

| | |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title | 心拍ゆらぎのスケール普遍性に基づく胎児・新生児期における自律神経系の発達過程の定量化 |
| Author(s) | 中村, 亨 |
| Citation | 大阪大学, 2005, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/45940 |
| rights | |
| Note | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。 |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

| | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏名 | なかむらとある 中村亨 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 第 19595 号 |
| 学位授与年月日 | 平成 17 年 3 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科システム人間系専攻 |
| 学位論文名 | 心拍ゆらぎのスケール普遍性に基づく胎児・新生児期における自律神経系の発達過程の定量化 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 野村 泰伸 (副査) 教授 若林 克三 教授 大城 理 教授 荒木 勉 産業技術総合研究所総括研究員 松岡 克典 兵庫県立大学教授 堀尾 裕幸 |

論文内容の要旨

ヒトの神経系は胎児期・新生児期に著しい発達を遂げる。出生後は、ヒトは身体的および環境の変化による内因および外因的变化を伴いながら成長する。恒常性を保つ働きを担う自律神経系は、このような変化に十分に対応できるように発達する必要がある。乳幼児期の自律神経系機能の未熟性は乳幼児突然死症候群のような生命に関わる疾患を引き起こす可能性がある。このような疾患の発生を未然に防ぐために、自律神経系の機能的な成熟度を測る手法の開発が求められている。ヒトの発達過程は乳幼児期から老齢期にかけて U 字型の変化を示すことが知られているが、乳幼児期以前の自律神経系機能の発達に関しては未だ十分に解明されていない。

本研究は心臓拍動間隔時系列(心拍データ)を用いて胎児期・新生児期の自律神経系の発達過程を定量化・定性化することを目的とした。心拍データは周産期医療において古くからその特徴変化が胎児の病的状態を反映するものとして用いられている。また、心拍ゆらぎはスケール普遍性を持ち、自律神経系活動を強く反映している。そこで胎児・未熟児心拍ゆらぎにスペクトル解析とフラクタル解析を適用し、その結果得られる種々の指標により発達過程を定量化・定性化することを試みた。特に、心拍ゆらぎが持つフラクタル性とスケール普遍性に着目し、ヒト発達過程におけるゆらぎ形成過程を明らかにするとともに、自律神経系機能の発達評価指標を提案した。

本研究から得られた結果を具体的にまとめる。まず、心拍ゆらぎは胎児期からスケール普遍性を有し、 $1/f$ ゆらぎの特性を持つことを示した。しかし、日齢と共に $1/f$ ゆらぎから乖離する傾向を持つことを示した。このことは新生児期の心拍ゆらぎの発達は必ずしも U 字型の発達傾向に従わず、生後数ヶ月という短い期間にも大きな変化を示すことを意味する。次に、胎児期の心拍ゆらぎにはマルチフラクタル性はなく、生後、日齢と共に徐々にそれが現れることを示した。また、これらの変化は主に日齢に伴う副交感神経活動の変化と関連する可能性を示した。さらに、心拍ゆらぎのフラクタル構造を詳細に解析することにより、未熟児における無呼吸発作の発生に関する情報を抽出し、それが発作予測に有用な情報となることを示した。以上のことから、心拍ゆらぎのスケール普遍性が発達過程を定量化するのに有用な指標であることを示した。

論文審査の結果の要旨

恒常性を保つ役割を担うヒトの自律神経系は、胎児・新生児期において、身体および環境の変化に対応するために著しい発達を遂げると考えられている。乳幼児期の自律神経系機能の未熟性は乳幼児突然死症候群のような生命に関わる疾患を引き起こす可能性がある。こうした疾患の発生を未然に防ぐためには、自律神経系の機能的成熟度の定量化が必要であり、適切な手法の開発が求められている。ヒトの発達過程は乳幼児期から老齢期にかけてU字型の変化を示すことが知られているが、乳幼児期以前の自律神経系機能の発達に関しては未だ十分に解明されていない。

本論文は、心臓拍動間隔時系列（心拍データ）を用いて胎児期・新生児期の自律神経系の発達過程を定量化・定性化することを目的としたものである。周産期医療では従来から心拍データの特徴変化が胎児の病的状態を反映するものとして用いられてきた。また、心拍ゆらぎのスケール普遍性は自律神経系活動を強く反映することが知られている。これらの背景から、本論文は、胎児・未熟児心拍ゆらぎにスペクトル解析とフラクタル解析を適用し、その結果得られる種々の指標により発達過程を定量化・定性化することを試みている。特に、心拍ゆらぎのフラクタル性・スケール普遍性に着目し、ヒト発達過程におけるゆらぎ形成過程を明らかにするとともに、自律神経系機能の発達評価指標を提案している。具体的には、まず、心拍ゆらぎは胎児期からスケール普遍性と $1/f$ ゆらぎの特性を持つことを示し、またそれが日齢と共に $1/f$ ゆらぎから乖離する傾向にあること、すなわち、新生児期の心拍ゆらぎの発達は必ずしもU字型の発達傾向に従わず、生後数ヶ月という短い期間にも大きく変化することを示した。次に、胎児期の心拍ゆらぎにはマルチフラクタル性はなく、生後、日齢と共に徐々にそれが現れること、またこの変化は主に日齢に伴う副交感神経活動の変化と関連する可能性を示した。さらに、心拍ゆらぎのフラクタル構造を詳細に解析することで、未熟児における無呼吸発作の発生に関する情報を抽出し、それが発作予測に有用な情報となることを示した。心拍ゆらぎのスケール普遍性が発達過程の定量化に有用な指標であることを示した以上の結果は、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。