Kaderartsen dag Hart en Vaatziekten



Pacemakers en ICD’s

Ward Jansen
Cardioloog
Tergooi MC

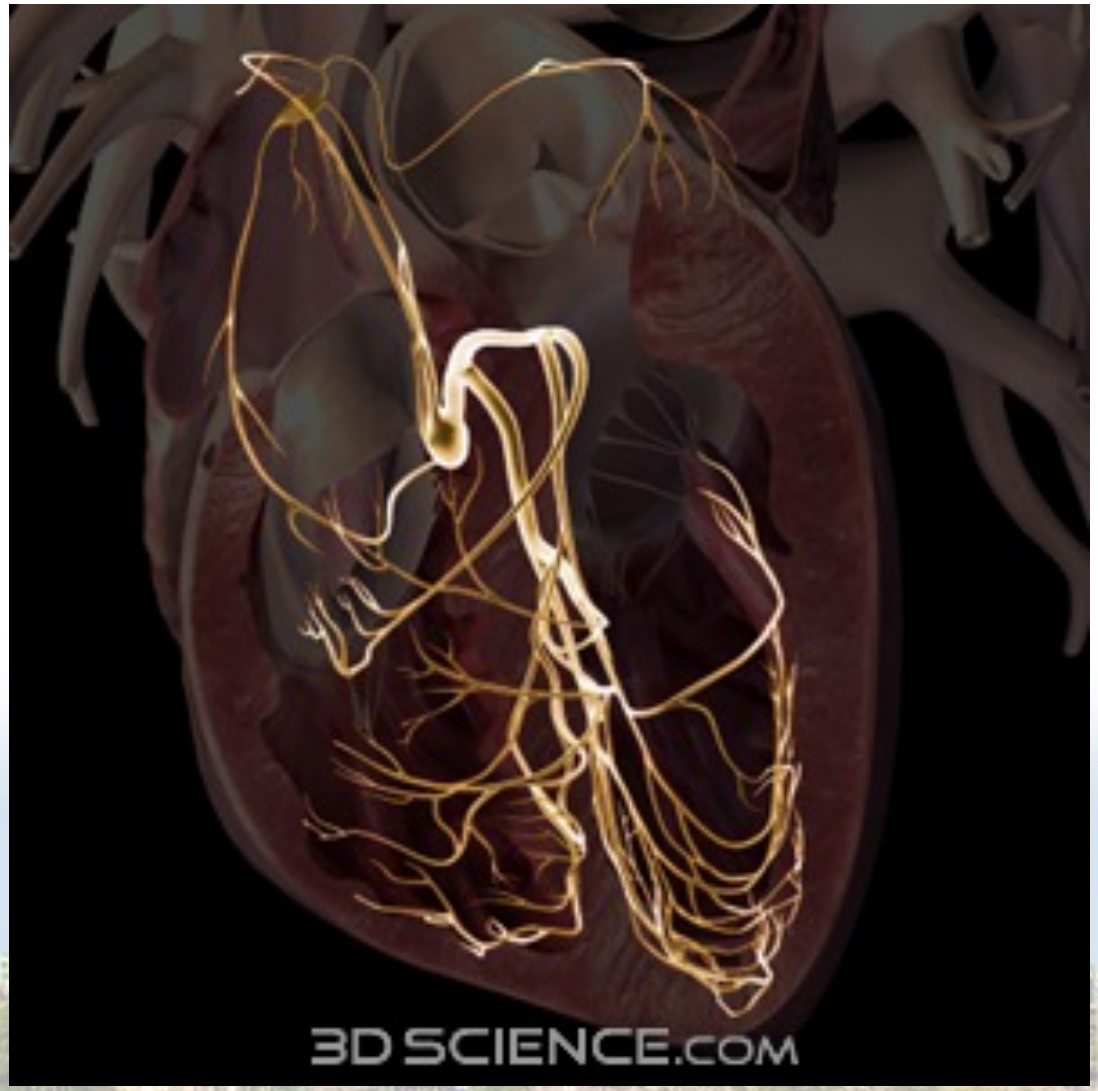
Disclosure belangen spreker	
(potentiële) belangenverstrengeling	Geen
Voor bijeenkomst mogelijk relevante relaties[1]	Geen
• Sponsoring of onderzoeksgeld[2] • Honorarium of andere (financiële) vergoeding[3] • Aandeelhouder[4] • Andere relatie, namelijk …[5]	Geen

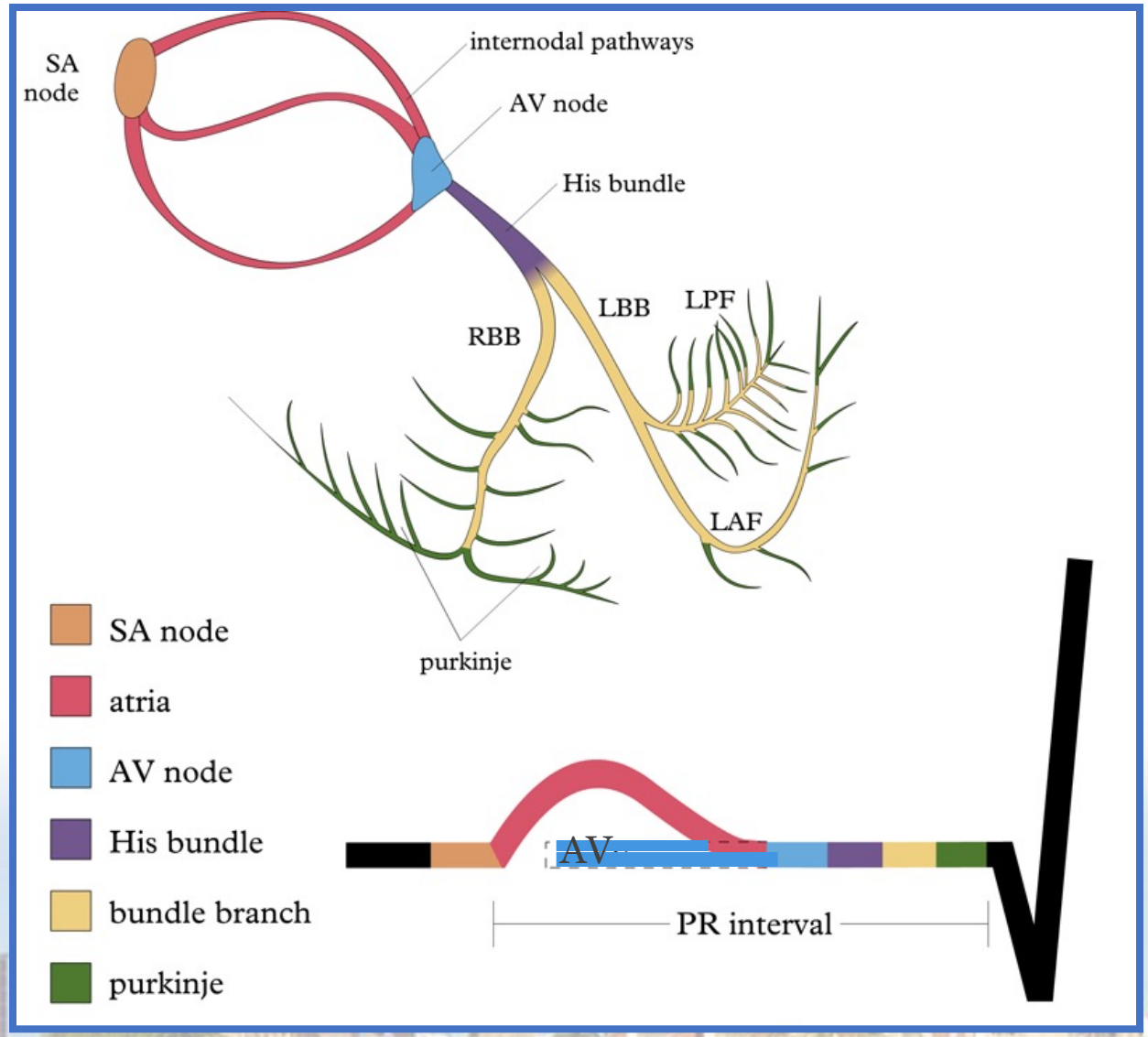
Indeling

- Pacemakers
  - Indicaties
  - Historie
  - Soorten pacemakers
  - Procedure
  - Wat mag wel / niet met een pacemaker (telefoon/MRI/sport/…)
  - What’s new
- ICD’s
  - Historie
  - Indicaties
  - Rijbewijs
  - Einde levensfase problematiek



Anatomie geleidingssysteem




SA node
internodal pathways
AV node
His bundle
RBB
LBB
LPF
LAF
purkinje
SA node
atria
AV node
His bundle
bundle branch
purkinje
AV
PR interval

Impuls / geleidingsstoornissen

Op SA-niveau

Sinusbradycardie

SA blok

Sinus (overdrive) arrest

Sick Sinus Syndrome (SSS)

Op AV-niveau

AV-block:

1^e graads / 2^e graads / 3^e graads

Bundeltakken:

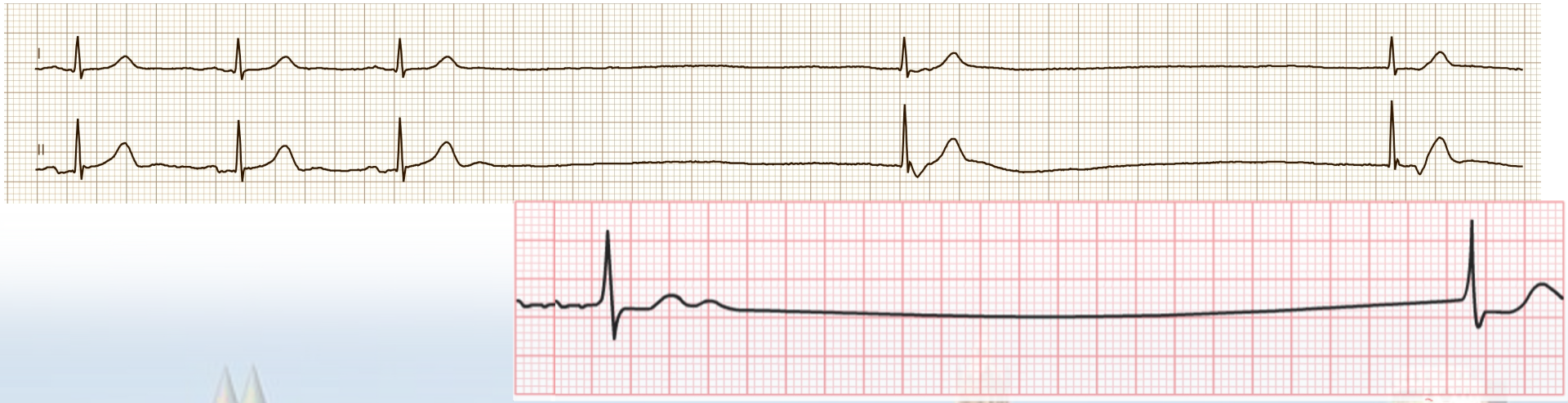
LBTB / RBTB

LAHB / LPHB

Atriaal



Sinus bradycardie



Sinus (overdrive) arrest

Sick sinus syndrome

- Symptomatische sinusbradycardie

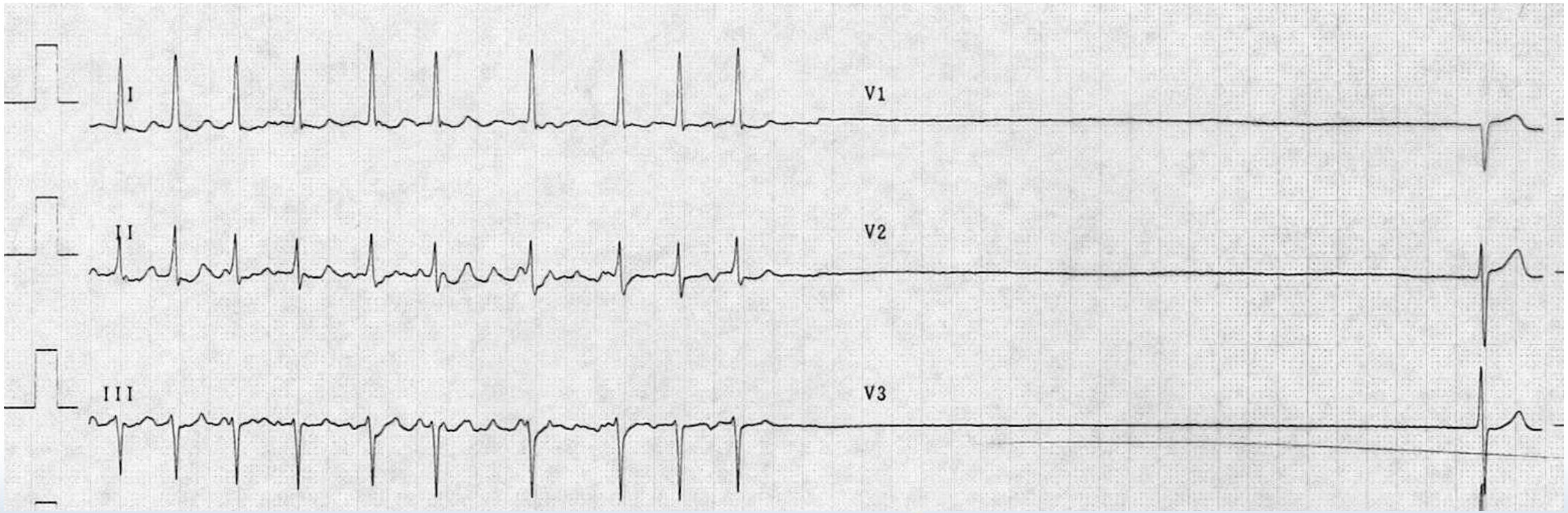
- Chronotrope incompetentie

- Sinus (overdrive) arrest

- Brady-tachy syndroom



Brady-tachy syndroom



AV geleidingsstoornissen

1e graads AV blok



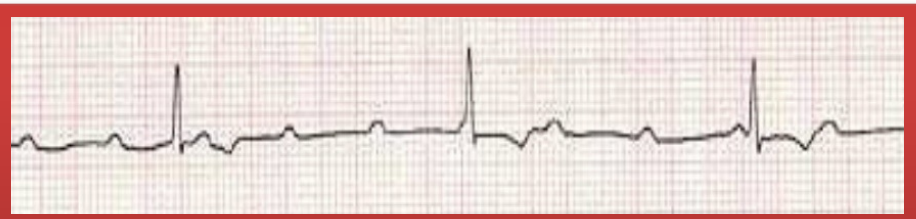
2e graads AV blok I
Wenkebach

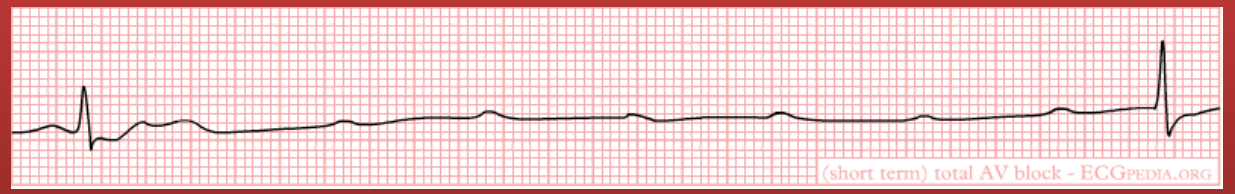


2e graads AV blok II
Mobitz



3e graads AV blok
Totaal AV blok

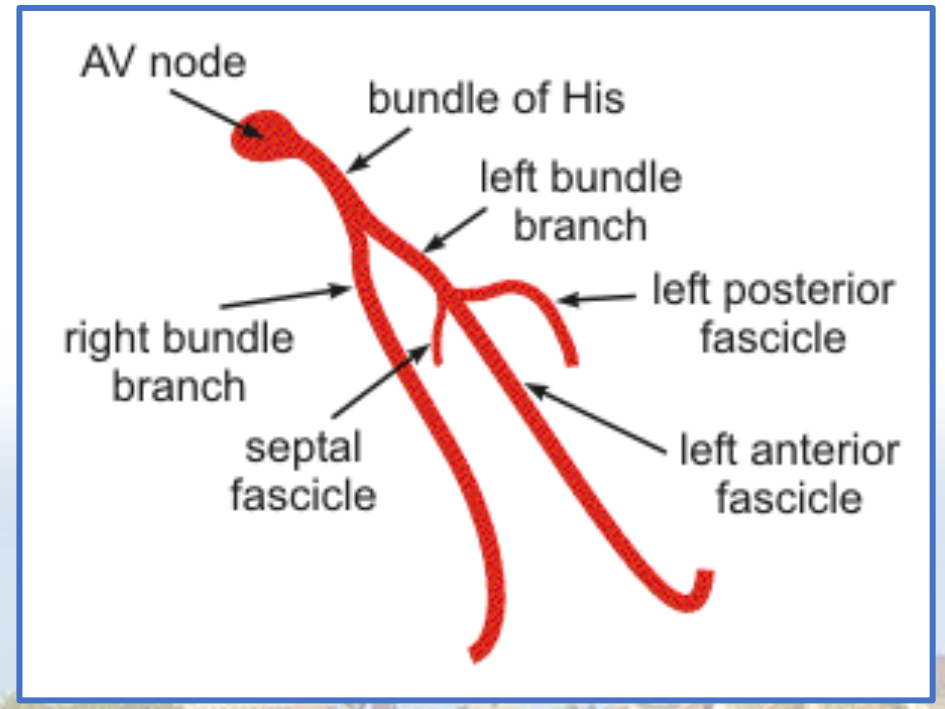




Bundeltakken

Rechter bundeltak blok (RBTB)

Linker bundeltak blok (LBTB)



Indicaties pacemaker implantatie

SA-niveau

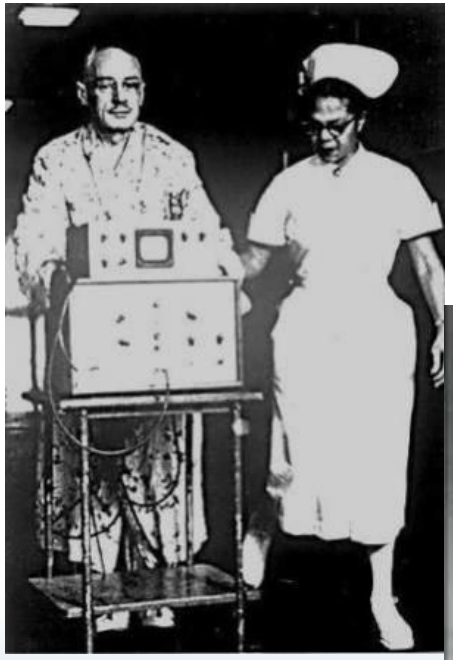
- symptomatische sinusbradycardie – chronotrope incompetentie
- symptomatisch sinusarrest > 3 sec
- asymptomatisch sinusarrest > 6 sec
- symptomatisch SSS, brady-tachy syndroom

AV-niveau

- symptomatisch 1e, 2e, 3e graads AV blok
- asymptomatisch Mobitz 2 AV blok of 3e graads AV blok
- afwisselend linker en rechter bundeltakblok

Bij afwezigheid van voorbijgaande of behandelbare oorzaken!

