

原著：秋田大学医短紀要 8 (2)：160-164, 2000

健全人による膝模擬義足歩行の分析と教育への応用

The Gait Analysis of Healthy Subjects
with the Simulated Knee Prosthesis and Its Application to the Education

佐竹 将宏 工藤 俊輔 初山 日出樹
上村 佐知子

Masahiro SATAKE Shunsuke KUDO Hideki MOMIYAMA
Sachiko UEMURA

要 旨：

本研究の目的は、健全人による模擬義足歩行が義肢学の教育に有効であるかどうかを、歩行分析による異常歩行の再現性により検討することである。方法は、健全男性9名に膝模擬義足を装着し、義足歩行に慣れたところで、義足の長さを標準（健脚と同じ長さ）、短脚（標準-2cm）、長脚（標準+2cm）、標準の順で変化させ、それぞれの歩行を三次元動作解析装置で分析した。

結果、歩行周期における立脚相の割合は、どの歩行条件でも健側が大きい割合を示し、平均すると、標準の長さで、健側が82.3%、義足側が65.7%であった。最大体幹側屈可動域は、短脚と長脚で、標準よりも有意に大きい値を示した。また、義足側の最大股関節内外転可動域は、長脚が短脚よりも有意に大きい角度を示した。

立脚相の割合が左右脚で異なるの原因は、歩行の不安定性にあるが、義足が短いときに体幹は大きく左右に揺れ、また義足が長いときは外転歩行やぶんまわし歩行になるという異常歩行を、本研究で再現することができた。よって、模擬義足を用いた実習は、義足歩行の体験や異常歩行の分析・その原因究明を学習する上で、有効であることが示唆された。

はじめに

義肢装具療法は、理学療法において運動療法に並ぶ重要な治療方法であり、当学科でも義肢装具学および義肢装具学実習として、合計75時

間の授業を行っている。

義肢とは、「切断肢の欠損部に装着してその機能を補うもの」であり、義肢学は、「義肢の原理、歩行の運動学、材料、部品、処方、製作、

秋田大学医療技術短期大学部
理学療法学科

Key Words：膝離断
模擬義足
歩行分析
理学療法教育

チェックアウトなどに関する学問」である¹⁾ことから、我々は授業目標のひとつに、「義肢の装着ならびに機能の判定方法を、正常人をモデルに実施できる」ことをあげている。

リハビリテーションでは身体障害者もその対象となることから、理学療法教育では障害の体験学習がよく行われており、障害を体験することで患者の立場にたった理学療法が行えるようになるものと考えられている。しかし、その性質上、義肢はそのものを健全人が装着して体験学習ができるものではない。

近年、健全人が装着できる模擬義肢がいくつか開発されてきており²⁾、その目的は、膝継手などのパーツの開発³⁾、学生が装着し義足歩行を体験する教育用⁴⁾などである。我々も模擬義足を義肢学の教育に使い、義足歩行の体験を行っている。

今回我々は、模擬義足の構造を変化させ、異常歩行の再現が可能であれば、義足歩行時に生じる異常歩行の体験と分析がより簡単に実習できるであろうと考えた。そこで、三次元動作解析装置を用いて客観的な歩行分析を試み、知見を得たので報告する。

対象と方法

対象は、秋田大学医療技術短期大学部理学療法学科の男子学生9名である。平均年齢は19歳であり、平均身長および平均体重は、それぞれ173cmおよび68kgであった。いずれの被験者も、筋骨格系には異常がなく、今までに模擬義足歩行を経験していなかった。

利用した模擬義足は、膝離断用模擬義足である(図1)。下肢は膝屈曲位にて義足の大腿部と下腿部で固定し、体重は膝と下腿部で支持する。膝継手はオットボック社製の荷重ブレーキ膝、足継手はオットボック社製の単軸足部を使用した。

研究に用いた義足の長さは、下肢長と同じ長さのもの(以下、標準とする)、標準より2cm短いもの(以下、短脚とする)、標準より2cm長いもの(以下、長脚とする)の3種類とした。大腿義足の長さは、患者の身体能力により0～

