

不整脈診療の実際



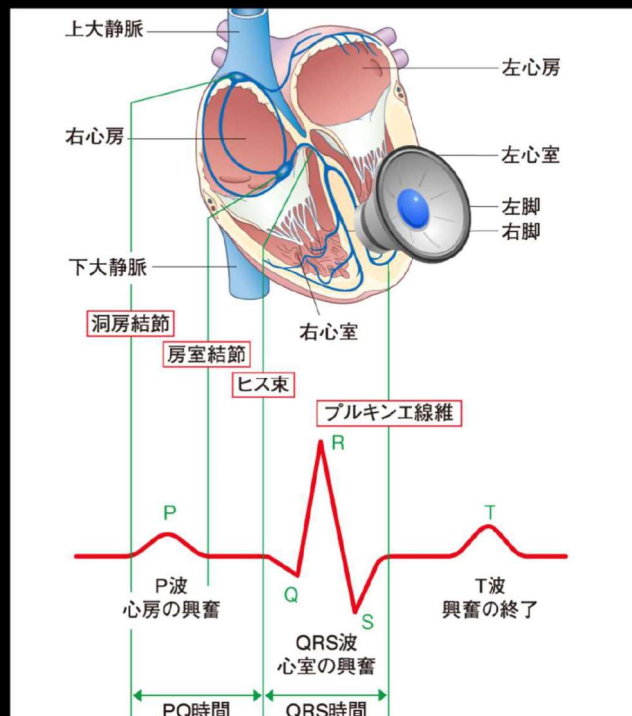
榊原記念病院 循環器内科
浅野 奏

不整脈とは・・・



洞調律の成り立ち

洞調律: 心拍数 60-100 /分、心房・心室が1:1で収縮



P波: 心房の興奮
QRS波: 心室の興奮

Agenda

- 不整脈の分類
- 不整脈の原因
- 不整脈に対する治療

不整脈の分類

—頻脈性不整脈と徐脈性不整脈—

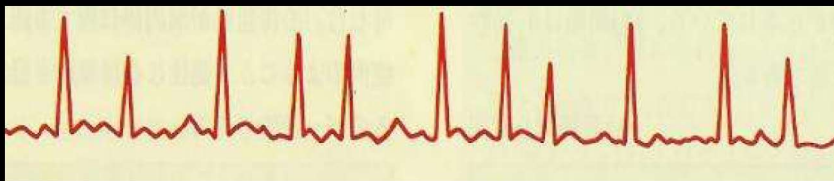
1. 頻脈性不整脈：心拍数 100 /分以上
 - ①上室性不整脈・・・心房細動/心房粗動
発作性上室性頻拍
 - ②心室性不整脈・・・心室頻拍/心室細動
2. 徐脈性不整脈：心拍数 60 /分以下
 - ①洞不全症候群
 - ②房室ブロック

不整脈の分類

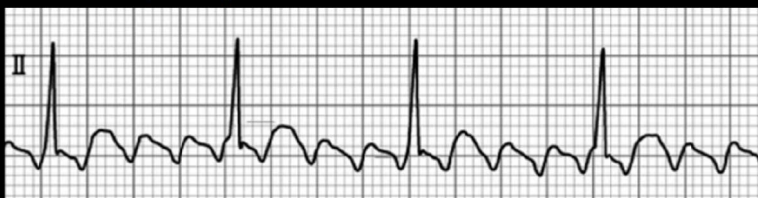
—頻脈性不整脈と徐脈性不整脈—

1. 頻脈性不整脈：心拍数 100 /分以上
 - ① 上室性不整脈・・・心房細動/心房粗動

心房細動(AF)



心房粗動(AFL)



不整脈の分類

— 頻脈性不整脈と徐脈性不整脈 —

1 頻脈性不整脈・心拍数 100 /分以上

頻拍や不規則な心拍により動悸、息切れ、胸痛などの症状

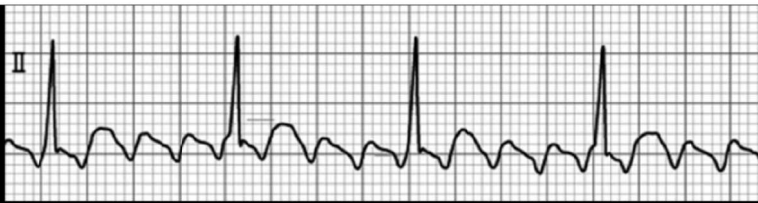
動悸・疲れ



めまい



胸の不快感

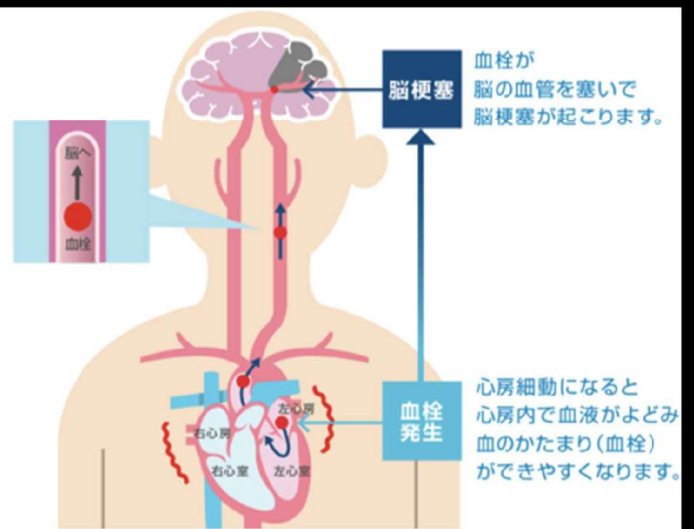


心房細動の問題点-塞栓症



左心耳内血栓

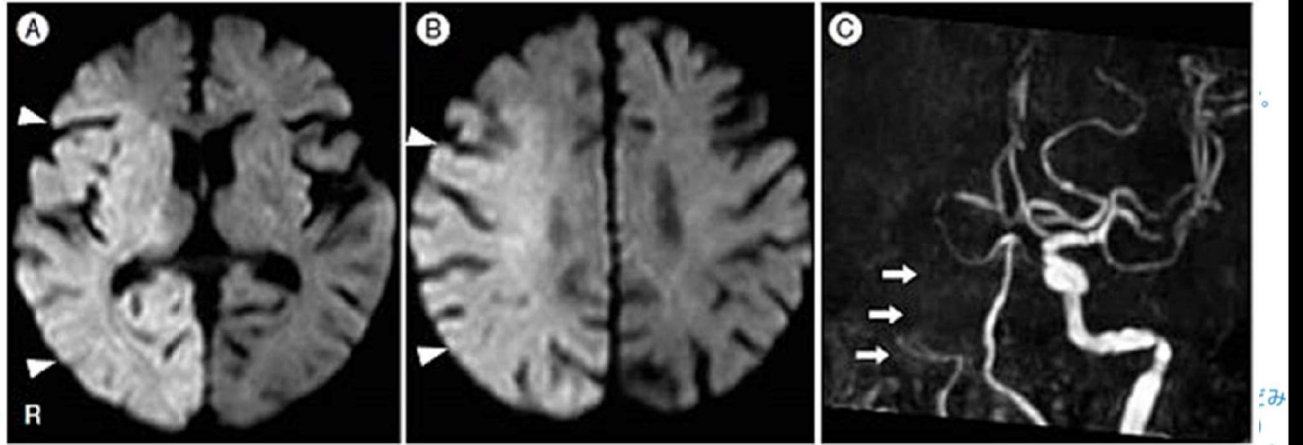
心房内でできた血栓が血流に乗って脳へ運ばれます。



- ・時間経過とともに血栓形成リスクが高くなる
- ・塞栓症リスクに応じ早期に抗凝固療法を開始

心房細動の問題点-心原性塞栓症

心原性塞栓症症例のMRI/MRA



医学のあゆみ238巻12号p1116-1120

- ・時間経過とともに血栓形成リスクが高くなる
- ・塞栓症リスクに応じ早期に抗凝固療法を開始

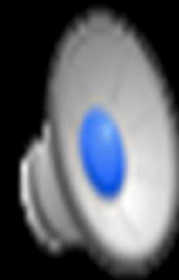
QOL/ADLの低下を生じる

心房細動の問題点-心不全

持続性心房細動症例



CTR 58%



LVEF 45 %
左房径 49 mm
左房容量 106 ml
左房容積係数 48.4 ml/m²
弁膜症なし

- ・心房細動患者の20-30%程度において左室機能障害が認められる
- ・急速な左室機能障害を呈する(頻脈誘発性心筋症)

