

生理機能検査

生理機能検査とは

- ▶ 生体検査のひとつで、検査機器を用いて
人体に直接触れて身体の機能や構造・
状態を調べる検査
- ▶ 臨床検査技師が行う検査は基本的に
非侵襲的に行われる
- ▶ 検査には患者さんの協力が必要

第110回 午前38問

- 生体検査はどれか

- 1.喀痰検査

- 2.脳波検査

- 3.便潜血検査

- 4.血液培養検査

循環機能検査

① 血圧

血圧

検査の意義

- 基本的バイタルサインの1つ
- 緊急性を判断する目安になる

測定

- 通常は非観血的方法
(皮膚の上から非侵襲的に測定)
- 器具：自動電子血圧計など



血圧脈波検査

血管の硬さや詰まり等、血管の状態(動脈硬化の程度)を調べる検査

●動脈硬化判定の指標

PWV

CAVI

➡ 動脈の硬さを評価

ABI(ABPI)

➡ 動脈の狭窄・閉塞の評価

血圧脈波検査

- PWVとは？ ➡脈波伝播速度

$$\text{PWV} = \frac{\text{脈波が伝わる距離(身長)}}{\text{脈波伝播時間}}$$

- baPWVとは？ ➡上腕足首間脈波伝播速度

基準値 : (ba)PWV $\leq$ 1400cm/s

血圧脈波検査

PWV 検査結果の解釈

- 血管が硬化するほど脈波は速く伝わる
➡ 数値が大きくなるほど硬化している

血管がしなやかな場合

遅い



血管が硬くなると

速い



血圧脈波検査

●CAVIとは？ ➡心臓足首血管指数

血圧が変化したときの血管のふくらみ具合を計測することで動脈の硬さを評価

基準値：CAVI<8.0

血圧脈波検査

CAVI 検査結果の解釈

- 血管が硬化するほど血圧が変化してもふくらみにくい
➡ 数値が大きくなるほど硬化している

血管がしなやかな場合

大きくふくらむ



血管が硬くなると

ふくらみは小さい



血圧脈波検査

- ABI (ABPI) とは？ ➡ 足関節上腕血圧比

$$\text{ABI} = \frac{\text{足関節（足首）の収縮期（最高）血圧}}{\text{上腕の収縮期（最高）血圧}}$$

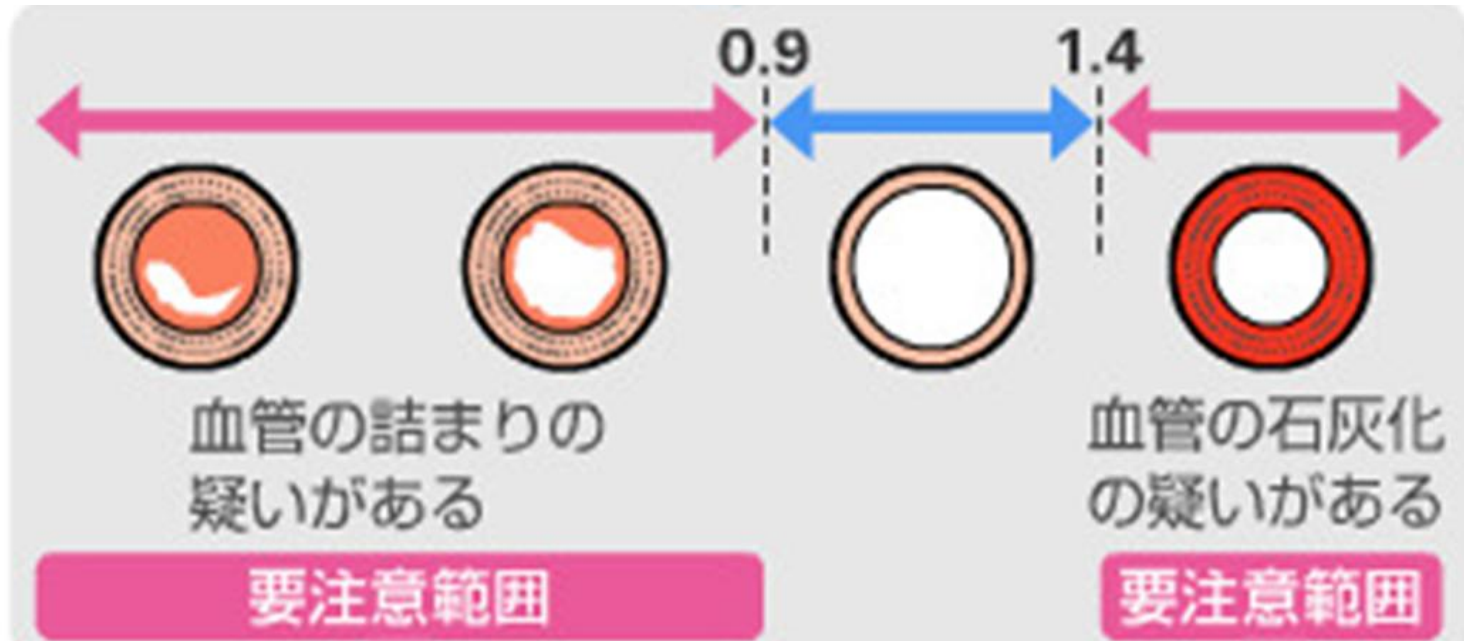
例) 右腕 118/66 左腕 120/65
 右足首 144/78 左足首 96/54 のとき

$$\begin{aligned} \cdot \text{右ABI} &= \frac{144}{120} = 1.2 & \cdot \text{左ABI} &= \frac{96}{120} = 0.8 \end{aligned}$$

