



バイオメディカル情報工学

第2部 生体情報技術入門

第2章 生体信号

第1節 血圧と心電

生体情報学講座
陳 文西

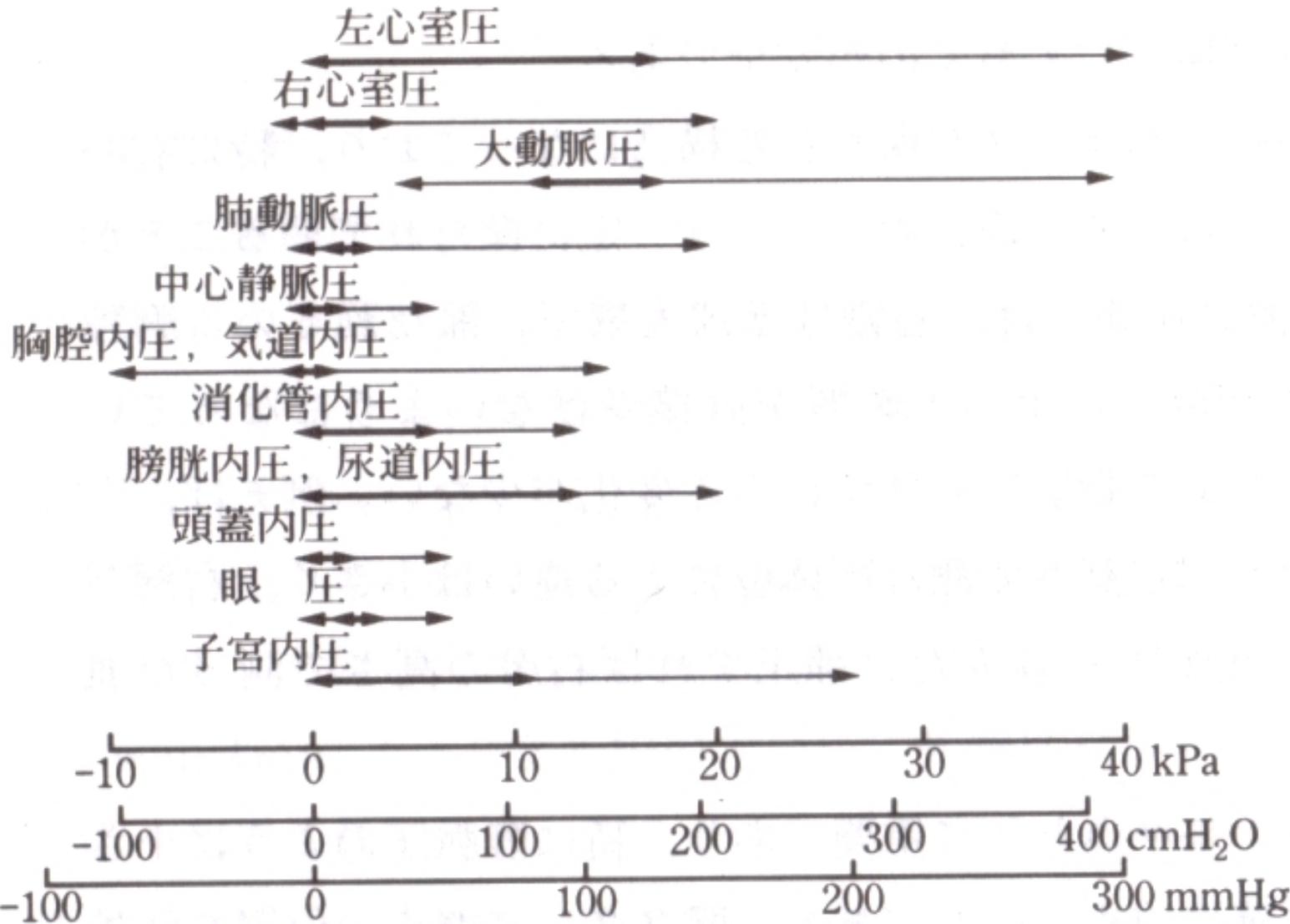
生体信号の種類

- 圧力—血圧
- 流れ—血流、呼吸ガス
- 運動と力—加速度、筋収縮力
- 音声—心音、呼吸音
- 温度と熱流—体表と深部
- 化学量—尿、血液（ガス、電解質、イオン）
- 電磁気量—心電図、心磁図、脳波、筋電図

生体内の圧力

| 臓器系 | 圧力名 | 説明 |
|------------|--------|--------------------------|
| 循環器 | 心室内圧 | 心臓の収縮と拡張 |
| | (大)動脈圧 | 左心室の収縮によって(大)動脈内の圧力、血圧BP |
| | 静脈圧 | 静脈血管内の圧力。右心房近傍の中心静脈圧CVP |
| | 肺動脈圧 | 右心室の収縮によって肺動脈内の圧力PCWP |
| | 微小血管内圧 | 直径20-250umの血管内圧、微小循環動態 |
| 呼吸器 | 気道内圧 | 呼吸に伴って生じる気道内の圧力、呼吸機能 |
| | 胸腔内圧 | 呼吸に伴って生じる胸腔内の圧力、呼吸機能 |
| 泌尿器 消化器 | 消化管内圧 | 胃あるいは腸管の内圧 |
| | 膀胱内圧 | 膀胱内に貯留する尿液の圧力 |
| | 尿道内圧 | 排尿するための圧力 |
| その他 | 頭蓋内圧 | 頭蓋骨内部の圧力ICP。脳圧、脳髄液圧とも言う |
| | 眼圧 | 眼球内の圧力 |
| | 子宮内圧 | 羊膜内の羊水圧 |

生体内圧の変動範囲

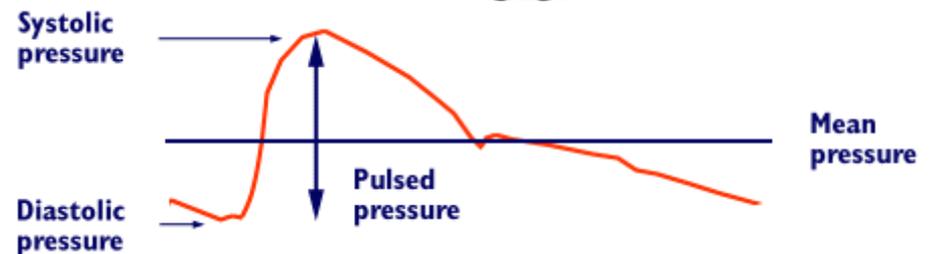
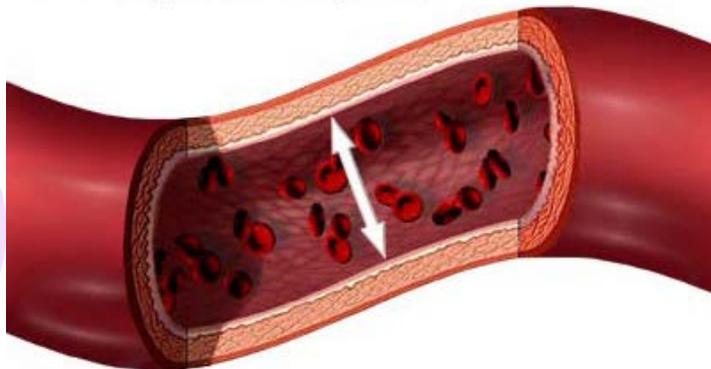
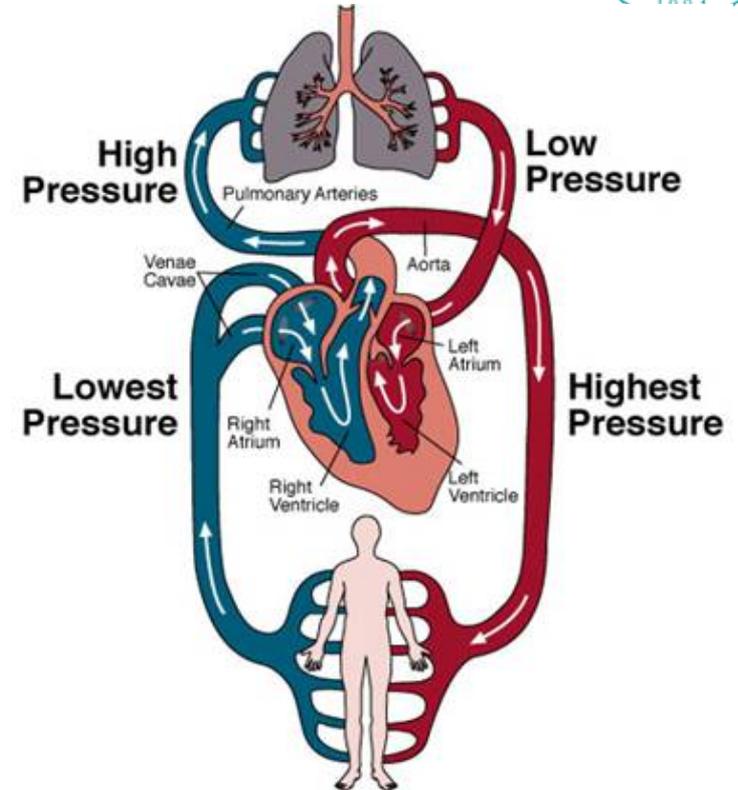


圧力

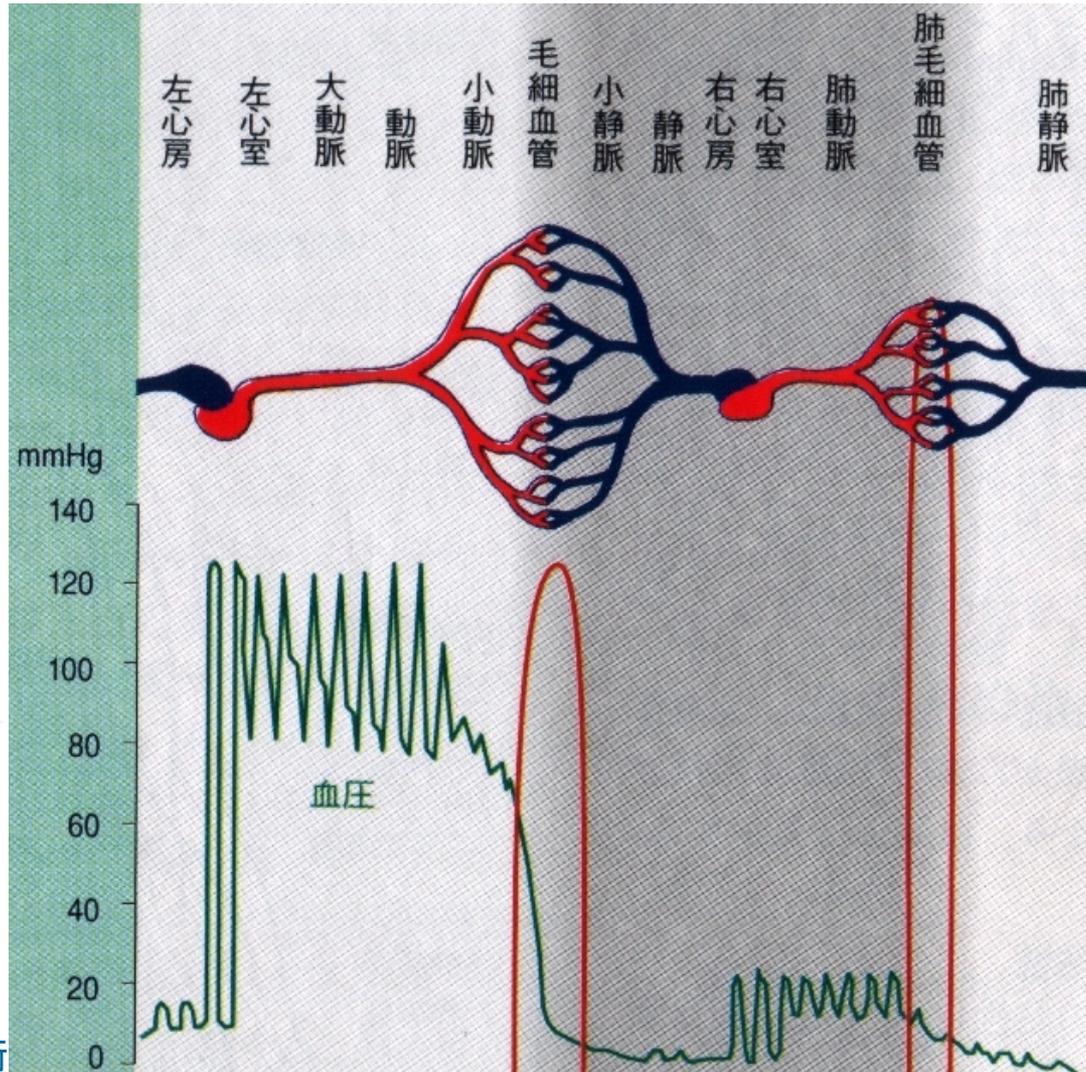
- 単位面積あたりに働く力、単位パスカル(Pa)
- $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$
- 水銀柱ミリメートル(mmHg)
- 水柱センチメートル(cmH₂O)
- $1\text{mmHg} = 133.322\text{Pa}$
- $1\text{cmH}_2\text{O} = 98.066\text{Pa}$
- 絶対圧 = 真空を基準とする = 大気圧 + ゲージ圧
- ゲージ圧 = 大気圧(101,325Pa)を基準とする
- **生体内圧力** = 一般的に**ゲージ圧**(gauge pressure)

