

生 理

I. 目的

今年度の生理部門の精度管理調査は、①心電図波形の判読、②心臓超音波画像の判読、③腹部超音波画像の判読を評価対象として出題した。各設問とも現在の医療現場で生理検査を担当するにあたり、必要とされる知識を確認する目的で出題した。

II. 参加施設数

心電図検査画像サーベイ参加施設・・・83 施設

心臓超音波検査画像サーベイ参加施設・・・60 施設

腹部超音波検査画像サーベイ参加施設・・・58 施設

III. 画像サーベイ

心電図検査 4 問（うち評価対象外 1 問）

心臓超音波検査 4 問（うち評価対象外 1 問）

腹部超音波検査 4 問

IV. 評価について

心電図検査画像サーベイ、心臓超音波画像サーベイ、腹部超音波検査画像サーベイのいずれも、昨年と同様に設問毎に正解が A 評価、不正解が D 評価とした。尚、今回もシステムの都合上、無回答は正解率等の集計から除外した。

【心電図検査画像サーベイ 問題 4 問 参加施設数 83 施設】

	設問 1	設問 2	設問 3	設問 4
A 評価施設数	83 (100.0%)	83 (100.0%)	評価対象外	80 (96.4%)
D 評価施設数	0 (0.0%)	0 (0.0%)	評価対象外	3 (3.6%)

【心臓超音波検査画像サーベイ 問題 4 問 参加施設数 60 施設】

	設問 1	設問 2	設問 3	設問 4
A 評価施設数	60 (100.0%)	60 (100.0%)	57 (95.0%)	評価対象外
D 評価施設数	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (5.0%)	評価対象外

【腹部超音波検査画像サーベイ 問題 4 問 参加施設数 58 施設】

	設問 1	設問 2	設問 3	設問 4
A 評価施設数	51 (87.9%)	56 (96.6%)	58 (100.0%)	55 (94.8%)
D 評価施設数	7 (12.1%)	2 (3.4%)	0 (0.0%)	3 (5.2%)

V. 結果解析

1. 心電図検査画像サーベイ解説

設問 1. WPW 症候群に関する問題である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	デルタ波を認める。	0	0.0
2	PR 時間が延長している。 正解	83	100.0
3	QRS 幅が延長している。	0	0.0
4	副伝導路の存在が示唆される。	0	0.0
5	発作性上室頻拍の原因となりうる。	0	0.0

正解 2) PR 時間が延長している。

【解説】

図 1 の心電図は、WPW 症候群の心電図である。

WPW 症候群に特徴的な心電図所見として「PR 時間短縮 (0.12 秒未満)」、「デルタ波の出現」、「QRS 時間延長 (0.12 秒以上)」が挙げられる。デルタ波とは WPW 症候群に特有の波形であり、心房の興奮が副伝導路 (Kent 束) を介して早く心室に伝導することで、QRS 波の始まりが三角形状の緩徐な立ち上がりとなる。

副伝導路の存在部位を V₁ 誘導の QRS 波の極性から推測することができ、A 型、B 型、C 型の 3 つに分類される。本症例では V₁ 誘導の QRS 波が下向きで rS 型であることから、B 型 WPW 症候群と推測される。

WPW 症候群のうち 10～30% に頻拍発作が認められるといわれており、頻拍発作には房室結節と副伝導路の 2 経路を通り房室間を巡回する「房室回帰性頻拍」や、心房細動合併例にみられる「偽性心室頻拍」がある。本症例患者にも頻拍発作があり、それによって動悸の症状が生じていたと考えられる。

以上より、誤っている選択肢は『2. PR 時間が延長している。』である。

参考文献

1). 一般社団法人 日本臨床衛生検査技師会：JAMT 技術教本シリーズ 循環機能検査技術教本, じほう, 2015.

設問 2. QT 延長を呈する疾患に関する問題である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	急性心膜炎	0	0.0
2	高カリウム血症	0	0.0
3	低カリウム血症 正解	83	100.0
4	2：1 房室ブロック	0	0.0
5	高カルシウム血症	0	0.0

正解 3) 低カリウム血症

【解説】

図 2 の心電図は心拍数 63/分の洞調律、QTc 時間は 0.503 秒と延長している。また、特に V₂誘導では T 波の減高と U 波の増高も認められる。選択肢の中で QT 延長所見を呈する疾患は『3. 低カリウム血症』である。