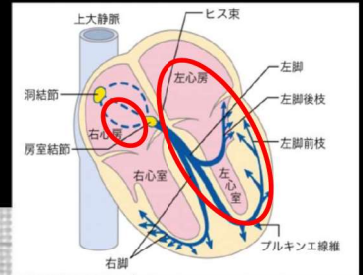
不整脈の分類

— 頻脈性不整脈と徐脈性不整脈 —

1. 頻脈性不整脈：心拍数 100 /分以上

① 上室性不整脈・・・発作性上室性頻拍

発作性上室性頻拍



房室結節リエントリー性頻拍(AVNRT)、房室回帰性頻拍(WPW症候群)、心房頻拍

不整脈の分類

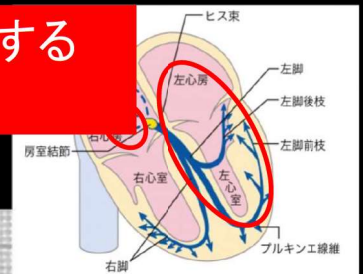
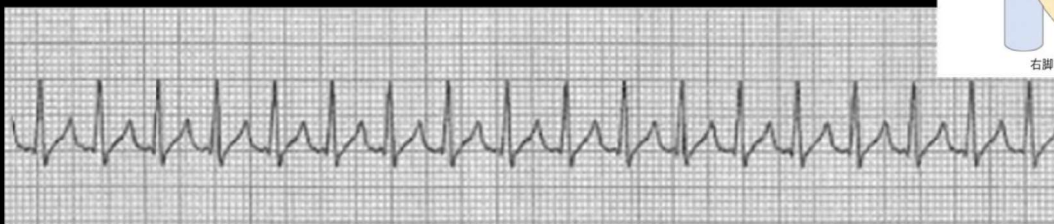
— 頻脈性不整脈と徐脈性不整脈 —

1. 頻脈性不整脈：心拍数 100 /分以上

① 上室性不整脈・・・発作性上室性頻拍

突然起きる頻拍発作で、自然に突然停止する
動悸、胸痛などの症状を自覚

発作性上室性頻拍



房室結節リエントリー性頻拍(AVNRT)、房室回帰性頻拍(WPW症候群)、心房頻拍

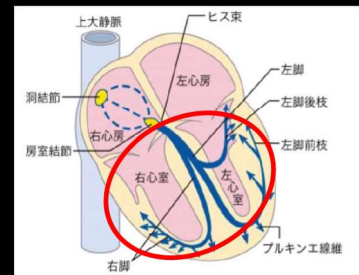
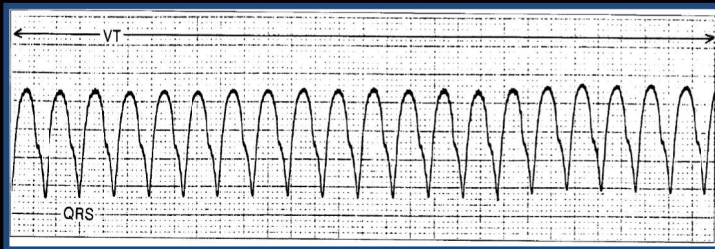
不整脈の分類

—頻脈性不整脈と徐脈性不整脈—

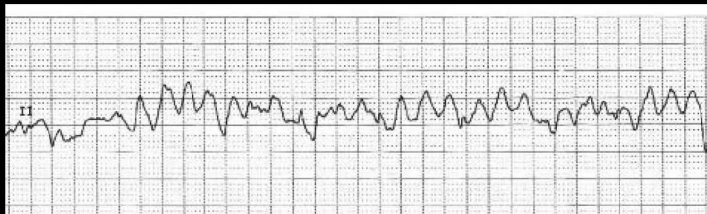
1. 頻脈性不整脈：心拍数 100 /分以上

② 心室性不整脈・・・心房頻拍、心室細動

心室頻拍



心室細動



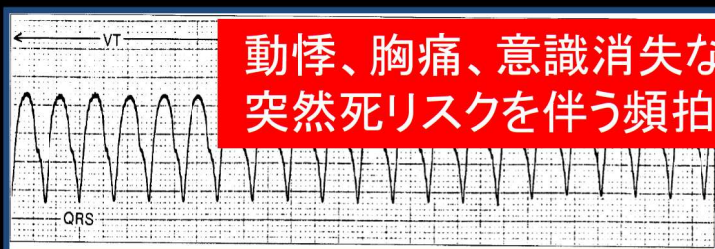
不整脈の分類

—頻脈性不整脈と徐脈性不整脈—

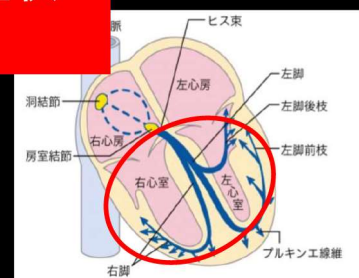
1. 頻脈性不整脈：心拍数 100 /分以上

② 心室性不整脈・・・心房頻拍、心室細動

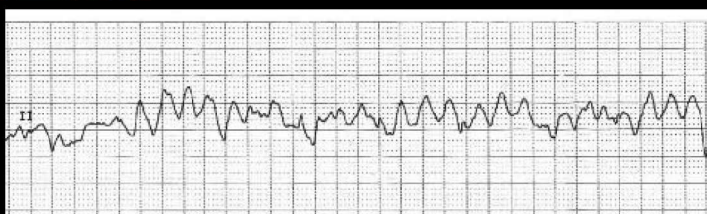
心室頻拍



動悸、胸痛、意識消失などの症状
突然死リスクを伴う頻拍



心室細動

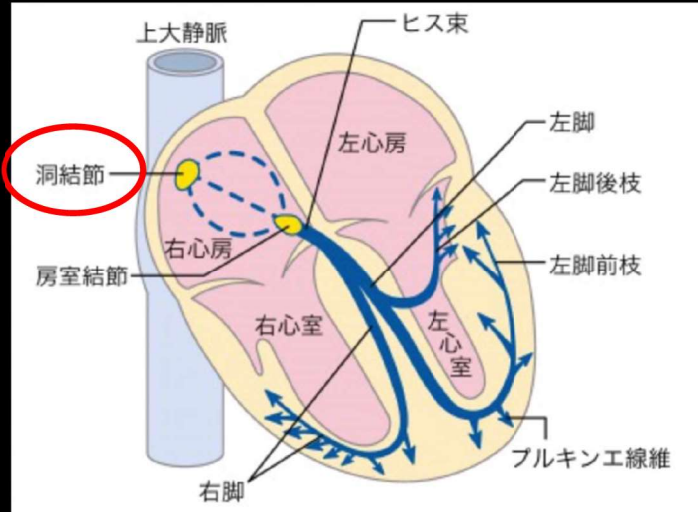


不整脈の分類

— 頻脈性不整脈と徐脈性不整脈 —

2. 徐脈性不整脈：心拍数 60 /分以下

① 洞不全症候群(Ⅰ-Ⅲ)



心収縮の契機となる洞結節からの発火不良

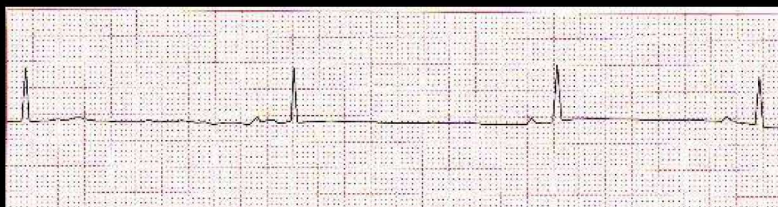
不整脈の分類

— 頻脈性不整脈と徐脈性不整脈 —

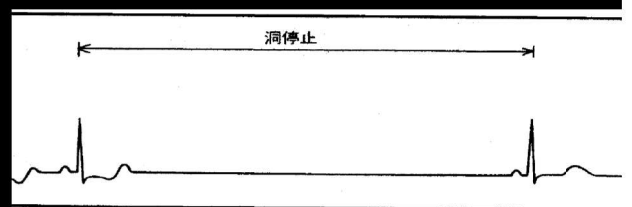
2. 徐脈性不整脈：心拍数 60 /分以下

① 洞不全症候群

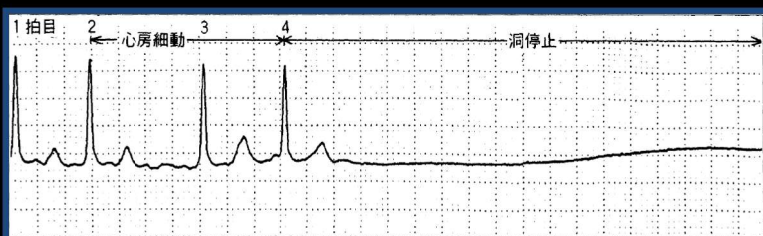
I 型: 洞性徐脈



II 型: 洞房ブロック、洞停止



III 型: 徐脈頻脈症候群 心房細動等の頻脈性不整脈停止時の洞停止



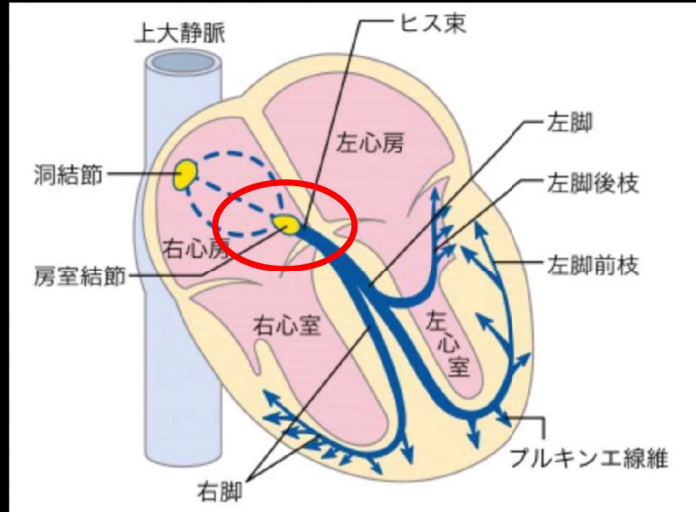
症状を伴う場合ペースメーカー 適応

不整脈の分類

—頻脈性不整脈と徐脈性不整脈—

2. 徐脈性不整脈：心拍数 60 /分以下

② 房室ブロック(I-III)



