

Was man über Herzschrittmacher wissen sollte



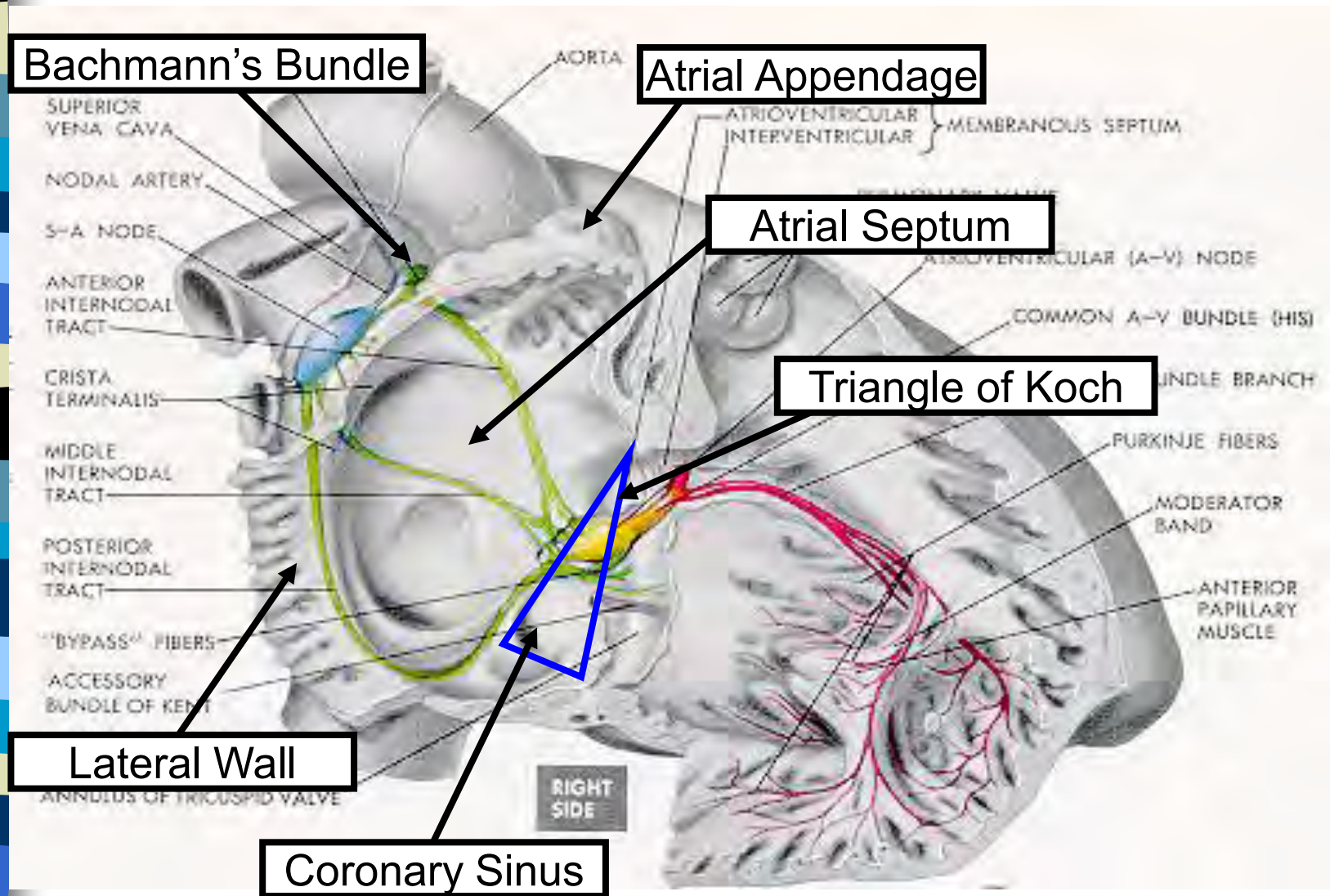
ein Basic round up

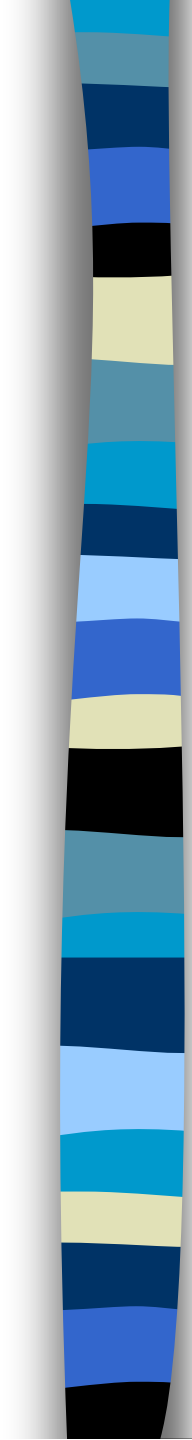
M. Anelli-Monti

Klinische Abteilung für Herzchirurgie Graz

Turnusärzte/innen Weiterbildung 5.3.2013

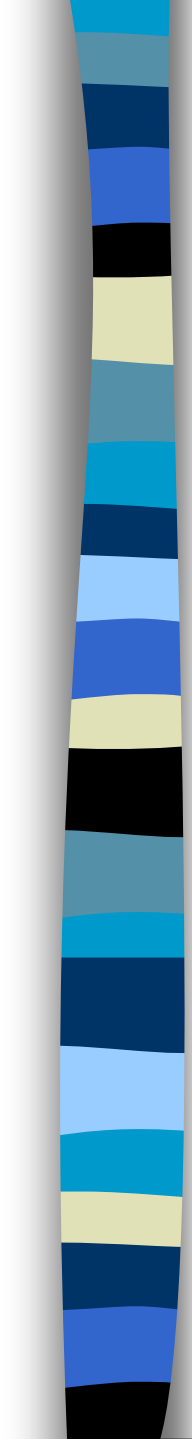
Anatomie des Reizleitungsystems





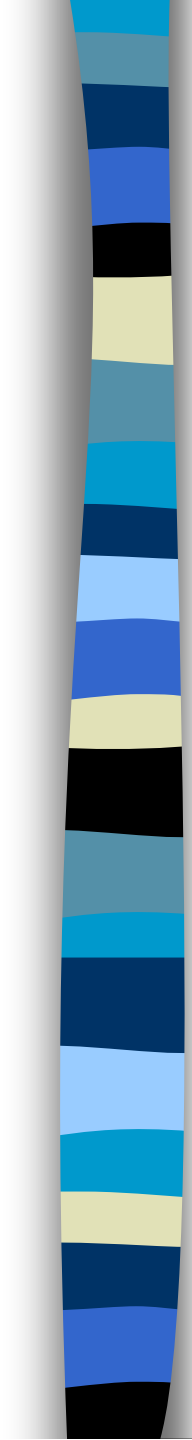
Herzrhythmus

- Sinusrhythmus : 60 – 100 Schläge/min
- Tachycardie : über 100 Schläge/min
- Bradycardie : unter 60 Schläge/min
- Vorhofflimmern: unregelmäßiger Puls durch unregelte Erregung im Vorhof



Allgemeine Richtlinien zur Schrittmachertherapie

- Implantation eines antibradycarden Herzschrittmachers ist bei **symptomatischen Bradycardien** indiziert
- Kausaler Zusammenhang mit dokumentierter Rhythmusstörung (Holter EKG) wichtig
- reversible Ursachen müssen ausgeschlossen werden (Krankheiten, Medikamente)



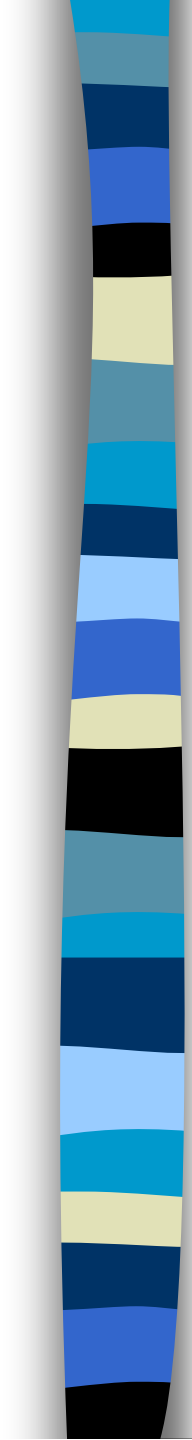
SM Indikationen

bradykarde Rhythmusstörungen

- SSS
- VHFA
- AV- Block
- Reflexsykopen,(Karotissinussyndrom,
- Vasovagale Synkopen)

Elektrische Herzinsuffizienztherapie

- CRT-Systeme

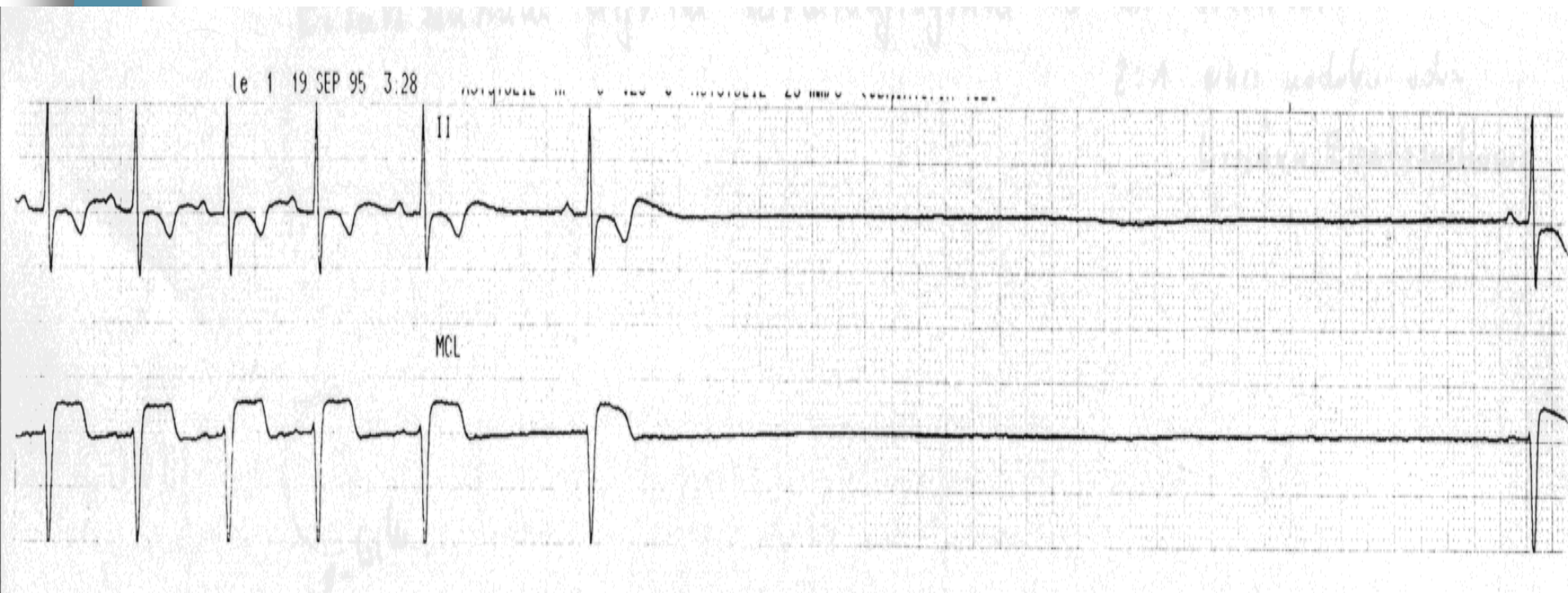


SSS

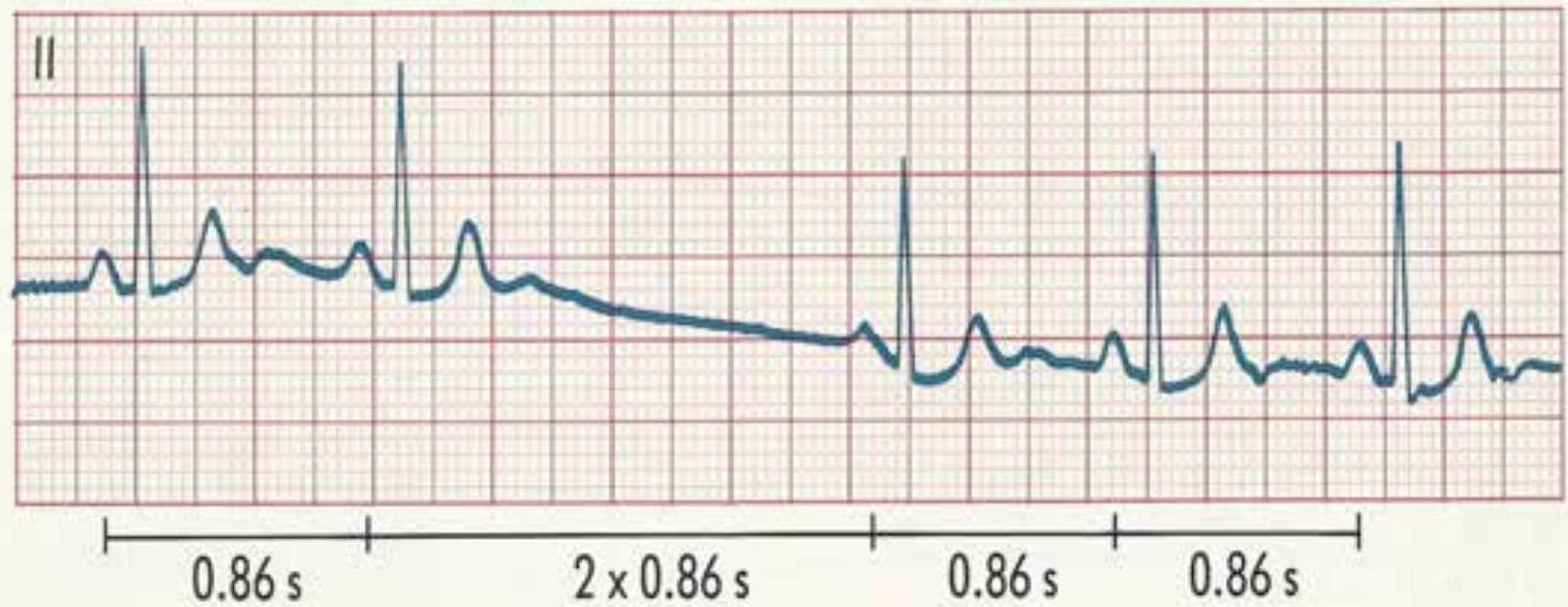
Syndrom des kranken Sinusknotens

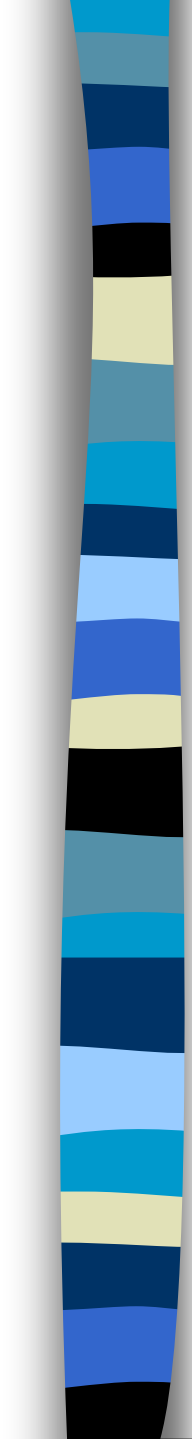
- **Sinusbradykardie** unter 50/min
- **Sinusalrest** , Pausen über 3 Sek.
- **Sinuatrialer Block**
- **Brady – Tachysyndrom** :
Abwechselnd Sinusbradykardien und Auftreten von Vorhoftachykardien, regelmäßig oder im Sinne von VHFA, damit Gefahr von Embolien.
- **Chronotrope Inkompetenz**
fehlender Frequenzanstieg bei Belastung
< 100/ min oder unter 85 % des Sollwertes

Sinusarrest



Sinuatrialer Block II

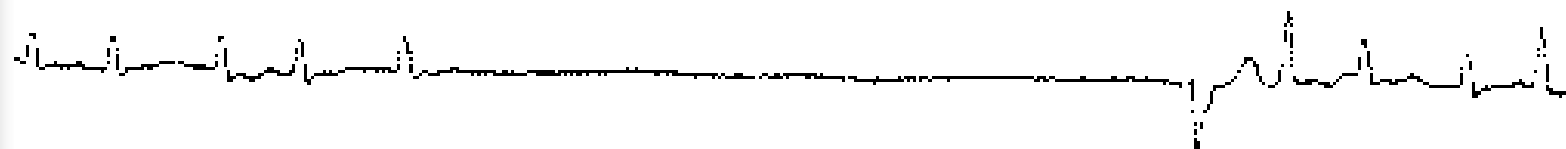
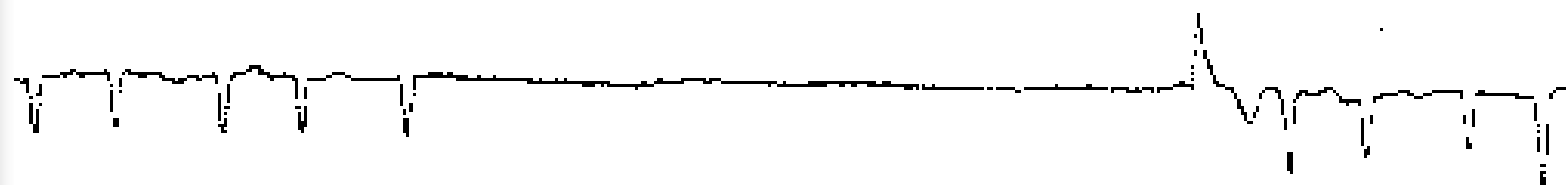
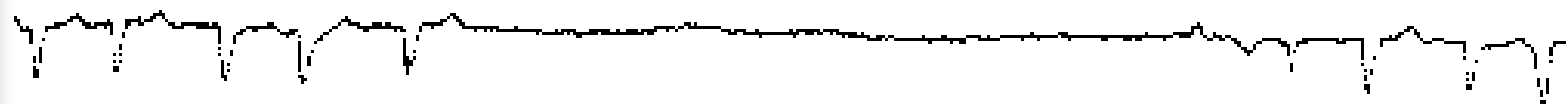