低カリウム血症は血液中のカリウム濃度が 3.5mEq/L 以下の場合をいい、特徴的な心電図所見としては「T 波の減高や陰転化」、「U 波の増高」、「ST-T の下降」、「QTU 時間の延長」などが挙げられる。重症例では torsade de pointes、心室性頻拍、心室細動にも注意が必要となる。本症例患者は摂食障害による嘔吐を繰り返しており、それによって低カリウム血症を生じたと考えられる。実際に翌日の採血結果ではカリウム濃度が 2.0mEq/L と低値を示していた。

以下にその他の選択肢に特徴的な心電図所見を挙げる。

「1. 急性心膜炎」： 凹型 ST 上昇（aVR 誘導、V1 誘導以外のほぼ全ての誘導）、
PR 低下（aVR 誘導を除く）

「2. 高カリウム血症」

5.5mEq/L～：テント状 T 波（幅が狭く左右対称の先鋭化した T 波）

6.5mEq/L～：P 波の減高や消失、洞室調律、PR 時間延長、
房室ブロック、QRS 時間延長

9mEq/L～：T 波の増高の消失、正弦曲線（サインカーブ）様波形、
心室細動、心停止

「4. 2：1 房室ブロック」：2 回に 1 回の割合で、P 波の後の QRS 波が脱落する

「5. 高カルシウム血症」：QT 時間の短縮（T 波の幅は変化せず、ST 部分が短縮）

以上より、正解は『3. 低カリウム血症』となる。

参考文献

1). 一般社団法人 日本臨床衛生検査技師会：JAMT 技術教本シリーズ 循環機能検査技術教本，じほう，2015.

設問 3（評価対象外）. Wide QRS tachycardia に関する問題である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	a c 正解	74	89.2
2	b d	0	0.0
3	a e	1	1.2
4	c d	8	9.6
5	d e	0	0.0

正解 1) a c

【解説】

図 3 の心電図は『a. 心房細動』及び『c. 左脚ブロック』の心電図である。心房細動は心房筋が 300～600/分の高頻度で不規則に興奮するため、心電図としては P 波が消失して細動波（f 波）を呈し、RR 間隔が不整なことが特徴としてあげられる。高血圧や僧帽弁膜症、心不全など心房に負荷がかかる心疾患、甲状腺機能亢進症などが原因となることが多い。心室への伝導は房室伝導能に依存するため RR 間隔は不定となる。図 3 の心電図では P 波が認められず、RR 間隔も不整であることから心房細動と考えられる。

また、本症例では QRS 波の幅は約 3mm（0.12ms）と幅の広い QRS となっている。V₁ 誘導に着目すると QRS 波は下向きであり、rS 型で S 波は深くなっている。加えて、I、aV_L、V₅、V₆ 誘導に Q 波がなく上向きの QRS 波となっていることから左脚ブロックであると考えられる。

加えて心房細動は心拍出量の低下から心不全、左心房内血栓形成から心原性脳塞栓症の原因となり得る事が分かっている。本症例においても、構音障害、右上下肢麻痺、左共同偏視を主訴に救急搬送されており、その他検査の後に心原性脳塞栓症と診断された。

「b. 心室内変行伝導」は心室内の刺激伝導系である右脚と左脚の不応期の長さの違いにより QRS 波が脚ブロック型を呈することをいう。一般的には左脚より右脚の方が不応期が長いので QRS 波は右脚ブロック型を呈することが多い。「d. 房室結節リエントリー頻拍」は遅伝導路と速伝導路の二重支配を有する患者において、期外収縮を不応期の長い速伝導路で伝導ブロックが生じ不応期の短い遅伝導路に興奮が移り変わり、ゆっくりと房室結節を順行性に伝導し、不応期を脱した速伝導路を逆行性に伝導して再び心房に興奮が侵入し頻拍となる。通常型房室結節リエントリー頻拍は心電図上で、逆行性 P 波は QRS 終末に重なるようにして出現して short RP 頻拍となり、QRS 波終末に V₁ 誘導で pseudo r' 波、

下壁誘導で pseudo S 波を呈する。

以上より、正解は『1. a c 』となる。

参考文献

1). 一般社団法人 日本臨床衛生検査技師会：JAMT 技術教本シリーズ 循環機能検査技術教本，じほう，2015.