Historie



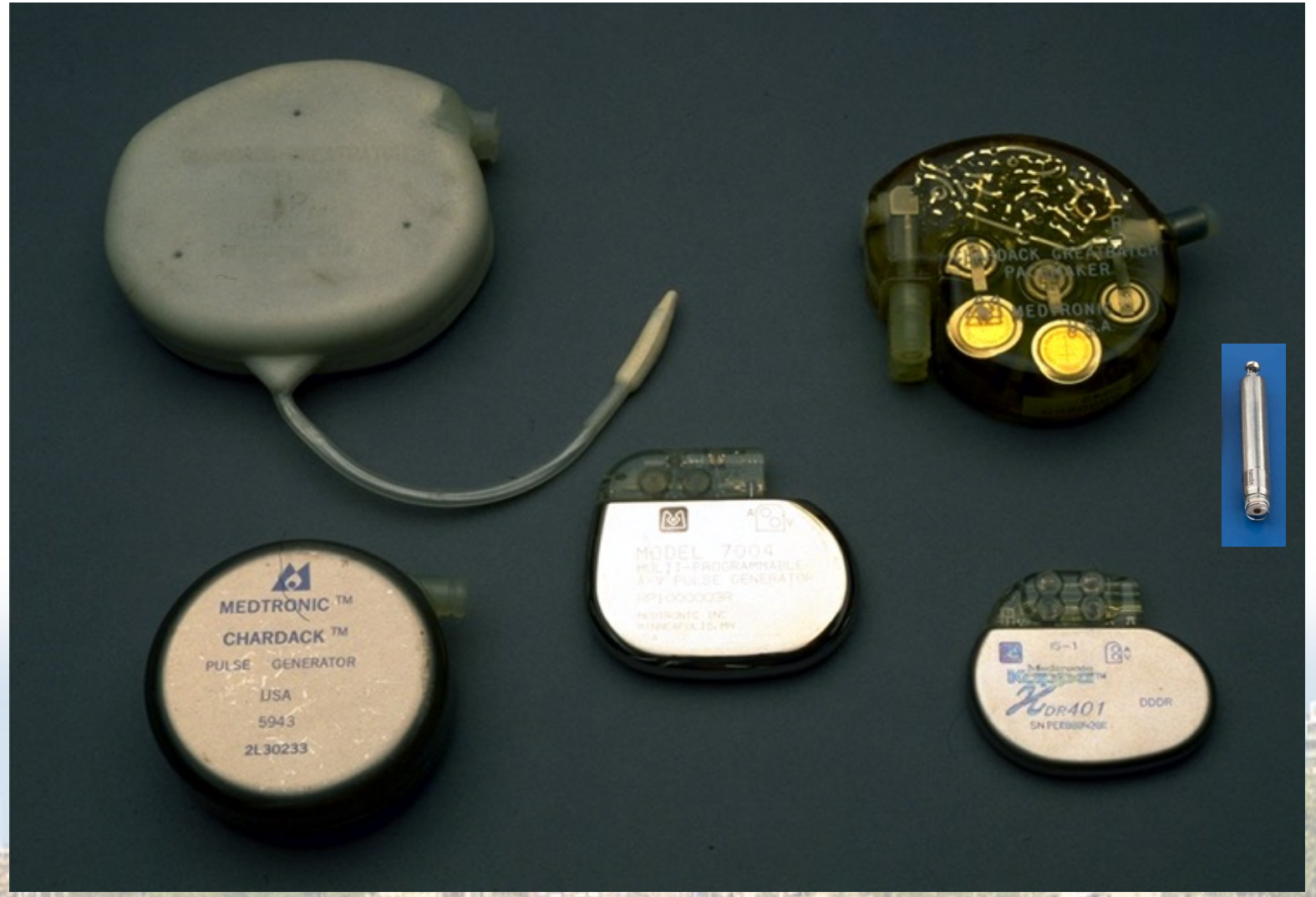




Arne Larsson

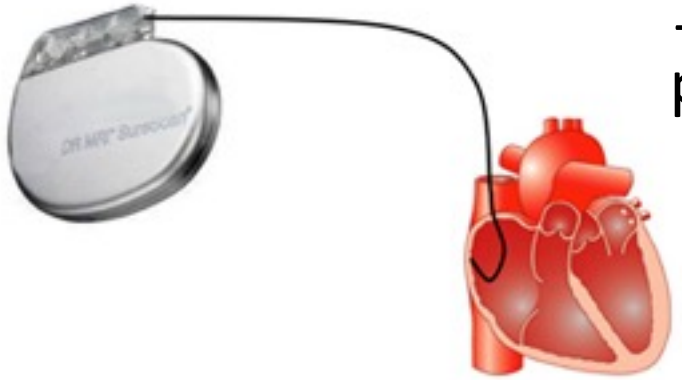


Historie


MEDTRONIC ™
CHARDACK ™
PULSE GENERATOR
USA
5943
2L30233
MODEL 7004
MULTI-PROGRAMMABLE
A-V PULSE GENERATOR
DDDR

Types pacemaker

AAI Pacing



1-kamer pacemakers

VVI Pacing



DDD Pacing



2-kamer pacemaker

CRT Pacing



biventriculaire pacemaker

Pacemaker programmering: Codering

VVI DDD-R AAI VOO DDI DDD

I	II	III	IV
Gepacede kamer	Sense kamer	Reactie op sense	Rate modulation
O = None	O = None	O = None	O = None
A = Atrium	A = Atrium	T = Triggered	R = Rate modulation
V = Ventrikel	V = Ventrikel	I = Inhibited	
D = Dual (A+V)	D = Dual (A+V)	D = Dual (T+I)	

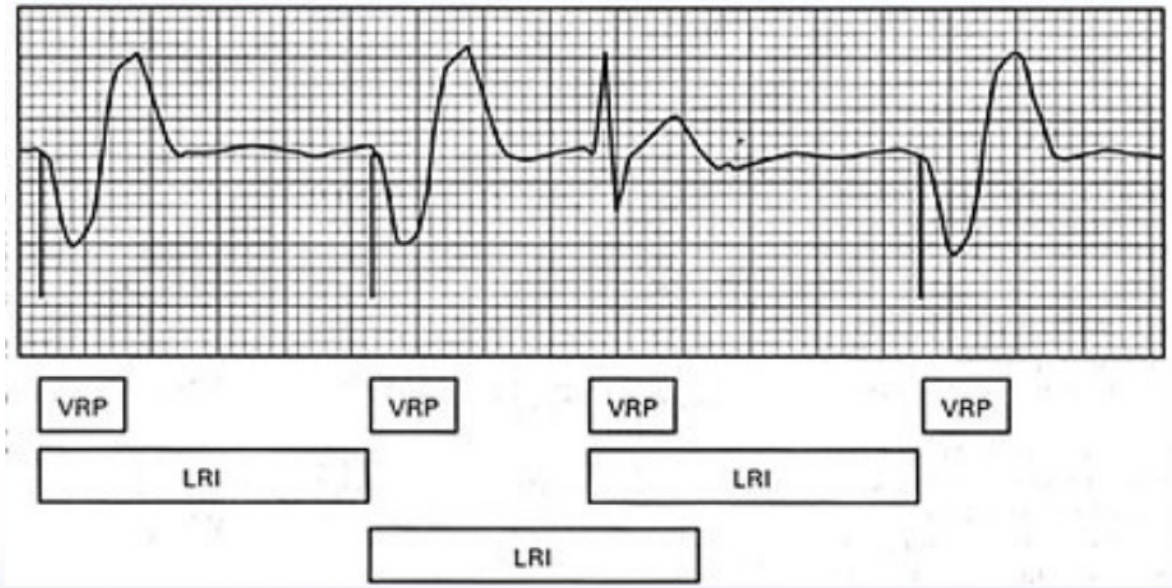
Codering

Meest voorkomende pacemakers / instellingen

VVI:	1 functionele lead, in de ventrikel
	Pacing en sensing in ventrikel, inhibeert pacing bij eigen ventriculair ritme
DDD:	2 leads, in atrium en ventrikel
	Pacing en sensing zowel in atrium als in ventrikel
	Kan pacing inhiberen bij eigen ritme (zowel A als V)
	Kan atriale pace of sense ‘tracken’ in ventrikel
VOO / DOO	Sensing uitgezet
	Kan niet inhiberen
	Bij operaties / MRI onderzoeken
DDD-R / VVI-R:	Sensor aangezet (beweging, AMV, temperatuur)
	Hartritme wordt aangepast aan behoefte o.g.v. sensor
	Bij patienten met chronotrope incompetentie

Timing cycles – hoe denkt de pacemaker?

VVI pacemaker

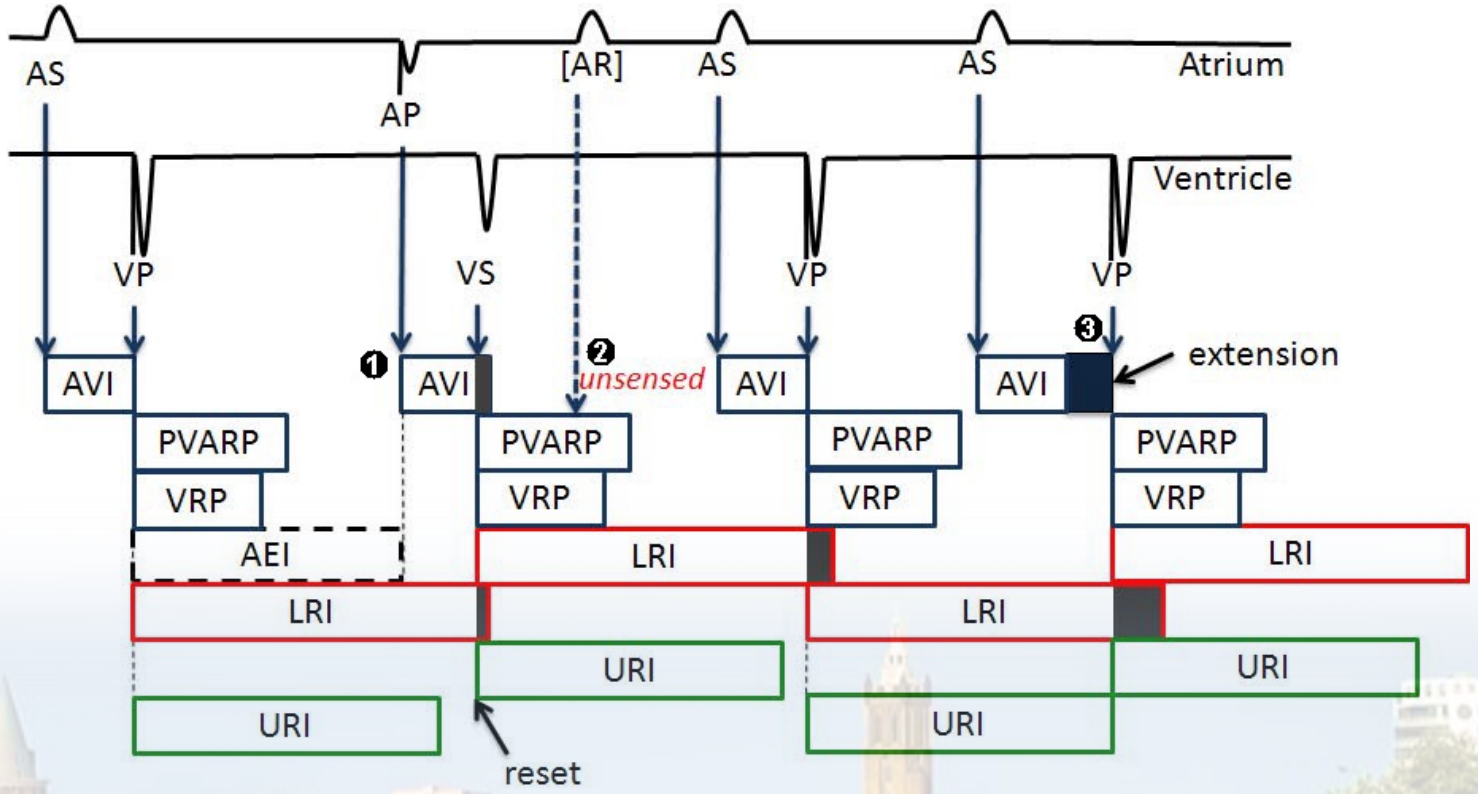


VRP = Ventriculair refractaire periode (ogen dicht…)

LRI = Lower rate interval (= maximaal toelaatbare duur tussen twee hartslagen)

Timing cycles – hoe denkt de pacemaker?

DDD pacemaker



Terminologie

- Pacing het geven van een pacemakerpuls
- Sensing het zien van intrinsieke activatie in het hart
- Capture een pacemakerpuls resulteert in activatie van het hart
- Inhiberen Niet geven van pacemaker puls, vanwege intrinsieke activatie in het hart
- Malsensing Pacemaker ziet intrinsieke activatie in hart niet
- Malcapture Pacemaker puls resulteert niet in activatie hart
- Oversensing Pacemaker ziet signalen die niet van het hart komen

Procedure

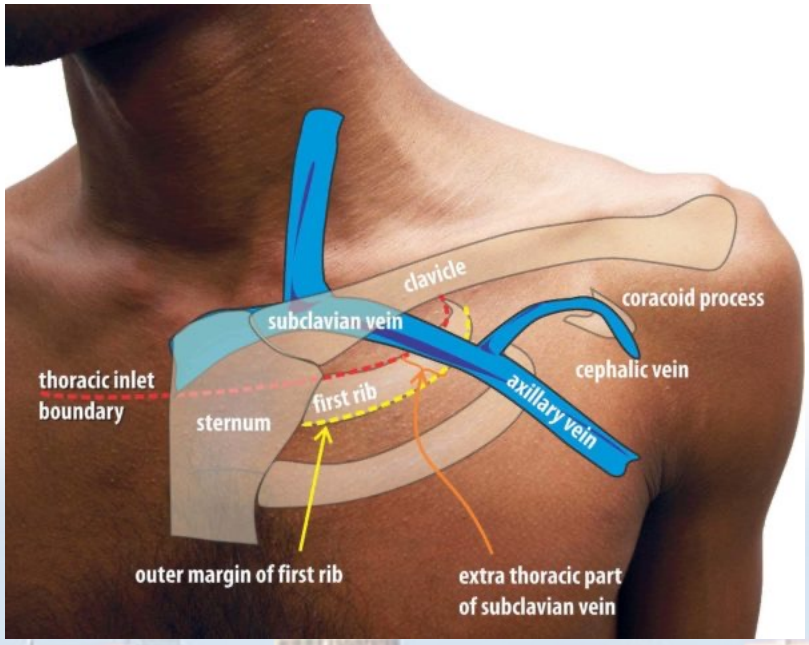
- Lokale anaesthesie – lidocaine
- Steriele omstandigheden – iv antibiotica vooraf

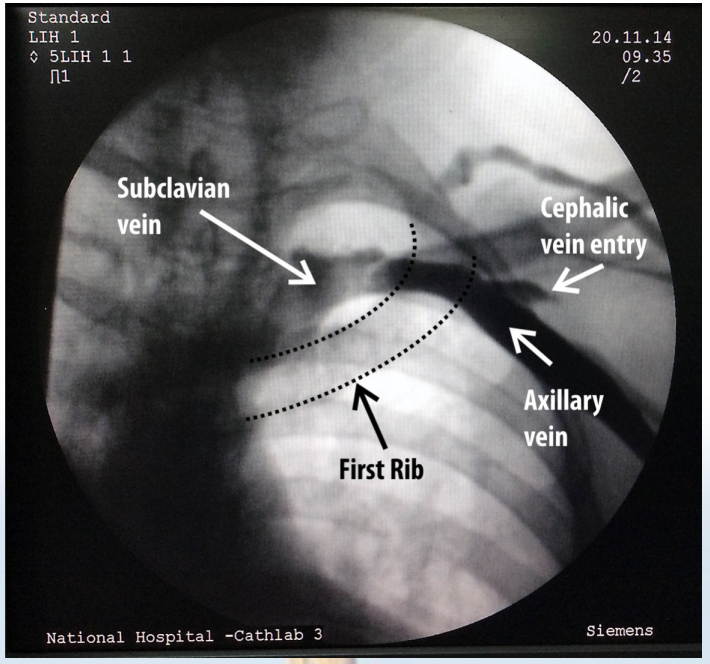




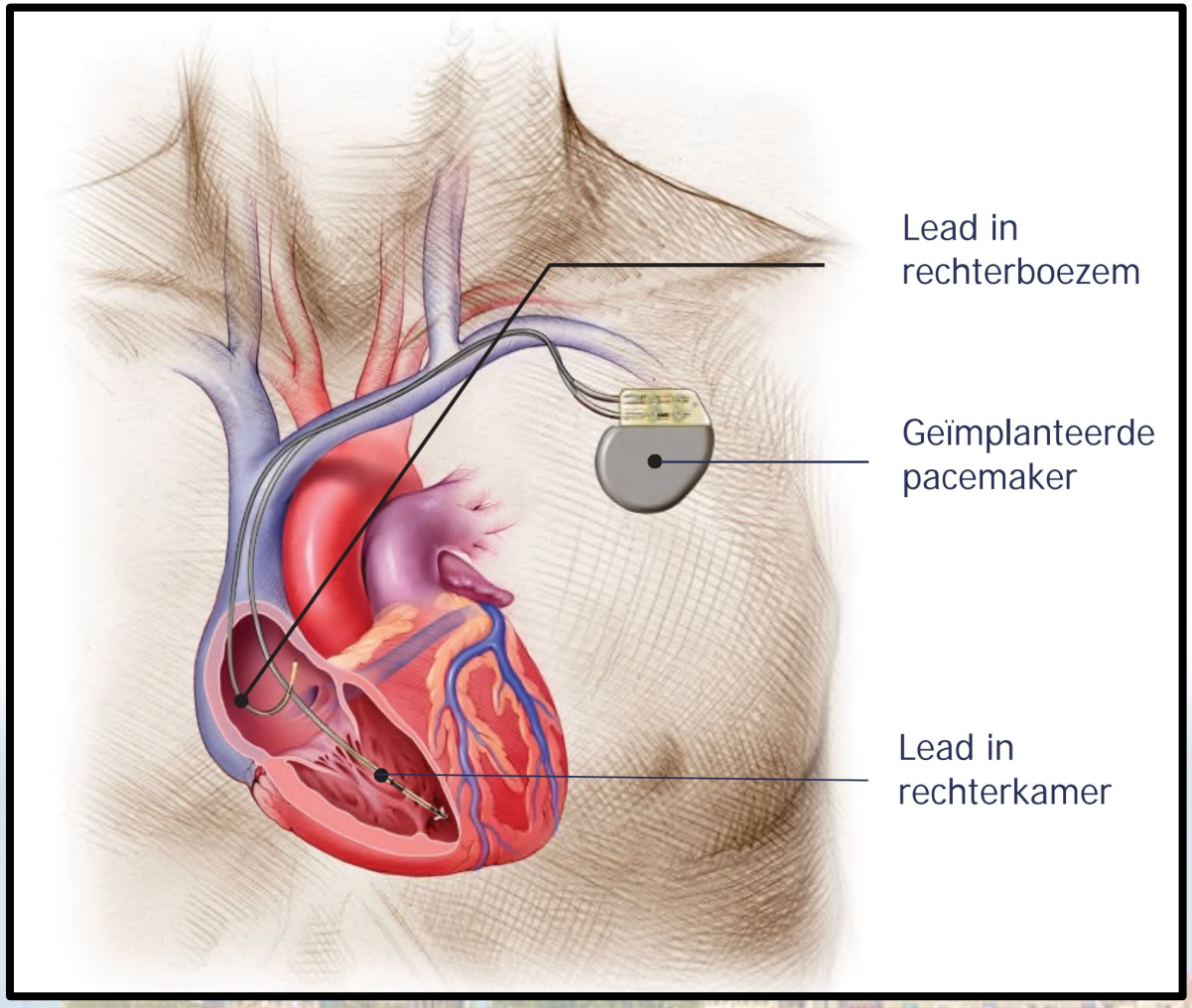
Procedure

- Veneuze toegang via v. axillaris, v. subclavia en/of v. cefalica
- Cave pneumothorax





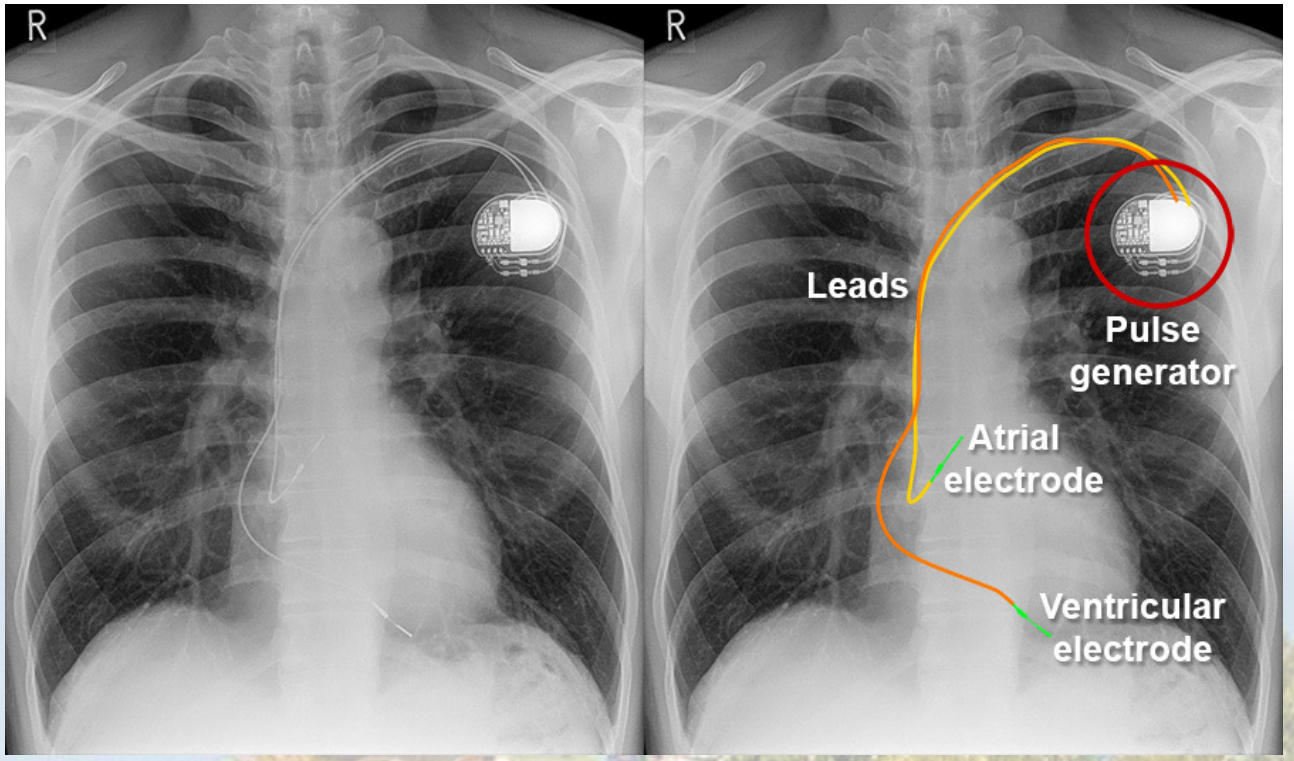
Procedure


Lead in rechterboezem
Geïmplanteerde pacemaker
Lead in rechterkamer



Procedure

- Nazorg
  - Dag na ingreep X-thorax en Pacemaker controle
  - Evt dagbehandeling
  - Wondcontrole na 1 of 2 weken
  - 6 weken ipsilaterale arm
    ontlasten



Procedure

- Nazorg
  - Dag na ingreep X-thorax en Pacemaker controle
  - Evt dagbehandeling
  - Wondcontrole na 1 of 2 weken
- Complicaties
  - Hematoom
  - Lead dislocatie
  - Pneumothorax
  - Pacemaker malfunctie (zeldzaam)



Procedure

- Nazorg
  - Dag na ingreep X-thorax en Pacemaker controle
  - Evt dagbehandeling
  - Wondcontrole na 1 of 2 weken
- Complicaties
  - Hematoom
  - Lead dislocatie
  - Pneumothorax
  - Pacemaker malfunctie (zeldzaam)
  - Infectie!



