

脳卒中片麻痺患者に対する CI療法（constraint-induced movement therapy）の 現状と課題

山口普己^{1) 2)} 柳久子²⁾

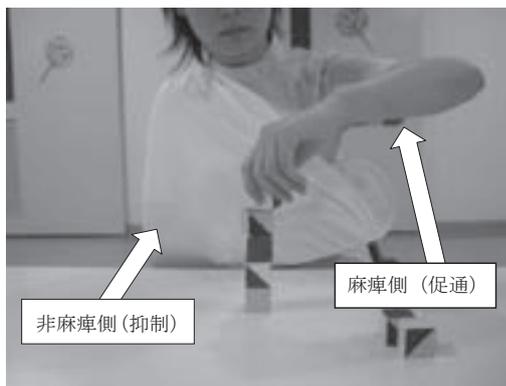
CI療法（constraint-induced movement therapy）は、主に脳卒中片麻痺患者に対する麻痺側上肢の機能向上を目的として、非麻痺側上肢をミトンやアームスリングで拘束し、集中的に麻痺側上肢の使用を促す療法である。脳卒中片麻痺上肢に対するリハビリテーションとしては、エビデンスが最も多いといわれている。「学習性不使用の克服」と「使用依存性の脳機能再構成」が効果の機序と考えられており、ニューロリハビリテーションとして様々な適応が広がる可能性を秘めている。しかし、本邦では普及しているとは言い難いのが現状である。その原因として、長時間の拘束や練習による様々な負担、日本の診療体制に合わないプロトコルなどが考えられる。今後、本邦で普及が促進されるためには、様々な効果要因を明確にし、日本の診療体制でも実施が容易になるようなプロトコルの改変と効果の検証が必要と考えられる。

キーワード：脳卒中片麻痺、リハビリテーション、上肢機能、CI療法

1) 筑波記念病院リハビリテーション部
2) 筑波大学大学院人間総合科学研究科福祉医療学研究室

1. CI療法とは

CI療法 (constraint-induced movement therapy) は、主に脳卒中片麻痺患者に対する麻痺側上肢の機能向上を目的とした訓練として発展してきた。具体的には、非麻痺側上肢をミトンやアームスリングで拘束 (固定) することで使用不可能にし、強制的 (集中的) に麻痺側上肢の使用を促して、その機能を改善させようというものである。片麻痺は発症後約6ヶ月を経過すると機能回復が難しいとされてきたが、CI療法を用いると慢性期患者でも回復がみられるといわれ、エビデンスに裏付けられた療法として注目されている。しかし、本邦では一般的なリハビリテーション (以下、リハ) としてあまり普及しておらず、CI療法の現状と課題の把握が重要であると考えた。



CI療法のイメージ

かつて1970～1980年代頃のリハでは、ボバース法などのファシリテーションテクニック (神経生理学的な法則を利用し、筋緊張や運動パターンなどのコントロールを中心に機能回復を目指すアプローチ法) を中心に運動麻痺の回復に注目が集められていた。これらは中枢神経麻痺の機能回復法の開発に寄与したといえるが、科学的根拠は不十分であり、現在でもその問題を抱えている¹⁾。1980～1990年代になるとWHOの国際障害分類 (International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps ; ICIDH) を活用し、身体・精神機能障害だけではなく能力障害や社会的不利に対する働きかけも体系的に整理されて考えられるようになった²⁾。そして、

日常生活動作 (activity of daily living ; ADL) の早期自立を目指すために非麻痺側上肢を使用したADL方法を習得することが優先的に考えられるようになった。この背景にはゴールのみえない機能練習を無期限に続けることへの反省があり、失われた機能 (不利点) に目を向けるのではなく、残存機能 (利点) を活用し、人生の質 (Quality of Life ; QOL) の向上を強く意識するようになった。2000年代に入るとICIDHから国際生活機能分類 (International Classification of Functioning, Disability and Health ; ICF) に改定され、対象者のプラスの面に目を向けることがより明確化された³⁾。それと並行するように、近年では脳の理論を応用したニューロ・リハという考え方が注目されてきている。CI療法はこの中の一つと考えられ、脳の可塑性と学習の理論を背景に科学的根拠に基づく療法として注目されてきている。道免⁴⁾は、ADLの早期自立を目的とするあまり麻痺側へのアプローチが十分に行われず、「手を治したい」という患者の思いが不完全燃焼のまま、非麻痺側使用重視のリハが行われており、偏ったQOL向上の捉え方があると指摘しており、近年のリハでは再び麻痺側上肢の機能練習についての考え方が見直されてきている。

このような医学的リハの変遷のなかで、CI療法はADLやQOLの向上を吟味した上で実施する科学的根拠に基づいた麻痺側上肢の練習方法と考えられる。

2. CI療法の歴史と適応疾病

1960年代から80年代にかけて、Taubら⁵⁻⁹⁾は、サルの脊髄後角を破壊した一側前肢の感覚麻痺の実験を行った。感覚麻痺になった前肢に筋力低下はなく、視覚代償を用いれば動作が可能であったのにもかかわらず、麻痺肢を使わなくなってしまう。ところが1～2週間、非麻痺肢を拘束し続けると、麻痺肢の使用が改善することを発見した。これは、感覚麻痺肢が不快なために使用しないことを学習してしまうが、必要に迫られる (動機づけ) ことで、再び麻痺肢を使用するようになったと説明している。これがCI療法の起

源となる基礎的研究であるといわれている。臨床応用の報告は、1981年のOstendorfとWolf¹⁰⁾による慢性期脳卒中片麻痺患者に対する「Forced-Use (強制使用)」の症例報告がある。1989年にはWolf¹¹⁾らによる脳卒中および外傷性脳損傷患者25名を対象とした研究報告があり、慢性期で軽～中等度の片麻痺患者に対し、2週間にわたり起床時間のほとんどを手先まで覆うスリングで拘束して生活するというアプローチを行ったところ改善がみられ、その効果が1年後も持続していた。1993年にTaubら¹²⁾は、2週にわたる10日間、1日6時間の療法士による練習と、起床時間の90%を拘束して生活するというプロトコールでランダム化比較試験(Randomized Controlled Trial ; RCT)を行い、治療効果を示した。このときのプロトコールが、現在、CI療法の代表的プロトコールとして広く認識されている。1990年後半より、Taubらをはじめ、CI療法という表現が用いられるようになってきている¹³⁻¹⁵⁾が、それまでは主に「強制使用」という表現であった。これは麻痺側上肢の強制的な使用経験のみを示し、「CI療法」という場合には、強制使用に加えて、系統立てた反復練習の実践も含めた概念となっている¹⁶⁾。

