

グラフ ECG の読み方

新しい心電計 — 長時間記録心電計とウェアラブル心電計 —

渡邊 英一*

内容紹介

出現頻度が低い不整脈の診断には、長時間の心電図記録が有用である。これまで、24 時間ホルター心電図が多用されてきたが、これは入浴制限や頻回の来院が必要など、制限が多かった。近年、患者負担が少なく、数日にわたって記録できる新たな心電図デバイスが登場してきた。今回は、検脈やデジタル血圧計など身近な不整脈検出法や新規デバイスを紹介し、その使い方や心電図実例を示す。

はじめに

発生頻度の低い不整脈の診断には、心電図長時間記録が有用であることはよく知られている。これまで、長時間記録できる機器として 24 時間ホルター心電図が使われてきたが、電池やメモリーの技術進歩によって、数日にわたって記録できる新たな心電図デバイスが登場した(図 1)。さらに、長時間記録によって得られる大量なデータを、AI (人工知能) を用いて解析することにより、技師の労力削減も得られる。

I. 検脈とデジタル血圧計

不整脈の検出に検脈は有用である。橈骨動脈の拍動から脈拍数を数えさせ、また、正常な脈と不整脈の鑑別について教育することで、心房細動の早期発見に役立つ¹⁾。また、オシロメトリー法を採用している最近のデジタル血圧計は、脈の不整を検出するものがある。検脈よりも不整脈検出能が高く、また、心房細動の検知に優れるという報告がある²⁾。自動血圧計で血圧が測れない場合は不整脈が原因のことがある。

II. ウェアラブル心電計(スマートフォンとスマートウォッチ)

スマートフォンのカメラ部分から出る LED ライトが皮膚に当たると光電脈波が発生する。この光電脈波の頂点間隔の不規則性などを計算して不整脈を検出するアプリがある³⁾。感度や特異度は高いものの偽陽性が多い傾向がある。スマートウォッチの裏側には LED ライトが装着されており、腕で感知される光電脈波処理によって不整脈通知がなされる。これを用いて、不整脈通知がなされた症例に貼付型(パッチ型)ループ式心電計を送付して 2 週間の心電図記録を行って心房細動の有病率を調べた大規模研究がある (Apple Heart Study⁴⁾ と Huawei Heart Study⁵⁾)。陽性的中率はそれぞれ 84%⁴⁾ と 91.6%⁵⁾ であった。光電脈波による不整脈波検出能については人種差があり、アジア人や白人では診断能は高いものの、肌の色が

