

## 心電図の「心」を知る・・・

近年の画像診断の進歩には著しいものがありますが、電気で動いている心臓の状態や動きを直接知ることのできるのは心電図だけです。心電図検査は、得られる情報の多さと、手法の簡便さとの両方で、今日でも心臓に関する最も重要な検査法です。

なぜこの波形が出ているのか。心臓はその波形から私たちに何を教えてほしいのか。心電図を見ることは、それを理解することであり、「**心電図の心**」を知ることにはかかなりません。

## かゆいところに手がとどく・・・

心電図に関する本は医学書の中でも最も多く、この波形は〇〇不整脈、〇〇異常ではこの形、ということとはどんな本にも書いてあります。しかし、では**なぜそうなるのか？**という多くの方が疑問に思うことに答えてくれるものはあまりありません。その理由として、どうせ専門家以外には分からないだろう、という考えもあるように思います。しかし、疑問をそのままにして、とりあえず暗記するという勉強では、心電図について次第に興味を持てなくなってしまいます。

多くの方のこうした疑問に答えるために、この本を作りました。心臓でなぜ電気が起きるのか、それがどのようなしくみで心電図として見えるのか、異常が起きた時になぜその形になるのかといった、他の本ではなかなか分からないことを、「**かゆいところに手が届く**」ように「**とにかく図解!**」で説明しています。

## なるほど、そうだったのか!

本書によって、「**なるほど!**」と納得していただけたら、疾患とのかかわり、臨床的な対応などについては、多くのよい本がありますのでそちらで学んでください。メディカルシステム研修所では、長年にわたって心電図検査に関する研修を行ってきており、本書はそのテキストとして書かれたものです。初版以来10数年を経た今回の改訂では、その後の心電図学の知見などを元にながりの加筆訂正をするとともに、これまでの研修の中で寄せられた多くの方の疑問に対してもできるだけ答えられるものにししました。

第7版の改定にあたって 2014年秋 メディカルシステム研修所

### おもな内容

#### 第1章 心臓と循環器の生理

予備知識として必要な、呼吸循環器系のあらましと、心臓の働きの概略について述べた部分です。生理学のごく初歩的な内容ですので、すでに理解されている方は第2章からお読みください。

#### 第2章 心電図の基礎

心筋細胞におけるイオン電流と活動電位発生のしくみから、心電図波形のなりたちまでを、たくさんの図を使って詳しく説明します。“急げば回れ!”基本をしっかりとっておさえるための、本書の核心です。

#### 第3章 心電図の誘導法

標準12誘導法とその他の誘導、波形との関係、電気軸の判定までを解説します。

#### 第4章 心電図波形の異常

虚血性心疾患や電解質異常の時に、なぜそのような波形になるのかという点について、図解で説明しています。この章を読むことで、これまでの疑問の多くが解決することになるでしょう。

#### 第5章 不整脈

心電図診断の中心の不整脈について、まず発生原理を考え、その後、危険性や発生率が高く注意すべきいくつかの重要な不整脈を中心にして、それと類似のもの、鑑別すべきものをまとめて、判断のポイントを図を使って説明しています。

#### 第6章 心電計のしくみと使い方

アーチファクトの種類とその対策、心電計のしくみと使用上の注意、安全の知識といった機器に関する事項に加え、自動解析型心電計の解析手法と心電図モニタの不整脈アラームについてまとめました。



