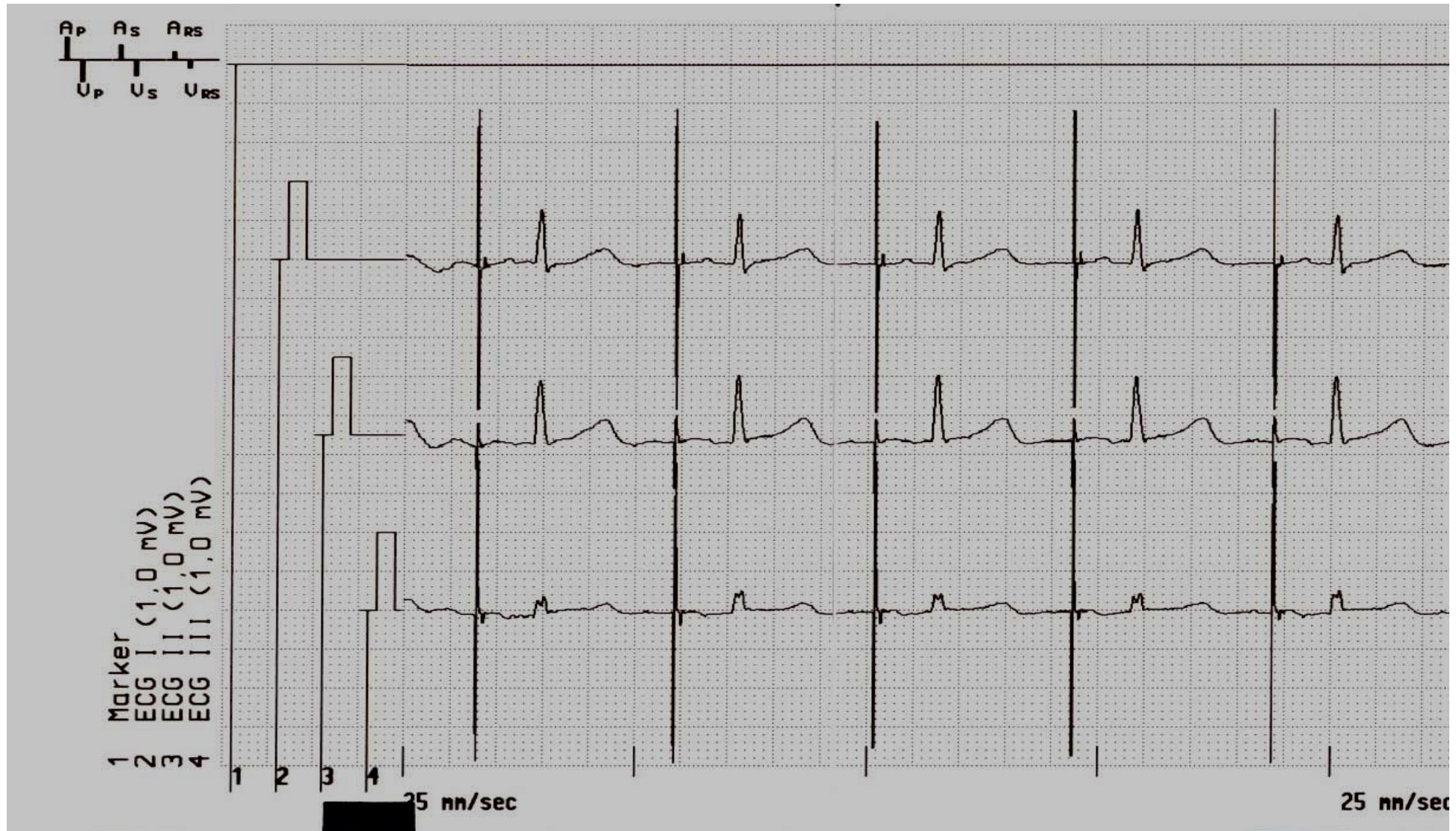




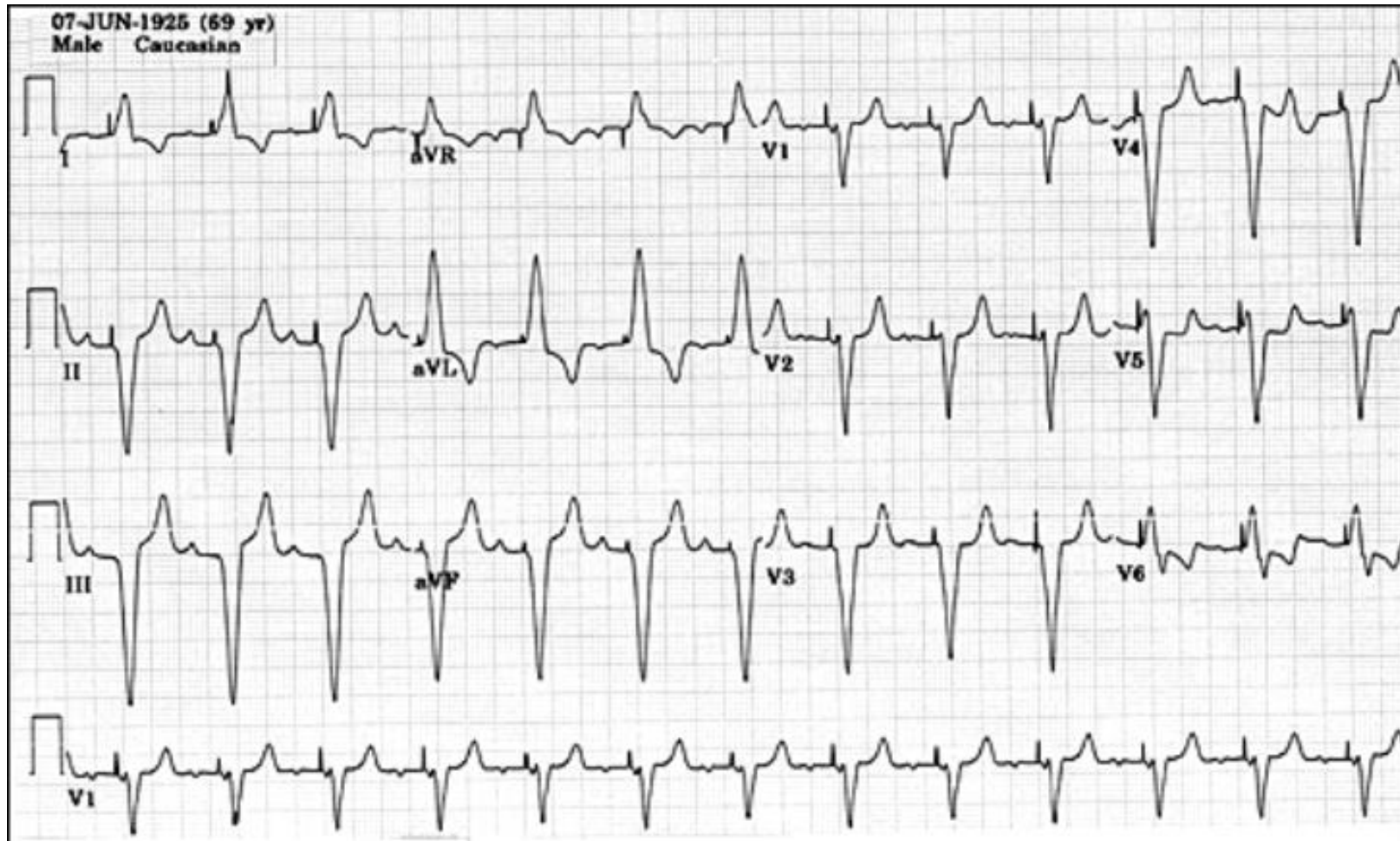
Dr. Kónyi Attila

PACEMAKER - EKG

Van amikor könnyen felismerhető



Van amikor kevésbé



Mit kell tisztáznunk?

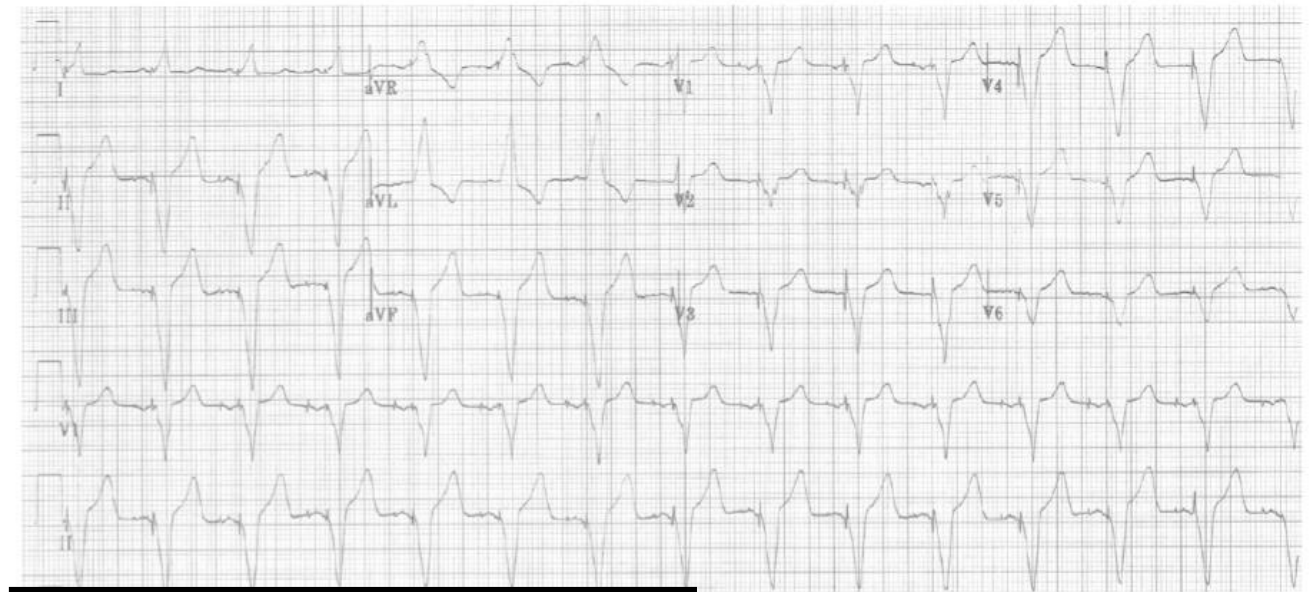
- Mi az alapritmus ?
- Milyen üzemmód lehet?
- Milyen PM/ICD típus lehet?
- Látható e eltérés, hiba?
- Van-e ritmuszavar - összefügghet e ez a PM-rel

Alapfogalmak

PACEMAKER RITMUS

EKG MEGJELENÉSE

- Ha csak stimulált P hullám van (AAI)-
normál QRS megjelenés
- Jobb kamrai ingerlés esetén- széles QRS
(LBBB morfológia)
- Biventrikuláris ingerlés esetén –
normálhoz közelítő QRS szélesség
- HISP és LBBBP esetén teljesen norm. QRS
morfológia
- Tartós PM ingerlés esetén széles, neg. T
hullámok V1-4-ben – nem ischaemias
eredetű



Pacemaker alapfunkciói

1

Sensing: A pacemaker azon képessége, hogy felismeri a szív intrinsic aktivitását

2

Pacing: Elektromos stimulust indukál a beállított programnak megfelelően

3

Capture: A készülék által leadott stimulus a szívben választ generál

- -elektromos (EKG-n megjelenő P vagy QRS)
- -mechanikus- kontrakció

NBG code system

As a result of a joint approach of the North American Society of Pacing and Electrophysiology (NASPE) and British Pacing and Electrophysiology Group (BPEG), an NBG (NASPE and BPEG Generic) Code was developed

Position	I	II	III	IV	V
Category	Chamber paced	Chamber sensed	Response to sensing	Rate modulation	Multisite pacing
	O = None	O = None	O = None	O = None	O = None
	A = Atrium	A = Atrium	T = Triggered	R = Rate adaptive	A = Atrium
	V = Ventricle	V = Ventricle	I = Inhibited		V = Ventricle
	D = Dual (A + V)	D = Dual (A + V)	D = Dual (T + I)		D = Dual (A + V)
Manufacturer's designation only	S = Single (A or V)	S = Single (A or V)			



Sensing funkció alapján

Demand:

- Csak akkor stimulál, ha a beállított érték alá esik a szívfrekvencia

Fix:

- Nincs sense funkció, a PM konstant módon leadja a beállított frekvenciával a stimulust (pl: V00,D00,A00)

Triggerelt

A stimulust egy senselt esemény indítja el

Inhibitoros:

A stimulust a senselt esemény gátolja

Pacing modes

Asynchronous AOO, VOO, DOO	Principle	permanent pacing at the programmed rate
	Advantages	ensures a fixed cardiac rhythm
	Drawbacks	no sensing of the spontaneous cardiac events
On Demand AAI, VVI, VDD DDI, DDD	Principle	- no spontaneous rhythm: permanent pacing at the programmed rate - when spontaneous rhythm < programmed rate: permanent pacing - when spontaneous rhythm > programmed rate: inhibition of the PM
	Advantages	no competition with the spontaneous rhythm
	Drawbacks	early battery depletion
Synchronous AAT, VVT	Principle	spikes triggered by spontaneous events
	Advantages	- no spontaneous events = cardiac pacing at the prog. rate - interferences or artifacts = no pacing inhibition
	Drawbacks	early battery depletion

GENERÁTOR TÍPUS



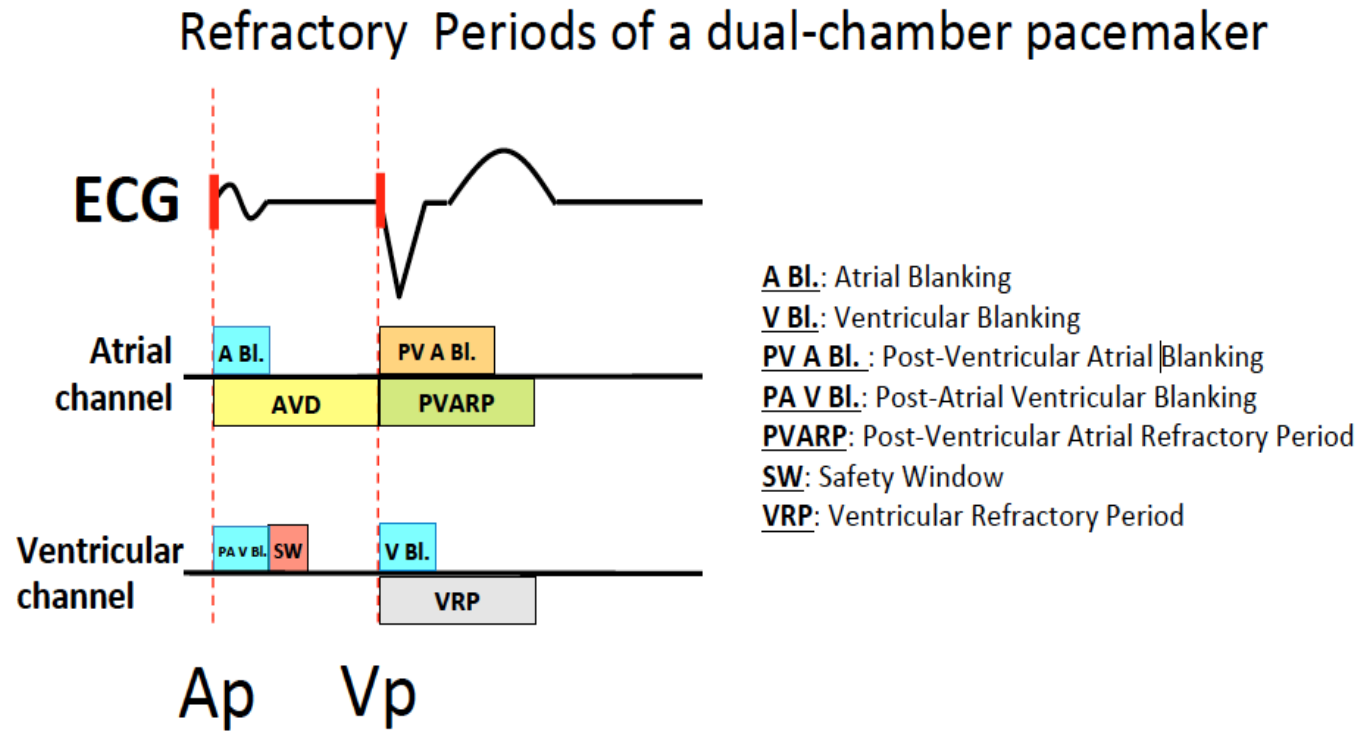
ÜZEMMÓD

Egy PM generátor számos programmódra programozható:

- Pl:
 - DDD, ADI-DDD, VDD, VVI, DDR, VVIR, AAI.....
 - VVI: VVIR, V00
 - VDD: VVI, V00

De, pl együregű készüléket nem lehet DDD-be programozni.

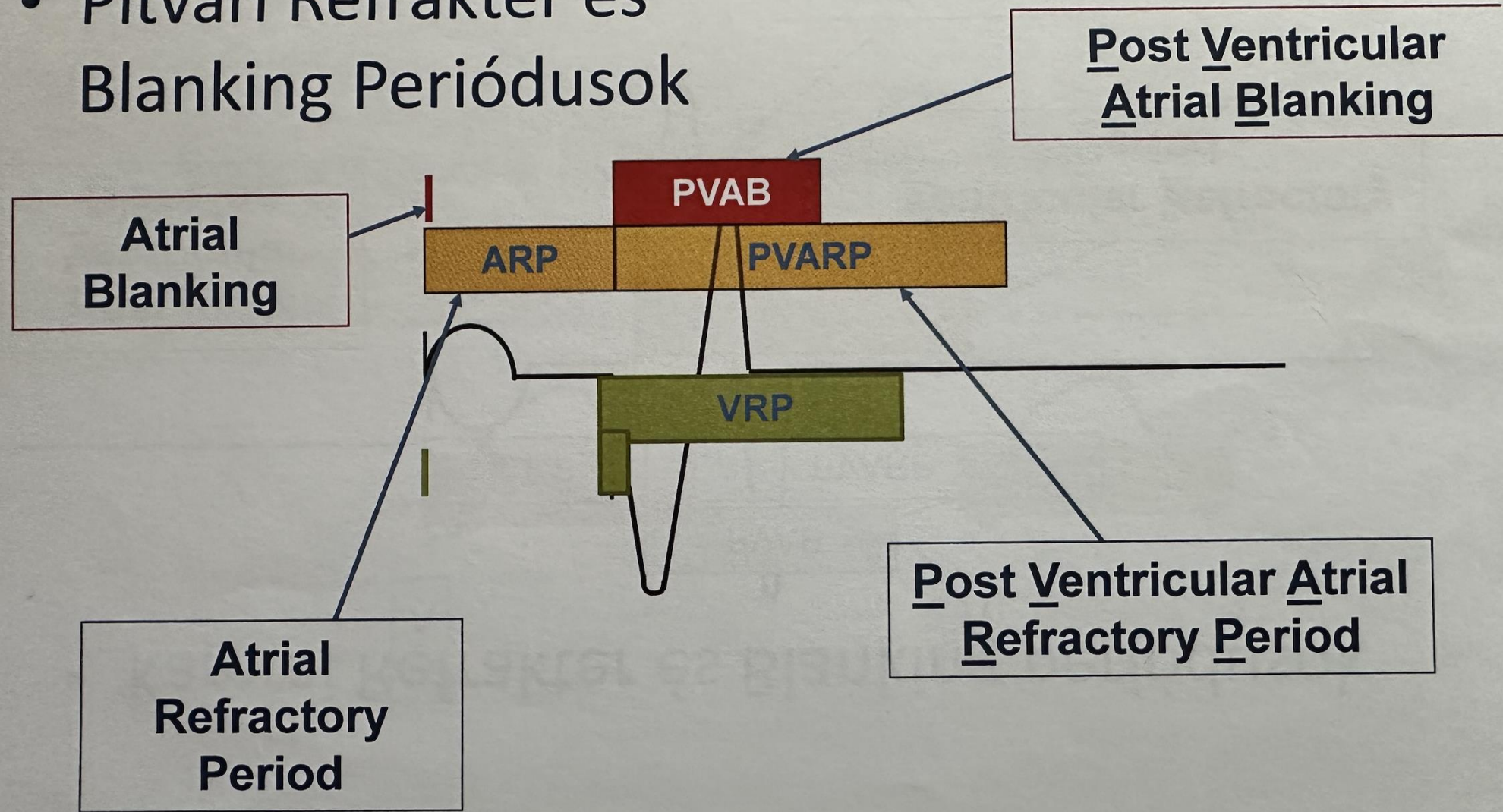
Refrakter és Blanking periódusok



$$\text{TARP} = \text{AVI} + \text{PVARP}$$

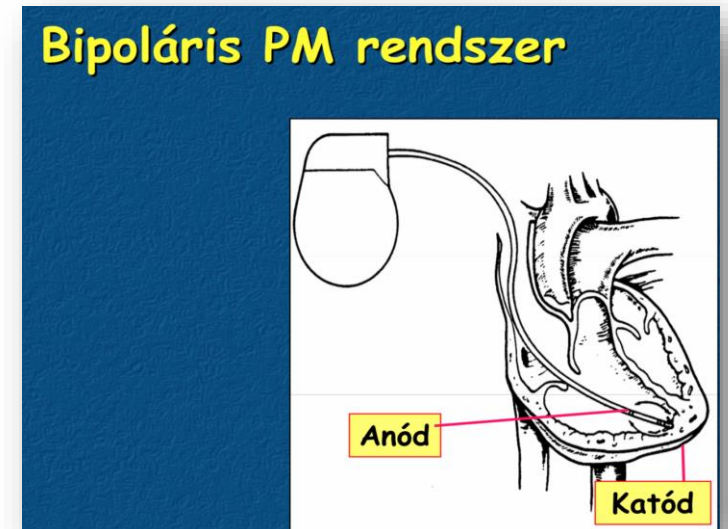
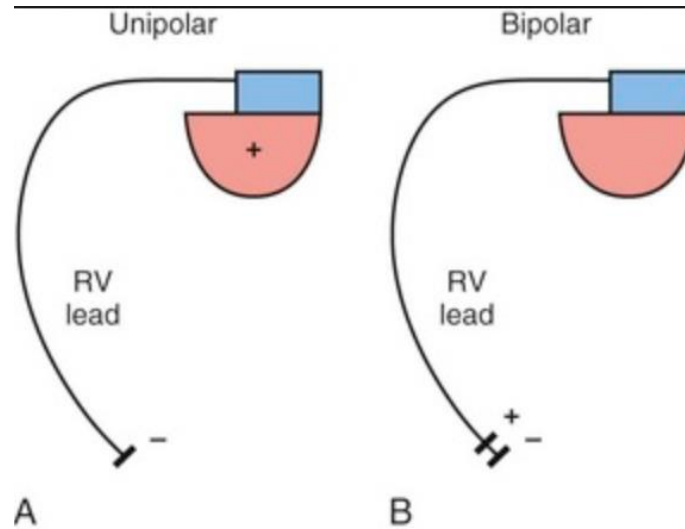
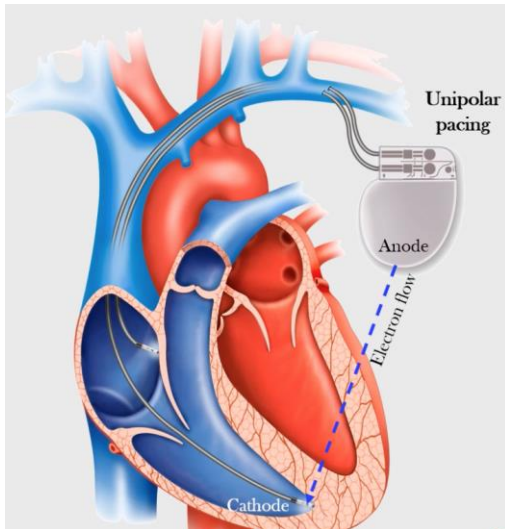
- Kiküszöbölhetjük az ismert, de a pacelés szempontjából nem lényeges, vagy káros jeleket (far field, T hullám)
- Lényeges pl. PMT prevenció szempontjából
- **Blanking:** a készülék nem is látja
- **Refrakter periódus:** Látja, de nem reseteli az LRI-t, nem triggereli a jelet
- **AB: atriális blanking-** double counting prevenció
- **ARP:** atriális refrakter- AS és AP után is FFRwo ellen
- **PAVB:** Postatriális vent. blanking- crosstalk miatt
- **PVAB:** postvent. atriális blanking
- **PVARP:** postventr. atriális refrakter periódus- PMT!!!
- **VB:** vent. blanking
- **VRP:** ventr. refrakter periódus TWos miatt

- Pitvari Refrakter és Blanking Periódusok



Polaritás – uni vagy bipoláris rendszerek

- Amennyiben két pólus is érintkezik a szívizommal (anód és katód) akkor bipoláris rendszerről beszélünk
- A senselés és az ingerlés is lehet uni v. bipoláris
- Ha csak egy érintkezik a szívizommal (ez általában a katód) és az anód a generátor háza akkor unipoláris rendszerről beszélünk



