



命を支える臨床検査 — 心臓の検査 —

講演会当日に使用したスライドすべてです。ただし、
動画の部分(タイトルが赤字)は、セキュリティー保持
のため動画を分割して掲載します。

公益財団法人 天理よろづ相談所病院 臨床病理部
高橋 秀一





みなさん、こんにちは

心臓をみる検査はたくさんあります。今日は、
我々臨床検査技師が行っている

■血液化学検査

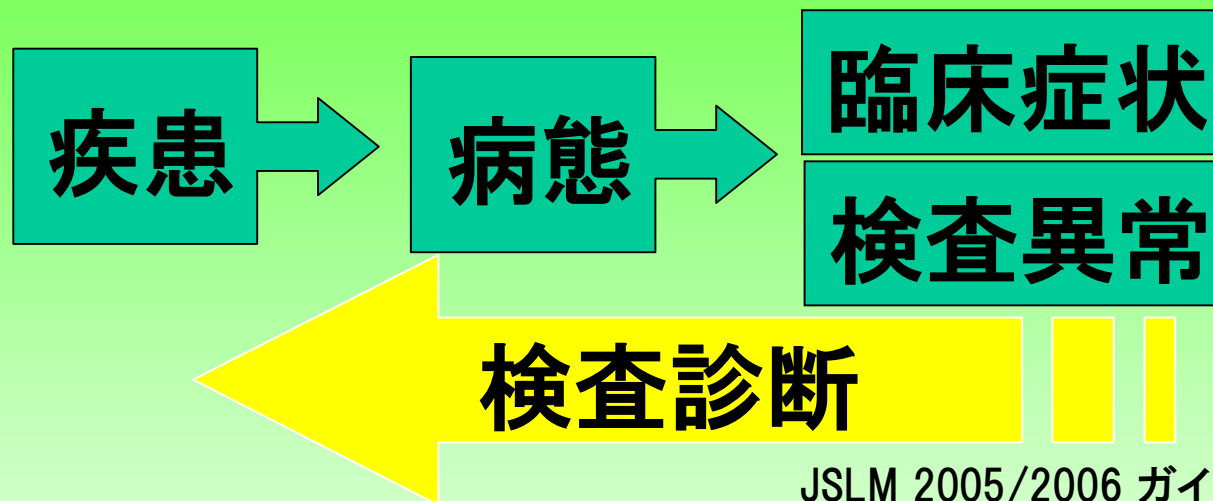
■心電図検査

■超音波検査

についてご紹介します。



名医と臨床検査技師



JSLM 2005/2006 ガイドラインより引用改変

近代的名医の条件は「検査を的確にオーダーしその結果をうまく臨床に生かすことができること」と言っても良いくらい、現在の医療は臨床検査なくしてはあり得ません。

「疾患」は生体に正常でない状態である「病態」をもたらし、その病態は「臨床症状」とともに「検査の異常」として表れます。



心臓病って？



健康> 生活習慣病を知ろう！

心臓病ホームページへ

ようこそ

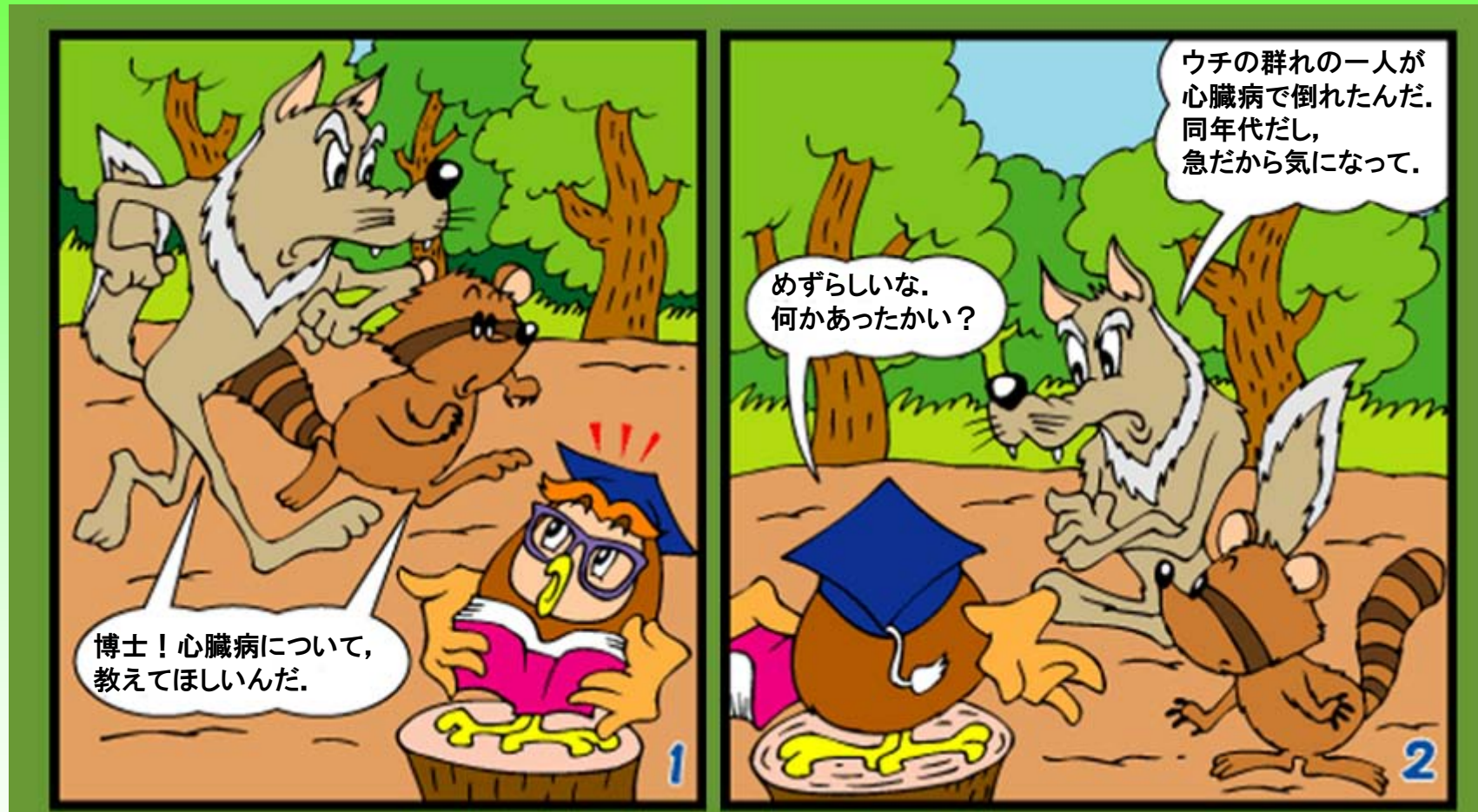
監修 (財)日本心臓財団



一部ですが、厚生労働省のホームページを紹介しましょう。

<http://www.mhlw.go.jp/index.shtml>

心臓病



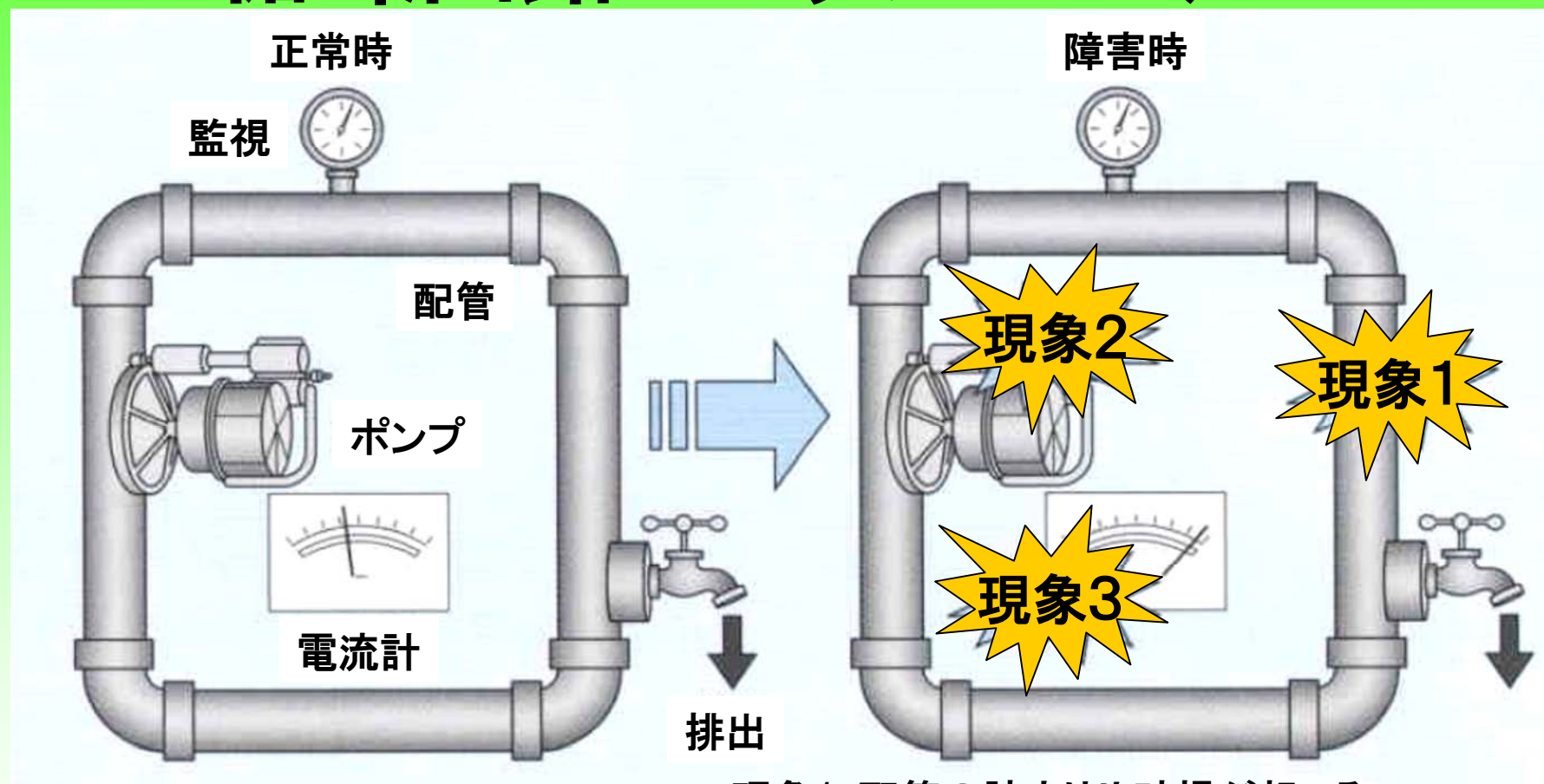
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/seikatu/shinzou/index.html>

心臓病



<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/seikatu/shinzou/index.html>

循環回路のトラブルモデル



現象1: 配管の詰まりや破損が起こる。
現象2: ポンプ自体に異常が起こる。
現象3: 過電流で配管およびポンプの異常を補う。

小倉克巳 他: Medical Technology
Vol.36.No.2 (2008) より引用改編

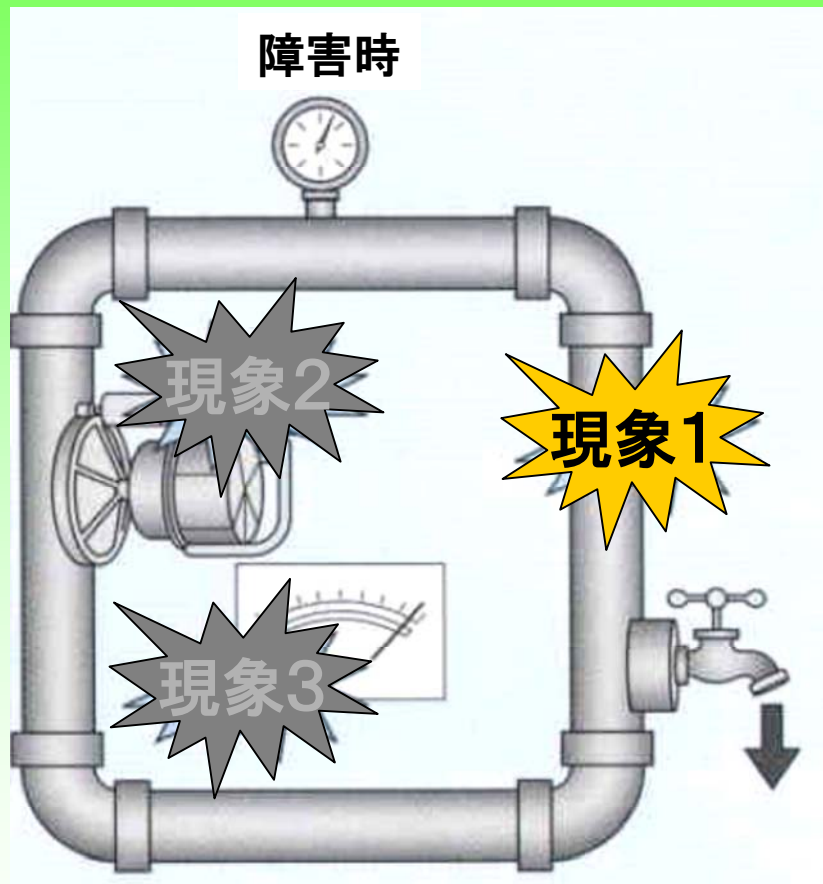
血液検査でわかる心臓機能

心臓の検査は、生理学的検査(心電図, 心エコー, MRI, 血管造影)が主流ですが, 心筋(心臓を構成する筋肉)が, 何らかの原因で壊されると, 心筋細胞中の成分が血液中に逸脱するため, この成分(心筋マーカー)の中の何が異常なのかを検査することで, 心臓の病態を把握することができます.



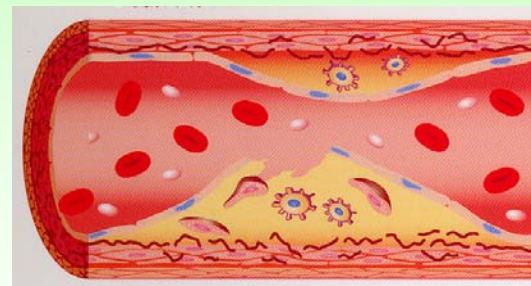
循環回路のトラブルモデル

現象1:配管の詰まりや破損が起こる.



血管内壁に脂肪などが沈着し、
プラーク（内膜の斑状肥厚性病変）が形成され内壁を狭くして
しまうことになります。

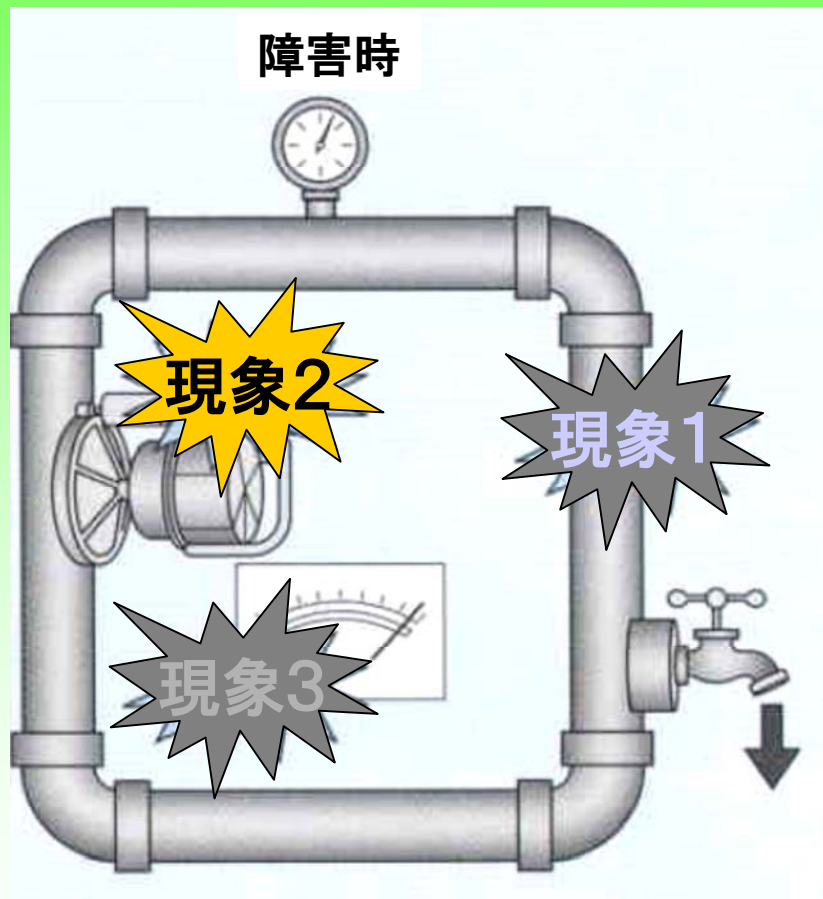
肥満・糖尿病・脂質異常症・高
血圧などが原因と考えられています。



総コレステロール(TC), LDLコレステロール(LDL), トリグリセライド(TG),
血糖(Glu)などが高値になります。

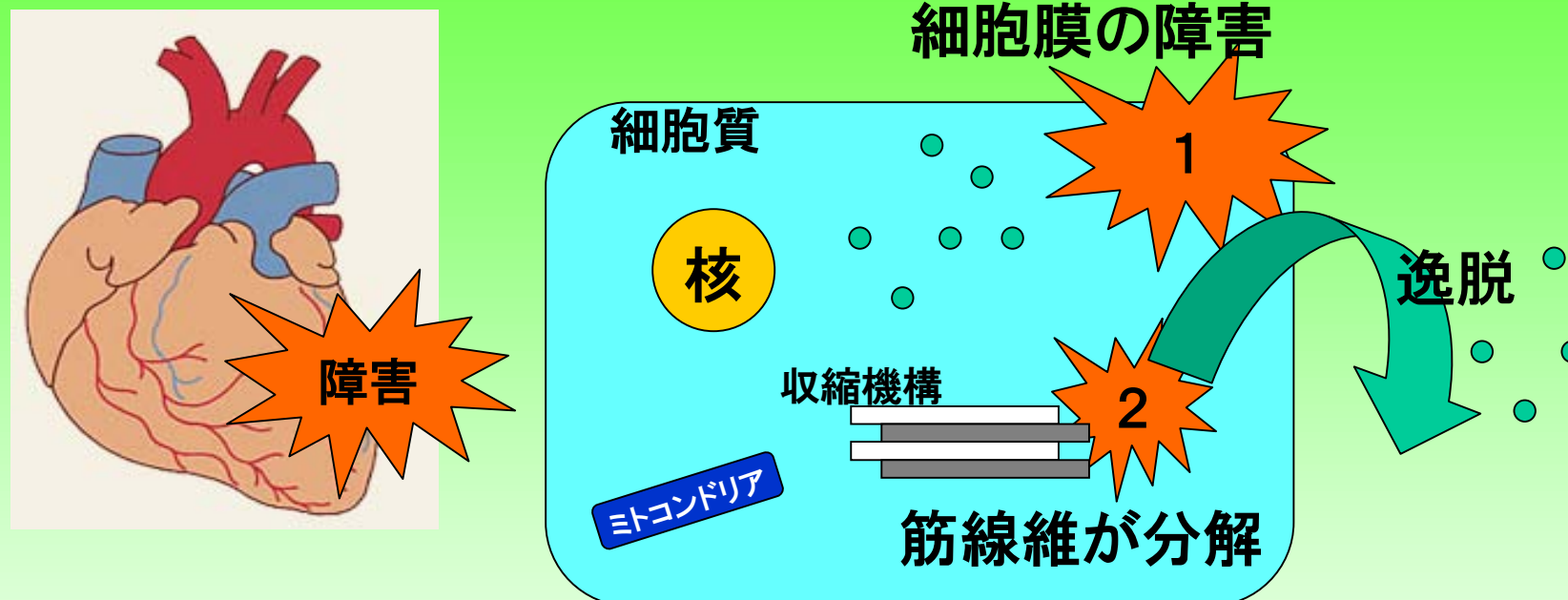
循環回路のトラブルモデル

現象2:ポンプ自体に異常が起こる.



配管は正常でも，経時的な変化でポンプ自体にトラブルが起こると，ポンプの破損物質が循環回路中に混入し，ポンプの機能低下が起こります．
狭心症や心筋梗塞の引き金となるのです．

心筋細胞中の成分が逸脱する



小倉克巳 他: Medical Technology
Vol.36.No.2 (2008) より引用改編

虚血など心筋に傷害が生じると、心筋細胞膜が傷害されて細胞質可溶性物質が循環血中に逸脱する。さらに傷害が進展すると、蛋白分解酵素によって筋原線維が分解され、収縮調整蛋白が循環血中に逸脱する。このように、心筋が傷害を受けることで逸脱する物質を心筋傷害マーカーといいます。

心臓が損傷を受けると、血中に逸脱する物質

- ①心筋細胞中の細胞質に存在する物質が血中に出てきます。

AST(アスパラギン酸アミノ基転移酵素), CK(クレアチンキナーゼ)、CK-MB(MB型クレアチンキナーゼ), LD(乳酸脱水素酵素), ミオグロビン, H-FABP(心臓型脂肪酸結合蛋白)

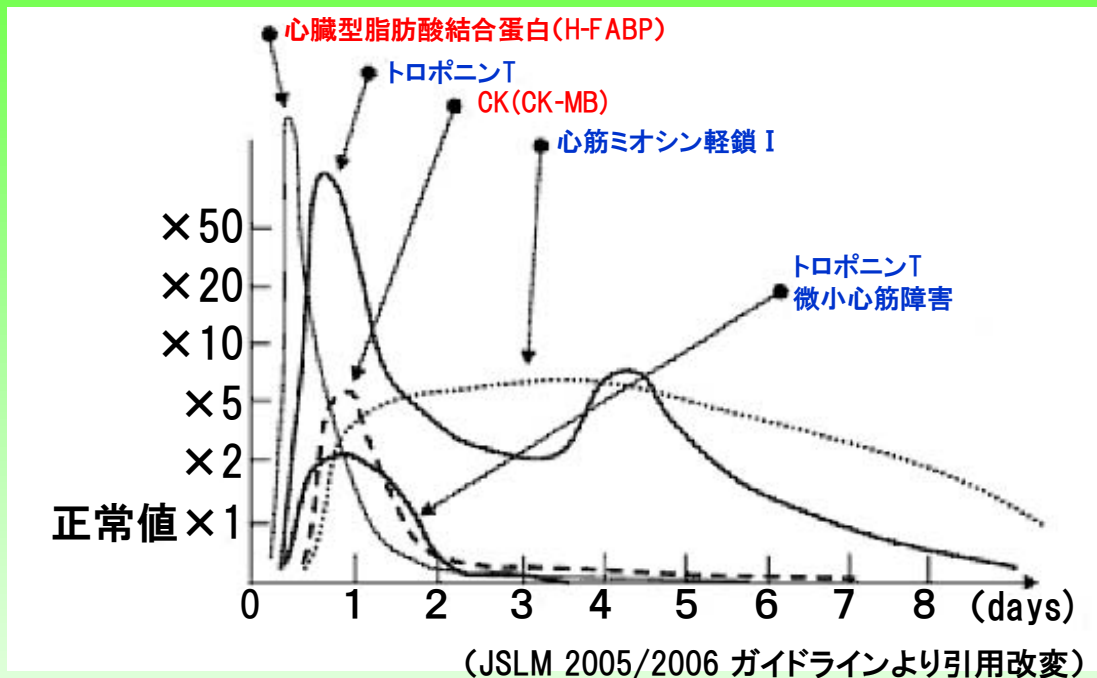
さらに障害が進展すると,

- ②蛋白分解酵素より筋原線維が分解され, 収縮に係する蛋白が血中に出てきます。

トロポニン, ミオシン軽鎖

急性心筋梗塞の場合は, まず①の物質が上昇し, 次に②の物質が上昇します。発症後の時間に応じて有効な検査をする必要があります。

急性心筋梗塞における心筋傷害マーカーの推移



①心筋細胞中の細胞質に存在する物質が血中に出る.

■FABP

低分子であるため最も早く上昇, 数時間で上昇し始め4~12時間後にピーク, 最も早く(数日内に)正常化する.

■CK-MB

数時間後に上昇し始め20~24時間後にピーク, 4~6日で正常化する.

②さらに障害が進展し, 蛋白分解酵素より筋原線維が分解され, 収縮に関係する蛋白が血中に出る.

■トロポニンT

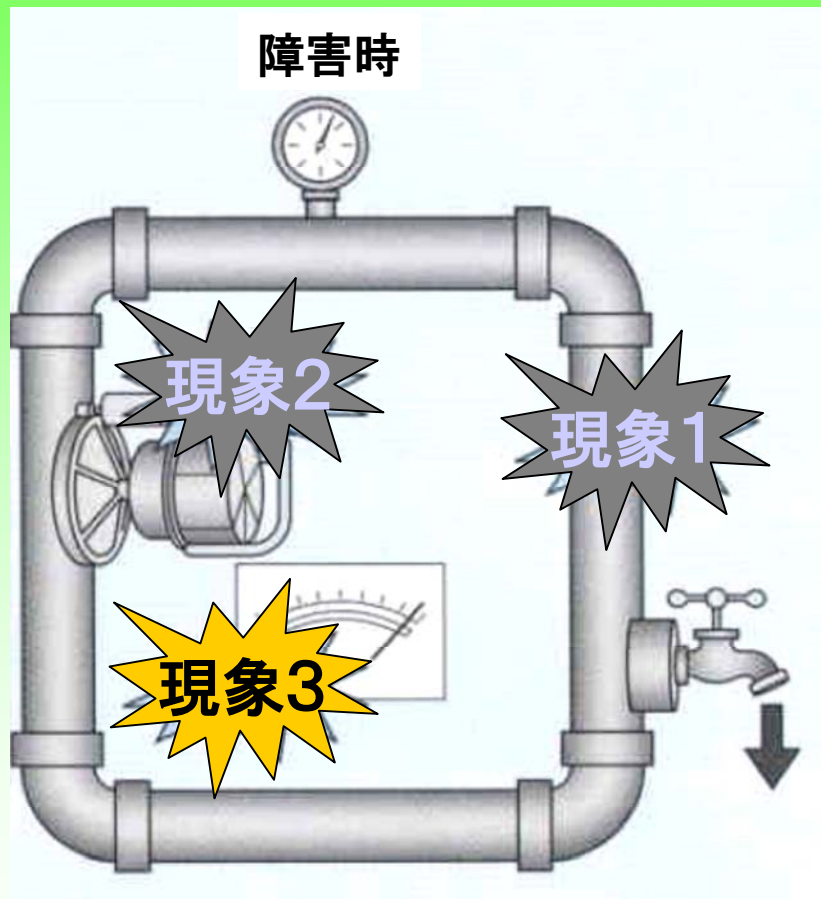
3~4時間後から出現するが, この時間の診断感度は十分ではない. 12~18時間と90~120時間でピークとなり約1週間で正常化する.

