

令和 5 年度青臨技精度管理

生理検査部門

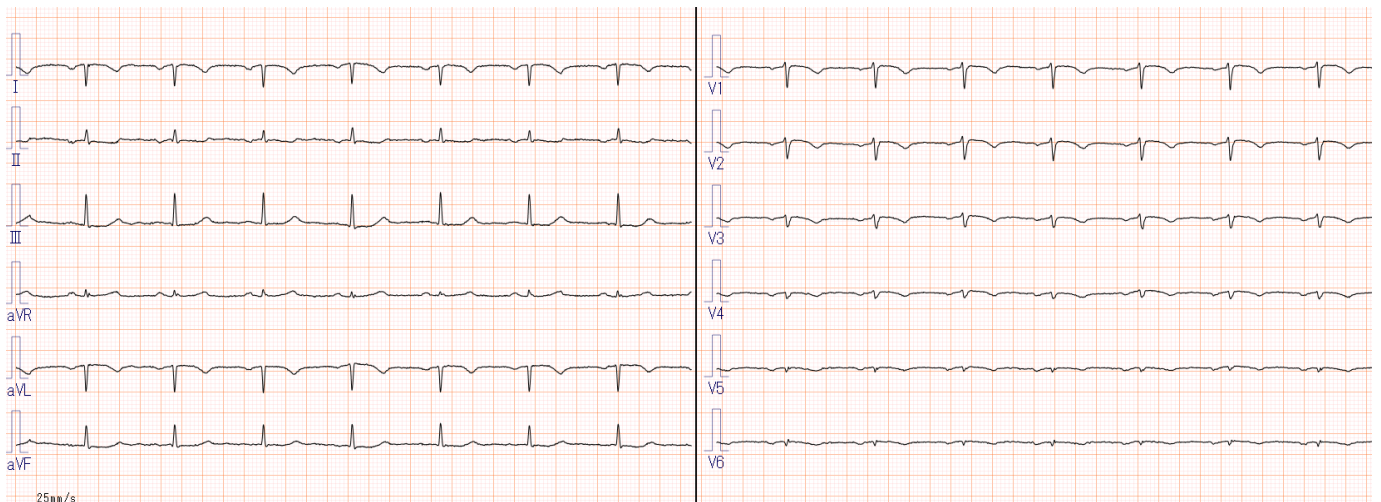
解答・解説

### <心電図検査>

問 1. 60 歳女性。

心窩部痛のため救急外来受診。受診時には症状は落ち着いていた。受診時の心電図を示す。  
最もあてはまるものはどれか。1 つ選べ。

1. 急性冠症候群
2. 陳旧性側壁梗塞
3. 四肢電極の左右付け間違い
4. 右胸心
5. 気胸



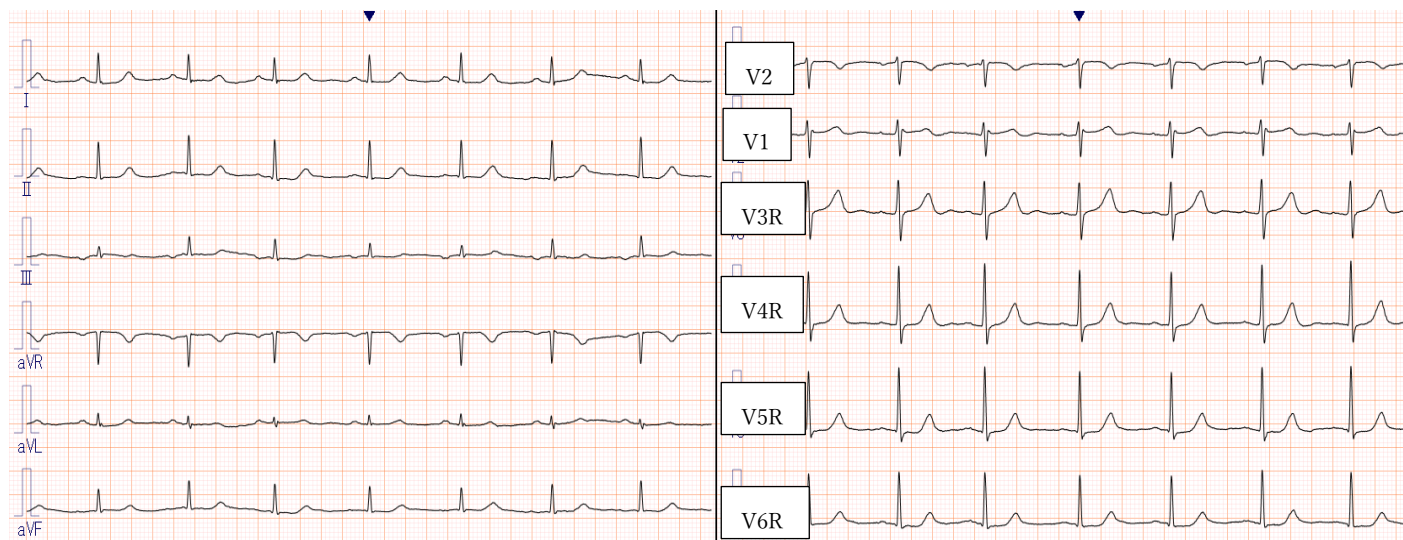
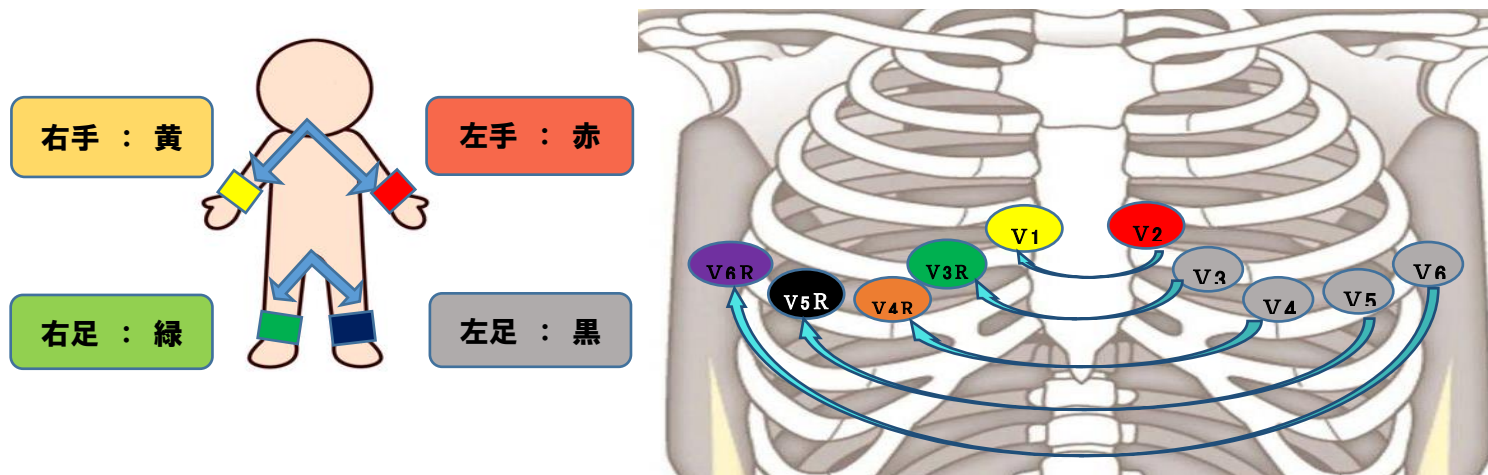
正答：4 （正答率 91.5%）

### <解説>

この心電図では、I 誘導と aVL 誘導で、P 波、QRS 波、T 波が陰性(下向き)であり、aVR で P 波、QRS 波、T 波が陽性(上向き)の波形となっている。また、胸部誘導では V1~V6 にかけてだんだん電位が小さい波形となっている。これらの所見は、右胸心を示す特徴である。

