

報 告

実地医家のための不整脈のみかたと そのマネジメント

高階 經和*

1. 心臓の伝導機能と不整脈のなりたち

1) 心電図判読のチェックポイント

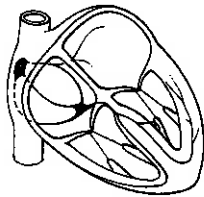
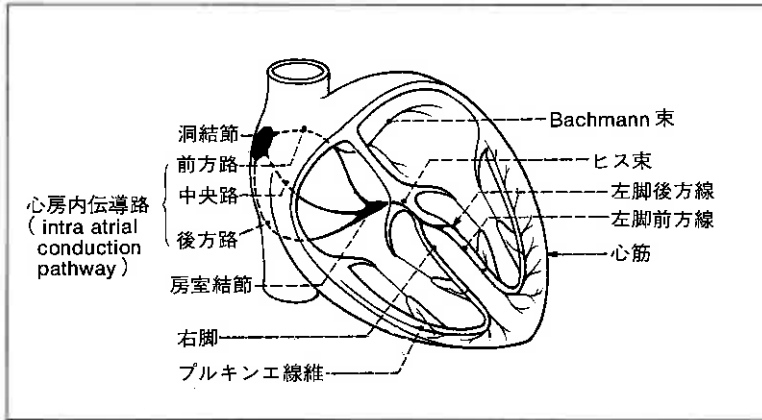
心電図の臨床的意義で、一番大切なものは不整脈です。しかし、日常診療において不整脈の見られるケースは全体の約1/5であり、不整脈と同時に左・右心房や心室の肥大や虚血性変化の見られることがしばしばです。これらの所見を見逃さないために、必ず一つの基準に沿った心電図の読み方が必要になります。

心電図を読む上で、はたしてその心電図が正常であるかどうかを見るためには次の項目をチェックします。以下は成人における正常値です。

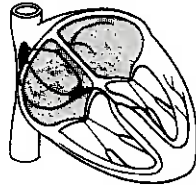
- ①標準の較正曲線 (standardization) : 正確に $1 \text{ mV} = 10\text{mm}$ (1/2の場合は $1 \text{ mV} = 5 \text{ mm}$) になっているかどうかを確かめます。
- ②心拍数 (heart rate) : 60~100拍/分 (60歳以上の年齢では 50 ± 10 拍/分でも正常)
- ③リズム (rhythm) : 正常洞調律 (PPおよびRR間隔が等しい)。
- ④PR間隔 (PR interval) : 0.12~0.20秒。
- ⑤P波 : 高さ2.5mm以内、幅0.09~0.11秒。
- ⑥QRS幅 : 0.06~0.10秒。
- ⑦QT間隔 : 0.34~0.40秒。
- ⑧QRSの波高 : 第I誘導で11mm以内、第II誘導で16mm以内、第III誘導で13mm以内。
- ⑨平均電気軸 : $-0 \sim +90^\circ$ 以内
- ⑩胸部誘導におけるR波の増高 : $V_1 \sim V_6$ まで徐々に増高していること。
- ⑪異常Q波 : 正常では見られない。
- ⑫ST部分 : 正常では等電位線上にある。
- ⑬T波とU波 : T波の高さは正常の場合、P波の1.5倍、R波の1/4~1/10である。U波は V_2 で一番著明に見られるが、QT間隔の延長に伴いU波の波高も増高しているかどうかを見ます (動脈硬化性変化や低カリウム血症の場合)。

*社団法人臨床心臓病学教育研究会、高階クリニック

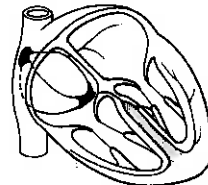
2) 心臓の刺激伝導系



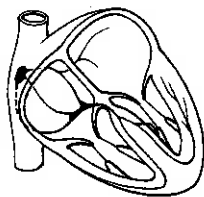
①電気刺激の発生



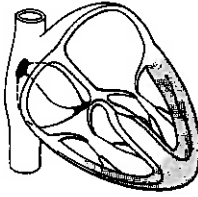
②心房収縮



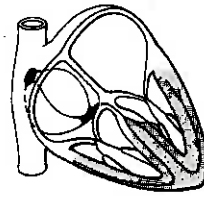
③ヒス束・心室中隔の興奮



④プルキンエ線維の興奮



⑤心室筋の興奮



⑥心室筋の収縮

(高階経和、依藤進、安藤博信 心臓病へのアプローチ 第3版 医学書院、1989)