Pacemaker infectie

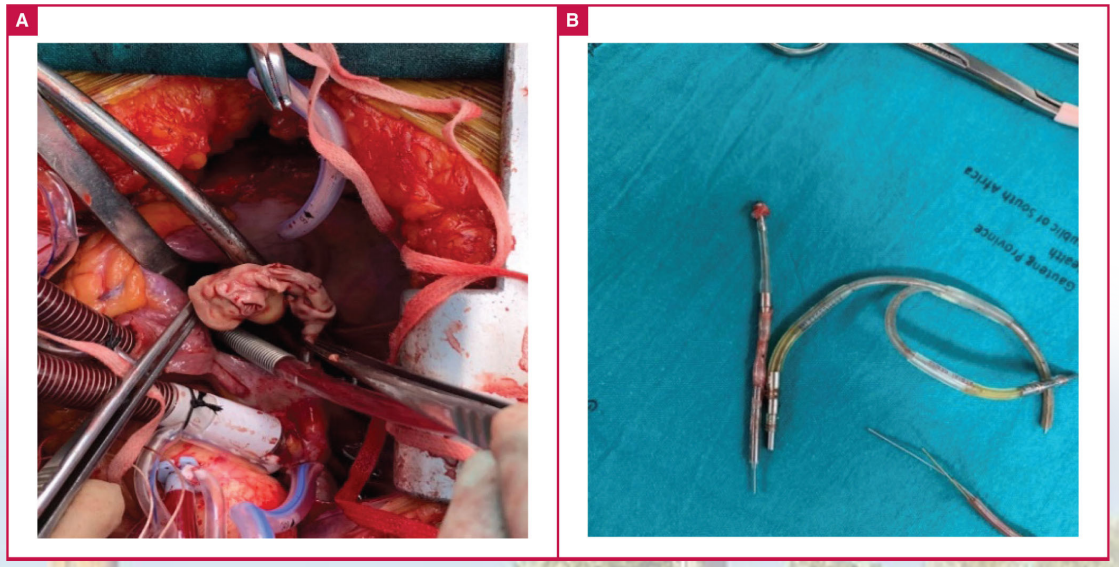
- Risico 0,5 - > 5%, afhankelijk van risicofactoren
- Risico op sepsis, hoge morbiditeit – mortaliteit
- Behandeling: - iv antibiotica

  - extractie pacemaker en draden

- Voor huisarts:

  bij twijfel => verwijzen naar

  cardiologie



Wat mag wel en niet met een pacemaker?

- Wel: vrijwel alles!

Geen rijbewijs beperking

(Vrijwel) geen sportbeperking

(Vrijwel) geen MRI beperking

Vliegvelden

Electronische / magnetische apparatuur

=> Bij normaal gebruik!



Wat mag wel en niet met een pacemaker?

- Wel: vrijwel alles!

Geen rijbewijs beperking

(Vrijwel) geen sportbeperking

(Vrijwel) geen MRI beperking

Vliegvelden

Electronische / magnetische apparatuur

Recreational scuba-diving tot 30 m



Wat mag wel en niet met een pacemaker?

- Wat mag niet:

  Radiotherapie op device

- Voorzichtig met

  Smartphone, tablet.

  Magneten

}

magneet modus:

VOO of DOO

Zolang pacemaker in magnetisch veld



Contactsport

High intensity sport: zwemmen – roeien - krachttraining

What’s new?

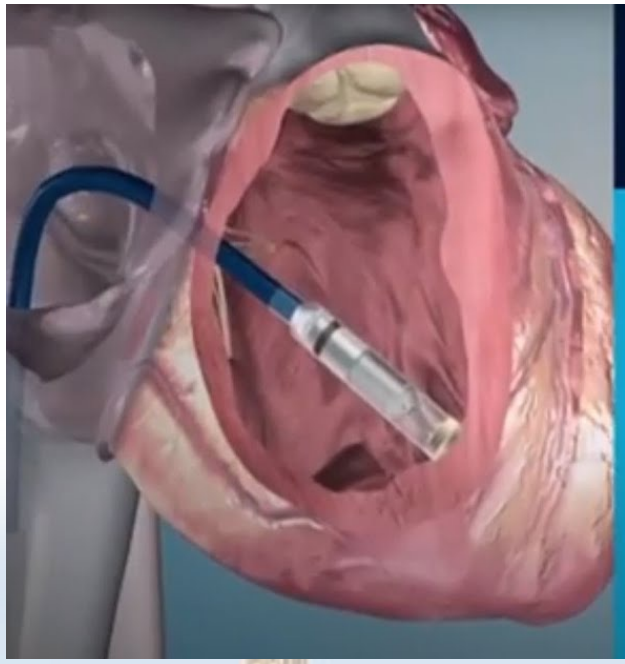
- Leadless pacemakers
- CCM pacing – Cardiac Contraction Modulation
- CSP – Conduction System Pacing



What's new?

- Leadless pacemakers
  - Volledige intracardiaal systeem
  - Geen leads
  - Implantatie middels catheter via lies
  - Voorkomt veel leadgerelateerde problemen
  - Vrijwel afwezig infectierisico







What's new?

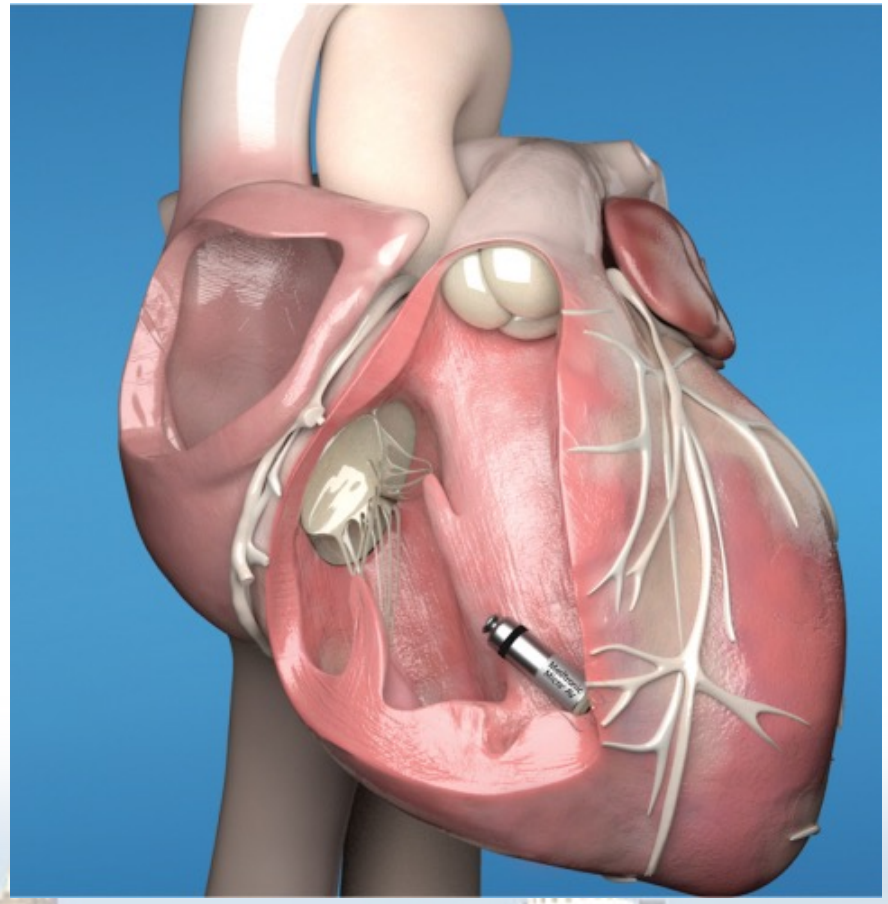
- Leadless pacemakers

Hoge kosten

DDD pacing?

Bijplaatsen bij lege batterij?

=> Niche markt



What's new?

- Leadless pacemakers

- CCM Pacing (Cardiac Contraction Modulation)

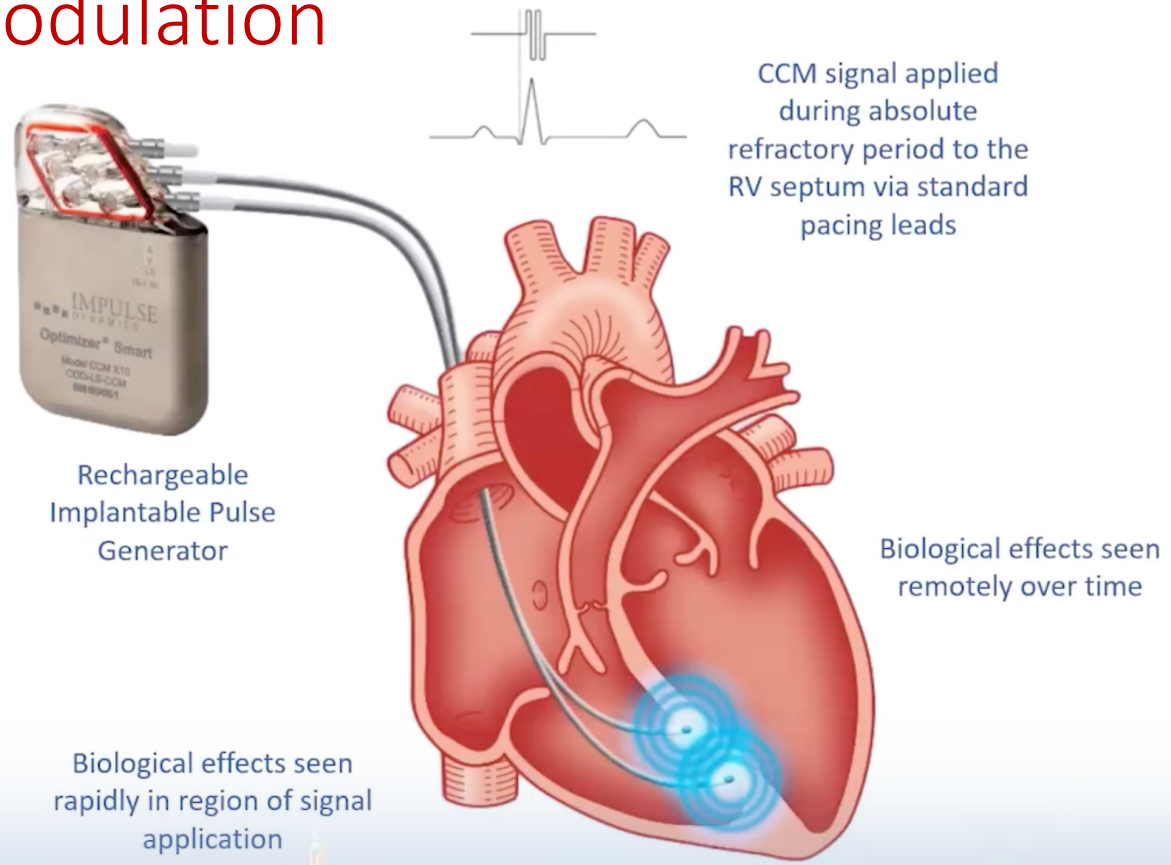


Caution: Investigational Device.
Limited by Federal (or United States) law to Investigational Use.

CCM (Cardiac Contraction Modulation

- High output pacing
- Direct ná ventriculaire depolarisatie

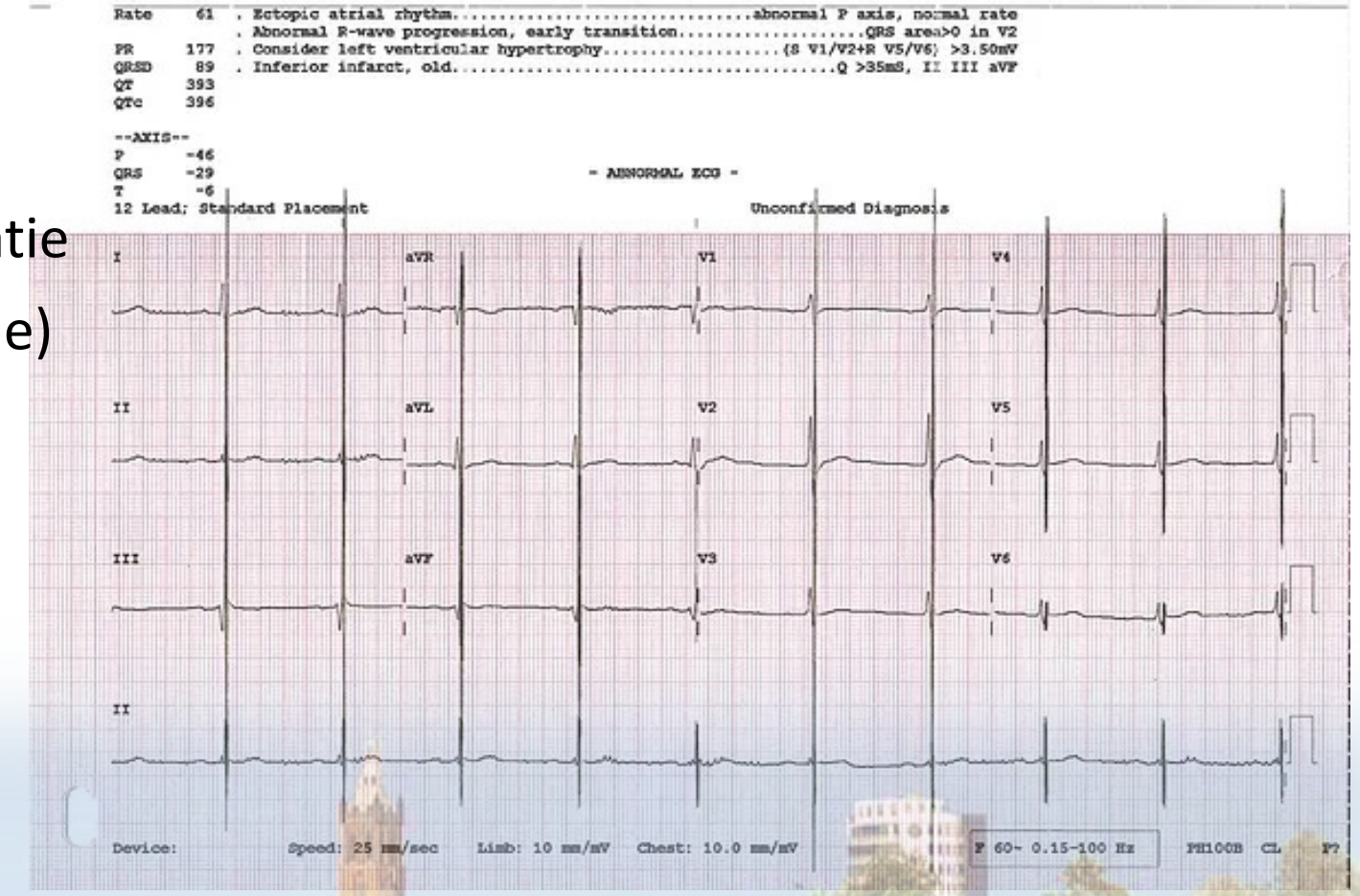
  (absoluut refractaire periode)



CCM (Cardiac Contraction Modulation

- High output pacing
- Direct ná ventriculaire depolarisatie

  (absoluut refractaire periode)



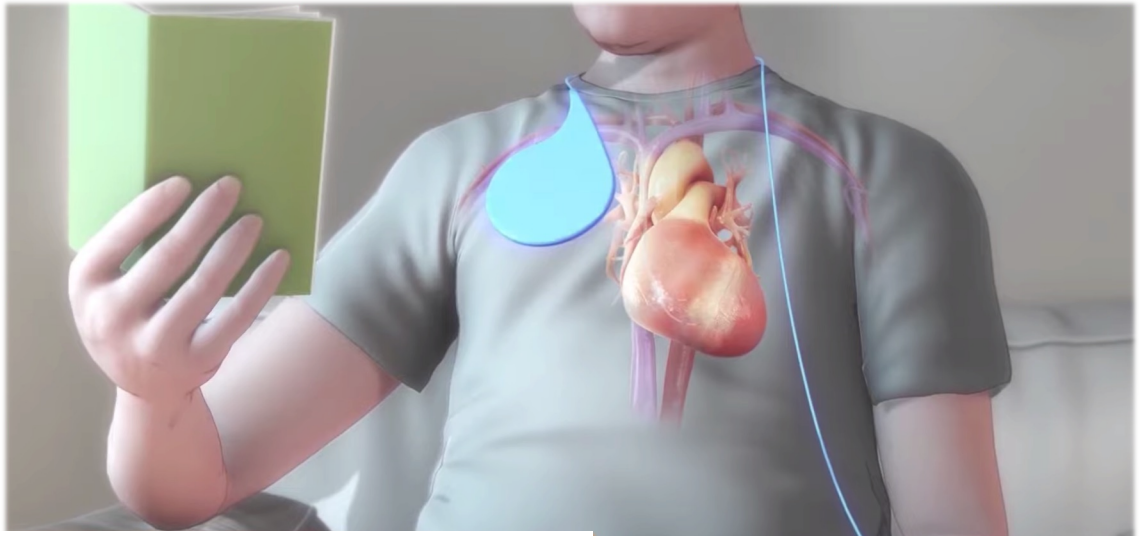
CCM

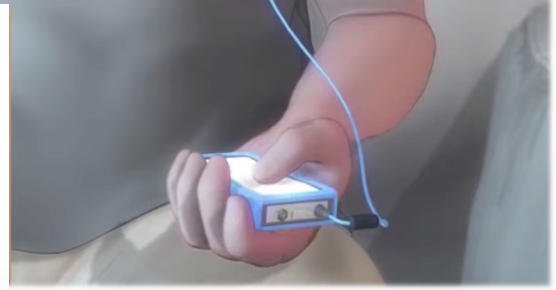
- High output pacing

  = 400 x normale pacemakerpulse

- Pacemaker oplaadbaar

  wekelijks opladen (1 uur)



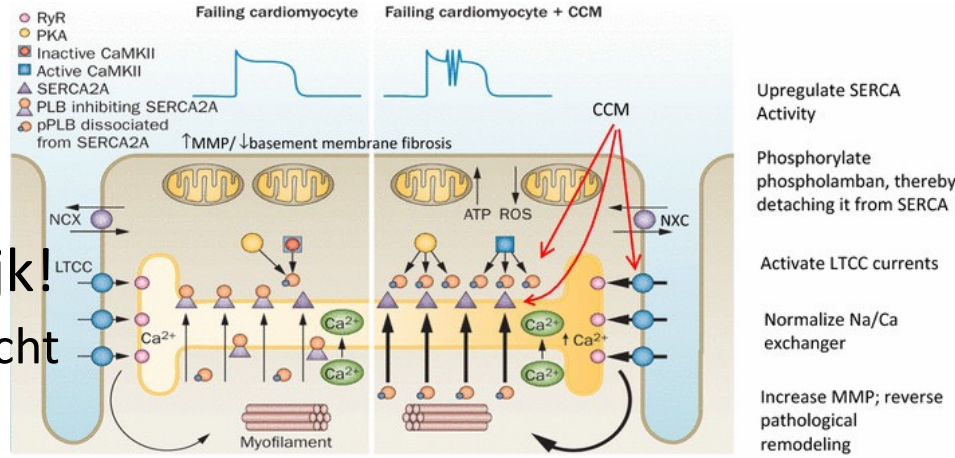


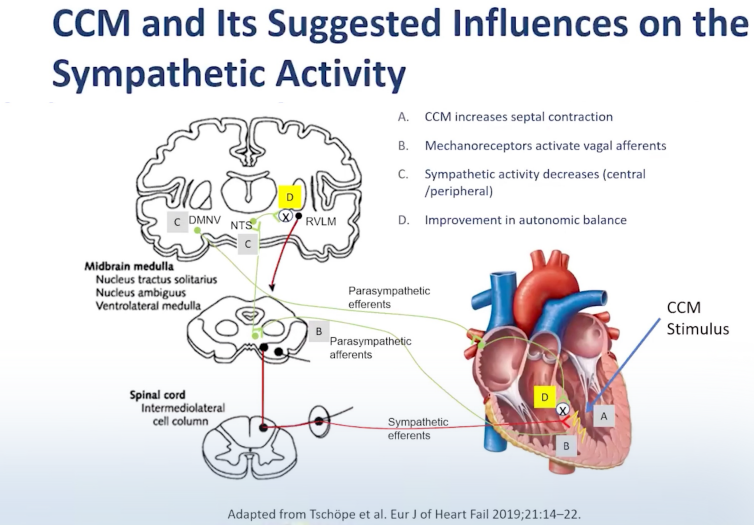


CCM

- Exacte werkingsmechanisme nog niet geheel duidelijk!
  - Verhoogde influx Calcium ionen => toename contractiekracht
  - Normalisatie van afwijkende celmetabolisme en gen-expressie bij hartfalen
  - Sympathische effecten

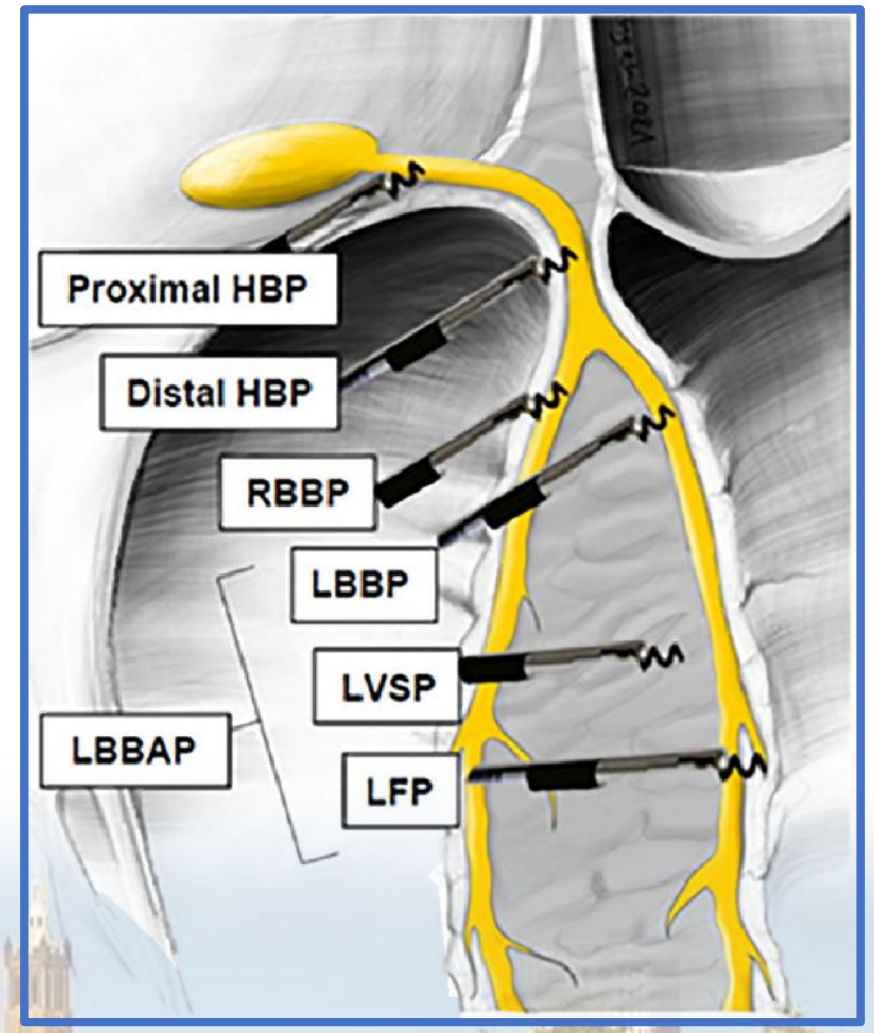
- Verbeterd inspanningsvermogen
- Verbeterde QoL
- Verbeterde EF, reverse remodelling
- Mortaliteit?





