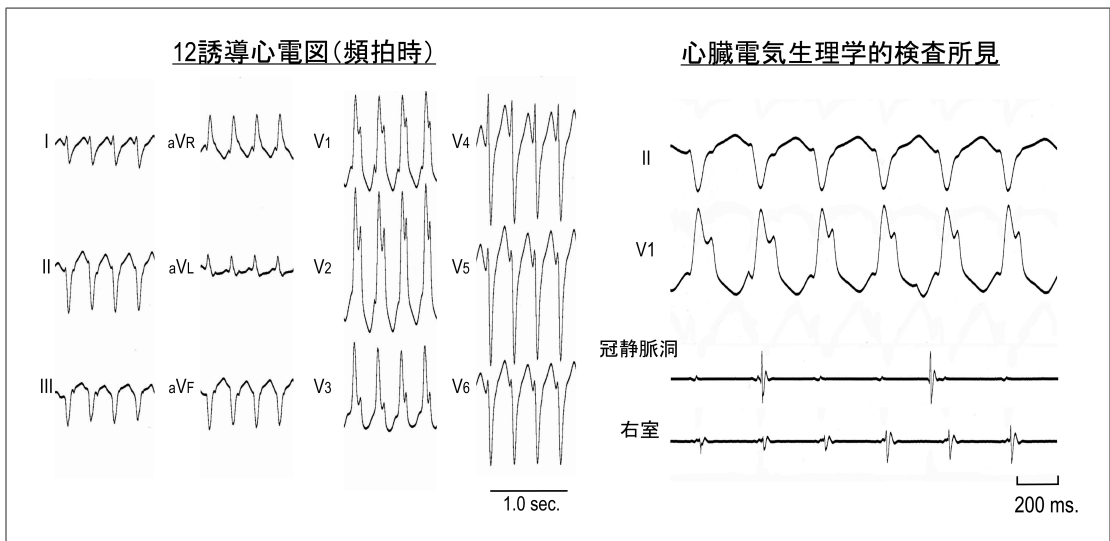


専門医トレーニング問題

問1 頻拍発作を主訴に受診した患者の、洞調律中の12誘導心電図と頻拍中の心臓電気生理学的検査所見を示す(図)。正しいのはどれか。

- a. デルタ波を認める。
- b. 房室解離を認める。
- c. 上室性頻拍である。
- d. 右室起源の頻拍である。
- e. ATP の静脈投与による頻拍停止効果が高い。



図

問2 心サルコイドーシスにおける心臓 MRI について、誤りはどれか。

- a. Cine MRI により心臓の形態や壁運動異常・心機能の評価を行うことができる。
- b. T2 強調 STIR (short TI inversion recovery) 画像で心筋浮腫・炎症を評価できる。
- c. 遅延造影では高信号を呈することが多い。
- d. 遅延造影は組織障害や線維化の指標として重要である。
- e. 心臓 MRI 検査所見から治療の適否や効果判定ができる。

問3 睡眠時ポリグラフ検査で測定しないのはどれか。一つ選べ。

- a. 体温
 - b. 脳波
 - c. 心電図
 - d. 呼吸運動
 - e. 酸素飽和度
-

問4 70代の男性。拡張型心筋症で心不全による入院を繰り返しているため近医から紹介となった。心電図は心房細動であり、心エコー検査における左室駆出率は32%であった。また採血結果からはCr 0.45 mg/dL, BNP 103 pg/mLで肝機能障害も認められなかった。現在 Candesartan 8 mg と Carvedilol 10 mg および Furosemide 40 mg を内服している。この患者に投与または変更を検討すべき薬剤としてふさわしくないものはどれか。

- a. Edoxaban
 - b. Ivabradine
 - c. Dapagliflozin
 - d. Spironolactone
 - e. Sacubitril/Valsartan
-

