下腿切断術後初期における 断端の容積変化を計測した 3 例

Residual Limb Volume Change in the Early Post-operative Phase after
Below-the-knee Amputation : A Report of Three Cases

田中洋平^{*1} 上野高明^{*1} 田中清和^{*1} 芳賀信彦^{*2}
Yohei Tanaka Takaaki Ueno Kiyokazu Tanaka Nobuhiko Haga

Abstract

For lower limb amputees, good prosthetic fittings are important for wearing prostheses while ensuring gait stability, without skin breakdown. Poor prosthetic fittings tend to occur in the early stage after amputation because of significant changes in residual limb volume. We measured the extent of change in residual limb volume in three below-the-knee amputees by using computed tomography. The measurements were performed before and after inpatient rehabilitation for the first prosthesis. The measurement showed a remarkable change in residual limb volume in a highly active amputee without complications. In contrast, the change in residual limb volume was small in two less active below-the-knee amputees with serious complications, such as heart and renal failures. Generally, to maintain good prosthetic fittings, the first prostheses should be made during inpatient rehabilitation to facilitate maturation of the residual limbs. For the less active below-knee amputees, the prostheses could be made in the outpatient settings because the volume fluctuations of their residual limbs are small and the functional requirements for their daily living are modest.

Key Words

下腿切断 (below-the-knee amputation) / 断端 (stump) / 断端容積 (residual limb volume) / 義足適合 (prosthetic fitting) / リハビリテーション (rehabilitation)

はじめに

わが国では切断術後に初めて作る義足のことを仮義足（または訓練用仮義足）と呼ぶ。仮義足は治療用の義足と位置づけられ、医療保険を利用して処方される。それに対し本義足は2回目以降に作製する義足であり、更生用の義足と位置づけら

れ、障害者総合支援法に基づき支給を受ける。仮義足完成から数カ月経過して本義足を作製するのが一般的である。

断端と義足の良好な適合は、義足を安全に装着し、安定した歩行を獲得するうえで重要である。特に切断術後間もない時期には断端の容積が大きく変化する¹⁻³⁾ため、断端と義足の適合不良が起こ

2017年5月13日受付, 2017年9月13日受理

*1 JR 東京総合病院リハビリテーション科 (〒151-8528 東京都渋谷区代々木 2-1-3)

Department of Rehabilitation, JR Tokyo General Hospital

E-mail : ytanaka207@gmail.com

*2 東京大学医学部附属病院リハビリテーション科 (〒113-8655 東京都文京区本郷 7-3-1)

Department of Rehabilitation Medicine, The University of Tokyo

図1 CTによる断端容積の計測

内側脛骨プラトーと外側脛骨プラトーを結んだ線の高さで前額断、矢状断で脛骨長軸と垂直になるような面を作成し、その面から断端末までの間を計測範囲とした。Thin-sliceデータを再構成しボリュームレンダリング表示にして計測した。ボリュームレンダリングの閾値は-200 HUから最大値までとした。

りやすい。そのため、仮義足を処方するまでの間にできるだけ断端が成熟し、断端の容積が小さくなっていることが望ましい。

断端容積の計測法として、水置換法、表面の計測による容積推計、接触式プローブ、光学式走査、超音波、CT、レーザースキャニング、MRI、生体インピーダンスを用いたものなどの報告が過去にある³⁾。その中で、CTを用いた方法が正確であるとされている³⁾。しかし、CTを用いて同一患者における断端の容積変化を検討した報告はほとんどない。

われわれは下腿切断者3例において、回復期リハビリテーション病棟での入院リハビリテーション前後で断端容積がどの程度変化するか、CTを用いて計測した(図1)。その結果を示すとともに、仮義足作製のタイミングや入院リハビリテーションの適応と必要性について考察した。

本報告では活動度をKレベルにより分類した。Kレベルはアメリカ合衆国の公的医療保険制度であるメディケアにおいて使われている移動能力を分類する指標である⁴⁻⁶⁾。活動度に応じてK0からK4までの5段階で評価する。K0レベルが歩行不

表1 各症例における入退院時の断端容積と体重の変化

	断端容積 (mL)		体重 (kg)		断端容積の変化率 (%)
	入院時	退院時	入院時	退院時	
症例1	1,166	957	58.0	58.2	-17.9
症例2	789	794	50.3	51.0	0.6
症例3	690	643	44.0	43.6	-6.8

