

コメディカルのための疾患の知識



循環器編 第2版
VOL.4 不整脈 総論

シナリオ集

総監修 相澤 忠範 心臓血管研究所 名誉所長

監 修 大塚 崇之 心臓血管研究所付属病院 循環器内科 医長

コメディカルのための疾患の知識

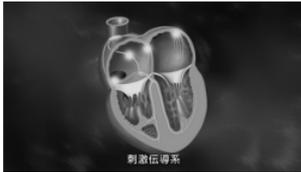
循環器編 第2版 VOL.4 不整脈 総論

- 刺激伝導系と不整脈 2
- 不整脈の分類と症状 4
- 不整脈の検査 6
- 不整脈の薬物治療 12
- 不整脈の非薬物治療 17



【刺激伝導系と不整脈】

1日およそ10万回。収縮と拡張を繰り返す心臓。

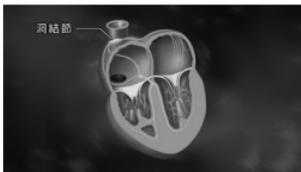


正常では、心臓が拍動するリズムは規則正しく、1分間におよそ60回～100回ほどです。

このような心臓の規則正しいリズムはどのようにして作り出されるのでしょうか？



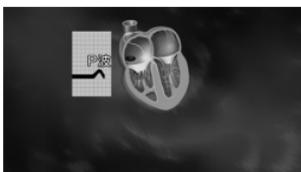
心臓には、電気刺激を自ら発生させることのできる特殊な筋線維からなる伝導路があり、これを刺激伝導系といいます。



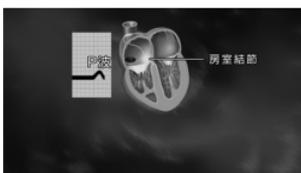
右心房の上の方にある1cmほどの大きさの「洞結節」は、心臓を収縮させる電気刺激を自ら作り出し、ペースメーカーとしての役割を果たします。



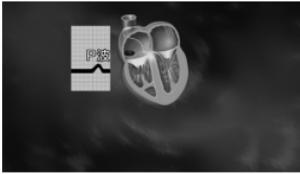
洞結節で発生した電気刺激は、結節間路を通して心房筋を興奮させ、これを収縮させます。



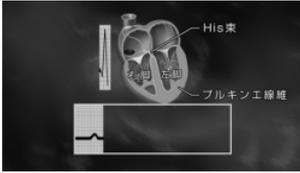
この時、心電図にはP波と呼ばれる小さな波が現れます。



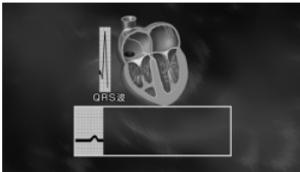
電気刺激は、次に房室結節に伝わります。房室結節は、心室に血液を充満させるために電気刺激が伝わる速さを遅らせる働きをしています。



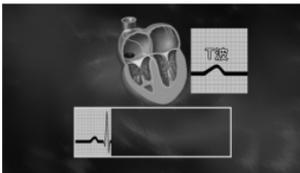
心電図では、興奮伝導が遅延することにより、P波の後に水平の部分が現れます。



次に、刺激はHis束を通り、右脚と左脚に達し、さらにプルキンエ線維を経て、右心室、左心室に伝えられ、心室を収縮させます。



この時心電図には、QRS波と呼ばれる鋭い波と、



ついでT波と呼ばれる大きななだらかな波が現れます。



T波は心室筋が興奮からさめる回復過程を表します。



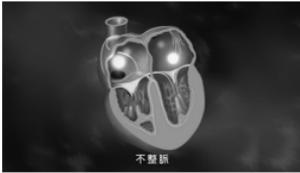
洞結節、房室結節、プルキンエ線維などの細胞は、自ら電気を生成する能力、自動能を有しています。