SM – Indikation bei Vorhofflimmern

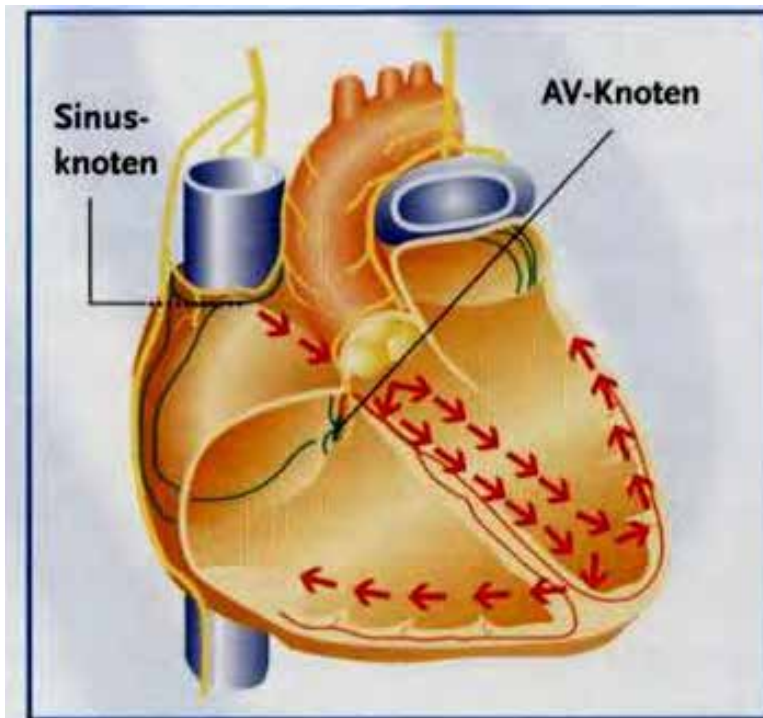
- **Indikation gegeben : (Klasse I)**
 - langsame Kammerfrequenz und lange Pausen > 3 sec mit gesicherter Symptomatik
- **relative Indikation : (Klasse II)**
 - langsame Kammerfrequenz ($< 40/\text{min}$)
lange Pausen (3-4 sec) mit vermuteten Zusammenhang zur Symptomatik
- **keine Indikation : (Klasse III)**
 - asymptomatische Patienten mit Frequenzen $< 40/\text{min}$ und einzelnen Pausen > 3 sec

HR 136/min

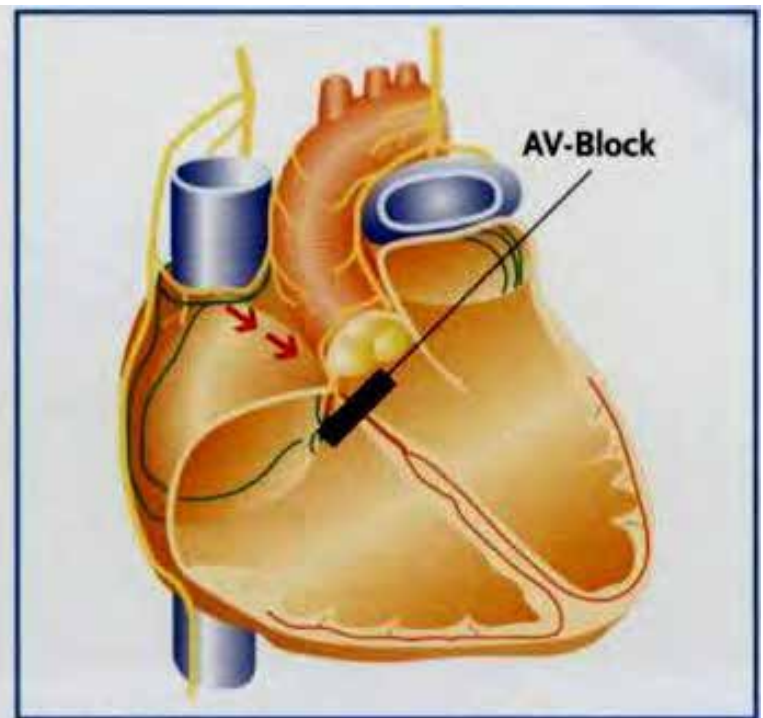


US.1 (1)

AV - Block

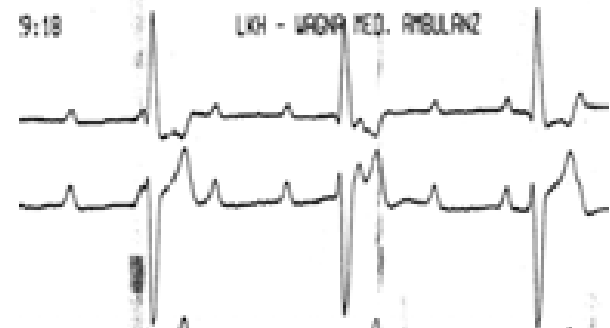


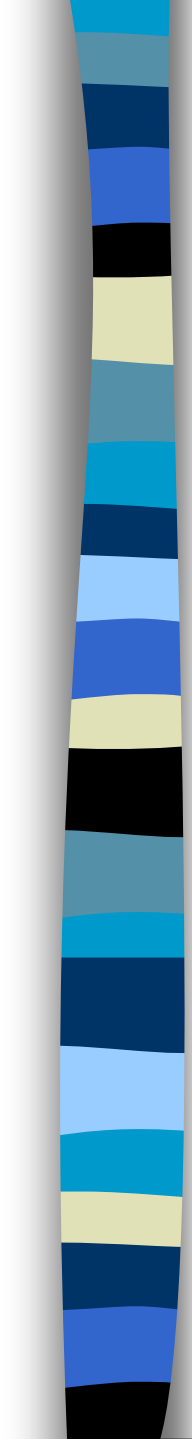
Normales Reizleitungssystem



Gestörtes Reizleitungssystem

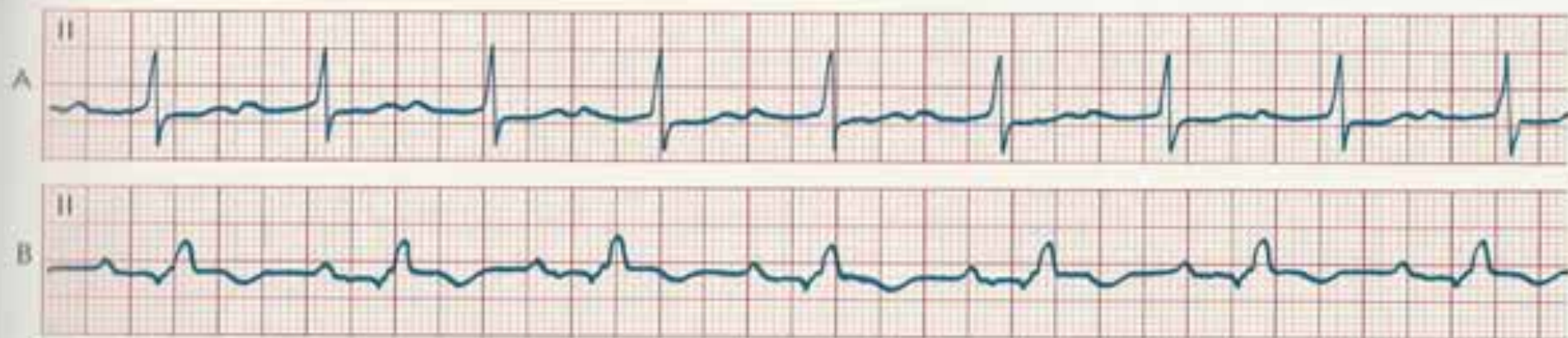
Das Herz schlägt in einem langsamen Rhythmus der Kammern.





AV-Blockierungen

- AV-Block I. Grades (PQ Zeit > 0.2 msec)
- AV-Block II. Grades
 - Typ I Wenckebach (liegt im AV - Knoten, PQ Zeit vor ausfallender Leitung länger als danach)
 - Typ II Mobitz (2:1, 3:1, infranodal , PQ-Zeit bei geleiteten Schlägen immer gleich ! -- SM-Indikation !!)
- AV-Block III. Grades (fehlende Überleitung in den Ventrikel, nodal oder infranodal))



1 First degree AV block associated with (A) normal intraventricular conduction and (B) bundle branch block

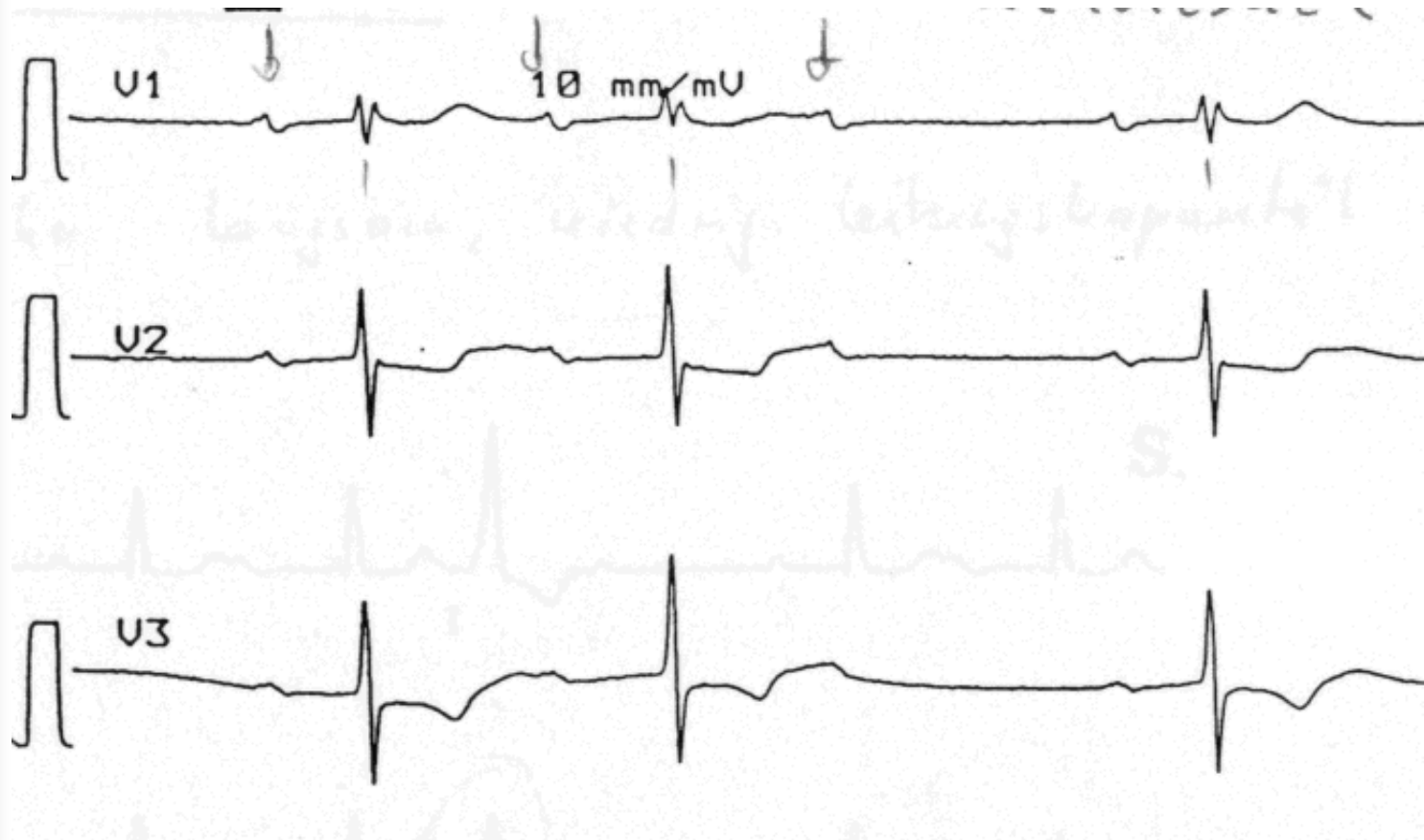


2 Second degree AV block (A) Mobitz type I (5:4 conduction) associated with normal intraventricular conduction and (B) Mobitz type II with bundle branch block



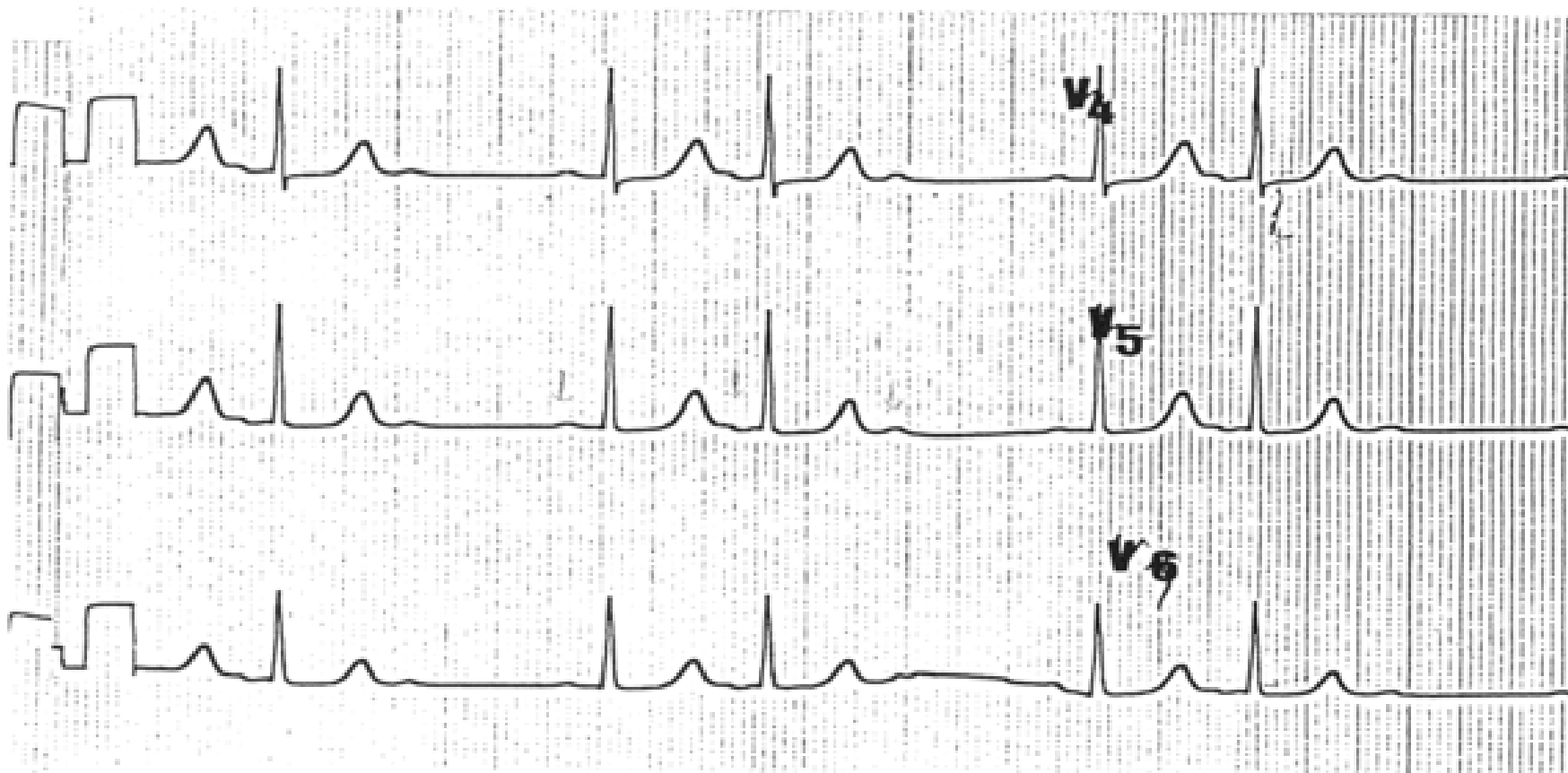
3 Third degree AV block with (A) AV nodal escape rhythm and (B) ventricular escape rhythm

AV-Block II Wenckebach nodal



AV Block II Mobitz

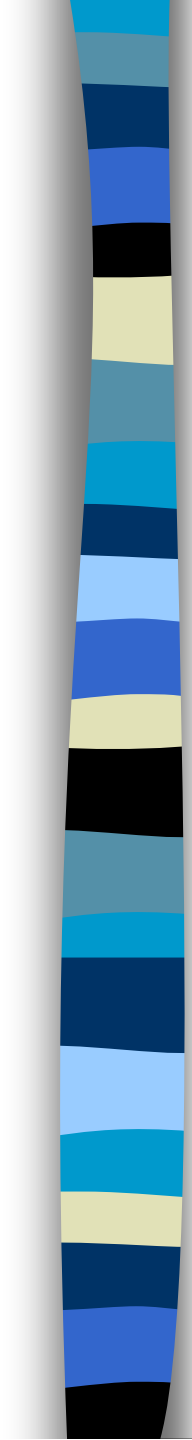
infranodal



SM Indikation bei AV-Block



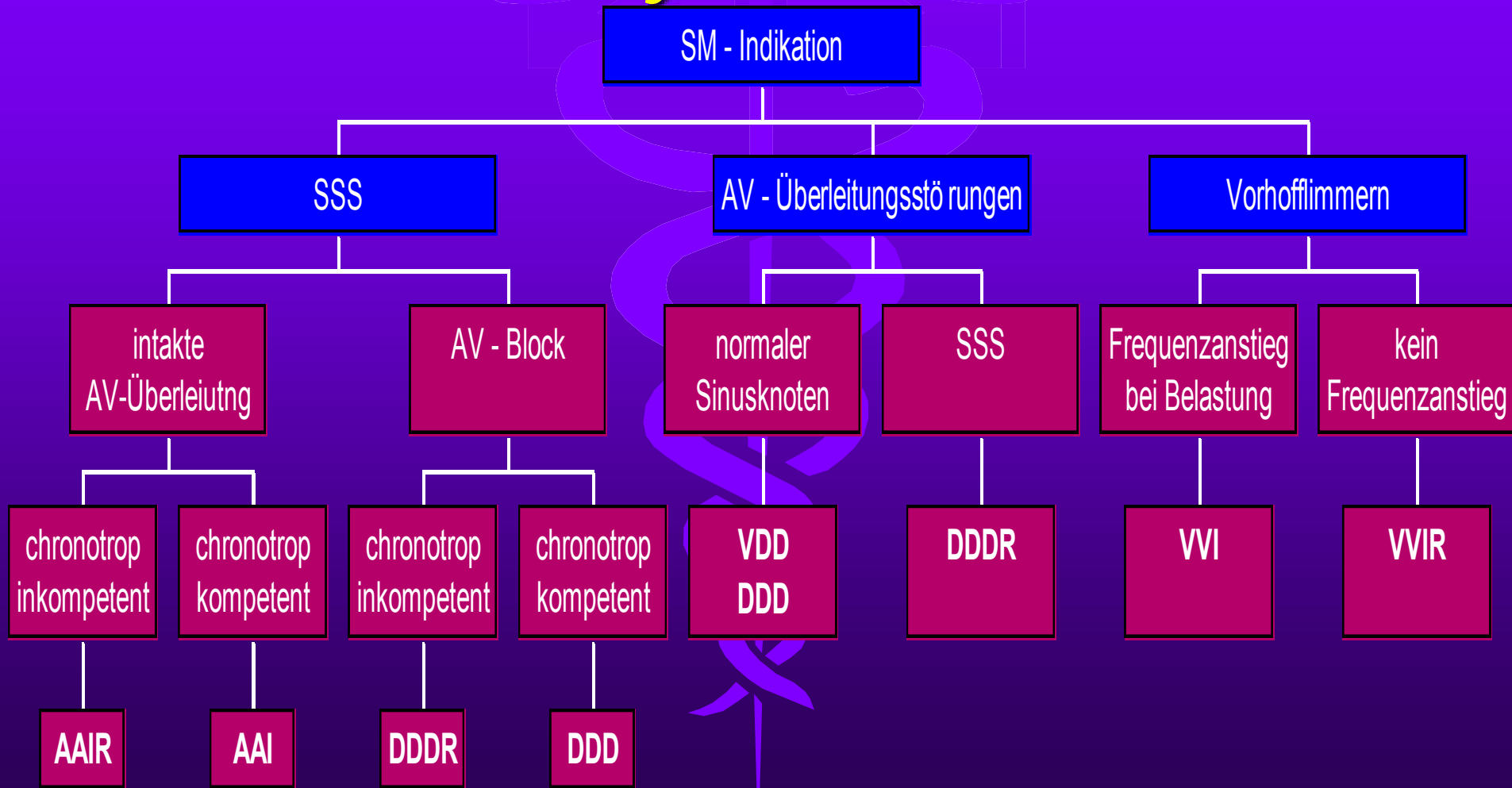
Class	Clinical Indication	Level of evidence
Class I	1. Chronic symptomatic third or second degree (Mobitz I or II) atrioventricular block.	C
	2. Neuromuscular diseases (e.g. myotonic muscular dystrophy, Kearns-Sayre syndrome etc.) with third-degree or second-degree atrioventricular block.	B
	3. Third or second degree (Mobitz I or II) atrioventricular block: a) after catheter ablation of the atrioventricular junction b) after valve surgery when the block is not expected to resolve	C
Class IIa	1. Asymptomatic third or second degree (Mobitz I or II) atrioventricular block.	C
	2. Symptomatic prolonged first degree atrioventricular block.	C
Class IIb	1. Neuromuscular diseases (e.g. myotonic muscular dystrophy, Kearns-Sayre syndrome, etc.) with first degree atrioventricular block.	B
Class III	1. Asymptomatic first degree atrioventricular block.	C
	2. Asymptomatic second degree Mobitz I with supra-Hisian conduction block.	C
	3. Atrioventricular block expected to resolve.	C



