

ICD/CRT

Relevantes für die Praxis

Michael Mutter 12/21

1

Gerätetypen

ICD

- = Interner Cardioverter Defibrillator
- Keine Verbesserung der kardialen Funktion
- Behandlung von Kammertachykardien
→ Verhinderung plötzlicher Herztod

CRT

- = Cardiale Resynchronisations-Therapie
- Verbesserung der kardialen Funktion
- CRT-D = + ICD
- CRT-P = nur Pacing

2

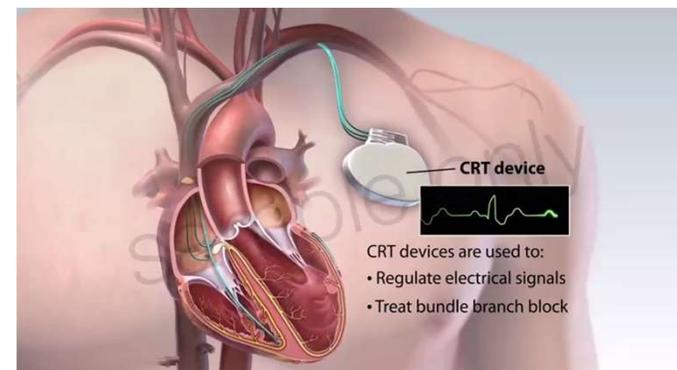
CRT = 3-Kammer-Schrittmacher = Biventrikulärer Schrittmacher

Indikation:

- Schwere Herzinsuffizienz (LVEF < 35%) mit komplettem Linksschenkelblock (> 150 ms)

3

CRT = 3-Kammer-Schrittmacher = Biventrikulärer Schrittmacher



4

CRT = 3-Kammer-Schrittmacher = Biventrikulärer Schrittmacher

Indikation:

- Schwere Herzinsuffizienz (LVEF < 35%) mit komplettem Linksschenkelblock (> 150 ms)
- AV-Block III mit Herzinsuffizienz
- AV-Knoten-Ablation bei tachykardem Vorhofflimmern

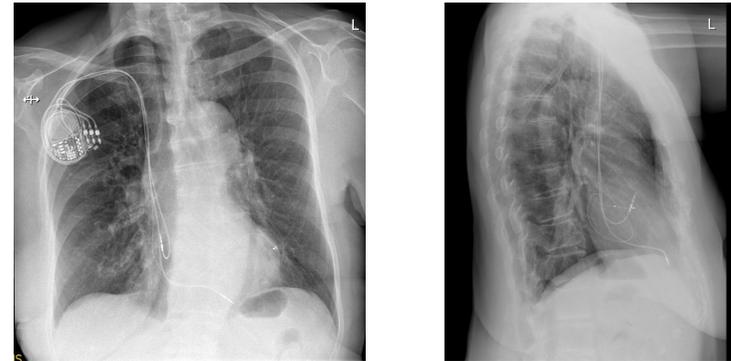
Eher nicht:

- «schmaler» Linksschenkelblock
- Ausgedehnte Narben
- Klinisches Gesamtbild?

CRT verbessert kardiale Funktion.
ICD verbessert kardiale Funktion nicht.

5

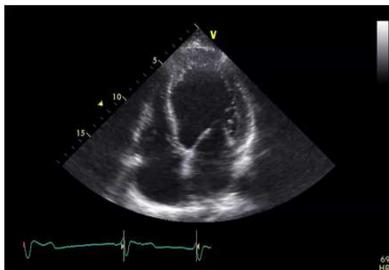
CRT



6

- KHK x 2, zunehmend herzinsuffizient, LSB

vor CRT



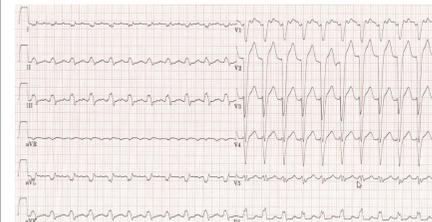
nach CRT



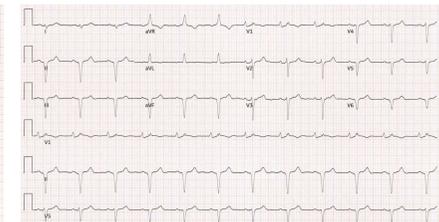
7

- KHK x 2, zunehmend herzinsuffizient, LSB

vor CRT



nach CRT



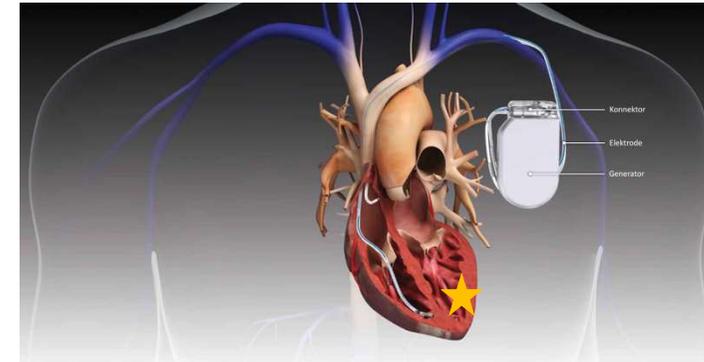
8

Kontrolle Praxis CRT

- Klinik
 - Dyspnoe, Orthopnoe, paroxysmale nächtliche Dyspnoe
 - RR, Puls, Gewicht
 - Halsvenen, HJR, Oedeme, Auskultation
- EKG:
 - QRS-Komplex schmal ☺
 - QRS-Komplex breit ☹
 - Sehr viele Extrasystolen, neues Vorhofflimmern, «chaotisch» ☹

9

Aufbau ICD



10

ICD-Elektroden

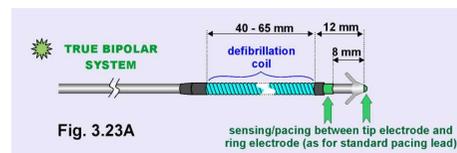
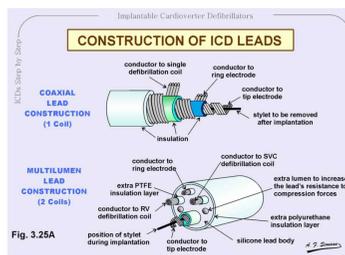
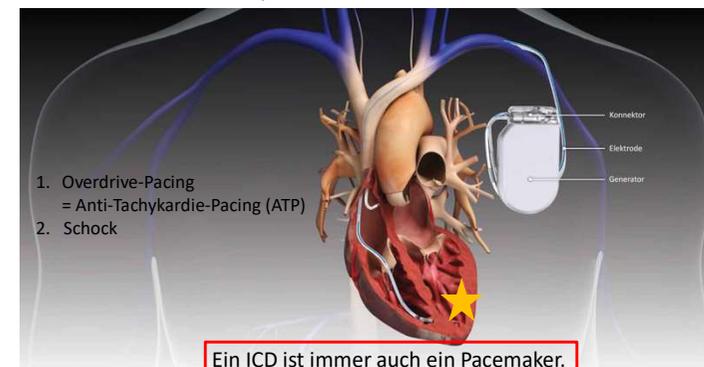


Fig. 3.23A

Ein ICD ist immer auch ein Pacemaker.

11

Was macht ein ICD? – Er schaut und wartet auf Kammertachykardien.



1. Overdrive-Pacing = Anti-Tachykardie-Pacing (ATP)
2. Schock

Ein ICD ist immer auch ein Pacemaker.

12

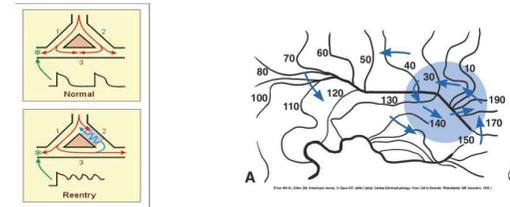
Termination von Kammertachykardien

- Antitachykardie pacing (ATP) = Overdrive pacing
- Schock

13

Wie funktioniert eine Kammertachykardie?