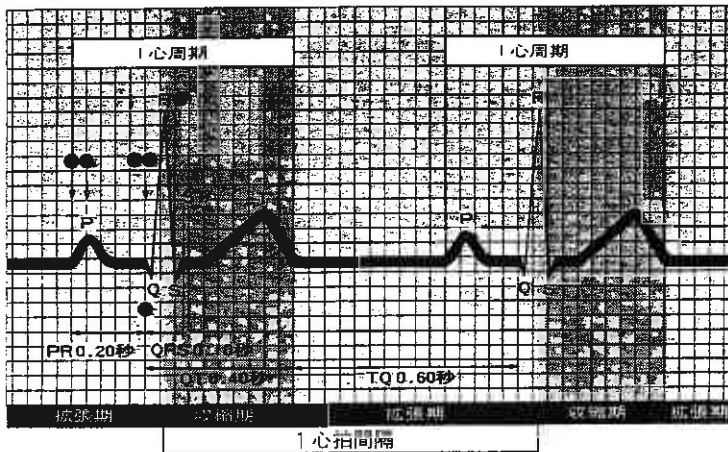
- 心臓の刺激伝導系は右房の上方にある _____ から始まる。
- 洞結節を出た電氣的刺激(興奮)は3本の _____ を通って房室結節に入る。
- 上方伝導路はさらに左房へと枝分かれし、 _____ となる。
- 左房の電氣的刺激は右房に比べると _____ 秒遅れる。
- 房室結節に入った電氣的刺激は約1/5の速度に _____ された後、房室結節を出た電氣的刺激は _____ に入り、やがて、心室中隔上部に達する。

- 洞結節(sinus node)
- 心房内伝導路
- Bachmann 伝導路(束)
- 0.03
- 減速
- ヒス束(His bundle)

- 洞結節から心室中隔上部までの電氣的刺激の伝導時間が心電図上 _____ 間隔を表す。
- 心室中隔上部から、電氣的刺激は心房内伝導の約 _____ 倍の速度で、心室筋の内側から _____ を通り左右心室筋全体に拡がっていく。
- 両心房の電氣的刺激(興奮過程)は、心電図上 _____ 波を表す。

PR(PQ)
(正常値=0.12~0.20秒)
4
プルキンエ線維
(Purkinje fiber)
P(波 = wave) =
心房の脱分極
(正常値=0.09~0.11秒)

3) 正常心電図と一心周期の関係



- 電氣刺激の発生
- 心房興奮 → P波
- ヒス束・心室中隔の興奮
- プルキンエ線維の興奮
- 心室筋の興奮 → QRS群
- 心室筋の収縮

(高階経和、依藤進、安藤博信：心臓病へのアプローチ 第3版 医学書院、1989)

- 心室の電氣的刺激(興奮過程)は心電図上 _____ 群を表す。
- 興奮過程(脱分極)の終わった心臓の細胞は _____ (再分極)を開始する。
- 心房の回復過程は、普通的心電図上では _____。その理由は心房性T波(Ta)がQRS群と重なるためである。
- 心室筋の興奮過程が完全の終了したとき、 _____ 部分が心電図上描かれる。
- 心室の電氣的回復の波は _____ 波として心電図に表れる。
- 心電図上、T波の後にみられるu波は、一般に心室の回復過程の _____ と考えられている。

