

症例報告



外来リハビリテーションにおいて歩容と装具に着目し歩行能力が向上した生活期片麻痺者の一症例*

上田雄太¹⁾・則竹賢人¹⁾²⁾・多田拓生¹⁾・矢澤浩成³⁾

【要旨】

【背景】発症後6年が経過した生活期の若年片麻痺者に対し、週1回の外来リハビリテーションにより、身体機能および歩行能力の向上が図れ、繰り返される転倒が消失した症例について歩容と装具に着目して報告する。【症例】症例は脳腫瘍発症から6年が経過した30歳代の女性である。中等度の運動麻痺を呈していたが、日常生活は自立していた。長期の経過の中で、徐々に身体機能および歩行能力の低下、かつ短下肢装具の不適合が生じ、屋外歩行時に頻回に転倒するようになった。歩行能力の向上を目的に当院での外来リハビリテーションが開始となった。【経過】外来リハビリテーションでの介入前期では身体機能向上と歩容の改善を目的に介入を行い、後期では麻痺側遊脚期のToe clearanceの改善を目的に装具の再作製と装具適応に向けた歩行練習を行った。筋力向上練習は外来リハビリテーションだけではなく、積極的な自主練習を指導して進めた。そして、身体機能に合った装具を再作製したことで、歩行速度の向上や転倒が消失し、恐怖感の軽減に繋がり、屋外の移動が容易となった。【考察】発症から長期経過した症例に対しても、問題点を焦点化して介入したことや適切な短下肢装具の選択、積極的な自主練習の実施により身体機能や歩行能力の向上に繋がったと考えられた。

キーワード：Buckling Knee Pattern, 短下肢装具, 転倒

はじめに

脳血管疾患発症後の急性期、回復期でのリハビリテーション（以下、リハビリ）は身体機能や動作能力の改善に効果を示すことは広く知られている¹⁾。しかしながら、退院後の日常生活動作能力に課題を有し、リハビリを必要とする症例は多い²⁾。そのため、生活期のリハビリは歩行能力の改善のみならず、身体活動性の向上、生活の質の向上、筋力の増強に対して重要な役割を担っている³⁾。脳血管疾患症例の場合、介護保険下のサービスも

しくは外来リハビリとなる。また、40歳未満の脳血管疾患例の場合、介護保険下のサービスは利用できないため、医療保険下での外来リハビリが主な選択肢となる。外来リハビリの役割は、機能改善や社会復帰・参加、維持や予防の3つが挙げられている⁴⁾。外来リハビリでの介入により、歩行能力の向上、身体活動性の増加、転倒リスクの軽減が認められたと報告がある⁵⁾。

神経系疾患において、退院後からの長期の経過の中で生じる身体機能や環境の変化に伴い、廃用

* A case of a hemiplegic patient whose walking ability was improved by focusing on gait and orthosis during outpatient rehabilitation

1) 医療法人社団喜峰会 東海記念病院
リハビリテーション部
(〒487-0031 愛知県春日井市廻間町字大洞 681-47)
Yuta Ueda, PT, Kento Noritake, PT, MS, Hiroki Tada,
PT: Department of Rehabilitation, Tokai Memorial
Hospital

(受付日 2024年5月10日/受理日 2024年9月23日)

2) 日本福祉大学 健康科学部
Kento Noritake, PT, MS: Faculty of Health Sciences,
Nihon Fukushi University

3) 中部大学 生命健康科学部
Hironari Yazawa, PT, PhD: Department of Physical
Therapy, College of Life and Health Sciences, Chubu
University

E-mail: riha@t-m-h.jp

や誤用の出現は十分に考えられる⁶⁾。しかし、運動量の確保やトレーニング内容の再考に伴い、身体機能や動作能力の向上が可能でもあることから⁶⁾、リハビリの重要性は高いといえる。