— Key words —

動悸, 失神, 不整脈, 心電図

* Eiichi Watanabe: 藤田医科大学 ばんだね病院循環器内科 教授

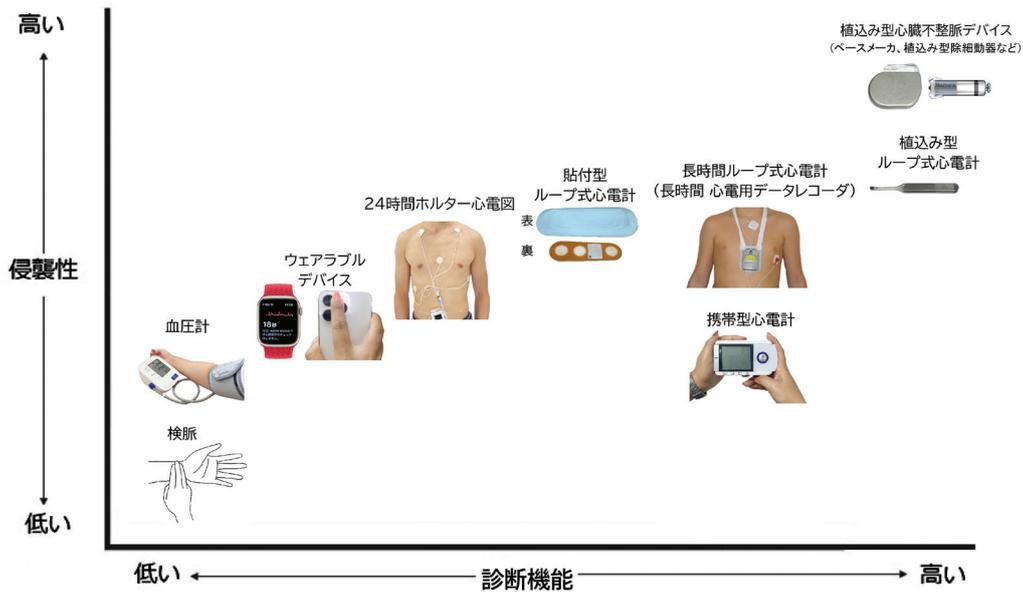


図1 不整脈検出法

不整脈診断に用いられる機器の侵襲性と診断機能で配置した。メドトロニック、バイオトロニック、JSR、日本光電、マイクロポートの許可を得て転載。

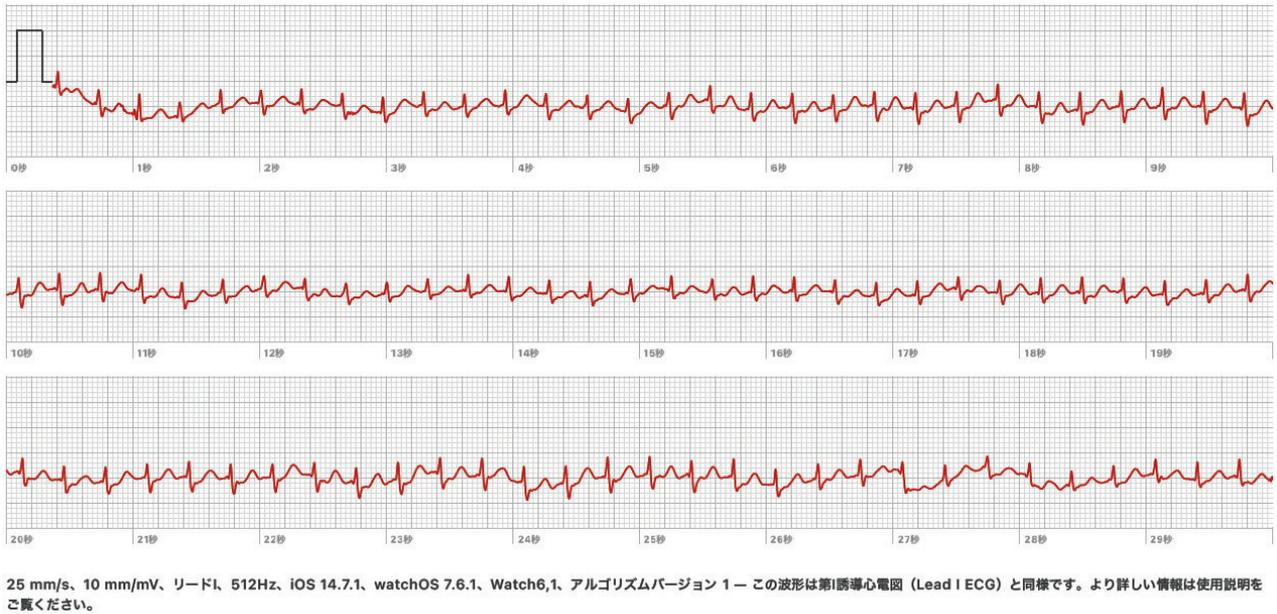


図2 アップルウォッチで記録された心房細動記録

動悸を感じて記録し心電図記録しプリントアウトして受診した。30秒間のI誘導記録で脈拍は約180/分であった。アップルウォッチは脈拍が120/分を超えた場合は、心房細動診断は行わず頻拍と記す。

濃くなると診断能が下がる⁶⁾。アップル社のスマートウォッチ(アップルウォッチ)は竜頭(デジタルクラウン)に触れることで、30秒間のI誘導心電図が記録できる。この記録はペアリングされたiPhoneにアプリをインストールしておく