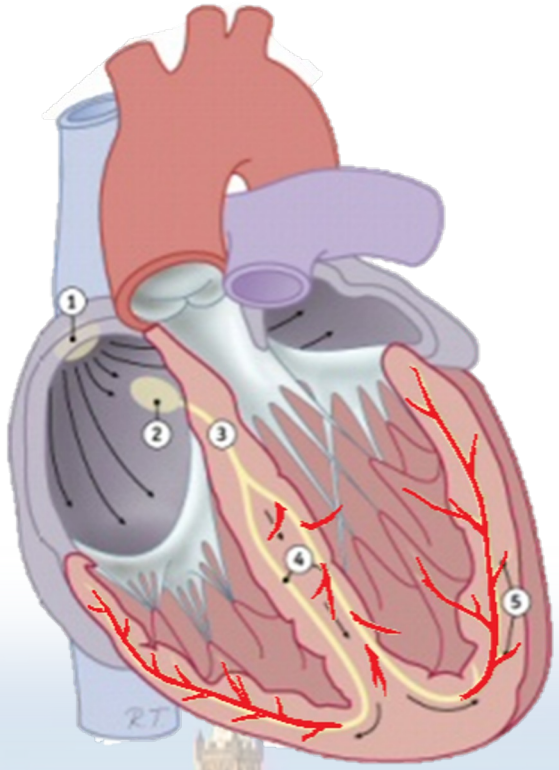
What's new?

- Leadless pacemakers
- CCM pacing – Cardiac Contraction Modulation
- CSP – Conduction System Pacing



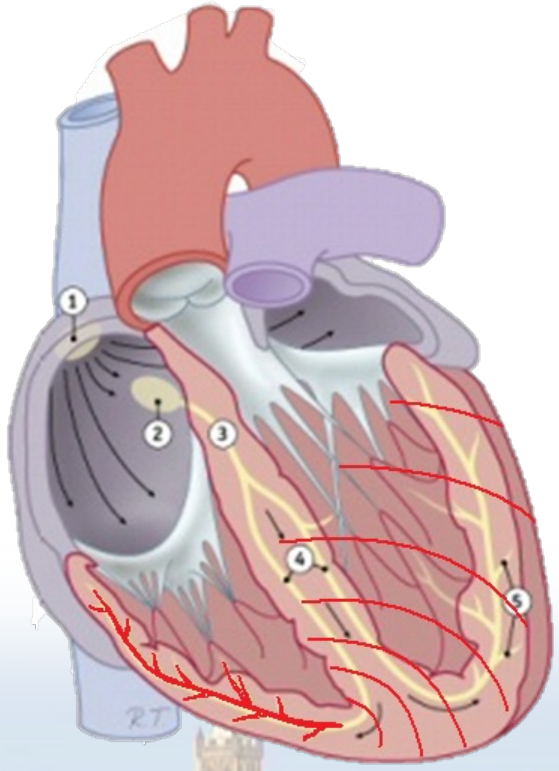
Normale geleiding

Activatie van ventrikels via bundeltakken en Purkinjevezels



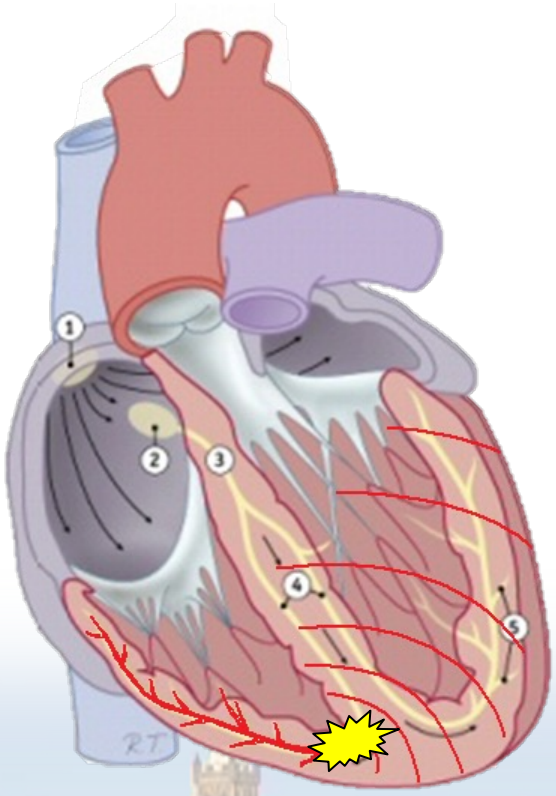
Abnormale activatie

- Linker bundeltakblok



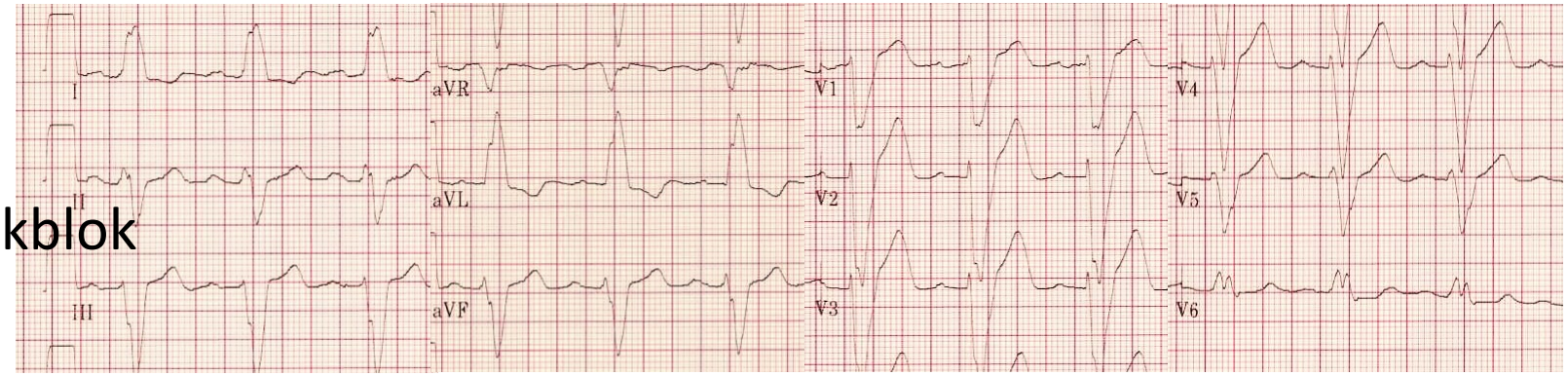
Abnormale activatie

- Linker bundeltakblok
- Rechter ventrikel - pacing

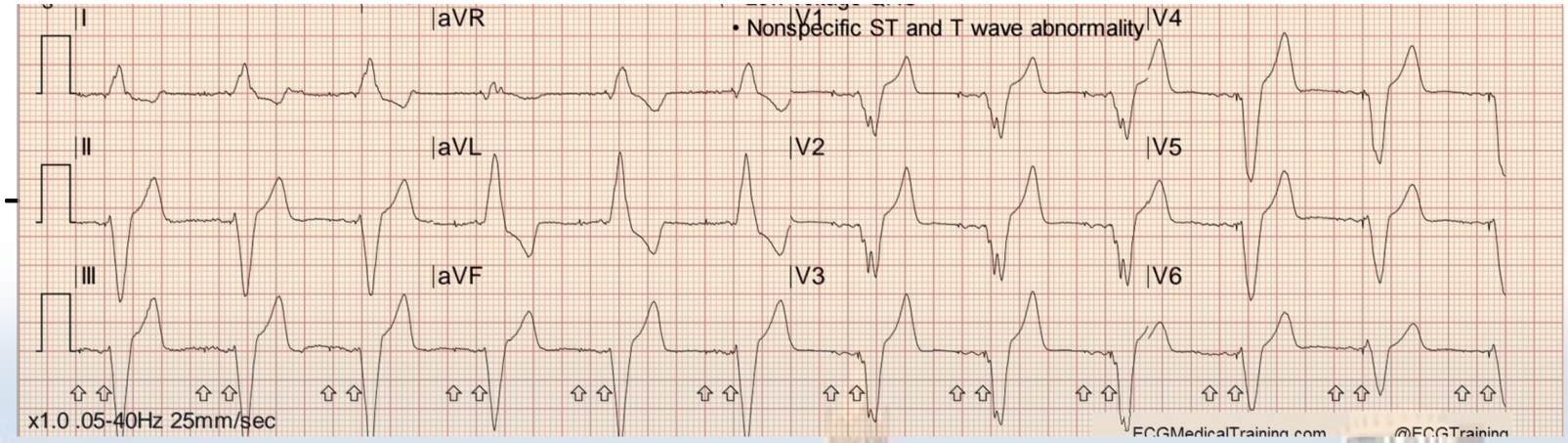


Abnormale activatie

Linker bundeltakblok

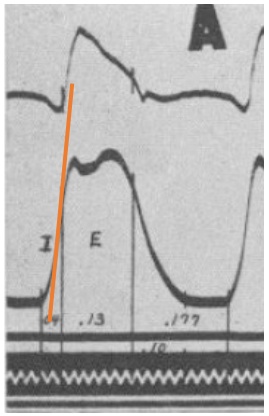


Rechter ventrikel - pacing

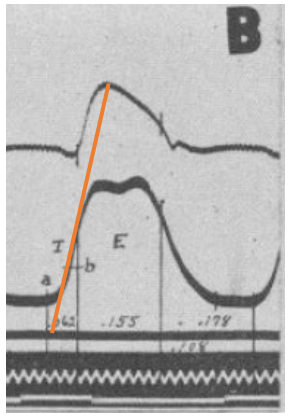


Verminderde pompfunctie door pacing

1925



Normal beat



Paced beat

Aorta druk

Linker ventrikel druk

dP/dT

Wiggers: directe electrische stimulatie van konijnenhart vermindert prestatie

Wiggers CJ. *Am J Physiol*. 1925;73:346

Pacemaker cardiomyopathie

- Afname linker ventrikelfunctie door rechter ventrikel pacing
- Incidentie 10-20% van patienten, afhankelijk van definitie

Afname linker ventrikelfunctie

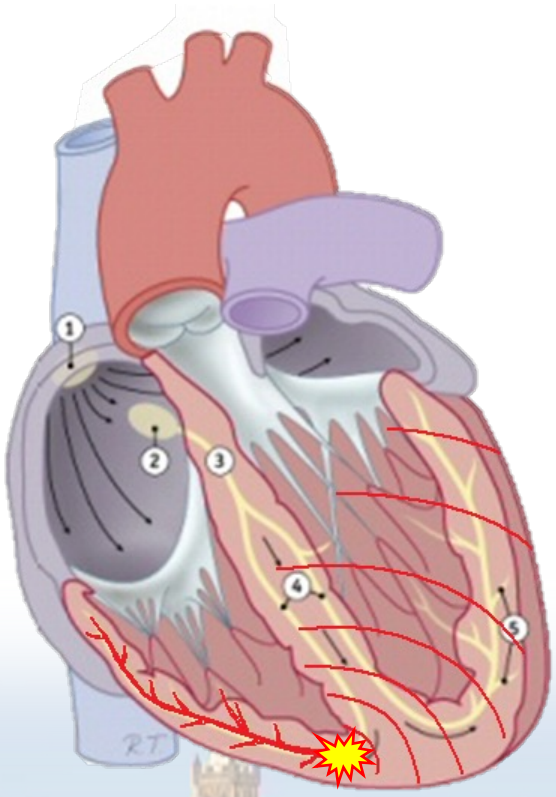
Meer opnames met hartfalen

Verhoogd risico op atriumfibrilleren



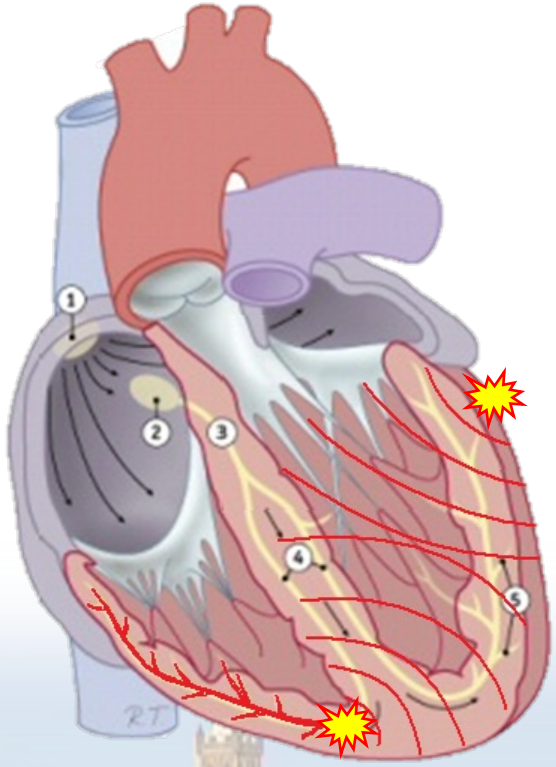
Dyssynchronie – LV lead

- Hoe is de dyssynchronie verbeteren?



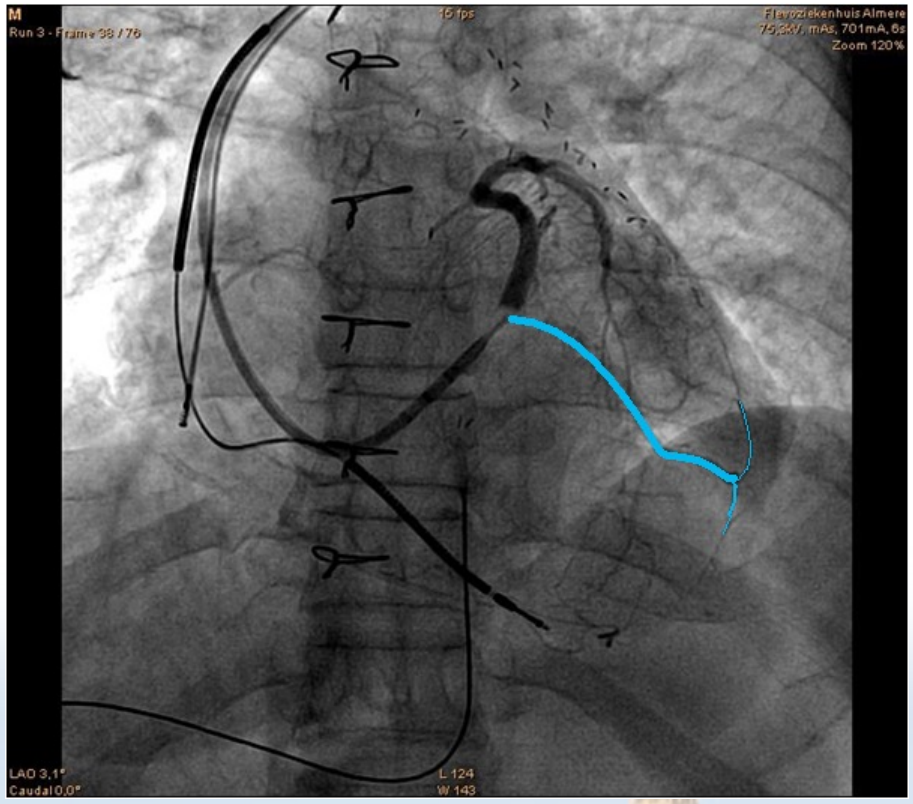
Dyssynchronie – LV lead

- Hoe is de dyssynchronie verbeteren?

