

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K08028

研究課題名(和文) デジタル心電データを用いた不整脈ストーム化の予測と心臓突然死予防

研究課題名(英文) Prediction of the arrhythmic storm using digital electrocardiographic data and prevention of sudden cardiac death.

研究代表者

森田 宏 (Morita, Hiroshi)

岡山大学・医歯薬学域・教授

研究者番号：50322227

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：重症不整脈症候群における解析を行った。心臓サルコイドシスでは、QRS棘波の程度・分布、ε波が不整脈ストームと関連していた。いずれも著明な伝導障害を示す所見であり、その結果心拍数の早い心室頻拍(VT)、多形性VT、多種類のVTが不整脈ストーム時に発生した。Brugada症候群の完全右脚ブロックは60%の例で右脚末梢から右室心筋にかけての伝導障害が原因であった。得に興奮伝播遅延が著明な例では、心室細動(VF)発生が頻回であった。早期再分極症候群(ERS)では、QT・QTp間隔の短縮、上海スコアシステム高値、低体温療法がストーム発生と関連していた。致死的不整脈発生に共通して伝導障害が重要である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

不整脈疾患における最重症形態である、心室頻拍・心室細動の電気的ストームと関連する心電図所見を報告した。主に解析したものが、遺伝性不整脈及び二次性心筋症疾患であるが、伝導障害が重症不整脈発生と関連することが共通しており、他の疾患においても、同様な指標が重症化予測に有用である可能性が考えられる。これらの指標を判定することで、各種不整脈疾患における重症化を予測し、その発生予防が可能となる。これにより、突然死の予防、疾患の重症化を防ぎ、入院や死亡による社会的損失や医療費の削減にもつながると考えられる。

研究成果の概要(英文)： We analyzed the characteristics of lethal arrhythmic syndromes. In cases with cardiac sarcoidosis, the distribution and severity of the fragmented QRS, and epsilon wave were associated with electrical storm (ES). Both electrocardiographic signs represent significant conduction abnormality. Sixty percent of patients with Brugada syndrome and complete right bundle branch block had remarkable conduction delay at the terminal of the right bundle branch and myocardium, and it was associated with frequent occurrence of ventricular fibrillation (VF). ES of the early repolarization syndrome was associated with short QT and QTp intervals, high points of the Shanghai Score System, and therapeutic hypothermia. The conduction abnormality was a common arrhythmogenic substrate promoting ES in various arrhythmic syndromes.

研究分野：循環器内科学

キーワード：心臓突然死 不整脈ストーム デジタル心電図 心室頻拍 心室細動 重症化予測 伝導障害

1. 研究開始当初の背景

(1) 心臓突然死は心室頻拍、心室細動といった重症心室性不整脈が主要な原因を占める。不整脈発生リスクを評価し、適切な治療を行っていても、高リスク例では不整脈ストーム (electrical storm) が発生し、短時間に頻回の心室頻拍・細動をくり返し、治療抵抗性で極めて予後不良となる。突然死予防のため、様々なリスク評価法が提唱されてきたが、不整脈ストームの予測研究は十分行われていなかった。

(2) 我々はデジタル心電情報における新しいリスク指標である QRS 波形の分裂電位 (分裂性 QRS 電位) や J 波、T 波細分析などに注目し、心疾患における致死的不整脈や心不全の発生リスクを検討し、予測因子としてその有用性を報告してきた。心室ストーム化の基盤として障害心筋やイオンチャンネル機能異常があり、これらの基質は、デジタル心電情報に反映されると考えられる。

2. 研究の目的

(1) 本研究では致死的不整脈の中でも最も対応が困難で予後不良な重症不整脈ストーム化と関連する因子をデジタル情報記録心電図で同定し、様々な心疾患における致死的不整脈発生を予測することを目的とする。