血圧

- 心臓血管循環系→体循環と肺循環、静脈と動脈
- 血圧→心臓が血液を送り出す際に血管の壁にかかる圧力
- 一般的に**動脈**にかかる圧力
- 通常は上腕の動脈で血圧を測定(心臓の位置と同じレベル)



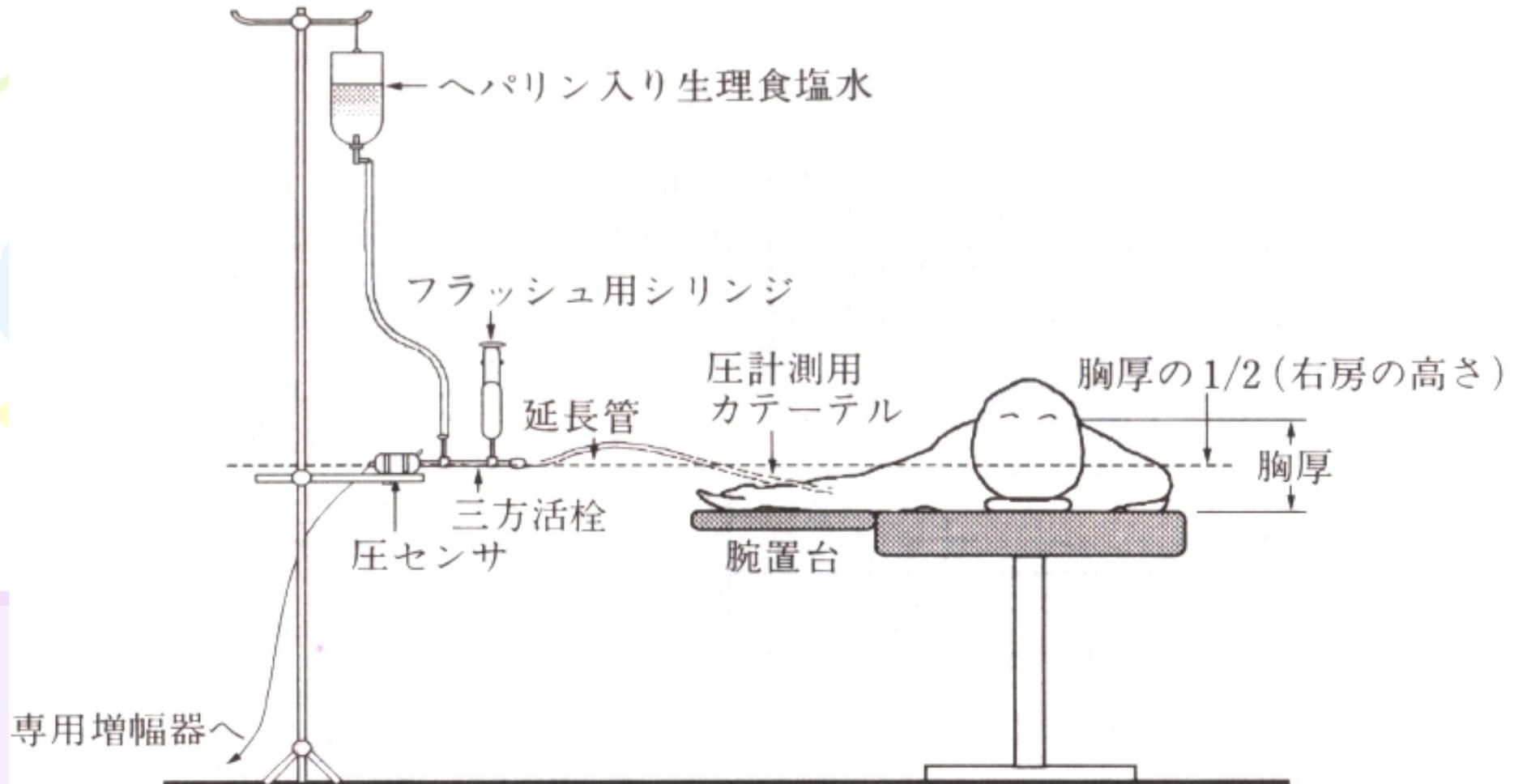
心臓血管循環系の血圧



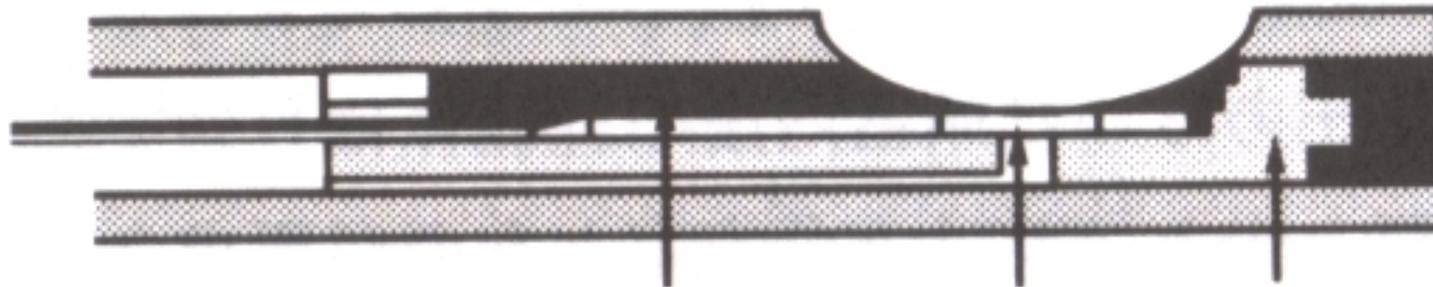
血圧計測法の分類

- 観血法、侵襲法 (invasive)、直接法
 - 動脈カテーテル法 (arterial catheter)
- 非観血法、非侵襲法 (noninvasive)、間接法
 - 間欠法 (intermittent method)
 - コロトコフ (聴診) 法 (Korotkoff method)
 - オシロメトリック (容積振動) 法 (Oscillometric method)
 - 超音波ドップラー法 (ultrasound Doppler method)
 - 連続法 (continuous method)
 - トノメトリ法 (tonometry method)
 - 容積補償法 (unloading method)
 - 脈波伝播時間法 (pulse wave transit time method)

動脈カテーテル法

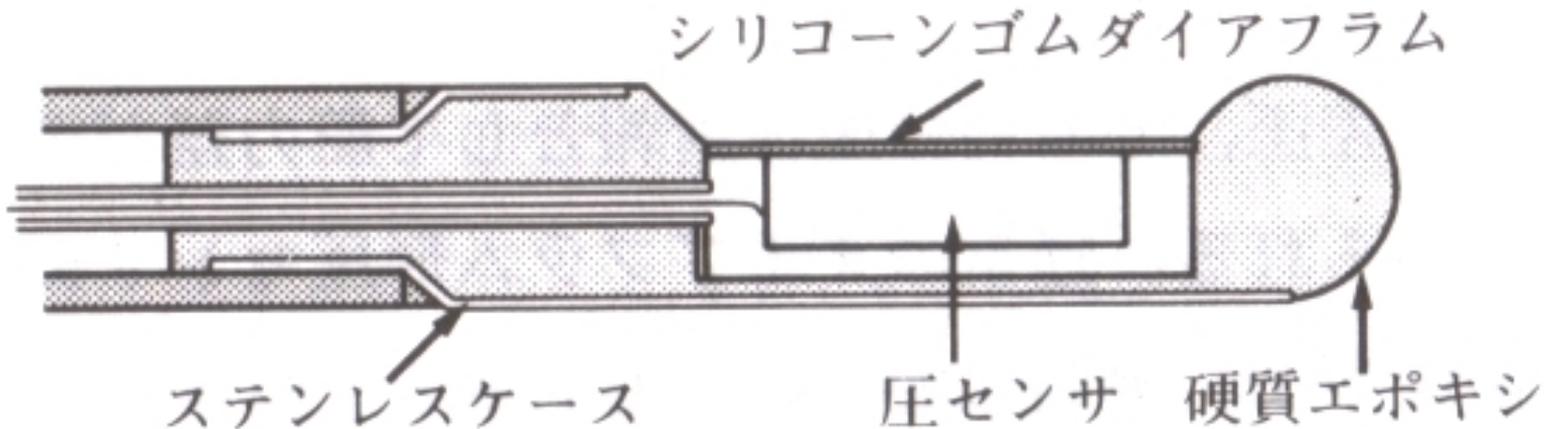


半導体ゲージセンサ



シリコン接着剤 ダイヤフラム ステンレスブロック

(a)

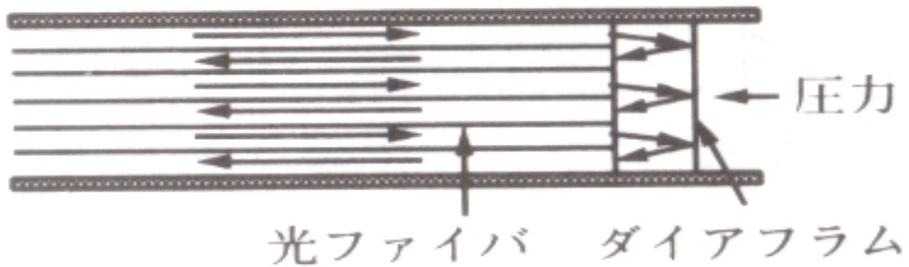
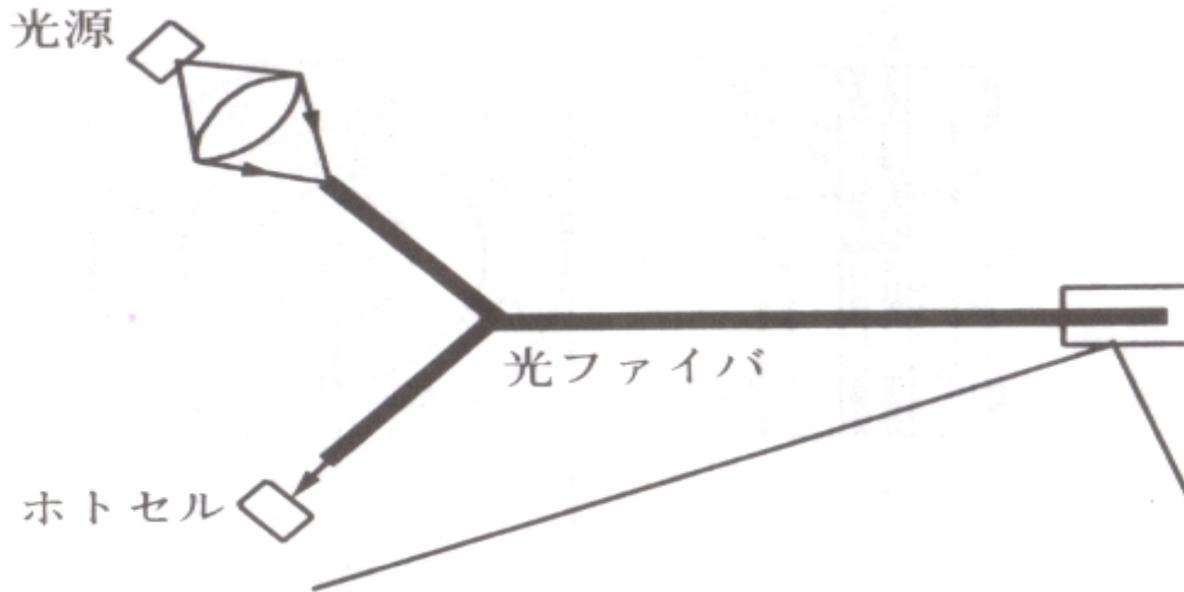


