

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 30 日現在

機関番号：82404

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500669

研究課題名(和文) 切断肢の粘弾性分布に対するソケット形状の適合に関する研究

研究課題名(英文) Research of the compatibility about shape and elasticity of a residual limb.

研究代表者

高嶋 孝倫 (TAKASHIMA, Takamichi)

国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・研究所 義肢装具技術研究部・義肢装具士

研究者番号：00425654

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：ソケット装着時と非装着時の切断端の形状変化からソケットによるコンプレッション値を定量化し、弾性変化との関係からその最適値について考察を行った。さらに切断端のMRI画像から内部組織の組織構成を解析し、組織構成と弾性値の関連性を確認した。

現状の義足ソケット製作工程においてコンプレッション値は義肢装具士の経験と技術によって推定され、切断端への試着を繰り返すことによって調整されるが技術と時間を必要とする。本研究によって得られた、切断端内部の組織によって弾性とコンプレッション値との相関を解析した結果を受け、数値的指針の考察に至ったことは義足ソケットの適合までの時間短縮という観点から有意義である。

研究成果の概要(英文)：Compression value of a prosthetic socket was quantified and optimum value was investigated from measurement of changes of residual limb shape by donning the socket. Furthermore, a relation between constitution of tissues and elasticity of a residual limb was confirmed by analysis of constitution of internal tissue by MRI.

In the presents, the compression value is estimated based on experiences and skills of prosthetists, and adjusted by repetitive trial fitting, however, it needs lots of time and skilled technique.

As the result of this research, consideration of a numerical guideline for compression value by analysis of correlation between elasticity and constitution of internal tissue is significance in terms of reduction of leading time for fitting prostheses.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：福祉用具・支援機器 下肢切断 義足ソケット

1. 研究開始当初の背景

義足は切断の部位によってその名称と特徴が異なり、本研究では膝上で切断した大腿義足と膝下の下腿義足を対象とする。

大腿義足ソケットは初期の差込式から全面接触型の四辺形ソケット、懸垂力を持たせた吸着式、柔軟プラスチックと高剛性プラスチックを用いた二重ソケット形状、坐骨収納型ソケットの提案といった経過がある。

ソケット種別をパラメータとした比較解析研究は多くの研究者によって国内外を問わず取り組まれており、種別ごとの特徴は示されている(Stark G 2007 など)。しかし、ソケットが適合しているか否かという問題に関しては圧分布の計測(Peng D 2006 など)、MRI、CT、超音波を用いた可視化(Ping He 1996 など)、有限要素モデルを構築してのシミュレーション(Zhang M 1998 など)などが発表されているが未解決といえる。

2. 研究の目的

不幸にして脚を失った方(切断者)は義足を使用し、可能な限りの日常生活を営む。切断者に関連する問題領域へのアプローチは脚の機能を代替する義足の改良・開発、より良好な予後を得るための切断術、最先端技術である再生医療へのチャレンジ、そして精神面からのアプローチなど様々である。

本研究は義足の領域である。義足は切断者に適合していなければならず、不適合な義足を使用する方はかなりの苦痛を強いられる。もっとも顕著に現れるのは脚を切断し残存する“断端”と義足に挿入される“ソケット”の適合といえる。それではソケットの適合とは何か。その判断・評価はヒトの感覚であり明確なスケールはない。現状ではヒトの感覚に依存する部分が多く数値解を得ることは不可能と考えられているが、適合の要素を部分的に数値的に表すことは可能であると考えられる。本研究は義足のソケットに着眼し、断端とソケットとの適合に関する数値解(以後ソケット形状解)を示すことを目標とする。

3. 研究の方法

(1) 本研究は切断端のモデル化が必要であり、当初、3次元デジタイザーを用いて切断端表面の座標を取得し、これを用いた手法で研究を開始したが、より高精度なMRI撮像からの座標取得が可能となり、これを用いたモデル構築を行った。義足ソケットを装着した状態での撮影となるため、ケミカルシフト等のアーチファクトが問題となるが画像処理によりこれを回避した。

(2) 下肢切断を受けた被験者の協力によって切断端のサーフェスモデルを構築し、さらに切断端内部の脂肪、筋、骨等の組織構成を分離する解析を行った。横断面画像毎の面積比を導出し、長軸方向に加算する手法によって体積比の同定を行った。

