



ΕΝΩΣΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ «Ο ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ» (Ε.Ε.Π.Ν.Ε.)

24^ο Ετήσιο Σεμινάριο Συνεχιζόμενης
Ιατρικής Εκπαίδευσης
Νοσοκομείου «Ο Ευαγγελισμός»

Βηματοδοτικοί αλγόριθμοι στην κολπική μαρμαρυγή

Ι. Α. Χαβελές, MD
Ηλεκτροφυσιολογικό Εργαστήριο
Α' Καρδιολογικό Τμήμα
ΓΝΑ «Ο Ευαγγελισμός»

Αθήνα 20/2/2019



Δεν υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων
με τις παρακάτω χορηγούς εταιρείες:

PFIZER, JANSSEN ONCOLOGY, SOFMEDICA,
NOVARTIS, ABBVIE, MSD, WINMEDICA,
GENESIS, ROCHE, TAKEDA, ASTELLAS,
AMGEN, ANGELINI, ANTISEL, SERVIER,
BRISTOL-MYERS SQUIBB, ABBOTT, GILEAD,
SANDOZ, BIANEΞ, RONTIS, MAVROGENIS,
AENORASIS, SPECIFAR, KARYO

Βηματοδοτικές προσαρμογές διπλοεστιακού συστήματος στην κολπική μαρμαρυγή

- I. Ρυθμικοποίηση της αγωγής στην AF
- II. Mode Switch
- III. BFS
- IV. PMOP



I. Ρυθμικοποίηση της αγωγής στην AF



Η κλινική ανάγκη για αγόμενη AF απόκριση¹⁻⁴

Η αγόμενη AF με μεταβαλλόμενη κοιλιακή ανταπόκριση μπορεί να είναι συμπτωματική και να οδηγήσει σε ταχυμυοκαρδιοπάθεια.

Η φαρμακευτική θεραπεία μπορεί να επιβραδύνει την κολποκοιλιακή αγωγή αλλά δεν μπορεί να βελτιώσει τη ρυθμικότητα.

¹ Medtronic, Inc. Data on file. D.A. Igel et al., Internal Research Report, January 2000.

² Buhr TA, Markowitz T, and the AF SYMPTOMS Study Investigators. Chronic ambulatory regularization of ventricular rates in AF [abstract]. *PACE*. February 2003;26(pt. II):S221. Abstract 881.

³ Ellenbogen KA, Tse H-F, Lau C-P, et al, and the AF SYMPTOMS Study Investigators. Outcomes of adaptive regularization during atrial fibrillation [abstract]. *PACE*. April 2003;26(pt. II):933. Abstract 17.

⁴ Newman D, Lau C-P, Tse H-F, et al, and the AF SYMPTOMS Study Investigators. Clinical impact of rate regularization in patients with paroxysmal atrial fibrillation [abstract]. *PACE*. April 2003;26(pt. II):1036. Abstract 432.

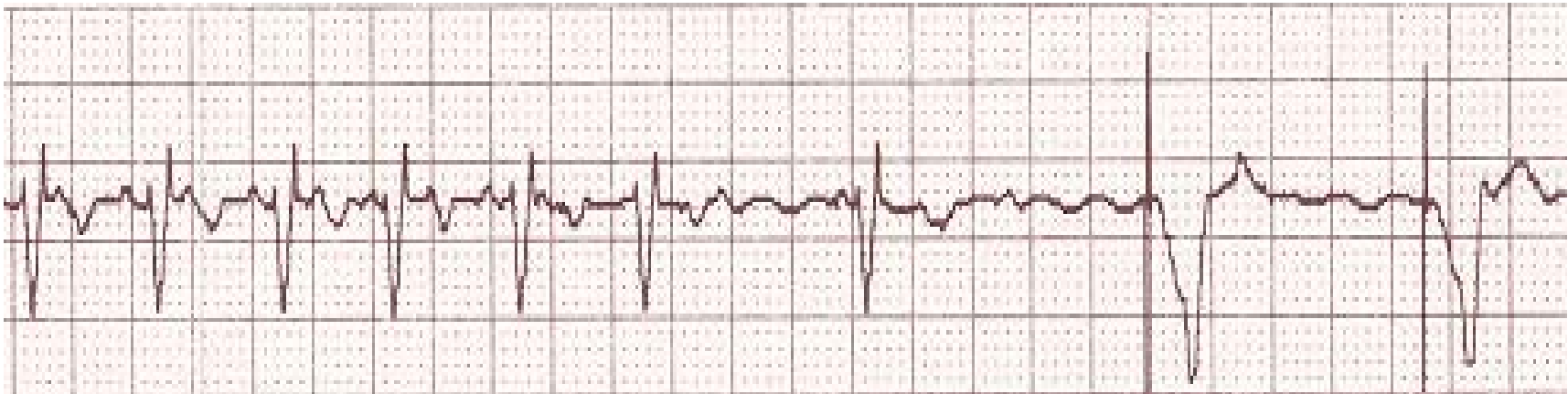


Λύση : αγόμενη AF ανταπόκριση¹⁻⁴



Επισκόπηση:

- Η αγόμενη απόκριση στην AF τροποποιεί το ρυθμό βηματοδότησης συστολή με συστολή ώστε να βηματοδοτεί στην ή λίγο πάνω από την μέση ενδογενή συχνότητα, ελαττώνοντας τις μεγάλες παύσεις.
- Ελαττώνει τη συχνότητα της διασποράς R-R



