

Stimulateurs et Défibrillateurs Automatiques Implantables

Techniques Chirurgicales

Séminaire de Cardiologie Congénitale et Pédiatrique
Necker Enfants Malades 2018

C'est une activité chirurgicale en croissance !

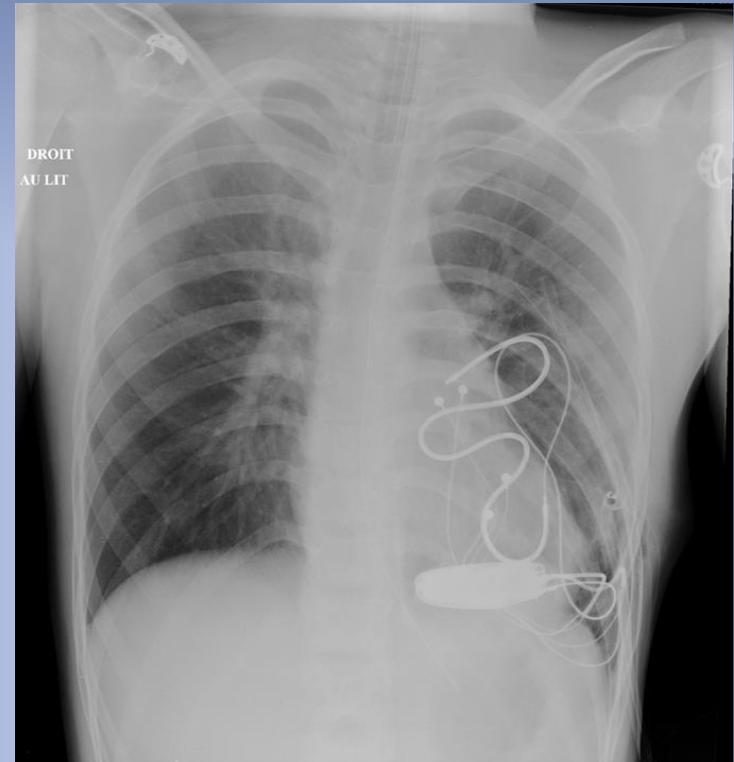
- Implantations pédiatriques:
endocavitaires exclus (rythmologue)

	2007	2017
Stimulateurs		
devices	15	46
intervention	15	50
Défibrillateurs A.I.		
devices	1	7
interventions	1	10

- Disparition des endocardites tricuspides et thromboses veineuses caves supérieure aigüe

Indications

- Au cours ou au décours d'une chirurgie cardiaque la technique est simple
 - grands congénitaux
 - BAV post opératoire (CAV, malpositions complexes, obstacles sous aortiques...)
 - D.A.I. prophylactiques (CMO)**en sternotomie médiane**
- **Indication électorale**
de stimulation ou de D.A.I.
contexte psychologique différent
voie d'abord ciblée (esthétique +)
- Stimulation épiscopardique de nécessité
(Fontan)



LE MATERIEL IMPLANTABLE

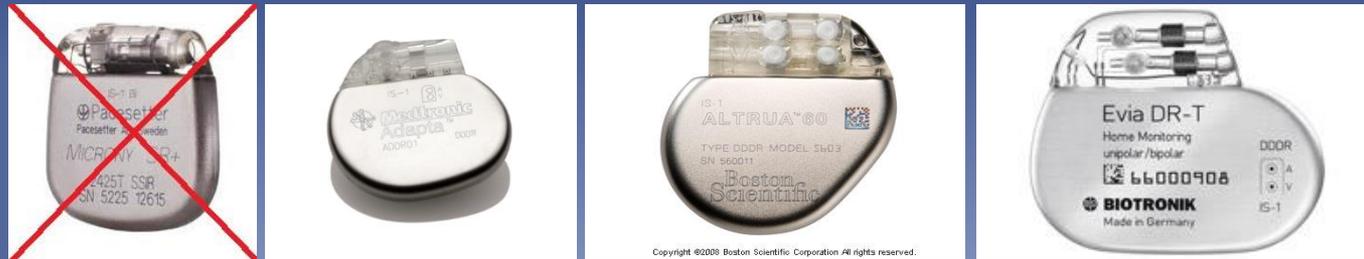
Les stimulateurs

St Jude Medical (Abbott)

Medtronic

Biotronik

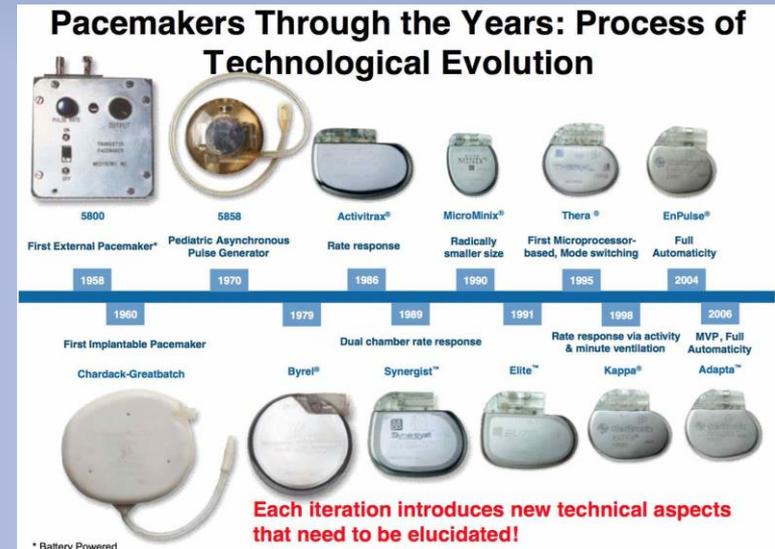
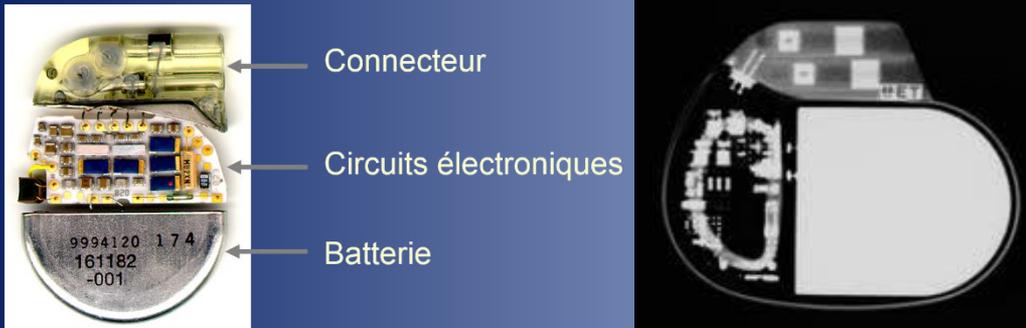
Boston Scientifique