心房・心室間の伝導障害(ヒス束以下)

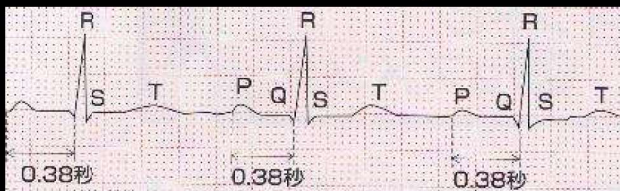
不整脈の分類

—頻脈性不整脈と徐脈性不整脈—

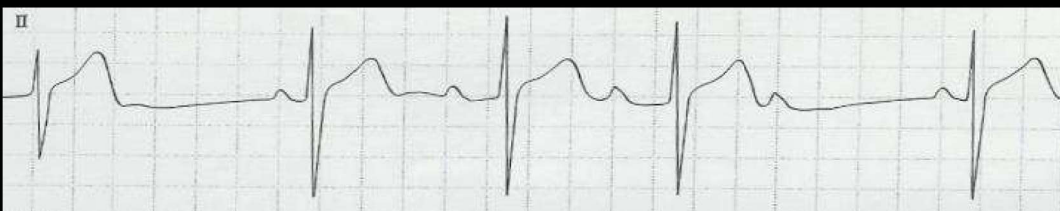
2. 徐脈性不整脈：心拍数 60 /分以下

② 房室ブロック

I 度：心房と心室間の伝導遅延(PQ時間:0.21秒以上、P波の後にはQRS波が続く)



II 度(Wenckebach型):PQ間隔が徐々に延長しQRS波が欠落



不整脈の分類

— 頻脈性不整脈と徐脈性不整脈 —

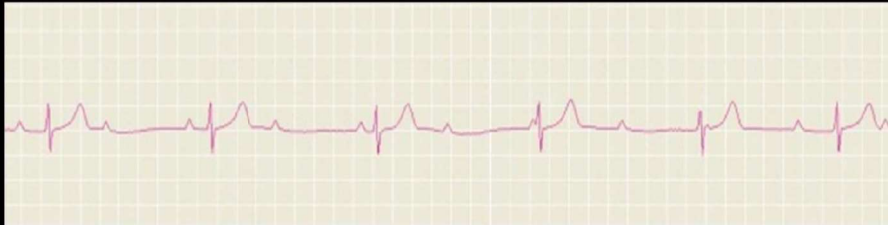
2. 徐脈性不整脈：心拍数 60 /分以下

② 房室ブロック

Ⅱ度(Mobitz型):PQ間隔が延長せず突然QRS波が欠落



Ⅲ度: 伝導が途絶しているためP波とQRS波のタイミングが解離



Agenda

- 不整脈の分類
- 不整脈の原因
- 不整脈に対する治療

なぜ不整脈になるのか??

—頻脈性不整脈—

- ・器質的心疾患に伴う心負荷
(容量負荷・圧負荷)
- ・患者要因
(洞機能不全、房室伝導障害)
- ・薬物・非薬物治療(手術やアブレーション治療)の際に
生じる問題
(洞結節や刺激伝導路に対する障害)



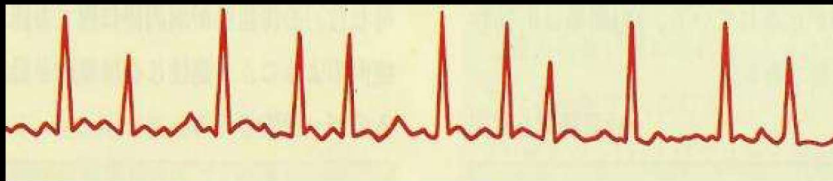
なぜ不整脈になるのか??

—頻脈性不整脈—

- ・器質的心疾患に伴う心負荷
(容量負荷・圧負荷)
- ・患者要因
(洞機能不全、房室伝導障害)
- ・薬物・非薬物治療(手術やアブレーション治療)の際に
生じる問題
(洞結節や刺激伝導路に対する障害)

なぜ不整脈になるのか??

- 僧帽弁閉鎖不全、心房中隔欠損症に合併する心房性不整脈として心房細動が多い



なぜ不整脈になるのか??

—頻脈性不整脈—

弁膜症による心負荷
(容量負荷・圧負荷)

僧帽弁閉鎖不全症



心筋リモデリング、不整脈基質の形成



不整脈の合併

なぜ不整脈になるのか??

—頻脈性不整脈—

弁膜症による心負荷

(容量負荷・圧負荷)

僧帽弁閉鎖不全症



心筋リモデリング、不整脈基質の形成



不整脈の合併

心房筋の障害

なぜ不整脈になるのか??

—頻脈性不整脈—

弁膜症による心負荷

(容量負荷・圧負荷)

僧帽弁閉鎖不全症



心筋リモデリング、不整脈基質の形成



不整脈の合併

心房筋の障害

心房細動

器質的心疾患と不整脈の関係

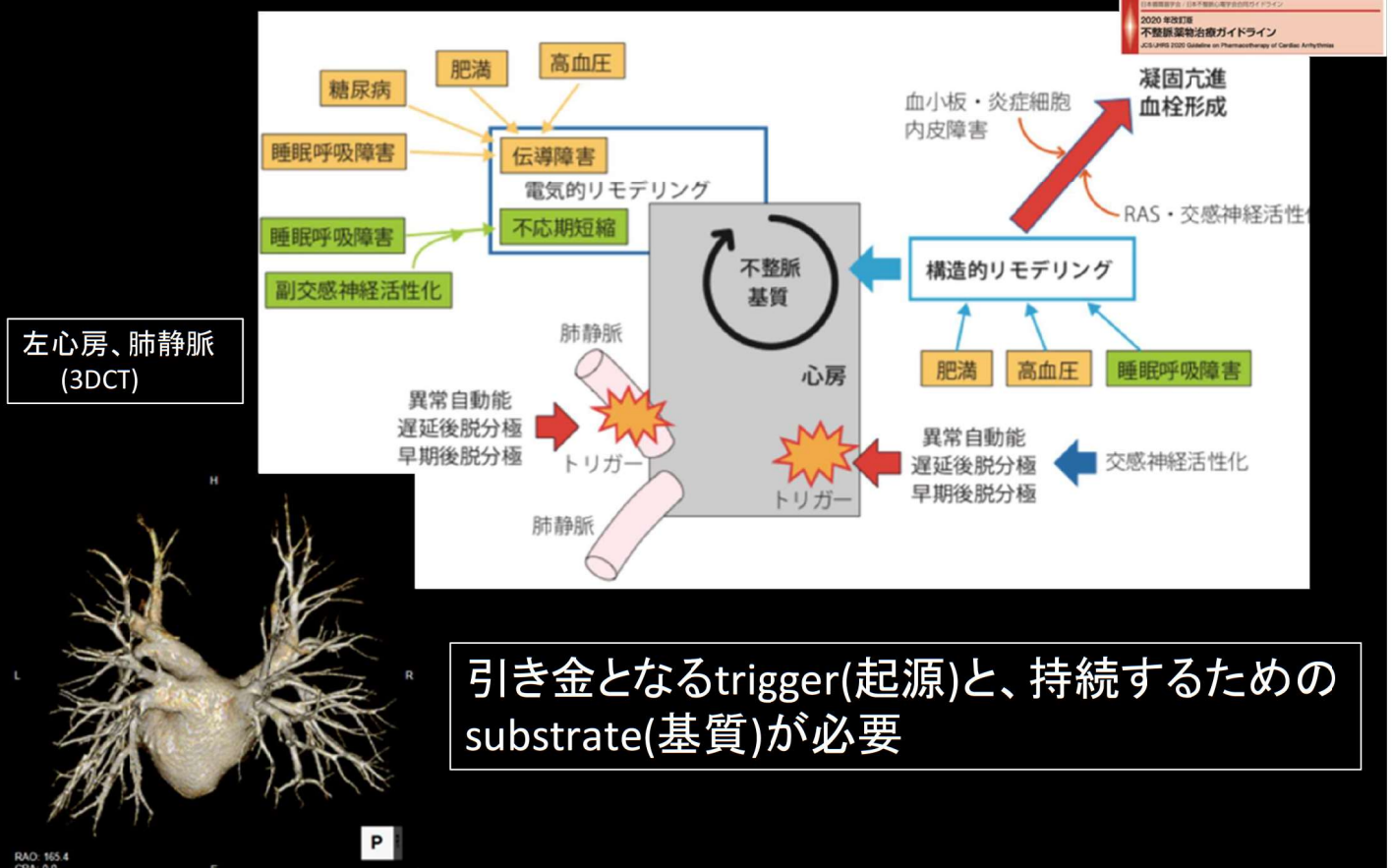
—頻脈性不整脈—

- 心房細動は僧帽弁閉鎖不全症例で合併が多く、TMVR症例の約56-73 %程度に合併することが報告されている。

JACC Cardiovasc Interv. 2019 Mar 25;12(6):569-578.
J Clin Med. 2021 Oct 28;10(21):5044.

