

## トピックス記事『長下肢装具を用いた急性期から行う

### 重度片麻痺例に対する積極的歩行トレーニング』

執筆者

広南病院リハビリテーション科  
日本神経理学療法学会 運営幹事  
阿部 浩明

#### 1. はじめに

歩行の再建は古くより脳卒中リハビリテーションにおける主要な目標の一つである<sup>1-4)</sup>。重度片麻痺例の歩行の再獲得において理学療法士が重要な役割を担うことになる。脳卒中治療ガイドライン<sup>5)</sup>や脳卒中理学療法診療ガイドライン<sup>6)</sup>が作成され、理学療法を展開する上で参考となる資料が示されている。そこには「発症後早期から積極的なリハビリテーションを行う事が強く勧められる。その内容には、早期座位・立位、装具を用いた早期歩行トレーニングなどが含まれる。」との主旨の記載があり、装具を用いた治療は推奨されるものである。

あくまで、個人的な意見であるが、装具療法に対する各理学療法士の考え方には大きな差異があるように思う。装具の重要性を切に感じ関連情報の収集に熱心に取り組む者もいれば、装具療法に拒否的な意見を持つ理学療法士もいる。装具を装着すると感覚入力を妨げる、運動学習の機会を失うことになる・・・などの意見を耳にすることがある。確かに足部にプラスチックなどの素材が接した状態では、裸足で床に接する時とは感知できる情報が異なるのかもしれない。しかし、装具の有効性を示す論文は多数あるのに、装具を使用しないことで得られるメリットを科学的に検証した論文は、私が渉猟し得る限りみられない。これは、どのように考えればいいのか。

筆者は学生時代に装具療法の講義にあまり魅力を感じていなかった。それは、治療用装具という考え方ではなく、最終的に残存した障害に対して装具が使用されるという考えを持っていただけだと今になって思う。確かに、筆者らが学生であった時代には、そのように装具を考えるのがスタンダードだったのかもしれない。特に、長下肢装具(Knee Ankle Foot Orthosis ; KAFO)に関しては、興味がないどころか、否定的な考えを持っていた。ところが、今では急性期から KAFO を作製して積極的歩行トレーニングを展開することの重要性を強烈に感じ、この紙面にてその重要性を述べているのだから不思議なものである。

ここでは、これまで筆者らが取り組んできた急性期の重度片麻痺例に対する歩行トレーニングの実際について歩行の神経機構も含めて概説し、我々が取り組んできた装具に関わる2つの研究結果を紹介し、その有効性について私見を述べたい。なお、本誌面では十分な解説ができなかった部分も少なくない。詳細については引用文献を参照されたい。

#### 2. 歩行の神経機構

歩行には随意的な制御機構と自動的な制御機構が関与していることが古くより報告されている。図1に歩行の神経機構の概略図を示した<sup>7)</sup>。歩行は随意的な制御機構と非随意的な自動的な制御機構の二つに大別される。大脳皮質活動を中心とした随意的な歩行の制御機構は障害物を躲したり、歩行を開始したりと、意図的な歩行の制御に密接に関わるのに対して、脳幹や脊髄といったそれより下位が関わる自動的な歩行制御機構とは、意識しなくても歩行を続けるような歩行制御に関わっている。脳幹の橋脚被蓋核にその中枢が存在することが知られている。動物実験では同部位に電氣的刺激を加えると除脳された状態でも歩行