能、K1レベルが自宅内のみ歩行可能(超低活動)、K2レベルが何らかの制限を伴うが屋外歩行可能(低活動)、K3レベルが制限なしで屋外歩行可能(中活動)、K4レベルがアスリートなど高い活動レベル(高活動)である。

なお、対象者には本報告の趣旨や内容についての説明を行い、情報公開についての承諾を得た。

症例

1. 症例1：62歳女性

既往歴：特記事項なし

身体所見：身長158 cm、体重58.0 kg、活動度K3レベル⁴⁻⁶⁾。断端長は16.2 cm、断端容積は1,166 mL(術後5週目に計測)(表1)であった。

現病歴と入院後経過：右下腿悪性軟部腫瘍のため他院骨軟部腫瘍科にて右下腿切断術が行われた。術後は弾性包帯によるソフトドレッシングが行われていた。抜糸後、術後5週で当院回復期リハビリテーション病棟に転院。義足作製とリハビリテーションを開始した。リハビリテーションの運動強度は7 METs⁷⁾程度であった。骨格構造、シリコンライナーを併用したTSBソケット、キャッチピン懸垂による仮義足を作製後、電車の乗り降りを含め屋外を問題なく歩行できるようになり自宅退院となった。入院日数82日。退院時(術後17週)の体重は58.2 kgで、断端容積は957 mLと入院時より17.9%減少していた(表1)。入院時(術後5週)と退院時(術後17週)の断端とCTの結果を図2に示す。

図2 症例1の断端とCTの結果

a: 入院時断端, b: 退院時断端, c: 入院時CT, d: 退院時CT

2. 症例2: 72歳女性

既往歴: 糖尿病, 高血圧, 閉塞性動脈硬化症 (ASO), 陳旧性心筋梗塞, 慢性心不全, 慢性腎不全

身体所見: 身長 156 cm, 体重 50.3 kg, 活動度 K1 レベル⁴⁻⁶⁾, 断端長は 16.1 cm, 断端容積は 789 mL (術後 8 週目に計測) (表 1) であった。

検査所見: 血液検査: WBC 4,900/ μ L, Hb 10.6 g/dL, TP 6.4 g/dL, Alb 3.8 g/dL, BUN 26.9 mg/dL, Cre 1.25 mg/dL, eGFR 32.9 mL/min/1.73 m², HbA1c 5.2%, BNP 503.8 pg/mL, 心エコー: EF 45%

現病歴と入院後経過: 糖尿病と ASO による足壊疽のため, 他院形成外科にて右下腿切断術が行われた。術後ソフトドレッシングは行われていなかった。術後 8 週で当院回復期リハビリテーション病棟に転院。義足作製とリハビリテーションを開始した。リハビリテーションの運動強度は 3 METs⁷⁾ 程度であった。骨格構造, シリコンライナーを併用した TSB ソケット, キャッチピン懸垂による仮義足を作製後, 自宅内を T 字杖もしくは手すりを利用して歩行できるようになり, 自宅退院となった。入院日数 68 日。退院時 (術後 18 週) の体重は 51.0 kg で, 断端容積は 794 mL と入院時と比較

してほぼ変化がなかった (表 1)。

3. 症例3: 68歳女性

既往歴: 糖尿病, 高血圧, ASO, 陳旧性心筋梗塞, 慢性腎不全 (血液透析)

身体所見: 身長 145 cm, 活動度 K1 レベル⁴⁻⁶⁾, 断端長は 15.8 cm, 断端容積は 690 mL (術後 9 週, 非透析日, 体重 44.0 kg 時に計測) (表 1) であった。

検査所見: 血液検査: WBC 7,000/ μ L, Hb 13.6 g/dL, TP 6.2 g/dL, Alb 2.9 g/dL, BUN 50.7 mg/dL, Cre 7.00 mg/dL, eGFR 5.1 mL/min/1.73 m², HbA1c 5.9%, BNP 875.5 pg/mL, 心エコー: EF 44%

現病歴と入院後経過: 13 年前より糖尿病性腎症による慢性腎不全のため血液透析を行っていた。糖尿病と ASO による足壊疽のため他院整形外科にて右下腿切断術が行われた。術後は弾性包帯によるソフトドレッシングが行われていたが, 自身で適切に巻くことが困難なため緩く巻かれている状態であった。術後 8 週で当院回復期リハビリテーション病棟に転院。義足作製とリハビリテーションを開始した。リハビリテーションの運動強度は 3 METs⁷⁾ 程度であった。骨格構造, シリコンライナーを併用した TSB ソケット, PTB カフベルト懸垂による仮義足を作製後, 自宅内と自宅周囲を歩

