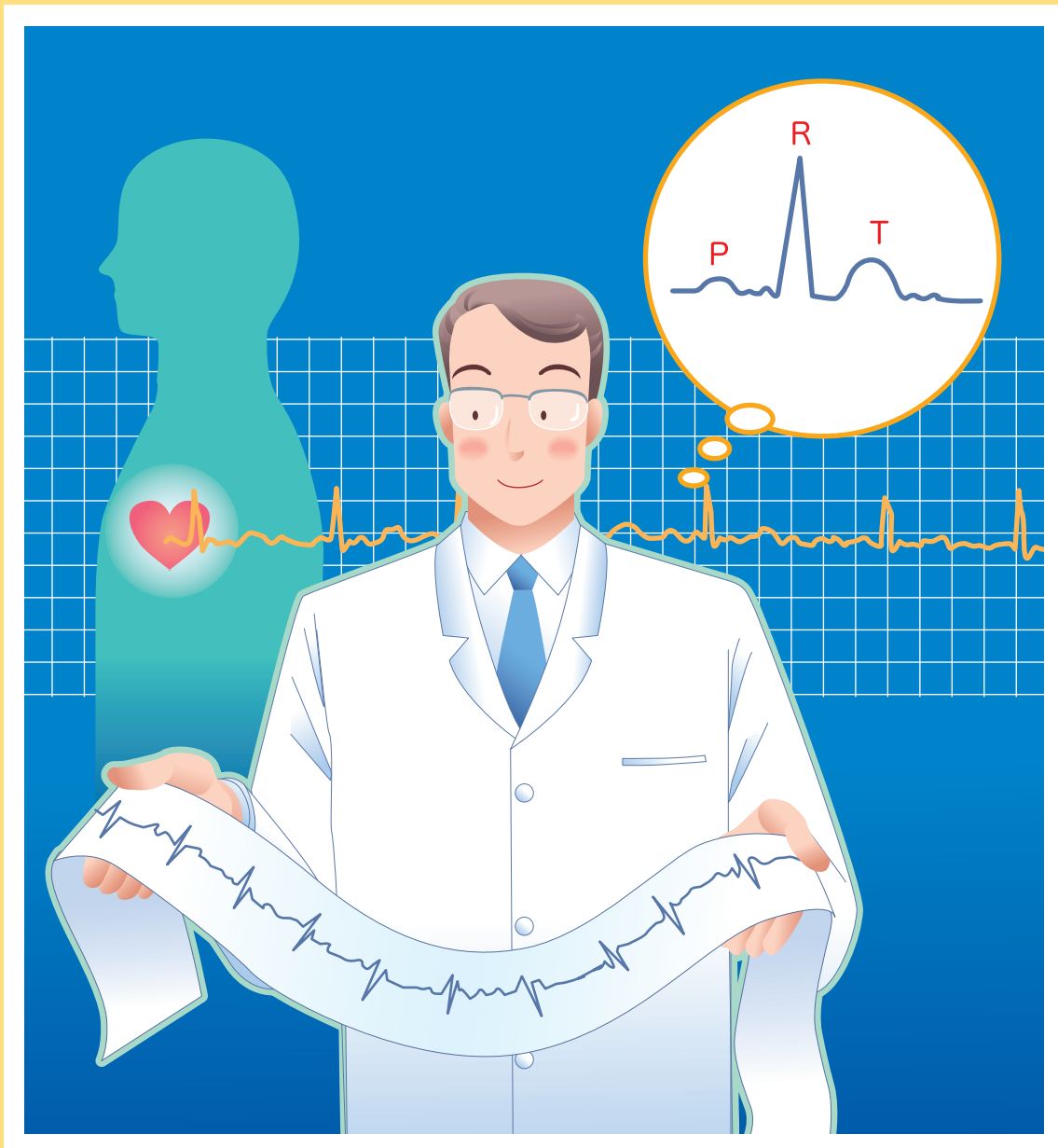


これだけは知っておきたい

# やさしい心電図の見方

～おもな心疾患と治療のポイント～

MJG心血管研究所所長 小沢友紀雄  
医療法人社団博鳳会敬愛病院理事長 / 日本大学医学部内科学系先端心血管画像解析分野特任教授 齋藤 穎 編著  
日本大学医学部内科学系循環器内科学分野主任教授 平山 篤志



これだけは知っておきたい

# やさしい心電図の見方

～おもな心疾患と治療のポイント～

MJG心血管研究所所長  
小沢友紀雄

医療法人社団博鳳会敬愛病院理事長  
日本大学医学部内科学系先端心血管画像解析分野特任教授 編著  
齋藤 穎

日本大学医学部内科学系循環器内科学分野主任教授  
平山 篤志

## 序

本書は、「患者のためのやさしい心電図の見方」のタイトルで出版された書籍を、新しい治療法を含めて改訂したものです。患者さんにもわかる内容でという意図で作成された前書が、医家を含めて意外に医療関係の方々に読まれたことを踏まえ、あらゆる層の方々を対象とした“やさしい心電図の見方”に最近の治療の解説を加えて本書が完成しました。

私が日本大学医学部の講師の時代に、CCU (coronary care unit) 室長だった齋藤 穎先生や当時の第二内科の心臓研究班の仲間たちと近隣の先生方とともに立ち上げた、心臓病に関するカンファレンスがあります。その会はスポンサーのサポートにより、私の助教授・教授時代から更に定年退職後の、現循環器内科の平山 篤志教授時代にいたるまで連続 110 回を超える歴史があり、その中で心電図を中心とした症例検討やショートレクチャーが実地医家の先生方に好評でした。当時無給助手だった若手医師たちも第一線の医家になり、あるいは准教授や教授に昇格し、それぞれの分野で活躍しています。

こうした長い歴史の中で心臓病の診断や治療法には大きな変遷と進歩がみられ、その時代を反映する代表的な先生方の講演を聞くことが出来るようになりましたが、実地医家の先生方の心電図に関する関心は決して低下していないように感じています。それは、心電図が大きな、あるいは高価な装置ではなく、誰でも使用できる心臓の基本的な検査であると同時に、不整脈を代表とする心臓の電気現象を把握できる検査として重要な位置にあるからです。

本書は心臓病の種々の専門分野で活躍しながら、その臨床の中で心電図をも大切に考え、共に勉強してきた素晴らしい仲間たちと一緒に作り上げたものです。そして高度な最新技術を駆使した現在の日本大学医学部循環器内科の素晴らしい発展を指導している平山 篤志教授が、心電図をも大切にする優れた臨床的センスのあるリーダーであることが何よりも嬉しいことです。

本書が心臓の臨床に興味のある、あらゆる分野の方々のお役に立つことを心から願っております。

2013年3月

編者を代表して  
小沢 友紀雄

# 編者・執筆者一覧

## 編者

おざわ ゆきお  
小沢友紀雄

MJG 心血管研究所所長

さいとう さとし  
齋藤 穎

医療法人社団博鳳会敬愛病院理事長 /

日本大学医学部内科学系先端心血管画像解析分野特任教授

ひらやま あつし  
平山 篤志

日本大学医学部内科学系循環器内科学分野主任教授

## 執筆者(執筆順)

おざわ ゆきお  
小沢友紀雄

MJG 心血管研究所所長

ひらやま あつし  
平山 篤志

日本大学医学部内科学系循環器内科学分野主任教授

しまぶくろ ひろあき  
島袋 宏明

日本大学医学部附属板橋病院臨床検査部

かさまき ゆうじ  
笠巻 祐二

日本大学医学部内科学系総合内科学分野准教授

さいとう さとし  
齋藤 穎

医療法人社団博鳳会敬愛病院理事長 /

日本大学医学部内科学系先端心血管画像解析分野特任教授

もりうち まさと  
森内 正人

元日本大学医学部附属板橋病院循環器内科(物故)

たかやま ただてる  
高山 忠輝

日本大学医学部内科学系循環器内科分野助教

こまき こういち  
小牧 宏一

埼玉県立大学教授 /  
日本大学医学部内科学系循環器内科学分野客員教授

おおた まさかつ  
太田 昌克

日本大学医学部附属板橋病院循環器内科助手

こじま としあき  
小島 利明

赤心堂病院循環器科部長

おくむら やすお  
奥村 恭男

日本大学医学部附属板橋病院循環器内科

ひろ たかふみ  
廣 高史

日本大学医学部内科学系循環器内科学分野准教授

わたなべ いちろう  
渡邊 一郎

日本大学医学部内科学系循環器内科学分野教授

かんだ あきひろ  
神田 章弘

神田内科医院院長

かじ た じゅんいちろう  
梶田 潤一郎

日本大学医学部内科学系循環器内科学分野

くにもと さとし  
國本 聡

日本大学医学部附属板橋病院循環器内科助教・教育医長

たかいわ よしあき  
高岩 良明

高岩内科医院院長

# 目次

序...(小沢 友紀雄)

編者・執筆者一覧

心臓病検査の展望と心電図の役割 .....(平山 篤志) 9

## I . 基本をまず覚えよう

① 心電図とは? .....(小沢 友紀雄) 12

- 1 . 大循環と小循環 12
- 2 . 刺激伝導系 14
- 3 . 体表から電気的变化を記録 14

② 心電図で何がわかるか? .....(小沢 友紀雄) 16

- 1 . 不整脈や興奮伝導の異常がわかる 16
- 2 . 心臓の興奮の異常から何がわかるか 16

③ 心電図はどのように記録されるか .....(島袋 宏明) 18

- 1 . 手足からとる心電図(四肢誘導) 18
- 2 . 胸からとる心電図(胸部誘導) 19
- 3 . 心電図検査はどのようにするか 19

④ 心電図の波形と正常心電図 .....(笠巻 祐二) 20

- 1 . 心電図の波形と名前 20
- 2 . 心電図の計測とその医学的意味 22
- 3 . 正常な心電図とは? 27

## II . 心電図の変化を見る

① 異常心電図の見方 .....(笠巻 祐二) 30

- 1 . P 波の異常 30
- 2 . QRS の異常 31
- 3 . ST の異常 32
- 4 . T 波の異常 33

5 . PQ 間隔の異常	33
6 . QRS 間隔の異常	34
7 . QT 間隔の異常	34
② 狭心症の心電図と治療のポイント .....	( 齋藤 穎 ) 35
1 . 狭心症の痛みの特徴	35
2 . 狭心症の診断	40
3 . 狭心症の心電図の変化	41
③ 心筋梗塞の心電図と治療のポイント .....	( 森内 正人 , 高山 忠輝 ) 45
1 . 心筋梗塞とは ?	45
2 . 典型的な波形	46
3 . 心電図の経過	46
4 . 心筋梗塞の部位診断	47
④ 心臓肥大の心電図と治療のポイント .....	( 小牧 宏一 , 太田 昌克 ) 50
1 . 心臓肥大・拡大とは ?	50
2 . 左心室肥大と右心室肥大の心電図	51
3 . 左心房拡大と右心房拡大の心電図	53
⑤ WPW 症候群の心電図と治療のポイント .....	( 小島 利明 , 奥村 恭男 ) 57
1 . WPW 症候群とは ?	57
2 . 典型的な波形	58
3 . 不整脈発作と起こる理由	59
⑥ 右脚ブロックと左脚ブロックの心電図と治療のポイント .....	( 笠巻 祐二 ) 61
1 . 脚ブロックとは ?	61
2 . 右脚ブロックの波形	61
3 . 左脚ブロックの波形	62
⑦ 心膜炎の心電図と治療のポイント .....	( 廣 高史 ) 66
1 . 心膜炎とは	66
2 . 急性心膜炎の心電図	67
⑧ 電解質異常の心電図と治療のポイント .....	( 笠巻 祐二 ) 69
1 . 高カリウム血症	69
2 . 低カリウム血症	70
3 . 高カルシウム血症	71

4 . 低カルシウム血症	72
⑨ QT 延長症候群と治療のポイント	.....( 渡邊 一郎 ) 73
⑩ 不整脈の心電図	..... 74
【 1 】不整脈の心電図をどう見ればよいか？	.....( 小沢 友紀雄 ) 74
1 . 頻脈性不整脈と徐脈性不整脈	74
2 . 心電図を見るコツは	74
【 2 】各個の不整脈の心電図の見方	..... 81
<u>頻脈性不整脈の心電図</u>	
1 . 期外収縮の心電図の見方と治療のポイント	.....( 渡邊 一郎 ) 81
2 . 発作性頻拍の心電図の見方と治療のポイント	.....( 神田 章弘 , 奥村 恭男 ) 85
3 . 心房細動の心電図の見方と治療のポイント	.....( 梶田 潤一郎 , 渡邊 一郎 ) 89
4 . 心房粗動の心電図の見方と治療のポイント	.....( 梶田 潤一郎 , 渡邊 一郎 ) 91
5 . 心室細動の心電図の見方と治療のポイント	.....( 國本 聡 ) 94
<u>徐脈性不整脈の心電図</u>	
1 . 洞不全症候群の心電図の見方と治療のポイント	.....( 高岩 良明 , 渡邊 一郎 ) 97
2 . 房室ブロックの心電図の見方と治療のポイント	.....( 神田 章弘 , 渡邊 一郎 ) 102
⑪ その他の心電図	.....( 小沢 友紀雄 ) 109
1 . 運動負荷心電図とは？	109
2 . ホルター心電図とは？	109
3 . イベント心電図とは？	112
4 . その他の特殊な心電図	113
⑫ 携帯型心電計・家庭用心電計	.....( 小沢 友紀雄 ) 114
1 . 伝送機能のある携帯型心電計	114
2 . 伝送機能のない携帯型心電計	116
3 . 携帯型心電計の電極を置く場所( 誘導 )	116
4 . 携帯型心電計使用の多様性	117
索引	..... 118

# 心臓病検査の展望と心電図の役割

1958年にMason Sonesにより選択的冠動脈造影が行われ、虚血性心疾患の病態把握に画像診断が広く用いられるようになりました。その後、冠動脈内イメージングの進歩でさらに、冠動脈造影ではわからなかった不安定プラークの診断から急性冠症候群の発症機序も明らかになりました。非侵襲的な画像診断でもマルチスライスCT(MSCT)の機器の発展により、冠動脈の狭窄度診断からプラーク診断までできるようになっています。被曝を受けないMRI(magnetic resonance imaging:磁気共鳴画像)も冠動脈疾患の評価としての有用性が示されています。また、微量な心筋壊死の検出が、心筋特異的なトロポニンが用いられるようになり、これまでのCK-MB(クレアチンホスホキナーゼMB)とは異なって可能になりました。心機能を評価する方法としての心エコー・ドプラ法は、機器の発展、方法の開発もあって詳細な壁運動評価まで可能となり、心不全の病態把握から虚血の検出、弁膜症の評価など循環器疾患では必須の検査となっています。

このように、画像を含めた諸検査は大きく進歩したため、患者さんを診察した場合に、各検査の有用性を理解したうえでの選択の判断が医師には必要となってきています。すべての検査をすれば、何でもわかるというわけではなく、それぞれの検査のもつ利点と欠点を十分理解をしたうえで検査を選択することが必要です。その入り口になるのが、心電図です。非侵襲的で安全、かつどのような場所でも簡単にとることが可能で、さらには、緊急処置の必要性をただちに教えてくれる検査でもあります。それだけでなく、これからも発展する可能性のある検査でもあります。

20数年前になるでしょうか、血栓溶解療法が行われるようになった時期です。ある研修医の先生(今は偉くなっていますが)が、カテーテル室で12誘導心電図をカテーテル検査中にとっていました。カテーテル検査に携わることなく周辺で心電図をとるのは、ある意味では雑用だったのですが、研修医の先生は心電図の観察から再灌流と同時に心電図のST部分が再上昇することを発見し、米国心臓病学会の大きな会場で発表したのであります。たかが心電図、されど心電図なのです。そのときに、心電図が教えてくれることは病態が明らかになればなるほど、もっている意味が明らかになるということでした。それまでも、おそらく心筋梗塞の過程でST上昇をみるのがあったのかもしれませんが、しかし、そのときには意味しているものがわからず、見逃していたのです。

まだまだ、心電図にはわれわれの理解していない多くの発見が隠されているのだらうと思います。これまで診療に携わってきて、心電図をいろいろな検査と対比してみても、初めて心電図の意味していた病態が理解できたこともあります。また、心電図から必要な検査を的確に選択することもできる場合があります。

循環器検査のすべては心電図から始まり、心電図に終わる。心電図を理解するためには、まず心電図をとることから始めなければなりません。なぜ、とることが重要かというと、どうせ心電図をとっても読めないからとってしまう医師が多いのです。たとえ、読めなくてもとってみると、おかしいと気づいて循環器医師に相談すれば、そこにはたくさんの情報が詰まっているのです。心疾患だけでなく、電解質異常、腎機能異常などを考えるヒントにもなりえます。どのように、さまざまな画像検査や生化学検査が進歩しても、1900年に Einthoven が開始した心電図はなくならずに、循環器医師にとって必須の検査であり続けたのは、簡便であることと多くの情報が詰まっているからです。今後も、多くの検査で病態が明らかにされるにつれ、ますます心電図のもつ意味が明らかとなり、循環器科領域において重要な検査に位置づけられることでしょう。

(平山 篤志)

I. 基本をまず覚えよう

II. 心電図の変化を見る

# I - ① 心電図とは？

心臓は1日に約10万回、収縮・拡張を繰り返して全身に血液を送り出しています。このポンプの働きは、1回ずつまず電氣的な興奮が心臓に起こって、それが引き金となって心臓の筋肉(心筋)が収縮し、興奮がさめると拡張することを一生繰り返しています。収縮と拡張のタイミングは、この電氣的興奮の起こり方により変化します。心電図は、この心臓の電氣的興奮とそれがさめる過程を記録する検査です。では心臓の電氣的興奮はどこから起こり、どのように広がっていくのでしょうか？それにはまず、心臓の構造と働きを理解する必要があります。

## 1 大循環と小循環

心臓には心房と心室があり、心房中隔により右心房と左心房に、心室中隔により右心室と左心室に分かれています(図1)。右心房と右心室の間には三尖弁が、左心房と左心室の間には僧帽弁があり、また左心室と大動脈の間には大動脈弁、右心室と肺動脈の間には肺動脈弁があって、左心室 大動脈 全身 大静脈 右心房 右心室 肺動脈 肺 肺静脈 左心房 左心室の順に血液が流れるようになっています。

全身の静脈の血液を右心房に引き込んで右心室経由で肺に送り、酸素を取り込んで左心房に返すまでを小循環(または肺循環)といい、肺で取り込んだ酸素の多い血液を左心房から左心室経由で全身に送り出す経路を大循環(または体循環)といいます(図2)。

一般には、心室の拡張時には僧帽弁と三尖弁は開いて、心室の拡張の終わりのほうで心房は収縮します。心室の収縮時には、血液が心房に逆流しないように僧帽弁と三尖弁が閉じて心房が拡張します(図3)。このような心房と心室の収縮・拡張のタイミングをうまく調節するのが電氣的興奮なのです。



心臓は1日に10万回も収縮・拡張を繰り返しています。1分間に送り出される血液量は約4～8L、1日に送り出す血液量は約8トンにもなります。

## ① 心電図とは？

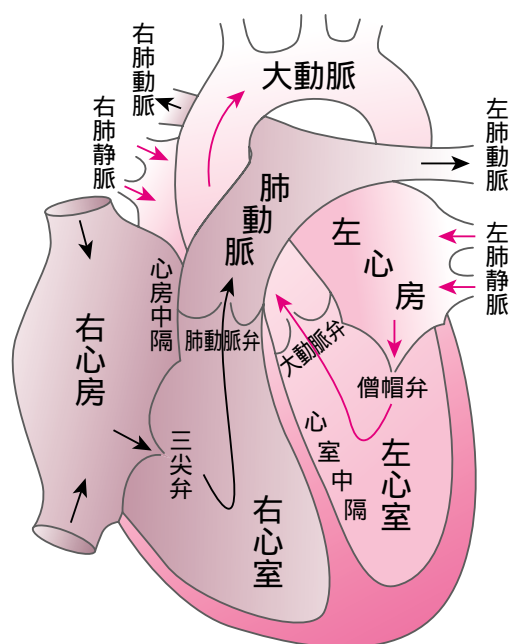


図1 心臓の構造

心臓は、右心房(右房)・左心房(左房)・右心室(右室)・左心室(左室)と呼ばれる4つの心腔を有し、左右の心房の間および心室の間には心房中隔、心室中隔と呼ばれる隔壁があります。右房と右室の間には三尖弁が、左房と左室の間には僧帽弁があり、右室と肺動脈の境界には肺動脈弁が、左室と大動脈の間には大動脈弁があります。

肺動脈は右と左の肺動脈に分岐し、肺の血液は左右の肺静脈から左房へもどってきます。心臓は立体的に複雑な形態をしていますが、その大略を図に示します。(筆者作成)

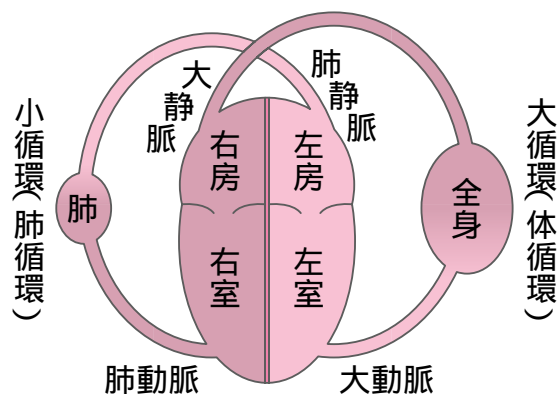
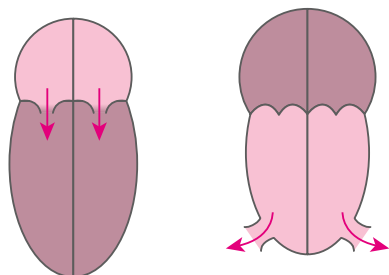


図2 大循環と小循環

左室の収縮で大動脈を経て全身に送られた血液は、全身の各臓器や組織で酸素が消費されて静脈血となり、大静脈を経て右房に戻ってきます。ここまでの経路を大循環(体循環)といいます。

右房へもどった酸素含量の少ない静脈血は、右室から肺動脈を経て肺に送られ、呼吸により酸素を取り込んだ血液となり、肺静脈を経て左房にもどってきます。この経路を小循環(肺循環)といいます。(筆者作成)

図3 拡張と収縮



(左図) 心室の興奮がさめて拡張が起こると、僧帽弁と三尖弁が開いて心房の血液は心室に流入し、心室の拡張の終わりに近くなると心房が興奮・収縮して心房の中の血液をさらに心室へと送り込みます。

(右図) 心房の興奮が心室に伝導され心室が興奮して収縮すると、三尖弁と僧帽弁は閉鎖し、大動脈弁と肺動脈弁が開いて心室の血液は肺動脈や大動脈に駆出されます。

(筆者作成)

## I . 基本をまず覚えよう

### 2 刺激伝導系

電氣的興奮は、右心房にある洞結節と呼ばれる特殊な細胞群からなる発電所から自動的に発生しています。その興奮は、右心房から左心房に伝導して心房全体が興奮して収縮が起こります。心房の興奮は房室結節と呼ばれる部分に入り、ヒス束を介して心室に伝導され心室の興奮を起こしますが、そのときには心房の興奮はさめる過程に入っています。

この、洞結節 - 心房 - 房室結節 - ヒス束 - 脚(左脚と右脚) - プルキンエ線維 - 心室筋という興奮伝導過程を刺激伝導系と呼んでいます(図4)。

すなわち、心臓は電気を自動的に発生し(自動性)、心房や心室に伝導し(伝導性)、心房筋や心室筋を興奮させて(興奮性)収縮し、興奮がさめて拡張する機能をもっています。

そこで心臓の生理学的な特徴として、自動性・伝導性・興奮性・収縮性・拡張性などがあげられます。心電図は、このうちの電氣的特性である自動性、伝導性、興奮性などを解析する検査で、収縮や拡張という機械的なポンプの力を直接知ることはできません。あくまでも心臓の電氣的現象の把握が中心で、その変化から種々の病的状態を知ることができます。

### 3 体表から電氣的变化を記録

心臓の電氣的興奮は体表面に反映して電場を作ります。興奮の伝導や消退でその電氣的な大きさ(電位)が変化します。体表ではこの電位の大きさはミリボルト(mV)単位の小さなもので、時間とともに変化しますが、その分析には増幅器で増大して記録する必要があります。その機器が心電計です(図5)。

心電計により、心臓の興奮、伝導過程の電氣的变化を体表から記録して縦軸に電位差(mV)、横軸に時間(秒)の座標に表現したものが心電図の波形です(図6)。その波

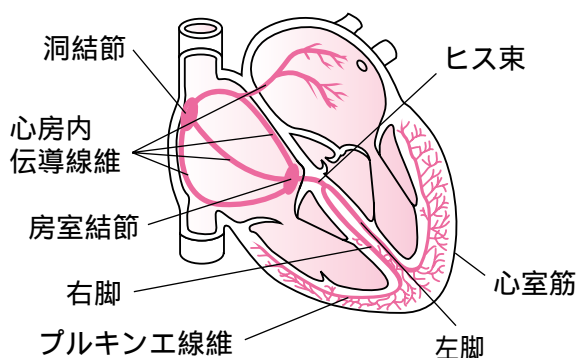
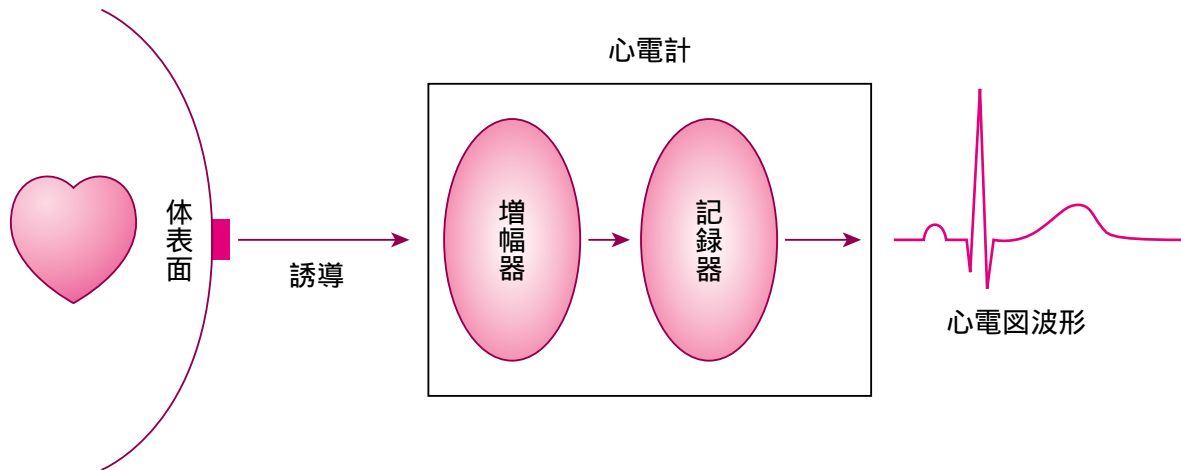


図4 刺激伝導系

電氣的興奮は右心房にある洞結節と呼ばれる特殊な細胞群からなる発電所から自動的に発生しています。

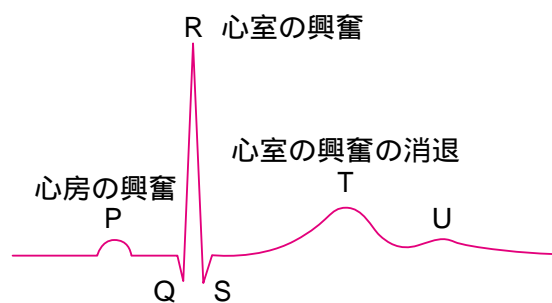
(筆者作成)

## ① 心電図とは？



**図5** 体表 - 誘導 - 心電計(増幅器と記録器)

体表のミリボルト(mV)単位の小さな電位を増幅器にまで誘導し、増幅・記録を行うものが心電計です。  
(筆者作成)



**図6** 心電図に現れる波形(P - QRS - T - U各波)

P波は心房の興奮, QRSは心室の興奮, T波は心室の興奮のさめていく過程を示すものです。  
(筆者作成)

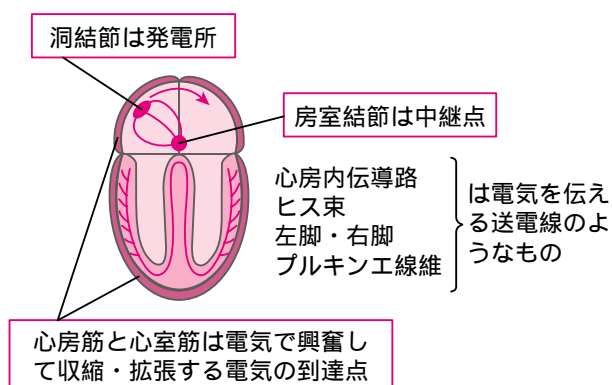
形は図に示すようにP波・QRS波・T波・U波より成り立っています。P波は心房の興奮を, QRS波は心室の興奮を, T波は心室の興奮の消退を表します。T波の後にまだ成因の明確でないU波がみられます。

(小沢 友紀雄)

## I - ② 心電図で何がわかるか？

心臓の発電所(洞結節)の働き，電気を伝える送電線(刺激伝導路)の状態，送られた電気が作働する心筋の興奮の状態などに異常が起こると，心電図にも変化が表れます。

電気の発生が不規則になったり，伝導に時間がかかったり途切れたり，心房や心室の興奮に異常が起こると，それぞれの状態に応じた心電図波形の変化が起こり，どこに問題があるのかを分析することができます。



電気の発生が不規則になったり，伝導に時間がかかったり途切れたり，心房や心室の興奮に異常が起きたりすると，心電図の波形に変化が起こり，どこに問題があるのかわかります。

### 1 不整脈や興奮伝導の異常がわかる

電氣的興奮の乱れから起こる心臓の拍動の不整を不整脈といいます。多数の種類がありますが，不整脈は心電図によりはじめてその種類や原因を知ることができます。

また，心房や心室の壁が厚くなったり，内腔が拡張したりすると(Ⅱ-④ 50 頁参照)，心房の興奮波である P 波や，心室の興奮波である QRS 波に変化が起こり，それにより診断することもできます。

心室の中の興奮伝導がおかしくなると(心室内伝導異常)，心室の興奮に時間がかかって QRS 波の幅が延長したり，波形が変形したりします。たとえば心室内の伝導路である右脚や左脚に伝導の遅れや途絶が起こると，それぞれ右脚ブロック，左脚ブロック(Ⅱ-⑥ 61, 62 頁参照)と呼ばれる独特な心電図波形を示します。

### 2 心臓の興奮の異常から何がわかるか

#### 1 . 心筋の病的な変化がわかる

何らかの原因(心筋の酸素不足・炎症・障害・代謝の異常など)で心筋の興奮に異常が起こると，QRS と T 波の間の部分(ST 部分)が基本線より低下あるいは上昇したり，T 波が下向き(陰性)になったりすることがあります。狭心症や心筋梗塞などの

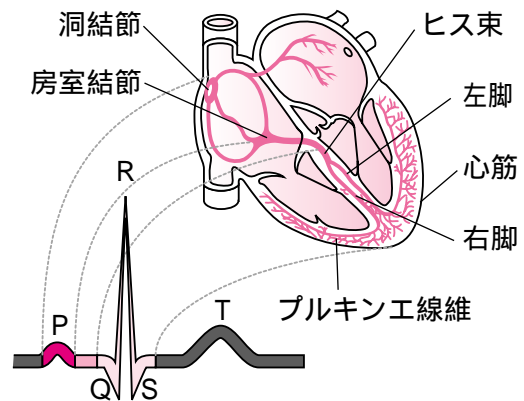
## ② 心電図で何がわかるか？

冠動脈疾患(虚血性心疾患)では、ST部分やT波の変化が多いのですが、心筋梗塞では特徴のある異常Q波と呼ばれる所見がQRS波に出現します。心筋の疾患(心筋炎・心筋症など)やその他、種々の病的な心筋の変化でST部分やT波に異常が出現します。

心臓の表面をおおっている心膜に炎症が起こると(心膜炎)、心電図のST部分が基本線より上昇する所見がみられます。

心房の興奮は、正常では房室結節からヒス束を經由して心室に伝えられます。しかしときには、心房と心室を連絡する別の電気の通路(副伝導路:ケント束など)がある患者さんがみられます。これはウォルフ・パーキンソン・ホワイト(Wolff-Parkinson-White: WPW)症候群と呼ばれ、独特の心電図波形を示します。

心臓自身に異常がなくても、心筋の興奮や消退に変化をもたらす条件があると、心電図に変化が見られることがあります。たとえばカリウムやカルシウムなどの電解質異常では、特徴のある波形が現れます。



電氣的興奮は洞結節 - 心房 - 房室結節 - ヒス束 - 脚(左脚と右脚) - プルキンエ線維 - 心室と伝わり、各部位での興奮が心電図に反映されます。

## 2. 心電図で見つかる病気

- ① 不整脈(多数の種類がある)の診断と解析(Ⅱ-⑩ 74 ~ 108 頁参照)
- ② 右房・左房の拡大(Ⅱ-④ 53 頁参照)
- ③ 右室・左室の肥大や拡大(Ⅱ-④ 51 頁参照)
- ④ 心室内伝導異常(右脚ブロック・左脚ブロックなど)(Ⅱ-⑥ 61 頁, 62 頁参照)
- ⑤ 虚血性心疾患や心筋疾患など(Ⅱ-② 35 頁, Ⅱ-③ 45 頁参照)
- ⑥ 心膜炎(Ⅱ-⑦ 66 頁参照)
- ⑦ WPW 症候群(Ⅱ-⑤ 57 頁参照)
- ⑧ 電解質異常(とくに血清カリウムとカルシウムの上昇や低下などの異常)(Ⅱ-⑧ 69, 71 頁参照)
- ⑨ QT 延長症候群(Ⅱ-⑨ 73 頁参照)
- ⑩ Brugada(ブルガダ)症候群

(小沢 友紀雄)

# I - ③ 心電図はどのように記録されるか

心電図は、仰向けに寝て安静にした状態で、心臓から生じる電気（1～10数ミリボルト〔mV〕の弱い電位）の変化を体表面につけた電極でとらえ、心電計で波形として描いたものです。この心電図の測定方法は12通りあり、12誘導心電図と呼ばれています。



## 1 手足からとる心電図(四肢誘導)

両手首と左の足首に電極をつけ、手足の先から心臓の電位の変化を波形としてとらえて見るものです。大まかな心臓の電位の変化(活動の様子)を見ることができます。

この手足を使って心臓の動きを見る心電図には、標準肢誘導で右手首と左手首の間で電位差を見る第Ⅰ誘導、右手首と左足首のあいだで見る第Ⅱ誘導、左手首と左足首のあいだで見る第Ⅲ誘導があります。そしてさらに、単極肢誘導と呼ばれる「右手首」と「左手首・左足首」のあいだで電位差を見る  $aV_R$  という誘導法、「左手首」と「右手首・左足首」のあいだで見る  $aV_L$ 、「左足首」と「右手首・左手首」のあいだで見る  $aV_F$  という3つの誘導法があります。このように、手足からとる心電図には合計6通りの方法があります(図1)。そして心臓の電位の変化を主として前面(左右・上下)から観察しています。

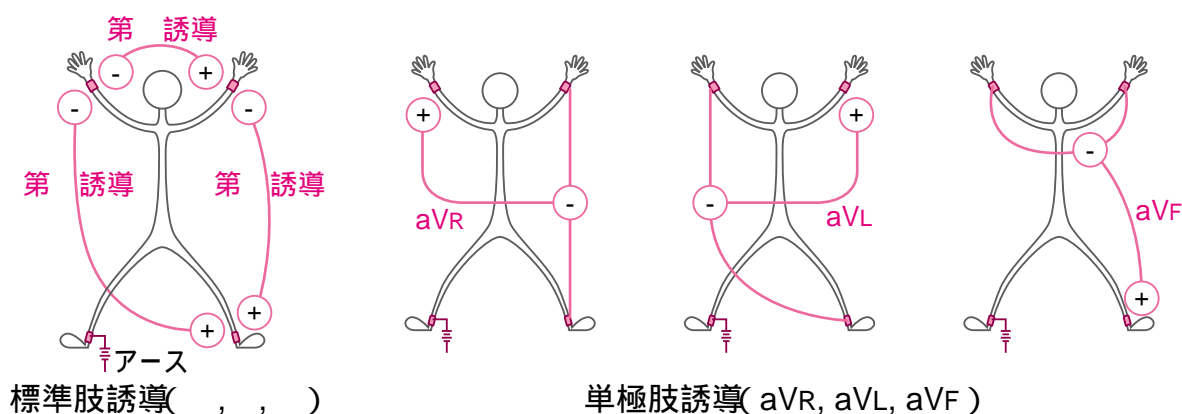


図1 手足からとる心電図(四肢誘導)

6通りの方法があります。

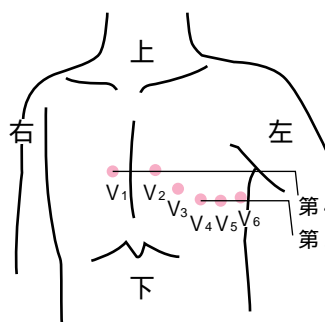
(筆者作成)

### ③ 心電図はどのように記録されるか

## 2 胸からとる心電図(胸部誘導)

心臓を取り囲むように左胸に電極を6個つけ、より心臓に近い体表面で心臓の電位変化を見るものです(図2)。そして心臓の電位の変化を主として水平面(前後・左右)から観察しています。

胸部誘導の電極は、前から見ると図のようにつけます。



上から見ると、右室の前から左室の左側へとりまくように電極がついているのがわかります。

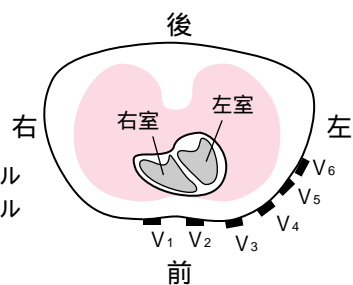


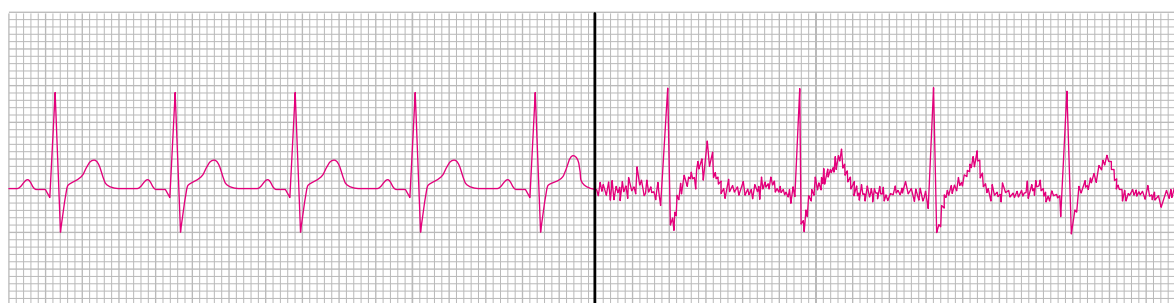
図2 胸の表面からとる心電図(胸部誘導)

