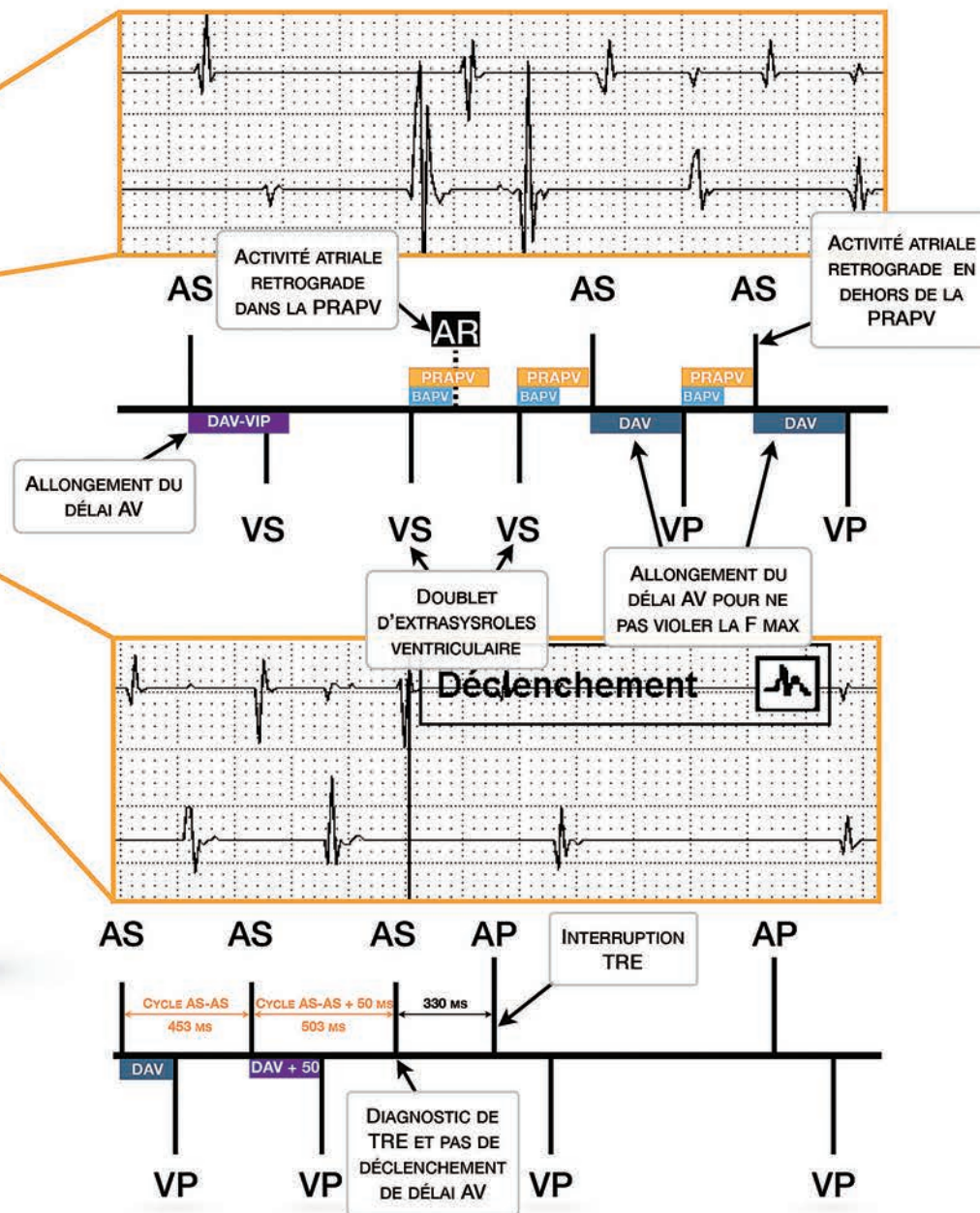
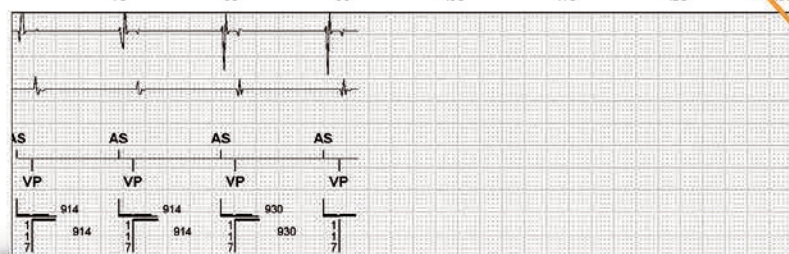
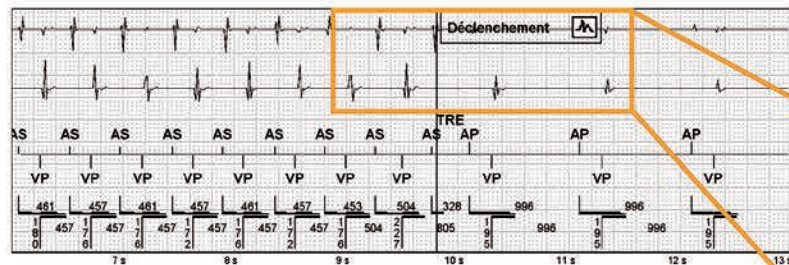
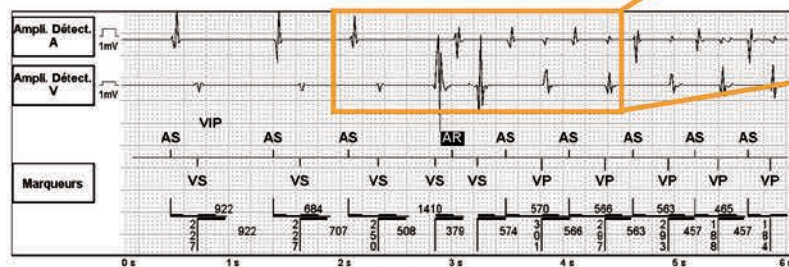
Les différents paramètres programmables sont donc:

Réponse sur TRE : Arrêt/Passif/Stim. A

Fréquence de détection TRE : 90, ..., 130, ..., 180 battements/minute.