心電図PDFファイルが得られる。これを持参して外来を受診することがある(図2)。この場合は、ホルター心電図や12誘導心電図で確定診断を行った後に治療を行う。

Ⅲ. 貼付型(パッチ型)ループ式心電計

失神を引き起こす不整脈や発生頻度の低い動悸発作の診断は困難である。患者は、失神のたびに救急外来を受診して、ホルター心電図検査を行うが、なかなか診断にたどり着かない。ホルター心電図検査は、入浴制限や脱着のために何度か来院する必要があるため、検査をためらう患者も少なくない。また、ホルター心電計を常備していない医療施設では、専門医へ紹介するか、医師会やメーカーから機器をレンタルしなければならない。

この解決策として、最近、1~数日間の連続心電図記録(ループ式)が可能な貼付型(パッチ型)心電計が注目されている。これは、前胸部左側(鎖骨の下側)に貼り付けて使用する1回使い切りのものである。心電計の上に防水フィルムを貼ることでシャワー浴が可能である。記録期間が終了したら、自分ではがして郵便などでメーカーに返送する。その数日後に医療スタッフへ解析通知メールが送られてくるため、URLにアクセスして解析結果を確認し、必要に応じて波形ファイルをダウンロードして患者に説明する(図3)。この心電計の利点は、検査終了時に再診する必要がないことと、入浴制限が少ないことである。しかし、1チャンネル記録であるため、短時間のノイズを不整脈と誤認することがあり、また、ST-T変化を見る必要がある虚血性心疾患の検出に限界がある。数日間の心電図波形ファイルは膨大な量となるため、画面を目視でチェックしたり、プリントアウトして確認するのは大変な労力と時間がかかる。この解決策として、AI(人工知能)を用いた自動解析がなされる機種もある⁷⁾。最近では心房細動アブレーション後の再発を確認する目的や、潜在的な脳梗塞の原因として心房細動がないかを調べる目的で使用されるケースが増えている。

Ⅳ. 長時間ループ式心電計

長時間ループ式心電計は、約4週にわたって2チャンネル心電図が連続記録できる(図4)。入浴の際には、患者自身で電極をはがして、入浴後にもとの位置に近いところに貼付する。この心電計は、

不整脈自動検出の基準を事前にプログラムしておくことにより、症状の有無にかかわらず、それらの基準に合致した30秒程度のエピソードがメモリーに保存される。さらに、有症状時には機器前面にあるイベントボタンを押すことで、その際的心電図がメモリーに保存される。一般的にはホルター心電図が試みられた後に選択される。過去の報告では、長時間ループ式心電計を平均24日間装着することによって、ホルター心電図で捉えられなかった動悸については86%の患者において追加診断がなされ、また、失神については17%の患者において原因診断に至った⁸⁾。

Ⅴ. 携帯型心電計

携帯型心電計は電極を貼り付けずに心電図記録ができる。機器の両側にある電極を手指や手掌ではさむか(図1)、あるいは、右指とV5相当の部位に電極をあてて記録する。有症状時に30秒間の記録ができる。心電図はメモリーカードやスマートフォンに保存され、アプリを使用してプリントアウトすることができる(図5)。心房細動の検出においては、19分間の携帯型心電計の記録が24時間ホルター心電図に匹敵するという報告がある⁹⁾。私たちは、既知の心房細動のない65歳以上で中等度以上の脳卒中リスクをもつ1,141例を対象にして(CHA2DS2-VaScスコア2点以上)、心房細動有病率を調べた¹⁰⁾。まず、デジタル血圧計を貸与して1日2回、2週間にわたって血圧を測定し、これで「不規則脈拍」の表示が出た481例に対して、次に携帯型心電計を貸与して、さらに2週間にわたって1日2回的心電図記録を依頼した。携帯型心電計で心房細動が疑われたのは41例あり、そのうち1例において12誘導心電図で心房細動が確認された。デジタル血圧計で不規則脈拍が見られた場合は、携帯型心電計を使用すると未診断の心房細動の特定に役立つことが示唆された。