(2) 的確なリスク予測によるストーム発生予防により、各種心疾患の突然死発生率を低下させ、社会的損失の予防や医療費の軽減にも繋げる。

3. 研究の方法

(1) 各種心疾患でデジタル心電データから危険因子を同定し、不整脈ストームの予測ツールを作成する。

(2) 対象疾患：心筋症 (肥大型心筋症、拡張型心筋症、心サルコイドーシス)、特発性心室細動 (Brugada 症候群、J 波症候群)、成人先天性心疾患 (特に Fallot 四徴症)、陳旧性心筋梗塞など

4. 研究成果

今回の研究では、重症不整脈症候群として、心臓サルコイドーシス、Brugada 症候群、早期再分極症候群を中心に解析を行った。

(1) 心臓サルコイドーシス：持続性心室不整脈 (心室頻拍、心室細動) を有する 52 例の心臓サルコイドーシス例で、電気的ストーム群 (25 例) 及び非ストーム群 (27 例) 間で、臨床的指標の差異を検討した。その結果、QRS 棘波の程度、心室内での分布、 ϵ 波の存在が不整脈ストームと関連が見られた。心臓サルコイドーシスで心室頻拍を来す症例は電気的ストームを来す、重症心室性不整脈例が半数を占め、多くの例で生命危機のリスクが高いと考えられた。特に心室内伝導障害が強い例 (著明な fQRS、波) 多形性・多源性心室頻拍例、二方向性心室頻拍例、心室頻拍の拍数が早い例が、電気的ストーム発生と関連が見られた (図 1)。高リスク例では ICD/CRT-D 植込みが推奨されるが、それでもなお、突然死を来す可能性があることは留意しなければならない。

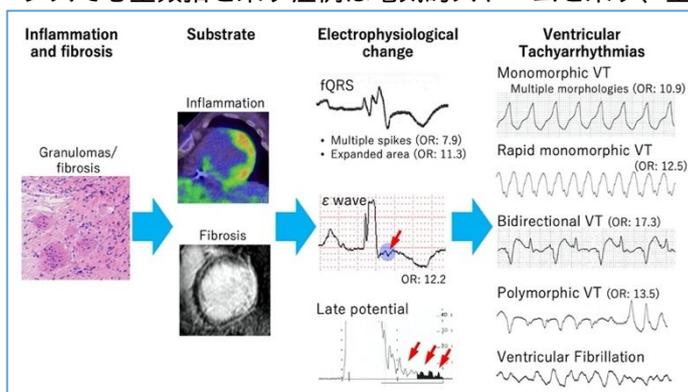


図 1 心臓サルコイドーシスにおける不整脈ストーム発生因子

(2) Brugada 症候群における完全右脚ブロックの成因と心室細動との関連：Brugada 症候群は右脚ブロックを合併することがあり、完全右脚ブロックを有する例では発作再発が多いことが報告されている。通常完全右脚ブロックは右脚本幹での伝導障害で発生することが知られているが、Brugada 症候群での右脚ブロックの成因と不整脈発生の関連は検討されていない。今回、87 点体表面電位図を使用し、興奮伝導パターンから、右脚ブロックの成因および不整脈発生との関連について検討した。Brugada 症候群症例 11 例で、臨床所見、心電図指標、体表面電位図を記録した。対照群として、カテーテル検査中にカテーテルの右脚擦過により、一過性の完全右脚ブロックを呈した、明らかな器質的心疾患を合併していない 7 症例と比較した (右脚本幹による伝導障害)。対照群ではカテーテル検査中に 87 点体表面電位図を記録した。体表面電位図記録

でQRS onset から peak -dV/dT までの時間を局所興奮伝導時間とし、興奮伝播パターンを2群で比較検討した。体表面電位図を右室流出路、右室下側壁、心室中隔、左室領域の4領域に分け、興奮伝播時間を検討した。対照群では全例で右室全域の興奮伝導時間が遅れ、心室中隔で伝導遅延を認めた。左室の興奮伝播パターンは正常であった。Brugada 症候群例では、全例で右室中部～右室流出路の著明な興奮伝導遅延を認めた(図2)。右室下側壁では、対照群と同様に全体の興奮が遅れる群と、興奮伝播がこの領域では遅延がみられない二群に分類された。Brugada 症候群で右室前壁～流出路のみが遅れる例は右脚末梢以降の伝導障害が強いと考えられ、右室全領域遅延+流出遅延は右脚本幹の障害に加え、右室心筋での伝導障害も強いと考えられた。後者で心室細動、不整脈原性失神の割合が多くみられた。一例では不完全右脚ブロックから完全右脚ブロックへの移行がみられ、右室流出路の伝導遅延領域が広がることで、完全右脚ブロックに移行することが観察された。

