

義足使用に伴う下腿切断者の断端周径変化

三ッ本敦子* 中村 隆* 山崎伸也* 三田友記* 久保 勉* 飛松好子*

Stump Circumference Change of Trans-tibial Amputee by the Long-Term Use of Prosthesis

Atsuko MITSUMOTO*, Takashi NAKAMURA*, Nobuya YAMASAKI*
Tomoki MITA*, Tsutomu KUBO*, Yoshiko TOBIMATSU*

Abstract

To know the change of a residual limb quantitatively, we analyzed data on the circumferences of the residual limbs of the 47 trans-tibial amputees. The data were obtained using tape measurement and were recorded in the fabrication notes of our department for 33 years (1979-2011). As a result, we observed positive correlation between the circumference changes at the proximal and distal positions of a residual limb. The residual limb circumference increased or decreased during prosthetic gait training and during fabrication of a definitive prosthesis, and the direction of the change differed from subject to subject. The residual limb circumference tended to decrease after leaving the hospital. Moreover, the circumference at 75mm distal from mid-patellar tendon (MPT) significantly decreased compared to the circumference at MPT.

キーワード： 義足、後方視的調査、計測

Key words: prosthesis, retrospective survey, measurement

2012年8月31日 受付

2013年3月27日 採択

1. 序論

義足利用者にとって断端変化は、切断端を収めるソケットの装着感（適合）に大きく左右し、義足歩行にも影響する。その為、断端変化が生じるとソケットの調整や作り替えが必要となる。しかし、どの程度、断端が変化すれば、ソケットの調整や作り替えを必要とするのかは明確な基準はない。切断直後の時期は、浮腫が発生する為断端は太くなり、そして浮腫の軽減と共に細くなっていく。細田^[1]によると、浮腫が軽減し断端の周径値が安定すると断端は成熟したと判断され、仮義足の製作は開始となる。しかし臨床では、歩

行訓練中も断端は変化し、ソケットの調整や作り替えが必要となる場合が多い。このように、断端変化について臨床研究の必要性が高いと思われるが、断端変化についての調査は多くない。Persson および Liedberg^[2]は下腿切断者93名に対し、切断後3ヶ月間、テープメジャーを用いた断端周径変化について調査を行った。平均の変化量は近位部では約1cm、遠位部では約2cm減少すると述べている。しかし、断端周径が増加する者も多く存在しており、変化の傾向は明らかになっていない。また、これまでの主な報告は、切断直後から義足製作開始までの断端管理に伴う周径変化

* 国立障害者リハビリテーションセンター研究所義肢装具技術研究部

* Department of Prosthetics and Orthotics, Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

についての調査^[2]であり、義足使用に伴う断端変化についての調査^[4]は非常に少ない。

そこで今回、義足使用に伴い下腿切断者の断端周径がどのように変化するかを定量的に把握することにした。国立障害者リハビリテーションセンター義肢装具技術研究部（旧 補装具製作部）にて義肢装具士が義足製作の際に採寸した断端周径データを利用し、これらのデータと歩行訓練期間やソケット交換の時期と対応させることで、義足使用に伴う断端周径変化の傾向を明らかにしたので報告する。

2. 方法

2. 1. 対象者

1979年7月から2011年5月までの33年間に当センターで下腿義足の製作を行った片側下腿切断者246名を対象とした。この中で、断端長100mm以上の成人を対象に対象者を抽出したところ、下腿切断者が47名（男性35名、女性12名）が対象となった。

2. 2. 対象者の分類

義足使用歴に応じて、対象者を調査期間別に3つグループに分類した。調査期間は、義足歩行訓練期間（以下、期間A）、義足歩行訓練を終えた退院後より本義足製作までの期間（以下、期間B）、本義足を再製作期間（ソケット交換を含む。）（以下、期間C）とした。なお、期間Cにおいて個人内にて複数回のデータが蓄積されている場合には、下腿義足を構成する部品の耐用年数が最大5年と設定されていることから、計測期間が5年以内のデータを抽出し、更に最も周径変化量が大きいデータを選択した。期間分けと各期間の対象

