

総説

心電図の読み方レッスン

— 基本を学ぶ —

池田 隆徳

東邦大学医学部内科学講座循環器内科学分野 (大森) 教授

要約: 標準12誘導心電図は体表面に電極を装着することで、心臓の電氣的異常を捉える簡易な検査法である。臨床医においては読めて当然の検査と位置づけられているが、心電図の読みを不得手にしている臨床医は以外に多い。心電図をうまく読むためには読み方の基本的なステップがある。それは、①記録条件の確認、②調律診断 (不整脈の診断)、③電気軸の判定、④波形診断 (心疾患の推定)、の順に読むことである。この中で、循環器を専門としない一般臨床医においては、調律診断 (不整脈の診断) が最も難しいように思える。不整脈は、狭義には徐脈性不整脈と頻脈性不整脈に分けられる。頻脈性不整脈はさらに上室性不整脈と心室性不整脈に分けられる。広義には伝導障害と不整脈症候群 (遺伝性不整脈疾患) も含まれる。不整脈を診断するには、それが成立するメカニズムについて知っておく必要がある。本稿では、臨床医が心電図をうまく読みためのポイントとコツについて概説する。

東邦医学会誌 62(2): 104-110, 2015

索引用語: 12誘導心電図, 調律診断, 徐脈性不整脈, 頻脈性不整脈, メカニズム

心電図を理解するには

「心電図を理解するにはどうしたらよいのですか?」という質問をよく受ける。医学生やレジデントからが多いが、臨床の第一線で働いている臨床医からのこともある。いくつかの教科書を見ると、一定の型にはまった記述がされておらず、どのように解釈したらよいのかがわからないのかもしれない。また、異常波形に重点を置いて記載しているため、本来の正常波形が十分に理解できていないようにも思われる。

このような問題点や不安を払拭すべく、初心者の目線でみた分かりやすい心電図の教育セミナーや書籍出版を行うように心がけている。専門医の間で一定の見解が得られていないような事柄はすべて除き、また学問的な事柄は心電図を理解するうえで必要なことのみにとどめ、診療するうえでこれだけは知っていて欲しい内容のみを話す (記載す

る) ようにしている。まずは心臓の仕組みと電気の流れ方を説明したうえで心電図の読み方を解説にしようとしている。理解が難しいとされる不整脈については、心電図に加えて心臓内で起こる電氣的異常をシェーマで併せて示し、エコーや内視鏡と同じように視覚的にも理解できるように工夫している。

ここでは、心電図の読み方の基本についてまず述べ、次に不整脈の心電図の見方のポイントについて解説する。

心電図の読み方の基本

心電図を読むときは、①記録条件の確認、②調律診断 (整・不整)、③電気軸と心臓回転の判定、④波形診断の順で行うのが基本である。不整脈の診断においては、このなかの「調律診断」と「波形診断」が重要である。心電図をうまく読むには刺激伝導系を介した電気の流れを理解するとよい。また、心電図には世界共通のいくつかの計測指標