左右付け間違いであれば、四肢誘導は同様の所見をしめすが、胸部誘導は影響がないため通常の波形である。

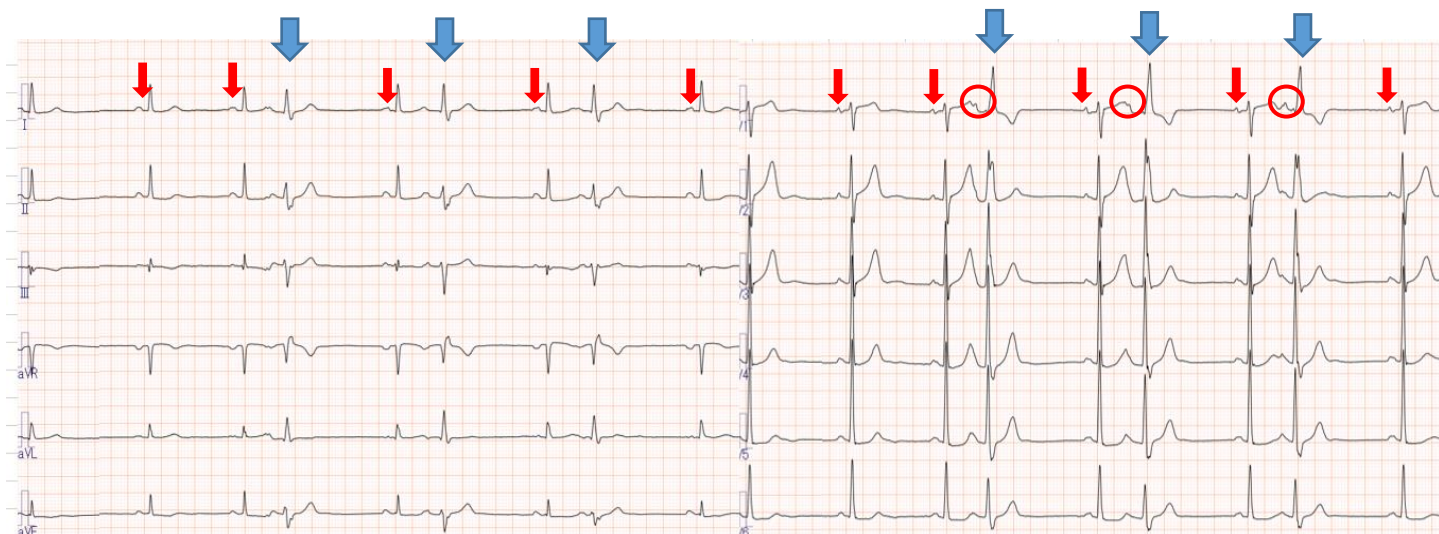
右胸心の患者の心電図を記録する場合は、四肢電極を左右逆に、胸部電極を線対称に逆（V2,V1,V3R,V4R,V5R,V6R）に装着することで、正常波形が得られる。



問 2. 64 歳男性。

外科の術前検査のため心電図検査実施。最も考えられる所見はどれか。1つ選べ。

1. 心室期外収縮 2 段脈
2. 上室期外収縮 2 段脈
3. 間欠性右脚ブロック
4. 完全房室ブロック
5. 正常範囲



正答：2 （正答率 83.0%）

<解説>

wide QRS の不整脈の鑑別に関する問題である。

QRS 波に先行する↓の P 波と、ST 部分にのる○の P'波がある。P'波は推定されるリズムよりも早く出現しており、上室期外収縮と考える。また正常心拍と交互に出現しているので上室期外収縮 2 段脈といえる。

右脚と左脚にはそれぞれ絶対不応期があり、P'波の出現位置が左脚のみ絶対不応期を脱したタイミング（右脚はまだ絶対不応期）のため、↓の波形は不完全右脚ブロックの波形を呈したと考えられる。

このように、右脚もしくは左脚の片方の不応期に刺激伝導が起こり、脚ブロック型の波形を呈することを変行伝導という。

心室期外収縮の場合は、先行する P 波は見られない（もしくは推定される P 波の位置に見られるが、今回のように QRS 波に隠れて見えないこともある）。代償性心室期外収縮 2 段脈の場合は、P-P 間隔が本来の P-P 間隔の 2 倍に一致する。

間欠性右脚ブロックは正常心拍（または不完全右脚ブロック）と完全右脚ブロックが間欠的に見られる波形である。P-P 間隔に依存してみられる場合や、P-Q 間隔の変動で起こる場合もある。



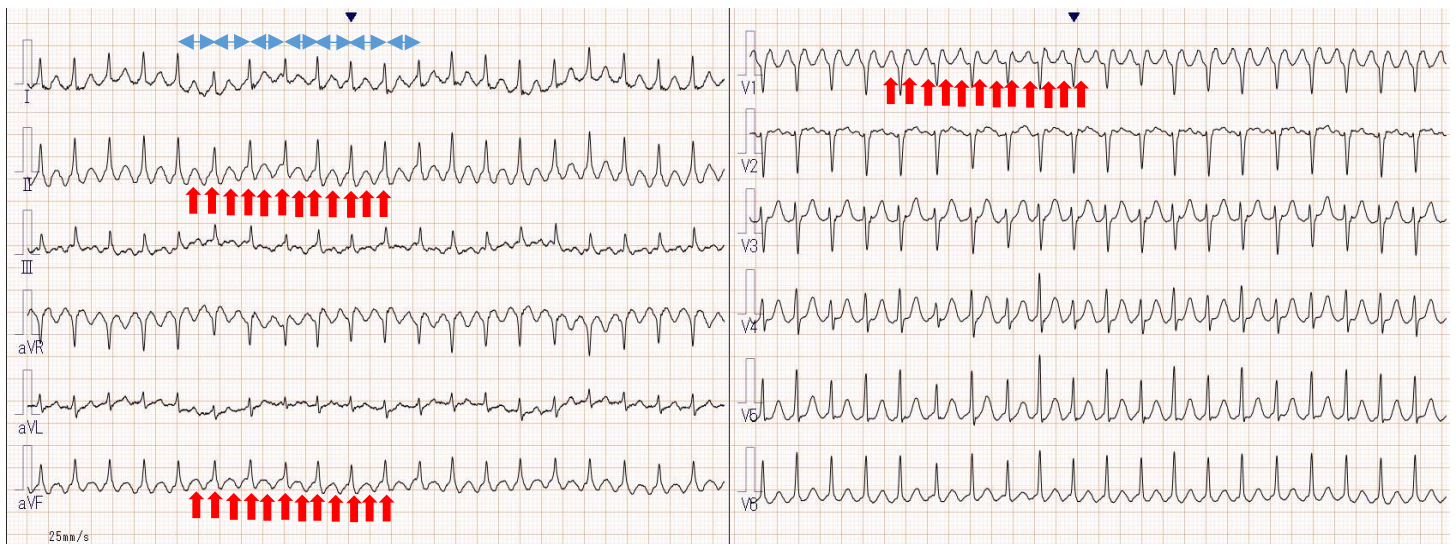
問3. (評価対象外)

78歳女性。

朝方から動悸あり、改善しないため救急外来受診。その時の心電図である。

最も考えられる所見はどれか。1つ選べ。

1. 洞性頻脈
2. 頻脈性心房細動
3. 房室リエントリー性上室頻拍 (房室回帰性上室頻拍)
4. 房室結節リエントリー性上室頻拍 (房室結節回帰性上室頻拍)
5. 心房粗動 (2:1 伝導)



正答：5 (正答率 70.2%)

<解説>

narrow QRS 頻拍の鑑別に関する問題である。この心電図は、心拍数が約 157 拍/分のリズム一定の narrow QRS 頻拍である。II、aVF、V1 の基線をみると鋸歯状に一定の細かな揺れ(約 300 拍/分)を認め、これは心房粗動波であると考えられる。一般的には II、III、aVF で粗動波が見られることが多いが (通常型心房粗動)、今回のように粗動波の明瞭な誘導が非典型的な場合もある。

また、粗動波 2 つに対し QRS 波の伝導が 1 拍であり、よってこの心電図は 2:1 伝導の心房粗動と考えられる。

narrow QRS 頻拍の心電図の判読は時として非常に鑑別困難であり、2023 年度の日臨技精度管理でも出題され評価対象外の問題となっている。心拍数がそれほど早くなくある程度基線の確認ができ、P 波の形や出現位置が判読できる波形であれば鑑別は可能だろう。