設問 4. ST 上昇を認める疾患に関する問題である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	急性下壁心筋梗塞	0	0.0
2	Coved 型 ST 上昇	0	0.0
3	急性側壁心筋梗塞	2	2.4
4	急性広範前壁心筋梗塞 正解	80	96.4
5	急性心膜炎	1	1.2

正解 4) 急性広範前壁心筋梗塞

【解説】

図 4 の心電図は、急性広範前壁心筋梗塞の心電図である。

心筋梗塞による心電図変化を以下に挙げる。

- ・超急性期（発症直後～数時間後）→T 波増高、ST 上昇。
- ・急性期（数時間～12 時間）→異常 Q 波出現。
- ・亜急性期（12 時間～数週間）→T 波陰性化（冠性 T 波）、ST は基線に戻る。
- ・慢性期（数週間～）→陰性 T 波は徐々に改善、異常 Q 波は残存。

梗塞波形が出現する誘導は、広範前壁では I、aVL、V₁～V₅（V₆）誘導、下壁では II、III、aVF 誘導、側壁では I、aVL、V₅、V₆ 誘導で梗塞波形がみられる。

本症例では I、aVL、V₂～V₅ 誘導で ST 上昇と V₂～V₄ 誘導で異常 Q 波が認められる。また、トロポニンの上昇を認めることから急性広範前壁心筋梗塞と推測される。

Brugada 症候群の心電図特徴は、非発作時の ST 上昇で coved 型（cove=弓状）あるいは saddle back 型（saddle back=馬の鞍）を呈する。右胸部誘導（V₁～V₃）の著しい ST 上昇や右脚ブロック様を認め、突然死の家族歴があることが特徴である。

急性心膜炎での心電図特徴は、aVR 誘導、V₁ 誘導以外のほぼすべての誘導で上に凹型の ST 上昇を認める（約 90%）が、鏡面変化は認めない。aVR 誘導を除く誘導で PR 低下が認められ、特に下壁誘導での PR 低下は心膜炎に特徴的である。異常 Q 波は認めない。

以上より、正解は『4. 急性広範前壁心筋梗塞』となる。

参考文献

- 1). 一般社団法人 日本臨床衛生検査技師会：JAMT 技術教本シリーズ 循環機能検査技術教本, じほう, 2015.
- 2). 一般社団法人 日本臨床衛生検査技師会：JAMT 技術教本シリーズ 循環機能検査症例集, じほう, 2018.

2. 心臓超音波検査画像サーベイ解説

設問 1. 心エコー図より最も考えられる心疾患を問う問題である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	心尖部肥大型心筋症	0	0.0
2	たこつぼ症候群	0	0.0
3	左室心筋緻密化障害	0	0.0
4	拡張型心筋症	0	0.0
5	心アミロイドーシス 正解	60	100.0
6	心サルコイドーシス	0	0.0
7	急性心筋炎	0	0.0

正解 5) 心アミロイドーシス

【解説】

胸骨左縁左室長軸像である図 1-1、ならびに胸骨左縁左室短軸像腱索レベルである図 1-2 では求心性に肥大した壁肥厚がみられる。心尖部四腔断面像である図 1-3 では左室のみならず心房中隔、右室壁に加え僧帽弁、三尖弁の房室弁にも肥厚がみられる。図 1-4 左室 global longitudinal strain (GLS) の bull's eye 表示では GLS が 8.0%と著明な収縮機能低下を認めており、左室心尖部に比べて心基部と中部のストレイン値が著明に低下する apical sparing pattern が視覚的に確認できる。図 1-5 左室流入血流速波形、ならびに図 1-6、1-7 僧房弁輪運動速波形では E/A 3.6、平均 E/e' 24.2 と高値であり、DcT の短縮を認めることから、左室拡張機能障害が示唆される（詳細は設問 3. の解説参照）。以上より、最も考えられる選択肢は『5. 心アミロイドーシス』となる。

心尖部に限局した壁肥厚ではなく、心尖部肥大型心筋症を疑う心エコー図所見ではない。たこつぼ症候群を疑う局所壁運動異常はみられない。また、左室内腔の拡大や全周性の壁運動低下はみられず拡張型心筋症は否定的で、左室緻密化障害に特徴的な左室内に高度に発達した肉柱形成もみられない。同様に、心サルコイドーシスに典型的な形態所見で

ある心室中隔の菲薄化、瘤形成もみられない。急性心筋炎の典型例ではびまん性の左室壁肥厚がみられる場合もあるが、本症例では左室以外の心房中隔、右室壁、房室弁に肥厚を認めることや心アミロイドーシスに典型的である左室 GLS の apical sparing pattern の所見から急性心筋炎は選択肢として否定的と考えられる。

参考文献

- 1). 日本循環器学会ガイドライン：2020 年版 心アミロイドーシス診療ガイドライン JCS 2020 Guideline on Diagnosis and Treatment of Cardiac Amyloidosis, 2022.
- 2). 日本超音波検査学会：心臓超音波テキスト 第 3 版, 69-74, 196-238, 医歯薬出版, 2021.