者数を図1に示す。

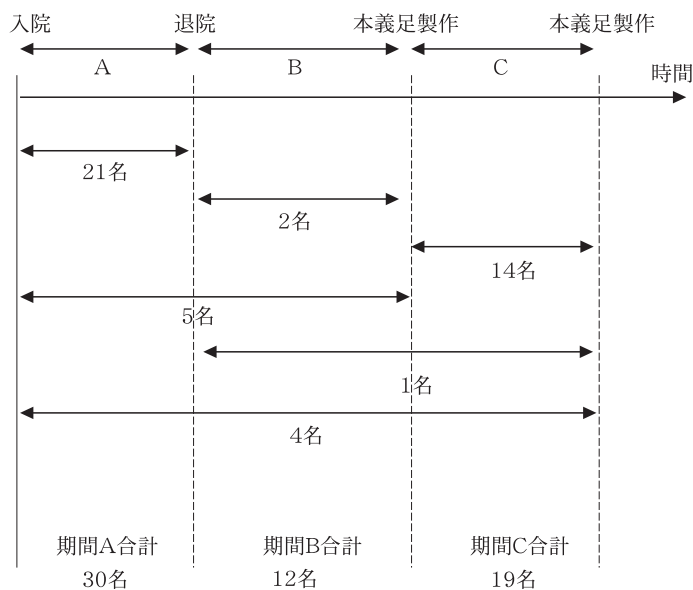


図1 調査期間分けと各期間の対象者数

全対象者47名を、それぞれの期間に当てはめると、各期間別に対象者数は異なった。期間Aのみのデータが残存していた者は21名、期間Bのみのデータが残存していた者は2名、そして期間Cのみのデータが残存していた者は14名であった。次に、2つの期間に渡ってデータが残存していた者は、期間A-Bにて5名、期間B-Cにて1名であった。最後に3つの期間にわたってデータが残っていた者は4名であった。それぞれの期間別に対象者数を算出してみると、期間Aでは30名、期間Bでは12名、そして期間Cでは19名となった。対象者の基本属性を表1に表す。

表1 全対象者の基本属性

	期間A N=30	期間B N=12	期間C N=19
男：女	23:7	9:3	13:6
平均断端長 (mm) (最小値～最大値)	145.6±27.6 (100～205)	151.0±30.4 (102～205)	160.7±38.0 (115～220)
平均計測期間(日) (最小値～最大値)	72.7 ± 35.8 (18～173)	229.9 ± 151.1 (51～554)	398.9 ± 712.4 (80～1490)
切断原因 (外傷：疾病)	12:18	5:7	13:6
インナーソケット (軟性発泡樹脂:ライナー)	16:14	5:7	16:3

2. 3. 断端周径データの抽出と解析

断端周径値は、膝蓋靭帯（以下、MPTレベル）を起点として遠位に等間隔ずつ計測されている。軟部組織が少ない断端近位部と軟部組織が多い遠部では、周径変化量が異なることが推測される。よって今回の調査は、各期間の始めと終わりに記録されたMPTレベルと遠位75mm（以下、75mmレベル）の周径値(mm)を抽出することにした。

各期間における対象者の断端周径変化量の分布を調べ、統計学的処理は計測レベル間の相関についてPearsonの相関係数を求めた。また、計測レベル間の周径変化量の差について対応のあるT検定で比較を行った。差の検定は有意水準を5%未満とした。

2. 4. 断端周径変化に影響する因子

断端変化に影響する因子についてSandersおよびFatone^[3]らは、義足ソケットの適合や義足の機能、断端管理の手法、術後の筋萎縮や訓練による筋の発達、体重変化、そして早期歩行訓練の時期等を挙げている。

