

下肢切断の リハビリテーション

Guidance for Rehabilitation Practice of Lower Limb Amputation

診療指針



公益社団法人 日本リハビリテーション医学会

はじめに

日本リハビリテーション医学会下肢切断のリハビリテーション診療指針をご覧いただきありがとうございます。この指針の基本的考え方、読者対象、作成組織、作成方法、利用にあたっての注意などをまとめましたので、最初にお読みください。

基本的考え方	下肢切断者のリハビリテーション診療は、リハビリテーション科医にとって極めて重要な診療領域の一つであり、日本リハビリテーション医学会専門医制度卒後研修カリキュラムにおいても、大項目として位置づけられています。しかしながら、これまで本分野においては統一的な診療指針が示されておらず、各施設が独自に指導・対応を行ってきたのが実情です。また、下肢切断症例の経験数には施設間で大きな差があり、限られた経験のみで研修を終え、専門医資格を取得せざるを得ない状況も散見されました。 こうした状況を踏まえ、日本リハビリテーション医学会専門医会（当時）はSpecial Interest Group (SIG) として「切断・義肢 SIG」を設置し、日本リハビリテーション医学会専門医会学術集会や秋季学術集会において、下肢切断者のリハビリテーション診療に関する研修会を継続的に開催してきました。そして、診療内容の標準化と教育の質の向上を目的として、印刷物としての『下肢切断のリハビリテーション診療指針』を作成・配布する方針が決定され、「下肢切断のリハビリテーション診療指針策定委員会」が組織されました。委員会では、診療内容について綿密な検討を重ね、各委員が分担して委員会案を作成しました。その後、広くパブリックコメントを募集し、寄せられたご意見を反映させたうえで、このたびようやく本診療指針の完成に至りました。 本指針が、全国のリハビリテーション科医をはじめとする関連診療科の医師ならびに関連職種の皆さまに広くご活用いただき、下肢切断者のQOL（生活の質）向上に寄与することを、心より願っております。
対象	想定される読者：主にリハビリテーション診療に携わる医療職としています。 対象とする疾患：下肢切断全般としています。
作成組織	本指針の作成主体は公益社団法人日本リハビリテーション医学会診療ガイドライン委員会の下部組織である下肢切断のリハビリテーション診療指針策定委員会となります。日本リハビリテーション医学会より、下肢切断のリハビリテーション診療に熟達している専門医から委員が選出されました。 作成組織 委員（敬称略、順不同） 作成主体（統括委員会） 公益社団法人日本リハビリテーション医学会 診療ガイドライン委員会 中村 健（統括副理事長：横浜市立大学医学部リハビリテーション科学教室） 城戸 顕（担当理事・委員長：奈良県立医科大学リハビリテーション医学講座） 津田英一（前担当理事：弘前大学大学院医学研究科リハビリテーション医学講座） 宮越浩一（前診療ガイドライン委員会副委員長：亀田総合病院リハビリテーション科） 松元秀次（前診療ガイドライン委員会副委員長：茨城県立医療大学医科学センター） 下肢切断のリハビリテーション診療指針策定委員会 城戸 顕（担当理事：奈良県立医科大学リハビリテーション医学講座） 菊地尚久（委員長：千葉県千葉リハビリテーションセンター） 荒川英樹（副委員長：宮崎大学医学部附属病院リハビリテーション科） 河津隆三（副委員長：小倉リハビリテーション病院リハビリテーション科） 尾川貴洋（委員：愛知医科大学医学部リハビリテーション医学講座） 幸田 剣（委員：和歌山県立医科大学リハビリテーション医学講座） 田中洋平（委員：JR 東京総合病院リハビリテーション科） 寺門厚彦（委員：鉄道弘済会義肢装具サポートセンター付属診療所） 徳永美月（委員：北九州市立総合療育センターリハビリテーション科） 戸田光紀（委員：兵庫県立リハビリテーション中央病院リハビリテーション科） 西嶋一智（委員：宮城県 リハビリテーション支援センター） 濱田全紀（委員：岡山大学医学部整形外科教室） 古澤義人（委員：東北大学医学部リハビリテーション医学講座） 堀 諒子（委員：産業医科大学医学部リハビリテーション医学講座） 渡邊友恵（委員：中部ろうさい病院リハビリテーション科） 木下 篤（前委員長：かがわ総合リハビリテーション病院） 宇山恵子（広報アドバイザー：東京科学大学）
作成方法	下肢切断のリハビリテーション診療指針策定委員会として、2022 年より作業が開始されました。感染拡大状況を鑑みて、委員会は主にオンライン会議にて開催されました。委員会では、タイムスケジュール、内容項目の立案、本文の記述方法、校閲方法、パブリックコメントの方法などについて検討がなされました。各委員によりエビデンスや、関連する指針などの情報収集が行われました。可能な限り科学的根拠に基づくものを目指しましたが、それが十分でない場合には、委員会内でのコンセンサスに基づいた記述としました。また、項目ごとに参考文献を記載しています。
利用にあたっての注意	本指針は、下肢切断のリハビリテーション診療について、現時点（2025 年 5 月）での一般論をまとめたものとなります。今後医療の進歩に伴い、診療指針も変更されていくことが予想されます。本印刷物により統一された質の高い下肢切断のリハビリテーション診療が行われることを期待します。

C O N T E N T S

01	疫学	5	執筆者一覧（所属）
	1.1. 切断者数（堀 諒子）	6	堀 諒子
	1.2. 切断原因（堀 諒子）	9	（産業医科大学医学部リハビリテーション医学講座）
02	手術	13	濱田全紀
	2.1. 切断高位の選択（濱田全紀）	14	（岡山大学医学部整形外科学教室）
	2.2. 大腿切断（濱田全紀）	15	寺門厚彦
	2.3. 下腿切断（濱田全紀）	17	（鉄道弘済会義肢装具サポートセンター付属診療所）
	2.4. サイム切断と後足部切断（寺門厚彦）	19	渡邊友恵
	2.5. 足部切断（寺門厚彦）	20	（中部ろうさい病院リハビリテーション科）
	2.6. 再切断・断端形成術が必要な場合（寺門厚彦）	21	西嶋一智
03	義足の適応	25	（宮城県リハビリテーション支援センター）
	3.1. 義足の適応（渡邊友恵）	26	幸田 剣
	3.2. 義足歩行の獲得率（渡邊友恵）	29	（和歌山県立医科大学リハビリテーション医学講座）
	3.3. 義足に併用する装具（西嶋一智）	31	尾川貴洋
04	切断後のトラブル	35	（愛知医科大学医学部リハビリテーション医学講座）
	4.1. 疼痛（幸田 剣）	36	菊地尚久
	4.2. 皮膚（尾川貴洋）	37	（千葉県千葉リハビリテーションセンター）
	4.3. 心血管（尾川貴洋）	39	田中洋平
	4.4. 転倒（尾川貴洋）	41	（JR 東京総合病院リハビリテーション科）
05	切断患者のリハビリテーション治療	45	河津隆三
	5.1. 断端成熟（菊地尚久）	46	（小倉リハビリテーション病院リハビリテーション科）
	5.2. 断端成熟に用いる方法（菊地尚久）	47	徳永美月
	5.3. 切断術後の理学療法（菊地尚久）	49	（北九州市立総合療育センターリハビリテーション科）
	5.4. 義足の装着開始時期（菊地尚久）	50	荒川秀樹
	5.5. リハビリテーション治療で目的とするゴールは（菊地尚久）	51	（宮崎大学医学部附属病院リハビリテーション科）
	5.6. 義足処方（田中洋平）	51	戸田光紀
	5.7. セルフケア（田中洋平）	55	（兵庫県立リハビリテーション中央病院リハビリテーション科）
	5.8. リハビリテーション治療に要する期間（田中洋平）	56	
06	評価	59	
	6.1. 切断端形状（寺門厚彦）	60	
	6.2. 下肢切断者の運動機能評価（河津隆三）	60	
	6.3. 義足の適合評価（河津隆三）	62	
	6.4. 義足歩行評価はどのように行うか（河津隆三）	63	
07	活動	67	
	7.1. ADL・IADL（徳永美月）	68	
	7.2. 移動能力、義足の使用状況（徳永美月）	70	
	7.3. 下肢切断者の自動車運転（荒川英樹）	72	
08	参加	77	
	8.1. 復職・就労（戸田光紀）	78	
	8.2. 趣味・余暇活動（戸田光紀）	79	
	8.3. QOL（戸田光紀）	81	
09	診療連携・多職種連携（急性期から生活期まで）（荒川英樹）	86	
10	コラム	89	
	10-1 CTLI を原因とする下肢切断で考慮すべき点（濱田全紀）	90	
	10-2 本義足の製作時期（西嶋一智）	91	



下肢切断の リハビリテーション 診療指針

Guidances for Rehabilitation Practice of Lower Limb Amputation

01

下肢切断のリハビリテーション診療指針

疫学

1-1 切断者数

国や地域間、人種間でも下肢切断発生率は異なり、世界的に下肢切断の疫学研究が行われています。日本は欧米諸国と比較すると下肢切断発生率ははるかに低く、近年の傾向として交通事故・労働災害の減少、衛生環境の改善や予防医学、治療医学の進歩により、外傷、腫瘍、感染による切断は減少し、末梢動脈疾患(peripheral arterial disease : PAD) や糖尿病性足疾患による血管原性切断の割合が増えています。切断者の性差は女性に比べ男性は、下肢の大切断を受ける可能性が約3倍高いとされ、PADや末梢神経障害の合併頻度が高いことが一因と考えられています。

本項目では海外疫学研究・国内疫学研究に分けて切断者数や切断部位、切断原因を述べます。なお下肢切断を大切断(major amputation)、小切断(minor amputation)と分類しますが、研究によっては切断分類の定義が異なることや、抽出データの情報源の違いなどから、同国内の疫学研究でさえも下肢切断発生率が異なり、比較には注意を要します。

<海外疫学研究>

国や地域間でも主要な切断原因が異なり、欧米諸国では糖尿病やPADに関連したものが75%を占め、発展途上国では外傷、感染症、腫瘍による切断が多いです。日本の下肢切断者数は1999年時点で人口10万人あたり5.4～6.2人に比べ、欧米では7.4～41.3人と多く、切断にかかる医療費は年間43億ドル以上と膨大です。近年の海外疫学研究では、糖尿病やPADに関する下肢切断患者を対象とするものが多く、その背景には糖尿病やPADを原因とする下肢切断による医療経済的な課題があります。そのため疫学研究を通し、いかにして患肢救済および下肢切断回避につながるか努力がなされてきました。実際に一部疫学研究では、予防医学の普及・早期の肢温存治療の進歩により下肢切断者数は減少していると報告されますが、研究間でも報告はさまざまです。以下に欧米諸国、アジア諸国の疫学研究の報告を述べます。

● EU15 + countries (図 1)

1990年から2017年にかけて、EU諸国およびアメリカなどの19か国を対象に下肢切断発生率の調査が行われました。オーストラリア、ベルギー、ドイツ、アイルランド、スウェーデン、イギリスでは男女ともに人口10万人当たりの足趾より近位の下肢切断発生率は1990年に比べ2017年で増加しました。一方でオーストリア、デンマーク、フランス、ギリシャ、イタリア、ルクセンブルク、ポルトガル、スペイン、アメリカでは減少しました。同時期・同研究対象において末梢閉塞性動脈疾患(peripheral arterial occlusive disease : PAOD)の罹患率の低下が指摘されましたが、下肢切断発生率の経時変化は国家間で増減が様々であり、必ずしも下肢切断発生率の減少を反映する結果ではありませんでした。

● OECD 加盟国

OECD加盟国のうちのオーストラリア、ベルギー、カナダ、デンマーク、フランス、ドイツ、アイスランド、アイルランド、イスラエル、イタリア、韓国、ルクセンブルク、オランダ、ニュージーランド、ノルウェー、ポルトガル、スロベニア、スペイン、スウェーデン、スイス、イギリスを対象にした調査では、下肢大切断率は2000年では人口10万人あたり10.8、2013年では7.5に減少しました。さらに糖尿病有病者の下肢大切断率は2000年では人口10万人あたり182.9から2013年では128.3に減少しました。

● アメリカ

2003年には年間約115,000人が下肢切断を受け、そのうち50,000～60,000人が大切断であり、65%が糖尿病、75%がPADと診断されました。2005年に生存している四肢切断者数は160万人で2050年までに2倍に増えると予測され、そのうち38%は糖尿病を合併する血管障害に続発する四肢切断であることから、血管障害による切断発生率を10%減らすことができれば、四肢切断者数を225,000人減少することができると予測されました。近年の切断発生率の経時変化の報告を見ると、1996年から2016年にかけて下肢大切断は減少しており、血管内治療の普及によ

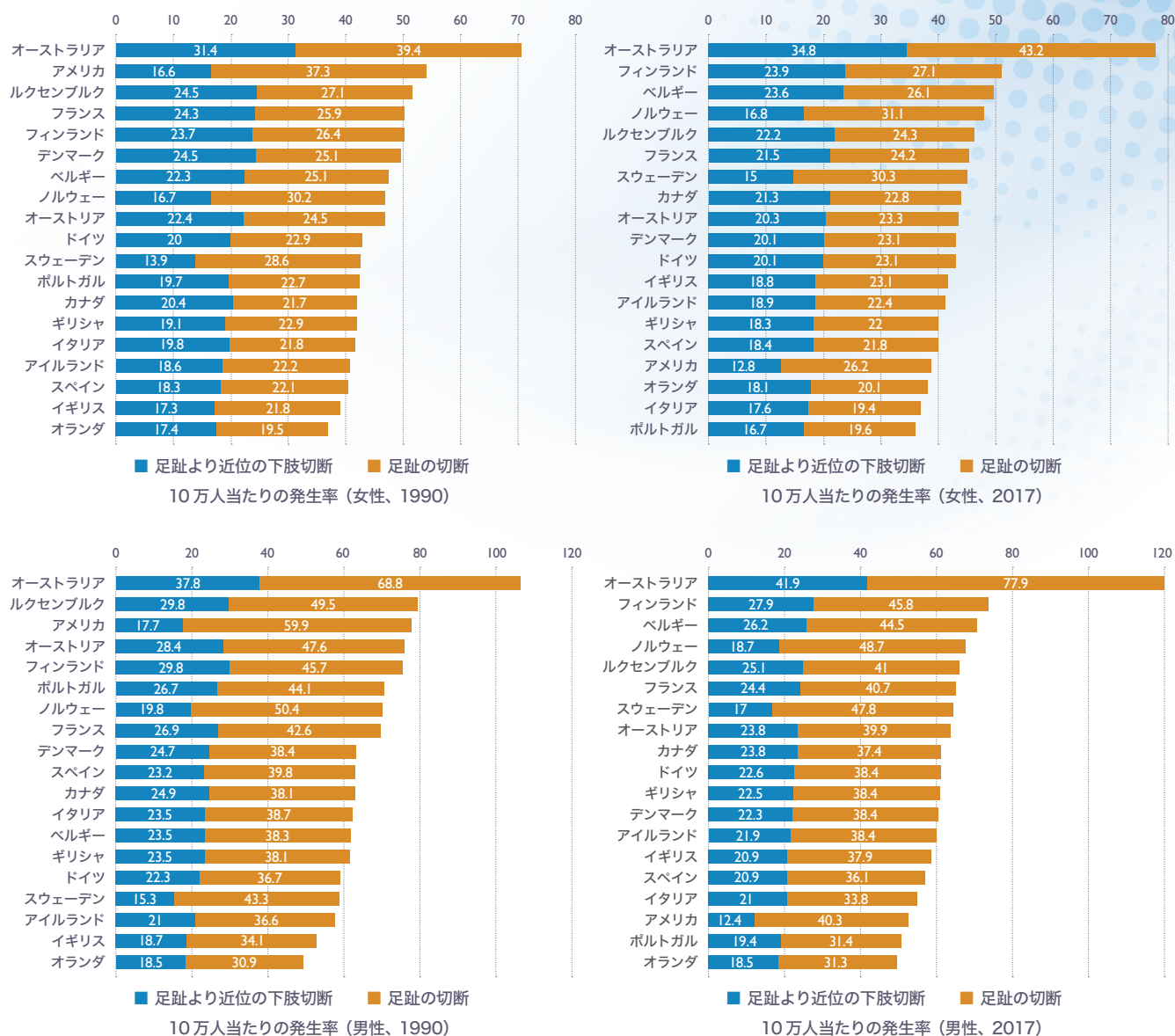


図1 EU15+ countriesにおける下肢切断発生率

(Hughes W, Goodall R, Saliccioli JD, Marshall DC, Davies AH, Shalhoub J. Editor's Choice – Trends in Lower Extremity Amputation Incidence in European Union 15+ Countries 1990–2017. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. 2020 Oct 1;60(4):602–12 より)

る減少と考えられました。

●カナダ

下肢切断発生率は2005年から2016年にかけて切断者数は変化しませんでした。年代別にみると2005年から2010年にかけて10万人当たり9.88人から8.62人に減少したにもかかわらず、2016年には10万人当たり10.0人に再び増加しました。

●ドイツ

2005年から2014年の年間切断数は55,689件

から57,637件(+3.5%)とわずかに増加しました。原因疾患が外傷や悪性腫瘍などを除いた、PAODまたは糖尿病に起因されると推定される年間切断数は48,043例から48,561例で+1.1%の増加がありました。年間10万人当たりの大切断は23.3人から16.1人(−30.9%)に減少し、小切断は35.0人から43.9人(+25.4%)に増加しました。

●フィンランド

2007年から2017年にかけてPADおよび糖尿病が原因の下肢大切断率は10万人あたり17.2でし

た。切断者の50.6%は糖尿病患者であり、53.0%が切断前に血行再建術の既往を認めました。大腿切断が80.1%、下腿切断が19.9%で、10.5%が再手術を受けました。

●韓国

1970年から1994年の15年間で切断者は4,258人で、切断原因の66.7%は外傷性切断、11.9%が末梢循環障害による切断でした。年代別の切断原因では1950年代では85.9%が外傷でしたが、1990年代には58.3%に減少し、末梢循環障害が徐々に増加して1990年代には23.5%を占めました。

●台湾

1997年の医療保険データベースから、下肢切断発生率は人口10万人当たり18.1人、大腿・下腿切断の発生率は8.8人と推計され、平均年齢は60.7歳でした。原因の内訳は血管原性切断69.4%（糖尿病52.9%、糖尿病合併のない末梢循環障害16.5%）、非血管原性切断30.6%（外傷14.1%、感染5.3%、多肢症3.5%、熱傷2.4%、不明その他5.3%）でした。

<本邦疫学研究>

海外の下肢切断の疫学調査と比較して日本では全国的な疫学調査はないため、その全貌の直接的な把握は困難です。厚生労働省「身体障害児・者等実態調査」では2001年には下肢切断者は4万9000人、2006年の同調査では6万人と報告され、下肢切断者は5年間で22.4%増加しています。各地域の疫学調査では、身体障害者手帳を用いた疫学調査を多く認めます。切断・欠損は永続的なものであり切断・欠損直後から身体障害者手帳を申請することが可能なこともあり、切断者数を反映するものと考えられます。兵庫県の平成19年社会福祉統計年報では身体障害者の約96.7%が保持していると推計されています。また、切断原因は、1976年に日本リハビリテーション医学会が行った調査によると下肢切断は交通災害、労働災害、戦傷の順で外傷によるものが70%を占めました。しかしながら徐々に糖尿病や閉塞性動脈硬化症(arteriosclerosis obliterans: ASO)などのPADによる切断が70%を占め、65歳以上の高齢者の割合が

80%を超えるようになりました。それでも本国での下肢切断者の実数は欧米に比べはるかに少なく、血管原性切断の割合も欧米ほど多くはないと考えられています。以下に本邦での疫学研究について述べます。

●兵庫県

神戸市を除く兵庫県において1968～1997年の身体障害者手帳に基づく調査では、足部切断より高位の下肢切断者の人口10万人当たりの切断発生率は1.6人と報告されています。切断部位は下腿切断(49.6%)、大腿切断(36.7%)が大半を占め、次いでサイム・足部切断、膝関節離断、股関節離断および片側骨盤切断でした。切断原因は労働及び交通災害を中心とする外傷が34%、DM・動脈硬化症・バージャー病などの血行障害が37%でした。5年ごとの経時比較すると近年では外傷が1/3に減少、動脈硬化症・糖尿病による切断が増加し末梢循環障害による切断が全体の65%を占め、約3倍に増加しました。切断者の年齢も切断原因と連動して外傷による若年者が減少し、循環障害による高齢者の割合が増加しました。

●福岡県北九州市

北九州市において2001～2005年の身体障害者手帳のデータをもとに、人口10万人当たりの下肢切断発生率は5.8人でした。切断部位は下腿切断(42.3%)、大腿切断(36.8%)が大半を占め、次いで前足部切断(15.4%)、股関節離断(1.7%)、膝関節離断(1.2%)でした。切断原因は末梢循環障害および糖尿病を伴う末梢循環障害を合わせて77.6%を占めました。

●宮城県

宮城県において2008年～2010年の身体障害者手帳のデータをもとに、上下肢切断者の発生率は44.3人で、下肢切断が85%を占めました。切断部位は下肢切断が116肢であり、そのうち大腿切断は61肢(53%)、下腿切断は43肢(37%)でした。切断原因は外傷が53%、糖尿病及び血管障害が29%を占めました。

●奈良県

奈良県立医科大学整形外科ならびに関連する医療機関の計30施設（奈良県23施設、大阪府5施設、三重県2施設）で施行された手術が集計されました。2014年4月から2015年3月までの1年間で下肢切断はのべ153例で行われ、切断高位は、大腿より近位が31.5%、下腿と足関節レベル（踵骨喪失）が36.6%、足根骨と中足骨レベル（踵骨温存）が12.4%、足趾レベルの切断が18.3%でした。切断原因はPADによる壊疽が73.9%、感染が22.2%、外傷などが3.9%を占め、糖尿病は95例（62.1%）に合併し、人工透析は44例（28.5%）に導入されていました。

● JR 東京総合病院

2021年から2022年の2年間で義足リハビリテーション治療目的に回復期リハビリテーション病棟に入院した下肢切断者は下腿切断28名、大腿切断20名、股関節離断2名、両下肢切断9名でした。下腿切断の年齢平均61歳、大腿切断の年齢平均59歳でした。糖尿病、ASO、急性動脈閉塞を含めた包括的高度慢性下肢虚血（CLTI）が全体の64%を占め、下腿切断では82%であったのに対し、大腿切断では35%でした。本研究対象が義足のリハビリテーション治療を目的としており、CLTIの場合切断レベルが高位になるほど義足を使いこなした生活が難しくなることを反映しているものと考えられました。

● 横浜市立大学附属病院リハビリテーション科

1968～1984年、1985～1995年、2004～2006年にかけて下肢切断者に対する比較では、下肢切断者数はそれぞれ120人、114人、23人であり、血管原性切断は38人（31.7%）、35人（30.7%）、11人（47.8%）でした。リハビリテーション科の治療対象となる下肢切断者は経年的に増えておらず、減少傾向にありました。

（堀 諒子）

1-2 切断原因

下肢切断の原因として、先天性と後天性に大きく

分けられます。後者は下肢閉塞性動脈硬化症やバージャー病などの下肢閉塞性動脈疾患、糖尿病、腫瘍、外傷が原因となります。以下に代表的な疾病・外傷について述べます。

● 先天性

四肢形成不全は希少疾患であり、病態についてはいまだ不明なことも多いです。先天性四肢形成不全の国内疫学調査では、1年あたり417人で、1万生存出生中4.15人に認めます。上肢形成不全が多く、下肢形成不全の推定患者数の2倍以上とされます。障害高位・部位が様々であるため、外科的治療や義肢・装具の処方、理学療法介入など選択肢が多様で、移動能力の確立に対して多種多様な治療が行われます。後天性切断も含め、小児の下肢形成不全、下肢切断の場合は、運動発達と成長に合わせた『立位・歩行の獲得』のために適したタイミングで、義肢装具や理学療法処方を行う必要があります。移動能力を獲得することが身体機能の向上だけでなく、自己効力感や自立性を高めるのに重要である一方で、実用性や関節保護の観点から車いすなどの導入をすることも状況によっては検討されます。

● 後天性

下 肢 閉 塞 性 動 脈 硬 化 症 (arteriosclerosis obliterans: ASO)：冠動脈以外の末梢動脈の狭窄・閉塞疾患である末梢動脈疾患 (peripheral arterial disease: PAD) に含まれ、動脈硬化性の下肢閉塞性動脈疾患 (lower extremity artery disease: LEAD) であり、LEADの大半を占めます。加齢により血管が肥厚、弾力性が消失、血栓の形成、閉塞・狭窄をきたした結果、阻血、壊死に陥ります。抗血小板薬による薬物療法や運動療法、血行再建術が治療として行われますが、感染がさらに加われば悪化の原因となり切断を余儀なくされます。また下肢のみならず全身の動脈にも動脈硬化はおこるため、脳梗塞、心筋梗塞、突然死などの全身の血管イベントリスクも高いです。年齢調整後も心血管イベントの発症リスクは1.5～2倍高いとされます。LEADのリスク因子には年齢、喫煙、高血圧、糖尿病、脂質異常症、脳心血管疾患、慢性腎臓病があげられます。リスク因子保有率は喫煙（16.2%）、

高血圧(61.5%)、糖尿病(38.5%)、脂質異常症(38.8%)、心疾患(29.7%)、脳血管疾患(17.1%)、慢性腎臓病(14.3%)です。リスク因子の合併重複によって発症リスクは1.5倍から10倍に増大するため、危険因子に対する治療も同時に重要です。LEADを症候別に分類すると、無症候性、間欠性跛行、包括的高度慢性下肢虚血(chronic limb-threatening ischemia: CLTI)に分類されます。CLTIは虚血による安静時痛や下肢潰瘍・壊死が少なくとも2週間以上持続するものと定義されます。CLTIの患肢・患者の自然経過として血行再建術不適応の潰瘍肢の1年切断率は23%であり、ABI>0.5の群では15%、ABI<0.5群では34%と報告されています。2015年の系統的レビューでは観察期間中央値12か月間で切断率22%、創傷悪化率35%、死亡率22%でした。以前より患肢の自然予後は改善しており、詳細理由は不明ですが薬物治療や併存疾患の治療が進歩したことが要因として推測されています。一方でCLTIに対して血行再建術が行われた場合でも切断にいたる可能性はあります。下肢大切断リスクは血行再建術後1年以内に集中し、それ以降は比較的low率にとどまるとされ、術後1~3年の大切断の累積発生率は10~20%、さらに死亡率は1年で15~20%程度、2年で20~30%程度、3年で30~50%と報告されます。またCLTI患者の大きな問題としてCLTIを発症した患側のみならず、対側にも重度の虚血が存在する可能性が高いため、対側肢にCLTIを発症することもまれではないです。対側肢の切断に繋がることも少なくないため、対側肢のフォローも重要です。

バージャー病：四肢末梢の動脈と静脈に分節的に炎症性の血栓閉塞を生じ、閉塞性血栓血管炎(Thromboangiitis Obliterans: TAO)とも呼ばれます。本国での発生頻度は急速に減少し、2010年代前半では人口10万人当たり0.1人程度と推定され、発症は30~40歳代前後の男性に多いです。原因は明らかでないですが、喫煙との関連が指摘されており、禁煙は病状進行に大きくかわるため積極的な禁煙指導が行われます。感覚障害や間欠性跛行がみられ四肢末端部に潰瘍が形成されやすく、重症な虚血肢に対して、血行再建術、交感神経遮断手術も検討されますが、潰瘍や疼痛、広範囲な壊死や荷重部位の壊死、制御できな

い感染を伴う場合は四肢切断が考慮されます。症状の再発再燃により四肢切断を繰り返す患者は20%程度です。下肢だけでなく上肢の罹患率も高く認めます。

糖尿病：糖尿病患者において神経障害は最も合併頻度が高く約半数に、さらには糖尿病性足潰瘍を起こした患者においては90%に合併します。神経障害として自律神経、知覚神経、運動神経のいずれの障害も、創傷発症、創傷治癒遅延の原因となります。具体的な機序として神経障害による足変形(hammer/claw toe、Charcot 関節症)と胼胝形成による足底圧上昇をおこします。加えて自律神経障害による発汗減少での乾燥や、動静脈シャントでの血流増加・浮腫により皮膚が脆弱になります。以上を背景に、軽微な外傷や靴擦れ、低温熱傷を誘因に潰瘍が形成され、感覚低下により発見が遅れ、さらにはASOによる虚血や細菌感染を合併することで難治・重症化します。糖尿病患者が下肢切断に至る前段階として足潰瘍を認めることが多く、本国では平成19年度の厚生労働省国民健康・栄養調査では、糖尿病患者において0.7%に足潰瘍を認めました。足潰瘍は再発が多く、難治性で7~20%が下肢切断となり、糖尿病患者の足切断の80~85%は足潰瘍が先行します。糖尿病患者の下肢切断頻度は非糖尿病患者の7.4~41.3に上ります。また切断部位別にみると、糖尿病があると大切断9.5倍、小切断14.9倍に下肢切断は増加します。重症化予防のためにも、足変形、潰瘍の既往、神経障害、LEADを有する糖尿病性足病変のハイリスク患者は特に注意が必要であり、リスク因子の同定、足に合わせた靴や足底版の作製と着用指導、非潰瘍性皮膚病変(胼胝、鶏眼、白癬症など感染症、爪病変など)の治療、家族も含めたセルフケア教育を繰り返す行うことが多くのガイドラインや論文で推奨されています。

腫瘍：骨肉腫、軟骨肉腫、ユーイング肉腫、悪性黒色腫などの皮膚がんによるものが多いとされます。かつては四肢に発生した悪性骨腫瘍は切断術が唯一の治療法であり、切断後も義肢装着訓練を行う2年以内に肺転移を起こし、生存率は20~30%程度でした。その後骨肉腫に対する化学療法が進歩し、放射線治療、そして原発巣に対する様々な患肢温存手術などの集学的治療法の進歩により、生存率は改善しました。そのため切断は患肢温存手術が不可能な場合に限られつつ

あり、悪性腫瘍による切断数は減少しています。

外傷：かつては戦傷による切断もみられましたが、現在は業務上の事故や交通事故が多いです。外傷では事故そのものにより切断される轢断より、治療困難な高度挫滅、粉碎骨折、事故による血管損傷、重篤な感染症を併発した場合などに救命の目的に切断されることのほうが多いとされます。現在は事故対策や医療技術の進歩による再接着技術の向上により、外傷を原因とする切断の絶対数は減少しています。

(堀 諒子)

【参考文献】

1. 水落和也：切断の疫学-最新の動向. Jpn J Rehabil Med 55 : 372-377, 2018.
2. Bernatchez J, Mayo A, Kayssi A: The epidemiology of lower extremity amputations, strategies for amputation prevention, and the importance of patient-centered care. *Seminars in Vascular Surgery*. W.B. Saunders 34: 54-8, 2021.
3. Eidmann A, Kamawal Y, Luedemann M, Raab P, Rudert M, Stratos I: Demographics and Etiology for Lower Extremity Amputations—Experiences of an University Orthopaedic Center in Germany. *Medicina (Lithuania)* 59, 2023.
4. Narres M, Kvitkina T, Claessen H, Droste S, Schuster B, Morbach S, et al: Incidence of lower extremity amputations in the diabetic compared with the non-diabetic population: A systematic review. *PLoS ONE. Public Library of Science* 12, 2017.
5. Dillingham TR, Pezzin LE, Shore AD: Reamputation, mortality, and health care costs among persons with dysvascular lower-limb amputations. *Arch Phys Med Rehabil* 86:480-6, 2005.
6. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FGR: Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Journal of Vascular Surgery*. 45, 2007.
7. Hughes W, Goodall R, Saliccioli JD, Marshall DC, Davies AH, Shalhoub J: Editor's Choice – Trends in Lower Extremity Amputation Incidence in European Union 15+ Countries 1990–2017. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 60: 602–12, 2020.
8. Carinci F, Uccioli L, Massi Benedetti M, Klazinga NS: An in-depth assessment of diabetes-related lower extremity amputation rates 2000–2013 delivered by twenty-one countries for the data collection 2015 of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). *Acta Diabetol* 57:347-357, 2020.
9. Nowyrod R, Egorova N, Greco G, Anderson P, Gelijns A, Moskowitz A, et al: Trends, complications, and mortality in peripheral vascular surgery. *J Vasc Surg* 43:205–16, 2006.
10. Ziegler-Graham K, MacKenzie EJ, Ephraim PL, Travison TG, Brookmeyer R: Estimating the prevalence of limb loss in the United States: 2005 to 2050. *Arch Phys Med Rehabil* 89:422-9, 2008.
11. Goodney PP, Beck AW, Nagle J, Welch HG, Zwolak RM: National trends in lower extremity bypass surgery, endovascular interventions, and major amputations. *J Vasc Surg* 50:54–60, 2009.
12. Hussain MA, Al-Omran M, Salata K, Sivaswamy A, Forbes TL, Sattar N, et al: Population-based secular trends in lower-extremity amputation for diabetes and peripheral artery disease. In: *CMAJ. Canadian Medical Association* E955–61, 2019.
13. Kröger K, Berg C, Santosa F, Malyar N, Reinecke H: Lower limb amputation in Germany - An analysis of data from the German Federal Statistical Office between 2005 and 2014. *Dtsch Arztebl Int* 114:130–6, 2017.
14. Koivunen V, Dabravolskaite V, Nikulainen V, Juonala M, Helmiö P, Hakovirta H: Major Lower Limb Amputations and Amputees in an Aging Population in Southwest Finland 2007–2017. *Clin Interv Aging* 17:925–36, 2022.
15. Kim YC, Park CI, Kih4 DY, Kim TS, Shin JC: Statistical analysis of amputations and trends in Korea. Vol. 20, *Prosthetics and Orthotics International* 1996.
16. Chen SY, Chie WC, Lan C, Lin MC, Lai JS, Lien IN: Rates and characteristics of lower limb amputations in Taiwan, 1997. *Prosthetics and Orthotics International* 26, 2002.
17. 兵庫県健康福祉部障害福祉局障害福祉課：平成19年社会福祉統計年報, 2007.
18. 日本リハビリテーション医学会：昭和51年度福祉関連機器の標準化推進のための調査研究報告書. 1977.
19. 澤村誠志：切断の動向. 総合リハ26 : 797 – 799, 1998
20. 陳 隆明, 澤村誠志：切断術. 義肢装具のチェック ポイント第9版 (日本整形外科学会, 日本リハビリテーション医学会監, 伊藤利之, 赤居正美編). 医学書院, 東京 : 39-41, 2021
21. Ohmine S, Kimura Y, Saeki S, Hachisuka K: Community-based survey of amputation derived from the physically disabled person's certification in Kitakyushu City, Japan. *Prosthetics and Orthotics International* 36: 196–202, 2012.
22. 西嶋一智：切断者の疫学データからみる更生用義足の支給状況. 総合リハ51 : 1069-1076, 2023.
23. 門野邦彦, 田中康仁：特定地区における下肢切断の状況把握. 糖尿病及び慢性腎不全による合併症足潰瘍・壊疽等の重症下肢虚血に関する実態調査 (大浦武彦ほか). https://mhlw-grants.niph.go.jp/system/files/2015/153031/201508030A_upload/201508030A0008.pdf, 2016.
24. 田中洋平：回復期リハビリテーション病棟における高齢下肢切断者の義足リハビリテーション. 総合リハ51 : 1051-1058, 2023.
25. 藤原 清香, 野口 智子, 柴田 晃希, 越前谷 務, 大西 謙吾, 西坂 智佳, 真野 浩志, 芳賀 信彦:先天性四肢形成不全児・者および小児切断に対するリハビリテーション診療の実態：東京大学医学部附属病院の取り組み. *日本義肢装具学会誌* 37 : 194-199, 2021.
26. 藤原清香：小児の切断 (先天性欠損を含む). 標準リハビリテーション 第4版 (上田敏, 伊藤利之 監, 佐伯寛, 高岡徹, 藤谷順子 編), 医学書院, 東京 : 341-344, 2023.
27. Sigvant B, Lundin F, Wahlberg E: The Risk of Disease Progression in Peripheral Arterial Disease is Higher than Expected: A Meta-Analysis of Mortality and Disease Progression in Peripheral Arterial Disease. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. W.B. Saunders Ltd 51:395–403, 2016.
28. Song P, Rudan D, Zhu Y, Fowkes FJL, Rahimi K, Fowkes FGR, et al: Global, regional, and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015: an updated systematic review and analysis. *Lancet Glob Health* 7:e1020–30, 2019.
29. Higashi Y, Miyata T, Shigematsu H, Origasa H, Fujita M, Matsuo H, et al: Baseline characterization of Japanese peripheral arterial disease patients – Analysis of surveillance of cardiovascular events in antiplatelet-treated arteriosclerosis obliterans patients in Japan (SEASON) –. *Circulation Journal* 80:712–21, 2016.
30. Eraso LH, Fukaya E, Mohler ER, Xie D, Sha D, Berger JS : Peripheral arterial disease, prevalence and cumulative risk factor profile analysis. *Eur J Prev Cardiol* 21:704–11, 2014.
31. Marston WA, Davies SW, Armstrong B, Farber MA, Mendes RC, Fulton JJ, et al : Natural history of limbs with arterial insufficiency and chronic ulceration treated without revascularization. *J Vasc Surg* 44: 108-114, 2006.
32. Abu Dabrh AM, Steffen MW, Undavalli C, Asi N, Wang Z, Elamin MB, et al: The natural history of untreated severe or critical limb ischemia. *Journal of Vascular Surgery Mosby Incp* 62: 1642-1651.e3, 2015.
33. 日本循環器学会/日本血管外科学会合同ガイドライン2022年改訂版末梢動脈疾患ガイドライン, 81-82, 2022.
34. 日本循環器学会/日本血管外科学会合同ガイドライン2022年改訂版末梢動脈疾患ガイドライン, 102-105, 2022.
35. Watanabe Y, Miyata T, Shigematsu K, Tanemoto K, Nakaoka Y, Harigai M: Current trends in epidemiology and clinical features of thromboangiitis obliterans in Japan - A nationwide survey using the medical support system database. *Circulation Journal* 84: 1786–96, 2020.
36. 細川和広：糖尿病合併症の疫学研究の現状と課題－神経障害と足病変を中心に. *糖尿病合併症* 19 : 35-36, 2006.
37. 日本糖尿病学会：糖尿病診療ガイドライン2024, 221 – 242, 2024.
38. 平成19年度厚生労働省国民健康・栄養調査結果, 2007.
39. Frykberg RG, Zgonis T, Armstrong DG, Driver VR, Giurini JM, Kravitz

- SR, et al: Foot & Ankle Surgery DIABETIC FOOT DISORDERS: A CLINICAL PRACTICE GUIDELINE (2006 revision), 2006.
40. Narres M, Kvitkina T, Claessen H, Droste S, Schuster B, Morbach S, et al: Incidence of lower extremity amputations in the diabetic compared with the non-diabetic population: A systematic review. PLoS ONE. Public Library of Science 12, 2017.
41. Kamitani F, Nishioka Y, Noda T, Myojin T, Kubo S, Higashino T, et al: Incidence of lower limb amputation in people with and without diabetes: A nationwide 5-year cohort study in Japan. BMJ Open 11, 2021.
42. 牧野健一郎：切断総論. 義肢装具学 第1版 (佐伯覚 編). 医学書院, 東京, 102-110, 2018.
43. 澤村誠志：切断と義肢 第2版. 医歯薬出版株式会社, 東京, 13-18, 2021.

