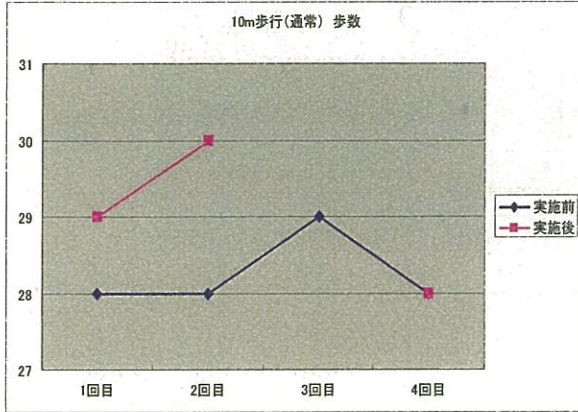
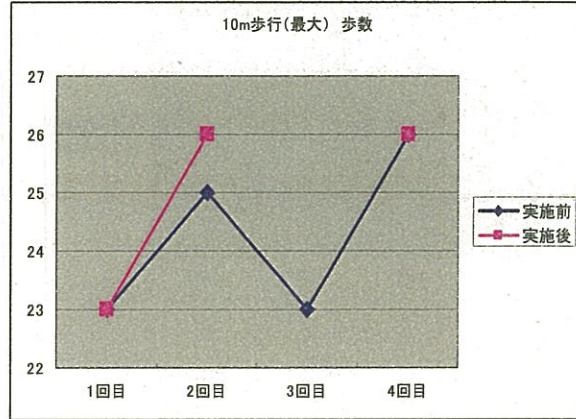


