

氏名	あまのまさり 天野真佐理
学位(専攻分野)	博士 (人間・環境学)
学位記番号	人博第186号
学位授与の日付	平成15年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	人間・環境学研究科文化・地域環境学専攻
学位論文題目	EFFECTS OF EXERCISE TRAINING, AGING, GENDER AND MENTAL STRESS UPON CARDIAC AUTONOMIC NERVOUS FUNCTION (身体トレーニング, 老化, 性差, 精神的ストレスが心臓自律神経機能に及ぼす影響に関する研究)
論文調査委員	(主査) 教授 森谷敏夫 教授 津田謹輔 教授 田口貞善

論文内容の要旨

心拍の変動は心臓の自律神経活動を反映し、その活動の低下は虚血性心疾患や心因性突然死と関係が深いことから、この心拍の変動を定量化しようと精力的に研究が行われている。本学位申請論文は、心電図から得られた時系列データを基に、従来の周波数領域解析、「パワースペクトル法」と、新しい時間領域解析、「トーン・エントロピー法」を用いて、以下のような生理的および心理的条件下における心臓自律神経機能を定量化することを試みたものである。

本研究は、3つの実験から構成されており、実験1では、中年肥満者における身体トレーニングが心臓自律神経活動へ及ぼす影響について、実験2では女性における心臓自律神経機能の老化および性差の影響について、実験3では、精神的ストレスが心臓自律神経活動に及ぼす影響について検討した。得られた結果の要旨は次の通りである。

実験1では、身体トレーニングが心臓自律神経活動に及ぼす影響について、中年肥満者18名を対象とし、心拍変動パワースペクトル解析を用いて検討した。12週間の持久的身体トレーニングは、筋肉量や骨塩量を示す除脂肪体重に影響することなく、体重、Body Mass Index (BMI)、体脂肪を大きく減少させる効果を示した。また、身体トレーニングにより、交感・副交感神経活動を反映するとされている低周波数成分 (LF)、副交感神経活動を主に反映するとされている高周波数成分 (HF)、そしてそれらを総和した心拍変動パワー値の有意な亢進が認められ、老化や肥満にともない低下する心臓自律神経機能が改善することが確認された。

実験2では、女性における心臓自律神経機能の老化および性差への影響を、中年群 (40-50歳代) と高齢群 (60-70歳代)、計73名を対象とし、心拍変動パワースペクトル法とトーン・エントロピー法とを比較しながら検討を行った。両群間において、血圧や血清の生化学データに有意な差は認められなかった。また、心拍数には老化の影響はみられなかった。トーン・エントロピー法では、トーン (交感・副交感神経系のバランス) を縦軸に、エントロピー (心臓自律神経系全体の活動) を横軸に取り、2次元空間で心臓自律神経機能を評価することが可能である。その結果、パワースペクトル法に比べて、より詳細に心臓自律神経機能の老化の過程、特に交感・副交感神経活動のバランスの変化を評価することが可能になった。本実験では、加齢と共に有意に副交感神経の優位性が低下し、同時に全体の自律神経活動も減少することが明らかになった。この老化に伴う自律神経活動の変化は、男性を対象にした先行研究の結果と正確に合致した。また中年群でみられた交感・副交感神経活動のバランスの性差は、高齢群では消失した。

実験3では、男子学生15名を対象とし、精神的ストレス (計算) による心臓自律神経活動の反応を検討した。コントロールデータとして、まず安静5分間の心電図を測定した後、計算ストレスを5分間、続けて安静状態を5分間、合計10分間連続的に測定した。トーン・エントロピー法で解析したところ、安静ストレス刺激による心臓自律神経活動の反応は、先行研究で確認された生理的刺激 (運動, 老化, 体位変化等) による反応とは、明らかに異なった。計算中は、副交感神経の優位性は低下したが、全体の自律神経活動を反映するエントロピー値は、全く変化しなかった。さらに、ストレス状態から安静

状態への自律神経活動と心拍数の反応の時間的変化を検討した。その結果、ストレスからの回復期には、最初に交感・副交感神経活動のバランスが副交感神経優位に反応し、その後、相対強度を微妙に調節しながら、漸次、心拍数が下がっていくことが明らかになった。

