

心電図検査の基礎

1. 標準12誘導の電極

四肢電極

| | | |
|---|---|----|
| R | 赤 | 右手 |
| L | 黄 | 左手 |
| F | 緑 | 左足 |
| N | 黒 | 右足 |

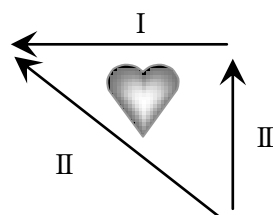
胸部電極

| | | | |
|----|-----|------------------|---------------|
| C1 | 白・赤 | 第四肋間胸骨右縁 | キワまでいく |
| C2 | 白・黄 | 第四肋間胸骨左縁 | |
| C3 | 白・緑 | C2とC4の中点 | |
| C4 | 白・茶 | 第5肋間と左鎖骨中線の交点 | 全面の方側半分の半分の線 |
| C5 | 白・黒 | C4と同じ高さで左前腋窩線上の点 | 体を角丸四角柱とすると、角 |
| C6 | 白・紫 | C4と同じ高さで左中腋窩線上の点 | 側面の半分の線 |

2. 誘導

双極肢誘導

| 記号 | 正極 | 負極 |
|-----|----|----|
| I | 左手 | 右手 |
| II | 左足 | 右手 |
| III | 左足 | 左手 |



増大単極肢誘導

| 記号 | 正極 | 負極 |
|-----------------|----|---------------|
| aV _R | 右手 | ゴールドバーガーの結合端子 |
| aV _L | 左手 | ゴールドバーガーの結合端子 |
| aV _F | 左足 | ゴールドバーガーの結合端子 |

単極胸部誘導

| 記号 | 正極 | 負極 |
|-------|-------|------------|
| V1~V6 | C1~C6 | ウィルソンの結合端子 |

3. 正常洞調律の条件

- 1) 心臓全体の興奮が洞結節から始まる
P波が I、II、aV_F で陽性、aV_R で陰性
- 2) 洞結節の刺激頻度が一定範囲内である
刺激頻度が 60～100 回/分である
- 3) 洞結節の刺激が規則正しい
最長 PP 時間と最短 PP 時間の差が 0.16 s 以内である
- 4) 房室伝導時間が正常である
すべての P 波に QRS 波が伴っている
PQ 時間が 0.12～0.20 s である
- 5) His 束、脚、プルキンエ線維への刺激伝導時間が正常である
QRS 時間が 0.06～0.10 s
QTC 時間が 0.35～0.44 s

4. アーチファクト

- 1) 交流障害
振幅、周期が規則的 → 誘導コードと電源コードを平行にする
- 2) ドリフト
ゆるやかな基線の上下移動 → 電極が浮いていないか確認する
- 3) 筋電図混入
振幅、周期が不規則 → 体に負担のない姿勢をとってもらう

小門

- 1) 上行大動脈 → 左冠状動脈主幹 → 左冠状動脈回旋肢
- 2) 固有心筋の4つの特徴
興奮性、伝導性、自動性、収縮性
- 3) 心臓の神経支配 迷走神経
- 4) 1回拍出量 60～70 ml
- 5) Q波 心室が脱分極する時の陰性波
- 6) 標準感度 10 mm/mV
- 7) 標準記録速度 25 mm/s
- 8) QT時間は心拍数の影響を受ける
- 9) QT_c (ハゼットの補正式) $QT時間 \div \sqrt{\text{先行 RR 時間}}$
- 10) PQ時間の70%は 房室伝導時間である
- 11) 心電計の標準時定数 3.2秒
↳ 入力の変化に対する出力の応答時間 (ベースラインに戻る時間)
- 12) ミクロショックの電流値 0.1 mA
- 13) 心電計の絶縁分類 心臓直結は CF
- 14) ピリピリ 1 mA
- 15) 電撃 感電によって人体に障害が及ぶこと
- 16) 等電位接地 カテーテルのとき
- 17) 電気軸 IのRの高さ、IIのRの高さ → 垂線 → 交点から原点
0～90°で正常

18) P波 最初の小さな波

19) P波は心房の収縮によって生じる

20) R波は心室が脱分極する時の陽性波である

21) S波はR波に続く陰性波

22) 単一量負荷心電図の階段昇降

マスター2段階運動負荷試験

シングル1分30秒、ダブル3分

23) 負荷量は 年齢、性別、体重 で決める

24) 多段階負荷心電図 トレッドミル運動負荷試験

25) 検査終了基準

予測最大心拍数(220-年齢)の85~90%に到達したとき

26) 運動負荷の誘導法

Mason-Likar法 四肢電極を肋骨上に付ける

27) 心筋梗塞 症例5

①. T波増高

②. ST上昇 : 2つ以上の誘導で、また、その反対側ではST低下となっているか

③. 異常Q波(幅広く深いQ波)