脳卒中治療ガイドライン2021では、片麻痺者に対して歩行の改善のために短下肢装具の使用が推奨されており（推奨度A, エビデンスレベル高）⁷⁾、入院中に装具を作製した片麻痺者の中には、退院後も装具を必要とするものも多い。しかしながら、退院後に生じる身体機能や動作能力の変化により、生活期では不適合となるケースがあり、制御力の小さい装具がその後の歩容悪化の原因となった報告もある⁸⁾。また、片麻痺者において、歩行速度は移動機能に関係し、その改善は社会参加に影響することが知られている^{9) 10)}。地域在住片麻痺者を対象にした報告では、歩行速度が一定であっても発症からの期間が長いほど歩行の非対称性が増大したとしている¹¹⁾。従って、歩行速度だけではなく異常歩行についても注目する必要がある。適切な装具を着用し身体機能向上や歩行能力向上を図ることが重要である。

今回、発症から6年が経過した若年の片麻痺者を外来リハビリで担当する機会を得た。介入当初は、オフセット杖とGait Solution Design（以下、GSD）を着用して歩行は自立していたが、身体機能の低下と不適合な装具の使用により歩行時に麻痺側足尖の引っかかりが生じ、屋外での転倒を繰り返していた。発症から長期間経過していたが、週1回の運動療法の介入と装具の再作製を行ったことで、身体機能と歩行能力が向上し、転倒が消失した症例を経験した。本症例への介入方法の立案と経過について考察を加え報告する。

症例紹介

症例は30歳代女性で、X-6年にA病院で左頭頂葉脳腫瘍に対して、開頭腫瘍摘出術を施行した。手術の影響により術後は右上下肢麻痺を呈した。A病院入院中にリハビリを実施し、歩行が自立して自宅退院となった。X-3年に再び摘出腔の内側に病変が出現したため、2度目の開頭腫瘍摘出術を施行した。運動麻痺の程度の増悪はなかったが、日常生活活動に制限が生じた。そのため、職場復帰や装具の変更を目的にB病院にて外来リハビリを実施した。装具は、リジット型Shoe Horn BraceからGSDへ変更となった。X-2年に目標の職場復帰に至り、B病院での外来リハビリが終了となった。X-1.5年からX-0.5年は自主練習にてGSD着用下での杖なし歩行練習や下肢自

動運動を実施していた。なお、通勤には電車を利用していたが、それに加え徒歩で1.8 kmを移動していた。しかし、徐々に屋外での転倒が増加したため、歩行能力向上や転倒の防止を目的に外来リハビリが開始となった。主訴は、「転倒を防ぎたい」であった。また、装具に関しては、以前使用していたようなShoe Horn Braceは外観面や使用できる靴が少ないため、GSDの継続した使用を希望していた。

理学療法初期評価（X日）

身体機能は、Brunnstrom Recovery Stageは手指、上肢、下肢すべてIVであった。Modified Ashworth Scaleは膝屈筋0、足底屈筋1+であった。膝伸展筋力はHand Held Dynamometer（アニマ株式会社、ミュータスF-1）を使用し、麻痺側は0.3 kgf/kg、非麻痺側は0.45 kgf/kgであった。関節可動域の制限は認めなかった。感覚検査は、表在、深部ともに軽度鈍麻であった。Functional Balance Scale（以下、FBS）は39点であった。10 m歩行テスト（快適）はオフセット杖とGSD（油圧制動：2）を着用し、速度50.4 m/min、ケイデンス76.2 steps/minであった。6分間歩行テストは300 mであったが、麻痺側遊脚期に麻痺側足尖の引っかかりを複数回認めた。裸足歩行も確認し、前足部接地や足部内反尖足位、Craw toeを生じていた。

活動範囲を示すLife Space Assessmentは117/120点であり、屋外での活動範囲は広い一方で、月に2回程度の頻度にて麻痺側遊脚期で麻痺側足尖の引っかかりによる転倒を繰り返していた。恐怖心から屋外場面での歩行速度も低下しており生活での外出に支障を認めていた。また、認知機能や高次脳機能障害は認めなかった。

本症例の歩容評価は、Gait Assessment and Intervention Tool（以下、G.A.I.T.）を用いた。G.A.I.T.は歩容の異常が明確になるため、治療ターゲットを決定するうえで有用となる歩行評価である^{12) 13)}。項目は歩行周期における各相での上肢、体幹、下肢の運動学的パラメータを31項目に分類し、各項目に応じて0-3点でスコアリングする評価である。G.A.I.T.の評価は、前額面および矢状面からビデオカメラで歩行を撮影して採点を行った。合計点は、39/62点であった（立脚期と遊脚期：1点、立脚期：21点、遊脚期：17点）（表1）。

