

慢性期脳卒中片麻痺上肢に対する Constraint-induced movement therapy の効果の検討

塚本 陽 貴¹⁾ 小林 康 孝²⁾

要 旨：近年，Neurorehabilitation が注目され，その中でも Constraint-induced movement therapy（以下，CI 療法）は非麻痺側上肢を拘束し，段階的な難易度の課題（以下，shaping 項目）を短期集中的に実施することで，麻痺側上肢の機能回復を誘導するエビデンスに基づいた治療法である。本研究の目的は，CI 療法を行う上で上肢の機能回復に影響を及ぼす因子を検討することである。当院にて慢性期脳卒中片麻痺患者 12 名に対し CI 療法を行い，年齢，麻痺側，重症度で分類し比較検討した。若年者は社会的役割が多く，具体的な shaping 項目を取り入れ易いため機能的な改善に繋がった。非利き手麻痺は，学習性不使用（learned non use）からの脱却が促進されたことで機能改善が認められた。重症例では，手指屈伸速度の向上，軽症例では機能的改善と筋力向上が認められた。

【Key words】 慢性期脳卒中片麻痺，上肢機能，CI 療法

緒 言

脳卒中麻痺側上肢が回復しにくい理由として，運動野において上肢，特に手指の運動に関する領域が下肢に比べて広範囲であり，また，粗大的運動を主体とする下肢に比べ，上肢や手指は巧緻動作が必要になるため，運動の再獲得が難しいといった脳の機能的特徴が考えられる。もう一つの理由として，運動刺激量の違いが挙げられる。麻痺側下肢は，起立歩行といった運動の際に，非麻痺側下肢と同様に必ず筋活動や感覚刺激が引き出されるが，日常生活動作（以下，ADL）上の上肢活動は非麻痺側の片手動作で行えるものが多く，それにより麻痺側上肢は learned non use に陥り，下肢に比べて運動量が絶対的に不足する傾向が強い。回復が難しい上肢機能に対して積極的な訓練を提供するよりも，非麻痺側上肢を活用しての ADL 訓練や利き手交換訓練などが優先されやすいことも運動量低下の原因として考えられる。

近年，脳における可塑性の報告など最新の神経学的知見に基づき，中枢神経障害による機能障害への治療が脚光を浴びつつある。中枢神経系に可塑性があることは疑

いようのない事実とされており，特に大脳皮質の可塑性は著しく，刻一刻と機能変化することが証明されている。

CI 療法は非麻痺側上肢を三角巾，ミトンで拘束して麻痺側上肢の強制使用を促し，shaping 項目を短期集中的に実施する治療法である。Shaping 項目とは，佐野¹⁾（表 1）らが考案・作成し，巧緻動作，粗大動作，両手動作に分かれている訓練課題である。竹林²⁾は shaping 項目を設定する際，対象者の身体状況や麻痺側上肢の回復が予測される関節運動に応じて選択し，加えてニードに応じた ADL，APDL を詳細に聴取したうえで，個別に担当 OT がそれらの要素を含む課題を作成すると述べている。今回は佐野の shaping 項目に加え，著者らが対象者のニードからオリジナルの shaping 項目を考案し実施した。

CI 療法のメカニズムは使用依存性脳機能再構築 use-dependent plasticity（以下，UDP）と learned non use の克服とされている²⁾（図 1）。また，本邦における脳卒中治療ガイドライン 2009 で，エビデンスレベル I b を獲得し，CI 療法を行うよう推奨されており，その効果に関する研究報告数も徐々に増えてきている状況であ

