

人体機能学演習 第3回

1. 演習目標

- 1) 心電図測定の実演を見学することにより、心電図の成因、誘導法および記録された心電図の各波の意味について説明できる。
- 2) 各自の安静時の脈拍数を知る。

2. デモンストレーション

- 1) 双極肢導出(標準肢導出法)の実演を見学する。

3. 演習

- 1) 記録された心電図に各波(P, Q, R, S, T)の名称を記入する。
- 2) 心電図のRR間隔より、心拍数を求める。

4. 実習

- 1) 各自の安静時の脈拍数の測定

橈骨動脈に沿って、示指、中指、薬指をあて、拍動を確認し、1分間の脈拍数を測定する。

徐脈:60回/分以下、頻脈:100回/分以上

参考

Ⅱ 心電図・心音図

Electrocardiogram・Phonocardiogram

A 心電図

1. 概 要

人体はひとつの容積導体 (volume conductor) と考えることができ、心臓はその導体のなかに位置しているので、その起電力は特殊な電場を発生する。また心臓の起電力は、興奮伝導系を通して、心房、心室へと伝導するにつれて、心拍周期の各瞬間ごとにその位置と方向と大きさを変えるので、これに伴って体内の電位分布も刻々と変化する。このような、心臓の活動電位を記録したものを心電図 Electrocardiogram (ECG) といい、装置を心電計 Electrocardiograph という。

心電図所見は、心臓の調律 (リズム) を分析することができ、心疾患ばかりでなく、広く臨床各科を通して最も日常的な検査となっており、多くの疾患の診断に重要な役割を果たしている。

ここでは、標準的な12の導出記録を行なうことにより、心電図の成因と導出法の原理を理解する。

2. 測定器具

心電・心音計および付属品、ベット、記録紙、電極のり、アルコール綿

心電計は増幅部と記録部とから成り、一般にこれらは一つの箱におさめられている。

心臓基底部が心尖部に対し電氣的に陰性になるときに、心電計のフレが上に向かうように配線されている。別紙の使用法によって行なう。

3. 導出方法

つぎの3種類がある。

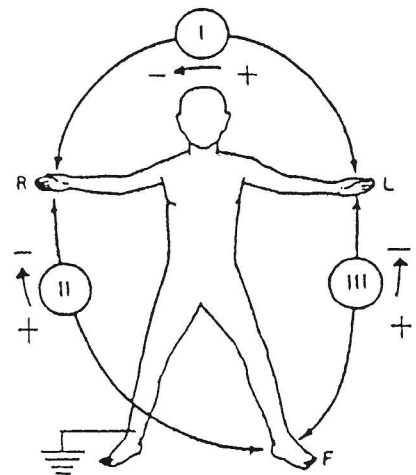
(1) 標準肢導出 (standard limb lead)

四肢の末端から心臓の活動電位を導出する方法 (図Ⅱ-1) であるが、四肢というほぼ一定の抵抗を介しての導出であるため、この場合の心電図は比較的安定した値を示す。ふつうはつぎの組合せの導出を行ない、それぞれ第1、第2、第3導出と呼び、I、II、III、と略記する (図Ⅱ-1)。

右手-左手……………第1導出 (I)

右手-左足……………第2導出 (II)

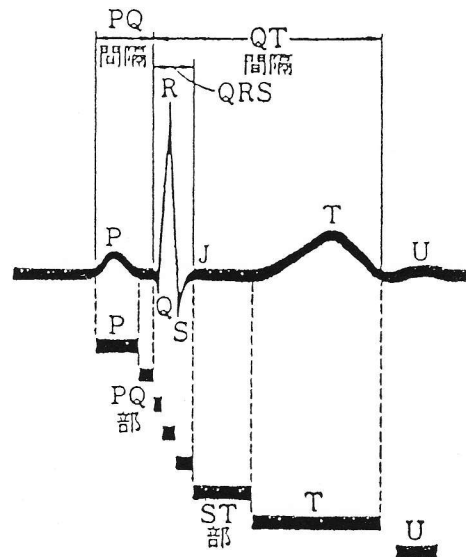
左手-左足……………第3導出 (III)



図Ⅱ-1 標準肢導出法

このようにして導出記録した心電図は、
図Ⅱ-2に示すようにP、Q、R、S、
Tと名づけられる諸要素から成る。Tと
Pの間に小さな波が現れることもあり、
これをUと記す。基線はPの起始点を連ね
る直線である。

心電図について着目すべき点は各波の形
状、フレの方向、フレの大きさ、持続時間
である。



図Ⅱ-2 正常心電図

(2) 単極肢導出

(unipolar limb lead)