行器併用で歩行できるようになり、自宅退院となった。入院日数 71 日。退院時（術後 18 週）の断端容積は 643 mL（非透析日、体重 43.6 kg 時に計測）と入院時より 6.8% 減少していた（表 1）。

考察

義足装着を目的とした入院リハビリテーションの意義は大きく分けて 3 つある。第一はそれぞれの患者における目標とする移動能力を獲得することであり、第二は断端の成熟を十分に促すこと、第三は義足の自己管理が可能になることである。

一般的に断端容積の変化が著しい切断後初期は、仮義足作製前にできるだけ断端を成熟させておくことが必要となる。断端の成熟を促すためには早期に義足を装着することが重要である⁸⁾。切断術後の義肢装着時期に基づくリハビリテーションの進め方には、従来義肢装着法、早期義肢装着法、術直後義肢装着法がある⁸⁾。従来義肢装着法は弾性包帯で断端の成熟を促した後に義足を装着し始めるという方法であり、弾性包帯の適切な使用法が難しく^{9, 10)}、断端のマネジメントやリハビリテーションの見通しを立てることが難しい^{11, 12)}ため、リハビリテーションが長期に及んでしまう¹³⁾という問題がある。術直後義肢装着法は、手術直後から断端にギプス固定を行うことで、断端の保護や浮腫の軽減、創治癒が促進される¹¹⁾という考えに基づくものである。この方法の欠点は創部の観察ができないことであったが、最近では断端を観察しながらリジッドドレッシングができる特殊なキットもあり、これを使うことで義足作製までの期間を短くするという試みも行われている¹⁴⁾。当院で採用している方法は早期義肢装着法である。急性期病院で切断術の後、抜糸が済んだら当院に転院し、その後早期に熱可塑性のプラスチックを用いてソケットを作製する。作製したソケットと既存のパーツを組み上げてリハビリテーション用の義足を作

製し、それを装着して立位、歩行訓練を進める。ソケットは断端の成熟に合わせて適宜修正や作り直しを行う。また、当院に転院後は一貫してシリコンライナーを用いる。これはリムーバブルリジッドドレッシング¹⁵⁾に相当する断端マネジメントである。シリコンライナーを用いたリムーバブルリジッドドレッシングは入院期間を短縮できると報告されている^{9, 10, 16-18)}。早期義肢装着法とリムーバブルリジッドドレッシングを組み合わせた方法は、従来義肢装着法よりも入院期間を短縮できるとする本邦からの報告もある¹³⁾。仮義足作製までの過程は通常、外来診療中で行うことは困難なため、入院管理の下で行う必要がある。退院後も断端は変化し、一般的には仮義足作製後も少しずつ、術後 1~1.5 年まで続く^{3, 19)}。断端と義足の良好な適合を維持するために、仮義足作製後も継続的なフォローが必要である。

われわれは仮義足作製のために入院した下腿切断者の断端容積を、CT を用いて計測した。その結果、合併症のない中活動者（症例 1）では断端容積の変化が大きかった。それに対して心不全や腎不全といった重篤な合併症がある K1 レベルの超低活動者（症例 2, 3）では断端容積の変化は小さかった。

超低活動者（K1 レベル）においては症例に応じて最適リハビリテーション環境を検討する必要がある。症例によっては、外来通院リハビリテーションの中で仮義足作製まで進めることも検討したほうがよいかもしれない。なぜなら、本報告から超低活動者では断端容積の変化が小さいことが示唆され、低、中、高活動者ほど断端の成熟を待つ期間は必要ない可能性があるからである。また、超低活動者では目標にできる移動能力が、屋内での移動や短時間の立位、車椅子とベッド間の移乗のように低活動者（K2 レベル）と比べてさらに低いという理由もある。

注意すべき点は断端の状態が症例によりさまざまなことである。急性期病院から転院してきた時点で断端の浮腫が著しい例もあれば、そうでない例もある。本報告の結果を必ずしも一般化することはできないため、今後も症例を重ねて検討を続ける必要がある。また、断端とソケットの適合は断端の容積以外にも断端の形状が影響する。本報告では形状の影響を評価できていない。さらに、断端の容積は体重の影響を受ける。本報告の3例はいずれも入院時と退院時で体重の増減はほぼなかったが、症例によっては体重の変化にも注意が必要である。