SM - Indikation nach Myokardinfarkt und Herzchirurgie

- **Indikation gegeben : (Klasse I)**
 - persistierender AV-Block II -III nach Vorderwandinfarkt
 - AV-Block II - III nach Hinterwandinfarkt länger als 2 Wochen
 - chirurgisch bedingter AV - Block II oder III

Auswahl des SM - Systems



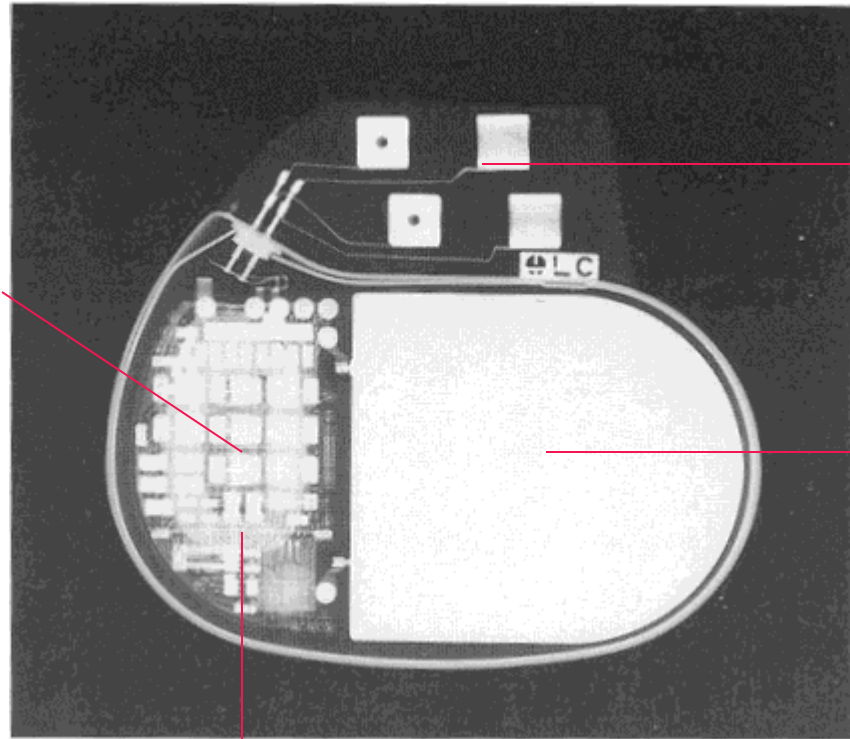
Bestandteile des Herzschrittmachersystem

- Impulsgeber
- Sonde

Der Herzschrittmacher



Elektronik

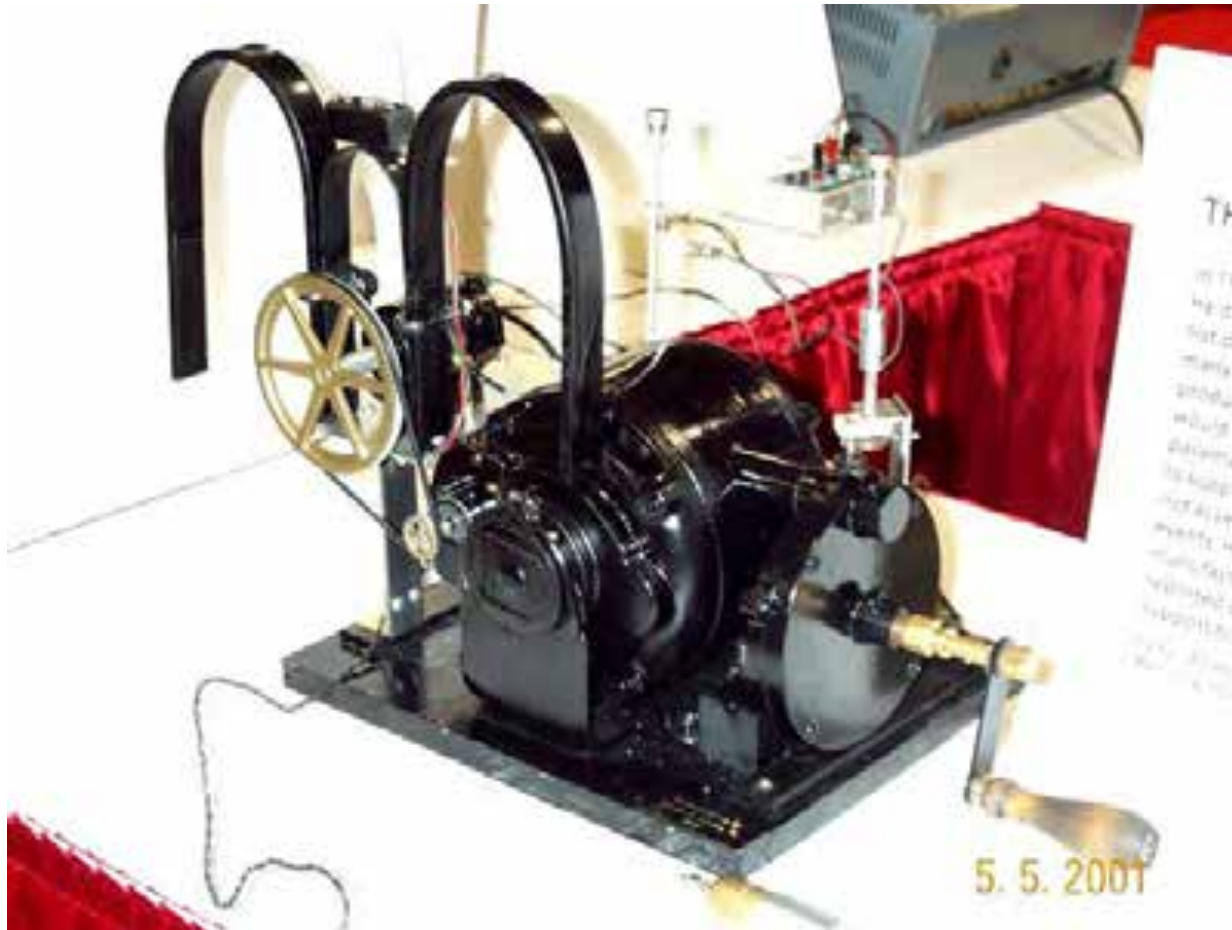


Konnektor

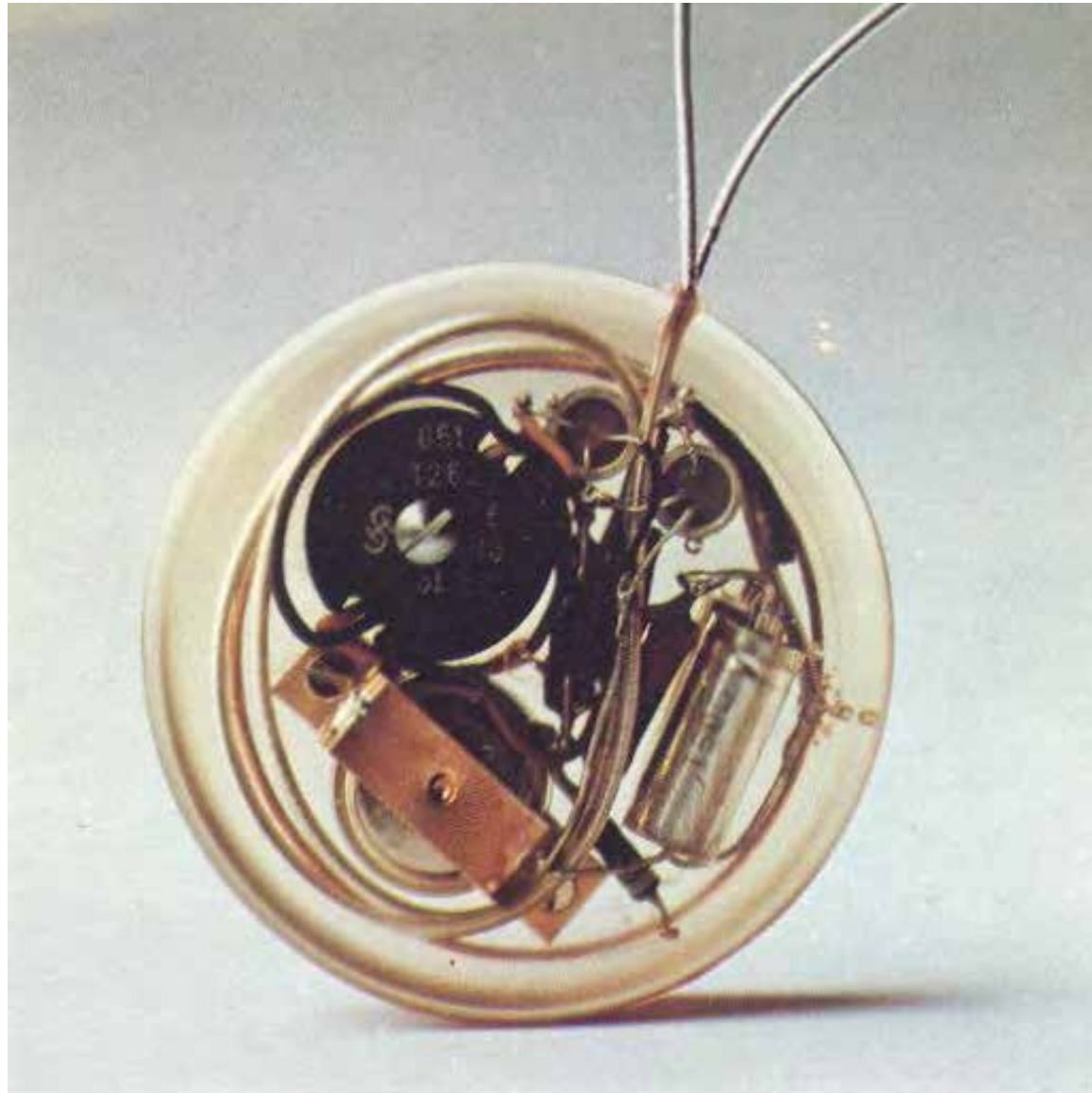
Batterie

Telemetriespule

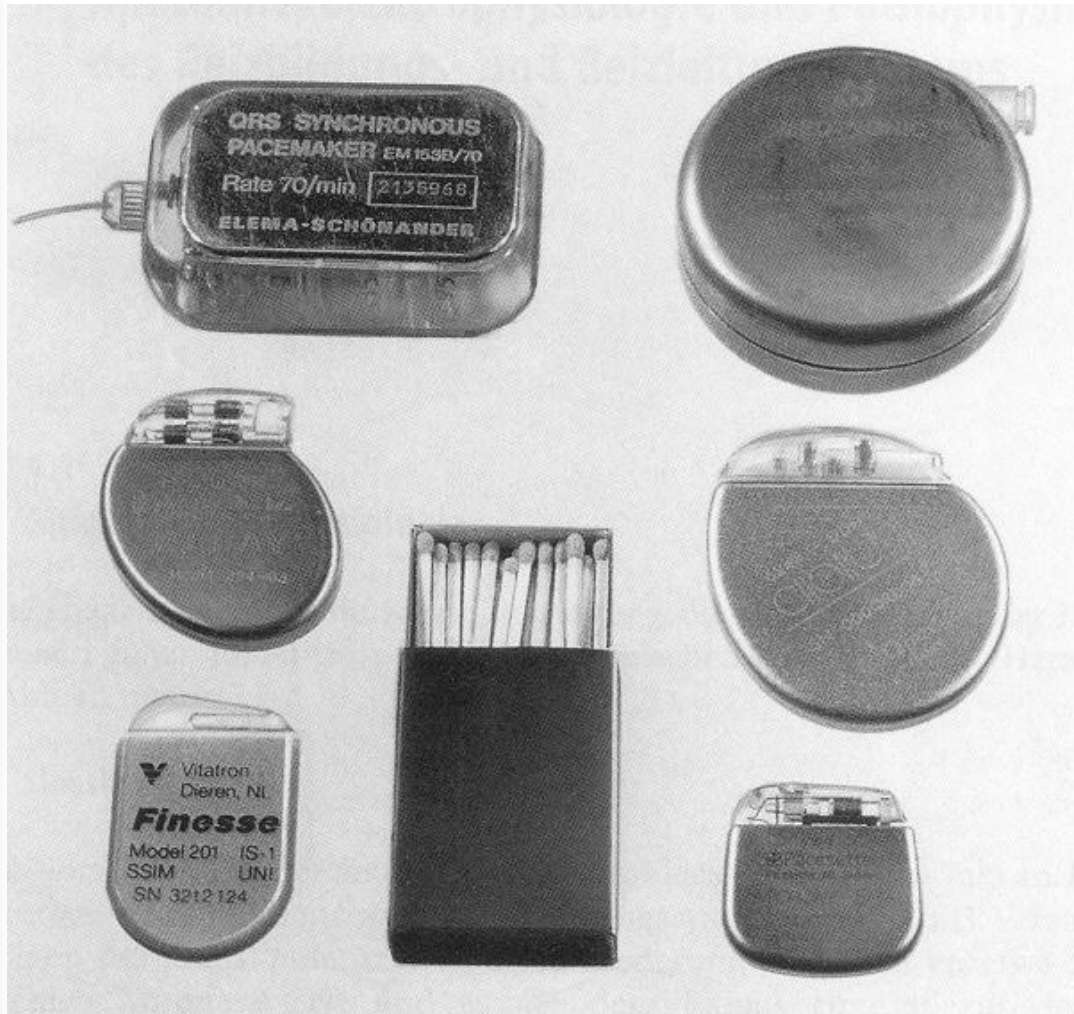
Der erste Schrittmacher



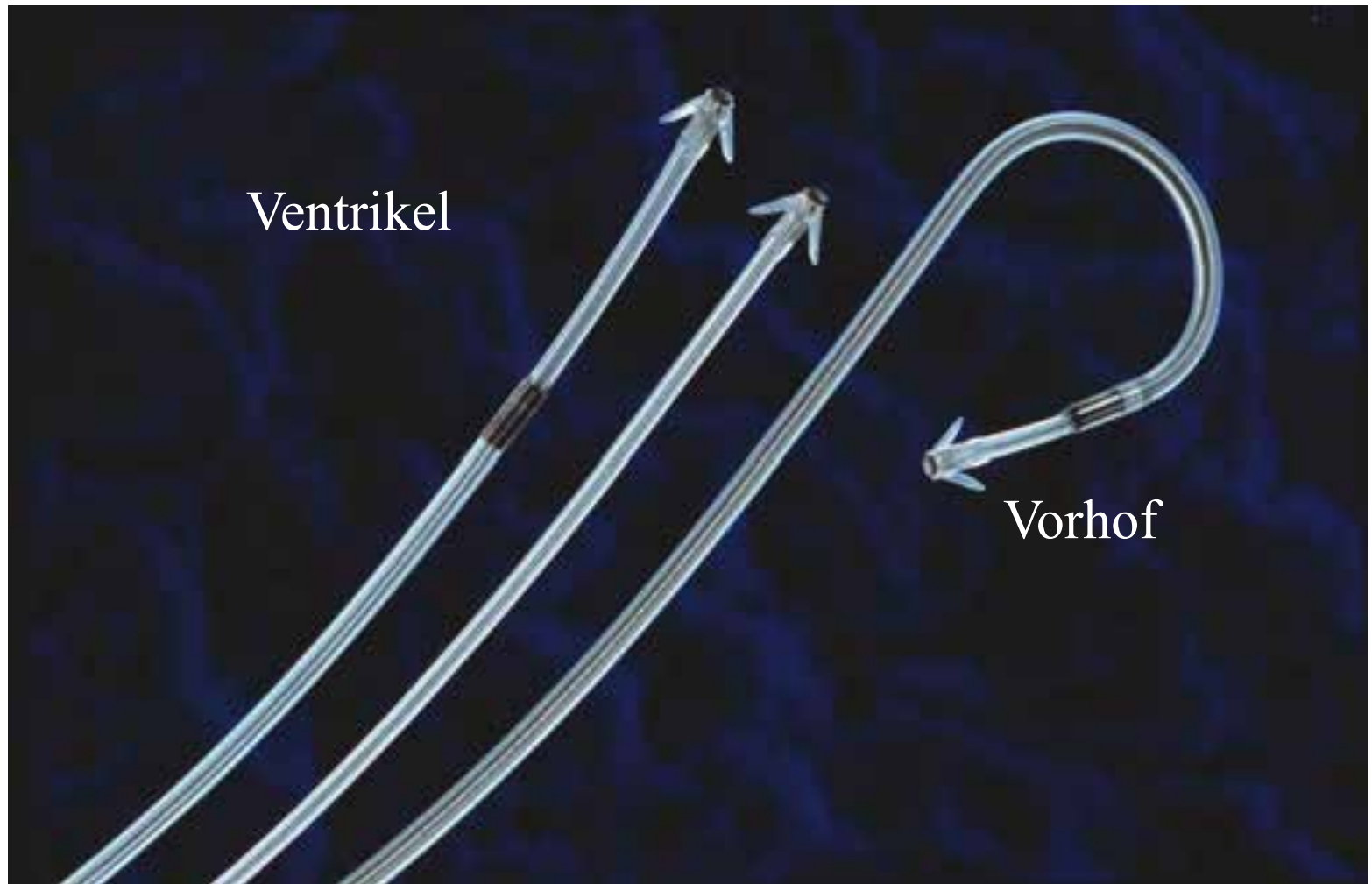
Elmqvist und Senning Stockholm (1956)
Erster implantierter Herzschrittmacher



