律動的な床面動揺外乱に対する立位姿勢応答特性

Postural control strategy in response to cyclic motion of support surface

学 ○黒田明拓（芝工大）正 山本紳一郎（芝工大）河島則天（国リハ）

Akihiro KURODA and Shin-ichiro YAMAMOTO, Shibaura Institute of Technology,
307 Fukasaku, Minuma-ku, Saitama City, Saitama 337-8570, Japan

Ryo Aichi, National Rehab Center for Persons with Disabilities, Japan

Key words: Postural control, dynamic postural balance, horizontal translation, motion base

1. 緒 言

ヒトの立位姿勢は倒立振り子モデルで特徴づけられる。倒立振り子の安定したふるまいを生み出す要素としては、生体内の神経調節にくわえて、外乱の大きさや周波数などの物理的な特性を考慮する必要がある。振り子が安定する至適周波数が存在することを考えれば、ヒトの立位姿勢においても、ある周波数／振幅での律動的な床面動揺を用いることで、立位姿勢に安定状態を作り出すことができる可能性がある。そこで本研究では、前後方向の床面動揺の周波数を変化させた際の立位姿勢応答を定量的にとらえることを目的とした。

2. 実験方法

健常者 14 名 (27.6 ± 5.8 歳) を対象として、床面を律動的に動作させた際の姿勢調節の変化を検討するための実験を。被検者の身体標点計 29 ヶ所 (Helen Hayes Marker Set) に赤外線反射マーカーを貼付し、マーカーの座標データを 3 次元動作解析システム (MAC3D System, Motion Analysis 社製) を用いてサンプリング周波数 200[Hz] で取得した。立位中の筋活動電位 (Electromyogram: EMG) を左右の前脛骨筋 (Tibialis Anterior: TA), 内側腓腹筋 (medial Gastrocnemius: mGas) から無線筋電計測システム (Trigno, Delsys 社製, U.S.) を用いてサンプリング周波数 1000[Hz] で計測した。同時に足圧中心位置 (Center of Pressure: CoP) を立位姿勢調節装置 BASYS (テック技販社製) に内蔵された床反力計からサンプリング周波数 1000[Hz] で計測した。計測は静止立位の状態から前後方向に床面動揺周波数 0.1Hz から 1.0[Hz] まで段階的に周波数を増加させる条件を行った。床面動揺の振幅は $\pm 10[\text{mm}]$ とした。

3. 結果と考察

重心角度と床面の前後移動の軌跡の相互相関を解析したところ、0.7Hz を境に同位相から逆位相へと移行することが明らかとなった。重心及び頭部動揺量は 0.6Hz を境に床面の周波数の増加に伴い減少傾向が認められた。一方で下腿の傾斜角の変化量は増加傾向であった。床面外乱が低周波の際には床面に対して身体が併進していたが、周波数が増加し固有振動数を超えると重心及び頭部を絶対空間上で安定化させることが明らかとなった。

Fig.1 relative phase between base displacement and COM as a function of the platform frequency.

文 献

- (1) Kap Soo Han, Sun Hye Shin, Chang Ho Yu and Tae Kyu Kwon, "Postural responses during the various frequencies of anteroposterior perturbation", Bio-Medical Materials and Engineering, Vol.24, (2014), pp. 2537-2545.
- (2) Ji-Hyun Ko, John H. Challis, Karl M. Newell, "Transition of COM-COP relative phase in a dynamic balance task", Human Movement Science, Vol.38, (2014), pp.1-14.