Ⅵ. 植込み型ループ式心電計

この心電計は長さ約4-7cmの棒状をしており、胸骨左縁の皮下に植込む。電池寿命は2-4年であ

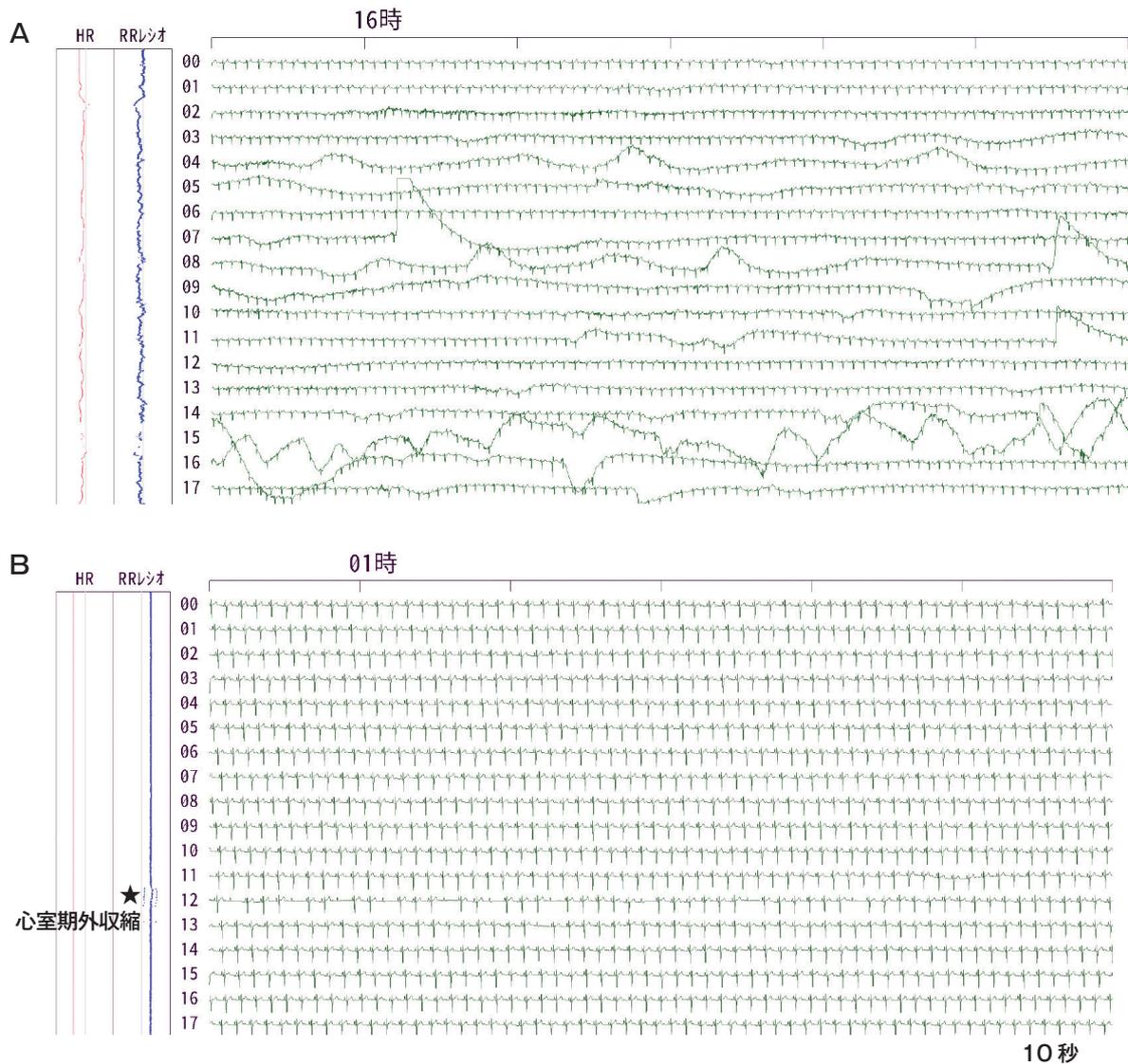


図3 貼付型(パッチ型)ループ式心電計で記録された心電図

動悸を感じて7日間のループ式心電計記録を行った。(A)16時の記録は体動のために心電図が不安定である。(B)午前1時(就寝中)の心電図。心室期外収縮を認めた(★)。