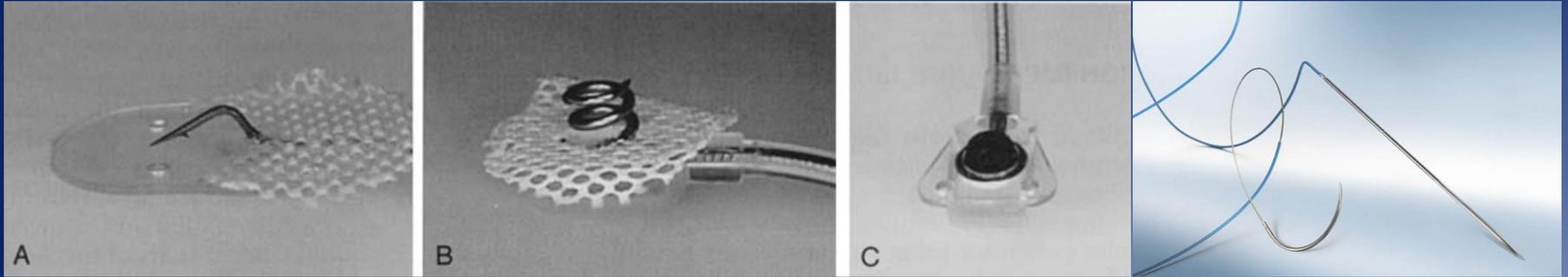
Photos non à l'échelle (voir spé. du fabricant)

Si la taille des stimulateurs a diminué, il n'existe pas de dispositifs spécifiquement pédiatriques

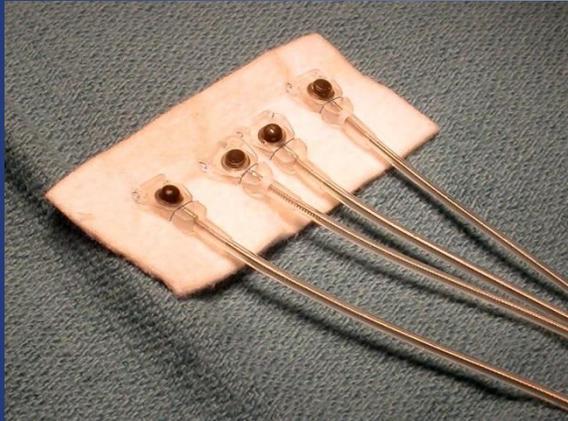
La taille tient au volume de la batterie et au connecteur



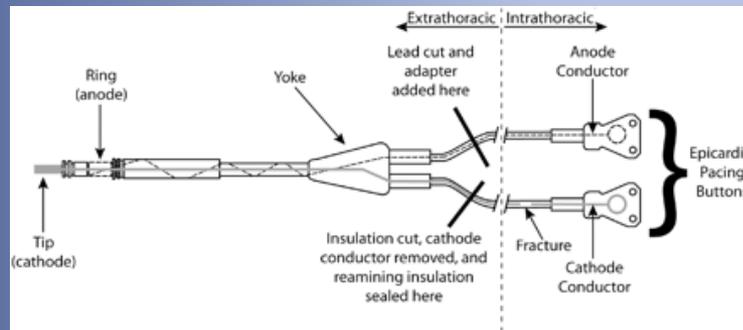
les électrodes épiscopales



Electrodes à diffusion de stéroïdes



Mono ou bipolaires
Toujours trop longues !



Les Défibrillateurs A. I.

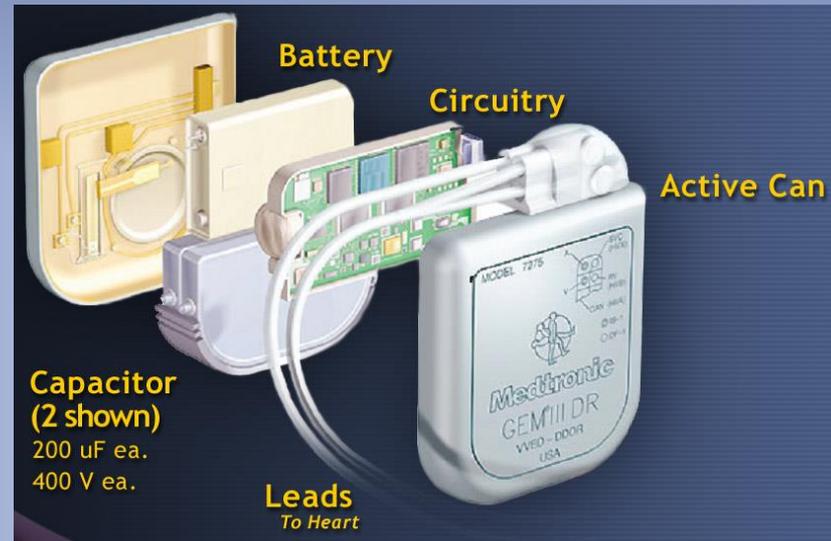
Si la taille des DAI a bien diminué,
ça reste très volumineux!

Si la forme change, le volume reste le même



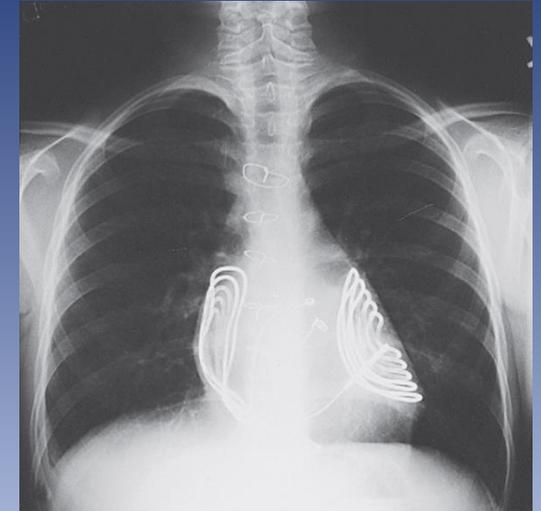
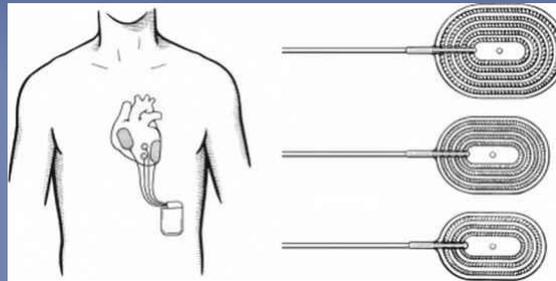
La taille tient au condensateur et à la pile
qui donne l'autonomie (20 chocs à 20J)

Le défibrillateur souscutané de *Boston
Scientifique*



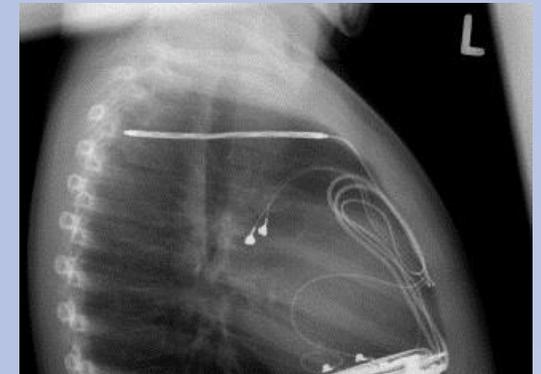
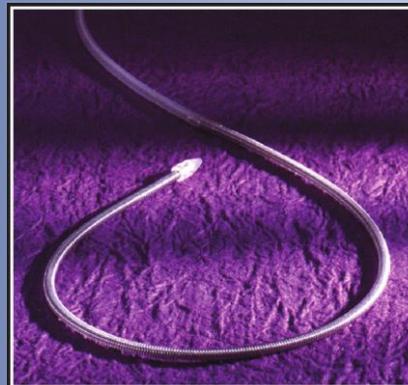
Les électrodes de défibrillation

Les électrodes patch ne sont plus utilisées
sternotomie nécessaire
abrasives (hémorragies)



Sondes unipolaires sous-cutanée ou endovasculaire

trop longues (60cm)
fragiles +++ (transvene)
coil de défibrillation trop long



LA STIMULATION EPICARDIQUE

Stimulation épiscopardique

Ce que le Chirurgien doit comprendre 1

La stimulation est un traitement à vie.