ステンレスケース

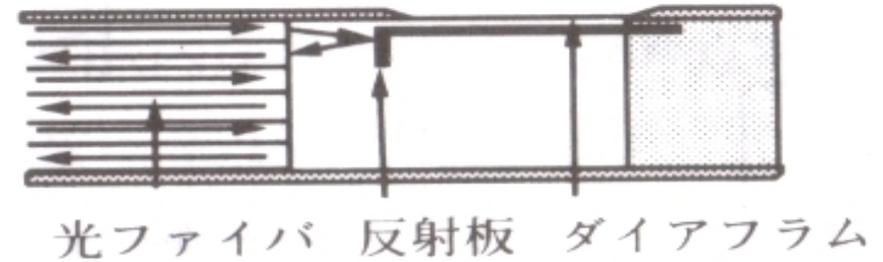
シリコンゴムダイヤフラム 圧センサ 硬質エポキシ

(b)

光ファイバセンサ

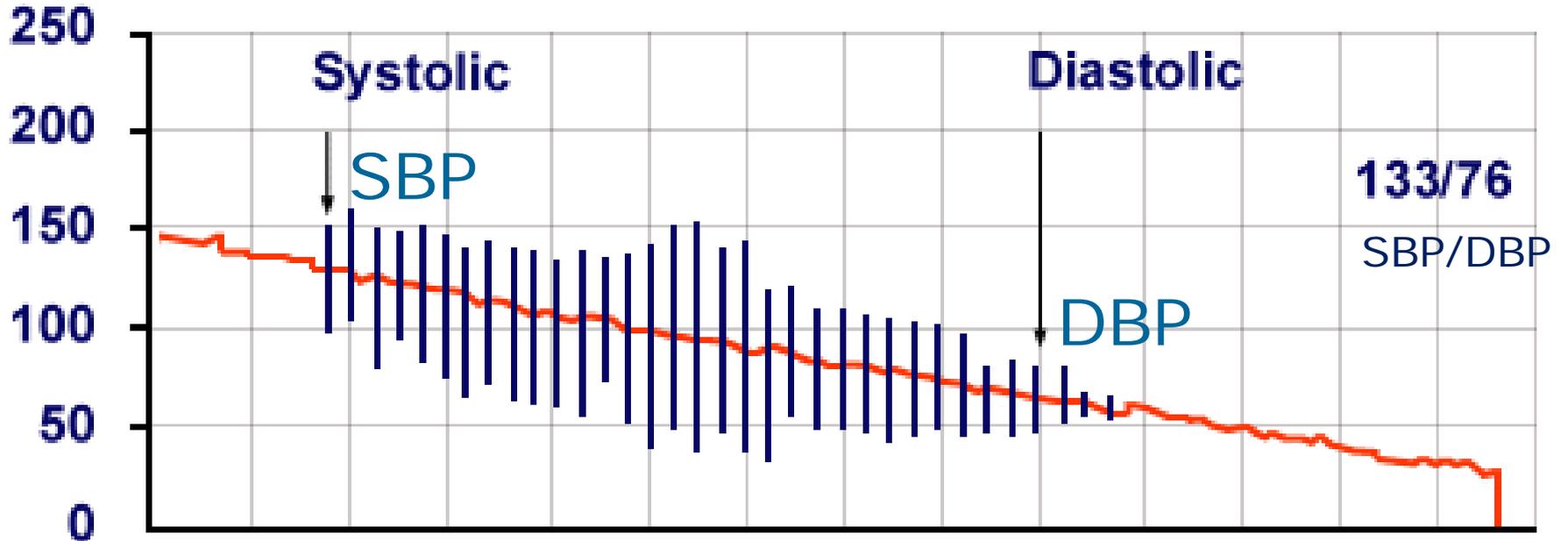
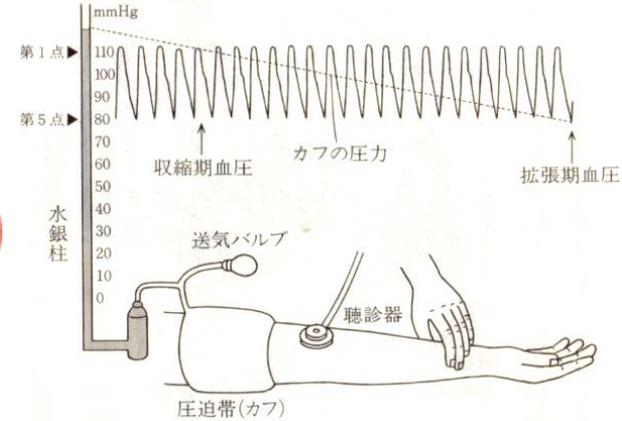
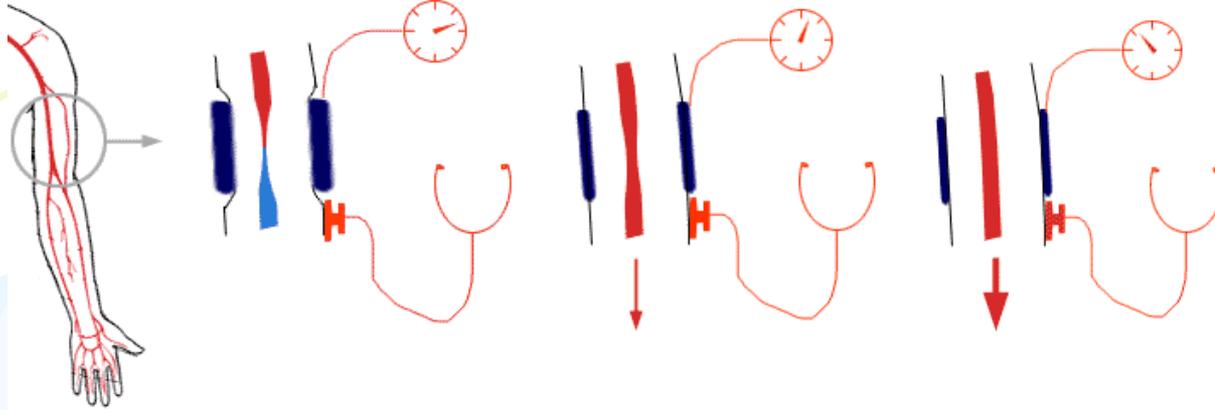


(a) 先端圧形

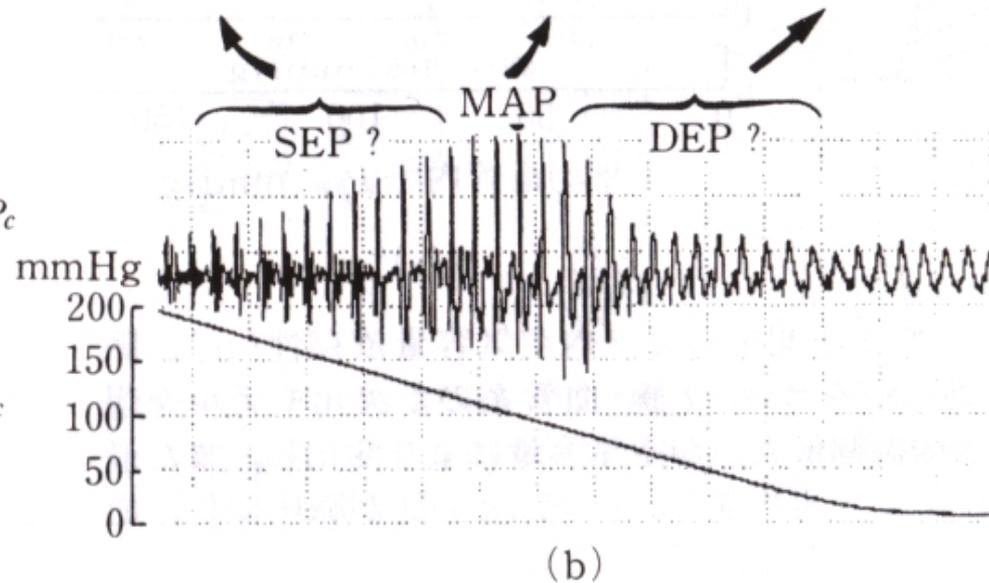
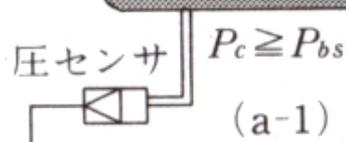
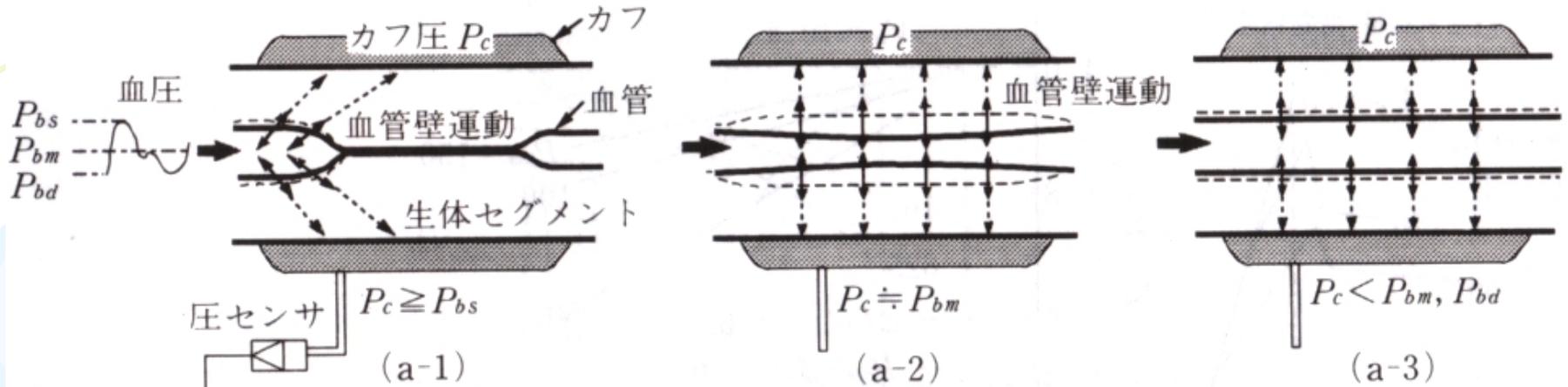


