

皮膚病変とその対策

義肢装具における皮膚トラブルとその対処法

中 村 隆¹⁾

キーワード 適合, 感染症, 衛生管理

抄録

皮膚トラブルは、義肢装具の使用における大きな阻害因子の1つである。皮膚トラブルの原因には、力学的要因と生物学的要因の2つがある。力学的要因は圧力とせん断力によるもので、装着時には効率的な力の分散がなされなければならない。ライナーは圧力分散に優れているが、適合が十分でない場合には、たとえライナーを装着していても傷はできる。生物学的要因は感染によるもので、装着時の温湿状態が感染のリスクを高めるため、衛生管理は極めて重要である。皮膚トラブルを防ぐには、自己管理に向けた教育を入院訓練中に行うことが重要であり、退院後も義肢装具使用者に対し皮膚トラブルを早期に発見し、対処できる体制が必要である。

1. はじめに

皮膚トラブルは、義肢装具の使用における大きな阻害因子の1つである。装着時の不快感や痛みだけでなく、さらなる感染が大切断に至る重篤なケースもあるなど、小さな皮膚トラブルであっても潜在的に大きなリスクを有している。

義肢装具の装用時には、皮膚は特殊な環境に置かれる。皮膚にはスポンジやゴム、プラスチックなどのインターフェースが密着し、圧力が加わる。また、義肢装具の材料は熱伝導性と通気性に乏しいため内部は高い温湿度環境となる。本来、皮膚の構造はそのような状況に耐えるように設計されていないため、義肢装具の装着という特異な力学的、生物学的環境に対応できずトラブルが発生する。特に、我が国の温暖湿潤の気候は義肢装具使用者にとって厳しい環境であり、日常の臨床経験では多くの義肢装具使用者が皮膚トラブルを経験していると感じている。しかし、義肢装具の適合不良によるもの以外に、感染症等は専門医の治療が必要であること、皮膚トラブルの多くが対症療法的に処置されてしまうことなどから、具体的なデータに基づいた義肢装具と皮膚トラブルの因果関係については整理されていない。皮膚トラブルの状態を判断しうるための知識と経験を全ての義肢装具士が十分に有しているとはいえず、皮膚トラブルを訴える使用者を前に判断に迷うことも少なくない。試行錯誤でなんとかしているのが現状と思われる。本稿では義肢装具装用時の皮膚トラブルに関与する

要因と対処法について、主に切断肢を中心に具体的事例と最近の動向を交えて概説する。なお、他の疾患と事例については参考文献^{1,2)}を参照されたい。

2. 皮膚トラブルに関わる要因

2-1 力学的要因

義肢装具は生体の支持をはじめとする力学的制御を主な目的としているため、皮膚への圧力集中を避けて荷重を支持できるよう、その形状が設計されている。義肢装具の適合は静的な状態だけでなく、動的な形状変化に対しても圧力が分散された適合状態を保ちながら力を伝達可能な状態であることが必要であり、皮膚と義肢装具の間に、形状変化に追従し圧力を分散し得る緩衝材がインターフェースとして介在している。

義肢装具装着時の皮膚には、皮膚とインターフェースの接触面に対して垂直方向にかかる力と水平方向にかかる力が作用し、前者を「圧力」、後者を「せん断力」と呼んでいる。

「圧力」は力を面積で除したものであるから、接触面積を広くして圧力を均等に分散させることが好ましい(図1)。そのためには形状変化が可能な材料が接触面に用いられる。ゴムのような弾性材料はこれに適した材料であるが、変形に対する反発力が生体に働くので注意が必要である(図1b)。より良い圧力分散の状態を求めるには、これら材料の形状を生体の形状に一致させたものが望ましい(図1c)。もし

Skin troubles caused by wearing prostheses or orthoses, and ways of coping

1) 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 〒359-8555 所沢市並木4-1

Department of Prosthetics and Orthotics, Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities
4-1 Namiki, Tokorozawa-shi, Saitama, 359-8555 Japan

Takashi NAKAMURA (義肢装具士)

