

4. 水中運動教室に参加する高齢女性の動脈スティフネスと骨密度との関連

野坂俊弥（静岡福祉大学），池垣遥香（信州大学附属病院），那須裕（長野県看護大学）

キーワード：高齢女性，水中運動，動脈スティフネス，骨密度

要旨：動脈スティフネスと骨密度は加齢に伴って退行性的変化を呈するが，適度な運動を継続することによりその変化が予防・軽減される可能性が示されている．本研究において，低頻度中等度強度の水中運動教室に参加している高齢女性における大動脈脈派速度と骨密度を測定したが，対照群との間に有意な差異はなかった．その原因には，参加した運動教室の頻度や他の生活習慣の影響も考えられる．このことから，動脈や骨の加齢変化を軽減するためには，生活習慣を改善することが重要であるいっぽうで，能動的に高頻度の運動プログラムに参加することが必要であるかもしれない．

A. 背景

加齢に伴って動脈スティフネスは増大し，骨密度は低減する．とりわけ女性では，閉経後に骨に含まれるリン酸カルシウムの血中への再吸収が著しく亢進することによって骨密度が低下し，骨粗鬆症が進行することがよく知られている．いっぽう，加齢に伴って変性した大動脈中膜弾性線維においては，血中のカルシウムを能動的に沈着させることによって石灰化を促進するメカニズムの存在が明らかにされてきた．そのように石灰化が進んだ弾性線維を含む動脈のスティフネスは増大し，その結果，動脈硬化症が進行することが想定される．臨床的に有意な冠状動脈狭窄は冠状動脈石灰化を高率に伴うことが知られていることなどから，動脈内皮の肥厚と石灰化は無関係ではなく，骨粗鬆症は動脈硬化症の独立した危険因子であるとされている．

適度な強度の運動を継続的に行うことにより，加齢に伴う動脈スティフネスの増大が予防軽減される，あるいは骨密度の減少が抑制される効果が期待できることを示す報告は多い．しかし，そのメカニズムはいずれも未明である．水中運動は水の抵抗により運動強度が効率よく得られることから，中高年齢者における筋力低下の予防や軽減に効果的であると考えられている．また，水中での浮力の作用により荷重による筋骨格系の負担が軽減されることから，中高年齢者の健康づくりや筋骨格系に障害を有する患者のリハビリテーションに適した運動形態であるとして積極的な参加が推奨されている．しかしそのいっぽうで，陸上での運動に比して骨への力学的刺激が得にくい，あるいは日常生活における身体活動とは形態が異なるなどといった短所も指摘されている．

そのため，動脈スティフネスや骨密度におよぼす水中運動継続の効果の程度は報告によって異なっている．も

し水中運動を習慣的に行うことにより骨と血管の加齢に伴う退行性的変化を抑制することができれば，運動に参加する意義は大きい．しかし両者を同時に検討した成績は見られない．そこで，今回われわれは，低頻度の水中運動教室に継続して参加する高齢女性の動脈スティフネスと骨密度について検討する機会を得たので，その成績を報告する．

B. 方法

①被験者

測定に先立って骨密度測定会の開催案内を郵送し，その趣旨と参加に同意した者のうち，水中運動教室に参加している高齢女性 88 人（運動群），および年齢をマッチングさせた対照群 69 人を対象にした．被験者の年齢は 72.5 ± 5.3 歳（平均±標準偏差：以下同じ），身長は 151.4 ± 4.8 cm，体重は 54.7 ± 9.1 kg，体脂肪率は $28.5 \pm 5.7\%$ であった．被験者の形態的特性は両群間において差はなかった．

運動群が参加した水中運動教室は，頻度が 3 回/月，時間が 60 分/回のプログラムであった．その構成は，約 10 分間のプールサイドでのウォーミングアップ後，プール槽内での約 30 分間の有酸素性運動，約 10 分間の筋力運動，および約 10 分間のクーリングダウンであった．われわれの過去の検討において，その水中運動の強度はカルポーネン法（心拍予備）の $40 \sim 60\%HR_{max}$ で，中等度であることが示された．

②測定項目

動脈スティフネスの指標として大動脈脈派速度（Pulse Wave Velocity：PWV：オムロンコーリン form PWV/ABI）を上腕-足首動脈間の脈派伝搬速度により求めた．

