

症例報告



脳卒中片麻痺患者に対する膝関節屈曲アシスト装具の効果*

相本啓太¹⁾・太田 進²⁾・金井 章³⁾

【要 旨】

脳卒中片麻痺患者の歩行の特徴の1つとして遊脚期の足部離床困難が挙げられる。フットクリアランス確保のために膝関節屈曲をアシストする新規装具を作成し、脳卒中右片麻痺患者1名(73歳女性, Brunnstrom stage 下肢 Stage VI)に対し、歩行の二次元動作解析を行った。歩行解析の結果、遊脚期の膝関節屈曲角度の最大値に著明な変化は見られなかったが、足関節底屈角度の減少傾向、遊脚終期の股関節屈曲角度の増大傾向、最大歩行速度の増大が見られた。対象者からは「膝が曲がりやすく、歩きやすかった」との感想を得た。立脚期においても膝関節屈曲角度の増大、足関節底屈角度の減少傾向が見られ、通常歩行では立脚期を通して前足部のみの接地をしていた対象者から「踵が床についている気がする」との感想を得た。膝関節屈曲アシスト装具は脳卒中片麻痺患者の歩容を変化させ、「歩きやすくなる」可能性があることが示唆された。

キーワード：脳卒中片麻痺, 膝関節屈曲アシスト装具, 歩行

はじめに

本邦での脳血管疾患の患者数は約137万人とされ¹⁾、発症後からの歩行獲得割合が4週で38.9%、12週で74.6%であるという報告²⁾や、発症後12週で72.0%の患者が歩行、19.5%が監視歩行を獲得したという報告³⁾がされている。日常生活を営むうえで歩行は移動手段として最も重要な動作であり、歩行能力向上のために脳血管疾患後の片麻痺患者への歩行練習がより重要となる。片麻痺歩行の特徴の1つとして麻痺側のつま先離れが悪く、遊脚期に足部の離床困難⁴⁾ということが挙げられ、下肢の振り出し難さにつながる。これを解消するために短下肢装具(Ankle Foot Orthosis : AFO)などの装具が処方され、足関節背屈補助モーメント発生⁴⁾により、遊脚期のフットクリアランスの改善

が見られる。しかし、依然としてAFO装着後も麻痺側下肢の振り出しは困難で、臨床では分廻し歩行等の代償運動を生じることも多い。そこで振り出しの改善には、膝関節屈曲をアシストすることでも効果が現れるのではと考え、膝関節屈曲をアシストする新規装具を作成した(図1)。膝関節の屈曲アシストによって、遊脚期の膝関節屈曲角度増大が生じ、片麻痺患者のフットクリアランスが増大することで足先の引っかかりや足部の引きずりが改善し、転倒の危険が少なくなることが考えられる。本研究の目的は、膝関節屈曲アシスト装具を装着した脳卒中片麻痺患者の歩行の二次元動作解析を行い、その効果を検討することである。

方法

対象者は既往に脳梗塞右片麻痺(2006年発症)がある右第4, 5趾基節骨骨折後2ヶ月の73歳女性(改訂長谷川式認知症スケール28点)である。骨折はほぼ完治し、骨折受傷前の歩行能力まで改善していた。麻痺の程度はBrunnstrom stage 下肢 Stage VIであり、骨折受傷前歩行能力は屋外がシルバーカー歩行、屋内がT-cane歩行であった。歩容は麻痺側に関して、立脚期を通じて接地は前足部のみで、軽度膝屈曲位であった。遊脚期では分廻し歩

* The effect of knee brace with knee flexion assist in patient with hemiplegia

- 1) 医療法人羔羊会弥生病院 リハビリテーション部
Keita Aimoto
- 2) 名古屋大学医学部保健学科理学療法専攻
Susumu Ota
- 3) 豊橋創造大学保健医療学部理学療法学科
Akira Kanai

行を呈していた。主訴は歩行時の歩きにくさであった。また既往に両側の変形性膝関節症(腰野分類Grade1)がある。対象者の右(麻痺側)足関節背屈可動域は「関節可動域表示ならびに測定法」に準じた方法⁵⁾に従って計測し、自動で -10° 、他動で -5° であった。膝関節のModified Ashworth Scaleは1+であった。

新規装具は通常の支柱付き装具(日本シグマックス社製, Geltex Light Sports-3)の両側上下にセラチューブを取り付け、膝関節屈曲をセラチューブの弾性力によりアシストする仕組みとなっている(図1)。