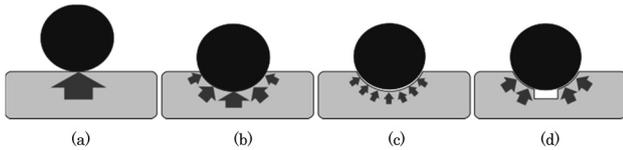


図 1 支持材料の違いによる圧力分散と除圧

- (a) 変形しない支持材料：接触面積が小さいため圧力が集中する。
- (b) 弾性のある支持材料：変形して接触面積が広がり圧力が分散される。
- (c) 形状の合った支持材料：変形による反発がないのでより良い圧力分散となる。
- (d) 除圧：接触面の一部をくりぬくと他の支持領域の圧力は高まる。

くは、変形しても元の形状に戻るまで時間のかかる粘弾性材料（低反発スポンジや熱可塑性エラストマーなど）がより良い圧力分散を可能にする材料である。

圧力集中により皮膚に傷が生じた場合、除圧のために接触部分の材料をくりぬくことがある。この場合、傷への圧力は解消されるが、接触面積は減少するので、他の接触面の圧力が増加することに注意しなければならない(図 1d)。初めの傷が治っても、また別なところに傷ができてしまうことがあり、荷重をどこで支持するかを見極めて形状を調整しなければならない。

「せん断力」はいわゆる「ずれ」の力であり、義肢装具の適合具合だけでなく、接触面の摩擦や、軟部組織とインターフェース材料の硬さが影響する。使用者の活動度が高くなったり、装着部位の可動域が大きくなったりすると、義肢装具と生体とのずれは大きくなる。例えば、断端とソケットの間にはピストン運動と呼ばれる長軸方向の動きがあり、ソケットの適合状態の変化だけでなく、歩行量が増えて活動的になるとずれが大きくなり、局所的に擦過傷や水疱を生じることがある。

近年広く普及しているライナーは、素材の粘弾性による優れた圧力分散の確保と確実な懸垂によるピストン運動の減少により、皮膚を保護するには有効なインターフェースである。ただし、ライナーは傷ができないという認識をもつ医療関係者もいるが、十分な適合が得られない場合には、たとえライナーを装着していても傷はできる。

ライナーの硬さは皮膚トラブルに直接影響する。ライナーが断端の軟部組織より柔らかいと、ソケットのずれによって生じたせん断力はライナーに吸収されて皮膚への負荷が軽減される(図 2a)。ライナーが皮膚より硬いと、せん断力は断端表面に伝達され、皮膚や軟部組織に負荷をかける(図 2b)。皮膚が脆弱な場合には、より柔らかい素材のライナーを使うことによって皮膚を保護することが望ましい。

また、ライナーを使用する下腿切断者の多くが、大腿部の皮膚とライナー上縁の境界にかゆみや水疱の発生を経験する。これは、ライナーが皮膚に密着すると、ライナーが密着する部分とそうでない部分で接触面方向の動きやすさが異なるため、その境界に歪みが集中するためであると考えられる(図 2c)³⁾。これに対しては、ライナー端を波状に

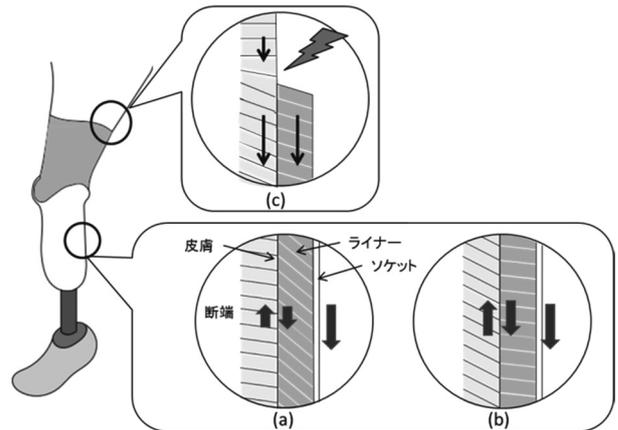


図 2 断端にかかるせん断力

- (a) 柔らかいライナーの場合：ライナーがせん断力を緩和する。
- (b) 硬いライナーの場合：せん断力は緩和されずに皮膚と断端の軟部組織に作用する。
- (c) ライナー上縁に生じるトラブル：ライナーに覆われている部分はライナーとともに移動するが、そうでない部分は移動せず、境界面にストレスが集中する。