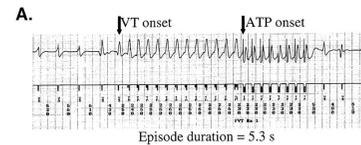
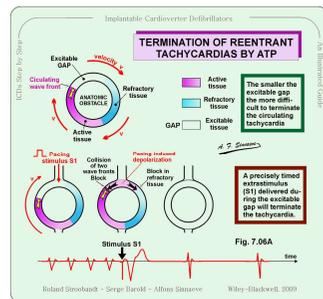
- Reentry = kreisende Erregung
 - AV-nodale-Reentry, AV-Reentry
 - Kammertachykardien (Narben)



14

Termination von Kammertachykardien

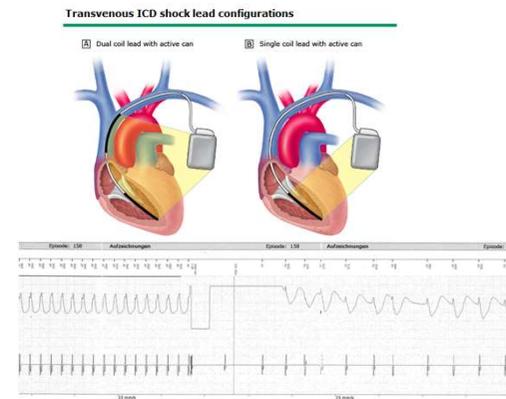
- Antitachykardie pacing (ATP) = Overdrive pacing



15

Termination von Kammertachykardien

- Schockabgabe



16

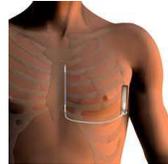
Arten von Antitachykardiegeräten

Klassische ICDs



Keine einfache Explantation
Schrittmacherfunktion
z.B. für Overdrive pacing

subkutane ICDs



einfachere Explantation
keine Schrittmacherfunktion!

Life-Vest



vorübergehende Lösung
z.B. Myokarditis

17

Erkennen von Kammertachykardien

- «sliding window»

18



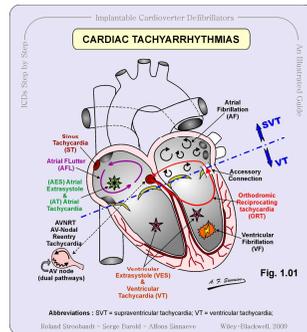
19

Erkennen von Kammertachykardien

- «sliding window»
- Primär via Herzfrequenz
 - z.B. > 200/′ → VF = «Kammerflimmern»
 - z.B. > 170/′ → VT (ventrikuläre Tachykardie)

20

Problem: Unterscheidung von *therapiebedürftigen* und *nicht-therapiebedürftigen* Arrhythmien.



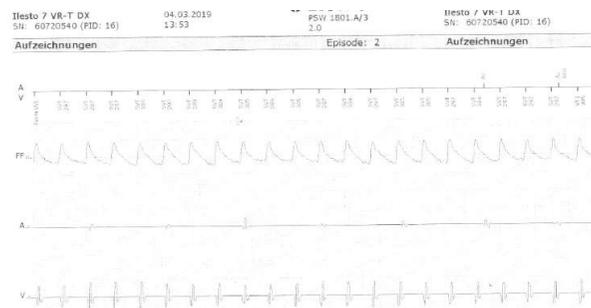
21

Erkennen von Kammertachykardien

- «sliding window»
- Primär via Herzfrequenz
 - z.B. > 200/’ → VF = «Kammerflimmern»
 - z.B. > 170/’ → VT (ventrikuläre Tachykardie)
- Diskriminatoren
 - Bessere Diagnostik
 - kein abrupter Beginn → eher Sinusrhythmus
 - sehr unregelmässig → eher Vorhofflimmern
 - QRS-Komplex morph. = SR → supraventrikuläre Tachykardie

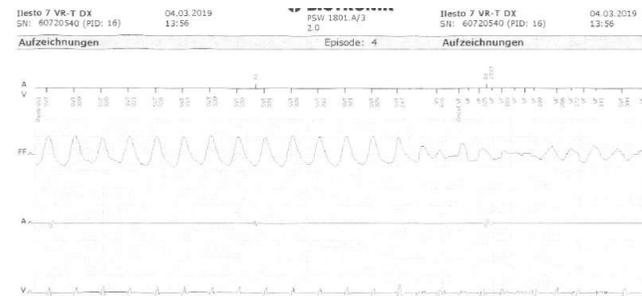
22

Unterscheidung von Arrhythmien



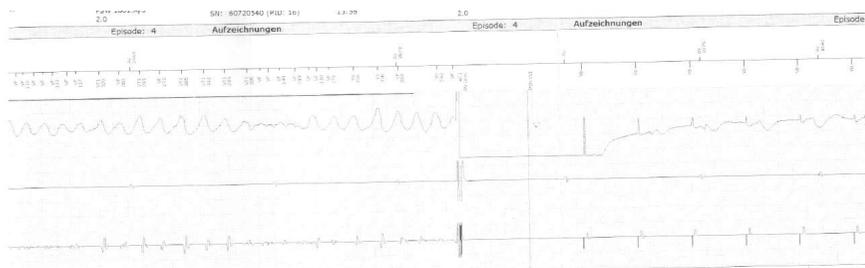
23

Unterscheidung von Arrhythmien



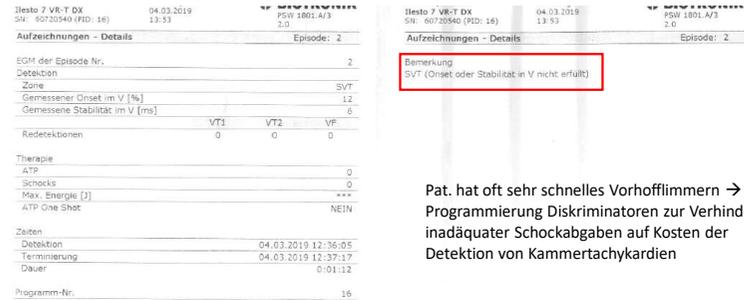
24

Unterscheidung von Arrhythmien



25

Unterscheidung von Arrhythmien

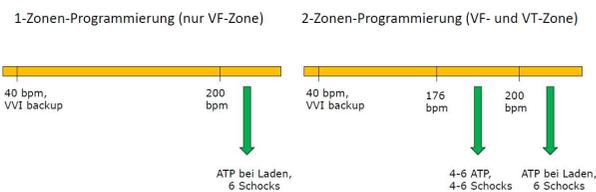


Pat. hat oft sehr schnelles Vorhofflimmern →
 Programmierung Diskriminatoren zur Verhinderung
 inadäquater Schockabgaben auf Kosten der
 Detektion von Kamertachykardien

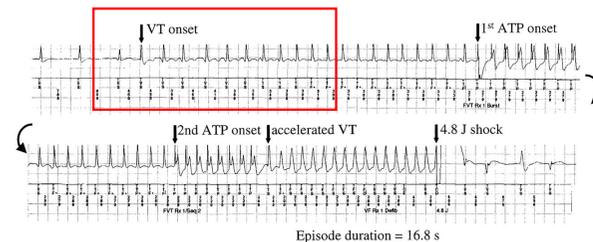
26

Programmierung

- Definitionen von Zonen anhand Herzfrequenz
 - VF-Zone («ventricular fibrillation»), zB. 200/' → Schock
 - VT-Zone («ventricular tachycardia»), zB. Ab 176/' → ATP, dann Schock



27



28

ICD = Antitachykardie-Schrittmacher mit Schock-Backup

Ca. 80% der Kammertachykardien können durch ATP beendet werden, bevor Kammerflimmern auftritt.