今回の調査では断端周径変化に影響すると思われる因子として、義足製作時に記録されている情報の中から、インナーソケットの材質と切断原因の2つを選択した。インナーソケットの材質は大きく2つのグループに分けることができる。軟性発砲樹脂をソフトインサートとするPTB式(Petellar Tendon Bearing)、PT S式(Prothèse tibiale supracondylienne)、KBM式(Kondylen Bettung Munster)を適用したグループ（以下、軟性発砲樹脂）とライナーを使用したソケットを適用したグループ（以下、ライナー）である。ライナーは切断後の浮腫を軽減させる効果があると澤村^[5]により報告されている為、ライナー使用による断端への圧迫が断端周径変化に影響するかどうかを検証した。切断原因は、外傷と疾病の2つのグループに分類した。疾病による切断原因は主に閉塞性動脈硬化症や糖尿病の疾患である^[6]。これらの末梢血管循環障害を有する下腿切断者の断端周径変化の関係を調査した。統計学的処理は、2標本t検定とMann-Whitneyの検定で比較を行った。差の検定は有意水準5%未満とした。

3. 結果

3. 1. 各期間における周径変化量

期間AからCにおける75mmレベルとMPTレベルの周径変化量の散布図を図2に示す。

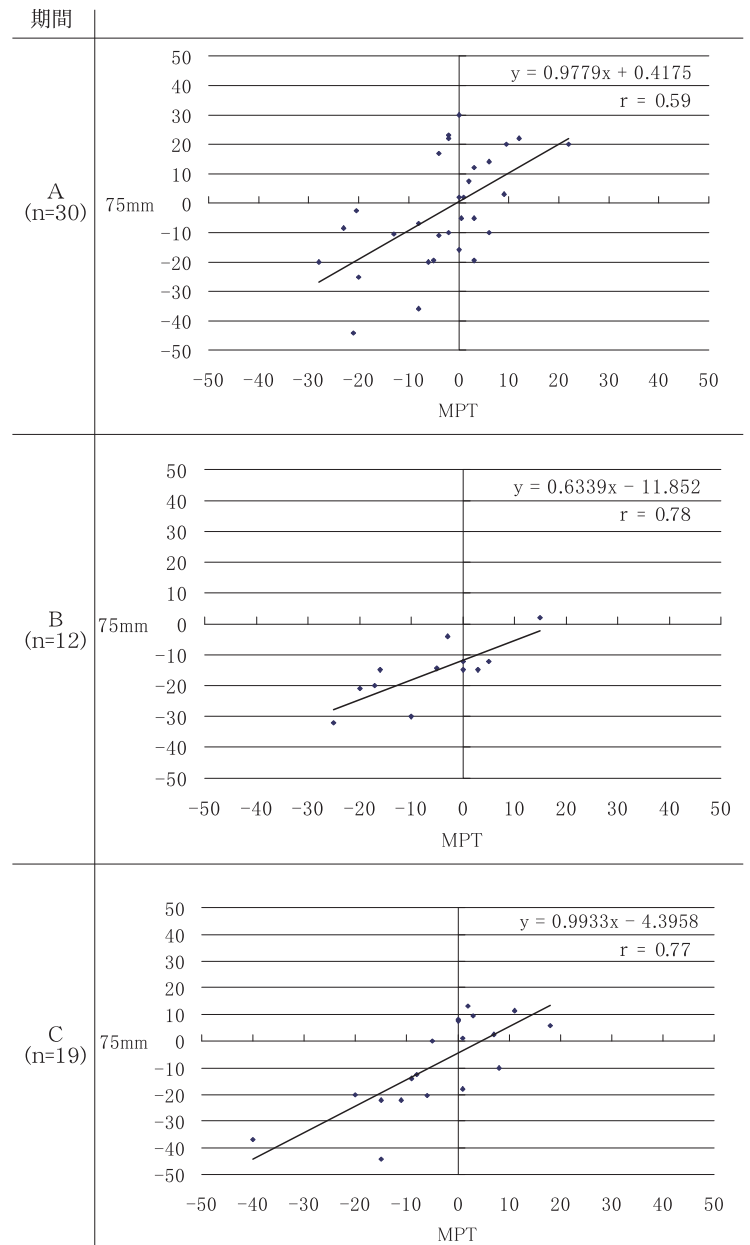


図2 各期間におけるMPTと75mmレベルの周径変化量の散布図