02

下肢切断のリハビリテーション診療指針

手術

2.1 切断高位の選択

下肢の切断は、中枢から片側骨盤切断 (hemipelvectomy)、股関節離断 (hip disarticulation)、大腿切断 (above-knee amputation)、膝関節離断 (knee disarticulation)、下腿切断 (below-knee amputation)、足関節離断であるサイム切断 (Syme amputation)、ボイド切断 (Boyd amputation)、ピロゴフ切断 (Pirgoff amputation)、足部切断ではショパール関節離断 (Chopart amputation)、リスフラン関節離断 (Lisfranc amputation)、中足骨切断 (transmetatarsal amputation)、足趾切断 (toe amputation) などに分けられます。下肢切断の高位は、患肢の機能を温存することを重視すべきで、必ずしもできる限り長く残せばよいではありません。患者の年齢、性別、切断に至った原因疾患、全身状態のみならず、術後の生活、術後に装着する義足の機能 (使用するパーツ) を考えて切断レベルを決定します。義足での歩行能力の獲得率は、海外での報告ですが下腿切断では54～73%、大腿切断では22～50%であり、血管原性切断に限定すると下腿切断では34～40%、大腿切断では9～20%と低くなるため、膝関節機能が残存するかどうかは義足歩行に大きく影響します。血行障害による場合は、断端の創が良好に治癒するならば下腿切断を選択するほうが良いですが、確実に生存する組織レベルで切断するようにしなければ、再切断を繰り返すことになり、そのたびに全身状態、健側肢の機能低下を来し、義足歩行がより困難となります。

2-1-1 股関節離断

股関節離断は、解剖学的離断と極短断端大腿切断とに分けられます。解剖学的離断では、股関節の一方を形成する大腿骨頭を含めた大腿骨全体を除去します。Boyd法による前方進入路による手術では、手術視野が広く、筋肉をその起始部か停止部で切断するので出血を最小限に抑えることが出来ます。極短断端大腿切断では、残存する大腿骨頭・頸部が筋肉の不均衡によ

り股関節の外転、屈曲拘縮を起こしやすく、カナダ式股義足の股継手の取り付け位置は解剖学的股関節離断の場合よりやや前外側に取り付けることとなりますので外観が不格好になることがあります。

2-1-2 大腿切断

大腿義足の製作技術から言うと、長い断端の方が残った筋力やソケットとの接触面積が大きいという点では有利ですが、長すぎる断端は高機能のパーツを使うことが出来ず、選択肢が限られてしまいます。

非常に断端が短くなる場合でも、義足歩行は股関節離断よりも有利です。もし大腿義足のソケットを製作できず、股義足のソケットでなければ義足を製作できない状況であれば、股関節離断を検討することが望ましいです。大腿切断を行う際の具体的な切断長については明確な指針が示されていませんが、一般的には坐骨結節から大腿骨の遠位1/2から遠位2/3の範囲で切断されることが多いです。義肢装具士は、残された断端の長さ、皮膚状態など様々な条件を勘案して、適応可能な義足パーツの中から最適な組み合わせを考え義足を製作し、手術を行う術者は可能な限りその選択肢が多くなるような切断を心がけるべきです。高機能の義足を製作する場合を考えると、ピン付きライナーのためのライナーロックアダプタとターンテーブルを取り付け、遊脚相制御機能を持つ膝継手やコンピュータ制御膝継手などを組み合わせるには、膝関節面から膝上12～15cmのスペースが必要です。

2-1-3 膝関節離断

膝伸筋である大腿四頭筋の停止部である脛骨粗面より中枢での下腿切断は、膝関節は残存するものの膝伸展の機能はなく、きれいな断端が得られたとしても義足製作にも訓練にも難渋します。また、膝の伸展筋力より屈曲筋力が強ければ、膝関節は屈曲拘縮となり、膝屈曲義足という義足を作製することになります。したがってこのようなレベルでしか下腿切断が行えない場合は、膝関節離断を行います。膝関節離断の大きな利点は、断端末での荷重が可能となる点にあり、断端末に体重支持に耐えうる皮膚が得られない場合は膝離

断の価値が低くなります。

2-1-4 下腿切断

長い断端の方が残った筋力やソケットとの接触面積が大きいという点では有利ですが、下腿切断の理想的な断端長は12～15cmというのが、従来からの欧米の外科医の意見です。それは、下腿の下1/3の部位は血流が少なく軟部組織も乏しいため、この部位での切断端は皮膚の循環障害や潰瘍などを生じることが多く、一次的に断端部の創が治癒しても義足歩行や加齢による変化によって皮膚の障害を生じることが多いからです。また、機能的には断端長が15cmあれば十分であり、これ以上の断端長は義足のコントロールには不要とする意見もあります。義肢製作から考えると高機能の足部パーツには床面から20cm以上の高さがあるパーツもあり、必ずしも断端長を長く残せばよいとは言えません。

2-1-5 足関節離断

2-1-5-1 サイム切断

サイム切断は、最も普及している足関節部の切断術です。外傷や小児では行われることがありますが、血管原性切断の場合、潰瘍、感染、創離開が317人中85人(27%)で生じているとの報告があります。

ヒールパッドが脛骨と腓骨の断端に接し安定すれば断端荷重が可能となり義足を装着しない場面でも歩行できるとされています。しかし、長期経過において断端末歩行が可能なサイム切断は29.2%しかいなかったとの報告もあります。

断端部が太くなる欠点を改善するために脛骨と腓骨の両果部の切除する変法もあります。ソケット適合には有利となりますが、脛骨の断端面積が縮小するためヒールパッドにかかる圧力は増加してしまいます。

2-1-5-2 ボイド切断

踵骨のみを残してほかの骨を切除し、踵骨を前上方へ移動して脛骨と骨癒合させる方法です。断端長はサイム切断より長く裸足歩行が可能であり、ヒールパッドが移動しないなどの利点がありますが、手術手技が

複雑で、骨癒合に時間がかかり骨癒合不全を生じることがあります。

2-1-5-3 ピログフ切断

距骨とともに踵骨の前半部を足部とともに切除し、残った踵骨後半部を前上方へ90度回転しその切断面と脛骨下端に骨癒合させる方法です。ボイド切断よりもさらに手術手技は煩雑で、骨癒合に時間がかかり骨癒合不全を生じることがあります。

2-1-6 足部切断

2-1-6-1 リスフラン関節離断

リスフラン関節離断は、足根中足関節における離断術です。この手術により背側筋群が切断されるため、尖足変形が生じる可能性があり、皮膚の潰瘍や義肢の不適合が発生しやすくなります。したがって、義肢の適合性に問題が生じることが多いです。

2-1-6-2 ショパール関節離断

ショパール関節離断は、中枢の横足根関節における離断術です。この手術では、背屈筋である前脛骨筋が切離される一方で、主体足底屈筋は残存するため、厳しい尖足が生じます。また、長短腓骨筋の付着部が切離されることにより、内反足変形が発生し、歩行が困難になることが多いです。

このためアキレス腱延長術や前脛骨筋腱、総趾屈筋腱および長母趾屈筋腱などの腱移行術を併用することが推奨されるようになっていきます。

(濱田全紀)

2-2 大腿切断

大腿切断は、組織状態により長、中、短断端での切断を選択することができ、十分な骨の長さを犠牲にすれば、骨端の筋肉被覆を容易に得ることができます。その手術手技は先人たちの経験の積み重ねにより確立されており義足装着を前提として行う手術の原則は、ほとんど変わっていません。しかし、現在のリハビリ

テーション治療の現場では、この原則に従っていない切断例に多く遭遇します。荷重する断端は、健常な皮膚で覆い、疼痛や褥瘡の原因となる骨の突出や癒着を起こさないよう層ごとに丁寧に縫合すること、術後は創の治癒の促進のために浮腫を軽減するように断端の管理をすることが重要です。義肢装具士は、残された断端の長さ、皮膚状態など様々な条件を勘案して、適応可能な義足パーツの中から最適な組み合わせを考え義足を製作しますが、手術を行う術者は可能な限りその選択肢が多くなるような切断を心がけるべきです。

2-2-1 皮膚切開

Fish mouthの皮弁を前後同サイズにすると、縫合部が断端の最遠位端となるため創部が荷重により義足トラブルの原因となることがあります。大腿骨の切断高位を決めてその位置を大腿皮膚の内側外側にマーキングして、そこから前方・後方の皮弁を作図します。前方の皮弁を約2.5cm後方皮弁より長くしておくことで術後断端が十分成熟して義足を装着した時に、断端に正常な緊張がかかるようになります。経験の浅い術者は、皮弁に十分な皮膚を残しておけば、手術の最後に断端のニーズに合わせて後で調整できます。決して皮弁を短く作ってはいけません。皮膚と筋膜は同一レベルで切開し両者を過度に分離しないことも重要です。血行障害での切断では基本的な手技ですが、外傷などの切断でも断端皮膚と筋膜の癒着が防げるので意識して下さい。Gottschalkの手技を行う場合は、大内転筋の処理を行いやすくするために、皮膚切開は矢状皮弁で行う方が良いです。

2-2-2 骨切断端の処理

大腿切断では骨下端側方から前方にかけて外力が生じやすく、骨の突出やエッジが残ると圧迫や剪断力で疼痛や褥瘡、滑液包炎を起こします。骨の処理は、骨切り予定レベルより少し近位まで骨を露出して、附着する筋を全周にわたって剥離します。この際、骨膜が周囲組織に部分的に残っていると、あとで異所性骨化の原因となるのでよく確認します。骨膜を全周にわたって切り、切った骨膜を末梢に少し剥離し、鋸もし

くはボーンソーで大腿骨を切ります。骨の切断面は大腿骨の長軸と直行するようにします。以前は、骨膜を骨断端末より近位へ1cmほど切除する手技などが行われていましたが、必要ありません。骨切りした辺縁はヤスリをかけ角が残らないようにします。指で骨断端をさわったとき、引っかからず滑らかになっているのが理想です。骨髓からの出血を止めるための骨蠟についても異物反応が出るため、切断術では使用しません。大腿切断でも骨断端の前外側を面取りし、ヤスリをかけて丸みを持たせるようにすると断端痛の軽減にもつながります。また、義肢装着の予定がない場合でも、患肢を使わないために軟部組織が萎縮し、骨突出による皮膚障害を起こすことがあるので、骨切り断端の処理を行うべきです。

2-2-3 血管の処理

動脈・静脈は、周囲の軟部組織から丁寧に剥離し小さな出血点も止血し、血腫をつくらないように各々を結紮し切離します。大きな動脈・静脈は二重結紮します。

2-2-4 神経の処理

神経は切断されると必ず断端に神経腫を生じます。神経は十分に引き出しメスで鋭的に切離しますが、伴走血管からの出血予防、神経腫防止のため結紮します。まず神経を結紮したまま末梢に引き、3-4cm近位まで周囲を愛護的に剥離します。その上で剥離した神経の近位部を再度結紮し間をメスで切離すると、切離された神経の中樞端は術野の奥に引き込まれ、直接外力が作用する骨と皮膚の間や瘢痕組織ではなく厚い筋肉内に引き込まれるため、神経腫が生じても強い疼痛を起こすことが少なくなります。

2-2-5 筋の処理

切断した筋肉を生理的な緊張下に置くことにより循環状態が維持され、断端のボリュームも維持されます。筋肉の内層部のみを骨端部に縫合して、外層部と骨端部を覆って縫合する筋形成部分固定術を行うのが

良いです。筋肉の固定は骨端部にあけたドリル孔にための吸収糸で縫合しますが、筋がその場所で骨に癒着するまでその位置を保てれば良いので、筋内の血流を妨げるほど強く縛り付ける必要はありません。その他の方法として、筋膜縫合術、筋形成術、筋固定術があります。筋形成術としては、内側の内転筋群と外側の大腿筋膜張筋、外側広筋を縫合し、次に前側の大腿直筋、内側広筋と後側の半膜様筋、半腱様筋、大腿二頭筋を縫合する Dederich 法があります。筋形成のみを行い筋固定を行わなければ、骨端が筋肉内を移動する現象が起こり疼痛の原因となります。筋固定術としては、様々な方法がありますが、大腿骨の切断端にドリルで穴を開け、ハムストリングと内転筋を縫合して、最終的に前方の大腿四頭筋で骨端部を覆う Murdoch 法や、後方のハムストリングで骨端部を覆う Mooney 法などがありますが、全層にわたって縛ることは筋の血流障害を起こす原因となります。最近は大内転筋を大腿骨内転位にして再縫合する Gottschalk の手技が推奨されています。解剖学的に大腿骨は垂線に対し約 9 度内転し股関節内転筋や外転筋の効率を上げていることに基づいています。皮膚切開は矢状皮弁で行い、大腿四頭筋は膝蓋骨付着部直上の腱性部で、大内転筋腱は内転筋結節より鋭的に切離します。大腿骨は内転筋結節の 5cm 上方あるいは関節面より 10cm 程度上方で切断します。大内転筋腱を外側へ移行し筋固定します。そして股関節伸展位にして大腿四頭筋腱で大内転筋を覆うように大腿骨後面に筋固定して、ハムストリングスを大内転筋の後方へ縫着します。しかし、Gottschalk の手技では断端が長くなるため、ターンテーブルや膝継手の設置に制限が生じることがあります。

2-2-6 皮膚縫合

ペンローズドレーンでは十分なドレナージが出来ないので、持続吸引チューブを使用します。血腫が貯留すると、創治癒を遅らせ、細菌感染の培地となり、組織の癒着や異所性骨化の原因となります。皮膚を縫合するときに皮弁が短く緊張が強くなりすぎると、皮膚壊死を起こしてしまうので、ためらわず骨の切除など追加処理をして、皮膚縫合後にやや皮膚が余りしわが

残る程度の緊張で縫合するとちょうどよくなります。また、皮膚が骨と癒着してしまうと、引っ張りや剪断力により、疼痛や皮膚の損傷が生じてしまうので縫合しながら皮膚の可動性が良いかも確認します。

(濱田全紀)

2-3 下腿切断

下腿切断の原因疾患として、外傷、悪性腫瘍、末梢循環障害などが挙げられます。末梢循環障害によらない下腿切断と、末梢循環障害による下腿切断では手術手技に異なる点もありますが、基本手技は同じです。

2-3-1 皮膚切開

皮膚と筋膜は同一レベルで切開し両者を分離しないことが重要です。血行障害での切断では基本的な手技ですが、外傷などの切断でも断端皮膚と筋膜の癒着を防げるので意識しておきたい点です。外傷や腫瘍などによる切断の場合は、基本的に Fish mouth の皮弁で良いですが、皮弁縫合部が骨断端の前方部に来ないように前方の皮弁をわずかに長めにしておくといいです。血行障害を伴う切断の場合は、①血流が良好な後方の筋肉、皮膚などを長く残す long posterior flap、②血流の少ない前方の皮膚量を減らして、内側と外側をつかう sagittal flap、③前内側皮弁と後外側皮弁から成る skew flap などがありますが、いずれの皮弁も創治癒、再切断、死亡率の点からは有意な差はなかったとの報告があります。

2-3-2 骨切断端の処理

骨の処理は、骨切り予定レベルより少し近位まで骨を露出して、付着する筋と骨膜を全周にわたって剥離します。この際、骨膜が周囲組織に部分的に残っていると、あとで異所性骨化の原因となるのでよく確認します。骨髓からの出血を止めるための骨蠟についても異物反応が出るため、切断術では使用しません。特に、「面取り」と呼ばれる下腿切断での骨切りは、ソケット

の適合上きわめて重要です。まず45度で前方から前後径の1/2程度になるように切り込みを入れ、次いで骨軸に対し垂直に前方から骨切りをすると面取りがしやすいです。最後に腓骨の骨切りを長軸に垂直でなく、外側から少し斜め前方に向けて行くと腓骨の外側への突出を少なくできます。ボーンソーで骨切りした脛骨及び腓骨の辺縁はヤスリをかけ角が残らないようにします。断端をさわったとき、引っかかり滑らかになっているのが理想です。腓骨は脛骨と同じ長さもしくはわずかに短くなるように骨切りするのがよいとされています。腓骨を短めにするのが良いとされていた理由として、断端が円錐形に近い形をとり外観上優れていること、腓骨が長いとソケットの良好な適合が得られにくいこと、小児切断で腓骨の過成長による障害などが挙げられます。しかし、腓骨を脛骨と同じ長さで切断すると、下腿義足のソケットの側方安定性が増し、ソケットに対して足部を内側に位置するようにアライメント調整ができるという利点もあります。

2-3-3 血管の処理

動脈・静脈は、周囲の軟部組織から丁寧に剥離し小さな出血点も止血して、血腫をつくらないように各々を結紮し切離します。大きな動脈・静脈は二重結紮します。

2-3-4 神経の処理

神経は切断されると必ず断端に神経腫を生じます。神経は十分に引き出しメスで鋭的に切離しますが、伴走血管からの出血予防、神経腫防止のため結紮するようにします。

まず神経を結紮したまま末梢に引き、3-4cm近位まで周囲を愛護的に剥離します。その上で剥離した神経の近位部を再度結紮し間をメスで切離すると、切離された神経の中樞端は術野の奥に引き込まれ、直接外力が作用する骨と皮膚の間や癒痕組織ではなく厚い筋肉内に引き込まれるため、神経腫が生じても強い疼痛を起こすことが少なくなります。

2-3-5 筋の処理

切断された骨の上を皮膚、筋膜との間を剥離しないで筋肉で覆うことは、皮膚への血流を促すためにも、また、骨端への皮膚の癒着を防ぐためにも重要です。

切断した筋肉を生理的な緊張下に置くことにより循環状態が維持され、断端のボリュームも維持されます。一般的には血行障害例では、筋を全層にわたって結紮する筋固定術は禁忌とされています。しかし筋形成のみを行い筋固定を行わなければ、骨端が筋肉内を移動する現象が起こり疼痛の原因となります。

筋肉の内層部のみを骨端部に縫合し、外層部と骨端部を覆って縫合する筋形成部分固定術を行うのが良いです。筋肉の固定は骨端部にあけたドリル孔に太めの吸収糸で縫合しますが、筋がその場所で骨に癒着するまでその位置を保てれば良いので、筋内の血流を妨げるほど強く縛り付ける必要はありません。

また下腿切断では、ヒラメ筋は体積が大きいうえに静脈叢を含むので術後の浮腫や断端の形状に悪影響を及ぼすことがあります。ヒラメ筋と腓腹筋の間を指で剥離し、ヒラメ筋をなるべく近位で切離すると術後の浮腫を軽減し断端の成熟が進みやすくなります。

2-3-6 皮膚縫合

ペンローズドレインでは十分なドレナージが出来ないので、持続吸引チューブを使用します。血腫が貯留すると、創治癒を遅らせ、細菌感染の培地となり、組織の癒着や異所性骨化の原因となります。

皮膚を縫合するときに皮弁が短く緊張が強くなりすぎると、皮膚壊死を起こしてしまうので、ためらわず骨の切除など追加処理をして、皮膚縫合後にやや皮膚が余りしわが残る程度の緊張で縫合するとちょうどよくなります。また、皮膚が骨と癒着してしまうと、引っ張りや剪断力により、疼痛や皮膚の損傷が生じてしまうので縫合しながら皮膚の可動性が良いかも確認します。

(濱田全紀)

2-4 サイム切断と後足部切断

＜サイム切断の手術方法＞

サイム切断は脛骨下端関節面レベルで切断を行う方法です。1843年の原法では足関節内・外果先端から1cm遠位かつ1cm前方の2点を拠点とし足関節前面で結ぶ前方皮弁と足底方向に垂直に両拠点を結ぶ後方踵部皮弁とを用います。後方踵部皮弁に踵部脂肪体を付着させることで断端荷重することができると言われています。

- 手術は足関節前面よりアプローチします。長母趾伸筋腱の外側に前脛骨動静脈と深腓骨神経を同定できるので結紮切離します。足関節の前方関節包を切開し距骨を露出し、距骨と内果の距腿関節空間にメスを入れて後脛骨動脈を傷つけないように三角靱帯を切離、外側側も同じように外側靱帯を切離します。距舟靱帯を切離し距舟関節にエレバトリウムを挿入し開き、足部を底屈させ、距骨の後外側に骨フックを引っ掛けて足関節後方関節包を切開し距骨を取り除きます。
- 踵骨を前方に引き出しアキレス腱を切離します。次に踵骨を踵立方関節から離断してショパール関節での関節離断を行います。目に見える全ての腱を末梢に少し牽引しつつ切離し近位に引き込ませ、内側と外側の足底神経も末梢に少し牽引し結紮切離、内側・外側足底動静脈は同定し結紮切離します。続いて踵骨から骨膜剥離子を用いて軟部組織を剥がしていきますが、特に踵骨後方の皮下組織は薄く、皮膚を傷つけないように慎重に踵骨から皮下組織を剥がしていくのに難渋します。術後に皮膚血流障害で壊疽や感染を生じるのはこの操作が原因であることが多いです。
- 踵骨を取り除いたら両果先端から骨膜で皮下組織を剥離し、足関節ドーム中央を通り地面と平行になるように脛骨・腓骨を骨切りします。骨切りしたら骨切り面より脛骨前面方向にキルシュナー鋼線で骨孔を作製します。その孔に踵部脂肪体と足底腱膜を通した縫合糸を縫縮して踵部脂肪体を固定します。ド

レーンを留置して皮下・皮膚縫合します。

＜サイム切断から後足部切断への変遷＞

1843年ジェームズ・サイムがあみ出した脛骨下端で切断し足底の踵部脂肪体で覆うことで荷重することができるサイム法は、踵骨を取り除くために軟部組織を踵骨から剥がしていく操作、特に踵骨後方の薄い皮下組織を皮膚に傷をつけないように慎重に剥がしていく手技が困難で、術後に皮膚血流障害で壊疽や感染を生じるのはこの操作が原因であることが多かったです。1854年ピロゴフが報告したピロゴフ法はサイム法とほぼ同じ手術手技で距骨を取り除き、足関節天蓋部で地面と平行になるように脛骨・腓骨を骨切りしますが、サイム手術で問題となる踵骨後方の軟部組織の剥離は行わず、踵骨の中央部を垂直に切断し残った踵骨を前方90度回転させ、脛骨と踵骨を固定させる後足部切断の手術方法です。サイム切断と比べ健側との脚長差が少ないことが利点ですが、欠点は荷重面が足底の踵部脂肪体でなくアキレス腱付着の薄い皮膚になることです。1939年ボイドが報告したボイド法はサイム手術に準じて距骨を摘出し、踵骨は前方突起のみを切除して、アキレス腱を切離して踵骨を近位前方に引き出す後足部切断の方法です。サイム法やピロゴフ法と異なるのは脛腓骨遠位の骨切りはせず内外果を残したまま、踵骨上面の距踵関節面と脛骨下端関節面の軟骨を削り落として脛骨踵骨関節固定を行うことです。骨接合にはスタイマンピン（直径3mm程のステンレス鋼ピン）で関節固定を行い、ピンは術後4週で抜去します。術後8週間は荷重禁止ですが、骨がしっかりと固定されていない場合は偽関節を起こす可能性があります。足底の踵部脂肪体を剥がさないのが後方皮弁の生着率は高まり、術後の壊死が少ないことが利点ではありますが、荷重により踵骨が底屈する方向に力学的負担がかかるため、脛骨踵骨接合面での動揺性が生じやすく、安定した歩行が得られにくいことがあります。また踵骨隆起が断端を棍棒状に肥大させるので義足を合わせにくいという欠点もあります。これらの欠点を改善するために2000年キャミラーリらがボイド手術の変法を考案しました。踵骨上面の軟骨を切り落とし、脛腓骨遠位部もサイム切断のように骨切りを行います。脛骨直下に踵骨隆起面が来るようにアキ

レス腱を切離した後に踵骨を前方に移動させ、踵骨隆起による後方突出が無くなったことを確認した後、脛骨前後径幅に合うように踵骨前方をトリミング切除します。前方の突出も無くなったところで、脛骨と踵骨の骨癒合を確実にするためにスクリューで関節固定術を行います。この手術手技で踵部脂肪体は足底に保たれ、断端の形状も優れ、脛骨踵骨接合面の動揺性の問題も解決されました。前述のようにサイム切断から発展した様々な後足部での切断手術方法の開発の原動力は『脚長差を少なくさせて、安定した踵部脂肪体の恩恵で義肢が無くても素足で立てる快適な生活の提供』でありました。サイムやピロゴフが活躍した19世紀当時のサイム義足は従来式サイム義足と呼ばれる前開き式のセルロイドと革製のソケットで、使用時に下腿前面を紐で締め下肢を支える義足でありました。義足には歩行時の力を快適に伝達させ、着脱を容易にさせる必要があり、1954年カナダ式合成樹脂製サイム義足が開発されました。これは合成樹脂製のスプリットソケットとSACH足から成り立つサイム義足で、断端を容易に挿入でき、スプリットソケット同士をバックルまたはストラップで固定するものでありました。その後、足部のテクノロジーも進歩し、安定した歩行を得やすい足部部品も開発されました。しかし、皮肉なことにサイム切断では下肢が長く残ってしまうことで、ソケット下面から床面までの距離が短く、取り付けられる足部部品の選択に制約が多いのも事実です。またアライメント調整部品も取り付けすることも困難で、サイム切断ならびにサイム切断から発展した様々な後足部での切断手術は、現在、患者の意思確認が取れないような外傷の緊急切断手術以外では新規に行われることは少なくなりました。

(寺門厚彦)

2-5 中足部切断

中足部切断には切離断する部位によって、ショパール関節離断、リスフラン切断、横断的中足骨切断があります。いずれも長い足底皮弁と短い足背皮弁を用います。足背皮弁は切離断予定部位よりやや遠位から足

背動脈を結紮切離しながらほぼ真っ直ぐに内外側に皮膚切開を置き、足底皮弁は中足骨頭を超えるように遠位に曲線を描くように大きめに皮膚切開を置き、皮膚閉創で大きさを調整します。

<ショパール関節離断>

ショパール関節離断は距舟関節と踵立方関節の関節離断術を行う方法です。外傷や足部腫瘍の切断手術には適していますが、糖尿病足の手術には感染のリスクがあるため不向きです。足関節は温存されるので健側との脚長差は生じません。手術で足関節を背屈させる全ての腱を切離しますが、踵骨に付着する足関節を底屈させる下腿三頭筋は温存されるので尖足変形が、また長短腓骨筋腱も切離されるので内反変形を起こしやすいです。このような筋のアンバランスが生じるため、重度の内反・尖足変形を伴うことがショパール関節離断には多いです。これらの変形を予防するために切離した前脛骨筋を距骨に固定したり、アキレス腱を延長したり、尖足拘縮を予防するために術後軽度背屈位でギプス固定をする方法が推奨されてきましたが、変形は完全に避けることはできませんでした。内反・尖足変形により荷重面が踵部脂肪体から距骨や踵骨前方に移るため疼痛が生じ、この変形の持続により足部に胼胝癬痕も作りやすく、荷重時疼痛が生じやすかったです。ショパール関節離断による内反尖足変形に対する矯正骨切り術などが2001年バウムガルトナーらに考案され、荷重時の踵部脂肪体での荷重が可能となりました。

<リスフラン切断>

リスフラン切断は1815年にリスフランが報告した足根中足骨関節での関節離断を行う方法です。外傷や足部腫瘍の切断手術に良い適応があります。感染症例にも行われることはありますが患者選択を慎重に行わないと、サイム切断以上の切断高位で再切断を要することもあります。足関節底屈させる下腿三頭筋筋力が背屈筋力より強いので尖足拘縮を起こしやすいです。バランスの取れた足とするため、短腓骨筋・長腓骨筋・前脛骨筋の付着部を残すことが大切です。慎重に手術を行い、内側楔状骨の長腓骨筋腱と前脛骨筋腱の一部付着部を残し、第1中足骨基部から前脛骨筋腱付着部

を剥離し内側楔状骨に縫合します。足の横アーチ構造の「キーストーン」となる第2中足骨基部は残して切断します。第5中足骨基部は短腓骨筋腱付着部であり同部も残して切断します。尖足拘縮予防のためアキレス腱延長術を行い、足関節を軽度背屈位でギプス固定を行います。第2中足骨基部や第5中足骨基部を残して切断するので関節離断であってもリスフラン切断と表記されます。

＜横断的中足骨切断＞

横断的中足骨切断は2本以上の内側趾列または1本以上の中央趾列を切断する必要がある場合に検討されます。草刈り機損傷など外傷のみならず、包括的高度慢性下肢虚血 (CLTI) においても行われます。足部の機能を最大限に得るには中足指節 (MTP) 関節で足趾を切除した後、中足骨を中央から遠位1/3位の部位で横切断し、中足骨幹部をできるだけ長く残し、足底の血行の良い皮膚で覆うことが重要です。しかしCLTIでは壊死や感染の範囲により短中足骨切断や一期的な閉創が困難な症例もあります。横断的中足骨切断ではショパール関節離断やリスフラン切断と異なり術後の内反尖足拘縮を起こしにくいです。

＜中足部切断の義肢装具＞

中足部切断で中足骨頭を切除すると、通常歩行周期の接地期から離床期にかけての前足部の荷重支持機能が損失します。中足骨頭が無くなることで蹴りだし時に残存足底全面に床反力を伝えることが困難で、後足部の回内 (背屈 + 外がえし) となる動きが生じます。義足を装着すると残存足部に対して義足ソケットが回転する動きが働き、断端トラブルが生じます。ショパール関節離断やリスフラン切断は直接断端荷重が可能で、健側との脚長差もなく、安定した踵部脂肪体があるため、切断者は屋内短距離移動であれば義足なしでゆっくりと歩くことができます。これが踵部脂肪体の不確実な生着や四肢の長さを同じにするために義足を必要とするサイム切断とは異なる点です。しかし、ショパール関節離断やリスフラン切断であっても機能的な歩行をするには義足が不可欠で、ソケットが踵骨と内外果をしっかりと包み込むような果義足が処方されます。ショパール関節離断やリスフラン切断で内反

尖足変形を予防するために足関節背屈筋の処置をしたにもかかわらず、底屈筋の下腿三頭筋が強いため、時間の経過とともに内反尖足変形がさらに進み、義足適合が困難になるなどの理由から、現在においても積極的に選択される手術法ではありません。一方、横断的中足骨切断では内反尖足変形は起こしにくく、足部機能は良いので、蹴りだし時の回内 (背屈 + 外がえし) モーメントの対応のみを考慮した義肢装具の作製となります。過去には前足部の充填材として靴先にコットンなどを詰め込み、義足そのものを装着しないこともありましたが、現在は足袋型足根中足義足やカリフォルニア大学バイオメカニクス研究所 (UCBL) の足装具や短下肢装具を使用することが多いです。

(寺門厚彦)

2-6 再切断・断端形成術が必要な場合

下肢切断術後に再切断や断端形成術を要する状態は、断端部が壊死、感染、小児切断の場合の断端骨過成長、ソケット適合難汎例があります。

＜壊死＞

切断手術の際、術者は四肢を長く残そうとして、わずかにでも使えそうな組織で断端形成を行います。断端縫合部での壊死が起こりやすく、特に末梢循環障害が原因の切断では壊死が生じやすいです。手術時に組織を愛護的に操作することは当然ではありますが、縫合時に局所の虚血部位をつくらないように配慮することも大切です。皮膚縫合部の過度な緊張を避けるために縫合間隔を広く開けて、皮膚の端を合わせるように縫合します。補助的に皮膚接合用テープで補強する皮膚縫合テクニックは役に立ちます。筋膜縫合で皮膚が十分に接近したのであれば皮下縫合は必ずしも必要ではありません。末梢循環障害による切断の際は、鉗子など器具で組織を把持するのではなく、なるべく手で組織を把持することが望ましいです。もしも、断端で壊死が起こってしまった場合は、壊死の場所、深さ、大きさだけでなく断端の状態や患者の全身状態も確認することが重要です。低栄養があると創治癒に影

響を与えるため、術前栄養療法が行われます。栄養状態のスクリーニングを行い、栄養摂取量が不十分な場合は、栄養サポートチームで栄養カウンセリングを行い、食事摂取量が増やせるように工夫します。経口摂取が可能な場合は経腸栄養サポートを行い、十分なカロリー摂取が困難な場合に限って静脈栄養を併用します。

いったん壊死に陥った皮膚は切除して再縫合します。古い文献ではありますが、McColloughは縫合部壊死があれば壊死縁より1.2cm程離して切除することを勧めています。下腿切断の場合は、壊死の場所がキーポイントになります。脛骨遠位部をまたぐように存在する脛骨前面の皮膚壊死であれば、壊死部の局所切除だけではなく、脛骨をさらに短くし軟部組織に余裕をもたせる必要があります。広範囲の壊死では、さらに高位レベルでの再切断も考慮します。

<感染>

術後創傷治癒遅延の原因に感染があります。感染を防ぐためには、良好な全身状態の確保、無菌的な手術、手術操作による組織損傷を最小限とし、完全な止血とドレーン留置による血腫を防止することです。血腫ができると細菌のよい培地となり感染が起りやすくなります。また血腫が周囲の組織を圧迫して壊死を引き起こすことや、細菌感染した組織が壊死となることもあります。縫合部での感染があると、発赤・熱感・腫脹を認め、創の哆開を生じます。感染部の処置としてデブリードマン、洗浄、ドレッシング、感受性のある抗生剤投与を行います。感染部位を洗浄デブリードマンして直ぐに閉創創するのではなく、創を開放したままデブリードマン後7～10日で良好な肉芽が現れてきたのを確認してから閉創する方法は感染創傷に対し有用な処置方法です。広範囲のデブリードマンを行った創面に創傷治癒期間を短くするため、創面にメッシュ植皮を行うこともあります。義足荷重部に植皮した皮膚があると、義足使用するとき圧迫・剪断力が加わり、皮膚トラブルを生じることがあるので注意が必要です。感染のコントロールができずに骨髄炎を生じた場合はさらに高位での再切断を考慮します。

<小児切断の断端骨過成長>

小児と成人とでは切断後の状態が異なる点が3つあります。1つ目は小児の皮膚は成人よりも弾力性があり、断端を覆うために必要な伸長力をもつので断端壊死は起こしにくいこと。2つ目は下肢切断をした児の遠位骨端線は損失しているので、近位骨端線軟骨からのみの骨成長となり、成長に伴い健側との脚長差は大きくなること。3つ目は成長期に後天性または先天性欠損で下肢骨幹部切断を受けた小児の問題点となる、断端骨過成長に伴う骨の突出があることです。小児切断に伴うこの断端骨過成長に伴う骨の突出は10～30%の発生頻度で生じます。6歳以前に切断された小児に最も多く、12歳以後に切断された例では切断年齢にかかわらず稀です。この骨の突出は残存している近位骨端線からの骨成長ではなく、組織学的に刺激による断端骨からの骨膜性の骨形成です。切断手術の際に骨や骨膜の処置を行っても発生頻度を低下させるには至っていません。突出した骨の皮下には義足ソケットと擦れる刺激により炎症性滑液包が形成され断端形状の変化や、この過成長による骨の突出で皮膚の伸長力の限界を迎えて断端に疼痛を伴うことが多いです。義足ソケットの修正で疼痛を一時的に回避することはできますが、最終的には突出した骨を再切断する断端形成が必要になります。

<ソケット適合難渋例>

下腿切断において骨切断端の処理、特に脛骨前方の「面取り」が不十分であると、義足訓練の際にソケットと脛骨遠位端が当たり、皮膚発赤や疼痛を生じることがあります。ソケットのアライメント調整でフィッティングを改善させますが、アライメント調整しても症状が改善されない場合は脛骨切断端前面の骨切り術を行うことがあります。また、断端骨からの骨棘により炎症性滑液包が断端に形成されることがあります。滑液包形成があればソケット修正を行います。やはり修正後も改善しないようであれば、骨棘を切除する断端形成術を行うことがあります。

(寺門厚彦)

【参考文献】

1. Steinberg FU et al: Prosthetic rehabilitation of geriatric amputee

- patients : a follow-up study. Arch Phys Med Rehabil 66 : 742-745, 1985.
2. Moore TJ et al : Prosthetic usage following major lower extremity amputation. Clin Orthop Relat res 238: 219-224, 1989.
3. Pohjolainen T et al: Prosthetic use and functional and social outcome following major lower limb amputation. Prosthet Orthot Int 14: 75-79, 1990.
4. Peng CW et al: Perioperative and rehabilitative outcomes after amputation for ischemic leg gangrene. Ann acad Med Singap 29: 168-172, 2000.
5. Toursarkissian B et al: Major lower-extremity amputation : contemporary experience in a single Veterans Affairs institution. Am Surg 68: 606-610, 2002.
6. Braaksma R, et al: Syme Amputation: A Systematic Review. Foot Ankle Int 39:284-291, 2018.
7. 豊永敏宏ほか：サイム切断後の断端末荷重能力の検討. 義装会誌 19 : 59-64, 2003.
8. Sarmiento A et al: A new surgical prosthetic approach to the Syme's amputation, preliminary report. Artificial Limbs 10: 50-56, 1966.
9. 木下 篤：実践講座 義足歩行を見据えた下肢切断術 血管・神経・骨の処理. 総合リハ 47 : 149-154, 2019.
10. Gottschalk F : Transfemoral amputation. Biomechanics and surgery. Clin Orthop Relat res 361: 15-22, 1999.
11. 澤村誠志：第III章下肢切断と義足. 澤村誠志, 田澤英二, 内田充彦(編). 義肢学第3版, 医歯薬出版株式会社, 東京, 37-63, 2015.
12. Dederich R : Plastic treatment of the muscle and bone in amputation surgery. J Bone Joint Surg Br 45: 61-66, 1963.
13. Murdoch G : Myoplastic techniques. Bull Prosthet Res 10: 4-13, 1968.
14. 加藤弘明：I 総論 切断術の基本手技. 田中康仁, 富村奈津子(編) 四肢切断術のすべて. メジカルビュー社, 東京 : 11-18, 2023.
15. 寺門厚彦：切断術の合併症/四肢切断術のすべて. 株式会社メジカルビュー社, 東京, pp19-23, 2023.
16. Murnaghan JJ, et al: Musculoskeletal Complications. Atlas of Amputations and Limb Deficiencies, 3rd Edition, AAOS, 683-700, 2004.
17. 松井亮太：術前栄養介入による術前環境の適正化. 外科と代謝・栄養 55 : 190-195, 2021.
18. John R, Fisk: The Limb-Deficient Child. Atlas of Amputations and Limb Deficiencies, 3rd Edition, AAOS, 773-777, 2004.
19. 加倉井周一：断端の問題/小児切断と義肢. パシフィックサプライ株式会社, 大阪, 33-35, 1986.
20. 芳賀信彦：小児における切断術とリハビリテーション/四肢切断術のすべて. 株式会社メジカルビュー社, 東京, 214-220, 2023.
21. 木下 篤：実践講座 義足歩行を見据えた下肢切断術 血管・神経・骨の処理. 総合リハ 47 : 149-154, 2019.
22. Burgess EM, Zettl JH : Amputations below the knee. Artif Limbs 13: 1-12, 1969.
23. Burgess EM : The below-knee amputation. Bull Prosthet Res 10: 19-25, 1968.
24. Persson BM : Sagittal incision for below-knee amputation in ischemic gangrene. J Bone Joint Surg Br 56: 110-114, 1974.
25. Robinson KP, Holic R, Coddington T : Skew flap myoplastic below-knee amputation : a preliminary report. Br J Surg 69: 554-557, 1982.
26. Tisi PV, Than MM : Type of incision for below knee amputation. Cochrane Database Syst Rev 8: CD003749, 2014.
27. 陳隆明：第4章 切断とリハビリテーション治療 赤井正美, 伊藤利之, 緒方直史, 芳賀信彦(編) 義肢装具のチェックポイント第9版, 医学書院, 東京, 63, 2021.
28. 長島弘明・他：矢状皮弁法による血行障害性下腿切断(13例の経験). 義装会誌 14 : 307-311, 1998.
29. E.Greer Richardson, et al: Amputations about Foot. Campbell's Operative Orthopaedics, 12th Edition, Mosby, 1973-1990, 2012.
30. John H, Bowker: Ankle Disarticulation and Variants: Surgical Management. In: Atlas of Amputations and Limb Deficiencies, 3rd Edition, AAOS, 459-470, 2004.
31. 谷口 晃：足関節離断術の実際/四肢切断術のすべて. 株式会社メジカルビュー社, 東京, 119-125, 2023.
32. Gary M Berke: Ankle Disarticulation and Variants: Prosthetic Management. In: Atlas of Amputations and Limb Deficiencies, 3rd Edition, AAOS, 473-479, 2004.
33. 澤村誠志：サイム義足/切断と義肢, 医歯薬出版株式会社, 東京, 372-377, 2007.
34. E. Greer Richardson, et al: Amputations about Foot. Campbell's Operative Orthopaedics, 12th Edition, Mosby, 1973-1990, 2012.
35. John H, Bowker: Amputations and Disarticulations Within the Foot: Surgical Management. Atlas of Amputations and Limb Deficiencies, 3rd Edition, AAOS, 429-447, 2004.
36. 三上真弘：切断部位と問題点/下肢切断者リハビリテーション. 医歯薬出版株式会社, 東京, 41-51, 2001.
37. 門野邦彦：足部の切断術の実際：リスフラン切断術/四肢切断術のすべて. 株式会社メジカルビュー社, 東京, 113-118, 2023.
38. 門野邦彦：足部の切断術の実際：中足切断術/四肢切断術のすべて. 株式会社メジカルビュー社, 東京, 105-112, 2023.
40. David N Condie: Amputations and Disarticulations Within the Foot: Prosthetic Management. Atlas of Amputations and Limb Deficiencies, 3rd Edition AAOS, 449-456, 2004.
41. 澤村誠志：足部切断と義足/切断と義肢. 医歯薬出版株式会社, 東京, 378-383, 2007.