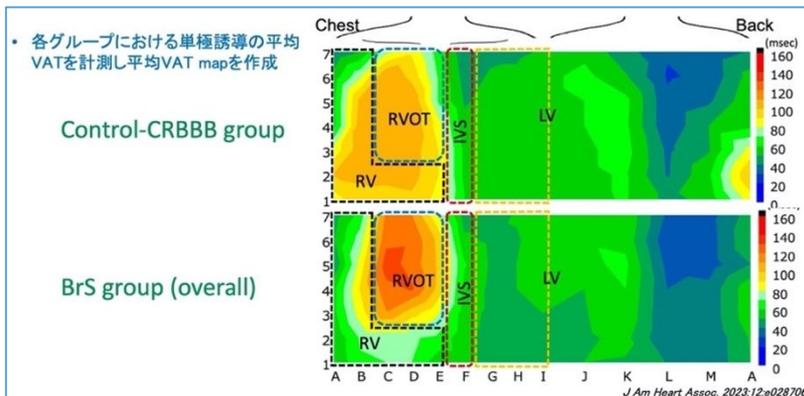


図2 右脚ブロックにおける興奮伝播パターン Brugada症候群では右室前壁から流出路にかけての興奮伝導遅延が著明である。

(3) Brugada 症候群におけるデバイス植込み後の意識消失の原因：当院で加療中の植込み型除細動器 (ICD) 植込み後の Brugada 症候群症例 112 例で、経過中の意識消失発作の原因について検討を行った。当院初診時の症状として、心室細動・頻拍が 31 例、意識消失 46 例、無症状 35 例であった。平均年齢は 47 歳、111 例が男性であった。平均観察期間 12.2 年の間に 41 例(37%)で ICD 植込み後の意識消失がみられた(図3)。意識消失は無症候例の 5 例、意識消失例の 14 例、心室不整脈例の 16 例に発生した。35 例(31%)は心室不整脈による意識消失であり、ICD 適切作動により心室細動の停止がみられた。一方、非不整脈性意識消失は 6 例にみられた。診断としては 2 例が神経調節性失神、4 例がてんかんであった。てんかんは安静時や睡眠時に発作が発生し、症状安定時はくり返し脳波を記録しても異常が確認されないことが多かった。ICD 植込み後てんかん発作の再発は数ヶ月から 10 年以上と広範囲で、発作時の心電図を捉えることが困難であり、また突然死家族歴を有するものもあった。てんかん例の発作状況、発作時の痙攣は、Brugada 症候群の心室細動時の症状と酷似しており、ICD 植込み時の診断には限界があると考えられた。

