

氏名	中山 貴文
学位の種類	博士（体育学）
学位記番号	第 3 3 号
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位授与年月日	令和 5 年 3 月 2 4 日
学位論文題目	立位時における女性起立性低血圧者の循環応答と下肢の抗重力筋活動
論文審査委員	主査 井福 裕俊 副査 田巻 弘之 副査 坂元 将基

論 文 概 要

起立性低血圧症（orthostatic hypotension : OH）は女性に多く，起立時に血圧低下や立ちくらみなどを伴うものである．しかし，症状の発現機序など不明な点が多い．

ヒトが立位へ起立すると，重力の影響により血圧は低下するが，圧受容器反射により血圧低下が代償される．さらに，下肢抗重力筋が収縮するため，筋機械受容器反射と静的な筋ポンプ作用の 2 つが関与すると考えられるが，血圧調節に及ぼす下肢抗重力筋の働きの全容は，未だ明らかにされていない．

我々は「運動習慣のない女性 OH 者は，立位時の血圧調節に及ぼす下肢抗重力筋の作用が弱い」という仮説を立て，この仮説を検証することを本研究の目的とした．

【研究課題 1】

下肢の抗重力筋の働き，すなわち静的な筋ポンプ作用と筋機械受容器反射による血圧調節メカニズムを解明するための 4 つの実験モデルのうち，「head-up suspension」の検証を行った．Head-up tilt に対し suspension は，チルトテーブルにサドルを取り付け，立位時に足が浮いた状態にするため，下肢抗重力筋が収縮しない体位変換試験である．被験者 8 名に対し，Head-up tilt と suspension における立位時の下肢筋の筋電図測定を行い，実際に立位時に下肢抗重力筋が収縮していないかそれらの筋の収縮状態を確認した．被検筋は下肢 10 筋であり，立位時と最大随意筋収縮時の二乗平均平方根（root mean square; RMS）の比を，筋活動水準（%MVC）とした．その結果，suspension は tilt に比べ%MVC が有意に小さかったことから，我々の用いた head-up suspension は下肢抗重力筋が収縮しない体位変換試験であることが確認された．

【研究課題 2】

女性 OH 者に 4 種類の体位変換試験，すなわち head-up tilt, head-up suspension,

head-up tilt+静脈 occlusion, および head-up suspension+静脈 occlusion を実施し, 運動習慣のない非 OH 者(対照群)の循環応答と比較した. 被験者は, OH の診断基準(Freeman et al., 2011)に該当した 14 名(鍛錬群 7 名, 非鍛錬群 7 名), 対照群 8 名であった. 測定項目は, 収縮期血圧, 拡張期血圧, 平均血圧, 心拍数, 心臓収縮性, 中枢動脈脈波速度, 一回拍出量, 心拍出量, および総末梢血管抵抗であった. 主な結果は, 1. head-up tilt において対照群では心拍数と拡張期血圧の増加がみられ平均血圧は増加したのに対し, 鍛錬群と非鍛錬群では拡張期血圧の増加はみられず平均血圧を維持できなかったこと, 2. 鍛錬群では tilt で suspension より心拍数の増加が大きく一回拍出量の減少が小さい傾向にあったのに対し, 非鍛錬群では tilt の心拍数と一回拍出量の応答が suspension と変わらなかったこと, 3. 鍛錬群では tilt +静脈 occlusion で suspension+静脈 occlusion より心拍数の増加が大きく, 非鍛錬群では tilt+静脈 occlusion の心拍数の応答が suspension+静脈 occlusion と変わらなかったことである. 以上より, 運動習慣のない女性 OH 者は, 立位時における下肢抗重力筋の筋機械受容器反射が小さいことが分かった.

【研究課題 3】

女性 OH 者の立位時の下肢筋活動を女性非 OH 者(対照群)と比較した. さらに, 対照群を対象に, 立位時の下肢筋活動と筋機械受容器反射の関係をみた. 被験者は, OH 者のうち鍛錬群 7 名, 非鍛錬群 7 名, および対照群 8 名であった. 被検筋は下肢 10 筋であった. 立位時と最大随意筋収縮時の RMS の比を%MVC とした. その%MVC に体重あたりの最大筋力(N/kg)を乗じ, 立位時における各下肢筋(群)の体重あたりの発揮筋力(N/kg)を求めた. さらに, 立位時における下肢抗重力筋の収縮による筋機械受容器反射は, Δ 心拍数が大きいほど筋機械受容器反射が大きいことが示された(中山ほか, 2022)ため, Δ 心拍数と下肢筋群活動の指標である%MVC, 下肢筋群の体重あたりの最大筋力, および体重あたりの発揮筋力との相関を対照群で調べ, 下肢筋活動と筋機械受容器反射の関係をみた. 結果は, 1. 対象群と鍛錬群では, 股・膝・足関節の伸筋群と膝の屈筋群の活動水準がほぼ同じ値であったのに対し, 非鍛錬群では, 膝の屈筋群の活動水準が股・膝・足の伸筋群に比べ有意に小さかったこと, 2. 下肢全体の体重あたりの最大筋力は鍛錬群と非鍛錬群が対象群に比べ有意に大きかったが, 下肢筋活動水準と発揮筋力は, 鍛錬群と非鍛錬群が対象群に比べ有意に小さかったこと, 3. 対象群において, 体重あたりの発揮筋力が大きくなると Δ 心拍数も大きくなり, 有意な正の相関がみられた. 以上より, 女性 OH 者は立位時の下肢抗重力筋の活動水準と体重あたりの発揮筋力が小さく, また, 筋機械受容器反射は体重あたりの発揮筋力が増加すると大きくなることがわかった.

本研究より, 運動習慣のない女性 OH 者は, 立位時における下肢抗重力筋の筋機械受容器反射が小さく, さらに, 女性 OH 者は立位時の下肢抗重力筋の活動水準と体重あたりの発揮筋力が, 非 OH 者に比べ小さいことが示された. また, 非 OH 者の筋機械受容器反射

は、体重あたりの発揮筋力が増加すると大きくなることがわかった.

論文審査の要旨

本論文は、立位時における女性起立性低血圧者（女性 OH 者）の血圧調節メカニズム、特に下肢の抗重力筋の働きを解明することを目的とし、3つの研究課題を設定した。研究 1 では、研究 2 で用いる実験モデルの検証を行い、**head-up suspension** 時に下肢の抗重力筋が収縮していないことを確認した。研究 2 では、運動習慣のない女性 OH 者は、立位時の血圧調節に及ぼす下肢抗重力筋の作用のうち、筋機械受容器反射が小さいことを見出した。研究 3 では、女性 OH 者は立位時の下肢抗重力筋の筋活動水準と体重あたりの発揮筋力が小さいこと、そして筋機械受容器反射は体重あたりの発揮筋力が増加すると大きくなることを明らかにした。

これらの結果は、運動習慣のない女性 OH 者の立位時の血圧調節における下肢抗重力筋の働きを明らかにした新たな知見であり、本論文は博士（体育学）の学位論文としてふさわしいものであると判断する。