そのため、心臓ペースメーカー細胞とも呼ばれます。



正常では、最も興奮回数の多い洞結節が心臓全体の収縮を支配し、規則正しいリズムを作り出しています。

これを正常洞調律といいます。



一方、何らかの原因で、規則正しいリズムに異常をきたすことがあります。これが不整脈です。

【不整脈の分類と症状】

不整脈は、脈拍が1分間に100回より早くなる頻脈性不整脈と、

頻脈性不整脈 (>100拍/分)	徐脈性不整脈 (<60拍/分)
<ul style="list-style-type: none"> ● 心房性(心房と心房接合部) ● 心房期外収縮 (APC) ● 発作性上室性細動 (PSVT) <ul style="list-style-type: none"> ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 心房性細動(Af) ● 心房細動 (AF) ● 心房粗動 (AFL) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洞不全症候群 (SSS) <ul style="list-style-type: none"> ● I型 洞結核 ● II型 洞停止-洞房ブロック ● III型 房室結核症候群 ● 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● I度 房室ブロック ● II型 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● Wenckebach型 ● Mobitz型 ● III度 房室ブロック

1分間に60回より遅くなる徐脈性不整脈に分類されます。

頻脈性不整脈 (>100拍/分)	徐脈性不整脈 (<60拍/分)
<ul style="list-style-type: none"> ● 心房性(心房と心房接合部) ● 心房期外収縮 (APC) ● 発作性上室性細動 (PSVT) <ul style="list-style-type: none"> ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 心房性細動(Af) ● 心房細動 (AF) ● 心房粗動 (AFL) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洞不全症候群 (SSS) <ul style="list-style-type: none"> ● I型 洞結核 ● II型 洞停止-洞房ブロック ● III型 房室結核症候群 ● 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● I度 房室ブロック ● II型 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● Wenckebach型 ● Mobitz型 ● III度 房室ブロック

頻脈性不整脈は、さらに上室性すなわち心房と房室接合部で起こる頻脈と、

頻脈性不整脈 (>100拍/分)	徐脈性不整脈 (<60拍/分)
<ul style="list-style-type: none"> ● 心房性(心房と心房接合部) ● 心房期外収縮 (APC) ● 発作性上室性細動 (PSVT) <ul style="list-style-type: none"> ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 心房性細動(Af) ● 心房細動 (AF) ● 心房粗動 (AFL) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洞不全症候群 (SSS) <ul style="list-style-type: none"> ● I型 洞結核 ● II型 洞停止-洞房ブロック ● III型 房室結核症候群 ● 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● I度 房室ブロック ● II度 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● Wenckebach型 ● Mobitz型 ● III度 房室ブロック

心室で起こる頻脈に分けられます。

頻脈性不整脈 (>100拍/分)	徐脈性不整脈 (<60拍/分)
<ul style="list-style-type: none"> ● 心房性(心房と心房接合部) ● 心房期外収縮 (APC) ● 発作性上室性細動 (PSVT) <ul style="list-style-type: none"> ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 心房性細動(Af) ● 心房細動 (AF) ● 心房粗動 (AFL) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洞不全症候群 (SSS) <ul style="list-style-type: none"> ● I型 洞結核 ● II型 洞停止-洞房ブロック ● III型 房室結核症候群 ● 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● I度 房室ブロック ● II度 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● Wenckebach型 ● Mobitz型 ● III度 房室ブロック

上室性の頻脈性不整脈には、洞結節の興奮よりも早期に心房から興奮が起こる心房期外収縮 (APC)、房室結節を含む異常な興奮によって頻脈が起こる発作性上室頻拍 (PSVT)、

頻脈性不整脈 (>100拍/分)	徐脈性不整脈 (<60拍/分)
<ul style="list-style-type: none"> ● 心房性(心房と心房接合部) ● 心房期外収縮 (APC) ● 発作性上室性細動 (PSVT) <ul style="list-style-type: none"> ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 心房性細動(Af) ● 心房細動 (AF) ● 心房粗動 (AFL) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洞不全症候群 (SSS) <ul style="list-style-type: none"> ● I型 洞結核 ● II型 洞停止-洞房ブロック ● III型 房室結核症候群 ● 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● I度 房室ブロック ● II度 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● Wenckebach型 ● Mobitz型 ● III度 房室ブロック

