

2004年1月7日

人間科学研究科委員長 殿

朴 相甲氏 博士学位申請論文審査報告書

朴 相甲氏の学位申請論文を下記の審査委員会は、人間科学研究科の委嘱を受け審査をしてきましたが、2004年1月7日に審査を終了しましたので、ここにその結果をご報告します。

記

1. 申請者氏名 朴 相甲
2. 論文題目 韓国高齢女性における長期間の有酸素運動と健康

3. 本論文の主旨

有酸素運動は強度が低く長時間続けることが可能な運動であり、持久的体力の向上はもとより、血糖値や血圧を下げ、骨密度を高めるなど様々な疾患の予防や改善に効果を示すことが知られている。高齢化が進んでいる日本や欧米諸国では高齢者の健康増進やQOL(生活の質)の向上を目指すだけでなく、医療費の削減をも視野にいれた運動・体育分野の研究や実践活動が活発に行われ、高齢者向きの運動処方の開発や walking 運動の普及などの成果を挙げている。しかし、韓国では儒教の影響や伝統的な社会慣習などが強く残り、高齢者、特に女性が活発な身体活動を行うことに抵抗感があるため高齢者を対象とした研究は数少なく、韓国高齢者に適した健康増進のための運動様式やその強度、運動時間、頻度などに関するデータは十分に蓄積されていないのが現状である。本論文は、平均年齢64.2歳、延べ132名の韓国高齢女性に1回40～60分間、週3～4回の歩行を主とする運動を8週間から36週間行わせ、有酸素運動が血清脂質濃度、体脂肪量、血圧、骨密度、T細胞活性など高齢者に多い疾患と関連する生体環境、及び最大酸素摂取量、歩行速度、身体平衡維持機能など日常生活における行動の活性化と転倒等による障害を防止する体力要素の両面に及ぼす効果を検討した一連の研究成果を纏めたものである。

なお、本論文に記載したすべての人体実験は申請者が所属する韓国東亜大学校倫理委員会の承認のもとに行われ、また実験の内容を説明した後に被験者全員から実験に参加する旨の承諾書を得ている。

4. 本論文の概要

本論文は、研究の背景や目的、意義を述べた序章、研究目的別に成果を詳しく紹介した第1章から第5章、及び総合考察に充てられた第6章から構成されている。

第1章には、動脈硬化性疾患の兆候がなく、非活動的な日常を送る韓国高齢女性(62.6 ±

2.2 歳)8 名に、個人ごとに設定した最大心拍数の 50 ~ 60% に相当する歩行、自転車エルゴメーター運動などを 1 回 40 分間、週 3 回の頻度で 36 週間行わせ、長期間の有酸素運動が身体組成、最大酸素摂取量、血清脂質濃度に及ぼす作用を検討した成績が示されている。36 週間の運動プログラムに参加した被験者は、体重が 1.94kg、体脂肪率が 2.61%それぞれ有意に減少し、最大酸素摂取量(L / min)は  $1.32 \pm 0.16$  から  $1.41 \pm 0.11$  に有意に増加した。運動期間終了時の血清脂質画分は運動開始前に比べて、総コレステロール(mg/dl)が  $229 \pm 17$  から  $200 \pm 21$  に、LDL コレステロール(mg/dl)が  $152 \pm 7$  から  $123 \pm 16$  に、中性脂肪(mg/dl)が  $178 \pm 97$  から  $133 \pm 63$  にいずれも有意に低下する一方で、HDL コレステロール(mg/dl)は  $42 \pm 8$  から  $51 \pm 9$  に有意な増加が認められた。収縮期血圧 (mmHg) についても当初の  $144 \pm 19$  から  $123 \pm 9$  に有意な低下がみられた。なお、運動に参加しない対照 8 名の高齢女性( $63.4 \pm 2.9$  歳)では 36 週間経過後も体組成、最大酸素摂取量、血清脂質 profile に有意な変化は認められなかった。以上の結果から韓国高齢女性においては、1 回 40 分程度の有酸素運動を週 3 回継続して行うことにより持続的体力の向上、体脂肪の削減、血清脂質の動脈硬化抑制パターンへの移行などの効果が得られるとしている。また、本実験の有酸素運動に伴う高齢女性の最大酸素摂取量の増加は、青年層や中高年男性と異なり血液を全身に送る左心室機能の増大によるのではなく、専ら末梢器官の酸素消費能の向上によると推定している。