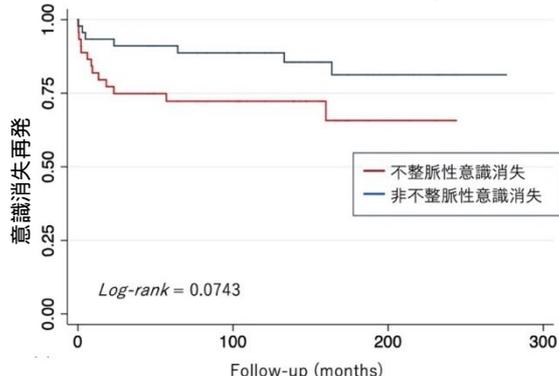


図3 植込み型除細動器移植後の失神再発

(4) Brugada症候群におけるナトリウムチャンネル遮断薬負荷の意義：Brugada症候群の診断にはタイプ1 (coved型) 波形の確認が必須であり、非タイプ1 (saddleback型) 波形の症例でNaチャンネル遮断薬負荷試験を行う。通常、自然タイプ1波形は非タイプ1波形の症例に比べ、心室細動発生率が効率である(図4)一方では負荷試験に伴い、重症不整脈が発生する事があり、人工心肺まで必要となった症例も報告されている。しかしながら、Naチャンネル負荷試験で著明なST上昇や心室期外収縮が頻発する場合、将来の心室細動発生リスクと関連することが分かった。欧米では自然タイプ1 (coved型) Brugada波形を呈する場合、Naチャンネル遮断薬負荷試験は禁忌となったが、我が国で通常使用されるNaチャンネル遮断薬のpilsicainideはAjmalineに比べ、重症不整脈発生の報告は少なく、リスク評価のために使用継続が可能かも知れない。

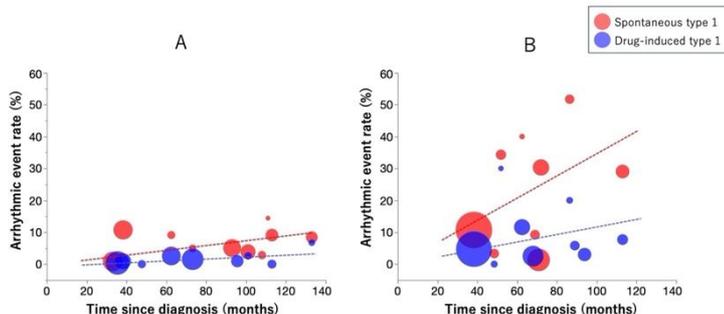


図4 Brugada症候群における心室細動発生。無症候例 (A)、有症候例 (B)

(5) 早期再分極症候群における不整脈基質分布の検討：心室細動ないし不整脈性失神を有する 35 例の早期再分極症候群例および 30 例の下側壁誘導に J 波を認めない特発性心室細動例において 87 点体表面電位図 (8 例) と導出 15 誘導心電図 (V7-9) を用いて J 波の分布を検討し、また心室細動誘発性期外収縮の起源を検討した。早期再分極症候群症例では 1 例を除き全例で後壁誘導の J を認めた。一方、下側壁に J 波を認めない特発性心室細動群において、後壁領域 (V7-9) に J 波を有する例が 5 例認められた。この結果は心電図に特徴の無い IVF の 20% に後壁の早期再分極症候群が含まれるということを示唆する (図 5)。体表面電位図では全例で背側に広く J 波が記録された。また心室細動を誘発する期外収縮を 5 例で記録し、うち 4 例は左室後壁起源の心室期外収縮と考えられた。この結果より早期再分極症候群の不整脈基質と不整脈源性は左室後壁領域に存在する可能性が示され、早期再分極症候群患者における risk 評価として後壁誘導 (V7-9) の重要性が示唆された。