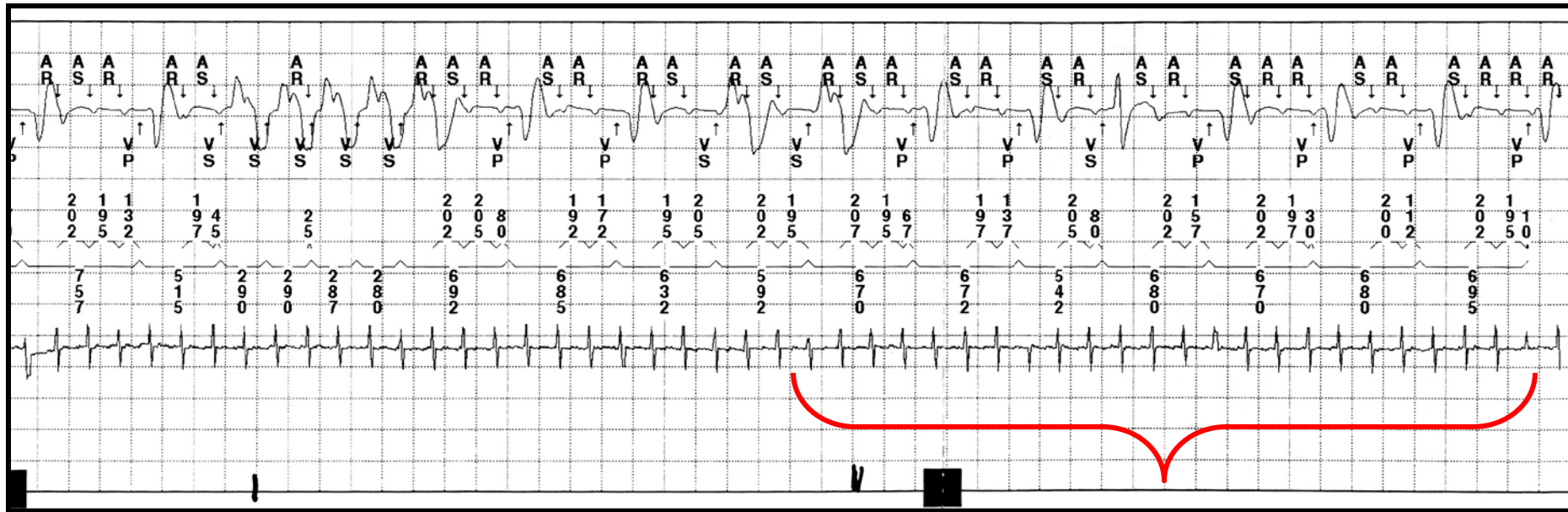
¹ Medtronic, Inc. Data on file. D.A. Igel et al., Internal Research Report, January 2000.

² Buhr TA, Markowitz T, and the AF SYMPTOMS Study Investigators. Chronic ambulatory regularization of ventricular rates in AF [abstract]. *PACE*. February 2003;26(pt. II):S221. Abstract 881.

³ Ellenbogen KA, Tse H-F, Lau C-P, et al, and the AF SYMPTOMS Study Investigators. Outcomes of adaptive regularization during atrial fibrillation [abstract]. *PACE*. April 2003;26(pt. II):933. Abstract 17.

⁴ Newman D, Lau C-P, Tse H-F, et al, and the AF SYMPTOMS Study Investigators. Clinical impact of rate regularization in patients with paroxysmal atrial fibrillation [abstract]. *PACE*. April 2003;26(pt. II):1036. Abstract 432.

Λειτουργία Conducted AF Response



Cond. AF Response "On"

- Οι υπολογισμοί συχνότητας γίνονται με βάση τα προηγούμενα 2 V-V γεγονότα:
 - Για VS-VS αλληλουχία, +2 bpm to interval
 - For VP-VP αλληλουχία, -1 bpm from interval
 - For VS-VP αλληλουχία, καμία αλλαγή
 - For VP-VS αλληλουχία, +1 bpm

Parameters	Settings (Underlined settings are the Nominal values)
Conducted AF Response	On / <u>Off</u>
Maximum Rate	80, 85, 90, ..., <u>110</u> , ..., 130 bpm

Parameters - Therapy

Modes/Rates

Mode: AAIR<=>DDDR

Mode Switch...: 175 bpm

Lower Rate: 60 ppm

Atrial Lead

Amplitude: 3.500 V

Pulse Width: 0.40 ms

Sensitivity...: 0.50 mV

Ventricular Lead

Amplitude: 3.500 V

Pulse Width: 0.40 ms

Sensitivity...: 2.80 mV

Arrhythmia Interventions

Post Mode Switch Pacing: On

Overdrive Period: 10 min

Overdrive Rate: 80 ppm

Atrial Preference Pacing: On

Maximum Rate: 100 ppm

Interval Decrement: 30 ms

Search Beats: 20 beats

Conducted AF Response: On

Maximum Rate: 110 ppm

Undo Pending

OK

Conducted AF Response

On ☐

Off ☒

Undo Pending

Close

Additional Features...

Interventions...

Save...

Get...

TherapyGuide

Undo

Print

Info

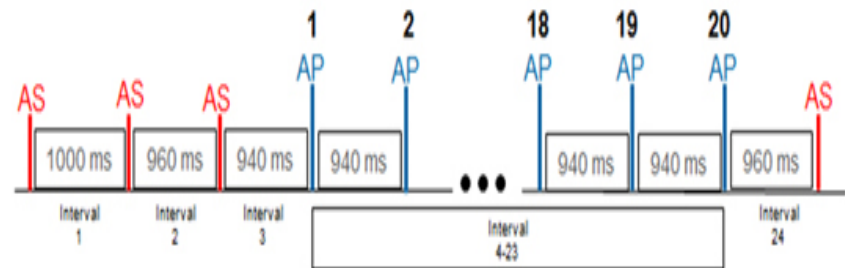
PROGRAM

Atrial Preference Pacing (APP)

- Atrial Preference Pacing (APP) είναι ένας αλγόριθμος μεγιστοποίησης των % κολπικής βηματοδότησης ώστε να ελαττωθεί η επίπτωση της κολπικής ταχυαρρυθμίας.
- Όταν ενεργοποιείται (σε SR ρυθμό) προκαλείται συνεχής κολπική βηματοδότηση λίγο πάνω από την ενδογενή συχνότητα.

Arrhythmia Interventions

Post Mode Switch Pacing	☒ On	Conducted AF Response	☒ On
Overdrive Period	10 min	Maximum Rate	110 ppm
Overdrive Rate	80 ppm		
Atrial Preference Pacing	☒ On		
Maximum Rate	100 ppm		
Interval Decrement	30 ms		
Search Beats	20 beats		