第 2 章には、免疫機能が正常で、運動習慣のない 60 歳代韓国女性( $65.6 \pm 1.8$  歳)6 名に個人別に設定した最大心拍数の 50% に相当するトレッドミル歩行運動を 1 回 60 分間、週 4 回の頻度で 16 週間継続して行わせ、運動期間終了時に採血してリンパ球数及び T 細胞数などを計測し、長期間の有酸素運動が高齢女性の免疫機能向上に効果を及ぼすか否かを検討した結果が示されている。有酸素運動に参加した被験者では、体重が平均 2.2kg、体脂肪率が 2.4%それぞれ有意に減少し、最大酸素摂取量 (L/min) も  $1.32 \pm 0.16$  から  $1.41 \pm 0.11$  へと有意な増加がみられた。血中免疫細胞の所見では、リンパ球数( $10^3/\mu\text{l}$ )が  $1.92 \pm 0.36$  から  $2.52 \pm 0.82$  に、その活性度(%)は  $31.6 \pm 5.9$  から  $41.7 \pm 4.9$  にそれぞれ有意な増加が認められた。また、T 細胞数( $10^3/\mu\text{l}$ )は  $0.67 \pm 0.16$  から  $0.92 \pm 0.21$  に、ヘルパー T 細胞数( $10^3/\mu\text{l}$ )は  $0.45 \pm 0.07$  から  $0.68 \pm 0.20$  に増加し、サブレッサー T 細胞数( $10^3/\mu\text{l}$ )は  $0.72 \pm 0.24$  から  $0.67 \pm 0.22$  に減少する傾向を示した。運動しない 6 名の対照女性( $65.7 \pm 1.2$  歳)については 16 週後のリンパ球数、T 細胞数の変化はみられなかった。これらの結果から、韓国高齢女性においても有酸素運動は免疫機能の一部を向上させる効果を有すると結論している。

第 3 章には、骨疾患歴を有しない韓国高齢女性( $66.1 \pm 1.1$  歳)18 名に 1 回あたり最大心拍数の 65 ~ 75% 相当する有酸素運動 23 分、軽度のレジスタンス運動と柔軟体操合わせて 37 分からなる運動を週に 3 回の頻度で 36 週間行わせ、骨量、身体動揺、歩行能力などに及ぼす運動の効果を検討した成績が纏められている。運動を 36 週間継続して行った被験者では、大腿骨頸部の骨密度( $\text{g}/\text{cm}^2$ )が運動開始前の  $0.73 \pm 0.06$  から終了時の  $0.78 \pm 0.03$  に、また大転子部の骨密度も  $0.69 \pm 0.04$  から  $0.71 \pm 0.03$  に僅かながら有意な増加が認め

られた。堆骨(L2-L4)及びウォード三角部の骨密度についても増加傾向はみられたが、有意差には到らなかった。骨代謝マーカーでは骨形成の指標になるオステオカルシンと副甲状腺ホルモンに有意な変化はなく、骨吸収の尺度になるデオキシピリジノリンの尿中排泄量が運動期間終了後に有意に減少した。このことから、有酸素運動による骨量の増加は骨吸収、すなわち骨の分解を抑制することにより発現する可能性が高いと推定している。踵を45度を開いた立位直立姿勢で測定した身体動揺の軌跡長と平均中心変位の大きさは、運動期間終了後に前者が32%、後者が22.5%の有意な減少がみられ、閉眼片足立ち検査でも持続時間(秒)が $11.9 \pm 4.2$  から  $15.6 \pm 5.1$  に有意に延長することが観察され、有酸素運動により高齢女性の身体平衡保持機能も改善されることが実証された。同時に測定した歩行能力検査の成績は歩行速度(秒/10m)が  $6.67 \pm 0.42$  から  $5.79 \pm 0.73$  に、最大歩幅(cm)も  $95.0 \pm 8.1$  から  $103.0 \pm 9.4$  に有意な向上が認められた。運動に参加しない17名の女性(67.0  $\pm$  0.9歳)ではすべての部位で骨密度の増加はみられず、身体平衡保持機能や歩行能力の向上も観察されなかった。以上の成績から長期間の適切な有酸素運動は、骨量の低下がみられる高齢女性においても骨密度を増加させ、また身体平衡機能と歩行能力を高めることにより、骨粗鬆症の進行抑制と転倒等による骨折の危険を減少させうると結んでいる。