#### 注釈

本文中に※を付けた事項の補足解説



#### 落とし穴

うっかり間違いやすい、勘違いしやすい点を解説



#### おまけ

関係のある内容で、知っておくと役に立つ知識



#### とりあえず

厳密ではないが、直感的で、知っているとな便利なる方法



本文の解説に関連する動画を見ることができるとリンク

第1章： 心臓と循環器の生理

1. 呼吸循環系 ..... 6

1.1 呼吸循環系とバイタルサイン ..... 6

1.2 血液とその循環 ..... 7

2. 心臓の構造と動作 ..... 10

2.1 心臓の位置と大きさ ..... 10

2.2 心臓の動作 ..... 11

第2章： 心電図の基礎

1. 心筋細胞での電気の発生 ..... 14

1.1 電解質イオンと細胞の状態 ..... 14

1.2 いろいろなイオンチャネルの性質とはたらき ..... 18

1.3 心室筋細胞での電位の発生 ..... 22

1.4 心室筋の活動電位と心電図波形の対応 ..... 24

2. 心筋における活動電位の伝わり方 ..... 26

2.1 細胞間での伝わり方 ..... 26

2.2 心筋全体での伝わり方 ..... 26

3. 心電図波形の見え方 ..... 28

3.1 波形の見え方の原理 ..... 28

3.2 心電計で波形が見える原理 ..... 29

3.3 心室筋が脱分極する時の波形の見え方 ..... 30

3.4 心室筋が再分極する時の波形の見え方 ..... 32

3.4 心房筋での波形の見え方 ..... 37

4. 心臓の調律の決まり方 ..... 38

4.1 心臓各部の波形と心電図 ..... 38

4.2 刺激伝導系と調律の決まり方 ..... 39


4.3 房室結節とヒス束心電図 ..... 43

4.4 心拍調節と自律神経 ..... 44

5. 心電図波形の名称と計測 ..... 46

5.1 波形の名称と意味 ..... 46

5.2 波形の計測 ..... 48

 **おかわり**心電図の『どうして?』 みんなの疑問①基礎編 ..... 52

第3章： 心電図の誘導法

1. 心電図の誘導法 ..... 54

1.1 生体内の電気の伝わり方 ..... 54

1.2 双極誘導と基準電極誘導 ..... 56

1.3 電流の拡がりやと電気軸 ..... 58

1.4 標準12誘導の種類 ..... 60

1.5 I、II、III誘導でのQRS波形の見え方 ..... 60

1.6 aVR, aVL, aVF誘導での見え方 ..... 62

1.7 胸部誘導での見え方 ..... 64

1.8 平均電気軸の判定①QRS波の前額面平均電気軸 ..... 66

1.9 平均電気軸の判定②QRS波の長軸の回りの平均電気軸 ..... 69

1.10 標準12誘導の電極位置 ..... 70

1.11 その他の誘導法 ..... 72

1.12 心電図モニタの誘導法 ..... 73

2. 心電図検査の実際	76
2.1 検査室について	76
2.2 アーチファクトとその対策	77
2.3 心電図の有用性と判読	78

## 第4章： 心電図波形の異常

1. 心肥大	80
1.1 心房肥大	80
1.2 心室肥大	81
2. 電解質異常	82
2.1 電解質イオンと心電図波形の関係	82
2.2 電解質濃度の変化と膜電位への影響	83
2.3 高カリウム(K)血症の心電図波形	84
2.4 低カリウム(K)血症の心電図波形	86
2.5 カリウム(K)異常の心電図波形の比較	88
2.6 カルシウム(Ca)異常	89
3. 虚血性心疾患	90
3.1 虚血性心疾患の概要	91
3.2 狭心症	92
3.3 心筋梗塞	93
3.4 心筋虚血時のT波の変化	94
3.5 心筋障害時のST区間の変化	96
3.6 虚血や電解質異常以外にST-Tの異常を生じる原因	101
3.7 心筋梗塞時の異常Q波	103
3.8 心筋梗塞の経過による波形の変化	106
3.9 虚血部位と電極位置の関係	107
3.10 虚血性心疾患を心電図モニターで見る時の注意	110

## 第5章： 不整脈

1. 不整脈の考え方	
1.1 不整脈の定義	112
1.2 臨床的な不整脈の分類	113
1.3 発生原因による分類(電気生理学的な分類)	114
1.4 不整脈の重症度の判断	116
1.5 不整脈の鑑別手順の例	119
2. 心室期外収縮とそれに類似したもの	120
2.1 心室期外収縮 Premature ventricular contraction : PVC, VPC	120
2.2 上室期外収縮、心房期外収縮 Premature supraventricular contraction: PSVC Premature atrial contraction : PAC, APC	126
3. 心室頻拍とそれに類似したもの	133
3.1 心室頻拍 Ventricular Tachycardia : VT	125
3.2 発作性上室頻拍 Paroxysmal supraventricular tachycardia : PSVT	136
3.3 心室頻拍に類似した注意すべき不整脈	137
3.4 心室細動と電氣的除細動	139
3.5 心房細動 Atrial fibrillation : AF	140
3.6 WPW症候群 WPW syndrome	142

4. 房室ブロック Atrioventricular block : A-V block	148
4.1 第1度ブロック	148
4.2 第2度ブロック (不完全ブロック)	148
4.3 第3度ブロック (完全ブロック)	149
5. 脚ブロック Bundle branch block : BBB	152
5.1 左脚ブロック Left bundle branch block : LBBB	152
5.2 右脚ブロック Right bundle branch block : RBBB	152
6. その他の不整脈	156
6.1 洞不全症候群 Sick sinus syndrome : SSS	156
7. 心電図に対する薬剤の影響	159
8. ペースメーカー心電図	161
8.1 適用される不整脈	161
8.2 ペースメーカーの種類	161
 心電図の『どうして?』 みんなの疑問②不整脈編	164

## 第6章： 心電計のしくみと使い方

1. アーチファクトの原因と対策	166
1.1 外部からのアーチファクト	166
1.2 生体に起因するアーチファクト	169
2. 心電計のしくみ	171
2.1 回路の構成	171
2.2 フィルタ	172
2.3 自動解析型心電計 (心電図の自動解析)	173
2.4 心電図の入力方法	173
2.5 デジタル処理	173
2.6 波形解析のしくみ	174
2.7 間違いやすい波形	174
2.8 自動解析の信頼性	177
2.9 心電図自動解析の有用性	177
3. 心電図モニタの不整脈アラーム	178
3.1 心電図モニタの不整脈監視	178
3.2 アラームの種類と発生の基準例	179
4. 安全の知識	181
4.1 生体の電気特性と電気ショック	181
4.2 機器の安全基準	182
4.3 アース	183
4.4 等電位化接地 (EPR システム)	184
4.5 図記号	184
4.6 携帯電話等の扱い	185
索引	187