Penser aux réinterventions (changements de boitiers de sondes)

La durée de vie du système de stimulation (PM+Electrodes) dépend:

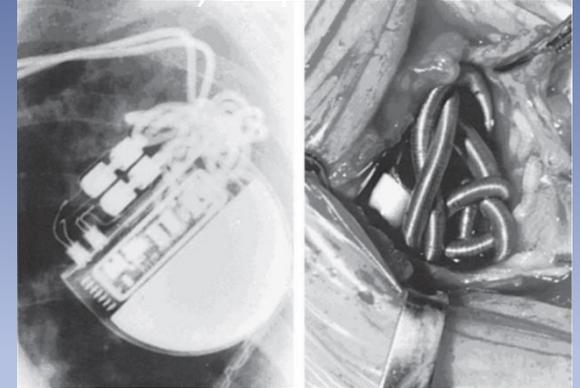
de la pile:

capacité nominale /// volume du boitier
taux d'utilisation
surconsommation (sonde défectueuse)

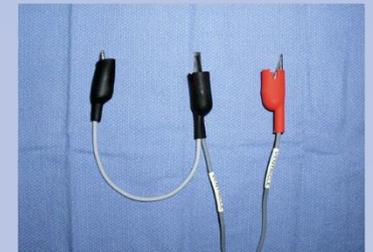
de l'état des conducteurs

usure du métal et de l'isolant par malfaçon
traction excessive sur le conducteur (aggravé par la croissance +++)

de l'impédance à la jonction électrode-myocarde (fibrose)



Contrôle systématique des électrodes lors de l'implantation



Stimulation épiscopardique

Ce que le Chirurgien doit comprendre 2

- **Privilégier les électrodes bipolaires:**
plus grande immunité au bruit (meilleur S/N, meilleures détection et analyse)
Stimulation entre les deux électrodes (évite la stimulation musculaire)
Possibilité de fonctionnement en mono-polaire en cas de défaut (Cond. Ext).
- Il faut détecter **un signal d'amplitude maximum**
- Il faut stimuler avec une **impulsion d'amplitude minimum**
- Au besoin déplacer l'électrode si les paramètres sont médiocres.

Stimulation épiscopardique

Ce que le rythmologue doit comprendre !

Le volume du matériel (boitier et sonde) expose au risques:

de compression des organes

extériorisation

sepsis

érosion des organes de voisinage

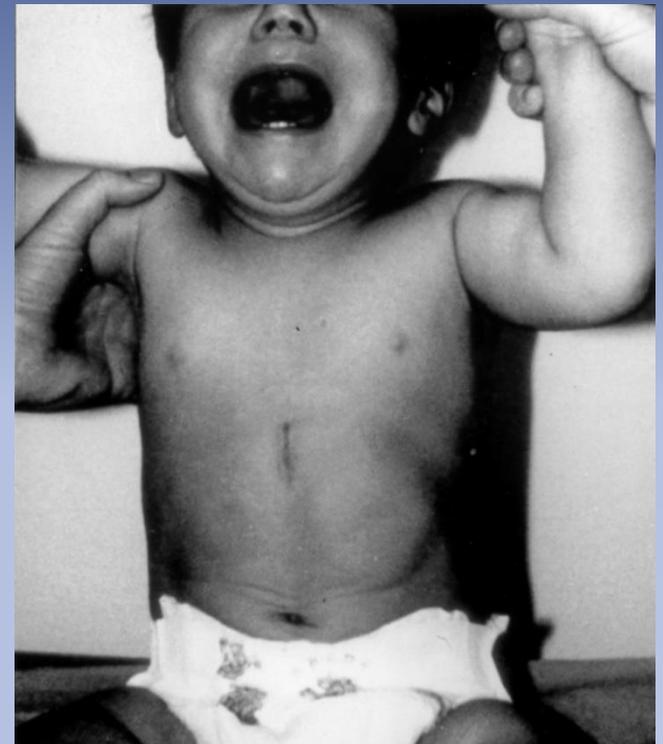
La multiplicité des sondes favorise

leur rupture

Risque de compression coronaire par les électrodes

La voie d'abord et le site d'implantation des électrodes sont liés

Le risque opératoire n'est pas négligeable surtout chez le petit



Où placer les électrodes ?

- **Electrodes atriales**

nœud sinusal

face latérale de l'oreillette droite à distance
du ventricule (détection ventriculaire)

éviter l'auricule gauche et les veines pulmonaires
gauches (médiocre détection, stimulation aléatoire)

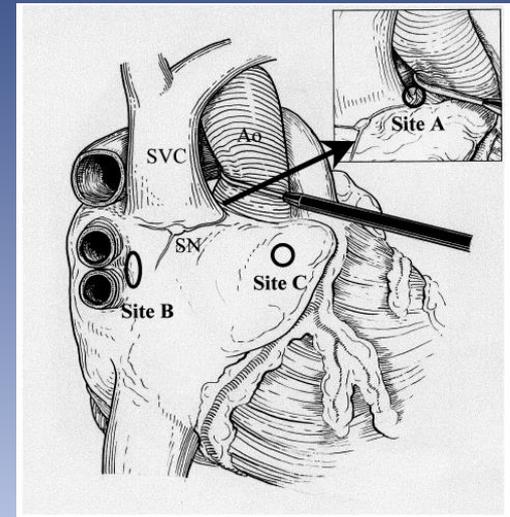
- **Electrodes ventriculaires**

éviter la face inférieure du VD

préférer la pointe du VG +++

signal capturé de plus grande amplitude
stimulation plus physiologique

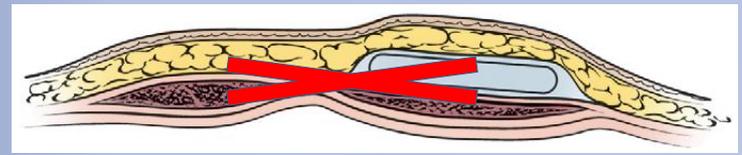
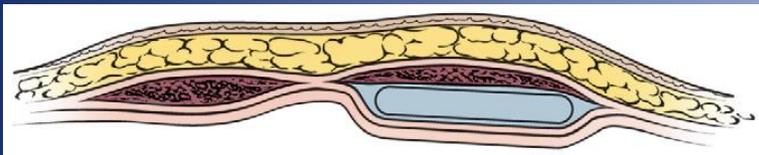
- **Les possibilités varient selon la voie d'abord
et les adhérences postopératoires +++**



