

心機能異常発見のための日常行動に着目した脈拍情報分析

The Pulse Information Analysis in Daily Action
to Find Abnormality of Cardiac Function桑山 友加里[†]
Yukari Kuwayama中井 崇人[‡]
Takato Nakai原田 史子[†]
Fumiko Harada島川 博光[†]
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

心疾患・脳血管疾患は生活習慣病と加齢に伴い進行するため中高年層に多い死因となっている。また、一命を取り留めても、高確率で後遺症が残ることから、心疾患・脳血管疾患の発症を未然に防ぐ必要がある。

本論文では、心疾患・脳血管疾患の原因である心機能異常を脈拍情報を用いて発見・通知する手法を提案する。本手法では日常生活の脈拍情報を取得し、行動ごとに異常判定基準を定めることによって、心機能異常の発見が可能となる。さらに、異常を検知したさいの脈拍情報を医師に提示することで、検査の負担を軽減できる。

2. 心機能異常

2.1 心機能異常と疾患

現在、中高年層の死因として、厚生労働省「平成21年人口動態統計月報年計」によると、最も多いのが悪性新生物、続いて心疾患、脳血管疾患となっている。また、中高年層の突然死が問題視されており、その原因の約8割を心疾患、脳血管疾患が占めている。心疾患・脳血管疾患は発症した場合、高確率で後遺症が残ってしまう。後遺症が残った場合、介護や経済的な面で家族にも大きな負担がかかるため、心疾患・脳血管疾患を未然に防ぐことが必要とされている。

心疾患・脳血管疾患と心機能の状態には相関関係があり、心機能異常が疾患の原因とされている。そのため、心機能異常を発見できれば、中高年層の死因の上位を占め、突然死の主な原因である、心疾患や脳血管疾患の前兆を発見できる。

2.2 検査の現状

現在、心機能の状態を把握するために、多くの検査が実施されている。心機能の状態を把握するには、心電図を用いられており、安静時だけでなく、身体に負荷のかかる行動の心電図を取得することが有用である。

健康診断で実施される心電図では、安静時の心機能状態しか把握できず、心機能の状態把握には不十分である。マスター運動負荷心電図やトレッドミル運動負荷心電図は、病院内で設定した目標心拍数に達するまで負荷をかけ、そのさいの心電図から心機能異常の有無を判断する手法である。欠点として、自覚症状や異常の発見、もしくは目標心拍数に達するまで検査が断続されるため、患者に大きな負担がかかり、発作を引き起こす可能性もある。

ホルター心電図検査は、レコーダを装着して日常生活時の心電図を記録する検査であり、現状は24時間のデータを記録している。日常生活の心電図の記録が可能で

あるが、24時間に限られるため、発作頻度が低い場合は検出できない。また、取得した心電図を行動内容や患者の症状により評価するため、患者自身が行動や症状を記録する必要がある。さらに、電極を胸に装着し、計測する機器を所持するため、入浴などの行動が制限される。

カルジオフォンとは、小型レコーダを用いて自覚症状の出現時に自ら心電図を記録する検査である。この手法は、一時的、発作的な症状の診断には有効であるが、自覚症状がない場合には、心電図が記録されず、主に緊急時に使用されているため、異常の早期発見は困難である。

これらの検査は、現在、心疾患の有無を判断するものであり、前兆発見に用いることはできず、経年変化を把握できない。そのため、日常生活における心電図を長期的に取得・分析することで心機能状態を把握する仕組みが必要となる。また、行動内容を自動的に特定し、安静時や運動負荷のかかる行動ごとに評価できれば、ユーザに負担なく、心機能状態の推移を把握することができる。

3. 脈拍情報による心機能異常発見

3.1 脈拍情報の分析

現在、心電図を長期的に取得する手段は存在しない。心電図と脈拍情報は不整脈、脈拍欠損がない限り波形が一致するため、脈拍情報を心電図の代役として用いることができる。また、脈拍情報は容易に取得でき、長期的に収集することが可能である。そのため、本研究では、脈拍情報を用いて心機能異常を発見する手法を提案する。本手法では、脈拍情報として、脈拍数・脈波を取得する。脈拍数は行動の種類によって遷移に特徴が生じることが証明されている [1]。脈波は目視による診察には有用な情報であるが、計算機上で異常を検知することが困難なため、本論文では脈拍数に着目して心機能異常発見を行う。心機能異常時と健康時の脈拍数には同じ行動で比べた場合の脈拍数の遷移の特徴を以下に示す。

- 増加の割合が急峻になる
- 最大値が大きくなる
- 最大値からの回復時間が長くなる

これらの特徴に着目し、行動ごとに過去と現在の脈拍数を比較することにより異常発見が可能となる。

3.2 心機能異常発見システム

本研究では、日常生活時の脈拍情報を取得して、行動ごとに分析することで、心疾患や脳血管疾患を引き起こす心機能の異常を発見・通知する手法を提案する。本手法では、図1に示すよう、手甲型脈拍センサ(パルスコーチ neoHR-40)を装着して生活することで、日常生活時の脈拍数を取得する。取得した脈拍情報を行動内容ごとに評価するため、行動を自動分割する。行動分割には、