29

Indikationen für ICD

- 2°-Prophylaxe: Überlebter «plötzlicher Herztod» (ohne modifizierbare Faktoren)
 - «elektrische Krankheiten»
 - z.B. long QT-Syndrom
 - Kardiomyopathien
 - Koronare Herzkrankheit ohne Verbesserung durch Revaskularisation
- 1°-Prophylaxe:
 - Schwere KHK LVEF, z.B. nach Infarkt mit grosser Narbe
 - Schwere Herzinsuffizienz
 - Kardiomyopathien mit spez. Befunden

LVEF < 35%

30

• 2°-Prophylaxe:

- Hypertrophe Kardiomyopathie
 - Auffahrunfall
 - Kammertachykardien



• 2°-Prophylaxe

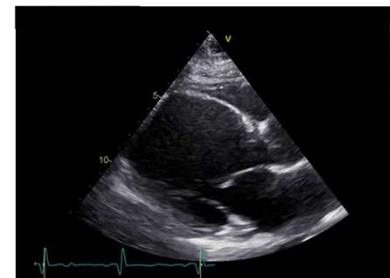
- Myokardinfarkt 5/94
 - ICD 6/95 bei Kammertachykardien
 - 1. Schockabgabe 2017 bei primärem Kammerflimmern



31

• 1°-Prophylaxe:

- Grosser Vorderwandinfarkt



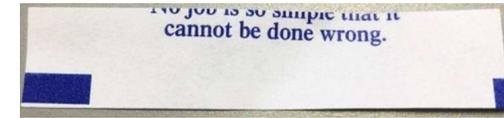
32

Kontraindikationen

- Überleben < 1 y
- Alter, Zurückhaltung ab 70 y
- Schwere Niereninsuffizienz
- Karzinom

33

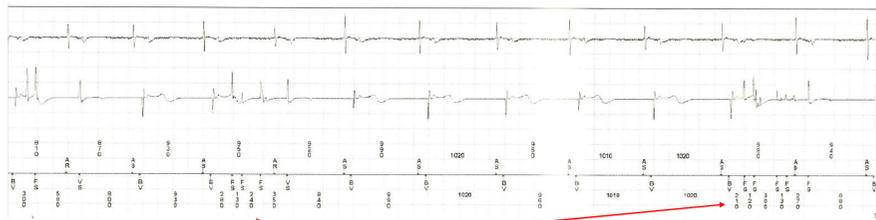
Komplikationen



- Perioperativ
 - Infekt
 - Perforationen
 - Reizergüsse
 - Dislokationen
 - Hämatome
 - Pneumothorax
 - Subclavia-Thrombose
- Im Verlauf
 - Reizschwellenanstiege
 - Sensingprobleme
 - Elektrodenbrüche
 - Phrenicusstimulation
 - Eher bei LV-Elektroden
 - Konnektorlockerung
 - Software
 - Phantomschocks
 - PTBS

34

• (drohender) Elektrodenbruch



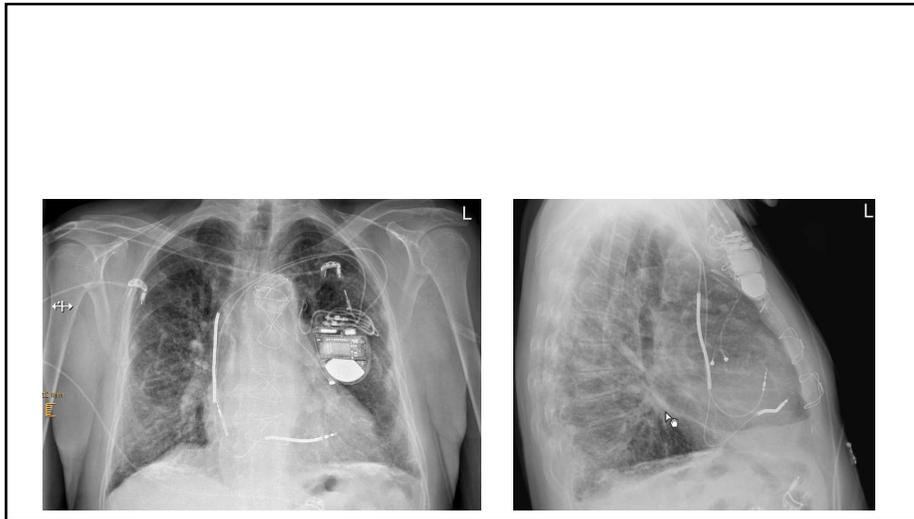
- Artefakte als Kammerflimmern interpretiert

35

Vermeiden von Schocks

- Gute Herzinsuffizienzeinstellung
- Antiarrhythmika
 - Betablocker, Amiodarone
- Revaskularisation
- Elektrolyte

36



37

1. Koronare 3-Gefäßerkrankung

- St. n. Vorderwandinfarkt 2003
- St. n. dreimal AC-Bypass (LIMA-RIVA, Vene-RCX, Vene-RIVP) 2003
- St. n. CRT-D-Implantation am 07.01.2004 bei schwer eingeschränkter LVEF (30%), schmaler QRS-Komplex
- St. n. Generatorwechsel mit Downgrading auf 2-Kammer-ICD am 18.12.13

2. Diabetes mellitus Typ 2, ED 1982

- Unter Insulintherapie

3. Niereninsuffizienz CKD-Stadium II

38



39

BZ 3.2 mmol/l

- KHK
- DM
 - Novorapid, Levemir
 - HbA1c 6.5%

40

Vermeiden von Schocks

- Gute Herzinsuffizienzeinstellung
- Antiarrhythmika
 - Betablocker, Amiodarone
- Revaskularisation
- Elektrolyte
- **Vermeiden von Hypoglykämien**

41

Lebensdauer

- Batterie 5-10 y oder länger
 - Abhängig von Pacerbedürftigkeit, Schocks
- Elektroden
 - ?, lange
 - Elektrodenbrüche → bis zu 3 Elektroden in V. subclavia → Thrombosegefahr?
→ bis zu 5 Elektroden in V. cava superior
- Gebrochene ICD-Elektroden müssen entfernt werden
 - Gefahr von Schocks wegen Artefakten
 - Entfernung in HLM-Bereitschaft
 - Vorteil subkutaner ICD

42

ICD, Schrittmacher und Reanimation

- Reanimation wie üblich
 - Nicht auf den Generator drücken
- Keine Gefahr eines Elektroschocks für Helfer
- Externe Defibrillation möglich
 - Defi-Elektroden nicht über ICD anbringen

43

Was tun nach ICD-Schockabgabe?

- 1 x
 - Keine weiteren Symptome → Melden innerhalb 24 h
 - Zusätzliche Symptome: Thoraxschmerzen, Dyspnoe etc. → Notfall
- Mehrere Schocks nacheinander → Notfall
 - Adäquate Schocks oder Dysfunktion (z.B. Elektrodenbruch)?
 - Elektrischer Sturm?
 - Grund?
 - Neue Ischämie?
 - Medikation?
 - Dyslektrolytämie?
 - Dekompensation?

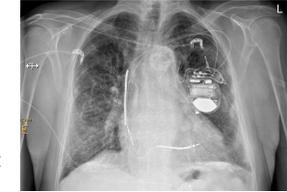
44

Was passiert bei Magnetauflage?

- Schrittmacher und CRT → Inhibition des Sensings
→ fixer «Magnet»-Rhythmus 90-100/
- ICD → Inhibition Tachyfunktion
→ Schrittmacherfunktion unbeeinflusst
- CRT-D → Inhibition Tachyfunktion
→ «Magnetrythmus» je nach Hersteller
- Magnet weg: funktioniert normal weiter, keine Kontrolle nötig!

45

MRI



- Neue Systeme sind MRI-tauglich
 - Generator + Elektroden als Gesamtsystem zertifiziert
 - Vor MRI in MRI-Modus umprogrammieren
- Es geht auch mit den alten Systemen.
 - Zwar Komplikationen möglich und im Experiment nachweisbar
 - Erhitzung der Elektroden, Reizschwellenanstieg, Programmierungsänderungen
 - Im klinischen Alltag aber (fast) keine Probleme

• **Cave: Dekonnectierte Elektroden und epikardiale Elektroden!**

<https://radiologyassistant.nl/cardiovascular/devices/cardiovascular-devices>

46

Alarmtöne

- Zu fixer Tageszeit programmiert
- Technische Gründe
 - Batterie
 - Impedanzen
 - Reizschwellen
 - Magnetreaktion
 - ICD temporär ohne Tachykardiefunktion
- «Klinische» Gründe
 - Hochfrequenzsignale
 - Elektrodenbruch oder «Kammerflimmern»
 - Drohendes Lungenödem
 - Zu seltenes Pacing bei CRT

47

Cardiovascular Medicine

Official communication | Published 20 June 2019 | doi:10.4414/cvm.2019.02023
Cite this as: Cardiovasc Med. 2019;22:e02023

Fahreignung und kardiovaskuläre Erkrankungen:
gemeinsame Richtlinien der Schweizerischen
Gesellschaft für Kardiologie und der
Schweizerischen Gesellschaft für Rechtsmedizin

Genehmigt am 5.5.2019 durch die Qualitätskommission der Schweizerischen Gesellschaft für Kardiologie und am 9.5.2019 durch die Sektion Verkehrsmedizin der Schweizerischen Gesellschaft für Rechtsmedizin

Buser Marc^{MD}, Christen Stefan^{MD}, Schär Beat^{MD}, Fellay Maurice^{MD}, Pfäffli Matthias^{MD}

48

Tabelle 7: Fahreignung bei Devices (PM, ICD, CRT).