より詳しく心臓の電位変化を見ることができます。

(筆者作成)

## 3 心電図検査はどのようにするか

- ① 検査による痛みや、電気のしびれなどはまったくありません。
- ② 検査は数分間仰向けに寝るだけで、わずかな時間ですみます。
- ③ 良い心電図波形をとるには、リラックスすることが大切です(図3左)。
  - ・両足を軽く開きぎみにすると、身体の力を抜きやすくなります。
  - ・緊張すると、心電図の波形に筋肉の電気が混入する場合(図3右)があります。



きれいに記録された心電図

筋肉の電気が混入した心電図

図3 正確な心電図と緊張して筋肉の電気が混入してしまった心電図の波形

正確な心電図の波形をとるには、リラックスして検査を受けることが大切です。

(筆者提供)

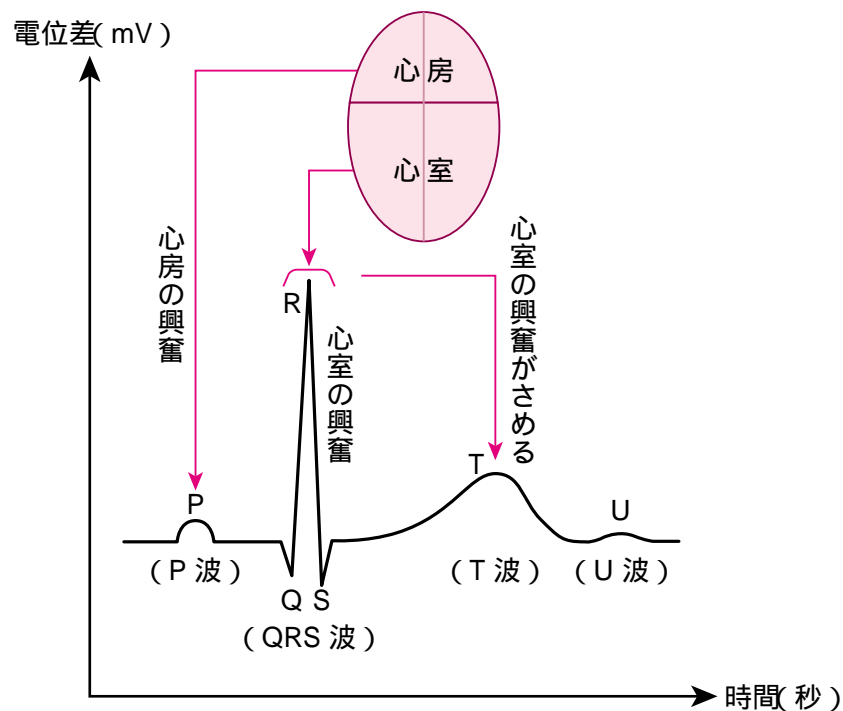
(島袋 宏明)

# I - ④ 心電図の波形と正常心電図

## 1 心電図の波形と名前

心臓が正常な状態の心電図は、**図1**に示すような基本波形から成り立っています。各波の呼び方は、アイントーフエン(Einthoven：オランダの生理学者)によって名づけられた名称です。

心臓は全身に血液を送り、循環させるポンプとして働いています。その心臓を動かす指令を送っているのが洞結節です。洞結節は、1分間に70回前後の頻度で電気刺激を発生し、それが心房や心室へ順序正しく伝えられ、電気的な興奮とそれに続く筋の収縮を生じます。心筋の電気的変化を、体表面においた電極を介して検出し、図形として記録したものが心電図です(**図2**)。



**図1** 心電図の波形と名前

心電図の波形は、P、QRS、T、Uの各波からなり、横に時間軸(秒)、縦に電位差(mV〔ミリボルト〕)の大きさで示したものです。

(筆者ら作成)

#### ④ 心電図の波形と正常心電図

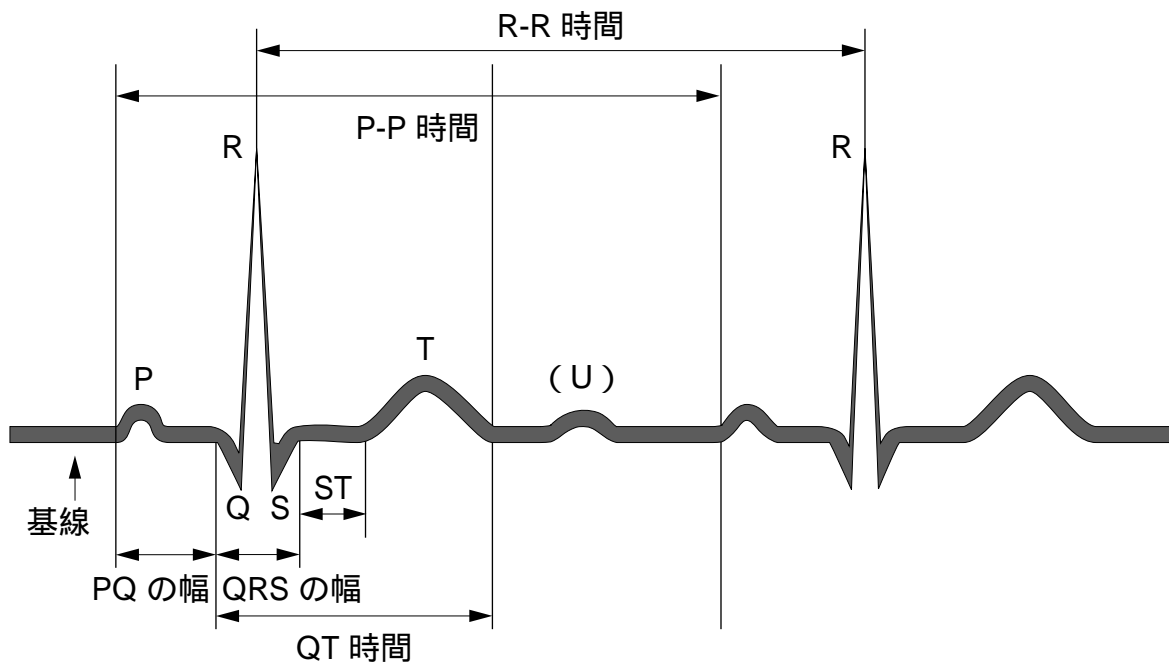


図2 心電図の基本波形

P-P 時間：P 波の始まりから次の P 波の始まりまでの時間をいいます。R-R 時間：R 波の頂点から次の R 波の頂点までの時間をいいます。これらは、心電図判読の際の調律診断に用いられます。R-R 時間が一定の場合には、 $[\text{心拍数}] = 60/\text{R-R 時間(秒)}$ という式を用いて、1 分間の心拍数を計算することができます。

(「臨床医のための心電図マニュアル,1987」より引用)

### 1 . P 波

この波は、心房の興奮過程を示しています。正常な場合には、まず右房が興奮した後左房が興奮します。このため、P 波の開始点は右房の興奮の始まりを示し、P 波の前 3 分の 2 が右房の興奮を、後ろ 3 分の 2 が左房の興奮を示し、両者が融合したものが P 波として示されます。

### 2 . QRS 波

左右両心室筋の興奮を示す部分で、Q 波の始めから S 波の終わりまでをいいます。QRS 波のうち、最初に現れる下向きの波を Q 波、上向きの波を R 波、R 波の後に現れる下向きの波を S 波と呼びます。

正常な心臓では、心室筋の興奮は心室中隔の左室側から始まり、中隔右室側、右室、左室、心尖部を経て、最後に心基部に向います。

## I . 基本をまず覚えよう

### 3 . ST 部分

QRS 波の終わりから T 波の始まりまでの部分をいいます。

### 4 . T 波

ST 部分に続いて見られる、勾配がゆるやかな曲線によって描かれる波です。心室筋の興奮が消退していく過程を反映しています。

### 5 . U 波

T 波に続いて小さな波が見られることがあり、U 波と呼んでいます。

### 6 . PQ 間隔


P 波の始まりから Q 波の始まりまでの時間です。心房の興奮の始まりから、それが房室接合部（房室結節、ヒス束）を通り、心室筋の興奮が始まるまでの時間を示しています。

### 7 . QT 間隔

Q 波の始まりから T 波の終わりまでの時間です。心室興奮の始まりから興奮が消退するまでの時間を示しています。

## 2 心電図の計測とその医学的意味

### 1 . 記録速度と感度

心電図の紙送り速度は通常 25 mm/ 秒、縦軸は 1 mV = 10 mm に設定して記録します。すなわち、横軸は興奮（電氣的刺激）が心臓の中を進む時間を表し、記録紙の時間間隔は 1 mm = 0.04 秒となります。記録紙には 5 mm ごとに太線が入っていますが、その間隔は 0.04 秒 × 5 = 0.2 秒となります。そして、縦軸は電位（電氣的刺激の強さ）を示し、1 mm = 0.1 mV として記録されます（ 3）。

## ④ 心電図の波形と正常心電図

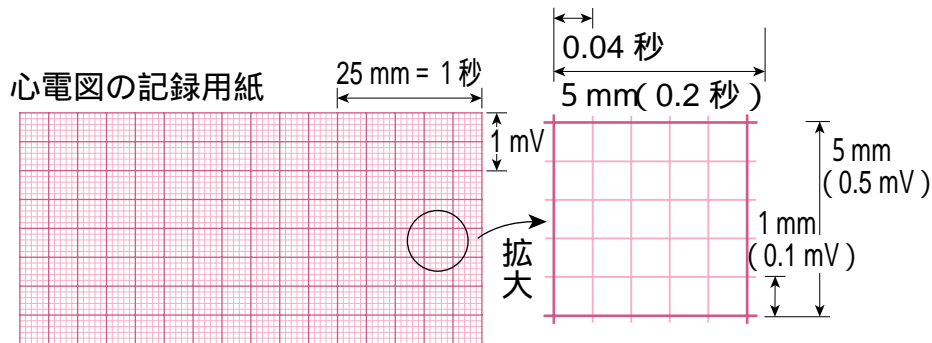


図3 心電図の記録用紙と標準尺度

横軸は時間を、縦軸は電位を表します。

(「臨床医のための心電図マニュアル, 1987」より引用)

## 2 . 波形計測の方法

### 1 基線

一般的には、P波の始まりから次のP波の始まりの点を結んだ線をいいます(図4)。

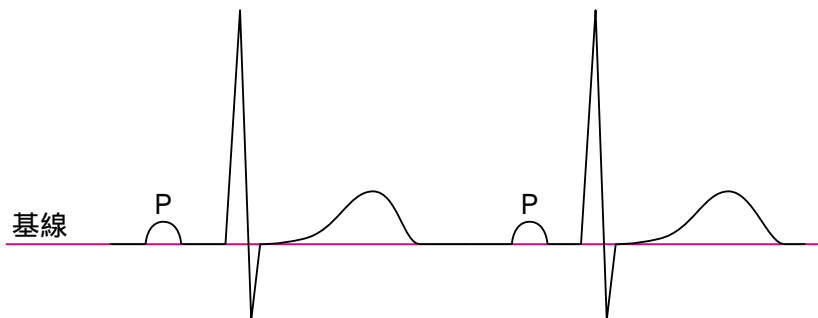


図4 心電図の基線の決め方

赤線は基線を示しています。

(筆者ら作成)

### 2 波形の計測点

図5に示すように、上向きの振れ(mV)は基線の上端からその波形の先端までを測定し、下向きの振れは、基線の下端からその波形の先端までを測定します。一方、時間(秒)の計測は、上向きの波形は基線の下縁で、下向きの波形は基線の上縁を使って計測します。

## I . 基本をまず覚えよう

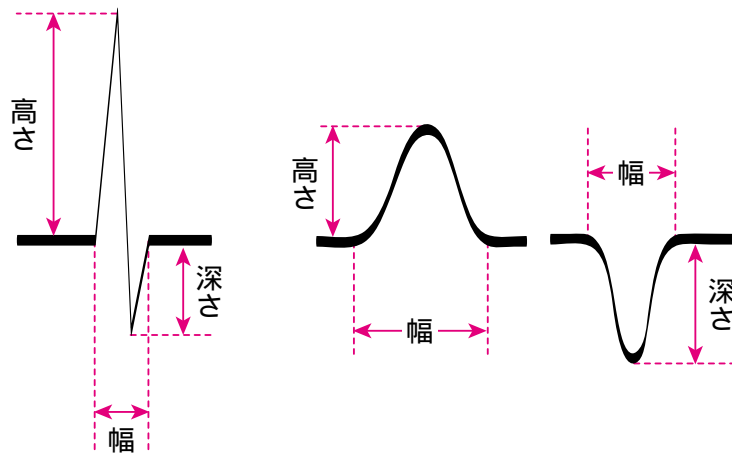


図5 心電図波形の計測点

横軸は時間を，縦軸は電位を表します。

(筆者ら作成)

### 3 . 波形の表現

#### 1 P波

上向きの振れを「陽性」，下向きの振れを「陰性」といいます。また，最初に上向きに振れてその後に下向きに振れるか，またはその逆に最初に下向きに振れ，その後に上向きに振れるものを「2相性」と呼びます。このほかにも，頂点が2つに分裂するものを2峰性P波，頂点の尖っているものを尖鋭P波，正常より電位の低いものを平低P波と呼びます(図6)。

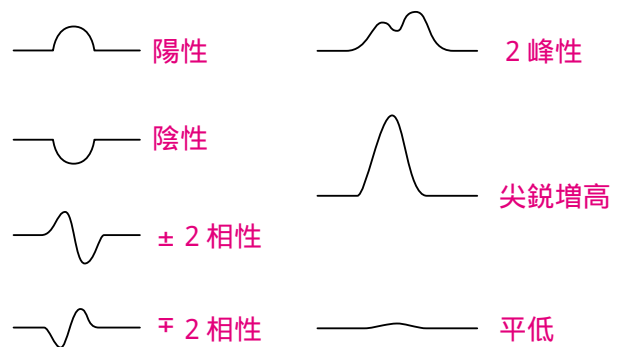


図6 P波のいろいろな形

P波の形には図6に示すように様々なものがあり，心房の状態を判断するのに役立ちます。

(筆者ら作成)

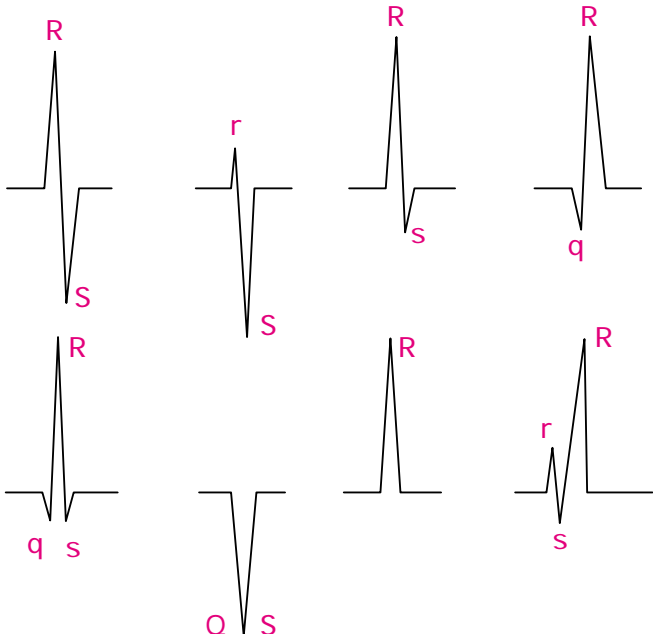
P波については，幅と高さを計測しますが，第II誘導で計測するのが一般的です。なお，P波の幅の正常値は  $0.06 < P < 0.10$  秒，高さは  $< 0.25$  mV とされています。

## ④ 心電図の波形と正常心電図

### 2 QRS 波

QRS 波は、疾患により、また誘導の仕方によってさまざまな形状を示します。このため QRS 波を表現するために、共通の取り決めがなされています。

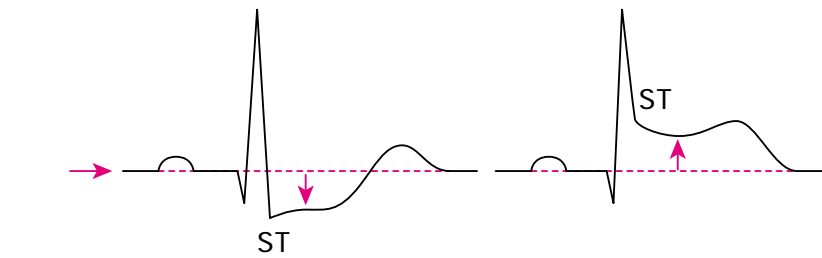
なお、振幅が小さいときには小文字 (q, r, s) を用います。

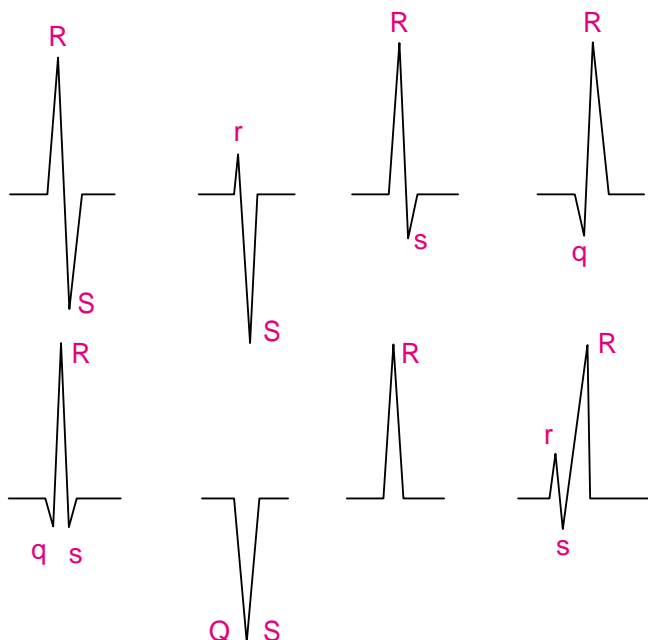
また、1 つの QRS 波内に同じ呼び名の波形が 2 つ以上認められるときには、2 番目に現れた波形に「」(ダッシュ) を付けます(  7 )。

QRS 波の幅の正常値は 0.06

QRS < 0.10 秒であり、QRS 波の幅の延長は心室を興奮が伝わる速度が遅延していることを意味します。

### 3 ST 部分

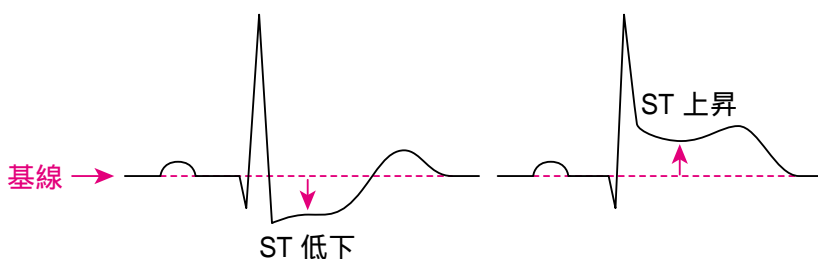
心電図では基本的に健常者の ST 部分は基線に一致します。一致しない例で、基線よりも ST 部分が上方にある(偏位)場合を「上昇」、下方に偏位しているものを「低下」と呼びます(  8 )。



 7 QRS 波の波形の命名

QRS 波は疾患により、また誘導により様々な形状を示します。

(筆者ら作成)



 8 ST の低下と上昇

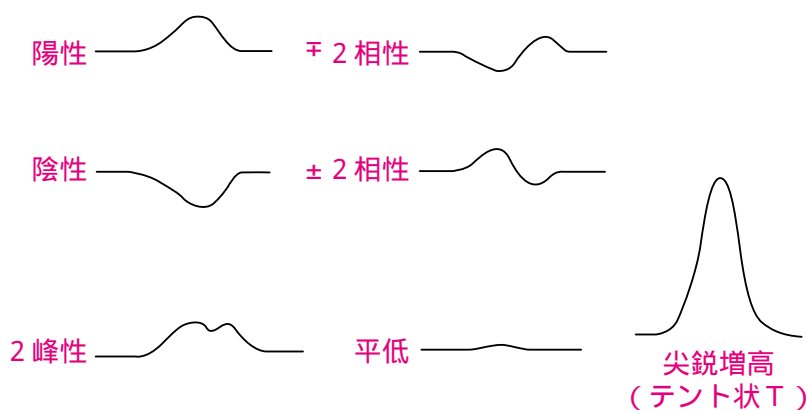
健常者の ST 部分は基線に一致します。

(筆者ら作成)

## I . 基本をまず覚えよう

### 4 T波

極性（陽性，陰性または平坦）と大きさ，形（**図9**）に注目します。またT波の場合の平低（正常値より電位が低い）は，QRS波の振幅と相対的に評価され，その比が10分の1以下の場合に「平低T波」というように用いられます。

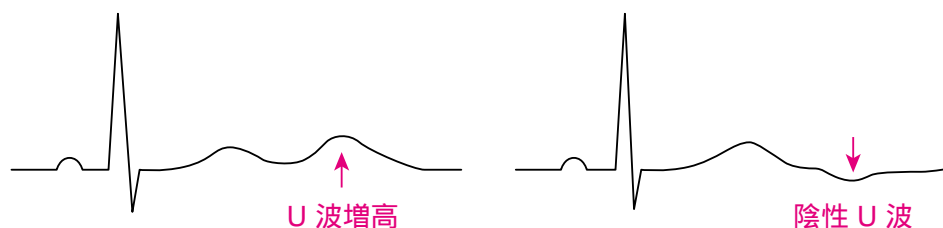


**図9** T波のいろいろな形

T波の形には**図9**に示すように様々なものがあり，心室の状態を判断するのに役立ちます。  
（筆者ら作成）

### 5 U波

T波の後に見られる低い波形（**図10**）です。極性（陽性，陰性，2相性）と大きさを見ます。



**図10** U波の性状

陽性U波は健常者でも見られますが（陰性U波）が見られれば異常と判断します。  
（筆者ら作成）

### 6 PQ 間隔

PQ 間隔の測定法については，もしQRS波がR波で始まっていれば上に振れるRまでのPR 間隔，Q波で始まっていれば下に振れるQまでのPQ 間隔となります。房室伝導時間を示し，正常値は0.12 PQ < 0.20 秒です。



脈拍の数が正常なときの QT 間隔の正常値は、 $0.36 < QTc < 0.44$  秒です。

QT 間隔は、正常心電図においては頻脈時には短縮し、徐脈時には延長します。このため、それが異常かどうかを判定するためには、心拍数による補正が必要です。現在、最も使われているのは Bazett による  $QTc = QT(\text{秒}) / \sqrt{RR}(\text{秒})$  という式です。すなわち QTc は、心拍数により補正した QT 間隔ということになります。

### 3 正常な心電図とは？

健常な人でも心電図には個人差があります。年齢・性別・体格・心臓の位置などにも影響されます。

しかし、簡単にいえば、まず不整脈がないことを確認して、P 波・QRS・ST・T 波・U 波の形に異常のないことを確認し、各波より得られる横の時間軸の計測値が正常であることを見て、心電図が正常であると判断します。

#### 正常心電図のチェックポイント

- ①各心拍で、P・QRS・T・Uの各波が一定の周期で出ているでしょうか？（不整脈は？）
- ②洞調律でしょうか？  
（Ⅰ，Ⅱ，aV<sub>F</sub>，V<sub>2</sub>～V<sub>6</sub>のP波が陽性なのを確認）
- ③時間軸の異常はないでしょうか？
  - P波の幅 0.1秒以下か？
  - PQ間隔 0.20秒未満か？
  - QRSの幅 0.1秒未満か？
  - QT間隔 延長や短縮がないか？
- ④各波形の高さに異常はないでしょうか？
  - P波の高さが0.25mV未満か？
  - Rの高さは高くないか（左室や右室の肥大・拡大はないか？）
  - T波の増高や平低はないか？
  - U波の増高や陰性U波はないか？

## I . 基本をまず覚えよう

### ⑤各波形の形態に異常はないでしょうか？

P波(陰性波や2峰性あるいは尖鋭増高がないか？)

(Ⅲ, aV<sub>L</sub>では陰性・陽性・2相性など種々な形のP波が正常でも見られます)

QRS波(分裂や結節がないか？)

(デルタ波や異常Q波は？)

T波(陰性・2相性・2峰性・平低などは？)

(Ⅲ, aV<sub>L</sub>, aV<sub>F</sub>では軽度の陰性Tや平低Tを正常でも認めます)

### ⑥STに異常はないでしょうか？

ST上昇や, ST低下はないか？

### ⑦IでR < S(右軸偏位を暗示)がないか？

aV<sub>F</sub>でR < S(左軸偏位を暗示)がないか？

V<sub>1</sub>でR > S(右室肥大などを暗示)がないか？

胸部誘導の移行帯(R Sの誘導)がV<sub>3</sub>付近にあるか？

また臨床上大切なことは, 正常な心電図を示す心疾患もあることを知っておく必要があることです。

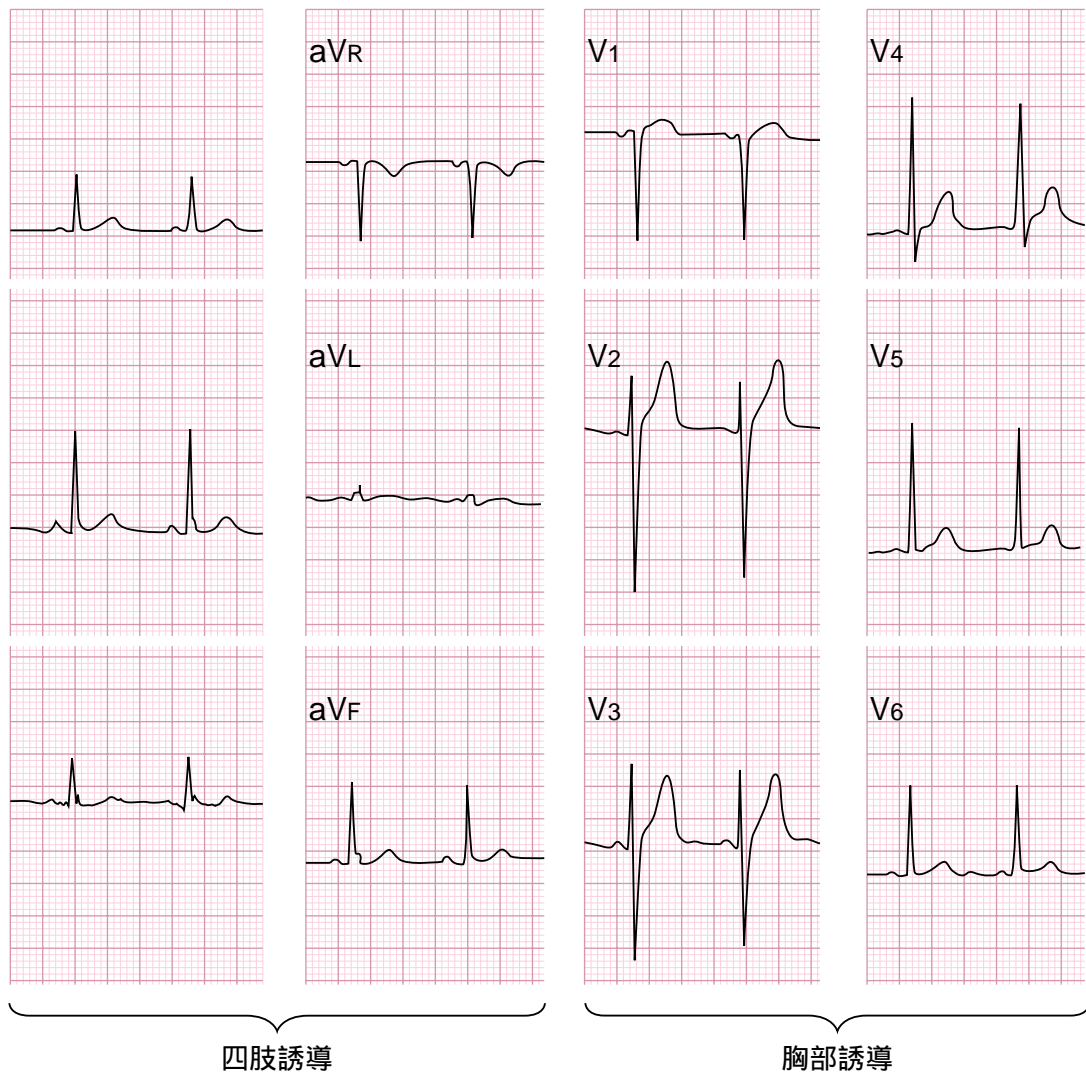
たとえば, 狭心症でも症状のないときには正常心電図が多く, 軽症弁膜症や軽症先天性心疾患などでは正常心電図を認めることがめずらしくありません。

なお, 図11に, 12誘導での正常な心電図の一例をあげておきました。チェックポイントを再確認していただければと思います。

心臓の状態を  
目に見える形で  
記録します



#### ④ 心電図の波形と正常心電図



**図 11** 12 誘導での正常心電図

P 波は I , aV<sub>F</sub> で陽性で洞調律です。QRS 幅は 0.10 秒未満で異常なく , PQ 間隔も 0.20 秒未満 , QT 間隔も正常です。P 波の形は V<sub>1</sub> で陰性ですが幅は正常で , 全誘導で高さが 0.25 mV 未満です。

R 波の高さも正常で , 移行帯 ( R / S = 1 の誘導 ) は V<sub>3</sub> 付近で ST 低下も見られません。V<sub>1</sub> ~ V<sub>3</sub> 付近の ST は軽度上昇していますが , この辺の ST 上昇は健常者にも見られる所見です。

( 笠巻 祐二 )

## Ⅱ - ① 異常心電図の見方

異常心電図について説明する前に、まず、心電図が正常と判断されても実は心臓に病気がある場合のあることを知っておいてもらう必要があります。たとえば、狭心症でも症状がおさまった後では心電図は正常のことがあります。

また、診断基準上は正常範囲内に入っている、同じ患者の以前の心電図と比較して変化が認められれば異常と考えるべき場合もあります。一方無症状で、検診などで心電図異常を指摘されても、必ずしも心配する必要のないものもあります。

さて、心電図の異常には種々なものがありますが、ここでは、波形の異常について説明します。

### 1 P波の異常



P波の異常には、形、幅、高さの変化があります。幅広い分裂(2峰性)は、僧帽弁疾患などの左房拡大(負荷)で認められます。尖鋭増高化は、肺高血圧症、肺気腫や心房中隔欠損などの右房拡大(負荷)で見られます。

P波の消失は、心房細動、心房粗動で認められ、代わりにF波が見られます。

僧帽弁狭窄症の左房性P波(図1)、肺塞栓症による肺高血圧症の右房性P波(図2)を、それぞれ図で示します。

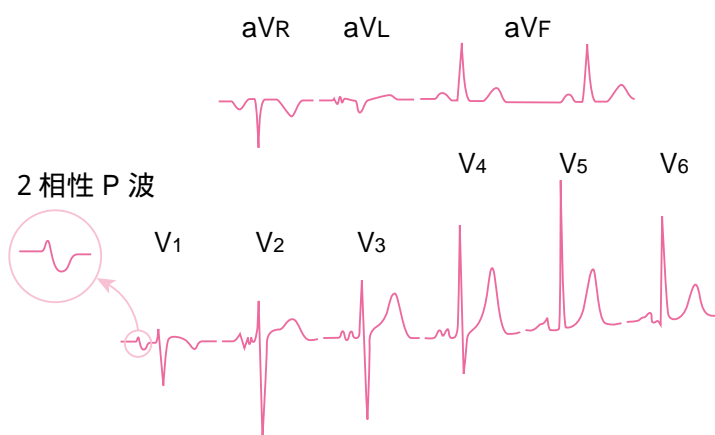
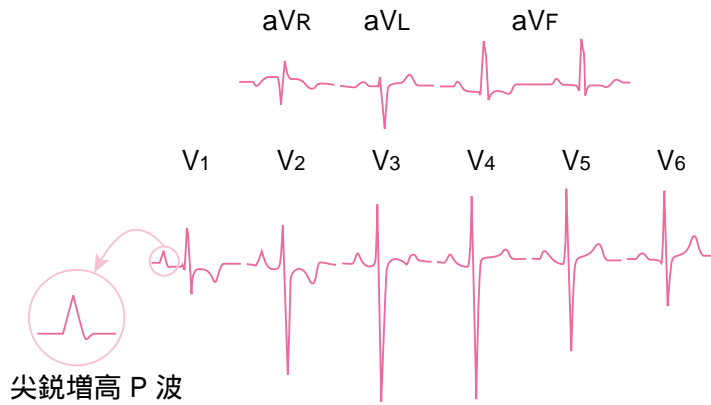


図1 僧帽弁狭窄症時の異常波形

左房負荷の際に、左房内圧が上昇したり、左房内血液量が増加したりした場合に、左房の拡大が起こります。このとき、心電図に示されるP波の変化を左房性Pとといいます。左房性Pの心電図所見は、I、II誘導のP波の幅が0.12秒以上に広くなり、P波は2峰性または結節性になります(僧帽Pという)。V<sub>1</sub>誘導のP波は(±)2相性となり、とくにP波の終末部の陰性部分の幅と深さが増大します。P波の陰性部分の幅は0.04秒以上になり、深さは1ミリ以上となります。これを左房性P波とといいます。(筆者ら作成)

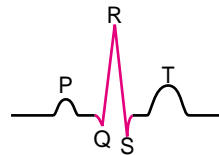
## ① 異常心電図の見方



**図2** 肺塞栓症時の右房性P

右房負荷の際，すなわち右房内圧が上昇(圧負荷)や，右房内血液量の増大(容量負荷)で右房が拡大します。そのときに，Ⅱ，Ⅲ，aVFの誘導で見られる先鋭増高(0.25mV以上)したP波を肺性P，V<sub>1</sub>あるいはV<sub>2</sub>で先鋭増高したP波を右房性P波と呼んでいます。0.25 mV未満でも形が先鋭で高めなときには右房拡大を疑いましょう。(筆者ら作成)

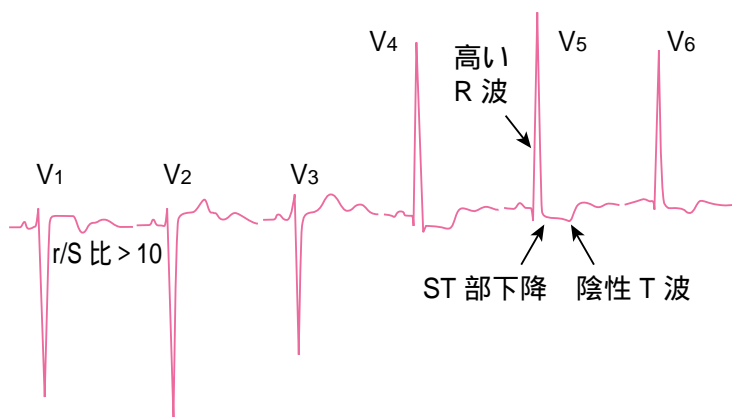
## 2 QRSの異常 (Ⅱ-④ 51頁参照)



QRSの高さの増大は，右室肥大，左室肥大のように心室筋の肥大を反映して，肥大の起こっている部位に最も近い誘導で多く認められます。しかし高さの増大は，胸壁のうすい人でも見られるので注意が必要です。QRSの正常な高さは誘導によって異なるので，他の誘導との関係が大切です。

また，STの変化やT波の異常を伴うか否かによって，診断的な意義が異なります。

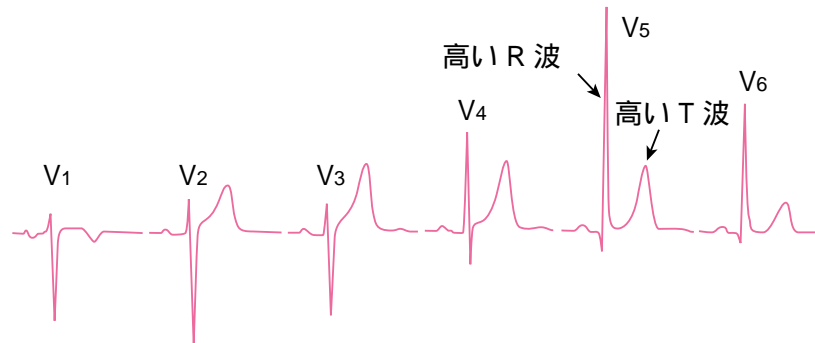
大動脈弁狭窄症による左室肥大の例(図3)と，大動脈弁閉鎖不全症による左室拡大の例(図4)を，それぞれ図で示します。いずれの場合もR波が高くなりますが，ST，T波の形が異なることに注意してください。



**図3** 大動脈弁狭窄症による左室肥大例の異常波形

左室肥大では，Ⅰ，aVL，V<sub>5</sub>，V<sub>6</sub>誘導でP波が増高し，V<sub>1</sub>，V<sub>2</sub>誘導やⅢ誘導でS波が深くなります。大動脈弁狭窄症のように左室への圧負荷が原因である場合はⅠ，aVL，V<sub>5</sub>，V<sub>6</sub>誘導でストレイン型(緩やかに下降し，急に上昇するタイプ)の陰性T波がみられます。(筆者ら作成)

## II . 心電図の変化を見る



**図4** 大動脈弁閉鎖不全症による左室拡大例の異常波形

大動脈弁閉鎖不全症のように容量負荷が原因である場合は I , aVL , V<sub>5</sub> , V<sub>6</sub> 誘導で P 波が増高し , V<sub>1</sub> , V<sub>2</sub> 誘導や III 誘導で S 波が深くなるとともに I , aVL , V<sub>5</sub> , V<sub>6</sub> 誘導で T 波の尖鋭増高化がみられます。 (筆者ら作成)

次に、四肢誘導の全誘導で電位差が 0.5 mV 以下の場合、胸部誘導の全誘導で 1 mV 以下の場合を低電位差といいます。心臓の周囲に水分が貯留している場合(心嚢液)や肺の空気含量が増加した場合(肺気腫など)、四肢に浮腫のある場合(心不全、低蛋白血症など)、心臓の起動力(電気的刺激を発生させる力)が減少した場合(心筋梗塞など)に見られます。

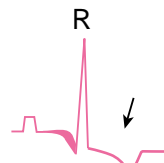
### 3 ST の異常



ST の水平型(平低)および右下がり型の低下は心筋の虚血を示しますが、それ以外の軽度の ST 変化は正常でも認められます。ジギタリス投与時にも特有の盆状の ST 低下が見られます。心室肥大でも右下がり型の ST 低下を認めることがあります(図5)。