図 3 ライナー上縁とのトラブルで大腿部に生じた色素沈着

カットしてライナー縁の伸びを緩和したり、上縁を折り返して装着のたびにその位置を変えたり、皮膚とライナーの間に円筒に切ったストッキネットを挿入したりすることで、境界にかかる歪みを減少することができる。この症状はしだいに皮膚が強くなって緩和するものの、当該部に皮膚トラブル後の色素沈着がみられる例は多い(図 3)。

ライナーのサイズや硬さの選択が適切でないために皮膚トラブルを発生する場合もまれにある。一般にライナーのサイズは断端末から 4~5cm の断端周径を基準に決定されるが、断端が円錐状の場合には、近位がよりきつくなり、ライナーの弾性により骨の先端に圧力が集中しトラブルに至る場合がある。下腿切断では膝関節屈曲時に膝蓋骨尖端部への圧迫が強くなるため、トラブルが発生する場合には、より柔らかい素材やウェーブ状に加工されてより伸縮性のあるライナーを用いたりする。最近では、あらかじめ下腿

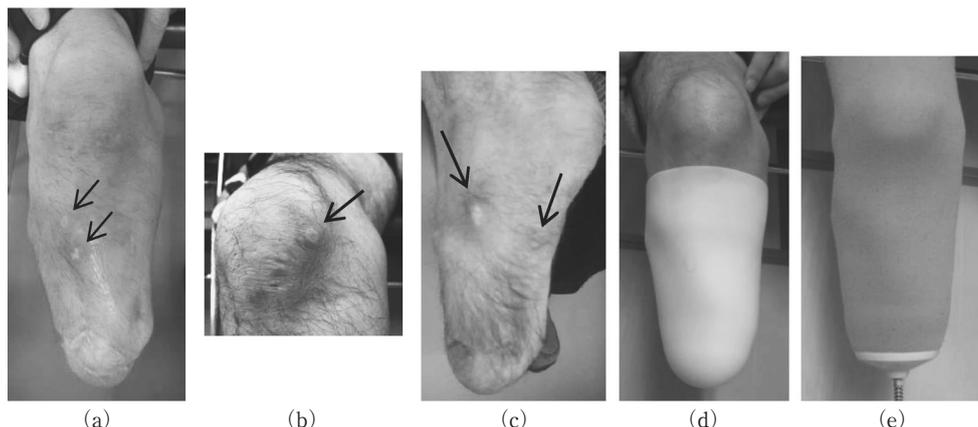


図4 ディスタルカップとライナーのサイズ変更で皮膚トラブルを回避した1例

(a) 断端, (b) 膝蓋骨内側に生じた褥瘡, (c) 脛骨前縁と脛骨粗面に生じた褥瘡, (d) ディスタルカップを装着した断端, (e) ディスタルカップとライナーを装着した断端.

切断端の形状をしたライナーや円錐状の下腿用ライナーも製品化されている。

図4はライナーのサイズ変更により皮膚トラブルを回避した外傷性下腿切断の例である。切断時に植皮とクロスレッグ法による皮弁術がなされ、断端の血行は良くない。断端末の周径から選択したサイズのライナーを使用すると近位の骨尖端部に褥瘡が頻発した(図4a~c)。対応として、ディスタルカップを併用し、近位と遠位の周径差を小さくしてこれまでより大きいサイズのライナーを選択した(図4d, e)。近位の締めつけの減少とディスタルカップによる圧力分散によりトラブルの解消に至った。

上記以外に、力学的要因として切断者の体重を一定に維持することは非常に重要である。さらに、靴を変えたり、生活環境が変化したりすることも断端に作用する力を変え、皮膚トラブルを誘発する場合がある。

なお、皮膚の摩擦改善のための保護クリームが市販されている。

2-2 生物学的要因

義肢装具装着時の内部環境は温かく湿った状態で、使用者の皮脂や汗がたまる空間となる。このような環境は細菌の増殖を促し、感染症が拡大するおそれがある。

図5は健常者がプラスチック製模擬大腿ソケットを装着した時の皮膚常在菌数の変化を示したものである⁴⁾。ソケット装着側の皮膚常在菌数は装着が長時間になると、健側と比較して急増が認められる。