II. Mode Switch



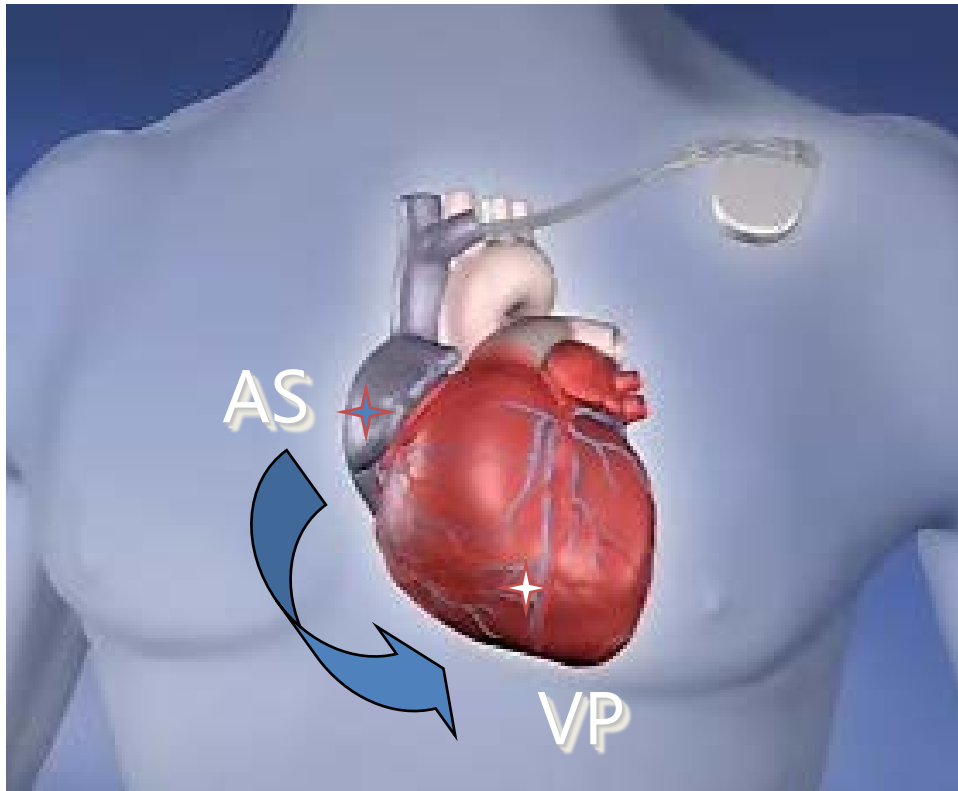
Κλινική ανάγκη για Mode Switch

Κολπική αρρυθμία → κολπικό “tracking” → ↑HR V pacing → συμπτωματολογία.

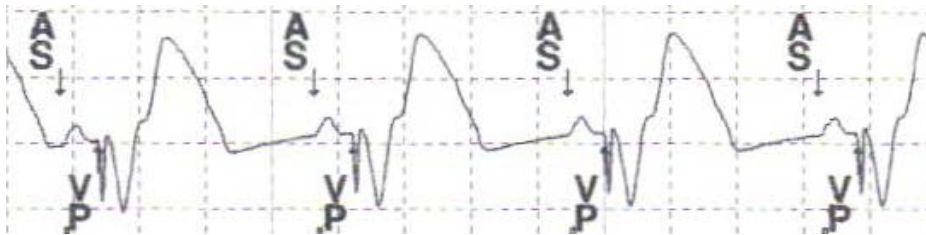
Χωρίς τη δυνατότητα κατάλληλου αλγόριθμου πρέπει να προγραμματίζονται κάθε φορά σε non-tracking mode.



In DDD & VDD modes the pacemaker will “track” the atrium



**Tracking = Pacing
the ventricle after
an atrial intrinsic
event**



Maintains AV
Synchrony



- Διαφορές **αλγόριθμων** σε ευαισθησία-ειδικότητα-**ταχύτητα** της τροποποίησης του mode τους κατά την έναρξη και τον τερματισμό των κοιλιακών αρρυθμιών.
- **Αποτυχία** της AMS αν ↓ atrial amplitude (ρύθμιση sensitivity) ή A στην blanking περίοδο.

Gencel L, Geroux L, Clementy J, et al. (1996). Ventricular protection against atrial arrhythmias in DDD pacing based on a statistical approach: Clinical results. PACE; 19:1729-1734.

Geroux L, Limousin M, Cazeau S. (1999). Clinical performance of a new mode switch function based on a statistical analysis of the atrial rhythm. Herzchr Elektrophys; 10(Suppl. 1):15-21.

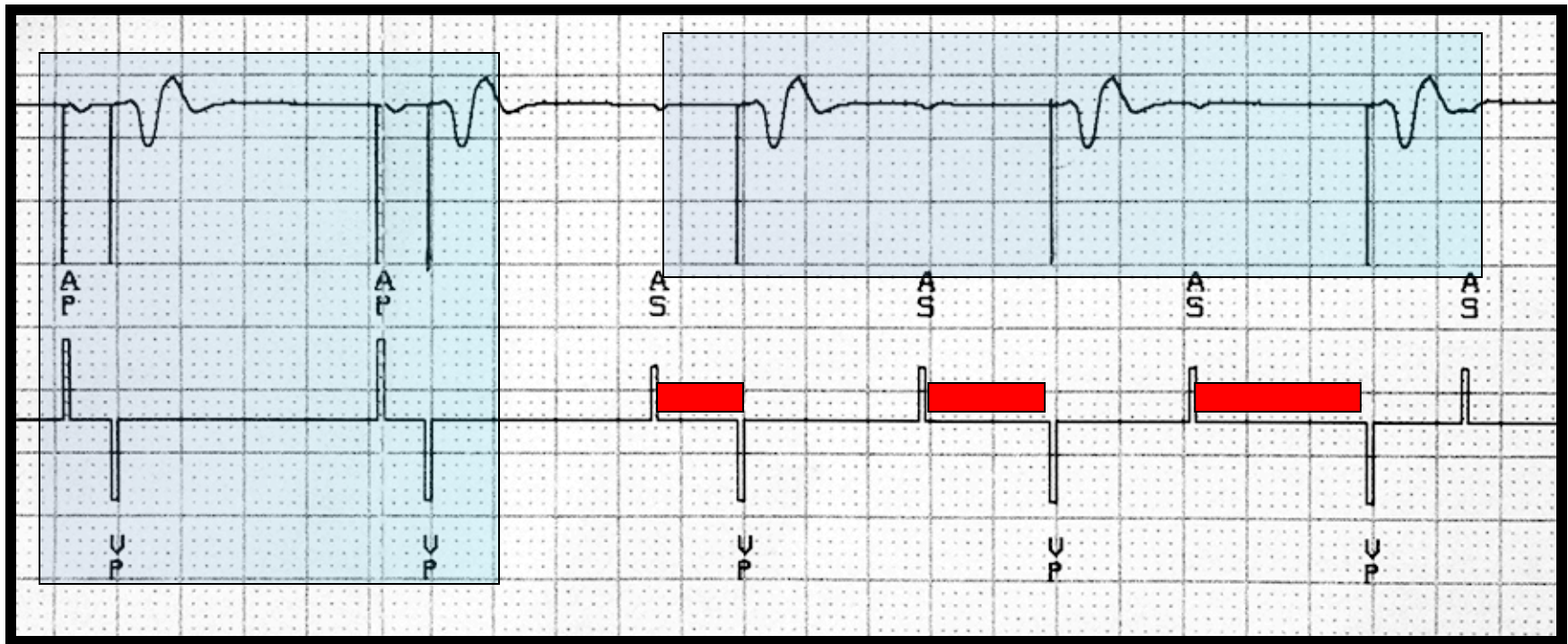
Begemann MJ, Thijssen WA, Haaksma J. (1992). The influence of test window width on atrial rhythm classification in dual chamber pacemakers. PACE; 15:2158-2163.