### 3) 結果

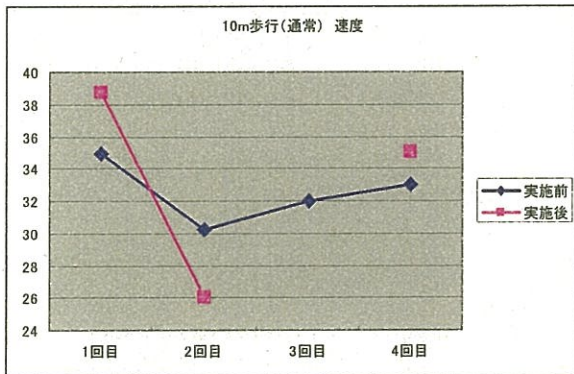
10m歩行(快適)歩数



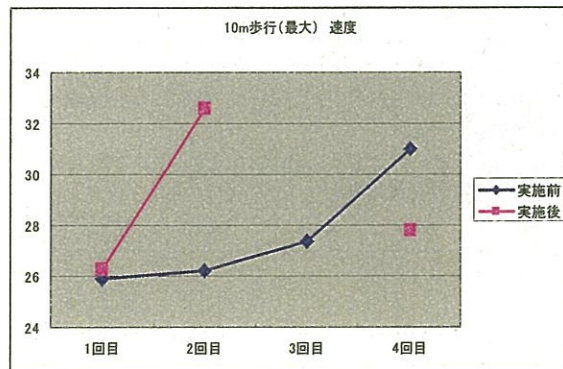
10m歩行(最大)歩数



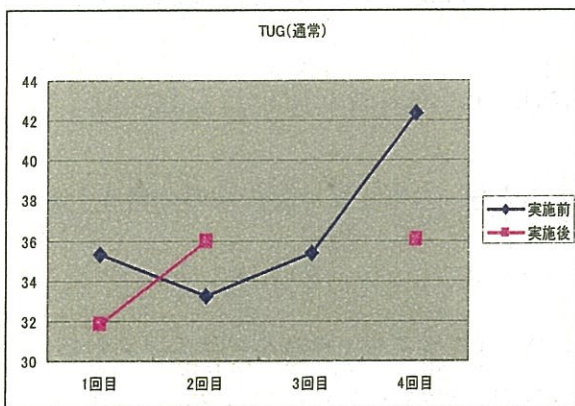
10m歩行(快適)時間



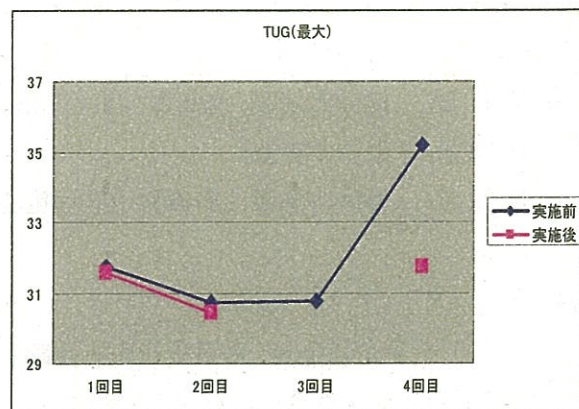
10m歩行(最大)時間



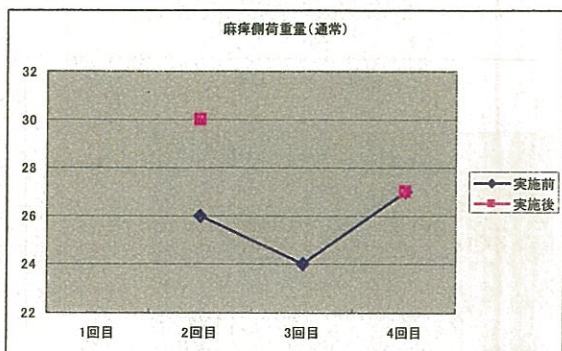
Timed "Up&Go" test (快適)



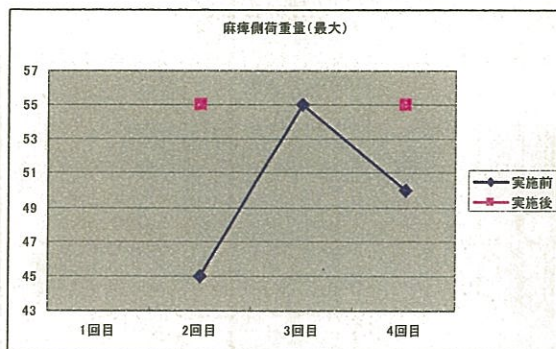
Timed "Up&Go" test (最大)



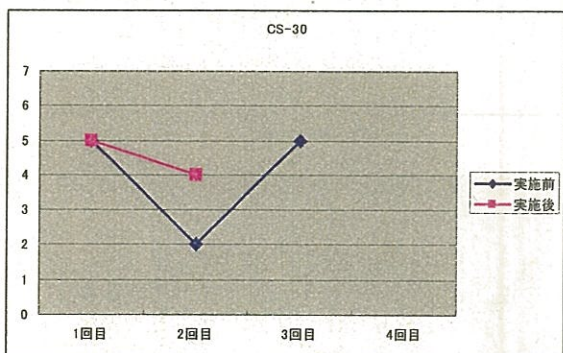
麻痺側荷重率(中間位)



麻痺側荷重率(最大)



30秒立ち上がりテスト



<動作観察>

●立ち上がり

全体を通じて、着座時のスピードをコントロールしようとしたり、正面を向き正しく座ろうという動作が見られた。

10月4日 HAL®実施後、体幹・股関節・膝関節の屈曲角度が増大する。(着座時も同様) 着座時は、ゆっくりと着座可。

10月11日 HAL®実施後、麻痺側へ重心移動が増加し、正中位に近く W/S 可。左 Knee in (+)