1cm健側よりも短くする場合もあるため、今回は、明らかに影響が見られるであろう2cmの脚長差をつけた。模擬義足長は、下腿部の支柱の長さで調節した。

模擬義足は全員右下肢に装着し、足部には日常履き慣れているシューズを着用した。

被験者全員には、模擬義足歩行に慣れてもらうため、あらかじめ約30分の歩行訓練を行った。訓練に用いた義足長は標準の長さであり、切断者への義足歩行訓練と同様の方法で行った。

歩行分析は、観察および三次元動作解析装置(Oxford社製 Vicon140)を用いて、標準(以下、標準前とする)、短脚、長脚および標準(以下、標準後とする)の順で行った。歩行は独歩であり、歩行速度は、各人の最も歩きやすい速度とした。

三次元動作解析の結果は、対応のあるt検定を用い、危険率5%未満を有意とした。

結 果

1) 歩行周期

立脚相の割合は、どの歩行条件でも、健側が

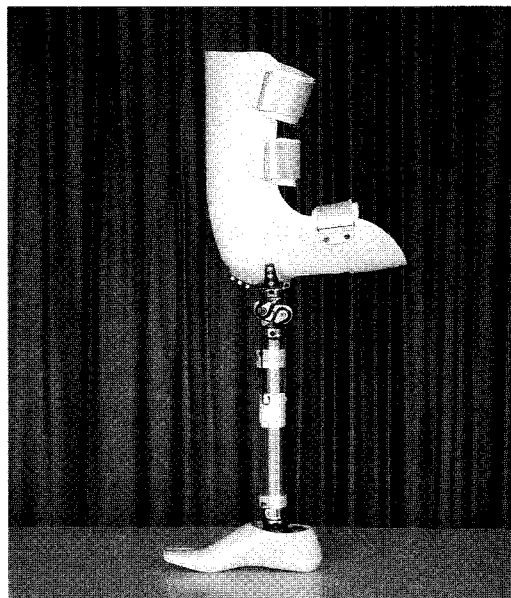


図1 膝模擬義足(膝継手には荷重ブレーキ膝、足継手には単軸継手を使用)

