

## 審査の結果の要旨

氏名 萩尾 耕太郎

本学位研究の最終目的は、人間の立位姿勢制御における認知負荷の影響を明らかにすることである。本学位論文では、この最終目的に近づくために、立位姿勢制御中に認知的な負荷を与え、その影響を運動学的、神経生理学的観点から明らかにすることを目的とした。

第1章では関連領域のこれまでの研究を概観し、本研究で解決すべき研究課題が設定された。第一に、二足での立位を可能にしているヒトの立位姿勢制御の背景メカニズムに関する仮説が構築され、次にその立位姿勢制御と上位中枢の認知的処理とが相互に影響していることを示す研究報告がまとめられた。そして二重課題法での実験結果の多くが、健常成人では高齢者とは異なり姿勢動揺が減少するとの結果であることが明らかとされた。しかしながら、そのような結果の背後にある神経機序は未だ不明であることが浮き彫りとされた。

第2章では、第1章で明確化した研究課題を整理し、本研究の目的が設定された。認知的な介入をおこなう二重課題法をもちいて、認知的な介入が立位姿勢の制御に与える影響を明らかにすることを目的とした。

第3章では、立位姿勢制御に対する認知的介入の影響を明らかにするために、次の3条件での実験が実施された。すなわち、(1)3桁の数字から1桁の数字を繰り返し引き続ける暗算条件、(2)自身の姿勢に意識をして、できるだけ揺れないように意識するよう教示した制揺条件、そして(3)基準となる安静立位条件の3条件が設定された。実験1では姿勢動揺を解析した結果、COPの平均速度は制揺条件で増加すること、そして動揺振幅を示すCOPの平均2乗平方根(RMS)は暗算条件で減少することが明らかとなった。さらに、股関節角度の変動が暗算条件で有意に減少すること、そして各関節のスティフネスの推定値、関節間協調には条件間の差はみられないことも確認された。実験2では姿勢動揺を変化させる身体的な要素として呼吸に着目し、呼吸とCOP、そして関節運動との関連性が調べられた。その結果、呼吸の振幅の減少が立位中の重心動揺の減少に関連していることが判明した。実験3では筋活動の解析による制御活動の評価をおこない、制揺条件では姿勢調整のための筋活動が増加すること、暗算条件では姿勢調整の頻度が減少することが示唆された。

第4章では暗算条件における姿勢調整活動の減少を検証するために、認知課題が外乱への姿勢応答に及ぼす影響が評価された。その結果、暗算条件では外乱後の動揺が増大したことから、姿勢動揺の減少に反して、外力に対する安定性にはむしろ不安定化していると結論付けられた。

第5章では前章までにみられた姿勢制御の変化の背景にある神経メカニズムを明らかにするために、電気刺激により誘発されるHoffman反射(H反射)を用いて各条件での立位中の脊髄興奮性が評価された。その結果、暗算条件ではH反射振幅が有意に増加することが明らかとなった。この結果は、立位中の認知負荷により脊髄反射の興奮性が増大したこと、そしてそれが高位中枢からの抑制性入力への減少に起因することが示唆された。

第6章では3つの研究の結果を総括し、先行研究結果を含めた総合的論議がなされた。その結果、認知課題中の姿勢動揺の減少は呼吸振幅の減少に起因する現象であって、必ずしも姿勢の安定性の向上を意味しないことが示唆された。第4章での外乱後の姿勢動揺の増加、第5章の脊髄反射興奮性の増大はともにこの仮説を支持する結果との見方が示された。

以上、本研究は、ヒトの立位姿勢制御における認知負荷の影響を系統的に調べることで、特にこれまで未知であった若年者での認知負荷課題中の姿勢動揺の減少を導く神経機序を明らかにすることに成功したといえる。すなわち、静止立位中の姿勢動揺の減少は、自律神経系を介しての呼吸振幅の減少を導き、これが姿勢動揺の見掛け上の減少につながることを実験的に明らかにしたといえる。審査委員会ではこの点が高く評価され、関連領域における学術的意義は学位論文に十分値するとの結論に至った。論文内の表記ミスや説明不足の部分などいくつかの修正事項が委員会においては指摘されたが、研究の本質的価値を損なうものではないことから、本審査委員会は当該論文が博士（学術）の学位を授与するにふさわしいと認定した。