心房内のリエントリー回路により高頻度で無秩序な電氣的興奮が起こる心房細動 (AF)、心房内のリエントリー回路により規則的な電氣的興奮が起こる心房粗動 (AFL) などがあります。

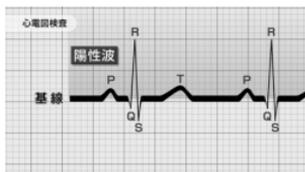
頻脈性不整脈 (>100拍/分)	徐脈性不整脈 (<60拍/分)
<ul style="list-style-type: none"> ● 心房性(心房と心房接合部) ● 心房期外収縮 (APC) ● 発作性上室性細動 (PSVT) <ul style="list-style-type: none"> ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 房室結核リエントリー-細動(AVRT) ● 心房性細動(Af) ● 心房細動 (AF) ● 心房粗動 (AFL) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洞不全症候群 (SSS) <ul style="list-style-type: none"> ● I型 洞結核 ● II型 洞停止-洞房ブロック ● III型 房室結核症候群 ● 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● I度 房室ブロック ● II度 房室ブロック <ul style="list-style-type: none"> ● Wenckebach型 ● Mobitz型 ● III度 房室ブロック



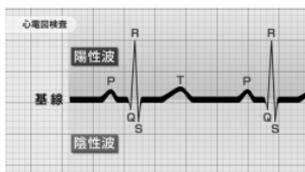
【不整脈の検査】

不整脈の診断に必須の検査が心電図検査です。

心電図は、心筋が収縮、拡張するときの電氣的興奮を、連続的に記録するものです。



心電図では、電極に向かってくる興奮、すなわち電位差が陽性に向かうものは上向きの波形として、



遠ざかっていく興奮、すなわち陰性に向かうものは下向きの波形として記録します。



それでは、標準 12 誘導心電図における電極の装着の仕方を見ましょう。

単極胸部誘導の電極の装着では、第 4 肋間を特定するためにまず第 2 肋間を探します。



ついで、第 4 肋間を探し、第 4 肋間胸骨右縁に V₁。

第 4 肋間胸骨左縁に V₂。

左鎖骨中線と第 5 間の交点に V₄ を。

V₂ と V₄ の中間に V₃。



V₄ の高さの水平線と前腋窩腺との交点に V₅。

そして V₆ を同じく V₄ の高さの水平線と中腋窩腺との交点に装着します。

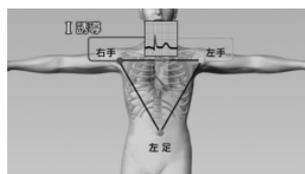


肢誘導では赤のケーブルの電極を右手、黄色を左手、緑を左足、黒を右足に装着します。

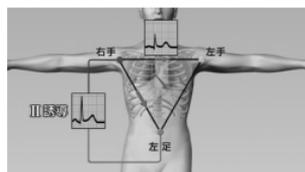
黒の電極はアースです。



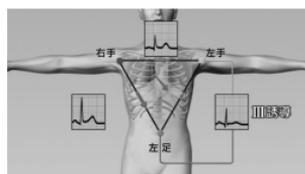
標準肢誘導で、右手、左手、左足を結ぶ三角形を Einthoven の三角形と呼び、I 誘導、II 誘導、III 誘導があります。



I 誘導は、左手と右手との電位差で、電気刺激は左手に向かってくるので、陽性の P 波と R 波が記録されます。

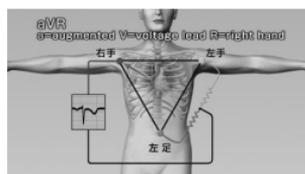


II 誘導は、左足と右手との電位差で、I、III 誘導と比べて最も高いので、最大の P 波と R 波が記録されます。そのため、II 誘導は不整脈のモニタリングによく用いられます。