(1)の双極導出による場合には、2点間

の電位の差をみているわけである
が、1点の電位変動をなるべく正
確につかもうとするための方法と
して単極肢導出法がある。この場
合、不関電極は右手、左手、左足に当
てそれぞれに $5,000\Omega$ 以上の等し
い抵抗をつけてこれらを1ヵ所に
連結したものを用いる。

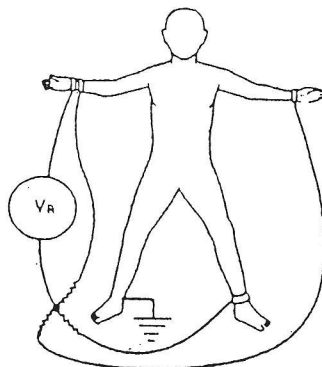
このような不関電極をWilsonの結
合電極という(図Ⅱ-3)。この結合は
3点を一つに連結した遠隔電極と考

えられるから、その電位は0見なされ、時間的変化がなく、電位の基準とすることができる。

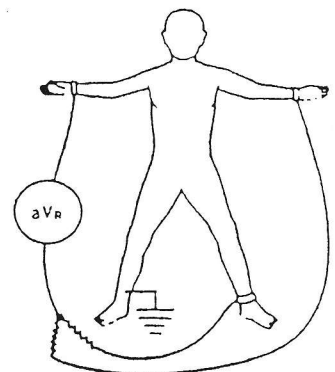
このWilsonの結合電極を不関電極とし、関電極を右手、左手、左足に置いた時の導出法を単極肢導出と言い、それぞれ V_R 、 V_L 、 V_F の記号であらわす。

またWilsonの単極肢導出の変法で関電極を右手、左手、左足、のいずれかにおき、他方Wilsonの結合電極から測定肢の結合を外した導出を aV_R 、 aV_L 、 aV_F の記号であらわす。これは V_R 、 V_L 、 V_F の心電図と全く同じであるが、振幅が1.5倍となる。これをGoldbergerの増大単極肢導出(augmented unipolar limb lead)という(図Ⅱ-4)。

図Ⅱ-1の矢印の尾側が頭側に対してプラス
のとき上向きのフレとなる。



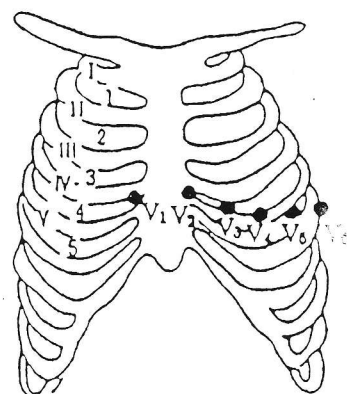
図Ⅱ-3 Wilson導出法



図Ⅱ-4 Goldberger導出法

(3) 胸部導出 (chest lead)

心臓の解剖学的な位置から考えると、前胸部からの導出が心臓前壁の変化を強く伝えるであろうことは容易に想像できる。関電極を胸部に置き、不関電極をWilsonの結合電極とする導出法を胸部導出という。胸壁に置く電極の位置によって得た心電図を V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 、 V_5 および V_6 とあらわす。 V_1 は第4肋間の高さで胸骨右縁、 V_2 は第4肋間で胸骨左縁、 V_3 は V_2 と V_4 との中点、 V_4 は心尖拍動の外縁を通る胸壁上の水平線と鎖骨中央線との交点、 V_5 、 V_6 はそれぞれ前記の水平線と前腋窩線および中央腋窩線との交点である。(図II-5)



図II-5 胸壁導出のときの電極の位置

図のローマ数字は肋骨をアラビア数字は肋間を示す。

4. 実施方法および項目

被験者は上半身を露出し、仰臥位(または坐位)をとり、楽な姿勢をとる。腕時計は必ずはずしておく。験者は、被験者の両手首屈側および両足首内側の皮膚をアルコール綿でぬぐった後、電極糊をよくすりこみ、その上に電極糊を十分に塗布した電極を装着する。次に手足と同様に胸部6点に電極を装置する(図II-5)。

電極装置後、心電計の切換スイッチと電極とをコードで連結する。このとき連結するコードをとりちがえないように注意する。詳細は別紙の使用法による。

○ 安静時の心電図

ベットに仰臥位になり、安静を保つ。安静状態でチャートスピード25mm/秒でI、II、III、 aVR 、 aVL 、 aVF 、 $V_1 \sim V_6$ の12導出の心電図を記録する。なおSensitivity(感度)が1の場合、1cmが1mVに相当する。

5. 実験結果のまとめ

- (1) I、II、III、 aVR 、 aVL 、 aVF 、 $V_1 \sim V_6$ の心電図の一部をはり、第2導出についてはその各波の名称を入れる。
- (2) 第2導出のP、QRS、T、PQ間隔、ST、QTについてそれぞれの時間(秒)の測定。
- (3) 第2導出のP、QRS(R)、T、STの電位(mV)の測定。