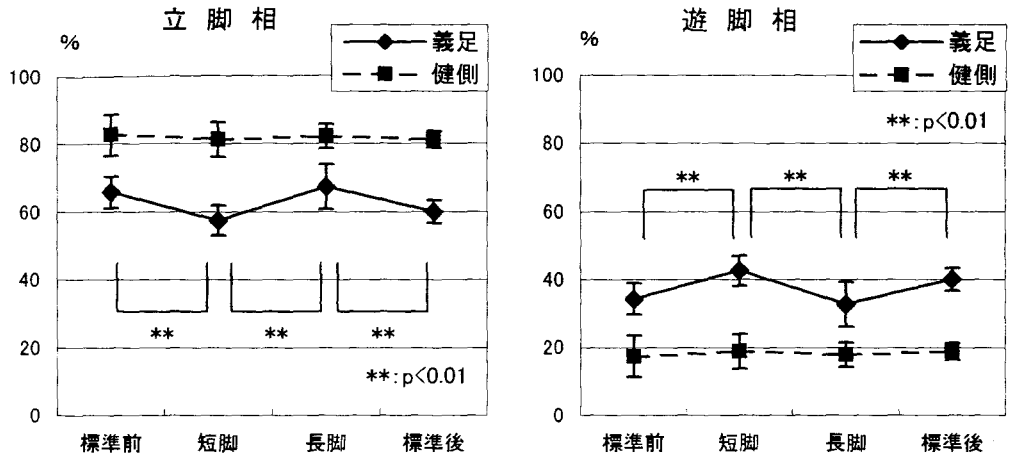


図2 一歩行周期における立脚相と遊脚相の割合

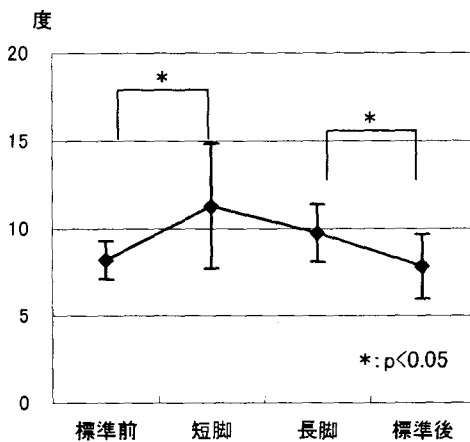


図3 体幹の最大側屈可動域

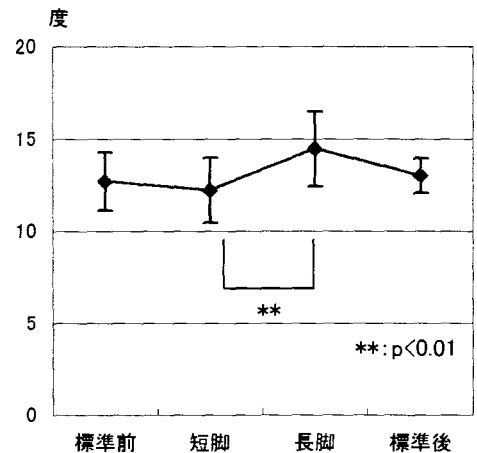


図4 股関節最大内外転可動域

大きい割合を示した(図2)。また、健側の割合の変化は小さいのに対して、義足側では、短脚のときは標準前や長脚のときよりも有意に小さく、長脚のときは短脚や標準後のときよりも有意に大きい割合を示した。立脚相の割合は、標準の長さで、健側が82.3%、義足側が65.7%であった。

遊脚相の割合は、健側の変化は立脚相と同様に少なく、義足側の割合は、短脚のときで標準前や長脚のときよりも有意に大きく、長脚のと

きは短脚や標準後のときよりも有意に小さい割合であった。

2) 最大体幹側屈可動域

最大体幹側屈可動域とは、一歩行周期中に、義足側に最大傾いた角度と、健側に最大傾いた角度を合計したものである。

最大体幹側屈可動域は、短脚と長脚のときで、標準前や標準後のときよりも有意に大きい値を示した(図3)。

標準前と標準後のときの最大体幹側屈可動域

は、ほぼ同じ値を示した。

3) 最大股関節内外転可動域

最大股関節内外転可動域とは、一歩行周期中に示された最大外転角度と最大内転角度を合計したものである。

義足側の最大股関節内外転可動域は、短脚と長脚のときで有意差を認めた(図4)。

標準前と標準後のときでは、ほぼ同じ値を示した。

4) その他

その他に測定した、股関節や膝関節の屈伸角度や足関節の底背屈角度には、義足の長さによる違いはみられなかった。

考 察

模擬義肢には、切断部位により、種々のものが考えられている。我々理学療法士が最も多く接する下肢切断は、下腿切断であり、大腿切断も少なくはない⁵⁾。また、大腿切断は、膝継手をコントロールして歩行しなければならないことから、疑似体験には最適と思われる。しかし、大腿義足は現在その多くが坐骨支持であり、これを模擬義足で真似るには不自然さがある²⁾。よって、膝継手が組み込まれていることで、そのコントロール体験も可能な、いわゆる膝離断用模擬義足²⁾を作製し、使用した。

義足装着による異常歩行には、いろいろなタイプがあり、それぞれの原因が考えられている。今回我々は、模擬義足を作製し、健常者を被験者として、異常歩行の再現ができるかどうかという観点から、義肢学教育への有効性を検討した。

自然歩行での一歩行周期における立脚相の割合は約60%、遊脚相の割合は約40%である。本結果では、立脚相の割合は、標準の長さで、健側が約82%、義足側が約66%と、健側で大きい割合を示した。つまり、健側において立脚相が長く、遊脚相が短いということは、義足を振り出す時間が長く、義足で体重を支えている時間が短いといえることができる。

健側と義足側との立脚相の時間に差が出る原因として、①ソケットの適合不良で負荷に対し

て疼痛、不快感がある場合、②膝継手の伸展補助バンドが弱いか摩擦が不十分なため、遊脚相初期に踵の跳ね上がりがあり、このため遊脚相に時間の延長を見る場合、③アライメントによる安定性が不良で中折れを起こしやすい場合、④断端筋力が弱い場合、⑤平衡訓練が不十分な場合、歩行に対する恐怖感、不安感がある場合、などが考えられる⁵⁾。本研究の場合、特にソケットの適合不良や、義足歩行に対する不安定感があげられよう。つまり、模擬義足は個人個人に合うように作られていないため、適合感やアライメントの不良を無くすることができなかったこと、また、30分間の歩行訓練では、義足歩行に十分慣れることができなかったことが考えられる。