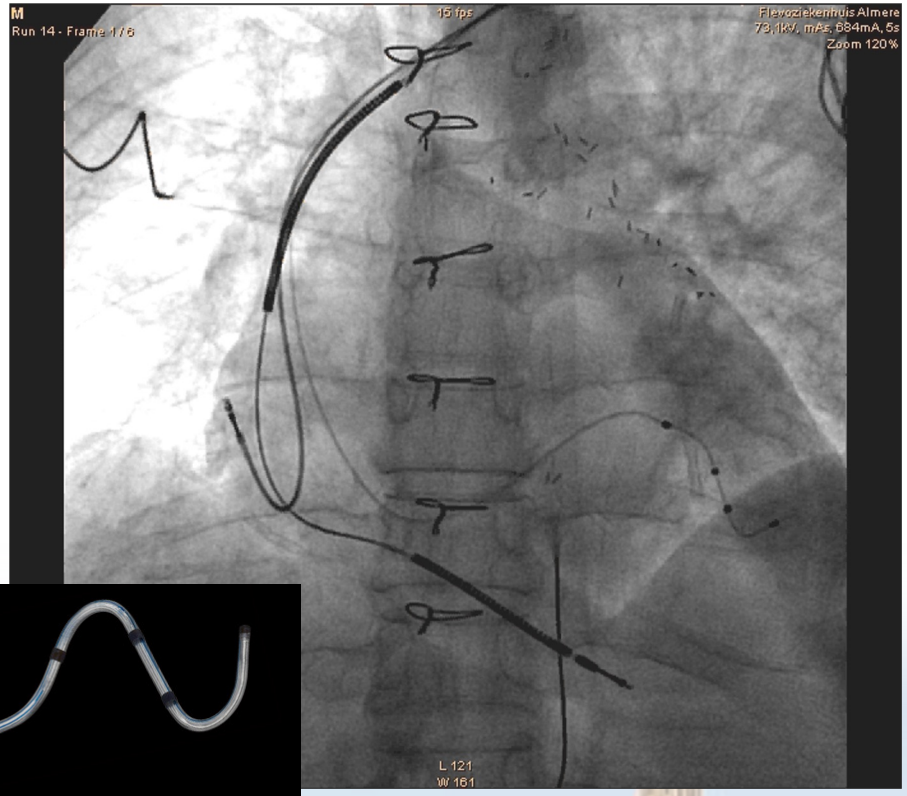


- Door hart van meerdere kanten te stimuleren
- Cardiale resynchronisatie therapie (CRT)

CRT – sinus coronarius



Sinus coronarius: LV lead



Resynchronisatie met LV lead

- Voordelen
  - (heel) veel wetenschappelijk bewijs voor ↓ mortaliteit/klachten
  - Veel ‘hardware’ ontwikkeld voor optimale ingreep
  - Door alle PM fabrikanten ondersteund

- Nadelen
  - 20-30% ‘non-responders’
  - Potentieel lastige en langdurige procedure, lange leercurve
  - Afhankelijk van sinus coronarius anatomie (aanhaken, kleppen, zijtakken)
  - 2 ‘activatie-fronten’ nog steeds niet gelijk aan Purkinje-vezel activatie



Resynchronisatie

- Resynchronisatie
  - Biventriculaire pacemaker, LV lead
  - Fysiologisch pacing / Conduction system pacing (CSP)

    => pacing via normale geleidingssyteem
    - His-pacing
    - Linker bundeltak-pacing



CSP - His bundel pacing

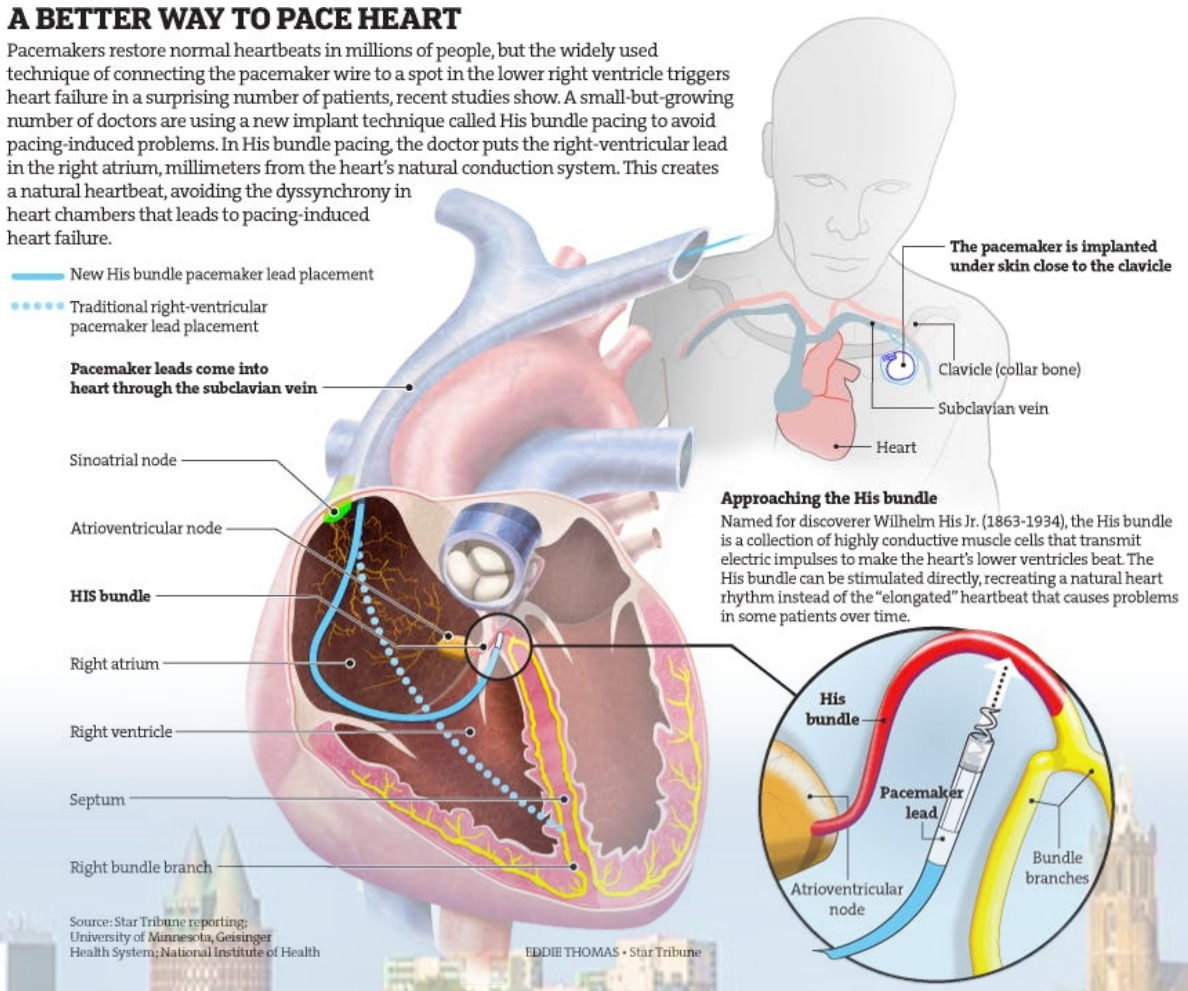
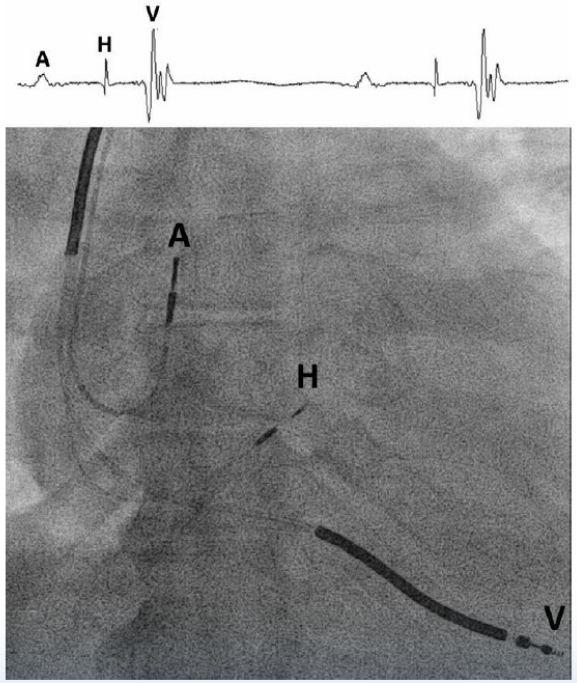


Figure 1: Electrical and Fluoroscopic Guidance for His Bundle Pacing

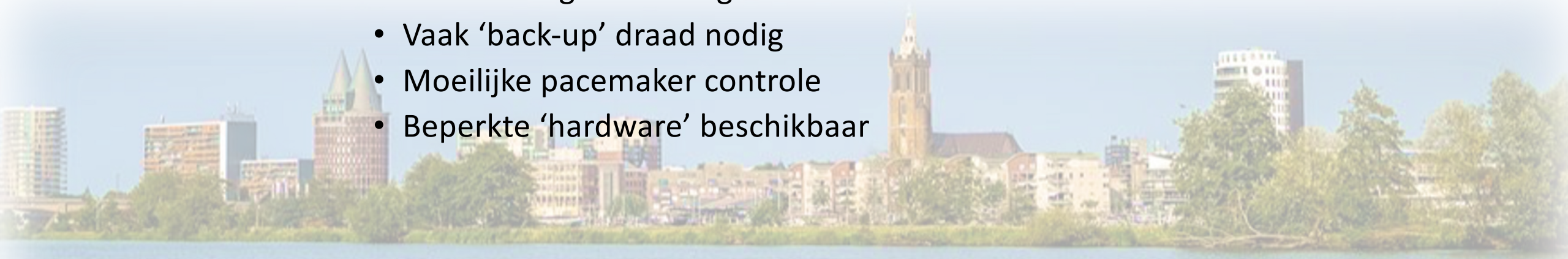


Top: With electrical mapping a distinct, sharp His signal is found with a small atrial signal and large ventricular signal. Bottom: Fluoroscopic image of defibrillator with an atrial lead in the right atrial appendage, the defibrillator lead in the right ventricular apex and the His lead pacing the His bundle. A = atrium; H = his; V = right ventricle.

CSP - His bundel pacing

- Voordelen
  - Meest fysiologische vorm van ventriculaire activatie
  - Smalste QRS complex ‘op de markt’

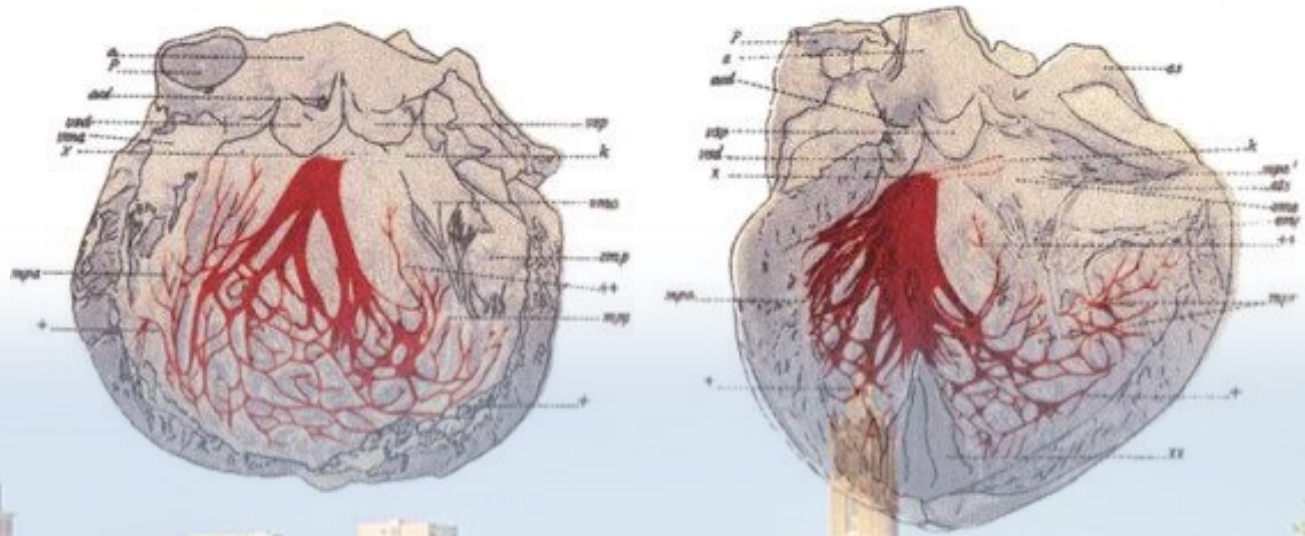
- Nadelen
  - Moeilijke procedure. Electrofysiologische kennis. Millimeter precieze lokalisatie.
  - Lage sensewaarden
  - Vaak hoge drempels
  - Oversensing boezemsignalen
  - Vaak ‘back-up’ draad nodig
  - Moeilijke pacemaker controle
  - Beperkte ‘hardware’ beschikbaar



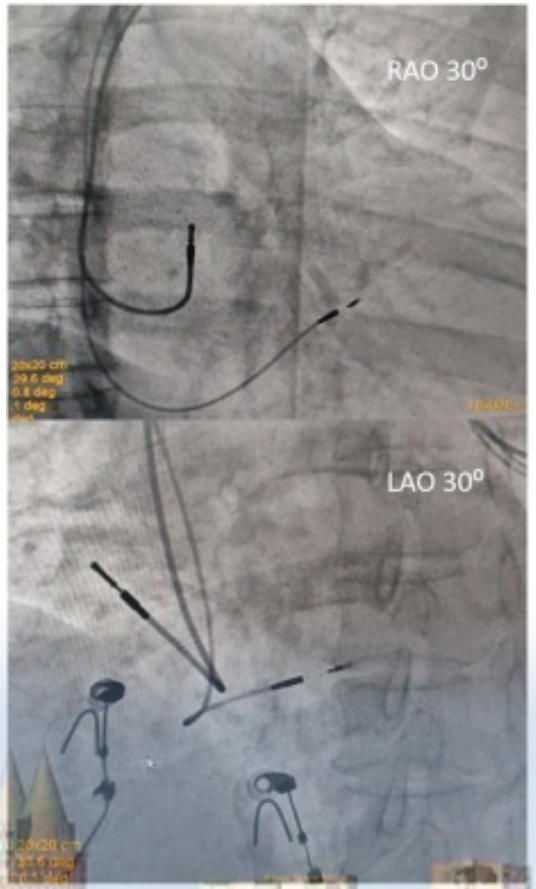
CSP - Linker bundeltak pacing

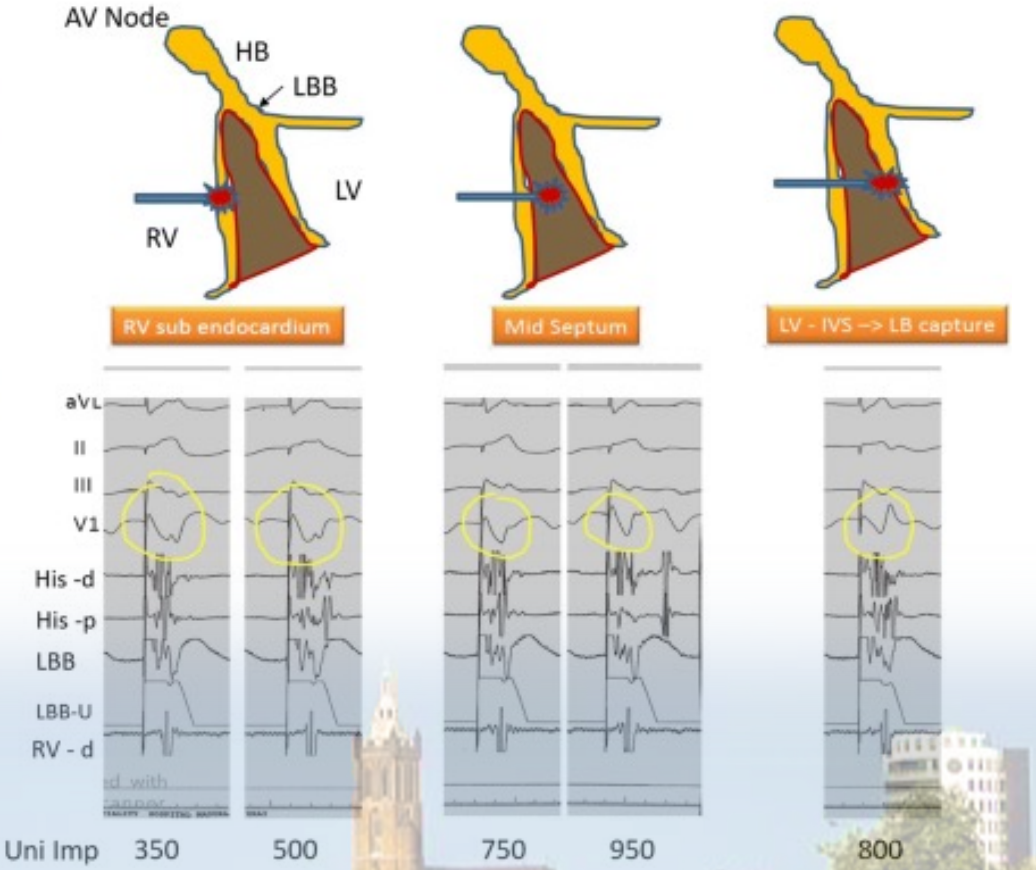
- Linker bundeltak

  ‘Waaiert’ uit over linker zijde ventriculaire septum



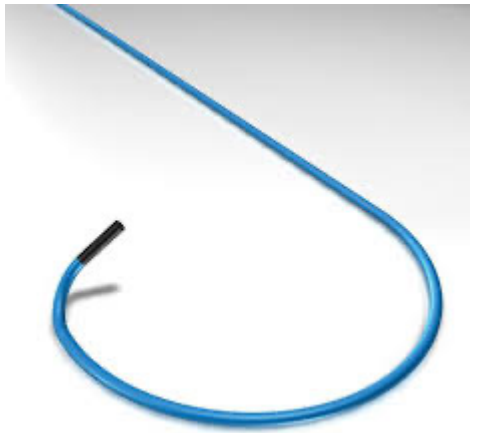
CSP - Linker bundeltak pacing





CSP - Linker bundeltak pacing

- 3-dimensionale guiding catheter





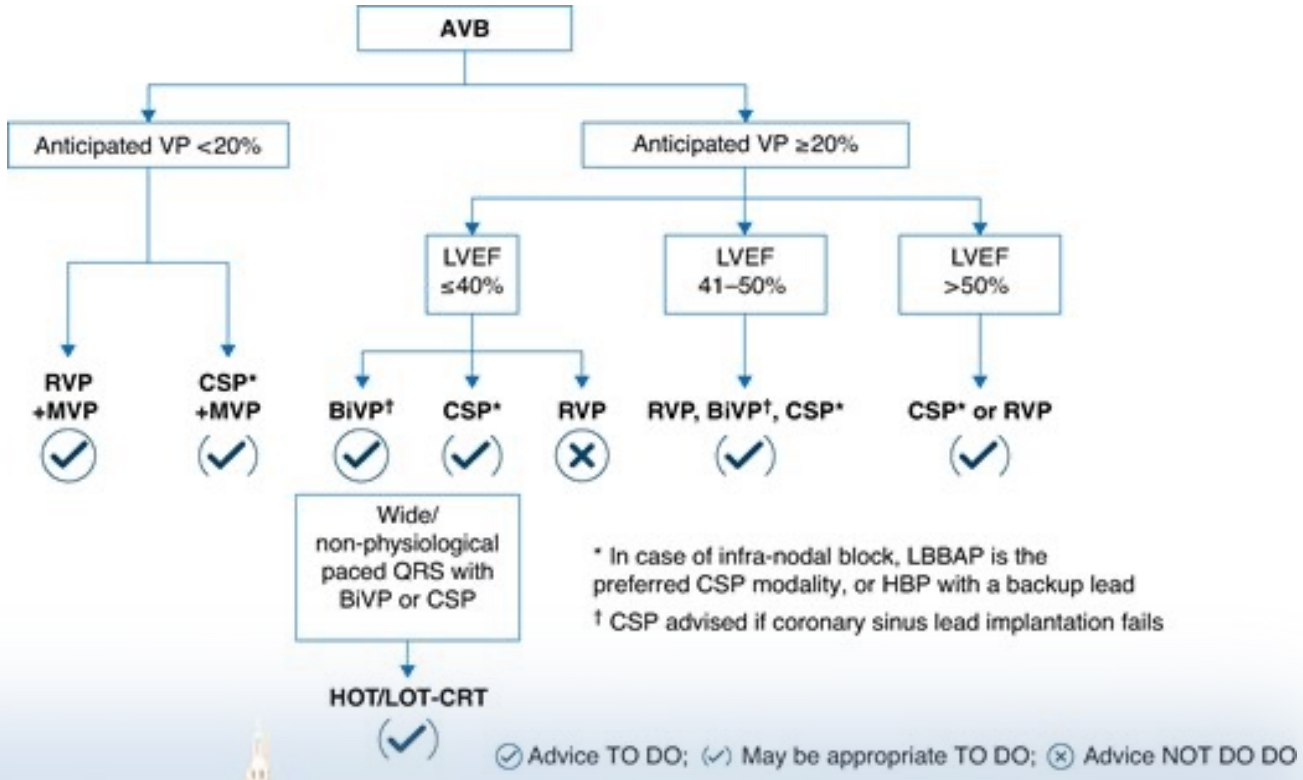
CSP - Linker bundeltak pacing

- Start 2017 (Huang, China)
- 80-94% success rate
- Stabiele meetwaarden
- Nog beperkte data tav mortaliteit / morbiditeit tov reguliere CRT



CSP - Linker bundeltak pacing

- Indicaties
  - Bij mislukte LV lead plaatsing
  - Bij mislukte His bundel pacing
  - Bij verwachte >20% pacing en verminderde LVF
  - Tzt iedere pacemaker patient?
- Contraindicaties
  - Septaal infarct?
  - Te dik septum?

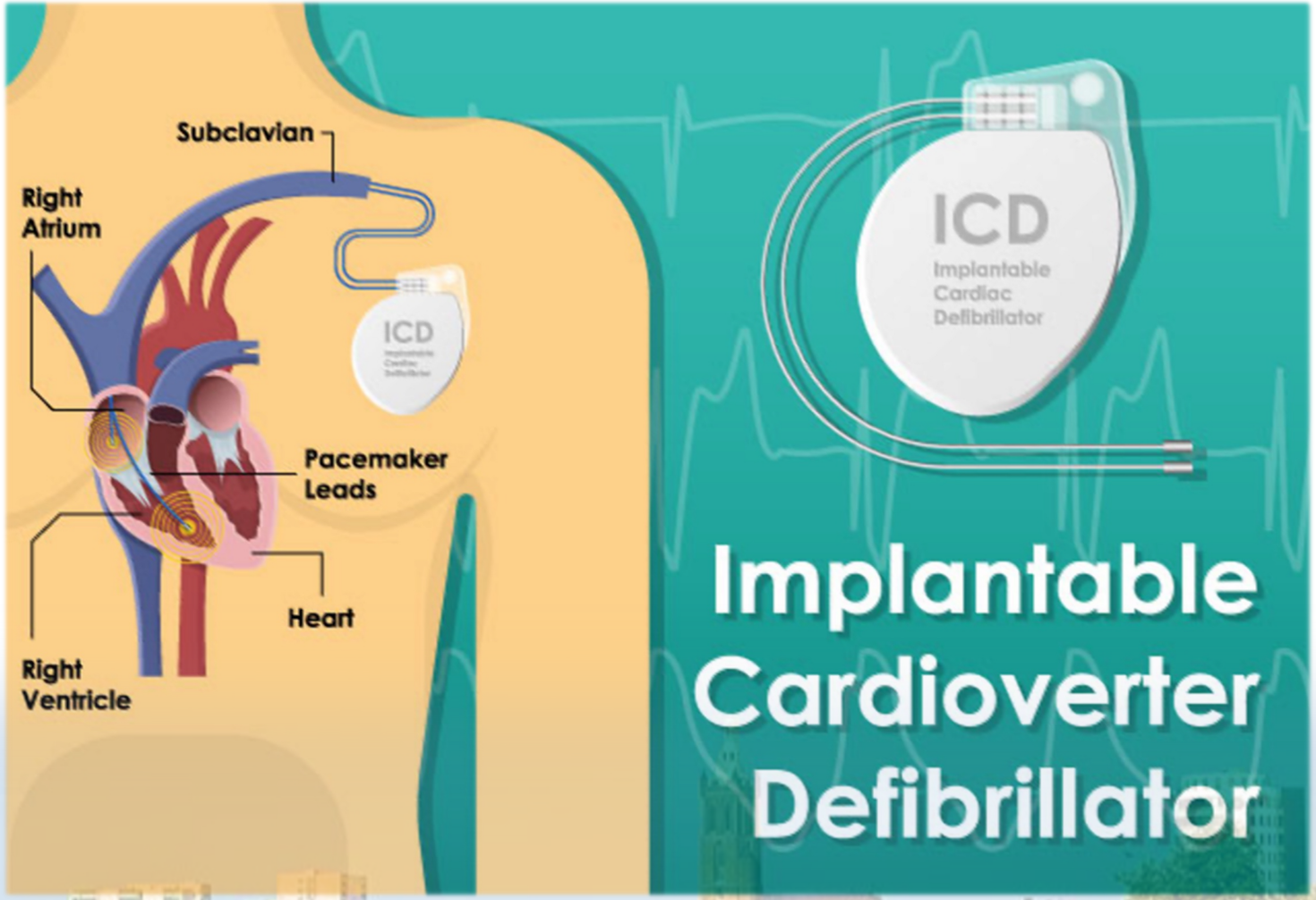


Guidelines (ESC, 2025)

Questions so far?