歩容評価結果を以下に述べる。麻痺側立脚期では、全足底接地し、膝関節が過剰に屈曲するBuckling Knee Pattern（以下、BKP）が出現し、股関節伸展不足を認め、麻痺側の大殿筋の筋力低下

表 1. Gait Assessment and Intervention Tool (G. A. I. T.) の初期・最終評価結果

Gait Assessment and Intervention Tool (G.A.I.T.)	初期評価	最終評価
肩の肢位	0	0
肘の屈曲	0	0
上肢の振り	1	1
体幹アライメント (静的)	0	0
立脚期と遊脚期合計点	1	1
体幹肢位 / 運動 (動的) (側方から見た矢状面)	0	0
体幹肢位 / 運動 (動的) (前後から見た前額面)	0	0
体重移動 (頭部, 体幹, 骨盤の側方移動) (前後から見た前額面)	0	0
骨盤肢位 (前後から見た前額面)	2	1
股関節伸展 (側方から見た矢状面)	2	1
股関節回旋 (前後から見た前額面)	1	1
足接地時の膝関節屈曲 (側方から見た矢状面)	2	1
荷重応答期の膝関節屈曲 (側方から見た矢状面)	2	1
立脚中期の膝関節屈曲 (側方から見た矢状面)	3	0
立脚後期 / 前遊脚期の膝関節 (踵拳上からつま先離地) (側方から見た矢状面)	3	3
足関節底屈の運動 (側方から見た矢状面)	3	1
足関節内反 (前後から見た前額面)	0	0
立脚後期 / 前遊脚期の足関節底屈 (踵拳上からつま先離地) (側方から見た矢状面)	2	2
つま先の肢位 (側方から見た矢状面)	1	1
立脚期合計点	21	12
体幹姿勢 / 運動 (動的) (側方から見た矢状面)	0	0
体幹姿勢 / 運動 (動的) (前後から見た前額面)	0	0
骨盤肢位 (側方から見た矢状面)	2	1
骨盤肢位 (前後から見た前額面)	1	0
骨盤回旋 (上方から見た水平面)	1	1
股関節屈曲 (側方から見た矢状面)	3	1
股関節回旋 (前後から見た前額面)	1	1
遊脚初期の膝関節 (側方から見た矢状面)	2	2
遊脚中期の膝関節 (側方から見た矢状面)	3	2
遊脚後期の膝関節 (側方から見た矢状面)	1	1
足関節運動 (側方から見た矢状面)	2	1
足関節内反 (側方から見た矢状面)	0	0
つま先の肢位 (側方から見た矢状面)	1	1
遊脚期合計点	17	11
全合計点	39	24

も疑われた。BKPにより麻痺側立脚期で位置エネルギーを高めることができず、非効率的な歩容を呈していると推察された。さらに、麻痺側遊脚期で足関節は底屈位であったため、麻痺側足先の引っかかりが生じやすい状況であり、代償動作として非麻痺側の伸び上がり歩行も呈していた(図1)。以上のことから、異常歩行の定着化に陥

