

# 脳卒中患者に対する Action Observation Therapy の介入効果について —回復期リハビリテーション病棟における介入—

田津原佑介<sup>1)</sup>

1) 社会医療法人 三車会 貴志川リハビリテーション病院

**キーワード：**運動観察治療・脳卒中・麻痺側運動機能

## はじめに

脳卒中患者の運動麻痺改善に向けたリハビリテーションは、急性期・回復期・維持期の回復メカニズムに依拠したプログラムが必要である。最近では脳卒中後の機能回復メカニズムが明らかとなり、脳神経回路の再組織化を促す必要がある。そのため、より効果的なリハビリテーションを提供するために脳卒中後の運動麻痺回復過程に依拠したステージ理論<sup>1)</sup>が提唱されている(図1)。ステージ理論は、1<sup>st</sup> stage recovery, 2<sup>nd</sup> stage recovery, 3<sup>rd</sup> stage recovery からなり、神経生理学的な回復過程に合ったリハビリテーションの重要性が述べられている。まず、1<sup>st</sup> stage recovery は残存している皮質脊髄路の興奮性を高めることが重要な時期である。その要因としては、脳卒中発症後は神経成長因子が増加し、発症から3ヶ月にかけて徐々に減衰していくため、急性期で如何に皮質脊髄路を興奮させ、回復期に繋げていくかが重要である。2<sup>nd</sup> stage recovery は皮質間ネットワークを興奮させ、脳機能として再構築させる時期である。発症から3ヶ月で皮質間抑制が解除されるため、各皮質間の新しいネットワークの興奮性が上がる時期とされている。そのため、1<sup>st</sup> stage recovery で得られた皮質脊髄路の興奮性をより機能的に活動させるための皮質間ネットワークの再構築が必要である。3<sup>rd</sup> stage recovery では、1<sup>st</sup> stage, 2<sup>nd</sup> stage で作り上げたネットワークを反復していくことでシナプスの伝達効率を向上させる時期である。この時期ではリハビリテーションだけでなくADL場面での使用頻度を上げ、機能的な運動麻痺の回復からより実用的な回復に繋げていく必要がある。このように運動麻痺回復の可能性を引き出すには各ステージにおける最適なリハビリテーションの介入が重要である。

さらに近年では、脳機能イメージング技術の発展によりニューロリハビリテーションの有効性の報告が数多くなされている。ニューロリハビリテーションとは、「ニューロサイエンスとその関連の研究によって明らかになった脳の理論等の知見をリハビリテーション医療に応用した概念、評価法、治療を指す」と定義づけられている<sup>2)</sup>。ニューロリハビリテーシ

ョンの中でもミラーニューロンシステム(Mirror Neuron System : MNS)を応用した理学療法として、運動観察治療(Action Observation Therapy : AOT)が提案されている。MNSとは、他者の運動や行為を観察することで、自身にも同様の運動プログラムを作り出す神経基盤のことであり、「見て・真似る」といった最も自然な運動学習を支える脳機能と言える<sup>3)</sup>。この観察・模倣運動をリハビリテーションとして応用した介入がAOTであり、脳卒中患者への介入効果も報告されている。Erteltら<sup>4)</sup>は、慢性期脳卒中患者に対し、AOT群とAOTなし群で麻痺側運動機能と脳活動の比較を行った。その結果、AOT群の麻痺側上肢機能が有意に改善し、AOT群の介入前後の脳活動では一次運動野には変化がないものの、腹側運動前野・補足運動野・縁上回の活性化を認めたことが報告されている。これらのことからAOTは主に運動プログラムに対するアプローチであり、結果的に麻痺側上肢の運動機能改善に効果的であることが考えられる。AOTのシステムティックレビュー<sup>5)</sup>(Elisabett, 2015)も報告されており、脳卒中患者だけでなくパーキンソン病や脳性麻痺患者に対するAOTの介入が実践されている。しかし、その報告の中では上肢や歩行への介入は多いものの、下肢単関節運動への介入は見当たらない。また、MNSにおいて体部位局在性が存在することもわかっており、運動観察する対象の身体部位によって脳活動部位も異なることが報告されている。