De ICD


Subclavian
Right Atrium
ICD
Pacemaker Leads
Heart
Right Ventricle
ICD
Implantable Cardiac Defibrillator
Implantable Cardioverter Defibrillator

Acute hartstilstand / cardiac arrest

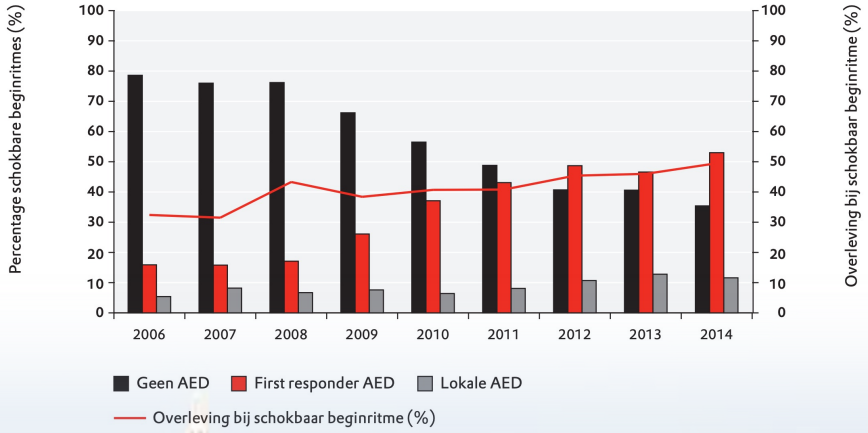
- Hart en vaatziekten (nog) belangrijkste doodsoorzaak in Westerse wereld

  (NL: > 45.000/jaar)

- Acute hartstilstand
  - NL: 16.000/jaar

    (=45/dag)
  - 70-80% thuis
  - 75% omstanders aanwezig
  - ≈ 25% overleeft

Figuur 3.1 AED-inzet 2006-2014 in Noord Holland per type gebruiker in percentages, met overleving tot ontslag bij schokbaar beginritme
Bron ARREST-onderzoek



First responder AED: ingezet door hulpverleners (brandweer, politie)
Lokale AED: AED die ter plaatse is (in stations, winkelcentra, kantoren e.d.) en is ingezet door omstanders

Acute hartstilstand / cardiac arrest

- Publieksvraag:

Hoe groot is de kans dat je met een slechte neurologische uitkomst (‘ kasplant ‘) uit een reanimatie komt?

1-2 %



AD NIEUWS REGIO SPORT SHOW KIJK PODCAST

▲ De niet-reanimerenpenning is in opkomst.

Niet reanimeren: 'Ik wil niet eindigen als een kasplantje'

Het aantal Nederlanders dat aangeeft niet gereanimeerd te willen worden, zit flink in de lift. Ruim 20.000 mensen dragen inmiddels permanent een niet-reanimerenpenning, omdat ze niet verder willen leven met ernstige beperkingen.

Door: Arno Gelder

Bron: AD

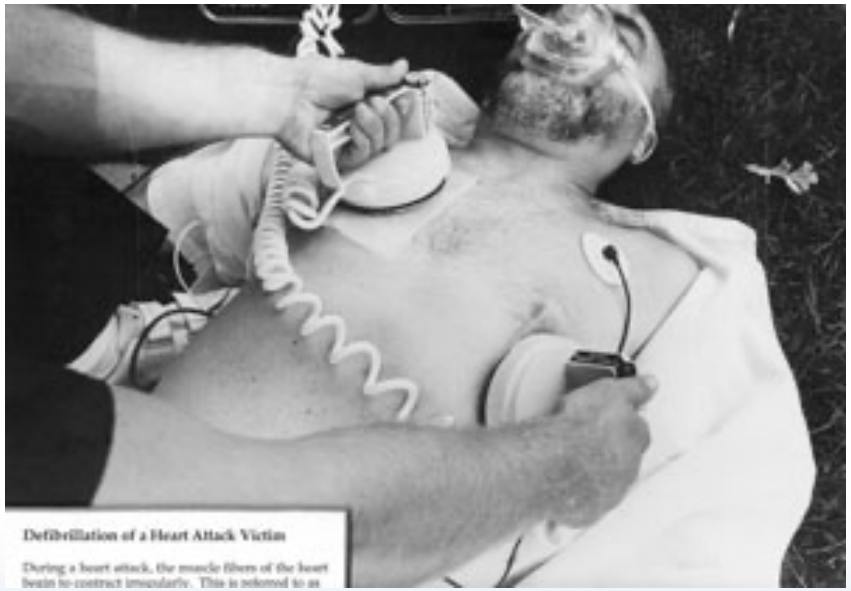
11 augustus 2014, 05:17 • **Laatste update: 6 februari 2016, 08:25**

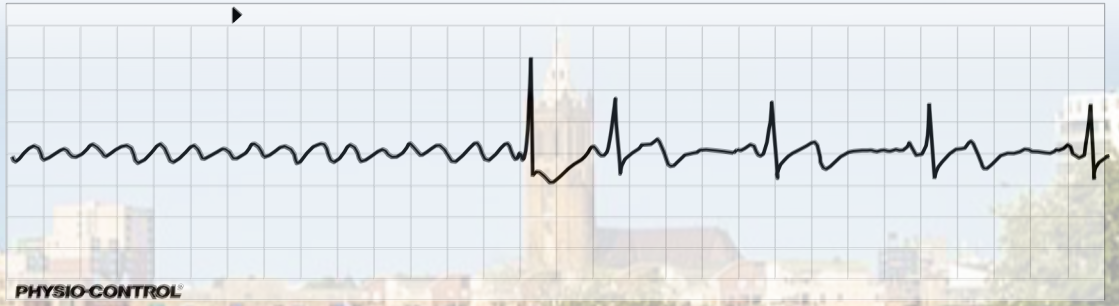
Het zijn vooral 70-plussers met een relatief tanende gezondheid die de penning dragen. Zij willen niet het risico lopen beschadigd uit de reanimatie te komen.

Cardiac arrest

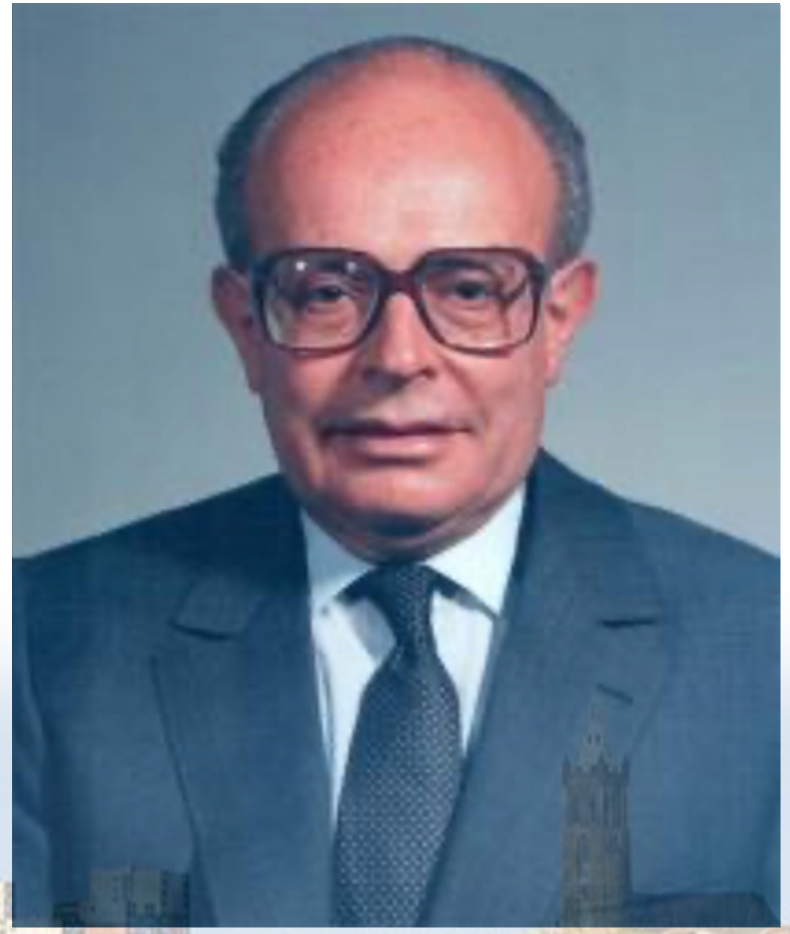
- 50% van gevallen oorzaak VF of pulsloze VT
- Enige definitieve behandeling:

  defibrillatie!



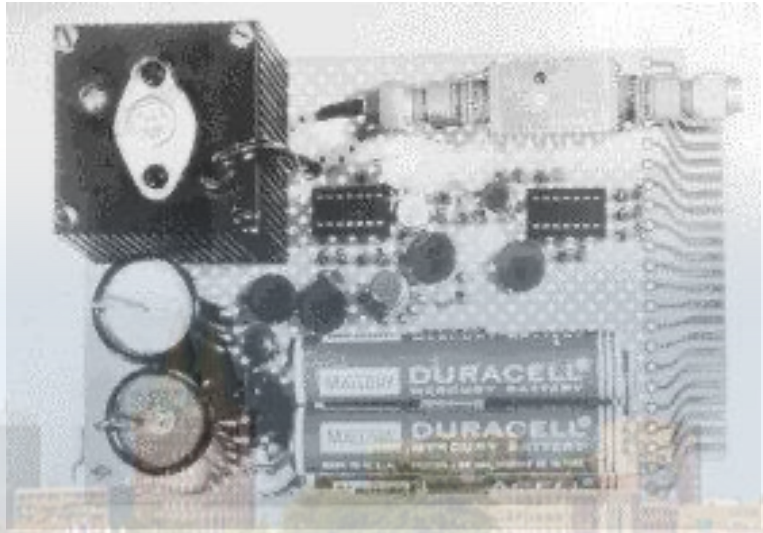


Dr. M.Mirowski



Het begin: Dr Mirowski

- Verloor vriend en mentor aan acute hartdood
- Deed ruim tien jaar over ontwikkeling van eerste ICD in mens
- 1980 Eerste ICD implantatie in een mens
- 1984 Eerste ICD implantatie in Nederland





Size matters (1989-2020)



209 cc



113 cc



80 cc



80 cc



72 cc

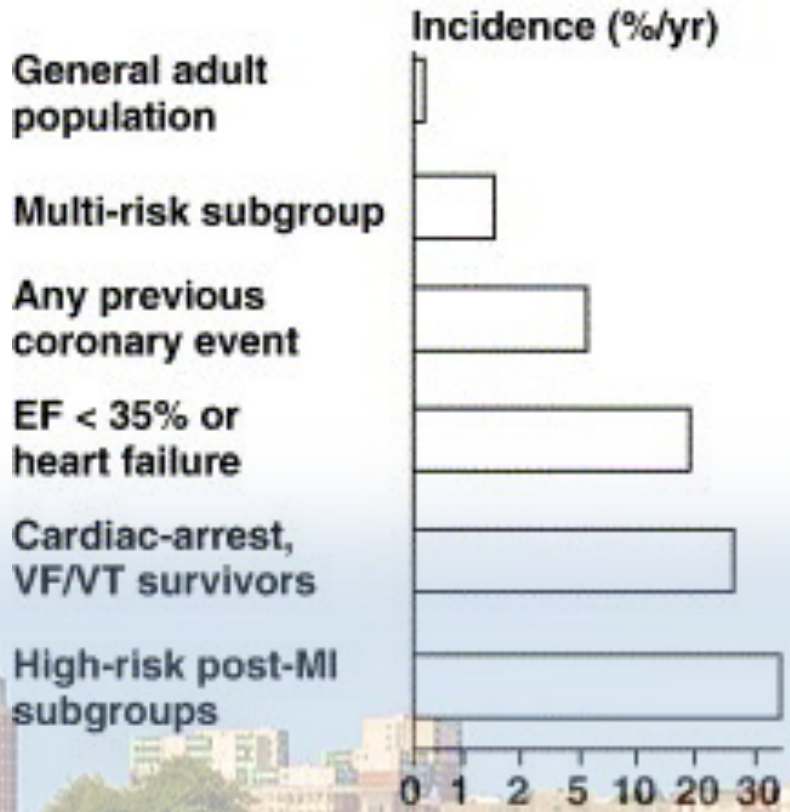


54 cc



30 cc

Cardiac arrest risicostratificatie

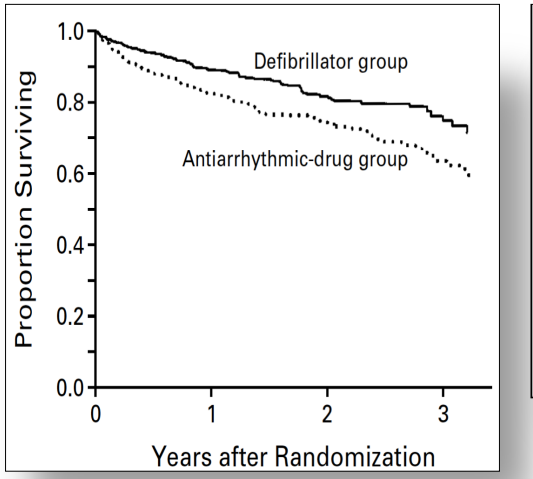


ICD studies

The New England Journal of Medicine

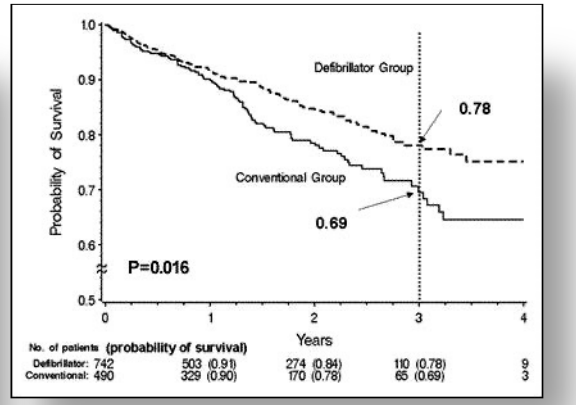
A COMPARISON OF ANTIARRHYTHMIC-DRUG THERAPY WITH IMPLANTABLE DEFIBRILLATORS IN PATIENTS RESUSCITATED FROM NEAR-FATAL VENTRICULAR ARRHYTHMIAS

THE ANTIARRHYTHMICS VERSUS IMPLANTABLE DEFIBRILLATORS (AVID) INVESTIGATORS*



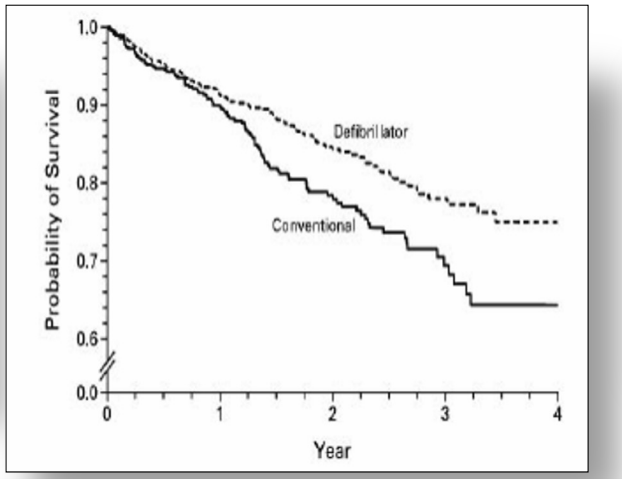
The New England Journal of Medicine

IMPROVED SURVIVAL WITH AN IMPLANTED DEFIBRILLATOR IN PATIENTS WITH CORONARY DISEASE AT HIGH RISK FOR VENTRICULAR ARRHYTHMIA



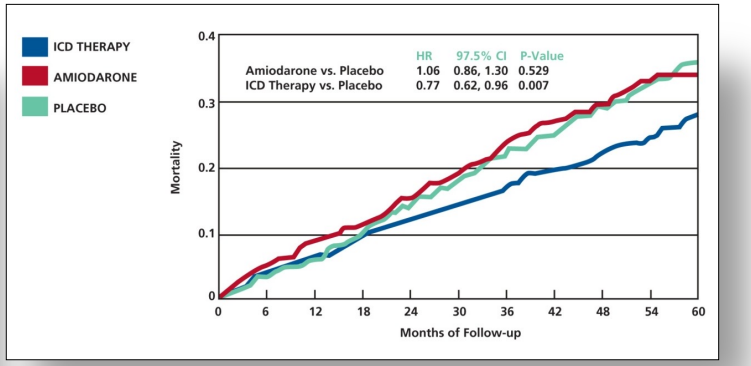
The New England Journal of Medicine

PROPHYLACTIC IMPLANTATION OF A DEFIBRILLATOR IN PATIENTS WITH MYOCARDIAL INFARCTION AND REDUCED EJECTION FRACTION



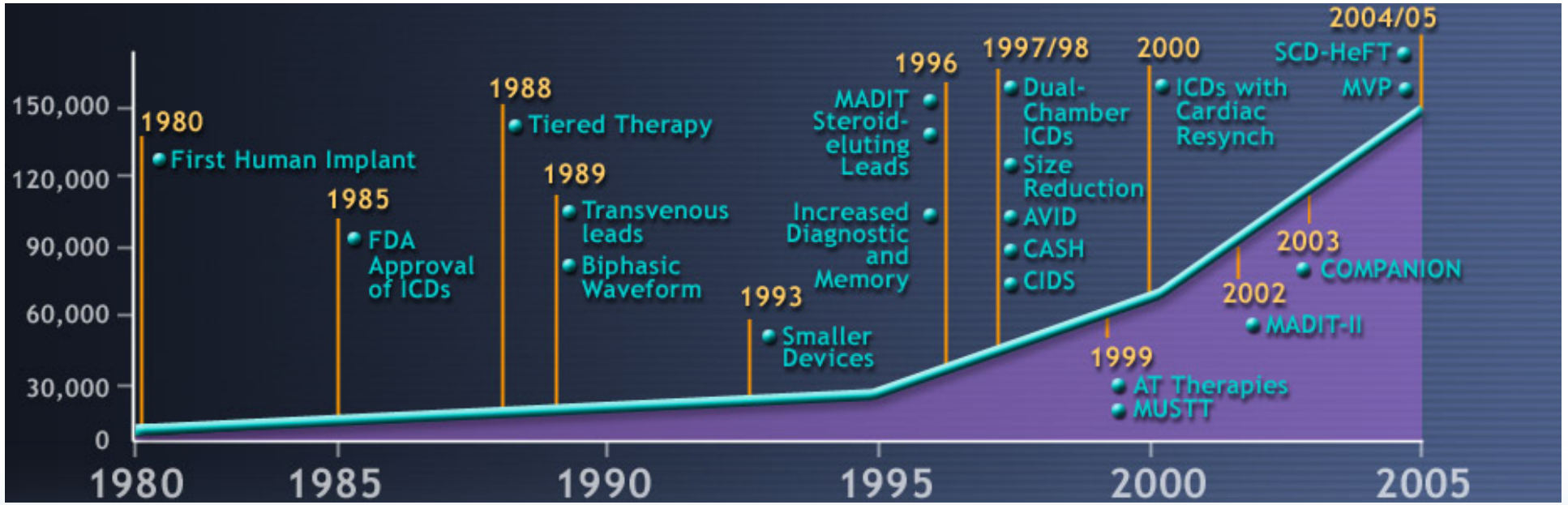
The New England Journal of Medicine

Amiodarone or an Implantable Cardioverter–Defibrillator for Congestive Heart Failure



