

(続紙 1)

京都大学	博士 (人間健康科学)	氏名	木村 和夏
論文題目	Influencing kinetic energy using ankle-foot orthoses to help improve walking after stroke: a pilot study (脳卒中後の歩行改善のための短下肢装具の使用は運動エネルギーに影響を与える：試験的研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>脳卒中リハビリテーションにおいて油圧底屈制動付短下肢装具(AFO-OD)の使用は、片麻痺者の歩行機能改善を促し効率的な動作を獲得する手段の一つである。歩行の倒立振り子モデルは身体重心(CoM)の力学的エネルギーの変換を利用した効率的な歩行とされ、両脚立脚期の運動エネルギーと単脚立脚期の位置エネルギーの変換により達成される。特に両脚立脚期では運動エネルギーを引き起こす両脚の床反力垂直分力(vGRF)が要求され、歩行効率性改善に重要な役割を果たす可能性がある。本研究の目的は①脳卒中後片麻痺者の歩行におけるAFO-OD装着による変化を運動エネルギーである両脚立脚期のvGRF、位置エネルギーである立脚期における骨盤の垂直変位(CoMの代替指標)、歩行速度について検証すること、②左記の歩行パラメーターの関連性を検証することである。</p> <p>対象者は地域在住の慢性期脳卒中後片麻痺者で装具無しの歩行が可能、且つ屋外歩行時にAFO-ODを使用している8名(年齢48.8 ± 9.1歳, 性別 男4:女4)とした。測定課題は5mの歩行路上での快適速度歩行とし、AFO-OD装着の有無での2条件にて各2回実施した。この際、歩行速度を計測した。測定には床反力計2枚(KISTLER社製)を歩行路に沿った縦方向に設置し、両脚のvGRFの合計値を測定した。vGRFは麻痺側下肢が前になる両脚立脚期(DSPL;麻痺側の荷重応答期に相当)と麻痺側下肢が後ろになる両脚立脚期(DSPT;麻痺側の前遊脚期に相当)の各ピーク値を同定し、体重からの変化率で正規化し、2施行分の平均値を算出した。また、動作解析装置(産業技術総合研究所社製)を用い、骨盤の垂直移動量(vPD)を計測した。vPDは両脚立脚期の最低値と立脚期の最高値の差分を麻痺側立脚期(vPD_p)と非麻痺側立脚期(vPD_{np})において算出し、身長で正規化し、2施行分の平均値を算出した。統計解析は二元配置反復測定分散分析を用いて、両脚のvGRFではcondition(AFO-ODの有無;2)と歩行相(DSPLとDSPT;2)の2要因、vPDではcondition(AFO-ODの有無;2)と立脚期(vPD_pとvPD_{np};2)の2要因による影響を検証した。有意水準は$p < 0.05$とし、補正はBonferroni法を用いた。対応のあるt検定を用いてAFO-OD装着有無による歩行速度の変化を比較検証した。相関分析にはPearsonの相関係数を用い、両脚のvGRFとvPDの関連性、及び両脚のvGRF(DSPLとDSPTの各相)と歩行速度の関連性について検証した。</p> <p>結果より、AFO-OD装着時は無しの時と比較して歩行速度は有意に増加した($p=0.049$)。二元配置反復測定分散分析の結果より、vGRFでは要因conditionの有意な主効果を認め、AFO-OD装着時は無しの時と比較してDSPL、DSPT時ともに有意な増加を認めた($p=0.03$)。しかし、歩行相の主効果及び交互作用については有意差を認めなかった。また、vPDでは要因の立脚期において有意な主効果を認め、vPD_{np}はAFO-OD装着の有無に関わらずvPD_pと比較して高値を認めた($p=0.003$)。しかし、conditionによる主効果や交互作用は認められなかった。相関分析の結果より、AFO-OD無しの歩行では、DSPT時の両脚のvGRFの減少は続く非麻痺側立脚期のvPD_{np}増加と関連していた($p=0.048$)。一方で、AFO-OD装着での歩行では、DSPL時の両脚のvGRFとDSPT時の両脚のvGRF($p=0.023$)、DSPL時の両脚のvGRFと歩行速度($p=0.003$)、DSPT時の両脚のvGRFと歩行速度($p=0.005$)に有意な正の相関を認めた。</p> <p>考察として、AFO-OD無しの歩行ではDSPT時の両脚のvGRFの低下は続く非麻痺側立脚期の骨盤の上方移動によって代償され、非効率的な歩行であることが示唆された。一方、AFO-OD装着歩行では、運動エネルギーである両脚のvGRFはDSPL、DSPTの両脚立脚期ともに改善し、歩行速度も増加した。さらに、DSPL・DSPT時の両脚のvGRF及び歩行速度の三者間に関連性を認めたことから、AFO-OD装着により効率的な歩行動作へ繋がることを示唆された。そのため、AFO-ODを使用することで両脚立脚期の荷重移動が促され、効率的な歩行動作獲得のための治療装具として利用できる可能性が示唆された。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本研究は、慢性期脳卒中後片麻痺者8名(対象者は屋外歩行時に装具着用)の歩行障害について油圧式底屈制動短下肢装具(AFO-OD)装着による歩行機能や力学的エネルギーに関する歩行効率性の変化を検討したものである。脳卒中後片麻痺者がAFO-OD装着有無の2条件で快適速度歩行を行った際の床反力垂直分力(vGRF)、骨盤垂直変位(vPD)及び歩行速度を計測した。解析は、運動エネルギーの指標である両脚立脚期(麻痺側前肢・麻痺側後肢)における両脚のvGRF、位置エネルギーの指標である立脚期(麻痺側・非麻痺側)におけるvPDに対して、AFO-OD条件や各歩行相の要因による影響、及びこれらの指標の関連性について検討した。その結果、AFO-OD無しの歩行では、麻痺側後肢の両脚立脚期のvGRFの低下は、続く非麻痺側立脚期の骨盤上方移動増加により代償されており、非効率的な動作であることを示した。一方、AFO-OD装着歩行では、歩行速度、及び運動エネルギーである両脚立脚期の両脚のvGRFは増加し、さらにこれら指標間に関連性を認めたことから、効率的な歩行動作へ改善した可能性があることを申請者は明らかにした。以上から、脳卒中後片麻痺者のAFO-OD装着歩行時に示された両脚立脚期の運動エネルギーの変化は、力学的エネルギーに関する効率性の改善を明示し、新たな側面での歩行障害のメカニズムの理解に繋がる可能性を示唆した。

以上の研究は、脳卒中後片麻痺者における歩行障害のメカニズムの解明に貢献し、その理学療法評価・介入に寄与するところが多い。

したがって、本論文は博士(人間健康科学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、本学位授与申請者は、令和4年1月18日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。

要旨公表可能日： 年 月 日以降