

生理検査部門

精度管理事業担当者：樋口 昌哉（JA愛知厚生連海南病院 診療協同部 臨床検査技術科）

実務分担者：倉田 貴規（名古屋第一赤十字病院 検査部）

淀川 千尋（愛知医科大学病院 中央臨床検査部）

花井甲太郎（名古屋掖済会病院 中央検査部）

西脇 啓太（半田市立半田病院 中央臨床検査科）

関根 秀治（藤田医科大学病院 臨床検査部）

生理検査研究班班員

I. はじめに

生理検査部門は、フォトによる設問を中心に出題し、腹部・表在超音波、心臓・血管超音波分野では動画設問も出題した。また、昨年度に引き続き数値・計測設問を出題した。

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

心電計の構造と性能、急性心筋梗塞の責任冠動脈の推定、高カリウム血症、ベラパミル感受性心室頻拍に関する設問を出題した。

2. 腹部・表在超音波検査

超音波診断装置に関する設問、胃食道接合部癌（腹部食道癌）による転移に関する設問、腎臓の超音波画像から所見を問う設問、甲状腺の超音波画像から疾患を問う設問を出題した。

3. 心臓・血管超音波検査

疾患と所見の組み合わせの設問、左室心尖部血栓、大動脈弁逆流、下肢静脈超音波検査に関する設問を出題した。

4. 神経生理検査

脳波波形の変化からフィルタ条件を問う設問、小児欠伸てんかん、若年性後頭部徐波、尺骨神経伝導検査ならびに肘部尺骨神経障害に関する設問を出題した。

5. 呼吸機能検査

呼吸機能検査の感染対策、機能的残気量測定に関する設問、気道可逆性検査より改善率の計測、疾患を問う設問を出題した。

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93施設、腹部・表在超音波検査76施設、心臓・血管超音波検査82施設、神経生理検査67施設、呼吸機能検査81施設であった。

V. 評価基準

正解した設問は「A評価」、不正解の設問は「D評価」とした。また、各分野の設問5と神経生理検査の設問6および腹部・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。

評価A：【正解】

評価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）を以下に示す。

（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 %)	93(100 %)	0(0 %)	0(0 %)	0(0 %)	(2)	93
設問 2	1(1.1 %)	0(0 %)	0(0 %)	92(98.9 %)	0(0 %)	(4)	93
設問 3	0(0 %)	0(0 %)	0(0 %)	93(100 %)	0(0 %)	(4)	93
設問 4	2(2.2 %)	1(1.1 %)	1(1.1 %)	89(95.6 %)	0(0 %)	(4)	93

2) 腹部・表在超音波検査（設問5は評価対象外）

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	3(3.9 %)	0(0 %)	13(17.1 %)	55(72.4 %)	5(6.6 %)	(4)	76
設問 2	0(0 %)	2(2.9 %)	64(92.8 %)	0(0 %)	3(4.3 %)	(3)	69
設問 3	0(0 %)	0(0 %)	0(0 %)	0(0 %)	71(100 %)	(5)	71
設問 4	3(5.3 %)	0(0 %)	54(94.7 %)	0(0 %)	0(0 %)	(3)	57
設問 5	0(0 %)	8(14.0 %)	49(86.0 %)	0(0 %)	0(0 %)	(3)	57

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	1(1.2 %)	81(98.8 %)	0(0 %)	0(0 %)	0(0 %)	(2)	82
設問 2	0(0 %)	0(0 %)	0(0 %)	82(100 %)	0(0 %)	(4)	82
設問 3	0(0 %)	0(0 %)	1(1.2 %)	81(98.8 %)	0(0 %)	(4)	82
設問 4	0(0 %)	0(0 %)	0(0 %)	0(0 %)	67(100 %)	(5)	67

4) 神経生理検査（設問 5 は評価対象外）

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 %)	67(100 %)	0(0 %)	0(0 %)	0(0 %)	(2)	67
設問 2	0(0 %)	0(0 %)	0(0 %)	67(100 %)	0(0 %)	(4)	67
設問 3	0(0 %)	3(4.5 %)	0(0 %)	64(95.5 %)	0(0 %)	(4)	67
設問 4	0(0 %)	2(3.2 %)	0(0 %)	0(0 %)	61(96.8 %)	(5)	63
設問 5	1(1.9 %)	0(0 %)	5(9.4 %)	0(0 %)	47(88.7 %)	(5)	53

5) 呼吸機能検査（設問 5 は評価対象外）

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 %)	80(98.8 %)	0(0 %)	1(1.2 %)	0(0 %)	(2)	81
設問 2	0(0 %)	81(100 %)	0(0 %)	0(0 %)	0(0 %)	(2)	81
設問 4	0(0 %)	8(9.9 %)	1(1.2 %)	0(0 %)	72(88.9 %)	(5)	81
設問 5	0(0 %)	0(0 %)	81(100 %)	0(0 %)	0(0 %)	(3)	81

設問	各設問の回答数(回答率)		
	17.7	正解	参加施設数
設問 3	81(100 %)	17.7	81

VII. 解説 (図・表番号は手引書と同じ番号を用いている)

1. 心電図検査

設問 1

心電計の構造と性能について正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 標準記録条件は、感度10mm/mV、紙送り速度25mm/秒である。
- b. きれいな波形を記録するためには、皮膚と電極の接触抵抗を高くする。
- c. 基線の動揺を抑制するため、時定数は3.0秒以上に設定されている。
- d. 筋電図フィルタ（高域遮断フィルタ）は、ペーシングスパイクを減高させる。
- e. CF型心電計の患者漏れ電流の許容値は、0.01mA以下である。

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

＜正解＞ (2)

＜解説＞

心電計の構造と性能についての設問である。心電計の標準感度は10mm/mVであり、紙送り速度は25mm/秒である。不整脈などを把握するために条件を変更して記録するが、校正波や目盛りマーカを確認して判読を間違わないようにする。きれいな波形を記録するには、皮膚研磨剤や検査用クリームで、電極と皮膚の接触抵抗を低くすることが効果的である。

心電計の時定数はJIS（日本工業規格）で3.2秒以上、すなわち低域遮断周波数 $1/(2\pi \times 3) = 0.053\text{Hz}$ 以下に設定され、呼吸等による基線の動揺を時定数回路で除去できる。筋電図フィルタ（高域遮断フィルタ）は高周波成分を除去するため、QRS波とともにペーシングスパイクを減高させることがある。

心臓に0.1mA（100μA）の電流が流れ込むとマイクロショックを起こすため、この1/10である0.01mA（10μA）をマイクロショック許容値としている。現在、多くの心電計が患者装着部をフローティングしたCF型であり、患者漏れ電流の許容値は0.01mA（10μA）に設定されている。

設問 2

70代、男性。胸痛を主訴に救急外来を受診した時の心電図（図1）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. 責任冠動脈は左冠動脈前下行枝である。
- b. 責任冠動脈は左冠動脈回旋枝である。
- c. V1～V3誘導のST低下から左室前壁の虚血が疑われる。
- d. V1～V3誘導のST低下は、後壁病変の対側性変化を表している。
- e. 背部誘導（V7～V9誘導）を追加記録するとよい。

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

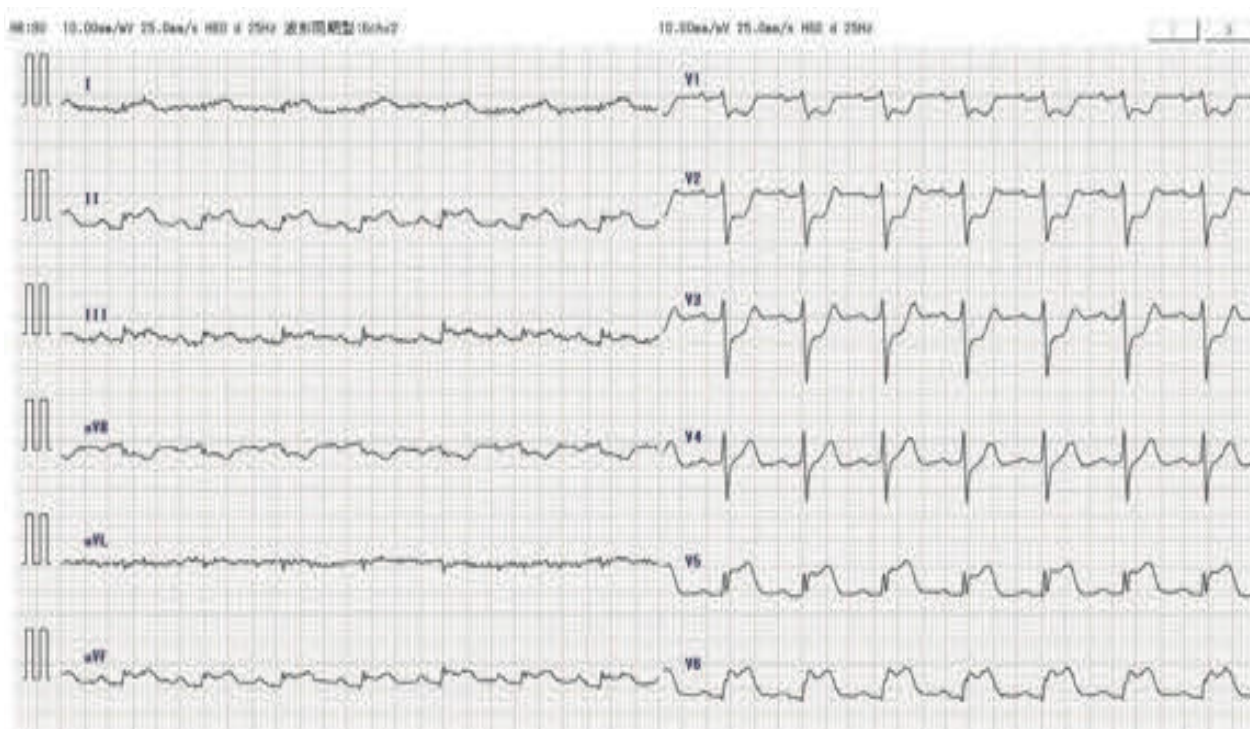


図 1

＜正解＞ (4)

＜解説＞

急性心筋梗塞の責任冠動脈を推定する設問である。I、II、III、aVF、V5、V6誘導でST上昇を認め、下壁～側壁にかけて広範囲の梗塞が起きている。またV1～V3誘導のST低下は、後壁病変の対側性変化が現れており、V7～V9の背部誘導を記録するとST上昇が記録される。

左冠動脈は前下行枝と回旋枝に分岐し、前下行枝は前壁中隔～側壁、回旋枝は後壁～下壁と側壁の一部を灌流

している。本症例の責任冠動脈は左冠動脈回旋枝であると考えられる。

下壁梗塞の責任冠動脈は、右冠動脈または左冠動脈回旋枝を考えるが、II誘導とIII誘導のST上昇を比較して本症例のようにII>IIIの場合は、右冠動脈よりも左冠動脈回旋枝を疑う。

設問 3

80代、男性。冷汗、意識障害を主訴に救急外来を受診した時の心電図（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. 高カルシウム血症である。
- b. 高カリウム血症である。
- c. 低カリウム血症である。
- d. QRS幅の延長を認める。
- e. 致命的な不整脈や心停止に至る危険性がある。

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



図 2

〈正解〉 (4)

〈解説〉

高カリウム血症の心電図についての設問である。P波を認めず、QRS幅は0.20秒と延長している。またT波は先鋭化し、V4～V6で幅広いS波を認める。冷汗と意識障害の主訴から、高カリウム血症を疑う心電図である。本症例は血清カリウム値8.1mmol/Lで推移し、その後CPAとなり処置が行われた。一般に軽度の高カリウム血症では、T波の増高と先鋭化（テント状T波）が認められる。6.5mmol/Lを超えると伝導障害が現れ、QRS時間の延長を呈する。7.0mmol/Lを超えるとP波が減高さらには消失する。高度の高カリウム血症となると、

正弦曲線様波形を呈し、心室細動や心停止に至る可能性がある。

設問 4

20代、男性。突然の動悸を主訴に受診した時の心電図（図3-1）、動悸停止後の心電図（図3-2）です。以下の記述から誤っている組み合わせを選択して下さい。

- a. 受診時の心電図（図3-1）は、右脚ブロック+左軸偏位を呈する。
- b. ベラパミルの投与で頻拍が停止することが多い。
- c. 治療にはカテーテルアブレーションが有用である。
- d. 心房内のリエントリーが関与している。