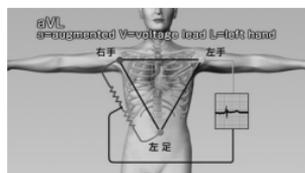


III 誘導は、左足と左手との電位差で、I、II 誘導と比べて、電位差が低いので最小の P 波と R 波となります。

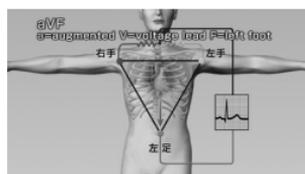
増幅単極肢誘導は、不関電極と呼ばれる基準点に対する右手、左手、左足との電位差を記録する誘導です。



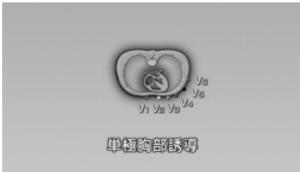
aVR 誘導は、不関電極と右手の電位差で、去っていく陰性の波がみられます。



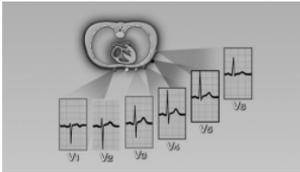
aVL 誘導は、不関電極と左手の電位差で、いったん近づいて離れていく波がみられます。



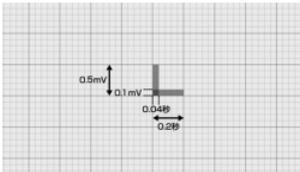
aVF 誘導は、不関電極と左足の電位差で、向かってくる陽性の波がみられます。



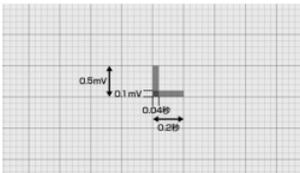
単極胸部誘導は、6つの電極を前胸部から左側胸部にかけて装着し、V₁からV₆に向かってくる電位を観察するもので、直下の心筋活動を反映します。



単極胸部誘導のV₁～V₂では、R波が小さくS波が深くなり、V₃～V₄、V₅とR波は徐々に大きくなり、S波は浅くなります。

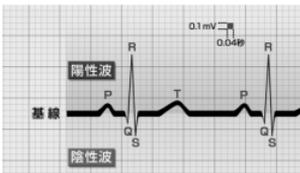


次に、心電図の見方についてです。
心電図の横軸は時間を表し、縦軸は電位を表します。

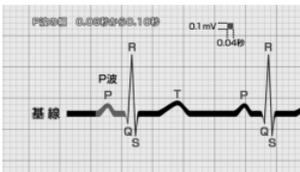


横軸の1mmは0.04秒で、太枠の5mmは0.2秒です。

縦軸の1mmは0.1mV(ミリボルト)で、太枠の5mmは0.5mVです。



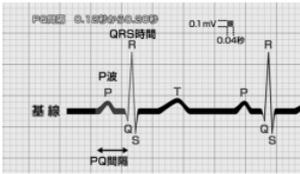
活動電位が0の状態を基線といい、電極に興奮が向かってくると、基線に対して上向きの振れ、すなわち陽性波が、電極から遠ざかると基線に対して下向きの振れ、すなわち陰性波が記録されます。



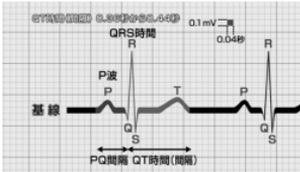
心房の興奮を示すP波の幅は、0.08秒から0.10秒、



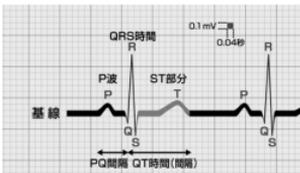
興奮が心室筋全体に伝わるまでのQRS時間は0.06秒から0.08秒、



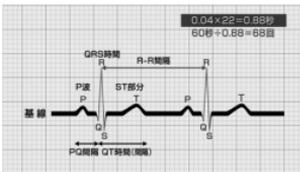
また、興奮が心房から房室結節を通過し、心室に伝わるまでの時間を示す PQ 間隔は 0.12 秒から 0.20 秒未満です。