第4章には、高脂血症の高齢韓国女性(62.9  $\pm$  1.4歳)7名に、最大心拍数の50~60%に相当する歩行運動を1回40分、週3回の頻度で8週間行わせ、有酸素運動が閉経後に発現する女性の高脂質血症の改善に有効であるか否かを検討した実験結果が示されている。運動プログラムに参加した高齢女性では、血清中の総コレステロールが29mg/dl、LDLコレステロールが16mg/dl、中性脂肪が12mg/dlほどの有意な減少がみられ、HDLコレステロールは6.5mg/dlの有意な増加が認められた。また、HDLの主要アポタンパク質であるApoA-1は11.1mgの有意な増加、LDLとVLDLのリポタンパク質であるApoBは12.1mg/dlの有意な減少が観察された。運動を行わない被験者(62.9  $\pm$  1.4歳)では8週間経過後も血清脂質の低下はまったくみられなかった。以上の運動に伴う血清脂質画分の変化はいずれも動脈硬化の進行に抑制的に働くことが知られており、高脂血症の高齢女性においても有酸素運動は血清脂質 profile を正常化し、動脈硬化の進行を抑制する作用を有すると述べている。

第5章には、専門医によりWHO分類の、 に該当すると診断された本態性高血圧の韓国高齢女性(64.1  $\pm$  1.3歳)12名に最大心拍数の50%に相当するトレッドミル歩行運動を1回50分、週4回の頻度で24週間継続して行わせ、血圧並びに血圧上昇作用を有する血中ホルモン濃度に及ぼす影響を検討した研究成果が纏められている。24週間の有酸素運動期間終了後の血圧(mmHg)は、収縮期で運動開始前の $154 \pm 8$  から  $128 \pm 7$  に、拡張期で $100 \pm 4$  から  $89 \pm 4$  にそれぞれ有意な低下が認められた。運動期間終了時の血圧上昇ホルモン濃度は実験開始前に比べて差引きで、アンジオテンシン が20pg/ml、レニンが1.36ng/ml/hr、 - ANPが6.18pg/ml、ノルエピネフリンが25.25pg/ml、アルドステロンが3.87ng/mlの有意な減少がみられた。運動プログラムに参加しない本態性高血圧被験者(63.8  $\pm$  1.4歳)では24週経過後においても血圧、血圧上昇ホルモン濃度の有意な変化は

みられなかった。以上の結果は、長期間の有酸素運動は本態性高血圧の持病をもつ韓国高齢女性の血圧を正常範囲にまで低下させることも可能であることを示すものと云える。また、有酸素運動の血圧低下作用は、血圧上昇ホルモンの分泌が抑制され、血漿量や末梢血管抵抗性が減少したためと推定している。

第6章の総合考察では、第1章から第5章に纏められた研究成果、すなわち最大心拍数の50~70%に相当する有酸素運動を長期間継続した韓国高齢女性に認められた、持久的体力及び歩行能力と身体平衡保持能の向上、体脂肪量減少と血清脂質の抗動脈硬化パターンへの移行、骨吸収の抑制と骨密度の増加、免疫機能の強化、血圧と血圧上昇性ホルモン分泌の低下などについて、日本や欧米諸国で行われた先行研究の結果と綿密に比較検討している。そして、韓国高齢女性において観察された有酸素運動の疾病予防と体力向上に及ぼす効果は、その多くが民族、年齢、性別を異にする集団で得られた結果と傾向が概ね一致し、本研究の究極の目的である韓国高齢者用の健康増進のための運動処方作成に際し参考にはなるが、韓国高齢女性の身体状況や健康レベルを考慮した最適な処方作成には更なる独自の研究が必要であると結んでいる。

