
一般演題

口 演

第1日目 11月10日(土)

MRI 画像を用いた大腿義足ソケット装着者の断端形状と歩行時の応力特性

キーワード: 大腿義足, 計測: MRI, 計測: 応力

芝浦工業大学生命科学科¹⁾, 新潟医療福祉大学²⁾, 人間総合科学大学³⁾

○杉本 貴亜¹⁾, 藤並 晶一郎¹⁾, 田山 文子¹⁾, 東江 由起夫²⁾, 大塚 博³⁾, 花房 昭彦¹⁾, 山本 紳一郎¹⁾

【はじめに】

義足ソケットは切断した下肢の機能を補う義足の構成要素であり切断者の体重の支持, 力の伝達の機能をもつ。そのためには義足ソケットが適合していることが求められる。現在, 義足ソケットは義肢装具士の経験と感覚によって製作されている。そのため義足ソケットの適合は定性的且つ義肢装具士の熟練度に依存し, 製作技術の獲得や伝承に時間がかかる等の課題がある。本研究では, 採型手法の異なるソケット装着時・非装着時の断端の内部組織の情報及び立位・歩行時の応力を計測・解析することによって, 断端形状と応力の関係を検討し, 義足ソケットに対する定量的な評価を行うことを目的としている。

【断端形状解析方法】

被検者は大腿部切断者3名であった。計測機器はMRI装置(Magnetom Symphony Maestro class, SIEMENS)を使用した。計測ではUCLAソケットを装着した場合とAGソケットを装着した場合, ソケットを装着しない場合での3条件で撮影した。MRI画像は, MRI画像取得ソフトウェア(Voxar3D, Barco)で大腿骨頭と大腿骨切断部の最末端を直線で結ぶように位置合わせし, 水平面で輪切りにした断面画像を使用した。尚, 今回使用したソケットはUCLAソケットとAGソケットであった。従来からあるUCLAソケットは陽性モデルの時点で修正を加え, 左右方向に狭い形状となっているソケットである。AGソケットは採型時に修正を加え, 力学的要素を取り入れた前後・左右方向の安定性が高いソケットである¹⁾。

断端形状を比較する際, 基準を設けて位置合わせを行う必要があった。基準に用いたのは剛体として定義することが可能な大腿骨であった。大腿骨の重心を求め, 重心から輪郭までの距離を算出した。更に, UCLAソケット装着時とAGソケット装着時を比較するため, UCLAソケット装着時の断端半径を100[%]とし10[deg]毎にAGソケット装着時の断端半径を比率で算出した。また, 応力と筋の形状に相関があると考えたため, 各ソケット装着時の断端近位における骨重心から断端輪郭までの距離を100[%]とした際の骨重心から筋輪郭までの距離を30[deg]毎に比率で算出した。

【歩行応力解析方法】

被検者は大腿部切断者2名であった。実験システムには3次元的に応力を計測する3軸力覚センサ(PD3-32, ニッタ)と歩行周期を切り出す際に使用するフットスイッチを用いた。サンプリ

ング周波数は1000[Hz]であった。計測項目は近位と遠位の前後内外方向の計8個の3軸力覚センサに加わる応力であった。歩行の応力のオフセットは, ソケットに断端を収納していない状態の応力を減法することで行った。

【結果と考察】

近位断端形状解析結果をFig.1に示した。前後方向(70~110[deg], 230~280[deg]付近)にてAGソケットの方がUCLAソケットよりも小さくなっていることが分かる。また, その時の筋形状を比率で表したグラフをFig.2に示した。断端形状定量化データでAGソケットとUCLAソケットで最も変化が大きかった箇所で筋が集中しており, 断端形状変化と筋の形状は関係があると考えられる。

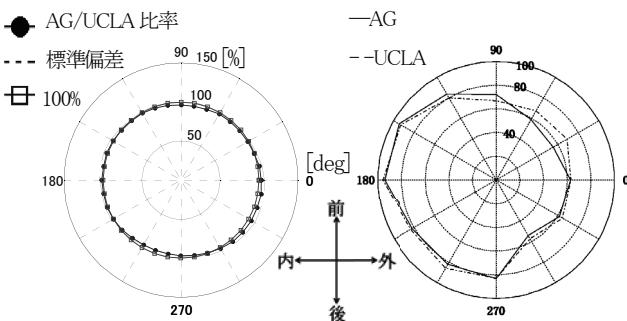


Fig.1 近位断端形状定量化グラフ Fig.2 近位筋形状定量化グラフ

更に, 歩行時における被検者1名分のZ軸応力をFig.3に示した。また, 方向別での筋・脂肪の割合をFig.4に示した。AGソケットとUCLAソケットを比較すると, 筋が集中していて断端形状に変化が現れた近位内側・後方でUCLAソケットよりもAGソケットの応力の方が大きく, 筋割合が低い近位外側で応力が小さくなっていることにより, 筋が集中している箇所が応力耐性のある箇所だと考えられる。

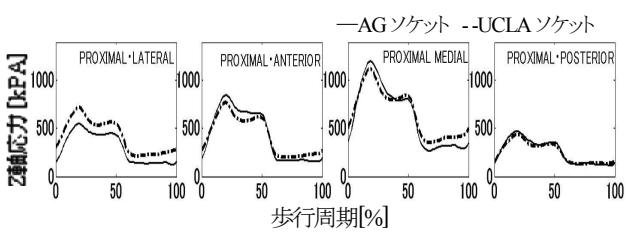


Fig.3 歩行時Z軸応力典型例 (n=1)

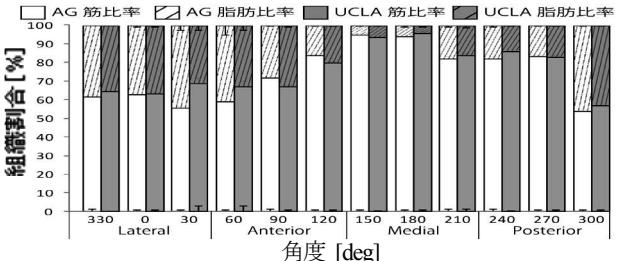


Fig.4 方向別筋・脂肪割合

【展望】

応力計測・解析において, 断端形状解析と同数の被験者数で計測・解析を行い, 応力の定量化を行おうと考えている。また, 被験者間で応力のピーク値に差が生じているため, 差が何によって決定されるのかを標準化を行うことで要素を検証しようと考えている。

【参考文献】

- 東江由起夫, 採型技術によって適合を高める坐骨収納ソケット, 2007年度日本義肢協会関東支部セミナー, 2007.

高活動レベルにある大腿切断者の歩行特性 ～上部体幹・骨盤・股関節角度と関節モーメントのピーク値とそのタイミングに着目して～

キーワード: 切断, 大腿義足, 歩行分析

財団法人鉄道弘済会 義肢装具サポートセンター¹⁾, 国際医療福祉大学大学院 福祉援助工学分野²⁾, 田沢製作所³⁾

○岩下 航大¹⁾²⁾ (PT), 山本 澄子²⁾ (Eng),
田澤 英二²⁾³⁾ (PO)

【はじめに】

大腿義足歩行では立脚初期に、切断側股関節伸展筋群を発揮させ膝折れを防止し、立脚後期まで切断側股関節を伸展させ続け、膝継手を随意的に操作し円滑な遊脚期を準備する必要がある。この一連の動作を獲得できないと歩幅・単脚支持期の非対称性、健常側下肢に依存した歩行等の異常歩行に繋がり効率的な義足歩行は獲得できない。しかし義肢研究では義足バーツの比較や機能評価が主であり、歩行指導も切断側股関節を中心とした義足の制御方法に着目したものが多く、上部体幹・骨盤・股関節の関係を考慮し実施されていない。よって本研究の目的は上部体幹・骨盤・股関節角度と股関節モーメントの最大値と、そのタイミングに着目し、健常者と高活動レベルにある大腿切断者の歩行戦略にどのような相違点があるか運動学的・運動力学的に明らかにすることとした。

【対象と方法】

対象者は歩行の逸脱が顕著でない最も高い活動レベル (MobilityGrade4) にある大腿切断者男性4名(年齢35.0 ± 13.1歳)と健常成人男性4名(年齢33.5 ± 5.4歳)とした。義足構成パーツは常用で膝継手を単軸・油圧制御式、足部はエネルギー蓄積型を使用している切断者を対象とした。計測には三次元動作解析装置 VICON MX と AMTI 社製床反力計を同期させた計測システムにて行った。計測課題は通常歩行で行い施行回数は10施行とした。角度は、身体に貼付したマーカから各体節をセグメント定義し、VICON Body Builder を用いて X 軸、Y 軸、Z 軸周りの上部体幹・骨盤角度を算出した。股関節角度と股関節モーメントの算出は臨床歩行分析研究会プログラム DIFF Gait と Wave Eyes を使用し、得られた関節モーメントの値は身長と体重で除した。計測対象は、切断側踵接地から始まる一歩行周期とし、立脚初期(以下 IC)と立脚後期(以下対側 IC)のタイミングに着目し、データより上部体幹回旋・骨盤回旋・股関節角度と股関節モーメントのピーク値を取り10試行分の平均値と標準偏差を求めた。

【倫理的配慮、説明と同意】

国際医療福祉大学倫理委員会の承認 (承認番号11-44)

【結果】

高活動切断者の共通項と、それが健常者とどのような相違点があるかを中心に示す。健常者の結果は4名ともに同様の結果が得られたため4名の平均と標準偏差を示し、切断者については4名

(A1~A4)それぞれの平均値を示す(表1)。

立脚後期の股関節伸展角度は切断者で伸展角度が大きかった。また立脚初期の股関節伸展モーメントは健常者と切断者で違いがなく立脚後期の股関節屈曲モーメントは切断者で大きかった。立脚後期の骨盤回旋角度(切断側回旋)は切断者で小さかった。タイミングでは健常者は IC 時に骨盤回旋のピーク値が発生するのに対し、切断者は IC 時以降も骨盤は健側方向へ回旋し続けていた。健常者は対側 IC 時に骨盤回旋、股関節伸展、股関節屈曲モーメントのピーク値が発生するのに対し、切断者は対側 IC 以降も切断側股関節は伸展し続けそれに伴い股関節屈曲モーメントも大きな値を示した。また、切断者では対側 IC より手前で、体幹回旋は切断側への回旋に切り替わり、骨盤と体幹は同方向へ回旋していた。

表1 算出項目のピーク値

*股関節伸展(-) 切断側への骨盤回旋(+) 股関節伸展モーメント(+)

被験者	Normal	A1	A2	A3	A4
立脚後期股関節 伸展角度(°)	-18.5 ±0.9	-24.0	-27.0	-25.9	-29.9
立脚後期骨盤 回旋角度(°)	6.3 ±1.1	2.6	0.8	3.1	2.7
立脚初期股関節 伸展モーメント (Nm/kg·m)	0.28 ±0.02	0.27	0.21	0.25	0.14
立脚後期股関節 屈曲モーメント (Nm/kg·m)	-0.46 ±0.03	-0.69	-0.95	-0.74	-0.69

【考察】

立脚初期の床反力は股関節点の前方を通るため伸展モーメントの発揮が必要となる。栗山らは¹⁾大腿切断者の立脚初期の股関節伸展モーメントは発揮する期間が延長し、その値は健常者よりも大きくなると報告している。しかし、高活動レベルにある切断者は共通して股関節伸展モーメントは健常者よりも小さい値を示した。その理由として IC 時に切断者は骨盤を健側方向へ回旋させ、股関節点と床反力作用線との距離を小さくし股関節伸展モーメントを小さくする戦略をとっていたと考えられる。また対側 IC 時の床反力は股関節点の後方を通り屈曲モーメントの発揮が必要となる。切断者は対側 IC 時以降も股関節を伸展させ続け、骨盤の切断側への回旋を小さく留めることで股関節点と床反力作用線との距離を大きくし股関節屈曲モーメントを大きくする戦略をとっていたと考えられる。健常者は対側 IC に体幹の回旋に伴った骨盤の逆回旋がおこるが、もし切断者が対側 IC まで体幹を健常側へ回旋させ続けるとそれに伴った骨盤の逆回旋、つまり立脚後期の切断側への回旋が大きくなる。切断者は立脚後期から次の遊脚期へ円滑に移行するためには、骨盤を安定した状態に留めておく必要があり、骨盤の動きを抑制し安定させるために、体幹を早い時期(対側 IC 手前)から骨盤と同方向へ回旋させる戦略をとっていたと推察される。

【参考文献】

- 栗山 明彦, 斎藤篤, 峰島孝雄. 大腿義足膝継続手における立脚制御の検討. 義肢装具学会誌. 2002; 18(3): 239-248

義足膝継手の立脚相制御方式の違いが 階段下り時にソケット内環境に及ぼす影響

キーワード: 義肢, 大腿義足, 教育

日本聴能言語福祉学院 義肢装具学科

○利田 雅之

【はじめに】

我々は、これまでに義肢装具士養成課程における大腿義足の学習効果の向上を図ることを目的とし、坐骨収納型(IRC)ソケットのデザインにおける基本部分の標準化を試み、入口部形状、QL・MAS[®]ソケットとの比較、膝継手の立脚相制御方式、歩行環境の違いが適合に及ぼす影響について検討を行ってきた¹⁾²⁾³⁾。

これまでの研究結果より、階段や坂道の下りなど、特に義足側の不安定領域が大きくなる環境・動作では、ソケット内(特に坐骨を収納しながら坐骨枝を骨ロックしている後方・内側)で、処理される力に影響を及ぼすことが分かった。

本研究では、IRCソケット適合の基準となる指標を得るために、日常生活において安全性への配慮が必要であり、体重心の急激な落下、膝折れに対して股関節伸展筋の随意制御が大きく必要となる階段下りの動作に着目して、義足膝継手の立脚相制御方式の違いがソケット内の環境に与える影響を中心に検討を行ったので報告する。

【実験方法】

実験は、中活動度の大転義足使用者1名を対象として、3種類(safety knee: BASS.LAPOC, bouncing knee: SWAN.LAPOC, yielding knee: 3R80.OTTO BOCK)の異なる立脚相制御装置を備えた膝継手を用いて、建築基準法を満たしている階段(勾配36度・蹴上寸法200mm・踏面270mm)下りの動作時に、ソケット内に生じる圧力の計測を行い(8段・各3回の平均)、比較評価を行った。実験環境は安全を考慮し、計測時には手すりを使用した。

計測条件として、ソケットはIRC(UCLA CAT-CAM)、足部はSACHで同一とし、対象者の希望する条件で平地歩行における立脚相・遊脚相制御、アライメントの調整を行った。

圧力計測は圧力センサ(ニッタ社Flexiforce A-201-25)を各壁、前方(内側・外側)、後方(内側・中間・外側)、内側(中間)近位部(坐骨レベルより3cm下)に設置し、データの変換には共和電業PCD320Aを用いた。サンプリング周波数は100Hz、ローパスフィルターは30Hzで校正後、義足懸垂時(非荷重)の値を0点として補正した。また、ビデオカメラの撮影と画像処理により、階段下り時の膝関節と股関節角度、骨盤の傾斜角度の計測を行った。

【結果および考察】

階段下り時では、健側の下段接地時(反対側: 義足側の膝

継手が曲がろうとする時)に、全ての膝継手においてソケット後方内側で内圧及び膝・股関節角度のピーク値が現れ、bouncing knee < safety knee ≦ yielding kneeの順で高値となつた($p<0.05$)。

健常者の場合、足(背屈)→膝(屈曲)→股(屈曲)の順に各関節が連動運動を行うことにより、身体の前方移動をスムーズに行い、反対側が下段接地する際の、体重心の急激な落下を筋の遠心性収縮で制御しながら階段を下っている。しかし、本被験者も同様に一般的な大腿義足使用者の場合、交互での階段下りは困難であり、先ず健側を下段に降ろし、義足側を揃える。また、足関節の背屈機能や可動域が少なく制動が行えない足部を使用しているため、膝と股関節を階段下り動作初期のタイミングで、ほぼ同時に大きく曲げることによって、反対側が下段に接地する距離と時間を短縮しなくてはならない。結果、ソケットの後方内側エリアの内圧が高くなつたのは、急激な膝折れに抗するために股関節伸展モーメントを大きく働かせ、また骨盤傾斜に伴う内転モーメント、水平面での回旋運動時に横方向に働く力を処理するために、IRCソケットの特徴である体重の支持(hydrostatics+骨性支持)と断端の固定の役割を果たしているためと考える。一方、平地歩行より低値だったのは、手すりの使用による負荷の減少が原因と考える。

しかし、膝継手の立脚相制御方式の違いがソケット内の環境に及ぼす影響は少なかった。これは踏面が狭い階段でDynamic stabilizationを働くためには、踏面縁側に足部の踵をのせ、床反力ベクトルの作用点位置をコントロールしなくてはならないが、踏み外す危険性が高く、習熟が必要となるため、本研究ではその効果を確認できなかつた。一方、bouncing kneeの値が低かつたのは、リンク式多軸膝のメリット、瞬間回転中心の移動による随意制御のし易さ、下腿実効長の短縮による効果が大きいと考える。

【まとめ】

階段下り動作は、義足ユーザーにとってADLのなかでも危険を伴う動作であるため、特に屋外や悪天候下で安全に階段を利用するには、手すりやすべり止め等の環境整備が重要である。また、高齢化する低活動レベルの義足ユーザーに対しても、電子制御による立脚相制御装置など、高性能で高額な製品の適応も安全性、移動支援、生活場面を考慮した適合を行う上で十分検討が必要であると改めて示唆された。

【参考文献】

- 1) 利田雅之: 階段や坂道などバリアの多い環境下における大腿義足ソケットの適合評価の検討、第27回日本義肢装具学会学術大会講演集、97, 2011.
- 2) 利田雅之: 大腿義足ソケットデザインの違いによる適合評価の検討、第26回日本義肢装具学会学術大会講演集、138, 2010.
- 3) 利田雅之: 義足膝継手の立脚相制御方式の違いによるソケット内環境の検討、第25回日本義肢装具学会学術大会講演集、76-77, 2009.

大腿義足使用者の斜面路下り歩行分析 —健常者との相違点—

キーワード: 大腿義足, 歩行分析, 斜面路歩行

東北文化学園大学 医療福祉学部¹⁾, 北海道工業大学
医療工学部²⁾, 札幌医科大学 保健医療学部³⁾

○西山 徹¹⁾, 野坂 利也²⁾, 乾 公美³⁾

【はじめに】

近年, 様々な膝継手の開発によって, 大腿切断者は自分の身体的機能やライフスタイルにあった義足を選択できるようになり, より安全で実用的な歩行を習得できるようになってきている.

しかしながら, 大腿義足使用者には未だ屋外で歩行が制限される場面がある. その原因の1つには, 特に屋外歩行に必要な斜面路歩行に対する理学療法が十分確立されていない事が考えられる. 斜面路歩行に対する理学療法を確立させるためには, 斜面路での歩容を把握しておく必要があると考える.

そこで, 本研究は, 平地及び斜面路下り歩行(以下: 下り歩行)における大腿義足歩行分析を行い, その特徴を抽出し, 健常者の斜面路歩行の特徴との相違点を明らかにする事を目的とした.

【対象と方法】

健常の対象者は, 歩行を制限する整形外科的疾患等の既往や徵候を有しない健常男性10名とした. 大腿義足使用の対象者は5名とし, 切断期間は問わず, 活動レベルを The Russek's classification でスコアが4以上の者とした. また, 使用する義足の膝継手はイールディング機構を有する単軸膝継手3R80 (otto bock 社) とし, 足部は SACH 足部で統一した.

測定の手順は, 対象者に対して本研究に参加することの同意を書面にて取得した. その後, 各対象者の基本情報を調査し, 平地・斜面路の歩行測定を実施した. 歩行測定の順序(平地・斜面路)は, 歩行の学習効果を回避するためランダムとした.

測定機器は, 3次元動作解析装置と4台の床反力計を用いた. 使用した床反力計は, BP400600 (AMTI 社) 4台とし, 床反力計を2台ずつ並べる事で, 左右の歩行周期を測定可能にした. また, 3次元動作解析装置は, 6台の赤外線カメラを有した VICON (Oxford Metrix 社) を使用した.

歩行路(斜面路)は, 国土交通省のバリアフリー新法において「移動等円滑化された経路を構成する傾斜路は, 傾斜路の高さが十六センチメートル以下の場合は, 八分の一以下(7.1°)とすることができる.」と設定されているため, 本研究の勾配は, 歩道での歩行を想定し7°とした.

測定項目は, 各歩行条件に対して, 各関節(股関節・膝関節・足関節)の関節角度値と, 関節モーメントを算出した. 各項目は, 各々の歩行条件にて3回実施した測定の代表値を使用した.

平地と下り歩行時の各項目の統計学的処理は, 1元配置分散分析 (SPSS Ver.12.0 for Windows) によって行った. また, 有

意差がある項目についてはその後の検定として tukey の多重比較検定を行った. 有意水準は, p<0.05とした.

【結果】

股関節の角度変化では, 健常者の下り歩行で, 立脚終期の伸展角度が, 平地歩行と比較して有意(p<0.01)に小さかった. これは大腿義足使用者の切削側・非切削側でも同様であった. 遊脚期での屈曲角度は, 健常者では, 平地歩行と比較して下り歩行において有意(p<0.01)に小さい結果となったが, 大腿義足使用者では違いが認められなかった.

膝関節の角度変化では, 健常者の下り歩行と平地歩行の間に有意な差は認められなかった. しかしながら, 大腿義足使用者では, 非切削側で遊脚期での屈曲角度が下り歩行で有意(p<0.01)に大きかった. また, 健常者の下り歩行では, 立脚初期の屈曲後の伸展方向への変位が平地歩行と比べて少なかつた. この事は, 大腿義足使用者の3名でも確認することができた.

股関節のモーメント変化では, 健常者の下り歩行で, 伸展ピーク値が, 有意(p<0.01)に小さい値となった. これは大腿義足使用者の切削側・非切削側でも同様であった.

膝関節のモーメント変化では, 健常者の下り歩行で, 立脚期の伸展ピーク値が, 有意(p<0.01)に大きい値となった. しかしながら, 大腿義足使用者の非切削側では, 違いが認められなかった.

【考察】

立脚終期の股関節伸展角度・遊脚期での股関節屈曲角度の減少, 及び立脚初期の膝関節屈曲後の伸展方向への変位の減少は, 下り歩行時では踵接地位置が反対側の足底位置より低くなるためであると推察する. この事は先行研究の結果とも一致した^{1,2)}. しかしながら, 大腿義足使用者では, 遊脚期の股関節屈曲角度が平地と斜面路で違いがなかった. これは, 大腿義足使用者は, 遊脚期の膝継手伸展を股関節屈曲により代償しているため, 斜面路下り歩行時においても平地歩行と同等の遊脚期における股関節屈曲が必要であることが推察される. また, 大腿義足使用者3名で, 立脚初期の膝関節屈曲後の伸展方向への変位の減少が認められたことは, 今回使用した膝継手の機構が働いたためであると考える.

モーメント変化では, 下り歩行時に股関節伸展ピーク値の減少, 立脚期の膝関節伸展ピーク値の増加が認められた. これは, 下り歩行では, 身体が前方に移動すると同時に下方にも変位するため, より大きな下肢の伸展モーメントが必要³⁾になるためと考える.

【引用文献】

- 1) Lay AN, Hass CJ, Gregor RJ.: The effects of sloped surfaces on locomotion: A kinematic and kinetic analysis. J Biomech 39 : 1621-1628, 2006
- 2) Prentice SD, Hasler EN, Groves JJ, Frank JS: Locomotor adaptations for changes in the slope of the walking surface. Gait Posture 20: 255-265, 2004
- 3) Andrew H. Hansen, Dudley S. Childress, Steve C. Miff : Roll-over characteristics of human walking on inclined surfaces. Human Movement Science 23: 807-821, 2004

大腿切断者の疾走中の関節トルク; 男子100m 日本記録保持者の例

キーワード: 陸上競技, 短距離走, 大腿義足

大阪体育大学大学院¹⁾, 大阪体育大学²⁾, 大阪産業大学³⁾

○山本 篤¹⁾, 浦田 達也¹⁾, 伊藤 章²⁾, 小堀 修身³⁾

【目的】

大腿切断者の走る研究は走速度の低いランニング(約4m/s)を対象としたものが多く、得られた知見は世界トップクラスのスプリンターに応用できない。山本ら(2010)は世界トップクラスのスプリンターを対象にした研究で、残存している筋によって発揮される股関節や体幹の動きが膝継ぎ手の動きを制御していると動作学的に推測している。本研究では、片脚の大腿切断者男子100m日本記録保持者の走動作を股関節中心に動力学的に明らかにする。

【方法】

1) 被験者; 大腿切断者における男子100m日本記録保持者1名。
 2) 測定方法; 被験者に最高速度での疾走を行わせ、健足と義足について以下の測定を実施した。カメラ3台を光軸が約120°になる位置に設置し、疾走動作を撮影(200コマ/秒)した。映像を3次元動作解析ソフト(FrameDIAS II)で解析し、身体31点の座標値を求めた。そして、4次のバターワースデジタルフィルターを用いて座標値を平滑した(10Hz)。本研究では矢状面について疾走動作を調べた。走路に埋設された圧力盤によって、走行方向に対して前後方向、左右方向、および鉛直方向の地面反力を検出(1000Hz)した。義足の大腿部に加わる力を測定するためにソケットと膝継手を繋いでいるジョイント部にロゼットゲージを張り付けた。有線で軽量のひずみレコーダ(東京測器研究所社製、超小型動ひずみレコーダ DC-204R)につなぎ、走動作に邪魔にならないよう背中に背負いテープで固定した。
 3) 関節トルクの算出方法; 健足には、下肢を股関節、膝関節、及び足関節で分割した2次元リンクセグメントモデルを構築した。さらにFree body diagramに基づき、各部分の近位端に作用するトルクを運動方程式より求めた。義足は、ひずみゲージより測定したstrain値を、予備実験で行った負荷試験で得た較正値から、膝継ぎ手にかかる力を求めた。

【結果と考察】

1) 歩幅と走速度; 歩幅は健足が1.95m、義足が1.90mであった。身体重心から求めた走速度は、健足が7.86m/sで、義足は7.75m/sであった。
 2) スイング期; 股関節トルクは義足と健足共に同様な変化傾向と値を示した。つまり、両脚とも前半はもも上げ動作のために屈曲トルクが発揮され、その後接地に向かった大腿部の振り降ろし動作のために伸展トルクが発揮された。健足の膝関節では

前半に伸展トルクが発揮されたのにもかかわらず屈曲し、後半は屈曲トルクが発揮されながら伸展した。これは健常者を対象とした馬場ら(2000)と同様の結果であった。本研究の義足の大腿部末梢端の力を見ると、前半には膝関節部を屈曲させる前方方向の力が観察されていた。そして後半には膝関節部を伸展させる後方方向の力が観察された。これは股関節トルクが大腿部末梢端に受動的に与えた力であり、馬場ら(2000)の報告を直接測定した結果によって支持するものである。しかし、健足や健常者では受動的な膝関節の動きは、拮抗筋による運動制御(馬場、2000)がなされているが、義足では出来ないため、膝関節の屈曲・伸展速度は義足の方が著しく早いタイミングで出現した。

3) キック期; 股関節トルクに関しては、健足は接地期の前半に伸展トルクを発揮し、後半に屈曲トルクを発揮した。この結果は健常者の報告(馬場、2000)と一致している。一方、義足は、接地期全体で伸展トルクを発揮していた。股関節トルクは大腿部に直交する力として伝達される(馬場ら、2000)。つまり、股関節伸展と屈曲トルクは、それぞれ膝関節の伸展と屈曲力として作用する。義足では接地しているときには“膝折れ”を防ぐために、膝関節を完全伸展位に保つ必要がある。つまり、義足の股関節が接地期に常に伸展トルク(大腿部長軸の末梢端の後ろ方向の力)を発揮し続けたのは、推進力を得ながらも、膝関節の伸展力を確保し“膝折れ”を防ぐためでもあったのだろう。

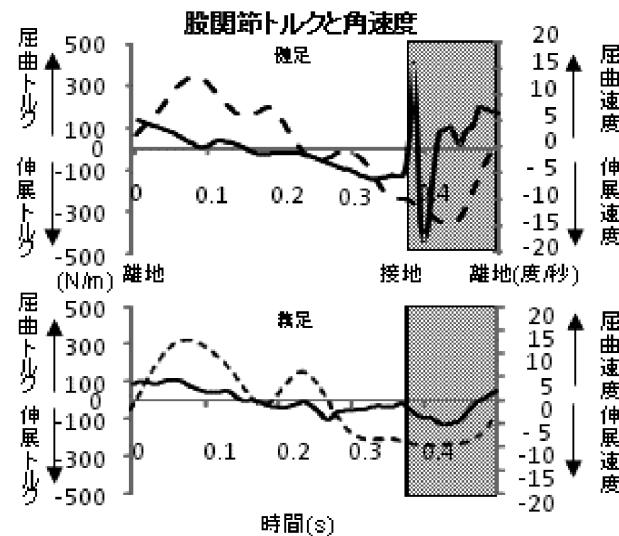


図1 健足(上)と義足(下)の股関節トルク(実線)と角速度(破線)の変化曲線

【まとめ】

被験者は義足で陸上競技を本格的に始めて8年の世界トップクラスの選手である。義足と健足の動きが同じようになる方向と、そうではなく違う方向でトレーニングが考えられる。

本研究の結果は、片脚の大腿切断者においては左右対称の動きを求めるよりも左右脚の機能の違いを認識してトレーニングの方向性を決める必要があることを指摘した。

遊動膝での歩行習得に NK-6+L が 有効であった一症例

キーワード: 大腿義足, 歩行訓練, NK-6+L

日本義手足製造株式会社

○鈴木 健一, 江口 萌子

【はじめに】

大腿義足を遊動膝によって歩行できるようになるためには、健側下肢の状態、基礎的な体力、歩行に対する意欲、義足装着に対する理解力などクリアされるべき課題が数多くある。これらの条件がそろわざロック膝が選択されることも決して少なくない。

本症例は、骨折のため反対側下肢に不安があるケースであったが、膝継手にナブテスコ社製の NK-6+L を利用し円滑な義足歩行訓練を進めることができたので報告する。

【症例紹介】

40歳男性。160cm75kg。平成23年8月、交通事故により両下腿開放骨折を受傷。左は大腿切断となり、右は創外固定となつた。左大腿切断端の経過は良好であったが、右はおよそ5ヶ月間の創外固定と、その後も髓内釘固定が必要であった。

40歳という比較的若い年齢、スポーツをよくされていたという点などから、義足歩行のゴールはロック膝による膝固定歩行ではなく、遊動膝によるスムーズな歩行が望まれた。

【アプローチ・経過】

左大腿義足は右下腿への髓内釘挿入術後に製作を開始したが、右下腿の骨癒合が得られていない状況下のため右下腿への荷重が過負荷となること、特に左大腿義足の膝折れ・転倒などに十分な配慮が求められた。

このため、訓練初期はロック膝を使用して平行棒内の義足装着と立位保持を行い、右下腿の経過・義足歩行訓練の習熟にあわせて膝継手を NK-6+L に交換し、歩行訓練を行うとした。

【義足の構成】

懸垂方式 : OSSUR 社製 シールインライナー
ソケット形式 : 四辺形ソケット
膝継手 : ロック膝(立位訓練時のみ) → NK-6+L
足部 : Ottobock 社製 1H38(単軸足部)
(ナブテスコ社製 NK-6+L について)

NK-6+L は、遊動 ⇄ 固定の切り替え(セレクティブロック機構)が容易に行えるバウンシング多軸膝である。「固定」にした状態でもバウンシング機能は作動し、軽度の屈曲のみ可動する。

【経過】

平成24年1月 義足製作開始(受傷から6ヶ月目)
立位訓練・平行棒内の歩行(ロック膝)
平成24年2月末 膝継手を NK-6+L に交換
歩行器を利用し屋内歩行訓練を開始する

(当初は固定、習熟にあわせて遊動)

平成24年3月 杖歩行訓練を開始する。

平成24年3月末 退院し、外来リハビリ通院となる。

(屋内は遊動 / 屋外は固定での歩行)

平成24年6月 右下腿への完全荷重が許可される。

(屋外でも遊動での歩行を開始)

(ロック膝から NK-6+L への移行)

義足訓練開始から約1ヶ月、ロック膝での平行棒内の歩行はできていたので、膝継手を NK-6+L へ交換することになった。

NK-6+L に交換直後、まず、セレクティブロックを「固定」にしてバウンシングのみ可動する状態とし、膝折れしないと安心させた上で、義足を前に出し、踏み込み、体重をかける訓練を行つた。義足を踏み込んでも、バウンシングにより衝撃が伝わってこないことを、体重をかけても膝が折れないことを覚えさせた。

その後「固定」のまま平行棒内を何往復か歩行し、義足での立脚が十分できることを確認した上で、「遊動」に切り替えて歩行訓練を開始した。義足に体重を載せ、重心を前へ移していくば義足は自然に振り出せるということに重点を置いて訓練を続けた結果、およそ1時間で平行棒内を自然に歩けるようになった。

(NK-6+L 移行後 / セレクティブロック機構の有効利用)

遊動での歩行ができるようになってからは、歩行・訓練シーンにあわせて「固定」と「遊動」を切り替え、転倒などのリスクや右下腿への負荷を考慮しながら歩行訓練を進めた。(前々項に記載)

【考察】

大腿義足での歩行は、義足に体重を載せられず、腰が引ける、足を振り出せないなどの問題が生じやすい。本症例では、ロック膝では体重をスムーズに載せていくことができなかつたが、NK-6+L では「固定」にして膝折れしないバウンシングでしっかりと義足に体重を載せていくことを覚えさせられた。短時間で遊動膝での歩行を習得できたのはこの訓練ができたことが大きいと考える。

また、セレクティブロック機構を活用し、リスクの少ない場面を選んで遊動膝での歩行訓練をすることができた。訓練開始前は右下腿の完全骨癒合までロック膝を使用することも検討されたが、この機能により遊動膝での歩行を早期に開始することができた。

【まとめ】

本症例では、反対側下肢に不安がありながらも、NK-6+L により円滑な義足歩行訓練を進めることができた。特にセレクティブロック機構を活用し、早期に遊動膝での歩行を習得できた点、遊動膝での歩行をリスクに応じて選択的に行えた点は有意義と考える。

Klippel-Weber 症候群患者の下腿義足処方経験

キーワード: Klippel-Weber 症候群, 下腿切断, 下腿義足

金沢大学附属病院ハビリテーション部¹⁾, 金沢義肢製作所²⁾, 金沢大学附属病院整形外科³⁾

○八幡 徹太郎¹⁾³⁾, 吉田 健次²⁾, 吉田 信也¹⁾, 武内 章彦³⁾

【はじめに】

Klippel-Weber 症候群(以下, KW 症候群)は、先天的な末梢血管形成異常(四肢皮下静脈の異常な瘤形成)を伴う稀な病態であり、静脈拡張、骨・軟部組織の肥大、母斑(皮膚血管腫)を主徴とする。弾性ストッキング着用による保存治療や、外科的には血管結紮術が行われることもあるが、血管の異常交通が無数であるため治療は極めて困難とされている。したがって、四肢の切断が余儀なくされることが少なくない。

演者らは、KW 症候群による症状のため左下腿切断となった症例を経験し、その初回義足処方に携わる機会を得た。KW 症候群の切断肢には独特の徵候がみられるため、義足を導入する上で特別の注意が必要であると考えられた。この特徴と注意点について、筆者らの症例経験に基づき報告する。

【対象】

23歳、男性。

小児期から左下肢に KW 症候群の症状を認めていた。5歳時には、左下肢の骨・軟部組織の肥大に対し右下肢(健常側)の脚延長術による脚長補正術を受けている。その後はとくに下肢長の左右差が顕在化することなく成人に達した。成人期における左下肢の有症状は下肢全体の皮下静脈の拡張蛇行、および下腿遠位から足にかけての母斑であった。KW 症候群以外に特記すべき既往症や既存障害はなかった。社会的には、普通自動車免許を取得し、調理師として修行中の身であった。

【臨床経過】

22歳時、動脈瘤の増悪によると考えられる左足指からの出血を認め、かかりつけの循環器外科で圧迫療法などを受けたが止血コントロールが困難であった。その後、左足全体の虚血状態が生じ足部には壞疽や皮膚潰瘍が生じ、また同状態による持続的な難治性疼痛も伴うようになった。約半年間の保存的治療で局所の易出血状態、虚血状態、潰瘍、疼痛いずれもコントロール不能であった。日常生活では、日中の疼痛および夜間の疼痛による安眠妨害が顕著であり、就労の持続が困難であった。循環器外科的には治癒不能と判断され、下肢の切断術が選択された。左下肢全体の異常血管でも inactive と考えられる部位は温存する方針とされ、切断レベルは下腿が選ばれた。

切断長は12cmであった。義足医療チーム(リハ科医師、義肢装具士、理学療法士)は、将来的にシリコンライナーを用いたPTB式骨格構造下腿義足の処方を想定し、切断術後早期からの経過観察と義足導入に向けた各種介入を行った。

両松葉杖歩行能力は自主的に獲得でき、訓練は不要であった。断端縫合糸の抜糸は術後3週かけて行われた。術後1か月で自宅退院し、その後外来で治療継続した。断端痛、幻肢痛は術後急性期に強く、術後2か月の経過で漸減したが、その間、主にプレガバリンで疼痛コントロールを行った。最終的には、切断前に認めていた難治性疼痛は消失した。断端縫合糸の抜糸後から術後3か月頃まで断端創からの微量出血が続いた。術創部の治癒優先のため、断端ケア(soft dressing 法を選択)の開始は術後約4か月目からとなった。断端ケア開始時の断端周囲径は健側差+3 cm であったが、開始後約2か月(術後約6か月時点)で健側差-2 cm となった。この時点での仮義足作成を開始し、その1か月後(術後約7か月時点)から装着を開始した。しかし、ソケット不適合の訴え(数分の装着で断端全体がしびれて耐えられなくなるというもの)で十分に装着できない時期が約2か月続いた。また次第に、装着しない状態でも断端全体のしびれを訴えるようになってしまった。術後9か月時点、断端形状等を再確認したところ、触診上明らかな緊満感を認め、断端の全体から動脈拍動が触知された。そして周囲径は、健側差+3 cm と元に戻っていた。KW 症候群の血流異常による軟部組織腫脹と考えられた。なお、症例は仮義足採型以降の約3か月間、soft dressing による断端管理を怠っていた。早急に断端ケアの再開を指示したところ、約2週間で周囲径は健側差-2 cm に回復した。その後は、日常生活での断端ケアを怠っていないが、断端が再び腫脹するようなことはなく順調に4か月経過している。

【考察】

KW 症候群の異常血管が残存している切断肢では、血流異常によって断端が容易に腫大・腫脹しやすい状態にあることが示唆された。したがって、KW 症候群の切断肢における soft dressing 等の断端ケアは、このような独特の症状(断端が腫大・腫脹しやすい)が発現することを抑制するという目的で行う必要があると思われた。つまり、通常の断端に対して施される断端ケアとは異なる、あるいはその域を超えた意義を持っているといえる。なお、KW 症候群の患肢に対し弾性ストッキング等で対症するという圧迫法は、KW 症候群の標準的な保存的治療の一つとなっている。

すなわち、KW 症候群の異常血管が残存している切断肢では、(仮)義足を装着するようになった以降において、断端周囲径の自己管理(soft dressing 等)をことさら徹底して行うように指導すべきであると考えられた。

【参考文献】

- 1) 岡田真明: Klippel-Weber 病のリハビリテーションの一例. 臨床リハ15, 1169-1171, 2006
- 2) 畑田充俊, 山本修司他: 下肢異常皮下静脈瘤を伴った Klippel-Weber 症候群の1例. 和歌山医学57, 103-105, 2006
- 3) Sooriakumaran S, Lal Landham T: The Klippel-Trenaunay syndrome. JBJS (B) 73, 169-170, 1991

断端の植皮部分が難治性潰瘍となった症例の義足製作についての報告

キーワード: 切断, その他義足, 診断・評価

橋本義肢製作株式会社¹⁾, 吉備高原医療リハビリテーションセンター²⁾, 岡山労災病院³⁾

○内田 孝信 (PO)¹⁾, 濱田 全紀 (Dr)²⁾,
武田 正則 (RPT)³⁾

【はじめに】

近年, 循環障害や植皮・皮膚状態の良好でない方に対しシリコンライナ式の処方や製作がされることが多い。

今回, 両下肢切断に対し植皮が行われ断端の状態が安定するのに時間がかかったため, 差し込みによる断端袋の調整式から始め, 皮膚の耐圧を獲得しつつ最終的にシリコンライナ式に移行し, 良好な結果をえた症例経験について報告する。

【対象】

60才代, 女性

横断歩道を横断中にバスに巻き込まれ受傷。

骨盤骨折あり。両下肢の挫滅が激しく, 左下腿切断(長断端), 右大腿切断(長断端)となった。

左下腿切断(図1)の皮膚は損傷が激しいため膝蓋腱以下を植皮(メッシュグラフト)にて断端形成が実施された。

右大腿切断は(図2)内側前方遠位部に皮膚欠損があったため同側の大腿の外側より採取した皮膚で植皮を行い断端形成が実施された。

実用的な義足歩行は困難ということで, 治療と車いすの訓練目的で吉備高原医療リハビリテーションセンターへ転院した後, 治療を継続し断端の潰瘍・皮膚状態が落ち着いた後, 歩行訓練・義足作成となる。



図1 左下腿切断前面



図2 右大腿切断内側前面

【製作過程】

1, 最初の義足(仮仮義足)