異常歩行に見られる体幹の側屈は、一般的に、義足側の立脚に体幹が義足側のほうに傾斜する状態をいう。その原因には、種々の理由があげられる⁵⁾が、義足の長さが短すぎる場合も、体幹側屈が大きくなる原因のひとつである。今回の結果では、義足が短く設定されたとき、体幹の側屈角度が最大となり、標準の長さで明らかに違った。よって、義足の長さを短く設定したときの異常歩行が、教科書どおりに再現できたと考えられる。

本結果では、義足の長さを長く設定したときに、股関節内外転可動域が最大となり、標準の長さに設定したときよりも大きくなる傾向を示した。義足が長いときにみられる異常歩行は、外転歩行やぶんまわし歩行である⁵⁾。つまり、歩行時下肢を振り出すときに、股関節の外転角度が、正常よりも大きくなることである。よって、この現象が、本結果を導き出したものと考えられ、仮説通りの異常歩行を作り出すことができたといえよう。

その他、義足の長さが長すぎる場合に見られる異常歩行には、健側足先での伸び上がり歩行がある⁵⁾。しかし、本研究では伸び上がり歩行はみられなかった。

本研究の問題点は、義足のサイズが限られているため、すべての学生が体験することができないことや、義足装着歩行に慣れるまで時間が

かかることである。本研究では、被験者の歩行感覚や観察により、30分程度で義足歩行が習得されたと判断したが、被験者によっては1時間近く必要なものもいた。

また、義足膝継手の位置は健側と同じ高さではなく、低い位置にある。これは構造上の問題であり、従来、膝離断用義足には避けられない問題であった。しかし、四節リンク膝継手の登場により軸心を健側の高さに合わせることが可能となった。今後このようなパーツを膝継手に用いることにより、軸心の高さの違いは、解決できるであろう。

正常歩行と義足歩行の違いは、患者の身体機能だけではなく、使用されている膝や足継手のパーツに大きく影響される。特に膝継手の構造は歩容に関係し、近年はより正常な歩容に近づけるためコンピュータ制御機能の付いた膝継手が開発されている。灰田ら⁴⁾は、定摩擦式単軸膝継手の付いた我々と同形の模擬義足と大腿義足の歩容を比較し、細かい点では異なるが十分に義足歩行を体験できるものであると結論づけている。

今回は、模擬義足の義足長を変化させることで、異常歩行の再現ができることがわかった。今後は、膝継手・足継手などのパーツや義足のアライメントなどを変化させることで、異常歩行の再現ができるかどうかの検討を行い、模擬

義足の有効な実習教育への利用方法を考えていきたい。

まとめ

膝模擬義足を使用し、義足長を変化させ、意図的に異常歩行を作り上げた。

その作られた異常歩行を三次元動作解析装置を用いて分析したところ、脚長差が原因となる異常歩行を再現することができた。

模擬義足を用いた実習は、義足歩行の体験や異常歩行の分析・その原因究明を学習する上で、有効であることが示唆された。

参考文献

- 1) 上田敏, 大川弥生 (1996) リハビリテーション医学大辞典, 医歯薬出版, 東京, 105
- 2) 大塚彰, 塩川満久, 鶴見隆正他 (1996) 模擬体験用義足・装具の紹介, 義装会誌12特別号, 304-305
- 3) 関川伸哉, 森本正治, 谷川公一 (1996) 膝継手の違いによる膝折れ随意制御に関する研究第一報. 義装会誌12特別号, 144-145
- 4) 灰田信英, 喜多加代子, 立野勝彦他 (1992) 大腿模擬義足の開発と応用, 金大医短紀要 16, 31-35
- 5) 澤村誠志 (1999) 切断と義肢第4版, 医歯薬出版, 東京