

生理検査部門

精度管理事業部員：手嶋 充善
(豊橋市民病院 TEL:0532-33-6111 内線：2201)

I. はじめに

今年度の生理検査部門は、フォトを中心とした設問、腹部・表在超音波、心臓・血管超音波分野では動画を中心とした設問を出題した。また、今後の精度管理調査に役立てるため、心臓・血管超音波検査と呼吸機能検査についてアンケート調査を行った。

II. 対象項目

心電図検査、腹部・表在超音波検査、心臓・血管超音波検査、神経生理検査、呼吸機能検査の5分野について調査を実施した。

III. 設問について

1. 心電図検査

心電図検査の実施環境、急性心筋梗塞、右胸心の心電図波形、心房細動、病態経過から発生した不整脈、ペースメーカーに関する設問を出題した。

2. 腹部・表在超音波検査

病院電気設備の安全基準、腹部の超音波画像から虚像(アーチファクト)、所見や疾患に関する設問を出題した。

3. 心臓・血管超音波検査

心臓超音波画像と心電図より所見と疾患に関する設問、超音波検査の特性や原理、超音波画像から病態を読み解く設問、高安動脈炎、右心系に関する設問を出題した。

4. 神経生理検査

脳波計の弁別比、脳死判定におけるデジタル脳波の記録・判読に関する設問、基礎波の判読、脳波と臨床症状から推測される疾患を問う設問、末梢神経伝導検査、視覚神経障害におけるパターンリバーサルVEPに関する設問を出題した。

5. 呼吸機能検査

呼吸に関する基礎設問、肺気量分画、気量型スパイロメータにおける精度管理方法、検査結果を判読し疾患を推定する設問、血液ガス分析に関する設問を出題した。

IV. 参加施設数について

各分野の参加施設数は、心電図検査85施設、腹部・表在超音波検査63施設、心臓・血管超音波検査74施設、神経生理検査60施設、呼吸機能検査74施設であった。

V. 評価基準

正解した設問は「評価A」、不正解の設問は「評価D」とした。また、腹部・表在超音波検査、心臓・血管超音波検査、神経生理検査の回答選択肢で「未実施」を選択した場合は「評価対象外」とした。

A：【正解】

D：【不正解】

未実施：【評価対象外】

VI. 調査結果

各設問の回答数(回答率)を報告する。(回答に「未実施」を選択した施設は除外)

1) 心電図検査

設問	各設問の回答数(回答率)					正解	参加施設数
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
設問 1	0(0%)	2(2.4%)	82(96.5%)	1(1.2%)	0(0%)	(3)	85
設問 2	0(0%)	83(97.6%)	0(0%)	0(0%)	2(2.4%)	(2)	85
設問 3	0(0%)	0(0%)	85(100%)	0(0%)	0(0%)	(3)	85
設問 4	0(0%)	84(98.8%)	0(0%)	1(1.2%)	0(0%)	(2)	85
設問 5	1(1.2%)	45(52.9%)	1(1.2%)	38(44.7%)	0(0%)	正解なし	85
設問 6	0(0%)	1(1.2%)	3(3.7%)	72(87.8%)	6(7.3%)	(4)	82

2) 腹部・表在超音波検査

設問	各設問の回答数(回答率)					正解	参加施設数
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
設問 1	62(98.4%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	1(1.6%)	(1)	63
設問 2	1(1.6%)	60(98.4%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	(2)	61
設問 3	0(0%)	0(0%)	1(1.6%)	1(1.6%)	59(96.7%)	(5)	61
設問 4	43(95.6%)	1(2.2%)	1(2.2%)	0(0%)	0(0%)	(1)	45
設問 5	0(0%)	0(0%)	38(92.7%)	3(7.3%)	0(0%)	(3)	41
設問 6	29(70.7%)	1(2.4%)	0(0%)	10(24.4%)	1(2.4%)	(1)	41

3) 心臓・血管超音波検査

設問	各設問の回答数(回答率)					正解	参加施設数
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
設問 1	0(0%)	0(0%)	0(0%)	74(100%)	0(0%)	(4)	74
設問 2	1(1.4%)	73(98.6%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	(2)	74
設問 3	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	74(100%)	(5)	74
設問 4	0(0%)	74(100%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	(2)	74
設問 5	2(2.7%)	71(97.3%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	(2)	73
設問 6	4(5.6%)	0(0%)	64(88.9%)	3(4.2%)	1(1.4%)	(3)	72

4) 神経生理検査

設問	各設問の回答数(回答率)					正解	参加施設数
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
設問 1	1(1.7%)	1(1.7%)	0(0%)	57(95.0%)	1(1.7%)	(4)	60
設問 2	0(0%)	55(100%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	(2)	55
設問 3	0(0%)	1(1.7%)	0(0%)	0(0%)	59(98.3%)	(5)	60
設問 4	0(0%)	60(100%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	(2)	60
設問 5	50(96.2%)	2(3.8%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	(1)	52
設問 6	0(0%)	0(0%)	0(0%)	29(100%)	0(0%)	(4)	29

5) 呼吸機能検査

設問	各設問の回答数(回答率)					正解	参加施設数
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
設問 1	0(0%)	73(98.6%)	0(0%)	0(0%)	1(1.4%)	(2)	74
設問 2	0(0%)	0(0%)	7(9.5%)	64(86.5%)	3(4.1%)	(4)	74
設問 3	0(0%)	0(0%)	74(100%)	0(0%)	0(0%)	(3)	74
設問 4	0(0%)	0(0%)	0(0%)	74(100%)	0(0%)	(4)	74
設問 5	0(0%)	65(87.8%)	7(9.5%)	0(0%)	2(2.7%)	(2)	74
設問 6	0(0%)	0(0%)	70(98.6%)	0(0%)	1(1.4%)	(3)	71

Ⅶ. 解説

1. 心電図検査

設問 1

心電図検査に望ましい環境について誤っているものを選択して下さい。

- (1) 蛍光灯の真下に患者用ベッドを配置しない。
- (2) 心電計、ベッド、シールドマットのアースは1ヶ所にまとめて接地する。
- (3) ベッドは壁につけて配置する。
- (4) 心電計は同相弁別比が60dB以上の機器を使用する。
- (5) 被検者や心電計は他の医療機器や電気配線からできるだけ離す。

〈正解〉 (3)

〈解説〉

心電図に影響を及ぼすアーチファクトには、筋電図、基線の動揺、交流障害の混入などがあり、様々な原因で発生する。これらのアーチファクトは心電図判読を困難とするだけでなく、判断ミスの原因に繋がるため、アーチファクトの原因を見極め速やかに対応する必要がある。

交流障害は、心電図上に50Hzまたは60Hzの規則的な波が混入するもので、商用電源からのアーチファクトである。要因として、静電誘導、電磁誘導、漏洩電流があげられる。

交流障害を除くため、心電計・ベッド・シールドマット・併用ME機器のアース端子は1点につないで接地(等電位接地)をする。図1に商用交流雑音対策例を示す。

転倒・転落のためにはベッドは壁につけたほうが良いと思われるが、壁や天井に配線してある交流電源のコードと被検者が一つのコンデンサを形成した状態になる。そして、その間に交流電流が流れ、心電計への雑音混入(静電誘導)や、床・壁からの漏れ電流がベッドから被検

者に流れ込む雑音(漏洩電流)があるため、壁からできるだけベッドを離すという対処が必要である。

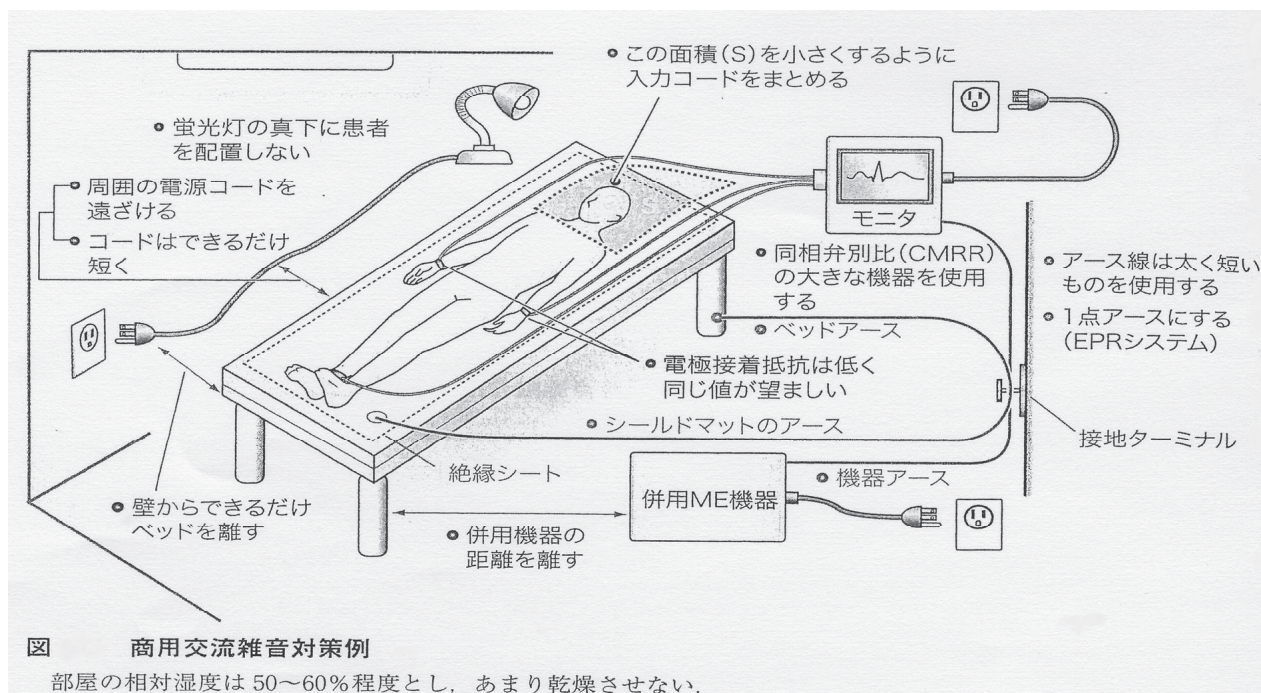
同相弁別比は、等しい出力電圧を得るために必要な障害入力電圧(同相入力、交流障害波)と信号入力電圧(逆相入力、心起電力)との比で、交流障害を抑制する能力の指標である。倍率もしくはデシベル(dB)で表され、弁別比が高いほど交流障害の抑制能は高く、60dB以上必要である。最近の心電計は、そのほとんどで入力部(患者装着部)がフローティングされているため、かなり大きな同相電圧が生ずる。そこで規格上、弁別比の測定では、同相電圧差ができるように2つの入力部の1つに不平衡インピーダンス(51kΩ/47nF)を与えて測定し、その結果が89dB以上に相当する値でなければならないとしている。

現在普及している解析機能付心電計の仕様例を以下に示す。

正弦波特性：0.05～150Hz(−3dB以内)、時定数：3.2秒以上

同相弁別比：103dB以上、内部雑音：30μVp-p以下

【図1】



ME の基礎知識と安全管理 改訂第 6 版

監修 (一社) 日本生体医工学会 ME 技術教育委員会：南江堂, p 152 より引用

図 1

設問 2

早朝に胸痛と嘔気の訴えがあった60歳代女性の来院時の心電図(図2)です。以下の記述から正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 高感度トロポニン、CKの上昇が疑われる。
- b. 前壁心筋梗塞が疑われる。
- c. 下壁心筋梗塞が疑われる。
- d. 高度房室ブロックを合併する危険性がある。
- e. 陳旧性心筋梗塞が最も疑われる。

- (1) a, b, d
- (2) a, c, d
- (3) b, d, e
- (4) a, b, e
- (5) a, c, e

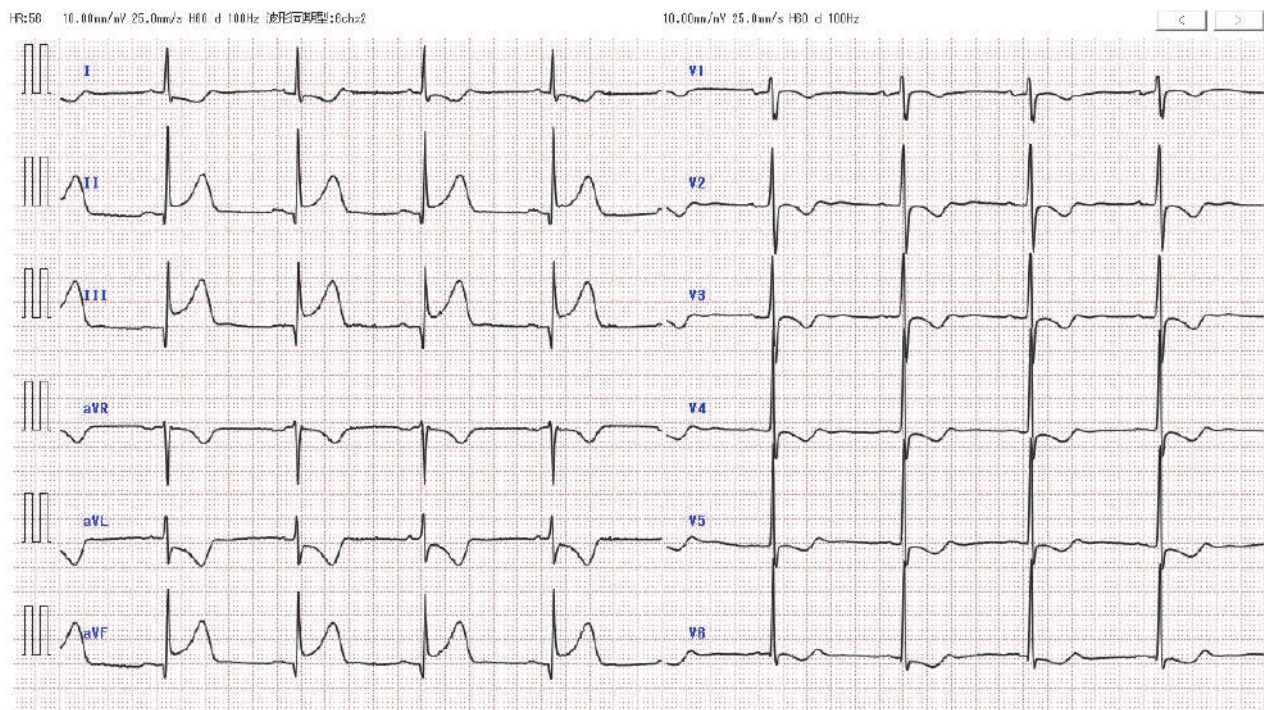


図2

＜正解＞ (2)

＜解説＞

心電図波形よりⅡ・Ⅲ・aVF誘導でST上昇・T波増高を認めることより、急性下壁心筋梗塞が疑われ、責任冠動脈は、右冠動脈が考えられる。房室結節を還流する房室結節動脈は、右冠動脈の末梢から分枝し、栄養血管であるため、高度房室ブロックや完全房室ブロックなどの重症不整脈を合併することがあるので注意が必要である。

また、心筋細胞の障害により、細胞質内にあるCK(CK-MB)や筋原線維を構成するトロポニンTが末梢血中に遊出してくる。

設問 3

内科に受診した70歳代男性の心電図(図3)です。以下の記述から正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 右手と左手の電極のつけ間違いである。
- b. 右胸心である。
- c. 胸部誘導はQSパターンを示し、陳旧性心筋梗塞が疑われる。
- d. この心電図が記録された場合、右側胸部誘導を追加記録する。
- e. V1からV6にかけてQRS波の減高を認める。