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

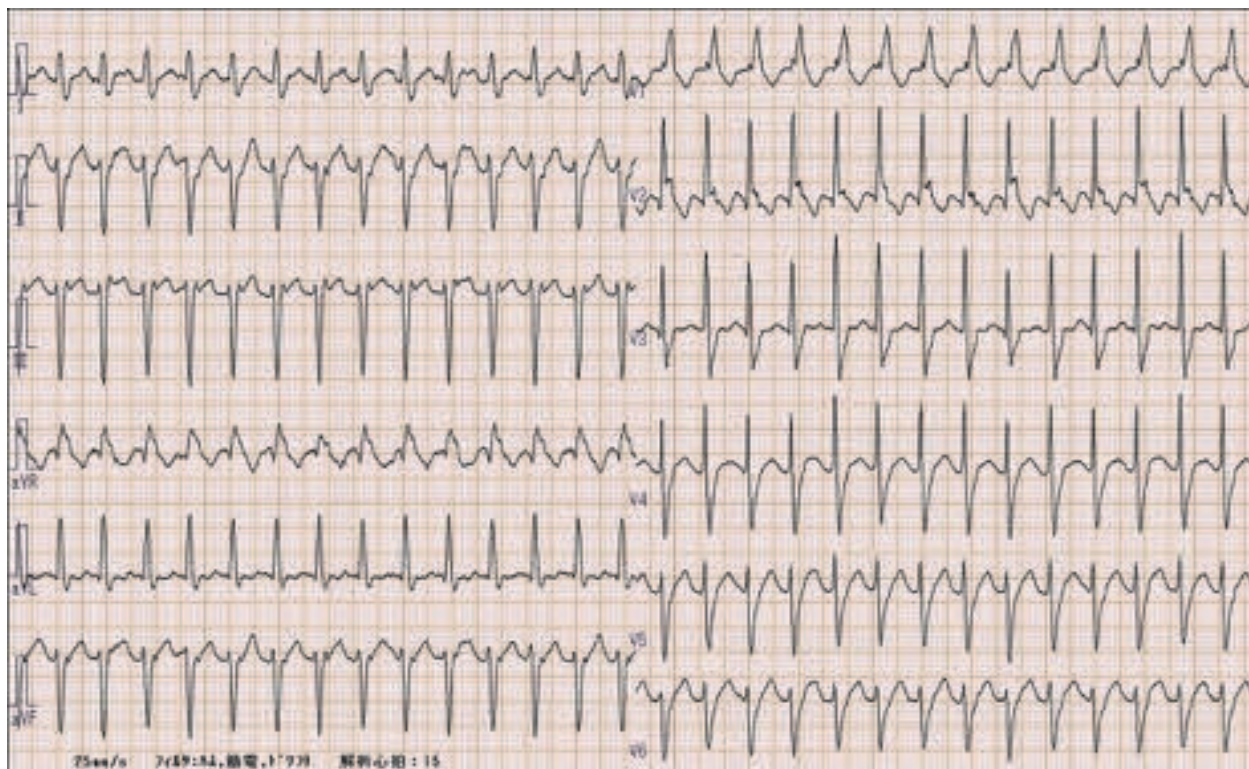


図 3-1：受診時

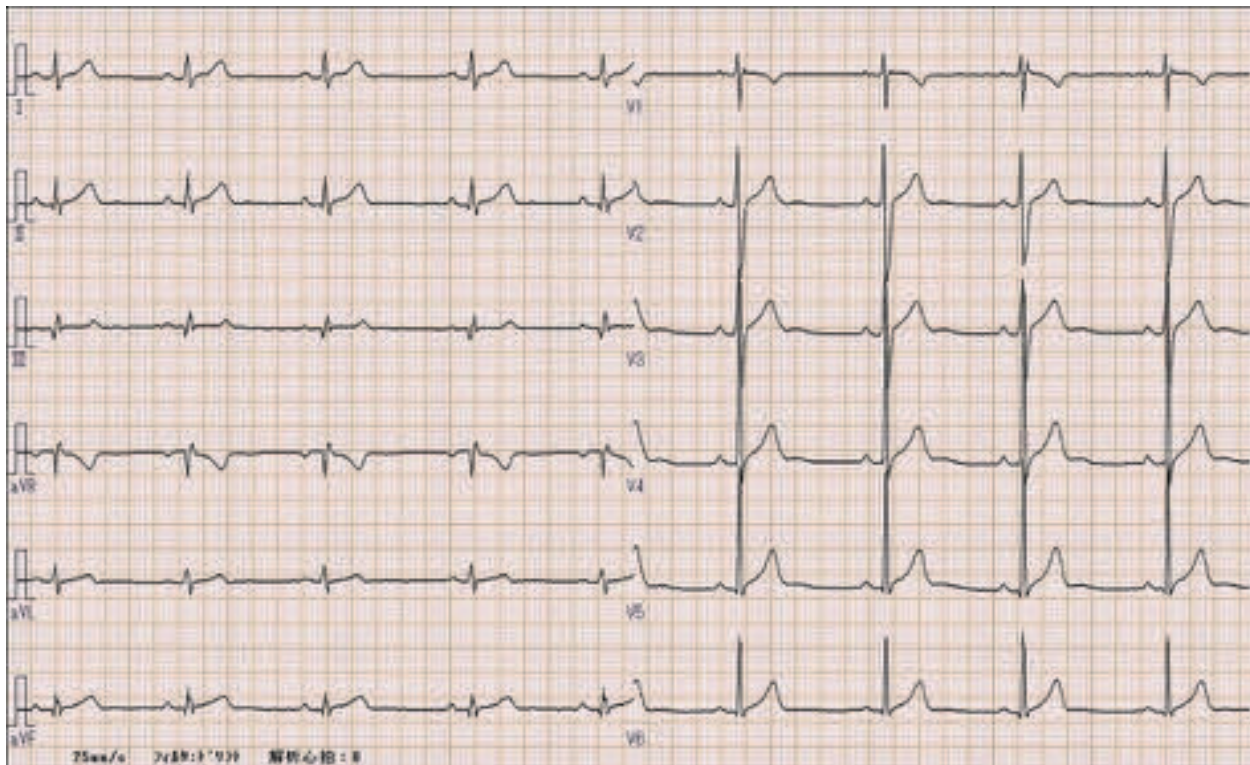


図 3-2：動悸停止後

〈正解〉 (4)

〈解説〉

ベラパミル感受性心室頻拍についての設問である。基礎心疾患を認めない比較的若年者において、右脚ブロック型＋上方軸（左軸偏位）のwide QRS頻拍を認めた場合は本頻拍が考えられる。P波の有無や房室解離、QRS波形の心室捕捉や融合収縮などを注意深く観察し、右脚ブロックを伴う上室性頻拍との鑑別が必要である。さらにQRS波形のブロック型や電気軸を評価して、頻拍の起源を推定することも大切である。

本頻拍は血行動態が保たれていることが多く、ベッド上安静を保ち、医師へ心電図所見と症状を伝えて指示を受ける。Caチャンネル依存の組織を含むリエントリー性の頻拍であり、ベラパミル（Ca拮抗薬）の投与で頻拍が停止することが多い。治療には左脚後枝近傍への高周波カテーテルアブレーションが有用である。

【評価対象外設問】

設問 5

図4は心電図の拡大図です。心拍数（/分）を計測して下さい。

添付された画像を参照し、数値のみ（整数）でご回答下さい。



図 4

＜設定＞ 30（/分）

＜解説＞

RR間隔は50mm。1mm=0.04秒なので、 $50 \times 0.04 = 2$ 秒。1分に換算すると、 $60 \div 2 = 30$ 回/分。

2. 腹部・表在超音波検査

設問 1

次のうち正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. エコーゼリーは生体表面の電気抵抗を下げる役割がある。
- b. 画像上の多重反射の間隔は、探触子と反射体の距離を近づけると狭くなる。
- c. 明るさの異なる部屋に移動して検査を行う際は、超音波診断装置のゲインとダイナミックレンジを調整すると良い。
- d. ドプラ送信周波数が高いほど低流速の検出に優れる。
- e. 検者が任意に調節できるフォーカスは送信フォーカスである。

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

〈正解〉 (4)

〈解説〉

エコーゼリーの使用目的は、探触子の移動を滑らかにすること、空気を追い出して生体と探触子の間で超音波を効率よく伝搬させることである。多重反射とは、探触子から送信された超音波パルスが、探触子と反射体の間を何回も往復することによって起こるアーチファクトであり、両者の間隔の整数倍の位置に等間隔で並んだアーチファクトが現れる。明るさの異なる部屋に移動して検査を行う際は、モニタのコントラストとブライトネスの調整をすると良い。ゲインとダイナミックレンジの調整は画質の調整に使用する。ゲインの調整により画面全体の輝度を上げたり下げたりすることが可能である。ダイナミックレンジを調整することで弱い信号と強い信号の輝度差に変化が生じる。ダイナミックレンジを狭くすると輝度差が大きい濃淡のある硬い画像になり、広くすると輝度差が少ないやわらかい画像になる。ドプラ送信周波数は周波数が高いほどカラーシグナルの分解能が高くなり、低流速の検出に有利である。しかし、周波数が高いということは減衰の影響を大きく受けるため、観察対象が深い位置にある場合には、ドプラ送信周波数を下げることが有効な場合もある。検査時に調節可能なフォーカスは送信フォーカスであり、受信フォーカスは装置が自動的にやっているもので、検者が任意に調節するものではない。

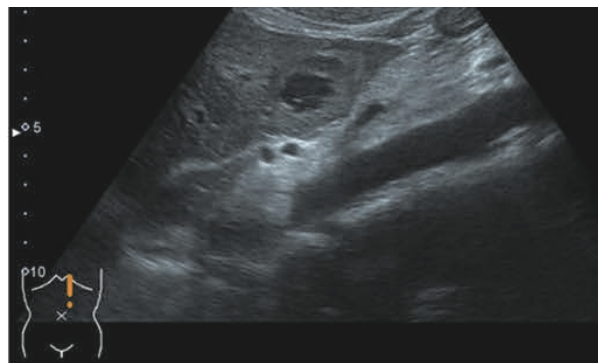
設問 2

60代、男性。吐血、黒色便のため、緊急入院となりました。CT検査にて胃食道接合部主体の不整壁肥厚、肝外側区域に淡い低吸収域を認めました。腹部超音波検査画像（静止画1、動画1-1、1-2、1-3）より誤っている組み合わせを選択して下さい。

入院時採血結果：WBC $13.1 \times 10^3/\mu\text{L}$ 、RBC $2.59 \times 10^6/\mu\text{L}$ 、Hb 8.2g/dL、CRP 0.39mg/dL、AST 16U/L、ALT 6U/L、 γ -GT (γ -GTP) 67U/L

- a. 肝左葉外側区域に転移性肝腫瘍を認める。
- b. 腹部食道壁は肥厚し、層構造は明瞭である。
- c. 腹部食道壁は肥厚し、層構造は消失している。
- d. 腹腔内リンパ節転移が疑われる。
- e. 腹腔内に明らかに腫大したリンパ節は認めない。

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



静止画 1

〈正解〉 (3)

〈解説〉

超音波検査でも腹部食道の描出は可能である。腹部食道は肝左葉後面と腹部大動脈間を横切るように走行している。

心窩部縦走査にて横隔膜の食道裂孔部を目安に肝左葉の横隔膜側の背側と腹部大動脈との間を観察すると、腹部食道がリング状構造として描出される。したがって、スクリーニング検査においても、腹部食道は注意して観察すべき部位といえる。

本症例はCT検査、内視鏡検査にて胃食道接合部癌（腹部食道癌）、肝転移、多発リンパ節転移と診断された症例である。超音波検査では、静止画1、動画1-1において肝左葉外側区域に辺縁低エコー帯を有し、中心部に無エコー域のある腫瘤を認める。これは転移性肝腫瘍の

超音波所見である。動画1-2、1-3において、肝左葉後面に壁は肥厚し、壁構造が消失している食道が描出される。また、肝左葉下面（左胃動脈周囲）や食道と腹部大動脈の間に腫大したリンパ節を認め、リンパ節転移が疑われる。

食道癌はリンパ行性に転移しやすいため、手術を行う際にはCT、超音波検査、MRI、PETなどを用いて術前検査を行い、郭清範囲を決定する。遠隔転移として血行転移（肺、肝臓、骨など）や播種性転移（腹膜や胸膜など）も起こす。癌の壁深達度（T）、リンパ節転移の有無（N）、遠隔臓器転移（M）の有無を検索して、TNM分類により食道癌の進行度（Stage）を決定する。

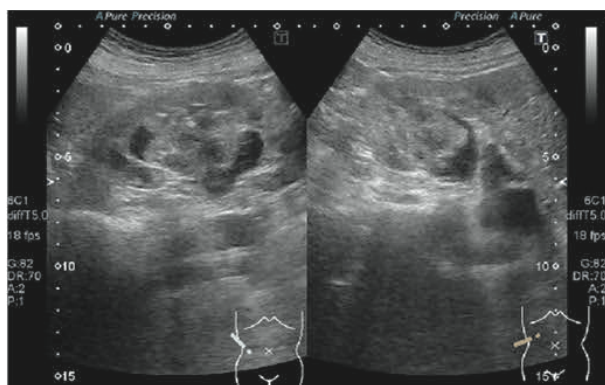
設問3

70代、女性。持続する右背部痛と血尿にて受診し、超音波検査を施行しました。腎臓の超音波画像（静止画2-1、2-2、動画2-1、2-2）より、正しい組み合わせを選択して下さい。

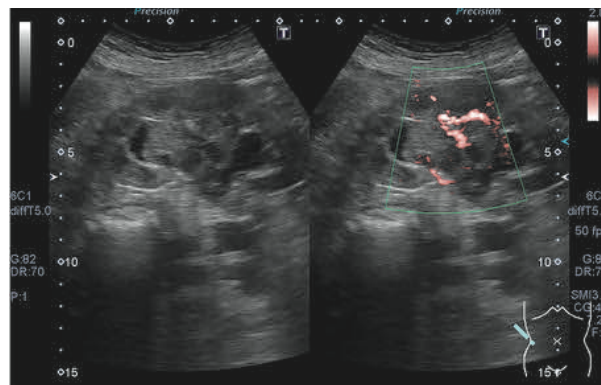
尿定性検査結果：蛋白(2+)、潜血(3+)、糖(-)、白血球(-)、色調(赤)

- ベルタン柱の過形成を認める。
- 右腎に多房性の嚢胞性病変を認める。
- 右腎の中心部高エコー内に充実性腫瘍を認める。
- 右腎表面の外側へ突出する充実性腫瘍を認める。
- 右腎盂の拡張を認める。

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



静止画 2-1



静止画 2-2

〈正解〉 (5)

〈解説〉

腎臓の超音波画像から、右腎の中心部高エコー内に腎実質とほぼ等エコーで不整形な充実性腫瘍を認め、水腎症を伴っている。カラードプラ法では血流シグナルは乏しい。以上の所見から腎盂癌が最も考えられる。

腎盂癌は腎盂、腎杯から発症する尿路上皮癌である。腎盂癌は初期には腎盂内の隆起性病変を呈し、腎盂内を広がり、腫瘍が占めるようになる。超音波所見としては、中心部高エコー内に腎実質とほぼ等エコーレベルあるいは無～低エコーレベルの腫瘍として認められ、水腎症を伴っていることが多い。カラードプラ法では、腫瘍部分の血流シグナルが乏しい。

腎細胞癌との鑑別としては、腎細胞癌は辺縁低エコー帯を認めることが多く、内部は不均一な場合が多い。また、腎表面の外側へ突出することがある。これに対し、腎盂癌は被膜をもたず、内部エコーは比較的均一である。カラードプラ法では、腎細胞癌は血流シグナルが内部に高率に検出されるが、腎盂癌ではほとんど検出されない。

ベルタン柱の過形成は正常変異であり、内部エコー像が腎皮質のエコーレベルと等しく、腎実質内の正常血管走行に異常を認めない。

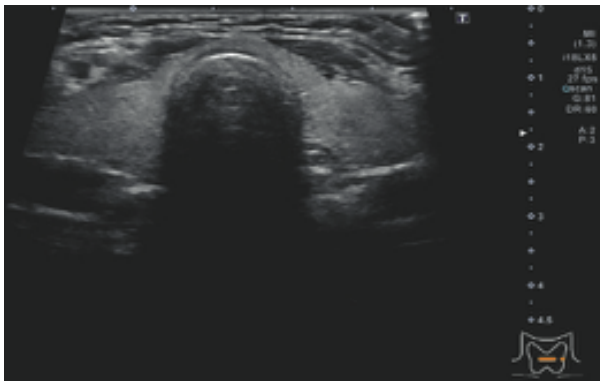
設問4

40代、女性。骨粗鬆症と血中カルシウム高値を認め、精査目的のため甲状腺超音波検査を施行しました。超音波画像（静止画3-1、3-2、3-3、3-4、3-5）より最も考えられるものを選択して下さい。

採血結果：TSH 1.09 μ U/mL、F-T3 2.92pg/mL、F-T4 1.18ng/dL、サイログロブリン 10.9ng/mL、カルシウム 11.0mg/dL、補正カルシウム10.6mg/dL、intactPTH 201pg/mL、無機リン2.4mg/dL、尿素窒素11.6mg/dL、クレアチニン0.45mg/dL