Entwicklung der Herzschrittmacher



Ankerelektroden

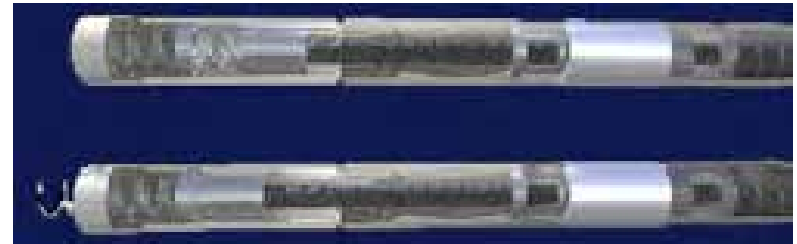


Schraubelektroden

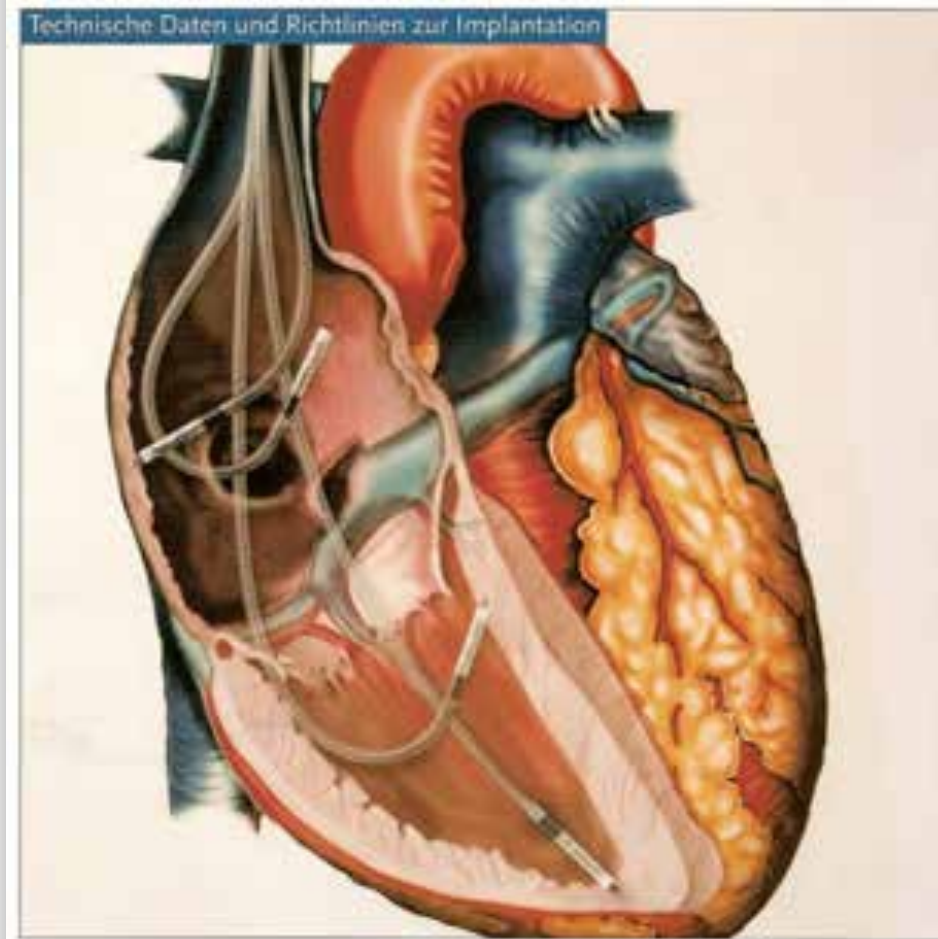
- Fixe Schraube



- Ausfahrbare/
rückziehbare



Sondenpositionen



Klassische Sondenposition
für passive Sonden

Vorhof: Rechtes Herzohr

Ventrikel: Apex

Alternative Positionen
für Schraubsonden:

Vorhof: Laterale Wand
Septum

Ventrikel: RVOT
Septum

LV Performance and Peak dp/dt

(Max and Min)

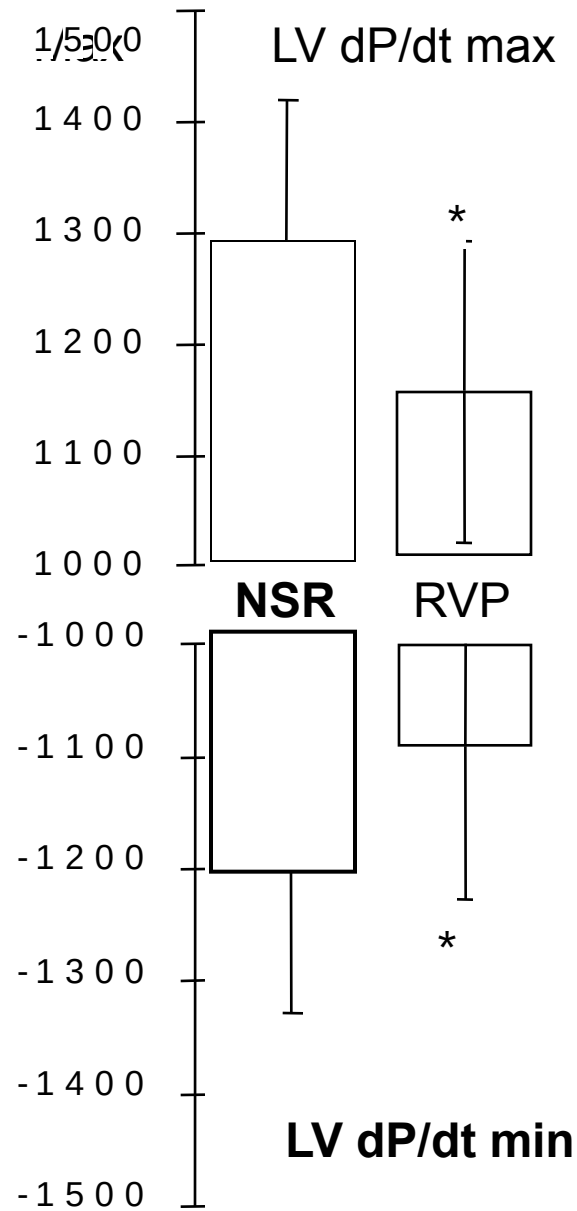
LV pressure
(mm Hg)

NSR

**RVA
Pace**

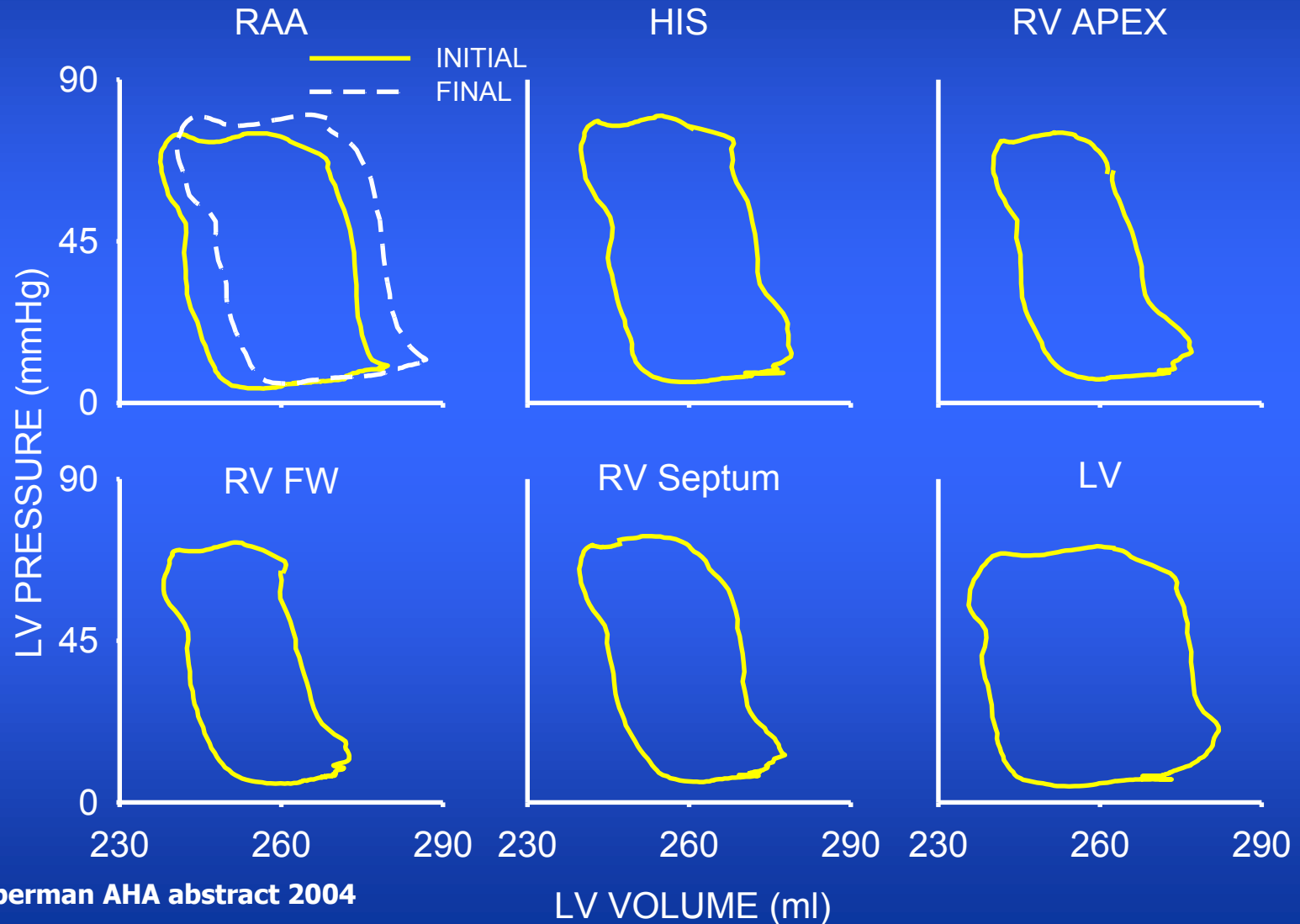
40 50 60 70 80
LV volume (ml)

Peschar JACC 2003



Prinzen PACE 2002

LV PRESSURE VOLUME LOOPS: Normal LV Function



160

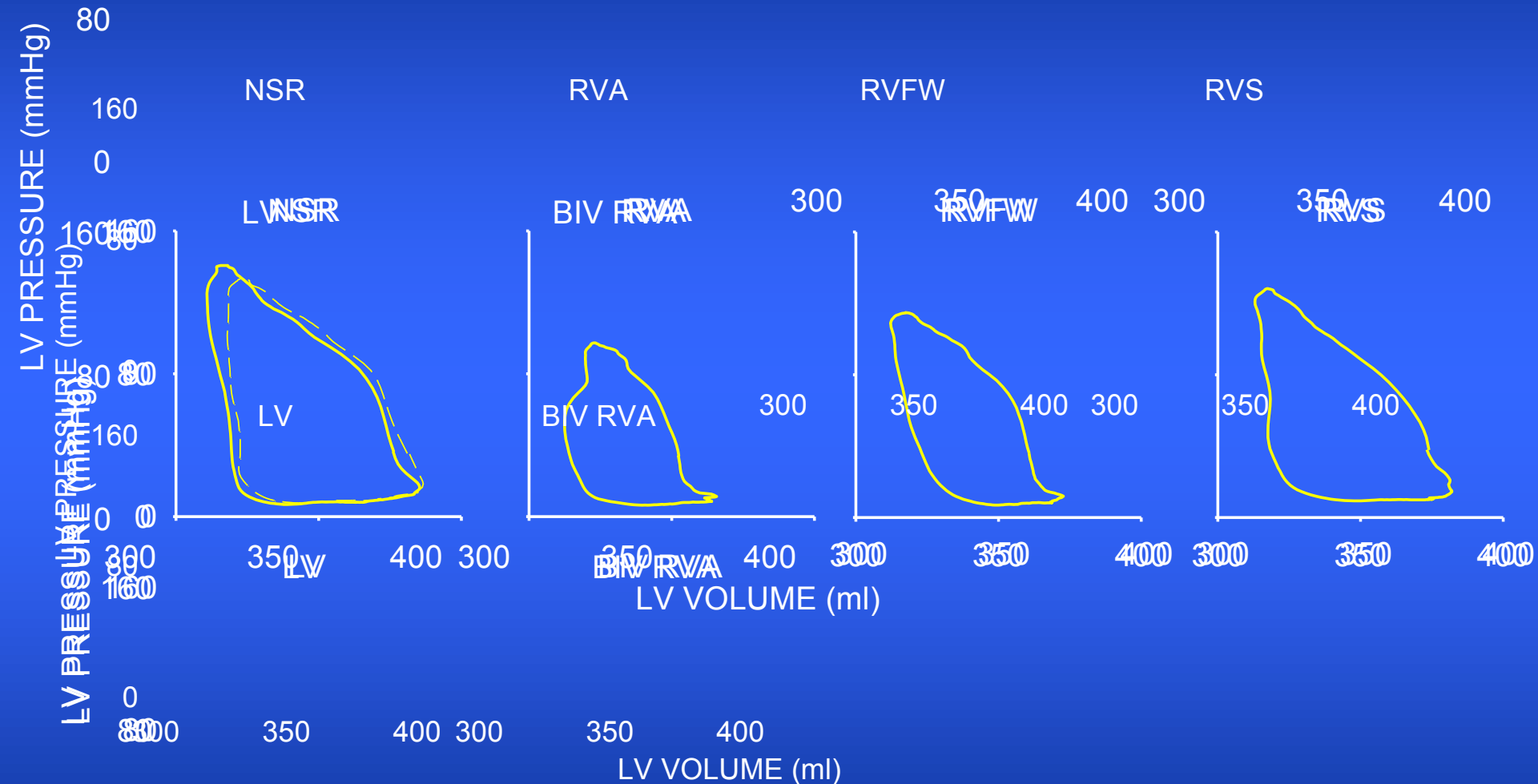
NSR

LV PRESSURE VOLUME LOOPS: *Severe LV Dysfunction*

RVA

RVFW

RVS



Lieberman AHA abstract 2004

0

300

350

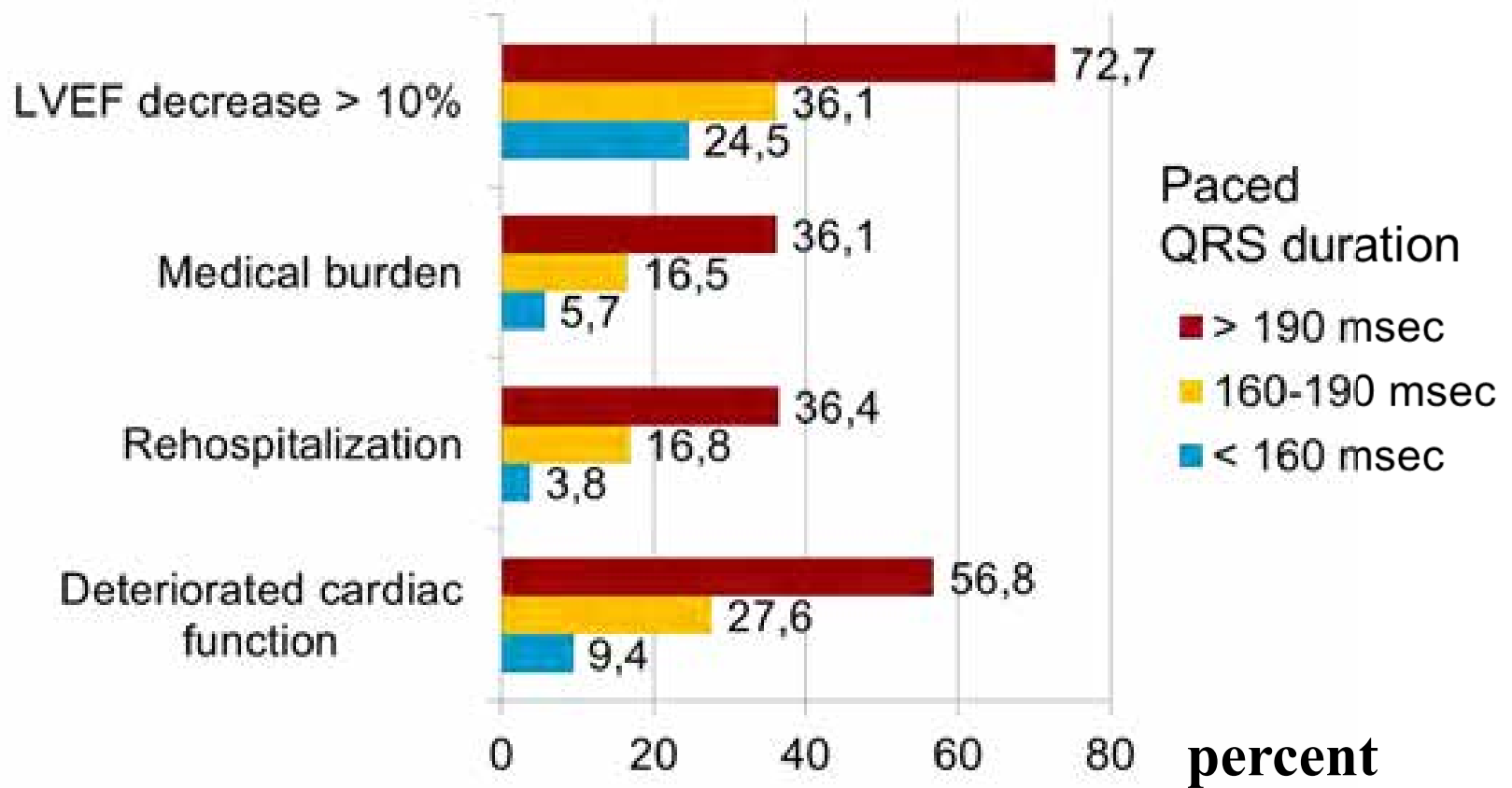
400

300

350

400

Outcome after 3 years apical pacing and QRS duration

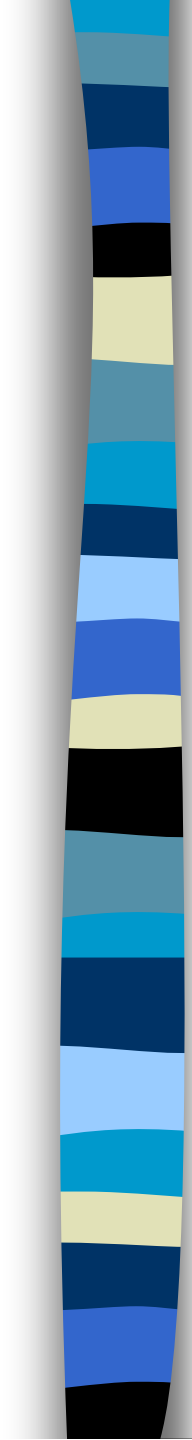


Chen et al 2012 in press

Stimulationsformen



- Einkammerschrittmacher
- Zweikammerschrittmacher
- Biventrikuläre Schrittmacher CRT