当初, 両下肢とも断端の浮腫と植皮・潰瘍部分があるため皮膚や汗によるトラブル回避のためシリコンライナの使用を延期。

従来の方法(断端袋による調節)を用い, 皮膚の耐圧性の向上と断端が成熟するのを待つ。

断端の成熟の過程で右大腿部の潰瘍部分の治癒が遅延したため, 下腿義足のみの製作を先に行い支持脚訓練を行う。

この時製作した左下腿義足はまだ断端が成熟していないので擦れによる皮膚トラブル軽減のため支持面の増加とピストン運動の軽減を目的に骨格構造義足で, ソケットはKBM式の大腿もも締め付き, 足部は単軸足部を使用。

左大腿義足は潰瘍が閉鎖し, 義足装着が出来る状態になった時点で骨格構造を製作。

ソケットは四辺形の差し込み式, 膝は固定, 足部は単軸足部, 懸垂帶にシレジアバンドを使用。

2, 次の義足(本仮義足)

断端が十分に成熟してきたため本仮義足を作成。

左下腿義足は断端の周径変化が少なくなった時点でのソケットはロッキングライナー式のTSBを作成し, 足部は単軸足部を使用。

ソケット形状は支持面獲得のため前回と同じKBM式にした。

これにより皮膚の保護と断端による体重支持の獲得・大腿もも締めの除去・装着の簡便化が図れた。

右大腿義足はシレジアバンドによる股関節の可動域制限の軽減と座位による装着の簡便さを図るためシリコンライナを使用。

大腿長が長いためのシールインを使用し, ソケット形状はIRC式で側方の安定性の向上を図る。

膝は安定性と随意コントロールが行いやすく, 座位時に膝の突出が少ないリンク機構とバウンシングがある3R60-PROを使用し, 足部は単軸足部で製作。

当初心配していた汗による大きな皮膚トラブルはなく, 平行棒内から両松葉・両ロフストと活動範囲が広がっていました。

歩行に関して室内は独歩可能. トイレも自立. 屋外も見守りで100m程度の歩行が可能となった。

最終的に車いすと両ロフストの併用で退院。

【まとめ】

今回, 事故による両下肢切断で植皮を行い, 難治した例に対して義足製作を行った。

皮膚の耐圧性を獲得するために最初, 断端袋で調整する従来式を製作した。

時間はかかったが良好な皮膚を得ることが出来, シリコンによる問題を未然に防ぐことが出来た。

最終的には義足歩行を獲得し, 車いすと併用することにより使用者のQOLの向上を図ることが出来た。

痙性対麻痺患者の下腿切断後の義足使用経験

キーワード: 痙性対麻痺, 下腿切断, リハビリテーション

札幌医科大学医学部リハビリテーション医学講座¹⁾,
野坂義肢製作所²⁾

○青木昌弘¹⁾, 鄭偉¹⁾, 本間俊一¹⁾, 橋本祐治¹⁾,
土岐めぐみ¹⁾, 村上孝徳¹⁾, 石合純夫¹⁾, 鈴木歩²⁾,
野坂利也²⁾

【はじめに】

遺伝性痙性対麻痺は緩徐進行性の下肢の痙縮と筋力低下を主徴とし、下肢伸展位、内反尖足、つま先立ちの拙劣な歩行を示す疾患群である。これまでに20を越える原因遺伝子が同定されているが、家族歴の明らかでないものの存在も知られている。今回、我々は痙性対麻痺患者の下腿切断例のリハビリテーション症例の経験をしたので報告する。

【症例】

60歳、女性、家族や親戚に同様の歩容の近親者はいない。

【経過】

幼少期より痙性対麻痺歩行で生活していた。数年前より足部変形から生じる足底潰瘍を生じ、慢性骨髄炎の増悪寛解を繰り返していた。今回、骨髄炎の感染コントロールが不良となり右下腿切断術を施行。術後2週で当科紹介受診となった。

【初診時現症】

意識清明、見当識正常であった。右下腿切断はsoft dressingで保護され、断端長17.0cm(膝蓋下から)、周囲径32.0cm(膝蓋5cm下)であった(図1)。右膝関節ROMは屈曲130°、伸展-10°、左下肢MMT4~5、足部は凹足変形認めた(図2)。両下肢とも遠位部の全感覺が軽度低下しており、膝蓋腱反射両側とも亢進、左下肢のアキレス腱反射は軽度亢進を認め、Babinski徵候は陰性であった。ADLは車椅子で自立し、左下肢での片脚立位の持続は困難であった。



図1

図2

【経過】

術後2週目より断端成熟の促進と左下肢筋力強化やバランス能力の向上を目指しPT訓練を開始した。術後5週で断端性状が整ったためシリコーンライナー、キャッチピンを使用したTSBソケットの下腿義足を作製し義足歩行訓練を行った。経過を通じて非切

断側の筋力訓練、切端側のROM訓練・ストレッチ、義足への荷重を促すための立位・歩行訓練を徹底しPT訓練を継続した。歩行時の問題点として、非切端側である左下肢は、膝関節内反・足関節内反底屈位で凹足変形を呈し、軽度の筋力低下と感覚低下も重って、立脚期における支持性が不安定で外側スラストを生じていた。切端側である右下肢はknee-inアライメントとなり、遊脚期において非切端側と交錯し、振り出しの際に注意を要した。また不良なアライメントによる断端内側部の圧集中が生じ十分な荷重ができていなかった。訓練初期においては、断端内側面の圧集中を緩和しアライメントとしても自然に装着できる内転位ソケットで歩行訓練を行ったところ、圧集中は改善したが、さらにknee-inアライメントとなり膝の不安定性を助長する結果となった。このため、断端内側面の圧集中が悪化することが懸念されたがknee-inを矯正する必要があると考え、ソケットを外転位へ調整し歩行訓練を重ねた。外転位ソケットに調整後、knee-inアライメントが改善し切端側の荷重が十分に行えるようになったため、歩行速度が著明に改善し実用的な歩行が獲得できた。当初懸念された圧集中も少なく、大きな断端部の皮膚トラブルなく経過し、杖歩行が自立して義足作製・訓練後8週で自宅退院することができた。

【結果と考察】

痙性対麻痺患者が切端術を行った際、下肢の痙縮や筋力低下、凹足変形のため切端前と下肢アライメントに変化を生じる場合がある。本症例は切端前、痙性対麻痺歩行で両側膝内反・凹足変形のため反張膝・O脚アライメント・足部外側接地をしながら左右とも外側スラストを生じながら歩行していたものと考えられた(図3)。しかしながら切端後、切端側は股関節内転・膝外反位というknee-inアライメントとなった。これは切端後、内転位の痙縮が非常に強くなり、切端術により痙縮のバランスが変化し下肢アライメントに影響が出たものと考えられた(図4)。訓練当初、Knee-inアライメントに対して自然に装着できる内転位ソケットで訓練を行ったが、痙性対麻痺症例の切端術の場合、ソケットを内転位に調整すると股関節内転となる痙縮が加わり、さらに膝が内側へ働く力が過大となり不安定性が増強した。このためソケットを外転位に設定しKnee-inアライメントを矯正する対応をした方が結果的に良好な膝の安定が得られた。

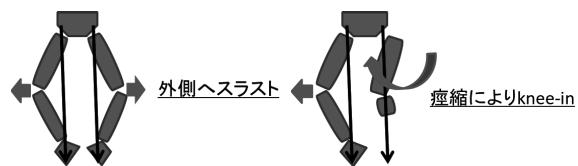


図3



図4

【参考文献】

- 瀧山嘉久、石浦博之他：本邦の痙性対麻痺に関する全国多施設共同研究体制(JASPAC)。臨床神経学50巻11号。931-934, 2010.
- 此枝史恵：家族性痙性対麻痺(SPG)の治療と具体的事例(解説)。難病と在宅ケア14巻6号。57-59, 2009.
- 川村次郎編集：義肢装具学第3版。医学書院, 2004.

電撃性紫斑病による四肢切断に対する 義足作製の経験

キーワード: 切断, 電撃性紫斑病, 四肢切断, TSB 式
義足

横浜市総合リハビリテーションセンター¹⁾, 横浜市障害者更生相談所²⁾

○稻澤 明香¹⁾, 高岡 徹¹⁾, 橋爪 紀子¹⁾, 小林 宏高²⁾,
小池 純子¹⁾, 伊藤 利之¹⁾

【はじめに】電撃性紫斑病とは、急速進行性に四肢末梢優位の虚血性壊死を起こす病態で、細菌感染症に合併する場合がある。致死率の高い病態だが、救命された場合には四肢末梢の虚血性壊死により多肢切断を合併し、リハビリテーション(以下リハ)に難渋することが多い。今回、上記疾患により四肢切断となった症例を経験したため、考察を加えて報告する。

【症例】生来健康の40代男性。

現病歴：発熱・体調不良があり数日後にショック状態となり、近医に救急搬送。敗血症性ショックの診断で集中治療が行われた。経過中に四肢末梢の皮膚壊死を生じ、右足部切断(入院直後)、両全手指切断(時期不詳)、左下腿切断(入院4ヶ月目)を施行された。全身状態は安定したが、断端やその周囲には皮膚潰瘍等の創傷治癒遅延があった。皮膚処置とともにリハを開始され、発症後7ヶ月目に当センターへ転入院となった。

現症：全身状態は安定していたが、四肢の断端やその周囲の皮膚はケロイド様で皮膚潰瘍の残存と皮膚脆弱性があった。両全手指はいずれも基節骨切断で潰瘍瘢痕が残り、全体的に可動域・柔軟性の低下がみられた。右足部は中足骨切断で断端に皮膚潰瘍の残存が見られた。左下腿切断は中断端で未成熟、時折幻肢痛があった。残存四肢筋力はMMT Gレベル、ピンチ力(母指/示指間)9.1/5.0 kg、右下肢片脚立位は両上肢の支持が必要であった。ADLはセッティングと自助具の使用で食事・整容のみ自立し、他は介助が必要であった(FIM 80/126点、運動45点、認知35点)。

【問題点及びリハ目標設定】問題点として、①四肢切断、②残肢の皮膚状態不良、③残存手の可動域・柔軟性低下(巧緻動作低下)、④全身筋・持久力の低下があり、ADLは全般的に制限され、義肢の装着も困難であった。短期目標は、ADLの自立度向上(更衣・排泄の自立)とし、皮膚状態の改善を待ち、長期的には義足による歩行獲得と社会参加とした。作業療法により残存手の可動域・柔軟性の改善、理学療法による全身筋・持久力の向上を図った。

【経過】左下腿切断の断端状態は落ち着いて経過していたため、発症後8ヶ月目(転院後1ヶ月経過)に義足作製を行った。義足処方内容としては、皮膚状態と手指機能を考慮し、骨格構造下腿義足(TSB式)、シリコーンライナーキャッチピン付、SACH(エネルギー蓄積型)足部とした。当初は手指の巧緻動作困難あり、義足装着に介助を要していたが、次第に手指の可

動域・柔軟性の改善(ピンチ力: 16.7/11.6 kg、机上のコインのつまみ動作やピンセットを用いての3mm ビーズ操作が可能)とともに、義足装着やシリコーンライナーの自己管理が自立した。また、義手や自助具の使用なしでも ADL 及び APDL 機動は概ね遂行可能となった。退院時(転院後5ヶ月目)で義足歩行は連続1km以上・公共交通機関利用も可能となり、ADL は入浴(入槽時の見守り)以外自立(FIM 118/126点、運動83点)した。右足部の断端の皮膚状態は不安定で、入院中の義足作製は見送りとし、外来での足根中足義足作製を予定した。

【考察】電撃性紫斑病では、90%以上で1肢以上の切断(このうち四肢切断は26%)を生じると言われている¹⁾。しかし、その後のリハや四肢切断者のリハの報告は少ない。

本症例の義足選択では、皮膚状態と手指機能障害を考慮し、シリコーンライナーを選択した³⁾⁴⁾。最終的には手掌でのシリコーンライナーの roll up が可能となり、母指/示指間での把持動作等が可能となるとライナー管理も自立した。基節骨レベルでの手指切断では、手指機能の80-100%を喪失すると言われるが⁵⁾、本症例のように、残手の可動域や筋力が良好に保たれていれば、短い残存手指であっても日常生活上の様々な動作の遂行が可能となった。

また本症例は、皮膚状態から義足の作製時期の検討とその後の皮膚トラブルの予防も重要な課題であった。切断端の状態としては、発症後7ヶ月時点でも一部に潰瘍などがみられた。皮膚状態が悪い中で、左下腿は四肢の断端の中で最も中枢側レベルでの切断のためか、他の断端より皮膚状態が安定しており、発症より8ヶ月目に下腿義足作製と装着を開始することができた。その後も義足による皮膚トラブルを認めなかつた(後に外来でのフォローアップを行ったが、すべての四肢断端の皮膚状態が安定するまでには発症後約2年を要した)。

本疾患の四肢壊死は限局性であり、糖尿病性や血管原性による切断や外傷・熱傷より残肢の残存機能(最終的な皮膚状態、関節可動域、筋力)が十分に保たれること、あるいは発症以前の状態まで回復しやすいことが考えられた²⁾。回復には時間をするが、皮膚状態が一旦安定すれば、切断端の予後は良好である。そのため、皮膚状態に注意をしながら手指を含めた断端の可動域や筋力の機能向上を図り、義足作製・歩行等の比較的高いレベルの目標をもち、長期的に関わることが重要と思われた。

【参考文献】1) P. M. Warner, MD et al.: Current Management of Purpura Fulminans: A Multicenter Study. J Burn Care Rehabil; 24: 119-126, 2003

2) 青木 昌弘 : 電撃性紫斑病による四肢切断患者のリハビリテーション. 総合リハ 35(1). 69-73, 2007

3) 熊木由美子他: 両手指、両下腿切断者にシリコーンライナーTSB式下腿義足を処方し良好な結果を得た2症例. 日本義肢装具学会誌 22(1). 23-25, 2006

4) 宮島 健他 : 両手指切断にもかかわらず TSB 式下腿義足の装着が自立した一症例について. 理学療法学22(学会特別号)1995

5) Alfred B. Swanson, MD et al.: Evaluation of impairment of hand function. J HAND SURG Vol.8, No.5, Part 2, 709-722, 1983

義足歩行を獲得した視力障害を有する両下肢切断の1例

キーワード: 義足歩行, 視力障害, 両下肢切断

医療法人(社団)大和会 日下病院¹⁾, 川村義肢株式会社²⁾

○吉田 真二¹⁾, 加藤 弘明¹⁾, 山根 好夫²⁾, 川村 次郎¹⁾

【はじめに】

両下肢切断者が義足歩行を獲得した報告は外傷者や合併症が少ない者に多い。また、視力障害を有した片側切断における義足歩行獲得例は報告されているが、両側切断者の報告は極端に少ない。今回我々は視力障害を有する両下肢切断の義足歩行獲得に至った症例を経験したため、経過を報告する。

【症例】

60歳代前半。男性。

診断名: 右大腿切断術(糖尿病性壊疽)

既往歴: 左下腿切断術(約10年前, PTB 義足使用), 糖尿病, 糖尿病性網膜症(約4年前より両側光覚弁で明暗のみ判断可能), 糖尿病性腎不全(約3年前より人工透析週3回施行), 狹心症(約3年前に冠動脈バイパス手術施行)

ADL: すべての ADL 要介助。約4年前、両側光覚弁になるまでは左 PTB 義足にて歩行を行っていたが、その後移動は車椅子全介助であった。トイレはポータブルトイレを使用し、トイレ動作は軽介助～監視レベル。

Need: トイレまで歩きたい

訓練頻度: 外来にて週2回

【義足】

・右大腿義足

ソケット: IRC ソケット

シリコンライナー: ICEROSS トランスフェモラル ピン付

膝継手: ラポック SL0702 マニュアルロックタイプ

足部: フレックスフット アシュア

・左下腿義足(右大腿義足とともに TSB 義足を再処方)

ソケット: TSB ソケット

シリコンライナー: ICEROSS デルモウェーブ ピン付

ロック方法: クラッチロックタイプ

足部: フレックスフット アシュア

両側ともライナーは全身状態を最優先し、吸着性が優れピストン運動が生じにくくことにより皮膚トラブルが少ない ICEROSS を選択した。

懸垂方法は、ライナーをピンの方向に注意し装着できれば視力障害を有しても義足の装着が自力で可能となるキャッチピンを使用。右ライナーのキャッチピンは、人工透析の影響により断端周径の変動が著明で、断端をソケット内に十分に挿入する

ことができず、キャッチピンがソケットピン穴に届かないため義足装着が困難であった。そのため、ピンの長さを通常の5cmから6.5cmに変更することで義足装着を容易にし、かつ座位での装着を可能とした。

右大腿義足の膝継手は、両下肢切断と視力障害によるバランス能力低下がみられるため、歩行時の安定性を求めるマニュアルロックタイプを選択した。

【経過】

右大腿切断術から約8カ月後にリハビリテーション(以下リハビリ)を開始し、ゴールは Need である四脚歩行器にて自宅の居間からトイレまで(約10m)の義足歩行獲得とした。

ライナーは、視力障害によりピンを正しい向きに装着することが困難であった。そのため、口頭にてフィードバックを与えながら手探りで装着訓練を繰り返し実施することで、自身にてライナー装着が可能となった。

リハビリ開始から約4週後に平行棒内の歩行訓練を開始し四脚歩行器歩行へと移行。四脚歩行器での歩行訓練はゴールである自宅での環境と同一にて実施。症例は居間からトイレまでの道のりを把握はしているが、視力障害により直進しようとするも左右へ逸れていき困難であった。そのため、四脚歩行器を白杖の代役とし、壁に接触させながら歩行することで進行方向を把握するよう指導。曲がる際は、四脚歩行器を壁に接触させていき壁が無くなったところで曲がるタイミングと判断し、方向転換をして再度壁に四脚歩行器を接触させて直進していくよう指導。その結果、リハビリ開始から9週後には直進のみ連続20m 監視にて四脚歩行器による義足歩行を獲得。24週後には自宅と同一の環境において、トイレまで四脚歩行器による義足歩行にて移動し、手すりを使用してトイレ動作・排泄動作を行うという一連の動作を獲得した。

また、リハビリを行うことで ADL は FIM (Functional Independence Measure)にて更衣上下、移乗、階段に改善がみられた。QOL は、SF-36v2 (MOS 36-Item Short-Form Health Survey)にてリハビリ開始とゴール獲得時を比較すると、全体的健康感、活力、心の健康に改善がみられた。

【考察】

本症例のような視力障害を有した両下肢切断者に義足を処方し、義足歩行を獲得した報告は少ない。視力障害により、義足の選択・装着(ライナー装着)と歩行時の直進・右折・左折の方向把握が大きな問題点となり、工夫を要した。さらに、症例が自宅環境を把握できていたことも義足歩行獲得の要因の一つであると考える。

【参考文献】

- Peter C. Altner et al : Rehabilitation of Blind Patients with Lower Extremity Amputations. Arch Phys Med Rehabil 61(2). 82-85, February 1980.
- 長倉裕二他：重複障害を伴う下肢切断者に対する理学療法。理学療法ジャーナル 23(10). 695-701, 1989-10.

両下腿切断患者に対して部分免荷装置を用いた床上歩行練習 (body weight-supported overground training:BWSOT)

キーワード: 切断, 杖・その他補装具, 下腿義足

国立精神・神経医療研究センター病院

○小川順也, 寄本恵輔, 丸山昭彦, 前野崇,
小林庸子

【はじめに】

精神疾患を伴う両下腿切断患者に対して、部分免荷装置を用いた床上歩行練習 (body weight-supported overground training: BWSOT) が有用であった症例について報告する。

【対象と方法】

30歳代、女性。精神疾患として抑うつ・心気症があり、事故により両下腿挫滅にて両下腿切断術施行。術後二週目より当院にてリハビリテーション目的で理学療法開始。断端長(右: 18cm, 左 18cm), 断端周径(右: 38.5cm, 左: 36cm), 断端はタコつぼ型, Fish mouth 端の骨突出なし、触れても創部痛なし、幻肢痛あり。下腿義足として、ピニアタッチメント付きシリコンライナー, TSB 式、サッチ足を使用。理学療法として、義足作成後、歩行訓練開始時より BWSOT 実施した。BWSOT は天井走行式リフトに懸架用ハーネスを組み合わせた物を使用した。部分免荷した状態で荷重訓練及び歩行訓練を行った。免荷率の設定は歩行訓練の際に歩容が最も良好になるように免荷した。

【結果】

歩行訓練開始時に、平行棒内で荷重痛の訴えがあり、荷重困難感であった。荷重訓練・歩行訓練の際に BWSOT を積極的に使用し、徐々に片脚荷重が可能になった。BWSOT での訓練開始後2週目に歩行器歩行が可能となった。さらに、3週目でロフストランド杖歩行、5週目でノルディック杖歩行、8週目には独歩自立レベルとなった。ADL 訓練等を継続的に行つた結果、訓練開始後4ヶ月目に自宅退院となった。退院時には、連続歩行 700m、階段昇降や坂道も歩行可能レベルであった。

【考察】

BWSOT よりも以前に、脳卒中や脊髄損傷患者に対して部分免荷トレッドミル歩行訓練 (Body Weight Supported Treadmill Training: BWSTT) が既に行われている。脳卒中のガイドライン 2009においても「脳卒中患者の歩行を改善するので勧められる(グレード B)」と評価されており、BWSTT の有効性が認められている。

通常、義足装着患者の歩行訓練開始時には、平行棒内で立位をとり荷重訓練から実施する。しかし、本症例では精神疾患として抑うつ・心気症があり、患者自身の訴えとして「痛みがあっても義足で歩けるでしょうか」との発言も見られた。痛みに

対してかなりの不安感を持っている印象であった。そのため、義足歩行や断端の荷重痛に対しての恐怖心・不安を取り除く目的で BWSOT を導入し歩行訓練を行った。BWSOT を積極的に利用したことにより断端の荷重痛をコントロールすることが可能になり、結果として早期に義足歩行が獲得となった。BWSOT は義足歩行患者の歩行獲得に有効な手段であると考える。

【参考文献】

- 1) 脳卒中治療ガイドライン 2009: 歩行障害に対するリハビリテーション. 300-301, 2009

脳卒中片麻痺患者の歩行時における背屈補助力と短下肢装具の可撓性についての検討

キーワード: 脳血管障害, 下肢装具, 診断・評価

社会保険 大牟田天領病院 リハビリテーション科¹⁾,
社会保険 大牟田天領病院 デイケアセンター²⁾

○平山 史朗¹⁾, 吉武 孝治²⁾, 島袋 公史¹⁾, 渡邊 英夫¹⁾

【はじめに】

脳卒中片麻痺患者(以下, CVA 患者)における短下肢装具(以下, AFO)の役割の一つに遊脚期における引きずり防止がある。安全性や歩行効率を考慮する上で重要なことである。

また、本邦で作製される AFO の 5割以上をシュー・ホン型 AFO が占めている¹⁾。この AFO は外観がよく、製作し易いことから従来からよく用いられているが、素材やデザインにより可撓性が異なっているため、病態に適した可撓度を予測することが困難なことが多い。

そこで今回、シュー・ホン型 AFO 装着者を対象に、引きずり防止に必要な足関節の背屈補助力と AFO の可撓性を測定し、適合状況についても検討したので報告する。

【対象】

シュー・ホン型 AFO を装着して自立歩行可能な CVA 患者 10 名である。内訳は男性 6名、女性 4名、平均年齢は 65.3 ± 12.2 歳、罹病期間は平均で 3.5 ± 2.1 年で、使用中の AFO は rigid TIRR AFO 6名、シュー・ホンプレース 3名、ダブルフレキシブル(以下、DF)シュー・ホンプレース 1名であった。尚、全症例において本研究について説明を行い、同意を得ている。

【方法】

- ① まず、麻痺側の足関節背屈可動域を膝屈曲位と伸展位で自動及び他動的に測定した。
- ② 次に引きずり防止に必要であろう背屈補助力を便宜的に、背臥位で随意的に背屈してもらい、背屈 0°と 5°迄に必要な追加補助力を前足底の MTP 関節部でハンドヘルドダイナモーター(ミュータス F1・アニマ株式会社、以下 HHD)を用いて補助することで求めた。下肢は膝屈曲位と伸展位で行った。尚、事前の他動的背屈角度より、それを超えないテストとした。
- ③ AFO の可撓性測定は AFO の下腿部を固定し、HHD を用いて前足底 MTP 関節部に当たる部位を底屈方向へ 5°撓ませるのに必要な力とした。その際、AFO の破損なども考慮してカットオフ値を 15kg とした。併せて AFO の初期背屈角度も調べた。

以上、①、②及び③より、適合状況について検討した。

【結果】 表

足関節の背屈可動域テストにおいて自動的には膝屈曲位で 7 例が 0°に達せず、膝伸展位においては全例が 0°に達しなかった。他動的でも膝伸展位で可動域が低下し、6 例が背屈 0°以下と制限されていた。

背屈補助力は ROM 制限で測定できない症例を除いて膝屈曲位で背屈 0°で 0~5.4 kg (10 例、平均 2.0 kg)、背屈 5°で 1.5~7.5 kg (9 例、平均 4.0 kg) であった。膝伸展位では背屈 0°で 3.8~8.4 kg (9 例、平均 5.7 kg)、背屈 5°では 7.0~9.8 kg (4 例、平均 8.2 kg) であったが 6 症例では ROM 制限で測定できなかった。

次に AFO の底屈への可撓性についてはシュー・ホンプレースの 1 例と DF シュー・ホンプレースで測定できた (4.7 kg・7.0 kg) 以外は、15 kg を超え測定できなかった。また、初期背屈角度は全例で 5°に設定されていた。

【考察】

シュー・ホン型 AFO 処方に際して症例ごとに必要な補助力が測定できれば、AFO の適切な撓みを決定できると考えて検討を行ったが、多数の症例で足関節の背屈制限が生じていた。

背屈 0°への補助力は膝伸展位で膝屈曲位と比べると 1.8~4.8 倍と大きな力が必要になることがわかった。さらに、測定できた 4 例では、膝伸展位で背屈 5°への補助力は、背屈 0°と比べると 1.5~2.1 倍となっていた。CVA 患者の歩行の特徴の一つとして遊脚期は膝屈曲不十分で骨盤を挙上もしくは回旋させることで麻痺側下肢を振り出すことが挙げられるため、歩行などの抗重力環境下では背屈補助力を増やす必要があると考えられる。8 例の AFO では底屈 5°へ必要な力は 15 kg を超えていたが、これでは立脚初期に底屈への制動ができず、過度にリジッドに作られていると考えられる。また、全例で初期背屈角度が設定されていたことから、AFO の内で踵が浮きやすくなることも懸念された。

以上のことから、引きずりを防止して、過度に底屈制限させない至適可撓度と初期背屈角度を併せて検討していく必要があり、そのためには立位での背屈補助力の測定が望ましいと思われた。

【参考文献】

- 1) 渡邊英夫: 脳卒中の下肢装具 病態に対応した装具の選択法 第2版. 医学書院, p10, 2012

表 麻痺側の足関節背屈補助力と AFO の可撓性

症例	麻痺側の他動的足関節 背屈可動域(°)		麻痺側の足関節背屈に 必要な補助力(kg)		使用中の AFO	AFO 底屈 5° に 必要な力(kg) ^{※※}
	膝屈曲位	膝伸展位	膝伸展位 0°	膝伸展位 5°		
A	10	5	3.8	7.4	TIRR	15 以上
B	5	0	8	※	TIRR	15 以上
C	10	0	6.8	※	TIRR	15 以上
D	5	0	8.4	※	TIRR	15 以上
E	10	0	4.8	※	TIRR	15 以上
F	10	0	4.9	※	シュー・ホン	15 以上
G	0	-15	※	※	TIRR	15 以上
H	10	5	4.7	8.7	シュー・ホン	4.7
I	10	5	4.7	9.8	シュー・ホン	15 以上
J	15	5	4.8	7	DF シュー・ホン	7

※ 背屈可動域の制限でテストが不適応

※※ AFO 底屈 5° に必要な力 : カットオフ値 15 kg

片麻痺者装具歩行時におけるロッカ一機能補助の有効性の検討

キーワード: 脳血管障害, 短下肢装具, 歩行分析

町田慶泉病院¹⁾, 国際医療福祉大学大学院²⁾, 川村義肢株式会社³⁾, 汐田総合病院⁴⁾

○黒澤 千尋¹⁾²⁾, 山本 澄子²⁾, 安井 匡³⁾, 村上 貴史⁴⁾

【はじめに】

脳卒中患者の理学療法において、早期からの積極的な歩行練習は有効であり、歩容の改善や歩行時の異常筋活動を助長させないために短下肢装具(以下、AFO)がよく用いられる。

近年では様々なAFOが開発され装具処方の選択肢は拡大している。特にGait solution(以下、GS)は荷重応答期>Loading response以下、LR)の底屈を制動し、ヒールロッカー機能を補助する。多くのAFOから一人一人の片麻痺者に適した選択をすることは重要であるが、AFOの違いが歩行中の筋活動に与える変化について言及した論文は少ない。そこで本研究は、従来から一般的に用いられる底屈制限AFOと、底屈制動AFOが歩行中の筋活動に与える変化について筋電図学的に分析を行ったので報告する。

【対象と方法】

対象は維持期にあたる脳血管障害後の片麻痺者10名で、下肢のBrunnstrom recovery stageはIII:4名・IV:6名であった。

課題はAFOなし条件・底屈制限AFO条件・底屈制動AFO条件における5m歩行(至適速度)とした。計測用AFOの角度計から足関節底背屈角度と、筋電計(ロジカルプロダクト)から麻痺側前脛骨筋と腓腹筋内側頭(以下、GAS)筋活動を計測した。筋電計のサンプリング周波数は1kHzで、1歩行周期を100%に正規化し、各課題5-10歩行周期を平均した。なお、本研究は国際医療福祉大学倫理審査委員会(承認番号II-II9)の承認を得て実施した。

【結果と考察】

i) 歩行速度とGAS活動(単脚支持期)の関係

AFOなし歩行時の歩行速度と単脚支持期におけるGAS活動の関係をみると、歩行速度が速いほど単脚支持期でのGAS活動が大きくなる傾向があった。このことから、歩行速度向上のためには単脚支持期におけるGAS活動が重要であると考えられる。そこで今回は単脚支持期のGAS活動に着目し、AFO使用によるGAS活動の変化を分析した。

ii) AFO使用時のGAS活動と単脚支持期の最大背屈角度

図1はAFO歩行中の単脚支持期におけるGAS活動と最大背屈角度を被験者ごとに示したグラフである。GAS活動はその被験者のAFOなし歩行時の筋活動量を100%とし、変化率を表示した。

全10名の対象者のうち、被験者1~8の8名はGAS活動が大きいAFOのとき最大背屈角度も増加した。単脚支持期では下腿の前傾をGASが制御する。背屈角度の増加に伴ってGAS活動がブレーキをかけアンクルロッカーを制御したため、

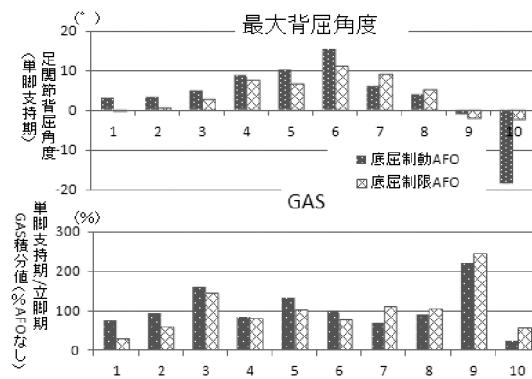


図1 AFO使用時の最大背屈角度・GAS活動(単脚支持期)

例) 底屈制動AFO群

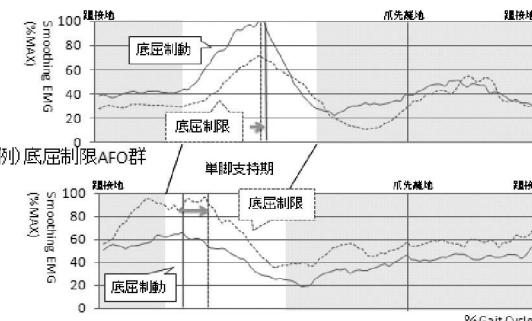


図2 単脚支持期におけるGAS活動の変化

GAS活動と足関節角度が増加したと考える。単脚支持期のGAS活動と背屈角度の変化にAFOが関与したと考える。被験者9・10はどちらのAFOでも歩行中、底屈位であった。立脚期のGAS活動はLRで最大値を示し、そのため単脚支持期で十分な背屈が生じなかつたと考える。

iii) 底屈制動と底屈制限の効果の検討

図1に示した単脚支持期のGAS活動と最大背屈角度が増加した8名のうち、底屈制動AFOで増加したのは被験者1~6の6名で、被験者7・8の2名は底屈制限AFOで増加した。底屈制動で増加した群を底屈制動AFO群、底屈制限で増加した群を底屈制限AFO群とし、GAS活動変化の例を図2に示す。

底屈制動AFO群はLRでの底屈を補助すると単脚支持期のGAS活動が増大したことから、ヒールロッカーが補助されたことでアンクルロッカーが生じやすくなつたと考える。一方、底屈制限AFO群では、底屈制限AFO使用時にGAS活動と最大背屈角度が増加した。図2の底屈制限AFO群では、底屈制限AFO使用時GAS活動量が多く、GAS活動のピークも大きくなつた。この2名は、底屈制動AFO使用時、底屈制動AFOに比べGAS活動が早くピークに達し最大背屈角度は小さかつた。LR→単脚支持期でAFOにより底屈を制限し、その後の背屈を促す方がGAS活動・最大背屈角度が増加したと考える。

【結論】

AFOによりLRの底屈を補助するか否かによって、GAS活動パターンと最大背屈角度が変化し、歩行への影響を示唆した。AFOの違いが歩行にどのような影響を与える、一人一人の症例にどのようなAFOが適応か今後も検討し、明らかにしていきたい。

底屈制動力からの歩容の推定

キーワード: 短下肢装具, 跖ロッカー, 底屈制動力

川村義肢株式会社

○安井 匡, 川口 敏和

【はじめに】

近年油圧式 AFO¹⁾が実現している踵ロッカー機能²⁾による歩容改善に関する報告が多くなされている。

踵ロッカーは底屈制動力の大きさにより制御されていることから、底屈制動力の大きさと歩容との関係について簡易歩行分析システムにて評価したところ知見を得ることができた為、報告する。

【目的】

片麻痺歩行において、膝を反張させながら歩く反張膝歩行と、膝を曲げながら歩く膝屈曲歩行が代表的な歩容とされており、これらの歩容を改善することを目的に AFO が処方され歩行訓練が実施されることが多い³⁾。

これらの歩容においては、目視で確認できるほど顕著に表れている場合を除けば、目視でその動きを確認することは難しい。そしてそれらの動きに至る予兆を捉えることはさらに困難になる。

また、例え経験則に基づき目視で正しい判断ができた場合でも、治療の効果について客観的に把握することはできない。そこで、治療を行う上で重要な、客観的な評価基準を得る為に、代表的な反張膝歩行と膝屈曲歩行に関して、簡易歩行分析システムを用い計測を行い、判断基準を確立することを本研究の目的とする。

【方法】

油圧式 AFO が発生している底屈制動力及び足関節角度について簡易歩行分析システム(図1)により計測し、計測した底屈制動力をモーメントに変換後、底屈制動モーメントとして使用する。

サンプルリング周波数は1000Hzとし、油圧設定値は3の計測条件のもとに、健常男性1名に対して、自由歩行、反張膝歩行、膝屈曲歩行の3パターンの計測を行いその結果を比較する。



図1 簡易歩行分析システム

【結果】

歩行1周期中に油圧式 AFO が発生している底屈制動モーメントのグラフを図2に示す。各歩容において底屈制動モーメントの波形に違いがあることが確認できる。

膝屈曲歩行において底屈制動モーメントは発生していない。

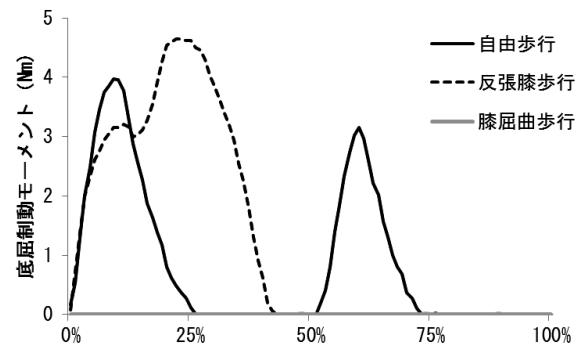


図2 歩行1周期中の底屈制動モーメントの変化

【考察】

計測結果から、自由歩行においては底屈制動モーメントのピークが踵ロッカー時と、前足部ロッカーの2か所あるが、反張膝歩行においては前足部ロッカー時のピークが確認できないことがわかる。これらの結果は大畠ら⁴⁾の先行研究と同様の結果となり、反張膝歩行においては前足部ロッカーが正しく行われていないことを示していると考えられる。

また踵ロッカー時に発生している底屈制動モーメントの割合は、自由歩行時の25%に比べ、反張膝歩行時は45%近くあり、非常に長い間、底屈制動モーメントを発生させていることがわかる。従来背屈方向に動くべき下腿が、底屈方向に力を出す方向に動き、体幹のみ前方へ移動することで、結果として反張膝につながっていると考えられる。これらのことから歩行中の底屈制動モーメントのピークと、踵ロッカー時のピーク幅を見ることで歩容を推定できる可能性があることが示唆された。今後は臨床においても同様の計測を行い、さらに精度を上げた評価基準を確立していきたい。

【参考文献】

- 1) 山本澄子 萩原章由他：油圧を利用した短下肢装具の開発、日本義肢装具学会誌 18(4), 2002; pp301-308
- 2) Perry J : Basic Functions, Gait Analysis. SLACK, Thorofare, 1992; pp17-47
- 3) 原寛美：脳卒中リハビリテーションにおける下肢装具の展開－臨床的知見からー、Japanese Journal of Rehabilitation Medicine VOL.47 NO.6, 2010; pp350-354
- 4) 大畠光司 市橋則明他：底屈制動短下肢装具 Gait Solution が歩行機能に及ぼす影響、第42回日本理学療法学術大会、第34巻大会特別号 No2演題抄録集、2007；pp624

油圧ダンパー式短下肢装具が片麻痺者の
歩行時の下肢筋活動に与える影響
—膝伸展パターンを示す歩行に着目して—

キーワード: 脳血管障害, 油圧ダンパー式短下肢装
具, 筋活動

JR 東京総合病院¹⁾, 国際医療福祉大学大学院²⁾

○田中 惣治¹⁾²⁾, 山本 澄子²⁾, 打越 健太¹⁾, 清野 昂太¹⁾

【はじめに】

片麻痺者に対して運動解析を行った Quervain らは、麻痺側立脚期に膝が伸展するパターン（以下、膝伸展パターン）が主に歩行速度の遅い患者で認められることを報告している。この歩行パターンは臨床でも非常に多くみられることがあるから、片麻痺者の特徴的な歩行の一つと言える。山本らは片麻痺者の歩行分析を行い、歩行補助のための AFO に必要な機能は底屈制動であり、適切な制動をかけることで立脚期の膝関節の動きをコントロールできるとしている。しかし、片麻痺者の歩行パターンに着目して底屈制動機能の AFO が下肢筋活動にどのような影響を与えるか、調べた報告はない。

本研究の目的は、膝伸展パターンを示す片麻痺者に対し、麻痺側下肢の筋活動に共通した特徴があるか調査し、底屈制動機能の AFO が歩行時の下肢筋活動に与える影響を分析することである。

【対象と方法】

対象は回復期入院中の膝伸展パターンを示す脳卒中片麻痺者男性4名とした（表1）。計測は底屈制動機能の AFO として油圧ダンパー式 AFO: Gait Solution Design（以下、GS）を使用し、AFOなしとGSDの2条件における自由速度の歩行を行った。歩行時の筋活動は表面筋電計（日本光電社製）を用いて測定し、被験筋は麻痺側の前脛骨筋と腓腹筋の2筋とした。併せて、ビデオカメラ（SONY 社製 CVX-560）を用いて、矢状面から歩行を計測した。得られた映像データを動画解析ソフト DART FISH を用いて歩行立脚期の相分けを行い、歩行速度と歩幅を算出した。筋活動は各条件における各筋において5歩行周期の最大値で正規化し、5歩行周期の波形を平均した。なお、本研究は国際医療福祉大学倫理委員会（承認番号11-47）で承認を得てから行った。

表1：対象者の情報

症例	1	2	3	4
年齢	45	60	38	43
診断名	脳出血	脳出血	脳梗塞	脳梗塞
麻痺側	左	右	右	左
発症からの日数	120	166	70	130
下肢BRS	VI	III	IV	VI

【結果】

症例1と2は AFO なしの歩行から、麻痺側初期接地（以下、IC）後に膝が伸展する歩行を示した。この歩行の特徴として、IC 後に腓腹筋の筋活動ピークがみられた（図1）。また、麻痺側歩幅と比較し非麻痺側歩幅が小さい傾向があつた（表2）。これらに対し GS を装着した場合、IC 後の腓腹筋の筋活動ピークがみられなくなった（図1）。また、非麻痺側の歩幅と歩行速度が増大する傾向を示した（表2）。症例3と4は AFO なしの歩行において立脚中期（以下、Mst）に膝が伸展する歩行を示した。特徴として IC 後の前脛骨筋の筋活動ピークがみられないこと、Mst に腓腹筋が持続的に活動するが筋活動ピークがみられない点があつた。また、麻痺側と非麻痺側の歩幅に大きな差はみられなかつた（表2）。これらに対し GS を装着した場合、腓腹筋の筋活動の変化は症例により異なる傾向があつた。

表2：歩行時の時間・距離因子

	歩行速度(m/s)	歩幅(%)	
		麻痺側	非麻痺側
症例 1	AFO なし	0.22	25.3
	GS	0.32	12.7
症例 2	AFO なし	0.26	22.9
	GS	0.36	17.7
症例 3	AFO なし	0.42	24.0
	GS	0.54	25.9
症例 4	AFO なし	0.42	17.9
	GS	0.46	22.9