Dans le cas présent, il est possible d'activer l'algorithme Réponse sur ESV (nominal = Arrêt) pour prévenir la TRE. Le stimulateur qualifie un événement VS comme étant une ESV de 2 façons possibles :

- le VS n'est pas précédé d'un événement atrial AP ou AS
- le VS est précédé d'un AR (onde P détectée dans la PRAPV) et l'écart entre les 2 fait plus de 280ms



Période réfractaire

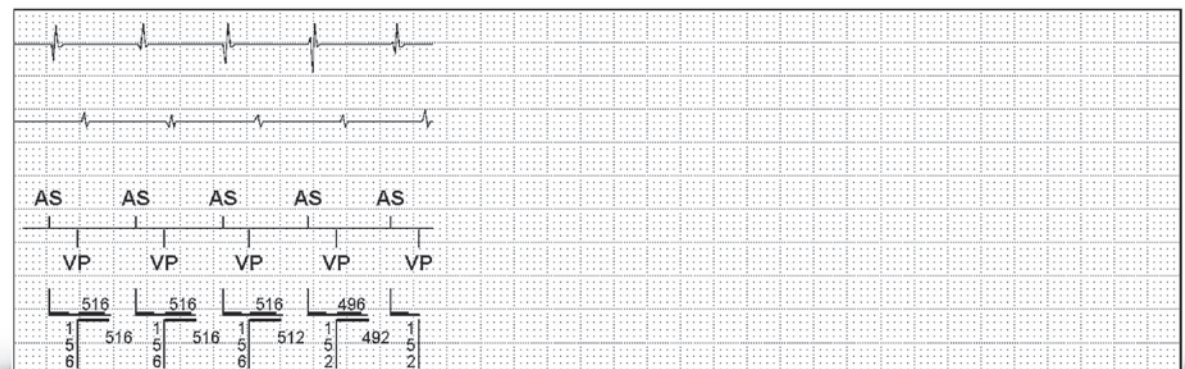
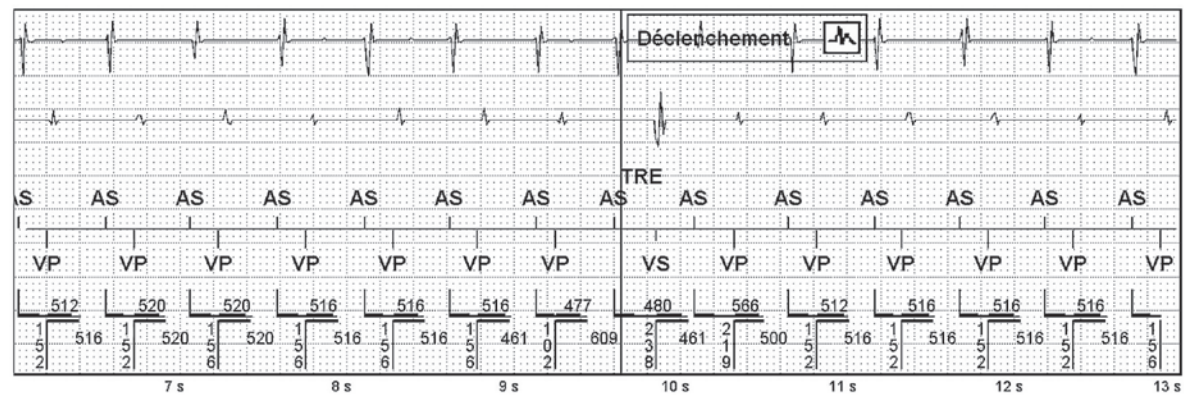
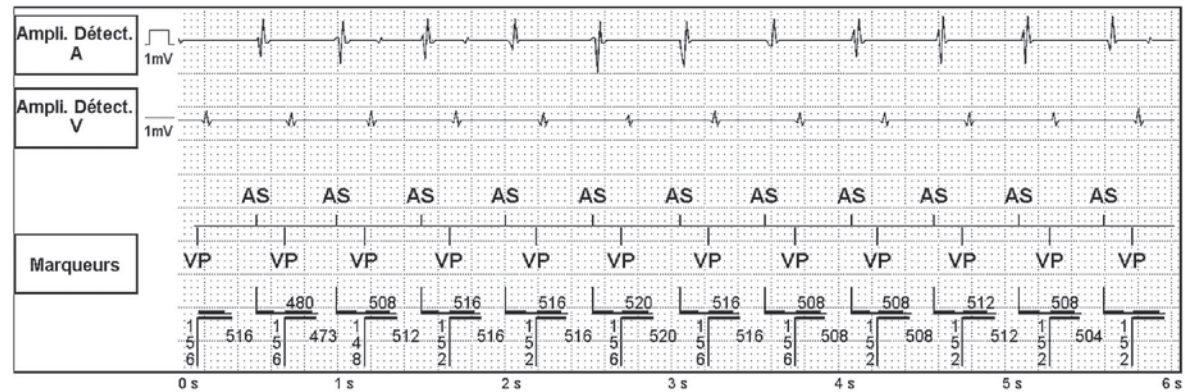
Patient

Même patient que tracé précédent; autre épisode diagnostiqué TRE et enregistré dans les mémoires.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. il s'agit d'un épisode de TV
- B. il s'agit probablement d'une TRE
- C. il s'agit probablement d'une tachycardie sinusale
- D. il s'agit probablement d'une FA
- E. il s'agit probablement d'un flutter 2/1



AS Détection atriale
VS Détection ventriculaire
VP Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Au début du tracé cycles AS-VP avec variation des intervalles AS-AS et VP-AS de plus de 40 ms entre les cycles (480 à 520 ms); stabilisation dans un second temps de ces intervalles; suspicion de TRE (fréquence atriale supérieure à la limite de fréquence des TRE et intervalles VP-AS stables); raccourcissement du délai AV sur un cycle (de 156 à 102 ms), sur le cycle suivant, intervalle VP-AS stable (variation < 16 ms) en faveur d'une TRE; l'activité atriale qui suit ne déclenche pas de délai AV; conduction atrio-ventriculaire spontanée très en faveur d'une tachycardie sinusale; ce cycle VS inhibe la stimulation atriale; sur le cycle suivant le cycle AS-AS est toujours relativement court ce qui démontre l'existence d'une tachycardie sinusale diagnostiquée à tort TRE par le dispositif.

COMMENTAIRES

L'algorithme de diagnostic et d'interruption des TRE varie en fonction des différents constructeurs mais est basé sur la répétition sur plusieurs cycles d'une détection atriale et d'une stimulation ventriculaire avec une fréquence élevée et un couplage VP-AS fixe. L'algorithme de détection des TRE nécessite 8 cycles consécutifs VP-AS. La fréquence de détection des TRE est programmable sur les stimulateurs Abbott™ et un critère de stabilité des intervalles VP-AS est inclus dans l'algorithme. Il est inclut aussi une phase de confirmation avec modification du délai AV pour permettre de différencier de façon effective tachycardie sinusale et TRE comme expliqué sur le tracé précédent.

Quelques cas isolés ont été décrits d'erreur de classification lors d'un épisode de tachycardie sinusale. La survenue d'une extrasystole atriale à la suite d'un raccourcissement du délai AV peut fausser le diagnostic donnant l'impression que

la modification du délai AV a eu un impact sur le délai VP-AS qui suit (prématurité de l'extrasystole atriale). Dans cet exemple, le stimulateur raccourcit le délai AV sur un cycle devant une suspicion de TRE. L'intervalle VP-AS qui suit est stable (variation < 16 ms par rapport à la moyenne des intervalles VP-AS) conduisant au diagnostic de TRE. Cette stabilité de l'intervalle VP-AS malgré la modification du délai AV est liée à une variation des intervalles AS-AS que l'on retrouve au début du tracé. Le cycle AS-AS qui suit reste à une valeur proche de 480 ms ce qui est très en faveur d'une tachycardie sinusale tout comme le fait que le cycle AS qui n'a pas déclenché de délai AV est suivi d'un complexe QRS spontané (VS). Tout au long du tracé, on peut voir des variations de l'intervalle des cycles AS-AS probablement d'origine respiratoire.

L'algorithme de diagnostic et d'interruption des TRE inclut une phase de confirmation pour permettre le diagnostic différentiel entre TRE et tachycardie sinusale et éviter les interventions intempestives sur tachycardie sinusale. Dans de rares cas (extrasystole atriale, variabilité respiratoire de la détection atriale), l'algorithme peut être leurré conduisant à une activité atriale non suivie d'une stimulation ventriculaire.