(b) 側圧形

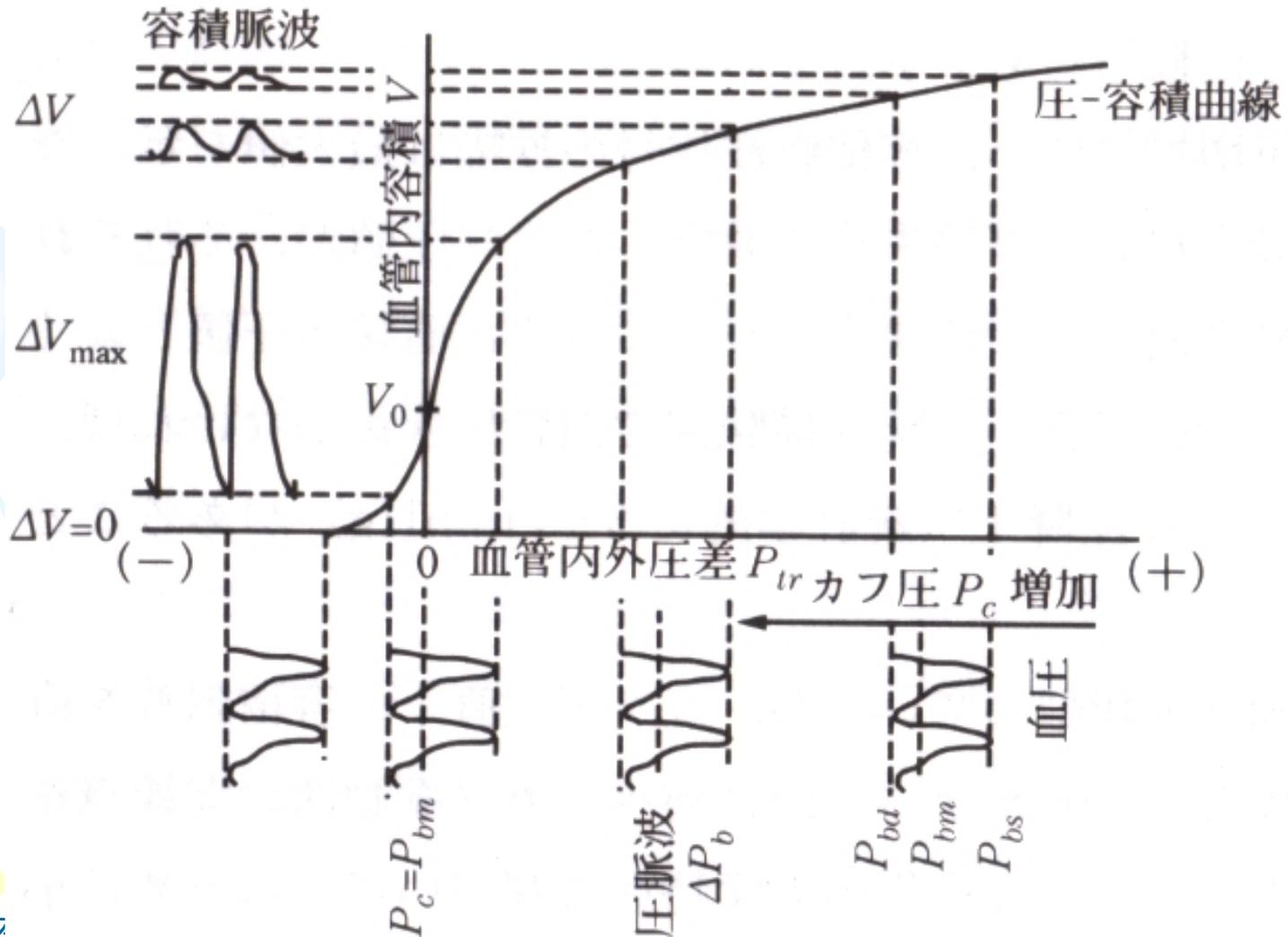
コロトコフ法



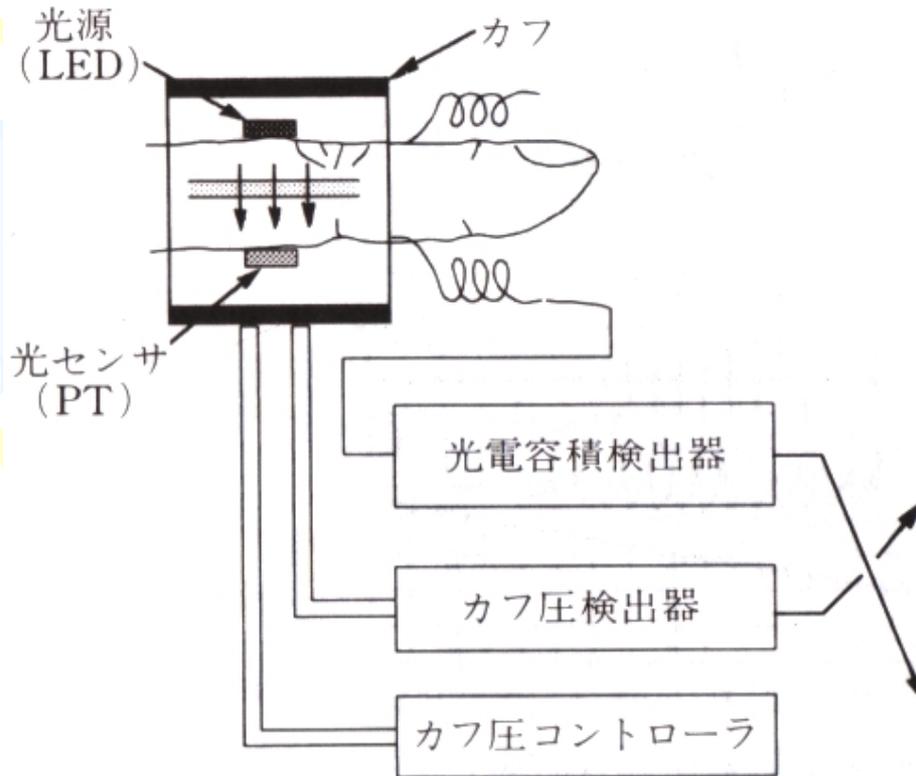
カフ(内圧)振動法



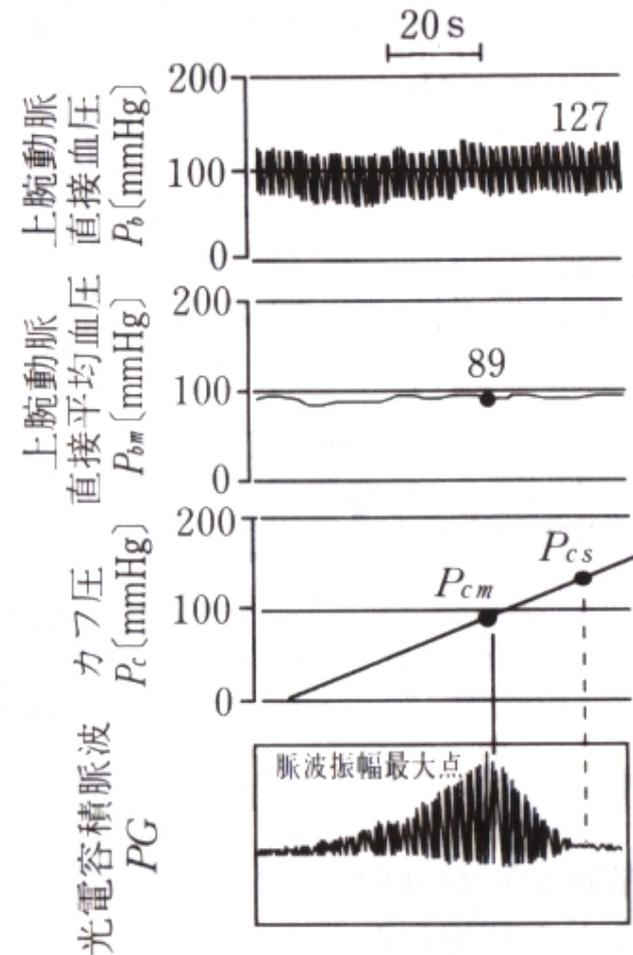
血管の静的圧と容積の関係



指式の容積振動法

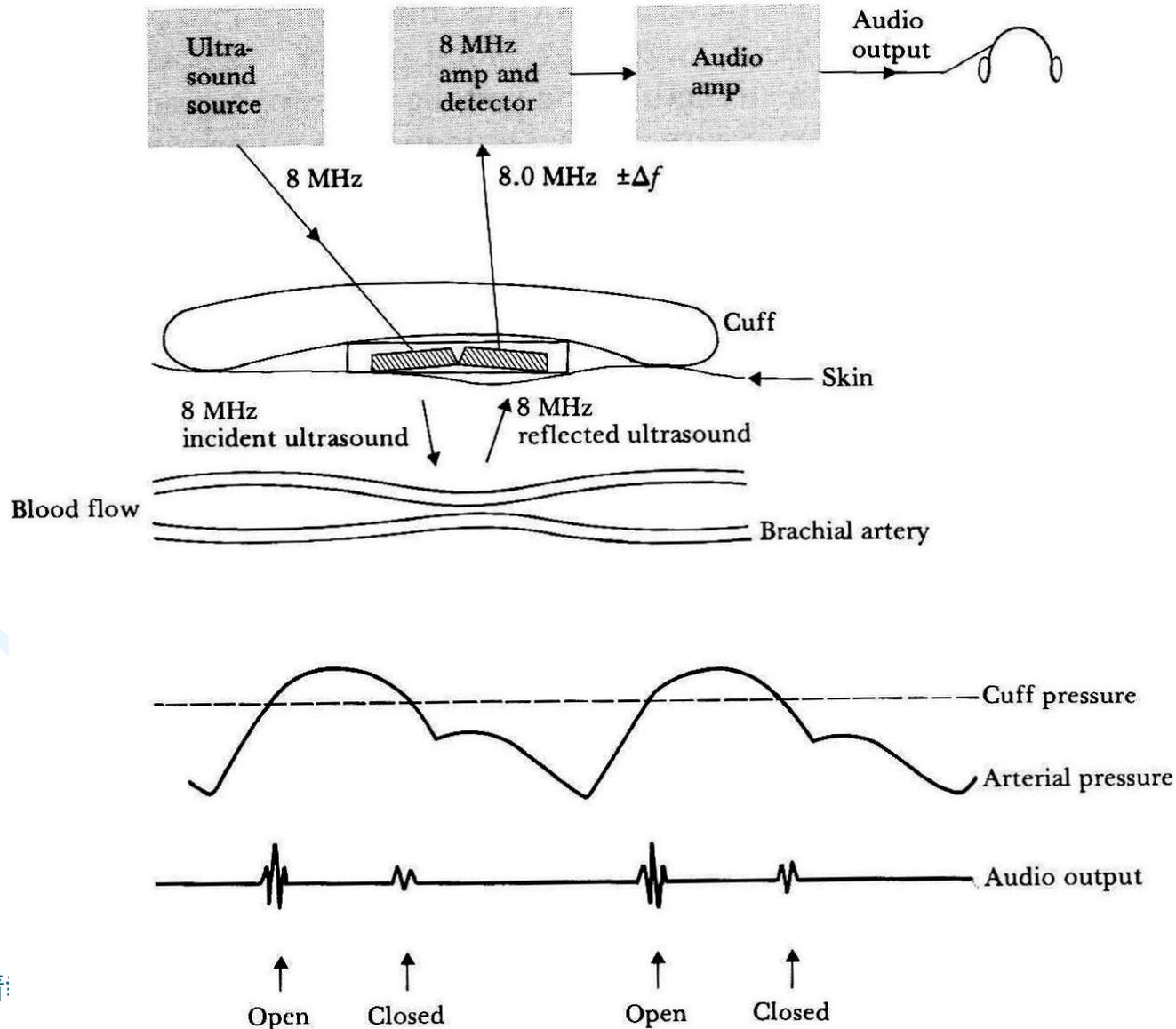


(a) 装置構成

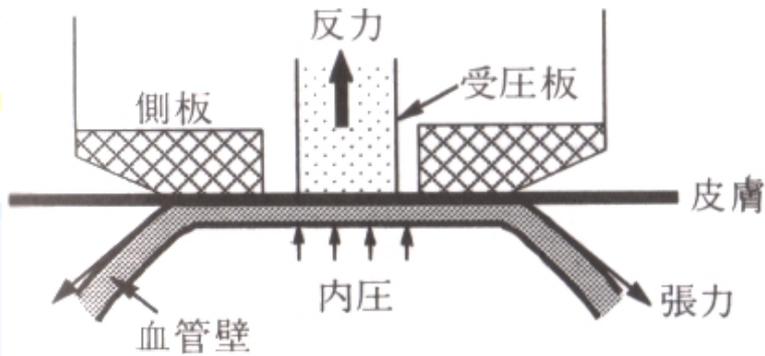