[†]立命館大学 情報理工学部[‡]立命館大学大学院 理工学研究科

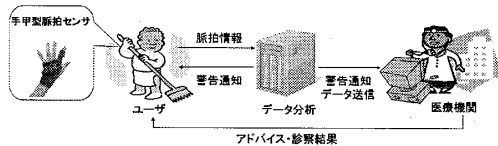


図 1: 心機能異常発見システム

RFID リーダ、赤外線センサ、加速度センサを使用する環境を想定する。RFID リーダにより接触物体履歴、赤外線センサにより位置情報、加速度センサにより動きや姿勢を取得することにより行動を分割する研究が行われている [2]。この環境により、日常生活における脈拍情報を行動ごとに整理することができる。整理された脈拍情報から行動ごとに指標を作成し、その指標を過去の行動時のデータと比較することにより心機能の異常を発見できる。異常を発見した場合、ユーザに通知し、医師には、診断に必要なデータと異常時のデータを提示することで、早期に対処することができる。

3.3 異常判定方法

本研究では心機能状態を把握するため、日常生活の掃除、階段の昇降時の脈拍情報に着目する。現在の異常の現れた行動の運動強度による心機能分類がされており、運動強度を表す単位として METS (metabolic equivalent) が用いられている。運動強度が高い行動になるにつれて異常が現れることから、心機能分類の基準に基づき日常生活において運動強度の高いとされる 6-8METS の階段を昇る、4-5METS の階段を降りる、3-4METS の掃除を異常判定の行動として用いる。本手法では、それぞれの行動時の脈拍数の遷移の特徴に適した異常判定基準を組み合わせる。これにより、階段の昇降、掃除における脈拍情報を分析し、過去の指標と比較することで、心機能異常を発見できる。

3.4 階段の昇降における異常判定

階段を昇降する場合、3.1 で示した、脈拍数の遷移の特徴である上昇の傾き、最大値、半減期を用いて判定を行う。上昇の傾きは図 2 に示すよう、区間判定法を用いて最大値までの傾きの平均を求める。最大値は行動中に現れるとは限らないため、行動後の脈拍数も含めて導出する。回復時間とは脈拍数の最大値から平常値までの減少期間であり、後の行動によっては平常値まで下がらないため、本手法では半減期を用いて分析を行う。回復時間は脈拍数が平常値まで下がらないと測定できない。また、この後に負荷の高い行動をとると平常値まで下がらない。よって、半減期を用いて分析を行う。平常値として、1日の安静時の脈拍数の平均を求め使用する。半減

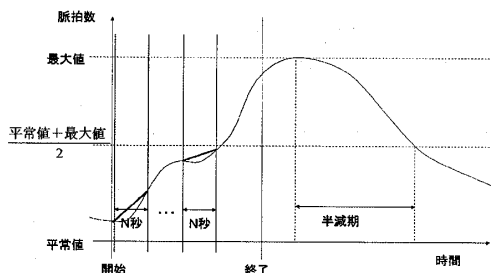


図 2: 階段昇降時の異常判定

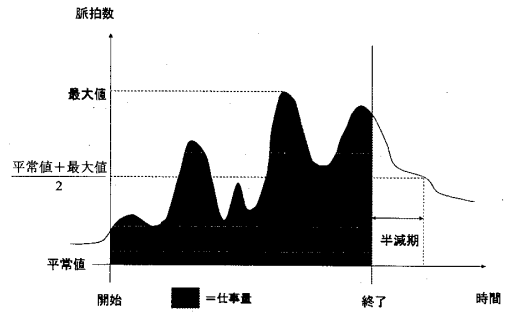


図 3: 掃除時の脈拍分析

期とは最大値から $(\text{最大値} + \text{平常値}) / 2$ の値までの減少期間のことを指す。

3.5 掃除時の脈拍情報分析

掃除の場合、階段とは異なり行動時間が長くなることから、上昇の傾きを用いることは難しい。そのため、仕事量と半減期の関係性を用いて異常判定を行う。異常判定には最大値、半減期/仕事量を用いる。仕事量が多く、半減期が短い場合、半減期/仕事量は値が小さくなり、仕事量が少なく、半減期が長い場合、半減期/仕事量は値が大きくなることから、半減期/仕事量の値が大きい方が異常であると判定できる。図 3 に示すよう、仕事量は行動開始から終了までの脈拍数の合計を用いる。

4. 通知システム

現在、心電図による検査は自動解析も導入されているが、医師が取得したすべてのデータから目視で異常のある部分を見つけ出して診断している。本研究では、システムが異常を検知したさい、ユーザと医師にこれを通知する。医師には、異常時の脈拍数やユーザの過去の状態を同時に提示できるため、診断に要する負担を軽減できる。

関連研究として取得した脈波から心電図で計測されるデータに近い波に変換する研究が存在する [3]。しかし、日常生活の行動だけで異常が診断できるわけではない。本手法では日常行動により検査データを取得するので、検査の負荷を大幅に下げることができる。

5. おわりに

本論文では、日常行動における脈拍情報を取得・分析することで、心機能異常を発見・通知する手法を提案した。今後は、行動別に実験を行い、行動ごとの脈拍数の遷移の特徴に適した異常判定方法の検証を行う予定である。

参考文献

- [1] 谷口興一, 吉田敬義: "運動負荷テストとその評価法", 株式会社南江堂, 1990
- [2] 川口哲平, 加藤和弥, 寺井政文, 原田史子, 島川博光: "心機能異常発見のための位置・接触物・動きによる行動分割手法", 情報科学技術フォーラム, 2010
- [3] 木村禎祐, 大崎理江, 岩田彰: "ウェアラブル脈波センサと心拍数検出アルゴリズム", 社団法人電子情報通信学会, 電子情報通信学会技術研究報告. MBE, ME とバイオサイバネティクス, pp.43-49, Oct. 2000