Période réfractaire

Patient

Homme de 71 ans, implanté d'un stimulateur double chambre Assurity™ + DR dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet paroxystique syncopal; lors de l'interrogation, mise en évidence dans les mémoires d'un épisode de TA/FA.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. il s'agit d'un épisode de tachycardie atriale
- B. il s'agit d'une TRE
- C. il existe une augmentation de seuil atrial
- D. dans la seconde partie du tracé, l'activation atriale est rétrograde (AR)
- E. dans la seconde partie du tracé, la stimulation atriale est inefficace car en période réfractaire atriale

TRACÉ

Le tracé débute avec des cycles AP-VP avec stimulation atriale et ventriculaire efficace à la fréquence capteur (SIR, asservissement); une extrasystole ventriculaire est suivie d'une conduction rétrograde et détection de l'activité atriale dans la PRAPV (AR); la stimulation atriale qui suit est inefficace car survenant dans la période réfractaire suivant la dépolarisation atriale précédente; le cycle se répète avec conduction rétrograde dans la PRAPV et stimulation atriale inefficace favorisant la conduction rétrograde; la fréquence atriale filtrée est calculée à partir des cycles spontanés (AR ou AS) mais également stimulés (AP) ce qui explique l'enregistrement d'un épisode diagnostiqué TA/FA.

COMMENTAIRES

Ce tracé illustre une forme particulière et souvent sous-diagnostiquée de perte de capture atriale répétitive. Une détection de la conduction rétrograde dans la PRAPV se produit et est responsable d'une stimulation atriale inefficace (perte de capture fonctionnelle) car délivrée en période réfractaire physiologique. Ce patient présentait un seuil de stimulation atriale normal (<1V pour 0.5 ms) avec un marge de programmation adaptée (2.5V pour 0.5 ms).

Une "repetitive nonrentrant ventriculoatrial synchrony" débute quand une extrasystole ventriculaire est suivie d'une conduction atriale rétrograde qui tombe dans la PRAPV. La stimulation atriale qui suit est inefficace car tombant dans la période réfractaire atriale physiologique (perte de capture fonctionnelle). A la fin du délai AV, une stimulation ventriculaire est délivrée et est suivie d'une conduction rétrograde enclenchant une répétition de cycles conduction atriale rétrograde, stimulation atriale inefficace et stimulation ventriculaire. Il ne s'agit pas d'une réentrée (à la différence de la TRE), l'activité atriale rétrograde ne déclenchant pas la stimulation ventriculaire.

Ce type de séquences répétitives est préférentiellement diagnostiqué sur les stimulateurs Abbott™ de par la particularité du fonctionnement de l'algorithme de repli (le seul à intégrer les cycles AP dans le calcul de la fréquence atriale filtrée) qui conduit à l'enregistrement d'un épisode TA/FA. Ce type de problème est donc sous-diagnostiqué par les autres constructeurs mais probablement pas moins fréquent.

Pour que ce type de séquences répétitives puisse démarrer, 2 éléments sont

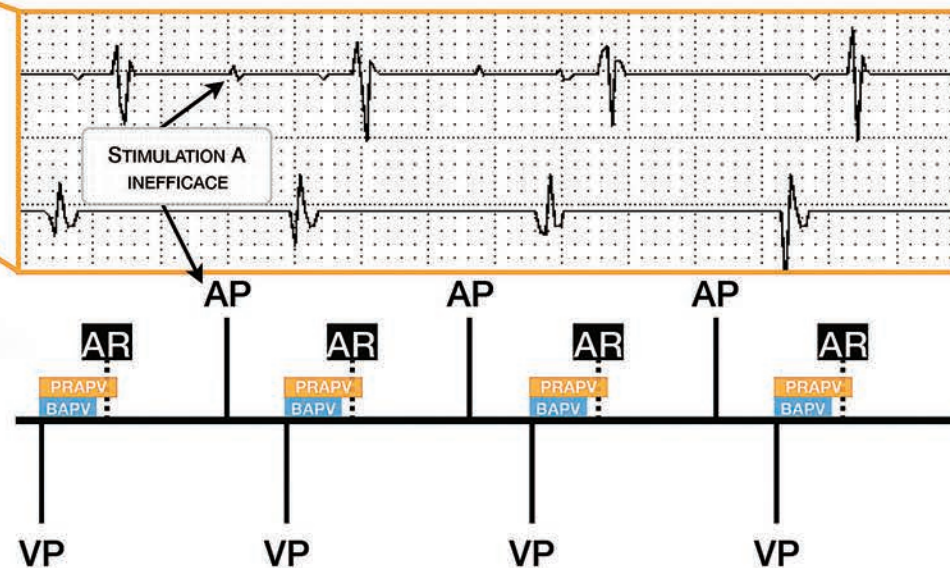
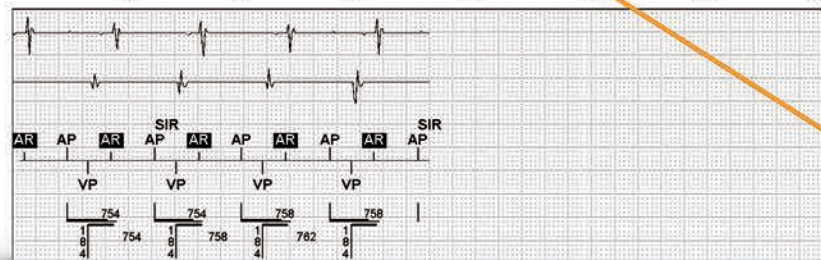
indispensables: 1) un stimulateur double ou triple chambre programmé en mode DDD, DDDR, DDI ou DDIR mais pas pour le mode VDD puisque une stimulation atriale est nécessaire (différence avec la TRE qui n'est pas possible avec un mode DDI et est possible avec un mode VDD); 2) l'existence d'une conduction rétrograde.

Certains éléments de programmation peuvent également en favoriser la survenue: 1) fréquence de stimulation élevée (plus fréquent quand l'asservissement de fréquence ou un algorithme d'overdrive auriculaire est programmé), l'intervalle AR-AP étant réduit (plus de chance que la stimulation atriale soit inefficace); 2) programmation d'un délai AV long (favorise la conduction rétrograde); 3) programmation d'une PVARP de longue durée.

Ce type de séquences répétitives peut induire un syndrome du pacemaker, augmente inutilement le pourcentage de stimulation ventriculaire, est une cause de faux diagnostic d'arythmie atriale et peut être arythmogène (possible induction d'un vrai épisode de FA).

Pour éviter ce type de problème, différentes options de programmation peuvent être envisagées: 1) baisser la fréquence minimale si elle est élevée; 2) déprogrammer l'asservissement si pas absolument indispensable; en effet, la stimulation atriale survient d'autant plus précocement par rapport à l'activation rétrograde que l'asservissement est programmé ce qui majore le risque de perte de capture fonctionnelle; 3) diminuer la valeur du délai AV; 4) raccourcir la PRAPV; 5) Dans le cas présent, il est possible de désactiver l'algorithme Réponse sur ESV (nominal = Arrêt) si c'est lui qui est à l'origine de ce type de séquence répétitive.