■心筋ミオシン軽鎖 I

3~6時間後から出現, 発作の5~6日にピーク, 約10日間は異常値を呈する.

循環回路のトラブルモデル

現象3: 過電流で配管およびポンプの異常を補う。



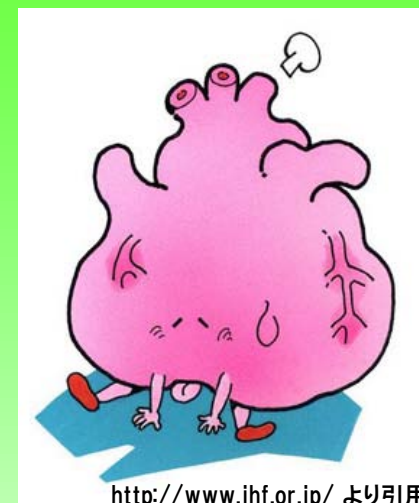
一方では監視機能が働いて，循環量を正常に保つために過電流を流して補足することになります。

心筋の伸展刺激，壁運動異常および心筋虚血などの心臓負荷により，心房や心室での心筋ストレスマーカーの生合成が増加します。

この状態が持続するとポンプは発熱し，いずれは停止します。

心不全

「心不全」とは、病名ではなく、
心臓が果たすべき機能が維持できなくなった
状態をいいます。



車でいうと、エンジンにガタがきて、馬力が落ちた状態に相当します。心不全は、ガソリン供給パイプがつまる狭心症や心筋梗塞、シリンダーの弁が摩耗する弁膜症などさまざまな心臓の病気が原因で行きつく状態であり、高血圧や全身の動脈硬化(オイルの不足や金属疲労)、不整脈(電気系統のトラブル)も心不全の誘因となります。

心不全の定義

Braunwaldによる心不全の定義

●心臓が組織の需要に見合うだけの心拍出量を
駆出できない状態

☆要は収縮力が悪い、理解は簡単！

●心室充満圧の上昇により十分量の心拍出量を
駆出している状態

★?? ちょっと難しい！

要は、心室が無理しながら、頑張って全身に血液
を送っているという状態。



ポンプ機能の低下
<http://www.jhf.or.jp/> より引用

☆心収縮力が良くても、心不全は発生するのです！

NYHAの心機能分類

I 度	心疾患はあるが身体活動に制限はない。 日常的な身体活動では著しい疲労，動悸，呼吸困難，あるいは狭心痛を生じない。
II 度	軽度の身体活動の制限がある。安静時には無症状。 日常的な身体活動で疲労，動悸，呼吸困難あるいは狭心痛を生じる。
III 度	高度な身体活動の制限がある。安静時には無症状。 日常的な身体活動以下の労作で疲労，動悸，呼吸困難あるいは狭心痛を生じる。
IV 度	心疾患のためいかなる身体活動も制限される。 心不全症状や狭心痛が安静時にも存在する。わずかな労作でこれらの症状は増悪する。
(付) II s 度：身体活動に軽度制限のある場合 II m 度：身体活動に中等度制限のある場合	

NYHA:New York Heart Association

世界中で通用する自覚症状を重視したアイテムです。

心筋ストレスマーカー

■ ANP: 心房性ナトリウム利尿ペプチド

■ BNP: 脳性ナトリウム利尿ペプチド

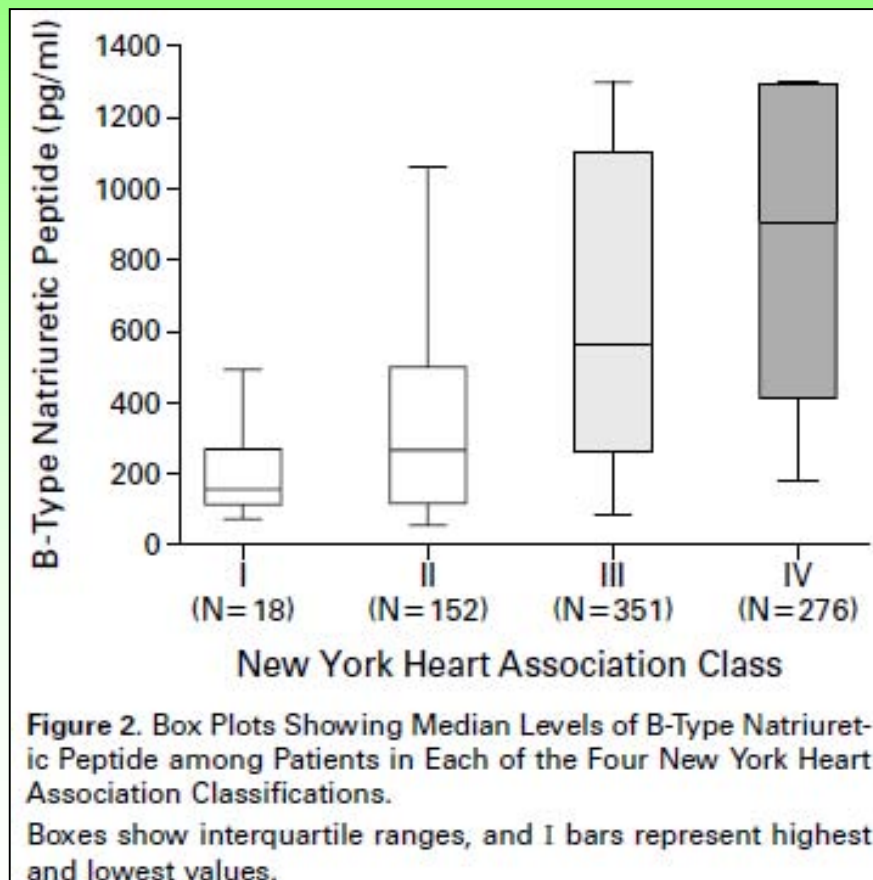
ANPとBNPはそれぞれ心房性優位，心室性優位に分泌されるという違いはありますが，ともに心臓から分泌されるホルモンです。

水分を体外に出したり（利尿作用），血管を拡張して血圧を下げたり（降圧作用）するなど心臓に対する負荷を軽減する作用があります。

したがって，何らかの要因で心臓に負荷がかかったときや，血液を押し出す力が必要以上になった（限界を越えた）とき，心臓は自らANPやBNPを分泌して負荷を和らげようとします。

心筋ストレスマーカー:BNP

BNPの健常人の血中濃度は極めて低値ですが、急性および慢性心不全患者では重症度に比例して増加することから、心不全の病態把握に有用なマーカーとなるのです。



BNPは、病態に応じて鋭敏に反応し、慢性心不全患者の重症度（NYHA分類）とよく関連します。

N Engl J Med. 2002;347:161-7.

診療におけるBNPの貢献

外来診療における血漿 BNP の診察前検査導入の効果

畑 中 徳 子*¹ 山 本 慶 和*² 松 尾 収 二*³

Effects of Real-Time Analysis of Brain Natriuretic Peptide (BNP)
on Physicians' Decision Making in Outpatient Settings

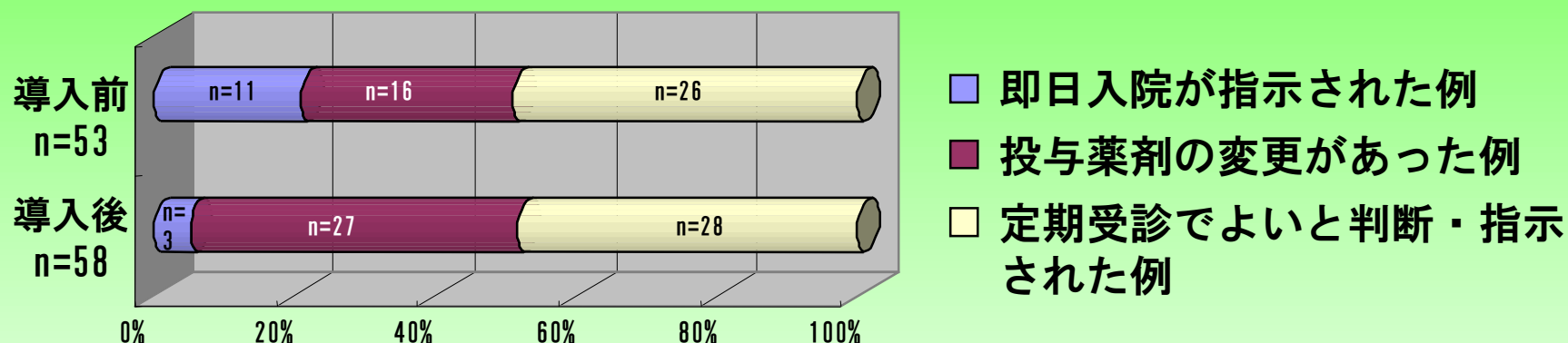
*Noriko HATANAKA, PhD*¹, Yoshikazu YAMAMOTO, MD*² and Shuji MATSUO*³*

BNPの診察前検査導入後は、導入前に比べ、入院の指示が減り、外来での薬剤コントロールが積極的に行われていた。また次回診察予定日前の急性増悪による救急受診数も有意に減少した。診察時にBNP値を提供することは、治療の方針決定に有効に働いていた。

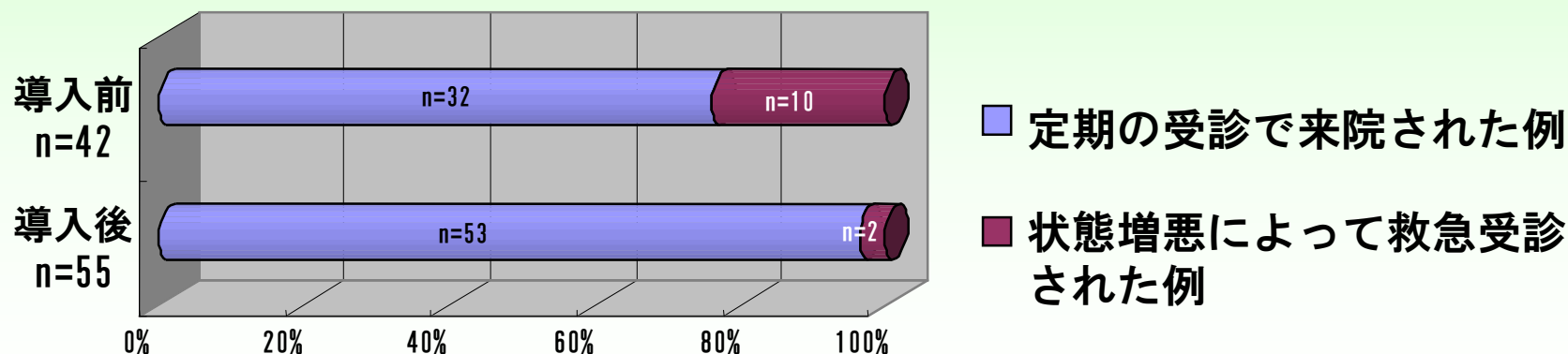
Rinsho Byori 56 : 961-966, 2008

外来診療における血漿BNPの 診察前検査導入の効果

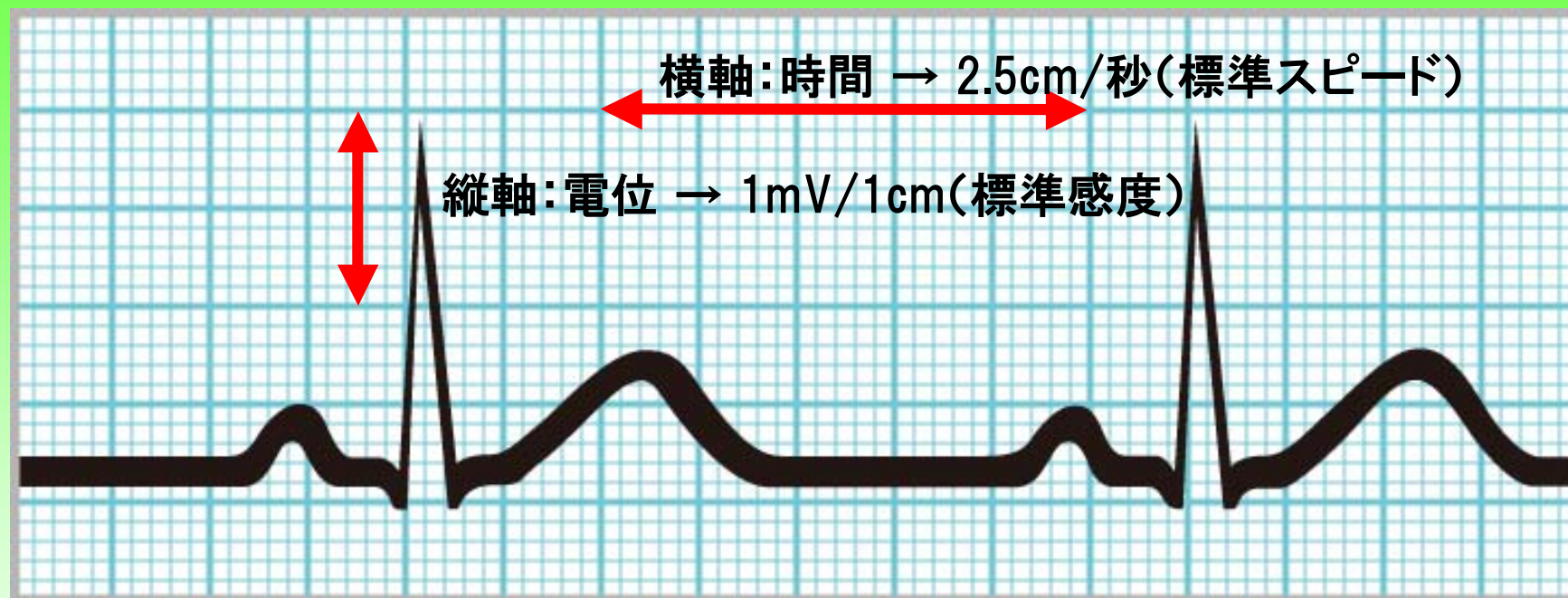
BNPの診察前検査導入により，導入前に比べ入院指示が減り，外来での薬剤によるコントロールが積極的に行われていた。



さらに，急性増悪による救急受診も有意に減少した。



心電図検査



- ✓規則正しく出ているか？ 速くないか？ 遅くないか？
- ✓正しい経路を通して刺激が伝わっているか？
- ✓波形の形状はおかしくないか？



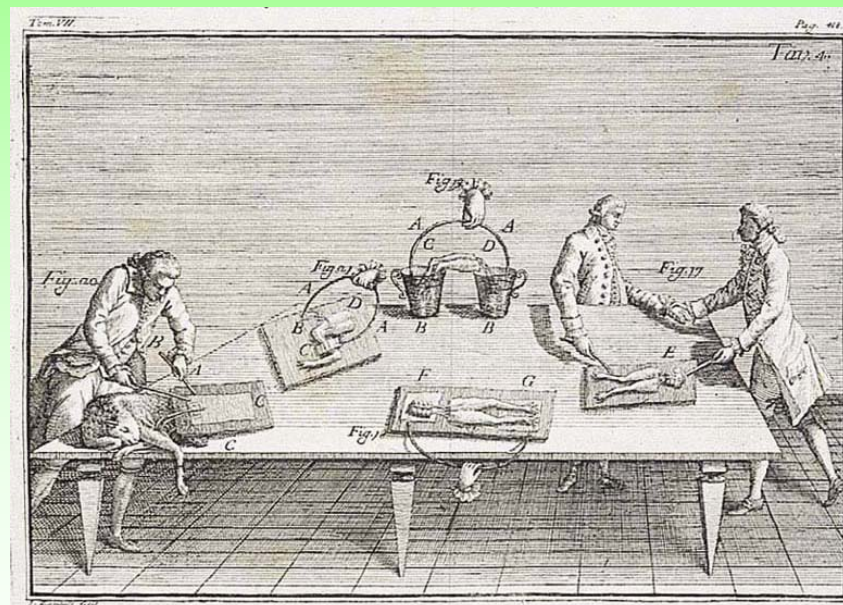
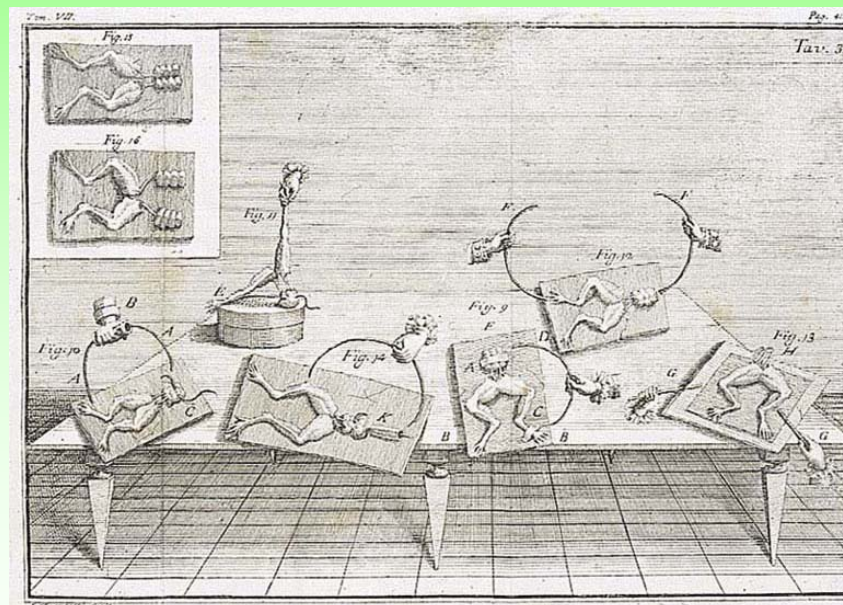
心電図の歴史

- 1786年 L. ガルヴァーニ(イタリアの解剖学者)は、蛙の解剖をする際に切断用と固定用の2つのメスを蛙の足に差し入れるとこれが震えるのを発見。電気に関する発見の口火となった。
- 1887年 A. D.ウォラー(イギリスの医師)が、心筋の活動電位をはじめて記録。
- 1893年 W.アイントホーフェン(オランダの生理学者, 医師) が画期的な心電計を製作。
- 1895年 W.アイントホーフェンが現在の心電図原型を記録。
当時、各波形の名称をABCDではなく、PQRSTと名付けたのも彼である。
Einthoven W. Ueber die Form des menschlichen electrocardiogramms.
Arch Gesamte Physiol. 1895;60:101–123.
- 1897年 C. アダー(フランスの電気技術者)が、String galvanometerを発明。
後に、W.アイントホーフェンが現在の心電図原型を記録。
- 1903年～ 心電図学に関する研究が始まる。
- 1924年 W.アイントホーフェン、ノーベル賞を受賞。

ちよつと、余談 その1

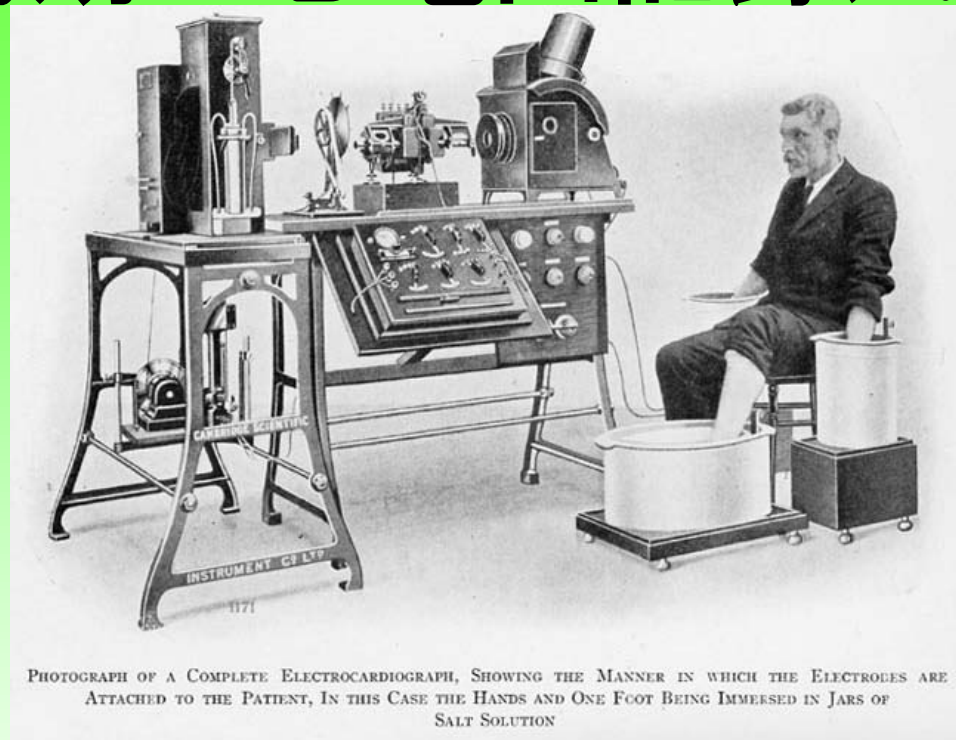
現代社会は、「電気」の社会です。この現代を開いた「電気」は、実は「蛙」が非常に重要なキーワードとなっているのです。L. ガルヴァーニは、筋肉の運動や神経の仕組みについて蛙を使った実験もよくやっていたようです。

実験風景のエッチング画をご覧ください。いったい何匹の蛙が犠牲になったのでしょうか？合掌（笑） <http://www.kaeruclub.jp/report/galvani/galvani.html>より抜粋，改編



この実験発表は、注目を集め追試が行われ、今までの静電気とは異なる新しい電気現象として、「ガルヴァーニ電気」と名付けられました。今でも電流計のことを「ガルヴァノメーター」というのはこの名残りなのです。

初期の心電図記録風景



アイントホーフェンが作った心電計の本体の重さは3トン近くもある大きなもので、操作には5人もの人手を要し、研究室と病室の間に1500mの電線を敷いて信号を送ったといえます。

巨大だった心電計も小型のものに改良されて市販されたことで、いろいろな病気で心電図の解析が行われるようになり、そのお陰で心臓病学という新しい専門分野が開けたのです。

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Willem_Einthoven_ECG.jpg



最新の心電計



ヒトで初めて記録された心電図

ヒトの心電図記録の創始は、1887年にAugustus Desire Waller が J Physiol に発表したものです。今日の心電図波形の原型となります。

A DEMONSTRATION ON MAN OF ELECTROMOTIVE
CHANGES ACCOMPANYING THE HEART'S BEAT.
By AUGUSTUS D. WALLER, M.D.

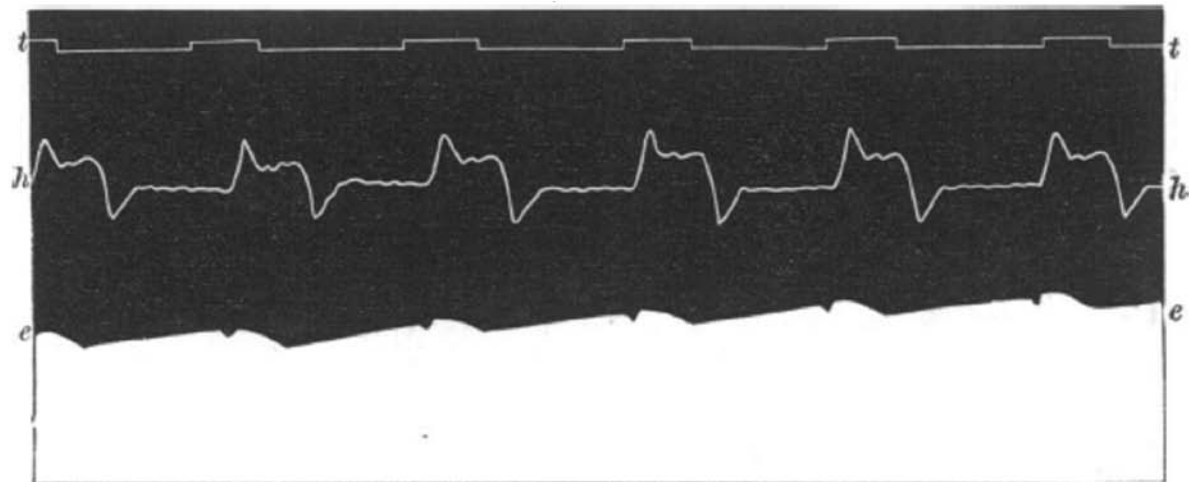
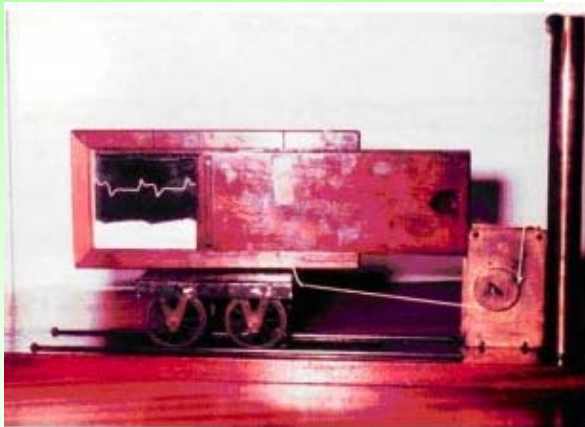


FIG. 1. Man. Heart led off to electrometer from front and back of chest (front to Hg; back to H_2SO_4).

e.e. electrometer. *h.h.* cardiograph. *t.t.* time in seconds.