歩幅は身長で正規化した

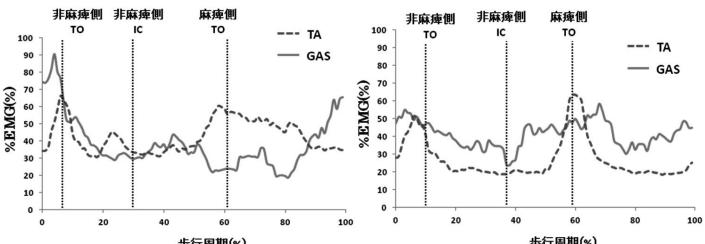


図1:症例2の歩行時の筋活動(左:AFOなし 右:GS)

【考察】

まず、IC 後に膝が伸展する歩行では、IC 後に腓腹筋の筋活動ピークが認められた。これが下腿の後傾、すなわち膝伸展の一因と考えられ、下腿の前傾が行えないことにより非麻痺側の歩幅が小さくなつた。これに対し GS を装着することで、IC 後の腓腹筋の筋活動を抑えることができ、膝伸展の改善、非麻痺側の増大や歩行速度の向上の効果が期待できる。

次に、Mst に膝が伸展する歩行では Mst における腓腹筋ピークが認められなかつた。膝伸展の要因として Mst における腓腹筋の筋活動を高めることができないため、下腿前傾の制御を行はず膝をロックし安定させていると推測する。また、この歩行パターンにおいて GS 装着による筋活動の変化は症例により異なる傾向があり、今後は継続使用効果も含め検証が必要である。

プラスチック一体型短下肢装具の デザインと底屈・背屈への可撓性測定 —徒手と計器による相違—

キーワード: 短下肢装具, 可撓性, 脳卒中片麻痺

社会保険 大牟田天領病院 リハビリテーション科¹⁾,
高島義肢製作所²⁾

○島袋 公史¹⁾, 平山 史朗¹⁾, 高田 稔²⁾, 渡邊 英夫¹⁾

【はじめに】

プラスチック一体型短下肢装具(以下, AFO)の徒手による可撓性判断法は、渡邊により便宜上4つに分類されている¹⁾。この方法は、臨床的に実施しやすいがセラピストそれぞれの主觀に左右される可能性がある。

そこで今回、徒手による可撓性判断方法(以下、主觀的評価)と、計測機器を用いた独自の方法(以下、客觀的評価)によりAFOの可撓性を主觀的・客觀的側面から比較、検討した。

【対象】

主觀的評価では、理学療法士24名を対象とした。内訳は、男性16名、女性8名。使用したAFOの内訳は、改変TIRR AFO 5個、オルソレンドロップフットプレース(以下、オルソレン)1個、オルトッップAFO 1個、シュー・ホーンAFO 3個、double flexible シュー・ホーン^{1), 2)}(以下、DF シュー・ホーン)2個、大牟田式シュー・ホーン2個(以下、大牟田式AFO)である。(図)

【方法】

① 主觀的評価については同じ装具で一定期間を空けて下記の条件で3回実施した。

1) 測定方法の指示は行わず、渡邊の4つの分類を紙面にて説明を行った後、文章をみながら測定を実施した。この際、測定方法、肢位などの設定はしなかった。

2) 測定方法と肢位を指定して実施した。

3) 2)に追加し可撓性到達角度(約10°)を指定し実施した。

② 客觀的評価については、AFOを横にして下腿部を固定し足底面のMP関節部からハンドヘルドダイナモーター(アニア株式会社、ミュータスF1、以下HHD)で原型より背屈、底屈それぞれ5°と10°撓ませるのに必要な力を計測した。

①、②について、主觀的評価で可撓性的バラつき変化、AFO別の判定難易度、客觀的評価で主觀的評価との相違を検討した。

【結果】

主觀的評価について上記1)の場合1種類のAFOで可撓性3つ以上のバラつきは全AFO24名で、底屈12、背屈13であった。2)の場合は、同様で、底屈13、背屈10であり、1)と比較してバラツキに大差はなかった。3)の場合は、同様で、底屈8、背屈10となりバラつきの減少がみられ、可撓性の判断精度も上昇した。しかし、完全には可撓性を統一することはできなかった。

AFO別にみるとオルトッップ、オルソレンなどのflexibleなAFOや改変TIRR AFOの底屈などは判別しやすく、DF シュー・ホーン、大牟田式AFOなどは主觀的評価でバラつきがみられる結果となった。

客觀的評価では、主觀的評価の結果と比較的類似した傾向となった。背・底屈ともに5°撓ませることは出来たが、10°では、背屈4個、底屈5個は撓ませることが出来なかつた。(表)

【考察】

AFOの可撓性について主觀的評価の結果から、可撓性の分類の内容に加え、測定方法、撓ませる角度を打ち合わせておく事が、バラつきの減少に繋がることがわかつた。しかし、完全に可撓性を一致させることは出来なかつた。また、AFOデザインによても可撓性判断の難易度が変化し、背屈・底屈両方向への可撓性を持つAFOは主觀的評価ではバラつきが起り易い結果となつた。

客觀的評価は主觀的評価の結果と比較的類似する結果となつた。背屈ではflexibleとsemi-flexible、底屈ではsemi-flexibleとsemi-rigidの境界が判断しにくい結果である。渡邊は、たわみの多寡を量的に表現するのは難しく、将来は定量化できるたわみの分類法が必要であると述べている。今後さらに主觀的・客觀的方法ともに検討を重ね数値の細分化を測る事が必要である。

【参考文献】

- 1) 渡邊英夫:脳卒中の下肢装具 病態に対応した装具の選択法 第2版、医学書院
- 2) 上口茂徳ほか:シュー・ホーン型短下肢装具の改良、日本義肢装具学会誌、23(特別号):2007

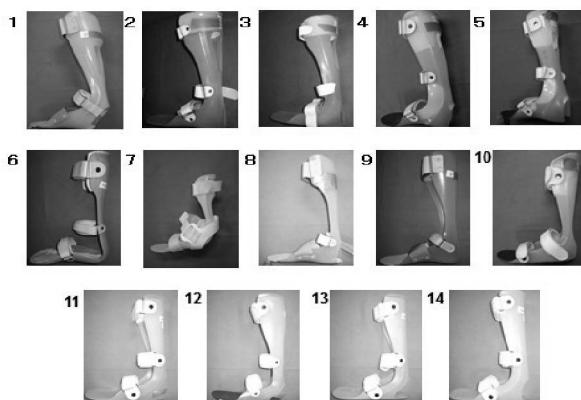


図 使用したAFOの内訳

表 AFOの観的評価と客觀的評価結果

No.	AFO	背屈			底屈		
		主觀的評価 中央値	客觀的評価 5° (kg) 10° (kg)	主觀的評価 中央値	客觀的評価 5° (kg) 10° (kg)		
1	TIRR AFO	1	7.4 8.8	3	8.4 11.3		
2	TIRR AFO	4	10.1 13.4 **	4	12.1 15.5 **		
3	TIRR AFO	3	10.5 14 **	4	11.1 15 **		
4	TIRR AFO	3	10.1 14.6 **	4	11.9 15.6 **		
5	TIRR AFO	1	5.4 8.7	3	6.7 10.7		
6	オルソレン	1	2.1 2.5	1	2.1 3.1		
7	オルトッップAFO	1	1.5 1.7	1	1.4 2.2		
8	シュー・ホーン AFO	1	4.4 6.5	1	4.8 7.0		
9	シュー・ホーン AFO	4	10.6 13.8 **	4	11.4 14.4 **		
10	シュー・ホーン AFO	1	6.1 8	4	8.1 10.5		
11	DF シュー・ホーン	1	7.1 9.8	3	7.9 12.7		
12	DF シュー・ホーン	1	5.9 8.7	2	6.0 8.9		
13	大牟田式AFO	1	7.6 9.4	2	9.0 12.7		
14	大牟田式AFO	3	10.3 13.3	4	11.7 16.1 **		

* 可撓性 1 flexible 2 semi-flexible 3 semi-rigid 4 rigid

** 10° の測定角度まで到達せず、最大角度での測定値

長下肢装具の剛性が歩行に好影響を与えた一症例

キーワード: 下肢装具, カーボンコンポジット, 歩行分析

有限会社ピーオーテック

○南 安晃, 高橋 啓次, 吉岡 駿伍

【はじめに】

長下肢装具の剛性アップと軽量化という相反する課題の両立を実現するため、プリプレグ（ドライカーボンともいう）を使用し、カーボンコンポジット技術で製作した。プリプレグの使用目的は、繊維体積含有率を適切に保つことと、繊維の方向や積層数を設計することにある。カーボンの最大の特長は「低密度、高比強度」。簡単にいと「軽くて、強い」である。比強度が鋼の6～8倍¹⁾もあるので、同じ強度や剛性を実現するために必要な質量が、鉄、アルミ、樹脂に比べて格段に小さくて済む。このことにより重量増加を最小限にとどめつつ剛性を高めることが可能である。装着者の主観的評価として「剛性があり安心して体重をかけることができる。」「軽い。」「体の横揺れが減った。」などの感想があった。

実際に装具の剛性が歩行に対して、どの様な影響を与えるのかを客観的に歩行解析し評価したので報告する。

【対象】

47歳男性。職業: 会社員。平成13年、高所からの転落事故で脊髄不全損傷による左下肢麻痺となる。以後更正用装具として左長下肢装具を使用している。以下に症例の身体情報を示す。

●身長167cm、体重 64kg。

●下肢筋力（左/右）

腸腰筋(2/5)、大殿筋(1/5)、中殿筋(1/5)、大腿四頭筋(1/5)、ハムスト(1/5)、前脛骨筋(3/5)、腓腹筋(2/5)。

【方法】

同一の陽性モデルを用いて、大腿支持部と下腿支持部の構造材料の違いによる2種類の長下肢装具を製作し、それぞれの歩行を計測し歩行解析する。計測器類は、リアルタイム三次元動作解析システム Eagle/Hawk Digital RealTime System EVaRT5.0 (Motion Analysis 社製)、カメラの台数: 13台、撮影速度: 100Hz、シャッタースピード: 1/1000秒。処理ソフト(分析ソフト): KineAnalyzer (キッセイコムテック社製)を使用した。装具の仕様を以下に記す。

①熱可塑性プラスチック製長下肢装具（以下、熱可塑タイプ）

大腿支持部、下腿支持部: ポリエチレン t=4mm

②カーボン製長下肢装具（以下、カーボンタイプ）

大腿支持部、下腿支持部: カーボンコンポジット構造体

なお、それぞれの装具は生体に接触する部分の面積、位置、形状を同じにし、重量および重量配分も同一になるようにカーボンタイプの大腿部に24g、下腿部に80gのおもりを付け調整

し、製作した。また、装着時のベルトの締結力も同一にするため、バネばかりで張力を計測しながら装着した。

【結果と考察】

表1に計測結果、図1に重心の左右変位量、図2に装具側の膝関節角度を示す。カーボンタイプにて歩行速度の上昇と、歩隔の減少、熱可塑タイプで重心の左右動搖の増大がみられた。図2より患側立脚時に、熱可塑タイプでは、装具がたわみ安定感が損なわれ重心移動が大きくなる。その為、歩隔を大きくとり安定性を求めた歩容となっている。また、この症例では、歩行周期の各相において、顕著な差ではなく、歩幅にも大差はない。カーボンタイプでの歩行速度の向上はケイデンスの増加によるものであり患側立脚時に装具のたわみが少なく力が逃げないことが、この結果につながっていると考えられる。

表1 計測結果

	熱可塑タイプ	カーボンタイプ
1歩行周期時間(S)	1.38	1.25
右立脚期(%)	37.68	40
左立脚期(%)	30.43	30.4
両脚支持期(%)	31.88	29.6
歩幅(cm)左脚支持	42	42.6
歩隔(cm)	12.1	8.3
歩行速度(m/s)	0.69	0.79

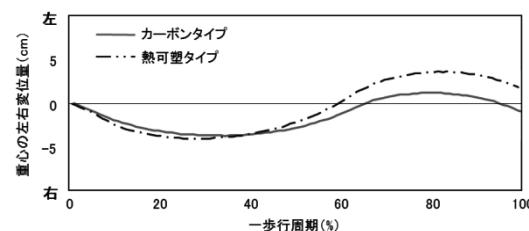


図1 重心変位量

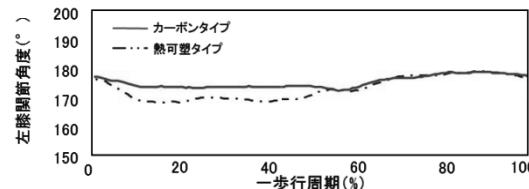


図2 装具側膝関節角度

【まとめ】

義肢装具の材料としても、脚光を浴びているカーボンの材料特性を最大限に活かすため、新しい製造方法を取り入れ長下肢装具を製作した。歩行分析から装着者の主観的評価を裏付ける結果となり本装具の優位性が証明された。今まで装具の強度を上げる為に、重量の増加を余儀なくされていた装着者にとって有効で革新的な製造方法であると思われる。

【参考文献】

- 1) 山田 恵彦: カーボンファイバの科学: 61. 株式会社内田老鶴園. 1995

片麻痺患者における歩行促通法の効果へのトレッドミル努力歩行訓練の影響 —歩行解析での検討—

キーワード: 脳血管障害, 下肢装具, 歩行分析

鹿児島大学医学部リハビリテーション科¹⁾, 鹿児島大学病院霧島リハビリテーションセンター²⁾

○山下 真紀¹⁾, 蕪若芸²⁾, 下堂薫 恵¹⁾, 川平 和美¹⁾

【はじめに】

脳卒中片麻痺患者のリハビリテーション(以下リハ)において、歩行の獲得は日常生活動作能力の改善、または社会復帰のために、重要な目標の一つである。

脳卒中患者への歩行訓練では機能的電気刺激の併用や部分免荷トレッドミル歩行訓練などが歩行パターンの改善につながるとしている。しかし、患者が修得すべき歩行パターンを歩行中に誘発する促通手技を用いた歩行訓練は少ない。

我々は片麻痺患者の歩行訓練に新たな促通手技(麻痺側遊脚期の非麻痺側中殿筋と麻痺側単径部の刺激、麻痺側立脚期の中殿筋の刺激)を用いると歩行能力が改善することを報告している(村山、下堂薫、川平)。

今回、我々は片麻痺患者の歩行への歩行促通の効果が、トレッドミルでの努力歩行訓練によって、どのような影響を受けるかを検討したので報告する。

【対象と方法】

対象は霧島リハビリテーションセンターにリハ目的で入院した脳卒中片麻痺患者9名(男性8名、女性1名)、平均年齢55.2歳、平均罹病期間30.4カ月(2~121カ月)、片麻痺下肢の重症度(Brunnstrom stage) III 2名、IV 3名、V 4名であった。いずれの患者も歩行解析の支障となるような重度の半側空間失認や失語などの高次脳機能障害はなかった。

【方法】

歩行解析のために歩行路として2mのフォースプレート(WinFDM: Zebris社)とその前後に助走路と減速路(それぞれ1.5 m)を設置した。患者は日常使用している補装具を用いて、1往復の練習歩行後、(a)コントロール(2往復)、(b)促通歩行(2往復)の順に、「出来るだけ早く」歩くように指示して測定した。解析には最も歩行速度が速い歩行サイクルのデータを用いた。

我々の新たな歩行促通法では、治療者は患者の麻痺側後方に立ち一側の手の母指を麻痺側股関節外転筋の上に、示指と中指を鼠径部の近くに置き、他方の手は非麻痺側股関節外転筋の上に置いた。麻痺側振り出し開始時に、麻痺側鼠径部近くを擦過するように刺激を与えて麻痺肢の振り出しを促通すると同時に、非麻痺側下肢への重心移動と立脚を促通するように、非麻痺側股関節外転筋の上をタッピングし、更に、麻痺側下肢の立脚期に麻痺側股関節外転筋を母指で突くようにタッピングして、トレンドレン

ベルグ歩行の軽減を図っている。麻痺側立脚時は「動作をとめないで」と指示して立脚中期の円滑な前方への重心移動を促し、非麻痺側の振り出し時は麻痺側下肢のつま先離れを困難としない範囲に歩幅を抑えるように指示した。

トレッドミルでの歩行訓練は、最大速度に達した時点で、歩行促通法を追加して更に最大歩行速度をあげて、それを数十秒間維持した後、減速して歩行訓練を終えた。

【結果】

歩行は促通法により有意な歩行率および歩行速度の改善、両脚支持期の短縮と単脚支持期非対称性割合の減少が生じた。

トレッドミル努力歩行後、歩行は促通法によって、有意の重複歩距離や麻痺側歩幅の増大が生じ、歩行速度と歩幅非対称性割合の増大傾向も生じた。

表1. 歩行促通の効果

	促通なし	促通あり	P値	
歩行速度 (m/min)	47.7	54.3	0.0576	
歩行率 (steps/min)	50.1	53.1	0.0203	
重複歩距離 (cm)	93.2	98.4	0.1229	
歩幅 (cm)	非麻痺側	41.2	44.9	0.2131
	麻痺側	51.9	53.4	0.2033
両脚支持期 (%)	36.8	32	0.0506	
単脚支持期 (%)	非麻痺側	35.8	38.9	0.3139
	麻痺側	27.4	29.1	0.1731
歩幅非対称性割合	0.665	0.744	0.5147	
単脚支持期非対称性割合	0.385	0.26	0.0284	

表2. トレッドミル努力歩行後の歩行促通の効果

	促通なし	促通あり	P値	
歩行速度 (m/min)	50.5	55.7	0.1082	
歩行率 (steps/min)	52.7	52.9	>0.99	
重複歩距離 (cm)	92	100.2	0.0207	
歩幅 (cm)	非麻痺側	42.7	45.3	0.0574
	麻痺側	50	55.2	0.0355
両脚支持期 (%)	34.9	31.9	0.0858	
単脚支持期 (%)	非麻痺側	35.9	39	0.0506
	麻痺側	29.2	29.2	0.859
歩幅非対称性割合	0.483	0.627	0.0633	
単脚支持期非対称性割合	0.191	0.261	0.1731	

【考察】

歩行促通法による歩行速度や歩行率の改善は、歩行相に応じた麻痺側の中殿筋や単径部、非麻痺側中殿筋への刺激が効果的に歩行パターン誘発と円滑な重心移動に役立っていることを示唆している。

トレッドミル上の最大歩行速度による歩行後、歩行促通法の効果は歩行率に影響しなかったが、歩幅に関連する多くの指標で改善し、歩行速度が改善傾向であったことから、数十秒間の最大歩行速度での歩行訓練が歩行パターンの回転を上げたため、歩行促通法は下肢を大きく振出することを改善したと考えられる。

慢性期脳卒中片麻痺患者に対する 促通反復療法と装具療法の併用効果の検討

キーワード: 慢性期脳卒中片麻痺患者, 促通反復療法, 短下肢装具

垂水市立医療センター垂水中央病院¹⁾, 鹿児島大学
医学部・歯学部附属病院 霧島リハビリテーションセン
ター²⁾, 有限会社 マキタ義肢製作所³⁾

○富岡 一俊¹⁾, 坂下 裕司¹⁾, 鮫島 淳一¹⁾, 加治 智和¹⁾,
宮良 広大²⁾, 新田 博文³⁾, 牧田 光宏³⁾, 松元 秀次²⁾

【はじめに】

回復期リハビリテーション終了後の慢性期脳卒中患者に対して、筋力や体力、歩行能力などを維持・向上させることが、脳卒中治療ガイドライン2009では推奨グレードAに位置づけられている。しかし、その具体的方法は提示されておらず、多種多様の理学療法アプローチが実施されているのが現状である。本研究は、慢性期脳卒中片麻痺患者の歩行障害に対する治療法として、促通反復療法¹⁾と装具療法を併用した訓練の有効性を検討するため、運動機能及び歩行能力について介入前と4週後を比較検討した。

【対象と方法】

対象は、慢性期脳卒中片麻痺患者8名(男性6名、女性2名。平均年齢は57.6±10.0歳。脳梗塞5名、脳出血3名。平均罹病期間24.4±19.6ヶ月。右片麻痺3名、左片麻痺5名。下肢のBrunnstrom stageは、IIIが1名、IVが5名、Vが1名、VIが1名。)。対象者の条件は、裸足もしくは短下肢装具(以下、AFO)とT字杖を使用し監視レベル以上で歩行可能なものとした。また、8名が使用しているAFOの種類は、オルトップ AFO LH, タマラック足継手付 AFO, ドリームプレース, 大川原式 AFO, リジッド TIR AFO, 3D AFO Adjusterであった。なお、全ての対象者に対して研究の趣旨を十分に説明し、同意を得て本研究を実施した。

研究デザインは介入前後比較試験とし、介入前と4週後を比較した。介入方法は、麻痺側下肢に対して促通反復療法の下肢の運動パターン12種類のうち、患者の麻痺の程度に応じた運動パターン7種類を選択し、各運動パターンを1日100回ずつ、週6日実施した。また、歩行訓練を行う際には患者に適したAFOを使用し歩行訓練を実施した。

評価はFugl-Meyer Assessment(以下、FMA)の下肢機能評価、脳卒中機能評価法(Stroke Impairment Assessment Set; 以下、SIAS)、Timed Up and Go test(以下、TUG)を実施した。また、最速歩行における10m歩行を裸足でのT字杖を使用した歩行(以下、裸足歩行)及びAFOとT字杖を使用した歩行(以下、AFO歩行)での評価を行い、歩行速度(m/s)と歩行率(steps/min)、平均歩幅(m/steps)を算出した。なお、統計学的解析はウェルコクソン符号付順位和検定で解析し、統計解析用ソフトMini

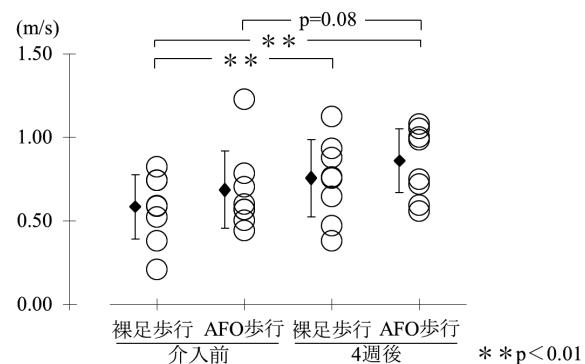


図 最速歩行における10m歩行の歩行速度

Statmate(アトムス社製)を用い、有意水準は5%未満とした。

【結果】

介入前と4週後を比較して、FMA 下肢機能評価は有意な改善が認められ($p < 0.01$)、SIAS も有意な改善を認めた($p < 0.05$)。TUG は有意差を認めなかった。歩行速度の結果を図に示す。介入前の裸足歩行と4週後の裸足歩行には有意に改善を認め($p < 0.01$)、介入前の裸足歩行と4週後の AFO 歩行にも有意に改善を認めた($p < 0.01$)。介入前の AFO 歩行と4週後の AFO 歩行では有意差はなかったが、改善する傾向であった($p=0.08$)。また、歩行率は介入前の裸足歩行と4週後の裸足歩行には有意に改善を認め($p < 0.05$)、介入前の裸足歩行と4週後の AFO 歩行にも有意に改善を認めた($p < 0.01$)。介入前の AFO 歩行と4週後の AFO 歩行には有意差はなかったが、改善する傾向であった($p=0.08$)。さらに、平均歩幅は、介入前の裸足歩行と4週後の AFO 歩行に有意な改善を認めた($p < 0.05$)。

【考察】

慢性期脳卒中片麻痺患者に対して、促通反復療法と装具療法を併用し、介入前と4週後の効果を運動機能及び歩行能力について検討した。FMA 下肢機能及び SIAS に有意な改善を認めたことから、運動機能が向上したと考える。また、10m歩行の歩行速度と歩行率において、介入前の裸足歩行と4週後の裸足歩行の比較、介入前の裸足歩行と4週後の AFO 歩行の比較において有意な改善を認めたが、介入前及び4週後の裸足歩行と AFO 歩行の比較には有意差がなかったことから、歩行能力の改善には装具療法の即時効果のみではなく促通反復療法と装具療法の併用効果があることが示唆された。また、歩行率の向上と平均歩幅の拡大が介入前の裸足歩行と4週後の AFO 歩行の歩行速度の改善につながったことが示唆された。

以上のことから、慢性期脳卒中片麻痺患者に対して、促通反復療法と装具療法を併用することは、歩行能力を改善させることに有効であると考える。今後は、症例数を増やし、研究デザインを考慮して麻痺の程度による比較や AFO の種類による影響等を検討する必要がある。

【参考文献】

- 川平和美: 片麻痺回復のための運動療法, 医学書院, 2010

短下肢装具の制動力の検討 ～ばねばかりを使用した測定器を使用して～

キーワード: 短下肢装具, 制動力, ばねばかり

友愛病院¹⁾, 有園義肢株式会社²⁾

○遠藤 正英¹⁾, 橋本 将志²⁾, 猪野 嘉一¹⁾

【はじめに】

脳卒中片麻痺患者において、短下肢装具は使用頻度が高いものである。そして、短下肢装具には多くの種類が存在し、その選択はリハビリテーションにおいて重要な要素の一つである。短下肢装具を選択する際の基準の一つに制動力が挙げられる。しかし、各種装具は継ぎ手のあるもの、ないもの、装具の形状などによって、それぞれ違った制動力を有しており、その強さも明確ではない。そのため、臨床において短下肢装具を選択するのに苦慮することがある。

そこで今回、各種装具の底背屈制動力をばねばかりによつて測定し、装具処方を行う際の一助となればと思い調査を行う。

【方法】

装具を装着した状態により近づけて計測を行うために、図1のようなばねばかりを使用した測定器を作成した。測定器は発泡樹脂によって下腿から足部までのモデルを作成し、モデル上部に金属の支柱を立て、装具を装着したモデルを台座に固定し、台座に立ててある支柱とモデルの支柱をばねばかりで結ぶ。そして、台座を引っ張り、モデルの下腿が前後傾することによって、装具の底背屈方向の制動力を測定するものである。

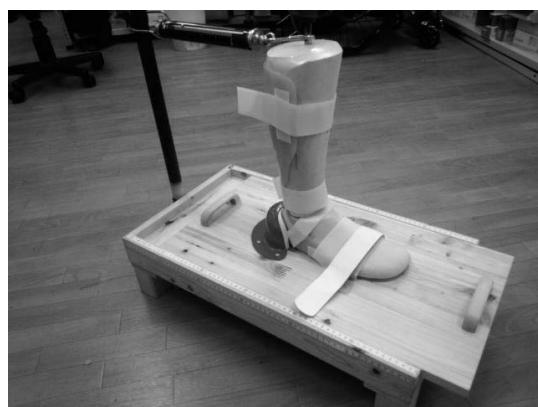


図1. 制動力測定器

この測定器を使用して、Shoe Horn Brace (以下 SHB), UD-Flex long type (以下 UD long), タマラック継ぎ手付き短下肢装具 (以下 タマラック付き AFO), Gait Solution Design (以下 GSD) の底背屈方向の制動力を測定した。なお、SHB は3mm のポリプロピレンを使用し、最狭部を hard type, soft type の2種類 (表1), GSD は油圧の1と4を測定した。測定角度は底屈15°、背屈15°までをそれぞれ5°毎ゴニオメーターで計測し、そ

の時のはねばかりの値を計測した。また、全てにおいて2回ずつ計測し、その平均を算出した。

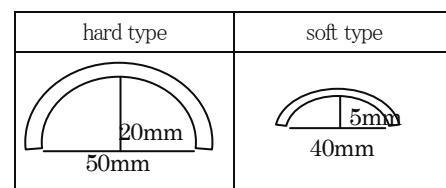
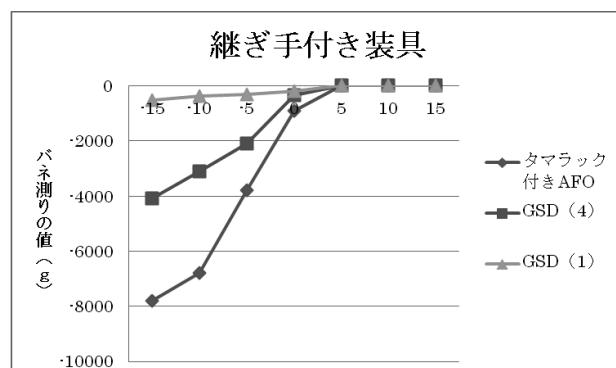
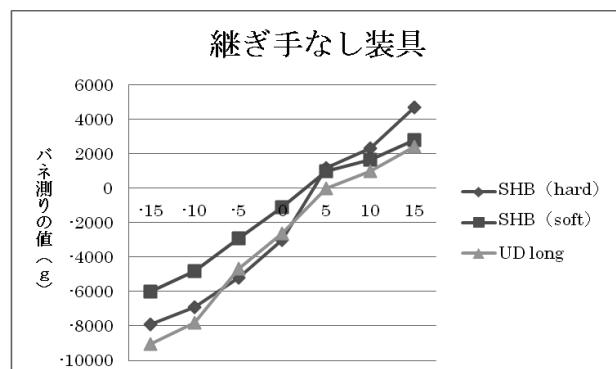


図2. SHB の最狭部

【結果】

今回の測定結果より、底屈15°における制動力は GSD(1), GSD(4), SHB(soft), タマラック付き AFO, SHB(hard), UD long の順に弱い結果となり、背屈制動力は継ぎ手なしのみで生じ、UD long, SHB(soft), SHB(hard) の順に弱い結果となった (表2)。

表2. 測定結果



【まとめ】

装具を処方する際、制動力を考えることは重要な事である。しかし、今回の検討結果より、装具の種類、形状等の違いにより制動力は変わってくる。また、今回の検討においては継ぎ手ありの短下肢装具には背屈制動力は生じず、継ぎ手なしの短下肢装具には背屈制動力が生じていた。

以上のように、装具の処方を行う際には、患者の状態を考え、装具の種類、形状等、よく考えて処方を行わなければならない。

短下肢装具が脳活動に及ぼす影響 一機能的近赤外分光法(fNIRS)を用いた検討

キーワード: 脳卒中片麻痺, 短下肢装具, 機能的近赤外分光法(fNIRS)

鹿児島大学大学院 医歯学総合研究科 運動機能修復学講座 リハビリテーション医学¹⁾, 鹿児島大学病院 霧島リハビリテーションセンター²⁾, 有限会社 マキタ義肢製作所³⁾

○松元 秀次¹⁾, 上間 智博²⁾, 廣川 琢也²⁾, 宮良 広大²⁾, 牧田 光広³⁾, 新田 博文³⁾, 下堂薗 恵¹⁾, 川平 和美¹⁾

【はじめに】

脳卒中片麻痺患者では、適切な下肢装具の装着により起立・歩行能力が大きく改善することが知られている。下肢装具は、能力低下に対してのみでなく、機能障害の改善の目的でも用いられ、適応・適合を厳密に吟味されたうえで、処方・作製・指導されている。しかしながら、装具の有無が脳活動に及ぼす影響はほとんど報告がなく、運動学的側面からだけでなく生理学的な側面からの検討も必要と考えられる。

本研究では、機能的近赤外分光法(fNIRS)を用いて、短下肢装具の有無が脳活動に及ぼす影響を検証した。

【対象と方法】

対象は、脳卒中片麻痺患者8名(男性5名、女性3名。平均年齢は51.9±8.1歳。脳出血5名、脳梗塞3名。平均罹病期間は25.4±30.1カ月。右片麻痺4名、左片麻痺4名。下肢 Brunnstrom stage は、IIIが3名、IVが4名、Vが1名)。対象者の条件は、短下肢装具(以下、AFO)とT字杖を使用し監視レベル以上で歩行可能なものとした。また、使用したAFOは、大川原式AFO3名、オルトップAFO3名、Tamarack AFO1名、Gait Solution1名であった。なお、本研究は、鹿児島大学臨床倫理研究委員会の承認を得たうえで、対象者に研究の趣旨を説明し、書面にて同意を得て実施した。

脳血流酸素動態の測定は、fNIRS (FOIRE-3000、島津製作所社製)によって記録した。チャンネルは、3cm 間隔に配置されたプローブの間に位置した24個の送受光プローブを使用して、両半球で合計37個のチャンネルを作成した。受光プローブ2が、脳波における国際10-20法でのCzに位置するように装着した(図)。実験は、裸足歩行とAFOとT字杖での歩行(以下、AFO歩行)で歩行速度2km/hにて実施した。実験デザインとしては、安静30秒→歩行30秒→安静30秒を1セットとし、3セット施行した。fNIRSでは、神経活動による代謝増加に伴ったヘモグロビン酸素化の変化が脳活動を反映しているとして解釈されていることから¹⁾、本研究のパラメータは酸素化ヘモグロビン(O₂Hb)値とした。解析は、2つの条件における各チャンネルのO₂Hb値の測定開始時の値を0とした時の相対的な変化量(mM·mm)の平均値を算出し比較した。

統計学的解析は、統計ソフト(PASW Statistics Ver.18 for Windows)を用いて、条件によって各チャンネルを Wilcoxon 符号付き順位和検定にて検定した。すべての有意水準は5%未満とした。

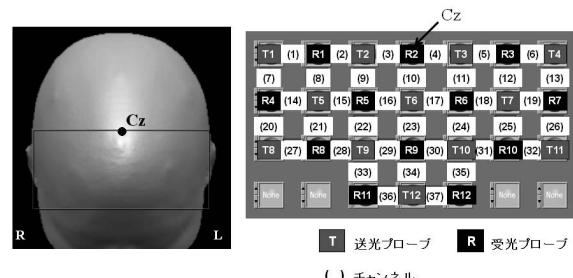


図 fNIRSの送光・受光プローブおよびチャンネルの配置図

【結果】

病巣側半球では、チャンネル1/6, 2/5, 7/13, 8/12, 9/11, 14/19, 15/18, 16/17, 20/26, 21/25, 22/24, 23で裸足歩行がAFO歩行よりも酸素化ヘモグロビン値が有意に増加した。下肢の一次運動野領域では、AFO歩行が裸足歩行と比較して、チャンネル3/4と10の酸素化ヘモグロビン値が有意に増加した。

非病巣側半球では、AFO歩行が裸足歩行と比べて脳賦活領域が限局していた。

【考察】

本研究では、脳卒中片麻痺患者8名を対象にAFO歩行が脳活動に及ぼす影響についてfNIRSを用いて検討した。AFO歩行は、裸足歩行と比べて、脳の活動領域が限局し、下肢の一次運動野領域では高い酸素化ヘモグロビン値を示した。

裸足歩行は、異常歩容や麻痺側下肢の痙攣だけでなく、麻痺側上肢への連合反応や共同運動が出現しやすくなる恐れがある。本研究結果から、適切なAFOを使用することによる脳活動は、病巣側半球の広範囲な活動が少なく、また非病巣側半球の活動も限局した領域であった。病巣側半球の広範囲な活動は、連合反応や共同運動の惹起につながると考えれば、AFO歩行は必要な脳の活動のみで行うことができる歩行様式といえる。

今後は、症例数の蓄積を図るとともに、AFOが歩行に及ぼす影響について、本研究のように脳活動に及ぼす影響だけでなく、運動学的な視点²⁾や研究デザインを考慮した視点、麻痺の程度による脳活動の差の検討等を研究していく必要がある。

【参考文献】

- 1) Hoshi Y, Kobayashi N, Tamura M: Interpretation of near-infrared spectroscopy signals: a study with a newly development perfused rat brain model. J Appl Physiol 90: 1657-1662, 2001
- 2) 上間智博、松元秀次ほか：脳卒中片麻痺患者への3種の麻痺側荷重指導が歩行に及ぼす影響について。日本義肢装具学会誌 27(2): 105-111, 2011

拡散テンソル画像を用いた脳出血の歩行機能と下肢装具

キーワード: 脳卒中, MRI, 下肢装具

埼玉医科大学国際医療センターリハビリテーション科¹⁾, 飯能靖和病院リハビリテーション科²⁾, 国際医療福祉大学山王メディカルセンター³⁾

○前島 伸一郎¹⁾, 大沢 愛子¹⁾, 西尾 大祐²⁾, 平野 恵健²⁾, 木川 浩志²⁾, 武田 英孝³⁾

【はじめに】

拡散強調画像の際に、6方向以上からの傾斜磁場を加え、拡散テンソルを計測することによって得られた組織中の水分子の拡散異方性に関する情報を、局所における神経線維の方向として視覚化したものを拡散テンソル画像 (diffusion tensor imaging: DTI) という¹⁾。連続した神経線維を評価でき、近年、錐体路の障害などを評価するために用いられているが²⁾、歩行機能や装具との関係についての検討は少ない。我々は脳出血による片麻痺例にDTIを施行し、歩行機能や装具の必要性について検討した。

【対象と方法】

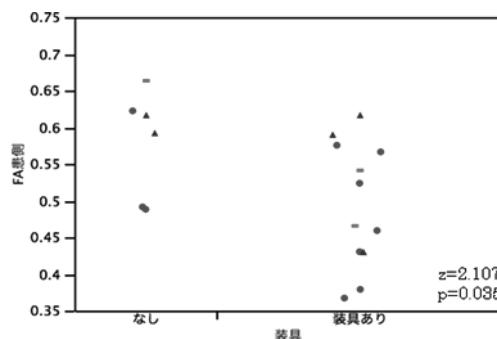
回復期リハビリテーション病院に入院した脳出血による片麻痺患者25名を対象とした。年齢は16~78歳、男性16名、女性9名。病巣は被殻15名、視床7名、皮質下3名で、発症からのMRI撮影までの期間は32.4±14.0日であった。

MRIはToshiba製 EXCELART Vantage 1.5 Tesla (FOV=26×26cm, 128×128 matrix, 4mm thick slices, TR/TE=8500/120 msec) を用いた。

画像解析ソフトは東京大学放射線科による Volume-One 1.72とdTV-II SR (<http://www.ut-radiology.umin.jp/people/masutani/dTV.htm>) を用いた。大脳脚前内側領域をROIとし、患側と健側の fractional anisotropy (FA) 値を算出・解析した。

【結果と考察】

入院時に装具を必要としなかった患者の麻痺側 FA 値は、必要とした患者に比べ高値であったが、健側 FA 値に差はなかった。麻痺側 FA 値は入退院時の神経学的重症度、日常生活活動と高い相関を認めたが、年齢、発症からの期間、膝伸展筋力と関連しなかった。装具療法を施行した患者の中で、退院時に装具を必要とした患者の麻痺側 FA 値は、そうでない患者に比べ低値であった。



脳損傷患者を対象に大脳脚の FA 値を算出し、運動麻痺の予後に関係するという報告が散見されるが、脳出血によるものは少ない。本研究では患者の歩行能力に着目し、装具が必要かどうか否かと FA 値との関連を検討した。本邦では戦前より、重度の脳卒中片麻痺患者に対して長下肢装具が用いられてきたが³⁾、石神ら⁴⁾の報告以来、積極的な装具療法が用いられるようになった。長下肢装具は重度の片麻痺があつても、支持性が良好で、家族でも介助しやすいため⁵⁾、歩行訓練には便利であるが、在宅復帰に際して装具を必要としない方が理想的である。本研究では入院時に装具を必要とした18名のうち6名は退院時に装具なしで歩けるようになった。これらの違いは入院時の患側 FA 値と退院時の運動麻痺のみであった。退院時の機能予後を推測することは容易でないが、このような DTI を用いることは、歩行機能と装具の必要性を予測するための一助となり得るのではないかと考える。

【参考文献】

- 1) Yamada K, et al.: Fiber tracking method reveals sensorimotor pathway involvement in stroke patient. *Stroke* 2003; 34: 159-62.
- 2) Kunimatsu A, et al.: Three dimensional white matter tractography by diffusion tensor imaging in ischemic stroke involving the corticospinal tract. *Neuroradiology* 45: 532-535, 2003
- 3) 藤井静雄: 半身不随の治療法. *実験医報* 21:1811-1826, 1935
- 4) 石神重信・他: 脳卒中早期リハビリテーションにおける長下肢装具の使用とその効果の考察. *日本義肢装具学会誌* 2: 41-47, 1986
- 5) Maeshima S, et al: Mobility and muscle strength contralateral to hemiplegia from stroke: Benefit from self-training with family support. *Am J Phys Med Rehabil* 2003; 82: 456-62.