図6は12時間模擬ソケットを装着後にメンテナンスを施した後の模擬ソケット内面の菌数である⁴⁾。感染症を予防するためには義肢装具のメンテナンスは極めて重要である。ほとんどの義肢装具は洗濯ができないのが衛生管理上最大の欠点であるが、生体に接触するインターフェースの表面を乾拭きや水拭きするだけでも菌の増殖を抑える効果がある。また、市販の制汗剤や消臭剤を使用することも有効である⁵⁾。

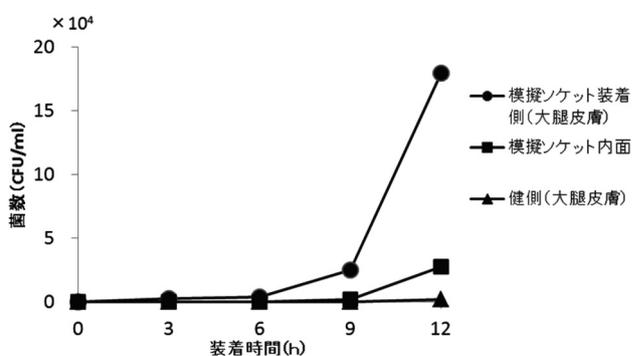


図5 模擬大腿ソケット装着時間と菌数

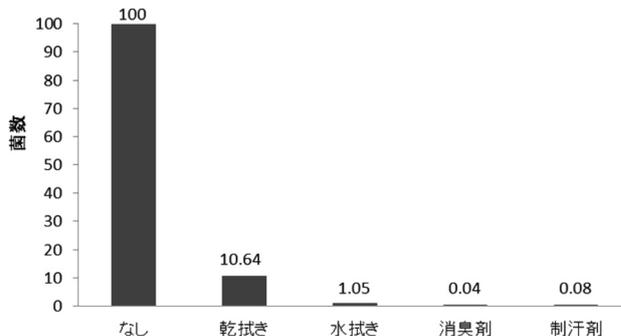


図6 装着後のメンテナンスと菌数 (何もしない時を100とする)

汗をかいたらこまめに断端袋を交換したり、ライナーを洗浄したりする習慣をつけることも大事である。ライナーはそれぞれの材質に応じてメンテナンス法があり、メーカーの説明書に従ってメンテナンスができることが、ライナーを使用した義肢の適応条件の1つでもある。抗菌性の薬用せっけんと温水で少なくとも1日に1回、十分に洗浄する。ソケットやライナーにせっけんが残ると発疹の原因となる。

義足だけでなく、切断者自身の衛生管理も重要である。

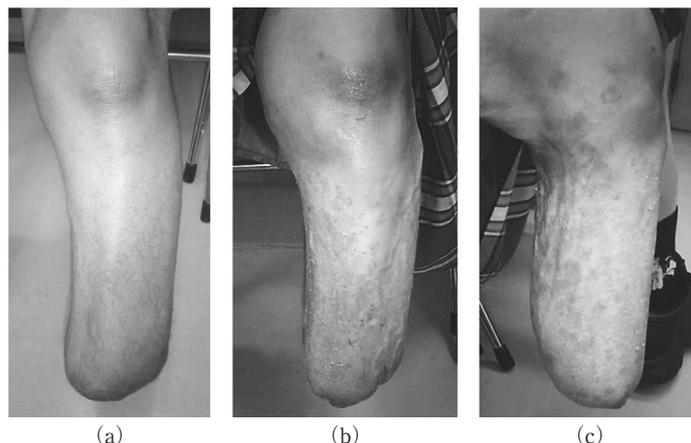


図 7 汗疹（あせも）から拡大した皮膚トラブル

(a) トラブル前の断端, (b) トラブル後の断端, (c) トラブル後の断端（後面）.