10月18日 HAL®非実施、

10月25日 HAL®実施後、麻痺側下肢へ重心移動不十分、立ち上がり後の体幹伸展不十分。

●歩行

10月4日 HAL®実施後、前足部荷重を意識しており、麻痺側下肢の支持時間延長みられる。

10月11日 HAL®実施後、以前と同様に前足部への荷重意識でいているが、クローヌスの出

現みられ、左へのウエイトシフト不十分。

10月18日 HAL®非実施

10月25日 HAL®施後、骨盤左回旋も減少しており、麻痺側下肢の振出が増大みられ、麻痺側下肢の振出が増大し、荷重時間が延長される。

#### <感想>

##### ●対象者

10月4日 アシストされる感じがなく、重く感じる。

10月11日 HAL®実施後、あまり感じは変わらない。前回の方が足が軽い感じがした。

10月18日 非実施

10月25日 HAL®にアシストされている感じがしない。重く感じた。

#### <その他（現象など）>

10月4日 HAL®の非麻痺側のアシストを付け、HAL®の重さの軽減を図る。

10月25日 腰痛の出現みられる。

#### <分析>

立ち上がりと着座動作では、非麻痺側に偏位した重心が正中へ戻り、股関節の内旋が減少した。HAL®のアシストにより荷重感覚が促されたことと、それに伴い荷重が増えたことにより、股関節と膝関節の安定性が図れたことが要因と考える。

歩行は、振り出しが増加した。HAL®の股関節と膝関節の屈曲アシストにより、振り出しの感覚が促されたためと考える。

数値の変化から即時効果についての有無は検証できなかった。対象者の易疲労の影響が考えられる。休息を十分配慮して行ったが、対象者の気遣いなどで疲労回復に至らなかったと考える。また、腰痛の増悪し日常生活への支障が現れたため、使用を中止した。努力性の振り出しや動作により腰部への負担が増えたためと考える。今後、他の対象に導入する際には注意が必要と考える。