Ce type de séquence répétitive est souvent sous-diagnostiqué et peut conduire à la survenue d'un syndrome du pacemaker. Les stimulateurs Abbott™ sont les seuls à permettre leur enregistrement dans les mémoires sous formes de faux épisodes de TA/FA.





Gestion des arythmies



Gestion des arythmies

Patient

Homme de 64 ans, implanté d'un stimulateur double chambre Assurity™ + DR dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire complet; lors de l'interrogation, mise en évidence dans les mémoires d'un épisode de CAM.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant l'algorithme de commutation automatique de mode?

- A. la CAM survient quand l'intervalle atrial filtré (IAF) est $<$ à l'intervalle de détection des tachycardies atriales
- B. si PP instantané $\leq$ IAF: IAF décrémente de 39 ms
- C. si PP instantané $>$ IAF: IAF incrémente de 23 ms
- D. retour au mode synchrone quand IAF $>$ à l'intervalle de fréquence maximale synchrone
- E. retour au mode synchrone quand IAF $>$ à l'intervalle de détection des tachycardies atriales

TRACÉ

Stimulation atriale et stimulation ventriculaire; extrasystole atriale classée (AS) suivie d'un délai AV allongé pour ne dépasser la fréquence maximale synchrone (130 battements/minute); début d'une arythmie atriale; chaque cycle court atrial décrémente la fréquence atriale filtrée de 39 ms; avant la commutation de mode, accélération de la fréquence de stimulation ventriculaire; CAM quand l'intervalle atrial filtré (IAF) devient inférieur à l'intervalle de détection des tachycardies atriales; ralentissement de la fréquence de stimulation ventriculaire.

COMMENTAIRES

La prise en charge des patients porteurs d'un stimulateur cardiaque présentant des épisodes d'arythmie atriale est complexe du fait des différents types de mécanismes connus pour déclencher les arythmies atriales et du risque d'emballlement de la stimulation ventriculaire sur la détection d'un rythme atrial rapide. Le dispositif peut être programmé pour qu'il réagisse à une arythmie atriale en passant à un mode asynchrone afin d'éviter une stimulation ventriculaire à fréquence élevée pouvant compromettre la stabilité hémodynamique. La commutation de mode correspond à la capacité du stimulateur à commuter automatiquement d'un mode de suivi atrial (DDD ou VDD) vers un mode sans suivi atrial (DDI(R) ou VVI(R)). La fréquence de stimulation ventriculaire passe progressivement de la fréquence maximale synchrone à la fréquence asservie ou la fréquence minimale. Cela évite une chute brutale de la fréquence ventriculaire. Lorsque la tachyarythmie atriale se termine, la commutation de mode renvoie au mode de stimulation synchrone programmé.

L'algorithme de commutation de mode idéal présente les caractéristiques suivantes: déclenchement rapide pour éviter une stimulation ventriculaire rapide prolongée durant la phase de détection initiale de l'arythmie; capacité de rebasculer rapidement vers un mode synchrone à la fin de l'épisode d'arythmie; bonne capacité de diagnostic de l'arythmie atriale même en présence de signaux atriaux d'amplitude et de fréquence variables; capacité d'éviter les commutations de mode en réponse à une écoute croisée, un bruit ou une tachycardie sinusale.

L'algorithme de repli utilisé par les stimulateurs Abbott™ présente certaines spécificités importantes à connaître. La commutation automatique de mode (CAM) utilise une fréquence atriale filtrée, et non instantanée, basée sur une comparaison de la fréquence atriale en cours avec une fréquence filtrée actualisée en continu. La commutation automatique de mode (CAM) vers le mode DDI(R) ou VVI(R) survient quand la fréquence atriale filtrée dépasse la fréquence de détection des tachycardies atriales (FDTA). Le stimulateur mesure à chaque cycle l'intervalle PP instantané et calcule un intervalle

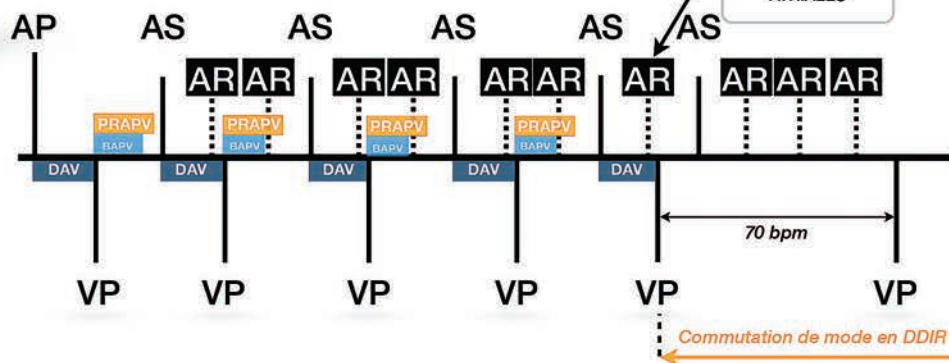
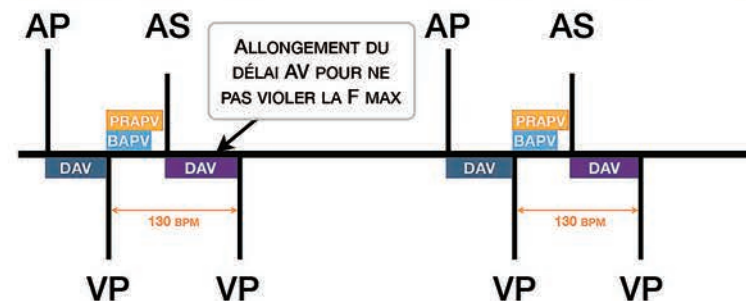
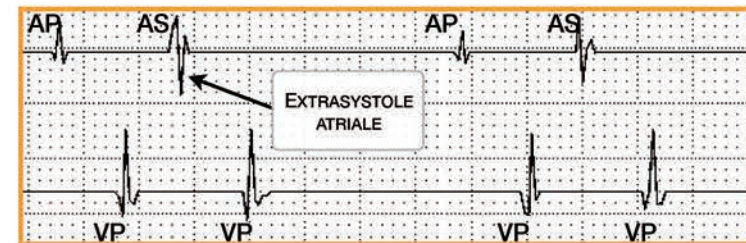
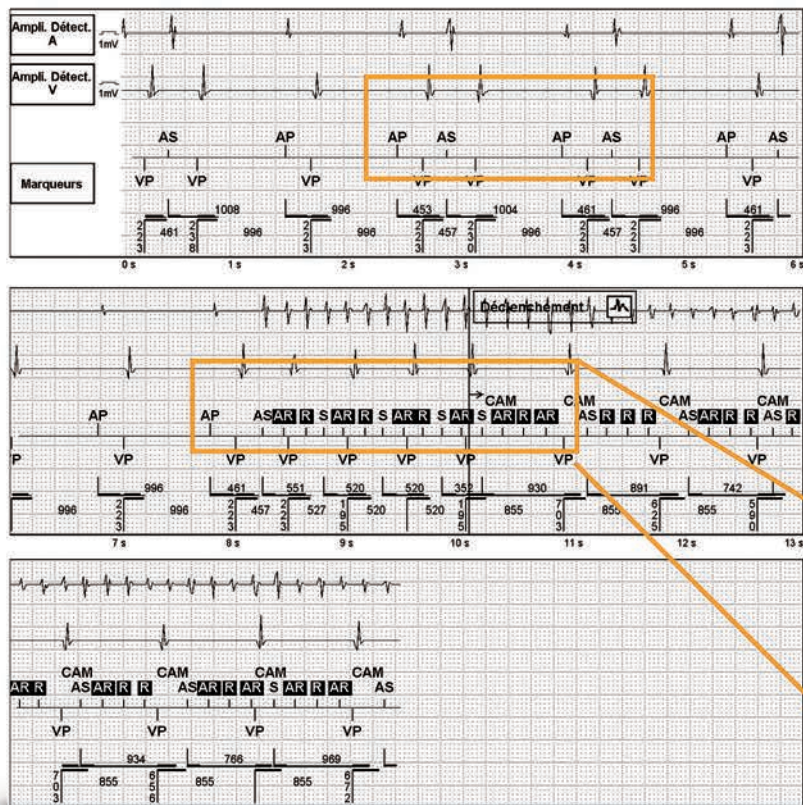
atrial filtré (IAF) suivant la règle suivante: si l'intervalle PP instantané est $\leq$ IAF, l'IAF est décrémente de 39 ms; si l'intervalle PP instantané est $>$ IAF, l'IAF est incrémenté de 23 ms. Les activités atriales détectées dans la PRAPV à l'inverse des signaux dans le blanking sont prises en compte dans le calcul de l'IAF. La commutation de mode survient dès qu'un intervalle atrial filtré devient inférieur à l'intervalle de détection des tachycardies atriales.

