

# ECGのアセスメント

モニター心電図の基礎知識



公益財団法人心臓血管研究所付属

ICU

佐藤 麻美

# 講義内容

- 心電図とは
- モニター心電図をアセスメントに活用するための基礎知識
- モニター心電図を用いた循環アセスメント
- モニター心電図を上手に使いこなすための工夫



心電図とは

# 心電図とは

心臓の興奮・伝導の過程の電気的変化を記録して、  
縦軸に電位差（mV）、横軸に時間（sec.）の座標に表現したもの



心筋細胞で発生する微弱な電気刺激の変化を、  
心電計を用いて記録したもの

# 心電図の種類

- モニター心電図
- 標準12誘導心電図
- ホルター心電図
- 負荷心電図
- 心内心電図
- 植え込み型ループ心電計



# 心電図から分かること

- 自律神経系の緊張状態の変化
- 心臓に働く薬剤の影響・効果
- 不整脈
- 電解質異常：特にカリウムの異常
- 心房/心室の肥大
- 心筋虚血/壊死
- 心筋炎
- 人工ペースメーカーの機能・評価

# 心電図から分からないこと

- 器質的心疾患の有無

- ☞ 正常心電図であっても器質的心疾患を否定はできない
- ☞ 心電図は心疾患を診断するための必須条件ではない

- 循環動態

- ☞ 正常心電図に見えても心拍出が正常であるとは限らない



心電図はアセスメントのための手段の1つ

身体所見や他の検査所見と併せてみることが大切

# 心電図の上手な活用法

- 心電図の役割を理解する
- 心電図の得意・不得意を理解する
- 心電図を過信せず自分の五感を磨く