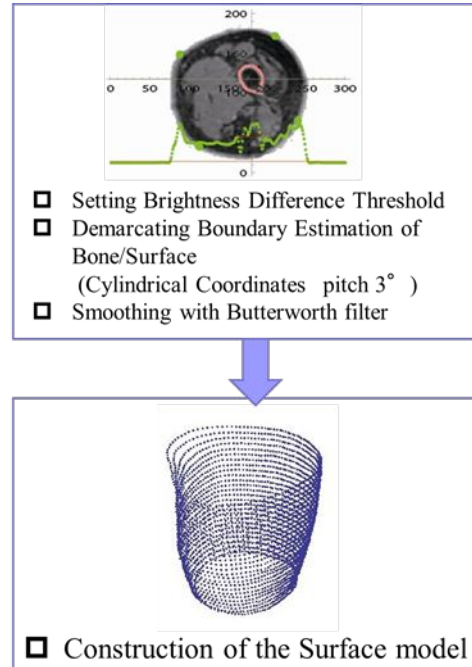


図1 MRI画像からサーフェスモデルの構築
スライス毎の画像をグレースケール明度値の配列とし、骨中心を原点とする円筒座標系に変換したうえで骨輪郭、外周輪郭、筋-脂肪組織境界の探索を行った。骨髄部は高信号であり明度は高く、骨皮質はその逆であるため、明度に任意の閾値(骨閾値、外周閾値)を定め、境界点の輪郭をサーフェスとした。

(3) ソケット装着の有無、及び異種のソケット装着時における切断端の形状変化を定量化し、同時に切断端内部組織別の配置・形状変化について解析を試みた。

(4) 切断端の弾性を機械式計測器を用いて計測し、弾性分布の定量化手法を確立した。最終目標である義足ソケット装着による切断端の形状変化と弾性値との相関について解析を試みた。

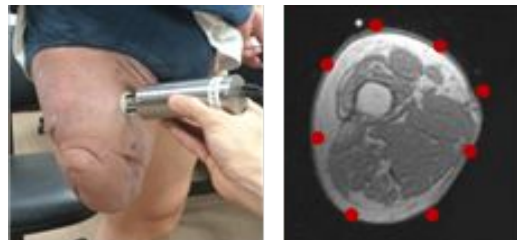


図2 切断端各部位における押し込み硬さの計測
周径方向に赤マーカー部の8点、長軸方向に5cm毎に計測。

4. 研究成果

ソケット装着時と非装着時の切断端の形状変化からソケットによるコンプレッション値を定量化し、弾性変化との関係からコンプレッション値の最適値について考察を行った(図3)。さらに切断端のMRI画像から内部組織の組織構成を解析し、組織構成と弾性値の関連性を確認した。その結果、3名の被験者においてソケット装着によって有意に弾性率が上昇することが確認され(図4)、コンプレッション値との関連性を示唆するものであった。

現状の義足ソケット製作工程においてコンプレッション値は義肢装具士の経験と技術によって推定され、切断端への試着を繰り返すことによって調整されるが技術と時間を必要とする。本研究の結果は切断端内部の組織によって弾性とコンプレッション値との相関を解析した結果を受け、数値的指針の考察に至ったことは義足ソケットの適合までの時間短縮という観点から有意義である。