以上、本論文において、身体トレーニング、老化、性差および精神的ストレスが心臓自律神経機能へ及ぼす影響が明らかになり、ヒトの心臓自律神経機能、特に交感・副交感神経系のバランスの生理学的解釈について新たな知見が得られた。

論文審査の結果の要旨

心拍変動は自律神経活動を反映するとされ、従来からその変動が副交感神経機能を臨床的に評価する方法として、広く利用されてきた。心拍数、動脈血圧、その他の体循環系パラメーターは、拍動毎に絶えず変動していることは、良く知られた事実である。これら一連の洞房結節リズムの解析による神経性循環調節機能の分析は、冠動脈疾患、心不全、不整脈、高血圧症などの心血管系疾患の病態に対する新しいアプローチとして現在、注目を集めている。特に心臓副交感神経機能の非侵襲的評価が可能な心拍変動スペクトルにより、副交感神経機能低下が冠動脈性心疾患や突然死の重要な危険因子である事が明らかになっている。本学位申請論文は、心電図 R 波の時系列データから自律神経活動を分離・定量化し、異なる生理的、心理的条件下で検証を試みたものである。

実験 1 では、身体トレーニングが心臓自律神経活動に及ぼす影響について検討したもので、自律神経活動の低下している中年肥満者 18 名を対象とし、12 週間の総合的な持久的身体トレーニング（ストレッチング、筋力トレーニング、乳酸性作業閾値での呼吸循環器トレーニング；1 回 60 分、週 3 回）を実施し、心拍変動パワースペクトル解析により、心臓交感・副交感神経活動の変化を評価した。その結果、身体トレーニング後では、体重、体脂肪率は有意に減少し、虚血性心疾患や心因性突然死に大きく関与する副交感神経活動の低下が有意に改善した。また、肥満発生に関わる交感神経活動も有意に増加した。これらの結果は、身体トレーニングにより、肥満や老化と共に低下する心臓自律神経機能が改善する可能性を示唆し、アメリカスポーツ医学会の機関誌に掲載されたものであり、高く評価できる。

実験 2 では、女性における心臓自律神経機能の老化過程を従来から用いられてきた心拍変動パワースペクトル解析と我々の実験室で新たに開発したトーン・エントロピー（T—E）解析とで比較しながら検討を行った。その結果、高齢群では総自律神経活動を反映する心拍変動の Total Power 値や交感・副交感神経活動を示す低周波数成分（LF）、及び副交感神経活動を表す高周波数成分（HF）が有意に低下することが明らかになり、心臓自律神経機能の加齢変化を明確に捉えた興味ある知見を得ている。さらに、T—E 解析の導入により、詳細な心臓自律神経機能の老化過程、特に交感・副交感神経活動のバランスの変化を評価することが可能になり、加齢と共に総自律神経活動の減衰と副交感神経の優位性が低下する新たな知見を見出した点は独創的であり高く評価できる。

実験 3 では、男子学生 15 名を対象とし、精神的ストレス（計算）による心臓自律神経活動の反応を T—E 解析を用い検討した。その結果、精神的ストレス刺激による心臓自律神経活動動態は、先行研究で報告されている運動時、老化、姿勢変化、及び病理学的変化に伴う反応とは明らかに異なることを示唆しており、非常に興味深い知見である。さらに、計算ストレス負荷時では、副交感神経の優位性は顕著に低下したが、総自律神経活動を反映するエントロピー値は、全く変化を示さなかった。これらの知見は、従来の血液組成の解析や心拍変動パワースペクトル解析などの時間分解能が低い手法では解明できなかった点を明らかにしたもので、本研究で開発された T—E 解析法は今後の生理心理学や他の関連分野への応用が期待できる。

以上のように、本学位申請論文は、身体トレーニング、老化、性差および精神的ストレスが心臓自律神経活動へ及ぼす影響を詳細に検討し、多くの新たな知見を得たものであり、高く評価できる。本研究は人間の身体と環境との関係の究明を目指す文化・地域環境学専攻、環境保全発展論講座、身体環境解析論の目的に沿ったものである。

よって本論文は博士（人間・環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 15 年 1 月 23 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。