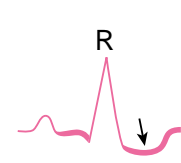
また心筋の傷害は、心外膜側に及ぶと ST は上昇します。これは、急性心筋梗塞、異型狭心症や心膜炎で見られます。わずかな接合部の ST 上昇は、正常でも認められます。

ST の右下がり型低下



心室肥大

ST の盆状低下



ジギタリス投与時

**図5** ST の異常波形

ST 低下のうち、右下がり型の低下の多くは心筋の虚血、心室肥大で認められますが、ジギタリス投与時にもみられることがあります。また、ジギタリス投与時には特有の盆状低下を示すことがあります。 (筆者ら作成)

## 4 T波の異常

STの変化を伴うことも多いのですが、正常で

も陰性T波が認められる誘導(Ⅲ, aVL, V<sub>1</sub>など)以外で陰性T波を示す場合には、心筋に虚血か傷害などの変化の存在などが考えられます。

T波の増高は、高カリウム血症や自律神経異常によっても見られますが、右側胸部誘導のT波の増高でR波の増高を伴う場合には、高位後壁梗塞(Ⅱ-③ 47頁参照)も考える必要があります(図6)。T波の平低化は、左室肥大、低カリウム血症、甲状腺機能低下症、糖尿病などさまざまな病態で見られますが、原因不明のものも少なくありません。QRSの異常(幅が広がる)に伴うT波の異常には、脚ブロックやウォルフ・パーキンソン・ホワイト(Wolff-Parkinson-White: WPW)症候群があります。

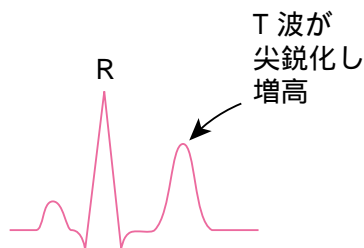


図6 高カリウム血症時のT波異常

高カリウム血症では、T波は高く先鋭化し、典型例ではテント状T波が胸部誘導に認められます。(筆者ら作成)

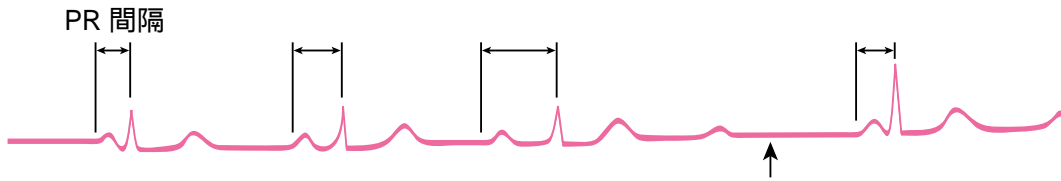
## 5 PQ間隔の異常



PQ間隔が0.12秒未満のときにはPQ短縮といい、早期興奮症候群(WPW症候群など)、房室接合部調律などで見られます。一方、0.20秒(正常時)以上の場合には第一度房室ブロックと診断します。

またPQ間隔が徐々に延長し、ついにあとに続くQRSが欠ける場合をモビッツⅠ型(ウェンケバッハ型)第Ⅱ度房室ブロックといいます(図7)。さらにPQ間隔は一定ですが、突然後続のQRSが欠ける場合をモビッツⅡ型第Ⅱ度房室ブロックといいます。

## II . 心電図の変化を見る



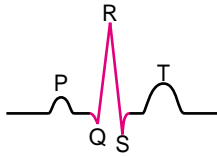
**図7** ウェンケバッハ型第Ⅱ度房室ブロックの異常波形

PR 間隔が徐々にのびて、4 番目の QRS 群がとんだ後、またもとにもどる。

(筆者ら作成)

また、P-P 間隔と R-R 間隔の各々は一定ですが、P 波と QRS 群が互いに無関係に出現する場合を完全房室ブロックといいます。

### 6 QRS 間隔の異常

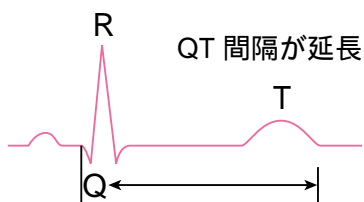


QRS 幅が 0.12 秒以上のときは、完全脚ブロック、心室性期外収縮、心室内変行伝導、WPW 症候群などが考えられます。0.10 以上～0.12 秒未満のときは、不完全右脚ブロック、右室肥大、左室肥大などが考えられます。さらに異常な Q 波は、急性心筋梗塞や心筋症、心筋炎などで認められます。

### 7 QT 間隔の異常



QT 間隔の延長は、低カルシウム血症、低カリウム血症、QT 延長症候群などで見られます(図8)。一方 QT 間隔の短縮は、ジギタリス投与時、高カルシウム血症などで見られます。



**図8** 低カルシウム血症時の異常波形

低カルシウム血症では QT 間隔の延長が認められますが、これは ST 部分の延長によるもので、T 波そのものの幅は広くはありません。

(筆者ら作成)

(笠巻 祐二)

## Ⅱ - ② 狭心症の心電図と治療のポイント

### 1 狭心症の痛みの特徴

狭心症では前胸部，とくに中央の胸骨下の圧迫感，締めつけられる感じ，つまる感じなどが特徴的です。典型的な胸痛は，胸の中央からのど・左肩や左上腕内側へ放散します(図1)。ときには歯痛として始まることもあります。

狭心症の痛みは，どのような場合に起こるかによって，労作性狭心症と安静狭心症の2つのタイプに分けられます(図2)。

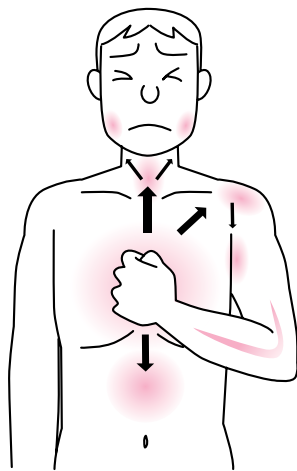
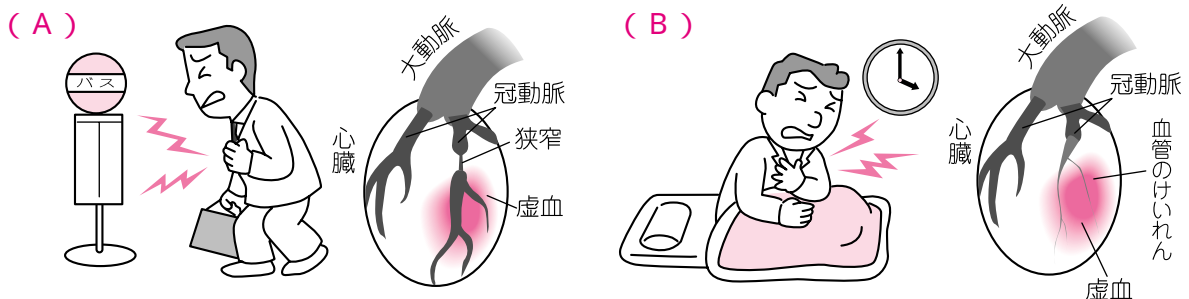


図1 狭心症の胸痛の部位と典型的な放散部位

にぎりこぶしで胸の中央を示して，締めつけられる感じを表現します。ときに胃に近い下方や，前頸部，あるいは歯痛として感じることもあり，また左肩から左腕にいやな感じが放散することがあります。



(A) 労作性狭心症 出勤途中の歩行中などの労作時に発作が起こります。原因は冠動脈の動脈硬化などで狭窄があるために，労作により増加した心臓の負荷に対して血液の供給が不十分になり，心筋の一部に酸素不足が起こるためです。

(B) 安静狭心症 安静時に起こる狭心症で，典型例では異型狭心症と呼ばれ，早朝の睡眠中に苦しくなって目がさめます。原因は冠動脈のけいれんにより血管が糸のように広い範囲で収縮して虚血が起こるためです。

図2 労作性狭心症と安静狭心症

(図1，2 健康ハート No.10「狭心症の治療について」，発行：日本心臓財団，編集：株式会社協和企画，2008より引用)

## II . 心電図の変化を見る

### 1 . 労作性狭心症

労作性狭心症は興奮したときや、運動時、たとえば歩いている途中や出勤途中など、身体を動かしているときに多くの場合起こることがあります。症状が強い場合には胸痛として感じますが、息切れ、胸部不快感、圧迫感、絞扼感、左上腕のだるさや痛み、歯痛、顎の痛み、ときには胸やけなどの消化器症状のように、多彩な症状から始まります。必ずしも胸痛で始まるものと決めつけられません。

これらの症状は、運動を止めると速やかに軽快します。また、ニトログリセリンなどの硝酸薬を舌の裏側(舌下)に含み溶かして粘膜から吸収すると、その効果が速やかに現れて症状は消失します。これも狭心症の有力な手掛りになります。このような症状は数分から15分持続しますが、それ以上続く場合は急性心筋梗塞が疑われます(図3)。

以上のように、症状から狭心症の診断は可能ですが、発作中かまたは発作直後に心電図をとると、心筋虚血による変化が認められます(図4)。心臓の筋肉に血液を送り酸素と栄養を供給している血管(冠状動脈)が動脈硬化によって内腔が狭くなり、十分な血液が供給できなくなるため、心筋に酸素不足が生じます。そのために、狭心症の症状が出現します。

このような病態では、運動時に心臓の拍動が速くなったり、また血圧が上昇したりしますので、安静時よりも多くの酸素が必要となります。しかし、血管の内腔が狭い

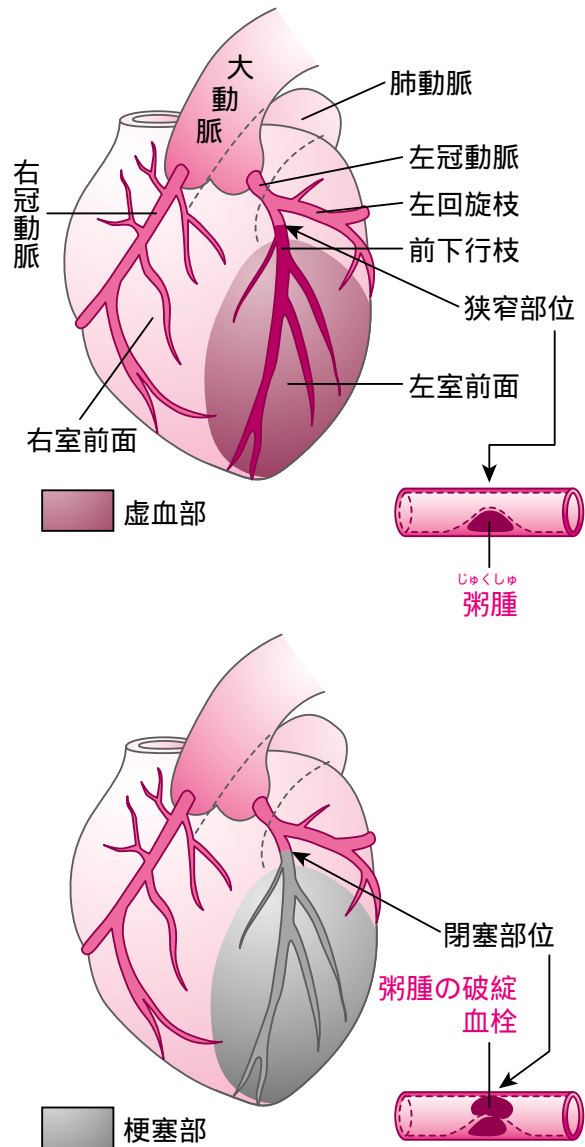
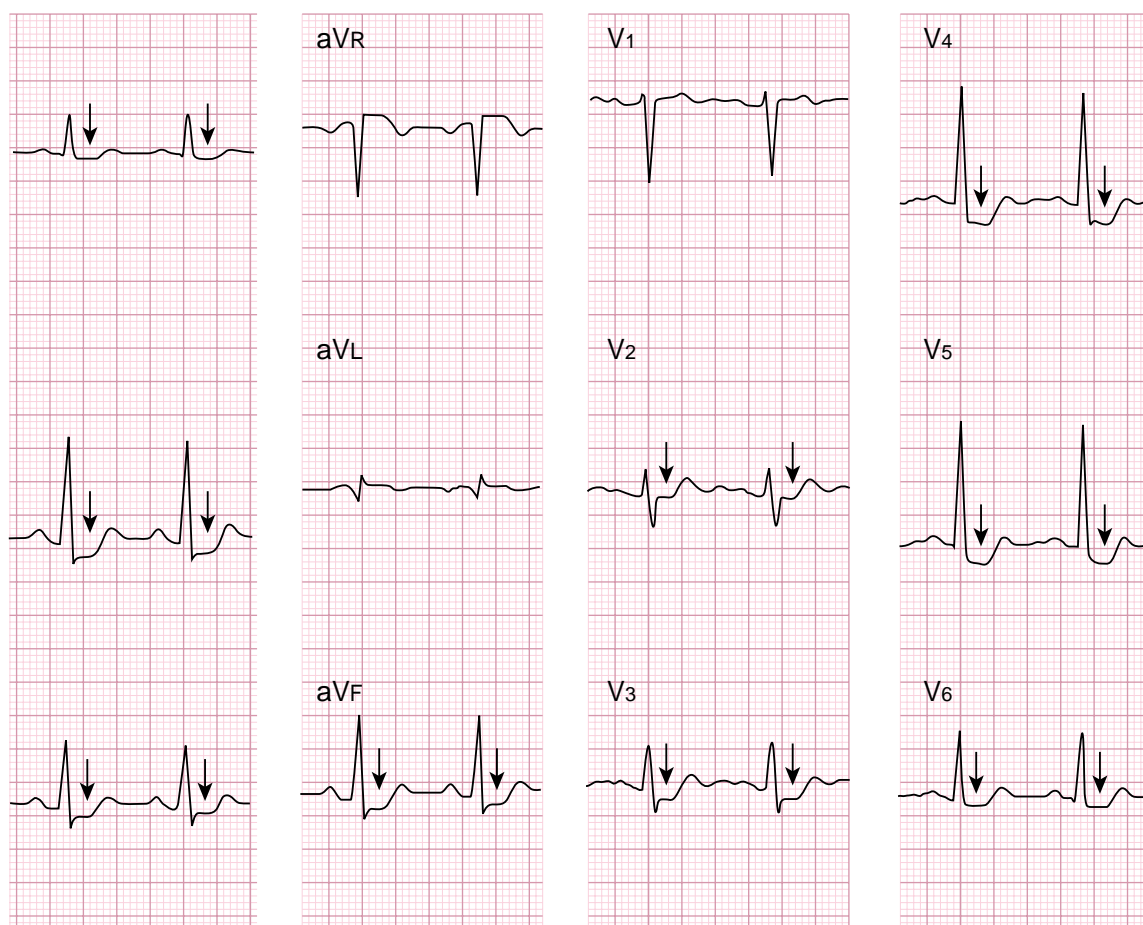


図3 冠状動脈と狭心症・心筋梗塞の発症

冠状動脈の狭窄や閉塞により狭心症や心筋梗塞が発症します。

## ② 狭心症の心電図と治療のポイント



**図4** 労作性狭心症(発作中)の心電図 - 62歳・男性

労作性狭心症の発作中には、図のようにⅠ、Ⅱ、Ⅲ、aVF、V<sub>2</sub>～V<sub>6</sub>でSTの部分の低下が見られます( )。これは心筋の内側(心内膜側)の虚血を反映した所見です。

(小沢友紀雄, 斎藤 穎 編著: 心電図診断基準 110, 中外医学社, 1998 より引用)

ため、酸素の需要に対してそれに見合うだけの酸素が供給されないために、心筋が酸素不足(虚血)に陥るのです。

安静時には、症状もなく、また心電図にも異常がないために安心することがありますが、危険な状態に変わりはありません。そのような場合には、運動負荷試験といって運動をすることにより心筋虚血を誘発し、心電図で心筋虚血の所見を確認することが必要になります。また、24時間連続記録心電図(ホルター心電図)で症状が起こったときの心電図を記録し、その所見を参考にすることも診断をするうえで重要となります。

## II . 心電図の変化を見る

### 2 . 安静狭心症

安静狭心症の典型的なものに異型狭心症があります。異型狭心症は、たいていの場合、夜間睡眠中( 早朝の3 ~ 5時 ), 明け方とほぼ決まった時間帯に症状が起こります( 図5 , 6 )

この症状は、冠状動脈のけいれん( スパズム )による血流の減少、または、ごく短時間の血流の途絶状態によって生じる強い心筋虚血です( 図5 )。この冠状動脈のけいれんがなぜ起こるのかは、まだ解明されていません。

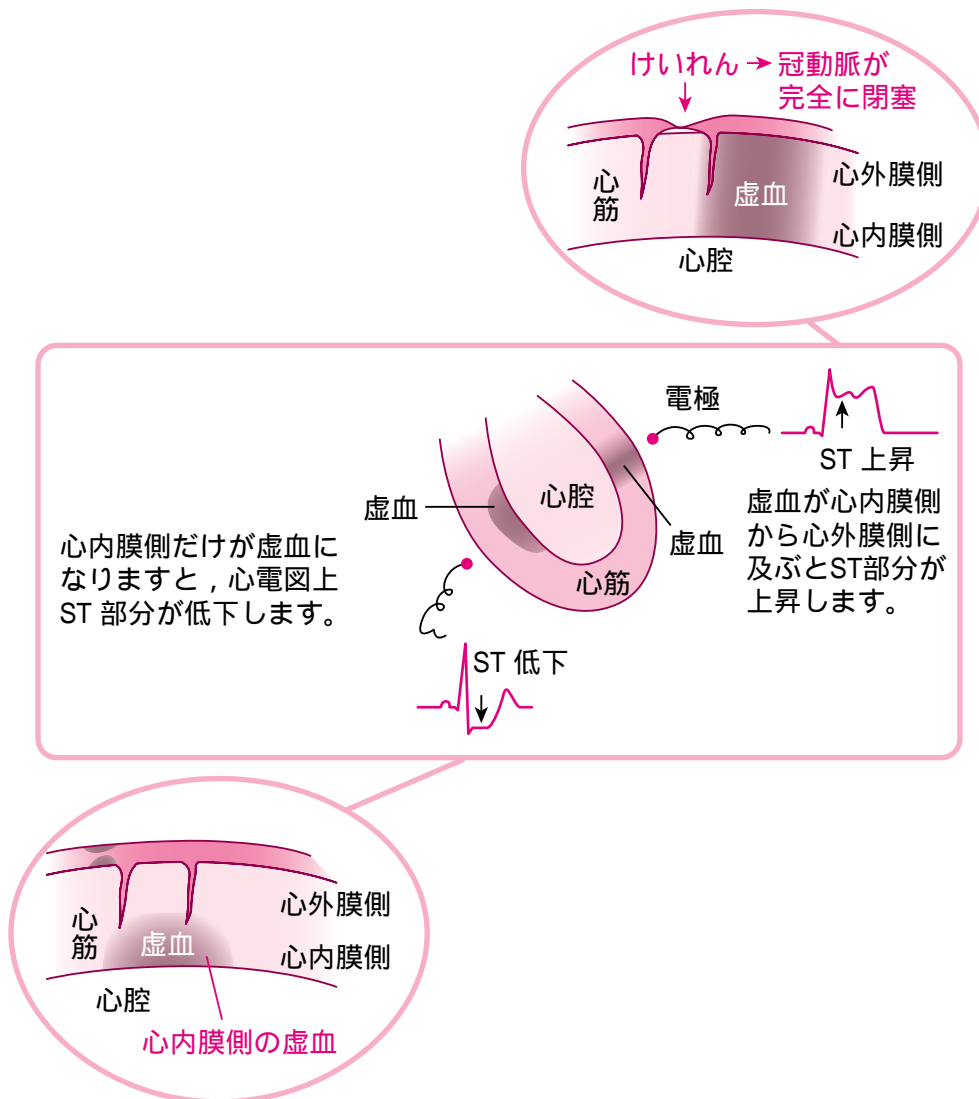
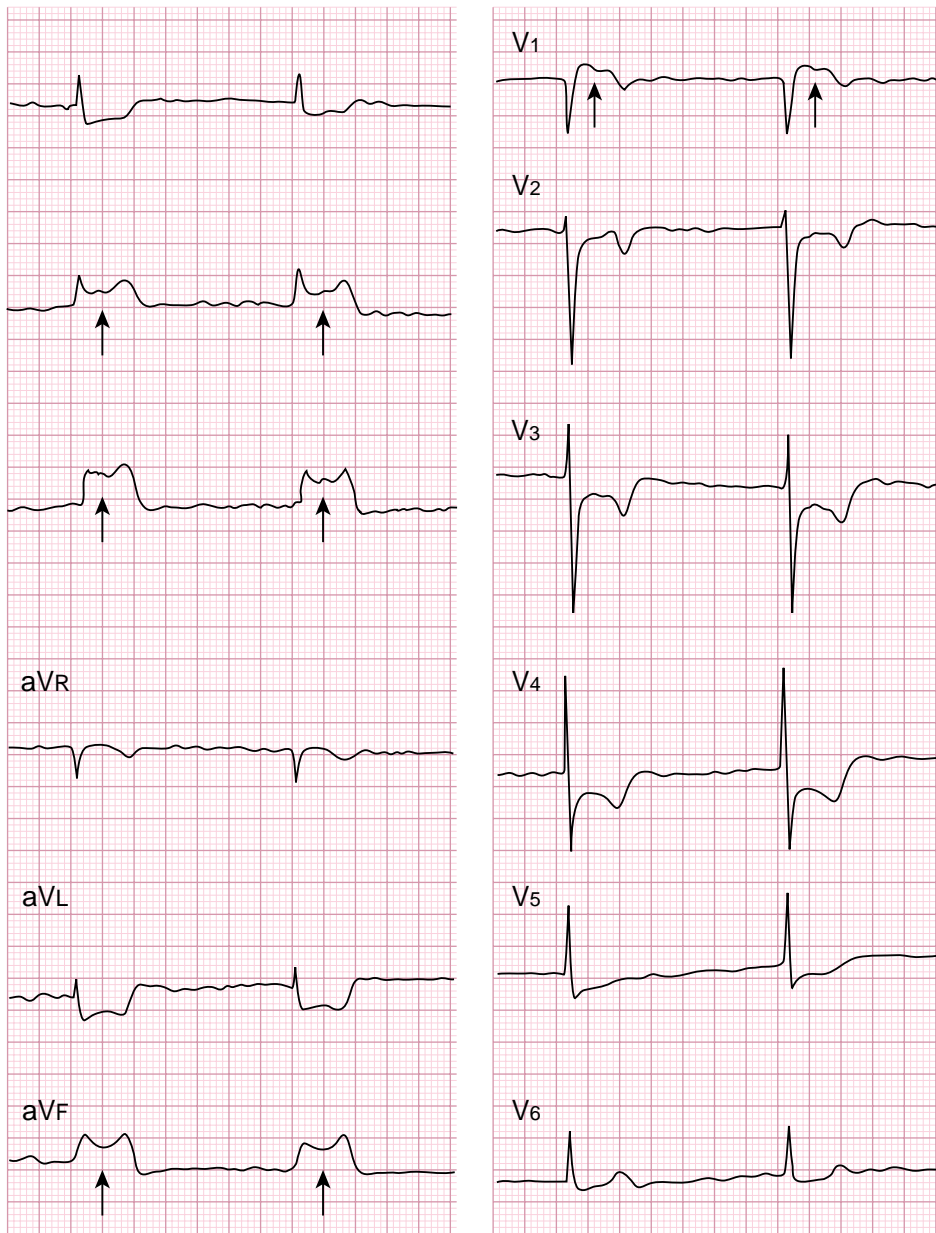


図5 心筋虚血と心電図の変化

心筋内の虚血が生じた箇所によってST部分の上下反応が変化します。

## ② 狭心症の心電図と治療のポイント



**図6** 異型狭心症(発作中)の心電図 - 49歳・男性

II, III, aVFとV<sub>1</sub>で著明なST部分の上昇が見られます( )。ごく短時間に血管(右冠動脈)がけいれんして血流が途絶し(完全閉塞),心内膜側から外膜側にかけて心筋が強い虚血状態になっていると考えられます。

(小沢友紀雄, 斎藤 穎 編著: 心電図診断基準 110, 中外医学社, 1998 より引用)

## Ⅱ . 心電図の変化を見る

### 2 狭心症の診断

#### 1 . 胸 痛

- ① どのような状態のときに、症状が出現したか？
- ② 痛みの性状、持続時間は？
- ③ 運動を中止して、またはニトログリセリンの舌下投与で軽快したか？

#### 2 . 心電図

症状があるときに心電図をとると、虚血による変化が見られます。しかし、心電図をとるときには症状は消失していることが多く、心電図では異常のないことが多くみられます。したがって、運動を負荷して心電図をとります(運動負荷試験)。

##### 1 運動負荷試験

運動負荷試験には種々の方法があります。わが国で一般的に行われている運動負荷試験は、マスター 2 段階負荷試験といわれるものです。

##### ①トレッドミル運動負荷試験

動くベルトの上を走って負荷をかけます。

##### ②ダブルマスター運動負荷試験

9 インチの高さの、凸型の 2 段になっている踏み台を年齢、性別、体重に応じた一定の昇降回数を 3 分間(ダブル)で行います。

##### ③エルゴメーター運動負荷試験

自転車をこいで負荷をかけます。

いつ症状が出たか？  
どんな痛み？  
持続時間は？  
舌下錠で軽快したか？

チェック  
ポイント



## ② 狭心症の心電図と治療のポイント

### 2 ◆ ホルター心電図

24時間心電図を記録する器具をつけて、症状が出たときに一致して心電図異常がみられるかを調べる検査です。

### 3 ◆ 超音波による心エコー検査

心臓の動きをみます。

### 4 ◆ ラジオアイソトープ検査による心筋シンチグラフィ

心筋への血液の流れが十分かどうかをみます。

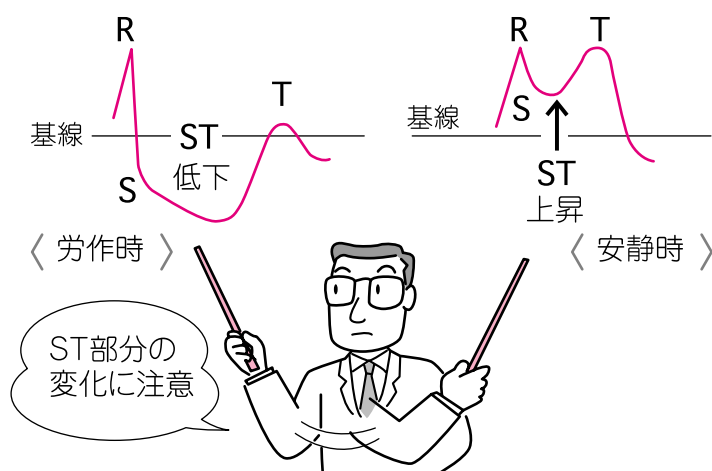
## 3 狭心症の心電図の変化(図7)

心臓は電気的な刺激で拍動していますが、心電図は、その電気的な活動を波形として記録する方法です。

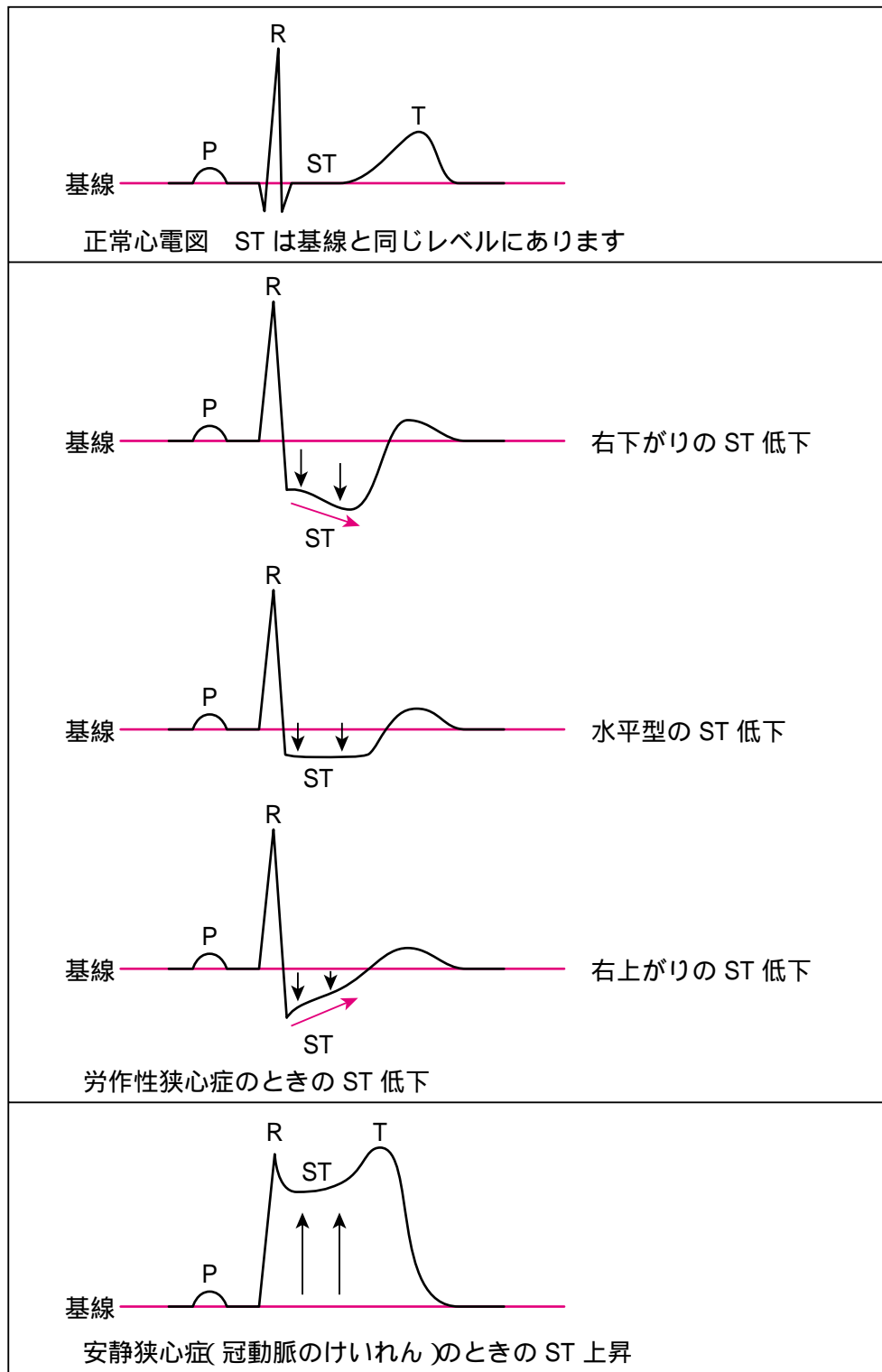
心電図の波形の中で、とくにST部分の変化が診断に重要です。ST部分が基線よりも下方に偏位していればST低下と呼ばれます。ST低下の形状により水平型、下向型と呼ばれますが、これらが労作狭心症に見られる変化です。

また、ST部分が基線よりも上昇しているものをST上昇と呼ばれます。この変化が安静狭心症の典型的な心電図上の変化です。

以上のようなST部分の変化が、症状発現時、運動負荷時、ホルター心電図装着時に見られます。



## Ⅱ . 心電図の変化を見る



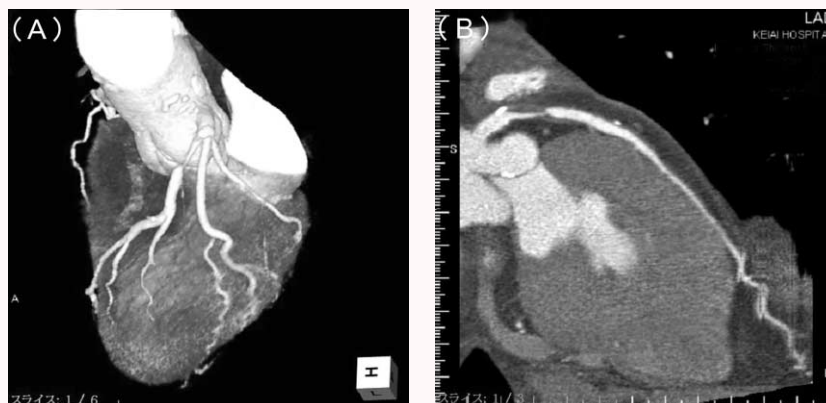
**図7** 狭心症の心筋虚血のときの心電図所見

労作性狭心症の場合は図に示すようにST低下，安静狭心症の場合はST上昇が特徴的所見です。  
 (小沢友紀雄，斎藤 穎 編著：心電図診断基準 110，中外医学社，1998より引用)

## ② 狭心症の心電図と治療のポイント

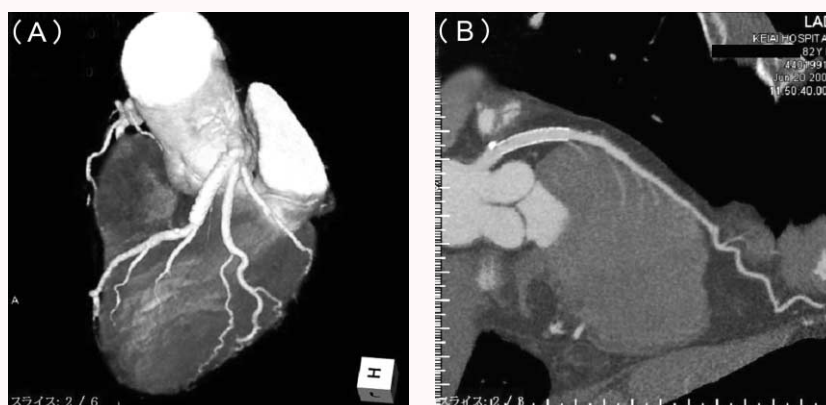
### 治療のポイント

- 1) 胸痛発作に対しては、速効性の硝酸薬(ニトログリセリンの錠剤や噴霧剤)の舌下投与を行います。
- 2) 胸痛発作の回数が増えたり、労作時のみならず安静時にも起こるタイプの狭心症や、胸痛発作が10分以上続く狭心症は入院をして治療が必要になります。
- 3) 最近では、造影CT(マルチスライスCT〔MSCT〕)により、冠動脈の狭窄病変がその日に診断されるので、薬物治療から始めるのか、狭くなっている動脈硬化による狭窄病変(図8)をステントなどで拡張する治療(図9)が必要なのかの判断が、外来で可能になりました。



**図8** MSCT (マルチスライスCT): 左前下行枝に90%狭窄

A: 冠動脈の3次元画像 B: MSCTの血管造影画像



**図9** 狭窄部位にステントを留置し拡張に成功

A: 冠動脈の3次元画像 B: MSCTの血管造影画像

(図8, 9 筆者提供)

## II . 心電図の変化を見る

### 4 )薬物治療

抗狭心症薬には、カルシウム拮抗薬、遮断薬、硝酸薬(アイトロール<sup>®</sup>錠、フランドル<sup>®</sup>テープ)、心筋保護作用を併せもつニコランジル(シグマート<sup>®</sup>)などが基本的な治療薬であります。また合併症(高血圧症、脂質異常症、糖尿病など)があればその治療も必要になります。

狭心症の重要な治療のひとつに、血液をサラサラにする抗血小板薬(抗血栓薬)を禁忌でなければ投与します。たとえば、アスピリンなどです。金属でできているステントなどで治療された場合は、アスピリンにプラビックス<sup>®</sup>という抗血小板薬を併用し、ステント内の血栓を予防することが重要となります。少なくとも、ステントの種類によっては6カ月から最低1年は続けなければなりません。

また、冠動脈のスパズム(けいれん)が原因で起こる冠攣縮性狭心症にはスパズムの予防にカルシウム拮抗薬の投与が必須です。

### 5 )インターベンション治療

この治療は、薬物治療でも狭心症がコントロールできない場合か、はじめからステントなどで治療をしたほうが良いと判断された場合に行います。最近では、ステントによる拡張術(インターベンション治療)が主流ですが、末梢の細い血管に存在する狭窄病変はバルーン単独で拡張することもあります。再狭窄を予防するためにステントには薬物(抗がん剤や免疫抑制薬など)をステントに被覆加工した薬物溶出性ステント(drug-eluting stent : DES)があり(図10)、再狭窄が予防されるようになりました。



図10 バルーンにより拡張されたステント

ステントによる拡張術は血管などの狭窄病変に対して有効な治療法です。

(齋藤 穎)

## II - ③ 心筋梗塞の心電図と治療のポイント

### 1 心筋梗塞とは？

心臓の健康な状態を維持する冠動脈が閉塞しますと、その先の心筋に酸素や血液を送れなくなり、やがて心筋細胞の不可逆的障害(壊死)が生じます。この状態が心筋梗塞です。心筋梗塞になりますと、その領域の心筋が壊死して収縮できなくなり、心臓の血液を全身に送り出す働き(ポンプ作用)が著しく低下します。その結果、心不全やショック状態に陥ったり、危険な不整脈が出現して、重篤な状態をきたすことがあります。

冠動脈病変の中には、非常に血栓を作りやすい物質が存在しています。病変の壁に傷ができますと、それらの物質と血液中の血小板が反応して急速に血栓が形成され、冠動脈の閉塞をきたし血流が途絶します(図1)。その結果、30分以上持続する胸痛や胸部圧迫感という典型的な症状が起こり、しばしば患者さんは手のひらを胸にあて苦悶状の表情を示します。狭心症の既往がある場合もありますが、症例の約半数は突然発症します。

診断はこれらの症状と、心電図および血液中の白血球や心筋逸脱酵素(CPK, GOT, LDH, トロポニンTなど)の測定により行われますが、なかでも心電図は早期診断や経過の観察にきわめて有用です。

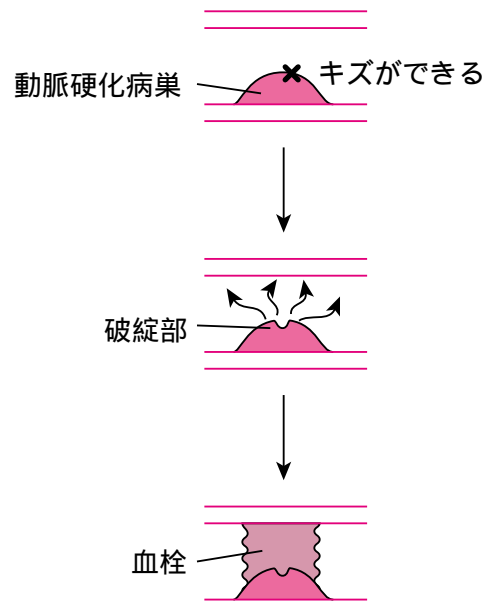


図1 心筋梗塞発症時の冠動脈

冠動脈の壁にできた(偏心性)動脈硬化病巣が破綻すると、そこから出た物質が血液中の血小板と急速に反応して血栓を形成します。(筆者作成)



