

18 大腿義足使用者における階段上昇動作の解析

研究所運動機能系障害研究部 保原 浩明, 山崎 伸也, 中澤 公孝

【背景】 大腿部の切断を余儀なくされた場合、運動機能を代替する大腿義足は日常生活を送る上で必要不可欠なリハビリテーション機器である。現在まで、こうした大腿義足の開発は安全で快適な平地歩行を可能にしたものの、日常生活で頻繁に遭遇する段差・階段を両脚で交互に昇ることは未だ難しいのが現状である。しかしながら、手すりや動力義足を一切使用せず、両脚で交互に階段を昇る大腿切断者も少なからず存在する。このような熟練した運動機能の背景には、彼らが階段を昇る際に必要な「身体の使い方」を習得していると考えられる。こうした動きの特徴を明らかにすることは、昇段が困難な大腿切断者への歩行リハビリテーションを提案する上で重要な情報になりうる。そこで本研究では両脚で交互に階段を昇る大腿切断者の動作特性を解析・評価することを目的とした。

【方法】 被験者は両脚で交互に階段を昇れる大腿切断者 1 名および比較対照として健常な成人被験者 10 名とした。本研究における全てのプロトコルは、本センター倫理審査委員会の承認を得た。運動課題は実験室内に設置した階段（5 段組み；高さ 16cm, ステップ幅 80cm, 奥行 30cm）を利用し、一足一段法による昇段を行わせた。被験者の全身 15 箇所体表にマーカートを貼付け、光学式モーションキャプチャーシステムを用いて、昇段中の全身を毎秒 60 コマで撮影した。撮影した映像をもとに、矢状面における下肢関節の伸展／屈曲角度を算出した。また、階段下に設置した地面反力計から鉛直方向の地面反力を記録した。

【結果・考察】 図 1 に健常者、大腿義足使用者の義足肢および対側肢の一歩行周期における関節角度変化と地面反力の代表例を示す。健常者は立脚初期から中期にかけての膝関節伸展と立脚後期の足関節底屈によって昇段を行っていた。その一方、大腿切断者は、立脚初期に膝継手を完全伸展位で瞬間的に固定し、以降、立脚後期までその伸展位を維持していた（図 1-B）。これは体重によって生じる義足肢の膝折れを防いでいると考えられる。こうした義足肢の巧みな制御に加え、対側肢の膝・足関節では立脚後期に一時的な屈曲・背屈を行った後、伸展・底屈していることが確認された（図 1-B および C）。このときの地面反力を観察すると、大腿義足使用者の対側肢では健常成人の約 2 倍の値で階段を蹴り上げていた（図 1-D）。こうした素早い屈曲－伸展の関節運動は反動動作と呼ばれ、筋および腱組織の弾性を利用して運動量を増大させることが知られている。以上のことから、一足一段法による昇段が可能な大腿義足使用者では 1) 立脚初期に膝継手を伸展位で固定し、2) 対側肢の膝・足関節で反動動作を利用して身体を上方へと移動させる、という連続した動きが特徴として挙げられる。今後はこうした動きの情報を、昇段が困難な大腿義足使用者にフィードバックすることによって、効果的な歩行リハビリテーションを提案したいと考えている。

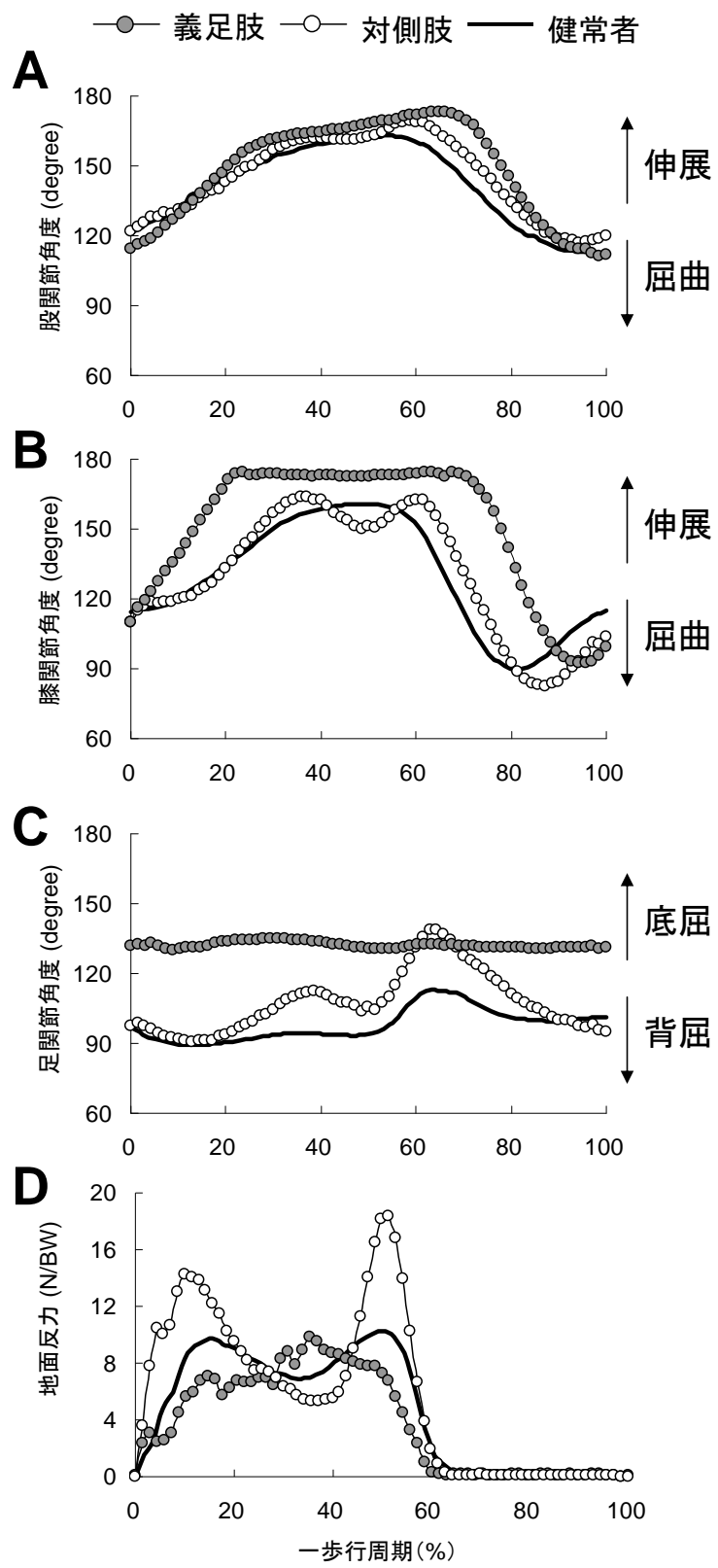


図1. 一歩行周期における股関節 (A), 膝関節 (B), 足関節角度 (C) および地面反力 (D).