下肢切断の リハビリテーション 診療指針

Guidances for Rehabilitation Practice of Lower Limb Amputation

03

下肢切断のリハビリテーション診療指針

義足の適応

3 - 1 義足の適応

科学的知識や技術的進歩はあるものの、切断後の義足の使用に関する研究結果は様々であり、下肢切断者のリハビリテーション治療の予測因子の解明はまだ十分ではありません。本邦でも義足の適応や具体的処方内容の指針に関する基準やマニュアルはこれまで存在せず、元々の精神機能や身体能力、切断部位、社会的な背景、適切な義肢リハビリテーション治療が行えるか否かなどから個々に適応検討が行われています。

<義足の適応の考え方>

義足の適応を考える際には、切断者が歩きたがっているのか、歩くことが可能であるのか、どこで歩こうとしているのか、義足のリハビリテーション治療を受ける事がQOL向上に寄与するのかを評価する必要があります。これらを評価したのち、病態や合併症、切断レベル、断端の長さや状態、切断原因、身体機能、仕事や役割、活動環境、個人の希望などの様々な因子を考慮し、義足の適応や目標達成の可能性について多職種チームで総合的に検討をしていきます。近年は糖尿病性壊疽や末梢動脈疾患による切断が主となり、切断者の高齢化が進んだ背景を経て、義足の目的は歩行のみではなくなってきています。

下腿義足は、屋外歩行までは困難でも、屋内歩行や車いすへの移乗動作、座位バランス保持などの目的で活用することが可能です。一方大腿切断の場合は装着の手間、起立動作の補助にならないこと、歩行時のエネルギー消費や転倒リスク、重量や車いす座位時のソケットの不快感などを考慮すると移乗に使用するためだけに義足を作製するのは現実的ではありません。諸家の報告における下肢切断の1年生存率は50～80%と不良であり、適応が低い切断者の義足歩行に執着し、リハビリテーション治療に時間を費やすことは意義が低く、他の移動手段や生活様式の検討に進むことが必要です。

以下に示す表は、Delisa's Physical Medicine and Rehabilitation 第7版に記載されている義足使用に

影響するとされている因子です。

物理的・身体的因子	医学的因子	心理社会的因子
切断レベル	うっ血性心不全	義足使用への意欲
切断肢の断端の長さ	慢性腎臓病	不安や抑うつ
切断肢の関節可動域、筋力	冠動脈疾患	教育レベル
断端の軟部組織の状態	糖尿病	社会支援、結婚歴
年齢	閉塞性肺疾患	アルコール関連疾患
術前のADLや活動性	高血圧	仕事
健側の上下肢の障害	末梢動脈疾患	切断後のフォロー体制

義足を使用できないリスクの増加と独立する術前の患者の因子として、切断前の非歩行可能(オッズ比 [OR]9.5、95%CI 4.5-20.2)、大腿切断 (OR 4.4、95% CI 2.6-7.4)、年齢>70歳 (OR 3.0、95% CI 1.5-5.8)、家庭内のみ歩行可能 (OR 3.0、95%CI 1.6-6.2)、認知症 (OR 2.4、95%CI 1.3-4.1)、末期腎疾患 (OR 2.3、95% CI 1.5-3.7)、冠動脈疾患 (OR 2.0、95%CI、1.3-3.2) が挙げられています。

<義足の適応となる断端の状態>

創の一次治癒が得られていること、縫合部離開、壊死や感染、強い浮腫などの所見がなく、断端皮膚や軟部組織の状態が安定していることが必要です。外傷性切断ではsurgical site infection (SSI)、血管原性の切断や糖尿病合併症例では、創治癒の遷延や断端感染の併発率も高く注意が必要です。断端の長さで適応外とする報告はありませんが、大腿切断では断端長が短いほど歩行速度や歩幅、歩行効率が低下します。

<認知機能低下の義足適合への影響>

認知機能低下は義足適合や訓練の阻害因子であり、義足の適応を判定するのに認知機能障害のスクリーニングが重要です。Daniel Joseph Leeによるシステマティックレビューでは、義足適合には義足や断端の自己管理、装着や訓練の遂行、運動制御などが含まれており、認知機能低下は義肢関連の成功に悪影響を与えることを報告しています。Laura Coffeyによるレビューでは、認知機能低下が、切断者の移動能力、義肢の使用、および切断後の自立の維持と負の関連があるとされており、義足リハビリテーション治療前の認知機能低下のスクリーニングが重要と述べています。

＜義足の適応と年齢＞

下腿切断においては医学的合併症が管理されており、意欲や認知機能が保たれていれば年齢に関わらず義足の適応を検討します。一方、大腿切断の義足習得は年齢とともに達成が困難になります。義足歩行の阻害因子に関してSteinbergは、義足の不適合の多くは医学的合併症や精神状態の悪化と関連しており、年齢は適合の予測因子にならなかったことを報告しています。その他、80歳以上でも下腿切断であれば義肢を使用して活動が可能であったこと、80歳以上の下腿切断集団と60歳～69歳の集団でL-テスト、2分間歩行テスト、6分間歩行テストの結果に有意差がないことが報告されています。一方で、大腿切断の義足歩行習得には良好な身体機能と生理機能が必要であり、年齢とともに達成が困難になります。

＜義足の適応に影響する医学的合併症＞

多くの医学的合併症が義足不適合や義足使用放棄、装着時間、機能予後に影響し、並存疾患が多いほど機能予後や長期生存率は不良です。糖尿病、末梢動脈疾患やその治療歴、重度の脳血管障害、冠動脈疾患、心不全、慢性閉塞性肺疾患、慢性腎臓病、透析、栄養障害、喫煙歴、うつ病、精神障害などの関連が報告されています。下腿切断と同側の軽度の片麻痺であれば義足歩行を獲得する可能性はありますが、義足を装着し、歩行補助具を適切に使用できる上肢機能が必要です。

＜切断レベルと義足の適合と切断レベルとの関連＞

切断レベルが下位であるほど義足適合率は高いです。切断レベルが下位であるほど、義足への適合が良く、義足使用時間は長く、歩行能力や歩行効率が高いことが報告されています。また歩行時エネルギー消費量は切断部が高位であるほど大きいです。大腿義足ソケットの適合には高い技術が必要であり、ソケットの不快感も義足不使用と関連しています。

＜切断原因による義足適応の違い＞

末梢動脈疾患（糖尿病性壊疽、動脈閉塞による末梢循環不全、あるいはその両方）における切断は、外傷性切断、腫瘍性切断と比べて年齢が高く、併存疾患が

多く、機能予後や生命予後が不良です。虚血性心疾患、脳血管障害、視力障害、腎障害、認知症など医学的合併症が多く存在していること、大切断の回避のために創傷治癒、血行再建などに時間をかけ筋力低下や可動域制限やADL低下が進行し、皮膚の脆弱性などで義足適合に難渋します。外傷性切断と比較し、有酸素能力やバランス能力が低いことも報告されており、総合的に義足の不適応となる率は高いです。西嶋らは切断原因別に切断届出者における更生用装具による義足の未製作率を求め、外傷では18.4%と低かったのに対し、糖尿病を含む末梢循環障害では59.2%と未製作率が高いと報告しています。

＜義足適応に影響する心理社会的因子＞

うつ病、不安神経症、幻肢および残存肢の痛み、性別、教育レベル、雇用状況が義足適合に関連します。幻肢痛、断端痛、幻肢が義足の使用率、歩行距離の減少、義足所有率と関連する事が報告されており、四肢切断後の患者の生活の質の低下に関連しています。義足歩行獲得と性差に関する決定的なエビデンスは存在しませんが、女性よりも男性が義足を装着する可能性が高いこと、女性は下肢切断後の不安や抑うつレベルがより高く、義足の不使用や社会的孤立につながりやすいことが報告されています。男性、高学歴の患者で義足が適合しやすく、低学歴が義足適応の頻度が低いこと有意に関連していたという報告もあります。また、雇用状態が義足使用時間と関連することも報告されています。

＜義足適応を予測する身体機能と評価＞

切断前の移動能力、生活の自立度、片脚立位によるバランス能力、運動試験（非切断側エルゴメーター、上肢エルゴメーターテスト）の結果も、義足歩行の獲得と相関します。バランス能力と義足の歩行能力が優位に相関するエビデンスを含む複数の報告が存在します。切断前の移動能力（屋外歩行可能）や生活の自立度が義足での歩行能力や義足使用率と関連しています。また最大酸素摂取量の50%以上の強度での運動能力を有することは、義足歩行の獲得と強く相関します。股関節や膝関節の高度屈曲拘縮（膝関節・股関節ともに20～30度以上）は義足適応外とされてき

03 義足の適応

ましたが、最近の報告で、屈曲拘縮 $\geq 25^{\circ}$ でも義足を修正し下腿義足、大腿義足を装着することが可能で、義足装着により拘縮の治療になることが報告されています。

<専門的なリハビリテーション治療環境で評価、義足訓練を受けると義足適合率や歩行獲得に影響がある>

専門機関での義足のリハビリテーション治療は義足適応や歩行獲得に影響する可能性があります。高位切断や両下肢切断など適応判定、義足適合が難しい症例では専門病院に紹介することが望ましいです。専門の多職種チームによる義足適応の判断が予後予測に有用であったとする報告や、専門リハビリテーションセンターで評価や訓練を受けた群が、義足処方成功率・義足装着率・自宅退院率・生存率ともに有意に高いという報告があります。本邦でも、陳らが一般市中病院と専門病院では義足歩行獲得の成功率に差があること、高齢者や高位切断では専門病院での評価やリハビリテーション候補者のスクリーニングを行うことが重要としています。これらの報告は患者が機能レベルにごとに選択されておりバイアスが存在している可能性もあります。

<海外での義足の適応判定>

Medicare's Functional Classification Level (MFCL) (Kレベル)

メディケア機能分類レベル (MFCL) は、1995年に米国公的医療保険制度 (メディケア) が下肢切断者の移動能力とリハビリテーション治療の可能性を分類したもので、現在この分類に応じた義足処方基準が提唱されています。義足の有無にかかわらず、安全に歩行や移乗ができない例、あるいは義足装着によるQOL向上が認められないK0では義足の適応はないと判断されます。

K0	歩行不能	寝たきり
K1	義足を移乗時に使用、または義足を使用して屋内平地を補助具で移動	超低活動
K2	制限を伴う屋外歩行 難易度の低いカーブ、階段、凹凸のある道なら屋外を移動できる能力	低～中活動
K3	制限を伴わない屋外歩行 様々な歩調で歩行が可能 制限なく様々な場面で歩行可能で、義足を使用して旅行、訓練、運動などの活動へ参加する	中～高活動
K4	活発な小児・成人、アスリートなど	高～超高活動

<義足適応に関連する社会的要因>

義足の適応検討時には、利用できる医療・介護・福祉制度、家族や介護者など支援者の有無、住環境、経済的な問題などを把握しておく必要があります。家族や支援者、住環境；自宅において義足管理や装着を支援する家族や介助者が存在すれば、ある程度の上肢機能障害が存在しても義足の適応になる可能性があります。一方、施設入所や療養型病院に転院をする際には日常生活の活動範囲が限られますが、下腿切断であれば生活の介助量軽減や廃用症候群の予防になるため、総合的に判断を行います。経済的問題：近年の義足部品のトレンドや海外製品が多いことなど時代の流れとともに、義足全体の価格は上昇しています。切断後の最初の義足は健康保険で処方されることが多いですが、償還払い (立て替え払い) が原則となります。切断に至るまでの長期療養により収入が少ない患者が、数十万の立て替え払いが可能であるか確認が必要です。福祉による適応判定：障害者総合支援法での補装具支給制度では更生相談所の医学的判断を必要としますが、補装具の支給は日常生活や就学・就労に必要であることが条件となるため、義足で歩行できる、移動できることが前提となります。急性期病院での入院期間の短縮化、切断患者のリハビリテーション治療の中心を担う回復期病院での入院日数の制限やリハビリテーション治療実施期間の制約などはあるものの、医療機関間で情報や目標を共有し、義足の適応判断や義足採型などをスムーズに行える体制を整えていくことが望まれます。

<調整可能式大腿義足ソケット>

高齢者の大腿切断においては、義足の適応になるかどうか、義足を作製してからでないと判断しにくい場合も多いです。キャストソケット (簡易ソケット) を製作する方法もありますが、保険点数の対象となっておらず、また製作に時間と経験が必要です。近年、採型や専用ソケットの製作をせずにカスタマイズ可能な、試用評価用の簡易義足システムが各社から製品化されています。これらの評価用義足を使用することで、患者の意欲や立位バランス・歩行能力を評価し、適応を検討する事が可能です。また採型待ちの期間の

短縮にもなります。本邦でも数社の義肢装具会社が所有し、評価用として使用しています。

(渡邊友恵)

3-2 歩行獲得率

下肢切断後の移動能力の目標の一つは義足による歩行を獲得することであり、義足歩行獲得は切断者の自覚的QOLと大きく関連します。切断後、多くの患者は義足を手に入れたいと思い、義足がそのまま自分の失った足の代わりになるという非現実的な期待をします。義足により術前の歩行機能へ回復することが可能な者もありますが、多くの症例はそこまで到達することが難しく、中には義足の使用による危険や負担が大きく利益が少ない者も存在します。リハビリテーションチームは、義足は切断後の機能改善を手助けする一つの道具ではあるが、全ての人にとって最善の方法ではないことの理解を促し、患者の術前の状態や生活様式を考慮しながら、患者にとって安全に機能的予後を達成する最善の移動方法を話し合うことが大切です。義足歩行の獲得には、義足の適合のみならず身体欠損による心理的負担感の軽減や断端痛や幻肢痛、異常感覚への適応や対応も必要です。そのため下肢切断者の転帰には、移動性など機能面の評価のみならずQOLの観点からの評価が行われることが多いです。また、医学的合併症を抱える症例も多く、周術期死亡率や長期生存率なども知っておく必要があります。義足歩行獲得の成功率やそれに関する情報を知っておくことは、患者とのカウンセリングや義足歩行の候補者になりうるのか決定する際に重要です。

<義足歩行の機能的予後の考え方>

歩行獲得率は、年齢が高く、高位切断になるほど歩行獲得率が低く、切断前に歩行不能であった者は、切断後に歩行できるようになる可能性は低いです。特に大腿義足においては膝継手のコントロールという運動学習や歩行時のエネルギー消費が大きい事、非切断側の下肢機能やバランス能力など様々な問題が関連し歩行獲得が困難なケースが多いです。一方、一部の血管

原性切断者では、切断前の長期的な下肢潰瘍、感染、荷重制限などで歩行不能となっているケースもあり、下肢切断により機能予後を改善する可能性があります。近年では、義足歩行獲得により長期的な予後も改善するという報告も散見され、総合的な判断が必要です。切断後の義足の適応を考える際に主に2群に分けて考えることが提案されています。義足に適応しやすい群：主に外傷性切断、腫瘍による切断。義足に適応しにくい群：高齢者の切断、血管原性切断、予後不良な疾患による切断。後者のグループでは、機能的転帰が多くの変異性を持ちます。医療コストや負担の軽減のためにも、これらの患者が義足候補者になるかの予測を十分に行い、不適応と判断した際には患者の自立度やQOL向上のための他の介入に早期に取り掛かる必要があります。

<外傷性切断後の歩行獲得率>

重度の下肢外傷患者を対象とした縦断的研究では、50%が7年間の研究期間中、重度の障害が持続しました。転帰不良に関連する患者の特性には、高齢、女性、教育レベルの低さ、貧困、現在または以前の喫煙、および受傷前の健康状態の悪さなどが挙げられており、機能回復は損傷の重症度とともに患者が利用できる社会的および経済的資源にも依存していました。ほとんどの患者が最初は四肢温存を望みますが、重度の四肢損傷の長期的な機能転帰は、四肢温存患者と切断患者で有意差はないと報告されています。多くの報告によると外傷性切断者では、下腿切断で70～98%程度、大腿切断者で55～70%で義足歩行を獲得しています。下腿切断と膝離断の患者では、大腿切断または両側切断の患者よりも500m歩くことができた割合が有意に高く、歩行速度が速いことが報告されています。また下腿切断では、膝離断や大腿切断に比べて義足装着時間が長いことが報告されています。膝離断は断端痛が有意に多く、両大腿切断では有意に低いです。また残肢の長さが短くなると、SF36の身体的要素スコア(PCS)身体成分スコアが有意に低いことが確認されていますが、自己申告による機能的転帰は下腿切断と大腿切断に有意差は認められませんでした。切断術後に7割が仕事をしており、長期的な機能は、損傷の重症度よりも患者の社会的要因に依存しています。

03 義足の適応

＜血管原性下肢切断の歩行獲得率＞

血管原性切断の患者の多くは、精神疾患、心肺予備能の低下、バランス不良、断端関連の問題など、さまざまな理由で義足の適応から外れています。歩行獲得成功の定義によるところもありますが、血管原性切断では義足歩行獲得の成功率は低いです。全体の約36%程度が義足適合しますが、最終的に屋外で義肢を使用して歩行するのは約25%と報告されています。これまでのいくつかの報告より、血管原性切断での義足適合は、下腿切断で47%程度、大腿切断は14%程度とされています。義足の適合率は専門医療機関では高く（下腿切断77%程度、大腿切断57%）、専門医での適合判定が行われないと極めて低いです（下腿切断19%、大腿2.9%）。1年後の時点で機能的義足を使用して生活している割合は、下腿義足は60～70%、大腿義足は40～50%程度と報告されています。また、併存疾患が多く医療依存度も高いため、入院リハビリテーション治療で術後ケアを受けた群は、看護施設や自宅で治療を受けた患者と比較して、6か月後の機能的転帰が良好と報告されています。歩行達成群と非達成群を検討した報告では、75歳>年齢、女性、切断レベルの上昇、活動性悪性腫瘍、脳血管疾患、末期腎疾患、および認知障害が負の予測因子としてあげられました。歩行達成群の生存期間中央値は93.7カ月、非達成群の生存期間中央値は56.6カ月と有意に低いことも確認されています。血管原性切断者の中で屋外を歩行する割合は非常に低いですが、ほとんどの切断者は術前の生活を維持しています。以下の術前因子は、切断後に自立生活状態を維持できなくなるリスクの増加と有意に関連していることが報告されています。年齢 $\geq$ 70歳（ハザード比[HR]4.0、95%CI 1.7-9.5）、60歳から69歳（HR 2.7、95%CI 1.1-6.5）、大腿切断（HR 1.8、95% CI 1.2-2.8）、屋内歩行のみ可能（HR 1.6、95% CI 1.1-2.6）、認知症（HR 1.6、95%CI 1.1-2.4）。TASC IIによると、重症下肢虚血（critical limb ischemia; CLI）で下腿切断を受けたもののうち、2年後に移動能力を維持できていたのは40%でした。下肢の大切断による30日間の死亡率は、以前は40%程度と報告されていましたが、近年は3～18%の範囲と報告されており、主な死因は心臓合併症、敗血症、

肺炎でした。大腿切断後の1年生存率は50～60%、下腿切断では65～80%とされており、糖尿病や腎不全や維持透析を併存している群では生存率が低い事が示されています。

＜高齢者の歩行獲得率＞

高齢下肢切断者の義足歩行獲得には、切断原因と切断時年齢が深く関わっています。高齢者の切断は義足のリハビリテーション治療3か月後の評価で、義足装着時間が増え、基本的日常生活動作（Basic Activities of Daily Living）の改善を認めましたが、術前の歩行機能は達成されなかったと報告され、特に大腿切断者での機能改善は乏しいという報告でした。一般的に散見される義足リハビリテーション治療の報告では、高齢下腿切断者の義足歩行獲得率は、下腿切断で約70%程度、大腿切断で50%前後です。特に下腿切断での義足歩行獲得率は、一般的には良好とされています。しかし、近年の切断原因が末梢循環障害であることで、様々な併存疾患の影響により機能予後は不良で義足歩行獲得率も低いです。先に述べたように血管原性切断の高齢者での歩行獲得率は、下腿切断において34～47%、大腿切断において9～20%と報告されており、特に大腿切断者での歩行獲得率は低下します。機能的転帰は、切断年齢、片足立位バランス、認知機能により切断術2週間後に予測可能であり、並存する医学的合併症の影響も受けます。義足訓練を受けた患者は、車いす訓練を受けた患者に比べて、下腿切断率が高く、代謝状態が良く、身体認知機能が高く、入院期間が長かったこと、義足のリハビリテーション治療1年後の調査で、義足使用を継続していた者は下腿切断者において有意に多く、うっ血性心不全の発生が少なく、FIMやmFIMのスコア変化が大きいことが報告されています。全体の20%以上の患者では義足使用をやめていました。日本における高齢下肢切断者の切断後の平均余命は3～4年と言われており、海外では2年後の死亡率は20～41%との報告です。80～85歳以上の高齢者では、義足の適応について十分に考える必要があります。

＜両下肢切断での歩行獲得率＞

若年層を含めた調査においては、両側大腿切断で0

～40%程度、下腿切断・大腿切断では20～50%程度、両側下腿切断では60～90%程度が自立もしくは歩行補助具を使用した義足歩行が可能となったと報告されています。全体の半数が杖なしの自立歩行を達成し、片杖もしくは両杖歩行を必要としたのは30%程度でした。片方の膝関節の残存が機能予後に影響します。血管原性での両側切断においては、両側義足が適合されたのが全体の26%（両側下腿切断35%、下腿切断・大腿切断17%、両側大腿切断0%）との報告があります。両下肢切断者の義足適合率は義足専門病院であればより向上します。45歳以上の両側大腿切断で短断端の症例では、Full-lengthの義足は困難だという意見もあります。

＜骨盤半側切断術後、股関節離断術後の歩行獲得率＞

腫瘍による切断が多く、カナダ式股義足の使用が一般的です。近年は立脚制御機能構造の膝継手も使用され、早期の義足歩行獲得や歩行能力向上、社会復帰につながっています。多くの施設から20～45%以上の義足使用率が報告されています。義足訓練を中止した事に関して、年齢の影響は確認されず、腫瘍の治療が影響していた可能性が考えられました。

＜サイム切断の歩行獲得率＞

手術手技の習得が難しいこと、成人では皮膚障害や疼痛、再切断などの合併症は多いですが、義足歩行の機能予後は良好で、歩行獲得率は70～90%程度と報告されています。70%で雇用が継続され、9割の患者で1日中義足を装着して生活していました。

＜足部切断の歩行獲得率＞

大切断に比べて創部治癒に時間を要しますが、足部切断の歩行獲得率は比較的良好で70～90%以上という報告が多いです。transmetatarsal amputationより遠位での切断では、靴の詰め物や簡単な装具で正常に近い歩行が可能です。近位足部切断（リスフラン関節離断、ショパール関節離断）でも、適切な義足での歩行獲得率は良好です。しかし近位足部切断では断端の変形のために皮膚トラブルや疼痛も多く、比較的短時間で義足の適合不良が発生したり、皮膚潰瘍から高位切断に至る事もあります。

特に糖尿病患者では注意が必要です。辻らは、中足骨をできる限り温存する事で、歩行機能の維持が行われやすいと報告しています。

（渡邊友恵）

3-3 義足に併用する装具

例えば下腿切断において、下腿義足を装着した上から短下肢装具を重ねて装着するようなケースの報告は渉猟した上では見当たりませんでした。近年よく用いられる一般的な骨格構造義足において、足関節機能は主に足部のしなりであったり、踵の沈み込みで代償されていることが多く、短下肢装具の足継手と回転軸が一致しないことにより短下肢装具の機能をうまく引き出せないことが、両者の併用がうまくいかない理由かと推察します。義足を構成する部品の一部として既製品の短下肢装具を用いることは、症例報告レベルですが、幾つか報告があります。足根中足骨切断において足袋式義足にカーボン製短下肢装具を繋げて下腿支持付きの足根中足義足を製作したもので、装具のカーボン製足継手のしなりで足関節機能を補助することで足関節の可動性を維持・活用することを目論んでいます。かつて殻構造義肢の時代には下肢断端長は長ければ長い方が義足歩行能力は優れていたのが、骨格構造義肢になってカーボン製足部の出現により下腿切断の歩行能力が向上した結果、足根中足切断よりも歩行能力が勝る逆転現象が生じました。ここでカーボン製足継手を活用した足根中足義足の登場により足根中足義足の歩行能力が再び下腿義足に近いレベルまで引き上げることができるようになる可能性が考えられます。

ただし、このカーボン製短下肢装具を用いた足根中足義足については、まだ一般的な義足製作方法として認知されたとは言い難く、研究の要素が高い義足製作方法という状況です。義足の価格の算定方法も定まっておらず、特例補装具という位置付けになる可能性があり、補装具の制度による義足の製作においてこの製作方法が許容されるかは確立していません。

（西嶋一智）

【参考文献】

1. Taylor SM: Preoperative clinical factors predict postoperative functional outcomes after major lower limb amputation: an analysis of 553 consecutive patients. *J Vasc Surg* 42:227-35, 2005.
2. Johanna CB: Transfemoral amputations: the effect of residual limb length and orientation on gait analysis outcome measures. *J Bone Joint Surg Am* 95:408-14, 2013.
3. Lee DJ: The effect of cognitive impairment on prosthesis use in older adults who underwent amputation due to vascular-related etiology: A systematic review of the literature. *Prosthet Orthot Int* 42: 144-152, 2018.
4. Coffey L: Cognitive functioning in persons with lower limb amputations: a review. *Disability Rehabil* 34: 1950-64, 2012.
5. Steinberg FU: Prosthetic rehabilitation of geriatric amputee patients: a follow-up study. *Arch Phys Med Rehabil* 66: 742-5, 1985.
6. Frengopoulos C: Rehabilitation outcomes after major lower limb amputation in the oldest old: a systematic review. *Prosthet Orthot Int* 45: 446-456, 2021.
7. Sureshkumar A: The Effect of Advanced Age on Prosthetic Rehabilitation Functional Outcomes in People With Lower Limb Amputations: A Retrospective Chart Audit of Inpatient Admissions. *Arch Phys Med Rehabil* 104: 1827-1832, 2023.
8. 陳隆明：中高年の血管障害による下肢切断患者のリハビリテーション。診断と治療 102：401-405, 2014.
9. Joseph B Webster: Prosthetic fitting, use, and satisfaction following lower-limb amputation: A prospective study. *J Rehabil Res Dev* 49:1493-504, 2012.
10. Davie-Smith F: The impact of gender, level of amputation and diabetes on prosthetic fit rates following major lower extremity amputation. *Prosthet Orthot Int* 41:19-20, 2017.
11. Hebert JS: Comorbidities in amputation: a systematic review of hemiplegia and lower limb amputation. *Disabil Rehabil* 34:1943-9, 2012.
12. Taylor SM: Preoperative clinical factors predict postoperative functional outcomes after major lower limb amputation: an analysis of 553 consecutive patients. *J Vasc Surg* 42:227-35, 2005.
13. Raichle KA: Prosthesis use in persons with lower- and upper-limb amputation. *J Rehabil Res Dev* 45(7):961-72, 2008.
14. 陳隆明：中高年の血管障害による下肢切断患者のリハビリテーション。診断と治療 102：401-405, 2014.
15. Fatone S: Comparison of Ischial Containment and Subischial Sockets on Comfort, Function, Quality of Life, and Satisfaction With Device in Persons With Unilateral Transfemoral Amputation: A Randomized Crossover Trial. *Arch Phys Med Rehabil* 102:2063-2073, e2, 2021.
16. Paquette R: Duration, frequency, and factors related to lower extremity prosthesis use: systematic review and meta-analysis. *Disabil Rehabil* 46:4567-4585, 2024.
17. Fajardo-Martos I: Predicting successful prosthetic rehabilitation in major lower-limb amputation patients: a 15-year retrospective cohort study. *Braz J Phys Ther* 22:205-214, 2018.
18. 西嶋一智：切断者の疫学データからみる更生用義足の支給状況。総合リハ 51：1069-1076, 2023.
19. Luza LP: Psychosocial and physical adjustments and prosthesis satisfaction in amputees: a systematic review of observational studies. *Disabil Rehabil Assist Technol* 15:582-589, 2020.
20. Wafi A: Predicting Prosthetic Mobility at Discharge From Rehabilitation Following Major Amputation in Vascular Surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 66: 832-839, 2023.
21. Nunes MA: Adaptation to prostheses among patients with major lower-limb amputations and its association with sociodemographic and clinical data. *Sao Paulo Med J* 132: 80-4, 2014.
22. Raichle KA: Prosthesis use in persons with lower- and upper-limb amputation. *J Rehabil Res Dev* 45: 961-72, 2008.
23. Sinha R: Adjustments to amputation and an artificial limb in lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int* 38: 115-21, 2014.
24. Schoppen TT: Physical, Mental, and Social Predictors of Functional Outcome in Unilateral Lower-Limb Amputees. *Arch Phys Med Rehabil* 84:803-11, 2003.
25. Sansam K: Predicting walking ability following lower limb amputation: a systematic review of the literature. *J Rehabil Med* 41:593-603, 2009.
26. Taylor SM: Preoperative clinical factors predict postoperative functional outcomes after major lower limb amputation: an analysis of 553 consecutive patients. *J Vasc Surg* 42: 227-35, 2005.
27. Klenow TD: The role of exercise testing in predicting successful ambulation with a lower extremity prosthesis: a systematic literature review and clinical practice guideline. *J Neuroeng Rehabil* 15: 64, 2018.
28. Chin T: %VO2max as an indicator of prosthetic rehabilitation outcome after dysvascular amputation. *Prosthet Orthot Int* 26: 44-9, 2002.
29. Poonsiri J: Fitting transtibial and transfemoral prostheses in persons with a severe flexion contracture: problems and solutions - a systematic review. *Disabil Rehabil* 44:3749-3759, 2022.
30. Dillingham TR et al: Rehabilitation setting and associated mortality and medical stability among persons with amputations. *Arch Phys Med Rehabil* 89: 1038-45, 2008.
31. 陳隆明：高齢下肢切断者のリハビリテーションの実際と近年の傾向について。Jpn J Rehabil Med 45: 331-348, 2008.
32. 中村隆：義足パーツの進歩。総合リハ 51：1077-1082, 2023.
33. Asano M: Predictors of quality of life among individuals who have a lower amputations. *Prosthet Orthot Int* 32: 231-43, 2008.
34. Shutze W: Prosthetic outcomes after amputation and the impact of mobility level on survival. *J Vasc Surg* 80: 873-881, 2024.
35. Sansam K: Predicting walking ability following lower limb amputation. *Technol Innov* 18: 125-137, 2016.
36. Norvell DC: Defining successful mobility after lower extremity amputation for complications of peripheral vascular disease and diabetes. *J Vasc Surg* 54: 412-9, 2011.
37. MacKenzie EJ: Long-term persistence of disability following severe lower-limb trauma. Results of a seven-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 87: 1801-, 2005.
38. Cannada LK: Demographic, social and economic variables that affect lower extremity injury outcomes. *Injury* 37:1109- 2006.
39. Ellen J: Functional Outcomes Following Trauma-Related Lower-Extremity Amputation. *J Bone Joint Surg Am* 86: 1636-45, 2004.
40. Penn-Barwell JG: Outcomes in lower limb amputation following trauma: a systematic review and meta-analysis. *Injury* 42: 1474-9, 2011.
41. Nehler MR: Functional outcome in a contemporary series of major lower extremity amputations. *J Vasc Surg*. 2003 Jul;38(1):7-14.
42. Pohjolainen T: Prosthetic use and functional and social outcome following major lower limb amputation. *Prosthet Orthot Int* 14: 75-9, 1990.
43. McWhinnie DL: Rehabilitation outcome 5 years after 100 lower-limb amputations. *Br J Surg* 81: 1596-9, 1994.
44. Cruz CP: Major lower extremity amputations at a Veterans Affairs hospital. *Am J Surg* 186: 449-54, 2003.
45. Sauter CN: Functional outcomes of persons who underwent dysvascular lower extremity amputations: effect of postacute rehabilitation setting. *Am J Phys Med Rehabil* 92: 287-96, 2013.
46. Wafi A: Predicting Prosthetic Mobility at Discharge From Rehabilitation Following Major Amputation in Vascular Surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 66: 832-839, 2023.
47. Stern JR: A Meta-analysis of Long-term Mortality and Associated Risk Factors following Lower Extremity Amputation. *Ann Vasc Surg* 42:322-, 2017.
48. das Mercês SA: Functional capacity of elderly with lower-limb amputation after prosthesis rehabilitation: a longitudinal study. *Disabil Rehabil Assist Technol* 16: 556-560, 2021.
49. Steinberg FU: Prosthetic rehabilitation of geriatric amputee patients: a follow-up study. *Arch Phys Med Rehabil* 66: 742-5, 1985.
50. 陳隆明：高齢下肢切断者のリハビリテーションの実際と近年の傾向について。Jap J Rehabil Med：45 331-348, 2008.
51. Schoppen T, Boonstra A: Physical, mental, and social predictors of functional outcome in unilateral lower-limb amputees. *Arch Phys Med Rehabil* 84: 803-, 2003.
52. Hershkovitz A: Rehabilitation outcome of post-acute lower limb geriatric amputees. *Disabil Rehabil* 35: 221-7, 2013.
53. Torres MM, Esquenazi A: Bilateral lower limb amputee rehabilitation. A retrospective review. *West J Med* 154: 583-586, 1991.
54. Shin JC: Clinical features and outcomes following bilateral lower limb amputation in Korea. *Prosthet Orthot Int* 30: 155-64, 2006.
55. Kralovec ME: Prosthetic Rehabilitation After Hip Disarticulation or

- Hemipelvectomy. *Am J Phys Med Rehabil* 94: 1035-40, 2015.
56. Saif A: Factors affecting successful prosthetic use after hemipelvectomy and hip disarticulation amputations: Five-year experience from a tertiary prosthetic rehabilitation center. *Prosthet Orthot Int* 48: 20-24, 2024.
57. 井上昭：悪性腫瘍による下肢切断患者の義肢装着について，*総合リハ* 12：623-626, 1985.
58. Braaksma R: Syme Amputation: A Systematic Review. *Foot Ankle Int* 39: 284-291, 2018.
59. Laughlin RT: Syme amputation in patients with severe diabetes mellitus. *Foot Ankle* 14: 65-70, 1993.
60. Weaver FA: Syme amputation: results in patients with severe forefoot ischemia. *Cardiovasc Surg* 4: 81-6, 1996.
61. Larsson J: Long-term prognosis after healed amputation in patients with diabetes. *Clin Orthop Relat Res* 350: 149-58, 1998.
62. 沢村誠志：切断に対する検討一特に、Chopart,Lisfranc切断について一，*臨床整形外科* 5：355-363, 1970.