Durant la commutation de mode, la fréquence de stimulation correspond à la fréquence de base de CAM (programmable indépendamment de la fréquence de base) ou à la fréquence indiquée par le capteur (fréquence asservie). Le retour au mode synchrone n'est possible que si la fréquence atriale redevient inférieure à la fréquence maximale synchrone (un IAF $>$ à l'intervalle de fréquence maximale synchrone) et non pas à la fréquence de détection des tachycardies atriales.

Le critère d'enregistrement des épisodes TA/FA est légèrement différent de celui de CAM. La méthode de calcul pour l'intervalle atrial filtré (IAF) est identique. Pour enregistrer un épisode, il faut 5 cycles non consécutifs avec un IAF qui soient inférieurs à la fréquence de détection des tachycardies atriales. Ces cycles consécutifs permettent d'éviter l'enregistrement des épisodes de CAM sur écoute croisée (alternance cycles courts cycles longs qui peuvent entraîner une CAM mais pas l'enregistrement de l'épisode car pas de cycles courts consécutifs). Le critère de CAM est plus sensible que le critère d'enregistrement qui est plus spécifique. Il faut ensuite 9 cycles consécutifs avec un IAF supérieurs à la fréquence de détection des tachycardies atriales pour que l'épisode soit terminé (2 épisodes distants de moins de 20 secondes sont considérés comme un seul épisode TA/FA).

La Charge en TA/FA correspond au pourcentage de temps passé en TA/FA sur une période de 52 semaines. Chaque point de donnée du graphique correspond au pourcentage de temps où le patient était en TA/FA au cours d'une période de sept jours.

Le fonctionnement de l'algorithme de repli est très spécifique et repose sur l'analyse de la fréquence atriale filtrée basée sur une comparaison de la fréquence atriale en cours avec une fréquence filtrée actualisée en continu. L'objectif est de se replier uniquement sur une tachycardie soutenue et non sur quelques cycles rapides intermittents.



Gestion des arythmies

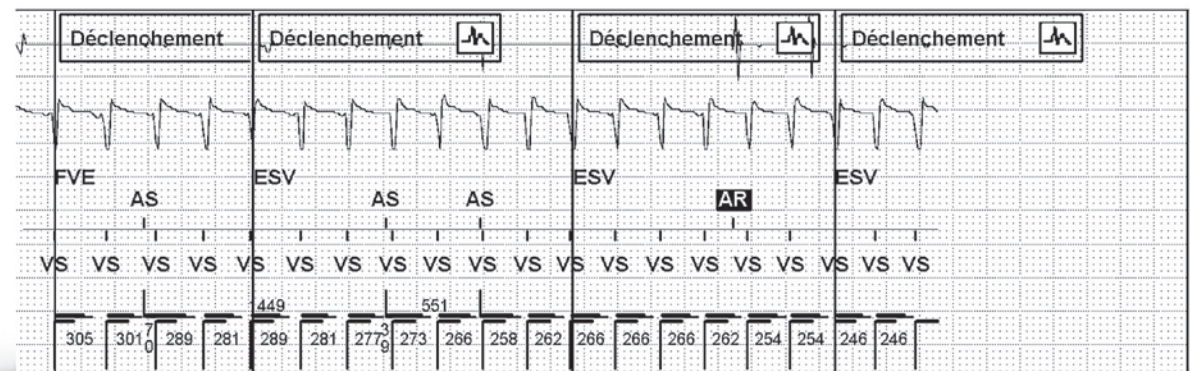
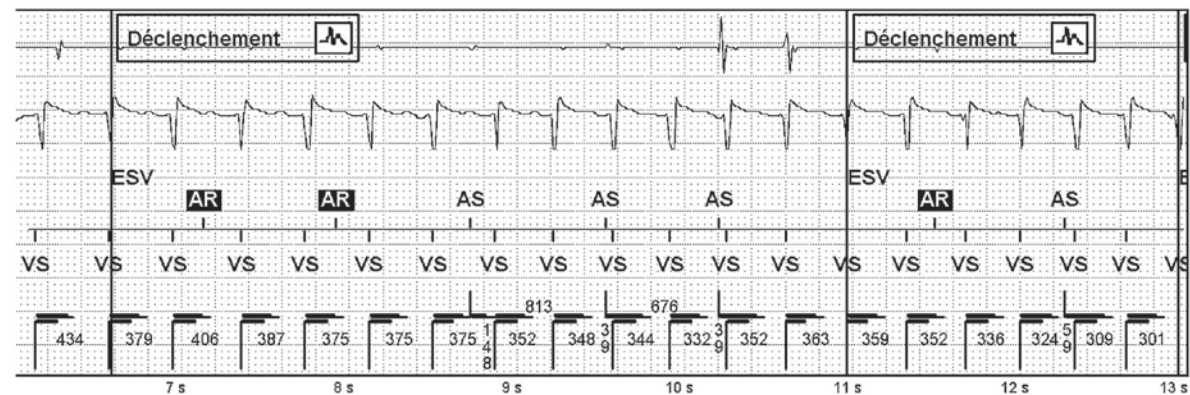
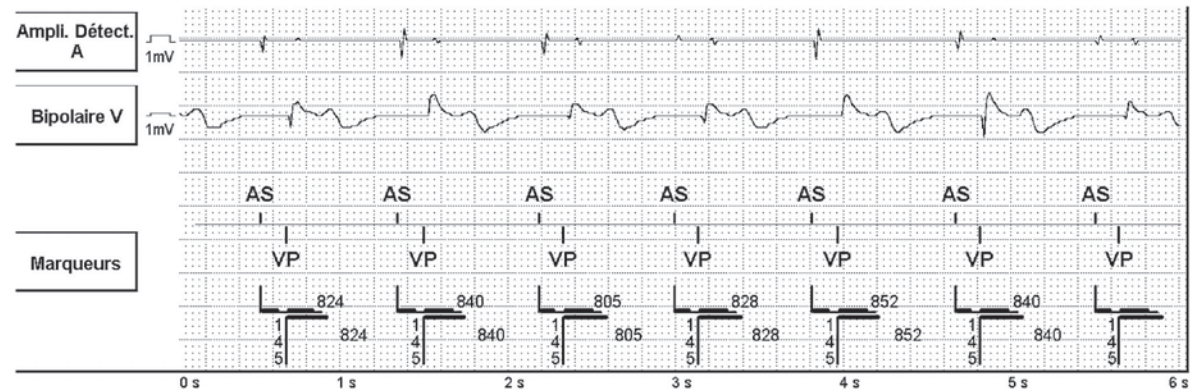
Patient