以上より、下肢単関節運動を用いたAOT介入の効果が期待できると考え、股関節屈曲、膝関節伸展、足関節背屈の3種類のAOTを行うこととした。さらにこれら3種類の運動は歩行遊脚期に必要な運動項目であるため、各筋力と歩行能力の関連性について検討することとする。

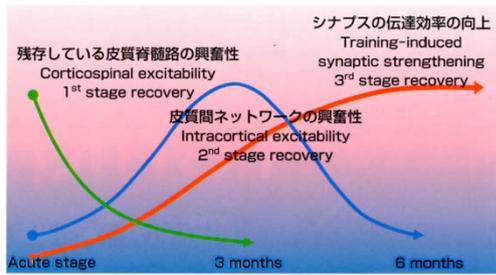


図1. 運動麻痺回復のステージ理論

## 方法

対象は回復期病棟に入院中の脳卒中患者7名(男:4名,女:3名,平均年齢58.1±16.7歳)であり,右片麻痺が5名,左片麻痺が2名であった。対象者の発症部位は放線冠～橋にかけての脳血管障害であり,発症から介入までの平均日数は44.7±24.3日であった。本研究はABデザインを用い,A:ベースライン(通常PTを10日間),B:AOT介入期(通常PT+AOTを30日間)の計40日間とした。B期では,股関節屈曲AOT,膝関節伸展AOT,足関節背屈AOTの順に実施し,各10日間同一のAOTを実施した。AOTは健常者の運動を編集した動画を用いて,15分/日の自主練習とした。患者にはできる限り動画内の運動に合わせたタイミングで動かすことを指示した。メインアウトカムは5m歩行時間と歩行の質的評価としてWisconsin Gait Scale(WGS)を採用した。サブアウトカムは麻痺側股関節屈曲,膝関節伸展,足関節背屈運動の筋力をHand Held Dynamometer(HHD:Nm/kg)にて計測した。また,ビデオカメラにて各関節運動を撮影し,PCにてImageJを使用して各関節角度をActive-ROM(A-ROM:°)として計測した。さらに,運動イメージ能力として16枚の足部Mental Rotation(足部MR:sec)の反応時間を計測した。各項目の計測は10日毎に行い,計5回実施した(評価1～5)。統計は解析ソフトR2.8.1に基づく改変Rコマンドーを使用して,各変数を反復測定分散分析で解析し,有意水準は5%とした。全ての対象者には本研究の目的と趣旨を説明し,本研究への参加有無の回答を得た。本研究で取得したデータは個人情報厳守の上で,発表に対する同意を得た。

表1 対象者の内訳

患者	疾患	性別	年齢	発症からの経過	下肢BRST
患者A	左視床出血	男	39歳	19日	Ⅲ
患者B	右被殻出血	男	37歳	31日	Ⅲ
患者C	左脳梗塞(BAD)	女	52歳	47日	V
患者D	右視床出血	男	75歳	29日	Ⅲ
患者E	左脳梗塞(橋)	女	81歳	33日	Ⅳ
患者F	左被殻出血	女	56歳	97日	Ⅱ
患者G	左脳梗塞(放線冠)	男	66歳	57日	Ⅳ
平均			58.1±16.7歳	44.7±24.3日	Ⅲ～V

## 結果

各変数と評価1～評価5の結果を平均値にて記載する(表2)。各評価間の分析より,評価2と3(股関節屈曲AOT期)ではWGS・HHD(股関節屈曲),評価3と4(膝伸展AOT期)ではAROM(膝関節伸展)の各変数に10日間の介入による $p<0.05$ の有意な改善を認めた。足関節背屈のHHD,A-ROMには評価4と5(足関節背屈AOT期)に有意な改善を認めなかった。またMRには全評価期間における有意な改善を認めなかった。なお,通常PTの前後である評価1と2(A期)では全て有意差を認めなかった。