## 6. 今年度のまとめ

■ 回復期の症例において歩行速度向上がみられた。

⇒歩幅の改善や即時効果も併せて確認された。

■ 歩行速度が遅くなる症例もあるが、歩行の安定性などの観点からは有効性が確認できた。

⇒特に、歩行車使用の患者において、歩行時の姿勢改善等の歩容の変化がみられた。

■ 感覚障害のある患者に対し、立ち上がり・歩行能力向上はみられたが、荷重率は低下がみら

れた。

⇒過剰筋緊張の抑制によるものと考察された。

■ 立ち上がりなどの動作において即時効果がみられた。

⇒立位時の股関節・膝関節の伸展保持能力の改善がみられた。

### Ⅲ. 昨年度からの継続実施報告

#### 1. 症例⑤ …60代男性 心原性脳梗塞 発症から3年7か月

##### 1) 基本情報 ※詳細についてはⅡ-5参照

##### 2) 実施の概要

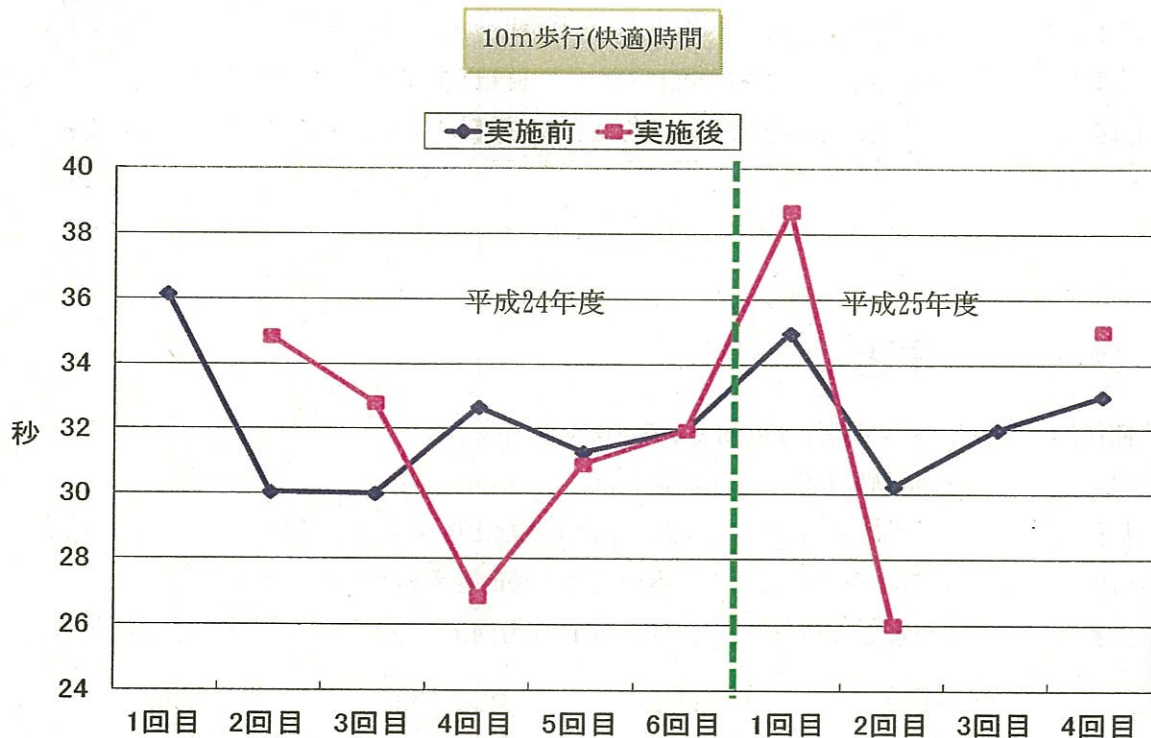
【実施期間】平成24年度 平成25年1月11日から2月9日

平成25年度 平成25年10月4日から10月25日

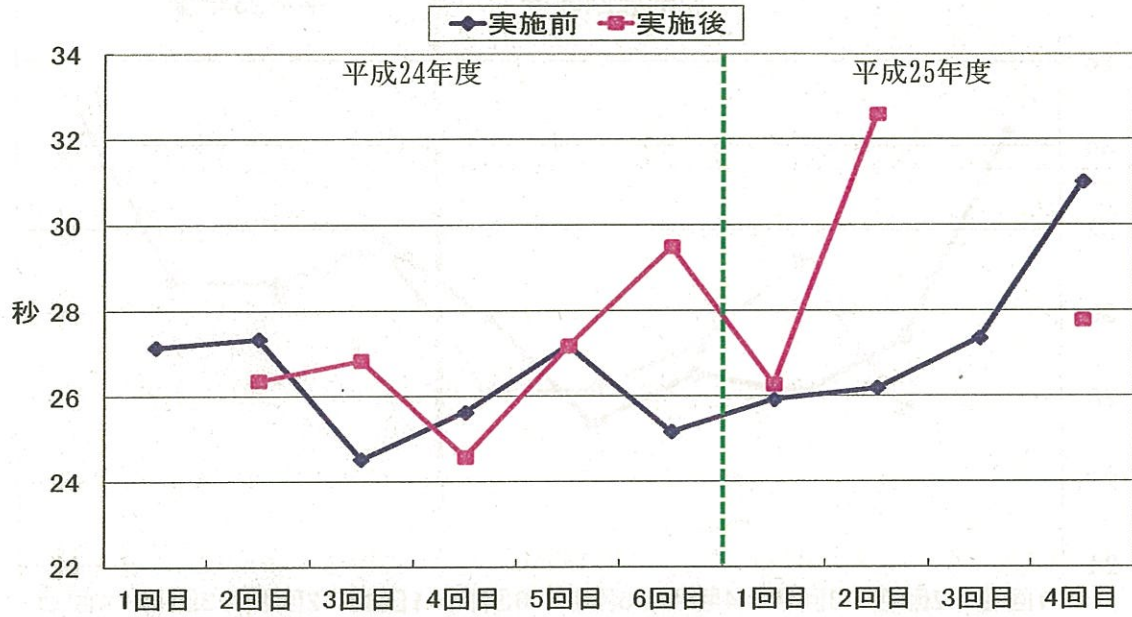
【実施頻度】1週間に1回