※TMVR; Trans Catheter Mitral Valve Repair

心房細動発症のメカニズム

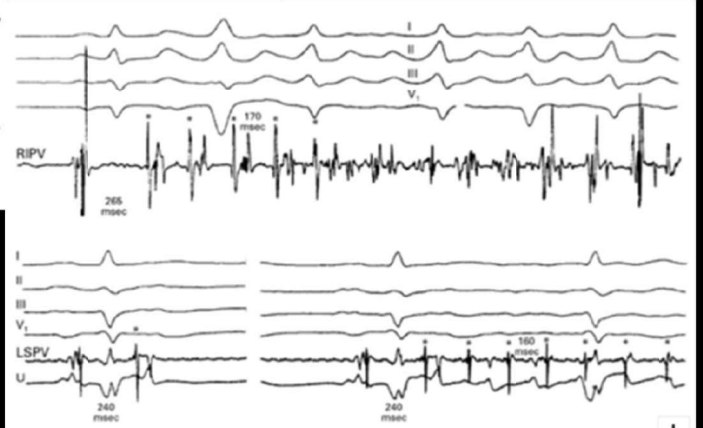
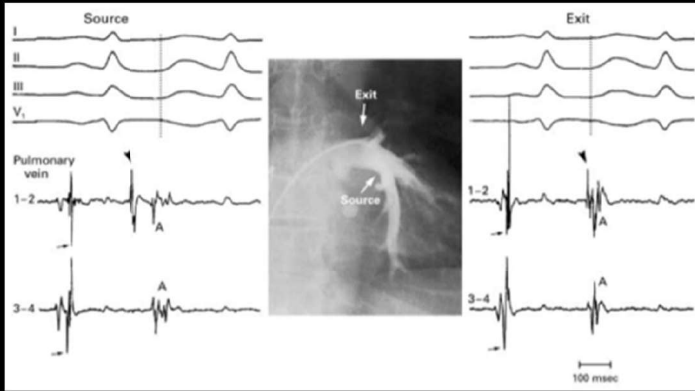


心房細動の起源(trigger)

Spontaneous Initiation of Atrial Fibrillation by Ectopic Beats Originating in the Pulmonary Veins

Michel Haissaguerre, M.D., Pierre Jais, M.D., Dipen C. Shah, M.D., Atsushi Takahashi, M.D., Méléze Hocini, M.D., Gilles Quiniou, M.D., Stéphane Garrigue, M.D., Alain Le Mouroux, M.D., Philippe Le Métayer, M.D., and Jacques Clémenty, M.D.

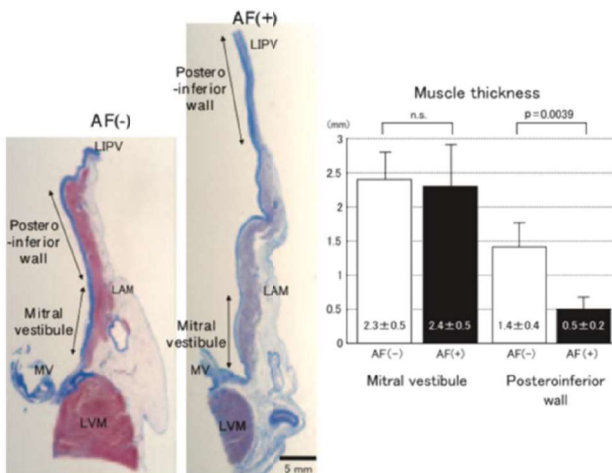
N Engl J Med 1998; 339:659-666



心房細動の起源となる期外収縮の多くが肺静脈起源
→非薬物治療として肺静脈隔離術が考案

心房細動の基質(substrate)

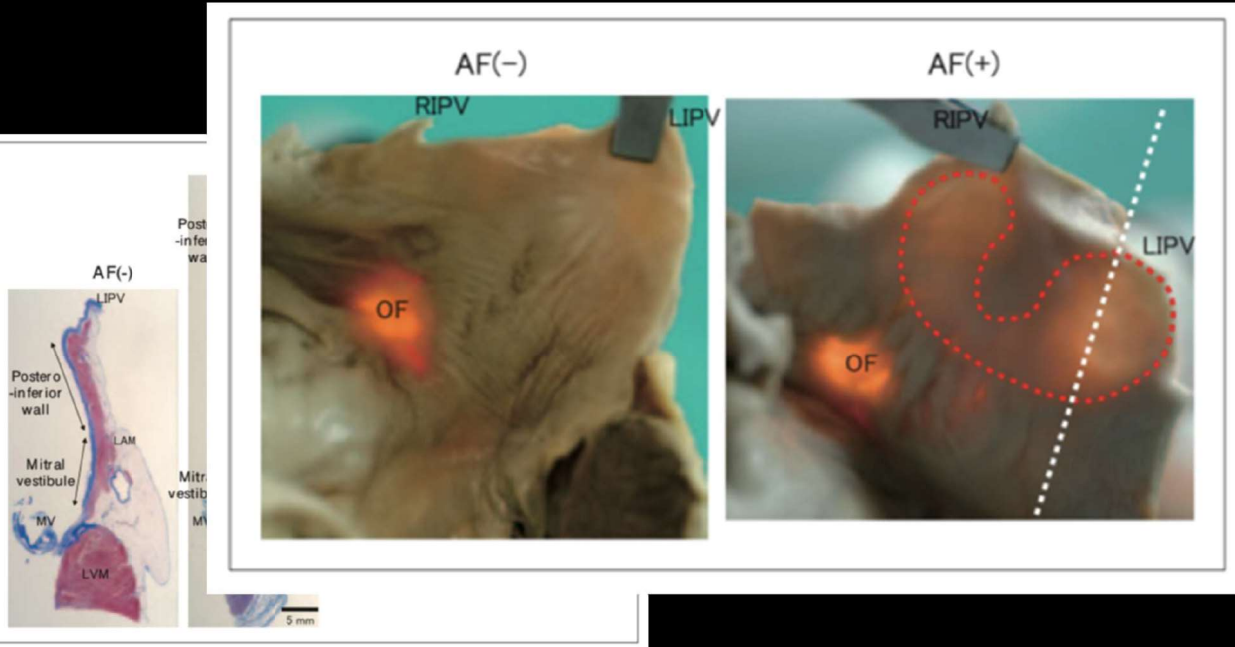
心房性不整脈(心房細動、粗動)の心房への影響



心房細動あり・なしで心房筋の壁厚を比較
→心房細動ありのケースで壁厚が菲薄化する傾向

心房細動の基質(substrate)

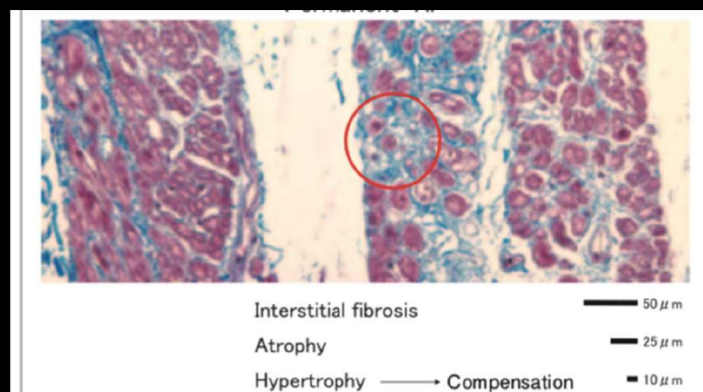
心房性不整脈(心房細動、粗動)の心房への影響



PN. J. ELECTROCARDIOLOGY Vol. 31 No. 5 2011

心房細動の基質(substrate)