- (1) a, b, d
- (2) a, c, d
- (3) b, d, e
- (4) a, b, e
- (5) a, c, e

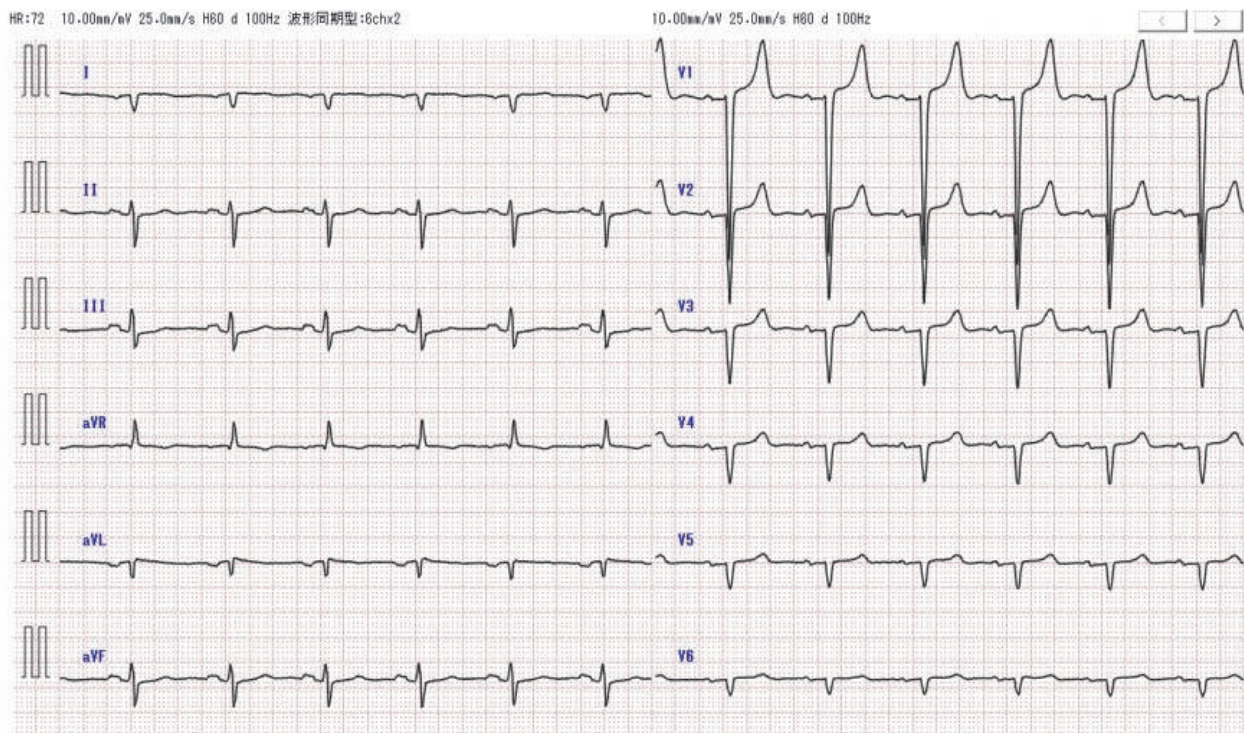


図3

＜正解＞ (3)

＜解説＞

図3の心電図はI誘導でP波・QRS波・T波が下向きの陰性で、aVR誘導でP波陽性。
胸部誘導ではV6誘導にいくにしたがってQRS波の振幅の減高を認め、心臓から遠ざかっている波形を示す。
よって、右胸心の心電図であり、右側胸部誘導の追加記録が必要である。

設問 4

胸部不快感を訴えて循環器内科を受診した50歳代女性の心電図(図4)です。

以下の記述から正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 絶対性不整脈である。
- b. 甲状腺機能亢進症は否定的である。
- c. f波はV1誘導で明瞭に観察されることが多い。
- d. 脳梗塞を起こす危険性が高い。
- e. 心室のマイクロ・リエントリーが原因となる不整脈である。

- (1) a, b, c
- (2) a, c, d
- (3) a, d, e
- (4) b, c, d
- (5) c, d, e

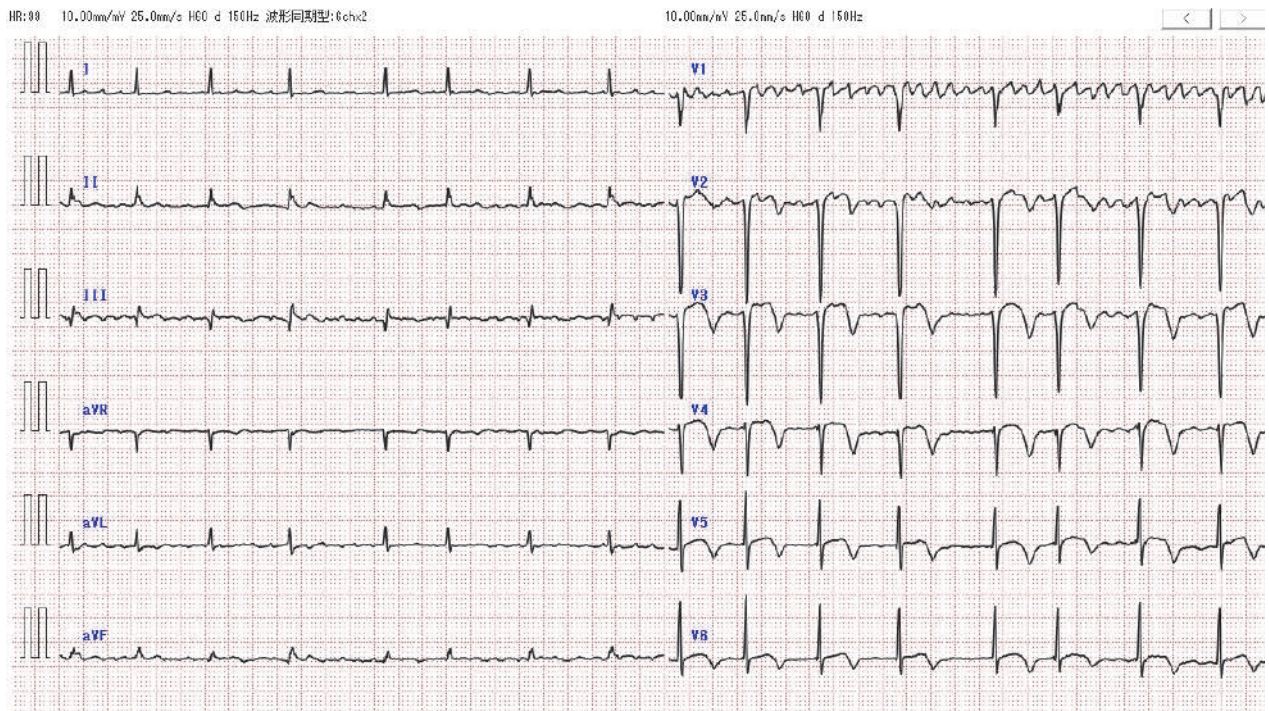


図4

〈正解〉 (2)

〈解説〉

心房細動は心房に多数のマイクロ・リエントリーまたは興奮発生部位が生じることにより発生する不整脈であり、心房筋が細かく震え心房が細動する状態となる。このとき、心房内に血栓を形成し、脳梗塞をおこす危険性がある。この無秩序な心房電位が基線の動揺、f波として記録される。f波は形態、ベクトルが一定しない波形の集合のため、右心房に最も近い誘導であるV1誘導で明瞭に記録されることが多い。そして、その心房興奮

(f波)を房室結節で間引いて心室に伝達させるが、規則正しく間引くことができないため、心室の興奮は不均等となり、RR間隔は不規則となる。これを絶対性不整脈と称する。

甲状腺機能亢進症の患者に頻拍性心房細動がみられることもある。

設問 5

維持透析で通院中の70歳代男性の心電図です。心不全を繰り返していましたが、失神発作により救急搬送されました。発作前(図5-1)、救急搬送時(図5-2)、処置後(図5-3)の心電図を示します。図5-3の心電図について誤っているものを選択して下さい。

- (1) 心室伝導時間の延長を認める。
- (2) 右脚ブロックを認める。
- (3) 高カリウム血症が疑われる。
- (4) 急性心筋梗塞が疑われる。
- (5) 促進性心室固有調律である。

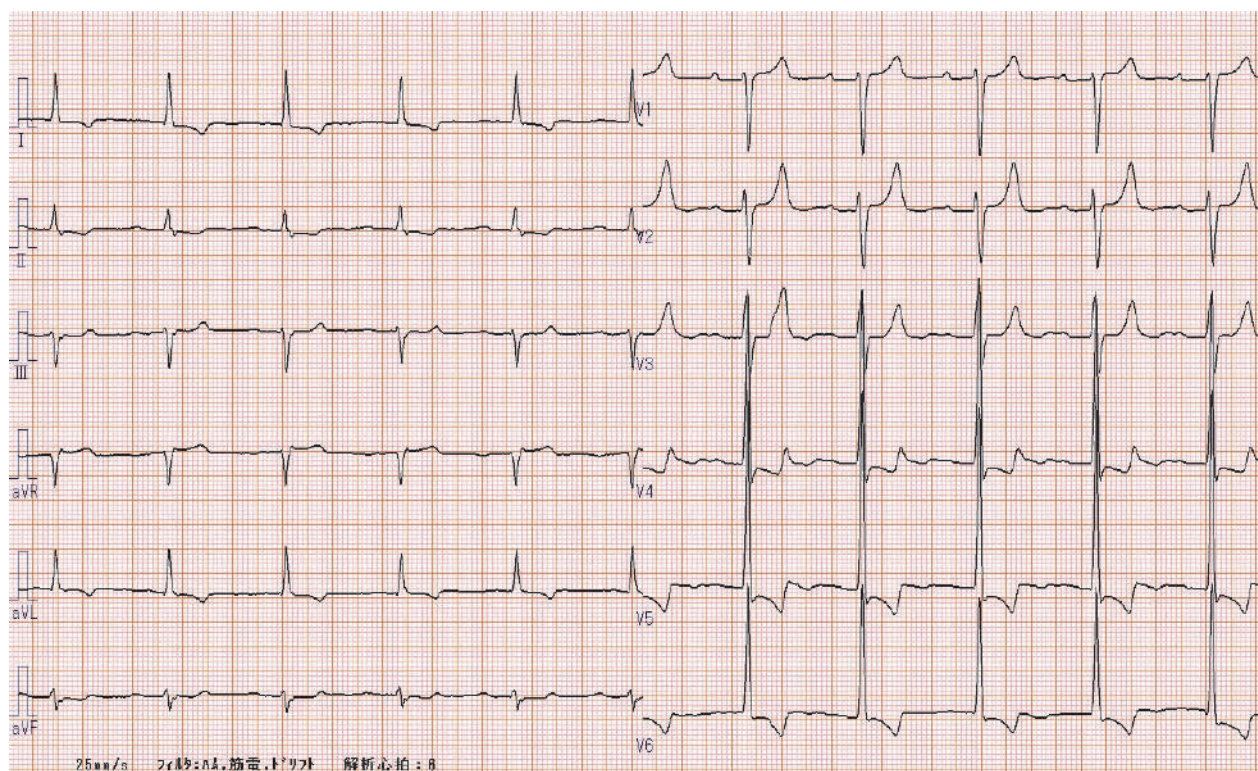


図5-1

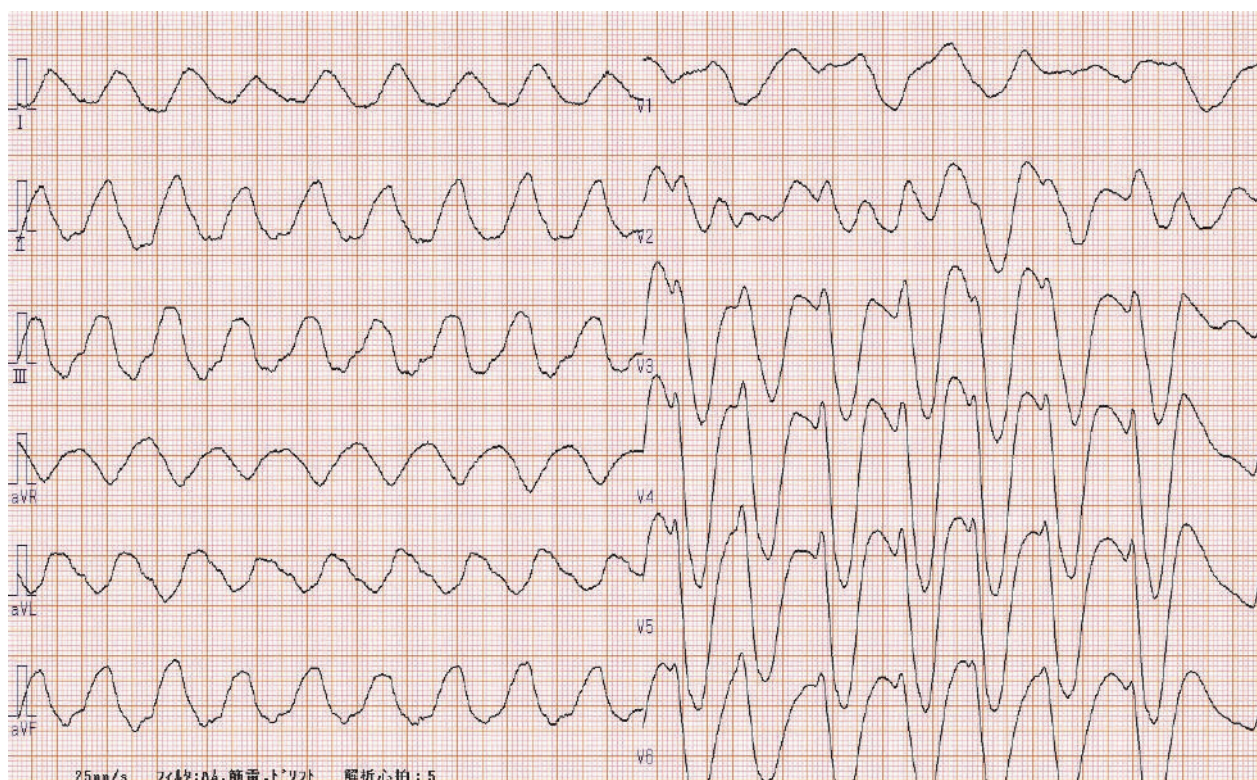


図5-2

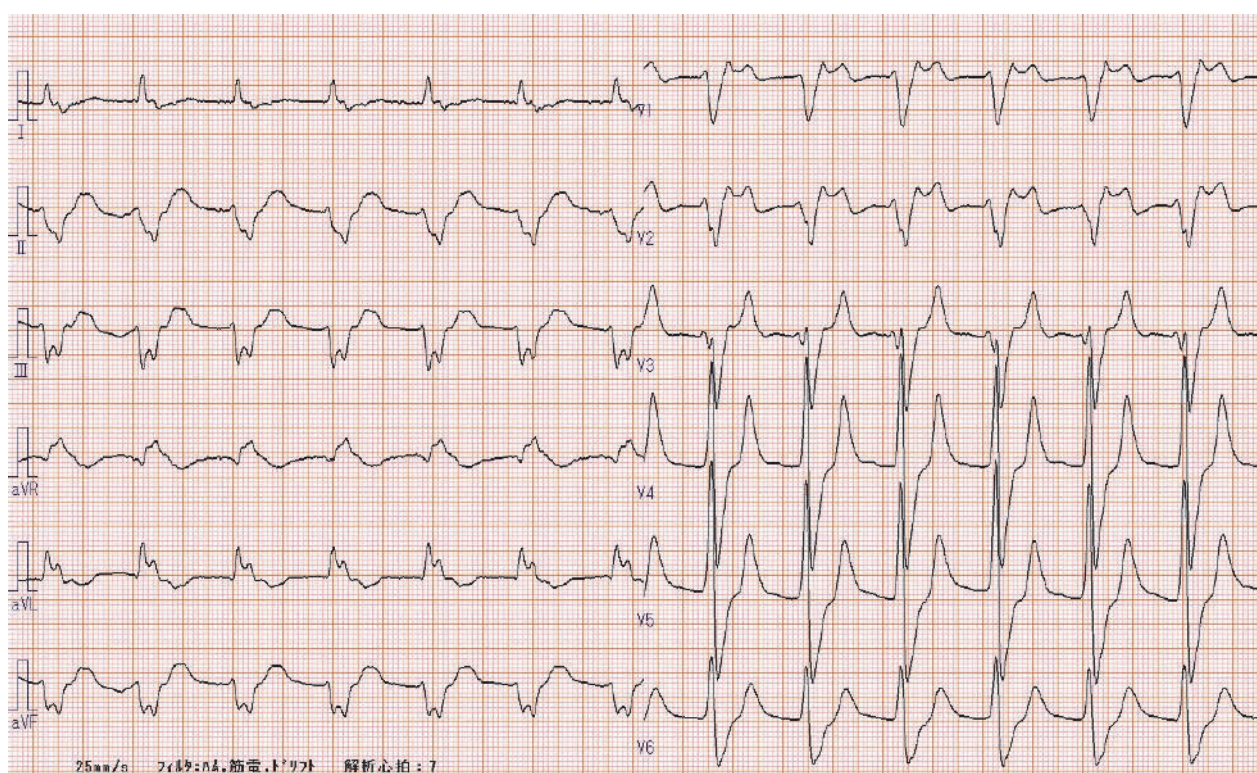


図5-3

〈正解〉 解答不適當

〈解説〉

病態経過から発生した不整脈を読み解く設問である。透析患者であることから高カリウム血症が疑われ、心電図はテント状T波を認める。この状態が持続すると図5-2のような致死性不整脈を引き起こして心停止に至る可能性が高くなる。心室頻拍(VT)は心室から期外収縮が高頻度に出現するもので、血圧低下症状を伴うことから早急な処置を必要とする。図5-3は心室自動能が亢進した状態にあり、これを促進型心室固有調律(accelerated idioventricular rhythm:AIVR)という。QRSは右脚ブロック様で幅広く心室伝導時間の延長を認めるが、心室起源(心室期外収縮)であるため、このような表現はしない。促進型心室固有調律は急性心筋梗塞の治療時など、虚血状態から再灌流した際によくみられる。この設問では心室頻拍による虚血状態が回復したことにより、再灌流と同じ状態になったと考えらる。以上より、(2)と(4)が回答と考えられるため、解答不適當となる。