り、非効率的な歩行となり、歩行速度の低下や繰り返される転倒を引き起こしていたと考えられた(図2)。

理学療法プログラムと経過

理学療法プログラムの経時的变化を図3に記した。外来リハビリは週1回の頻度で40分間実施し



図1. X日の Gait Solution Design での歩容

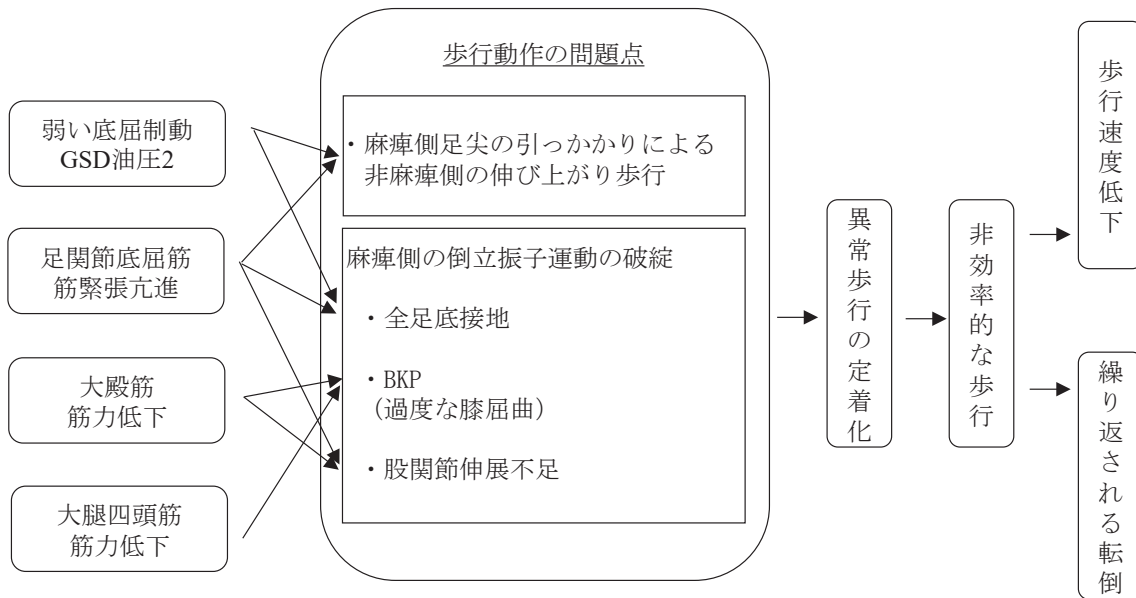


図2. 歩行の問題点

GSD : Gait Solution Design BKP : Buckling Knee Pattern

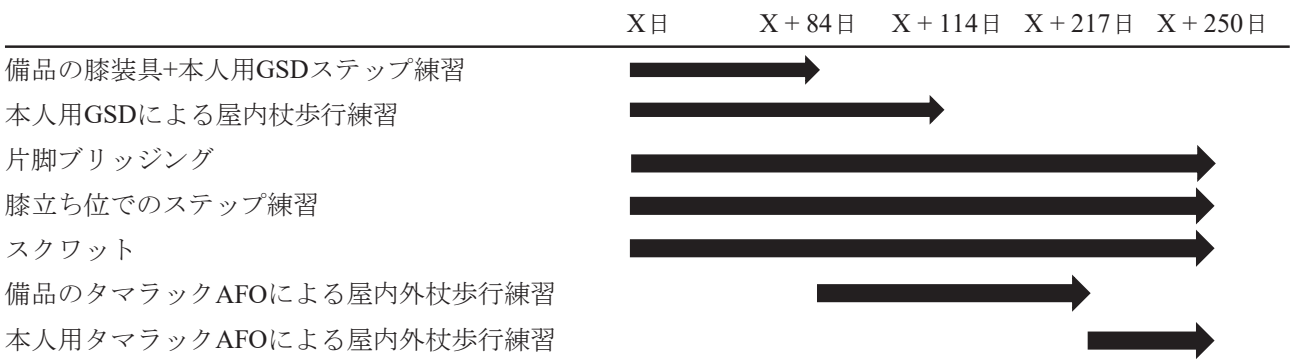


図3. 理学療法プログラムの経時的变化

GSD : Gait Solution Design AFO : Ankle Foot Orthosis



図 4. 膝立ち位でのステップ練習

た。介入前期 (X 日～X + 84 日) と介入後期 (X + 85 ～ 252 日) の 2 期に分けて示す。介入当初より、身体機能向上を図るとともに装具の再作製も考慮した。しかしながら、本人の GSD の使用継続の意見を尊重し、主に介入前期では、麻痺側の全足底接地や BKP の改善に向けた身体機能向上と歩容の改善を目的に介入を行い、介入後期では麻痺側遊脚期の Toe clearance の改善を目的に装具の再作製と装具適応に向けた歩行練習を行った。

介入前期では全足底接地に対しては、GSD の油圧制動を 2 から 4 へ調整し、底屈制動を強化したが、踵接地の獲得には至らなかった。大殿筋強化に対しては、片脚ブリッジングと膝立ち位でのステップ練習を実施した (図 4)。膝立ち位でのステップ練習は、支持物と介助から開始した。徐々に体幹の前傾や臀部後退が軽減し支持物なしへと