設問 2. 心アミロイドーシスの病態や診断に関する問題である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	a c e	0	0.0
2	a c f	0	0.0
3	a d e	0	0.0
4	a d f	0	0.0
5	b c e	0	0.0
6	b c f	0	0.0
7	b d e	0	0.0
8	b d f 正解	60	100.0

正解 8) b d f

【解説】

心臓の間質にアミロイド蛋白が沈着し、形態的かつ機能的な異常をきたす病態を心アミロイドーシスとよぶ。一般的には心肥大、拡張障害主体の病態を呈するとともに、進行すると収縮障害も出現し、多くの症例で心不全、伝導障害、不整脈を呈する。

12 誘導心電図では、アミロイド蛋白の沈着が間質や刺激伝導系に起きることにより、左室肥大であるにもかかわらず、低電位や胸部誘導における R 波増高不良、心房細動、刺激伝導系の障害といった心電図所見を認めることがある。しかし、いずれも心アミロイドーシスに特異的ではない点や、それらの所見の陽性率は病型や病期、重症度によって異なる点に留意しなくてはならない。

わが国における心アミロイドーシスの確定診断は病理学的証明が必須で、心筋生検で心筋組織中のアミロイド沈着を検出することによって行われる。したがって、心エコー図検査のみでは確定診断できない。

心エコー図検査では心臓全体へのアミロイド蛋白沈着を反映し、左室のみならず右室壁や心房中隔、乳頭筋、弁など心臓全体に肥厚を認めることがある。左室長軸方向ストレイン解析では、心基部のストレインが低下し、相対的に心尖部では保たれる **apical sparing pattern** を呈することが特徴である。

以上より、選択肢「b. 12 誘導心電図では低電位、胸部誘導における R 波増高不良、心房細動、刺激伝導系の障害を認めることがある」、「d. 心筋生検により確定診断をすることができる。」、「f. 左室長軸方向ストレイン解析では、心基部のストレインが低下し、相対的に心尖部では保たれている **apical sparing pattern** を呈する。」の組み合わせである『8. b d f』が正解となる。

設問 3. 左室拡張機能評価に関する設問である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	左室流入血流速波形は正常パターンで、正常拡張機能である。	0	0.0
2	左室流入血流速波形は弛緩障害パターンで、左房圧は正常だと考えられる。	0	0.0
3	左室流入血流速波形は弛緩障害パターンで、左房圧の上昇が示唆される。	0	0.0
4	左室流入血流速波形は偽正常化パターンで、左房圧は正常だと考えられる。	0	0.0
5	左室流入血流速波形は偽正常化パターンで、左房圧の上昇が示唆される。	1	1.7
6	左室流入血流速波形は拘束型パターンで、左房圧は正常だと考えられる。	2	3.3
7	左室流入血流速波形は拘束型パターンで、左房圧の上昇が示唆される。 正解	57	95.0

正解 7) 左室流入血流速波形は拘束型パターンで、左房圧の上昇が示唆される。

【解説】

心エコー図検査の拡張機能評価は、米国心エコー図学会および欧州心血管画像学会の拡張機能評価ガイドラインに基づいて行う。拡張機能評価ガイドラインには、左室駆出率が正常な患者における左室拡張機能障害の診断アルゴリズムと、左室駆出率が低下した患者

における左室充満圧(左房圧)の推定及び左室拡張機能の重症度判定アルゴリズムが記載されている。本症例のような心肥大例の場合には、すでに心筋に異常を有することから左室充満圧(左房圧)の推定および左室拡張機能の重症度判定アルゴリズムを使用する。

しかしながら、心アミロイドーシスや肥大型心筋症による左房機能低下例では、左室拡張末期圧に関係なく $E/A > 1$ となることがある。このため特定の疾患での左室充満圧を評価する際は単一の指標のみで結論付けず、三尖弁逆流血流速最高速度($> 2.8 \text{ m/sec}$)を用いた推定肺動脈圧ならびに左房容積係数($> 34 \text{ mL/m}^2$)を含めた上で包括的に行うことが推奨されている。また、心アミロイドーシスでは収縮機能障害と拡張機能障害を呈し、疾患が進行すると、左室充満圧が著しく上昇する拘束型心筋症と類似の病態を呈するようになる。