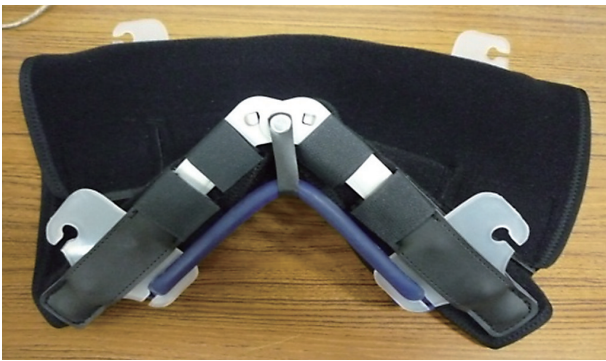


図1：膝関節屈曲アシスト装具

測定項目は歩行時の股・膝・足関節角度、フットクリアランス、10m最大歩行速度とした。股・膝・足関節角度はマーカー用シールを右肩峰、右大転子、右膝外側関節裂隙中央、右外果、第5中足骨骨頭(第5中足骨骨頭は靴を履いているため第5中足骨骨頭の外側方の靴表面)に貼付した(図2)。

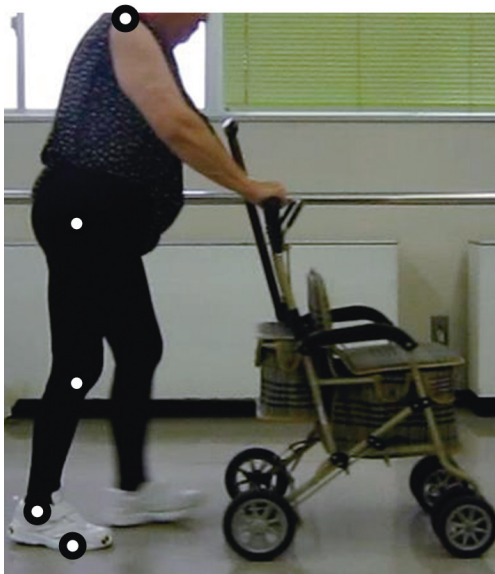


図2：マーカーの貼付位置

右肩峰、右大転子、右膝関節裂隙中央、右外果、右第5中足骨骨頭に貼付

股関節角度は右肩峰、右大転子、右膝外側関節裂隙中央でなす角度を 180° から引いた角度でプラスを屈曲角度として定義し、膝関節角度は右大転子、右膝外側関節裂隙中央、右外果でなす角度を 180° から引いた角度でプラスを屈曲角度として定義し、足関節角度は、 90° から右膝外側関節裂隙中央、右外果、第5中足骨骨頭でなす角度を引いた角度でプラスを背屈角度、マイナスを底屈角度として定義した。

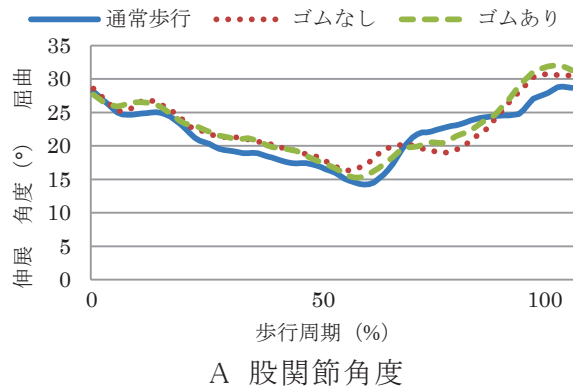
フットクリアランスの計測は第5中足骨骨頭マーカーにより行い、各計測で最も低い位置を基準とし、その高さを計測した。上衣はマーカーが隠れないようにシャツを着用し、下衣にはスパッツを、靴には履きなれたものを使用した。

歩行時の動作解析はデジタルカメラ(Cannon製IXY DIGITAL 930IS, 計測周波数: 30Hz)による二次元動作解析により行った。撮影は三脚により床面から85cmの高さで、歩行の進行方向と垂直になるように歩行路から3m離れた位置に設置した。計測時の歩行は約10周期分とし、撮影範囲中央に最も近い1歩行周期(右足部接地から右足部再接地)を抽出した。計測は通常歩行、装具ゴムなし、装具ゴムありをシルバーカー歩行にて3回ずつ行った。撮影した動画は、GOM PLAYERにより静止面に分解し、ImageJにより各マーカー位置を計測した。デジタルカメラでの撮影にはカメラレンズの歪曲収差がある⁶⁾ため、画面上の基準用スケールにより修正した。右足部接地から次の右足部接地までを100%とするように正規化した後、各関節角度、フットクリアランスを求め、各動作の3回の平均値を代表値とした。10m最大歩行速度は各動作で2回ずつ行い、速い方を採用した。1歩行周期での股・膝・足関節の可動域、フットクリアランスと10m最大歩行速度の各動作間の比較を行った。