慢性期片麻痺患者に対する足漕ぎ車いす駆動訓練の運動学的効果

キーワード: 脳血管障害, 足漕ぎ車いす, ペダリング運動

仙台保健福祉専門学校¹⁾, 東北大学大学院医学系研究科²⁾, 東北大学サイバーサイエンスセンター³⁾

○関 和則¹⁾, 半田 康延¹⁾²⁾, 吉澤 誠³⁾

【はじめに】

足漕ぎ車いす(cycling wheel chair: C-W/C)は、通常の車いすの前方にペダルを取り付け、片手での操舵を可能にした移動用機器であり、歩行困難な片麻痺患者でも自力駆動可能であることが確認されている。急性期片麻痺患者による駆動訓練についてはいくつかの報告があるが、発症から数年が経過した慢性期・維持期の患者では十分な検証がなされていない。そこで慢性期の脳卒中片麻痺患者で1週間のC-W/C駆動訓練を実施し、その前後で駆動中の膝関節回転加速度と表面筋電図の変化を検討した。

【対象と方法】

対象は発症から2年以上経過した痙性片麻痺患者4名で、右片麻痺2例、左片麻痺2例、脳梗塞2名、脳出血2名、平均年齢68.3(65~75)歳であった。麻痺下肢のBrunnstrom Stage(BS)は2が1名、3が2名、4が1名で、明らかな認知能力の低下や失語症はなかった。1例で麻痺側足関節に-5度の背屈制限がみられたが、他の対象および関節には目立った可動域制限はなく、非麻痺側筋力の明瞭な低下もなかった。日常生活上、2例は室内ではT字杖での自力歩行、屋外は見守り歩行か標準型車いすでの移動であった。2例は屋内外ともに標準型車いすでの移動を基本としたが、T字杖での数mの見守り歩行は可能であった。全例、これまでにC-W/Cを使用したことはなかった。

C-W/Cは、TESS社製のProphandを使用し、非麻痺側でハンドル操作を行なわせた。足漕ぎ車いすの駆動には、吉澤らが開発した足漕ぎ車いす用VR(Virtual Reality)練習機を使用した。これは、ローラーのついたトレッドミル上に置いたProphandをその場で駆動し、前方のスクリーンに投影されるVR映像に沿ってハンドル操作を行ないながら、一定距離を走行するものである。実験には数回のハンドル操作を必要とするクランク走行路の映像を用いた。

対象の両側下肢に表面電極を貼付し、大腿直筋、ハムストリングス、前脛骨筋、ひらめ筋から駆動中の表面筋電図(EMG)を導出した。駆動中のEMGは安静時の最大筋力発揮時の筋放電を用いて正規化した。また両側膝の腓骨頭部に、3軸の加速度と3軸の角速度を同時に測定できる、小型無線ハイブリッドセンサー(ワイヤレステクノロジー社製WAA-006)を取り付け、駆動中の膝関節回転加速度の左右の軌跡を記録した。この軌跡から、対象者が駆動した際の左右のペダリングのずれを表すS値を算出し、これをペダリングの左右バランスを表す指標とした。

た。初回の駆動実験後、各対象者にProphandを貸し出し、自宅で1週間1日20分以上の駆動訓練を行なうよう指示した。その後再度、初回と同様のVR練習機での駆動実験を行なった。

【結果】

貸し出し中の駆動訓練は、自宅廊下や屋外の空き地、公道を利用して行なわれた。3名では毎日20分以上の駆動訓練が実施されたが、1名では付き添う方の体調不良のため毎日実施することが困難で、3日程度の乗車にとどまった。

初回の駆動実験時のEMGは、非麻痺側のすべての筋で活動と休止が観察されたが、ペダルの動きとの同期が不明な筋も多くみられた。麻痺側では全般に振幅が低く、特に前脛骨筋とひらめ筋ではペダルの回転周期との同期がほとんどみられず、ペダリングの全周期で筋放電が観察された。駆動訓練後の2回目の測定では、非麻痺側のすべての筋でペダルの回転周期との同期が明瞭化した。また麻痺側の筋電振幅がやや増加し、前脛骨筋では周期的な活動と休止が観察されるようになった。S値は、BS4の1例で0.066から0.040に、BS3の2例でそれぞれ0.112から0.101、0.200から0.089へ、BS2の1例で0.236から0.155へと全例で訓練後に減少し、訓練後に左右のペダリング運動のバランスが改善することが示唆された。初回のS値は麻痺が重症であるほど高い傾向を示したが、初回0.112の例は、駆動訓練が計3日程度にとどまり、このためS値の改善が少なかつたものと考えられた。

【考察】

C-W/Cは急性期脳卒中片麻痺患者の理学療法の一手段として用いられ、歩行困難な場合でも健常者の自由歩行レベルの移動速度が得られる。また、駆動中には麻痺側下肢の筋活動が明瞭化すること、筋力の改善とは異なった機序で歩行機能の改善をもたらす可能性があること、非傷害側脳血流が増加することなども報告されている。ペダリング運動自体は麻痺下肢の痙縮軽減に有用であることも知られているが、足漕ぎ車いすの継続的な駆動が、慢性期・維持期の片麻痺下肢運動機能にどのような影響を与えるかは、これまで十分に検討されてこなかった。今回の検討では、対象者数が少ないものの、1週間程度の駆動訓練によっても、両下肢の協調的なペダリング運動が可能になること、また麻痺側下肢の過剰な筋活動が抑制され、これが回転周期にあわせたペダリングの円滑さをもたらすことが示唆された。対象は全例発症から2年以上が経過した片麻痺患者であることから、これらの変化はペダリング運動に対する慣れよりも、神経筋機能の改善を反映するものと推察される。長期に渡る駆動訓練の効果と、麻痺レベルごとに筋活動の変化を明らかにすることが今後の検討課題である。

【参考文献】

- 1) Kazunori Seki, Motohiko Sato, Yasunobu Handa: Increase of muscle activities in hemiplegic lower extremity during driving a cycling wheelchair. Tohoku J. Exp. Med., 219, 129-138, 2009.
- 2) 関矢貴秋, 関 和則, 半田康延: 歩行障害者に対する足漕ぎ車いすによる走行訓練実施前後の身体機能変化. 生体医工学, 47, 411-416, 2009.

筋電義手使用者を想定した代償動作に関する基礎的研究

キーワード: 筋電義手, 研究・開発, 診断・評価

北海道工業大学大学院 工学研究科¹⁾, 北海道工業大学 医療工学部²⁾

○高見 韶¹⁾, 木村 主幸²⁾, 早川 康之²⁾, 野坂 利也²⁾

【はじめに】

切断によって失われた機能は現在の義手では補完できず、手関節機能が欠如している義手のハンドを対象物に適切に向けるには、肩関節や肘関節、体幹など身体の他の部分に代償動作を生じる。

Atkins¹⁾らの調査で、切断者は手関節機能のある義手を希望しており、特に日常生活動作であるグラスやスプーンを用いた食事動作やパソコンのタイピングなどの一般動作に必要としている。そこで掌背屈機能を有する義手での動作分析を行った結果、掌背屈機能のない義手と比較して肩関節や肘関節の代償動作が減少したと報告されている。このため義手には手関節機能が重要であると示唆された。

掌背屈機能を追加することで代償動作を減少させることができると、切断前の機能を補完するには至っていない。このことから義手に掌背屈機能または橈尺屈機能や前腕機能である回内外機能を追加することで、さらに代償動作を減少させることができるのでないかと考えた。

そこで本研究では、そのための基礎的研究として非切断者を対象に計測を行った。

【対象と方法】

被験者は、上肢に既往歴のない右利き成人男性3名(20.5±0.5歳、身長166±8cm)とした。使用した装具は、橈尺屈、掌背屈、回内外をそれぞれ個別に機能可能なものを製作した。

計測機器は、三次元動作解析装置(VICON MX カメラ6台、240Hz)を使用した。上肢と体幹の運動学的モデルはVICONのBodyBuilderを用いて分析を行った。

動作は、①コップで水を飲む動作、②スプーンで水を飲む動作、③パソコンのキーボードを押すタイピング動作の3動作とした。

各動作とも椅子座位とし、肘関節約90度、回内外中間位の状態を始めの状態として①では水が8割程度入ったコップを持ち、コップの中の水を一口飲んでもらい、始めの状態に戻るよう行った。②では筋電義手のハンドを想定してスプーンを拇指、示指、中指の3指のつまみ動作で把持をして、机の上にある身体の正面に位置した水が8割程度入った器(直径約13cm、深さ約7cm)から水をすくい飲んでもらい、始めの状態に戻るよう行った。③では机の上にある身体の正面に位置したパソコンのキーボードの中央付近にあるボタンを1度押してもらい、始めの状態に戻るよう行った。

計測時の装具の条件を装具なし、全固定、橈尺屈フリー、掌背屈フリー、回内外フリーの5条件とした。動作は被験者の自然な速

度とし、計測前には十分に練習を行い、その後計測を開始した。

解析方法は1動作を時間で100%正規化を行い、その時の肩関節屈曲、肩関節外転、肩関節回旋、肘関節屈曲の最大角度を比較した。

【結果と考察】

①では全固定と橈尺屈の肩関節最大外転角度を比較すると、全被験者で橈尺屈の肩関節最大外転角度が平均28%減少していた(図1)。これは装具を装着していない時では矢状面上の動きであった橈尺屈を肩関節内旋させることで前額面上の動きになり、肩関節外転と同様の前額面上の動きになるため、コップの中の水がこぼれないように保つことができ、肩関節最大外転角度が減少したと考えられる。

②では全固定と橈尺屈、回内外の肩関節最大屈曲角度を比較すると全被験者で肩関節最大屈曲角度が橈尺屈では平均8%、回内外では平均14%減少していた。この動作では肩関節を水平内転させるような動作で行っていたため、橈尺屈機能が水平内転と同様の水平面上の動きになり、肩関節最大屈曲角度が減少したのではないかと考えられる。回内外機能がある場合には、装具を装着していない時には前額面上の動きである回内外が、水平内転の状態では矢状面上での動きに変わるために、矢状面上の動きである肩関節屈曲が減少したのではないかと考えられる。

③では全固定と橈尺屈の肩関節最大屈曲角度と肩関節最大外転角度を比較すると、全被験者で橈尺屈の肩関節最大屈曲角度が平均8%，肩関節最大外転角度が平均16%減少していた。これは身体の正面にあるキーボードを押すために肩関節を外転・内旋させて水平内転をさせるような動きになるため、橈尺屈が水平内転と同様の動きになり肩関節最大屈曲角度が減少したのではないかと考えられる。

【まとめ】

本報告では、橈尺屈・掌背屈・回内外機能をそれぞれ使用することによって肩関節と肘関節の代償動作が減少するかについて実験を行った。その結果、橈尺屈機能を利用することによって代償動作が減少する可能性が示唆された。

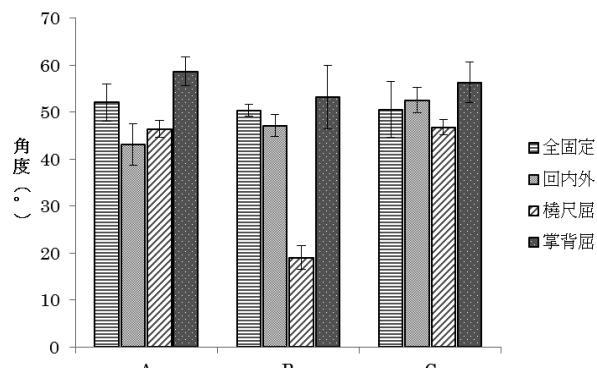


図1 コップで水を飲む動作時の肩関節最大外転角度

【参考文献】

- Diane J Atkins, et al.: Epidemiologic Overview of Individuals with Upper-Limb Loss and Their Reported Research Priorities, Journal of Prosthetics and Orthotics, vol.8(1), pp.2-11, 1996.

筋電電動義手における 電極位置と手指・手関節運動が及ぼす影響

キーワード: 筋電義手, 研究・開発, 切断

神戸学院大学¹⁾, 産業技術総合研究所²⁾, 東京電機大学³⁾, 兵庫県立総合リハビリテーションセンター⁴⁾

○大庭 潤平¹⁾, 中川 昭夫¹⁾, 古川 宏¹⁾, 東 克也¹⁾,
松本 拓磨¹⁾, 梶谷 勇²⁾, 大西 謙吾³⁾, 柴田 八衣子⁴⁾,
溝部 二十四⁴⁾, 陳 隆明⁴⁾

【はじめに】

筋電電動義手(以下、筋電義手)のハンドをコントロールするための方法として表面筋電位が活用されている。筋電義手において表面筋電位の採取部位は、切断端の残存筋をめやすに決められている。前腕切断の場合は、尺側手根屈筋や橈側手根伸筋を使用することが多い。実際には、電極の位置の特定には、作業療法士の触察や経験などで行われているが、その基準や手法は確立されていない。そこで、本研究では、健常者を対象に筋電義手使用時の筋¹⁾として推奨される尺側手根屈筋と橈側手根伸筋に複数の乾式電極を設置し、最も筋電位が採取できる位置について検討を行った。また、3種類の手指のフォームと手関節運動の違いにおける筋電位量とその発生特性について比較検討を行った。

【対象と方法】

対象は、健常者27名(男性6名、女性21名)とした。平均年齢は21±1.0歳で、すべて利き手側とした。平均前腕長23.5±1.7cm、平均前腕部最大周径22.8±1.9cmであった。

方法は、前腕部に乾式電極5個(OttoBock社製)を尺側手根屈筋上および橈側手根伸筋上にそれぞれ設置した。設置位置は、前腕部最大周径部に1個(電極2)を基準に手方向に3個(電極3, 4, 5)・肘方向に1個(電極1)の合計5個を設置した。運動課題は、吉川らの研究²⁾や筋電義手のトレーニングの現場で行われる運動(6パターン)を筋収縮に意識して行った場合(意識あり)と意識しないで行った場合(意識なし)で計測した。運動課題については、以下に示す。手指伸展位で手関節掌屈(手指伸展位)、手指屈曲位で手関節掌背屈(手指屈曲位)、手指伸展位から手関節掌屈させながら手指屈曲および手指屈曲位から手関節背屈させながら手指伸展(手指運動)。それぞれの運動は十分な休息を行いランダムに毎分45回のリズムで計測した。また、各運動における最大筋収縮時までの速さについては、加算平均を用いて比較検討した。

なお、本研究は当大学倫理審査委員会の承認を得ており、対象者に対して本研究の趣旨を説明し同意を得た。

【結果】

尺側手根屈筋の全運動の筋電位の最大値を平均した結果、電極1; 1.48±0.75mV、電極2; 1.23±0.71mV、電極3; 1.11±

0.74mV、電極4; 1.14±0.74mV、電極5; 1.07±0.74mVとなった。橈側手根伸筋の全運動時の筋電位の最大値を、平均した結果、電極1; 1.16±0.62mV、電極2; 1.21±0.62mV、電極3; 1.31±0.60mV、電極4; 1.52±0.64mV、電極5; 1.22±0.62mVとなった。手関節掌屈運動(尺側手根屈筋)は、意識ありでは、手指伸展1.97±0.79mV、手指屈曲1.78±0.6mV、手指運動1.91±0.64mV、意識なしでは、手指伸展1.22±0.75mV、手指屈曲0.88±0.39mV、手指運動1.36±0.78mVであった。手関節背屈運動(橈側手根伸筋)は、意識ありでは、手指伸展1.80±0.66mV、手指屈曲1.99±0.62mV、手指運動1.93±0.63mV、意識なしでは、手指伸展1.29±0.48mV、手指屈曲1.36±0.5mV、手指運動1.46±0.68mVであった。手関節掌屈運動(尺側手根屈筋)と手関節背屈運動(橈側手根伸筋)の最大筋収縮時までの速さについては、図1・2に示す。

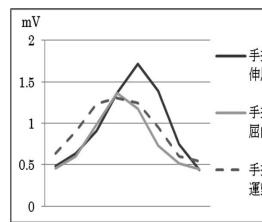


図1: 手関節掌屈運動(尺側手根屈筋)

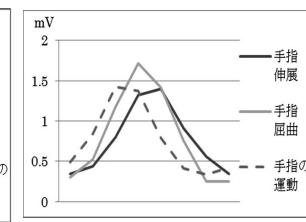


図2: 手関節背屈運動(橈側手根伸筋)

【考察】

電極位置の検証について、尺側手根屈筋上では電極1であり、前腕部最大周径部より電極1つ分近位に位置する。橈骨手根伸筋上では電極4であり、前腕部最大周径部より電極2つ分遠位に位置する。これは解剖学的な筋の表層面積や筋繊維の太さと適合する。また短断端以外ではソケット作成上での電極位置としても大きな問題とはならない位置であると考えられる。

手指のフォームの違いによる筋電位量の差は、手関節掌屈運動と手関節背屈運動においても異なり、意識の有無による筋電位量の差についてもその違いがあることが確認できた。また、意識ありの状態における最大筋収縮時までの速さについては、手指運動を伴う手関節運動が効果的であると考えられる。今後は、統計処理を含めた更なる分析を行い報告したい。この研究は、装着前訓練における電極位置の検討や筋電位制御訓練時の指標を検討することを目的に行っているため、今後は対象者を義手使用者に拡大して断端部での検証等をすることが課題と考える。

【参考文献】

- 1) 陳 隆明編集; 筋電義手訓練マニュアル, 全日本病院出版会, 2006
- 2) 吉川雅博 他; 筋電位を利用したサポートベクターマシンによる手のリアルタイム動作識別, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J92-D, No1, pp93-103

本研究は平成23年度科学研究費助成事業にて行った研究である。

筋電電動義手操作習熟に伴う心拍変動の変化

キーワード: 筋電電動義手, 心拍変動, 精神的緊張

兵庫県立総合リハビリテーションセンター

○安藤 悠, 柴田 八衣子, 溝部 二十四, 岡本 真規子, 中勝 彩香, 本多 伸行, 毛利 友香(OT), 占部 貴大(PT), 田島 世貴, 陳 隆明(MD)

【はじめに】

筋電電動義手(以下、筋電義手)の操作能力の向上には、筋電位制御能力や物品操作時のハンドの位置、開閉のタイミング、上下肢・体幹の代償動作の有無など、様々な要素があげられる。

今回、その要素の1つと考えられる精神的緊張に着目し、①課題による精神的緊張の違いと、②筋電義手操作能力の向上に伴う精神的緊張の変化について、心拍変動を用いて検証を行った。

【対象と方法】

対象は、当センターにて2011年2月～2012年2月までに筋電義手訓練を行った成人前腕切断者8名。内訳は男性5名、女性3名。切断側は右3名、左5名。平均年齢は 40.3 ± 17.3 歳であった。心拍変動の計測器は、アクティブトレーサーAC301(GMS社製)を使用した。課題は、一辺2.5cmで硬く掴み易いブロックを移動させるBox and Block Test(以下、BBT)と、割れやすく掴みにくいポテチップスを割らずにBBTと同様の設定で移動する課題(以下、チップス課題)を行った。期間は、筋電義手装着訓練開始時(以下、初期時)から退院までの2週毎に測定した。記録は、1分毎のBBTの移動個数や、チップスを割らずに運んだ数(以下、成功数)、チップスが割れた数(以下、失敗数)を記録した。また、安静座位(3分)→安静立位(3分)→立位でのBBT(5分)→安静立位(3分)→立位でのチップス課題(5分)の順で行い、計19分間の心電図R-R間隔を測定した。解析は、R-R間隔から心拍数を換算し、心拍変動係数を算出した。また、周波数解析を行い、交感神経機能を反映する低周波(以下、LF)成分と、副交感神経機能を反映する高周波(以下、HF)成分を算出し、その比LF/HFを自律神経機能の指標とした¹⁾。統計処理はt検定を用いて、平均心拍・心拍変動係数・LF/HFのBBT・チップス課題、初期時-2週後の値を比較した。t検定の有意水準はホルム法により調整された値とした。今回、初期時と2週後を比較した理由として、中勝ら²⁾の基本操作能力は義手装着訓練2週目までに概ね獲得されるという報告を参考にした。

【結果】

訓練開始時を初期、2週後を2週と表記する。

図1・2に、BBT・チップス課題の結果を8名の平均値で示す。BBTは初期：86.5個から2週：106.8個と増加、チップス課題の成功数は初期：13.4個から2週：21.8個と増加し、失敗数は初期：12.4個から2週：7.5個と減少した。

次に、平均心拍・心拍変動係数・LF/HF変化値の結果と、t

検定の値を表1に示す。心拍数は、BBT2週-チップス2週の間でp = 0.0002、心拍変動係数は、BBT 初期-チップス初期の間でp = 0.0026、チップス初期-チップス2週の間でp = 0.0047と有意差を認めた。LF/HF変化値は、BBT・チップス課題ともに初期より2週で減少していたが、有意差は認めなかった。

【考察】

課題の特性として、BBTで使用されるブロックは硬さ・形・サイズが掴み易い形状であり、壊れるといった要素がない。一方、チップス課題ではポテチップスが割れやすく、ハンドの開閉の正確性、把持力の調整が必要となり、チップスが壊れるといった要素がある。そのため、チップス課題はBBTに比べて精神的緊張が高く、心拍変動係数は高値となったと推測する。しかし、BBTは物品操作のスピードを上げることが可能な課題であり、体幹の回旋運動や上肢の往復回数が増加することで、身体的負荷となり、心拍数はチップス課題よりBBTで高値となったと考えられる。BBT・チップス課題は要素が違い、精神的緊張でも違いが示された。課題の難易度により精神的緊張は変化すると考えられ、段階付けの要素を考慮して、訓練を進める必要性が示唆された。

チップス課題では、初期より2週で成功数の向上、失敗数の減少が見られ、操作能力が向上したと考えられる。心拍変動係数は初期より2週で低く、精神的緊張の軽減を示したため、操作能力の向上と精神的緊張の軽減には関係性があることが示唆された。

これらは、物品操作時のハンドの位置や開閉のタイミングなど、操作能力の向上に伴い、操作時の自信や慣れを得られ、精神的緊張の軽減に影響した事が推測される。しかし、本研究では、操作向上の要素を詳しく調査する事が難しく、今後の課題となった。

【終わりに】

本研究により、課題の難易度や操作習熟によって、精神的緊張は変化する事が示された。本研究を基礎とし、日常生活における各作業や作業療法との関連にも注目し、更なる研究を進めたい。

【文献】

- 1) 鷲野嘉映 他：計算負荷の非侵襲的ストレス評価への影響
岐阜聖徳学園大学短期大学部紀要 43, 51-57, 2011
- 2) 中勝彩香 他：筋電義手操作能力の客観的評価方法の検証～その1：Box and Block Testの有用性について～、第27回日本義肢装具学会学術大会講演集, Vol. 27, 82, 2011

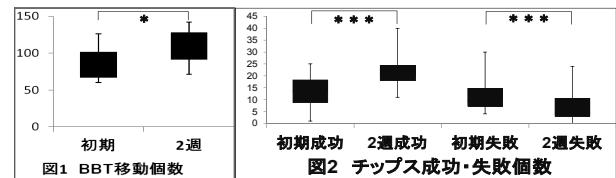


表1 平均心拍・心拍変動係数・LF/HF変化値の結果とt検定

	BBT初期	BBT2週	チップ初期	チップ2週
心拍数(拍/分)	100.4	100.7	94.7	94.7
心拍変動係数	4.745	4.876	6.688	5.212
LF/HF変化値	7.512	5.5	7.434	5.373

p<0.001は*、p<0.005は**、p<0.05は***として表す

先天性左手部欠損児に筋電義手を用いた1例

キーワード: 筋電義手, 切断, 小児疾患

医療法人(社団)大和会日下病院¹⁾, 川村義肢株式会社²⁾

○山口 康司¹⁾, 加藤 弘明¹⁾, 山根 好夫²⁾

【はじめに】

筋電義手は、装飾性と機能性を合わせ持った義手である。現在、欧米先進国と比べて、日本では上肢欠損児の筋電義手に関する報告が少ない。今回我々は、先天性左手部欠損の6歳の男児に対して、筋電義手を作製し、訓練開始から半年間で洗濯物干しや掃除等の日常生活動作を獲得した症例を経験したため、これを報告する。

【症例】

年齢及び性別: 6歳の男児

疾患: 先天性左手部欠損

現病歴: 平成23年10月に親が筋電義手の使用を希望され、当院を受診した。筋電義手の適応ありと判断され、仮義手による訓練を行い、平成24年5月に障害者自立支援法基準外交付の決定を受けた。

初診時 ADL: 片手でほぼ自立していた。

義手: Otto Bock 社製の MYOBOCK System for Children's Prostheses で、電動ハンドは ELECTRIC HAND 2000。ソケットは有窓式ソケット。

訓練頻度: 外来により週に1度。

訓練の経過

2週: 初めの訓練からマイオボーイによる筋電位の分離は可能であった。仮義手完成までは成人用筋電義手を用いて基本動作を行った。義手への関心は高く、自ら進んで義手を使用していた。

8週: 仮義手が完成した。基本操作訓練を行いながら、自宅での試用するために洗濯物干しや靴下履き等の日常生活動作訓練を行った。

15週: 自宅での試用を開始した。自宅での使用状況を聞きながら、掃除や縄跳び等の就学時に必要となる両手動作訓練を行った。

30週: 障害者自立支援法基準外交付の審査で、積木、洗濯物干し、ほうきとちりとりを用いた掃除動作を行い、給付が決定した。

【考察】

筋電義手は能動義手と比べ、把持力が強く、細かい調整も可能であり、外観にも優れている。そして装飾義手と比べると、ハーネスがないことは利点のひとつである。これらから、多くの切断者が支給を望むものと考えられる。川村らは、近畿地区の上肢切断者の調査で、切断者の7割以上が筋電義手の装着を希望していると報告している。しかし、現在義手といえば装飾義手や能動義手が主流であり、中島の調査によると、日本で年間に作製される義手の約9割が装飾義手である。筋電義手は本

体価格が高価であり、小児に対しては障害者自立支援法基準外交付での支給しか認められていない。そのため、支給には適合判定を行い、利用者を選択しなければならない。

筋電義手に適した上肢切断者の条件は、①片側の前腕切断者、②前腕断端長が10cm以上、③近接関節の著しい可動域制限がない、④訓練方法を理解できるだけの知的能力がある、⑤意欲的である、⑥非切断側の片手動作が自立している、である³⁾。一般的に小児の筋電義手に関しては、装着開始時期は早いほどよいとされており、装着開始時期が2歳以降の場合では、義手のドロップアウト率は高くなる。さらに切断レベルでは、前腕切断が最も望ましいとされており、手関節以遠の切断では義手の拒否率は高いとされている⁴⁾。

本症例は装着開始年齢が6歳と遅く、切断レベルは手部切断のため、一般的にいわれている小児の筋電義手の適合とはなりにくい。しかし、親が非常に筋電義手に対して熱心であったため、訓練開始となった。

半年間筋電義手の訓練を行うことで、洗濯物干し等の自宅での手伝いや掃除等の学校で行う動作を習得することができた。本症例において、筋電義手使用に有利に働いた点を以下のように考えた。

手部欠損であったため、手関節機能が残存していた。そのため、掌屈・背屈動作が可能であり、筋電位の分離が早期からできたと考えられる。筋電位の分離に関しては、手関節が残存していることが有利に働くと考えられる。

一般的には、義手装着開始年齢が遅いと、欠損肢での生活に慣れてしまい、義手の必要性が感じられないという不利な点がある。しかし、本症例においては、コミュニケーションで Needs を把握することができ、それを訓練に取り入れることができたため、義手の必要性を感じさせることができた。

これらから、本症例に関しては、年齢と切断レベルは問題とならなかったと考えられる。

現在、本症例は筋電義手の給付を待っている状況である。義手が給付された後は、月に1-2回の訓練を行っていき、経過を観察していきたい。

【参考文献】

- 1) 川村次郎・他: 上肢切断者の現状と動向—近畿地区におけるアンケート調査から. 日本リハビリテーション医学誌 36. 384-389, 1999.
- 2) 中島咲哉, 古川宏: 義手の処方・製作状況からみた実態—10年間で何が変わったか. 日本義肢装具学会誌 15. 349-353, 1999
- 3) 陳隆明: 筋電義手. J.Clin.Rehabil.19(6). 514-519, 2010
- 4) 陳隆明・他: 小児における電動義手の使用状況. J. Clin. Rehabil. 17(6). 608-610, 2008
- 5) Marcus Efermann, Philip Kasten : Myoelectric hand prostheses in very young children. International Orthopaedics. 1101-1105, 2009.

筋電義手の適応となった手部切断1症例および上腕切断2症例についての報告

キーワード: 筋電義手, 上腕義手, その他義手

加藤義肢製作所¹⁾, オットーボック・ジャパン株式会社²⁾, 燕労災病院³⁾, 新潟手の外科研究所病院⁴⁾

○郷 貴博¹⁾, 加藤 博務¹⁾, 八幡 濟彦²⁾, 真柄 彰³⁾, 成澤 弘子⁴⁾

【はじめに】

筋電電動義手(以下、筋電義手)は把持力が強い上、操作上の身体負担も少なく¹⁾、また両手動作においては、能動フックより優れている²⁾という報告もあり、多数の有効報告がなされてきた。

我々も筋電義手が適応であった手部切断1名および上腕切断2名の症例を経験した。今回はその使用場面を中心に報告する。

【症例】

1) 34歳男性 右手部切断 有窓式手部筋電義手

職業は農業。3歳のとき、農機具に巻き込まれ受傷。その後、義手製作の意向もあったが、成長による断端の変化等が懸念されたため、製作を行わないまま現在に至った。その後、農作業において強い把持力と正確な随意制御を必要としたため、障害者自立支援法の特例補装具による交付を受け製作した。

装着後6ヶ月が経過し、本人は筋電義手を使用することにより、以前より農機具操作時のぶれがなくなり、また米袋を結ぶなど、特に両手動作が容易に行えるようになったと述べている(図1, 2)。



図1: 手部筋電義手



図2: 農機具操作における両手動作

2) 38歳男性 右上腕切断 吸着式上腕筋電義手

職業は事務員。36歳のとき、当時の職業であったセメント製造作業中に受傷。その後、能動および装飾用の両義手を製作した。しかし、仕事や日常生活上、能動義手の把持力の弱さに不便を感じ、労災保険の研究用支給で交付を受け、筋電義手を製作した。

装着5ヵ月が経過し適応は良好で、特に職場では紙等の薄いものを押さる、日常生活においても、更衣などの確で強い把持が必要な動作がスムーズに行えるようになったと述べている(図3)。

3) 50代男性 左上腕切断 吸着式上腕筋電義手

職業は無職。平成22年12月、当時は金属製造業に就いており、仕事中に加工機に挟まれ受傷。その後、能動義手を製作したが、より身体負担が少なく、使いやすいものを希望した。そのため労災保険による研究用支給を受け、筋電義手を製作した。

装着期間は1ヵ月で適応は良好であり、労災の定めるADL評価表では、時間をかければ殆どの動作が可能であった(図4)。



図3: 更衣における両手動作



図4: 清掃用具を使った両手動作

【結果と考察】

今回の3症例では筋電義手の適応・経過は良好であった。筋電義手導入前は、ADL ほぼ自立していたものの、把持が安定せず不便な場面も多かった。しかし導入後は就労場面も勿論、ADL 動作においても、その効果を発揮する結果となり、特に両手動作で改善が得られた。これは非装着時や能動ハンドと比較し、より物体を力強くかつ正確に掴むことができたためと考える。また重量増加による問題が懸念されたが、長断端ということもあり、大きな問題にならなかった。現在のところ故障等の不具合は起こっていない。

今回の症例が成功した要因は①生活上、把持力が強く扱い易い補助手を必要としていたこと、②筋電義手使用に対して本人が熱心であったことであると考える。

【参考文献】

- 1) 溝辺二十四：事例紹介 . 陳 隆明(編)：筋電義手訓練マニュアル, P56, 2006, 全日本病院出版会
- 2) 大庭 潤平, 柴田 八衣子, 溝部二十四他：片側前腕切断における筋電義手と能動義手の作業能力の比較. 義肢装具学会誌 Vol.20 特別号: 158-159, 2004.

乳幼児および小児への筋電義手訓練プログラム

キーワード: 筋電義手, 小児疾患, 訓練プログラム

兵庫県立総合リハビリテーションセンター¹⁾, 株式会社澤村義肢製作所²⁾

○溝部二十四, 柴田八衣子, 岡本真規子, 中勝彩香, 本多伸行, 安藤悠, 毛利友香(OT), 根本和彦, 根本理恵(PO), 赤澤康史(Eng), 陳隆明(MD)¹⁾, 佐野太一(PO)²⁾

【はじめに】

欧米では、事故により上肢を失った子どもや先天性欠損児に対し、将来、子ども自身が筋電義手を選択し、活用した生活が送れるよう、早期からの筋電義手装着訓練の有効性が報告されている。

兵庫県立総合リハビリテーションセンター（以下、兵庫リハ）では、2002年より乳幼児期からの筋電義手訓練プログラムの試行を始め、早10年が経過する。ここに至るまでには、スタッフ間の連携をはじめ、ハード面の整備など、多くの課題と直面しながらも進めてきた。その結果、30名（2012.3.31現）に訓練プログラムを実施、うち26人は数年にわたり継続しフォローを行っている。

今回、兵庫リハで実施している乳幼児および小児に対する筋電義手訓練プログラムについて、作業療法を中心に紹介する。

【対象】

対象は、2002.4.1～2011.3.31までに兵庫リハを受診し、訓練を開始した片側上肢欠損（切断）児 30名（男児 12名、女児 18名）である。①欠損部位：前腕 13名、手関節 8名、手部 9名（右11名、左 19名）。②欠損原因：先天性上肢欠損 29名、外傷による切断 1名。③筋電義手の開始時年齢：0歳 10名、1～3歳 10名、4歳以上 10名。④使用経過：継続使用 26名、中止 4名。

【筋電義手訓練プログラムのながれ】

1. 生後～12ヶ月；筋電義手装着の準備期

初診時のオリエンテーションでは、医師から日本の現状や当センターのノウハウまた訓練プログラム全般について、セラピストから訓練頻度や数年にわたる今後の訓練プランについて、義肢装具士から義手の製作やサポート体制などについて説明する。そして、両親に様々な事項の理解を得たうえで訓練プログラムを開始する。乳幼児（生後12ヶ月頃まで）は、家族や子どもが義手そのものに慣れる、また両手遊びを通して、その子ども自身の身体イメージの獲得を目的に装飾用義手からはじめる。ここでは、主な関わりである両親がセラピストとして、セラピストは補助役として、遊び方や乳幼児の抱き方など在宅での過ごし方の指導を行う。そして10ヶ月を過ぎた頃から、筋電義手の準備期として、MyoBoy（Otto Bock 社製）で筋電採取および電極位置の決定を行う。通常、乳幼児期の筋収縮は手関節伸筋群で採取し、肘関節の伸展運動が干渉しない位置に決定する。

2. 12ヶ月～36ヶ月；装着訓練期

筋電義手装着訓練は、1歳前後から始める。制御方法は1電極

コントロールのV-O（随意開き式）から導入する。筋電ハンドは、MYOBOCK System for Children's Prostheses Electrohand 2000 8E511 electrode-EVO（Otto Bock 社製）、ソケットは顆上支持型で作製する。乳幼児の訓練は、子どもが意図的に筋電信号を発生させることが困難なため、義手（ソケット）の外部に parental switch（筋電ハンドを操作するスイッチ）を組込み、「筋電ハンドの開き」を両親やセラピストが制御し子どもに学習させる。

(1) 1歳前後～；①正中位での遊び：視覚的に筋電ハンドの動きを認識することを目的に、まずセラピストが parental switch を操作し、筋電ハンドにおもちゃを持たせ、筋電ハンドを見せながら正中位での両手遊びを行う。② release（手持物を放す）；子どもは、parental switch を使っておもちゃを持たせると、握られた物を反対の手で引っ張り取ろうとする。その動作で手関節伸筋群が収縮し筋電ハンドが開くようになる。

(2) 1歳6ヶ月～；release 訓練を繰り返し行うことで動作は速くなり、持させようとする瞬間から、筋電ハンドを開くことができるようになる。更に意識的に持した物を放す、目的の所に落とす、「どうぞ」など相手に渡すことが意図的に行えるようになる。

(3) 2歳6ヶ月～；grasp（何も持していない筋電ハンドを開き、対象物を持する）は、「筋電ハンドを開く」と「筋電ハンドが開いたタイミングにその指間に物を入れる」、いわゆる動作の結びつきの認識とタイミングが重要で、そのタイミングに合わせた持訓練を行う。

(4) 3歳～；筋収縮分離訓練（2電極制御への移行）。言語的コミュニケーションが可能となる3歳以降には、2電極での制御を目的に、MyoBoy で再び筋収縮分離訓練を行う。そしてそれらの制御が安定して行えることを確認し、2電極制御に変更、協調的な両手動作や ADL の拡大へとつなげていく。

3. ADL の向上・趣味

保育園・幼稚園など社会参加をきっかけとして、縄跳び・竹馬などの粗大運動の課題や、お茶碗の保持など躾といった面での筋電義手の役割を確立していく。また両手活動として、ピアノやバイオリン、ダンスといった習い事への参加も援助する。

【まとめ】

乳幼児期から就学前の小児に対する訓練プログラムを紹介した。子どもへの義手の導入のきっかけは、両親の想いで始める事が多い、その想いにどのような形で応えるか、子どもの成長と共に寄り添い、成長に伴った義手の役割の変化に、継続した細かな対応が我々には求められる。また子どもにとって、早期から両手を使って遊ぶことは、より多くの事が経験できる機会となる。しかし、学童期になると「手の機能」＝筋電ハンドに限界が生じ、義手の使用頻度が減少することも事実である。だが、この子ども達が成長し、自己選択・決定できる時期に、改めて筋電義手の必要性を感じてもらえることが、このプログラムの真の効果判定の時期といえるだろう。

【参考文献】

- 1) 陳 隆明他：乳幼児に対する筋電義手装着訓練プログラムの検証、総合リハ、Vol.37, 239-244, 2009
- 2) 柴田八衣子：上肢欠損に対しての義手使用、訓練（作業療法士から）、日本義肢装具学会誌、Vol.25, 39-43, 2009

反張膝に対する膝装具の試み

浜松市リハビリテーション病院

萩原 直子

一般演題
第1日目口演

重度膝関節屈曲拘縮を来たした関節リウマチ患者に対する歩行用装具の使用経験

キーワード: 骨関節疾患, 下肢装具, 膝関節屈曲拘縮

永生会永生病院 リハビリテーション科¹⁾, 永生会永生病院 リハビリテーション部²⁾, 株式会社シューピッド³⁾, 杏林大学医学部 リハビリテーション医学教室⁴⁾

○團 志朗¹⁾⁴⁾, 五十嵐 有紀子¹⁾, 千野 直一¹⁾, 金森 宏²⁾, 今村 寿³⁾, 高橋 秀寿⁴⁾, 岡島 康友⁴⁾

【はじめに】

関節リウマチで膝関節重度屈曲拘縮を生じた患者に対し、歩行用装具を作成する機会を得た。下腿切断者に対して、膝屈曲義足を作製した報告^{1,2)}はあるが、切断を行っていない患者の歩行用装具の報告は少ない。文献的考察を加え報告する。

【症例】

症例は43歳男性、2002年に多関節痛を主訴に近医受診、関節リウマチと診断され、内服処方を開始されたが、症状が改善されたために約1年後に自己中断された。2004年頃より手指のこわばり出現、右上肢及び左下肢の拘縮が進行してきたが放置されていた。2005年1月に近医受診、入院リハビリ加療を受けたが、上下肢拘縮は改善困難、車椅子設定で在宅・介護設定の後、退院される。退院後、2005年7月より当院整形外科通院、内服通院加療開始され、9月から当院リハビリ科通院開始される。2007年10月に電動車いすを処方、電車で隣の市に外出するまでADLは拡大した。日常生活はおおむね自立されていたが、本人の歩行練習に対する希望が強く、2012年4月、膝屈曲拘縮に対応する歩行用装具を作製した。歩行用装具作製時の身体所見は、下肢は股関節屈曲130度/130度・伸展-20度/5度・外転20度/20度・外旋70度/70度・内旋5度/30度、膝関節屈曲105度/135度・伸展-90度/0度と左膝屈曲拘縮が認められた。下肢筋力はおおむねMMT4~5であった。上肢は肩関節屈曲135度/80度・伸展45度/30度・外転120度/30度、肘関節は左が屈曲120度・伸展-30度、右が屈曲120度で強直、手関節は両側とも背屈10度で強直、右肘関節の屈曲拘縮を認め、手指は両手指ともスワンネック変形を呈していた。握力は8.5kg/14.8kgであった。ADLは起居動作自立、車椅子移動屋内外自立、食事は左手スプーンフォーク使用で自力摂取可能、トイレ日中夜間ともに自立、更衣整容自立、入浴洗体洗髪介助(ヘルパー)であった。

装具作製後、2週間程度の仮あわせ期間中に、平行棒歩行可能となる。2か月の歩行訓練後、リハビリ室内で両手T杖歩行自立となる。現在、両側T字杖で、自室内歩行自立をゴールにリハビリ介入継続中である。

【歩行用装具の概要】

下腿切断を行っていないため、保険請求上、「義足」ではな

く「長下肢装具」に準じて、関節リウマチ・屈曲拘縮の傷病名で作製した。関節リウマチで巧緻性が低下した手指でも脱着を容易にするために大腿・下腿の屈曲ソケットの固定ベルトに紐をつけた。両側金属支柱を用い、膝継手にリングロックを使用して、折り畳み可能とし、坐位時に足部を足底に収納できるようにした。足部はパッテン底を使用した。(図1・図2)



図1



図2



図3

【考察】

下腿切断を行っていない患者に対して、本症例のような膝屈曲「歩行用装具」を作製した報告は、渉猟した範囲では、国内では菅原ら³⁾が、幼少時に発症した化膿性脊髄炎の影響で膝屈曲強直の後遺症のある61歳男性患者に対して、C6の中心性頸髄損傷受傷・手術加療後に、「膝屈曲模擬義足」を作製した報告をしている。他に、共同演者の所属していた慶應義塾大学月ヶ瀬リハビリテーションセンターで下肢切断を行っていない患者に対して本症例と同様な膝屈曲「歩行用装具」を作製した記録があった(図3)。

菅原らの症例報告では、下腿部が骨格構造のため、坐位時に足部が邪魔で外観も不良であったと報告されているが、この点、本症例では、足部を折り畳み可能とすることで、坐位時の使い勝手・外観の支障を解決している。

本症例は下肢切断を行っていないが、義足に準じて考えると、一般に、下肢切断後の義足歩行獲得は、年齢・切断前のADL・合併症(認知症・末梢循環障害等)の有無に左右されると言われている。本症例は、関節リウマチによる可動域制限はあるものの、年齢も若く、認知症もなく、ADLは自立し、片脚立位も可能なため、歩行獲得できたと推察する。本症例のような症例には膝屈曲拘縮があつても装具作成を検討してもよいと思われる。

【参考文献】

- 1) Pennel CR, Mayfield GR: Bent knee pylon for the below-knee amputee. Bull Prosthet Res. 10(19): 77-83, 1973.
- 2) Curry KA, Medeiros PA: Construction of a Customized pylon: simple, Quick and Functional. Phys Ther. 61: 1051, 1981.
- 3) 菅原英和ら: 膝屈曲強直に対し模擬義足を用いた中心性頸髄損傷の1例. リハビリテーション医学 33(8): 567, 1996.