切断者は断端を1日に1回は抗菌性のせっけんで洗う。アルコール含有のローション等は皮膚を乾燥させて皮膚トラブルのリスクを高めるので使用すべきではない。保湿オイル等は皮膚のなめらかさを保つのに良い。

皮膚常在菌は皮脂を分解し、臭いの原因にもなる。悪臭は、感染症や衛生状態が悪いことを示唆する。

感染症の徴候として、皮膚の赤み、びらん、膿、圧痛、発疹などがある。圧力集中による皮膚トラブルは断端表面上のソケットの荷重支持部など局所的に発生するが、感染症によるこれらの兆候は荷重支持部如何にかかわらず断端表面上に発生する（図7）。細菌感染症を疑う場合は、速やかに医療専門家の診断を受ける。薬剤の局所塗布あるいは経口投与による治療が行われる。真菌（いわゆるカビ）の感染はしばしばみられ、抗真菌剤クリームで処置すると治療することが多い（図8）。毛嚢炎は毛深い、皮膚に脂気が多い人によくみられる。感染症の診断がはっきりしない場合や長引く場合は、専門医に相談する。

3. 装着時期と皮膚トラブル

3-1 入院訓練時の皮膚トラブル

切断後、訓練時の断端は未成熟で浮腫が残るため、断端の軟部組織は移動しにくく、皮膚は張り、義足装着時に断端に作用する力は皮膚に直接影響する。特に縫合部は脆弱で力の集中する箇所である。また、新規の断端で断端末の軟部組織と骨端が癒合している場合にも、せん断力が断端末の皮膚とインターフェースの接触面で高まり、皮膚表面に水疱が生じたりする。この場合は断端末の癒合部をマッサージして皮膚と軟部組織の移動能を高め、せん断力による歪みを緩和できるようにすることが大事である。

植皮は義足の適合と歩行訓練を難渋させる因子の1つである。植皮部分が脆弱であることに加え、植皮部分と周囲の皮膚とで動きやすさが異なるため、その境界にストレスが集中し、トラブルとなる場合が多い。義足歩行訓練課程ではこまめな断端チェックと歩行訓練量の調整が必要であ



図 8 真菌による感染

る。植皮部分が義足装着時の荷重に対する耐圧性を有するまでにはかなりの時間を要するため、おのずと義足歩行獲得にも時間がかかる⁶⁾。

感覚障害によるフィードバックの欠如は皮膚トラブルを悪化させる一因である。特に末梢循環障害による切断者には感覚障害を伴うものが多く、断端ケアの指導が欠かせない。断端の観察を十分にすることが重要である。特に断端の背面は目が届かないので、鏡を使ったり、スマートフォンで撮影をしたりしてチェックすることも重要である。

入院訓練中の皮膚トラブルは義足装着ができず、入院期間の延長と社会復帰の遅延を招く。しかし、常に医療職の目が届き、早期発見と治療が可能であるので、トラブルを最小限に防ぐことができる。むしろ、切断患者すべてに皮膚トラブルのリスクがあり、皮膚トラブルの発生時が断端ケアの指導に一番効果的な時期であるとして、自己管理に向けた教育を行うことが好ましい^{7,8)}。

3-2 日常生活での皮膚トラブル

日常生活では切断者の自己管理能力が重要である。入院中に起こる皮膚トラブルの問題に慣れていると、小さなトラブルを見分けて自分で対処できるようになる。逆に入院

中に十分な指導がなされていないと、その判断能力も低くなる。義足の適合状態を判断できることも重要で、訓練用の仮義足を不適合の状態のまま装着し続け、皮膚トラブルを発生させる場合もある。退院後は切断者の生活習慣も活動量も入院時とは異なるため、断端も変化する可能性があることを切断者自身が認識しなければならない。入院時に適応となった義足の形式が退院後も継続できるとは限らず、本義足製作時に形式を再検討することも大事である。

図9は断端形状が退院後に変化し下腿切断者の1例である。仮義足としてライナーの適応となったが、退院後、軟部組織の委縮が進み、かつ訓練時には軟部組織に埋もれていた脛骨端内側の骨棘が顕著となった(図9b)。断端末の痛みを訴え、断端末には吸着式ソケットが不適合になった時と同様の色素沈着がみられた。これは形状が大きく変化した断端とライナーとの間に空間が生じ、歩行時のピストン運動により発生した減圧状態によるものと推測された。切断者はライナーの装着の簡便さを優先してライナーの継続使用を希望したため、断端形状を整えるシリコンライナーパッド⁹⁾を製作し(図9c)、皮膚トラブルを解消した。