J Physiol 1887 8 (5)229-234

Naming of the Waves in the ECG, With a Brief Account of Their Genesis

Circulation

JOURNAL OF THE AMERICAN HEART ASSOCIATION

Naming of the Waves in the ECG, With a Brief Account of Their Genesis
J. Willis Hurst

American Heart
Association® 
Learn and Live™

Circulation 1998, 98:1937-1942
doi: 10.1161/01.CIR.98.18.1937

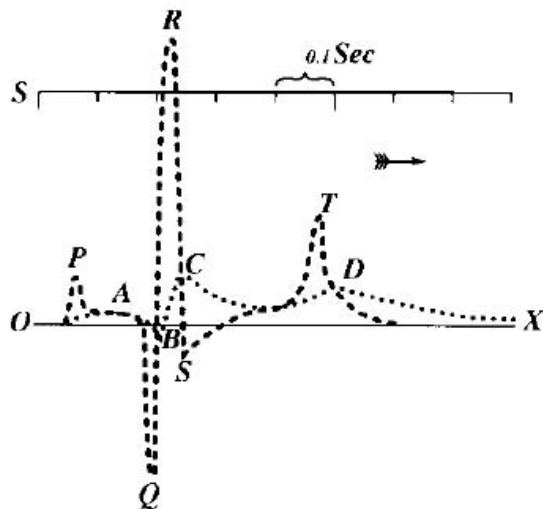


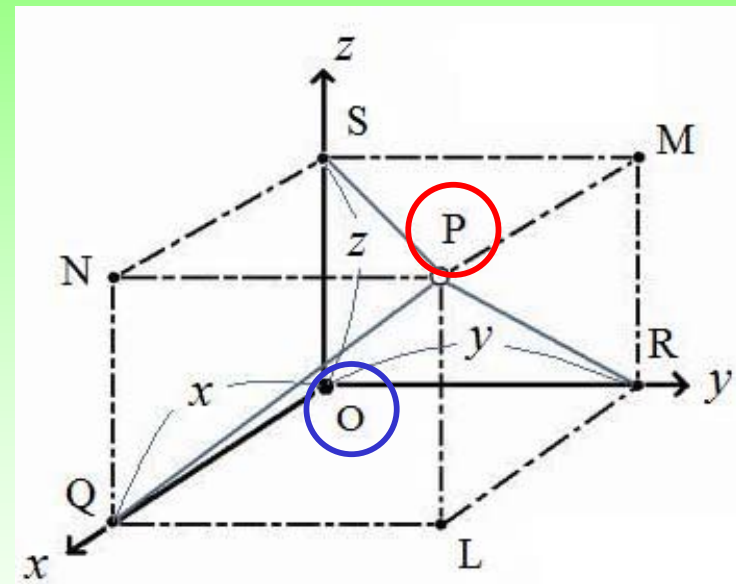
Figure 1. Two ECGs are shown, 1 superimposed on the other. Einthoven wanted to show the difference in the 2 curves. He labeled the uncorrected curve ABCD. This tracing was made with his refined Lippmann capillary electrometer. The other curve was mathematically corrected by Einthoven to allow for inertia and friction in the capillary tube. He chose the letters PQRST to separate the tracing from the uncorrected curve labeled ABCD. The letters PQRST undoubtedly came from the system of labeling used by Descartes to designate successive points on a curve. From Reference 5.

最初はABCDであったが、アイントホーフェンはPQRSTを選択した。
その名付けは、幾何学者デカルト:Descartesに敬意を払ったラベリングであった。

ちょっと、余談 その2

「我思う、ゆえに我あり」という言葉で有名なフランスの哲学者ルネ・デカルトは優れた数学者でもありました。

数学においてデカルトが残した最大の功績が、中学数学で習う座標平面です。O(オー)を中心として、任意の点を規定するとき、P, Q, R,と当てていきました。そのために心電図の最初の波の名前はP波となり、そこからQ, R, S, Tと続くようになったようです(前のスライドがその文献)。
アイントホーフェンにはこのように数学的な素養があったようです。



週刊医学界新聞 第2952号 2011年11月7日より抜粋, 改編

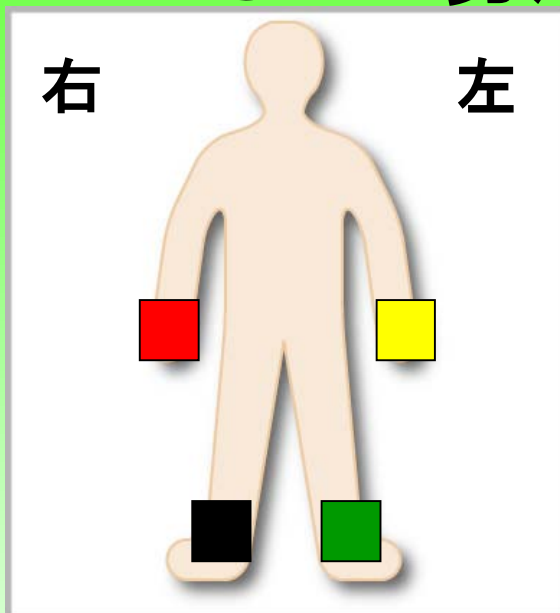
心電図検査



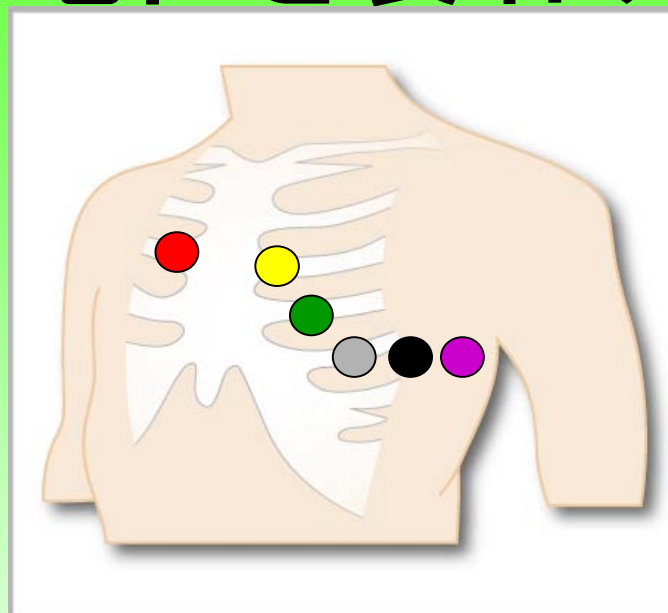
決められた場所に電極をつけ，正しく設定された心電計で記録します。

したがって，世界中どこで記録しても，そして誰が記録しても同じ波形が得られることになります。

正しい場所に電極を装着する

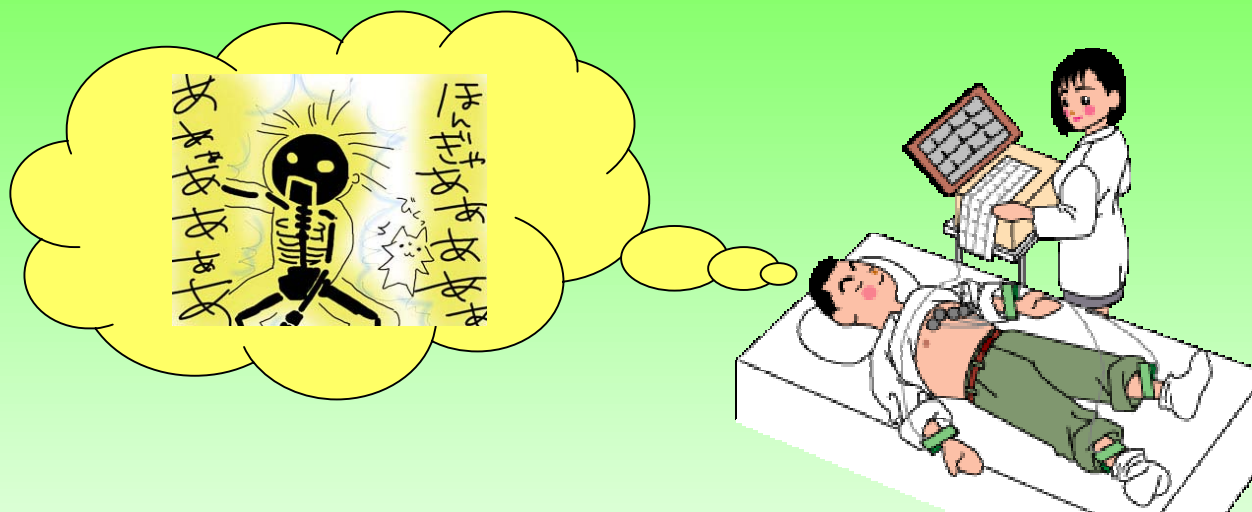


- 右手(赤)
- 左手(黄)
- 左足(緑)
- 右足(黒)



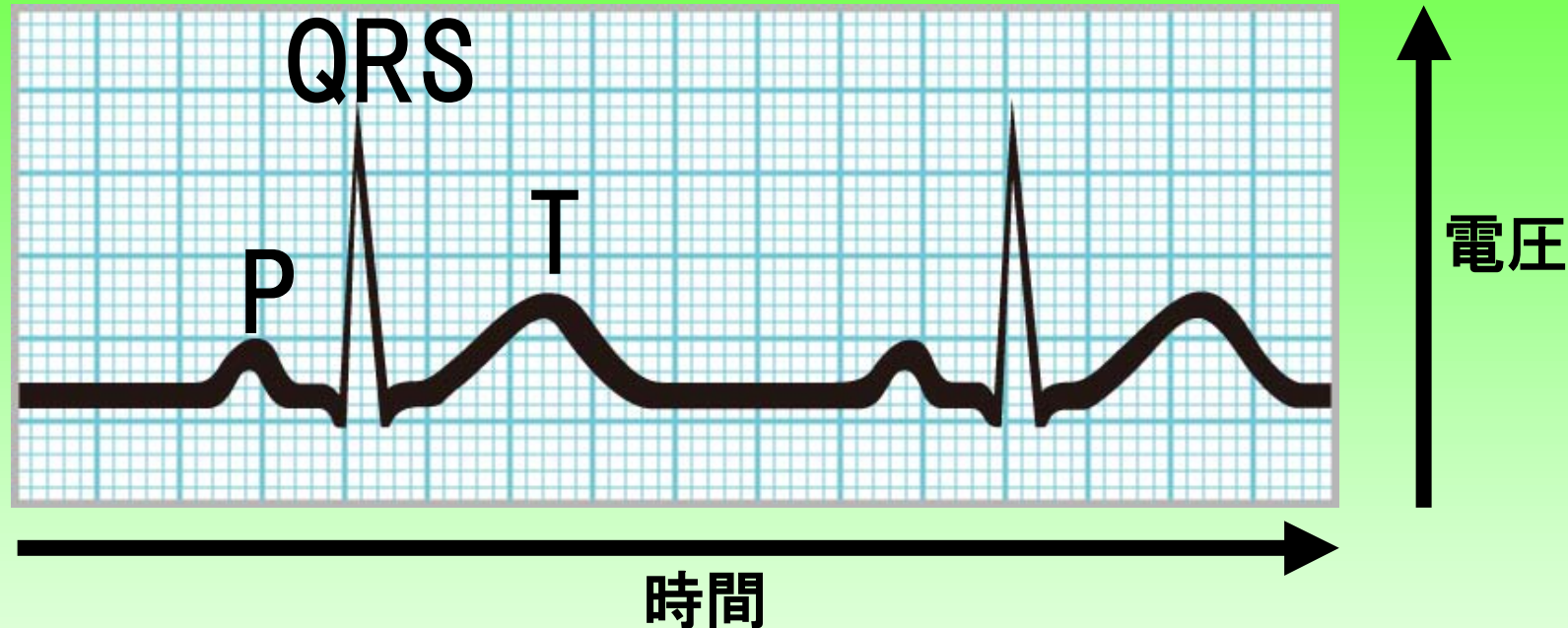
- V1誘導 ● 第4肋間胸骨右縁
- V2誘導 ● 第4肋間胸骨左縁
- V3誘導 ● V2とV4の midpoint
- V4誘導 ● 第5肋間と左鎖骨中線上との交点
- V5誘導 ● V4と同じ高さで左前腋下线との交点
- V6誘導 ● V4と同じ高さで左中腋下线との交点

心電図は電気がきそうで こわい！？



心電図は、機械から電気を流すのではなく、あなたの心臓
が出している電気を機械に取り出す検査です。
機械は、とても精密かつ安全に設計されています。
あなたのからだに電気が流れることは、決してありません。
どうぞ、安心して検査をお受けください。