二重エネルギーX線吸収法 (Dual Energy X-ray Absorptiometry : DEXA : アロカ DCS-600) により前腕の骨密度を求めた。測定部位は利き腕の反対側の橈骨遠位 1/3 とした。その測定は、社団法人長野県労働基準協会 連合会松本検診所に依頼した。

③統計処理

データ分布の正規性は Shapiro-Wilks 検定により、両群データの等分散は両側 F 検定によりそれぞれ確認した。両群間における平均値の差の検定には、対応のある t 検定を施した。有意水準は危険率 5%未満に設定した。

C. 結果

運動群の PWV は $1,746 \pm 237$ cm/sec であり、対照群の $1,810 \pm 294$ cm/sec との間に統計学的有意差は観察されなかった。骨密度は、運動群の 0.481 ± 0.072 g/cm² に比べて、対照群はほぼ同値の 0.481 ± 0.070 g/cm² であった。また、両群ともに PWV と年齢との間には正の相関が認められたが、骨密度においてはそのような関係は見られなかった。

D. 考察

低頻度中等強度の水中運動教室に参加する高齢女性の PWV と骨密度は、非参加者のものと差がなかった。

本研究の運動群のような運動教室に自発的に参加する人は、そうでない人に比べて、健康に対する意識が高く、日常生活における身体活動量も多い可能性を示す報告がいくつか見られる。そのため、本研究における水中運動教室参加者も活動的で健康的な日常生活を有している可能性があると思われる。実際に、同じ教室に参加する高齢者を対象にしたわれわれの過去の検討においては、参加者の健脚度[®]が有意に向上したことが示された。たとえ運動強度や時間が健康づくりのために適した運動の条件を満たしていても、本研究の水中運動教室の頻度はその条件に達していない。そのため、その健脚度の向上は、参加した水中運動のみによってもたらされた効果であるとは考えにくい。そのようなことから、水中運動教室に参加する運動群においては、教室以外の生活習慣による影響も含めて体力は向上したかもしれないが、その効果の程度は動脈ステイフネスや骨密度を顕著に改善するほどではなかったことが考えられる。また、対照群においても、骨密度測定会へのわれわれの勧誘に対して自発的に参加してきたことから、同世代の一般高齢者の中では、健康に対する意識が比較的高く、その日常生活も通常の高齢者とは異なりこともあり得る。従って、本研究の課題を明らかにするためには、対照群の選

考と対象者の日常生活習慣の把握に留意する必要があるだろう。

静的水中ストレッチのような低強度運動でも、高頻度で継続することにより、成人男性の PWV は比較的短時間で低下することが報告されている。そこでは、石灰化という動脈の器質的な因子の加齢変化がストレッチの継続によって軽減された可能性は否定できないが、そのような効果が短時間で得られるとは考えにくい。それよりも、動脈内皮由来の液性因子や交感神経平衡という機能的な因子に及ぼす効果であれば比較的短時間で獲得できるだろう。この報告と本研究の差異は、運動効果の発現が年齢によって異なる可能性も示している。実際に動物を対象にした先行研究においては、若年期における運動は成熟期以降における同様の運動に比べて大動脈弾性線維における石灰化の予防軽減に効果的であったことが示されている。しかし、動脈の機能的因子におよぼす運動効果は器質的因子におよぼす効果を凌駕する可能性も示されていることから、本研究の運動群も水中運動の頻度を増やすことによって、ストレッチと同様に比較的短時間で PWV の増大を抑制できる可能性は期待できると思われる。したがって、動脈ステイフネスや骨密度の加齢変化に著しい抑制効果を獲得するためには、生活習慣を改善するだけでなく、能動的に運動プログラムに参加する必要性があるかもしれない。

すなわち、参加者は月に 3 回の水中運動教室で運動方法を習得し、自己管理下で水中運動等の健康づくり運動プログラムを実施することによって運動頻度を高め、その結果、機能的因子の改善により動脈ステイフネスの増大が軽減あるいは抑制される。さらには、その運動習慣を長期間継続することにより、石灰化という器質的因子の改善により動脈ステイフネスの低減効果を獲得するという連関をわれわれは目指している。

E. まとめ

水中運動教室に参加する高齢女性 88 名の PWV と骨密度を測定したところ、そうでない人のものに比べて差がない可能性が示唆された。その運動効果を明らかにするためには、行った運動の頻度や生活習慣との関連を詳細に検討する必要があるだろう。

*「健脚度[®]」は公益財団法人身体教育医学研究所の登録商標 (第 4752854) である。