本症例では、図 1-4 の 2D スペックルトラッキングエコーによるストレイン解析で心アミロイドーシスに特徴的な **apical sparing pattern** が示され、GLS 8.0 % と著明な収縮機能低下を認めている。図 1-5 の左室流入血流速波形は E/A 3.6 と高値であり DcT の短縮を認める。加えて洞調律にも関わらず左房の拡大(左房容積係数 41 mL/m^2)を認めること、図 1-6, 1-7 の拡張早期僧帽弁輪運動速度 (e') より算出された平均 E/e' 24.2 が高値であること、三尖弁逆流血流最高速度 2.9 m/s と上昇を認めることから左室充満圧(左房圧)の上昇が示唆される。以上より、『左室流入血流速波形は拘束型パターンで、左房圧の上昇が示唆される』が最適解である。

(参考：特殊な集団での左室充満圧の評価)

疾患	心エコーによる測定値及びカットオフ値
心房細動	E 波の最高加速度 $\geq 1900 \text{ cm/sec}^2$ IVRT $\leq 65 \text{ msec}$ 肺静脈血流拡張期波のDcT $\leq 220 \text{ msec}$ E/Vp ≥ 1.4 中隔 E/e' ≥ 11
洞性頻脈	EF < 50% : E 波が優勢な LVIF パターン IVRT $\leq 70 \text{ msec}$ 肺静脈血流の収縮期充満分画 $\leq 40\%$ 平均 E/e' > 14 E 波または A 波が融合している場合, 期外収縮の後の E 波及び A 波は分離されており, 拡張機能評価に使用できる
肥大型心筋症	平均 E/e' > 14 左房容積係数 > 34 mL/m ² 三尖弁逆流最高血流速度 > 2.8 m/sec Ar-A $\geq 30 \text{ msec}$ (Ar : 心房収縮期肺静脈逆流血流)
拘束型心筋症	DcT < 140 msec E/A > 2.5 IVRT < 50 msec 平均 E/e' > 14
非心原性肺高血圧症	心臓が肺動脈圧上昇の根本的病因であるか否かを判定するには, 側壁 E/e' 適用可能 心原性の場合 : E/e' > 13 心臓以外の病因の場合 : E/e' < 8
僧帽弁狭窄症	IVRT < 60 msec IVRT/TE-e' < 4.2 msec (TE-e' : E 波と e' 開始の時間差) 僧帽弁 A 波速度 > 1.5 m/sec
僧帽弁逆流症	Ar-A $\geq 30 \text{ msec}$ IVRT < 60 msec EF 正常例 : IVRT/TE-e' < 5.6 msec EF 低下例 : 平均 E/e' > 14

IVRT : isovolumic relaxation time (等容性弛緩時間), DcT : deceleration time (減速時間), Vp : propagation velocity (血流伝搬速度).

参考文献

- 1). Nagueh, S.F., et al. : Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging . *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 29: 277-314, 2016.
- 2). 日本超音波検査学会：心臓超音波テキスト 第3版, 74-93, 医歯薬出版, 2021.
- 3). 2018 年改訂版 心筋症診療ガイドライン. 日本循環器学会/日本心不全学会合同ガイドライン.
- 4). 2020 年版 心アミロイドーシス診療ガイドライン. 日本循環器学会ガイドライン.

設問 4（評価対象外）. 昨年に引き続き宮城県内の Visual EF の現状把握を目的とし出題した。なお、本設問は参考問題のため評価対象外である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	Visual EF 10-20%	2	3.4
2	Visual EF 20-30% 正解	28	47.5
3	Visual EF 30-40%	26	44.1
4	Visual EF 40-50%	2	3.4
5	Visual EF 50-60%	1	1.7

正解 2) Visual EF 20-30%

【解説】

症例の心尖部三断面では左室自由壁側を中心とし、全周性に壁運動の低下を認める。Biplane disk summation 法で計測した EF は 25 %であった。本設問では Visual EF 20-30 %と考えられる。

Visual EF は評価者の主観によるところが大きいため技師間差がしやすい。また, disk summation 法による計測は計測時断層像、計測部位が変わることで結果に差異が生じやすいため、より正確に計測できるよう適切な装置設定を行い明瞭な画像を描出する工夫も必要である。そのため、より多くの症例を経験し、他モダリティとの比較や、他検査者とディスカッションを行いながら Visual EF の視覚的なキャリブレーションを行う必要があると考える。

参考文献

1). 一般社団法人 日本心エコー図学会：心エコー図の診断・計測精度管理の手引き 第 1 版, 2024.