Homme de 59 ans avec myocardiopathie hypertrophique obstructive implanté d'un stimulateur Accent™ DR avec pour objectif la réduction du gradient intra-ventriculaire gauche; épisode de syncope à l'emporte pièce; mise en évidence au moment de la syncope d'un épisode de fréquence ventriculaire élevée.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. il s'agit d'un épisode de tachycardie atriale
- B. il s'agit d'un épisode de TV
- C. il s'agit d'un épisode de tachycardie jonctionnelle
- D. il s'agit d'un épisode de TRE
- E. il s'agit d'un défaut de repli sur arythmie atriale



- AS** Détection atriale
- AR** Détection atriale dans la PRAPV
- AP** Stimulation atriale
- VS** Détection ventriculaire
- VP** Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Au début du tracé, détection atriale et stimulation ventriculaire; épisode de TV avec dissociation auriculo-ventriculaire; accélération de la fréquence de la TV qui devient très rapide (240 bpm) ce qui explique la syncope.

COMMENTAIRES

Les PM Abbott disposent de 2 critères pour le déclenchement des EGM de TV:

Fréquence V élevée

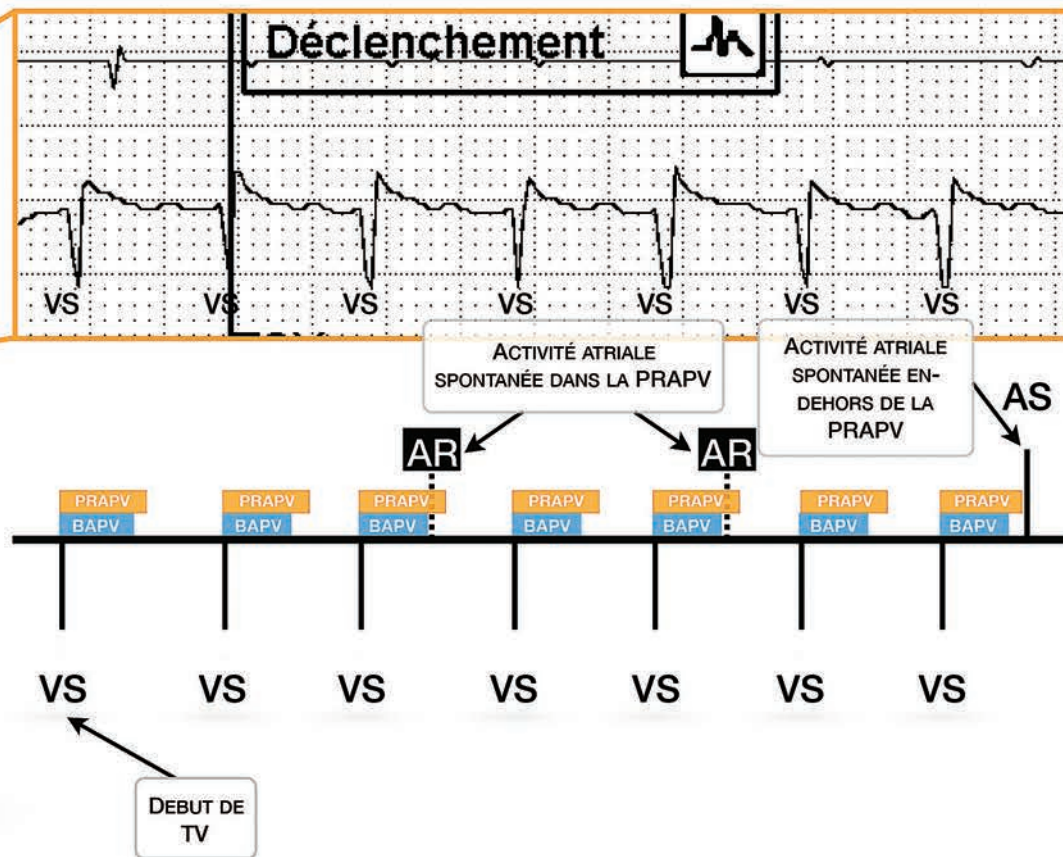
Un EGM est mémorisé lorsque la fréquence ventriculaire dépasse le réglage du seuil de fréquence ventriculaire pendant une durée déterminée par le paramètre Nombre de cycles.

ESV consécutives

Un EGM est mémorisé lorsque l'appareil compte un nombre d'ESV consécutives égal ou supérieur à la valeur du paramètre Nombre d'ESV consécutives. Il est indépendant de la fréquence de l'épisode de TV.

Ce tracé pose la question difficile de l'enregistrement de salves de tachycardie ventriculaire non soutenue chez les patients porteurs d'un stimulateur. Pour ce patient, il paraît licite de discuter l'upgrading vers un défibrillateur implantable. L'indication est même formelle chez ce patient avec myocardiopathie hypertrophique et épisode de TV syncopale.

Enregistrer des épisodes de tachycardie ventriculaire non soutenue chez des patients implantés d'un stimulateur cardiaque est relativement fréquent. La prise en charge varie en fonction de l'existence de symptômes et de la présence d'une cardiopathie qui peuvent justifier de la décision d'un upgrading vers un défibrillateur implantable.