QT 間隔は、心室筋が興奮してから回復するまでの時間を表していますが、通常は 0.36 秒から 0.44 秒です。ただし、心拍数が速いときには短く、遅いときには長くなります。



なお、ST 部分の間隔は臨床的には意味がありませんが、上昇・下降などの ST 変化は、虚血性心疾患を知る上で重要です。



心拍数は、QRS 波と QRS 波の間隔である R-R 間隔を測定することで求められます。この心電図の R-R 間隔は、0.04 秒 × 22 マス、0.88 秒で、1 分間あたりの心拍数は 68 回と測定できます。



胸部 X 線撮影は、循環器系疾患の基本的な検査で、心・大血管や肺の形態的異常などを診断します。



また、心胸郭比 (CTR) は心不全による心肥大をみる上で重要です。



不整脈は電解質の異常によって起こることも多いため、血液生化学検査などの一般検査も行なわれます。特にカリウムは不整脈との関連が深く、3.5 ~ 4.8mEq/L の正常値であるかを確認することが重要です。



また、甲状腺ホルモンが過剰に分泌される甲状腺機能亢進症により頻脈が起こることがあるので、甲状腺ホルモンであるTSH、T3、T4なども測定されます。



心エコーは、不整脈が疑われる患者さんに対しても、心機能の評価や基礎心疾患の有無、血栓の有無などを調べる上で有用な検査です。



ホルター心電図は、患者に携帯型の心電図記録計を装着してもらい、24時間の心電図をICメモリーなどに記録し、測定する検査で、



不整脈全般の検出ができるとともに、抗不整脈薬の薬効の評価にも有用です。



ホルター心電図は、緊急対応がきかない、誘導が2つしかないなどの欠点はあるものの、日常生活を送りながら検査できるなどの利点があります。



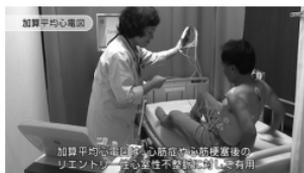
携帯型心電計は、1誘導で計測するために多くの情報は得られませんが、どこでも簡便に心電図を記録することができます。

携帯型心電計は、常に携帯していて何かあったときにチェックする使い方と、



症状がない時でも心電図を記録するモニターとしての使い方ができます。

最近は、家庭用血圧計のように個人でも手軽に購入できる携帯型心電計も登場しています。



加算平均心電図は、通常の心電図では記録できない心臓の微小な電位を検出できる検査です。



心筋梗塞などで心筋の変性が起こると、その部位に刺激が伝わらなかったり、伝導遅延が起こるため、心室性の頻拍発作を起こしやすくなります。



そのため、加算平均心電図は、心筋症や心筋梗塞後のリエントリー性心室性不整脈に対して有用な検査です。



運動負荷心電図は、トレッドミルやエルゴメーターなどを用い、運動により心血管系に負荷を与え、心電図を記録する検査です。



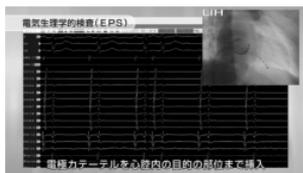
運動負荷心電図は、安静時にはみられない心筋虚血による異常をとらえることができるため、



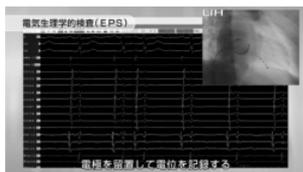
運動誘発性不整脈の診断や治療効果の判定に不可欠な検査です。



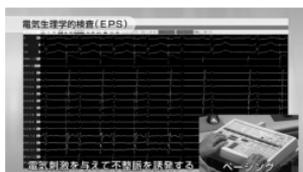
心臓電気生理学検査 (EPS) は、心電図ではとらえられない心臓内部の電気的活動を正確に把握することのできる検査法で、通常、心臓カテーテル検査室で行なわれます。