期間AとCにおいて断端の周径は、増加する者と減少する者が混在していた。期間Aの対象者30名のうち、75mmレベルにおいて周径が増加していた者は13名、減少していた者は17名であった。また、期間Cの対象者19名のうち75mmレベルにおいて周径が増加していた者は8名、減少した者は10名、変化なしが1名となった。一方、期間Bでは、周径は減少する者が多い結果となった。期間Bにおける対象者12名中、11名が75mmレベルにおいて周径が減少した。さらに期間Bの計測部位における平均周径変化量を比較したところ、周径がMPTに比べ75mmレベルがより有意に減少した(図3)。また、期間A、B、Cのいずれもが計測レベル

間の増減関係は正の相関を示し、特に期間BとCは強い相関があった（期間A： $r=0.59$ 、期間B： $r=0.78$ 、期間C： $r=0.77$ ）。

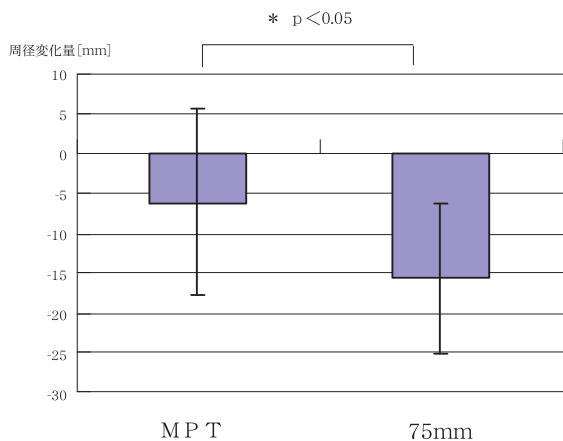


図3 期間BにおけるMPTと75mmレベルの周径変化量

3. 2. 断端周径変化に影響する因子：インナーソケットの材質と切断原因による影響

各期間75mmレベルにおけるインナーソケットの材質別、及び切断原因別断端周径変化量を図4と図5に示す。期間Cに関してはライナー群が3名のみだったため、比較を行わなかった。インナーソケット材質別に軟性発泡樹脂とライナーを比較したところ、期間A、Bともに統計的に有意な差は見られなかった。また、切断原因別断端周径変化量の比較において2標本t検定およびMann-Whitnyの検定を行ったところ、期間Bにおける外傷群は、疾病群に比べ、より減少する傾向が示された ($p=0.059$)。

