



北海道公立大学法人  
**札幌医科大学**  
Sapporo Medical University

SAPPORO MEDICAL UNIVERSITY INFORMATION AND KNOWLEDGE REPOSITORY

Title 論文題目	大腿義足アライメントと足底圧の関係性についての定性的・定量的解析
Author(s) 著 者	野村, 知広
Degree number 学位記番号	甲第 31 号
Degree name 学位の種別	博士 (理学療法学)
Issue Date 学位取得年月日	2017-03-31
Original Article 原著論文	
Doc URL	
DOI	
Resource Version	Author Edition

## 博士論文の内容の要旨

保健医療学研究科 博士課程後期 専攻 理学療法学・作業療法学専攻 教育研究分野 身体機能代償学分野	学籍番号 10DP04 氏 名 野村 知広
論文題名（日本語） 大腿義足アライメントと足底圧の関係性についての定性的・定量的解析	
論文題名（英語） The qualitative and quantitative analysis of the relationship between trans-femoral prosthesis alignment and plantar pressure	
<p>[研究目的] 下肢切断者が用いる義足は、完成するまでに大きく分けて 2 つの調整が必要である。1 つは、断端・義足間のインターフェースであるソケットの調整、もう 1 つは、ソケットより下部のアライメント調整である。アライメント調整は、歩行訓練時に異常歩行に気付くたびに調整していくものであり、実際に歩行訓練を指導する理学療法士らによって行われることが望ましい。しかし、現状では義肢装具士がアライメントを調整することが多い。義肢装具士は病院に常駐していることは少なく、そのため、理学療法士が異常歩行に気付いても即時に調整できず、訓練が遅れるという問題が生じる。</p> <p>義足アライメント調整は、経験的・感覚的に行われるので、技術の習得には時間がかかる。多くの理学療法士は、切断者に関わる機会や時間が少ないため、義足アライメント調整技術の体得は難しいが、もし、アライメントの調整が客観的なデータに基づくものであれば、理論を理解すれば調整が可能となる。</p> <p>そこで、義足患者の歩行データを用いた、義足アライメント調整用ソフトウェアの開発を最終目標とし、本研究では、義足アライメント変化と、歩行時の足底圧の関係性を明らかにすることを目的とした。</p> <p>[研究方法] 被験者は大腿義足使用者 5 名とした。使用部品等で決められた値に設定されるベンチアライメントを基準とし、そこからアライメントを 10 パターンに独立に変化させ、そのアライメントでの歩行時における義足と健足両方の足底圧の変化を計測した。特に足底圧中心（Center Of Pressure : COP）に着目した。アライメントは前額面、矢状面、水平面の 3 面に分けて考え、解析項目は</p> <p>前額面のアライメント変化解析：内外側方向 COP 変位量。          矢状面のアライメント変化解析：後方 COP 変位量。          水平面のアライメント変化解析：内外側方向と後方への COP 変位量。</p> <p>とした。</p> <p>[結果] 前額面では義足と健足の COP 変位量が、多くのアライメント条件間で有意差を示した。水平面では、内外側方向 COP 変位量は義足側で、後方 COP 変位量は健足側で、</p>	

多くのアライメント条件間において有意差を示した。また前額面、水平面ともに、その COP 変化量はアライメント変化量増加に伴って増大していた。一方、矢状面ではアライメント変化と COP 軌跡の変位の間に有意な関係を認めなかった。

[考察] 前額面のアライメント変化に伴い、前額面で COP が変化することがわかった。水平面では、前額面に加え矢状面でも COP が変化した。これらの COP 変化は、義足アライメントが変わったときに生じる義足の荷重方向と、それを代償する健足の反応として合理性のある現象である。義足側と健足側両方の COP 変位量を解析することで、生じたアライメント変化の原因と方向を判別できる可能性が示唆された。

矢状面については、アライメント変化に伴って COP 軌跡の変位量が変化するという現象は認められなかった。理由として、計測に用いた足部が底背屈可能な単軸足部であったため、アライメント変化による影響が足部で吸収されたのではないかと考えられた。

[結論] 本研究から足底圧のデータを用いて義足アライメント変化を推測する場合、次のことがいえる。

1. 内外側 COP 変位量が健足で大きく変化した場合、義足の前額面アライメントが変化した可能性がある。
2. 義足の内外側 COP 変位量と健足の後方 COP 変位量がともに大きく変化した場合、義足の水平面アライメントが変化した可能性がある。そして、生じた水平面アライメント変化の程度判断は、これらの COP 変位量から推定できる可能性がある。
3. 矢状面のアライメント変化は足底圧からは推定が難しい。

本研究で得られた知見は、義足歩行における健足側のデータがアライメント調整に関する重要な事項であることを示しており、今後の義足アライメントについての研究に影響を及ぼすと考えられた。

[Purpose] To complete a trans-femoral prosthesis, it is necessary to adjust two categories. One is the adjustment of the socket that is the interface between the residual limb and the trans-femoral prosthesis. Another is an alignment adjustment between the socket and the artificial foot. The alignment adjustment is intended to continue; adjustments are made every time the adjuster notices an abnormal gait during walking training. Alignment adjustments are preferably carried out by the physiotherapist conducting the actual gait training. However, currently, a prosthetist often adjusts the alignment. Because it is rare that a prosthetist works in the hospital, adjustments cannot be made immediately even when physical therapists notice abnormal gaits and delays in training.

One of the reasons why prosthetists perform the adjustments of lower limb prosthesis alignment is because it is done in an empirical-sensory manner. Because it is empirical-sensory, learning the procedure is time-consuming. Many physical therapists have few opportunities and limited time involved with amputees as compared with a prosthetist. Therefore, it is difficult for physical therapists to master the prosthesis alignment adjustment technique. However, if the adjustment of the alignment was based on objective data, it would be possible for a physical therapist who understands the theory to perform the adjustment.