心筋梗塞発作の患者さん

## II . 心電図の変化を見る

### 2 典型的な波形

発症後数日から1カ月の心筋梗塞では、梗塞の起こった部位において、① 異常Q波、② STの上昇、③ 冠性T波などの特徴的心電図所見が見られます(図2)。

**異常Q波**とは、R波の高さの25%以上の深さがあり、幅が広く0.04ms以上のQ波のことで、心筋壊死の存在を表しています。**STの上昇**は、上向きで高さは0.2mV以上を呈します。STの上昇は、心筋に血液を供給している血管の完全閉塞による高度の障害の存在を意味しています。**冠性T波**とは、心筋梗塞に認められる左右対称の陰性T波のことで、心筋虚血の存在を表しています。

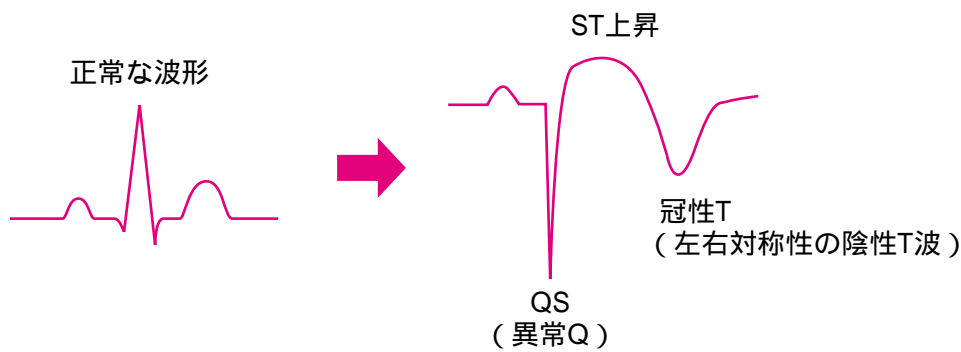


図2 典型的な心筋梗塞の心電図

異常Q波、STの上昇、冠性T波が見られる心電図。(筆者作成)

### 3 心電図の経過

心筋梗塞の心電図所見は、発症からの時間的経過により変化していきます。

#### 1 . 発症極早期

発症後分単位のきわめて早い段階には、Q波やSTの上昇はまだ明らかでなく、わずかにT波の増高が観察されることがあります(図3)。

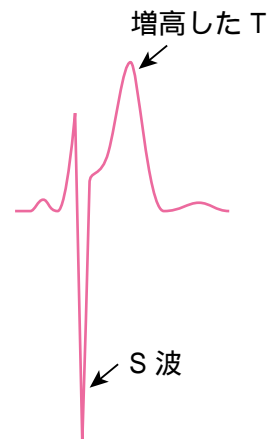


図3 発症極早期の心電図

発症極早期には異常Q波はみられずに、尖鋭増高したT波が出現します。(筆者作成)

### ③ 心筋梗塞の心電図と治療のポイント

#### 2 . 急性期

発症後数時間から12時間ぐらい経過するとST上昇が明らかになり、その部位に一致して異常Q波（発症直後ではQ波がまだはっきり見られないことがあります）が認められます。そして半日から数日の間に冠性T波が出現します（図4）。

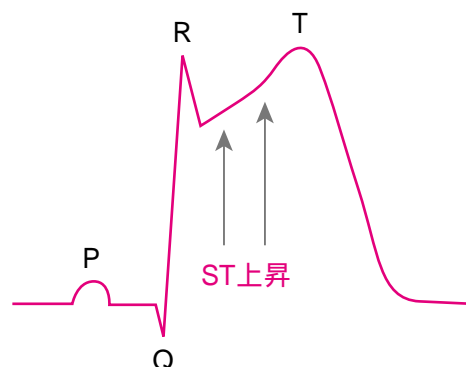


図4 急性期の心電図

異常Q波は浅く、STの上昇が著明です。（筆者作成）

#### 3 . 回復期

数日後から1週間ぐらいになると、異常Q波は変わりませんが、STの上昇が徐々に軽快・消失します。冠性T波も一時的に深くなりますが、その後次第に浅くなっていきます（図5）。

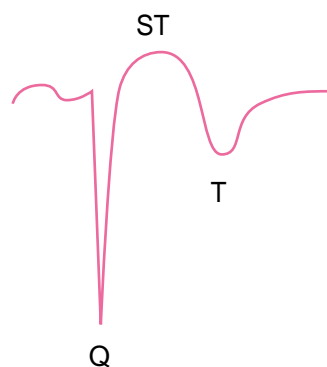


図5 回復期の心電図

ST上昇が軽快し、一時深くなった冠性T波も浅くなり、Q波のみ残って行きます。（筆者作成）

#### 4 . 慢性期

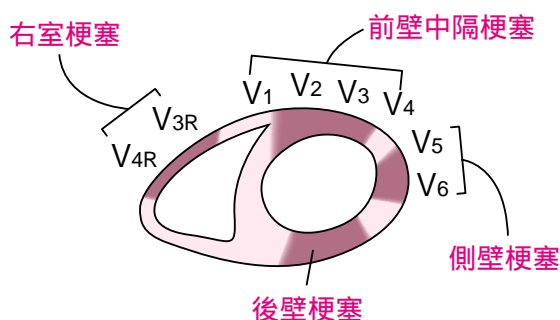
その後も、異常Q波は持続して観察されます。冠性T波は多くの場合、次第に消失し、上向きになります。

### 4 心筋梗塞の部位診断

心筋梗塞の部位は、閉塞する冠動脈により異なります。閉塞した血管が左冠動脈の前下行枝の場合は前壁中隔や高位側壁に、回旋枝の場合には高位後壁に梗塞が生じます。これに対して、右冠動脈に閉塞病変がある場合は下壁梗塞や右室梗塞を生じます。12誘導心電図は多方向から心臓を観察しているため、異常Q波やST上昇が認められる誘導の位置を調べることにより、心筋梗塞の部位と閉塞血管を診断することができます（図6）。

また、梗塞の場所や程度により、典型的な心電図の波形が見られないことがあります。

## II . 心電図の変化を見る



**図6** 心臓横断面(前壁中隔梗塞,側壁梗塞,後壁梗塞,右室梗塞の部位)  
上方が前胸部,右方が左側を表す心臓横断面とそれらに対応する胸部誘導  
です。(筆者作成)

### 治療のポイント

#### A . 初期治療

まず,安静と疼痛の緩和が必要です。また,血圧低下や,徐脈傾向がある場合には,緊急な処置が必要になります。救急室では以下の初期治療が施されます。

- ① 心電図モニター:心拍数の変化,不整脈の早期発見に必要です。
- ② 酸素投与:鼻腔カニューラにて1~2L/分投与します。
- ③ 血管確保:薬剤投与のための点滴ルートの確保をします。
- ④ ニトロ化合物:血圧が低下していなければ,ニトログリセリンを舌下投与します。
- ⑤ 疼痛緩和:塩酸モルヒネ(2~4mg)の静脈内投与を行います。
- ⑥ アスピリン:抗血小板バファリン(81mg)2錠を噛み砕くように服用してもらいます。
- ⑦ ヘパリン:早期に使用することにより,血流の再疎通が得られることもあり,出血などの禁忌がなければ,3,000~4,000単位を静注し,10,000~15,000単位/日で持続投与を行います。

#### B . 再灌流療法

施設の状況により,血栓溶解療法や冠動脈カテーテル治療(PCI)を施行,あるいは併用します。心筋梗塞では心筋梗塞サイズの大きさが予後と関係があるため,早期に再灌流が行われることが望まれます。

### ③ 心筋梗塞の心電図と治療のポイント

#### 治療のポイント

血栓溶解療法：心筋梗塞発症 12 時間以内の症例で，出血性リスクが少ない症例が適応となり，血流が得られる割合は約 70%です。

Primary PCI：心筋梗塞発症後 12 時間以内が適応となりますが，12 時間を超える症例でも，梗塞後狭心症により胸痛が持続する場合，血行動態が不良あるいは心不全が改善しない場合，不整脈が薬物によりコントロールができない場合には，冠動脈造影を行い冠動脈形成術を考慮し，血流を再開させることが有効です。

#### C．合併症治療

##### ① ポンプ失調(心不全・心原性ショック)

重症の心不全，広範囲心筋梗塞により心機能が低下した例では，利尿薬・カテコラミン・血管拡張薬を適切に使用します。

##### ② 不整脈

房室ブロック：急性下壁梗塞に合併することが多く，一時体外ペーシングを必要とすることがありますが，房室ブロックの多くは一過性であり，数日で離脱できる可能性があります。

心室細動・心室頻拍：心室細動に対しては，電氣的除細動が最も効果的です。また，薬剤では，以前はリドカインを第一選択としていましたが，アミオダロンが第一選択薬として使用されることも多くなりました。また，わが国で開発されたニフェカランも有効です。

( 森内 正人・高山 忠輝 )

## Ⅱ - ④ 心臓肥大の心電図と治療のポイント

### 1 心臓肥大・拡大とは？

心臓肥大は、心臓を形づくる筋肉(心室壁)が厚くなることを意味する「肥大」と、心室の内腔が大きくなる「拡大」があり(図1), それぞれ左室(左室肥大・左室拡大)にも右室(右室肥大・右室拡大)にも起こります(図2)。ほかに、心房は内腔の拡大(左心房拡大・右心房拡大)があります。

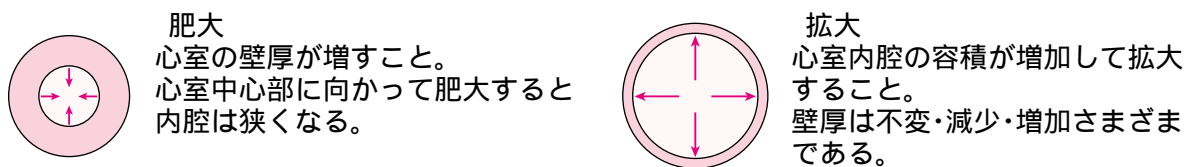


図1 心室の肥大と拡大の模式図(左心室を輪切りにした図)

肥大は内腔へ向かう矢印の方向に壁厚が増加し, 拡大は外方へ向かう矢印の方向へ拡大します。  
(筆者ら作成)

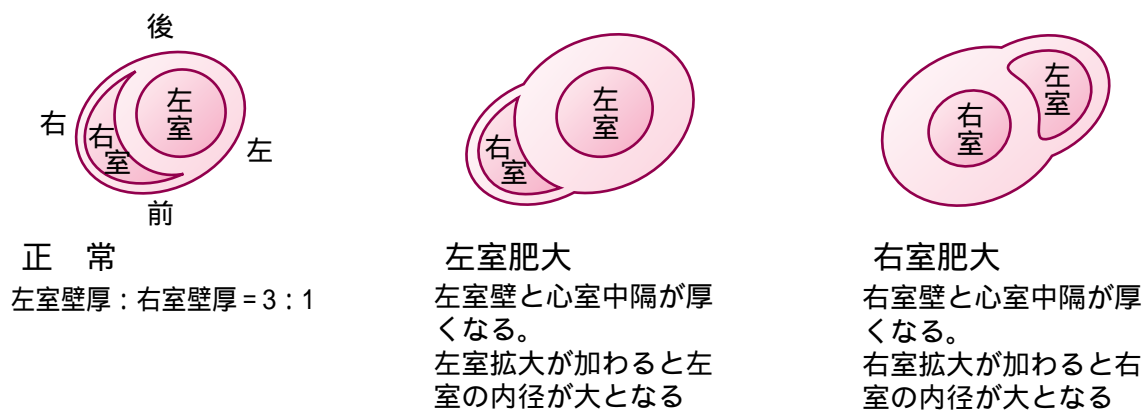


図2 左室肥大・右室肥大の模式図(心室を輪切りにした図)

肥大と拡大はそれぞれ右室でも左室でもあります。

(筆者ら作成)

### 1 . 心室肥大・拡大

心室の肥大は、心室が収縮するとき高い内圧に対抗して強い力で収縮しなければ

#### ④ 心臓肥大の心電図と治療のポイント

ならない状態（たとえば高血圧症や大動脈弁狭窄症など）が続いたとき，1本1本の心臓の筋肉自体が肥大して，結果として全体の心室壁が厚くなることです。

これに対して心室の拡大は，心室へ収容すべき血液量が多くなる状態が続いた場合（たとえば大動脈弁逆流や心房中隔欠損症など）に，心臓の筋肉が延長して心室が拡大することです。

ほかに原因が明確でない心筋疾患でも，心室の肥大(肥大型心筋症)や拡大(拡張型心筋症)が存在することがあります。

### 2．心房拡大

心房の場合には，心房へ流入する血液量が増えた状態（心房中隔欠損症や僧帽弁逆流など）では慢性的に心房の容積が増えて拡大します。

また，心房から心室への送血が障害されるとき(僧帽弁狭窄症や左心不全など)が続いた場合には，心房筋肉は肥大せずに心房が拡大します。心房細動のように，まとまった心房収縮が消失してしまった場合にも拡大します。

## 2 左心室肥大と右心室肥大の心電図

### 1．左心室肥大

左心室肥大では心室の筋肉量が増えるため，心筋全体として起電力が増えて，左心室に対応した誘導のR波は高くなります。左心室肥大の心電図上の特徴はI，aVL，V<sub>5</sub>，V<sub>6</sub>でR波の増高とともに，右下がりのST低下，陰性T波が見られることです(図3)。

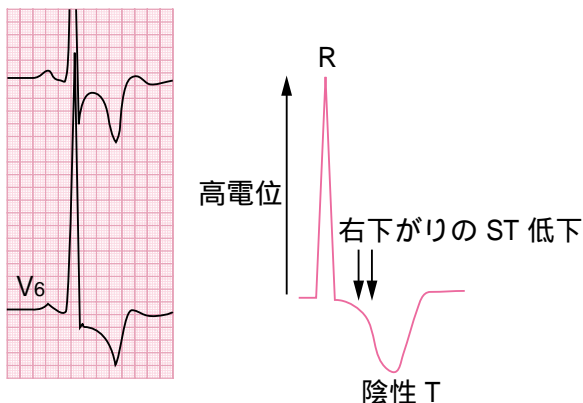


図3 左心室肥大

R波が高電位でT波は陰性になり，STは陰性Tへ向かって右下がりの低下を示します。

(筆者作成)

## II . 心電図の変化を見る

### 2 . 左心室拡大

左心室拡大では、左心室が胸壁に近づく側の誘導のR波は高くなります。容量負荷による左心室拡大の心電図上の特徴はV<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>で高いR波と、増高・尖鋭化したT波が見られることです(図4)。しかし、高度になるとST低下、陰性T波が見られるようになります。

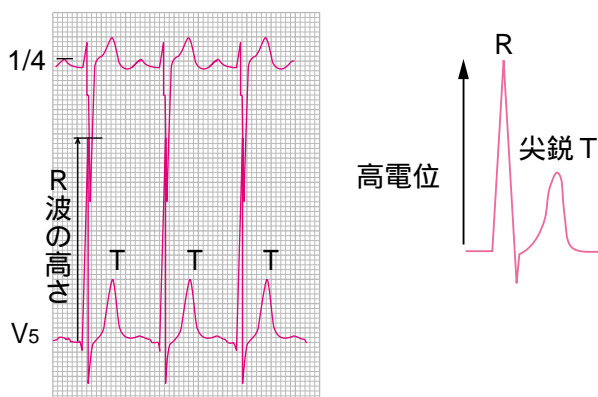


図4 左心室拡大

R波が高電位で尖鋭T波が見られます。

(筆者ら作成)

### 3 . 右心室肥大

右心室筋肉の量が増えるため、右心室に近いV<sub>1</sub>に変化が現れます。心室の平均電気軸が右軸偏位となり、V<sub>1</sub>の心電図上で高いR波が見られ、 $R/S > 1$ となります。また、右下がりのST低下が見られます(図5)。そしてV<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>のS波が深くなります。

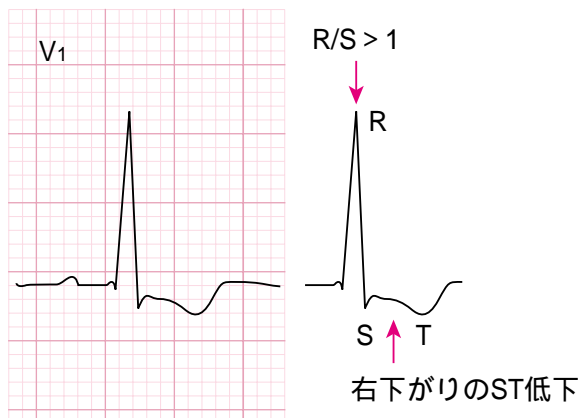


図5 右心室肥大

V<sub>1</sub>でR波の高さがS波の深さより大きいです。

(筆者ら作成)

## ④ 心臓肥大の心電図と治療のポイント

### 4 . 右心室拡大

右心室が拡大すると右心室の興奮時間が延長するため、右心室に近いV<sub>1</sub>誘導にrsR型、すなわちSの後に再びR波が現れ(図6)、V<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>の心電図上で深いS波が見られ、心室平均電気軸が右軸偏位になります。



図6 右心室拡大

V<sub>1</sub>でrsR'が見られます。

(筆者ら作成)

## 3 左心房拡大と右心房拡大の心電図

### 1 . 左心房拡大

① IあるいはII誘導の心電図上に、幅が広い(0.1秒以上)2峰性P波(僧帽P)が見られます(図7)。

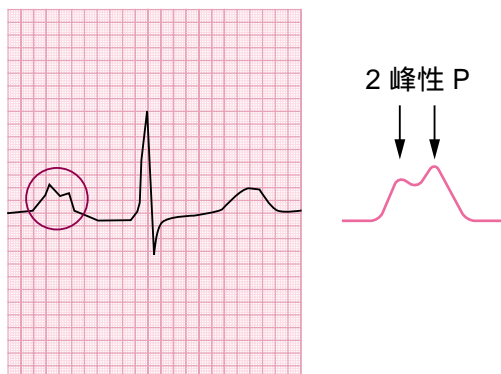


図7 僧帽P

2峰性で幅の広いP波が見られます。

(筆者ら作成)

## II . 心電図の変化を見る

②さらに  $V_1$  の心電図上に、陽性相の後に幅広く深い陰性相を示す(±) 2相性 P 波 (左房性 P 波)が見られます(図 8)。

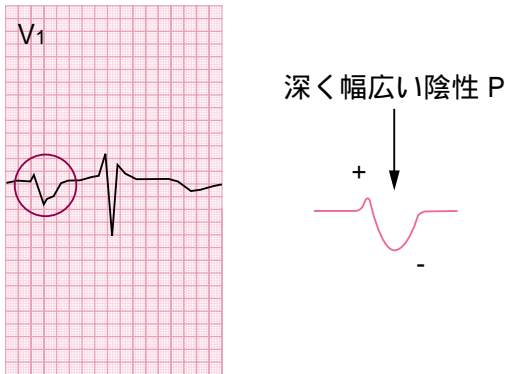


図 8 左房性 P

プラスマイナスの 2 相性でマイナスの部分が深く大きいです。

(筆者ら作成)

### 2 . 右心房拡大

II, III,  $aV_F$  誘導の心電図上に、高く (0.25 mV 以上) 尖った P 波 (肺性 P) が見られます(図 9)。

また、 $V_1$  あるいは  $V_2$  の P 波も尖って高くなります (右房性 P) (図 10)。

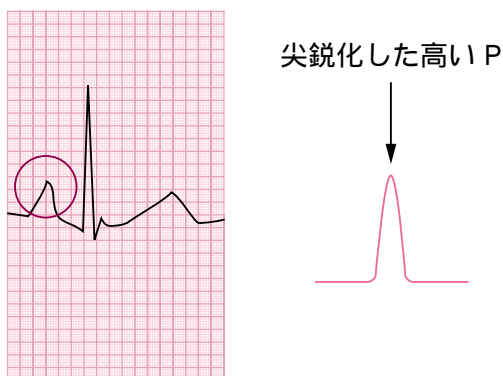


図 9 肺性 P

幅のかわらない先鋭化した高い P 波が見られます。

(筆者ら作成)

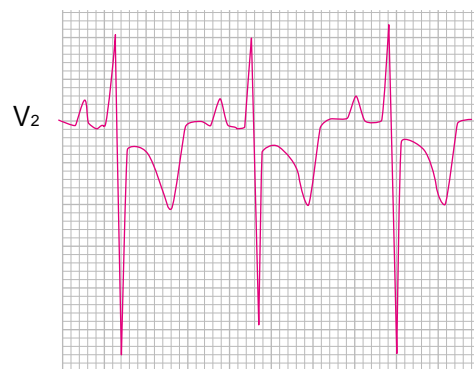


図 10 右房性 P

右側胸部誘導にも幅のかわらない先鋭化した高い P 波が見られます。

(筆者ら作成)

## ④ 心臓肥大の心電図と治療のポイント

### 治療のポイント

心臓肥大の治療は、心室の肥大・拡大、心房の拡大のいずれの場合も、まずは原因となっている疾患の治療と、肥大・拡大によって起こる心不全や不整脈の治療が中心となります。また最近では、心室の肥大にはホルモンなどの因子が関与していることがわかっており、それらをうまくコントロールすることで、肥大をある程度防ぐことができるのではないかとわれています。

#### A. 心室肥大

心室肥大の一番の原因は高血圧です。血圧が高い、ということは心臓から全身に血液を送る血管の中の圧力が高い、ということですから、心臓はその圧力以上の高い圧力をかけて収縮しないと全身に血液を供給できません。

心臓は心筋という筋肉でできているので、高血圧の人の心臓は収縮のたびに筋肉トレーニングをしている状態となり心筋細胞が厚く大きくなるのです。このことは大動脈弁狭窄症という心臓の出口にある弁が硬く、狭くなる疾患でも起こります。心筋が厚くなると心臓の機能、とくに心臓が拡張する機能が低下してしまい、今まで何ともなかった階段でも疲れやすくなったり、息切れが出やすくなったりします。

心室<sup>注)</sup>肥大にならないためには、普段から塩分を控えたりして高血圧にならないようにすることが大切です。また、心筋の肥大にはレニン-アンジオテンシン-アルドステロン系(RAA系)などの体内のホルモン系も関与しているということがわかって、最近では高血圧の治療薬としてこのRAA系を抑えるタイプの薬(アンジオテンシン変換酵素〔ACE〕阻害薬や、アンジオテンシンⅡ受容体拮抗薬〔ARB〕など)も使われています。さらに、心筋自体の変性(心筋症)によって心室(主として左室)の肥大をきたす肥大型心筋症の場合には、心室の肥大そのものに対する確立された治療法はなく、治療の対象は主に自覚症状の軽減や突然死、不整脈の予防が中心となります。

注)ここでいう心室とは、主に全身に血液を供給する左心室のことを指しますが、同じことは右心室でも言えます。右心室が血液の供給をするのは肺動脈ですから、肺動脈の血圧が高い「肺高血圧症」という病態では、当然右心室の肥大、すなわち右室肥大が生じてきます。ただ肺動脈は全身の動脈に比べ圧力が低いため、右心室の筋肉量はそれほど多くなく、右室肥大そのものが全身状態に影響を及ぼすことはあまりありません。むしろ肺高血圧症

## II . 心電図の変化を見る

が全身状態に影響を及ぼしますので、肺高血圧症に対する治療のほうが大切です。しかしながら、肺高血圧症に対する治療はなかなか難しいのが現状です。

### B . 心室拡大

心室の肥大が、主に圧力の負荷がかかって起こってくるのに対し、心室の拡大は心室内の容量が多くなって心筋細胞が引き伸ばされることで起こってきます。

心室の容量、すなわち血液の収容量が増える疾患としては、大動脈弁閉鎖不全症や僧帽弁閉鎖不全症などがあります。心室の拡大に対する確立された治療法はなく、元となる疾患の治療が中心となります。また、拡張型心筋症のように特定の原因がなく心筋が薄く引き延ばされる場合もあります。この場合も心不全症状の軽減や不整脈の予防が中心となります。

### C . 心房拡大

心房の拡大も、心室の拡大と同じように心房内の血液の収容量が多くなることで起こります。僧帽弁閉鎖不全症や僧帽弁狭窄症など、僧帽弁疾患による左房拡大が代表的です。左房拡大の場合も、それによって起こってくる心房細動などの不整脈や心不全症状の治療が中心となります。



(小牧 宏一・太田 昌克)

## II - ⑤ WPW 症候群の心電図と治療のポイント

### 1 WPW 症候群とは？

正常な心臓では、心房の興奮は房室結節とヒス束と呼ばれる場所を通過して心室へと伝わりますが(図1)、ウォルフ・パーキンソン・ホワイト(Wolff-Parkinson-White : WPW)症候群では、生まれつき余分な伝導路(ケント束という副伝導路)があり(図2)、このため種々の頻脈性の不整脈が起こる病気です。図は心臓の模式図です。

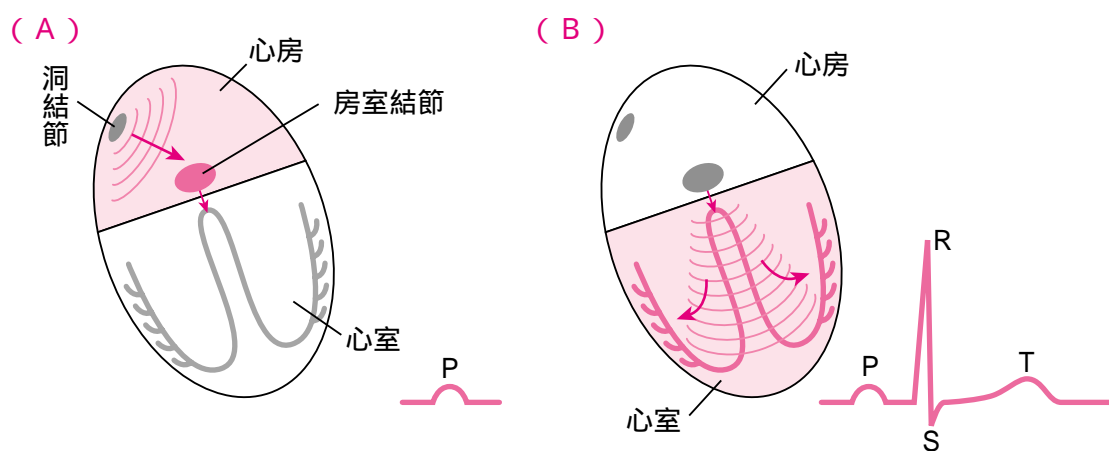


図1 正常時の伝導路

- (A) 洞結節で生じた興奮は心房筋を興奮させ、次に房室結節を興奮させます。
- (B) 房室結節の興奮はヒス束、プルキンエ線維を経て、心室筋を興奮させます。

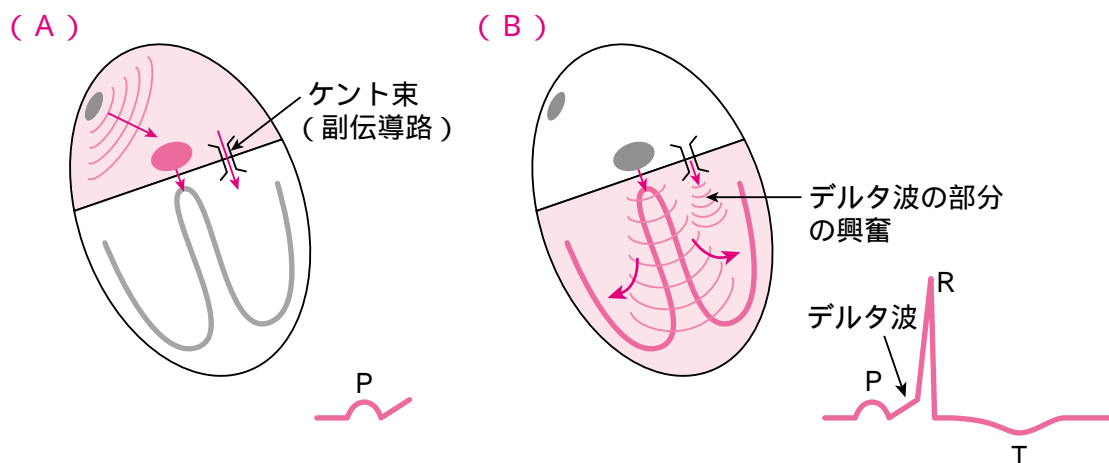


図2 WPW 症候群の伝導路

- (A) 副伝導路が存在すると、心房より心室への興奮伝播が2カ所より始まります。
- (B) 副伝導路を介する心室興奮のほうが早く心室筋の一部を興奮させます。

(図1, 2 筆者作成)

## II . 心電図の変化を見る

### 2 典型的な波形

WPW 症候群の心電図は、心房の興奮が副伝導路を通過して心室へ速く伝わるために、P 波と QRS 波の間隔 (PQ 間隔) が短くなり、QRS 波の立ち上がりの部分がなだらかになる (これをデルタ波といいます) とともに QRS の幅が広がる特徴があります (図 3)。QRS の形は、幅伝導路がある部位により異なります。

図 4 に 12 誘導心電図を示します。

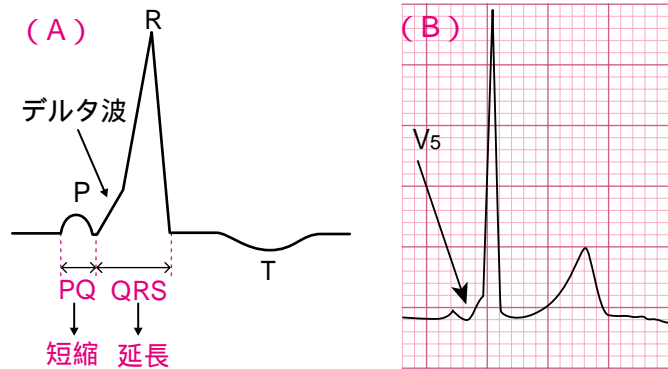


図 3 WPW 症候群の典型的波形 (A, B)

デルタ波が大きいと QRS 幅が大となり、デルタ波が小さいと QRS 幅は正常に近くなります。誘導によっては下向き (陰性) のデルタ波も見られます。

(筆者作成)

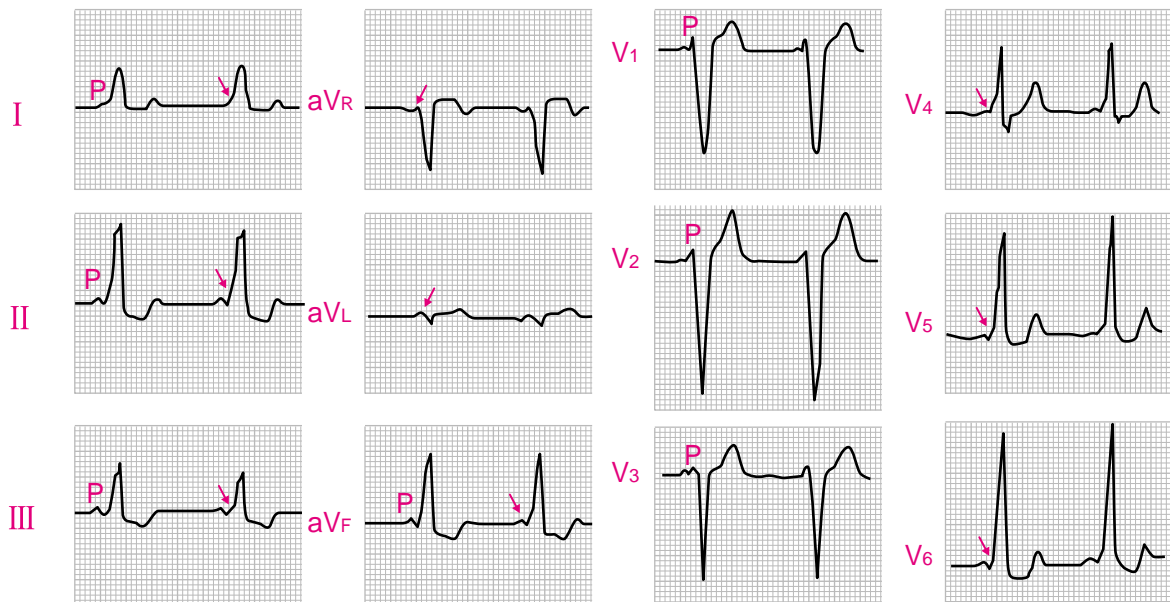


図 4 WPW 症候群の 12 誘導心電図

P 波の直後からデルタ波があり (P-Q 短縮)、QRS 幅 (WPW の場合はデルタ波の開始点から QRS の終わりまでの幅) が延長しています。aV<sub>R</sub> で陰性のデルタ波が見られます。

(筆者作成)

## ⑤ WPW 症候群の心電図と治療のポイント

### 3 不整脈発作と起こる理由

WPW 症候群では、突然の頻脈発作を生じることがあります。これは、房室結節を  
通って心房から心室へと伝わった興奮が、副伝導路を通ることにより再度心室から心  
房へ伝わり、これがまた房室結節を経て心室に伝わるため、心房と心室のあいだで興  
奮がくるくる回る(リエントリーといいます)ことにより頻拍が持続するもので、房室  
回帰性頻拍といいます(図5)。また WPW 症候群では、心房細動を起こす頻度が一般  
人より多いことが知られており、WPW 症候群に心房細動が生じると、副伝導路を介  
して心房の速い興奮が心室にどんどん伝わってしまうため、著明な頻拍となり、生命  
にとって危険な状態となることもあります(図6)。

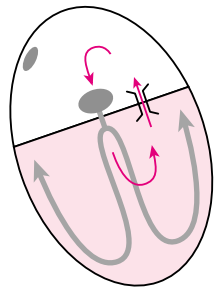


図5 房室回帰性頻拍

房室結節より心室へ伝わった興奮が、副伝導路を介して心房に伝わり、さらに心室へ伝わるリエントリーを形成する。

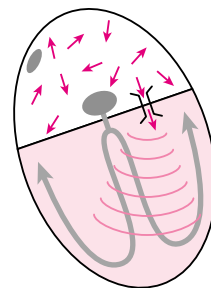


図6 心房細動

心房細動波が副伝導路より次々と心室へ伝わり、著明な頻拍となる。

(図5, 6 筆者作成)

## II . 心電図の変化を見る

### 治療のポイント

#### A . 無症状の場合

とくに症状がない場合は，治療なしで経過をみます。

#### B . 頻拍発作がある場合

##### ① 房室回帰性頻拍の停止

###### ① 迷走神経緊張手技による停止

バルサルバ手技(深吸気の状態です、息をこらえたままいきむ)、冷たい水を飲むなどがあります。

###### ② 静脈注射による停止

ATP(アデホスLコーワ注<sup>®</sup>)の急速静注やカルシウム拮抗薬(ワソラン<sup>®</sup>)の静脈注射が一般的です。また、サンリズム<sup>®</sup>やシベノール<sup>®</sup>などの抗不整脈薬の静脈注射も有効です。

###### ③ サンリズム<sup>®</sup>カプセル(50mg)を2カプセル内服し停止を試みる pill-in-the-pocket といわれる方法もあります。

##### ② 心房細動の停止(WPW 症候群の場合)

頻脈のため、血圧が低下しショック状態の場合は、ただちに電気ショックを行います。血圧が保たれている場合は、サンリズム<sup>®</sup>やシベノール<sup>®</sup>などの静脈注射を行います。安全のため電気ショックができる状況にしておきます。カルシウム拮抗薬、ジゴキシン製剤は、危険な不整脈に移行する可能性があるため使用しません。

##### ③ 発作予防

房室回帰性頻拍を繰り返す場合には、カルシウム拮抗薬(ワソラン<sup>®</sup>)、ブロッカー(メインテート<sup>®</sup>、セロケン<sup>®</sup>など)の内服が有効です。心房細動の予防では抗不整脈薬(サンリズム<sup>®</sup>、シベノール<sup>®</sup>、タンボコール<sup>®</sup>など)を内服し、上述の理由からカルシウム拮抗薬、ジゴキシン製剤は使用しません。いずれの場合も、カテーテルアブレーションにて95%以上根治が望めるため、症状が強い場合は第一選択とするのが一般的です。

(小島 利明・奥村 恭男)

## II - ⑥ 右脚ブロックと左脚ブロックの心電図と治療のポイント

### 1 脚ブロックとは？

図1に心臓の刺激伝導系(電気的興奮の通路)の解剖を示します。

心臓の電気的興奮は洞結節で発生し、左右の心房を興奮させた後、房室結節に入り、ヒス束を通して左右の脚に分かれます。左脚はさらに前枝と後枝に分かれ、最終的にプルキンエ線維に電気的興奮は移行し、心室筋全体を興奮させます。

脚ブロックとは、左脚あるいは右脚の興奮伝導時間の延長あるいは伝導が途絶した状態をいいます。伝導の途絶が左右いずれの脚に生じたかによって、左脚ブロックと右脚ブロックに分けられます。さらに、心電図上で、QRS幅の延長が0.12秒以上(正常時0.10秒未満)であるか否かによって、完全脚ブロックと不完全脚ブロックに分けられます。

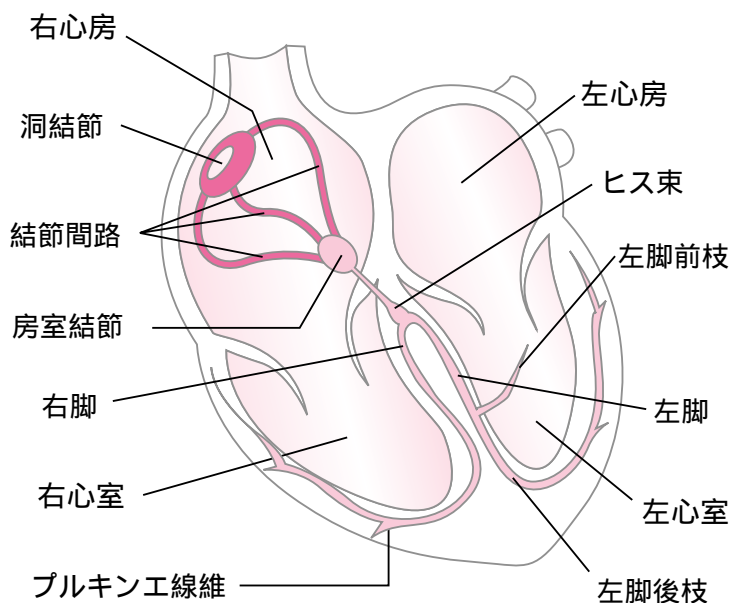


図1 心臓の刺激伝導系

心臓の興奮は、刺激伝導系とよばれる特殊な心筋組織を通して心房筋・心室筋に伝わります。

(「臨床医のための心電図マニュアル」, 1987より引用)

### 2 右脚ブロックの波形

典型的な完全右脚ブロックの例の心電図を示します(図2)。診断基準としては、QRS幅が広くなり(0.12秒以上)、V<sub>1</sub>でrsR(振幅が0.5mV未満のときには小文字“q, r, s”を用います)または“M”パターンを示すこと、I, aV<sub>L</sub>, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>などでスラーあるいは結節を伴った幅の広いS波を示すこと、およびV<sub>1</sub>~V<sub>3</sub>の右側胸部誘導で2次性ST-T変化を示すことなどがあげられます。