段階的に移行した。大腿四頭筋強化に対しては、スクワットを実施した。歩容の改善に対しては、膝装具を用い、膝を固定した状態で立位でのステップ練習、歩行練習を実施した。膝装具の使用は BKP の程度に合わせて徐々に使用機会を減らした。自主練習はステップ練習 (立位・膝立ち位) を各 20 分、スクワット・片脚ブリッジングを 10 ～ 20 回 5 ～ 10 セットを毎日実施するように指導し、外来リハビリ時に実施状況を毎回確認した。

X + 84 日には麻痺側膝伸筋力は 0.52 kgf/kg、FBS は 49 点と身体機能の向上を認めた。それに伴い、麻痺側立脚期における BKP は軽減に至り、転倒頻度は月 1 回程度まで減少していた。しかし、麻痺側の全足底接地と麻痺側遊脚期で足関節底屈位による非麻痺側の伸び上がり歩行は残存していた (図 5)。そのため、GSD の底屈制動では足部内反尖足位を抑制できないと考え、底屈制限であるタマラック継手付き短下肢装具 (以下、タマラック AFO) への変更を提案した。しかし、足関節の自由度が制限されることや外観面でタマラック AFO への受け入れは不良であり、本人の意向やニーズに沿った結果、介入早期での装具再作製には至らなかった。

介入後期では麻痺側の全足底接地と麻痺側遊脚期で足関節底屈位による非麻痺側の伸び上がり歩行を改善させるために装具再作製と装具適応に向けた歩行練習を行った。まずは、GSD とタマラック



図 5. X + 84 日の Gait Solution Design での歩容



図 6. X + 230 日のタマラック継手付き短下肢装具での歩容

ク AFO の歩行動画を撮影し、それぞれの歩行の比較を共有し、タマラック AFO での歩行の利点である踵接地の出現や Toe clearance の確保が可能となり、本症例の主訴であった転倒の防止に繋がることを伝えた。また、外観面を気にしていたため、ベルクロの色の変更が可能なことやプラスチック自体にオリジナルでアートを施行できることを提案した。患者自身がタマラック AFO での歩きやすさを自覚してもらえるように備品のタマラック AFO での屋外歩行練習も行った。介入の継続により、徐々にタマラック AFO への受け入れが改善し、X + 114 日に装具再作製への了承が得られ、X + 217 日にタマラック AFO が完成した。完成後も介入を継続し、タマラック AFO の不適合がないことを確認し、X + 250 日に最終評価を行い、外来リハビリが終了となった。

理学療法最終評価 (X + 250 日)

初期評価と最終評価の結果の比較を表 2 に記した。膝伸展筋力は麻痺側 0.55 kgf/kg、非麻痺側 0.75 kgf/kg、FBS は 53 点と改善を認めた。10 m 歩行テスト (快適) はオフセット杖とタマラック AFO を着用し、速度 64.8 m/min、ケイデンス 97.8 steps/min と歩行速度向上を認めた。6 分間歩行テストは 455 m と介入初期より 155 m の延長を認めた。歩容評価である G.A.I.T. は 24/62 点 (立脚期と遊脚期 : 1 点, 立脚期 : 12 点, 遊脚期 : 11 点) (表 1) であり、BKP は改善を認めた。また、麻痺側遊脚期での足先の引っかかりも消失し、非麻痺側の伸び上がりによる代償動作も改善を認めた (図 6)。屋外での転倒が無くなったことで、転倒への恐怖感も軽減し、歩行速度向上に至り、通勤

や通院など外出時の移動に要していた時間も短縮した。本症例より、自宅を出発する時間を遅らすことができ、転倒が無くなったことや歩容が改善されたことで周囲の目も気にせず歩行できるようになり、生活の質が上がったと発言があった。