同じ誘導のR波高の4分の1以上の深さで、幅が0.04s以上のQ波。これは生涯残る。

④. 冠性T波 : 左右対称性の陰性T波

部位判定

前壁中隔 V₁~V₄

側壁 I、aV_L、V₅、V₆

下壁 II、III、aV_F

28) 高カリウム血症

①テント状T波(血清K濃度7mEq/L↑)

②QRS時間延長(血清K濃度10mEq/L↑)

29) III度房室ブロック **症例1**

心電図読影例

[1] 心臓全体の興奮が洞結節から始まっているか

P波がI、II、aVFで陽性、aVRで陰性であり、合致する。

[2] 洞結節の刺激頻度が一定範囲内であるか

V2のPPについて

| 実測 | 26.0mm | 27.0mm | 27.0mm | 26.0mm | 計 | AVG |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 時間 | 1.04 s | 1.08 s | 1.08 s | 1.04 s | 4.24 s | 1.06 s |

$$60 \text{ s} \div 1.06 \text{ s} = 56.6 \div 57 \text{ 回}$$

となり、刺激頻度が60～100回/分の条件に合致せず。

[3] 洞結節の刺激が規則正しいか

[2]より、最長PP時間と最短PP時間の差は0.04 sである。

よって最長PP時間と最短PP時間の差が0.16 s以内の条件に合致する。

[4] 房室伝導時間が正常であるか

V1において、

2, 3, 5回目のPにQRS波を伴っていない。

1回目と4回目のPにはQRSを伴っているように思われるが、PQ時間は

| | 1回目 | 4回目 | 計 | AVG |
|----|--------|--------|--------|--------|
| 実測 | 8.0mm | 7.0mm | | |
| 時間 | 0.32 s | 0.28 s | 0.60 s | 0.30 s |

となり、PQ時間が0.12～0.20 sである、との条件に合致していない。

ここで、RRは一定のようである。

したがって、RRは一定であるが、全てのPにQRSを伴っていない。

[5] His束、脚、プルキンエ線維への刺激伝導時間が正常であるか

aVLにおいて

QRSは

| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 計 | AVG |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 実測 | 3.0mm | 3.1mm | 3.0mm | | |
| 時間 | 0.12 s | 0.12 s | 0.12 s | 0.36 s | 0.12 s |

となり、QRS時間が0.06～0.10 sであるという条件に合致しない。

また、QTCについて、

V1において

QTは

| | 1回目 | 2回目 | 3回目 |
|----|--------|--------|--------|
| 実測 | 10.0mm | 10.0mm | 10.0mm |
| 時間 | 0.40 s | 0.40 s | 0.40 s |

先行 RR は

| | 2 回目 | 3 回目 |
|-----------|--------|--------|
| 実測 | 39.0mm | 38.5mm |
| 時間 | 1.56s | 1.54s |
| 平方根 | 1.24 | 1.24 |
| よって QTC は | 0.32 | 0.32 |

したがって QTC 時間が 0.35 ~ 0.44 s の条件に合致しない。

以上[1]~[5]より、全ての P 波に QRS 波を伴っておらず、PP 間隔、RR 間隔が一定であること、徐脈はあるが軽微であること、His 束、脚、プルキンエ線維への刺激伝導時間に異常があるが軽微であることから、Ⅲ度房室ブロックによる心室補充調律が発生しているものと考えられる。

3 0) WPW 症候群 症例 6

房室間に副伝導路（ケント束）があり心室の早期興奮が見られる。

発作性頻拍を起こしやすい。

頻脈発作のタイプによっては突然死の原因になる。

心電図波形：①デルタ波の出現

②PR 時間の短縮

③QRS 時間の延長

3 1) 洞頻脈 症例 5

心電図波形：洞性 P 波の出現頻度が 101 回/分以上である

3 2) 洞徐脈 症例 4

心電図波形：洞性 P 波の出現頻度が 59 回/分以下である

3 3) 心房細動 症例 2

心房が不規則に興奮してふるえている状態であり、**心房内血栓形成を経て心原性塞栓症の原因となる。**

心電図波形：①P 波消失

②細動波（f 波）の出現

③RR 間隔不規則

3 4) 心室細動

心室が不規則に興奮してふるえている状態であり、心臓のポンプ機能は失われている。

心電図波形：P 波、QRS 波と T 波の区別がつかない不規則な波が、毎分 150 ~ 500 で連続して見られる。

35) 右脚ブロック 症例8

心電図波形：①QRSが0.12s以上となる

②V1でr s R'型、RSR'型、r R'型などQRSの分裂がある(R<R')