問5 67歳の女性。60歳時の陳旧性心筋梗塞（前壁中隔）の既往あり、心機能の低下した心不全に対してガイドラインに準拠した心不全治療薬（Candesartan 8 mg, Spironolactone 25 mg, Bisoprolol 5 mg, Empagliflozin 10 mg）が導入され外来加療を継続していた。定期外来で心拍数 50/分の新規左脚ブロック（QRS 幅138 msec）が心電図で確認された。血圧100/62 mmHg、心臓超音波検査での左室駆出率が33%であった。外来受診の1ヵ月前より階段昇降時の息切れを自覚するようになった。今後の治療選択肢の提示として最も適切なものはどれか。

- a. 経過観察
 - b. DDD ベースメーカ植込み
 - c. 植込み型除細動器（ICD）植込み
 - d. Bisoprolol 増量
 - e. 両室ペーシング機能付き植込み型除細動器（CRTD）植込み
-

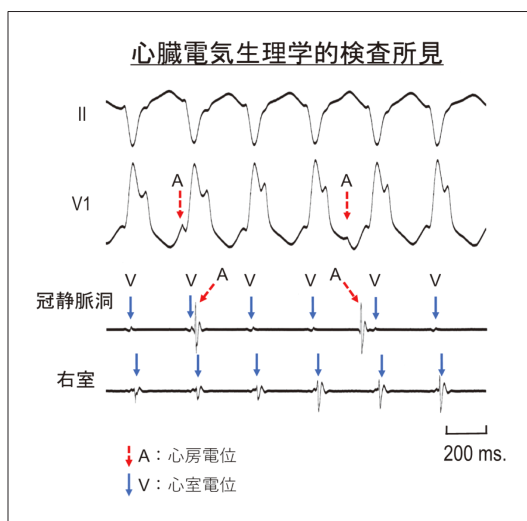
問1 正解 b

心室頻拍（ベラパミル感受性心室頻拍）の12誘導心電図所見と心臓電気生理学的検査所見を問う問題である。12誘導心電図では右脚ブロック型上方軸（北西軸）の wide QRS 頻拍を呈しており、心内心電図で房室解離を認め（冠静脈洞では大きな心房電位と小さな心室電位、右室では心室電位を認め、心房電位と心室電位の関連がないことが分かる）、左室起源の心室頻拍と診断される。また、V1 誘導の心電図でも房室解離が疑われる。血行動態の破綻が疑われる記載はなく、QRS 波形・軸から、ベラパミル感受性心室頻拍が最も疑われる。

- 副伝導路を順行伝導し房室結節を逆行伝導するような房室回帰性頻拍との鑑別を問う選択肢である。前述したように、心内心電図で房室解離を認めており、房室回帰性頻拍は否定的である。
- 心内心電図、12誘導心電図で房室解離の所見を認め、正しい選択肢である。
- a の解説で述べたように、房室解離を認める wide QRS 頻拍であり、心室頻拍の診断となる。
- 頻拍中の心電図で右脚ブロック型、上方軸を呈しており、左室の下壁側起源の心室頻拍であることが分かる。ベラパミル感受性心室頻

拍と診断をつけることができなくても、頻拍中の心電図から起源を推定することができる。

- 発作性上室性頻拍では ATP によって頻拍停止が得られることが多い。ベラパミル感受性心室頻拍は、異常プルキンエを回路に含み、ベラパミル投与により頻拍停止が得られることが多く、ATP によって頻拍が停止したとする報告はあるものの頻度は低い。



●参考文献

不整脈非薬物治療ガイドライン（2018年改訂版）

【解説】 東京医科歯科大学循環器内科 田尾 進

問2 正解 e

画像診断の著しい発展により、MRI は循環器病の診療においても重要な位置を占めるようになってきている。心臓サルコイドーシスにおいても、心臓 MRI と¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography (FDG-PET) が、「心臓サルコイドーシスの診療ガイドライン（2016年）」で主徴候に取り上げられている¹⁾。

