

厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業）
分担研究報告書

将来的な社会参加の実現に向けた補装具費支給のための研究

—神奈川県リハビリテーション病院における高機能補装具（義足）に関する実態調査—

研究分担者 横山 修 所属 神奈川県総合リハビリテーションセンター 神奈川県リハビリテーション病院
診療部リハビリテーション科
研究協力者 丸田 耕平 所属 神奈川県総合リハビリテーションセンター 神奈川県リハビリテーション病院
リハビリテーション工学科
研究協力者 尾崎 雄飛 所属 神奈川県総合リハビリテーションセンター 神奈川県リハビリテーション病院
リハビリテーション工学科

研究要旨

大腿義足膝継手の選択基準は、本人の身体状況（筋力、全身状態、健側の筋力）や断端の状態（断端長、筋力、可動域）、費用面、生活環境などにより総合的に判断するが、明確な基準は定まっていない。そこで、実際に不安定な屋外で電子制御膝継手を使用しているユーザーの、日常生活と仕事での使用状況について調査を行った。

対象者は男性、43歳。外傷による右大腿切断。職業は建築業（自営）。主に建築資材などの運搬を行う。訓練用仮義足で使用した非電子制御膝継手 3R80+と電子制御膝継手リオニーの使用場面の比較を行った結果、電子制御膝継手リオニーは、実際の不規則な動きのなかで、義足側に不意に接地したときの膝折れを制御、イールディング機能の屈曲抵抗による膝継手を屈曲しながらの荷重時の健側への負担軽減、仕事の環境の中で階段を速く降段することが可能となるなどの効果が認められた。イールディング機能を有する非電子制御膝継手は、屋内歩行や、両手が自由な状態での歩行は可能であったが、屋外での作業を伴う移動には電子制御膝継手が有効であり、義足のコントロールに注意することなく作業が可能となったことで、全体的に作業時間の短縮にも繋がったと思われる。

A. 研究目的

大腿義足膝継手の選択基準は、本人の身体状況（筋力、全身状態、健側の筋力）や断端の状態（断端長、筋力、可動域）、費用面、生活環境などにより総合的に判断するが、明確な基準は定まっていない。その中でも電子制御膝は確実な膝折れ防止機能と、遊脚相の制御により、殆どの大腿義足ユーザーに有効であると思われるが、その機能を発揮しているかの判断は難しい。そのため実際の日常生活と、仕事での使用状況を確認し、電子制御膝継手の機能を使いこなしているか否かを確認するために調査が必要である。

大腿義足において、通常の屋内の平地歩行と屋外の坂道や階段などの歩行では、屋外の歩行の方が難易

度が高い。また、屋内では安定した歩行が可能でも、屋外の不整地、階段や坂道では、膝継ぎ手の随意制御が困難で不安定な歩行になりやすい。さらに職業によって義足の使用状況は様々である。デスクワークで屋内の歩行中心であれば、膝折れは起こりにくいが、屋外での作業を伴う場面の使用ではリスクが高くなる。

そこで、実際に不安定な屋外で電子制御膝継手を使用しているユーザーの、日常生活と仕事での使用状況について調査を行った。

B. 研究方法

大腿義足で電子制御膝継手を使用している1名に対して、実際の職場や生活場面での使用状況の調査

を行い、その効果について、最初に訓練用仮義足として使用していた、非電子制御膝継手と比較し検証を行った。

対象者：男性、43歳 外傷による右大腿切断。

職業 建築業（自営）主に建築資材などの運搬を行う。

経過：

20XX年 交通外傷による右大腿切断

20XX+1年 訓練用仮義足作製、ソケットは四辺形式キャッチピンによる懸垂、膝継手はオットーボック社の非電子制御式の単軸油圧膝 3R80+、足部はオズール社のフレックスフットアシュアとした。

20XX+3年 NU型ソケット、シールイン式による懸垂 膝継手は電子制御式のオズール社のリオニー、足部はオットーボック社のタレオアジャストとした。

膝継手：

1) 3R80+ オットーボック社（非電子制御膝） 単軸のロータリー式油圧制御膝継手 遊脚相は屈曲、伸展の油圧抵抗を調整。立脚相のイールディング機能は義足側に確実に荷重したときのみ発揮される。

2) リオニー オズール社（電子制御膝）人工知能とセンサーが搭載されており、磁気粘性流体により膝軸の回転運動に対し抵抗を発生させる。センサーによりどのような状態にあるのか判別し、立脚相の制御から、スムーズな遊脚相へ移行する制御を行う。

C. 研究結果

3R80+とリオニーの使用場面の比較

屋外の作業が殆どで、建築資材の運搬など、両手作業での義足移動が多い。

3R80+は平坦な路面の歩行では、膝折れは起こりにくいですが、屋外での坂道や不整路面の歩行、不意に足部を接地したときなど、義足への荷重が不十分なときに、膝折れが起こりやすかった。そのため主な運搬作業については、他の従業員が行っていた。

以上の問題からセンサーと人工知能機能により、膝継手の自動制御を行う電子制御膝のリオニーに変更することとなった。

作業内容について

実際の建築現場の作業内容としては、両手でブロックなどを車に積み込む（図1）作業が多い。この動作では、体幹を前屈し膝継手の屈曲抵抗を利用しながら中腰の姿勢になる。その他にも脚立に上り資材を下す（図2）、狭いスペースのところを横向きで資材を運ぶ（図3）などがあるが、不安定な場所での作業や、小さい歩幅で横向きで移動し方向転換を行うなど、不規則な動きが多くあった。リオニーは、実際の不規則な動きのなかで、義足側に不意に接地したときの膝折れを制御していた。またイールディング機能の屈曲抵抗により、健側の膝の遠心性収縮に近い動きが可能となり、膝継手を屈曲しながらの荷重が増加し、健側への負担が軽減されていた。



図1 ブロック積込



図2 脚立での荷下ろし



図3 横向きでの運搬

実生活のなかでも、階段をイーリング機能の屈曲抵抗により左右交互に降段できるようになった。これは仕事の環境の中でも階段を速く降段することにつながった。

D. 考察

非電子制御膝の 3R80+から電子制御膝のリオニーの比較では、仕事の屋外作業場面で、電子制御によるイーリング機能により、義足側を意識することなく作業に集中できていた。膝折れの心配が減り、義足に絶対的な安心を実感できたことで、作業動作の精神的な制約がほぼ無くなったためと考えられる、また、日常生活においても膝折れの不安が無くなったことで、屋外の活動にも積極的になっているとの感想が聞かれた。

E. 結論

イーリング機能を有する非電子制御膝継手は、屋内歩行や、両手が自由な状態での歩行は可能であったが、屋外での作業を伴う移動には電子制御膝継手が有効であった。

また義足のコントロールに気を取られることなく作業が可能となったことで、全体的に作業時間の短縮にも繋がったと思われる。

文献

- 1) 中村 隆 高機能電子制御膝継手の今 義装会誌 41 113-116 2025
- 2 大泉 寛紀 リオニー人工知能と MR 流体を有する電子制御膝継手 義装会誌 36 265-269 2020

F. 健康的危険情報

(分担研究報告書には記入せずに、総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1. 論文発表
2. 学会発表

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

H. 知的財産権に出願・登録状況 (予定を含む)

1. 特許取得
2. 実用新案登録
3. その他