TaubらのRCT後も、van der Leeら¹⁷⁾、Dromerickら¹⁸⁾などにより、RCTが実施されエビデンスが重ねられた¹⁹⁻²¹⁾。主な研究の概要を表1に示した²²⁻⁴⁰⁾。なかでも2006年にWolfら³¹⁾により報告された米国の国家的プロジェクトであるEXCITE (Extremity Constraint Induced Therapy Evaluation) は、7施設共同の大規模RCTであった。これは222名の対象者をCI療法群と従来型ケア(まったく介入を受けていない者から、装具療法や訪問や外来でのリハなどの医療的介入を受けた者まで様々)群とに割り付けて介入を行った結果、上肢機能や日常生活上で、麻痺側上肢の使用の量と質においてCI療法群の方が有意に改善し、一年後も改善に差がみられたというものであった。

CI療法は、主に慢性期の片麻痺患者を対象にしていたが、その後、急性期でも研究が行われており^{26,30,32,40)}、その有効性について

は今後も検証が必要であると考えられる。近年では、様々な療法との比較検証も実施されている。Huseyinsinogluら⁴¹⁾は、ボバースコンセプトとの比較で、麻痺側上肢機能やADLの改善では明らかな差がなかったが、麻痺側上肢の日常使用量と質感がCI療法で有意に向上したと報告している。他にも、バイラテラルトレーニング⁴²⁾、セラピー登山⁴³⁾などとの比較も実施されている。

さらに他の疾患への適用として、頭部外傷^{44,45)}、パーキンソン病^{46,47)}、多発性硬化症⁴⁸⁾などに対する報告がある。これら脳卒中以外のCI療法に関する文献の概要を表2に示した。

これまで述べたようにCI療法は通常、上肢の運動麻痺に用いられてきたが、それ以外にも失語症^{49,50)}や脳卒中片麻痺下肢^{8,51)}に対する応用も試みられている。Fuzaroら⁵²⁾は、上肢へのCI療法または強制使用の実施で、バランスや歩行で明らかな改善がみられ、Timed Up & Go testではCI療法の方が有意に改善したと報告している。田邊⁵³⁾は動作の習慣化や感覚障害の改善にも影響を及ぼすことを示唆している。まさにCI療法の効果は未知である。

3. CI療法の実際

1) プロトコール及び適応基準

CI療法のプロトコールは、2週にわたり10日間実施し、1日6時間の麻痺側上肢練習、起床時間の90%で非麻痺側上肢を拘束して生活する(生活上拘束)というのが最も代表的なものとされており、それ以外のものはmodified CI療法と称されることが多い。

CI療法の対象者の適応基準であるが、多く用いられているものとしては、麻痺側手関節・中手指節間関節の伸展が随意的に可能である、歩行を含めADLが自立している、著明な認知機能低下や高次脳機能障害がないことなどが挙げられる。また長時間の拘束により、身体的負担やストレスを強いることから、コントロールされていない心疾患、未破裂動脈瘤、痙攣発作などの併存疾患がある者は対象から除外される。

表1. 脳卒中患者に対するCI療法プロトコルの主なランダム比較試験(RCT)

筆頭著者	発表年	対象	拘束方法	プロトコル	対照群	結果
Taub ¹²⁾	1993	慢性期の外来患者9名 (CI群4名, 対照群5名) CI群65歳, 対照群63歳(中央値)	ハンドスプリント& スリング	介入期間: 2週間(平日10日間) 練習時間: 6時間/日 拘束時間: 起床の間の90%以上	10分のPT2回 15分/日の自宅練習	上肢機能, ADL上の麻痺上肢使用量・質がCI群で有意に改善。 2年後の追跡調査でも維持されていた。
Van der Lee ¹⁷⁾	1999	慢性期の外来患者66名 (CI群: 33名, 対照群: 33名) CI群60歳, 対照群64歳(中央値) 全体61歳, 範囲22-80歳	ハンドスプリント& スリング	介入期間: 2週間(平日10日間) 練習時間: 6時間/日 拘束時間: 就寝・外出・更衣・トイレ以外	練習時間: 6時間/日 練習内容: 神経筋促進手技を用いた両手練習	上肢機能, ADL上の麻痺上肢使用量・質がCI群で有意に改善。 1年後の追跡調査では上肢機能が維持されていた。
Dromerick ¹⁸⁾	2000	急性期の入院患者20名 (CI群: 11名, 対照群: 9名) CI群61.5±13.7歳, 対照群71.4±5.3歳 範囲47-83歳	ミトン	介入期間: 2週間(平日10日間) 練習時間: 2時間/日 拘束時間: 最低6時間/日	練習時間: 2時間/日, 週5日 練習内容: 代償動作, ADL, 上肢機能練習	麻痺上肢機能(特につまみ動作)がCI群で有意に改善。 ADLの改善に有意差なし。
Page ²²⁾	2001	回復期の外来患者6名 (CI群: 2名, 対照群: 2名) 非介入群: 2名 CI群55.0歳, 対照群52.0歳, 非介入群60.5歳(平均値) 範囲44-77歳	ミトン& アームスリング	介入期間: 10週間(3日/週) 練習時間: 1時間/日 拘束時間: 5時間/日 練習内容: ADL課題を取り入れた神経筋促進手技(80%) と健側での代償動作(20%), 最低5分間のshaping課題	練習内容: ADL課題を取り入れた神経筋促進手技(80%)と健側での代償動作(20%)練習	上肢機能, ADL上の麻痺上肢使用量・質でCI群が有意に改善。 対象群と非介入群は変化がないか、もしくはわずかの变化。
Page ²³⁾	2002	回復期の外来患者14名 (CI群: 4名, 対照群: 5名) 非介入群: 5名 CI群73.5歳, 対照群67.4歳, 非介入群68.2歳(平均値) 全体64.8±11.7歳, 範囲45-83歳	ミトン& アームスリング	介入期間: 10週間(3日/週) 練習時間: 1時間/日 拘束時間: 5時間/日 練習内容: 上肢課題実行練習, 粗大運動, 歩行練習, 5分間のshaping課題など	練習内容: 神経筋促進手技と代償動作練習	上肢機能, ADL上の麻痺上肢使用量・質でCI群が有意に改善した。 対象群と非介入群はいずれも著明な変化なし。
Steer ²⁴⁾	2002	慢性期の外来患者15名 (6時間: 7名, 3時間: 8名) 6時間群49.9±18.5歳, 3時間群68.4±7.0歳 範囲23-77歳	ハンドスプリント& スリング またはハーフグローブ	介入期間: 2週間(平日10日間) 練習時間: 6時間/日 拘束時間: 起床時間の90%(毎日) 練習内容: shaping課題	練習時間: 3時間/日 練習内容: CI群と同様	両群とも上肢機能とADL上での麻痺側上肢の使用量・質が改善。 6時間/日群の方が3時間/日群より有意に改善し、効果も持続。
Wittenberg ²⁵⁾	2003	慢性期の入院患者16名 (CI群: 9名, 対照群: 7名) CI群65(範囲41-81)歳, 対照群63(範囲50-75)歳 全体64(範囲41-81)歳(中央値)	ハンドスプリント& スリング	介入期間: 連続10日間 練習時間: 6時間/日(週末は4時間) 拘束時間: 起床時間は全て拘束	練習時間: 3時間/日, 週末は休み 練習内容: 健側上肢も含めた課題, ストレッチ・温熱など	麻痺上肢の使用量・質はCI群が有意に改善。 上肢機能・ADLの改善は有意差なし, CI群では, 運動課題中の 脳賦活量が減少し, 賦活領域は広がっていた。
Page ²⁶⁾	2004	慢性期の外来患者17名 (CI群: 7名, 対照群: 4名, 非介入群: 6名) CI群54.6歳, 対照群60.8歳, 非介入群63.7歳(平均値) 全体59.2±12.0歳, 範囲37-76歳	ミトン& アームスリング	介入期間: 10週間(3日/週) 練習時間: 1時間/日 拘束時間: 5時間/日, 5日/週 練習内容: shaping課題, 筋力強化や健側上肢による 代償動作練習, 立位バランス, 歩行練習	練習時間: 1時間/日 練習内容: 神経筋促進手技(80%), 代償動作(20%)練習	上肢機能はCI群で他の2群に比べ有意に改善。 ADL上の使用頻度はCI群だけが改善。
Alberts ²⁷⁾	2004	回復期・慢性期の患者10名 (CI群: 5名, 非介入群: 5名) CI群平均64.8歳, 対照群63.4歳 全体平均64.1歳, 範囲41-84歳	ミトン	介入期間: 連続した2週間 練習時間: 6時間/日, 5日/週 拘束時間: 起床時間の90% 練習内容: shaping課題	練習内容: ADLの反復練習	上肢機能, 最大握力と発揮時の安定性, 健側課題時の一定した力と トルクの発揮でCI群が有意に改善。
Ploughman ²⁸⁾	2004	回復期の入院/外来患者23名 (CI群: 10名, 対照群: 13名) CI群57.8±10.65歳, 対照群 61.62±5.68歳	ミトン	介入期間: 2週間 練習時間: 最初11時間/日から徐々に6時間/日まで 練習内容: 近位筋の促進, 筋力・耐久性強化など (Shaping課題は未使用)	練習内容: CI群と同様	CI群で上肢機能が有意に改善, 男性での肩痛がCI群で出現傾向が 強い, ADLの改善は2群間で有意差なし。
Suputtitada ²⁹⁾	2004	慢性期の外来患者69名 (CI群: 33名, 対照群: 36名) CI群60.1±4.8歳, 対照群58.7±4.2歳	グローブ	介入期間: 2週間 拘束時間: 練習時間中のみ 練習内容: ホームプログラム	練習内容: 両上肢を使った神経筋促進手技	握力以外の上肢機能はCI群で有意に改善。