		1. Gruppe	2. Gruppe
PM			
PM-Implantation oder PM-Wechsel	Mit Synkopen in der Anamnese	Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, Wartefrist 3 Monate und kardiologische Kontrolle erfolgt. Falls nur PM-Wechsel: Wartefrist 2 Wochen.
	Ohne Synkopen in der Anamnese	Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, Wartefrist 4 Wochen und kardiologische Kontrolle. Falls nur PM-Wechsel: Wartefrist 2 Wochen.
ICD			
Primärprävention		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Sekundärprävention		Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
Nach einmaligem, adäquatem Schock		Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
ATP einer Kammer tachykardie	Mit erheblichen Symptomen*	Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
	Ohne erhebliche Symptome*	Fahreignung	Nicht fahreignung
Nach inadäquatem Schock		Fahreignung nach Beseitigung der zugrundeliegenden Ursache	Nicht fahreignung
Nach Aggregatswechsel		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Nach Sondenwechsel		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Verweigerung eines ICD	Primärpräventiv	Fahreignung	Nicht fahreignung
	Sekundärpräventiv	Fahreignung, Wartefrist 7 Monate nach letztmaliger ventrikulärer Arrhythmie	Nicht fahreignung
CRT-D bei nicht-ischämischer Kardiopathie in der Primärprävention		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, falls eine anhaltende (im Allgemeinen >6 Monate) Verbesserung der LVEF auf >50% dokumentiert ist und der D-Teil deaktiviert wird

* starker Schwindel, Präsynkope, Synkope

49

Tabelle 7: Fahreignung bei Devices (PM, ICD, CRT).

		1. Gruppe	2. Gruppe
PM			
PM-Implantation oder PM-Wechsel ?	Mit Synkopen in der Anamnese	Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, Wartefrist 3 Monate und kardiologische Kontrolle erfolgt. Falls nur PM-Wechsel: Wartefrist 2 Wochen.
	Ohne Synkopen in der Anamnese	Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, Wartefrist 4 Wochen und kardiologische Kontrolle. Falls nur PM-Wechsel: Wartefrist 2 Wochen.
ICD			
Primärprävention		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Sekundärprävention		Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
Nach einmaligem, adäquatem Schock		Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
ATP einer Kammer tachykardie	Mit erheblichen Symptomen*	Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
	Ohne erhebliche Symptome*	Fahreignung	Nicht fahreignung
Nach inadäquatem Schock		Fahreignung nach Beseitigung der zugrundeliegenden Ursache	Nicht fahreignung
Nach Aggregatswechsel		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Nach Sondenwechsel		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Verweigerung eines ICD	Primärpräventiv	Fahreignung	Nicht fahreignung
	Sekundärpräventiv	Fahreignung, Wartefrist 7 Monate nach letztmaliger ventrikulärer Arrhythmie	Nicht fahreignung
CRT-D bei nicht-ischämischer Kardiopathie in der Primärprävention		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, falls eine anhaltende (im Allgemeinen >6 Monate) Verbesserung der LVEF auf >50% dokumentiert ist und der D-Teil deaktiviert wird

* starker Schwindel, Präsynkope, Synkope

50

Tabelle 7: Fahreignung bei Devices (PM, ICD, CRT).

		1. Gruppe	2. Gruppe
PM			
PM-Implantation oder PM-Wechsel ?	Mit Synkopen in der Anamnese	Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, Wartefrist 3 Monate und kardiologische Kontrolle erfolgt. Falls nur PM-Wechsel: Wartefrist 2 Wochen.
	Ohne Synkopen in der Anamnese	Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, Wartefrist 4 Wochen und kardiologische Kontrolle. Falls nur PM-Wechsel: Wartefrist 2 Wochen.
ICD			
Primärprävention		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Sekundärprävention		Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
Nach einmaligem, adäquatem Schock		Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
ATP einer Kammer tachykardie	Mit erheblichen Symptomen*	Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
	Ohne erhebliche Symptome*	Fahreignung	Nicht fahreignung
Nach inadäquatem Schock		Fahreignung nach Beseitigung der zugrundeliegenden Ursache	Nicht fahreignung
Nach Aggregatswechsel		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Nach Sondenwechsel		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Verweigerung eines ICD	Primärpräventiv	Fahreignung	Nicht fahreignung
	Sekundärpräventiv	Fahreignung, Wartefrist 7 Monate nach letztmaliger ventrikulärer Arrhythmie	Nicht fahreignung
CRT-D bei nicht-ischämischer Kardiopathie in der Primärprävention		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, falls eine anhaltende (im Allgemeinen >6 Monate) Verbesserung der LVEF auf >50% dokumentiert ist und der D-Teil deaktiviert wird

* starker Schwindel, Präsynkope, Synkope

51

Tabelle 7: Fahreignung bei Devices (PM, ICD, CRT).

		1. Gruppe	2. Gruppe
PM			
PM-Implantation oder PM-Wechsel ?	Mit Synkopen in der Anamnese	Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, Wartefrist 3 Monate und kardiologische Kontrolle erfolgt. Falls nur PM-Wechsel: Wartefrist 2 Wochen.
	Ohne Synkopen in der Anamnese	Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, Wartefrist 4 Wochen und kardiologische Kontrolle. Falls nur PM-Wechsel: Wartefrist 2 Wochen.
ICD			
Primärprävention		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Sekundärprävention		Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
Nach einmaligem, adäquatem Schock		Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
ATP einer Kammer tachykardie	Mit erheblichen Symptomen*	Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
	Ohne erhebliche Symptome*	Fahreignung	Nicht fahreignung
Nach inadäquatem Schock		Fahreignung nach Beseitigung der zugrundeliegenden Ursache	Nicht fahreignung
Nach Aggregatswechsel		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Nach Sondenwechsel		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Verweigerung eines ICD	Primärpräventiv	Fahreignung	Nicht fahreignung
	Sekundärpräventiv	Fahreignung, Wartefrist 7 Monate nach letztmaliger ventrikulärer Arrhythmie	Nicht fahreignung
CRT-D bei nicht-ischämischer Kardiopathie in der Primärprävention		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, falls eine anhaltende (im Allgemeinen >6 Monate) Verbesserung der LVEF auf >50% dokumentiert ist und der D-Teil deaktiviert wird

* starker Schwindel, Präsynkope, Synkope

52

Tabelle 7: Fahreignung bei Devices (PM, ICD, CRT).

		1. Gruppe	2. Gruppe
PM			
PM-Implantation oder PM-Wechsel	Mit Synkopen in der Anamnese	Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, Wartefrist 3 Monate und kardiologische Kontrolle erfolgt. Falls nur PM-Wechsel: Wartefrist 2 Wochen.
	Ohne Synkopen in der Anamnese	Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, Wartefrist 4 Wochen und kardiologische Kontrolle. Falls nur PM-Wechsel: Wartefrist 2 Wochen.
ICD			
Primärprävention		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Sekundärprävention		Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
Nach einmaligem, adäquatem Schock		Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
ATP einer Kammer tachykardie	Mit erheblichen Symptomen*	Fahreignung, Wartefrist 3 Monate	Nicht fahreignung
	Ohne erhebliche Symptome*	Fahreignung	Nicht fahreignung
Nach inadäquatem Schock		Fahreignung nach Beseitigung der zugrundeliegenden Ursache	Nicht fahreignung
Nach Aggregatswechsel		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Nach Sondenwechsel		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Nicht fahreignung
Verweigerung eines ICD	Primärpräventiv	Fahreignung	Nicht fahreignung
	Sekundärpräventiv	Fahreignung, Wartefrist 7 Monate nach letztmaliger ventrikulärer Arrhythmie	Nicht fahreignung
CRT-D bei nicht-ischämischer Kardiopathie in der Primärprävention		Fahreignung, Wartefrist 1 Woche	Fahreignung, falls eine anhaltende (im Allgemeinen >6 Monate) Verbesserung der LVEF auf >50% dokumentiert ist und der D-Teil deaktiviert wird

* starker Schwindel, Präsynkope, Synkope

53

Schrittmacher, ICD und OP

- Magnet
- Eigenfrequenz? Schrittmacherabhängig?
- Gefahr der EMI=Elektromagnetische Interferenz
 - Kautern? Wo?

