©NSCA JAPAN
Volume 28, Number 8, pages 65-71

Key Words【障がい者：adaptive、義肢：prosthesis、義肢の：prosthetic、切断者：amputee、義足：prosthetic leg】

下腿および大腿を切断した義足のアスリートを指導する際の留意点

Considerations for Coaching Athletes With Prosthetic Limbs for Transtibial and Transfemoral Amputations

Drew L. Nutter, CPO/L, MPO, MBA, M.S., CSCS, USAW
Kenney Orthopedics, Paducah, Kentucky

要約

技術や手法の進歩によって、四肢を切断した者やその他の障がいを有する人が筋力トレーニングに取り組むことは容易になっている。このようなアスリートに対しても、筋力トレーニングの全般的な原理は変わらないが、特別に留意すべき点はある。本稿の目的は、それらの留意点を特定して議論し、義足を使用するアスリートに最適化された効果的な指導を提供する上で必要となりうる、試行錯誤のプロセスを例示することである。

表　切断者アスリートを指導する際の留意点

義足に関する理解	義足のデザイン インターフェースと懸垂 義足足部 義足膝部 義足のアライメント 義足による消費エネルギー
アスリートに関する理解	評価とバランス 手術法と解剖学的変化
目標の設定	
個人に合わせたコーチングのアプローチ	

序論

トレーニング機器と技術の進歩、および科学と事例を交えたエビデンスベースのアプローチの発達によって、四肢欠損者が自らの身体的限界、および義肢の限界をともに押し広げることが可能となっている。四肢欠損者が増加しているとはいえ、一般の人々に占める割合は小さく、ほとんどのストレングスコーチやトレーナーにとって切断者アスリートに接する機会は少ないと思われる。そのため、義肢の機能について、またコーチングの枠組みを修正もしくは調整する方法について、議論し理解することが重要である。そこで本稿では、義足を使用するアスリートに合わせたトレーニングの処方に関する留意点を論じる。

米国だけでも、2006年時点で190万人の四肢欠損者が存在すると推定され、2050年までにその数は倍以上になると予想されている(12)。下肢切断の55%以上は疾患、約45%は外傷によるもので、残りは先天性の原因による(12)。疾患による切断は主に糖尿病や血管疾患に関連しているが、他の疾患でも切断は起こりうる。エクササイズがこれらの集団における健康状態を改善し、生活の質の向上、医療費の削減と、さらなる医療の必要性減少に繋がることを示すエビデンスが広く報告されている。

不適切なトレーニングは、健常者のアスリートに問題を引き起こす可能性がある。したがって当然、障がい者アスリートにも同じことが起こりうると考えられる。ストレングスコーチは、すべての集団に当てはまる原理に対して忠実でなくてはならない。障がいの有無にかかわらず、すべてのアスリートにはそれぞれの目標や考え、ストレス、状況が存在し、コーチはそれらに応じて計画を作成する。障がい者アスリートも、過負荷、漸進、バランスのとれた強化、回復、テクニック、特異性、ピリオダイゼーション、および継続的評価といった原理の恩恵を受ける点は同じである。義肢を使用しているからといって、エクササイズの科学と実践の基本や原理が変わることはない**(表)**。

義足を理解する

義肢とは人工の身体部位であり、本稿では通常、下腿義足および大腿義足を指す。そして義足は通常、歩行の機能を備え、足を交互に出す歩行パターンを全体的な目標としてデザインされる。下肢の喪失がもたらす主な問題は、歩行ができなくなることである。歩行ができないと、自立性、日常生活動作の遂行能力、および人間の基本機能が制限される。切断者は義肢装具士と出会った段階で評価を受け、切断前の機能、動機付け、その他の情報を申告する。それを踏まえて、短期的および長期的な治療計画が作成される。ただしこの時点で、切断者の身体活動への意欲、あるいは潜在的にどの程度の身体活動が可能であるかは、必ずしも明らかでない。切断者のリハビリテーションが進行していけば、その他のニーズを満たす義足をデザインし、製作することが可能となる。