Stimulation épiscopardique

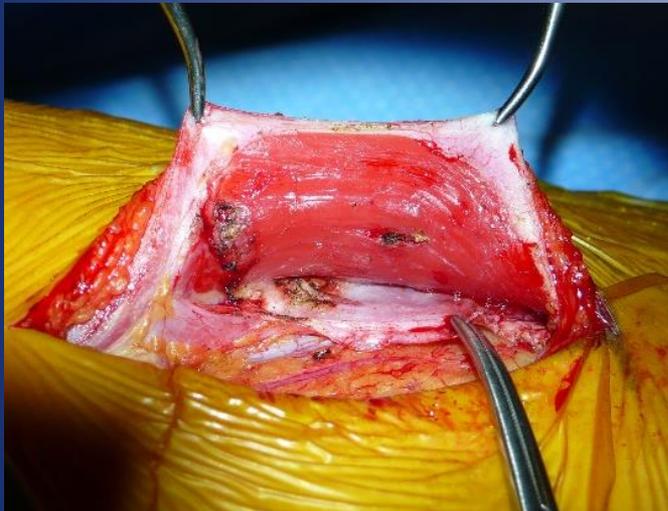
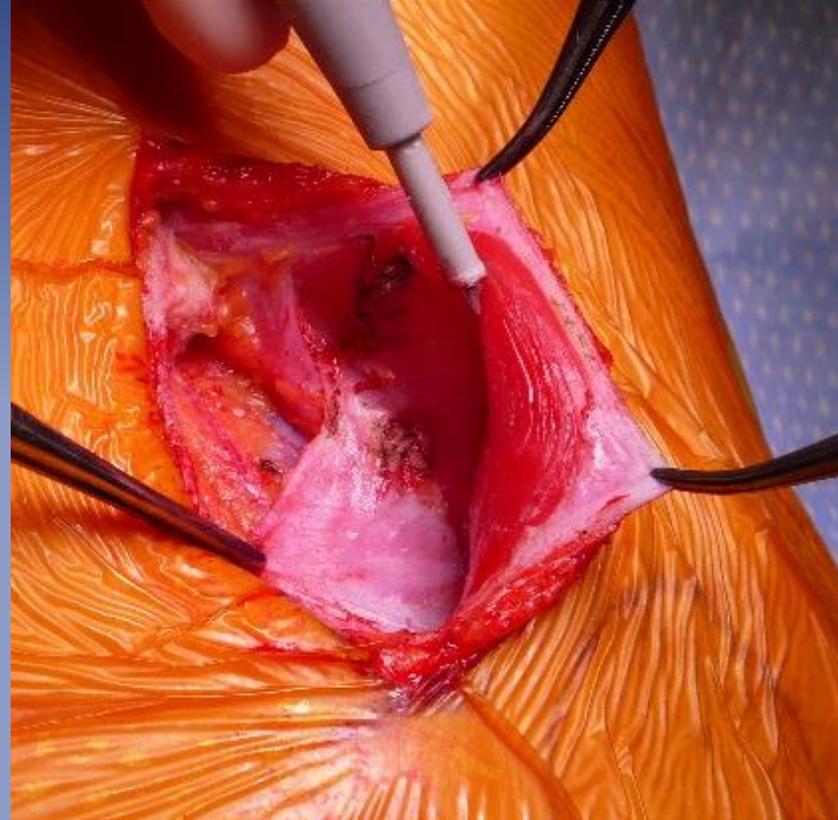
Où placer le boîtier?