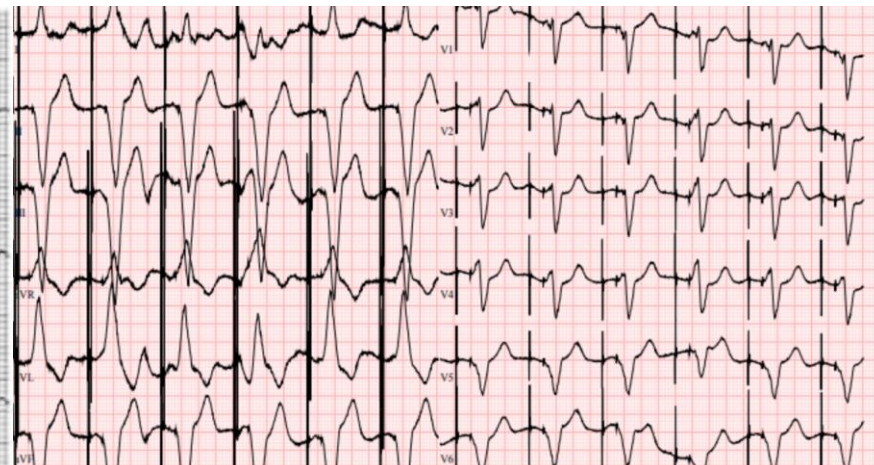
Unipoláris PM EKG



Bipoláris



Kettő kombinálva



- Az unipolaris általában az ingerlés szempontjából előnyösebb
- A bipoláris a sensing és az akkumulátor töltöttség szempontjából (kevesebb a myopot. oversensing, kisebb energiával képes ingerelni)

Hiszterézis

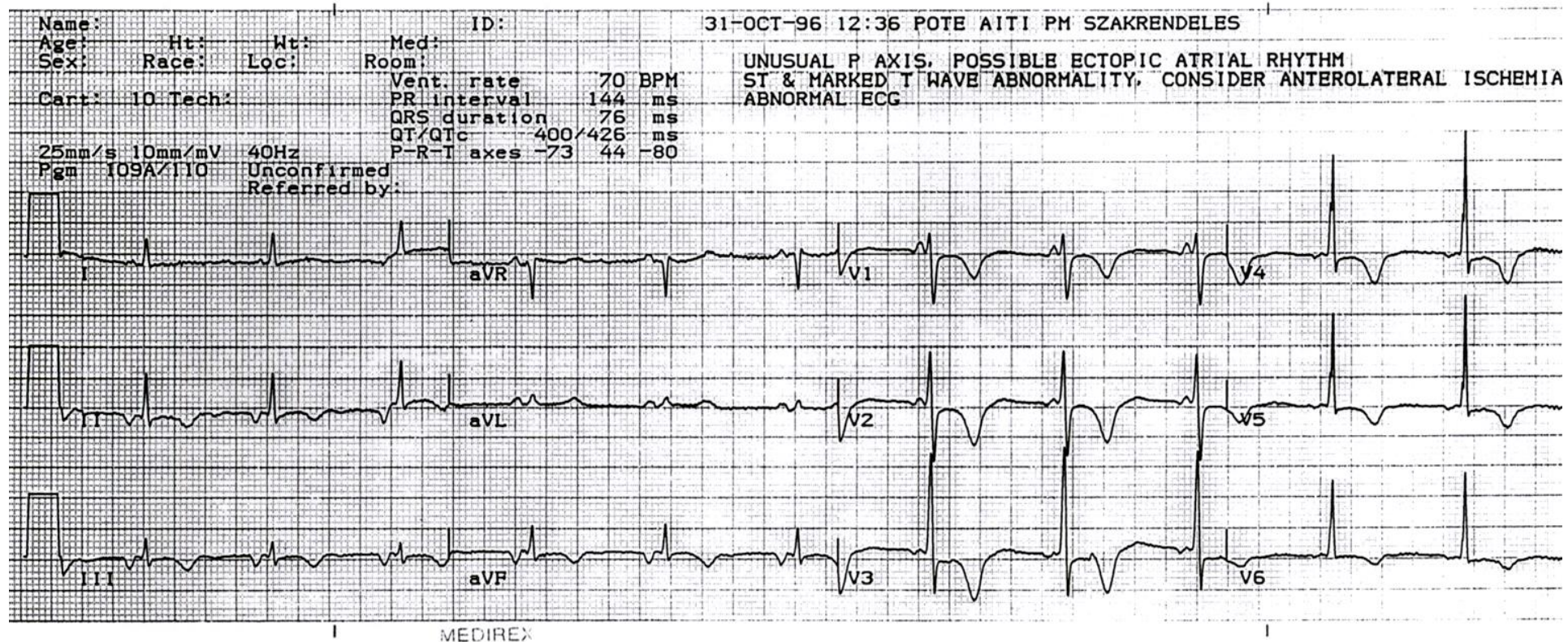


SR: ↓

Bekapcsolási frekvencia: 50/min ↓

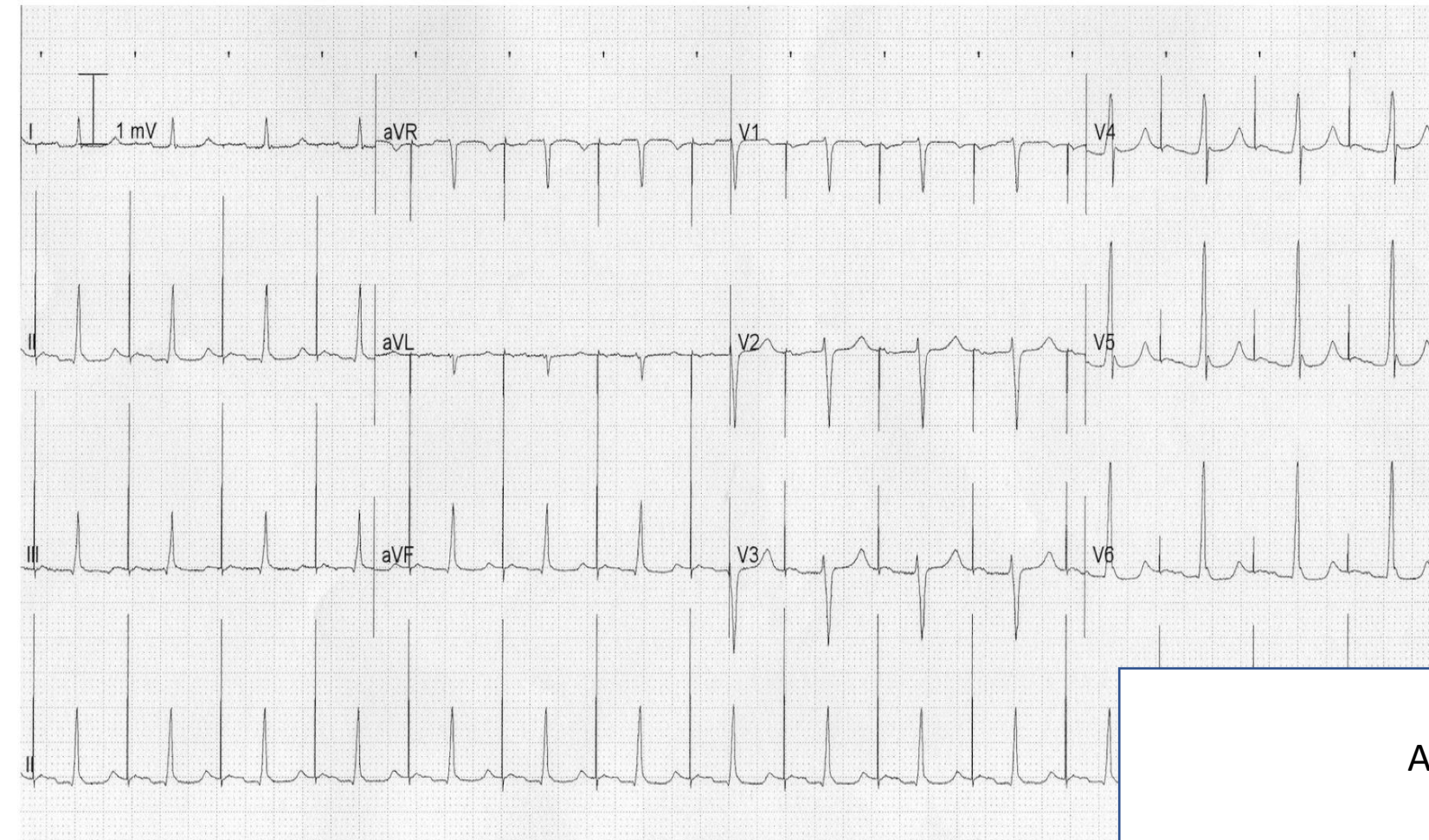
Alapfrekvencia: 70/min ↓

Saját ritmus - tartós kamraingerlés EKG eltérései



EKG12, 25 mm/s. Ektópiás (alsó) pitvari ritmus, inferior és mellkasi elvezetésekben negatív T hullámok, ST eltérés nélkül.

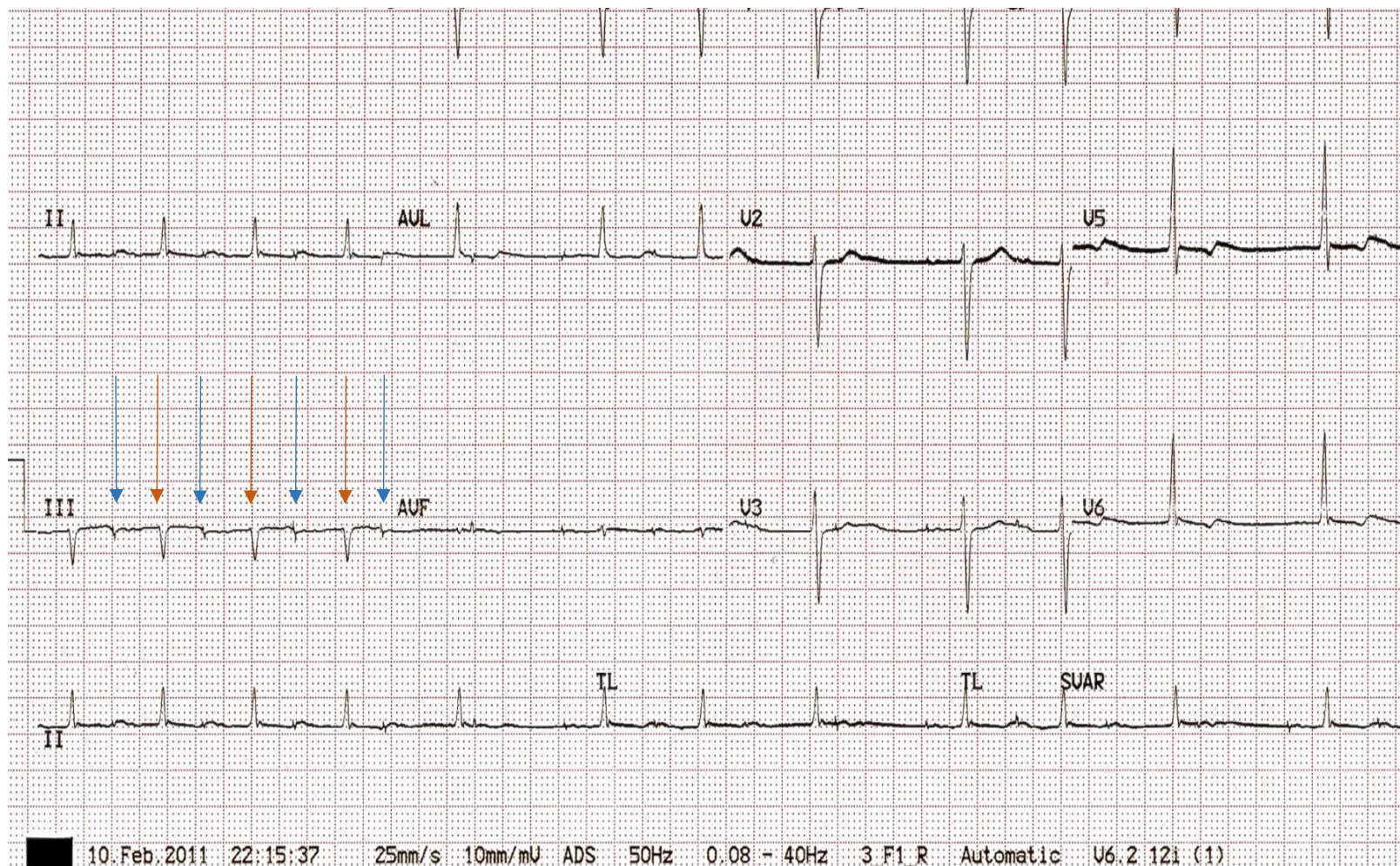
AAI PM ritmus



- Folyamatos AAI ritmus
- Minden spike után van P hullám
- Az átvezetés késik , megnyúlt PQ idő

AAI PM ritmus

AAI PM ritmus Wenkebach átvezetéssel



- Folyamatos AAI működés
- Minden spike után van P hullám
- De nem minden P után van QRS
- Wenkebach periodicitás (II. f. AVB, Mobitz I)

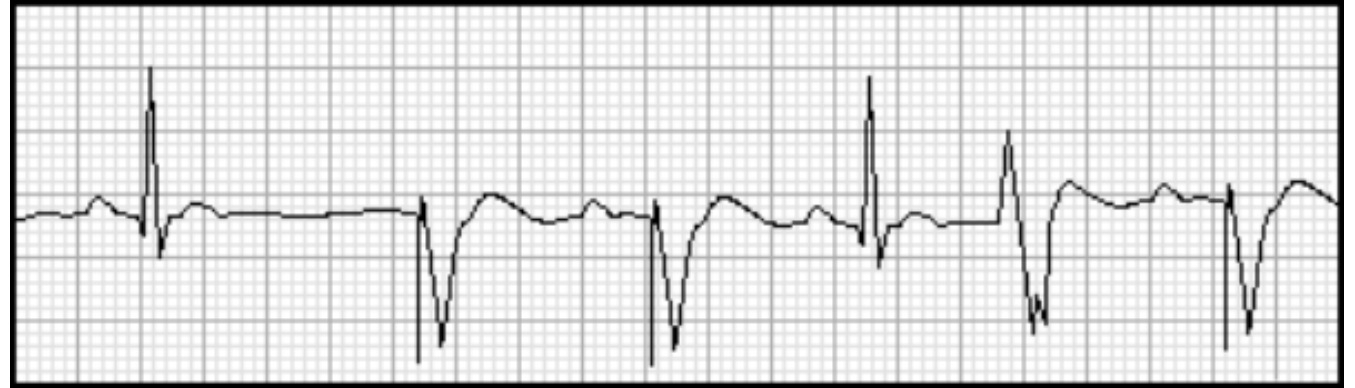
V00 INGERLÉS

- Általában átmenetileg használjuk: pl. MR vizsgálat, műtétek, amikor elektrokauter használat várható
- Dependens betegeknél fontos!
- Ha van intrinsic aktivitás, akkor a spike bárhol lehet a QRS-n belül
- sensing zavarral összetéveszthető, ha nem ismerjük az üzemmódot!



VDD INGERLÉS

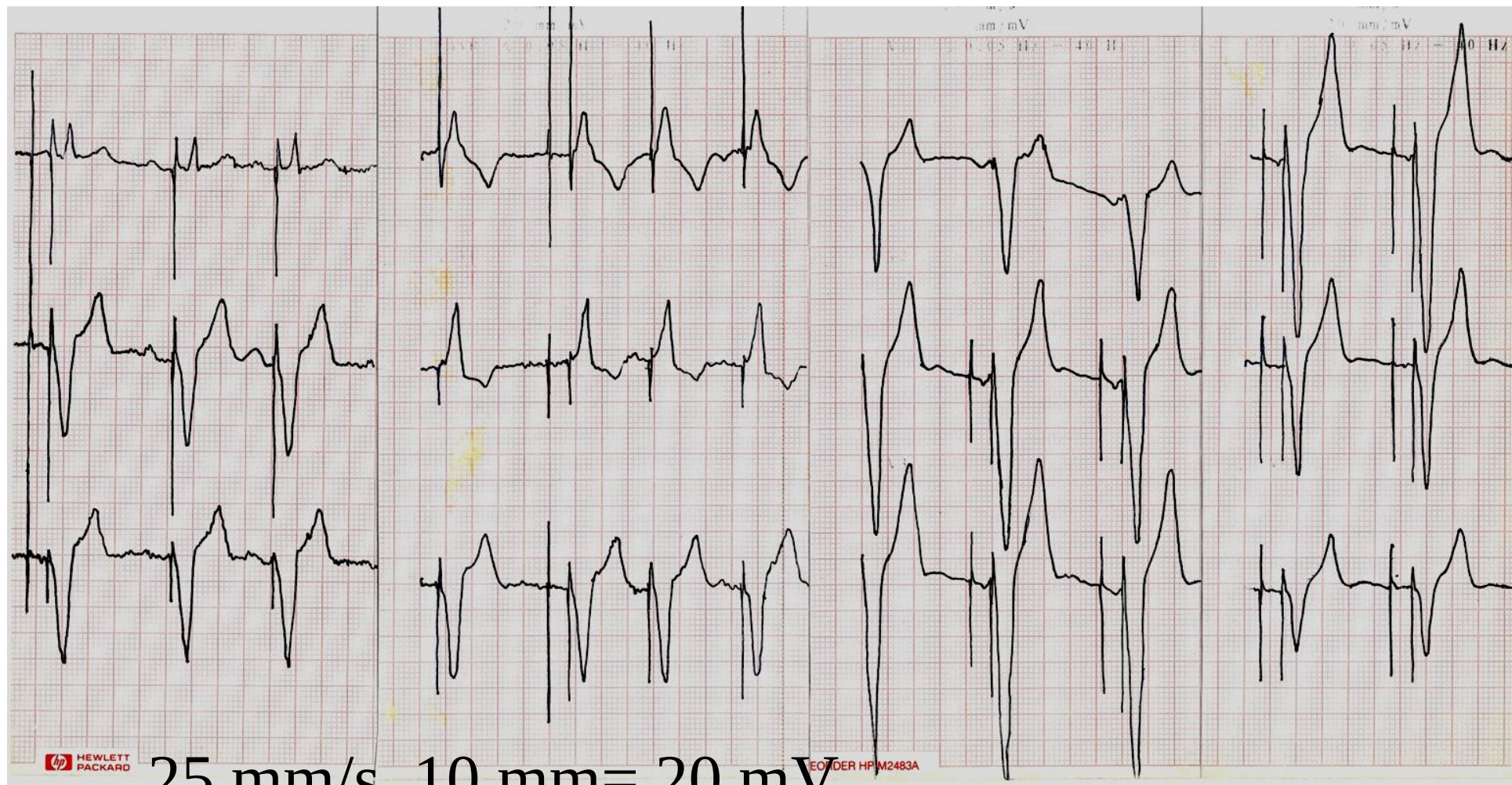
- Pitvarban csak sensel
- Kamrában sensel és pacel
- Ha nem jó a pitvari érzékelés, vagy nincs intrinsic aktivitás akkor VVI kép
- AVB melletti intakt sinus funkció esetén jó



VDD bipolaris PM ritmus



DDD PM működés



[Redacted Patient Name]

2023.10.23 10:50:23
 HR : 79 fr.
 P : 82 ms
 PR : 134 ms
 QRS : 104 ms
 QT/QTc : 372/424 ms
 P/QRS/T : 83/39/-85 °
 RV5/SV1 : 1.340/0.714 mV

Diagnosztikus Információ:

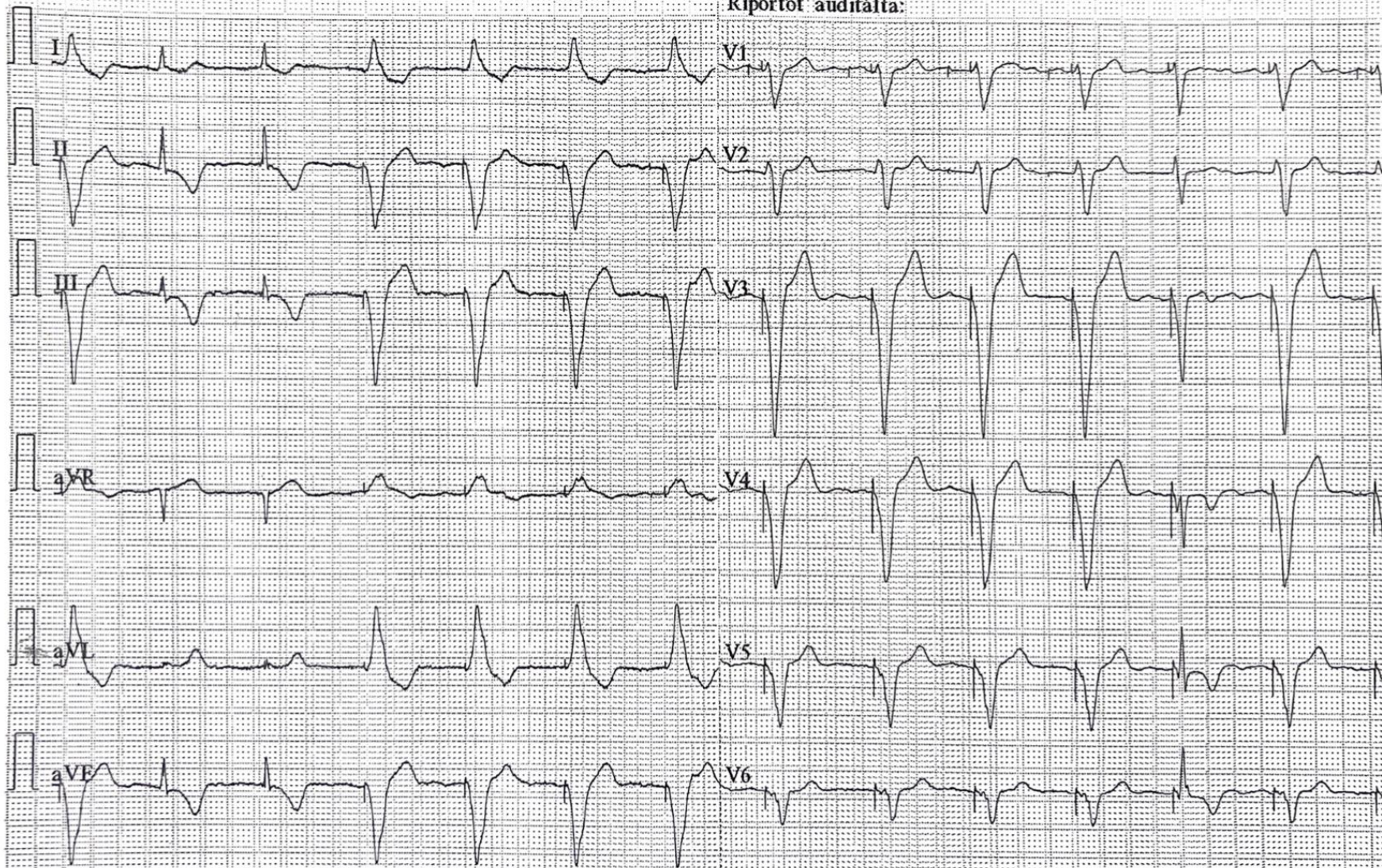
Undetermined rhythm

Demand pacing

Pacemaker rhythm - no further analysis

Abnormal ECG

Riportot auditálta:



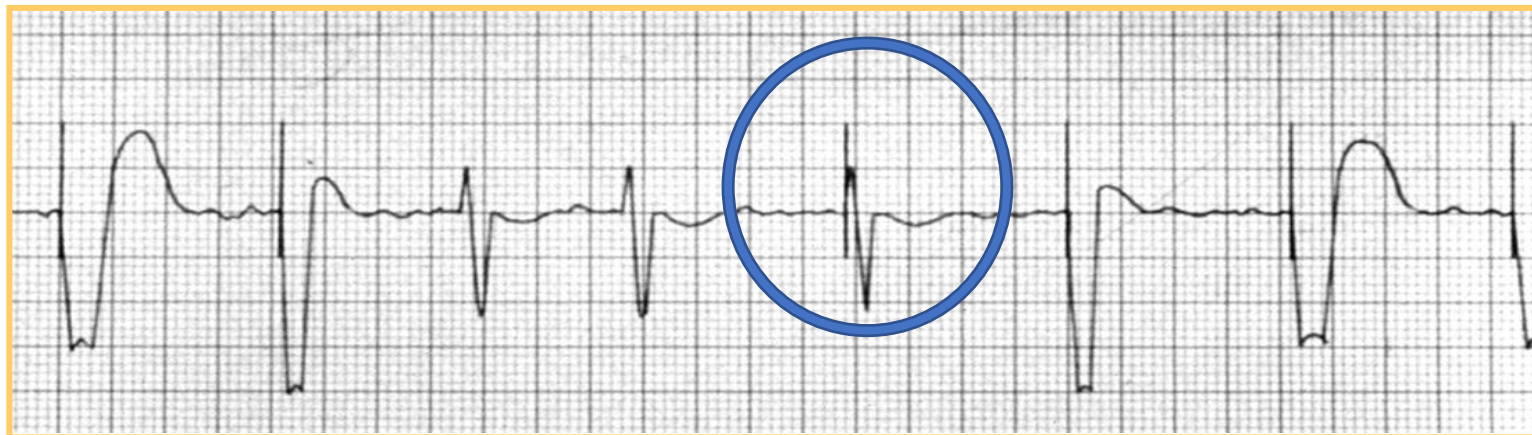
Fúziós ütés

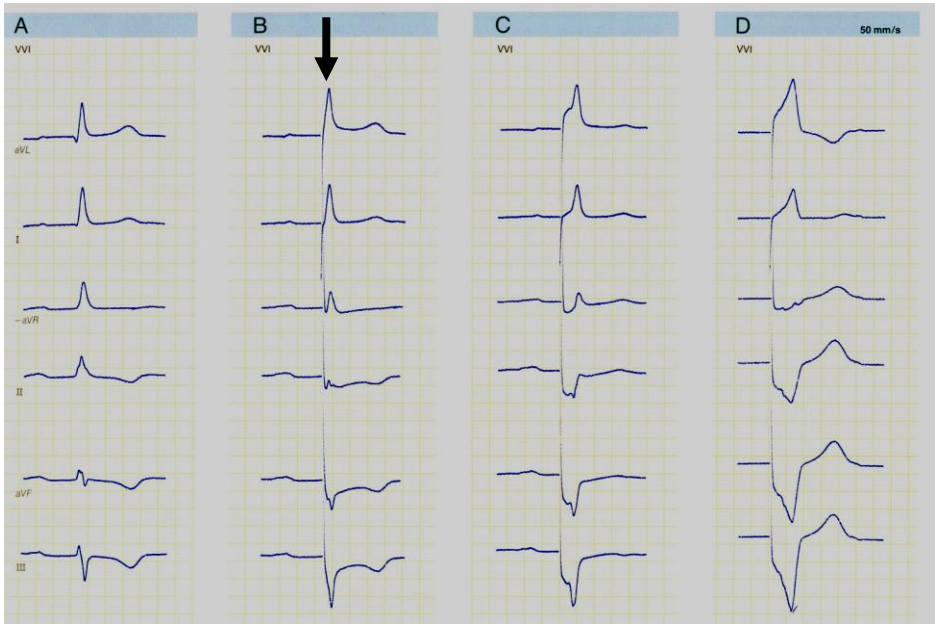
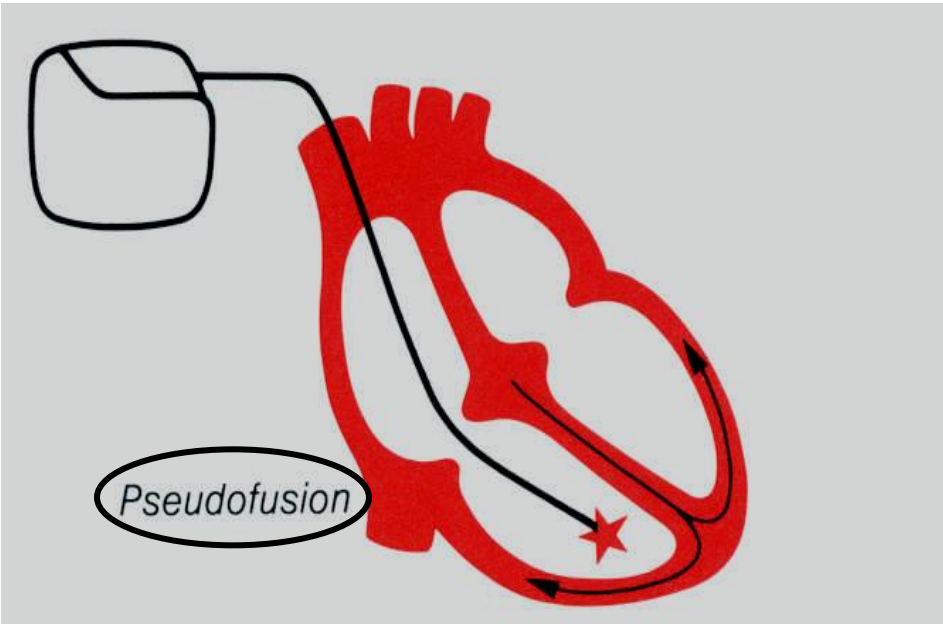
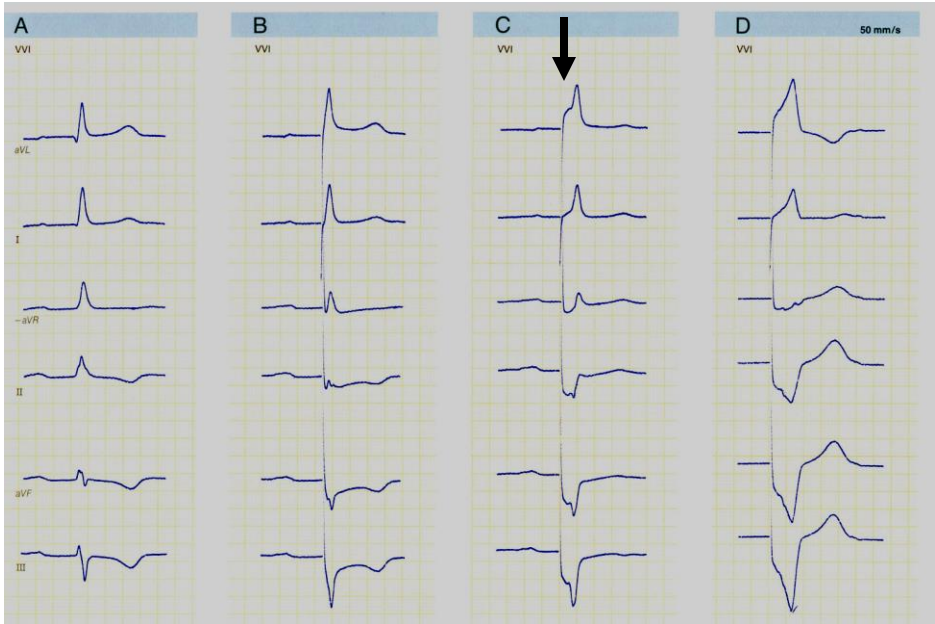
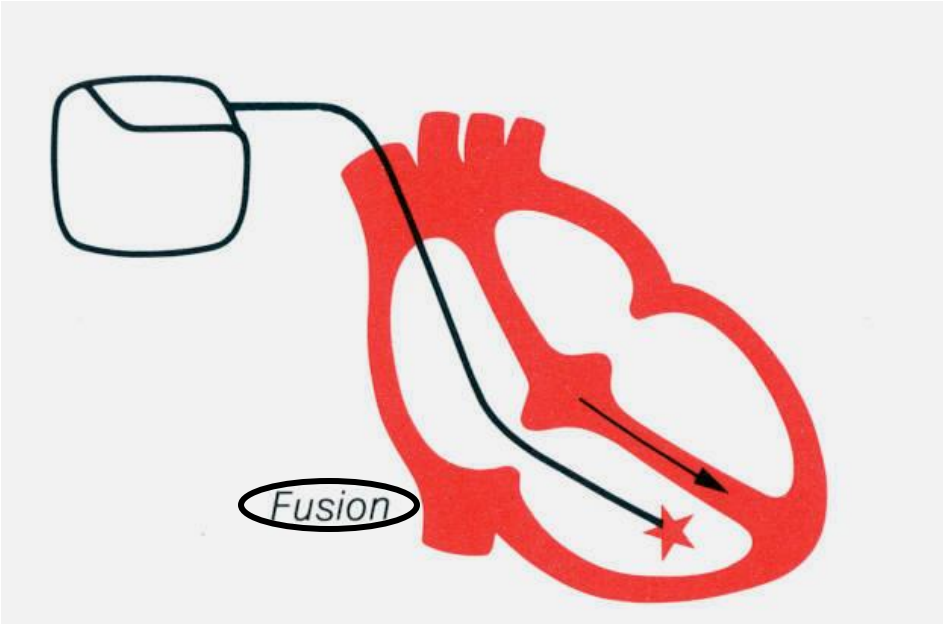
- **Definition:** The combination of an intrinsic beat and a paced beat
- A morfológia változatos a pm és az intrinsic QRS “egyvelege”
- A pacemaker és a saját intrinsic aktivitás is hozzájárul a kiváltott QRS morfológiájához!!

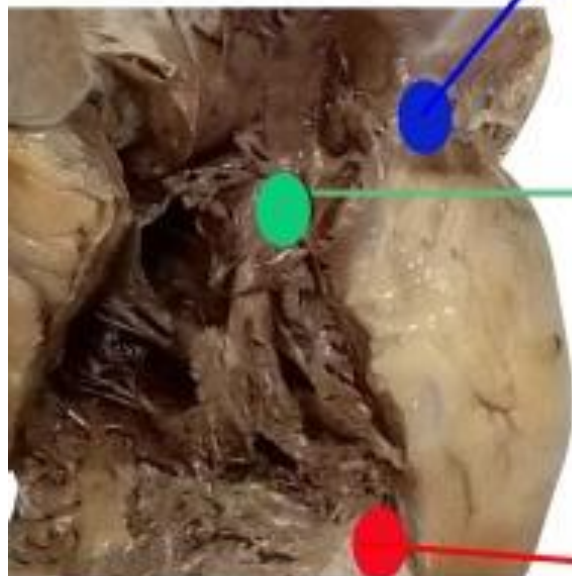


Pszedofúzió

- **Definition:** A pacing pulse falls on an intrinsic beat. The pacing pulse is ineffective and the intrinsic complex is not altered
- A pm nem járul hozzá a kiváltott QRS morfológiájához
- Ha a QRS-ben van a spike akkor nem kóros még!



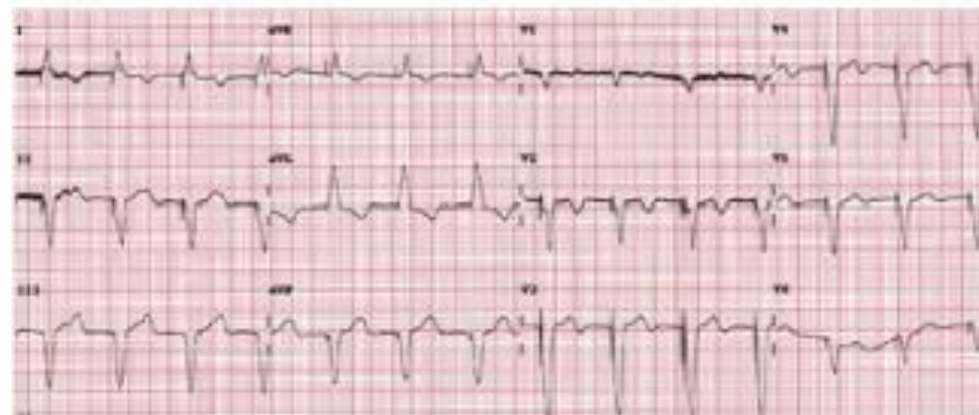
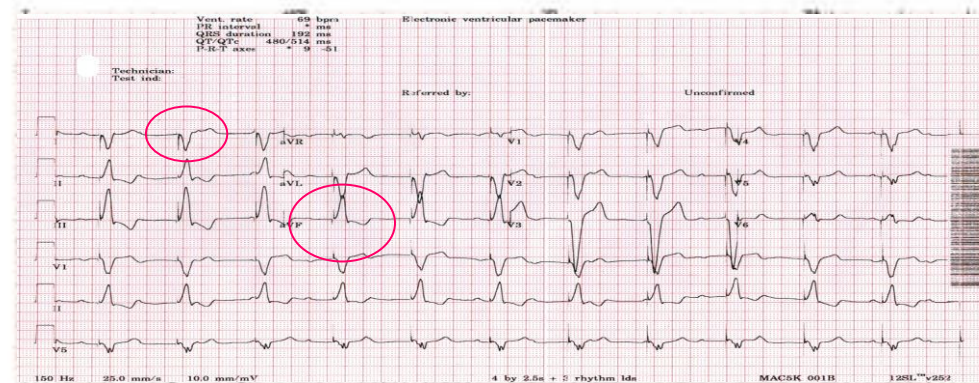
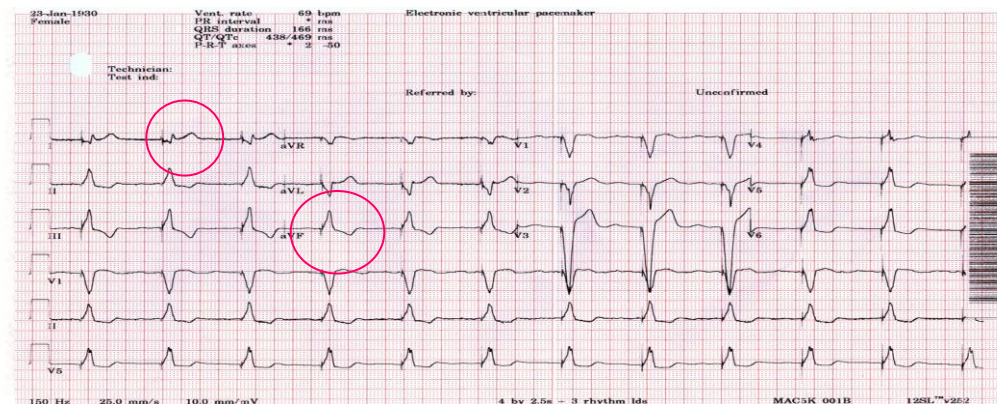




C: RVOT Free wall

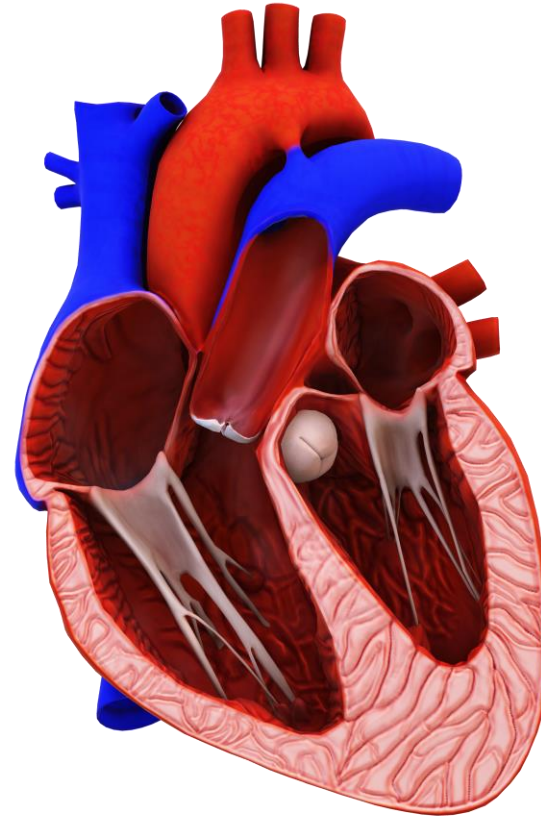
B: RVOT Septum

A: RV apex



Speciális esetek, működési zavarok

- Oversensing, undersensing
- UPPER RATE BEHAVIOR
- Mágnes hatás
- VES-ek és PM
- Rate Responsive Pacing
- VA vezetés

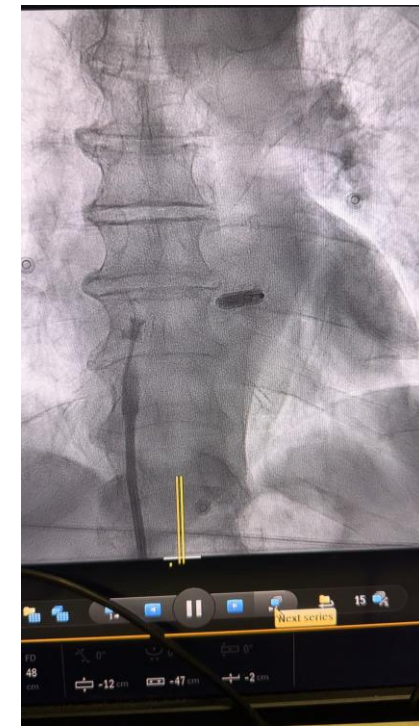
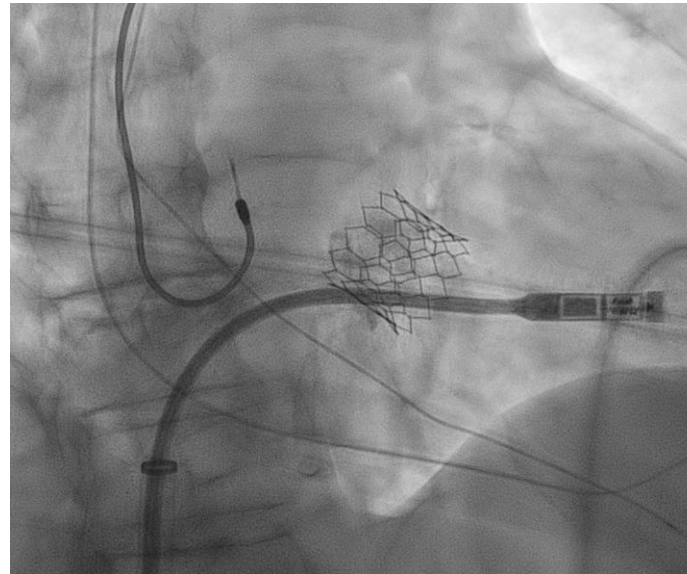
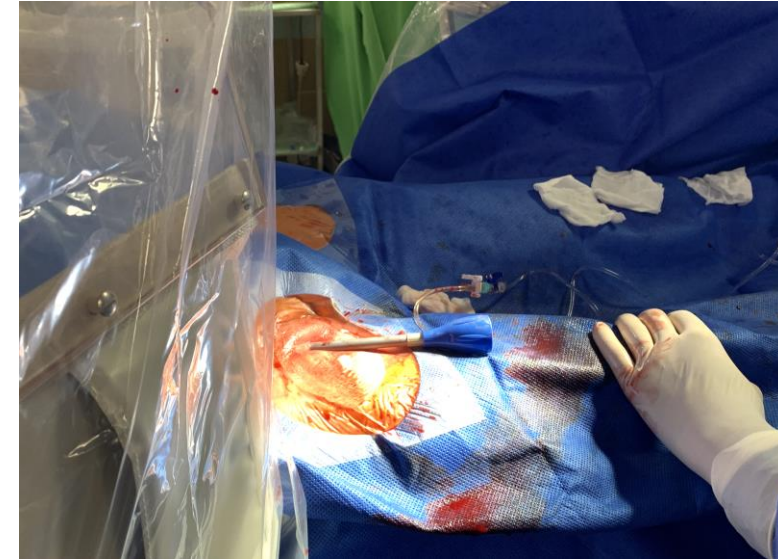


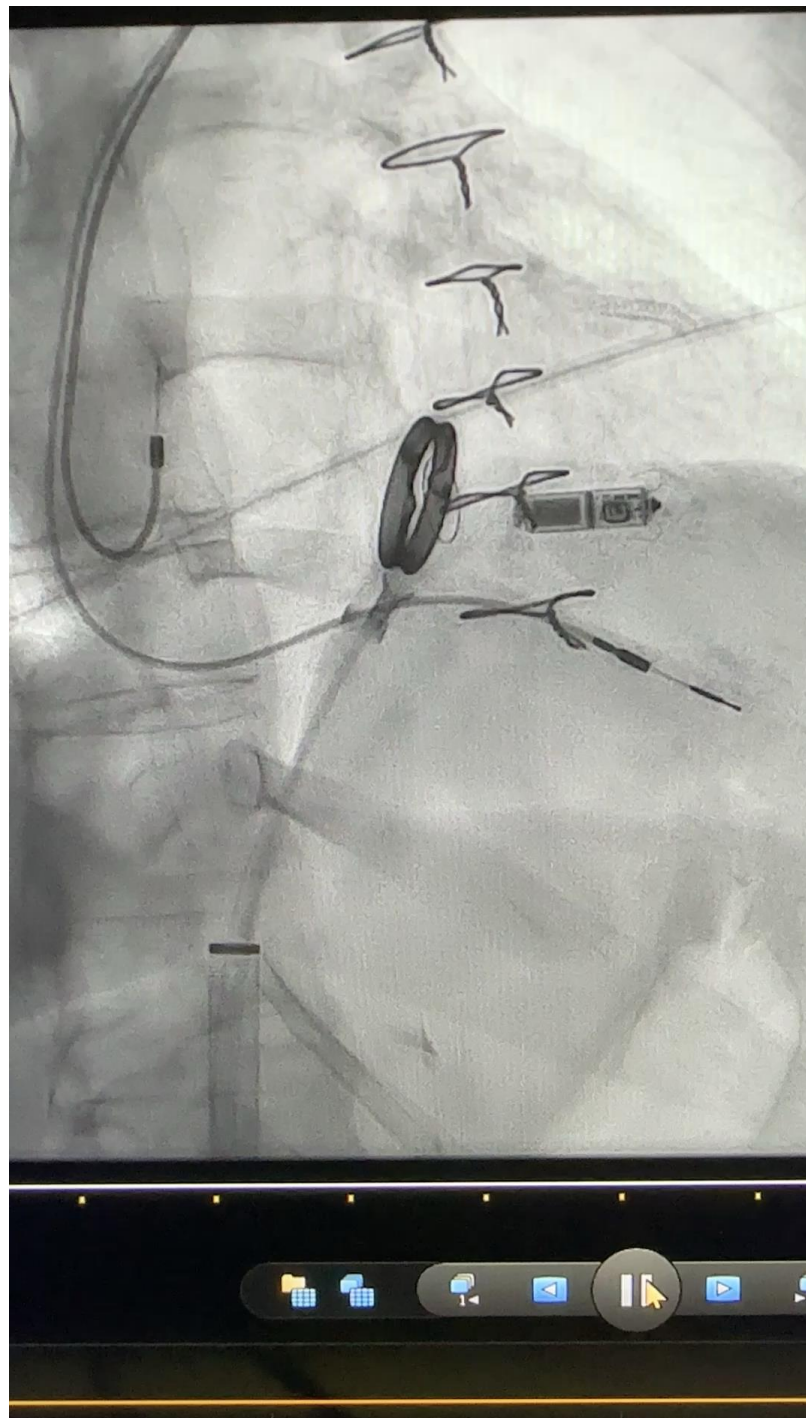
LEADLESS PACEMAKER

- Mi van, ha PM spikokat látunk az EKG-n, de nincs heg sehol a betegen???



- Leadless PM- katéterrel bevezetett PM- egyre gyakoribb
- Nincs infekció veszély, nincs seb
- Élettartam 8-10 év

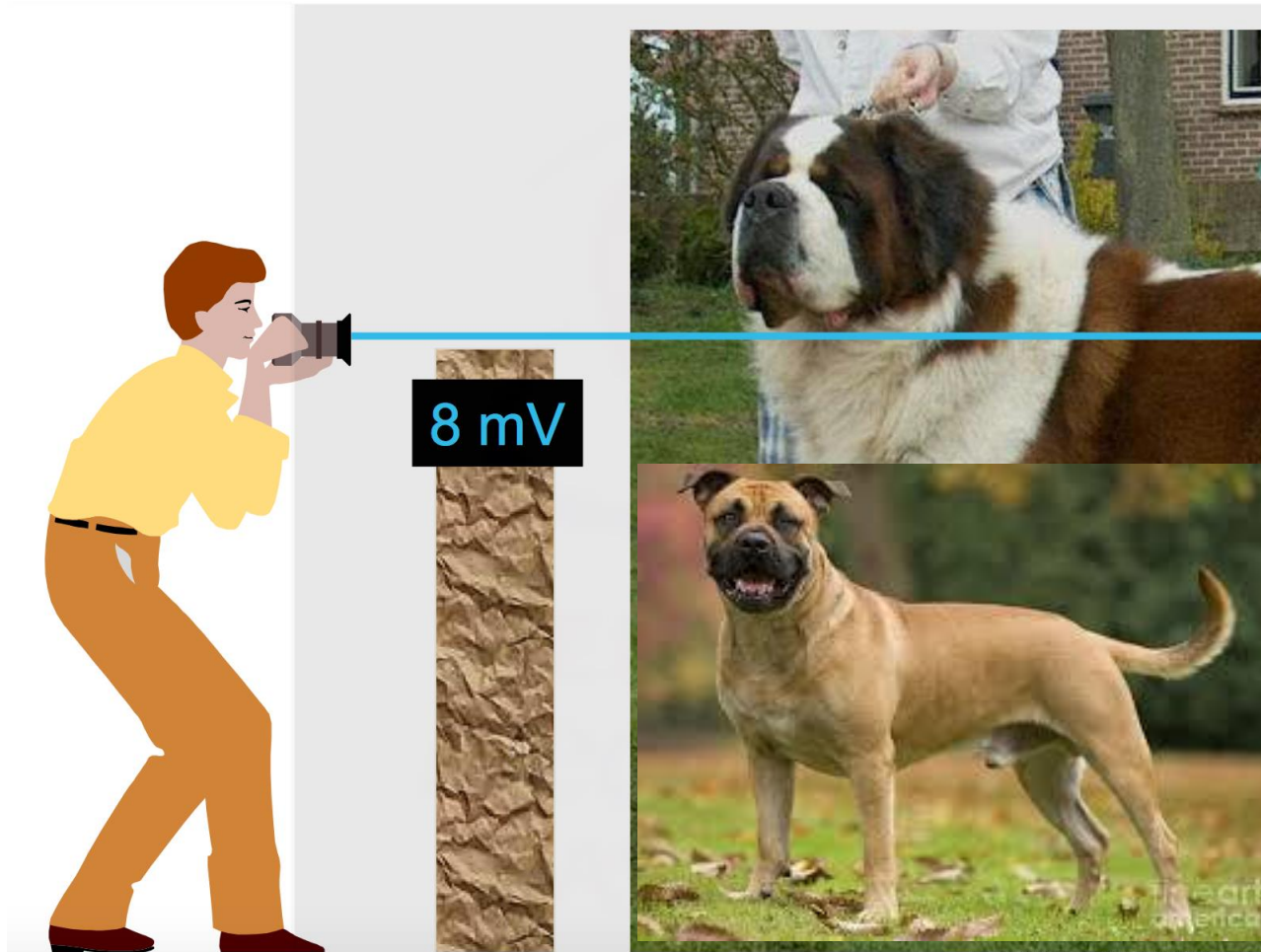




SENSING zavarok

Wall High : You Sense Only Large Signals

Undersensing: We see less than it necessary



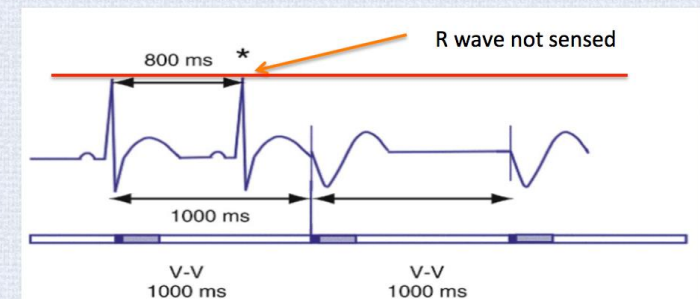
Sensitivity - Undersensing

If the setting is too high (ie sensitivity is too low) you might miss what you need to see;