表2 各評価項目の経時的変化

評価項目	1	2	3	4	5	judge	
WGS(点)	30±5.4	28.7±5.1	26±5.2	24.3±5.3	23.1±4.8	*1vs3,4,5/2vs3,5	
5m歩行(秒)	53.5±38.1	47.8±29.5	33.7±23.1	27.2±20.6	24.3±13.8	*2vs5	
HHD(Nm/kg)	股・屈曲	0.46±0.32	0.50±0.31	0.70±0.42	0.73±0.35	0.84±0.36	*1vs3,4,5/2vs3,4,5
	膝・伸展	0.49±0.36	0.46±0.34	0.55±0.37	0.68±0.34	0.69±0.37	
AROM(°)	足・背屈	0.14±0.11	0.14±0.12	0.18±0.13	0.18±0.13	0.24±0.16	*2vs5
	股・屈曲	84.9±15.2	91±22.0	101.9±21.5	103.7±21.9	106±26.3	
MR(秒)	膝・伸展	-29.4±10.0	-27.0±11.8	-24.4±9.3	-17.5±7.2	-18.2±8.3	*1vs4,5/3vs4
	足・背屈	-11.8±12.1	-10.7±10.4	-6.7±10.1	-8.1±11.1	-5.3±11.2	
MR(秒)	70.2±38.6	55.8±34.9	55.3±32.3	58.3±37.9	44.3±21.7		
平均値±標準偏差						* judge:反復測定分散分析にて $p<0.05$	

## 考察

本研究結果より通常理学療法に加え,股関節屈曲・膝関節伸展・足関節背屈の3種類のAOTを介入することで,歩容や歩行スピード,筋力,A-ROMを改善させる傾向にあった。特に股関節屈曲AOT期(評価2～3)には股関節屈曲筋力(HHD)と歩容(WGS)の有意な改善を認め,股関節屈曲AOTは歩行能力の改善に効果的である可能性が示唆された。また,膝関節伸展AOT期(評価3～4)には膝関節伸展A-ROMの有意な改善を認めた。そのため,回復期病棟に入院中の脳卒中患者には,通常理学療法に加え各10日間のAOT(股関節屈曲・膝関節伸展)介入による効果が示唆された。

AOT介入による効果としては,股関節屈曲AOT期,膝関節伸展AOT期にそれぞれHHD,A-ROMにて捉えることができた。G.Buccinoら<sup>9)</sup>のヒトのMNSに関する研究によると,MNSは運動観察の対象や運動(コーヒーカップに手を伸ばす,サッカーボールを蹴るなど)によって活動する脳領域が異なり,運動観察内容に対応した脳領域が活動することが発見された。よって,MNSにも体部位局在性が存在しており,目的とする動作や運動の観察だけでも運動イメージとして想起されている可能性が高い。本研究における股関節屈曲AOT期,膝関節伸展AOT期でのHHD,A-ROMの改善は運動観察に伴うMNSの神経ネットワークが少なからず関与していたことが考えられる。こういった背景から本研究で

は運動イメージ能力の評価としてMRを実施したが、全評価間で有意な改善を示さなかった。この要因として、MRは足部の写真を用いており、股関節や膝関節AOTの期間中の評価として適切でなかったことが考えられる。今後は、介入するAOTに沿った運動イメージ能力の評価が必要であると考える。

