

## 義足歩行訓練前後における大腿切断者の断端断面積の変化

三ツ本敦子<sup>1)</sup> 中村 隆<sup>1)</sup> 丸山 貴之<sup>2)</sup> 沖田 祐介<sup>1)</sup> 飛松 好子<sup>3)</sup>

キーワード 大腿切断, 筋組成, 核磁気共鳴画像

## 抄録

下肢切断術後の断端は、術後から12~18カ月頃に至るまでの間に形状、容積ともに大きく変化すると報告されているが、断端内部の組織変化に関する研究は少ない。そこで、義足歩行訓練前後の大腿切断者の筋断面積の変化に着目し、調査を行った。片側大腿切断者4名に対し、義足歩行訓練後で断端の坐骨直下の核磁気共鳴画像を取得し、断面積を算出した。その結果、総断面積に占める筋断面積の割合は、全ての対象者で増加していた。そして、断端の股関節周囲の運動方向別に筋断面積の割合は変化し、前外側筋群は萎縮する傾向が見られ、内側筋群と後方筋群の断面積は増加する傾向が見られた。

## 1. はじめに

下肢切断術後の断端は、術後から12~18カ月頃に至るまでの間に形状、容積ともに大きく変化すると報告されている<sup>1,2)</sup>。そのため、義足歩行訓練中も断端は変化し続けており、断端の変化に応じてソケットの形状や周径、容積を調整する必要がある。

切断術後半年以内の断端変化は、MRI (Magnetic Resonance Imaging) を用いて下腿切断者の断端の断面積を算出する試みがLiljaらにより報告されている<sup>3)</sup>。しかし、大腿切断者を対象とした切断術後の断端変化に関する研究は報告されていない。我々は、客観的な義足の適合評価を行うことを最終目的とし、断端の解剖学的評価とその成熟過程を始めとする早期、長期の断端変化の定量評価、そしてこれに伴うソケットデザインとの関係性を調査してきた。これまで、MRIを用いて大腿切断者の断端軟部組織の解析を行い、断端の総断面積が健側に比べて約20%、筋断面積が約30%萎縮する傾向であることを明らかにした<sup>4)</sup>。この結果は、日常的に義足歩行を行う切断者を対象にしたものであるが、最も断端変化の大きい時期である義足歩行訓練時の断端変化については明らかでない。この時期の断端変化の仕組みを解明することは義足歩行訓練時のソケット適合調整の指針となり、歩行訓練を円滑に進めるうえで重要である。そこで義足歩行訓練前後の大腿切断者の断端

軟部組織の断面積の変化について研究を行った。

## 2. 対象と方法

対象者は、国立障害者リハビリテーションセンター病院へ入院し、義足歩行訓練を受けた片側大腿切断者4名(全て男性)である(表1)。対象者の断端は、義足での立位・歩行が可能な耐圧性があり、断端長は20cm以上、屈曲拘縮はない。対象者全員は坐骨収納型ソケットを装着し訓練を行った。退院時の義足歩行レベルは、杖無し屋外歩行自立である。

断端の軟部組織画像はSiemens社製MRI(3.0 Tesla)を使用し、断端の坐骨結節から遠位5.5mmに相当する高位において大腿骨と直行する横断面画像を取得した。画像の取得は、義足歩行訓練を開始した直後の入院初期に初回の画像撮影を行い、そして義足歩行獲得後、日常生活での義足歩行に至った段階で再度撮影を行った。

断面積の算出は、DICOM画像処理ソフトウェアOsiriX MD(Ver.8.0.1)を使用し、軟部組織の輪郭をトレースすることで以下のように数値化した。まず断端の外周面積から骨の断面積を差し引いた面積(以下、総断面積)と筋組織を集合体と見なした時の外周面積から骨の断面積を差し引いた面積(以下、筋断面積)を算出した。次に、筋断面積をより詳細に調査するために、筋走路の位置別に「前外側

2020年12月25日受付

Changes in the cross-sectional area of the residual limb of transfemoral amputees before and after prosthetic gait training

1) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 〒359-8555 埼玉県所沢市並木4-1

National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities, Research Institute

4-1 Namiki, Tokorozawa-shi, Saitama, 359-8555 Japan

Atsuko MITSUMOTO (義肢装具士), Takashi NAKAMURA (義肢装具士), Yusuke OKITA (理学療法士)

2) 国立障害者リハビリテーションセンター学院

Takayuki MARUYAMA (義肢装具士)

3) 国立障害者リハビリテーションセンター

Yoshiko TOBIMATSU (医師)

筋群], 「内側筋群」, 「後方筋群」の3群に分けて筋断面積を算出した. 一例として, 対象者 A の断端断面画像とそのトレース図, そして筋群の分類を図 1 に示す. 義足歩行訓練前後の断面積を比較するため, 訓練後の断面積と訓練前の断面積の差を訓練前の断面積で除した値を変化率として算出した. 断面積の変化率が±5%以上だった場合は増加もしくは減少と判別した.

本研究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(28177)を受け, 対象者に書面と口頭にて説明を行い, 同意を得て実施された.