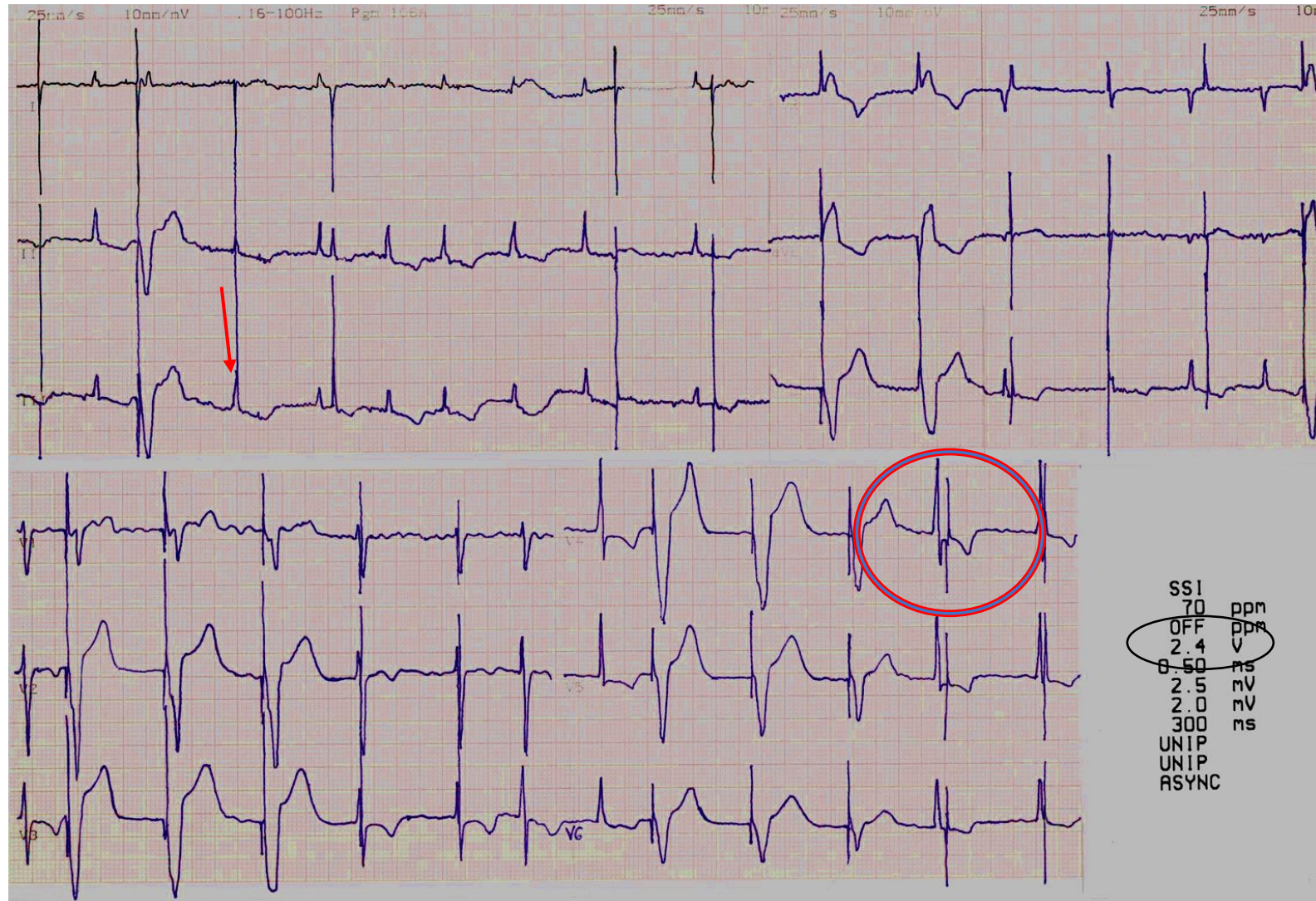


P-wave undersensing by the atrial channel

Undersensing:

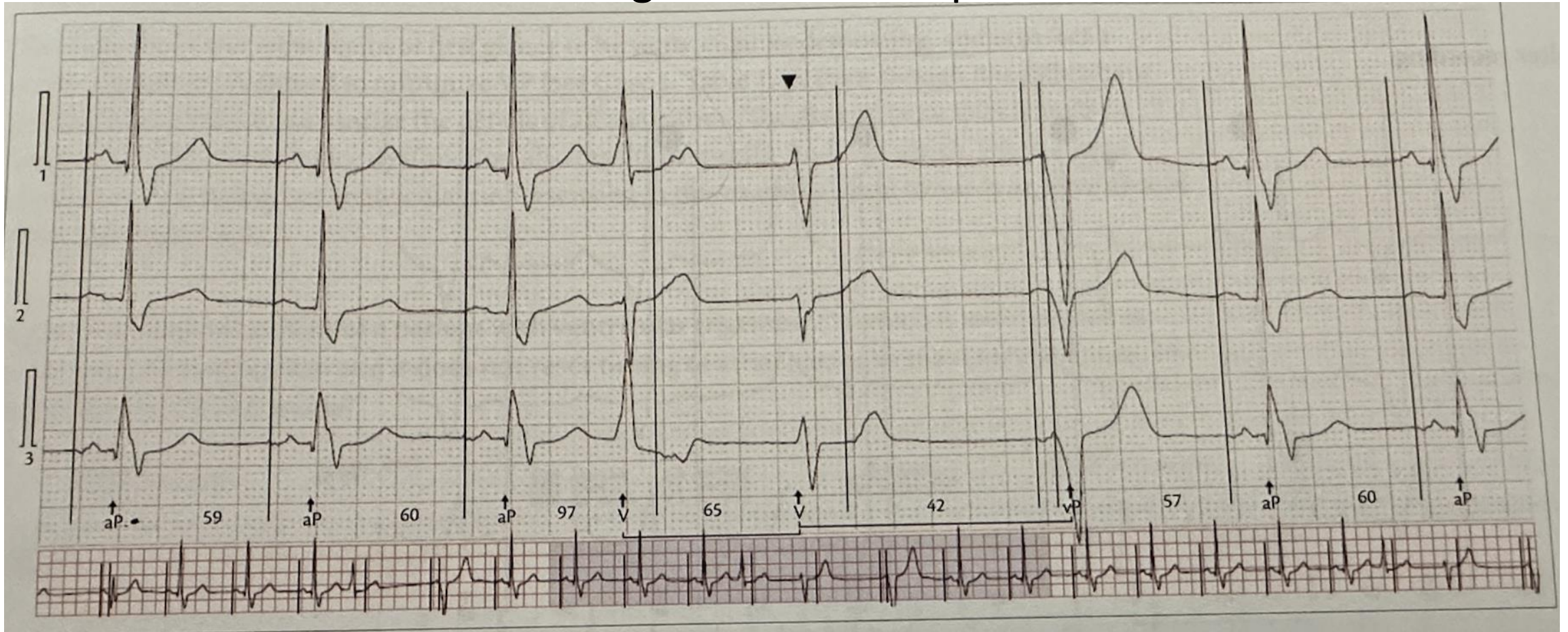


Undersensing- PM működés, pedig nem kellene



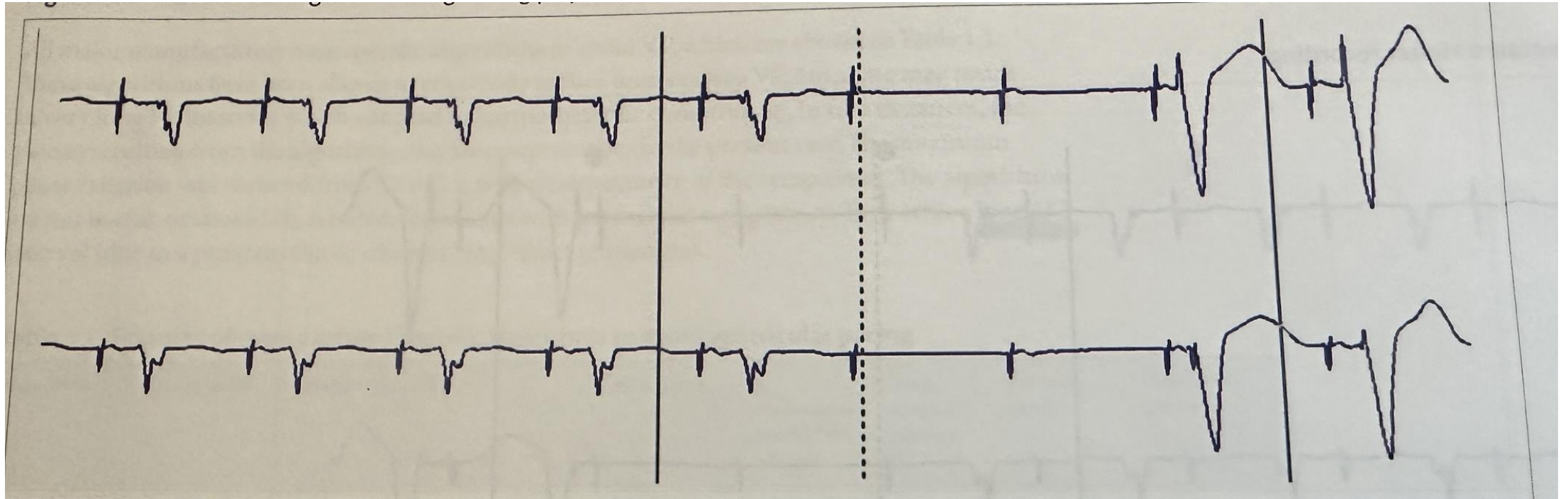
Demand VVI PM ritmus, EKG: I-II-III, V1-3 elvezetések, 25 mm/s

Nem minden hiba- ami annak látszik – kamrai undersensing? Van kamrai spike?



VP “avoidance” algoritmus

VP “avoidance” algoritmus

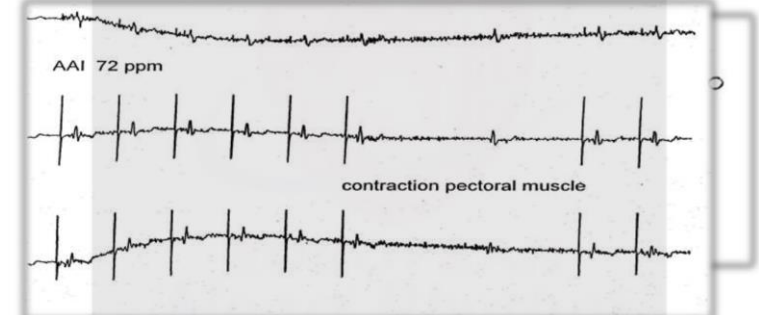


Wall too Low : You may oversense

Oversensing: You see much more than it necessary

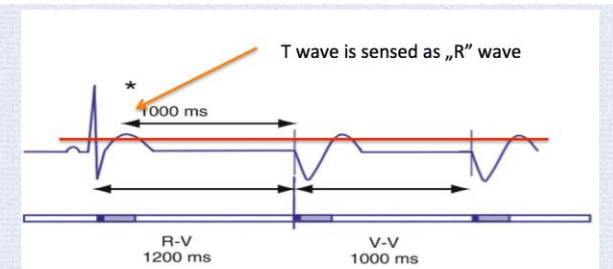
Sensitivity - Oversensing

If the setting is too low you might get more than you asked for!



Myopotential oversensing by a unipolar atrial lead

Oversensing:



2 mV

Oversensing - Túlérzékelés



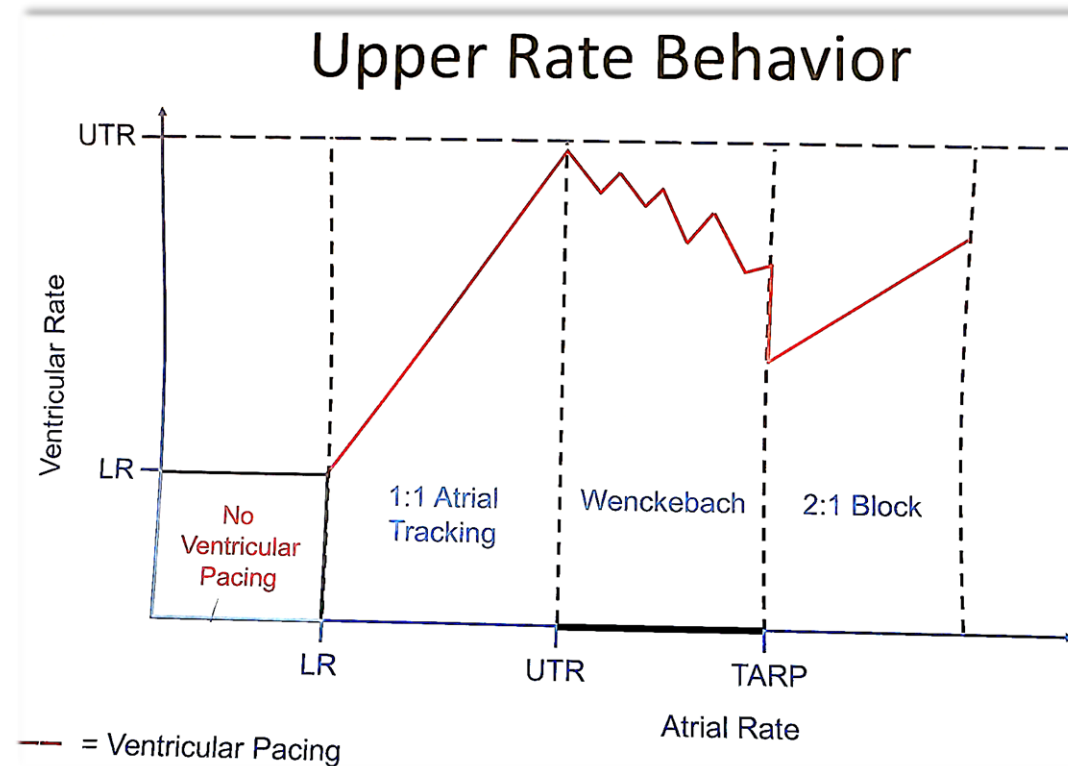
Miopotenciál (MPI) triggering és gátlás

UPPER RATE BEHAVIOR

UPPER RATE BEHAVIOR

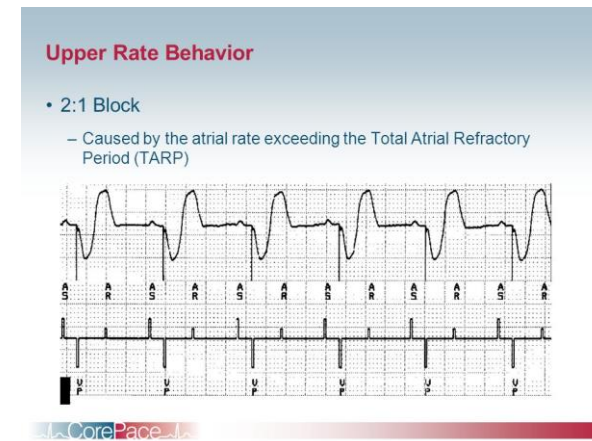
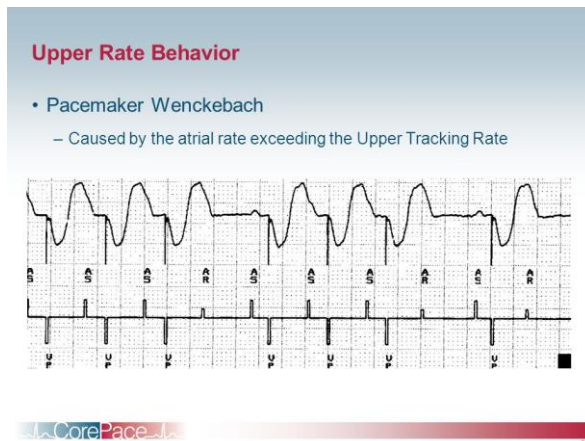
- Normál DDD működés közben a pitvari frekvencia emelkedésével (terhelés pl) megszűnik a kamrai tracking
- A frekvencia elérte az UTR-t
- normál jelenség!!





HA az $UTR (ms) > TARP (ms) =$ Wenkebach

Ha a $TARP (ms) > UTR (ms) =$ 2:1 blokk

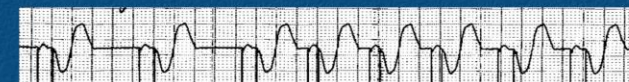




MÁGNES HATÁSA PM / ICD-re

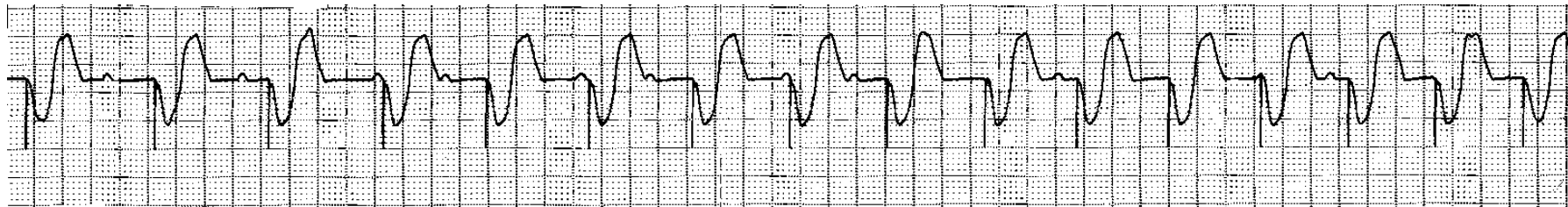
- A pacemakerek ill. ICD rendszerek programja mágneses mező hatására megváltozik. A hatása gyártónként és készülékenként eltérő
- **Konvencionális pacemakerek** mágnes hatására aszinkron ingerlést végeznek az ún. mágnesfrekvencián (DDD rendszer esetén fix AV-átvezetés mellett). Az aszinkron ingerlés beállítástól és gyártótól függően lehet átmeneti ill. tartós
- **ICD rendszerek** mágnes hatására felfüggesztik a tachycardia detekciót, így a készülék nem érzékeli az esetleges ritmuszavarokat. A mágneshatás az antibradycardia funkcióra nincs hatással.

- A mágnes hatására asynchron, fix stimuláció lép fel az előzetesen beállított „mágnes” frekvenciával



Rate Responsive Pacing

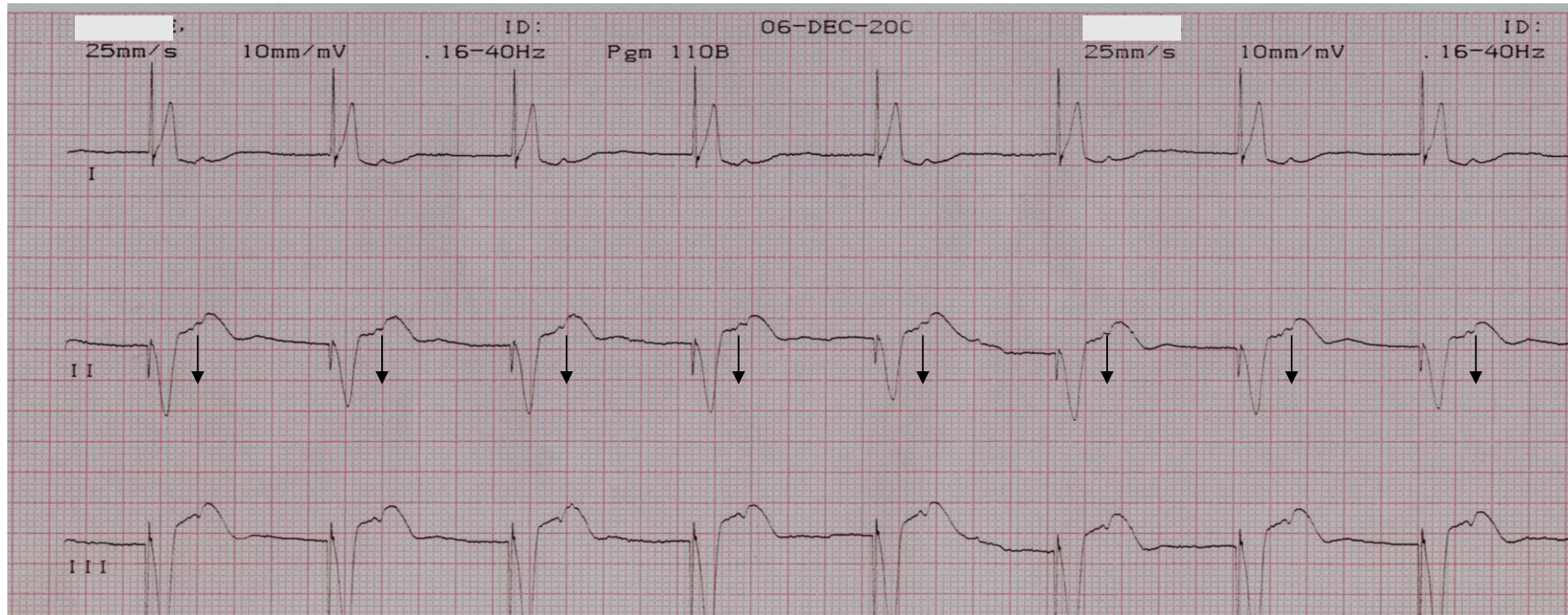
- A készülék érzékeli a beteg fizikai aktivitását és automatikusan emeli a frekvenciát. (Kronotróp inkompetencia esetén előnyös)



VVIR / 60 / 120

Piezo elektromos, ventillációs szenzorok. Gyorsulás érzékelők. Néha fals jeleket adnak - a beteg nyugalomban magas puzusról panaszkodhat.

Ventrikulo-atriális (VA) vezetés



Frekvencia: 60/min, ST-P: 240 ms

P hullámok a QRS után fix idővel jönnek!!

Retrográd P hullámok. Kétüregű PM-nél okozhat gondot – blanking periódust növelni kell, hogy ne szenelje a készülék

