

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：33111

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K20738

研究課題名（和文）義足のアライメントとソケット圧力における適合評価の最適化

研究課題名（英文）Optimization of fitting evaluation in prosthesis alignment and socket pressure

研究代表者

須田 裕紀（Suda, Hironori）

新潟医療福祉大学・リハビリテーション学部・講師

研究者番号：20567200

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：切断者が装着する義足は、失われた身体を代償するパーツの組合せで構成されている。パーツの位置関係をアライメントという。身体と義足の接続部をソケットという。ソケットは、身体との適合が重要であり、形状とボリュームの調整による適合が重要となる。臨床において、この調整は、リハビリスタッフが切断者ごとに目視評価と主観的評価によって判断しており、経験的な知識と技術によって調整が行われているため、アライメントとソケットの調整に時間を要することが問題点として挙げられる。そこで、本研究は、義肢装具の適合評価の向上を目的として、義足アライメントとソケット内圧力の関係を分析することを目的とした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

義足の適合を客観的に評価するアライメント評価支援ツールがあるが、アライメントとソケット内圧力の関係性のメカニズムは明確にされていない。アライメント設定が不良の場合は、荷重位置や安定性に影響を与えるだけでなく、ソケットと断端に過度な圧迫や不適合が生じるため、アライメントとソケット圧力の関係を具体的にすることが求められている。これにより、臨床において義肢装具士が義足を調整する際の判断材料として有効であり、調整の可視化、調整時間の短縮、評価精度の向上が期待できる。

研究成果の概要（英文）：The prosthetics worn by an amputee consists of a combination of parts that compensate for the lost body. The positioning of the parts is called alignment. The connection between the body and the prosthetic leg is called the socket. The socket must conform to the body, and fit by adjusting the shape and volume is critical. Clinically, this adjustment is determined by rehabilitation staff based on visual and subjective evaluations for each amputee, and since adjustments are made based on empirical knowledge and skills, the time required for alignment and socket adjustment is a problem. Therefore, the purpose of this study was to analyze the relationship between prosthetic foot alignment and pressure in the socket with the aim of improving prosthetic foot fit evaluation.

研究分野：義肢装具の適合と調整

キーワード：義足 適合 ソケット圧力

### 1. 研究開始当初の背景

義足の適合には、義足と生体の接続部のソケット適合と各パーツの位置関係を調整するアライメント適合がある。両者は切断者ごとに調整して最適化することが必要である。現在、臨床の場における義足のソケットとアライメント調整は、義肢装具士の目視評価と切断者の主観によって総合的に判断されている。この調整には明確な評価基準が無く、経験的な勘や推測によって調整が行われているため、アライメントとソケットの調整に時間を要することが問題点として挙げられる。近年、歪センサを用いた義足のアライメント評価支援ツールがある。これは、荷重によって義足に生じるモーメントを計測して専用ソフトで可視化し、義肢装具士のアライメント調整を支援するものである。一方で、アライメントとソケット内圧力の関係性のメカニズムは明確にされていない。ソケットの適合が得られていなければ、正確なアライメントの評価はできない。そこで、本研究では、アライメント調整とソケット適合における客観的な分析を行うことで、臨床における義足の適合精度が向上すると考える。

### 2. 研究の目的

義足のソケット内圧に影響を及ぼす要因は多くあり、アライメントとの関係においては、ソケットの角度調整、ソケットに対する足部の平行移動の調整がある(図1)。角度変化は大まかな調整を行い、平行移動で微調整を行う。この二つの調整は義足装着者の主観に頼られる部分が大きく、微調整の段階では違いを認知することが難しくなる。そのため、ソケット内圧が一部に集中していた場合、それが日々慢性的に圧迫されると痛みや、ソケットの破損などにつながりかねない。アライメント設定が不良の場合は、ソケットと断端に過度な圧迫や不適合が生じる。そこで、本研究では、平行移動のインセット・アウトセットによるソケット内圧の変化を数値化することを目的とした。