3. 腹部超音波検査画像サーベイ解説

設問 1. アーチファクトに関する問題である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	a d	0	0.0
2	a e	2	3.4
3	b d	0	0.0
4	b f	0	0.0
5	c e	5	8.6
6	c f 正解	51	87.9

正解 6) c f

【解説】

提示している超音波画像において、図 1-1 に見られるアーチファクトは鏡面現象である。これは超音波を強く反射する平面が存在することにより、それが鏡の役割を果たしてアーチファクトが生じる。これによって発生した像をミラーイメージと呼ぶ。横隔膜のように広範囲に存在する強靱な組織でよく起こることが知られている。プローブを当てる位置や角度を変えること、呼吸や体位変換によって横隔膜の形状が変わると消失することが知られている。通常、鏡面を挟み実像とアーチファクトが描出される。よって、『c. 図 1-1 はプローブを当てる位置や角度によって消失する。』が適切である。

図 1-2 は多重反射によるアーチファクトである。超音波の画像は、生体内で超音波パルスが生体内で一回だけ反射して帰ってくることを前提としている。しかし、生体内で超音波を強く反射させる面が平行に向かいあった状況になると、超音波パルスがその間で何回も反射して戻ってくることがある。プローブは反射の回数は認識できないため、到着時間の長さのみで画像を作り上げることによって生じる。代表的なものは体表付近の筋膜や腹壁とプローブの間にできるもの、体表付近の筋膜や腹壁との間にできるものである。また、小結石や胆嚢壁などの強反射体の後方に彗星が尾を引くように見えることが特徴的なコメット様エコーも代表例の一つである。対処法は、プローブと生体の膜様構造物などの強反射体との平行関係を崩すことである。プローブをわずかに傾けたり、位置を変えたり、圧迫を強めるだけで消失する。また、プローブを動かしていると、実像はプローブの移動距離と同じだけ移動するが、アーチファクトは二倍、三倍の距離を移動して見えることにより識別する。よって、『f. 図 1-2 はコメット様エコーの発生原理である。』が適切である。

以上より、正解は『6. c f』となる。

参考文献

1). 日本超音波検査学会：超音波基礎技術テキスト 超音波検査技術 特別号 第 37 巻第 7 号, 国際文献社, 2012.

設問 2. 超音波所見と疾患の組み合わせを選ぶ問題である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	a d	2	3.4
2	a e 正解	56	96.6
3	b d	0	0.0
4	b f	0	0.0
5	c e	0	0.0
6	c f	0	0.0

正解 2) a e

【解説】

図 2-1 の超音波所見は泣き別れである。泣き別れは左右の肝管が合流できず、断絶されている状態のことを示す。胆汁は肝臓で生成され、集合胆管から左右の肝管を経て総肝管へと流出する。絶食中は総肝管から胆嚢管を経由し胆嚢内に送られるが、食事摂取後には、胆嚢内から総胆管を通り十二指腸開口部へ排出される。この経路に腫瘍が存在し、閉塞してしまうとその上流側の胆道で拡張の所見を示す。左右の肝管が合流できず拡張することが考えられる領域は肝門部領域である。shotgun sign は総胆管下部の閉塞により上流の総胆管が拡張し、肝門部において門脈本幹と総胆管がショットガンのように描出されることを示す。よって、『a. 図 2-1ー泣き別れー肝門部領域胆管癌』が適切である。

図 2-2 の超音波所見は mosaic pattern である。これは肝細胞癌に特徴的な所見であり、内部構造が線維性の隔壁により分割され、種々のエコーレベルの小結節像として描出されることを示す。bull's eye pattern は転移性肝腫瘍に特徴的であり、腫瘍中心部が変性した高エコーとなり、辺縁に均等な低エコー帯を伴うことを示している。イメージはドーナツ状であり雄牛の眼に似ていることからこの名前がついている。よって、『e. 図 2-2ー mosaic patternー肝細胞癌』が適切である。

以上より、正解は『2. a e 』となる。

参考文献

1). 日本超音波検査学会：日超検 腹部超音波テキスト 第 3 版, 医歯薬出版, 2024.