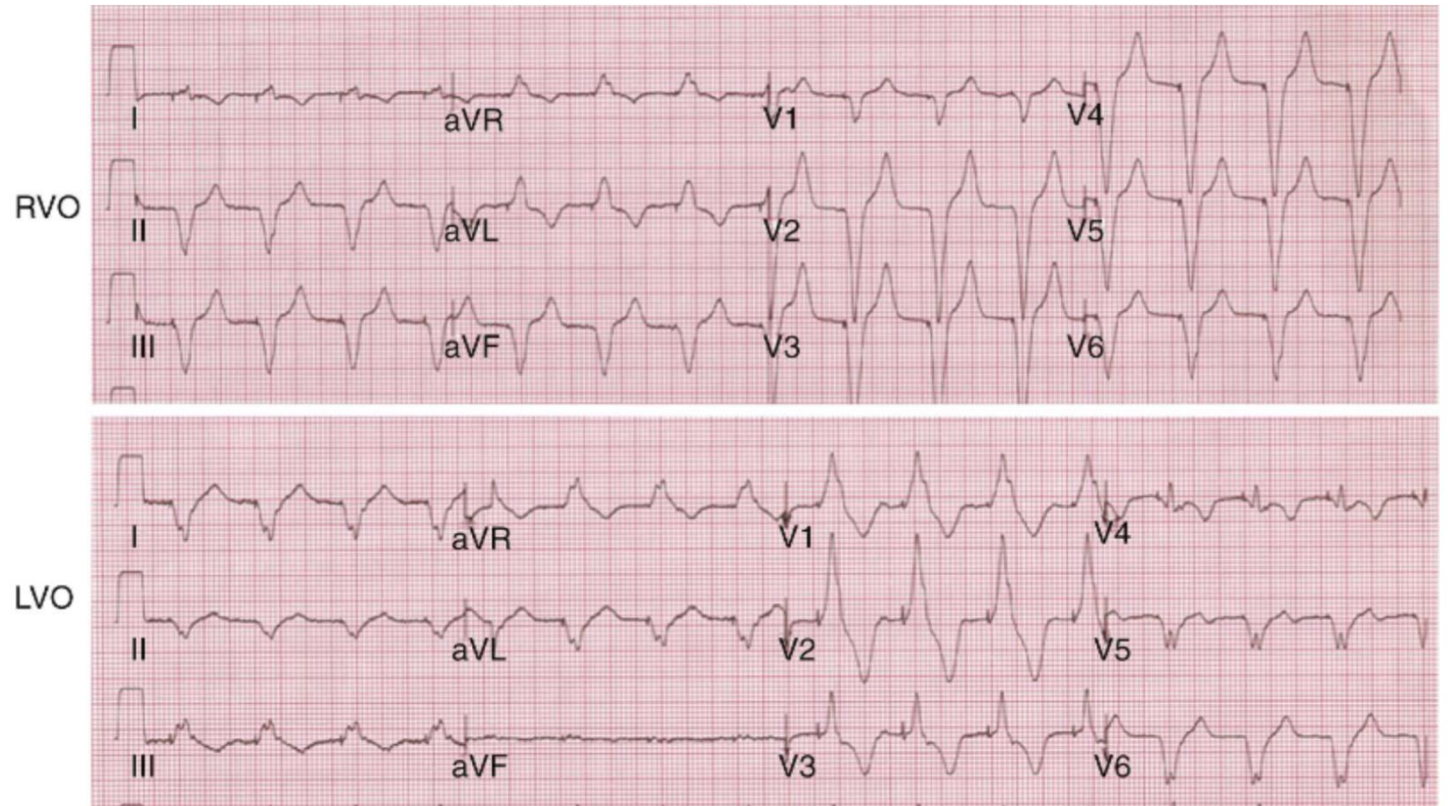
↓

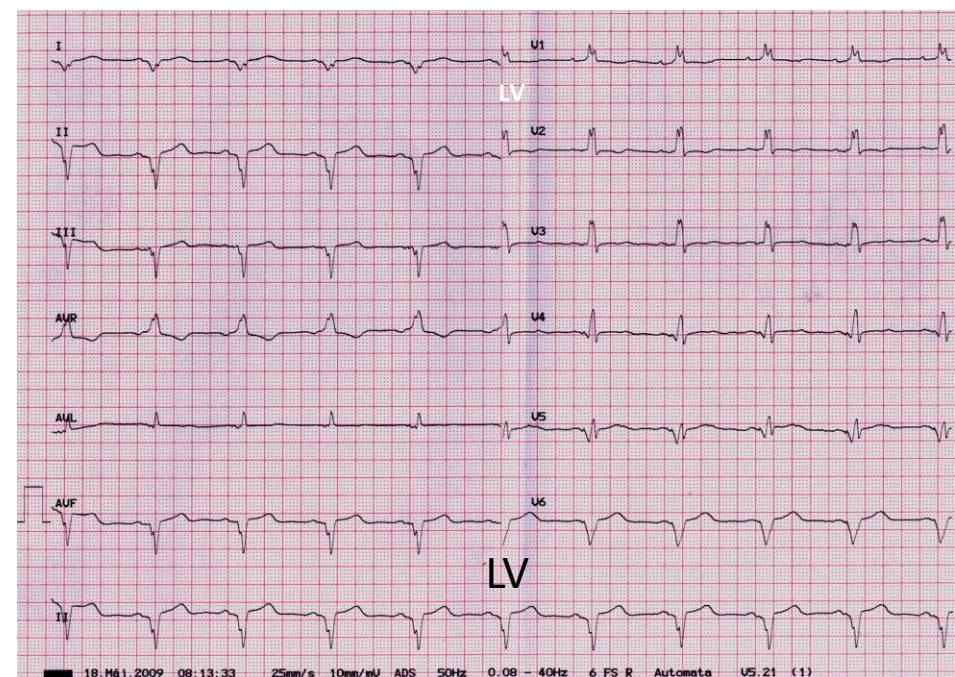
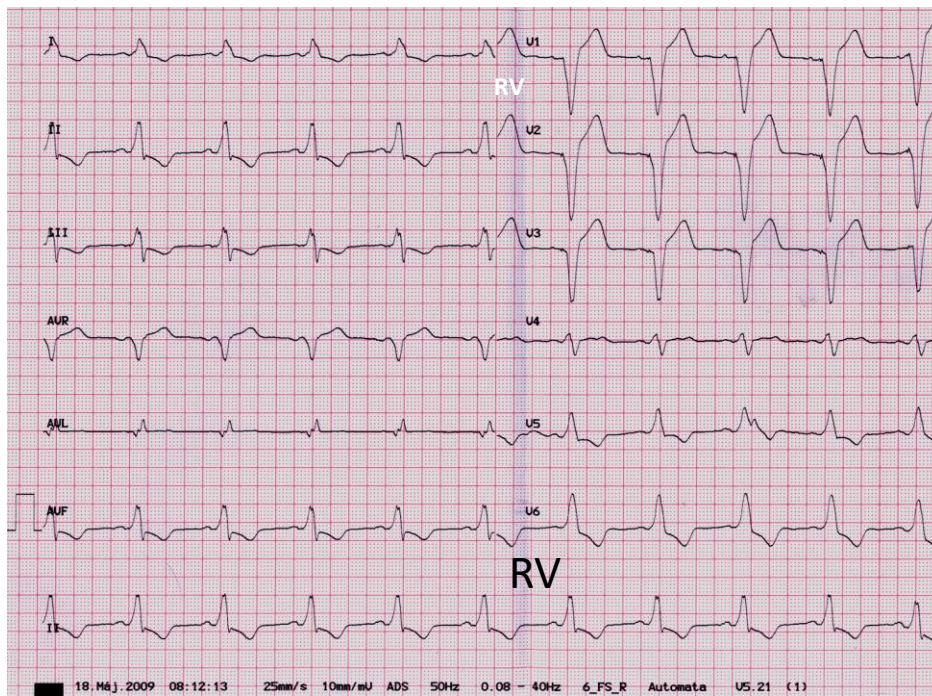
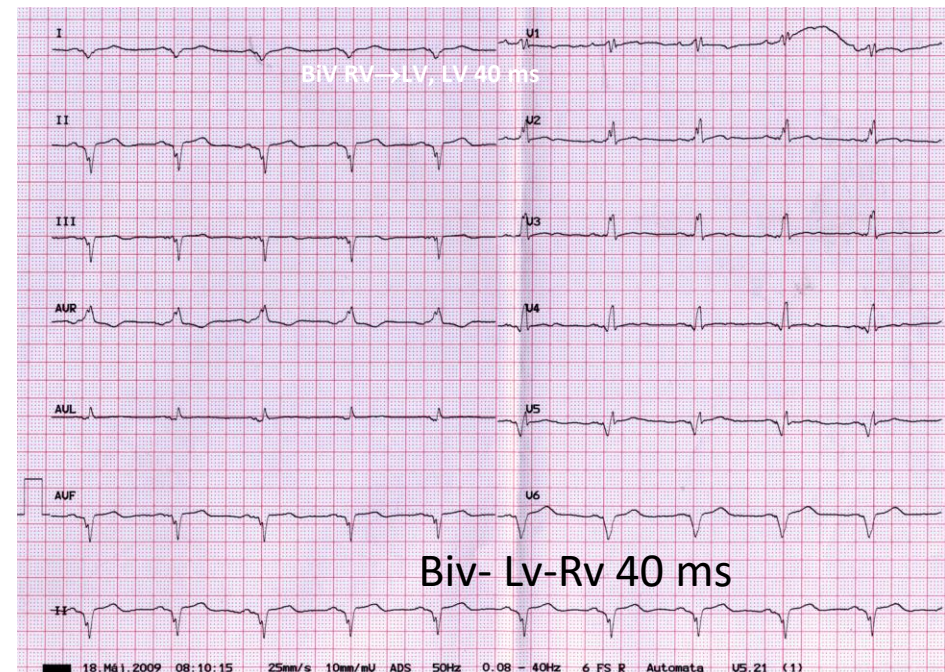
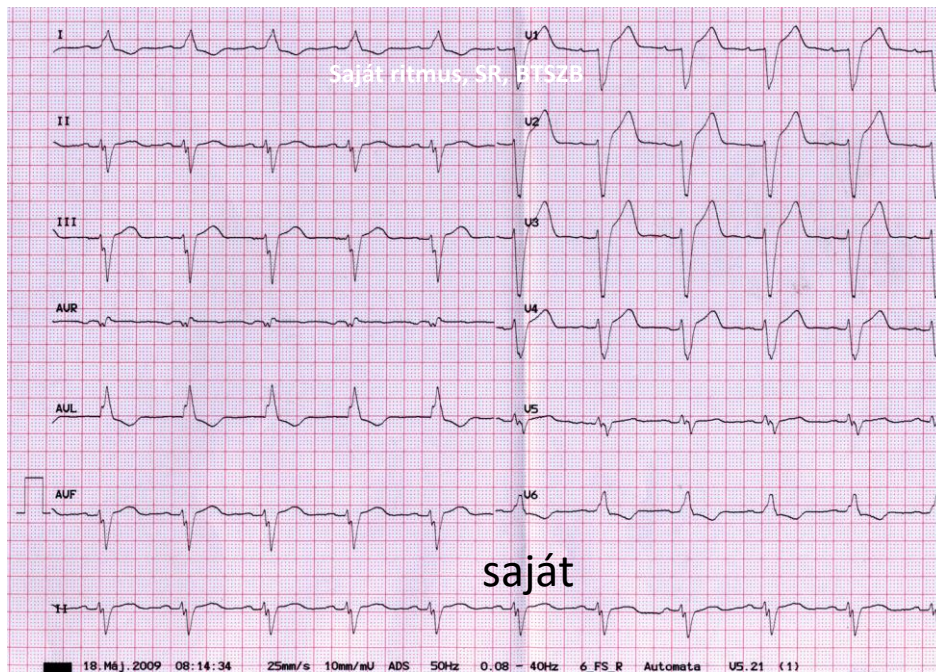
Reszinkronizációs terápia, Conduction System Pacing (CSP)

Biventrikuláris ingerlés EKG megjelenése

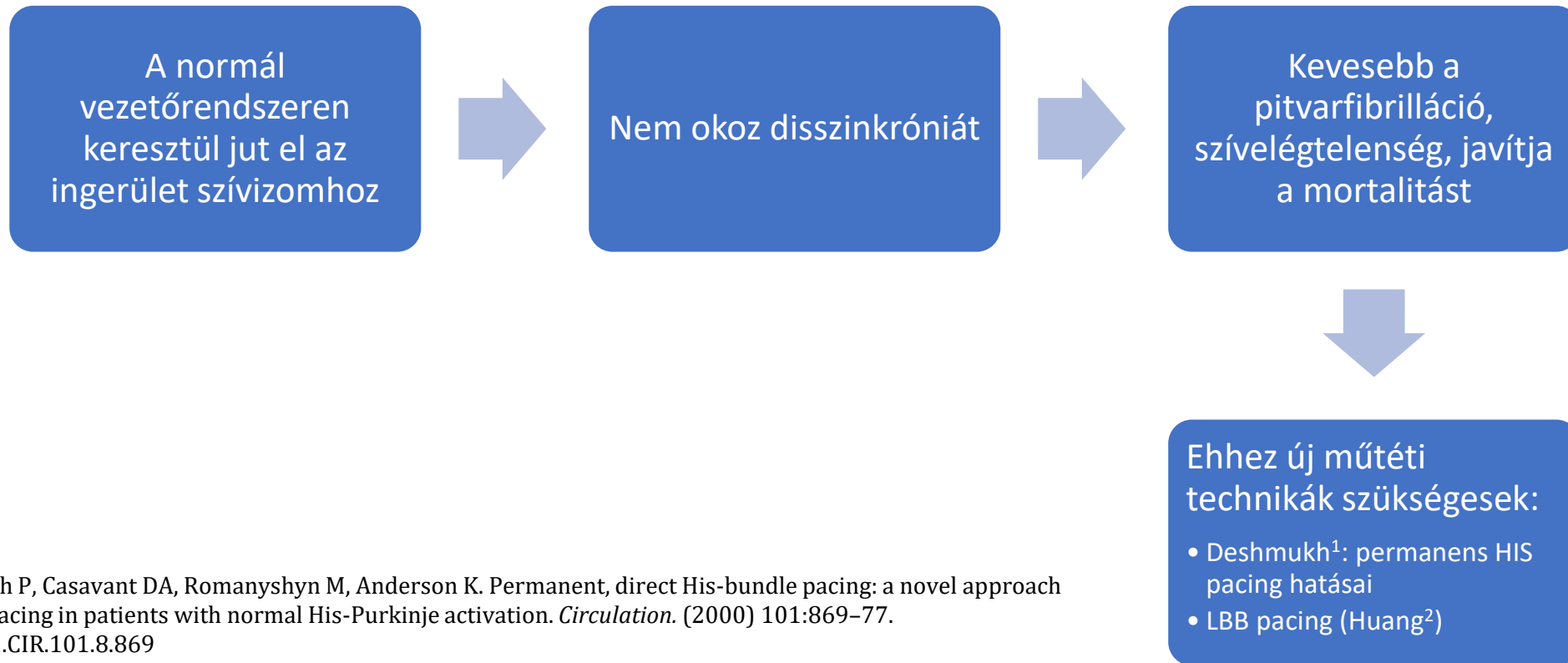
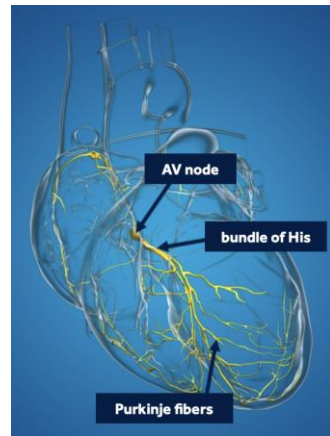
- Mi határozza meg, hogy milyen lesz a felszíni EKG morfológia?

1. a balkamrai elektróda helye
2. a beállított késleltetés





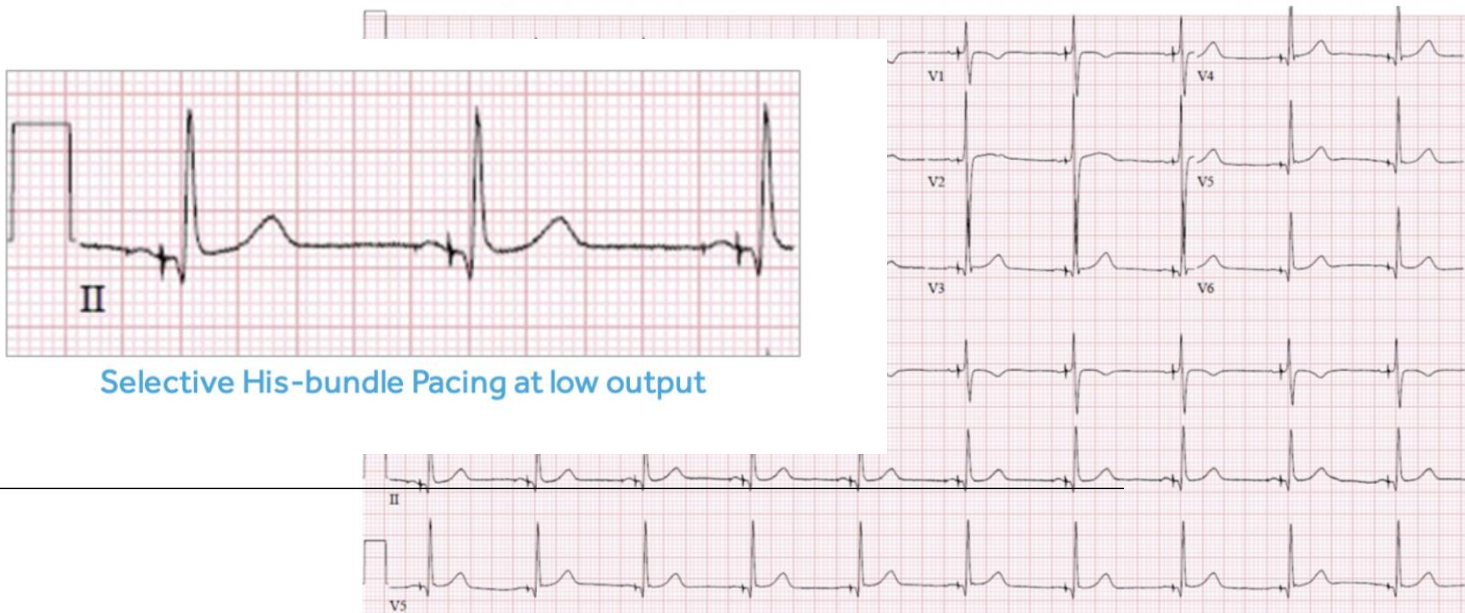
Fiziológiás pacemaker kezelés CSP (conduction system pacing)



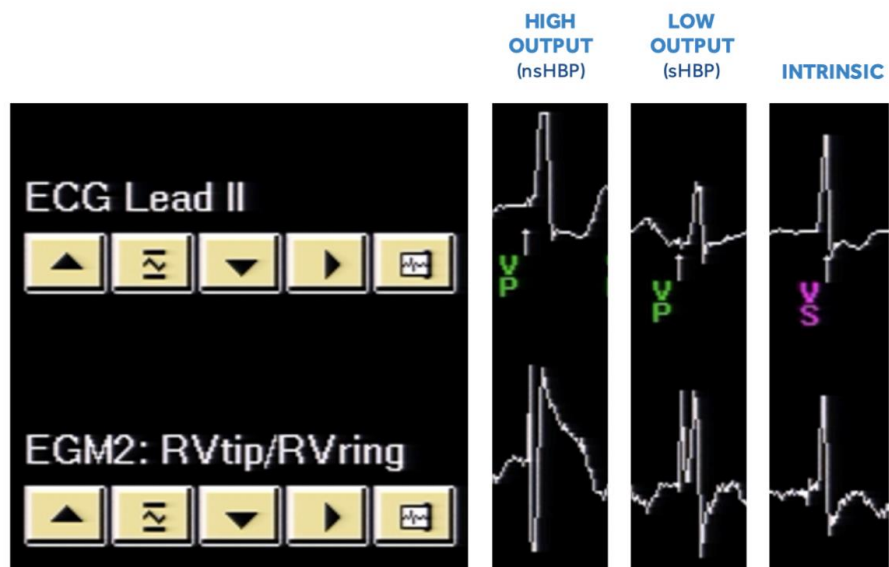
1. Deshmukh P, Casavant DA, Romanyshyn M, Anderson K. Permanent, direct His-bundle pacing: a novel approach to cardiac pacing in patients with normal His-Purkinje activation. *Circulation*. (2000) 101:869–77. 10.1161/01.CIR.101.8.869

2. Huang W, Su L, Wu S, Xu L, Xiao F, Zhou X, et al.. A novel pacing strategy with low and stable output: pacing the left bundle branch immediately beyond the conduction block. *Can J Cardiol*.(2017) 33:1736.e1–1736.e3.

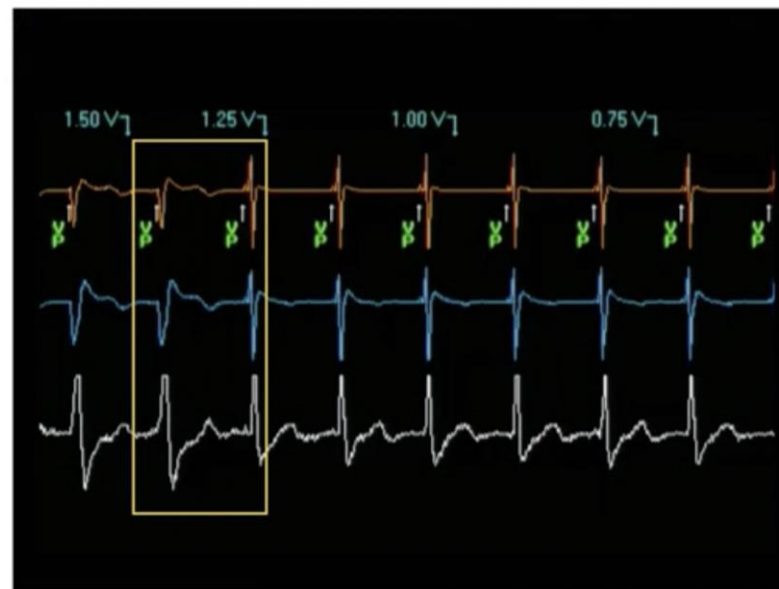
Szelektív HBP



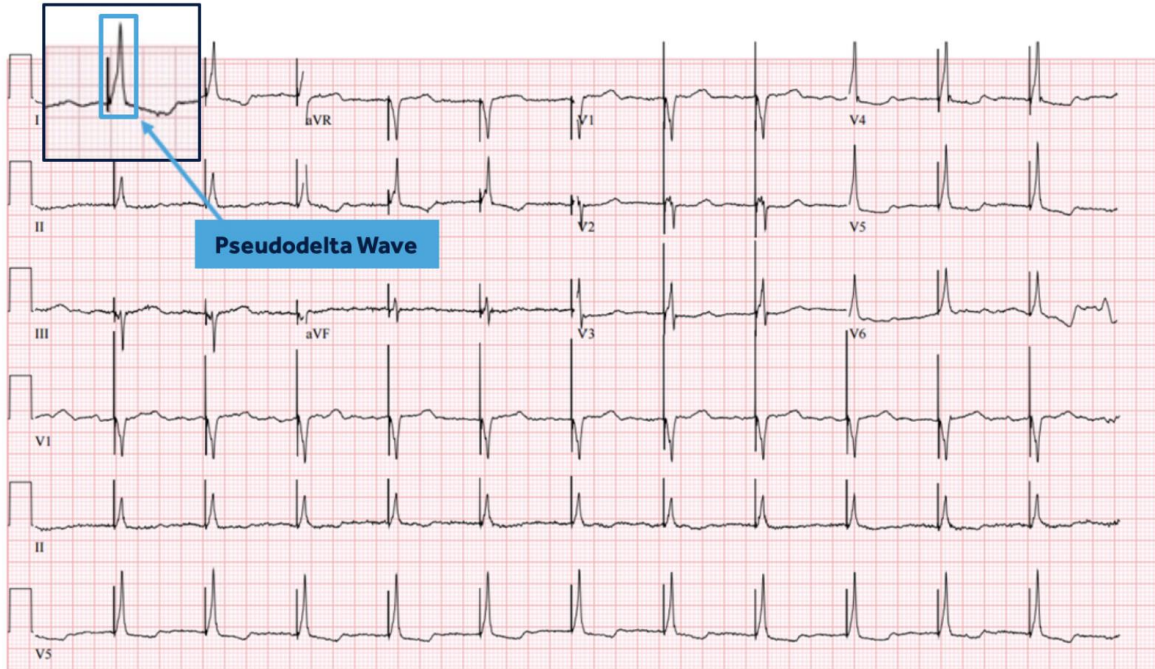
THRESHOLDS SELECTIVE HBP (sHBP)



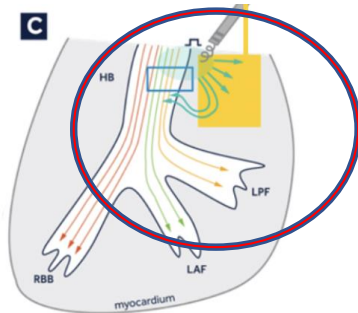
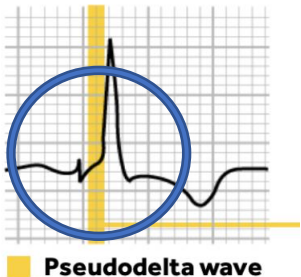
TRANSITION TO SELECTIVE HIS-BUNDLE CAPTURE



Non-Szelektív HBP



Courtesy of Pugazhendhi Vijayaraman, MD, FHRS



NON-SELECTIVE HBP

Fusion of the His bundle and basal ventricular septum.

Various results produced by:

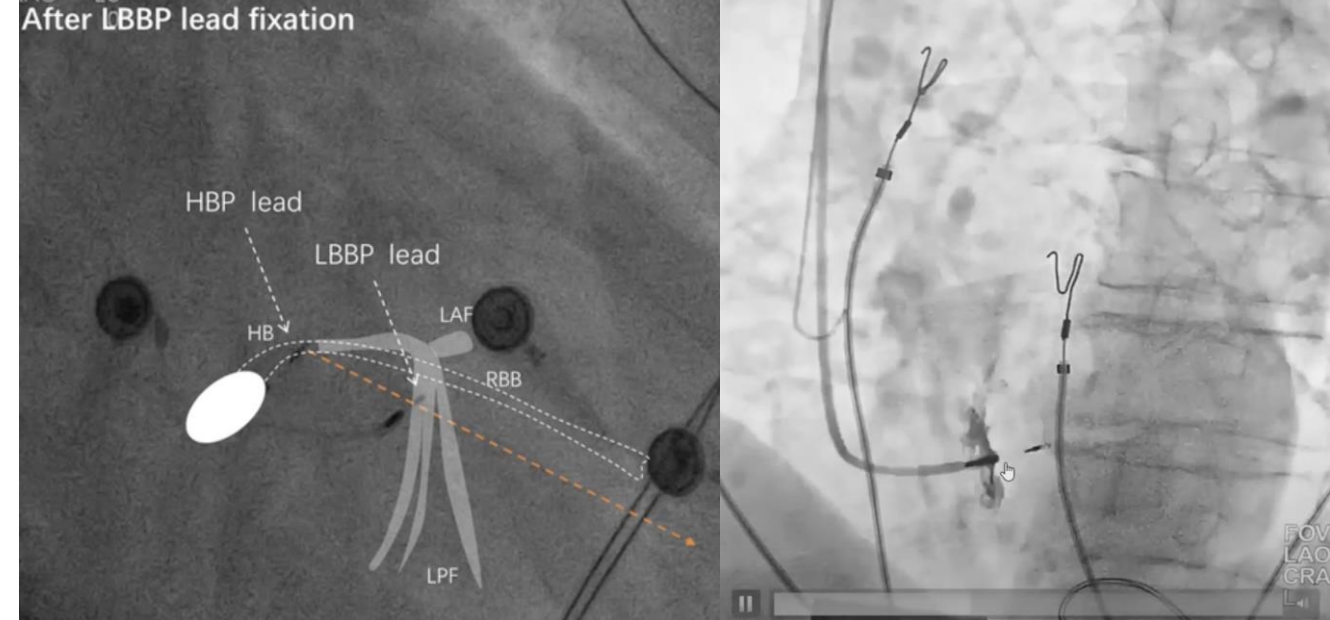
- location of the lead tip
- amount of ventricular myocardial tissue penetrated by the lead

Possible pseudo "delta" wave between pacing stimulus and QRS.