一方、本研究において足関節背屈機能に有意な改善を認めなかった理由としては、内側運動制御系と外側運動制御系の神経支配の観点<sup>7)</sup>から説明できる。内側運動制御系とは体幹・近位筋を支配する制御系であり、皮質網様体脊髄路として同側の前索を下行する神経経路である。一方、外側運動制御系は四肢遠位筋を支配する制御系であり、外側皮質脊髄路として下行し、対側の四肢遠位筋の運動制御を担っている。そのため、本研究において麻痺側の股関節屈曲筋力や膝関節伸展A-ROMに改善を認めた背景として、同側経路である皮質網様体脊髄路の皮質間ネットワークの再構築が得られた可能性が考えられる。さらに、SHJang<sup>8)</sup>は神経線維を描出する拡散テンソル画像を用いて、脳卒中患者の皮質網様体脊髄路の神経線維数と歩行の関連性についての研究を報告している。この報告によると、脳卒中患者を歩行可能群と歩行不可能群に分け、拡散テンソル画像で描出された神経線維を比較したところ、皮質脊髄路の神経線維数に有意差を認めなかったものの、非患側半球における皮質網様体脊髄路の神経線維数に関しては歩行可能群が歩行不可能群に対して有意な増加を認めたということであった。さらに、皮質網様体脊髄路と歩行の自立度を示すfunctional ambulation categoryに正の相関を認めたことから、脳卒中患者における歩行能力には、非患側半球から下行する皮質網様体脊髄路の機能的再構築が必要であることが報告されている。以上のことから、脳卒中患者の運動麻痺回復の背景には同側経路である皮質網様体脊髄路の活性化が重要であり、本研究結果からAOTの介入による近位筋（特に股関節屈曲筋力・膝関節伸展筋）への効果が期待できる。

また、本研究におけるAOTの効果として、充実した運動量の提供が行えたことが考えられる。今回AOTとして使用した動画は、股関節屈曲・膝関節伸展AOTで450回/15分、足関節背屈AOTで900回/15分であった。麻痺側上肢の運動機能回復には1セッションにつき、420回以上の反復練習が必要であることが報告<sup>9)</sup>されており、運動機能回復に必要な運動量の提供が行えていたことが考えられる。さらに臨床場面での変化として、股関節屈曲AOTを開始すると麻痺側下肢を自己にてフットレストに乗せられるようになる患者を多く経験した。そのため、股関節屈曲AOT介入による効果がADL場面に直結することで更なる麻痺側下肢の使用頻度が増加する良い循環が生まれることが期待できる。

平成28年度の診療報酬改定に伴い、回復期リハビリテーション病棟ではアウトカム評価に基づいたリハビリテーションの効率性が問われている。そのため、私たち理学療法士は患者の身体機能をできる限り早く、できる限り改善させることが明確な使命となった。また、脳卒中治療ガイドライン2015で推奨されている内容は「歩行能力の改善には歩行の訓練量を増やすこと」「特定の反復を伴った訓練」など、患者へのリハビリテーション介入量の増加がより一層重要な状況となっている。しかしながら、回復期リハビリテーション病棟では、1日当たり9単位までの提供しか行えず、個別的な介入に限度があることは明白である。さらに、脳卒中患者の場合は作業療法、言語聴覚療法の介入も多く、理学療法を提供できる単位数は3~4単位である場合が多い。そのため、個別的な介入以外での自主練習の充実が今後必要であり、その一つにAOTが有効であると考えられる。AOTは簡単な動画作成で実施可能であり、理学療法士の経験年数に依存しない一定の効果を提供できると考えている。また、比較的幅広い患者に適応でき、安全で質の高い練習量を提供できるため、AOTは自主練習ツールとして活用されることを期待している。

## 文 献

- 1)原寛美：脳卒中運動麻痺回復可塑性理論とステージ理論に依拠したリハビリテーション。脳神経外科ジャーナル21(7)：516-526, 2012
- 2)道免和久：運動学習とニューロリハビリテーション。理学療法学40(8)：589-596, 2013
- 3)大内田裕：ミラーシステムを利用した慢性期運動麻痺に対するアプローチ—見まねの効用—。みやぎ作業療法：3-11, 2008.
- 4)Ertelt et al. : Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. NeuroImage 36 : 164-173 , 2007
- 5)Sarasso et al. : Action observation training to improve motor function recovery: a systematic review. Archives of Physiotherapy 5 : 14, 2015
- 6)G.Buccino et al. : Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. Eur J Neurosci. 13(2):400-404, 2001
- 7)高草木薫：大脳基底核による運動の制御。臨床神経学49(6)：325-334, 2009
- 8)SH Jang et al : Functional Role of the Corticoreticular Pathway in Chronic Stroke Patients. Stroke : 44(4):1099-104, 2013
- 9)Han CE et al. : Stroke rehabilitation reaches a threshold. PLoS Comput Biol 4: e1000133, 2008