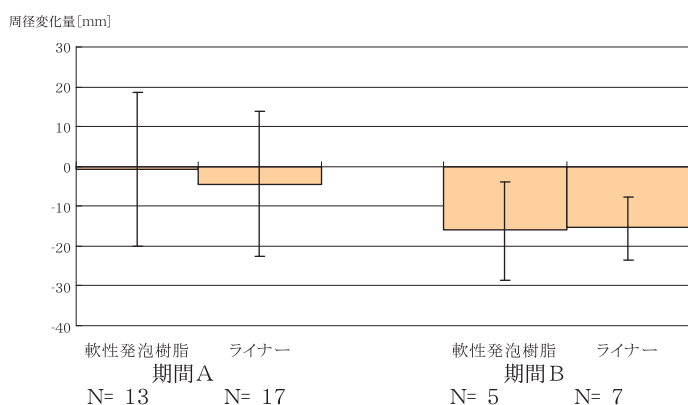


図4 期間A、Bの75mmレベルにおけるインナーソケットの材質別周径変化量の比較

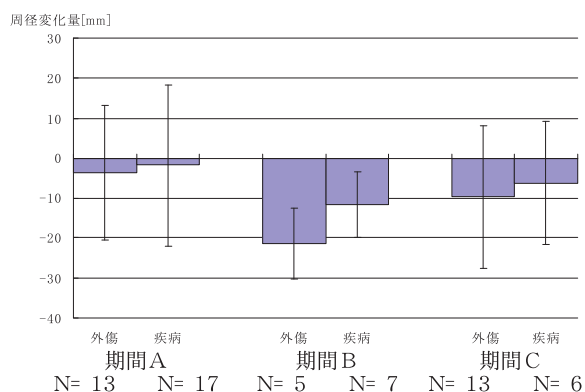


図5 各期間の75mmレベルにおける切断原因別の周径変化量の比較

4. 考察

本調査は、義足歩行訓練時期やソケット交換時期に着目して断端周径変化量を整理したことを特色とする。断端に発生した浮腫が大きく軽減する時期である義足製作前を含む切断後3ヶ月以内の断端変化を調査した過去の調査^[2]とは異なり、義足製作開始から日常生活までの長期間の断端周径変化の傾向が明らかとなった。

本調査のデータは、義肢装具士が臨床で義足製作時に記録したテープメジャーによる採寸値を利用したものである。テープメジャーを用いた断端周径変化の調査においては、計測精度について様々議論されている。テープメジャーの利点は、下肢切断者の負担は少なく、短時間で、臨床のデータを収集できることである。現在の臨床において、テープメジャー以外の一般的な計測方法は無い。SandersおよびFatone^[3]が行った断端変化の計測手法に関する系統的レビューによれば、計測手法は様々あるものの、臨床にて計測できるのは限られており、どのくらいの精度が求められるのかどうか、更なる調査は必要であるが、テープメジャーを用いた計測の利便性を支持し、信頼性があると評価している。テープメジャーの信頼性を検証したGeil^[7]によれば、デジタル計測器で計測した値と比較し、臨床的に大きな違いは無いと述べており、またLabsら^[8]によれば、計測者間の分散が小さいと報告している。

本調査では、平均計測期間72.7日という短期間の期間Aにおける断端周径変化は75mmレベルにおいて最も増加した者で30mm、最も減少した者で-44.0mmも変化し、個人差が大きい結果となった。対象者の断端の多くは義足訓練開始時に成熟していたかどうかは明らかではなく、計測レベル間でやや正の相関があったものの、入院時に見られた球根状断端が、退院時には円柱又は円錐に変化する形状変化も見られた。また、

周径変化量の増減を左右する因子は見つからなかった。断端周径変化が多様な結果となった原因として、弾性包帯による断端管理が適切に行われていなかったり、シュリンカー等の積極的な断端管理が行われていなかったりする対象者が含まれていたためと推測された。また、正の相関から外れ、MPTレベルより75mmレベルが極めて大きくなる者の中には、車いす併用といった義足歩行獲得レベルが低い対象者も含まれていた。断端変化の予測が難しい期間Aにおいては、義足歩行訓練を円滑に進めるために、このような周径変化の増減や形状変化が生じた際には、義足ソケットの適合不良を生じることが予測され、細やかにソケットの調整を行うことが非常に重要であると考えられる。

期間Cは期間Aと同様に断端周径が増加する者と減少する者が混在していたが、計測レベル間において期間Aよりも強く正の相関関係を示した。このことは、期間Aに比べ断端の形状が極端に変化する者が少なく、周径の増減があるものの断端形状が比較的安定していることを示唆した。しかし、期間Aと同様に断端周径の増減に関わる因子は明らかとならなかった。

一方、期間Bは3期間中で断端周径変化の傾向が最も強く表れた。計測レベル間の周径変化量は強い正の相関を示し、ほとんどの対象者の周径値は断端遠位の方が近位に比べ有意に減少した。従って、この期間Bにおける、断端は、萎縮して円錐状に形状変化をすることが判明した。すなわち、仮義足から本義足へ移行する時期、一年期間、退院して一年前後（期間Bの平均計測時間 229.9 ± 151.1 ）は周径値の減少と形状変化が起こるため、ソケットの適合不良になりやすい時期と考えられた。退院後の期間Bは、入院中の期間Aとは異なり、医療側から細かなケアが行われない為、脛骨端や断端末等に傷を作らない為にも定期的なチェックが必要であると考えられた。