Der Herzschrittmachercode

- Die Funktion jedes Herzschrittmachers läßt sich aus dem Schrittmacher -Code ableiten
- Dieser besteht aus 4 Stellen :
 - ➔ 1. Stelle : Ort der Stimulation
 - ➔ 2. Stelle : Ort des Sensing
 - ➔ 3. Stelle : Art der Reizantwort
 - ➔ 4. Stelle : Frequenzadaptation

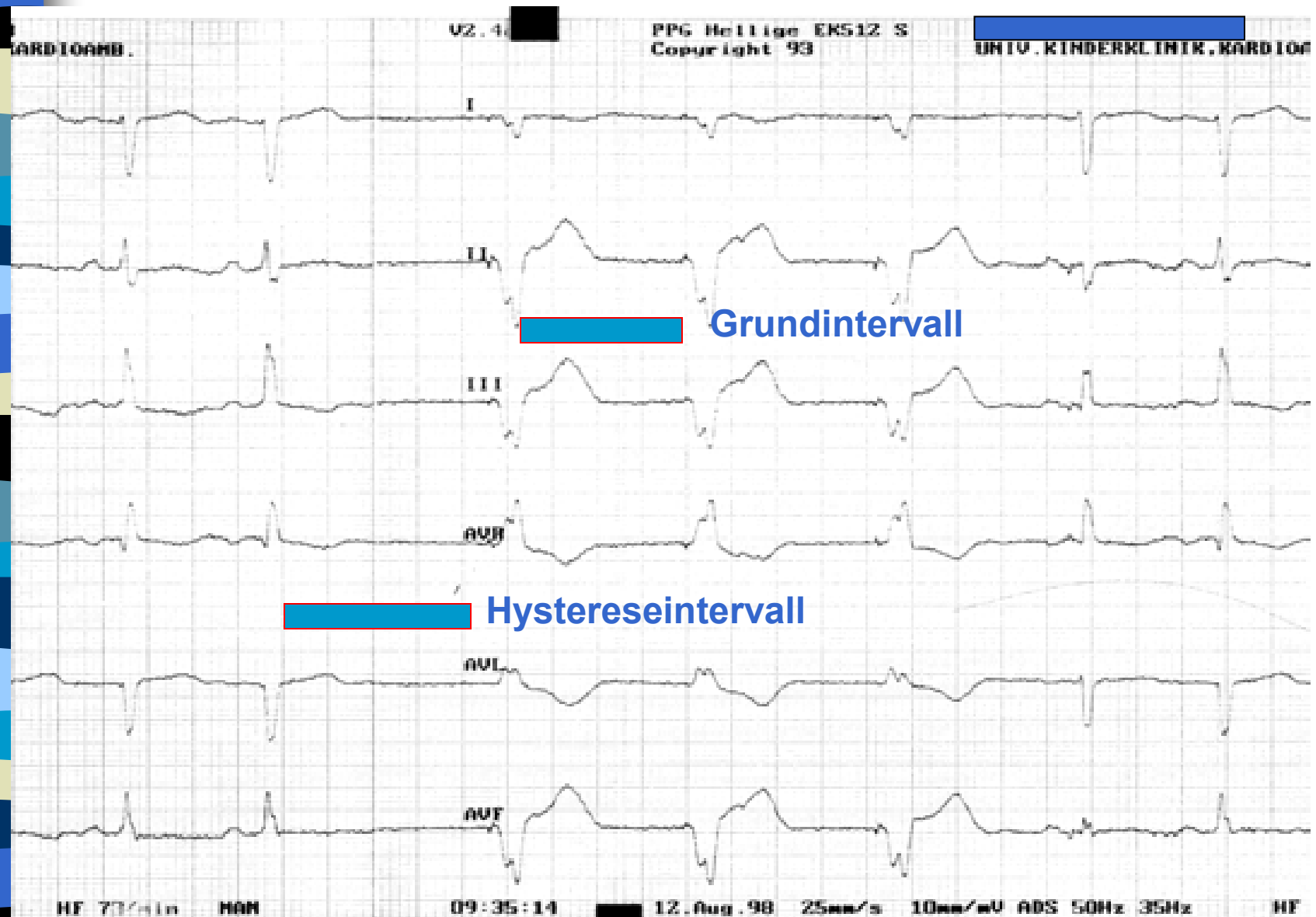
VVI

Einkammerschrittmacher im Ventrikel

- Stimulation in der rechten Kammer
- Wahrnehmung aus der rechten Kammer
- Durch Eigenaktion inhibiert
- Eine Sonde im Ventrikel
- Wird verwendet bei Vorhofflimmern



VVI Stimulation mit Hysterese



AAI

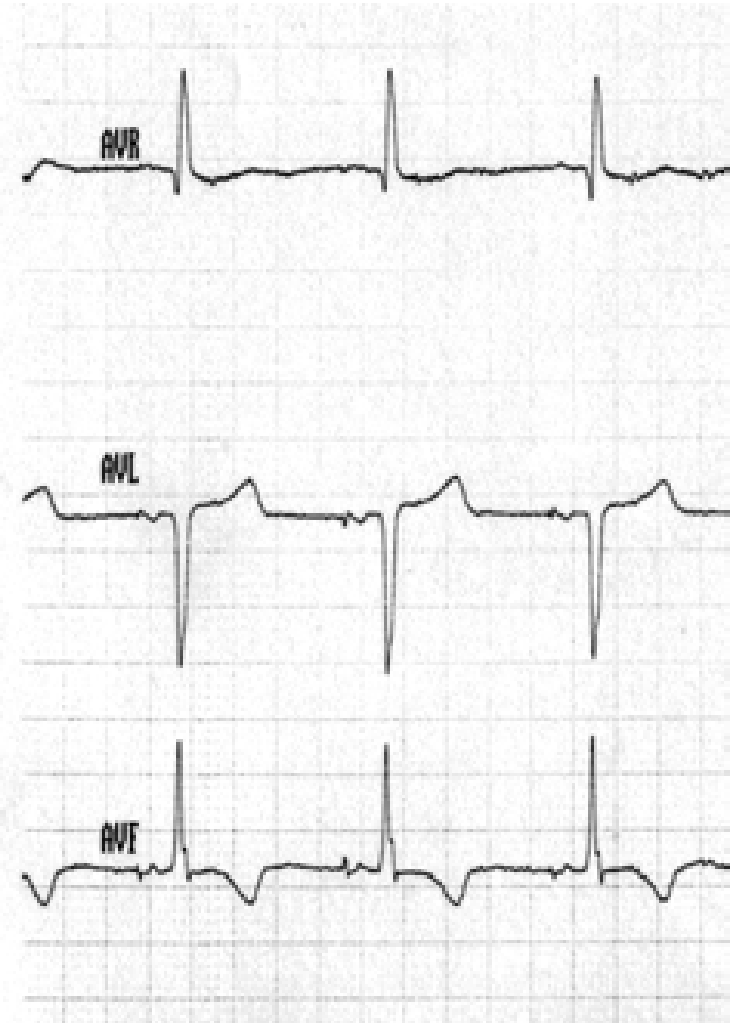
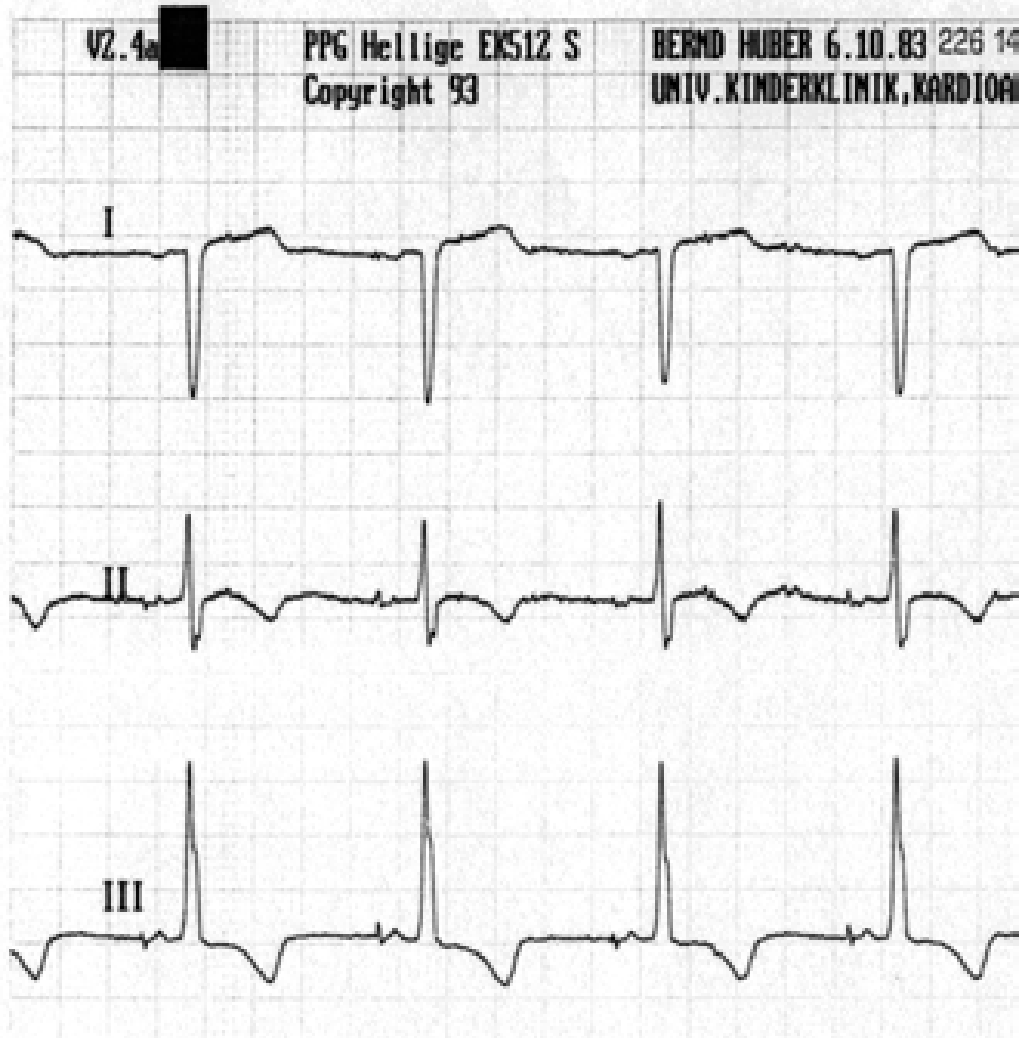
Vorhofschrittmacher

- Stimulation im rechten Vorhof
- Wahrnehmung aus dem Vorhof
- Durch Eigenaktion inhibiert
- Eine Sonde im Vorhof
- CAVE : normale AV-Überleitung in den Ventrikel notwendig
- Bei Patienten mit Syndrom des Kranken Sinusknoten



EKG bei AAI Stimulation

Spike vor der p-Welle, normale Überleitung in Ventrikel



DDD

Zweikammer - Schrittmacher

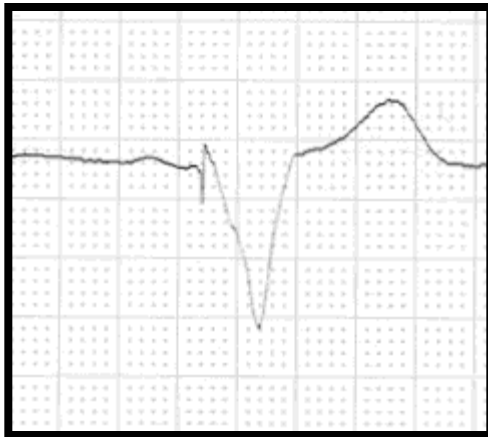
- Stimulation in Vorhof und im Ventrikel
- Wahrnehmung aus dem Vorhof und der Kammer
- Durch Vorhofaktion getriggert durch Eigenaktion inhibiert (A + V)
- Bei Patienten mit AV-Block und bei Syndrom des kranken Sinusknoten