54

Schrittmacher, ICD und OP

- Checkliste SGAR

http://www.sgar-ssar.ch/fileadmin/user_upload/Dokumente/Checkliste_Pacemaker_ICD/Perioperatives_Management_Pacemaker_checklist_de.pdf

55

Schrittmacher, CRTs und ICDs am Lebensende

- ICDs: Antitachykardiefunktionen abstellen
 - Lebensverlängerung nicht erwünscht
 - Multiple Schocks während Sterbeprozess verhindern
- CRT: nicht abstellen → Palliation

56

Schrittmacher, CRTs und ICDs am Lebensende

Information zu Entscheidungen am Lebensende für Patienten mit Herzschrittmacher und implantierbarem Defibrillator

Sie sind wegen einer Herzkrankung bei Ihrem Arzt in Behandlung. Der Arzt schlägt Ihnen die Implantation eines Herzschrittmachers (Pacemaker) oder eines implantierbaren Defibrillators (implantierbarer Cardioverter Defibrillator oder ICD) vor, oder Sie leben bereits mit einem solchen Gerät. Der Arzt hat Ihnen erklärt, warum Sie dieses Gerät benötigen. Für Trägerinnen und Träger von Herzschrittmachern mit oder ohne Defibrillatorfunktion können am Lebensende Entscheidungen anstehen, auf die vor Sie mit diesem Informationsblatt aufmerksam machen. Es umfasst:

- Erklärung der verschiedenen Schrittmacher- und ICD-Funktionen
- Erläuterungen zu den Entscheidungsfindungen, die später einmal auf Sie zukommen könnten
- Mögliche Formulierungen für die Patientenverfügung
- Adressen für weitere Informationen und Beratung



Wir danken die Schweizerische Gesellschaft für Kardiologie und ihrer Arbeitsgruppe Herzschrittmacher und Elektrophysiologie für die Mitarbeit und die fachliche Beratung.



Mögliche Formulierung für die Patientenverfügung

Diese Anordnungen gelten für den Fall, dass ich entweder durch meine Herzkrankheit oder durch eine zusätzliche chronische Erkrankung, wie zum Beispiel eine Krebskrankung, nach Einschätzung der Ärzte nur noch kurze Zeit zu leben habe, also der Sterbepunkt in nächster Zeit zu erwarten ist. Falls ich in dieser Situation urteilsunfähig sein sollte und nur eine geringe Aussicht besteht, dass sich die Unmehrfähigkeit wieder erlange, treffe ich folgende Entscheidungen:

Wichtig: die Batterie meines Herzschrittmacher- oder ICD-Geräts

Falls ich abschiebe, dass die Batterie meines Herzschrittmachers oder ICDs bald leer sein wird, will ich, dass

- ☐ die Batterie ausgewechselt wird (falls dies medizinisch indiziert ist),
- ☐ die Batterie nicht ausgewechselt wird, ich nehme damit in Kauf, dass mein Leben verkürzt werden wird, insbesondere wenn mein Herz vom Herzschrittmacher abhängig ist.

Abschalten des ICDs oder des Herzschrittmachers am Lebensende

Ich bin Trägerin eines ICD-Geräts. Falls es sich aufgrund meiner zusätzlichen Erkrankung oder meiner Herzkrankung abschiebe, dass mein Leben zu Ende geht, möchte ich, dass

- ☐ die Ärzte die Defibrillatorfunktion meines Geräts ausschalten. Eine allfällige Verkürzung des Lebens nehme ich damit in Kauf.
- ☐ die Ärzte die Defibrillatorfunktion meines Geräts nicht ausschalten.

Ich bin Trägerin eines Herzschrittmachers. Falls es sich aufgrund meiner zusätzlichen Erkrankung oder meiner Herzkrankung abschiebe, dass mein Leben zu Ende geht, möchte ich,

- ☐ dass der behandelnde Kardiologe den Herzschrittmacher abschaltet. Mir ist bewusst, dass sich dadurch meine Lebensqualität verschlechtern kann. Falls ich vital vom Herzschrittmacher abhängig bin, hat dieses Abschalten unmittelbar den Tod zur Folge.
- ☐ dass der behandelnde Kardiologe den Herzschrittmacher nicht abschaltet.



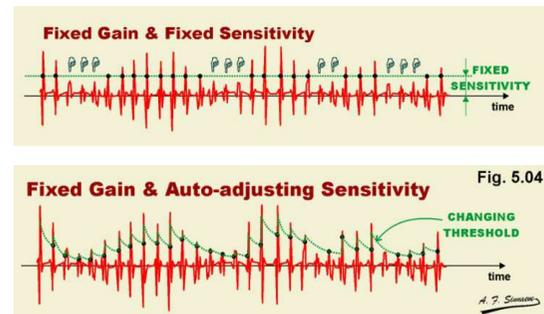
Bild: imgur

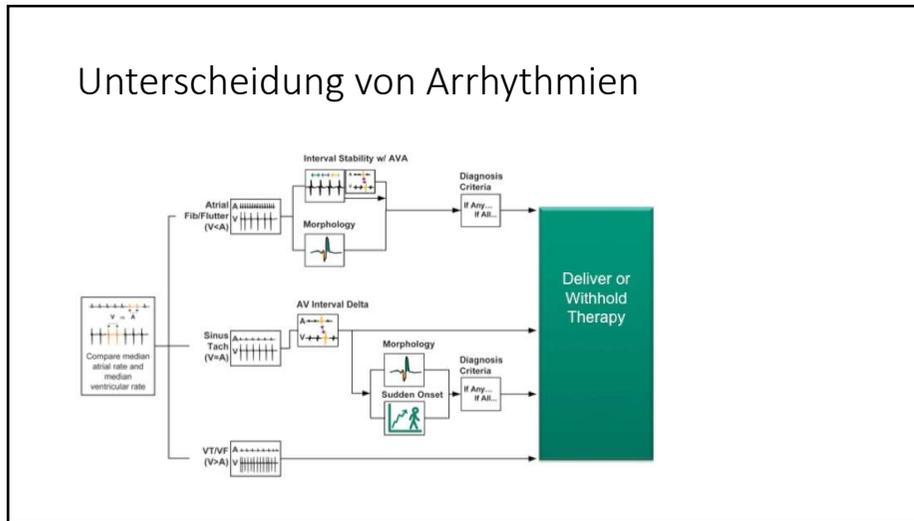
Magnetreaktion



- Magnet auflegen auf Schrittmacher:
 - Schrittmacher stimuliert mit starrer Frequenz (V00 resp. D00)
 - Magnetfrequenz abhängig von Batteriezustand (voll → Hf ca. 100/')
- Klassische Anwendung:
 - PM-Patient im OPS, durch Kautern sensiert Schrittmacher und stimuliert nicht mehr → Magnet auflegen → stimuliert wieder (Kardiologe und Programmiergerät überflüssig)
- Gefahr: stimuliert in vulnerable Phase, wenn unter V00 Eigenaktivität
- Gilt für alle (genügend grossen) Magnetfelder