今回の心電図では II、aVF、V1 で粗動波が確認できたので 2:1 伝導の心房粗動と判読できる。

問4. 64歳男性。

3時間ほど前から激しい胸痛あり、改善しないため救急外来受診。

救急外来で記録した心電図を示す。最も考えられる組み合わせはどれか1つ選べ。

a. 急性前壁梗塞

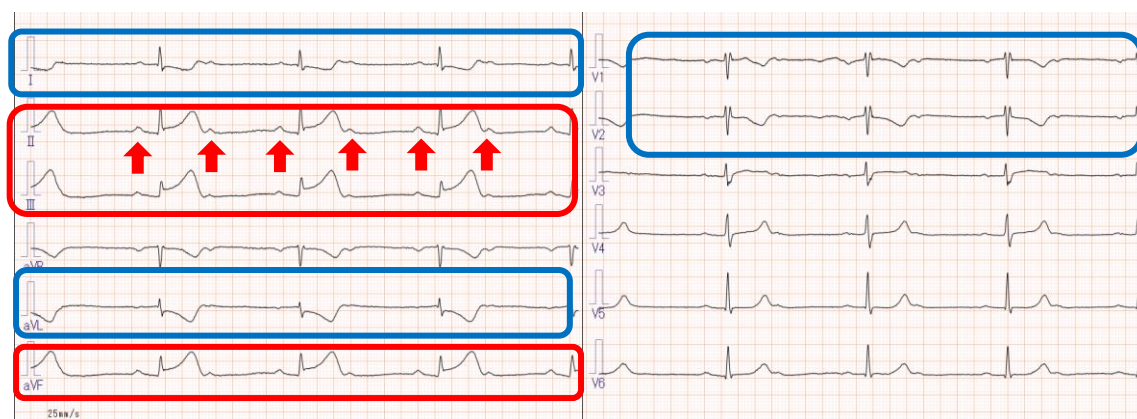
b. 急性下壁梗塞

c. 追加誘導として胸部右側誘導を記録する。

d. 追加誘導として胸部1肋間上げた位置での記録をする。

e. 追加誘導は必要ない。

1. a - c    2. a - d    3. b - c    4. b - d    5. b - e



正答：3 （正答率 89.4%）

<解説>

心筋梗塞に関する設問である。この心電図では、II、III、aVFでST上昇、V1、V2でST低下（鏡面現象）があり、主たる梗塞部位として最も考えられるのはb.急性下壁梗塞ということになる。

下壁梗塞の主な責任冠動脈は右冠動脈であり、この症例の心臓カテーテル検査では右冠動脈#1の完全閉塞しており、これに起因する急性心筋梗塞であると考えられた。

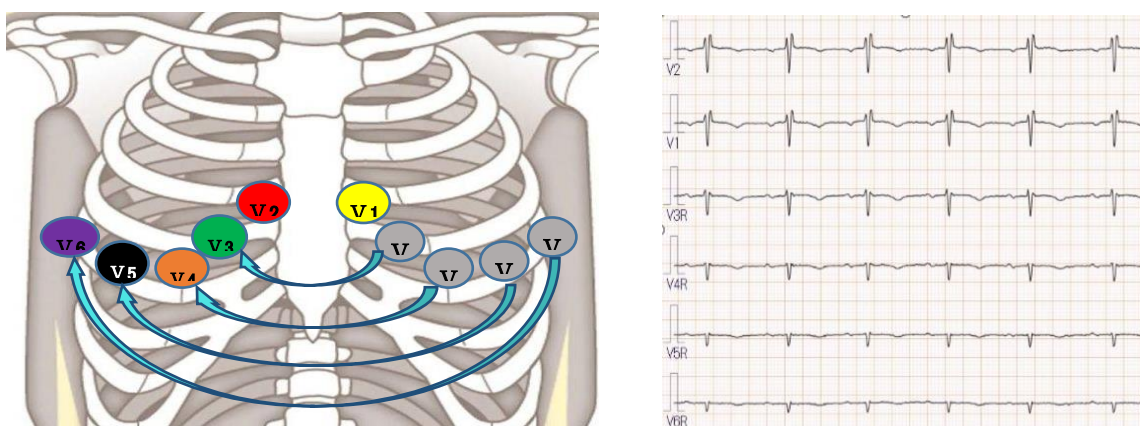
#1のような右冠動脈近位部付近には、右室の栄養血管となる右室枝(RVB)が分枝しており、近位部閉塞による虚血に伴い右室枝への血流も途絶えると、右室梗塞を合併することがある。右室梗塞合併の有無の評価として、心電図で右側誘導を記録しV3R、V4RなどでのST上昇があるかどうかの判別や、心エコー検査で右室の壁運動評価などが重要となってくる。

また右冠動脈からは洞房結節枝(SN)、房室結節枝(AVN)といった分枝もあり、これらの血流障害により徐脈や房室ブロックなどを合併する場合がある。今回は2:1伝導房室ブロックを合併している。

心筋梗塞の急性期では心電図で梗塞部位を反映する誘導に ST 上昇あり、再還流後は経時的に ST 下降し虚血部においては冠性 T 波（左右対称の陰性 T 波）が出現する。また心筋壊死部では異常 Q 波（幅 0.04msec 以上、深さが R 波の 1/4 以上）が出現し、治療回復後も残存する。今回の症例のように下壁梗塞では主に II、III、aVF で ST 上昇が出現し、前壁梗塞であれば主に V1～V4 で ST 上昇がみられる。

心筋梗塞は早期の治療が予後に影響するため、心電図で ST 上昇が出現している場合は直ちに臨床へ報告することが重要である。それと同時に、その梗塞部位に好発する合併症を把握し、必要な追加誘導の判断が出来れば、さらに有用な結果を臨床側へ提供できると考える。

#### ・ 右側誘導の装着位置



右側誘導は、胸部誘導の V3～V6 の位置を、線対称に右側に装着し、記録する。



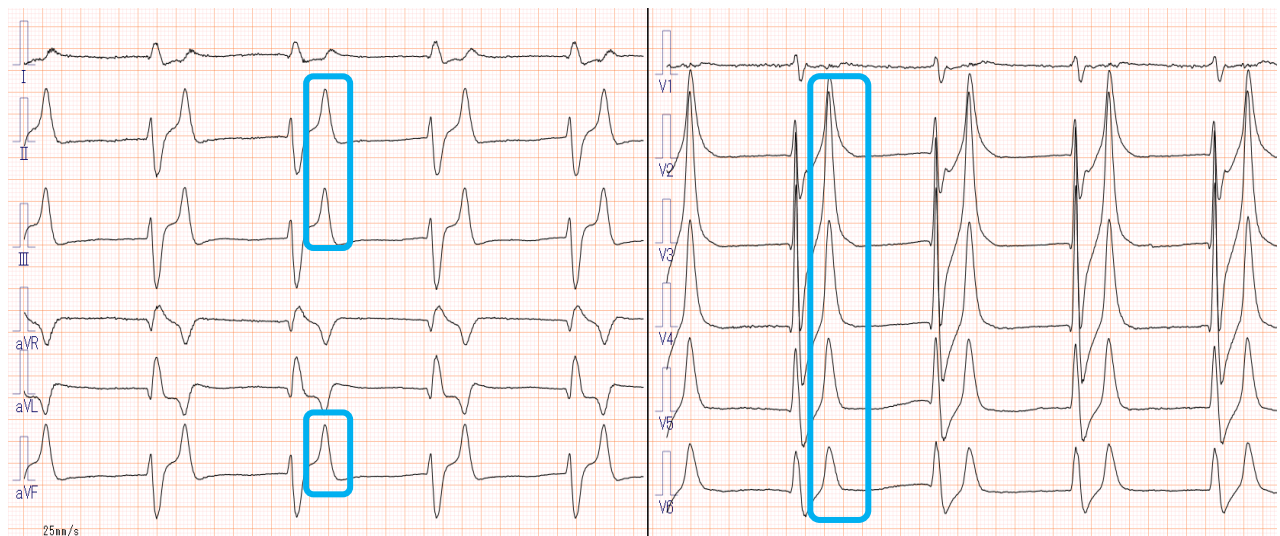
問5. (教育問題)

82歳男性。意識消失あり救急搬送される。救急外来での心電図である。

心電図波形から最も考えられる所見を1つ選べ。

※V1の基線の揺れはノイズ混入によるものである。

1. 急性下壁梗塞
2. 急性前壁梗塞
3. 高カリウム血症
4. 低カリウム血症
5. 完全房室ブロック



正答：3 (正答率 97.9%)

