

氏名	リンダ マサコ ウエノ LINDA MASSAKO UENO
学位(専攻分野)	博士 (人間・環境学)
学位記番号	人博第187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 aging and regular exercise upon baroreflex sensitivity and cardiac autonomic activities (老化及び習慣的な運動が圧受容体感受性と心臓自律神経に及ぼす影響)
論文調査委員	(主査) 教授 森谷敏夫 教授 中村榮太郎 教授 津田謹輔

### 論文内容の要旨

従来の運動処方に関する研究では、主に呼吸循環系や神経・筋システムのトレーニング方法や体力維持、増進を主眼にした研究が多い。特にリスクファクターの高い中高齢者の不整脈や虚血性心疾患の発症を極力抑えるため、心臓自律神経活動動態を評価し、しかも安全、且つ効果的な予防医学的運動処方についての研究はほとんど無い。そこで、本学位申請論文は、現代社会において深刻な問題となっている「加齢がもたらす循環器疾患」を研究対象として取り上げ、加齢に伴う動脈圧受容体感受性や心臓自律神経活動の変化及びその調節メカニズムを探求することを試みたものである。本論文は、2つの実験から構成されている。第1の実験は、加齢が全身持久能力に伴う受容体感受性及び自律神経活動に及ぼす影響について検討したものである。第2の実験では、水中における圧受容体感受性、頸動脈弾力性、及び血圧の関連性についての加齢変化を比較検討したものである。本論文で得られた結果の要旨は次のとおりである。

第1実験では、24名の健康な男性60～70歳の高齢者を対象として全身持久能力測定し、安静時自律神経と自動体位変換中の圧受容体感受性と全身持久力能力の関係を検討した。無酸素性閾値を決定するために自転車エルメータによる漸増運動負荷試験を行った。安静時の自律神経活動は心拍変動パワースペクトル解析で測定し、頸脈反射は自動体位変換中の負荷試験にて測定を行った。その結果、高い無酸素性作業閾値(AT)を有する高齢者群では、自動体位変換中の圧受容体感受性及び自律神経活動はAT値の低い高齢者群と比べ、有意に高い値を示した。高いAT値を有する高齢者は自動体位変換中の血圧低下は少なく、逆に心拍数の増加は有意に大きかった。これらの結果から、全身持久力の高い高齢者群では、低圧負荷時において優れた圧受容体感受性と心臓自律神経活動により血圧を維持する機能的メカニズムが働いていることが示唆された。

第2の実験では、健康な若年者男子7名と中高齢者男子6名を対象に圧受容体感受性、自律神経活動、頸動脈弾力性、及び心臓循環機能を陸上と室内プールで比較検討した。圧受容体感受性は頸脈反射をValsalva法にて惹起して測定した。心拍出量、一回拍出量と頸動脈は超音波心臓検査装置を用いた心エコー法にて測定した。その結果、水中では、若年者の頸動脈の収縮期、拡張期の直径は有意に拡大し、圧受容体感受性のGainは高齢者群と比較して約2倍にも増加した。また、水中で測定した5分間安静時の心電図R-R間隔から求めた心拍変動係数は高齢者に比べて有意に高い値を示した。圧受容体感受性は交感神経の減衰、副交感神経の興奮、及び末梢血管抵抗の減少を惹起することから、若年者では血圧を安定させる神経生理学的メカニズムが働いていることが示唆された。逆に高齢者では頸動脈の収縮期、拡張期の直径変化は小さく、水中での圧受容体感受性は変化しないため血圧と脈圧が有意に上昇した。さらに、水中で測定した若年者群、高齢者群の圧受容体感受性と頸動脈直径の変化に非常に高い相関が認められた。また、水中の圧受容体感受性と安静時血圧には、負の有意な相関が認められた。これらの結果は、水中での頸動脈直径の拡大は圧受容体感受性に大きな影響を及ぼすことを示唆するものである。

本研究結果から1)運動習慣のあるATの高い高齢者では、圧受容体感受性と心臓副交感神経が高いレベルに維持され

ており、突然死やさまざまな心疾患予防に対して習慣的運動の重要性が示唆された。2) 頸動脈の弾力性や圧受容体感受性が低下している高齢者や高血圧の人々では、水中運動を行う場合、血圧調節が難しく十分な注意が必要であることが指摘された。

以上、この学位申請論文は全身持久力能力が加齢に伴う受容体感受性及び自律神経にもたらす予防医学的効果を自動体位変換負荷や水中での環境下で詳細に検討したもので、多くの新たな知見を得ている。