義肢装具士は、上述した目的を念頭に置いて、歩行という目標を達成するための義足やその他の必要な装具をデザインして製作し、供給する。切断者に供給される装具や部品は多数に上るため、コーチはその用途や機能を把握し、理解する必要がある。義足のソケット部は、切断した下肢の断端を収納し、軟部組織で荷重を受けるもので、さらには骨構造との相互作用を通じ、バイオメカニクス的に効率の良い歩行をもたらすことも可能である。ほとんどの下腿ソケットは膝蓋腱の支持構造を備える。この支持構造は、膝蓋腱にもうひとつの支点を作ることで膝関節の可動域(ROM)に変化をもたらし、加えてソケットのトリムライン(装具の不要部分を切除した線)は解剖学的構造に制限を課す(8)。また組織を収納し、ソケット内で矢状面における反力を発生させて歩行を可能にする必要があることから、下腿ソケット後方のトリムラインは多くの場合、90～100°を超える大きな膝屈曲を許さない(6)。一方、大腿ソケットは、立脚中期における前額面での安定性を高めるために坐骨結節を収納する場合が多いが、これは股関節のROMを低下させる可能性がある(10)。

ゲルライナーは、皮膚と直に接するインターフェースとして広く用いられている。シリコンや熱可塑性エラストマー、ウレタンなどの材料で作られ、それぞれ材料特性が異なる。ゲルライナーは下肢にかかる剪断力を軽減し、また軟部組織を圧迫して固めることで、力学的負荷に耐え、義足を制御できるようにする。懸垂とは、義足を断端に固定または定着させる機能である。最も広く用いられている懸垂方法はロック機構で、これはピンや紐、ラチェットを使って物理的にロックし、ライナーをソケットに直接接続するものである。もうひとつの普及している懸垂方法は吸着式であり、こちらは場合によっては吸引ポンプの補助を使い、陰圧を発生させて義足を断端に定着させる。一般的に、こちらのほうが使用者の固有受容感覚が向上し、ピストン運動(ソケット内での上下動)が軽減され、解剖学的構造と義足とのインターフェースが向上する。

断端の容積変化と発汗は、切断者が日常で最も多く経験する2つの問題である(2)。義足用ソックスは様々な材質の布でできており、義足の適合性と快適性に不可欠である。ソックスは厚みに種類があるため、活動や食物の摂取、その他の理由により1日の間で断端の容積が変化しても、減少した容積を埋め合わせてソケットを適切に適合させることができる。その他、シース(薄手のカバー)が供給される場合もあるが、これは皮膚の汗や湿気を除去したり、あるいはソケットを吸着懸垂するのに内部の空気を抜きやすくするためのものである。

2つとして同じ機能の義足はない。足部は類似の特性や機構によっていくつかのカテゴリーに分類される。ほとんどの義足足部は、足関節に相当する構造をもたないが、材料のデザインとエンジニアリングによって、荷重時に足部がたわむ、すなわち曲がるようになっており、立脚期を通じてスムーズな足部の転がりと平行移動を可能にしている。通常用いられる材料はファイバーグラスまたは炭素繊維複合材であり、これらはエネルギーを蓄積して放出する。これらの足部は荷重によってたわみ、材料の繊維にエネルギーを蓄積して立脚終期に放出することで前進を可能にする。コーチが障がい者アスリートを通じて接する可能性がある義足足部の機能には、例えば以下のようなものがある。

- 動的応答：この機能は通常、歩調を変えて歩行できる切断者にみられる。動的応答式の義足足部は、1,230 Nmの荷重で少なくとも25 mmのたわみを示し、蓄積したエネルギーの75%を放出する(1)。
- トルク吸収：この機能は動的応答またはフレキシブルキール(キールは足部の構成要素)に追加して用いられ、水平面での動作を可能にする。トルク吸収装置は重く高さがあるため、頻繁には使用されない。
- 多軸動作：前額面での動作を可能にする。通常、ほとんどの義足足部に組み込まれている機能である。
- 油圧式足継手：油圧油を用いて動作速度をコントロールする足継手(継手は関節を代替する部品)。欠点は重くなることと、非常に活発的なユーザーでは、油圧装置の能力が追いつかない場合があることである。