【実施場所】理学療法室

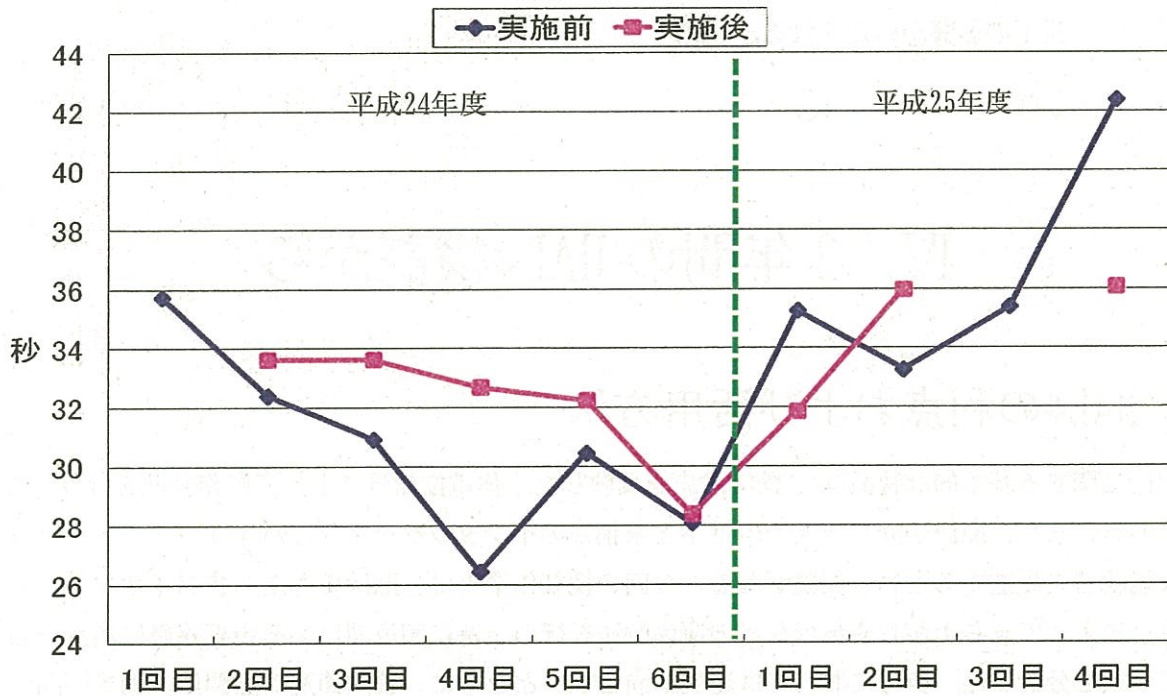
##### 3) 結果



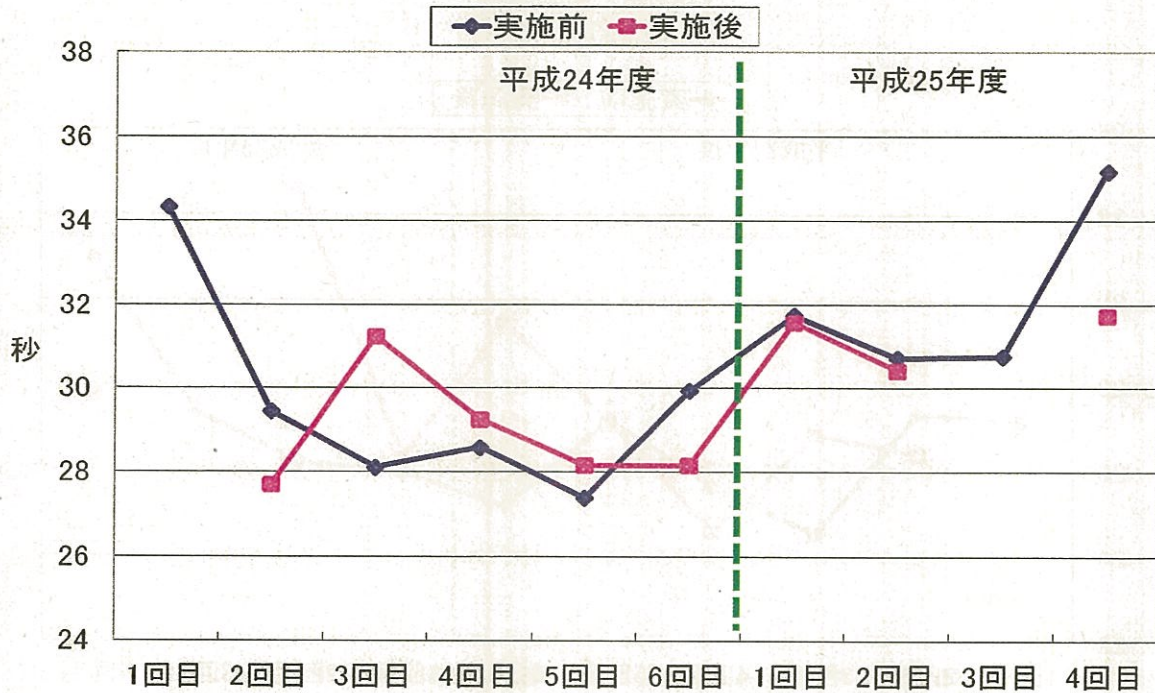
10m歩行(最大)時間



Timed "Up&Go" test (快適)



Timed “Up&Go” test (最大)



<分析>

前年度比較：著名な改善および低下は認められない。

今年度：大きな変化は認められない。数値の低下については、腰部疲労に伴うパフォーマンス低下の影響が考えられる。

## IV. 2年間の HAL® 検証から

### 1. HAL® の利点および活用方法

HAL®に関する基本的な特徴は、「動作意志を反映した生体電位信号によって動作補助を行う」ことにある。また、HAL®が介する人の中枢系と末梢系のインタラクティブなバイオフィードバックは機能改善を促進するという仮説がある。今回の検証作業では、HAL®のもたらすバイオフィードバックによって立ち上がりや歩行などの運動療法を行い、特に回復期にある中枢疾患に焦点を当てて効果を分析した。歩行においては速度が向上するとともに、股関節及び膝関節の働きが向上

することによりその安定化が図れた。立ち上がりなどでは、HAL®エクササイズ後に即時的な筋出力改善により動作能力が向上した。

我々セラピストも麻痺や筋力低下のある筋・神経に対し随意的な運動を促通する運動療法を施すが、歩行や立ち上がりなどのダイナミックな動作の中でタイミング良くすべての部位にアプローチすることは難しい。一方、HAL®は動作の中で弱化している関節へ焦点をしばり装着者の意思に基づき運動をアシストすることができる。この点ではただ運動の補助としての機能だけでなくバイオフィードバックによる関節運動の促通が図られていると推測され、今回の結果で示されたような歩行や立ち上がり動作の能力向上に繋がったと考えられる。歩行速度向上に関する効果については全国でHAL®を導入している病院・施設からの研究発表でも多く示されおり、今回の当院での検証でも同じような傾向にあった。一方で速度が向上しない症例についてもその歩容評価から安定性の向上がみとめられ、装着者の状態に合わせた操作者による適したアシストの設定によりHAL®の効果が得られると考えられる。このような点で今回実施したHAL®エクササイズのような取り組みが日々のリハビリテーションによる効果を増幅させるのではないかと推測される。