¹⁾ 福井総合病院 リハビリテーション科 作業療法室

²⁾ 福井総合病院 リハビリテーション科

（受付日 2010年12月）

るが、改善予後に関する報告は少ない。そこで今回、当 予後を規定する因子の検討を行ったので報告する。
院においてCI療法を行った12名の症例に対し、改善

表1 shaping 項目¹⁾

| | | |
|------|----|-----------------------------------|
| 粗大動作 | 1 | 前腕を机上のタオルに乗せる |
| | 2 | 机上のタオルに前腕を乗せた状態で円を描くように肘を伸ばす |
| | 3 | 肘で時計回り・反時計回りに直径10cmと20cmの円をなぞる |
| | 4 | 手を膝上から机上のタオルに載せる |
| | 5 | 手を机上のタオルに乗せた状態で前方に肘を伸ばす |
| | 6 | 麻痺側横に置いた椅子の上に掌か拳を置き、肘を伸ばして体重をかける |
| | 7 | 机上のボールに手を伸ばす・戻す |
| | 8 | A4大クリップボードを立てて机上で支える |
| | 9 | 手を腰に回して叩く |
| | 10 | 反対側の肩の埃を掌で払う |
| | 11 | 反対側の肩をリズムカルに叩く |
| | 12 | 穴あけパンチで紙に穴を開ける |
| | 13 | お手玉を口元まで持ってくる・机上に置く |
| | 14 | 机上のボールをつかみ、麻痺側横の箱に入れる |
| | 15 | 机上と机縁をタオルで拭く |
| | 16 | 輪投げの輪を様々な方向にセットした棒に通す |
| | 17 | ブロックを2つ以上積み上げる |
| | 18 | 食器洗いのスポンジを5回握り離しする |
| | 19 | 引き出しを開ける・閉める |
| | 20 | 頬杖をつく |
| | 21 | 盆上でボールを時計回り・反時計回りに回す |
| | 22 | 紙を手前から2つに折る |
| | 23 | クリップをつまみ箱に入れる |
| 巧緻動作 | 24 | 人差し指で時計回り・反時計回りに直径10cmと20cmの円をなぞる |
| | 25 | 計算機のキーを人差し指で順に押す |
| | 26 | 机縁と並行に置いた定規の目盛りを5cm刻みで指腹で弾く |
| | 27 | ペンをつまんでペン立てに立てる |
| | 28 | 軽い木片を弾く |
| | 29 | 頭をかく |
| | 30 | うちわで手前や前方に向かって扇ぐ |
| | 31 | 食べ物に塩をふる動作 |
| | 32 | 洗濯バサミを様々な角度で板に挟む |
| | 33 | 紙を握りつぶす |
| | 34 | 握りつぶした紙のしわを伸ばす |
| | 35 | クリップをつまみ紙を挟む |
| | 36 | 雑誌のページを1枚ずつめくる |
| | 37 | スティック糊のねじキャップを開閉する |
| | 38 | 直径5cm程度のボトルのねじ蓋を開閉する |
| | 39 | そろばんを弾く |
| | 40 | 小銭をつまむ |
| | 41 | ティッシュでこよりを作る |
| | 42 | 複数舞のトランプを持ち1枚ずつ机上に置く |
| | 43 | 野球ボールの縫い目を親指でなぞる |
| | 44 | 机に貼ったセロテープを爪を立ててはがす |
| | 45 | 書字 |
| 両手動作 | 46 | お手玉を投げる・受ける |
| | 47 | 男性はネクタイを締める・女性はエプロンの紐を結ぶ |
| | 48 | 袖口や襟元のボタンをかける・はずす |
| | 49 | タオルを絞る |
| | 50 | 蝶結びをする |
| | 51 | はさみで紙を切る |
| | 52 | 紙で箱を包む |
| | 53 | 両手でタオルを握りピンと張る |
| | 54 | 立って足踏みをする時、手を前後に振りリズムをとる |
| | 55 | 両手でバランスを取り10cm段差を昇降する |
| | 56 | 両手を対称に広げて深呼吸をする |
| | 57 | お手玉を前方のかごに投げ入れる |
| | 58 | 輪投げ |
| | 59 | 上手投げでボールを持ったままゆっくり壁に当てる |
| | 60 | 傘を差して歩く |

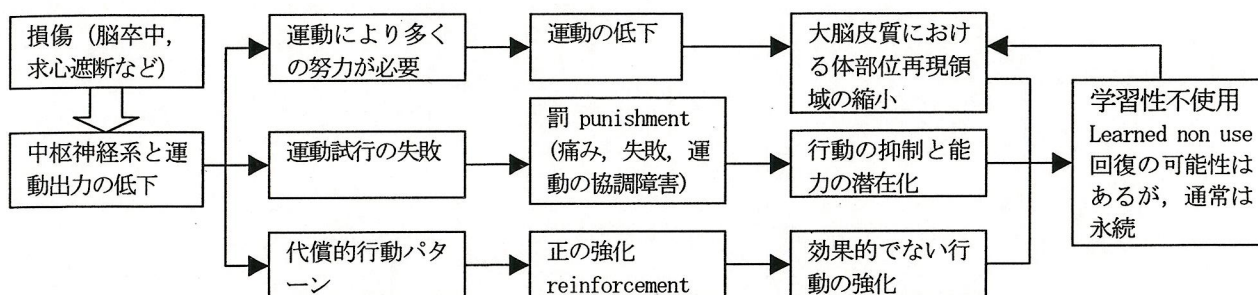
方 法

対象は、道免²⁾の適応基準(表2)を満たし、2009年1月から2010年7月までに当院にてCI療法を実施した脳卒中患者12名で、全例右利き、平均年齢 61.0 ± 14.7 歳、平均罹病期間 2.0 ± 2.2 年、脳梗塞9名・脳出血3名、右片麻痺5名・左片麻痺7名である。

方法は年齢、麻痺側、重症度で分類し、年齢は60歳未満群と60歳以上群、麻痺側は利き手麻痺群と非利き手麻痺群、重症度は上田式12段階片麻痺グレード手指(以下、上田式手指)を用い grade7 以下群と grade8 以上

群とした。CI療法期間は、1日5時間の訓練を10日間実施し、評価は握力、上田式手指、Motricity Index (以下、MI)、Fugl-Meyer Assessment (以下、FMA)、Wolf Motor Function Test (以下、WMFT)、10秒テスト、簡易上肢機能検査(以下、STEF)、Motor Activity Log (以下、MAL [使用頻度: 以下、AOU, 動作の質: 以下、QOM])をCI療法実施前後に行った。統計学的処理は、各群においてCI療法前後でWilcoxon符号付順位検定を行った。統計学的有意水準は5%未満とし、統計ソフトウェアはstat view-J5.0を使用した。

a)



b)