が出現することが証明されている。除脳されているということは大脳皮質に上行する情報は途絶え、下行する情報も下位に伝わることがない状態である。そのような状態でありながら歩行が出現するというのは大脳皮質を中心とした神経機構のみならず、それより下位の神経機構によってもなされていることを証明するものである。脊髄にも脳幹と同様に自動的な歩行制御に関わる神経機構が存在することが知られている。**Central pattern generator (CPG)** と呼ばれ、完全脊髄損傷者においても、特定の刺激を加えることにより下肢に歩行様の周期的運動や筋活動が出現することが報告されている。一般に脳卒中後の片麻痺を呈する症例の多くはその病変がテント上病変であり、図1に示したような自動的な歩行に関連する領域は損傷を免れている。例えば、脳出血であれば、その頻度は被殻が最も高く、ついで、視床が多い。これらの領域を合わせた場合、その出現率は脳出血の70%にも及ぶとされる。自動的な歩行に関わる脳幹や小脳などの出血はそれより頻度が低く、典型的片麻痺を呈する頻度もその解剖学的特性上多くない。すなわち、我々が臨床で担当することの多い典型的な片麻痺患者の多くは、随意的な歩行に関連する部位が損傷する頻度が高く、自動的な歩行に関連する領域の損傷は免れていることが多いということになる。自動的な制御機構を賦活し利用できるようなになれば、随意的な制御が困難となった片麻痺例の歩行再獲得に有益なものとなるのではないだろうか。

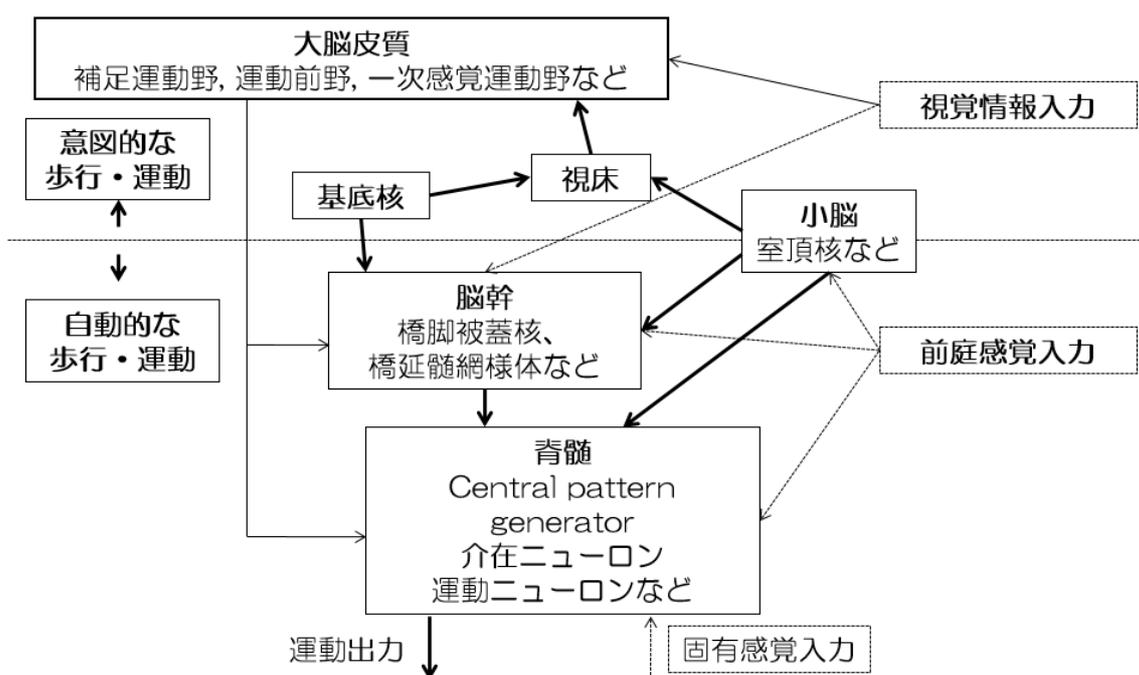


図1 歩行に関わる神経機構

### 3. 歩行トレーニングの実際

#### 3-1. 急性期重度片麻痺例の歩行トレーニング

麻痺側及び非麻痺側の下肢筋力と歩行能力とは関連<sup>8,9)</sup>があり、特に麻痺側の筋力との関連が強い。そのような背景から、脳卒中重度片麻痺例の歩行再建を考える上で、麻痺側下肢筋力を強化する視点が重要となると考えられる。**KAFO**が必要となる症例の多くは、足関節はもちろん、膝関節さらには股関節まで含め支持性の低下した症例であり、随意運動が障害された症例である。ところで、随意運動が不可能な程の重度の片麻痺例の下肢筋力を強化することができるのか？この点について私見を述べたい。単純な開鎖的 (Open Kinetic