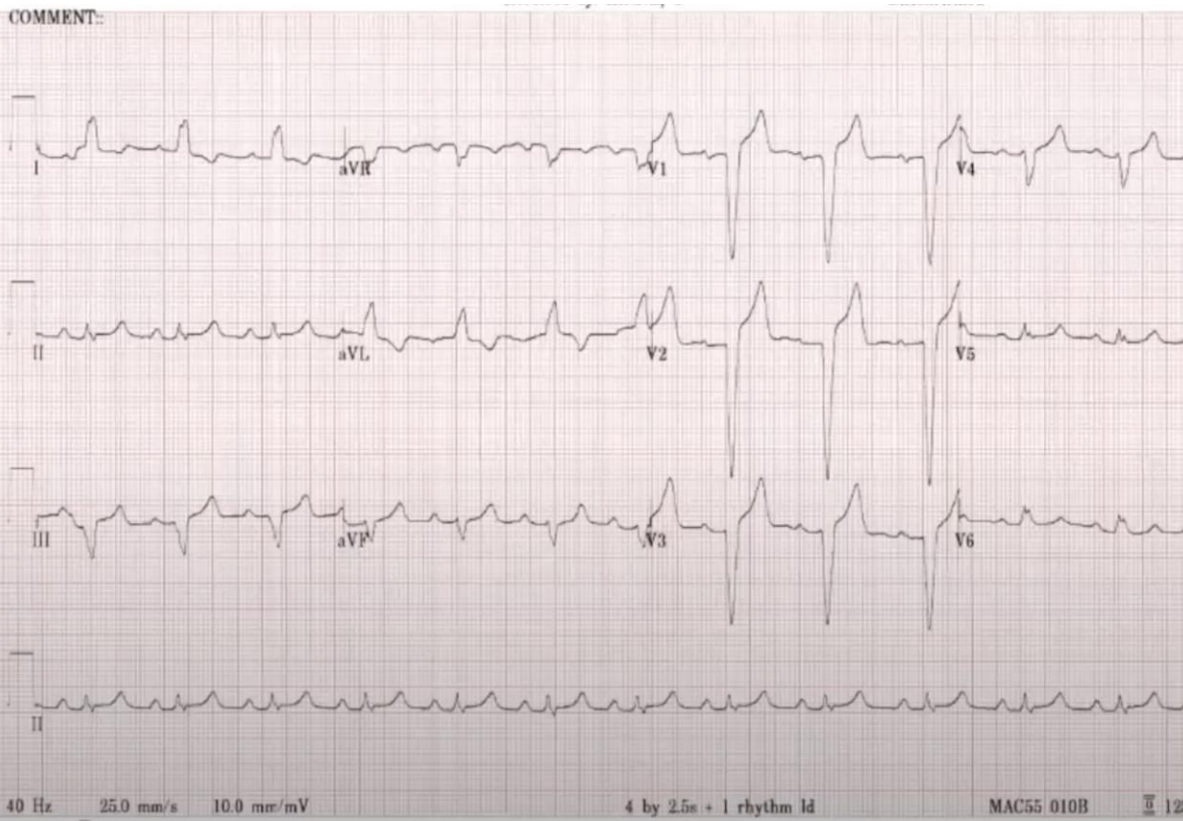
- Narrowing of the QRS at high outputs
- Widening of the QRS at lower outputs

LBBAP

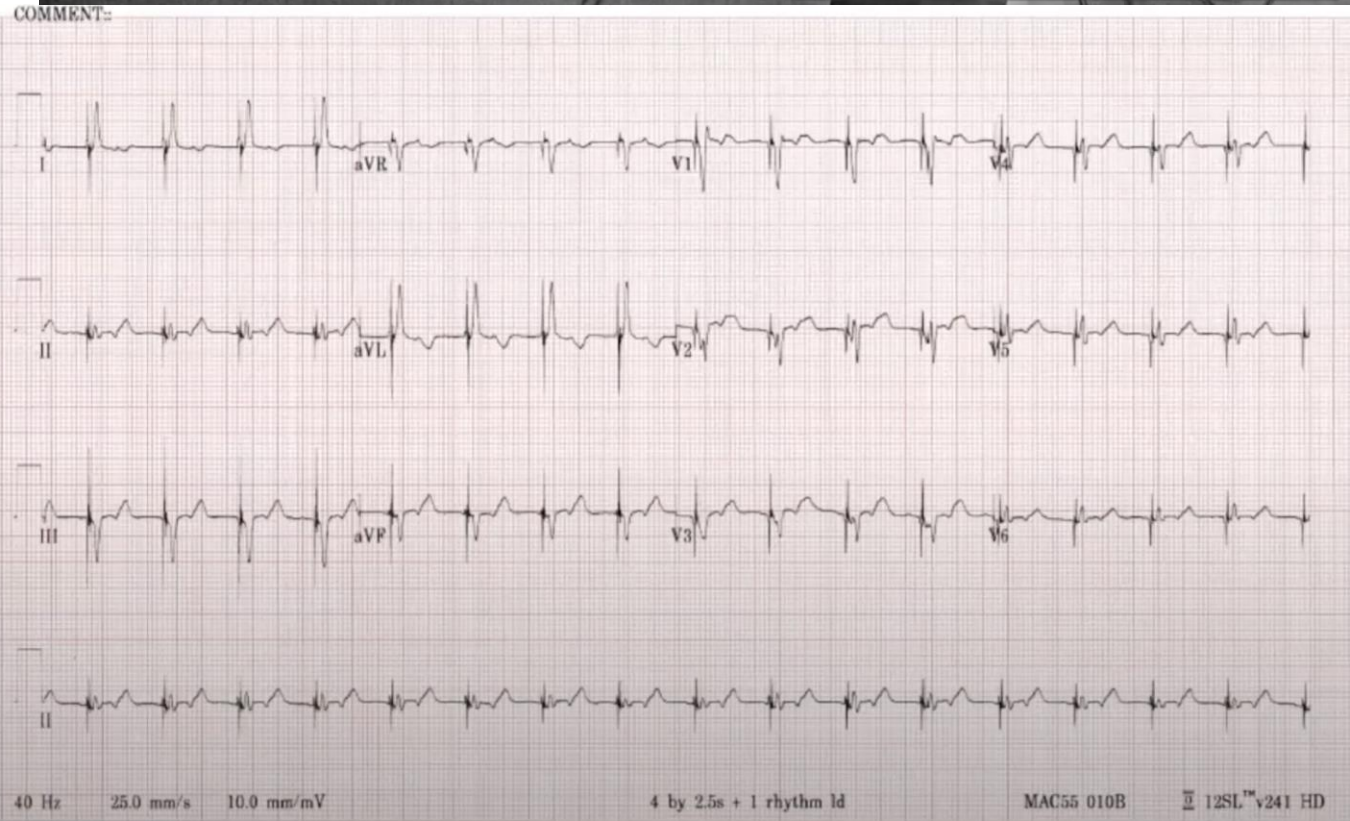
After LBBP lead fixation



COMMENT:-

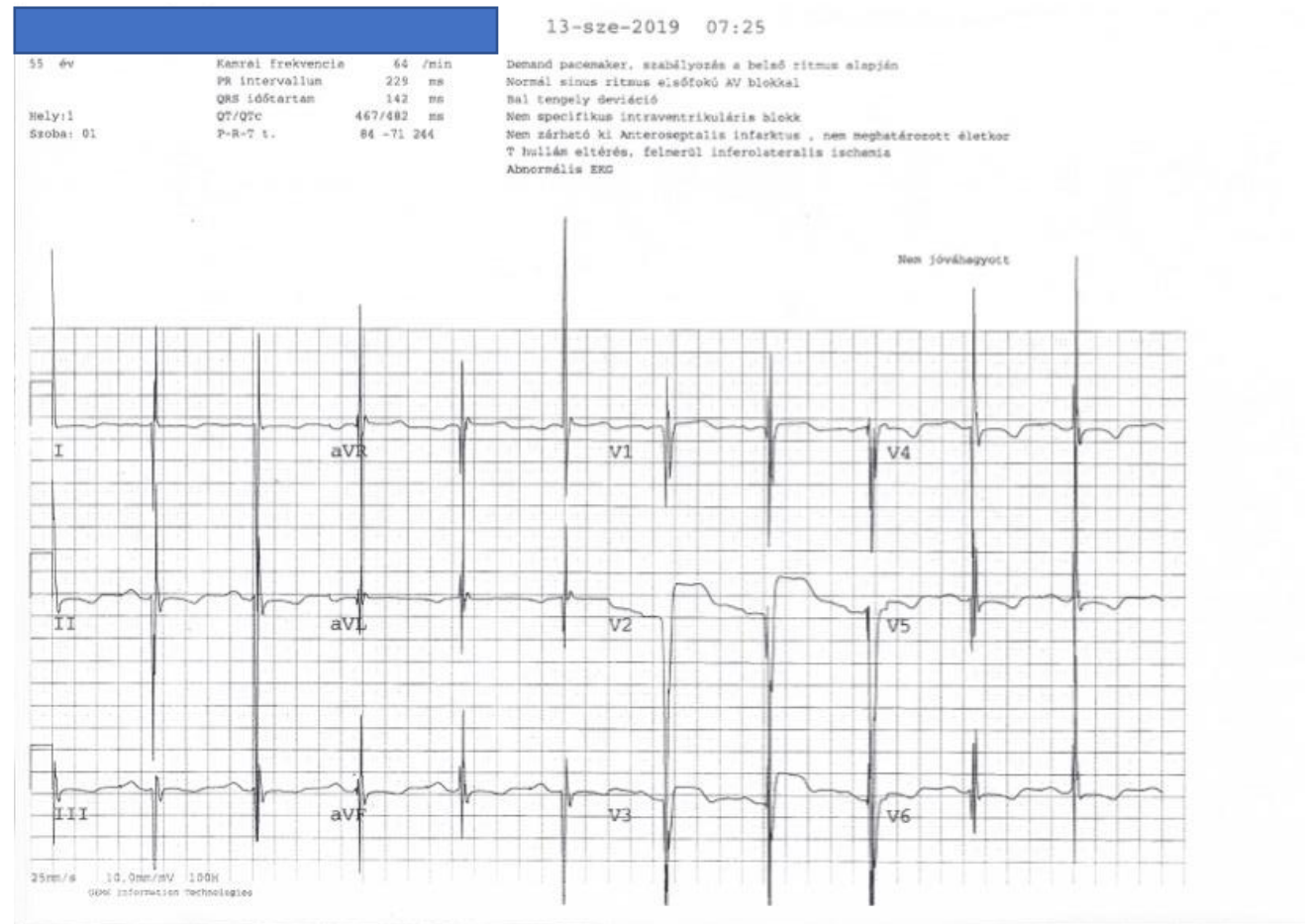


COMMENT:-



Cardiac contractility modulation

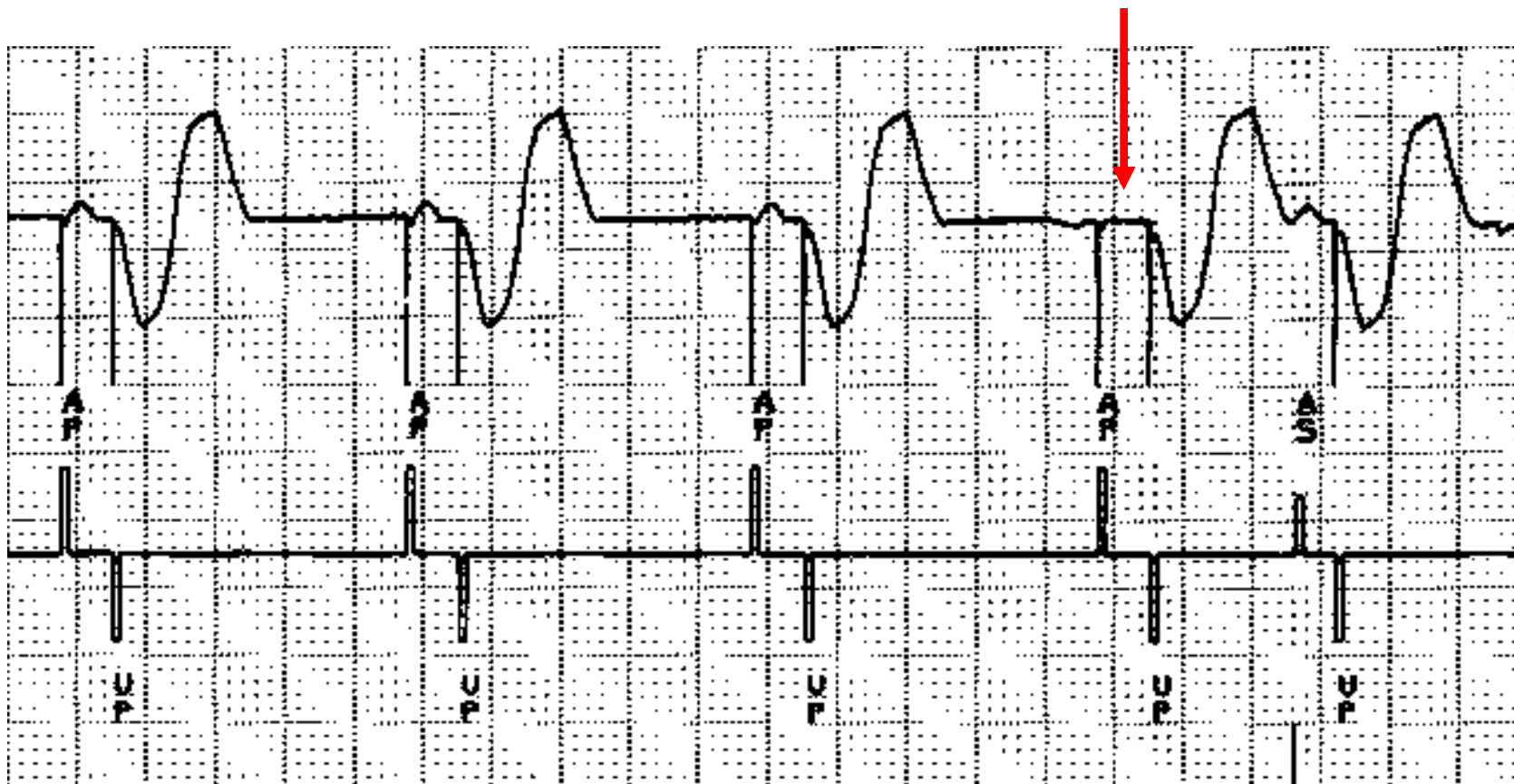
The electrodes in the right ventricle are placed on the ventricular septum at least 2 cm apart. In contrast to a pacemaker or a [defibrillator](#), the system is designed to modulate the strength of contraction of the heart muscle rather than the rhythm. [Cardiac Contractility Modulation](#) therapy is delivered at regular intervals throughout the day.



Recharging of the device is easily performed using a home-based charger system. The charger should be used on a weekly basis and charging sessions typically last about 40 – 60 minutes

PM működési zavarok

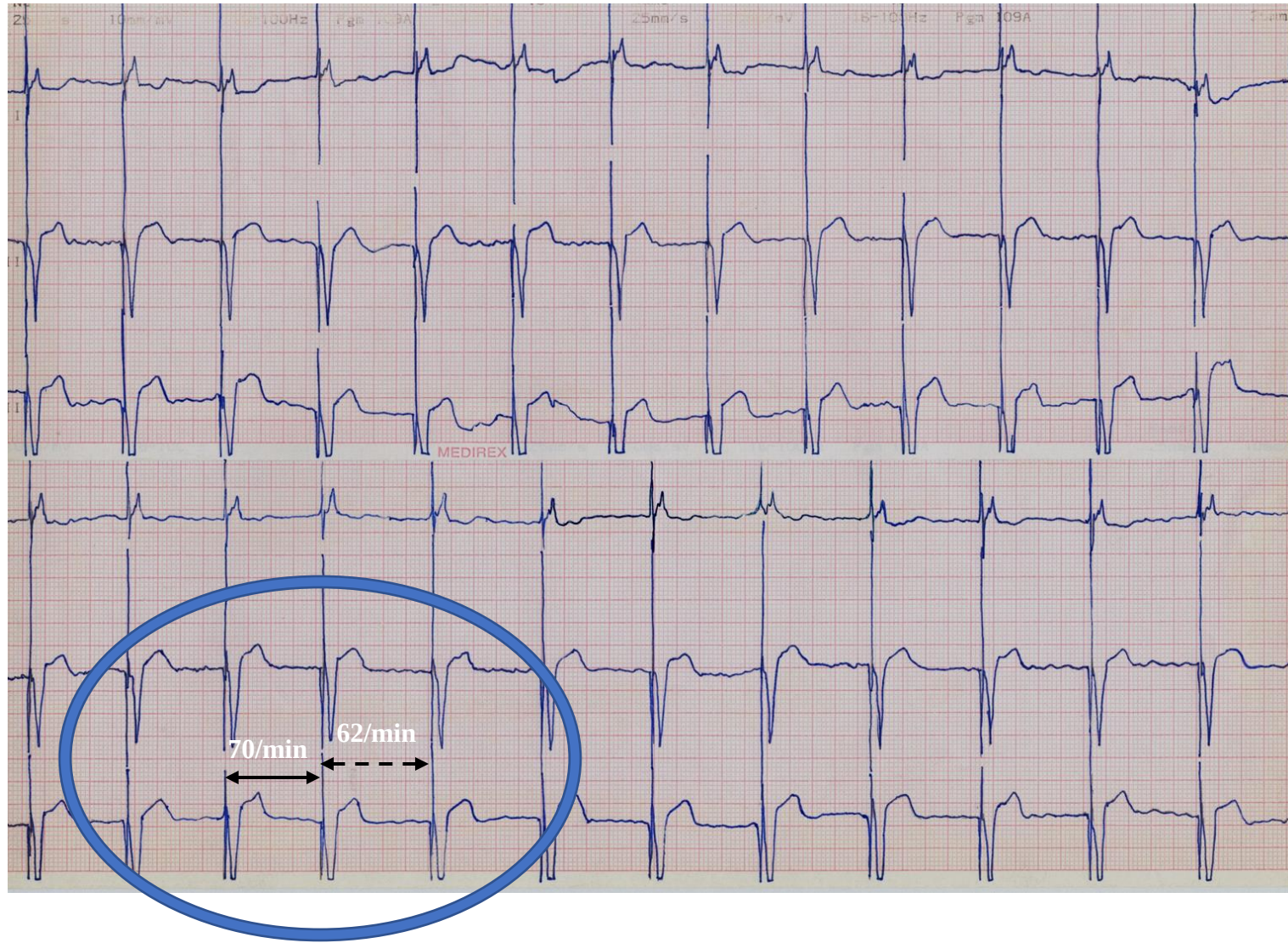
Loss of capture- pitvari exitblokk



KAMRAI EXIT BLOKK



Generátor kimerülés

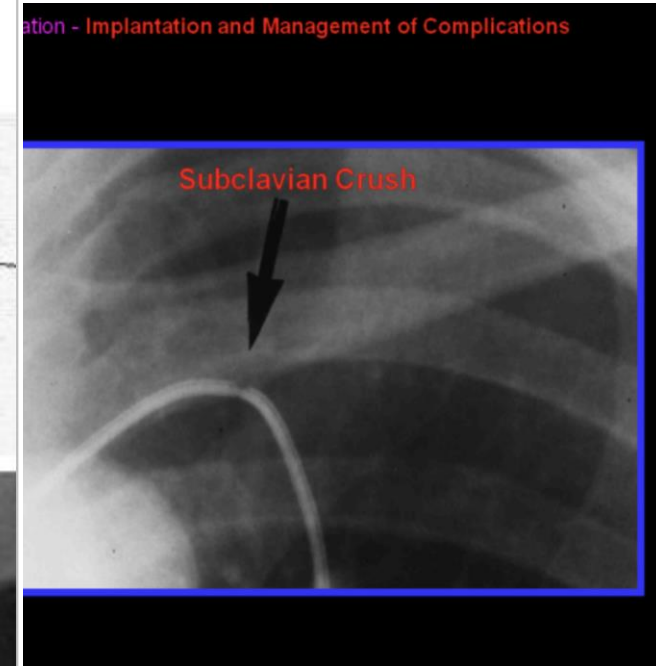
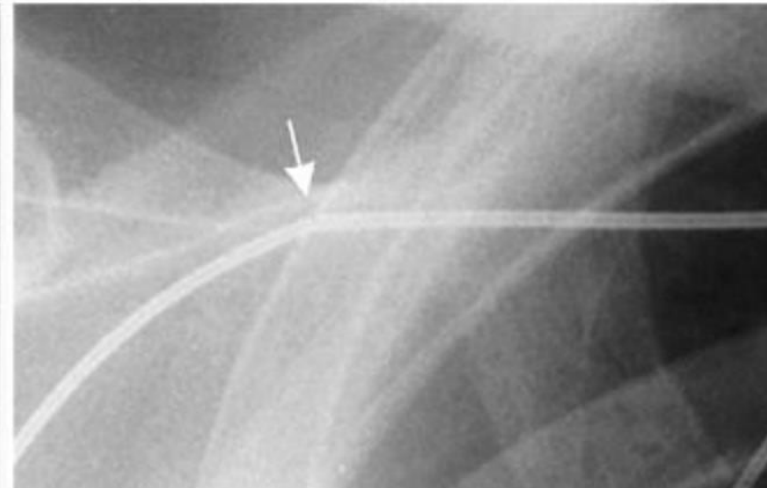
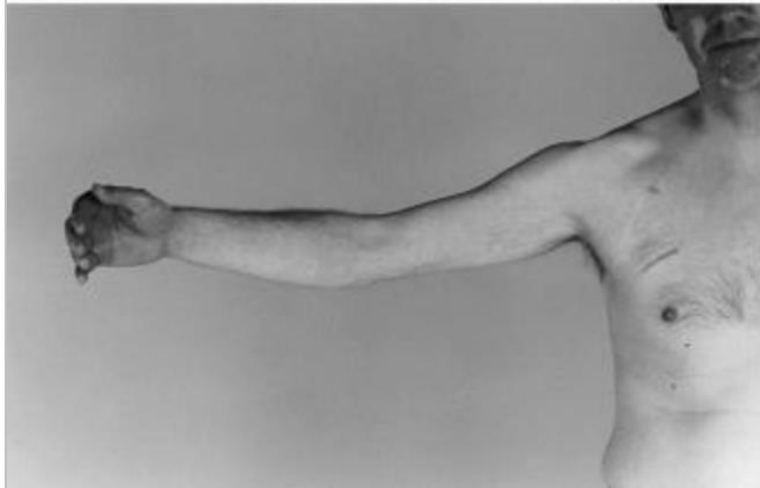
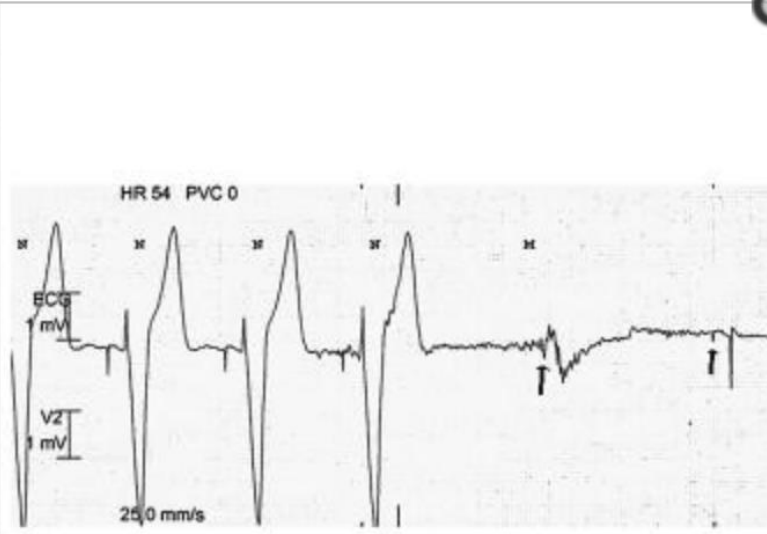


EKG: I-II-III , 25 mm/s, Folyamatos VVI PM üzem

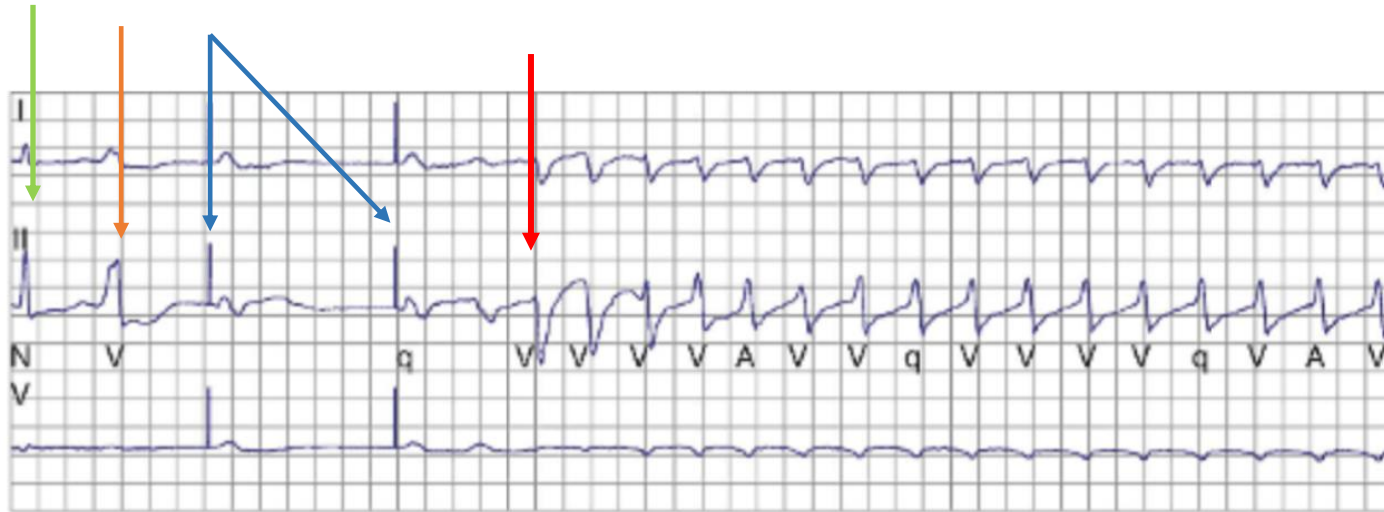
Mikrodiszlokáció



Elektród törés



Pacemaker indukálta tachikardia (PIT)



