

## 膝関節の拘束条件が片脚立位姿勢のバランスに与える影響

Nguyen Dang Khoa<sup>1), 2)</sup>、徳永由太<sup>1), 2)</sup>、

稲井卓真<sup>1), 2)</sup>、高林知也<sup>2), 3)</sup>、久保雅義<sup>2), 3)</sup>

- 1) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
- 2) 新潟医療福祉大学 運動機能医学研究所
- 3) 新潟医療福祉大学 理学療法学科

【背景・目的】ヒトの立位姿勢制御は足・膝・股関節を協調して動かすことによって成立していると考えられている。しかし、従来のヒトの立位姿勢制御に関する研究では主に足・股関節運動の戦略に着目されて実施されており、立位姿勢制御に対する膝関節運動の寄与は考慮されていなかった。本研究では、膝装具によって膝関節運動を拘束した条件と拘束しない条件での片脚立位を比較することで、膝関節運動が姿勢制御能力および姿勢制御戦略にどのような影響を与えるのか検証することを目的とした。

【方法】対象は下肢に整形外科・神経学的疾患のない健康成人男性5名（年齢27.6±4.6歳、体重68.4±8.8Kg、身長174.6±3.5cm）とした。全ての被験者は右脚が利き脚であった。

計測には3次元動作解析装置（VICON-MX）と2枚の床反力計を使用した。サンプリング周波数は3次元動作解析装置が100Hz、床反力計が1000Hzとした。頭部と足部の加速度を得るために被験者の外果と眉間にマーカーを貼付した。

測定課題は両上肢を胸の前で交差させた状態での25秒間の片脚立位とした。片脚立位中は5m先の目印を注視するように指示した。測定は支持脚の膝関節を曲げることができないよう両側支柱型の膝装具で拘束した条件（拘束条件）と膝関節を拘束せずに軽度膝関節屈曲位で一番バランスを取りやすい条件（非拘束条件）の2条件で行った。拘束・非拘束条件を左右各5回ずつ測定した。なお、疲労の影響を除外するために、測定毎に2分間の休憩を挟んだ。

床反力データは50Hzにダウンサンプリングした後、5Hzのローパスフィルターで雑音除去を行った。マーカー位置座標データは3Hzのローパスフィルターで雑音除去を行った。雑音除去を行った床反力・マーカー位置座標データより左右（ML）・前後（AP）方向の足圧中心（COP）速度、COP範囲、COP標準偏差

（SD）、頭部・足部加速度の二乗平均平方根（RMS）、足部加速度RMSに対する頭部加速度RMSの比（加速度比）をそれぞれ算出した。なお、COP範囲のML方向は足幅、AP方向は足長で正規化を行った。眉間と外果のマーカー位置データの2階微分をそれぞれ頭部加速度、足部加速度と定義した。各解析項目の比較は対応の

あるt検定にて行った。統計解析はR studio version 3にて行った。有意水準は5%とした。

表1. 拘束・非拘束条件における各解析項目

変数	拘束条件	非拘束条件	p値
COP ML 速度(cm/s)	2.64±0.5	2.75±0.74	0.22
COP AP 速度(cm/s)	2.15±0.4	2.1±0.43	0.36
COP 範囲 ML(%)	29.5±6.98	29.71±5.94	0.76
COP 範囲 AP(%)	16.05±4.42	15.02±3.52	0.09
COP SD ML (cm)	0.65±0.16	0.63±0.14	0.23
COP SD AP (cm)	0.87±0.29	0.83±0.2	0.30
頭部加速度 RMS ML	0.12±0.04	0.11±0.04	0.11
頭部加速度 RMS AP	0.08±0.02	0.07±0.03	0.06
足部加速度 RMS ML	0.1±0.11	0.09±0.08	0.32
足部加速度 RMS AP	0.05±0.05	0.04±0.03	<b>0.02</b>
加速度比 ML	2.02±1.28	1.74±0.92	<b>0.04</b>
加速度比 AP	2.94±1.44	2.64±1.31	0.19

\*p 値の太字は有意差があった変数を示している。

【結果】拘束・非拘束条件における各解析項目の結果を表1に示す。頭部・足部加速度ではAP方向の足部加速度RMSとML方向の加速度比が非拘束条件に比べて拘束条件で有意に高値を示していた。COP速度、COP範囲、COPSDではML・AP方向ともに有意差を認めなかった。

【考察】先行研究においてバランス能力が低い対象者ほどCOP速度、COPSD、COP範囲は高くなることが報告されている。本研究の結果では拘束条件と非拘束条件の間でCOPパラメータに有意差を認めなかった。そのため、拘束条件と非拘束条件のバランス能力の違いはCOPパラメータでは検出できないことが考えられた。

先行研究で足部加速度の増大はバランス保持に対する足関節戦略の寄与の増大を意味しており、頭部加速度の増大はバランス保持に対する股関節戦略の寄与の増大を意味していると報告されている。本研究ではAP方向の足部加速度RMSとML方向の加速度比が非拘束条件に比べて拘束条件で有意に高値を示していた。これらのことから考えると、拘束条件では膝関節によって行われていた姿勢制御を、AP方向の足部加速度RMSは足関節戦略の寄与を高めることによって補い、加速度比のML方向は股関節戦略の寄与を高めることによって代償している可能性が考えられた。このことは、膝関節も姿勢制御に関与していることを示唆している。

【結論】本研究により、膝関節運動の拘束した条件はCOPパラメータに影響を与えないが足・股関節戦略が代償的に働くことが結論付けられた。今回の研究は膝関節伸展位の拘束条件のみだったが、今後は膝関節の30°、60°、90°屈曲位の拘束条件するときの片脚立位のバランスについても調べていこうと考えている。