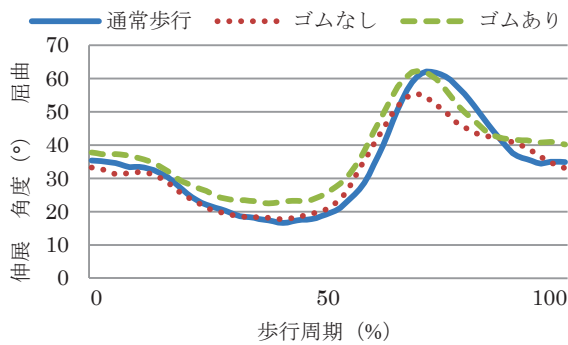
対象者には、説明書と口頭で研究の内容やリスク、参加への自由意志などを説明し、同意を得た上で行った。

結果

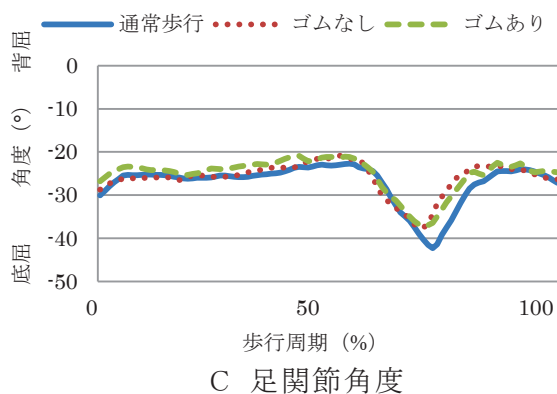
股関節角度は、装具ゴムなし・装具ゴムあり両条件ともに遊脚終期(歩行周期約87~100%)で通常歩行と比較して屈曲角度が大きくなっていた。装具ゴムなしと装具ゴムありとの比較では、遊脚期で装具ゴムありのほうが屈曲角度が大きい傾向にあった(図3A)。膝関節角度は、装具ゴムありが立脚期を通じて他条件と比較し屈曲角度が大きく、装具ゴムなしとの比較では、遊脚期でも屈曲角度が大きくなっていた(図3B)。足関節角度は、装具



A 股関節角度



B 膝関節角度



C 足関節角度

図3：歩行中の関節角度

ゴムありで立脚期に他条件と比較し底屈角度が小さい傾向にあり、装具ゴムなし・装具ゴムあり両条件で遊脚期に底屈角度が小さい傾向にあった(図3C)。

フットクリアランスは、遊脚初期から遊脚中期まで通常歩行のフットクリアランスが最も大きい結果となった(図4)。なお、遊脚期の開始時期は、歩行周期の通常歩行が69%、装具ゴムなしが67%、装具ゴムありが67%であった。

10m最大歩行速度では、装具ゴムあり歩行が最も速く、歩数も少なかった(表1)。

対象者から装具ゴムありでの歩行について「膝が

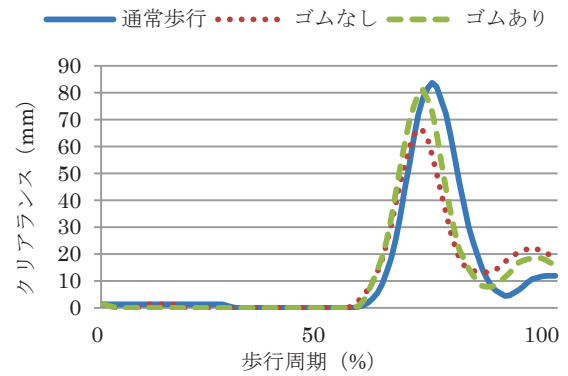


図4：第5中足骨骨頭の高さの変化

表1：10m 最大歩行速度

	時間(秒)	速度(m/s)	歩数
通常歩行	18.7	0.53	31
装具ゴムなし	18.1	0.55	31
装具ゴムあり	17.3	0.58	30

曲がりやすく、歩きやすかった」、右踵の接地ができていなかったが「踵が床についている気がする」、膝関節屈曲アシスト装具を外した後も「歩きやすさが1日程度続いた」と感想を得た。

考察

装具ゴムなしでは、遊脚期に膝関節屈曲角度が小さくなるが、装具ゴムありでは、通常歩行と同程度の膝関節屈曲角度が得られた。さらに立脚期における装具ゴムありでも、膝関節屈曲角度増大が生じた。ゴムの効果は伸展位で発揮され、屈曲位で低下するため軽度であるが、遊脚終期(歩行周期約87~100%)から初期接地にかけての膝関節伸展を制限する作用があり、そのため初期接地時の膝関節伸展角度が減少、立脚期中の膝関節屈曲角度の増大が起こったのではないかと考えられた。この対象者は通常歩行の立脚期に膝関節が軽度屈曲位であった。装具ゴムありによりさらに膝関節屈曲角度が増大し、外部膝関節屈曲モーメントが増大し、膝折れが生じやすくなることが考えられた。しかし本症例では膝折れは生じず、立脚期の膝関節屈曲角度増大が足関節底屈角度の減少につながったと推察され、対象者が「踵が床についている気がする」と感じたと考えられた。