Page ³⁰⁾	2005	急性期の外来患者10名 (CI群:5名, 対照群:5名) 全体60.4±8.3歳, 範囲46-72歳 (CI群平均58.6歳, 対照群62.2歳)	ミン& アームスリング	介入期間:10週間(3日/週) 練習時間:30分/日 拘束時間:上肢使用が高頻度な5時間/日, 5日/週 練習内容:ADL練習(25分), ROM練習(5分)	練習内容:巧緻動作練習, ストレッチ, 代償動作練習など	ADL上の上肢使用量・質ともに改善。 上肢機能ではCI群で有意に改善。
Woll ³¹⁾	2006	回復-慢性期の患者 7施設共同(EXCITE)222名 (CI群:106名, 対照群:116名) CI群61.0±13.5歳, 対照群63.3 ±12.6歳	ミン	介入期間:2週間 練習時間:3時間/日 拘束時間:起床時間の90% (移乗, 移動時は麻痺上肢の使用可) 練習内容:shaping課題	練習内容:両手でのADL練習, ストレッチ, ROM練習	実施直後と3カ月後の上肢機能でCI群が有意に改善。 巧緻動作と上肢の使用頻度は, 有意差なし。
Boake ³²⁾	2007	急性期の入院患者23名 (CI群:10名, 対照群:13名) CI群63.1±14.3歳, 対照群58.9 ±14.0歳	ミン	介入期間:3週間(5日/週) 練習時間:2時間/日 拘束時間:平日6時間/日 練習内容:shaping課題	練習内容:神経促進手技(75%), 代償動作練習(25%)	CI群で上肢機能, 上肢の使用頻度・質, ADLが有意に改善。 QOL, 回復感でもCI群でより高い効果あり。
Wu ³³⁾	2007	回復-慢性期の患者26名 (CI群:13名, 対照群:13名) CI群71.44±6.42歳, 対照群 71.94±6.79歳	ミン	介入期間:3週間(5日/週) 練習時間:2時間/日 拘束時間:6時間/日 練習内容:麻痺上肢機能練習・ADL練習	練習時間:2時間/日 練習内容:神経促進手技, ADL練習, 健側の巧緻動作練習	CI群で上肢機能, 上肢の使用頻度・質で有意に改善。 リーチング動作では効率性, 直進性, 円滑さでCI群が有意に改善。
Lin ³³⁾	2007	慢性期の外来患者32名 (CI群:15名, 対照群:17名) CI群57.11±18.30歳, 58.77± 15.15歳	ミン& アームスリング	介入期間:3週間(5日/週) 練習時間:2時間/日 拘束時間:6時間/日 練習内容:ADLの要素を含んだ課題の集中練習	練習時間:2時間/日 練習内容:筋力, バランス, 巧緻動作練習	反応速度とピーク速度が出ている時間の割合がCI群で有意に改善 (到達把握動作の改善)。上肢の使用量・質とADLもCI群で有意に改善。
Page ³⁶⁾	2008	慢性期の外来患者35名 (CI群:13名, 対照群:12名, 非介入群:10名) 全体57.9±8.4歳, 範囲47-76歳	ミン	介入期間:10週間(3日/週) 練習時間:30分/日 拘束時間:5日/週, 5時間/日 練習内容:shaping課題	練習時間:30分 練習内容:機能的課題を伴った神経筋促進手技 (25分間), 代償動作(5分間)	上肢機能, 麻痺上肢の量・質でCI群に有意に改善。
Myint ³⁷⁾	2008	回復期の入院患者43名 (CI群:23名, 対照群:20名) CI群63.4±13.6歳, 対照群63.9 ±12.2歳	ショルダースリング	介入期間:2週間(平日10日) 練習時間:4時間/日 拘束時間:5日/週, 起床時間の90% 練習内容:shaping課題	練習時間:4時間/日 練習内容:両手課題を含む神経発達学的手技, 代償によるADL, 筋力・ROM練習, ボジョニンギ, 移動練習	介入直後は, CI群が上肢機能(つかみ・握り・つまみ), 麻痺上肢の使用量・質で有意に改善。 しかし, 12週後では, 上肢機能(特に握り)で対照群が有意に改善。
Dahl ³⁸⁾	2008	慢性期の入院患者30名 (CI群:18名, 対照群:12名) CI群平均62±8歳, 対照群60 ±12歳	ミン	介入期間:2週間(平日10日) 練習時間:6時間/日 拘束時間:起床時間の90% 練習内容:ADL練習	練習内容:上肢・下肢の必要に応じた練習 (PT・OT)	介入直後では, 上肢機能でCI群に有意に改善。 麻痺上肢の使用量・質, ADLでは有意差なし。 6カ月後の維持改善度に有意差なし。
Lin ³⁹⁾	2009	慢性期の患者32名 (CI群:16名, 対照群:16名) CI群平均54.1±11歳, 対照群57.4±12.8歳 全体平均55.7歳(範囲35-75歳)	ミン	介入期間:3週間(5日/週) 練習時間:2時間/日 拘束時間:リハビリ以外で5時間/日 練習内容:shaping課題 15分間は必要に応じ, 緊張を緩める介入	練習時間:2時間/日 拘束時間:リハビリ以外で5時間/日 練習内容:神経発達学的手技, 麻痺側 への荷重, 30分は代償によるADL	上肢機能, ADL, 移動でCI群が有意に改善。 麻痺上肢の使用量・質では有意差なし。 QOLは, ADL, 手の機能についてCI群が有意に改善。
Dromerick ⁴⁰⁾	2009	急性期の入院患者52名 (標準型CI群:19名, 強化型 CI群:16名, 対照群:17名) 標準型62.8±12.8歳, 強化型64.5±15.5歳, 対照群64.7±14.6歳, 全体63.9±14.0歳	ミン	介入期間:2週間 標準型:6時間/日の拘束, shaping課題(2時間/日) 強化型:起床の90%で拘束, shaping課題(3時間/日)	練習時間:2時間/日 練習内容:代償によるADL練習(1時間), ストレッチ・ROM練習・両上肢での 活動課題(1時間)	介入終了直後と90日後で, 上肢機能, ADLの改善に標準型と対照群 とでは有意差なし。強化型は他の2群に比べて有意に改善なし。