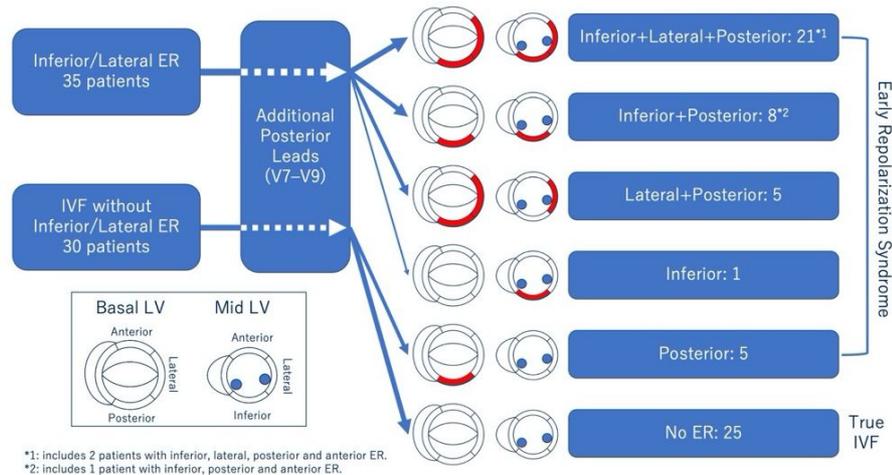


図 5 早期再分極症候群と特発性心室細動での J 波分布

(6) 早期再分極症候群における心室細動電気的ストームの特徴及び予測因子の検討：心室細動ないし不整脈性失神を有する 44 例の早期再分極症候群例において心室細動ストームの発生頻度、リスク因子を検討した。突然死家族歴は 6 例に見られ、SCN5A 変異は遺伝子検査施行した 17 例中、1 例で陽性であった。心室細動ストームは 24 時間以内に 3 回の除細動を有する発作と定義した。早期再分極症候群 44 例中 13 例 (30%) で心室細動ストームが発生した (図 6)。心室細動ストーム 11 例では初回心室細動と関連して発生し、2 例では経過観察中に植込み型除細動器の頻回作動として発生した。6 例では、心肺蘇生後の低体温中に J 波の著明な増大とともに電気的ストームが見られた。急性期治療として、isoproterenol の持続静注が 5 例で施行され、いずれも著効し、速やかなストームの沈静化が得られた。電気的ストームのリスク因子として、QT 間隔・QTp 間隔 (Q 波から T 波頂点まで) の短縮 (Odds 比 [OR]: QT: 8.6, QTp: 6.7)、ナトリウムチャンネル遮断薬投与で右側胸部誘導の ST 上昇 (OR: 8.4) 診断基準である Shanghai Score System 高得点 (≥ 5 点, OR: 5.5) が電気的ストームのリスク因子であった。また、低体温療法の施行は急性期電気的ストーム発生の促進因子であった (OR: 4.5)

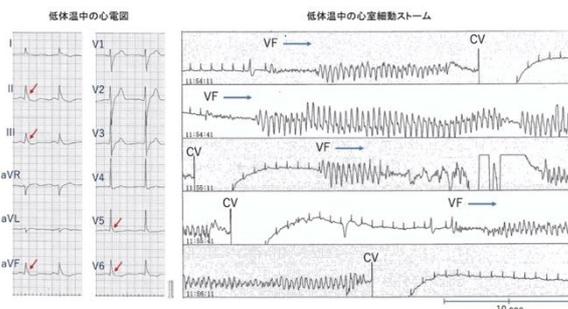
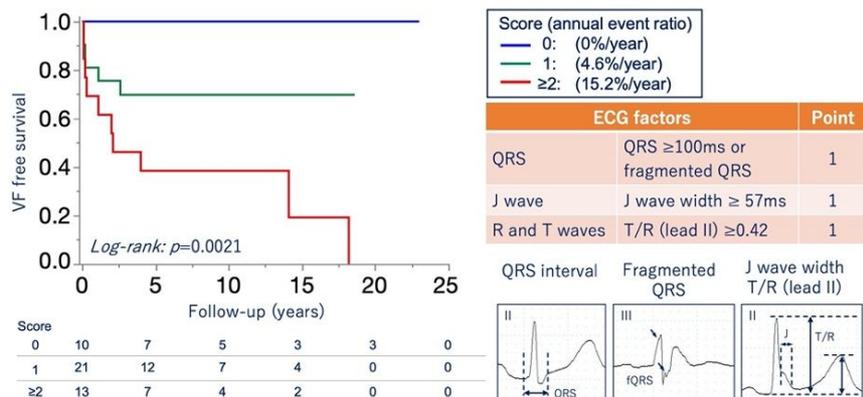


図 6 早期再分極と心室細動ストームの発生

(7) 早期再分極症候群の長期的心室細動発生のリスク評価：早期再分極症候群で、リスクの高い J 波は case-control や観察研究でいくつか報告されているが、実際に心室細動を発症している例でのリスク因子は十分に検討されていない。高リスクの早期再分極症例は ICD 治療が必須であるが、経過観察中の心室細動発生の予測は、適切作動を減少させるために重要である。