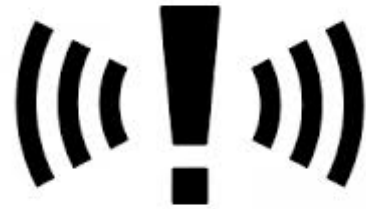




モニター心電図を  
アセスメントに活用するための基礎知識

モニター心電図とは

モニター（monitor）：警報を発する



心電図の異常を感知して警報を発する装置

# モニター心電図の得意なこと・不得意なこと

## 得意なこと（長所）

- 連続的・経時的観察
- 患者の苦痛・不快・危険のサインをいち早く知らせる
- 離れた場所でも観察可能
- アラーム設定ができる

## 苦手なこと（短所）

- 一方向しか見れない
- 情報の限界
- 誤作動・誤アラーム
- 常時装着する負担
- 皮膚トラブル
- 永久保存できない

モニター心電図だけを見て心電図が苦手だと思うのは早計



モニター心電図は不整脈を読むためのものではありません

# モニター心電図の役割

“何かおかしい”というサインをとらえる



“何かおかしいのか？”は  
12誘導心電図、心エコー、血液データ、CXR、CT  
・・・など、他の検査と併せて調べる

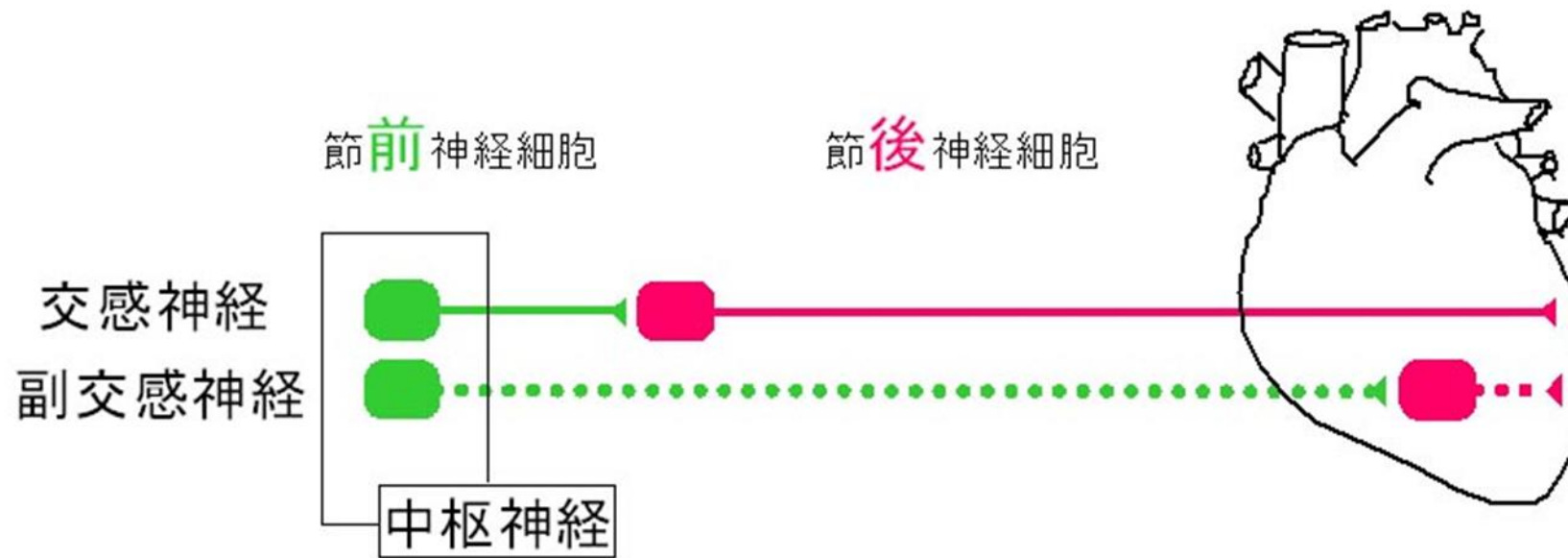
なぜモニター心電図で

“何かおかしい”のサインをとらえられるのか

- 心リズムは自律神経系により調節される
- 心筋の電気活動と収縮は電解質により生じる
- 心臓の働きは体温の影響を受ける



# ① 自律神経系の影響



心臓の広範囲に交感神経、洞結節と房室結節に副交感神経が分布している  
このため、心臓は自律神経系の影響を受ける

# ① 自律神経系の影響

## 交感神経

- 刺激伝導系、心筋全体に分布