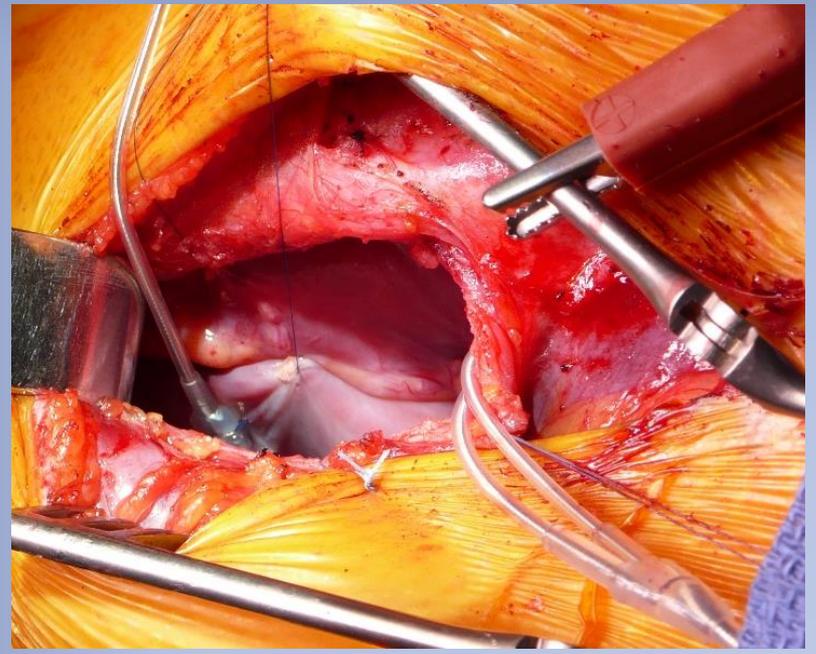
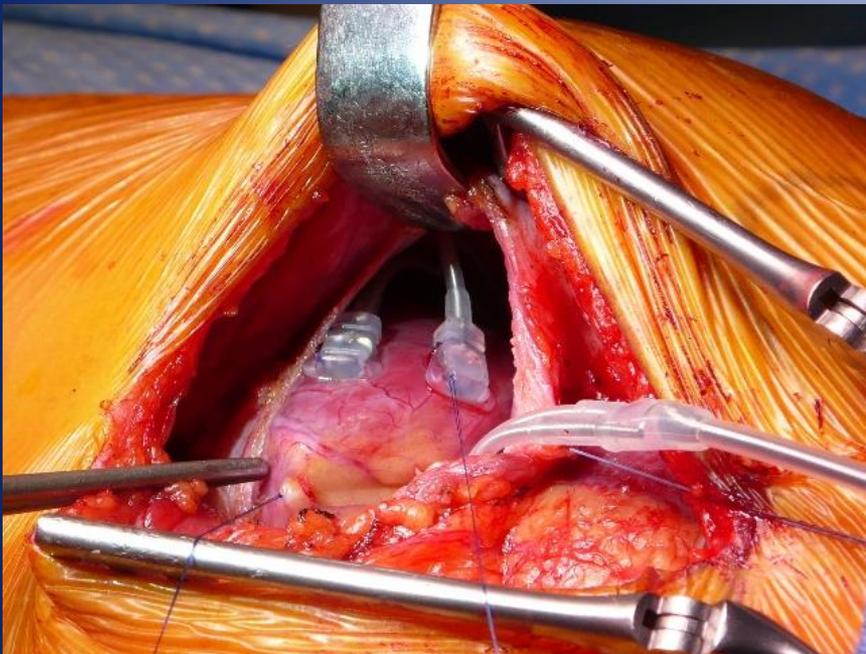
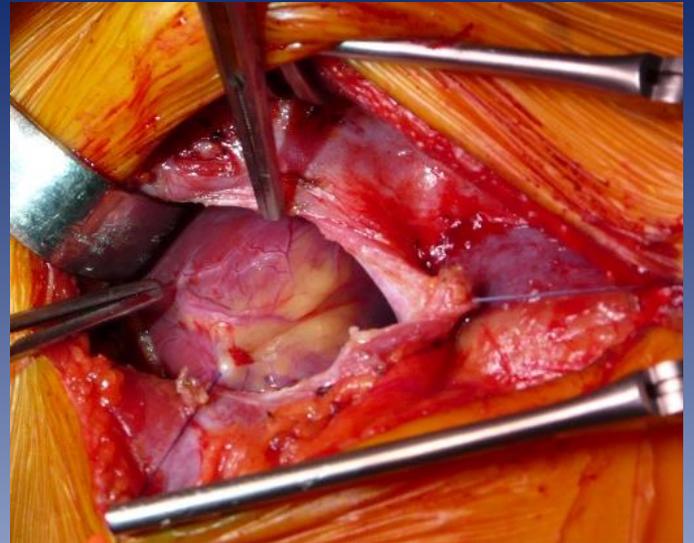
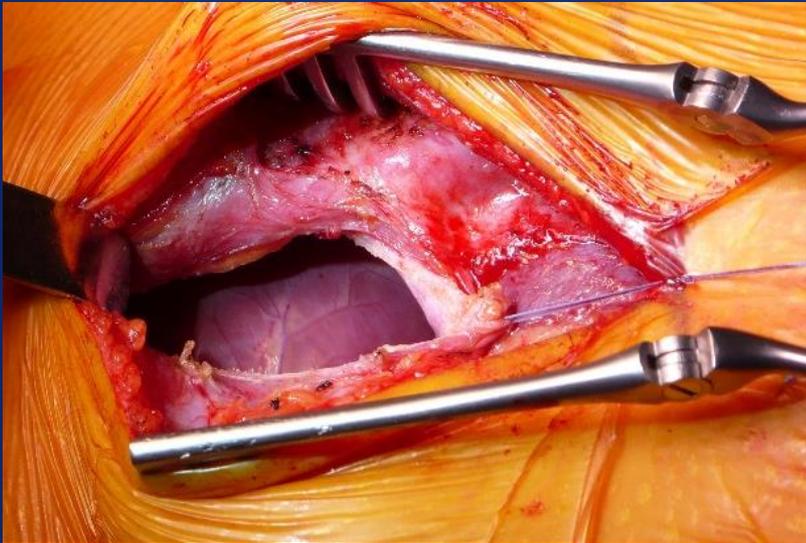
- **La gaine des muscles grand-droit de l'abdomen est la position à privilégier** (dans l'épaisseur de la paroi musculaire)
 - par la même incision **accès facile à l'OD et au VG**
 - **mais plus difficile chez les « adultes »** +++ (sternotomie partielle)
 - cette voie est **extensible** (limite 1,6 kg...)
 - changement facile du boîtier
 - esthétique
- Inconvénients:
 - assez médiocre protection
 - impossible après une sternotomie ancienne (sternotomie redux!)
- **Dans la paroi musculaire et pas sous curané ni au contact du péritoine** +++



A utiliser de première intention !