また切断端の筋量は切断後長期経過例と短期例とでは量的な相違が見られることが確認された。

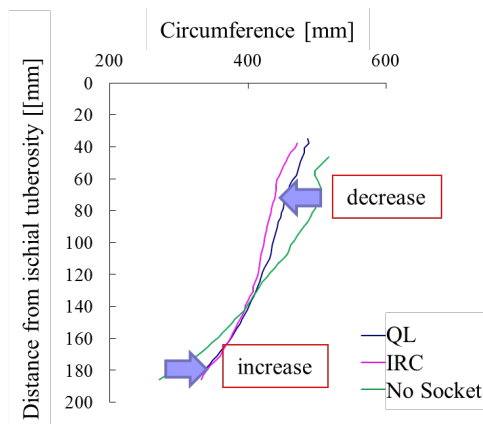


図3 切断端に対するソケットのコンプレッション値の比較

近位はきつめ、遠位は緩めに製作されている現状が詳細に数値化された。

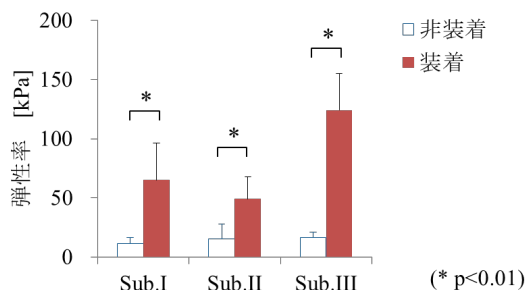


図4 ソケット装着による弾性率の変化
3症例共にソケット装着により弾性率は有意に上昇した。

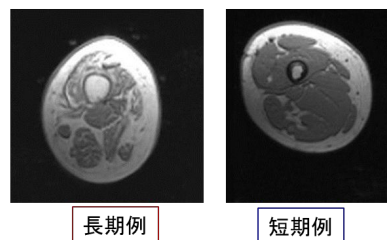
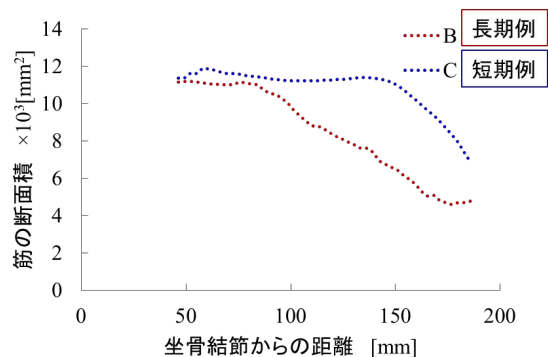


図5 切断後長期経過例と短期経過例との筋量の比較

坐骨より遠位(70mm)で切断後長期経過例では筋量が減少し、脂肪量の増加が確認された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 7 件)

丸山貴之, 高嶋孝倫, 中村隆, 三ツ本敦子, 藤本浩志, 高西淳夫, 大腿切断端の弾性分布の計測, バイオメカニズム学術講演会, 査読有り, 2013 11 月 16-17, 所沢.

丸山貴之, 高嶋孝倫, 中村隆, 前野正登, 藤本浩志, 高西淳夫, MRI による下肢切断者残存肢の組織構成, 日本義肢装具学会学術大会, 査読有り, 2013 10 月 26-27, 佐賀.

高嶋孝倫, 丸山貴之, 中村隆, 前野正登, 藤本浩志, MRI 撮像による大腿義足ソケットと切断端形状の数値化, 日本義肢装具士協会学術大会, 2013 7 月 13-14, 沖縄. Takashi Nakamura, Takayuki Maruyama, Takamichi Takashima, Hiroshi Fujimoto., Preliminary study of quantification of shape and elasticity of a residual limb of a transfemoral amputee., 14th World Congress of the International Society for Prosthetics and Orthotics. 査読有り, 2013 2-4~7, India.

丸山貴之, 高嶋孝倫, 中村隆, 三ツ本敦子, 前野正登, 星野元訓, 徳井亜加根, 藤本浩志, "義足ソケットの形状と断端の弾性の定量化に関する研究", 第28回日本義肢装具学会学術大会, 査読有り, 2012-11-10, 名古屋国際会議場, 名古屋.

Takayuki Maruyama, Takamichi Takashima, Takashi Nakamura,

Hiroshi Fujimoto, "Preliminary study of quantification of shape and elasticity of a residual limb", Asian Prosthetic and Orthotic Scientific Meeting 2012, 査読有り, 2012 August 3-5, Kobe.

丸山貴之, 高嶋孝倫, "義足ソケットの適合に関する研究 ~ 断端形状とソケット形状の定量的比較 ~", 第27回日本義肢装具学会学術大会, 査読有り, 2011-10-22, TFTビル 東京

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高嶋 孝倫 (TAKASHIMA Takamichi)
国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・研究所 義肢装具技術研究部・義肢装具士
研究者番号：00425654

(2) 研究分担者

中村 隆 (NAKAMURA Takashi)
国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・研究所 義肢装具技術研究部・義肢装具士
研究者番号：40415360

(3) 連携研究者

()

研究者番号：