動的要素を加味した疑似体験用具の開発研究

キーワード: 高齢者, 疑似体験用具, 研究・開発

東北福祉大学¹⁾, 国際医療福祉大学²⁾, 川村義肢株式会社³⁾, 国際医療福祉大学大学院⁴⁾

○関川 伸哉¹⁾, 勝平 純司²⁾, 安井 匡³⁾, 飯島 進乃⁴⁾, 伊藤 晃洋⁴⁾

【はじめに】

疑似体験用具は、各種専修学校や大学などの教育機関における利用者理解をはじめ、社会福祉関係機関による身体障害者の市民啓蒙活動、ハウスメーカー総合研究所内の体験コーナーにおける社員教育や住宅建築希望者の疑似体験など国内外において幅広く使用されている。しかし、我々の調査結果によれば現状の疑似体験用具は、高齢者や身体障害者に関する適切な体験を習得することが不可能であり、誤った利用者理解へつながる可能性がある(表1)。そこで、現状の疑似体験用具の問題点を客観的に把握した上で、新たな要素を付加した疑似体験用具の開発を行う必要があるとの考えに至った。本研究では、高齢に伴う身体機能の変化を明らかにしたうえで、従来の疑似体験用具の問題点を踏まえた新たな疑似体験用具の開発を行うことを目的とする。尚、本研究では、高齢に伴う運動機能の変化に着目し、疑似体験用具装着者が、高齢者の運動機能の変化を実態に即した形で体験できる用具の開発を目指すものとする。

表1 現状の疑似体験用具の具体的問題点

現状の主な問題点	調査結果による具体的な事項
疑似体験の未習得 (主に動的特性が疑似されていない)	① 装着直後の静的立位においては、疑似されているが、移動動作開始数分後には疑似体験用具に身体が慣れ健常動作に徐々に類似する。
	② 装着約5分後には、疑似体験用具を装着しているにもかかわらず歩行可能なケースが複数存在した。
	③ 使用者意見からも装着直後は付加を感じるが、動作開始後には直ぐに慣れてしまい疑似状態を感じない。
誤った理解の促進 (装着の再現性)	④ 装着方法にばらつきが大きく、装着者間で明らかに違いがあるため再現性が大幅に欠落している。
	⑤ 装着者間により疑似動作に違いが大きく、誤った高齢者および障害者理解を促す可能性が大きい。

【方法】

本研究では、高齢に伴う運動に影響を及ぼす身体機能の特徴を、文献調査及び動作分析により明らかにすることとした。文献調査では、筋肉、関節、骨(主に脊柱)について調査を行った。動作分析は、健常若年男性1名(年齢21歳、身長167cm、体重64kg)と地域在住の健常高齢男性1名(高齢者:年齢74歳、身長160cm、体重60kg)を対象に計測を行った。計測には赤外線カメラ12台により構成される三次元動作解析装置 VICON612とAMTI 社製床反力計4枚およびKistler 社製床反力計2枚を用いた。

【結果と考察】

文献調査の結果から高齢に伴う特徴として主に以下の特徴が明らかとなった(一部抜粋)。高齢に伴う筋肉の変化は、速筋繊維が遅筋繊維に比べて委縮しやすく選択的委縮が起こる¹⁾。

部位別では、上肢・体幹と比べて下肢の筋量が低下し中でも大腿四頭筋の萎縮が著明であった²⁾。関節可動域の変化は、胸腰部後屈、頸部後屈、膝関節伸展、股関節伸展方向の可動域の低下(制限)が著明であった³⁾。骨変化は、骨密度の低下に伴い80歳以上の女性高齢者の半数以上が骨粗しょう症と診断されている。骨粗しょう症は、身体の様々な部位の変形や骨折の原因となる。中でも脊椎は最も骨折しやすい(椎体が潰れる:圧迫骨折)場所であり、脊柱の椎体変形を原因とする脊柱変形(アライメントの変化)や体幹の伸展可動性の低下をもたらしている⁴⁾。動作分析の結果からは、高齢に伴う特徴として骨盤前後傾斜角度の違いが明らかとなつた。図1は、健常若年男性と健常高齢男性の一歩行周期中の骨盤前後傾斜角度の比較を示している。本研究で得られた若年者の骨盤前後傾斜角度は、先行研究結果同様に正常な骨盤前傾角度(-13±5度)の範囲内で推移していた⁵⁾。一方、高齢者の骨盤前後傾斜角度は-3~1度の間で推移しており、骨盤前傾角度の大幅な減少が確認された。バランス能力の低い高齢者は、健常高齢者と比較して骨盤の前傾角度が有意に減少するとされており⁶⁾、骨盤の後傾が体幹の動きやアライメント変化に大きく影響しているものと考えられる。

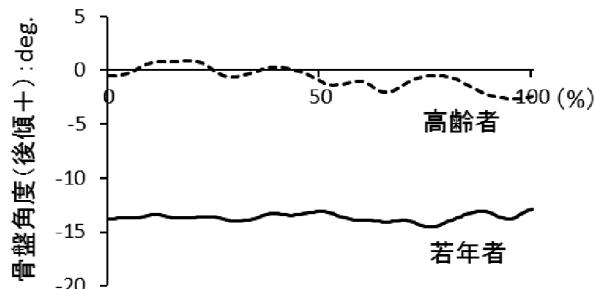


図1 若年者と高齢者の骨盤前後傾角度の比較

本研究は科研費 MEXT/JSPS 挑戦的萌芽研究(23660020)の助成を受けたものである。

【参考文献】

- 1) 谷本芳美・他:日本人筋肉量の加齢による特徴, 日本老年医学学会誌47(1), 52-57, 2010
- 2) 福永哲夫・他:下肢筋厚における加齢変化の部位差および性差, 体力科学52, 133-140, 2003
- 3) 独立行政法人製品評価技術基盤機構:人間特性計測における六肢関節可動域データ概要, 2003
- 4) 坂光徹彦・他:脊柱後彎変形とバランス能力および歩行能力の関係, 理学療法学22(4), 489-494, 2007
- 5) STEPHEN et al.: Variation in Pelvic Morphology May Prevent the Identification of Anterior Pelvic Tilt, J Man Manip Ther, 16(2), 113-11, 2008
- 6) Norio Ishigaki et al.: Analysis of pelvic movement in the elderly during walking using a posture monitoring system equipped with a triaxial accelerometer and a gyroscope, Journal of Biomechanics 44, 1788-1792, 2011

C6レベル頸髄損傷者がミニカーを運転する為のハンドルの開発

キーワード: 頸髄損傷者, ミニカー, ハンドル

佐賀大学医学部¹⁾, 神奈川県総合リハビリテーションセンター²⁾, 株式会社YDS³⁾

○松尾 清美¹⁾, 沖川 悅三²⁾, 吉松 春雄³⁾, 川津 和仁³⁾

【はじめに】

平成12年3月より販売され始めた株式会社YDSのミニカー(WCV)は、上肢で手動車椅子を操作して、遠距離移動には自動車を運転し活動的に生活している車椅子使用者にとって、これまで存在しなかつた近距離から中距離移動用の乗り物として、また車椅子を意識させない斬新なデザインで注目を集めている。このWCVは、車椅子に乗ったまま乗り込み、固定フレームを下すだけで車椅子を固定することができ、バイクと同様のハンドル操作で運転するものである。自動車運転免許証を持っていれば、時速40kmのスピードで公道を運転することができる。運転免許を持っている胸・腰髄損傷者や上腕三頭筋が機能し手指でワインカーを操作することができるC8レベル頸髄損傷者は、少し練習すればすぐに運転することができる。しかし、C6～C7レベル頸髄損傷者は、アクセルやブレーキ、ワインカー操作をすることができなかつた。そこで、C6レベル頸髄損傷者の手関節の屈曲機能を活用して運転操作ができる様に、乗り込み装置やWCVのハンドルとその周辺機器を開発したので報告する。

【研究方法】

この開発を行うために下記の流れで研究を行なつた。

- 1) 胸・腰髄損傷者の乗り込みと運転操作の分析
- 2) C6レベル頸髄損傷者が運転操作するための改善内容の抽出
- 3) 改造と評価

【研究結果】

1) 胸・腰髄損傷者の乗り込みと運転操作の分析

上肢の健常な胸・腰髄損傷者の乗り込みと降車、そして運転状況から、C6レベル頸髄損傷者に必要な改善内容を抽出した。

①乗降動作の分析(図1)

- a. サイドフレームを上げてスロープを出す。b. スロープを上り車椅子のブレーキをかける。c. サイドフレームを下ろし車椅子を固定するレバーを回しロックする。降車は、この流れの逆で、d. 車椅子固定レバーを回しサイドフレームを上げてスロープを出す。e. スロープを降りる。という流れで動作する。

②運転動作の分析

- f. メインスイッチを回す。g. 後方等の安全を確認してアクセルを回す。h. ハンドルを旋回。i. ブレーキをかける。j. ウィンカーを操作する。k. ホーンを鳴らす。

2) C6レベル頸髄損傷者が運転操作するための改善内容の抽出

C6レベル頸髄損傷者に実際に乗降や運転動作を行なつて

もらい抽出した。その結果、乗車では、aは可能。bのスロープを上る補助が必要。cは可能。降車は、dは可能。eのスロープを降りるときの後方転倒防止補助が必要である。運転動作では、fは可能。gのアクセルを回す方法の解決が必要。hのハンドルを旋回し易くする。iのブレーキをかける方法を解決する。jのワインカー操作を可能とする。などの解決が必要ということが分かつた。

3) 改造と評価

乗降や運転操作を自立するために前項の抽出内容の改善を行なつた。bとeのスロープを乗降補助としては、図2のウィンチを設置した。gのアクセルを回す方法は図3の様に手関節の屈曲で行える様にした。hのハンドルの旋回をし易くするため、角度と位置を採寸して決定し(図4)た。iのブレーキはアクセルと同様に左手の手関節の屈曲でかけられる様にした(図5)。jのワインカー操作は、指が使用できないため、顎でワインカー操作を可能とする様に、ネックスイッチを製作した(図6)。



図1. WCVへの乗り込み



図2. ウィンチでの昇降



図3. アクセルの操作



図4. ハンドル操作



図5. ブレーキの操作



図6. ウィンカーの操作

【おわりに】

株式会社YDSのWCVは、車椅子に乗ったまま乗り込み、バイクと同様のハンドル操作で運転するものである。しかし、C6レベル頸髄損傷者の手指機能では、乗り込み動作やアクセルやブレーキ、ワインカー操作をすることができなかつた。そこで、乗り込み装置やWCVのハンドルとその周辺機器を改善し、運転できる様にした。今後もより多くの方々運転できる様に改善していく。

義足と身体の一体感を創出する 走行用ウエアの開発

キーワード: 研究・開発, 下腿義足

慶應義塾大学政策・メディア研究科山中デザイン研究室¹⁾, 慶應義塾大学政策・メディア研究科教授²⁾, 慶應義塾大学環境情報学部³⁾, 慶應義塾大学SFC研究所員⁴⁾

○西谷 圭¹⁾, 山中 俊治²⁾, 荒牧 悠¹⁾, 早川 裕彦³⁾, 江藤 元彦³⁾, 角尾 舞⁴⁾, 高桑 早生³⁾

※本研究は、公益財団法人日本ユニフォームセンター平成22年度助成事業「義足と身体の一体感を創出する走行用ウエアのデザイン」として採択され、共同開発を行ったものである。

【研究の目的と背景】

スポーツ用義足やコスマティック義足など、用途に合わせた義足の開発が進んでいく中、義足に特化したスポーツウエアの開発は未だ目立った進歩がみられない。そのため、健常者用のウエアを使用する者が工夫することでそれを補っているのが現状である。本研究では特定の選手と密にやりとりを交わすことで、義足スポーツに特化させたウエアの開発を行った。今回はロンドンパラリンピック出場選手である高桑早生選手の協力の元、スポーツ用義足での短距離走を使用シーンとした。

義足での短距離走は、義足を覆い隠さず行われることが多い。一方で、競技を観覧する人の中には義足を見慣れていない人もおり、それは時に余剰な気遣いや心的距離を生む要因となる。そのような、選手と観覧者の心理的負担を軽減するために、競技者が魅力的な見え方となるウエアを目指した。本研究では特に、身体が非対称であるからこそ生じる魅力をより引き出す手法を選択した。

【対象と方法】

先述のように、スポーツ用義足での短距離走を対象とした開発を行った。具体的な方法は、複数のプロトタイプを着用しての試走と、選手からのヒアリングである。試作の際には下記の2点を主な狙いとした。

①断端袋のずり落ち防止と義足の履き替え易さ

高桑選手が毎走行後、断端袋をたくし上げていることに着目し、断端袋がずり落ちることを防ぐ効果を狙った。また、陸上競技場で速やかに日常用義足からスポーツ用義足へ履き替えが行えることも考慮し、従来の健常者用ウエアの構造から大幅に構造を変更した。

②義足の魅力をより引出す視覚的効果

試作から最終製作までの間、写真加工とヒアリングにより、視覚的効果の検討を行った。ここでは左右非対称の見え方をより魅力的にするために、あえて左右の脚の印象を揃えることを狙わなかった。下半身が一組の揃った脚で構成される見せ方ではなく、いくつかのボリュームの集合で構成される見

せ方に挑んだ[図1]。また、カラーリングによってその効果をより強めた。(健足のウエア丈、及び黒とピンクの配色については、高桑選手の希望による。)



[図1] 左から 健常者用ウエア(ショート丈、ロング丈)
一次試作ウエア、二次試作ウエア、最終製作ウエア

【結果と考察】

結果として、①断端袋の保持効果、②義足の履き替え易さ、③義足の魅力を効果的に用いた視覚的効果、の3点を特徴としたウエアが開発できた。①と②を可能にしたのは、義足部を覆う箇所の二重構造化である。身体・シリコンライナー・ウエア・断端袋・義足、という順で着用した後、更にソケットを上からすっぽりと包み込む構造となっている。①については、開発したウエアを着用した際は、通常時と比較すると断端袋のずり落ちがほぼなくなったことが分かる[図2]。義足の履き替えも速やかに数秒で行えた[図3]。



[図2] 断端袋のずり落ち防止効果／左:通常 右:開発したウエア



[図3] 義足履き替えから、ウエアで義足を覆うまでの流れ

また、最終製作ウエアを着用した高桑選手からのヒアリングにより、ソケットを上から包み込むこの構造は、走り幅跳び競技ではソケットへの砂の侵入を防ぐ効果もあることが分かった。(2012年7月7日の関東障害者陸上競技大会では、開発したウエアを着用しての走り幅跳び競技への出場が実現している。)

今後は高桑選手にパラリンピック等で着用をしてもらい、観覧者の反響を通じて③の視覚効果を検証していくことを予定している。

体幹伸展機構付き部分免荷トレッドミル用 ハーネスの開発

キーワード: BWSTT, 体幹伸展, 歩行分析

刈谷豊田総合病院東分院リハビリテーション科¹⁾, 刈谷豊田総合病院リハビリテーション科²⁾, 株式会社モリト—³⁾

○小川 真¹⁾, 小口 和代²⁾, 林 なぎさ²⁾, 井上 ちひろ²⁾, 鈴木 美樹¹⁾, 原田 重徳¹⁾, 森島 勝美³⁾, 加藤 良治³⁾, 宮田 尚彦³⁾

【はじめに】

近年, リハビリテーションの臨床場面で部分免荷トレッドミル歩行訓練(以下 BWSTT)の有効性が知られ、多くの施設で実施されている。療養病床の当院では、重度の身体機能障害や高次脳機能障害を持つ患者に対しても積極的なリハビリテーションを提供しており、その一環として BWSTT を実施している。その際、実施症例の多くは体幹伸展能力が低下しており、通常のハーネス(以下 従来型)では実施時に、体幹屈曲によるハーネスへのもたれかかり発生、ハーネスの頭側へのずり上がりによる免荷量変動増大、装着に時間と人手がかかる、などの問題が生じている。これらの問題点を解決するため、現在当院では株式会社モリトと共同で新しいハーネス(以下 新型)を開発中である。我々は開発経緯と試作品の紹介を第22回愛知県理学療法学術大会で行った。新型ハーネスは体幹伸展機構を主軸に開発を行い、体幹ペーストと骨盤ペーストの分離式とした。当院に入院中の脳血管障害患者1名(以下 被検者)に体幹ペーストのみを試用した計測では、平地歩行時間が非着用時と比較して即時的に短縮する効果(10m 平地歩行時間: 歩数、体幹ペースト非使用 117秒:43歩、使用 104秒:38歩)を認めた。今回、BWSTT 中での新型の効果検証を目的として、三次元動作解析装置での分析を行った。

【対象と方法】

被検者は当院入院中の41歳男性。2008年3月左被殻出血、2011年11月右被殻出血による両片麻痺。12グレード法片麻痺機能評価: 左下肢IV-1, 右下肢V-2, 臨床的体幹機能検査(FACT: Functional Assessment for Control of Trunk): 7/20点、感覚: 右下肢表在感覚鈍麻、深部感覚重度鈍麻、左下肢表在感覚問題なし、深部感覚経度鈍麻。平地歩行(サイドケイン、右プラスチック AFO): 見守り～軽介助レベル。発声量低下はあるが意思疎通良好。

計測は、懸垂装置: 象印エンブロック社製一軸移動式免荷装置 MH-100、トレッドミル: Tecmachine 社製 ADAL 3D Treadmill を使用し、BWSTT2分間実施中にキッセイコムテック製 Kinema Tracer にてサンプリング周波数30Hzで40秒間計測を行った。歩行速度は開始時のトレッドミル快適速度: 0.9km/hとした。免荷量は自覚的快適免荷量の35% BW とし、同一の

介助者による右下肢振り出し介助を行った。左片手すりを使用し、装具として右プラスチック AFO を使用した。ランドマークポイントとして、頭頂、肩峰、腸骨稜最高位、股関節中心、膝関節回転中心、外果、第5中足骨の13ポイントとした。

【結果】

BWSTT 中の頸部と体幹の平均屈曲角度を表1に示す。

表1 頸部、体幹平均屈曲角度

	従来型	新型
平均頸部屈曲角度(°)	33.4	31.5
標準偏差	5.3	2.4
平均体幹屈曲角度(°)	5.3	-3.0
標準偏差	1.6	1.7

同じく BWSTT 中の頭頂部と仮想重心のリサーチュ外周面積(ENV Area)を表2に示す。

表2 頭頂部、仮想重心リサーチュ面積

	従来型	新型
頭頂 前額面(cm ²)	63.7	28.8
頭頂 矢状面(cm ²)	64.1	26.5
重心 前額面(cm ²)	12.0	10.0
重心 矢状面(cm ²)	13.0	9.9

BWSTT 時の自覚的「歩きやすさ」を VAS で聴取した結果、従来型7、新型8であった。

【考察】

従来型に比べ、新型使用時の平均頸部屈曲角度と体幹屈曲角度はいずれも伸展傾向にあり、体幹伸展補助を目的とした新型ハーネスの効果がみられた。リサーチュ面積においても、頭頂部、仮想重心ともに新型の面積が減少している。これらの結果から、新型の使用により BWSTT 中の身体動搖が軽減し、従来型に比べて頸部、体幹伸展を保持した状態での歩行訓練が可能になることが示された。計測結果は患者の自覚的歩きやすさを反映した VAS の結果とも一致していた。

リハビリテーション場面での歩行訓練は、筋力強化のみならず運動学習との効果も大きい。しかし、体幹伸展能力の低下した患者では BWSTT 中の姿勢の崩れが大きいこと、姿勢保持のために介助者が必要になること、などの理由で臨床での実施が控えられることがあった。今回開発した新型ハーネスの使用によって、体幹伸展保持能力の低下した重度の身体機能障害を持つ患者や発症後早期の患者に対して、運動学習に最適な姿勢での歩行訓練をより早期から提供することが可能になると思われる。

【参考文献】

- 1) 鈴木美樹、小口和代他:部分免荷トレッドミル歩行訓練用ハーネスの開発。(抄)愛知県理学療法学会誌. 2012, p63.
- 2) 大塚圭、村上慶裕他:トレッドミル歩行分析・訓練。総合リハ 34(2). 141-149, 2006.

ボツリヌス療法に用いる外来用および個人用の上肢装具と短下肢装具の紹介

キーワード: ボツリヌス療法, 装具療法, タウメル継手

佐賀大学医学部附属病院 先進総合機能回復センター・リハビリ科¹⁾, 佐賀有菌義肢製作所²⁾

○貞永 裕梨¹⁾, 浅見 豊子¹⁾, 山之内 直也¹⁾, 山本 雄大¹⁾, 南里 悠介¹⁾, 有菌 洋一²⁾, 坂田 亮二²⁾

【はじめに】

成人脳卒中片麻痺患者の上肢・下肢痙攣に対するボツリヌス療法は、欧米諸国においては20年前から数多くの有効性が報告されているが¹⁾²⁾、日本においては2010年10月によく保険適応が認められた³⁾⁴⁾。このボツリヌス療法は単独ではなく、運動療法や電気刺激治療、経頭蓋磁気刺激法などの併用によってより効果が高まることが示唆されているが、装具療法との併用も効果増が期待できると考えている。今回は、当科で作製しボツリヌス療法に応用しているタウメル継手を用いた外来用および個人用の上肢装具と短下肢装具について紹介する⁵⁾⁶⁾。

【装具の構造】

1. 基本構造

基本構造は、タウメル継手とプラスチック(コポリマー/ポリプロピレン3mm)で構成された手関節装具と短下肢装具であり、内面にはウレタンスponジ3mmを使用している(図1)。

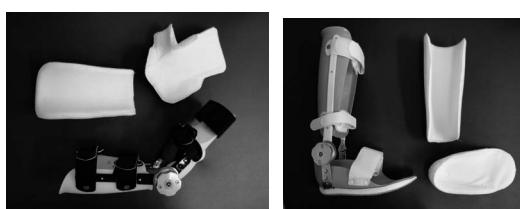


図1 基本構造 (左:手関節装具、右:短下肢装具)

2. 外来用装具

上肢装具は右と左、下肢装具はMとLサイズをそろえることにより、多くの症例への対応させてている(図2)。



図2 外来用タウメル継手式装具
手関節装具の右と左、短下肢装具のMとL

3. 個人用

症例に応じて採型・作製し、自宅でも使用できる装具である。

【対象・方法および結果】

1. 外来用

上肢あるいは下肢のボツリヌス療法施行例で、個人用の装

具を持っていない症例を対象とし外来で使用している。方法としては、施注した部位の装具を可及的最大伸展位に設定の上20分間以上装着し、施注筋のストレッチを行う(図3左)。その結果、施注後でも可動域の改善は良好であった。



2. 個人用

上肢・下肢のボツリヌス療法施行例で、個人用の装具を作製した症例を対象としている。方法としては、施注した部位に個人用装具を可及的最大伸展位にて20分間以上装着し、施注筋のストレッチを行う。その後は、装着時間60分間×2回/日以上を目標に装着を自宅でも継続する(図3右)。その結果、可動域は改善し、自力での装具の着脱も可能となった。



図3 上肢・下肢痙攣へのボツリヌス療法後の装具装着状態

図左: 外来用手関節装具と短下肢装具

図右: 個人用手関節装具

【考察およびまとめ】

本装具は、構造的にはタウメル継手による角度調節機能により、筋伸長をする際の矯正度調整が簡便な装具である。本装具の個人用については、ストレッチ訓練の時間、場所、回数などを自由に設定して行えるために、訓練の継続ができやすいと考える。また、外来用については、施注後一定時間の筋伸長維持がマンパワーを必要とせず行なえる点は利点であると考える。これらの点から、本装具は、新たな痙攣の治療手段として期待されているボツリヌス療法の一手段として有用なものであると思われる。

【文献】

- 1) Simpson DM, Alexander DN, et al.: Botulinum toxin typeA in the treatment of upper extremity spasticity : a randomized, double-blind, placebo controlled trial. Neurology 46(5): 208-210, 1996;
- 2) Shaw L, Rodgers H: Botulinum toxin type A for upper limb spasticity after stroke. Expert Rev Neurother 9(12): 1213-1225, 2009
- 3) Kaji R, Osako Y, Suyama K, et al : Botulinum toxin type A in post-stroke upper limb spasticity. Curr Med Res Opin. 26(8): 1983-1992, 2010
- 4) <http://glaxosmithkline.co.jp/medical/excl/botox/gaiyo.pdf>
- 5) 浅見豊子. 上肢・手の機能と上肢装具. 日本義肢装具学会誌28(1): 13-17, 2012
- 6) 有菌洋一, 浅見豊子: 脳卒中の上肢装具. 日本義肢装具学会誌28(1): 18-22, 2012

上肢痙攣に対する A 型ボツリヌス毒素療法と作業療法および装具療法の併用効果

キーワード: 上肢装具, 脳血管疾患, 研究・開発

国立大学法人 熊本大学医学部付属病院¹⁾, 有菌義肢株式会社²⁾

○馬場 晋平¹⁾, 大串 幹¹⁾, 西 佳子¹⁾, 宮本 忠司¹⁾,
木戸 晃²⁾, 德岡 博文²⁾, 児玉 春生²⁾

【はじめに】

当院では、脳卒中による痙攣を伴う上肢麻痺に対し、A型ボツリヌス毒素療法〔以下、BTX-A〕を行っている。BTX-A 施注の効果を高めるため、施注前後でリハビリテーション評価に基づき、痙攣の軽減状態にあわせてアプローチ検討している。BTX-A はより痙攣が強い場所に取り込まれるとされ、施注前後のストレッチが有効との報告がある。痙攣に対する装具療法を検討し、今回投与直後から使用でき、痙攣の強度に合わせて良肢位へ向かって持続伸張力の調整可能な装具(UltraFlex 継手)を併用した作業療法を実施したので文献的考察を加え報告する。

【症例紹介】

症例は70歳代男性。脳出血発症から約15年経過した左片麻痺。Brunnstrom-Recovery-Stage (BRS) は、上肢II, 手指II, 下肢III。Modified-Ashworth-Scale (MAS) は、麻痺側肩関節4, 肘関節4, 手関節4, 手指4, 母指4であった。麻痺側上肢の関節可動域 (ROM) は他動運動にて痙攣により強い抵抗感があるが、著しい制限なし、感覚は、表在・深部正常であった。移動はプラスチック AFO 裝着し、T-cane にて自立し、ADL では麻痺側上肢が痙攣により使用できず、入浴・更衣に介助を要する状態で、手指の握りこみにより清潔保持が困難な状況であった。認知機能・高次脳機能には問題なかった。麻痺側上肢の筋緊張緩和、清潔保持を目的に BTX-A 施注を2回行った。

【介入方法】

BTX-A は、麻痺側上肢に対し、1回目は、上肢全体の痙攣を落とすことを目的に、近位筋を中心に合計240単位、2回目は、1回目で不足していた近位筋と前腕以遠の屈筋群に合計240単位 BTX-A が施注された。リハは外来にて週1回実施し、プログラムは、麻痺側上肢の ROM 訓練、神経筋再教育訓練、物理療法、自己管理の指導を行った。1回目の施注後に自宅で使用する静的スプリントを作製し、2回目の施注後に持続伸張力の調整が可能な UltraFlex 継手を用いた肘・手関節装具を作製した。

【説明と同意】

今研究は当院倫理委員会から承認を受け、対象者には今回の研究に対する趣旨及び目的について説明と同意を受けた。

【結果・経過】

BTX-A 投与前後の比較では、麻痺側上肢各関節の MAS が肩関節4→3、肘関節4→3、手関節4→2、手指4→2、母指4→2に改善し、痙攣の緩和が図れ、ROM 訓練が行いやすくなり、自宅でも装具装着時間を少しずつ延長させていくことで、痙攣軽減により ROM の改善が図れた。それにより、ADL では、更衣動作時の袖へ麻痺側上肢が通しやすくなり、麻痺側手関節および手指の清潔保持が可能となった。

11/4(施注前)



12/15(1回目施注後1ヶ月)



4/5(modular型)



6/21(肘装具のみ)



6/21 肘装具+手関節装具



【考察】

これまで脳卒中の上肢装具について多くの発表がされてきたが、脳卒中の上肢装具については拘縮予防や良肢位保持を目的として、ダイヤルロック式肘継手やファンロック式継手、セレーション式継手、タウメル継手など様々な継手が使用されている。痙性麻痺による拘縮に対しては、筋の防御的収縮をできるだけ避けて、弱い負荷で長時間伸張を行うことで、痙性抑制を図ることが重要であり、これまでの継手は、調整が面倒であったり、微調整が行いづらかったり、運動時にフリーにできないなどの問題があった。

今回使用した UltraFlex 継手の特徴は、任意の角度での固定や専用工具での自力での角度の変更、微調整が容易で、固定位置から屈曲・伸展方向への補助、トルクの調整が可能であり、痙性麻痺に対する上肢装具療法には適していると考えられる。

今回は、一症例のみの装具の検討であったため、今後はより多くの症例に装具の検討を行ない、Ultra-Flex 継ぎ手を用いた上肢装具の効果について研究を行なっていく。

【参考文献】

- 1) 浅見豊子: 上肢・手の機能と上肢装具 日本義肢装具学会誌 vol.28-1 P13-17, 2012
- 2) 有菌洋一: 脳卒中の上肢装具 日本義肢装具学会誌 vol.28-1 P18-22, 2012
- 3) 大国生幸ほか: 脳卒中装具療法の目的 MB Med Reha vol.97 7-12, 2008
- 4) 有菌洋一: 脳卒中装具の作製におけるチェックポイント MB Med Reha Vol.97 25-30, 2008
- 5) 大庭潤平: 脳卒中の手・指装具の実際 MB Med Reha vol.97 39-43, 2008

脳卒中片麻痺患者におけるボツリヌス療法と上肢装具の併用

キーワード: 脳血管障害, 上肢装具, 診断・評価

旭川医科大学病院リハビリテーション科¹⁾, 旭川リハビリテーション病院²⁾, 東名プレース株式会社³⁾

○大田 哲生¹⁾, 吉田 直樹¹⁾, 向野 雅彦¹⁾, 進藤 順哉²⁾, 片桐 浩二³⁾, 奥村 庄次³⁾

【はじめに】

近年、脳卒中片麻痺患者の上肢および下肢の痙攣治療にボツリヌス療法が用いられ、その痙攣軽減の効果には目をみはるものがある。しかし、薬剤の注射だけでは、痙攣のコントロールが不十分なこともあります。より効果的な治療を行うためには、ボツリヌス療法とその後のリハビリテーションの併用が重要である。リハビリテーションの中には装具療法も含まれており、下肢痙攣に対するボツリヌス療法と下肢装具の併用は薬の単独使用よりも効果的であると報告されている。同様に上肢痙攣に対するボツリヌス療法と上肢装具の併用も有用であると考えられ、今回、麻痺側肘関節持続伸展装具とボツリヌス療法の併用が効果的であった脳卒中患者を経験したため、一症例を報告する。

【症例の経過】

症例は62歳男性。約9か月前に左放線冠の脳梗塞を発症。右片麻痺を呈し、麻痺の程度は Stroke Impairment Assessment Set; SIAS で上肢近位は1、上肢遠位は0であり右上肢の実用性はなかった。右上肢の筋緊張は肘関節屈筋群、手関節屈筋群、手指関節屈筋群とも Modified Ashworth Scale; MAS で3であり、かなりの筋緊張が存在し、他動運動が困難な状態であった。特に立位歩行時に右上肢の筋緊張は亢進し、右肘関節屈曲、右手関節屈曲、右手指屈曲の姿勢をとっていました（図1）。患者自身、右肘関節の屈曲を特に気にしていた。右肘関節の他動伸展は-20度で伸展時の疼痛を伴っており、着衣時に右肘が屈曲するため不便を感じていた。右手関節の他動背屈（手指屈曲）は40度。手指伸展したままでの他動背屈は5度で手指屈筋群の短縮も認めた。手指他動伸展は0度であった。発症9か月後にボツリヌス療法を施行。A型ボツリヌス毒素製剤を生理食塩水で溶解し、50単位/mlで右橈側手根屈筋（FCR）に50単位、右尺側手根屈筋（FCU）に50単位、右深指屈筋（FDP）に40単位、右浅指屈筋（FDS）に50単位、右上腕二頭筋に50単位、計240単位の筋注を行った。施注後の自主訓練として、右肘関節、右手関節、右手指関節の伸展を積極的に行うように指導した。ボツリヌス療法施行2週間後（図2）の右上肢痙攣は MAS で右肘関節1、右手関節1+、右手指1と減弱し、右肘関節の他動伸展は-5度で疼痛は認めず、右手関節の背屈は60度、手指伸展での右手関節背屈は45度に改善した。しかし、立位時の右肘関節屈曲は残存しており、右肘関節伸展訓練には患者家族の労力も伴うことが

問題であった。装具による伸展訓練を行うために右肘持続伸展装具を作成。施注後4週目より使用することとした。肘関節にはタウメルを使用し容易に伸展できるようにした。また同時に手関節の持続伸展も行え、前腕が回内位であったため、中間位に保持できるように製作した（図3）。毎日装具を使用した結果、施注3か月後でも立位における肘の状態を保つことが可能であり、前腕も中間位、手関節、手指も伸展位に保つことができた。（図4。）

【考察】

ボツリヌス療法後の自主訓練には限界があり、装具による持続伸展が行えれば施注による効果を持続させることができると考えられ、積極的な装具療法併用は重要と思われる。



図1. 治療前

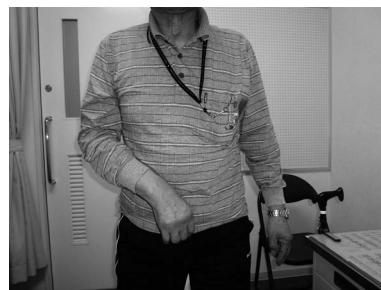


図2. 施注2週間後



図3. 装具装着状況



図4. 施注3か月後

【参考文献】

- Pradon, D., Hulin, E. et al.: A pilot study to investigate the combined use of Botulinum toxin type-a and ankle foot orthosis for the treatment of spastic foot in chronic hemiplegic patients. Clin Biomech.26. 867-72, 2011.

緊張性足指屈曲反射に BOTOX 療法とシリコン性 Inhibitor bar を併用した3例

キーワード: 脳血管障害, 靴・足装具, 研究・開発

昭和大学保健医療学リハ医学¹⁾, 昭和大学医学部リハ医学教室²⁾

○川手 信行¹⁾, 吉岡 尚美²⁾, 飯島 伸介²⁾, 水間 正澄²⁾

【はじめに】

下肢の筋痙攣である緊張性足指屈曲反射(Tonic Toe Flexion Reflex TTFR)に対してシリコン性 inhibitor barを作製し、その効果について本学会で報告した¹⁾。2010年、A型ボツリヌス製剤(BOTOX)が、上肢・下肢筋痙攣に対して適応拡大され、今回、私たちは3名の脳卒中患者に対して、BOTOX投与とシリコン性 inhibitor barの併用を試みたのでた報告する。

【対象と方法】

当科通院加療中で、TTFRによる足指疼痛を訴える脳卒中片麻痺患者3名(症例A:55歳男性、症例B:48歳女性、症例C:67歳男性)を対象とした。症例A、BにはBOTOX300単位を下肢筋(長指屈筋に50単位施注を含む)に施注し、症例CにはBOTOX200単位を下肢筋(長指屈筋の50単位を含む)に施注した。その後、シリコン性 inhibitor barをそれぞれの足指の形状に合わせて作製し装着させ、患者の装着感、TTFRの出現の様子、槌指の状態、疼痛の有無、歩行状態などについて、TTFRの予防効果について検討した。

【結果】

3症例すべてにおいて、BOTOX施注とシリコン性 inhibitor bar装着前には、TTFRがみられ、立位・歩行時の足指屈曲、足指の疼痛が認められた。特に歩行時には、プラスチック製AFOを装着していても、足指が屈曲して接地が不十分となり体重支持の不安定性や遊脚時の足部の振り出しが不良であった。しかし、BOTOX施注とシリコン性 inhibitor bar装着後には、3症例ともTTFRの出現が減少し、足指屈曲は抑えられて、疼痛は消失～軽減し、遊脚時の下肢の振り出しや、接地も十分に可能で安定性が向上した。

【考察】

A型ボツリヌス毒素は、神経筋接合部をブロックし、筋痙攣を抑制する。本邦で行われた臨床試験においても、プラセボとの比較で筋痙攣抑制が実証されている²⁾。今回、下肢筋に施注時に、足指屈筋群への施注を加える事で、TTFRの出現を抑え、足指屈曲が抑制できた。また、施注後にシリコン性 inhibitor barを装着する事で、立位・歩行時の足指屈曲を抑える事ができ、TTFR出現防止の防止効果が増強した事が示唆された。今後、症例を増やして検討を重ねていきたい。

症例 C: 67歳男性



【参考文献】

- 1) 川手信行・長澤敏恵・吉岡尚美・小野玄・諸富伸夫・水間正澄: シリコン素材を利用した下肢痙攣性抑制装具の試み—第2報—. 日本義肢装具学会誌24巻特別号, p106-107, 2008
- 2) 木村彰男, 安保雅博, 川手信行, 他: A型ボツリヌス毒素製剤(Botulinum Toxin Type A)の脳卒中後の下肢痙攣に対する臨床評価プラセボ対照二重盲検群間比較試験ならびにオープンラベル反復投与試験. Jpn J Rehab Med 47, P626-636, 2010

ボトックス®投与によって AFO が改善できた 2例

キーワード: 脳血管障害, 下肢装具, 研究・開発

昭和大学医学部リハビリテーション医学教室¹⁾, 昭和大学保健医療学部リハビリテーション医学²⁾

○飯島 伸介¹⁾, 川手 信行²⁾, 吉岡 尚美¹⁾, 水間 正澄¹⁾

【はじめに】

脳卒中片麻痺患者においては痙攣が様々な動作を阻害するとともに、関節変形を引き起こす。そのため、歩行に AFO が必要な患者が多い。今回、私たちは、下肢痙攣に対してボツリヌス療法¹⁾を行い下肢痙攣が軽減し、今まで装着していた AFO を改変する事ができた2症例を経験したので報告する。

【症例1】

65歳女性。平成21年5月クモ膜下出血が発症した。左片麻痺 Brunnstrom stage では下肢3であり、また左足関節の Modified Ashworth Scale (MAS) は4であり、歩行時に尖足を認めた。歩行は、四脚つえにて3cm 踵補高付きのプラスチック式 AFO 装着にて、3動作歩行で可能であった。当科にて下肢痙攣に対してボトックス®を腓腹筋内側・外側、ヒラメ筋、後脛骨筋に25単位×3か所ずつ投与した。足関節の MAS は2に改善し、施注前は裸足での踵接地はできなかったが、施行後4週後で踵接地が可能となり、補高のないプラスチック式 AFO を作成し、装着を行った。装着後、歩容状態の改善及び歩行スピードが向上した。

【症例2】

48歳、女性。平成14年12月に脳梗塞を発症し、右片麻痺 Brunnstrom stage は下肢3、右足関節の MAS は4であった。右足関節は内反尖足が強く、立位は裸足において内反尖足が著明であり、介助が必要であった。歩行は、プラスチック式 AFO とT字つえにて可能であった。下肢痙攣に対してボトックス®を腓腹筋内側・外側、ヒラメ筋、後脛骨筋に25単位×3か所ずつ投与した。施注後 MAS は2となり、立位が裸足でも介助なしで可能となるとともに、歩行の立脚期に右足関節の動きをプラスチック式 AFO が制限していたため、足継手付きプラスチック式 AFO に変更した。装具を改変する事によって、立脚中期から後期の足関節の動きが十分に出現し、出現し歩容や歩行スピードが改善した。

【考察】

今回、我々は、下肢痙攣に対しボトックス®を投与する事で、下肢痙攣の改善が得られ、AFO を改変でき、歩行能力の向上が得られた2症例を経験した。症例1では、施注前は裸足での踵接地ができないが、施行後4週後で踵接地が可能となり、補高のないプラスチック AFO を作成し歩容・歩行スピードが向上した。症例2では、足継手付きプラスチック AFO に変更し、

足関節の動きが十分に出現し歩容が改善された。

歩行能力向上を一層高めるため、ボトックス®による下肢痙攣の改善を利用し、能力向上を一層高めるため、積極的な装具療法等への介入が必要であると思われ報告する。

【参考文献】

- 木村彰男, 安保雅博, 川手信行, 他 : A型ボツリヌス毒素製剤 (Botulinum Toxin Type A) の脳卒中後の下肢痙攣に対する臨床評価 プラセボ対照二重盲検群間比較試験ならびにオープンラベル反復投与試験. Jpn J Rehab Med 47, P626-636, 2010

ポリオ経験者の疼痛と補装具の関係

キーワード: ポリオ経験者, 疼痛, 補装具

藤田保健衛生大学坂文種報徳會病院リハビリテーション部¹⁾, 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学 I 講座²⁾, 藤田保健衛生大学医療科学部リハビリテーション学科³⁾, 藤田保健衛生大学病院リハビリテーション部⁴⁾

○井元 大介¹⁾, 沢田 光思郎²⁾, 才藤 栄一²⁾, 青柳 陽一郎²⁾, 鈴木 由佳理³⁾, 蒲生 一将⁴⁾, 戸田 芙美²⁾, 菊池 航¹⁾, 小野田 康孝¹⁾

【はじめに】

近年のポストポリオ症候群(以下 PPS)の増加の問題に対し, 当大学リハビリテーション部門では2006年よりポリオ友の会東海と共同で包括的PPS対応プログラム(実態調査, 定期検診(以下検診), 医学的精査, 医学的対応)を実施している。当projectの参加者からは度々疼痛の訴えが聞かれ, 臨床上難渋している事が多い。ポリオ経験者の疼痛について, 諸々が下肢筋力, 活動量の関与を報告しており, 今回, 後方視的に当projectで実施している検診を受診したポリオ経験者を対象に, ポリオ経験者の疼痛について調査を行い, 加えて補装具との関連, 下肢筋力と活動量の観点から調査を行った。