本例の心電図を見ると、QRS幅は0.14秒と延長しており、V<sub>1</sub>で典型的なrsR型(1つのQRS波内に2つ以上同じ波形が認められるときには、2番目に現れた波形に「」

## II . 心電図の変化を見る

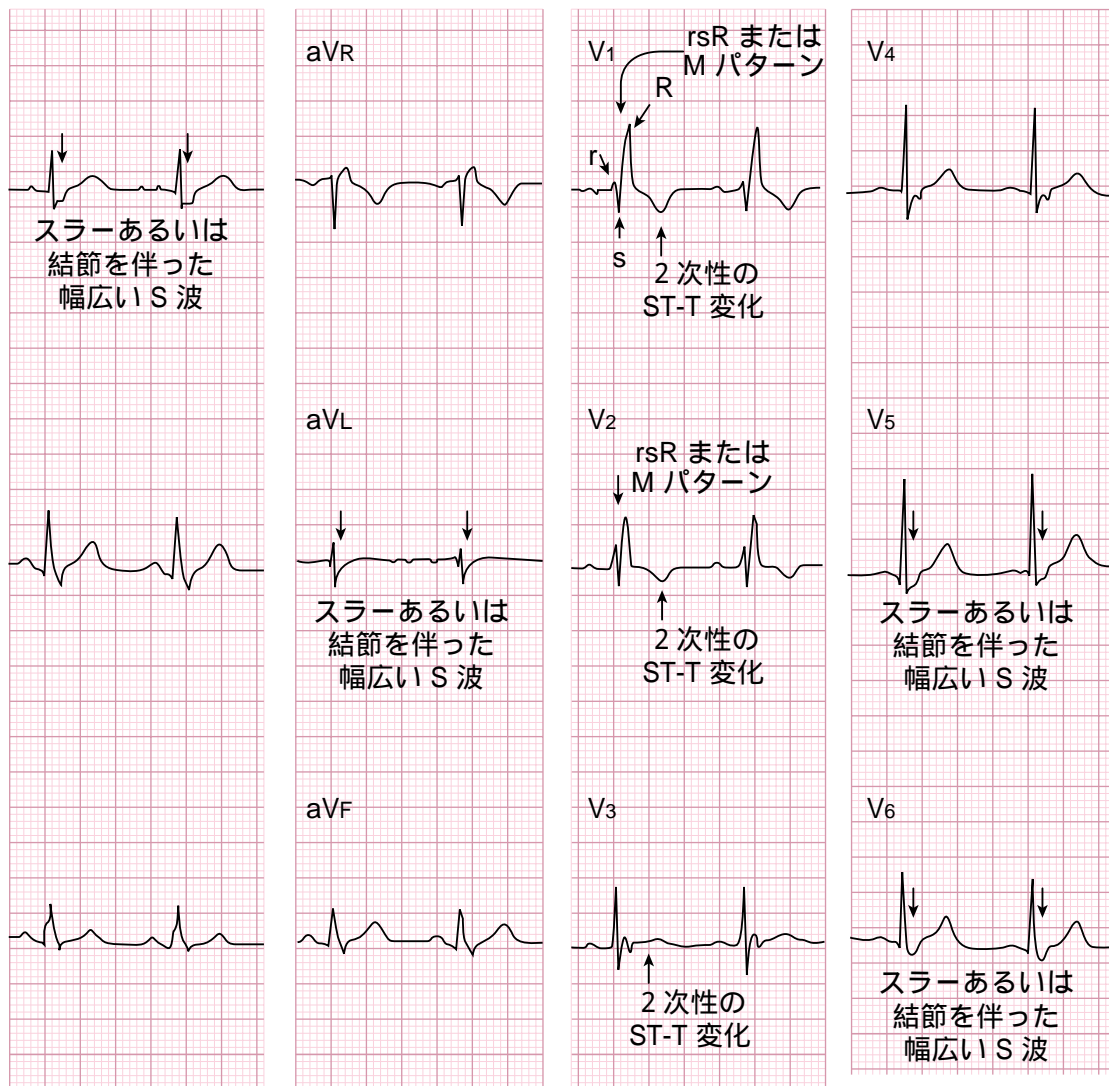


図2 右脚ブロックの12誘導心電図

V<sub>1</sub>のQRSがrsR型で幅広く、V<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>のS波の幅が広がっています。QRSの幅は0.12秒を超えています。

(筆者作成)

[ダッシュ]を付します)と2次性ST-T変化を示しています。さらにV<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>では結節を伴った幅の広いS波を示し、完全右脚ブロックと診断されます。

### 3 左脚ブロックの波形

図3に典型的な左脚ブロックの心電図を示します。診断基準としては、QRS幅が広く(0.12秒以上)、V<sub>6</sub>誘導でQ波が欠如すること、I、aV<sub>L</sub>、V<sub>6</sub>誘導で“M”パターン

## ⑥ 右脚ブロックと左脚ブロックの心電図と治療のポイント

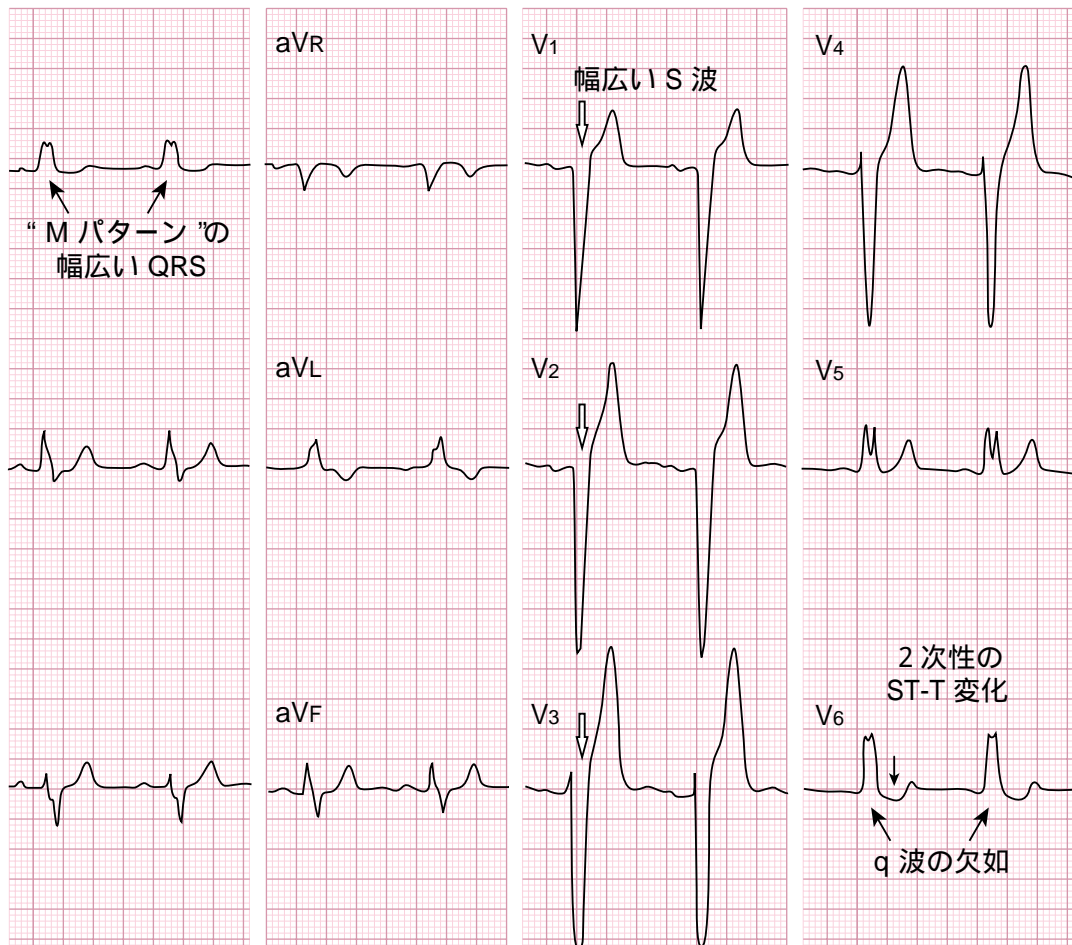


図3 左脚ブロックの12誘導心電図

QRSの幅が0.12秒以上に広く、 $V_1 \sim V_4$ で幅広く深いS波が見られます。また、 $V_5 \sim V_6$ ではR波の幅が広く、分裂( $V_5$ )や結節( $V_6$ )が見られます。

(筆者作成)

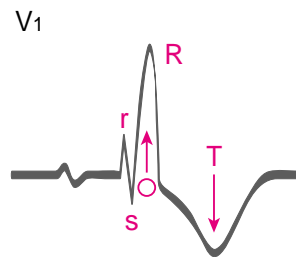
の幅広いQRSが見られること、さらに $V_1 \sim V_3$ 誘導での幅広い深いS波があり、QS型またはrS型QRSであること、I、 $aV_L$ 、 $V_6$ 誘導で2次性ST-T変化を示すことなどがあげられます。

本例の心電図を見ると、QRS幅は0.14秒と延長しており、 $V_1$ 誘導でのQRS幅は0.14秒と延長し、QS型を示しています。 $V_2 \sim V_4$ でもQRS幅は0.14秒と延長しており、rS型のQRSを示しています。 $V_5$ 、 $V_6$ のQRSはq波をもたず、M型あるいは結節を有する幅の広いR型を示しています。また、I、 $aV_L$ 、 $V_6$ 誘導で2次性ST-T変化を認めています。

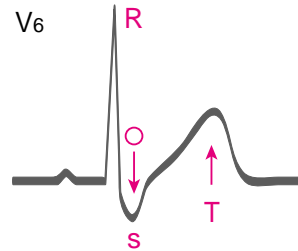
左脚ブロックで特徴的な所見は、初期心室の興奮の方向が右室側から左室側に向か

## II . 心電図の変化を見る

### 右脚ブロック

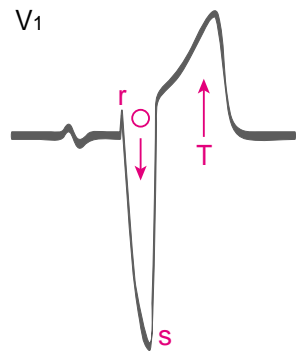


QRS は分裂して rsR を示します。T 波は逆転しています。

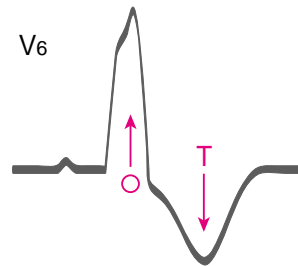


S 波の幅が広く、ときに結節や分裂を見ます。T 波は陽性です。

### 左脚ブロック



S 波の幅が広く深く、r 波は小さく、ときには QS 型となります。T 波は陽性で高くなっています。



q 波は欠如し、R 波は幅広く結節か分裂が見られ、T 波は陰性です。

### 図4 右脚ブロックと左脚ブロック

右脚ブロックと左脚ブロックは、 $V_1$  と  $V_5$ 、 $V_6$  に特徴的な所見が見られます。T 波の向き (T の矢印) は QRS の終末部の振れの方角 ( の矢印) と反対側へ向っているのがわかります。

QRS の幅が 0.12 秒以上のときを完全右脚ブロック・完全左脚ブロックといい、0.10 秒以上、0.12 秒未満のときを不完全右脚ブロック・不完全左脚ブロックと呼びます。

(小沢友紀雄：『心電図トレーニング』第 5 版，中外医学社，1997 より引用)

## ⑥ 右脚ブロックと左脚ブロックの心電図と治療のポイント

うために V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub> で q 波を欠如することです。V<sub>1</sub> ~ V<sub>4</sub> の ST 上昇, T 波増高が見られますが, 左脚ブロックではしばしばこのような所見を合併します。また V<sub>1</sub> ~ V<sub>3</sub> あたりまで QS 型となることもあります。図 4 に右脚・左脚ブロックの所見を示します。

### 治療のポイント

右脚ブロックは一般に左脚ブロックに比べて問題のないことが多く, ほかに心機能異常のない右脚ブロックの予後は良好です。背景にある疾患としては冠動脈疾患, 高血圧性心疾患, リウマチ性弁膜症, 肺性心, 先天性心疾患などで認められます。治療は右脚ブロック自体には不要で, 原疾患に対する治療のみが行われます。

一方, 左脚ブロックは背景に心疾患を有することが多く, 左脚前枝と左脚後枝が障害されることによって生じるため, かなり広範な心筋障害などの変化を有することが多く, 右脚ブロックに比して臨床的意義が大きいとされています。たとえば, 虚血性心疾患, 高血圧性心疾患, 心筋疾患, 弁膜症などに認められます。治療は左脚ブロック自体には不要で, 原疾患に対する治療のみが行われます。

左脚ブロックを示す症例は予後不良のことが多く, とくに心不全を有したり, 両脚ブロックに進展して完全房室ブロックに移行することに留意する必要があります。しかし, 長年左脚ブロックのまま, 自覚症状もなく経過する例もあります。

(笠巻 祐二)

## Ⅱ - ⑦ 心膜炎の心電図と治療のポイント

### 1 心膜炎とは

心膜というのは、心臓の外側を包むように覆う膜のことです。心臓の外側にひっついていて臓側心膜と、心臓を取り囲む周りの組織にひっついていて壁側心膜の2枚からなります。この2枚の心膜の間には狭い隙間が空いていて、心膜腔と呼んでいます(図1)。心膜炎は両心膜および心膜腔に炎症が生じる病気です。しばしば心膜腔に液体が貯留します。「心臓に水が貯まっている」といわれる状態になるのです。

しばしば胸に痛みを感じますが、息を吸い込んだときにその痛みが強くなります。たまに心臓の壁(心筋壁)にも炎症が波及して、心筋炎を併発することもあります(心膜心筋炎)。多くは原因がわからない特発性のものか、またはウイルス感染によるとされていますが、細菌感染、膠原病などの全身疾患、悪性腫瘍、甲状腺の病気、心臓手術・外傷後あるいは腎不全などでも起こります。

特発性やウイルス性の急性心膜炎は通常1週間～1カ月程度で自然に治りますが、再発を繰り返すものや、心膜が線維やカルシウムだらけになって硬くなり、心臓が血液を吸い込みにくくなって、ポンプ機能がうまくいかなくなるタイプもあります(収縮性心膜炎)。

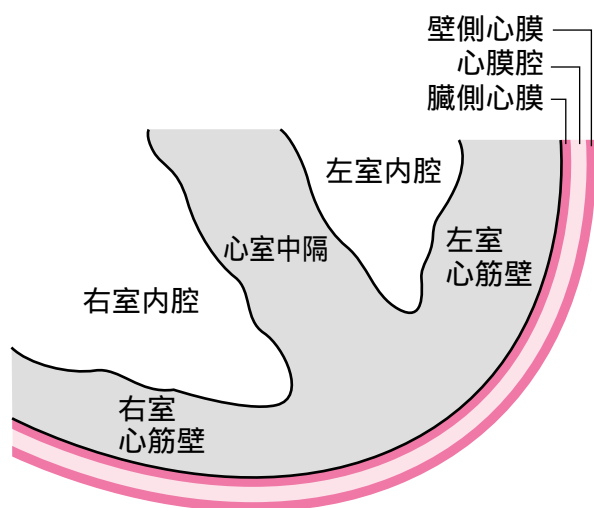


図1 心膜の解剖

心膜には臓側心膜と壁側心膜があり、その間隙が心膜腔です。

(筆者作成)



上に向かって凹型のST上昇

図2 心膜炎におけるST上昇

心膜炎におけるST上昇は上に向かって凹型の形を成し、広範な誘導にわたって見られます。

(筆者作成)

## 2 急性心膜炎の心電図

心電図変化は90%以上の症例に認められるとされています。ST上昇が主な特徴です。ST上昇で最初に思いつくのは急性心筋梗塞(もしくは冠攣縮型狭心症)ですが,その場合は限られた誘導にしか現れないのに対し,かなり広範な誘導にわたって見られます。心膜の炎症が広範囲にわたることの反映です。

ST上昇は上へ向かって凹型(鞍状)の形をしています(図2)。数日後にSTは基線に戻り,そのあとになってから陰性T波が出現します。心筋梗塞ではST上昇が基線に戻る前からT波が陰性化しますので,この点も違ってきます。また心筋梗塞のよう

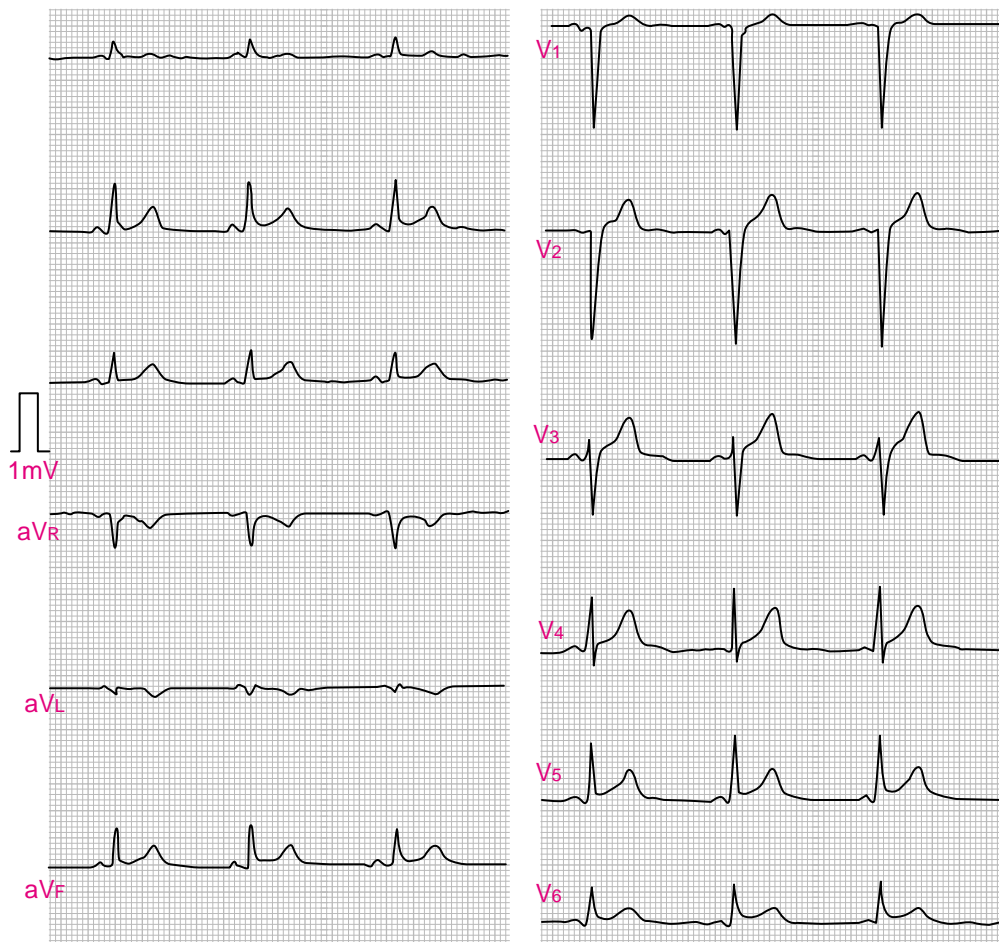


図3 心膜炎の急性期の12誘導心電図

I, II, III, aVF, V<sub>2</sub> ~ V<sub>6</sub>の広範囲の誘導でST上昇がみられます。

(筆者の自験例より)

## II . 心電図の変化を見る

に異常Q波やQT延長をみることはありません。陰性T波の深さはそれほど深くなく（一般に5 mm以内）、数週ないし数カ月後にこのT波も正常化します。急性期の典型的な12誘導心電図を図3に示します。

### 治療のポイント

胸痛や発熱，あるいは大量の心膜腔液の貯留をみたときは入院し，原因があればそれをまず治療し，特発性やウイルス性に対しては保存的な治療を主体とします。

薬物治療としては，胸痛緩和・抗炎症を目的にアスピリンなどの消炎鎮痛薬を投与します。

心膜液が大量に貯まり，とくに心臓ポンプ機能に影響が現れた場合（心タンポナーデ）は，心膜腔に針を穿刺して排液をしたり，柔らかいチューブを留置して持続的に液を抜いたりします。

治療抵抗性の場合，ある薬を注入して心膜癒着術（癒着させて物理的に空間をなくし，液が貯まらないようにすること）をしたり，心膜開窓術（心膜に穴をあけて心膜腔外に液を流れ出させて，他のところで吸収させるようにすること）を行います。なお収縮性心膜炎では，心膜切除術を行います。

（廣高史）

## II - ⑧ 電解質異常の心電図と治療のポイント

### 1 高カリウム血症

典型的な高カリウム血症の例の心電図を示します(図1)。診断のポイントとしては、血清カリウム濃度の上昇とともに胸部誘導での高い尖鋭化したT波(テント状T波)、P波の減高、消失、PQ間隔の延長、R波の減高、QRS間隔の延長、幅広く、変形したQRS(サインカーブ状QRS波)、心室性期外収縮の出現、および心室細動、心停止が認められます。本例は血清カリウム濃度が8.2 mEq/Lに増加した慢性腎不全患者の心電図ですが、T波は高く尖鋭化しており、典型的なテント状T波(矢印)が胸部誘導(V<sub>3-5</sub>)に認められます。このT波の変形は血清カリウム濃度が上昇した際、最も早期に出現する心電図変化であり、左右対称性で狭い基部を有する点が特徴的です。

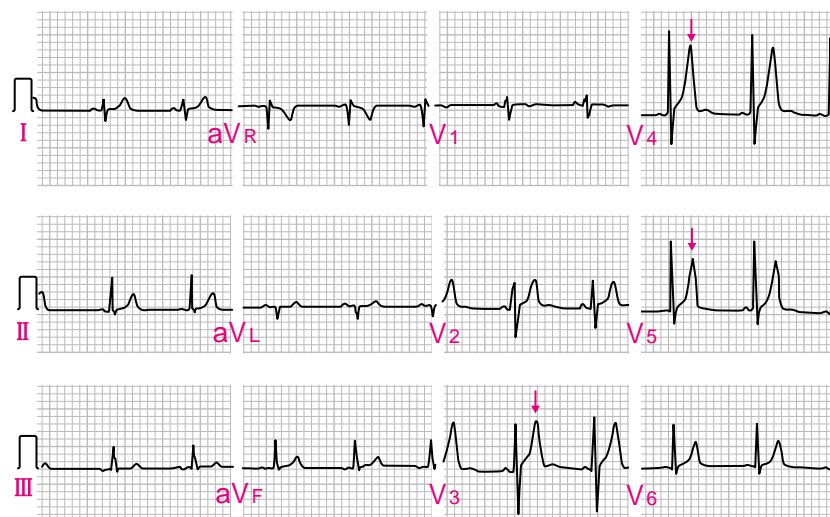


図1 高カリウム血症の心電図

本例は血清カリウム濃度が8.2 mEq/Lに増加した慢性腎不全患者の心電図です。(筆者作成)

#### 治療のポイント

高カリウム血症は、的確に治療を行わないと短時間のうちに致命的な事態に陥る危険性があるため慎重な経過観察が必要です。治療は、心電図上、T波の増高を認める段階ではカリウム制限、利尿促進、イオン交換樹脂を開始し、さらにPQ間隔延長、QRS幅の延長を認める段階では、カルシウム剤、重炭酸ナトリウムの投与、ブドウ糖-インスリン療法を行いつつ、透析療法を検討します。

## II . 心電図の変化を見る

### 2 低カリウム血症

典型的な低カリウム血症の例の心電図 ( 図 2 ) を示します。診断のポイントとしては、ST 低下、T 波の平低化、U 波が増高し、T 波と融合して QT ( QU ) 間隔の延長が認められます。本例は血清カリウム濃度が 1.4 mEq/L に低下した原発性アルドステロン症患者の心電図です。P 波、PQ 間隔に著変は認められませんが、I、II、aV<sub>L</sub>、V<sub>4-6</sub> の ST 低下と、全誘導の T 波平低化、それに続く、著明に増高し、T 波と融合した U 波のために、QT 間隔 ( QU 間隔 ) が延長しているようにみえます。

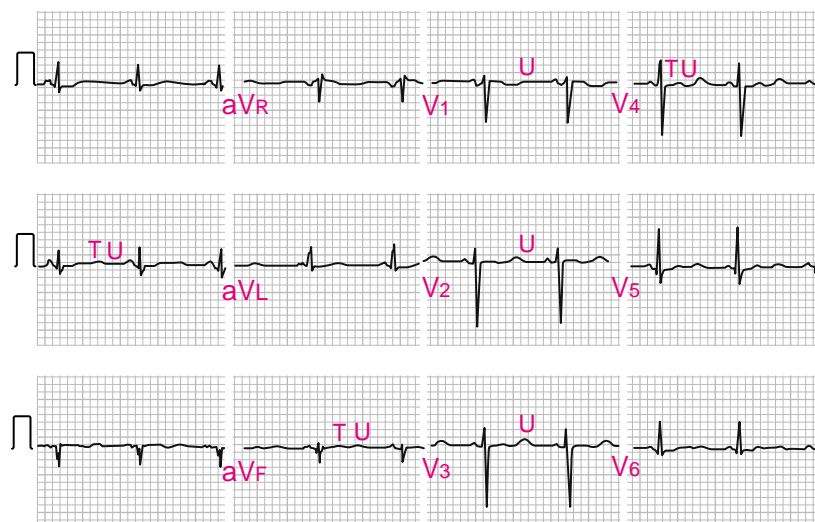


図 2 低カリウム血症の心電図

本例は血清カリウム濃度が 1.4 mEq/L に低下した原発性アルドステロン患者の心電図です。

( 筆者作成 )

#### 治療のポイント

低カリウム血症の治療は、軽症であればカリウム製剤を経口投与します。重症不整脈を呈する場合には塩化カリウム 20 ~ 40 mEq/L を 5 % ブドウ糖液に溶解して緩徐に点滴静注します。その際、カリウムの補正中に一過性の房室ブロックや心室細動が生じる危険性がありますので、カリウムの静注投与では心電図モニターが必須です。

### 3 高カルシウム血症

典型的な高カルシウム血症の例の心電図を示します(図3)。診断のポイントとしては、ST部分の短縮～消失、QT間隔の短縮、U波は正常または増大などがあります。本例は血清カルシウム濃度が13.0 mg/dLに増加した副甲状腺機能亢進症の心電図ですが、QT間隔は0.32秒に短縮しており、T波がQRSの直後に続くためST部分が消失しています。

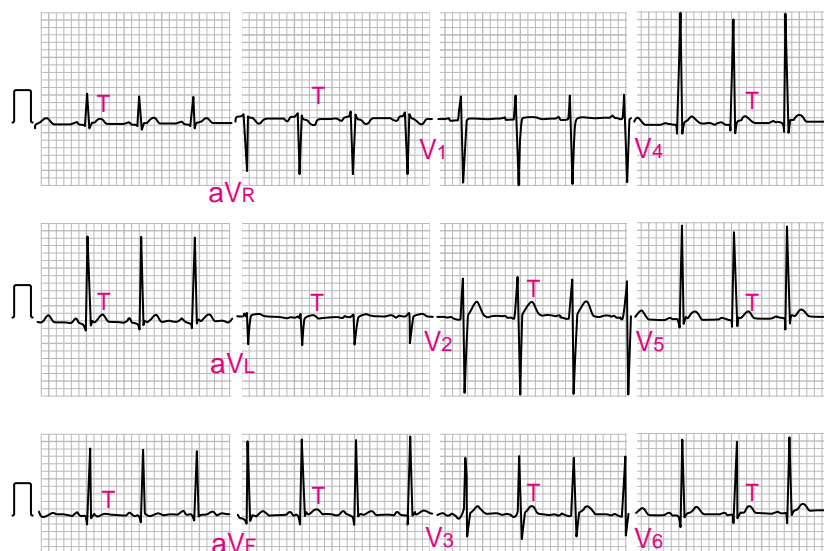


図3 高カルシウム血症の心電図

本例は血清カルシウム濃度が13.0 mg/dLに増加した副甲状腺機能亢進症の心電図です。

(筆者作成)

#### 治療のポイント

高カルシウム血症の治療は主として基礎疾患に対して行われますが、血清カルシウム濃度が12.5 mg/dL以上になるとさまざまな症状が出現しますので、対症療法として、利尿薬投与下に生理食塩水の大量点滴投与が行われます。さらに、骨吸収を抑制する目的でカルシトニンが併用されます。サルコイドーシス、悪性腫瘍に伴う高カルシウム血症に対しては、グルココルチコイドが有効です。その他、キレート剤(EDTA)や透析も行われることがあります。

## II . 心電図の変化を見る

### 4 低カルシウム血症

典型的な低カルシウム血症の例の心電図を示します(図4)。診断のポイントとしては、ST部分の延長、QT間隔の延長があります。本例は血清カルシウム濃度が6.1 mg/dLに低下した急性膵炎患者の心電図です。QT間隔は0.38秒ですが、頻脈のためR-R間隔で補正するとQTc = 0.51秒となり延長が認められます。このQT延長はST部分の延長によるもので、T波そのものの幅は広くはありません(V<sub>5</sub>、V<sub>6</sub>で判別しやすいでしょう)。

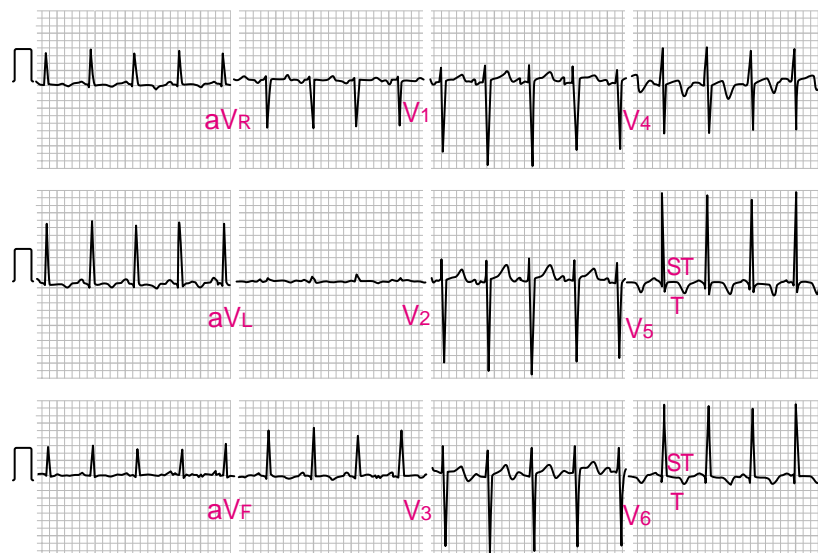


図4 低カルシウム血症の心電図

本例は血清カルシウム濃度が6.1 mg/dLに低下した急性膵炎患者の心電図です。(筆者作成)

#### 治療のポイント

低カルシウム血症の原因としては、副甲状腺機能低下症、慢性腎不全、骨軟化症、吸収不良症候群、下痢、腸炎、低タンパク血症などがあります。治療はテタニの急性症状に対するカルシウム製剤の投与と血清カルシウムレベルを正常域に維持するための保存療法(活性型ビタミンDとカルシウム製剤の投与)に分けられます。

(笠巻 祐二)

## II - ⑨ QT 延長症候群と治療のポイント

心電図上の QT 間隔は、心室の電氣的興奮が回復するまでに要する時間を示します。その回復が遅れた状態が QT 延長症候群 (LQTS) です (図 1 A)。QT 延長症候群は、torsades de pointes と呼ばれる特殊な心室頻拍 (図 1 B)、あるいは心室細動などの重症心室性不整脈を生じて、めまい、失神などの脳虚血症状や突然死をきたしうる症候群です。QT 間隔は脈拍の影響を受けるので、一般に Bazett 式 (QT 間隔 / RR [sec]) を用いて補正 QT 間隔 (QTc) として用います。QTc には性差があり、男性では 470 msec 以上、女性では 480 msec 以上であれば LQTS の可能性が高く、男性で 410 msec 以下、女性で 430 msec 以下であれば LQTS は考えにくいと思われま

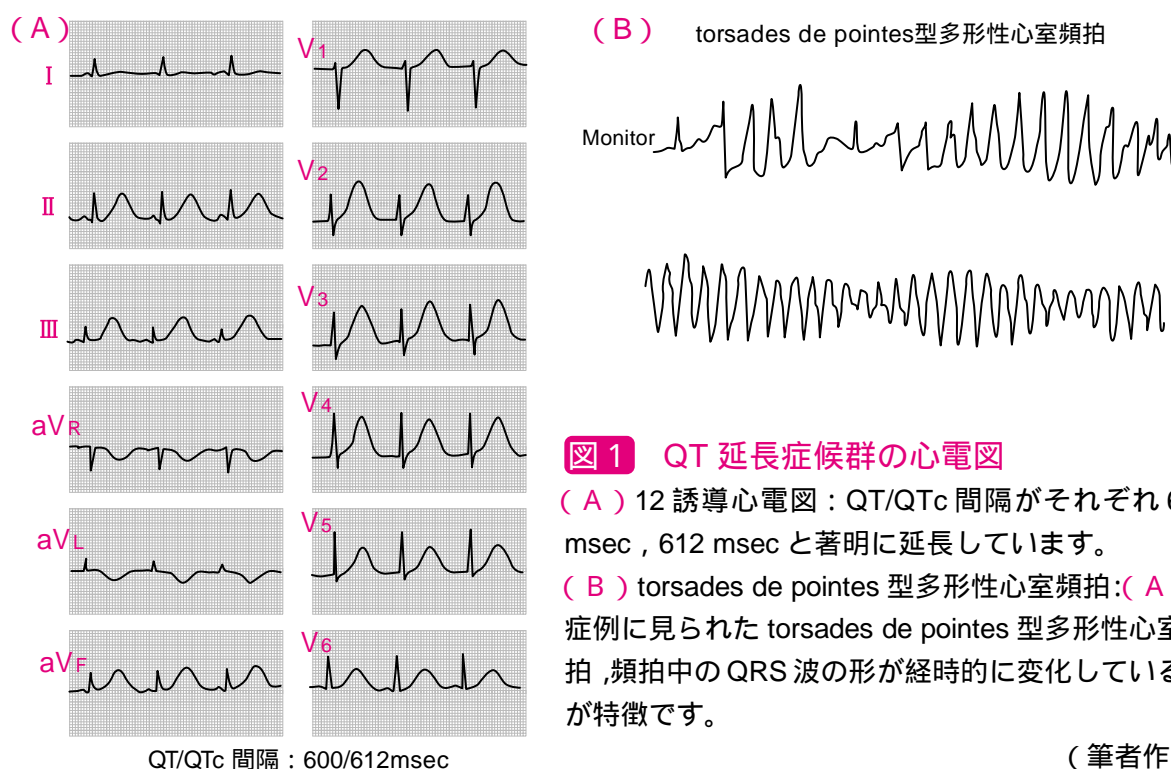


図 1 QT 延長症候群の心電図

(A) 12 誘導心電図 : QT/QTc 間隔がそれぞれ 600 msec , 612 msec と著明に延長しています。

(B) torsades de pointes 型多形性心室頻拍 : (A) の症例に見られた torsades de pointes 型多形性心室頻拍 , 頻拍中の QRS 波の形が経時的に変化しているのが特徴です。

(筆者作成)

### 治療のポイント

先天性と後天性の原因が考えられます。先天性では家族の中に同様の症状をもつ人が多いのが特徴です。後天性の場合は服用している薬剤によるものである可能性もあります。治療としては、先天性の場合、遮断薬が第一選択です。後天性の場合は、その原因の除去、補正が重要です。

(渡邊 一郎)

## II - ⑩ 不整脈の心電図

### 1 . 不整脈の心電図をどう見ればよいか？

#### 1 頻脈性不整脈と徐脈性不整脈

正常では心臓の興奮のリズムは洞結節から出た電氣的刺激がもとになって、心房を興奮させてP波を形成し、心室を興奮させてQRS波となり、心室の興奮がさめるときにT波を作ります。このリズムを洞調律と呼びます。

この洞調律が、心臓の電気の発生や伝導などの異常で乱れるものを不整脈といいます。正常のリズムに対して、これらの電気現象を促進するものを頻脈性不整脈、抑えるものを徐脈性不整脈として大きく二分することができます(図1)。また両者が混じり合うこともあります。

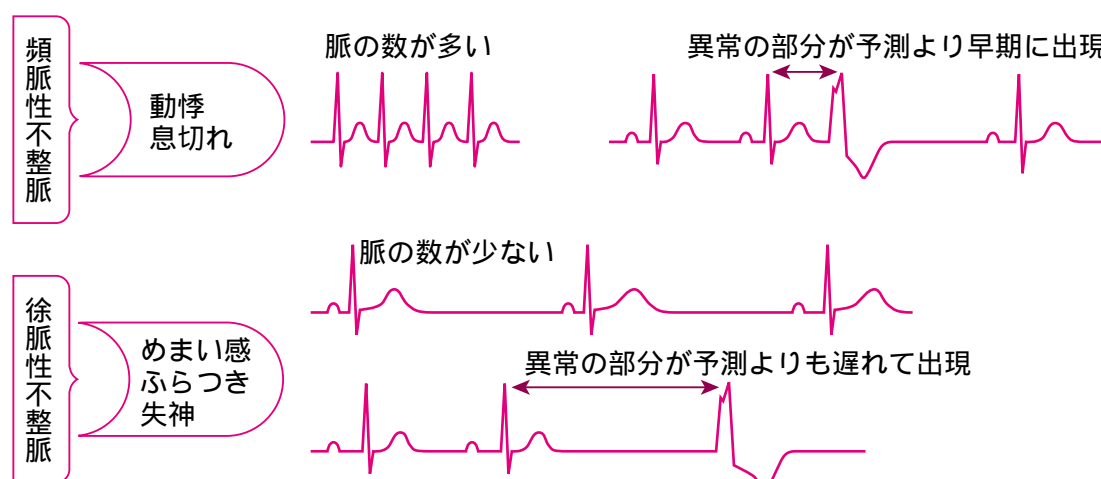


図1 頻脈性不整脈と徐脈性不整脈

脈が不整になる部分が基本のリズムに対して、早期に出現しているか遅れて出現しているかに注意して下さい。(筆者作成)

#### 2 心電図を見るコツは

不整脈では、心房の興奮(P波)と心室の興奮-消退(QRS-T波)のそれぞれのリズムをよく観察し、心房の興奮が心室へ正しく伝導しているかどうかを判断することが重要です。それには、以下の要領で分析するとよいでしょう。

まず心房の興奮(P波)が規則的に出ているか？ 速い(頻脈)か遅い(徐脈)か？ 不規則な場合はもとのリズム(通常は洞調律)より早く出ているか(上室期外収縮)？ 遅く出ているか(上室補充収縮)？ そのP波は心室に伝導されてQRS-T波を伴っているか(房室伝導あり)？ 心室への伝導の時間(PQ間隔)は速い(短い)か遅い(長