<解説>

この症例では、まず目がいく特徴としてV2～V6、II、III、aVFで、T波の増高と著しい尖鋭化がある。これはテント状T波と呼ばれ、高カリウム血症の特徴のひとつである。

またQRS波の延長、P波の消失(洞室調律)があり、これらも高カリウム血症を示唆する所見である。この症例の患者の血清カリウム値は9.84mmol/Lと非常に高値であった。

血清カリウム値が上昇するとT波が鮮鋭化して増高する(テント状T波)。また、心室筋の伝導が抑制されQRS幅が延長し、やがて心房筋の興奮も抑制されてP波が消失する。つまり、洞結節から結節間伝導路を介して興奮が心室へ伝播する洞室調律となる。血清カリウム値がさらに上昇すると心室細動に移行するため、高カリウム血症の心電図は緊急度の高い所見のひとつである。

高カリウム血症の特徴といえばテント状T波は有名であるが、洞室調律の心電図波形に出会うことは比較的稀であり、完全房室ブロックや急性心筋梗塞との鑑別を目的として今回は教育問題として出題させていただいた。



参考文献：「心電図の読み方 パーファクトマニュアル」,羊土社  
「実力心電図－読めるその先へ－」, 日本不整脈学会

文責：三浦 千寛（青森市民病院）

<超音波検査>

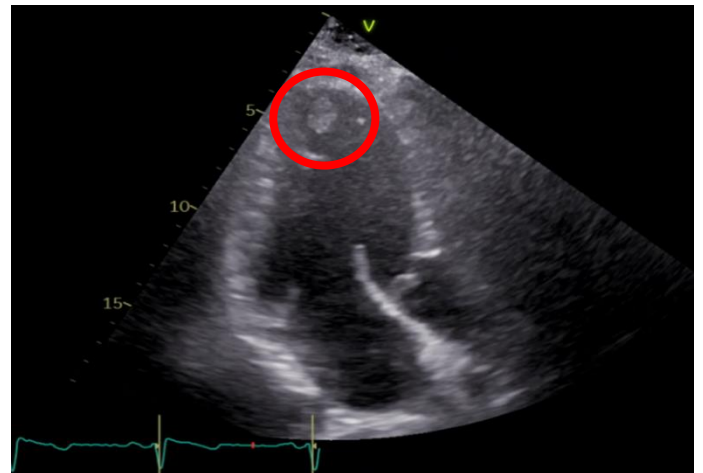
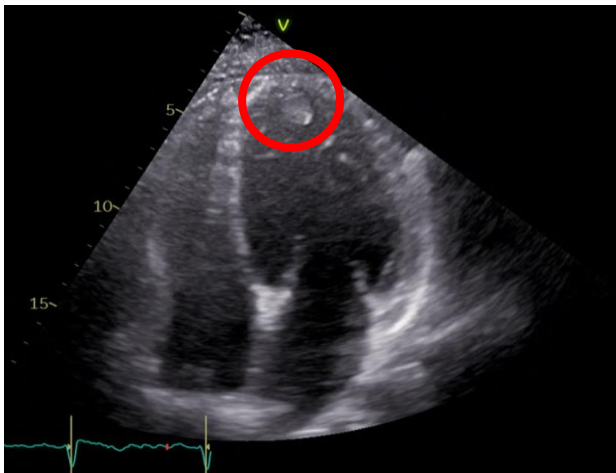
問 6. 32 歳男性。

2019 年 1 月に急性前壁梗塞の既往あり。(LAD # 6 完全閉塞のため PCI 施行)

その後は外来で定期フォローされている。現在は無症状。前回の心エコー結果と今回の心エコー結果を示す。今回の所見において、最も考えられる組み合わせはどれか 1 つ選べ。

- a. 心尖部にアーチファクト（多重反射）がある。
- b. 心尖部に壁肥厚がある。
- c. 心尖部に血栓がある。
- d. 前回と心エコー結果に著変ないため、帰宅としてよい。
- e. 前回には無かった危急を要する所見が出現したため、直ちに医師に連絡する。

1. a, d    2. b, d    3. b, e    4. c, d    5. c, e



正答：5 （正答率 100%）

<解説>

前回の心エコー検査では心尖部付近に特記すべき所見はないが、今回の心エコーでは心尖部に等輝度な mass 様エコー像を認める。症例では急性前壁梗塞の既往があり、壁運動の低下している心尖部に血栓が形成されたの考えられる。

心尖部付近は多重反射により観察しづらい場合があり、多方向からの観察や、深度や周波数の調整により詳細に観察し血栓の有無を評価する。

今回のように血栓の出現を認めた場合は、その血栓がとぶと脳梗塞などの重篤な疾患の原因になるため、直ちに医師に報告する。

問7. 78歳男性。

前医で胃癌が疑われ、精査治療目的に紹介となった。採血結果と腹部超音波検査画像を示す。  
最もあてはまる所見を1つ選べ。

1：bull's eye pattern を認め転移性肝腫瘍が疑われる。

2：同様な腫瘍が多発しており肝血管腫が疑われる。

3：限局性低脂肪域が散在し、まだら脂肪肝が疑われる。

4：1cm程の小腫瘍であるため良性・悪性の判断は困難である。

5：胃癌から血行性に肝転移することはまれである。



正答：1 （正答率 100%）

<解説>

胃癌疑いの症例。採血結果ではALP、CEA、CA-19-9の高値、LD、 $\gamma$ -GTPの軽度高値が認められたが、ほかは概ね正常範囲である。肝炎ウイルスは陰性である。

超音波画像では肝全体に1cm程の腫瘍が散在している。辺縁に低エコー帯を呈し、いわゆるbull's eye patternである。これは転移性肝癌が示唆される特徴のひとつである。

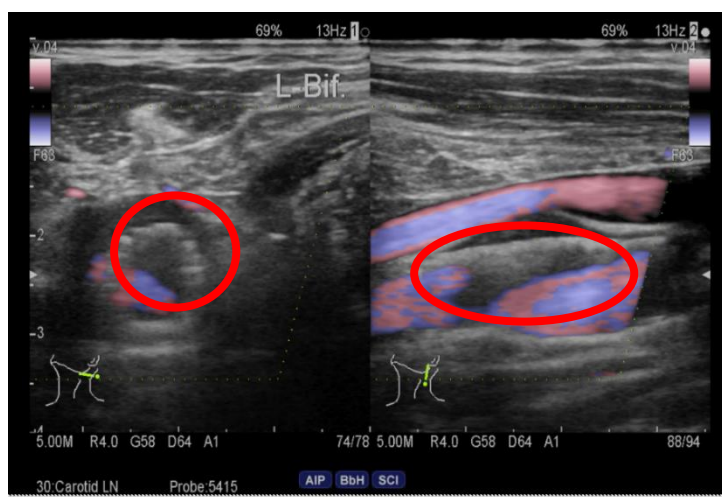
転移性肝癌が示唆される所見としては、bull's eye patternの他にcluster signなどがある。

問 8. 72 歳男性。

2021 年に左分岐部～内頸動脈にステント留置術施行。2023 年にステント内再狭窄のため同部位に 2 回目のステント留置術施行。術後のフォローのためため頸動脈超音波検査を実施した。前回のエコー結果と、今回のエコー結果を示す。現在は症状は特に無し。  
最も考えられるものはどれか。1 つ選べ。

※エコー画像において、画面左が患者頭側である。

1. ステントの留置されていない部位に等輝度プラークによる狭窄が疑われる。
2. ステント内に等輝度プラークによる再狭窄が疑われる。
3. ステント内の color 欠損は高輝度プラークの Acoustic shadow が原因である。
4. ステント内の color 欠損はステントのアーチファクトによるものである。
5. ステント内は描出不良で全く評価出来ない。



正答：2 （正答率 100%）

<解説>

前回の頸動脈エコーではステント内に特記すべき所見はないが、今回の頸動脈エコーではステント内にプラークによるカラー欠損像を認め、ステント内再狭窄と考えられる。

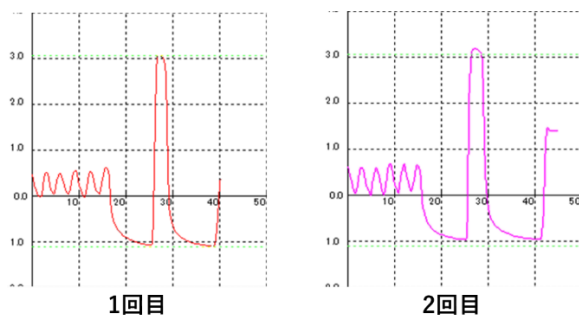
ステントの有無に限らず、頸動脈エコーで near wall の評価の際には、多重反射、石灰化やステントのアーチファクト（音響陰影）などとの鑑別が重要である。カラードプラの使用や多方向からの観察、深度や周波数の調整などで詳細に観察する。