心電図波形は何を表しているか？



心電図は、時間(横軸)と電圧(縦軸)の成分で表示される波形です。つまり時間の変化によって電圧がどのように変化するかを示したものです。

P波は心房に、QRS波は心室に電氣的刺激が伝わる状態を示し、T波は、心室刺激が退いていく状態を示しています。

心電図波形は、病態によって、時間が延びたり縮んだり、電位(電圧)が高くなったり低くなったりします。これらを解析するのが、心電図検査なのです。

心電図でわかること

✓ 脈拍の異常

頻脈, 徐脈, 伝導異常, 不整脈

✓ 心臓肥大の状況

心房負荷, 心室肥大など

✓ 電解質の異常

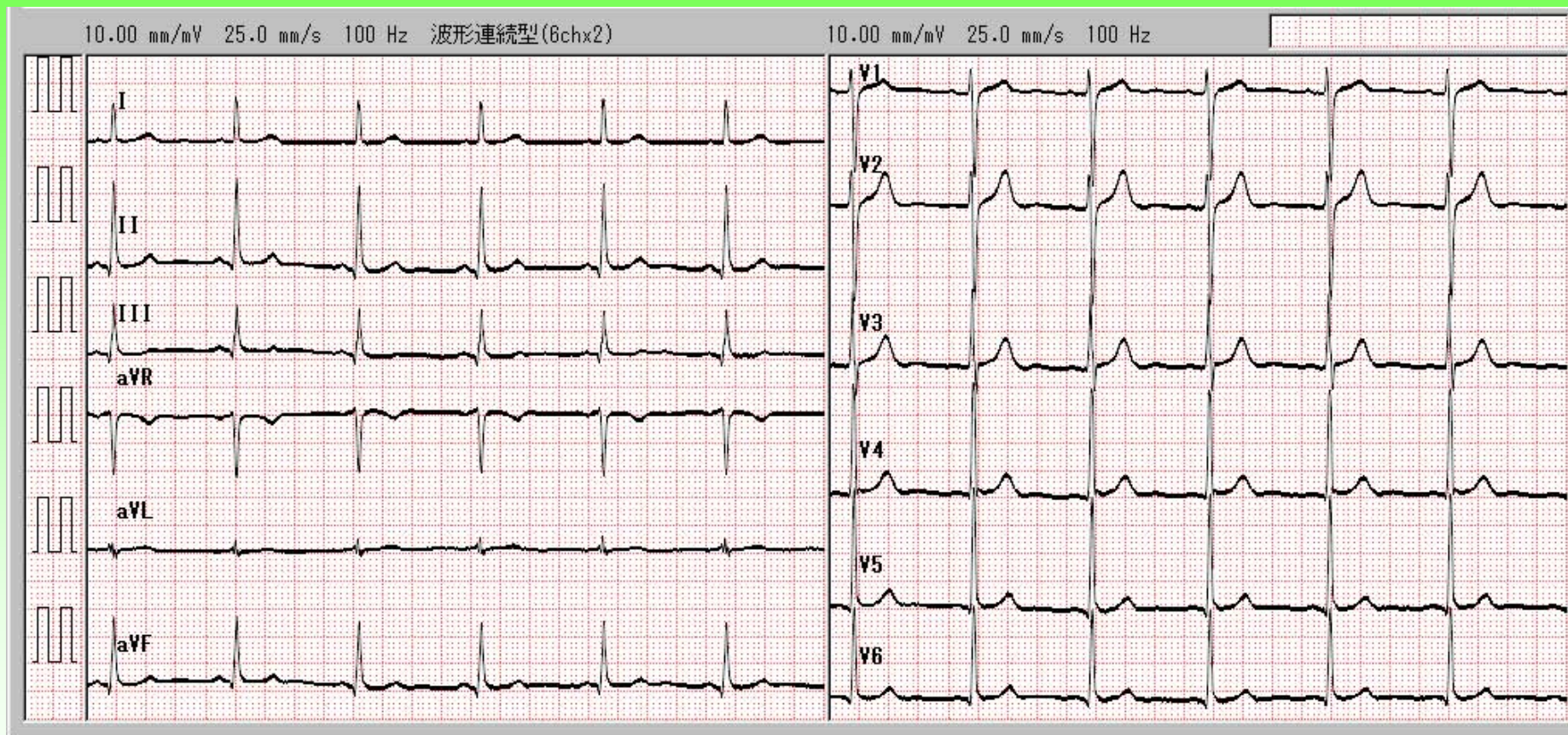
カリウム, カルシウム

✓ 心筋虚血

狭心症, 心筋梗塞



正常心電図波形



心電図は不整脈の診断に威力を発します

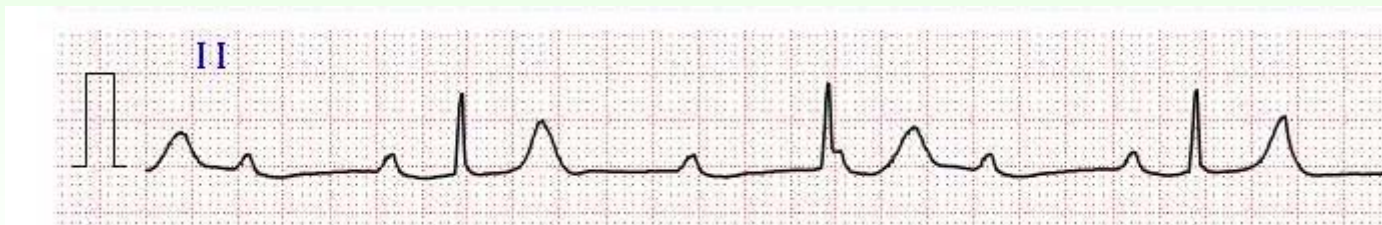
期外収縮



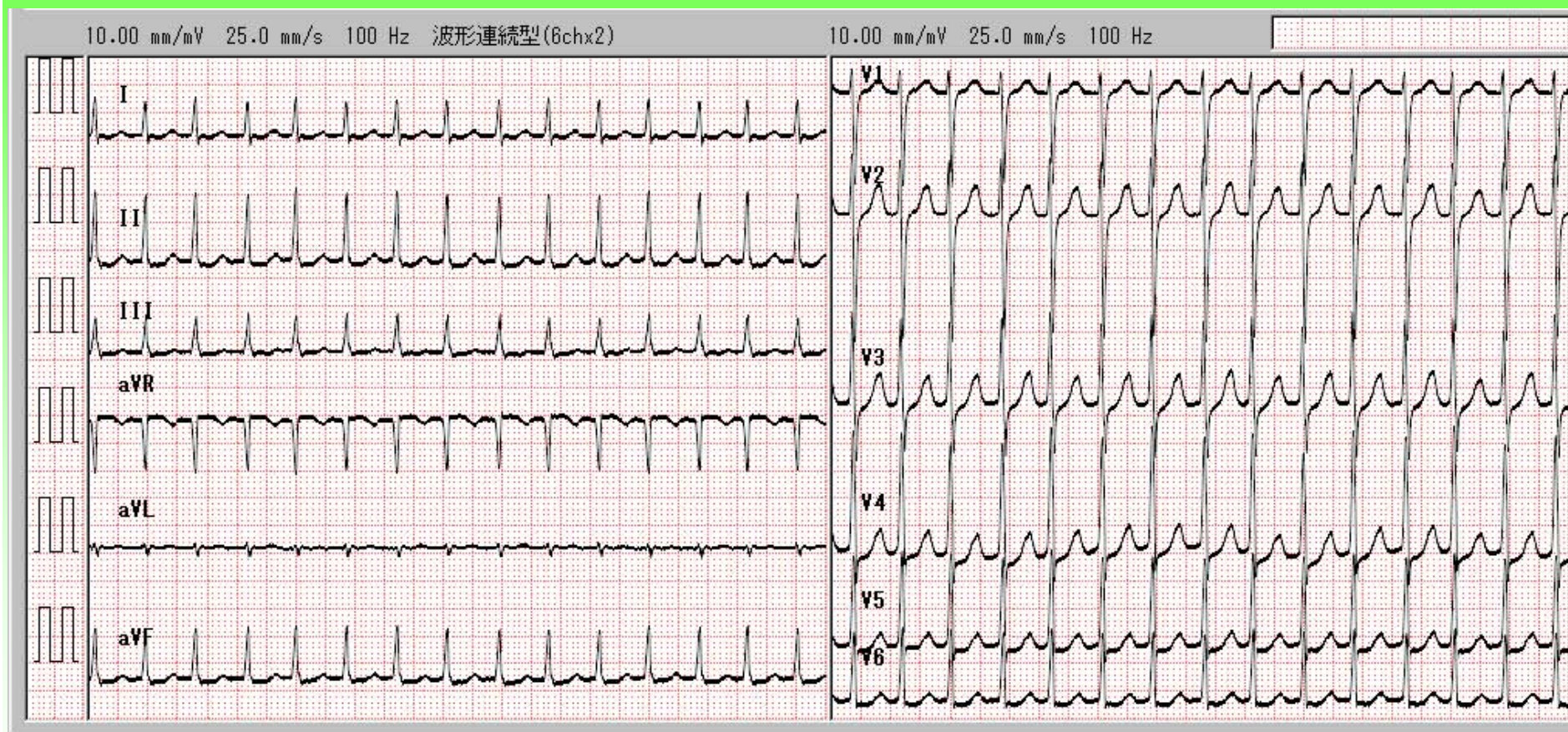
心房細動



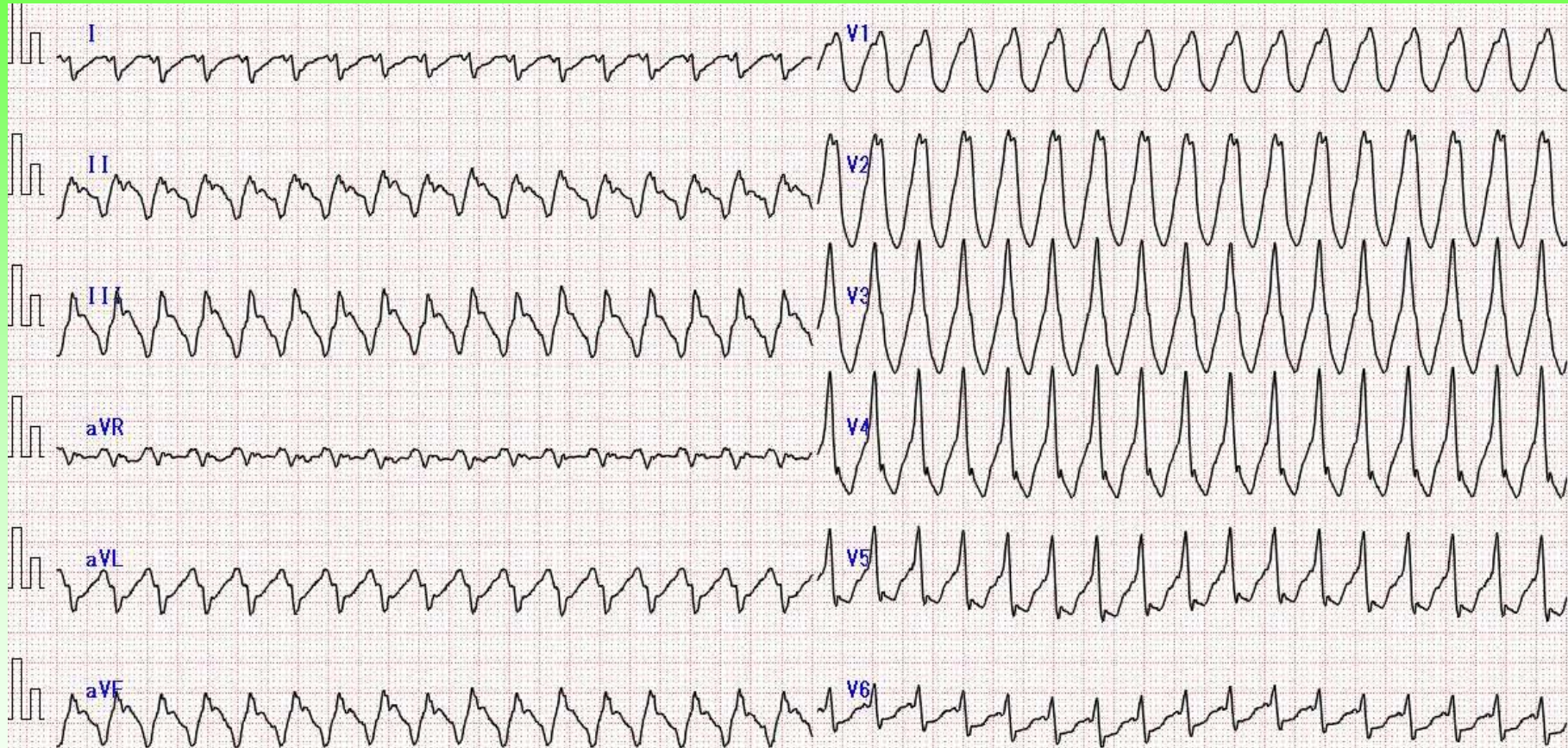
房室ブロック



発作性上室性頻脈

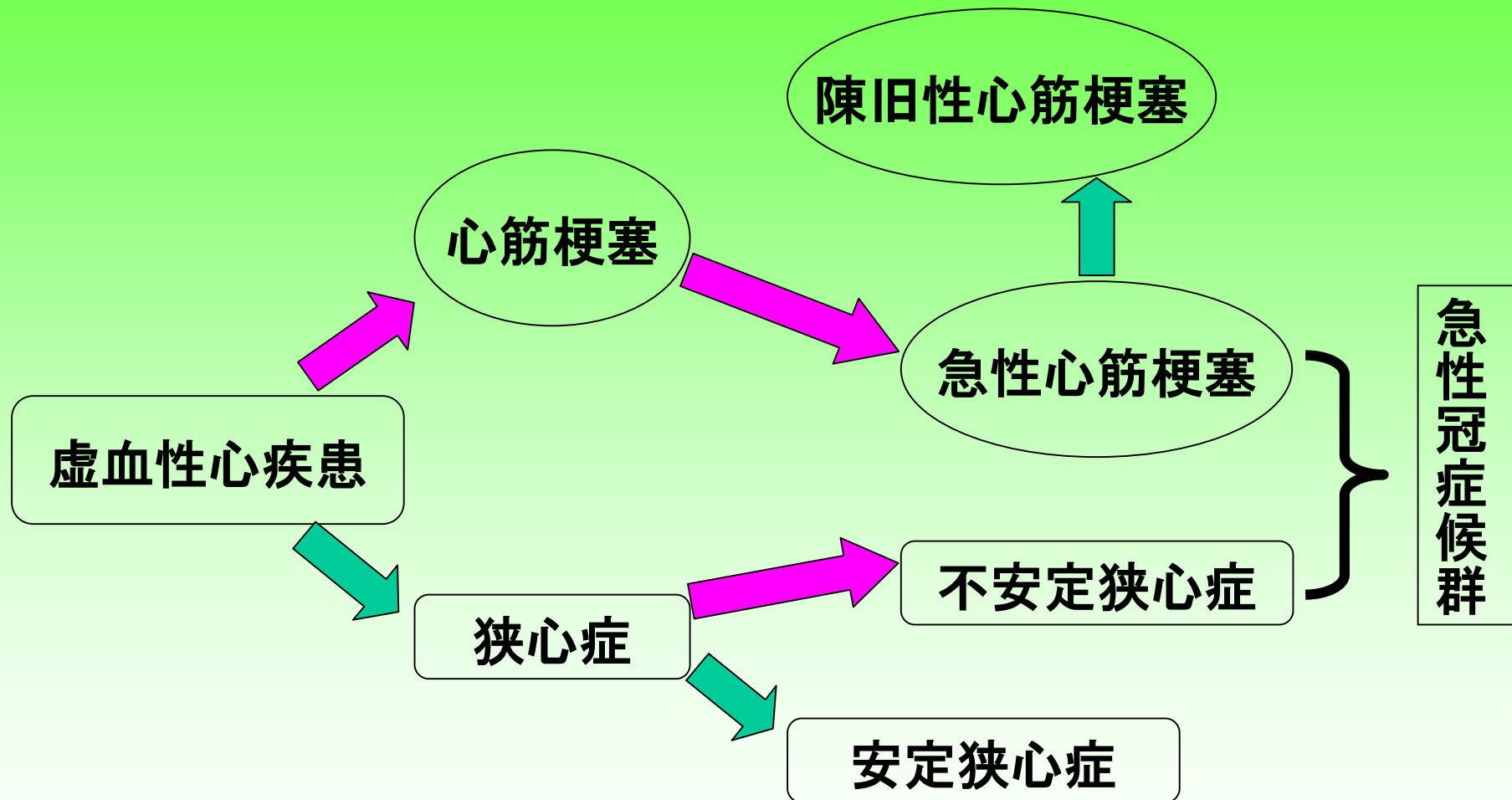


心室頻拍



30秒以上続くと、血行動態は急速に悪化し、心室細動へ移行する可能性のある非常に危険な不整脈のひとつです。

怖い病気1：虚血性心疾患



心電図検査において，異常波形が現れる誘導と，その形状によって判断ができるのです。

胸が痛い！



松村邦洋さん



徳光和夫さん



森本レオさん



大山のぶ代さん



西田敏行さん



三國連太郎さん

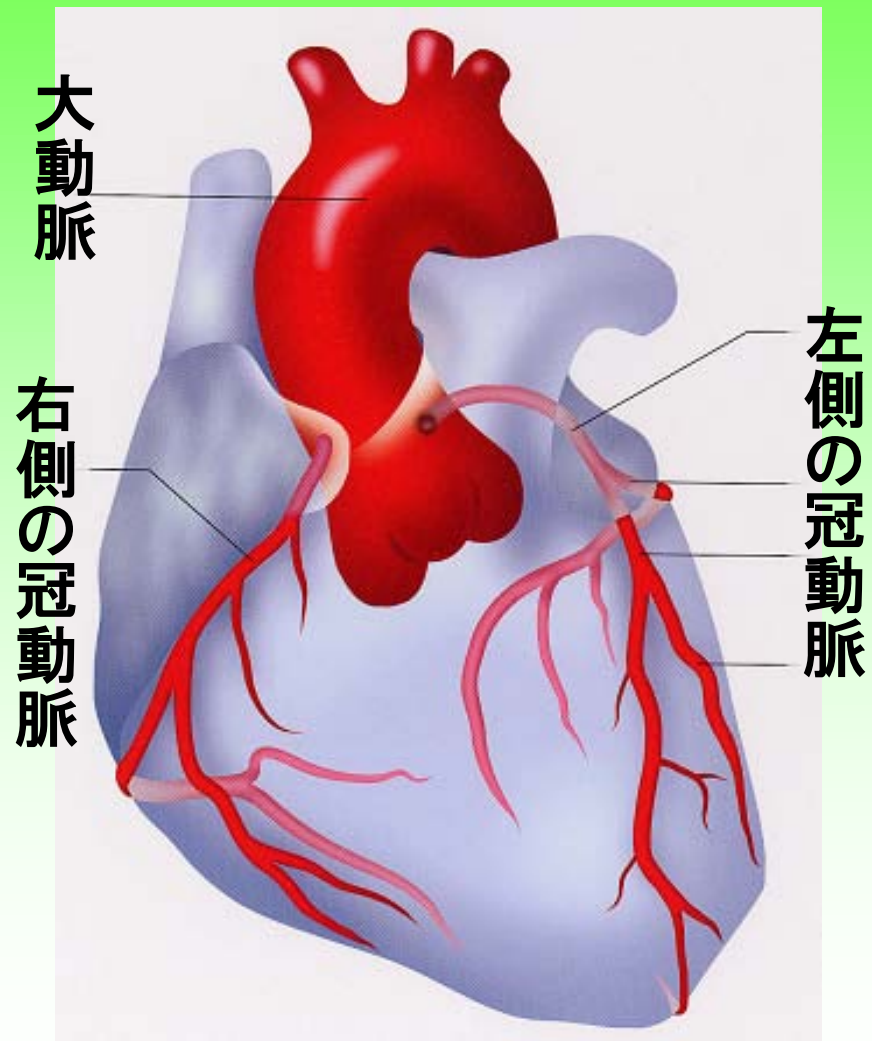
これは、狭心症(きょうしんしょう)かもしれません。
もっと怖い、心筋梗塞(しんきんこうそく)かも！

心臓に酸素を送る動脈

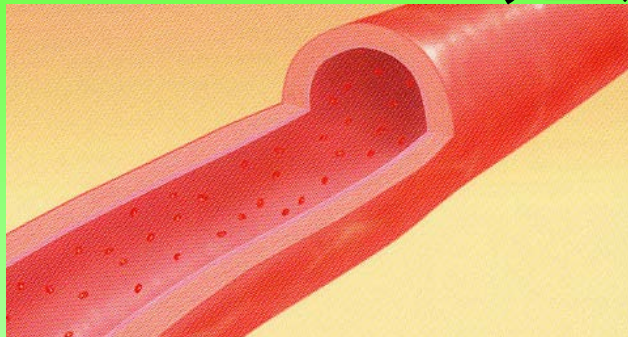
肝臓や腎臓, 脳などの全身の臓器は血液中の酸素をもらって働く臓器です。

心臓も同じです。心臓に酸素を運ぶ血管を**冠動脈**(**かんだうみゃく**)と言います。

この血管が狭くなったり, つまったりすると, 心臓は十分な酸素がもらえなくなつて, 胸が痛くなります。

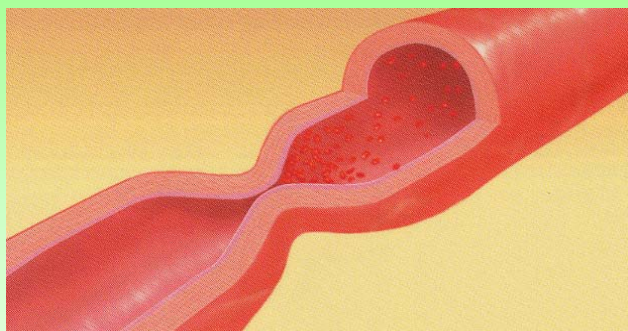


冠動脈が狭くなる



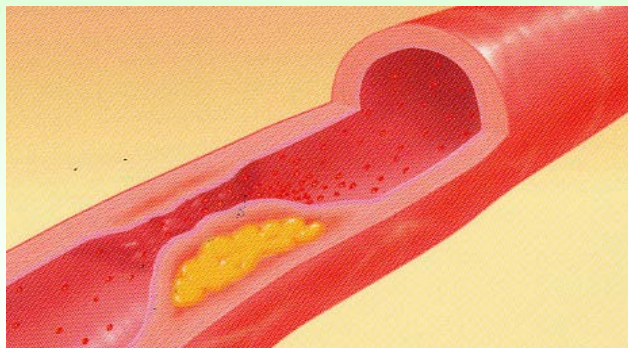
正常な冠動脈

血管の内部はとてもきれいです。



キュッとしまった冠動脈

ストレスなどで突然血管が狭くなることがあります。

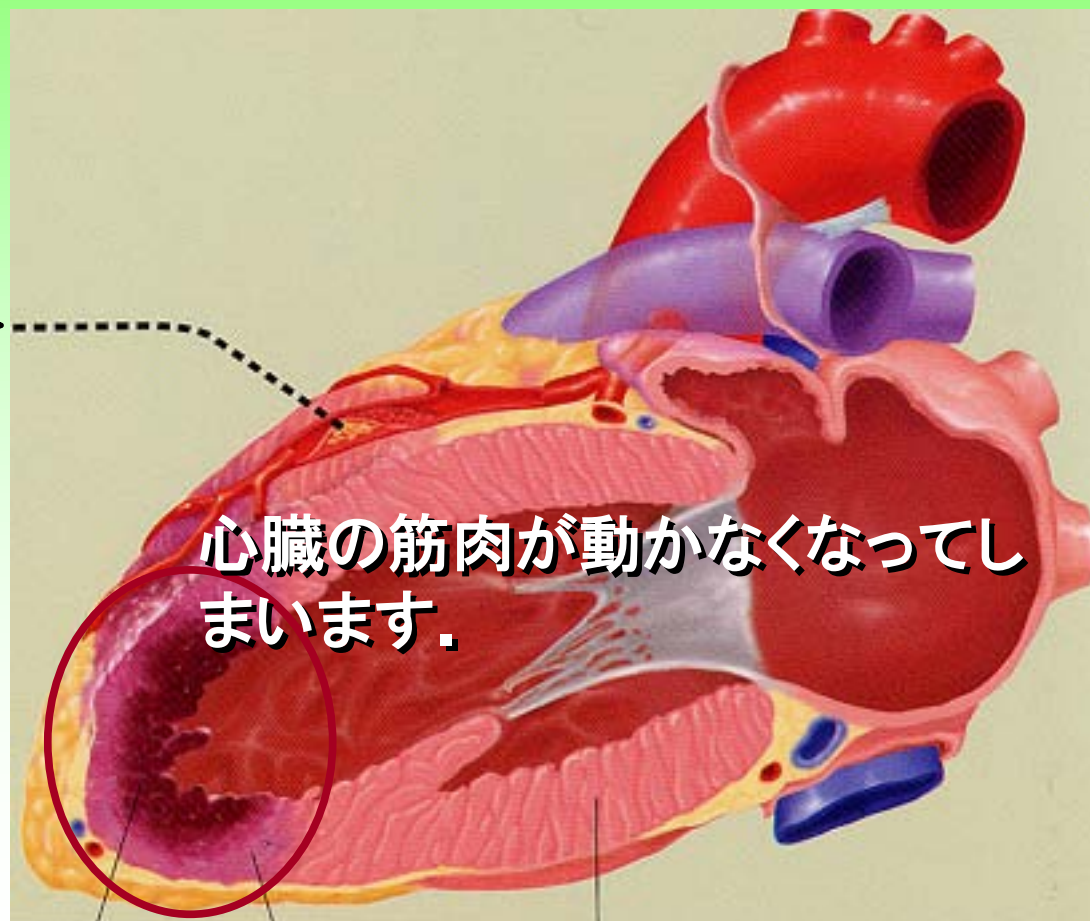
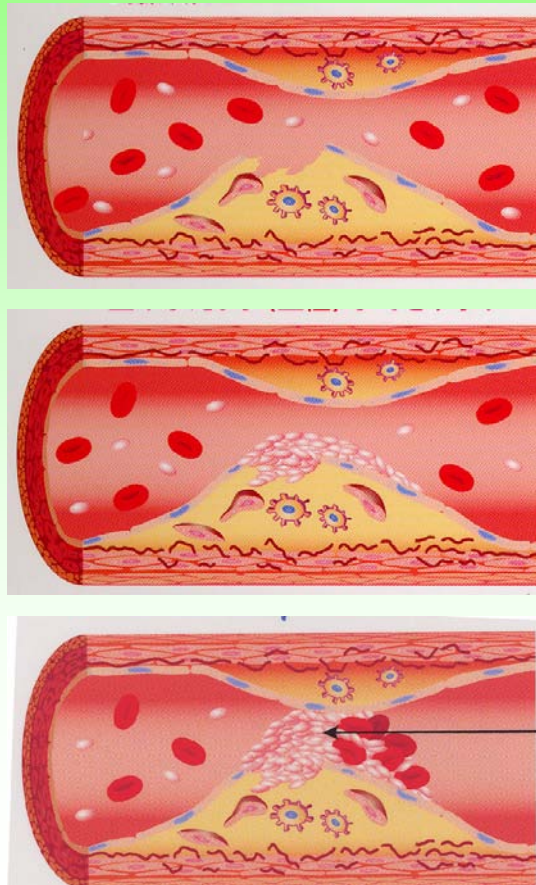


動脈硬化をもった冠動脈

原因はいろいろありますが、血管の中に固まりがあり、その部分の血管内部は狭くなっています。

完全につまってしまう

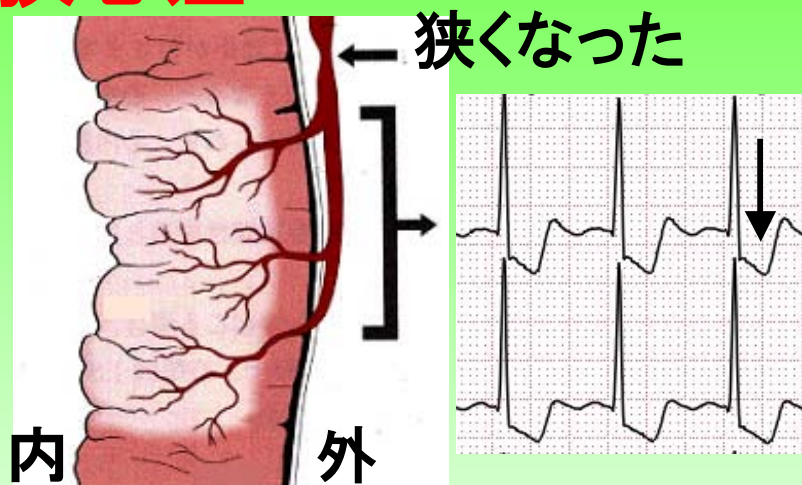
動脈硬化で狭くなった部分に血栓(血のかたまり)が
できると冠動脈は完全に閉塞してしまいます。
これが心筋梗塞です。



心臓の筋肉が動かなくなってしまう。

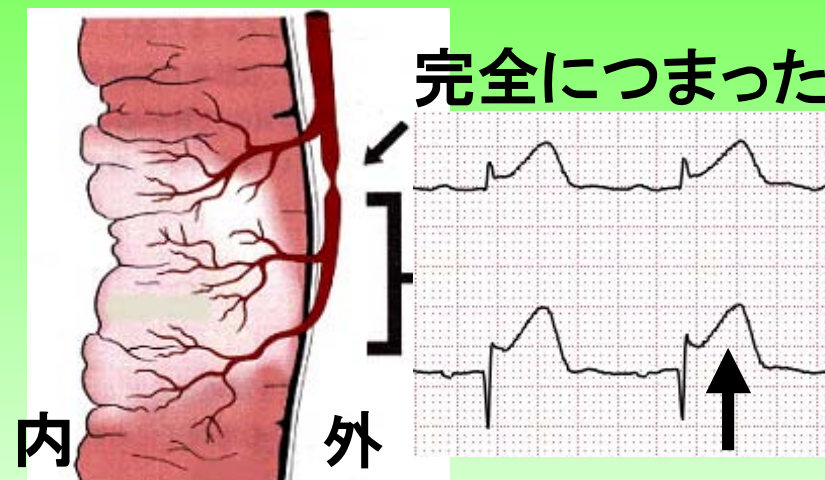
心電図は、波の形が変わります

狭心症



心臓の筋肉の内側だけ酸素が足りない状態です。
波形はそのダメージを受け、下向きとなります。

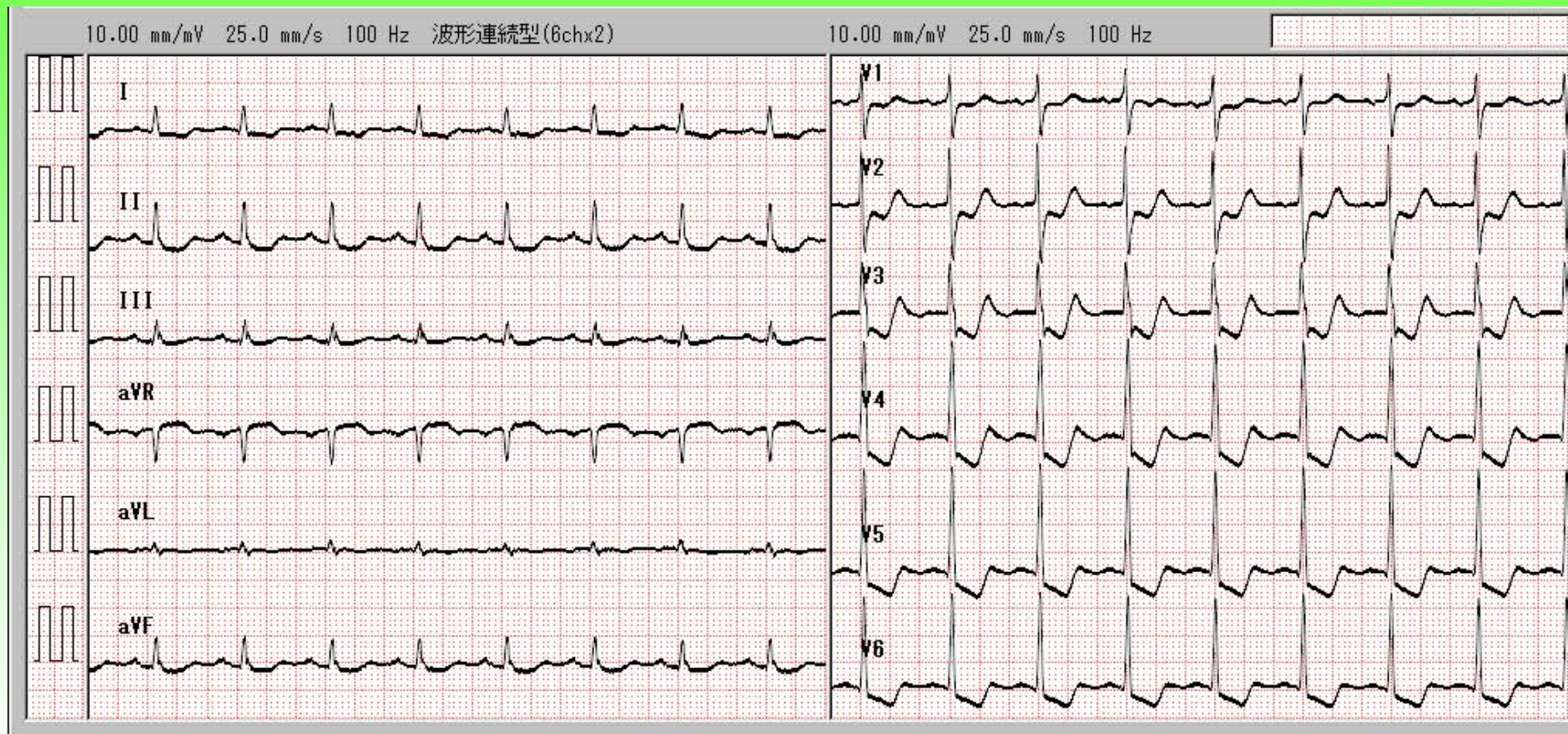
心筋梗塞



心臓の筋肉全体が酸素不足となり、とても強いダメージを受けます。
波形は上向きとなります。

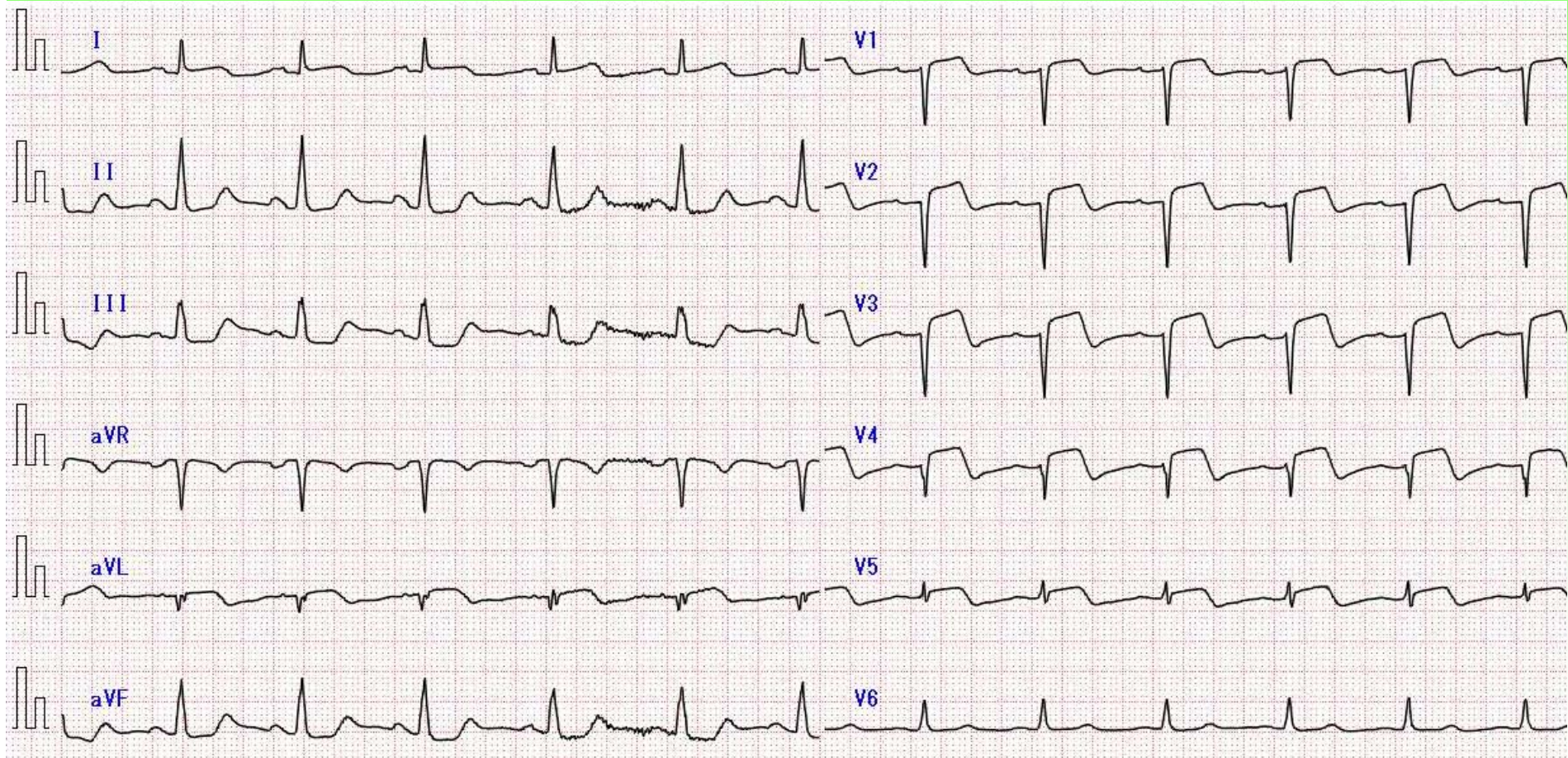


狭心症



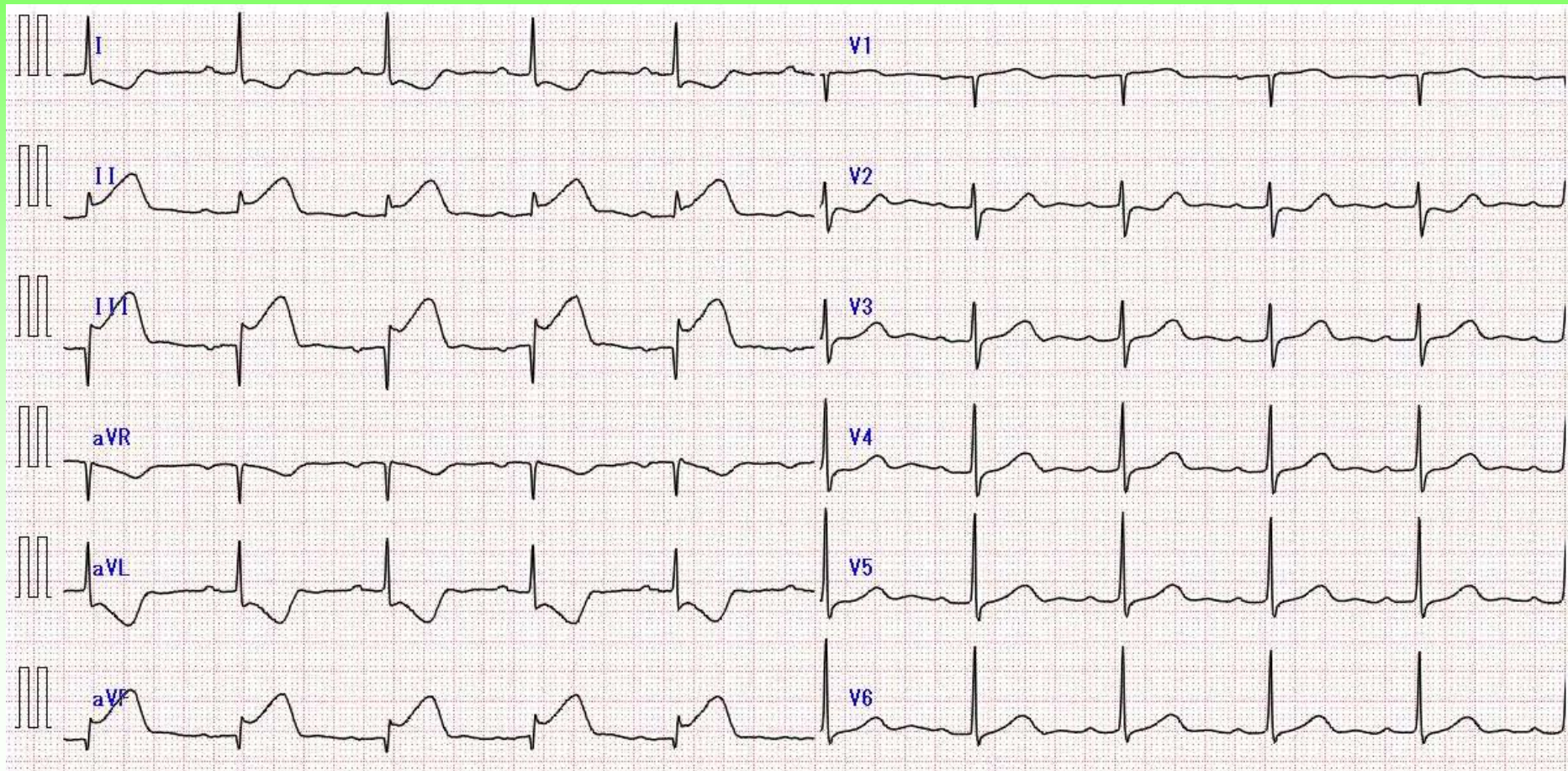
広範囲前壁梗塞

V1からV5まで広範囲にSTが上昇. I, aVLのSTも上昇.
典型的な急性広範囲前壁心筋梗塞の波形です.



下壁梗塞

Ⅱ, Ⅲ, aVFのSTが上昇. 典型的な急性下壁心筋梗塞の波形です.