下肢切断の リハビリテーション 診療指針

Guidances for Rehabilitation Practice of Lower Limb Amputation

04

下肢切断のリハビリテーション診療指針

切断後のトラブル

4-1 疼痛

下肢切断者が訴える切断後疼痛 (post-amputation pain; PAP) には、断端痛 (residual limb pain; RLP) と幻肢痛 (phantom limb pain; PLP) があります。これらの疼痛は日常生活の制限やリハビリテーション治療の妨げとなるため、適切な治療が必要です。2種類の疼痛を厳密に分けることは難しいですが、RLPとPLPに分けてPAPの原因を考え、保存療法や手術療法の方法について、リハビリテーション治療を含めて検討しました。

4-1-1 疼痛の原因

< PAPの原因 >

切断から平均14.1年が経過した下肢切断者1296名のうち、72.1%が生活制限を生じる疼痛を訴えていました。その内訳は、幻肢痛が48.1%、背部痛が39.2%、四肢の疼痛が35.1%でした。また、914名の切断者のうち95%が断端痛 (RLP) か幻肢痛 (PLP) のいずれかを経験しており、疼痛は有意にうつ症状と関連していることが報告されています。RLPは術後急性期に最も多くみられる疼痛であり、原因として次のようなものが挙げられます。皮膚病変 (感染、アレルギー、潰瘍、多汗)、骨病変 (骨髄炎、異所性骨化)、循環障害 (血腫、血栓)、断端部の異常 (神経腫、瘢痕、軟部組織過剰、メッシュグラフト)、複合性局所疼痛症候群などの組織異常や、義足 (ソケット不適合、アライメント不良など) による影響です。これらの原因の中でも、下肢切断者の多くが糖尿病や糖尿病性神経障害を基礎疾患として持っているため、循環障害が疼痛と関連している症例が多いです。また、神経腫形成による神経断端部の刺激がPLPの一因となる場合も少なくありません。RLPは術後早期に発症しやすく、PLPよりも時間経過とともに改善しやすいとされていますが、疼痛が持続する場合は生活の質 (QOL) の低下につながります。一方、四肢を切断または離断した患者が、失われた四肢があたかも存在しているかのように

感じる錯覚を「幻肢」といいます。この幻肢に伴う痛みがPLPです。PLPは、灼熱感や刺すような強い痛みとして表現され、下肢切断患者の25%に術後1週間で発症する可能性があると考えられています。さらに、慢性的なPLPの割合は90%にも上ると報告されています。長期的な予後については報告によって異なりますが、多くの患者で数年を経てもPLPが残存していることが示されています。四肢切断後に発症するPLPを含む神経障害性疼痛の発症には、末梢神経系や脊髄での神経系の異常興奮とその可塑性に加え、大脳を中心とした中枢神経系の可塑性が関与していることが、最近の脳機能画像研究から明らかになりつつあります。

4-1-2 疼痛の保存療法

< PAPの保存療法 >

PAPの原因によって治療方法が異なるため、まずは残存肢に解剖学的な問題がないか、循環障害がないか、感染がないかなどの病態を適切に評価することが重要です。その上で、PAPを治療する際には、最初のアプローチとして保存療法が望ましいとされています。慢性のPLPは神経障害性疼痛の一種であることから、治療戦略として薬物療法、リハビリテーション治療、神経刺激など、他の神経障害性疼痛に用いられる治療法と類似したアプローチが取られます。現在のところ、特定の治療法や薬物療法が他の治療法よりも優れているという根拠は乏しく、ほとんどの研究成果は少数の患者に基づいています。そのため、治療法を選択は患者の特徴やうつ病などの併存疾患を考慮して決定されることが一般的です。また、薬物療法と他の保存療法を併用することもよく行われます。以下では、PAPの治療に用いられる保存療法について概略を説明します。

< PLPの薬物療法 >

慢性的なPLPの治療法として、さまざまな薬剤が検討されています。アセトアミノフェンや非ステロイド性抗炎症薬 (NSAIDs) は最も一般的に使用される薬剤ですが、効果が得られない場合もあります。そのため、PLPに対しては抗うつ薬、抗てんかん薬、NMDA受容体拮抗薬、カルシトニン、カルシウム拮抗薬、 β

遮断薬、局所麻酔薬などが検討されています。抗うつ薬は神経因性疼痛の治療によく用いられる薬剤であり、三環系抗うつ薬の一つであるアミトリプチリンはPLPの治療にも使用されています。アミトリプチリンを毎日投与することで疼痛をコントロールできるという良好な結果が報告されていますが、眠気や口渇、尿閉、体重増加などの副作用があるため、薬物療法としては広く推奨されていません。また、限られた症例報告や集積研究では、ミルタザピンやデュロキセチンの有用性が報告されています。ガバペンチンは抗てんかん薬であり、神経障害性疼痛の治療にしばしば使用され、PAPにも使用されています。ガバペンチンの有効性については多くの文献で報告がありますが、効果の程度には個人差があります。オピオイドはPLPのメカニズムに作用して疼痛を軽減することが知られていますが、副作用が多いため、慎重に使用する必要があります。また、PAPに対して評価されているNMDA受容体拮抗薬には、ケタミン、メマンチン、アマンタジンなどがあります。特にケタミンの静脈注射は、PLPを短期的に改善する効果があるとされています。さらに、薬物療法以外にも硬膜外ブロックがPLPに有効であったという報告があります。

< PLPの非薬物療法 >

経皮的電気刺激 (transcutaneous electrical stimulation; TENS) は、血流量を増加させ、筋緊張を低下させることで疼痛を緩和すると考えられています。また、反復的経頭蓋磁気刺激 (repetitive transcranial magnetic stimulation; rTMS) や大脳皮質刺激 (motor cortex stimulation; MCS) が鎮痛に有効であったという報告もあります。

< PLPのリハビリテーション治療 >

断端に癒着や瘢痕が存在する場合、それがPLPの一因となることがあるため、物理療法として超音波療法、低周波療法、水治療法などが行われます。また、Ramachandranらが提唱した鏡療法が幻肢痛の緩和に有用であることが報告されて以来、この治療法の有効性が検証されています。鏡療法では、身体の正中矢状面に鏡を置き、非切断肢を鏡に映すことで、鏡の中に切断肢が存在しているような像を作ります。そし

て、非切断肢を運動させながら、切断肢も非切断肢と同じように動いていると想像し、鏡の中で動く像を見ながら治療を行います。

4-1-3 疼痛の手術療法

< PLPの手術療法 >

PLPの主な引き金として、神経腫が挙げられます。有痛性神経腫が発生すると、義足の使用頻度が減少し、薬物療法の投与量が増加する傾向があります。そのため、慢性神経障害性疼痛を軽減する目的で、有痛性神経腫や癒着、瘢痕を除去する手術が広く行われています。しかし、この手術により30～50%の患者で痛みが軽減すると報告されていますが、一方で42%の患者は1年以内に切除前と同等もしくはそれ以上の持続的な痛みが再発することがあるとされています。有痛性神経腫の形成を抑制するため、神経切片をさまざまな標的組織に移植する手法も取り入れられています。中でも最も効果的な標的とされているのは脱神経した筋であり、この手法はtargeted muscle reinnervation(TMR) またはregenerative peripheral nerve interface(RPNI)と呼ばれています。この方法は、軸索が筋線維を再神経支配することで疼痛を抑制するという原理に基づいています。ただし、現時点では本邦での保険適用はありません。

(幸田 剣)

4-2 皮膚

4-2-1 切断後の皮膚トラブルについて

下肢切断患者が、断端やその周囲に皮膚トラブルをきたすケースは多く、義足装着を始めた時の発赤や疼痛など含めて考えるとほぼすべての患者が注意すべき切断後のトラブルをきたすといえます。特に近年では、高齢者の糖尿病や末梢動脈疾患による切断が増加し、皮膚トラブルが起きやすい状況が増加しています。一度皮膚トラブルを引き起こすと、義足装着ができなくなるなど、ADLやQOLに著しく影響するた

04 切断後のトラブル

め、皮膚トラブルについて理解が深めることが望ましいです。これまでの報告をもとに皮膚トラブルについて検討しました。

＜皮膚トラブルの種類と原因＞

下肢切断者の切断端は健常状態とは大きく異なる状況下にあります。義肢使用時には圧力やせん断力がかかることで影響を受け、湿度環境の変化、義肢との長時間継続した湿った接触など、いくつかの不自然な条件にさらされます。その結果、皮膚の問題が生じやすくなります。主な障害は、血管障害、アレルギー性接触皮膚炎、水疱性疾患、多汗症、感染症、悪性腫瘍、および潰瘍などがあります。

＜糖尿病患者の皮膚トラブル＞

糖尿病患者における神経障害について、自律神経障害は発汗を減らし、関節可動域制限、下肢の変形と相まって、皮膚のひび割れ、炎症、組織壊死を引き起こし創傷の問題になり、加えて末梢動脈疾患の合併により皮膚トラブルが起きやすいです。糖尿病患者では、感染症にかかりやすいため創傷治癒過程の遅延を引き起こします。糖尿病性足潰瘍は下肢切断の85%に先行して発生し、感染症、骨髄炎、膿瘍などの合併症を引き起こすことがよくみられ、創の改善には、糖尿病のコントロールに加えて、創傷ケア、適切な感染制御、圧力の緩和、血流の最適化に重点を置く必要があります。

＜皮膚トラブルについての患者教育が 皮膚トラブルを減少させる＞

近年は、糖尿病による潰瘍などの足病変により切断になる症例が増加しています。糖尿病足病変は、患者を教育することでその発生率を減らすことができます。潰瘍形成の病因を理解することは、潰瘍形成のリスクがある組織を特定し、適切な予防ケアを可能にし、それによって足の病変の発生率、ひいては切断を減らすために教育は不可欠です。

＜断端管理が適切にできる患者の特徴＞

断端の管理については、20歳～39歳で切断後の衛生状態がよいとの報告があります。そのため、近年増

加している高齢者の切断患者における断端管理は不十分になってしまうことが推測されます。より十分なケアを高齡切断患者には提供する必要があります。

＜膝離断患者の皮膚トラブルの特徴＞

膝離断者については、併存疾患がないもしくは1つの併存疾患を持つ患者の15%に創傷治癒の遅延が発生し、2-3つの併存疾患を持つ患者の42%に創傷治癒の遅延を引き起こします。膝離断後の大腿再切断の割合は12%との報告があります。

4-2-2 皮膚トラブルと対応について

皮膚トラブルの対応については、症例などの報告はあるものの論文などによる明確な報告は少ないです。また、糖尿病の影響、栄養の影響、アレルギー疾患や神経障害の影響など、皮膚トラブル部位に局限した治療以外にもコントロールが重要です。さらに、局限した問題に対して感染症や腫瘍などではその疾病に対する治療も実施されます。下記には、代表的なものに対し参考文献などから検討し、記載しました。皮膚トラブルの要因として、断端接触面にかかる圧力ある接触面に対し、垂直方向にかかる圧力と、水平方向にかかる剪断力があります。圧力については、集中した圧力をさける方がよいです。そのため、骨突出した部位の有無、皮下組織の状況などによる皮膚の凹凸、断端・縫合部の変形や凹凸などの観察が必要です。断端の義足との接触面を広くしてできるだけ圧力を均等に分散させることができれば圧力の軽減になります。しかし、変形などにより一部に圧力がかかることで、トラブルの要因になります。この際、創などの皮膚トラブルのため除圧目的に接触面をくりぬくなどの処置をとることがあります。ただし、この処置によって皮膚トラブルになった部位は除圧されますが、くりぬいた辺縁などに圧力が集中するケースがあることにも注意が必要です。素材を変更するなどして分散させる配慮が必要です。剪断力は、ずれる際に生じる力です。皮膚の状態やライナー・ソケットあるいはモーメントなどの力によって変動します。ライナーは、断端の形状に適切にあっていないとは限らず、血管障害などが原因で義足のことを検討せずに切断にいたった症例などでは、断端の形状によってはあわないこともあります。そのた

め、圧力や剪断力が分散されず局所に力がくわわることで皮膚トラブルになることがあります。発赤・水泡；下肢切断患者が義足を装着し訓練をはじめると、発赤などのトラブルが起きやすいです。また、下腿切断患者がライナーを装着し義足によって歩行訓練や筋力訓練など実施していくうえで、水泡形成するケースも多いです。大腿切断と異なり、膝関節屈曲伸展を伴う下腿切断では、ライナーの伸張などが伴いやすく、そのため圧力やせん断力がかかりやすくなります。またライナーがしっかりと密着した部位と、あまり密着していない部位の境界でも負荷がかかりやすくなります。ライナーの適切な形状や固さの検討、さらに適切な装着位置など十分な検討が必要となります。ライナーを装着している環境や装着時間、あるいは発汗などの影響で、毛穴から細菌が入ることで毛囊炎が発症することもあります。義足をはずす時間の確保や断端の衛生管理に努めることが重要です。断端部は、発汗状況によって乾燥・湿潤状態が異なります。乾燥してしまう患者の断端管理や、発汗が多く過度な湿潤状況になりやすいなど様々です。適度な湿潤状況を確保するために外用薬を使用したり、過度な湿潤に対する素材の検討や義足をはずした処置も検討します。

(尾川貴洋)

4-3 心血管

血管障害のある高齢の下肢切断患者が増加してきている背景を踏まえ、患者は切断前から心血管系の機能低下を同時に持ちながら下肢切断に至るケースも多くみられます。一方でまた、下肢切断が心血管系へ影響することもあります。運動習慣や運動量の減少によるだけでなく、切断自体が循環動態に影響すること考えられます。また、心臓や脳の心血管障害の影響や、腎不全なども下肢切断は密接な関係があります。上記に触れながら、過去の報告も踏まえてリハビリテーション治療のポイントを検討しました。

<下肢切断による心血管系への影響>

下肢切断と術後心血管疾患の発生率との間に強い

関連性が示されています。外傷性下肢切断患者を対象とした一連の臨床研究により、下肢切断患者の心筋梗塞の確率は約19.8%～42%、高血圧は約42.7%～80.3%、高コレステロール血症は約38.9%、高脂血症は約37.6%、冠動脈硬化症は約12.4%との報告があります。これは切断を受けていない人のそれよりもはるかに高い数値です。さらに、遠位切断と比較すると、近位切断は心血管疾患の発生率が高いことが分かっています。片側切断と比較すると、両側切断は心血管疾患の発生率がさらに高くなります。

<外傷性下肢切断の心肺機能への影響>

四肢切断、体重と血管の減少、運動量低下、運動器系の静的・動的機能の著しい障害は、恒常性維持に劇的な影響を及ぼします。四肢切断者は、血液循環と代謝の障害、身体作業能力の低下、作業負荷に対する耐性の低下が見られます。下肢切断成人の義肢リハビリテーション治療の効率率は、切断レベル、切断肢の解剖学および機能的状態、義肢の品質だけでなく、心肺機能にも左右されます。これに関連して、運動活動は、身体系を維持し、運動低下状態の予防的治療を提供し、活力を維持する手段として、四肢切断成人にとって不可欠です。この点で、運動トレーニングとスポーツは重要な価値があると考えられています。切断を受けた成人では1分間の拍出量の増加は、心拍数を上げることによって増加し、心筋の収縮能力は低下を認めました。また、両下肢切断の被験者の最大酸素摂取量は低下します。上記のように、切断を受けた成人の運動能力は、切断の程度や残存肢の状態ではなく、心臓と肺の動的能力に大きく依存することを示しています。

<高齢者切断者や心血管病変のある切断患者における特徴>

下肢切断患者の平均生存期間は2～5年との報告があります。加齢や併存疾患があること、さらにコンプライアンスが低いことが予後を不良にする因子です。平均年齢74.7歳の高齢下肢切断患者が研究報告で、47.9%が下腿切断、大腿切断が39.3%、両足切断が12.8%において、切断の主な原因は糖尿病性足病変(60.7%)で、入院後1年以内に46.2%が死亡して

04 切断後のトラブル

いる報告があります。下肢切断の75%は65歳以上の人で発生しており、高齢者の切断の90%は血管疾患が主な原因との報告があります。この高齢患者群では併存疾患が一般的で、患者1人あたり平均6.5の併存疾患を有し、併存疾患の数は、義足リハビリテーション治療の成功率に影響する可能性があるとの報告されています。血管障害による切断患者の最大75%は、同時進行する心疾患を患っていて、多くの切断患者は、切断前に虚血性心疾患の症状を示していません。しかし、義足で歩くのに必要なエネルギー消費量が増える結果、心臓症状がより顕著になる可能性があり、心臓疾患を有する患者は義足のリハビリテーション治療の失敗の原因の一つとなります。さらに、基礎にある重度の呼吸器疾患も、切断者が歩行訓練を成功させる能力に影響します。血管障害性切断患者の脳卒中の有病率は最大10%であり、この二重の障害は、高齢切断患者のリハビリテーション治療において大きな課題となっています。脳卒中は、移動能力だけでなく、日常生活動作(ADL)の自立にも影響します。二重障害を持つ切断患者のリハビリテーション治療後のADL自立の成功率が39%であると報告されています。ADLの自立は片麻痺の重症度と高い相関関係にあり、手の機能が残っている軽度の片麻痺の切断患者のうち、57%がADLの自立を達成したが、重度の片麻痺の切断患者では1人も達成しないとの報告があります。閉塞性動脈硬化症を患う糖尿病患者の場合、跛行による不動状態により、切断前にすでに体力低下が生じている可能性があります。切断後の断端の治癒は遅い場合があり、これにより体力低下がさらに進む可能性があります。高齢患者は、機能を最大化し、さらなる低下を防ぐために、切断後早期のリハビリテーション治療が必要です。

＜腎不全が下肢切断患者のリハビリテーション治療へ与える影響＞

末期腎不全は、高齢の下肢切断患者のリハビリテーション治療において特に大きな問題であり、四肢の容積の大幅な変化の結果として義肢装着の局所合併症を引き起こすことが多く、また末期腎不全の根本的な原因である追加の併存疾患も引き起こすリスクが高いです。血液透析患者はリハビリテーション治療を十分に

受けられない傾向があり、透析後の血圧低下などによる疲労と相まって治療に影響を及ぼす可能性があります。そのため、多くの研究では、末期腎不全が義肢のリハビリテーション治療に悪影響を及ぼすと結論付けています。

＜血管病変のある下肢切断患者における残存肢に対する注意点＞

残存肢の進行性虚血は、義足処方への障害となる可能性があります。対側切断のリスクは年間10%、5年で33～50%との報告があります。切断患者は残存肢の潰瘍や感染の兆候を監視し、迅速に対処する方法を指導される必要があります。両下肢切断患者の機能的転帰は片側切断患者よりもはるかに不良です。したがって、残存肢を温存するためにできるかぎり注力する必要があります。高齢の血管障害性両下肢切断者の場合、歩行訓練を試みるよりも車椅子での移動を目指す方が適切とされています。これには、必要なエネルギー、バランスの問題による固有受容覚入力、併存疾患による虚弱性など、いくつかの要因が関係しています。残存肢で支えなしで立つ能力は、義肢の使用が成功するかどうかを予測する重要な要素とされています。

＜若齢者と高齢者における動的能力の獲得の相違＞

20～40歳の切断者の運動能力は、残存肢の状態や切断レベルには影響されません。四肢欠損状態であっても適応できるような動的能力が心臓や呼吸器機能にあるかどうかによって左右されます。一方、下肢切断患者の60歳以上の高齢者では、最大酸素摂取量が50%以上であるかどうか歩行に必要な体力指標となります。

＜血管障害を合併した高齢下肢切断患者の義足使用訓練＞

高齢の血管障害性切断患者における義足使用の成功には多くの要因が影響し、義肢使用の成功につながる可能性のある患者を特定することは困難です。この患者群の生存率は低く、2年死亡率は16%～56%、5年生存率は22.6%～45%との報告があります。義肢訓練を実施する際に、目的など十分に検討する必要があります。

あります。大腿切断者における快適速度で5分間の歩行中の生理的コスト指数 (physiological cost index: PCI) は、健常者の0.31 に対し大腿切断者では0.55 であるため、切断者の歩行は効率が低下します。多くの下肢切断患者は、義肢を使用する身体的労力が患者の予備力を超える可能性があるため、機能的に使用しないことがあります。

(尾川貴洋)

4-4 転倒

転倒は世界中で不慮の事故による死亡原因の第2位とされています。下肢切断者の転倒リスクは高く、非常に重大な問題です。転倒は骨折や他の外傷につながったり、二次的な疾病をきたすことで、さらなる日常生活動作の機能低下をきたす可能性が高くなります。さらに、高齢下肢切断患者が増加していることで併存した疾病により転倒のリスクになる可能性があります。加齢だけでなく、筋や認知機能なども影響すると考えられます。そのため、転倒のリスクになる要因やその評価方法などを検討する必要があります。以下に報告等を考慮し診療上のポイントを検討しました。

<下肢切断患者の転倒リスク>

下腿切断者は、同年齢の健常者に比べて転倒リスクが高いとの報告があるため転倒を念頭にリハビリテーション治療を提供する必要があります。切断後の急性期入院、入院リハビリテーション治療中、およびコミュニティ生活において、下肢切断患者の転倒はよく起こり、急性期入院中では20.8%、切断後数年で地域の生活中では58%と報告されています。負傷を伴う転倒もよく起こり、発生率は40%から60%の報告があります。かなり高い転倒リスクであり、負傷する可能性を考え、転倒しない生活様式と転倒しない機能改善を検討する必要があります。下肢切断患者は、脳卒中患者(14.2%)や整形外科疾患患者(3.0%)などの他の患者グループと比較して、転倒する頻度が高いです(20.3%)。平均年齢62歳を対象とした片側切断(膝下73%、膝上27%)の研究では、被験者の52.4%が過去

1年間に転倒したと報告され、49.2%が転倒に対する恐怖を報告されています。

<転倒リスク要因>

転倒を増加させるリスク要因は、下肢筋力低下、加齢、併存疾患、処方薬などがあります。下肢切断成人患者に特有の転倒のリスク要因は、切断の病因である血管障害、下肢切断レベル、振動覚の低下などがあります。平均年齢62.9歳の下肢切断において、53%が屋内での移動に義足を使用し、64%が屋外での移動に義足を使用していました。さらに、大腿切断の方が、下腿切断より転倒回数が多い結果となった報告があります。末梢神経の損傷は、触覚、振動覚、下肢の固有受容覚、および運動感覚の障害につながることで転倒のリスクが上がります。糖尿病による下肢切断者は、外傷による下肢切断者に比べて姿勢の不安定性が大きくなるため転倒リスクについて十分注意が必要です。残存肢(非切断肢)の障害のリスクも高く、これも運動障害の一因となり、リハビリテーション治療の課題となる可能性があることに注意を必要とします。認知障害は糖尿病患者の42.5%に発生し、その後、切断患者でより多く発生するとの報告があります。認知障害は、一般的に高齢者の転倒リスクの増加と関連しているため、転倒の危険因子として考慮する必要があります。下肢切断患者は、回復過程のすべての段階で健常者や他の臨床集団と比較して転倒するリスクが高いとの報告があります。下肢切断後4年以内の人や、複数の健康関連の問題を抱えている人はリスクが高くなること、さらに歩行の不安定性の増加、バランスと歩行能力への過度の自信、階段の歩行の注意不足が転倒リスクを高めることなどが報告されています。転倒は膝上切断(オッズ比=2.78)、背部(OR=1.96) および関節(OR=1.67)の痛み、および複数の断端および義足の問題(OR=3.09)に関連していたと報告されています。高齢下肢切断患者は合併症が多いため、転倒リスク因子を複数同時に有する患者が診療上多いことを踏まえると転倒防止策を十分に検討する必要があります。

<下肢切断患者が転倒することで起きる弊害>

下肢切断患者が転倒したあとには、四肢の骨折、転

04 切断後のトラブル

倒に対する恐怖心、義足の不使用、社会参加の低下などが認められます。転倒恐怖のリスク増加に関連する要因には、歩行中に一步一步に集中しなければならぬこと (OR=4.06) と過去12か月以内に転倒したこと (OR=1.62) が含まれたとの報告があります。

<下肢切断患者の転倒リスクと転倒不安の評価>

片側下腿切断患者における複数回転倒との関係では、Four Square Step Test(FSST)、Timed Up & Go(TUG)テスト、180度回転テストにおいて運動機能が低下していたと報告があります。TUGテストが19秒以上(感度85%、特異度74%)、ターン時間が3.7秒以上(感度85%、特異度78%)、ターンステップが6歩以上(感度100%、特異度74%)、FSSTが24秒以上(感度92%、特異度93%)でした。下肢義足の転倒に関する研究では、バランステストだけでは、将来の転倒の発生率を十分に予測できず、過去12か月の転倒歴が今後の転倒に影響する因子となりえるとの報告があります。外傷性もしくは血管障害による平均年齢56.5歳の一側下肢切断患者において、転倒への不安については、Prosthetic evaluation questionnaire mobility subscale (PEQ-MS)、Houghton scale、Frenchay activities index (FAI) の結果に相関がみられました。

<下肢切断患者の転倒リスク軽減のための方策>

特に義足への体重移動中に安定性と進行を改善するために、義足側の膝の筋強度を改善することとともに、残存肢(非切断肢)の足関節と股関節の筋強度を改善することに重点を置くべきとの報告があります。リスク要因である、下肢筋力低下、加齢、併存疾患、処方薬、切断の病因である血管障害、下肢切断レベル、振動覚の低下などに加えて、認知機能低下などに配慮したリハビリテーション治療の実施が必要です。

(尾川貴洋)

【参考文献】

1. Morgan SJ, Friedly JL, Amtmann D, Salem R, Hafner BJ: A Cross-Sectional Assessment of Factors Related to Pain Intensity and Pain Interference in Lower Limb Prosthesis Users. *Arch Phys Med Rehabil* 98: 105-113, 2017.
2. Ephraim PL, Wegener ST, MacKenzie EJ, Dillingham TR, Pezzin LE: Phantom pain, residual limb pain, and back pain in amputees: Results of a national survey. *Arch Phys Med Rehabil* 86:1910-1919, 2005.
3. Hsu E, Cohen SP: Postamputation pain: epidemiology, mechanisms, and treatment. *J Pain Res* 6: 121-36, 2013.
4. Evans AG, Chaker SC, Curran GE, Downer MA, Assi PE, Joseph JT, Kassis SA, Thayer WP: Postamputation Residual Limb Pain Severity and Prevalence: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Plast Surg (Oakv)* 30: 254-268, 2022.
5. Srivastava D: Chronic post-amputation pain: peri-operative management - Review. *Br J Pain* 11: 192-202, 2017.
6. Allami M, Faraji E, Mohammadzadeh F, Soroush MR: Chronic musculoskeletal pain, phantom sensation, phantom and stump pain in veterans with unilateral below-knee amputation. *Scand J Pain* 19:779-787, 2019.
7. 住谷昌彦: 幻肢の感覚表象と幻肢痛. *バイオメカニズム学会誌* 39: 93-100, 2015.
8. Robinson LR, Czerniecki JM, Ehde DM, Edwards WT, Judish DA, Goldberg ML, Campbell KM, Smith DG, Jensen MP: Trial of amitriptyline for relief of pain in amputees: results of a randomized controlled study. *Arch Phys Med Rehabil* 85: 1-6, 2004.
9. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D, Cobb S: Touching the phantom limb. *Nature*. 377: 489-90, 1995.
10. Chan BL, Witt R, Charrow AP, Magee A, Howard R, Pasquina PF, Heilman KM, Tsao JW: Mirror therapy for phantom limb pain. *N Engl J Med* 357: 2206-7, 2007.
11. Dumanian GA, Potter BK, Mioton LM, Ko JH, Cheesborough JE, Souza JM, Ertl WJ, Tintle SM, Nanos GP, Valerio IL, Kuiken TA, Apkarian AV, Porter K, Jordan SW: Targeted Muscle Reinnervation Treats Neuroma and Phantom Pain in Major Limb Amputees: A Randomized Clinical Trial. *Ann Surg*. 270: 238-246, 2019.
12. Kuffler DP: Evolving techniques for reducing phantom limb pain. *Exp Biol Med (Maywood)*. 248: 561-572, 2023.
13. ARMSTRONG DG, D.P.M. null, LAVERY LA: Diabetic Foot Ulcers: Prevention, Diagnosis and Classification. *Am Fam Physician* [Internet] 57: 1325-32, 1998. <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/1998/0315/p1325.html>
14. Meulenbelt HEJ, Geertzen JHB, Dijkstra PU, Jonkman MF: Skin problems in lower limb amputees: an overview by case reports. *J Eur Acad Dermatol Venereol* [Internet] 21: 147-55, 2007. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17243947/>
15. Alavi A, Sibbald RG, Mayer D, Goodman L, Botros M, Armstrong DG, et al: Diabetic foot ulcers: Part I. Pathophysiology and prevention. *J Am Acad Dermatol* [Internet] 70: 1.e1-1. e18, 2014. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24355275/>
16. Perez-Favila A, Martinez-Fierro ML, Rodriguez-Lazalde JG, Cid-Baez MA, Zamudio-Osuna MDJ, Martinez-Blanco MDR, et al: Current Therapeutic Strategies in Diabetic Foot Ulcers. *Medicina (Kaunas)* [Internet] 55, 2019. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31731539/>
17. Ren M, Yang C, Lin DZ, Xiao HS, Mai LF, Guo YC, et al: Effect of Intensive Nursing Education on the Prevention of Diabetic Foot Ulceration Among Patients with High-Risk Diabetic Foot: A Follow-Up Analysis. *Diabetes Technol Ther* [Internet]. 16: 576, 2014. <https://pmc/articles/PMC4135324/>
18. Legro MW, Reiber GD, Smith DG, Del Aguila M, Larsen J, Boone D: Prosthesis evaluation questionnaire for persons with lower limb amputations: assessing prosthesis-related quality of life. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 79: 931-8, 1998. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9710165/>
19. Ten Duis K, Bosmans JC, Voesten HGJ, Geertzen JHB, Dijkstra PU: Knee disarticulation: survival, wound healing and ambulation. A historic cohort study. *Prosthet Orthot Int* [Internet]. 33: 52-60, 2009. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19235066/>
20. 中村隆: 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. *日本義肢学会誌* 33, 2017.
21. 米分智子・他: 下肢切断者の身体評価と義足の適合 下肢切断患者の断端ケア. *日本義肢装具士学会誌* 29, 2013.
22. Fiedler G, Singh A, Zhang X: Effect of temperature-control liner materials on long-term outcomes of lower limb prosthesis use: a randomized controlled trial protocol. *Trials* [Internet] 21, 2020. <https://pmc/articles/PMC6954540/>
23. Li X, Li Z, Jiang W, Wei J, Xu K, Bai T: Effect of lower extremity amputation on cardiovascular hemodynamic environment: An in vitro

- study. *J Biomech* [Internet] 145, 2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36347116/>
24. Modan M, Peles E, Halkin H, Nitzan H, Azaria M, Gitel S, et al: Increased cardiovascular disease mortality rates in traumatic lower limb amputees. *Am J Cardiol* 82: 1242–7, 1998.
 25. Nallegowda M, Lee E, Brandstater M, Kartono AB, Kumar G, Foster GP: Amputation and Cardiac Comorbidity: Analysis of Severity of Cardiac Risk. *PM&R* 4: 657–66, 2012.
 25. Fortington L V., Geertzen JHB, Van Netten JJ, Postema K, Rommers GM, Dijkstra PU: Short and Long Term Mortality Rates after a Lower Limb Amputation. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 46: 124–31, 2013.
 26. Kurdibaylo SF: Department of Veterans Affairs Cardiorespiratory status and movement capabilities in adults with limb amputation. *J Rehabil Res Dev* 31: 222–35, 1994
 27. Pernot HFM, De Witte LP, Lindeman E, Cluitmans J: Daily functioning of the lower extremity amputee: an overview of the literature. *Clin Rehabil* [Internet] 11: 93–106, 1997. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9199861/>
 28. HersHKovitz A, Dudkiewicz I, Brill S: Rehabilitation outcome of post-acute lower limb geriatric amputees. *Disabil Rehabil* [Internet] 35: 221–7, 2013. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22686166/>
 29. Fleury AM, Salih SA, Peel NM: Rehabilitation of the older vascular amputee: a review of the literature. *Geriatr Gerontol Int* [Internet] 13: 264–73, 2013. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23279009/>
 30. Chin T, Sawamura S, Shiba R: Effect of physical fitness on prosthetic ambulation in elderly amputees. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet] 85: 992–6, 2006. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17117003/>
 34. Falls [Internet] 2024. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>
 35. Vanicek N, Strike S, McNaughton L, Polman R: Gait patterns in transtibial amputee fallers vs. non-fallers: biomechanical differences during level walking. *Gait Posture* [Internet] 29: 415–20, 2009. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19071021/>
 36. Hunter SW, Batchelor F, Hill KD, Hill AM, Mackintosh S, Payne M: Risk Factors for Falls in People With a Lower Limb Amputation: A Systematic Review. *PM R* [Internet] 9: 170–180, 2017. e1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27485674/>
 37. Lee JE, Stokic DS: Risk factors for falls during inpatient rehabilitation. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 87: 341–53, 2008. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18427218/>
 38. Gauthier-Gagnon C, Grisé MC, Potvin D: Enabling factors related to prosthetic use by people with transtibial and transfemoral amputation. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet] 80: 706–13, 1999. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10378500/>
 39. Miller WC, Speechley M, Deathe B: The prevalence and risk factors of falling and fear of falling among lower extremity amputees. *Arch Phys Med Rehabil* 2: 1031–7, 2001.
 40. Zochodne DW: Diabetes mellitus and the peripheral nervous system: manifestations and mechanisms. *Muscle Nerve* [Internet] 36: 144–66, 2007. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17469109/>
 41. Hermodsson Y, Persson BM, Ekdahl C, Roxendal G: Standing balance in trans-tibial amputees following vascular disease or trauma: a comparative study with healthy subjects. *Prosthet Orthot Int* [Internet] 18: 150–8, 1994. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7724348/>
 42. Coffey L, O'Keeffe F, Gallagher P, Desmond D, Lombard-Vance R: Cognitive functioning in persons with lower limb amputations: a review. *Disabil Rehabil* [Internet] 34: 1950–64, 2012. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22458350/>
 43. Hsu CL, Nagamatsu LS, Davis JC, Liu-Ambrose T: Examining the relationship between specific cognitive processes and falls risk in older adults: a systematic review. *Osteoporos Int* [Internet] 23: 2409–24, 2012. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22638707/>
 43. Steinberg N, Gottlieb A, Siev-Ner I, Plotnik M: Fall incidence and associated risk factors among people with a lower limb amputation during various stages of recovery - a systematic review. *Disabil Rehabil* [Internet] 41: 1778–87, 2019. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29540083/>
 44. Dite W, Connor HJ, Curtis HC: Clinical identification of multiple fall risk early after unilateral transtibial amputation. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet] 88: 109–14, 2007. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17207685/>
 45. Sawers A, Hafner BJ: Performance-based balance tests, combined with the number of falls recalled in the past year, predicts the incidence of future falls in established unilateral transtibial prosthesis users. *PM R* [Internet] 14: 434–44, 2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33951296/>
 46. Miller WC, Deathe AB, Harris J: Measurement properties of the Frenchay Activities Index among individuals with a lower limb amputation. *Clin Rehabil* [Internet] 18: 414–22, 2004. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15180125/>



