

## 心臓の不思議 ~どんな構造なの?~

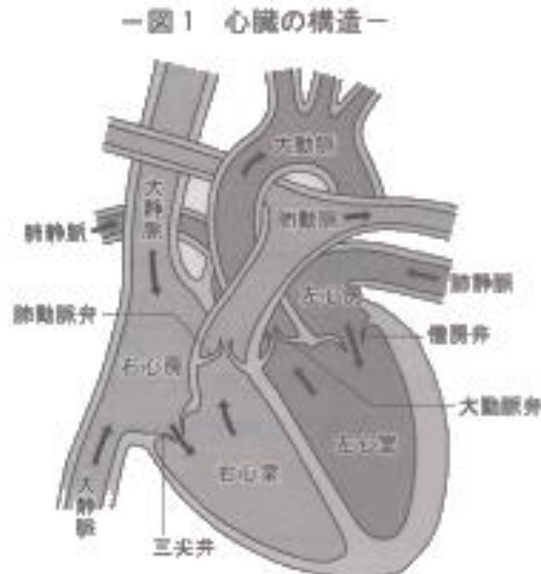


心臓は、血液循環の中心を担うポンプ機能の役割を果たしている。その役割を果たすためにどのような構造をしているのでしょうか。

### (1) 4つの部屋の役割は?

心臓は、胸腔内で左右を肺に囲まれたほぼ胸の中央、少し左寄りにあり、上部が太くて丸く、左下方に向かってやや尖った形（俗にいうハート型）をしています。大きさは人の握りこぶしほどで、重さは250~300g程度。

心臓には、「右心房」と「右心室」、「左心房」と「左心室」という4つの部屋があるが、その役割の違いは何でしょうか。



まず、心臓を上下に分けて考えてみる。心房と心室の違いは何でしょうか。心房は、心室に送る血液を全身あるいは肺から受け取って一時的に溜めた後、拡張した心室に十分に送り込む役目を担っていく。これに対して心室は、肺と全身に血液を送り出す筋肉ポンプの働きを受け持っています。これらの役割の違いから、心筋の厚みは心房よりも心室の方が厚くなっている。さらに心室の厚みを比べた場合、全身に血液を送り届けるために強い収縮力が必要な左心室の心筋厚は約1cmあり、右心室と比べて約3倍にもなっている。

次に、心臓を左右に分けて考える。右心房と右心室の働きは、全身から送られてきた二酸化炭素を多

く含む血液を肺に向けて勢いよく流すために働いている。

このように、4つの部屋がそれぞれの役割を持ち、左右のポンプが合体して一緒に働くことで、血液循環の秩序が保たれている。



## (2) 心臓から聞こえるのは何の音？

血液は、常に一方通行で流れる必要がある。心室がポンプ機能を発揮する際、血液が逆流しないように、心室の入口と出口には「弁」がある。心房と心室の間には房室弁があり、右心房と右心室の間にある弁を「三尖弁」、左心房と左心室の間にある弁を「僧帽弁」という。また、右心室の出口には「肺動脈弁」が、左心室の出口には「大動脈弁」がそれぞれある。心房の収縮によって血液が心室に送り込まれる時（心室拡張時）は2つの房室弁が心室側に開き、この時肺動脈弁と大動脈弁は閉じている。次に、心室から肺と全身に向けて血液を送り出す時（心室収縮時）は、房室弁は2つとも閉じられ、逆流を防いでいる。

ところで、私たちが心臓の鼓動を感じたり、心臓に聴診器をあてると聞こえる「ドクン、ドクン」という音（心音）は何のサインなのでしょう。実は、上述の4つの弁が閉じたり開いたりした時に発する音だ。主に聞こえるものは、心室が収縮を開始する時に房室弁（僧房弁と三尖弁）が閉じる音（I音：「ドッ」の部分）と、心室の拡張が始まる時に動脈弁（大動脈弁と肺動脈弁）が閉じる音（II音：「クン」の部分）で、I音とII音の発生にはわずかな時間差がある。



では次に、心臓が拍動するしくみについて考えてみましょう。

## 心臓の不思議 ～どうして働くの?～

心臓は、胎児期の初期に発動をはじめてから死を迎えるまで、一時も休まずに拍動を続けている。そして、体内のさまざまな刺激に応じて、リズムよく、しかも自動的に拍動する。自分の意思でペースを速めたり止めたりすることはできません。このリズムはどのようにコントロールされているのでしょうか。