【対象と方法】

対象は, 2009年6月~2012年3月までに実施した計9回の検診に参加したポリオ経験者215名のうち, 杖使用者及びデータに不備がある者を除外した計70名で分析を行った。

疼痛の評価は, 検診の際に医師による診察において, Halstead診断基準を用い, 関節痛・筋肉痛の有無を評価し, 疼痛部位も同時に聴取した。なお, 関節痛・筋肉痛の両者またはどちらかを有する者を疼痛ありとし, 疼痛部位は四肢・体幹の5ヶ所とした。また, 他の検診結果より下肢筋力(両側の腸腰筋, 大臀筋, 中臀筋, 大腿四頭筋, ハムストリングス, 前脛骨筋, 腹筋の計14筋の平均値: 以下MMT-mv), 1日平均歩数(検診受診14日前より万歩計にて調査), 装具使用状況を使用した。下肢筋力に関し, 片側下肢筋力平均値が低値側を不良側, 反対側を良好側と定義した。疼痛の有無の2群間で分析を行い, 特に, 下肢機能と活動量の観点からMMT-mvと1日平均歩数の関係を4群(A群: 低筋力多歩数群(中央値MMT-mv3.7未満, 歩数4,512歩以上), B群: 低筋力少歩数群(中央値MMT-mv3.7未満, 歩数4,512歩未満), C群: 高筋力多歩数群(中央値MMT-mv3.7以上, 歩数4,512歩以上), D群: 高筋力少歩数群(中央値MMT-mv3.7以上, 歩数4,512歩未満))に分類し, 分析を行った。統計学的処理には, 統計ソフト(Stat mateIII®)を使用し, 有意水準5%を有意差ありとした。

【結果と考察】

対象のうち, 疼痛を有する者(以下疼痛あり)は52名であった。疼痛ありでは, 疼痛なしと比し, 低筋力且つ多歩数の特徴を示し(表1), 疼痛有症者のうち, 装具使用者は装具非使用者と比し, より低筋力で少歩数の傾向を示した(表2)。また, 疼痛有症者のうち, 装具の有無による疼痛部位の結果を示す(図1)。疼痛部位は装具の使用の有無に関わらず良好側下肢が最も多いが, 装具非使用者では不良側下肢の疼痛有症率が高い特徴を示した。

表1:疼痛の有無による年齢, 下肢筋力, 歩数, 装具使用率

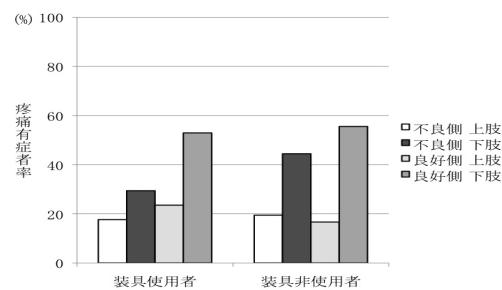
	疼痛あり(N=52)	疼痛なし(N=18)
年齢(歳)	58.5±7.4	59.5±5.8
下肢筋力	3.5±0.8	3.8±1.0
歩数(歩)	4,999±2,292	4,287±2,324
装具使用率(%)	50.0	44.4

* 全ての項目で有意差なし

表2:疼痛・装具の有無による年齢, 下肢筋力, 歩数, 装具使用率

装具の 有無	疼痛あり		疼痛なし	
	あり (N=26)	なし (N=26)	あり (N=8)	なし (N=10)
年齢(歳)	59.3±7.2	57.8±7.7	58.6±3.4	60.2±7.3
下肢筋力	3.1±0.8*	3.9±0.6	3.5±1.1*	4.0±0.9*
歩数(歩)	4,787± 1,929	5,231± 2,633	4,197± 2,926	4,359± 1,878

* :有意差あり



*有意差なし

図1:疼痛部位別の疼痛有症率(装具の有無)

また, MMT-mvと1日平均歩数の関係から分類した4群では, 平均年齢 A: 59.7歳, B: 55.4歳, C: 61.0歳, D: 58.8歳, 装具使用率 A: 55.6%, B: 75.0%, C: 35.3%, D: 31.6%であった。疼痛有症者は A: 83.3%, B: 75.0%, C: 82.4%, D: 57.9%であり, D群(高筋力少歩数群)で統計学的有意性は無いものの, 疼痛有症者は少ない傾向にあった。

【考察とまとめ】

ポリオ経験者は, 装具の使用により不良側下肢の疼痛を軽減させる可能性が考えられた。また, 下肢筋力と活動量が疼痛の誘発に関与している可能性も示唆された。

カーボン製長下肢装具での歩行—健常者と ポリオ罹患者の比較

キーワード: 長下肢装具, ポリオ罹患者, 歩行解析

産業医科大学 リハビリテーション医学講座¹⁾, 荒井義
肢製作所²⁾

○和田 太¹⁾, 中西 貴江¹⁾, 加藤 徳明¹⁾, 荒井 光男²⁾,
蜂須賀 研二¹⁾

【はじめに】

我々は、ポリオ罹患者に対するカーボン製長下肢装具を作成し、良い臨床評価を得ており、歩行の改善(歩行速度、PCI、酸素コスト)を確認している(Hachisuka K., 2007)。しかし、このカーボン製長下肢装具による歩行改善の要因はまだ明らかではない。本研究の目的は、カーボン製長下肢装具装着下での歩行の特徴を健常者とポリオ罹患者について比較し、その違いを明らかにし、重量の因子の影響を明らかにすることにある。

【対象と方法】

対象は健常者6名(男/女=5/1)とポリオ罹患者6名(男/女=2/4)である。3種類の長下肢装具(図1)を装着し、自由歩行速度で10m直線歩行路を3回ずつ歩き、歩行分析を行う。装具は、それぞれに合わせて、1)従来式金属支柱付き長下肢装具(従来式装具), 2)カーボン製長下肢装具(カーボン装具), 3)カーボン製長下肢装具に錐を追加し、従来式長下肢装具と同等の重量に調整したもの(カーボン錐装具)を作成し装着した。

歩行分析には、3次元歩行解析装置(MA2000, アニマ社、東京)と床反力計(設置型フォースプレート、アニマ社、東京)、床反力計(設置型フォースプレート、アニマ社、東京)を用い、サンプリング周波数60Hzとした。マーカーは、16ヶ所(両側肩峰、肘関節、手関節、腸骨稜、大転子、膝関節裂隙、足関節外果、第5中足骨頭)に設置した。

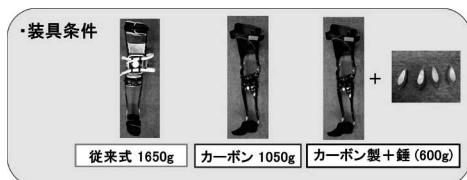


図1 装具条件

【結果】

(1) 健常者

a) 時間・距離因子

歩行周期は、カーボン装具と従来式装具はほぼ同一であるが、装具側の立脚期はカーボン装具で短い。ケイデンスは、3種類でほぼ同等であった。カーボン装具は、従来式に比べ歩幅(装具側、非装具側)が長く、歩行速度が大きい。また、カーボン装具に錐を追加すると装具側の歩幅は、短くなる傾向にある。

表1 健常者での時間距離因子

	歩幅(cm)		速度(cm/min)	ケイデンス(steps/min)
	装具側	非装具側		
従来式装具	48.8	55.6	73.4	85.9
カーボン装具	52.4	57.3	80.8	86.2
カーボン錐装具	50.1	57.1	76.7	87.5

b) 関節角度

カーボン装具の非装具側は、従来式装具に比べ、遊脚期に膝屈曲が大きい。

c) 床反力・モーメント

非装具側のFzの第一ピークは、カーボン装具が従来式装具やカーボン錐装具より大きい。カーボン装具の装具側の股関節伸展モーメントのピークが従来式装具に比べ、小さい傾向がある。

(2) ポリオ罹患者

a) 時間・距離因子

カーボン製では従来式に比べ、非装具側の歩幅が伸び、立脚期も短くなり、ケイデンスが増加し、歩行速度は、従来式に比べ増加する(表2)。カーボン製に錐を追加すると歩行周期(特に立脚期)が延長し、ケイデンスは低下するも、両側の歩幅が増加し、歩行速度は保たれている(表2)

表2 ポリオ罹患者での時間距離因子

	歩幅(cm)		速度(cm/min)	ケイデンス(steps/min)
	装具側	非装具側		
従来式装具	34.9	40.4	50.8	76.9
カーボン装具	34.2	44.7	57.8	94.1
カーボン錐装具	37.1	47.7	60.9	84.1

b) 垂直床反力、股関節伸展モーメント

一定の傾向は認められなかった。

【考察】

(1) 健常者の歩行

カーボン製装具は、従来式装具に比べ、ケイデンスは同じであるが両側の歩幅が延長し、歩行速度が向上した。このカーボン装具に錐を追加するとケイデンスは維持されるが、両側の歩幅が減少し、歩行速度が低下した。

(2) ポリオ罹患者の歩行

カーボン装具では、健常者と同様に歩行速度は従来式に比べ向上するが、ケイデンスが増加、歩幅は非装具側のみ増加した。また、錐を追加するとケイデンスは低下するも、両側の歩幅を増加させ、歩行速度は維持した。

【結論】

健常者、ポリオ罹患者の両者ともカーボン装具は従来式装具に比べ歩行速度が向上するが、その時間・距離因子の変化は異なり、重量増加に対する応答も異なっていた。

【参考文献】

- Hachisuka K, Makino K, Wada F: Oxygen consumption, Oxygen cost and physiological cost index in polio survivors: A comparison of walking without orthosis, with an ordinary or a carbon-fibre reinforced plastic knee-ankle-foot orthosis. J Rehabil Med 2007;39: 646-650

立脚期制御膝継手付き長下肢装具の実用化モデルの検討

キーワード：立脚期制御、長下肢装具、実用化

産業医科大学病院 リハビリテーション部¹⁾、産業医科大学 リハビリテーション医学講座²⁾、荒井義肢製作所³⁾、福岡県工業技術センター 機械電子研究所 電子技術課⁴⁾、アイコーエク株式会社⁵⁾

○中元 洋子¹⁾、緒方 友登¹⁾、舌間 秀雄¹⁾、和田 太²⁾、中西 貴江²⁾、加藤 徳明²⁾、荒井 光男³⁾、渡邊 恭弘⁴⁾、立石 憲治⁵⁾、蜂須賀 研二²⁾

【はじめに】

簡易な機構で安価に製造が期待できる立脚期制御膝継手 (Simple Stance Control System: 以下 SSCS) 付き長下肢装具の開発状況を昨年度の当学術大会にて報告した。立脚期制御システムは、足底踵部と前足部に足圧センサーを設置することで、足圧の変化と荷重のタイミングを感知し、下肢が遊脚期に入ることを判別してスイスロック膝継手の固定を解除し (OFF)，遊脚期末に膝が伸展する際、機械的に膝継手が固定 (ON) される。

今回、この開発モデルをベースとして、実用化に向けてシステムの各部分の検討を行い、部品の開発、改修や変更を行い、実用化モデルのプロトタイプを開発した。この実用化モデルを健常者およびポリオ患者にて試用し、歩行解析等にて良好な結果が得られたので、ここに報告する。

【実用化モデルのプロトタイプ】

実用化に向けて以下の6点を開発、改良・改修した。(図1)

- (1) 小型の歩行制御用基盤を新たに試作
 - (2) 制御用ソフト演算アルゴリズムを改良
 - (3) 足底圧力センサーの改良
 - (4) サーボモーターによるロック解除機構の検討
 - (5) 駆動用バッテリーとコントロール部を一体化し頸部から懸垂
 - (6) リチウムイオン電池を用い、駆動用バッテリーを軽量化
- 制御装置本体は縦12cm、横6cm、厚さ2cm、携帯電話のサイズ、重量は200g程度となった。

【対象と方法】

対象は、健常者(女性1名)とポリオ患者(男性1名)である。方法は、対象者が当院リハビリテーション部訓練室および測定室内でSSCS付き長下肢装具をそれぞれ装着し、以下の項目について検討した。

(1) システム動作の確認

健常者及びポリオ患者が平地歩行を行い、日常生活で遭遇する歩行中の動作である「横歩き、後ろ歩き、台の上の物を拾う、その場で回転する、急に立ち止まる」を行い、システムが安定して作動しているかを確認した。

(2) 3次元歩行解析装置による分析

健常者が膝継手を常にONの状態(膝固定)と、膝継手の立脚期制御(立脚期: ON, 遊脚期: OFF)がある状態で、5mの直線歩行路を自由速度で歩行し、3次元歩行解析装置(MA2000, アニマ社、東京)、床反力計(設置型フォースプレート、アニマ社、東京)にて歩容を分析した。

(3) 被験者の主観的評価

制御装置本体の大きさやシステムの安定性、使用感について聞き取り式のアンケート調査を行った。

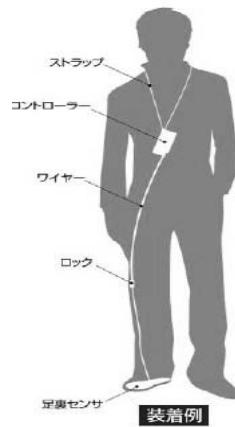


図1 実用化モデル全景

【結果と考察】

(1) システム動作の確認

直線歩行において、膝継手は立脚期にON、遊脚期にはOFFとなった。また横歩き、後ろ歩き、前屈位、回転、静止立位などの動作時にも膝継手が急にOFFとなること(誤作動)はなかった。ポリオ患者においても、平地歩行にて膝継手は安定して作動することを確認した。

(2) 3次元歩行解析装置による分析

システム作動時には遊脚期に膝関節が屈曲し、立脚期に伸展位で固定する状況が確認できた。

(3) 被験者の主観的評価

制御装置・バッテリー本体は大き過ぎるという意見があり、さらなる小型化の希望が寄せられた。また、制御装置・バッテリーを首から吊す形式は、歩行時に装置が揺れ動き、気になるとのことであった。利用者の使用感や安定感を考慮すると、今後は腰ベルトに固定するほうが適切であると考えられた。

SSCS付き長下肢装具は、被験者に合わせて採型、調整したカーボン製長下肢装具を使用したので、足圧センサーの位置やON-OFF制御が適切に行えた。患者が使用する場合麻痺の重症度や尖足変形などにより、足圧センターの取り付け位置や足圧変化と荷重のタイミング調整に工夫を要する可能性がある。

今後は、症例ごとに、足圧変化と荷重のタイミング調整を検討し、基準化をはかる必要がある。

【参考文献】

- 1) 緒方友登、中元洋子、中西貴江、和田太、蜂須賀研二. 立脚期制御膝継手付き長下肢装具の開発－実用性の検討－. 日本義肢装具学会誌 27, 72, 2011
- 2) 中西貴江、和田太、加藤徳明、蜂須賀研二、中元洋子、橋本正浩、渡邊恭弘、奥村克博、荒井光男. 立脚期制御膝継手付き長下肢装具を使用したときの歩行解析. J UOEH 34, 140, 2012

高齢ポリオ症候群の患者に対する装具療法 ～病前四つ這い移動から、歩行が可能になった一症例～

キーワード: ポリオ, 高齢者, 下肢装具

輝山会記念病院 総合リハビリテーションセンター¹⁾, 株式会社 東名ブレース²⁾

○牧内 未来¹⁾, 中山 康利¹⁾, 前田 太輝¹⁾, 宇野 秋人²⁾,
中島 洋介²⁾, 加藤 讓司¹⁾, 清水 康裕¹⁾

【はじめに】

ポリオ症候群は、発症から数十年の経過を経て、疲労や筋力低下・痛みなどのポストポリオ症候群（以下 PPS）の症状が出現することがある。リハビリではこれらの症状に対し評価を行い、その程度に応じ、過用症候群に注意して訓練を行う必要がある。今回、90代の PPS 患者に装具療法を実施し、病前四つ這い移動から在宅生活で歩行が可能になった一症例を報告する。

【症例紹介】

90代女性 診断名: 腰椎圧迫骨折 (L4-5)

生活歴・現病歴: 幼少時代にポリオに罹患し、60年前に装具を作製するも歩行・農業をするうちに破損。その後は、装具を使用せず生活し、寺院に嫁ぎ家事・農業を行う。初老期より右手で杖を使用して歩行する。3年前から右下肢痛が出現し、それ以降、屋内は四つ這いで移動。床からの立ち上がり・トイレ動作は修正自立していた。2月初旬、ポータブルトイレ移乗中に尻もちをつき、他院受診し上記診断を受ける。第5病日目に当院にリハビリ目的で入院。

既往歴: 心房細動

【初期評価】

米国立リハビリテーション病院 (NRH) のポリオ後肢の分類にてクラスV（高度筋委縮のあるポリオ）に該当し、右下肢腱反射は減弱～消失、左下肢は正常レベルであった。訓練開始当初から、圧迫骨折による痛みは顕著でなかったが、右内転筋の始止部に痛みを訴えていた。左右股関節周囲、膝関節周囲の筋力は MMT2～3と低下していた。また、右足部の内反・底屈変形、左下肢にも変形性股関節症、変形性膝関節症を認めており、立位アライメントは右足背外側で荷重をし、左右股関節屈曲、右骨盤後退、体幹右側屈位で、重心は正中よりも右方に崩れていた。支持物を使用しても立位保持は困難であり、トイレは2人介助が必要だった。筋電図検査で左右ともポリオに罹患しており、PPS と診断できた。特に右大腿四頭筋、右前頸骨筋の過用症候群に注意が必要だった。

【問題点・治療方針】

- # 体幹・股関節・膝関節周囲筋の廃用性の筋力低下
- # 左変形性関節症、右足部の変形
- # 立位アライメント不良
- # 過用症候群のリスク
- # 退院後の廃用症候群のリスク

立ち上がり・トイレ動作自立目標とし、良好な立位アライメントで積極的な立位・歩行訓練を行っていくために、右下肢の両側支柱長下肢装具（以下 LLB）の作製とそれを使用した訓練を実施した。LLB は、膝継手と足継手は固定式とし、足部は変形に合わせて足背まで PE ライトで接触面を増やした。また、足底には外側フレア、方向性ロールを使用した。

【治療・経過】

LLB を使用することで立位にて右股関節伸展・右下肢の支持が得られるようになり、重心が左前方に移動することが可能になった。しかし、立位・平行棒内歩行では、体幹・左下肢の支持性が低く、両上肢と左下肢で支持面を押しつけ、左下肢への重心移動と体幹・左股関節の伸展が不十分だった。そのため、右足のクリアランスが不良で右下肢の振り出しに中等度介助を要していた。まずは、体幹・左下肢の支持性改善を目標に立位訓練、歩行訓練を行った。次第に立位の中で体幹や左股関節伸展が得られ、歩行時の左側への重心移動、右下肢の振り出しが可能になった。装具不使用でも病棟 ADL で移乗・立位動作が見守りで可能になったが、右下肢筋の収縮が乏しく、起立・立位姿勢で体幹屈曲、右股関節外旋、骨盤右回旋がみられた。病棟 ADL や自宅復帰後に使用できるように LLB から短下肢装具（以下 SLB）にカットダウンし、病棟 ADL 訓練や歩行訓練を継続した。SLB で歩行を行うと HC と MS～TO 間で軽度の膝折れがみられたが、次第に右大腿四頭筋が筋力強化され、FF～HO の膝関節伸展が得られるようになり、装具不使用の立位動作の安定性が向上した。

【最終評価】

痛みは消失し、特に体幹、左右膝関節周囲筋の筋力向上を認めた。トイレ動作・移乗は支持物を多くすることで修正自立～見守りで可能になったが、下肢の筋持久力低下から実用的な歩行は困難だった。装具不使用の立位姿勢は体幹・右股屈曲・外旋が軽減したが、SLB を使用することで体幹・両下肢の筋収縮増大が増加した。廃用予防のためにデイサービスで SLB を使用した平行棒内歩行訓練・起立訓練の実施を依頼し、第12週に自宅退院された。

【考察】

本症例は、今回の入院で3年ぶりに歩行を実施した。装具を使用することで立位アライメントが改善し、初期の段階で体幹や左下肢の筋力強化が選択的に可能となったと考える。しかし、経過をみても左右股関節伸展の筋力は向上が少なく、難渋した。これは、立位で下肢伸展する機会が少なかったことや右足部の変形・筋力低下を代償するために左右股関節屈曲位で立位バランスをとっていたことが要因として考えられる。今回 LLB を使用し、体幹・股関節伸展位での立位・歩行訓練が可能になり、股伸展位での下肢筋出力の向上、上肢・体幹を含めた姿勢・立位バランスの再学習が得られたと考える。また、在宅での廃用を予防するために SLB を使用した立位動作、歩行訓練の機会を作ることができたことも、本症例にとっては有意義であったと考える。

カーボンプリプレグを用いた装具製作事例

キーワード: 神経筋疾患, 下肢装具, 研究・開発

橋本義肢製作株式会社

○石原 健, 富山 弘基, 杉山 廣和

【はじめに】

近年, ポストポリオに対する装具の材料として, ラミネーション法によるカーボン FRP が用いられるようになってきており, その特徴や有用性については, 学会等で多く報告されている。

今回, カーボンプリプレグを用いたオートクレーブ成形によって下肢装具の製作をおこなったので, その事例について報告する。

【製作方法】

カーボンプリプレグ(以下, プリプレグ)とは, 炭素繊維の織物に半硬化状態の熱硬化性樹脂を含浸させたシート状の材料である。プリプレグを用いて CFRP を作るメリットとして, FRP 中の樹脂と繊維の比率を一定に保つ事が出来ることが挙げられる。この結果として, 軽量かつ剛性の高い製品を成型することが可能になる。

また, CFRP は繊維方向に対する引張りに対して非常に高い強度を示すため, 積層するプリプレグの繊維方向を考慮することで, さらに優れた特性を得る事ができる。

プリプレグの成型方法として, オートクレーブ成形を行った。オートクレーブ成形とはプリプレグをモデルに張り込み, 加圧用のバッグを被せて装置の中に入れ, 高温高圧化で硬化させる成型方法である(図1)。高温下で成型することで, 吸引のみで成型する場合に比べ, より多くの樹脂をカーボン繊維から絞り出す事が可能になり, 結果として軽量な CFRP 製品が作製できる。

オートクレーブは炉内の温度を満遍なく均一に保ちつつ, 昇温・降温を調整できる事と, 炉内の圧力を自由に設定できる機能が求められる。オートクレーブは高価なため, 今回は義肢装具製作に最低限必要な機能のみを持たせたオートクレーブを自社で開発し, CFRP の成形をおこなった(図2)。



図1 プリプレグ成型



図2 オートクレーブ

【強度試験】

プリプレグを用いたオートクレーブ成形は, 成形時の温度・圧力条件によって物性値が大きく異なるため, 外見上樹脂が硬化していても, 実際には十分な性能が発揮出来ているとは限らない。そこで, 自社で作製したオートクレーブによって成形した CFRP について, 強度試験を実施し, プリプレグ製作メーカが

公表している成形品の物性値との比較をおこなった。

この結果, 曲げ・引張り試験ともメーカ公表の物性値と比べ, 妥当な数値を得る事ができており, 当社におけるオートクレーブ成形が上手く機能していると考えられる(表1)。

以上の結果を踏まえ, 実際の症例に対して CFRP 製装具を作成し良好な評価を得られたので紹介する。

表1 CFRP強度試験結果

CFRP曲げ試験結果(JIS/K7074に準ずる)		
	曲げ強さ	曲げ弾性率
自社(平均)	151	13100
メーカー特性値	130~200	9000~13000
CFRP引張り試験結果(JIS/K7165に準ずる)		
	引張強さ	引張弾性率
自社(平均)	290	14500
メーカー特性値	160~450	12000~15000

(kgf/mm²)

【装具製作事例】

・事例1

63歳 女性 ポリオによる右下肢麻痺

大腿・下腿・足部: CFRP, 膝継手: スイスロック, 足継手: PEEK を使用。装具を出来るだけベルトレスにするため大腿部ソケットを四辺形, ニーパットの代わりとして大腿骨遠位前面(膝上縁)を押さえるようにデザインした, シリンダータイプのソケットを製作。従来の装具約970g, CFRP-KAFO 約530g と約400g 軽量化。

・事例2

70歳 男性 ポリオによる右下肢麻痺

AFO (NYU型) を使用(補高靴併用)。装具破損経験が多く, ラミネーション支持部に補強として足板, 両側支柱を取り付けた装具を使用。今回, 軽量化を目的とし CFRP-AFO を製作。

仮合せ時強度不足によるねじれが生じたが, プリプレグ積層枚数と, 補強材使用することで実用強度となった。従来の装具約1400g, CFRP-AFO 約370g と約1000g の軽量化。



事例1



事例2

【まとめ】

プリプレグ用いたオートクレーブ成形によって, CFRP 装具の製作を行った。CFRP を用いることによって従来型の装具と比べ軽量化を図ることができた。特にそのすぐれた強度特性によって, 装具のデザインの自由度が広がった。

今後, 他の義肢装具製品に対しても CFRP を検討していく予定である。

バランス練習アシストを用いた外乱対処練習での動作習熟に伴う運動様式の変化

キーワード: バランス練習, 支援機器, 研究・開発

藤田保健衛生大学病院リハビリテーション部¹⁾, 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学I講座²⁾, 藤田保健衛生大学医療科学部リハビリテーション学科³⁾, トヨタ自動車株式会社パートナーロボット部⁴⁾

○川端 純平¹⁾, 伊藤 慎英¹⁾, 平野 哲²⁾, 田辺 茂雄³⁾, 才藤 栄一²⁾, 宮内 亨輔¹⁾, 伊藤 和樹¹⁾, 村上 涼⁴⁾

【はじめに】

従来のバランス練習では、片脚立位保持練習や不安定板上の立位保持練習などが行われている。しかし、練習の条件設定が限られており、患者にとって適切な難易度の課題を設定することが困難である。そこで我々は、トヨタ自動車が開発した立ち乗り型パーソナル移動支援ロボットを利用したバランス練習を考案し、コンピュータを含むシステム全体を“バランス練習アシスト”と命名した。バランス練習アシストでは、ロボットの操作によって画面上の人物を操作する複数のゲームを実施可能である。それぞれのゲームは多くの調整項目を有しており、難易度を細かく設定することが可能である。過去の報告においては、バランス練習アシストを用いた練習によって、継ぎ足歩行速度、Functional Reach Test などが改善することが報告されている。

しかし、これらバランス能力改善の機序解明には、動作習熟に伴う運動様式の変化について検討が必要と考えられるが、現在までに十分な検討は行われていない。本研究では、バランス練習アシストのゲームのひとつである外乱対処練習について、練習初期と習熟した時期でその動作および筋活動を計測し、運動様式の変化について検討を行った。

【対象】

対象は健常成人3名(23歳男性、22歳男性、23歳女性)とした。すべての被験者は、1回もしくは2回バランス練習アシストを経験したことはあるものの、研究開始時に動作の習熟は認められなかった。

【方法】

バランス練習アシストに用いたロボットは倒立振子制御を探している。ヒトが重心を前方に移動させると、タイヤを正転させて直立位に復帰させる。一方で後方に移動させると、タイヤを逆転させて復帰させる。外乱対処練習では、この制御に外乱の成分を付与することによって、ロボットを自律的に前後方向に傾ける。被験者には、その傾きに抗して逆方向に重心を移動し、出来るだけ初期位置に留まるよう指示した。使用した外乱はロボットの傾き角度を指定値とし、周期2秒、振幅4°の正弦波とした。1ゲームを1分間とし、5ゲーム連続して実施した。

評価項目は、ゲーム得点、ロボット移動距離、関節角度、筋

活動とした。ゲーム得点は、バランス練習アシストのゲームが算出する値を記録した。初期位置に近いところに留まるほど、高得点となるように設定されている。(360点が最高点)。ロボット移動距離は、1ゲームの開始から終了までロボットが移動した軌跡を記録し、総移動距離を算出した。関節角度は、三次元動作解析装置 KinemaTracer(キッセイコムテック株式会社製)を用いて算出した。右側の前腕遠位・肘頭・肩峰・大転子・膝関節裂隙・外果・第5中足骨頭にマーカを添付し、ゲーム中の軌跡をサンプリング周波数60Hzで計測した。その後、矢状面の肘関節、股関節、膝関節の屈曲・伸展角度と足関節の底屈・背屈角度を算出し、解析では外乱制御の29周期分を加算平均した値を用いた。筋活動は、マルチテレメーターシステム WEB5000(日本光電株式会社製)を用いてサンプリング周波数1.8kHzで計測した。表面電極は右側の大腿直筋、ハムストリングス、前脛骨筋、下腿三頭筋に間隔が約1cmとなるよう貼付した。全波整流後20ms毎に積分し、最大筋収縮(Maximum voluntary contraction:MVC)時の筋電位で正規化した(%MVC)。1ゲーム目を練習初期、5ゲーム目を習熟した時期とし、運動様式の変化について比較検討を行った。

【結果】

各被験者のゲーム得点は、255点から273点、264点から276点、241点から267点、移動距離は、8.5mから6.5m、8.3mから5.7m、5.9mから4.1mと、全ての被験者においてゲーム得点の増大と移動距離の減少を認めた。

関節角度は、肘関節の運動範囲拡大(それぞれ23.5°から53.7°、58.8°から78.0°、45.7°から46.9°)、股関節・膝関節・足関節の運動範囲縮小(股関節でそれぞれ21.0°から7.4°、11.2°から6.5°、6.6°から3.9°、膝関節でそれぞれ11.0°から3.7°、1.7°から1.4°、2.9°から2.3°、足関節でそれぞれ16.8°から10.5°、10.4°から9.4°、11.0°から10.0°)を認めた。

筋活動は、ハムストリングス・前脛骨筋・下腿三頭筋の活動量減少(ハムストリングスでそれぞれ3.2%MVCから1.3%MVC、3.1%MVCから1.4%MVC、0.7%MVCから0.6%MVC、前脛骨筋でそれぞれ10.6%MVCから7.5%MVC、3.7%MVCから2.3%MVC、1.6%MVCから1% MVC、下腿三頭筋でそれぞれ5.2%MVCから4.6%MVC、5.3%MVCから3.6%MVC、4%MVCから3.4%MVC)を認めた。一方で大腿直筋の活動量は2例で減少、1例で増大を認めた(それぞれ5.4%MVCから2.6%MVC、1.9%MVCから1.5%MVC、0.4%MVCから0.8%MVC)。大腿直筋の活動量が増大した症例では、外乱に対して膝関節を屈曲位で保持して対処する傾向を認めた。

【考察】

被験者全員で外乱対処の習熟を認め、相対的に Hip strategy から Ankle strategy の要素が強まった。今後は、さらに被験者数を増やし外乱に抗する際の戦略について明らかにし、バランス練習の効果を明確にしていきたい。

ロボット(WPAL: Wearable Power-Assist Locomotor)による対麻痺者の歩行再建～歩行獲得プログラムについて～

キーワード: 脊髄損傷, 支援機器ロボット, 研究・開発

藤田保健衛生大学病院リハビリテーション部¹⁾, 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座²⁾, 藤田保健衛生大学医療科学部リハビリテーション学科³⁾, アスカ株式会社開発本部⁴⁾, 東名プレース株式会社⁵⁾

○加藤 正樹¹⁾, 平野 哲²⁾, 田辺 茂雄³⁾, 中根 純一¹⁾, 山田 真由¹⁾, 松田 佳恵¹⁾, 武満 知彦⁴⁾, 宇野 秋人⁵⁾, 清水 康裕²⁾, 才藤 栄一²⁾

【はじめに】

脊髄損傷対麻痺者の歩行再建では一般的に装具(Primewalk や RGO など)療法が行われる。しかし、装具自体に力源を持たないため車椅子からの起立困難、自由度制限により歩行時のエネルギー効率が悪いなどの問題があり、実用レベルまでは到達できない症例が多い。そこで我々は完全対麻痺者に対する歩行補助ロボット(Wearable Power-Assist Locomotor: 以下 WPAL)を開発した。WPAL は左右の股関節、膝関節、足関節に6個の自由度と力源を有し、装具歩行に比べ低エネルギーで歩行可能であった。しかし、ロボットを使用したリハビリテーションに対する最適な訓練プログラムは確立していないのが現状である。また、リハビリテーションで用いられるすべての生活支援機器は、利用者がその使用方法に慣れることで初めて十分な能力を発揮できる。WPAL も同様に、ロボット操作の習熟や歩行への順応等において動作を学習することが実用化するためには重要となる。今回、WPAL を使用した歩行獲得プログラムを立案、検証したので報告する。

【対象と方法】

対象は9名の対麻痺者であり、内訳は男性8名、女性1名、年齢は30~59歳、日常生活では全例が車いすを使用している方とした。残存髄節レベルは第6胸髄3名、第9胸髄2名、第11胸髄2名、第12胸髄2名、ASIA A 8名 B 1名、受傷後期間は0.5~13年であった。方法は対象者全例に WPAL を作製、実証試験を実施し、9名中7名の歩行器歩行達成までの学習過程を分析し訓練プログラムを立案、残り2名にて立案したプログラムを用いて段階的訓練を実施、プログラムの検証を行った。

本研究の実施手順および内容はヘルシンキ宣言に則っており、倫理委員会の承諾を得た後に実験を開始した。対象者には、研究者が口頭及び説明書を使用して研究目的、方法、意義、危険性、利益や不利益、プライバシー管理につき説明の上、同意を得た後、同意書にサインをいただいた。

【結果】

9名中7名の対麻痺者の学習課程を検討し、歩行器歩行達

成までの過程を段階に分けて学習するプログラムを立案した。まず WPAL 歩行パターンに合わせた重心移動(左右)のリズムを学習するため、平行棒内にてその場での足踏み訓練を実施した。足踏みが介助なしにて可能となった後に前進歩行を実施、左右だけでなく前方への重心移動を調整することを学習した。次にトレッドミル訓練へ移行、同じリズムで左右に移動させ反復した振り出しの学習を行った。平地歩行に比べ上肢のコントロールの必要がないため難易度は低く、トレッドミル速度と WPAL の設定を調整しながらトレッドミル歩行訓練を継続した。その後、歩行器歩行へ移行、WPAL のリズムと対象者の重心移動を同期させながら直進、カーブ等の訓練を進め、歩行器と体幹の位置関係を一定に保つように注意し実施した。また、残り2名にて立案したプログラムを用い学習過程を検討した結果、平均6日間(足踏み訓練及平行棒内歩行2日、トレッドミル歩行訓練2日、歩行器歩行2日)の訓練で歩行器歩行監視レベルに到達した。また、適切な難易度の課題を設定するため、懸垂装置と連続歩行装置(トレッドミル)を設置した。懸垂装置は歩行時の安全を保障するものであり、電動で対象者の歩行に合わせて前後方向に移動するため、平行棒や歩行器を用いた歩行でも使用可能であった。トレッドミルは、WPAL 歩行に適した規格で新規に開発を行い、懸垂装置や計測機器との併用に配慮した形状とした。各段階の達成は検定者であるリハビリテーション医が判定し、その指標としては心拍数や連続歩行距離を用いた。また、歩行動作の経時的な変化を定量的に評価するため、三次元動作解析装置、表面筋電図等を用いて歩行評価を行ない、WPAL の設定を調整することが必要であった。

【考察】

今回9名の対象者に実証試験を行い WPAL 歩行学習過程の分析、訓練プログラム立案、検証した。その結果、WPAL による対麻痺者歩行獲得には段階的に WPAL の動きを理解し、適切な課題難易度を設定しながら学習することにより WPAL の能力を十分発揮した低エネルギー歩行が可能になることが分かった。また、心拍数や動作解析の結果を用いながら訓練を実施することにより客観的に学習段階の判定を行うことが可能であった。歩行獲得プログラムの構築は、WPAL を普及させるために必要な課題であり、今後も実証試験を継続しながら実用化を目指し、歩行再建システムを構築していく。

【参考文献】

- Shigeo Tanabe, Eiichi Saitoh : Design of the WPAL for paraplegic gait reconstruction. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology Early Online: 1~8, 2012
- 鈴木亨, 才藤栄一他: 対麻痺者の歩行装具. JOURNAL OF CLINICAL REHABILITATION 19(2): 104-108, 2010.
- Yasuhiro SHIMIZU, Eiichi SAITO: A Preliminary Report about a new Robot WPAL for Paraplegic Gait Reconstruction: The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine 46(8): 527-533, 2009.

ロボットスーツ HAL による不全脊髄損傷患者の段差訓練の即時効果について
—3次元動作解析装置を用いた分析—

キーワード: 支援機器ロボット, 3次元動作解析装置, 表面筋電計

農協共済中伊豆リハビリテーションセンター¹⁾, 昭和大学保健医療学部²⁾

○内原 さなえ¹⁾, 加茂野 有徳²⁾, 紅野 利幸¹⁾

【はじめに】

当センターでは、H23年度よりロボットスーツ Hybrid Assistive Limb 福祉用(以下、HAL)を導入している。近年、リハビリテーションロボットは臨床に応用され始めしており、歩行訓練の場面で大きな手助けとなる事が期待されている。今回、不全脊髄損傷患者において HAL による歩行・段差訓練の前後で昇段動作の即時効果がみられた。HAL による訓練前(以下、訓練前)は昇段困難であるが、HAL による訓練後(以下、訓練後)は昇段が可能となった身体因子について検証した。

【対象と方法】

対象は不全脊髄損傷患者1名。(受傷より約1年経過。MRI/CT 上は異常所見なし。下肢 MMT 左右3-, 著明な ROM 制限なし。感覚障害なし。)とした。計測機器は床反力計(AMTI 社製), 3次元動作解析装置 VICON NEXUS (VICON 社製), 表面筋電計(4assist 社製)を使用した。計測は訓練前後に同日中に実施した。訓練は HAL を装着し平地歩行・階段昇降を各15 分行い、主に股関節・膝関節の屈曲をアシストするよう設定した。昇段動作は右下肢から振り出すよう指示し、高さ16cm の昇段動作を計測した。マーカーは身体に32点貼付し、筋電計は出し脚である右下肢と、支持脚である左下肢の各8筋(大殿筋・中殿筋・大腿直筋・内側広筋・外側広筋・大腿二頭筋・前脛骨筋・腓腹筋)に貼付した。出し脚の足底が段上に接地することをもって昇段完了とし、訓練前は昇段動作10回、訓練後は昇段完了動作が10回に達するまで計測した。

電極の貼付位置は SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-InvasiveAssessment of Muscles) project の推奨する方法により決定した。筋電図はバンドパスフィルター(通過帯域50-350Hz)を適用することであらかじめノイズを除去した。データ解析は、筋電は RMS(二乗平均平方根) 値の% MVC を算出し、VICON と筋電のデータは各5-6試行の右足部の離地から段上接地または段側面接地を同期加算平均にて処理した。昇段動作は、右の離地から段上接地または段側面接地までを1周期(%周期)と定義した。なお、本研究はヘルシンキ宣言に基づき倫理的な配慮を行い、口頭及び紙面にて十分に説明し同意を得た。

【結果と考察】

16cm 段の昇段動作は、訓練前の計測では昇段完了動作は0/10回であったが、訓練後は10/11回であった。出し脚の変化として、訓練後は膝屈曲角度の増加がみられた(図1)。筋電図から、膝屈曲筋である大腿二頭筋の RMS 値の% MVC が増加し(図2)、膝関節伸展筋である外側広筋・内側広筋・大腿直筋の RMS 値の% MVC は減少していた。膝屈曲角度が増加した理由として、HAL を使用し膝関節の屈曲をアシストした訓練を行ったことにより、1周期において外側広筋・内側広筋・大腿直筋の過剰な筋活動が抑制された事が一因子として考えられる。膝関節屈曲のアシストにより膝伸展筋群の過剰な筋活動が抑制され、膝屈曲筋の活動が促進される運動パターンを再学習し、膝関節の屈曲角度の増大が行ったと推察した。

また、股関節屈曲角度においても HAL 前後で角度増加がみられたが、股関節屈曲筋である大腿直筋の% MVC の増加はみられなかった。これは表面筋のみの計測のため確認できなかつたが、膝関節同様に股関節屈曲アシストにより股関節屈曲パターンを再学習し股関節屈筋群である大腰筋・腸骨筋の筋活動の増加が起つた可能性が考えられる。

これらは訓練後にみられた現象である。被検者は「HAL を外した後も半日くらい足を出しやすい」と述べている。このことは、訓練後も HAL の効果が継続しているものと考えた。今後は、HAL の訓練効果を長期化させる為の方法を検討していきたい。

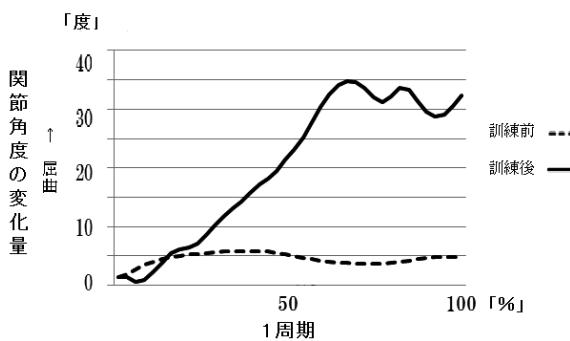


図 1 出し脚 膝関節屈伸 角度変化

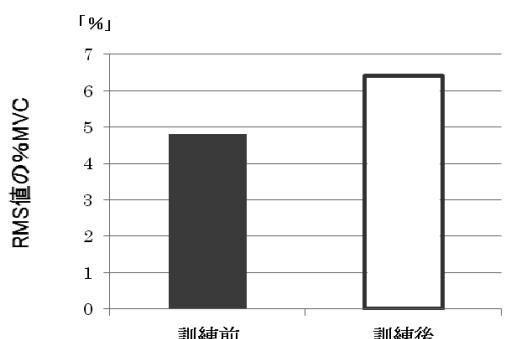


図 2 出し脚 大腿二頭筋 RMS 値の%MVC

ロボットスーツ HAL を用いた歩行訓練の効果についての検討

キーワード: 支援機器ロボット, 歩行訓練, 質問紙調査

筑波大学サイバニクス研究コア¹⁾, 筑波大学システム情報系²⁾, 筑波大学大学院人間総合科学研究科³⁾, 筑波大学医学医療系⁴⁾, 筑波大学附属病院リハビリテーション部⁵⁾, キッコーマン総合病院整形外科⁶⁾

○有安 謙平¹⁾, 上林 清孝²⁾, 久保田 茂希³⁾, 河本 浩明²⁾, 中田 由夫⁴⁾, 江口 清⁴⁾⁵⁾, 山海 嘉之¹⁾²⁾, 落合 直之⁶⁾

【はじめに】

2010年1月より「運動器不安定症患者およびその基礎疾患有する患者に対する Hybrid Assistive Limb (HAL) 裝着による運動機能改善効果の探索的研究」(UMIN000002969, 責任医師:江口清)を実施している。本研究では HAL のリハビリテーション適応に向けた実行可能性と効果の検証の一つとして、質問紙を用いた動作感覺の評価と考察を行った。

【対象と方法】

対象患者は筑波大学附属病院の外来患者及び、地域情報紙での募集に対し応募してきた者であった。参加希望者を医師による診察で判断し登録した。なお、本研究は筑波大学附属病院倫理委員会の承認を得て、患者同意のもと実施した。登録された38名の内、16回の訓練プログラムの全行程を完遂した者は32名であった。そのうち、2名は高次脳機能障害により質問紙による調査は不適格であったため除外し、30名(年齢 54.0 ± 17.3 歳, 19~81歳; 男性19名, 女性11名)について解析を行った。訓練プログラムは HAL 裝着下での歩行訓練を中心として、準備、休憩を含めて1回1時間程度の運動を、週2回の頻度を基本として計16回実施した。HAL 裝着下の歩行訓練を実施した直後に、以下の質問内容で、HAL 裝着時の歩行感覺を visual analogue scale (VAS) で評価した。補助された感覺を一軸で聴取する目的で(質問1) HAL を装着しての歩きはどうですか? 0: 歩きにくい~10: 歩きやすい。補助・抵抗感を踏まえ、その影響が「楽」であったか、「辛い」であったか聴取する目的で(質問2) 楽に歩く事が出来ましたか? 0: 辛くなかった~10: 楽になった。な p, いずれの質問についても、普段と同じ程度であれば VAS の中間点を指すよう説明した。統計解析は SPSS Ver. 20を用い、反復測定の分散分析と Bonferroni 法による多重比較検定をおこなった。すべての検定における有意水準は $p < 0.05$ とした。

【結果】

動作感覺の経時的变化について、質問1に関して有意性は認められず($p=0.85$)、質問2に関しては有意性が認められた($p < .05$)。多重比較の結果、質問2については歩行訓練実施2回目と比べて、5, 10, 12, 13, 14回目で有意に高値を示した。

質問1においても統計学的有意差は認めなかったものの、質問2と同様に歩行訓練実施から3回目以降で高値を示した。

【考察】

ロボットスーツ HAL を用いた歩行訓練は3回以上の訓練実施後に動作感覺が良好に変化する可能性が示唆された。我々の報告してきたロボットスーツ HAL の装着における訓練効果の検討¹⁾²⁾では、歩行機能、バランス機能などの身体機能に改善効果がみられている。今後、身体機能変化と HAL の動作感覺変化の関連についての検討が必要であると考える。また、今回使用した質問紙は反応バイアスによる影響や寛大効果などの影響を受けている可能性が考えられ、より精度の高い質問紙による調査が今後の検討課題である。

【謝辞】

本研究は、最先端研究開発支援プログラムの支援により行われた。

【参考文献】

- 1) 江口清ほか. 下肢機能障害に対するロボットスーツ HAL の動作支援効果. 第49回日本リハ医学会. 福岡, 2012.5.31.-6.2.
- 2) 有安諒平ほか. 脊髄損傷不全麻痺患者に対するロボットスーツ HAL を用いたリハビリテーションの試み. 第33回リハコメ学会. 山梨, 2011.10.8.