心筋梗塞の部位診断

	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
前壁中隔							○	○	○	○		
側壁	○				○						○	○
広範囲前壁	○				○		○	○	○	○	○	○
高位側壁	○				○						▲	▲
下壁		○	○			○						
後壁側壁		○	○			○					○	○
後壁							●	●				

○:異常Q波が出現する誘導

●:R波の増高

▲:高位肋間記録時に見られる誘導

心筋梗塞：心電図波形の推移

梗塞前

極早期

発症直後～
数時間

急性期

数時間～
24時間以内

亜急性期

2日～数日 1週間

数ヶ月～



ST上昇
T波増高
R波減高

さらにST上昇
R波減高

異常Q波
出現

冠性T波出現
ST上昇の
改善

冠性T波完成
STはほぼ基線
に戻る

異常Q波
のみ残存

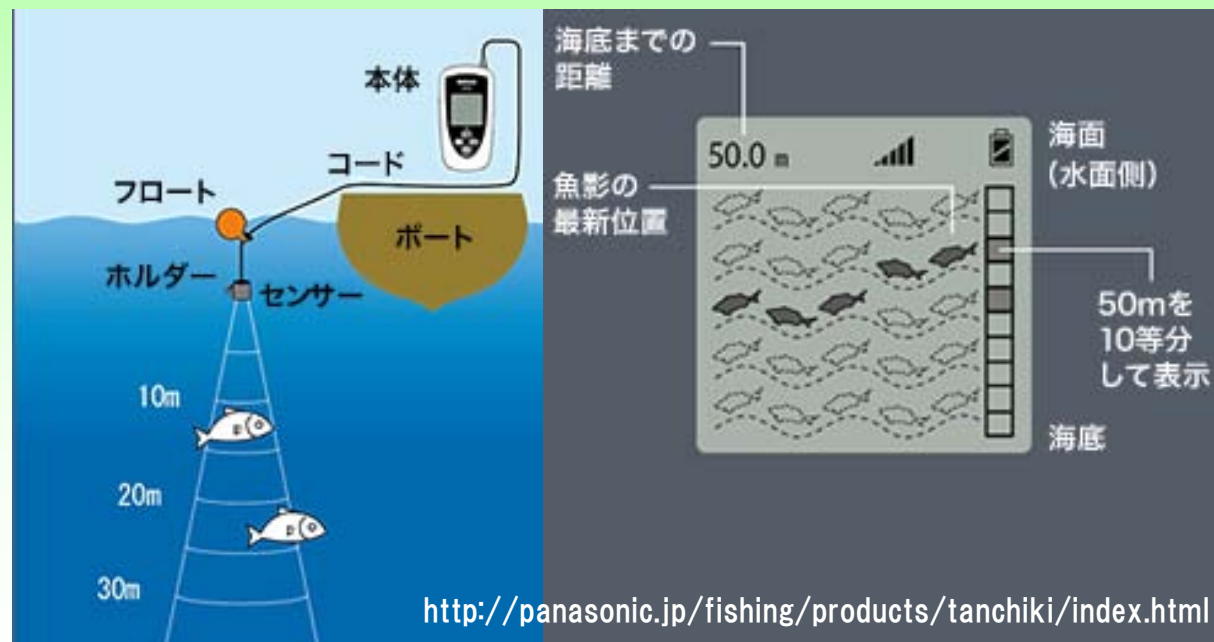
A: R波が大きい誘導(V4-V5など)の推移

B: R波が小さい誘導(V1-V2など)の推移

超音波検査

人間の耳には聞こえないくらいの高い周波数(20,000Hz以上)の音を超音波と呼びます。

超音波検査の仕組みは、魚群探知器と同じようなものです。超音波を海中に向かって発射し、魚にあたってはね返ってきた超音波を受信することによって魚がどれくらいの深さにいるか知ることができます。



心臓超音波検査

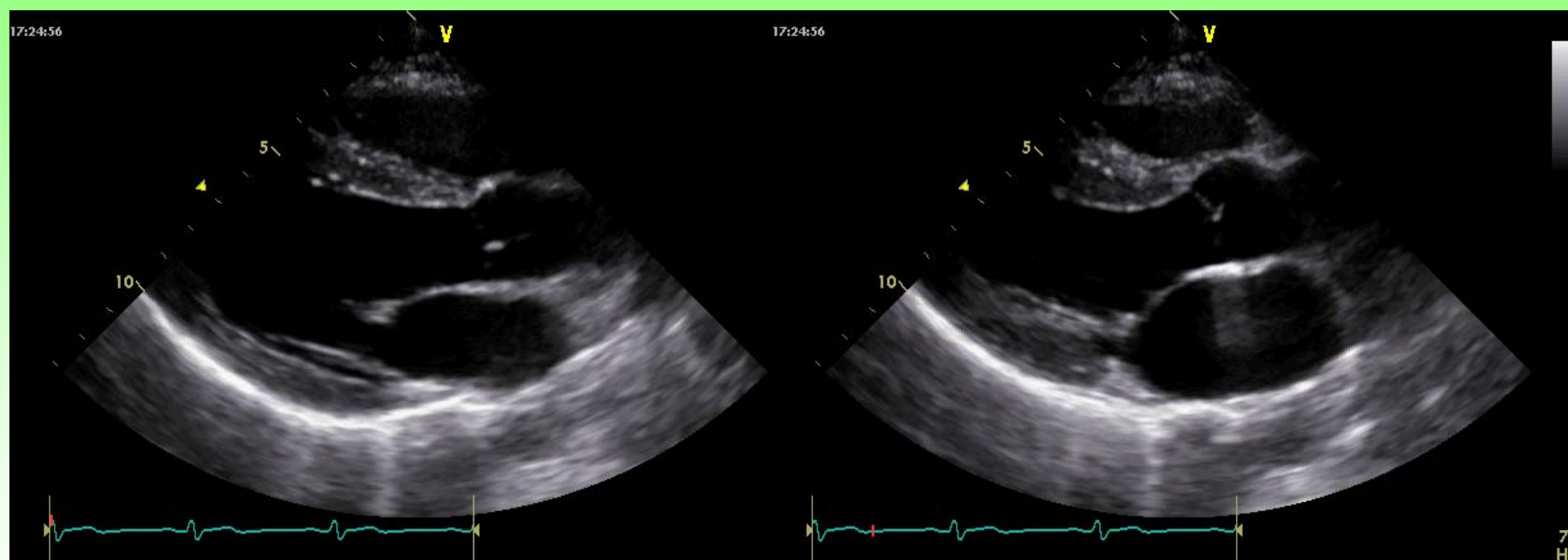
心臓でも同じように、胸の上にあてた小型の装置から超音波を出し、心臓の筋肉や弁にあたってはね返ってきた超音波を小型の装置で受信することで心臓の中の様子を知ることができるのです。



心臓超音波検査は絶えず働いている心臓の動きをみる検査です。超音波は人体に無害で、痛みを伴うこともありません。どうぞ、安心して検査をお受けください。

心臓の動きがわかります

健常な心臓は元気よく動きます。



Ischemic Cascade 虚血の滝

安静時



Perfusion mismatch(血流障害)

Impaired relaxation(拡張障害)

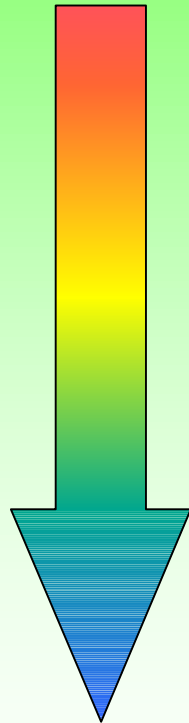
Abnormal LV wall motion(壁運動異常)

Increase of LVEDP(左室拡張末期圧上昇)

ST changes(心電図, STの変化)

Angina pectoris(胸痛)

虚血発作時



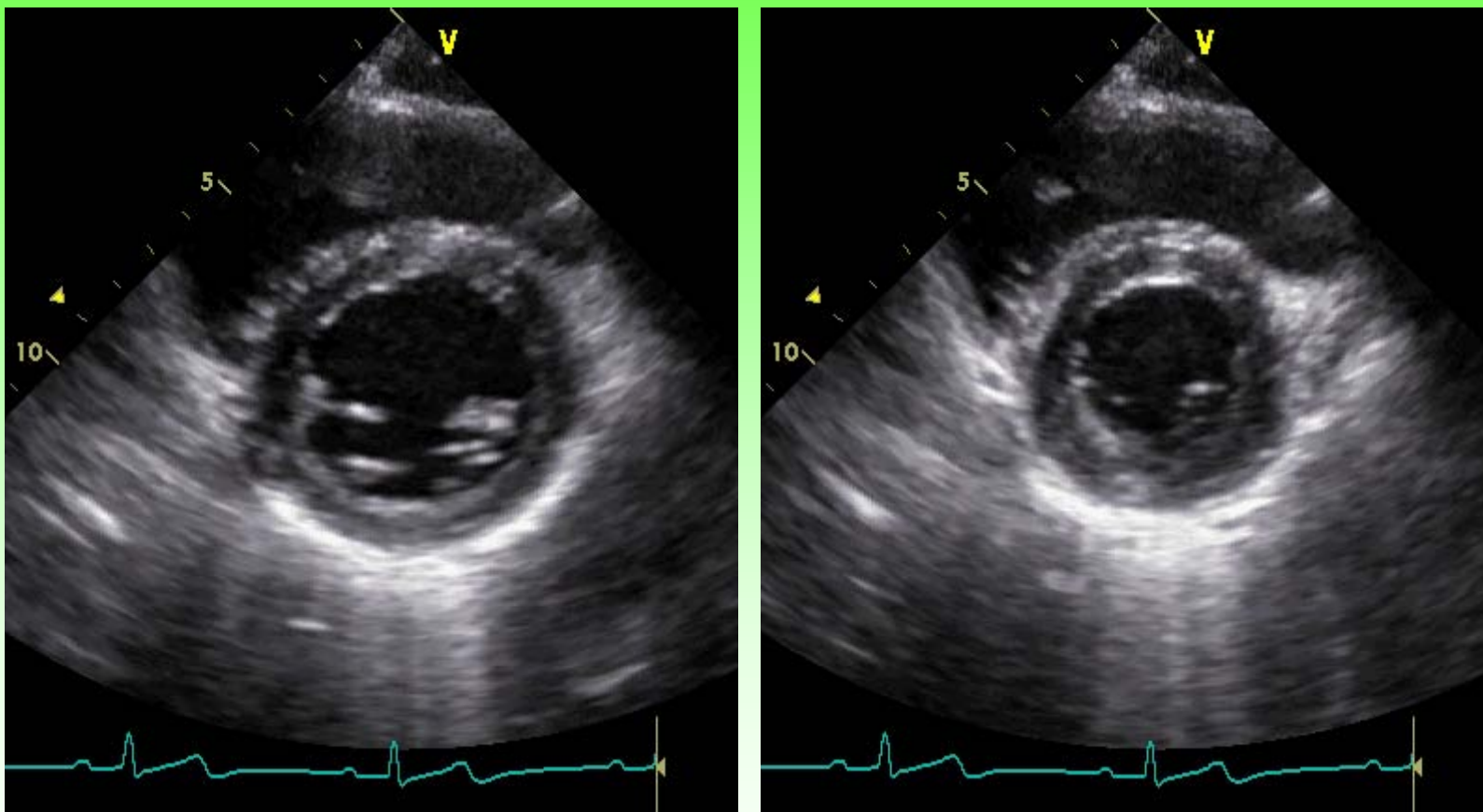
虚血性心疾患 心エコーでわかること

- 虚血・viabilityの有無・範囲の評価
- 心機能の評価・心不全の有無
- 虚血による合併症の評価

壁運動異常の評価

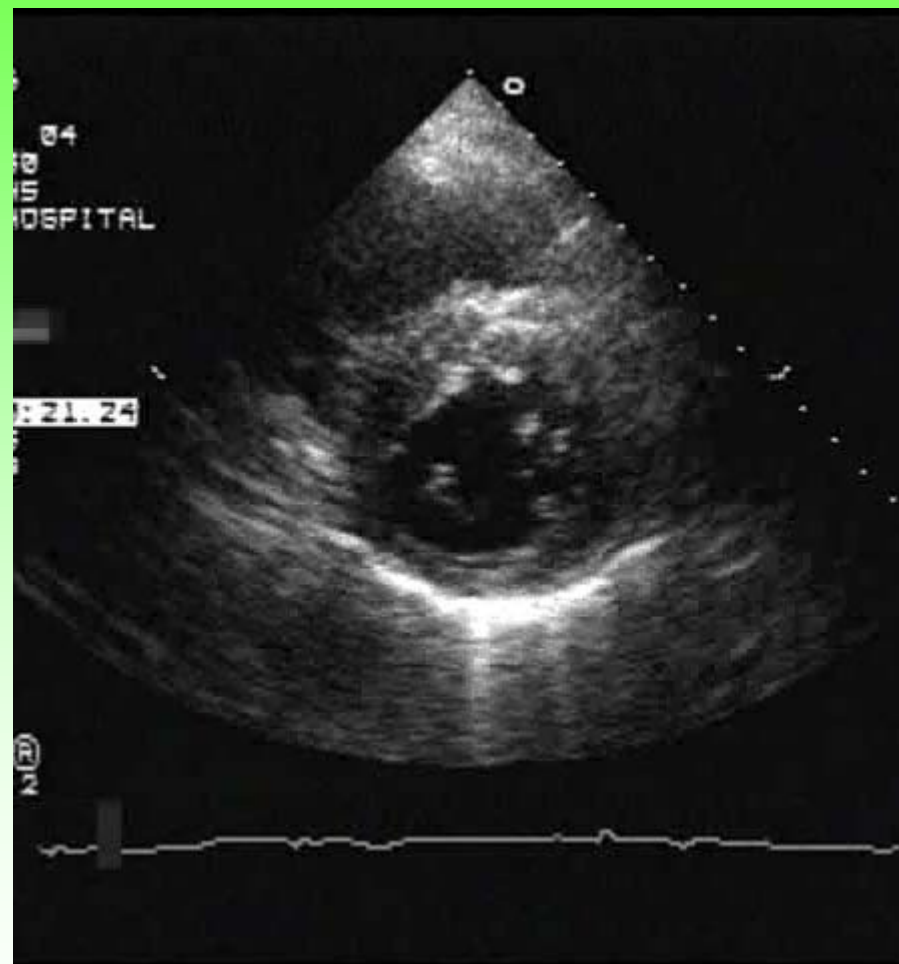
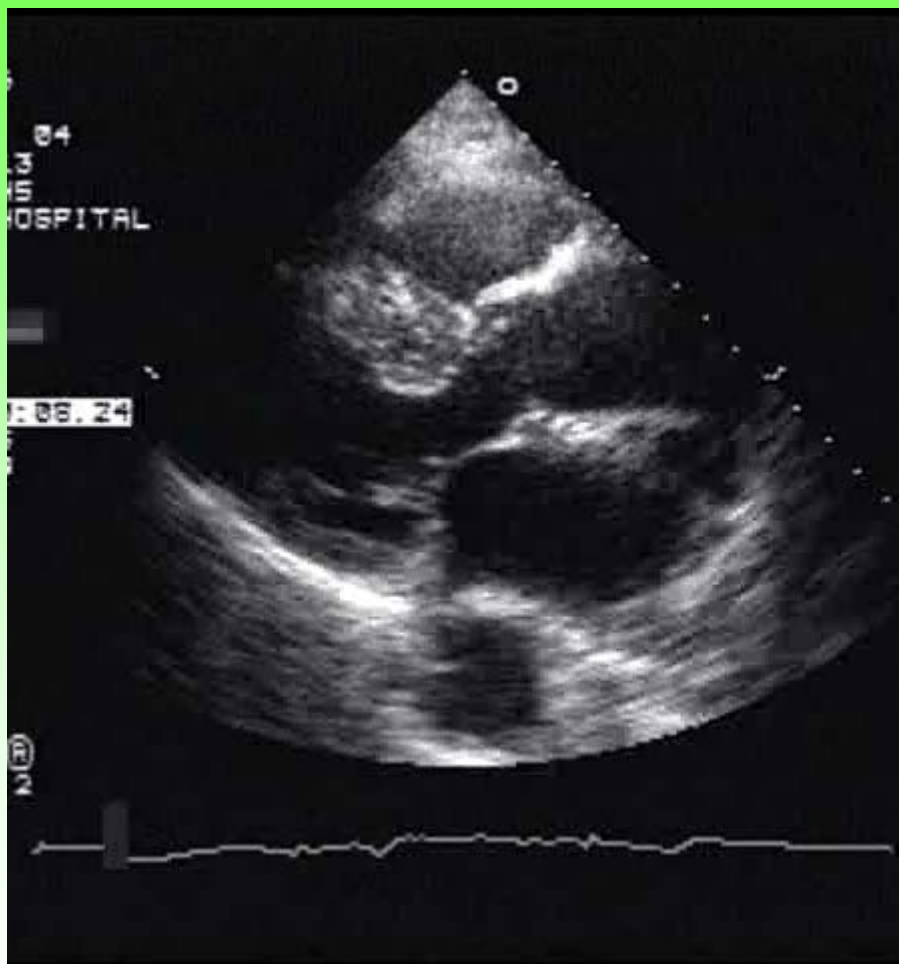
- Normokinesis
内膜面の運動およびthickeningが正常
- Hypokinesis
収縮期の心内膜内方運動が正常に比較して低下し、
thickeningも減少している
- Akinesis
収縮期の心内膜内方運動が欠如し、thickeningがまっ
たくみられない
- dyskinesis
収縮期に心内膜が外方へ運動、thickeningもみられない
- Tardokinesis
運動振幅は正常であるが壁運動のピークが遅れ、収縮
後期から拡張期へとずれ込む

腱索レベル短軸断面(健常例)

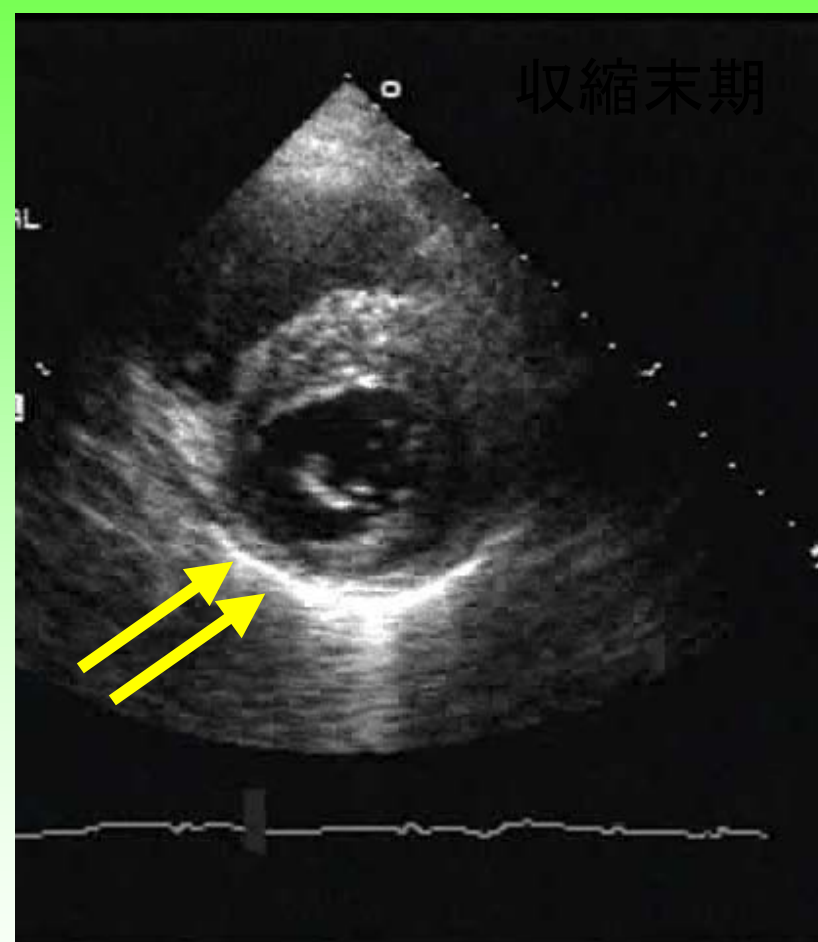
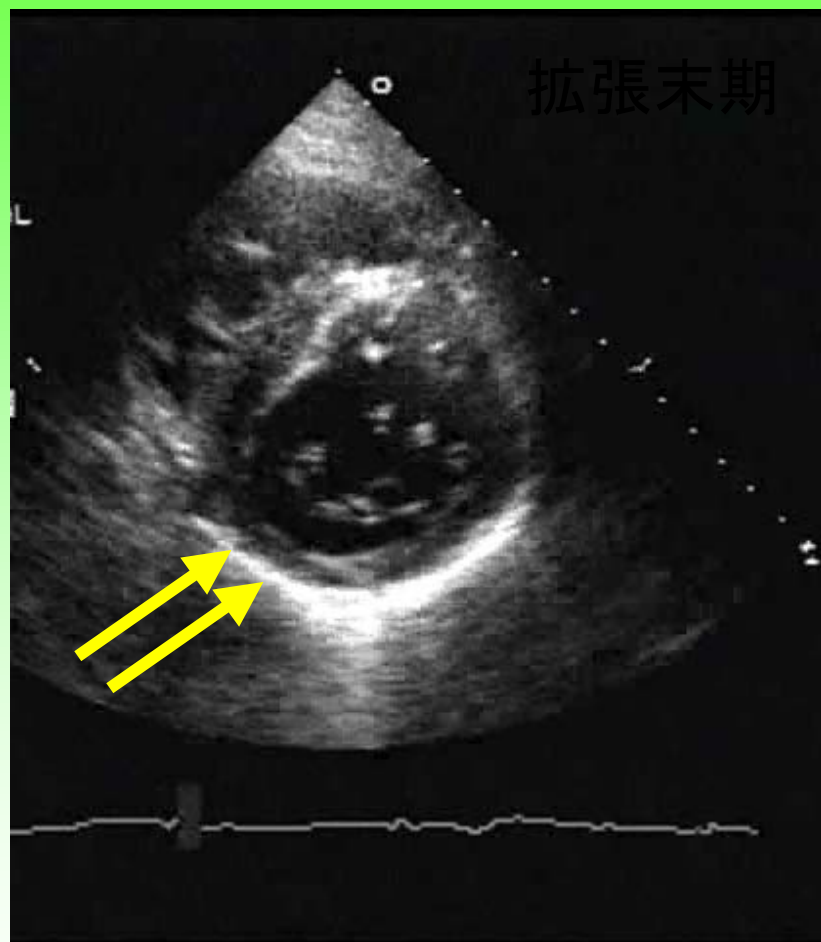