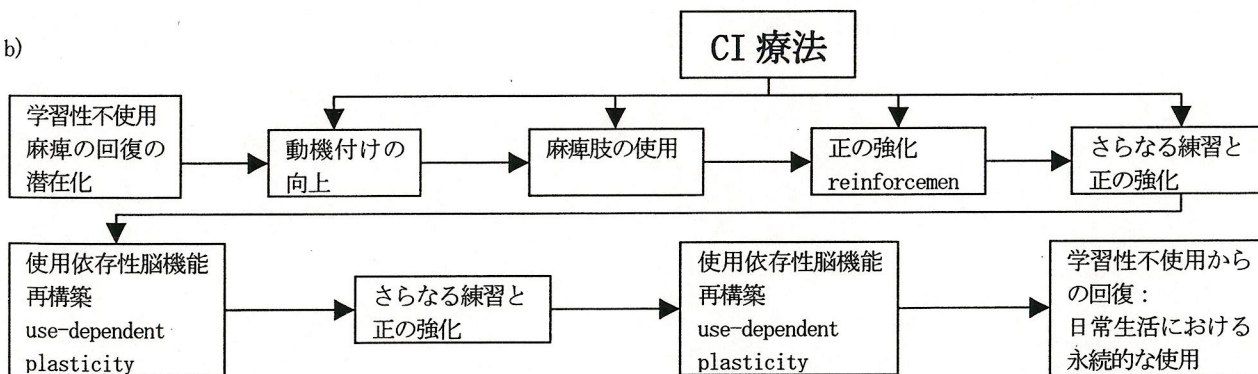


図1 Learned non use (a) とCI療法のメカニズム (b)²⁾

表2 CI療法の適応基準²⁾

| | |
|----------|---|
| ADL 自立 | <ul style="list-style-type: none"> ・歩行自立(装具, 杖は使用可) ・セルフケアが自立 |
| 上肢機能 | <ul style="list-style-type: none"> ・手関節自動伸展 20° 以上 ・I～III指 MP 関節自動伸展 10° 以上 ・随意性が全く無い場合は適応外 ・亜脱臼なし, 肩手症候群なし, 軽度疼痛は可. |
| 精神・高次脳機能 | <ul style="list-style-type: none"> ・MMSE20/30 点以上 ・著明な高次脳機能なし(失語, 失行, 失認) |
| 禁忌疾患 | <ul style="list-style-type: none"> ・コントロールされていない以下の疾患 <ul style="list-style-type: none"> HT, 不整脈, 虚血性心疾患, 心臓弁膜症, 痙攣発作, DM, 未破裂(脳・胸部・腹部)動脈瘤 ・大きな血圧変動が禁忌な疾患 ・精神疾患 ・認知症 ・その他, 転倒の危険が著しく高い場合 |

結 果

(1) 年齢別検討

MI, 10秒テストでは, 60歳未満群で改善が見られ, 60歳以上群で改善は見られなかった(図2~5). 自覚的改善点としては, 「左腕が軽くなった」, 「体を洗うときに力が入るようになった」, 「動きがスムーズになった」等の筋力や動作速度向上が窺える自覚症状が見られた.

握力, FMA, STEF, WMFT, MALのAOUとQOMはどちらの群においても有意な改善が見られ, 上田式手指ではどちらも改善が認められなかった.

(2) 麻痺側別検討

握力, FMA, 10秒テスト, STEFでは, 非利き手麻痺群で改善が見られ, 利き手麻痺群で改善は見られなかった(図6~13). 自覚的改善点としては, 非利き手麻痺では, 「皿を保持して食べれるようになった」, 「ズボンの上げ下げが両手で出来るようになった」, 「ハンドルか

らスムーズに手が離れるようになった」等, 握力向上や動作速度向上が窺える自覚症状が見られた.

WMFT, MALのAOUとQOMはどちらの群においても有意な改善が見られ, 上田式手指, MIではどちらも改善が認められなかった.

(3) 重症度別検討

10秒テストでは, grade7以下群で改善が見られ, grade8以上で改善は見られなかった. FMA, MIでは, grade8以上群で改善が見られ, grade7以下群で改善は見られなかった(図14~19). 自覚的改善点としては, 「手の動きが早くなった」, 「動きがスムーズになった」, 「腕が軽くなった」等, grade7以下には手指屈伸速度の向上, grade8以上には機能改善や筋力向上が窺える自覚症状が見られた.

握力, STEF, WMFT, MALのAOUとQOMはどちらの群においても有意な改善が見られ, 上田式手指ではどちらも改善が認められなかった.