表2. その他の疾患に対するC療法の適応

筆頭報告者	発表年	疾患	対象者	拘束方法	プロトコール	結果
Page ⁴⁴⁾	2003	外傷性脳損傷	3名 慢性期	ミン& アームスリング	10週間のうち週3日, 1日1時間の練習. 週5日, 1日5時間の拘束. 練習内容はshaping課題, 筋力強化や健側上肢による 代償動作練習, 立位バランス, 歩行練習	実施前後で, 麻痺上肢機能や麻痺上肢の使用量・質改善.
Tuite ⁴⁶⁾	2005	パーキンソン病	6名 ヤールstage II~III 全員右手から機能低下	ミン	連続2週間のうち週5日, 1日3時間の練習. 起床時間の90%で拘束し, 1日の合計10時間の拘束. 練習内容はshaping課題.	上肢の動作速度・時間および反応時間が平均的に軽度改善. しかし対象者によって差があり, 明確な結果は得られなかった.
Shaw ⁴⁵⁾	2005	外傷性脳損傷	22名 慢性期	ミン	連続2週間のうち週5日, 1日6時間の練習. 起床時間の90%で拘束. 練習内容はshaping課題.	上肢機能, ADL上の麻痺上肢使用量・質で改善がみられた. 訓練室以外でのミトン装着を順守していた人がより改善していた.
Mark ⁴⁸⁾	2008	多発性硬化症	5名 外来	ミン	連続2~10週間のうち平日1.5~3.5時間, 計30時間の練習 練習日は起床時間の90%で拘束. 練習内容はshaping課題.	上肢機能, ADL上の麻痺上肢使用量・質で改善がみられたが, 動作遂行速度が低下した者が1名いた. 疲労の軽減もみられたが, 疲労が強くなった者が1名いた.
Lee ⁴⁷⁾	2011	パーキンソン病	20名 実験群10名, 対照群10名	ミン	連続4週間のうち週5日, 1日3時間の練習. 練習内容はshaping課題, 対照群は同様の スケジュールで, 一般的な上肢機能練習を実施.	上肢機能はC療法群で有意に改善した.

CI療法の適応となるのは、全脳卒中患者の約25%といわれており⁵⁴⁾、CI療法の効果が得られにくい要素としては、上肢機能が適応基準の下限に近い(近位関節の随意性低下も含む)、中等度以上の感覚障害がある、動機づけや目的意識が十分でない、ADL要介助など上肢機能以外の障害も軽度とはいえないなどがいわれている⁵⁵⁾。

2) 練習内容

CI療法で行う上肢機能練習の内容はshapingとよばれる課題を用いることが多い。shapeとは心理学用語で「望まれる反応に近づくと、報酬を与えることによって行動を反応形成する」という意味に用いられる。CI療法で用いられるshaping課題について、本邦では、佐野ら⁵⁶⁾が考案した60種のshaping項目が発表されている。前腕を机上のタオルの上に乗せる、クリップをつまみ箱に入れる、お手玉を投げる・受けるなど、粗大動作から巧緻動作まで網羅されている。またネクタイを結ぶ、エプロンの紐を結ぶなど、拘束を解除した両手課題も設定されており、より日常動作レベルでの応用練習も組み込まれている。

実際には、これら60項目で完結するわけではなく、対象者の能力やニーズに応じ、医師や療法士の判断で様々な課題の設定が行われる。重要なことは、「やや難しいが、何とか到達できる」という難易度に課題を調整し、患者が多様な達成感を得ることである⁵⁷⁾。

また発展させた試みとして、メンタルプラクティス⁵⁸⁾、ボツリヌス毒素の注入⁵⁹⁾、体幹拘束⁶⁰⁾などとの併用例や、自主練習^{61,62)}、地域・集団での取り組み⁶³⁻⁶⁵⁾などの報告例もあり、いろいろな形式での練習が検討されてきている。

4. CI療法における効果の原理

CI療法の効果は、「学習性不使用(learned non use)の克服」と「使用依存性の脳機能再構成(use-dependent cortical plasticity)」という2つの要素によってもたらされていると考えられている。

学習性不使用とは、麻痺側上肢の動かしづらさや、様々な活動の失敗経験が「罰」となり、麻痺側上肢の使用が「負」に強化されてしまうこと、また非麻痺側上肢の使用による成功経験で、非麻痺側上肢の使用が「正」に強化されるということを繰り返すことで麻痺側上肢を使用しないことを学習してしまうという行動形成を指す^{9,66)}。CI療法はこの悪循環を克服するために非麻痺側上肢を拘束して、麻痺側上肢の使用を「正」に強化していくことを一つの主眼としている。

次に使用依存性の脳機能再構成とは、麻痺側上肢の使用により、脳の損傷していない部分で新たな神経ネットワークが生まれ、機能を新たに獲得していくことである(脳の可塑性)。練習を繰り返すことで脳機能の再構成が促進されれば、それが身体機能の回復につながっていくと考えられている⁶⁷⁻⁶⁹⁾。