## 論文審査の結果の要旨

加齢に伴う心臓自律神経活動や頸動脈の圧受容体感受性の低下は血圧調節のホメオスタシスに大きな影響を与え、急激な血圧上昇や起立性低血圧を惹起し、高齢者の健康にとって重要な問題である。一方、定期的な身体運動の継続は、各種の生活習慣病の予防・改善に有効であるが、自律神経機能や圧受容体感受性に対する予防医学的効果については余り言及されていないのが現状である。そこで、本学位申請論文は、1) 高齢者における全身持久能力と自律神経活動及び圧受容体感受性との関連性、2) 水中環境下における圧受容体感受性と頸動脈弾力性の加齢変化を詳細に検討したものである。

第1の実験では、高齢者における全身持久能力と自律神経活動及び圧受容体感受性との関連性を検討するため、24名の60～70歳の高齢者を対象として漸増運動負荷試験により全身持久能力(無酸素性作業閾値)を測定した。心臓自律神経活動は安静時の心拍変動パワースペクトル解析により、交感・副交感神経活動動態を分離、定量化した。また、動脈圧受容体感受性は、被験者をチルトテーブルにより水平から傾斜角60度までの体位変換負荷時の瞬時収縮期血圧と心電図R-R間隔の変化量から計測した。その結果、全身持久能力の低い高齢者群に比べて、無酸素性作業閾値の高い高齢者群では、圧受容体感受性及び心臓自律神経活動が有意に高い値を示した。また、無酸素性作業閾値の優れた高齢者では、体立変換負荷時における血圧の低下は顕著に少なく、自律神経活動による速やかな心拍数の増加により血圧低下に対応していることが明らかになった。これらの実験結果から、身体トレーニングにより高い全身持久力を維持している高齢者では、動脈圧受容体感受性及び心臓自律神経機能が顕著に良好であり、老化に伴うこれら諸機能の低下に対する運動習慣の重要性を示唆するものである。これら一連の知見は国内外の学会でも高く評価されており、*Journal of Gerontology: Medical Sciences* 及び *European Journal of Applied Physiology* にすでに掲載されている。

第2の実験では、圧受容体感受性と頸動脈弾力性の加齢変化を詳細に検討するため、水中環境下における血圧変化を刺激負荷として圧受容体感受性、心臓自律神経活動、頸動脈弾力性、及び心臓循環機能を陸上と水中で比較検討した。陸上と水中での圧受容体感受性の測定は、Valsalva法を用い頰脈反射を惹起させることにより可能にした。また、心エコー法と超音波心臓検査装置を用い、心拍出量、一回拍出量、末梢血管抵抗、及び頸動脈直径変化を測定した。その結果、水中では、若年者の頸動脈の収縮期、拡張期の直径は有意に拡大し、圧受容体感受性は高齢者群と比較して約2倍にも増加した。また、水中で測定した5分間安静時の心電図R-R間隔から求めた心拍変動係数は高齢者に比べて有意に高い値を示すという興味深い知見を得た。

水中では中心血流量の増加により血圧は上昇する。血圧上昇に対する神経循環調節機序は、圧受容体感受性により大きく影響を受けるもので、交感神経の減衰、副交感神経の興奮、及び末梢血管抵抗の減少を惹起することで血圧の正常化がなされる。本実験の結果から、高齢者に比べて若年者では頸動脈弾力が優れており、圧受容体感受性の亢進により血圧を安定させる圧反射機構が働いていることが示唆された。逆に高齢者では頸動脈の収縮期、拡張期の直径変化が小さく、水中での圧受容体感受性は変化しないため血圧と脈圧が有意に上昇することを示した。これらの知見は、水中で測定した若年者群、高齢者群の圧受容体感受性と頸動脈直径の変化に有意な差があることを裏付けるものであり、高齢者への運動処方に予防医学的見地から重要な示唆を与えるものである。

本学位申請論文は、運動習慣の継続により全身持久能力が高い高齢者では、圧受容体感受性や心臓自律神経活動が高いレベルに維持されており、副交感神経活動の低下に起因する心因性突然死や各種の心疾患リスクが軽減されている可能性を示唆しており、予防医学の観点からも高い評価が与えられる。また、加齢に伴う頸動脈弾力性や圧受容体感受性の変化に対する新たな知見は、血圧調節メカニズムの解明に貢献するもので、今後の研究に期待がもてる。

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24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。