1986年から2023年にかけて当院にコンサルトされた早期再分極症例44例を対象とした。早期再分極症候群の定義は心室細動・心停止・不整脈性失神を有し、著明なJ波を認める症例とした。経過中の心室細動発生について、様々な臨床指標、心電図指標について検討を行った。経過観察中に心室細動・心停止・不整脈性失神をきたしものは16例、症状がなかったものは28例であった。年齢、性別、突然死家族歴、初期症状、発作状況は両群で有意差を認めなかった。心電図指標では心室細動群で有意にQRS幅の延長、3誘導以上でのQRS棘波、T/R電位比高値、J幅延長、急性期J波変動が見られた。J波高や分布領域、J波形態、ST部分形態は両群で差を認めなかった。特殊検査では加算平均心電図が陽性、RMS40低値、ナトリウムチャンネル遮断薬負荷試験で右側胸部誘導ST上昇を来す例が心室細動群で多く見られた。電気生理学的検査による心室細動誘発は両群で差を認めなかった。単変量解析でQRS幅延長、QRS棘波、J幅延長、T/R波電位比高値、遅延電位陽性、RMS40低値、ナトリウムチャンネル遮断薬負荷試験陽性が経過観察の心室細動発生予測因子であった。通常的心電図指標を1)QRS異常(QRS延長、棘波)2)J波異常(J幅延長)3)T/R波電位比高値の3指標を各1点として、リスクスコアを作成すると、点数が高いほど心室細動発生が高率であった(図7)。

図7 早期再分極症候群での心室細動発生因子

<引用文献>

1. Morita H, Nakagawa K, Ueoka A, Mizuno T, Masuda T, Asada S, Miyamoto M, Kawada S, Nishii N, Nakamura K. Significant delayed conduction and characteristic ventricular tachycardias in patients with cardiac sarcoidosis and electrical storm. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2024;35:307-316. doi: 10.1111/jce.16156
2. Morimoto Y, Morita H, Ejiri K, Mizuno T, Masuda T, Ueoka A, Asada S, Miyamoto M, Kawada S, Nakagawa K, et al. Significant Delayed Activation on the Right Ventricular Outflow Tract Represents Complete Right Bundle-Branch Block Pattern in Brugada Syndrome. *J Am Heart Assoc.* 2023;12:e028706. doi: 10.1161/JAHA.122.028706
3. Asada S, Morita H, Mizuno T, Masuda T, Ueoka A, Miyamoto M, Kawada S, Nakagawa K, Nishii N. Syncope and loss of consciousness after implantation of a cardioverter-defibrillator in patients with Brugada syndrome: Prevalence and characteristics in long-term follow-up. *Heart Rhythm O2.* 2023;4:641-649. doi: 10.1016/j.hroo.2023.09.007
4. Wilde AAM, Amin AS, Morita H, Tadros R. Use, misuse, and pitfalls of the drug challenge test in the diagnosis of the Brugada syndrome. *Eur Heart J.* 2023;44:2427-2439. doi: 10.1093/eurheartj/ehad295
5. Miyamoto M, Morita H, Mizuno T, Masuda T, Ueoka A, Asada S, Kawada S, Nakagawa K, Nishii N. Significance of left posterior extension of early repolarization in patients with J-wave syndrome. *Heart Rhythm.* 2023;20:1729-1736. doi: 10.1016/j.hrthm.2023.08.032
6. Morita H, Asada S, Ueoka A, Mizuno T, Masuda T, Miyamoto M, Kawada S, Nakagawa K, Nishii N, Yuasa S. Risk Stratification for the Occurrence of Ventricular Fibrillation in Patients with Early Repolarization Syndrome. *Heart Rhythm.* 2024. doi: 10.1016/j.hrthm.2024.04.101
7. Morita H, Ueoka A, Mizuno T, Masuda T, Asada S, Ejiri K, Miyamoto M, Kawada S, Nakagawa K, Nishii N, et al. Clinical characteristics of electrical storm in patients with early repolarization syndrome. *Heart Rhythm.* 2024;21:562-570. doi: 10.1016/j.hrthm.2024.01.016

