

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 須田 裕紀
学位 博士 (工学)
学位記番号 新大院博(工)第461号
学位授与の日付 平成29年3月23日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名 立位時の主観的足底荷重位置を用いた義足の Inset・Outset アライメント評価の研究

論文審査委員 主査 教授・林 豊彦
副査 教授・三村 宣治
副査 教授・前田 義信
副査 教授・大河 正志
副査 教授・東江 由起夫 (新潟医療福祉大学)

博士論文の要旨

下腿義足は切断部である断端を収納するソケットと、下肢の機能を代償する下腿部、足継手、足部からなる。これらの各部品的位置関係をアライメントという。臨床でのアライメント設定は、一般には立位時における下腿部の姿勢、膝関節の安定性、足底の位置などを主観的に評価して行われている。しかし、いまだ定量的かつ明確な評価基準が確立されていない。そのためアライメント調整は、義肢装具士の経験に大きく依存し、かつ試行錯誤により時間もかかるため、定量的・定性的な評価基準および評価法の確立が強く求められている。

アライメントの臨床的な評価のひとつに、切断者自身の主観的な評価がある。それらの中で、足底の荷重位置や接地状況は、アライメント評価において有益であることが臨床的に広く知られている。そこで、本研究では切断者に足底荷重位置を記録するための評価票として「足底荷重位置推定票」を考案した。本票は、従来の聞き取りのみであった切断者の主観を、visual analog scaleの方法に準じて、足底の絵に荷重推定位置を記録するものである。

本研究の目的は、足底荷重位置推定票が臨床的に有効かどうかを検証するために、ソケットに対して足部を基準位置から内外側方向に変化させて、そのときの足底荷重の推定位置の変化、および床反力の位置・大きさ・方向と足底荷重推定位置との関係について明らかにすることである。被験者は下腿切断者5名、アライメント設定は、通法で決めた基準位置 (Normal)、義足足部を Normal から内側に 10 mm 変化させた位置 (Inset)、外側に 10 mm 変化させた位置 (Outset) の 3 水準とした。計測時における立位姿勢は、足幅を規定した「規定立位」および足踏みを行った「自由立位」の 2 つとした。生体力学計測には、三次元動作計測装置と床反力計を用いた。分析パラメータは、1) 足底荷重推定位置 P_v の足底座標系の X 座標 (左右方向)、2) 両足部の踵間距離、3) 床反力圧力中心 P_c の X 座標 (左右方向)、4) 床反力の左右方向成分、5) 床反力の垂直方向成分の 5 つとした。

実験結果から、足底荷重推定位置 Pv の X 座標は、Inset では足底外側に、Normal では中央付近に、Outset では内側に位置し、それぞれ有意差が認められた。すなわち、被験者は、足底荷重推定位置がアライメント変化に対応して規則的に変化していると感じていることが検証された。義足の足部には感覚が存在しないため、足底荷重の感覚は、ソケット内部に接触する皮膚面、膝関節、股関節、下肢の筋・腱の機械受容器からの感覚情報を総合して得られるものと考えられる。三次元動作分析から、足底荷重推定位置と関連性がみられた生体力学パラメータは、力学的に予測される「床反力の左右方向成分」だけであった。従って、足底荷重推定位置は、生体力学計測からは得られにくい貴重なアライメント情報であると考えられる。従って足底荷重位置評価票は、内外側方向のアライメント評価に有効である可能性が示唆された。

審査結果の要旨

本論文は、独自に開発した「足底荷重位置推定票」、およびその臨床的有効性を検証するための実験について述べたものである。

下腿義足の設計・製作において、切断部の断端を収納するソケットと、下肢機能を代償する下腿部、足継手、足部の相対的位置関係「アライメント」は、最適化すべき重要なパラメータのひとつである。しかし、客観的評価が確立していないため、義肢装具士が切断者の主観的評価と経験則に基づいて、試行錯誤的に決定していた。そこで本論文では、従来から臨床での有益性が知られていた「切断者による足底の荷重位置」を visual analog scale 法に準じて記録する「足底荷重位置推定票」を提案している。

同票の臨床的有効性を検証するために、下腿切断者 5 名で実験を行った。アライメント設定は、基準位置 (Normal) とし、義足足部を Normal から内側に 10 mm 変化させた位置 (Inset)、外側に 10 mm 変化させた位置 (Outset) の 3 水準とした。その結果、切断者が記録した足底荷重推定位置の左右位置は、Inset では足底外側に、Normal では中央付近に、Outset では内側に位置し、それぞれ有意差が認められ、足底荷重推定位置がアライメント変化に対応して規則的に変化することが検証された。足底荷重推定位置と関連性がみられた生体力学パラメータは、力学的に予測された「床反力の左右方向成分」だけであった。そのため、足底荷重推定位置は、内外側方向のアライメント評価に有効な情報であることが示唆された。

以上のように、この研究は独創性と新規性が認められ、内容も博士論文としてふさわしい信頼性と論理的明快性を有していた。よって、本論文は博士 (工学) の博士論文として十分であると認定した。