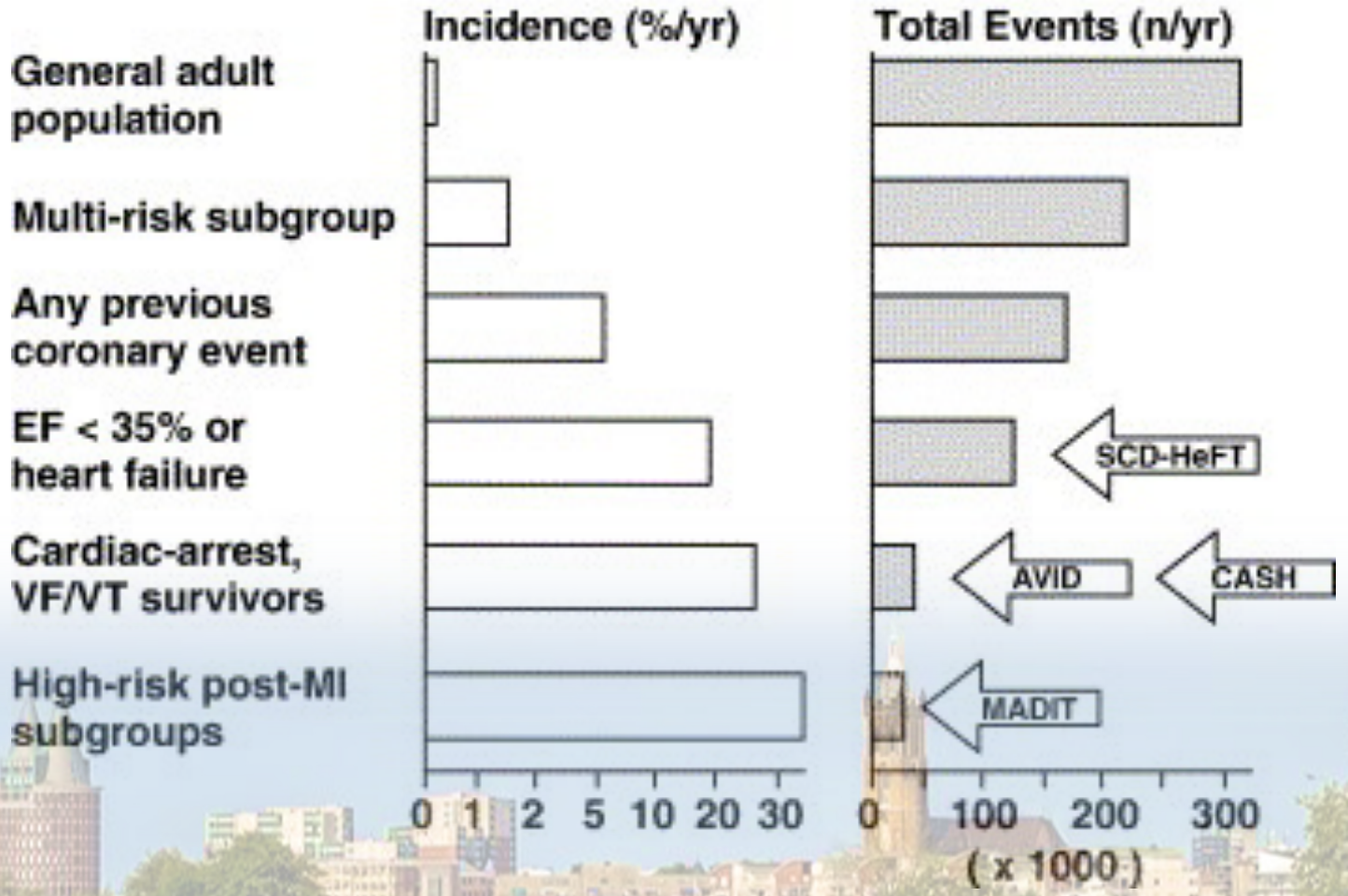


ICD therapie 1980 - 2005



In Nederland inmiddels >4000 ICD implantaties / jaar

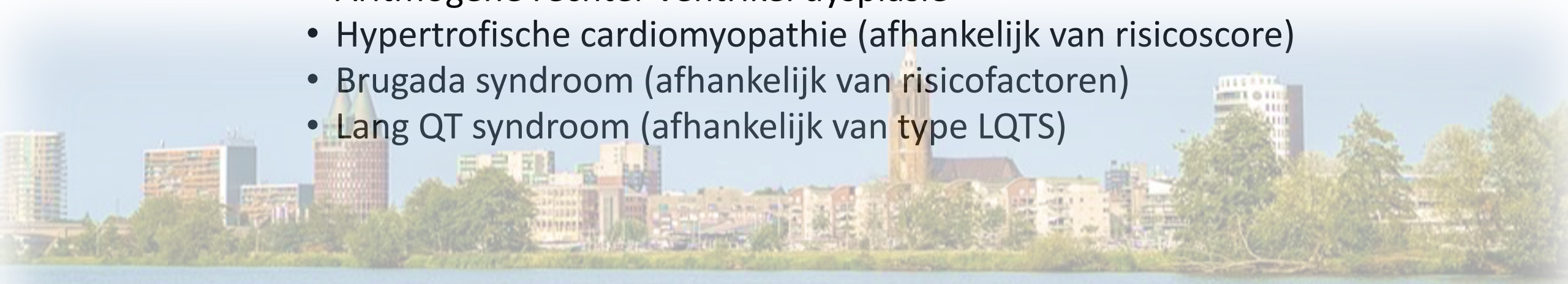
Maar:


Incidence (%/yr)
Total Events (n/yr)
General adult population
Multi-risk subgroup
Any previous coronary event
EF < 35% or heart failure
Cardiac-arrest, VF/VT survivors
High-risk post-MI subgroups
SCD-HeFT
AVID
CASH
MADIT
0 1 2 5 10 20 30
0 100 200 300
(x 1000)

Huidige indicaties voor ICD

- Secundaire preventie:
  - VF (niet primair VF, of tgv behandelbare oorzaak)
  - VT met collaps
  - VT met structurele hartafwijkingen (mn LVEF < 40%)

- Primaire preventie:
  - Verminderde LV functie met fibrose (LVEF < 35%)
  - Lamine A/C mutatie, DPP6, PLN, enz.
  - Aritmogene rechter ventrikel dysplasie
  - Hypertrofische cardiomyopathie (afhankelijk van risicoscore)
  - Brugada syndroom (afhankelijk van risicofactoren)
  - Lang QT syndroom (afhankelijk van type LQTS)



Contra-indicaties voor ICD implantatie

- Levensverwachting < 1 jaar
- Ritmestoornissen tgv behandelbare oorzaak
- Psychiatrische problematiek
- Ventriculaire storm
- Terminaal NYHA klasse 4 hartfalen

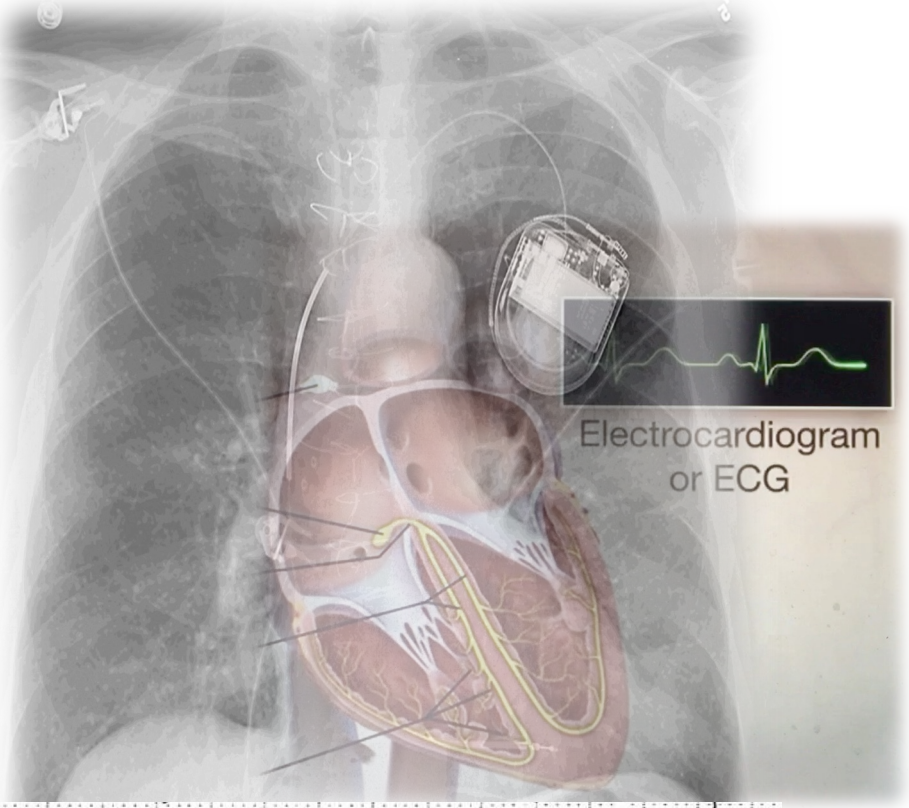


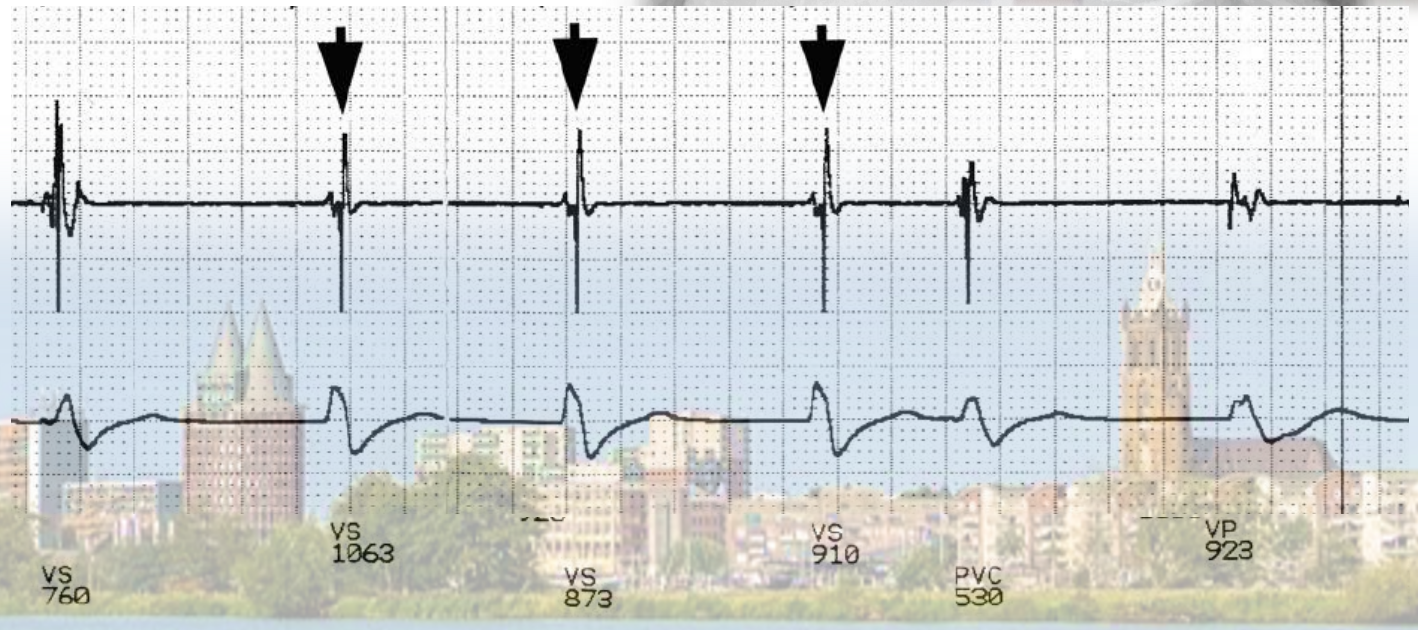
Shock or no shock?



ICD shocks

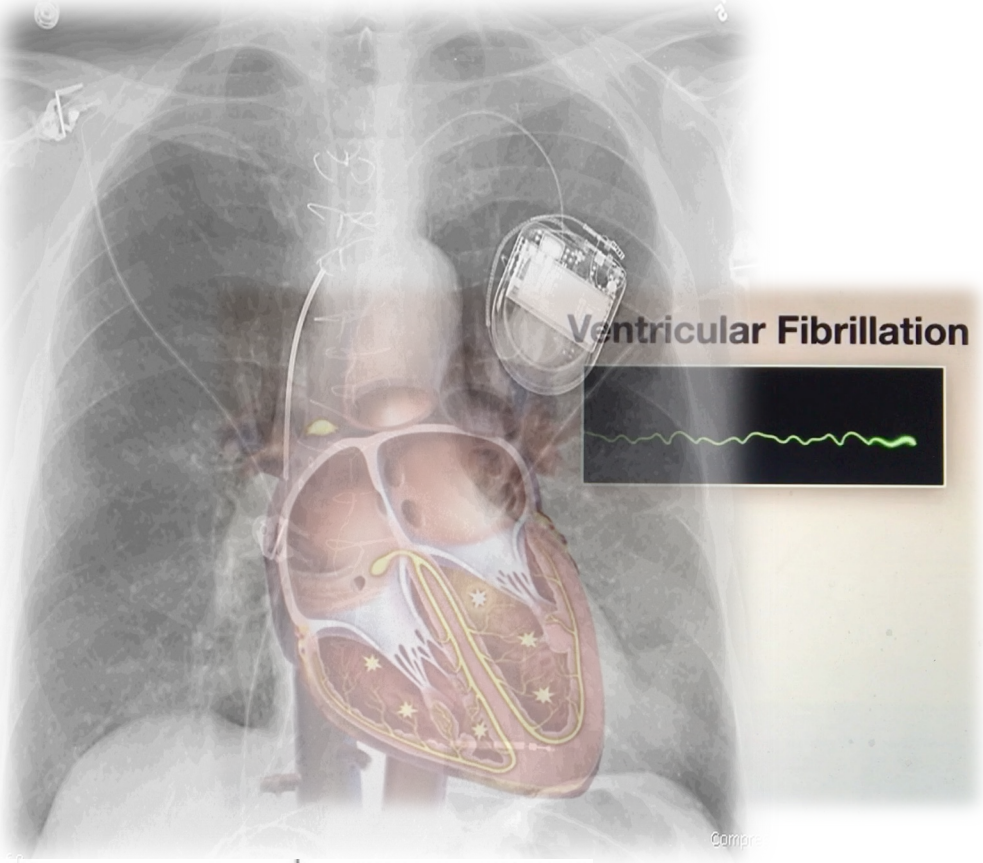
- Detectie

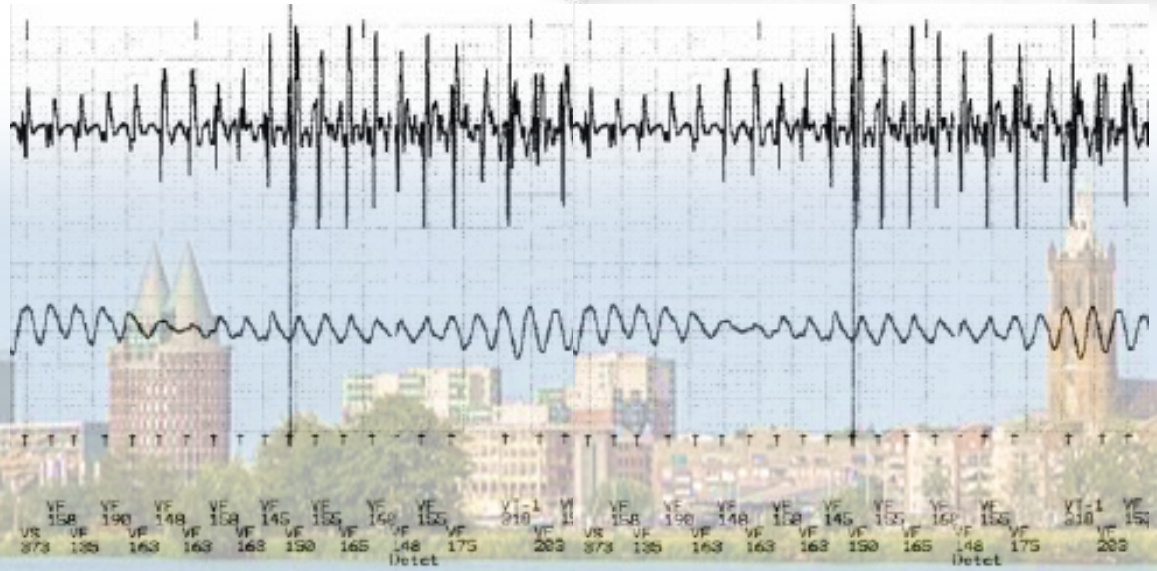




ICD shocks

- Detectie



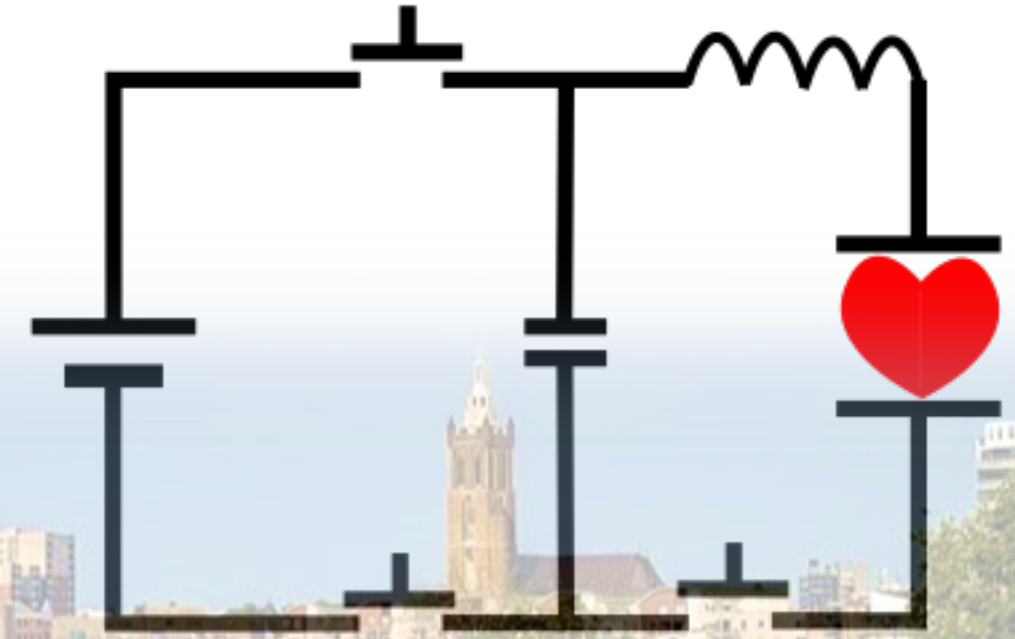


ICD shocks

- Detectie

  => Ritmestoornis gedetecteerd:

Opladen!