## 5. 本論文の評価

近年、急速に高齢化社会を迎えた韓国においても高齢者のQOL向上と疾病対策が健康・福祉に関わる重要な社会的課題になっている。高齢者に多発する生活習慣病は、食生活を改善し、適度の身体活動を継続して行うことにより予防或いは進行を抑制できるので、日本や欧米諸国では高齢者向きに食事指針と並んで運動の処方も開発され、行政機関等による実践活動の推進も行われている。しかし、韓国では伝統的な社会慣習から高齢者、特に女性が定期的に運動に参加することに抵抗感が強く、高齢者を対象にした運動の健康増進作用の解明と運動処方の開発に向けての研究は殆ど行われていないのが実状である。学位申請者の朴相甲氏は、高齢者の疾病対策だけでなくQOL向上のためには持久的体力などの身体能力をも高める有酸素運動が最適であると考え、専門医による診断で研究目的に適合と判定されたボランティアの60歳代韓国女性を被験者に、最大心拍数の50%程度の歩行を主とする1回60分以下の運動を週に3、4回の頻度で8週間から36週間継続して行わせる5通りの人体実験を実施し、有酸素運動が高齢女性の様々な身体能力と疾病の危険因子にどのような影響を及ぼすかの検討を試みた。その結果、有酸素運動プログラムの参加者では、持久的運動能力のもとになる最大酸素摂取量と歩行速度の増加、身体平衡保持能の改善など日常生活における行動能力を高め、また転倒による傷害の危険を軽減する身体機能の著しい向上が認められた。また、長期間の有酸素運動を行った被験者では、体脂肪が減少するだけでなく、血中のLDLコレステロールや中性脂肪濃度の低下とHDLの活性増加がみられて血清脂質 profile が動脈硬化の進行を抑制する方向に移行し、軽症高血圧者の血圧は正常範囲まで下がり、骨量減少が認められる大腿骨頸部などで骨密度が有意に高まる他、肺炎などの感染性疾患から身を守る免疫機能も高まるなど、有酸素運動は高齢女性が罹患しやすい各種の疾患の予防と進行を妨げる広範囲の効果を示すことが実証さ

れた。上述の有酸素運動による身体的能力の向上と疾患危険因子の改善効果は韓国高齢女性においては初めて検証されたことではあるが、有酸素運動の個々の効果についてはその多くが既に日本や欧米で実施された被験者の年齢や性別が異なる研究で明らかにされている。しかしながら、高齢女性を対象にして有酸素運動の効果を検討した研究例は比較的少数である上、運動条件をほぼ同一にし、しかも生活習慣病の危険因子から感染性疾患に対する防衛機構、更には行動体力や身体平衡保持機能まで一貫して検討した例は極めて少なく、韓国だけではなく遺伝子的背景の似る日本の高齢者の健康と体力増進のための研究の推進、及びより良い運動条件を開発するための有力な資料になると期待される。加えて、有酸素運動の継続に伴う高齢女性の最大酸素摂取量の増加の原因が男性や若い女性と異なり心臓の左心室の機能向上によるのではなく、専ら末梢組織の酸素消費能の増大による、或いは血圧の低下が血圧上昇ホルモン分泌の抑制を介して血漿量や末梢血管抵抗性が減少することにもとづくなど有酸素運動の効果についてメカニズムに踏み込んだ追究も行っており、当該分野の基礎研究の進展にも資する内容を含んでいる。

本学位申請論文の審査委員会は、本論文に纏められた研究実績と論考について上記の評価を行い、博士（人間科学）を授与するに相応しい水準に達していると判定した。

朴相甲氏 博士学位申請論文審査委員会

主任審査員	早稲田大学教授	医学博士（東邦大学）	太田富貴雄
審査委員	早稲田大学教授	医学博士（東京医科大学）	村岡 功
審査委員	早稲田大学教授	教育学博士（東京大学）	樋口 満
審査委員	早稲田大学教授	医学博士（聖マリアンヌ医科大）	坂本静男
審査委員	早稲田大学教授	教育学博士（東京大学）	中村好男