## ⑩ - 1 . 不整脈の心電図をどう見ればよいか？

い)か？ P波の形は変化(洞結節以外の部分から興奮が出ている)していないか？

次に、心室の興奮と消退(QRSとT波)がP波に伴って出現しているか？ P波と関連なく出ているときには、早く出ているか(心室期外収縮)？ 遅く出ているか(心室補充収縮)？ 単発的な変化(期外収縮)か、連続(発作性頻拍)しているか？ QRSの形は変化(心室の興奮の広がり方が変化)しているか？

以下、ポイントを示します。

### 1 異常心電図その1(図2)

P-QRS-Tの各波が一定の形とタイミングで出現する(洞調律)。

洞調律は正常で60~100回/分です。

規則的であれば数が多い(頻脈)か？ 少ない(徐脈)か？

→ 100回/分以上は洞頻脈

→ 60回/分未満は洞徐脈



図2 異常心電図その1

上段はR-R間隔が短く、下段は長い。いずれもP波が先行しており、それぞれ洞頻脈と洞徐脈です。

(筆者作成)

### 2 異常心電図その2(図3)

不規則であれば不規則の部分が基本のリズムに対して早く出ているか？ 遅く出ているか？

→ 早く出れば期外収縮

→ 遅く出れば補充収縮

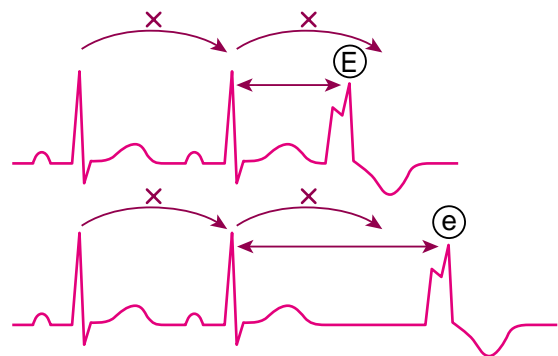


図3 異常心電図その2

上段のように基本のリズムのR-R間隔(x)より早期に出現したⓔは期外収縮、下段のように基本のリズムより遅れて出現したⓔは補充収縮をまず考えます。

(筆者作成)

## II . 心電図の変化を見る

### 3 異常心電図その3 (図4)

心房の興奮が早く起こり、それに心室の興奮が連動しているか？

→上室期外収縮

心房の興奮とは関係なく心室が勝手に早く興奮しているか？

→心室期外収縮

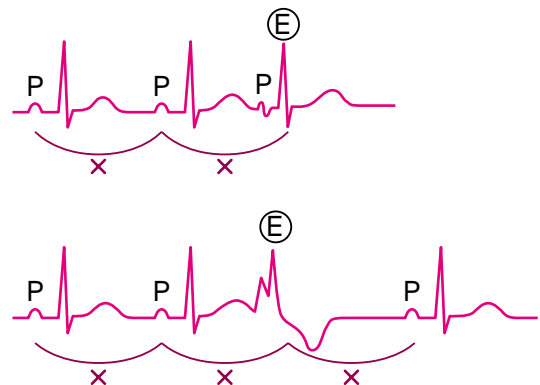


図4 異常心電図その3

上段は基本リズムのPの周期xより早いタイミングでP が出現し、それに伴ってQRS波 ㊦ が出ているので**上室期外収縮**。下段は基本リズムのPの周期xのリズムが乱れずにQRSのみが早期に出現 ㊦ しているので、**心室期外収縮**が考えられます。(筆者作成)

### 4 異常心電図その4 (図5)

心房と心室が連動して早期に出て、それが連続しているか？

→上室頻拍

心房の興奮のリズムとは別に、心室のみが早期に出てそれが連続しているか？

→心室頻拍



図5 異常心電図その4

上段のように幅の狭いQRSが短いR-R間隔(頻拍)で出現しているときには、まず**上室性頻拍**を考えます。P波はQRSの前・中・後のいずれかにQRSと関連して出ているはずですが、本図のようにQRSに重なってP波がはっきりしないことがあります。

下段のように幅の広い、正常と異なって変型したQRSが頻拍で見られるときには、まず**心室頻拍**を疑います。P波は頻脈のQRSの周期より遅い本来の独自の洞調律のリズムで出ているはずですが、QRS-Tの波形に重なったりして判別が困難な例がほとんどです。(筆者作成)

### 5 異常心電図その5 (図6)

心房の興奮が著しく速く、規則的で、心室へは2:1や4:1などの整数比で伝導しているか？

→心房粗動

心房の興奮が細かくまったく不規則になり、その一部が不規則に心室へ伝導されるために、まったく規則性のない心室のリズムとなっているか？

→心房細動

## ⑩ - 1 . 不整脈の心電図をどう見ればよいか？

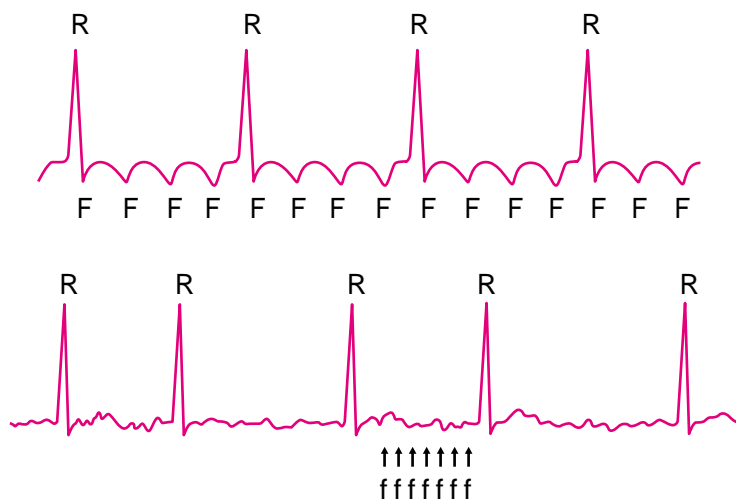


図6 異常心電図その5

上段のように心電図の基線に平坦な部分がなく、鋸歯状の規則的な粗動波( F 波 )が連続して出現し、整数比( 本図では 4 : 1 )で心室に伝導すると、本例のように通常の心拍の規則的な R-R 間隔で QRS が出現します。

下段のように心電図の基線に、細かく不規則な波形( f 波 )が多数出現し、P 波が明瞭でなく、R-R 間隔がまったく不規則になったものは心房細動をまず考えるべきです。

( 筆者作成 )

### 6 異常心電図その6 ( 図7 )

心室の興奮がまったく不規則に細かく震える状態になっているか？

→心室細動



図7 異常心電図その6

P 波 , QRS , T 波などを見分けられるような波形がなく、まったく不規則なスパイクの連続がみられたときには、致死的不整脈の心室細動が考えられます。

( 筆者作成 )

## II . 心電図の変化を見る

### 7 異常心電図その7 (図8)

心房の興奮が急に遅くなり、心房や心室に自家発電が起こって心臓が止まるのを防いでいるか？

→ 補充収縮

心房の興奮が起こらずに徐脈になっているか？

→ 洞停止または洞房ブロック

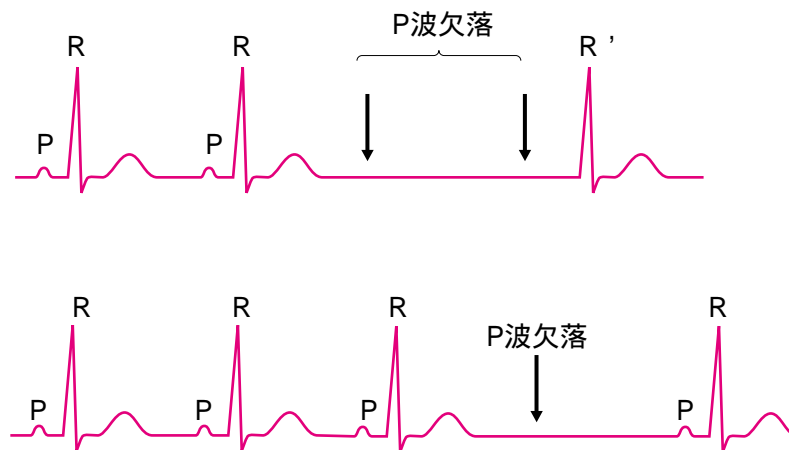


図8 異常心電図その7

上段は正常の P-QRS-T 波が 2 心拍出た後で、出るべきところの矢印の部分で 2 拍分の P 波が欠落しています。そこで長い R-R 間隔の R' の部分で QRS が補充収縮 (P 波が QRS の中に重なっている房室接合部性補充収縮が考えられます) として出現しています。

下段は矢印の部分で P 波が QRS とともに欠落しており、長い R-R 間隔の部分で最初の R-R 間隔のちょうど 2 倍になっています。このように P 波が洞調律の P-P 間隔の整数倍で抜けているときは、まず洞房ブロックを考えます。それに対して上段のように整数倍にならないときには洞停止も考える必要があります。(筆者作成)

### 8 異常心電図その8 (図9 ~ 11)

心房は興奮しているが、心室への伝導に時間がかかっていたり (第 I 度房室ブロック, 図9), ときどき伝導しなくなったり (第 II 度房室ブロック, 図10), あるいはまったく心室に伝導されないために、心室が自家発電で心房とは独立したリズムで興奮しているか? (第 III 度または完全房室ブロック, 図11)

## ⑩ - 1 . 不整脈の心電図をどう見ればよいか？



図9 異常心電図その8①

P-R 間隔が長いだけで、P 波はすべて QRS につながっています。第Ⅰ度房室ブロックの心電図です。

(筆者作成)

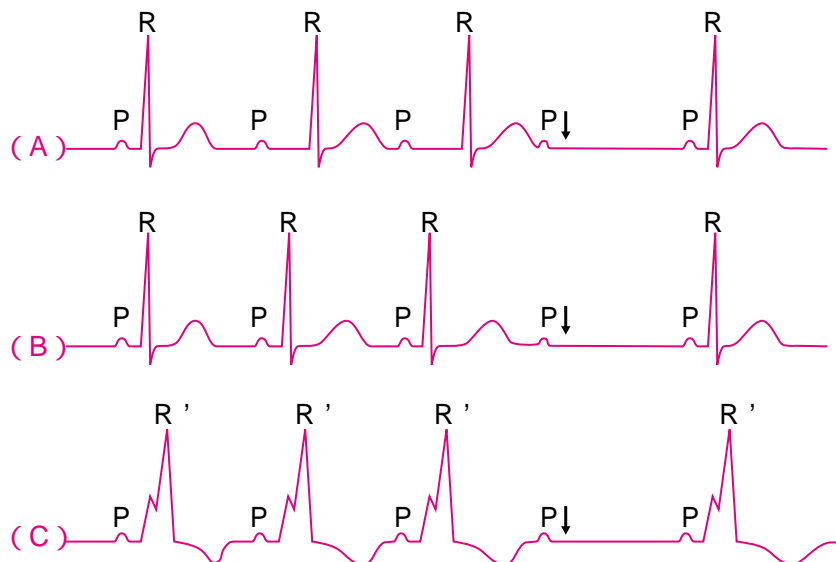


図10 異常心電図その8②

A, B, C は、房室伝導がときどき欠落する第Ⅱ度房室ブロック(矢印の部分で P 波に続くべき QRS が欠落)です。A では P-R 間隔が次第に長くなり、ついに 4 つ目の P 波の後の QRS が欠落しています。第Ⅱ度ウェンケバッハ型房室ブロックです。B, C は P-R 間隔が正常一定で、急に QRS が欠落する第Ⅱ度モビッツⅡ型房室ブロックですが、B のように QRS 波は幅の狭い正常 QRS で起こるものと、C のように幅の広い QRS (通常右脚ブロックか左脚ブロック型)で起こるものがあります。一般に後者が多く危険です。

(筆者作成)

## Ⅱ . 心電図の変化を見る



図 11 異常心電図その 8 ③

A, B は房室間が完全に伝導途絶して, 心房は洞調律 (P-P 間隔), 心室は補充調律 (補充収縮が連続している) (R-R 間隔) のそれぞれ独自のリズムで興奮しているもので, **第Ⅲ度房室ブロック (完全房室ブロック)** と呼んでいます。補充調律が房室接合部から出ているときには A のように幅の狭い正常に近い QRS (R) を示し, 心室から出ているときには B のように幅の広い変形した QRS (R') が, より徐脈が強い状態で出現しています。A に比較して B のほうが危険性が高いと判断できます。

(筆者作成)

(小沢 友紀雄)

## II - ⑩ 不整脈の心電図

### 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

#### 頻脈性不整脈の心電図

## 1 期外収縮の心電図の見方と治療のポイント

### 1 . 上室期外収縮の心電図

基本調律(洞調律)の心周期より早く興奮を生ずるものを「期外収縮」といいます。

#### ① 上室期外収縮とは(図1)

洞結節からの刺激より早期に、心房内(心房期外収縮)あるいは房室接合部(房室接合部期外収縮)から電氣的刺激が発生することにより心房が興奮するものをいいます。

#### ② 心電図の特徴

- ① 本来のリズムである洞調律のタイミングよりも早く、上室期外収縮によるP波(P波)が出現します。
- ② 通常の上室期外収縮では、R-R間隔が突然短縮します。しかし、P波に続くQRS波の形は洞調律と比べ、通常変わりません。
- ③ P波の形は、正常のP波に比べ形や大きさが異なります。
- ④ P波がより早期に生ずると、P波とそれに続くQRS波の関係はさまざまに変化します。たとえば、P波に続くQRS波が現れないこともあります(非伝導性:心室に伝わらない心房期外収縮)。またP波に続くQRS波が幅広く変形し、脚ブロックに似たパターンを示すことがあります(心室内変行伝導)(図1)。
- ⑤ 上室期外収縮の多くの場合、P波に続くQRS波は洞調律時と比べ、通常変わりません。したがってPをはさむR-R間隔は、洞調律時のR-R間隔の2倍より短くなります(非代償性休止期)。

#### ③ 原因

高血圧性心疾患、虚血性心疾患、心臓弁膜症(とくに僧帽弁狭窄症)、先天性心疾患(心房中隔欠損症など)、肺疾患(とくに肺気腫)、甲状腺機能亢進症、その他(健常者でも過労、睡眠不足、喫煙、飲酒、ストレスなどが誘因となり出現することがある)。



## II . 心電図の変化を見る

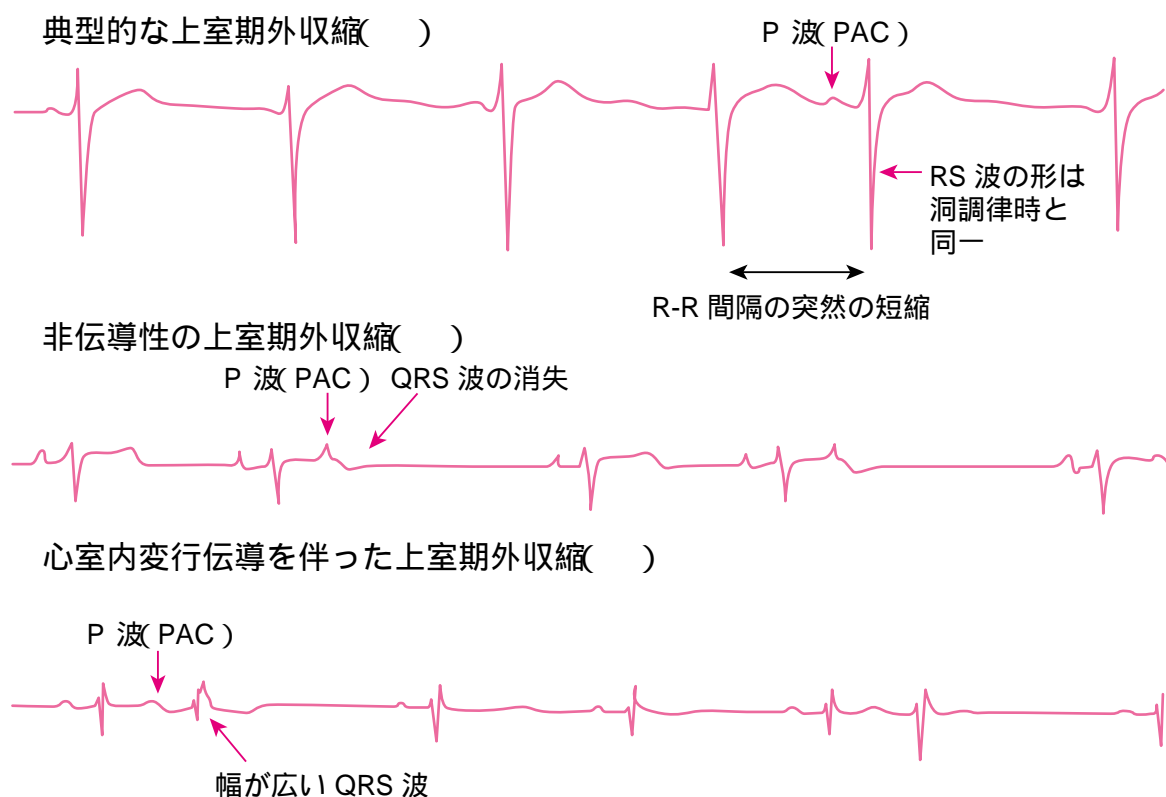


図1 上室期外収縮

洞結節からの刺激のリズムより早期のタイミングで、心房内あるいは房室接合部から電気的刺激が発生することにより心房が興奮するものをいいます。 (筆者作成)

### 治療のポイント

一枚の心電図で数個以上頻回に出ている場合や、問診票で動悸の訴えがある場合は、さらに詳しい問診のうえ、生活指導を行って原因（不眠、過労、喫煙、カフェイン過剰摂取など）の除去につとめます。それでも改善しない場合には原因の精査、治療の必要性に関して医療機関を受診するように勧めます。上室頻拍、心房粗・細動の引き金となることも多いので注意が必要です。

## 2 . 心室期外収縮の心電図

### 1 心室期外収縮とは(図2)

洞結節のリズムよりも早いタイミングで心室から刺激が出て、心室の興奮が起こることを**心室期外収縮**といいます。すなわち、心室のある部分から電気的な刺激が発生し、心室の興奮が心房の興奮よりも先に起こる不整脈のことをいいます。

## ⑩ - 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

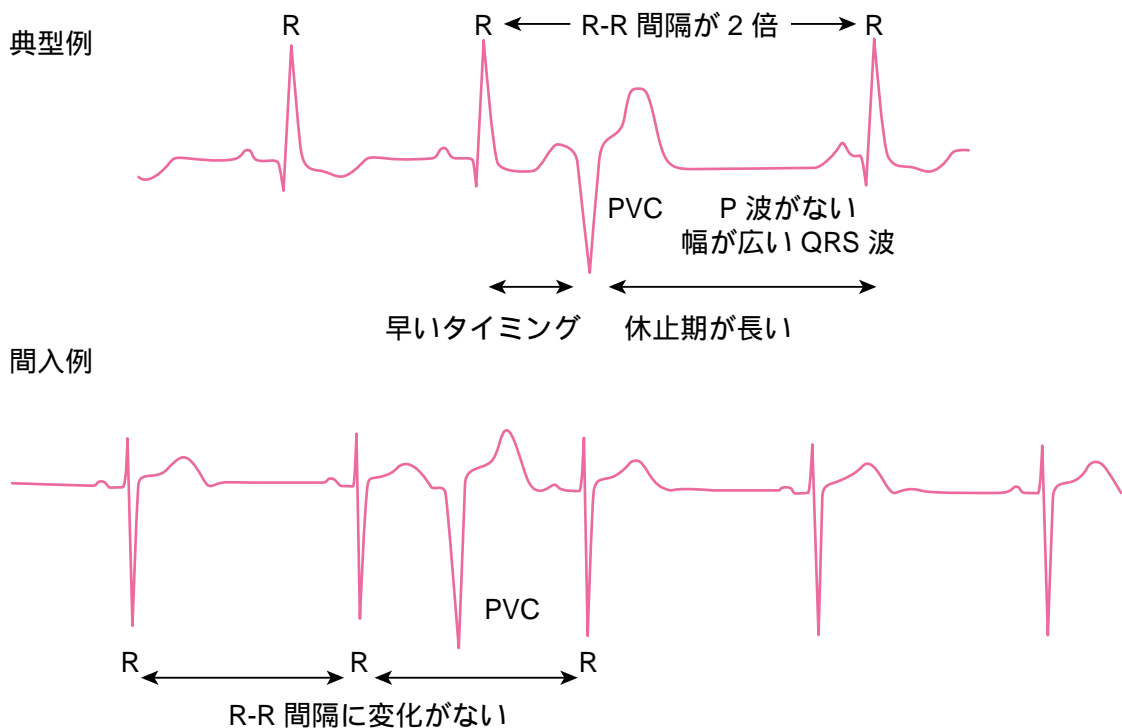


図2 心室期外収縮

洞結節からの刺激のリズムより早期のタイミングで、心室から電氣的刺激が発生することにより心室が早期に興奮するものをいいます。

(筆者作成)

### 2 心電図の特徴

- ①幅の広いQRS波( 0.12秒)で、洞調律のときのQRSとは異なった形をしています。ST部分とT波はQRS波と逆方向を向いており、心房の収縮よりも心室の収縮が先に起こるためにP波の早期出現はありません。
- ②心室期外収縮のあと長い休止期が示されます。一般に洞調律のP波は心室期外収縮とは無関係に一定のリズムで出ているので、心室期外収縮をはさむ2つの心拍のR-R間隔は、ほかの洞調律のR-R間隔の2倍です(代償性休止期)。
- ③洞調律のタイミングのR-R間隔の中に割り込んだものもあります(間入性)。

### 3 原因

心室期外収縮はあらゆる疾患で見られ、健常者でも見られます。ときどき見られる散発型の心室期外収縮は、必ずしも病的とはいえません。急性心筋梗塞など重篤な心疾患をもっていると、危険な心室期外収縮が現れやすい場合があります。

## II . 心電図の変化を見る

### 治療のポイント

ホルター心電図で24時間心電図を記録すると、ほとんどの人に多少の差はあっても期外収縮は出ています。したがって、過度の不安感をもつ必要はありません。とくに健常者ではまったく心配はありません。ただし、多発する場合、連発する場合には念のため、心エコー図などによる精査を勧めます。心臓病が明らかかな場合は早急な対応が必要です。動悸などの症状の訴えが強い場合には、抗不整脈薬で治療を行う場合もあります。

期外収縮に使用する抗不整脈薬としては、通常Ⅰ群抗不整脈薬を使用します。ただし、上室性期外収縮に対しては、Ⅰb群に属するメキシレチンは効きません。また、心不全を合併している症例では、Ⅰc群抗不整脈薬は使用しません。Ⅰ群抗不整脈薬が無効な症例では、Ⅲ群抗不整脈薬を使用する場合もあります。



期外収縮はほとんどの人にみられます。  
心配する必要はありません。

ただし...

多発、連発する場合は、詳しく検査  
しましょう。

心臓病には早急な対応を！

症状が強い場合には、抗不整脈薬での  
治療も必要な場合があります。

(渡邊 一郎)

## II - ⑩ 不整脈の心電図

### 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

#### 頻脈性不整脈の心電図

## 2 発作性頻拍の心電図の見方と治療のポイント

発作性頻拍は突然に脈が速くなる状態をいいます。あまりにも脈が速い場合は、脈を指で触れることはできません。発作性頻拍は、頻拍の発生部位により、①上室頻拍、②心室頻拍に区別します。

### 1 . 上室頻拍 (図3, 4)

上室頻拍には、洞頻脈、洞結節リエントリー(回帰)性頻拍、異所性頻拍、房室リエントリー(回帰)性頻拍(II - ⑤ 57 頁参照)、房室結節リエントリー(回帰)性頻拍、

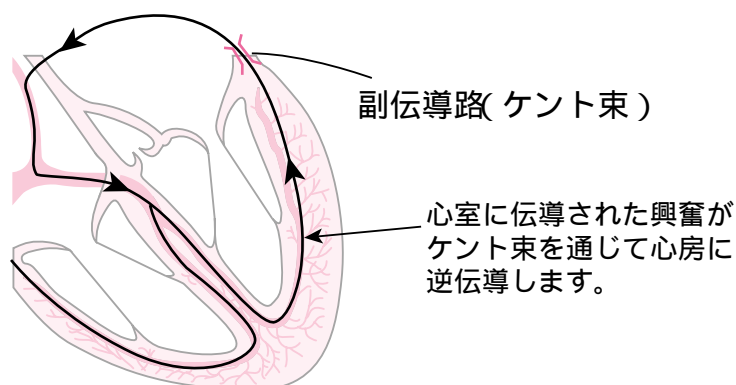


図3 発作性上室頻拍の概念図

WPW 症候群に生じた発作性上室頻拍の概念図です。興奮巡回順序は、房室結節を順行伝導し、左側副伝導路(ケント束)を逆行伝導する正方向性房室回帰性頻拍です。

(筆者作成)

II

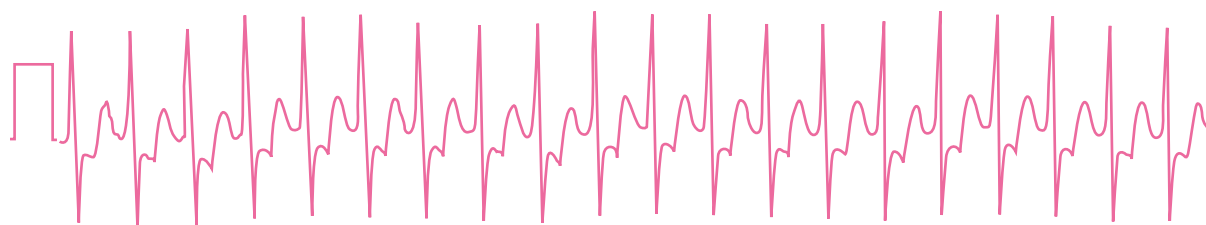


図4 発作性上室頻拍の心電図

この心電図は、上の概念図に示した機序により、房室回帰性頻拍を生じた症例です。心拍数 192 回 / 分と著明な頻拍ですが、QRS 波は正常です。

(筆者作成)

## II . 心電図の変化を見る

運動誘発性上室頻拍などがあります。これらの上室頻拍は，心房内に出現する頻拍なので，頻拍時の QRS の幅は原則的に正常です。

### 治療のポイント

#### 発作の停止

房室結節回帰性頻拍や房室回帰性頻拍( II - ⑤ 59 頁参照 )では，アデノシン三リン酸二ナトリウム(ATP)の急速静注，カルシウム拮抗薬(ワソラン<sup>®</sup>)の静脈注射を行います。無効な場合，抗不整脈薬(サンリズム<sup>®</sup>，シベノール<sup>®</sup>，タンボコール<sup>®</sup>など)を使用します。抗不整脈薬は，心房頻拍や WPW 症候群に合併した心房細動でも有効です。また，ワソラン<sup>®</sup> 1 ~ 2 錠， ブロッカー(セロケン<sup>®</sup>など)や抗不整脈薬(サンリズム<sup>®</sup>カプセル 50 mg の 2 カプセル)の内服にて停止を試みることもあります。

#### 発作の予防

房室結節回帰性頻拍，房室回帰性頻拍では，カルシウム拮抗薬，(ワソラン<sup>®</sup>など)， ブロッカー(メインテート<sup>®</sup>，セロケン<sup>®</sup>など)の内服が有効です。心房頻拍では， ブロッカーや抗不整脈薬(サンリズム<sup>®</sup>，シベノール<sup>®</sup>，タンボコール<sup>®</sup>など)が有用です。近年はカテーテルアブレーション(副伝導路などを心臓の内よりカテーテルで焼灼すること)にて前者で 95%以上，心房頻拍で 80 ~ 90%の確率で治癒可能であり，予防的な内服投与は少なくなっています。

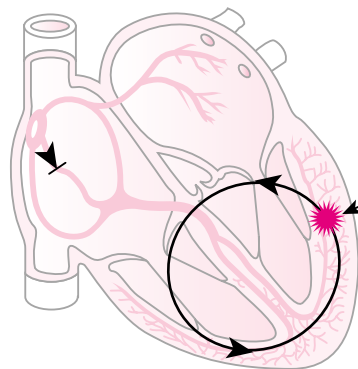
## 2 . 心室頻拍 (図 5 , 6 )

心室頻拍は，ヒス束の分岐部より心室側に起源をもつ 3 個以上連続する頻拍で，脚や心筋内のリエントリーによるものが主体です。心室頻拍時の QRS 波形は，単一である場合と多形性である場合があります。

心室頻拍が 30 秒以上持続するものを持続性心室頻拍，それより短時間で自然停止するものを非持続性心室頻拍といいます。持続性心室頻拍は，重篤で緊急処置が必要であり，その停止に電氣的除細動(カウンターショック)を必要とします。

心室頻拍発作時には，抗不整脈薬や，カテーテルアブレーションによる治療が有効な例があります。心室頻拍停止に対して，植込み型除細動器の適応を検討することもあります。

## ⑩ - 2 . 各個の不整脈の心電図の見方



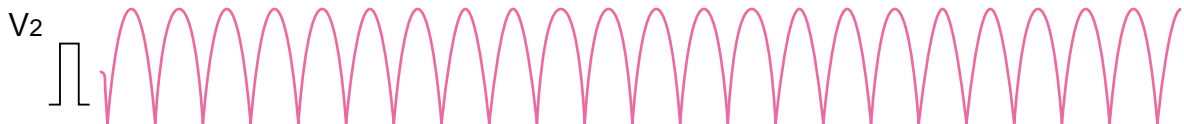
心室のある場所から刺激が繰り返し出されるので、洞調律時とは異なった幅の広い変形したQRS波が繰り返し出現します。

**図5** 心室頻拍の概念図

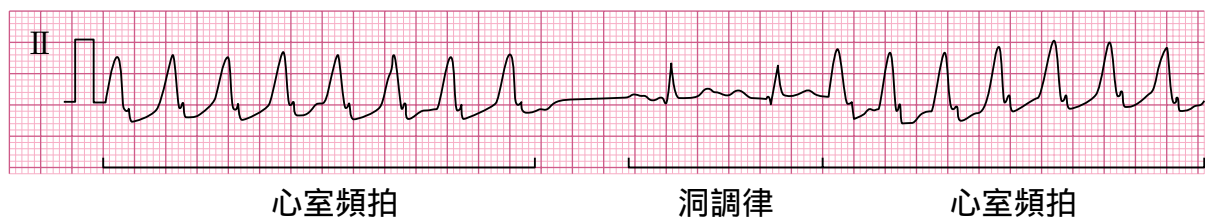
心房は洞結節からの刺激より興奮しますが、房室伝導は解離し、心房と心室はそれぞれ異なったリズムで興奮します。

(筆者作成)

(A)



(B)



**図6** 心室頻拍の心電図

A : 心拍数 200 回 / 分の心室頻拍です。

B : 同一の変形した幅の広いQRSをもつ心室頻拍(170回/分)が、洞調律をはさみながら繰り返し出現しています。

(筆者作成)

## II . 心電図の変化を見る

### 治療のポイント

#### 発作の停止

心室頻拍では血圧が低く，ショック状態，あるいはそれに準じた状況ではただちに電気ショックを行います。血圧が安定している場合は薬剤による停止を試みます。心臓に他の病気がない場合の心室頻拍では，右室流出路起源の心室頻拍と左室プルキンエ起源の心室頻拍が知られています。右室流出路起源の心室頻拍では，ATP 製剤， ブロッカーの静脈注射が有効で，左室のプルキンエ起源心室頻拍ではカルシウム拮抗薬(ワソラン<sup>®</sup>)の静脈注射が有効です。

心筋梗塞や心筋症など，心臓に病気がある場合は，心機能に影響を与えないリドカイン，アミオダロン(アンカロン<sup>®</sup>)あるいはニフェカレント(シンビット<sup>®</sup>)の静脈注射を使用します。

#### 発作の予防

右室流出路起源の心室頻拍では， ブロッカー(メインテート<sup>®</sup>，セロケン<sup>®</sup>)かメキシレチン(メキシチール<sup>®</sup>)，シベンゾリン(シベノール<sup>®</sup>)などの抗不整脈薬を使用します。左室プルキンエ起源の心室頻拍の発作予防には ブロッカーやカルシウム拮抗薬を使用します。両者の心室頻拍は内服薬による長期的な予防効果は不定であるため，症状(動悸，息切れ，意識消失など)が強い場合は，カテーテルアブレーションが有効です。その根治率は80～90%以上といわれています。

心臓に病気がある場合は，抗不整脈では心機能に大きく影響を受けないアミオダロンかソタロール(ソタコール<sup>®</sup>)が心室頻拍の抑制に有効ですが，生命予後改善効果はないようです。このため，生命のリスクを伴う心室頻拍では，頻拍を感知して自動的に電気ショックを行う体内植込み型除細動器の植込みを行います。生命のリスクを伴う心室頻拍が頻回に起きる場合，カテーテルアブレーションも有効ですがその効果は不定です。したがって，基本的には体内植込み型除細動器の植込みが必要となります。

(神田 章弘・奥村 恭男)

## II - ⑩ 不整脈の心電図

### 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

#### 頻脈性不整脈の心電図

### 3 心房細動の心電図の見方と治療のポイント

#### 1 . 心房細動 ( AF ) とは

心房の興奮が一定の秩序を失い、心房内のあちこちで、いくつもの興奮がばらばらに起きている状態です。

#### 2 . 心房細動の発生機序

心房細動は多くの場合、肺静脈内から生じる心房期外収縮がトリガーとなり、続いて心房内にリエントリーが形成され、ばらばらの巡回興奮が生じるようになります ( 図 7 )。

#### 3 . 心電図の特徴

- ① P 波の欠如
- ② 不規則な基線の動揺 ( f 波という ) が認められる
- ③ RR 間隔がまったく不規則

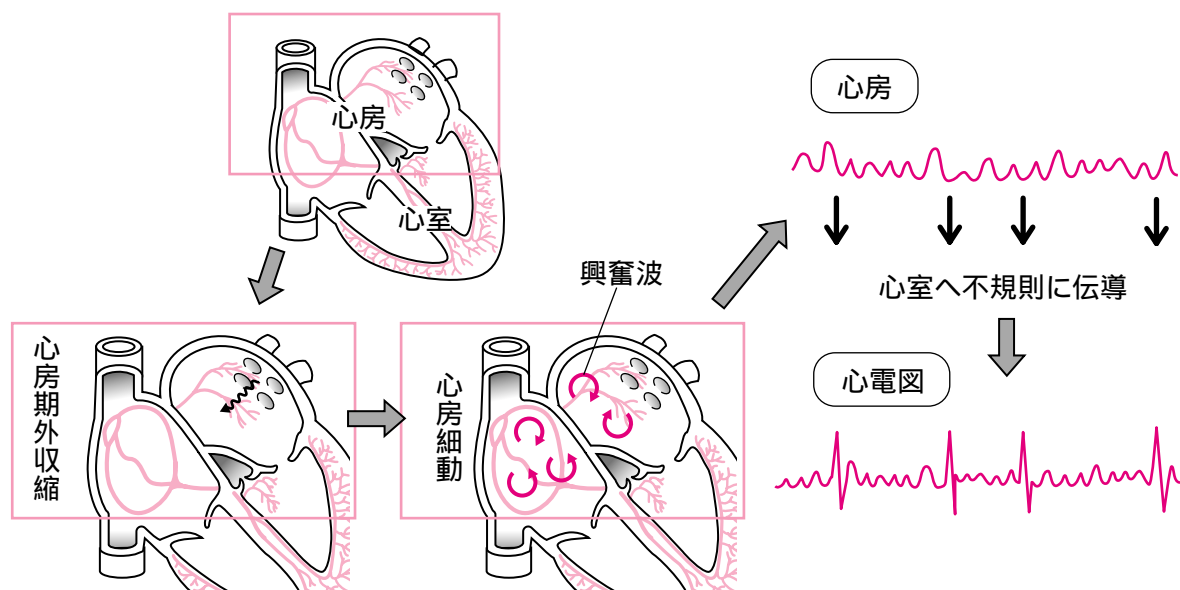


図 7 心房細動発生機序の概念図

心房期外収縮から 1 ないし数個のリエントリーが形成されると心房細動が維持される。

( 筆者作成 )

## II . 心電図の変化を見る

### 4 . 心房細動の心電図の実例

症例は、58歳男性。動悸を主訴に来院しました。記録された心電図は上記の特徴を示し、心房細動と診断されました(図8)。



図8 心房細動の心電図

QRSの前に規則的なP波が見られず(P波の欠如), 小さな波形(f波)が大小・形が不定で基線の細かな揺れのように全体を通じて出ています。R-R間隔がまったく不規則なのが心房細動の特徴を示しています。(筆者作成)

### 治療のポイント

高齢者になるほど罹患率が高くなるので(有名なFramingham調査によると、50歳代1%以下、60歳代2%、70歳代5%、80歳代8%)、社会の高齢化とともに目にする機会が増えている不整脈です。

脈が不規則になるだけでなく、労作時に著しい頻脈になって強い動悸や息切れの原因となり、さらに人によって(ハイリスク例:75歳以上の高齢者、高血圧や糖尿病のある人、過去に脳梗塞の病歴がある人、心不全を起こしたことがある人)、左心房の中に血の塊(血栓)が生じ、それが心臓の外に流れ出すと、脳梗塞をはじめとする全身の血栓塞栓症の原因となります。心房細動では心房の収縮性が失われ、心房内で血流がうっ滞するので血栓が形成されやすくなります。

発作性心房細動(発症後7日以内に洞調律に復したもの)では、抗不整脈薬投与による洞調律の維持を試みる治療が一般的ですが、難治性の症例に対しては、近年、カテーテル・アブレーションによる治療が行われるようになってきました。一方、持続性、永続性心房細動に対しては、ジギタリス、遮断薬、Ca拮抗薬による心拍数のコントロールと抗凝固薬(ワルファリン)などによる血栓塞栓症の予防が一般的です。

(梶田潤一郎・渡邊一郎)

## II - ⑩ 不整脈の心電図

### 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

#### 頻脈性不整脈の心電図

#### 4 心房粗動の心電図の見方と治療のポイント

##### 1 . 心房粗動(AFL)とは

心房が規則的に高頻度で興奮した状態で、心電図上、P波にかわって240～330回/分の規則正しいノコギリの歯状の波(F波)を示す心房性の頻拍を心房粗動といいます。

##### 2 . 心房粗動の発生機序

通常のアtrial興奮過程( I - ④ 20 頁参照 )は見られず、そのかわりに心房内で興奮が速く旋回するマクロリエントリーが生じ、1回の旋回で1つのF波が形成されます。