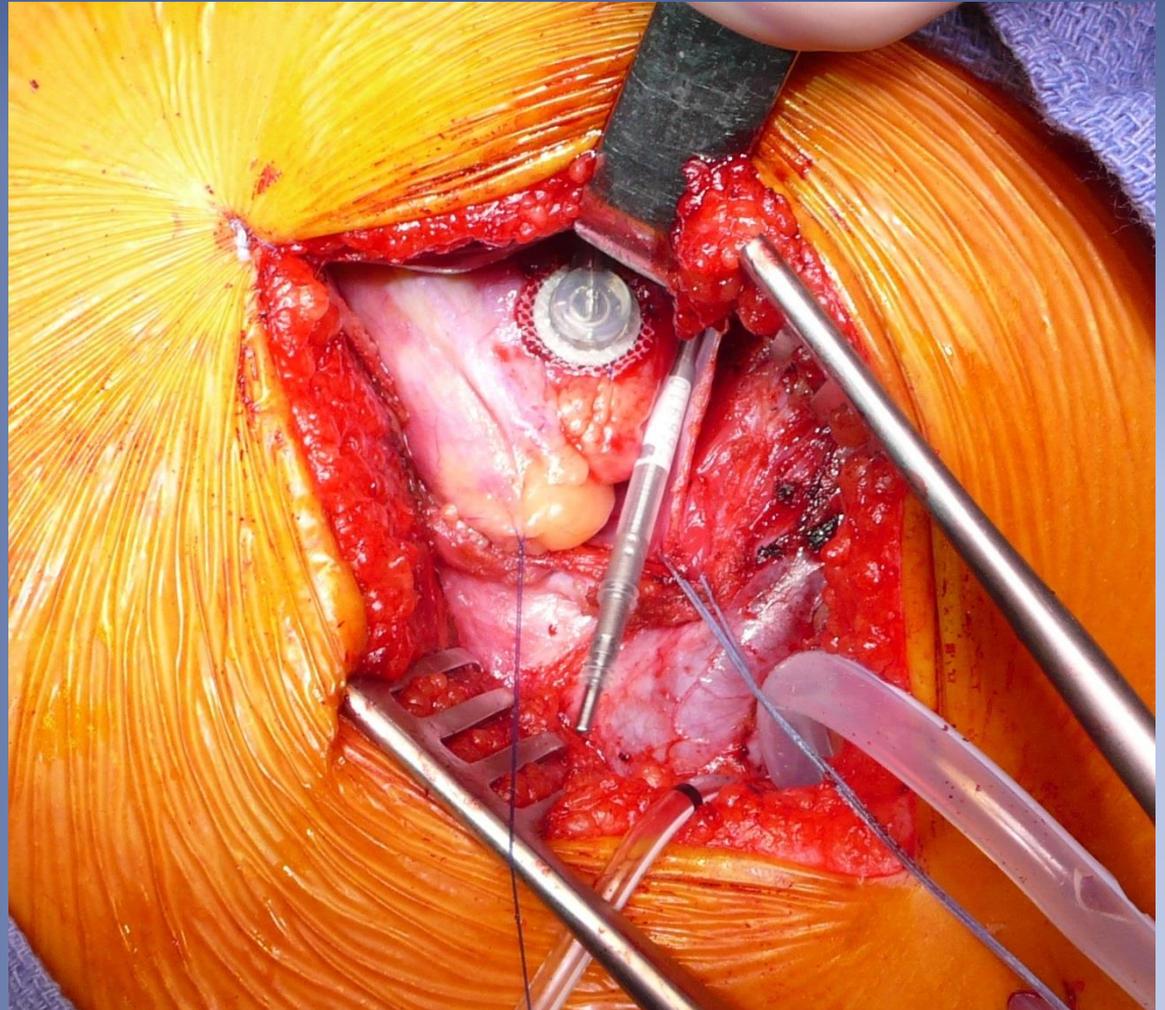
La loge dans la paroi abdominale







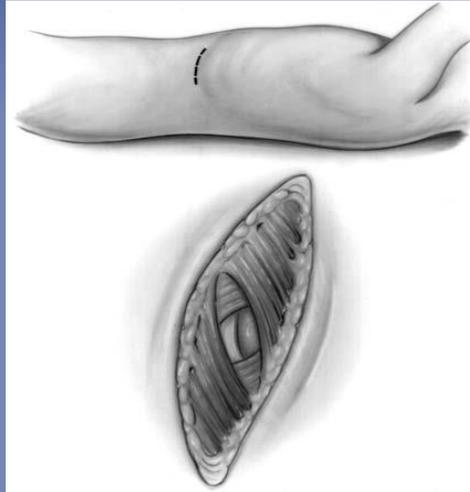
Electrode vissée



Espace rétropéritonéal gauche

Nécessite deux incisions séparées
pour placer électrodes et boîtier

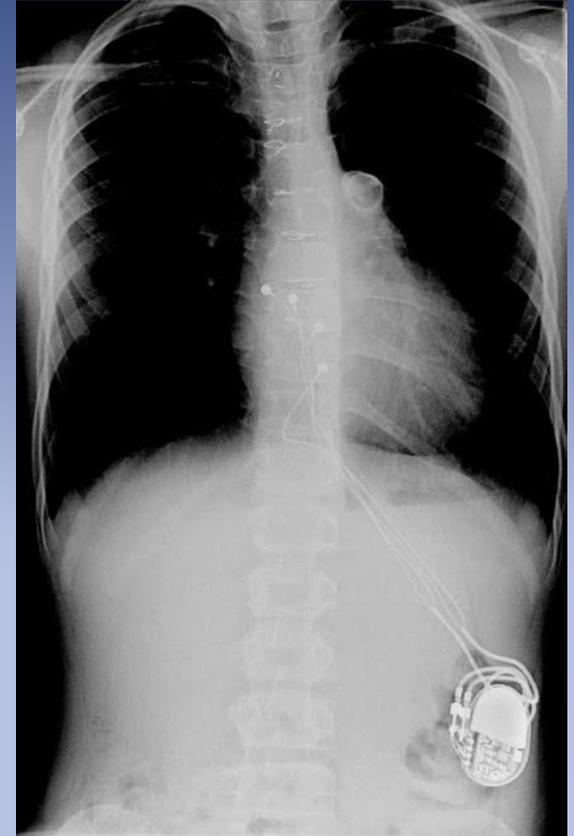
lombotomie
thoracotomie ou
voie sous-xyphoïdienne



Risques:

- compression urétérale (néphrectomie)
- ouverture du péritoine (perforation digestive)
- réintervention plus lourde (changement de boîtier)

Enfin, finalement une assez bonne technique...

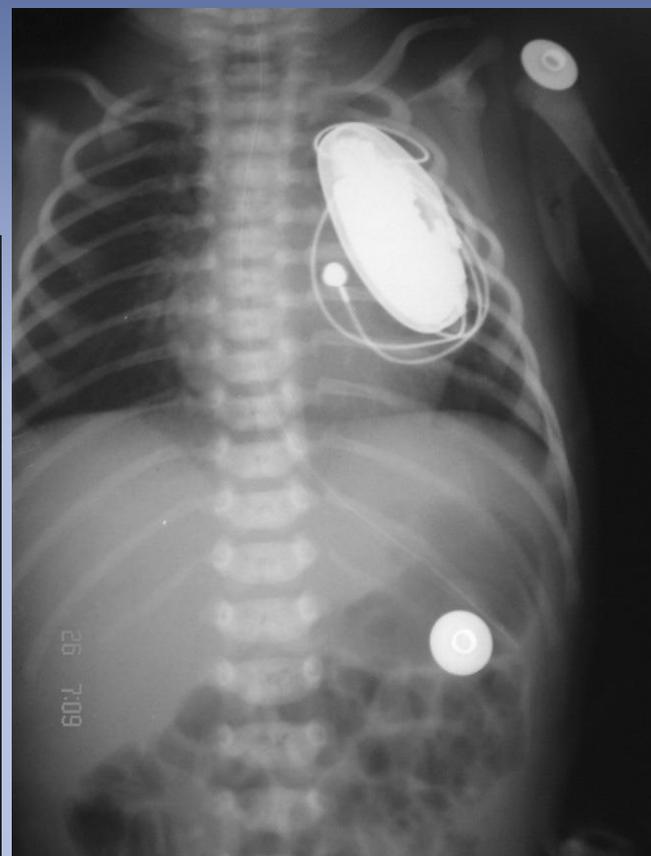


Intrathoracique

- **La plèvre gauche** ou l'espace extra pleural par thoracotomie latérale ou antérieure ou thoracotomie axillaire G
- Avantages:
abord direct sur le VG
bonne protection du boîtier
esthétique (cicatrice)
- Risques:
compression pulmonaire
scoliose, synostose
mauvaise implantation atriale
réintervention lourde ...

Alternative intéressante dans le traitement des complications (sepsis)

A éviter chez le tout petit...



Complications précoces

- **Disfonctionnement:**

Mauvais contact électrique (électrode boitier, électrode myocarde)
réintervention rapide

- Hémorragie peropératoire (sternotomie)

- **Hématome de la loge +++**

infections (loge)

-

perforation intestinale (septique)

complications pulmonaires (atélectasies)

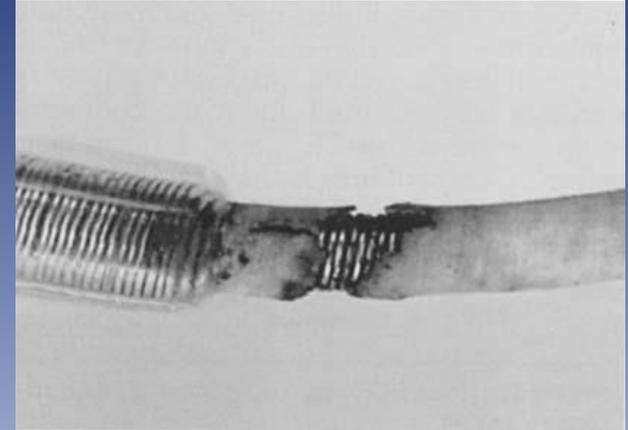
extériorisation des sondes et du boitier (sepsis)

Epanchement persistant +++

Complications tardives

rupture de sonde ou d'isolant
(polyuréthane ou silicone)

Réintervention parfois en urgence
par traction CROISSANCE +++
disposition et nombre d'électrodes



élévation des seuils de stimulation
(réglage)

migration du boîtier
(faute chirurgicale)

sepsis tardif (enlever impérativement
la totalité du matériel +++)



Le passage à la voie endocavitaire

- **Quand ?**

Lorsque l'âge et le poids de l'enfant permettent la mise en place d'une stimulation endo-cavitaire, en fin de vie du boîtier et/ou des électrodes

Sinon le plus tard possible, après épuisement des possibilités chirurgicales...