Liepert⁷⁰⁾らは、経頭蓋磁気刺激(transcranial magnetic stimulation; TMS)を用いた研究で、大脳皮質の麻痺側上肢の運動表現領域が非麻痺側上肢と比べて有意に少なかったが、強制使用後は、麻痺側に有意にシフトし、隣接した皮質領域が興奮していると報告した。またGauthier⁷¹⁾らは、fMRI(functional magnetic resonance imaging)の研究で、トランスファーパッケージという生活上でより意識的に麻痺側上肢を使用するように行動変容を促す対策をCI療法に併用したところ、CI療法の類似療法と比べて、両側の感覚運動野と海馬がより賦活し、その賦活量は実生活上の上肢の使用頻度と相関があったと報告している。Lin⁷²⁾らは、CI療法と神経発達学的アプローチとの比較におけるfMRIの測定で、CI療法の方が麻痺側、非麻痺側の運動とも、病巣と反対側半球の活性化が有意に増加したと報告している。

その他にもCI療法による脳活動の変化を検証した研究報告^{15,25,32)}が多数あり、脳の可塑が生じていると推測されている。

5. CI療法の検討課題

CI療法には、まだ明確になっていない様々な検討事項がある。

1) プロトコール

先述の代表的なプロトコールに対して、Pageら^{23,26,30,36)}は、10週間にわたり週3回、1回30分～1時間の練習と1日5時間の生活上拘束というプロトコールでの効果を報告している。Sterrら²⁴⁾は、1日の練習時間を3時間と6時間で比較を行った結果、6時間の方が長期的に効果を維持したと報告しており、これらはCI療法の練習時間を検討する上で興味深い。また道免⁷³⁾は、2週間のうちの10日間、1日5時間の練習、生活上拘束なしで実施したところ、その効果はWolfらと同等の結果が得られたと述べている。さらにLinら⁷⁴⁾は、CI群と対照群で介入強度の偏りを除外するために、練習時間と生活上拘束の実施を両群で揃えた研究を実施し、CI療法群の方が有意に改善を示した。これらはCI療法の効果について、強制使用のみではなく、練習が重要であることを示唆している。

その他にも、Pierceら⁶¹⁾は、2～3週間、週2～3回(計7回)、1回2時間の外来練習と自宅での自主練習を組み合わせ実施したところ効果がみられたと報告している。コンプライアンスを得られれば、自主練習という手段は重要な検討課題であると考えられる。これらのように様々なプロトコールでCI療法の効果が検証されているが、どのような方法がより効果的なのかという明確な結論は出ておらず、今後も、多様な検証が必要であると考えられる。

2) 適応基準

Boniferら⁷⁵⁾は、手関節・手指伸展や母指外転の随意運動が10°程度の中等度～重度の片麻痺患者20名に対して1日6時間、3週間のCI療法を実施した結果、改善効果がみられ、さらに1カ月後も効果が持続していたと報告している。田邊ら⁷⁶⁾は重度麻痺の患者に対して、手指伸展スプリントを併用した練習を試みている。これらのことは、適応範囲が広がる可能性を秘めているが、重症例になれば実施可能な課題が限られ、身体的疲労や心的ストレスも多いことが予想される。これらの点も考慮した検証が必要と考えられる。

3) ストレスや心理的効果

CI療法は、長時間に及ぶ拘束や練習のためにストレスがかかるといわれており、その練習強度に尻込みしてしまう患者も多いと考えられる。ストレスや動機づけなどの心的影響についての研究はほとんど見当たらず、今後詳細な検討が必要であると考えられる。

4) 拘束方法

拘束はCI療法の重要な要素の一つであるが、どのような拘束の方法がより効果的なのかということも興味深い。Brogårdh⁷⁷⁾らは、生活上拘束ありとなしで比較研究を行ったところ1年後の調査では有意差がなかったと報告している。Uswatteら⁷⁸⁾は、スリングとshaping課題、スリングとtask-practice、グローブとshaping課題、shaping課題のみの4群での比較検討を行った。介入終了時には、どの群にも差がみられなかったが、2年後の調査時には、スリングとtask-practice、グローブとshaping課題が有意に維持されていた。山口ら⁷⁹⁾は、健常成人を対象に、ミトンでの上肢遠位部拘束、三角巾とミトンでの上肢全体拘束、拘束なしの3種の方法の違いによる脳賦活の影響について近赤外光イメージング装置(functional near infra-red spectroscopy; fNIRS)を用いた予備的研究を行った。その時の結果では、全体的な賦活に差はみられなかったものの、全体拘束の場合、動作肢の対側運動前野で有意な脳賦活がみられ、運動学習が有利に進む可能性が示唆された。

5) 高齢者への適応の可能性

CI療法の対象者の年齢は、先行研究を概観すると60歳代前半が多い。しかし、平均年齢が70歳代前半の研究報告もあり^{23,33)}、高齢者への適応も十分考えられる。Fritzら⁸⁰⁾や細見ら⁸¹⁾の研究では、CI療法の上肢機能に対する効果に年齢は関係しないとの見解を示している。McCallら⁸²⁾は、平均年齢82歳の4名の高齢者に、一日2時間の練習、生活上拘束なしというCI療法を実施したところ、社会参加、ADL、上肢機能で改善傾向

がみられたと報告している。脳卒中患者の多くは高齢者であることから、今後は高齢者の身体・心理特性に配慮したプロトコルの検討も必要であると考えられる。

6. CI療法の本邦での現状—プロトコルの改変を中心に—

本邦においては、1990年代後半頃より症例報告がみられ始めている。「脳卒中治療ガイドライン2004」⁸³⁾では、上肢機能リハとして「麻痺側上肢に対して多くの課題を含む積極的な訓練プログラムを繰り返し実行させることや、日常的に使用を促すこと」がグレードA（強く勧められる）とされていたが、その根拠の一つとしてCI療法の研究報告が用いられていた。2009年版⁸⁴⁾では、CI療法のグレードB（勧められる）の評価であったが、上記の内容から独立して、固有の療法としては唯一単独で扱われており、それだけエビデンスの多さの表れだといえる。

医学中央雑誌 web 版と国立情報学研究所の論文情報ナビゲータ (CiNii) を利用し、「constraint induced therapy」or「CI療法」or「CIセラピー」or「forced use」or「強制使用」をキーワードに、収載誌発行年・出版年の条件設定はせずに国内誌の検索を行った（2012年11月閲覧）ところ、解説・特集26件、原著34件、会議録119件、症例報告52件、動物研究4件という結果であった（重複あり。検索サイト間で重複したものは一方を除外）。この結果から、本邦では解説がなされ、会議録での報告も増加傾向にあり、また原著も少しずつ増えてきているが、原著の内容は単一もしくは数症例の報告が多く、大規模な研究成果はまだ十分とはいえないことがうかがえる。

エビデンスが多いと評されるCI療法であるが⁸⁵⁾、その割に本邦での普及度はまだ高いとはいえない印象がある。

道免⁸⁶⁾は、本邦での普及を妨げる要因として次の①～⑥の考えがあると述べている。
① ADL自立がリハの目的で、そのためには健側上肢を使えばよい。
② 適応が軽症の麻痺のみ。
③ 過剰努力により痙性が強まる。
④ 機