Chain ; OKC) な単関節運動の強化では、そもそも随意運動が困難であるため、遂行自体が難しい。重度の麻痺を呈した場合には、随意運動が困難な場合であっても、立位や立ち上がりといった抗重力下の環境に置くことで下肢筋活動を得られることをしばしば経験する。大畑ら<sup>10)</sup>は、最大等尺性筋力を発揮している際の筋活動を筋電図にて評価し、その値を最大随意筋活動として求め、その後、KAFO を使用して歩行トレーニングを実施した際の下肢筋活動との比較を行った。その結果、重度の麻痺を呈し膝伸展筋力が弱い症例ほど、歩行時の下肢筋活動のほうが最大随意筋活動より高かったことを報告<sup>9)</sup>した。我々は、重度片麻痺症例に対する理学療法のあり方を模索するために、立位や歩行、歩行でも異なる様式の歩行を実施した際にどのような下肢筋活動の差異が生じるのかを複数例で検証した<sup>1-3,11)</sup>。その中には、随意運動はもちろんのこと、立位で麻痺側下肢荷重トレーニングを実践しても下肢筋活動がほとんど生じない症例も存在した。そのような症例でも、歩行を介助にて実践すると下肢筋活動が観察される症例が存在することを確認した(図2)<sup>1-3,11)</sup>。また、歩行の様式を揃え型の3動作歩行から、前型の2動作歩行にした場合、更に麻痺側下肢筋活動が増大することを報告した(図3)。その変化は大殿筋や大腿筋膜張筋、腓腹筋で顕著であった(図4)。我々はこのような歩行様式の変化によって生じる下肢筋活動の変化の背景には複雑な歩行の神経機構が関わっていると考えている。