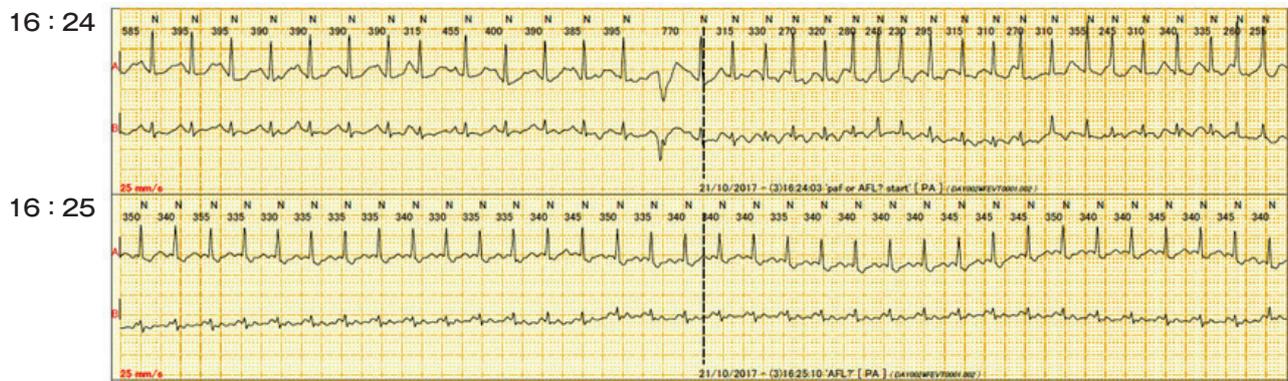
る。この心電計は、心電図を連続モニターしており、症状の有無にかかわらず、事前にプログラムされた不整脈自動検出基準に合致した心電図データを保存する。適応疾患は、心原性失神と潜在的な脳梗塞の原因診断としての心房細動である。心原性失神の原因の多くは徐脈性不整脈で、植込みから診断までの期間は約1年とされる¹¹⁾。ただし、手術が必要であるため、一般的には他の検査方法が試みられた後に選択される。私たちは、心室頻拍が失神の原因疾患であった症例を経験した(図

6)。心房細動アブレーション後の症例に対して、植込み型ループ式心電計と携帯型心電計による再発検出率を比較した ABACUS 試験では、植込み型ループ式心電計の方が、心房細動の再発検出率が高かった¹²⁾。

VII. 植込み型心臓不整脈デバイス

心房リードのあるペースメーカーや植込み型除細動器では、P波をモニターして高頻度心房興奮(atrial high rate episode : AHRE)が発生した場合