ほとんどの義足足部は、上に挙げたカテゴリーを組み合わせ、可能なかぎり多くの生体模倣特性を備えている。スポーツに特化した足部や部品もあるが、分類は他の足部と同じカテゴリー

である。例えば、垂直方向の衝撃を和らげるタイプの足部は、立脚終期における衝撃を分散し、脊椎と健側に負担がかからないようにするもので、日常用として優れているが、ほとんどのランニング用足部やスポーツ用足部もまた、試験パラメータの都合で同じカテゴリーに入っている。しかしこれらは、カーボン製支柱の形状によって垂直方向の変位が生じるタイミングが立脚中期となり、よりランニングに適した足部となっている。近年では、ランニング用の義足足部は非切断者ランナーに対する優位性をもたらすか否かの議論も生じているが、これまでの研究では決定的な優位性は証明されていない(5)。ランニング用およびスポーツ用義足を製作し供給することも可能であるが、義足は1種類ですべての活動に対応できるというものではない。義足は、下腿義足で5,000～15,000ドルの費用がかかり、大腿義足はそれよりはるかに価格帯が広く、かつ高額になる。米国における保険では多くの場合、スポーツ用義足の支給申請が容易に認められない。しかし、適切な書類を作成し、チームで協力して取り組めば、支給を受けることは可能である。

義足の膝部もまたいくつかのカテゴリーに分けられ、多くの異なる機能を有する。ほとんどの膝部は荷重時の屈曲に抵抗するようになっているため、多様なスポーツ動作の実施は困難である。スポーツ用途向けにデザインされた義足膝部もいくつか存在し、また一部のマイクロプロセッサ制御の膝継手では、特定のスポーツ動作用のモードをプログラミングすることが可能である。義足の膝継手は、それぞれの機械的機能によってもカテゴリー区分される。ロックを解除する、すなわち膝部を屈曲できるようにするには、個々の膝部で異なるパラメータを要することに注意しなくてはならない。コーチがそれらのパラメータを把握することは、エクササイズの修正やアスリートのトレーニング方法を理解するのに役立つ可能性がある。

大腿切断者の消費エネルギーは、下腿切断者や非切断者を上回ることが研究で多数報告されている(3)。その際、歩行の速度は一定に保たれている。また研究では、血管の問題で切断した人は、外傷性事故による切断者と比べて消費エネルギーが大きいことも明らかになっている(3)。大腿切断者は膝関節を欠損し、義足の膝継手に置き換えられているため、義足全体を股関節で制御しなくてはならず、さらにソケットのトリムラインが邪魔になってROMが制限される。切断者の多くは、消費エネルギーを非切断者と同等に維持するために、快適歩行速度が遅くなる(3)。義足側も健側も、切断によって関節の運動力学と運動学が影響を受け、それが腰痛や変形性関節症といった合併症に繋がる(7)。義足の各部品は、可能なかぎりバイオメカニクスを模倣し、消費エネルギーを軽減し、健側と脊椎の負担を回避することを目指すが、それでもまだ本物の身体に追いつくまでには至っていない(7)。例えば、立脚終期に踏み切りを行なって下肢を遊脚へ推進する足関節底屈筋群が失われ、それがカーボン製足部のエネルギー放出に置き換えられる。エクササイズの実施時には、生理学的な負荷や要求が増大するため、この違いが強調される可能性がある。

アライメントは、義足の各部品における空間的な位置を決定し、機能を最適化するプロセスである。歩行の最適化のために実施するもので、拘縮など動作上の問題を調整し、エネルギー効率を最適化する手段である。スポーツ用として2本目の義足を製作する場合は、予めスポーツ用にアライメントが施される。下腿切断者の場合、歩行を通じた前進が矢状面におけるアライメントのひとつの目的となり、観察の結果、ソケットを軽く屈曲させたほうが目的に適うと判断される可能性がある(6)。大腿切断者の場合、アライメントは安定性と安全性の確保を目的とすることが多く、大転子、膝継手、および足継手を結ぶラインをなぞって、体重荷重線が膝継手の前方にくるようにする。前額面におけるアライメントの目的は、片脚支持における安定性、すなわちバランスを確保することである(10)。