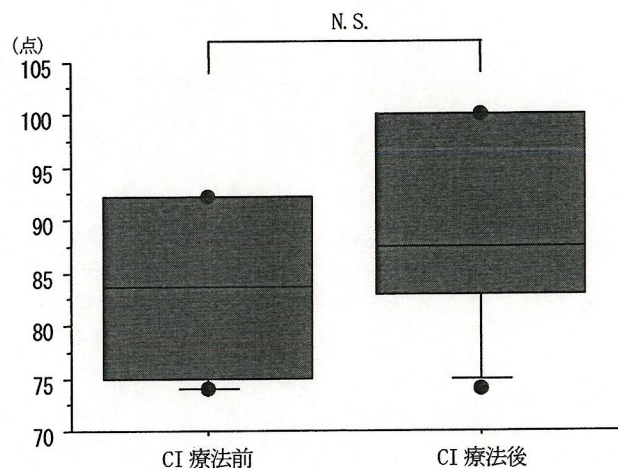


図2 年齢別: 60歳以上 MI

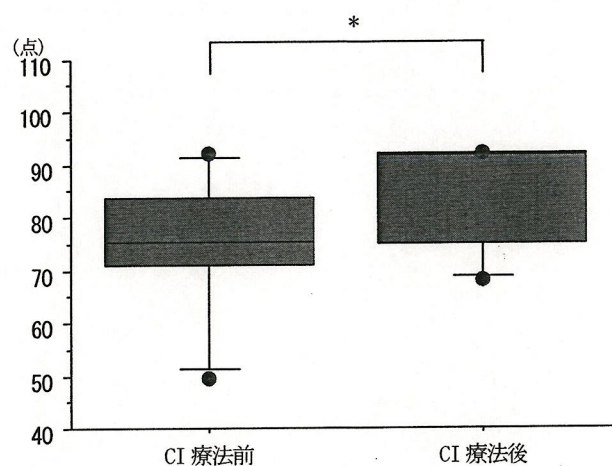


図3 年齢別: 60歳未満 MI

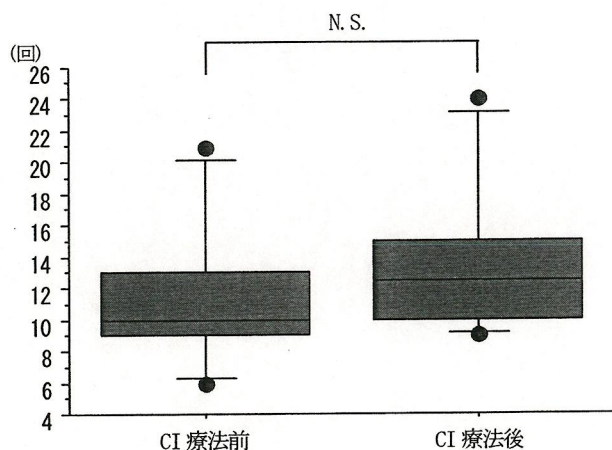


図4 年齢別: 60歳以上 10秒テスト

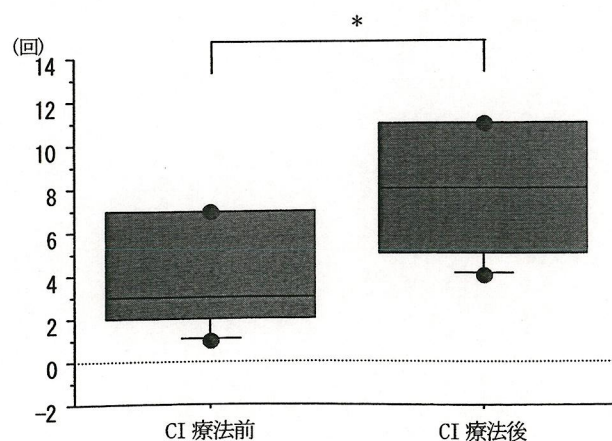


図5 年齢別: 60歳未満 10秒テスト

*: $p < 0.05$ N.S.: not significant

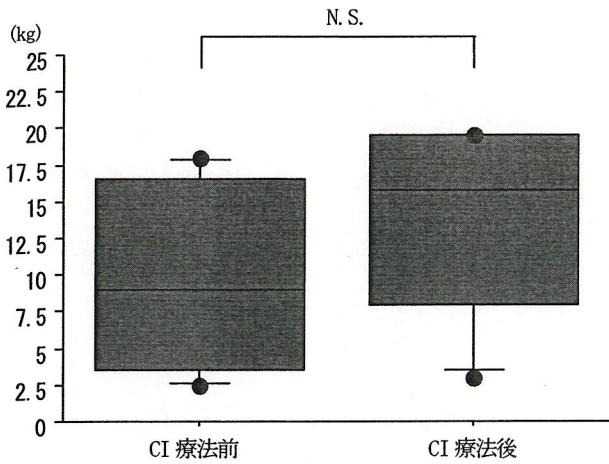


図6 麻痺側別：利き手麻痺握力

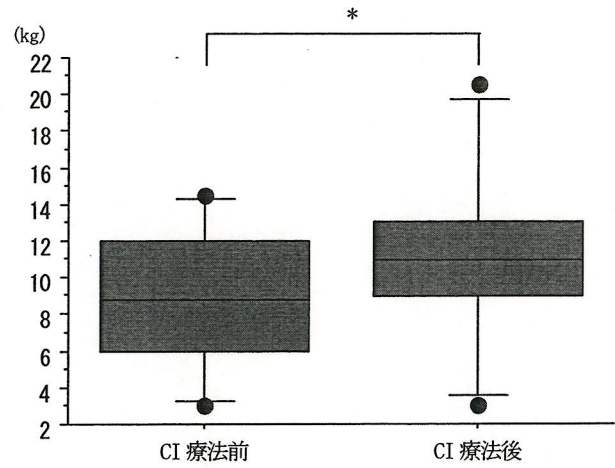


図7 麻痺側別：非利き手麻痺握力

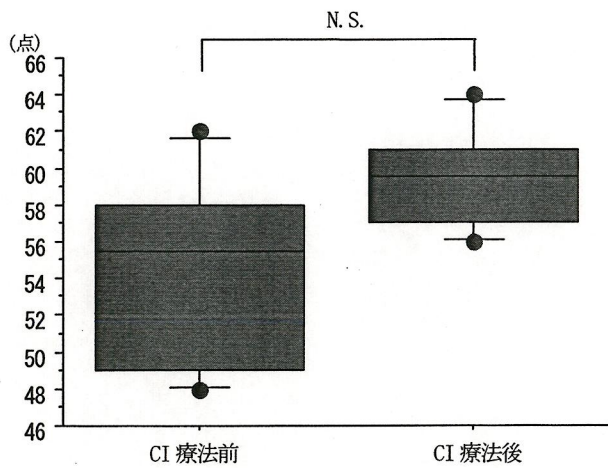


図8 麻痺側別：利き手麻痺 FMA

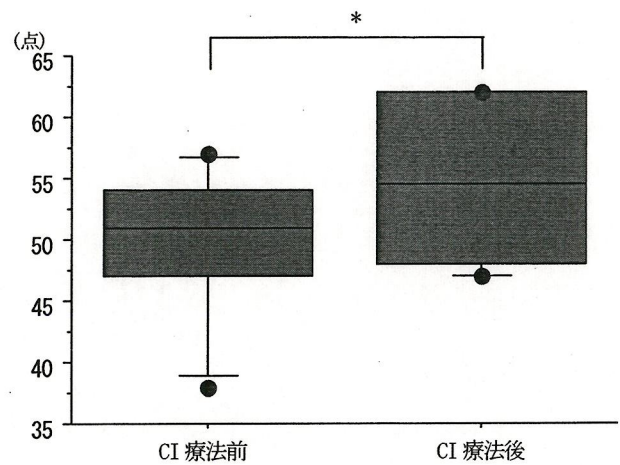


図9 麻痺側別：非利き手麻痺 FMA

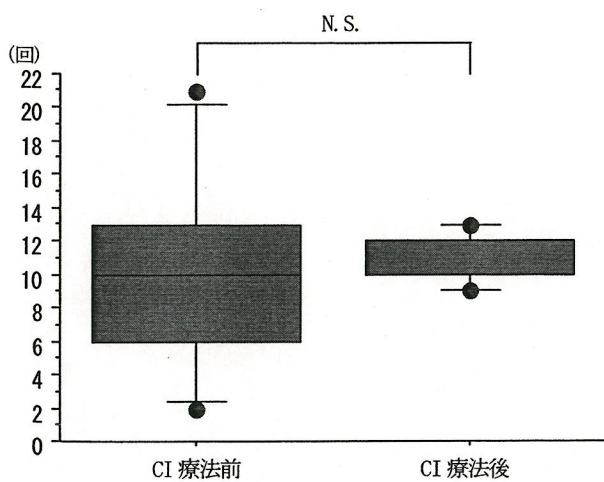


図10 麻痺側別：利き手麻痺10秒テスト