下肢切断の リハビリテーション 診療指針

Guidances for Rehabilitation Practice of Lower Limb Amputation

05

下肢切断のリハビリテーション診療指針

切断患者の リハビリテーション 治療

5-1 断端成熟

下肢切断術後の断端管理は切断者に対するリハビリテーション治療の要であり、これを円滑に行うことが早期からの義肢装着練習を可能にし、早期社会復帰に大きく影響します。断端管理は切断術直後の断端創を治癒させることと、義肢装着練習に適した断端を早期に形成することが大きな目標です。特に近年外傷に比べ、末梢血管障害による切断が増加し、末梢循環の悪化から断端の管理が難しくなっています。断端成熟とは切断術直後の不安定な断端から義足装着に適した断端へと管理を進めていくことを言います。術前の評価として、切断者のリハビリテーション治療を進める上では看護師、理学療法士、作業療法士、義肢装具士、ソーシャルワーカーなど多職種が関わっていく必要があります。切断者のリハビリテーション治療にかかわる医師は、疾患特性を熟知した上でこれら職種のチームリーダーとして円滑にリハビリテーション治療が進められるよう統括する必要があります。断端成熟を促進する方法には大きく分けて、soft dressingとrigid dressingがあります。soft dressingは弾性包帯で断端を締め付けて、円柱形に形作する方法です。切断縫合創の上にガーゼを当て、弾性包帯を巻いて血腫の形成を予防し、断端を固定する方法です。切断術直後の切断端を固定し、保護し、術後の浮腫をコントロールします。断端の容積と形状に一致するように成型した、しっかりとした硬いドレッシングにより切断肢の固定と浮腫のコントロールを実現します。切断端の固定により膝の屈曲を制限し拘縮防止を助けます。この方法は装着が簡単に見えますが次のような欠点があります。①切断端の疼痛、幻肢痛がかなり強いために切断者の苦痛が著しい。②断端の不良姿勢を取りやすく、拘縮発生の予防が行いにくい。③弾性包帯の装着にかなりの技術を必要とします。④断端創の治癒が遅れます。⑤弾性包帯だけでは本義足装着への成熟断端の早期獲得が困難です。rigid dressingは主としてギプス包帯を術直後の断端に巻いてソケットを作り、断端表面との全面接触を図るものです。rigid

dressingの利点は①断端の浮腫を防ぎ、創治癒が促進される。②断端痛および幻肢痛が少ない。③創の保護、管理がしやすい。④早期離床が可能となります。rigid dressingの欠点は①ギプスソケットの正確な適合技術と経験が要求されます。②断端の術後の変化への対応が困難です。③断端の状態を外側より観察することが不可能です。④ギプスソケットの中における温度、湿度などのコントロールができないため、分泌物による細菌に感染しやすい環境を作りやすいです。rigid dressingでギプスソケットを外して創チェックが必要な場合は①高熱が出ている場合、②痛みが持続している場合、③ギプス上の出血汚染を認める場合、④ギプスがきつい、ゆるい場合です。上記のsoft dressing、rigid dressing以外の断端成熟法について紹介します。semi rigid dressingはunna paste、air splintなどが用いられます。rigid dressingに比較して技術的に簡単であること、荷重による浮腫のコントロールが可能であること、早期から起立歩行ができることなどが利点として挙げられています。removable rigid dressing法はWuらによって最初に開発された方法です。通常のrigid dressingよりも短めに大腿部のギプスを巻き、これに適当なパイロンを取り付け、仮義肢として訓練を行います。様々なメーカーからprefabricated polyethylene rigid removable dressingとして既製品が販売されていて、利用が可能です。いずれの商品も術直後から使用できる断端保護用のものと、これに引き続き立位・歩行訓練が可能なものが販売されています。最大の利点は脱着が容易で、創の確認がしやすいことです。シリコンライナーを用いた断端成熟も提唱されていますが、これは別項目で記載します。Controlled environment treatment (CET)は切断術直後の断端創ならびに周囲組織に優れた環境を提供して創治癒を図ることを目的としたものです。PVCのバッグの中に断端を入れて近位端をシールし、この中に適切な温度、湿度を持った無菌空気を吹き込み、理想的な環境を作り出そうとするものです。透明なバッグであるため断端創の観察は容易ですが、大掛かりな設備が必要であり、現在ではほとんど使用されていません。

切断術後の義肢装着時期については従来義肢装着法、早期義肢装着法、術直後義肢装着法があります。

従来義肢装着法は術直後に弾性包帯を用い、創の治癒後も弾性包帯と訓練により、断端の浮腫の消退と萎縮を起こした後に、ソケットの採型、製作後に義足を装着する方法です。従来義肢装着法の欠点は①リハビリテーション治療にかなりの長期間を要すること、②弾性包帯の装着によっては真の安定した適合を得るための断端の成熟を得られないことです。早期義肢装着法は術直後にギブスソケットのみを取り付け、仮義足はつけずに創の治癒を優先させます。創治癒後にソケットに適当なパイロンを取り付け、仮義足として訓練を行う方法です。早期義肢装着法の利点は①早期に成熟した断端を作ることができること、②ベッド上での臥床期間が少なく、拘縮を予防でき、廃用を防ぐことができること、③本義足を採型して製作するまでに仮義足の装着により、実用的な歩行訓練が行えること、④仮義足装着の状態で退院可能となり、特に下腿切断、サイム切断では実用歩行が獲得できることです。術直後義肢装着法は術直後にギブスソケットをそのまま利用した仮義足を取り付け、早期よりベッド上での座位、介助による起立、歩行器や杖を使用した歩行訓練を行う方法です。術直後義肢装着法の利点は①早期歩行が可能であり、ADLの早期自立が可能であること、②術直後から義足が装着されていることで患者に精神的安定が図れること、③断端の不良肢位拘縮および筋力低下をきたすことがないこと、④早期離床により合併症が少ないことです。この3方法の適応症例については、術直後義肢装着法は手術時に断端の血行が良好で、患者に認知症などの精神合併症がなく、熟練した医療スタッフが準備できている場合、早期義肢装着法は手術時断端の血行状態や精神合併症のいかんは問わないが、熟練した医療スタッフが準備できている場合、従来義肢装着法は感染例や熟練した医療スタッフが準備できない場合としています。

(菊地尚久)

5-2 断端成熟に用いる方法

5-2-1 弾性包帯

切断縫合創から近位に弾性包帯を巻き、血腫の形成を予防し断端を固定する方法です。この方法は広く行われていて、利点として装着が容易であること、低コストであること、創部観察が容易であることが挙げられます。欠点としては、適切に弾性包帯を巻くことには高度な技術が必要であり、不適切な巻き方をすると不良断端を形成するリスクがあること、巻き替えの際に、断端創に機械的刺激を加えることで創治癒が遅延すること、断端痛・幻肢痛が強くなり、断端不良肢位をとりやすく関節拘縮を生じやすいこと、断端成熟を得るのに時間がかかることなどが挙げられます。下腿切断の場合にはまず膝蓋骨部から断端を経て膝窩部に向けて直線的に弾性包帯をかけた後に折り返して斜めに後面から前面に向けて円周状にX字で巻いていきます。この際弾性包帯を用いる場合には断端の末端が細くなるように、遠位を強めに圧迫して近位はできるだけ圧迫しないように包帯を巻き、ソケットを装着しやすい形状にすることがポイントです。一旦大腿部まで巻き上げていき、その後断端部に向けて2周目を巻いていきます。2周目が巻き上がったならテープで止めます。大腿切断の場合にはまず恥骨部から断端を経て大腿骨大転子部に向けて直線的に弾性包帯をかけた後に大腿前面から後面に向けて直線的に断線包帯をかけます。その後折り返して斜めに後面から前面に向けて円周状にX字で巻いていきます。この際弾性包帯を用いる場合には断端の末端が細くなるように、遠位を強めに圧迫して近位はできるだけ圧迫しないように包帯を巻き、ソケットを装着しやすい形状にすることがポイントです。一旦上部まで届いたら臀部に1-2周かけその後断端部に向けて2周目を巻いていきます。2周目が巻き上がったならテープで止めます。まずは巻き方を理解している医療従事者が患者に巻き方の指導・練習をしっかりと行います。その後患者自身で巻くように移行していきます。リハビリテーション治療の場面で、正しく巻けているかを確認し、その都度再指導を行う必要があります。

5-2-2 スタンプシュリンカー

スタンプシュリンカーは、切断後の断端の浮腫を予防し、断端の成熟を促進するために使用される段階式

着圧断端袋です。これまで切断後の断端の浮腫予防および断端の成熟を促進する目的で、弾性包帯が使用されていました。しかし、装着にかなりの時間と技術を要する、断端を適切に加圧することが困難、ズレやすい、夜間就寝時等の長時間の固定がほぼ不可能という問題があり、スタンプシュリンカーを用いることでこれらの問題が解決されます。切断術が行われる急性期病院では、弾性包帯やスタンプシュリンカーを用いて切断端を適度に圧迫し断端成熟を図ることが多いです。弾性包帯は値段が安く、病院ならどこでも手に入るというメリットがある反面、巻くのに技術を要する、すぐに取りれてしまうといったデメリットがあります。スタンプシュリンカーは装着が簡便で、適切なサイズを選択すれば断端を適度なきつさで圧迫できるメリットがあります。スタンプシュリンカーを使う場合は義肢装具士に依頼してメーカーから取り寄せてもらい、患者は自費で購入します。この時期の断端は末端が太い球根状の形状になっていることが多いため、断端を義足のソケットに挿入しにくく、ソケットも適合しにくいです。回復期リハビリテーション病院やリハビリテーションセンターに転院した後は、日中はできるだけシリコンライナーなどを装着するようにし、夜間はスタンプシュリンカーを使うようにするとよいです。夜間のシリコンライナー装着は蒸れた環境で湿疹が起きやすくなること、不衛生になりやすいことから推奨されません。

スタンプシュリンカーの特徴は抗菌特性があるので、臭いの発生を抑えることができます。断端末の縫い目、断端部分から骨盤部分への布地の切り替わりが滑らかであるため刺激が少ないです。ずり落ちを防ぐため、上部内側にはシリコンを施した滑り止め加工がされています。大腿用のスタンプシュリンカーはヒップポジショニングベルトでフィッティング具合を調整でき、ピッタリとした装着が可能です。また、スタンプシュリンカーにはメーカーによって2種類(20-30mmHg / 30-40mmHg)の圧レベルの設定があるものもあります。断端末から近位にかけて徐々に圧が調整されていますので断端の血液循環に効果的です。スタンプシュリンカーの洗いは、使用のつど手洗いで洗います。洗剤は通常の中性洗剤で、水の温度は40度以下で洗うことが推奨されます。大腿用の

ウエストバンド付きのものについては、マジックテープ部分を合わせて閉じた状態で洗います。柔軟剤は使用しません。

5-2-3 シリコンライナー

切断および術後断端管理について、近年最も大きく変化したことは、下腿切断術後の断端ケアの進歩ならびに臨床現場におけるシリコンライナーの普及です。従来の弾性包帯によるソフトドレッシングは簡便ですが、手技が一定せず断端成熟に時間を要します。一方、ギプス包帯を用いるリジッドドレッシングはリハビリテーション治療期間を短縮させますが、断端管理が困難であり血行障害による切断患者には適応し難いという問題がありました。リムーバブルリジッドドレッシングやシリコンライナーを用いた早期義肢装着法は簡便かつリハビリテーション治療期間を短縮させる方法として有効です。シリコンライナーは、Kristinssonにより義足の内ソケットとして使用することが提唱されました。シリコンライナーは内部にシリコンが裏打ちされたスリーブ状の構造をしており、その素材特性により、伸縮性・クッション性・皮膚との密着性に優れ、皮膚の保護作用や断端皮膚とソケット間の摩擦を減少させ、また優れた懸垂作用を持ちます。装着により断端皮膚に一定の圧力を加えることが可能であり、断端の成熟を促進する作用も期待できます。シリコンライナーを術後の圧迫療法に使用することが、早期の義足装着に有効とする報告もあります。本邦でも義足の内ソケットとして普及が進んでおり、これを断端ケアに応用する方法です。着脱可能な製品を用いて断端の成熟を促進し、早期義足作製が可能とするという点はリムーバブルリジッドドレッシングと共通していますが、特別な機器を使用せず一般臨床で普及しているシリコンライナーを用いていることおよび断端成熟促進から訓練用義足作製、義足訓練までの流れをシームレスに包含した考え方であることからリムーバブルリジッドドレッシングと区別しました。シリコンライナーを用いた早期義肢装着法プログラムの一例を示します。創治癒を確認したあと、シリコンライナー装着を開始します。装着時間は1日1時間(30分×2回)から開始し、断端皮膚に問題

がなければ徐々に装着時間を延長していき、最長1日8時間(4時間×2回)まで装着します。シリコンライナーの装着方法(ロールオン)は、繰り返し指導し、患者自身が正しく装着できるように習得させていきます。同時に、病棟において断端およびシリコンライナーの管理方法を指導します。これらは退院後に患者自身が断端・義足を管理していく上で、非常に重要であり、独自に作製した断端自己管理ブックを用いて看護師が患者に指導しています。このブックでは、断端の観察方法として①かさぶたの部分は他の滑らかな皮膚の表面に比べて厚みが出てしまい、ソケット等でこすれやすくはがれてしまうことがあるので注意して観察します。無理にはがすと傷になってしまうので、自然にはがれるまでそのままにしておきます。②皮膚に埋もれている糸が抜けた後は、細菌が入らないように絆創膏などで保護します。まだ皮膚に埋もれている糸は無理に引っ張り出さず、自然に出てくるのを待ちます。時として皮膚に埋もれている糸が原因となって化膿することがあります。③縫った後の皮膚は弱くなっています。義足を脱いだ後は注意して観察することが記載されています。シリコンライナーの洗浄方法として、①少なくとも1日1回毎晩寝る前に行うこと、②石鹸でシリコンライナーをやさしく洗うこと、②乾いた清潔な布かティッシュなどで軽く水分をふき取り、シリコンの面を内側にして立てて乾かすこと、③装着前に汚れていないか、乾燥しているかを確認して装着することと記載しています。シリコンライナー装着開始2週後にプラスチックキャストを用いた訓練用義足を作製し、平行棒内で立位歩行訓練を行います。この訓練用義足を用いて立位、義足側への荷重、重心移動、歩行時の体重移動、平地歩行など義足の基本的動作の習得を図ります。訓練用義足作製から3週間、プログラム開始から5週後に、いわゆる仮義足(医療保険で作製する訓練用義足)を採用します。1週後に仮義足を適合し、平行棒外歩行での歩行、坂道、階段や不整地などの応用歩行を行います。標準では8週間で訓練を終了しますが、患者の歩行能力がこの期間内に十分にゴールに達しなかった場合は、適宜訓練期間を延長します。この方法を導入することで、末梢循環障害による下腿切断患者において義足訓練期間を従来型のソフトドレッシング適応例から、シリコンラ

イナーを用いた早期義肢装着法プログラム適応例において有意に短縮することが可能となります。本プログラムは切断術後の管理方法を問わず適応可能であり、急性期病院で切断術を行い、リハビリテーション病院で義足作製、リハビリテーション治療を行うという現在の本邦の一般的な診療経過に即した1方法です。

(菊地尚久)

5-3 切断術後の理学療法

切断直後には断端ケアを行う必要があります。soft dressing 場合には弾性包帯の装着が必要です。これは初期には経験ある理学療法士が行う必要があります。徐々に本人が自分で管理するように指導していく必要があります。弾性包帯の装着は断端の浮腫を防ぎ、断端成熟を進める目的で行います。この注意点としては①包帯の幅は下腿切断では10cm(4号)、大腿切断では15cm幅(7号)のものを用います。②大腿切断で中・短断端の場合は骨盤部まで巻き、下腿切断で中・短断端の場合は大腿部まで巻きます。③弾性包帯は原則として末梢部を強く、斜めに巻きます。切断後には拘縮を防ぐために良肢位を取る必要があります、これは病棟での医師の指示によりますが、最初は理学療法士がベッドサイドに出向き、現場での指導を行う必要があります。大腿切断においては股関節の屈曲、外転、外旋拘縮を、下腿切断においては膝関節の屈曲拘縮を防ぐ必要があります。注意点としては①断端の下に枕、下肢架台を置いてはいけません。②体位交換は頻繁に行い、腹臥位も含めた姿勢を取るようにする。③大腿切断の場合には股関節の外転拘縮を防ぐ目的で、常に切断者の骨盤が水平になっているように注意する。外転位を続けることは避ける。腰椎の前弯が強い姿勢は避ける。④下腿切断の場合にはベッドから断端を下に垂らすことを避ける。④臥位のままにすることを避け、座位時間を多く取るようにする。ただし車椅子に長く乗り、股関節、膝関節の屈曲位を長くとることは避けます。切断後早期から断端の自動運動を始め、もし拘縮が起こった場合には、徒手矯正、抵抗運動訓練を行います。断端訓練は切断術後3-4日後から自動運動を

開始し、抜糸後から徒手、砂袋などによる抵抗訓練を筋力の増加の段階に応じて進めていきます。断端筋肉の等尺性筋力訓練を行います。大腿切断の場合には股関節の伸展、内転、外転、内旋方向への自動運動より開始し、抵抗訓練に移行していきます。下腿切断の場合には膝関節の屈曲拘縮の予防と同時に膝関節の伸展筋の抵抗運動を行います。側弯症の発生を予防するために、立位での健常な姿勢保持と起立訓練を行います。体幹筋訓練としては腰椎前弯の矯正運動、腹筋・背筋の筋力訓練、体幹の回旋訓練、骨盤挙上訓練など体幹の筋力増強を目的とした訓練を行います。健側に関しては義足歩行獲得のために、健側脚のバランス筋力を向上させるために必要です。膝関節の伸展、屈曲訓練、片脚起立訓練などを行います。活動性が高い患者では縄跳びなどを用いた連続片脚跳びなどの訓練を行います。仮義足の製作にあたっては医師、義肢装具士など多職種で相談を行い、患者の身体機能、体力、使用環境などを勘案した上で製作に関与します。仮義足完成後には義肢の装着訓練を行います。基本訓練として踵および足尖部での回旋訓練、平衡回復訓練、骨盤挙上訓練、膝伸展・屈曲訓練を行います。立位での平衡訓練では平行棒内での起立、体重の義足側への移動、交互の膝屈曲訓練、前後へのステップ訓練、側方移動訓練を行います。歩行訓練は平行棒内から開始し、歩行の安定を獲得できたら、杖歩行での訓練へ移行します。応用歩行訓練として階段昇降訓練、不整地での歩行訓練、坂道歩行訓練などを行います。日常生活活動訓練では座位での動作訓練、床上からの起立訓練、下衣更衣としてズボン、靴下、靴の着脱訓練、トイレ動作の訓練、入浴動作の訓練などを行います。屋外での訓練として自転車、自動車の運転訓練、バスのステップ乗降訓練などの公共交通機関利用に向けた訓練を行います。退院に向けては実際の生活場面での注意点に関する指導、自主訓練の指導、義足のパーツに関する注意などを行います。

(菊地尚久)

切断術後の義肢装着時期は従来義肢装着法、早期義肢装着法、術直後義肢装着法の3種類があります。従来義肢装着法は術直後に弾性包帯を用い、創の治癒後は弾性包帯やスタンプシュリンカーと断端訓練により断端の浮腫の消退と萎縮を得た後に、ソケットの採型、製作後に義足を装着する方法です。従来義肢装着法では義足の製作は一般的に2～4週後となります。従来義肢装着法の欠点はリハビリテーション治療にかなり長期間が必要となること、弾性包帯の装着のみでは真の安定した適合を得るための断端の成熟を得られないこと、入院期間が長くなるためコストがかかることなどです。早期義肢装着法は創の治癒後できるだけ早期に義肢を装着させる方法で、術直後にギプスソケットのみを取り付ける方法です。創の治癒を優先しているところが特徴です。早期義肢装着法では義足の製作は2日～7日後に開始します。ソケット材料としてはギプスのみならずシリコンライナーなども用いられ、これに適当なパイロンを取り付け、訓練用義足として訓練を行います。早期義肢装着法の利点としては、①早期に成熟した断端を作ることができる。②ベッド上で臥床する期間が短く、拘縮を予防することができる。全身状態の維持と身体機能の早期改善を図ることができる。③医療保険による仮義足を採型し、製作するまでに訓練用義足の装着により、平行棒内訓練のみならず実用的な歩行訓練を行うことができる。④特に下腿切断、サイム切断では仮義足の装着により実用歩行が獲得でき、早期退院が可能となり、早期の社会復帰を行うことができます。術直後義肢装着法はギプスソケットにそのまま用意した仮義足を取り付け、早期からベッド上の座位、介助による立位、歩行器や松葉杖利用によるとトイレ移動などの歩行訓練を行う方法です。術直後義肢装着法では義足の製作は翌日に開始します。本法は不良肢位での拘縮や患肢の筋力低下をきたすことがほとんどなく、早期歩行の獲得が可能である一方、仮義肢を取り付けることによる臥床時の不快感、特に血管原性切断では荷重を行うことによる断端創の悪化などの欠点があり、本法を行うには外科医の高度な手術技術、優れた義肢装具士による治療用ソケットの適合、熟練した理学療法士による装着訓練、患者の協力が必要です。上記方法の指針としては、手術時断端の血行状態が良好かつ精神状態が正

5-4 義足の装着開始時期

常で、熟練したスタッフがそろっている場合には術直後義肢装着法を選択し、手術時断端の血行状態や精神状態のいかに問わず、熟練したスタッフがそろっている場合には早期義肢装着法を選択し、感染を生じたり、熟練したスタッフがいない場合には従来義肢装着法を選択します。

(菊地尚久)

5-5 リハビリテーション治療で目的とするゴール

リハビリテーション治療で目的とする短期のゴールは、義肢を作製する場合に断端管理を行って、健側、患側とも筋力の維持向上を図り、起き上がり、立ち上がり、移乗動作などの基本動作を再獲得することであり、可能であれば健側での平行棒内歩行を自立させることです。この義足作製前の前提条件をクリアしたら、退院までのゴールとして仮義足を製作し、義足装着訓練を行って、義足のアライメント調整を行いながら、義足歩行訓練を行い、義足下での屋内歩行を自立させることです。ただし低活動者や高齢者の場合には移乗や立位保持の目的で義足を製作することもあり、この場合には義足下での立位の安定がゴールとなります。一方で日常生活活動の自立もゴールとなります。義足生活者の場合には合併症がない限り、一般的には退院時のゴールを日常生活活動の自立とすべきです。活動度が高い症例では応用歩行訓練として、階段昇降訓練や坂道訓練、不整地での歩行訓練を行い、これらの技術を獲得することをゴールとします。その後は外来でフォローしながら、断端成熟が進行し仮義足が不適合となったら本義足の製作を行います。本人の身体機能、生活状況等を勘案して、本義足のパーツ選定を行い、義足を完成させ、目標とした歩行能力を達成できることが最終的なゴールとなります。

(菊地尚久)

5-6 義足処方(懸垂方法、義足パーツの選択等)

義足を処方するにあたり必要な知識を整理します。義足はソケット、懸垂方法、パーツの三つの要素に分けて理解します。義足を処方する際にはこれらの要素を組み合わせて処方します。

<ソケット>

ソケットは形状と体重支持方法に着目して分類します。下腿義足ではTSB (Total Surface Bearing) 式、PTB (Patellar Tendon Bearing) 式、差込式(大腿部・膝蓋腱支持)の3つに分けられます。TSB式はソケット全体で体重を支持しようとする考え方です。PTB式は膝蓋腱を中心に、断端の表面において体重支持に耐えられる部位に体重がかかるように設計されます。差込式は主に大腿部と膝蓋腱周囲で体重を支える懸垂方法です。差込式は大腿部を大腿コルセットで締め上げることで義足を懸垂させるため、断端末に体重がかからないようにできることがメリットです。いずれのソケットも断端とソケットの間にはライナー(シリコン製や熱可塑性エラストマー製など)またはソフトインサート(ポリエチレンフォーム製など)を装着することが多いです。

大腿義足のソケットは四辺形ソケット、坐骨収納型(Ischial-Ramal Containment, IRC)ソケット、M.A.S.[®] (Marlo Anatomical Socket)、NU-Flex SIVソケット(Northwestern University Flexible Sub-Ischial Vacuum Socket)等に分けられます。四辺形ソケットでは四辺の各壁で断端を圧迫することで体重を支持し、断端がソケット内に落ち込まないように坐骨結節がソケット後壁に載るようにデザインされます。結果的に前後径が狭く、内外径が広い形状のソケットとなります。断端の周径変動が激しい切断術後初期には有用なソケットですが、歩行時に大腿骨が外転すると同時に、ソケットが坐骨の外側にずれてしまい立脚相での安定性が得られないという欠点があります。座った時にソケットが臀部を突き上

げるため座り心地が悪いといった欠点もあります。これらの欠点を補うために開発されたのが坐骨収納型 (Ischial-Ramal Containment, IRC) ソケットです。大腿骨を内転位に保つために前後径を広く、内外径を狭くし、坐骨がソケット外に移動してしまわないように坐骨結節を包み込むようなソケットデザインになっています。四辺形ソケットに比べて製作に技術を要しますが、ユーザーにとって利点が多いソケットです。M.A.S.[®] は股関節の可動域を広く保つことができ、NU-Flex SIV ソケットはそれに加えて、ソケットが浅いため椅子に座った時に快適といったメリットがあるものの、適応できる患者や製作できる義肢装具士が限られているためどこでも手に入るソケットではありません。

<懸垂方法>

下腿義足の主要な懸垂方法はピンロック、吸着・吸引、カフベルト、スリーブ、大腿コルセットです。これらの懸垂方法を、ソケットのどの部位で懸垂しているかで遠位固定、全体固定、近位固定に分類すると分かりやすいです。ピンロックは遠位固定に、吸着・吸引式は全体固定に、カフベルト、スリーブ、大腿コルセットは近位固定に分類されます。大腿義足の主要な懸垂方法はピンロック、ランヤード、吸着(吸引)、懸垂ベルトの4種類があります。これらの懸垂方法も下腿義足と同様、遠位固定、全体固定、近位固定に分けられます。ピンロックとランヤードは遠位固定に、吸着・吸引式は全体固定に、懸垂ベルトは近位固定に分類されます。

ピンロック懸垂(下腿義足と大腿義足共通)の利点は確実な懸垂にあります。ピンとその受け皿であるシャトルロックが連結していれば、よほどライナーが緩くなければ義足が脱げてしまうことはありません。注意点としては、ライナーを正しく装着できなければ断端に創傷等のトラブルを生じてしまうという点です。装着のポイントは、ピンの位置をいつも正しい向きに合わせる、できるだけ断端の先に隙間ができないように正しくライナーを装着することです。これらの手技に習熟できないようであればピンロック懸垂は避けた方がよいです。また、立った状態で体重をかけられないと最後まで装着できないため、十分な立位姿勢

を取れない患者もこの懸垂方法を選択することは難しいです。

吸着・吸引式懸垂(下腿義足と大腿義足共通)には、シールインライナーとソケットの間を吸着させる方法と、クッションライナーとソケットの間をニースリーブで密閉して吸着させる方法があります。どちらの場合も断端を吸着させるために排気用のワンウェイバルブを用います。また、大腿義足特有の方法として、ライナーを用いず、引き布を用いて断端をソケットに直接収納する方法もあります。この懸垂方法の利点はソケットと断端の一体化が優れているため、義足の装着感が良く、義足のコントロール性が良好なことです。ただし、断端のポリウム変化が大きい(成熟が進む)時期は、吸着が甘くなりやすく、義足が不意に脱げてしまう原因となるため、この懸垂方法は控えるようにした方がよいです。したがって断端のポリウム変化が大きい訓練用仮義足の時期にこの懸垂方法は選択しない方がよいと考えられます。

カフベルト懸垂(下腿義足)は近位で固定するタイプの懸垂方法です。膝蓋骨の近位にベルトをかけることで断端とソケットを固定します。ソケットと断端の間にはライナーを装着する場合とポリエチレンフォーム材で作られたソフトインサートを装着する場合があります。断端の皮膚への保護性から第一選択はライナーにするとよいですが、ライナーが肌に合わない場合にはソフトインサートを選択します。どちらの場合も断端袋を併用してソケットのフィッティングを微調整することが可能です。この懸垂方法の利点は義足装着時のトラブルの一つである陰圧充血現象を起こしにくいことです。ピンロック懸垂のように断端が遠位で強制的に固定されていると断端のピストン運動とともに断端が吸われて充血してしまいます。放っておくとそれはやがて皮膚潰瘍に進展します。また、カフベルト懸垂には歩行時に膝関節周囲を安定させる効果もあります。古くからある懸垂方法ですが、ピンロック懸垂用のライナーを正しく装着できない高齢者や筋力が弱い低活動者にとっては今でも十分有用な懸垂方法です。

ランヤード懸垂(大腿義足)はピンロック懸垂と同様、遠位固定の懸垂方法です。この懸垂方法の一例に、オットーボック社の4R160 キスケットというパーツ

を使ったものがあります。ライナーの先に取り付けたストラップを、ソケット遠位前面に開けた穴に通して引っ張り出し、そのストラップをソケット近位に取り付けた角カンに通して再度折り返すことにより固定するという方法です。この懸垂方法はピンロック式よりもソケットとの接続が容易です。ピンをソケットの底面にあるシャトルロックの穴に命中させるのは特に高齢・低活動者では難しい場合がありますが、ストラップであれば手で簡単に誘導できます。また、キスキットを用いたランヤード懸垂ではピンロック懸垂と比較してソケットと断端が回りにくいというメリットもあります。細い棒状のピンより平たい面状のストラップの方が回旋に対して抵抗できるからです。座ったままある程度装着できるのもメリットです。この懸垂方法はピンロック懸垂が適応にならない高齢・低活動大腿切断者にとって有用な懸垂方法です。

大腿コルセット懸垂（下腿義足）は、大腿コルセットで大腿部を締め上げることで義足と切断側の下肢を固定する方法です。近位固定に分類されます。この懸垂方法では荷重の多くを大腿部と膝蓋腱部で受けるため、断端にかかる負荷が少ないのが利点です。断端が疼痛に敏感なため、できるだけ断端への負荷を下げたいような時に有用です。欠点としては大腿コルセットそのものが邪魔であるとか、断端の回旋やピストン運動が起こりやすく義足のコントロール性はあまりよくないといった点があります。

ベルトによる懸垂（大腿義足）は単純にベルトで義足を吊り下げるといった方式の懸垂方法です。近位固定に分類されます。古くからは肩吊り帯や腰バンドといった懸垂用部品があります。オットーボック社から既製品のTES (Total Elastic Suspension) ベルト（商品名：サスペンションスリーブ）が販売されており、これを用いて義足を懸垂させることもあります。しかし、これらの懸垂用部品だけでは断端の回旋やピストン運動が起こりやすく義足のコントロール性はよくありません。TESベルトは、ピンロック懸垂だけでは懸垂力が足りない時に、これを追加することで懸垂力を補うという使い方もできます。下腿義足の大腿コルセット懸垂と大腿義足のベルト懸垂は、他の懸垂方法でうまくいかなかった時の最終手段として選択すると有用です。

＜義足パーツ＞

義足パーツは患者の活動レベル（Kレベル）に応じて選択します。なぜそのような選び方をするかというと、ほとんどの義肢メーカーは活動レベルに応じて製品を作っているからです。一般的に高活動者が装着するパーツほど高額なことが多いですが、価格が高ければ誰にとってもいいパーツというわけではありません。低活動者にとって高活動者用パーツはその機能を活かせないどころかむしろ歩きづらいパーツになってしまいます。そのため患者の活動レベルに応じてパーツを選択することが大切です。義足の足部はエネルギー蓄積型足部、単軸足、無軸足（Solid Ankle Cushion Heel foot, SACH foot）、多軸足の4種類に分けられます。K1レベルの超低活動者では安定性を重視して単軸足や無軸足を選択する場合がありますが、歩行機能を重視するK2～4レベルの患者ではエネルギー蓄積型足部を選択します。

エネルギー蓄積型足部において、足部の芯材となっているキールがカーボン製であれば、カーボン繊維のしなにより足関節の底屈や背屈に近い動きをします。しかしながらその可動域は健常者と比べると十分とは言えません。エネルギー蓄積型足部の中に、踵の高さを変えられる（踵高調整機能付き）足部があります。足継手に付属しているボタンを押すことで足部の底背屈角度を変えられるようになっていきます。靴の踵の高さに応じてユーザー自身が足部の底背屈角度を変えられるようになるため、この足部を選択すれば例えばハイヒールを履けるようになるなど選択できる靴の幅が広がります。

膝継手は機械式膝継手（mechanical knee）とコンピュータ制御膝継手（Microprocessor-controlled Prosthetic Knee, MPK）に大別されます。機械式膝継手では患者の活動レベルごとに、K1～K2の超低活動～低活動レベルの患者では固定膝継手を、K2～K3の低活動～中活動レベルの患者では多軸膝継手を、K3～K4の中～高活動レベルの患者では単軸膝継手を選択可能ですが、足部と違って膝継手はリハビリテーション治療の中で実際に使いこなすための訓練をしてから処方しなければいけません。固定膝継手と遊動膝継手では使いこなすための難易度が大きく異なる

ため、特にK2レベルの患者ではどちらの膝継手にするか慎重に考えた方がよいです。遊動膝継手を選択した場合はその随意制御方法を覚えるために十分な理学療法を実施する必要があります。

機械式膝継手の一つである固定膝継手は安定性を重視した膝継手です。歩行時や立位時には常に膝継手が固定されているため、不意な膝折れによる転倒の心配がありません。椅子に座る時には手でロックを解除し、膝を曲げて座ることができます。例えば3R41 マニュアルロック膝継手は膝継手前面を押すまたはワイヤーを引っ張ることでロックを解除できます。軽量かつ安価なのも特徴です。しかし、固定膝継手での歩行は外転歩行、または義足側の遊脚相で切断側の骨盤を挙上して義足を上方に持ち上げるような歩行にならざるを得ません。つまり左右非対称な歩容にならざるを得ないということです。そのため、この膝継手は歩容を犠牲にしても安全性を重視したい患者により適応となります。主に高齢者を含めた超低活動～低活動レベル、活動レベルで考えるとK1～2レベル相当の患者に適しています。

固定膝継手以外の機械式膝継手として、遊動膝継手(free knee joint)である多軸空圧制御の膝継手と、多軸油圧制御かつバウンス機構付き膝継手、単軸油圧制御かつイールディング機構付き膝継手が臨床でよく処方されます。

多軸膝継手は軸が4つ備わった4節リンク膝継手が主流です。この膝継手は瞬間回転中心が床反力作用線よりも後方に位置するため膝折れしにくく安全性が高いです。また、多軸膝継手はトゥクリアランス(足部と床との間のスペース)が単軸膝継手よりも確保しやすいため、地面に足が引っかかり(つまずき)にくくなります。座った時、膝が折りたたまれる構造となっているため、膝継手が前方に出っ張りにくいといった利点もあります。

バウンス(bouncing)機構は義足側の立脚相初期にわずかに膝継手が屈曲し、かつその角度のままそれ以上は膝継手が曲がらない機構です。この機能は歩行時、義足を地面に付いた直後に衝撃を和らげる働きがあります。また、これにより坂道の下りで足を交互に出しやすくなり、立脚相全体を通じて固定されたままの膝継手に比べて楽に下れるようになります。

イールディング(yielding)機構は内蔵された油圧シリンダーの抵抗により立脚相で膝継手がゆっくり屈曲する機構です。イールディング機構は、健常者における大腿四頭筋の遠心性収縮を代替するものです。大腿四頭筋は遠心性に収縮する時、ショックアブソーバーとしても機能します。この機構をうまく使えば急な坂道で膝を曲げながら下ったり、階段で足を交互に出して下ったりすることができるようになります。

コンピュータ制御膝継手(MPK)が大腿切断者にもたらしたメリットは大きいです。MPKは歩行周期全体において内蔵されたセンサーからの情報をもとに、膝継手内の油圧シリンダーの弁開度もしくは磁気粘性流体の抵抗をコンピュータで制御します。義足側の立脚相においては、イールディング機構をコンピュータで制御しています。これによりユーザーは、コンピュータ制御された大腿四頭筋の遠心性収縮機能を手に入れられるため、様々な状況に対応した安全な動作が可能となります。これはすなわちユーザーが様々な路面で不意に膝が折れて(膝継手が急にかくっと折れる)転倒してしまうことなく、安全に歩行できることを意味します。MPKは制御不能な転倒のリスクを最大80%減少させることが示されています。また、MPKは歩行速度を向上させ、様々な場面での歩行を可能とし、転倒による怪我を減らすとともに、義足ユーザーのQOLを向上させます。

各社から様々なMPKが販売されていますが、それぞれのMPKの特徴を知った上で患者に適したMPKを処方・支給できるようにすることが大切です。MPKを処方・支給する立場の者は単に製品だけを提供するのではなく、それを使いこなすための理学療法を提供すべきであることは言うまでもありません。MPKといえど訓練なしに使いこなせるようにはならないからです。

(田中洋平)

5-7 セルフケア

切断患者にとってセルフケアは重要です。健康関連の生活の質を高め、糖尿病であれば新たな切断につな

がる糖尿病性足潰瘍などの合併症の予防に役立ちます。セルフケアは主に義足の適切な使用と断端のケア、糖尿病下肢切断患者のフットケア、心理面のケアに分かれます。

<義足の適切な使用>

義足の適切な使用において、ライナーを毎日洗浄する、決められた方法で正しく装着する、ソケットと断端の適合に問題があれば速やかに義肢装具士に相談するといったことが大切です。ライナーを洗う際には皮膚に接する面を弱酸性または中性の洗剤で洗うようにします。付着した皮脂汚れをきれいに落とすためです。不潔なライナーは軟部組織感染症や白癬などの皮膚の感染症につながります。

ライナーを装着する際はライナーと断端末の間にできるだけ隙間を作らないように装着します。ライナーと断端末の間に大きな隙間ができたまま義足を装着していると、陰圧充血現象という皮膚トラブルを起こしやすくなります。これはソケット内で断端がピストン運動により上下した際に断端末の皮膚が遠位方向に引っ張られる（吸われる）ことで生じます。皮膚が充血して、ひどい時には皮膚が損傷し、滲出液を伴うこともあります。隙間ができていなければ皮膚が引っ張られる力は断端の末端だけでなく、もっと広い範囲に分散されるため陰圧充血現象は起きにくくなります。また、特にピンロック懸垂においてはピンの向きを正しい向きに合わせてライナーを装着することも大切です。ピンの向きが異なると義足を装着できないのは当然ですが、ピンを無理矢理挿入することでピンやシャトルロックの破損につながることもあります。特に高齢・低活動な切断者においてはピンロック懸垂用ライナーを正しく装着できるのかをリハビリテーション治療の中でしっかり確認しておいた方がよいです。

義足のソケットと断端との良好な適合を維持するために、患者が体型を維持することも重要なセルフケアの一つです。体型を維持するとはつまり体重を維持することです。体重は増えても痩せてもソケットと断端の適合に影響します。体重に比例して断端の大きさが変わるためです。特に糖尿病の患者においては退院後に体重が増えるとともに血糖コントロールも悪くなりやすいため、糖尿病の治療とソケット適合、二重の意