- アドレナリン、ノルアドレナリンによる $\beta_1$ 受容体刺激



自動能亢進、活動電位持続時間短縮、  
房室間興奮伝導時間短縮



心拍数増加、心収縮力増加

## 副交感神経

- 右側の迷走神経が洞結節、左側の迷走神経が房室結節を支配
- 刺激伝導系の膜電位過分極（膜電位が陰性に深くなる）



歩調取り電位が  
閾値に達するまでの時間が延長

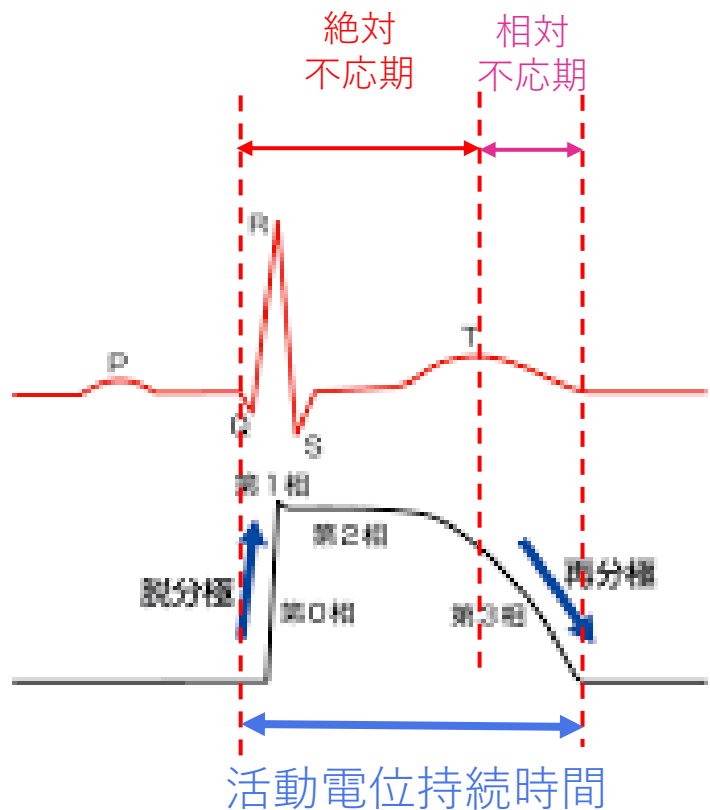


心拍数減少



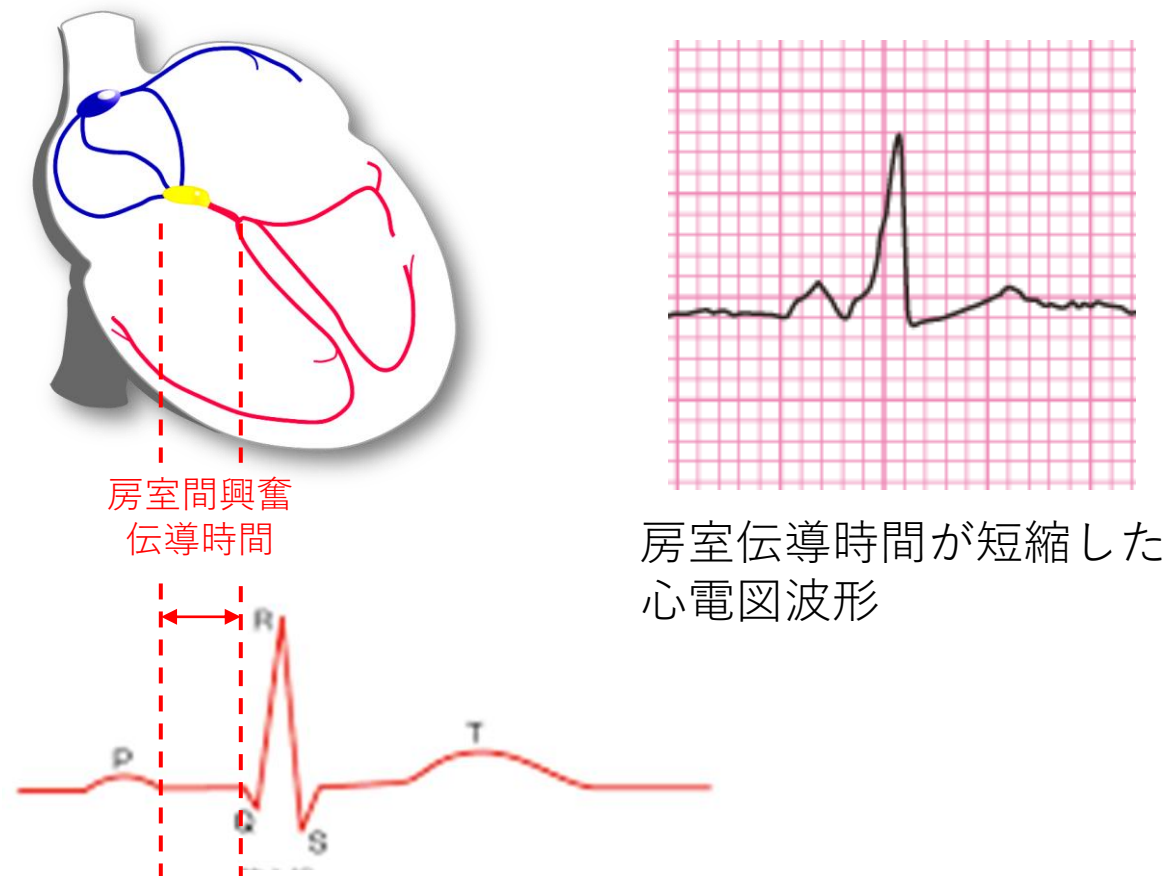
# 交感神経活動亢進と心電図の関係

## 活動電位持続時間短縮



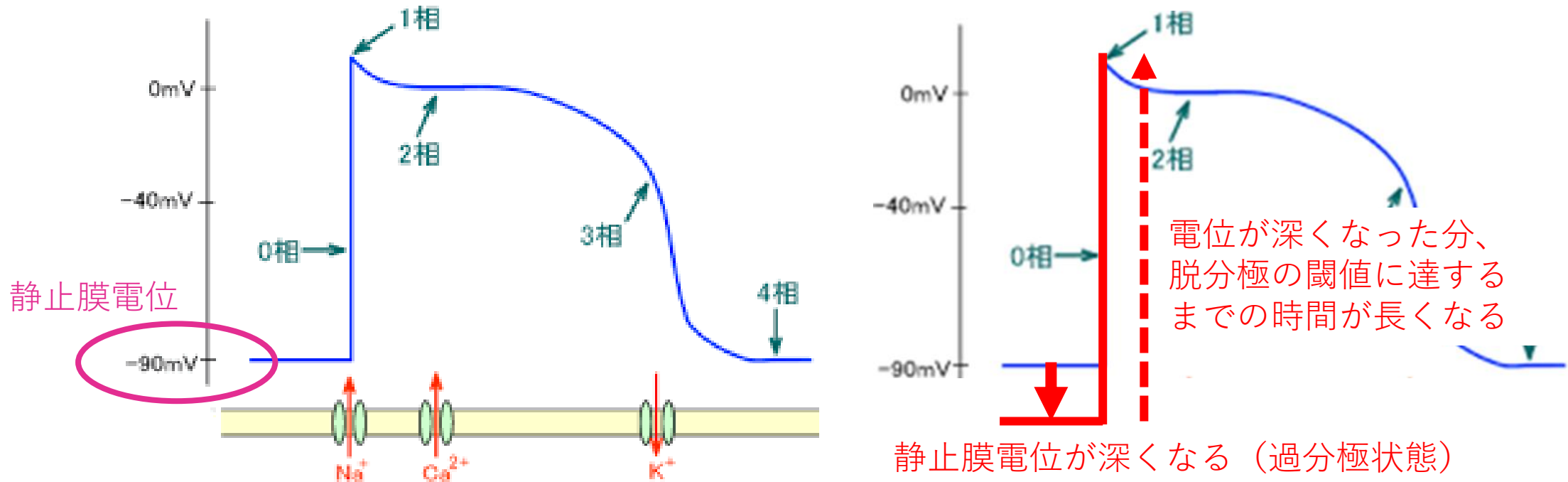
絶対不応期：刺激が来ても反応しない  
相対不応期：強い刺激には反応する  
👉 R on Tの原因

## 房室間興奮伝導時間短縮



房室間興奮伝導時間が短縮すると、心房から伝わってきた刺激がどんどん心室へ伝えられる  
👉 WPW症候群による頻拍など

# 副交感神経活動亢進と心電図の関係： 静止膜電位と膜電位過分極



静止膜電位とは電気刺激が生じる前の状態の電位

☞ 過分極となるとさらに電位が深くなるため、脱分極の閾値に達するまで時間が長くなり徐脈となる

## ② 電解質の影響

- 電気刺激は細胞内外の $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ が細胞膜を介して入れ替わることにより発生する
- 細胞内外のイオンの入れ替わりは、濃度勾配によって起こる