QRS(群 = complex) =
心室の脱分極
(正常値=0.10秒以内)
回復過程

みられない

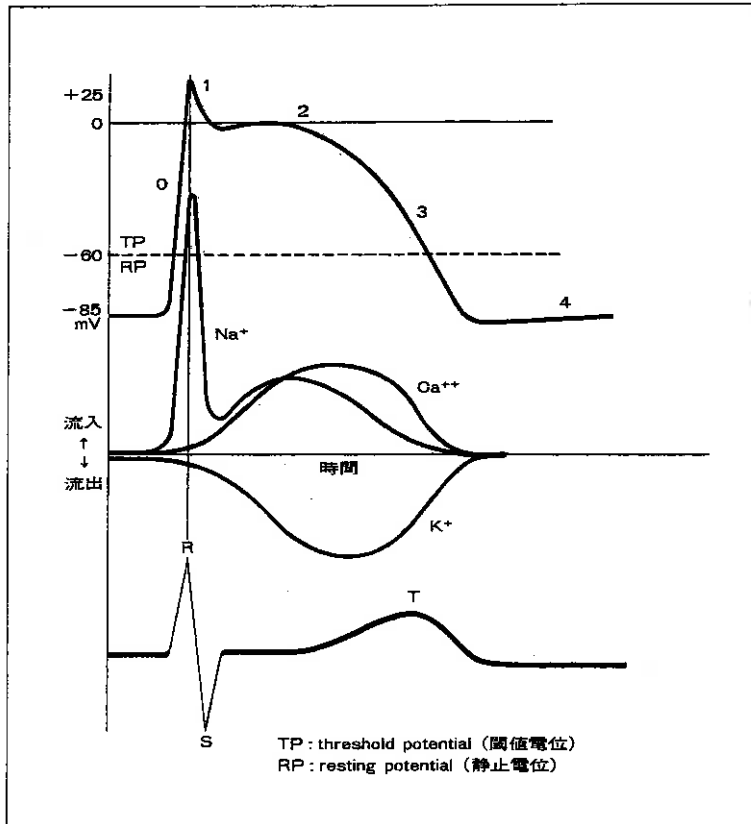
ST(部分 = segment)

T(波 = wave) =
心室の再分極
最終段階

- このように心電図とは心臓を「生体の電池」として考えたさいの _____ を記録したものである。
- 洞結節から出る電気的刺激は成人においては1分間に _____ 回であり、これが心拍数(heart rate=HR)となる。

電気的变化
(細胞の放電と充電)
60~100

4) 心筋細胞における活動電位



(高階経和: 心電図を学ぶひとのために 第3版 医学書院, 1992)

- ①心筋活動電位の形状(action potential)は、心筋の各部により形状が異なる。
- ②第0相は、活動電位の立ち上がりの時期を表し、細胞の急速な脱分極を示す。細胞に加えられた刺激により細胞内電位が閾値電位(threshold potential)に達すると、細胞膜の透過性が突然に変化し Na^+ が急激に細胞内に流入してくる(Na^+ influx)。この現象によりいままで陰性であった細胞内電位は、 -85mV から一挙に陽性となり $+25\text{mV}$ に達する。その結果、急激な立ち上がりの曲線を示すことになる(心電図上ではR波に一致する)。
- 第1相は、再分極の初期を表し、この短い急速な再分極過程は、陰性の Cl^- の流入と、 Na^+ の流入がほとんどなくなるためと考えられる(S波)。

第2相は、再分極過程が約10msecのあいだ遅くなり、活動電位における平坦部(plateau)をつくる。この平坦部は心筋細胞に特有のものであり、心筋の収縮力の持続性を表す。心筋収縮の持続性はおそらくゆるやかな Ca^{++} の細胞内への流入(Ca^{++} influx)、それとは反対にゆるやかな K^+ の細胞外への流出(K^+ outflux)の相互作用によって起きるものと考えられる(ST部分)。

第3相は、再分極過程が急に加速される時期を表し、 K^+ の細胞外への流出が増加し、 Ca^{++} の細胞内への流入が止まるためと考えられる(T波)。

第4相は、拡張期の脱分極で、洞結節やヒス束や、両脚のように自動性をもっている細胞と自動性のない筋肉細胞との差をはっきり表す。自動性のある細胞では、閾値電位(threshold potential=TP)が $-60mV$ に達するまで陰性になる。このゆるやかな拡張期の脱分極は、 K^+ の細胞外への流出が時間的に低下するためである。これはさらに Na^+ の流入の増加によって静止電位(resting potential=RP)に到達することになる。