### 3. 結果

対象者4名の断端の断面積とその変化率を表2, 3に示す.

対象者 A, B は断端の総断面積が減少したが, 筋断面積は変化が認められなかった. C, D は総断面積の変化がなかったが, 筋断面積は増加した. したがって, 全ての対象者で総断面積に占める筋の割合は増加した. 筋走路別に見ると, 断端の前外側筋群は A, B が減少し, D が若干増加, そして C が変化無しであった. 一方, 断端の内側筋群と後方筋群はともに増加した.

対象者4名における義足歩行訓練前後の断端の総断面積, ならびに筋断面積の平均変化率は, それぞれ-6.17 (SD

表 1 対象者 4 名の詳細

対象者	原因	年齢 (歳)	身長 (cm)	初回 MRI 撮影時の体重 (kg)	初回 MRI 撮影時の BMI	切断から初回 MRI 撮影までの月数 (カ月)	断端長 (cm)	MRI 撮影間隔 (カ月)	膝継手
A	外傷	30	164	68.3 kg	25.4	2.5	24	5.7	Mauch (ÖSSUR 社製)
B	外傷	30	170	66.4 kg	23	6	28.5	3.5	3R80 (OTTOBOCK 社製)
C	外傷	19	167	84.4 kg	30.3	2.5	25	6.7	Mauch (ÖSSUR 社製)
D	感染症	38	176	71.0 kg	22.9	2.5	26	4.7	3R106 (OTTOBOCK 社製)

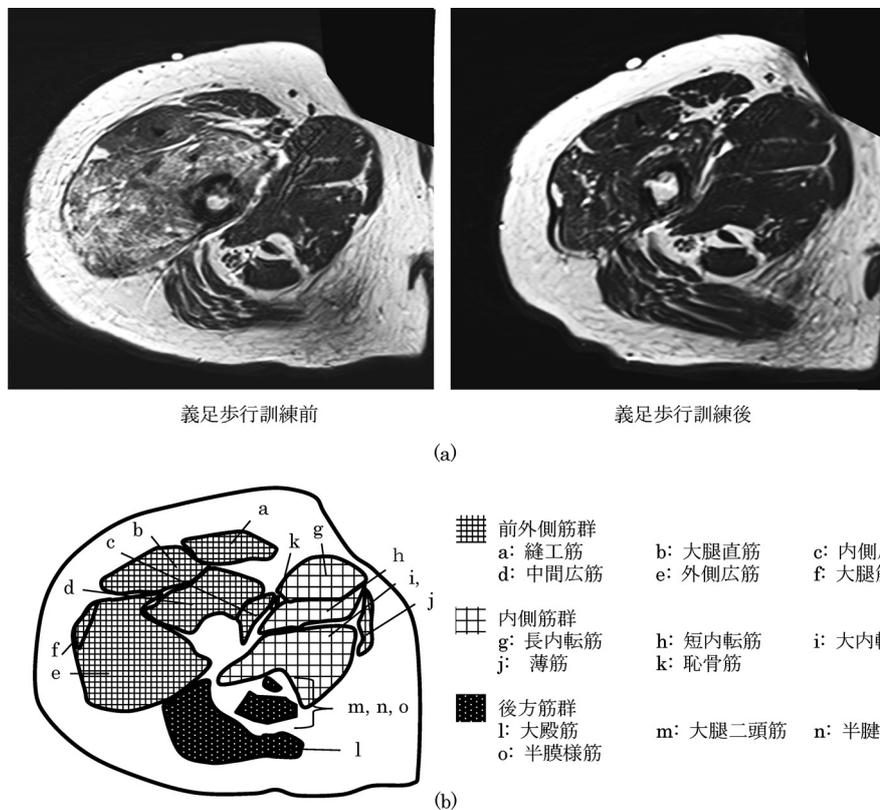


図 1 (a) 対象者 A の義足訓練前後の断端の断面画像, (b) ソフトウェアによる断面のトレース図と筋群の分類

表 2 訓練前後の断端の総断面積と筋断面積

		総断面積 (cm <sup>2</sup> )	変化率 (%)*	筋断面積 (cm <sup>2</sup> )	変化率 (%)*	筋面積比**	変化率 (%)*
A	訓練前	247.95		125.57		0.51	
	訓練後	217.53	-12.27 ▼	122.67	-2.31	0.56	11.35 △
B	訓練前	268.44		145.94		0.54	
	訓練後	225.26	-16.09 ▼	139.82	-4.20	0.62	14.17 △
C	訓練前	331.21		153.79		0.46	
	訓練後	343.63	3.75	194.10	26.21 △	0.56	21.65 △
D	訓練前	243.93		140.81		0.58	
	訓練後	243.77	-0.06	156.37	11.05 △	0.64	11.13 △

表中の△は5%以上の増加, ▼は5%以上の減少を示す. \*変化率=(訓練後の断面積-訓練前の断面積)/訓練前の断面積×100.

\*\*筋面積比=筋断面積/総断面積.