A



B

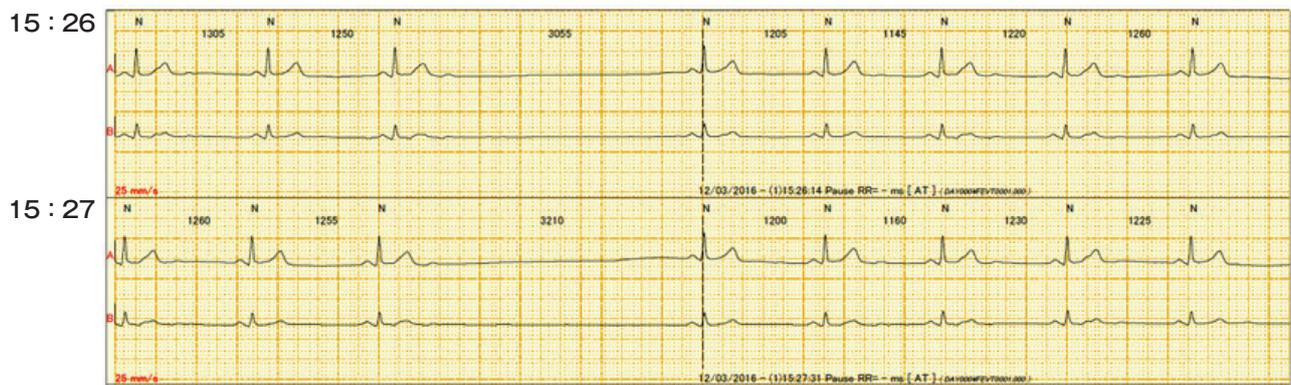


図4 長時間ループ式心電計で記録された心電図

(A)心房細動。心電図を繰り返し行うも動悸発作の診断がつかなかった。心電図は連続記録。
 (B)徐脈性不整脈。めまいと失神の原因検索のために行った。

に心房細動・心房頻拍が検出されたと判定する。これはペースメーカー植込み患者の10-15%で認められ、24時間以上持続する場合は脳梗塞や全身性塞栓症のリスクが高い¹³⁾。AHREが記録された場合には、心電図で心房細動の確定診断を行うとともに、脳梗塞のリスクが高い場合は抗凝固療法を行う。

おわりに

不整脈の診断には様々な方法とデバイスが利用されており、それぞれ特長や制限がある。患者の症状や病歴に基づいて適切な検査方法を選択する必要がある。近年の技術の進歩により、長期間に

わたる心電図記録が可能になったため、不整脈の早期発見と適切な治療が可能となり、患者の生活の質を向上させる手助けとなっている。

利益相反

本論文に関して、筆者が開示すべき利益相反はない。

文献

- 1) Virtanen R, et al : Self-detection of atrial fibrillation in an aged population: the LietoAF Study. *Eur J Prev Cardiol* 2014; 21: 1437-1442.
- 2) Kane SA, et al : Opportunistic detection of atrial fibrillation using blood pressure monitors: a systematic review. *Open Heart* 2016; 3: e000362.