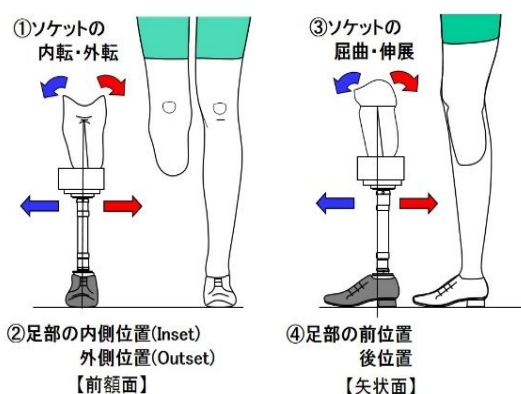


図1. 義足のアライメント調整

### 3. 研究の方法

アライメント設定は、歩行や立位姿勢に影響を及ぼすだけでなく、ソケット内圧力にも大きく関与する。アライメントを客観的に評価して提案するシステムが存在するが、切断者の主観との整合性やアライメントとソケット内圧力の関係性のメカニズムは明確にされていない。そこで本研究では、ソケット内圧力を計測するために、小型3軸力覚センサをソケットに埋め込み、アライメント変化やソケット適合の調整におけるソケット内圧力を分析し、客観的データを基にソケット適合の評価を可視化する(図2)。計測では、歩行のダイナミックアライメントまで行った状態を適合状態のnormal(以下nor)とし、足部の内側にインセット4mm(以下in\_4mm)、10mm(以下in\_10mm)、外側にアウトセット4mm(以下out\_4mm)、10mm(以下out\_10mm)とした。計測では、両足荷重した静的な状態と足踏みをした動的な状態を計測した。

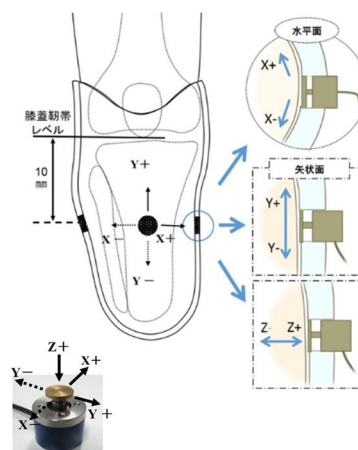


図2. 小型3軸力覚センサの設定

### 4. 研究成果

#### (1) 両足荷重時におけるソケット内圧力

結果を図3に示す。センサ設置箇所として、ソケットの外側近位をL\_p、外側遠位L\_d、内側近位をM\_p、内側遠位M\_dと示す。両足荷重時において、L\_pでは、nor\_時は21.3kPaであった。in\_4mmは19.5kPa、in\_10mmは14.5kPaと、アライメントがインセットに変化するにつれて圧が下がっていく傾向がみられた。一方out\_4mmは10.6kPa、out\_10mmは38.2kPaと変化に一貫性はみられなかったが、out\_10mmでは値が大きく上昇した。L\_dでは、nor\_時は22.8kPaであり、in\_4mmは18.1kPa、in\_10mmは15.9kPaと、アライメントがインセット変化するにつれてソケット内圧力が下がっていく傾向がみられた。一方out\_4mmは-11.2kPaと負の値に行き、out\_10mmは56.7kPaと変化に一貫性はみられなかった。M\_pでは、nor\_時は59.6kPaであった。in\_4mmは27.1kPa、in\_10mmは20.2kPaと、アライメントがインセット変化するにつれて圧が下がっていく

傾向がみられた。一方 out\_4mm は-24.1kPa と負の値に行き，out\_10mm は 31.9kPa と変化に一貫性はみられなかった。M\_d では，nor\_時は 27.0kPa であった。in\_4mm は 22.0kPa，in\_10mm は 10.0kPa と，アライメントがインセット変化するにつれて圧が下がっていく傾向がみられた。一方 out\_4mm は 3.6kPa，out\_10mm は 49.6kPa であった。