本報告では仮義足作製とリハビリテーションのための入院において、CTを用いた断端容積の計測を行った。患者の活動度により断端容積の変化の程度は異なる可能性がある。患者に適切な義足を処方するために、個々の症例にあわせた断端マネジメントやリハビリテーションを提供する必要がある。

文 献

- Lilja M, Öberg T : Proper Time for Definitive Transtibial Prosthetic Fitting. *J Prosthet Orthot* 1997 ; **9** : 90-95
- Fernie GR, Holliday PJ : Volume fluctuations in the residual limbs of lower limb amputees. *Arch Phys Med Rehabil* 1982 ; **63** : 162-165
- Sanders JE, Fatone S : Residual limb volume change : systematic review of measurement and management. *J Rehabil Res Dev* 2011 ; **48** : 949-986
- Gailey RS, Roach KE, Applegate EB, Cho B, Cunniffe B, Licht S, Maguire M, Nash MS : The amputee mobility predictor : an instrument to assess determinants of the lower-limb amputee's ability to ambulate. *Arch Phys Med Rehabil* 2002 ; **83** : 613-627
- United States Health Care Financing Administration. Healthcare Common Procedure Coding System (ed by US Department of Health and Human Services). Washington (DC) : 2001
- Borrenpohl D, Kaluf B, Major MJ : Survey of U.S. Practitioners on the Validity of the Medicare Functional Classification Level System and Utility of Clinical Outcome Measures for Aiding K-Level Assignment. *Arch Phys Med Rehabil* 2016 ; **97** : 1053-1063
- Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DRJ, Tudor-Locke C, Greer JL, Vezina J, Whitt-Glover MC, Leon AS : 2011 Compendium of Physical Activities : a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc* 2011 ; **43** : 1575-1581
- 陳 隆明 : 切断術後の義肢装着時期について。義肢装具のチェックポイント, 第8版(日本整形外科学会, 日本リハビリテーション医学会 監). 医学書院, 東京, 2014 ; pp 78-81
- Johannesson A, Larsson GU, Öberg T : From major amputation to prosthetic outcome : a prospective study of 190 patients in a defined population. *Prosthet Orthot Int* 2004 ; **28** : 9-21
- Johannesson A, Larsson GU, Ramstrand N, Lauge-Pedersen H, Wagner P, Atroshi I : Outcomes of a standardized surgical and rehabilitation program in transtibial amputation for peripheral vascular disease : a prospective cohort study. *Am J Phys Med Rehabil* 2010 ; **89** : 293-303
- Smith DG, McFarland LV, Sangeorzan BJ, Reiber GE, Czerniecki JM : Postoperative dressing and management strategies for transtibial amputations : a critical review. *J Rehabil Res Dev* 2003 ; **40** : 213-224
- Deutsch A, English RD, Vermeer TC, Murray PS, Condous M : Removable rigid dressings versus soft dressings : a randomized, controlled study with dysvascular, trans-tibial amputees. *Prosthet Orthot Int* 2005 ; **29** : 193-200
- Chin T, Toda M : Results of prosthetic rehabilitation on managing transtibial vascular amputation with silicone liner after wound closure. *J Int Med Res* 2016 ; **44** : 957-967
- 木村浩彰, 三上幸夫, 澤衣里子, 牛尾 会, 松本彰紘 : 血行障害による下肢切断のリハビリテーション. *Jpn J Rehabil Med* 2017 ; **54** : 134-139
- Wu Y, Krick H : Removable Rigid Dressing for Below-knee Amputees. *J Prosthet Orthot* 1987 ; **11** : 33-44
- Churilov I, Churilov L, Murphy D : Do rigid dressings reduce the time from amputation to prosthetic fitting? A systematic review and meta-analysis. *Ann Vasc Surg* 2014 ; **28** : 1801-1808
- Vigier S, Casillas JM, Dulieu V, Rouhier-Marcet I, D'Athis P, Didier JP : Healing of open stump wounds after vascular below-knee amputation : Plaster cast socket with silicone sleeve versus elastic compression. *Arch Phys Med Rehabil* 1999 ; **80** : 1327-1330
- Hordacre B, Birks V, Quinn S, Barr C, Patrissi BL, Crotty M : Physiotherapy rehabilitation for individuals with lower limb amputation : a 15-year clinical series. *Physiother Res Int* 2013 ; **18** : 70-80
- American Academy of Orthotists and Prosthetists. Post-Operative Management of the Lower Extremity Amputee : Official Findings of the Consensus Conference. American Academy of Orthotists and Prosthetists, 2004