使用者が基本的な歩行以上の機能を義足に求める場合には、その障がい者アスリートにかかわる人々の協力が必要となる。コーチは、アスリートの義足と基本的な構成部品の限界を理解することに時間を割く。例えば、継手なしの義足足部では、健康な解剖学的足関節のような背屈ができないことを理解し、動作に必要な修正を施すよう義肢装具士に伝えなくてはならない。義肢装具士はエクササイズの要求に合わせて義足に変更を施すことができるが、それらの要求について情報を得ていることが条件となる。コーチは義足の情報に関して義肢装具士と積極的に意見を交換し、エクササイズ処方の最適化に生かすべきである。最適な意思疎通と理解、およびアスリートにとっての最適な結果をもたらすために、義肢装具士にトレーニングセッションを見にきてもらう必要があるかもしれない。アスリートの中には、義足を装着したままエクササイズを実施する者もいれば、状況に応じてエクササイズ中に義足を外したり、外さなかったりというアスリートもいる。これらの違いは、コーチがアスリートのニーズに対応する方法について理解を深めることに繋がる。また、アスリートの精神状態に関する知見も得られる。

アスリートを理解する

アスリートの測定と評価は継続的に行なう。懸念事項があれば、必要に応

じてアスリートの医療チームに相談する。評価項目には、下肢の喪失を原因として、あるいはそれに関連して生じる筋力不足やアンバランス、歩行や走行の異常、姿勢アライメントの異常などを含める。アスリートの床面との接地や固有受容感覚も影響を受けるため、バランス能力も評価する。アスリートが外傷性事故を経験しているなら、視覚、バランス感覚、および基本的運動機能の中枢を支配する脳神経の評価も必要となる可能性がある。義足使用者の多くは、義足への信頼の欠如から、義足側への適切な体重移動に困難を抱えている可能性がある。その結果、膝継手や足部が目的どおりに機能しない場合がある。適切かつ徹底した評価を行なうことで、それらは修正すべき問題か否か、どのくらい迅速または段階的に修正するのか、あるいはそれが調整によって対処すべき問題か否かが明らかになる。エクササイズを漸進させると代償機構が予想されるが、それが直ちに生じるとは限らないため、時折再評価を行なうことが必要である。

切断後は、解剖学的構造の配置が切断前の状態から変化する可能性が高い。解剖学的構造がどのように再付着または変化しているかを理解することは、快適性とパフォーマンスの維持に不可欠と考えられる。膝関節離断などの関節離断術は、長骨部分を直接離断するのに比べて、大腿骨顆が残存するだけでなく、少なくとも関節面がある程度残存する(9)。関節離断術のほうが一般的でないが、レバーアームがより長く、また骨の遠位端を通じて荷重できるなど、利点は数多い(9)。また筋固定術では、切断した筋を骨に直接結び付ける。筋形成術では、筋を別の筋に結び付ける。それ以外の手法もあるが、これらが最も一般的である(4)。また単独でなく、それらを組み合わせて用いる場合もある。筋を骨に付着させたアスリートは、筋形成術を受けた人に比べてコントロールと筋機能に優れる(4)。

術後は筋がどこに付着するかの違いだけでなく、筋力と筋横断面積にも違いが生じる。大腿切断において大内転筋を切断した場合、内転筋力が70%低下することが明らかになっている(4)。ハムストリングスも切断後に筋力が低下し、股関節屈曲筋群が伸展筋群の力を上回ることが拘縮の原因となり、これは義足の製作を待つ間、長らく屈曲位で座っていることによって悪化する可能性がある(4)。脛骨と腓骨間に架橋を形成して荷重を改善するErtl法などの外科的手法もあるが、標準的に実施されるものではない。オッセオインテグレーション(Osseointegration)は、切断者の骨にインプラントを直接埋め込む手法である。この手法は、米国で近年試験が承認されたばかりであるため、目にする機会は少ない。事例報告では、オッセオインテグレーションは残存筋の利用を向上させるため、合併症や筋萎縮を低減し、潜在的に筋肥大と義足装着時のROM改善をもたらすという。