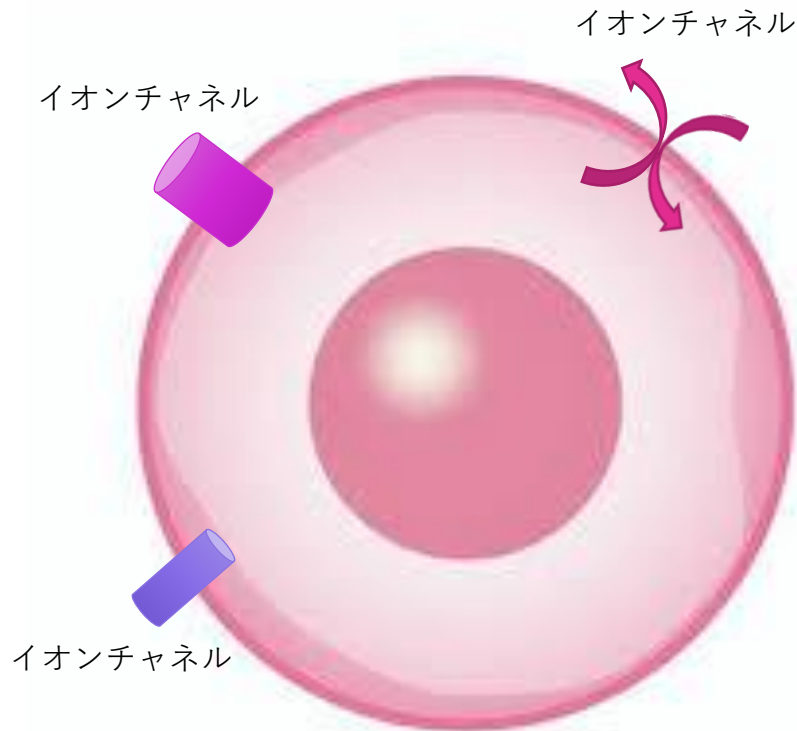


細胞内外のイオン濃度のバランスが崩れると心臓に悪影響

高カリウム血症/低カリウム血症 ⇒ 不整脈

低カルシウム血症 ⇒ 心収縮力低下

# なぜカリウム値の異常で不整脈が起こるのか



- 細胞膜にはイオンの出入り口（イオンチャネル）がある
- $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ のうち  $\text{K}^+$ の出入り口が一番多い



$\text{K}^+$ のバランスが崩れると  
不整脈が起きやすい

### ③ 体温の影響

#### 体温上昇

体温上昇（発熱）



組織の代謝亢進



組織における栄養素や酸素濃度低下



酸素供給を増やすため心拍数増加



発熱により体温が $1^{\circ}\text{C}$ 上昇するごとに  
心拍数は約 $10\text{bpm}$ 増加する

# 低体温療法 / 超低体温循環停止



体温低下



心拍数低下、心収縮低下



心臓/臓器（組織）における  
代謝抑制



臓器保護

モニター心電図を用いた循環アセスメント

# モニター心電図のチェックポイント

- ✓ **心拍数**がいつもと同じか、そうでないか
- ✓ **波形（形・向き）**がいつもと同じか、そうでないか





# ① 心拍数の異常

頻拍  
(HR > 100bpm)

速すぎて十分な血液を  
貯められない



心臓が空うち状態



1回心拍出量減少

徐拍  
(HR < 60bpm)

1回心拍出量は十分



血液を送る  
回数が少ない



全身へ十分な血液が  
供給されない

# 心拍数増減の主な原因

	心拍数増加	心拍数減少
身体の状態	交感神経活動の亢進 血圧低下 運動 低血糖 体温上昇・発熱 浅い鎮静・覚醒 痛みなど・・・	副交感神経活動の亢進 血圧上昇 安静・休息 頭蓋内圧上昇・亢進 体温低下・低体温 深い鎮静・睡眠 スポーツ心臓など・・・
疾患/病態	循環血液量低下 心不全・呼吸不全 甲状腺機能亢進症 褐色細胞腫 頻脈性不整脈など・・・	低酸素 甲状腺機能低下症 腸チフス 徐脈性不整脈など・・・
薬剤	カテコラミン アトロピン	$\beta$ 遮断薬 ジギタリス Ca拮抗薬 アデノシン

## ② 波形（形/向き）の異常

QRS幅が広い  
(QRS  $\geq$  0.12sec)

心室の興奮伝導に  
時間がかかっている



心室筋がスムーズに  
収縮できない



心拍出の効率が悪くなる

波形の向きが違う

刺激が通常とは  
異なる部位から出ている



刺激伝導に時間がかかり  
効率が落ちる



心拍出の効率が悪くなる

# QRS幅が広い + 心拍数が異常

QRS幅が広く脈が速い

血液を押し出す  
効率が悪い



心室に十分な血液を  
貯められないうちに収縮



心拍出量がさらに低下

QRS幅が広く脈が遅い

血液を押し出す  
効率が悪い



送り出される  
回数が少ない



十分な血液が届かない

# 心電図波形が変わるということは・・・？

- 刺激の伝わり方が変わった  
⇒伝導障害（ブロック）、旋回（リエントリー）
- 異所性の刺激が出ている  
⇒期外収縮、補充収縮、心房細動、心室細動
- 心臓の動き方が変わった  
⇒心室収縮の非同期
- 虚血や炎症が起きている  
⇒心筋虚血や炎症によるST変化