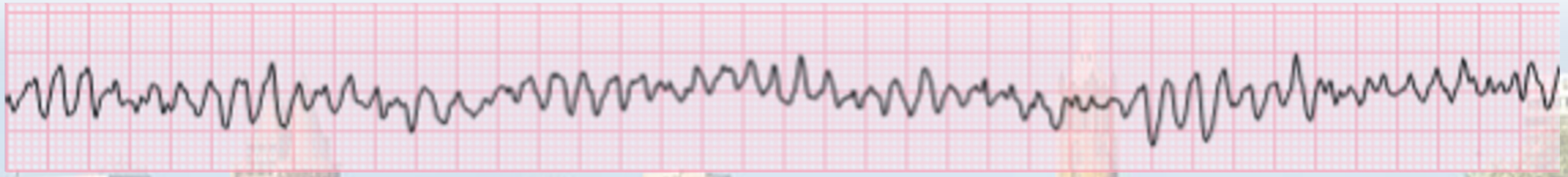


ICD shocks

- Batterij spanning 3,2 Volt



Standaard batterij 1,5 Volt



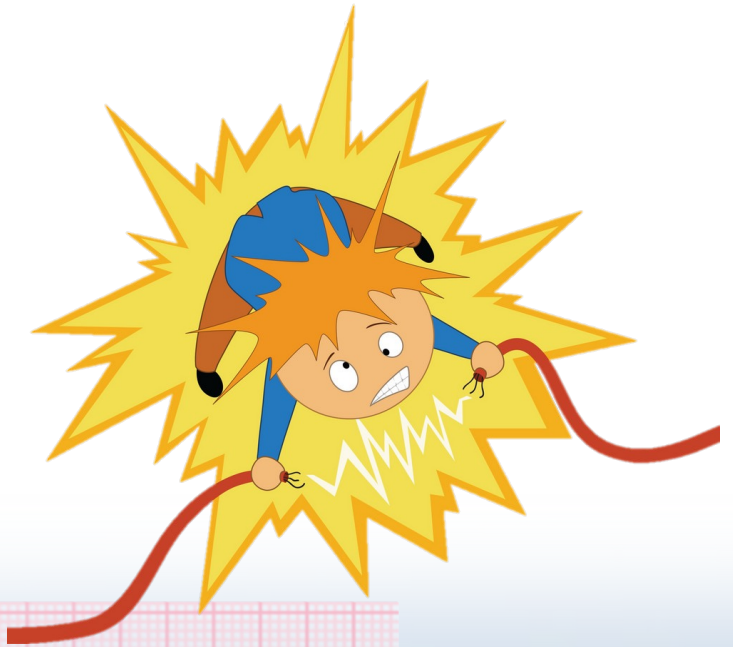
ICD shocks

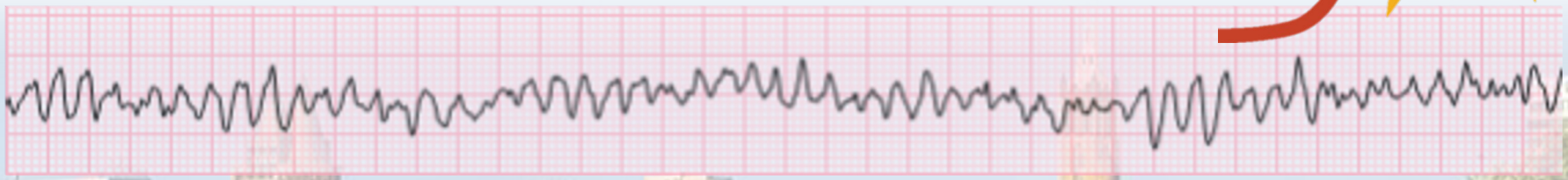
- Batterij spanning 3,2 Volt
- ICD shock

800 Volt!

- Energie voor shock moet worden opgeladen

=> **Condensator**



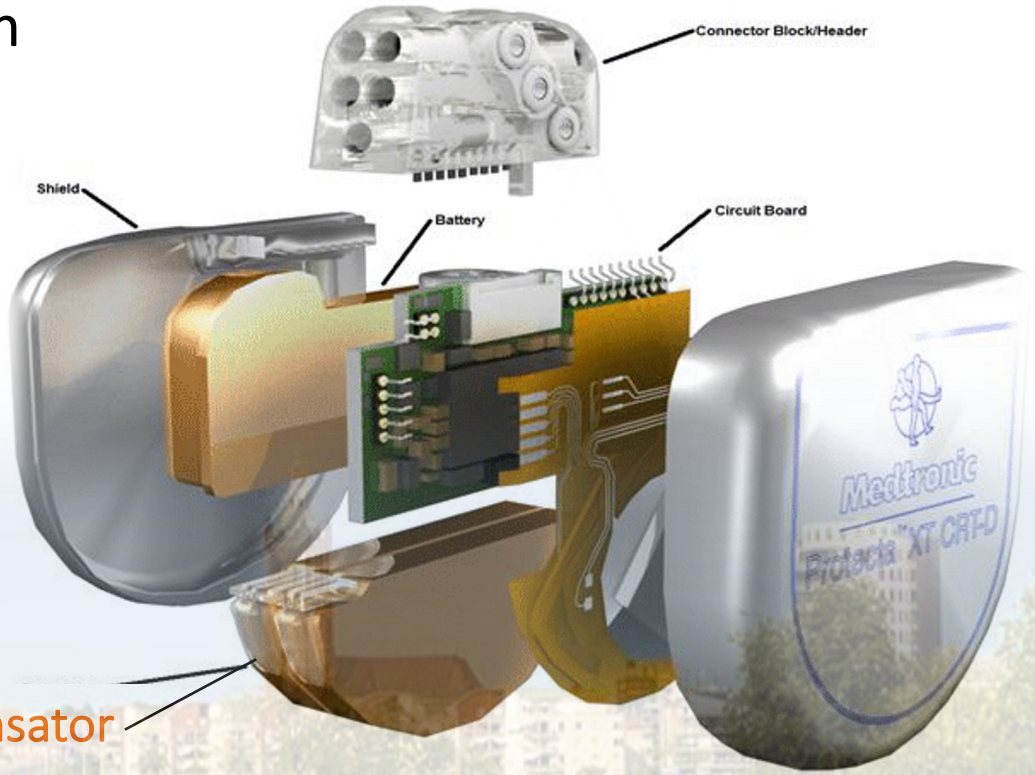


Condensator

- Bepaalt verschil in grootte tussen ICD en pacemaker
- Slaat de energie uit batterij op voor shock
- Opladen condensator voor shock

6-10 seconden





ICD shocks – afgifte shock

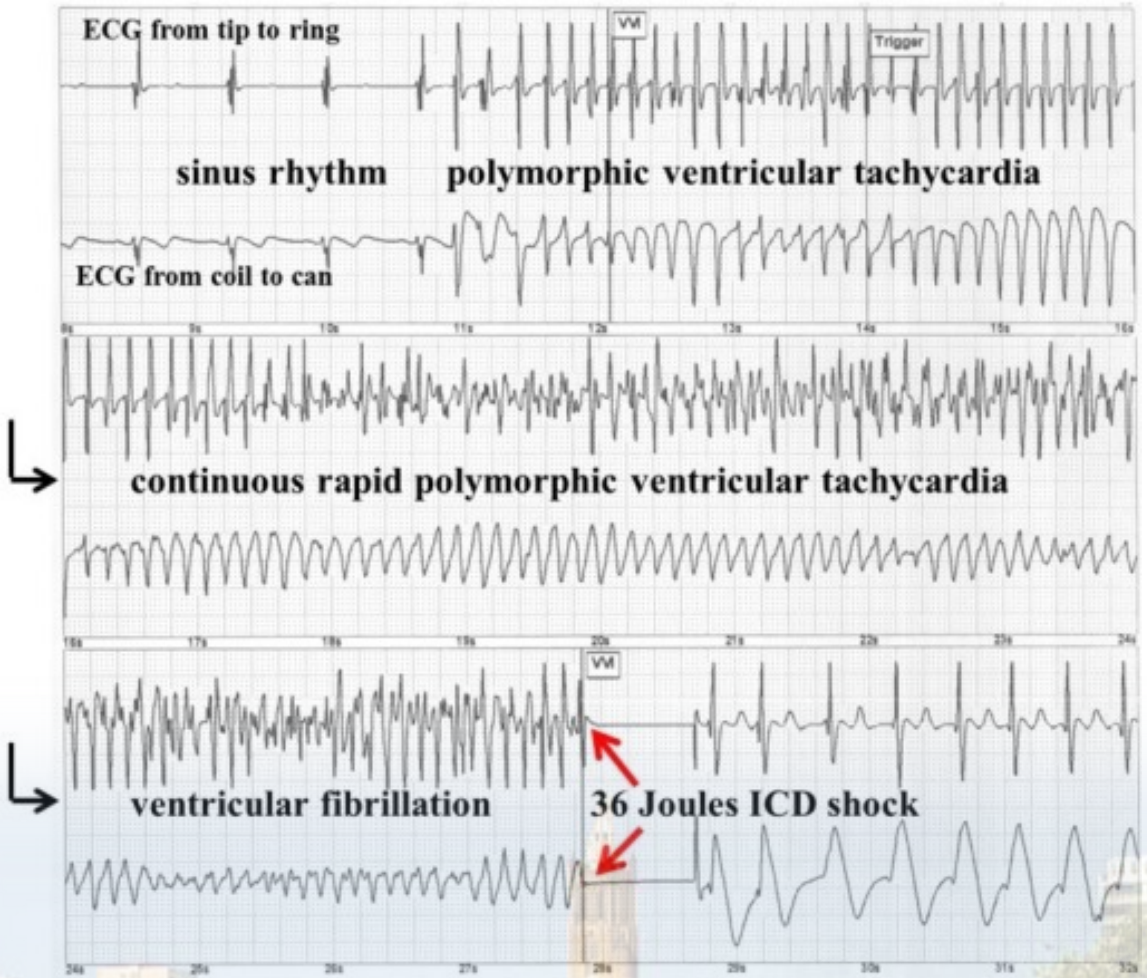


Anthony van Loo, 21 jaar oud, KSV Roeselare, Belgie

ICD shocks

Uitlezen ICD





ICD shocks

Onterechte ICD shocks

Shock die afgegeven wordt terwijl er **geen** gevaarlijke ritmestoornis is

>15% ↘ ≈5 % ICD patiënten



ICD shocks

Onterechte ICD shocks

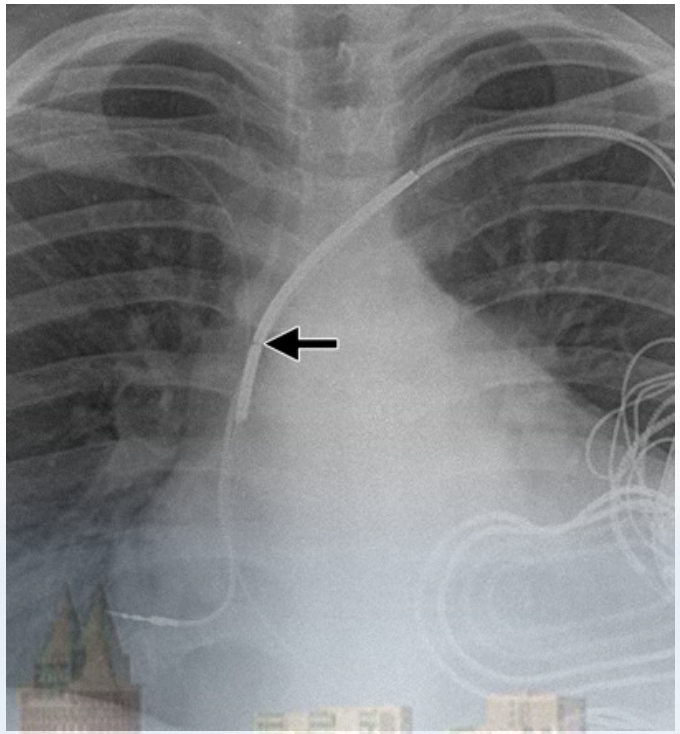
Oorzaken

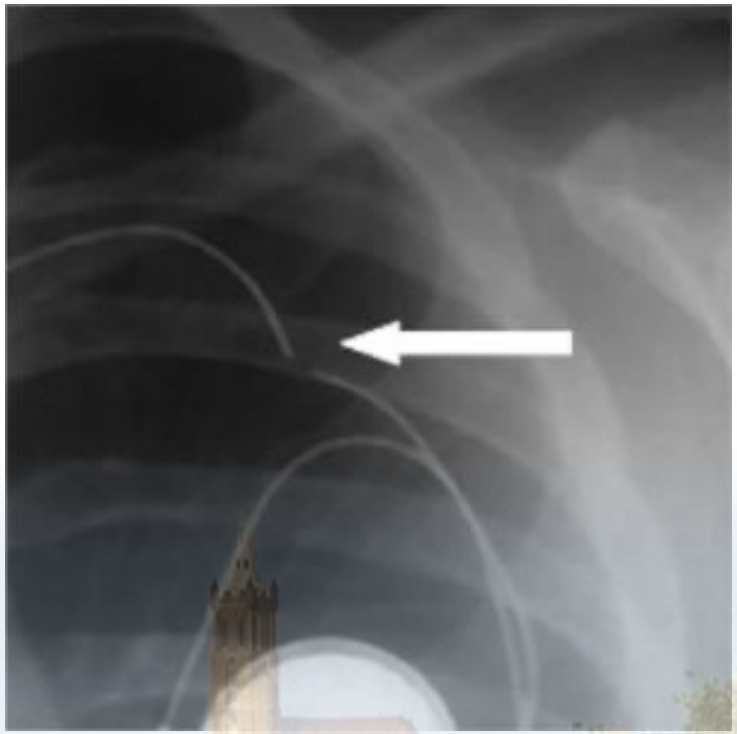
- Snelle, maar ongevaarlijke ritmestoornissen
  (m.n. Boezemfibrilleren)
- Defect aan draad of ICD
  (risico 0,5-1% / jaar)
- Electrische interferentie van buitenaf
  (MRI, radiotherapie,
  ondeugdelijke apparatuur)



ICD shocks

Onterechte ICD shocks – Draadbreuk

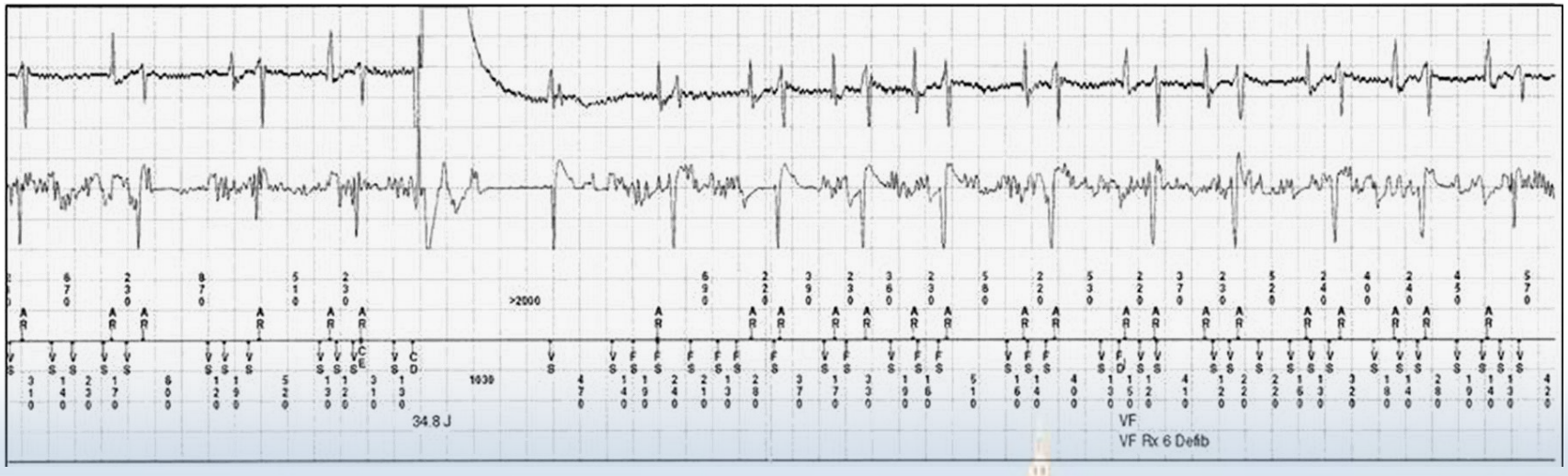




Risico op onterechte shocks door ‘valse signalen’

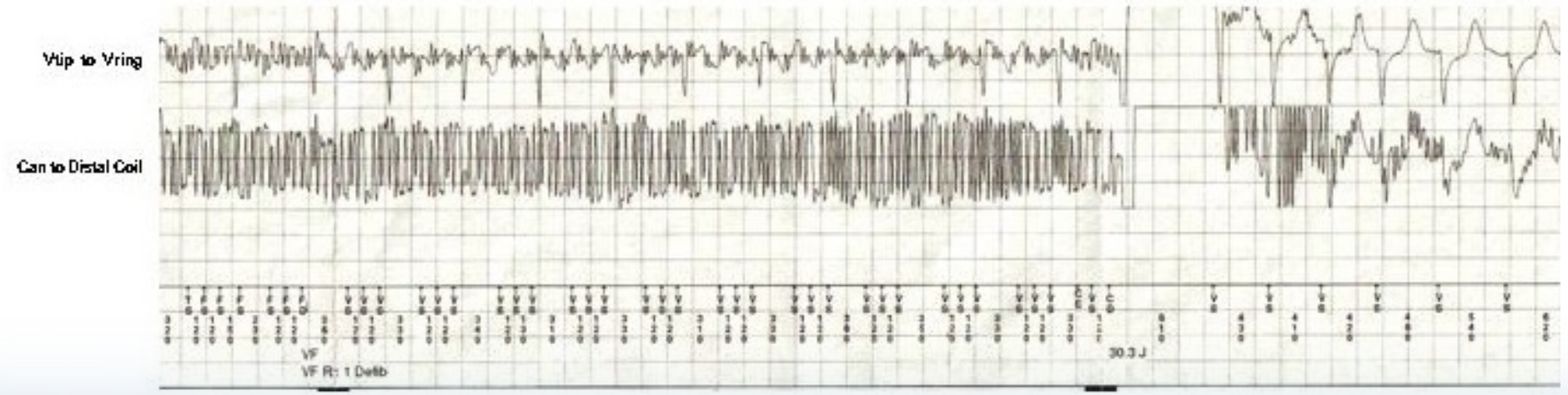
ICD shocks

Onterechte ICD shocks – Draadbreuk



ICD shocks

Onterechte ICD shocks – Electrische interferentie



- Defecte zwembad verlichting - Turkije

ICD shocks

Onterechte ICD shocks

Ongevaarlijk !
Shock bij kennis !
Psychische belasting





ICD shocks

Wat te doen bij een (vermoeden op) ICD shock?



Eén shock (of twee shocks kort achter elkaar) en geen klachten meer:

=> tijdens kantooruren contact poli cardiologie voor uitlezen ICD.
Niet autorijden tot ICD is uitgelezen.

ICD shocks

Wat te doen bij een (vermoeden op) ICD shock?



Eén shock (of twee shocks kort achter elkaar) en geen klachten meer

=> tijdens kantooruren contact poli cardiologie voor uitlezen ICD.

Meerdere shocks, persisterende klachten (pijn op de borst, palpitaties, collapsneiging)

=> 112 !



De ICD en het Rijbewijs

- Tot 2000: ICD? => ~~rijbewijs~~



De ICD en het Rijbewijs

- Tot 2000: ICD? => ~~rijbewijs~~
- Juni 2000:
  - Rijbewijs A, B, B+E
  - Enkel voor privé-gebruik
  - 6 maanden na implantatie
  - 6 maanden na shock
  - Specialistisch Rapport van cardioloog (Code 100)





De ICD en het Rijbewijs

- Tot 2000: ICD? => ~~rijbewijs~~
- Juni 2000
- 2004: Verkorting wachttijd na
  implantatie / shocks
  6 ↘ 2 maanden!





De ICD en het Rijbewijs

- November 2017
  - Na ICD implantatie
    - Primaire preventie (nog geen ritmestoornissen gehad): => **2 weken** wachttijd tot aanvragen
    - Secundaire preventie (wel al ritmestoornissen gehad): => **2 maanden** wachttijd





De ICD en het Rijbewijs

- November 2017
  - Na ICD implantatie
    - Primaire preventie: 2 weken
    - Secundaire preventie: 2 maanden
  - Na shocks
    - Terechte shock: 2 maanden niet autorijden
    - Onterechte shock: ter inschatting van de cardioloog





De ICD in de laatste levensfase

- Functie van de ICD: levensverlenging, voorkomen hartstilstand.
- Acute hartstilstand milde dood.
- ICD ‘ontneemt’ kans op snelle milde dood.



De ICD in de laatste levensfase

- Wat te doen
  - Levensverlenging niet meer actief gewenst
  - Tijdens stervensfase (ongewenst, pijnlijk, stress)
  - Na het overlijden, onwillekeurige bewegingen

- ICD schokfunctie kan gedeactiveerd worden



De ICD in de laatste levensfase

Uitschakelen van de ICD

- Bij voorkeur in ziekenhuis, als patient nog mobiel
  (apparatuur, personeel, statusvoering)

- Zo nodig in thuissituatie, bij bedlegerige patient

- Door ICD technicus of ICD-cardioloog



De ICD in de laatste levensfase

Uitschakelen van de ICD

- Met PM / ICD programmer
- *Pacemaker* functie van ICD blijft ongewijzigd
- Patient merkt niets



De ICD in de laatste levensfase

Uitschakelen van de ICD

Indien deactivatie door cardioloog / technicus met programmer niet mogelijk:

=> Magneet



- Magneet deactiveert schokfunctie van ICD
- Pacemaker functie van ICD blijft ongewijzigd
- Herstel oude instellingen zodra magneet verwijderd

De ICD in de laatste levensfase

ICD versus PM (CRT)

- Verschil tussen ICD functie en pacemakerfunctie
  - ICD: verlengen van leven
  - PM/CRT: kwaliteit van leven

- In principe blijft de pacemakerfunctie aan



De ICD in de laatste levensfase

Uitschakelen van de ICD

- Mogelijkheid van deactiveren al bespreken vooraf aan initiële ICD-implantatie
- Goede afspraken tussen technici en cardioloog, t.a.v. juridische consequenties
- Bij progressie comorbiditeit proactief optie van deactiveren bespreken
- Bij voorzien van terminale situatie tijdig optie van deactiveren ICD bespreken
- ICD moet vooraf aan begrafenis/crematie verwijderd worden
  => gedeactiveerde ICD zeer wenselijk



Conclusies - pacemakers

- Pacemaker voor bradycardieen door problemen in sinusknoop

  of AV-geleiding

- Pacing in ventrikel kan pompfunctie verminderen
  - Biventriculaire pacemaker (3e draad naar linker ventrikel)
  - CSP (linker bundeltak pacing) nieuwe en veelbelovende techniek

- Belangrijkste complicatie: infectie. Bij vermoeden/twijfel =>

  verwijzen!

- Vrijwel geen beperkingen door pacemaker

  (reizen, sporten, MRI, inductie, ...)

Conclusies – ICD's

- ICD ter behandeling van levensbedreigende kamerritmestoornissen
  - Primaire preventie: hoog risico op VT/VF
  - Secundaire preventie: na aangetoond VT/VF

- Condensator
  - Laadt benodigde stroom voor schok op uit batterij,
  - Reden van groter volume dan pacemaker

- Onterechte shocks
  - Steeds minder frequent
  - Ongevaarlijk
  - Psychisch wel belastend

Conclusies – ICD’s

- Bij (vermoeden) op ICD shock tijdens kantooruren contact met polikliniek cardiologie
  - Tenzij persisterende klachten, of meerdere shocks achter elkaar => 112



- Rijbewijs steeds minder probleem voor ICD dragers
  - Geen groot rijbewijs of professioneel personen-vervoer
  - Primaire preventie 2 weken / Secundaire preventie 2 maanden / ICD shock 2 maanden

rijontzegging

- ICD tachyfunctie kan uitgezet worden in laatste levensfase
  - Vooraf aan ICD implantatie en tijdig bij naderend einde actief bespreken
  - Pacemakerfunctie blijft aan



Dank voor uw aandacht!