【評価対象外設問】

設問 6

労作時息切れにて受診した80歳代女性の心電図(図6)です。ペースメーカー植え込み中(設定: VVI70)で、半年前にペースメーカーの電池交換を行っています。以下の記述から正しいものを選択して下さい。

- (1) 電池が完全に消耗している。
- (2) リードが完全に断線しており、ペーシングできていない。
- (3) センシング不全である。
- (4) ペーシング不全である。
- (5) ペースメーカー本体の交換が必要である。

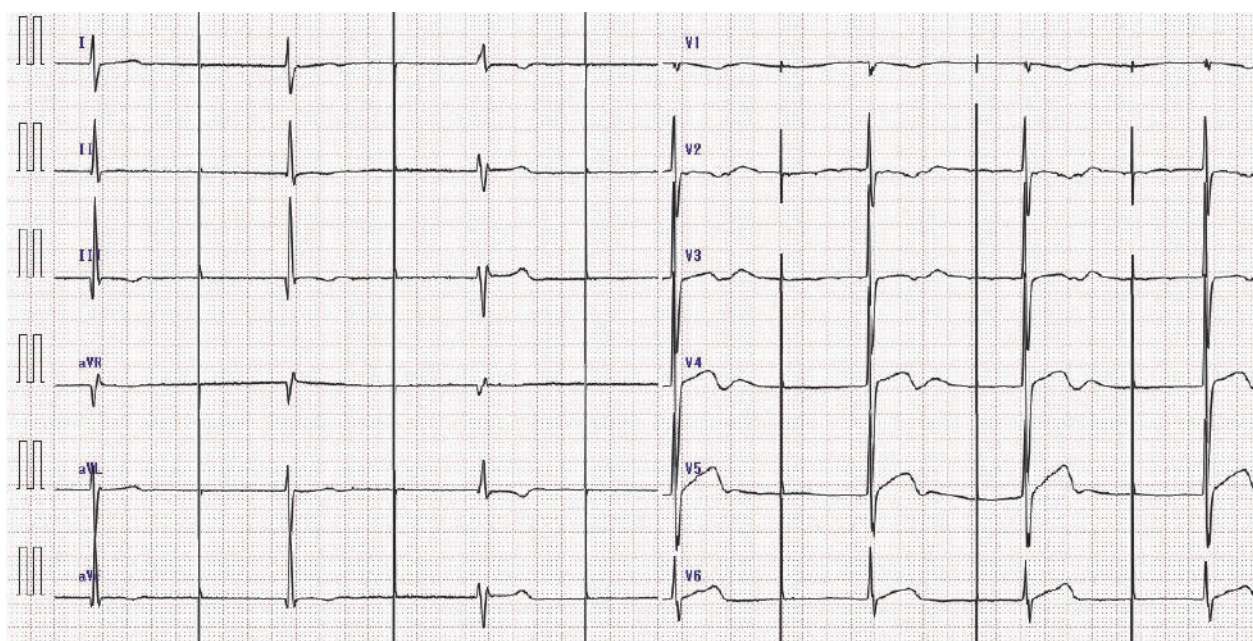


図 6

〈正解〉 (4)

〈解説〉

図6は徐脈にてペースメーカー挿入された患者の心電図である。ペースメーカー設定はVVI70であるため、70回/分で心室ペーシングが行われる。

しかし図6では、自己R波の後レート70ほどでペーシングスパイクが入っているが心室の脱分極波形がない。自己R波をセンシングしているが、ペーシングができていないのでペーシング不全である。また、半年前に電池交換していること、ペーシングスパイクがあることから、電池消耗やリードの断線は考えられない。

2. 腹部・表在超音波検査

設問 1

病院電気設備の安全基準(JIS T 1022)で定められた電源の説明について、正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 商用電源コンセントの外郭表面の色は白色である。
- b. 一般非常電源コンセントの外郭表面の色は赤色である。
- c. 非常電源コンセントの外郭表面の色には、赤、緑色がある。
- d. 特別非常電源は商用電源の停止から、40秒以内に電力を供給する。
- e. 一般非常電源は商用電源の停止から、10秒以内に電力を供給する。

- (1) a, b, c
- (2) a, c, d
- (3) b, c, d
- (4) b, c, e
- (5) c, d, e

《正解》 (1)

《解説》

病院電気設備の安全基準(JIS T 1022)より、電源には商用電源と非常用電源があり、商用電源は電気事業者から供給される電源で医用電気機器以外にも供給されている。非常用電源には、一般非常用電源、特別非常用電源、瞬時特別非常用電源がある。電源の種類により外郭表面の色が異なり、商用電源は白、非常用電源は赤と緑(瞬時特別非常用電源のうち交流無停電電源装置から供給されているもの)である。一般非常電源は商用電源の停止から40秒以内に電力を供給し、特別非常電源は商用電源の停止から10秒以内に電力を供給すると定められている。

設問 2

70歳代、男性。健診にて肝腫瘍(動画1-1、1-2)を指摘され、精査のため消化器内科を受診しました。既往歴は、高血圧、糖尿病、気管支喘息であり、受診時の血液検査結果を表6に示します。最も考えられる疾患を選択して下さい。

- (1) 腫瘍はcluster signおよびhump signを認め、肝細胞癌を疑う。
- (2) 腫瘍はmosaic patternおよびhump signを認め、肝細胞癌を疑う。
- (3) 腫瘍はbull's eye patternおよびumbilicationを認め、転移性肝腫瘍を疑う。
- (4) 腫瘍はpseudo-tumor signおよびhepato-renal

echo contrastを認め、転移性肝腫瘍を疑う。

- (5) 腫瘍はmarginal strong echoおよびdisappearing signを認め、肝血管腫を疑う。

- (6) 未実施

表 6

項目	結果	項目	結果
AST	26U/L	HBs抗原	(-)
ALT	23U/L	HCV抗体	(-)
LDH	309U/L	HBc抗体	(+)
ALP	316U/L	AFP	3.3ng/mL
γ-GT	85U/L	PIVKA-II	1172mAU/mL

《正解》 (2)

《解説》

症例は、HBs抗原(-)、HBc抗体(+)であるため、B型肝炎ウィルスの既往感染が疑われる。また、肝細胞癌で上昇する腫瘍マーカーのPIVKA-IIが1172mAU/mLと高値を呈している。超音波画像は、左葉に肝表面を突出する(hump sign)大きな腫瘍を認める。腫瘍内部は高低のエコーレベルが混在し、小結節像として描出されている(mosaic pattern)。mosaic patternとhump signは肝細胞癌の超音波画像にみられる特徴的な所見である。一方、cluster sign、bull's eye pattern、umbilicationは転移性肝腫瘍でみられる所見で、cluster signは多数の腫瘍がブドウの房状に融合し一塊の超音波画像として描出される。bull's eye patternは腫瘍の中心部は高エコー、辺縁に均等で幅広い低エコー帯を有する円形腫瘍像で、肝細胞癌でみられる辺縁低エコー帯と比較して幅が広い。Umbilicationは、肝辺縁に存在する腫瘍が臍状に陥没しているように描出される。pseudo-tumor sign、hepato-renal echo contrastは脂肪肝でみられる所見で、pseudo-tumor signは限局性の低エコー領域、hepato-renal echo contrastは肝腎コントラストのことである。marginal strong echo、disappearing signは肝血管腫でみられる所見で、marginal strong echoは腫瘍辺縁に認められる高エコー像、disappearing signはプローブで腫瘍を圧排することにより腫瘍の性状が変化することである。

設問 3

70歳代、男性。遠位胆管癌切除から5年が経過しています。動画(2-1、2-2)、図7は定期受診時の超音波画像です。所見に関して誤っているものを選択して下さい。

- (1) 門脈に沿って胆管内に線状高エコー像を認める。
- (2) 胆道消化管吻合部術後に認めることが多い。
- (3) 健常者には認めない。
- (4) 体位変換によって可動性を認めることがある。
- (5) 手術歴がない場合には認めない所見である。
- (6) 未実施

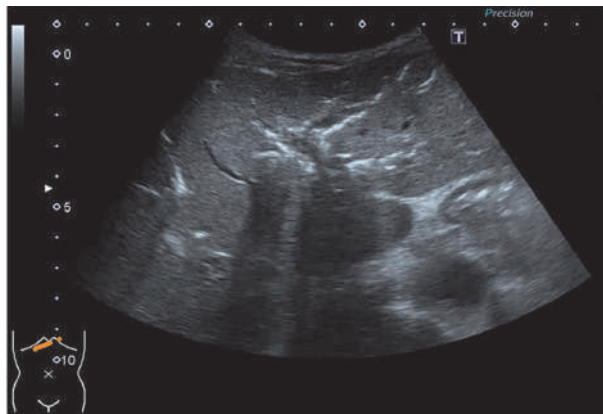


図 7

〈正解〉 (5)

〈解説〉

出題の超音波画像は遠位胆管癌切除後の胆道気腫症例である。超音波所見は門脈に沿って胆管内に線状高エコー像が認められる。消化管ガス同様、音響陰影や多重反射がみられ、体位変換により可動性を認める。手術の既往がない場合にも認めることがあり、胆道系と消化管に炎症や癌浸潤により交通が生じると認められる。健常者には認められない所見である。

設問 4

60歳代、男性。1週間前から右下腹部痛が続き受診しました。血液検査結果を表7に示します。

動画(3-1、3-2)から最も考えられる疾患を選択して下さい。

- (1) 鼠径ヘルニア
- (2) 虫垂炎
- (3) 腸重積
- (4) 単純性イレウス
- (5) リンパ節腫脹
- (6) 未実施

表 7

項目	結果	項目	結果
AST	21U/L	WBC	3,700/ μ L
ALT	24U/L	RBC	455 10^4 / μ L
LDH	202U/L	HGB	11.1g/dL
ALP	250U/L	HCT	35.0%
CRP	0.02mg/dL	PLT	23.9 10^4 / μ L

〈正解〉 (1)

〈解説〉

動画3-1、3-2は鼠径ヘルニアの超音波画像である。鼠径ヘルニアは通常腹腔内に収まっているはずの腸管や大網が、鼠径管や陰嚢に突出する疾患であり、乳幼児～小児期のタイプと50～60歳代にピークを持つ成人タイプがある。小児では経過観察を行う場合もあるが、成人では診断がつき次第手術が原則であり、外科手術のなかでも最も頻度の高い手術の一つである。鼠径ヘルニアの超音波検査の目的は鼠径ヘルニアの分類、内容の診断、消化管の脱出による嵌頓や絞扼あるいは穿孔の有無、イレウスや腹水と2次的所見の評価である。虫垂炎は虫垂内腔の閉塞、虫垂粘膜への細菌感染を起因とする炎症である。虫垂内腔の閉塞は粘膜下リンパ濾胞の過形成、糞便うっ滞、噴石、食物残渣などにより生じる。病理学的にはカタル性(炎症が粘膜または、粘膜下層までに局限しているもの)、蜂窩織炎性(全層性の炎症細胞浸潤をみるもの)、壊疽性(蜂窩織炎性虫垂炎に虫垂壁の梗塞を起こし部分的壊死に発展したもの)に病期分類され、壊死部分が内圧上昇により穿孔すると穿孔性虫垂炎となる。症状は、心窩部痛・臍部痛からはじまり、次第に右下腹部に移行し局限してくることが多い。超音波では虫垂の腫大(6mm以上)や層構造の変化によって病期を推定するが、穿孔性では減圧により正常径を呈していることがあり、周囲への炎症波及や膿瘍形成、腹水の有無等の周囲の間接所見にも注目する。また根部から先端までの描出が困難なこともあるが、全長にわたる観察が必要である。腸重積とは腸管の一部がそれに連なる腸管内腔に陥入した状態であり、ほとんどは肛門側へ向かって陥入する。腸重積が起こっている場所を短軸で観察すると、target sign = multiple concentric ring signが観察される事が多い。また腸重積は90%以上が小児に発症し、回盲部が好発部位である。小児の腸重積の臨床症状は、腹痛、嘔吐を起こす例が多く、イチゴゼリー様の粘血便が認められることが多い。イレウスとは何らかの原因により腸管の通過が障害された状態をいう。機械的通過障害による機械的イレウス(単純性イレウス、絞扼性イレウス)と腸管の運動が侵された機能的イレウス(麻痺性イレウス)に大別される。単純性イレウスでは、拡張した腸管内容物の浮動(to and fro)が観察される。少量の腹水が描出され

ることある。絞扼性イレウスでは、腸管の拡張は強まり、内容物の浮動が減弱し、腹水が増量する傾向を示す。絞扼性イレウスが進行すると、拡張した限局性の腸管が認められ、内容物の浮動が停止し、腹水は急速に増量する。腸管壊死に至るとケルクリング襻の崩壊、粘膜面に付着する高エコー、点状高エコーを含む混濁した内容物が見られる。

設問 5

動画(4-1～4-3)から、それぞれ考えられる疾患の組み合わせを選択して下さい。

動画4-1：50歳代、男性。4～5年前より左前胸部にしこりを自覚し、切除希望。

動画4-2：10歳代、女兒。半年前から右上腕に圧痛を伴うしこりを自覚、増大傾向。

動画4-3：20歳代、女性。前日に左側頭部にしこりを自覚。

- (1) 動画4-1：粉瘤
動画4-2：神経鞘腫
動画4-3：石灰化上皮腫
- (2) 動画4-1：石灰化上皮腫
動画4-2：脂肪腫
動画4-3：神経鞘腫
- (3) 動画4-1：粉瘤
動画4-2：石灰化上皮腫
動画4-3：脂肪腫
- (4) 動画4-1：脂肪腫
動画4-2：粉瘤
動画4-3：神経鞘腫
- (5) 動画4-1：神経鞘腫
動画4-2：石灰化上皮腫
動画4-3：粉瘤
- (6) 未実施

〈正解〉 (3)

〈解説〉

動画4-1は、皮膚直下に皮膚との連続性のある楕円形の腫瘤を認める。腫瘤内部は不均質で後方エコーは増強し、粉瘤が疑われる。動画4-2は、皮膚直下に楕円形の腫瘤を認める。腫瘤内部は石灰化を疑う高輝度エコー像を描出し、後方エコーが減衰しているため、石灰化上皮腫が疑われる。動画4-3は、脂肪層に楕円形の腫瘤を認める。腫瘤内部は層状の線状高輝度エコー像を認め、脂肪腫が疑われる。神経鞘腫は神経原性腫瘤で、境界明瞭な円形～卵円形の低エコー腫瘤として認められる。内部エコーは比較的均質であるが、嚢胞形成や出血巣などを反映し嚢胞性部分を有することもある。

【評価対象外設問】

設問 6

60歳代、女性。検診時の超音波画像(動画5-1、5-2)です。

所見または疾患名の誤っている組み合わせを選択して下さい。

- a. 子宮内膜肥厚
- b. 子宮内腫瘍
- c. 右卵巢嚢胞性腫瘍
- d. 膀胱内結石
- e. 少量腹水

- (1) a, d
- (2) b, e
- (3) b, c
- (4) c, d
- (5) c, e
- (6) 未実施

〈正解〉 (1)

〈解説〉

動画5-1、動画5-2は、膀胱、子宮、卵巢の超音波画像である。成熟女性の子宮内膜は周期的に増殖と剥離を繰り返す、厚さは0.5～7mmと変化する。また閉経後は萎縮して3mm程と薄くなる。今回、内膜は腫瘤により圧排されて、明らかな肥厚を認めない。子宮体部には、約80×70mm程の充実性腫瘤を認める。境界は明瞭平滑、内部は渦巻き状の層構造を認め子宮筋腫の所見である。子宮筋腫は通常、閉経後は自然に縮小、退化する。

卵巢は、体外式超音波では描出困難な場合がある。しかし、膀胱充満が十分に行われている場合は、子宮の両側の位置関係から卵巢腫瘤を疑うことができる。また年齢によって形、性状は変化するため卵巢そのものは描出されなくても腫瘤が3～4cm程であれば描出可能なため十分に検索を行う必要がある。今回の症例は、横断操作にて画像左上方に多房性の無エコー域を認め位置関係から右卵巢嚢胞性腫瘍と診断された。

膀胱内には、高輝度エコー像を認めないため膀胱内結石は否定される。

子宮の背側のダグラス窩に縦断像、横断像ともに無エコー域を認める。腹水の量は少量である。

3. 心臓・血管超音波検査

設問 1

70歳代、男性。左前胸部および背部痛を主訴に緊急搬送された。来院時の心電図(図8)と心臓超音波検査の動画(6～11)です。壁運動異常領域と冠動脈の責任病変の正しい組み合わせを選択して下さい。