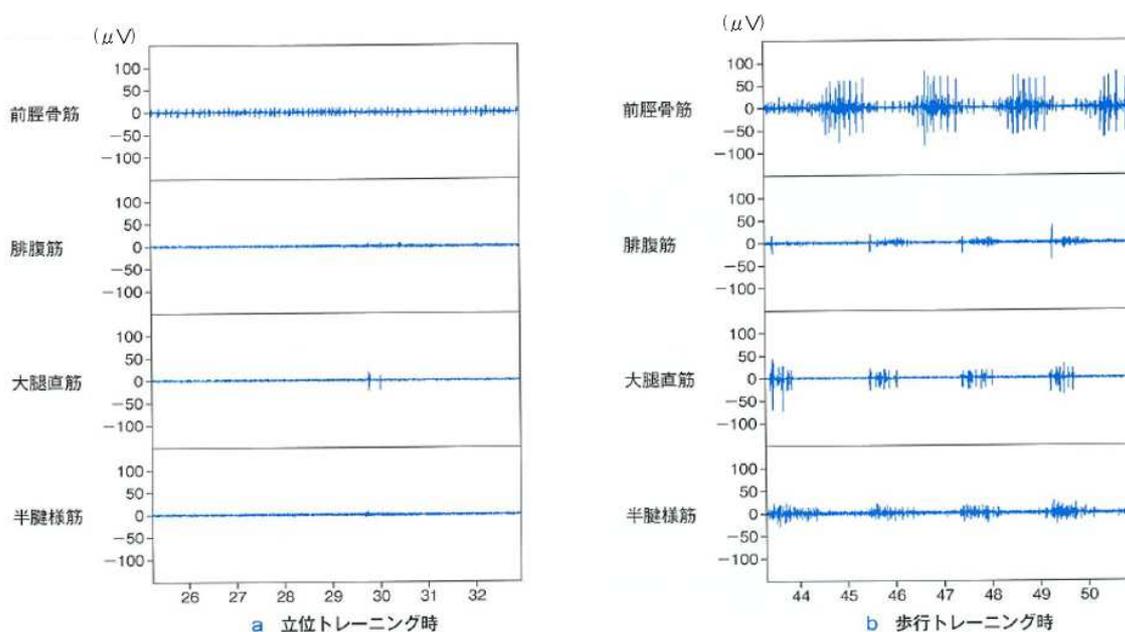


図2 重度片麻痺例の立位トレーニング実施時と歩行トレーニング実施時の筋活動の差異

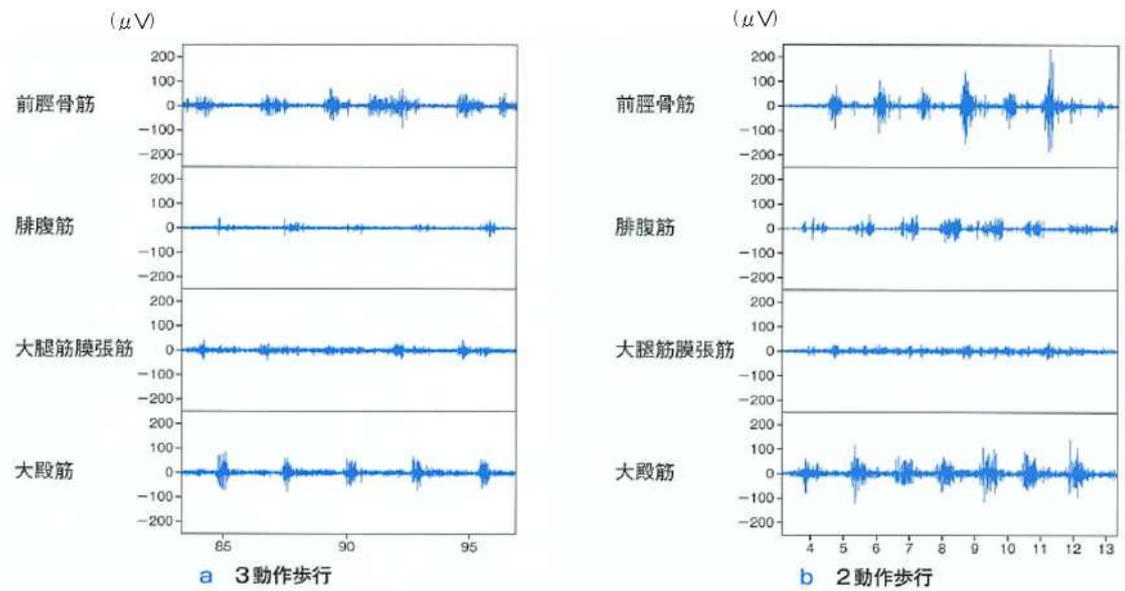


図 3 3動作揃え型歩行トレーニングと2動作前型介助歩行トレーニング時の下肢動作筋電図（同一症例での比較）

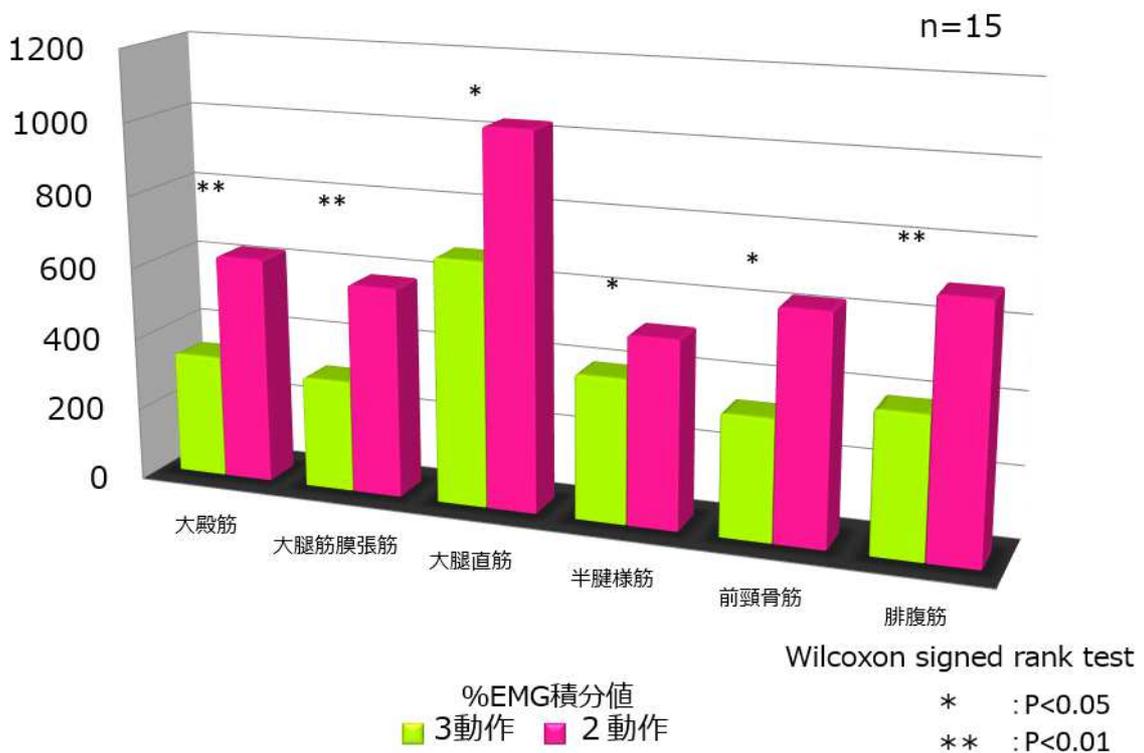


図 4 2動作と3動作歩行時の筋活動の差異

完全脊髄損傷例の歩行に関わる先行研究を概観すると、トレッドミル上に免荷した状態で立位を取り、モーターにて駆動するように設定して歩行様の運動をさせた際に、完全脊髄損傷例であっても歩行様の筋活動が出現することが報告<sup>12)</sup>されている。この研究では膝を

伸展させた際と屈曲させた際との比較も行われているが、歩行様の筋活動は大きな変化がなく、荷重が完全に免荷された際には歩行様の下肢筋活動はみられなくなった。よって、股関節の伸展と屈曲の反復及び下肢荷重が完全脊髄損傷例の歩行様筋活動を引き出す上で重要であると考えられている。Kawashima ら<sup>13)</sup>は Easy stand Glider 6000 を用いて、異なる歩行様式で他動的に下肢の関節運動を提供した際の下肢筋活動の変化を調査した。