Stimulationsformen

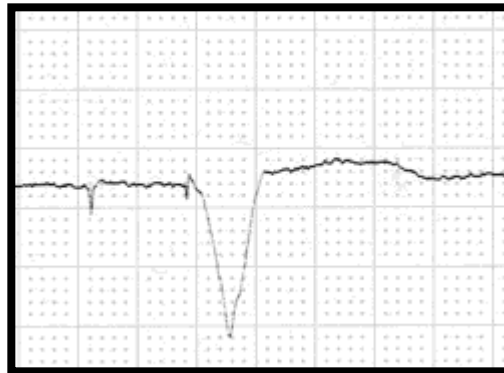
Zweikammersystem

Vorhofgetriggerte
Kammerstimulation



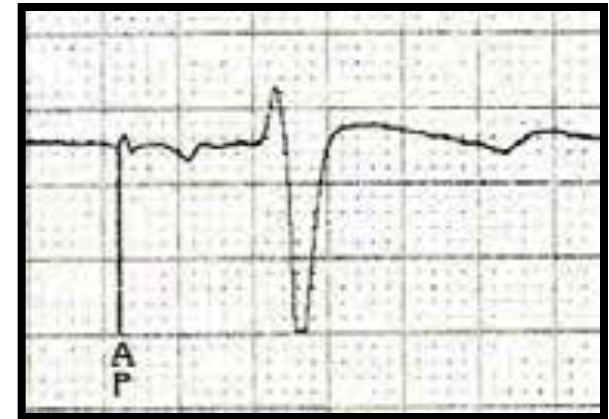
VDD, DDD

Vorhof und Kammer-
stimulation



DDD, DDI

Vorhofstimulation mit
eigener Überleitung

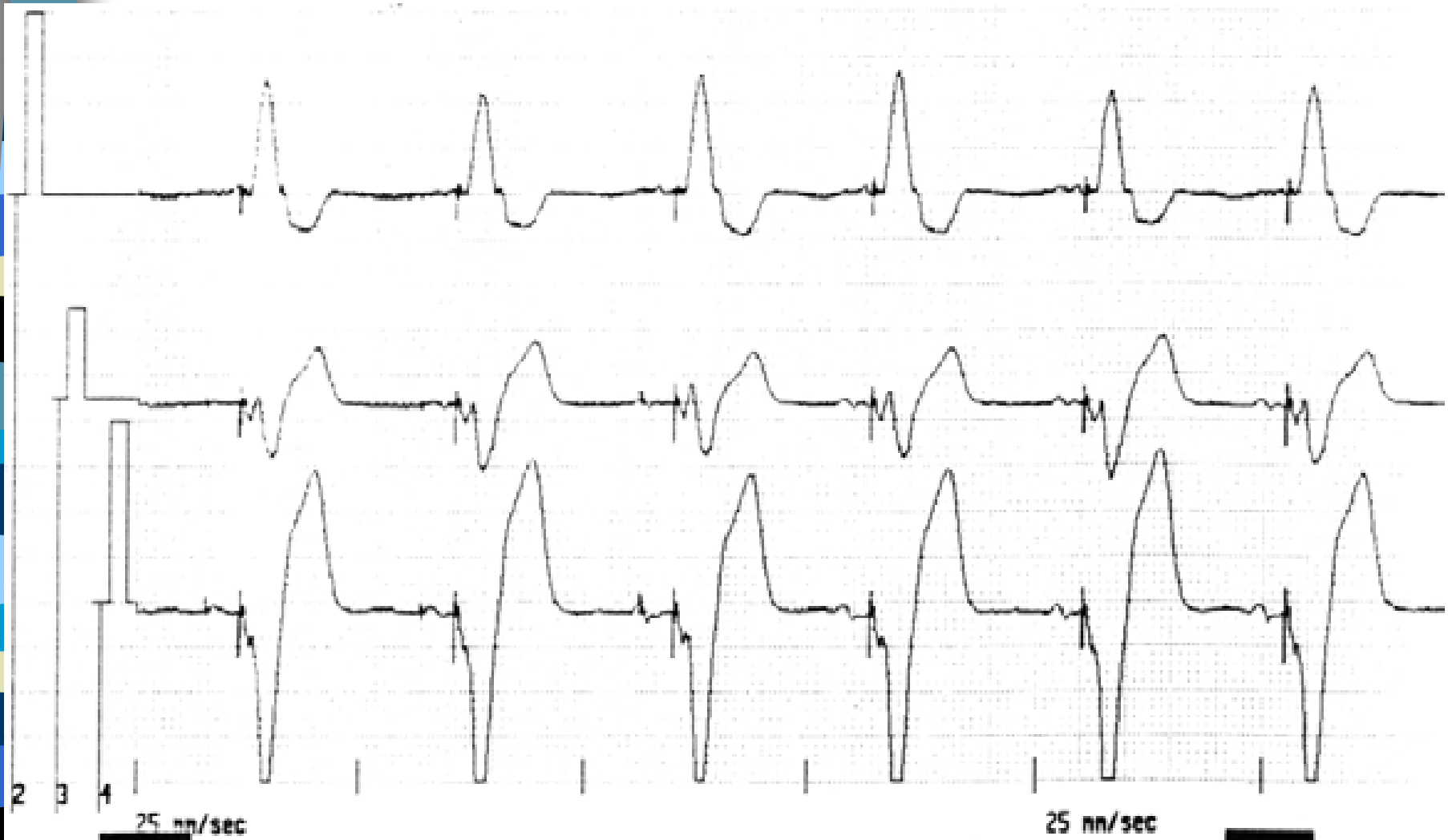


DDD, MPV

MPV = minimisation of pacing in the ventricles

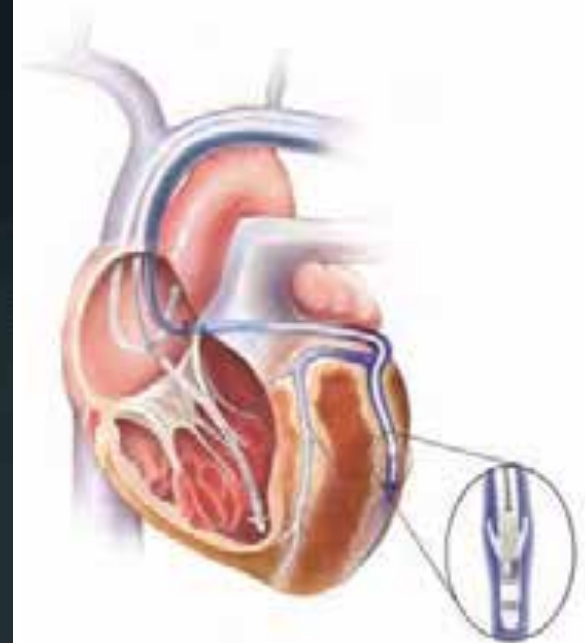
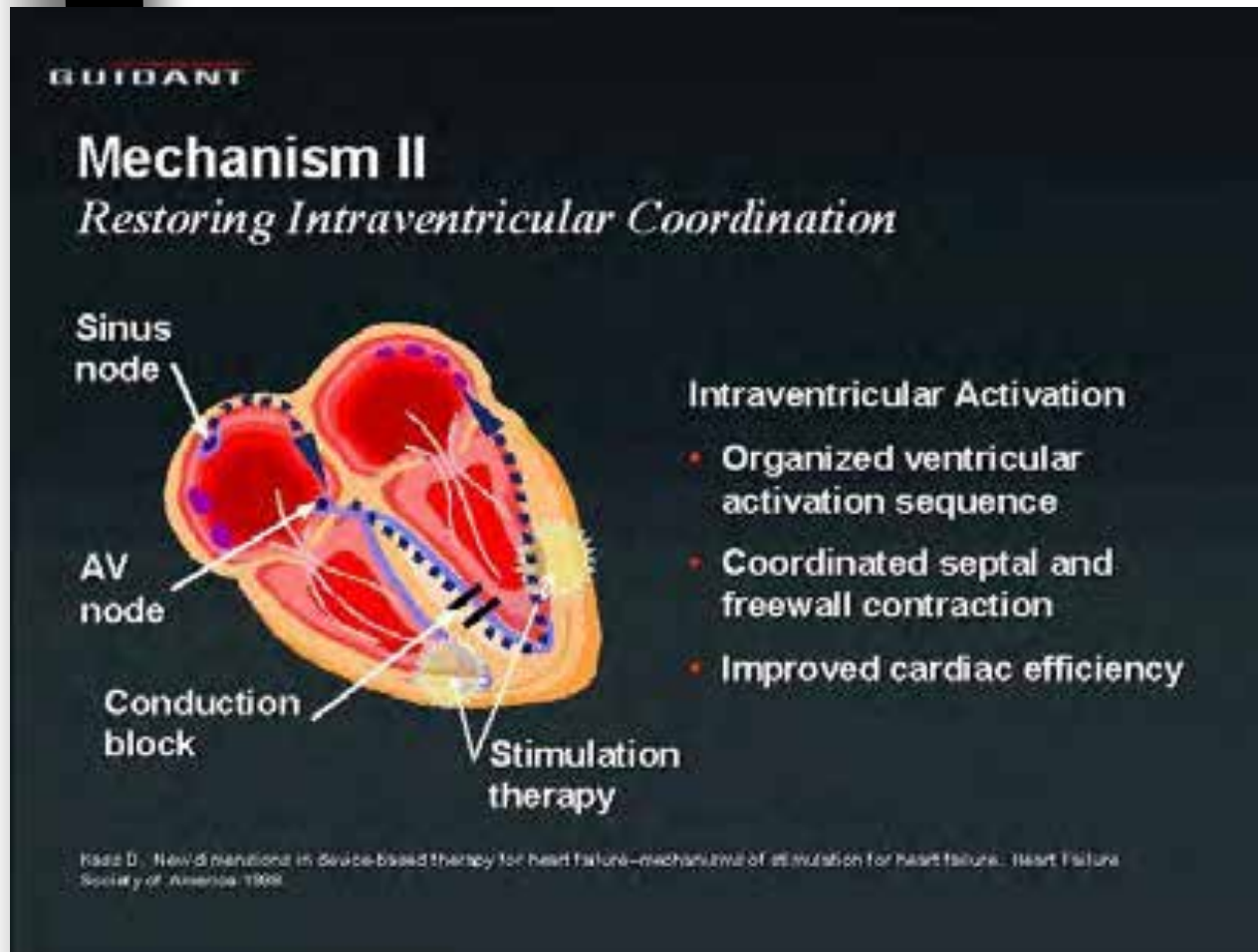
DDD - SM bei Sinusrhythmus

Übergang von Vorhof und Kammerstimulation zu vorhofgetriggelter Kammerstimulation



Biventrikuläre Schrittmacher CRT

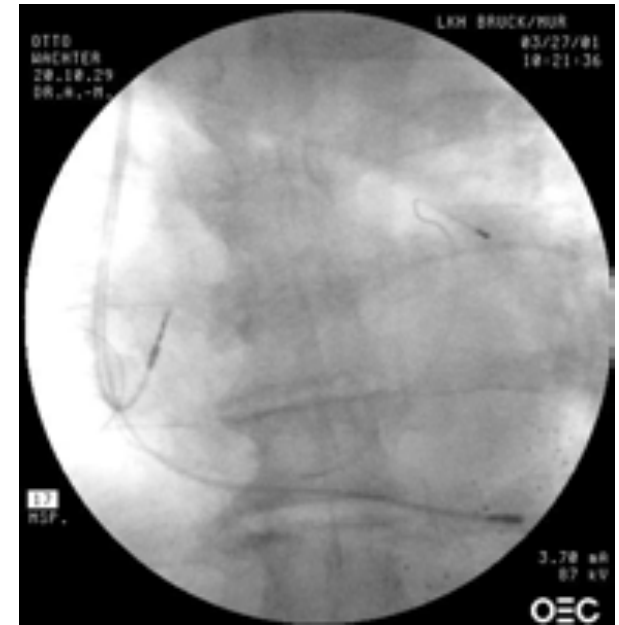
Cardiale Resynchronisations Therapie

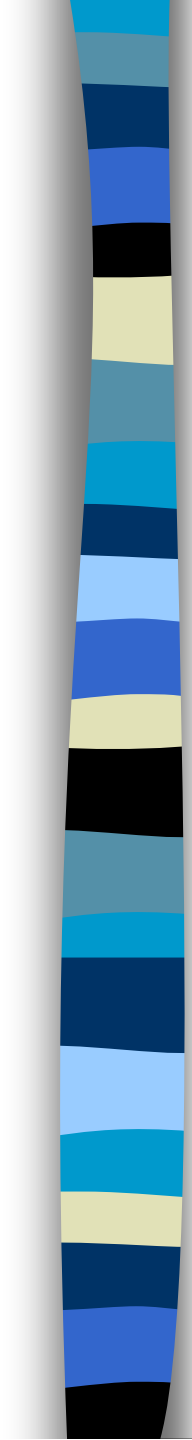


Anlegen einer zusätzlichen Sonde für den linken Ventrikel über den Sinus coronarius

Indikationen für CRT Pacing

- Symp. Herzinsuffizienz NYHA III - IV
- QRS - Breite $> 120 - 150$ msec
- PQ - Zeit > 150 msec
- EF $< 35\%$
- Linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser > 55 mm
- SR , aber auch FA möglich

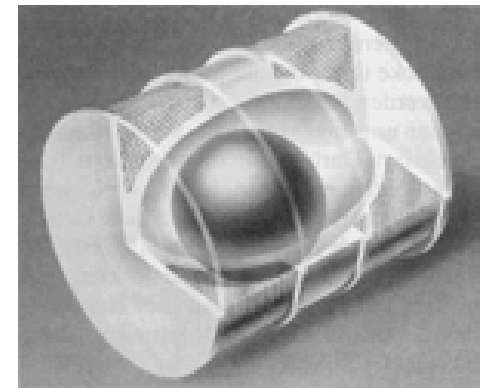




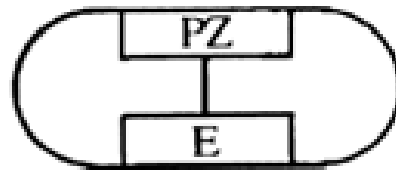
Änderung der Stimulationsfrequenz

- **Frequenzadaptives System** : Änderung durch den Sensor (R – Funktion) bis zur programmierten maximalen Sensorfrequenz
- **Zweikammersystem (bifokal)** : Trigger durch den Vorhof (vorhofgesteuerte Kammerstimulation zwischen lower rate und upper rate)
- **Stimulationsalgorithmen** : Overdrive Überstimulation, Frequenzglättung etc.

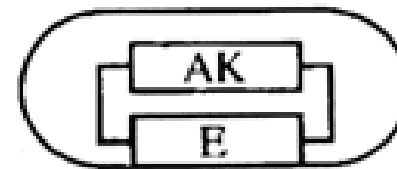
Aktivitätssensor



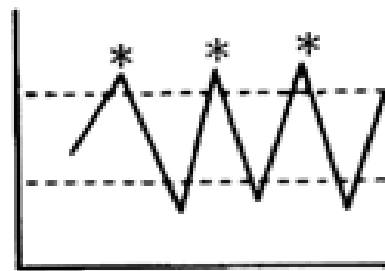
Piezoelektrischer
Kristall



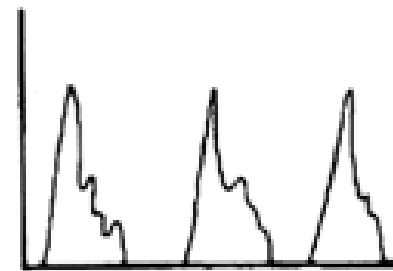
Akzelerometer



Algorithmus

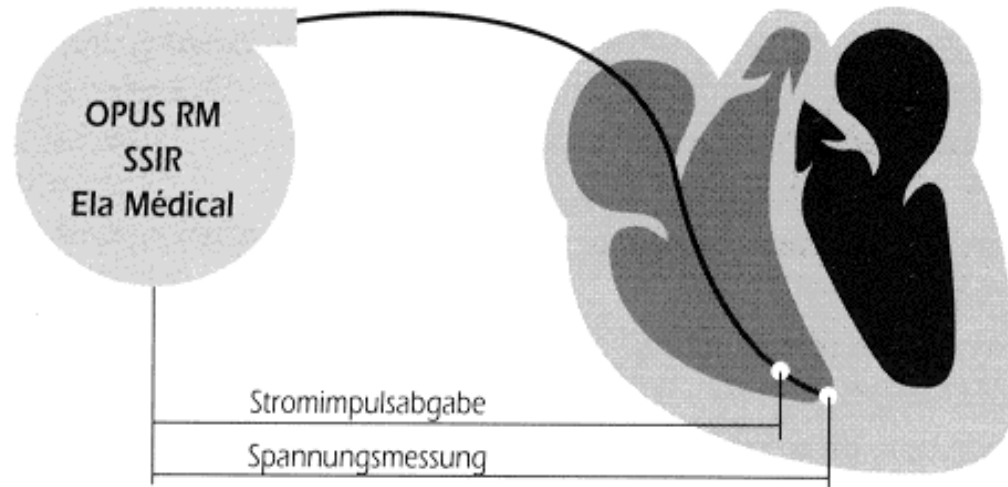


Vibrationsfrequenz



Beschleunigungsintegral

Atemminutenvolumensensor

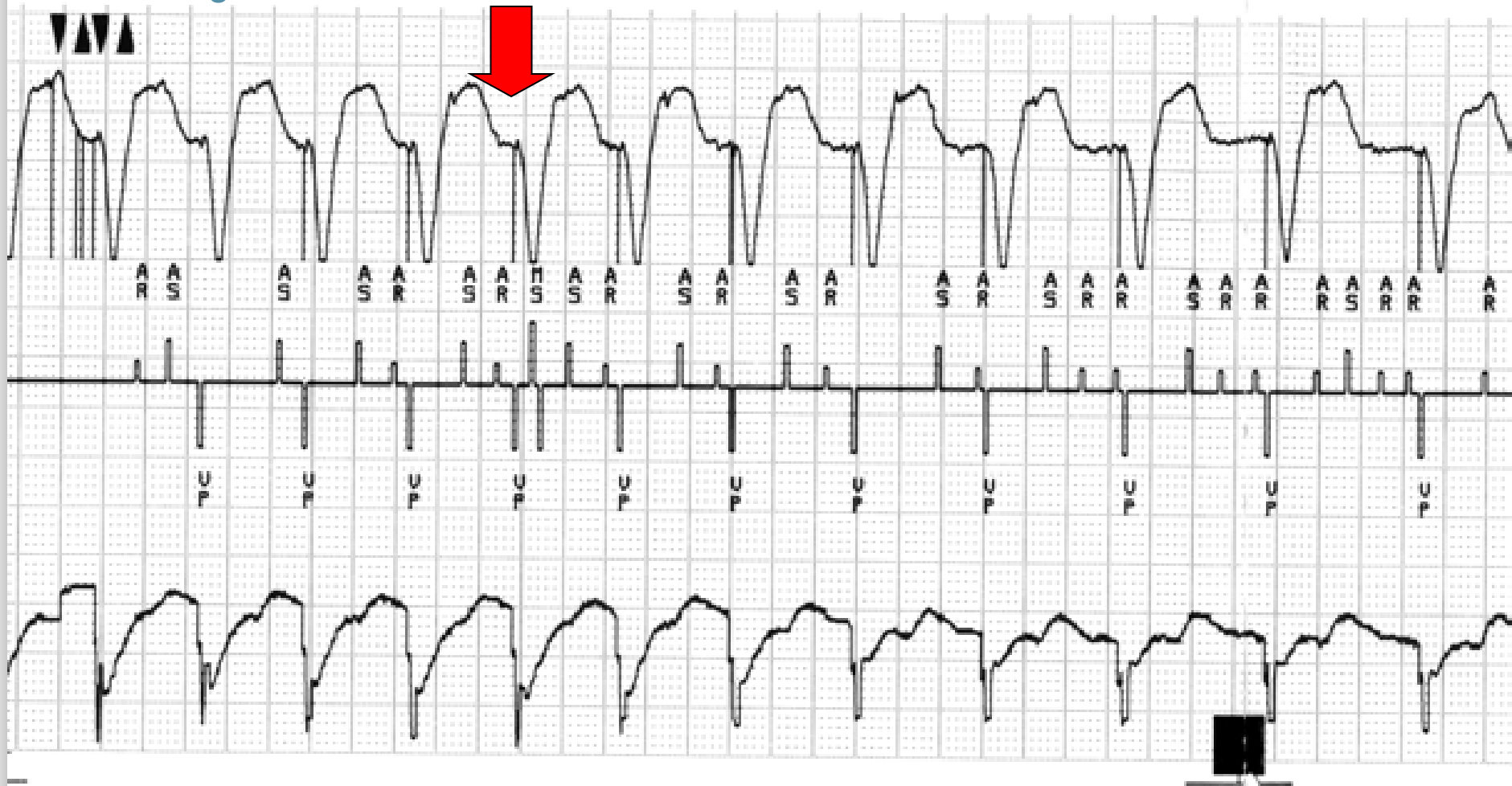


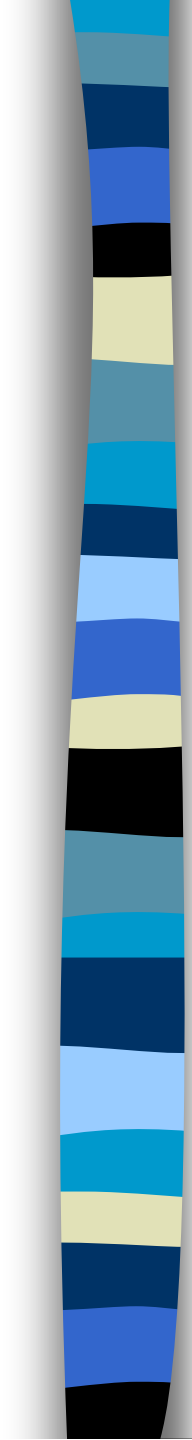
Die distale Elektrode gibt Impulse mit einer Frequenz von 8 Hz, einer niedrigen Amplitude ($400\mu\text{A}$) und einer kurzen Dauer ($15\mu\text{s}$) ab. Die transthorakale Impedanz zwischen proximaler Elektrode und Schrittmachergehäuse wird gemessen.

Mode switch

Programm

Mode switch



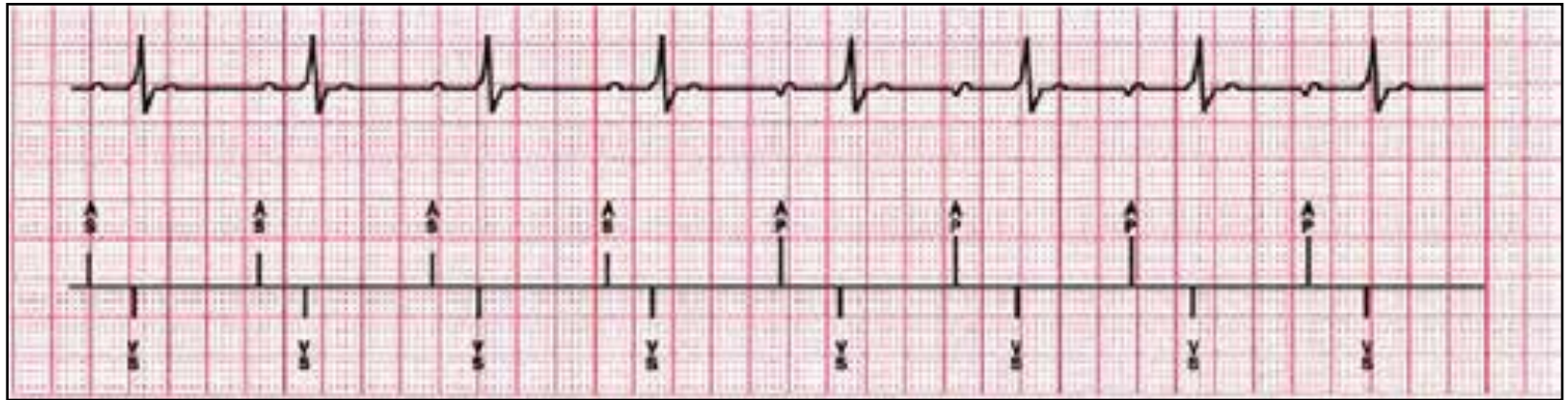


AV-Zeiten

- Sensed AV immer kürzer als paced AV
- AV-Hysterese : Verlängerung der zulässigen AV-Zeit bei VS (bis ca 400 msec bei den meisten Herstellern)
- Verkürzung bei automatischer Reizschwellenmessung
- Automatische Umschaltung AAI – DDD