5) 不整脈とは

「不整脈」とは、正常洞リズム(50~100回/分)以外のすべてのリズムの異常を総括したもので、「リズム異常」あるいは「調律異常」と呼ぶことができます。つまり「不整脈」とは、刺激生成(洞結節)の異常、伝導の異常(心房内伝導、房室接合部、心室内伝導)、あるいは双方の異常によって発生します。ですから、「不整脈」というのは、刺激生成や伝導の異常を表す一般的な用語で、心拍の不整と同義語ではありません。

また、刺激生成は洞結節だけに限らず、刺激伝導系の他の部位(異常性)にも生成され、リズムも整であったり不整であったりすることもあり、レート(心拍数)も速かったり遅かったり、ときには正常の場合もあります。

6) 不整脈のメカニズム

- ①洞結節への自律神経、ホルモン、体温、薬剤、酸素の異常…(洞徐拍・洞頻拍)
- ②刺激伝導系以外の部位での興奮によるもの…(心房・心室期外収縮)
- ③刺激伝導系の伝達障害…(洞房ブロック、房室ブロック、脚ブロック)
- ④刺激伝導系の短絡によるもの…(発作性頻拍、W. P. W. 症候群)
- ⑤洞結節、房室結節、心筋などのすべての伝導系の障害…(心停止)
- ⑥心筋のあらゆる部位での興奮異常…(心房細動、心室細動)

以上の①~⑥までに上げられているメカニズムが、臨床的に見られる不整脈のメカニズムであり、不整脈でよく用いられる言葉を表1に示しております。(例:「ブロック」の場合には、洞房ブロック、房室ブロック、脚ブロックがあります。)

7) 100の規則とは

不整脈の生成を100回/分を基準にしてレートで分けてみると各種の不整脈はつぎのようになります。

- 100±50……洞リズム、洞徐拍、洞頻拍
- 200±50……上室性頻拍、心室性頻拍
- 300±50……心房粗動、心室粗動
- 400±50……心房細動、心室細動

表1 不整脈でよく用いられる言葉

	WHO/ISFC task forceによる定義	型
停止	心臓の一部又は全部の電気現象の停止。	洞 心室
ブロック	刺激伝播の遅延又は途絶。	洞房 房室 脚
徐脈	本来のレートより低いレートで同一のペースメーカーから発生した3個以上の連続した興奮。	洞 房室接合部 心室
補充収縮	同一又は稀にいくつかのペースメーカーから発生した1ないし連続2個の興奮で、それまでのリズムによる刺激の生成ないし到達が過度に遅れた結果生じたもの。	房室接合部 心室
補充調律	3個以上連続した補充収縮。	房室接合部 心室
期外収縮	1ないしときに連続2個の早期収縮で早期性のほかに、同一心房ないし心室の先行興奮と一定の関係を有するという特徴がある。	心房 房室接合部 心室
細動	心房又は心室の速くて不規則、かつ無秩序な電氣的興奮。細動状態にある心房又は心室のECGの振れは、その形、持続、振幅が連続して変化する。心房細動では、心室の興奮は全く不規則。心室細動ではQRST波がもはや識別できない。	心房 心室
粗動	心房又は心室の速くて(通常 ≥ 250 /分)規則的な電氣的興奮。粗動状態の心房又は心室の振れと振れの間には等電位線を欠いた誘導が少なくとも1つはあるという特徴を有する。	心房 心室
頻拍	同一のペースメーカーから100/分以上のレートで発生した連続して3個以上の興奮。	心房 房室接合部 心室

これは大まかな分けかたですが、不整脈を素早く見分けるのに便利な方法です。

2. 不整脈の救急治療と抗不整脈剤の使いかた

不整脈の救急治療は、不整脈の診断を確認することよりもまず患者の状況に応じて適切な治療の選択を行うことを優先しなくてはなりません。

患者の状態は

- ①心停止を起こしている時。
 - ②意識ははっきりしているが血圧が下降したり、苦しがりたりしている時。
 - ③不整脈があっても、自覚症状がほとんどなく、元気な時。
- に分けて考えられます。