- (1) 腺腫様甲状腺腫
- (2) 乳頭癌
- (3) 原発性副甲状腺機能亢進症
- (4) 続発性副甲状腺機能亢進症

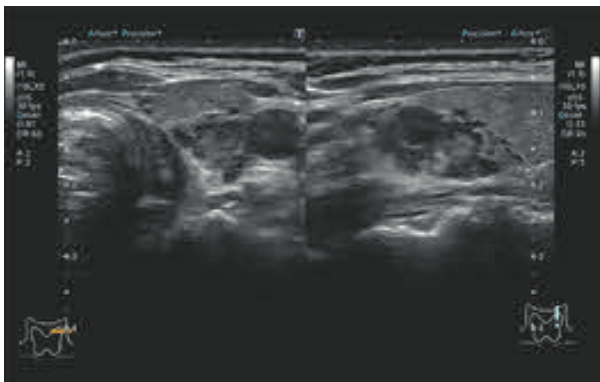
(6) 未实施



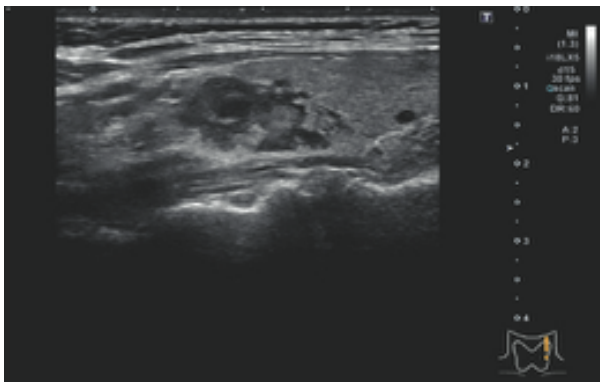
静止画 3-1



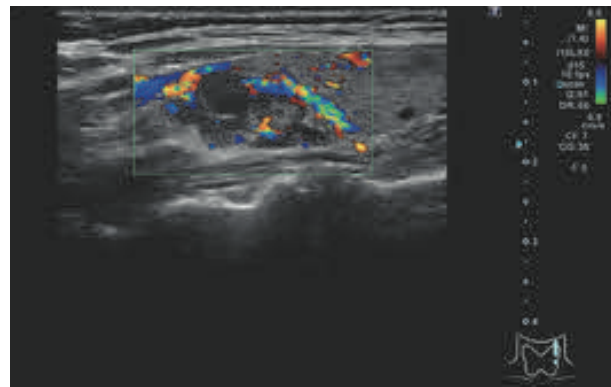
静止画 3-2



静止画 3-3



静止画 3-4



静止画 3-5

《正解》 (3)

《解説》

超音波画像（静止画3-1～3-5）より甲状腺左葉上極背側に接する分葉形の低エコー腫瘤が観察される。腫瘤は甲状腺外に存在する。内部エコーは不均一で、嚢胞変性を伴い、カラードプラ法にて血流信号を認める。以上の所見や採血結果から、副甲状腺腫大（1腺のみ）による原発性副甲状腺機能亢進症が考えられる。今回の症例は摘出術が施行され、病理診断は副甲状腺腺腫であった。

正常の副甲状腺は、扁平な楕円形を呈しており、サイズが小さく、また脂肪組織に富んでいるため、甲状腺や周囲脂肪との間に音響インピーダンスの差がなく、超音波で同定することは困難である。超音波検査で副甲状腺が観察可能な状態とは、正常状態の組織構造が変化した場合である。

副甲状腺腫瘍との鑑別には、甲状腺腫瘍、リンパ節などが挙げられる。副甲状腺腺腫や過形成などでは明瞭な被膜構造を有し、腺内の脂肪量が減少し均質な細胞成分が増加するため、甲状腺より低エコーレベルの超音波像として捉えることが可能となる。

腺腫様甲状腺腫、乳頭癌などの甲状腺腫瘍は、被膜が線状高エコーとして描出され、甲状腺との境界は明瞭となるために鑑別することができる。また、副甲状腺腺腫ではカラードブラ法にて内部に血流信号を認め、腺腫の増大に伴い著明に増加することが多い。

正常リンパ節は、長径が長く扁平な形状で、中央にはリンパ門による高エコー域が見られる。カラードプラー法では、リンパ門に動脈・静脈の血流信号がみられ、皮質側の血流信号は乏しい。

原発性副甲状腺機能亢進症は病的に腫大した上皮小体が上皮小体ホルモン（parathyroid hormone：PTH）を過剰に分泌した状態で、血清、尿のカルシウム高値、intact PTH高値によって診断される。原因の約80～85%が一腺の腺腫、約10%が過形成による多腺病変、約1%が副甲状腺癌、約4%は多発腺腫である。続発性副甲状腺機能亢進症は、慢性的血清Ca値の低下により上皮小体が刺激されPTHの過剰分泌を起こす病態である。

慢性腎不全患者は二次性に副甲状腺機能が亢進し、複

数の副甲状腺が過形成により腫大することがあり、長期間人工透析を受けている患者に多くみられる。

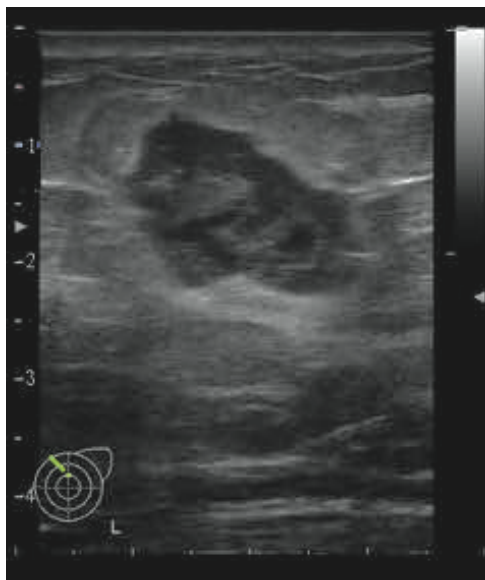
【評価対象外設問】

設問 5

超音波画像（静止画4）の乳腺腫瘍を図の縦横比（D/W）を選択して下さい。

（計測は図のスケールを使用して下さい。）

- (1) 0.4
- (2) 0.6
- (3) 0.8
- (4) 1.0
- (5) 1.2
- (6) 未実施



静止画 4

《正解》 (3)

《解説》

縦横比は腫瘍の最大径面で境界部高エコー像（halo）を含めない腫瘍部分の最大縦径（D）/最大横径（W）で、良・悪性を鑑別するための指標の一つである。腫瘍径は病変の境界部高エコー像（halo）を含む最大径とこれに直行する断面の最大径、さらに最大径面における高さを計測するのに対し、縦横比は皮膚に対し、垂直及び平行に計測する。腫瘍の大きさにより平均値は異なっているが、腫瘍径5～20mmにおいては、0.7を基準に用いる。

静止画4の腫瘍は基質産生癌である。境界部高エコー像（halo）を含めない腫瘍部分の最大縦径（D）：16mm、最大横径（W）：21mmのため、縦横比は0.8となる。また、腫瘍径は最大径：25mm、高さ：16mmである。

3. 心臓・血管超音波検査

設問 1

次のうち正しい組み合わせを選択して下さい。

疾患名	所見
a. 心房中隔欠損症：	右房拡大
b. 大動脈弁狭窄症：	左室拡大
c. 僧帽弁狭窄症：	左室肥大
d. ファロー四徴症：	右室肥大
e. 動脈管開存症：	右室拡大

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

《正解》 (2)

《解説》

【心房中隔欠損症】 心房中隔に欠損孔を生じる。欠損孔の位置により二次孔型、一次孔型、静脈洞型、冠静脈洞型に分類される。右心系の容量負荷となるため、右房、右室、肺動脈の拡大を認める。

【大動脈弁狭窄症】 大動脈弁狭窄の進行に伴い左室への圧負荷が増大し、左室壁応力（ストレス）を軽減するための代償として左室肥大が起こる。さらに狭小化に伴う圧負荷が増大すると、代償機転が破綻し左室収縮能が低下する。

【僧帽弁狭窄症】 僧帽弁狭窄に伴い、左室は左室流入障害が生じる。左房圧は上昇し左房拡大、肺動脈圧上昇から肺高血圧を招く。

【ファロー四徴症】 漏斗部中隔の前方偏位による接合不全により生じた心奇形。漏斗部中隔が前方偏位したことにより、大動脈も前方（右室側）に張り出し、大動脈騎乗を呈し、筋性中隔との間にずれが生じ、これが心室中隔欠損となる。前方偏位により右室流出路は低形成となり右室流出路漏斗部狭窄、肺動脈弁狭窄、主肺動脈狭窄が生じる。以上の病態により右室圧の上昇が生じ、右室は肥大する。

【動脈管開存症】 胎生期の動脈管の遺残であり、通常は肺血管抵抗の低下に伴い、大動脈から肺動脈へ左右シャントを生じる。動脈管開存では動脈管開存を介した左-右シャントによって、大動脈→動脈管→肺動脈→肺毛細血管→肺静脈→左房→左室→大動脈という回路の流量が大きくなるため、この循環内に容量負荷がかかることになる。そのため左室・左房の容量負荷による拡大と肺高血圧をきたす。

設問 2

50代、男性。労作時息切れを主訴に来院されました。来院時の心電図（図1）および心臓超音波検査の動画（1～6）です。次のうち正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 左室収縮能は正常である。
- b. 左室心尖部に血栓を疑うエコー像を認める。
- c. 血栓の性状や付着部位などを観察する必要はない。
- d. 前壁中隔および下壁の壁運動低下を認める。
- e. 心臓超音波検査による定期的な経過観察が必要である。

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

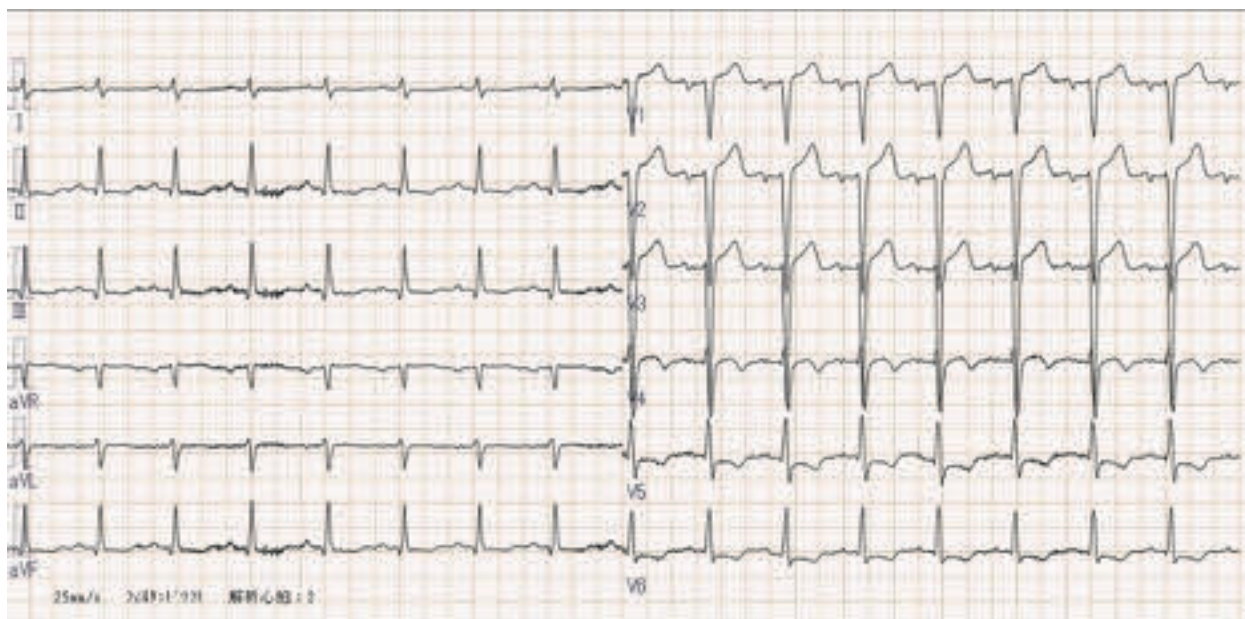


図 1

〈正解〉 (4)

〈解説〉

本症例は、心電図にてV1-3にかけてR波の増高不良（Poor R progression）、心臓超音波検査にて前壁から中隔、心尖部にかけて壁運動低下を認め、左冠動脈前下行枝領域の虚血性心疾患が疑われた症例である。

左室駆出率（EF）はbiplane modified Simpson法にて30%程度と、左室の収縮能は低下しており、左室心尖部には血栓を疑う高輝度エコーを認めた。血栓は心尖部壁に付着しており、可動性は認めないが、内部が一部低エコーに描出され、液状化が示唆された。

心尖部に異常構造物を認めた場合は深度やフォーカスを調整し心尖部をくまなく観察する。その際、血栓の性状や可動性、付着部位などを評価すると良い。抗凝固療法による血栓の退縮・消失を確認するため、心臓超音波検査にて定期的な経過観察が必要である。

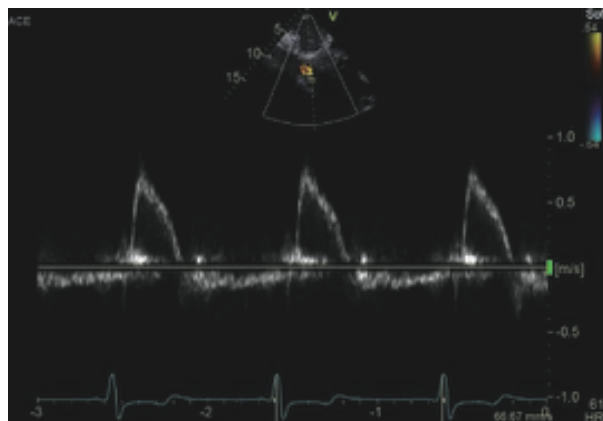
なお、本症例は冠動脈造影検査にて左冠動脈前下行枝（#6）に90%の狭窄を認め、カテーテル治療を行った。抗凝固療法を開始した1ヶ月後の心臓超音波検査で血栓の消失が確認された。

設問 3

60代、女性。労作時息切れを主訴に来院されました。来院時の心臓超音波検査の動画（7～11）、静止画1です。左室拡張末期径/左室収縮末期径66/46mm、大動脈弁逆流の逆流量65ml、逆流率50%、有効逆流弁口面積0.32cm²。次のうち正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 軽度の大動脈弁逆流を疑う。
- b. 腹部大動脈に汎拡張期逆流を認める。
- c. 著明な大動脈弁輪拡大を認める。
- d. 大動脈弁逆流は僧帽弁前尖の方向に偏位しており、大動脈弁右冠尖の逸脱を疑う。
- e. 左室拡大を認めるが、左室収縮能は保たれている。

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



静止画 1

〈正解〉 (4)

〈解説〉

大動脈弁逆流の重症度評価の指標は、さまざまであり単独での評価は困難である。そのため、ガイドラインでも「総合的に評価」としている。その中で今回各指標を提示した。

【カラードプラ指標】 ARジェットの到達度により重症度を判定する方法は、最も簡便な方法であるが、拡張期の大動脈圧と左室圧の圧較差に強く依存するので、大動脈拡張末期圧が低い例、左室コンプライアンスが低下し左室拡張末期圧が高い例では圧較差の減弱が早く、カラージェットの到達度では過少評価となる。