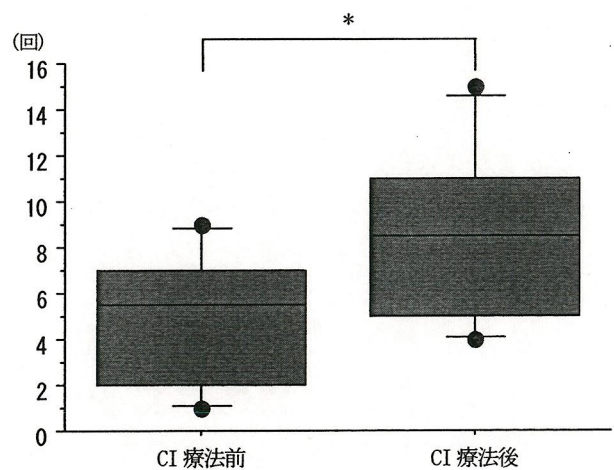


図11 麻痺側別：非利き手麻痺10秒テスト

*: $p < 0.05$ N.S.: not significant

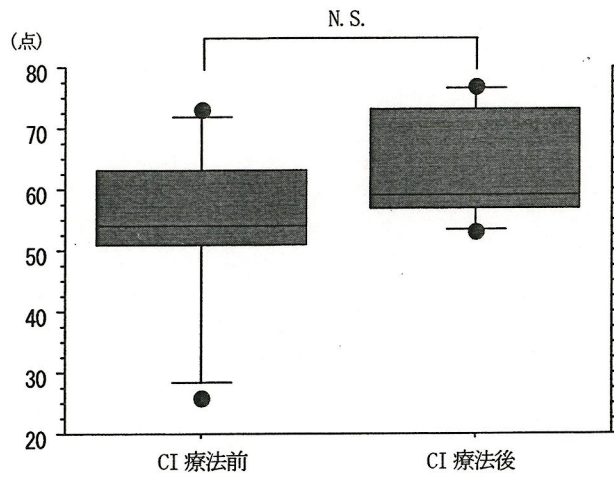


図12 麻痺側別：利き手麻痺 STEF

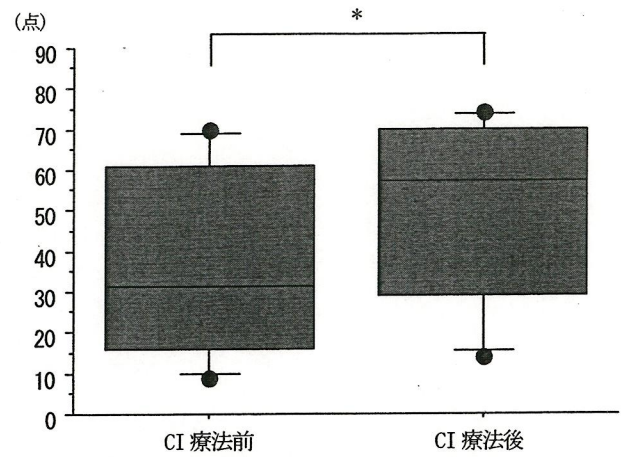


図13 麻痺側別：非利き手麻痺 STEF

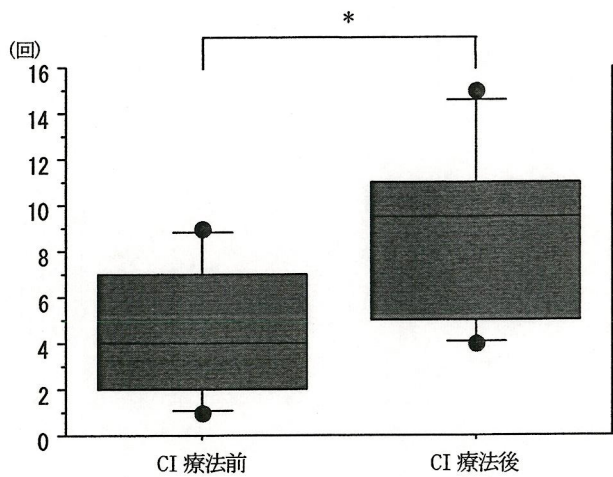


図14 重症度別：grade7以下10秒テスト

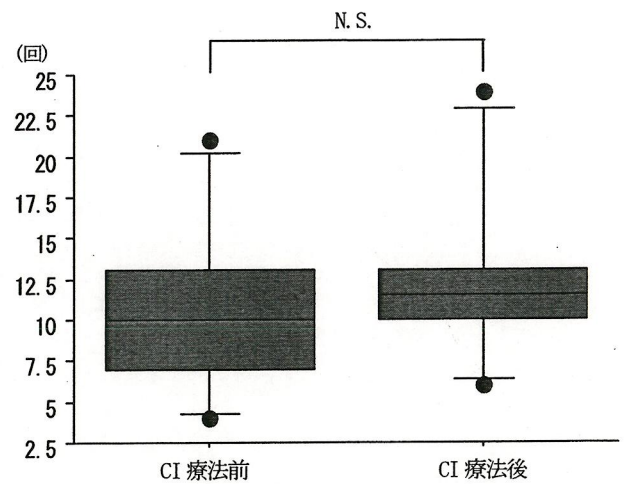


図15 重症度別：grade8以上10秒テスト

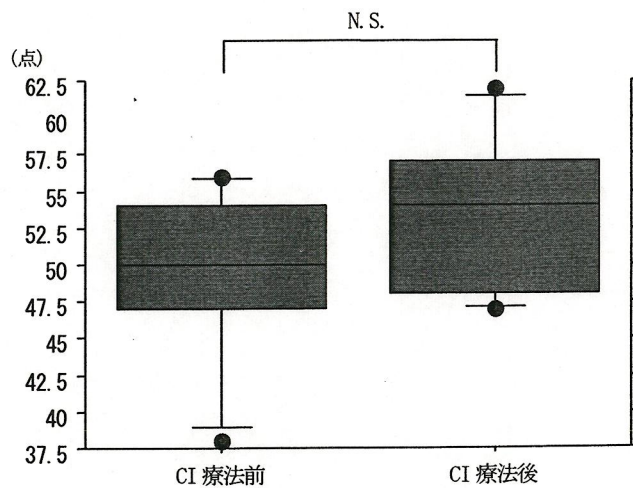


図16 重症度別：grade7以下FMA

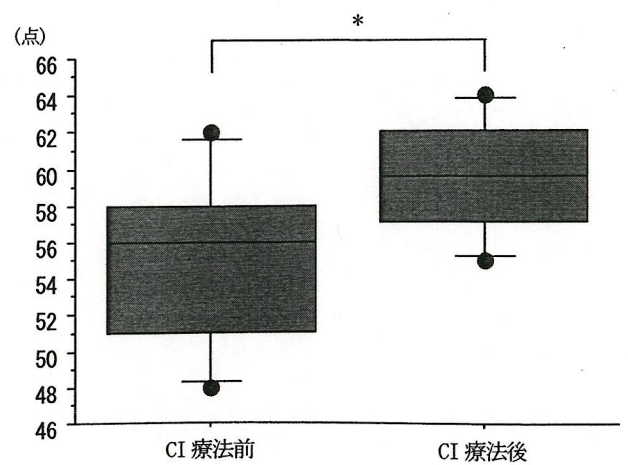


図17 重症度別：grade8以上FMA

*:p<0.05 N.S.:not significant

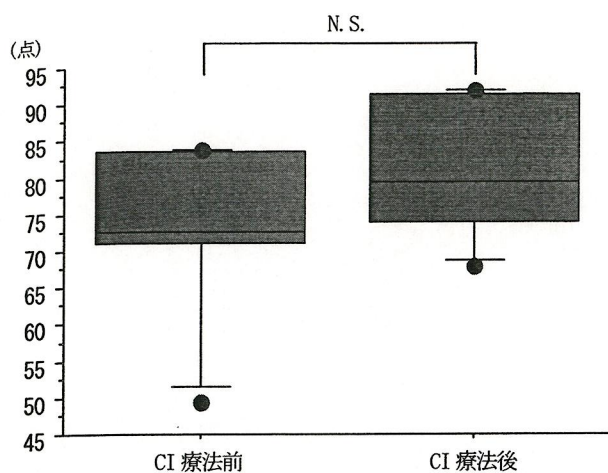