AAI = DDD Umschaltung: MVP

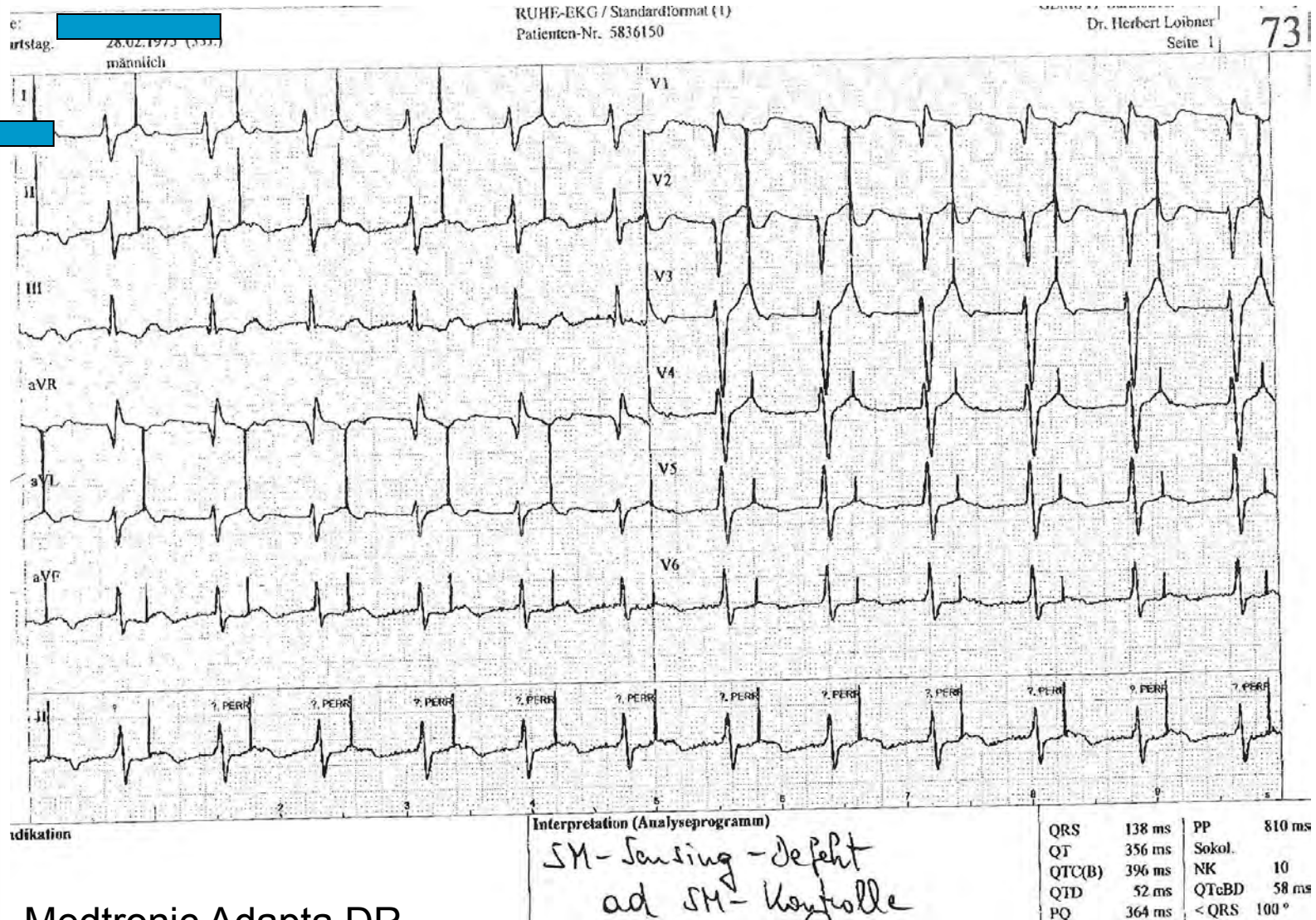
Kriterium ein VS zwischen 2 A Events



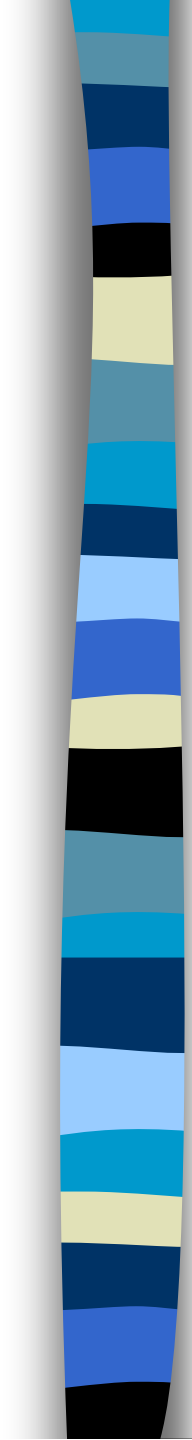
Ventricular Backup Ventrikelstimulation nur bei Ausfall der AV-Überleitung



Lange AV-Zeiten durch MVP



Medtronic Adapta DR



Störungen der SM-Funktion

- **Exitblock** : Spike ohne nachfolgende Myokarddepolarisation
- **Undersensing** : fehlendes Erkennen einer Myokarddepolarisation durch den SM
- **Oversensing** : Erkennen eines Signals, welches entweder von einer anderen Herzkammer (Far-field Sensing) oder von außerhalb des Herzens (Sonde,Muskel,EMI) kommt

Exitblock

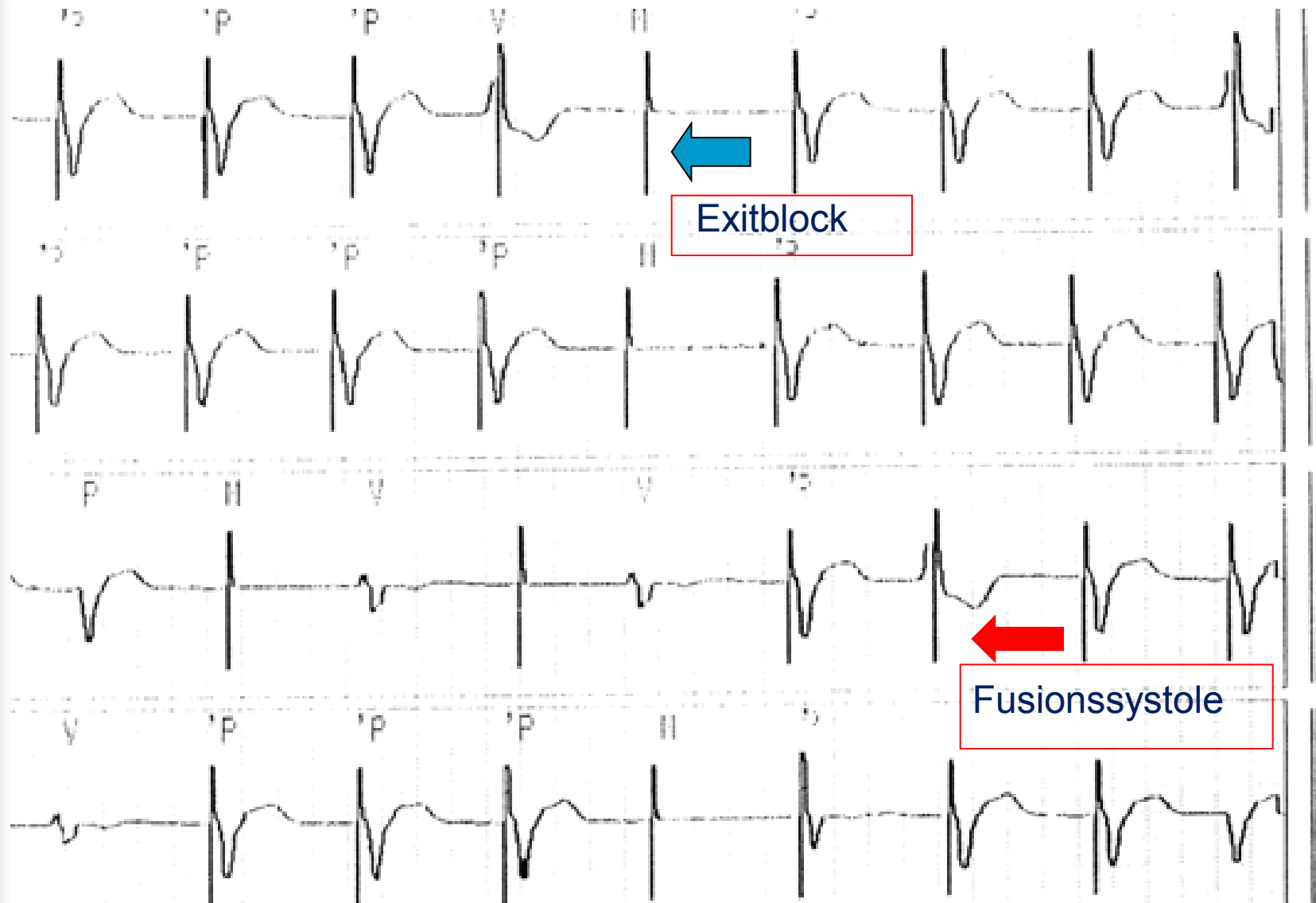
= Spike ohne Reizantwort



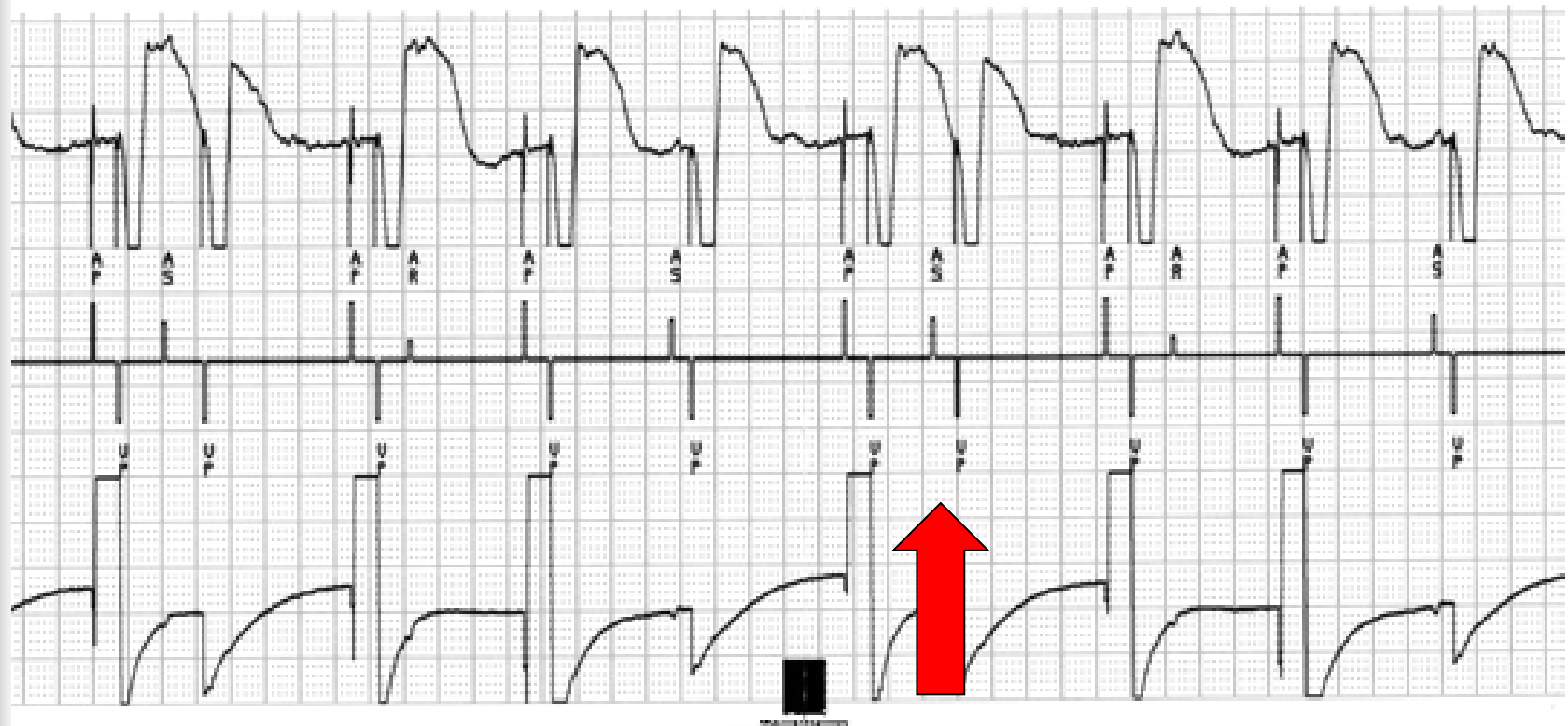
Spike mit Capture

Exitblock mit
Escaperhythmus

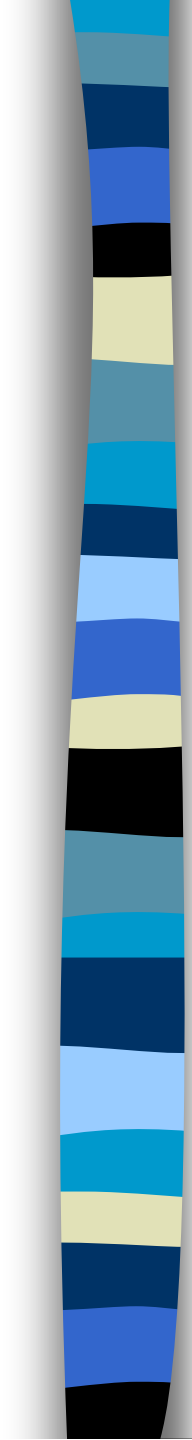
Exitblock Ventrikel



Exitblock Atrium



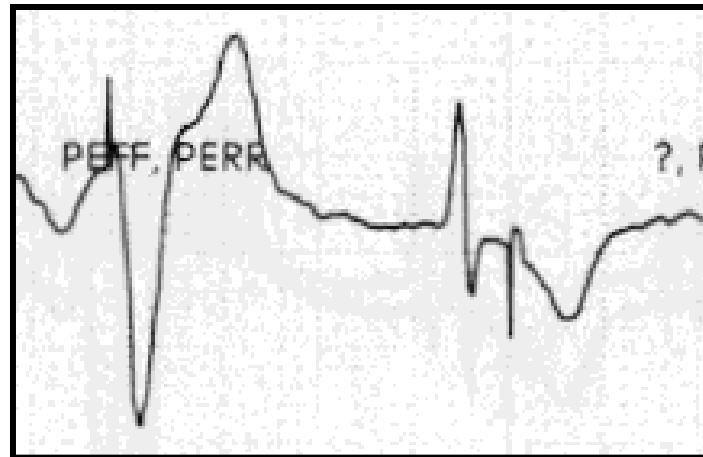
Cave: retrograde Überleitung mit Auslösung von PMT möglich



Ursachen des Exitblock

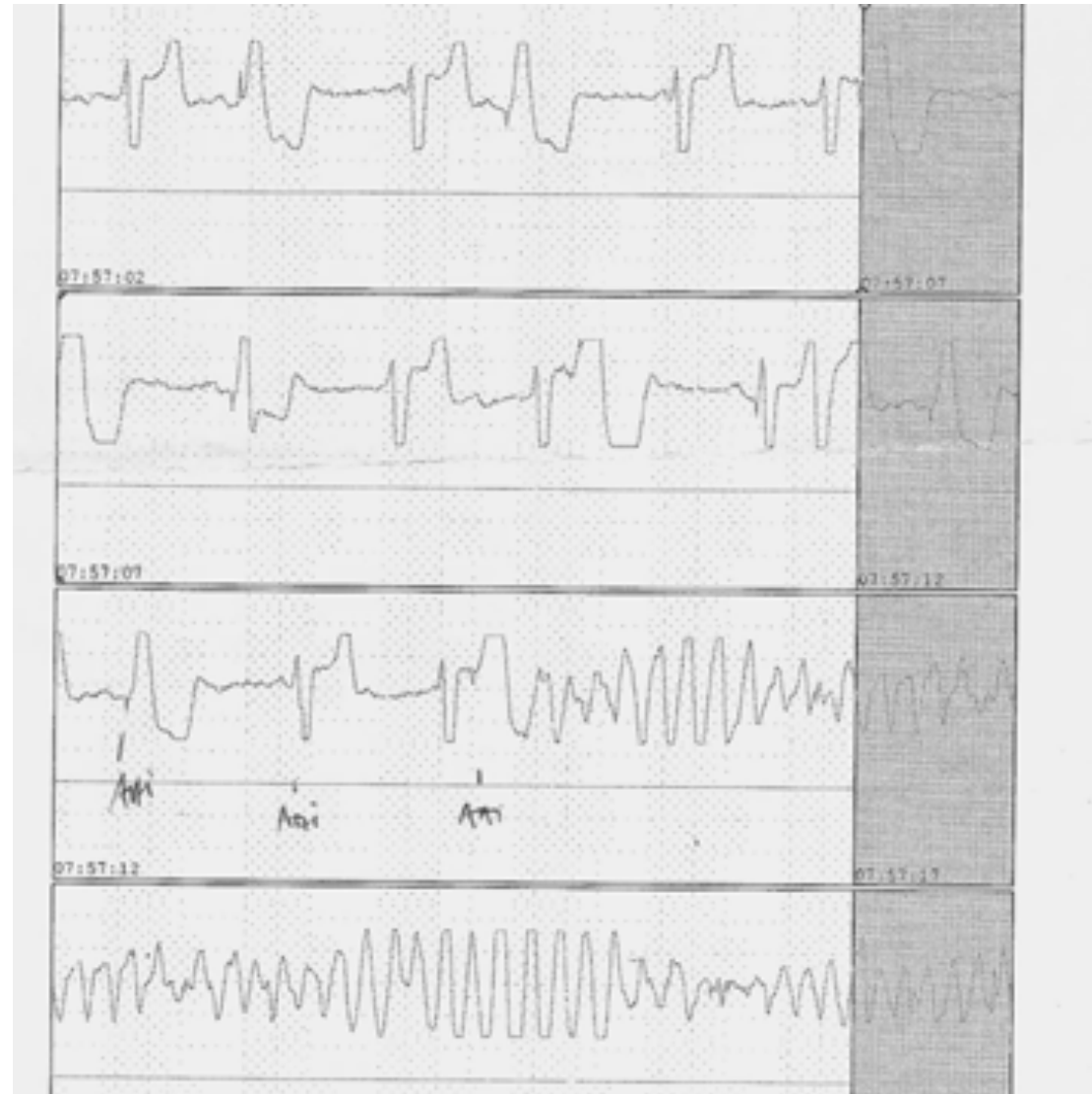
- Reizschwellenerhöhung
- instabile Elektrodenlage
- Dislocation der Sonde (Mikro,Makro)
- Sondendefekt

Undersensing Ventrikel

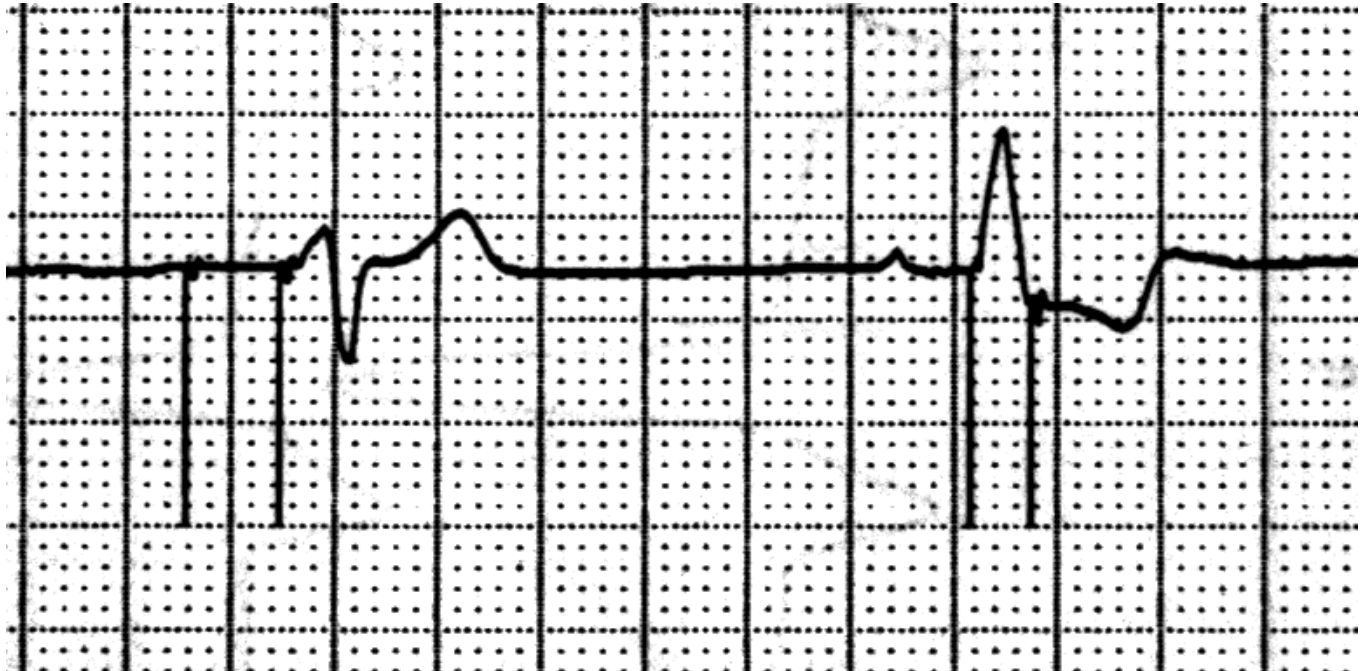


Nichterkennen der eigenen Depolarisation
(Spike hinter einem Eigenschlag)