本問は、心臓サルコイドーシスにおいて心臓

MRI で読影すべき内容に関する問いである。心臓の形態や壁運動異常・心機能の評価について Cine MRI が有用である (a) (図)。病理学的情報については、T2 強調 STIR (short TI inversion recovery) 画像により心筋浮腫が (b)、遅延造影 (Late gadolinium enhancement; LGE) により線維化が評価できる (図) (d)。LGE は高信号を呈することが多い (図) (c)。MRI より FDG-PET の方が、より炎症や活動性を反映する。そのため

免疫抑制治療の適否や治療効果判定は、現時点では FDG-PET がゴールドスタンダードである (e)²⁾。

心臓サルコイドーシスは、病期により適切なモダリティが変わっていくといわれている (表)³⁾。病初期の炎症時期は FDG-PET、心筋に浮腫が起ると T2 強調 STIR、さらに進行し線維化が起ると LGE や心エコーで心室形態変化が生じる。様々な病期の病変が心筋内に同時に存在する

ことも多く、典型的所見を示さないことも多い。MRI の LGE や native T1/T2 mapping と FDG-PET 所見の組み合わせることで、診断能や活動性の評価能の向上が報告されている^{4,5)}。

心臓サルコイドーシスの頻度は欧米に比べわが国で高く、未だ未解明な点も多いことから今後画像診断のさらなる進歩による、診断・治療の発展が期待される。

図 心臓サルコイドーシスの MRI 画像

(文献 1 P.30 図29 より改変, 引用)

- ・ Cine MRI 画像: 中隔～前壁の肥厚を認める。
- ・ T2 強調 STIR 画像: 肥厚部位に淡い高信号領域を認める。
- ・ 早期造影画像: 中隔～前壁に淡い造影効果を認める。
- ・ 遅延造影画像: T2 強調 STIR 画像に一致して中隔の心筋中間層から全層性に明瞭な LGE および前壁の心筋中間層にやや淡い斑状の LGE を認める。

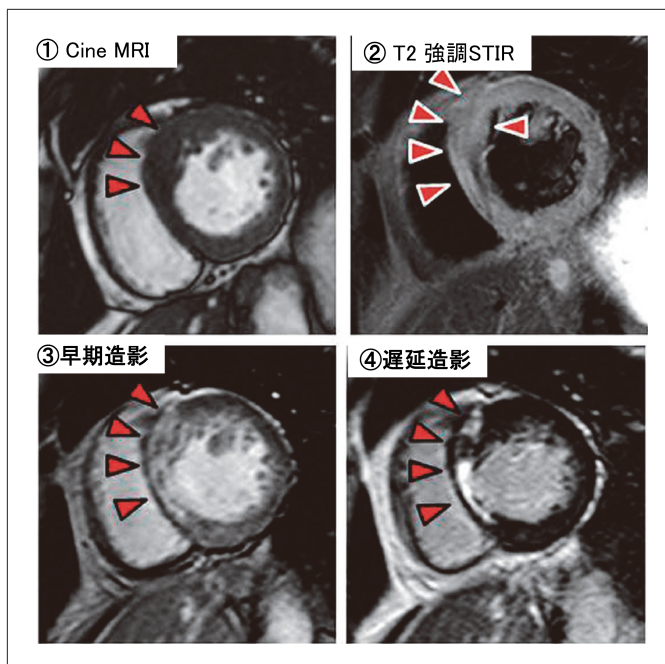


表 心臓サルコイドーシスの進展と各種画像診断モダリティの比較

3) より一部改変

病期	臨床兆候	病理	超音波	核医学		心臓 MRI		
				¹⁸ F-FDG-PET	⁶⁷ Ga シンチグラフィ	シネ MRI	T2 強調 Black Blood	遅延造影
初期	無症状	炎症の波及, 進展	正常～肥大	異常集積 (+)	異常集積 (+)	正常～肥大	炎症を反映し (+)	異常なし
中期	無症状	心筋細胞壊死, 線維化	ストレイン低下	異常集積 (+)	異常集積 (+)	ストレイン低下	炎症を反映し (+)	造影効果 (+)
後期	心不全・致死性不整脈	心筋組織障害	心室中隔菲薄化・収縮能低下・心室瘤	異常なし	異常なし	心室中隔菲薄化・収縮能低下・心室瘤	炎症は終息し (-)	造影効果 (+)

●参考文献

1) 日本循環器学会: 2016年版心臓サルコイドーシスの診療ガイドライン

2) Subramanian M, et al. Pre-Treatment Myocardial ¹⁸F-FDG Uptake Predicts Response to Immunosuppression in Patients with Cardiac Sarcoidosis. *JACC Cardiovasc*

Imaging. 2021; 14(10): 2008.