X線透視下に電極カテーテルを心腔内の目的の部位まで挿入し、



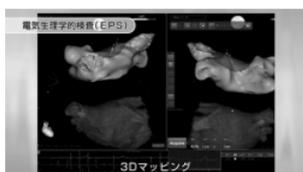
電極を留置して電位を記録するとともに、



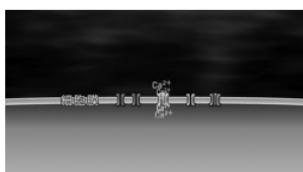
電気刺激を与えて不整脈を誘発する、ペーシングを行なうことで、



不整脈やその発症機序を診断することができます。

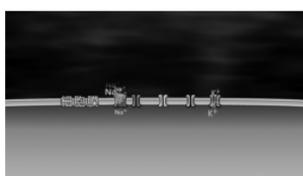


また、心臓電気生理学検査（EPS）は、頻脈性不整脈の治療法であるカテーテルアブレーションを行なう際の心腔内の電気生理学的な地図を作成する、つまりマッピングにも必須の検査です。



【不整脈の薬物治療】

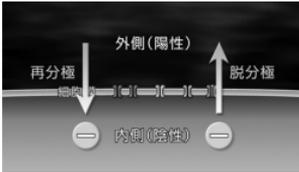
心臓の興奮、つまり活動電位は、ナトリウム、カリウム、カルシウムなどのイオンが、心筋細胞の細胞膜上の様々なチャネルやポンプを通して細胞内外へ移動する際に、微小な電流が流れることで起こります。



このイオンの出入りを抑えることにより、電氣的興奮を抑えるのが抗不整脈薬の原理です。

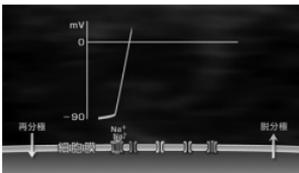


細胞膜の内側と外側には電位差があり、静止状態では、細胞の内側は-、陰性の電位で、これが静止電位です。



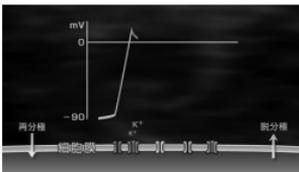
陰性電位が陽性電位に向かうことを脱分極といいます。

陽性電位が陰性電位に向かうことは再分極といいます。

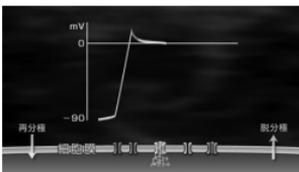


心筋細胞の活動電位とイオンの働きをみてみましょう。

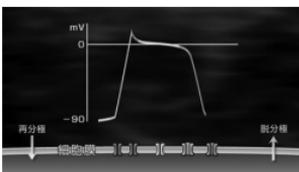
0相では、ナトリウムイオンが急速に細胞内に流入します。



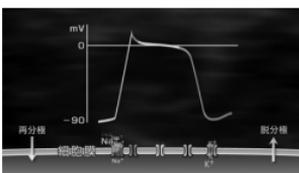
第1相では、ナトリウムイオンチャンネルが閉じ、一過性にカリウムイオンが細胞外に流出し、わずかな再分極が起こります。