### (1) 心臓には電気が流れている!?

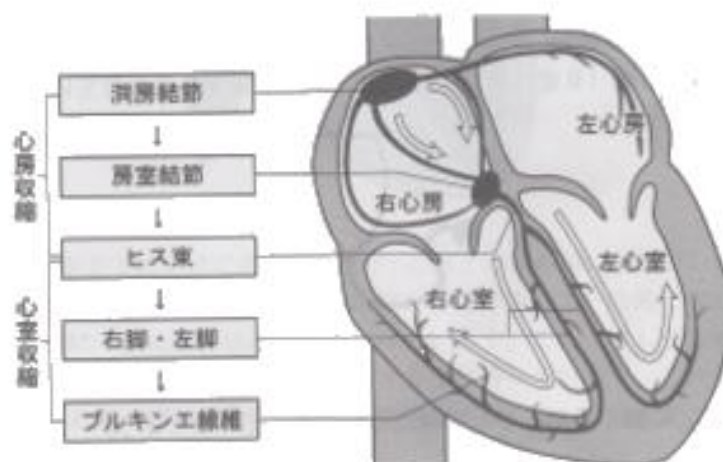
心臓の拍動、つまり心筋の収縮と拡張は、心臓の各部分に張り巡らされている電気の通り道に沿って電気信号が流れることで発生している。この経路を「刺激伝導系」といい、特殊な心筋線維が担っている。

電気刺激は、右心房の上部にある「洞房結節<sup>どうぼうけつせつ</sup>」と呼ばれる部分が開始点となり、続けて「房室結節<sup>ぼうしつけつせつ</sup>」⇒「ヒス束」⇒「右脚・左脚」⇒「プルキンエ線維」の順に伝わっていくことで、心房の収縮⇒心室の収縮が引き起こされる。

これら刺激伝導系の特殊な心筋線維は、ほかの心筋線維とは異なり、ほかからの刺激がなくても自動的に一定の間隔で拍動を繰り返すことができる。

特に、洞房結節は、状況に応じて1分間当たり50～150回の電気刺激を生み出す発生源となっているため、「心拍動のペースメーカー」といわれている。

—図2 刺激伝導系の流れ—



## (2) 1日でどのくらい心臓は動くの？

皆さんは、ご自身の安静時の心拍数（回／分）を把握していますか。個人差はあるが、成人の場合、概ね 60～80 回／分程度が標準とされている。仮に 1 分間に 70 回拍動すると考えると、1 日に換算した場合  $70 \times 60$ （分） $\times 24$ （時間）で、なんと約 10 万回にもなる。1 年間では約 3,650 万回。さらに皆さんがこれまで生きてこられた年数分を乗じた回数を、一時も休まず規則正しいリズムで心臓は拍動を続けている。大人になるまでの間は安静時の心拍数も多いのが普通ですし、活動時には心拍数が増える。例えば 50 歳の方であれば、少なく見積もっても 20 億回くらいには達していると考えられる。

### ペースは自律神経が支配する

ところで、心臓がドキドキするペースが速くなったり遅くなったりするのはなぜでしょうか。先程記したように、心臓の拍動は刺激伝導系のしくみによって自動的に動くようになっているが、それ以上に自律神経の強い支配を受けているため、その時々状況によって心拍動に変化が起こる。心臓には、交感神経も副交感神経も広く分布しているが、特に洞房結節の周りには多くの神経末端があり、心拍動のペースメーカーに影響を与えている。運動していたり緊張している時には、交感神経が優位になって心拍の頻度を増やし、逆にリラックスしていたり眠っていたりする時には、興奮が収まり、副交感神経が優位になって、ゆっくりとしたペースになる。

### 心臓をいたわっていますか？

1 日に 10 万回もの仕事をしている心臓の立場になって考えてみたとき、望ましくない理由で余計な負担を掛けているとしたらどうでしょう。例えば、肥満になり体積が増え血管の総延長距離が長くなったり、糖尿病や脂質異常症、高血圧などで動脈硬化が進行し、血液の流れが滞りやすくなっていったら、同じ 10 万回でも心臓の負担は相当なものになる。ストレスを過剰に蓄積している場合も同様。「心臓に優しい生活習慣」をぜひ心掛けたい。



### (3) 見逃すな！異常のサインは波形に現れる！

心臓は、さまざまな刺激に応じて拍動のペースを速めたりゆっくりにしたりする調節機能を持っているわけですが、その調節に異常が起きた場合はどうなるのでしょうか。また、私たちは日ごろ心臓の拍動を自覚することはあまりない。心臓が正常に動いているかどうかを調べる方法にはどんなものがあるのでしょうか。