(b) 記録例

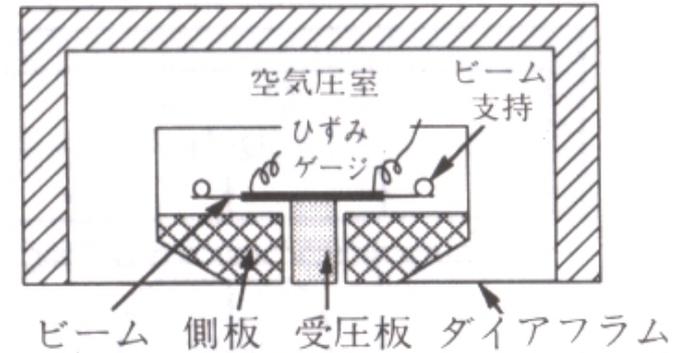
超音波ドップラー法



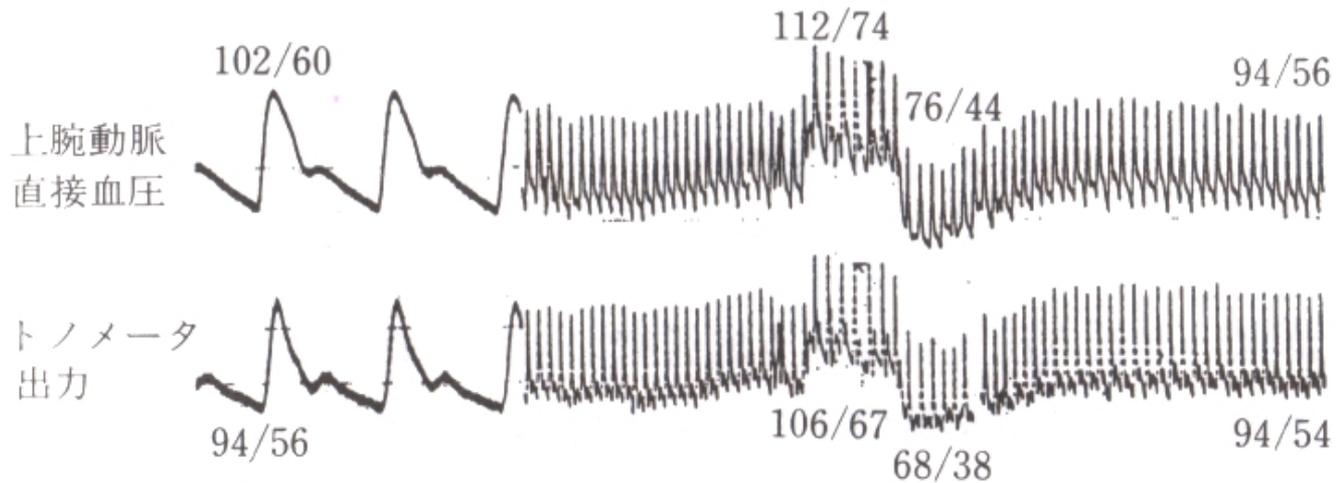
トノメトリ法による連続血圧計測



(a)

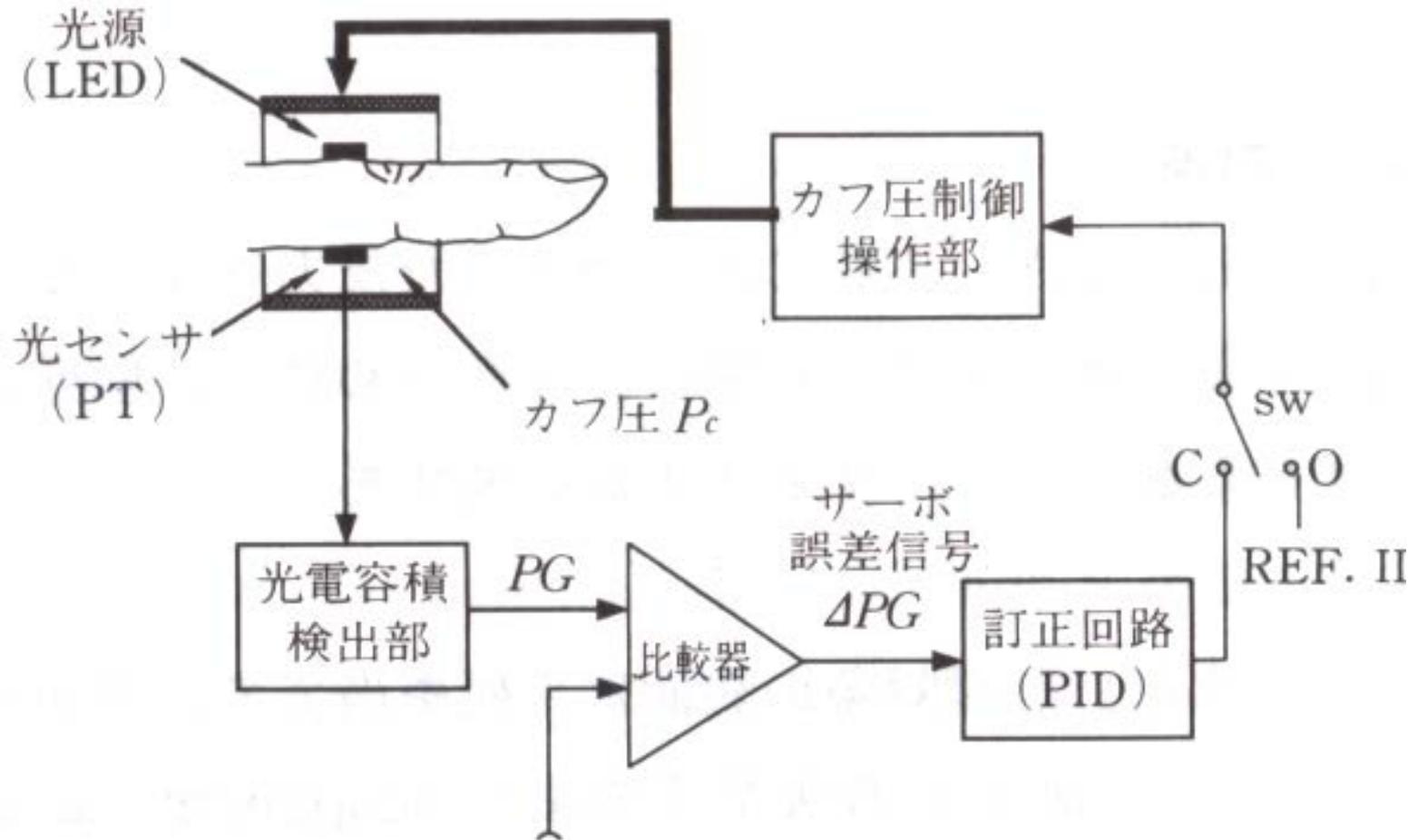


(b)



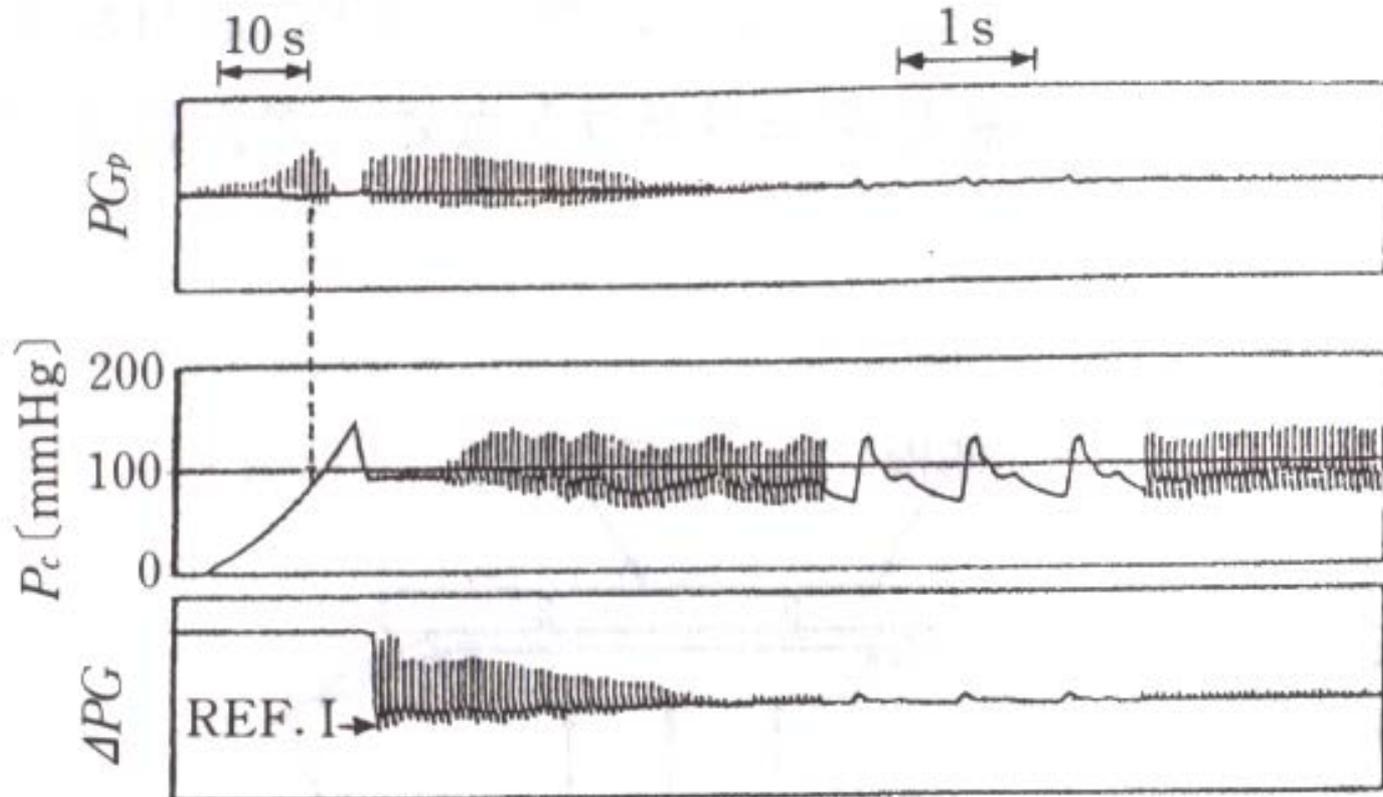
(c)

容積補償法



REF. I (サーボ目標値: V_0 に相応)