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Morimoto Y, Morita H, Ejiri K, Mizuno T, Masuda T, Ueoka A, Asada S, Miyamoto M, Kawada S, Nakagawa K, Nishii N, Nakamura K Ito H	4. 巻 -
2. 論文標題 Significant Delayed Activation on the Right Ventricular Outflow Tract Represents Complete Right Bundle Branch Block Pattern in Brugada Syndrome.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of American Heart Association	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1161/JAHA.122.028706	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Nakagawa Koji, Akagi Teiji, Takaya Yoichi, Miki Takashi, Kijima Yasufumi, Nakayama Rie, Toh Norihisa, Nishii Nobuhiro, Nakamura Kazufumi, Morita Hiroshi, Ito Hiroshi	4. 巻 101
2. 論文標題 Temporary balloon occlusion test can overestimate the risk of acute pulmonary edema after transcatheter atrial septal defect closure	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Catheterization and Cardiovascular Interventions	6. 最初と最後の頁 390-395
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/ccd.30556	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takahashi Masahiko, Okawa Keisuke, Morimoto Takeshi, Tsushima Ryu, Sudo Yuya, Sakamoto Ai, Sogo Masahiro, Ozaki Masatomo, Doi Masayuki, Morita Hiroshi, Okumura Ken, Ito Hiroshi	4. 巻 51
2. 論文標題 Impact of direct oral anticoagulant use on mortality in very old patients with non-valvular atrial fibrillation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Age and Ageing	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/ageing/afac146	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Saito Yukihiro, Nakamura Kazufumi, Yoshida Masashi, Sugiyama Hiroki, Akagi Satoshi, Miyoshi Toru, Morita Hiroshi, Ito Hiroshi	4. 巻 13
2. 論文標題 Enhancement of pacing function by HCN4 overexpression in human pluripotent stem cell-derived cardiomyocytes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Stem Cell Research & Therapy	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s13287-022-02818-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nagata Y, Watanabe R, Eichhorn C, Ohno S, Aiba T, Ishikawa T, Nakano Y, Aizawa Y, Hayashi K, Murakoshi N, Nakajima T, Yagihara N, Mishima H, Sudo T, Higuchi C, Takahashi A, Sekine A, Makiyama T, Tanaka Y, Watanabe A, Tachibana M, Morita H, Yoshiura K, Tsunoda T, Watanabe H, Kurabayashi M, Nogami A, et al.	4. 巻 17
2. 論文標題 Targeted deep sequencing analyses of long QT syndrome in a Japanese population	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e277242-277242
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0277242	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wilde AAM, Amin AS, Morita H, Tadros R	4. 巻 -
2. 論文標題 Use, misuse, and pitfalls of the drug challenge test in the diagnosis of the Brugada syndrome.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 European Heart Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ishikawa T, Kimoto H, Mishima H, Yamagata K, Ogata S, Aizawa Y, Hayashi K, Morita H, Nakajima T, Nakano Y, Nagase S, Murakoshi N, Kowase S, Ohkubo K, Aiba T, Morimoto S, Ohno S, Kamakura S, Nogami A, Takagi M, Karakachoff M, Dina C, Schott JJ, Yoshiura KI, Horie M, Shimizu W, Nishimura K, Kusano K and Makita N.	4. 巻 42
2. 論文標題 Functionally validated SCN5A variants allow interpretation of pathogenicity and prediction of lethal events in Brugada syndrome.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Eur Heart J.	6. 最初と最後の頁 2854-2863
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/eurheartj/ehab254	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nishii N, Nishimoto T, Mizuno T, Masuda T, Asada S, Miyamoto M, Kawada S, Nakagawa K, Nakamura K, Morita H, Morimatsu H, Kasahara S and Ito H.	4. 巻 18
2. 論文標題 Prognosis of patients with severe left ventricular dysfunction after transvenous lead extraction and the need for additional hemodynamic support in the perioperative period.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Heart Rhythm	6. 最初と最後の頁 962-969
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.hrthm.2021.01.026	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Okawa K, Hara S, Morimoto T, Tsushima R, Sudo Y, Sogo M, Ozaki M, Takahashi M, Doi M, Morita H and Ito H.	4. 巻 18
2. 論文標題 Effect of preprocedural pharmacologic cardioversion on pulmonary vein isolation in patients with persistent atrial fibrillation.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Heart Rhythm	6. 最初と最後の頁 1473-1479
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.hrthm.2021.04.027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ogura S, Nakamura K, Morita H, Nakagawa K, Nishii N, Akagi S, Toh N, Takaya Y, Yoshida M, Miyoshi T, Watanabe A and Ito H	4. 巻 79
2. 論文標題 Fragmented QRS as a predictor of cardiac events in patients with cardiac sarcoidosis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J Cardiol	6. 最初と最後の頁 446-452
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jjcc.2021.10.022.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Saito Y, Nakamura K, Yoshida M, Sugiyama H, Akagi S, Miyoshi T, Morita H and Ito H.	4. 巻 13
2. 論文標題 Enhancement of pacing function by HCN4 overexpression in human pluripotent stem cell-derived cardiomyocytes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Stem Cell Res Ther	6. 最初と最後の頁 141-141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13287-022-02818-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 森田 宏
2. 発表標題 遺伝性不整脈のデバイス治療 (Brugada症候群)
3. 学会等名 不整脈心電学会 冬期植込みデバイス大会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森田 宏
2. 発表標題 J波症候群（Brugada症候群、早期再分極症候群）の機序と臨床電気生理学的特徴
3. 学会等名 第55回河口湖心臓討論会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森田 宏
2. 発表標題 J wave syndromes -up to date-
3. 学会等名 特発性心室細動研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroshi Morita
2. 発表標題 Can we provide appropriate risk stratification in early repolarization syndrome?
3. 学会等名 Japanese Heart Rhythm Society 2022（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森田 宏
2. 発表標題 J wave syndromes up to date
3. 学会等名 特発性心室細動研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計7件