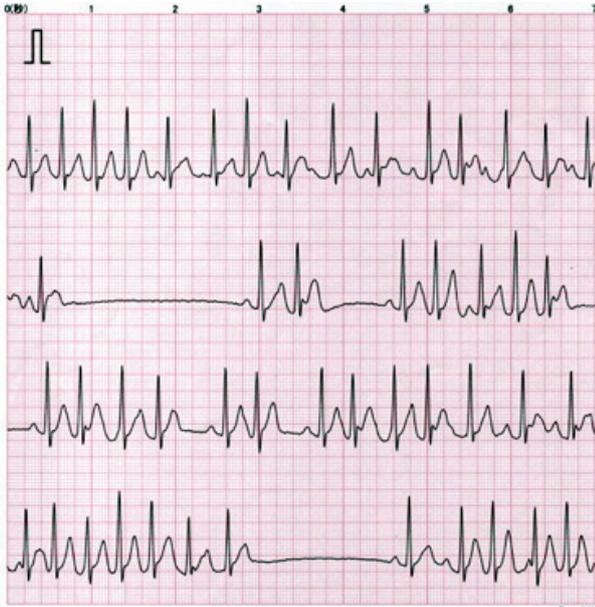


図5 携帯型心電計で記録された心電図

65歳男性。繰り返す動悸発作の検出のために携帯型心電計を購入し、心電図をプリントアウトして持参した。

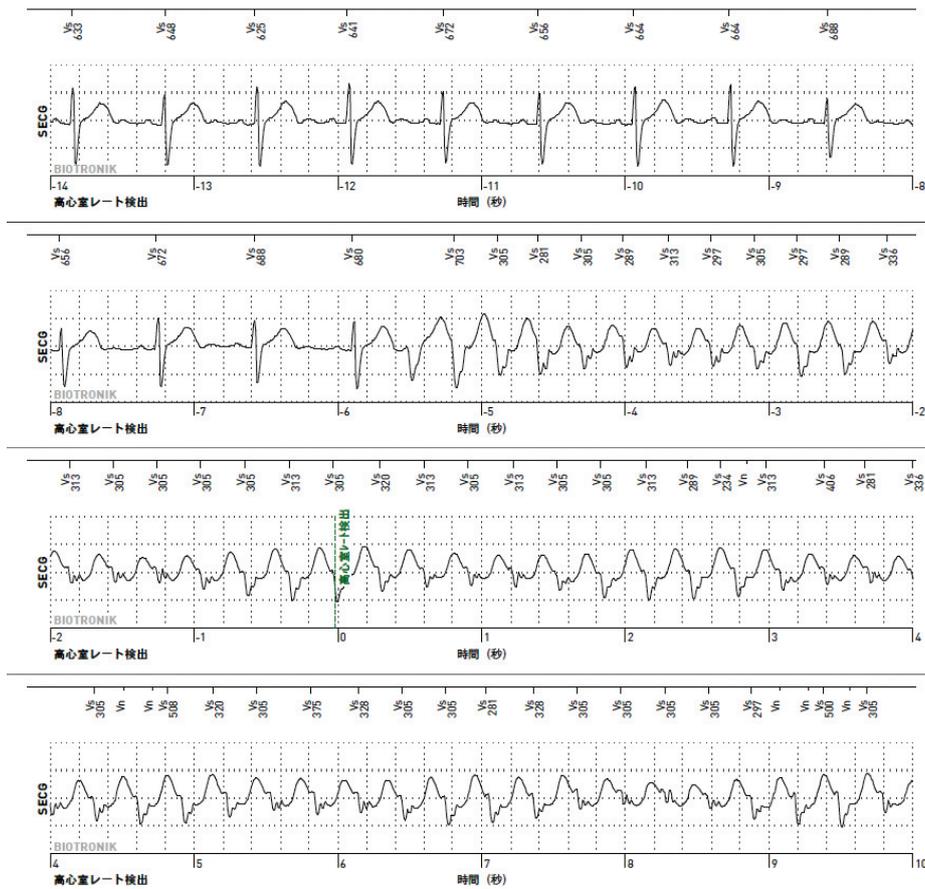


図6 植込み型ループ式心電計で記録された心室頻拍。

携帯型心電計や長時間ループ式心電計ではめまい発作の原因が明らかにならず、本機器を植込んだ。高心室レートエピソードとして持続性心室頻拍エピソードが遠隔モニタリングで送信されてきた。

- 3) Matsui T, et al : Analysis of variability of R-R intervals for the diagnosis of atrial fibrillation: A new algorithm. *J Electrocardiol* 2018; 51: 382-385.
- 4) Perez MV, et al : Large-scale assessment of a smartwatch to identify atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2019; 381: 1909-1917.
- 5) Guo Y, et al : Mobile Photoplethysmographic Technology to Detect Atrial Fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2019; 74: 2365-2375.
- 6) Poh MZ, et al : Validation of a Deep Learning Algorithm for Continuous, Real - Time Detection of Atrial Fibrillation Using a Wrist - Worn Device in an Ambulatory Environment. *Journal of the American Heart Association* 2023; 12: e030543.
- 7) Hannun AY, et al : Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network. *Nat Med* 2019; 25: 65-69.
- 8) Locati ET, et al : Role of extended external loop recorders for the diagnosis of unexplained syncope, pre-syncope, and sustained palpitations. *Europace* 2014; 16: 914-922.
- 9) Ramkumar S, et al : Atrial fibrillation detection using single lead portable electrocardiographic monitoring: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2018; 8: e024178.
- 10) Watanabe E, et al : Systematic Screening for Atrial Fibrillation in Patients at Moderate-to-High Risk of Stroke- Potential to Increase the Atrial Fibrillation Detection Rate (SCAN-AF). *Circ J* 2022; 86: 1245-1251.
- 11) Furukawa T, et al : Additional diagnostic value of very prolonged observation by implantable loop recorder in patients with unexplained syncope. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2012; 23: 67-71.
- 12) Kapa S, et al : Assessing arrhythmia burden after catheter ablation of atrial fibrillation using an implantable loop recorder: the ABACUS study. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2013; 24: 875-881.
- 13) Van Gelder IC, et al : Duration of device-detected subclinical atrial fibrillation and occurrence of stroke in ASSERT. *Eur Heart J* 2017; 38: 1339-1344.