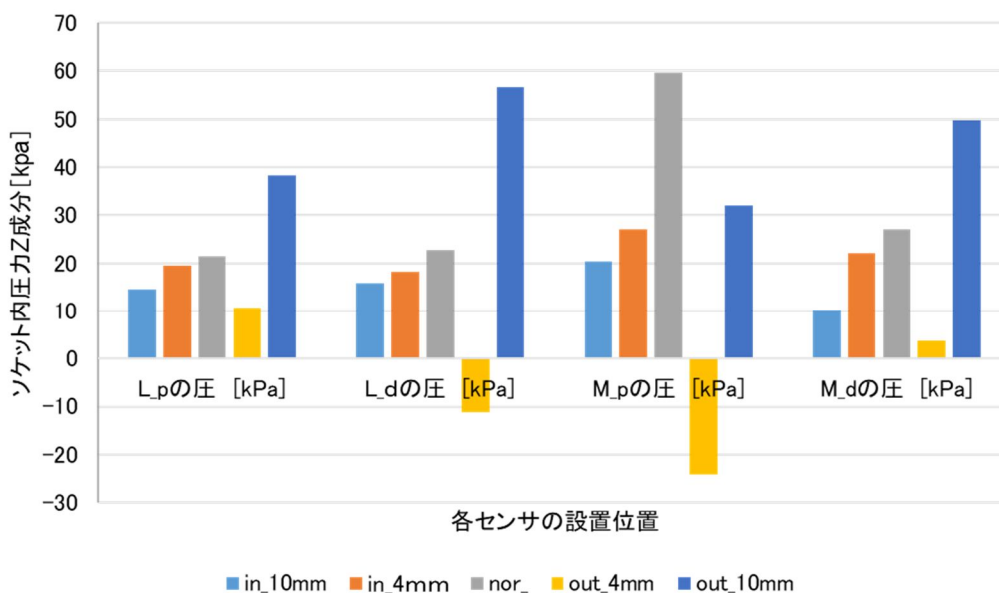


図3．両足荷重時におけるソケット内圧力

(2) 足踏み立脚中期におけるソケット内圧力

足踏み時の立脚中期を抜き出し視覚的にソケットの圧力変化がわかるようにした結果を図4に示す。アライメントがインセット(in)の状態では，外側遠位のL\_dの値が大きくなり，nor\_では 102.0kPa，in\_4mm では 112.7kPa，in\_10mm では 112.5kPa であった。これに対してL\_pでは，nor\_では 50.6kPa，in\_4mm では 48.6kPa，in\_10mm では 44.7kPa であった。内側では，M\_pの値が小さく，nor\_では 5.2kPa，in\_4mm では 4.7kPa，in\_10mm では 4.4kPa であった。M\_dでは，nor\_では 61.3kPa，in\_4mm では 63.6kPa，in\_10mm では 45.4kPa であった。アライメントがアウトセット(out)の状態では，外側遠位のL\_dで，out\_4mm では 74.0kPa，out\_10mm では 99.3kPa であった。これに対してL\_pでは，out\_4mm では 60.1kPa，out\_10mm では 73.4kPa であった。内側では，M\_pで，out\_4mm では 13.3kPa，out\_10mm では 26.7kPa であった。M\_dでは，out\_4mm では 41.8kPa，out\_10mm では 81.6kPa であった。インセットの場合，義足が外側に倒れる力が働くため，ソケット内で断端が逆に回転するため外側遠位の圧が上昇し，逆にアウトセットの場合，義足は内側に倒れるため，内側遠位と外側近位が上昇することを臨床では経験する。今回の結果は臨床における現象と一致する傾向は見られたが，今後も継続して被験者を増やすことや，他のアライメント状態での計測の比較などの分析が必要であると考えられる。

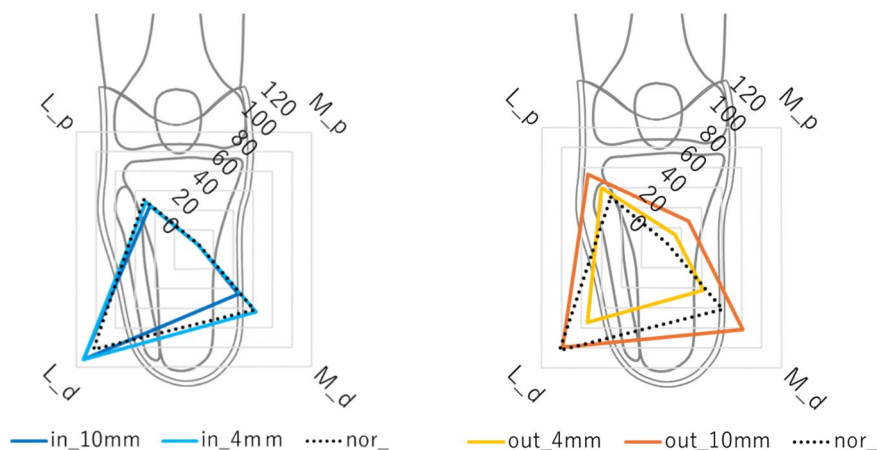


図4．足踏み立脚中期におけるソケット内圧力

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------