

氏名（本籍） 渡邊 和仁（山形県）  
 学位の種類 博士（体育科学）  
 学位記番号 博甲第 6998 号  
 学位授与年月 平成 26 年 3 月 25 日  
 学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当  
 審査研究科 人間総合科学研究科  
 学位論文題目 運動に対する循環反応の個人差に関する研究  
 —筋代謝受容器反射と動脈圧受容器反射の関与—

主査	筑波大学教授	教育学博士	西保 岳
副査	筑波大学教授	医学博士	征矢 英昭
副査	筑波大学教授	医学博士	大森 肇
副査	筑波大学教授	博士（体育科学）	前田 清司

### 論文の内容の要旨

ランニング等の全身性の動的運動を高い強度で行うと、その運動強度に比例して心拍数の増加、心拍出量 (CO) の増加、動脈血圧の上昇等が起こる。このような循環反応が長期に渡り反復して起こると、左室容積の増加や最大 CO の増加等の、全身持久的能力の向上と関連した循環系の適応が生じると考えられているが、これまでの研究結果の詳細をみると、その適応の効果は個人によって大きな違いがみられる。その背景として、循環系の適応の基礎的な要因と考えられる一過性運動時の循環反応に大きな個人差が存在する可能性が考えられるが、これまで運動に対する循環反応の個人差に関する基礎的知見はほとんど得られていない。

高強度動的運動時の循環調節を想定した簡便なモデルとして静的ハンドグリップ運動 (HG) がよく用いられるが、静的 HG 時の血圧上昇が CO の増加によるか、または総末梢血管抵抗 (TPR) の増加によるかは先行研究の間で見解が一致していない。これらの結果は、運動条件や CO および TPR の測定法によって一定の傾向はみられないことから、その不一致の一因として、運動に対する CO や TPR の反応に大きな個人差が存在する可能性が考えられる。しかし、これらの反応の個人差を定量的に評価した研究はなく、また、その個人差に関連する要因も明らかではない。本論文では、運動に対する循環反応の個人差の程度を明らかにし、その個人差の成因に関して、特に高強度運動時の主要な循環調節メカニズムであると考えられている筋代謝受容器反射と動脈圧受容器反射に着目し検討することを目的とした。

研究課題 1 では動脈血圧と心拍数、研究課題 2 では CO と TPR に注目し、静的 HG を 60 秒間行った時のこれらの反応の個人差を変動係数 (CV) により定量するとともに、その個人差に筋代謝受容器刺激時の循環反応や動脈圧受容器反射の関連指標が関係するか調べた。静的 HG 時の循環反応の個人差について、以下の結果が得られた。1) 心拍数、CO および TPR の反応の CV は血圧反応の CV よりも顕著に大きな値となった。2) CO の反応と TPR の反応との間に負の相関関係がみられた。3) CO および TPR の反応は、筋代謝受容器刺激時の

それらの反応との間に正の相関関係を示したが、動脈圧受容器反射の関連指標との間に関係はみられなかった。これらの結果から、静的 HG 時には心拍数、CO および TPR の反応に顕著な個人差が存在すること、また、CO の反応と TPR の反応は負の比例関係にあり、その個人差には筋代謝受容器反射が関与することが示唆される。

研究課題 3 では、運動中の経時的変化に着目し、静的 HG を 15 秒、30 秒、45 秒、60 秒または疲労困憊まで行った時の CO および TPR の反応の個人差に関して検討し、以下の結果が得られた。1) 運動時間が 30 秒以上の場合、CO および TPR の反応の CV は血圧反応の CV よりも顕著に大きな値となった。2) どの運動時間の場合でも、CO の反応と TPR の反応との間に負の相関関係がみられた。3) 運動時間が 60 秒以上の場合、CO および TPR の反応と筋代謝受容器刺激時のそれらの反応との間に正の相関関係がみられた。

研究課題 4 では、運動様式の違いに着目し、静的および動的 HG 時の CO および TPR の反応の個人差に関して検討し、以下の結果が得られた。1) どちらの運動様式でも、疲労困憊に至る時間の 40% 以降において、CO および TPR の反応の CV は血圧反応の CV よりも顕著に大きな値となった。2) CO の反応と TPR の反応との間には運動時間にかかわらず負の相関関係がみられた。3) 各個人の CO および TPR の反応は、静的 HG と動的 HG で同様の傾向がみられた。

研究課題 3 および 4 で得られた結果より、静的および動的 HG を開始しある一定時間経過すると、それ以降は疲労困憊に至るまで CO および TPR の反応に顕著な個人差が生じることが示唆される。さらに、各個人の CO および TPR の反応は静的 HG と動的 HG で同様の傾向を有することから、それらの反応の個人差はどちらの運動でも同様のメカニズムによって生じると考えられ、特に疲労困憊に近い状況では、筋代謝受容器反射に対する反応の違いがその個人差を生む一因である可能性が考えられる。しかし、低～中強度の段階では、CO および TPR の反応の個人差に筋代謝受容器反射は関与しないことから、その個人差の成因は運動時間によって一様ではなく、筋代謝受容器反射以外の調節機構もその個人差に関与する可能性が推察される。また、CO および TPR の反応に顕著な個人差が生じても、それらは負の比例関係にあることで血圧反応は比較的個人差が小さくなり、その結果、運動中には運動時間に応じた適度な血圧反応が生じると考えられる。

本論文における一連の結果から、静的および動的 HG に対する CO および TPR の反応には顕著な個人差が存在し、それらの反応はどちらの運動様式でも個人内で共通した傾向を持つこと、また、疲労困憊に近い状況ではそれらの個人差に筋代謝受容器反射が関与することが示唆された。

## 審査の結果の要旨

本論文では、運動に対する循環反応の個人差の程度とその成因に関して、特に高強度運動時の主要な循環調節機構であると考えられている筋代謝受容器反射と動脈圧受容器反射に着目し検討された。その結果、静的および動的ハンドグリップ運動に対する心拍出量および末梢血管抵抗の反応には顕著な個人差が存在し、それらの反応はどちらの運動様式でも個人内で共通した傾向を持つことが見出されるとともに、疲労困憊に近い状況ではそれらの個人差に筋代謝受容器反射が関与することが示唆された。本論文はヒトの運動時に起こる循環反応の個人差に着眼した点で極めて独創性が高く、その個人差に関して、ハンドグリップ運動を用いた独自の実験モデルを用いて系統的に研究を行い、新知見を示したことが高く評価された。

平成 26 年 1 月 23 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。