【ドプラ指標】 腹部大動脈における汎拡張期逆流が認められると高度のARが疑われる。しかし、大動脈が硬い高齢者や胸部大動脈人工血管置換術後、PDA症例な

ども認められることがある。

PISA法やvolumetric法による逆流量、逆流率、有効逆流弁口面積が用いられるが、ピットホールを理解して行う必要がある。

【構造的評価】 大動脈弁の形態やARの機序分類（El Khoury）より本症例は、Type II 弁尖逸脱で、カラージェットは僧帽弁前尖に偏位しており、右冠尖逸脱を疑う。

また、慢性の高度ARは左室径、左室容積は拡大する。ARが高度でない場合は、その他の容量負荷が増大する疾患も検索する必要がある。（僧帽弁逆流、心筋症、シャント疾患など）

設問 4

下肢静脈超音波検査について正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 右総腸骨静脈は左総腸骨静脈よりも血栓の好発部位である。
- b. 総大腿静脈に血栓を認めた場合、中枢側の観察は不要である。
- c. 高度肥満例ではコンベックス型探触子を併用することが望ましい。
- d. 検査前に被検者の下肢をよく観察し、症状を確認してから検査を施行する。
- e. 静脈の血流速は遅いため、流速レンジを低く設定する。

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

〈正解〉 (5)

〈解説〉

左総腸骨静脈は前方から右総腸骨動脈、背側から椎体に挟まれ圧迫されている。そのため左総腸骨静脈は血流が停滞しやすく、血栓の好発部位となっている。これを腸骨静脈圧迫症候群（iliac compression syndrome）といい、右側に比べ、左総腸骨静脈に深部静脈血栓症（DVT）が多く発症する原因である。

血栓を認めた場合、存在部位に関係なく中枢側へ血栓の進展を確認する。また、隣接する表在静脈があれば進展がないか観察する。血栓中枢端が浮遊する例もあるため、血栓の固定性を評価することも重要である。

肥満例や下大静脈から腸骨静脈を観察する場合など視野深度が深い場合は、深達度の良いコンベックスプローブを使用することで、深部の静脈が観察しやすく、全体

像の把握ができるため、検査効率の改善につながる。併用する場合はそれぞれの探触子に合った設定を行っておくべきである。

検査前には、被検者の下肢をよく観察し、症状を確認する。腫脹、疼痛、色調変化や静脈瘤存在範囲、色素沈着、潰瘍の有無などを観察し、検者の指で静脈の走行や圧痛や腫瘍の有無を大まかに把握する。

流速レンジは関心領域の血流速度に応じて変更することで、最適なカラードプラ表示となる。一般に下肢静脈の血流速は遅いため、流速レンジを10～20cm/s程度に低く設定すると良い。

【評価対象外設問】

設問 5

次の静止画（2～4）より得られた計測値を参考に、大動脈弁有効弁口面積（AVA）を算出して下さい（四捨五入して小数点第二位まで求め、数値のみでご回答下さい）。

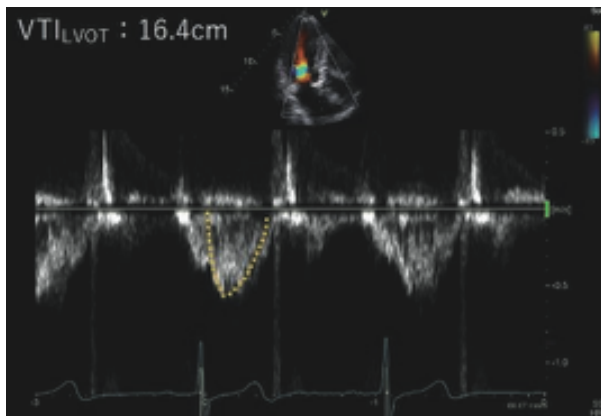
なお、大動脈弁有効弁口面積は単位を cm^2 とし、時間速度積分値（VTI）を用いた連続の式で算出して下さい。左室流出路（LVOT）は円形と仮定し、円周率（ π ）は3.14とします。

VTI_{LVOT}：左室流出路時間速度積分値、

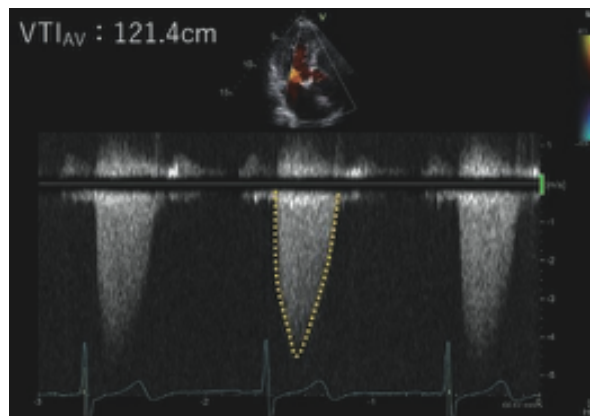
VTI_{AV}：大動脈弁時間速度積分値



静止画 2



静止画 3



静止画 4

《設定》 0.51 (cm^2)

《解説》

大動脈弁有効弁口面積（AVA）の推定には、一般的にドプラ法を用いた連続の式による方法が用いられる。連続の式は、左室流出路（LVOT）を通る1回拍出量（SV）は全て、大動脈弁を通過するという流体における質量保存の法則に基づいている。

$$SV_{AV} = SV_{LVOT}$$

任意の断面（CSA）を通る体積流量は、駆出期の血流速度（収縮期の血流速度曲線のVTI）とCSAの積に等しい。この式は次のように書き換えられる。

$$AVA \times VTI_{AV} = CSA_{LVOT} \times VTI_{LVOT}$$

CSA_{LVOT}は円の面積として計算されるため、

$$CSA_{LVOT} = \pi \times (D/2)^2 \quad \text{※ } D \text{ は左室流出路径}$$

AVAを解とした数式に変換すると、

$$AVA = CSA_{LVOT} \times VTI_{LVOT} \div VTI_{AV}$$

$$AVA = \pi \times (D/2)^2 \times (VTI_{LVOT} \div VTI_{AV})$$

$$AVA = 0.785 \times D^2 \times (VTI_{LVOT} \div VTI_{AV})$$

となる。

上記の式に、ドプラ法で求めた計測値を代入すると、

$$AVA (\text{cm}^2) = 0.785 \times (2.2)^2 \times (16.4 \div 121.4)$$

AVA (cm^2) = 0.513…となり、小数点第3位を四捨五入して0.51 (cm^2) と算出される。

4. 神経生理検査

設問 1

図1は、てんかんで経過観察中の15歳男性の脳波（時定数（TC）0.3s、High cut filter（HF）120Hz）です。また、図2-A～Cは、図1のフィルタ条件を変更した脳波です。図2-A～Cのそれぞれのフィルタ条件として、正しい組み合わせを選択して下さい。

（1） A：TC0.03s、HF120Hz、B：TC0.3s、HF60Hz、C：TC0.1s、HF120Hz

（2） A：TC0.3s、HF30Hz、B：TC0.03s、HF120Hz、C：TC0.1s、HF60Hz

（3） A：TC0.3s、HF60Hz、B：TC0.03s、

- HF30Hz、C : TC0.1s、HF30Hz
 (4) A : TC0.1s、HF120Hz、B : TC0.03s、
 HF30Hz、C : TC0.3s、HF60Hz
 (5) A : TC0.3s、HF30Hz、B : TC0.1s、
 HF60Hz、C : TC0.03s、HF120Hz
 (6) 未実施