退院後、切断者は医療職の目の届かないところにおいて、皮膚トラブルの早期発見と予防的介入のためには、フットケア等の専門外来を定期的に受診することが好ましいと考えられる。えてして、切断者は「これまで大丈夫だったから、放っておけば治る」と考えがちである。義足を装着した日常生活が当たり前となってしまっている切断者にとっては、傷が悪化し、病院の診察時に「傷が治るまで装着しないでください」と言われることがとても怖い。その言葉が正しくとも、義足のない生活は切断者には受け入れがたく、ADLの低下だけでなく精神的ダメージも伴う。それゆえ、専門医の受診に二の足を踏んでしまうこともある。

高齢者の場合には、医師や義肢装具士、理学療法士等の医療職以外の福祉職のケアスタッフの協力も必要と考えられる。福祉職にも義肢装具に関する知識を有することが望

まれ、義肢装具の修理や更新などの福祉制度に関する情報共有も重要であると考えられる^{10,11)}。

4. 皮膚トラブル対策の動向

義肢装着時の熱や発汗は、ほとんどの切断者がもつ共通の不満であり、発汗対策は皮膚トラブルを解決する必要条件と考えられる。発汗による皮膚の蒸れはソケットの材質に大きく依存する¹²⁾。材料面でのアプローチとして多孔質ソケットの開発¹³⁾が古くから知られる。

義肢装具の機械部品の発展に比べてこの分野の進歩は極めて緩やかである。しかし、最近になって義肢装具材料の熱伝導性^{14,15)}に関する報告や、ライナーを使用した義足ソケットにおける発汗対策が試みられるなど、義肢装具装着時の内界環境の制御が注目されつつある。ライナーに挿入可能な汗吸収パッド¹⁶⁾や、ライナー内にたまる汗を外に出せるよう孔の開いたライナー¹⁷⁾や多孔質素材を用いたライナーが開発されている^{18,19)}。さらに、相転移材料を使用して温度上昇と発汗を緩和させるライナーの開発は興味深い²⁰⁾。

また、多汗症の治療法として知られるイオントフォレーシスを断端に対して行い、効果を認めた事例が報告されている²¹⁾。

一方、感染対策としては銀イオンを含む抗菌性ライナーがすでに市販されており、他の義肢装具材料にも抗菌処理を施されたものが販売されている。

これらの対策が一般に普及するためには、実学系での科学的根拠の確立と使用経験の蓄積が今後必要となるであろう。

5. おわりに

基本的に、義肢装具で生じた皮膚トラブルを義肢装具をそのままの状態で装着しながら治すことは容易でない。皮膚トラブルが悪化するとケアと治療に難渋する 경우가多く、そのためには予防と早期発見が重要である。

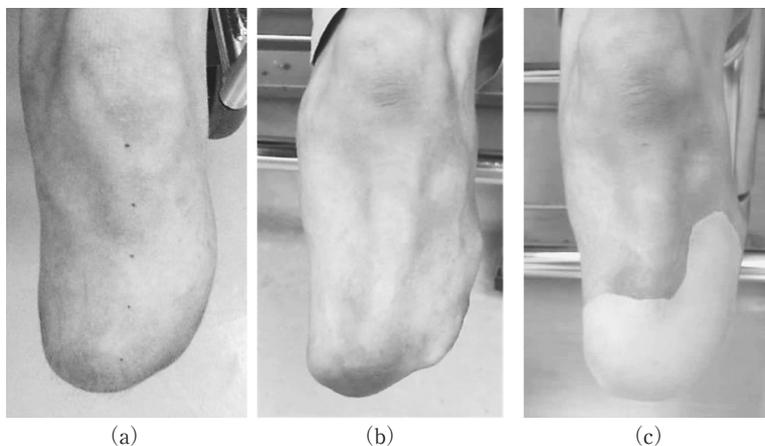


図9 退院後に断端形状が変化し皮膚トラブルを招いた1例
(a) 仮義足製作時, (b) 切断2年後, (c) シリコンパッドで形状を整える。

皮膚トラブル対策に有効な素材の開発などハード面での進歩を期待する一方、義肢装具使用者が皮膚トラブルに早めに対処し、重篤化を未然に防ぐことができるよう、必要な知識を整理して情報提供し、皮膚の管理とトラブル対策を指導できるようソフト面での体制づくりが望まれる。