壁運動異常領域－冠動脈の責任病変

- (1) 前壁中隔 前下行枝
- (2) 側壁 回旋枝
- (3) 前側壁 対角枝
- (4) 下壁 右冠動脈
- (5) 壁運動異常なし
- (6) 未実施

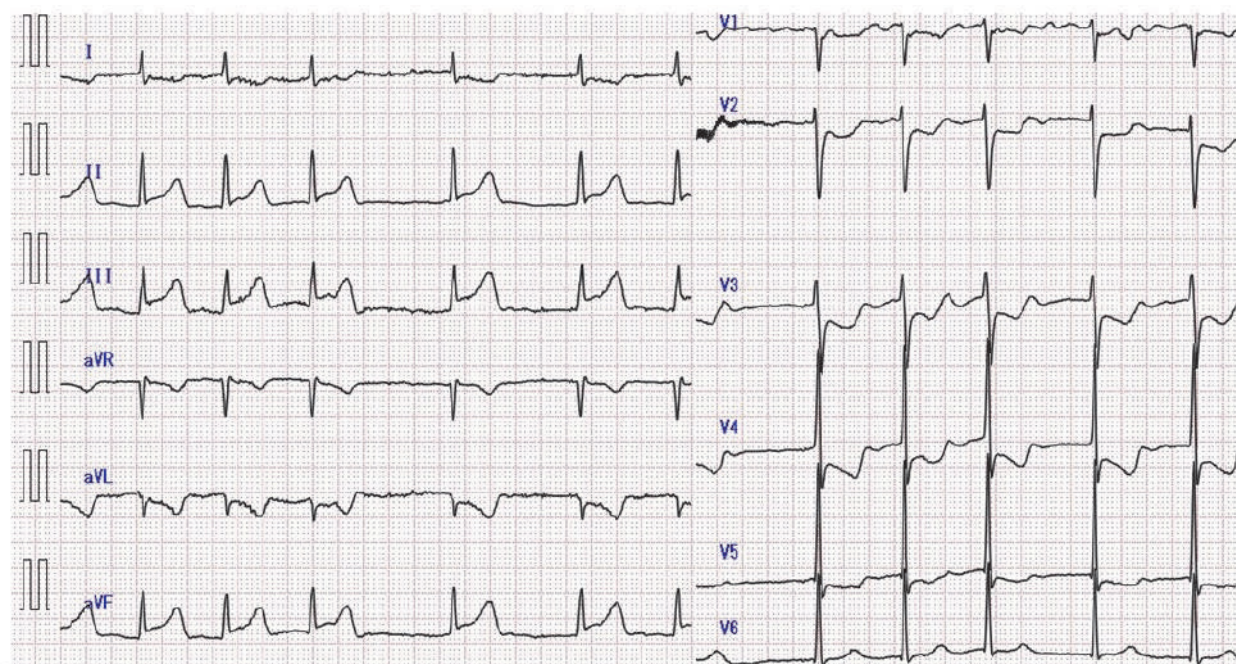


図8

〈正解〉 (4)

〈解説〉

心電図ではⅡ、Ⅲ、aVF誘導でST上昇、V1～V5の広い範囲でST低下があり、心エコー図検査では傍胸骨短軸像と二腔像で下壁領域の壁運動低下を認める。心臓カテーテル検査によって右冠動脈鋭縁枝#3が閉塞しており、急性下壁心筋梗塞と診断された症例である。

設問 2

設問 1 より、起こりうる合併症として正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 僧帽弁閉鎖不全症
- b. 右室梗塞
- c. 大動脈弁狭窄症
- d. 僧帽弁狭窄症
- e. 重症不整脈

- (1) a, b, c
- (2) a, b, e
- (3) b, c, d
- (4) b, c, e
- (5) c, d, e
- (6) 未実施

《正解》 (2)

《解説》

設問 1 の症例は右冠動脈の閉塞により起こった急性下壁心筋梗塞である。後乳頭筋は右冠動脈の支配領域であり、下壁心筋梗塞により後乳頭筋に付着している腱索が引っ張られた時に断裂して僧帽弁閉鎖不全症を起こすことがある。また、心拍の指令を出す洞房結節は右冠動脈から血流を得ており、これが遮断されることにより完全房室ブロックを起こすことがある。同様に右室も右冠動脈から血流を得ており下壁梗塞の20～50%に右室梗塞の合併があるといわれている。大動脈弁狭窄症や僧帽弁狭窄症は加齢やリウマチ熱の罹患が原因であり下壁心筋梗塞とは関係がない。

設問 3

心臓超音波検査について、次のうち正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 疣腫の性状を詳しく観察するために有効視野を狭くする。
- b. 広角視野が得られるリニアプローブの使用が好ましい。
- c. パルスドプラ法で計測中にエイリアシングが発生したので、ドプラゲインを下げて計測する。
- d. 高速血流を測定する場合はパルスドプラ法を使用しなければならない。
- e. プローブの消毒時は、コネクタ等の金属部分に薬液や水がかからないように注意する。

- (1) a, b
- (2) a, c
- (3) b, c
- (4) d, e

(5) a, e

(6) 未実施

《正解》 (5)

《解説》

心臓は肺と肋骨に覆われているため、小さいエコーウィンドウから広角視野が得られるセクタプローブの使用が好ましい。リニアプローブは甲状腺や乳腺、血管、筋、関節、皮下組織などの比較的浅い領域の超音波検査に適している。有効視野を広げると、フレームレート(1秒あたりに収集できる画像枚数)は下がる。よって、詳細な観察には有効視野を狭くするのが良い。エイリアシング(折り返し現象)はドプラゲインとは無関係である。エイリアシングが発生したら、装置のゼロシフト機能を用いて表示上のゼロヘルツラインを上下に移動させる。パルスドプラ法は低流速の測定に向き、特定部位の流れを測定できる。連続波ドプラ法は高速な流れの速度を測定する場合に用いられる。高速血流を測定する際は、連続波ドプラ法を用いる。また、プローブの消毒時は、コネクタ等の金属部分に薬液や水がかからないように注意する。

設問 4

60歳代、女性。労作時息切れを主訴に来院した。来院時の心臓超音波検査の動画(12～15)です。

臓超音波検査計測値データを示します。

LVDd/Ds 62/43mm、EF 62%、逆流量 65mL、逆流率 50%、EROA 0.40cm²

次のうち正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 重症の僧帽弁逆流症(MR)で、外科的治療(僧帽弁手術)の適応である。
- b. 僧帽弁逸脱に伴う一次性MRが疑われる。
- c. 感染性心内膜炎による弁穿孔が疑われる。
- d. 軽症のMRで、定期的に経過観察を行う必要がある。
- e. 心臓超音波検査で弁形態、逆流機序、重症度評価、心機能・リモデリング評価を行うことが重要である。

- (1) a, b, c
- (2) a, b, e
- (3) b, c, d
- (4) b, c, e
- (5) c, d, e
- (6) 未実施

《正解》 (2)

《解説》

僧帽弁逆流症(MR)は、平均寿命の延長に伴い、増加

している。周術期のリスクが低下し、手術前の自覚症状が軽ければ術後生存率が良いとされていることから、心機能低下前に行う早期外科的治療が推奨されている。そのため、心臓超音波検査により正確なMRの診断および重症度評価が必要である。定量評価には、逆流量、逆流率、EROAなどがあり、これらの指標に半定量評価項目(逆流ジェット面積、vena contracta幅など)を加えて、総合的に判断する必要がある。重症MRは逆流量 $\geq 60\text{ml/beat}$ 、逆流率 $\geq 50\%$ 、EROA $\geq 0.40\text{cm}^2$ である。本症例は重症のMRに分類され、治療方針も外科的治療(僧帽弁手術)の適応である(クラスI)。逆流の機序は僧帽弁逸脱に伴う一次性MRであり、感染性心内膜炎による弁穿孔(一次性MR)や左室拡大に伴うtetheringによる二次性MRではない。

設問5

高安動脈炎について誤っている組み合わせを選択して下さい。

- a. 若年～中年男性に好発する。
- b. 大動脈弁狭窄症を合併する場合がある。
- c. 初期症状は、発熱や易疲労感、全身倦怠感である。
- d. 頸動脈超音波検査では、可能な限り腕頭動脈、鎖骨下動脈も観察する。
- e. 典型例では、総頸動脈に血管壁が不均一に肥厚したマカロニサインを認める。

- (1) a, b, c
- (2) a, b, e
- (3) b, c, d
- (4) b, c, e
- (5) c, d, e
- (6) 未実施

《正解》 (2)

《解説》

高安動脈炎は、大動脈およびその主要分枝や肺動脈、冠動脈に狭窄閉塞、拡張性病変を来す原因不明の非特異的大型血管炎である。男女比は、1:9で女性に多く発症年齢は20才前後にピークがみられる。本邦における患者数は約5000人である。

初期症状は、発熱や易疲労感、全身倦怠感といった非特異的な症状である。このため、不明熱の原因検索を依頼された場合は、高安動脈炎も鑑別疾患として考慮する必要がある。

炎症により血管に狭窄病変が生じると、上肢乏血症状(血圧の左右差、上肢の易疲労感)や頭部乏血症状(めまい、失神、頭痛)、心症状(動悸、息切れ)などを呈する。

また拡張病変が大動脈に起こった場合は、大動脈弁逆

流を合併することがあり注意が必要である。高安動脈炎の典型例では総頸動脈に血管壁が均一に肥厚したマカロニサインが認められる。ただし、総頸動脈に異常がなくても腕頭動脈や鎖骨下動脈に病変がある場合もあり、超音波検査の際には可能な限り観察する。

【評価対象外設問】

設問6

右心系について誤っている組み合わせを選択して下さい。

- a. 右室壁は二層の筋層(浅層、深層)からなり、深層による長軸方向の収縮が主体である。
- b. 三尖弁は右房と右室の間に存在する房室弁で、僧帽弁前尖の付着位置よりも心基部側に位置している。
- c. 収縮期三尖弁輪移動距離(TAPSE)の正常値は17mm以下である。
- d. 心臓超音波検査で三尖弁逆流の程度、心室径、肺動脈、下大静脈と右房から得られる所見を総合し肺高血圧のスクリーニングを行うことが推奨されている。
- e. 不整脈源性右室心筋症は、右室心筋での脂肪変性、線維化による右室拡大および壁運動異常を認め、右室起源の心室性不整脈を生じる突然死をきたす疾患である。

- (1) a, b
- (2) a, e
- (3) b, c
- (4) c, d
- (5) c, e
- (6) 未実施

《正解》 (3)

《解説》

右室壁は二層の筋層(浅層、深層)からなり、深層による長軸方向の収縮が主体である。また、ポンプ機能としては左室からの影響が強く、心室間相互作用と呼ばれる。三尖弁は右房と右室の間に存在する房室弁で、前尖、後尖と中隔尖の三枚の弁尖で構成されており、前尖が最も大きく、右室漏斗部から下壁の弁輪、後尖は後下壁の弁輪、中隔尖は心室の膜性部に付着している。中隔尖は僧帽弁前尖の付着位置よりも心尖部側に位置している。右室収縮能評価には、右室面積変化率(RVFAC)、収縮期三尖弁輪移動距離(TAPSE)、収縮期三尖弁輪移動速度(RV S')を用い、それぞれの正常値は35%以上、17mm以上、9.5cm/sec以上である。心臓超音波検査で三尖弁逆流の程度、心室径、肺動脈、下大静脈と右房から得られる所見を総合し肺高血圧のスクリーニングを行うことが推奨されている。不整脈源性右室心筋症(ARVC)は、右室心筋での脂肪変性、線維化による右室拡大および壁

運動異常を認め、右室起源の心室性不整脈を生じる突然死をきたす疾患である。ARVCの診断基準に右室の広範もしくは限局した機能的異常および形態的異常を心臓超音波検査やMRIなどで評価する。

4. 神経生理検査

設問 1

脳波計の感度を 5 mm/50 μ V に設定し脳波計入力端子に 1 V の交流雑音 (同相入力信号) が入ったとき、記録の振れは 1 mm であった。この脳波計の弁別比 (CMRR) を選択してください。

- (1) 40dB
- (2) 60dB
- (3) 80dB
- (4) 100dB
- (5) 120dB
- (6) 未実施

〈正解〉 (4)

〈解説〉

弁別比 (CMRR) とは差動増幅器における生体信号 (signal:S) と生体信号以外のノイズ (noise:N) の比率の指標であり、以下の式で表せる。

CMRR = 差動信号 (生体信号) の増幅度 / 同相信号 (外部ノイズ) の増幅度 (倍)

設問の数値を当てはめると

$$\text{CMRR} = (5 \text{ mm}/50\mu\text{V}) / (1 \text{ mm}/1000000\mu\text{V}) = 100000 (\text{倍})$$

増幅度は何倍という表現をするが数値が大きくなるためデシベル (dB) で表すことが多い。

倍率とデシベルの関係は次のようになる。

$$20\log_{10}10^5 = 100\text{dB}$$

CMRR 値が大きいほど性能の良い差動増幅器とみなせる。

多くの神経生理検査に使用する装置の J I S 規格ではこの比が 1000 倍 (60dB) 以上となっている。

設問 2

脳死判定におけるデジタル脳波の記録・判読に関して誤っているものを選択してください。

- a. 脳波記録中に脳波を記録用紙へ出力しておく必要がある。
- b. プリンターは少なくとも 600dpi 以上の分解能をもっていることが望ましい。
- c. プリントアウトした脳波記録は脳波測定の連続性が分かるようにする。
- d. ディスプレイ画面上で ECI の判定を行ったとしても紙に出力して記録する。

e. 検査後に法的脳死判定マニュアルで推奨されているモニターに reformat して判読してもよい。

- (1) a, b
- (2) a, e
- (3) b, c
- (4) c, d
- (5) d, e
- (6) 未実施

〈正解〉 (2)

〈解説〉

脳死判定においてデジタル脳波計を用いた場合の測定と記録について問う設問である。

デジタル脳波計でペーパーレスタイプを使用した場合 ECI の判定を画面上で行った場合にも紙に出力し脳死判定記録書と判読の報告書と一緒に保存するが、必ずしも記録と同時に出力する必要はない。

プリンターは少なくとも 600dpi 以上の分解能を持っているもので記録の連続性がわかるように出力する。その際、モニターや設定は脳波測定時と同様とし、reformat や設定を変更しての出力は許されていない。

設問 3

20 歳、男性。図 9-A は安静閉眼覚醒時脳波です。図 9-B は赤枠で囲った部分の波形を拡大したものです。基礎波の判読について正しいものを選択してください。

- a. 図 9-A の基礎波の振幅は左右差を認める。
- b. 基礎波の判読には赤枠部分よりも閉眼直後が適している。
- c. 脳波波形の振幅の測定は図 9-B の①の方法で行う。
- d. 脳波波形の振幅の測定は図 9-B の②の方法で行う。
- e. 基礎波の周波数の変動が 1 Hz 以内である場合、組織化 (organization) は正常範囲内であるといえる。