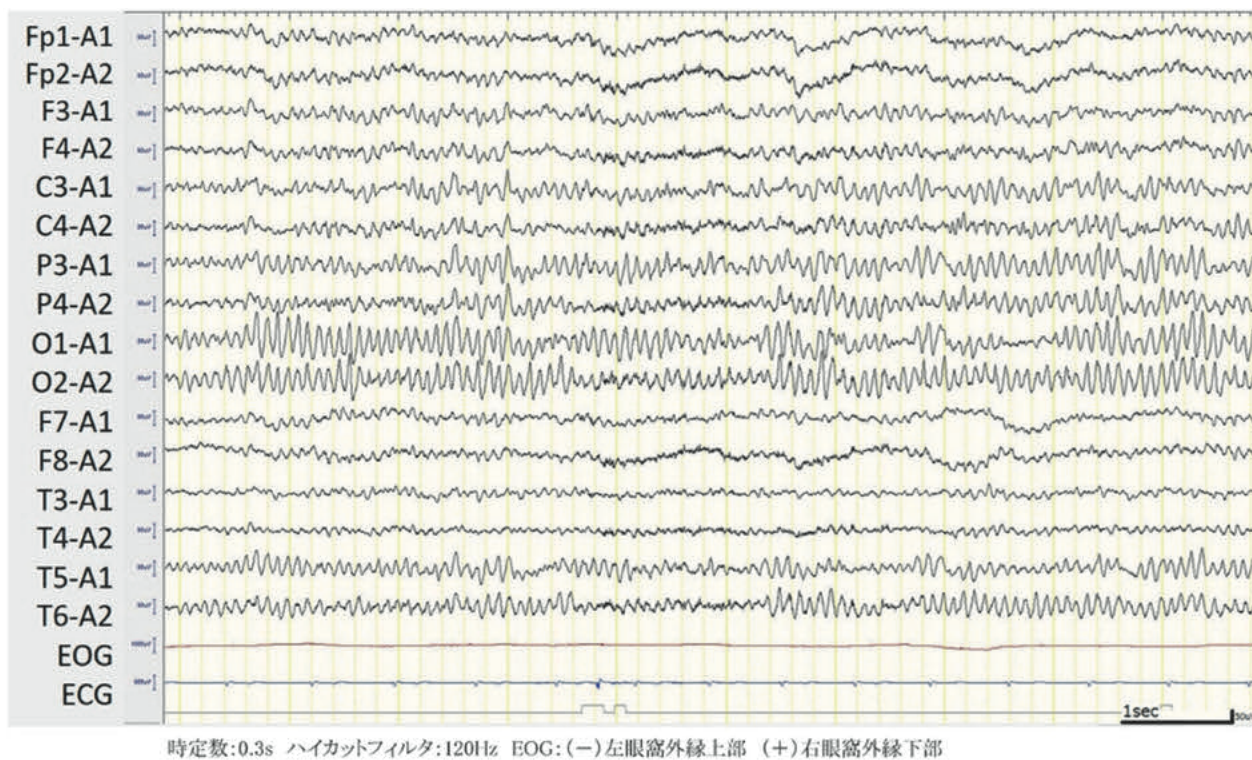


図 1

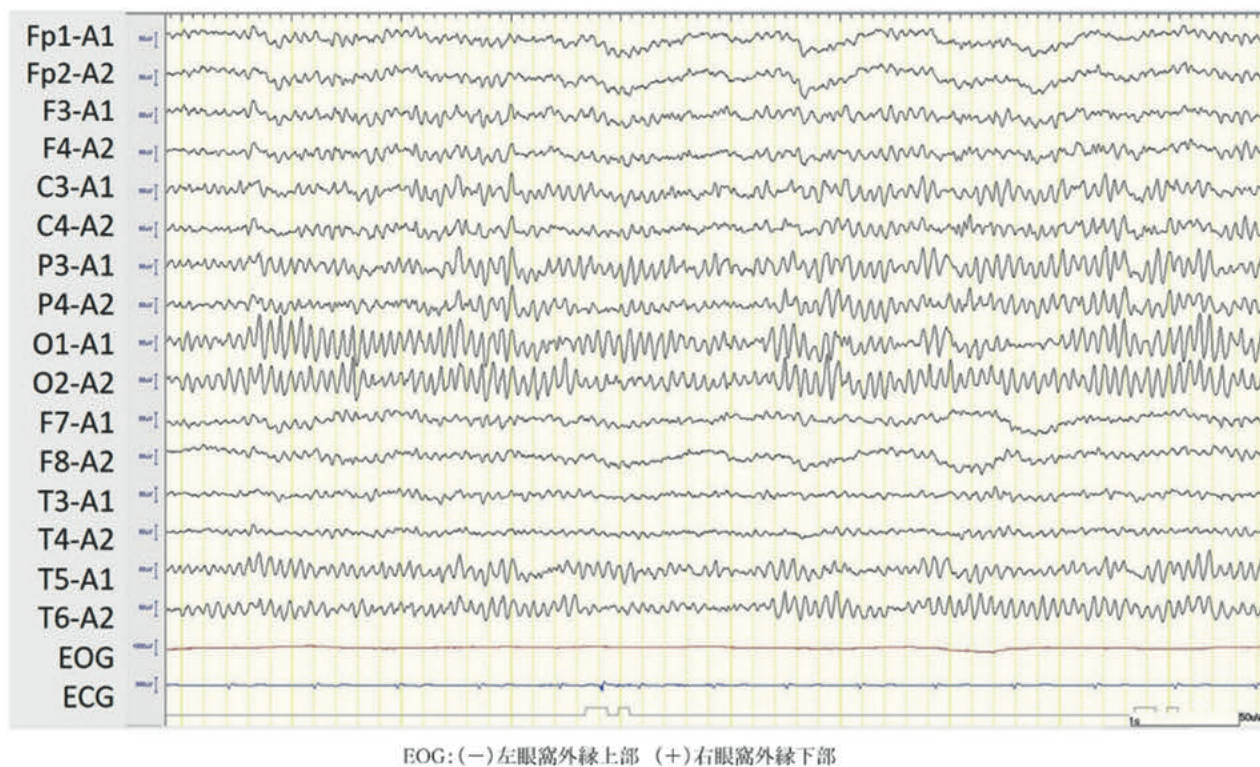


図 2-A

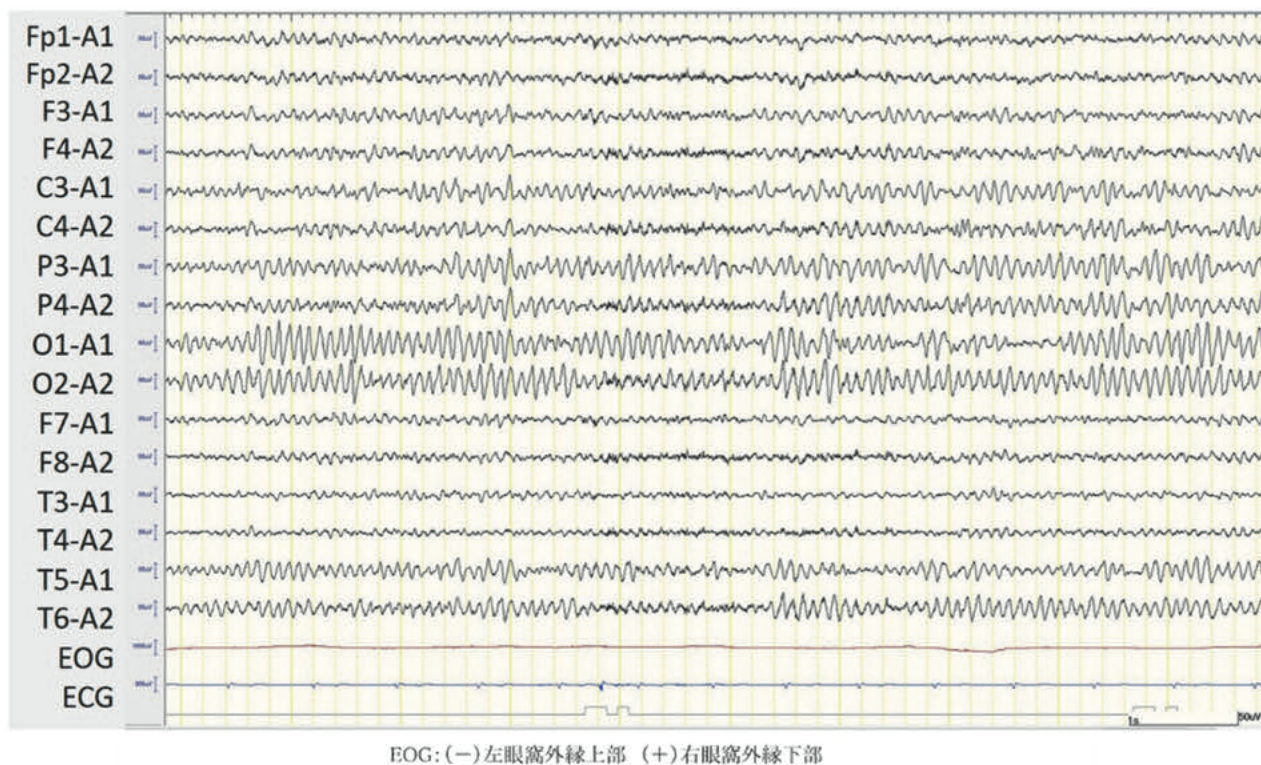


図 2-B

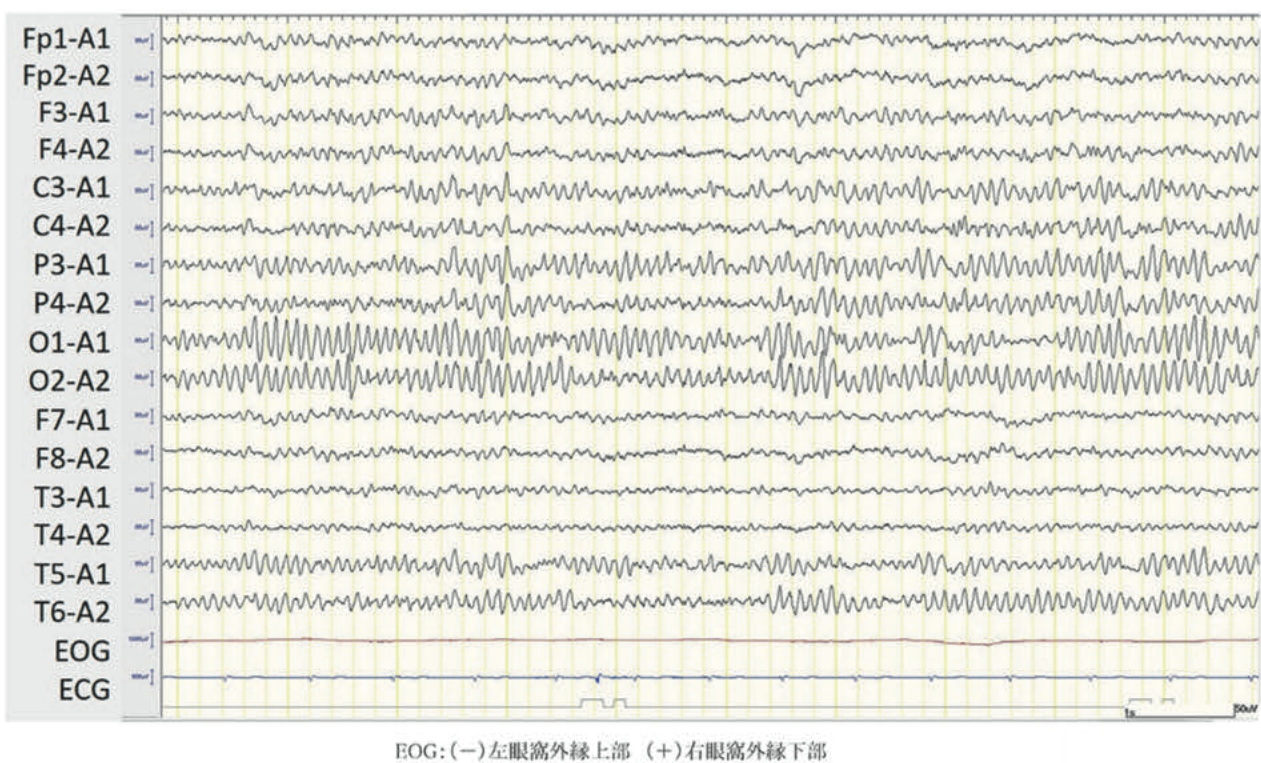


図 2-C

〈正解〉 (2)

〈解説〉

脳波波形の変化からフィルタ条件を問う設問である。
時定数 (TC) は、増幅器に入力した矩形波電位の振

幅が約37%に減衰するのに要する時間 (秒) であり、これを変えることで低周波成分の増幅を調節する。TCは低周波成分を減衰させることからLow cut filterとも呼ばれ遮断周波数は $1/2\pi T$ ($T=TC$) で表す。時定数を下げることで、発汗・体動・呼吸・脈波・静電気・電流皮膚反射 (GSR) などの低周波成分の雑音を軽減させる

目的で使用される。低周波成分を減衰させてしまうため、徐波を重視するときには使用しない。設問の波形の低周波成分は、図2-Aと図1においては変化がなく、図2-A→図2-C→図2-Bの順に減衰している。

High cut filter (HF：高域遮断フィルタ) は、高周波成分の波形を減衰させる働きを持つ。交流や筋電図などの高周波成分の雑音を軽減させる目的で使用される。高周波成分を減衰させるため、棘波成分を鈍らせてしまうことに注意が必要である。設問の波形の高周波成分は、図2-Bと図1においては変化がなく、図2-B→図2-C→図2-Aの順に減衰している。

設問 2

図3-A、3-Bは、時々ほっとする症状を指摘されていた9歳女児の過呼吸賦活時の脳波記録です。以下の選択肢から正しい組み合わせを選択して下さい。

- a. 部分発作が考えられる。
- b. 発作中の意識は保たれる。
- c. 3 Hzの棘徐波複合を認める。
- d. 過呼吸賦活は覚醒状態で行う。
- e. 男児に多い。

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

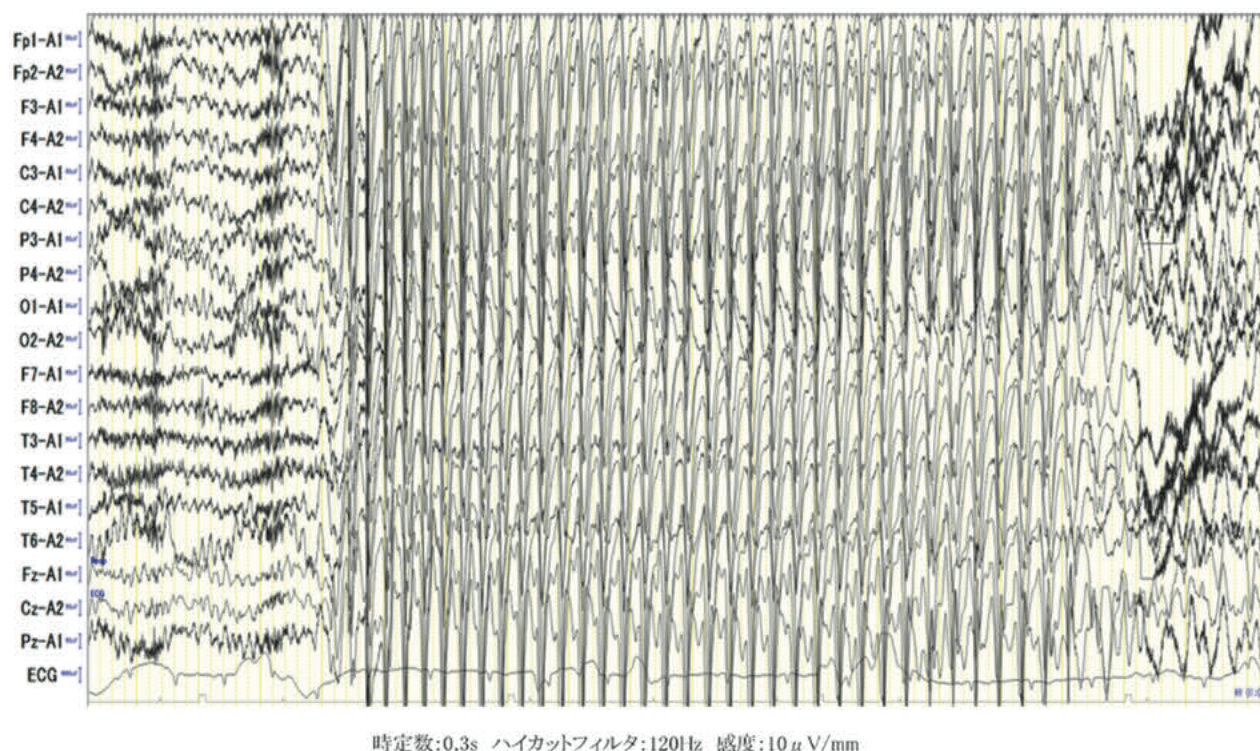


図 3-A：通常感度

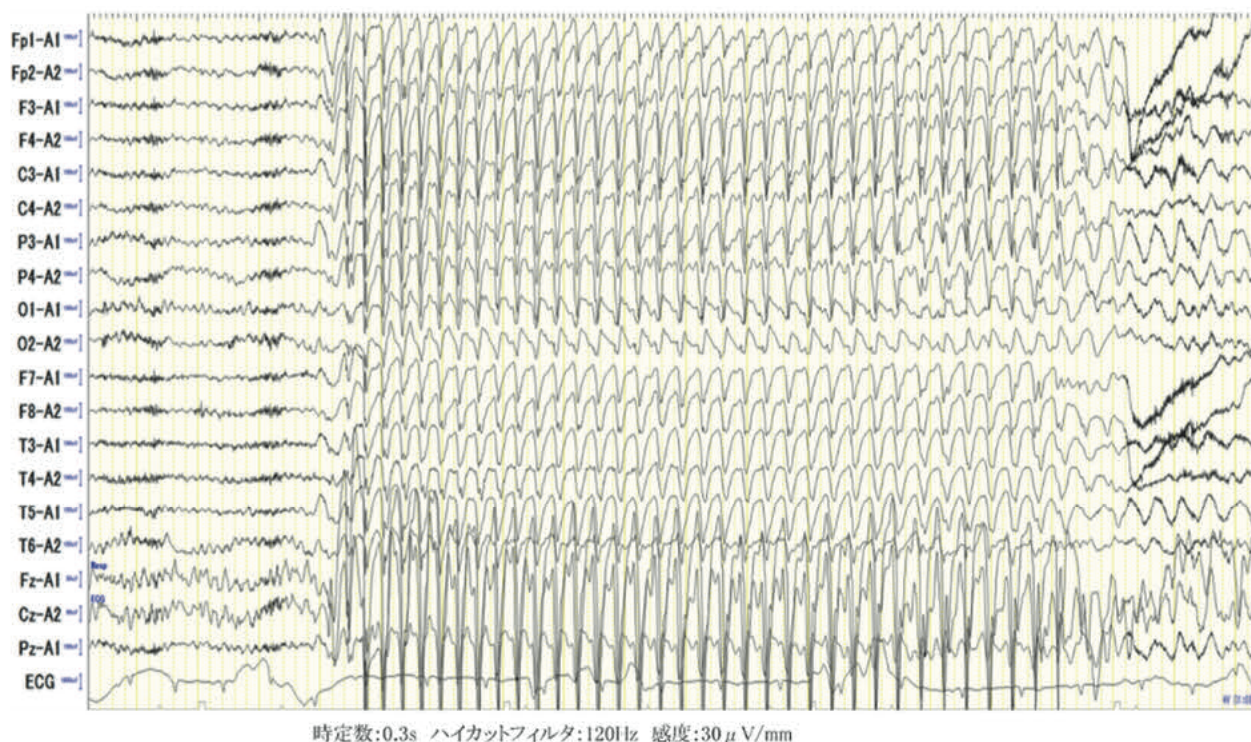


図 3-B：1/3 倍感度

〈正解〉 (4)

〈解説〉

小児欠神てんかんに関する設問である。小児欠神てんかんは、素因性全般てんかん症候群であり、神経学的所見および発達が正常な小児に発症し、女兒に好発するといわれている。臨床症状としては、定型欠神発作を呈する。定型欠神発作とは動作を中断し、その姿勢を保持したままとなるもので、10秒前後の短い意識障害が前兆を伴わず突然始まり突然終了し元に戻る。発作中の記憶はない。発作の誘発因子は過呼吸である。感情変化（怒り、悲しみ、恐れ、当惑など）でも生じる。発作随伴症状は移動要素の少ない単純な自動症で、舌なめずり、身体や衣服を触るなどがある。発作時脳波では両側同期性対称性の律動的な3Hz全般性高振幅棘徐波複合を認める。通常、放電の開始後1～2秒は早く、その後は3Hzで持続し、終わりにかけて周波数は徐々に緩やかに遅くなる。発作と同期し、持続時間は4～20秒、多くは10秒前後である。背景活動は正常であるが、時に後頭部に律動性の δ 活動を認める。開眼により消失し、過呼吸により強調される。発作間欠期には単発もしくは短い両側性の棘徐波を認めることがあり、特にノンレム睡眠期に見られる。（てんかん学用語辞典 日本てんかん学会編集 診断と治療社より抜粋）

設問 3

図4は、16歳男性の安静覚醒時の脳波記録です。図4について正しいものを選択して下さい。

- (1) 後頭部に突発性異常波を疑う鋭徐波複合を認め、病的意義の高い脳波である。
- (2) 後頭部優位律動の周波数は徐波化している。
- (3) 心電図のアーチファクトが強く混入している。
- (4) 学童期から思春期にかけて出現する脳波が後頭部に認められる。
- (5) 閉眼によって後頭部の徐波の振幅が減高している。
- (6) 未実施



時定数:0.3s ハイカットフィルタ:120Hz EOG:(-)右眼窩外縁下部 (+)左眼窩外縁上部 EMG:おとがい筋

図4：耳朶基準電極導出法

〈正解〉 (4)