心房性不整脈(心房細動、粗動)の心房への影響

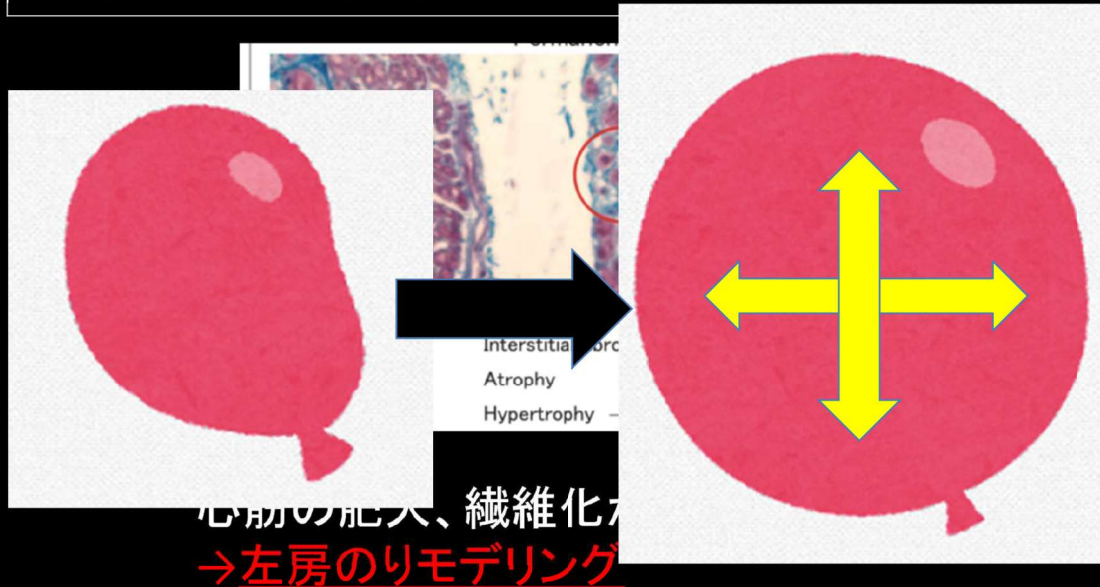


PN. J. ELECTROCARDIOLOGY Vol. 31 No. 5 2011

心筋の肥大、繊維化がみられる
→左房のリモデリング

心房細動の基質(substrate)

心房性不整脈(心房細動、粗動)の心房への影響



構造的変化、電気生理学的特性変化

器質的心疾患と不整脈の関係

—頻脈性不整脈—

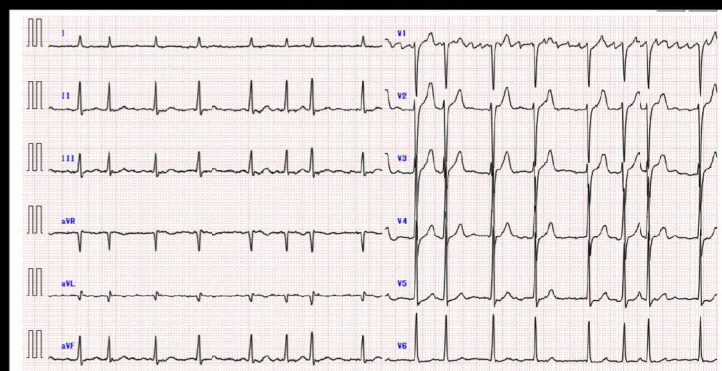
83歳男性。僧帽弁前尖逸脱(A2)による僧帽弁閉鎖不全症(MR)に対し通院中。呼吸困難で救急搬送され心不全増悪の診断で緊急入院。

胸部レントゲン



CTR 60 %

12誘導心電図



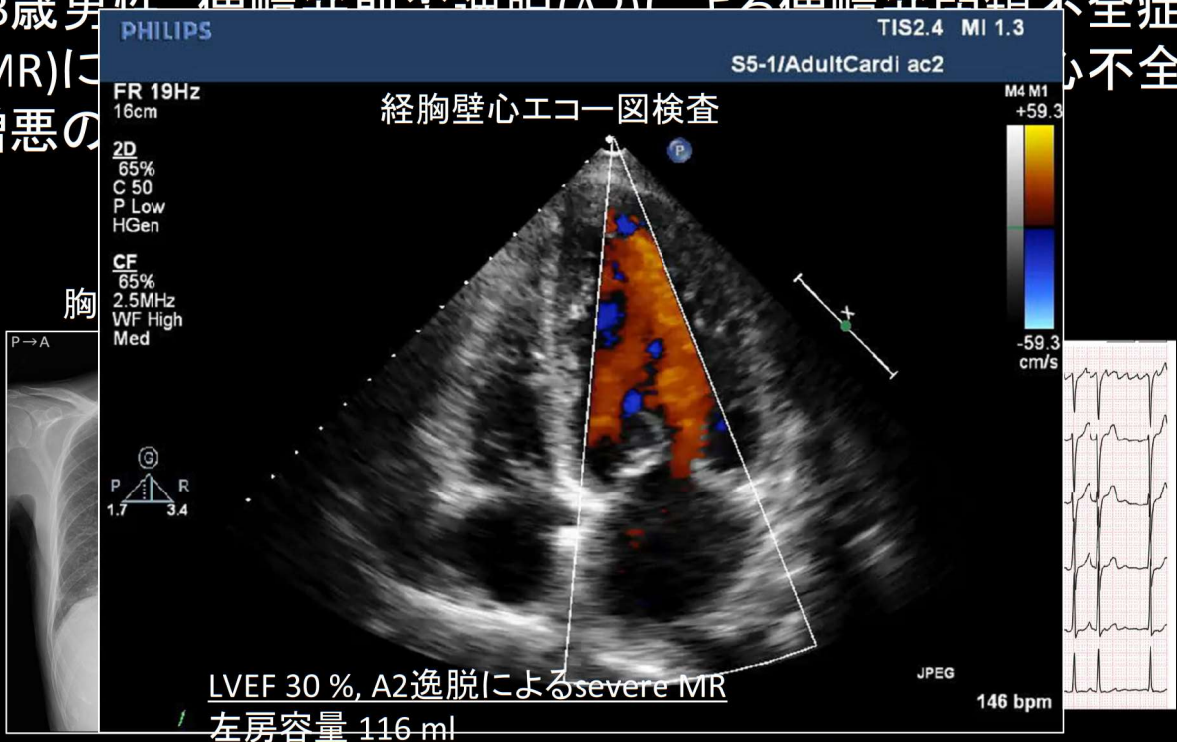
AF 80 /min

器質的心疾患と不整脈の関係

—頻脈性不整脈—

83歳男性 僧帽弁閉鎖不全 経胸壁心エコー図検査

(MR)に増悪の



LVEF 30 %, A2逸脱によるsevere MR
左房容量 116 ml

CTR 60 %

AF 80 /min

器質的心疾患と不整脈の関係

—頻脈性不整脈—

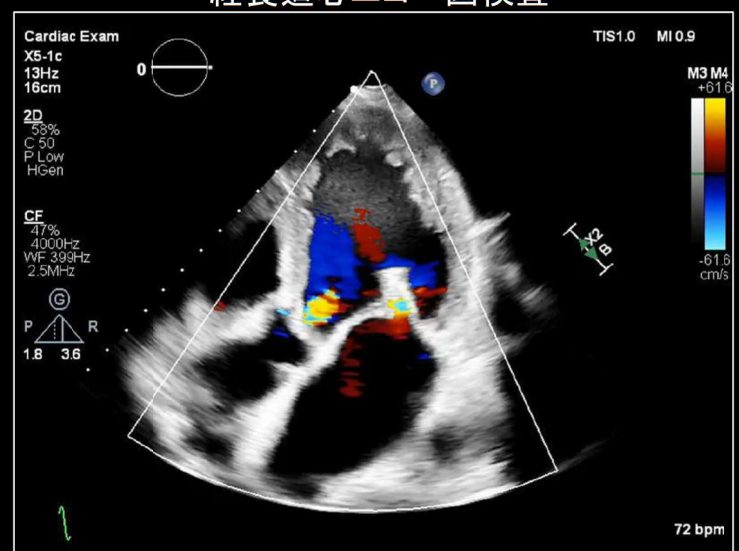
僧帽弁閉鎖不全に対しTMVRを施行、心房細動に対し電気的除細動を施行したが心房細動が再発し経過し心機能は改善なし。

経食道心エコー図検査

胸部レントゲン(TMVR後 4ヶ月)



CTR 55 %



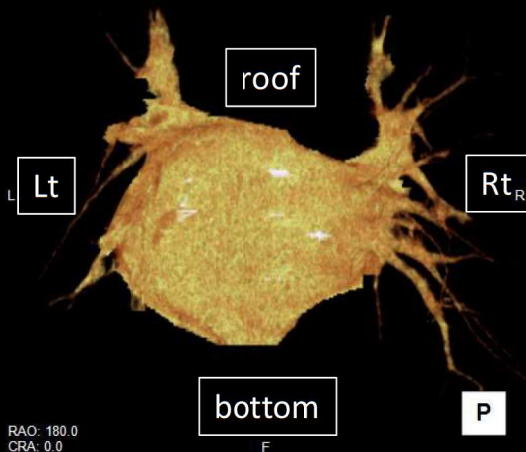
LVEF 30 %, MR mild, 左房容量 111 ml

器質的心疾患と不整脈の関係

—頻脈性不整脈—

洞調律維持が困難であり、慢性心不全を合併しており持続性心房細動に対するカテーテルアブレーションを施行(クライオバルーンによる肺静脈隔離術)

心臓CT検査(単純)