- (1) a, b
- (2) a, e
- (3) b, c
- (4) c, d
- (5) d, e
- (6) 未実施

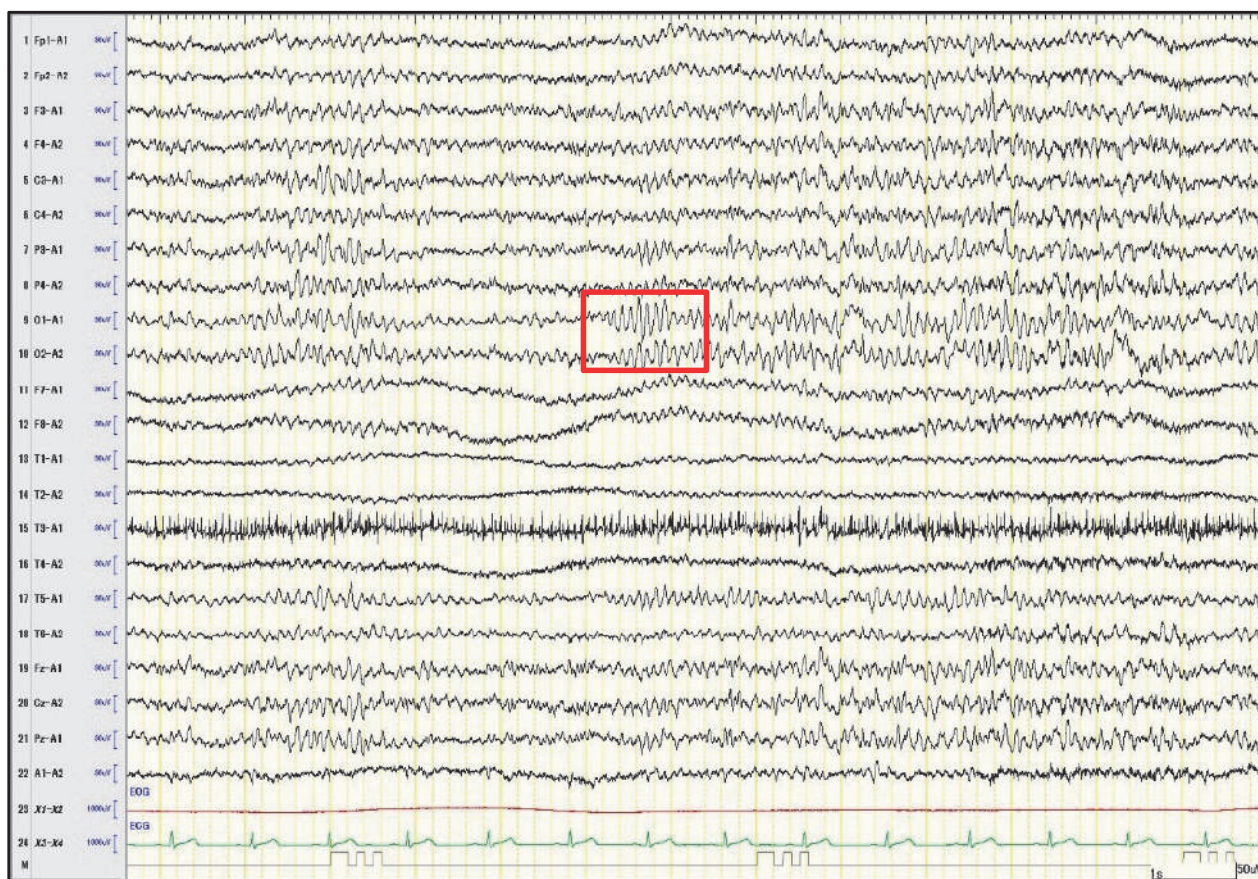


図 9-A

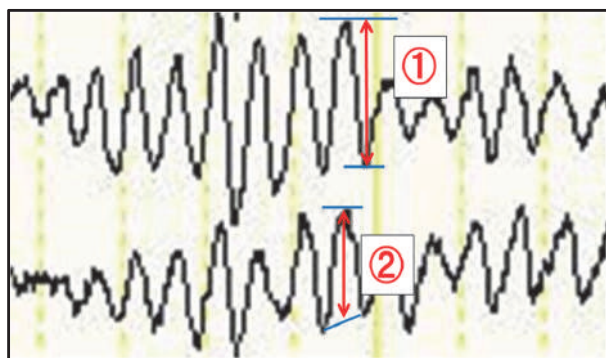


図 9-B

〈正解〉 (5)

〈解説〉

基礎波の判読について問う設問である。

基礎波の振幅の左右差は成人で20%以下が許容範囲といわれており、図 9-A の脳波の振幅は許容範囲内であり、左右差は認めない。

閉眼直後の脳波は、 α 波の周波数が最大 2 Hz 早くなることがある(squeak現象)ため、基礎波の判読には適さない。

脳波振幅の測定は図 9-B ②のように、1 つの波の山から基線に下ろした垂線が谷と谷を結ぶ線に至るまでの長さで表す。

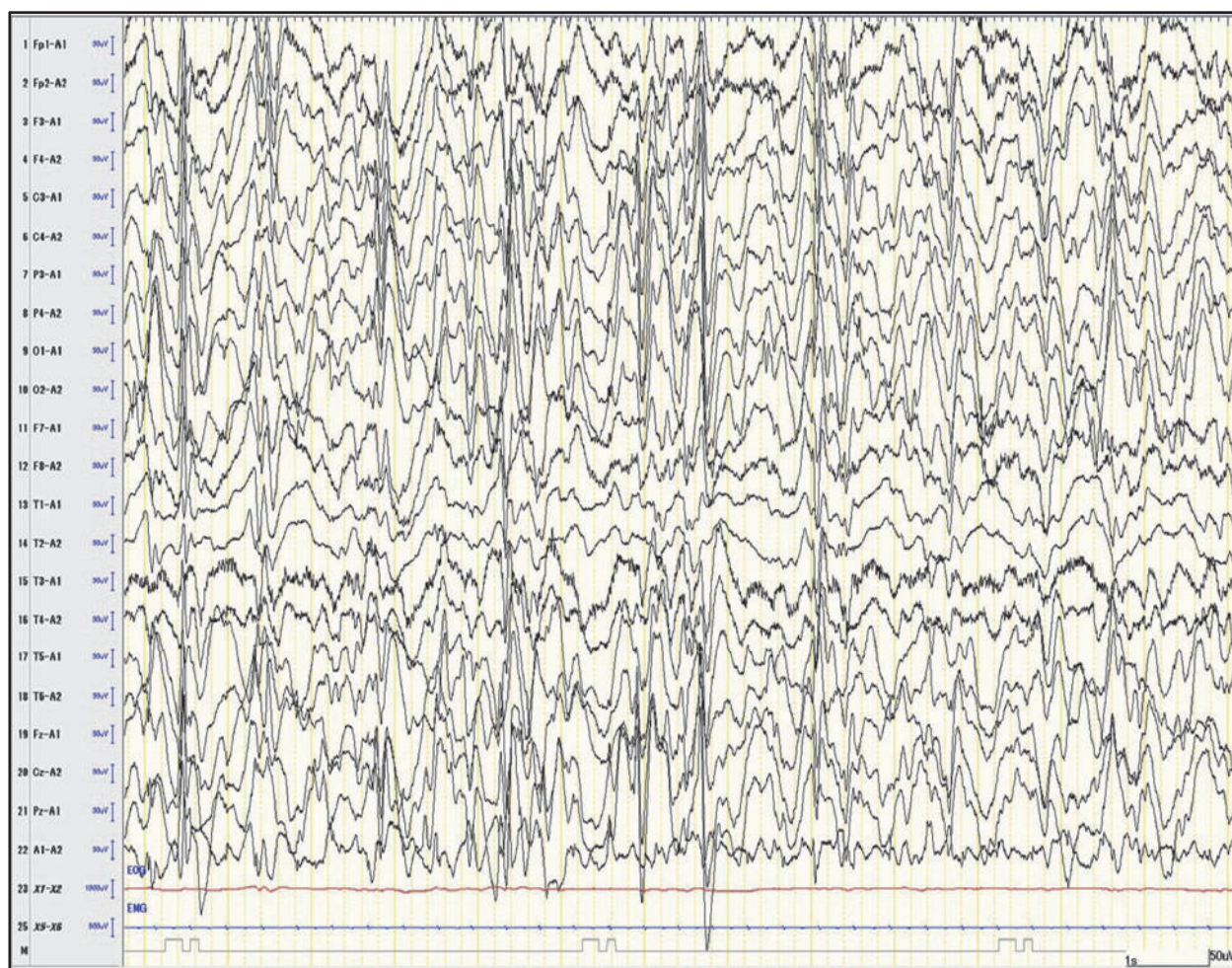
基礎波の周波数変動は10%ないし 1 Hz 以内であれば許容範囲内であるとされている。

設問 4

7 か月女児。3 ～ 4 か月前から入眠期に両上肢を広げ
 挙上する動作が出現し、3 か月前からシリーズ形成を
 するようになりました。図10-A、Bは発作間歇期脳波、
 図10-C、Dは発作時脳波です。正しいものを選択して
 ください。

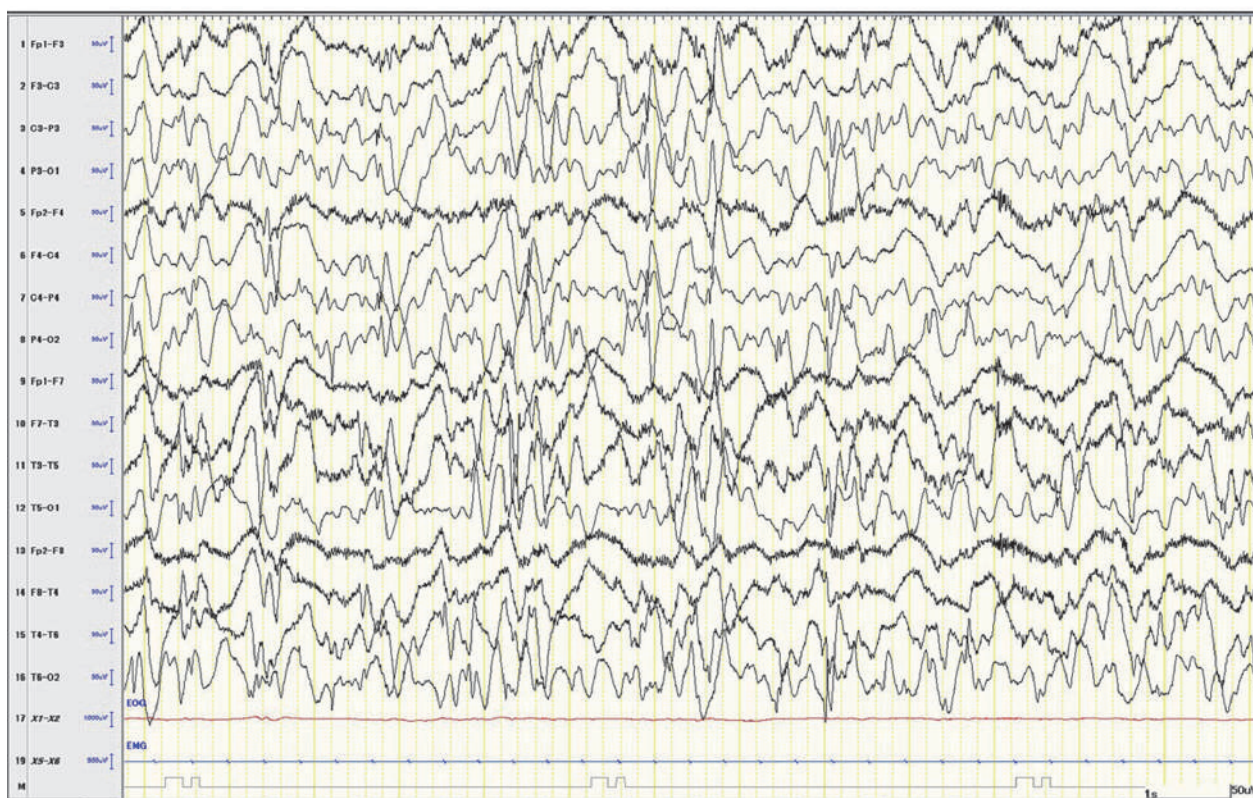
- a. 発作間歇期脳波はhypsarrhythmiaである。
- b. 発作間歇期脳波は正常である。
- c. 発作時脳波に異常は認められない。
- d. ミオクロニー発作がもっとも疑われる。
- e. West症候群がもっとも疑われる。

- (1) a, b
- (2) a, e
- (3) b, c
- (4) c, d
- (5) d, e
- (6) 未実施



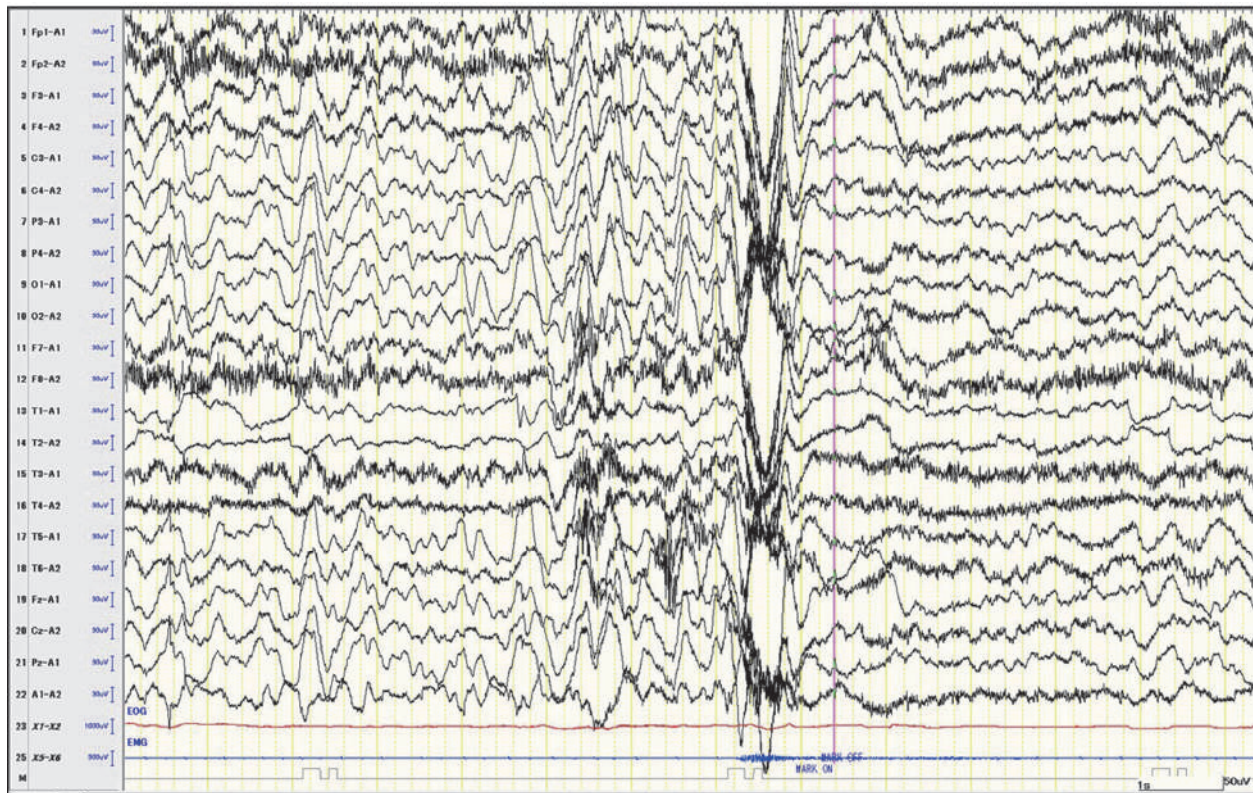
感度：10µV/mm、HF：120Hz、LF：0.53Hz、EOG(-)：左眼窩外縁上部、EOG(+): 右眼窩外縁下部、EMG：三角筋

図10-A



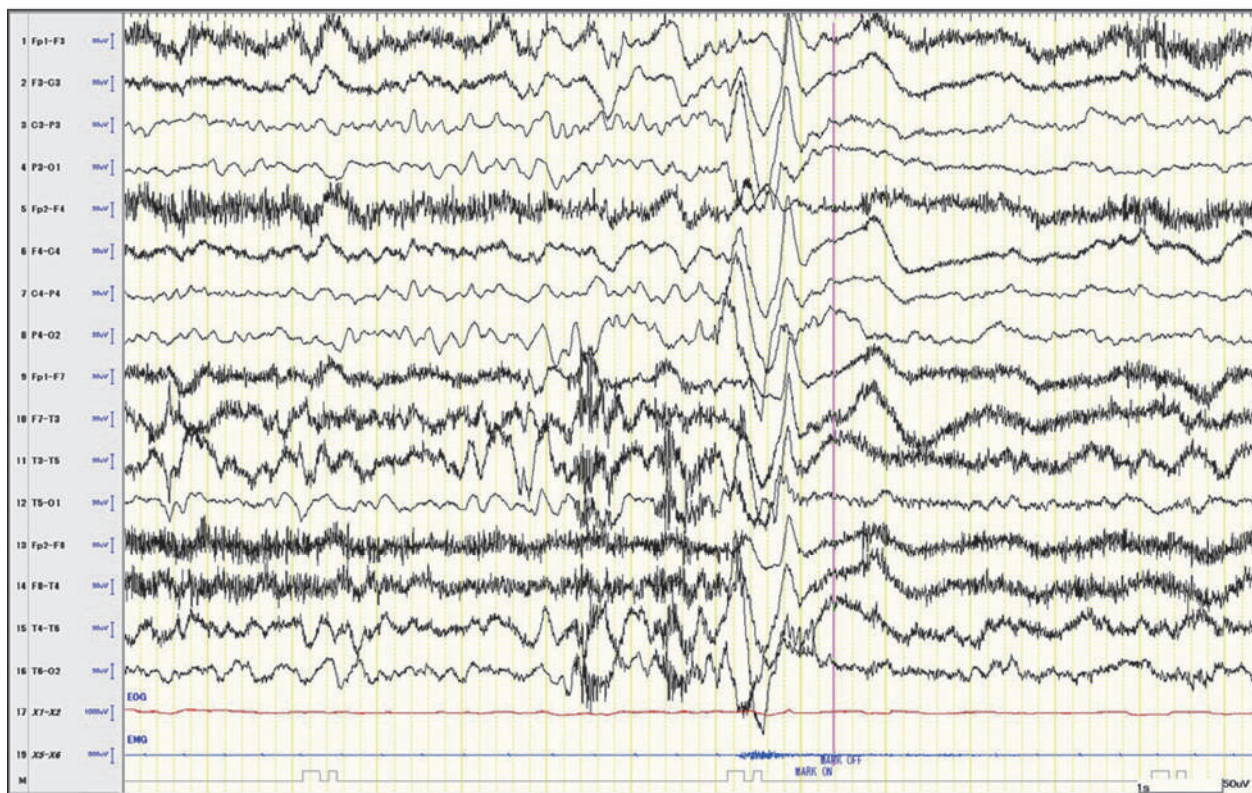
感度：10pV/mm、HF：120Hz、LF：0.53Hz、EOG(-)：左眼窩外縁上部、EOG(+): 右眼窩外縁下部、EMG：三角筋