den Dulk K, Dijkman B, Pieterse M, et al. (1994). Initial experience with mode switching in a dual sensor, dual chamber pacemaker in patients with paroxysmal atrial tachyarrhythmias. PACE; 17:1900-1907



Mode Switch DDIR

- Χωρίς ενδογενή κολπική συστολή μοιάζει σαν DOOR
- Με ενδογενή κολπική συστολή μοιάζει με VVIR
- Δεν υπάρχει tracking του κόλπου



Τύποι AMS

- Διαφορετικοί αλγόριθμοι/ εταιρεία.
- Διαφορετικές προσαρμογές.



<i>Devices</i>	<i>Pacing During AMS</i>
BOSTON SCIENTIFIC ALTRUA®	DDD (R) → DDI (R) , VDI (R)
GUIDANT INSIGNIA® / PULSAR® / MERIDIAN® / DISCOVERY®	DDD (R) → DDI (R) , VDI (R)
MEDTRONIC ENRHYTHM® / RELIA® / SENSIA® / VERSA® / ADAPTA®	DDD (R) → DDI (R) - VDD (R) → VDIR
VITATRON SERIE T / SERIE C	DDD (R) → DDI (R) , VDI (R)
S. JUDE MEDICAL IDENTITY® / VICTORY® / INTEGRITY® / ACCENT® / VERITY®	DDDR → DDIR - DDD → DDI
BIOTRONIK EVIA®	DDD (R) → DDI (R) , VDI (R)
BIOTRONIK CYLOS® / PHILOS®	DDD (R) → DDI (R) , VDI (R) , VVI (R) , DVI (R)
SORIN GROUP NEWLIVING® / ESPRIT® / NEWAY®	DDD (R) → DDI (R)
ELA MEDICAL REPLY® / RHAPSODY® / SYMPHONY® / TALENT®	DDD (R) → DDI (R)
MEDICO SOPHOS®	DDD (R) → DDI (R) , VDI (R)

Table I. Pacing Mode During Mode Switching



<i>Devices</i>	<i>Mode</i>
BOSTON / GUIDANT	PROGRAMMABLE NUMBER OF ATRIAL EVENTS < ATR
MEDTRONIC	(PROGRAMMABLE) NUMBER OF ATRIAL INTERVALS > PROGRAMMABLE SLOW INTERVAL
S.JUDE MEDICAL	FARI < MTR or MSR
BIOTRONIK	X/Z ON 8. PROGRAMMABLE NUMBER OF INTERVALS (X e Z) ON 8 WITH RATE < ATR
SORIN GROUP	ATRIAL RATE=FV
ELA MEDICAL	18/32 ATRIAL EVENTS OUT OF WARAD
MEDICO	PROGRAMMABLE NUMBER OF ATRIAL EVENTS < ATR

Table II. Mode Switching Termination



Αλγόριθμος Mode Switch (Medtronic)

- Αυτόματα επαναπρογραμματίζει το βηματοδότη σε έναν non-tracking mode (τυπικά **DDIR**) όποτε ανιχνεύεται μια κολπική ταχυαρρυθμία ¹ -βελτίωση συμπτωμάτων.
- Οι κλινικές μελέτες έδειξαν ότι 4 από 7 mode switching θα ανταποκριθούν σε **2.8-3.5 seconds.** ^{2,3}
- **Όχι** σε χρόνιες ανθεκτικές κολπικές ταχυαρρυθμίες, όπως κολπική ταχυκαρδία, κολπική μαρμαρυγή ή πτερυγισμός.
- Ανάδειξη **φορτίου** κολπικής μαρμαρυγής.

1 Kay GN, Hess BS, Marshall H, et al. Effects of mode switching algorithms on patient symptoms. *PACE*. 1997;20(Part II):1064 (Abstract).

2 Sweeney M, Naik S, Mayotte M, Markowitz T. Mode switching: a comparative performance study. UC200002654a EN. Medtronic, Inc. and the Arrhythmia Technology Institute, Greenville, SC. Data on file.

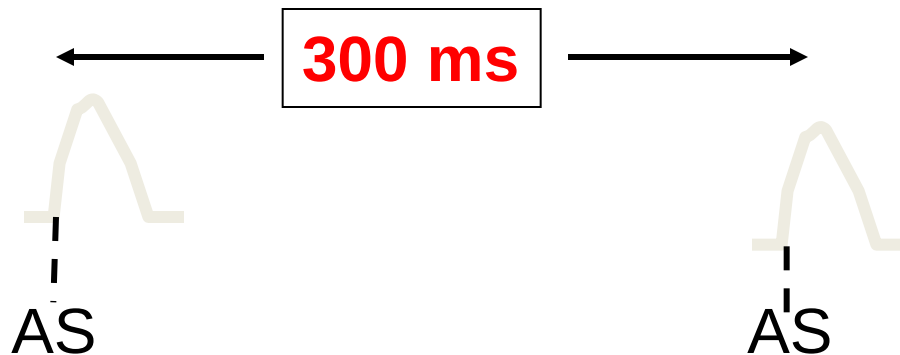
3 Ellenbogen K, Dinsmoor D, Hess M, et al. What is optimal mode switch algorithm behavior? *PACE*. 1999;22(Part II):873 (Abstract).