- 3) 江原省一, 他. 循環器医・放射線科医のためのゼロからわかる心臓 MRI
- 4) Vita T, et al. Complementary Value of Cardiac Magnetic Resonance Imaging and Positron Emission Tomography/Computed Tomography in the Assessment of Cardiac Sarcoidosis. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2018; 11(1): e007030.

- 5) Greulich S, et al. Hybrid Cardiac Magnetic Resonance/Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography to Differentiate Active from Chronic Cardiac Sarcoidosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022; 15(3): 445-456.

【解説】 山梨大学医学部循環器内科

植松 学, 中村和人, 佐藤 明

問3 正解 a

睡眠時ポリグラフ検査 (PSG: Polysomnography) は、睡眠時無呼吸症候群をはじめとした睡眠障害の診断に不可欠な検査である。この検査は、睡眠時無呼吸症候群、過眠症、レム睡眠行動障害など、多くの睡眠障害の診断と治療方針の決定において極めて重要である。また睡眠障害は、心血管疾患、糖尿病、うつ病などの合併症と密接に関連しているため、適切な診断と治療が求められる。以下に、選択肢の各項目を解説する。

1. 睡眠時ポリグラフ検査で測定される項目

a. 体温

体温は人体の重要な生理的指標であり、日内変動があるものの、睡眠時ポリグラフ検査の目的には直接的に関与しない。体温の変動は間接的な情報を提供することはあるものの、睡眠の状態を明確に評価するためには必要不可欠ではない。

b. 脳波 (EEG)

脳波は睡眠のステージを分類するために不可欠である。非 REM 睡眠と REM 睡眠を区別でき、睡眠の深さや異常な睡眠パターンを評価することができる。睡眠時無呼吸症候群によって引き起こされる反復的な無呼吸は、睡眠の断片化をもたらす。これにより、患者の睡眠の質や健康への影響を評価することができる。

c. 心電図 (ECG)

心電図は心臓の調律を監視し、睡眠中の心臓の

状態を評価するために必要である。睡眠時無呼吸症候群では、交感神経と副交感神経の挙動や酸素飽和度低下による心筋虚血を反映し、心拍数の異常や不整脈の増加が見られることがある。これらにより心血管疾患のリスク評価が可能となる。

d. 呼吸運動

呼吸の停止や不規則性は、睡眠時無呼吸症候群の診断において決定的である。閉塞性睡眠時無呼吸症候群では、睡眠中に呼吸努力が存在し、腹部や胸部の動きが観察される。気道が閉塞されるため、呼吸運動は持続するものの、呼吸の流れは途絶える。一方、中枢性睡眠時無呼吸症候群では、腹部や胸部の動きが観察されず、呼吸の努力も見られないことが多い。このように、呼吸運動は、呼吸パターンや呼吸の質を評価するために重要である。

e. 酸素飽和度 (SpO₂)

酸素飽和度は、呼吸と無呼吸状態を評価する上で重要である。特に睡眠時無呼吸や他の呼吸障害の診断において、低酸素血症を評価するために測定される。低酸素状態は、心血管疾患や高血圧、糖尿病などの合併症リスクを高める。酸素飽和度の著しい低下が見られる場合、CPAP (持続陽圧呼吸療法) などの介入が必要となる。一方で、低下が少ない場合は、経過観察や軽度の生活習慣改善が選択される。