- **Ablation systématique des boîtiers non fonctionnels** et de la partie proximale des électrodes.

Simple si le PM est superficiel mais véritable intervention s'il est profond (par le chirurgien)

BAV du nouveau-né

Naissance par Césarienne

Si la fréquence est suffisante et l'état hémodynamique correct, on sursoit temporairement à l'appareillage.

Si le bas débit est sévère, la mortalité est alors très élevée

La stimulation oesophagienne ne fonctionne pas bien

Pour chirurgien et anesthésiste il faut faire vite et simple:
préparation anesthésique minimum

Stimulateur simple chambre unipolaire

Les prématurés de petit poids:

Le plus petit boîtier (*Microny retiré*)

Technique classique faisable à 1,7 kg

Electrodes transcutanées à éviter...



Situations particulières

- **Les multiopérés:**
L' **abord par sternotomie** peut être la seule technique possible.
Risque opératoire +++ (CEC prête si redux)
- **Electrodes fixées en attente?**
Dérivation cavopulmonaire totale
transposition corrigée
congénitaux adultes...
- **Resynchronisation par stimulation multi site:** Ce n'est pas un problème chirurgical (sternotomie) mais d'indication
- Pas d'expérience de la vidéo...

LES DEFIBRILLATEURS AUTOMATIQUES IMPLANTABLES

D.A.I., ce que le chirurgien doit comprendre

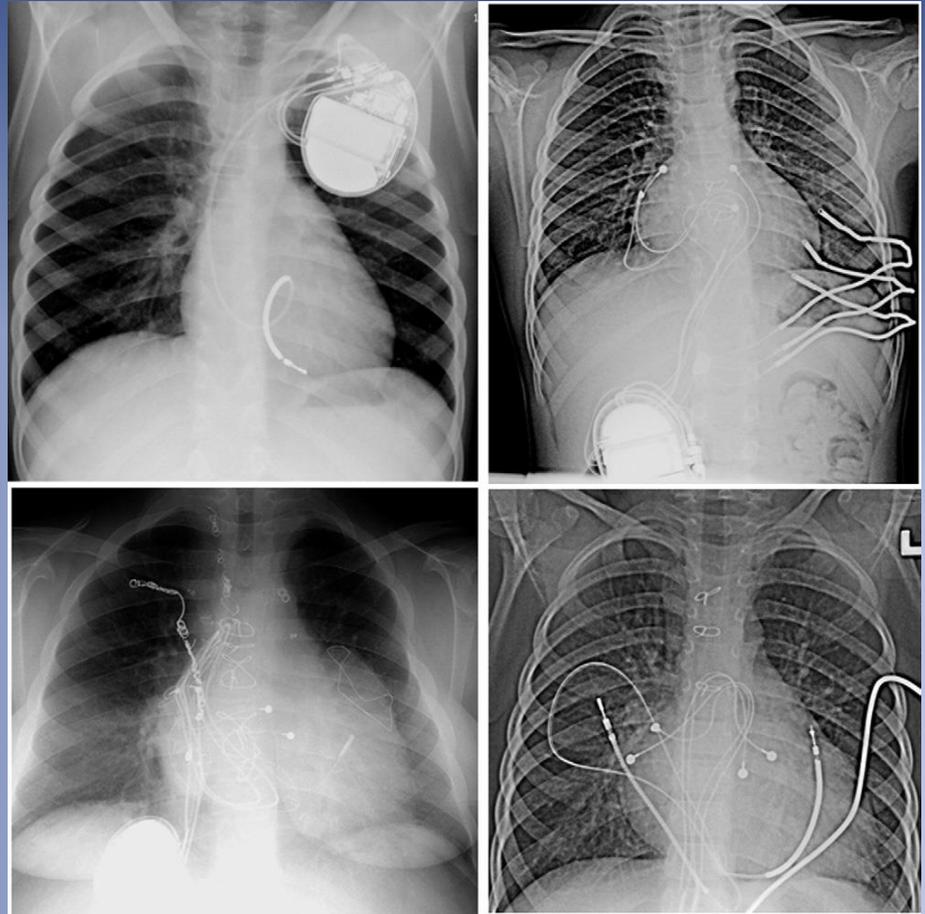
- Recueillir le meilleur signal électrique en détection, en plaçant au mieux les électrodes épicaudiques (S/N) électrodes bipolaires ventriculaires et atriales
Une détection parfaite pour éviter les erreurs d'interprétation du DAI et les chocs intempestifs +++.
- Placer le cœur au centre du champ électrique déclenché entre boitier et coil pour réduire l'énergie consommée lors des chocs.
- Le contexte psychologique est particulier:
après épisodes de mort subite, parfois avec séquelles
implantation prophylactique chez un enfant qui se plaint de rien
- Indication bien pesée, patient et famille prévenus des risques +++ (chocs inappropriés, réinterventions...)

Les défibrillateurs: multiplicité des techniques

- Endocavitaire et coil unique
- Coil sous-cutané
- **Patch épicardique**
- Coil endocavitaire

- Ces techniques sont réservées aux grands enfants et aux adultes:

boitier sous cutané proéminent
volume important du matériel



Technique « René Prêtre » 2007 *

- Défibrillation entre boîtier et coil
- boîtier placé entre centre phrénique et péricarde par une **incision médiane sous xyphoïdienne**
- **Thoracotomie latérale axillaire**
 - Electrodes atriales sur l'auricule G
 - Electrode ventriculaire sur le VG
- coil fixé au grill thoracique à proximité du dôme pleural
- Inconvénients:
 - position non optimale des électrodes atriales**
 - nécessite une thoracotomie gauche**
 - déplacement du coil fréquent (réintervention)**

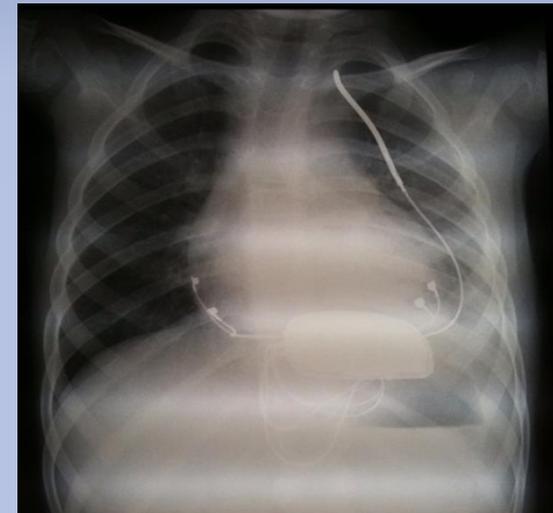
* *Ann Thorac Surg* 2007;84:303–5)

