

＜教育講演 (4)-2＞

脊髄小脳変性症のリハビリテーションの実際

宮井 一郎¹⁾

要旨：運動学習の首座である小脳が障害された脊髄小脳変性症（SCD）では，脳卒中のように，use-dependent plasticity に基づいた，練習量にある程度依存した機能改善が得られるかどうかは十分に検証されていない．また介入による機能改善は病変の拡大や病状の進行による機能低下とのトレードの上に成立することにも留意する必要がある．ドイツおよび本邦の介入研究から，SCD 患者に対する短期集中リハにより，短期効果として小脳性運動失調，日常生活動作，歩行が有意に改善することが示され，長期的には半年から 1 年程度の効果の持続が観察されている．効果の持続には，家庭での自主練習量の確保をふくめ，生活活動の向上が重要であると考えられる．

（臨床神経 2013;53:931-933）

Key words：脊髄小脳変性症，リハビリテーション，運動学習

はじめに

脳損傷後の運動障害に対する神経リハビリテーション（リハ）では，麻痺肢を使った練習量の確保が重要であると考えられている．運動機能回復と麻痺肢使用で生じる脳の可塑性（use-dependent plasticity）の関連が明らかになったからである．それには小脳や大脳基底核などが担う運動学習の機構が保たれていることが前提である．したがって脊髄小脳変性症（SCD）に対するリハにおいて検証すべき問題は少なくとも 2 点ある．第一に運動学習の首座である小脳の機能低下による運動学習の障害や遅延が，十分な介入量によって代償されるか，次に変性疾患において，リハ効果が病気の進行による機能低下とのトレードの中でどの程度維持されるかという点である．

小脳性運動失調に対するリハ効果の神経基盤

小脳梗塞患者で初期の運動学習を回転板課題（30 秒間，回転する盤の上の標的を追跡する運動課題を 8 回くりかえし，追従できた時間で成績を評価する）でしらべると，健常人に比して，学習能力（くりかえしによる成績の改善度と最大成績）が低下していた．改善度からみた個々の患者の運動学習能力と約 2 カ月のリハ後に得られた日常生活動作（ADL, Functional Independence Measure の点数で評価）の改善度には正の相関がみられた¹⁾．したがって運動学習能力はリハ後の ADL 改善に影響すると考えられる．また，回転板課題中の脳活動に関しては，健常人では練習による技能獲得とともに，前頭前野活動が低下し補足運動野活動が増加する一方，

小脳梗塞患者では練習をくりかえしても前頭前野活動が遷延していた．小脳障害患者では見かけ上，課題成績が向上しても，運動の習熟によるフィードフォワードな制御にいたるには，健常人に比較して，よりくりかえしが必要であることを示唆する．

歩行については，健常人が定常速度で歩行を継続すると，一次感覚運動野内側（下肢領域）や前頭前野の活動がしだいに低下する²⁾．歩行制御の中心が大脳皮質から脊髄をふくむより下位の中枢に移行するためと考えられる．一方，運動失調を呈する脳卒中患者では，小脳と密接な解剖学的結合がある前頭前野の活動が持続していた³⁾．バランス能力に関しては，脳卒中片麻痺患者では，バランス能力の改善と補足運動野活動の上昇との関連が指摘されている⁴⁾⁵⁾．小脳性運動失調症患者でも予備的な観察では同様な傾向がみとめられている．さらにリハ介入後の機能改善にも機能が保たれている脳領域の関連が示唆されている．Burciu らは健常人ならびに小脳変性症患者で，2 週間のバランス練習をおこない，その前後の皮質容積変化を voxel-based morphometry をもちいて評価した．バランス練習後に，患者では健常人と比較して，運動前野の皮質容積が増加していた．一方，バランス改善にともなう小脳容積の増加に関しては，健常人の方が有意に大きかった⁶⁾．このように，小脳に損傷があったり，機能が障害されている病態では，大脳皮質の前頭葉中心に何らかの代償機転が働いていることが示唆される．

脊髄小脳変性症に対するリハ介入研究

小脳性運動失調に対する特異的なリハ介入については，誤差学習系としての小脳への固有感覚や視覚などの感覚入力を

¹⁾ 社会医療法人大道会森之宮病院神経リハビリテーション研究部 [〒 536-0025 大阪府大阪市城東区森之宮 2-1-88]

（受付日：2013 年 6 月 1 日）

Table 1 Trial for Cerebellar Ataxia Rehabilitation⁹⁾におけるリハ介入.