心内膜は均等に収縮し，壁厚も均等に増加します。

下壁領域の虚血

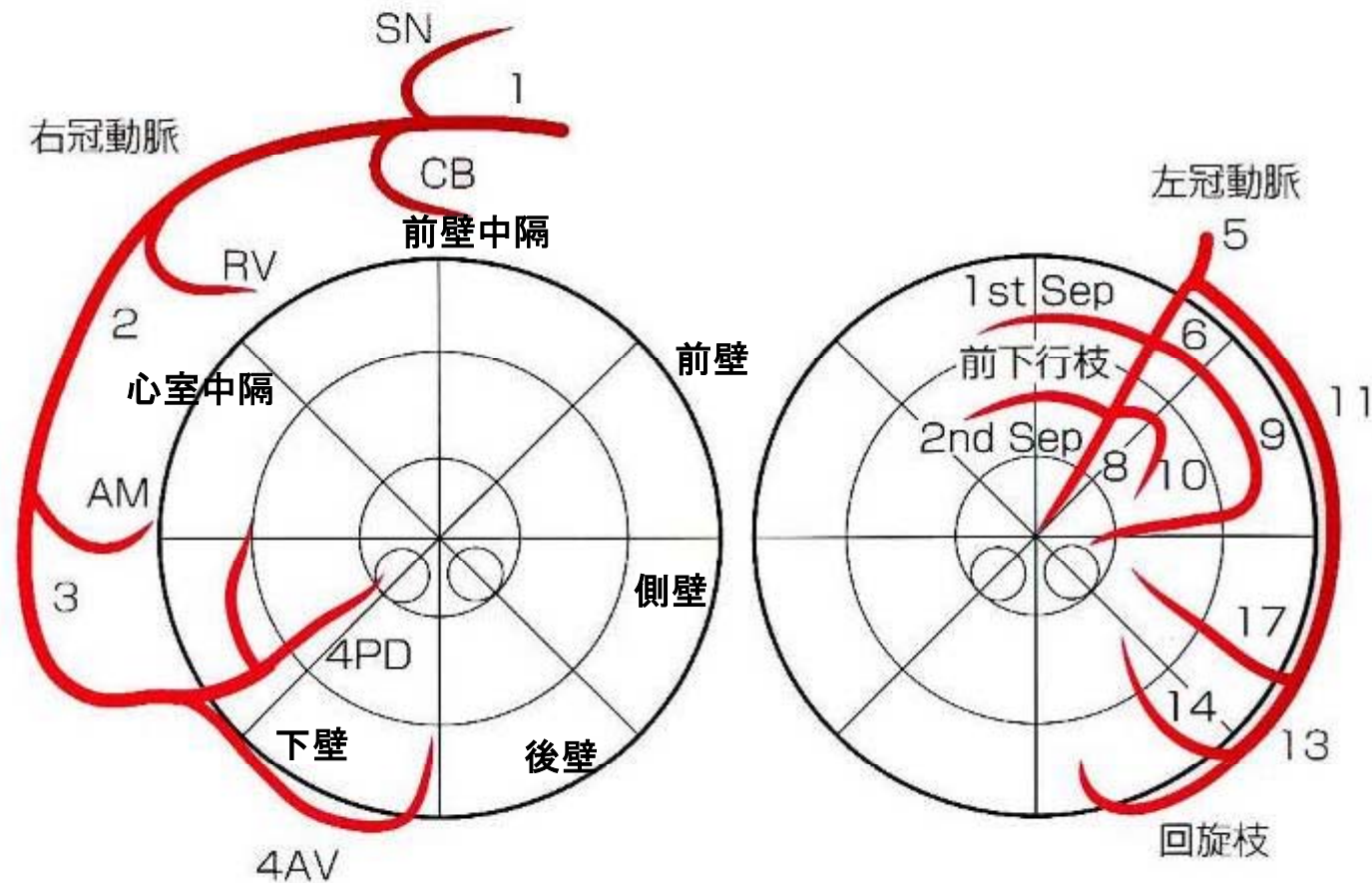


観察ポイント



下壁領域で、収縮期の心内膜内方運動が欠如し、
systolic thickeningがまったくみられない

左室短軸と冠動脈走行の関係



岩倉 克臣 : Medical Technology 2004 vol.32 NO.13 1405-1411から引用

急性の胸痛をきたす主な疾患

1. 心疾患

急性心筋梗塞, 狭心症, 心膜炎

2. 脈管系疾患

急性大動脈解離, 肺塞栓, 胸部大動脈瘤, 肺高血圧

3. 呼吸器疾患

気管支炎, 肺炎, 胸膜炎, 気胸, 膿胸, 縦隔炎

4. 消化器疾患

逆流性食道炎, 食道痙攣, アカラシア, 胃十二指腸潰瘍
Mallory-Weiss症候群, 胆石症, 胆嚢炎, 膵炎

5. 整形外科疾患

肋骨骨折, 脊椎腫瘍, 肋軟骨炎, 脊椎圧迫骨折, 頸椎ヘルニア
脊椎炎, 肋間筋痙攣

6. 胸壁疾患

乳腺炎, 帯状疱疹, Tietze症候群

7. 心因性

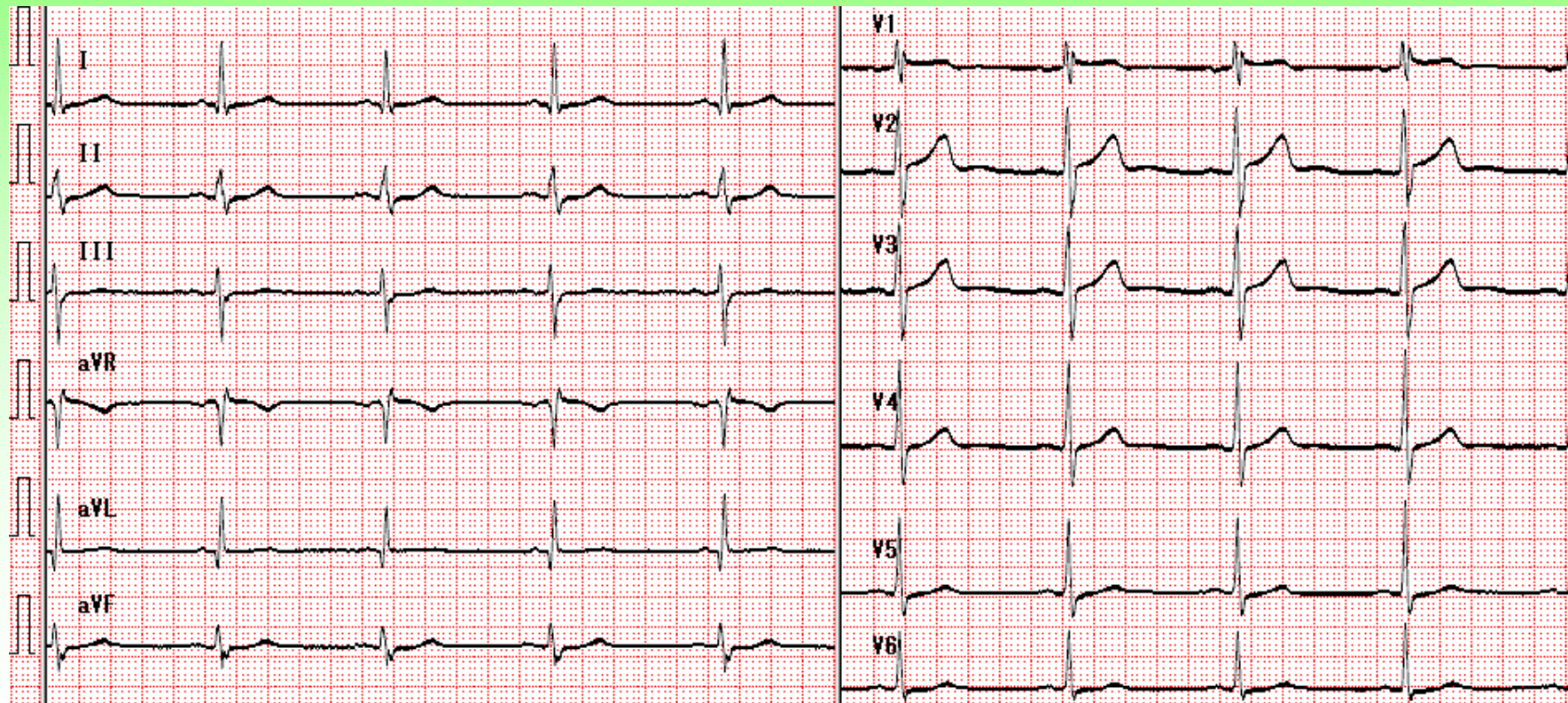
パニック障害(心臓神経症), 過換気症候群

JSLM 2005/2006 ガイドラインより引用改変

症例:66歳男性

主訴:胸痛

【現病歴】1週間前から毎日続く数分程度の胸部圧迫感が出現し、徐々に増悪するため受診

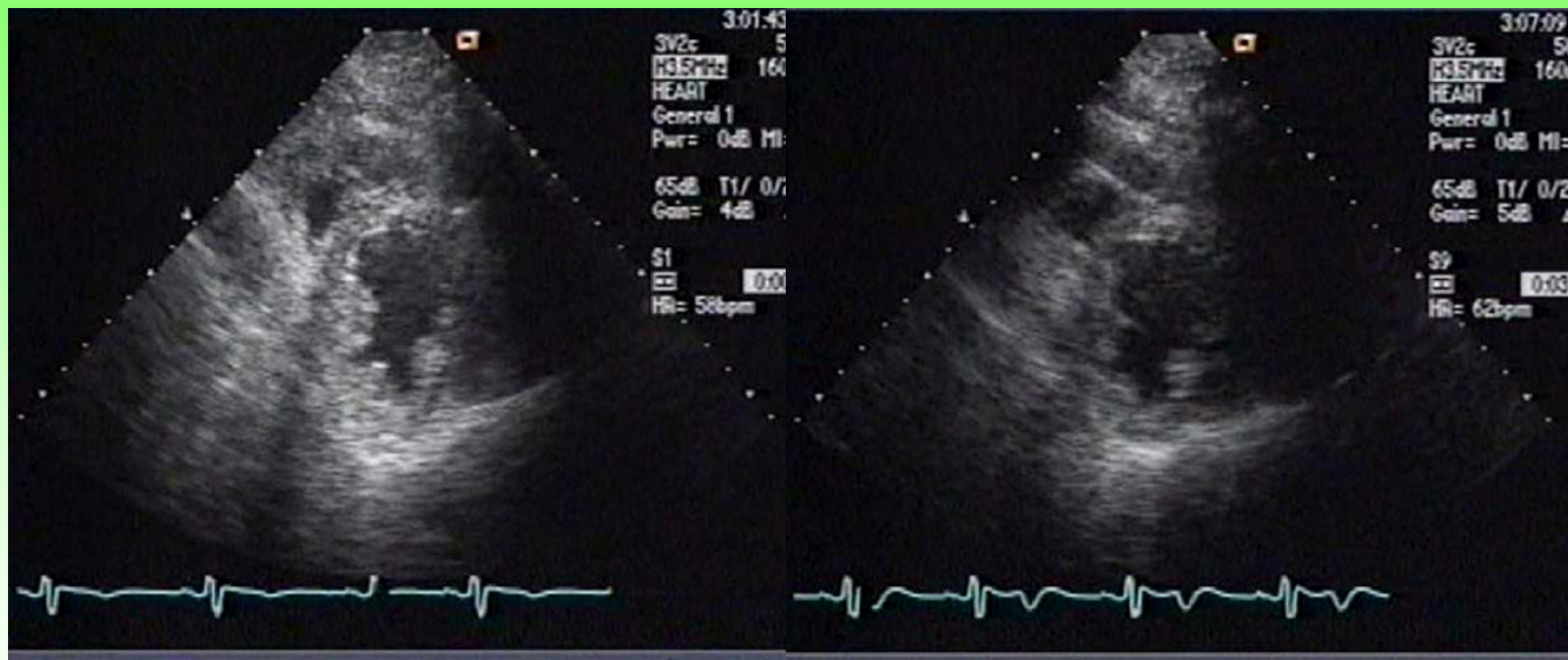


外来での経胸壁心エコー

検査開始時



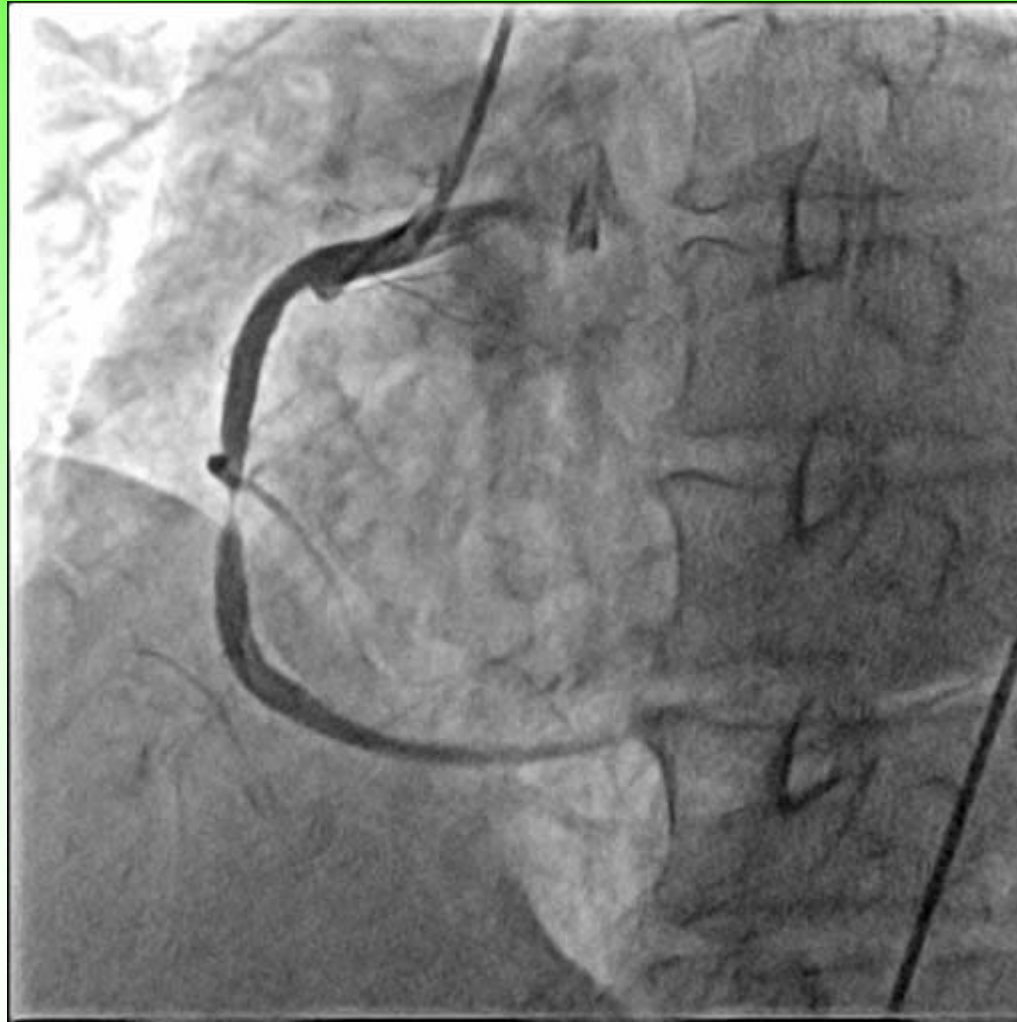
検査中に胸部症状出現



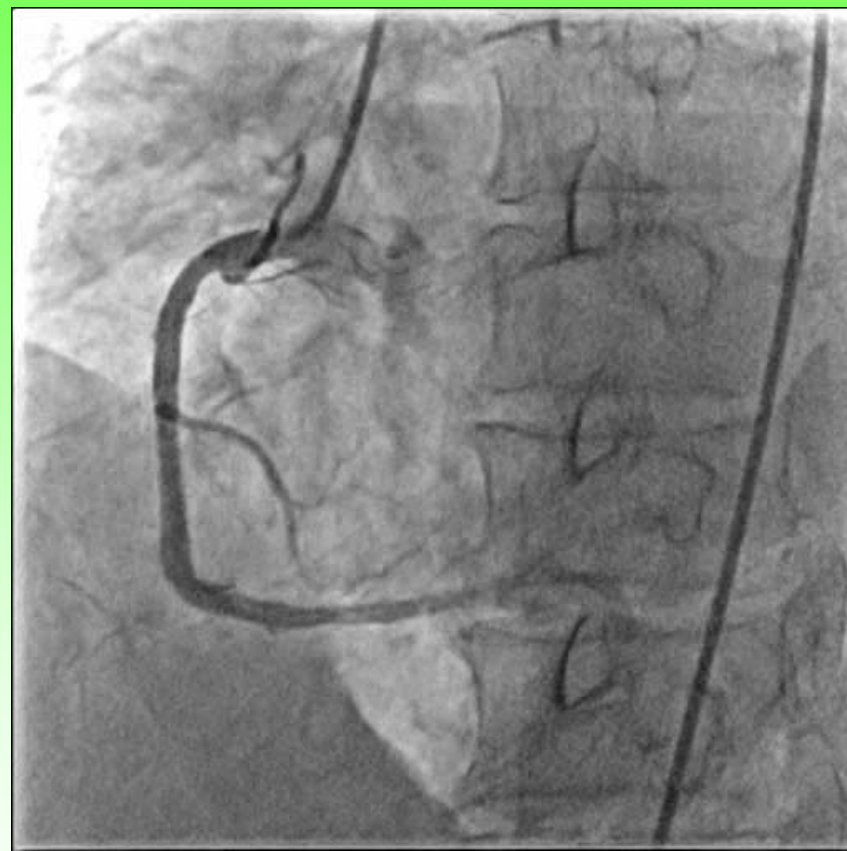
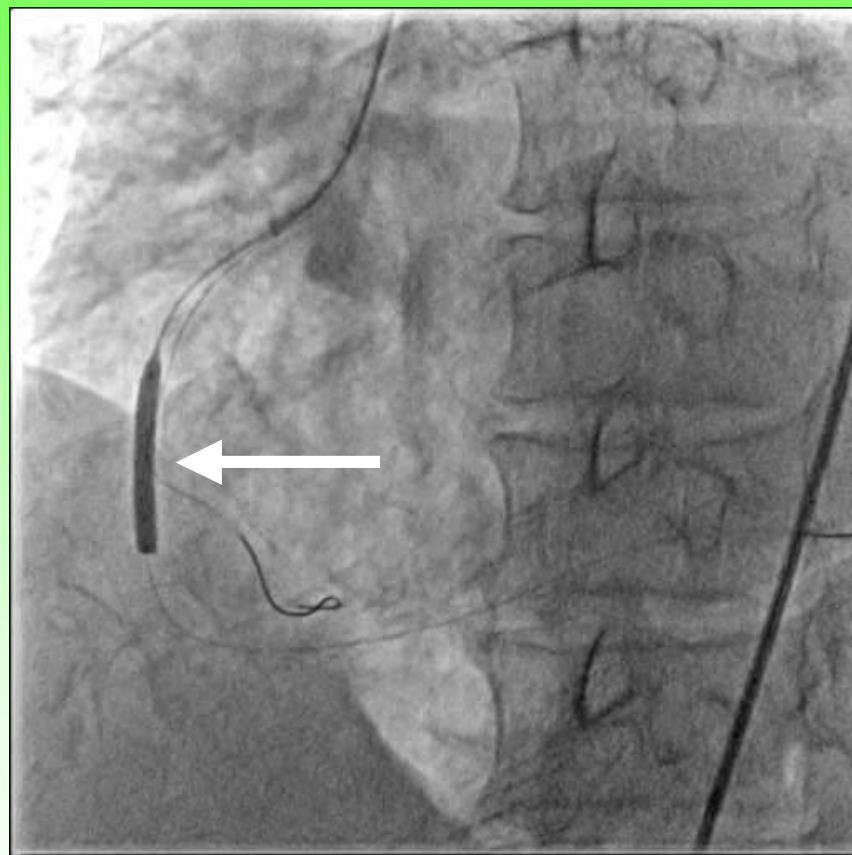
胸部症状出現時には、円形の左室を時計に例えてみると、6時から8時部分の動きの変化(運動低下)がみられます。



冠動脈造影



緊急カテーテル治療

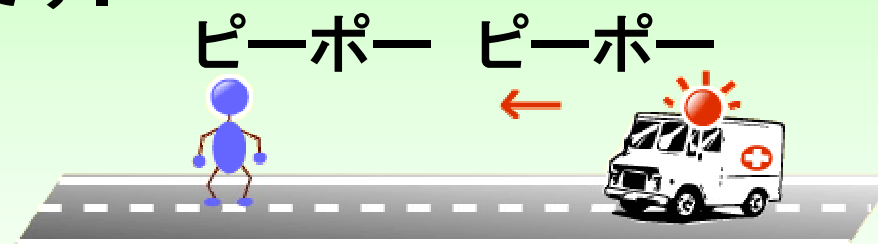


狭窄した部位を風船で広げ、
ステントを挿入

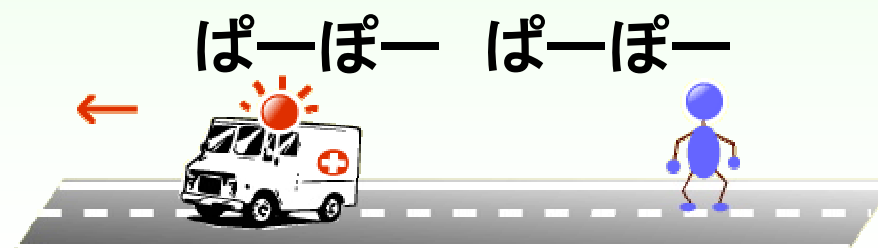
ドプラ効果

ドプラー効果とは、波（音波や電磁波など）の発生源と観測者との相対的な速度によって、波の周波数が異なって観測される現象のことです。発生源が近づく場合には波の振動が詰められて周波数が高くなり、逆に遠ざかる場合は振動が伸ばされて低くなります。

例えば、救急車などが通り過ぎる際、近づくときにはサイレンの音が高く聞こえ、遠ざかる時には低く聞こえるのはこの現象によるものです。

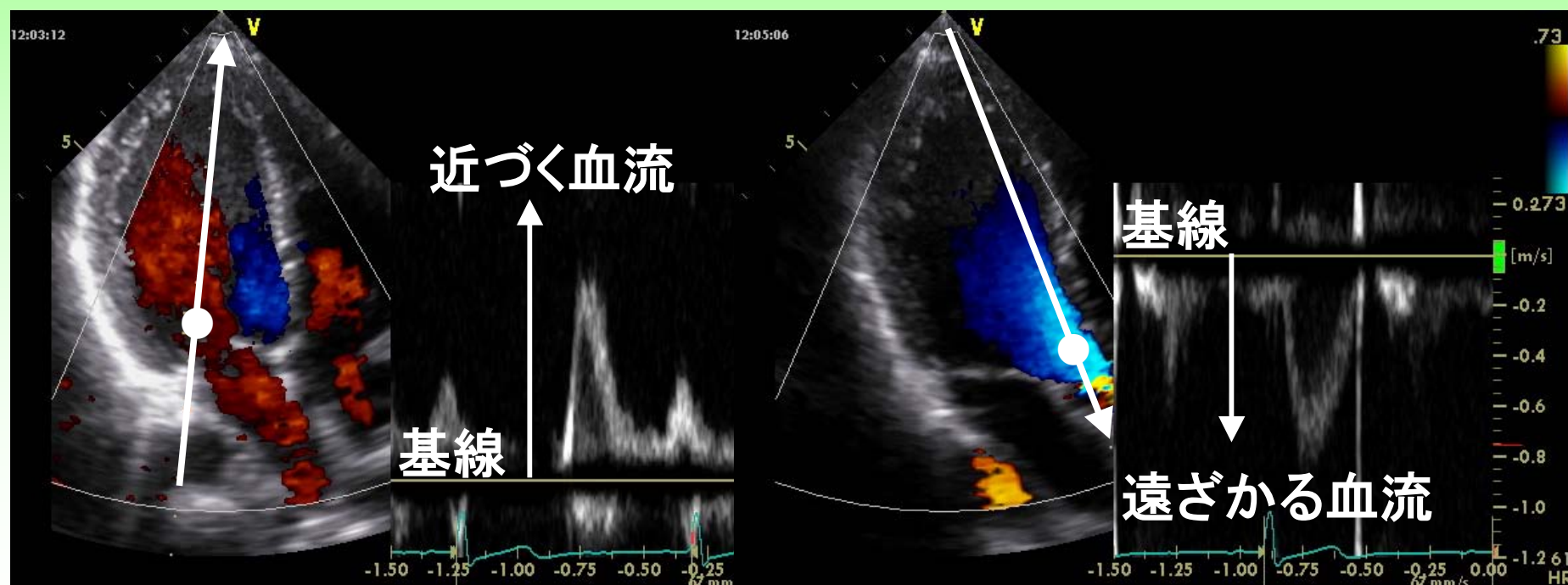


<http://hooktail.sub.jp/index.html>

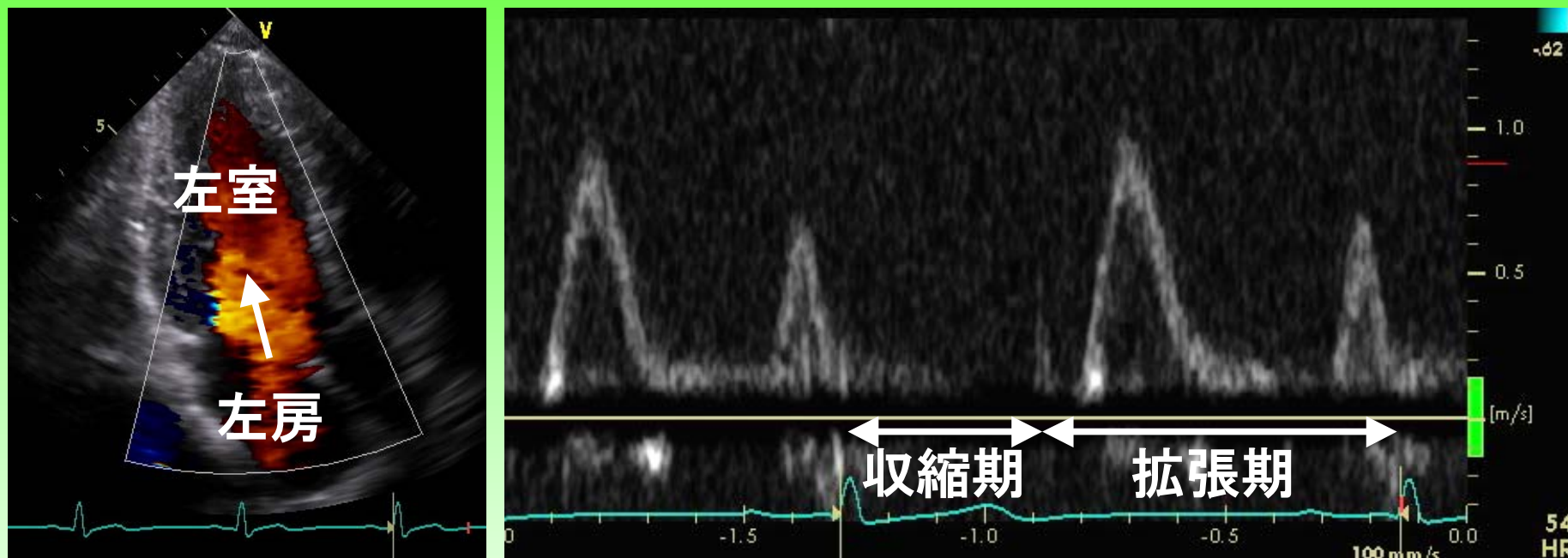


超音波ドプラー法

体内の血管や心臓内で動く赤血球に超音波をあてると、ドプラ効果を用いて赤血球がどちらの方向に、どれくらいの速度で動いているかを測定することができます。超音波ドプラ法は、プローブ（超音波の発信源）に赤血球が近づいているのか、遠ざかっているのかを判定して画像化して血液の流れる方向と速度を評価する方法です。最近では心臓の壁の運動速度も測定できるようになりました。

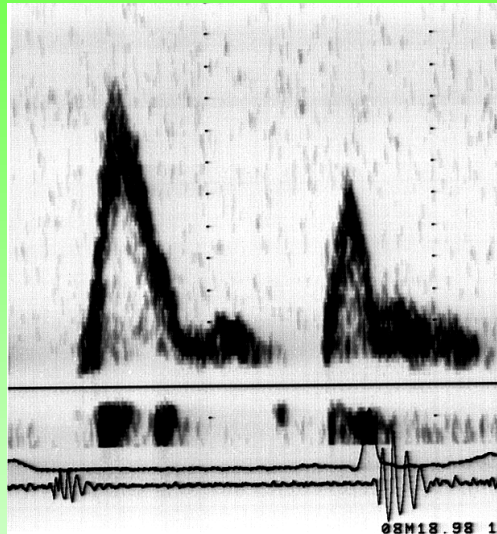


左房から左室への血流波形

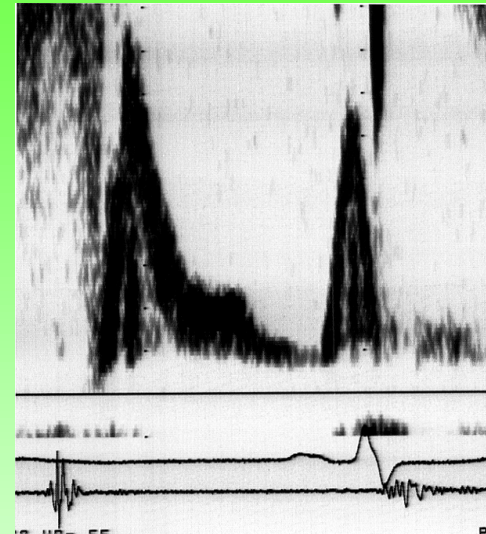


- 収縮期とは、左室から大動脈→全身へと血液を送り出す時相です。
- 拡張期とは、次の収縮に備えて左房から左室に血液が流入し、左室が充満する時相です。
- 正常の若い心臓では、拡張期に入った瞬間に勢いよく左房から左室に血液が流入します。

同じようにみえても、実は違う



健常若年者

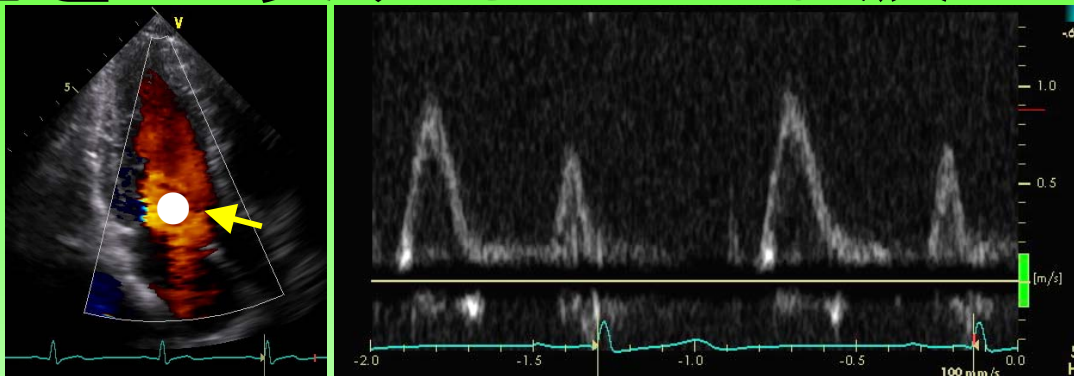


心不全患者

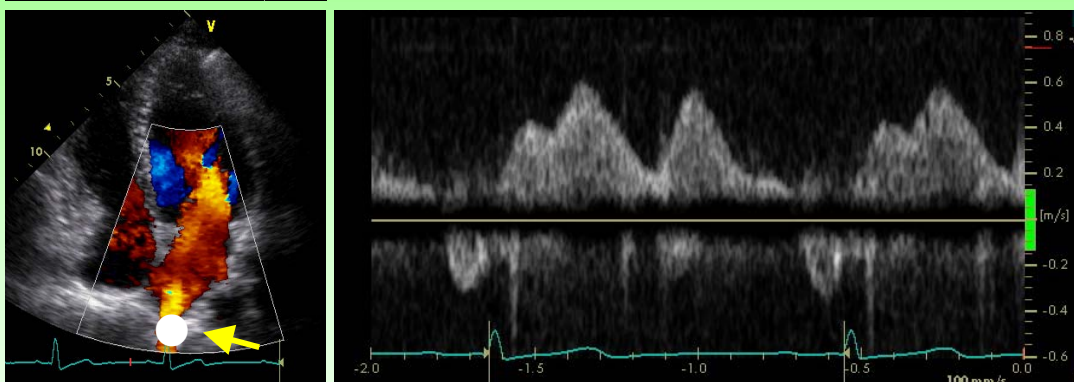
- 健常若年者の心臓は、元気が良いので最初の波形で「びゅっと」入り、2番目の波形で残りの血液を押し出している. と解釈します.
- 心不全の心臓は、心臓が固くて伸びる力が弱いため、最初の波形で「びゅっと」入るだけです. しかし、これだけでは血液が足りないため2番目の波形で受け入れを期待しますが、受け入れ側の左室の血圧が高いため1番目の不足分を補うだけの血液を受けることができない. と解釈します.
- この波形だけでは、両者を鑑別することはできません.