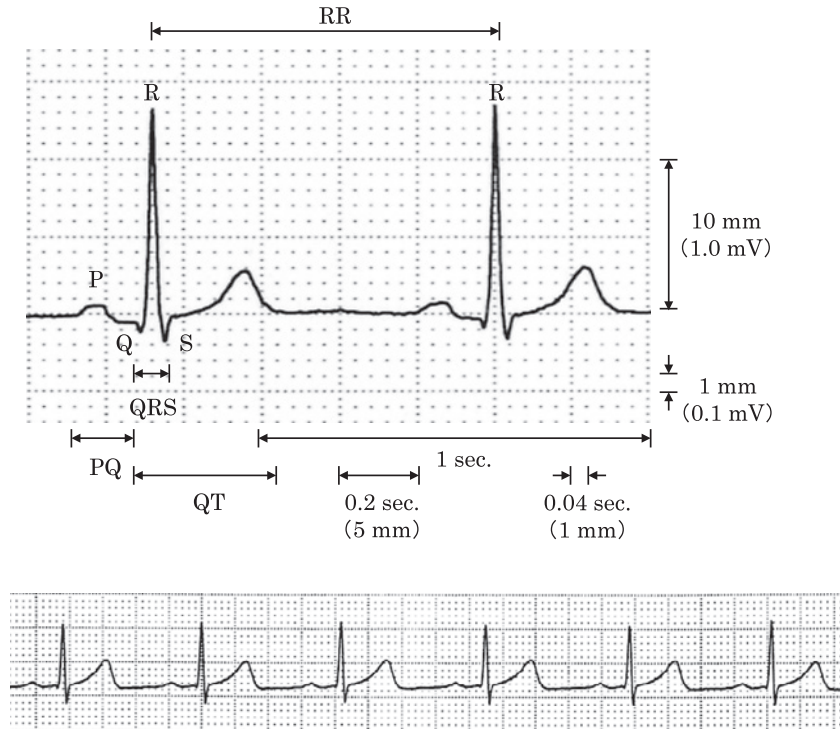


Fig. 1 Basic measurements on an electrocardiogram

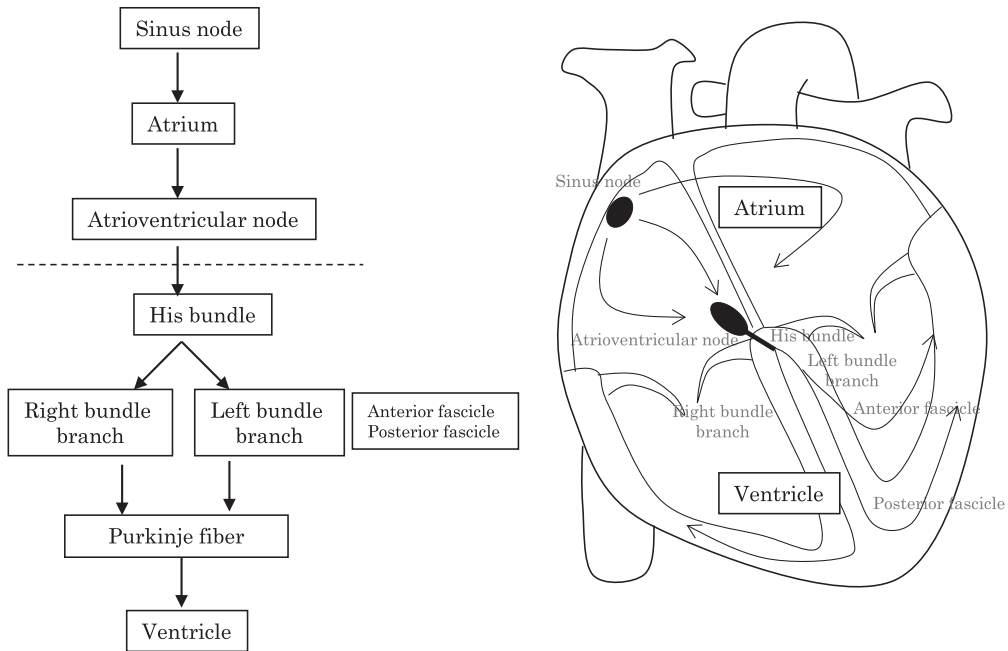


Fig. 2 Normal impulse conduction system of the heart during sinus rhythm

があり (Fig. 1), これらを知っておかなければならない。さらに、特殊解析で得られた心電図指標は、不整脈が発生する基質を探ることや心臓突然死の予知に活用されているので、活用度の高い指標の用語くらいは覚えるようにする。

1. 記録条件の確認

心電図を正しく読むには、必ず専用の記録用紙を使って心電図を記録する。心電図の記録用紙は、太い線と細い線によって区切られており、太い線で囲まれた正方形は5×5mmの大きさ、細い線は1×1mmの大きさとなってい

Table 1 Arrhythmia classification

I Bradycardia (heart rate <50 beats/min)
<ul style="list-style-type: none"> • Sick sinus syndrome • Atrioventricular block • Cardiac arrest
II Tachycardia (heart rate >100 beats/min)
1. Supraventricular arrhythmia
<ul style="list-style-type: none"> • Atrial extrasystole • Atrial tachycardia • Atrial fibrillation • Atrial flutter • Paroxysmal supraventricular tachycardia
2. Ventricular arrhythmia
<ul style="list-style-type: none"> • Ventricular extrasystole • Ventricular tachycardia • Torsade de pointes • Ventricular fibrillation
III Conduction disturbance (normal heart rate)
<ul style="list-style-type: none"> • Bundle branch block (right · left) • Fascicular block (left anterior · left posterior) • Bifascicular block • Trifascicular block
IV Arrhythmia syndrome (inherited arrhythmia disorder)
<ul style="list-style-type: none"> • Wolff-Parkinson-White (WPW) syndrome • Long QT syndrome • Short QT syndrome • Brugada syndrome • Catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia

る。心電図を記録する時の紙送り速度は、1秒間に25mmが標準である。電位の大きさを表す上下方向の振れ(感度)は、1cm=1mVが標準となっている。感度を変えた場合も必ず標準感度での記録を残すようにする。