〈解説〉

若年性後頭部徐波（後頭部三角波, slow posterior waves of youth）について問う設問である。若年性後頭部徐波は、学童期から思春期にかけて後頭部優位に出現する徐波である。基礎波における境界領域の脳波として扱い、多くの場合明らかな異常とは捉えない。単発性、散発性で、両側性に出現するが、一側優位の場合は α 波と同様に右側で振幅が高いことが多い。学童では α 波が高振幅で鋭い波形を示すことがあり、若年性後頭部徐波と結びついて鋭徐波複合と誤られることがあるため、注意が必要である。一般に成人期には認めなくなるといわれるが、20歳代以降で残存する例もある。図4の波形で

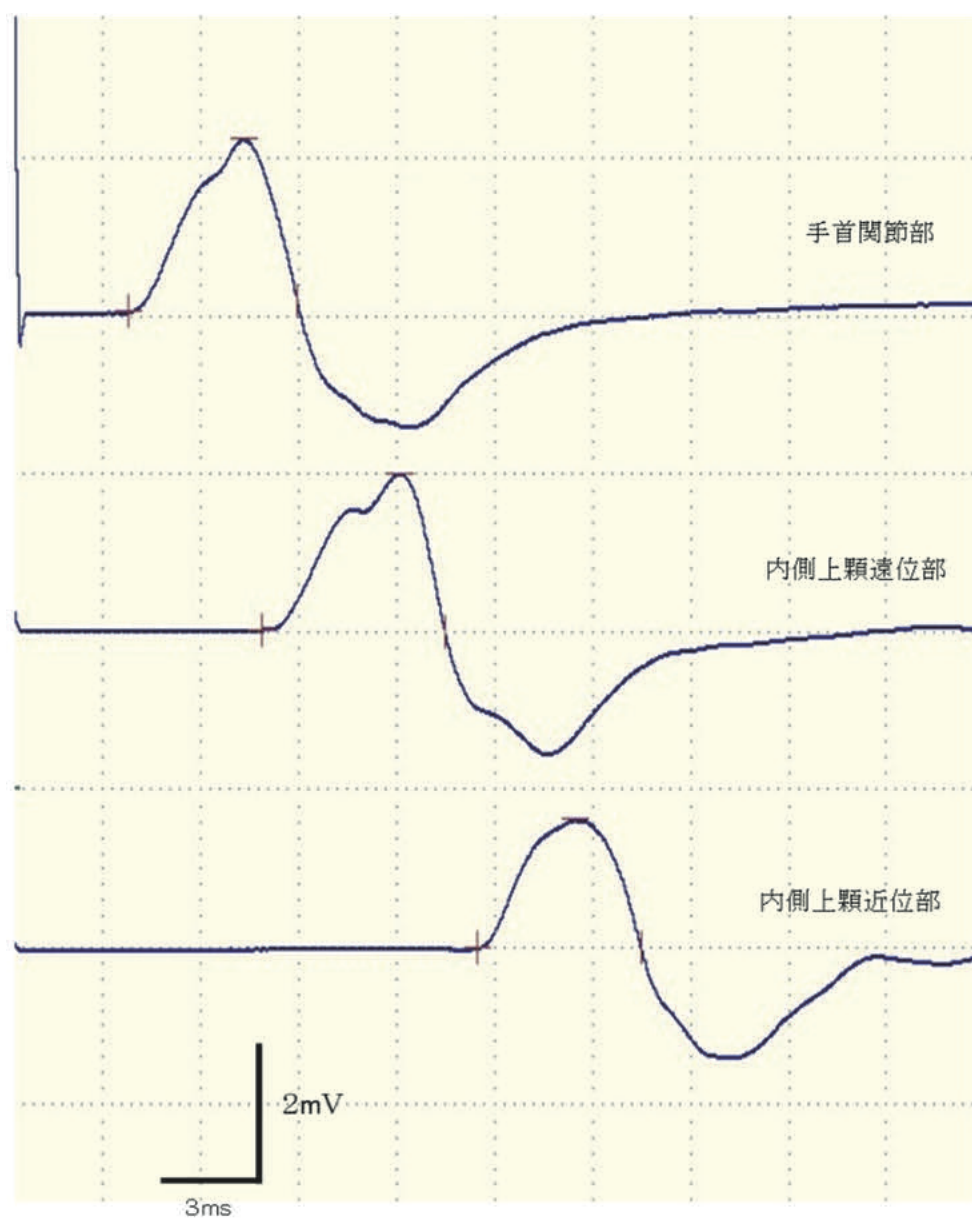
は、後頭部に徐波の混入は認められるが、優位律動の周波数の徐波化は認められない。また、心電図の混入も認められず、徐波成分も、心電図のT波とは同期していない。 α 波と同様に開眼で抑制され、図4でも開眼により抑制が確認できる。

設問 4

図5-A～5-Cは手掌、手背尺側ならびに小指、環指の感覚障害を主訴とした70代男性（163cm、64.5kg、その他の既往歴なし）に行った神経伝導検査の波形です。以下の選択肢から正しい組み合わせを選択して下さい。

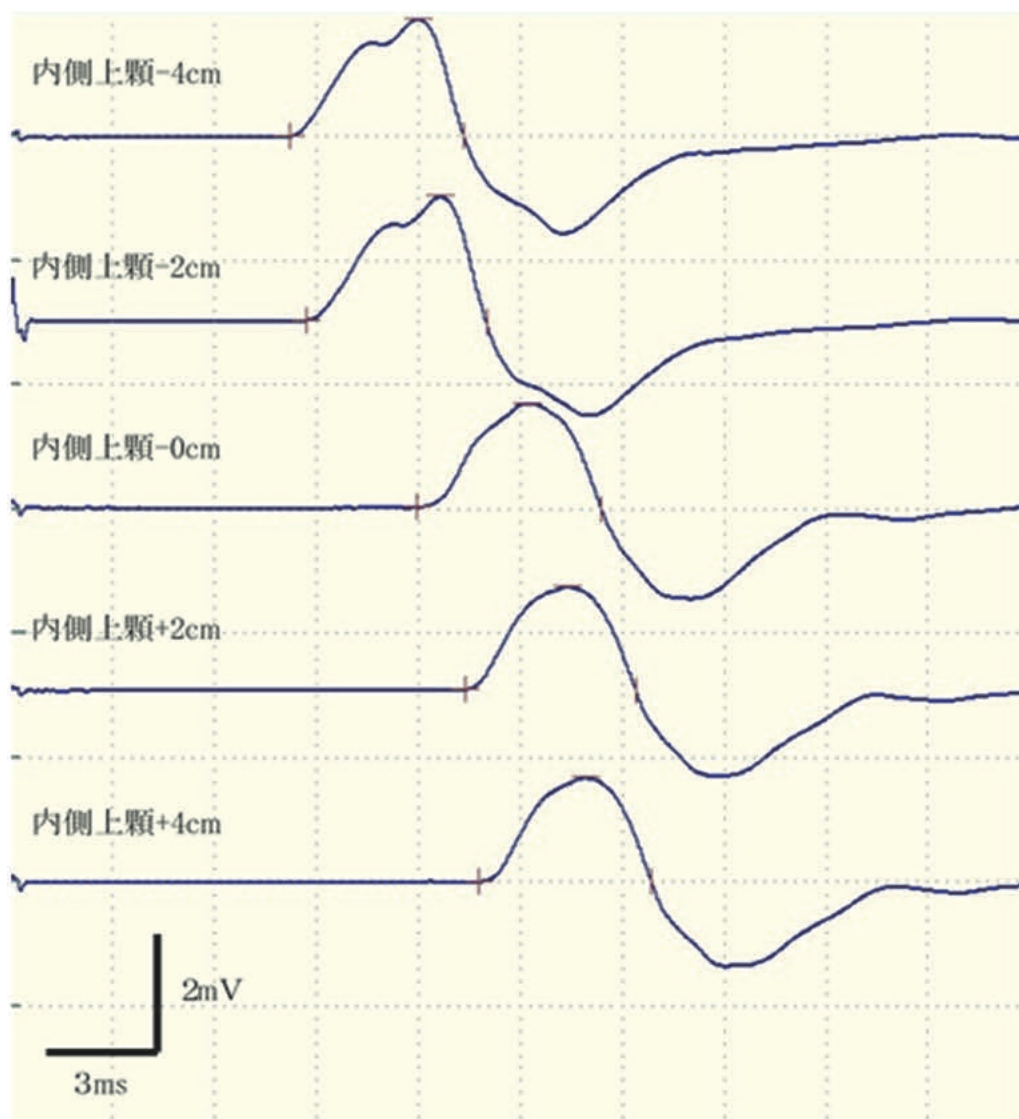
- a. 感覚神経活動電位（SNAP）が通常感度で明らかではない場合、感度を上げて加算平均は行わない。
- b. Martin-Gruber吻合を疑う。
- c. 肘関節刺激時に肘関節の角度が鈍角になったと思われる。
- d. 内側前腕皮神経の検査を追加すると、頸椎症および腕神経叢障害との鑑別に有用である。
- e. インチング法は絞扼性神経障害の局在診断に有用である。

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



刺激	潜時(ms)	振幅(mV)	持続時間(ms)	伝導速度(m/s)
手首関節部	3.78	2.19	5.28	48.7
内側上顆遠位部	7.89	1.98	5.61	
内側上顆近位部	14.49	1.63	5.01	15.2

図 5-A：尺骨神経刺激－小指外転筋導出



刺激	潜時(ms)	振幅(mV)
内側上顆-4cm	8.22	1.99
内側上顆-2cm	8.70	1.88
内側上顆-0cm	11.94	1.68
内側上顆+2cm	13.38	1.67
内側上顆+4cm	13.80	1.65

図 5-B：尺骨神経刺激－小指外転筋導出
肘関節間インチング法

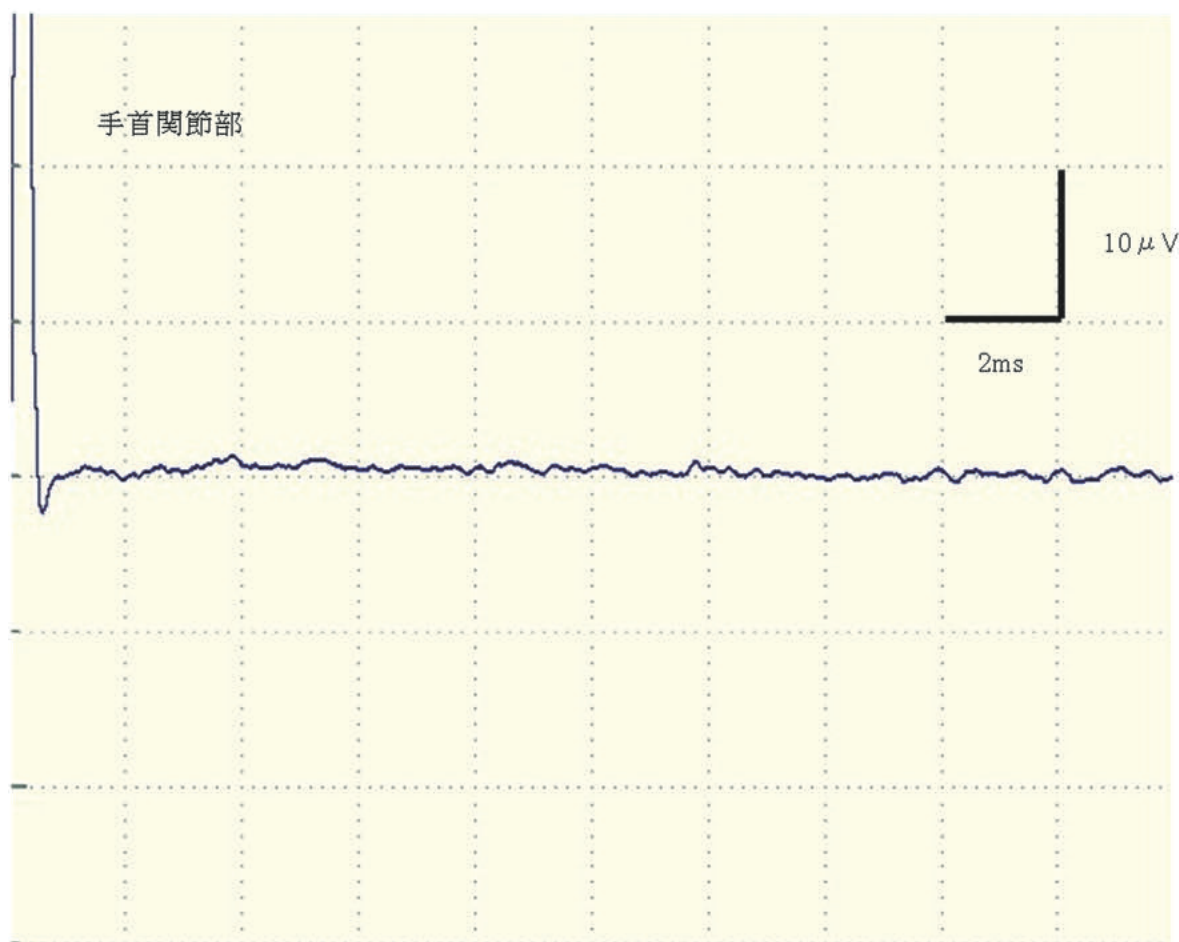


図 5-C：尺骨神経 感覚神経伝導検査

〈正解〉 (5)

〈解説〉

尺骨神経伝導検査ならびに肘部尺骨神経障害に関する設問である。図5-Aにおいて、内側上顆遠位部と内側上顆近位部の間において伝導速度の著明な延長が認められる。また、手首関節 (2.19mV)、内側上顆遠位部 (1.98mV) と若干の低下は認めるが、時間的分散の範囲内と考えて差し支えない。図5-Bから、内側上顆-2cmから内側上顆-0cmの間と、内側上顆-0cmから内側上顆+2cmの間で伝導速度の延長が認められる。図5-CではSNAPが消失しているが、運動神経伝導検査で軸索変性所見を認めない。内側上顆遠位部～近位部では伝導速度が15.2m/sと低下しており、高度脱髄性病変である。よって高度脱髄による時間的分散の増加がSNAP消失の原因と考えられる。本症例のようにSNAPの描出が困難である場合、感度を上げて加算平均を行うことで小さなSNAPを見落とすリスクを軽減することができる。

Martin-Gruber吻合 (MG吻合) は正中神経から分かれた前骨間神経に始まり尺骨神経に至る運動吻合枝のことである。尺骨神経刺激 - 小指外転筋導出の波形では、MG吻合が存在すると手首関節部より内側上顆遠位部で小さな複合筋活動電位 (CMAP) が記録され、一見こ

の間に伝導ブロックが存在するように見える。本症例では伝導ブロック様の所見は呈しておらず、MG吻合は考え難い。MG吻合を疑う場合は正中神経肘関節刺激 - 小指外転筋導出を追加し確認するとよい。

肘関節を刺激する際には肘の角度を一定に保持することが必要である。これは肘の屈曲による尺骨神経の変化に伴い伝導速度が変動することを防ぐためである。(角度が鋭角になると伝導速度は速くなり、鈍角になると遅くなる傾向がある) また、伝導距離の計測を行う際も、刺激時の角度を保持して文節ごとに直線的に計測する必要がある。