拡張機能を示唆する色々な波形

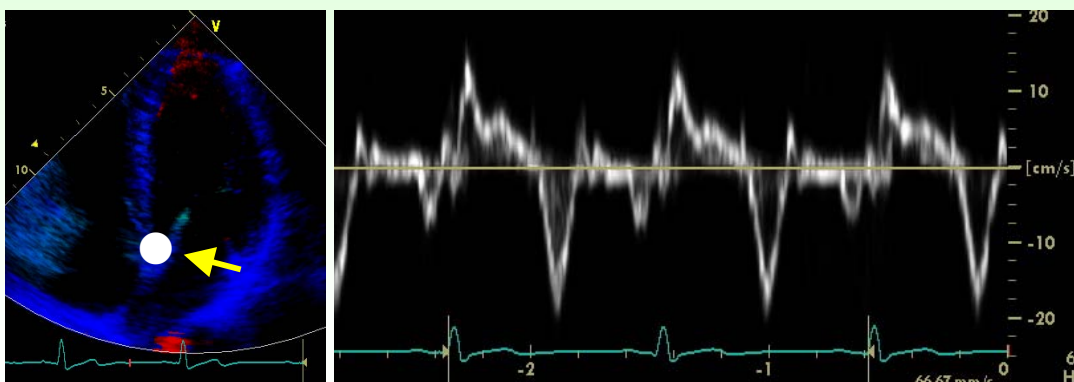
左室流入血流波形



肺静脈血流波形

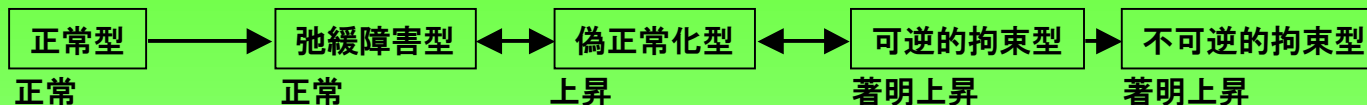


僧帽弁輪運動
速度波形



左室拡張能を複合した評価

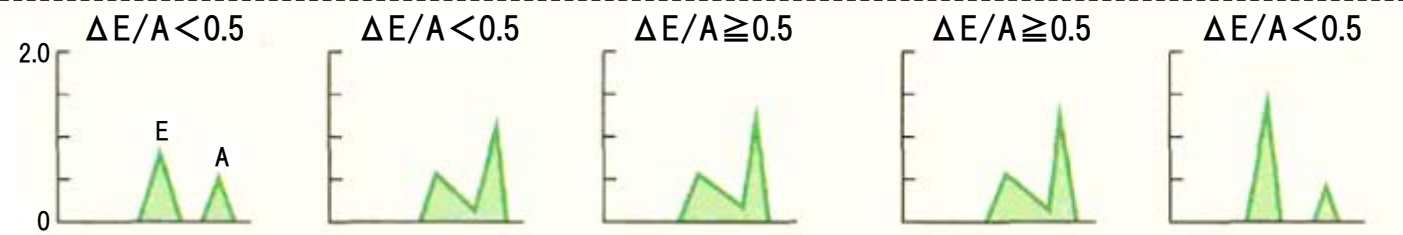
拡張障害の分類と
左室拡張末期圧



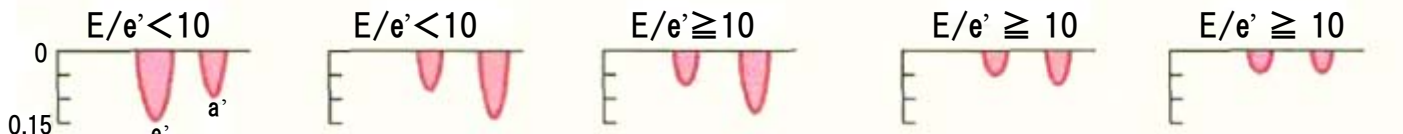
左室流入血流速波形
(m/sec)



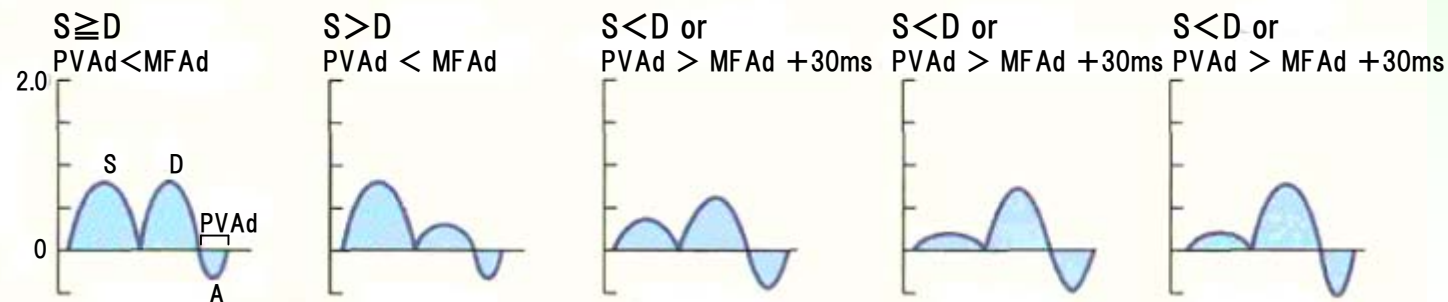
バルサルバ負荷後の
左室流入血流速波形
(m/sec)



組織ドプラ法による
僧帽弁輪運動速度
(m/sec)

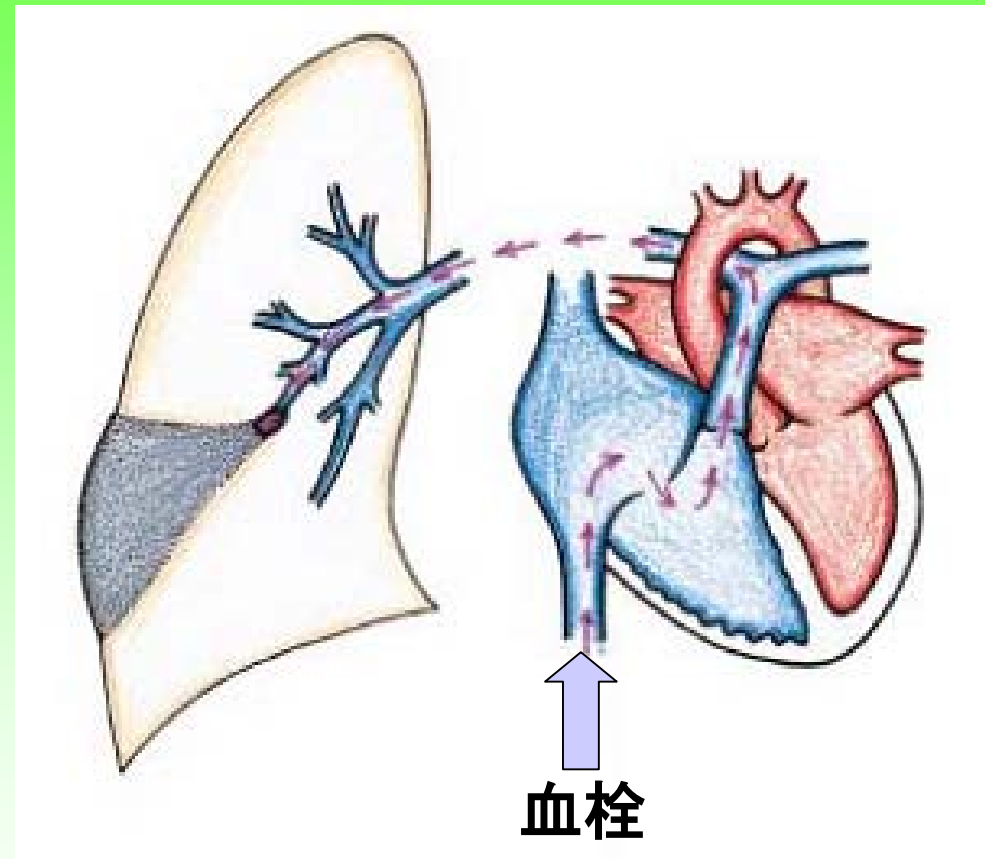
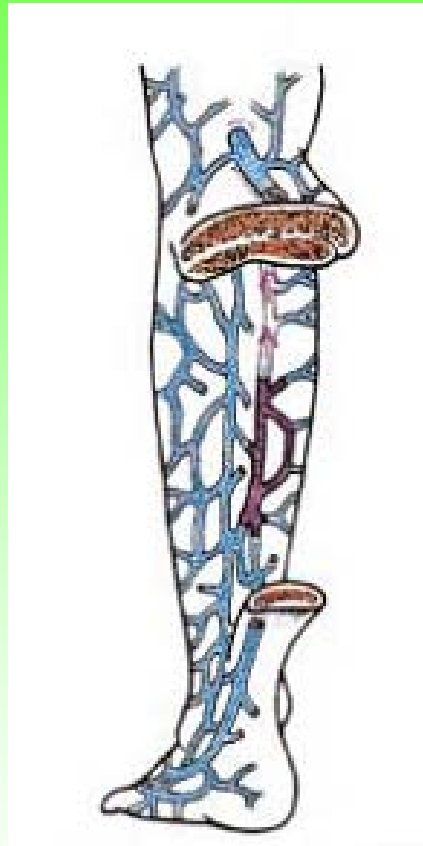


肺静脈血流速波形
(m/sec)



JAMA 289 :194-202, 2003より引用改編

怖い病気2:肺塞栓症



下肢の静脈で形成された血栓が、血行に乗って心臓に達すると、右房→右室→肺動脈へと進み、最終的には肺塞栓症を起こします。

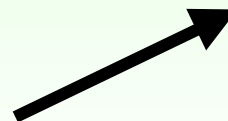


肺塞栓症の病歴1



ロングフライト血栓症

エコノミークラス症候群



肺塞栓症の病歴2



allabout.co.jp HPより転載

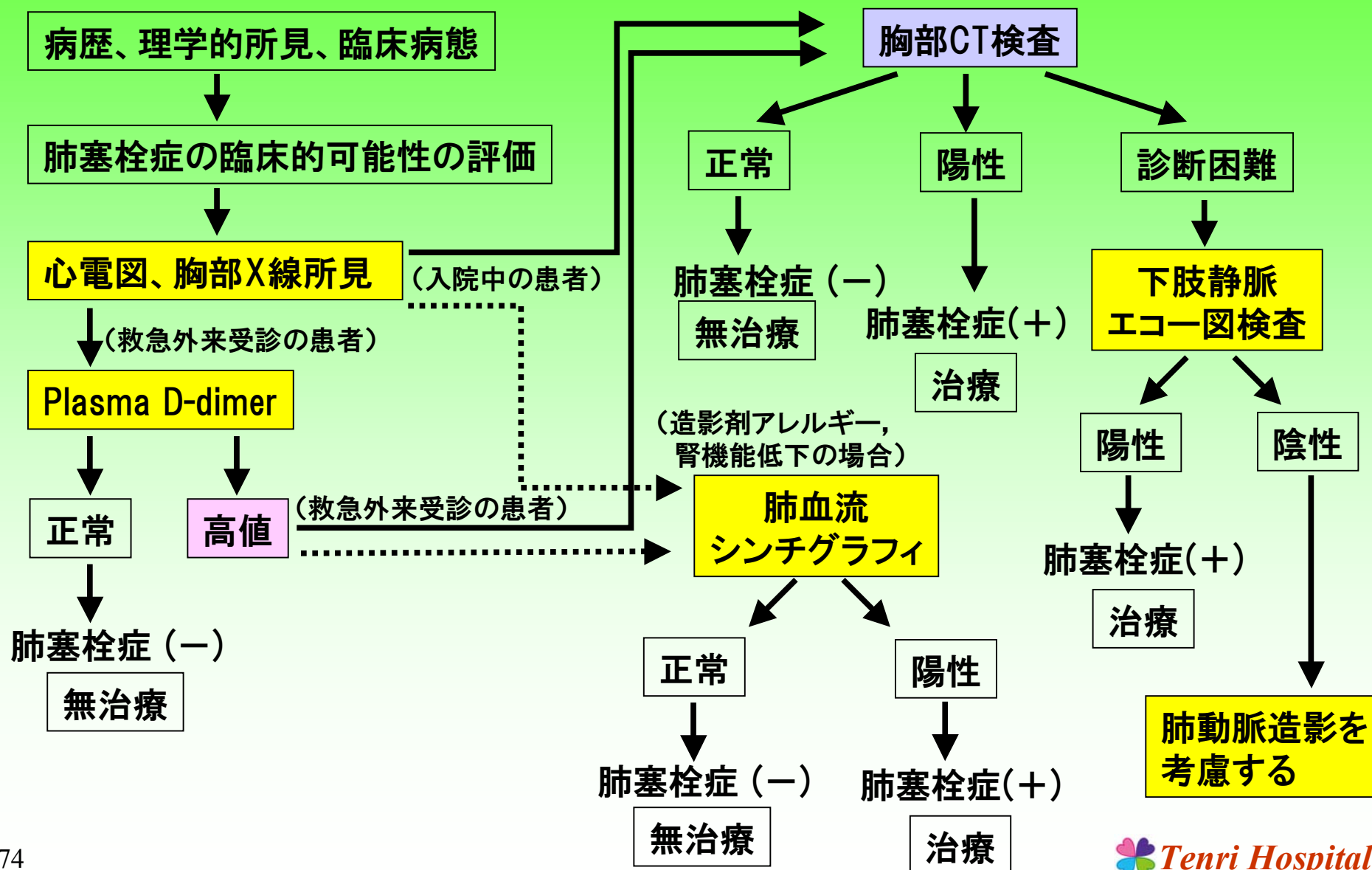
静脈血栓塞栓症の危険因子強度

危険因子の強度	危険因子
軽度	肥満 エストロゲン治療 下肢静脈瘤
中等度	高齢 長期臥床 うっ血性心不全 呼吸不全 悪性腫瘍 中心静脈カテーテル 癌化学療法 重症感染症
高度	静脈血栓塞栓症の既往 先天性血栓性素因 抗リン脂質抗体症候群 下肢麻痺

肺血栓塞栓症／深部静脈血栓症(静脈血栓塞栓症)
予防ガイドラインーダイジェスト版より

急性肺血栓塞栓症の診断アルゴリズム

(Seminar: Pulmonary embolism. Lancet 2004; 363: 1295 – 1305)



血栓症

- 健康人には、血栓をつくる働きと、それを溶かす働きのバランスがとれていますが、加齢などにより溶かす働きが衰えたり、病的に低下すると血栓症に罹りやすくなります。
- この血栓が心臓の血管をふさぐと心筋梗塞、脳の血管をふさぐと脳梗塞が起こります。また、エコノミークラス症候群などの肺血栓塞栓症は、肺動脈が血栓または塞栓によってつまる病気で、手術や出産、長期臥床にともなって発症することが分かっています。
- 血栓症の診断にはCTやMRI、超音波検査が重要で、確定診断には血管造影検査が用いられます。血液検査においてはDダイマーが血栓症の判定に用いられます。

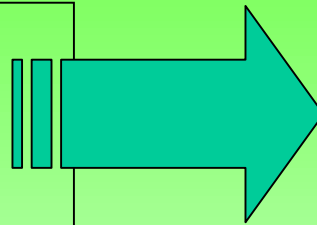
Plasma D-dimer(D-ダイマー)

Dダイマーは、Dダイマー値の上昇は生体内で少し前に血栓が形成されたことを意味します。また、Dダイマー値がどんどん下がっている場合は溶解する血栓が小さくなっていることを意味し、血栓溶解の指標となることから、血栓溶解療法のモニターとしても活用されています。

Dダイマーは、深部静脈血栓症(deep vein thrombosis:DVT)や肺塞栓(pulmonary embolism:PE)診断においても、極めて高い陰性的中率を誇ることが報告されています。DVT診断において陰性的中率98～99%と言う報告すらあります。陰性的中率が高いというのは、Dダイマーが正常であればDVTを否定できるという意味です。念のためですが、陽性的中率は高くありません(Dダイマーが高値だからと言ってDVTと言う訳ではありません)。

急性肺血栓塞栓症の初期症状

呼吸困難	73%
胸痛	53%
不安	31%
冷汗	31%
失神	27%
動悸	26%
発熱	15%
咳嗽	13%
血痰	6%



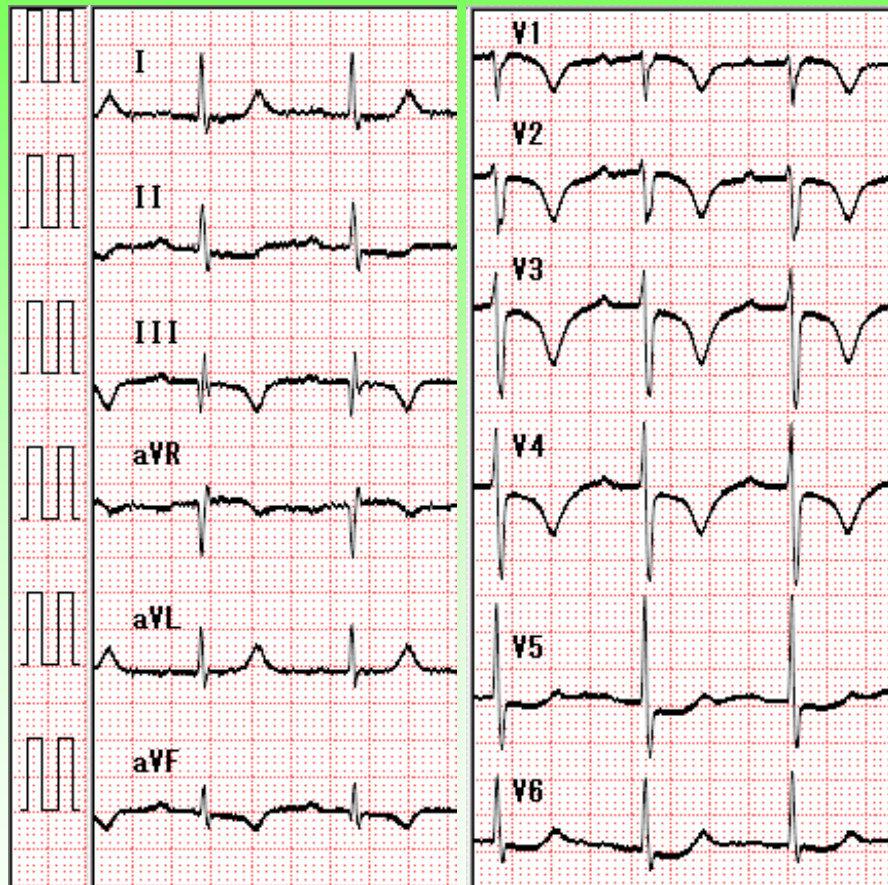
心電図, 胸部X線

+ 心エコー

胸部CT検査

JASPER(肺血栓症研究会) 2000

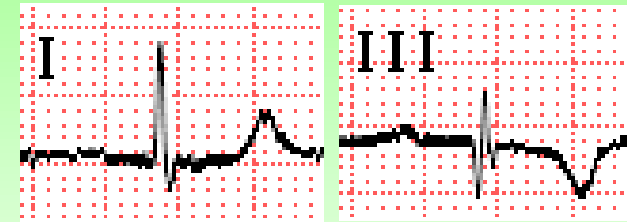
急性肺塞栓症の心電図



急性肺血栓塞栓症の特異的な心電図所見は無い。

■右室負荷所見

- S I Q III T III 所見（I 誘導のS波と III 誘導のQ波および陰性T波の出現）．
McGinn-White pattern* という。



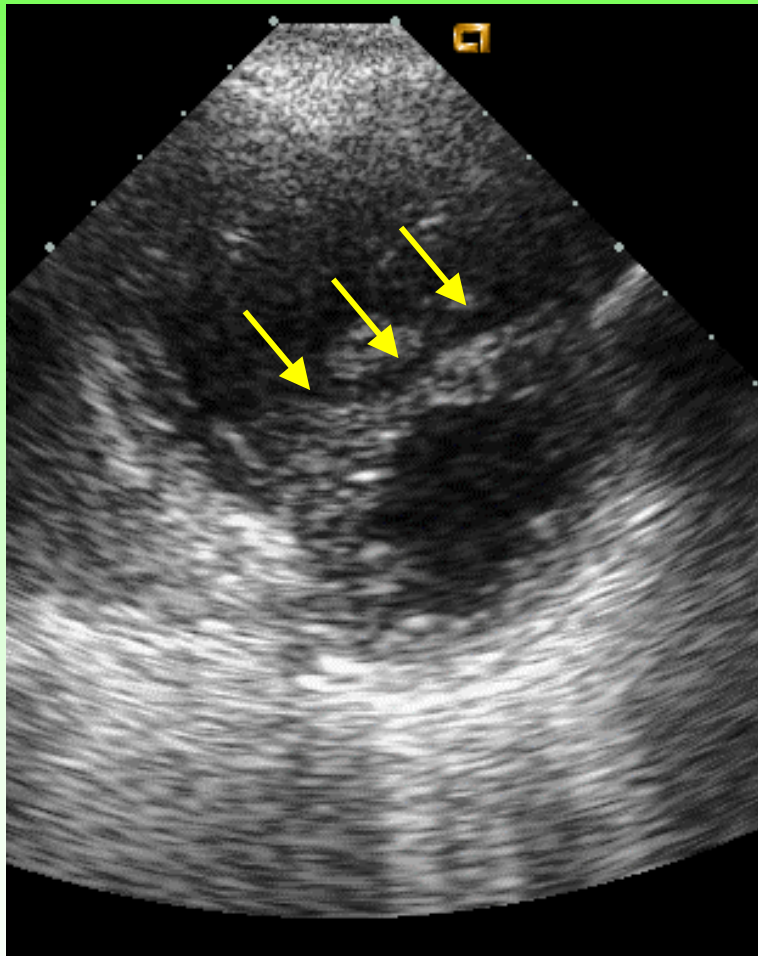
- 右軸偏位（左軸偏位のこともある）．
- 時計方向回転，右脚ブロック，右室肥大，右側胸部誘導（V1～V3）のT波逆転，肺性P波など．

■心筋虚血

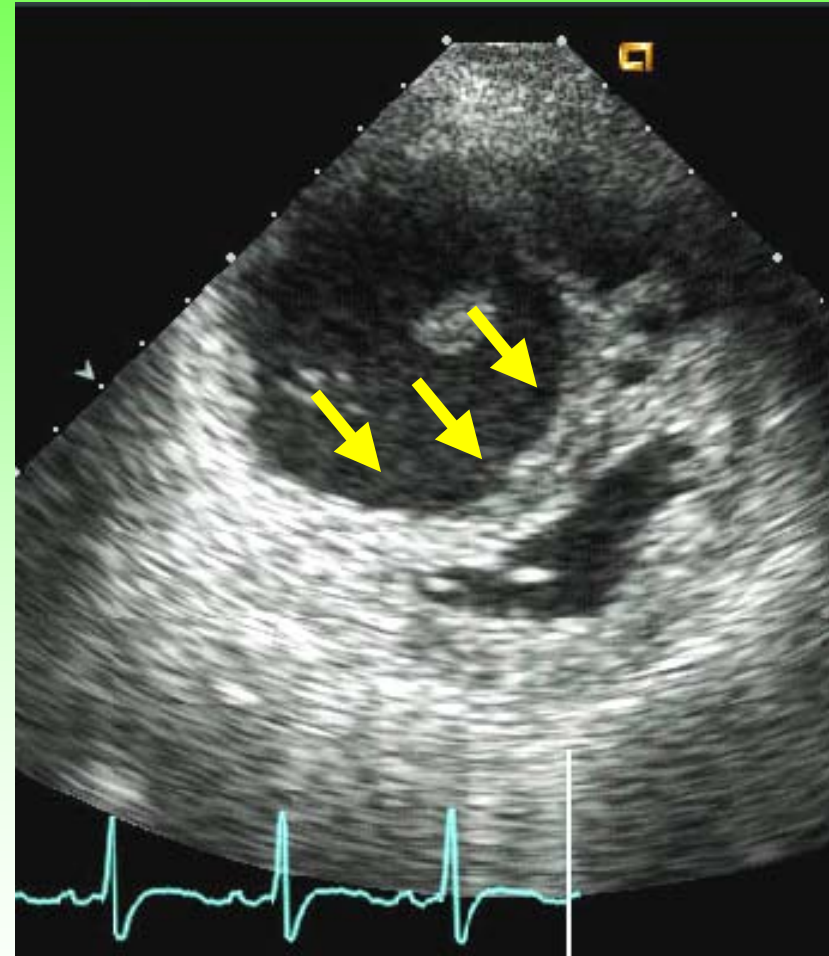
とくに右側胸部誘導のST低下やST上昇

* McGinn S , White PD . Acute cor pulmonale resulting from pulmonary embolism . JAMA . 1935;104:1473-1480