Detektion von KT's und Kammerflimmern





61

Unterscheidung von Arrhythmien

- Nur wenn kein «VF» = Kammerflimmern

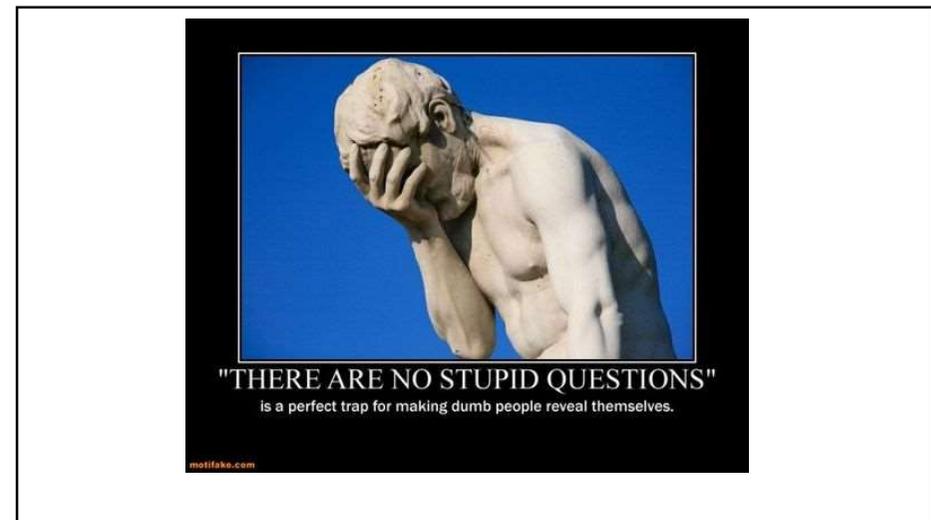
Schockabgabe wegen sehr schnell übergeleiteter atrialer Tachykardie in der VF-Zone

62

- (drohender) Elektrodenbruch

- Artefakte als Kammerflimmern interpretiert

63



64



65

Homemonitoring

(Reuters) - The stock of pacemaker manufacturer **St. Jude Medical Inc** **STJ.N** fell sharply on Thursday after **short-selling firm Muddy Waters** said it had placed a bet that the shares would fall, claiming its implanted heart devices were vulnerable to cyber attacks.

Muddy Waters head Carson Block said the firm's position was motivated by research from a cyber security firm, **MedSec Holdings Inc**, which has a financial arrangement with Muddy Waters. MedSec asserted that St. Jude's heart devices were vulnerable to cyber attack and were a risk to patients.

Researchers tested **second-hand Merlin@home** devices obtained on eBay, among the hundreds of thousands that are in use, the report said. It said St. Jude pushed out a software update to some Merlin@home devices but that it "represented a very slight change in security."

REMOTE MONITORING
IS SAFE & EFFECTIVE

66

MESEC CYBER SECURITY
Company

MedSec is the first and only cyber-security research company formed exclusively to serve the health care industry.

verkauft Bericht und wird an Spekulationsgewinn beteiligt

St. Jude Medical

67

Empfehlung SJM

- Installation eines updates auf die betroffenen Geräte
- Nimmt 3 Minuten in Anspruch
- In der Schweiz ab November bei Nachkontrollen möglich

68

Empfehlung Schweizer Fachgesellschaft

Aus unserer Sicht besteht im Moment kein Handlungsbedarf. Ein erstes Software-Update ist schon im Januar 2017 von der Firma Abbott zur Verfügung gestellt worden, und wird bei der Abfrage eines Gerätes automatisch geladen.

Als weiterer Schritt wird ein zweites Update vorbereitet („firmware“), das voraussichtlich im November zur Verfügung stehen wird (CE Zulassung aktuell pendent). Die Installation wird nicht automatisch erfolgen, sondern gemäss Anweisungen des Programmiergerätes. Somit ist abzuwarten bis das entsprechende Software-Update von der Firma zur Verfügung gestellt wird.

Die Gefahr, dass die Schrittmacherfunktionen beeinträchtigt werden, wird als sehr gering eingeschätzt. Davon abgesehen gibt es unseres Wissens keinen einzigen Fall, bei dem ein Schrittmacher-Patient von einem Hackerangriff betroffen wurde.

Info durch die Firma?

69

• Warum Homemonitoring?????

Dick Cheney feared assassination by shock to implanted heart defibrillator

Former US vice-president, who recently had a heart transplant, worried that electronic pulse to cardiac device might kill him

Reiner said Cheney asked him in 2007 to remove the defibrillator and replace it with one that had no wireless capability.

• Risiko update vs. Cyberattacke

- Verlust der Programmierung 0.023% * 745000 = 171 Geräte weltweit
- Verlust der Gerätefunktion 0.003% * 745000 = 22 Geräte weltweit

COMMENTARY

Pacemaker Hacking: Good TV Plot, but Not Worth Alarming Patients

John Mandrola, MD
DISCLOSURES | September 15, 2017

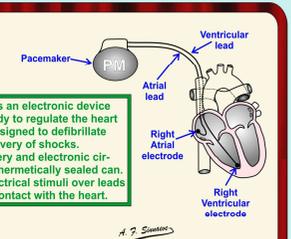
If asked by affected patients, I am not recommending the firmware update. It's crazy to expose people to the inconvenience and risk of harm from a hastily made firmware update for something so nebulous as a potential hacking attempt.

70

Cardiac Pacemakers and Resynchronization

WHAT IS A PACEMAKER ???

A pacemaker (PM) is an electronic device implanted in the body to regulate the heart beat. A PM is not designed to defibrillate the heart by the delivery of shocks. It consists of a battery and electronic circuits enclosed in a hermetically sealed can. The PM delivers electrical stimuli over leads with electrodes in contact with the heart.



An Illustrated Guide
A. J. Stewart
Serge Barold - Roland Strohbandt - Alfons Stemme
Wiley-Blackwell, 2010

Was trifft zu (single choice):

Ein Schrittmacher stimuliert stur vor sich hin, es sei denn, er sensiert eine Herzaktion.

~~Der Schrittmacher schaut ob es ein Herz gibt.~~

71

Was macht ein Schrittmacher? – Er stimuliert.

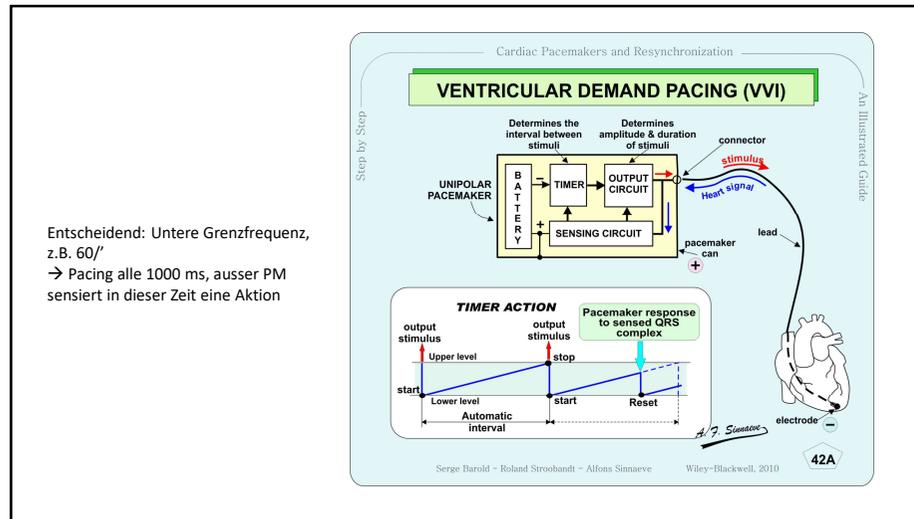
- Out of the box:
 - - 1 Kammer: VVI 60''
 - - 2 Kammer: DDD 60''

} Plug and play



- 60'' → wenn nicht alle 1000ms eine Aktivität sensiert wird, wird stimuliert
- 50'' → 1200ms
- 100'' → 600ms

72



73

Nomenklatur

- Ort des Pacings
 - V=Ventrikel
 - A=Atrium
 - D=Dual
- Ort des Sensings
 - Dito
- Triggern oder Inhibieren
 - I=Inhibieren
 - T=Triggern
 - D=Dual
- (R=Rate control)

- VVI:
 - Einkammersystem = Paced und sensed im Ventrikel, wird inhibiert, wenn $H_f > PM\text{-rate}$
- AAI:
 - Einkammersystem = Paced und sensed im Atrium, wird inhibiert, wenn $H_f > PM\text{-rate}$
- DDD:
 - 2-Kammersystem = Paced und sensed in Ventrikel und Atrium, kann triggern oder inhibieren
- DDDR:
 - 2-Kammersystem, wie DDD + Modulation der PM-rate je nach Aktivität des Patienten