心臓に何か起きているサイン！！

・・・かもしれない

「あれっ?! 波形が変わった?」 と思ったら・・・

- ✓ 患者さんの状態をチェック  
意識レベル、自覚症状、血圧、脈拍、呼吸、尿量など・・・
- ✓ 12誘導心電図でチェック  
心臓をいろいろな方向からチェック
- ✓ モニターの波形をリコールしてチェック  
時間をさかのぼって、いつから変化した?
- ✓ 検査データを再チェック  
炎症反応、心筋逸脱酵素、電解質など・・・

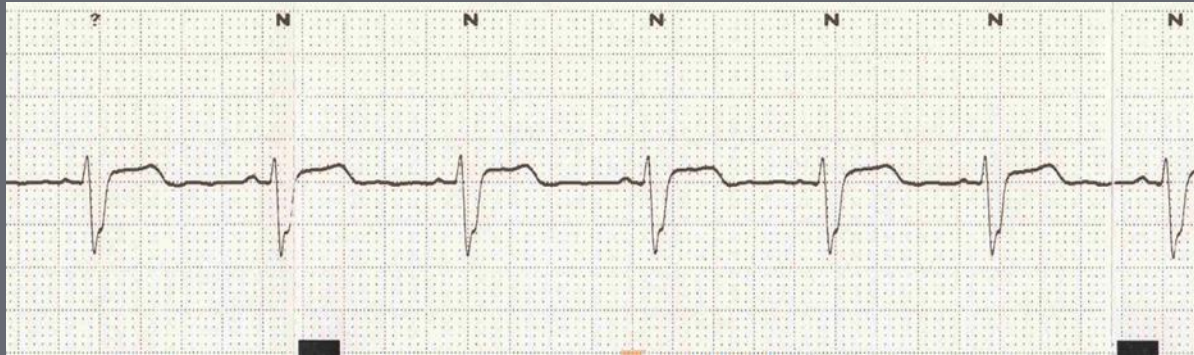
患者さんの全身状態に変化はなさそうだけど・・・

そんなときはここをチェック!!

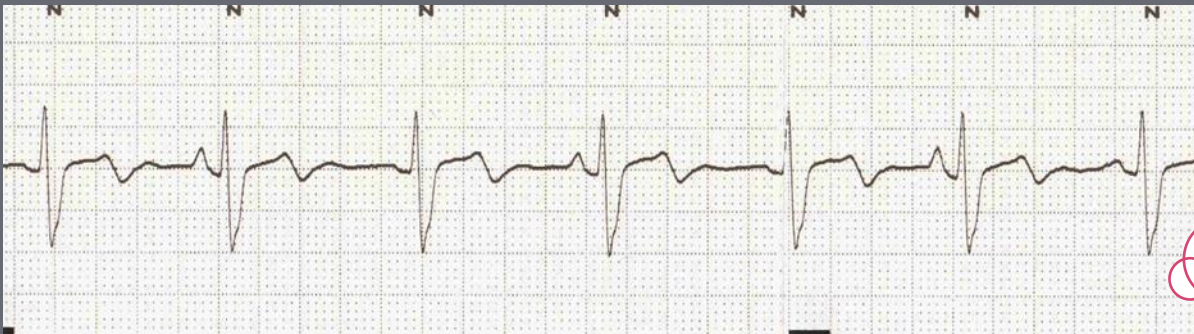
- ✓ 誘導は変わっていないか
- ✓ 電極の位置は変わっていないか
- ✓ 患者さんの体位は変わっていないか
- ✓ アーチファクト（ノイズ）はないか