内側前腕皮神経はC8およびT1神経根に由来し、下神経幹から内東を経由し前腕内側の知覚を支配する純知覚枝である。本神経は肘部管、Guyon管を通過しないため、尺骨神経障害部位の鑑別に有用である。

インチング法は神経走行に沿って一定の間隔で複数の部位を刺激する多点分節刺激法であり、肘部尺骨神経障害を中心とする絞扼性神経障害の局在診断に有用である。

【評価対象外設問】

設問 5

次の検査のうち、睡眠状態で検査を行った場合に最も導出に影響の少ない電位を選択して下さい。

- (1) 瞬目反射
- (2) 視覚誘発電位（パターン反転刺激）
- (3) F 波
- (4) 前庭誘発筋電位（cVEMP）
- (5) 短潜時体性感覚誘発電位
- (6) 未実施

《正解》 (5)

《解説》

瞬目反射：驚愕時の反応を誘発しており、早期成分（R1）と後期成分（R2）に分けられる。睡眠や意識障害、慣れにより影響を受け、特にR2については影響が大きい。検査時には覚醒の確認や刺激に対しての慣れを防ぐ工夫が必要である。

視覚誘発電位（パターン反転刺激）：パターン反転刺激による視覚誘発電位は、刺激時にモニタの固視点を注視することが必要となるため、十分に覚醒していなければならず、睡眠状態では導出されない。個人差が少なく信頼性が高いが、眠気があったり、固視点を注視していなかったりすると導出に十分な刺激にならないため、視線や覚醒レベルに注意が必要である。

前庭誘発筋電位：（cVEMP）：cVEMPは強大な音響刺激によって頸筋に誘発される抑制性の筋電位であり、導出に用いる頸部の筋（通常、胸鎖乳突筋）を緊張させた状態で加算平均を行う必要がある。睡眠状態での記録は筋緊張が得られない為、導出は困難である。

F 波：運動神経線維が刺激した際、その部位からの求心性インパルスにより脊髄前角細胞が発火し、遠心性に伝わることで記録される。睡眠は脊髄前角細胞の興奮に影響し抑制性に働くため、F 波の出現頻度低下や振幅低下につながる。

短潜時体性感覚誘発電位（SSEP）：感覚神経成分を含む神経を電気刺激した際に生じる近接電場電位あるいは遠隔電場電位を、皮質下まで記録したものである。SSEPは覚醒レベルの影響や個人差も少なく安定した結果が得られる。一方、皮質成分である中潜時および長潜時体性感覚誘発電位は覚醒レベルや注意等の影響を受けやすく、安定性に乏しい。

【評価対象外設問】

設問 6

図6は正中神経における運動神経伝導検査の波形です。
手首関節～肘関節間の伝導速度を計算して下さい。（単位はm/s）

添付された画像を参照し、数値のみ（小数点第一位まで）でご回答下さい。

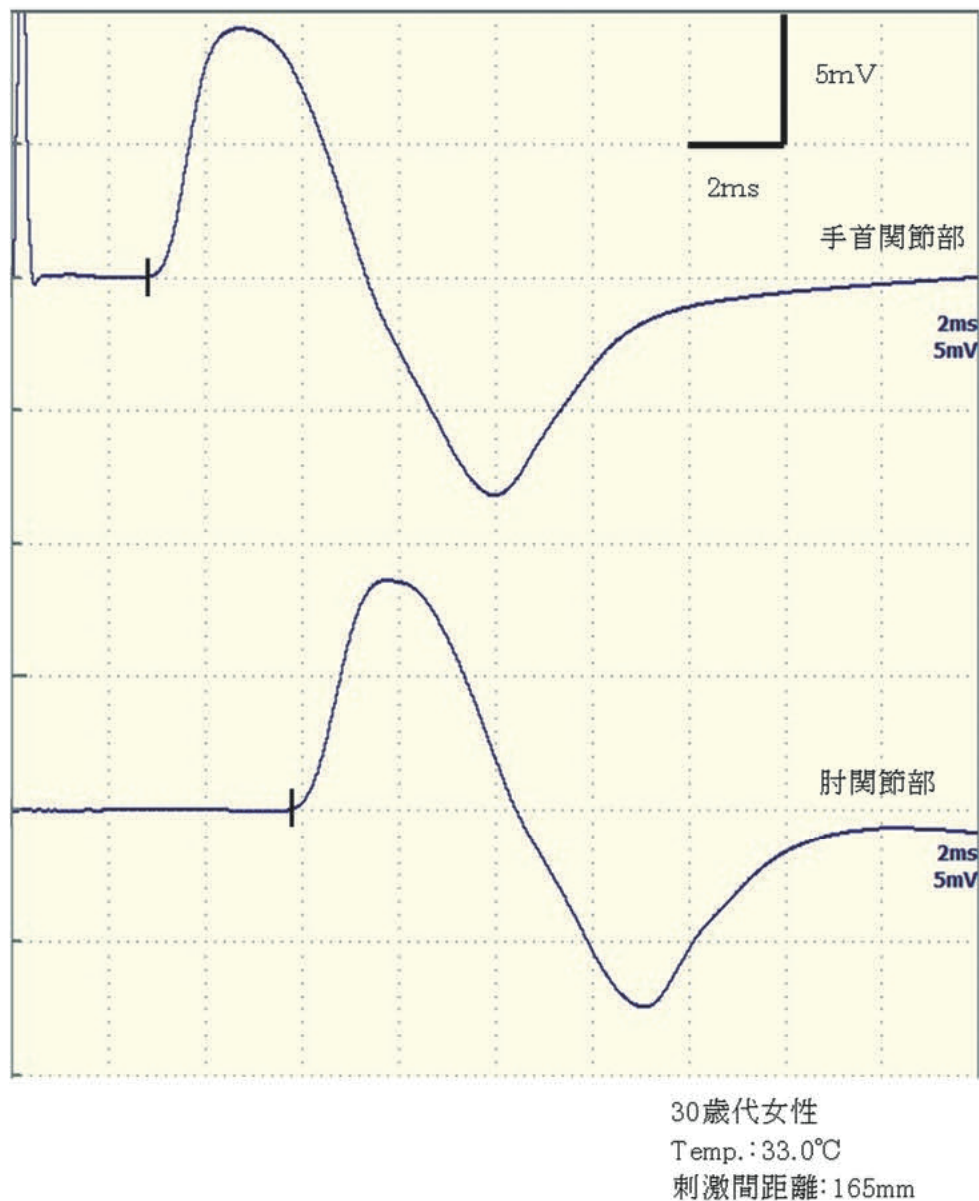


図 6

＜設定＞ 55.0 (m/s)

＜解説＞

神経伝導速度を計算する設問である。伝導速度の計算は刺激2点間の距離を潜時差で割ることによって算出することができる。図6では手首関節部刺激の潜時は2.8ms、肘関節部刺激の潜時は5.8msとなり、潜時差が3.0msである。刺激間距離165mmを潜時差3.0msで割ると55.0m/sとなる。

5. 呼吸機能検査

設問 1

感染対策について、誤っているものを選択して下さい。

- a. 標準予防策は、感染症に罹患している患者に適用される感染対策である。
- b. 呼吸機能検査機器の患者が触れる部分は、検査後に清拭消毒する。
- c. 呼吸機能検査室は、単独の空調設備を整えておくことが望ましい。
- d. スパイロフィルタは消毒すれば再利用できる。
- e. スパイロフィルタの使用は機器の汚染を防止し、患者間の感染も防止する。

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

〈正解〉 (2)

〈解説〉

標準予防策とは、汗、血液、体液、湿性生体物質（喀痰、唾液、鼻汁、尿、便、濃など）、粘膜、傷のある皮膚などに接触が予測されるときにはマスク、手袋、ガウン、ゴーグルなどの予防具を用い、処置の前後には手洗い、手指消毒を行う事である。標準予防策は、感染症診断の有無、あるいは推定される病態にかかわらず、すべての患者に適用される感染対策である。呼吸機能検査は努力換気により咳や痰が誘発されやすく、感染リスクの高い検査である。患者、検査者、検査機器に対して標準予防策を基本とした感染対策を行い、検査者はサージカルマスクを使用する。装置の口元部分、患者が手に持った測定装置の一部については、唾液などの汚染を考慮して消毒用エタノール（ウイルスが対象の場合は0.1%次亜塩素酸ナトリウム）を用いて清拭、消毒する。

呼吸機能検査時には、患者の唾液、喀痰、微小水滴の飛沫や細菌を補足するため、スパイロフィルタを使用する。スパイロフィルタを1患者につき1個使用することで装置の回路やセンサーの汚染防止が可能となり、また患者間の感染防止にもなる。ディスポーザブル製品のため、再利用はしない。使用済みのスパイロフィルタは医療廃棄物として、基準にもとづき適切に処理する。

設問 2

機能的残気量測定について正しいものを選択して下さい。

- a. 酸素吸入患者は、パルスオキシメーターで酸素飽和度を確認しながら測定する。
- b. 機能的残気量は、座位に比べ臥位の方が増加する。
- c. 気腫優位型の閉塞性肺疾患では、機能的残気量が減少する。
- d. ソーダライムは始業時に転倒混和する。
- e. 全肺気量は最大吸気量と機能的残気量の和から求める事ができる。

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

〈正解〉 (2)

〈解説〉

機能的残気量測定における閉鎖回路法の回路内の酸素は約20%に調整されている。酸素吸入をしている患者においては、 He が平衡になる前に低酸素血症になることが予想される。そのためこのような患者においては必ずパルスオキシメーターで酸素飽和度を確認しながら測定する事が望まれる。（90%以下になったら中止が望まれる。）酸素濃度を高く設定できる機種を使用しているならば、回路内の酸素濃度を通常20%の設定を40%に設定し測定する。

FRCは姿勢によって値が変化してしまうので、正しい姿勢で検査できていたか確認の必要がある。臥位は座位に比べてVC、FRC、RVともに低下し、特にFRCは著しく、立位に比べれば0.5~1L低下するとされている。

気腫優位型の閉塞性肺疾患患者では、肺泡が破壊され、けん引力が弱まりコンプライアンスが増加すると、肺の弾性収縮力が低下する事により胸郭は拡張し、機能的残気量は増加する。

FRC用のソーダライムは呼気の水蒸気で結合するケーキング現象や、サンプルガスが抵抗の低いところを流れるチャネリング現象により、一定の通り道ができて反応面が固定されると、二酸化炭素の吸収効率が不十分となる。そのため、ソーダライムは毎朝転倒混和する必要がある。

呼吸機能検査の基本である肺気量分画は呼吸の深さにより予備吸気量（IRV）、1回換気量（TV）、予備呼気量（ERV）、残気量（RV）という4つの1次分画（Volume）と2つ以上の1次分画からなる2次分画（capacity）とで構成され、2次分画は全肺気量（TLC）、肺活量（VC）、最大吸気量（IC）、機能的

残気量（FRC）の4つある。スパイロメトリーは呼吸機能検査のもっとも基本的な検査法で、X軸に時間を取り、Y軸に肺気量の変化を記録するもので、この記録曲線をスパイログラム、測定装置をスパイロメータという。スパイロメトリーではRVは直接測定できないので、FRCやTLCは測定できない。これらはFRCを求めることにより、その結果とスパイロメトリーの組み合わせで $TLC = FRC + IC$ 、 $RV = FRC - ERV$ として算出する。

設問 3

症例は70代男性です。（身長：169.4cm、体重：71.0kg、喫煙歴：20本/日/42年）

維持透析導入中、透析病院で撮影した胸部CT検査で異常陰影を認めたため、紹介受診となりました。検査結果を表1、表2に示します。表2の気道可逆性試験の結果から、気管支拡張薬投与後の一秒量の改善率を求めて下さい。（単位：%）

数値のみ（小数点第一位まで）でご回答下さい。

表 1：呼吸機能検査結果

測定項目	測定値	予測値	%予測値
VC (L)	2.64	3.35	78.8
FVC (L)	2.74	3.35	81.8
FEV1.0 (L)	1.58	2.52	62.7
FEV1% (%)	57.7	65.7	87.8
PEFR (L/S)	4.70	8.14	57.7
DLco (mL/min/mmHg)	17.83	18.35	97.2
DLco' (mL/min/mmHg)	15.01	20.41	73.5
FRC (L)	2.89	3.51	82.3
RV (L)	2.67	1.78	150.0
TLC (L)	5.31	5.42	98.0
RV/TLC (%)	50.3	36.6	137.4

表 2：気道可逆性試験結果

測定項目	吸入前	吸入後
FVC (L)	2.74	3.36
FEV1.0 (L)	1.58	1.86
FEV1% (%)	57.7	55.4
PEFR (L/S)	4.70	5.68

＜正解＞ 17.7（%）

改善率% = 吸入後FEV1 - 吸入前FEV1 / 吸入前FEV1 × 100

改善率% = $1.86 - 1.58 / 1.58 \times 100 = 17.7215$

＜解説＞

よって正解は17.7%となる。また、改善量は1.86(L)

気道可逆性試験では一秒量が改善率12%以上かつ改善量200mL以上で陽性とする。

- 1.58(L) = 280mLとなり気道可逆性試験は陽性である。

設問 4

設問 3 の症例から最も考えられる疾患を選択して下さい。

- (1) 間質性肺炎
- (2) 気管支喘息
- (3) 重症筋無力症
- (4) 肺高血圧症
- (5) 喘息とCOPDのオーバーラップ

〈正解〉 (5)

〈解説〉

気道可逆性試験で陽性と判断されるため第一に気管支喘息が疑われる。また気管支拡張剤吸入後の1秒率が70%未満であることや表1の呼吸機能検査結果からCOPDを疑うことも出来る。喘息とCOPDは異なる原因、機序によって病態は形成されるが、気道炎症、気流閉塞の特徴や症状など喘息とCOPDの特徴を併せもつ場合がある。このような病態を喘息とCOPDのオーバーラップ症候群と呼び、GINA&GOLD (Global Initiative for Asthma & Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease) の合同委員会は2014年にオーバーラップ症候群を「喘息の特徴とCOPDの特徴及び持続性気流閉塞を有する特徴を示す」と定義し、Asthma and COPD Overlap Syndrome (ACOS) と呼称した。その後、“症候群”は原因不明（原因が判明後も使用する場合がある）で共通の病態（臨床症状・検査所見など）の場合に使用される言葉であること、喘息もCOPDも単一ではなくさまざまな機序によって病態が形成され、臨床的特徴も多様性を認める疾患であること、などから“症候群”という言葉はふさわしくないため、“症候群”という言葉を外して「喘息とCOPDのオーバーラップ (Asthma and COPD Overlap : ACO) と呼称することが提唱された。2017年に公開されたGINAでは、Asthma and COPD Overlap Syndrome (ACOS) をAsthma and COPD Overlap (ACO) とすることが記載されている。

【評価対象外設問】

設問 5

日本国内で使用されている成人の肺活量の予測式は、Baldwin式、日本呼吸器学会2001、日本呼吸器学会2014の3つがあります。表3、表4を参考にして、予測式の特徴や予測式を変更したときの結果について、誤っているものを選択して下さい。