血圧脈波検査

ABI

検査結果の解釈



基準値 : $1.00 \leq \text{ABI} \leq 1.40$



検査時の注意事項

- 検査には身長の入力が必要

- 採血直後
- 点滴中
- 透析用シャント
- 持続型血糖測定センサー

のある腕・脚は避ける

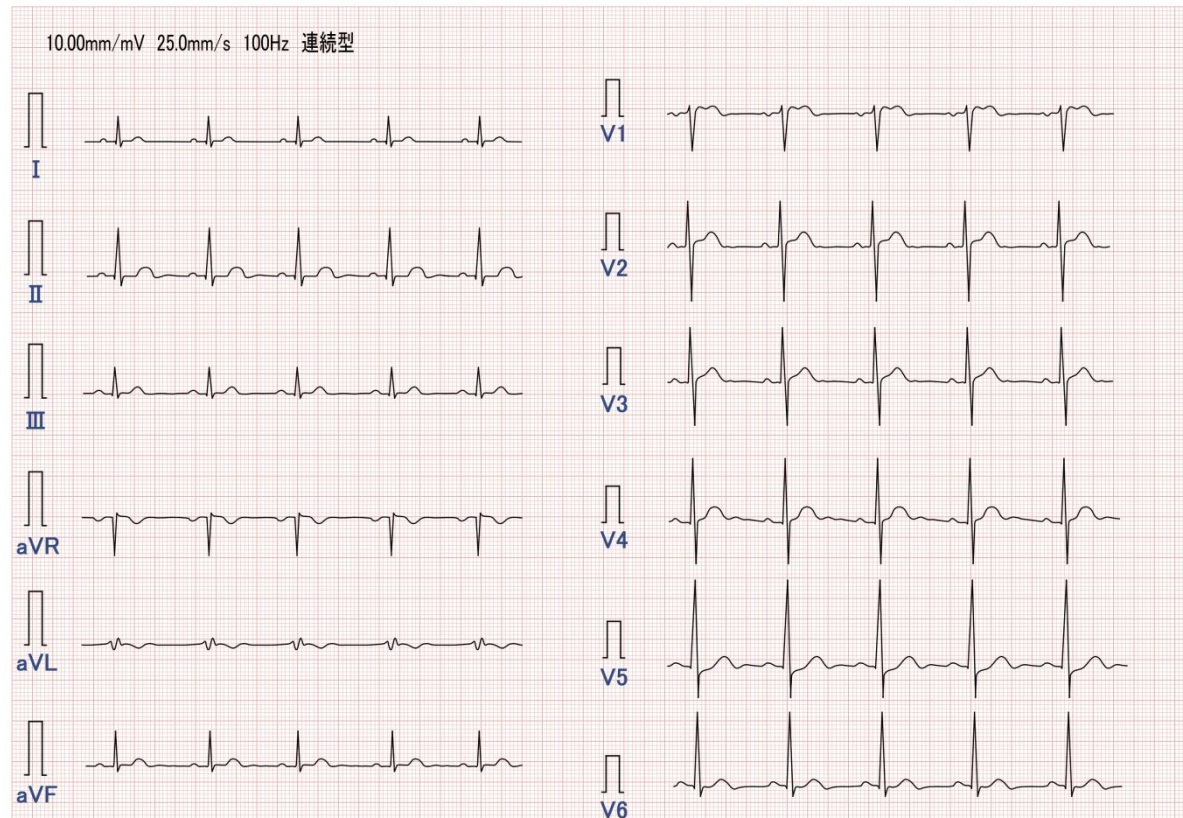
循環機能検査

② 心電図検査

心電図(Electrocardiography;ECG)とは

心臓の電氣的活動を記録したもの

波形から不整脈や心筋組織の異常等が診断できる



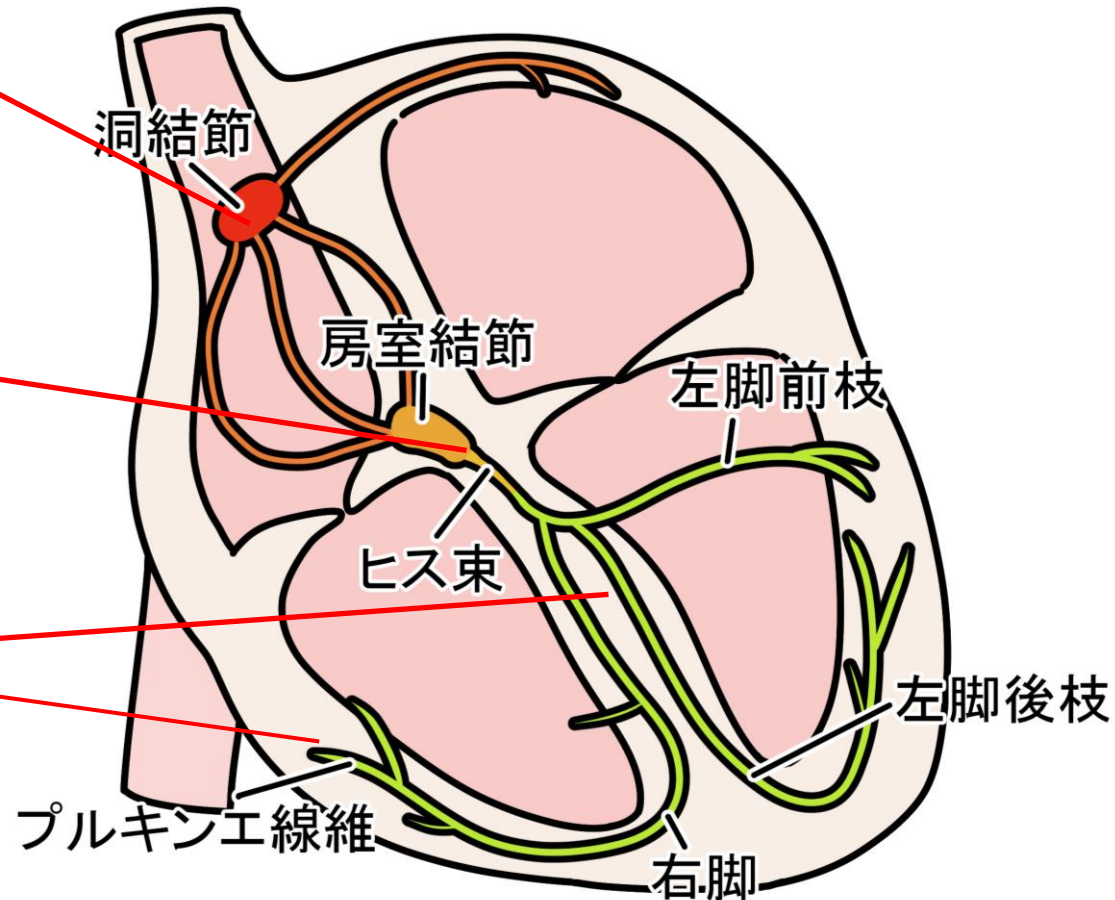
標準12誘導心電図

刺激伝導系

電氣的興奮の
発生場所
ペースメーカー

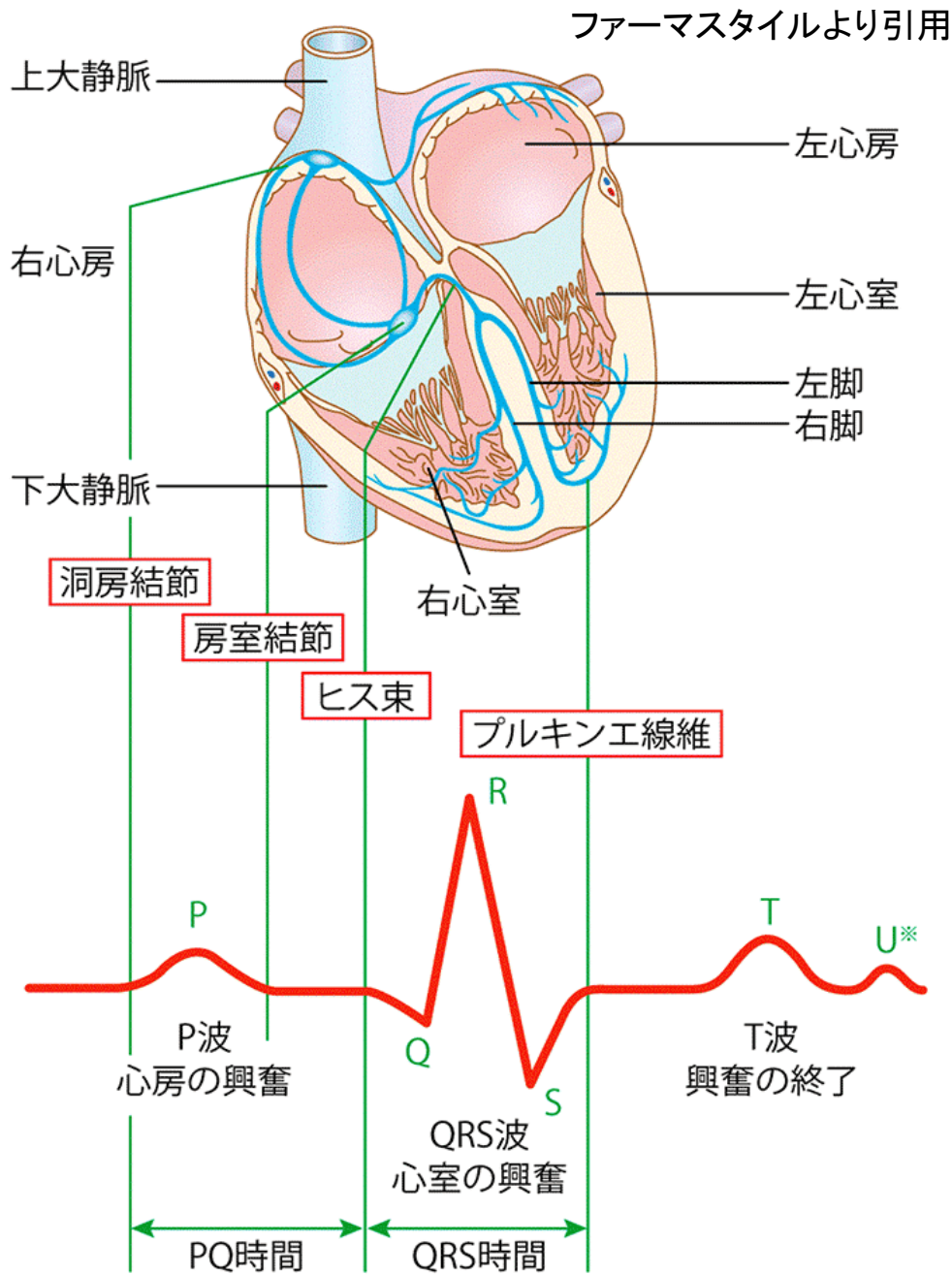
刺激を心房から心室へ
伝える
(房室結節・ヒス束)

心室を順序良く短時
間で興奮させる
(左右の脚・
プルキンエ線維)