# 同一患者の誘導の違いによる波形の変化

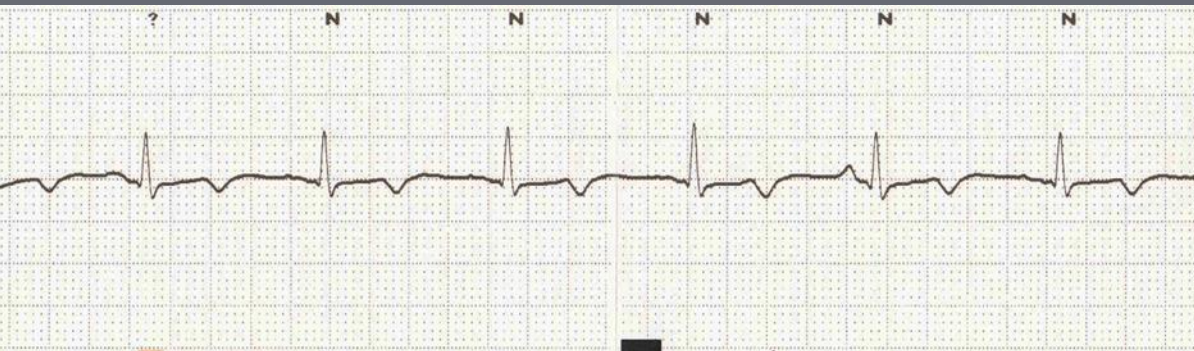
I 誘導



II 誘導



III 誘導



「波形が変わった！」と  
慌てないためにも、  
誘導を変えた時には  
いつから、どういう  
理由で誘導を変えたのか  
記録に残しておく



モニター心電図を上手に使いこなすための工夫

# ① P波の見やすい誘導を選択する

P波の有無、QRS波との位置関係を見ることは循環のアセスメントをするうえで重要

- P波の有無：基本調律

- ☞ どこから出ている刺激が歩調取りとなっているか

- P-Q間隔：心房から心室へ血液を送り出すための間

- ☞ P-Q間隔が短い場合、十分な血液が蓄えられない状態で心室が収縮

- ☞ P-Q間隔が長すぎる場合、心房と心室の収縮が連動していない

- QRS波との位置関係：心房・心室収縮の連動

- ☞ 心房の収縮と心室の収縮は1:1で規則正しく行われているか

# P波の異常と循環への影響

QRS波の後ろにP波がある

心房は収縮しているが  
心室の収縮のほうが先



心房から心室へ  
血液が送られていない



1回心拍出量減少

P波が不明瞭で基線が揺れているだけ

心房は痙攣状態