完全脊髄損傷であるため膝関節が屈曲しない様に固定されている。下肢には自重がかかる状況で他動的に、片側の下肢（股関節）を屈曲させ対側を伸展させる様式、片側のみ屈曲して対側は動かさない様式、非現実的だが両側の下肢を同時に屈曲・伸展させる様式での下肢筋活動を比較している。片側下肢が屈曲し、対側下肢が動かない様な運動の場合には大きな筋活動が観察されていないのに対して、前型歩行様の運動を提供した場合に下肢筋活動が顕著に増大していることを明確に示している。我々が得た結果は脳卒中例であり、対象そのものが異なるので、単純に同様に扱うことは困難であるが、揃え型の歩行と前型歩行を実施した際の筋活動の差異は、脊髄損傷例を対象とした先行研究で重要とされる股関節の屈曲と伸展の反復、及び、荷重という側面で見ると、2動作前型歩行の方が十分な股関節屈曲と伸展を提供し、杖を用いないため下肢荷重量が増大するという点で、先行研究と同様のプロセスが作用していたのではないかと考えている。しかしながら、果たして、荷重がどの程度なら十分な筋活動が得られるのか、股関節の屈曲伸展運動はどの程度提供できれば下肢筋活動は変化するのか、その詳細については不明であり、荷重と股関節運動のどちらが筋活動を変化させるのか、両方とも提供しなければ変化が現れないのか未だ、明らかとなっておらず、今後の課題である。