右上肺静脈焼灼



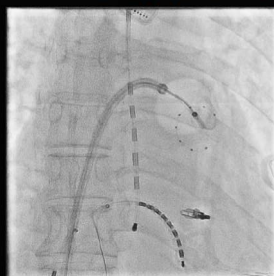
左上肺静脈焼灼



右下肺静脈焼灼



左下肺静脈焼灼

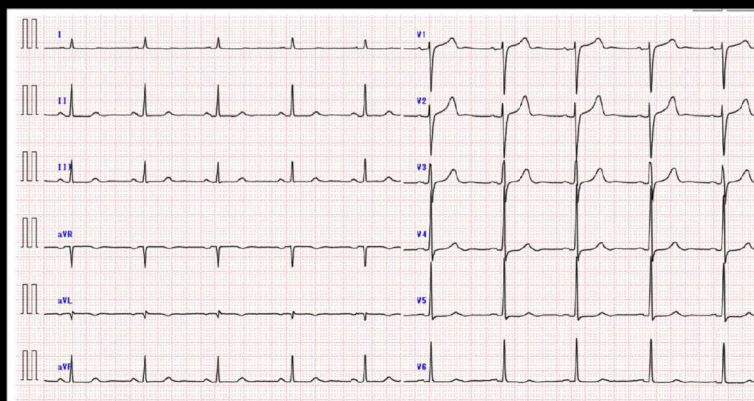


器質的心疾患と不整脈の関係

—頻脈性不整脈—

カテーテルアブレーション後14ヶ月程度経過した段階まで洞調律を維持し心不全入院なし

12誘導心電図(アブレーション後6ヶ月)



器質的心疾患と不整脈の関係

—頻脈性不整脈—

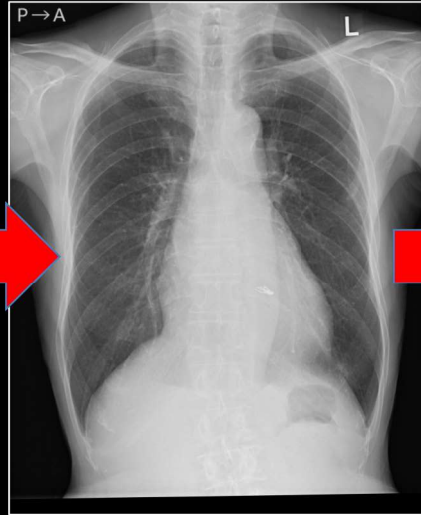
胸部レントゲン

心不全入院時(TMVR前)



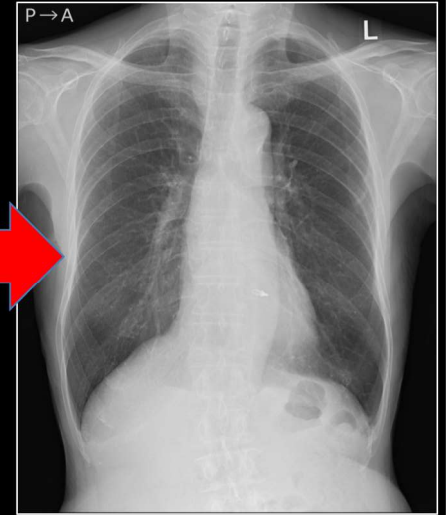
CTR 60 %
NT-pro BNP 5465 pg/mL

TMVR後4ヶ月



CTR 55 %
NT-pro BNP 2733 pg/mL

アブレーション後6ヶ月



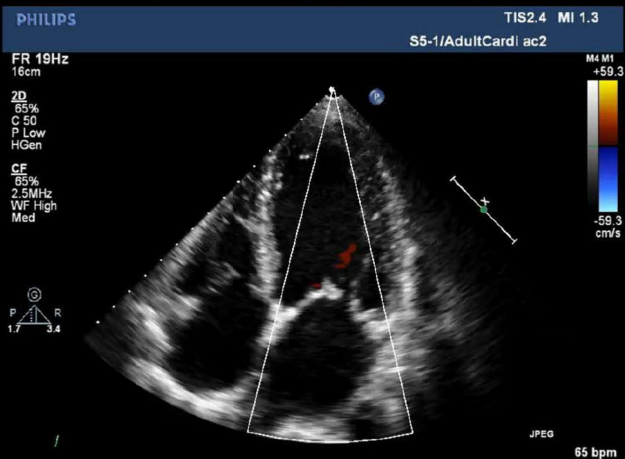
CTR 44 %
NT-pro BNP 406 pg/mL

器質的心疾患と不整脈の関係

—頻脈性不整脈—

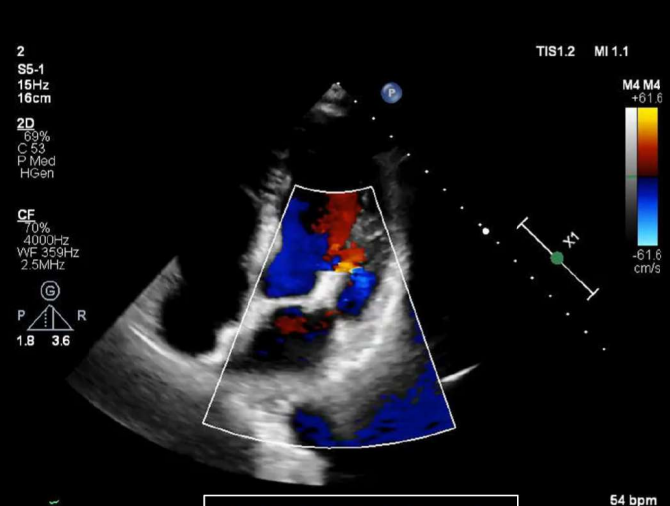
心エコー図検査

心不全入院時(TMVR前)



LVEF 30 %, severe MR(A2逸脱)
左房容量 116 ml

アブレーション後6ヶ月



LVEF 50 %, MR mild
左房容量 65 ml

なぜ不整脈になるのか??

—頻脈性不整脈—

弁膜症による心負荷

(容量負荷・圧負荷)

僧帽弁閉鎖不全症



心筋リモデリング、不整脈基質の形成



不整脈の合併

心房筋の障害

心房細動

なぜ不整脈になるのか??

—徐脈性不整脈—

・器質的心疾患に伴う心負荷
(容量負荷・圧負荷)

・患者要因

(洞機能不全、房室伝導障害)

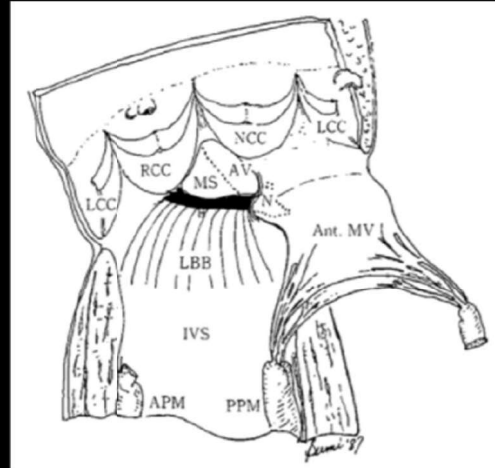
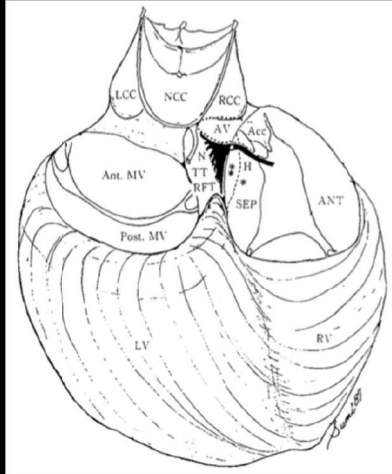
・薬物・非薬物治療(手術やアブレーション治療)の際に
生じる問題

(洞結節や刺激伝導路に対する障害)

器質的心疾患と不整脈の関係

—徐脈性不整脈—

大動脈弁置換術や経カテーテル的大動脈弁置換術(TAVI)に伴い生じる可能性のある房室伝導障害



心臓21:129~141,1989.

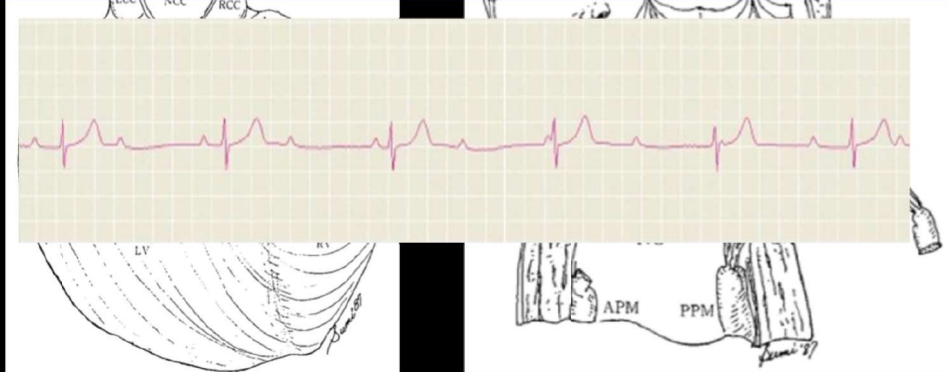
➤ 房室伝導路は大動脈右冠尖・無冠尖の近傍を走行

器質的心疾患と不整脈の関係

—徐脈性不整脈—

大動脈弁置換術や経カテーテル的大動脈弁置換術(TAVI)に伴い生じる可能性のある房室伝導障害

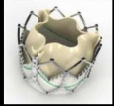
弁留置による房室ブロック合併のリスク



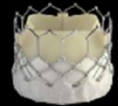
心臓21:129~141,1989.