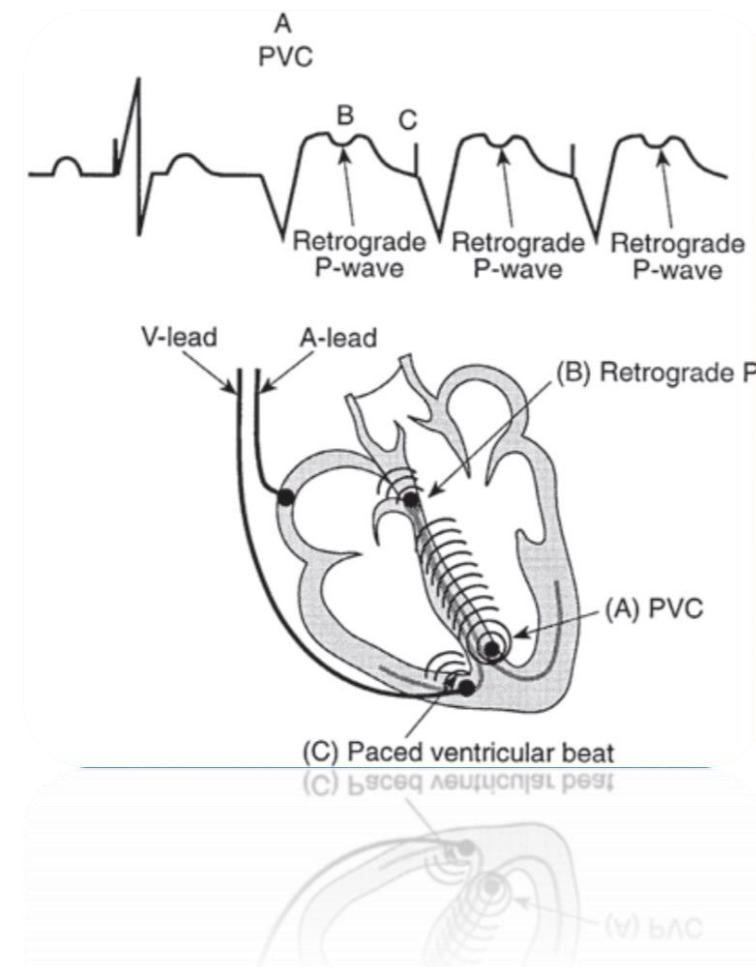
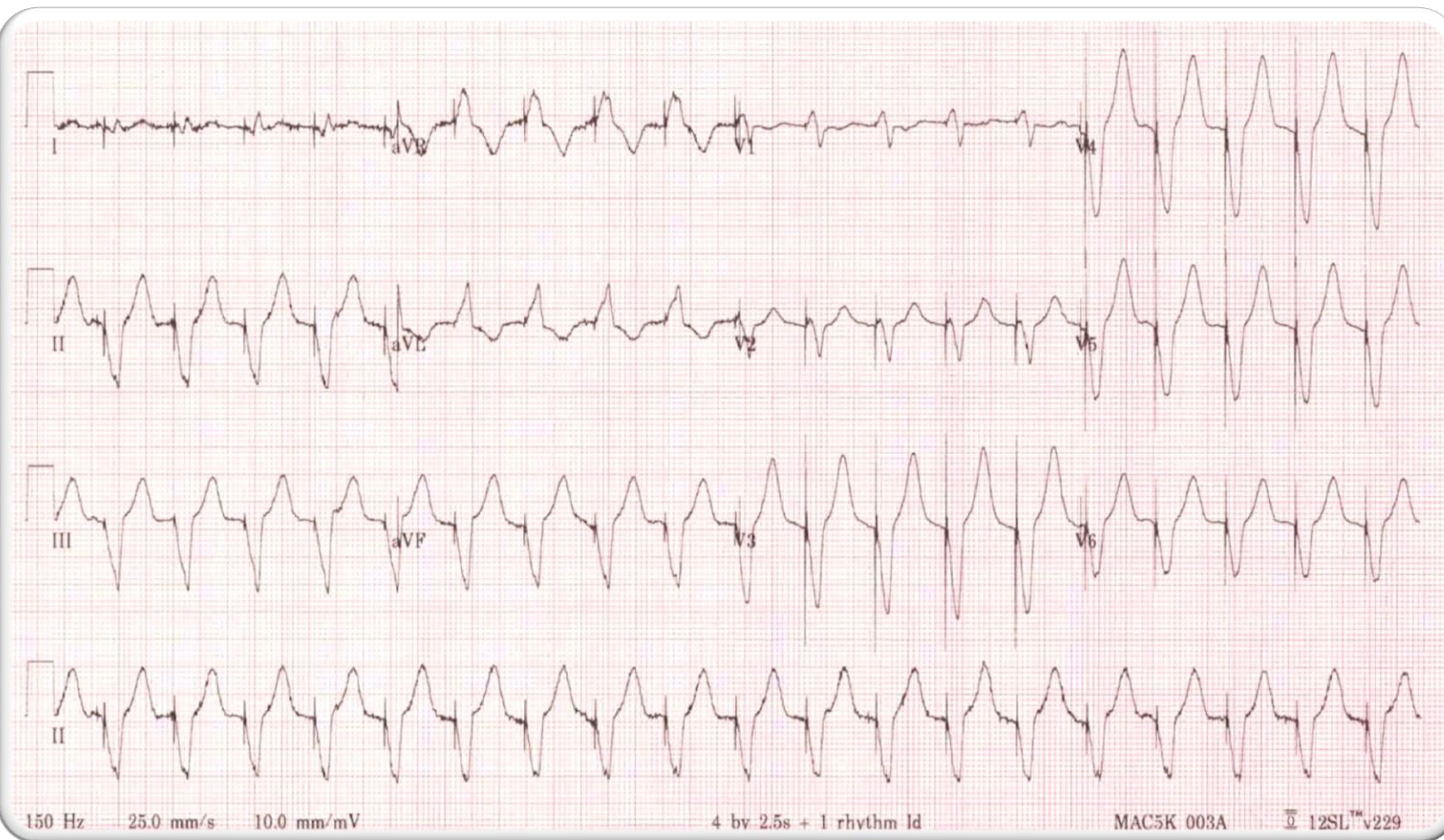
A

Normál QRS után a VES-t nem senseli az ICD , 2 backup bradycardia pace-t indít, ami VT-t indukál.



B

PMT



PVARP– ot kell megnyújtani, vagy
UTR-t állítani

PACEMAKER SYNDROMA

Pacemaker syndrome

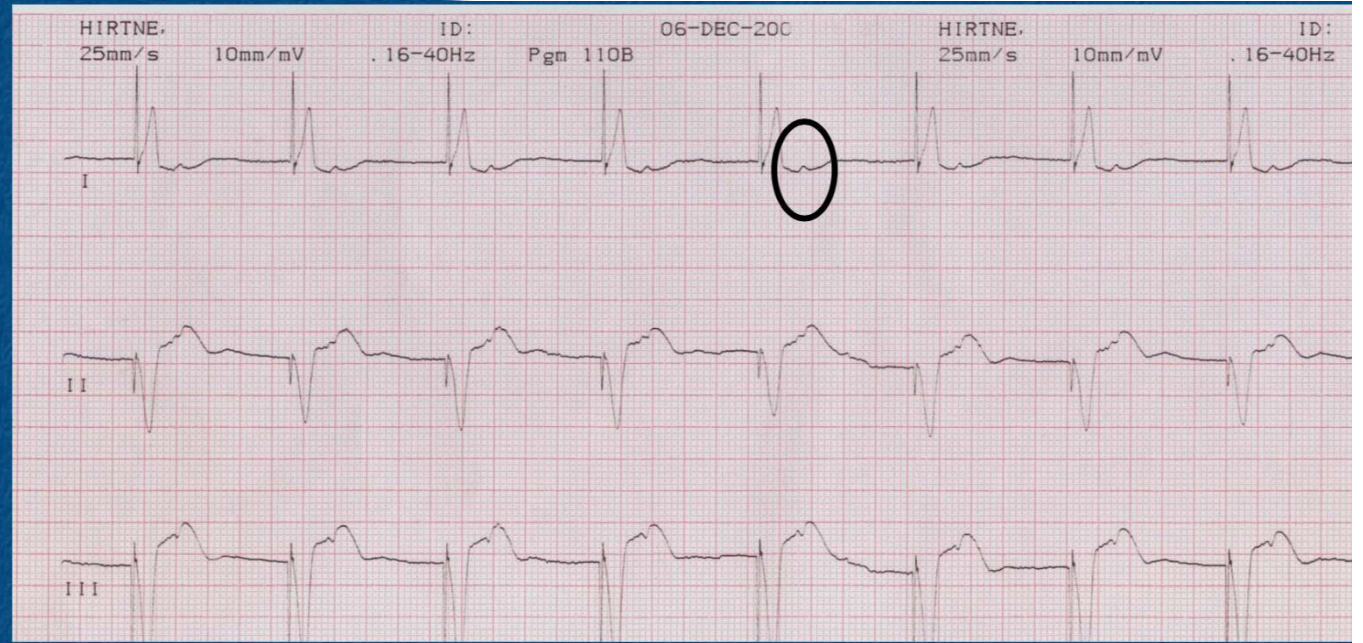
„Az AV synchronia elvesztése
következtében kialakuló kóros
hemodinamikai tünetek

„összessége”

Pacemaker syndrome

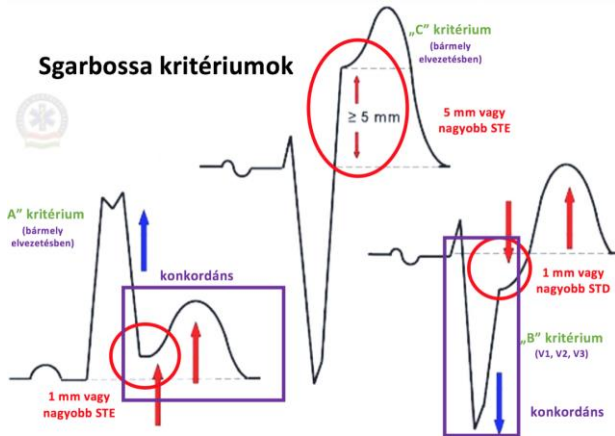
Tünetek:

- Szédülés, presyncope
- Mellkasi feszülés
- Fulladásérzés
- Nyaki pulzáció
- Nyugtalanság-félelem / rossz közérzet
- Gyengeség



Nagyon hosszú AVD (I. F. AVB – 300 ms felett) is okozhat PM syndrome szerű tüneteket!!

STEMI & pacemaker



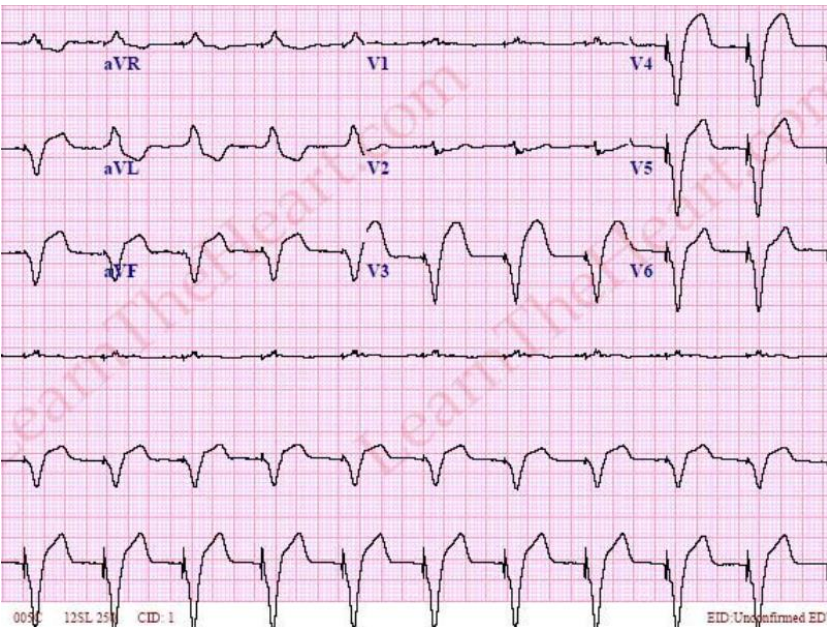
Sgarbossa kritériumok itt is érvényesek

A" kritérium: bármely elvezetésben a QRS kilengésével megegyező irányú (konkordáns) 1 mm-es, vagy annál nagyobb ST eleváció (5 pont)

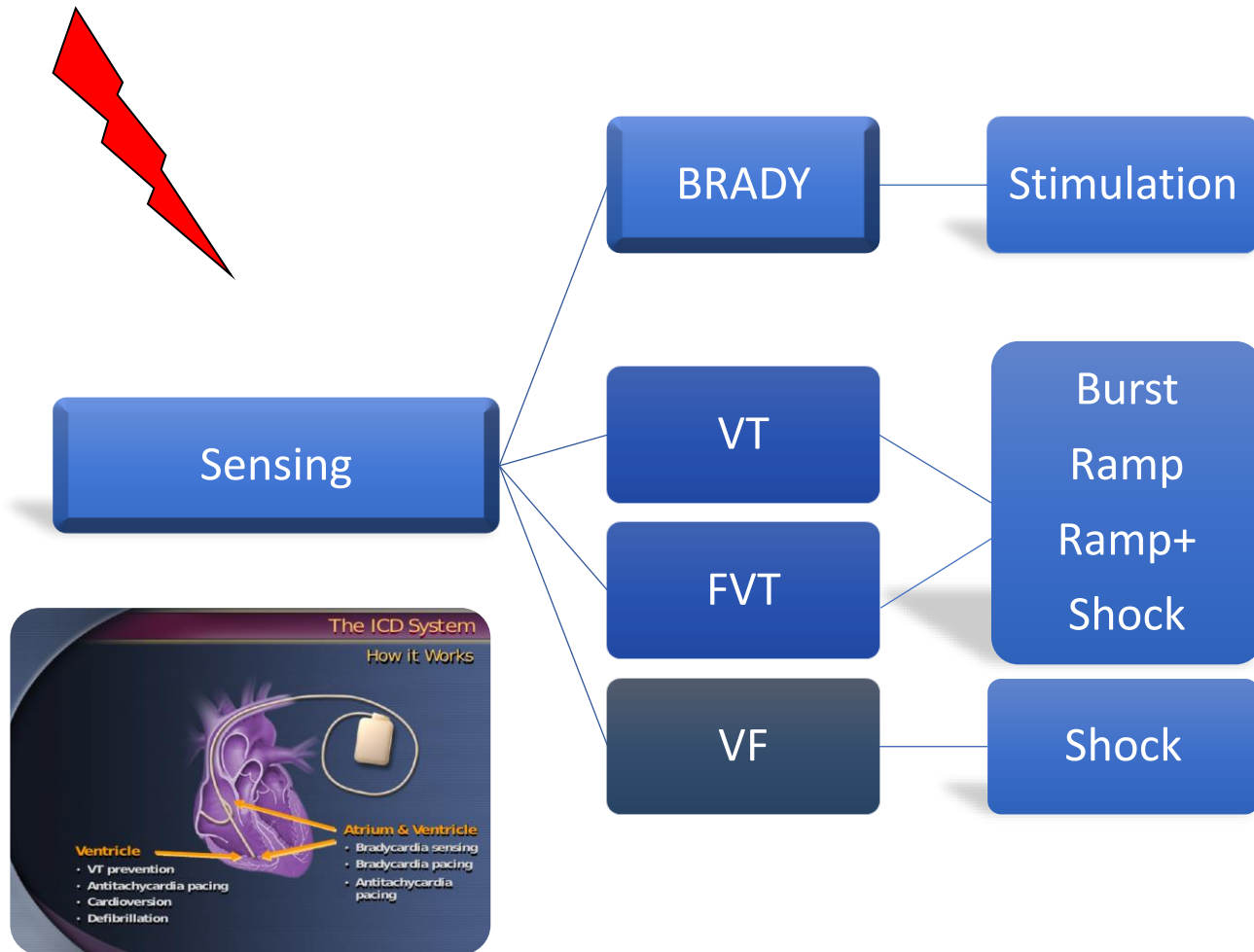
"B" kritérium: V1, V2 vagy V3-ban 1 mm-es, vagy annál nagyobb ST depresszió (3 pont)

"C" kritérium: bármely elvezetésben a QRS kilengésével ellentétes irányú (diszkordáns) 5 mm-es, vagy annál nagyobb ST eleváció (2 pont)

Amennyiben ≥ 3 pont észlelhető, úgy igen nagy specificitással jelezhető az akut MI.



Az ICD FUNKCIÓI

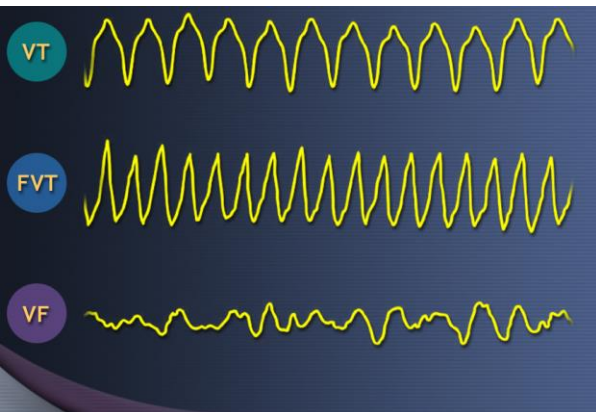


- Hagymányos pacemaker funkció
- Anti-tachycardia pancelés (ATP)
- kardioverzió
- Defibrilláció

Ventricular Blanking Periods

- A VBP-k lényegesek az azonos szívüregi (ventricularis) oversensing (R-wave double-counting) és az un. cross-chamber szignálok (pl. atrial pacing szignál) megelőzésében
- ICD-k esetén a blanking periódusok rövidek a biztonságos VF detekció miatt

VT/ VF DETEKCIÓ ALAPJAI



- A készülék a senselt szignál alapján állapítja meg az arrhythmia meglétét
- A tachycardia detekció alapja a **frekvencia és az időtartam**
- Tachycardia epizód detekció megtörténik, ha bizonyos százaléka (70-80%) az intervallumoknak kimeríti a beprogramozott frekvencia kritériumot
- A megfelelő detekció beállítását segítő funkciók:
 - Rate cut off
 - Detekciós intervallum (Duration)
 - Fejlett sensing funkciók
 - Intervallum Discriminatorok (Sudden Onset, Stability, Speciális algoritmusok)
 - Morphológiai discriminatorok

SVT diszkriminátorok

Feladatuk, hogy biztonsággal elkülöníthetők legyenek a supraventricularis ritmuszavarok, ezáltal megakadályozva az inappropriate terápiát

1. DISCRIMINATION IN SINGLE CHAMBER ICD

- Onset
- Stability
- Wavelet

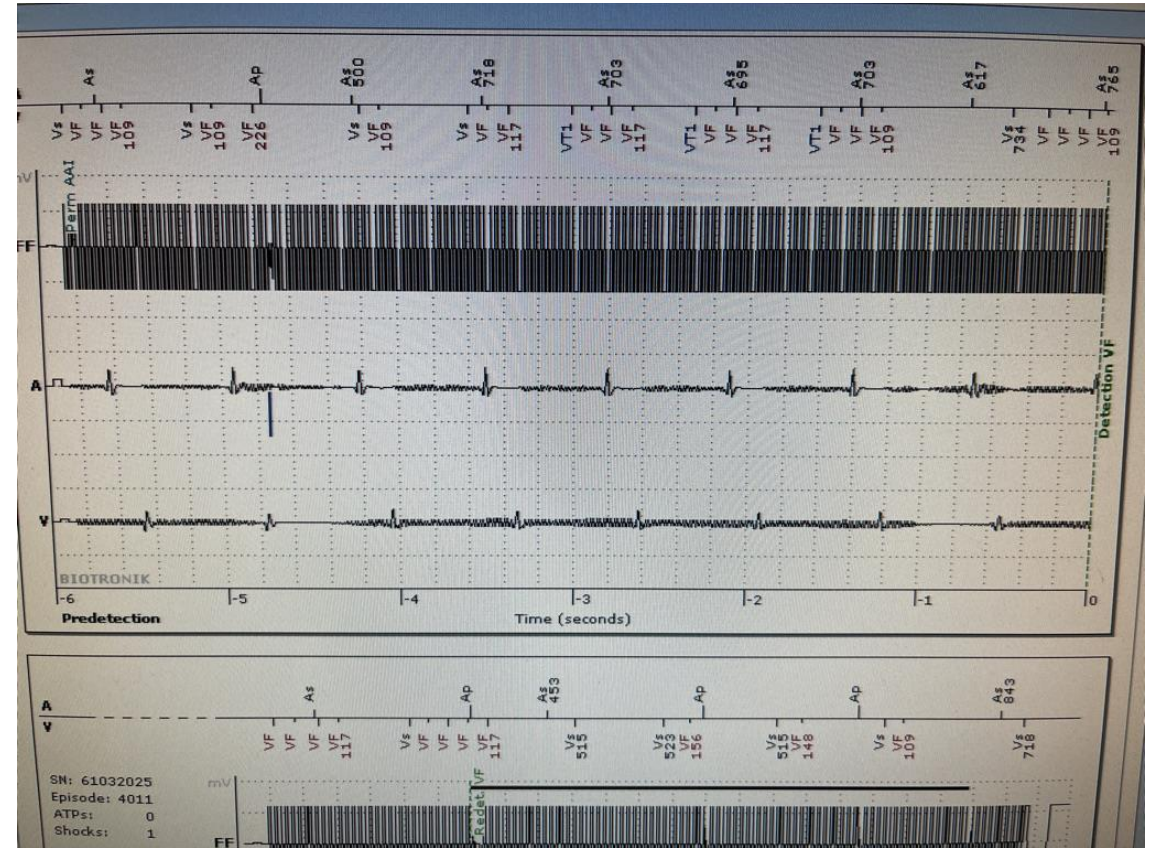
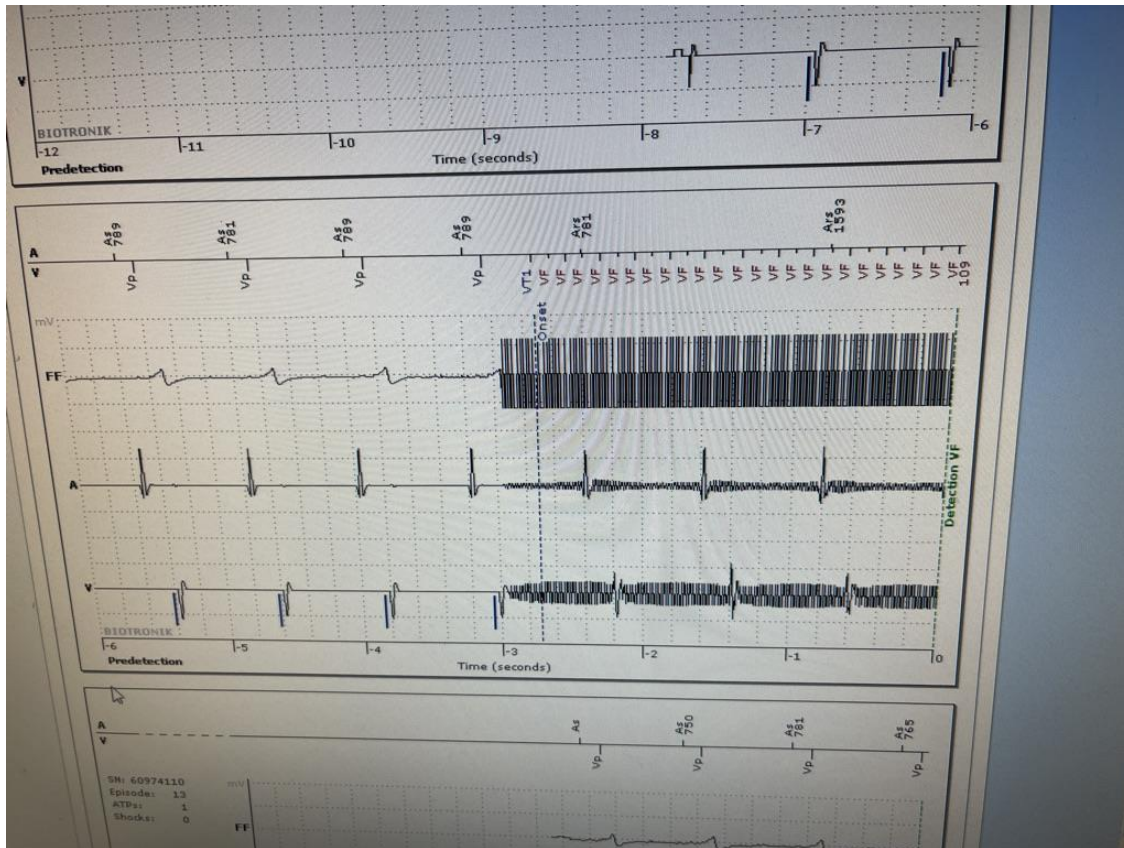
2. DISCRIMINATION IN DUAL-TRIPLE-CHAMBER ICD

- Pattern
- AF Detection
- Far-field R wave detection
- AV Dissociation
- Ventricular regularity

3. DISCRIMINATION SMART SHOCK

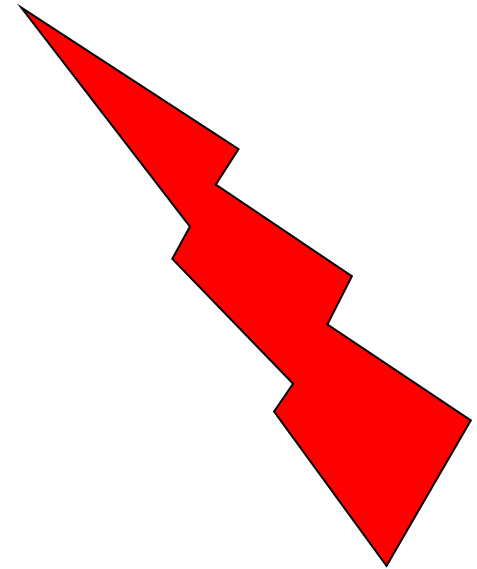
- Combined PR Logic and Wavelet
- Confirmation +