#### 不整脈にはさまざまな種類がある

刺激伝導系の電気信号が伝わるリズムが乱れたり、一般的に拍動の速さが1分間に100回を超えたり60回未満になったりすることを「不整脈」という。

もし、健康診断などで「不整脈」という診断を受けたとしたら、どう思われるでしょうか。「心臓がある日突然止まってしまうかもしれない」という不安が高まるかもしれないが、不整脈には、健康な人でも起こるような程度の軽いものもあれば、突然死につながるような命の危険にさらされるものまで数多くの種類がある。

また、不整脈の原因には、狭心症や心筋梗塞、弁に障害が起きる心臓弁膜症、心筋に病的な変化が起きる心筋症などの心臓の病気によるものもあれば、自律神経の乱れや肺の病気、甲状腺の機能異常、糖尿病など、さまざまなものがある。

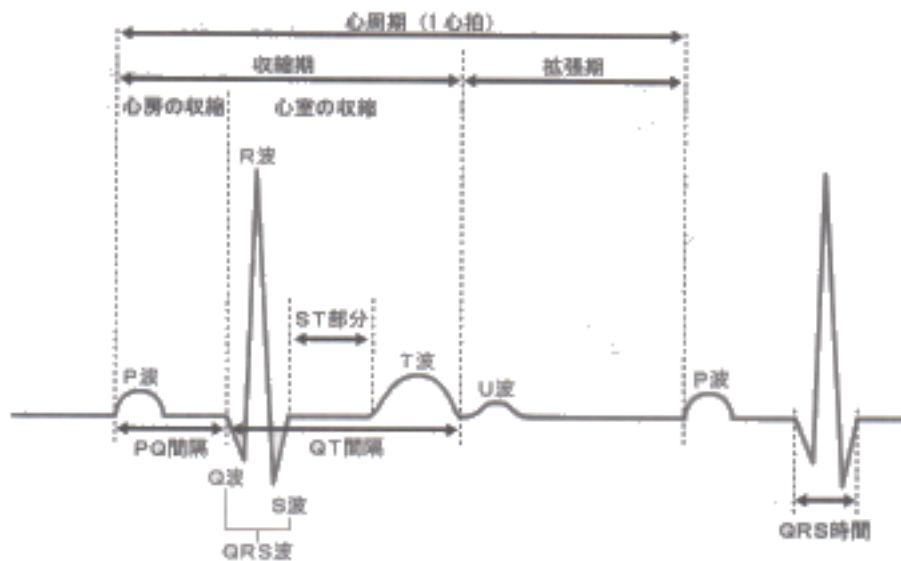
こうした不整脈が起きていないか、あるいは心臓が正常に動いているのか、ということ調べるには「心電図検査」が有効だ。

#### 心電図とは？

心臓が拍動する時の電気刺激の伝わり方を、体に装着した電極から検出し、波形として記録したものが心電図だ。

心電図検査にはいくつかの種類があるが、一般的な方法では、両方の手足（四肢）と胸部に電極をつけ、波形を記録する。心電図の波形は、左から右に見るもので、電極に電気刺激が近づく時には上を向き、遠のく時には下を向く。波形の各部は、それぞれ刺激伝導系の流れに応じて、P・Q・R・S・T・Uという名称がつけられている。ここでは、さまざまな波形の中で読み方の例としてよく用いられる心電図を使って説明する。

—図3 心電図の正常な波形—



—表1 心電図の見方—

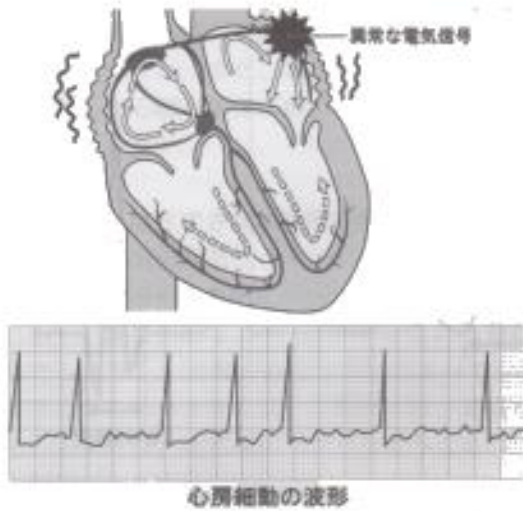
名 称	説 明
P 波	心房の電氣的興奮
PQ 間隔 (時間)	電氣刺激が洞房結節から心室に伝わる時間
QRS 波	心室の電氣的興奮
QRS 時間	心室内の伝導時間
ST 部分	心室興奮の極期
T 波	収縮した心室の電氣的興奮が回復する時期
QT 間隔 (時間)	心室が興奮してから回復するまでの時間
U 波	プルキンエ線維の電氣的興奮が回復する時期 (出現しないこともある)