文責：三浦 千寛（青森市民病院）

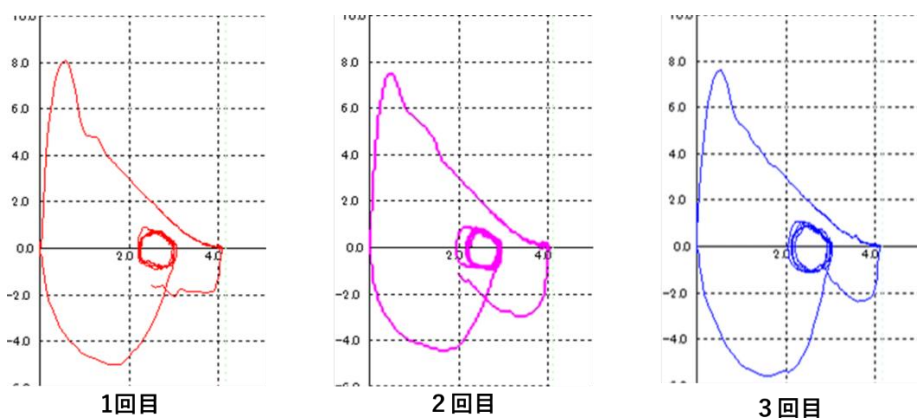


<呼吸機能検査>

呼吸機能検査ハンドブック（2021 年 日本呼吸器学会発行）に基づき、肺活量測定（VC）、努力肺活量測定（FVC）を実施し、以下の結果が得られた。



|       | 1回目  | 2回目  |
|-------|------|------|
| VC(L) | 4.17 | 4.16 |



|                          | 1回目  | 2回目  | 3回目  |
|--------------------------|------|------|------|
| FVC(L)                   | 4.08 | 4.02 | 4.11 |
| FEV <sub>1</sub> (L)     | 3.06 | 3.08 | 3.05 |
| FEV <sub>1</sub> /FVC(%) | 75.0 | 76.6 | 74.2 |
| PEF(L/s)                 | 8.09 | 7.54 | 7.63 |
| ExtrapV(L)               | 0.11 | 0.07 | 0.09 |
| ExtrapV(%)               | 2.6  | 1.8  | 2.3  |

ExtrapV：外挿気量、ExtrapV%：外挿気量のFVCに対する%

問9.

今回検査した FVC 測定における妥当性、再現性について、誤っているものを選んでください。ただし、呼吸機能検査ハンドブック（2021 年 日本呼吸器学会発行）に基づくものとします。

1. 3 回ともフローボリューム曲線パターンが良好である。
2. 外挿気量は FVC の 5% より少ないことを確認し、呼気開始は良好と判断した。
3. ベストカーブを 1 回目、セカンドベストカーブを 2 回目として再現性を確認した。
4. 最大の FVC (3 回目) と 2 番目に大きい FVC (1 回目) の差が 0.15L 以内であり、再現性がある。
5. 最大の FEV<sub>1</sub> (2 回目) と 2 番目に大きい FEV<sub>1</sub> (1 回目) の差が 0.15L 以内であり、再現性がある。

正答：3 （正答率 83.3%）

<解説>

1. 3 回とも、最大吸気、呼気開始、ピーク、最大呼気努力が認められ、アーチファクトもなく、フローボリューム曲線パターンは良好であると言えるため正しい。
2. FVC が 2 L 以上の場合、外挿気量が FVC の 5% より少ないことを確認するため正しい。  
FVC が 2 L より少ない場合は外挿気量が 0.1L より少ないことを確認する。
3. ベストカーブ、セカンドベストカーブの概念は 2004 年呼吸器学会発行の呼吸機能検査ガイドラインには載っているが、2021 年発行の呼吸機能検査ハンドブックからは削除されたため誤り。
4. 呼吸機能検査ハンドブックでは再現性確認の 2 つ目として、最大の FVC と 2 番目に大きい FVC の差が 0.15L 以下であることを確認するとしているため正しい。
5. 呼吸機能検査ハンドブックでは再現性確認の 3 つ目として、最大の FEV<sub>1</sub> と 2 番目に大きい FEV<sub>1</sub> の差が 0.15L 以下であることを確認するとしているため正しい。

問 10. (評価対象外)

VC、FVC の採択の組み合わせで正しいものを選んでください。

1. VC1 回目、FVC1 回目

- 2. VC1 回目、FVC2 回目
- 3. VC1 回目、FVC3 回目
- 4. VC2 回目、FVC1 回目
- 5. VC2 回目、FVC2 回目
- 6. VC2 回目、FVC3 回目

正答：1 (正答率 50%)

<解説>

VC の採択基準は、「最大の VC を示した測定結果を採択する」ので、VC1 回目を採択する。

FVC の採択基準は「ピーク到達までの呼気量が少なく、ピークフローが大きい、呼気努力の最も良好な曲線の測定を採択 (FVC と FEV<sub>1</sub> との和がより大きいことも参考にする)」となっている。今回の検査結果では、FVC の最大と最小の差は 0.09L、FEV<sub>1</sub> の最大と最小の差は 0.03L で誤差範囲である。また 3 回とも外挿気量は十分に低い。このような場合はピークが最も高い結果を採択するため、FVC1 回目を採択する。

よって、1. VC1 回目、FVC1 回目が正解。

文責：青森県立中央病院 佐藤舞

## <脳波検査>

問 11.

患者は 40 代の女性、2～3 日前より左片麻痺が出現し CT 検査で明らかな異常は認めず、原因検索のため脳波検査が施行された。記録された同時間の脳波波形を基準電極導出法、双極導出法で表示したものを図 a～c に示す。赤線を引いた以降の脳波波形について正しいものを 1 つ選択して下さい。

なお、記録はデジタル脳波計で記録し、記録条件は AC フィルター OFF、時定数 0.3 秒、高域遮断フィルターは 60Hz にて記録した。

1. 右半球全般に周波数 5～6 Hz の  $\theta$  波の群発を認める。
2. 右半球全般に周波数 5～6 Hz の  $\theta$  波の群発を認めるが、この波形は右耳朶電極の不良でアーチファクトが混入しているためである。
3. 右中側頭部が起始の鋭波の群発を認めるが、波形は右中側頭部に局限しており進展は認めない。
4. 右中側頭部が起始の鋭波の群発を認め、右半球全般に進展を認める。
5. 右中側頭部が起始の鋭波の群発を認め、右耳朶電極への進展を認める。