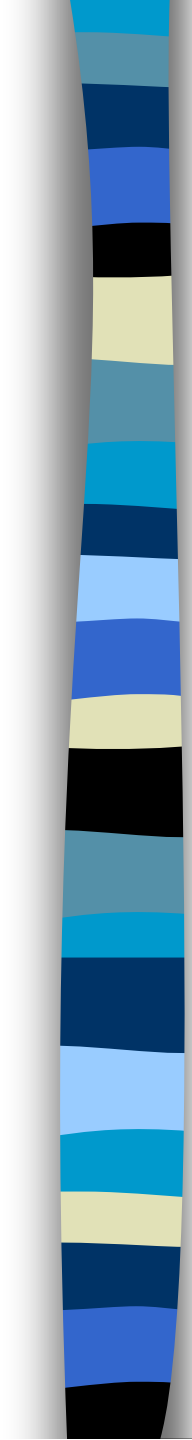
Undersensing mit Stimulation in die vulnerable Phase



Bei erhaltener AV-Überleitung



Sandwich-Schlag durch Safety Pacing



Ursachen Undersensing

- Magnetauflage
- zu hohe Programmierung der Sensing-schwelle
- Dislocation der Sonde
- Sondendefekt

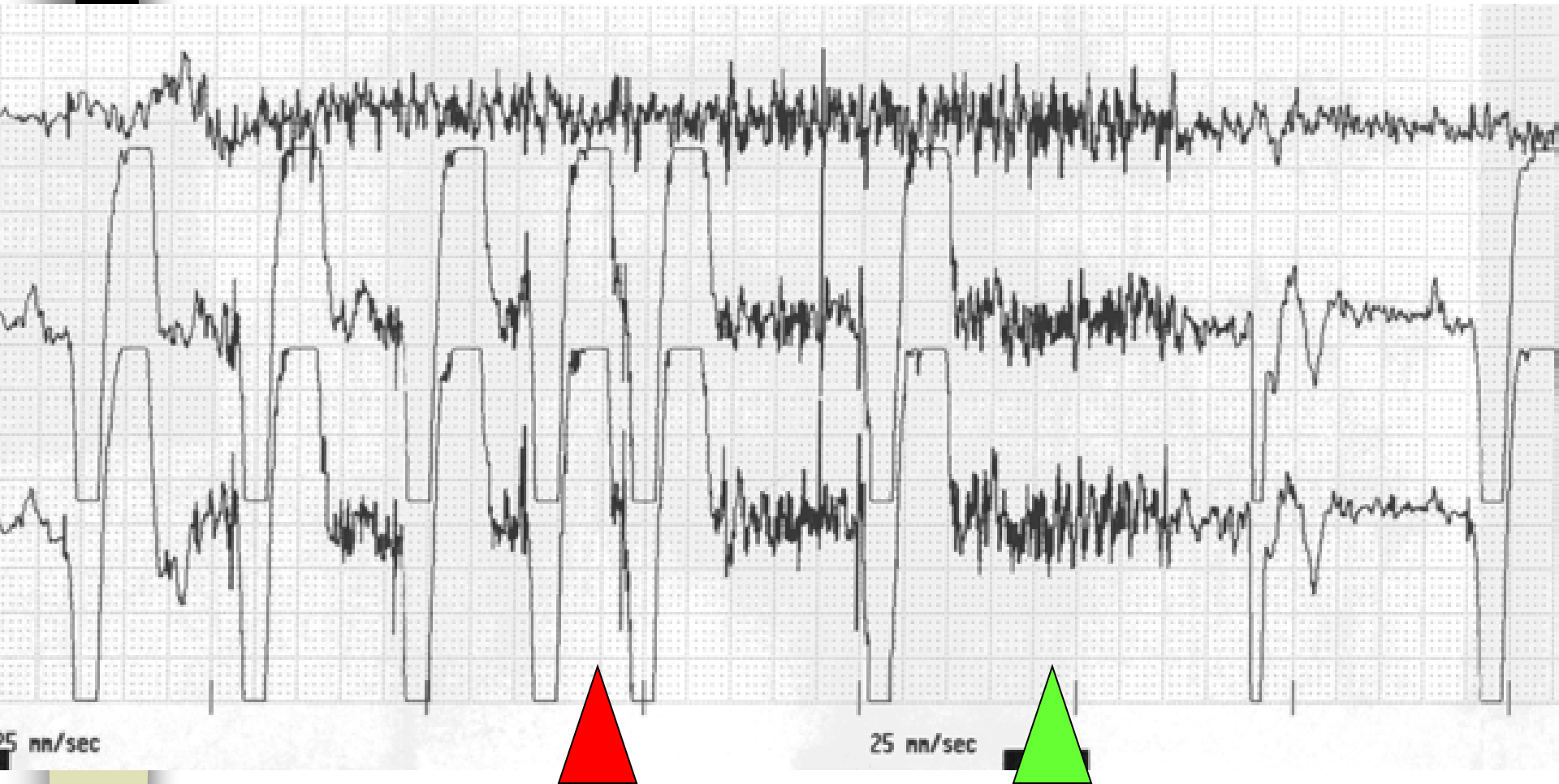
Oversensing Ventrikel

Durch Oversensing im inhibierten Mode entstehen
Pausen



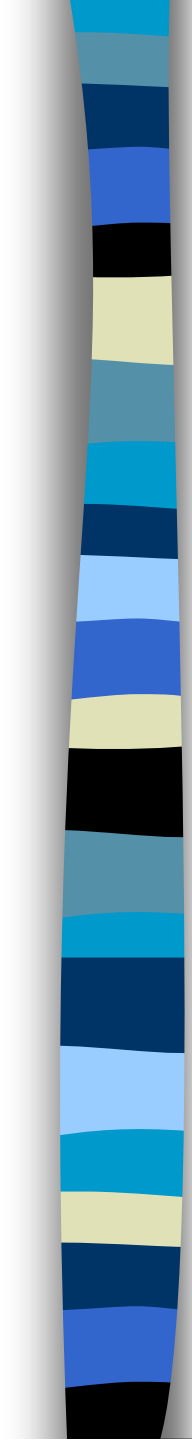
Oversensing in Kombination mit Undersensing
bei Isolationsdefekt

Muskelinterferenzen DDD



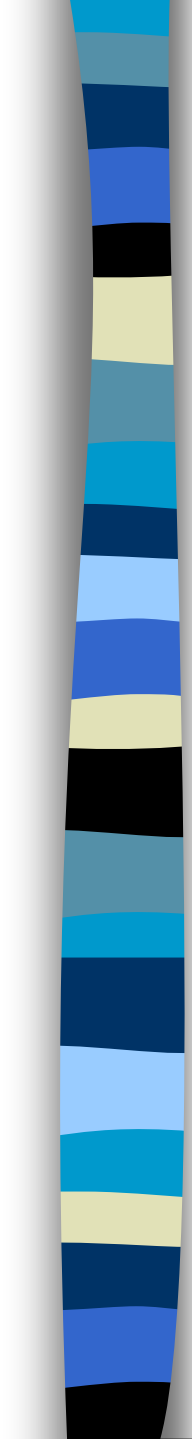
Oversensing **Atrium** : Tachycardie

Oversensing **Ventrikel** : Pausen



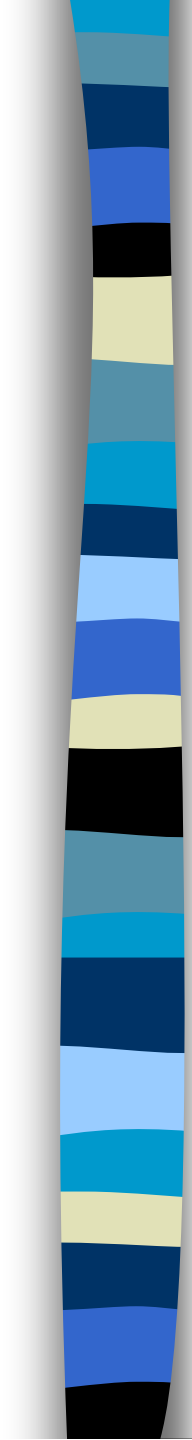
Ursachen Oversensing

- Sondendefekt
- Muskelsensing im unipolaren Modus
- Far-field Sensing
- Elektromagnetische Interferenzen



Verhalten im täglichen Leben

- Unbedenklich für Schrittmacherträger:
 - Elektronische Geräte wie Computer, Video, Fernseher, Stereo-Anlagen
 - Waschmaschinen, Geschirrspüler, Staubsauger
 - Mikrowellenherde
 - Duschen, Baden Schwimmen, Reisen, Solarium



Beinflussung des SM möglich

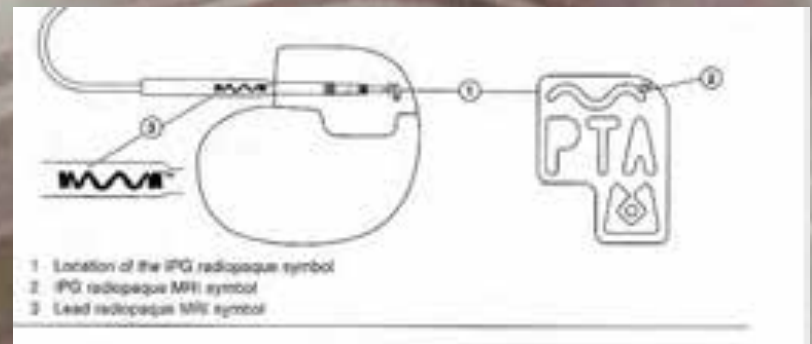
- Magnete
- Zündspulen laufender Motoren
- Elektrowerkzeuge – Bormaschinen, Gartengeräte
- Lautsprecher und Antennen
- Funkfernsteuerungen, Mobilfunkgeräte und Funksprechgeräte
- Diebstahlsicherungsanlagen
- Induktionsherde

Zur Sicherheit sollte ein Mindestabstand von einer halben bis einer Armlänge eingehalten werden

MR taugliche Schrittmachersysteme



- Medtronic Enrythm MRI
 Advisa MRI
- Biotronik Evia DR-T und Evia SR-T
 ProMRI®
- St. Jude Accent MRI
- **Nur das komplette System aus Sonde und
Schrittmacher ist MRI conditional**



MRT-Conditional

aus der Sicht des Kardiologen

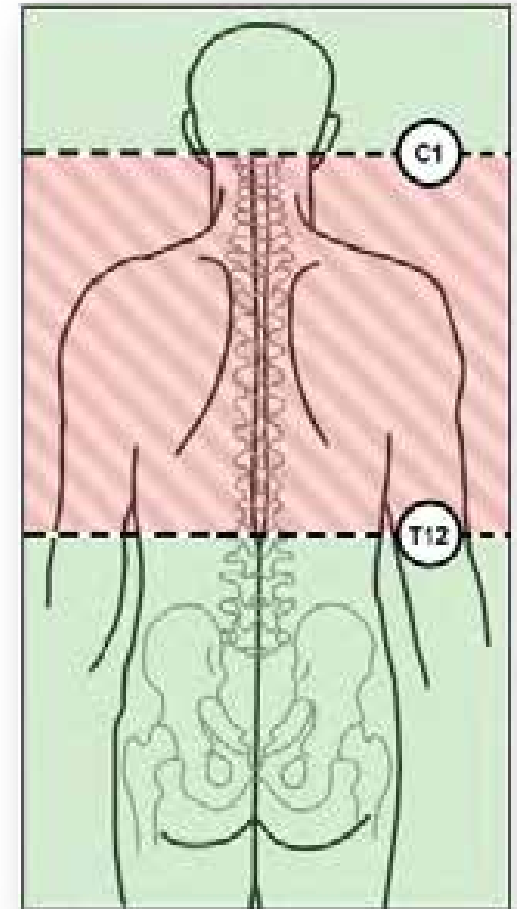


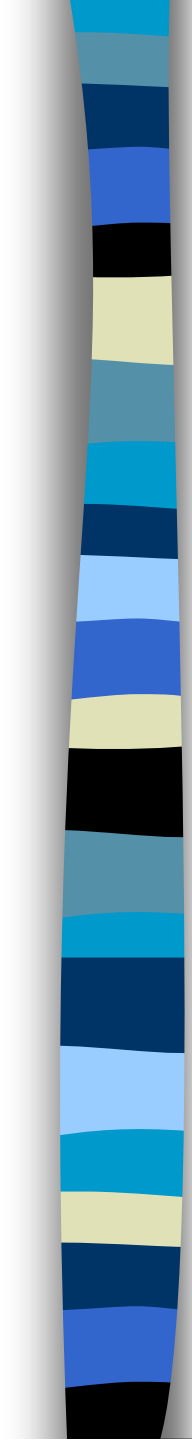
- MR taugliches Schrittmachersystem (Sonde und Impulsgeber implantiert)
- Implantation $\geq$ sechs Wochen
- Programmierung in MR conditional Modus vor MRI Untersuchung
- pectorale Implantation
- Stimulationsreizschwellen $\leq 2,0 \text{ V @ } 0,4 \text{ ms}$
- kein Elektrodenbruch, Elektrodenimpedanz 200-1.500 Ohm
- keine stillgelegten Elektroden oder Adapter, keine Herzdrähte, keine anderen implantierten Geräte etc. sind implantiert
- Patientenmonitoring während der MRI Untersuchung

MRT-Conditional

aus der Sicht des Radiologen

- SureScan™ Stimulationssystem
Konditionen
 - 1,5 Tesla „closed bore MRI“ in „Normal Operating Mode“
 - ≤ 200 T/m/s Gradient Slew Rate
 - SAR ganzer Körper ≤ 2 W/kg
- Exclusion Zone
 - Physical isocenter landmark positions including vertebrae C1 (cervical) through T12 (thoracic) excluded für Biotronik Schrittmacher
 - Nicht in Seitenlage





Vorgehen bei MRI Untersuchungen von Schrittmacherträger

1. Anmeldung in der SM-Ambulanz zur Feststellung der MR-Tauglichkeit des Schrittmachersystems
2. Umprogrammierung des SM vor der MR Untersuchung
3. Monitoring des Patienten während der Untersuchung (EKG, Pulsoxy)
4. Kontrolle und Rückprogrammierung des Schrittmachers nach der Untersuchung

308680501

Gerät: EnRhythm MRI EMDR01

Seriennummer: PTA600356S

Untersuchungsdatum: 16-Okt-2007 09:12:08

SW005 Software-Version 1.0

Copyright © Medtronic, Inc. 2004

MRI SureScan Parameter

Seite 1

MRI SureScan Einstellungen

MRI SureScan	Ein
MRI Stimulationsbetriebsart	AOO
MRI Stimulationsfrequenz	95 min ⁻¹

	Atrial	RV
Amplitude	5 V	5 V
Impulsdauer	1.0 ms	1.0 ms

Während MRI SureScan Betrieb:

- Werden keine Messungen durchgeführt oder Diagnostikdaten erfasst
- Sind Erkennung und Therapien AUS

Nach der MRI Untersuchung:

- MRI SureScan auf AUS programmieren, um permanente Geräteparameter wiederherzustellen

Geräte-Informationen

Gerät	Medtronic	EnRhythm MRI EM...	PTA600356S	Implantiert: 07-Aug-2007
-------	-----------	--------------------	------------	--------------------------

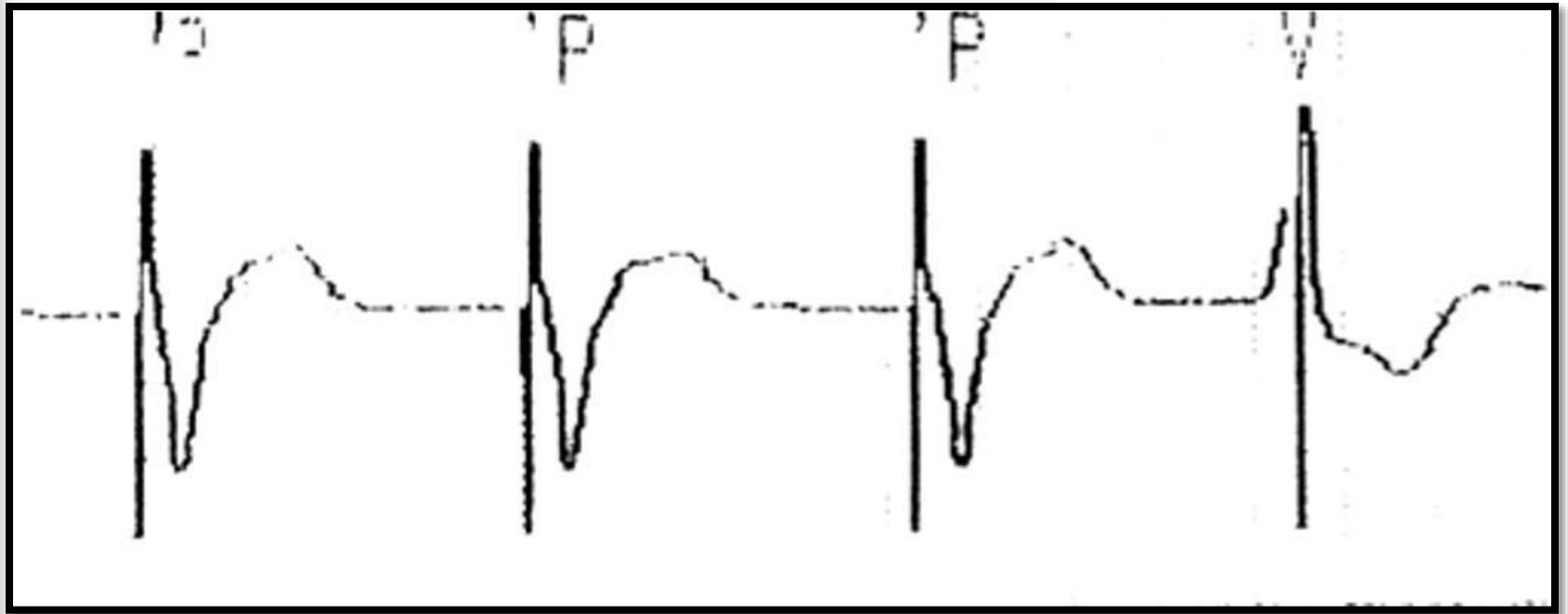
Betriebsarten : AOO
VOO
DOO
ODO

Je nach Eigenrhythmus des Patienten

Bei ER > 60/min – Sense Mode

Bei ER < 60/min - asynchroner Modus

Monitor -EKG



Fusionssystole
Keine Fehlfunktion !

Dislocation der Sonde VVI

Kombination aus Exitblock und Sensingdefekt