Mode Switch Detection

Βήμα 1. ο χρήστης προγραμματίζει ένα detect rate.
Nominal detect rate = 175 bpm (343 ms)

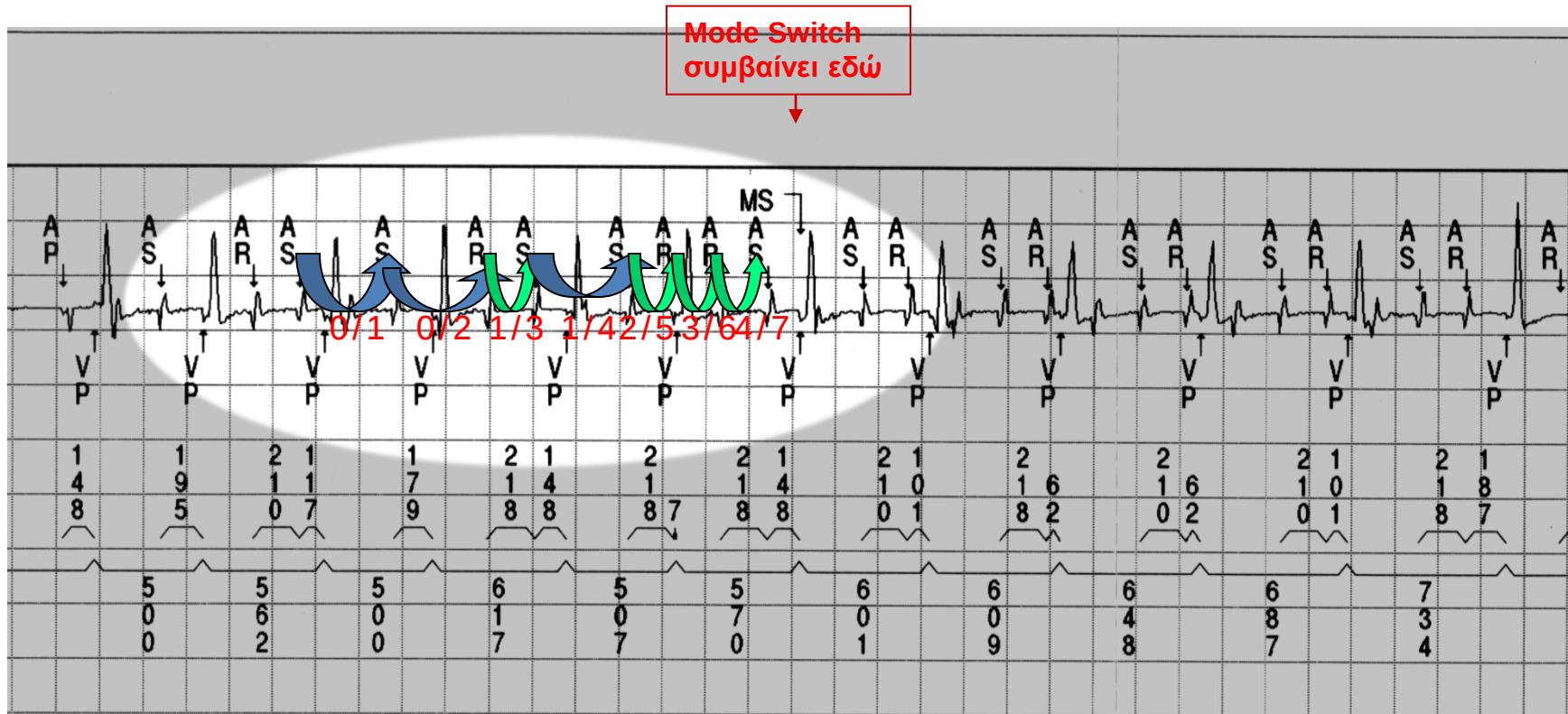
Αν το A-A διάστημα είναι μικρότερο από 343 ορίζεται σαν μια κολπική ταχυαρρυθμία.



Detect Rate = 175 bpm (343 ms)

Mode Switching Operation

Βήμα 2: Ο βηματοδότης ανιχνεύει για οποιοδήποτε από τέσσερα από τα τελευταία επτά διαδοχικά A-A διαστήματα που είναι κάτω από το detect rate διάστημα . (εξαιρούνται τα AS-AP και τα AR-AP διαστήματα)



Όταν 4 από τα 7 διαστήματα A-A εξασφαλίζονται, τότε Mode Switching συμβαίνει στην επόμενη κοιλιακή συστολή



Mode Switching Operation

Βήμα 3. Ο μετρητής ανίχνευσης διάρκειας της καθυστέρησης ξεκινά.

(σημείωση : κατά το Detect Duration delay, the IPG μετρά ότι κάθε όγδοο διάστημα A-A είναι < από το detect rate interval.)

Όταν το Mode Switch ανιχνεύεται :

Το mode αλλάζει από atrial tracking σε μη-atrial tracking mode.

Όταν η αρρυθμία τερματίζει: ξαναγυρνά στο κολπικό tracking mode.

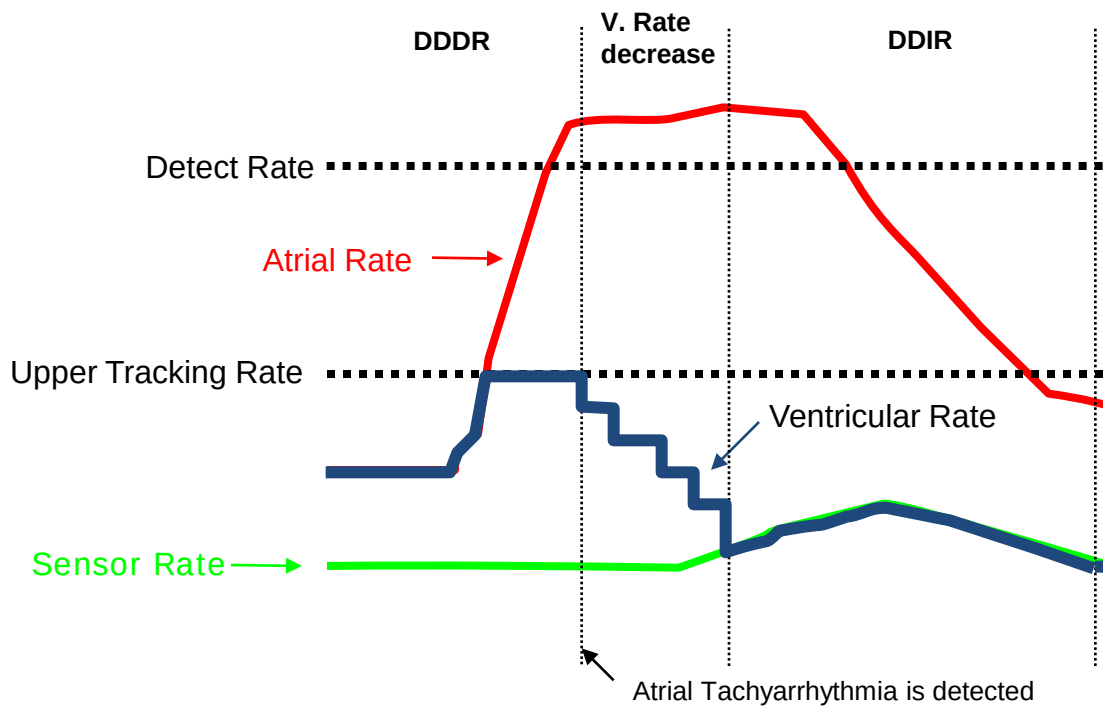
Atrial Tracking Mode		Non-Atrial Tracking Mode
	↔	
DDDR	↔	DDIR
DDD	↔	DDIR
VDD	↔	VDIR
AAIR ↔ DDDR	↔	DDIR
AAI ↔ DDD	↔	DDIR



Mode Switching λειτουργία

Βήμα 4 MS ανιχνεύεται: προοδευτική ↓ HR και μεταβολή σε DDIR.