### 3-2.急性期病院での早期の KAFO 作製が回復期リハビリテーション病棟転院後の歩行や階段昇降の自立度の推移に及ぼす影響

我々は、KAFO を急性期病院で作製した患者と、身体機能や発症からの期間が酷似している症例で作製せずに転院した患者の回復期リハビリテーション病棟転院後の FIM の歩行と階段の項目の継時的推移について調査した<sup>1-3,14)</sup>。我々が知りたかったことは、比較的高額な立て替え払いが必要となる KAFO を作製して理学療法を実施することが、その後の移動に関連する自立度になんらかの影響を及ぼすのかという点である。すなわち、身体状況が酷似している症例で、KAFO を作製して理学療法を継続した症例と、急性期では作製せずに回復期へ移行して理学療法を継続した症例の継時的変化を比較して、なんら差がなければ、作製する意義は乏しく、備品で対応しても不利益は少ないと思われるのでそれを明らかにするという研究をしたかったのである。我々の仮説は、患者の身体に適応した KAFO を作製することで十分な支持性が得られ、歩行自立度が向上するタイミングが KAFO 作製群では非作製群よりもやや早くなり、その一方で、長期的予後としては装具非作製群も十分なトレーニング量を得るために差がなくなるのではないかというものであった。結果は、歩行に関しては我々の予想した通りのものであった(図 5)<sup>1-3,14)</sup>。驚くべきことに、階段昇降では最終評価時の自立度に明らかな差異が現れた。すなわち、歩行における差異は中間評価時にのみみられ、KAFO を作製した群は非作製群より早期に歩行自立度が向上するのに対し、階段昇降では最終的な自立度そのものに差が生じるという、我々も予期せぬほどの衝撃的な結果であった(図 6)<sup>1-3,14)</sup>。しかし、この結果は、歩行自立度が改善する時期が早いことで説明できるかもしれない。つまり、早期に歩行自立度が上がれば、早い段階で次の目標を目指した理学療法が展開されるであろう。歩行が自立したならば階段昇降へとステップアップするのは自然なことのように思われる。特に KAFO の利点は高い支持性を得られることにある。この場合、早期から階段昇降にチャレンジできよう。一方で支持性が十分に得られない状況下での歩行トレーニングでは階段昇降を治療プログラムとして積極的に取り入