能回復に固執させ、障害受容が進まない。
⑤ 現在の診療報酬制度では請求が困難。
⑥ 維持期リハは介護保険制度の範疇で行うべき。

その他では「拘束」ということが、厳しく辛いというネガティブなイメージを持たれやすいことが考えられる。また長時間の練習は対象者のみならず、医療職側にも多くの制約があり、人的体制を整えた施設でなければ、実施が容易ではないということも推察される。さらに、現在の本邦の診療報酬制度では、1日3時間までのリハしか認められておらず、慢性期になるとさらに実施時間は短くなり、1日5～6時間という練習時間や環境の確保が難しいのが現状であろう。エビデンスのある1日5～6時間の実施を新たな診療報酬体系で認めてもらうような働きかけも必要である一方、現在の本邦の診療実情でも導入が容易な短時間での効果の検証も必要であると考えている。例えば、1日20分・40分・60分の実施でも、その時間に見合った効果が得られるならば、現在よりも敷居なく、CI療法の原理が日常のリハビリ診療に取り入れられ、より多くの対象者のリハビリが革新すると考えられる。

7. まとめ

CI療法は麻痺側上肢に対する、エビデンスのあるリハビリ手法であるが、日本での普及度は高いとは言えない。通常のプロトコルでは、長時間の拘束や練習による対象者及びスタッフの様々な負担や、現在の本邦の診療体制に合わないなどの理由が考えられ、CI療法の普及のためには、プロトコルの改変と様々な視点からの効果の検討が今後も必要と考えられる。

参考文献

- 1) 上田敏：リハビリテーション医学の世界，50-68，三輪書店，1992
- 2) 砂原茂一：リハビリテーション，27-32，岩波書店，1980
- 3) 上田敏：ICFの理解と活用，7-43，きょうされん，2005
- 4) 道免和久，木村忠彰：CI療法から考え

- る脳卒中リハビリテーション. 日本私立医科大学理学療法学会誌, (25), 13-23, 2008
- 5) Taub,E., Ellman,S.J., Berman,A.J. : Deafferentation in monkeys: effect on conditioned grasp response. *Science*, 151(3710), 593-594, 1966
 - 6) Taub,E., Heitmann,R.D., Barro,G.: Alertness, level of activity, and purposive movement following somatosensory deafferentation in monkeys. *Ann N Y Acad Sci*, 290, 348-365, 1977
 - 7) Taub,E., Harger,M., Grier,H.C., Hodos, W. : Some anatomical observations following chronic dorsal rhizotomy in monkeys. *Neuroscience*, 5(2), 389-401, 1980
 - 8) Taub,E., Uswatte,G., Pidikiti,R.: Constraint-Induced Movement Therapy: a new family of techniques with broad application to physical rehabilitation--a clinical review. *J Rehabil Res Dev*, 36(3), 237-251, 1999
 - 9) Taub,E., Uswatte,G., Mark,V.W., Morris,D. M.:The learned nonuse phenomenon: implications for rehabilitation. *Eura Medicophys*, 42(3), 241-256, 2006
 - 10) Ostendorf,C.G., Wolf,S.L. : Effect of forced use of the upper extremity of a hemiplegic patient on changes in function. A single-case design. *Phys Ther*, 61(7), 1022-1028, 1981
 - 11) Wolf,S.L., Lecraw,D.E., Barton,L.A., Jann,B.B. : Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Exp Neurol*, 104(2), 125-132, 1989
 - 12) Taub,E., Miller,N.E., Novack,T.A., Cook,E. W.3rd., Fleming,W.C., Nepomuceno,C.S. et al. : Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 74(4), 347-354, 1993
 - 13) Kunkel,A., Kopp,B., Müller,G., Villringer,K., Villringer,A., Taub,E. et al. : Constraint-induced movement therapy for motor recovery in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 80(6), 624-628,1999
 - 14) van der Lee,J.H., Beckerman,H., Lankhorst,G.J., Bouter,L.M. : Constraint-induced movement therapy. *Arch Phys Med Rehabil*, 80(12), 1606-1607, 1999
 - 15) Liepert,J., Miltner,W.H., Bauder,H., Sommer,M., Dettmers,C., Taub,E., et al. : Motor cortex plasticity during constraint-induced movement therapy in stroke patients. *Neurosci Lett*, 250(1), 5-8, 1998
 - 16) Charles,J., Gordon,A.M. : A critical review of constraint-induced movement therapy and forced use in children with hemiplegia. *Neural Plast*, 12(2-3), 245-261, 2005
 - 17) van der Lee,J.H., Wagenaar,R.C., Lankhorst,G. J., Vogelaar,T.W., Devillé,W.L., Bouter,L. M. : Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients: results from a single-blind randomized clinical trial. *Stroke*, 30(11), 2369-2375, 1999
 - 18) Dromerick,A.W., Edwards,D.F., Hahn,M. : Does the application of constraint-induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? *Stroke*, 31(12), 2984-2988, 2000
 - 19) Hakkennes,S., Keating,J.L. : Constraint-induced movement therapy following stroke: a systematic review of randomised controlled trials. *Aust J Physiother*, 51(4), 221-231, 2005
 - 20) Bonaiuti,D., Rebasti,L., Sioli,P. : The constraint induced movement therapy: a systematic review of randomised controlled trials on the adult stroke patients. *Eura Medicophys*, 43(2), 139-146, 2007
 - 21) Sirtori,V., Corbetta,D., Moja,L., Gatti,R. : Constraint-induced movement therapy for upper extremities in stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev*, (4):CD004433, 2009
 - 22) Page,S.J., Sisto,S.A., Levine,P., Johnston,M. V., Hughes,M. : Modified constraint induced therapy: a randomized feasibility and efficacy study. *J Rehabil Res Dev*, 38(5),