波形は何を表しているか

各波形が示すものが何かを理解すると、どの部分に異常があるか気付くことができる



※U波は誘導によってはみられない

心電図でわかる異常

脈拍異常： 頻脈・徐脈・不整脈・伝導異常

虚血性心疾患： 心筋梗塞・狭心症

電解質異常： カルシウム・カリウム

心肥大： 心房負荷・心室肥大

標準12誘導心電図

① 肢誘導

四肢に装着した電極から心臓からの
電気信号をみる

双極誘導と単極誘導がある

② 胸部誘導

胸部に装着した電極の各位置から
心臓の電氣的興奮をみる

双極誘導

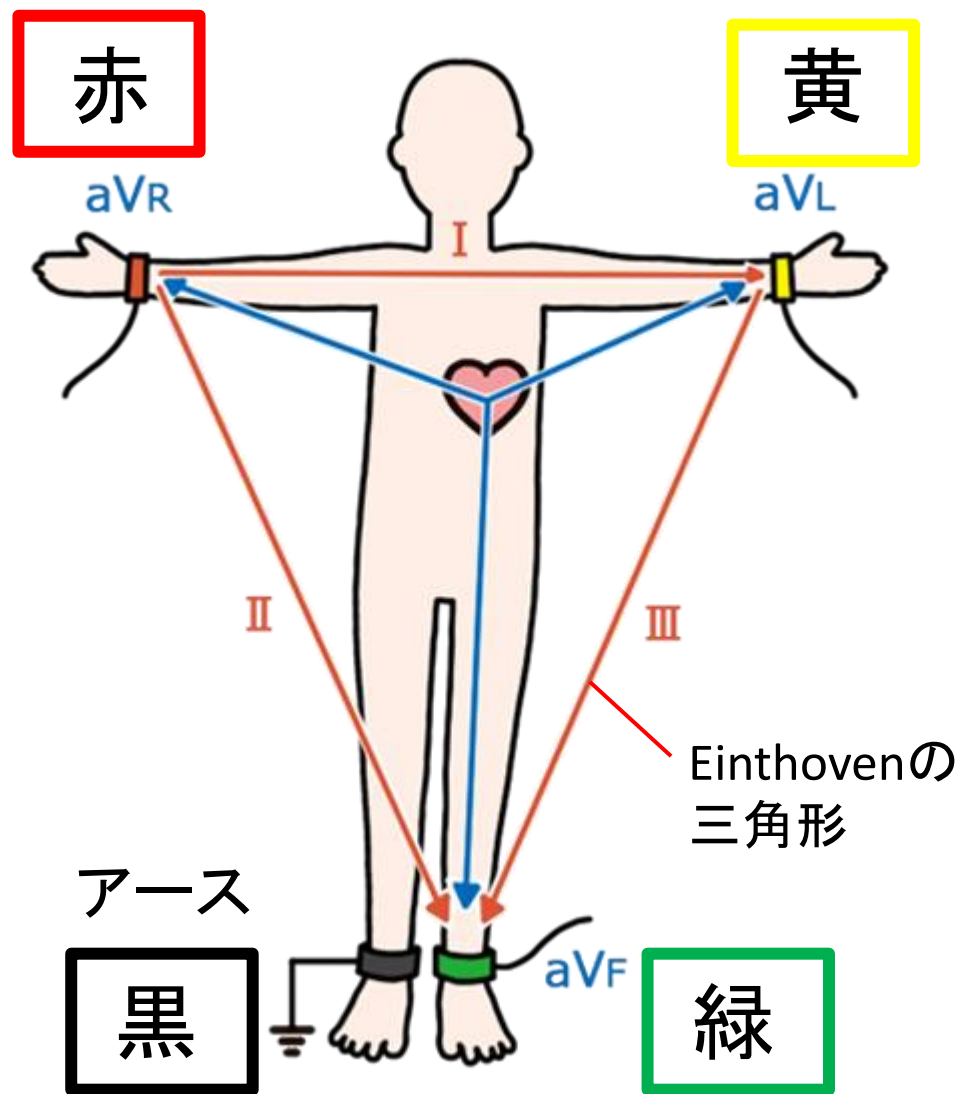
2点間の電位差をみる

I 誘導	右手→左手
II 誘導	右手→左足
III 誘導	左手→左足

単極誘導

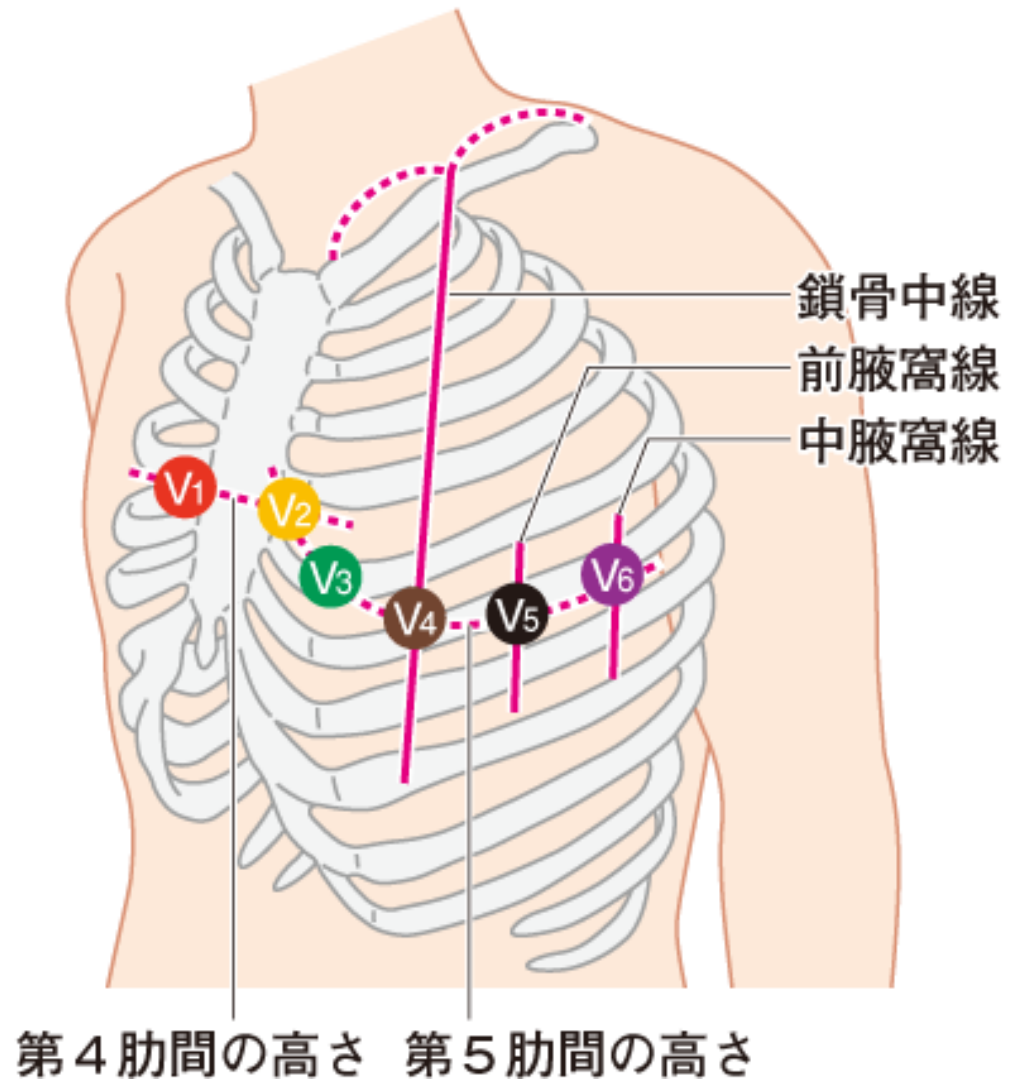
心臓を電氣的中心として
各部位からの電位変化を
みる

aVR	右手
aVL	左手
aVF	左足

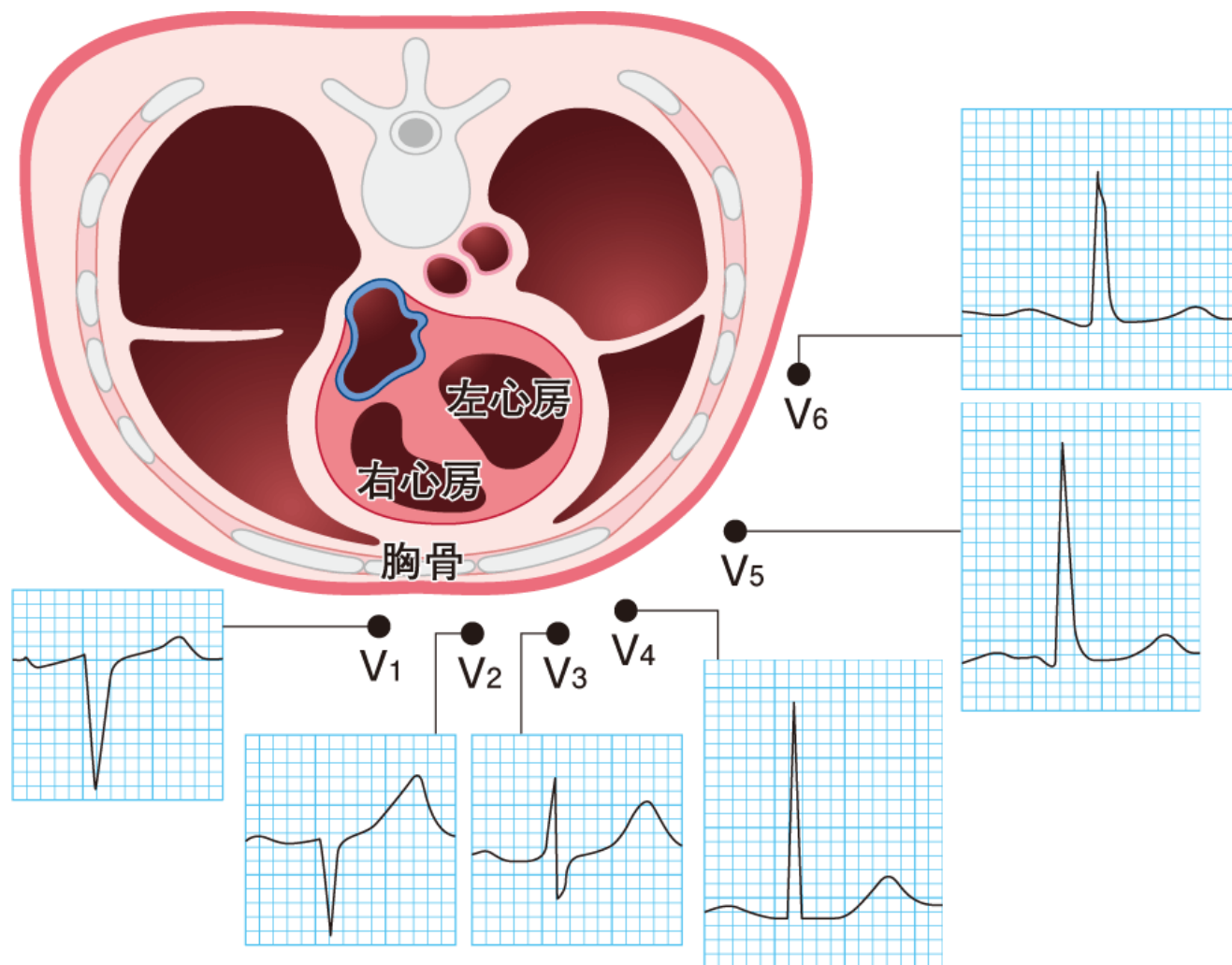


胸部誘導

- V1** 第4肋間胸骨右縁
- V2** 第4肋間胸骨左縁
- V3** V2とV4の間
- V4** 第5肋間と鎖骨中線上
- V5** V4と同じ高さの
左前腋窩線上
- V6** V4と同じ高さの
左中腋窩線上



胸部誘導



モニター心電図

入院患者の心電図のモニタリング

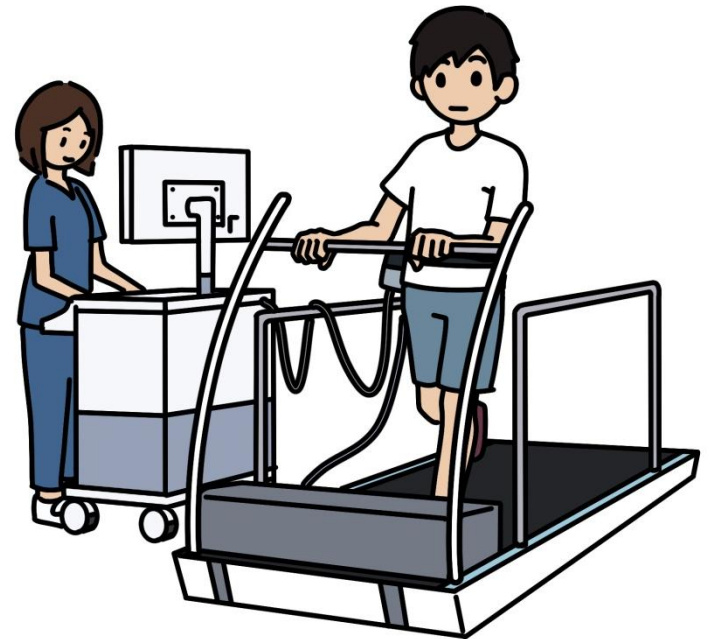
- 集中治療室や重症病棟における異常心電図の監視
- バイタルサインが不安定な患者
- 虚血性変化や不整脈の検出、記録が必要な患者などが適応



運動負荷心電図

運動によって心臓に負担をかけることで安静時にはみられない異常(心筋虚血、不整脈)を誘発する検査

- 検査中の心電図波形と血圧を継続してモニターし、症状の出現にも注意する
- 検査中に心血管イベントが起こり得るため、必ず医師を含めた複数の医療スタッフで検査を実施する
- 検査室内に緊急処置可能な準備をしておく(酸素吸入、除細動器など)



ホルター心電図

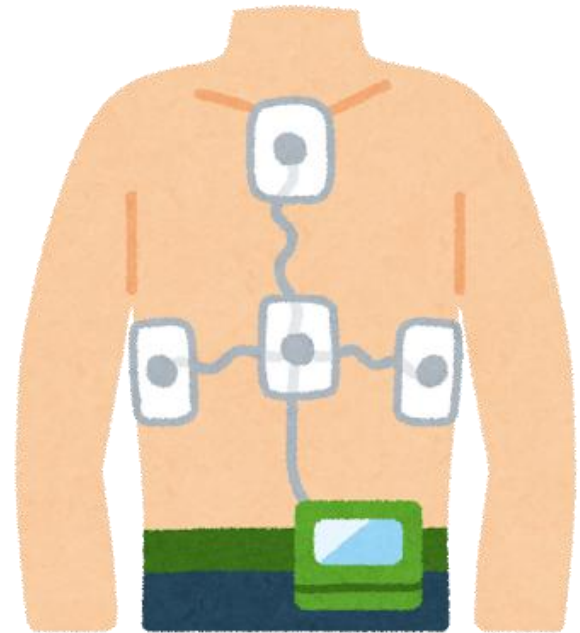
機械を24時間装着し、日常生活中心電図波形を記録し解析する

不整脈や心筋虚血の有無を評価

検査室での短時間の検査では捉えられない心電図変化や症状発生時の心電図波形が記録可能



日本光電HPより引用





検査時の注意事項

- 12誘導心電図では手首、足首、胸部がよく見える脱ぎ着しやすい服装がベター
- 雑音の混入を除去する
(筋電図、発汗、皮膚処理をしっかりと行う 等)
- 運動負荷心電図では医師の立ち合いの下、
緊急処置のできる環境で実施する

第106回 午前26問

刺激伝導系でないのはどれか

1. 腱索

2. 房室結節

3. 洞房結節

4. Purkinje(プルキンエ)線維

第112回 午後12問

心臓の刺激伝導系で最初の興奮部位はどれか

- 1.洞房結節
- 2.房室結節
- 3.His(ヒス)束
- 4.Purkinje(プルキンエ)線維

第103回 午前29問

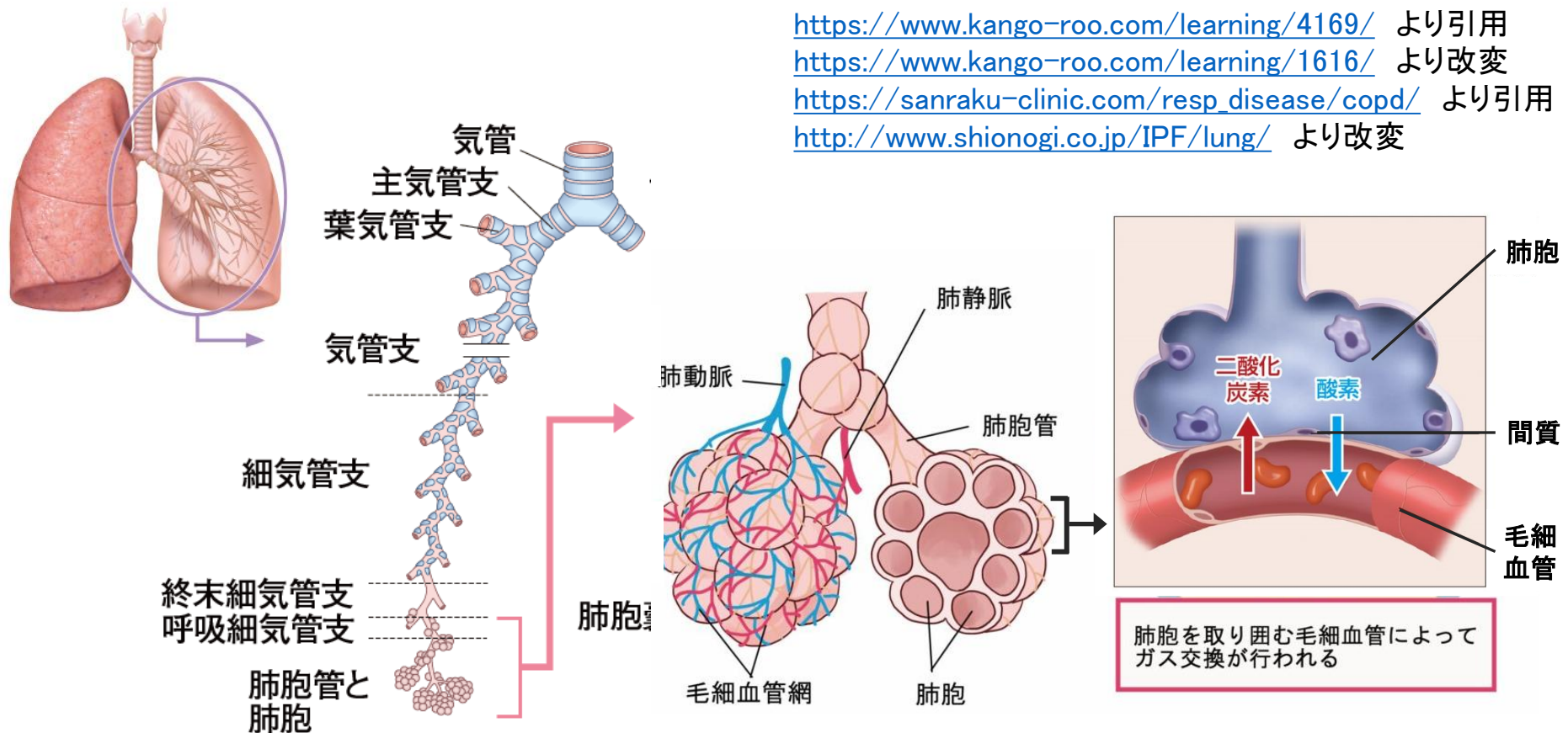
心臓の自動的収縮について正しいのはどれか

- 1.運動神経で促進される
- 2.ペースメーカーはHis束である
- 3.興奮を伝える刺激伝導系がある
- 4.中脳の血管運動中枢による支配を受ける

呼吸機能検査

肺の機能と構造

- ・肺の機能→血液中のガス交換
(酸素を取り込み二酸化炭素を排出)
- ・吸気時は伸展され、呼気時は収縮する



呼吸機能検査の種類

一般の呼吸機能検査(スパイロメトリー)

肺活量(vital capacity: VC)

努力肺活量(forced vital capacity: FVC)



スパイロメーター

精密検査

機能的残気量(functional residual capacity: FRC)

クロージングボリューム(closing volume: CV)

肺拡散能(diffusing lung capacity of the carbon monoxide: DLCO)

その他

呼吸抵抗、運動負荷試験 など

肺活量(VC)、努力肺活量(FVC)でわかること

肺活量(VC)

どれだけの空気を肺に出し入れできるか

努力肺活量(FVC)