れるのは容易ではない。このような差異が階段昇降の自立度の最終的予後に差異が生じた要因であると推察している。

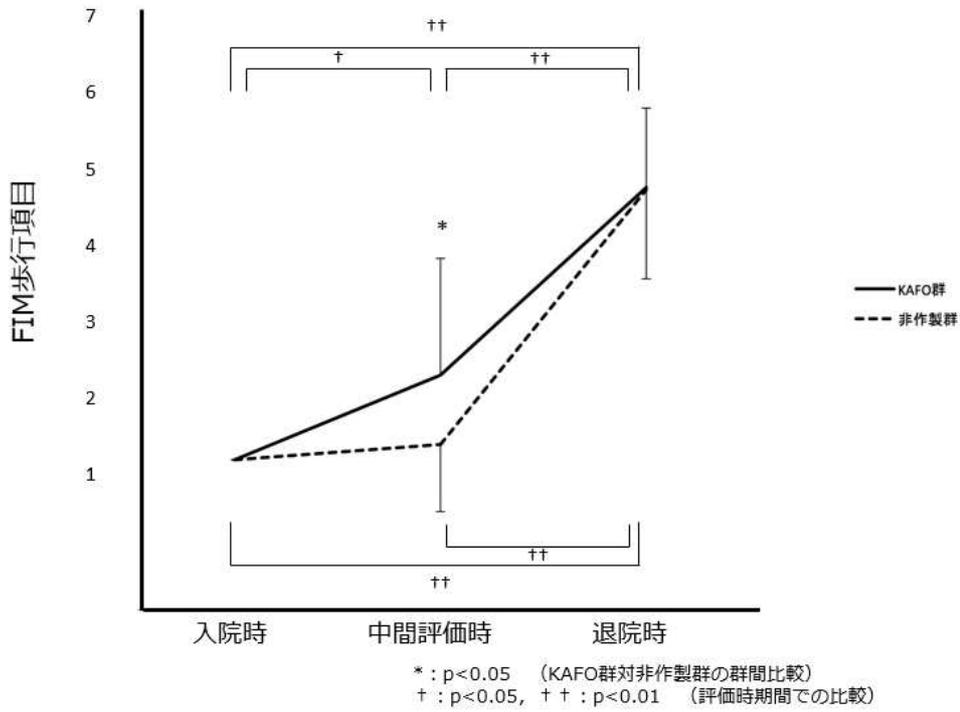
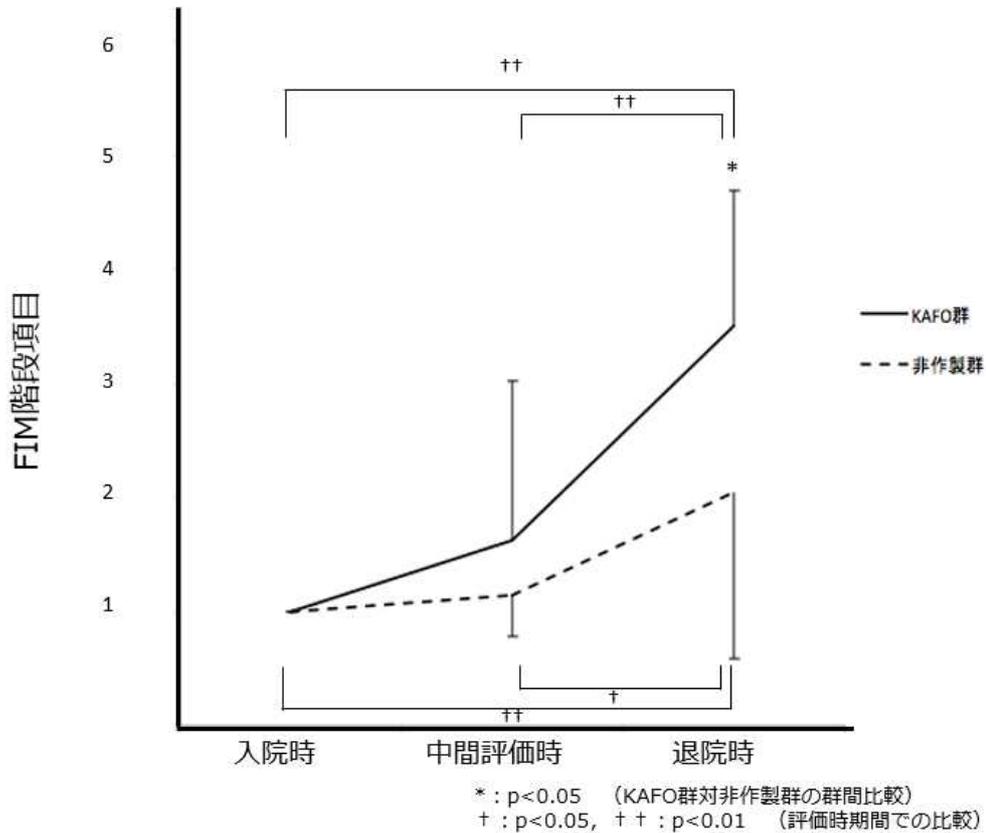