2. 調律診断

調律診断では、まず「整」か、「不整」かを判断する。これはQRS波の頂点であるR波を見て判断する。R波が一定の間隔で出現していれば整、していなければ不整と判断する。その後、心拍数を測る。60秒をRR間隔(秒)で割ると1分間の心拍数が計測できる。簡易法として、300をRR間隔のなかにある太い線で囲まれた正方形の個数で割るとおよその心拍数を計測できる。

3. 軸偏位と心臓回転の判定

心電図を読む場合は、電気軸と心臓回転の異常を確認しなければならない。四肢誘導でみた正常の電気軸は 0° ~ $+90^{\circ}$ の軽度の左軸を呈している。電気軸は、 0° より小さい場合を(高度)左軸偏位、 90° より大きい場合を右軸偏位と呼ぶ。電気軸の判定は、左脚前枝ブロックや左脚

後枝ブロックなどの伝導障害や右胸心などの診断に有用である。胸部誘導でみた正常の電気軸の移行帯(R波とS波の波高がほぼ等しくなる誘導)は V_3 誘導である。移行帯が V_2 誘導のほうにシフトしていれば反時計方向回転、逆に V_4 誘導のほうにシフトしていれば時計方向回転と呼ぶ。心臓回転は、心臓が通常的位置にあるかどうかを判断するのに有用である。

4. 波形診断

波形診断は基礎心疾患の存在を知る手がかりになる。上室性不整脈と関係が深いのはP波である。心室性不整脈において関係が深いのはQRS波である。P波とQRS波はそれぞれ心房と心室の興奮(電気的には「脱分極」と呼ぶ)の時相を示している。心房壁は薄いので興奮が冷める時相までもが心電図には現れない。心室壁は厚いので確認できる。それがT波である。心房または心室の興奮時間が長くなるとP波またはQRS幅が延長、心室の興奮が冷める時間が長くなるとT波幅が延長する。

5. 心電図指標

心電図は不整脈自体を検出する以外にも、不整脈が発生の基盤を知ることにおいても重要な役割を担っている。特殊解析で検出される心電図指標には、QRS波指標として心室レイトポテンシャル、T波指標としてT波オルタナンスなど、QT間隔指標としてQTディスパージョンなどがある。また、RR間隔を解析することで得られる心拍変動指標などもある。

不整脈の定義と分類

不整脈は正常洞調律以外の調律と定義される。正常洞調律では、高位右心房に存在する洞結節で起きた電氣的興奮(刺激)が心房内を伝播して房室結節へ入り、His束から右脚・左脚へと伝導し、Purkinje線維を介して左右の心室に規則正しく伝えられる(Fig. 2)。不整脈を認めるということは、この一連の電氣的流れに何らかの異常が生じていることを意味する。

不整脈は、その心拍数によって徐脈性と頻脈性に大別される(Table 1)。頻脈性は更に上室性と心室性に分けられる。上室性とは心房性と房室結節性を合わせた呼び方である。上室性と心室性の心電図における違いは、前者が頻脈中には正常と同じく幅狭いQRS波を示すのに対して、後者は幅広いQRS波を示す。ただし、上室性でも(心室内)変行伝導 aberrant conduction を呈すると幅広いQRS波を示す。変行伝導とは心拍数依存性の脚ブロックのことである(右脚ブロックのことが多い)。

「不整脈」を疾患単位として取り扱うときは、Table 1に示すように調律に異常がなくても正常の心拍数(50~100拍/分)よりも速いかもしくは遅い場合、また単に伝導障害を認める場合や不整脈を来すおそれのある病態(心電図

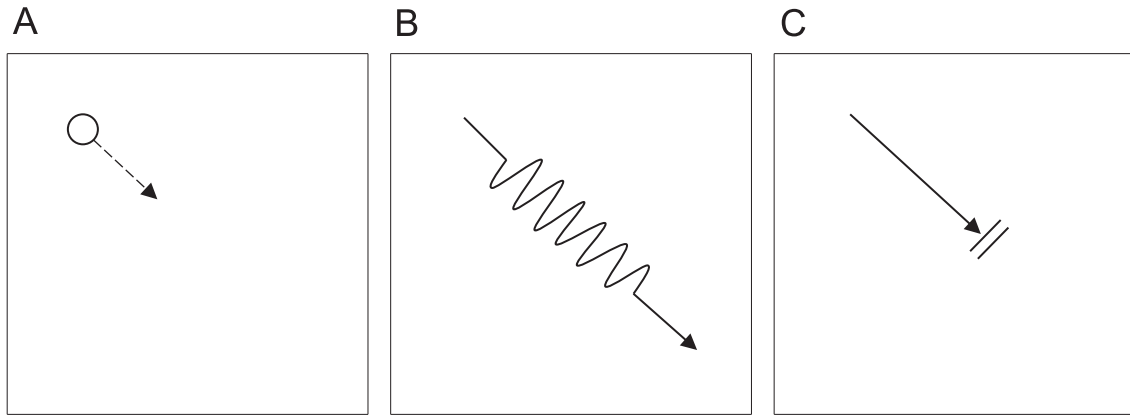


Fig. 3 Mapping analysis of the mechanisms of bradyarrhythmia
A: Decreased impulse generation, B: Delayed conduction, C: Interruption of conduction