味で体重の増加に気がつけた方がよいです。

軽度の断端の変化に対しては断端袋でソケットと断端の適合を調整したり、ソケット内にパッドを貼って調整したり、ソケットに熱を加えて形状を変化させて対応したりするのが一般的です。この中で断端袋での調整は患者自身でできるようにしておくべき調整方法です。なぜなら退院後は義足を調整してくれる義肢装具士や理学療法士が近くにいない環境になるからです。そのため患者は訓練用仮義足のための最初のリハビリテーション治療中に、断端袋での適合調整の方法を学んでおく必要があります。とはいえ自己調整の範囲を超える時は必ず訪れるため、定期的に義肢装具士に適合を確認してもらうことも大切です。

<断端のケアとフットケア>

糖尿病により下肢切断に至った患者の80%以上が非切断側の下肢に神経障害をきたしています。糖尿病の神経障害では運動神経の障害により足変形のリスクが、感覚神経の障害により皮膚損傷のリスクが、自律神経の障害により発汗の低下とそれによる皮膚損傷のリスクが高まっています。これらの神経障害の結果として胼胝が形成され、その直下に皮下出血が生じ、それが進展して潰瘍が形成されます。糖尿病患者では足潰瘍を予防することが下肢切断を防ぐために重要です。そのため断端のスキンケアを実施するのは当然のことですが、非切断側足部のスキンケアも実施するようにします。スキンケアは毎日皮膚を綺麗に洗うことに加えて、ワセリンやヘパリン類似物質のような保湿剤を使って保湿するようにします。保湿剤の使用を推奨するのは糖尿病患者では発汗が低下しているためです。また、運動神経障害の影響で非切断側足趾の動きも悪くなっているため、足趾の運動療法もリハビリテーション治療の中で実施します。

<心理面のケア>

切断術後は21%～25%の患者に抑うつ症状がみられるという報告もあり、心理的ケアの必要性も指摘されています。心理的サポートとは抑うつ症状や心理的な苦痛に対処するための、感情のコントロールやポジティブな思考の形成といったことを指します。臨床心理士によるメンタルサポートも有用ですが、重要なこ

とは医師、理学療法士、義肢装具士、看護師といった医療従事者が、切断術後の生活に関する正しい知識を早期に患者に伝えることにより、将来への不安を軽減させることです。同じ切断者によるピアサポートも有効です。また、早期の義足装着は患者の心理的問題を軽減するため、心理面でのセルフケアの促進という観点からも重要です。

(田中洋平)

5-8 リハビリテーション治療に要する期間

(義足リハビリテーション治療の流れとそれに要する期間)

切断術後のリハビリテーション治療は、急性期、回復期、生活期の3つの時期に分けて考えることができます。具体的には手術を行う急性期病院、義足を用いたリハビリテーション治療を実施する回復期のリハビリテーション病棟、そして退院後の生活の3つです。

<急性期>

急性期病院では切断術が実施され、全身状態の管理と創傷の治療が行われます。切断術後は断端の腫脹を軽減するために弾性包帯による圧迫を開始します。抜糸が終わった後は、より簡便なスタンプシュリンカーによる圧迫に切り替えることも可能です。弾性包帯またはスタンプシュリンカーによる断端の圧迫は、ソフトドレッシングと呼ばれます。抜糸後はできるだけ速やかに回復期へ移行し、義足を装着したリハビリテーション治療を開始することが望ましいです。切断術から転院までの期間が1ヶ月以内に収まるのが理想的です。

<回復期>

全身状態が安定し、断端の創部が治癒したら回復期のリハビリテーション病棟に転院します。回復期は実際に義足を装着し始め、日常生活の中で義足を使いこなせるようにするための期間です。転院後はできるだけ速やかにシリコンライナーの装着を開始します。日中はシリコンライナーを装着し、夜間は弾性包帯

またはスタンプシュリンカーで断端に適度な圧迫をかけます。これにより断端の成熟を促します。夜間までシリコンライナーを装着するのは、皮膚が蒸れて不衛生になり、汗による湿疹のリスクも高まるため避けた方がよいです。

シリコンライナーの装着を開始し、皮膚に問題がなければ最初の義足を装着します。義足はできるだけ早く装着を開始したほうが、断端の成熟が促進され、義足歩行に必要な筋力や体力もつけやすくなります。その結果、入院期間の短縮にもつながります。

最初に患者が装着する義足ソケットは、プラスチックキャスト材で作ったキャストソケットや仮合わせ用のチェックソケットになります。いずれのソケットを選択しても、訓練用仮義足を完成させるまでに1個のソケットでは不十分なことがほとんどです。なぜなら回復期での義足リハビリテーション治療中は断端の成熟が急激に進み、断端が痩せる時期だからです。義足リハビリテーション治療を円滑に進めるためには、常に患者の断端に適合したソケットを提供する必要があります。キャストソケットで義足の装着を開始した場合は、次にチェックソケット、その後に完成形としての樹脂注型して製作したソケットに移行することで、リハビリテーション治療中に進行する断端の成熟に対応できます。これが断端の状態に合わせたソケットマネジメントです。最初にキャストソケットではなくチェックソケットを選択した場合、断端の成熟に対応するために、さらにもう一個チェックソケットが必要になることがほとんどです。あるいは入院期間が延びるのを覚悟の上でソフトドレッシングの期間を長く確保し、チェックソケット1個で済ませる選択肢もあります。訓練用仮義足のソケットは退院後もしばらく同じ義足で生活を続けられるように、入院の最終段階で完成させるのが望ましいです。本義足は申請から支給までに時間がかかるため、退院後すぐに義足が合わなくなることで新しい義足が必要になると、患者が困るからです。ここで述べたソケットマネジメントの考え方は、下腿義足・大腿義足のいずれにも共通します。

理学療法では義足を装着した立位訓練、歩行訓練、さらには階段・坂道などの応用歩行訓練へと段階的に進めていきます。作業療法では義足歩行が安定してき

た段階で、実際の生活場面を想定し、食事・洗濯・掃除といった生活動作の訓練を行います。この時期には入浴動作など、義足を装着せずに実施する動作も練習しておきます。

回復期では義足を履きこなすための運動療法だけでなく、義足の管理方法を習得することも大切です。例えばシリコンライナーを毎日洗浄する、断端を保湿する、断端とソケットの適合状態に応じて患者自身が断端袋を用いてフィッティング調整を行う、などがそれに含まれます。これらは回復期のリハビリテーション治療期間中に習慣化するまで繰り返し実践することが大切です。回復期のリハビリテーション病棟に入院してから退院するまでに要する期間は、入院中に大きなトラブルが発生しなければおおそ下腿切断で2～3ヶ月、大腿切断で3～4ヶ月です。

<生活期>

生活期ではリハビリテーション治療が不要になる患者がいる一方で、引き続きリハビリテーション治療を必要とする患者もいます。特に高齢の下肢切断者はその必要性が高いです。若い下肢切断者であれば、退院後に義足を使用して生活するだけで、さらに身体機能が向上することも少なくありません。しかし高齢の下肢切断者では、退院時をピークに徐々に身体機能が低下するケースが多いです。そのため高齢下肢切断者においては義足を装着した生活を維持するために、介護保険制度を利用したリハビリテーション治療を提供する必要性が高くなります。このような観点から考えると、リハビリテーション治療を必要とする期間は、非高齢者であれば退院まで、高齢者であれば一生ということになります。もちろん状況が許すのであれば非高齢者であっても退院後にリハビリテーション治療を継続する価値はあります。

生活期に必ず訪れる本義足への移行時期についても触れておきます。前述のとおり回復期の入院の最終段階で完成形の訓練用仮義足に移行した場合、その義足で退院後もしばらく生活することが可能です。しかし退院後も徐々に断端の成熟が進むため、いずれソケットが合わなくなる時期が訪れます。その時期は患者に大きな体型変化がなければおおそ退院後半年から1年です。外来で義肢装具士とともに経過を観察しながら、

作り直しの適切なタイミングを判断することが重要です。

(田中洋平)

【参考文献】

1. Wu Y, et al: An innovative removable rigid dressing technique for below-knee amputation. *J Bone Joint Surg Am* 61: 724-729, 1979.
2. 澤村誠志：切断者のリハビリテーションにおける最近の動向、理学療法と作業療法 12：749-757, 1978.
3. 田中洋平・他：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、*Jpn J Rehabil Med* 54：889-893, 2017.
4. Kristinsson Ö: The ICEROSS concept: a discussion of a philosophy. *Prosthet Orthot Int* 17: 49-55, 1993.
5. 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* 28: 9-21, 2004.
6. 陳隆明：下腿切断者に対するシリコンライナーを用いた創治癒後断端マネジメントの経験—本法による病院間連携の提案、*Journal of Clinical Rehabilitation* 17: 405-409, 2008.
7. Chin T, Toda M: Results of prosthetic rehabilitation on managing transtibial vascular amputation with silicone liner after wound closure. *J Int Med Res* 44: 957-967, 2016.
8. 澤村誠志：切断と義肢、第2版、医歯薬出版、2016.
9. 澤村誠志：切断者のリハビリテーションにおける最近の動向、理学療法と作業療法 12：749-757, 1978.
10. Gailey RS, Roach KE, Applegate EB, Cho B, Cuniffe B, Licht S, et al: The Amputee Mobility Predictor: An instrument to assess determinants of the lower-limb amputee's ability to ambulate. *Arch Phys Med Rehabil* 83: 613-27, 2002.
11. Liang W, Qian Z, Chen W, Song H, Cao Y, Wei G, et al: Mechanisms and component design of prosthetic knees: A review from a biomechanical function perspective. *Front Bioeng Biotechnol* 10: 950110, 2022.
12. Fisher LD, Judge GW: Bouncy knee: a stance phase flex-extend knee unit. *Prosthet Orthot Int* 9: 129-36, 1985.
13. Okita Y, Yamasaki N, Nakamura T, Mita T, Kubo T, Mitsumoto A, et al: Intra-individual biomechanical effects of a non-microprocessor-controlled stance-yielding prosthetic knee during ramp descent in persons with unilateral transfemoral amputation. *Prosthet Orthot Int* 43: 55-61, 2019.
14. LaStayo PC, Woolf JM, Lewek MD, Snyder-Mackler L, Reich T, Lindstedt SL: Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. *J Orthop Sports Phys Ther* 33: 557-71, 2003.
15. Kannenberg A, Zacharias B, Pröbsting E: Benefits of microprocessor-controlled prosthetic knees to limited community ambulators: systematic review. *J Rehabil Res Dev* 51: 1469-96, 2014.
16. Sawers AB, Hafner BJ: Outcomes associated with the use of microprocessor-controlled prosthetic knees among individuals with unilateral transfemoral limb loss: a systematic review. *J Rehabil Res Dev* 50: 273-314, 2013.
17. Chen C, Hanson M, Chaturvedi R, Mattke S, Hillestad R, Liu HH: Economic benefits of microprocessor controlled prosthetic knees: a modeling study. *J Neuroeng Rehabil [Internet]* 15, 2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6157253/>
18. Alzeer AM, Bhaskar Raj N, Shahine EM, Nadiyah W-A: Impacts of Microprocessor-Controlled Versus Non-microprocessor-Controlled Prosthetic Knee Joints Among Transfemoral Amputees on Functional Outcomes: A Comparative Study. *Cureus* 14: e24331, 2022.
19. Pantera E, Pourtier-Piotte C, Bensoussan L, Coudeyre E: Patient education after amputation: systematic review and experts' opinions. *Ann Phys Rehabil Med* 57: 143-58, 2014.
20. Zhu X, Lee M, Chew EA, Goh LJ, Dong L, Bartlam B: "When nothing happens, nobody is afraid!" beliefs and perceptions around self-care and health-seeking behaviours: Voices of patients living with diabetic lower extremity amputation in primary care. *Int Wound J* 18: 850-61, 2021.

21. Lee DJ, Repole T, Taussig E, Edwards S, Misegades J, Guerra J, et al: Self-management in persons with limb loss: A systematic review. *Can Prosthet Orthot J* 4: 35098, 2021.
22. Wendling S, Beadle V: The relationship between self-efficacy and diabetic foot self-care. *J Clin Transl Endocrinol* 2: 37–41, 2015.
23. 田中洋平, 上野高明, 田中清和, 芳賀信彦: 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. *Jpn J of Rehabil Med* 54: 889–93, 2017.
24. Tanaka Y, Ueno T: Results of neuropathy screening test for lower limb amputees with diabetes mellitus and their prosthetic rehabilitation: A cross-sectional study. *Cureus* 15: e40352, 2023.
25. Armstrong DG, Boulton AJM, Bus SA: Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence. *N Engl J Med* 376: 2367–75, 2017.
26. Jo S-H, Kang S-H, Seo W-S, Koo B-H, Kim H-G, Yun S-H: Psychiatric understanding and treatment of patients with amputations. *Yeungnam Univ J Med* 38: 194–201, 2021.
27. Lee S-P, Maluotoga M, Thind R, Lindsay L, Bhatta T, Miller CA: Utilization and perception of peer-support after lower limb loss in the United States: Potential benefits on mobility outcomes. *Arch Phys Med Rehabil* 105: 939–946, 2024.
28. Roşca AC, Baciuc CC, Burtăverde V, Mateizer A: Psychological consequences in patients with amputation of a limb. An interpretative-phenomenological analysis. *Front Psychol* 12: 537493, 2021.
29. スタンプシュリンカー [Internet], 2024.
<https://www.p-supply.co.jp/ossur/catalog/iceross/iceross04/stump.html>
30. Kwah LK, Webb MT, Goh L, Harvey LA: Rigid dressings versus soft dressings for transtibial amputations. *Cochrane Database Syst* 6: CD012427, 2019.
31. 田中洋平: JR東京総合病院における義足リハビリテーションプログラム. 義装会誌. 39: 32–7, 2023.
32. 田中洋平, 上野高明, 田中清和, 芳賀信彦: 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. *Jpn J Rehabil Med* 54: 889–93, 2017.

06

下肢切断のリハビリテーション診療指針

評価

6-1 切断端形状

切断端形状変化は、切断術後から断端が成熟するまでの時期に見られるものだけではなく、断端の成熟後も観察されます。切断術後から断端が成熟するまでの期間は、断端変化の最も大きい時期として知られていますが、成熟後も生体である断端は日々変動します。その変動量は一時的な変化や周期的な変化があります。

<手術後の断端評価>

切断術翌日の断端は浮腫により硬くなり、皮膚が張った状態となります。これは手術による組織損傷や切断後の断端では筋収縮が行われないため筋ポンプ作用が不十分となり浮腫が生じます。疼痛を伴うことが多く、断端を適度に圧迫することで、断端浮腫の減少や疼痛緩和、創治癒を促進させることができます。この断端に圧迫を加え、断端を清潔に保ち、義肢装着に適した状態にすることを断端管理といいます。断端管理の方法にはソフトドレッシングがあり、弾性包帯もしくはスタンプシュリンカーという断端用の弾性ストッキングを用いて断端に圧迫を加えます。弾性包帯を用いる利点は価格が安く、手に入りやすいことです。欠点はすぐにずれてしまう、包帯巻の技術を要することです。弾性包帯を巻く際は、遠位をややきつめに、近位は緩めに巻いて断端が先細りの形状になるように圧迫します。近位をきつく巻いてしまうと断端の遠位が浮腫み、逆効果になります。スタンプシュリンカーは装着が簡単で、誰が用いても均一な圧をかけられるので便利です。弾性包帯に比べて価格が高いことが欠点です。断端管理にて硬くなっていた断端が柔らかくなり、断端周径の変動が小さくなった状態になることを断端成熟といいます。断端の成熟は朝夕で特定部位の断端周径を測定し、その日内変動が10mm以内で、その値が1週間程度同一で、日内変動が非切断肢側と同程度となったときに断端が成熟したと判断されます。断端形状の評価は周径測定と断端触診による硬さの評価を行います。断端周径は立位でソケットの上

縁となる坐骨結節や膝蓋腱中央レベルから5cm間隔で周径を測定します。患者が力を抜いた状態での周径値（安静時周径値）とメジャーで患者が痛みを訴えない程度で絞め込んだ周径値（圧迫時周径値）を測定します。安静時周径値－圧迫時周径値の差が断端軟部組織の柔軟性を示し、この値が大きいと柔らかい断端で小さいと硬い断端とされます。断端成熟の目安に使われますが絶対値があるわけではなく、断端管理にて硬い断端がマシュマロ様の柔らかさになり、張っていた皮膚に皺が生じる状態になったら断端が成熟したと触診による断端評価も役に立ちます。

<成熟後の断端評価>

下肢切断者の断端は成熟後も変化し続けると指摘されています。断端変化の因子として、透析治療や日内変動、筋収縮に伴う変化、義足ソケットを外した後の断端の膨張などがあります。透析前後の断端変化が義足の適合に影響することは知られており、断端容積は透析直前に最も増加し、透析終了後は減少する傾向にあります。また1日の活動時間帯によって義足の適合具合が変わります。例えば、起床して義足を装着したときはソケットがきつく、日中の活動後、夕方になるとソケットが緩くなるという現象は多くみられます。義足を装着し立位時や歩行時にソケット内で断端が一時的に筋収縮することも断端変化の1つであり、義足ソケットを外した後、断端容積が急激に増加する現象も義足ユーザーが経験する断端の変化です。断端容積の変化を調べる計測手法は調査研究レベルでは水置換法や非接触式スキャナの使用報告もありますが、実際には義肢装具士や理学療法士による断端周径測定や触診で断端形状の評価を行ないます。

（寺門厚彦）

6-2 下肢切断者の運動機能評価

下肢切断者に対するリハビリテーション治療では切断により失われた機能をどのように補うか、また切断後の生活をどう再建していくかがわれわれリハビリテーション医療を提供する者に求められています。下

肢切断に至った原因は対象者により様々な要因があり、また年齢やそれまでの生活歴などそれぞれが異なるバックグラウンドを持っています。そのため、リハビリテーション治療を行うにあたって、対象者の抱える身体機能についての評価は大変重要となります。評価を行うことにより、切断者の身体能力や適応度、リハビリテーション治療の進行状況、機能予後の推定、義足の適応、社会的なゴールを含めた設定など適切なリハビリテーション治療計画の策定が可能となります。また、下肢切断者のリハビリテーション治療は様々な職種が連携して実施していくものであり、個々の症例の評価をしっかりと行い、評価結果により整理された課題や想定される予後などを各職種が共有することで効果的な下肢切断のリハビリテーション医療が提供できることとなります。以下に下肢切断者の運動機能評価に関する主要な項目について説明します。

<基本的な身体測定>

下肢切断者の運動機能のもととなる身体機能は臨床においては必ず行われるべき項目です。身長、体重、BMIなどの基本的な身体測定、また断端の形状、断端長、断端の筋肉量の測定なども義足のフィッティングやリハビリテーション治療の進行を評価するために有用なものとなります。

<筋力評価>

筋力の低下は、下肢切断者が直面する主な問題の一つです。切断肢や健側肢の筋力は、下肢切断後の歩行能力や義足を効果的に使用するための重要な要素となります。加えて、上肢や体幹の筋力も歩行補助具を使用した歩行や立位バランスなどには多大な影響を及ぼすことは容易に想定できます。徒手筋力検査 (MMT: Manual Muscle Testing) やアイソキネティック筋力測定装置などを用いて切断肢および健側肢の筋力バランスを把握し、筋力強化のリハビリテーション治療計画を立てることが可能となります。

<関節可動域 (ROM) 評価>

下肢の関節可動域は、歩行や移動能力に直接影響を与えます。特に、股関節や膝関節の可動域が義足の使用に大きく関与するため、これらの関節のROMを慎

重に評価します。関節の拘縮や硬直がある場合は、早期に対策を講じる必要があり、リハビリテーション治療計画に柔軟性やストレッチングエクササイズを組み込むことが推奨されています。

<バランス能力の評価>

バランスの喪失は、下肢切断者が直面する重大な課題です。切断により、体の左右の対称性が崩れ、転倒リスクが高まります。バランス能力を評価するためには、片足立ちテストやバランステスト (Berg Balance Scale) などが用いられます。また、動的バランスの評価として、歩行中や姿勢変換時のバランス保持能力を測定することも重要です。

<心肺機能および持久力の評価>

下肢切断者は欠損肢の果たしていた機能を補うために上肢を含めた残存肢を最大限使用し日常動作を行うことを強いられることとなります。必然的に心肺系に負担がかかるため、心肺機能の評価を行い患者の全身的な健康状態や運動耐性を把握することが必要です。この評価には運動前後の心拍数や血圧測定での運動負荷に対する新血管系の反応や、最大酸素摂取量 (VO2max) 測定や6分間歩行テスト (6MWT) などが一般的に用いられ、これらの指標から歩行耐久性を判断し、義足装着後の活動能力を予測します。以下に代表的な評価方法を説明します。

●最大酸素摂取量 (VO2max) 測定

最大酸素摂取量 (VO2max) は、心肺機能の指標として最も一般的に用いられます。トレッドミルまたはサイクルエルゴメーターを使用して行い、患者が運動中に消費できる最大の酸素量を測定します。VO2maxが低いと、運動時のエネルギー消費量が高く、疲労しやすいため、運動負荷による向上を図ります。

●6分間歩行テスト (6MWT)

6分間で歩行できる距離を測定することで、患者の持久力や心肺機能を評価します。テスト結果は、患者のリハビリテーション治療進行状況や義足歩行の効果を反映し、適切な運動負荷を決定する指標となります。

＜日常生活活動 (ADL) 評価＞

下肢切断者が日常生活をどの程度自立して行えるかを評価するために、ADL評価を行います。具体的には、移動、起立、着替え、入浴などの活動における身体機能を評価します。Barthel IndexやFunctional Independence Measure (FIM)などの指標を用いることで、切断者の自立度を定量的に把握し、リハビリテーション治療の目標設定に役立てることが出来ます。

＜痛みの評価＞

下肢切断者は残存肢の痛みや幻肢痛に悩まされることがあります。これらの痛みは、運動能力や精神面に多大な影響を及ぼすため、痛みの部位や程度を評価することが重要です。痛みの強さを評価するためには、Visual Analogue Scale (VAS) や Numerical Rating Scale (NRS) などが用いられ、痛みに対する適切な治療を行います。下肢切断者の運動機能評価は、個々の患者の下肢切断リハビリテーション治療計画を最適化するために不可欠です。これらの評価に基づいて、患者のニーズや目標に合わせた治療プランを策定し、義足の適応と生活の質向上を支援することが求められます。

(河津隆三)

6-3 義足の適合評価

義足の適合評価は、義足の作製と調整において非常に重要なプロセスであり、患者の機能的な能力と生活の質を最大化するために不可欠です。以下に、義足の適合評価でよく使われる評価ポイントと、それによって得られる効果について述べます。

＜ソケットの評価＞

義足適合を考える上で、断端と義足のインターフェイスとなるソケットの適合がまずは最重要となります。座った状態や立った状態で義足が正しく装着されているかをまずは確認します。次に透明なチェックソ

ケットなどを用い、残存肢がソケットに適切にフィットしているか、義足と皮膚の間に圧迫感や不快感がないかをチェックします。ソケット内の隙間や圧迫点が存在すると、皮膚トラブルの原因となるため、ソケットの調整が必要となります。また、義足の長さが健側の足と一致しているか、アライメント（関節や足部の角度・配置）が適切であるかも確認します。

＜ソケットのフィッティング評価＞

義足装着時の痛みや不快感の原因は、ソケット内部の圧力分布や摩擦によるものが多く、これら进行评估するために接触圧力センサーを使用した測定や、使用者自身の主観的評価が用いられます。近年では、圧力センサーを用いて、ソケット内の圧力分布を測定し、荷重の不均衡や特定部位にかかる過剰な負担を特定し、ソケット内の圧力調整やアライメントの修正が行われ、義足の快適性と機能性を高めることも可能となりました。ソケットの適合によく使われる主観的な評価としては以下のものがあります。

● Prosthetic Evaluation Questionnaire (PEQ)

義足使用者の体験や満足度を評価する自己申告式の質問票。快適さ、安定性、歩行能力、痛み、生活の質などの複数の側面をカバーしています。

患者が日常生活で義足をどのように使用しているか、その満足度や機能性を把握するために使用し、患者自身が義足の使用感や生活への影響を評価します。義足の快適さ、痛み、機能性に関する主観的なフィードバックを収集し、調整の必要性が把握できます。

● Socket Fit Comfort Score (SFCS)

ソケットの快適度を評価するためのスコアリングシステムで、残存肢がソケット内でどれほど快適にフィットしているかを患者に評価してもらいます。スコアが低い場合は、ソケットやライナーの調整が必要となります。

＜義足アライメントの評価＞

アライメントの調整とは、義足と体幹・下肢の位置関係を調整して適切な歩行パターンを確立するための調整を意味します。これらの要素が適切に評価・調整

されることで、患者は快適に義足を使用でき、転倒リスクや疲労を軽減し、歩行の安定性を向上させることができます。

● 静的アライメント評価

患者が立位姿勢で義足を装着した際の全体のバランスを確認し、義足と体幹・健側下肢の位置関係をチェックします。特に、義足膝関節の位置や足部の設置角度は、歩行時の安定性に大きく影響を与えるため注意が必要です。

● 動的アライメント評価

患者が実際に歩行する際の義足の動きを観察し、歩行サイクル中の健側・患側のバランスを確認します。モーションキャプチャー技術や歩行解析システムを用いることで、歩行周期における関節角度の変化、地面反力、体幹の動揺なども評価できます。

義足の適合評価は、客観的な臨床評価と患者の主観的評価を組み合わせ、さらに機能的評価や歩行解析、圧力分布測定などの方法を用いて包括的に行います。適切な評価とフィードバックを基に義足の調整を繰り返すことが、患者の歩行能力向上と快適な義足使用に繋がるため、リハビリテーション治療過程において重要な位置を占めることになります。

(河津隆三)

6-4 義足歩行評価はどのように行うか

適切な義足歩行能力の評価を行うことで、患者の歩行能力を客観的に把握し、義足の調整やリハビリテーションプログラムの最適化を図ることができます。義足歩行の評価方法には歩行速度やバランス、歩行パターンの非対称性など歩行パラメーターを測定し評価する方法と、患者の主観的な感覚などを評価する方法があります。以下に代表的な評価方法について説明します。

<義足での移動能力評価>

● 10メートル歩行テスト (10MWT)

10メートルの直線距離をできるだけ速く歩く時間を計測し、平均歩行速度 (m/s) を算出します。このテストは、患者の歩行能力や義足の適合状態を反映し、義足の調整が歩行速度に与える影響を評価するのに有効です。

● 6分間歩行テスト (6MWT)

6分間の間に歩行できる最大距離を測定する方法で、患者の持久力や全身の運動能力を評価する際に用います。特に、高齢の下肢切断者や持久力の低下が認められる患者に有効であり、義足を装着した状態での日常的な歩行能力を反映します。

● Timed Up and Go テスト (TUG)

椅子に座った状態から立ち上がり、3メートル先の目標地点まで歩き、再び椅子に座るまでの時間を測定します。このテストは、義足歩行中の起立動作や方向転換のスムーズさを確認でき、バランス能力や転倒リスクの評価に適しています。特に高齢者の義足使用者や転倒リスクの評価に適しており、リハビリテーション治療計画に役立つことになります。

● L-Test of Functional Mobility

Timed Up and Go (TUG) テストを修正・拡張したテストです。20mの歩行路を使用し2回の移乗動作と4回の方向転換動作を含むテストを行います。TUGにみられる天井効果を減らし、より高度な移動スキルを評価できるよう設計されています。日常生活での移動能力には体の重心位置を変える能力と歩く能力が重要であり、テストの中でこれらの要素を反映した評価です。

● Prosthetic Limb Users Survey of Mobility (PLUS-M)

義肢装着者の移動能力 (mobility) を評価するために開発された質問票 (プロファイル) です。下肢義足使用者の歩行能力や移動範囲、日常生活における活動

性を測定することで、リハビリテーション治療や義足適合の効果を評価するツールとして使用されています。

● Amputee Mobility Predictor(AMP)

下肢切断者の移動能力を評価するための手段です。患者が義足を使ってどれだけ機能的に歩行できるかを評価します。下肢切断者の移動能力を、義肢を使用している場合 (AMPPRO) と使用していない場合 (AMPnoPRO) で測定するために考えられた、迅速で簡単に実施できる評価ツールです。義足を使用する前後の機能的変化を評価することができ、リハビリテーション治療計画や予後の予測に使用されます。

● Medicare Functional Classification Level (MFCL)

義足ユーザーの機能レベルを分類するための指標で、特にアメリカ合衆国でメディケア (Medicare) による義足の適合および支給を決定する際に使用されています。MFCLは、患者の移動能力や歩行の潜在能力に基づいて、Kレベル (K-level) としても知られる5つの機能レベル (K0～K4) に分類されています。

< バランス能力評価 >

義足を装着した下肢切断者は、バランスを崩しやすいため、バランス能力の評価も必要です。代表的な評価方法には以下のものがあります。

● Berg バランススケール (BBS)

14項目からなる機能的バランス評価で、座位や立位でのバランス能力、片足立ち、体の回転、拾い物動作などを評価します。各項目は0～4点の5段階で採点され、総合スコアを基に患者のバランス能力を総合的に評価します。スコアが低い場合、義足の調整やバランス訓練が必要となります。

●機能的リーチテスト (Functional Reach Test)

足を動かさずに前方へどれだけ手を伸ばせるかを測定する簡便なテストです。義足装着者の安定性を評価し、バランス能力の定量的な指標となります。

● Four Square Step Test (FSST)

主に高齢者やバランス障害を有する患者の方向転換能力や敏捷性を評価するための臨床的評価法です。FSSTは、被験者が指定された順序で正方形に配置された4つの区画をステップして移動する際の時間を測定し、バランス能力と転倒リスクを評価します。

●コンピュータ化動的平衡機能検査 (Computerized Dynamic Posturography)

義足装着者の前後左右の重心移動を評価し、静的・動的なバランス能力を詳細に測定することが可能です。義足のアライメントやソケットの調整の効果を評価する際に使用します。

< 歩行パターンと対称性の評価 >

義足を装着した歩行では、健側と義足側の歩行パターンの非対称性が見られることが多く、これが歩行の効率や安全性に影響を及ぼすため、歩行パターンの評価も重要です。

●歩行周期 (Gait Cycle)

歩行周期とは、片足が地面に接地してから再び接地するまでの一連の動作を指し、健側と義足側の歩行周期の対称性を評価します。歩行周期の評価には、床反力計やモーションキャプチャシステムを用いることで、詳細な解析が可能となります。

●足底圧分布計測

義足側と健側の接地時間や足底圧の分布を測定し、非対称性を定量的に評価します。義足の調整や歩行訓練の効果を確認するのに有効です。

義足歩行能力の評価は、歩行速度、バランス能力、歩行パターンの対称性、そして主観的評価を組み合わせることで、患者の歩行機能を包括的に把握することができます。これらの評価を基に、義足の調整やリハビリテーション治療プログラムを最適化し、患者が快適かつ安全に日常生活を送ることができるよう支援することが求められます。

(河津隆三)

【参考文献】

1. 寺門厚彦：Q58 断端管理は義足作製にどのように影響しますか / 理学療法士のための足病変知 Q&A, 122-123, 医歯薬出版株式会社, 東京, 2022.
2. 田中洋平：回復期における下肢切断（義足）のリハビリテーション治療 / 四肢切断術のすべて, 200-209, 株式会社メジカルビュー社, 東京, 2023.
3. 細田多穂：必須事項 52 断端の周径測定ができますか / Q & A フローチャートによる下肢切断の理学療法, 86-88, 医歯薬出版株式会社, 東京, 2018.
4. 石垣栄司、豊田輝：下肢切断の理学療法評価 / PT・OT ビジュアルテキスト義肢・装具学, 26-46, 羊土社, 東京, 2016.
5. 三ツ本敦子：下肢切断者の断端変化とその影響, PO アカデミージャーナル 26：95-99, 2018.
6. Ihmels WD, Miller RH, Esposito ER. Residual limb strength and functional performance measures in individuals with unilateral transtibial amputation. *Gait Posture* 97: 159-164, 2022.
7. Brad DH, Nussbaum MA: Persons with lower-limb amputation have impaired trunk postural control while maintaining seated balance. *Gait & posture* 38: 438-442, 2013.
8. Brunelli S, et al: Assessment of gait stability, harmony, and symmetry in subjects with lower-limb amputation evaluated by trunk accelerations. *J of rehabil res and dev* 51: 623, 2014.
9. Vrieling AH, et al: Balance control on a moving platform in unilateral lower limb amputees. *Gait & posture* 28: 222-228, 2008.
10. van Schaik L, Blokland IJ, van Kammen K, Houdijk H, Geertzen JHB, Dekker R: Cardiorespiratory fitness in persons with lower limb amputation. *Int J Rehabil Res* 47: 116-121, 2024.
11. Chin T, et al: Physical fitness of lower limb amputees. *Am J phys med rehabil* 81: 321-325, 2002.
12. Nicole BR, Adams L, Morris NR: The 6-minute walk test in outpatient cardiac rehabilitation: validity, reliability and responsiveness—a systematic review. *Physiotherapy* 98: 277-286, 2012.
13. Fakh A, Ebrahim A., Osman NAA, Adikan FRM: Techniques for interface stress measurements within prosthetic sockets of transtibial amputees: A review of the past 50 years of research. *Sensors* 16: 1119, 2016.
14. Young PR, et al: Advances in the measurement of prosthetic socket interface mechanics: A review of technology, techniques, and a 20-year update. *Expert Review of Medical Devices* 20: 729-739, 2023.
15. Fakh A, Ebrahim A, et al: Development and validation of fiber Bragg grating sensing pad for interface pressure measurements within prosthetic sockets. *IEEE Sensors Journal* 16: 965-974, 2015.
16. Legro MW, et al: Prosthesis evaluation questionnaire for persons with lower limb amputations: assessing prosthesis-related quality of life. *Arch phys med rehabil* 79: 931-938, 1998.
17. Hanspal RS, Fisher K, Nieveen R: Prosthetic socket fit comfort score. *Disab and rehabil* 25: 1278-1280, 2003.
18. Bohannon RW: Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20—79 years: reference values and determinants. *Age and ageing* 26: 15-19, 1997.
19. Lauren K, McIntosh AS, Simmons A: The use of the 6-min walk test as a proxy for the assessment of energy expenditure during gait in individuals with lower-limb amputation. *Int J Rehabil Res* 34: 227-234, 2011.
20. Diane P, Richardson S: The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am geriat Soc* 39: 142-148, 1991.
21. Barry DA, Miller WC: The L test of functional mobility: measurement properties of a modified version of the timed "up & go" test designed for people with lower-limb amputations. *Phys ther* 85: 626-635, 2005.
22. Hafner BJ et al: Construct validity of the Prosthetic Limb Users Survey of Mobility (PLUS-M) in adults with lower limb amputation. *Arch phys med rehabil* 98: 277-285, 2017.
23. Gailey RS, et al: The amputee mobility predictor: an instrument to assess determinants of the lower-limb amputee's ability to ambulate. *Arch phys med rehabil* 83: 613-627, 2002.
24. Hafner BJ, Douglas GS: Differences in function and safety between Medicare Functional Classification Level-2 and-3 transfemoral amputees and influence of prosthetic knee joint control. *J of Rehabil Res Dev* 46, 2009.
25. Major MJ, Stefania F, Elliot JR: Validity and reliability of the Berg Balance Scale for community-dwelling persons with lower-limb amputation. *Arch phys med rehabil* 94: 2194-2202, 2013.
26. Duncan PW, et al: Functional reach: a new clinical measure of balance. *J of geront* 45: M192-M197, 1990.
27. Dite W, Temple VA: A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 83: 1566-71, 2002. doi: 10.1053/apmr.2002.35469. PMID: 12422327.
28. Mohieldin AHA, et al: Quantitative assessment of postural stability and balance between persons with lower limb amputation and normal subjects by using dynamic posturography: 138-143, 2010.