① 心停止を起こしている時

心停止とは、患者が急に意識を失って倒れ、頸動脈も触れない時をいいます。すなわち「突然の予期しなかった循環の停止」をいいます。電氣的には心臓は必ずしも止まっているとは限りません。このような状態を起こす不整脈には、心室頻拍、心室細動等の頻脈性不整脈と、頻度としては少ないのですが完全房室ブロックや著しい洞性徐脈など、徐脈性不整脈の両方があります。その他にもう一つElectro-mechanical-dissociation(EMD)といわれる状態もあって、心臓は電気

表2 治療量の抗不整脈薬の心電図に与える主要な影響

クラス	薬剤	洞レート	PR時間	QRS幅	QT時間
I A	キニジン ジソピラミド プロカインアミド	↑ -	-	↑↑	↑↑
I B	リドカイン メキシレチン トカイナイド	-	-	-	-
I C	アジマリン フレカイナイド プロバフェノン	-	↑	↑↑	(↑)
II	β-遮断薬	↓↓	↓↓	-	-
III	アミオダロン	↓	↑↑	-	↑↑↑
IV	ベラパミル	↓	↑↑	-	-
-	ジギタリス	↓	↑↑	-	-

↑軽度増加、↑↑中等度増加、↑↑↑著明増加、-変化なし、↓軽度減少、
↓↓中等度減少

表3 不整脈救急処置の適・不適

不整脈の種類	処置 VALSALVA手技 等の刺激	抗不整脈剤の静注					電気徐細動		OVERDRIVE PACING
		胸壁強打 THUMP	DIGITALIS	QUINIDINE系	VERAPAMIL	LIDOCAINE	QRS同期	非同期	
心房細動	-	-	◎	○	△	-	○	×	-
著しい頻脈	-	-	○	△	◎	-	○	△	-
WPW症候群	-	-	×	○	△	-	○	△	-
心房粗動	÷	-	◎	△	○	-	○	△	?
上室性頻拍(PAT)	◎	-	○	○	◎	-	○	△	○
WITH BLOCK	÷	-	×	△	△	-	×	×	△
多源性心房頻拍	-	-	△	△	△	-	×	×	-
心室性期外収縮	-	×	△	○	○	◎	×	×	△
心室頻拍(VT)	-	△	×	○	△	○	○	○	△
心室細動(VF)	-	△	×	△	△	○	×	◎	-

◎:有効、○:併用、次善策、△:要検討、-:無効、×:禁忌、÷:診断的価値、?:効果不明

的には活動しているのに、心停止になってしまう状態があります。患者が心停止を起こした場合には、助けを呼ぶ一方で、ただちに素手で行うことのできる心肺蘇生法(CPR)を行わなくてはなりません。病院の中であれば、すぐに除細動器や挿管、点滴のセット、訓練された専門家のチームが到着するはずですが、それまでの時間を放っておいたのでは患者は助からなくなってしまいます。最近ではポータブルの除細動器に心電計も付属していて、救急の現場で除細動する前にまず心電図が読めるようになりました。どの不整脈による心停止かを手早く読み取り、頻脈性不整脈であれば、ただちに電気除細動を行います。

②の状態では、心電計で心電図を記録する時間的余裕があります。頻脈性不整脈の場合、まず心拍数とQRSの幅、その規則性を急いでチェックします。所見に基づいて表2のような分類をします。この分類だけでは可能性のある不整脈がいくつかあり確定はできませんが、まず放っておくと危険な心室性不整脈、特に心室頻拍の治療を診断の確定よりも優先してキシロカインの静注または筋注をただちに行います。これに反応しない場合には、電気除細動をするのがよいでしょう。

③不整脈があっても患者が元気な時には心電図の診断をより正確につけてから処置を選ぶことが可能ですし、薬も効果が出るまで少し時間がかかってもよいので選択の幅が広がります。救急治療に必要な薬を中心に、頻用される不整脈の薬を表3に示します。