今回の検証結果をもとに、HAL®の利点から考えた具体的活用法を以下に挙げる。

#### 1) 股関節・膝関節のそれぞれのアシスト

- 部位ごとに設定を変えたアプローチ
- 各関節の支持性・連動性の再学習促進

##### <症例①>

座位での練習では、股関節・膝関節それぞれ屈曲伸展をアシストし、麻痺側下肢の随意性を高める為の練習を実施した。歩行時には振り出しの改善を図る為、股関節・膝関節屈曲方向へのアシストを強調し実施した。下肢の振り出し能力の改善に伴いアシスト量を減少させていき、能力の向上を図った。

##### <症例②>

HAL®練習開始当初、担当者としては下肢の支持性向上を目標とし、HAL®のアシストにおいて股関節伸展方向へ強調したものとした。しかし、患者から下肢を振り出しにくいとの指摘を受け、股関節屈曲方向へのアシストを変更し、下肢振り出しに意識をおいた練習を行なった。結果として、股関節の屈曲が促され、体幹の屈曲傾向も改善された。

#### 2) アシスト量や方向が調整可能

- 感覚障害がある場合には量を増やしてフィードバック効果を得るなど、その目的に応じて設定を変更する
- 設定保存により治療の再現性を確保

##### <症例①>

深部感覚障害のある患者に対して、屈曲方向のアシストを強調した状態でHAL®を実施し

た結果、患者の感想として「足を振り出す感覚は HAL®を外した後も残っていた」とあった。HAL®にて強調した動きを行ったことで、外した後の感覚を促す事が出来た。

また、前回の練習時のアシスト量の設定が保存される為、練習時には前回の動きを確認しながら再調整を行い練習することが可能となる。

### 3) モニターによるフィードバック効果

→重心位置を確認しながらの動作練習

→装着者の実感・満足度による自己効力感により効果を上げる

#### <症例③>

HAL®を装着した立位での荷重練習(左右へ重心を移動させる)で、一人のスタッフが対象者を後方より介助・誘導しながら重心移動を促し、もう一人のスタッフがパソコン(モニター)を対象者へ見せながら重心移動の変化を確認させた。対象者は軽度の感覚低下があり足底からの荷重情報が少ないと考えられたが、今回のアプローチにて視覚的な情報を得ることで重心移動のフィードバックが得られ最大荷重率向上につながったと考察される。

## 2. HAL®の問題点と運用課題について

### 1) 装着などの準備時間

初回は HAL®の調整なども含め 40 分程度の時間がかかってしまい、治療時間も含めて 1 時間半～2 時間程度の時間を要した。2 回目以降は設定がわかっている部分もあり徐々に時間短縮したが、準備時間は 15～20 分を必要とした。

⇒基本、セラピスト 2 人での対応となった。準備時間が必要の為、通常のリハビリ時間より時間が掛かり、患者の負担も増加した。

### 2) 電極位置の相違によるアシスト具合の変化

同じ筋に対して貼っていても若干のズレによりアシスト具合が変化することがあり、アシストレベルなどの調整に苦労した。

⇒アシスト調整機能を微調整することで、対応可能なこともあった。

### 3) 最適なアシストレベルの調整

患者の感想や効果判定をふまえて最適なアシストレベルを見出すまでに何回かの実施が必要であり、実施期間の終盤でようやく設定が安定したケースもあった。

⇒前回のアシスト設定を HAL®が記憶している為、前回の設定を元に微調整をして行った。

また、患者の HAL®に対する慣れもあったように感じる。



#### 4) 対象者の選定

実施する対象者の選定基準が不明確。疾患の種類や患者の体力などを考慮し、どのような基準で選定したらよいか判断しにくい。

⇒先行研究等も踏まえ、回復期中枢疾患で、機能の回復が期待出来るのではないかと考える。また、慢性期の症例に関しても、機能の向上や自己効力感の向上がみられ、有用性が確認された。

#### 5) 体格との適合性

下肢長はほぼ適合し調整が可能であったが、大腿および下腿の周径が少ない(細い)対象については適合が不十分であった。HAL®のサイズはL・M・Sがあり、脚長に関しては個々の調整もあり対象者との適合に問題なかったが、大腿および下腿の周径ではベルトなどの調整機能の充実が望ましい。