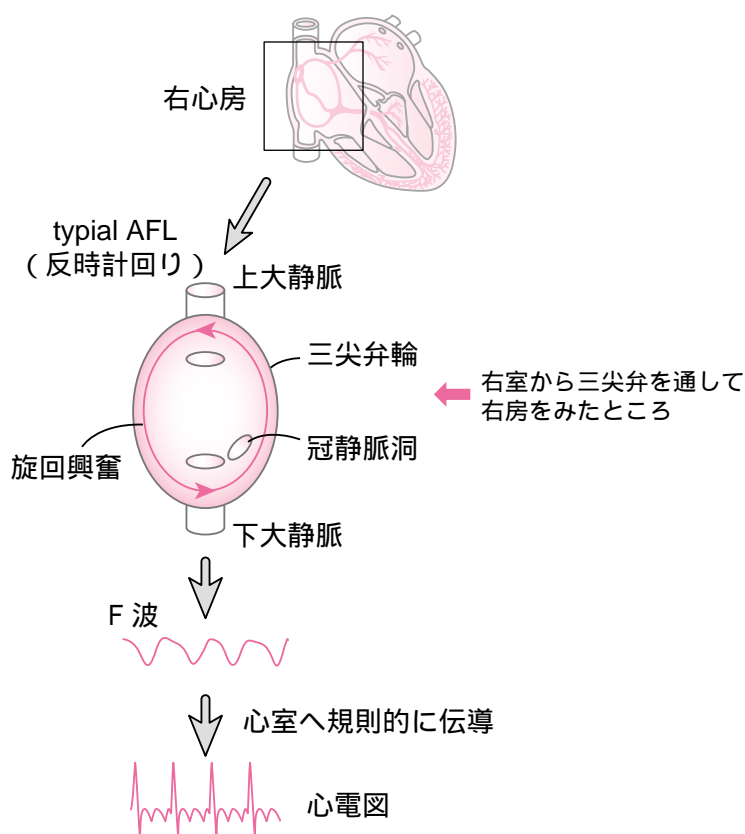


図9 心房粗動の発生機序の概念図

マクロリエントリーが形成される場所により、三尖弁輪部を興奮が反時計方向に旋回する typical AFL, 時計方向に旋回する reverse typical AFL, その他の atypical AFL に分類されます。(筆者作成)

## Ⅱ . 心電図の変化を見る

### 3 . 心電図の特徴

- ① P波の欠如
- ② F波を呈し，F波間に平らな部分(等電位線)がない
- ③ F波とQRSの関係が2：1，3：1，4：1という一定の割合を示す

### 4 . 心房粗動の心電図の実例

症例は，74歳男性。息切れと速脈に気がつき来院しました。心電図は図の通りでした。

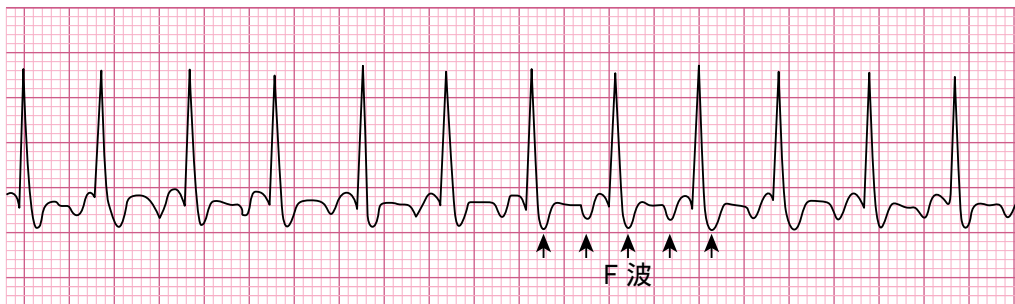
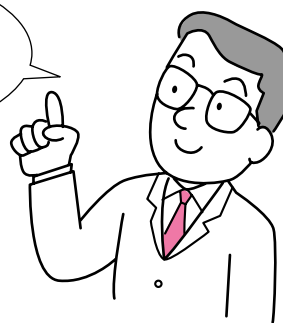


図 10 心房粗動の心電図

正常なP波が見られず，かわりにF波が出現しています。この症例ではF波とQRSは2：1となっています。(筆者作成)

ノコギリ状の波形(F波)に  
注意しましょう

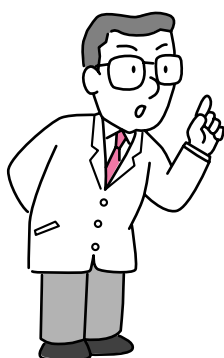


### 治療のポイント

心房粗動は心房が 300/分という早い頻度で興奮していますが、規則的であること、心房細動と比べるとゆっくりとしていて心房の収縮性も保たれていることから、左心房内に血栓が形成されることはまれです。ただし、心臓病をもっている例に起こることが多いので、心房粗動による頻脈をそのまま放置すると心不全の原因となることもあります。心房細動と同様に発作的に発症することも、慢性的に持続することもあります。ただし、血栓塞栓症のリスクはあまり高くないのが特徴で、治療法も異なります。一般的には健常者には発症することの少ない不整脈です。

慢性に経過すると心拍数（脈の数）も安定し、特段、違和感を覚えることが少なくなります。運動した際の動悸や息切れ症状の程度を確認します。心房粗動を停止させるために抗不整脈薬を使用することがありますが、有効性は低く、また、心房粗動の興奮頻度を低下させるため、心室への興奮伝導が 2:1 伝導より 1:1 伝導へと変化することがあるため、かえって、脈拍数を増加させることが稀にあるます。したがって、おもに、直流除細動を行います。

現在では、カテーテル焼灼術（アブレーション法）による根治術の成功率が 90% 以上で、安全かつ確実に施行可能となっていますので、放置せず、専門医への受診を勧めます。



心房粗動を放置すると心不全の原因になることもあります！  
根治のためにもまず専門医へ受診しましょう

（梶田 潤一郎・渡邊 一郎）

## II - ⑩ 不整脈の心電図

### 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

#### 頻脈性不整脈の心電図

## 5 心室細動の心電図の見方と治療のポイント

### ポイント

- ①心室細動が発生すると、心室の有効な収縮がなくなるため、ただちに血圧低下が起こり失神します。
- ②すぐに電氣的除細動を行わないと死にいたる非常に危険な不整脈です。
- ③心室細動の原因はさまざまであり、原因によって治療が異なります。
- ④予防治療として植込み型除細動器(ICD)植え込みの検討が必要です。

### 1 . 心室細動の特徴

心電図波形が、意味のある規則正しい波形のある部分を示さずに、まったく不規則な乱れた基線の揺れを示すのみになった状態が、「心室細動」です(図1)。波形はまったく不規則に乱れ、心臓のまとまった興奮や収縮を認めず、心臓のポンプとしての機能が失われます。発症数秒で意識の消失をきたし、緊急に処置を施さない場合は死にいたる致死的不整脈です。



図1 心室細動の心電図

波形はまったくの平坦な状態がなく、不規則に現れ、心臓のまとまった興奮や収縮が認められません。心臓のポンプとしての機能が失われています。(筆者作成)

### 2 . 原因

心室細動の原因となりうる疾患としては、虚血性心疾患(心筋梗塞, 異型狭心症など), 心筋症, 心筋炎, プルガダ症候群, 催不整脈性右室心筋症(ARVC), QT延長症

## ⑩ - 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

候群，ウォルフ・パーキンソン・ホワイト ( Wolf-Parkinson-White : WPW ) 症候群に心房細動が合併した場合，電解質異常，薬剤性，脳血管障害などがあります。

また，心室頻拍などの心室性不整脈から移行する場合があります。とくに，先行するT波の時相にかぶるように生じた心室性期外収縮 ( R on T型心室性期外収縮 ) は注意が必要です。

### 治療のポイント

#### 発作が持続している場合

緊急を要するのでただちに電氣的除細動器 ( 次頁メモ参照 ) を用いて直流通電を行います。停止しない場合には心肺蘇生術 ( CPR ) を行いながら薬剤 ( エピネフリン，アミオダロンなど ) を投与後に再度通電を行います。

#### 自然停止しても発作を繰り返す場合

発作の合間に記録される洞調律の心電図で QT 延長があるかを診断します。

QT 延長を認める場合はその原因の治療を行います，マグネシウム ( Mg ) の静注が有効です。

QT 延長を認めない場合は，虚血性心疾患の関与がもっとも考えられ，虚血がある場合その改善を行います。虚血の改善を待つ間，あるいは虚血関与が否定的な場合はアミオダロンの静注を行います。

#### 再発予防としての治療

心室細動に対して完全に抑制が可能な抗不整脈薬は存在しないため，発作が起こった場合には速やかに除細動を行うことを目的として，植込み型除細動器 ( ICD ) の植え込みが行われます。とくに心臓に疾患をもち心臓の機能が低下している場合は，ICD 植え込みが第一選択になります。

心機能低下が軽度な場合はアミオダロン内服を行うことがあります。QT 延長を認める場合には原因 ( 電解質異常など ) があればその治療を，原因がない先天性の場合は 遮断薬投与，ICD 植え込みを行います。心室細動の原因となる心室性期外収縮に対する治療としてカテーテルアブレーションが有効な場合があります。

## II . 心電図の変化を見る

### メモ：電氣的除細動器

胸骨上あるいは胸骨右縁と心尖部付近の2カ所に電極を置いて通電します。電気ショックの通電波形には単相性と2相性があり、心室細動の停止には単相性で360J、2相性で200Jが目安となります。

除細動器には医師・看護師・救急救命士のみが扱えるマニュアル式のもの、一般の方が扱うことができる自動体外式除細動器(AED)とがあります。AEDは2004年7月から一般の方が扱えるようになり、最近では病院内・診療所だけでなく駅、学校、公共施設などにも設置されるようになりました。

電気ショックの成功率は1分ごとに7～10%低下するとされており、救急車が到達する前にできるだけ早く除細動を行うことができるために、ふだんからどこにAEDが設置されているかを認識し、その操作法の講習を受けておくことが大切です。

心室細動は非常に危険な不整脈です。予防治療はもちろんですが、もしものときのためにAEDの操作法も是非覚えておきましょう。



(國本 聡)

## II - ⑩ 不整脈の心電図

### 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

#### 徐脈性不整脈の心電図

### 1 洞不全症候群の心電図の見方と治療のポイント

#### 1 . 洞不全症候群とは？

心臓は1分間に70回前後の収縮・拡張を繰り返し、全身に血液を送っています。これは右心房にある洞結節という発電所のような組織から電気刺激が発生し、その興奮が心臓内を伝わり心臓全体の筋肉が順次収縮するために起こっています(図1)。

洞不全症候群というのは、この発電所である洞結節が加齢や血行障害などによって機能が悪くなり、一過性に電気刺激が起こりに

くなくなったり、起こってもまわりの心房筋に伝えられにくくなった状態をいいます。そのため一過性に心臓の拍動がゆっくりになり、高度になると全身に十分血液が送られなくなり、ときに脳の血液循環不足からふらついたり、失神したりする病気です。

この洞不全症候群には、次のような3型があります。

#### I . 慢性洞徐脈

#### II . 洞停止または洞房ブロック

① 洞停止：洞結節からの刺激発生が低下し、一過性に停止するもの。

② 洞房ブロック：洞結節からの興奮発生は正常に行われているのに、それが心房に伝導されるのに時間がかかるか、あるいは伝導がときどきブロックされるもの。

#### III . 徐脈頻脈症候群

洞結節ないし洞房伝導などの障害による徐脈性不整脈と、発作性心房細動や上室頻拍などの頻脈性不整脈を合併するもの。

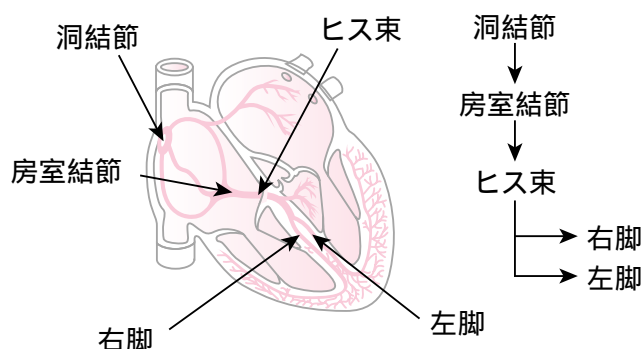


図1 心臓の刺激伝導系

洞結節から発生した電気刺激は心房 房室結節 ヒス束 右脚及び左脚へ伝わり、心臓全体の筋肉を順次収縮させます。

## II . 心電図の変化を見る

### 1 慢性洞徐脈とは

これは洞結節の刺激発生が、慢性的に少ないものをいいます( 図 2 )。

心電図ではP波が突然消えたりすることなく、ほぼ規則正しい頻度でP-QRS波がセットでゆっくりとした頻度で現れています。この不整脈は良性で、とくに治療を必要とすることはない例がほとんどです。

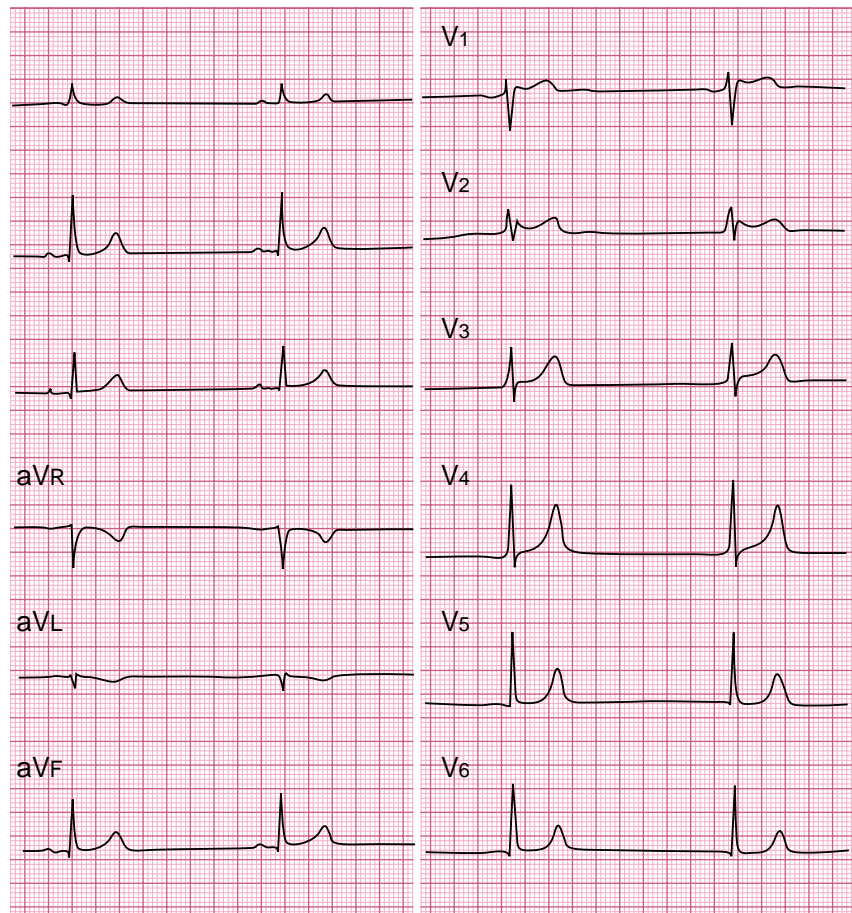
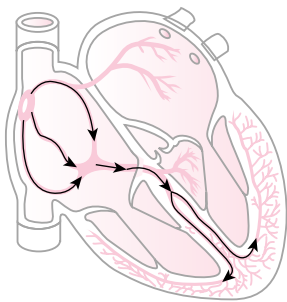


図 2 慢性洞徐脈の心電図

洞結節からの刺激発生頻度がゆっくりなだけで、洞結節 心房  
房室結節 ヒス束 右脚・左脚の興奮伝導は正常です。心電図は  
正常な P-QRS 波がゆったりした頻度で出現しています。

(小沢友紀雄, 斎藤穎 編著: 心電図診断基準 110, 中外医学社,  
1998 より引用)

### 2 洞停止

普段は正常に洞結節から興奮(電気的刺激)が発生していますが、ときどき興奮が起  
こらなくなって、数秒間心臓が収縮しなくなる状態をいいます。心電図上では、洞結

## ⑩ - 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

節の興奮が出なくなると心房の興奮を示すP波がなくなり、洞結節以外の心房やその下方の房室結節というところから刺激が起こるか、洞結節の興奮が再開するまで、平らな線になります(図3)。多くの場合、5秒以上停止しているとふらつきや失神するなどの症状が出ます。

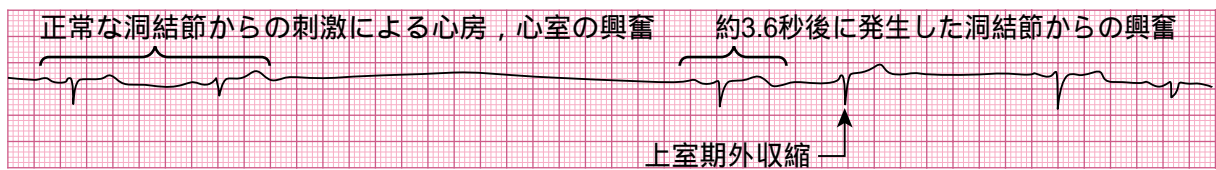
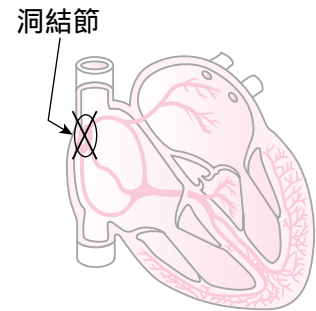
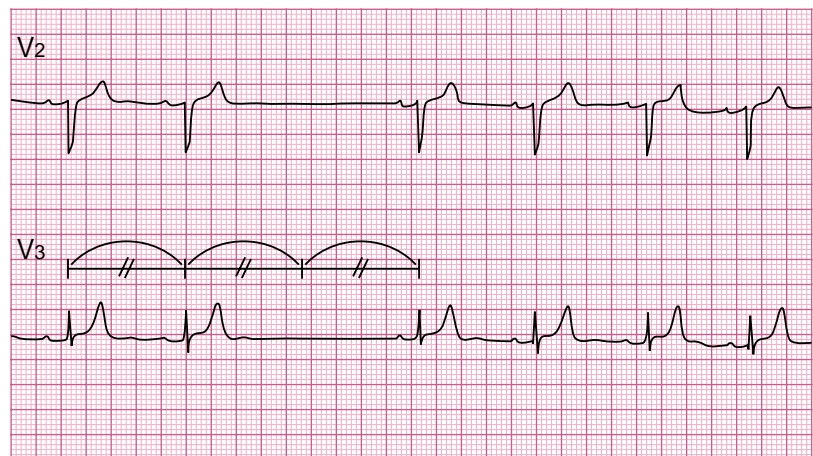


図3 洞停止の心電図

洞結節からの興奮がないため、その後の心房興奮を示すP波や心室の興奮を示すQRS波もなくなります。(小沢友紀雄, 斎藤穎 編著: 心電図診断基準 110, 中外医学社, 1998より引用)

### 3 洞房ブロック

これは洞結節自体の興奮は起こるのですが、その興奮が一過性に洞結節の外に広がらず心房に刺激が伝わらないため、心房や心室の興奮や収縮が一時的に静止してしまう状態です。洞結節の興奮はあっても心房に伝わらない洞房ブロックでは、心電図のQRS波の間隔が急に2倍あるいは3倍に広がります(図4)。



洞結節-心房間の興奮が途絶えます

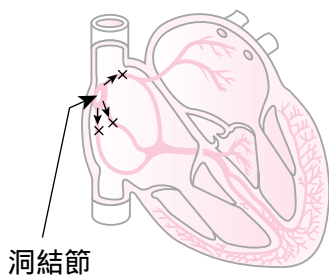


図4 洞房ブロックの心電図

洞結節自体は電気刺激を発生していますが、ときどきまわりの心房筋へ伝わらなくなります。たいてい、次の刺激は心房筋に伝わるため、心電図ではP-QRS波が突然1個消えて、2倍の間隔をあけて再びP-QRS波が出現します。

(小沢友紀雄, 斎藤穎 編著: 心電図診断基準 110, 中外医学社, 1998より引用)

## II . 心電図の変化を見る

### 4 徐脈頻脈症候群

一過性に発作性上室頻拍や心房細動などの脈の早い心房の不整脈が出現して、それが自然にあるいは治療薬の作用によって本来の洞調律に戻る際に、洞結節からの電気刺激がなかなか起こらず、著明な徐脈を示す不整脈をいいます( 図5 )。

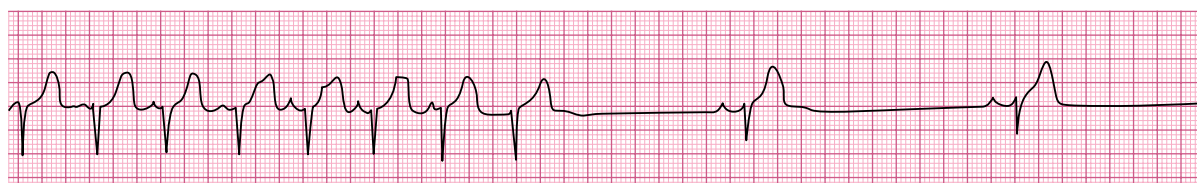


図5 徐脈頻脈症候群の心電図

最初の8拍は発作性上室頻拍で、その頻拍が停止した直後に、著明な徐脈となっています。

(小沢友紀雄，斎藤穎 編著：心電図診断基準 110，中外医学社，1998 より引用)

## 2 . 診断には

24時間心電図(ホルター心電計)の記録や、小型の携帯型心電計を使ってふらつきやめまいなどの症状が出たときに患者さんご自身で心電図を記録していただく方法や、場合により入院してカテーテルを使った心臓電気生理学的検査を行うことがあります。

### 治療のポイント

洞停止や洞房ブロックは迷走神経緊張により機能的に認められることもありますが、まれで、ほとんどは高齢者，虚血性心疾患例での洞不全症候群の徴候として現れます。洞結節およびそれに隣接する心房筋の障害を示します。進行すると長い心停止をきたし，めまい，失神，突然死の原因となりえます。しばしば，心房細動発作を合併し，それが治る瞬間に長い心停止をきたして失神を起こします。人工ペースメーカーの適応を含めた対応が必要になります。問診表で，徐脈，心停止に関連する症状の記載をチェックします。

症状のある例では早急にホルター心電図を施行し，長い心停止の発生，心房細動発作の合併，症状発生時の心電図所見などを確認します。無症状例でも念のためホルター心電図は施行しておきます。夜間睡眠時に心停止が出る例では，症状が出ないこともあります。数秒(通常は4秒以上がめやすです)の心停止があれば

## ⑩ - 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

専門医へ紹介して，人工ペースメーカーの適応を判断してもらったほうが良いでしょう。障害の程度が軽い場合には，シロスタゾールの経口投与が有効なこともあります。

(高岩 良明・渡邊 一郎)

数秒の心停止があれば専門医へ！  
人工ペースメーカーの適応判断



進行すると長い心停止や  
めまい，失神，突然死の原因にも

## II - ⑩ 不整脈の心電図

### 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

#### 徐脈性不整脈の心電図

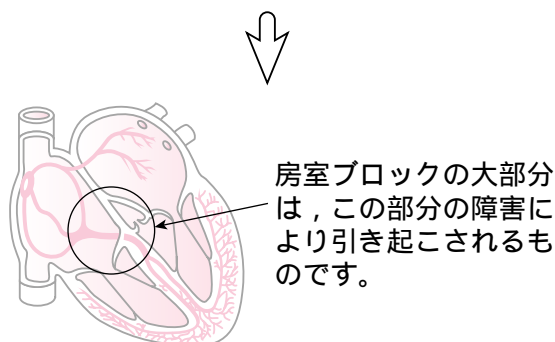
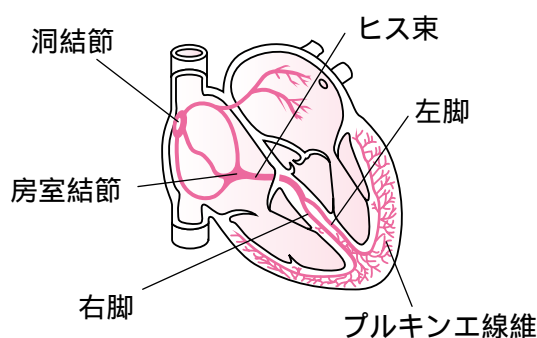
## 2 房室ブロックの心電図の見方と治療のポイント

### 1 . 房室伝導系

正常な心臓では、心房の洞結節から出た電気刺激は、房室伝導系(房室結節、ヒス束、右脚、左脚〔前枝、後枝〕、プルキンエ線維)という伝導(刺激伝導路)によって心室に伝わります。この結果、心房と心室が順序よく収縮することとなります。

### 2 . 房室ブロックとは

房室ブロックとは、心房の興奮が房室伝導系のどこかで伝導が遅くなるか、中断する状態をいいます(図1)。心電図では、P波からQRS波への伝導障害の程度より、①第Ⅰ度房室ブロック、②第Ⅱ度房室ブロック(ウェンケバッハ型、モビッツⅡ型、2:1ブロック、高度房室ブロック)、③第Ⅲ度房室ブロックと大きく3種類に分けられています。第Ⅰ度房室ブロック、第Ⅱ度房室ブロックを不完全房室ブロック、第Ⅲ度房室ブロックを完全房室ブロックと表現することもあります。また、房室伝導系の伝導障害部位による分類、伝導障害の持続による分類などもあります。



#### 図1 房室伝導系と房室ブロックの概念

心房の興奮が心室に伝導されるのに時間がかかるか(遅延)または途中で途絶するものを房室ブロックといいます。心房の興奮は一般には、洞調律のときにおこりますが、心房細動や上室性の調律のときにもおこります。

(小沢友紀雄:心電図トレーニング 改訂2版, 中外医学社より引用改変)

◆ 第 I 度房室ブロック

房室伝導速度の遅れにより心電図上のPQ(R)時間が延長します(図2,3)。PQ(R)時間が0.20秒以上延長したとき、第I度房室ブロックといいます。ただし、加齢とともにPQ(R)時間が延長するので注意してください。一般に、第I度房室ブロックは、治療の対象となりませんが、原因を検索し、経過観察(定期的な心電図チェック)とします。経過観察中、第II度、第III度房室ブロックへの進展がみられれば治療の対象となります。24時間ホルター心電図での検討が必要です。

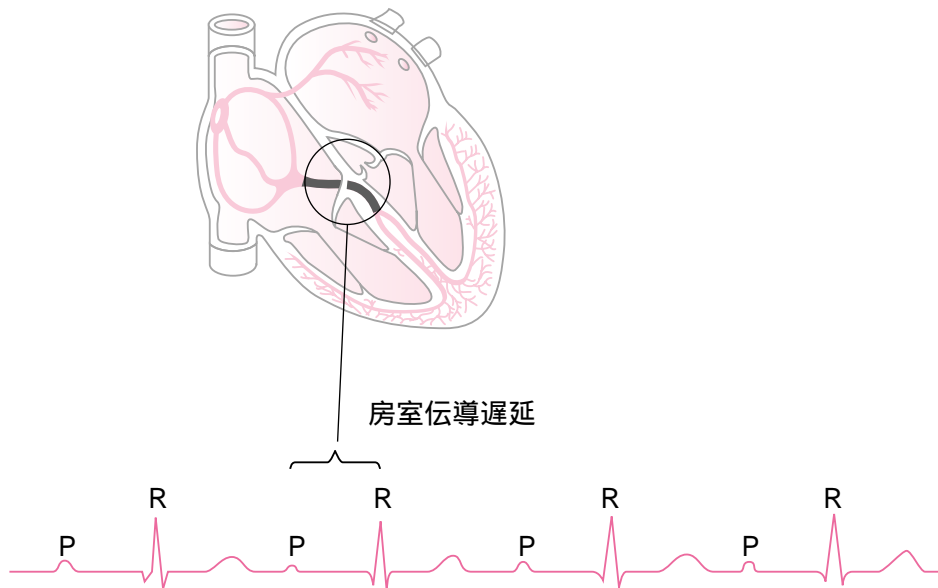


図2 第I度房室ブロックの概念図

心房の興奮の始まり(P波の始まり)から、心室の興奮の始まり(QRS波の始まり)までの時間が延長しています。

(小沢友紀雄：心電図トレーニング 改訂2版，中外医学社より引用改変)



図3 第I度房室ブロックの心電図

PR時間は0.384秒と延長しており、第I度房室ブロックです。QRS時間は正常範囲です。

(筆者ら作成)

## II . 心電図の変化を見る

### 2 第II度房室ブロック

ウェンケバッハ型では、房室伝導時間がしだいに長くなり、ついには房室伝導がなくなる周期を短時間で繰り返します(図4, 5)。比較的予後の良い不整脈ですので、急いで治療する対象とはなりません。ジキタリス中毒や急性心筋梗塞(とくに下壁梗塞)などにみられる場合は、原因に対する処置が必要です。

モビッツII型では、房室伝導時間には変化がなく、突然房室伝導が中断されます(図6, 7)。心電図上、2枚ブロックのあるものは、高度房室ブロックに移行する可能性が高く慎重に経過を観察します。ウェンケバッハ型とは異なり、ヒス束より下部でのブロックが考えられ、アダムス・ストークス症候群を起こすことがあるので、人工ペースメーカーの植え込みを検討します。

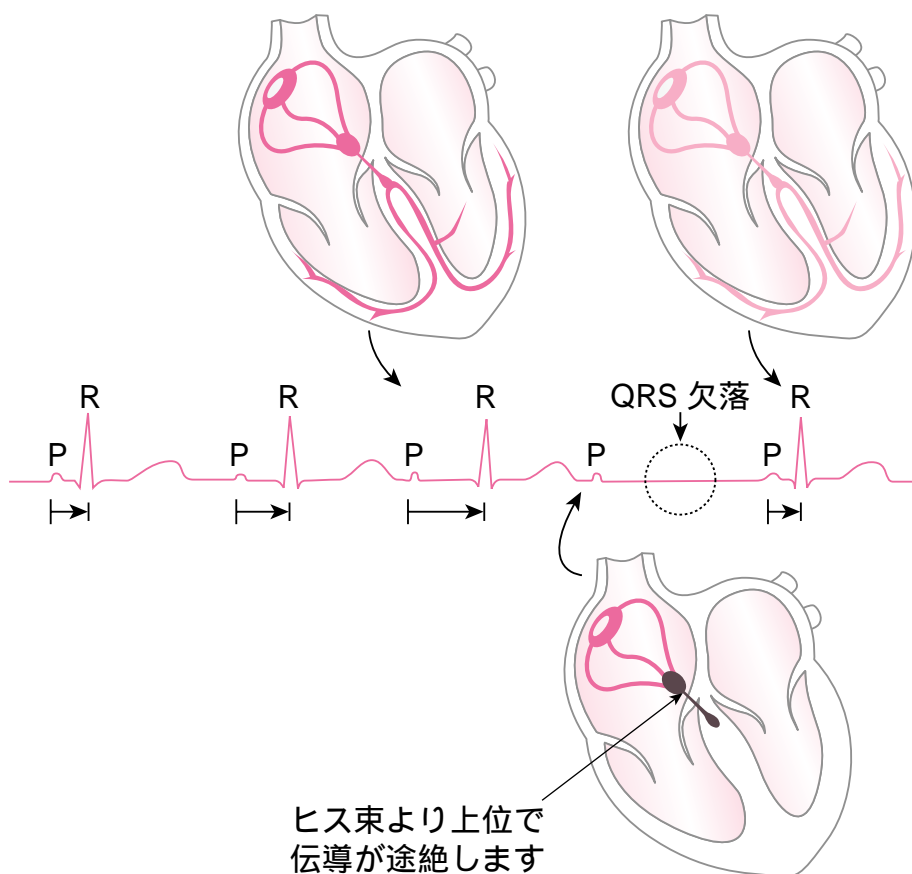
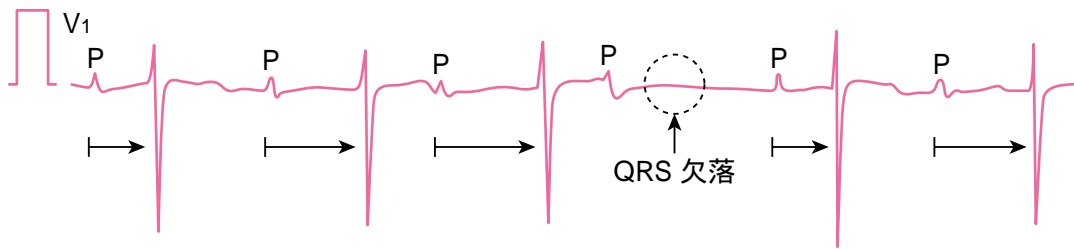


図4 第II度房室ブロック(ウェンケバッハ型)の概念図

PR間隔は1心拍ごとにしだいに延長し、ついには房室伝導がなくなりQRSが欠落しますが、また伝導が回復します。

(小沢友紀雄：心電図トレーニング 改訂2版，中外医学社より引用改変)

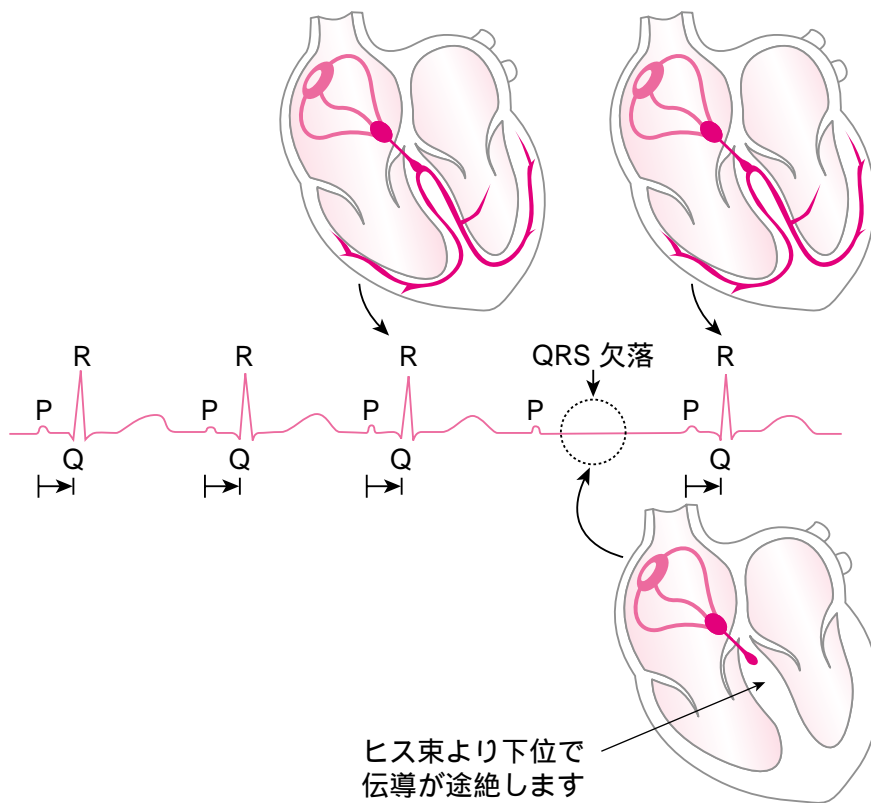
⑩ - 2 . 各個の不整脈の心電図の見方



**図5** 第Ⅱ度房室ブロック(ウェンケバッハ型)の心電図

PR 時間は徐々に延長し、突然伝導が途絶しています。4 番目の QRS 波が欠落しています( )。

(筆者ら作成)

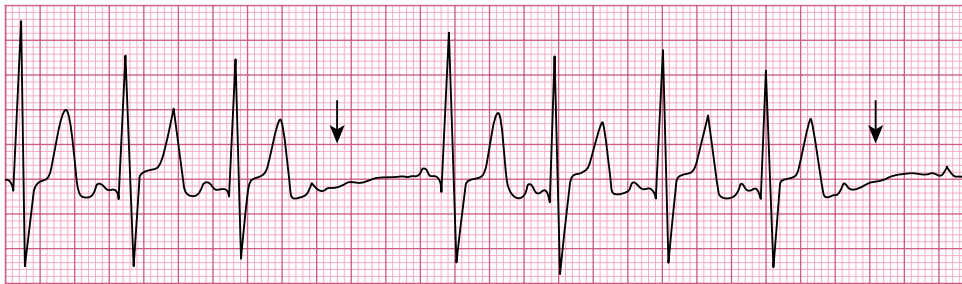


**図6** 第Ⅱ度房室ブロック(モビッツⅡ型)の概念図

PQ 間隔は一定の時間で房室伝導が行われますが、突然伝導が途絶し、次に続く QRS が欠落します。

(小沢友紀雄：心電図トレーニング 改訂2版，中外医学社より引用改変)

## II . 心電図の変化を見る

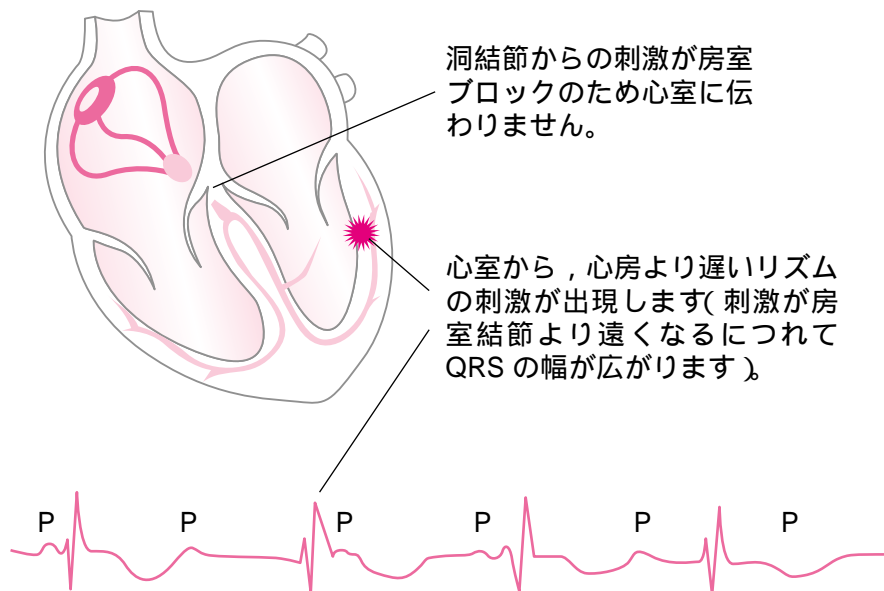


**図7** 第Ⅱ度房室ブロック(モビッツⅡ型)の心電図

PR時間は0.14秒と正常範囲内で一定の間隔ですが、4拍目と9拍目のQRSが突然欠落( )しています。QRS幅も延長し、脚ブロックの存在も示唆されます。(筆者ら作成)