最大限吸った空気を一気にどれだけ吐き出せるか

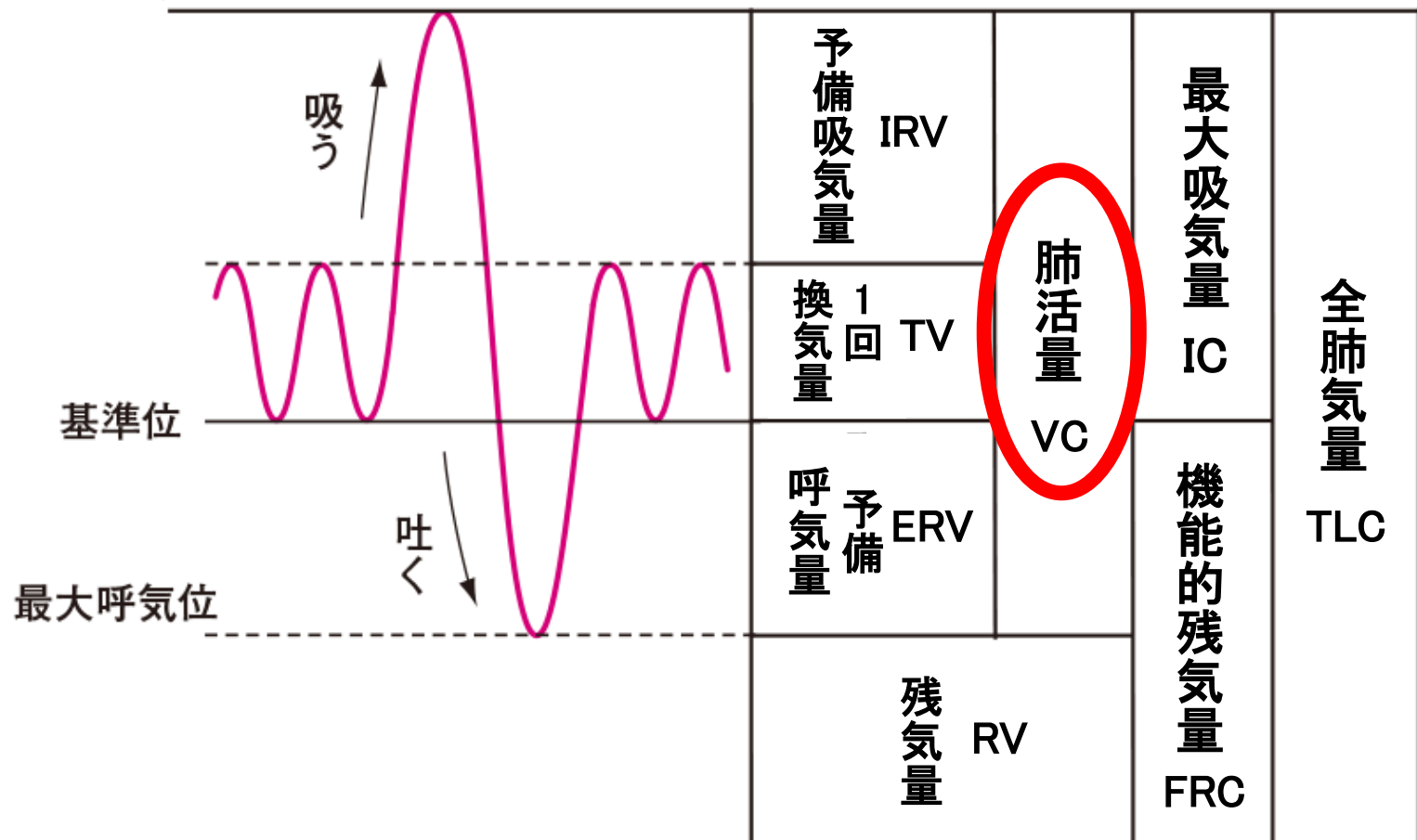
努力！

- ・ 検査のやり方は異なるが、どちらも最大限に吸って完全に息を吐き切るのは同じ
(健康な人ではほとんど量に差はない)
- ・ FVCでは吐き始めから1秒間にどれくらいの量が吐けたか(1秒量)が大事

VCで得られる曲線: スパイログラム

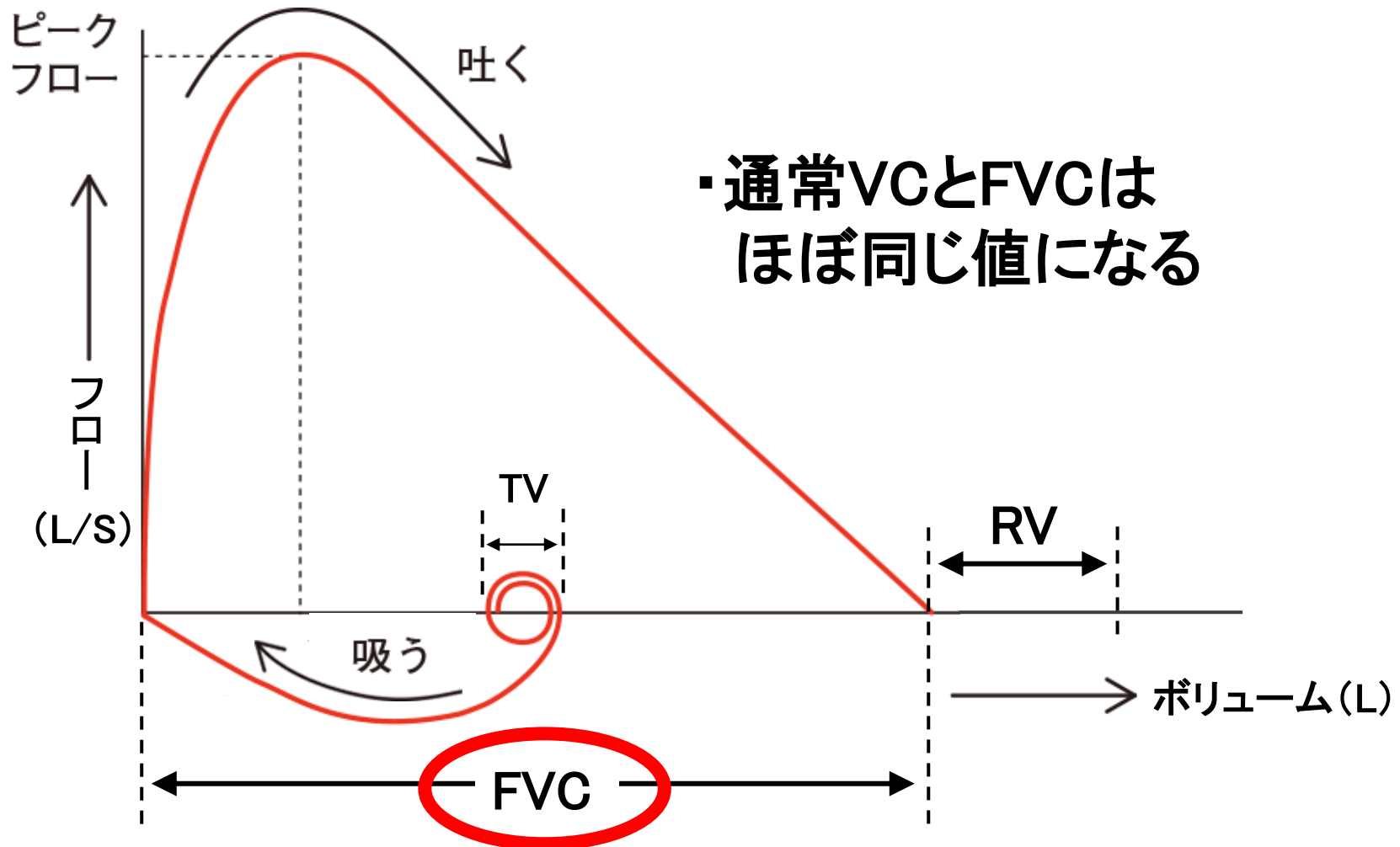
- ・性別・身長・年齢から算出した予測肺活量に対する実測の肺活量の比率(%VC)がわかる
- ・RV、FRC、TLCは測定できない → 精密検査で