装具ゴムありの下肢振り出しについては、立脚期の膝関節屈曲角度の影響も受け、遊脚初期から遊脚中期にかけて、膝関節屈曲角度が増大、足関節底屈角度が減少したことが振り出しやすさにつ

ながら、対象者の歩きやすさの要因となったと考えられた。

装具装着による遊脚期の足関節底屈角度減少は、装具ゴムなしでも同程度の角度が得られたことから、膝関節や足関節底屈筋群へ装具装着による圧刺激が加わり、軽度亢進していた対象者の足関節底屈筋群の筋緊張が低下した可能性が考えられた。このことは臨床上、関節を押さえることで安定をもたらす筋緊張の低下を経験することから考察をしたが、先行研究で証明はされておらず、また装具装着後の筋緊張を評価していないことも含めて推察の域を出ない。

通常歩行と装具ゴムありで遊脚期中の膝関節屈曲角度の最大値に差がないにもかかわらず、対象者が「膝が曲がりやすい」と感じたのは、立脚期における膝関節を伸展させた状態から遊脚期にかけて、膝関節が屈曲する動きをゴムがアシストすることにより、対象者の筋活動を補助していたためと推察された。

フットクリアランスの結果からは、遊脚期開始時期を考慮すると、遊脚初期から遊脚中期まで、通常歩行でのフットクリアランスが、最も大きかった。フットクリアランスには下肢関節角度だけでなく、体幹・骨盤の代償運動が影響することから、下肢関節角度の変化のみではフットクリアランスには大きな影響がないことが考えられた。また今回の計測では、実際のフットクリアランスではない第5中足骨骨頭を計測に用いたこと、足部マーカー位置の計測誤差のため距離計測を用いるのは慎重になるべきである⁷⁾と指摘されていることから、この結果が実際のフットクリアランスを正確に反映していない可能性も考えられた。

装具ゴムありでの歩幅増大および歩行速度増大は、ゴムの作用によりハムストリングの筋活動が減少したことなどによって、遊脚終期(歩行周期約87~100%)に股関節屈曲角度が増大したことが推察された。

また、膝関節屈曲アシスト装具を外した後も、歩きやすさが1日程度続いたとの対象者の感想から、装具装着歩行時に膝関節屈曲を中心とした運動学習が行われた可能性があることが考えられた。

本研究の限界として、二次元での矢状面上解析であるため前額面上の考慮ができない、足部マ-

ーカーの再現性が低い⁷⁾、対象者に関しては既往に両側変形性膝関節症があり、ADLは受傷前まで回復しているが、骨折が完治していないこと、1症例による検討であることが考えられた。今後は、対象者の麻痺の程度やゴムチューブの強度による影響を検討していくことや筋活動量の計測をすることも必要である。

本症例では膝関節屈曲アシスト装具により膝関節屈曲をアシストすることで「歩きやすさ」の要因となった可能性が考えられた。しかし、前述のごとく各関節変化に考察を加えたが推察の域を出ない。装具による片麻痺患者への歩行改善には、従来足関節へのアプローチが行われてきた。本症例は、膝関節装具装着によって片麻痺者の歩行改善ができる可能性を示唆している。

まとめ

膝関節屈曲アシスト装具装着により脳卒中片麻痺患者の歩容を変化させ、歩きやすくなる可能性があることが示唆された。しかし、本症例ではフットクリアランスの増大は生じなかった。

【参考文献】

- 1) <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/05/05.html> (参照2011-1-27)
- 2) 原寛実：私の脳卒中急性期リハビリテーション(Ⅱ)。臨床リハ8(1)：41-45, 1999.
- 3) 丹羽義明, 半田一登：脳卒中片麻痺患者の歩行能力改善の推移。理学療法ジャーナル37(1)：5-9, 2003.
- 4) 山本澄子：装具歩行。運動分析 理学療法MOOK6(高橋正明), 三輪書店, 2000, pp110-116.
- 5) 日本リハビリテーション医学会評価基準委員会：関節可動域表示ならびに測定法。リハ医学, 32(4)：208-217, 1995.
- 6) 対馬栄輝：ビデオカメラ撮影による姿勢・動作分析への活用—画像特性とその問題について—。理学療法学36(4)：187-191, 2009.
- 7) 鈴木良和, 佐藤晴彦・他：デジタルビデオカメラを用いた矢状面歩行解析におけるマーカー位置の計測誤差。理学療法学35(3)：89-95, 2008.