Gestion des arythmies

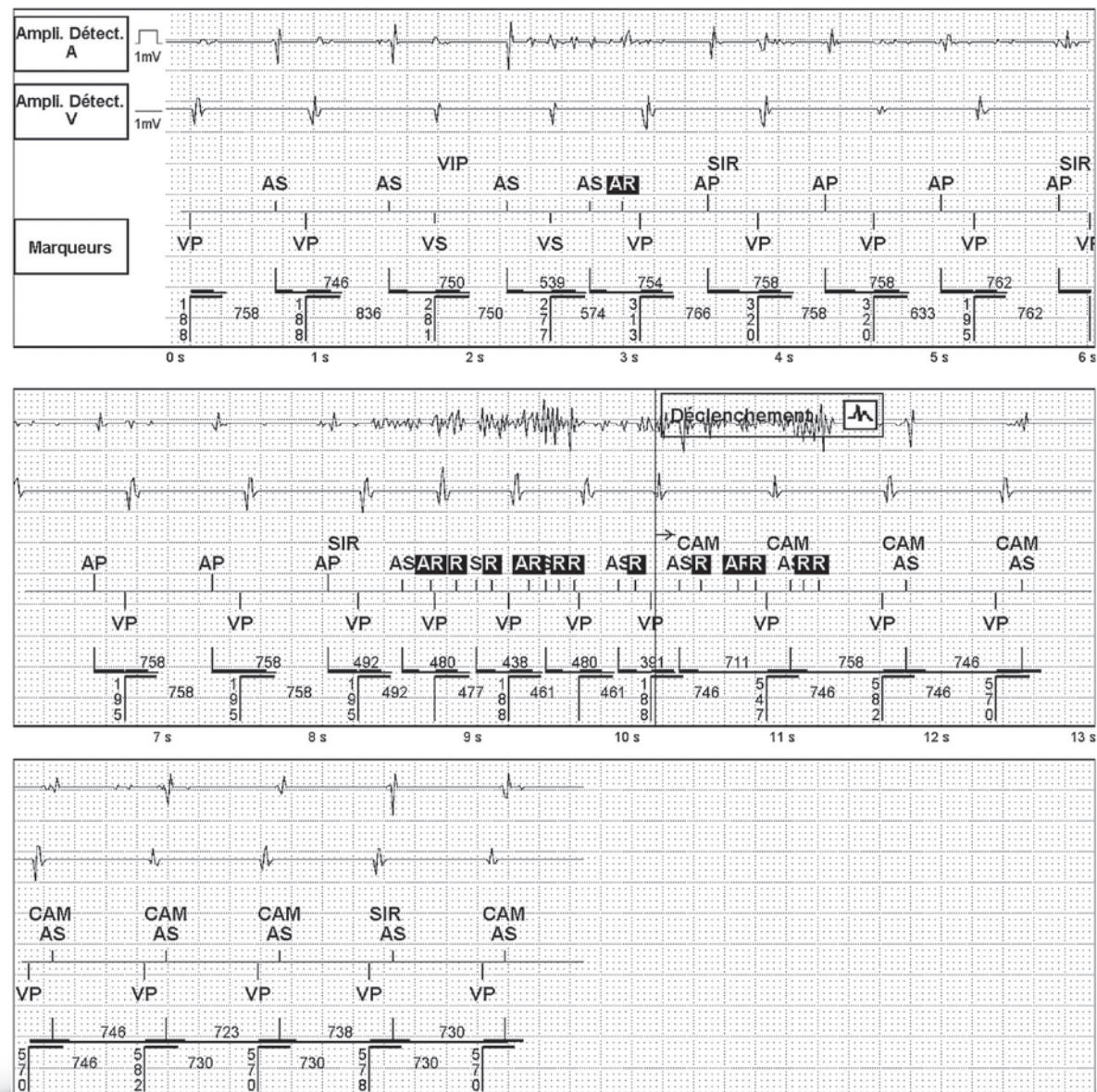
Patient

Homme de 69 ans implanté d'un stimulateur Assurity MRI™ dans le cadre d'un bloc auriculo-ventriculaire paroxystique; enregistrement de multiples épisodes de CAM dans les mémoires.

Quiz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant ce tracé?

- A. la CAM survient dans le cadre d'une arythmie atriale
- B. la CAM survient dans le cadre d'une écoute croisée
- C. la CAM survient dans le cadre d'une surdétection d'un signal 50 Hz
- D. la CAM survient dans le cadre de la surdétection d'un bruit sur la sonde atriale
- E. la CAM survient dans le cadre d'une tachycardie sinusale



TRACÉ

Surdéttection au niveau de la sonde atriale d'un signal très rapide, anarchique, non physiologique; accélération de la stimulation ventriculaire avant que ne survienne le repli; repli en mode DDIR (CAM) avec perte de synchronisme atrio-ventriculaire (non suivi des activités atriales spontanées).

COMMENTAIRES

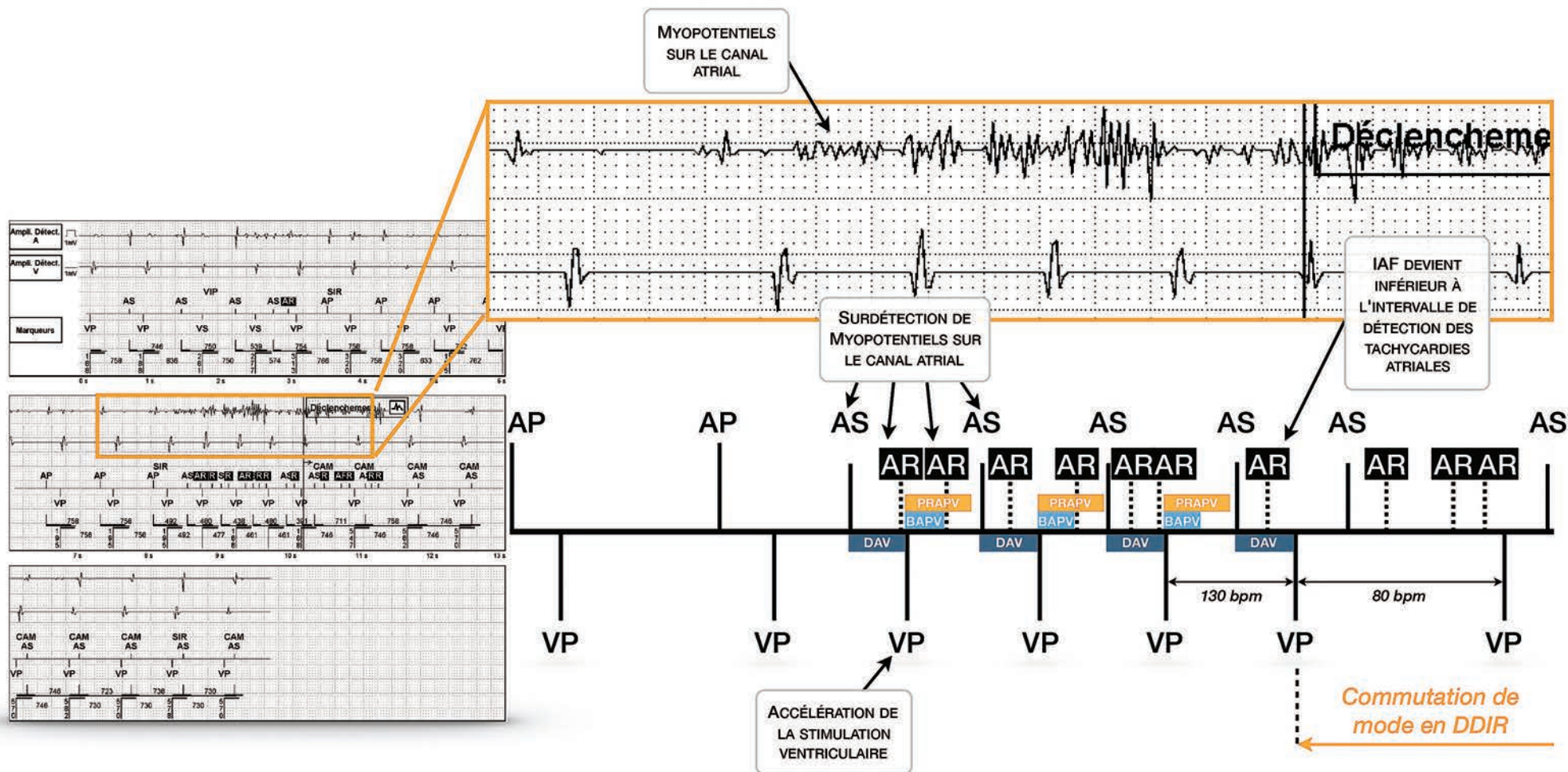
Ces 2 patients (tracé 34 et 35) présentaient une surdéttection de myopotentiels au niveau de la sonde atriale (premier patient) ou de la sonde ventriculaire (second patient) responsable d'épisodes multiples de CAM ou de FVE. La surdéttection pouvait être reproduite grâce à des manœuvres contrariées.