### 3 第Ⅲ度房室ブロック(図8, 9)

房室伝導が完全に途絶しているために、心房での電気的興奮は、心室に伝導することができないため、房室結節より下位で自家発電が発生して心室が興奮し収縮します(心室の電気発生部位によって、心電図上QRSの幅や形が異なります。これを補充収縮といいます)。補充調律がないとアダムス・ストークス症候群を起こし、致命的な結果を招いてしまうので、人工ペースメーカーの植え込みを検討しなければなりません。



心房興奮(P-P間隔)と心室興奮(QRS同士の間隔)がまったく別個のリズムです。

**図8** 第Ⅲ度(完全)房室ブロックの概念図

第Ⅲ度房室ブロックでは房室伝導が完全に途絶してしまいます。(小沢友紀雄：心電図トレーニング 改訂2版，中外医学社より引用改変)

## ⑩ - 2 . 各個の不整脈の心電図の見方

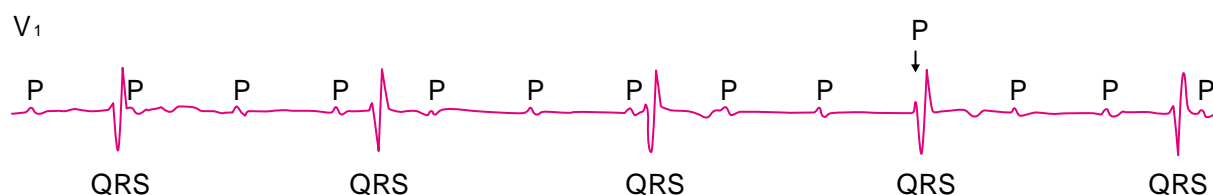


図9 完全房室ブロックの心電図

P波は正常の頻度でほぼ一定の間隔で出ています。それに対してQRSは幅が広く変型し、一定の長い間隔(著明な徐脈)で見られます。P波とQRSがそれぞれ無関係に独立した周期で見られるのが特徴です。

(筆者ら作成)

### 治療のポイント

#### 第Ⅰ度房室ブロック

迷走神経緊張亢進による機能的第Ⅰ度房室ブロックはよくみられ、ときとして夜間にⅡ度房室ブロックを生じることがありますが、治療の必要はありません。一方、心疾患や加齢に伴う刺激伝導系障害は進行性のこともあり、より重症な房室ブロックを呈して長い心停止をもたらす、失神や突然死の原因ともなります。機能的かどうかを見分けるには、運動によるPQ間隔の短縮を確認するのが最も簡便です。

#### ウェンケバッハ型Ⅱ度房室ブロック

伝導障害の部位はほとんどの場合房室結節内で、迷走神経緊張に伴う機能的なものが原因で、病的意義はありません。第Ⅰ度房室ブロックの場合と同様で、この診断がついても、即、精密検査は必要ありません。一時的な心停止に伴う症状(めまい、失神)がないことを問診で確認し、運動によって正常伝導に戻ることが確認できれば、経過観察のみで十分です。

#### モビッツ型Ⅱ度房室ブロック

房室ブロックの部位は大半がヒス束以下で、多くの場合、QRS幅の延長(脚ブロック)を伴います。機能的原因で生ずることはまれで、重症な房室ブロックに伴う長い心停止により失神を起こす可能性が高く、しばしば人工ペースメーカー植え込みの適応となります。

#### 第Ⅲ度房室ブロック

迷走神経緊張に伴い機能的にもⅢ度房室ブロックが生じますが、その場合の大

## II . 心電図の変化を見る

部分は房室結節より上での伝導途絶です。比較的補充調律も早く出るため無症状で、すぐに人工ペースメーカーが適応になるとは限りません。この場合、補充調律のQRS波の幅は狭く正常波形です。一方、ブロックの部位がヒス束以下となるほどQRS波は幅広い脚ブロック型を呈し、早急な人工ペースメーカー植え込みの適応となります。

( 神田 章弘・渡邊 一郎 )

## Ⅱ - ⑪ その他の心電図

通常の 12 誘導心電図では判断の困難な病態を，他の心電図検査の手法を用いて診断しようとするもので，以下に主なものを示します。

### 1 運動負荷心電図とは？

運動前後の心電図を比較して，安静時の 12 誘導心電図だけでは判断できない心臓の状態を検査する方法です。

主として以下の診断に用いられます。

- ①狭心症などの冠動脈疾患(虚血性心疾患)の診断
- ②運動に対する抵抗力の判定
- ③不整脈に対する運動の影響

診断方法には階段昇降(マスター 2 階段試験；[図 1](#))，ベルトコンベアーの上を歩く(トレッドミル運動負荷試験；[図 2](#)，[3](#))，自転車をこぐ(自転車エルゴメーター試験；[図 4](#))などの検査法があります。



**図 1** 階段昇降(マスター 2 階段試験)

図のような凸型の二階段を，年齢・性・体重で定められた回数を所定の時間で往復昇降して心電図を記録します。(筆者提供)

### 2 ホルター心電図とは？

普通の 12 誘導心電図の記録はわずか 10 秒ほどです。それでは日常生活中心臓の状態をみるのに十分とはいえません。そこで心電計を患者さんに取り付けて，長時間(一般に 24 時間)の心電図を連続記録して，コンピューターで高速解析する方法があ



**図 2** トレッドミル運動負荷試験

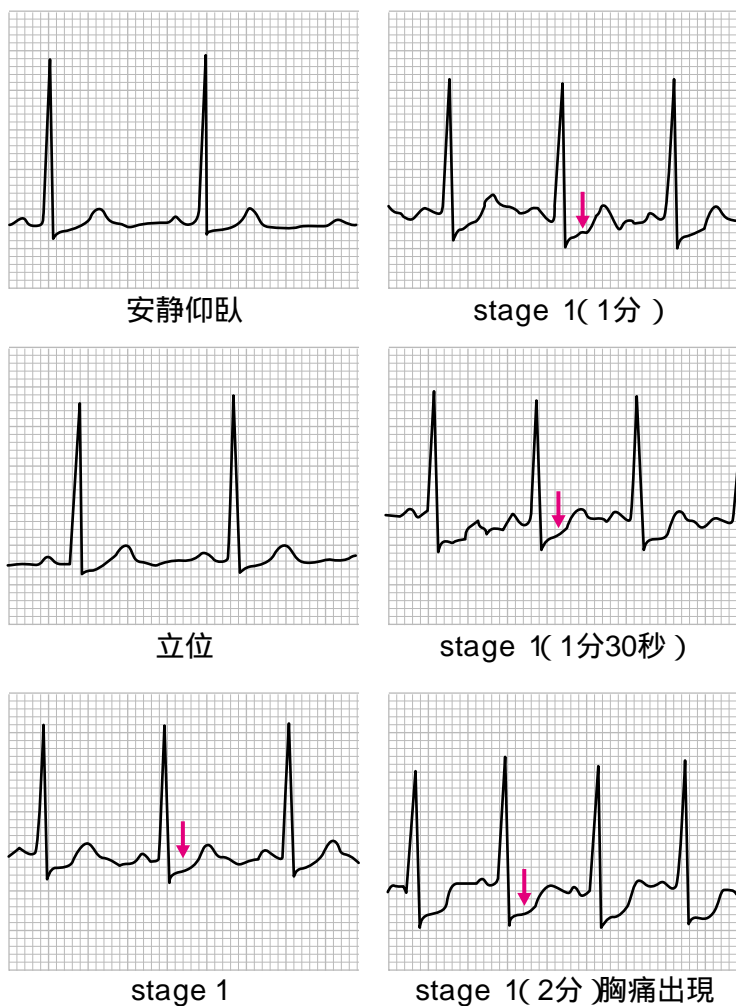
ベルトコンベアーの上を，年齢に応じた所定の心拍数を目標に血圧と心電図を測定しながら運動させます。通常 3 分毎に速度と傾斜が増して行きます。

(筆者ら提供)

## II . 心電図の変化を見る

り，ホルター心電図と呼ばれています。

図5にホルター心電図の電極を取り付けた状態を示しますが，最近では機器の本体がかなり小型になっています。次に述べるイベント心電計や携帯型心電計と異なる最



**図3** トレッドミル運動  
負荷試験陽性例

安静仰臥位と立位で運動前の心電図を記録します。運動をスタートしたところ，stage 1で図のようにST低下(矢印)が起こり，次第に増強し，2分後に胸痛が出現しました。この時点で運動を中止しています。労作性狭心症と診断されました。

(筆者提供)



**図4** 自転車エルゴメーター試験

固定された自転車ペダルをこいで，回転力を次第に増して運動量を上げて血圧と心電図を検査します。

(筆者ら提供)

## ⑪ その他の心電図

大のポイントは、ある一定期間連続した時間内のさまざまな変化を、定量的に解析できることです(図6)。主に以下の解析に有用です。

### ①ある期間内の不整脈の評価

出現数や多発時間帯、種類、危険性の判断、行動との関係など。

### ②心筋虚血の診断

狭心症を疑う症状のあるときなどに、実際に心筋虚血の所見がみられるか(ST-Tの異常の出現),あるいは症状がない部分に虚血の所見が出ることはないか(無症候性心筋虚血),などの判定に重要です。

③症状のあるときの状態の把握,日常生活での行動と心電図所見の比較など。

④心拍の変動を24時間の記録から分析して,自律神経機能を検討する方法もあります。

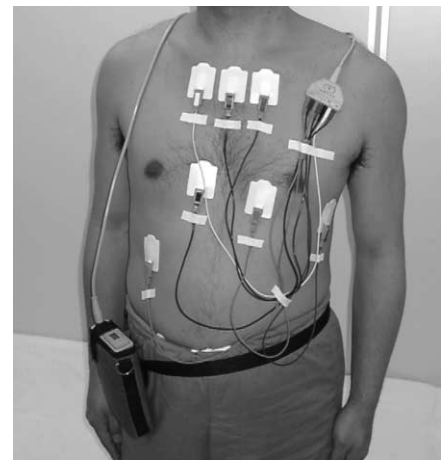


図5 ホルター心電図

図のように電極を胸部に貼布し,通常は3チャンネルの心電図を腰につけた記録器で24時間連続記録します。(筆者ら提供)

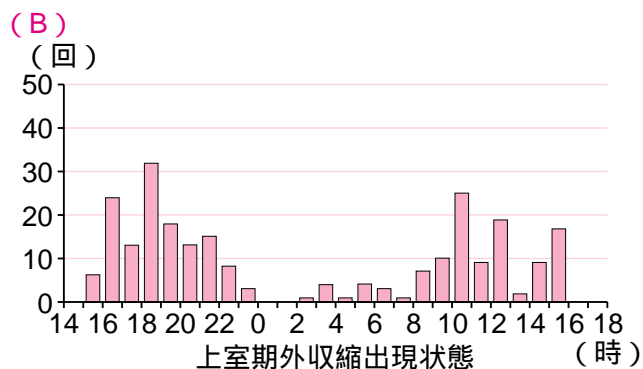
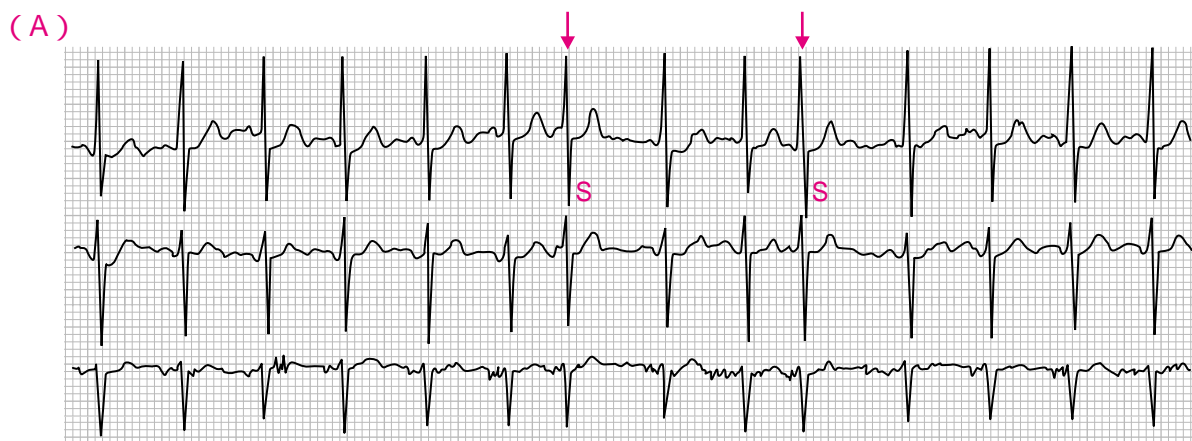


図6 ホルター心電図の記録の例

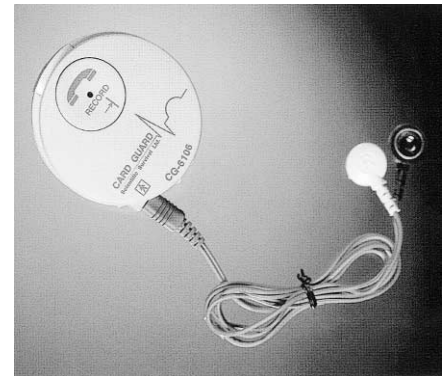
ホルター心電図記録の一部分を(A)に示します。上室期外収縮(矢印)が2カ所に見られます。コンピューター解析では1日244個で多くはありません。(B)の図は24時間記録中の上室期外収縮の出現状態をグラフで示しています。昼間に比べて就寝中(0時~8時)に少ないのがわかります。(筆者提供)

## II . 心電図の変化を見る

### 3 イベント心電図とは？

症状がまれにしか出現しないものでは、ホルター心電図でも発作時の心電図を記録することができません。そこで長期間にわたり患者さんに携帯してもらい、症状のあったときにボタンを押すと、その前後何分かの心電図が連続記録解析できるものです。

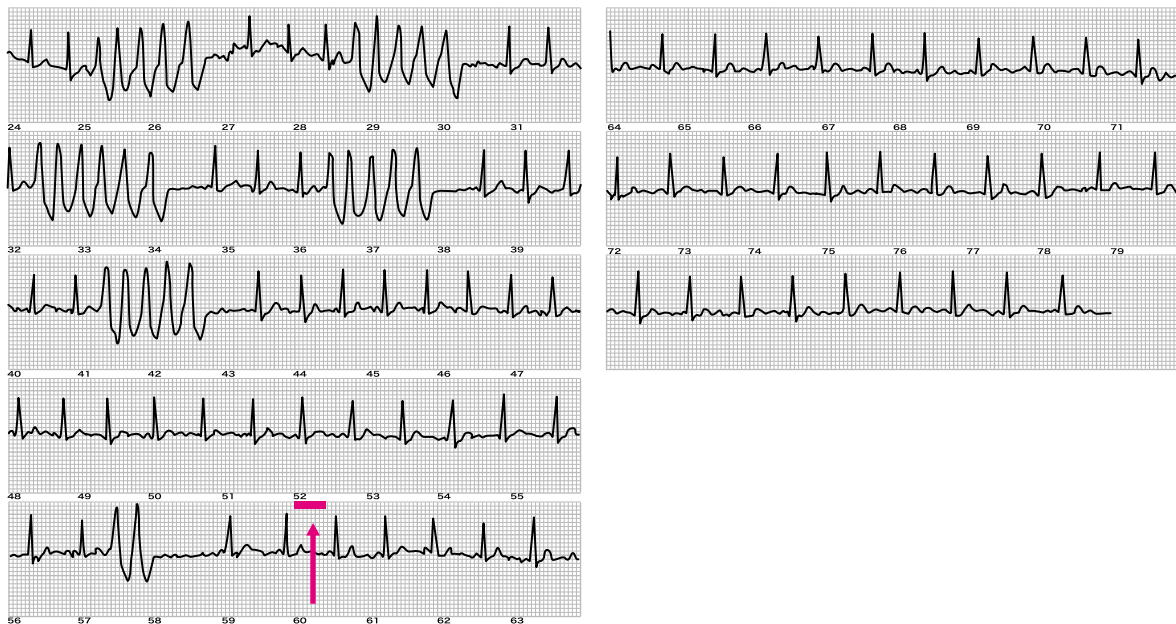
たとえば、**図7**のような機器では、患者さんが簡単に胸部に電極を付けたり外したりが可能で、付けているときに心電図を一定時間のループメモリーで記録消去しており、ボタンを押したときの前後の心電図記録を適当に設定出来ます(**図8**)。狭心症や不整脈発作の診断に有効で、とくに症状との対比検討が有力な情報を提供します。



**図7** イベント心電図機器

取り扱いが簡単で、ホルター心電図と異なり、患者さん自身で容易に脱着できます。

(カードガードジャパン社提供)



**図8** 74歳 男性、主訴：動悸

動悸を感じたので矢印のところでイベント心電計の記録ボタンを押しました。その前には連発する心室期外収縮が出現していますが、矢印より後には出現していません。

(筆者提供)

## 4 その他の特殊な心電図

心臓の電気現象を把握する検査である心電図は、体表だけでなく、体内や心内から記録することもあります。また、通常的心電図の mV 単位よりも、さらに小さな  $\mu V$  単位の電位の変化を解析するものもあります。主なもののみを簡単に解説します。

### 1 . 体内・心内心電図

電極を体内（たとえば心房に近い食道で記録する心電図）において記録したり、カテテル電極などで心内各部の心電図を記録（電気生理学的検査）して不整脈の成因などを検討するものなどがあります。

### 2 . 体表面電位図

多数の電極（100 個前後）を体表に付けて、電位の変化を地図状の図（マッピング）として表現するものです。通常の 12 誘導よりも多数の誘導で詳細な心電情報が得られますが、それだけ検査が煩雑になります。

### 3 . 加算平均心電図

普通的心電図では記録できない体表面のより微小な電位の変化を、加算平均法と特殊のフィルターなどを使って検討する心電図です。危険な不整脈のもとになる心室遅延電位などの微小な電位（マイクロボルト単位）の検出に役に立ちます。

### 4 . TWA (T Wave Alternance)

心筋の強い虚血や心機能の悪化などで、T 波に交互脈（T 波の高さや形が 1 心拍ごとに交互に変化する現象）が普通的心電図でも出現することが知られています。しかし最近、普通的心電図ではわからない  $\mu V$  単位の微小な交互脈があるもので、突然死などの心事故が起こりやすいことがわかり、特殊な方法でそれを検出する検査が出現しました。それが TWA です。

（小沢 友紀雄）

## Ⅱ - ⑫ 携帯型心電計・家庭用心電計

昔から、心電図検査は医療施設で行われていますが、最近では小型の携帯用心電計が開発され、「だれでも、どこでも、いつでも、自分で簡単に心電図を記録」して、専門家に見てもらえることができるような時代になりました。いわば「家庭用心電計」と呼ばれる種類の心電計です。

心臓病の患者さんだけでなく、一般の人々に対しても、予防医学の立場から有用であると考えられ、日本心臓財団でも「予防医学のための携帯型心電計の普及事業」が展開されています。ここでは、この種のを携帯型心電計としてその概要を説明します。

### 1 伝送機能のある携帯型心電計

患者さんが症状のあるときなどに自分で携帯型心電計で心電図を記録して、電話回線などの通信機能を利用し心電図解析センターに送信します。センターでは受信した

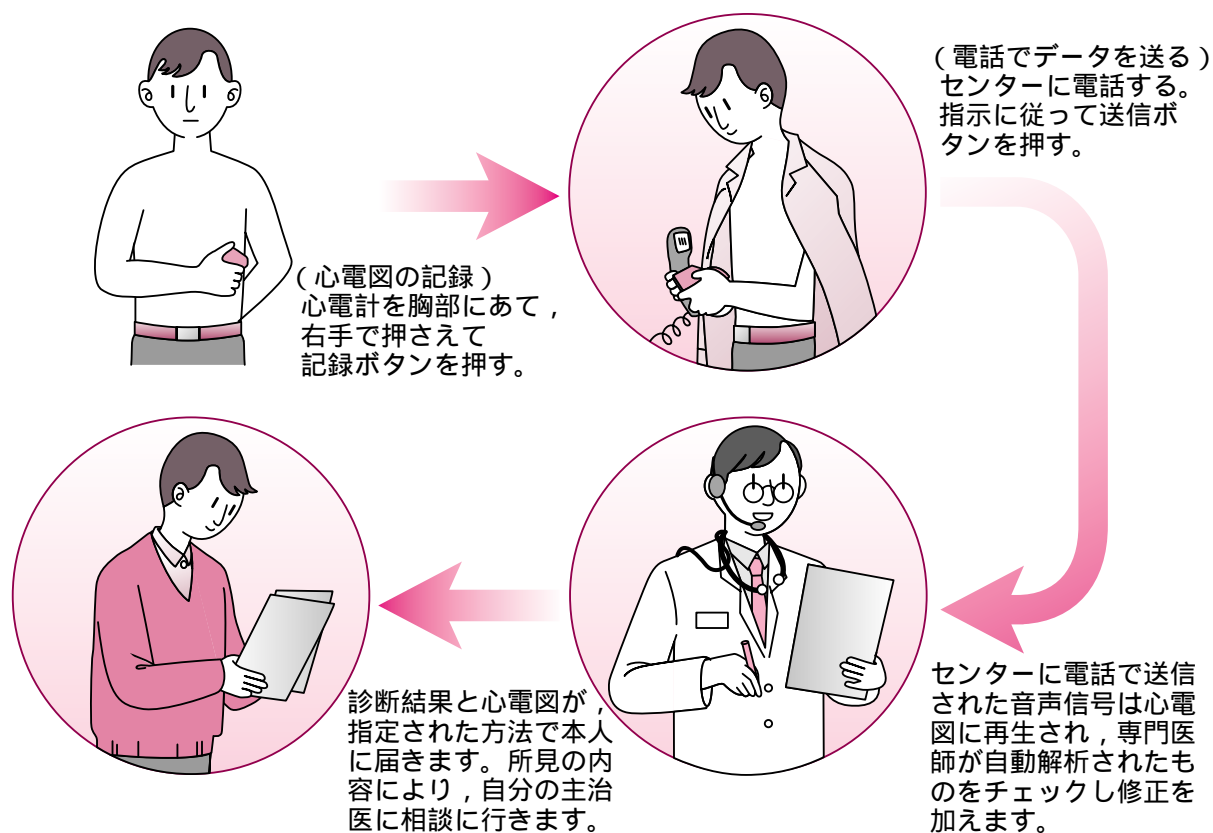


図1 携帯型電話伝送心電計利用システムの例

われわれが行っている、カードガード社製(CG2100型)を用いたシステムの流れを示していま  
す。(カードガードジャパン社提供)

## ⑫ 携帯型心電計・家庭用心電計

心電図を専門家が判読し，その結果を送信者に伝えます。その流れの例を図1に示します。

心電図の伝送機能があり，センターで即時に判読して結果を知らせることができれば，心臓発作の早期診断，早期対処につながって行きます。とくに不整脈発作や狭心症・心筋梗塞の発作の診断に有用です。図2に携帯型電話伝送心電計の機器の例を示します。そして図3に携帯型心電計で記録された不整脈の例を示します。

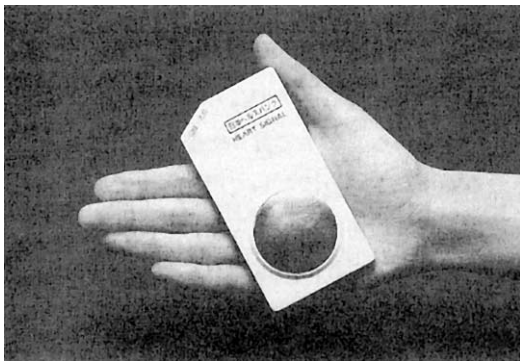


図2 小型携帯用電話伝送心電計機器の一例

カード型の機器（カードガード社製CG2100型）で，ワイシャツのポケットに入れて邪魔にならない程度のサイズです。

（カードガードジャパン社提供）

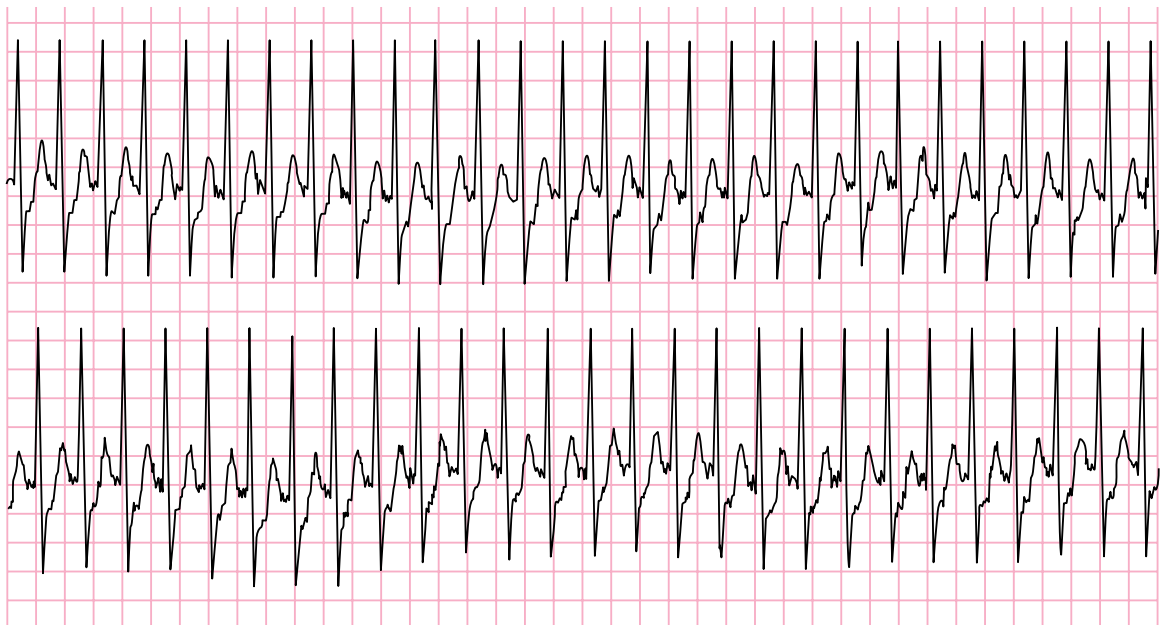


図3 携帯型心電計で記録された不整脈例

数カ月に1度程度の動悸とめまい感のある患者さんで，他の検査では診断できませんでしたが，携帯型心電計で発作中の心電図を記録することができました。図は記録の一部を示していますが，この心電図から2：1伝導の心房粗動が考えられます。

（筆者提供）

## II . 心電図の変化を見る

### 2 伝送機能のない携帯型心電計

携帯型心電計には、心電図の伝送機能がなくて液晶画面の付いたものもあり、心電図の自動解析結果が簡単なコメントで画面に示されるものもあります。これらの場合は、記録された心電図が内蔵するメモリーカードに保存されるので、医師のもとに持参して判読してもらうことになります。その場合に心臓病の専門でない医師のために、簡単な心電図判読支援ソフトも用意されています。このタイプが一般的に家庭用心電計といわれるものです。図4に家庭用心電計の例の写真を、図5に記録している状態を示します。



図4 携帯型心電計を手に持ったところ

右手第2指を陰極の部分に当てて陽極(図の左端)を胸壁などに軽く押し付けて記録します。液晶画面に記録した心電図を表示できます。

(写真はオムロン HCG801)



図5 携帯型心電計の電極部分を体表(図はV<sub>4</sub>の位置)にあてた状態

陽極部分が胸部のV<sub>4</sub>の位置におかれています。

(図4, 5 オムロンヘルスケア社提供)

### 3 携帯型心電計の電極を置く場所(誘導)

携帯型心電計の利点は、人が常にそれを抵抗感なく携帯し、「いつでも、どこでも、誰でも」簡単に使うことができる点です。そのために、通常1つの誘導のみが記録されます。不整脈の診断では1つの誘導でもほとんど問題ありませんが、狭心症や心筋

## ⑫ 携帯型心電計・家庭用心電計

梗塞などの虚血性心疾患では記録部位に留意を要します。そのために、虚血性心疾患の多い欧米では多誘導の記録が可能な携帯型心電計も使用されていますが、どうしても機器がやや大きめになっています。

携帯型心電計の電極を体表に接する場合は、不整脈の評価にはどの場所でも可能ですが前胸部( $V_1$ ,  $V_2$ 相当)がより良いでしょう。ST-Tの評価には左側胸部( $V_5$ 相当)が広い範囲を反映するので良いと思われます。1つの誘導の携帯型心電計であっても、 $V_5$ ,  $V_2$ , 第II誘導相当(右手-左足)の3カ所を順次記録すれば、心臓の前後・左右・上下のより広範な部位を観察できます。図6に $V_5$ の位置で記録した実例を示します。

### 4 携帯型心電計使用の多様性

いつでも、どこでも、誰でも、簡単に使用可能であることから、その応用は多岐にわたります。それは診療の場のみならず、疫学的調査や予防医学的な分野においても活用できます。

- ① イベント心電計としての利用(症状との対比など)
- ② 心電図の長期モニターとしての利用(日常生活中における心電図の変化などの観察)
- ③ 心臓検診や心臓健康管理に関する利用
- ④ 疫学的調査への利用(辺地, 超多数例など)
- ⑤ 運動時心電図の検討(マラソン大会など各種競技, スポーツジム, 自己管理の運動など)
- ⑥ 遠隔医療としての利用(伝送機能のある機器)
- ⑦ 家庭用心電計として家庭に常備する。
- ⑧ その他

計測時刻: 2005/01/25 14:25:55

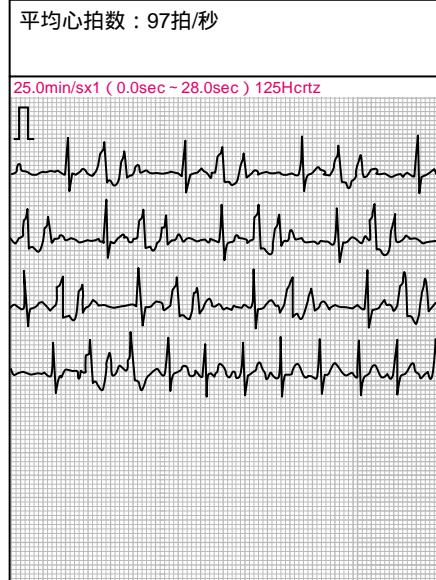


図6 記録された心電図をコンピュータでプリントした実例

心室期外収縮が頻発しており, 3連発している部分もみられます。

(筆者提供)

(小沢 友紀雄)

# 索引

## 【和文】

### あ行

アスピリン	44
アミオダロン	49
安静狭心症	35
異型狭心症	38
異常 Q 波	46,47
異所性頻拍	85
イベント心電計	112
イベント心電図	112
陰性 T 波	33,51
陰性 U 波	26
植込み型除細動器	95
右脚	16
——ブロック	61
右室拡大	50
右室梗塞	48
右室肥大	31,50
右(心)室	13
右(心)房	13,21
右心房拡大	30,50
右房性 P 波	30

### か行

拡張型心筋症	51,56
加算平均心電図	113
家庭用心電計	114,116
カテーテル焼灼術	93
紙送り速度	22
カルシウム拮抗薬	44
冠性 T 波	46,47
完全脚ブロック	61
完全房室ブロック	34,78,80,107
冠動脈カテーテル治療	48
冠動脈形成術	49
冠動脈造影	49
間入性	83

期外収縮	75
基線	23
基本波形	20
脚ブロック	33,61
急性心筋梗塞	36
急性心膜炎の心電図	67
急性膵炎	72
狭心症	35,45
胸部誘導	19
虚血	37
携帯型心電計	114
携帯用電話伝送心電計	115
けいれん	38
血栓溶解療法	48,49
ケント束	17,57
原発性アルドステロン症	70
高位後壁梗塞	33
高カリウム血症	33,69
高カルシウム血症	71
抗凝固薬	90
抗狭心症薬	44
高血圧症	51
後壁梗塞	48

### さ行

再灌流	9
左脚	16
——ブロック	61
左室拡大	31,50
左室肥大	31,50
左(心)室	13
左心不全	51
左(心)房	13,21
左心房拡大	30,50
左房性 P 波	30,54
三尖弁	12,13
ジギタリス	32
刺激伝導路	16
四肢誘導	18
持続性心室頻拍	86

自転車エルゴメーター試験	109,112
自動対外式除細動器	96
硝酸薬	44
上室期外収縮	74,76,81
上室頻拍	76,85
上室補充収縮	74
小循環	12,13
ショック状態	45
徐脈性不整脈	74
徐脈頻脈症候群	100
自律神経異常	33
心筋逸脱酵素	45
心筋虚血	38,111
心筋梗塞の部位	47
心室期外収縮	76,82
心室細動	49,77,94
心室中隔	13
心室内変行伝導	81
心室頻拍	49,76,86
心嚢液	32
心不全	32,45
心房期外収縮	89
心房細動	51,56,76,77
心房粗動	76,91,93
心房中隔	13
心房中隔欠損症	51
心房内伝導路	16
心膜炎	66
心膜開窓術	68
水平型	32
ステント	43
尖鋭 P 波	24
尖鋭増高した T 波	46
前壁中隔梗塞	48
早期興奮症候群	33
僧帽 P	53
僧帽弁	12,13
——逆流	51
——狭窄症	30,51,56
——閉鎖不全症	56

側壁梗塞 .....48  
粗動波 .....77

### た行

第Ⅰ度房室ブロック  
.....33,78,79,103  
第Ⅱ度ウェンケパッ八型  
房室ブロック .....33,79  
第Ⅱ度房室ブロック ...78,79,104  
第Ⅲ度房室ブロック ...78,80,106  
第Ⅱ度モビッツⅡ型  
房室ブロック .....33,79  
体循環 .....12,13  
大循環 .....12,13  
代償性休止期 .....83  
大動脈弁 .....12,13  
大動脈弁狭窄症 .....31,51,55  
大動脈弁閉鎖不全症 .....31,56  
体内・心内心電図 .....113  
体表面電位図 .....113  
ダブルマスター運動負荷試験...40  
単極肢誘導 .....18  
致死的不整脈 .....94  
低カリウム血症 .....34,70  
低カルシウム血症 .....34,72  
低蛋白血症 .....32  
デルタ波 .....58  
電解質異常 .....10  
電気的除細動器 .....95  
テント状T波 .....69  
洞結節 .....14,16,20  
洞徐脈 .....75  
洞停止 .....78,98  
洞頻脈 .....75,85  
洞不全症候群 .....97,100  
洞房ブロック .....78,99  
トレッドミル運動負荷試験  
.....40,109

### な行

ニコランジル .....44  
ニトログリセリン .....36,48  
ニフェカラント .....49

脳梗塞 .....90

### は行

肺気腫 .....32  
肺高血圧症 .....30,55  
肺循環 .....12,13  
肺静脈 .....89  
肺性P.....54  
肺塞栓症 .....30  
肺動脈弁 .....12,13  
非持続性心室頻拍 .....86  
ヒス束 .....14,16  
肥大型心筋症 .....51,55  
標準肢誘導 .....18  
頻脈性不整脈 .....74  
不安定ブランク .....9  
不完全脚ブロック .....61  
副甲状腺機能亢進症 .....71  
副伝導路 .....17  
プルキンエ線維 .....16  
平低P波 .....24  
平低T波 .....26  
房室結節 .....14,16  
——リエントリー(回帰)性  
頻拍 .....85  
房室接合部 .....22  
——調律 .....33  
房室伝導系 .....102  
房室ブロック .....49,102  
房室リエントリー(回帰)性  
頻拍 .....85  
補充収縮 .....75,78  
補充調律 .....80  
発作性頻拍 .....85  
ホルター心電図 ...37,100,110,111  
盆状 .....32  
ポンプ失調 .....49

### ま行

マスター2段階試験 .....109  
慢性腎不全 .....69  
慢性洞徐脈 .....98  
右下がり型 .....32

無症候性心筋虚血 .....111

### や行

薬物溶出性ステント .....44  
陽性U波 .....26

### ら行

リエントリー .....59,89  
リドカイン .....49  
労作性狭心症 .....35

### 【欧文・その他】

AED.....96  
Bazett .....27  
ICD .....95  
MSCT .....43  
PCI .....48  
PQ間隔 .....22  
Primary PCI .....49  
P波 .....15,21  
QRS波 .....15,21  
QT延長 .....95  
——症候群 .....34,73  
QT間隔 .....22  
RAA系 .....55  
rsR'型 .....53  
ST上昇 .....9,41,46  
ST低下 .....41,51  
ST部分 .....22  
ST変化 .....32  
torsades de pointes .....73  
TWA(T Wave Alternance) ...113  
T波 .....15,22  
——の増高 .....33  
U波 .....15,22  
Wolff-Parkinson-White(WPW)  
.....17  
WPW症候群 .....33,57  
遮断薬 .....44  
2相性 .....24  
2次性ST-T変化 .....62  
2峰性P波 .....24

これだけは知っておきたい  
やさしい心電図の見方～おもな心疾患と治療のポイント～

定価 2,940 円 (本体 2,800 円 + 税 5%)

2013年 4月20日初版発行

編者 小沢友紀雄  
齋藤 穎  
平山 篤志  
発行者 岩見 昌和

発行所 株式会社 医薬ジャーナル社  
〒541-0047 大阪市中央区淡路町3丁目1番5号・淡路町ビル21  
TEL 06-6202-7280  
〒101-0061 東京都千代田区三崎町3丁目3番1号・TKiビル  
TEL 03-3265-7681  
<http://www.iyaku-j.com/>  
振替口座 00910-1-33353

乱丁、落丁本はお取りかえいたします。  
ISBN978-4-7532-2607-8 C3047 ¥2800E

本書に掲載された著作物の翻訳・複写・転載・データベースへの取り込みおよび送信に関する著作権は、小社が保有します。

・ **JCOPY** <(社)出版者著作権管理機構 委託出版物>

小社の全雑誌、書籍の複写は、著作権法上の例外を除き禁じられています。小社の出版物の複写管理は、(社)出版者著作権管理機構 (**JCOPY**) に委託しております。以前に発行された書籍には、「本書の複写に関する許諾権は外部機関に委託しておりません。」あるいは、「(株)日本著作出版権管理システム (**JCLS**) に委託しております。」と記載しておりますが、今後においては、それら旧出版物を含めた全てについて、そのつど事前に(社)出版者著作権管理機構(電話 03-3513-6969, FAX 03-3513-6979)の許諾を得てください。

本書を無断で複製する行為(コピー、スキャン、デジタルデータ化など)は、著作権法上での限られた例外(「私的使用のための複製」など)を除き禁じられています。大学、病院、企業などにおいて、業務上使用する目的(診療、研究活動を含む)で上記の行為を行うことは、その使用範囲が内部的であっても、私的使用には該当せず、違法です。また私的使用に該当する場合であっても、代行業者等の第三者に依頼して上記の行為を行うことは違法となります。

本書の内容については、最新・正確であることを期しておりますが、薬剤の使用等、実際の医療に当たっては、添付文書でのご確認など、十分なご注意をお願い致します。  
株式会社 医薬ジャーナル社

ISBN978-4-7532-2607-8  
C3047 ¥2800E

定価 2,940円  
(本体 2,800円+税 5%)



9784753226078



1923047028006