考察

発症から 6 年が経過していた本症例において、外来リハビリでの運動療法および身体機能に即した装具処方により身体機能、歩行能力の向上や転倒防止を図ることができた。装具は身体機能に合わせたものを使用する必要がある、制御力の小さい装具の使用がその後の歩容悪化の原因となることがあると報告されている¹⁰⁾。本症例は、筋力低下や痙縮の増強といった身体変化が生じ、制御力の小さい GSD においては徐々に装具が不適合となり、BKP や非麻痺側の伸び上がり歩行といった誤学習が生じ、転倒に繋がっていたと推察される。また、X - 1.5 年から X - 0.5 年は GSD 着用下での杖なし歩行練習や下肢自動運動を自主練習にて実施しており、杖なしという難易度の高い練習を実施されていたことも誤学習が生じた 1 つの要因として考えられる。本来であれば、装具再作製を早期に進めるべきであったかもしれないが、身体機能低下を認めていたことや患者の主訴を尊重し、まずは身体機能向上と歩容の改善への介入から進めた。

BKP の要因は、機能的要素として大殿筋や大腿四頭筋の筋力低下が挙げられ、運動学的要素として初期接地から立脚中期にかけて、大腿および骨盤を前方へ推進できず、床反力が膝関節の後方を通過するためと報告されている¹⁴⁾。また、片麻痺

表 2. 初期・最終評価 結果

評価項目	初期評価	最終評価
Brunnstrom Recovery Stage (手指 / 上肢 / 下肢)	IV / IV / IV	IV / IV / IV
Modified Ashworth Scale (膝屈筋 / 足底屈筋)	0/1+	0/1+
膝伸展筋力 (非麻痺側 / 麻痺側) (kgf/kg)	0.45/0.3	0.75/0.55
表在感覚・深部感覚	軽度鈍麻	軽度鈍麻
Functional Balance Scale (FBS) (点)	39	53
10 m 歩行テスト		
速度 (m/min)	50.4	64.8
ケイデンス (steps/min)	76.2	97.8
6 分間歩行テスト (m)	300	455
Life Space Assessment (点)	117	117

者では、踵からではなく全足底や前足部で接地することが多く、それによって下肢前面の筋の遠心性収縮によって重心を持ち上げることができず、立脚初期以降の歩容にも影響を与えやすいと報告されている¹⁵⁾。本症例も、身体機能や歩行観察から同様な所見が考えられた。そのため、身体機能への介入としては大殿筋と大腿四頭筋の筋力増強運動を実施した。運動学習を促進するうえでは、下肢装具を用いて関節の自由度を制限し、課題の難易度を調整することを考慮する必要があるとの報告があり¹⁶⁾、本症例においてはGSDに加えて、膝装具を使用したステップ練習や歩行練習を取り入れた。さらに、介入途中から装具をGSDからタマラックAFOへ変更したことで、踵接地の出現が認められ、立脚中期での膝関節屈曲が軽減した。その結果、目的としていた筋力向上や初期接地から立脚中期にかけて必要な大殿筋の筋力強化と、大腿および骨盤を前方へ推進させるタイミングの学習が図れた可能性が考えられ、BKPの改善に至ったと推察される。

身体機能の改善に伴いBKPは改善したものの、非麻痺側の伸び上がり歩行は残存しており、転倒も完全には防止できていなかった。遊脚期におけるToe clearanceは、転倒の主な原因であるつまずきに影響するとされている¹⁷⁾。健常者では、Toe clearanceは股関節・膝関節の屈曲と足関節の背屈によって規定される¹⁸⁾。一方、片麻痺者では、遊脚期の下肢の屈曲運動が障害され、骨盤挙上や分回し、反対側の伸び上がり歩行といった特徴的な運動を呈することが多く、これらの運動は、下肢の屈曲運動の減少を補ってToe clearanceを確保するための代償運動と解釈されている¹⁹⁾。本症例も、Toe clearanceを確保するための代償動作として、伸び上がり歩行を呈していたが、代償が不十分であったため、転倒を生じていたと考えられる。底屈制限であるタマラックAFOを作製したことにより、麻痺側遊脚期の問題点であった足関節底屈位を抑制することができ、Toe clearanceの確保へと繋がり、代償動作であった伸び上がり歩行も改善し、転倒が防止できたと推察される。

また、発症から6年が経過した生活期片麻痺者でも身体機能や歩行能力が向上できた要因として、本症例は若年で理解も良好であり、意欲も高く積極的に運動療法や自主練習に取り組めたことが挙げられる。実際に生活期では、トレーニングの質と内容、活動量の充足、自主練習の自己管理の3つが重要と報告されている⁸⁾。本症例では、問題点を焦点化し、それらに対してトレーニングが