注意すべき点を容易にモニタリングする方法は、切断した下肢の断端を評価することである。この領域は通常、有害な現象を真っ先に示す指標となる。切断された脛骨遠位端の前面、および切断された大腿骨遠位端は、荷重に耐えるようになっていない(4,6)。これらは通常、傾斜をつけて切断されるが、それでも荷重が加わると痛みが生じる可能性が高い。このような負荷の大きい領域に何らかの徴候や症状、苦痛が生じた場合、アスリートは手遅れになる前に義足の適合性を調整すべきであり、また義足の使用を一時停止しないと潰瘍や激痛を引き起こすおそれがある。ストレングスコーチは、このような骨の隆起部を考慮に入れてエクササイズ選択を行なう。下腿切断者の場合、骨の断端より下の位置に負荷をかけるニーエクステンションは、不適切なエクササイズ選択となりうる。脛骨断端が負荷の支点／回転軸となって、皮膚の損傷を引き起こすおそれがある。

断端の状態を評価し、創傷、褥瘡、瘢痕組織の癒着、たこ、長引く発赤、圧痛などの目立った所見がないかチェックする。それらが認められた場合は、激しい身体活動を実施する前に対処する。

目標の設定

障がい者アスリートの目標について尋ねる際、コーチは切断に至った経緯についても躊躇せず質問すべきである。その情報は、アスリートの精神状態、目的、および目標そのものに関する知見に繋がる。その上で、あくまで完璧なテクニックのバックスクワットを習得するトレーニングを目指すのか、それとも調整や修正を加え、または別のエクササイズに変更することで、結果として同じ生理学的システムに負荷をかけ、あるいは同じ筋群を動員し活動させるのかを検討しなくてはならない。例えばパワーリフティングなど、エクササイズに特化した分野の競技に参加しないのなら、目標はエクササイズの習得ではなく、必要な刺激の獲得になるであろう。切断者は非切断者に比べて、健側の膝関節と股関節に変形性関節症を起こすリスクが高く、また腰痛の発生率も高い(11)。したがって、アスリートの短期的目標だけでなく長期的目標も考慮して修正や調整を行ない、様式を問わず必要な刺激を得ることが重要である。

両側下腿切断アスリートの事例

写真1は、スクワットを習得し、総合的筋力の向上を目指す両側下腿切断者である。トレーニング経験のない障がい者アスリートがスクワットを開始すると、継手のない足部が健常者アスリ

ートのような背屈ROMをもたらさないため、**写真1**に見られるように、足部のかかとが床面から浮き上がる。さらには体重荷重線、すなわち身体重心から下方に伸びるベクトルが、どこに下りるかを観察してほしい。初期には動作中にバランスがとれなかったため、最初のうちは背中の後ろにスタビリティボールを当てて安定させなければならず、また前方でケトルベルを保持することで身体重心をさらに操作した。これらの用具を用いることで体重荷重線を前方へ移動させて安定性を高め、またアスリートの安全と安定性を確保して動作を練習できるようにした。内在的な不安定性に加えて、衝撃を吸収するための機械的な真空ポンプを使用していることをアスリートが申告したが、これも初期の不安定感をもたらす原因となった。動作メカニクスを改善して股関節を後ろへ引くよう指示し、その後もかかとの下にウェッジを入れて浮き上がりを調整する必要はあったが、ケトルベルは**写真2**のとおり不要となった。アスリートは体重荷重線を前方にシフトさせて股関節伸展筋群を動員する能力を向上させ、最終的にはコントロールを身につけてスタビリティボールも不要となった。

ルールに例外はつきものであるが、それでも初心者に関しては、かかとを可能なかぎり床面につけておくことが重要である。断端はソケット内に収納され、ソケットの輪郭に囲まれている。膝の角度が変化すると、脛骨がソケットに入る位置と角度も変化するが、ソケットは足部に固定されているため角度が変化しない。ソケット内の断端の動きによって、脛骨が伸展してソケットの壁面に押しつけられる可能性がある。足部を床面につけておくことでこの問題を低減でき、あるいは必要に応じて、ウェッジを使って床面のほうを持ち上げ足部につけることもできる。ここではストレングスコーチが自らの知識を活用し、筋力が向上して筋による内的制御が可能となるまで、必要に応じて動作を修正することができる。アスリートが動作を習得し、姿勢にかかわらずソケット内の断端を制御できるようになったら、体重荷重線を操作して、筋による制御と筋力をさらに必要とする、より多くの姿勢をとることが可能となる。そのような場合でも動作の修正が必要となる可能性があり、どのように修正するかはアスリートとコーチの裁量に任される。適合が適切でないことも、この動作に悪影響を及ぼす可能性があるため、問題とならないよう適合性を評価するとよい。