理学療法メニュー	作業療法メニュー	理学療法自主練習	作業療法自主練習
バランス練習 - 坐位	リラクゼーション	体幹のコントロール	背臥位: 骨盤挙上
バランス練習 - 立位	体幹コントロール	リラクゼーション	坐位: 上肢支持
バランス練習 - 四つ這い	体幹の可動性	緊張を高める	骨盤コントロール
バランス練習 - 歩行	頭頸部の可動性	筋力トレーニング	体幹コントロール
筋力トレーニング	床上動作	バランス練習 - 坐位	立位: 膝関節過伸展のコントロール
歩行練習	骨盤コントロール	バランス練習 - 四つ這い	バランス練習 - 立位
走行練習	バランス練習 - 坐位	骨盤コントロール	スクワット練習
ジャンプ	バランス練習 - 立位	背筋伸長	上肢の協調運動
床上動作	リーチ動作	歩行練習	手指巧緻運動
関節可動域	上肢の協調運動	階段昇降	眼球運動
体幹の可動性	二重課題		
階段昇降	茶碗操作		
	書字動作		
	トイレ動作		
	入浴動作		
	眼球運動		

Table 2 脊髄小脳変性症に対する集中リハ介入研究の比較.

	Ilg et al, 2009, 2010 ^{7,8)}	Miyai et al, 2012 ⁹⁾
患者数	16	42
疾患	SCA6 (2), SCA2 (1), ADCA (1), IDCA (6)/FA (3), SANDO (2), SN (1)	SCA6 (20), ADCA (6), IDCA (16)
年齢 ± SD (Range)	61.4 ± 11.2 (44 ~ 79)	62.5 ± 8.0 (40 ~ 82)
性別	男 8, 女 8	男 22, 女 20
罹患期間	12.9 ± 7.8 年 (3 ~ 25)	9.8 ± 6.2 (7 ヶ月 ~ 30 年)
介入前の SARA	15.8 ± 4.3 (11 ~ 24)	11.3 ± 3.8 (5 ~ 21.5)
対照	なし	短期効果をクロスオーバーで検証
介入頻度	1 時間 × 3 日 / 週 × 4 週	2 時間 × 5 日 + 1 時間 × 2 日 / 週 × 4 週
介入後の自主練習	家庭での自主練習指導	自主練習 (モニタリング無し)
転帰項目	SARA, 歩行速度, バランス, BBS, GAS	SARA, FIM, 歩行速度, ケイデンス, FAC, 転倒回数
評価のタイミング	ベースライン 4 週間隔で 2 回, 介入後, 8 週, 1 年	ベースライン, 介入後 0, 4, 12, 24 週
主な結果	SARA と歩行が, 小脳性運動失調患者のみで介入後 8 週, 1 年後に改善	SARA は介入 12 週, 歩行は 24 週まで改善

SCA6: Spinocerebellar ataxia type 6, SCA2: Spinocerebellar ataxia type 2, SCA31: Spinocerebellar ataxia type 31, CCA: Cortical cerebellar atrophy, FA: Friedreich's ataxia, SANDOs: sensory ataxic neuropathy with dysarthria and ophthalmoparesis caused by mutations in the polymerase gamma gene, SN: Sensory neuropathy, SARA: Scale for the assessment and Rating of Ataxia, BBS: Berg Balance Scale, GAS: Goal attainment score, FIM: Functional Independence Measure, FAC: Functional Ambulation Category.

強化する試みがなされてきた。重り負荷, 弾力帯装着, フレネル体操や固有受容性神経筋促通法などが挙げられる。足関節や足底に数百グラムの重りを負荷すると起立時の動揺や歩行安定がみられることがある。体幹・四肢近位の弾力帯装着も求心性感覚入力 of 簡便な増加手段として考えられており, 動揺による腰や膝関節への負荷軽減も期待できる。失調性歩行では, 通常より速く歩くと歩容, 重心移動, 足圧の変化などが改善する。しかし, いずれも即時効果が主体で, 持

続性については不明である。

包括的なりハ介入として, Ilg らは SCD10 例および感覚性運動失調 6 例に対して, 静的・動的バランス, 転倒防止のためのステップ練習, 安全な転倒方法の練習, 肩と脊椎の拘縮予防などを 1 時間 / 回 × 週 3 回 × 4 週間おこなった。改善は SCD でのみみられ, SARA (Scale for the assessment and Rating of Ataxia) は平均 5.4 ポイント改善し, 介入後 8 週まで効果が保持された⁷⁾。家庭での自主練習指導をおこなった患者の