表 3 訓練前後の筋走路別筋群断面積

		前外側筋群 (cm <sup>2</sup> )	変化率 (%)*	内側筋群 (cm <sup>2</sup> )	変化率 (%)*	後方筋群 (cm <sup>2</sup> )	変化率 (%)*
A	訓練前	52.96		31.34		28.28	
	訓練後	30.87	-41.72 ▼	35.63	13.68 △	38.67	36.73 △
B	訓練前	41.51		46.83		41.30	
	訓練後	29.75	-28.33 ▼	51.14	9.21 △	44.96	8.87 △
C	訓練前	56.06		43.88		35.77	
	訓練後	56.21	0.27	60.92	38.86 △	56.85	58.93 △
D	訓練前	30.38		50.17		38.32	
	訓練後	32.71	7.66 △	59.20	18.00 △	43.10	12.45 △

表中の△は5%以上の増加, ▼は5%以上の減少を示す. \*変化率=(訓練後の断面積-訓練前の断面積)/訓練前の断面積×100.

\*\*筋面積比=筋断面積/総断面積.

8.23), 7.69 (SD 12.20)であった. 一方, 各筋群の変化の割合の平均はそれぞれ前外側筋群-15.53 (SD 20.23), 内側筋群 19.94 (SD 11.36), 外側筋群 29.24 (SD 20.21)であった. 筋の走路で異なる増減傾向を示した.

#### 4. 考察

義足歩行訓練中の下肢切断者の断端変化は, 臨床上, 短時間で計測可能な周径値で観察されることが多い. 一方で, MRIを用いた研究<sup>3-7)</sup>では, 切断術後の断端の断面積を算出した量的変化を示したものの筋組織の脂肪変性の程度を示した質的变化が報告されている.

今回調査した断端の断面積の変化は, 対象者間でバラツキが見られるものの, 変化の傾向としては, 義足歩行獲得後, 断端の断面積に対して筋組織の割合が増加したことを示した. さらに筋断面積を筋群別に分類し着目することで, その断面積は股関節周囲の筋走路間で異なる傾向が見られた. 前外側筋群にあたる屈曲外転筋群は, 筋の停止部の喪失のため萎縮したと考えられるが, 断面積が大きくなった内側筋群と後方筋群は義足での立位や歩行に重要となる筋組織であると考えられた. これらの結果は, 先行研究<sup>3)</sup>の結果と矛盾しなかった.

今回得られた結果のみでは対象者が少ないため, 対象者

間のバラツキに関する因子分析を行っていない. 断面積の変化の要因となりうる対象者の基本属性や義足歩行訓練の内容, 歩行能力等との関係性について明らかにすることは今後の課題である.

#### 5. おわりに

MRIを用いて義足歩行訓練前後の大腿切断者の断端軟部組織の断面積の変化を調査した. 総断面積に占める筋断面積の割合は増加し, 筋群は, その走路で異なる増減傾向を示した. これにより義足歩行訓練に伴い, 断端の形状が大きく変化していることが示唆された.

本研究はJSPS 科研費 JP26350692の助成を受けたものである.

謝辞: 本研究にご協力いただいた, 国立障害者リハビリテーションセンター病院 前臨床検査技師長 前野正登氏に深く感謝します.

#### 文献

- 1) Sanders, J.E. et al. Residual limb volume change: Systematic review of measurement and management. J. Rehabil. Res. Dev. 48 (8), 949-986 (2011).

- 2) Berke, G. Post-operative management of the lower extremity amputee: Standards of care. Official findings of the state-of-the-science conferences #2. *J. Prosthet. Orthot.* 16 (3 Supple), S6-S12 (2004).
- 3) Lilja, M. et al. Morphological changes during early trans-tibial prosthetic fitting. *Prosthet Orthot Int.* 22 (2), 115-122 (1998).
- 4) 中村 隆 他. MRIによる大腿切断端の軟部組織解析. *義装会誌* 35 (3), 212-218 (2019).
- 5) Sherk, V.D. et al. Inter limb muscle and fat comparisons in persons with lower-limb amputation. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 91 (7), 1077-1081 (2010).
- 6) 鈴木康雄 他. 大腿切断端の筋断面積と筋力計測—屈曲・伸展特性を中心に—. *義装会誌* 12, 140-146 (1996).
- 7) Putz, C. et al. Structural changes in the thigh muscles following trans-femoral amputation. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 27 (6), 829-835 (2017).

**Abstract :** Although it has been reported that the residual limb after lower limb amputation changes greatly in shape and volume from post-operation to around 12-18 months later, studies on detailed changes in soft tissue are scarce. Therefore, the change in muscle tissue of the residual transfemoral (TF) limb before and after prosthetic gait training was investigated from the viewpoint of the muscle cross-sectional area (MCA) of the residual limb. For 4 unilateral TF amputees, magnetic resonance images of the residual limb were acquired before and after prosthetic gait training, and the MCA under the ischial tuberosity was calculated. The results showed that the percentage of MCA as the total cross-sectional area was increased in all subjects. The percentage of the muscle cross-sectional area changed according to the motion direction around the hip joint. The flexor and abductor muscle group tended to atrophy, and the cross-sectional area of the adductor muscle group and the extensor muscle group tended to increase.

**Key words :** transfemoral amputation, muscle composition, nuclear magnetic resonance imaging