各波の出現の有無や各波の間隔、波形の異常の有無、電位差の大きさ（縦軸）などをチェックして、心臓の疾患に特徴的なポイントが確認できるかどうかを判断する。

次のページに異常な波形の代表例として、心房細動と心室細動の2つを取り上げる。



## 心房細動

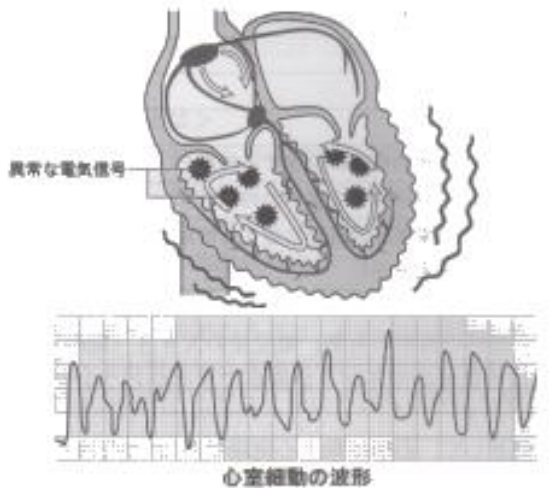


洞房結節から発生した電気刺激は、通常、心房を1回収縮させると心室に伝わり消失するが、消失せずに心房内をグルグル回り続ける。心室には数回に1度伝わる。

心房細動の波形では、心房が細かく収縮していることを示す細動波が続き、心室に電気が伝わった時だけ高い波が現れる。

心室の収縮がある程度確保されていれば著しいポンプ機能の低下はみられないが、心房の不規則な細動が続くと、血液がよどみ血栓ができやすくなり、脳梗塞を起こす可能性が高まる。

## 心室細動



心室に伝わった電気刺激が消失せずに心室内をグルグル回り続ける。

心室細動の波形では、P波、QRS波、T波の区別ができず、波形や波高も統一せずに不規則に動揺しているだけになる。

心室が細かく震えて痙攣を起こした状態になるため、心室が収縮せず全身に血液を送り出せない。

これは、心停止の状態に等しく、突然死につながる最も危険な不整脈である。

AEDなどの除細動器を使用して、直ちに痙攣を止める処置が必要となる。

## コラム 心筋の細胞は死ぬまで生まれ変わらない!?

「心臓がん」という病名を聞いたことはありますか。おそらく、ほとんど耳にすることは無いと思うのだが、どこか不思議な感じがしませんか。これは、心臓のほとんどを占めている「心筋」の特徴が関係している。

心筋の大きな特徴は、生まれた後は細胞分裂を行わないということだ。段々と大人の体に成長するにつれて心臓はもちろん大きくなっていくが、これは心筋細胞の生理的肥大によるものと考えられている。つまり、増殖をしたり、再生したりすることはない。

がんは、正常な細胞が分裂や増殖する際に、設計図のコピーミスが起きることで発生しますので、細胞分裂をしない心筋を主体とした心臓にはがんが発生しないということになる。実は、心臓にも非常に稀なケースとして肉腫のがんが見つかることがあるのだが、ほかの臓器からの転移によるものが多く、原発性（心臓から発生する）であることはほとんどない。

また、「心筋が再生しない」ということと関連が深い病気には「心筋梗塞」がある。ご承知のように、心筋梗塞は死に直結するものだ。心筋に栄養素や酸素を送り届ける冠状動脈に梗塞が起きると、心筋は壊死してしまい再生しないため、その範囲が広がることにより心筋のポンプ機能が停止してしまうわけだ。

このように「心筋が再生しない」ことは、長い間定説となっていたわけですが、近年の医学の進歩により、心臓についても今まではあり得ないと思えることが分かってきた。実は、心筋の中にも増殖能力を持つ「心筋幹細胞」が存在することが発見されたのだ。ただし、その割合は全心筋細胞の0.1%以下しかないので、障害された心筋細胞を再生することは、現実的にはまだ難しい状況だ。今後、こうした研究やiPS細胞（ヒトの皮膚などの細胞に数種類の遺伝子を入れて人工的に作り出す万能細胞）のような理論や技術の開発が進むことで、心臓の再生医療も飛躍的に進歩することが期待されている。