フォローでは、1年後にも効果が持続していた⁸⁾。本邦では平成20～22年度厚労科研西澤班で Trial for Cerebellar Ataxia Rehabilitation (CAR trial) が行われた⁹⁾。SCD42例に対して2時間/日×毎日×4週間、静的・動的バランス練習、歩行や階段昇降のほか、整容更衣などのADL練習や、立位や歩行中に上肢で物品を扱うといった二重課題などをおこなった (Table 1)。SARAが11.7から9.6に改善、リハ後12週まで保たれていた、歩行速度は24週後も改善がみられた。リハ前の運動失調が軽い患者で効果の長期的保持がより良好であった。これらの介入研究の比較をTable 2に示す。

おわりに

SCDに対して短期集中的にリハ介入をおこなうことで、小脳性運動失調や歩行に対して、一定の効果が得られると考えられる。問題点として、短期集中リハでの利得を維持する介入 (プーストリハ、訪問・通所リハ、自主練習指導強化など)の検証が十分になされていないこと、多系統萎縮症など、小脳症状以外の神経兆候を有する患者に対しても効果が得られるかが不明であることなどが挙げられる。効果の持続のためには、家庭での自主練習量の確保をふくめ、生活活動の向上が重要であると考えられるが、さらなる介入研究をふくめた知見の集積が必要である。

※本論文に関連し、開示すべきCOI状態にある企業、組織、団体はいずれもありません。

文 献

- 1) Hatakenaka M, Miyai I, Mihara M, et al. Impaired motor learning by a pursuit rotor test reduces functional outcomes during rehabilitation of poststroke ataxia. *Neurorehabil Neural Repair* 2012;26:293-300.
- 2) Suzuki M, Miyai I, Ono T, et al. Prefrontal and premotor cortices are involved in adapting walking and running speed on the treadmill: an optical imaging study. *Neuroimage* 2004;23:1020-1026.
- 3) Mihara M, Miyai I, Hatakenaka M, et al. Sustained prefrontal activation during ataxic gait: A compensatory mechanism for ataxic stroke? *Neuroimage* 2007;37:1338-1345.
- 4) Mihara M, Miyai I, Hattori N, et al. Cortical control of postural balance in patients with hemiplegic stroke. *NeuroReport* 2012;23:314-319.
- 5) Fujimoto H, Mihara M, Hattori N, et al. Cortical changes underlying balance recovery in patients with hemiplegic stroke. *Neuroimage* 2013, in press.
- 6) Burciu RG, Fritsche N, Granert O, et al. Brain changes associated with postural training in patients with cerebellar degeneration: A voxel-based morphometry study. *J Neurosci* 2013;33:4594-4604.
- 7) Ilg W, Synofzik M, Brotz D, et al. Intensive coordinative training improves motor performance in degenerative cerebellar disease. *Neurology* 2009;73:1823-1830.
- 8) Ilg W, Brotz D, Burkard S, et al. Long-term effects of coordinative training in degenerative cerebellar disease. *Mov Disord* 2010;25:2239-2246.
- 9) Miyai I, Ito M, Hattori N, et al. Cerebellar ataxia rehabilitation trial in degenerative cerebellar diseases. *Neurorehabil Neural Repair* 2012;26:515-522.

Abstract

Neurorehabilitation for spinocerebellar degeneration

Ichiro Miyai, M.D., Ph.D.¹⁾

¹⁾ Neurorehabilitation Research Institute, Morinomiya Hospital

It remains to be elucidated whether there is a use- or dose-dependent effect of rehabilitative intervention on impairment and disability of spinocerebellar degeneration since the disease progressively damages cerebellar structure that plays a crucial role in motor learning. Moreover there is a trade-off between functional improvement after rehabilitation and functional deterioration due to disease progression. Recent clinical trials from Germany and Japan have demonstrated that comprehensive intensive rehabilitation focusing on balance function have immediate and lasting effect up to 1 year on ataxia and gait disorder in patients with spinocerebellar degeneration. For sustained gain after the intensive rehabilitation, customized attempts to boost patients' daily activities according to their ability appears to be important.

(*Clin Neurol* 2013;53:931-933)

Key words: spinocerebellar degeneration, rehabilitation, motor learning