図10-B



感度：10pV/mm、HF：120Hz、LF：0.53Hz、EOG(-)：左眼窩外縁上部、EOG(+): 右眼窩外縁下部、EMG：三角筋

図10-C



感度: 10pV/mm、HF: 120Hz、LF: 0.53Hz、EOG(-): 左眼窩外縁上部、EOG(+): 右眼窩外縁下部、EMG: 三角筋

図10-D

《正解》 (2)

《解説》

波形の判読と臨床症状より推測される疾患を問う設問である。

発作間歇期脳波では、1～2Hzの高振幅徐波の背景の中に不規則な棘波が散発している。また、棘波の持続時間、出現部位が刻々と変化しており、発作間歇期脳波はhyparrhythmiaであるといえる。

また、発作時脳波では表面筋電図においててんかん性スパズムで認められる漸増・減弱する菱形の筋放電があり、前述の発作間歇期脳波のhyparrhythmiaと合わせて考えると、この症例はWest症候群が最も疑われる。

ミオクローニー発作では、発作時の脳波において、全般性群発放電、多棘徐波複合が見られ、表面筋電図においては急峻な立ち上がりをもつことから、発作時の脳波及び表面筋電図とは一致しないと考えられる。

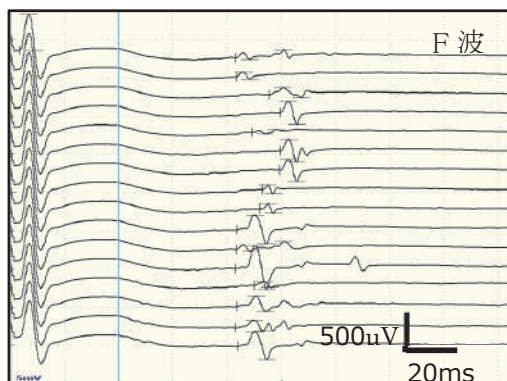
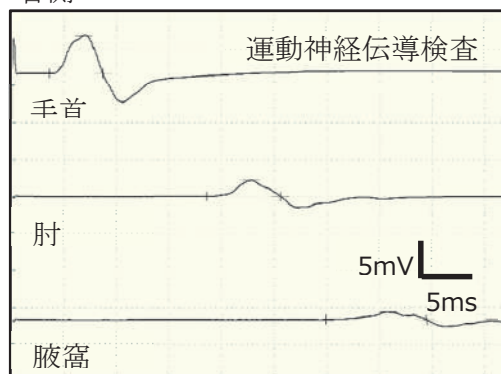
設問 5

47歳、男性。8週間前より四肢末梢に異常感覚と筋力低下を呈し、歩行時にはふらつきを自覚され、当院へ紹介受診となりました。症状に先行する感染症などは無く、髄液検査では蛋白細胞乖離を認めました。図11-A～Dは来院時の末梢神経伝導検査の結果です。正しいものを選択してください。

- a. 複合筋活動電位の時間的分散は増大している。
- b. F波の最小潜時は延長している。
- c. 慢性脱髄性炎症性多発神経炎を疑う。
- d. ギラン・バレー症候群を疑う。
- e. 胸郭出口症候群を疑う。

- (1) a, b, c
- (2) b, c, d
- (3) c, d, e
- (4) a, c, e
- (5) a～eすべて
- (6) 未実施

正中神経
右側



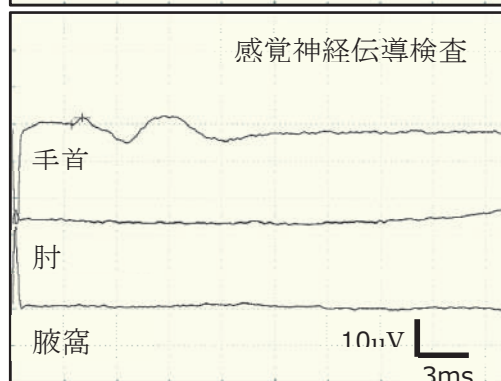
・運動神経伝導検査

刺激	潜時 (ms)	振幅 (mV)	持続時間 (ms)	伝導速度 (m/s)
手首	3.6	5.09	5.10	14.7
肘	18.6	2.22	7.00	
腋窩	29.9	1.11	9.60	

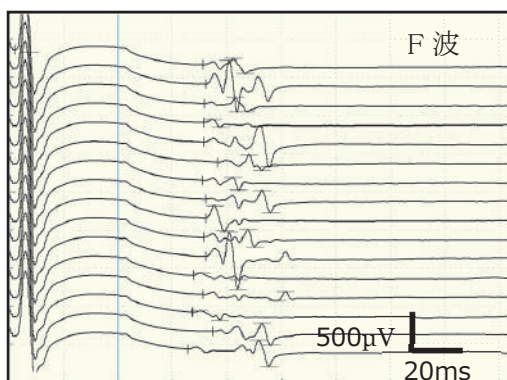
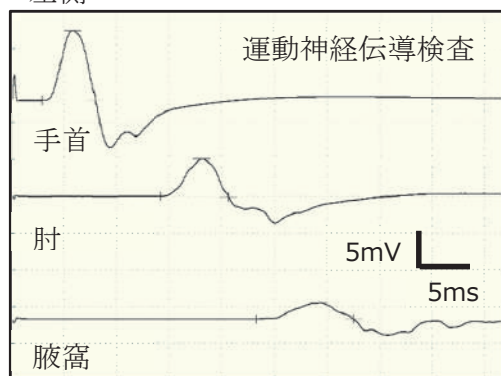
F波最小潜時 : 83.0ms

・感覚神経伝導検査

刺激	潜時 (ms)	振幅 (μV)	伝導速度 (m/s)
手首	3.45	1.95	34.8
肘	*	*	*
腋窩	*	*	*



左側



・運動神経伝導検査

刺激	潜時 (ms)	振幅 (mV)	持続時間 (ms)	伝導速度 (m/s)
手首	3.0	9.40	5.00	19.2
肘	14.2	5.17	6.45	
腋窩	23.3	2.14	9.20	

F波最小潜時 : 65.8ms

・感覚神経伝導検査

刺激	潜時 (ms)	振幅 (μV)	伝導速度 (m/s)
手首	3.0	5.25	51.7
肘	*	*	*
腋窩	*	*	*

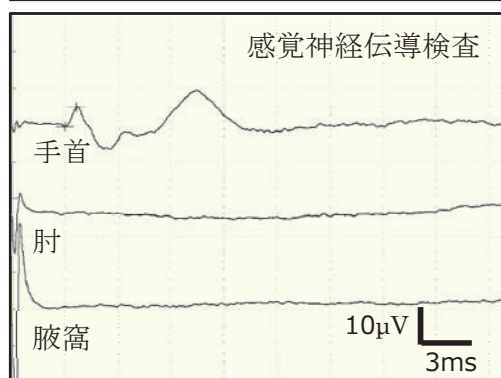
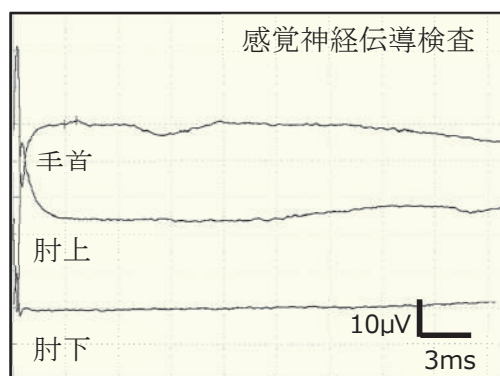
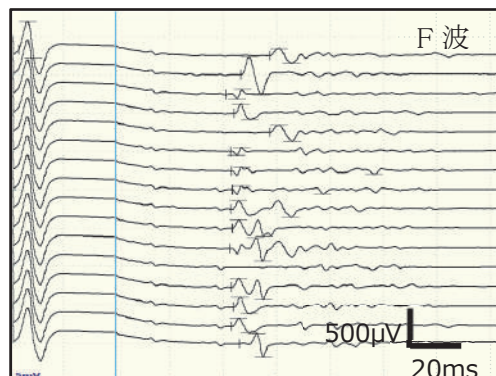
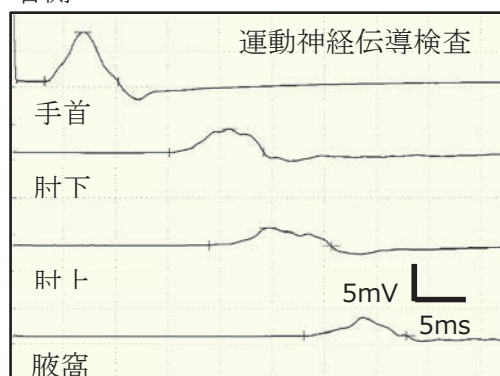


図11-A

尺骨神経
右側



・運動神経伝導検査

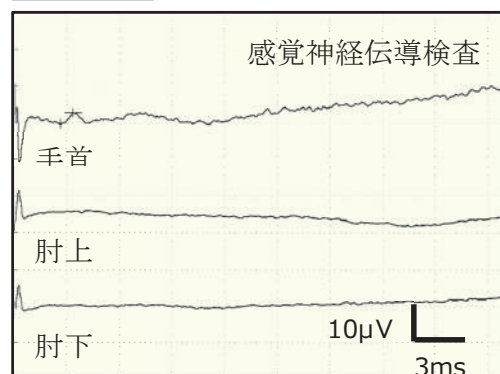
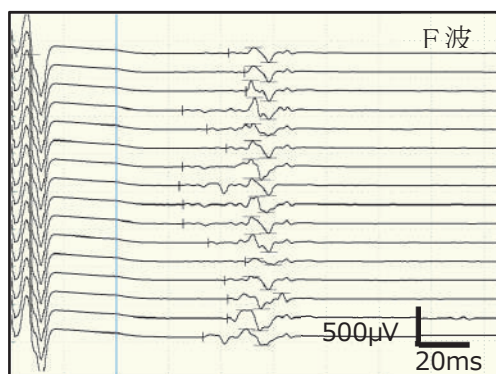
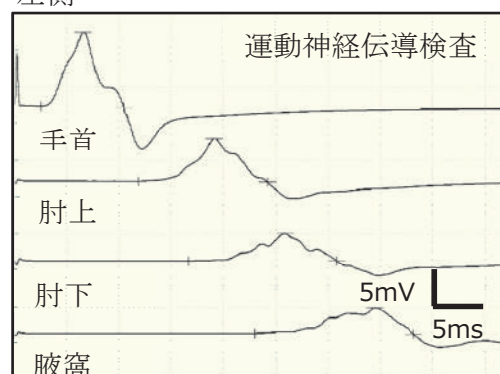
刺激	潜時 (ms)	振幅 (mV)	持続時間 (ms)	伝導速度 (m/s)
手首	3.2	6.78	7.10	17.6
肘下	15.2	3.09	9.00	
肘上	19.0	2.48	11.65	
腋窩	28.1	2.46	9.85	13.4

F波最小潜時 : 81.0ms

・感覚神経伝導検査

刺激	潜時 (ms)	振幅 (μV)	伝導速度 (m/s)
手首	2.94	1.02	42.5
肘下	*	*	*
肘上	*	*	*

左側



・運動神経伝導検査

刺激	潜時 (ms)	振幅 (mV)	持続時間 (ms)	伝導速度 (m/s)
手首	2.6	10.25	7.90	22.6
肘下	11.9	5.87	12.30	
肘上	16.7	3.71	14.10	
腋窩	23.0	3.60	15.20	19.0

F波最小潜時 : 64.2ms

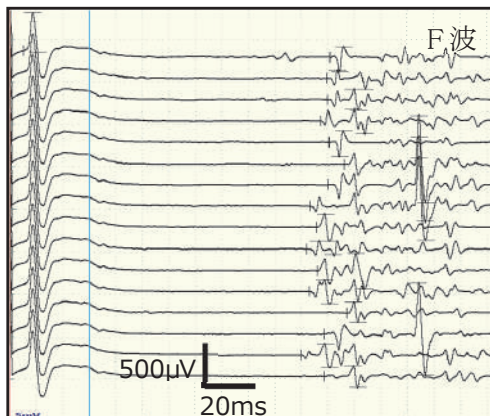
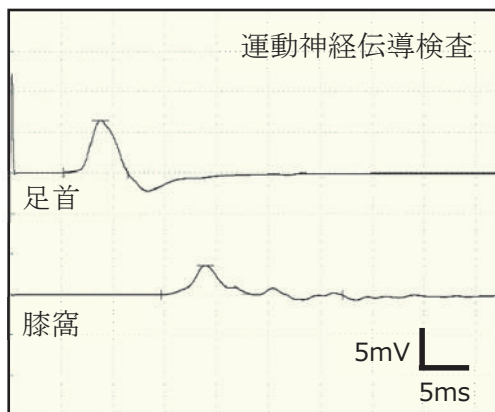
・感覚神経伝導検査

刺激	潜時 (ms)	振幅 (μV)	伝導速度 (m/s)
手首	2.64	3.04	47.3
肘下	*	*	*
肘上	*	*	*

図11-B

脛骨神経

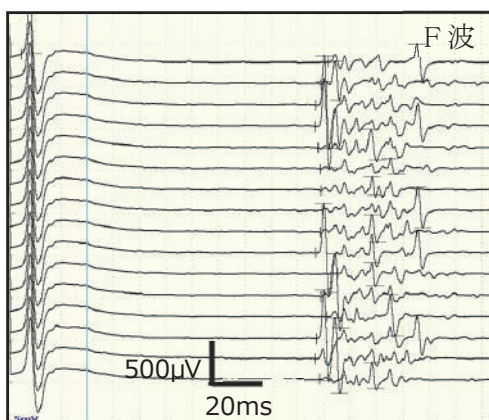
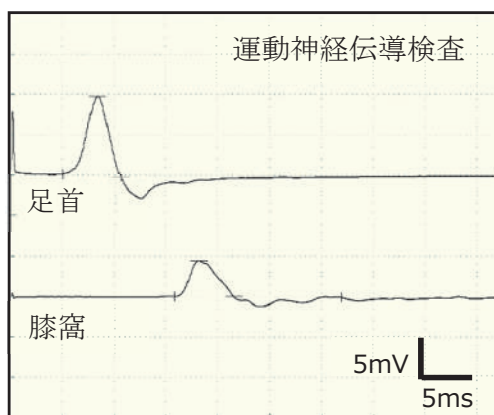
右側



・運動神経伝導検査

刺激	潜時 (ms)	振幅 (mV)	持続時間 (ms)	伝導速度 (m/s)
足首	5.2	6.45	6.15	
膝窩	14.7	3.49	17.45	37.0
F波最小潜時 : 110.0ms				

左側



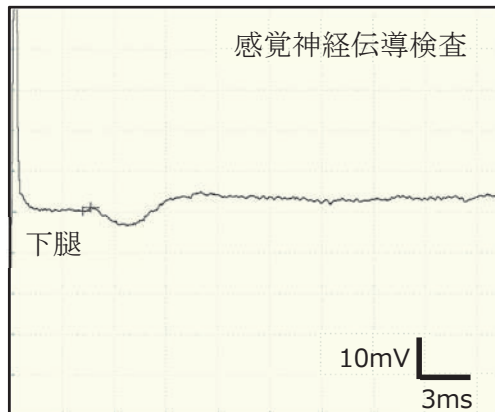
・運動神経伝導検査

刺激	潜時 (ms)	振幅 (mV)	持続時間 (ms)	伝導速度 (m/s)
足首	5.1	9.97	5.50	
膝窩	15.8	4.35	16.10	34.1
F波最小潜時 : 116.7ms				

図11-C

腓腹神経

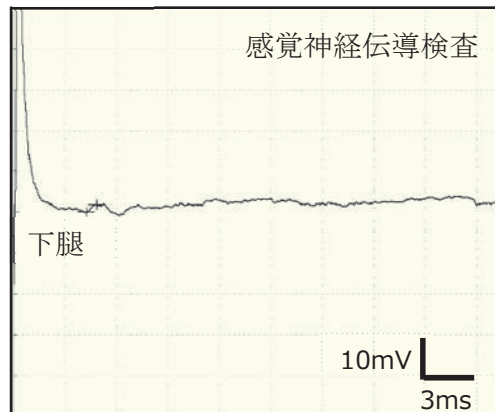
右側



・感覚神経伝導検査

刺激	潜時 (ms)	振幅 (μ V)	伝導速度 (m/s)
下腿	4.2	0.80	33.3

左側



・感覚神経伝導検査

刺激	潜時 (ms)	振幅 (μ V)	伝導速度 (m/s)
下腿	4.3	1.80	32.9

図11-D

〈正解〉 (1)

