

称号及び氏名 博士 (保健学) 橋本 寛

学位授与の日付 令和3年3月31日

論文名 下腿義足アライメントの歩行中の影響—ソケットリアクションモーメントに基づいた研究—  
Effects of alignment of transtibial prostheses during gait  
—an investigation based on socket reaction moment—

論文審査委員 主査 奥田 邦晴  
副査 淵岡 聡  
副査 岩田 晃

## 学位論文の要旨

下腿義足のアライメントは、ソケットと義足足部との相対的位置関係を指し、エネルギー効率などに影響すると言われている。アライメントは試歩行を観察し、また義足使用者の知覚・意見に基づき設定されているが、そのいずれも不確かであると報告されている。それに対して運動力学的パラメーターはアライメントと規則的な関係があると指摘されており、義足に組み込んだロードセルを用いて歩行中に計測されたモーメント（ソケットリアクションモーメント、以下モーメント）は矢状面及び前額面上のソケット角度変化・平行移動との規則性が報告されており、臨床使用が有効であるという報告もある。そのためモーメントを用いて定量的にアライメントを評価・記録することは有用と考えられる。しかし、以下の点が不明であった。

- 1 水平面上のアライメント変化（義足足部のトゥイン・トゥアウト）がモーメントに与える影響。
- 2 義足足部の角度変化（底背屈・内外反）がモーメントに与える影響。
- 3 ソケット角度変化と平行移動とがモーメントに与える影響の本質的な相違。
- 4 異平面上のモーメントへの影響（矢状面上のソケット及び義足足部のアライメント変化が前額面上のモーメントに及ぼす影響、また前額面上のソケット及び義足足部のアライメント変化が矢状面上のモーメントに及ぼす影響）。

そこで本研究は、上記4点を調査し、モーメントに基づいた適切なアライメントの設定方法を検討することを目的とした。

下腿義足使用者9～10名を被験者とし、組み込み式ロードセルと三次元動作解析装置を使用して、上記1～4のアライメント変化がモーメントに与える影響を調査した。その結果、以下の点が明らかとなった。

- 1 立脚初期の前額面上のモーメントは、義足足部が内旋するほど内反モーメントが有意に減少するが、立脚期30%を境に立脚中期～後期では逆に義足足部が内旋するほど内反モーメントが有意に増加し、立脚後期のほうが大きな変化を示した。また矢状面上のモーメントに影響は見られなかった。
- 2 義足足部の底背屈は、矢状面においては主にモーメントが屈曲から伸展へ変化するタイミングに影響を及ぼしていた。義足足部の内外反は、内反・外反モーメントの大きさに影響し、特に立脚後期に大きな影響を示した。また底背屈・内外反ともに異平面上のモーメントへの影響は見られなかった。
- 3 矢状面上の平行移動と角度変化は、矢状面上のモーメントにおいて、タイミングとモーメントのピーク値へ異なる影響を与えていた。また一部の矢状面上のアライメント変化

は前額面上のモーメントに影響を与えていた。また前額面上のアライメント変化においては、角度変化・平行移動とも立脚期初期から後期にかけて前額面上のモーメントの増加または減少へ及ぼしていたが、立脚後期には角度変化のほうが平行移動よりもモーメント増減の変化量が少ない傾向を示した。なお矢状面上のモーメントへの影響は見られなかった。

以上の結果から、下記が考えられた。

- 1 義足足部の水平面上のアライメント変化は、主に立脚後期の前額面上のモーメントへ影響を与える。
- 2 義足足部の底背屈は主に矢状面上のモーメントのタイミングに、内外反は前額面上のモーメントの大きさに影響する。
- 3 矢状面上のアライメント変化は矢状面及び前額面上のモーメントに影響する。
- 4 ソケットの角度変化は、ソケットの平行移動と義足足部の角度変化の複合として理解することができる。

上記から、下腿義足のアライメント調整は以下の手順で実施することが適切と考えられた。

- 1 静的アライメントの設定時に、足部の水平面上アライメント変化が前額面上のモーメントに影響を与えることを認識し予測する。
- 2 アライメントはソケット中心の見方（ソケットに対する足部の角度変化・平行移動）として検討・調整すべきである。
- 3 アライメント調整は、まず矢状面上から調整し、ついで前額面の順に実施すべきである。
- 4 矢状面上のアライメント調整では、底背屈でタイミングを、平行移動でモーメントの大きさを調整する。前額面上のアライメント調整では、主に立脚初期のモーメントの大きさは平行移動で調整し、ついで立脚後期のモーメントの大きさを角度変化で調整する。
- 5 立脚後期の前額面上のモーメントは、3つの平面すべてのアライメント変化の影響を受けることに留意すべきである。

## 論文審査結果の要旨

現在、下腿義足のアライメントは、義足使用者の知覚や義肢装具士の主観的観察に基づき調整されており、再現性や信頼性の問題が指摘されている。本論文は、下腿義足のアライメント変化に伴う歩行時のモーメントの変化について、義足に埋め込んだロードセルによって計測し、その特徴を明らかにした上で、適切な調整を行う方法を提案した研究である。

アライメント変化とモーメントの関係から、以下の4点が示された。

- 1) 義足足部の水平面上のアライメント変化（内旋・外旋）は、主に立脚後期の前額面上のモーメントに影響を与える。
- 2) 義足足部の矢状面（底背屈）の変化は矢状面上のモーメントが変化するタイミングに、義足足部の前額面（内外反）の変化は前額面上モーメントの大きさに影響を与える。
- 3) 矢状面上のアライメント変化は、矢状面上だけでなく、前額面上のモーメントにも影響を与える。
- 4) ソケットの角度変化は、ソケットの平行移動と義足足部の角度変化の複合として理解することができる。

これらに基づき、申請者は本論文にて、静的アライメント設定時の注意点、アライメント観察時の視点（ソケット中心）、調整の実施順序（矢状面から前額面へ）、3つの平面ごとに視点を変えることなど、新たな下腿義足の調整方法を提案している。

下腿義足のアライメント変化がモーメントに及ぼす影響に関するこれらの知見は、**Gait & Posture** などに掲載されていることから、今後の義足の学術的発展に貢献するものと評価できる。さらに、本論文は下腿義足の調整方法に関する新たな提言を含んでおり、今後、義足処方への臨床応用が期待される点からも、高く評価することができる。以上のことより、博士学位論文としての水準を十分に満たしていると判定した。