最大吸気位



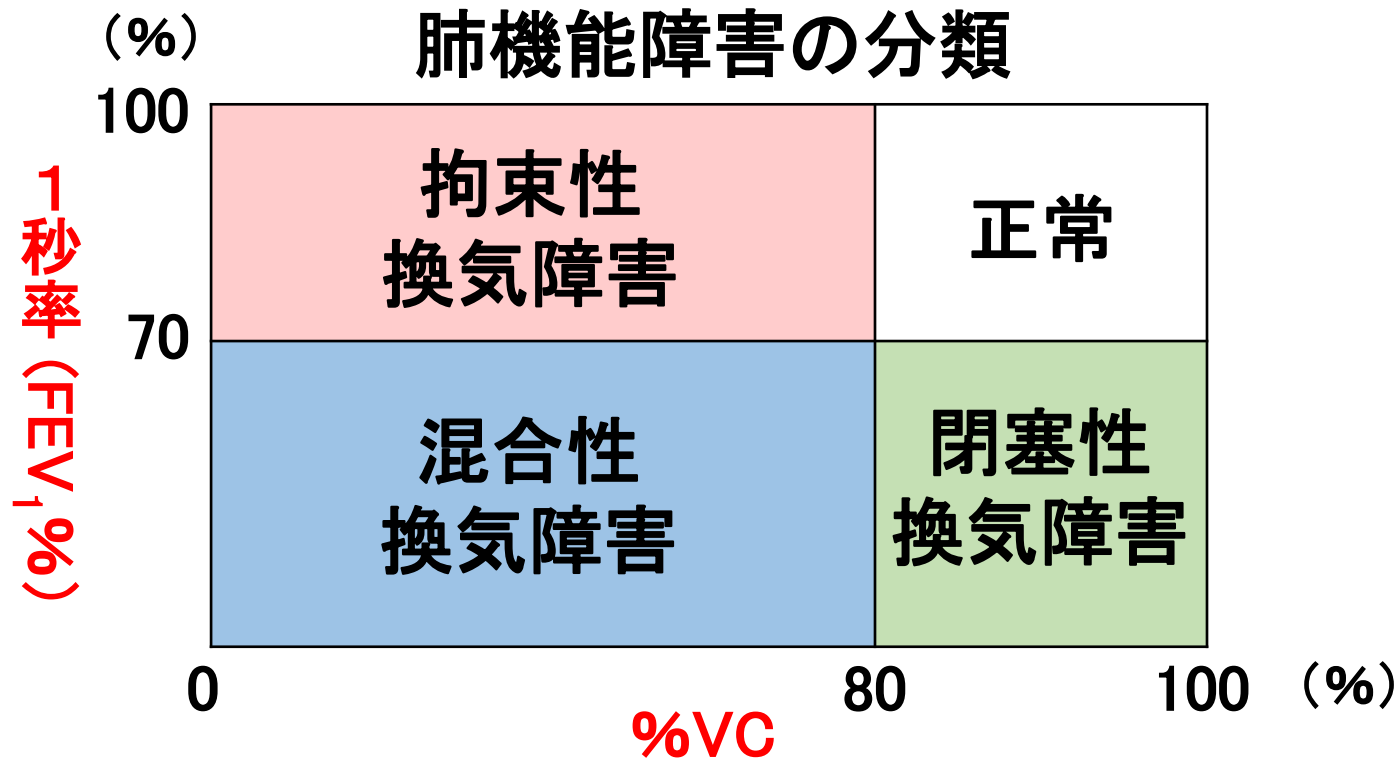
FVCで得られる曲線: フローボリューム曲線

- ・FVCに対する、吐き始めの1秒間に吐けた量(1秒量: FEV_1)の比率(1秒率: $FEV_1\%$)がわかる



VC・FVCは何のために行う？

- ・換気機能障害の有無や鑑別を把握する
- ・手術時の麻酔に対する危険度やその量を設定
- ・治療の選択や効果の評価

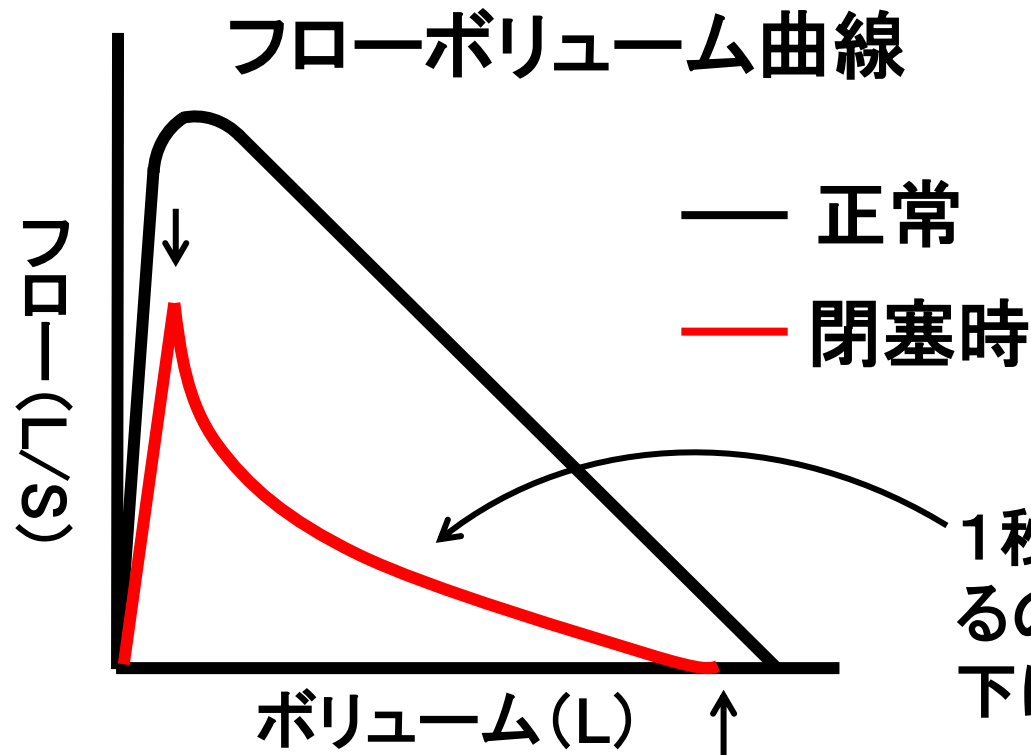


%VC = 実測肺活量 / 予測肺活量 × 100

FEV₁% = 1秒量 (FEV₁) / 努力肺活量 (FVC) × 100

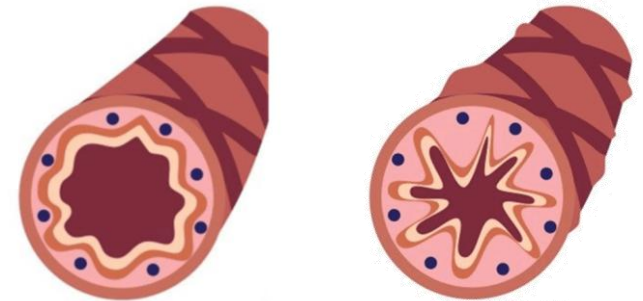
閉塞性換気障害とは:「吐けない」

末梢気道が炎症などにより狭くなる(閉塞する)状態
→吐くときに空気が通りにくくなる



1秒あたりに吐ける量が減るのでピークフローが低下し、下に凸の形になる

気管支断面
正常 閉塞時



<https://gamo.or.jp/copd-medication/> より引用

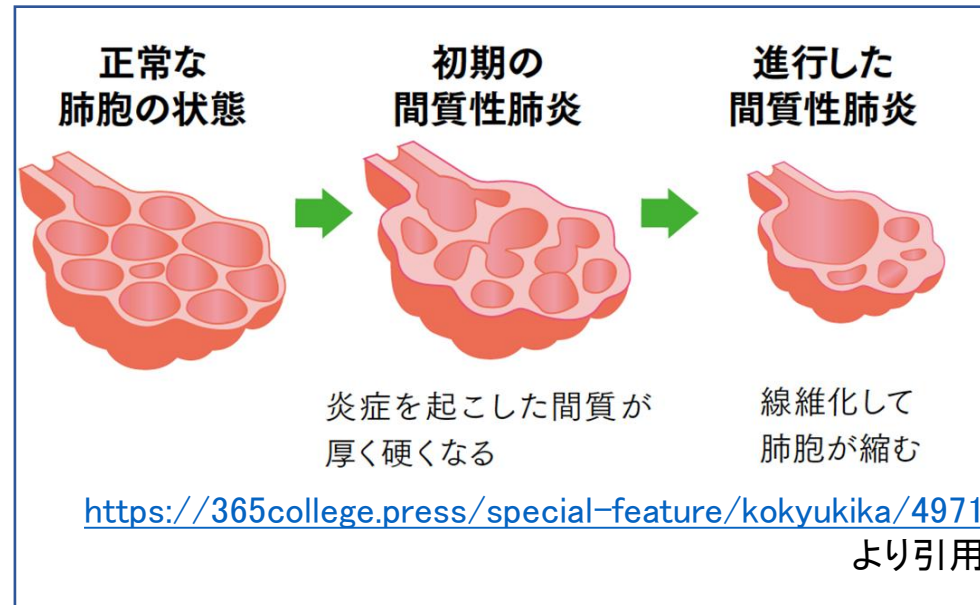
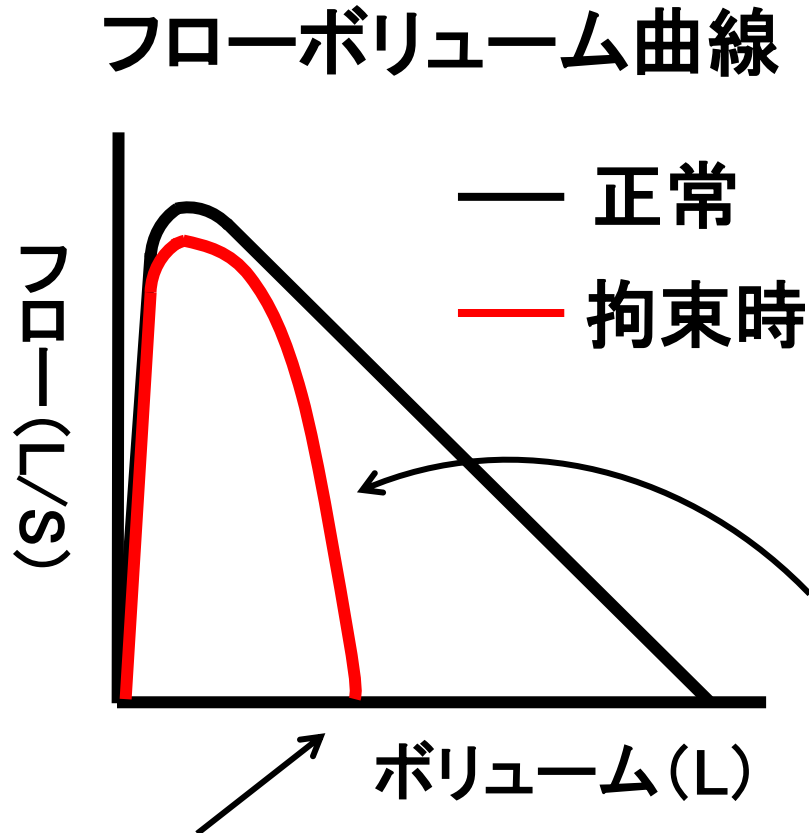
吐き切れないがVC(≒FVC)は予測の80%を下回らない

《代表的疾患:

気管支喘息、COPD(慢性閉塞性肺疾患)等》

拘束性換気障害とは:「吸えない」

炎症などで肺の拡張が拘束される(固くなる)状態



気道は閉塞しないので1秒あたりに吐ける量は減少せず上に凸の形になる

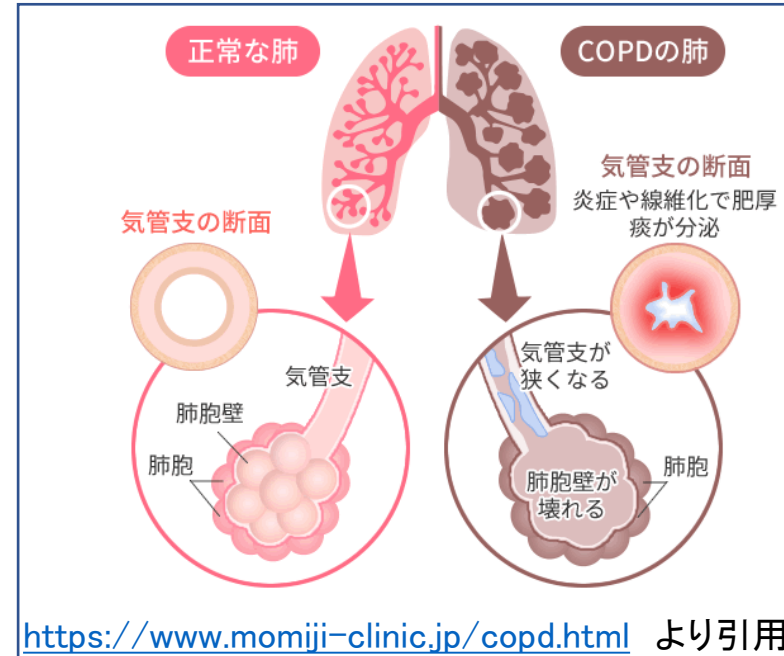
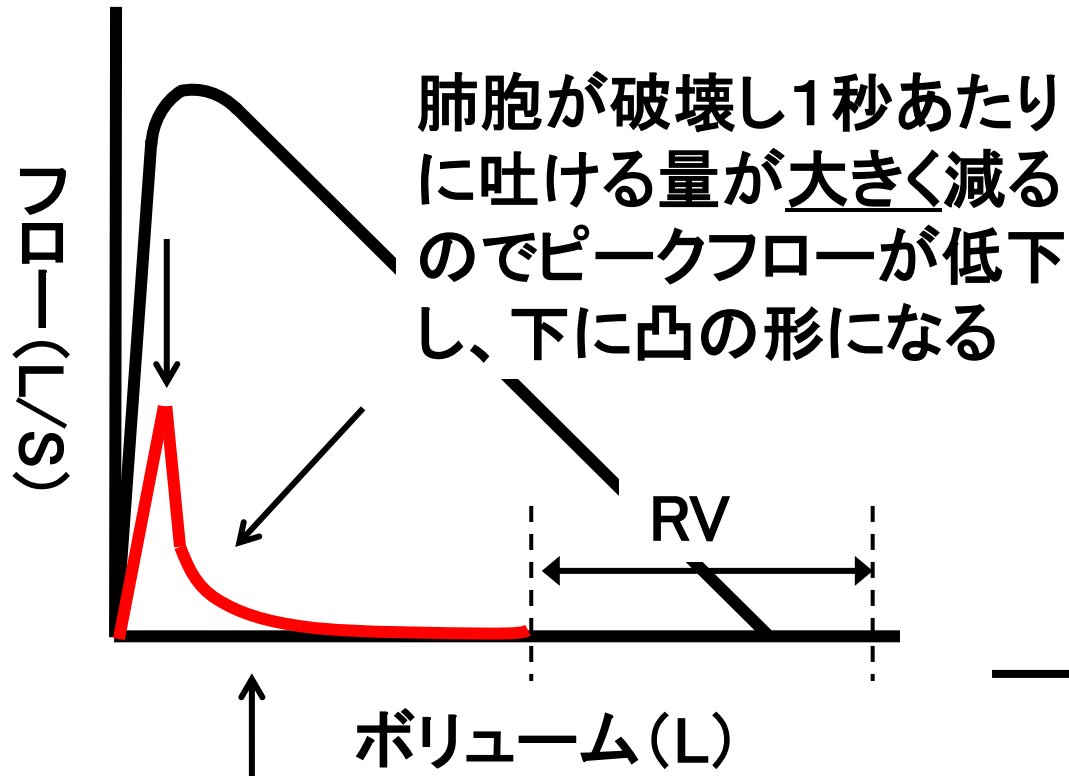
肺が膨らまず吸いきれないのでFVC(%VC)が減少する

《代表的疾患:間質性肺炎(進行すると肺線維症)等》

混合性換気障害とは:「吸えない+吐けない」

閉塞性と拘束性の換気障害を合併した状態

フローボリューム曲線



肺が伸びきってRVが増加(COPD)→FVC(%VC)が減少する

《代表的疾患: 進行したCOPD、COPDと間質性肺炎の合併等》

呼吸機能精密検査

機能的残気量(FRC):スパイロメータでは測定できないFRCを測定してRVを算出し全肺気量の分画を把握する。一般に拘束性障害では減少、閉塞性障害では増加する。

クロージングボリューム(CV):酸素を吸った後呼気中の N_2 濃度を記録し、末梢気道の病変や肺内ガスの不均一性を調べる。末梢気道閉塞時や加齢、喫煙などで増加する。

肺拡散能(DLCO):COを微量含むガスを用いて肺から血液中への酸素の取り込みやすさを調べる。間質性肺炎やCOPDでは低下する。





検査時の注意事項

- 検査には性別、身長、年齢の入力が必要
- 精密検査は食後すぐは避ける
- 患者さんの様子を観察しながら検査を進める
- 検査結果は被検者に依存する
(理解度、協力度、やり方によって結果が変わる)
- 指示の入らない人は検査できない