右室圧負荷

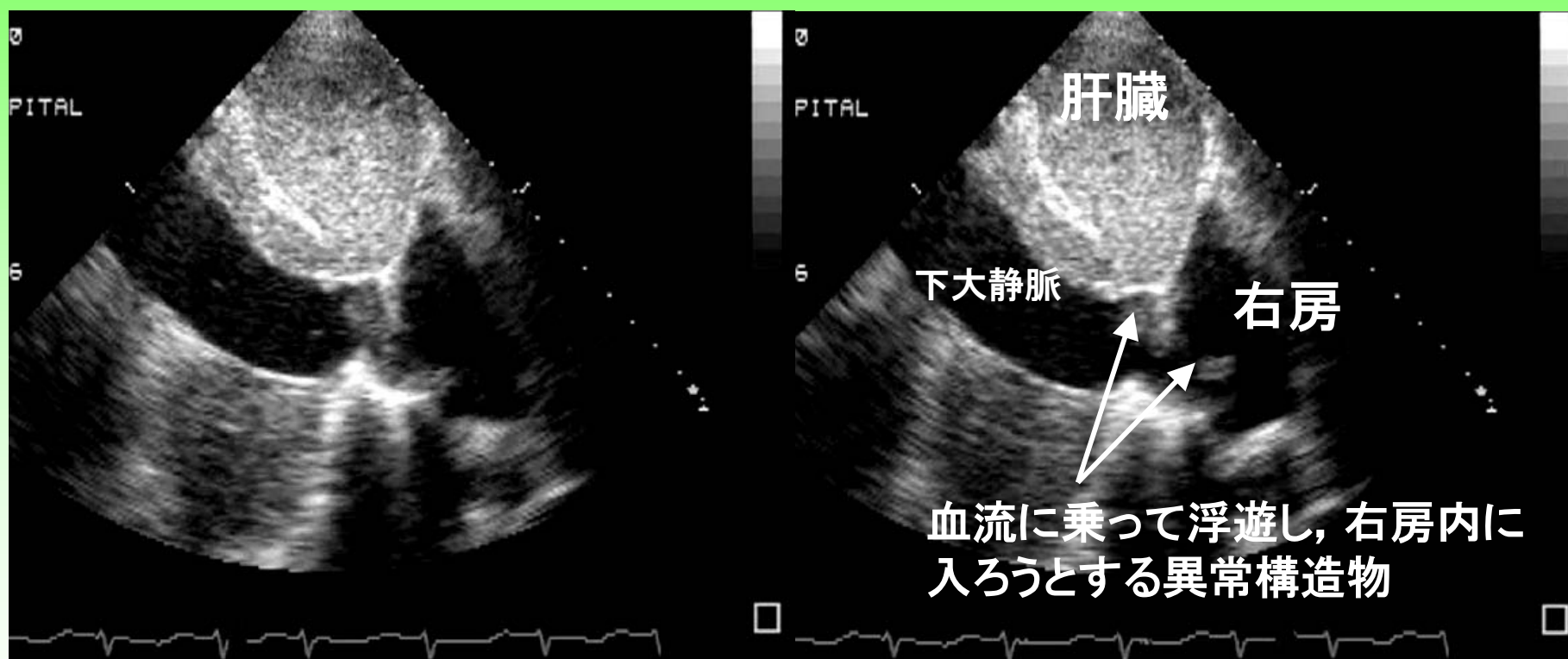


軽度



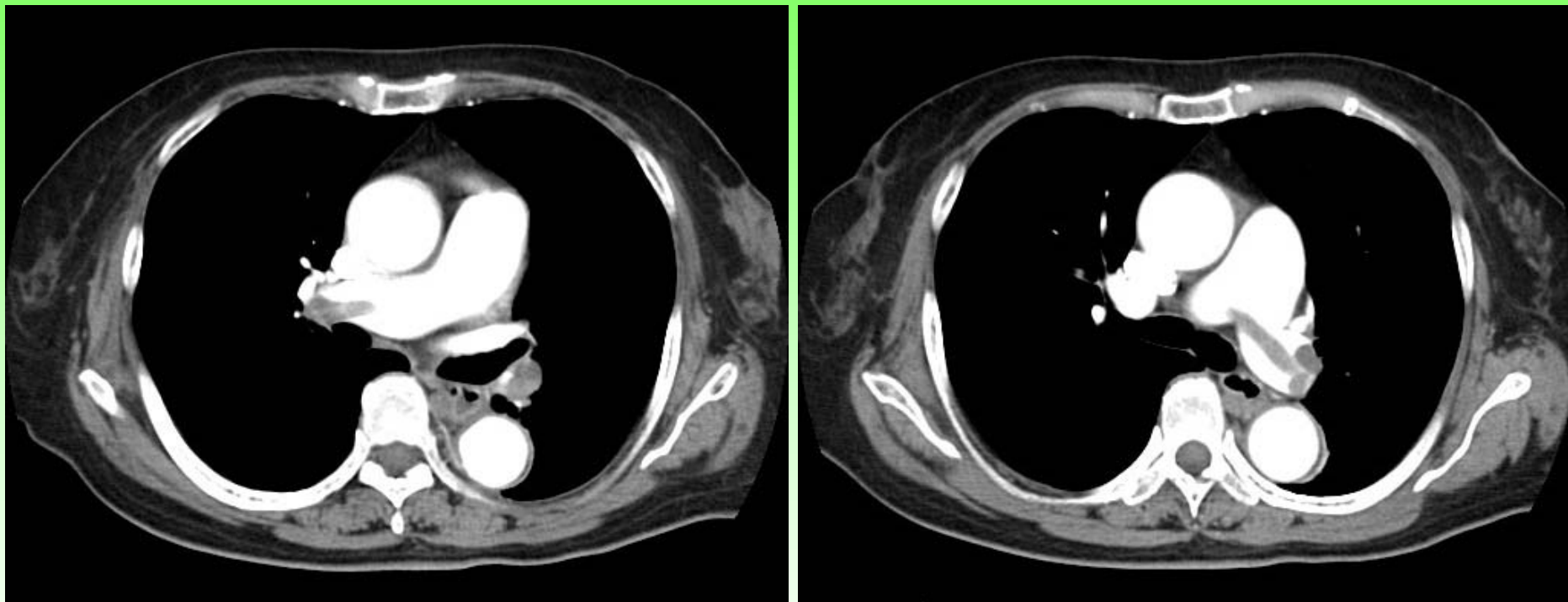
高度

右室圧負荷の原因





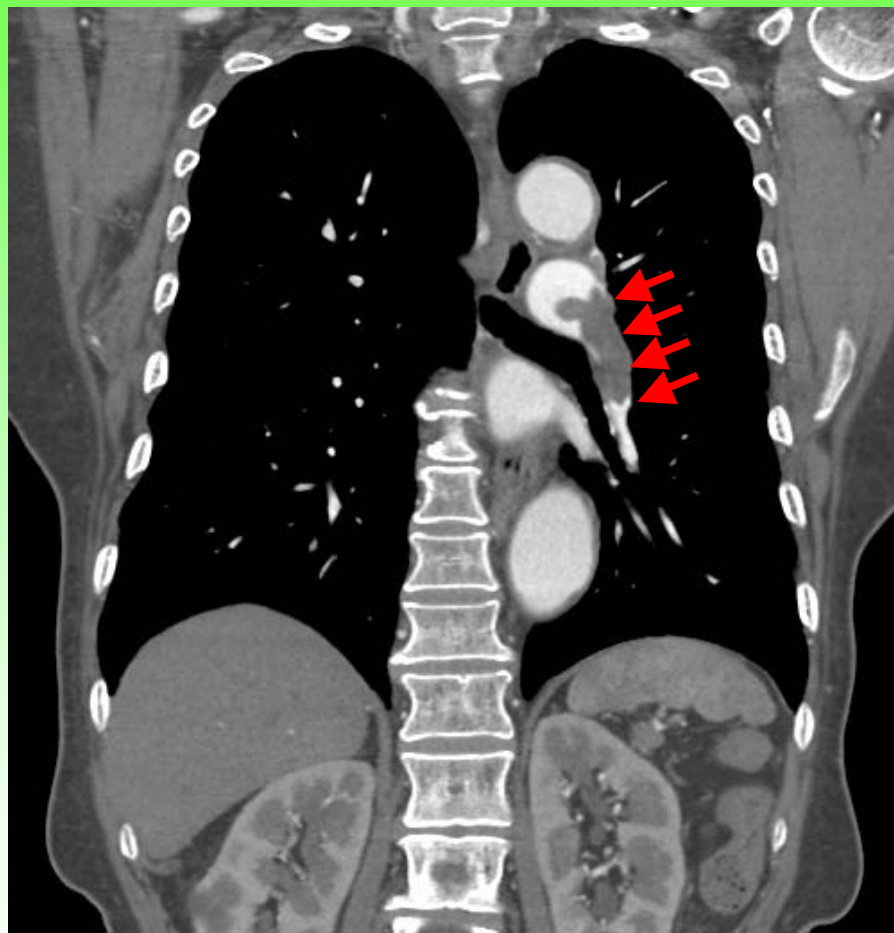
胸部CT画像



胸部CT画像



右肺動脈



左肺動脈

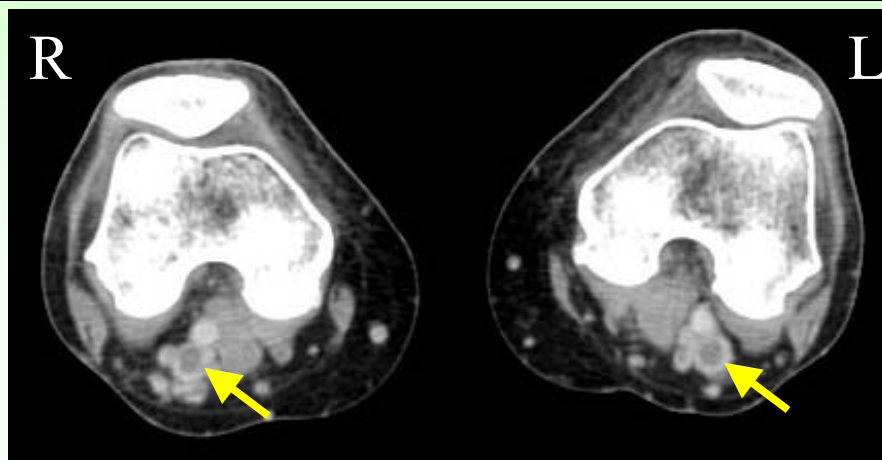
下肢CT画像



大腿静脈

右:血栓(+)

左:血栓(-)



膝下静脈

右:血栓(+)

左:血栓(+)

左大腿静脈の血栓が飛んだ?



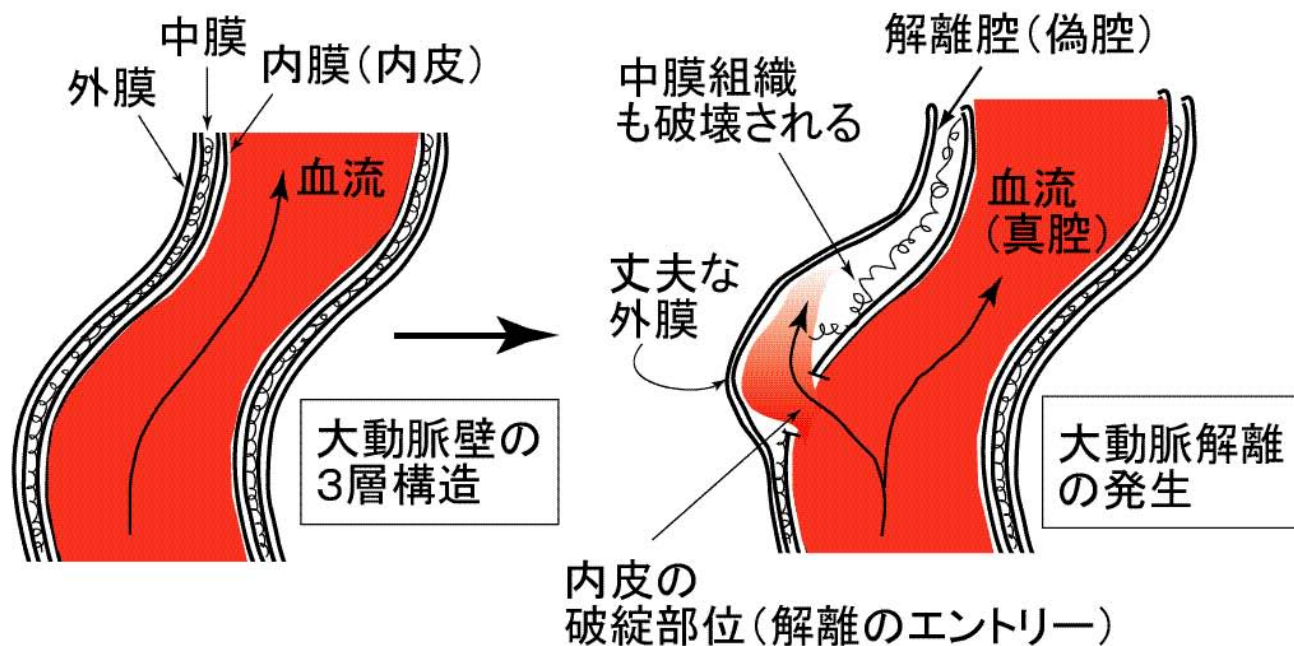
怖い病気3:

加藤茶さんを襲った大動脈解離



http://www.din.or.jp/~cha_/

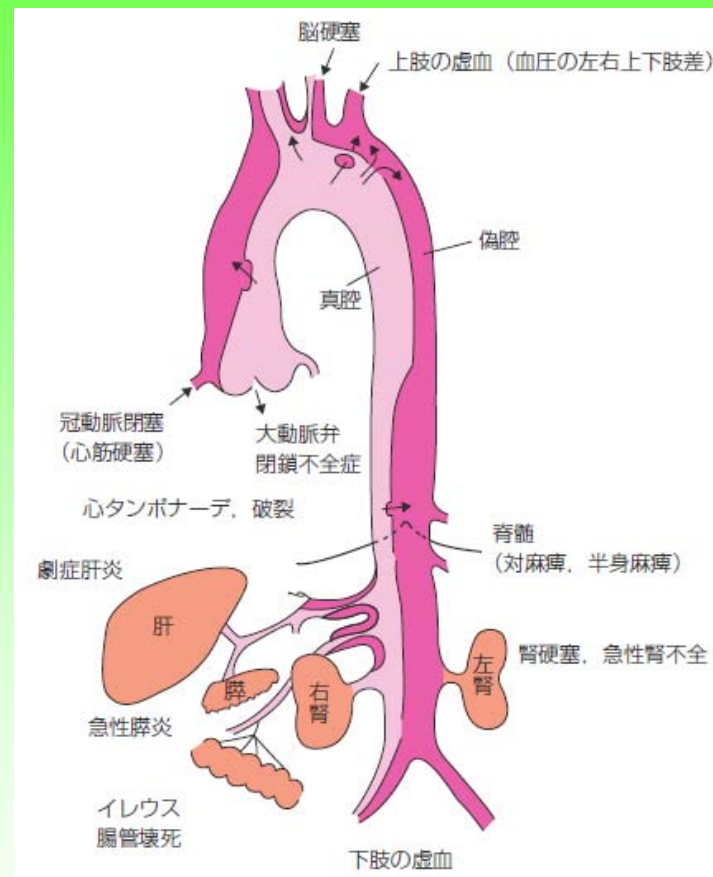
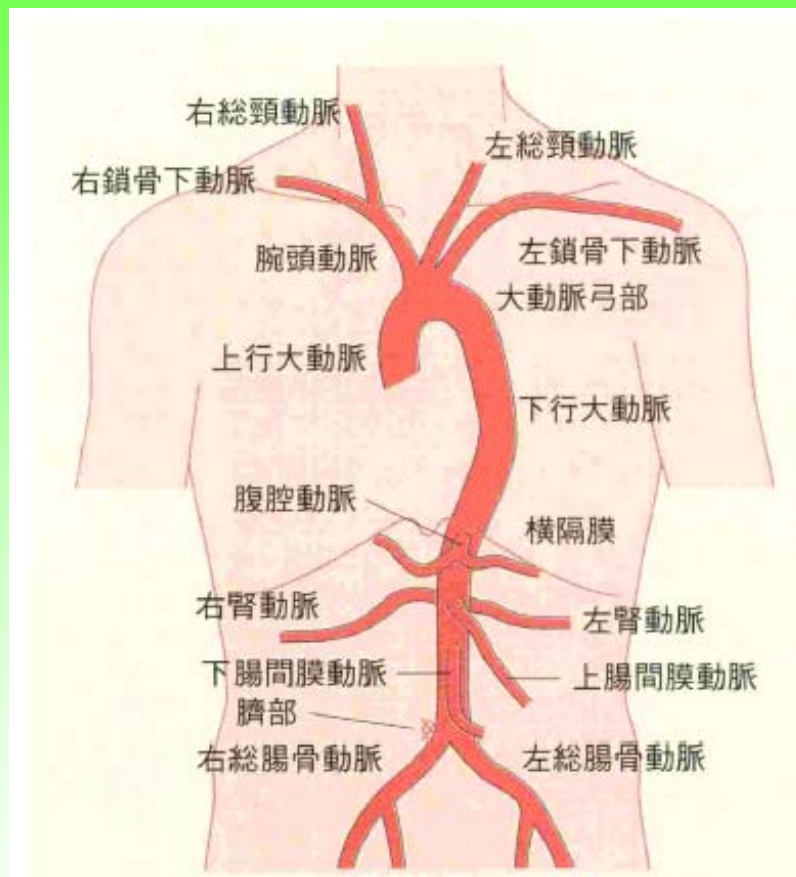
大動脈解離とは



<http://www.jll.co.jp/>より引用改編

大動脈解離とは、大動脈の内膜に亀裂ができて内膜と中膜との間に血液が入り込み、2枚の膜の間が剥がされ血圧によって剥がされた部分に血液が入り込んでどんどん解離（裂け目）が広がっていく疾患です。

大動脈解離の部位と広がり

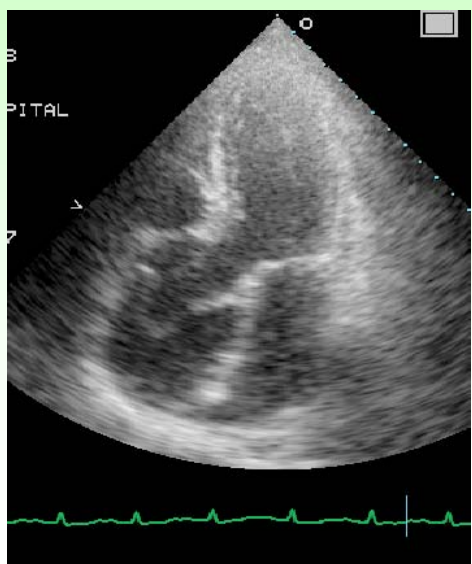


心エコー vol.9 no.10より引用 Vascular Lab 2010 vol.7 no.6 より引用

解離がどの動脈に起きるかによって症状が異なるので、部位とその広がりを正しく診断しなければなりません。

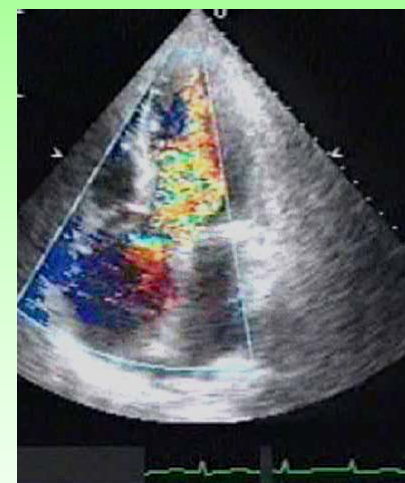


心エコー検査



心エコー検査サマリー

- 前壁中隔～心尖部にかけて、局所壁運動の低下を認めた。
- 心嚢水(+)ごく少量だが、右房の虚脱を認めた。
- 剥離内膜が大動脈弁を越え左室流出路に嵌頓。
大動脈弁逆流も高度。



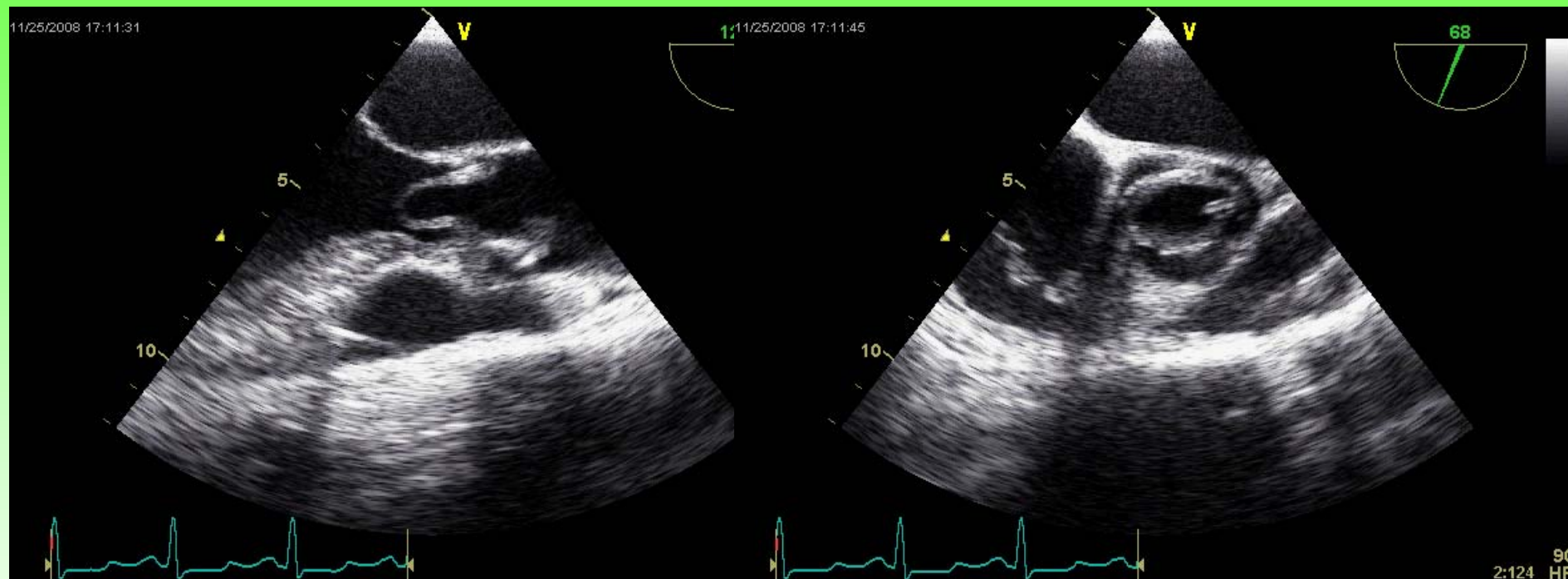
急性冠症候群を想定して検査を進めていたが、A型大動脈解離と判断。胸腹部CT検査後に、緊急手術となった。



胸腹部CT



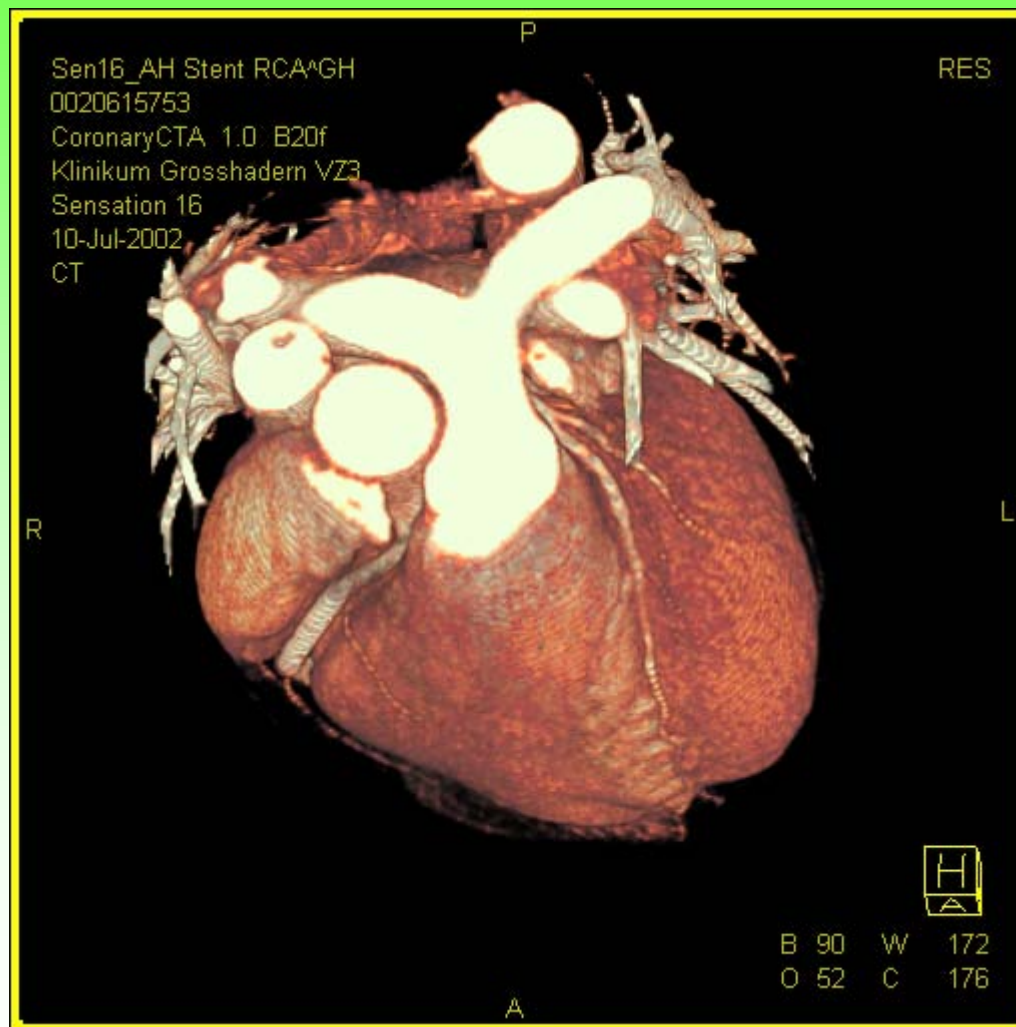
経食道心エコー検査



経食道エコー(口からカメラのようなものを入れる)と
解離した内膜がよく見えます。



CTで心臓をみると



MRIで心臓をみると



ちなみに演者の心臓です

進化した超音波画像

ー2Dスペックルトラッキング法による左房容積の計測ー



進化した超音波画像

ー2Dスペックルトラッキング法による左室容積の計測ー





ご清聴ありがとうございました