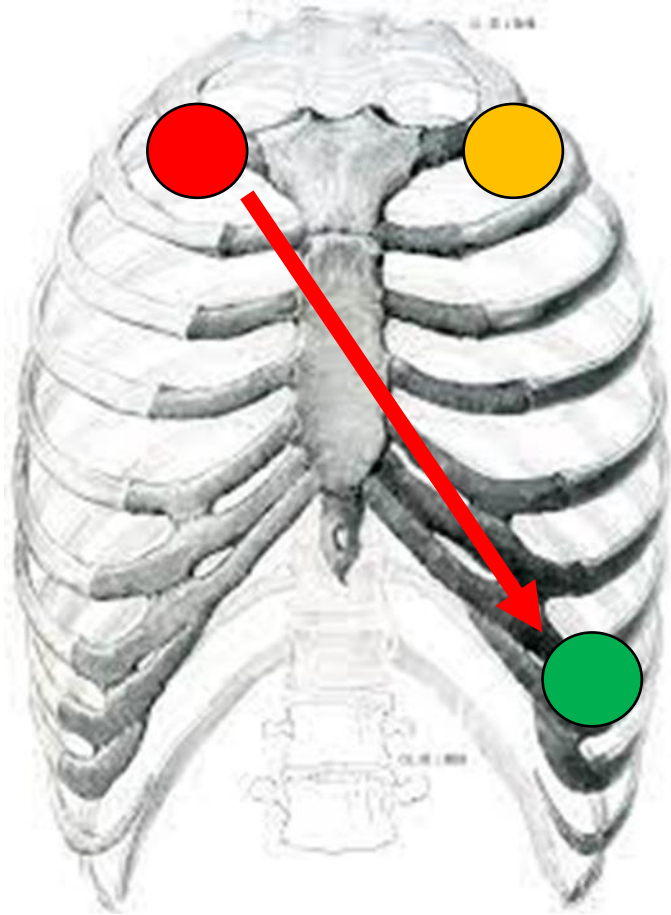
心室へ血液を  
送り出せない



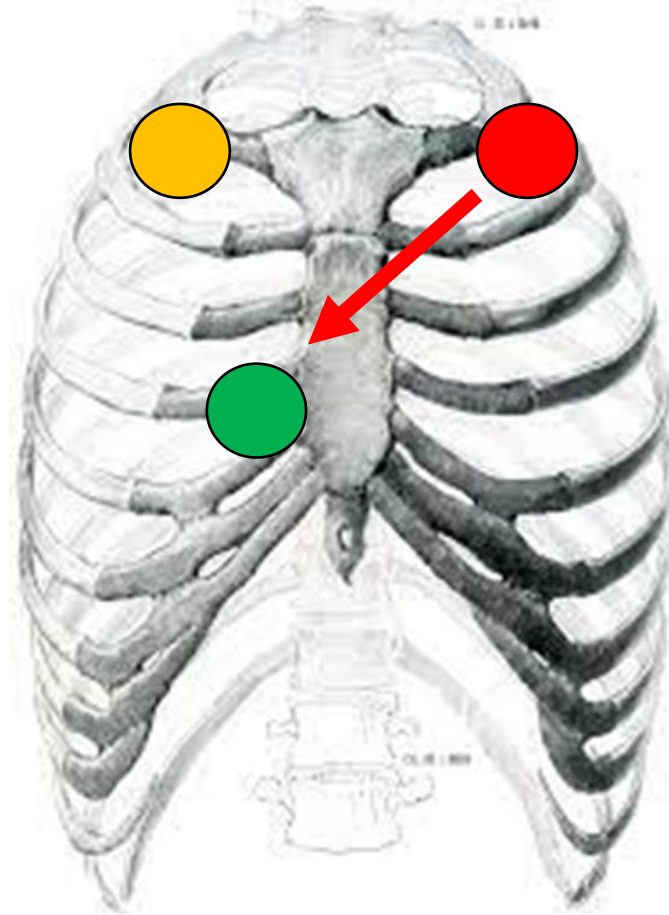
1回心拍出量減少

QRS波の前にP波がないと、洞調律と比べて約10~20%心拍出量が減少

# P波の見やすい誘導：MCL1誘導



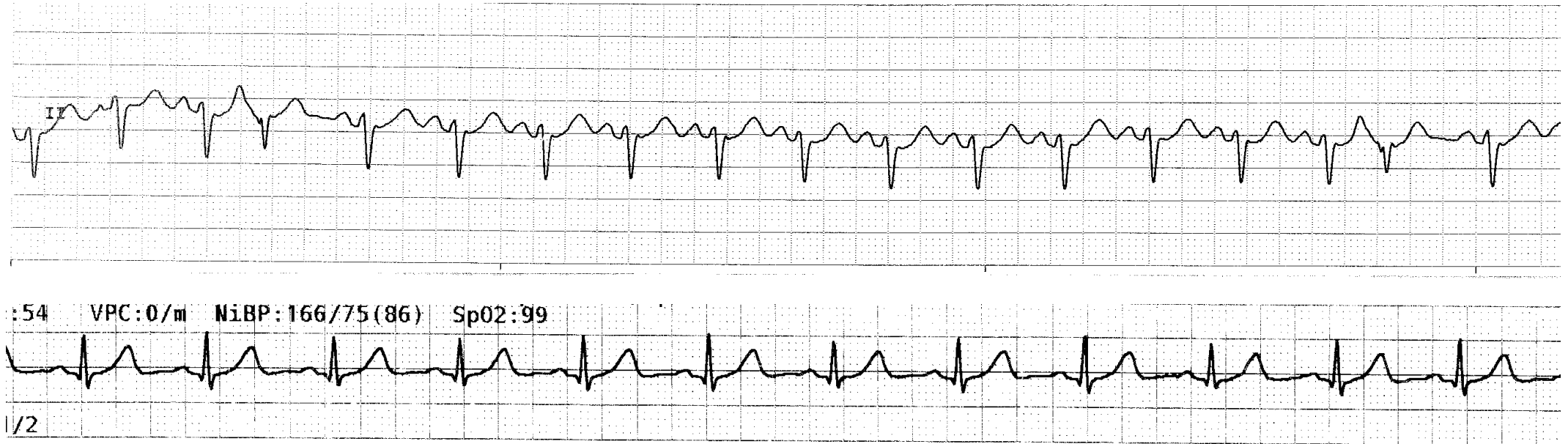
通常の電極貼付位置



MCL1誘導の電極貼付位置

- 電極装着部位  
赤：左肩  
黄：右肩  
緑：第4肋間胸骨右縁
- 赤、黄の電極は通常とは逆に、さらに緑の電極をV<sub>1</sub>誘導の部位に貼付
- V<sub>1</sub>誘導に近い波形となり、P波が見やすくなる
- 正常波形の場合、QRS波が深い陰性波となる

## ② R波（心室陽性波）がきれいに出る誘導・感度を選択する

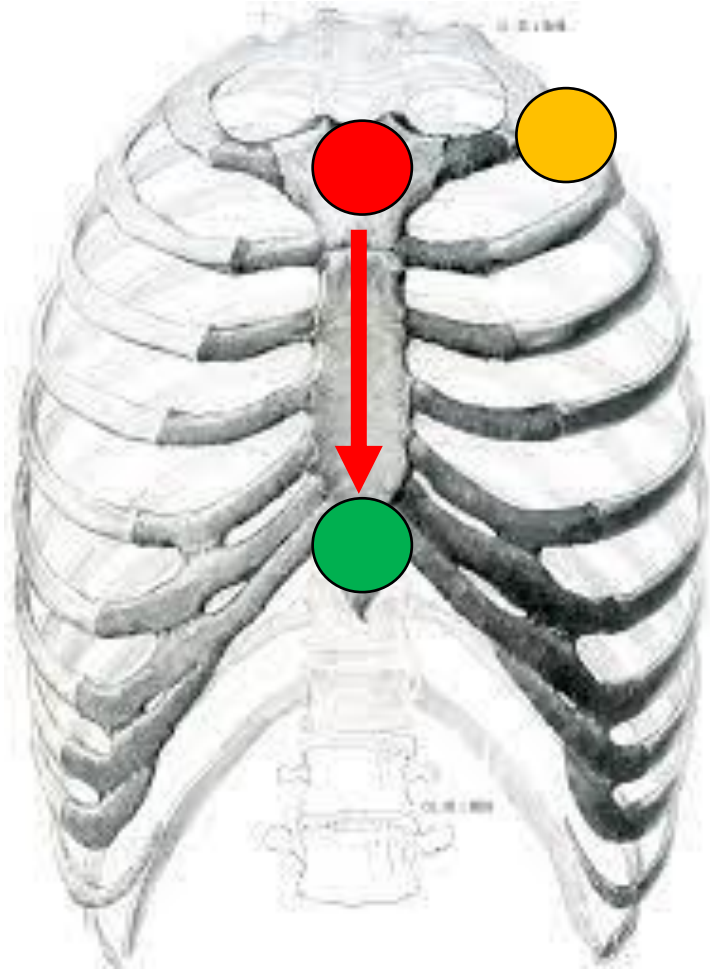


- R波が**低**すぎる
  - ☞ 心拍がうまくカウントされず、**BRADICARDIA**（徐脈）アラームが鳴る
- R波と**T波**の高さが同じ
  - ☞ ダブルカウントされ、**TACHYCARDIA**（頻脈）アラームが鳴る