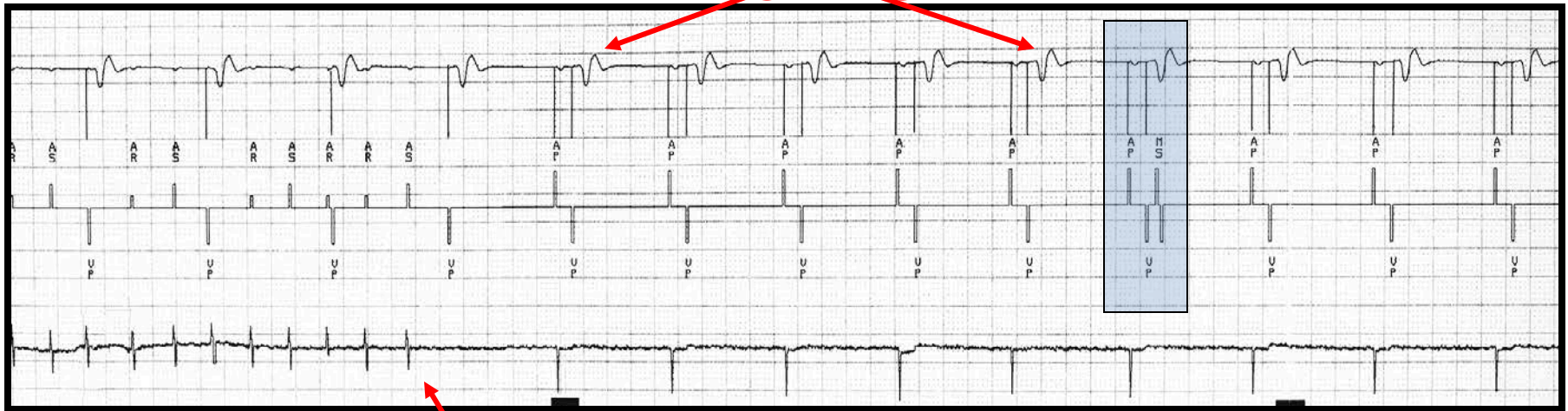
Βήμα 5 όταν είτε 7 A-A διαστήματα είναι > από την UTRi ή όταν 5 AP συμβούν η HR προοδευτικά ↑ και το mode επιστρέφει σε DDDR.



Mode Switch κλείνει - DDIR σε DDDR

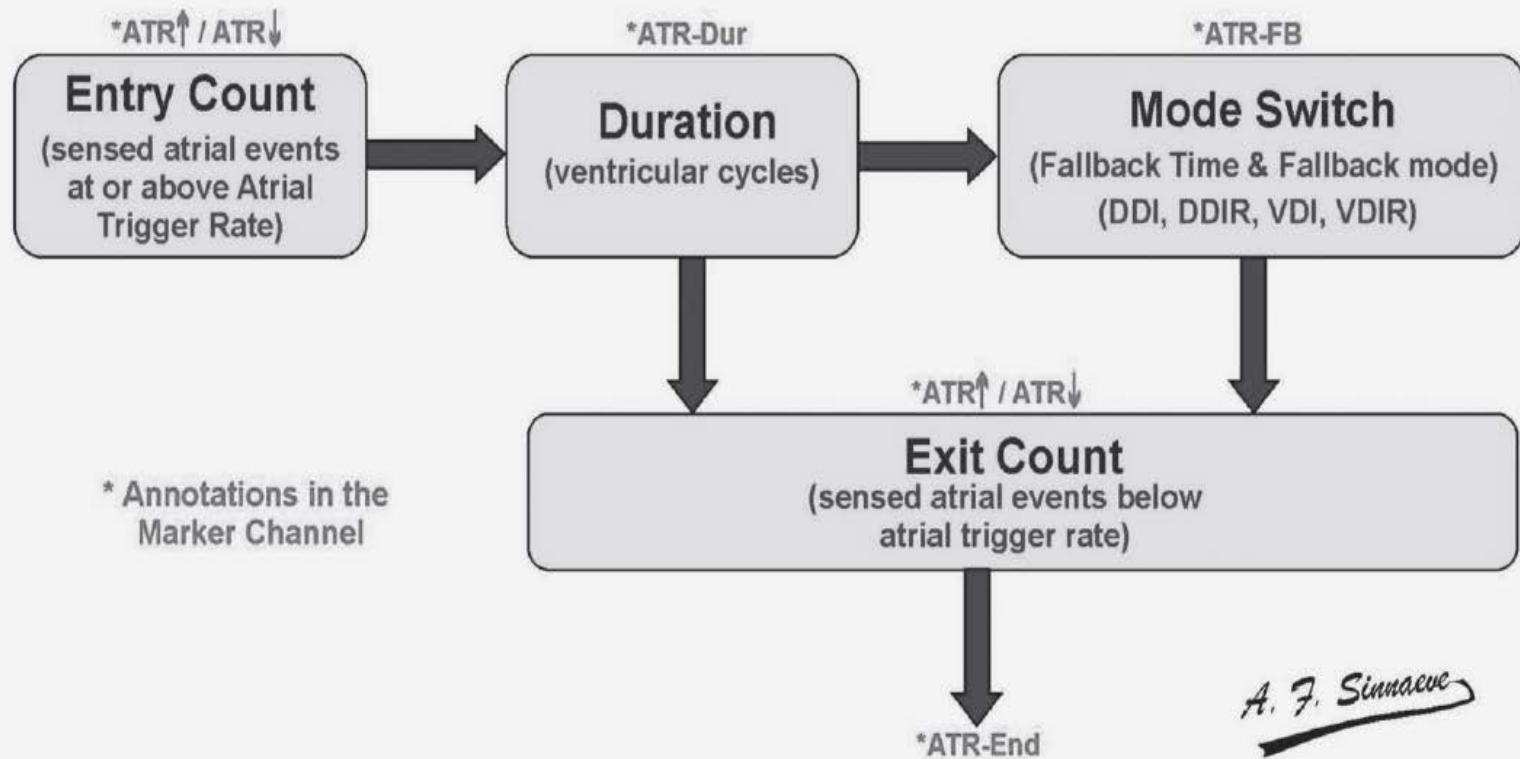
Mode Switch τελειώνει

5 AP's



Flutter σταματά

AMS or ATR ALGORITHM



Abbreviations : AMS = automatic mode switching ; AT = atrial tachycardia ; ATR = atrial tachycardia response ;

FIGURE 6

Schematic representation of mode switching steps in Boston Scientific devices.



ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΤΗΣ ΑΦ ΚΑΙ ΑΝΑΓΚΗ ΑΝΤΙΠΗΚΤΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

- Η ολική διάρκεια της ΑΦ αντιπροσωπεύεται με ακρίβεια από την ολική διάρκεια της AMS. Οι αλγόριθμοι της AMS δίδουν πληροφορίες για το “φορτίο” της ΑΦ.
- Η διάρκεια της κοιλιακής ταχυκαρδίας δεν σχετίζεται σαφώς την AMS .
- Η υψηλή ευαισθησία και ειδικότητα της AMS για την ΑΦ είναι κλινικά σημαντική για την σχεδίαση της αντιαρρυθμικής/αντιπηκτικής αγωγής.





ICD MS –AMS



III. Mode Switch Blanked Flutter Search (BFS)

Blanked Flutter search είναι ένας αλγόριθμος που χρησιμοποιείται όταν κάθε 2^η κολπική συστολή πέφτει στην blanking περίοδο.

Όταν Blanked Flutter Search είναι “On”, ο βηματοδότης:

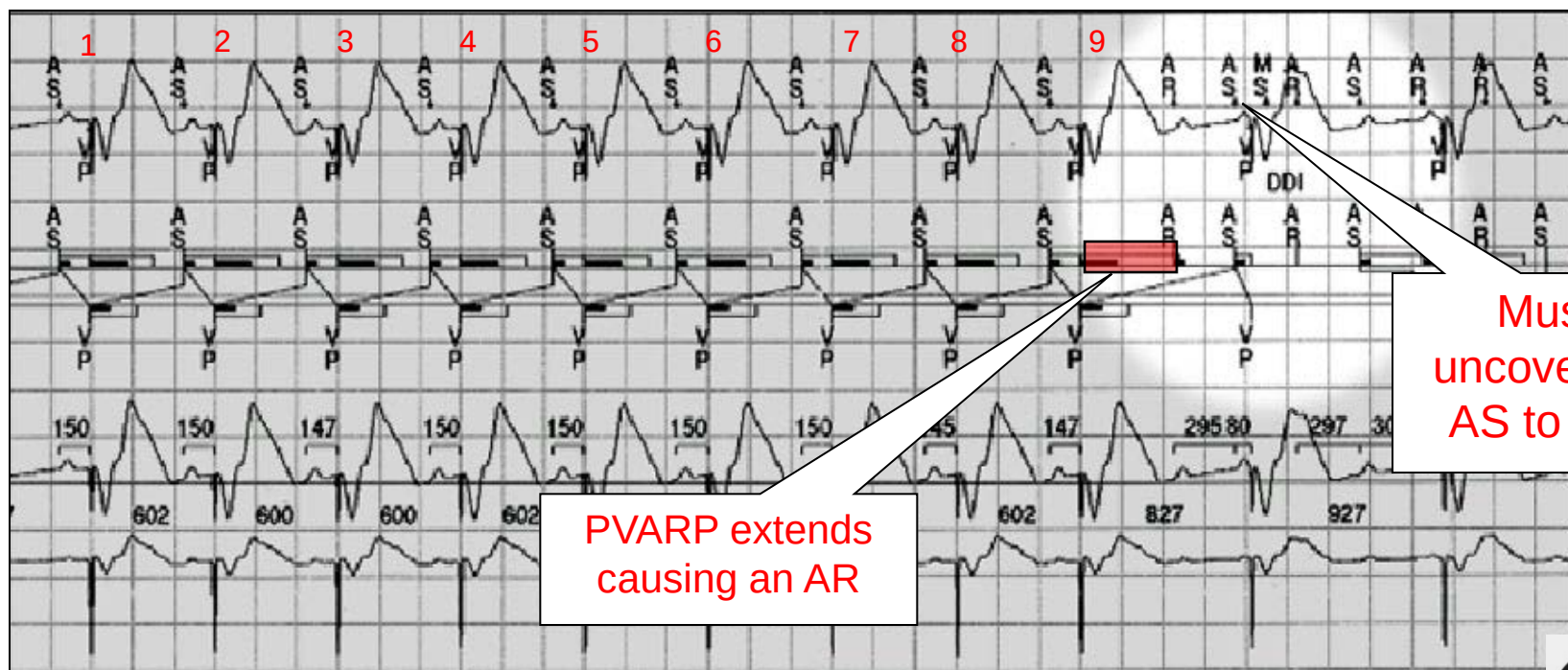
- a) Ελέγχει 8 επάλληλα A–A διαστήματα και ελέγχει να δει αν:
 - Κάθε A-A είναι $< 2x$ από την ολική κολπική blanking περίοδο (SAV + PVAB)
 - Και $\frac{1}{2}$ του A–A διαστήματος είναι μικρότερο από το detect rate interval
- b) επιμηκύνει την PVARP στο 9^ο διάστημα για να αναδείξει ένα blanked AS.
- c) Mode Switches στο επόμενο VP αν AS αναδειχθεί.