74

Schrittmacherarten

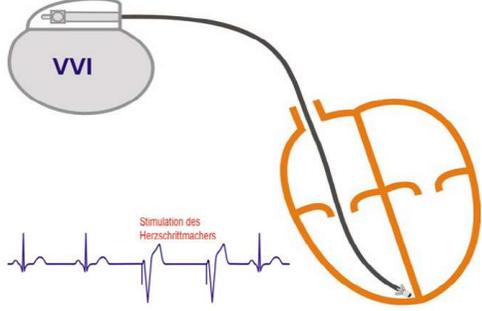
- 1-Kammer
- 2-Kammer
- 3-Kammer
- «leadless»

75

1-Kammer-Schrittmacher

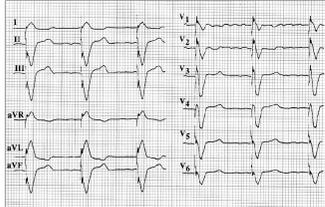
Typische Indikation:

- Bradykardes Vorhofflimmern
- Seltenes ventrikuläres Pacing «Synkopenprophylaxe»



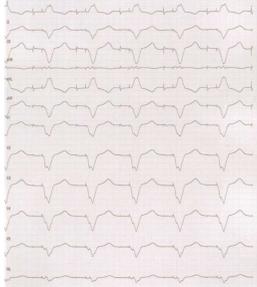
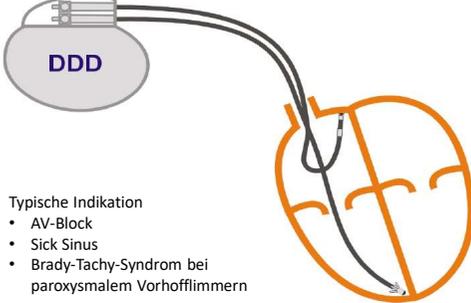
VVI

Stimulation des Herzschrittmachers



76

2-Kammer-Schrittmacher

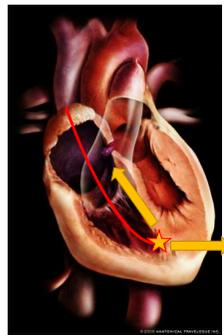
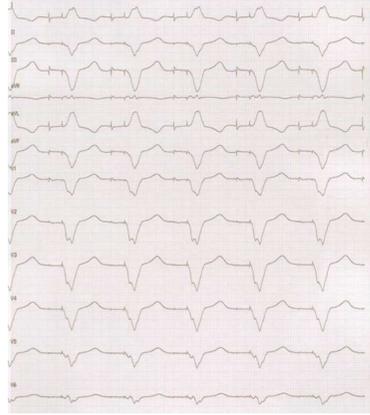
DDD

Typische Indikation

- AV-Block
- Sick Sinus
- Brady-Tachy-Syndrom bei paroxysmalem Vorhofflimmern

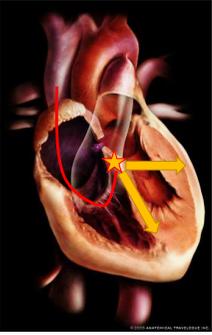
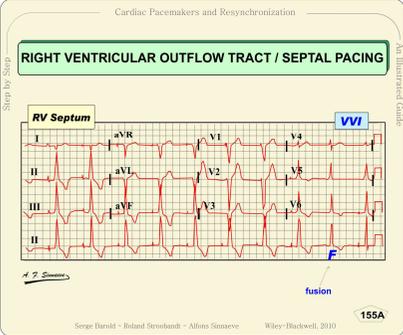
77

RV apikales Pacing

78

RVOT Pacing

Cardiac Pacemakers and Resynchronization
An Illustrated Guide

RIGHT VENTRICULAR OUTFLOW TRACT / SEPTAL PACING

RV Septum VVI

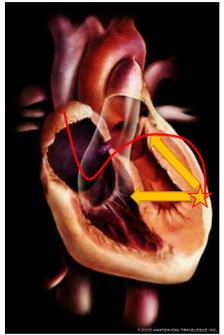
fusion

Serge David - Roland Struhschmidt - Alfons Simarwe - Wiley-Blackwell, 2010

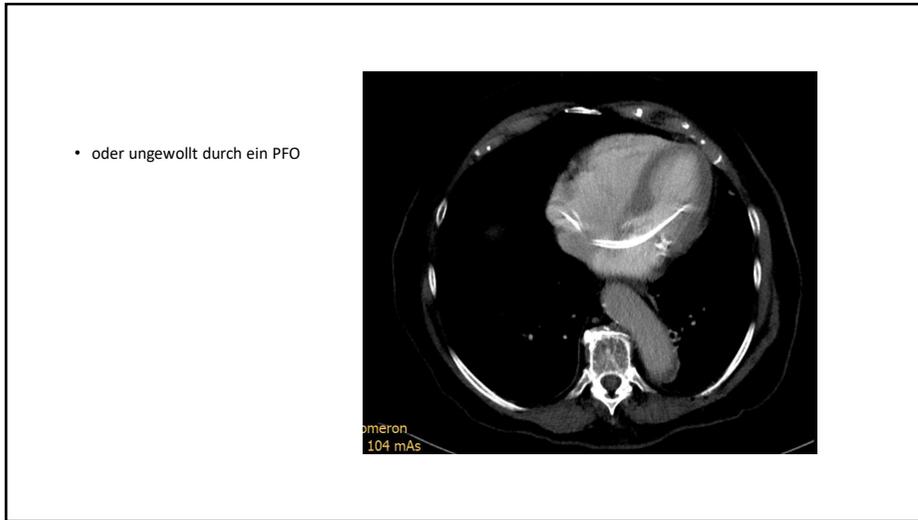
79

LV-Pacing

Wie kommt man da hin? Durch den Sinus coronarius.



80



81

Biventrikulärer Schrittmacher

Cardiac Pacemakers and Resynchronization
FRONTAL PLANE AXIS DURING SINGLE CHAMBER VENTRICULAR AND BIVENTRICULAR PACING

Right superior quadrant axis (-120°)
Left (superior) axis (-30°)
Normal axis (30°)
Right axis (150°)

CRT & RVA pacing (-120°)
RV apical pacing (-90°)
RVOT pacing (90°)
LV pacing CRT & RVOT pacing (180°)
Right axis (150°)

III (120°)
aVF (90°)
II (60°)

AVR (-150°)
I (0°)

AVL (-30°)

Serge Durrill • Roland Sroog • Allan Simeone • Wiley-Blackwell, 2010 324

82

Biventrikulärer Schrittmacher

Bivent. Pacing

RV-Pacing LV-Pacing Eigenrhythm.

83

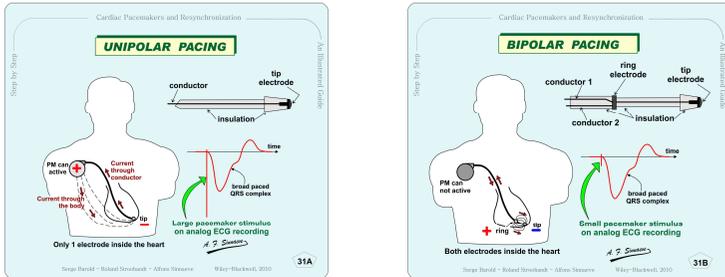
Kabellose Schrittmacher «leadless pacing»

- 1-Kammer-Schrittmacher
- Kann mit Katheter von der Leiste eingeführt werden
- Typische Indikation
 - Bradykardes Vorhofflimmern
 - Seltenes ventrikuläres Pacing «Synkopenprophylaxe»

Zukunft: 2-Kammersysteme mit drahtloser Übertragung?

84

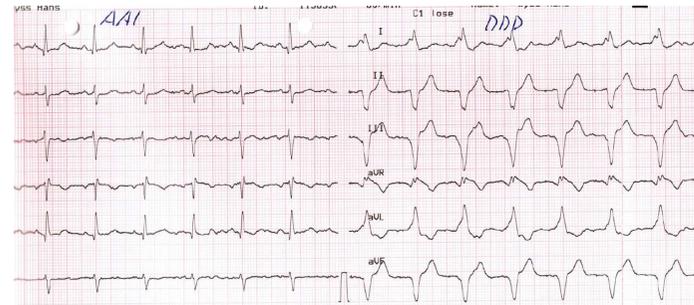
Bipolar vs. «unipolares» Pacing



PM funktioniert, obwohl der Spike nicht sichtbar ist.