文 献

- 1) 高嶋孝倫ほか：義肢装具と関連した褥瘡をいかに予防するか。Monthly Book Medical Rehabilitation, 159 : 27-32, 2013
- 2) 阿部 薫：皮膚科外来で必要な靴・装具の知識。Monthly Book Derma, 243 : 9-18, 2016
- 3) 菅野 稔ほか：シリコンライナーが皮膚に与えるストレスの計測—下腿切断における検討—。義装会誌, 31 (特別号) : 201, 2016
- 4) 宇多真知子ほか：大腿義足吸着式ソケットにおける衛生管理方法の検証。義装会誌, 25 (特別号) : 190, 2009
- 5) 荒木真知子ほか：大腿義足吸着式ソケットの衛生管理方法の検証。国リハ研紀, 32 : 15-20, 2011
- 6) 狩野綾子ほか：切断端皮膚移植のある大腿切断極短断端症例の大腿義足製作ケースレポート。第20回日本義肢装具士協会学術大会（沖縄）講演集 PO アカデミージャーナル, 25 (Suppl) : 190-191, 2013
- 7) 米分智子ほか：下肢切断者の断端ケア。義装会誌, 29 : 147-151, 2013
- 8) 古好裕子ほか：切断患者の断端ケアにおける看護師の役割。義装会誌, 31 (特別号) : 197, 2015
- 9) 山崎伸也：義足を製作する—不整な断端形状へのアプローチ—。国リハニュース, 326 : 16-17, 2010。URL : http://www.rehab.go.jp/rehanews/japanese/No326/8_story.html
- 10) 上口重徳ほか：糖尿病足病変への装具療法について～義肢装具士としてのかかわり～。第20回「日本義肢装具士協会学術大会（沖縄）講演集 PO アカデミージャーナル, 25 (Suppl) : 128-129, 2013
- 11) 徳山康秀：フットケア外来対応における装具ノートの活用。第23回日本義肢装具士協会学術大会（神戸）講演集 PO アカデミージャーナル, 24 (Suppl) : 216-217, 2016
- 12) 中村 隆ほか：発汗に対する義足ソケット材料の効果。義装会誌, 23 (特別号) : 140-141, 2007
- 13) 波多野正義ほか：多孔質（ポーラス）ソケットの開発と経験。義装会誌, 23 : 45-49, 2007
- 14) Klute, G.K., et al. : The thermal conductivity of prosthetic sockets and liners. Prosthet. Orthot. Int., 31 : 292-299, 2007
- 15) Webber, C., et al. : Thermal conductivities of commercially available prosthetic materials. J. Prosthet. Orthot., 26 : 212-215, 2014
- 16) 高橋恵美子ほか：吸水性素材を用いた断端末パッドの開発。義装会誌, 25 (特別号) : 211, 2009
- 17) Silcare liner : URL : <http://www.silcareliners.com>
- 18) Softskin air : URL : http://rslsteeper.com/products/prosthetics/products/lower_limb/uniprox/liners2/softskin_air
- 19) 金高寿之ほか：新素材シリコーンゴムスポンジを応用した義肢用ライナーの開発。第18回日本義肢装具士協会学術大会（大阪）講演集 PO アカデミージャーナル, 19 (Suppl) : 104-105, 2011
- 20) Matthew, M., et al. : SmartTemp prosthetic liner significantly reduces residual limb temperature and perspiration. J. Prosthet. Orthot., 27 : 134-139, 2015
- 21) 立花慶太ほか：大腿切断者の発汗過多に対し、イオントフォーシスを施行した一例。大阪労災病院医学雑誌, 33 : 43-47, 2010

Abstract : Skin problems are one of the serious factors that restrict the use of a prosthesis or orthosis. The cause of the skin problems includes two factors. One factor is a mechanical force, which means pressure and shear force. Efficient distribution of the force to the skin is required when using a prosthesis or orthosis. Although silicone liners are effective for skin protection, poor socket-fit results in the skin problems of the stump even while wearing a liner. Another factor is a biological factor, which means infection. Because warm and moist conditions inside of a prosthesis or orthosis increase the risk of infection, hygiene control is extremely important. To prevent skin problems, patients in hospital should learn self-management skills for skin care. A care system for early detection and treatment of the skin problems is also required for patients discharged from hospital.

Key words : fitting, infection, hygiene control