【解説】 竜操整形外科病院／心臓病センター榊原病院

林田晃寛

問4 正解 b

この問題は、拡張型心筋症に伴う心不全で入院を繰り返している患者に対してガイドラインに基づく心不全治療（Guideline-Directed Medical Therapy：GDMT）を理解し、心不全に対する適切な薬剤介入を選択することを意図している。患者は70代男性で拡張型心筋症に起因する心不全で入院を繰り返しており、心房細動を合併している。心エコー検査では左室駆出率が32%であり、HFrEF（Heart Failure with Reduced Ejection Fraction）に該当する。現在 Candesartan（ARB）、Carvedilol（ β 遮断薬）、および Furosemide（ループ利尿薬）が処方されている。HFrEF 患者に対する治療では、心不全入院のリスク低減と心血管死の予防効果を期待し、SGLT2 阻害薬（例：Dapagliflozin）・アルドステロン拮抗薬（例：Spironolactone）さらに、ACE 阻害薬または

ARB の代替として心血管死および心不全入院のリスク低減を期待できる ARNi（例：Sacubitril/Valsartan）の投与を検討するべきである。

さらに本症例は心房細動を有しており、心不全入院を繰り返している70代の方なので CHADS2 スコアが最低でも3点あるため抗凝固療法が推奨される。一方、Ivabradine に関しては心房細動を有する患者では Ivabradine は適応外となる。Ivabradine は洞調律の患者に対して心拍数を低下させる効果によって心不全のアウトカムを改善させることができるが、心房細動患者には効果が認められていないことから適応外となる。

●参考文献

2021年 JCS/JHFS ガイドライン フォーカスアップデート
版 急性・慢性心不全診療

【解説】 国際医療福祉大学医学部循環器内科学 田村雄一

問5 正解 e

完全左脚ブロック（CLBBB）では、左室収縮の同期性が失われ左心機能が低下し心不全を来しうる。心臓再同期療法（CRT）これを是正する治療であり、多くの臨床試験で QRS 幅120 msec 以上の症例が対象となりその有効性が示されてきた。その後のメタ解析で、CLBBB かつ QRS 幅が150 msec 以上の症例で最も効果があり、QRS 幅が120以上149 msec 未満では治療に反応しない“ノンレスポnder”の頻度が増加するという結果が報告された¹⁾。2013年に左室駆出率が35%以下、QRS 幅130 msec 以下、かつ心エコー図で dyssynchrony を認めた症例を対象とした EchoCRT 試験が実施された²⁾。CRT 群は、対照群と比較して全死亡と心不全入院に差は認められず、死亡率は CRT 群で有意に高く、QRS 幅が130 msec 未満の症例では CRT の効果は有効性が低いと結論付けられた。一方で、左室拡張末期容積で修正した QRS 幅が、特に体格の小さな女性において CRT 症例の予後と有意な関係があるとの報告もあり³⁾、CRT の効果は QRS 幅以外にも

体格や心臓の大きさなどが関与する可能性が考えられている。

CLBBB の CRT 症例の心不全入院または死亡に対する有用性について QRS 幅での層別化したメタ解析が行われ、QRS 幅が120 msec 以上130 msec 未満では性差は認められないものの130 msec 以上150 msec 未満においては女性においてのみ有益性が高い事が示された⁴⁾。日本人を含むアジア人を対象とした CRT レジストリである Advanced CRT 研究ではアジア人は非アジア人に比べて症状スコアで定義した際の CRT のレスポnderの割合について QRS 幅が120 msec 以上から150 msec 未満、および QRS 幅 $\geq$ 150 msec の群において有意に高かったと報告している⁵⁾。さらに、心臓死や心不全イベントをエンドポイントとした場合も、アジア人においては、QRS 幅が120 msec 以上150 msec 未満で CRT の有効性が示され、身長で補正 QRS 幅が CRT の有効性と強く相関していた。5つの無作為割り付け試験のメタ解析においても、性別・QRS 幅・心不全の病因・左室拡張末期径・身長が全死亡および心

不全入院に影響を与える因子であることが示されている⁶⁾.

