

538. 不安定板上における立位制御のコヒーレンス分析

○板谷 厚¹、木塚 朝博¹

(筑波大学大学院 人間総合科学研究科)

【緒言】ヒトの静止立位は単関節倒立振子としてモデル化されることは広く受け入れられている。その一方で、外乱を用いた姿勢制御の研究の結果は、外乱が大きい場合には二関節制御が出現することを示している。単関節倒立振子モデルは足関節におけるトルク発揮によってのみ立位を制御していると仮定しており、二関節制御は足関節トルクのみでは制御しきれない場合に効力を発揮するとすれば、足関節におけるトルク発揮を制限することで二関節制御が強化されると考えられる。そこでわれわれは、足関節におけるトルク発揮を制限するような不安定板を用いることで姿勢の制御様式が変化すると仮説を立てた。【目的】本研究の目的は、足関節におけるトルク発揮を制限するような不安定板を用いて、支持面の不安定度が立位の制御様式におよぼす影響を、コヒーレンス分析によって検討することであった。【方法】被験者は若年健常成人12名であった。被験者はフォースプレート上に設置された不安定度の異なる三種類の不安定板上かフォースプレート上に素足で、腕を胸の前で組んだ立位姿勢を約5分間維持した。不安定板は、木製の板(450×450×12mm)に、長さ450mm、幅15、20および30mm、高さ30mmの角材を取り付けたもので、接地面の幅によって不安定度が調節された。不安定板は前後に不安定となるように設置された。被験者の仙骨(S1)および胸椎(T3)に加速度計を装着し、身体動揺加速度を測定した。加速度信号は1kHzでA/D変換され、200Hzにダウンサンプリング後に、前後方向の加速度についてコヒーレンス分析を行った。コヒーレンスとフェーズは、0.05Hzから5Hz間を対数スケールで8等分する周波数区分を設定し、区分内平均を被験者間で平均した。統計解析は、フェーズについては各条件の周波数区分毎に平均値が0でないか検定した。フェーズが0ということは、胸椎と仙骨の動揺加速度が同位相であることから、これを単関節制御とみなした。コヒーレンスについてはZ変換後に反復測定分散分析を行った。事後検定にはBonferroniの方法を用いた。コヒーレンスは胸椎と仙骨の動揺加速度の関連度を示すことから、コヒーレンスが高いほど制御が強く働いているものと解釈した。【結果】フェーズは開眼立位条件では、すべての周波数区分で0との有意差は認められなかった。一方、すべての不安定板条件では、0.55Hz以上の周波数区分で0よりも大であった。コヒーレンスは、0.55Hzよりも高周波域で、すべての不安定板条件で開眼立位よりも高かった。一方、0.55Hzよりも低周波域では、開眼立位と30mm条件に有意差は認められず、不安定度が高い不安定板ほど高い傾向にあった。【考察】0.55Hzを境に、不安定板上での姿勢の制御様式は単関節制御から二関節制御へと変化した。また、不安定板を用いることで0.55Hzより高周波域での制御は強化された。特に、ほとんど足関節におけるトルク発揮に制限が無いと考えられる30mm板においても二関節制御への変化と制御の強化が認められた。これらのことから、立位制御は足関節におけるトルク発揮を制約条件として、CNSによって制御戦略が選択されることが示唆された。

Key Word

立位制御 姿勢動揺 コヒーレンス分析