➤ 房室伝導路は大動脈右冠尖・無冠尖の近傍を走行

TAVI実施症例におけるペースメーカー植込み症例



2010-2016年にかけて行ったTAVI症例



- 267例のTAVI中30例(8.9%)でペースメーカー植込みを要した
- ペースメーカー植込み症例は事前の心電図で完全右脚ブロックが有意に多い

	PPI (n=30)	non-PPI (n=237)	P value
心電図所見, n (%)			
心房細動、粗動	6 (20%)	69 (25%)	0.66
左室肥大	15 (50%)	131 (55%)	0.70
完全右脚ブロック	14 (47%)	28 (12%)	<0.0001
完全左脚ブロック	0 (0%)	4 (2%)	1.0
I度(PR>200ms)	5 (22%)	43 (21%)	1.0
Hemiblock (LAH)	2 (7%)	6 (3%)	0.22

※PPI; Permanent Pacemaker Implantation

K. Mabuchi et al. JCS 2022 Congress

なぜ不整脈になるのか??

—まとめ—

- 器質的心疾患に合併する不整脈は心房細動など(心機能低下を伴うケースでは心室性不整脈の合併も)
- 加齢に伴い洞不全症候群、房室ブロックも合併する
- 一方で治療に伴う徐脈性不整脈(大動脈弁治療後に生じる房室ブロックなど)も経験する

術後ケアの際は、心機能、手術など治療内容や合併リスク(治療前の脚ブロックなど房室伝導障害の有無など)について把握することも必要

Agenda

- 不整脈の分類
- 構造的疾患と不整脈
- 不整脈治療

不整脈治療

・薬物治療

・非薬物治療

- …カテーテルアブレーション
- …デバイス植込み

薬物治療；抗不整脈薬

日本循環医学会・日本心臓病学会共同ガイドライン
2020年改訂版
不整脈薬物治療ガイドライン
JCS-ARRS 2020 Guideline on Pharmacotherapy of Cardiac Arrhythmias

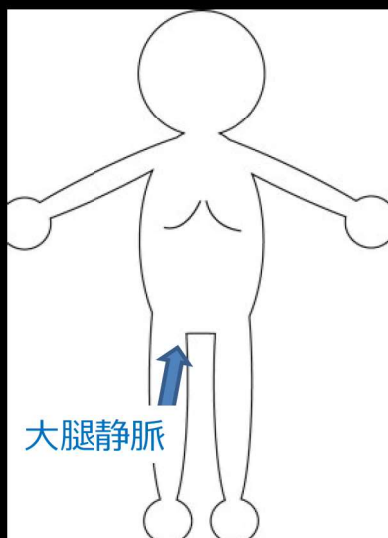
分類	作用	代表薬
I群	Na ⁺ チャネル遮断	
IA群	PR/QRS 幅中等度延長 APD 延長	キニジン、プロカインアミド、ジソピラミド、シベンソリン、ピルメノール
IB群	PR/QRS 幅不変 APD 短縮	リドカイン、メキシレチン、アプリンジン
IC群	PR/QRS 幅高度延長 APD 不変	プロパフェノン、フレカイニド、ピルシカイニド
II群	交感神経β受容体遮断	プロプラノロール、メトプロロール、ピソプロロール、カルベジロール、ナドロール、アテノロール、ランジオロール、エスモロールほか
III群	APD 延長 (K ⁺ チャネル遮断)	アミオダロン、ソタロール、ニフェカルント
IV群	Ca ²⁺ チャネル遮断	ベラパミル、ベプリジル、ジルチアゼム

**抗不整脈薬は心拍数を下げ、洞調律維持させる効果
(根本的解決とはならない)**

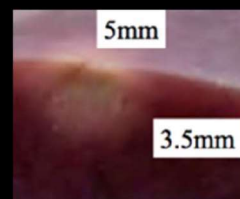
※心機能低下例や徐脈合併例、肝・腎機能障害合併例での副作用リスク
※洞調律維持の可能性は限定的(再発の可能性)

非薬物治療；カテーテルアブレーション

高周波カテーテル



Biosense-websterより



焼灼後の様子
(ブタ心筋)

局所麻酔下に大腿静脈よりカテーテルを挿入

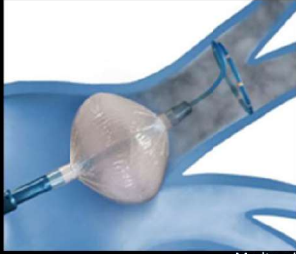
左心房内の治療は心房中隔穿刺
左室内の治療は大腿動脈経由にてアプローチ

心筋にカテーテルを接触させ通電
組織の温度上昇を起こし焼灼

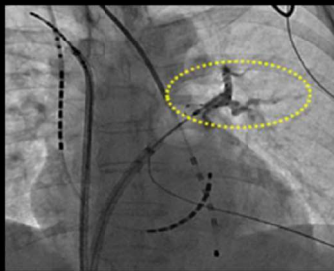
非薬物治療;カテーテルアブレーション

クライオバルーン (Medtronic)

- ・-40-80°Cの冷凍焼灼.
- ・高周波通電より短時間, 均一な焼灼.
- ・肺静脈, PVの形態に依存



MedtronicHPより

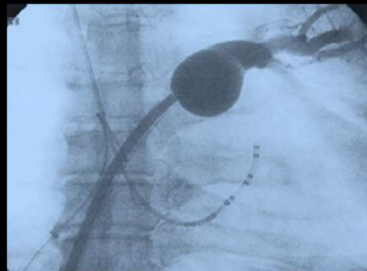


ホットバルーン (東レ)

- ・高周波によるバルーン内を加熱し焼灼.
- ・注入量によりバルーンサイズの変更可.
- ・手技が複雑.



東レHPより

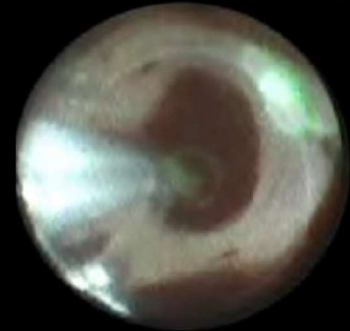


レーザーバルーン (Life Line)