以上の結果を踏まえて、日本循環器学会2024年不整脈治療フォーカスアップデート版では、NYHA 心機能分類Ⅱ以上の心不全患者のうち、QRS 幅が120 msec 以上150 msec 未満の mid-range QRS で CLBBB が認められる症例における CRT 植込みは女性で推奨クラスⅠ、男性で推奨クラスⅡa となっている⁷⁾.

本症例では、致死性心室性不整脈の既往は無いものの、NYHA 心機能分類Ⅱの心不全症状があり左室駆出率が35%以下であるため心臓突然死の一次予防目的での除細動機能付きの CRT-D がクラスⅡa での推奨となる（非持続性心室頻拍があればクラスⅠの推奨）。薬物治療に関しては、陳旧性心筋梗塞の既往がありガイドラインに準拠した心不全薬物療法の強化は重要であるが、本症例に関しては CLBBB の新規出現に伴い心不全症状が悪化しており、徐脈傾向に加えた低血圧もあることから、 β 遮断薬の増量や ARNI への切り替えの優先順位は低いと考えられる。

●参考文献

- 1) Daubert JC, Saxon L, Adamson PB, Auricchio A, Berger RD, Beshai JF, Breithard O, Brignole M, Cleland J, DeLurgio DB, et al. 2012 EHRA/HRS expert consensus statement on cardiac resynchronization therapy in heart failure: implant and follow-up recommendations and management. *Europace : European pacing, arrhythmias, and cardiac electrophysiology : journal of the working groups on cardiac pacing, arrhythmias, and cardiac cellular electrophysiology of the European Society of Cardiology*. 2012; 14: 1236-1286. doi: 10.1093/europace/eus222
- 2) Ruschitzka F, Abraham WT, Singh JP, Bax JJ, Borer JS, Brugada J, Dickstein K, Ford I, Gorcsan J, 3rd, Gras D, et al. Cardiac-resynchronization therapy in heart failure with a narrow QRS complex. *The New England journal of medicine*. 2013; 369: 1395-1405. doi: 10.1056/NEJMoal306687
- 3) Zwitterink A, Friedman DJ, Klem I, van de Ven PM, Vink C, Biesbroek PS, Hansen SM, Emerek K, Kim RJ, van Rossum AC, et al. Size Matters: Normalization of QRS Duration to Left Ventricular Dimension Improves Prediction of Long-Term Cardiac Resynchronization Therapy Outcome. *Circulation Arrhythmia and electrophysiology*. 2018; 11: e006767. doi: 10.1161/circep.118.006767
- 4) Zusterzeel R, Selzman KA, Sanders WE, Caños DA, O'Callaghan KM, Carpenter JL, Piña IL, Strauss DG. Cardiac resynchronization therapy in women: US Food and Drug Administration meta-analysis of patient-level data. *JAMA Intern Med*. 2014; 174: 1340-1348. doi: 10.1001/jamainternmed.2014.2717
- 5) Varma N, Wang JA, Jaswal A, Sethi KK, Kondo Y, Joung B, Yoo D, Auricchio A, Singh JP, Lee K, et al. CRT Efficacy in "Mid-Range" QRS Duration Among Asians Contrasted to Non-Asians, and Influence of Height. *JACC Clinical electrophysiology*. 2022; 8: 211-221. doi: 10.1016/j.jacep.2021.09.012
- 6) Linde C, Cleland JGF, Gold MR, Claude Daubert J, Tang ASL, Young JB, Sherfese L, Abraham WT. The interaction of sex, height, and QRS duration on the effects of cardiac resynchronization therapy on morbidity and mortality: an individual-patient data meta-analysis. *European journal of heart failure*. 2018; 20: 780-791. doi: 10.1002/ejhf.1133
- 7) 岩崎雄. 2024年改訂フォーカスアップデート版不整脈治療. 日本循環器学会ガイドラインシリーズ. 2024.

[解説 日本医科大学付属病院 岩崎雄樹]