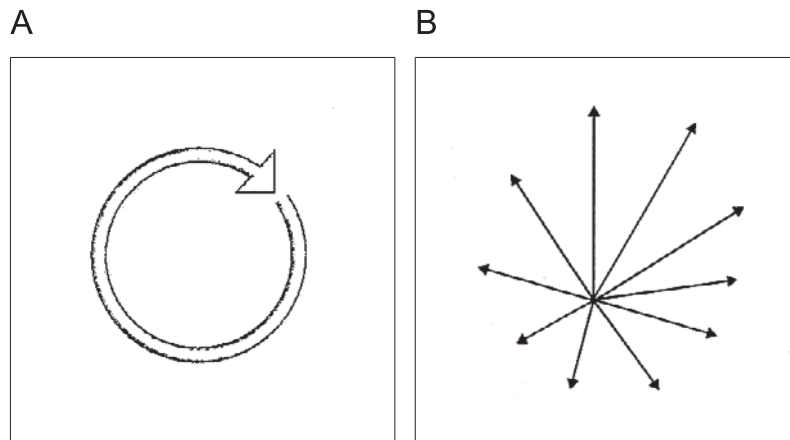


Fig. 4 Mapping analysis mechanisms of tachyarrhythmia
A: Reentrant activity (re-entry), B: Focal activity (non-re-entry)

症候群・不整脈性遺伝性疾患) までもが含まれる。

徐脈性不整脈の理解

徐脈性不整脈には、洞（機能）不全症候群と房室ブロックがある。洞結節もしくは房室接合部の異常で生じる。興奮伝播の観点からは、①刺激性生成能の低下、②伝導遅延、③伝導途絶のいずれかのメカニズムが関与している (Fig. 3)。

洞不全症候群は、洞結節の刺激生成能の低下あるいは洞房伝導の途絶であり、加齢が大きな要因であることが多い。

房室ブロックは、房室結節または His 束の伝導の遅延あるいは途絶であり、徐々に進行することが多いものの、発作的に出現することもある。房室結節は自律神経の影響を受けやすく、迷走神経の亢進で容易に伝導遅延を生じる。ただし、迷走神経が関与する房室ブロックは、Wenckebach 型 (後述) を呈するのが一般的で重篤になることはまれである。重症度は、(主に心室起源の) 補充収縮が出現するか

どうかにかかっており、最も重篤な場合は心静止に至る。

頻脈性不整脈の理解

上室性不整脈には、心房期外収縮、心房頻拍、心房細動、心房粗動、発作性上室頻拍、心室性不整脈には、心室期外収縮、心室頻拍、torsade de pointes (トルサー ド ポア ンツと発音)、心室細動が含まれる。

頻脈性不整脈は、①リエントリー、②異常自動能、③トリガー・アクティビティ (撃発活動) の3つのうちのいずれかの異常で生じる。これは、心筋細胞の活動電位記録の観点からみたメカニズムの考え方である。興奮伝播の観点からは、異常自動能と撃発活動はともに局所から発生する巣状興奮が放射状に伝播するという点で共通するため、この2つをまとめると、①リエントリーと②局所巣状興奮のどちらかで生じることになる (Fig. 4)。臨床レベルで不整脈を理解するには、この考え方のほうが実用的である。

リエントリーとは再入のことであり、興奮の旋回を意味

する。頻脈性不整脈が持続する場合、そのメカニズムはリエントリーと考えてほぼ間違いない。

書籍紹介 (心電図・不整脈に関するもののみを抜粋)

「不整脈診療 skill up マニュアル」 羊土社, 東京, 2008 (編)
「これでわかる危険な不整脈の診かたと治療」 南江堂, 東京, 2008
「心電図の読み方, 診かた, 考え方: 重要症例で学ぶ」 羊土社, 東京, 2010 (編)
「心電図チェックリスト 120」 中外医学社, 東京, 2010 (編著)
「マンガで学ぶ心電図と不整脈」 中外医学社, 東京, 2010
「今さら聞けない心電図」 メジカルビュー社, 東京, 2010 (編)
「すべてがわかる不整脈診療エッセンス」 南江堂, 東京, 2011