85

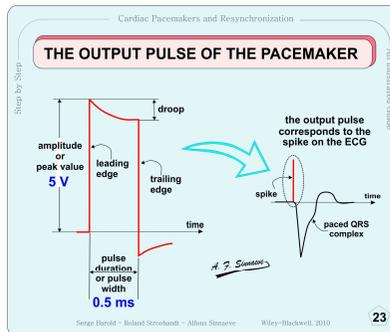
Bipolares Pacing



Keine/kaum Spikes sichtbar. Trotzdem Schrittmacher-stimuliert

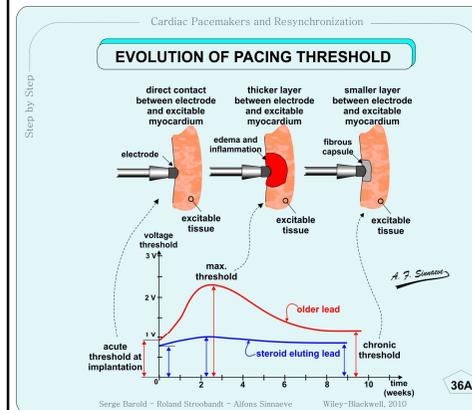
86

Reizschwelle



87

Reizschwelle im Verlauf



3 Monate nach Implantation Reizschwelle +- stabil → erste Nachkontrolle

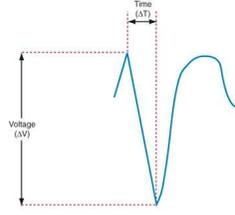
Moderne Schrittmacher testen die Reizschwelle mehrmals täglich selbständig.

Vorteil: Pacing mit minimal nötiger Energie möglich → Batterie wird geschont

88

Was sieht der Schrittmacher?

Elektrogramm

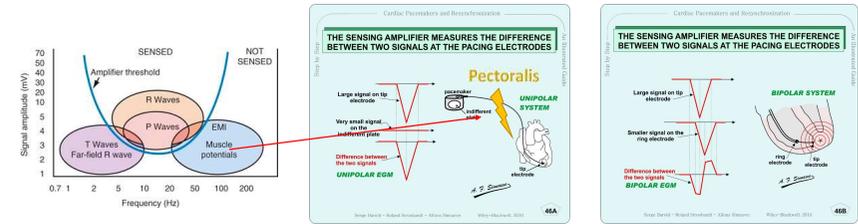


Amplitude → Voltage (mV)
Slew rate = $\frac{\Delta V}{\Delta T}$ in volts/sec

SENSING	ATRIUM	VENTRICLE
Electrogram	>1.5-2.0 mV	>5-6 mV
Slew rate (V/sec)	>0.3	>1.0

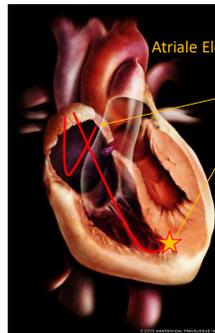
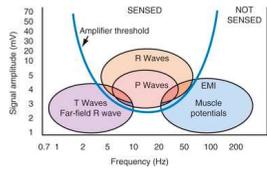
89

Was sieht der Schrittmacher?

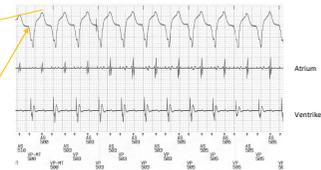


90

Was sieht der Schrittmacher?

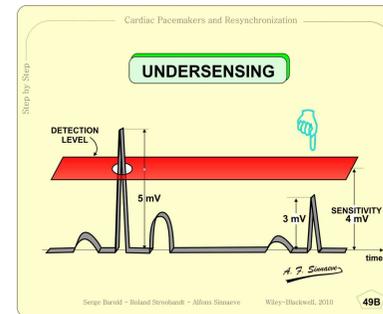


Atriale Elektrode sieht T-Welle → Pacemaker-mediated Tachycardia = PMT

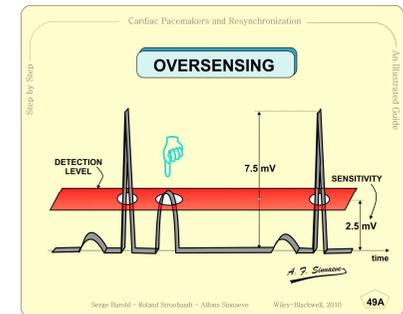


91

Was sieht der Schrittmacher?



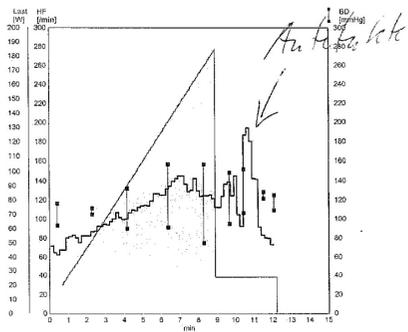
Folgen: schlägt am falschen Ort rein



paced nicht obwohl er sollte

92

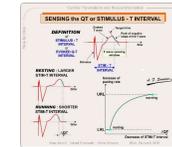
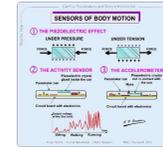
Bsp.: 41-jährige Pat. mit DDD-Pacemaker wegen AVBII-III (Borreliose?)



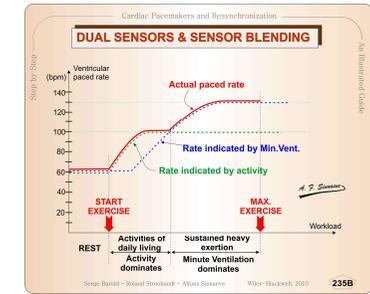
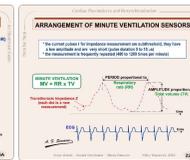
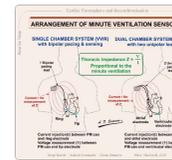
Nach Umprogrammierung max. rate bis 170/ beschwerdefrei

Rate control → Sick Sinus oder bradykardes Vorhofflimmern

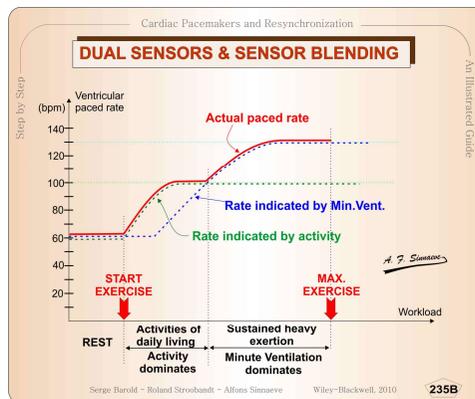
- Aktivitätssensoren
- QT-Zeit



- Atemfrequenz



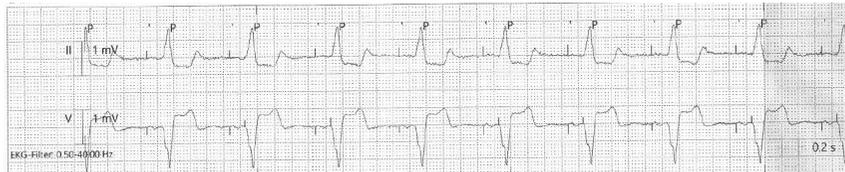
Rate control



Was macht ein moderner Schrittmacher? – Alles selbständig.

- Reizschwellenbestimmung
- Sensing
- Pacing Modus
 - AAI(R) vs DDD(R)
 - DDD(R) vs VVI(R) bei VHF
 - Anpassung Überleitungszeit an Herzfrequenz
 - Anpassung anderer timing cycles an Herzfrequenz
 - Herzrhythmusaufzeichnung
 - z.B. Vorhofflimmern, Kamertachykardien → therapeutische Konsequenzen?

«Schrittmacherdysfunktion?»



AV-Block Grad II-III → atrial und ventrikulär gepaced nach Implantation

101

«Schrittmacherdysfunktion?»



- PM testet sich selber
- DDD<> AAI
- sehr langer AV-Block Grad I

102