Therefore, we decided that our final goal was the development of an artificial leg alignment adjustment software using walking data from prosthesis users. In this study, we performed an

analysis of the relationship between trans-femoral prosthesis alignment changes and plantar pressure during walking.

[Methods] The subjects were 5 trans-femoral prosthesis users. Measurements were taken under 11 conditions. Bench alignment of prosthesis parts was assessed as an initial state. The other conditions were changed independently. The difference in the plantar pressure (center of pressure [COP]) of the foot and prosthesis sides was calculated as the displacement of the COP. Alignment was considered separately for 3 sides of the frontal plane, sagittal plane, and the horizontal plane, and the analysis categories were as follows:

Analysis of the frontal plane: the amount of displacement of COP in the medial and lateral side.

Analysis of the sagittal plane: the amount of displacement of COP in the backward direction.

Analysis of the horizontal plane: the amount of displacement of COP in the medial and lateral side and the backward direction.

[Result] In the frontal plane the amount of COP displacement of both prosthesis and foot side showed significant difference between many cases of the alignment changes. In the horizontal plane the amount of COP displacement of medial and lateral side on prosthesis side and backward on foot side showed significant difference between many cases of the alignment changes. Furthermore this amount of displacement change was to an extent correlated with the alignment amount of change. However, in the sagittal plane, no significant relationship was shown between the displacement of the alignment change and the COP trajectory.

[Discussion] In the frontal plane, it was found that the amount of COP displacement of both the foot and prosthesis side in the frontal plane was changed due to the alignment changes. In the horizontal plane the same phenomenon was found in the frontal and sagittal plane. These amount of COP displacement was rationality as the load direction of prosthesis occurred when the alignment was changed and the reaction of the foot compensated for the alignment change. Accordingly, we suggest that by analyzing the COP displacement of both the prosthesis side and the foot, it is possible to identify the cause and direction of alignment changes.

In the sagittal plane, a characteristic displacement of the COP trajectories due to the alignment changes was not observed. We suggest that it was affected by the alignment change and was absorbed by the artificial foot because the artificial foot used for measurement was a dorsiflexionable single axis foot.

[Conclusion] In this study, the following can be found

1. If there was a substantial change of the amount of COP displacement in the medial and lateral side on the foot side, the alignment in the frontal plane could have been changed.

2. If there was a substantial change of the amount of COP displacement in the medial and lateral side on the prosthesis side and backward on the foot side, the alignment in the horizontal plane could have been changed. Also the amount of alignment change could have been estimated by the amount of COP displacement in the medial and lateral side on the prosthesis side and the backward direction on the foot side.

3. It was difficult to estimate the alignment change in the sagittal plane by the COP displacement. This study has shown that the data of the foot side during prosthetic walking is important for

alignment adjustment, and we believe these findings will affect future studies of prosthetic alignment.

キーワード（5個以内）：大腿義足，義足アライメント，足底圧中心軌跡  
Trans-femoral prosthesis, Prosthesis alignment,  
Center of trajectory of plantar pressure

- 1 論文内容の要旨は，研究目的・研究方法・研究結果・考察・結論等とし，簡潔に日本語で1,500字程度に要約すること．併せて英語要旨も日本語要旨と同様に作成すること．
- 2 2枚目からも外枠だけは必ず付けること．

## 博士論文審査の要旨及び担当者

報 告 番 号	第 3 1 号	氏 名	野村 知広
論 文 審 査 担 当 者	主 査 教授 渡邊 耕太 副主査 教授 小塚 直樹 教授 松村 博文 教授 太田 久晶		
<p>本研究では、将来的な義足アライメント調整用ソフトウェアの開発を念頭におき、義足アライメント変化と、歩行時の足底圧の関係性を明らかにすることを目的とした。対象は 5 名の片側大腿切断者とした。使用部品等で決められた値に設定されるベンチアライメントを基準とし、そこからアライメントを変化させ、歩行時の義足と健足両方の足底圧の変化を計測した。特に足底圧中心（Center Of Pressure : COP）に着目した。アライメントは前額面、矢状面、水平面の 3 面に分けて考え、解析項目は内外側方向と後方への COP 変位量とした。結果、前額面のアライメント変化に伴い、前額面で COP が変化することがわかった。水平面では、前額面に加え矢状面でも COP が変化した。この二面では、義足側と健足側両方の COP 変位量を解析することで、アライメント変化が生じたこととその変化の量をとらえることができると考えた。矢状面については、アライメント変化に伴って COP 軌跡の変位量が変わるという現象は認められなかった。本研究から COP を用いて義足アライメント変化を推測する場合、前額面と水平面のアライメントに対しては推定できる可能性があるが、矢状面のアライメントに対しては推定が難しい事がわかった。近年、義足内力・モーメントや歩行分析により客観的な義足アライメント調整が試みられているが、いまだ臨床応用には至っていない。本研究で得られた知見は、COP のデータと義足歩行における健足側のデータがアライメント調整に関する重要な事項であることを示しており、今後の義足アライメントについての研究に影響を及ぼすと考えられた。</p> <p>全研究プロセスにおいて適切に研究が進められていた。発表内容、質疑応答を通して論文内容の修正が求められたが、適切に修正されたことを確認した。研究で得られた知見の中で、COP と健足側のデータが大腿義足アライメント評価に重要であるという内容は、新知見として評価されうるものである。これらを総合的に審査した結果、論文審査担当者教授 4 人全員一致で学位の授与に値すると判定した。</p>			

※報告番号につきましては、事務局が記入します。