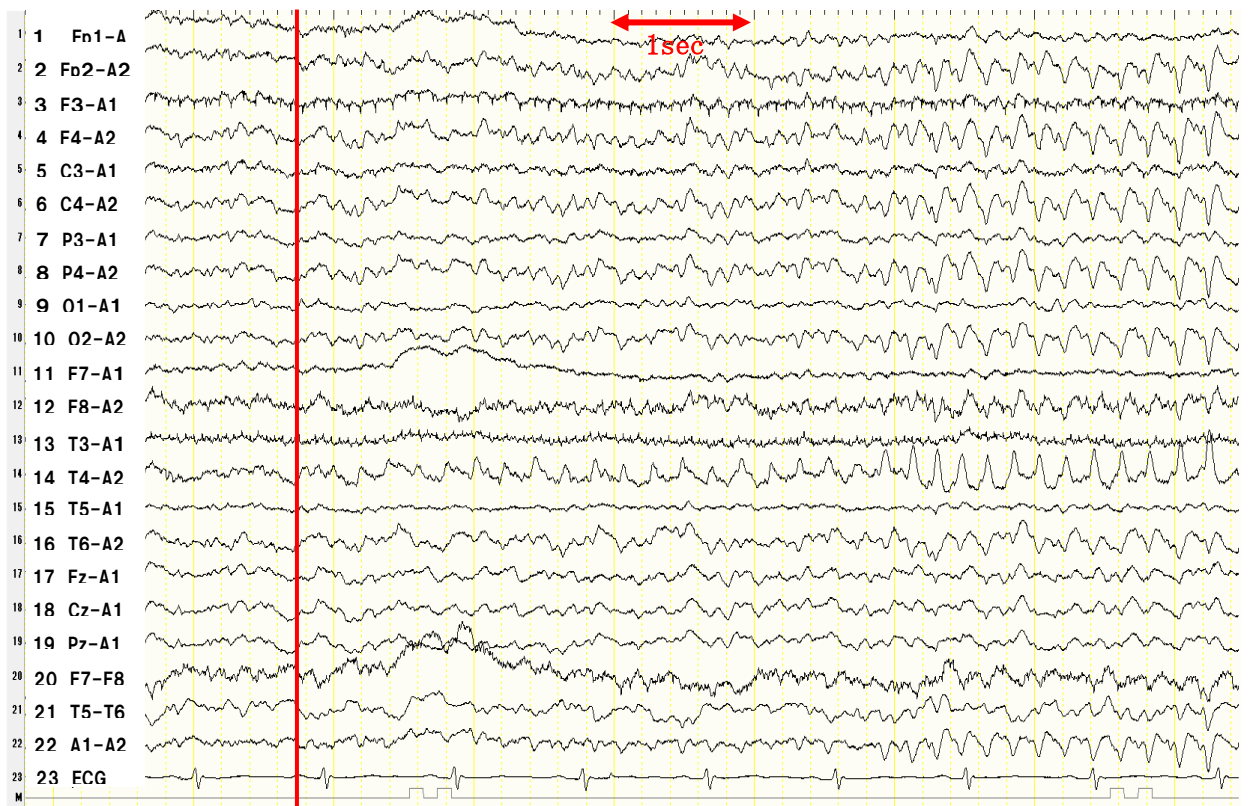


図 a 基準電極導出法



図 b 双極電極導出法





図 c 双極電極導出法

正答：5（正答率 83.3%）

<解説>

図 a の基準電極導出法の波形をみると、赤い線以降では T4 に鋭波の群発が出現しはじめ、徐々に振幅が増高し、途中より Fp2・F4・C4・P4・O2・F8・T6 に 5～6 Hz 程の  $\theta$  波群発様の波形を認める。この  $\theta$  波群発様の波形の振幅に注目すると、Fp2・F4・C4・P4・O2 でほぼ同じ大きさで、F8・T6 ではやや振幅が小さく電位勾配に矛盾を認め、右耳朶電極の活性化を疑う所見である。水色の枠で示した T4 に認める鋭波と同時相の波形の極性を確認すると、Fp2・F4・C4・P4・O2・F8・T6 では陽性（下向き）になっており、この  $\theta$  波様の波形は右耳朶電極の活性化によるものであることが推察できる。

振幅が増高し、途中より Fp2・F4・C4・P4・O2・F8・T6 に 5～6 Hz 程の  $\theta$  波群発様の波形を認める。この  $\theta$  波群発様の波形の振幅に注目すると、Fp2・F4・C4・P4・O2 でほぼ同じ大きさで、F8・T6 ではやや振幅が小さく電位勾配に矛盾を認め、右耳朶電極の活性化を疑う所見である。水色の枠で示した T4 に認める鋭波と同時相の波形の極性を確認すると、Fp2・F4・C4・P4・O2・F8・T6 では陽性（下向き）になっており、この  $\theta$  波様の波形は右耳朶電極の活性化によるものであることが推察できる。

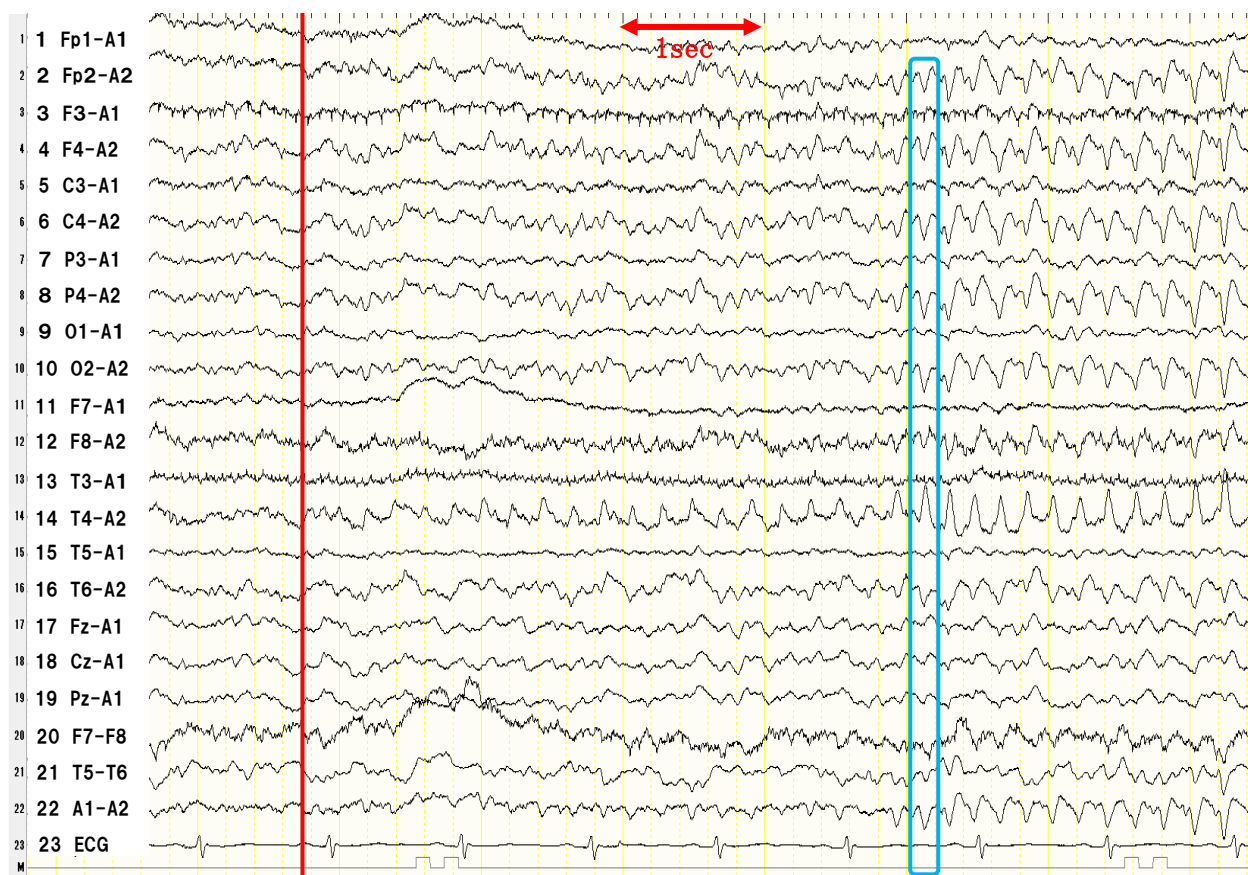


図 a 基準電極導出法

また、図 b の双極電極導出法で確認すると、基準電極導出法で右全般性に認めた  $\theta$  波群発様の波形は同部位で認めず、F8-T4、T4-T6 に限局して鋭波の群発を認め、他の誘導に進展を認めない。また、F8-T4、T4-T6 で位相の逆転を認めることより T4 に焦点があることがわかる。