「そうだったのか! 絶対読める心電図: 目でみてわかる緊急度と判読のポイント」 羊土社, 東京, 2011

「ステップアップのための不整脈診療ガイドブック」 メジカルビュー社, 東京, 2011 (編)

「臨床医のための心電図レッスン」 医学出版, 東京, 2012 (編著)

「心電図スマートブック」 中外医学社, 東京, 2013

「これでわかる心房細動の診かたと治療 (改訂2版): 内科医のためのガイドラインに即した手びき」 南江堂, 東京, 2013

「不整脈症候群: 遺伝子変異から不整脈治療を捉える」 南江堂, 東京, 2015 (池田隆徳, 清水 歩, 高橋尚彦 編)

「心電図検定公式ガイドブック&問題集」 メディカ出版, 大阪, 2015 (編)(in press)

How to Easily Read a Standard 12-Lead Electrocardiogram: The Basics

Takanori Ikeda

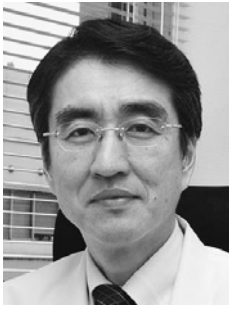
Professor, Division of Cardiovascular Medicine (Omori), Department of Internal Medicine,
School of Medicine, Faculty of Medicine, Toho University

ABSTRACT: The standard 12-lead electrocardiogram (ECG) is a representation of the heart's electrical activity recorded from electrodes on the body surface. There is an essential "method" to read the ECG easily. Like the physical examination, it is desirable to follow a standard sequence of steps in order to avoid missing subtle abnormalities in an ECG tracing, some of which may have clinical importance. The 4 major steps in the method should be undertaken in the following order: (1) confirmation of record condition, (2) analysis of rhythm abnormalities (arrhythmia detection), (3) assessment of the electrical axis, and (4) analysis of waveform description. Among these steps, analysis of rhythm abnormalities is more important for those beginning clinical practice. Rhythm abnormalities are narrowly divided into 2 categories: bradyarrhythmia and tachyarrhythmia. Tachyarrhythmia comprises supraventricular arrhythmia and ventricular arrhythmia. In a broader sense, conduction disturbance and arrhythmia syndrome (inherited arrhythmia disorder) are included as well. This article summarizes recommendations and skills for easily reading an ECG and explains the mechanisms of arrhythmia.

J Med Soc Toho 62 (2): 104–110, 2015

KEYWORDS: standard 12-lead electrocardiogram (ECG), rhythm abnormality, bradyarrhythmia, tachyarrhythmia, mechanism

池田隆徳教授 ご略歴



- 1986年 3月 東邦大学医学部 卒業
 6月 同 第3内科 入局
 1993年 2月 学位 博士(医学) 授与
 6月 東邦大学医学部第3内科 助手(助教)
 1994年 7月 米国シーダース・サイナイ医療センターおよびカリフォルニア大学ロサンゼルス校 留学
 2002年12月 杏林大学医学部第2内科 講師
 2005年10月 同 助教授(准教授)
 2010年 4月 同 教授
 2011年 4月 東邦大学医学部内科学講座循環器内科学分野(大森) 教授
 2012年 7月 東邦大学医療センター大森病院 循環器センター長

受賞など

Cedars-Sinai Fellowship Award 1st Prize (1995年), Dr. T-L Wu Foundation Award (2000年), 日本心電学会学術奨励賞(2000年), 福田記念医療技術振興財団表彰論文賞(2000年), 日本内科学会認定内科専門医会研究奨励賞(2002年), 東邦医学会賞(2002年), 医科学応用研究財団日本心電学会論文賞(2007年), 杏林大学医学部 The Best Teacher of The Year (2010年), 日本循環器学会 The Best Reviewers of The Year 2014 (2015年) など

専門分野

循環器内科学, 心臓電気生理学, 不整脈学, 心電図学

学会の役職など

国際協力機構顧問医, 医薬品医療機器総合機構専門委員, International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology 理事・ISHNE-F, International Society of Electrocardiology 理事, American College of Cardiology Faculty・FACC, Heart Rhythm Society Faculty, Asia-Pacific Heart Rhythm Society Faculty, 日本不整脈心電学会理事・専門医, 国際心血管薬物療法学会日本部会理事, 日本心血管脳卒中学会理事・運営委員, 日本心臓病学会評議員・FJCC, 日本循環器学会代議員・専門医, 日本内科学会専門医, 日本医師会認定産業医など