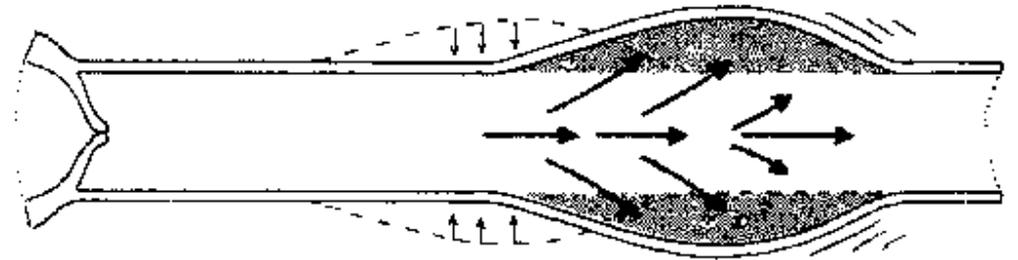
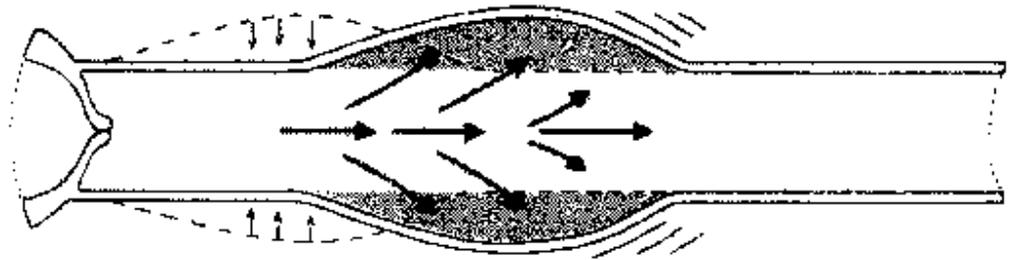
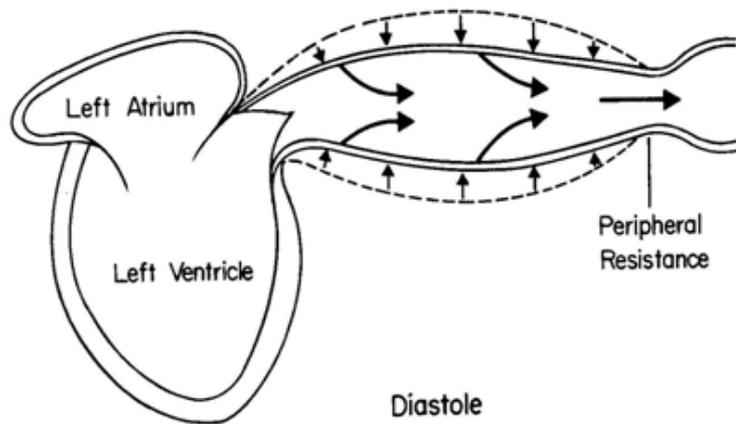
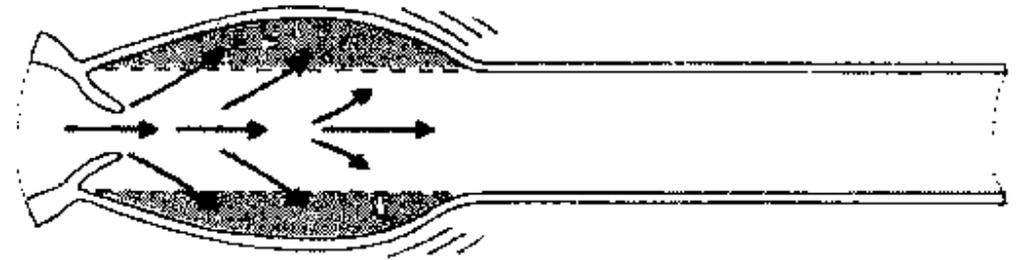
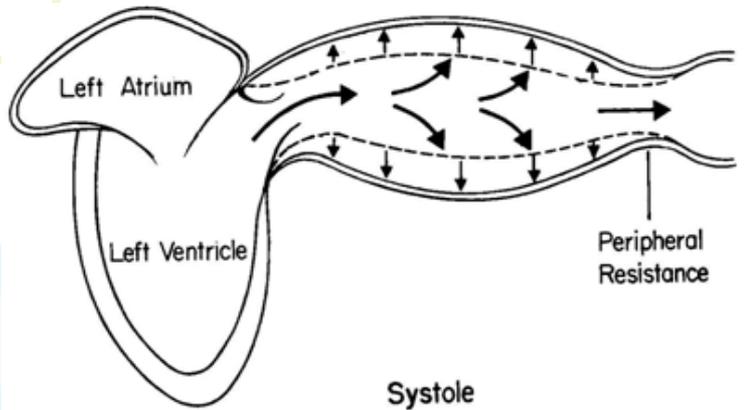
容積補償法の開・閉ループ操作