神經機能検査

脳波検査

脳はその神経活動によって微小な電気信号を出している

脳波検査はその電気の波を頭皮上に装着した電極から記録し、大脳の活動状態を調べるもの

検査時間は60-90分程度
痛みなどはない



脳波検査の目的

- てんかんの診断
- 脳の異常による意識障害の診断
(ex; 脳血管の障害,
頭部の外傷や何らかの中毒 etc)
- 脳死判定
のときなどに行われる。

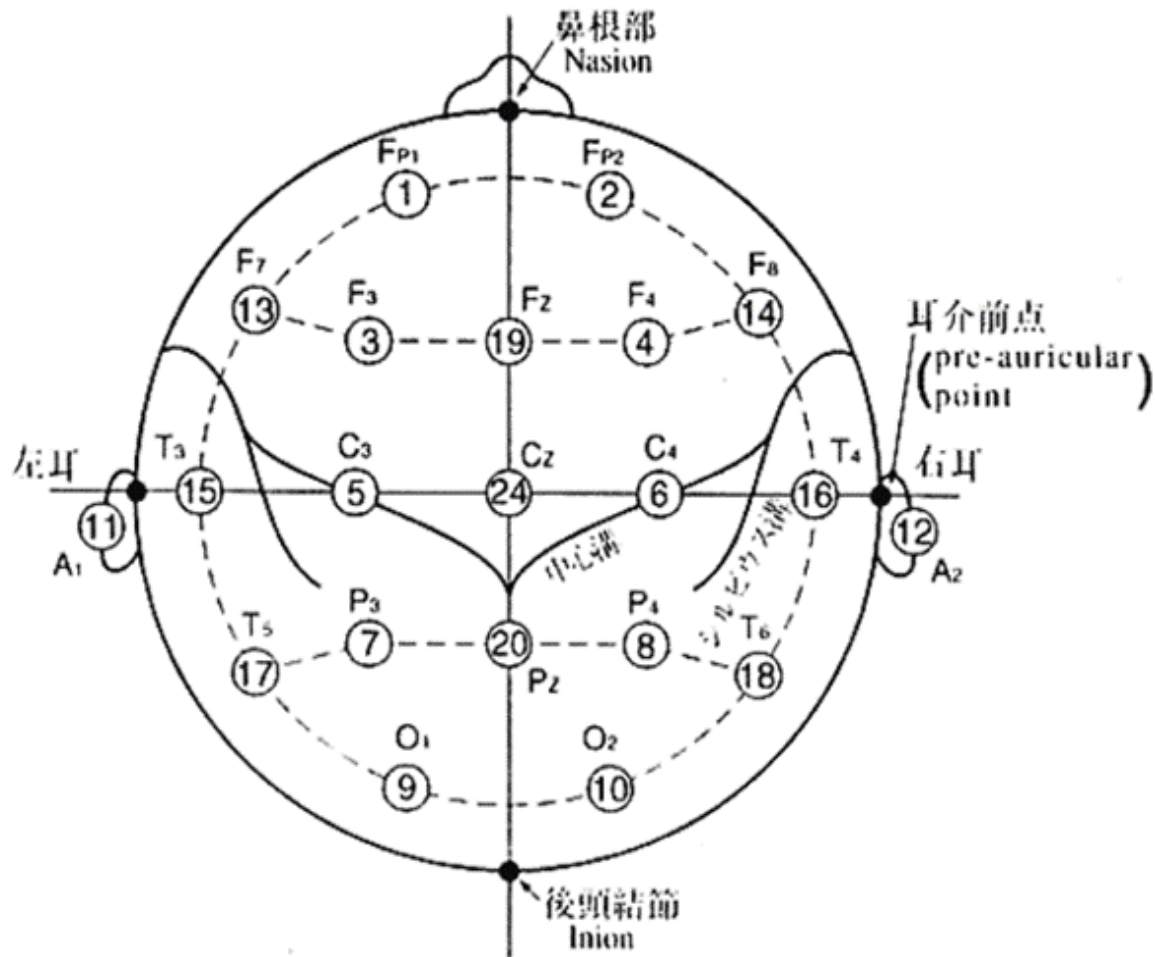
※脳死の場合、脳波は平坦になる

第100回 午前10問

脳死の判定基準に含まれるのはどれか

- 1.徐脈
- 2.除脳硬直
- 3.平坦脳波
- 4.けいれん

10-20電極配置法



単極導出: 耳朵を基準としたときの任意の電極の電位
双極導出: 2点間の電位差

⇒ 覚醒安静閉眼状態の脳波では異常波が出現しない場合であっても、感覚刺激など生理的な状態を変化させて脳波記録を行うと、異常波が誘発されることがあるため

この様に異常波が出現しやすい状態にすることを

脳波の**賦活**という

※ 小児は睡眠時に異常波形が出現しやすい
検査用の睡眠薬を服用する場合もある



検査時の注意事項

- 非常に小さな電位を記録するので
アーチファクトの除去が大切
- 検査中にある程度の安静を保てること
- けいれんなどの発作が出現した場合、
迅速な対応が必要

正常所見(健康若年成人)

- ・周波数：9～11 Hz 振幅：50～100 μ V の α 波が後頭部優位性に出現
- ・漸増漸減(waxing-and-waning)を繰り返す
- ・左右差はほとんど認めない

異常所見

大きく

- ・突発性異常

- ・持続性異常

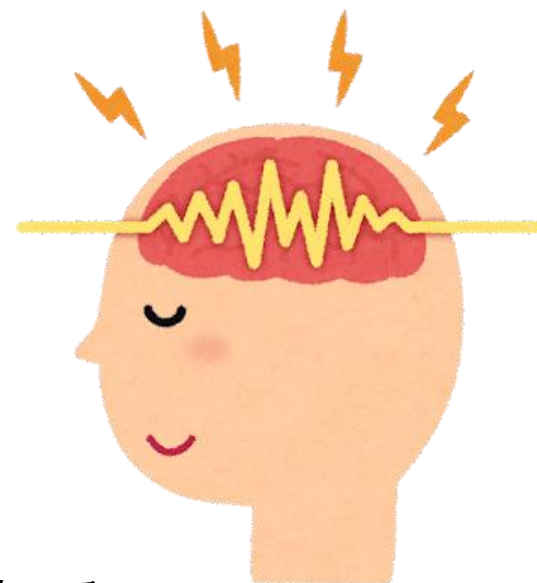
に分けられる

さらにそれぞれ

- ・広汎性異常

- ・局在性異常

に分けられる



第98回 午前87問

脳波検査が診断・治療に有用な疾患はどれか

- 1.うつ病
- 2.てんかん
- 3.統合失調症
- 4.パーソナリティ障害

誘発電位

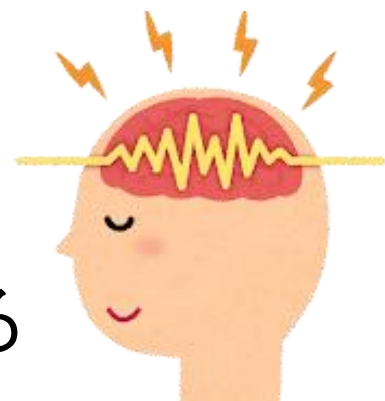
体性感覚誘発電位検査(SEP)

上肢または下肢の神経に電気刺激を与え、末梢神経から脊髄、脳までの反応を記録する検査
末梢神経から脳幹、大脳皮質の感覚野に至る神経路の機能障害の検索に用いられる

聴性脳幹反応検査(ABR)

ヘッドホンで音刺激を与え、脳幹部に生じる電位を頭皮上より記録する検査

難聴の有無や脳幹障害の診断(聴神経腫瘍、意識障害、多発性硬化症、脳死の判定等)、新生児の聴力スクリーニングなどに用いられる

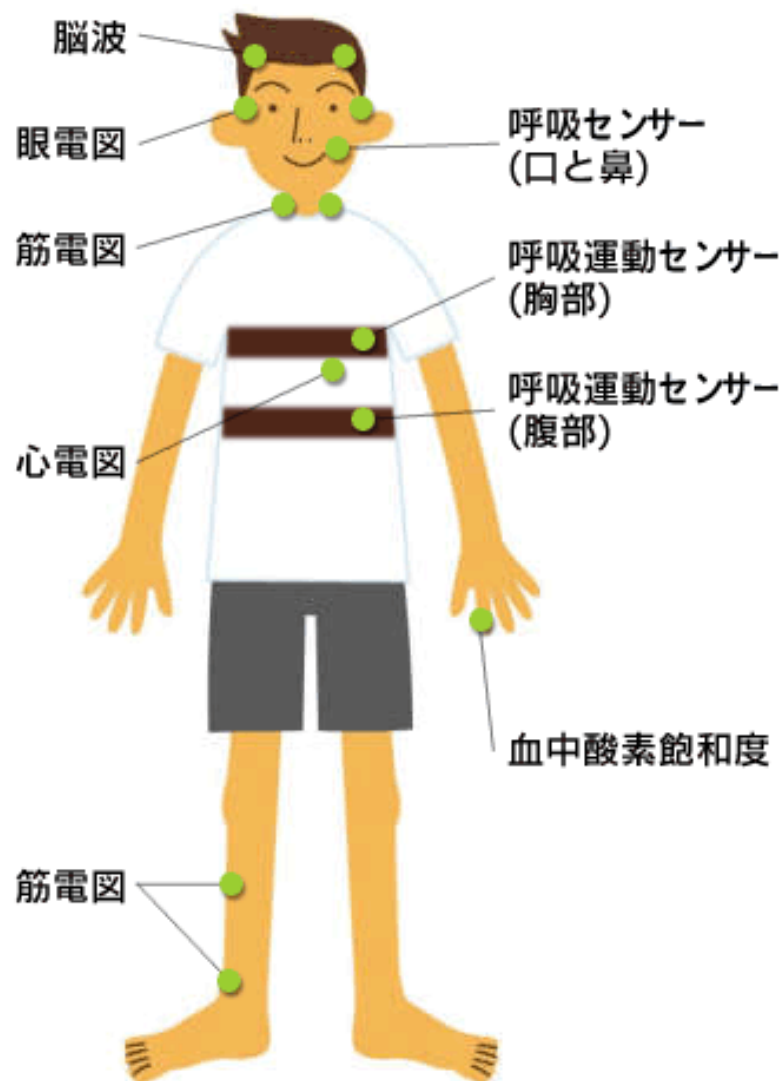


睡眠ポリグラフ検査

polisomnography; PSG

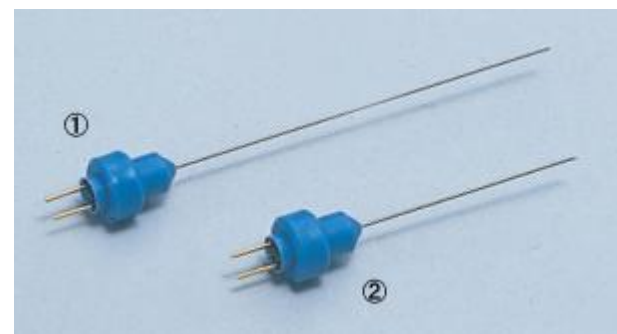
様々なセンサーを取り付け、睡眠中の脳波や胸腹部の呼吸運動、経皮的動脈血酸素飽和度 (SpO₂) を記録し解析する

睡眠障害の診断と治療のための検査
(睡眠時無呼吸症候群)



針筋電図検査

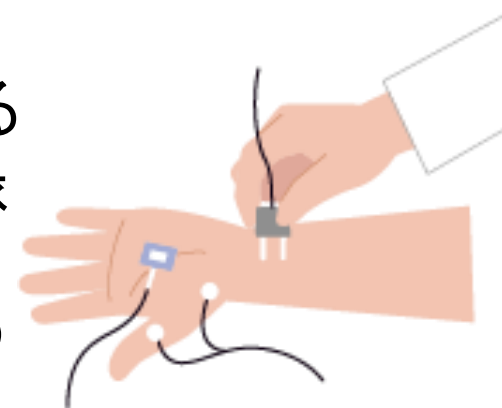
筋肉に専用の針を刺入し(医師が実施)
筋肉内の活動電位を記録する
筋力低下や筋萎縮がみられた場合、その
原因が運動神経にあるのか、筋肉自体に
あるのか、病態が進行性か、などを診断



日本光電HPより引用

神経伝導検査

末梢神経・感覚神経を電気刺激で興奮させる
ことによりその反応を筋肉や神経上から記録
し、末梢神経の機能を評価する
末梢神経障害の有無や病変の部位、病態の
鑑別、重症度などを評価



The BRIDGE より引用

超音波検査 基礎

医用超音波検査（エコー検査）



富士フイルムより引用

- ・超音波診断装置では生体内を超音波が平均1530m/秒の音速で伝わりと想定し、画像の構築や計測を行っている
- ・医用では、周波数1～20MHzの超音波を生体内に発射し、臓器・組織から反射（エコー）が返ってくる性質を利用している

周波数が高くなるほど

超音波画像の分解能は良くなる（細かい部分も良く描出できる）

しかし、それに伴って

深部での減衰が強くなる（深いところま届かなくなる）

目的に応じた周波数と形状の
プローブを選択する必要がある



装置取り扱い上の注意

プローブを落としたりぶつけたりすると
圧電素子(振動子)という超音波の発生に関わ
る重要な部分が損傷し、画像の一部が欠如す
ることがある

⇒プローブは丁寧に扱う！

画像表示モード

超音波の画像表示モードには数種類あり、
検査の目的に合わせて選択する

- Aモード
- Bモード
- Mモード
- ドプラモード

など

Bモード

B: Brightness (輝度)

反射するエコーの強さを明るさに変換して表示する
超音波ビームを複数送受信することによって2次元画像をつくる

反射するものは白、反射するものがない(液体)は黒

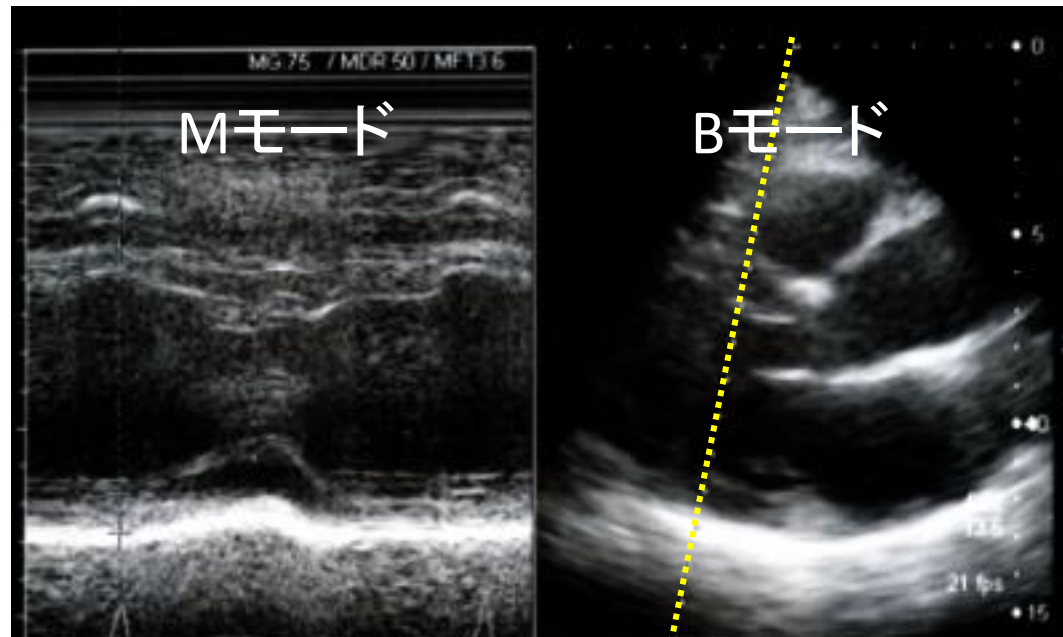


Mモード

M: Motion (動き)