上肢麻痺機能改善への新しいアプローチ —汎用機能式筋肉電気刺激装置 (NESS H200[®])の使用経験—

キーワード: 機能的電気刺激, 隨意性改善, 浮腫

静岡厚生病院リハビリテーション科

○佐藤 恒子, 鈴木 美保

【はじめに】

NESS システム (Bioness Inc., Valencia, CA, USA) は装具型の表面電極刺激装置であり、脳卒中や脊髄損傷などの中枢神経障害による運動麻痺を対象として、自宅で簡便に装着して治療的電気刺激 (TES) および機能的電気刺激 (FES) を行うことができる。当院では、輸入元であるフランスベッド株式会社との共同研究にて上肢用の H200 ハンド・リハビリテーション・システム (NESS H200[®]) と下肢用の L300 フットドロップシステム (NESS L300TM) を用いて、使用を希望する入院・外来患者を抽出し、処方、フィッティング、リハビリを実施している。2012年4月より現在までの使用者は NESS H200[®] は9例、NESS L300TM は2例となっている。

今回我々は、NESS H200[®] を使用した者の上肢機能および浮腫・痙攣性・関節可動域などについて、評価表および使用満足度に関するアンケートを作成したので紹介する。また作成した評価表と動画撮影を用いて4週ごとに評価を行った NESS H200[®] の使用経験を報告する。

【対象と方法】

対象は当院回復期病棟入院中の患者および退院後の外来患者で、上下肢に麻痺がある脳梗塞による片麻痺8名、脊髄損傷による四肢麻痺1名。通常のリハビリに加えて NESS H200[®] による電気刺激を1回20分以上1日2回、患肢の指伸筋、短母指伸筋及び長母指伸筋、母指球筋肉群、浅指屈筋、長母指屈筋に対し、患者ごとに設定した訓練モードで毎日行った。4週毎に手関節・手指周径、関節可動域、筋力(握力、ピンチ力)、脳卒中上肢機能検査(STEFF)、modified Ashworth scale (MAS)、Fugl-Meyer Assessment (FMA)、SIAS(脳卒中機能評価表)、Brunnstrom stage (BRS) を評価した。手関節・手指の動作の動画撮影も行った。また、4週毎に NESS H200[®] 使用に関する17項目からなるアンケートを行い、満足度を調査した。

【結果】

全例とも使用期間は3ヶ月以内であった。他動的関節可動域は維持もしくは10°～40°改善した。浮腫が見られたのは9例中6例で、うち5例で手関節および手指の周径の減少がみられ、感覚も改善が得られた。筋力、STEFF では平均25点、FMA では平均12点の改善、MAS は維持もしくは grade1 の改善が見られた。評価項目が多く、片肢の評価だけで全体で30分程度かかった。

アンケート結果では、NESS H200[®] 使用による効果への期待

は、当初半信半疑であったものの使用満足度は普通～よいという結果であった。レンタル料金については2名が高すぎると回答していたが、トラブルはほとんどなく安心して利用できると答えている。

【症例】

60代男性 右前頭葉脳梗塞 左片麻痺

発症1ヶ月後に当院回復期病棟に転院し、発症2ヶ月後に退院し週2回の通院リハビリに加えて自宅での NESS H200[®] 使用を行った。NESS H200[®] 使用開始時には、手指の集団屈伸がわずかにできるものの手関節の背屈運動および手指の対立運動は不可能であった。関節可動域制限および浮腫はなかった。感覚障害はなく、患側上肢および手指にしびれを認めた。使用期間は4週間。患側握力は0kg→9.7kg、ピンチ力(2指つまみ)0.5kg→3.0kg、STEFF 8→49点、MAS は 前 腕 回 内 で grade1→grade0、FMA は 85→91点、SIAS は 上肢近位3→4、遠位1A→2、BRS 上肢5→5 手指2→5と改善が見られた。FMA では、特に手関節および手指動作での0～2点の改善が見られており、紙や鉛筆をつまんだり、箇にぎり動作が可能となった。動画撮影の分析では、自動屈曲時の中指指尖-舟状骨距離は開始時13.0cm→7.9cmと改善していた。また、巧緻動作時の肩甲帶での代償は徐々に軽減されており、自主訓練としての NESS H200[®] 使用による代償動作の悪化は見られなかった。

NESS H200[®] 終了後6週間の時点では、終了時と比べて随意性に変化は見られなかった。

【考察】

いずれの症例も退院時より上肢機能の改善を認め、浮腫や関節可動域制限の軽減がみられ、患者の満足度も高かった。

特に FMA は各項目が点数化されており使用前後の機能変化の比較がしやすい利点があるが、評価項目が多く測定に時間がかかる。動画は、撮影条件の一定化が難しいものの短時間の自動運動の撮影により各関節の動きを記録することができ、患者へのフィードバックに利用できるという利点がある。今後はさらに効率の良い評価項目の検討と動画撮影方法の検討を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 松永俊樹、島田洋一他 : NESS システム. J. Clin. Rehabil. 21(6). 560-564, 2012.
- 2) Alon G, Levitt AF et al : Functional Electrical Stimulation Enhancement of Upper Extremity Functional Recovery During Stroke Rehabilitation : A Pilot Study. Neurorehabil Neural Repair. 21(3). 207-215, 2007.
- 3) Ring H, Rosenthal N : Controlled Study of Neuroprosthetic Functional Electrical Stimulation in Sub-Acute Post-Stroke Rehabilitation. J Rehabil Med 37. 32-36, 2005.
- 4) Stephen J. Page, Stacy M. Harnish et al: Affected Arm Use and Cortical Change in Stroke Patients Exhibiting Minimal Hand Movement. Neurorehabil Neural Repair. 24(2). 195-203, 2010.

装具型機能的電気刺激装置(NESS H200TM)を使用した右片麻痺患者一例についての報告

キーワード: 支援機器ロボット, 脳血管障害

蒲郡厚生館病院リハビリテーション部

○渡邊 恵梨, 中丸 宗彦

【はじめに】

装具型機能的電気刺激装置(NESS)は脳卒中および脊髄損傷による片麻痺または四肢麻痺に対する手指機能再建を目的とした支援機器である。今回、この装置を使用して右片麻痺患者の手指機能向上を行ったので報告する。

【対象と方法】

症例は脳梗塞(左内包後脚中心部10.42mm)を発症した55歳男性。仕事中右上肢の脱力感、呂律不全にて急性期病院に搬送され入院。発症後28日目に当院の回復期病棟に入院した。入院時 Brunnstrom recovery stage(BRS)は上肢VI・手指Vであり、簡易上肢機能検査(STEF)は53点であった。上肢は動作時に筋緊張亢進しやすく、手指は屈筋群痙攣性の影響により完全伸展困難であった。食事は右手でスプーンを使用し摂取、書字は柄を太くした鉛筆を右手で使用し数文字書字可能であった。発症34日目より通常の上肢機能訓練と併用しNESSを使用した治療的電気刺激(TES)を開始した。エクササイズモードによる手指屈伸運動を毎日7分2セット施行した。本症例は発症66日目に退院したが、翌日より週5回の外来リハビリにてTES継続した。評価はTES開始前、後と隔週毎に行い、麻痺機能(BRS)、握力、ピンチ力、STEF、ADL(右上肢使用度)、ビデオ動画評価の項目より効果判定を行なった。なお、本研究は当院倫理委員会の承認を得ており、症例に対し研究の趣旨を説明し、同意を得た。

【結果】

NESS実施直後、「右手が動かしやすい」「軽くなった」との発言がみられた。発症42日目で手指屈筋群の痙攣性改善を認めBRS手指VI、STEF83点。発症54日目に箸使用可能、発症61日目に車の運転を開始。発症88日目にSTEF98点となり、発症94日目に仕事復帰。業務内容はパソコン入力、書字、電卓など事務中心。

【考察】

NESSの使用により、手指伸筋群の筋収縮が促通され、屈筋群の過剰な筋収縮を抑制し、協調的な筋活動が可能となったと考えられる²⁾。また発症後1ヶ月時にstage Vである場合、stage VIIに達するまで約3ヵ月を要するが⁴⁾、NESSの使用により感覺運動野に集中して脳賦活が生じ¹⁾、早期に機能改善を認めたと考えられる。一般的に内包後脚障害は予後不良とされ、内包後脚中心部では中等度の障害が残存し、梗塞が10~15mmの場合には改善不良となる例が半数とされている³⁾。本症例に関して

も、障害が残存し改善不良となる可能性も考えられたが、NESSの導入により改善が促進されたと考えられる。

【参考文献】

- 1) 松永俊樹、島田洋一他: NESS システム. JOURNAL OF CLINICAL REHABILITATION 21(6). 560-564, 2012
- 2) 笠島悠子、藤原俊之他: 慢性期片麻痺患者の上肢機能に対する随意運動介助型電気刺激と手関節固定装具併用療法の試み. リハビリテーション医学会誌43(6). 353-357, 2006
- 3) 荒木五郎、水上公宏他: CT 所見よりみた脳卒中片麻痺、失語症の予後. リハビリテーション医学16(2). 107-114, 1979
- 4) 近藤克則、大井通正: 脳卒中リハビリテーションー早期リハからケアマネジメントまでー. 医歯薬出版株式会社. 112-115, 2002

NESS H200ハンド・リハビリテーション・システムによる脳卒中上肢リハビリ効果

キーワード: 脳血管障害, 研究・開発, その他装具

秋田大学大学院医学系研究科医学専攻機能展開医学系整形外科学講座¹⁾, 秋田大学医学部付属病院リハビリテーション科²⁾

○柴田 暢介¹⁾, 島田 洋一¹⁾, 松永 俊樹²⁾, 佐々木 香奈¹⁾, 工藤 大輔¹⁾, 奥寺 良弥¹⁾, 佐藤 峰善²⁾, 千田 聰明²⁾, 島山 和利²⁾, 渡邊 基起²⁾

【はじめに】

装具型表面電極刺激装置(NESS H200 ハンド・リハビリテーション・システム)は、脊髄損傷や脳卒中などのリハビリなどによる上肢運動障害に対し、表面電極により電気刺激をすることでの手の関節可動域及び手機能の維持・回復を目的とするものである。脳卒中発症後早期よりこの機器を用い、その効果を検討したので報告する。

【対象と方法】

対象は、脳卒中による上肢運動機能障害例で発症後1ヵ月以内とした。調査期間は2010年1月から2011年6月で該当症例は12例(男性9例、女性3例)、平均年齢は68歳だった。原因疾患は、全例脳梗塞であった。発症・術後から治療開始までの期間は平均8日だった。

リハビリは、NESS H200による治療的電気刺激としてエクササイズモードによる手指屈曲進展パターンの刺激を被験者が可能な刺激強度で10-20分行い、上肢機能回復訓練も併せて基本的に週5日継続実施した。

評価はFugl-Meyer Assessment(FMA)の上肢運動機能項目を治療開始時と三ヶ月経過時点、または回復終了された場合は終了時点で評価し、比較した。

【結果】

運動機能は、上肢運動FMAで開始時平均19点が終了時平均38点となり有意に改善していた。12例中5例で症状改善により3ヵ月以内で治療終了となっていた。治療中に重篤な合併症などは認めなかった。

【考察】

NESS H200 ハンド・リハビリテーション・システムによる脳卒中上肢治療効果に関し、Bernerら¹⁾は脳卒中急性期治療効果を途中で3週間の中止を置いて手関節背屈およびBox and Blocks試験で検討し、中断期間中より電気刺激期間中により改善すると報告し、本システムの有用性を述べている。

Alonら²⁾は、本システムによる脳卒中片麻痺上肢障害急性期治療効果をコントロール群と比較し、治療開始後12週で上肢Fugl-Meyerスコアが有意に改善したと報告している。われわれの結果でも、脳疾患において本システムの効果が期待できるもの

だった。急性期例の検討であるため、自然経過による改善の影響を検討するために、今後はコントロール群を設定して症例数を増やし、NESS H200 ハンド・リハビリテーション・システムの効果を明らかにしていきたい。

【まとめ】

急性期脳疾患上肢運動障害に対するNESS H200 ハンド・リハビリテーション・システムによる治療は機能障害の改善に有用である。

【参考文献】

- 1) Berner Y et al. The effect of electrical stimulation treatment on the functional rehabilitation of acute geriatric patients with stroke – a preliminary study. Archives of Gerontology and Geriatrics 2004; 39:125-32.
- 2) Alon G, Levitt AF, McCarthy PA. Functional electrical stimulation enhancement of upper extremity functional recovery during stroke rehabilitation: a pilot study. Neurorehabilitation and Neural Repair. 2007; 21(3): 207-215.

機能的電気刺激装置(NESS H200)により上肢機能改善を認めた不全頸髄損傷患者の1例

キーワード: 上肢装具, 機能的電気刺激, 頸髄損傷

藤田保健衛生大学病院リハビリテーション部¹⁾, 藤田保健衛生大学坂文種報徳會病院リハビリテーション部²⁾, 藤田保健衛生大学医療科学部リハビリテーション学科³⁾, 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学I講座⁴⁾

○橋爪 美春¹⁾, 和田 典子¹⁾, 首藤 智一²⁾, 山田 将之³⁾, 石原 健⁴⁾, 加賀谷 斎⁴⁾, 才藤 栄一⁴⁾

【はじめに】

当院では、上肢機能障害を呈した外来患者に対し装具型表面電極刺激装置である NESS H200 (BIONESS Inc., Valencia, CA, USA) を導入し、電気刺激が自宅で実施できるよう、機器調整、指導を行っている。NESS H200は、プラスチック製の前腕装具の中にパッド型の表面電極が組み込まれており、初回に電極位置、刺激量の設定をすれば、その後は装具をはめるのみで治療を行うことができ、簡便に電気治療ができる装置である。今回、外来の不全頸髄損傷患者に対して本装置による電気刺激を行った結果、上肢機能およびADLの向上を認めたため報告する。

【症例】

50歳代の男性。2008年に交通事故にて頸髄損傷、四肢麻痺を呈した。併存症として、腎不全があり、週3回人工透析を行っている。リハビリテーションは、当院以外で訪問リハを週3回受けている。機能面は、ASIA motor C8, sensory C8, Frankel の分類C, Zancolli の分類 C8 IV B. FIM運動項目22点、認知項目35点。ADLは、食事はスプーンを用いて自立。移動は、電動車椅子を使用し右上肢にてハンドル操作を行っており、その他のADLは全介助である。手指は、左右共にMP関節伸展拘縮、PIP関節とDIP関節は屈曲位を呈しており、鷲手変形をきたしていた。本人のニードは、「手の機能が良くなつて欲しい」、特に「手指(MP関節)が曲がるようになって欲しい」であった。当院での外来は、リハビリテーションは実施せず、医師の診察時にOTが評価と機器調整、自主トレーニングの指導を行った。

【評価】

評価は、機器導入開始日(以下開始日)、開始日より2週後、4週後、9週後に実施した。評価項目は、Modified Ashworth Scale(以下MAS), ASIA, 中指-指尖距離, KnemaTracer(キッセイコムテック社)を使用し、手指の集団屈曲・伸展運動の3次元動作解析を行った。

【治療】

電気治療は、左前腕部にシャントがあるため、右上肢のみに施行した。刺激は、長母指屈筋、指伸筋、浅指屈筋、母指球筋群、母指伸筋群に行い、治療モードは、手指伸筋と屈筋を周

期的に交互に刺激する設定(EXERCISE モード)を使用した。治療は、開始日から9週後の評価日までの61日間のうち、37日電気刺激治療を実施した。治療時間は、1日につき約20分間行った。

【結果】

MAS, ASIAは、変化は見られなかった。MMTは、2週後に右上腕二頭筋が3→4へ向上し、4週後、9週後も維持された。中指指尖-舟状骨間距離において、他動屈曲は開始時8.5cm、2週後6.0cm、4週後7.5cm、9週後6.5cmと変化を認め、他動伸展は、開始時17.0cm、2週後16.0cm、4週後15.6cm、9週後16.7cmと2週後、4週後で数値の低下を認めたが、9週後には開始時と同程度となった。三次元動作解析では、手指の全指屈曲・伸展運動を連続して3施行実施した。その結果、目視では開始時から4週後までは、手指運動時の2施行目以降が、手指筋の痙攣の影響から反復して運動を行うことが困難であったが、9週後は痙攣の影響なく、3施行共に同様の手指運動を遂行することが可能となった。解析結果より、手指屈曲・伸展の3施行の総移動距離(全指合計)は、開始時は89.21cm、9週後は155.37cmと手指移動距離の向上を認めた。また3施行の屈曲移動距離(手指最大伸展位から最大屈曲位までの移動距離)の合計を開始時と9週後で比較すると、母指12.94cm、示指5.38cm、中指4.96cm、環指5.10cm、小指2.99cmと全指共に開始時よりも距離が向上し、特に母指、示指の向上が大きかった。同様に伸展移動距離(手指最大屈曲位から最大伸展位までの移動距離)は、母指12.94cm、示指7.87cm、中指4.75cm、環指4.66cm、小指3.04cmと全指共に移動距離の向上を認め、屈曲と同様に母指、示指の向上が大きかった。ADLは、FIMに変化は見られなかったが、開始時には、電動車椅子のハンドルを右前腕回内外中間位で実施していたものが、2週後には前腕回内位で手指MP関節を屈曲させて、ハンドルに手指を引っ掛けるようにして操作することが可能となり、操作が容易になったという意見が聞かれるようになった。また9週後には、「腕が軽くなった」「顔を払いやすくなった」との意見が聞かれた。

【考察】

機器導入前に、関節拘縮、残存筋力の低下が生じており、電気刺激を導入したことで、残存筋の筋力増強と、関節運動の反復による関節拘縮の改善が得られたと考えられる。また手指伸筋の随意性の向上、相反抑制の影響により痙攣が抑制され、連続した手指屈伸運動が可能となり、ADL動作の改善につながったと考えられる。今回、上肢機能向上、ADLの向上を認め、NESS H200の慢性期患者への適応、自主トレーニングとして自宅で使用することの有用性が示唆された。今後も継続した経過観察と、症例数を増やし、外来患者のNESS H200の適応について検討ていきたい。

三次元トレッドミル歩行分析を用いた機能的電気刺激装置(NESS L300)の使用効果の検討

キーワード: 機能的電気刺激、歩行分析、脳卒中片麻痺

藤田保健衛生大学病院リハビリテーション部¹⁾、藤田保健衛生大学医学部 リハビリテーション医学 I 講座²⁾

○宇佐見 和也¹⁾、石原 健²⁾、加賀谷 斎²⁾、水谷 公司¹⁾、
安藤 優¹⁾、才藤 栄一²⁾

【はじめに】

機能的電気刺激装置(NESS L300)は、脳卒中や不全脊髄損傷・その他の上位運動ニューロン障害後に下垂足となった患者の足関節背屈運動を代償し歩行改善を促す装置である。NESS L300の使用効果に関する先行研究では、下垂足を呈する慢性期脳卒中片麻痺患者の歩行速度の向上やストライド時間のばらつきの減少が報告されている¹⁾。しかし、使用前後の歩行パターンの変化について検討しているものはない。

我々はこれまで、臨床場面で用いる客観的な歩行分析法としてトレッドミルを用いた三次元歩行分析を開発し、定量的に歩行を評価してきた。トレッドミル歩行では同一空間内の周期運動という特性からリサーチュ図形を描くことができ、視診による異常歩行パターンに対応したリサーチュ図形を評価指標として用いている²⁾。

今回は下垂足を呈する脳卒中片麻痺患者に対し NESS L300を使用し、歩行パターンにどのような変化を示すのかを三次元トレッドミル歩行分析を用いて検討したので報告する。

【対象と方法】

対象は当院に入院及び外来通院しており、杖や短下肢装具を用いて歩行が屋内監視レベルの脳卒中片麻痺患者7例(右半球病変4例、左半球病変3例)とした。

NESS L300は周波数20-45Hz、パルス幅100-300μs、パルス振幅0-80mAを用いた低周波電気刺激装置である。RF Stimユニット付きFSカフ(図1)を対象の麻痺側下腿部に装着し(図2)、歩行センサーを麻痺側踵部に挿入して、麻痺側遊脚期の総腓骨神経に刺激を行った。



図1:RF Stimユニット付きFSカフと歩行センサー

NESS L300の刺激は、予め平地歩行にて対象者と検者の協議の上で最適化し、刺激ありと刺激なしのトレッドミル歩行を比較した(図3)。計測時のトレッドミル速度は、靴のみを使用した平地快適歩行速度とした。



図2:装着時



図3:計測風景

計測機器は ADAL3D トレッドミル(Tecmachine 社製)と三次元動作解析装置 KinemaTracer®(キッセイコムテック株式会社製)を用いた。カラーマーカの両側肩峰・股関節・膝関節・外果・第5中足骨頭に貼付し、20秒間のトレッドミル歩行をサンプリング周波数60Hzにて計測した。検討は、麻痺側足関節角度、時間・距離因子、各マーカの前額面、矢状面、水平面におけるリサーチュ図形について行った。統計には対応のあるt検定を用い、有意水準5%とした。

本研究は藤田保健衛生大学疫学・臨床研究倫理委員会の承認を得て、被験者には研究内容を十分に説明し同意を得て行った。

【結果と考察】

麻痺側足関節角度は、遊脚期の最大背屈角度と初期接地時の背屈角度において有意に増加した。時間・距離因子では、ストライド長が有意に増加し、歩行率が有意に減少した。これらの結果は、NESS L300の刺激により麻痺側遊脚期の下垂足が改善されたことで麻痺側下肢の振り出しとクリアランスが良好となり、ストライド長が増加し歩行率は減少したと考えた。そして、7例のうち5例において麻痺側第5中足骨頭マーカの矢状面リサーチュ図形が麻痺側遊脚期に前上方に膨らみの大きい形状となり、視覚的にも前足部の拳上を確認することができた。

今回 NESS L300を使用した歩行を三次元トレッドミル歩行分析にて評価したことで、足関節角度変化やストライドへの影響を明確にし、かつ、リサーチュ図形により異常歩行パターンの変化を直感的に理解し易く捉えることができた。NESS L300の効果判定に三次元トレッドミル歩行分析は有用であることが分かった。

今後は、NESS L300による即時効果について、症例数を増やし、歩行パターンの変化をより詳細に分析していくと共に、NESS L300を訓練場面で長期的に使用し、TESとしての治療効果について検討を行っていきたい。

【参考文献】

- Hausdorff et al : Effects of a New Radio Frequency-Controlled Neuroprostheses on Gait Symmetry and Rhythmicity in Patients with Chronic Hemiparesis. Am J Phys Med Rehabil 87: 4-13, 2008.
- 大塚圭・他:トレッドミル歩行分析 -リサーチュ図形を用いた新しい三次元動作解析法-. 臨床脳波 48: 541-546, 2006.

義足ソケット適合評価法の開発検討

キーワード: 義足, ソケット内圧, 適合評価

埼玉県立大学¹⁾, 石倉義肢製作所²⁾, 東京医科歯科大学³⁾, 帝京科学大学⁴⁾, JR 東京総合病院⁵⁾, 埼玉医科大学⁶⁾

○原 和彦¹⁾, 石倉 祐二²⁾, 岡安 健³⁾, 豊田 輝⁴⁾, 小川 英臣³⁾, 小川 直子²⁾, 藤倉 雅²⁾, 寺村 誠治⁵⁾, 宮城 新吾⁵⁾, 井上 和久¹⁾, 高倉 保幸⁶⁾, 野本 彰³⁾, 森田 定雄³⁾

【はじめに】

ソケット適合支援に対する切断者ニーズは高く、義足ユーザーの生涯に渡る介入支援として、そのサービスの質向上は切断者のQOLを高めることにつながる。しかしその適合支援技術は未だ経験と勘に負うところが多く、生体力学的情報に基づいた適合評価が少ないのが現状である¹⁾。そこで本研究はソケット内圧計測からソケットのより良い適合状況について、特に近年の圧均等化の理論に基づくTSB ソケット, IRC ソケットの内圧を計測して、その圧力値からソケット適合状況を評価する試みを行ったので報告する。

【対象と方法】

被験者は健康状態がよく日常生活は自立してソケットの痛みなどの義足適合に支障のない下腿切断者3名(両側切断1名男性、右切断男女各1名)、大腿切断者3名(両側切断女性1名、右切断女性1名、左切断男性1名)、平均年齢61.5歳であった。

ソケット内圧計測システムにはニッタ社製 F-Scan, センサタイプ SOCKET を2枚使用して同時計測した。1枚のセンサシートは横9列×縦16個で144個のセンサを持つ。センサ9列を短冊上に切れ目を入れて、シリコンライナー外面に配布し、ラップにて固定して、ライナーとハードソケットとの間の圧力を計測した(図1)。計測条件は静的立位(対体重50%荷重)と片脚荷重(対体重90%荷重)、荷重歩行の3条件で、サンプリング周波数は100HzでPC内に取り込んだ。内圧値はソケット上端、中間、下端のそれぞれ内側、中間、外側部となる計9箇所×2面(前壁、後壁)の計測点を比較した。また、協力切断者には研究の倫理的配慮に関する事前の説明を十分行って書面同意を得た。

【結果と考察】

静的立位、片脚荷重、歩行動作での各計測点の瞬間最大値と平均圧力値を算出した。さらにソケット前壁、後壁の瞬間最大値と平均圧力値を算出して比較した(表1)。その結果、下腿義足のソケット内圧が大腿義足に比べて大きい傾向を示していた。このことは大腿義足ソケットの接触面積は下腿義足ソケットに比べて大きく、単位当たりの荷重圧が減少する圧力分散化の結果を示していた。

圧力値100kPaは単位あたりの荷重で1.01972kgf/cm²、水銀柱圧で750.062mmHgに換算される。下腿切断で100.4kPaの瞬間最大内圧を示していたが、平均内圧は45.4kPaであり、

片脚立位時での内圧が最も大となっていた。

瞬間最大内圧の値からみたソケット適合を示す値としては下腿切断者で100kPa以内、平均内圧ではおよそ50kPa以内、大腿切断者で、瞬間最大内圧50kPa以内、平均内圧はおよそ50kPa以内で適合状態を得ていると予想された。

また、大腿切断、下腿切断ともにソケット上端部では内側、下端部では外側のソケット内圧が大きかった。このことはソケット内転位で生じる圧力特性であり、また断端外転運動を伴う前額面上の姿勢制御機構の結果を表していると考えられた。

切断者の日常生活活動の中で、ソケット装着歩行時で不適合感にはならない目安となる適合内圧の基準値については、今後さらに適合ソケットのデータ蓄積が必要である。また、荷重圧が偏重するソケットは、不適合愁訴につながると予想される。このため臨床で有効利用するには、PC画面上で2次元情報化された内圧情報や荷重情報を確認することにより適合支援を向上できると考えられた(図2, 3)。



図1 センサ配布位置と計測方法

短冊状に加工したソケットセンサはシリコンライナーの前面、後面に配布して、ラップにて固定後、ストッキングを装着してアターソケットに装着した。

表2 ソケット内圧の比較(瞬間kPa)

	下腿切断者(N=3)		大腿切断者(N=3)	
	前壁	後壁	前壁	後壁
静的立位	瞬間最大内圧	59.6	60.7	22.8
	平均内圧	30.3	34.2	6.5
片脚荷重	瞬間最大内圧	100.4	82.0	38.0
	平均内圧	45.4	50.4	8.2
荷重歩行	瞬間最大内圧	83.6	77.1	30.8
	平均内圧	32.2	42.9	7.8

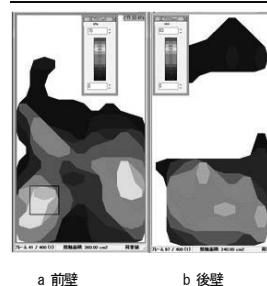


図2 ソケット内圧の表示

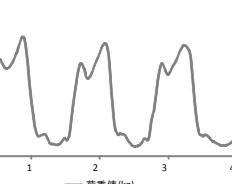


図3 荷重情報

【参考文献】

- 岡安健, 他: TSB 式下腿義足のソケット内圧分布特性についての検討—除圧孔による適合修正の紹介を含めて—, 理学療法学, 36 (大会特別号) DVD, 2009.

シリコーンライナー装着法の違いによる 断端ストレスを客観的に評価する試み

キーワード: 疼痛管理, ライナー装着, 着衣圧

財団法人鉄道弘済会 義肢装具サポートセンター¹⁾, 独立行政法人 産業技術総合研究所²⁾, 地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター³⁾, Ossur ASIA⁴⁾

○梅澤 慎吾¹⁾, 梶谷 勇²⁾, 菅谷 紘子³⁾, 榆木 样子⁴⁾, 岩下 航大¹⁾, 興津 太郎¹⁾

【目的】

シリコーンライナー(以下 SL)の普及で義足装着は簡便になり, 歩行訓練の導入や継続が容易になった。しかし術後の訓練初期に限っては, SL 使用でも義足装着で痛みを訴える切断者が多い。このとき, 装着介助のみで疼痛が大幅に改善されることがある。そして多くの場合, 訓練開始から2~4週間後には独立装着でも痛みは軽減している。この過程において、一時的に介助は、簡便な問題解決方法として有効である。また、装着方法の違いで結果が異なる事実には、何らかの理由が存在する。仮に訓練初期の疼痛管理に難渋すると、臨床の不利益として、訓練が滞るばかりでなく、誤った判断からソケットに不可逆的な修正を加えてしまう場合も想定される。この報告は、SL 内の断端の状態を着衣圧の観点で比較し、自己装着と介助装着の違いによる断端ストレスの差異を検証するものである。

【計測方法】

- 1) 被験者1名 47歳 男性 下腿切断(断端長15cm)
断端末~4cm の周径: 30cm 常用 SL: Iceross Dermo
- 2) 着衣圧計測装置: AMI3037-10(エイエムアイ・テクノ) データロガーシステム: AMI3179TU
計測・データ処理用 PC ソフト: AMI3179S
エアパックセンサ: 20mm φ
- 3) 計測に用いる SL: OSSUR IcerossDermo 28cm
- 4) センサ貼付部位: 10箇所(図1参照)
- 5) 装着方法(図2-1, 2-2参照)・計測肢位
 - 自己装着: 日常装着する姿勢・方法で行い、装着後膝関節屈曲20°で安静肢位を保持
 - 介助装着: 膝関節屈曲90° SL 末端を掴み、断端と SL が接触した状態で、SL を遠位に引きながらロールオンする。装着後は自己装着と同様

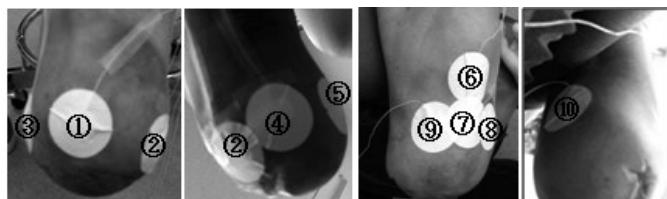


図1 センサ貼付位置: ①断端末~4cm ④断端遠位後面 ⑥PTB
⑦胫骨中央 ⑩断端近位後面



図2-1 自己装着の様子



図2-2 介助装着の様子

【計測結果】

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
60.7	72.6	68.7	75.7	73.9	61.7	56.7	54.8	46.7	62.0
47.9	56.2	42.2	46.3	45.7	42.4	65.9	40.7	24.7	41.2

(図3) 10回計測の平均(装着後の安定値-装着前の安定値)

①~⑩センサ貼付部位 上段: 自己装着 下段: 介助装着

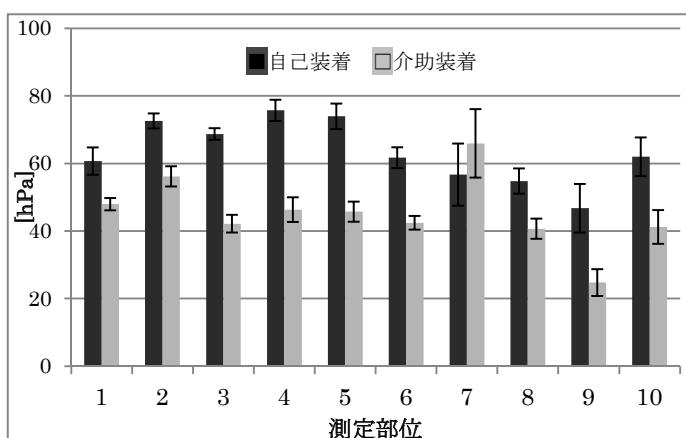


図4 着衣圧計測値の比較(hPa)

【考察】

この計測を想起する背景には、臨床での SL 運用上の問題が存在する。訓練段階では、断端成熟を予め想定して、高額な SL を断端実側値より小さなサイズで処方する場合がある。訓練初期の切断者は、断端に腫脹・硬結があるため、軟部組織が程よい可動性を持って SL に収納されないことが、痛みの原因と推測する。図3,4の結果では、一箇所を除き介助装着で着衣圧が低い数値を示した。これは冒頭の「疼痛が改善する現象」との関連が示唆されるが、被験者1名の結果であるため、今後も継続して計測を行う。介助装着により1) 軟部組織が断端末に集まり、剪断力による突っ張り感が軽減される。2) SL 内で断端が縦長に收まり、キャッチピンがロックアダプタに届きやすく、引圧を生じるリスクが低い等の利点が考えられる。製品取扱書には、装着介助に関する言及はないが、今後は医療従事者に向けた助言としても有効と考える。

義足ソケットの定量的評価と設計システムの開発 —MRI 画像を用いた有限要素解析—(第2報)

キーワード: 義足ソケット, 断端, FEM モデル

芝浦工業大学¹⁾, 新潟医療福祉大学²⁾, 人間総合科学大学³⁾

○藤並 晶一郎¹⁾, 杉本 貴亜¹⁾, 田山 文子¹⁾,
東江 由起夫²⁾, 大塚 博³⁾, 花房 昭彦¹⁾, 山本 紳一郎¹⁾

【はじめに】

切断した下肢の運動機能を補う義足の構成要素である義足ソケットは主に義肢装具士の熟練した製作技術によって製作され、主観と長年の経験による形状修正を施されることで断端への適合性を高めている。そのため義足ソケットの断端への適合は義肢装具士の熟練度に依存する定性的な製作方法であり、製作技術の獲得や伝承には時間などのコストが必要である。このことから筆者らは、義足ソケット装着時による内部組織の形状変化のデータ化による義肢装具士の義足ソケット製作技術の定量化を図ることで、義足ソケットへの評価と設計支援システムの開発を目指している。

本演題では設計方法の異なる2種類の義足ソケット装着時の断端の磁気共鳴画像 (Magnetic Resonance Imaging: MRI) から抽出した内部組織の形状を基に有限要素法 (Finite Element Method : FEM) を用いてモデルを作成した研究内容について報告する。

【対象と方法】

義足ソケット装着時の断端内部組織の形状変化について設計方法の異なる義足ソケットのモデルごとの比較を行うため、本研究では UCLA モデルと AG モデルを使用した。

UCLA モデルは義足ソケット製作工程における陽性モデル作成時の段階で形状への修正を加える製作手法によって製作され、高い支持力を持つとされる従来の義足ソケットモデルである。

AG モデルは UCLA モデルの製作手法に加え、採型時の段階で修正を行うことで陽性モデルでの修正量を少なくすることを目的とした設計方法によって製作される義足ソケットモデルである¹⁾。

被検者は切断後8年が経過した左大腿部切断患者男性1名、年齢36歳、169 [cm]、体重(義足含む)63 [kg] であった。

FEM モデル化する内部組織は皮膚、脂肪、筋、骨として、これらの輪郭外形を分類した。FEM モデル化する断端の形状は①ソケット非装着時、② UCLA モデル装着時、③ AG モデル装着時の3条件とし、これらの内部組織形状を MRI 画像による撮影データを基に抽出した。その際、3条件での輪郭抽出範囲を断端の股上位の位置から断端末端までとした。MRI 画像中の大腿骨形状を基に医療画像位置合わせソフトウェア (Voxar3D, Barco 社) で矢状面と前額面での位置合わせを行い、水平面の間隔10 [mm] のスライスデータ16枚を取得した。画像中に10 [degree] 間隔で放射状の補助線を引き、輪郭と交差する部分をプロットした。抽出データに同一の基準点を設定し、これを中心点(原点)とするス

ライン関数による線形近似によってデータ補間を行った。

抽出した各内部組織データを統合し、補間した輪郭データから10 [degree] 間隔の座標データを FEM モデル化のノードとして定義した。FEM モデル化において、骨の輪郭データの中心座標を原点とし、断端全体を扇状に分割し、ソケット非装着時、UCLA モデル装着時、AG モデル装着時のノードを基にモデル化した(図1)。

断端 FEM モデルの骨に対して歩行時に加わる力を加えた内部組織の形状変化と剪断応力をシミュレーションした。シミュレーションの際、断端モデル中の骨は大腿骨骨頭部まで補完した。義足ソケット FEM モデルにはそれぞれ UCLA モデル装着時、AG モデル装着時の FEM モデル中の義足ソケット部分を用いた。

【結果と考察】

結果、収納時の断端に加わる圧力値に大きな違いがみられた。UCLA 装着では、断端前壁・後壁部の各内部組織において形状変化と剪断応力がみられた。また、剪断応力が集中する部位での力の値は集中しない部位に比べ、大きな値を示した(図2上)。

これに対し AG 装着では、内壁・外壁部の断端下方の各内部組織において形状変化と剪断応力がみられた(図2下)。

これらの結果は設計手法の違いが示されており、断端への支持や適合性も異なることが示唆された。

今後は、義足ソケット装着時の内部組織の形状変化と剪断応力をシミュレーションし、義足ソケットの断端への適合性について検証することで設計支援を行うシステムの構築を目指とする。