EMI (Elektro-Magnetikus Interferencia) okozta inappropriate sokk



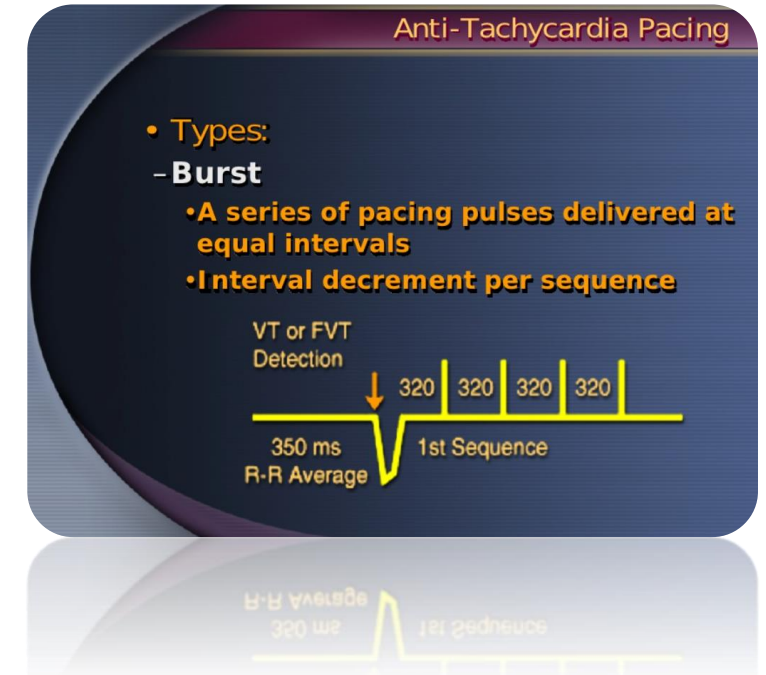
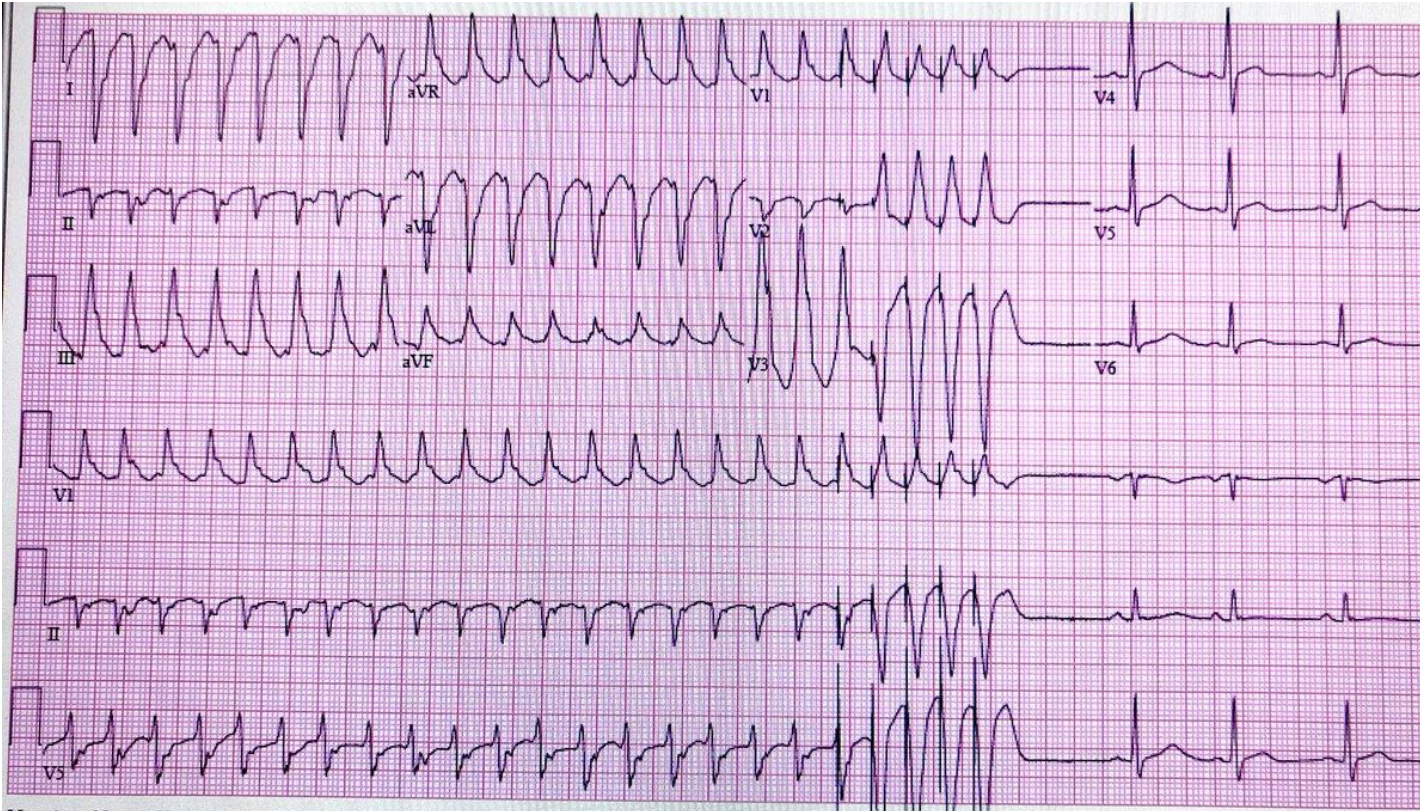
Az ICD Terápiás lehetőségei

- Anti-tachycardia pacing
- Kardioverzió
- Defibrilláció

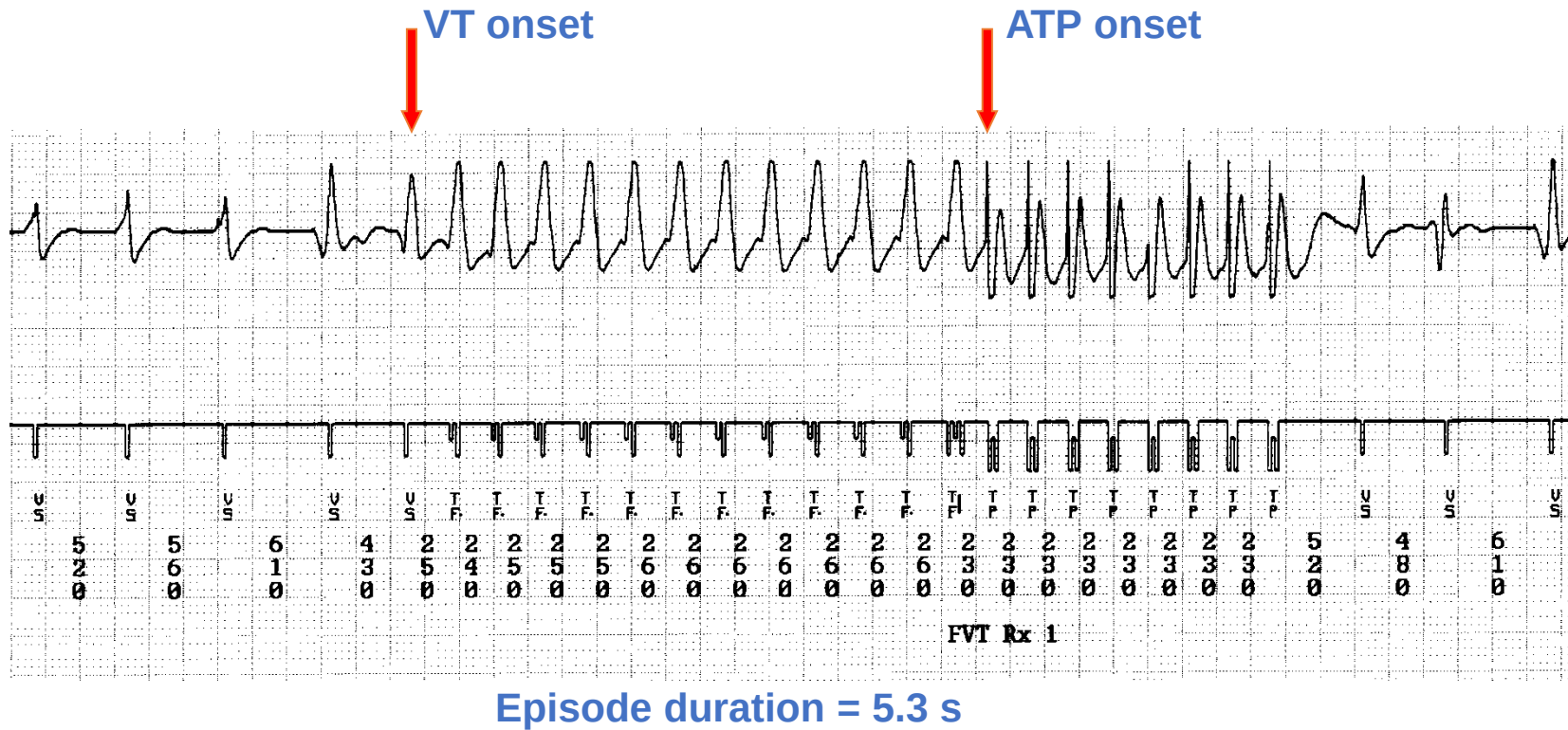


ATP terápia - BURST

- Azonos ciklusidejű gyors ingerlés (a detektált ciklusidőnél rövidebbel kezdi a készülék)
- A következő sorozatban (ha sikertelen volt az ATP) csökkenti a ciklusidőt (pl: 10 ms-mal)



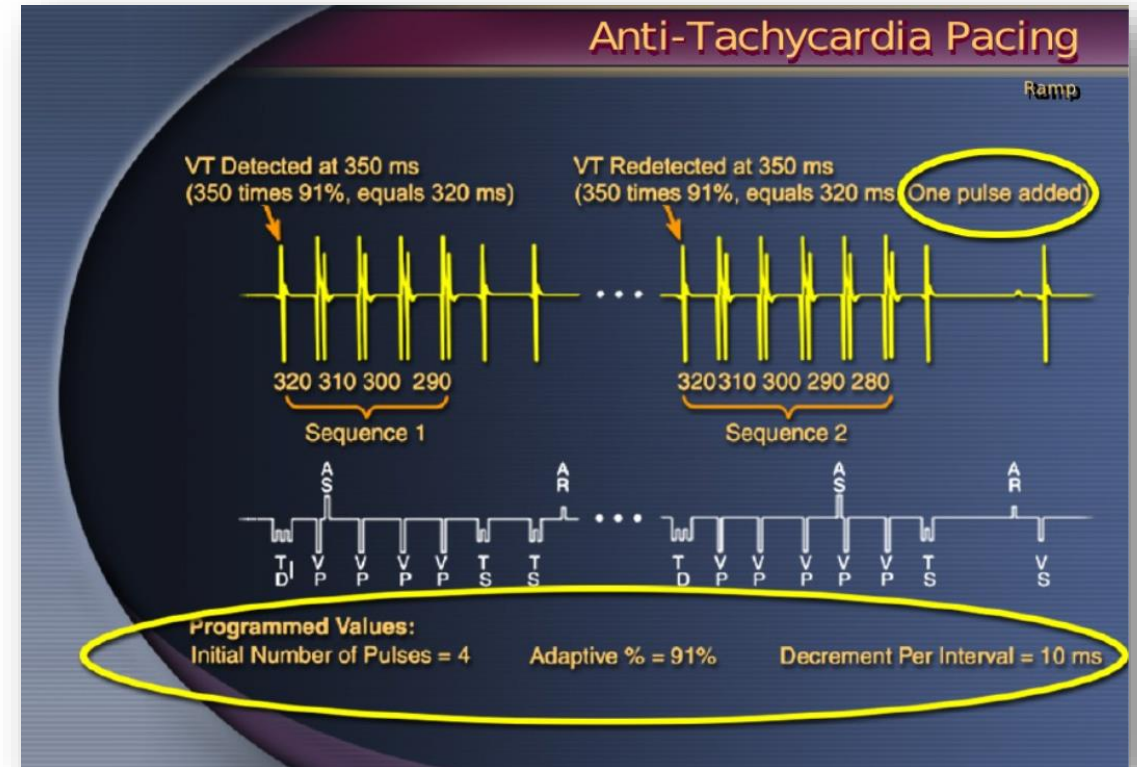
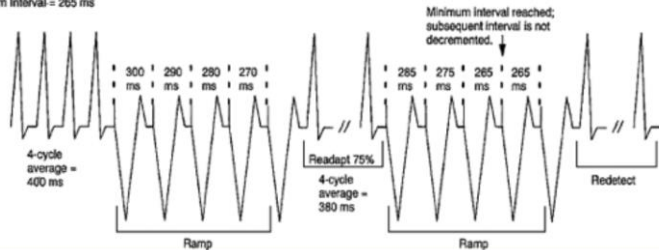
ATP Terápia- Burst



ATP terápia- RAMP

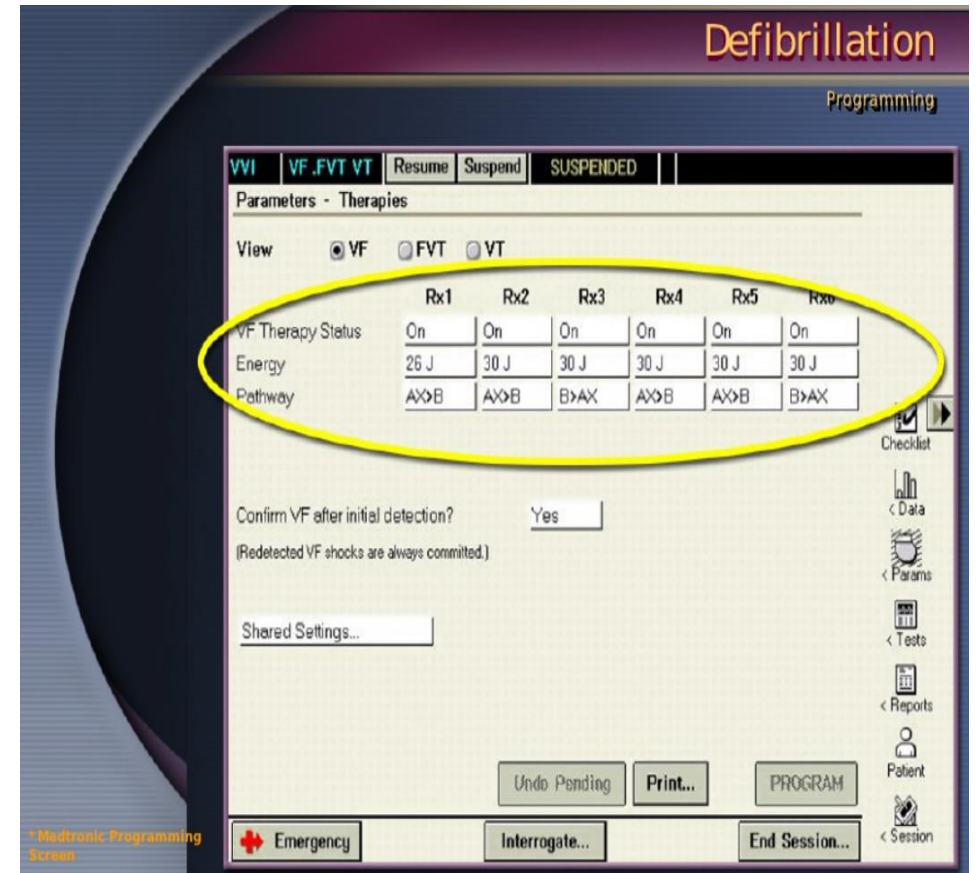
- Csökkenő ciklusidejű ingerlés egy sorozaton belül
- Amennyiben FVT áll fenn ($CL < 300$ ms alatt), akkor a burst előnyösebb, kisebb az esélye a ritmuszavar frekvencia gyorsulásának, magasabb a sikerarány is !

Burst Cycle Length = 75%
Ramp Decrement (R-R Within Burst) = 10 ms
Scan Decrement (R-R Between Bursts) = 0 ms
C.I. Decrement = 0 ms
Minimum Interval = 265 ms



Cardioverzió - Defibrilláció

- VT zónában szinkronizálni próbál az R hullámhoz
- VF zónában nem szinkronizál



ICD sokk

CT néha nagyon hosszú időnek tűnik!



1. Eset megbeszélés

1. Syncope 30 perccel a PM beültetés után. Mi a probléma?



- a. A pitvari elektród a kamrába dislokálódott
- b. kamrai drót a pitvarba diszlokálódott
- c. Elektród csere a generátor konnektorban
- d. Kamrai oversensing



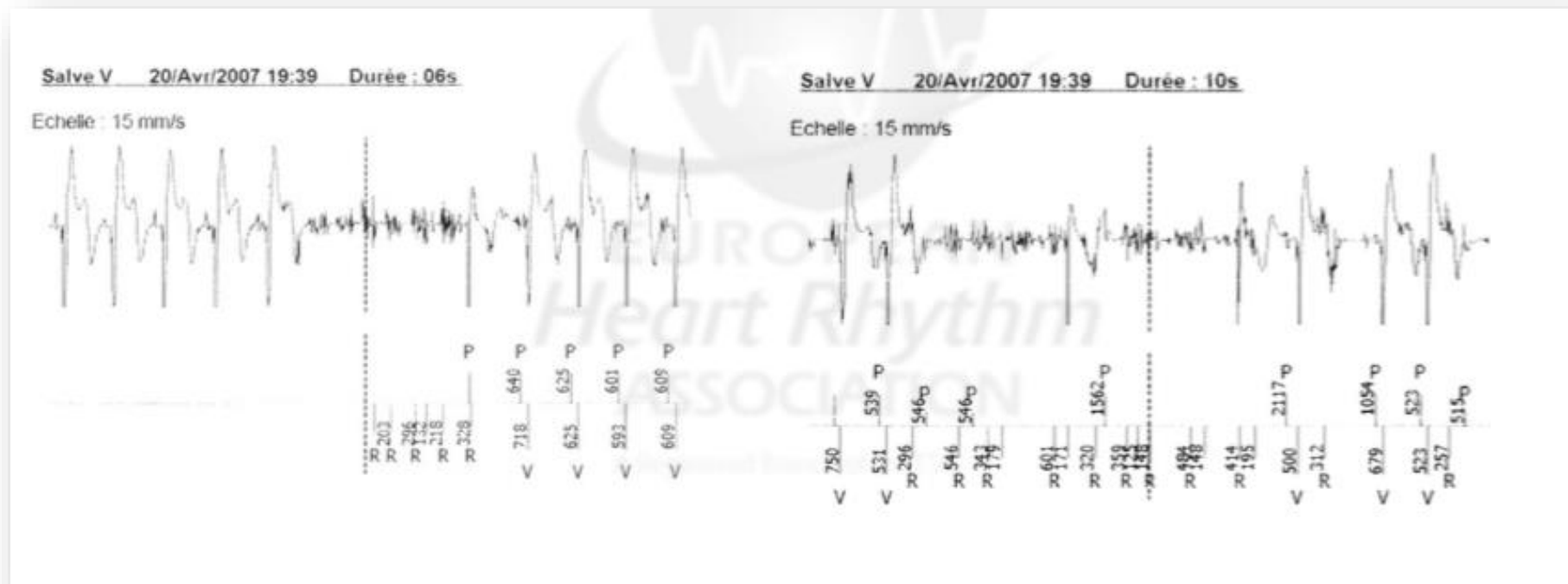
Magyarázat: Nincs aktivált P hullám, az első spike kamrai ingerlést végez, a második spike a QRS -ben. A két spike közötti távolság konstans (megfelel a beállított AV delay-nek). Időnként csak spontán P hullámok , kamrai aktivitás és spike nélkül.

Ennek mi az oka?

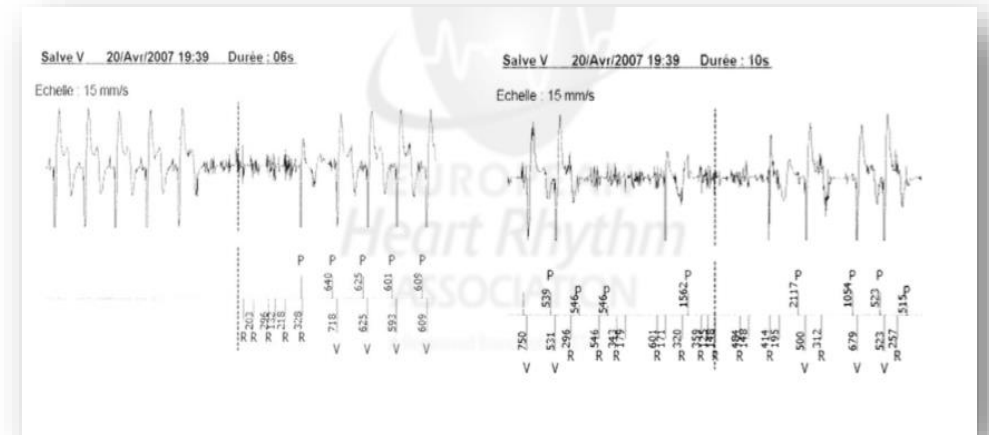
- 1.- A kamrai drót senseli a pitvari aktivitást
- 2.- A senselt aktivitás magasabb frekvenciájú a beállított frekvenciánál, ezért mindkét csatorna blokkolva van, nem lesz pacemaker aktivitás- collapsus!!

2. Eset megbeszélés

- **83 éves beteg, SR, III.f AVB, PM dependens. Vásárlás után a csomag cipelés közben eszméletvesztés:**



- a. Myopotenciál oversensing
- b. Elektród törés
- c. Pitvarfibrilláció
- d. Kamrai elektród diszlokáció



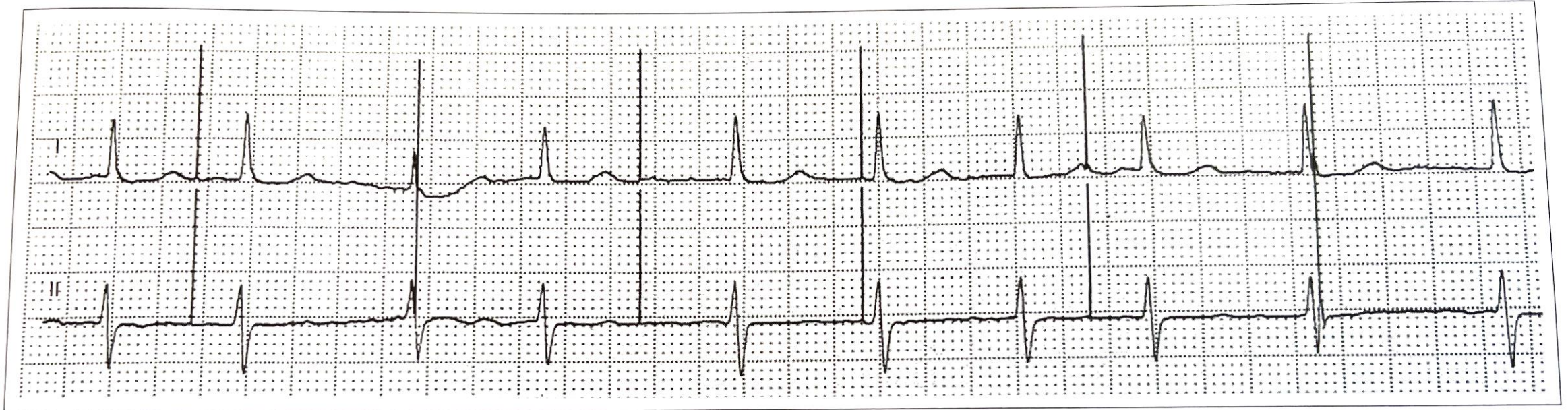
-A regisztrátum elején és végén normál DDD ritmus, ciklusidő 600 ms körül. Közben PM tevékenység nincs, oversensing látható.

"Prayer manoeuvre"



Question

Figure 2.1 ECG recorded at admission

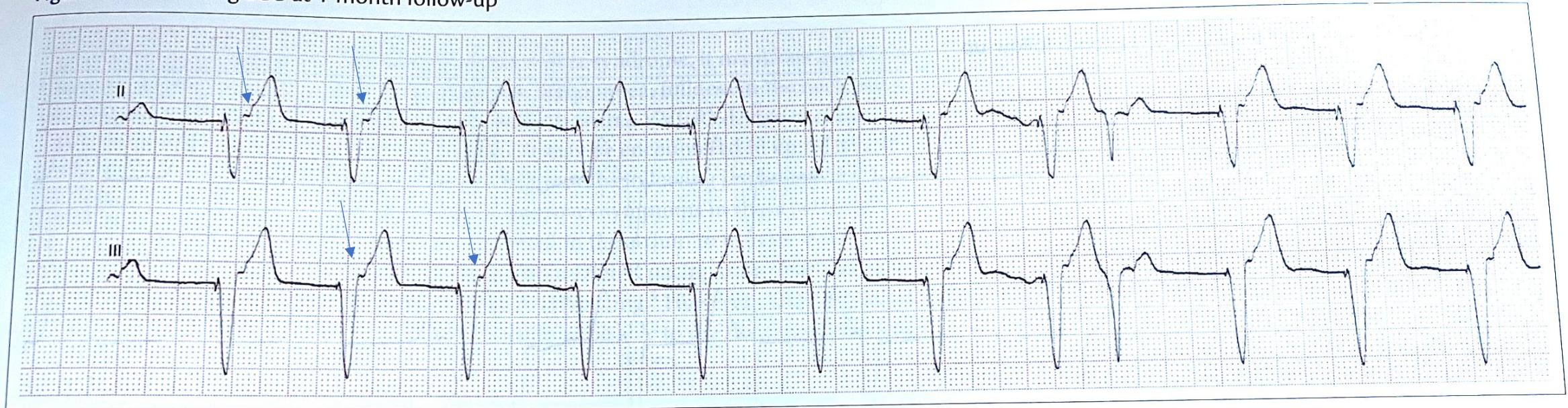


What do you observe?

- A Ventricular undersensing
- B Ventricular oversensing
- C Ventricular non-pacing
- D Both A and C are correct

Question

Figure 4.1 Presenting ECG at 1-month follow-up



What is the cause of the patient's symptoms?

- A Pacemaker syndrome
- B Inadequate rate response
- C AF
- D Ventricular systolic dysfunction

Köszönöm a figyelmet!