図18 重症度別：grade7以下MI

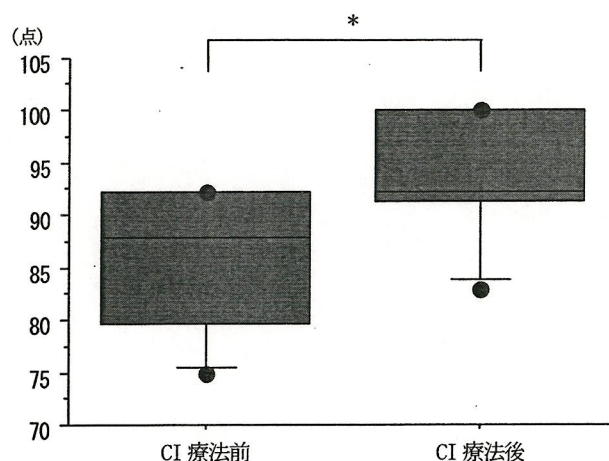


図19 重症度別：grade8以上MI

*:p<0.05 N.S.:not significant

考 察

慢性期脳卒中片麻痺患者に対するCI療法の全国的に実施されるようになってきており、それに伴いCI療法の実施時期や長期的な効果の検証、別法を用いた検証等の報告も散見される。竹林ら³⁾は、CI療法実施後6ヶ月目までの持続効果、谷口ら⁴⁾は、precentral knobに塞栓巣を認めた患者に対して、発症後5日目から行ったCI療法による改善効果を報告している。また、山口ら⁵⁾は上肢訓練支援装置を併用したHybrid CI療法の検討を、田口ら⁶⁾は経頭蓋磁気刺激との併用療法を検討し、何れも改善効果が示されている。しかし、どのような患者に効果があるのかは、未だ一定の見解が得られていない。

社会的役割からの意欲や課題を持続して遂行できる体力面を考慮して、若年者と高齢者では改善に差があるのではないか、利き手が麻痺側か非麻痺側かにより、ADLを遂行するに当たり難易度が異なるため改善に差があるのではないか、麻痺の程度により改善に差があるのではないか、と考え、上肢の機能改善に影響を及ぼす因子を年齢、麻痺側、重症度別に分類し検討した。