6. 考 察

- (1) 実験結果(2)、(3)について各自の値と正常値を比較考察せよ。
- (2) 心電図の各波(P、QRS、ST、T)の意味するところを考察せよ。

7. 参考練習問題

(1) 心臓の電気軸の計算

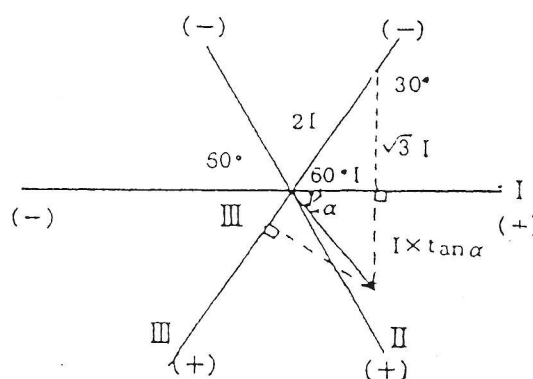
Einthovenの正三角形の理論より心臓の起電力をEなる大きさで α なる方向を有するベクトルと考える。

このベクトルはQRSの各瞬間で描くと、時計針の反対方向、または時計針の方向に回転するが、この瞬間ベクトルの大きさはその方向がほぼ心基—心尖方向（解剖学的心軸）に一致するとき最大となる。この時が興奮が左右心室壁をつらぬき、心外膜側に進む時でQRSの波が描かれる。ベクトルの方向が解剖学的心軸にはほぼ一致するので、肢導出から心臓の位置を推定しうるが、厳密に行なえば各瞬間のベクトルをもとめなければならない。これを平均電気軸といい、QRSが基線とのあいだにかこむ面積を上向き（+）、下向きを（-）として加えたものを用いればよいが簡単にはRの

高さからQとSの深さを引いて代用してよい。

図Ⅱ-6のように互に60°をもって交わる三軸上に第1、および第3導出の波高に相当する長さ（R-Q-S）をとり、これより作図して α を求める。

また $\tan \alpha = \frac{2 \text{ III} + \text{I}}{\sqrt{3} \text{ I}}$ としても計算される。ここではIおよびⅢは第1および第3導出の（R-Q-S）である。



図Ⅱ-6 平均電気軸の求め方

(2) 心筋の特徴、刺激伝導系について調べよ。

参考：心電図所見の正常値

1. 心電図の成分

名 称	電 圧 (mV)	持 続 時 間 (秒)
P	0.2 以下	0.06～0.10
QRS	0.5 ～1.5 (～5) まちまち	0.08～0.10
T	0.2 以上まちまち	0.2 ～0.6
PR (PQ)		0.12～0.20
ST	基線上にあるのが原則	0.1 ～0.
QT		0.3 ～0.45 心拍数増せば減少

2. 心臓の電気軸

+30° ～+90°

B 心 音 図

1. 概 要

心臓の機械的活動にともなう生ずる心室筋および心弁の振動を心音 (heart sound) という。正常人の心音の振動数範囲は数ヘルツから200ヘルツまでの低領域にあり、病的な心音でも800～1000ヘルツ以下にすぎない。

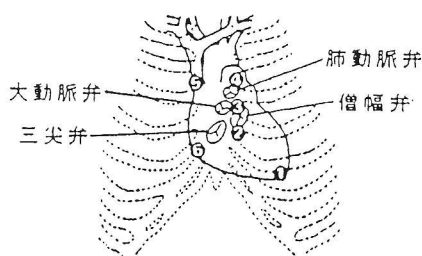
心音を電気エネルギーに変換して記録する装置を心音計phonocardiographという。心音図によって、得られる心音図所見は心電図所見と併用され、心臓機能の検査診断に役割を果たしている。ここでは、各自の安静時心音を心電図と同時記録することにより、心音の成因を理解する。

2. 測 定 器 具

心電心音計、心音マイクロホン、心音用両面テープ、イヤホンまたは聴診器

3. 実施方法

心音マイクロホンの取り付け位置は、被験者ごとに聴診器で心音を聴取しながらさがす。一般的には、図Ⅱ-7に示す位置で心音の聴取が行われる。心音マイクロホンの取り付け部位の汗や脂肪分をアルコール綿で拭き取る。次に、心音マイクロホンを両面粘着テープで貼りつける。まずL-PCGとH-PCGとを押し、心音を記録する。続いてM1-PCGとM2-PCGとを押し、心音を記録する。