⇒経験した症例の中で、下肢にタオルを巻くなどして対応できた症例もあった。

#### 6) HAL®エクササイズ内容及び運動量の設定

機能や能力の違う患者に対して、どのようなHAL®エクササイズを選択すべきか。今回はある程度エクササイズ内容を統一したが、個々のケースに合わせて個々のエクササイズ内容、運動量を調整していくことも検討するべきである。また、リハビリテーションとして実施する場合には限られた時間内で効果的かつ効率良い設定が必要となる。

⇒HAL®のバイオフィードバック効果等、徒手療法では行なえないことをHAL®で実践し、通常のリハと併用する事で、更なる機能向上を図ることが可能と考える。

#### 7) HAL 操作者の経験・技術

当院でのHAL操作者は全員安全講習会への参加や、患者への導入前にチームごとでの練習を重ねたが、実際患者への操作には不慣れであり経験者の介入が必要。

⇒回数を重ねることで改善がみられた為、事前練習の実施と経験を積むことが必要。

## V. まとめ

2年間を通して先進技術であるHAL®の検証作業という貴重な経験をさせて頂いた。今年度は昨年度の検証結果をもとにさらに具体的なプロトコルを設定し検証を進め、歩行などの動作改善へ

の有用性を確認した。しかし、当初予定していた HAL®実施群と非実施群との比較、HAL®実施期間と非実施期間の比較などは十分に達成できておらず課題も残す形となった。これは予想していた以上に適応となる対象者が少なかったことにあるが、それは HAL®をリハビリテーションに導入する難しさも示している。前述した HAL®の問題点の中で特に留意が必要なのは“時間”であり、準備時間と実施時間をどのように確保するかが重要となる。今回の検証作業では一人の対象者に対して二人のセラピストが準備・操作・片づけを行い、一度の実施に対して 1 時間半～2 時間程度を要したためスタッフ側のスケジュール構成にも難渋した。また、対象者に関しては日々のリハビリテーション (PT・OT・ST) も並行して実施しており、HAL®実施に際しては体力などの考慮も必要であった。今回の検証作業結果や昨今増加している HAL®に関する報告では HAL®がもたらす機能改善効果が示されつつあるが、実際の現場においては費用対効果及び時間的な効果の効率性を踏まえて以上のような課題をどのようにクリアしていくかが最大の焦点と思われる。

セラピストが施す運動療法と先進技術 HAL®の融合的アプローチには大きな可能性があり、今回のような検証作業を地道に積み重ねることで新たな知見を獲得し、医療機器として HAL®がリハビリテーション場面で活躍することを期待したい。当院の事業報告が次のステップに少しでも役立つことができれば幸いである。

#### 《参考文献・資料》

- 1) 明崎禎輝、山崎裕司・他：脳血管障害患者における歩行自立のための麻痺側下肢荷重率. 平成 18 年度高知リハビリテーション学院紀要第 8 巻：27-31
- 2) 中島孝、遠藤寿子、池田哲彦：装着型ロボット応用の現状と展望. 治療 Vol. 95 No. 12:2088-2093
- 3) 河田雄輝、武田超・他：歩行獲得にロボットスーツ HAL が有効であった C2 不全脊髄損傷患者. 第三回ロボットリハビリテーション研究大会
- 4) 本田雄一郎、窪津秀政・他：脊髄損傷不全麻痺患者の歩行再建における HAL の臨床応用. 第三回ロボットリハビリテーション研究大会
- 5) 奥田求己・近藤正樹・他：HAM 患者に対し歩行分析を行った HAL 歩行練習の効果. 第三回ロボットリハビリテーション研究大会
- 6) 高野良慈、藤田政美・他：CVC(随意制御)モード VS CAC(自律制御)モード. 第三回ロボットリハビリテーション研究大会
- 7) CYBERDYNE 株式会社 ホームページ：[www.cyberdyne.jp](http://www.cyberdyne.jp)