- a. 肺活量の予測式は、3つの式いずれも身長、年齢、性別で算出される。
- b. Baldwin式から日本呼吸器学会2001式に変更すると、予測値は常に小さくなる。
- c. 日本呼吸器学会2001式の予測値は、2014の予測値より常に小さくなる。
- d. 予測式を変更すると、予測肺活量が500mL以上変化する可能性がある。
- e. 臨床検査技師は、予測式によって%VCが変化することを理解しておく必要がある。

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

表 3：170cm 男性の肺活量の予測値の比較 単位：L

年齢	Baldwin	日本呼吸器学会 2001	日本呼吸器学会 2014
20	4.32	4.93	4.57
25	4.22	4.82	4.68
30	4.13	4.70	4.54
35	4.03	4.59	4.55
40	3.94	4.47	4.48
45	3.84	4.36	4.40
50	3.75	4.24	4.32
55	3.65	4.13	4.22
60	3.55	4.01	4.14
65	3.46	3.90	4.07

表 4：155cm 女性の肺活量の予測値の比較 単位：L

年齢	Baldwin	日本呼吸器学会 2001	日本呼吸器学会 2014
20	3.06	3.42	3.14
25	2.98	3.33	3.23
30	2.91	3.24	3.19
35	2.83	3.15	3.13
40	2.75	3.06	3.08
45	2.67	2.97	3.05
50	2.59	2.88	2.96
55	2.51	2.79	2.88
60	2.44	2.70	2.84
65	2.36	2.61	2.78

＜正解＞ （3）

＜解説＞

日本国内で使用されている成人の肺活量の予測式は、Baldwin式、日本呼吸器学会2001、日本呼吸器学会2014の3種類がある。

2001年に日本呼吸器学会の肺生理専門委員会から日本人のスパイログラムの基準値が公表され、その後、2014年に日本呼吸器学会肺生理専門委員会が、日本人の新しい肺活量および努力肺活量、1秒量、1秒率の基準値を報告している。新しい基準値は、LMS法を用いているため、正常値はより実態に沿うものだが、非線形曲線を記述するために数値表を参照する必要がある。

平成 22 年じん肺法改定に伴う肺機能障害認定基準に、

呼吸器機能基準値として 2001 年の基準値予測式の使用が提示され、身体障害者手帳における呼吸器機能障害の認定でも 2001 年の予測式の使用が提示されているため、2016 年に日本呼吸器学会肺生理専門委員会は、日本人のスパイログラムの基準値に関し、以下の見解を示している。

- 1) 障害認定等の混乱を防ぐため、当面2001年の予測式の使用を推奨します。
- 2) 2014年のLMS法による基準値に関しては、今後普及を図るとともに医療機器の対応へ向けて取り組んでいきます。
- 3) 学術雑誌に論文を投稿する際には、じん肺の肺機能障害や呼吸器機能障害の障害認定に関する論文を除き、2014年のLMS法による基準値を使用する事を推奨します。

このため、自施設でどの予測式を使用しているかを把握し他院との結果を比較する際は実測値を確認するなどの注意が必要である。

Baldwin 18～69歳

男性： $(27.63 - 0.112 \times \text{年齢}) \times \text{身長 (cm)}$

女性： $(21.78 - 0.101 \times \text{年齢}) \times \text{身長 (cm)}$

日本呼吸器学会2001 18～95歳

男性： $0.045 \times \text{身長 (cm)} - 0.023 \times \text{年齢} - 2.258$

女性： $0.032 \times \text{身長 (cm)} - 0.018 \times \text{年齢} - 1.178$

日本呼吸器学会2014 18～95歳

男性： $-8.8317 + 2.1043 \times \ln(\text{身長cm}) - 0.1382 \times$

$\ln \text{年齢} + \text{年齢ごとのMspline}$

女性： $-8.0707 + 1.9399 \times \ln(\text{身長cm}) - 1.1678 \times$

$\ln \text{年齢} + \text{年齢ごとのMspline}$

肺活量の予測値は、3つの式すべてで性別、年齢、身長で算出される。設問では男性女性それぞれ日本人の平均身長に近いデータを示した。Baldwin式にくらべ、日本呼吸器学会の式では男女各年齢とも予測値は大きくなることが多い。2001年の式では、年齢が高くなるほど肺活量は均等に下がっていくが、2014年の式では20～40歳代での変化は小さく実際に即した予測値が示されている。

170cm45歳の男性のBaldwin式での予測肺活量は3.84Lで2014年式では4.40Lと560mL予測値が異なる。このため%VCは日本呼吸器学会の式を使用すると小さくなり、換気分類が異なってしまう可能性もある。臨床検査技師は施設で使用している予測式を把握し、その特性を理解しておく必要がある。

VIII. アンケート調査結果

1. 超音波検査の現状を把握するため、貴施設の現状をお答え下さい。

設問1

技師が行っている心臓・血管超音波検査を選択して下さい。（複数回答可）

- (1) 心臓（経胸壁）（71施設）
- (2) 心臓（運動・薬物負荷）（11施設）
- (3) 心臓（経食道心エコー）（19施設）
- (4) 頸動脈（65施設）
- (5) 下肢静脈（DVT）（58施設）
- (6) 下肢静脈（静脈瘤）（46施設）
- (7) 下肢動脈（49施設）
- (8) 上肢血管（35施設）
- (9) 腎動脈（44施設）
- (10) その他（4施設）

設問2

超音波診断装置（本体）の消毒方法について消毒頻度はどのくらいですか。

貴施設の現状をお答え下さい。（72施設）

- (1) 患者ごと

17施設（23.6%）

- (2) 2回/1日（午前・午後）

5施設（6.9%）

- (3) 1回/1日（始業時）

3施設（4.2%）

- (4) 1回/1日（終業時）

24施設（33.3%）

- (5) 実施していない

13施設（18.1%）

- (6) その他

10施設（13.9%）

設問3

超音波診断装置（本体）の消毒手順について教えて下さい。（59施設）

- (1) 除菌クロスで拭く

42施設（71.2%）

- (2) 消毒液を柔らかい清潔なガーゼなどに湿らせて固く絞って拭いた後、水拭き

13施設（22.0%）

- (3) その他

4施設（6.8%）

設問4

プローブ（経食プローブ、穿刺用プローブは除く）の消毒方法について消毒頻度はどのくらいですか。貴施設の現状をお答え下さい。（69施設）

- (1) 患者ごと

42施設（60.9%）

- (2) 2回/1日（午前・午後）

1施設（1.4%）

- (3) 1回/1日（始業時）

1施設（1.4%）

- (4) 1回/1日（終業時）

9施設（13.0%）

- (5) 実施していない

14施設（20.3%）

- (6) その他

2施設（2.9%）

設問5

プローブ（経食プローブ、穿刺用プローブは除く）の消毒手順について教えて下さい。（57施設）

- (1) 除菌クロスで拭く

30施設（52.6%）

- (2) 消毒液を柔らかい清潔なガーゼなどに湿らせて固く絞って拭いた後、水拭き

10施設（17.6%）

- (3) 浸漬法による消毒
11施設 (19.3%)
- (4) その他
6施設 (10.5%)

2. 呼吸機能検査の精度管理の現状を把握するため、貴施設の現状をお答え下さい。

設問 1

日本呼吸器学会から2014年7月にLMS法を用いたスパイロメトリーの新基準式が示されました。

貴施設では、成人領域の%VCをどの基準式で算出しているか現状をお答え下さい。(70施設)

- (1) Baldwin式
19施設 (27.1%)
- (2) 2001年に日本呼吸器学会から報告された基準式
28施設 (40.0%)
- (3) 2014年に日本呼吸器学会から報告された新基準式
8施設 (11.4%)
- (4) Baldwin式と日本呼吸器学会から2001年に報告された式を併記している
7施設 (10.0%)
- (5) Baldwin式と日本呼吸器学会から2014年に報告された式を併記している
2施設 (2.9%)
- (6) どの基準式を用いて報告しているかわからない
3施設 (4.3%)
- (7) その他
3施設 (4.3%)

設問 2

VC・FVC測定する装置はどのタイプのものを使用されていますか。

精度管理の現状と併せてお答え下さい。(両方使用している施設は2つお選び下さい。)

- (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 (31施設)
- (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 (11施設)
- (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 (8施設)
- (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 (1施設)
- (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 (5施設)
- (6) 気流型：較正用シリンジを用いて精度管理を毎日実施している (22施設)

- (7) 気流型：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 (6施設)
- (8) 気流型：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 (1施設)
- (9) 気流型：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 (1施設)
- (10) 気流型：較正用シリンジがなく、精度管理を実施していない (5施設)

気量型、気流型の両方を実施している施設：22施設

設問 3

呼吸機能検査について生理検査研究会で企画して欲しい内容をお答え下さい。(複数回答可)

- (1) 物理などの基礎 (14施設)
- (2) VC・FVC (26施設)
- (3) 気道可逆性試験 (21施設)
- (4) FRC・DLco (30施設)
- (5) 症例報告 (32施設)
- (6) PSG、睡眠検査 (35施設)
- (7) 心肺運動負荷試験 (21施設)
- (8) 呼気NO濃度測定 (15施設)
- (9) 動脈血ガス分析 (29施設)
- (10) その他 (4施設)

3. 各分野の数値設問に関して、お答え下さい。

設問 1

生理部門での精度管理において数値(計測)設問の必要性についてお答え下さい。(53施設)

- (1) 必要である
35施設 (66.0%)
 - (2) 必要ではない
17施設 (32.1%)
 - (3) その他
1施設 (1.9%)
- その他の意見
- ・算出も大切であるが、正しい計算式を選ぶなどの出題が良い。
 - ・施設間での計測方法などの曖昧さを無くす為に必要だと思う。

設問 2

設問1で(1)必要であるを選択された施設では、他にどのような設問が必要であると考えますか。

- ・心臓超音波検査で逆流のカラードップラによる重症度評価、asynergy評価やビジュアルでのEF測定など
- ・心臓超音波検査で中隔、後壁、LVDd径の計測

- ・頸動脈IMT計測、狭窄率計測
- ・肺機能検査で波形の選択、気圧の関係性など
- ・脳波の周波数

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。正答率は概ね良好であった。腹部・表在超音波検査の設問1が72%とやや低い結果となったが超音波検査の基礎知識は必要不可欠であり、正確な画像提供をする上で知っておく設問であるため対象外とはしなかった。

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。動画をAVI形式として日臨技同様にJAMTQCからの回答のみとした。

昨年に引き続き数値・計測設問を作成し、同時にアンケート調査も実施した。その結果、約6割の施設で数値・計測設問の必要性があると回答を得た。来年度は、アンケートの意見も考慮し、より実検査に近づけられるような設問を作成したいと考える。また、図や画像のスケールを使用して計測する設問では回答にばらつきが出てしまうため、正解の設定が難しいと考える。回答方法を設問によっては選択肢にすることを考えていきたい。

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. 参考書籍

1. 心電図検査

- 1) JAMT技術教本シリーズ 循環機能検査 技術教本
- 2) 認定心電技師のための心電図の読み方
- 3) 日当直者のための心電図症例集

2. 腹部・表在超音波検査

- 1) 超音波基礎技術テキスト 超音波検査技術 特別号 Vol.37 No.7 December2012
一般社団法人日本超音波検査学会
 - 2) 超音波検査士認定試験対策：基礎編【三訂版】
編著者：東京超音波研究会 如月会 発行者：中山穂積 発行所：株式会社ベクトル・コア
 - 3) 超音波検査技術 第27巻3号（特別号） 腹部超音波検査テキスト 医歯薬出版
 - 4) 日超検 腹部超音波テキスト 第2版 医歯薬出版
 - 5) 病気がみえる vol.1 消化器 医療情報科学研究所
 - 6) 臨床・病理 食道癌取扱い規約 2015年10月 第11版
 - 7) 日超検 腹部超音波テキスト 第2版 医歯薬出版
 - 8) 腎・泌尿器アトラス ベクトルコア
 - 9) 体表臓器超音波診断ガイドブック 南江堂
 - 10) 甲状腺超音波診断ガイドブック 南江堂
 - 11) MEDICAL TECHNOLOGY 2013 Vol.41 No.13
（臨時増刊）先輩が伝授する超音波検査100の教え
 - 12) 乳房超音波診断ガイドライン 改訂第3版
- ### 3. 心臓・血管超音波検査

- 1) 成人先天性心疾患の心エコー
- 2) 弁膜症治療のガイドライン（2020年改訂版） 日本循環器学会
- 3) 臨床検査増刊号 心電図が臨床につながる本 vol.60 no.11（医学書院）
- 4) 心エコー 弁膜症治療に活かす心エコー Vol.19 No.11
- 5) 心エコー エキスパートに学ぶ！治療方針決定のための心エコー記録・計測のコツVol.20 No.12
- 6) 超音波による深部静脈血栓症・下肢静脈瘤の標準的評価法（日本超音波医学会）
- 7) 血管超音波テキスト第1版（医歯薬出版株式会社）
日本超音波検査学会監修
- 8) 下肢静脈疾患と超音波検査の進め方（医歯薬出版株式会社）
- 9) 心臓超音波テキスト第2版（医歯薬出版株式会社）
日本超音波検査学会監修
- 10) 大動脈弁狭窄症の心エコー検査による評価に関する勧告 2017年改定（日本心エコー図学会HP）

4. 神経生理検査

- 1) 「臨床神経生理学」柳沢信夫、柴咲浩 医学書院
- 2) 「デジタル脳波の記録・判読の手引き」日本臨床神経生理学会編集 診断と治療社
- 3) 病気がみえる vol.7 脳・神経 第1版 医療情報科学研究所 株式会社メディックメディア
- 4) JAMT技術教本シリーズ 神経生理検査
- 5) モノグラフ 脳機能計測法を基礎から学ぶ人のために（日本臨床神経生理学会）
- 6) モノグラフ 神経筋電気診断を基礎から学ぶ人のために（日本臨床神経生理学会）
- 7) F wave change by decreased motoneuronal excitability : A sleep study. (The bulletin of Tokyo Medical and Dental University)
- 8) Responses of guinea pig primary vestibular neurons to click. (Experimental Brain Research)
- 9) 臨床神経生理検査の実践（新興医学出版社）

5. 呼吸機能検査

- 1) 愛知県臨床検査標準化ガイドライン「呼吸機能検査における手引書」第1版
- 2) JAMT技術教本シリーズ 呼吸機能検査
- 3) 喘息とCOPDのオーバーラップ（Asthma and COPD Overlap : ACO）診断と治療の手引き 2018
- 4) 日本呼吸器学会ホームページ 日本人のスパイログラム基準値に関するステートメント

XI. 問合せ先

〒498-8502 愛知県弥富市前ヶ須町南本田396番地
JA愛知厚生連海南病院 診療協同部 臨床検査技術科
樋口 昌哉
TEL : 0567-65-2511
E-mail : 451347@kainan.jaaikosei.or.jp