今回の研究で、年齢、麻痺側、重症度によりCI療法の効果に差があることが示された。

年齢別では、筋力、手指動作速度は、60歳未満群のみで向上が見られた。田邊ら^{7) 8)}は、復職関連活動等のshaping項目で改善度が期待され、動機付けとして最も有効な手段が具体的な目標設定であると述べている。また、佐野ら⁹⁾はUDPには量や頻度よりも質・内容、課題指向的な動作が重要と述べている。若年者は社会的

役割が多く、目的意識を強く持って訓練に意欲的に取り組めたこと、また、車の運転や家事動作等、具体的な内容を訓練に取り込んだことが有意な改善の原因ではないかと考えられる。

麻痺側別では、握力、動作能力、巧緻性、手指動作速度は、非利き手麻痺群のみで向上が見られた。畑中ら¹¹⁾は、非利き手麻痺では粗大動作の向上が特徴的で、補助手としての役割を獲得することで両手動作が協調的になり汎化しやすいと述べている。利き手麻痺と比較して非利き手麻痺の場合は、発症後スムーズに利き手でのADLが遂行可能なため、より麻痺側上肢の使用頻度が減りLearned non useに陥り易いと考えられる。CI療法により繰り返し強制的に麻痺側上肢を使用することでUDP及びLearned non useの克服が促され、徐々に補助手としての役割を獲得することができたため、様々な評価項目で有意な改善が見られたと考えられる。