縦軸に反射強度を輝度に変換したものを、横軸には縦軸で輝度表示したものを時系列で表示する。

心臓の弁や心筋の動きなど、動きのある部位を時系列で観察する場合に用いられる。



ドプラモード

発信波と反射波の周波数の偏位から、反射体の運動速度を算出して表示するもの

これを利用して非侵襲的に血行動態や血流速度を検査することができる

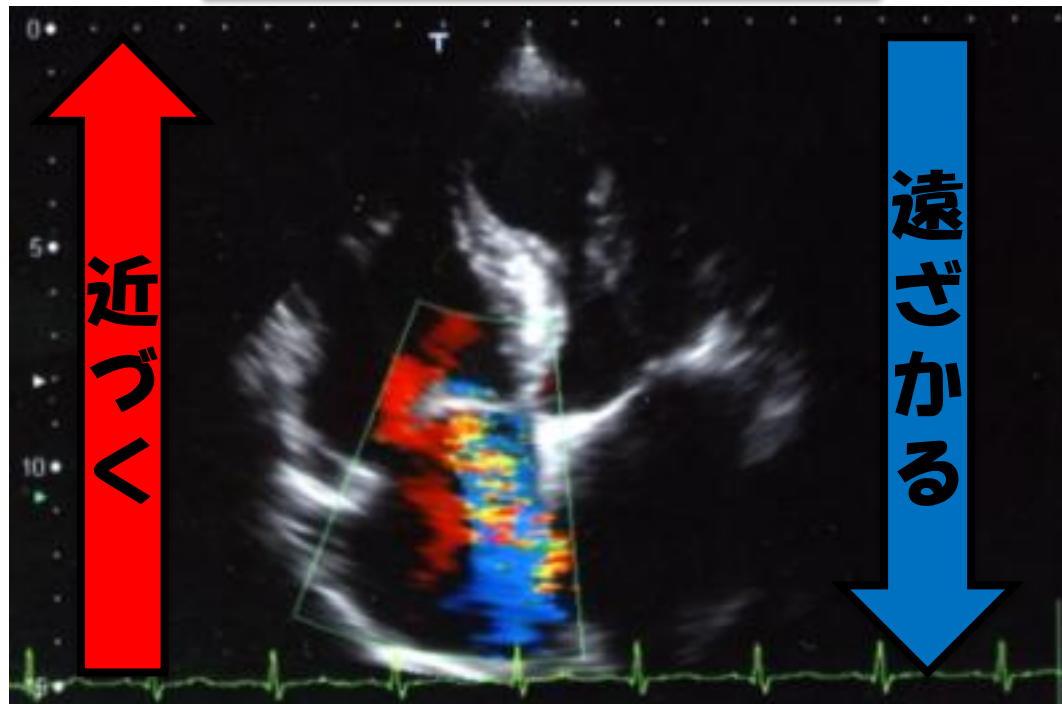
- ・カラードプラ
- ・パルスドプラ
- ・パワードプラ

など

カラードプラ法

プローブに近づく血流が**赤**，
遠ざかる血流が**青**で表示される

フロー



各種画像診断装置の比較

超音波	MRI	CT
超音波 (非侵襲的)	磁気と電磁波 (非侵襲的, ただし患者を選ぶ)	X線
院内のどこでも 簡単に検査可能	MRI室で検査	CT室で検査
リアルタイムに 診断可能	撮影後に診断	撮影後に診断

ポータブルエコー装置

装置の小型化により気軽に持ち運びのできる装置も多く開発されている

大型の装置を搬入できないベッドサイドや被災地等でも活躍している



富士フィルムより引用

超音波検査の特徴

- 装置が移動できる場所ならどこでも検査可能
- リアルタイム性に優れる
- 空気(肺や消化管ガス)、骨は苦手
- 患者さんの条件に左右される
- 検者の技量に左右される

メリット: 簡便・非侵襲的

デメリット: 検者・被検者の影響を受けやすい

心臟超音波検査

検査目的

- 心臓の形態や動きの評価
- 心臓弁の評価
- 心臓内の血液の流れの評価

検査でわかる代表的な疾患

心肥大、弁膜症、心筋梗塞 etc...



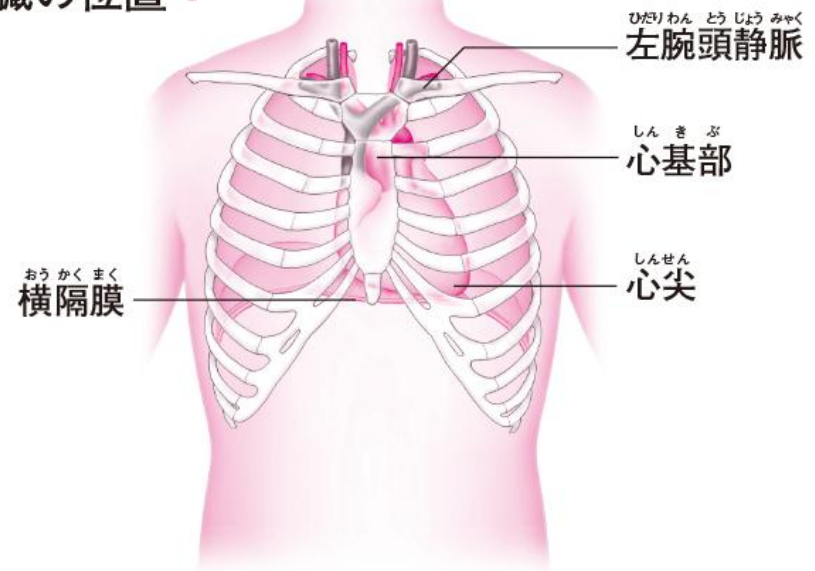
検査時の注意事項

- 脱ぎ着しやすい服装がbetter
- 呼吸調節をすることでより良好に描出できる

心臓は超音波の苦手な肺(空気)と肋骨に囲まれている

呼吸により心臓が見え隠れするため呼吸を調節すると安定して描出できる

●心臓の位置●



心臓の解剖

4つの部屋

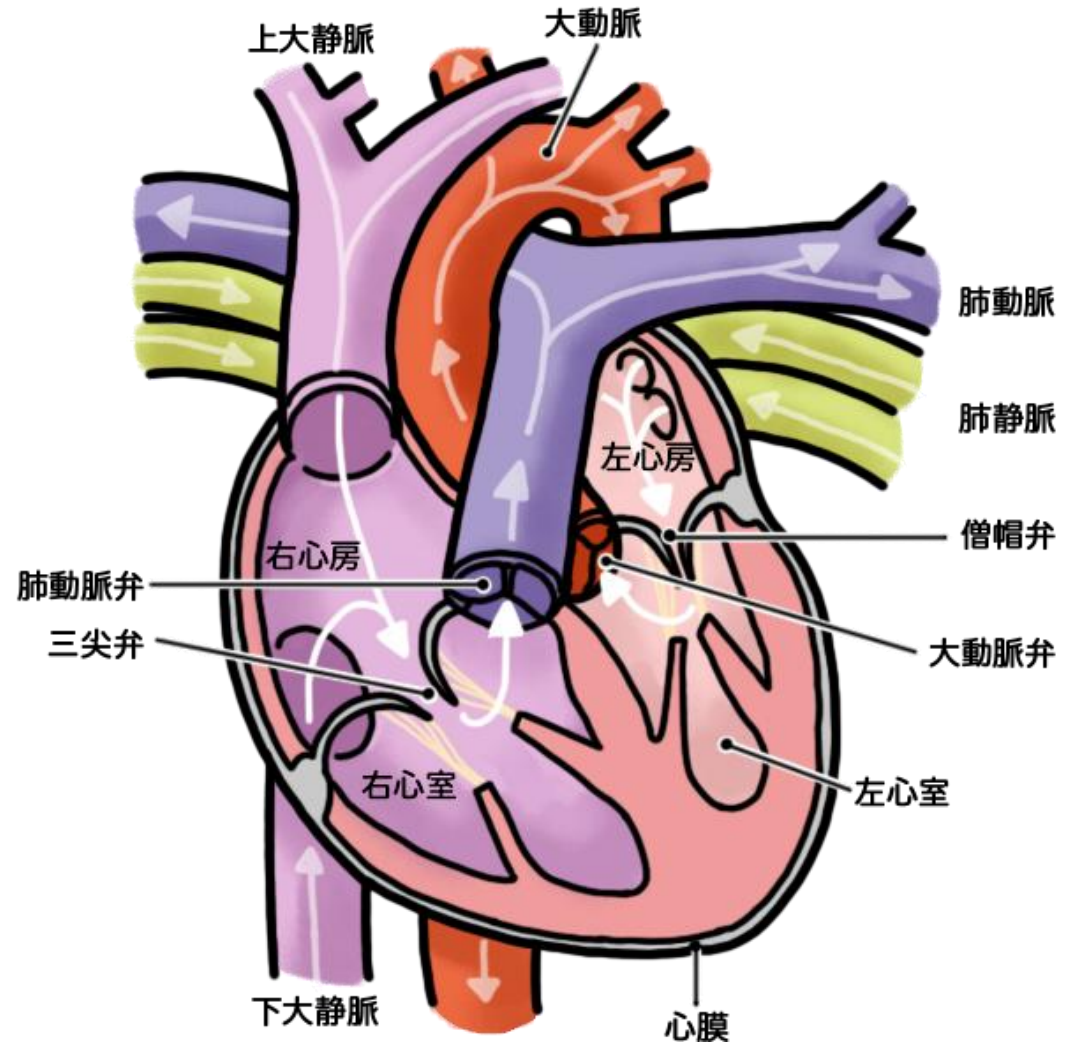
- ・左心房
- ・左心室
- ・右心房
- ・右心室

4つの弁

- ・僧帽弁
- ・大動脈弁
- ・三尖弁
- ・肺動脈弁

連続する血管

- ・大動脈
- ・肺動脈
- ・大静脈
- ・肺静脈



看護roo!より引用

腹部超音波検査

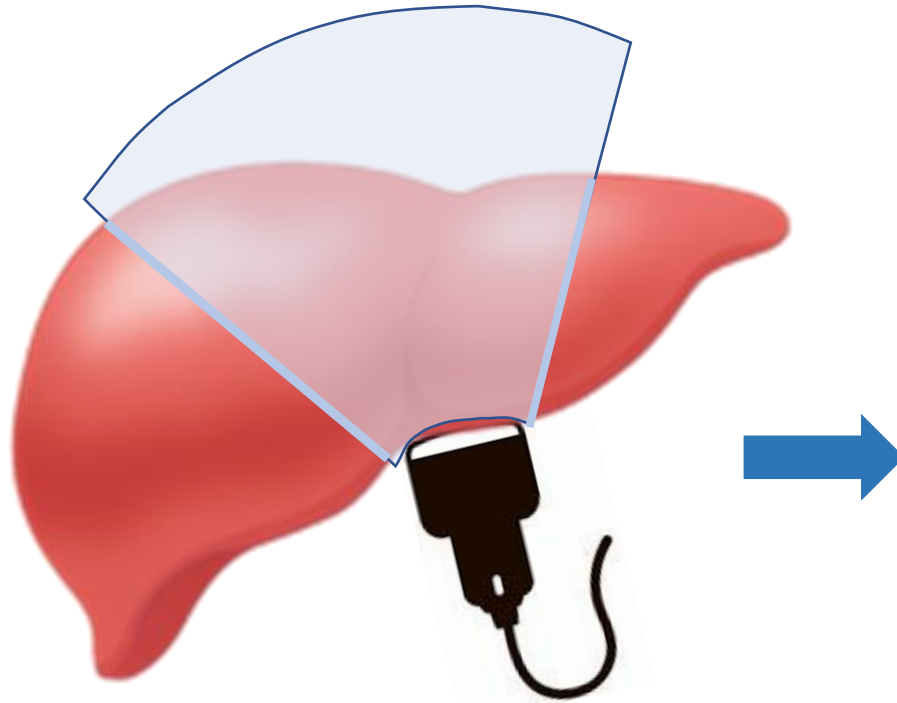
検査目的

肝臓や胆嚢、膵臓、腎臓などの腹部臓器を
画像で確認、評価する

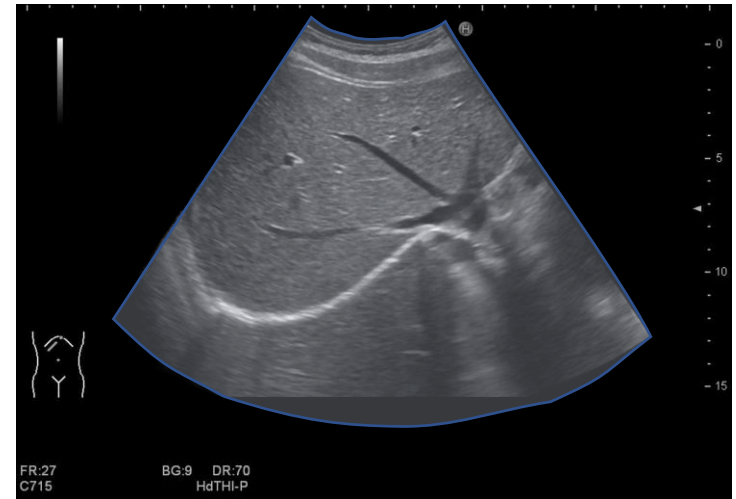
- 大きさ、形態の異常
- 臓器の性状の評価
- 病変の有無 など



臓器は立体的、画像は平面的



一画面で見えているのは
臓器の一部のみ



描出される画像は立体的な臓器の一断面にすぎない
いろいろな場所からスキャンして全体を見落としなく観察する
ことが大切

検査の注意事項

- 検査前は絶食
(心臓や体表などは食事制限なし)
- 必要に応じて蓄尿状態で検査
(膀胱や前立腺の検査)