Mode Switch Blanked Flutter Search

- In this example the: SAV = 150 ms; PVAB = 180 ms; Detect Rate = 175 bpm
 - Measured A-A interval = 600 ms
 - TAB = SAV + PVAB = 150 ms + 180 ms = 330 ms
 - A-A = 600 ms < 2 X TAB = 660 ms
 - 1/2 A-A = 300 ms < Detect Rate interval = 343 ms

Blanked Flutter causes pacemaker to MS



Mode Switch Parameters

παράμετροι	Ρυθμίσεις (οι υπογραμμισμένες ρυθμίσεις είναι οι <u>Nominal</u> τιμές)
Mode Switch	<u>On</u> , Off
Detect Rate	120, 125, 130 ... <u>175</u> , ... 200, 210, 220 bpm
Detect Duration	<u>No Delay</u> , 10, 20 ... 60 sec
Blanked Flutter Search	<u>On</u> , Off

Ρυθμός ανίχνευσης (**Detect Rate**) – η κολπική ταχυαρρυθμία ξεκινά πάνω από αυτόν τον ρυθμό

Διάρκεια ανίχνευσης (**Detect Duration**) - η minimum διάρκεια που η κολπική ταχυαρρυθμία πρέπει να επιμένει

Blanked Flutter Search – Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του ταχέως κολπικού ρυθμού όταν μερικές Α συστολές είναι blanked



Programming Mode Switch

Parameters - Therapy		Mode Switch		Atrial Lead	
Modes/Rates					
Mode	AAIR<=>DDDR	Mode Switch	On	2.000 V	
Mode Switch...	175 bpm	Detect Rate	175 bpm	0.40 ms	
Lower Rate	60 ppm	Detect Duration	No Delay	5.60 mV	
Upper Track	130 ppm	Blanked Flutter Search	On	Bipolar	
Upper Sensor	130 ppm			Bipolar	
Rate Response...				Adaptive	
Intrinsic/AV				Interventions	
Intrinsic Activation...		PVARP...	Auto	Additional Features...	
Paced AV...	150 ms	PVAB	180 ms	Interventions...	
Sensed AV...	120 ms				
Save...		Get...		TherapyGuide	
		Undo		PROGRAM	

IV. Post Mode Switch Overdrive Pacing (PMOP)



Κλινική αξία του PMOP

ERAF - Early Recurrence of Atrial Fibrillation.

Ελάττωση της ERAF είναι επιθυμητή ώστε να βραχυνθεί και ο χρόνος του ασθενούς στην AF



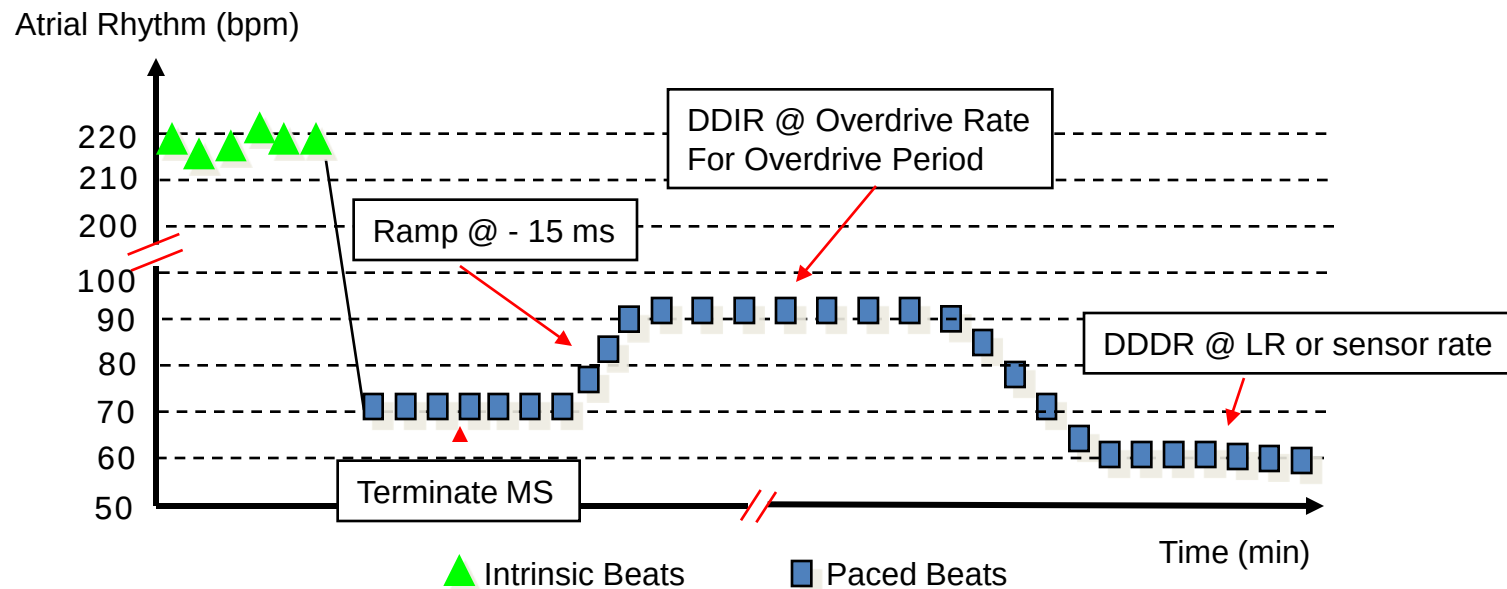
PMOP Operation

Βήμα 1. όταν MS τερματίζεται → DDIR mode

Βήμα 2. A-A interval ↓ κατά 15 ms ανά κύκλο μέχρι να επιτευχθεί ο προγραμματισμένος Overdrive ρυθμός.

Βήμα 3. στο τέλος της Overdrive περιόδου, ο κοιλιακός βηματοδοτικός ρυθμός ↓. Το A-A διάστημα ↑ κατά 39 ms/c.

Βήμα 4. η συσκευή βηματοδοτεί στο χαμηλότερο ρυθμό ή ρυθμό στον ενδεικνυόμενο από τον αισθητήρα στον προγραμματισμένο DDD mode .



Συμπεράσματα AMS

- Αξία της ρυθμικοποίησης της VR → **Conducted AF response**
- Το **Mode Switch** έχει σχεδιαστεί ώστε αυτομάτως να τροποποιεί το βηματοδότη σε non-tracking mode (τυπικά **DDIR**) όταν ανιχνεύεται μια κολπική αρρυθμία οδηγώντας έτσι σε ελάττωση του αισθήματος παλμών. Ο υπολογισμός του φορτίου του μπορεί να καθοδηγήσει την αντιαρρυθμική και αντιπηκτική αγωγή
- Η Blanked Flutter Search (**BFS**) στοχεύει στο να αποφευχθούν καθυστερήσεις στην ανίχνευση της αρρυθμίας λόγω των blanking περιόδων του βηματοδότη
- Το Post Mode Switch Overdrive Pacing (**PMOP**) οδηγεί σε σημαντική ελάττωση της πρώιμης υποτροπής της AF.



Ευχαριστώ πολύ
για την προσοχή σας !