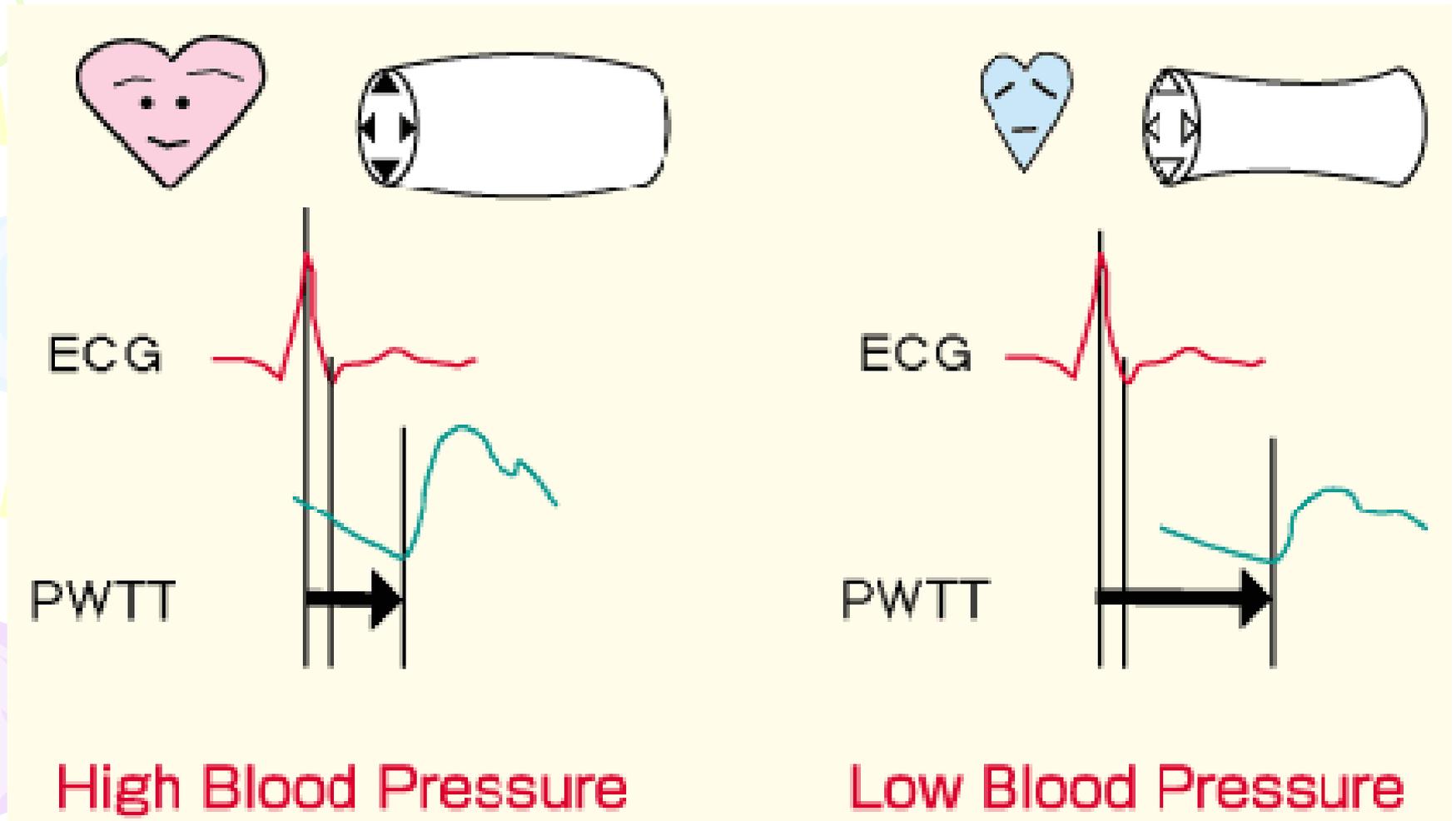
測定開始 ループゲイン調節

開ループ操作 ← → 閉ループ操作

脈波伝播概念図



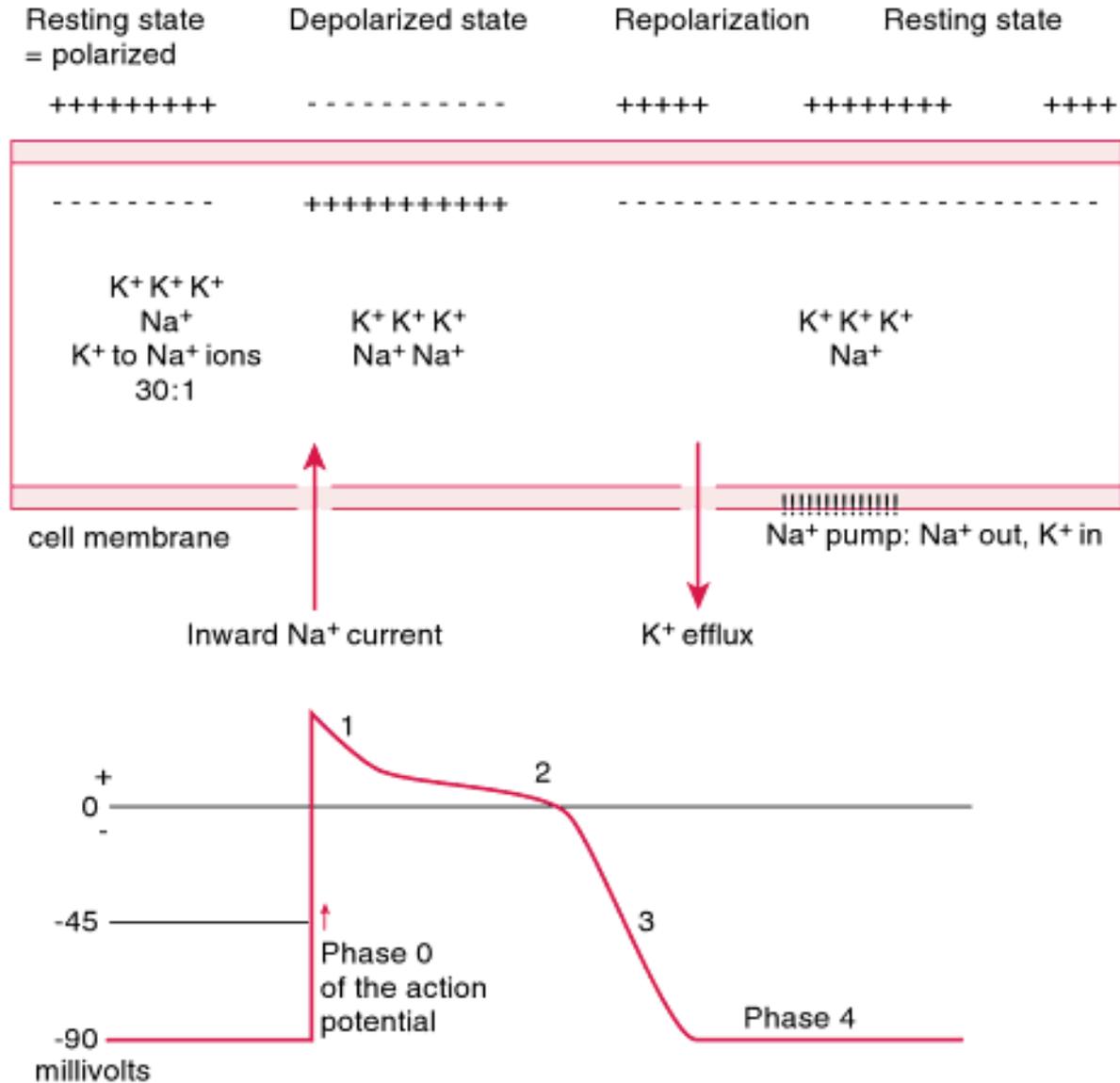
脈波伝播時間と血圧の関係



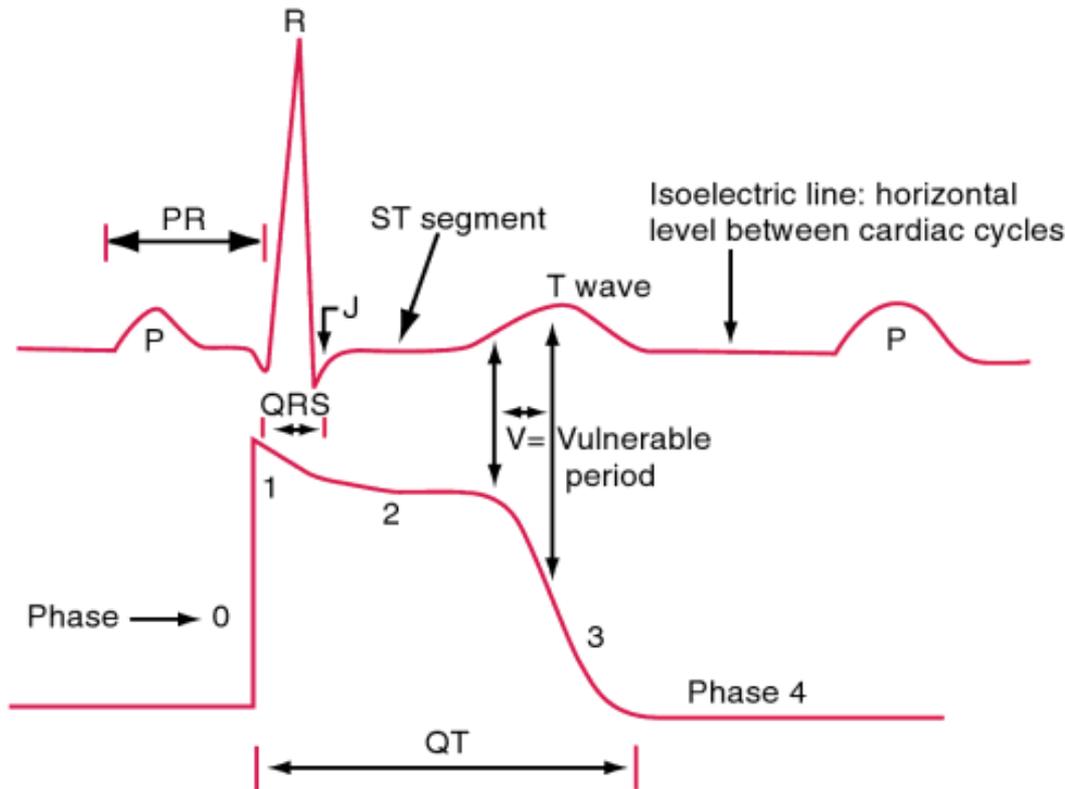
生体内の電気

| Biosignal | Range | Freq., Hz | Sensor |
|---------------------------------|-----------------|-----------|------------------------------|
| 心電図(ECG) Electrocardiogram | 0.5-4 mV | 0.01-250 | Skin electrodes |
| 脳波(EEG) Electroencephalogram | 5-300 μ V | 0-150 | Scalp electrodes |
| 神経電位 Nerve potentials | 0.01- 3 mV | 0-10,000 | Surface or needle electrodes |
| 筋電図(EMG) Electromyogram | 0.1-5 mV | 0-10,000 | Needle electrodes |
| 眼電図(EOG) Electrooculogram | 50-3500 μ V | 0-50 | Contact electrodes |
| 網膜電図(ERG) Electroretinogram | 0-900 μ V | 0-50 | Contact electrodes |
| 胃筋電図(EGG) Electrogastrogram | 10-1000 μ V | 0-1 | Skin-surface electrodes |
| | 0.5-80 mV | 0-1 | Stomach-surface electrodes |

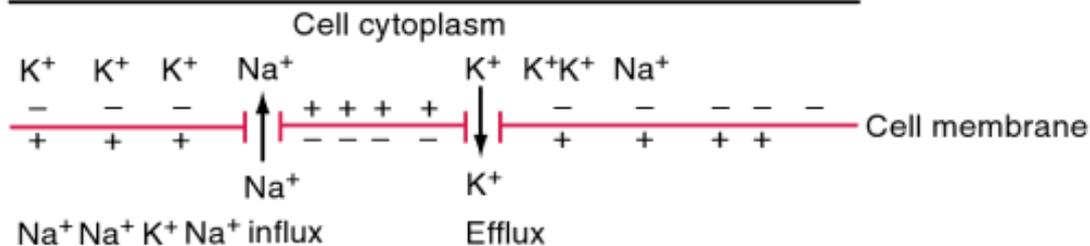
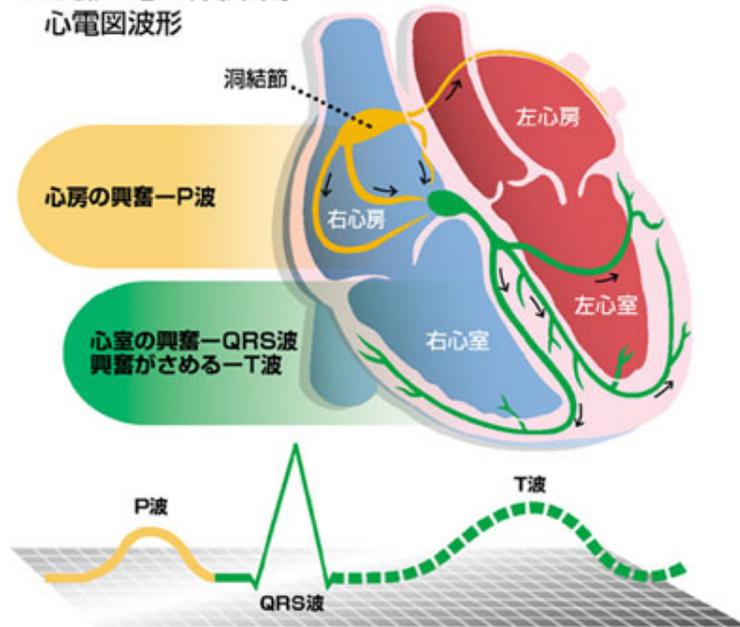
イオン交換と動作電位



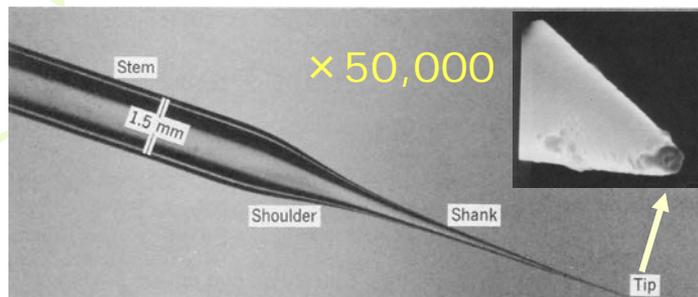
動作電位と心臓電気伝導



●心臓の電気刺激伝導と心電図波形

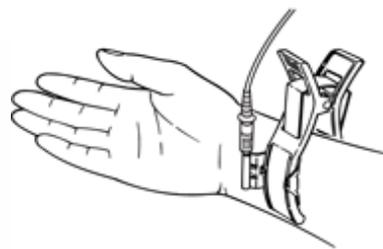


各種電極

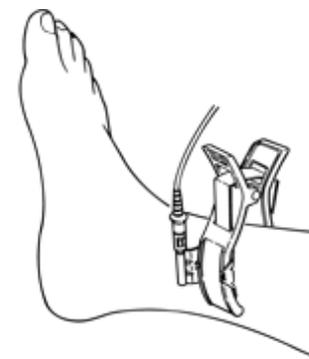


(a) Micropipette electrode

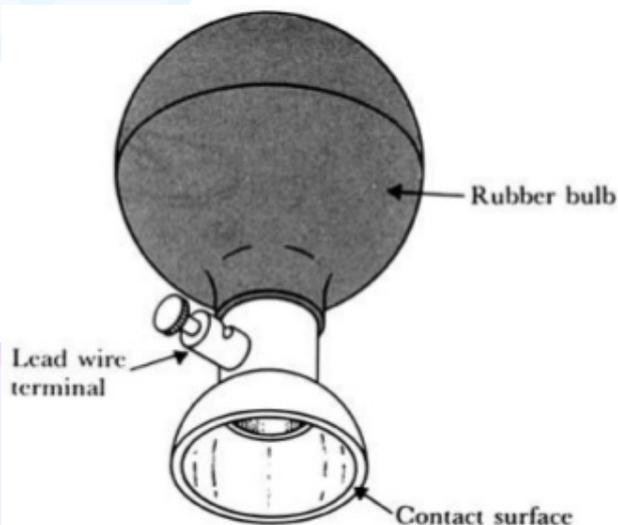
0.5μm



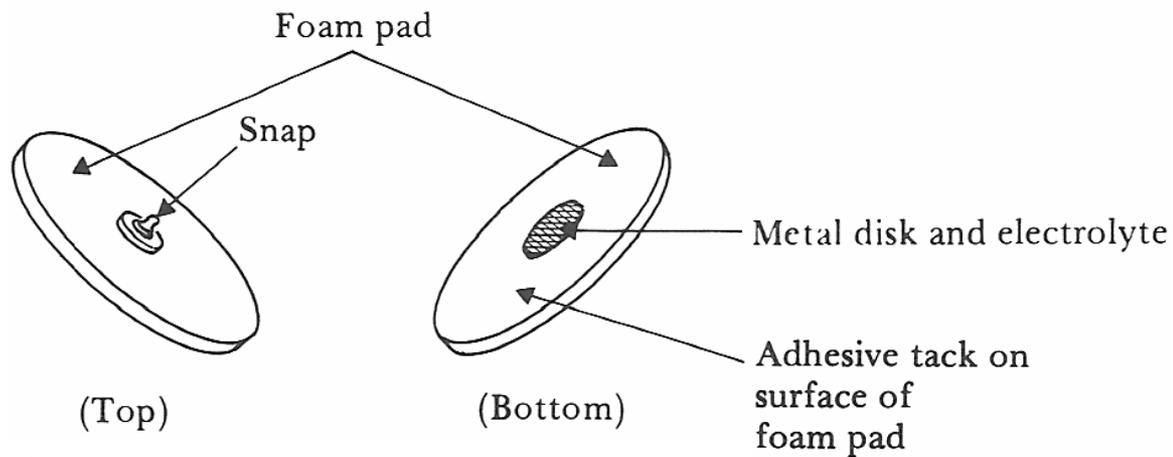
(b) Clip electrode



(c) Metal-disk electrode



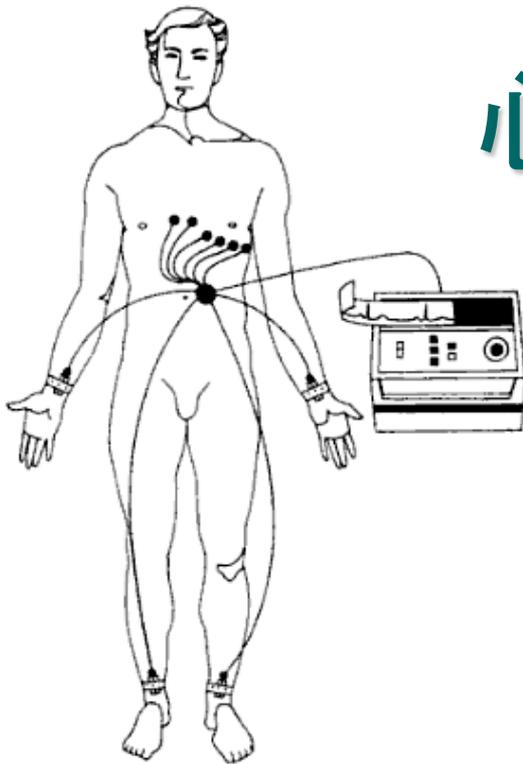
(d) Suction electrode



(e) Disposable foam-pad electrode

心電計測の標準誘導

異なる視点からの観測

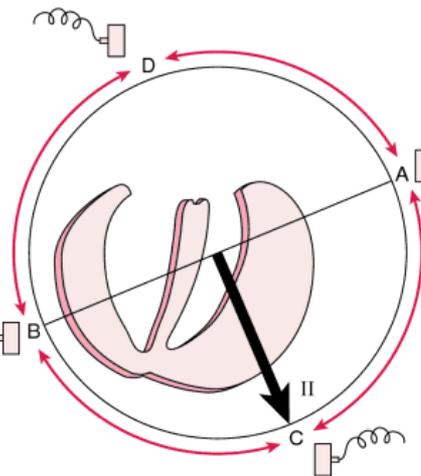


Negative redeflection

No deflection

No deflection

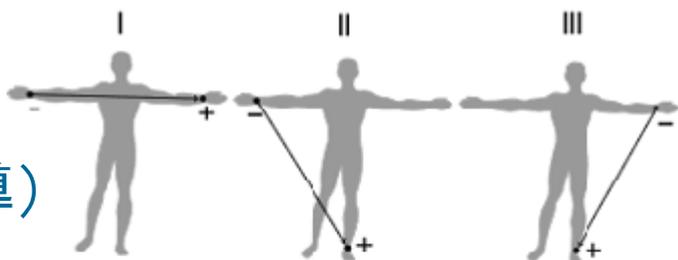
Positive maximum redeflection



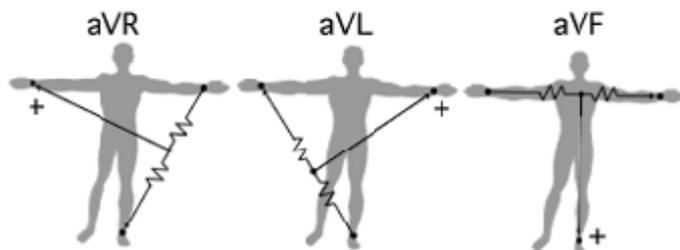
II = Vector II
A B perpendicular to electrical current