〈解説〉

波形の判読と臨床症状より推測される疾患を問う設問である。

提示した波形は伝導速度の低下、遠位終末潜時の延長、伝導ブロック、異常な時間的分散、F波の潜時延長などの脱髄所見を認める。また8週間の慢性経過、先行する感染症なし、蛋白細胞解離の情報から慢性脱髄性炎症性多発神経炎を疑う。

代表的な末梢神経系の脱髄疾患には慢性脱髄性炎症性多発神経炎(CIDP)やギラン・バレー症候群(GBS)がある。どちらの疾患も髄液検査では細胞数の上昇がなく、蛋白が高値を示す蛋白細胞解離がみられる。

GBSは急性、亜急性に四肢の運動麻痺、感覚障害を呈する疾患であり、先行感染としてウイルスや細菌感染が多くみられる。電気生理学的には脱髄所見を認める脱髄型(AIDP)と軸索障害を呈する軸索型(AMAN)に分

類される。AIDPの多くは、複合筋活動電位(CMAP)の脱髄所見に加え、感覚神経伝導検査において血液神経関門の脆弱性に由来するabnormal median normal sural (AMNS)パターンを呈する。CIDPは2ヶ月以上の慢性進行性の経過を経て、四肢の筋力低下や感覚障害を呈すが、特異的な抗体などは見つかっていない。

胸郭出口症候群は、胸郭出口といわれる頸椎椎間孔を出た後の頸椎神経根から腋窩部の小胸筋の下端までの領域で神経性障害、血管性障害をきたしたものである。症状は多彩で上肢の疼痛、痺れ、易疲労感、筋力低下などがあり、電気生理学的にはT1やC8領域のCMAP、SNAPに異常所見が認められるという報告がある。

【評価対象外設問】

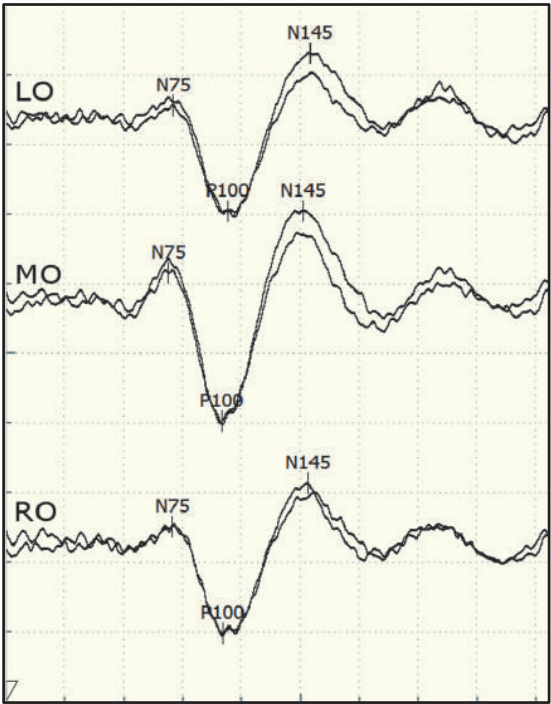
設問 6

35歳、女性。1週間ほど前から左目の奥に痛みを感じ、視力低下を認めたため受診しました。視力は右側0.1(矯正0.7)、左側0.01(矯正不能)、眼球運動や眼底所見、その他神経学的所見に異常は認めませんでした。図12は来院時に行ったパターンリバーサルVEP(全視野刺激)の導出波形です。正しいものを選択してください。

- a. 検査中は固視点を注視させる必要がある。
- b. 睡眠中でも検査は可能である。
- c. 刺激を提示するディスプレイの種類によってP100潜時に差が生じる。
- d. 右側視神経の異常が疑われる。
- e. 左側視神経の異常が疑われる。

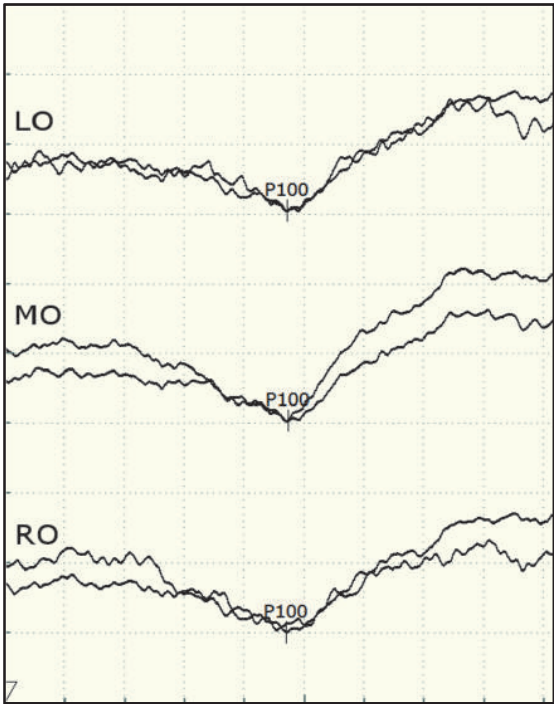
- (1) a, b, c
- (2) b, c, d
- (3) c, d, e
- (4) a, c, e
- (5) a～eすべて
- (6) 未実施

右側



潜時 (ms)	N75	P100	N145
LO	85.5	113.1	155.1
MO	83.1	110.1	151.8
RO	84.9	110.7	154.2

左側



潜時 (ms)	N75	P100	N145
LO	*	141.6	*
MO	*	141.9	*
RO	*	141.3	*

図12：パターンリバーサルVEP(全視野刺激)導出波形

〈正解〉 (4)

〈解説〉

視神経障害におけるパターンリバーサルVEPについての設問である。

本症例では右側刺激時のLO、MO、ROともに有意差なく正常の反応が得られたが、左側刺激時のP100潜時はLO、MO、ROともに同様の延長を認めており、視交叉前の左側視神経に異常があることが示唆される。

パターンリバーサルVEPではモニタに白黒の市松模様を反転させて刺激を行う。この白と黒のコントラストの変化が網膜の一定の領域に入力されることで刺激となるため、モニタの固視点を注視する必要がある。また網膜に刺激が入力されなければならないため、睡眠中や閉眼時には検査は行えない。

刺激を提示するディスプレイは以前CRTディスプレイが主流であったが、近年LCDディスプレイが主流となってきた。ディスプレイの特性上、LCDディスプレイはCRTディスプレイに比べて白と黒のコントラスト比が低いため、P100潜時は約10ms程度延長する。

5. 呼吸機能検査

設問 1

次のうち正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 呼吸中枢は延髄・橋に存在する。
- b. 呼吸中枢は二酸化炭素より酸素に鋭敏である。
- c. 吸息は横隔膜、外肋間筋の弛緩による。
- d. 努力性呼息時の補助呼吸筋には内肋間筋や腹筋群などがある。
- e. 胸腔内圧は呼気時に陽圧である。

- (1) a, b
- (2) a, d
- (3) b, c
- (4) c, d
- (5) d, e

〈正解〉 (2)

〈解説〉

呼吸中枢は延髄ならびに橋にある。この呼吸中枢の受容体には体液性(化学)受容体と神経性(機械的)受容体がある。体液性受容体には中枢化学受容体と末梢化学受容体がある。中枢化学受容体は延髄上部にあり脳脊髄液中の血液から移行してきた CO_2 および水と反応して生じた H^+ に反応し、これらが増加することで換気を促進するように働く。一方、末梢化学受容体は頸動脈洞および大動脈弓部にあり、これらの受容体は PO_2 に反応するが健常な状態ではあまり関与しない。つまり呼吸中枢は O_2 より CO_2 (=pH)に鋭敏に反応する。

呼吸中枢の刺激により呼吸筋の調整が行われる。安静吸息時には横隔膜、外肋間筋が収縮し、呼息時には両者は弛緩する。努力性呼吸の場合では、吸息時には胸鎖乳突筋や斜角筋などが加わり、呼息時には内肋間筋や腹筋群(腹直筋、内腹斜筋、外腹斜筋、腹横筋)などが使われる。

呼吸筋の働きにより、胸腔内圧や肺胞内圧の変化が生じる。胸腔内圧は(呼吸時には)常に陰圧を保っている。一方、肺胞内圧は吸気時には大気圧より下がることで吸息を生じ、呼気時には大気圧よりやや高いか同程度となる。この肺胞内圧の高まりと肺の弾性収縮力で呼息が生じる。

設問 2

肺気量分画(図13)について、正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. Aは最大吸気位、Bは安静呼気位、Cは全肺気量位である。
- b. Aでは肺の表面張力が関与している。
- c. 肥満者ではBは上方ヘシフトする。
- d. Bでは呼吸筋は働いていない。
- e. Cは気道抵抗に影響を受ける。

- (1) a, b, c
- (2) a, d, e
- (3) b, c, d
- (4) b, d, e
- (5) c, d, e

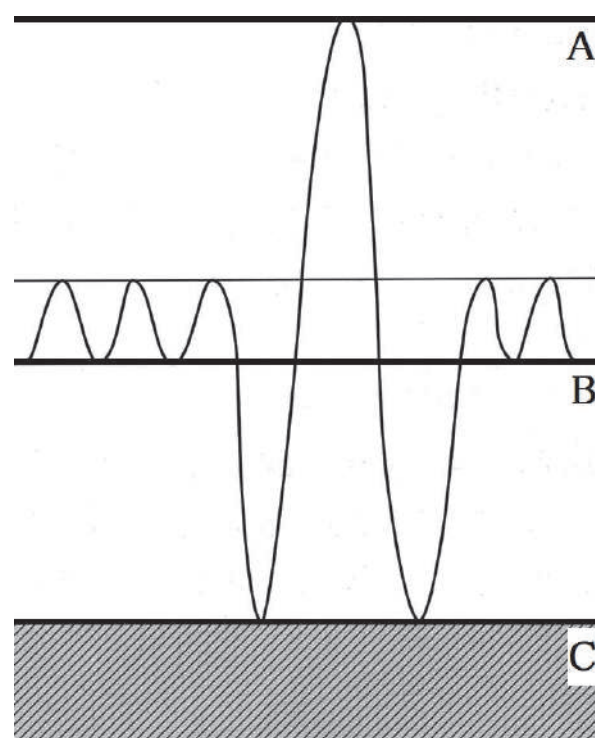


図13

〈正解〉 (4)

〈解説〉

Aは最大吸気位、Bは安静呼気位、Cは最大呼気位である。

肺は本来、空気が抜けてしぼんだ状態であるが、体内では空気が存在し膨らんだ状態であるため、常に収縮しようとする力が働いている。(肺弾性収縮圧)

胸郭は安静呼気位における状態が本来の大きさであり、それより高い気量位では収縮しようとし(胸郭弾性収縮圧)、それより低い気量位では拡張しようとする(胸郭弾性拡張圧)。

肺は、この両者の働きと、呼吸筋の働きによって保たれている。

最大吸気位は、肺と胸郭の弾性収縮圧の和に抵抗する呼吸筋力との間に調和のとれた気量位である。肺弾性収縮圧は肺の表面張力による圧と、弾性線維、膠原線維などの間質成分による圧からなる。最大吸気位では肺の表面張力が大きく関与している。

安静呼気位は、肺の弾性収縮圧と胸郭の弾性拡張圧のバランスがとれた気量位である。安静呼気位では呼吸筋は働かず、呼吸に対して最もエネルギー消費量が少ない。正常人の安静呼気位は肺活量の約35%のレベルであり、最大吸気量：予備呼気量＝2：1になる。しかし肥満者では横隔膜が挙上しているため安静呼気位が下方へシフトし、予備呼気量と機能的残気量は低下する。

最大呼気位を決定する主な因子は、胸郭弾性拡張圧に抵抗する呼吸筋力である。また低肺気量位では末梢の呼気気道抵抗が増加するため、気道抵抗も最大呼気位を決定する因子の一つとなる。COPD(慢性閉塞性肺疾患)では肺弾性収縮力が低下しており、肺気量の低下に伴い容易に気道が虚脱して閉塞を生じるため、吐ききれず高い肺気量位で最大呼気位に達して残気量が増加する。

設問3

流量型スパイロメータにおける精度管理について、正しいものを選択して下さい。

- a. 較正用シリンジを用いた気量の校正を毎日行う。
- b. 較正用シリンジは落とさないよう体で抱きかかえた状態で使用する。
- c. 較正用シリンジシャフトの引き終わり、押し終わりは強く当てると誤差を生じやすい。
- d. 気量の精度確認では、期待値の±10%以内となることを確認する。
- e. 定期的に既知の非喫煙健常者でVC、FVCを測定する。

- (1) a, b, c
- (2) a, c, d
- (3) a, c, e
- (4) b, c, d
- (5) c, d, e

〈正解〉 (3)

〈解説〉

信頼性ある呼吸機能測定結果を報告するためには、較正用シリンジを用いて較正を行い、機器が正確に作動しているかを毎日確認することが重要である。毎日精度管理を行うことで、機器の特徴や微妙な変化を捉えることができ、異常の早期発見や適切な対処が可能となる。また装置全体の総合的な精度確認のため、既知健常者の測定を定期的に行うことが呼吸機能検査ガイドラインにおいて推奨されている。

流量型の機器では気流の較正が直接行えないため、較正用シリンジを用いて気量の較正と精度確認を毎日行う。較正用シリンジ使用の注意点として、較正用シリンジ内の温度と湿度を室内気と同じにするため、体で抱きかかえたり、発熱している機器の近くで使用しない。また較正用シリンジシャフトの引き終わり、押し終わりは強く当てると誤差を生じるため、音を立てないよう静かに行う。ガイドラインにおいて、気量の精度確認では期待値の±3%以内となることを確認する。

設問 4

症例は72歳女性(147cm、50kg、喫煙歴なし)です。2年前より咳嗽はあったが異常は指摘されず、今回、胸部X線検査にて両側下肺野にスリガラス陰影を指摘され紹介受診されました。初診時の呼吸機能検査結果(表8、図14)より正しい組み合わせを選択して下さい。(表の予測値よりお答え下さい。)

- (1) a, b
- (2) a, d
- (3) a, c, d
- (4) dのみ
- (5) a～dのすべて

- a. 1秒率は肺活量が増大しているため増加傾向である。
- b. びまん性汎細気管支炎を疑う。
- c. 閉塞性換気障害である。
- d. 間質性肺炎を疑う。

表 8

測定項目	予測式	測定値	予測値	%予測値
VC (L)	Baldwin	1.65	2.15	76.7
FVC (L)	Baldwin	1.61	2.15	74.9
FEV1 (L)	Berglund	1.41	1.52	92.8
FEV1%(G) (%)	Berglund	87.58	73.84	118.6
PEFR (L/s)	Cherniack	5.39	5.17	104.3
DLco (mL/min/mmHg)	Burrows	9.92	13.68	72.5
DLco/VA (mL/min/mmHg)	Burrows	4.51	4.34	103.9
FRC (L)	Grimby&Soderholm	1.74	1.75	99.4
RV (L)	Goldman&Becklake	1.18	1.48	79.7
TLC (L)	Rossier	2.74	3.59	76.3

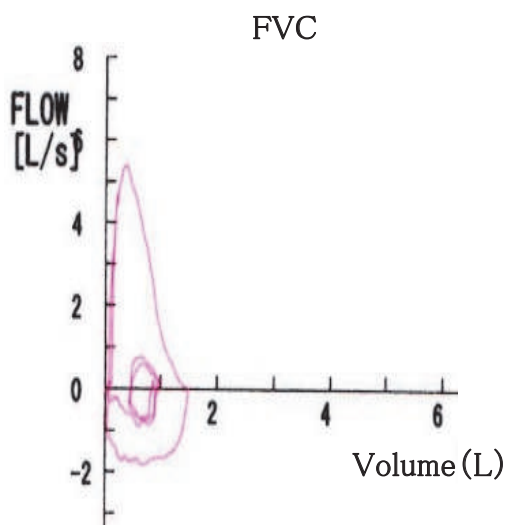


図14

＜正解＞ （４）

＜解説＞

初診時の呼吸機能検査の結果は%VCが76.7%で80%未満、1秒率が87.5%と70%以上のため軽度の拘束性換気障害に分類される。また、全肺気量(TLC)、肺拡散能力(DLco)は予測値の80%以上が基準値であるが%TLC 76.3%、%DLco 72.5%とやや低下しており、胸部X線検査の両側下肺野のスリガラス陰影の所見も併せて間質性肺炎が疑われる。