- 583-590, 2001
- 23) Page,S.J., Sisto,S., Johnston,M.V., Levine,P. : Modified constraint-induced therapy after subacute stroke: a preliminary study. *Neurorehabil Neural Repair*, 16(3), 290-295, 2002
 - 24) Sterr,A., Elbert,T., Berthold,I., Kölbel,S., Rockstroh,B., Taub,E. : Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: an exploratory study. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(10),1374-1377, 2002
 - 25) Wittenberg,G.F., Chen,R., Ishii,K., Bushara,K.O., Eckloff,S., Croarkin,E., et al. : Constraint-induced therapy in stroke: magnetic-stimulation motor maps and cerebral activation. *Neurorehabil Neural Repair*, 17(3), 48-57, 2003
 - 26) Page,S.J., Sisto,S., Levine,P., McGrath,R. E. : Efficacy of modified constraint-induced movement therapy in chronic stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(1), 14-18, 2004
 - 27) Alberts,J.L., Butler,A.J., Wolf,S.L. : The effects of constraint-induced therapy on precision grip: a preliminary study. *Neurorehabil Neural Repair*, 18(4), 250-258, 2004
 - 28) Ploughman,M., Corbett,D. : Can forced-use therapy be clinically applied after stroke? An exploratory randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(9), 1417-1423, 2004
 - 29) Suputtitada,A., Suwanwela,N.C., Tumvitee,S. : Effectiveness of constraint-induced movement therapy in chronic stroke patients. *J Med Assoc Thai*, 87(12),1482-1490, 2004
 - 30) Page,S.J., Levine,P., Leonard,A.C.: Modified constraint-induced therapy in acute stroke: a randomized controlled pilot study. *Neurorehabil Neural Repair*, 19(1), 27-32, 2005
 - 31) Wolf,S.L., Winstein,C.J., Miller,J.P., Taub,E., Uswatte,G., Morris,D., et al. : Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the EXCITE randomized clinical trial. *JAMA*, 296(17), 2095-2104, 2006
 - 32) Boake,C., Noser,E.A., Ro,T., Baraniuk,S., Gaber,M., Johnson,R., et al. : Constraint-induced movement therapy during early stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*, 21(1), 14-24, 2007
 - 33) Wu,C.Y., Chen,C.L., Tsai,W.C., Lin,K.C., Chou,S.H. : A randomized controlled trial of modified constraint-induced movement therapy for elderly stroke survivors: changes in motor impairment, daily functioning, and quality of life. *Arch Phys Med Rehabil*, 88(3), 273-278, 2007
 - 34) Wu,C.Y., Chen,C.L., Tang,S.F., Lin,K. C., Huang,Y.Y.: Kinematic and clinical analyses of upper-extremity movements after constraint-induced movement therapy in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 88(8), 964-970, 2007
 - 35) Lin,K.C., Wu,C.Y., Wei,T.H., Lee,C.Y., Liu,J.S.: Effects of modified constraint-induced movement therapy on reach-to-grasp movements and functional performance after chronic stroke: a randomized controlled study. *Clin Rehabil*, 21(12), 1075-1086, 2007
 - 36) Page,S.J., Levine,P., Leonard,A., Szaflarski,J. P., Kissela,B.M.: Modified constraint-induced therapy in chronic stroke: results of a single-blinded randomized controlled trial. *Phys Ther*, 88(3), 333-340, 2008
 - 37) Myint,J.M., Yuen,G.F., Yu,T.K., Kng,C.P., Wong,A.M., Chow,K.K., et al. : A study of constraint-induced movement therapy in subacute stroke patients in Hong Kong. *Clin Rehabil*, 22(2), 112-124, 2008
 - 38) Dahl,A.E., Askim,T., Stock,R., Langørgen,E., Lydersen,S., Indredavik B: Short- and long-term outcome of constraint-induced movement therapy after stroke: a randomized controlled feasibility trial. *Clin Rehabil*,

- 22(5), 436-447, 2008
- 39) Lin, K.C., Wu, C.Y., Liu, J.S., Chen, Y.T., Hsu, C.J. : Constraint-induced therapy versus dose-matched control intervention to improve motor ability, basic/extended daily functions, and quality of life in stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, (2), 160-165, 2009
- 40) Dromerick, A.W., Lang, C.E., Birkenmeier, R.L., Wagner, J.M., Miller, J.P., Videen, T.O., et al. : Very Early Constraint-Induced Movement during Stroke Rehabilitation (VECTORS): A single-center RCT. *Neurology*, 73(3), 195-201, 2009
- 41) Huseyinsinoglu, B.E., Ozdincler, A.R., Krespi, Y. : Bobath Concept versus constraint-induced movement therapy to improve arm functional recovery in stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 26(8), 705-715, 2012
- 42) Hayner, K., Gibson, G., Giles, G.M. : Comparison of constraint-induced movement therapy and bilateral treatment of equal intensity in people with chronic upper-extremity dysfunction after cerebrovascular accident. *Am J Occup Ther*, 64(4), 528-539, 2010
- 43) Khan, C.M., Oesch, P.R., Gamper, U.N., Kool, J.P., Beer, S. : Potential effectiveness of three different treatment approaches to improve minimal to moderate arm and hand function after stroke--a pilot randomized clinical trial. *Clin Rehabil*, 25(11), 1032-1041, 2011
- 44) Page, S., Levine, P. : Forced use after TBI: promoting plasticity and function through practice. *Brain Inj*, 17(8), 675-684, 2003
- 45) Shaw, S.E., Morris, D.M., Uswatte, G., McKay, S., Meythaler, J.M., Taub, E. : Constraint-induced movement therapy for recovery of upper-limb function following traumatic brain injury. *J Rehabil Res Dev*, 42(6), 769-778, 2005
- 46) Tuite, P., Anderson, N., Konczak, J. : Constraint-induced movement therapy in Parkinson's disease. *Mov Disord*, 20(7), 910-911, 2005
- 47) Lee, K.S., Lee, W.H., Hwang, S. : Modified constraint-induced movement therapy improves fine and gross motor performance of the upper limb in Parkinson disease. *Am J Phys Med Rehabil*, 90(5), 380-386, 2011
- 48) Mark, V.W., Taub, E., Bashir, K., Uswatte, G., Delgado, A., Bowman, M.H., et al. : Constraint-Induced Movement therapy can improve hemiparetic progressive multiple sclerosis. Preliminary findings. *Mult Scler*, 14(7), 992-994, 2008
- 49) Meinzer, M., Djundja, D., Barthel, G., Elbert, T., Rockstroh, B. : Long-term stability of improved language functions in chronic aphasia after constraint-induced aphasia therapy. *Stroke*, 36(7), 1462-1466, 2005
- 50) Cherney, L.R., Patterson, J.P., Raymer, A., Frymark, T., Schooling, T. : Evidence-based systematic review: effects of intensity of treatment and constraint-induced language therapy for individuals with stroke-induced aphasia. *J Speech Lang Hear Res*, 51(5), 1282-1299, 2008
- 51) Numata, K., Murayama, T., Takasugi, J., Oga, M. : Effect of modified constraint-induced movement therapy on lower extremity hemiplegia due to a higher-motor area lesion. *Brain Inj*, 22(11), 898-904, 2008
- 52) Fuzaro, A.C., Guerreiro, C.T., Galetti, F.C., Jucá, R.B., Araujo, J.E. : Modified constraint-induced movement therapy and modified forced-use therapy for stroke patients are both effective to promote balance and gait improvements. *Rev Bras Fisioter*, 16(2), 157-165, 2012
- 53) 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. *脳科学とリハビリテーション*, 6, 19-23, 2006
- 54) Blanton, S., Wolf, S.L. : An application of upper-extremity constraint-induced movement therapy in a patient with subacute