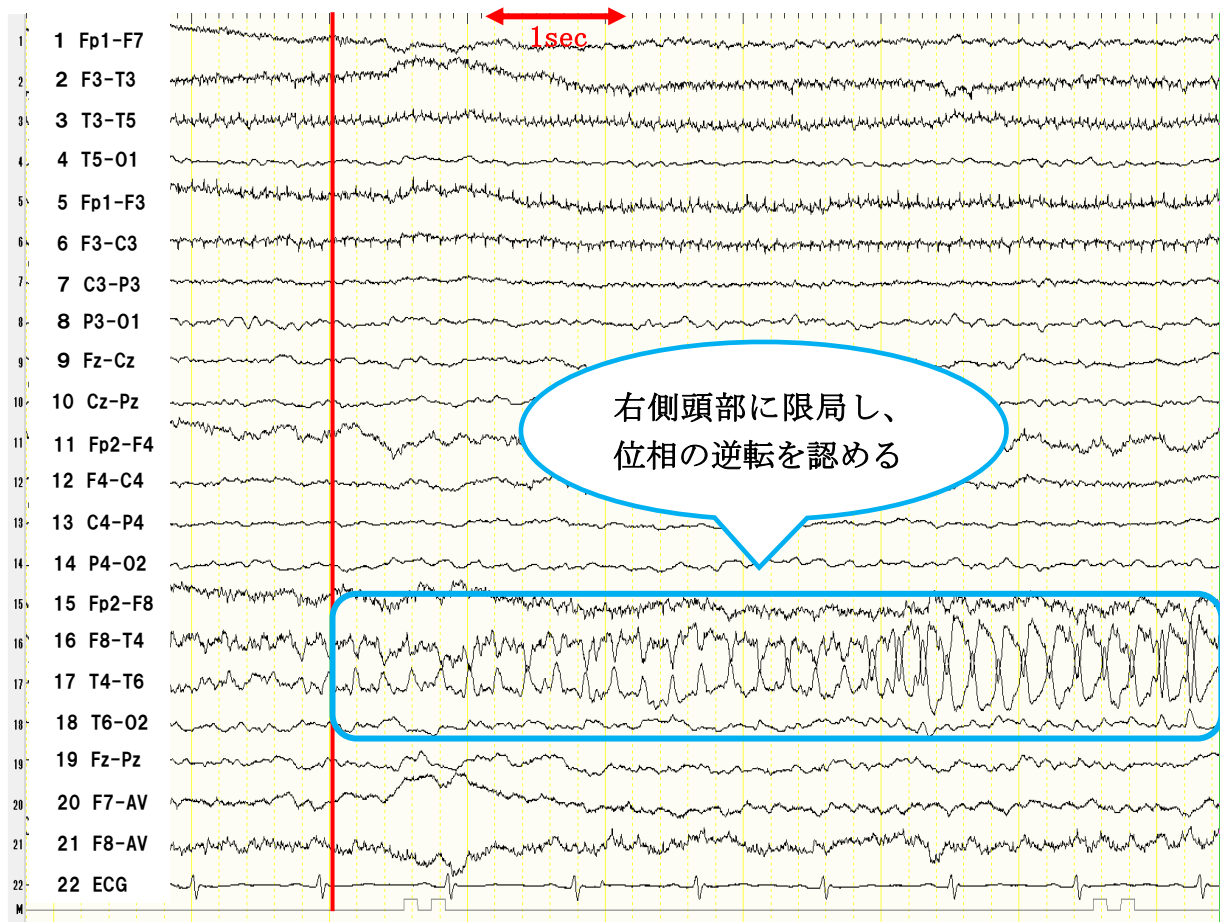


図 b 双極電極導出法

図 c の双極電極導出法で確認すると、ここでも基準電極導出法でみられた  $\theta$  波群発様の波形は認めず、C4-T4、T4-T2 に鋭波の群発が出現し、位相の逆転を認めることより T4 に焦点があることがわかる。また、F4-F8、F8-A2、A1-A2 では下向き（陽性）になっていることより F4 より F8、F8 より A2、A1 より A2 の電位が高い上向きの陰性波が出現していると考えることができる。P4-T6 も下向き（陽性）になっていることより P4 より T6 の振幅が高い陰性波が出現していることが推測でき、他の誘導には認めないことから、この鋭波の群発は右側頭部に局限した波形であることがわかる。また、この群発は C4-T4、T4-A2 から始まり、途中から F4-F8、F8-A2、A1-A2、P4-P6 に出現していることより、T4 に出現した鋭波が A2・F8・P6 に進展していることが分かる。

以上のことから、基準電極導出法で右側全般に認めた  $\theta$  波群発様の波形は、右耳朶電極の活性化による影響であり、T4 を焦点とした鋭波の群発が右側頭部と右耳朶に進展していることがわかる。

波形の分布を確認する際は、複数の誘導で確認することが大事である。

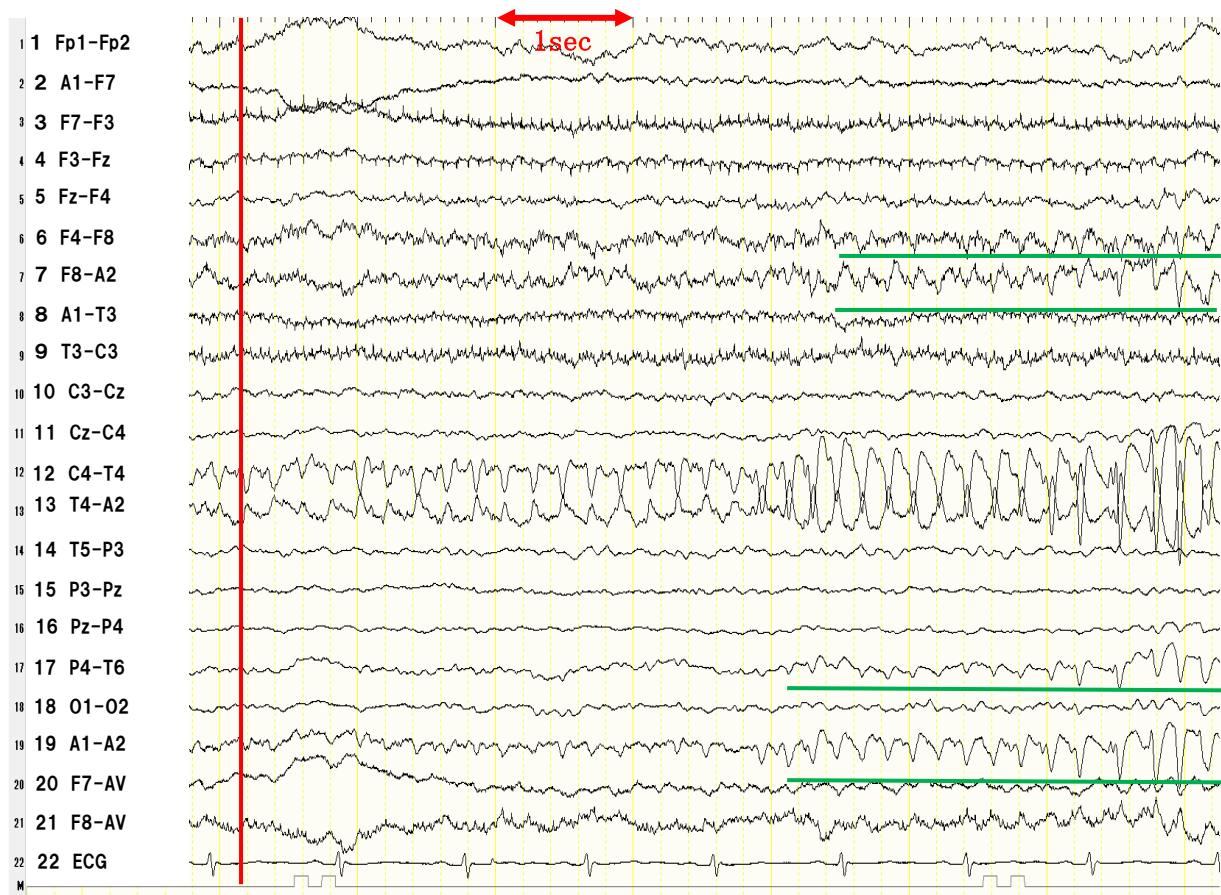


図 c 双極電極導出法

問 12.