標準12誘導心電図

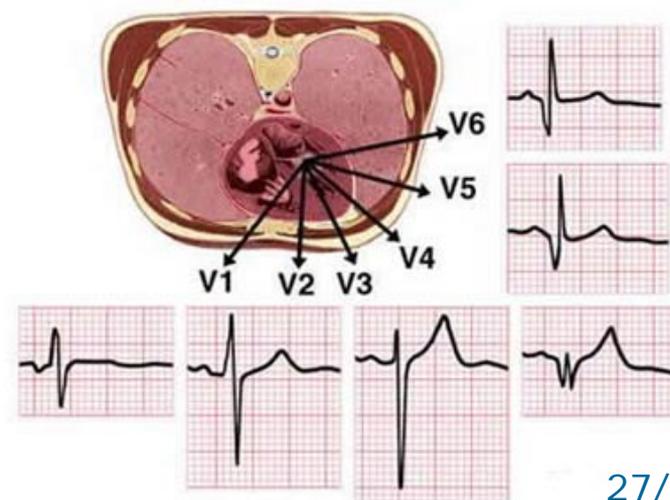
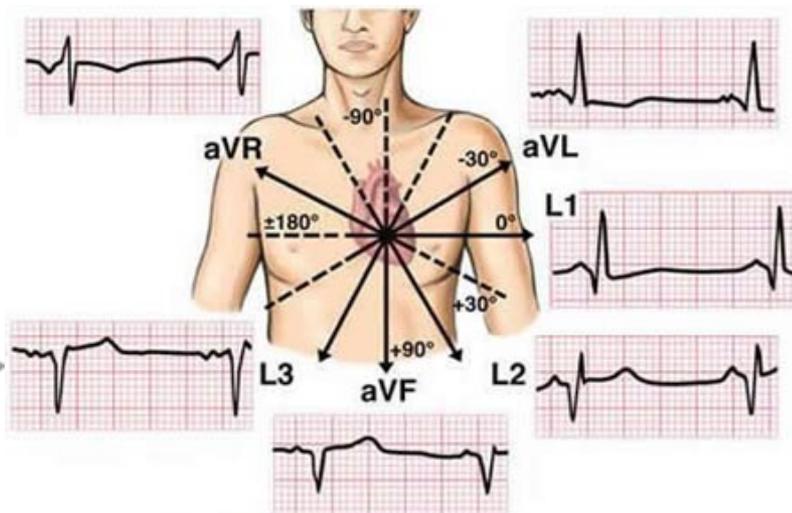
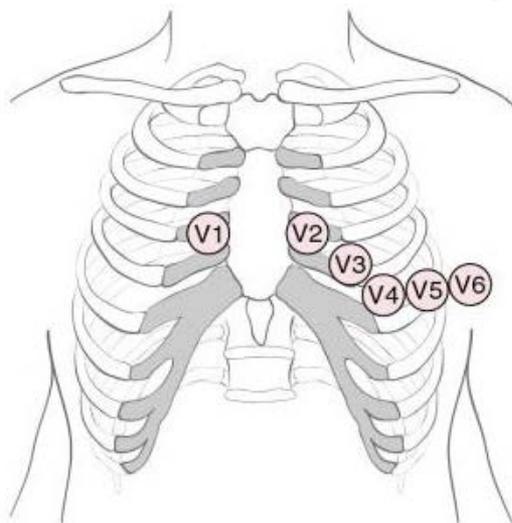
双極肢誘導
(標準肢誘導)



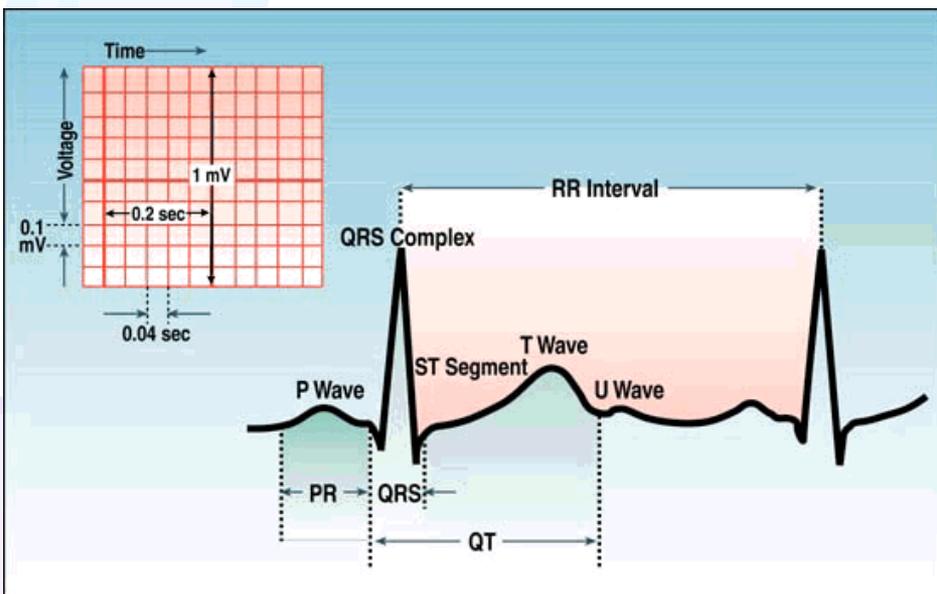
単極肢誘導



単極胸部誘導



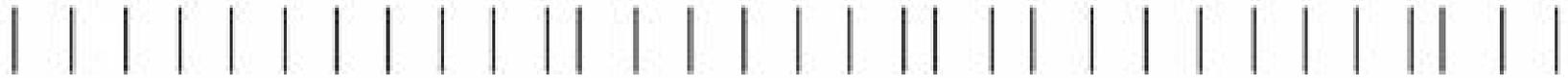
心電図の特徴 を示す各種時間 間域パラメータ



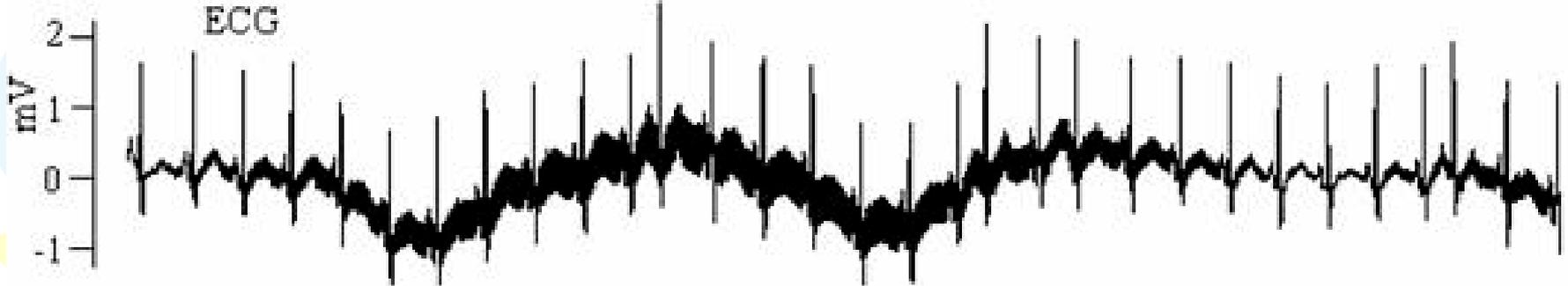
| | |
|--------------|--|
| PR interval | 0.12 to 0.2 second (up to 0.22 second in adults). |
| P waves | <3 small squares (0.12 second) in duration, and amplitude <3 mm. Upright in lead I, inverted in aVR (if opposite, suspect reversed arm leads [†] or dextrocardia) (see Step 6, Figs. 2-21 and 2-36). |
| QRS duration | 0.05 to 0.1 second; ≥ 0.1 second, consider incomplete LBBB, incomplete RBBB, or WPW syndrome (see Steps 2 and 3, Figs. 2-4, 2-9, and 2-10). |
| Q waves | Normally present in aVR; occasionally in V ₁ or in aVL (vertical heart) (see Chapter 6). Often present in lead III: should be ≤ 0.04 second duration. Other leads except lead I: <0.04 second duration and ≤ 3 mm deep; lead I ≤ 1.5 mm in patients older than age 30. Q waves may be up to 5 mm deep in several leads in individuals age <30. |
| R waves | V ₁ : 0 to 15 mm, age 12 to 20 (see Table 2-3). 0 to 8 mm, age 20 to 30. 0 to 6 mm, age >30. [‡] V ₂ : 0.2 to 12 mm, age <30 [‡] (see Step 5, Fig. 2-16). V ₃ : 1 to 20 mm, age >30. [‡] |
| ST segment | Isoelectric or <1 mm elevation in limb leads and <1 mm in precordial leads except for normal variant (see Step 4, Fig. 2-12). |
| T wave | Inverted in aVR; upright in I, II, and V ₃ through V ₆ . Variable in III, aVF, aVL, V ₁ , and V ₂ (see Step 8, Fig. 2-27). |
| Axis | 0 degrees to +110 degrees age <40. -30 degrees to +90 degrees age >40 (see Step 9, Fig. 2-30). |
| QT interval | See Table 2-5. |

QRS peak → RR interval → HR

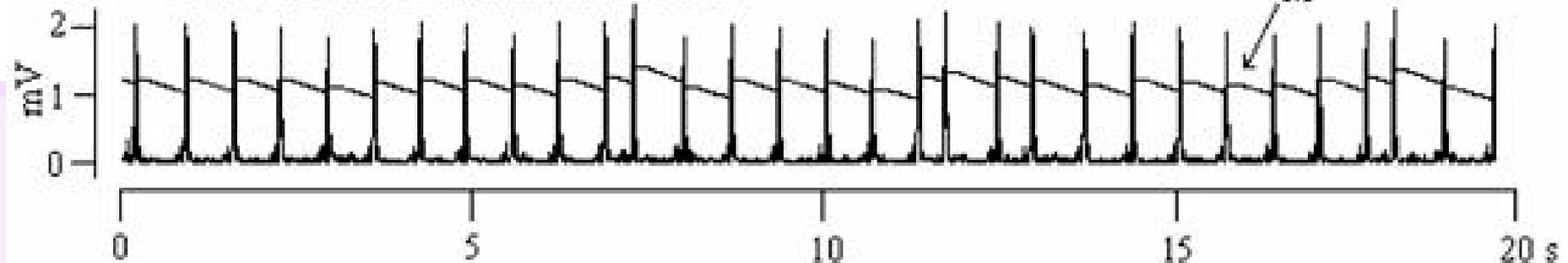
QRS detection



ECG



Absolute value of differentiated ECG



演習課題：血圧値と心拍数の計測



• 内容

– 使用設備：

- K音式手動血圧計1種類+手首式と上腕式自動血圧計各2種類

– 実験プロトコル：

- 「安静時→運動中→回復中」の順で各機種各3回計測
- 運動方法は体力に応じて個人別選択(現地足踏み、マルチバイク、階段上下)
- 血圧値(SBPとDBP)と心拍数(HR)の計測結果を実験用紙に記録

– チーム構成：

- 4グループ分け、3～4人/グループ
- グループ毎に、被験者=1人、記録者=1人、実験者=1～2人

• 課題

- 横方向：三回計測結果の平均値と標準偏差を求める
- 縦方向：計測部位毎の計測結果の平均値と標準偏差を求める
- オンライン情報サイトを利用し、実験に使った血圧計の仕様を調べる
- 計測部位、身体状態、血圧計種類によって生じた計測値(BPとHR)の差について、考えられる可能な原因を考察する