- stroke. *Phys Ther*, 79(9), 847-853, 1999
- 55) 道免和久 編 : CI療法 脳卒中リハビリテーションの新たなアプローチ, 23-50, 中山書店, 2008
- 56) 佐野恭子, 道免和久 : Constraint-induced movement therapy (CI療法) - 当院での実践. *作業療法ジャーナル*, 40(9), 979-984, 2006
- 57) 道免和久 編 : CI療法 脳卒中リハビリテーションの新たなアプローチ, 51-66, 中山書店, 2008
- 58) Page,S.J., Levine,P., Khoury,J.C.: Modified constraint-induced therapy combined with mental practice: thinking through better motor outcomes. *Stroke*, 40(2), 551-554, 2009
- 59) Sun,S.F., Hsu,C.W., Sun,H.P., Hwang,C.W., Yang,C.L., Wang,J.L.: Combined botulinum toxin type A with modified constraint-induced movement therapy for chronic stroke patients with upper extremity spasticity: a randomized controlled study. *Neurorehabil Neural Repair*, 24(1), 34-41, 2010
- 60) Wu,C.Y., Chen,Y.A., Lin,K.C., Chao,C.P., Chen,Y.T. : Constraint-induced therapy with trunk restraint for improving functional outcomes and trunk-arm control after stroke: a randomized controlled trial. *Phys Ther*, 92(4), 483-492, 2012
- 61) Pierce,S.R., Gallagher,K.G., Schaumburg,S.W., Gershkoff,A.M., Gaughan,J.P., Shutter,L.: Home forced use in an outpatient rehabilitation program for adults with hemiplegia: a pilot study. *Neurorehabil Neural Repair*, 17(4), 214-219, 2003
- 62) Azab,M., Al-Jarrah,M., Nazzal,M., Maayah,M., Sammour,M.A., Jamous,M.: Effectiveness of constraint-induced movement therapy (CIMT) as home-based therapy on Barthel Index in patients with chronic stroke. *Top Stroke Rehabil*, 16(3), 207-211, 2009
- 63) Pang,M.Y., Harris,J.E., Eng,J.J.: A community-based upper-extremity group exercise program improves motor function and performance of functional activities in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 87(1), 1-9, 2006
- 64) Brogårdh,C., Sjölund,B.H.: Constraint-induced movement therapy in patients with stroke: a pilot study on effects of small group training and of extended mitt use. *Clin Rehabil*, 20(3), 218-227, 2006
- 65) Leung, D.P., Ng,A.K., Fong,K.N.: Effect of small group treatment of the modified constraint induced movement therapy for clients with chronic stroke in a community setting. *Hum Mov Sci*, 28(6), 798-808, 2009
- 66) 川上寿一, 道免和久 : 学習性不使用 (learned non use). *総合リハビリテーション*, 31(12), 1115-1119, 2003
- 67) Nudo,R.J. : Mechanisms for recovery of motor function following cortical damage. *Curr Opin Neurobiol*, 16(6), 638-644, 2006
- 68) Nudo,R.J. : Plasticity. *NeuroRx*, 3(4), 420-427, 2006
- 69) 道免和久, 田中章太郎 : 講座 中枢神経の可塑性 (6) 運動療法. *総合リハビリテーション*, 30(12), 1389-1395, 2002
- 70) Liepert J, Uhde I, Gräf S, Leidner O, Weiller C: Motor cortex plasticity during forced-use therapy in stroke patients: a preliminary study. *J Neurol*, 248(4), 315-321, 2001
- 71) Gauthier,L.V., Taub,E., Perkins,C., Ortmann,M., Mark,V.W., Uswatte,G. : Remodeling the brain: plastic structural brain changes produced by different motor therapies after stroke.*Stroke*, 39(5), 1520-1525, 2008
- 72) Lin,K.C., Chung,H.Y., Wu,C.Y., Liu,H.L., Hsieh,Y.W., Chen,I.H., et al. : Constraint-induced therapy versus control intervention in patients with stroke: a functional magnetic resonance imaging study. *Am J Phys Med Rehabil*, 89(3), 177-185, 2010
- 73) 道免和久 : 脳卒中片麻痺上肢への対応. *リハビリテーション医学*, 43(1), 19-25, 2006

- 74) Lin, K.C., Wu, C.Y., Liu, J.S., Chen, Y.T., Hsu, C.J. : Constraint-induced therapy versus dose-matched control intervention to improve motor ability, basic/extended daily functions, and quality of life in stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 23(2), 160-165, 2009
- 75) Bonifer, N.M., Anderson, K.M., Arciniegas, D. B. : Constraint-induced movement therapy after stroke: efficacy for patients with minimal upper-extremity motor ability. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(9), 1867-1873, 2005
- 76) 田邊浩文, 長尾徹, 種村留美 : 手指の伸展困難な重度麻痺手を対象にした CI 療法の試み . 日本作業療法学会抄録集, 45 回, P17069, 2011
- 77) Brogårdh, C., Lexell, J. : A 1-year follow-up after shortened constraint-induced movement therapy with and without mitt poststroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 91(3), 460-464, 2010
- 78) Uswatte, G., Taub, E., Morris, D., Barman, J., Crago, J. : Contribution of the shaping and restraint components of Constraint-Induced Movement therapy to treatment outcome. *NeuroRehabilitation*, 21(2), 147-156, 2006
- 79) 山口普己, 柳久子, 奥野純子, 長澤俊郎, 小関迪 : CI 療法の拘束方法に関する予備的検討 - NIRS を用いて - . 日本作業療法学会抄録集, 45 回, P27066, 2011
- 80) Fritz, S.L., Light, K.E., Clifford, S.N., Patterson, T.S., Behrman, A.L., Davis, S. B. : Descriptive characteristics as potential predictors of outcomes following constraint-induced movement therapy for people after stroke. *Phys Ther*, 86(6), 825-832, 2006
- 81) 細見雅史, 島田憲二, 松本憲二, 竹林崇, 丸本浩平, 道免和久 : Constraint-induced movement(CI療法)の効果と効果予測因子 - 簡易上肢機能検査(STEF)を用いた多数例による検討 - . *Jpn Rehabil Med*, 49(1), 23-30, 2012
- 82) McCall, M., McEwen, S., Colantonio, A., Streiner, D., Dawson, D.R. : Modified constraint-induced movement therapy for elderly clients with subacute stroke. *Am J Occup Ther*. 65(4), 409-418, 2011
- 83) 篠原幸人, 吉本高志, 福内靖男, 石神重信 編 : 脳卒中治療ガイドライン 2004, 193-194, 協和企画, 2004
- 84) 篠原幸人, 小川彰, 鈴木則宏, 片山泰朗, 木村彰男 編 : 脳卒中治療ガイドライン 2009, 305-307, 協和企画, 2009
- 85) Langhorne, P., Coupar, F., Pollock, A. : Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol*, 8(8), 741-754, 2009
- 86) 道免和久 編 : CI療法 脳卒中リハビリテーションの新たなアプローチ, 175-193, 中山書店, 2008

連絡先 : 山口普己

〒 300-2622 茨城県つくば市要 1187-299, 筑波記念病院リハビリテーション部,
Tel:029-864-1212

〒 305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1, 筑波大学大学院人間総合科学研究科
福祉医療学研究室, Tel:029-853-3300

E-mail:hiro kicks7@gmail.com