- ・バルーンで肺静脈を閉塞し,レーザーにより焼灼.
- ・焼灼部を内視鏡で観察でき連続的焼灼が可能.
- ・ポイントでのアブレーションのため時間を要する



LifeLineHPより



肺静脈の形態に応じてバルーンを選択

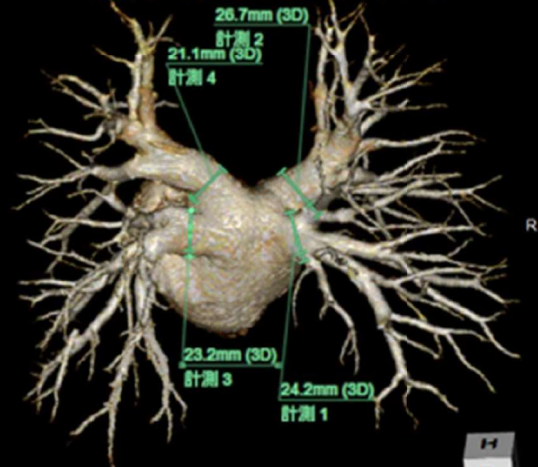
非薬物治療;カテーテルアブレーション

バルーンアブレーション



<https://www.medtronic.com>

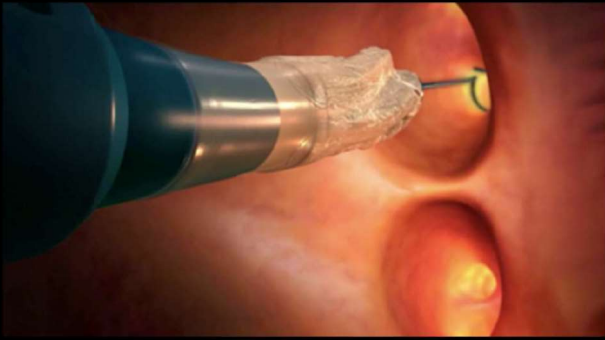
左房・肺静脈形態; 3D CT



RAO: 172.2
CRA: 31.2

H
P

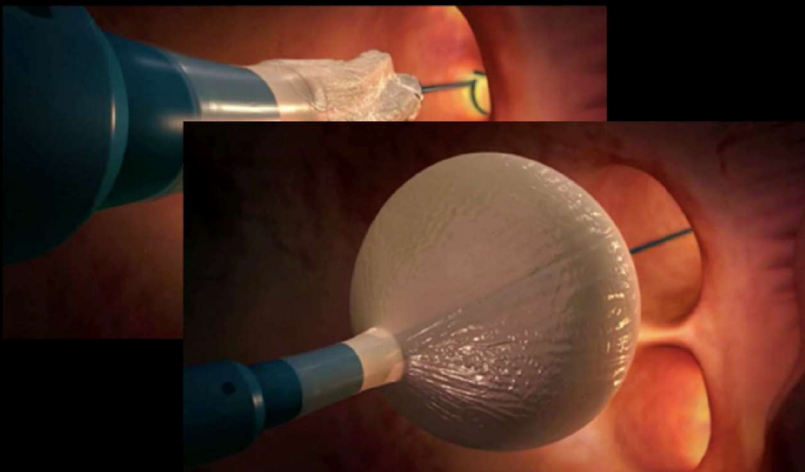
クライオバルーンアブレーション



肺静脈を選択しバルーンカテーテルを挿入

<https://www.medtronic.com>

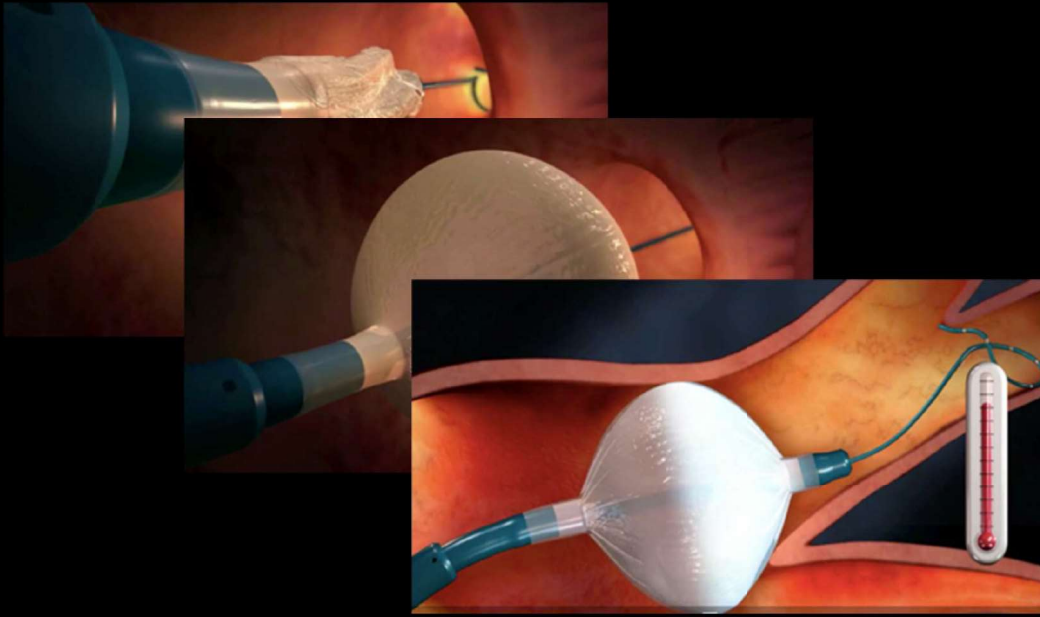
クライオバルーンアブレーション



バルーン拡張

<https://www.medtronic.com>

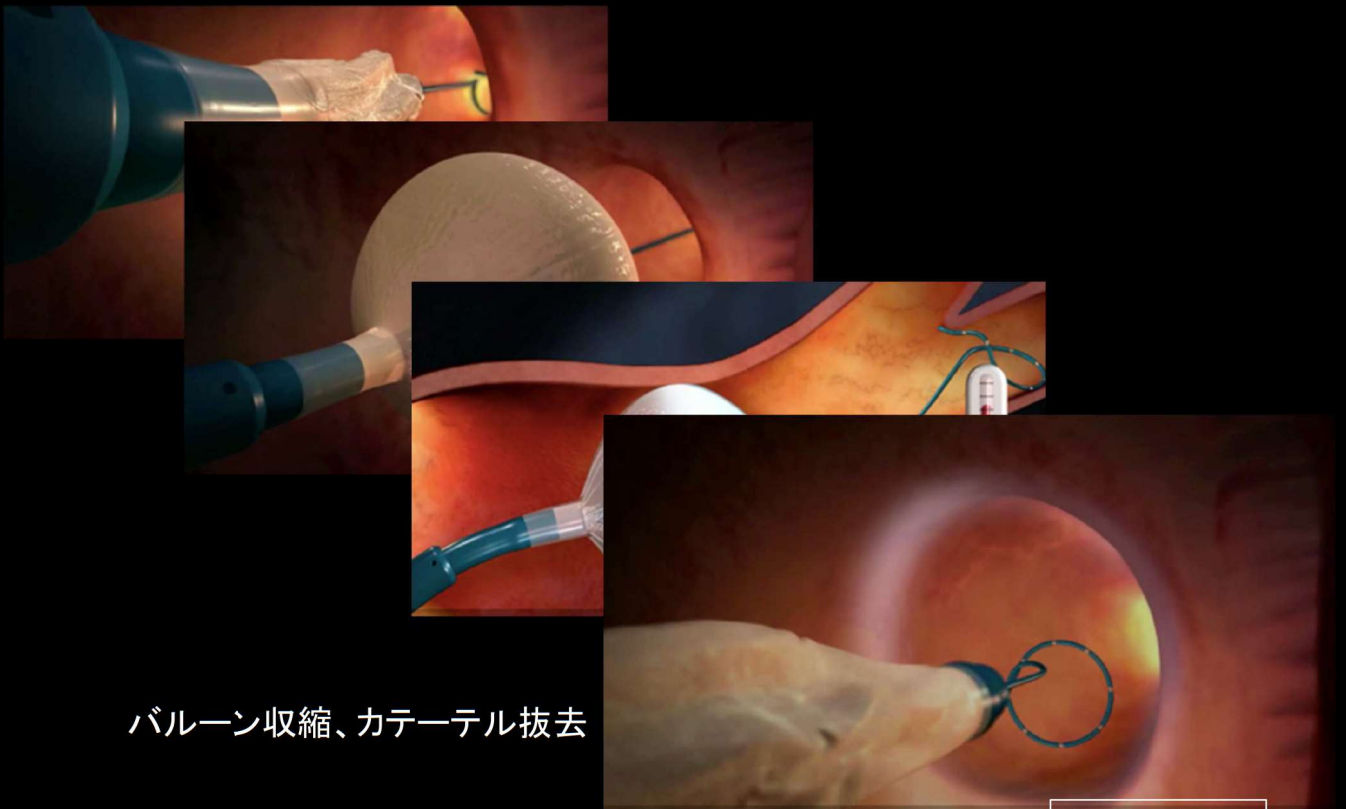
クライオバルーンアブレーション



冷却開始

<https://www.medtronic.com>

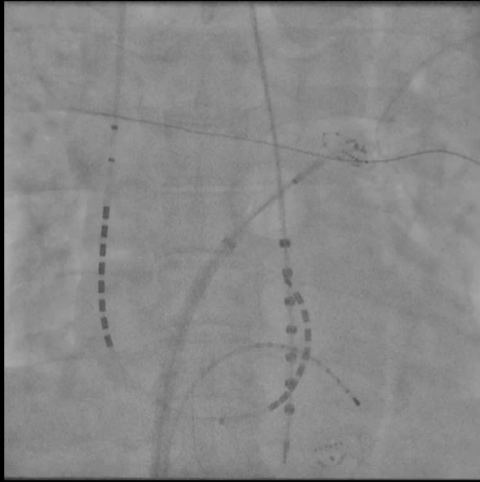
クライオバルーンアブレーション



バルーン収縮、カテーテル抜去

<https://www.medtronic.com>

肺静脈隔離の様子



電極カテーテルにより焼灼に伴う肺静脈電位の消失を
観察しながら治療を実施

心房細動のトリガーが心房へと伝導されることをブロック

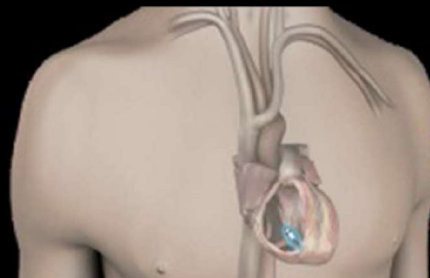
徐脈性不整脈に対するデバイス治療

経静脈リードを用いたペースメーカー



日本メドトロニック提供

リードレスペースメーカー



日本メドトロニック提供

心内よりペーシングすることで徐脈を改善

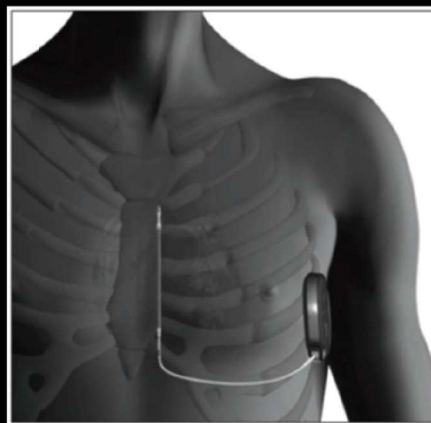
徐脈性不整脈に対するデバイス治療

経静脈的除細動器(TV-ICD)



BIOTRONIKホームページより

完全皮下植込み型除細動器(S-ICD)



日本不整脈学会より

心室頻拍・心室細動時に除細動(電気ショック)を実施し停止させることで突然死予防

まとめ

- 循環器診療領域は専門分野が細分化され、カテーテル治療の発達がめざましい
- 不整脈診療でも、カテーテル治療を中心とした新たな治療方法が年々進化
- 術後ケアにおいて、心電図モニタ観察のみならず治療内容など不整脈合併の予測など