La surdéttection de myopotentiels pectoraux était relativement commune chez les patients implantés avec un stimulateur fonctionnant en mode unipolaire et pouvait résulter en une inhibition de la stimulation et une syncope chez les patients dépendants. La programmation des modes déclenchés (AAT, VVT, DDT) pouvait être proposée dans ce cadre pour éviter la survenue de pauses significatives. Quand la détection est programmée en bipolaire, le boîtier positionné dans la loge à proximité des muscles pectoraux ne faisant pas partie du circuit de détection, les myopotentiels pectoraux ne devraient donc pas générer de surdéttection. En revanche, si il existe un défaut d'isolant (typiquement une érosion générant une fuite de courant) au niveau de la portion de sonde située dans la loge (frottement entre le boîtier et la sonde), le canal de détection peut alors surdétecter les myopotentiels pectoraux ce qui peut entraîner la survenue d'une inhibition de la stimulation et conduire à des faux diagnostics de TV (FVE) ou de FA (CAM) suivant la sonde concernée. L'analyse des EGMs retrouve dans ce cadre, la présence de signaux très rapides (haute fréquence) non physiologiques. La surdéttection peut

être reproduite par des mouvements isométriques du bras homolatéral au boîtier ou par une manipulation de la sonde dans la poche.

Devant une suspicion de surdéttection de myopotentiels pectoraux, une radiographie pulmonaire doit être réalisée avec un contrôle complet du dispositif (valeurs d'impédance, seuils de stimulation et de détection). L'existence d'une valeur d'impédance de stimulation anormalement basse ou d'une baisse brutale de cette valeur est en faveur d'une rupture d'isolant. Si les épisodes se multiplient et d'autant plus si le patient est dépendant, un changement de sonde peut être proposé.

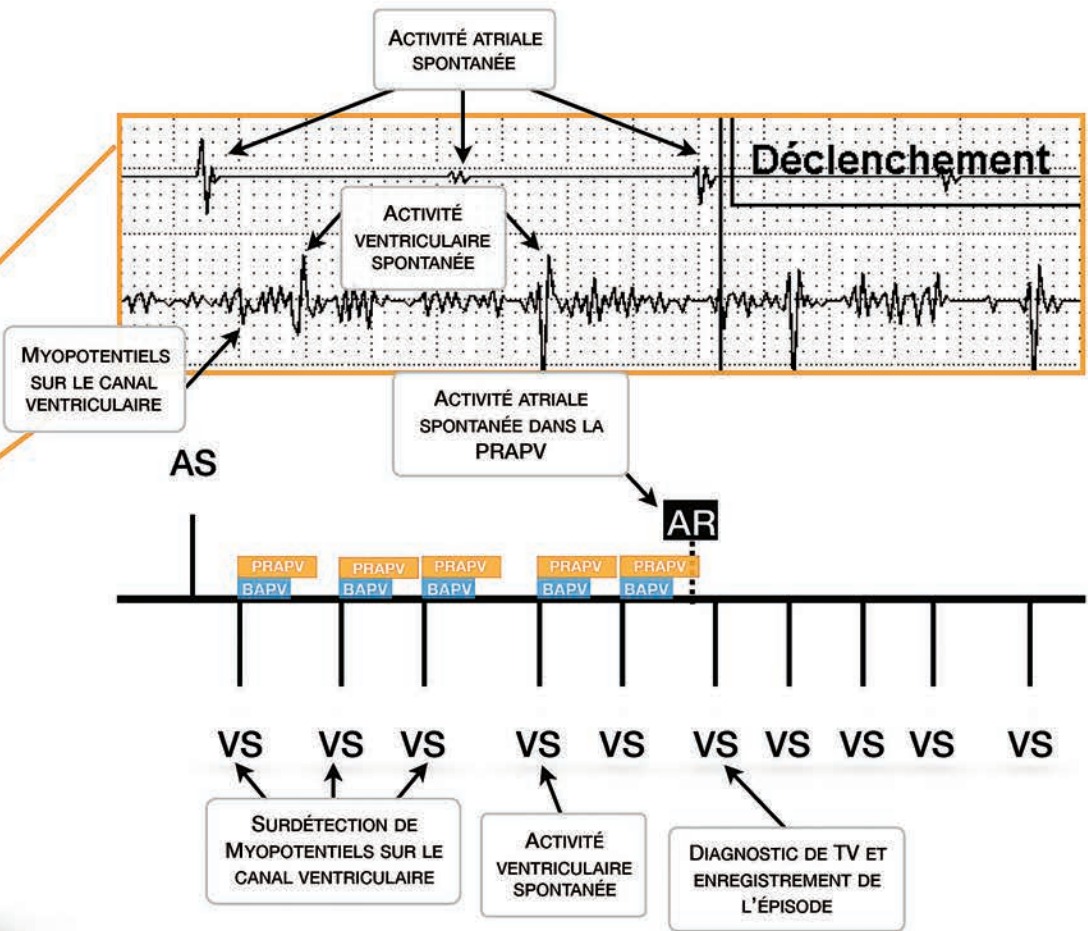
La surdéttection de myopotentiels est évoquée devant la mise en évidence de signaux à haute fréquence, anarchiques et de faible amplitude. Les myopotentiels diaphragmatiques peuvent être reproduits par des manœuvres spécifiques (inspiration profonde, Vasalva, toux forcée) et leur amplitude varie avec le cycle respiratoire. La surdéttection de myopotentiels pectoraux peut être reproduite par des mouvements isométriques du bras homolatéral au boîtier ou par une manipulation de la sonde dans la poche.



Tracé 35: Surdéttection ventriculaire

TRACÉ

Détection atriale et stimulation ventriculaire; surdéttection au niveau de la sonde ventriculaire d'un signal très rapide, anarchique, non physiologique inhibant la stimulation ventriculaire; absence de pause ventriculaire, le patient n'étant pas dépendant (les complexes QRS spontanés restent visualisables).





Première édition de cet ouvrage réalisée le 1/12/2017

Printer
Façon Puzzle
4 avenue Neil Armstrong
33700 MÉRIGNAC - FRANCE

Stimuprat Editions France, 2017
Imprimé en France

Cet ouvrage est soumis au copyright. La loi française sur le copyright du 9 septembre 1965 dans la version en vigueur n'autorise une reproduction intégrale ou partielle que dans certains cas, et en principe moyennant le paiement des droits. Ce logo a pour objet d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, le développement massif du photocopiage.

978-2-36920
Stimuprat Editions
4 avenue Neil Armstrong
Bâtiment Mermoz
33700 MERIGNAC - FRANCE
Email : contact@stimuprat.com



www.cardiocases.com
www.epcases.com
www.pacingdefibrillation.com
www.rhythmopedia.com
www.ecgforum.com