設問 3. 膀胱腫瘍の超音波所見や病態に関する問題である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	a d	0	0.0
2	a e	0	0.0
3	b d	0	0.0
4	b f	0	0.0
5	c e 正解	58	100.0
6	c f	0	0.0

正解 5) c e

【解説】

図 3-3：下腹部横走査、図 3-4：下腹部縦走査では膀胱上壁から後壁にかけて膀胱内腔に突出する充実性腫瘍を認める。また、腫瘍内部に豊富な血流シグナルを認めることから膀胱腫瘍を疑う。図 3-3、図 3-4 では上壁や後壁で壁構造の途絶を認め、周囲との境界が不明瞭な部分があり、周囲組織や子宮への浸潤を疑う。したがって、『c. 膀胱内腔に突出する充実性腫瘍を認め、膀胱腫瘍を疑う。膀胱壁は一部で途絶しており、周囲への浸潤を疑う。』が正しい選択肢となる。

また、図 3-1：右側腹部縦走査、図 3-2：左側腹部縦走査では右水腎症を認めており、右尿管は閉塞していると考えられる。したがって、『e. 右腎では水腎症が見られ、右尿管の閉塞が疑われる。』が正しい選択肢となる。

以上より、正解は『5. c e』となる。設問の選択肢については以下の通りである。

- a. 膀胱壁は全周性に肥厚しており、膀胱炎を疑う。
→膀胱上壁から後壁にかけて内腔に突出する充実性腫瘍を認めるが、全周性の壁肥厚は認めず、膀胱炎は否定的である。
- b. 膀胱内腔に突出する充実性腫瘍を認め、膀胱腫瘍を疑う。膀胱壁の構造は保たれており、周囲への浸潤は認めない。
→膀胱壁の構造は一部不明瞭であり、周囲への浸潤を疑うため誤りである。
- c. 膀胱内腔に突出する充実性腫瘍を認め、膀胱腫瘍を疑う。膀胱壁は一部で途絶しており、周囲への浸潤を疑う。
→上記の通り、正しい選択肢である。
- d. 本疾患は男性よりも女性に好発する。
→わが国の人口動態を基準とした膀胱癌の年齢調整罹患率（全国推計値。基準人口は 1985 年のモデル人口）は、2013 年において 6.6（／10 万人／年）であり、男女別に

みると男性 11.5、女性 2.6 と男性において約 4 倍頻度が高い。また、95%超が 45 歳以上、80%が 65 歳以上と高年齢層に発症する。

- e. 右腎では水腎症が見られ、右尿管の閉塞が疑われる。
→図 3-1、図 3-2 では右水腎症を認めており、右尿管口が閉塞していることが推測されるが、図 3-3～図 3-5 でも下部尿管まで拡張していることがわかる。
- f. 本疾患の鑑別には、いずれの症例でも体位変換を行う必要はない。
→急性膀胱炎による全周性の壁肥厚や慢性膀胱炎による不整な壁肥厚、出血性膀胱炎による凝血塊は膀胱癌との鑑別を要する。不整な膀胱壁の肥厚は膀胱癌との鑑別が難しい。凝血塊は、体位変換による移動性やカラードブラ法による血流の有無、あるいは経時的な変化で鑑別が可能である。本症例でも図 3-3 は左側臥位での観察であるが、充実性部分の移動性は見られず、debris は否定的で、膀胱腫瘍を疑う。

膀胱癌は、膀胱の尿路上皮粘膜から発生する悪性腫瘍で、尿路上皮癌が 90%以上を占め、それ以外が 5 ～ 10%を占める（扁平上皮癌、腺癌、小細胞癌、まれに肉腫）。未治療の膀胱癌の約 70%が膀胱粘膜下までの浸潤にとどまる筋層非浸潤性膀胱癌で、残りが筋層あるいは筋層外に浸潤する筋層浸潤性膀胱癌である。尿路上皮癌の多くは病理組織学的に乳頭状を呈するものが多い。膀胱癌の発生部位は膀胱三角部から尿管口付近にかけて多いが、膀胱頂部に発生した場合は尿膜管由来の腺癌の可能性が高い。危険因子は喫煙、膀胱結石、膀胱憩室、シクロホスファミドなどの薬剤である。症状は肉眼的血尿、膀胱刺激症状が多い。膀胱癌は尿路内腔全体に空間的、時間的に多発する。

超音波検査では、膀胱内腔に突出する有茎性あるいは広基性の充実性腫瘍（多発することがある）、偏在性もしくは全周性の膀胱壁肥厚、不整な膀胱壁肥厚を呈し、カラードブラ法で腫瘍内に血流シグナルを認める。

参考文献

- 1). 日本泌尿器科学会：膀胱癌診療ガイドライン 2019 年版, 医学図書出版, 2019.
- 2). 日本超音波検査学会：日超検 腹部超音波テキスト 第 3 版, 医歯薬出版, 2024.
- 3). 高梨 昇：コンパクト超音波 α シリーズ 腎・泌尿器アトラス 第 1 版, ベクトル・コア, 2012.