③R'波が現れたことにより、T波がR'波と逆向きになる

不完全右脚ブロック 症例11

r s R'であるがQRSが0.12s未満

右室の拡大で右室の興奮が遅れ、QRS時間が0.12s未満の右脚ブロック波形が現れる。

36) 左脚ブロック 症例9

心電図波形：①QRSが0.12s以上となる

②V5,V6の結節状(幅広い)のR波

③V1,V2の幅広いS波

37) I度房室ブロック

心電図波形：PR時間が0.21s以上となる

38) II-1度 ウェンケバッハ型房室ブロック 症例10

心電図波形：PR時間が次第に延長していき、最後にP波に続くべきQRS波が欠落する

39) II-2度 モビッツ型房室ブロック

心電図波形：一定のPP間隔、PR間隔で出現していたQRS波が、突然欠落する

40) 心室期外収縮 症例3

心電図波形：①幅広いQRSが早期に出現

②P波先行なし

③T波がQRSと逆に出る

3連発以上の心室頻拍 short-run 型、RonT 型心室期外収縮(T波の頂上付近にR波が乗る)は、急性心筋梗塞で警告不整脈と呼ばれる。

41) 心房期外収縮

P波が洞調律時と異なった形で早期に出現しQRS波が続く

症例12は房室接合部期外収縮 判定難しく、除く

42) 左室肥大 症例7

心電図波形：①V5,V6のR波が2.6mV超

②V5,V6のR波+V1のS波が4.0mV以上

③V5,V6のST波が低下し、T波が陰転

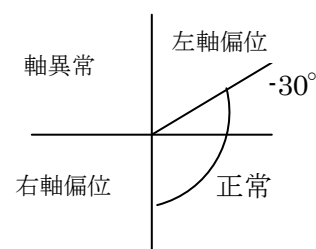
4 3) 右室肥大

- 心電図波形：①V1のR波が0.7mV以上
 ②V1のR波が0.5mV以上で、S分のRが1超
 ③右軸変位110°～
 ④V1～V3のST低下、T波陰転

4 4) 軸判定

- ① I誘導のR波とS波について、基線より上を+、下を-として和を求め、これを電気軸図のI誘導軸にプロットする。
 ②同様に、III誘導のR波とS波の和を求め、これを電気軸図のIII誘導軸にプロットする。
 ③プロットした2点からそれぞれ垂線（破線）を引き、その交点を求める。
 ④円の中心から③で求めた交点に線（実線）を引き、これを円周まで伸ばし、その交点を電気軸とする。

QRS波形がI、II誘導でともに上向き優勢なら正常。
 I誘導で下向き優勢なら右軸偏位。
 II誘導で下向き優勢なら左軸偏位。



4 5) 補充調律

洞結節機能障害、房室ブロックにより徐脈があると、下位自動能が発揮されて補充調律が現れる。したがって、補充調律が出ているということは、徐脈となっているはず。
 止まってからの1拍目の補充調律をとくに補充収縮という。

4 6) 心臓ペースメーカー

洞不全症候群、モビッツII型房室ブロック（III度も）、徐脈性心房細動で埋め込む
 VVI：心室刺激、心室感知、自己脈時抑制
 1文字目は刺激部位、2文字目は感知部位、3文字目は反応様式
 心電図波形：スパイクがある

47) 疾患と心音

動脈管開存症 : 連続性雑音

大動脈弁狭窄症 : 収縮期駆出性雑音、II音の奇異性分裂

僧帽弁狭窄症 : 僧帽弁開放音 (OS音)、拡張期駆出性雑音

心室中隔欠損 : 全収縮期雑音

II音の奇異性分裂は**呼気**時に分裂する。

III音は急速流入期に聴取される。

IV音は心房収縮期に聴取される。

48) 正常な移行帯はV2～V4に存在する。

参考文献

- ・「これならわかる！心電図の読み方」大島一太著、ナツメ社、2017年
- ・「病気がみえる Vol.2 循環器」医療情報科学研究所編、メディックメディア、2010年