検査のポイント

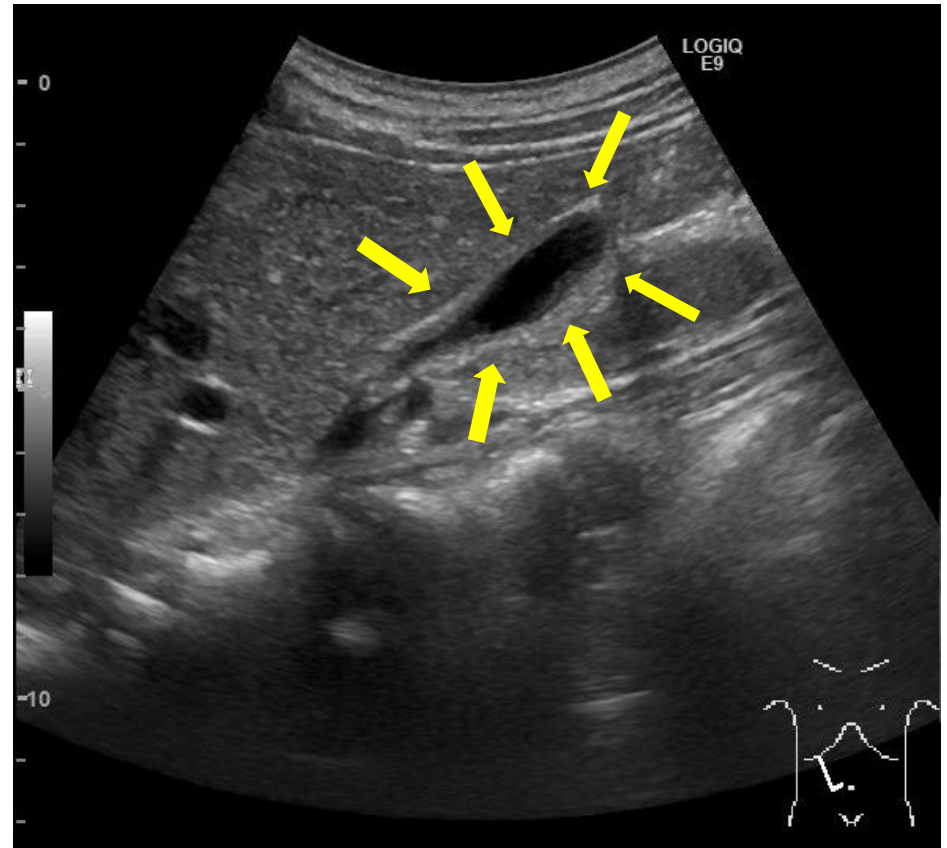
呼吸調節しながら検査する
(腹式呼吸させることで横隔膜が下がり
腹部臓器が描出しやすくなる)



食事による影響

胆嚢に溜まっている胆汁が
消化のために排泄される
ため萎縮してしまう
内腔の異常や壁の厚さが
正確に評価できない

また、食後は胃の中の
食物や消化管ガスの
発生も腹部臓器の描出を
妨げる

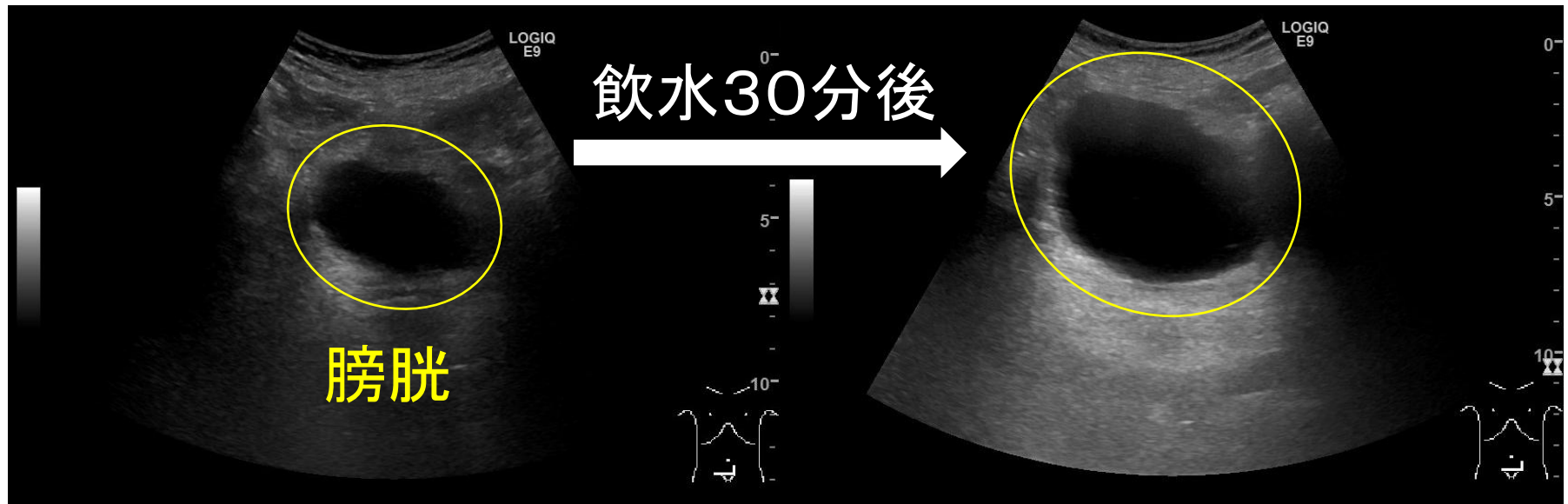


第94回 午前58問

臓器と超音波検査の前処置との組み合わせ
で正しいのはどれか

- 1.心臓—運動負荷
- 2.胆嚢—絶食
- 3.子宮—緩下剤内服
- 4.膀胱—排尿

蓄尿量による見え方の違い



膀胱の拡張が不十分だと病変を
見落とす可能性あり

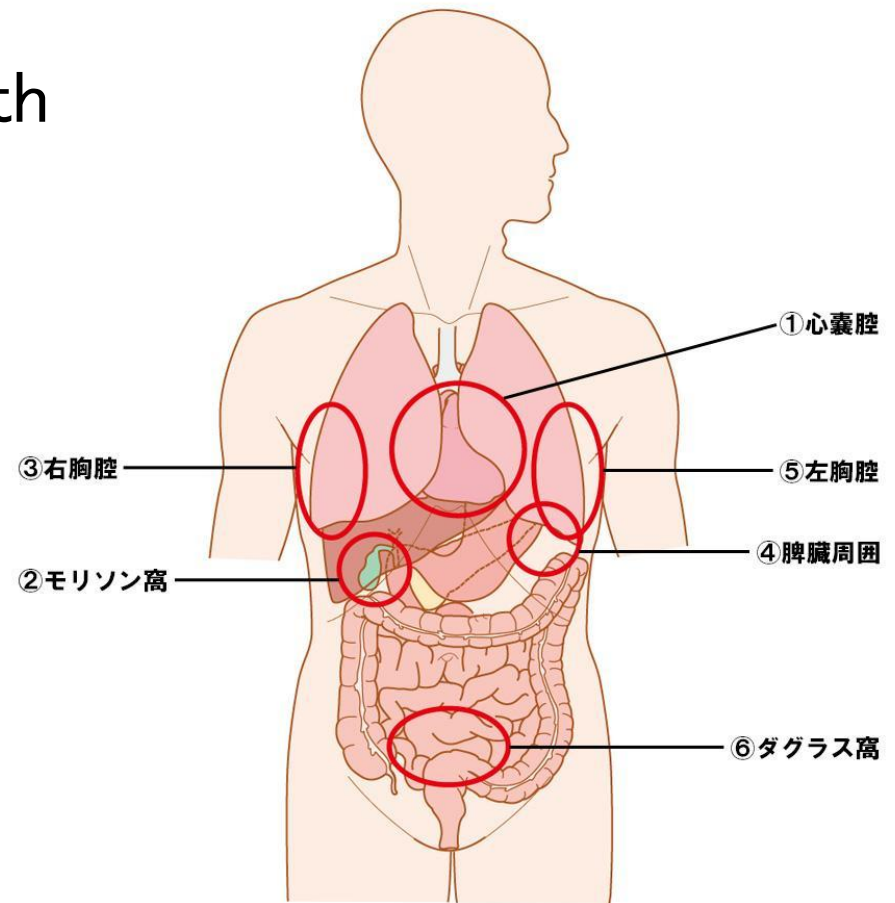
緊急時の検査

FAST

(Focused assessment with
sonography for trauma)

外傷の初期診療として
心嚢腔、胸腔、腹腔の
液体貯留(出血)の有無を
迅速に評価する簡易
超音波検査法

緊急処置の必要性を判断
する

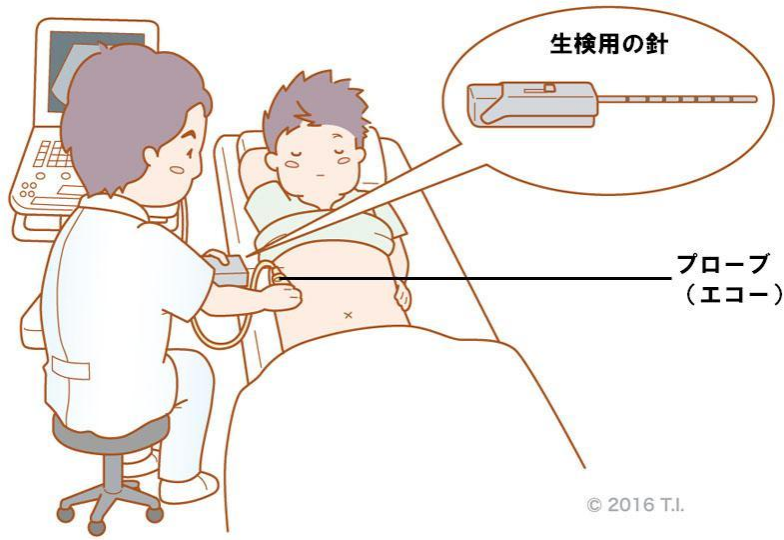


© 2016 T.I.

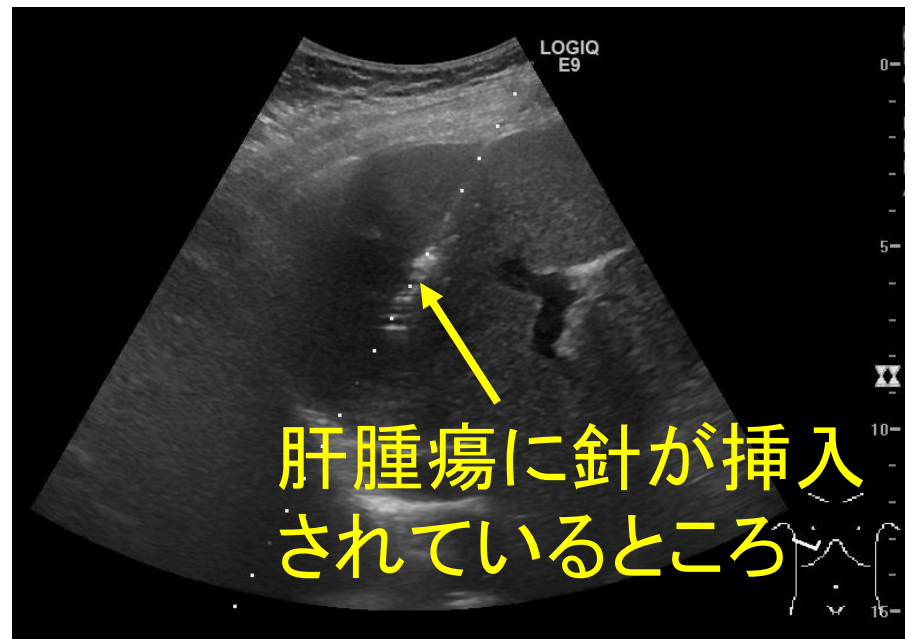
看護roo！より引用

超音波ガイド下穿刺

肝臓や腎臓などの組織を経皮的に穿刺し採取（組織生検）する際に超音波画像をガイドにして行う
現在の状況をリアルタイムに描出できるので穿刺の補助に有用



看護roo！より引用



第100回 午前55問

超音波ガイド下で肝生検を受ける患者への説明で適切なのはどれか

- 1.「検査当日は朝から食事ができません」
- 2.「肝生検は腰椎麻酔をしてから行います」
- 3.「針を刺す瞬間に大きく呼吸をして下さい」
- 4.「検査後すぐにベット脇のポータブルトイレが使えます」