図Ⅱ-7 心音聴取位置

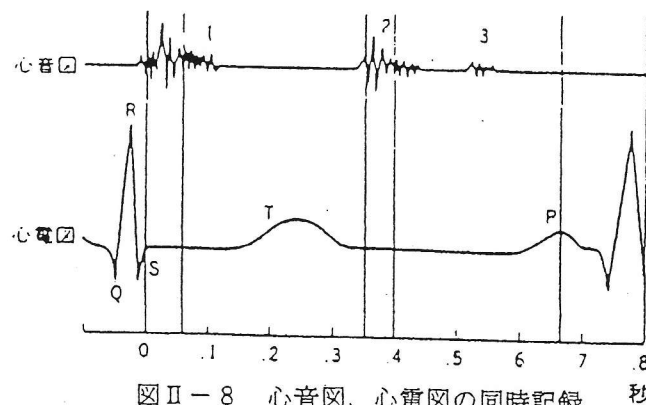
	部 位	主に対象となる弁
①	心尖部	僧帽弁
②	第4肋骨胸骨左縁	僧帽弁
③	第3肋骨胸骨左縁	肺動脈弁・大動脈弁
④	第2肋骨胸骨左縁	肺動脈弁・大動脈弁
⑤	第2肋骨胸骨右縁	肺動脈弁・大動脈弁
⑥	第5肋骨胸骨右縁	三尖弁・大動脈弁

4. 実験結果のまとめ

(1) 心音図の一部（同時記録の第2導出心電図とともに）をはり、各心音および心電図の各波に名称を入れる。図Ⅱ-8を参考とすること。

5. 考 察

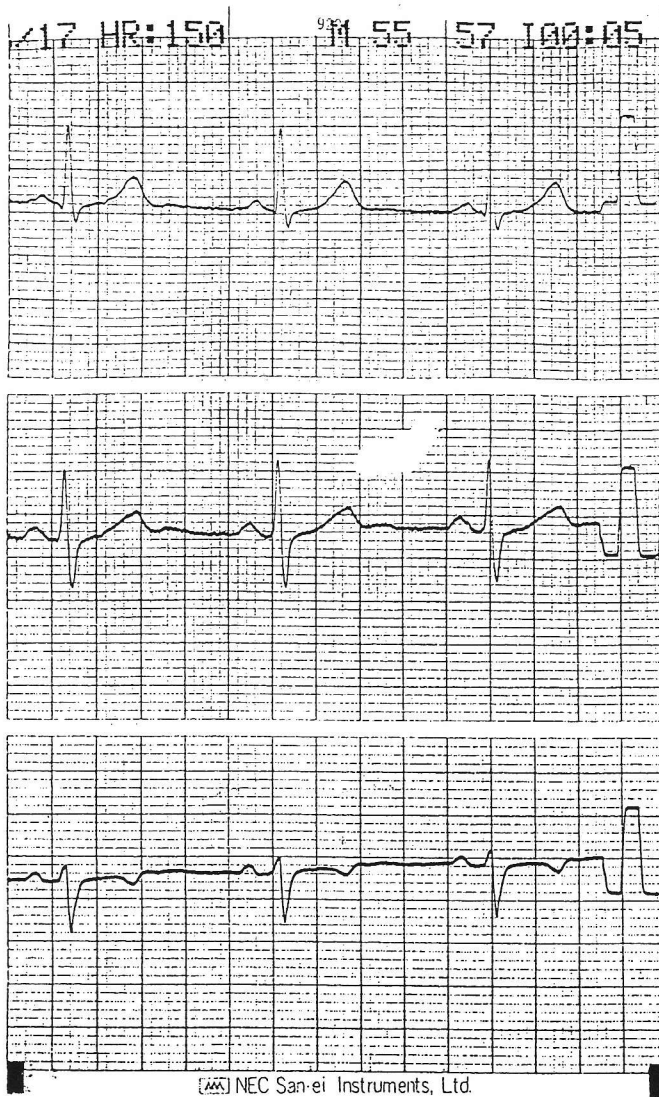
(1) 各心音の成因と特徴について考察せよ。



図Ⅱ-8 心音図、心電図の同時記録

人体機能学演習 第3回

演習年月日 平成____年__月__日 学生番号_____ 氏名_____



問題1 左に示す第Ⅱ導出の心電図に各波(P, Q, R, S, T)の名称を記入せよ。

問題2 第Ⅱ導出の心電図のRR間隔より、心拍数を求めよ。なお心電図のチャート・スピードは25mm/秒である。

計算式:

心拍数: _____ 回/分

図1 心電図記録例 上から第Ⅰ、第Ⅱ、第Ⅲ導出の心電図

実習結果:各自の安静時脈拍数_____回/分

考察:

[質問、意見など]