1. 著者名 伊藤 浩、山下武志	4. 発行年 2022年
2. 出版社 南江堂	5. 総ページ数 520
3. 書名 循環器疾患最新の治療2022-2023	

1. 著者名 池田 隆徳	4. 発行年 2022年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 312
3. 書名 今さら聞けない心電図	

1. 著者名 伊藤 浩	4. 発行年 2022年
2. 出版社 文光堂	5. 総ページ数 314
3. 書名 令和の心不全治療ガイド	

1. 著者名 森田 宏	4. 発行年 2022年
2. 出版社 南江堂	5. 総ページ数 502
3. 書名 循環器疾患最新の治療 2022-2023	

1. 著者名 森田 宏	4. 発行年 2021年
2. 出版社 文光堂	5. 総ページ数 829
3. 書名 臨床循環器学	

1. 著者名 森田 宏	4. 発行年 2022年
2. 出版社 文光堂	5. 総ページ数 301
3. 書名 令和の心不全治療ガイド	

1. 著者名 森田 宏	4. 発行年 2022年
2. 出版社 MEDICAL VIEW	5. 総ページ数 299
3. 書名 今さら聞けない心電図 改訂第2版	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	川田 哲史 (Kawada Satoshi) (40897576)	岡山大学・大学病院・助教 (15301)	異動のため2023年10月4日削除

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	浅田 早央莉 (Asada Saori)		
研究協力者	宮本 真和 (Miyamoto Masakazu)		
研究協力者	上岡 亮 (Ueoka Akira)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
	オランダ	University of Amsterdam	University de Montreal	
イスラエル	Tel-Aviv University	Universita della Svizzera italiana	niversity Hospital Munster	他49機関