実施されたこと、自宅での自主練習も動画にて実施状況や方法の確認をしながら実施されたことで、身体機能や歩行能力の向上に繋がったと推察される。

結論

今回の症例は、発症から長期間経過したにも関わらず、運動療法や装具療法により、身体機能や歩行能力の向上に至り、屋外での転倒が無く移動が可能となり、充実した社会生活を送ることができた。片麻痺者は退院後に身体機能の変化が生じやすく、それに伴い装具の不適合が生じることがあり、歩行能力の低下が進行する可能性が考えられる。そのため、身体機能の変化や生活上の問題点を考慮し、装具の調整や運動指導を行う必要がある。

倫理的配慮

ヘルシンキ宣言に基づき、患者に口頭で説明し同意を得た。

利益相反

本報告に関して、開示すべき利益相反はない。

謝辞

対象者、ならびに本報告に助言をいただきました皆様へ感謝いたします。

【文献】

- 1) Langhorne P, Ramachandra S: Organised inpatient (stroke unit) care for stroke: network meta-analysis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020; 4 (4): CD000197.
- 2) Legg L, Langhorne P: Rehabilitation therapy services for stroke patients living at home: systematic review of randomized trials. *Lancet.* 2004; 363 (9406): 352-356.
- 3) Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, et al.: Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80 (10): 1211-1218.
- 4) 高橋紀代：都市部のクリニックにおける外来・訪問リハビリテーションの実際。 *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine.* 2017; 54 (7): 500-503.
- 5) Rodriguez AA, Black PO, et al.: Gait training efficacy using a home-based practice model in

- chronic hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil. 1996; 77 (8) : 801-805.
- 6) 芝崎淳：脳卒中重度片麻痺者の歩行再建をめざした生活期の理学療法. 理学療法学. 2020; 47 (5) : 491-498.
- 7) 脳卒中治療ガイドライン委員会：脳卒中治療ガイドライン2021.
- 8) 久米亮一：回復期リハビリテーションから、生活期まで、適切な片麻痺患者の短下肢装具及び環境への取り組み. 日本義肢装具学会誌. 2017; 33 (3) : 151-158.
- 9) Perry J, Garrett M, et al.: Classification of walking handicap in the stroke population. Stroke. 1995; 26 (6) : 982-989.
- 10) Schmid A, Duncan PW, et al.: Improvements in speed-based gait classifications are meaningful. Stroke. 2007; 38 (7) : 2096-2100.
- 11) Patterson KK, Gage WH, et al.: Changes in gait symmetry and velocity after stroke: a cross-sectional study from weeks to years after stroke. Neurorehabil Neural Repair. 2010;24 (9) : 783-790.
- 12) Daly JJ, Nethery J, et al.: Development and testing of the Gait Assessment and Intervention Tool (G.A.I.T) : A measure of coordinated gait components. J Neurosci Methods. 2009; 178 (2) : 334-339.
- 13) 阿部浩明, 大畑光司：脳卒中片麻痺者に対する歩行リハビリテーション. 株式会社メジカルビュー社, 東京, 2016, pp. 60-63
- 14) 門脇敬：脳卒中重度片麻痺者の歩行再建をめざした回復期病棟での理学療法. 理学療法学. 2020; 47 (4) : 369-376.
- 15) 山本澄子：歩行障害のバイオメカニクス. 理学療法学. 2015; 42 (8) : 634-635.
- 16) 才藤栄一, 横田元美・他：運動学習から見た装具 — 麻痺疾患の歩行練習において. 総合リハビリテーション. 2020; 38 (6) : 545-550.
- 17) Barrett RS, Mills PM, et al.: A systematic review of the effect of ageing and falls history on minimum foot clearance characteristics during level walking. Gait Posture 2010; 32 (4) : 429-435.
- 18) Moosabhoy MA, Gard SA: Methodology for determining the sensitivity of swing leg toe clearance and leg length to swing leg joint angles during gait. Gait Posture. 2006; 24 (4) : 493-501.
- 19) Matsuda F, Mukaino M, et al.: Analysis of strategies used by hemiplegic stroke patients to achieve toe clearance. Jpn J Compr Rehabil Sci. 2016; 7: 111-118.