下肢切断の リハビリテーション 診療指針

Guidances for Rehabilitation Practice of Lower Limb Amputation

07

下肢切断のリハビリテーション診療指針

活動

7-1 ADL・IADL

下肢切断者は移動だけでなく、そのほかの日常生活動作（ADL）や手段的日常生活動作（IADL）にも制限を受けます。切断レベルが遠位（足趾）の方がADLは自立しやすいですが、特に血行障害がある場合、創部治癒が遅延することにより回復に遅れが生じることもあります。義足使用によってADLの自立度が上がり、介護の社会的コストも下がる可能性があり、下肢切断者には義足の適応があるかどうか、一度は検討する必要があります。下肢切断者のセルフケアの自立のために、義足装着前のADL訓練は有効です。大腿より近位の義足ソケット装着は、不快感や圧迫による疼痛、発汗などの問題を招き、屋内では義足を外した生活を送り、屋外でのみ義足を使用することが多いです。トラブルが無くても、最低でも入浴や就寝の時には除去する必要があり、夜間のトイレに義足装着が間に合わないこともあるし、部品の破損や災害により義足を装着できない事態も生じ得ます。したがって、義肢製作の有無にかかわらず、義足非装着時のADL練習は不可欠です。義足対象者にとっても車椅子は義足装着前の移動の主な手段であり、早期の移乗や車椅子操作の練習が、切断者にとって重要な目標となります。バランス訓練と移乗や車椅子操作の練習は、姿勢制御や筋力といった義足歩行に必要な基本的な機能の維持にもつながります。一方で、義足を使用するならば義足装着下のADL練習はしっかり行う必要があります。義足の装着には手間がかかります。義足装着下のADLの習熟が不十分であれば、手間を惜しんで次第に義足を使用しなくなり、車椅子中心の生活になってしまうこともあります。リハビリテーション治療入院中ならば、断端の状態に応じて、訓練時以外の時間も装着を促し義足使用に慣れておくことが望ましいです。また切断後早期に転倒が頻繁に起こり、骨折やその他の外傷によって義足装着に支障をきたしうることから、ADL訓練時には安全教育が必要です。

＜義足がないあるいは非装着時＞

元々の生活スタイルに合わせて、床上を中心とするか、車椅子移動を中心とするか検討します。切断レベルにもよりますが、いずれの場合も、プッシュアップや手すり把持など、上肢や体幹の機能に依存することが多いです。

● ADL

整容は、車椅子が流しの下に入るように接近できれば洗面台で行うことができます。トイレ動作は、歩行補助具や車椅子で近くまで移動し、両手すりを使用して便器に移乗して下衣操作を行います。移乗能力に応じて、トイレの座面を上げるための補高便座を用いることもあります。スペースや移動距離などによりトイレへの接近が難しければ、ポータブルトイレや尿器の利用を検討します。浴室は足元が滑りやすく、転倒予防策が必要です。脱衣所では更衣動作を行うために椅子を設置します。浴室への移動時は、車椅子から直接シャワーチェアへ移乗する方法や、脱衣所で車椅子から床に降りて四つ這いで浴室に行く方法もあります。手すりや滑り止めマットの設置が必要です。浴槽への移乗は、シャワーチェアやバスボードへ一旦移乗してから浴槽に入ります。また、移乗の補助に、浴室や浴槽の手すりが必要です。更衣動作はベッド上座位や臥位で、または椅子に座って行います。移動は若年であれば片脚飛びが叶うこともありますが、長期的には過負荷による二次障害に注意する必要があります。非切断側下肢の負担軽減を考慮することが望まれます。両松葉杖や固定式歩行器などを用いた片脚での歩行は、筋力やバランス能力に合わせて検討します。歩行が困難であれば、車椅子やキャスター付きの椅子移動、または、四つ這いやずり這いの手段をとります。階段昇降はしばしば困難ですが、プッシュアップとずり這いの形で行うこともあります。

● IADL

切断者が考慮すべきIADLは掃除や洗濯、外出、買い物であり、車椅子を必要とします。切断者に限らず、車椅子生活者では視線が低いことによる制限が大きくなります。車椅子でも料理ができるように、膝が当た

らないようキッチンカウンターの下に空間を作り、カウンターの高さを低くしシンクを浅くするなどキッチンの改修を行うという手段もありますが、それなりに費用はかかります。洗濯では低めの物干し竿を用いるなどの調整が必要です。車椅子で外出するためには、玄関のスロープや段差昇降機を必要とします。外に出る場合も周辺が階段や坂ばかりであるなど、居住地によりハードルが大きく変わります。介護サービスを要すことも多いです。周辺環境の問題点を早めに整理しておくといよいでしょう。

<義足装着時>

下肢の支持性が向上し、立位や歩行が可能になるほか、上肢動作が可能になるため家事動作の活動が拡大します。筋力やバランス能力により個人差は生じるため、必要に応じて補助具の使用、環境調整を検討します。

● ADL

整容が洗面台で立てできるようになります。トイレ動作では、立位での下衣操作が可能になります。更衣動作では、切断部位・義足の長さにより難易度が異なります。また、多くの場合、義足の中ではなく義足の外に下衣を着用するため、義足分だけ下肢の周径が大きくなることにより、脱ぎ着しやすい服装の選択を余儀なくされます。特に大腿義足の場合は義足を装着してからズボンを履くことになります。なお大腿義足の場合は、膝継手にターンテーブルを設けることによりあぐらをかくことができ、ズボンの裾通しや靴の着脱のしやすさが向上します。靴を履くときは靴べらを準備しておくといよいでしょう。外出する場合のみに義足を使用する場合は、義足に靴を履かせたままにする方法もあります。義足の装着もADLの重要な項目です。カフベルトを締めることができるか、ライナーを適切な向きで装着できるか、キャッチピンの向きを正しく合わせることができるかといった点は、転倒予防や断端管理にもつながります。移動は、切断レベルや能力により歩行補助具を使用しなくてもよい場合もあるし、必要とする場合もあります。屋内と屋外で使用する補助具をそれぞれ検討します。また、平地では問題なくても、坂道や不整地ではしばしば困難が生じま

す。切断レベルが足関節より近位であれば、足・膝関節のコントロールは義足に依存し、下り坂では膝折れ方向のモーメントが生じやすくなります。膝継手のバウンス機構やイールディング機構、コンピュータ制御膝により対応できることもあります。坂道の方角に対し横歩きで移動するという手段をとることもあります。階段昇降では、安全のため手すりを使用します。大腿義足でも、イールディング機構を用いて1足1段で降りることができる例もあります。

● IADL

調理や洗濯や掃除といった家事動作、買い物や公共交通機関の利用を検討する必要があります。キッチンでは横移動、洗濯では干すときに高所のリーチ動作、掃除では床に膝をついたり掃除機を操作したりと様々な姿勢をとります。いずれの場合も、ただ歩けるだけでは不十分であり、視線を多方向に向ける必要があります。つまずきや膝折れによる転倒リスクがあり、慣れていない場合は歩行に注意が向いてしまい、目的の動作が十分に行えない状態になります。日常生活での使用頻度を高め、反復して練習し自然に動作を行えるようにすることが重要です。外出時、歩行補助具を用いると上肢が塞がってしまうため、例えば、買い物を想定するときはリュックサックを背負ってもバランスを崩さないか確認しながら、荷物を運び歩く練習を行います。また、横断歩道の青信号の時間は一般的には1m/secで渡りきれぬ時間に設定されており、患者の移動速度と照らし合わせて外出や買い物が現実的かどうか、助言を行うといよいでしょう。退院後、義足の使用頻度が少なくなり能力が低下しないよう、1日あたりの義足装着時間を調理や洗濯などの日常的な家事動作に決めて行うことや、習慣的な外出の予定を立てておくことも、義足使用継続の一つの手段です。シリコーンライナーや断端袋を清潔に保つことも断端管理の上で重要であるため、義足作製を開始した時点で、ライナーの洗浄等の自己管理を本人が実践するよう勧めます。

● 環境調整

移乗(ベッド、トイレ、浴室)の自立度を高めるため、ベッド柵の導入や、住宅改修やレンタルによる手すり

類の設置が必要なが多いです。住宅の環境に合わせて、据え置き型の手すりやベストポジションバー、浴槽設置型の手すり、シャワーチェア等を検討します。起立の難易度を下げるために、ベッドやトイレの座面の高さを調整したり、義足や靴の着脱のための椅子を各所に置いたりします。また、車椅子を利用する場合は、廊下や通路の幅を確認し、段差を解消する手立てを講じます。ただし、歩行器の使用が中心である場合には、中途半端なスロープがかえって歩行器接地面の不安定さを招くこともあります。扉の向きやベッドの位置などを考慮した動線の確認も必要です。なるべく、家屋調査で本人の動作を確認することが望まれます。また、切断者に限らないことではありますが、動線の確保や転倒防止のため、家屋内の日常的な整理整頓を指導します。

(徳永美月)

7-2 移動能力、義足の使用状況

<歩数>

国民の平均歩数は、20～64歳の成人男性では7864歩、女性は6685歩、65歳以上の男性では5396歩、女性は4656歩(令和元年度)です。一方、屋外歩行レベルの下肢切断者の1日の平均歩数は5087歩(下腿切断者5929歩、大腿切断者3553歩)と報告されており、切断者では歩数が少なく、また切断レベルが高ければその分、歩数は少なくなる傾向にあります。切断者の長距離歩行では、断端の発汗、懸垂が不十分なソケット装着下のピストン運動による断端の摩擦、潰瘍や血腫、健側足底屈筋の疲労が支障になります。

<移動速度>

●義足歩行

横断歩道の青信号の時間は一般的に1m/sec、脳卒中や整形外科的損傷後に地域社会でうまく歩行できる目安が0.8m/sec以上といわれています。義足歩行速度は、平均年齢63歳の110名を対象とした研究で

は、下腿切断で0.63m/sec (0.50-0.71)、大腿切断で0.35m/sec (0.23-0.51)であり、若年、男性、切断原因が非血管性であるほど歩行速度が速いと報告されています。歩行速度に対して、義足の重量は必ずしも明確な関係はないようです。末梢血管疾患が原因の10名の大腿切断者を対象にした研究では、義足の重量は歩行速度に有意な影響を及ぼさず、半数以上が加重した状態を好んだとする報告があります。また、大腿義足の各パーツにおもりをつけた研究では、膝関節におもりをつけたときは重さを感じるものの歩行しにくさではなく、足部につけたところバランスが悪く歩きにくい感覚はあるものの、健側の股関節屈曲と患側の膝関節屈曲がわずかに増加するという変化を認めるにとどまったという報告もあります。膝継手の重量は、概ね固定膝<遊動膝≤コンピュータ制御膝となります。コンピュータ制御膝継手を用いることによって、歩行速度自体に有意差はないものの、速度変化への遊脚膝屈曲角度の追従性がよいというメリットがあります。

●車椅子

車椅子駆動のスキルは切断者にとって、義足使用の有無にかかわらず、移動の自立のために必要です。車椅子駆動の方法は上肢駆動、下肢駆動、脳卒中片麻痺などによる片手片足駆動があります。上肢を用いて駆動する場合、ハンドリムを握る握力と肩関節伸展動作が必要になり、円背などで姿勢保持が不良であったり車椅子のサイズが合わなかったりすると駆動が困難になり、座面の奥行きや座シートの高さによって下肢駆動の難易度が変わります。体幹をクッションで安定させることにより片手片足駆動のスピードが上昇し、座位の上肢の粗大能力が向上したという報告があり、各々の座位姿勢に合わせてクッションや背張りで姿勢を調整することも選択肢の一つです。

<エネルギーコスト>

エネルギー消費は下腿切断では正常の25～40%増、大腿切断で68～100%増、両側下腿切断で40%増、両側大腿切断で100%増になります。外傷による切断患者のPCI (Physiological Cost Index; 小さいほど運動効率がよい) を比較したところ、下腿切断患者は大腿切断患者と比べ義足歩行のPCIが小さく、下

腿切断で合併症のない患者では義足歩行の方が車椅子駆動を比較してもPCIが小さく、エネルギー効率がよかったとする報告があります。また、下腿切断患者において、義足歩行は、義足なしの松葉杖歩行と比べエネルギーコストが小さかったとする報告もあります。下腿切断であれば、車椅子駆動よりも義足を装着した方が少ない労力で歩行できるため、なるべく装着することを推奨します。切断レベルが近位であるほど、また歩行速度が速いほど、切断者の歩行中の酸素消費量($\text{mlO}_2/\text{kg}/\text{min}$)や心拍数(beat/min)は多くなります。心肺機能が高い患者は、低い患者よりも義足歩行の可能性が高まりますが、運動耐用能が低くても歩行速度を遅くすることで義足を使用できる可能性があります。また、義足の重量が大きくなると、歩行時の心拍数とエネルギー消費が増加し、6分間歩行テストの距離は短くなったと報告されており、運動耐用能が低い患者では、義足の重量を考慮すべきです。

<高齢者の移動>

切断者のうち80代以上の高齢者はそれより若年者と比べてバランスに関する自己効力感は低いですが、L-テスト、2分間歩行テスト、6分間歩行テストによって評価された移動能力は60～70代と有意差はなかったと報告されています。高齢者は合併症が多くなる傾向はありますが、高齢であることのみを理由として義足のリハビリテーション治療、義足作製を検討することを諦めるべきではありません。高齢一側大腿切断者の義足歩行獲得の要件として、片脚起立が安定している、 $50\%\text{VO}_2\text{max}$ 以上の運動強度が遂行できる体力がある、重度な併存疾患(心疾患・脳血管障害など)がない、認知障害がない、精神状態が良好、股・膝関節の重度拘縮を有さないなどが挙げられます。

<重複障害の移動>

片麻痺を合併する場合、麻痺が先行したり、切断側が麻痺と対側であったり、精神状態に障害があったりすると、歩行獲得率が下がると報告されています。本邦では、麻痺側の対側切断患者がT字杖で歩行・階段昇降が可能になった例や、両側大腿切断と右片麻痺、高次脳機能障害を重複した患者が左手で電動車椅子駆動が自立し、固定膝と四点杖歩行を一部介助で可能と

なった例の報告があり、本人の意欲や目標に合わせて細やかな対処が求められます。

<義足装着時間>

大腿切断者と下腿切断者で屋内義足使用率を比較し、前者が46.1%、後者が54.5%であったと報告されています。全年齢層の調査で、義足歩行を獲得した下腿切断者では、一日あたりの装着時間は9～12時間でした。大腿切断者の装着時間は、低位切断者に比べ1日あたり2.3時間少ないという報告もあります。断端の疼痛や浮腫や皮膚の問題が生じたり、切断者は循環障害が重度であったりする者も多く、やむを得ず義足装着時間を制限されることがあります。また血液透析患者では、断端の周径変動があり日により装着のしにくさが変わったり、透析日は著明な疲労により装着意欲が低下したりすることがあります。ほかの何らかの疾患で入院を余儀なくされ、義足を装着せずに床上安静となっている間に適合不良になるケースもあります。歩行しない場合でも適合を維持するために、できるかぎり毎日、短時間でも義足を装着するよう医療者も意識して指導することが重要です。使用場面は、①入浴と就寝以外では常時義足を装着し歩行する、②屋外のみ義足歩行する、③屋外義足歩行と屋内家事動作に使用する、といったパターンに分けて想定します。①は片側下腿切断など比較的遠位の切断で実現する可能性が高いです。最も長時間の装着となり、活動性が高くなる分、断端の清潔や皮膚創傷のチェックといった管理が重要になります。感覚障害を合併している場合、痛みなく無理に長時間歩行できてしまい、断端に創傷を生じてしまう可能性があります。②は大腿切断者でしばしばみられます。汗やソケットの圧迫感により、自宅内では除去してしまい、車椅子または片脚・松葉杖で移動します。③は高齢患者や、女性で見られやすい使用方法です。義足で立位が安定することによって、洗濯物干しや調理動作がしやすくなります。

<使用継続率>

専門病院で義足リハビリテーション治療を受けた下肢切断者の退院12ヶ月後で、83.3%、82.1%と報告されています。また、高位下肢切断者に限ると71.7%

と、下腿切断者よりも高位切断者で使用率は低くなります。また、義足を使用している切断者のうち毎日使用しているのは89%と報告されています。義足装着を中断した症例には、脳卒中や心疾患等により立位バランス能力や体力が低下し、義足立位や歩行能力が低下した例や、疾病の治療期間中に義足歩行ができず、ソケット不適合となり装着できなくなる例があります。筋力・持久力の訓練、ソケット調整によって義足歩行を再開できることもあり、定期的にフォローすることが望めます。

(徳永美月)

7-3 下肢切断者の自動車運転

下肢切断者の自動車運転は日常生活や社会参加において重要な課題です。ただし、わが国においては運転再開に関する統一された手順や、総論的に参考となる報告はなく、エビデンスレベルではもちろんのこと、臨床現場における判断や患者指導においても困惑することを多く経験します。そして、この状況は海外においてもほぼ同様であり、運転再開に必要な身体機能、車両改造、再開の時期などに関する報告はほとんどありません。そのため、本項ではエビデンスとして確立し、統一した見解を示すことはできませんが、わが国や海外の現在の運転再開に関する動向を紹介し、推奨される対応について説明します。

<自動車運転の意義と重要性>

下肢切断者が自動車を運転することには、多くの意義と重要性があります。自立性の向上：自動車を運転できることで、広い範囲を自由に、他者に依存することなく移動する手段を獲得します。これは、仕事、買い物、病院への通院、家族や友人との交流など、日常生活において非常に重要です。社会参加の促進：移動の自由が得られることで、社会に積極的に参加できるようになります。これにより、社会的孤立を防ぎ、地域社会への貢献や仕事への復帰がしやすくなります。精神的・感情的な健康の向上：運転は、移動手段としてだけでなく、精神的な自由や独立を象徴する行為

でもあります。自分で車を運転できることで、自尊心が高まり、自己肯定感が向上することがあります。また、外出やレジャーが容易になるため、生活の質全体が向上し、ストレスや不安の軽減にもつながります。経済的・職業的な機会の増加：運転できることで、就労機会が増えます。移動が容易になるため、働く場所や時間の選択肢が広がり、経済的な自立も促進されます。下肢切断者の自動車運転を可能とするためには、特別な運転補助装置の存在が不可欠です。ハンドコントロール装置によりアクセル・ブレーキの操作を手で行うことが可能となり、安全で快適な運転を支援します。このような技術の進歩が、より多くの下肢切断者に運転の機会を提供しています。下肢切断者が自動車を運転できることは、日常生活の質を大きく向上させ、社会参加を促進し、精神的な健康にも良い影響を与えるため、非常に重要な意義を持っています。

<自動車運転再開の割合、影響する因子>

自動車運転に際して、左下肢切断者では、オートマチック車であれば通常のアクセル・ブレーキのペダル操作に対して切断に関連した影響を生じにくいと考えられます。しかし、右下肢切断者ではこれまでのペダル操作が困難となるため、運転能力に影響することが想像できます。下肢切断者の自動車の運転再開に関する研究、報告は世界的にみても多くはありませんし、我が国においても疫学的、総論的な報告はありません。そのような現状ではありますが、下肢切断者の50～80%が自動車運転を再開しているとの報告が海外ではあります。

●マレーシア

三次医療機関で治療を受けた下肢切断者に対する横断的な調査であり、切断前の6か月間に自動車運転を行っていた90名(平均年齢55.2歳)を対象としています。運転再開率は45.6%であり、再開までの期間は1～72か月、中央値は6か月でした。運転再開の目的としては、非職業的な活動(65.8%)、復職(19.5%)、病院への通院(12.1%)などがあります。運転再開に影響した因子としては、性別(男性)、義足の使用、が有意に関連していました。年齢、原因、切断高位などには有意な影響を与えませんでした。運転方法の変化と

して、運転再開した多くの下肢切断者は、手動トランスミッションからオートマチックに変更していました。また、多くの右下肢切断者においては、左下肢でアクセル、ブレーキ操作を行うように変更していました。ハンドコントロール装置を導入したのは2名だけでした。一方で、義足側でアクセル、ブレーキ操作を行うことを選択した切断者もあり、これは推奨される方法ではなかったものの、操作の反応時間などに大きな遅延は認められませんでした。運転を再開しなかった参加者に対する調査では、家族の反対、視力や併存疾患などの下肢切断以外の健康問題、運転に対する恐怖や自信の欠如などが主な障壁としてあがりました。特に家族の影響が大きいことが示されており、これらはリハビリテーション診療の一連の流れのなかでカンファレンスなどを通じて克服すべき課題とも考えられます。

●カナダ

123名の下肢切断者に対する横断的な調査です。運転再開率は81.8%であり、再開までの平均期間は3.8か月でした。運転再開に影響した因子として、男性の運転復帰率が84.9%であったことに対して、女性は66.7%と低くなっていました。また、年齢が60歳以上では若い参加者に比べて運転復帰率が低いことも確認されました。それから、右下肢切断ではペダル操作の困難さによる運転復帰率への影響も認めました。切断前に毎日運転していた人の方が、運転復帰率が高い傾向がありました。運転方法の変化として、右下肢切断者の多くは、左側アクセルへの改造(40.6%)や手動コントロールの導入(12.1%)などの車両改造を行っていましたが、左下肢のみでのアクセル・ブレーキ操作は59.4%であり、40.0%は義足でのなんらかのペダル操作を継続していました。左下肢切断者では改造の必要性はほとんどありませんでした。運転を再開しなかった理由では、「運転を好まない」「公共交通機関の利用を好む」という内容が多くみられました。運転に関する自信の欠如、視力低下、疼痛などもありました。右下肢切断者の22.8%では、運転免許を管理する行政機関から運転テストの実施を求められましたが、受験者のほとんどは合格していました。また、保険への加入に関しても運転復帰した99名中2名は困

難さを経験しています。

以上のマレーシア、カナダにおける研究報告では、下肢切断者の自動車運転の再開は比較的高いことが分かります。特に、右下肢切断者の運転方法の検討、車両改造などが重要なポイントのようです。

＜わが国における運転再開＞

下肢切断者が自動車運転再開を希望する場合には、道路交通法に基づいた指導、評価を行う必要があります。2001年の道路交通法の改正により、「絶対的欠格事由」は廃止され、一定の病気にかかっている、または身体に障害が生じているものであっても、自動車等の安全な運転に支障がない場合や支障がない程度まで回復する場合があることから、病気の症状に伴う自動車等の安全な運転の支障の有無により可否を個別に判断する「相対的欠格事由」に変更となりました。これは、世界の潮流であるノーマライゼーションの推進、障がい者の社会参加を促進する目的と、交通の安全の両面を確保するために見直されたと理解できます。そのため、個々の下肢切断者の状態が「一定の症状を呈する病気等」に該当するかどうか、つまり、「自動車等の安全な運転に必要な認知、予測、判断又は操作のいずれかの能力を欠くおそれがある症状」への該当の有無を確認することが重要となります。一般的に考えれば、下肢切断に伴う操作能力が重要と言えますが、切断者の高齢化や疾病構造の変化により、切断の原因が糖尿病や動脈硬化に関連した疾患である場合には脳血管疾患や認知面などへの影響を考える必要がありますし、外傷の場合には頭部への影響を確認する必要があるかもしれません。各都道府県の公安委員会(運転免許センター)の安全運転相談に確認することが推奨されます。下肢切断者の状態によっては臨時適性検査が実施され、無条件適格(障害前と同じく特別な条件はなし)、条件付適格(運転補助装置の設置などの条件が付与)、不適格のいずれかと判断されます。条件付適格と判定された場合には、付与された条件を満たすことによって運転再開が可能となります。

＜安全な運転に必要な能力＞

道路交通法の規定では、「自動車等の安全な運転に必要な認知、予測、判断又は操作のいずれかの能力を

欠くおそれがある症状」を呈する状態を、運転免許の拒否または保留の対象としています。道路交通法、同法施行令に記されている運転に必要な能力は、視機能、聴覚機能、身体機能であり、以下のとおりです。視機能：両眼で0.7以上、かつ一眼でそれぞれ0.3以上の視力が必要です。一眼の視力が0.3に満たない、あるいは一眼が見えない場合には、他眼の視野が左右150度以上で、視力0.7以上が必要となります。色彩識別能力については、赤色、青色および黄色の識別ができることが必要です。聴覚機能：両耳の聴力（補聴器により補われた聴力を含む）が、10mの距離で90dBの警報機が聞こえることが必要です。身体機能：体幹機能の障害等がある腰かけていることができない場合、四肢の全部を失った場合、または四肢の用を全廃した場合、その他、自動車の安全な運転に必要な認知または操作のいずれかの能力を欠くことによる身体の障害がある場合は、免許効力の停止、または取り消しとなります。そのため、下肢切断者においては、運転座席に腰かけることができ、運転補助装置を用いても操作能力が確保できれば運転可能と判断できます。実際、国内においては三肢切断者（右前腕切断、両大腿切断）の運転に関する報告もあります。そして、臨床場面での運転操作の確認、評価、訓練に際しては、医療機関ではドライビングシミュレーターを用いることもあり、有用性が報告されています。また、自動車教習所と連携し実車評価を行っている場合もあり、さらに専門的な運転適性や運転行動の特徴を把握することは、安全性の担保に有用でもあります。

＜車両の改造や適応＞

左下肢切断者では、オートマチック車であれば通常のアクセル・ブレーキのペダル操作に対して切断に関連した影響を生じにくいと考えられます。しかし、右下肢切断者ではこれまでのペダル操作が困難となるため、運転能力への影響を判断する必要があり、車両の改造を行う場合があります。具体的には、ハンドコントロール装置によりアクセル・ブレーキの操作を手で行えるようにすることや、アクセルペダルの位置を右側から左側へ変更し左下肢での操作を可能とすること、などです。しかし、前述した海外の報告では、車両改造を行わずに運転再開に至る場合も多く、また、わ

が国の法律でも絶対に必要とは定めておらず、個々の状態に判断を委ねられています。運転再開に際して、どのような改造が必要か、どちらの下肢でペダル操作を行うべきか、の結論は出ていません。しかし、数少ない海外からの報告によると、アクセルは義足での右下肢操作、ブレーキは左下肢操作という両下肢での運転操作を行う場合は、アクセル・ブレーキとも義足での右下肢操作を行う場合やアクセル・ブレーキとも左下肢操作で行う場合に比べて、有意に反応時間が遅かったとの報告があり、両下肢でのペダル操作は推奨されないかもしれません。一般的には、安全な運転操作を目指す場合、義足でのペダル操作は推奨されないと考えられますが、十分なエビデンスの集積には至っていません。今後のわが国における調査、研究が望めます。また、安全運転をアシストする機能については、自動車会社などを中心に研究、開発が進められています。今後の発展、社会実装が重要です。

＜自動車運転についての患者や家族への情報提供、指導＞

下肢切断者本人や家族への自動車運転に対する指導では、必要な身体機能に対するリハビリテーション治療、関連する法律や手続き、安全運転に関する評価や訓練など、運転再開までの流れをわかりやすく説明する必要があります。下肢切断者が自動車を運転することは、日常生活の質を大きく向上させ、社会参加を促進し、精神的な健康においても良い影響を与えます。医療者は、将来的に運転再開が可能と予後予測ができるような場合には、早期から積極的に運転再開へ向けた取り組みを開始し、情報提供や指導を本人や家族へ行うことが推奨されます。

＜自動車運転免許の取得や車両の改造に関する助成＞

障がい者の社会参加の促進を目的として、自動車運転免許の取得や自らが運転する自動車の改造に要する費用の一部を助成している自治体もあります。対象者には、障害の内容や身体障害者手帳の等級、所得制限などの条件がありますが、下肢切断者でも申請が可能な場合があります。居住する自治体に確認しましょう。

（荒川英樹）

【参考文献】

1. Vogel TR, et al: Impact of Amputation Level and Comorbidities on Functional Status of Nursing Home Residents Following Lower Extremity Amputation. *J Vasc Surg* 59: 1323-30. e1, 2014.
2. Sansam K, et al: Predicting walking ability following lower limb amputation: a systematic review of the literature. *J Rehabil Med* 41: 593-603, 2009.
3. 梅澤慎吾：地域包括ケアシステムと補装具 ―地域の高齢下肢切断者と義足について―. *日本義肢装具学会誌* 34 : 119-124, 2018.
4. Iván DC, et al: Activities of daily living in people with lower limb amputation: outcomes of an intervention to reduce dependence in pre-prosthetic phase. *Disability and Rehabilitation* 39: 1799-1806, 2016.
5. 東祐二・他：下肢切断者に対する運動学習理論を応用した理学療法の展開. *理学療法* 39 : 353-362, 2022.
6. Wong K, et al: A scoping review of physical activity in people with lower-limb loss: 10,000 steps per day? *Phys Ther* 10: pzab115, 2021.
7. Yeung LF: Effects of long-distance walking on socket-limb interface pressure, tactile sensitivity and subjective perceptions of trans-tibial amputees. *Disabil Rehabil* 35: 888-893, 2013.
8. Matthew SA, et al: Gait outcomes of older adults receiving subacute hospital rehabilitation following orthopaedic trauma: a longitudinal cohort study. *BMJ Open* 7, 2017.
9. Batten HR: Gait speed as an indicator of prosthetic walking potential following lower limb amputation. *Prosthet Orthot Int* 43 : 196-203, 2019.
10. Meikle B, et al: Does increased prosthetic weight affect gait speed and patient preference in dysvascular transfemoral amputees? *Arch Phys Med Rehabil* 84: 1657-61, 2003.
11. 中土保・他：大腿義足のバランスと歩容の関係について. *日本臨床バイオメカニクス学会誌* 20 : 389-392, 1999.
12. 浅見正人：車椅子駆動において望ましい座位姿勢とは？*リハビリナース* 16, 2023.
13. 亀ヶ谷忠彦：体幹支持クッションの使用が健康成人の車椅子駆動能力と上肢機能に及ぼす影響. *日本作業療法研究学会雑誌* 20 : 1-7, 2017.
14. 木村浩彰：下肢切断. *標準リハビリテーション医学* 第4版, 337-341, 2023.
15. 亀山順一・他：下肢切断者の義足歩行分析. *J of med Rehabil* 11 : 346-355, 2002.
16. Mohanty RK, et al: Comparison of energy cost in transtibial amputees using "prosthesis" and "crutches without prosthesis" for walking activities. *Ann Phys Rehabil Med* 55: 252-262, 2012.
17. van Schaik L, et al: Metabolic costs of activities of daily living in persons with a lower limb amputation: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 14 : e0213256, 2019.
18. Chin T, et al: %VO2max as an indicator of prosthetic rehabilitation outcome after dysvascular amputation. *Prosthet Orthot Int* 26: 44-9, 2002.
19. Akmer M, et al: The effect off segmental weight of prosthesis on hemodynamic responses and energy expenditure of lower extremity amputees. *J Phys Ther Sci* 29: 629-634, 2017.
20. Sureshkumar A, et al: The Effect of Advanced Age on Prosthetic rehabilitation Functional Outcomes in People With Lower Limb Amputations: A Retrospective Chart Audit of Inpatient Admissions. *Arch Phys Med Rehabil* 104: 1827-32, 2023.
21. 大藪弘子・他：下肢切断者の地域生活-高齢下肢切断者の在宅生活-. *理学療法* 38 : 1127-1138, 2021.
22. 陳隆明：高齢下肢切断者のProsthetic Rehabilitation Outcomeに影響する因子. *リハ医学* 40, 2003.
23. Toda M, et al: The threshold of physical fit- ness in terms of maximum oxygen uptake as a predictive factor for achieving prosthetic walking in elderly with unilateral transfemoral amputation or hip disarticulation. *Sport Exerc Med Open J* 1: 126-132, 2015.
24. Chiu CC: Influencing factors and ambulation outcome in patients with dual disabilities of hemiplegia and amputation. *Arch Phys Med Rehabil* 81: 14-7, 2000.
25. 奥山亨・他：重度片麻痺に非麻痺側下腿切断を施行した重複障害者のリハビリテーション経験. *臨床リハ* 16 : 367-369, 2007.
26. 林義孝・他：下肢切断者に関する疫学的研究. *日義肢装具会誌* 15 : 163-170, 1999.
27. Pohjolainen T, et al: Prosthetic use and functional and social outcome following major lower limb amputation. *Prosthet Orthot Int* 14: 75-79, 1990.
28. Raichle KA, et al: Factors related to indoor prosthetic use in individuals with unilateral lower limb amputation. *Prosthet Orthot Int*, 23, 2021.
29. 戸田光紀・他：在宅医に役立つ生活期の義足に関する基礎知識と診察時のチェックポイント. *MB Med Reha* 234 : 8-16, 2019.
30. Roffman CE, et al: Predictors of non-use of prostheses by people with lower limb amputation after discharge from rehabilitation : development and validation of clinical prediction rules. *J Physiother* 60: 224-231, 2014.
31. Roffman CE, et al: Locomotor performance during rehabilitation of people with lower limb amputation and prosthetic nonuse 12 months after discharge. *Phys Ther* 96:985-994, 2016.
32. 葉山悦伸・他：厚生年金法における義肢・装具支給の実体. *リハビリテーション科診療近畿地方会誌* 2号 : 9-10, 2001.
33. Engkasan JP, et al. Ability to return to driving after major lower limb amputation. *J Rehabil Med* 44: 19-23, 2012.
34. Boulias C, et al. Return to driving after lower-extremity amputation. *Arch Phys Med Rehabil* 87: 1183-1188, 2006.
34. 中村春基・他：三肢切断者のための自動車運転用操舵補助装置の開発. *日本義肢装具研究会会報*, 19 : 33-40, 1981.
35. 廣澤全紀・他：入院中の右下腿切断者の自動車運転再開支援―3症例の経験. *総合リハ* 48:1085-1088, 2020.
36. Meikle B, Devlin M, Pauley T: Driving pedal reaction times after right transtibial amputations. *Arch Phys Med Rehabil* 87: 390-394, 2006.



下肢切断の リハビリテーション 診療指針

Guidances for Rehabilitation Practice of Lower Limb Amputation

08

下肢切断のリハビリテーション診療指針

参加

8-1 復職・就労

生産年齢において下肢切断となった者、あるいは切断前に就労していた切断者にとって、就労は生活期における重要なゴールと考えられます。就労を達成するためには、リハビリテーション治療を通じて義足歩行を獲得し、就労に必要な移動能力を達成することが必要と考えられ、身体機能およびADLが十分に改善されていることが求められます。就労することは、義足を習慣的、継続的に使用することにつながり、身体機能の維持向上に寄与するとともに、就労を通じた社会とのつながりの維持、社会の一員として自分が役割を果たしているという自尊心の改善、また経済的な自立にもつながり、切断者にとって身体的にも精神的にも良い影響を与えることが期待されます。

<下肢切断後の就労率>

義足を処方されている生活期の切断者に対する本邦でのアンケート調査によると、切断時平均年齢が 31 ± 16 歳、調査時年齢 55 ± 16 歳の590名(男性83.4%)、うち下肢切断者410名(69.5%)、外傷を原因とする者455名(77.1%)、において、18～64歳の就労年齢にあるもの398名のうち、フルタイム就労253名(63.6%)、パートタイム就労21名(5.3%)であり、約70%が何らかの仕事に就いていました。海外のシステマティックレビューでは、主として外傷を原因とした下肢切断後の復職率は約66%でしたが、切断前と同じ仕事に復帰したのは22～67%で、それ以外のものは転職が必要であり、フルタイムからパートタイムの仕事にならざるを得なかった者も少なくなかったと報告しています。一方、血管障害を原因とした切断者を対象とした調査では、切断時平均年齢54歳の血管性切断者の復職率は30%以下、平均62歳(男性61%)の血管性切断者のうち80%はフルタイム就労できていない、移動能力が復職と関連しており、男性に比べ女性の移動能力が低く、復職率は全体で約24%であったという報告があります。

<下肢切断後の就労に影響する因子>

- 個人因子 年齢：若年切断者は復職率が高い傾向があります。一方、高齢になると復職率は下がり、既往症、合併症が復職における阻害因子となることがあります。性別：男性に比べ、女性の方が就労率が低いという報告があります。教育水準・仕事の種類：教育水準が高いほど、身体的負担の少なく、複雑な内容の仕事(いわゆるホワイトカラー/デスクワーク職)に就きやすくなるため、復職率が高くなると報告されています。また、下肢切断後に同じ仕事に復帰できる者は切断前からデスクワークに就いていることが多く、身体的に負担の大きい仕事から少ない仕事への変更、転職は身体的負担の大きい仕事を継続するよりも復職率が高くなると報告されています。切断高位：下腿切断者の方が大腿切断以上の高位切断者に比べて復職率が高いという報告があります。切断原因：糖尿病や末梢動脈疾患といった血管性切断者は外傷性切断者に比べて復職率が低くなると報告されています。義足の適切な使用と適合：適切なリハビリテーション治療によって義足歩行が獲得され、仕事を行うための移動能力、耐久性が十分であること、ならびに義足装着において疼痛や不快感などが生じていないことが復職に関連する因子であることが報告されています。リハビリテーション治療過程においてこれらを達成すること、ならびに退院後も適切なフォローアップ、連携により良好な義足適合を維持することが求められます。疼痛管理：断端痛(残存肢痛)、幻肢痛は復職の阻害因子となることが報告されています。また、義足ソケットの不適合も疼痛に関連する可能性があります。これらに対して適切に対処していくことが重要です。
- 環境因子 物理的環境因子：職場における環境調整や仕事の調整：雇用主から適切な支援を受けることは重要です。切断者の状況を理解し、適切な物理的環境調整や勤務時間の調整などを図ることが可能であれば、復職に対して大きな支援となります。雇用主、産業医、復職支援団体の適切な支援が受けられないことが復職に際する大きな阻害因子であったことが報告されており、リハビリテーションチームはこれらの関係者と適切に連携し、支援を行うことが

望めます。

- 社会的環境因子 社会的支援：切断者は健常者と比較して受傷後2年間程度はうつや不安症を有している割合が多いという報告があり、これらは義足使用頻度の減少や活動の制限、就労に影響する可能性があります。医療者、家族、友人、同僚からの心理社会的支援や同じ障害を有する者からの支援（ピアサポート）がこれらの改善に寄与すると報告されています。リハビリテーション治療の過程で適切な対処を行うことや、支援体制を構築していくことが望まれます。

<医療者の下肢切断者の就労に対する支援>

切断者の復職には様々な因子が影響します。これらの因子には調整可能な因子と調整不可能な因子がありますが、切断者の治療に関わる医療者にとって重要なのは、年齢、性別、切断原因、切断高位といった調整不可能因子の状況に関わらず、適切な手術、断端管理、義足リハビリテーション治療を行うことで、個々の切断者の身体機能に応じて義足歩行能力を最大化すること、断端痛、幻肢痛などの疼痛に対して適切な対応を行うこと、ならびに退院後も適切な義足適合を維持し疼痛、不快感なく義足装着、歩行が継続できるよう医療者が連携して支援することであるといえるでしょう。また、復職に際して雇用主（会社関係者など）から復職に関する注意事項、配慮事項などの情報を求められた場合は、切断者と十分に相談した上で適切な情報提供を行うことも重要な支援であり、多職種が連携して対応することが求められます。

（戸田光紀）

8-2 趣味・余暇活動（パラスポーツ含む）

下肢切断後にスポーツを含む趣味、余暇活動に参加することは身体活動を維持、向上させるのみならず、QOLの向上においても重要であると考えられます。日本リハビリテーション医学会はパラスポーツ（障がい者スポーツ）を支援しており、日本リハビリテーション医学会のホームページからも情報を得ることが

できます。就労と同様に、これらの活動に参加することは、切断者にとって身体的にも精神的にも良い影響を与えることが期待されます。

<下肢切断者における趣味・余暇活動に参加する意義とその課題>

- 身体的意義 身体機能の維持、改善：定期的な運動（週1～3回、1回20～60分）を行うことが下肢切断者の歩行速度、歩行持久力、バランス能力、移乗能力といった身体機能を改善する可能性があることが報告されています。身体活動を通じた健康の増進：下肢切断後は身体活動や筋力の低下から、心血管疾患、2型糖尿病、骨粗鬆症、変形性関節症といった疾患のリスクが増大します。運動を行うことがこれらの予防、改善に寄与する可能性があることが報告されています。
- 心理的意義 心理的幸福度の向上：下肢切断者のスポーツへの参加は心理的幸福度の向上や社会復帰に関して有益であったとする報告があります。余暇活動の満足度の向上：切断後の余暇活動への参加は、切断前と比較して低下しており、特に旅行、スポーツ、野外活動などの減少がみられたという報告があります。一方で、これらの余暇活動への参加が低下しても、参加に対する心理的な満足度は切断前と同様であったという報告があり、余暇活動に参加することの心理的な重要性を示唆しています。
- 参加への課題 余暇活動参加への制約因子として、身体機能（移動能力）、天候・気候の影響、アクセシビリティ（施設への移動や路面・段差などの物理的環境）の問題、参加に必要な機器や経済的問題、心理的・社会的制約が挙げられています。また、余暇活動に参加している切断者の大多数は、居住している地域のスポーツ施設等に関する情報提供を受けていなかったことが報告されています。