図5 FIM歩行項目の継時的な変化



## 図6 FIM 階段項目の継時的な変化

身体状況が酷似していた装具作製群と非作製群の理学療法において、装具を活用した割合に非常に大きな差異があったことも申し添えたい。急性期病院で KAFO を作製した症例は、(急性期病院での入院期間が長く) 急性期でカットダウンに至った 1 例以外は、全例、回復期病棟でも KAFO を使用したトレーニングがなされていた。一方、非作製群の 20 例中 6 例が急性期病院で KAFO を使用 (複数の急性期病院から転院されるため急性期病院間でも身体状況が同じにもかかわらず治療方針が異なるという問題も生じている) していたが、回復期病棟で備品の KAFO を使用していた症例は 1 例のみであった。身体機能がほとんど同じなのに、実施する内容が理学療法士によって大きく異なっているのは見過ごせない重大な問題ではないのだろうか。この事実は理学療法士の装具療法への考え方の違いにより生じているのであろうか。だとすれば、それは早急に改善するよう取り組まなければならない課題であろう。

## 4. おわりに

装具療法では急性期から回復期へ、そして回復期から維持期へと発症からの期間により患者の治療に当たる理学療法士が変わる。このことを踏まえた対応が必要であろう。急性期でいくら装具を活用したトレーニングを展開しても、回復期でその治療がなされなければ、装具の有効性を発揮できないであろうし、回復期から維持期へ移行する際にも、長期的な身体機能の変化や環境の変化を見据えた対応をしなければ、結局のところ、患者に貢献することはできない。装具とはあらゆる時期に関わる理学療法士全てが共通して学ぶべき学問であり、患者が急性期から維持期まで必ず移行することを考えれば、脳卒中片麻痺者に関わる理学療法士一人一人がそれを学ばずして適切な理学療法の提供はあり得ないと考えている。

## 引用文献

- 1) 阿部浩明, 大畑光司 編集: 脳卒中片麻痺者に対する歩行リハビリテーション. メジカルビュー, 東京, 2017.
- 2) 阿部浩明, 大鹿糠徹, 他: 急性期から行う脳卒中重度片麻痺例に対する歩行トレーニング. 理学療法の歩み. 2016; 27: 17-27.
- 3) 阿部浩明, 辻本直秀, 他: 急性期から行う脳卒中重度片麻痺例に対する歩行トレーニング (第二部). 理学療法の歩み. 2017; 28: 11-20.
- 4) Tyson SF, Thornton HA. : The effect of a hinged ankle foot orthosis on hemiplegic gait : objective measures and users opinions. Clin Rehabil. 2001; 15: 53-58.
- 5) 小川彰, 出江紳一, 他 編集: 脳卒中治療ガイドライン 2015. 協和企画, 東京, 2015.
- 6) 吉尾雅春, 松田淳子, 他: 脳卒中理学療法診療ガイドライン.  
[http://www.japanpt.or.jp/upload/jspt/obj/files/guideline/12\\_apoplexy.pdf](http://www.japanpt.or.jp/upload/jspt/obj/files/guideline/12_apoplexy.pdf) (2017年11月1日引用)
- 7) 三原雅史, 畠中めぐみ, 他: 歩行機能の回復と大脳皮質運動関連領野の役割. PT ジャーナル. 2005; 39: 215-222.
- 8) Bohannon RW : Muscle strength and muscle training after stroke. J Rehabil Med. 2007; 39: 14-20.
- 9) Suzuki K, Nakamura R, et al. : Determinants of maximum walking speed in hemiparetic stroke patients. Tohoku J Exp Med. 1990; 162: 337-344.
- 10) 大畑光司, 澁田紗央理, 他: 脳卒中後片麻痺患者における長下肢装具歩行時の筋活動の縦断変化 第48回日本理学療法学会大会抄録集. 会議録.
- 12) Dietz V, Müller R, et al.: Locomotor activity in spinal man: significance of afferent

- input from joint and load receptors. *Brain*. 2002; 125(Pt 12): 2626-2634.
- 13) Kawashima N, Nozaki D, et al.: Alternate leg movement amplifies locomotor-like muscle activity in spinal cord injured persons. *J Neurophysiol*. 2005; 93: 777-785.
- 14) 高島悠次, 阿部浩明 : 重度片麻痺例における急性期からの長下肢装具作製が歩行および階段昇降の予後に及ぼす影響. *日本義肢装具学会誌*. in press.