### ③ アーチファクト（ノイズ）への対応

- 皮膚の保清  
汗や皮脂の除去
- 電極の種類を選択  
皮膚の状態にあった電極を選択する
- 骨上に電極を貼付  
筋電図の混入減少
- 掛物、衣服の選択  
電気毛布や衣服の静電気など滞電によるノイズへの配慮

# 特殊な誘導法：NASA誘導



- 電極装着部位

  - 黄：左肩（左鎖骨窩）

  - 赤：胸骨上端

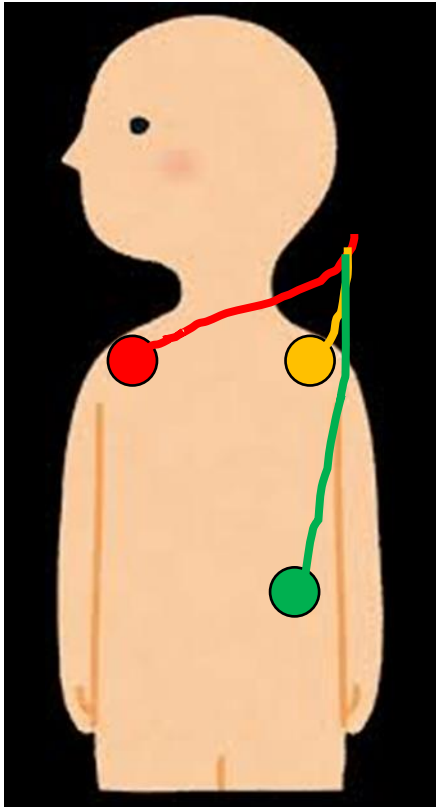
  - 緑：胸骨下端

- 黄の電極は通常の部位に貼付し、赤の電極を胸骨の上端、緑の電極を胸骨の下端に貼付する

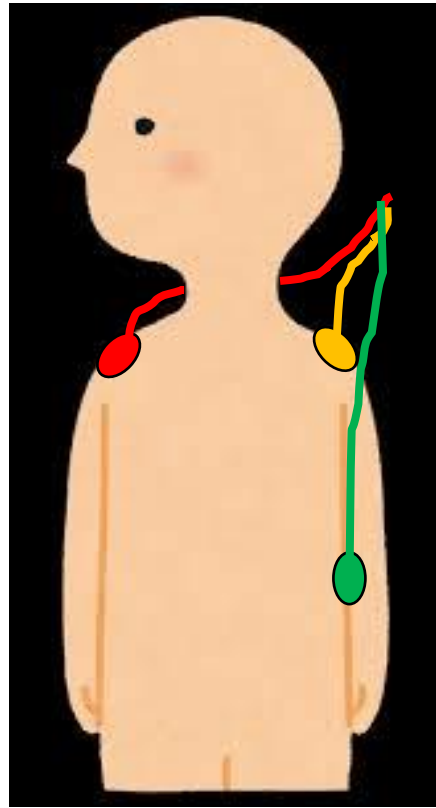
- 筋電図が混入しにくい

- III誘導に近い波形となる

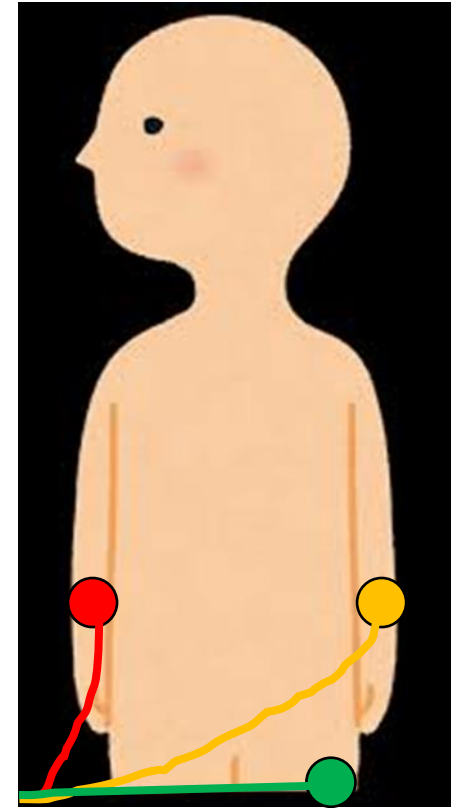
## ④ CXR撮影時の電極装着部位の工夫



通常の電極位置



両肩と左側腹部



左右上肢と左下肢

- 肺野に電極やリードが映り込まないようにする場合は、電極貼付部位に配慮する
- 電極を外す場合は、必ず**パルスオキシメータ**を装着し脈波をモニタリングする



# まとめ

- モニター心電図は心電図異常を感知して警報を発する装置
- 心臓の活動は、自律神経系、電解質、体温の影響を受ける
- モニター心電図は、心拍数と波形の形・向きをチェックする
- モニター心電図は、P波とR波が見やすい誘導・感度に設定する
- モニター心電図を外す場合は、必ずパルスオキシメータを装着