プラトーと呼ばれる第2相では、カルシウムイオンの細胞内流入とカリウムイオンの流出がバランスすることで、一定の電位が保たれます。



第3相では、カルシウムイオンチャンネルが閉じ、カリウムイオンが流出することで再分極が起こり、



第4相では、ナトリウムイオン-カリウムイオンポンプやナトリウムイオンとカルシウムイオンの交換機構により、細胞内外のイオン環境が静止状態に復元されます。



Caチャンネル遮断薬は、Ca拮抗薬のことで、洞結節や房室結節での興奮伝導を抑制します。



Caチャンネル遮断薬は、主に、発作性上室頻拍（PSVT）の発作の停止や心房細動（AF）のレートコントロールの際に用いられます。



Kチャンネル遮断薬は、活動电位時間を延長し、不応期を延長させます。

Kチャンネル遮断薬は、再分極を遅延させ、不応期を延長することで、様々な不整脈に有効性を示しますが、QT間隔を延長させるので注意が必要です。



β遮断薬は、交感神経の興奮を抑制し、心拍数を減少させたり、房室伝導を抑制します。

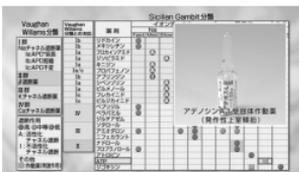


β遮断薬は、上室性・心室性不整脈に用いられますが、特に運動により増悪する不整脈や、虚血性心疾患に伴う頻脈性不整脈で有用性が高い薬剤です。



ムスカリン受容体遮断薬は、洞結節や房室結節の興奮伝導を促進する薬剤です。

ムスカリン受容体遮断薬は、副交感神経が関与する不整脈の治療に有効です。



アデノシンA1受容体作動薬は、CaチャンネルやKチャンネルに影響して、洞結節や房室結節の伝導を抑制します。



QRS波に同期せずに通電するものを除細動、



QRS波に同期して通電するものをカルディオバージョンといいます。



除細動の適応は心室細動（VF）であり、



カルディオバージョンの適応は、心房細動（AF）、心房粗動（AFL）、発作性上室頻拍（PSVT）、心室頻拍（VT）です。



植え込み型除細動器：ICDは、小型化した除細動器を体内に植え込み、心室頻拍（VT）や心室細動（VF）が起きた時に自動的に検知し、通電により不整脈を停止させる医療機器です。



ICDは、心室細動（VF）からの蘇生例、基礎疾患に伴う持続性心室頻拍（VT）など、心臓突然死のリスクの高い患者さんに対して適応されます。



最近では、両心室に対するペースメーカーと除細動の両方の機能を持つCRT-D治療器も用いられるようになってきました。



AEDは、一般の方でも簡単に電氣的除細動を実施できる機器で、手順は3つのステップに簡略化されており、音声ガイダンスに従って操作を進めます。



AEDの適応は、心臓発作による突然死のほとんどを占める心室細動（VF）や無脈性心室頻拍などです。



近年、不整脈の非薬物治療が飛躍的な進歩を遂げましたが、中でも不整脈の標準的治療として普及しているのがカテーテルアブレーションです。



カテーテルアブレーションとは、不整脈の原因となる心筋細胞の一部を高周波で焼き、電氣的回路をブロックすることで頻脈性不整脈を治療する方法です。



カテーテルアブレーションは、WPW症候群、房室結節リエントリー頻拍（AVNRT）、心房細動（AF）、心房粗動（AFL）、心房頻拍（AT）などに適応され、低侵襲でありながら、頻脈性不整脈の根治が期待できる治療法です。



不整脈である心房細動（AF）に対する手術としては、心房筋を一定の幅以下に切離し、再縫合することにより心房リエントリーをブロックするMaze手術が考案されました。



最近では、高周波デバイスの進歩により、より簡便な術式も登場しています。



不整脈疾患では、緊急の対処が必要なことも多く、臨床現場では、



一人の患者さんの救命救急に、複数の医師、看護師、診療放射線技師など他職種のスタッフが同時にかかわる場面が多々あります。



適切に各自の役割を果たし、チーム医療を円滑に行なうためにも、不整脈の病態生理をよく理解しておくことが大切です。

メモ

**MEDICAL
VISION**
CO.,LTD

【制作著作】株式会社メディカルビジョン

〒151-0066 東京都渋谷区西原 3-20-3 紅谷ビルII

URL: <http://www.medicalvision.co.jp>



【総発売元】株式会社 医学映像教育センター

〒168-0074 東京都杉並区上高井戸1-8-17 ブライトコアビル

TEL.03-3329-1241 FAX.03-3303-1434

<http://www.igakueizou.co.jp> E-mail: info@igakueizou.co.jp