写真1　総合的筋力の向上を目指してスクワットの習得に取り組む両側下腿切断者

写真2　かかとを持ち上げる調整を施してスクワットを実施する両側下腿切断者

写真3は、アスリートがプレートで荷重したマシーンを使って、フリーウェイトでのスクワットを模倣している様子である。プラットフォームに角度をつけることで、足部を床面に完全につけた状態でスクワットを実施できるようにしている。アスリートの背中がバイオメカニクス的により有利で安全性の高い姿勢をとることで、断端がソケット内でより適切な姿勢を維持し、股関節伸展筋群が動員され、また体重荷重線が重心の内側に留まるようになっている。動作を修正することで漸進が可能となり、同じ筋群に大きな刺激をもたらしてトレーニング目標を達成することが可能となる。

さらなる試行錯誤の結果、トラップバーデッドリフトでも、バイオメカニクス的により有利な姿勢から動作を開始でき、下半身の大筋群に必要な負荷をもたらすことが明らかになった。ほとんどの障がい者アスリートにおいて、科学的原理の基礎に根差したこの種の試行錯誤が大きな成功に繋がるのである。

大腿切断アスリートの事例

この事例のアスリートは、スクワット、デッドリフト、その他のバリエーションを含むフリーウェイトエクササイズの実施による総合的体力の向上に加えて、高強度のウエイトリフティングエクササイズでレベルを上げる能力を高めることを目標としていた。**写真4**でアスリートは、骨盤と股関節、膝

写真３　スクワット動作を模倣し、バイオメカニクス的姿勢を改善するためにプレートで荷重したマシーンを用いる両側下腿切断者

写真４　バックスクワットを実施する片側大腿切断者

部の適切な姿勢と、足部を床面につけた状態を維持しようとしている。この事例においても、アスリートは膝の高さが左右で異なることと、その差が近位と遠位に及ぼす影響に関して調整を試みる必要があった。写真が示すように、アスリートは限られたROMの範囲でしかスクワットができていない。また左右差から、義足上で安定感を得るための腰椎前弯の増大と、左右対称になっていない骨盤と股関節における代償も見てとれる。義足側の足部の位置を修正し、健側よりも前方へ出す必要があった。

写真５では、通常のフロントスクワット姿勢をとるのにいくつか問題があることが見てとれる。フロントスクワットへの変更は、アスリートの体重荷重線の位置を変え、なおかつ動作パターンが似ている関連動作を実施することが目的であった。ボックスを用いたフロントスクワットでROMを減少させても、アスリートの断端が長いために、義足を装着すると膝の高さに左右差が生じる。断端が長いとレバーアームが長くなり、それは歩行や義足の制御には有利であるが、一方で、**写真４、５**に見られるようなROMの問題を引き起こす。

写真６では、エクササイズ選択を変更し、部分ROMのデッドリフトを実施している。このエクササイズがもたらす刺激は異なるが、下半身の大筋群に負荷をかける点は同じである。アライメントが改善して膝部、股関節、および骨盤が左右対称に近づき、腰椎前弯がわずかに過剰であるものの、足部はぴったりと床面についている。この事例のアスリートにおいては、エクササイズ選択を変更したことでバイオメカニクス的により適切な姿勢となり、義足の長期的な摩耗が急速に進行するのを防ぐ効果をもたらした。

この事例では、足部を床面に完全につけたままで、なおかつ骨盤と股関節を水平に維持しながら、伝統的なフロントまたはバックスクワットを過剰な腰椎前弯を起こさず実施するための、許容できる解決策が見つからなかった。解決策は、動作を完全に変更すること、または動作の逸脱が起こらない範囲にROMを制限することであった。それに加えて、補助エクササイズと可動性エクササイズで筋群を強化し、その上で元の動作パターンに戻すというアプローチをとった。本事例においては、さらなる指示を与え、的を絞った可動性エクササイズと継続的なコーチングの結果、アスリートのスクワットは改善した。