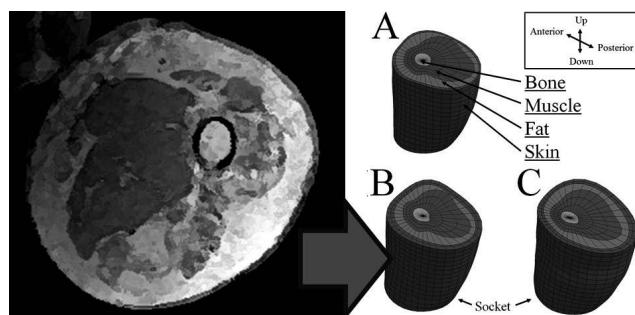


図1 断端モデル化(A:非装着, B:UCLA 装着, C:AG 装着)

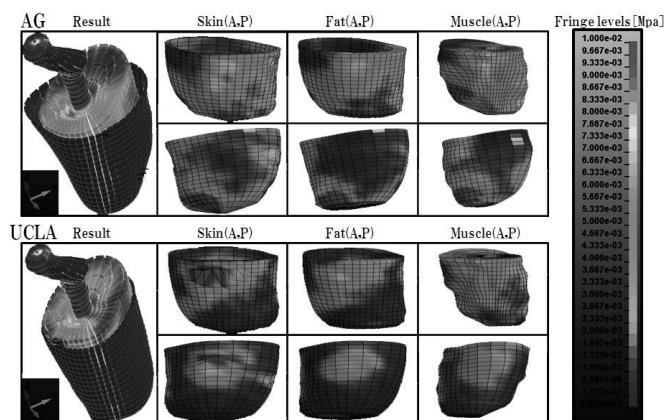


図2 シミュレーション結果(上:AG 装着, 下:UCLA 装着)

【参考文献】

- 1) 東江由起夫, 採型技術によって適合を高める坐骨収納型義足ソケット, 日本義肢協会関東支部セミナー, 2007

義足ソケットの形状と断端の弾性の定量化に関する研究

キーワード: 大腿ソケット, 断端形状, 弾性率

国立障害者リハビリテーションセンター¹⁾, 早稲田大学²⁾

○丸山 貴之¹⁾, 高嶋 孝倫¹⁾, 中村 隆¹⁾, 三ツ本 敦子¹⁾,
前野 正登¹⁾, 星野 元訓¹⁾, 德井 亜加根¹⁾, 藤本 浩志²⁾

【はじめに】

義足ソケットの適合は義足使用者の義足操作性, 快適性, ひいては QOL を左右する重要な要因である。しかし, 従来よりソケットの形状を決定する手法は, 採型からモデル修正に至るまで製作者の経験や技術力に, 適合状態の判断は使用者の感覚に依存している。このようなソケットと断端の適合に関する評価についてはソケット内圧力分布による評価, 超音波や MRI による断端とソケットの装着状態の評価, FEM によるシミュレーションなど²⁾が行われているものの, 断端の形状とソケットの形状との関係性および, その適合状態について定量的に評価する手法は確立されていない。

本研究では, 断端とソケットの適合に関わる因子として形状と弹性に着目し, これらを数値化することにより, 適合状態にあるソケットを装着したときの断端の形状変化と弹性の変化を定量的に評価し, 適合状態における法則性を見出すことによりソケットが適合している状態とはどのような状態なのかを数値的に記述することを目的とする。

【手法】

断端形状は各種ソケットにより異なるコンセプトをもって变形を強いられ, これによってソケットの目的である体重支持, 力の伝達を効率化していると考えられる。また, 变形によって断端組織に加えられる力は内圧を高めると予測されるが, これは断端の弾性率に関与していると推察される。本報告は以下の2点について, ソケット(四辺形, IRC)装着/非装着時に於いて定量的に計測し比較を行ったものである。

①断端の座標データの取得

坐骨結節位置より5cm および15cm 遠位の横断面周径上に8か所のランドマークを設定し, MRI(シーメンス社製)の撮像画像(図1)より断端外形の座標データを取得した。ランドマークは水分を封入したカプセル球を用い, MRI 画像上に特定した。

各断面において大腿骨中心を原点とし大腿骨頭方向を x 軸とする直交座標系を構成し比較を行った(図2:左)。

②弾性率の計測

ランドマークと同一点上における硬度を生体組織硬度計(伊藤超音波製)を用いて測定し, 弹性率が既知の試料を計測することにより較正を行った。

被験者は断端に愁訴のない右大腿切断者2名とした。

【結果と考察】

断端の形状および, 弹性率のソケット装着 / 非装着における变化は, 5cm 遠位断面において著明であり, それぞれのソケット形状のコンセプトを反映した变化の倾向を示した。

断端の弾性率は, ソケット装着により増大するが, その变化はその方向により傾向が異なる。IRCにおいては M-L 方向, あるいは前内側 - 後外側方向での増加率が, そして四辺形ソケットでは A-P 方向での増加率が最も大きくなった(図2:右)。ソケット装着による, 断端の直径に相当する測定点の対角点間距離の变化率と, 断端の弾性率の変化率との間には, 四辺形ソケットにおいて高い相関が認められた。これは, 四辺形ソケットの形状が M-L は広く, A-P に狭いという圧縮の強弱がはっきり分かれる形状のため, 弹性率の変化との相関が大きく出たものと考えられる。

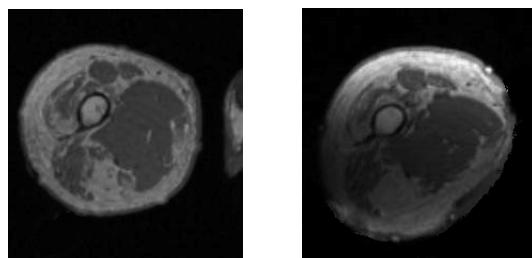


図1. 四辺形ソケット装着(左)/非装着時のMRI画像
(坐骨結節より5cm遠位の断面)

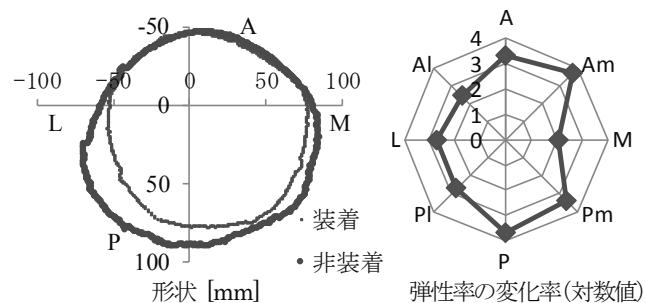


図2. 四辺形ソケット装着時の形状と弾性率の変化

MRI 画像から外形のサーフェイスモデルのみでなく, 内部組織を含めたソリッドモデルの作成が可能である。今回はサーフェイスの形状変化と弾性という観点から解析を試みたが, 今後は内部組織の形状変化等についても検証をする予定である。

本研究は科研費(23500669)の助成を受けたものである。

【参考文献】

- 1) 丸山貴之他, 義足ソケットの適合に関する研究～断端形状とソケット形状の定量的比較～, 第27回日本義肢装具学会学術大会講演集, Vol.27.173, 2011
- 2) YP Zheng, et al: State-of-the art methods for geometric and biomechanical assessment of residual limbs: A review, Journal of Rehabilitation research and Development, Vol.38 No.5, 487-504, 2001

大腿義足ソケット製作法の定量的解析と評価

キーワード: 大腿義足, ソケット形状, 修正量

芝浦工業大学¹⁾, 新潟医療福祉大学²⁾, 人間総合科学大学³⁾

○田山 文子¹⁾, 藤並 晶一郎¹⁾, 杉本 貴亜¹⁾, 花房 昭彦¹⁾, 秋場 周²⁾, 東江 由起夫²⁾, 大塚 博³⁾, 山本 紳一郎¹⁾

【はじめに】

現在の義足ソケットは、切断者各人に適合するものを義肢装具士の手作業で製作しているため、提供するまでに時間を要する。また、製作技術を獲得するには長期に及ぶ経験が必要となり、製作するソケットの断端への適合性は義肢装具士の熟練度に依存する¹⁾。そのため熟練度に依存しない適合性の高い義足ソケットの製作方法の確立が求められている。

そこで本研究では、熟練の義肢装具士が製作する陽性モデルにおける修正前後の形状を解析することで、その特性を評価することを目的とした。

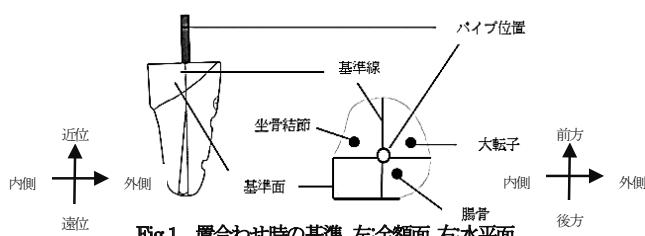
【対象と方法】

被検者は左大腿部切断男性1名(年齢38歳、身長169[cm]、体重65[kg]、義足使用歴8年)、義足ソケットの製作者は製作歴25年の義肢装具士1名であった。陽性モデルの修正作業を行う前後において、形状及び修正石膏量、時間に着目し傾向を評価することとした。

対象とする陽性モデルはUCLAソケットと呼ばれるソケットの陽性モデルである。UCLAソケットは坐骨をソケット内に収納することで骨盤の外旋を防ぎ、ソケット口の左右方向の径を狭くし、断端への支持性を高めるソケットである。

計測機器にはVIVID910(非接触3次元デジタイザ:コニカミノルタ社)を用いており、スリット状のレーザで被写体をスキャンし、その反射光をCCDカメラで受光し、三角測距の原理に基づく被写体との距離情報から陽性モデルの3次元輪郭データを取得した。その際、任意で側面にマーキングを施した箇所で画像を3次元的に合わせた。

取得した3次元輪郭データより、修正前の陽性モデルの位置に修正後の陽性モデルを平行移動及び回転させることで、位置を合わせた。位置合わせの基準は、パイプの位置、基準面(前壁・内壁最近位平面)、進行方向(基準線)、坐骨結節、大転子、腓骨のマーキング箇所とした(Fig. 1)。そのため、修正工程における内側面の削り出し、前面近位の面だしに関しては、計測から除外することとした。



次に断面積を算出し、修正前後の比較を行った。陽性モデルの坐骨結節位置を基準とし、末端位置までを断面積計測範囲とした。計測範囲内を水平面にて、スプライン関数を用いて5[mm]間隔にデータを補間し、1[degree]ごとに外周に沿って360個の三角形を作ることで、その和を断面積とした(Fig. 2)。

【結果と考察】

陽性モデル修正前後の断面積比較をFig. 3に示した。修正時には断端長の近位3分の2(身体約165[mm]より上の位置)で強い圧迫がかかっていたことから、断端形状が変化し断面積が減少したことが考えられ、設計理論に基づく結果であった。

また、修正の全過程における修正量は0.9[kg]で、修正時間は62[min]であった。最も修正を加えた工程は表面を整える作業で、0.3[kg]石膏を削り、15.2[min]要していた。

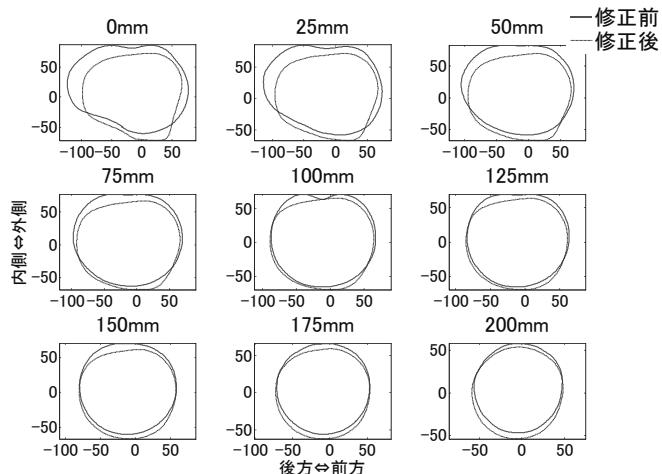


Fig. 2 坐骨結節から末端までの断面積

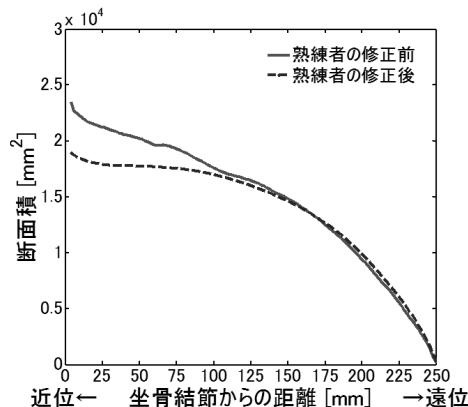


Fig. 3 熟練者の修正前後比較

【今後の展望】

今後は、未熟練者の陽性モデル修正前後を同様な項目で解析を行うことで、修正過程における熟練依存度を評価する。また、製作者数を増やすことで熟練依存度の傾向を定量化し、筋形状や軟組織に着目し検討することを目標とする。

【参考文献】

- 1) 東江由起夫, 採型技術によって適合を高める坐骨収納ソケット, 2007年度日本義肢協会関東支部セミナー, 2007

義足のアライメント変化が足底荷重位置の主観評価に与える影響—Inset・Outset 時の現象—

キーワード: 義足, アライメント, 主観評価

新潟医療福祉大学¹⁾, 新潟大学大学院²⁾

○須田 裕紀¹⁾²⁾, 前田 雄¹⁾²⁾, 大沼 雅之¹⁾, 飯塚 尚¹⁾, 東江 由起夫¹⁾, 林 豊彦²⁾

【はじめに】

切断者が安全でエネルギー消費を押された歩行を獲得するには、アライメントが適切に設定されていなければならぬ¹⁾。そのためにはアライメントの設定を評価するスキルが義肢装具士に求められる。現在、その評価は義肢装具士の主観的評価(経験と勘)に委ねられており、未だ客観的評価方法が確立されていないのが実情である。そこで本研究では、アライメントの客観的評価方法を確立する第一段階として、ソケットに対する足部の内外側方向の位置(Inset, Outset)を変化させた際、静止立位時の切断者の主観と床反力について比較した²⁾。このとき切断者が足底に感じる荷重位置を主観とし、その位置を記録する足底形状の「足底荷重位置推定票」を考案した。今回は、この「足底荷重位置推定票」が客観的評価方法のパラメータとして活用可能か検証した。

【対象】

対象は片側下腿切断者3名とした。年齢は40.7±12歳、身長は174.3±8.1cm、体重は68.7±5.5kgであった。計測義足は、切断者が最も歩きやすいと判断したアライメントに設定とした。

【方法】

立位時の両足部間の距離は、被験者に踏みをさせ、自然に接地した位置を基準値Normalとし、内側へ10mm移動したInset、外側へ10mm移動したOutsetの3水準とした。床反力の計測は、赤外線カメラ9台を用いた3次元動作解析装置(VICON)と床反力計(OR6-6-2000: AMTI社製)2台を同期させた計測システムを用いた。分析は床反力の左右方向成分(X方向成分)とした。切断者の主観(足底荷重位置)は、足底荷重位置推定票の踵の中心を原点O_sとし、その点を通る進行方向に直行する内外側方向をX_s軸に設定し、visual analog scale(VAS)の尺度を重ね合わせ、Inset、Outsetの際の主観を点で記入してもらった。各水準において10回の計測を行い一元配置分散分析およびTukeyHSD法による多重比較検定を行った。

【結果】

1) 床反力のX_f方向成分の結果を図1に示す。横軸は各水準を示し、縦軸は床反力の大きさを示す。被験者3名ともにInsetではNormalに対して小さく、Outsetでは大きくなり、有意(p<0.01)に差が見られた。

2) 切断者の主観(足底荷重位置)におけるX_s軸方向のVASの結果(被験者A)を図2に示す。横軸は各水準を示し、縦軸は切断者の主観(VAS)を示す。0が足底の中央(長軸)での荷

重を示し、+は外側、-は内側を示す。主観(VAS)は被験者3名ともにNormalではほぼ中央、Insetでは足底外側、Outsetでは内側を示した。また被験者3名ともに各水準間で有意(p<0.01)に差がみられた。

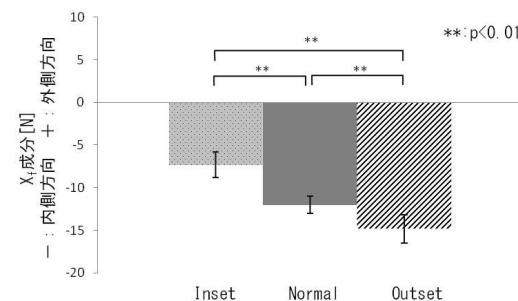


図1 被験者A:床反力のX_f軸(左右方向)の比較

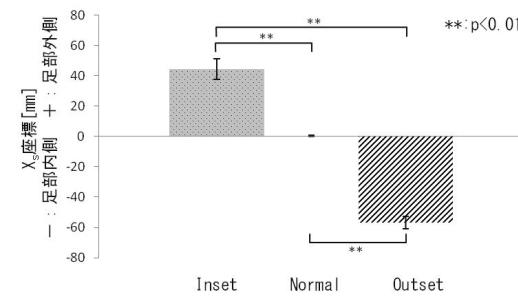


図2 被験者A:足底荷重位置推定票の主観(VAS)X_s軸の比較

【考察】

- 1) 床反力では、Normalを基準に、InsetではX_f成分が小さく、Outsetでは逆に大きくなっていた。このことからInsetではNormalよりも基底面が狭くなり、左右方向成分が小さくなつたことが考えられた。一方、Outsetでは基底面が大きくなり、反対に左右方向成分は大きくなつた。これらのことから床反力左右方向成分は、切断者の内外側方向への安定性を判断する客観的評価基準の力学的パラメータとして有用であることが分かった。
- 2) 足底荷重位置推定票は、最も歩きやすいNormalでは、主観(足底荷重位置)が足部中央にあることが明になった。Insetでは、足部中央より外側に位置することから、切断者外側方向への不安定を訴える主観と一致していた。Outsetでは逆に内側に位置し、内側方向への不安定感と一致していた。このことからは足底荷重位置推定票は、足部のInset、Outsetのアライメント設定不良を客観的評価する主観的パラメータとして有用であることが分かった。

【おわりに】

以上のことから、足部の内外側方向へのアライメント変化を、客観的に評価する基準として、底荷重位置推定票、床反力の左右方向成分が有効であることが明らかになった。

【文献】

- 1) 澤田誠志, 義肢学, pp.192-203, 医歯薬出版株式会社, 東京, 2004.
- 2) 長谷公隆, “立位姿勢の制御,”リハビリテーション医学会誌, vol.43, no.8, pp.542-553, Aug, 2006.

肩関節離断者に対するバイオリン演奏の試み ～事例報告～

キーワード: 肩関節離断, 作業療法, バイオリン用義手

兵庫県立総合リハビリテーションセンター¹⁾, 近畿義肢製作所²⁾, 訪問看護ステーション すまあと³⁾

○柴田 八衣子¹⁾, 溝部 二十四¹⁾, 岡本 真規子¹⁾, 中勝 彩香¹⁾, 本多 伸行¹⁾, 安藤 悠¹⁾, 毛利 友香(OT)¹⁾, 陳 隆明(MD)¹⁾, 浜本 雄司²⁾, 増田 章人(PO)²⁾, 荒木 沙織(OT)³⁾

【はじめに】

当センターでは、上肢切断者に対し、積極的にアプローチを行っており、それらは日常生活のみに留まらず、仕事や趣味活動など、多岐にわたっている。

我々は、第24回本学会で荒木らと共に、「先天性上肢欠損者に対するバイオリンの試み」¹⁾において、上腕切断者へのバイオリン演奏用義手の作製やその操作方法について報告した。

今回、より高位切断で上腕の動きが残存しない肩関節離断事例に対し、バイオリン演奏のための専用義手の製作と肩甲胸郭帶の動きに応じたコントロールケーブルシステムの検討により、バイオリン演奏を再獲得することができた。それまでのアプローチの経過、および操作方法について報告する。

【事例紹介】

平成16年11月に交通事故で受傷。同年12月に、右上腕骨外科頸より切断術施行。平成17年3~8月に兵庫県立リハビリテーション中央病院(当院)へ入院し、能動義手訓練実施。現在は、能動義手を使用し、看護師として勤務。

バイオリンは幼少時7~18歳まで習っており、趣味のひとつであった。受傷後は、時折、足趾で弓を持ち、足の動きで弓を動かしバイオリンを弾くこともあったが、実用性に乏しかった。

そのため、義手でのバイオリン演奏の相談があり、専用義手の製作と調整を含めたアプローチを開始することとなった。

切断部位: 右上腕骨外科頸切断(肩: 上腕極短断端・肩関節離断)

なお、第22回本学会で「肩関節離断者に対するアプローチについて」²⁾において報告した事例である。

【バイオリン演奏用義手 製作の経過】

平成18年:「先天性上肢欠損者に対するバイオリンの試み」¹⁾

(上腕切断者用演奏専用義手の経験を基に、肩離断用を検討)

平成21年01月: 本事例へのバイオリン演奏義手作製の検討開始

平成21年03月: 製作開始(採型・仮合わせ等の調整)

平成22年05月: 専用義手(I)仮完成

平成22年11月: バイオリン教室へ入校し練習開始

平成23年03月: 作業療法士がバイオリン教室見学

(バイオリン講師・事例と義手や操作方法について課題を検討)

平成23年06月: 専用義手(I)の課題を検討

平成23年11月: 肘継手等を改良し、専用義手(II)の完成

【バイオリン演奏用義手(II: 完成版)(図1)】

骨格構造・能動式、

ソケット: 熱硬化性樹脂、肩継手: ユニバーサル、

肘継手: 単軸能動伸展補助付き(PO 作製)、手継手(前腕):

バネ素材、手先具: 木製差込式、ハーネス: 9の字+胸郭ベルト

【バイオリンの改良】

1. あごあての位置変更
2. 弓ガイドの設置

【バイオリン演奏のための OT アプローチ】

バイオリンの弦は、内側から、E・A・D・G 線の4つがあり、弓先から手元までを動かし、弓の毛と弦の摩擦により音が生じる。

事例は、弓の操作を専用の義手で代替し行った。

義手操作は、演奏する弦の位置に応じて肩甲帯の挙上・下制・内転・外転の動きを協調的に使用。その複合的な動きを義手に伝えるため、PO と連携し義手のアライメントやハーネスの調整を繰り返し、事例へフィーバックし、練習を実施した。

演奏では、胸郭帯・体幹の動きや左側にバイオリン本体を傾ける等、これらの協調した動きにより、弓先から手元までの動きに加え、全ての弦の演奏が可能となった。

【まとめ】

今回、肩関節離断の事例に対し、バイオリン演奏の再獲得を行うことができた。これは、身体機能面の動きを分析し、その動きに適合した義手の製作や改良・調整、さらに、義手の操作練習や事例を中心とした、関わったメンバー全員の挑戦や連携の相互作用により可能となったと考える。今後も、より実用的な義手の改良や獲得に向け、積極的に関わっていきたい。

【引用文献】

- 1) 荒木沙織、他: 先天性右上肢欠損者に対するバイオリン演奏の試み. 日本義肢装具学会誌 24. 80-81, 2008.
- 2) 柴田八衣子、他: 肩関節離断者に対するアプローチについて. 日本義肢装具学会誌 22. 262-263, 2006

※ 今回の研究は、塩井障害者自立支援基金の助成協力を受け、製作・改良を進めさせていただきました。



図1:バイオリン演奏用義手(II)完成版
(写真の掲載については本人の了解を得ています)

バイオリン演奏用義手の製作報告

キーワード: バイオリン用義手, 能動義手, 肘継手

株式会社近畿義肢製作所¹⁾, 兵庫県立総合リハビリテーションセンター²⁾, 訪問看護ステーション すまあと³⁾

○増田 章人(PO)¹⁾, 浜本 雄次(PO)¹⁾, 柴田 八衣子²⁾,
溝部 二十四²⁾, 岡本 真規子²⁾, 中勝 彩香²⁾,
本多 伸行²⁾, 毛利 友香²⁾, 安藤 悠(OT)²⁾,
陳 隆明(MD)²⁾, 荒木 沙織(OT)³⁾

【はじめに】

近畿義肢製作所では、義手の製作においてユーザーの使用目的や趣味など、個々のニーズに応じて様々な工夫・加工をしてきた。今回、バイオリン演奏用の上腕義手・肩義手を製作する機会を得たので、構造・工夫・改良した点を中心に報告する。

【バイオリン用義手に必要な機能】

バイオリンの演奏は、弓のアップとダウン両方で弾いており、弓と4本の弦が直角になるように弾く事が基本となる。これらを考慮し右上肢切断者に対してバイオリン演奏用義手・バイオリン本体に必要な機能として考えられるのは、以下の通りである。

<義手側>

◎肘継手の屈曲伸展機能において、屈曲動作は体内力源であるハーネスで行い、伸展は肘継手自体に伸展機能を持たせる。

◎弓と弦が適切な角度になるように、微調整が可能な機能を持った部品を付属させる。

◎肩関節外転位を保持した状態で弾き続けると断端にかかる負担が大きくなる。その負担を減らすために可能な限り軽く製作する。

<バイオリン側>

◎弓を適切な位置に導くための装置を取り付ける。

◎4本の弦を適切な角度で弾ぐために肩当て・顎あてを改良する。

【症例1】

30代女性 職業: 事務職

切断部位: 先天性右上肢欠損

上記のことを考慮し初期バイオリン義手を製作した(図1)。「第24回の本大会において、荒木・柴田らの上腕切断者へのバイオリン演奏の取り組みの紹介があった。¹⁾」



図1 初期バイオリン義手

1. 構造

肘継手はシングルクレンザック足継手を使用し、バネによる補助機能を利用して伸展運動を行った。肘継手の近位には角度の微調整を行えるようにユニバーサル手継手(オットーボック10V32)を選択した。また、手先具に市販の掃除道具の継手を使用し自由度を得た(図2)。



図2 肘継手 ユニバーサル手継手 掃除道具の継手

その後、バイオリン教室の講師より初期バイオリン義手は弓の長さを十分に生かせないと指摘があった。そのため構造を再検討した結果、改良する点はソケット外転位での適合不良・肘継手の可動域不足が挙げられた。それらを改良するために、ソケットの採型肢位を肩関節外転位で行い、肘継手はリフトアシストユニット(ホスマーブー E-460)を肘関節に於いて伸展方向に働くように取り付け、そのための土台を重量のことも考慮してジラルミンで製作した(図3)。

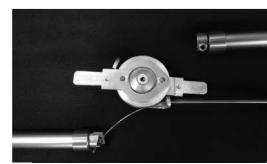


図3 肘継手(変更後)

【症例2】

20代女性 職業: 看護師

切断部位: 右上腕骨外科頸切断(肩: 上腕極短端)

上腕骨外科頸切断のため肩関節の運動が困難であったため、肩甲帶の動きが十分に引き出せるハーネスとコントロールケーブルの調整を行った。

1. 構造

肘継手は症例1で使用したE-460を組み込んだ肘継手を使用し、肩継手にはユニバーサル肩継手(オットーボック12S7)を選択し角度の微調整を可能にした。ハーネスは装着性・操作性を考慮しながら調整を繰り返した結果、9字ハーネスと胸郭ベルトを組み合わせた形状を選択した。それらによってバイオリンの演奏を再獲得出来た(図4)。更に、装飾性を考慮し手に近い形状をした手先具を製作し、現在も使用している(図5)。



図4 バイオリン義手 骨格部分



図5 手先具

弓と4本の弦が適切な角度になるようにバイオリン本体の肩当て・顎あての位置を変更し、弓ガイドの取り付けを行った。また、肩継手の角度調整と、左手でのバイオリンの操作により全ての弦の演奏を容易にした。

【結語】

骨格構造義手の角度調節装置の取り付け・肘継手・手先具等の改良を行い、バイオリンの演奏が再獲得出来た。これからも演奏技術が上達していくことが考えられる。それに応えられるようにバイオリン義手も改良・調整をしていきたい。

【引用文献】

- 1) 荒木沙織, 他: 先天性上肢欠損に対するバイオリン演奏の試み. 日本義肢装具学会誌 24. 80-81, 2008

**症例報告: 母指切断者のための
クラシックギター演奏用義指の作成**

キーワード: 切断, その他義手, 研究・開発

横浜市立大学附属病院リハビリテーション科¹⁾, 鉄道弘済会義肢装具サポートセンター²⁾

○高倉 朋和¹⁾, 水落 和也¹⁾, 西郊 靖子¹⁾, 根本 明宣¹⁾,
藤田 悠介²⁾, 佐鹿 博信¹⁾

【はじめに】母指切断者に対し, クラシックギター演奏用の義指作成を行う機会を得た. 演奏用義指製作の経過と工夫した点, 問題点について報告する.

【症例】65歳男性. 6歳時に機械に挟まれ右母指切断. その後修正して左利きとなった. 右母指基節骨近位部での切断であり, 中手骨の対立動作により把持動作・握り動作は可能で(図1,2), 日常生活上も右手を使用しており, シーカヤックなどスポーツ参加も可能であった. 定年後にクラシックギターを習い始めたが, 押弦側である右母指が短く, うまく弦を押さえる事が難しかったため, 演奏用義指の製作を希望され当科外来を受診した.

【義指作製の経過と工夫】まず, シリコン製装飾用義指の内部に芯材(綿)を充填してつぶれにくくした義指を用いて, 演奏が可能かどうかを検討したが, 強度が不十分なためギターネックを把持した際に義指が変形してしまうため演奏には適さなかつた(図3).

そこで, クラシックギター演奏時の特徴として, ①ネックを挟んで母指とII-V指先端部を立てた指尖把握(Tip)による押弦動作(いわゆる“指を立てた状態”)と, ②母指尖端部を支点にして手関節掌屈位保持(いわゆる“手関節を前に出したポジション”)の2点に着目し, より強度と支持性を高めた演奏用義指を作製することとした. 手掌部にトレラック製の支持面を設け手背部にストラップを配したソケット形状とし, テルモリンソフトを用いて母指対立・IP軽度屈曲位とした母指部を形成した.(図4, 5) 義指先端部が当たりコツンと音が響いてしまい困ることと, 楽器を傷つけないように配慮が必要であることから, 消音と保護のために義指先端部にスポンジ素材(ピーライト)を使用してクッション性を与えた.(図6) また義指尖端を滑りにくくさせる必要があり, 適度の表面抵抗を与えるために義指表面を皮革で覆った.

【結果】義指なしでは, 母指球から手掌面をネック後方に密着させて手を固定していたため, 握力把握(PoS)のフォームとなり, II-V指に無駄な力が入り押弦がしづらかった.(図7) これに対して, 演奏用義指を使用する事で, 義指の尖端を支点にしてII-V指先端部を立てた指尖把握(Tip)による押弦動作が可能となり(図8), 「指が動かしやすくなった」, 「余計な力が入らなくなり, リラックスして演奏が可能になった」, 「これから中級へ進むのが楽しみである」といった好評価が得られた.

【問題点】音階練習や初步的な楽曲の段階では良好な評価が得られたものの, 課題曲の難易度が上がるにつれ, 今回作製した演奏用義指では, セーハ(单一の指で複数の弦を押減する押さえ方)をおこなうための並列伸展把握(PE)位を取る事が難しい事がわかつた. 健常者では, クラシックギター演奏時に母指MP, IP関節を伸展ロックさせたアーチ形状とし, ネック後面と接する面積を広げて手の位置を安定させる必要がある. これに倣い適度な母指の伸展アーチ形状を再現し, より演奏しやすい義指を作製できるよう, 引き続き改良中である.



(図1)



(図2)



(図3)



(図4)



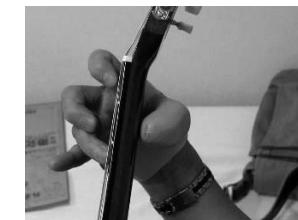
(図5)



(図6)



(図7)



(図8)

【考察】これまでの報告では, プロのバイオリン奏者の左第4指切断に対し押弦用義指作製の報告がみられたが, 演奏用義指についての報告は比較的少ない. 演奏用義指作製に際しては, 障害像, 演奏レベル, 演奏する楽器ごとに求められる手指機能などを把握して製作にあたる必要があるといえる. また, 適切な処方により, 演奏技術向上・QOL向上につながることから, 義指使用者とゴールを共有出来る醍醐味がある.

【参考文献】

- 1) 鎌倉矩子 手のかたち 手のうごき 第一版 医歯薬出版 1989年
- 2) アン・ウインスパー, クリストファーB ウィンペリー 編著 酒井直隆 監訳 音楽家の手 臨床ガイド 協同医書出版 2006年

当社における特殊義手製作の試み ～経過報告～

キーワード: 前腕義手, 継手・部品

有限会社アルテックプレース¹⁾, 飯田市立病院²⁾, 愛知県青い鳥医療福祉センター³⁾

○河合 佑樹¹⁾, 古田 裕之²⁾, 栗田 和洋³⁾, 近藤 直樹¹⁾,
神谷 典男¹⁾, 平山 隆¹⁾, 山本 仁志¹⁾, 山本 平¹⁾, 岩田 薫¹⁾

【はじめに】

義手の手先具には多くの種類が存在し、使用者はその目的に応じた部品を選択して、日常生活や仕事をこなしている。当社では、使用者のニーズに応じた義手ができる限りの範囲で製作し、QOLの向上を目指している。今回は、以前より当社にて製作をしている症例において、その後の経過と現状を報告する。

【症例1】

40代 男性 右手圧挫傷による手部切断。

訓練用仮義手製作にあたり、把持装具の機能に着目して製作後、現在までに3具を製作。全てに共通の動作として、手関節掌屈にて手先具の開き動作、手関節背屈にて手先具の閉じ動作となる。また手関節の関節可動域は、掌屈50度 / 背屈30度となっており、義手装着による可動域の制限は無かった。

2006年 1具目の製作。把持装具の部品をそのまま使用(図1)。最大開き幅：約5cm。2008年に把持装具部品の破損により修理を行う。



図1 把持装具の部品を使用した把持義手

2008年 2具目の製作。部品の破損を受け、両側支柱式、リンク部分にセレーション継手を使用(図2)。最大開き幅：約6cm。2010年に支柱折れ、2012年に手先具破損により、それぞれ修理を行う。

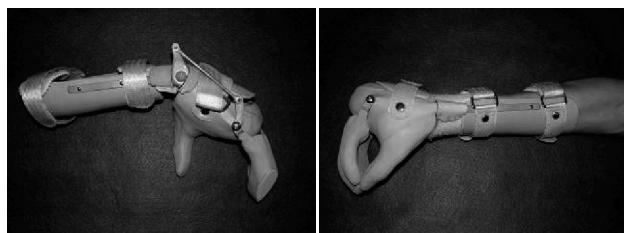


図2 セレーション継手を使用した把持義手

2010年 3具目の製作。支柱の破損を受け、支柱幅を変更、部品点数を減らし、強度重視で製作(図3)。最大開き幅：約

8cm。2012年に手先継手部磨耗により修理を行う。

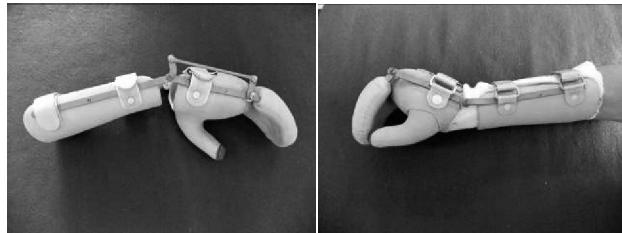


図3 強度の改善を目的とした把持義手

【症例2】

幼稚園児 女児 右手指形成不全。

「両手で食事をさせたい」という母親からの強い要望により、食事動作を目的とした自助的な義手を現在までに2具製作。手関節の動作を妨げない程度の単純な構造により、重量を抑えている。

2007年 1具目の製作。両手での食事動作獲得を目的とし、スプーンを持てる形状を検討。市販のクリップを加工し、スプーンの保持ができるように取り付けた(図4)。



図4 スプーン保持用義手

2008年 2具目の製作。左手での箸動作獲得を目的とし、茶碗を置ける形状を検討。市販の荷物用フックを加工し、茶碗の保持ができるように取り付けた(図5)。



図5 茶碗保持用義手

【まとめ】

日常生活での義手のニーズは使用者によって異なり、それぞれに必要となる部品も異なる。今回は、どちらの症例も必要とされる機能を満たし、継続的な使用が可能となったケースであった。今後も使用者とのコミュニケーションを通じて、より良い製品を提供できるように努めたい。

【参考文献】

- 1) 平山隆, 古田裕之他 : 能動ハンド型手先具を加工してのジエットスキー用、ゴルフ用義手製作の試み。第14回日本義肢装具士協会学術大会講演集, 152-153, 2007
- 2) 平山隆, 栗田和洋他 : 小児用特殊義手(自助具)製作の試み。第17回日本義肢装具士協会学術大会講演集, 102-103, 2010

先天性両上肢欠損児(アメリア)に製作した 両上肢(装飾・電動)義手の報告 第1報

キーワード: 先天性両上肢欠損, 小児義手, 電動義手

株式会社松本義肢製作所¹⁾, 中部労災病院リハビリテーション科²⁾

○林満¹⁾, 田中宏太佳²⁾, 溝手雅之¹⁾, 前野昭博¹⁾,
宮川拓也¹⁾, 野本葵¹⁾, 渡邊真¹⁾, 松本芳樹¹⁾,
中村恵一²⁾, 川村享平²⁾, 畑中美菜²⁾

【はじめに】

先天性両上肢欠損児(アメリア)に対する義手の製作報告は、過去にはあまり報告されていない。昭和40年代以降サリドマイト薬禍障害児に対する電動義手に関して野島元雄らが研究・開発を行なったが、当時は現在ほどIT技術が発達しておらず、実用化には至らなかった。

先天性両上肢欠損児の場合、両下肢に対する上肢機能の代償訓練により、ある程度上肢による動作を補えることが知られている。また転倒した際のリスクもあるために、両上肢全欠損児には義手が必要ないという意見もある。しかし患児や家族の社会的な交流やQOLの観点からは義肢の検討が必要な場合もある。

今回われわれは、両先天性上肢欠損児(アメリア)に対する義手の製作を希望する両親の依頼を受け、装飾および電動義手の製作を行ったケースの3年間の過程を報告する。

【症例】

中部労災病院への紹介受診時年齢: 3歳、性別: 男児、障害名: 両上肢完全欠損。知的発達: 正常、家族構成: 両親と3人くらいで近所に母親の実家がある。その他: 小児専門医療施設での外来リハビリテーションと小児デイサービスを利用。(図1)

【製作・装着訓練】

最初の義手として、義手装着に慣れてもらう事を目的とした装着訓練用装飾義手を製作した。3歳の男児がどの程度の重量の義手の装着を受け入れてくれるかを確認するために、重量をなるべく軽くしたトライアル義手の製作を行なった。ソケット部分は熱可塑性樹脂・肩継手 OTTOBOCK 社製12S7(ボールジョイント部のみ)・肘継手 シグマックス社製 軟性膝ザポーターヒンジ継手アルミ製・手掌 佐藤技研製 ノーマルグローブ芯無し 義手の長さはカーライルインデックス(Carlye index)指數より割り出した。トライアル義手の重量は約400グラムであった。装着開始6週目より手掌にパッシブハンドを導入し、他動的に物を持つ動作訓練を開始した。装着開始12週目より肘継手に佐藤技研製 フリーライト(佐藤 9-88)ロック機構なし軸摩擦肘継手を導入し下肢機能の代償動作で義手を任意の位置へ移動させる訓練を開始。当初装着訓練として外来作業療法を行い、訓練時間は: 約60分 / 回。通院回数: 29週で10回実施した。初期の目標: 義手装着に慣れる事。訓練内容: 遊びの要

素を取り入れながら実施。訓練日以外では自宅での装着訓練を行うために持ち帰つてもらった。

33週目には、義手がボディイメージに組み込まれた為に訓練用装飾義手の受け入れを完了した。次に、訓練用電動義手作製に取り掛かかった。ソケットはフレームタイプ熱可塑性樹脂・肩継手 OTTO-BO CK12S7(ボールジョイント部のみ)・肘継手は佐藤9-88 フリーライト・手先具は OTTOBOCK 8E51 L 51/2を使用し右はパッシブハンドを使用した。電動ハンドのOPENスイッチはボタンスイッチを鎖骨部あたりのソケットフレームに設定。あごにてボタン操作を行いハンドを開大させる方式を採用。42週目に右手手先具を電動ハンドに交換しハンドOPENスイッチも OTTOBOCK 9X37 プレッシャースイッチに変更した。訓練としては、把持動作を本人の意思で行なう為のモチベーションの向上に繋がる作業や初めて経験するインパクトシーンの提供等を行つた。(図2)

【まとめ】

- 1) 就学前の為、下肢機能による上肢機能の代償動作の習得に加えて電動義手の使用によるもう1つの選択肢の可能性を探つた。
- 2) 装飾義手の作成により同世代の保育園児との遊戯などが行え、手と手の繋がりによる一体感など情操教育上のプラス面が大きかった。
- 3) 現在、着衣動作を単独習得訓練を行い、同時に義手の装着脱訓練の手段と方法を検討している。
- 4) 両親、特に母親の熱意のある要望に沿つて製作した結果、母親の心理的な面でも良好な効果が得られた。
- 5) 小児の場合は早期に義手を装着し、両手を本人に認識させてボディイメージを習得させる事が重要であることを経験した。
- 6) 患児の保育士や教員との成長過程での連携・協調が必要であった。



(図1)



(図2)

【参考文献】

- 1) 陳 隆明: 筋電義手訓練マニュアル, 全日本病院出版会, 2006
- 2) 古川 宏: 発達を考慮した義手の適応と訓練, 日本義肢装具学会誌, Vol25-1 2009
- 3) 柴田 八衣子: 上肢欠損に対しての義手使用, 訓練, 日本義肢装具学会誌, Vol25-1 2009
- 4) 加倉井 周一: 先天性四肢欠損児の義肢・装具, 整形外科 MOOK, No40, 1985
- 5) 澤村 誠志: 切断と義肢, 医歯薬出版株式会社, 2007