重症度別では、手指動作速度はgrade7以下群のみで、動作能力と筋力はgrade8以上群のみで向上が見られた。道免^{2) 12)}は、片麻痺上肢の近位筋より、手指など遠位筋に対する効果が有意に高い、また、重度の例でも手指伸展動作がスムーズになると述べている。重症例では巧緻的な課題が困難なため、比較的単純な手指の運動を繰り返して行ったことで、一つ一つの動作の質が高まったと考えられる。軽症例では様々な課題を行うことが可能となるため、上肢手指における改善が見られたと考えられる。

一方、WMFT、MALのAOUとQOMは全ての分類で、握力、STEFは年齢別と重症度別で、FMAは年齢別で、

どちらの群においても有意な改善が見られた。これは、CI療法を行うことで上肢の複合動作能力、ADLでの麻痺側使用頻度(AOU)や動作の質(QOM)、握力、上肢作業速度(STEF)が向上したと考えられる。竹林ら³⁾はWMFTを、ADLに関連した問題や、共同運動の概念に即した脳卒中片麻痺の上肢機能評価法であると述べ、また、高橋ら¹⁰⁾はMALを、ADLへの麻痺側の使用状態及び、患者の主観的な機能レベルを数量化する評価法と述べている。これら2つはCI療法の効果判定のために開発されたものであるため、反応性が良い事も考えられる。上田式手指は全ての分類で、MIは麻痺側別で、どちらの群においても改善が見られなかった。上田式手指は、臨床において簡便に評価できるため我々も日常的に用いる評価法であるが、簡便さゆえに評価尺度の間隔範囲が広すぎるため、的確に対象者の変化を捉えることが困難であったことが考えられる。また、筋力向上(MI)に麻痺側の違いは関与していないことが窺われる。

今回の研究でCI療法は、60歳未満群及び非利き手麻痺群の患者に効果が期待できること、また、grade7以下群では手指屈伸速度の向上が、grade8以上群では動作能力と筋力向上が期待できることが示された。セラピストは、CI療法を行う上では対象者の意欲を高く保ち、麻痺の程度と麻痺側に合わせてADLに麻痺側上肢を使用する行動を引き出すよう導くのが重要であると考えられる。

道免¹²⁾は、CI療法の本質は、行動理論、とりわけオペラント条件付け学習に基づいた行動形成であると述べている。CI療法を実施する上では、本人のニードや役割を聴取し、動機付けや意欲に留意したShaping項目を導入することで年齢、麻痺側、重症度に即したスムーズな実用手・補助手の獲得に結びつけることが重要であると思われる。

文 献

- 1) 佐野恭子, 道免和久: 脳卒中患者の麻痺側上肢に対する集中訓練プログラム(CI療法)の実際. 理学療法 2007; 24 (12): 1541-1547.
- 2) 道免和久: Constraint-induced movement therapy (CI療法). Clinical Neuroscience 2009; 27 (9): 1047-1050.
- 3) 竹林崇, 島田真一, 花田恵介ら: Constraint-induced movement therapy (CI療法) 後の長期経過 CI療法施行後のWMFTとSTEFの結果より. 作業療法ジャーナル 2009; 43 (13): 1433-1440.
- 4) 谷口昌光, 谷口央, 天谷達夫: 発症早期から Constraint-induced movement therapy を施行した precentral knob 梗塞の1例. 神経内科 2008; 68 (1): 83-86.
- 5) 山口陽子, 竹林崇, 花田恵介ら: 上肢訓練支援装置を用いた Constraint-induced movement therapy (HCI療法) の試み. 日本作業療法学会抄録集 2009; 43回: 55.
- 6) 田口健介, 石川篤, 竹内利江ら: 当科における脳卒中後上肢麻痺に対する集中的作業療法の試み 経頭蓋磁気刺激との併用療法. 日本作業療法学会抄録集 2009; 43回: 48.
- 7) 田邊浩文, 長尾徹, 種村留美: 復職関連活動などを用いた CI療法の効果 従来のプロトコールに基づいた CI療法との比較. 日本作業療法学会抄録集 2009; 43回: 53.
- 8) 田邊浩文: CI療法は脳卒中片麻痺患者の日常動作の習慣化, 感覚障害の改善にも影響を及ぼす. 脳科学とりハビリテーション 2006; 6: 19-23.
- 9) 佐野恭子, 道免和久: 作業療法における神経リハビリテーションの「今」. OTジャーナル 2009; 43 (4): 352-358.
- 10) 高橋香代子, 道免和久, 佐野恭子ら: 新しい上肢運動機能評価法・日本語版 Motor Activity Log の信頼性と妥当性の検討. 作業療法 2009; 28 (6): 628-636.
- 11) 畑中美菜, 松重好男, 松井亜紀ら: 麻痺側の違いは CI療法の効果やADL使用頻度に影響を与えるかについての検討. 日本作業療法学会抄録集 2010; 44回: 63.
- 12) 道免和久: CI療法 脳卒中リハビリテーションの新たなアプローチ. 第1版, 中山書店, 東京, 2008, 183.