更に期間Bでは、切断原因別に断端周径減少量が有意に異なる傾向が示唆された。切断原因が疾病の者より外傷で切断になった者の方が、断端は萎縮していた。疾病による対象者は、閉塞性動脈硬化症や糖尿病による切断であり、外傷の者と比べ、生活習慣や活動度が異なっていると考えられる。しかし、今回の調査においては生活習慣や活動度の情報は得られず、これらの因子との関係を明らかにすることが今後の課題として残った。インナーソケットの材質による断端周径変化量の比較では、軟性発砲樹脂とライナー間では有意な差は現れなかった。澤村⁵⁾によりライナーは切断後の浮腫を軽減させる効果があると報告されているが、今回の調査では断端周径変化にインナーソケットの材質

は影響せず、断端周径が増加する者も存在した。

今回調査した下腿切断者の断端周径変化のデータは、標準偏差が大きい結果となった。その原因として、断端周径変化を定量的に把握するには、今回の調査手法に限界があったと考えている。まずデータソースは、断端周径変化を調査するためのデータではなく、義足を製作する際の採寸値であった。そのため、断端周径値を計測する時期や頻度がそれぞれの症例で異なっている。また、断端周径値の記録の残存数により、各期間の対象者数を揃えることは困難であった。更に、断端周径変化に影響しうる因子の情報も少なかった。さらに当センターで義足歩行訓練を行う者は、他施設で切断術が施行されていたため、切断の術式や術後の断端管理の情報を入手することが困難であった。

今後、断端周径変化の解析精度を向上し、因子の解明を行うには、断端周径値と関連するデータの収集方法を見直すことが好ましいと思われた。断端周径値を計測する時期や頻度を設定し、一定の間隔で断端周径計測を行い、検証する必要がある。断端周径変化に影響しうる因子の情報収集に関しては、入手可能と思われる体重変化や日内変動、歩行訓練の時期、そして義足歩行の獲得レベル、義足歩行時間や歩行距離について調査を行い、これらの影響を調査していく必要がある。

5. 結論

下腿切断者の断端周径が義足使用に伴いどのように変化するかを定量的に把握することを目的に、下腿切断者47名を対象に義足製作記録の断端周径値の調査を行った。その結果、全ての期間において断端近位と断端遠位の増減関係は正の相関を示した。そして、義足歩行訓練を終えた退院直後の時期は義足歩行訓練中や本義足を再製作する期間に比べ、断端周径が減少する対象者が多い結果となった。更に同期間は、断端近位に比べ断端遠位の方が有意に周径が減少することが明らかとなった。

本報告は国立障害者リハビリテーションセンター倫理審査委員会の承認を得たものである。

6. 文献

- 1) 細田多穂編. Q&Aフローチャートによる下肢切断の理学療法. 第3版. 東京, 医歯薬出版株式会社. 2007, p. 71-72.
- 2) Person, B. M., Liedberg, E. A clinical standard of stump measurement and classification in

- lower limb amputees. *Prosthet. Orthot. Int.* 7(1), 1983, p. 17-24.
- 3) Sanderes, J. E., Fatone, S. Residual limb volume change: Systematic review of measurement and management. *J. Rehabil. Res. Dev.* 48(8), 2011, p. 949-986.
- 4) Fernie, G. R., Holliday, P. J. Volume fluctuation in the residual limbs of lower limb amputees. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 63(4), 1982, p. 162-165.
- 5) 澤村誠志編. Ⅲ. 下肢切断と義足. 義足学. 第2版. 東京, 医歯薬出版株式会社, 2010, p. 94-95.
- 6) 中村隆. 補装具製作部における切断者の調査とその傾向－義肢装具士の製作記録から－. 国立障害者リハビリテーションセンター研究紀要. 第28号, 2007, p. 93-103.
- 7) Geil, M. D. Consistency and accuracy of measurement of lower-limb amputee anthropometrics. *J. Rehabil. Res. Dev.* 42(2), 2005, p. 131-140.
- 8) Labs, K.H., Tschoepf, M., Gamba, G., Aschwanden, M., Jaeger, K. A. The reliability of leg circumference assessment: a comparison of spring tape measurements and optoelectronic volumetry. *Vasc. Med.* 5(2), 2000, p. 69-74.