

## 3D スキャナーを用いた下腿義足ソケットと切断端の形状比較について

斎藤亮真、郷貴博、東江由起夫  
新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科

【背景・目的】 近年、3D CAD/CAM システムが義肢装具業界にも導入され、下腿義足ソケットなどのコンピュータ設計が可能となってきた。このシステムを活用することにより、データの共有や品質の標準化・向上などの効果が期待できる<sup>1)</sup>。また従来より作業工程が短縮され、義肢装具の早期納品や対象者の早期治療が可能となり、その結果として、義肢装具士が対象者へ医療サービスを提供できる時間をさらに確保することが可能となると考えられる。しかし市販のソフトウェアでは十分な適合が得られないという現状があり、従来の製作工程において義肢装具士の経験則によって施されてきた採型手技やモデル修正における製作技術の定量化などといった課題が残る。

そこで先行研究では、このような義肢装具士の製作技術の定量化および 3D ソフトウェアによる下腿義足ソケット設計に必要な基礎パラメータの抽出を目的とし、3D スキャナーを用いて下腿義足ソケットと切断端の三次元形状の比較を行った。その結果、断端近位～中間位において前面の形状一致と断端後面への適切な圧迫が体重支持効果を向上させることが明らかにされた。しかし先行研究は被験者が 1 名であるため個人差による影響が大きく、より定量的な結果を得るには症例数を増やす必要がある<sup>2)</sup>。

そこで本研究では先行研究の手法を取り入れ、被験者数を増やし、より信頼性のある結果を得ることを目的とした。

【方法】 被験者は右下腿切断者 3 名(表 1)とし、被験者ごとの切断端と適合ソケットの 2 条件について 3D スキャンにて三次元形状を獲得し、両者の形状比較を行った。ソケットは TSB 式(2 段階採型法)とし、従来の方法にて製作し、義肢装具士の評価および被験者の主観によって適合良好と判断したものを用いた。また 3D スキャンの際には、解析時の位置基準として、軟部組織の移動が少ない骨突起部 5 か所(膝蓋骨中央、腓骨骨頭、大腿骨内側顆頂点、脛骨粗面、脛骨粗面遠位 5cm)に立体マーカーを貼付した。

その後、3D ソフトウェア内で切断端と適合ソケットの MPT レベルを一致させ形状比較を行った。分析項目は断端長、MPT レベルから遠位 10 mm 毎の周径および断面積、AP 径、ML 径とした。また同様に、切断端に対する適合ソケットの表面形状および断面形状を解析した。

3D スキャナーは Sense 2nd Generation(3D Systems)、解析には Meshmixer(Autodesk)および GOM Inspect 2017(GOM)を用いた。

なお、本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認を受け、関連する利益相反はない。

表 1 被験者情報

性別	年齢	切断側	断端長
男	70 歳	右側	184 cm
女	74 歳	右側	142 cm
男	77 歳	右側	121 cm

【結果】 切断端と適合ソケットを比較した結果、被験者 3 名とも近似した結果が得られ、切断端に比べ適合ソケットのほうが断端近位～中間位にかけて周径・断面積・AP 径・ML 径が減少し、遠位方向へ向かうにしたがってこれらが増加する傾向にあった。図 1 に切断端と比較した適合ソケットの断面積差分(%)を示す。また、各被験者ともに断面形状においては膝蓋腱および断端後面の膝窩部、腓腹筋部に大きな圧迫が加えられていた。断端長は切断端に比べ適合ソケットの方が 3 名で平均 7 mm 延長した。

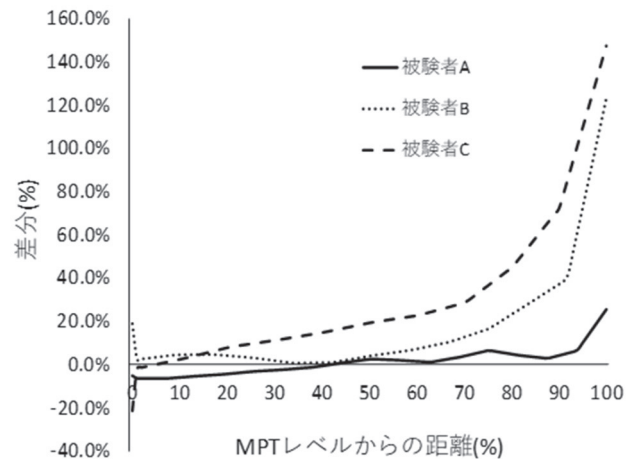


図 1 断面積の差分

【考察】 結果より、断端近位～中間位において適度なコンプレッションを付加することでソケットの体重支持性を向上させているものと考えられる。特に膝窩部および腓腹筋部を圧迫し断端の剛性を高めることで、ソケット適合性の向上が期待できると示唆される。さらに断面形状結果より、ソケット前面・内側・外側形状は断端形状と一致している部分が多い傾向にあった。これは TSB の概念によりソケット後面以外においては断端形状を再現することによって、断端後面へ与えるコンプレッションによる体重支持性の向上効果をさらに高めているものと考えられる。一方で各被験者ともに断端末付近では断面積が大きく増加し、断端の伸長を示していた。これは上記のようなソケット内の体重支持性を高めるため、採型時にコンプレッションを付加させたことにより、圧迫を受けた軟部組織が遠位に変移したためと考えられる。

【結論】 断端近位～中間位において断端後面の圧迫が体重支持効果を向上させ断端前面の形状を再現したソケット形状がこの効果を向上させているものとし唆された。つまり、以上の条件を 3D ソフトウェアに反映させ、断端の伸長を考慮したソケットデザインを検討していく必要があることが明らかとなった。

### 【文献】

- 1) 秦康司: 義肢装具における CAD/CAM システムの可能性, PO アカデミージャーナル, Vol. 24, No. 4, 250-256, 2017.
- 2) 小林美早季, 澁谷宜陽ほか: 3D スキャナーを用いた下腿義足ソケットと切断端形状の定量的比較, 義肢装具自立支援学, 9 巻, 37-40, 2018.