<下肢切断者の趣味・余暇活動への参加に影響する因子>

- 個人因子 身体機能・能力：余暇活動への参加には、参加が可能となる身体機能や義足歩行能力が必要です。身体機能低下、バランス能力の低下、持久力

の低下などは参加を困難にする要因となることが報告されています。リハビリテーション治療過程において身体機能や義足歩行能力を十分に向上させること、ならびに退院後も適切なフォローアップを行うことが求められます。義足の適合、疼痛の管理：適切な義足の適合が得られていることは活動、参加の促進において重要であると報告されています。また疼痛や不快感は、身体活動を著しく制限する要因となり、その原因として、ソケットの適合不良や皮膚損傷、幻肢痛などが関与すると報告されています。適切なフォローアップ、連携により良好な義足適合を維持するとともに創傷予防や疼痛の適切な管理が求められます。

●心理的要因 切断後の変化に対する心理的な適応は、参加を拡大する上で重要であり、地域に生活する下肢切断者の約70%が切断による心理的影響を自覚し、参加に影響していたという報告があります。一方で切断に対する心理的な適応と前向きな見通しを持つことは、身体的な制約があっても余暇活動への参加の促進因子になることが報告されています。これらは適切なリハビリテーション治療、支援の提供により達成することが期待されます

●環境因子 物理的環境因子 義足のテクノロジー：義足の懸垂方法や義足パーツの機能的進歩、スポーツ・レクリエーション用義足を含む義肢装具技術の進歩は、切断者の歩行能力、活動範囲の拡大につながり、余暇活動やスポーツへの参加能力を向上させます。切断者の生活環境や活動に適した義肢を適切に使用することは、参加を促進する上で重要な因子となります。天候や気候：雨や雪、凍結などでの転倒リスク、暑熱環境による発汗などが活動・参加に影響する可能性があります。日本においては地域、季節により雨や雪、凍結が生じる可能性があり、また夏は高温多湿であるため断端の皮膚損傷リスクが高くなります。リハビリテーション治療過程において適切な管理方法を指導し、継続できるようにすることが重要と考えられます。アクセシビリティ：凹凸のある路面、段差、階段など義足歩行において制約が生じる物理的環境が挙げられます。下肢切断者が利用しやすい施設の不足や、施設へのアクセス困難、施設内の物理的環境は、参加

の制約因子になる可能性があります。経済的問題：趣味活動、スポーツへの参加に特化した機器、義足は日常使用する義足とは別に準備する必要があり、経済的負担が生じることで参加の制約因子となる可能性があります。日本においてこれらは公的な支給対象とはならず、自己負担となります。社会的環境因子 家族、地域社会からの支援：家族、友人、地域団体などから適切な物理的・精神的支援を受けることや、切断前と同じように家族、社会に受け入れられることが参加の促進において重要と報告されています。一方で、家族や友人が切断者であることに對して、過剰に転倒などを恐れて活動を制限することも報告されており、個々の状況に応じて適切な活動範囲を設定していることも重要と考えられます。切断者それぞれの状況に応じて、適切な活動範囲を医療者が助言することは有効と考えられます。社会的スティグマ (social stigma)：切断による周囲や社会からのネガティブな評価・偏見を受ける状況を指します。切断は目に見える障害であり、周囲から異質な存在とみなされたり、望まない好奇の目で見られる状況が生じ得ます。また、能力を過小に評価されたりすることから社会的な孤立や疎外感を感じる可能性があります。社会的スティグマは余暇活動・スポーツを含む参加に対する制約因子となり、下肢切断者は尊厳を持って生きることの困難を感じているという報告があります。これらは直ちに解決できる問題ではありませんが、医療者が切断者それぞれの状況に応じて、活動・参加を拡大できるよう支援することは重要と考えられます。

<日本におけるパラスポーツ(障がい者スポーツ)の現状>

2021年度における一般成人の週1回以上のスポーツ実施率は約60%であり、障がい者では約30%と低い状況にあります。2015年時点では障がい者のスポーツ実施率は20%弱であったことから増加傾向といえますが、それでも障がい者のスポーツへの参加率は健常者に比べて低い水準にあります。2011年に制定されたスポーツ基本法では、「スポーツは、障がい者が自主的かつ積極的にスポーツを行うことができるよう、障害の種類及び程度に応じ必要な配慮をしつつ

推進されなければならない(スポーツ基本法第一章第二条5)」と定められています。すなわち、障害を有することはスポーツへの参加を妨げるものではなく、障害の状態に応じたスポーツへの参加を支援することが求められているといえます。2012年にはスポーツ基本計画が定められ、2022年には第3期計画が策定されています。この中では、「多様な主体におけるスポーツの機会創出」、「スポーツによる健康増進」、「スポーツを通じた共生社会の実現」などが施策として掲げられており、成人障がい者において週1回以上のスポーツ実施率を40%まで向上させることが目標として掲げられています。パラスポーツには、日常生活の自立を目的としたリハビリテーションスポーツ(機能回復訓練の一環として行われる医療的スポーツ)、社会参加を目的とした市民スポーツ(生涯スポーツ)、競技スポーツに大別され、障がいの種類や程度によってきわめて多様です。下肢切断者に関わる医療者もパラスポーツを理解し、状況に応じて支援する姿勢が求められているといえるでしょう。パラスポーツへの参加にあたって、安全性を担保することが重要です。下肢切断者であれば、義足の適合状態や、切断原因によってその合併症の管理などを主治医や義肢装具士などと連携することが必要でしょう。季節や競技内容によっては熱中症への対策も重要と考えられます。また、運動負荷が障がい者にとってどの程度の負荷になっているかについてはまだ十分にわかっていないことも多く、スポーツが過負荷となって健康を損なうことがないよう医療的な視点から指導することも必要と考えられます。

＜医療者からの下肢切断者の趣味・余暇活動(パラスポーツを含む)への参加支援＞

下肢切断者がスポーツを含む余暇活動に参加するには、下肢切断者が退院後の日常生活を安定して送れていることが前提となります。下肢切断者においては、切断によりこれまでとは異なる生活スタイルの確立や、義足歩行の獲得、義足・断端の管理の習得など日常生活に復帰するまでに多くの様々な困難に直面します。そのような中で余暇活動への参加を達成するために医療者に求められるのは、就労支援と同様に、切断者の背景に関わらず適切な手術、断端管理、リハビリ

テーション治療を行うことで、個々の切断者の身体機能に応じて義足歩行能力を最大化すること、断端痛、幻肢痛などの疼痛に対して適切に治療を行うこと、ならびに退院後も適切な義足適合を維持し疼痛、不快感なく義足装着、歩行が継続できるよう多職種が連携して支援することであるといえるでしょう。日常的な活動性の維持改善を支援するとともに、切断者が余暇活動やスポーツへの参加を希望した場合には、地域で活用できる施設や活動している団体などの情報を提供し、個々の状況に応じた支援を行うこと、必要に応じてパラスポーツの支援を行なっている医療者などへ連携していくことが望ましいです。日本リハビリテーション医学会のホームページもこれらの参考となります。

(戸田光紀)

8-3 QOL

Quality of life(QOL：生活の質)は近年、医学やヘルスケア領域において重要性を増しています。下肢切断者においては、下肢を失うこと自体がQOLに影響すると考えられますが、リハビリテーション治療を終了し生活期に移行するにあたり、あるいは移行してからどのような問題があり、それがどのようにQOLに影響するかを知ることは重要です。下肢切断者に関わる医療者はこれらを理解し、支援を行っていくことが求められます。

＜下肢切断者のQOL＞

生活期の下肢切断者のQOLは、一般集団と比較して低下していることが報告されています。包括的健康関連QOL尺度であるSF-36において、切断者は身体的スコア、精神的スコアとも一般集団と比較して有意に低下しているという報告があります。

＜下肢切断者のQOLに影響する因子＞

●個人因子 年齢、切断からの経過期間：下肢切断者のQOLは年齢が高くなるほど低くなることが報告されています。切断からの経過期間については、

身体的には高齢化による機能低下や合併症増加がQOLに負の影響を与える一方で、心理的には切断に適応してQOLが改善するという報告もあります。切断原因：外傷性切断に比べて、血管性切断者のQOLが低いという報告があります。切断高位：切断高位が近位になるほどQOLが低下する可能性があることが報告されています。身体機能、義足歩行能力：身体機能と義足歩行能力を維持することが良好なQOLと関連することが多くの研究、システマティックレビューで報告されています。個人因子の中で調整可能な因子として、義足歩行能力がもっとも重要な要因として挙げられており、適切なリハビリテーション治療による義足歩行能力の獲得やそれを維持することはQOLの観点からも重要です。合併症、疼痛管理：治療を要する合併症や幻肢痛や断端痛（残存肢痛）は切断者のQOL低下と関連し、疼痛が少ないことがQOL向上に関連するという報告があります。合併症はリハビリテーション治療経過中のみならず、退院後も適切な治療を継続することが重要です。切断に関連する疼痛として、幻肢痛は切断者の約70%に、断端痛（残存肢痛）は約60%にみられるとの報告があります。また、義足ソケットの不適合も疼痛に関連する可能性があり、疼痛に対して適切に対処することが重要です。精神的健康：うつ病、不安などの精神的な問題は切断者のQOLと関連することが報告されています。これらの問題に適切に対処することがQOL改善において重要です。

- 物理的環境因子 義足のテクノロジー：若年者においては、高機能パーツを用いた歩行能力の改善や義足適合の改善がQOL向上と関連していたという報告があります。また、高齢者においては義足の軽量化が満足度を向上させる可能性があることが報告されています。ただし、日本の公的支給制度（障害者総合支援法）で支給される義足において、高額な義足の支給が認められることは少なく、切断者が希望しているという理由で支給が許可されるものではない点について注意が必要です。

- 社会的環境因子 就労、社会活動への参加：就労していること、または社会活動に参加していることは良好なQOLと関連しているという報告があります。

これらを支援することはQOLの観点からも重要であるといえます。社会的支援、社会的包摂（social integration）：適切な社会的支援を受けていることや、社会的包摂（社会的統合, social integration：個人が社会やコミュニティの一部として受け入れられ、他の人々と積極的に関わり合いながら生活する状態、すなわち社会の一員として、教育、就労、医療・福祉サービス、文化活動などに参加し、自分の役割を果たしながら他者とも良好な関係を築くこと、また、障がい者が差別されず、平等に社会の中で暮らせるようにすること）が達成されていることが良好なQOLと関連するという報告があります。リハビリテーション医療において行われる退院支援や退院後の支援・連携体制構築、社会参加支援がQOL改善において重要であり、医療者が積極的に関わっていくことが求められます。

<医療者から下肢切断者に対するQOL向上の寄与>

下肢切断者のQOLに影響する因子は、就労、趣味・余暇活動（パラスポーツ含む）の項で解説してきたことと重複することが多く、これらは相互に関わっています。よって下肢切断者の就労や趣味・余暇活動を含む参加の拡大を支援することはQOL向上に寄与するといえます。切断者に関わる医療者にとって重要なことは、切断者の背景に関わらず適切な手術、断端管理、リハビリテーション治療を行うことで、個々の切断者の身体機能に応じて義足歩行能力を最大化すること、合併症や断端痛、幻肢痛などの疼痛に対して適切に治療を行うこと、ならびに退院後も適切な義足適合を維持し疼痛、不快感なく義足装着、歩行が継続できるよう医療者が連携して支援することであるといえるでしょう。生活期においては、適切な連携による支援体制を構築し、多職種が連携して長期的なフォローアップを継続していけることが、下肢切断者が安心して地域での生活を継続し、QOLを維持向上していく上で重要と考えられます。

（戸田光紀）

【参考文献】

1. 田中宏太佳・他：切断者の職業復帰, 日職災医誌 51 : 197-201, 2003.
2. Burger H, et al: Return to work after lower limb amputation. Disabil Rehabil 29: 1323-1329, 2007. doi: 10.1080/09638280701320797.

- PMID: 17729080.
3. Lee SP, et al. : Returning to work after dysvascular lower limb amputation-A novel multivariate approach to examine relative contributions of biopsychosocial predictors. *Prosthet Orthot Int*, 2024. doi: 10.1097/PXR.0000000000000322. PMID: 38180145.
 4. Clemens SM, et al: Disparities in functional recovery after dysvascular lower limb amputation are associated with employment status and self-efficacy. *Disabil Rehabil* 45:2280-2287, 2023. doi: 10.1080/09638288.2022.2087762. PMID: 35723056
 5. England DL, et al: GGEM: Gender, Geography, and EMployment differences based on mobility levels among lower limb prosthesis users living in the United States. *Prosthet Orthot Int* 47: 265-271, 2023. doi: 10.1097/PXR.0000000000000219.
 6. Schoppen T, et al: Factors related to successful job reintegration of people with a lower limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil* 82: 1425-31, 2001. doi: 10.1053/apmr.2001.26074. PMID: 11588749.
 7. Journeay WS, et al: Return to work after occupational and non-occupational lower extremity amputation. *Occup Med (Lond)* 68: 438-443, 2018. doi: 10.1093/occmed/kqy091. PMID: 29955884.
 8. Fisher K, et al: Return to work after lower limb amputation. *Int J Rehabil Res* 26: 51-6, 2003. doi: 10.1097/00004356-200303000-00007. PMID: 12601268. DOI: 10.1097/00004356-200303000-00007
 9. Turner S, et. Al: Issues faced by people with amputation(s) during lower limb prosthetic rehabilitation: A thematic analysis. *Prosthet Orthot Int* 46: 61-67, 2022. doi:10.1097/PXR.0000000000000070. PMID: 34789709.
 10. Bruins M, et al: Vocational reintegration after a lower limb amputation: a qualitative study. *Prosthet Orthot Int* 27: 4-10, 2003. doi: 10.3109/03093640309167971. PMID: 12812322.
 11. Horgan O, et al: Psychosocial adjustment to lower-limb amputation: a review. *Disabil Rehabil* 26: 837-50, 2004. doi: 10.1080/09638280410001708869. PMID: 15497913.
 12. Dupuis F, et al: Do Exercise Programs Improve Fitness, Mobility, and Functional Capacity in Adults With Lower Limb Amputation? A Systematic Review on the Type and Minimal Dose Needed. *Arch Phys Med Rehabil* 105: 1194-1211, 2024. doi: 10.1016/j.apmr.2023.10.011. PMID: 37926223.
 13. Bragaru M, et al: Amputees and Sports. *Sports Med* 41: 721-740, 2011. doi.org/10.2165/11590420-000000000-00000
 14. Couture M, et al: Leisure activities following a lower limb amputation *Disabil Rehabil* 32: 57-64, 2010. doi: 10.3109/09638280902998797. PMID: 19925277.
 15. Batten H, et al: What are the barriers and enablers that people with a lower limb amputation experience when walking in the community? *Disabil Rehabil* 42: 3481-3487, 2020. doi: 10.1080/09638288.2019.1597177. PMID: 30982367.
 16. Gallagher P, et al: Environmental barriers, activity limitations and participation restrictions experienced by people with major limb amputation. *Prosthet Orthot Int* 35:278-84, 2011. doi: 10.1177/0309364611407108. PMID: 21937573.
 17. Littman AJ, et al: Physical activity barriers and enablers in older Veterans with lower-limb amputation. *J Rehabil Res Dev* 51: 895-906, 2014. doi: 10.1682/JRRD.2013.06.0152. PMID: 25356624.
 18. スポーツ庁 第3期スポーツ基本計画 https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/sports/mcatetop01/list/1372413_00001.htm
 19. 日本リハビリテーション医学会 障がい者スポーツ <https://www.jarm.or.jp/civic/sports.html>
 20. スポーツ基本法 <https://laws.e-gov.go.jp/law/423AC1000000078>
 21. パラアスリートのための熱中症予防Q & A <https://nechusho-yobo.com>
 23. Haraldstad K, et al: A systematic review of quality of life research in medicine and health sciences. *Qual Life Res* 28: 2641-2650, 2019. doi: 10.1007/s11136-019-02214-9. PMID: 31187410.
 24. Sinha R, et al: Factors affecting quality of life in lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int* 35: 90-6, 2011. doi: 10.1177/0309364610397087. PMID: 21515894.
 25. Asano M, et.al: Predictors of quality of life among individuals who have a lower limb amputation. *Prosthet Orthot Int* 32: 231-43, 2008. doi: 10.1080/03093640802024955.
 26. Demet K, et al: Health related quality of life and related factors in 539 persons with amputation of upper and lower limb. *Disabil Rehabil* 25: 480-6, 2003. doi: 10.1080/0963828031000090434. PMID: 12745943.
 27. Pelzer D, et al: Which factors may influence medium-term quality of life of patients with lower-limb loss? A systematic review of the literature. *Prosthet Orthot Int*, 2024. doi: 10.1097/PXR.0000000000000312. PMID: 38345535.
 28. Davie-Smith F, et al. Factors influencing quality of life following lower limb amputation for peripheral arterial occlusive disease: A systematic review of the literature. *Prosthet Orthot Int* 41: 537-547, 2017. doi: 10.1177/0309364617690394. PMID: 28147898.
 29. Horgan O, et al: Psychosocial adjustment to lower-limb amputation: a review. *Disabil Rehabil* 26: 837-50, 2004. doi: 10.1080/09638280410001708869. PMID: 15497913.
 30. Maciver M, et al: Quality of life in young people with limb loss: a systematic review. *Disabil Rehabil* 22: 1-12, 2023. doi: 10.1080/09638288.2023.2270908. PMID: 37865851.
 31. Jowan G, et al: Outcomes in lower limb amputation following trauma: a systematic review and meta-analysis. *Injury* 42: 1474-9, 2011. doi: 10.1016/j.injury.2011.07.005. PMID: 21831371.
 32. van der Schans CP, et al. Phantom pain and health-related quality of life in lower limb amputees. *J Pain Symptom Manage* 4: 429-36, 2002. doi: 10.1016/s0885-3924(02)00511-0. PMID: 12505212.
 33. Brunelli S, et al: A Literature Review of the Quality of Life, Health Status and Prosthesis Satisfaction in Older Patients With A Trans-tibial Amputation. *Can Prosthet Orthot J* 2: 33640, 2020. doi: 10.33137/cpoj.v3i1.33640. PMID: 37614806.
 34. Langeveld M, et al: Phantom Limb Pain and Painful Neuroma After Dysvascular Lower-Extremity Amputation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Vasc Endovascular Surg* 58: 142-150, 2024. doi: 10.1177/15385744231197097. PMID: 37616476.
 35. List EB, et al: Prevalence of residual limb pain and symptomatic neuromas after lower extremity amputation: a systematic review and meta-analysis. *Pain* 162: 1906-1913, 2021. doi: 10.1097/j.pain.0000000000002202. PMID: 33470746.
 36. 財団法人テクノエイド協会 編. 特例補装具・判定困難事例集 (2010). <https://www.techno-aids.or.jp/research/syogai2203.pdf>



下肢切断の リハビリテーション 診療指針

Guidances for Rehabilitation Practice of Lower Limb Amputation

09

下肢切断のリハビリテーション診療指針

診療連携

(急性期から生活期まで)

09 診療連携（急性期から生活期まで）

近年、下肢切断の主な原因は、過去の外傷から糖尿病や末梢動脈疾患などの内科疾患へと変わり、高齢者が大きく増加しています。高齢者における下肢切断は、疾患や合併症が進行していることが多く、生命予後も悪いため、単に義足を装着して歩行を目指すことが困難なケースも多くあります。こうした背景から、診療連携が切断治療とリハビリテーション治療において重要な課題となっており、早期から適切な診療連携を行うことで、切断後のADLやQOLの向上を目指すことが強く求められています。

<多職種・多診療科での診療連携の重要性>

近年では、外傷による下肢切断よりも、糖尿病や末梢動脈疾患などを背景とした足病変による下肢切断が増加しており、特に高齢者に多い傾向があります。切断を回避するためには、原因となる疾患の治療と管理、足病変の予防が最も重要であることは言うまでもありませんが、足病変を生じた場合でも、早期発見と早期からの適切な救肢治療を行うことにより、糖尿病性足病変においては約85%が切断を回避することができると報告されています。

●救肢治療における診療連携・多職種連携

糖尿病や感染症、循環管理などを専門とする内科医、血行再建を専門とする外科医、皮膚や軟部組織、骨などに至る病変に対応する皮膚科医、形成外科医、整形外科医などが重要な役割を担うとともに、看護師によるフットケアの実践、栄養士による適切な栄養管理や栄養指導、そしてリハビリテーション科医や理学療法士、作業療法士などによる糖尿病や末梢動脈疾患に対する包括的なリハビリテーション治療が重要となります。

●切断後の急性期における診療連携・多職種連携

救肢治療が奏功しなかった場合には、切断治療に移行することとなります。切断手術を担当するのは主に整形外科医であり、切断の高位や術式を検討します。義足歩行を前提とした切断が理想ですが、感染や血行状態、全身状態など含めて適切に決定されます。そのため、糖尿病や感染症、循環管理を専門とする内科医や血行再建を専門とする血管外科医との連携は継続し

て重要です。また、切断後の断端創の管理や不良例に対しては皮膚科医や形成外科医と連携する場合もあります。看護師による術後の断端ケアや生活支援、心理的サポート、栄養士による適切な栄養管理や栄養指導も引き続き重要です。そして、リハビリテーション治療は術後早期より開始することが推奨されており、リハビリテーション科医、理学療法士、作業療法士、義肢装具士が連携して断端形成や早期の義足装着を目指します。早期からのリハビリテーション治療が行われない場合には、断端トラブルや関節拘縮、筋力低下などの問題を生じ、その後の義足装着や歩行自立が困難となる可能性が高くなります。また、特に循環障害や糖尿病を背景とした高齢者では、歩行獲得が不確実であるため、主治医から義足の選択肢が提示されず、多職種での検討にまで至らないこともあります。義足装着の対象であるか、義足装着により歩行やADLが自立できるか、自立に至らない場合でもQOLの向上や介護負担の軽減などに寄与できるか、などは多職種でしっかりと検討されるべき優先事項です。診療連携の不備による情報不足は、下肢切断者のADLやQOLを制限する一因となります。

●切断後の回復期における診療連携・多職種連携

現在の医療システムのなかで、切断治療の急性期から回復期でのリハビリテーション治療までを一貫して一つの病院で実施できることはほとんどありません。一般的には急性期病院での治療後、回復期病院に転院して義足作製や義足での歩行獲得、ADLや社会生活の自立を目指すこととなり、リハビリテーション科医が回復期リハビリテーション病棟などにおいて主治医を担当することが多くなります。この移行期においても、糖尿病や感染症、循環管理などを専門とする内科医との連携は非常に重要であり、治療が遷延するとさらに高位での再切断が必要となる場合もあります。看護師による断端ケアや生活支援、心理的サポート、栄養士による適切な栄養管理、栄養指導も引き続き重要です。リハビリテーション治療においては、断端の成熟が進み、義足の装着や積極的な歩行訓練、ADL訓練が行われます。リハビリテーション科医と理学療法士、作業療法士、義肢装具士が連携し、適切な目標設定と治療計画のもとでリハビリテーション診療を進め

ていきます。義足の製作については、急性期病院と回復期病院が異なる場合、提携する義肢製作会社が異なることもあるため、情報連携に関しては特に注意が必要です。また、義足の適応が難しい場合でも、車いすによる移動能力向上やADL向上を図り、自立した生活を目指します。退院後の自宅や地域施設への移行を検討する際には、医療ソーシャルワーカーやケアマネージャーによる支援も不可欠です。自宅での生活環境の整備、介護保険サービスや福祉制度の利用などを調整します。

●切断後の生活期における診療連携・多職種連携

生活期においては、医療的ケアとして基礎疾患の管理・治療、断端ケア、足病変の早期発見・早期治療などが重要であり、リハビリテーション科医が主治医としての役割を担うことも多くなります。下肢切断者の背景や併存疾患に応じて、他診療科と積極的に診療連携を行うほか、介護保険サービスに関するケアマネージャーや利用施設との情報連携、社会参加や就労支援などを含めた地域行政や就労移行支援事業者などとの情報連携も重要です。また、義足は使用に応じて摩耗や破損、故障を必ず生じます。また、成長や体格の変化、障害の変化による不適合を生じる場合もあります。そのため、修理での対応や耐用年数に応じて義足の再交付を受けることができます。そのような情報をしっかりと下肢切断者や家族に伝え、更生相談所を中心として医師と義肢装具士が必要な対応を行うことのできる連携を生涯にわたって維持する必要があります。

<診療連携・多職種連携の欠如が 下肢切断者におよぼす影響>

診療連携が不十分であると、下肢切断者にさまざまな負の影響をもたらします。

●適切な治療の遅延

救肢治療や切断治療への移行、切断後のリハビリテーション治療が適切なタイミングで実施できない可能性があります。治療がスムーズに進まないことで、患者は身体的・心理的な負担を感じ、歩行やADL向上への意欲を失ってしまうことがあります。断端創の治療が遅延する場合にはさらに高位での再切断のリス

クに注意が必要であり、糖尿病や循環障害が原因の場合には対側下肢の切断リスクも高くなります。

●リハビリテーション診療の質の低下

多職種間での診療連携が行われない場合、患者に適した治療目標、リハビリテーション治療計画が立てられず、必要なリハビリテーション治療を実施できないことがあります。特に、切断後早期からのリハビリテーション治療が遅れると、筋力低下や関節可動域制限、関節拘縮を生じ大きな影響をおよぼします。また、断端形成が適切に行われないと、断端創の治癒が遅れ、義足装着や製作の時期にも影響します。

●自宅生活や社会生活の困難さ

介護保険や身体障害者手帳の取得、福祉制度の利用が遅れると、生活面や経済面での支援を受けることができない場合があります。そのため、生活基盤が不安定になり、不安やストレスなどの精神的な負担の増加、家族による介護負担の増加や社会復帰が難しくなることがあります。

<診療連携・多職種連携を推進する方法>

下肢切断における診療連携を推進する方法として、クリニカルパス（診療連携パス）の導入が効果的であるとされています。クリニカルパスは、患者の治療プロセスを標準化し、各診療科や職種がどの段階でどのような役割を果たすかを明確にするものです。これにより、患者ごとの個別対応がスムーズに行われ、切断から義足製作、リハビリテーション治療までの一貫した流れが可視化できます。

●情報共有と治療目標の統一

クリニカルパスの導入により、各施設や職種間での情報共有が進み、治療目標を統一することができるため、目指すべき方向性が明確になります。

●アウトカムの向上

各段階での治療目標を明確に設定することで、リハビリテーション治療の効果をより精確に評価し、治療成果を向上させることが期待できます。

（荒川英樹）

09 診療連携（急性期から生活期まで）

【参考文献】

1. Armstrong DG, et al: Diabetic foot ulcers : prevention, diagnosis and classification. Am Fam Physician 57: 1325-1338, 1998.
2. 梅澤慎吾：下肢切断と義足の医療連携における課題. リハビリテーション・エンジニアリング 31 : 52-54, 2016.
3. 陳隆明, 近藤潤侍, 幸野秀志：下肢切断者に対するシリコンライナーを用いた創治癒後断端マネジメントの経験－本法による病院間連携の提案. 臨床リハ 17 : 405-409, 2008.

10

下肢切断のリハビリテーション診療指針

コラム

10-1 CTLIを原因とする下肢切断で考慮すべき点

包括的高度慢性下肢虚血 (CLTI : Chronic Limb Threatening Ischemia) は、2019年米国血管外科のガイドラインに記載された概念で、足部の虚血・感染と、全身性の動脈性疾患を合併した予後不良の疾患です。

CLTIに対する大切断の主目的は、虚血性疼痛の緩和と病変組織、感染巣、壊死組織の除去です。繰り返される再治療と長い治療期間からの解放、可能であれば歩行維持を目的とした義肢の製作やリハビリテーション治療を大切断術により提供されるべきです。長期にわたるハイリスクな治療再介入の繰り返しや、創傷ケアの継続、疼痛の持続は患者の目標と必ずしも一致しない場合もあり、予見される治療効果や期間などの情報を共有し、適切な意思決定を支援していくことは極めて重要です。治療の各段階においても大切断や緩和医療を含めたあらゆる選択肢について話し合われるべきです。

<大切断の決定判断>

CLTIに対しては血行再建術が第一選択治療ですが、以下の状況においては大切断（一次大切断 [primary amputation] : 血行再建術を施行せず大切断、二次大切断 [secondary amputation] : 血行再建術を施行も不成功のため大切断）を検討します。

- 再建不可能な血管疾患を有する状態
- 非機能肢（神経損傷や脳卒中による麻痺がある状態や関節拘縮により下肢機能が著しく障害された状態）血行再建術の適応は限定的であり、大切断は有効な治療です。
- 中足骨レベルでの切断では治癒が見込めない壊死・感染の拡がりや骨髓炎・深部感染症、踵を含む広範な壊死では大切断が考慮されるべきです。
- 重篤な併存疾患や限られた生命予後しかない状態に対し回復まで長い期間を要するハイリスク手術の回避。重篤な併存疾患を有する患者や長期生存が見込

めない患者においては大切断が適応となる場合があります。

<切断高位を決める方法>

下肢末梢動脈の評価で下肢切断部位の決定に対して信頼性が高いのは、経皮的酸素分圧 (TcPO2) と Skin perfusion pressure (SPP) です。下肢末梢動脈の機能的および画像的評価には、動脈触診、ドップラー聴診、皮膚温、サーモグラフィー、ABI、経皮的酸素分圧 (TCPO2)、SPP、デュプレックス超音波検査、MRA、CTA、DSAがあります。TcPO2は、ABI、皮膚温に比べ、感度、特異度ともに優れており、30mmHg以上で切断高位を決定できます。6分間の酸素投与後にTcPO2の値が10mmHg以上の上昇を認める部位での切断が安全です。SPPはABIに比べ、末梢動脈の石灰化の影響を受けない点、測定部位の創傷治癒が可能か否かを判断できる点で、創傷を治す観点から最も有用な検査法です。SPP値が40mmHg以上あれば、潰瘍部分を積極的に外科的デブリドマンし、湿潤環境療法を基本とした創傷治療を行うことができ、切断高位の指標となります。

<切断後の義足歩行の可能性>

切断部位が高位になれば、その後の歩行維持率は低下します。日本と海外では報告により違いはありますが、切断後義足歩行が可能となったのは下腿切断では33～50%、大腿切断では0～25%と大腿切断は低くなります。海外では機能的予後から下腿切断と大腿切断を比較した場合、義足歩行可能なのは大腿切断で9～20%、下腿切断で34～47.2%と報告されています。日本では、単施設での少数例の報告が多いですが、義足歩行可能となったのは大腿切断で0～25%、下腿切断で33～50%と報告されています。

<大切断術後の生命予後（周術期及び晩期）>

大切断を選択しなければならない患者の生命予後は悪く、手術後30日以内の死亡が10%、1年で30～50%、5年で30～70%との報告があります。手術後30日以内の死亡率（周術期死亡率）は、minor amputationで0.7～2%ですが、major amputationでは10%と明らかに高くなります。大

切断術30日後死亡率は4～22%、大切断後5年の生命予後は30～70%と報告されています。また膝下切断術後より膝上切断術後で予後は悪く、両側切断後の5年予後は40%未満とされています。周術期死亡に至らなかった大切断後患者の晩期予後に関しては、1年で30～50%、5年で56～77%の死亡率と報告されています。

＜大切断術後の対側肢の予後＞

大切断を必要とする患者では、片側の切断後も対側下肢の大切断のリスクは高いので、注意深い経過観察が必要です。片側の下腿切断で退院してもその2年後には、車いすを含めても移動が可能なのは40%であり、再切断で同側の大腿切断になるのは15%、反対側の下腿切断が15%となり、死亡は30%まで高まるという報告があります。大切断術後の対側肢大切断率に関する報告はさまざまで2.2%から44%と報告されています。また大切断術後の対側肢大切断リスクは、①腎不全、②動脈硬化性疾患（糖尿病性神経症の合併有/無いずれも）、③初回切断が大切断（小切断ではない）とされています。

（濱田全紀）

10-2 本義足の製作時期

一般的には初めて製作する義足は、立位・歩行能力を再獲得すべくリハビリテーション訓練を目的に「（訓練用、練習用）仮義足」として医療保険で製作されます。2本目以降に製作する義足は、獲得した立位・歩行能力を用いて日常生活を送ることを目的に「本義足」として障害者総合支援法などの障害者福祉制度で製作されます。仮義足は主治医の治療方針や合併症の状況にもよりますが、切断術から1ヶ月～3ヶ月程度で製作されることが多いです。製作時には良好であったはずのソケットの適合は、断端の成熟に伴って次第に不適合を呈してきます。不適合の程度が小さいうちは、ソケットの内側にパッドを貼るなどして補正を行ったり、断端袋を装用することで断端の太さを回復させることで対応可能ですが、断端成熟が進んで不適合が著

しくなると先述の方法では適合を回復することができず、ソケットの再製作が必要となります。一般的には断端袋2枚を重ねて使用しても緩みが生じている場合にはソケットの再製作が必要と考えられます。このソケットの再製作が必要となる時期は、早いと切断から半年程度で、遅くとも2年程度で訪れます。このとき、2本目の義足を本義足として障害者総合支援法などを用いて製作します。すなわち、仮義足の適合が著しく悪化して再製作が必要となった時が本義足の製作時期となります。本義足の製作においては義足を新たに丸ごと1本製作することが多いですが、仮義足を製作してから間もないなど、継手や足部の損耗の状況、特に高額な電子制御継手を用いている場合には、必ずしも1本丸ごと製作せずに、ソケットのみの交換とすることもあります。これについては更生相談所の判断によりますので、自治体による地域差が生じうる部分でもあります。

（西嶋一智）

【参考文献】

1. 日本循環器学会 / 日本血管外科学会合同ガイドライン：2022 年改訂版 末梢動脈疾患ガイドライン
2. 上村哲司、佐竹義泰、増本和之・他：末梢動脈疾患（PAD）の画像診断。形成外科 53：121-128, 2010.
3. Christensen KS, Klarke M : Transcutaneous oxygen measurement in peripheral occlusive disease. An indicator of wound healing in leg amputation. J Bone Joint Surg Br 68: 423-426, 1986.
4. Bongard O, Krahenbuhl B : Predicting amputation in severe ischemia. The value of transcutaneous PO2 measurement. J Bone Joint Surg Br 70: 465-467, 1988.
5. 寺師浩人、北野育夫、辻 依子ほか：重症虚血肢の診断・治療におけるレーザードップPV2000の有用性：Skin perfusion pressure(SPP, 皮膚還流圧)測定の意義について。形成外科4：901-909, 2005。
6. Norgren L, Hiatt WR: Inter-Society consensus for the management of peripheral arterial disease (TASC II). J Vasc Surg 45(suppl): S1-S67, 2007.
7. Peng CW, Tan SG: Perioperative and rehabilitative outcomes after amputation for ischaemic leg gangrene. Ann Acad Med Singapore 29: 168-72, 2000.
8. Toursarkissian B, Shireman PK, Harrison A, et al: Major lower-extremity amputation: contemporary experience in a single Veterans Affairs institution. Am Surg 68: 606-610, 2002.
9. Fletcher DD, Andrews KL, Hallett JW, et al: Trends in rehabilitation after amputation for geriatric patients with vascular disease: implications for future health resource allocation. Arch Phys Med Rehabil 83: 1389-1393, 2002.
10. 及川道雄・他：透析患者の大腿または下腿切断の治療成績の検討。中部整災誌 45：631-632, 2002.
11. 八木啓輔・他：下肢切断例の検討。中四整会誌 15：71-74, 2003。
12. 金澤和貴・他：虚血性壊死に対する下肢切断の治療成績の検討。整形外科と災害外科 55：444-447, 2006.
13. 辻依子ほか：重症下肢虚血患者における下肢切断レベルによる歩行機能への影響。日形会誌 30：670-677, 2010.
14. Nehler MR, Coll JR, Hiatt WR, et al: Functional outcome in a contemporary series of major lower extremity amputations. J Vasc Surg 38: 7-14, 2003.

15. Stern JR, Wong CK, Yarovinkina M, et al: A Meta-analysis of Longterm Mortality and Associated Risk Factors following Lower Extremity Amputation. *Ann Vasc Surg* 42: 322-327, 2017. PMID:28389295.
16. van Netten JJ, Fortington LV, Hinchliffe RJ, et al: Early Post-operative Mortality After Major Lower Limb Amputation: A Systematic review of Population and Regional Based Studies. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 51: 248-257, 2016. PMID: 26588994.
17. Ogaki T, Iida O, Hata Y, et al: The perioperative and long-term fates of patients with chronic limb-threatening ischaemia who underwent secondary major amputations. *Int Wound J* 19: 36-43, 2022. PMID:33998127.
18. Inderbitzi R, Buettiker M, Enzler M: The long-term mobility and mortality of patients with peripheral arterial disease following bilateral amputation. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 26: 59-64, 2003. PMID:12819649.
19. Stern JR, Wong CK, Yarovinkina M, et al: A Meta-analysis of Longterm Mortality and Associated Risk Factors following Lower Extremity Amputation. *Ann Vasc Surg* 42: 322-327, 2017. PMID: 28389295.
20. Glaser JD, Bensley RP, Hurks R, et al. Fate of the contralateral limb after lower extremity amputation. *J Vasc Surg* 58: 1571-1577, 2013. PMID: 23921246



下肢切断の リハビリテーション

Guidance for Rehabilitation Practice of Lower Limb Amputation

診療指針



公益社団法人 日本リハビリテーション医学会

【発行元・お問い合わせ】

公益社団法人 日本リハビリテーション医学会

〒101-0047 東京都千代田区内神田1-18-12 内神田東誠ビル2階

TEL: 03-5280-9700 FAX: 03-5280-9701 メール: office@jarm.or.jp