意識障害で検査依頼のあった脳波波形を図 d～h に示す。これらの脳波像より推定される意識障害レベルを軽度から高度の順に並べたもので正しいものを 1 つ選択してください。

なお、記録はデジタル脳波計で記録し、記録条件は AC フィルター OFF、時定数 0.3 秒、高域遮断フィルター 60Hz にて記録した。

1. d → g → h → f → e
2. g → d → h → f → e
3. d → f → e → g → h
4. d → g → f → h → e
5. f → d → g → e → h

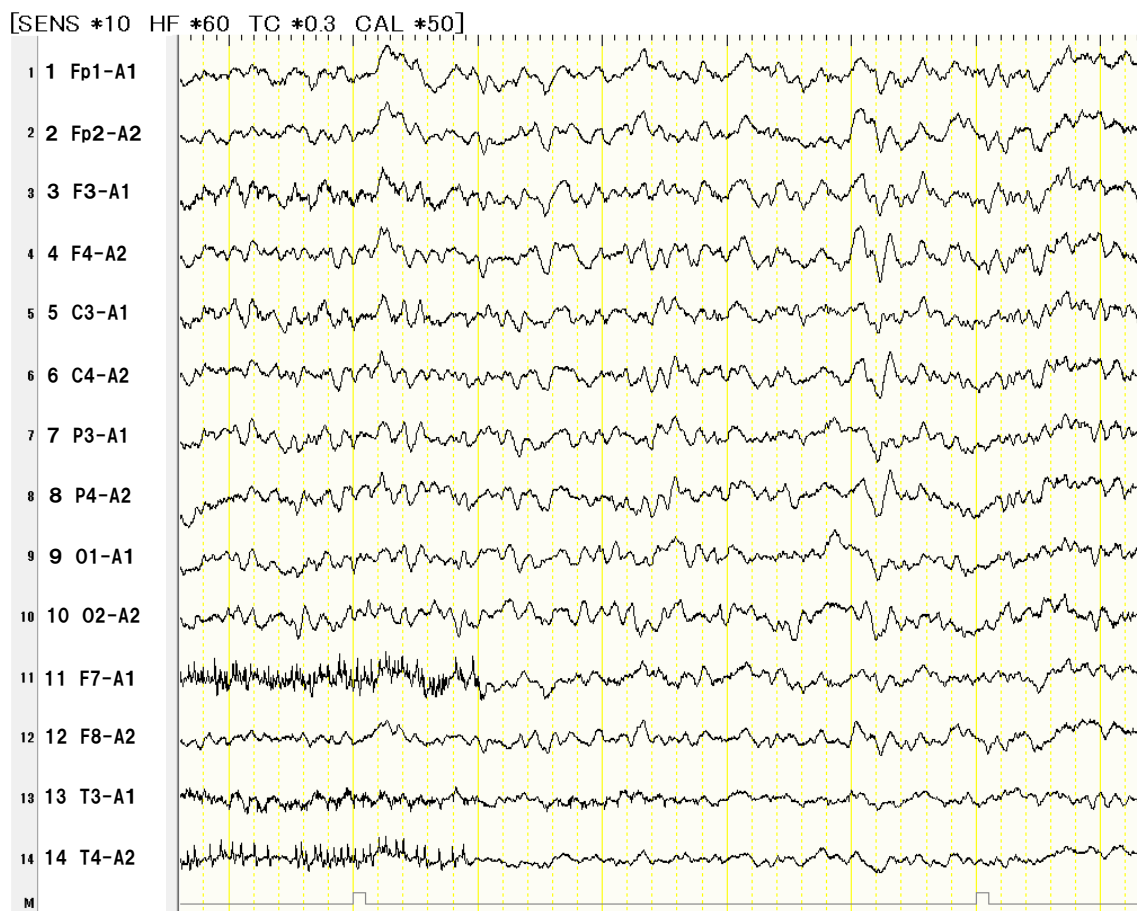


図 d



☒ e





☒ f

[SENS 10 HF 60 TC 0.3 CAL 50]



g

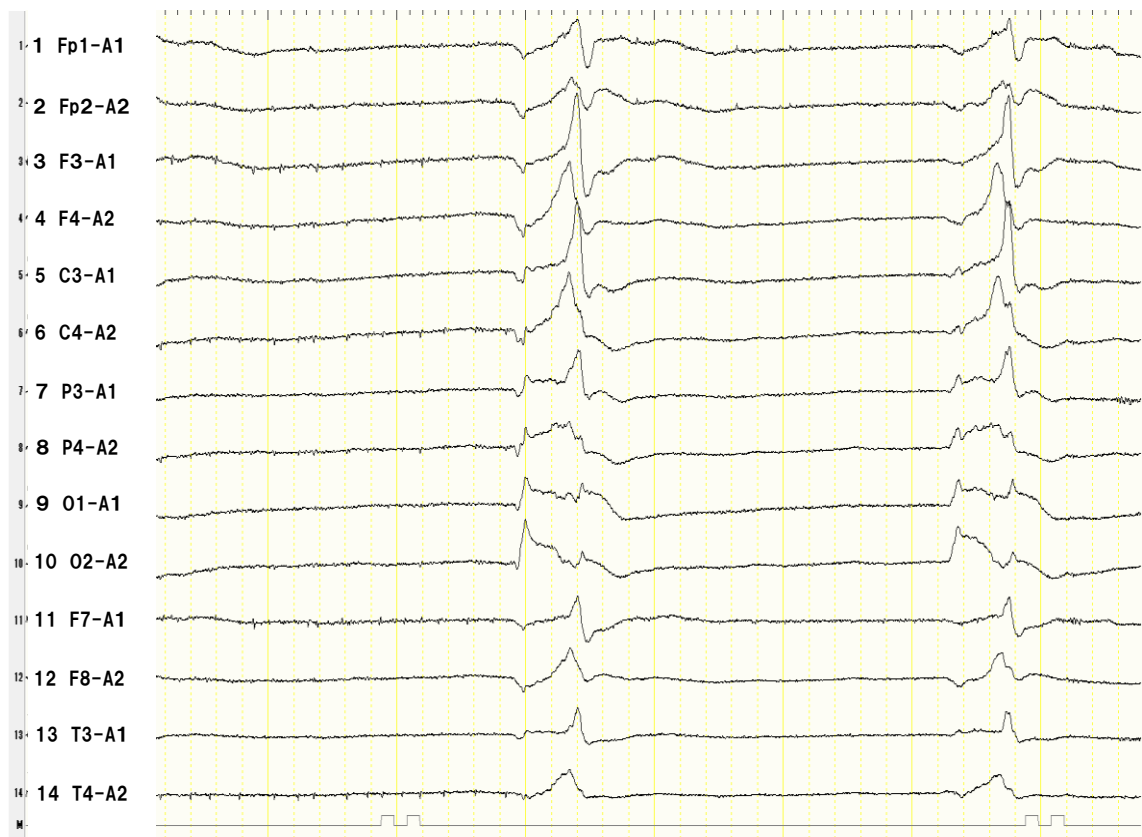


図 h

正答：4（正答率 100%）

<解説>

意識障害の程度と脳波の相関については、図 1 に示す通り、優位律動の周波数と間欠性全般的な不規則徐波や間欠性全般的律動性徐波の量からだいたいの意識障害レベルを推定することができる。

図 d は、優位律動が 7Hz 程度の  $\theta$  波で後頭部優位に出現、図 g は優位律動が 5 Hz 程度のため、図 d のほうが軽度の意識障害であることが推測できる。

図 f は高振幅の陽性鋭波の前後に小さな陰性波を伴う三相波が出現している。左右同期で全般的に出現し、前頭部から中心部で最も高振幅であり、後頭部では低振幅であることが多い。

図 h は全般的の高振幅複合波（放電期）と脳活動の抑制波（ $20\mu\text{V}$  以下）（抑制期）が交互に出現するバースト・サプレッションが出現しており、無酸素脳症、脳血管障害、脳挫傷などの器質的病変によって出現すれば予後は極めて不良で、平坦脳波へ移行する前段階にあると推測される。この波形が出現している場合、患者は昏睡状態であり、昏睡が深くなるにしたがって抑制期の持続時間が延長し、逆に放電期は短縮する。

図 e は、平坦脳波、電氣的脳無活動（ECI）である。

| 障害の程度                                     | 脳波所見                                              |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | 反応性                                               | 基本所見                                                                                                                                                                                                                                              |
| 軽度<br>(傾眠)<br>↓<br>高度<br>(深昏睡)<br>↓<br>脳死 | あり<br>↑<br>自発的変動および<br>外部刺激に<br>対する反応性<br>↓<br>消失 | 正常優位律動あり<br>正常優位律動の徐波化<br>びまん性間欠性徐波の出現<br>IRDA (Intermittent rhythmic delta activity)<br>三相波<br>びまん性持続性多形性徐波<br>周期性パターン<br>α昏睡<br>低振幅持続性徐波<br>Burst-suppression<br>Background suppression (<10μV)<br>電気的大脳無活動 (Electrocerebral inactivity) (<2μV) |

図 1 意識障害の程度と脳波の相関<sup>1)</sup>

文責：弘前大学医学部附属病院 佐藤めぐみ