© 2007 by The Society of Thoracic Surgeons



Technique modifiée Necker

- Incision unique sous xyphoïdienne (boitier et électrodes atriales et ventriculaires (comme pour un PM))
- Coil en extra-pleural sous le dôme pleural
- Tunnelisation rétrosternale du coil
- *Avantages:*
 - position optimale des électrodes atriales et ventriculaires
 - extension en sternotomie possible
 - pas de thoracotomie latérale
 - pas de déplacement secondaire du coil
 - remplacement du boitier facile (croissance)





Le contrôle per-opératoire

- **Contrôle des sondes épicaudiques** comme pour un pacemaker (privilégier la détection)
- **Test du défibrillateur:** (rythmologue / ingénieur)
 - 1) induction d'une FV (par télémétrie)
 - 2) Détection puis choc électrique à **15 joules**
 - 3) en cas d'échec nouveau choc à 20 joules
- **Faut-il toujours contrôler le défibrillateur ?**

Complications

Déplacement du coil

Reprise chirurgicale

Non déclenchement

Parfois fatal, véritable dysfonctionnement rare mais plutôt non diagnostique du trouble du rythme

Déclenchement inappropriés

Désagréable, dangereux, épuise le générateur

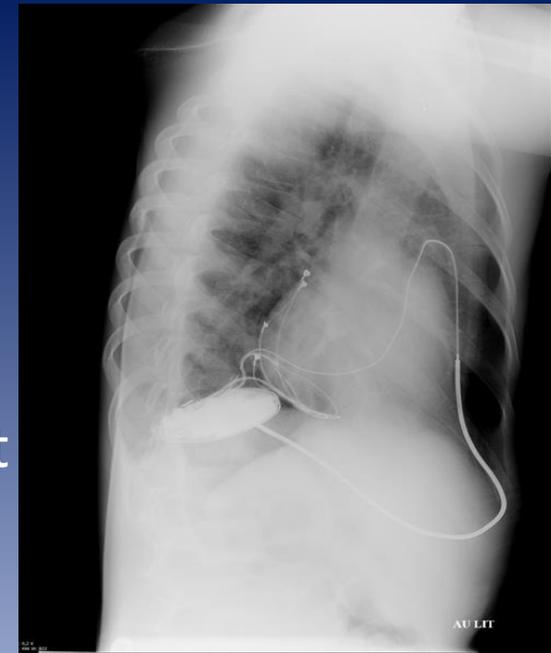
Le positionnement, la fixation du coil et des électrodes épiscopardiques doit être parfaits +++

Complications des dispositifs implantables (idem PM)

Epuisement du générateur

Remplacement du boîtier (20 chocs seulement !)

Problème de télémétrie (lié à la position de l'antenne)



Conclusions:

La Stimulation épiscopardique

- Réalisable quelque soit le poids et l'âge
- La longévité de l'ensemble tient plus aux électrodes qu'aux boitiers
- La bonne stratégie dans les abords épiscopardiques puis endovasculaires est essentielle pour des patients devant être appareillés toute leur vie.

Conclusions:

Les Défibrillateurs A.I.

- Le DAI a fait la preuve de son efficacité chez l'enfant comme chez l'adulte.
- La technique d'implantation élective modifiée est *simple, sûre et efficace*.
- **les meilleurs algorithmes de ces DAI ne peuvent pallier des mauvaises électrodes! La *rigueur* d'implantation des électrodes est essentielle**

Mais:

En dessous de 10kg il est difficile d'implanter ce matériel volumineux

La capacité des DAI reste limitée (batteries)

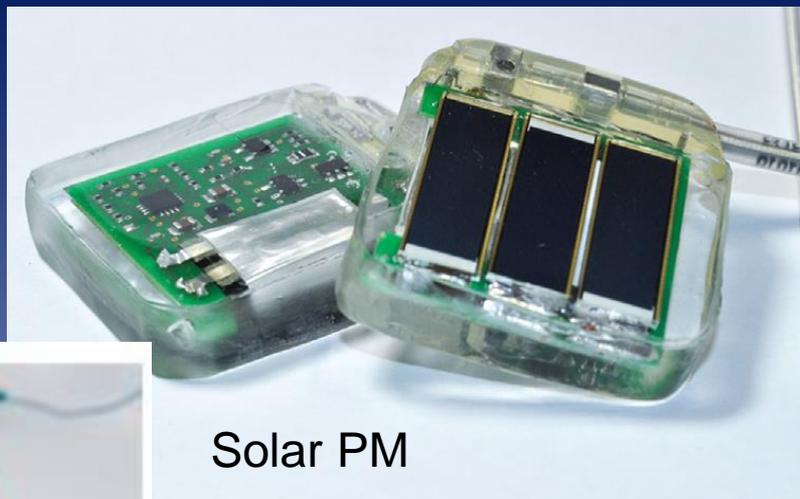
La chirurgie de demain...

Micra vs Nanotism



Wirelessly Powering Implanted Devices: New Pacema
Electromagnetic Waves To Charge It From The Ou

May 19, 2014 06:05 PM By Anthony Rivas



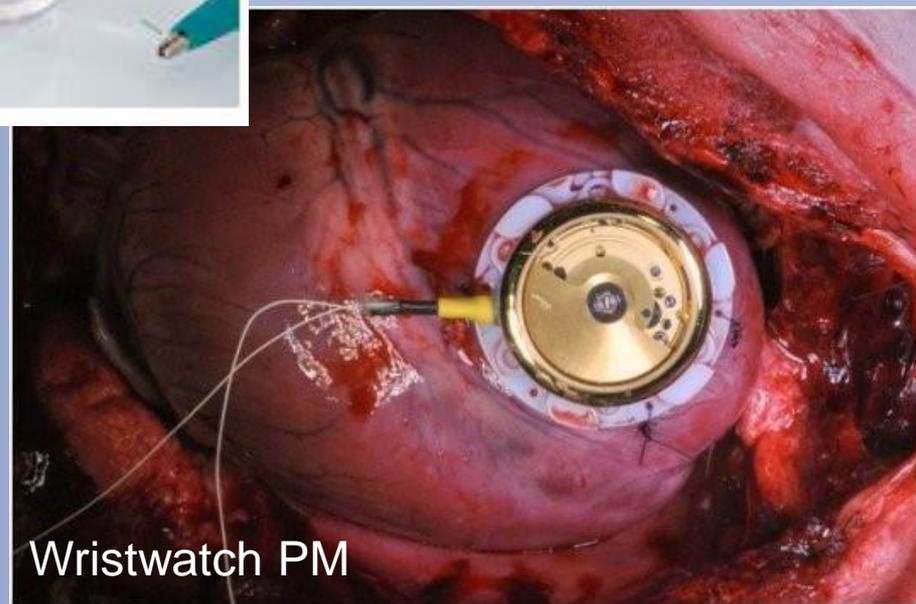
Solar PM



Biopile (U de Grenoble)



EM waves charge



Wristwatch PM