結論として、ストレングス専門職は、障がい者アスリートに負荷を与えるだけでなく、彼らを保護することも目標とすべきである。修正を加える場合は、コーチと、適切な知識を授けられたアスリート自身とで決定したアスリートの目標と選択に照らして評価し、それに合致した修正を加えなくてはならない。本稿に示した２件の事例は、完璧とはいかないまでも、試行錯誤によって動作を調整し、機能の優先とパフォーマンスの最適化をもたらすやり方を示している。障がい者アスリートの指導においては、このプロセスが健常者アスリートよりも長く、根気を要す

写真５　ROMを制限したボックスフロントスクワットを実施する片側大腿切断者　ROM＝関節可動域

写真６　ROMを制限したデッドリフトを実施する片側大腿切断者　ROM＝関節可動域

る作業となる可能性が高い。目標や期待を修正しなくてはならない場合もあり、忍耐が大いに求められる。それでも、注意深く検討することで、ストレングスコーチは障がい者アスリートの短期的、長期的強化にきわめて重要な役割を果たすことが可能となる。◆

References

1. AOPA Prosthetic Foot Project, 2010. pp. 1–44. Available at: http://www.aopanet.org/wp-content/uploads/2013/12/Prosthetic_Foot_Project.pdf. Accessed: October 24, 2018.
2. Gailey R, Harsch P. Introduction to triathlon for the lower limb amputee triathlete. *Prosthetics Orthotics Inter* 33: 242–255, 2009.
3. Göktepe AS, Cakir B, Yilmaz B, Yazicioglu K. Energy expenditure of walking with prostheses: Comparison of three amputation levels. *Prosthetics Orthotics Inter* 34: 31–36, 2010.
4. Gottschalk F. Transfemoral amputation: Surgical management. In: *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles* (3rd ed). Smith D, Michael J, Bowker J, eds. Rosemont, IL: American Academy of Orthopedic Surgeons, 2004. pp. 533–540.
5. Hobara H. Running-specific prostheses: The history, mechanics, and controversy. *J Soc Biomechanisms* 38: 105–110, 2014.
6. Kapp S, Fergason J. Transtibial amputation: Prosthetic management. In: *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles* (3rd ed). Smith D, Michael J, Bowker J, eds. Rosemont, IL: American Academy of Orthopedic Surgeons, 2004. pp. 507–513.
7. Morgenroth DC, Segal AD, Zelik KE, Czerniecki JM, Klute GK, Adamczyk PG, Orendurff M, Hahn M, Collins S, Kuo AD. The effect of prosthetic foot push-off on mechanical loading associated with knee osteoarthritis in lower extremity amputees. *Gait Posture* 34: 502–507, 2011.
8. Perry J. *Amputee Atlas of Amputations and Limb Deficiencies: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles* (3rd ed). Smith D, Michael J, Bowker J, eds. Rosemont, IL: American Academy of Orthopedic Surgeons, 2004. pp. 367–384.
9. Pinzur M. Knee disarticulation: Surgical management. In: *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles* (3rd ed). Smith D, Michael J, Bowker J, eds. Rosemont, IL: American Academy of Orthopedic Surgeons, 2004. pp. 517–519.
10. Schuch C, Pritham C. Transfemoral amputation: Prosthetic management. In: *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles* (3rd ed). Smith D, Michael J, Bowker J, eds. Rosemont, IL: American Academy of Orthopedic Surgeons, 2004. pp. 541–555.
11. Struyf PA, Van Heugen CM, Hitters MW, Smeets RJ. The prevalence of osteoarthritis of the intact hip and knee among traumatic leg amputees. *Arch Phys Med Rehab* 90: 440–446, 2009.
12. 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 Rehab* 89: 422–429, 2008.

From Strength and Conditioning Journal
Volume 41, Number 5, pages 1-8.

著者紹介

Drew L. Nutter：
Kenney Orthopedicsのプラクティスマネージャーで、義肢装具士としても活動する。