設問 4. 門脈ガス血症の超音波所見に関する問題である。

回答内訳

選択肢	回答名称	施設数	(%)
1	a c	0	0.0
2	a d	0	0.0
3	a e	0	0.0
4	b c	1	1.7
5	b d	2	3.4
6	b e 正解	55	94.8

正解 6) b e

【解説】

図 4-1：右肋間走査では門脈右枝内に粒状の **strong echo** を認める。図 4-2：右肋間走査では、カラードブラ法で火焰状の血流シグナル (**flaming portal sign**) を認め、門脈ガス血症を疑う。したがって、『b. 門脈内に粒状の **strong echo** を認める。』が正しい選択肢となる。また、門脈ガスの原因疾患としては腸管壊死が最も多いため、『e. 腸管壊死が原因となる場合がある。』が正しい選択肢となる。

以上より、正解は『6. b e』となる。設問の選択肢については以下の通りである。

- a. 門脈内に腫瘍塞栓を疑う充実成分を認める。
→門脈内に充実成分は認めず、門脈腫瘍塞栓を疑う所見はない。門脈腫瘍塞栓は進行肝細胞癌でみられることが多いが、門脈血栓症との鑑別を要する。鑑別点としては、門脈腫瘍塞栓の場合は門脈径の拡張を伴うことが多いが、門脈血栓症では門脈径の拡張はみられないことである。
- b. 門脈内に粒状の **strong echo** を認める。
→門脈ガス血症は、超音波検査では肝縁優位に気体を反映する線状や粒状の **strong echo** を認め、求肝性に門脈内を移動する気体が **strong echo** として観察される。
- c. 肝表面付近までは到達せずに、肝門部で認めることが多い。
→門脈ガス血症の場合は、ガスは求肝性に流れる門脈血流とともに肝内に入り込むため、門脈末梢枝までガス像が認められ、肝縁（肝表面）を中心にガス像が停滞して観察される。一方、鑑別を要する胆道気腫の場合は、胆汁の流れとは逆行するように胆管内に入り込むため、胆管の末梢までは到達せずに、肝門部側の比較的太い胆管内（二次分枝レベル）に認められることが多い。
- d. 十二指腸乳頭切開術後などでみられることがある。
→十二指腸乳頭切開術後には胆道気腫がみられることがある。胆道気腫は胆道にガスが存在している病態である。胆道内（胆管と胆嚢）には胆汁が満たされているが、内

視鏡的経鼻胆道ドレナージ、内視鏡的胆道ステント留置術、胆管消化管吻合術後、十二指腸乳頭部切開術後などでみられる。原因として処置や手術が考えられる場合には治療の必要はなく、経過を観察する。処置や手術の既往がない場合には、胆石や十二指腸潰瘍に起因する胆道消化管瘻が存在する可能性がある。超音波検査では、肝内胆管内に線状または点状の高エコーを認め、体位変換で高エコーは可動性を認める。

e. 腸管壊死が原因となる場合がある。

→門脈ガスの原因疾患としては腸管壊死が最も多く、その他にはイレウス、腸閉塞、腹腔内膿瘍、潰瘍性大腸炎、胃潰瘍、クローン病、高度の便秘などがある。また、下部内視鏡検査での送気による合併例もみられる。

門脈ガス血症の発生機序としては、腸管内圧の上昇による腸管内ガスの血管への流入やガス産生菌による敗血症が考えられている。また、門脈ガス血症は腸管壊死などの重篤例に多くみられることから、門脈ガスを認めた場合には、消化管などもあわせて観察する必要がある。しかし、近年、糖尿病に対する治療薬である α グルコシダーゼ阻害薬の投与中に、一過性に門脈ガス血症をきたした報告などもみられている。

参考文献

- 1). 日本超音波検査学会：日超検 腹部超音波テキスト 第3版, 医歯薬出版, 2024.
- 2). 森 秀明：Dr.森の腹部超音波診断パーフェクト premium movie version 改訂第2版, 診断と治療社, 2023.

VI. 問い合わせ先

石巻赤十字病院 生理検査課 伊藤 光汰
TEL: 0225-21-7220

東北大学病院 生理検査センター 松本 彩那
TEL: 022-717-7385