間質性肺炎とは、間質(肺胞壁)の炎症性疾患に対する病理組織学的総称のことを指し、分類としては原因不明のものを特発性間質性肺炎(IIPs)といい、原因によって膠原病性、薬物性、感染性、職業、環境などさまざまなものが含まれている。また間質性肺炎は、肺胞壁や肺胞を取り囲んで支持している間質に炎症が起こり、線維化して肺組織が硬くなっている状態で拘束性換気障害の代表的な疾患である。肺コンプライアンスの低下(肺が硬くなっている状態)に伴い肺気量は低下し肺活量も低下する。肺活量の低下が著しいため一秒率は相対的に上昇する。また、間質組織が炎症し肥厚することで血管と肺胞間が引き離される結果、ガス交換効率が低下し、肺拡散能の低下が起こる。治療には、抗炎症療法としてステロイド、対症療法として酸素療法が用いられる。

びまん性汎細気管支炎は両肺びまん性に存在する呼吸細気管支領域の慢性炎症を特徴とし、閉塞性肺疾患に分類される。

設問 5

症例は67歳女性(148.5cm、49.0kg、喫煙歴30本／日／45年、ブリンクマン指数1350)です。約10年前より労作時呼吸困難を主訴に呼吸器内科を定期受診されています。胸部X線では肺の過膨張所見を指摘されており、聴診では水泡音を認めます。気管支拡張薬投与後の呼吸機能検査(表9、図15)と動脈血ガス分析の結果(表10)より、正しい組み合わせを選択して下さい。(表の予測値よりお答え下さい。)

- a. 呼気時に気流制限を認める。
- b. 混合性換気障害である。
- c. COPDの病期分類はⅢ期である。
- d. 空気とらえ込み現象を認める。

- (1) a, b
- (2) a, d
- (3) a, c, d
- (4) dのみ
- (5) a～dのすべて

表9

測定項目	予測式	測定値	予測値	%予測値
VC (L)	Baldwin	2.04	2.23	91.5
FVC (L)	Baldwin	1.69	2.23	75.8
FEV1 (L)	Berglund	0.47	1.62	29.0
FEV1%(G) (%)	Berglund	28.40	74.62	38.1
MMF (L/s)	Schmidt	0.16	2.28	7.0
PEFR (L/s)	Nunn	1.25	6.80	18.4
$\dot{V}_{50}$ (L/s)	Cherniack	0.17	3.49	4.9
$\dot{V}_{25}$ (L/s)	Cherniack	0.10	1.27	7.9

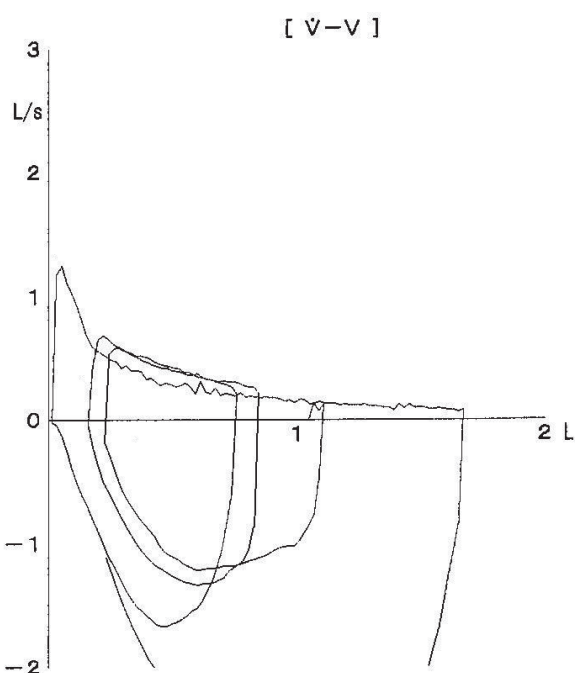


図15

〈正解〉 (2)

〈解説〉

本症例は%肺活量が91.5%で80%以上、一秒率は28.4%と70%以下のため閉塞性換気障害に分類される。一秒量、MMF、PEFR、 $\dot{V}_{50}$ 、 $\dot{V}_{25}$ は全て低下し、フローボリューム曲線は下に凸となり、呼気気流制限の存在を示している(閉塞性障害パターン)。また、強制呼出時に気道が虚脱し安静時の呼気気流量を下回っているため、高度な気流制限があることが推測される。

気管支拡張薬吸入後のスパイロメトリーにて一秒率は70%以下で、長期にわたる喫煙歴、労作時呼吸困難があり、胸部X線にて肺の過膨張を認めることからCOPDが疑われる。COPDが重症になると、安静換気でも呼気時の気流制限が起こり、Air-Trappingも生ずるため、閉

表10：動脈血ガス分析結果

測定項目	測定値
pH	7.393
PaCO ₂ (Torr)	42.4
PaO ₂ (Torr)	55.2
HCO ₃ (mmol/L)	25.3
BE	0.2
SaO ₂ (%)	88.0

塞性換気障害の結果として肺活量も小さくなってくる。そのため、スパイロメトリーでは混合性換気障害と判定されることが多いが、これは他の拘束性換気障害が加わって生じたものとは区別すべきである。

空気とらえ込み(Air Trapping)現象は努力呼気時に気流制限のため肺胞内の空気が排出されにくい現象のことで、ATI(空気とらえこみ指数)で表される。

$$ATI(\%) = (VC - FVC) / VC \times 100$$

閉塞性換気障害の場合、努力呼気を行うと気道閉塞で呼気が不十分となり、努力性肺活量<肺活量となることがある。ATIの正常値は5%未満で、本例ではATI 17.2%と空気とらえ込み(Air Trapping)現象を認め

る。

COPDの診断は一秒率を用いるが病期分類には予測一秒量に対する比率(%一秒量)を用いる。この症例の%一秒量は29.0%のため、きわめて高度の気流閉塞を認めるⅣ期である。

表11：COPDの病期分類

病 気		定 義
I 期	軽度の気流閉塞	$\%FEV1 \geq 80\%$
II 期	中等度の気流閉塞	$50\% \leq \%FEV1 < 80\%$
III 期	高度の気流閉塞	$30\% \leq \%FEV1 < 50\%$
IV 期	きわめて高度の気流閉塞	$\%FEV1 < 30\%$

COPD 診断と治療のためのガイドライン第4版より引用

【評価対象外設問】

設問 6

設問 5 の動脈血ガス分析の結果より正しいものを選択して下さい。

- (1) アシデミアである。
- (2) SaO_2 は正常範囲内である。
- (3) $A-aDO_2$ (肺胞気-動脈血酸素分圧較差) は開大している。
- (4) 慢性Ⅱ型呼吸不全を疑う。
- (5) 呼吸性アシドーシスである。

＜正解＞ (3)

＜解説＞

pHは7.393と7.35～7.45の基準範囲内であるため、アシデミア(酸血症)ではない。アシデミアは動脈血pH<7.35に低下した状態のことである。アシデミアもなく $PaCO_2 > 45$ Torrでもないため、呼吸性アシドーシスとは言えない。アシドーシスとはpHが下がる方向へ作用することを意味する。

SaO_2 (動脈血酸素飽和度) は動脈血中のヘモグロビン(Hb)のうち、何%が酸素と結びついているか表したもので、正常な動脈血の酸素飽和度は97%以上である。この症例では88%と酸素飽和度が90%以下のため呼吸不全を疑う。

$A-aDO_2$ (肺胞気-動脈血酸素分圧較差) とは、 P_{AO_2} (肺胞気酸素分圧) から PaO_2 (動脈血酸素分圧) を引いた差のことで、以下の式で表される。

$$A-aDO_2 = P_{AO_2} - PaO_2 = (150 - PaCO_2 / 0.8) - PaO_2$$

つまり $A-aDO_2$ は、呼吸により肺胞内へ導入した酸素をいかに効率よく体内に取り込めたかの指標である。正常なガス交換の場合、 $A-aDO_2$ が0になることが理想的であるが、実際は生理的な換気血流不均等やシャン

トが存在するため、正常でも $A-aDO_2$ は5～15 Torrで、20 Torr以上を異常値とする。肺疾患によってガス交換に異常をきたすと、正常値以上に $A-aDO_2$ が開大する。本例では $A-aDO_2 = 41.8$ Torrと開大しており、著しい肺機能障害があることが示唆される。COPDでは、肺胞構造の破壊による肺胞死腔の増加や換気血流不均等、拡散障害が生じてくると、 PaO_2 は大きく低下し、 $A-aDO_2$ は開大する。

動脈血ガス分析結果より、 PaO_2 が55.2Torrと60 Torr以下(低酸素血症)、 $PaCO_2$ が42.4Torrと45Torr以下のため、 O_2 の取り込みが不足し CO_2 の排出は正常に保たれているⅠ型呼吸不全(酸素化障害)を呈している。急性呼吸不全は数時間～1ヵ月未満で経過し(状態が時間単位で変化する)、慢性呼吸不全は呼吸不全の状態が1ヵ月以上持続するものである。設問文の臨床経過より慢性Ⅰ型呼吸不全が疑われる。

表12：呼吸不全の診断基準

1	室内気吸入時の PaO_2 が 60 Torr 以下となる呼吸障害、またはそれに相当する呼吸障害を呈する異常状態を呼吸不全と診断する。
2	PaCO_2 の程度により下記に分類される。 1) I 型呼吸不全: PaCO_2 が 45 Torr 以下のもの。 2) II 型呼吸不全: PaCO_2 が 45 Torr を超えるもの。
3	慢性呼吸不全とは、呼吸不全の状態が少なくとも1カ月間持続するものをいう。
なお、 PaO_2 がボーダーライン (60 Torr 以上、70Torr 以下) にあり、呼吸不全に至る可能性が大なる症例を準呼吸不全として扱う。	

COPD 診断と治療のためのガイドライン第4版より引用

VIII. アンケート調査結果

1. 心臓・血管超音波検査領域における施設内精度管理の有無および必要性について

1) 施設内精度管理の有無

- (1) 実施している。
12施設 (19.4%)
- (2) 実施していない。
49施設 (79.0%)
- (3) その他
1 施設

2) 施設内精度管理の必要性について

- (1) 実施する必要がある。
35施設 (89.7%)
- (2) 実施する必要がない。
4 施設 (10.3%)

2. 呼吸機能検査の精度管理実施状況、呼吸機能検査に携わる臨床検査技師の人数および検査実施時の心境について

1) 精度管理の実施状況 (71施設)

- (1) 気量型：較正用シリンジを用いて精度管理を毎日実施している
18施設 (25.4%)
- (2) 気量型：較正用シリンジを用いて精度管理は週一度実施している
10施設 (14.1%)
- (3) 気量型：較正用シリンジを用いて精度管理は月一度実施している
7 施設 (9.9%)
- (4) 気量型：較正用シリンジはあるが、精度管理はほとんど実施していない
8 施設 (11.3%)
- (5) 気量型：較正用シリンジがなく、精度管理を実施していない
7 施設 (9.9%)

- (6) 気流量型：較正用シリンジを用いて精度管理を毎日実施している
8 施設 (11.3%)

- (7) 気流量型：較正用シリンジを用いて精度管理は週一度実施している
2 施設 (2.8%)

- (8) 気流量型：較正用シリンジを用いて精度管理は月一度実施している
5 施設 (7.0%)

- (9) 気流量型：較正用シリンジはあるが、精度管理はほとんど実施していない
0 施設 (0%)

- (10) 気流量型：較正用シリンジがなく、精度管理を実施していない
6 施設 (8.5%)

2) 呼吸機能に携わる臨床検査技師の人数および状況 (73施設)

- (1) 専任：7 施設 (9.6%)
 - ① 専任 3～5 名：3 施設
 - ② 専任 6～9 名：3 施設
 - ③ 専任 10 名以上：1 施設
- (2) 兼任：66 施設 (90.4%)
 - ① 兼任 1～2 名：4 施設
 - ② 兼任 3～5 名：19 施設
 - ③ 兼任 6～9 名：25 施設
 - ④ 兼任 10 名以上：18 施設

3) 検査を実施する際の心境について (44施設)

- (1) 全員の技師が理解して、自信を持って実施している
5 施設 (11.4%)
- (2) 約半数の技師が理解して、自信を持って実施している (一部の技師はあまり理解できず、不安を感じている)
12 施設 (27.3%)

- (3) 全員の技師がおおよそ理解でき、だいたい自信を持って実施している
18施設(40.9%)
- (4) 全員の技師があまり理解できず、不安を感じながら実施している
9施設(20.5%)
- (5) 全員の技師が理解できず、かなり不安を感じながら実施している
0施設(0%)

IX. まとめ

今年度の精度管理調査では、例年と同様に基礎知識や実際の検査業務でよく遭遇する内容を主に出題した。心電図の設問5は不適当設問となったが、全体的な正答率は概ね良好であった。また、教育設問を各部門で出題したが、評価対象設問と同様に良好な正答率であった。

腹部・表在超音波検査と心臓・血管超音波検査では、昨年同様に動画設問を作成した。動画形式をAVI形式として日臨技同様にwebからの回答のみとした。動画再生ができない等の不具合の報告は受けていないが、来年度以降はさらに設問に回答しやすい方法を考えていきたい。

昨年同様に心臓・血管超音波検査と呼吸機能検査は、施設内の精度管理状況についてアンケート調査を行った。心臓・血管超音波検査の内部精度管理状況は前年と変わらなかった。呼吸機能検査では、精度管理状況は前年と変化なく、今回新たに検査を実際に行っている技師の心境についても調査を行った。その結果、2割の施設で不安を感じながら検査を行っているとの回答を得た。

今後も精度管理調査を参加施設の技師の技量、知識の向上に役立てていただけるように、工夫を積み重ねていきたい。

X. 実務担当者

- 野呂 美幸(名古屋血管外科クリニック)
- 塚本実奈子(愛知医科大学病院)
- 犬塚 齊(安城更生病院)
- 久富 一毅(名古屋市立大学病院)
- 宮田 真希(東海記念病院)
- 生理検査研究班班員

XI. 参考書籍

1. 心電図検査

- 1) 循環機能検査技術教本 監修 一般社団法人 日本臨床衛生検査技師会 じほう
- 2) 臨床検査学講座 第3版 生理機能検査学 医歯薬出版株式会社
- 3) MEの基礎知識と安全管理 改訂第6版
監修(一社)日本生体医工学学会ME技術教育委員会
南江堂
- 4) 日本光電ホームページより

- 5) 心電図の読み方パーフェクトマニュアル 羊土社
渡辺重行・山口巖 編集

2. 腹部・表在超音波検査

- 1) 腹部超音波テキスト 日本超音波検査学会
- 2) 甲状腺超音波診断ガイドライン 日本乳腺甲状腺超音波医学会
- 3) 乳房超音波診断ガイドライン 日本乳腺甲状腺超音波医学会

3. 心臓・血管超音波検査

- 1) ベクトル・コア「超音波の基礎と装置」
- 2) 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease in report of the American College of Cardiology/American Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol 63:e57-e185. 2014
- 3) 超音波検査症例集 JAMT技術教本シリーズ
- 4) Anatomy, echocardiography, and normal right ventricular dimensions. Heart 92: i2-i13, 2006
- 5) Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and European Association of Cardiovascular Imaging. J Am Soc Echocardiogr 28: 1-39.2015
- 6) 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. Eur Heart J 37: 67-119.2016
- 7) Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: proposed modification of the task force criteria. Eur Heart J 31: 806-814, 2010
- 8) 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease in report of the American

4. 神経生理検査

- 1) 「JAMT技術教本シリーズ 神経生理検査技術教本」 一般社団法人 日本臨床衛生検査技師会監修 じほう
- 2) 「脳波計取扱の実際」 日本光電
- 3) 臨床神経生理学学会 「デジタル脳波の記録判読指針」(2015年)
- 4) 「臨床脳波学 第6版」 大熊輝雄、松岡洋夫、上埜高志、齋藤秀光 医学書院
- 5) Markand ON: Alpha rhythms. J Clin Neurophysiol, 7:163-189, 1990.
- 6) 「発作時脳波からみた小児てんかん」 奥村彰久、根来民子、夏目淳、渡辺一功
- 7) 今日の治療指針2016年版

- 8) 慢性炎症性脱髄性多発根ニューロパチー、多巣性運動ニューロパチー診療ガイドライン2013
- 9) True neurogenic thoracic outlet syndrome (TOS) の臨床的・電気生理学的特徴 (臨床神経生理学 40: 131-139, 2012)
- 10) Visual evoked potentials with CRT and LCD monitors: when newer is not better. (Neurology 2009 Jan 13; 72(2): 162-164)

5. 呼吸機能検査

- 1) 呼吸機能検査の実際 一般社団法人 日本臨床衛生検査技師会
- 2) 呼吸機能検査ガイドライン 社団法人 日本呼吸器学会 (株) メディカルレビュー社
- 3) COPD診断と治療のためのガイドライン 第4版 一般社団法人 日本呼吸器学会 (株) メディカルレビュー社
- 4) 病気がみえる vol.4 呼吸器 第2版 (株) メディックメディア
- 5) 呼吸機能検査技術教本 一般社団法人 日本臨床衛生検査技師会
- 6) 呼吸機能検査ガイドラインⅡ 社団法人 日本呼吸器学会 (株) メディカルレビュー社