2 高強度・高密度リハビリテーションによる歩行再建

Gait Reconstruction with High-intensity and Highly-concentrated Rehabilitation

富田 憲^{*1}, 園田 茂^{*1~*3}, 谷野元一^{*1,*2}, 川上健司^{*1}, 加藤洋平^{*1}
Ken Tomida Shigeru Sonoda Genichi Tanino Kenji Kawakami Youhei Kato

Key Words

歩行／回復期リハビリテーション／脳卒中／運動学習／訓練量

要旨 歩行再建では社会生活を見据えつつ、歩行の基盤となる機能レベルの底上げを図り、障害の残存を考慮して装具などを用いた新たな動作を学習することになる。その実践には運動学習の理論に基づいた高強度・高密度でのリハビリテーションが不可欠である。われわれが開発した FIT program には 365 日の訓練を可能とする仕組み、リハビリテーションの質を担保するためのコミュニケーションなどが内包されている。

訓練量の増加は片麻痺の改善、歩行能力の改善をもたらす。装具を用いた訓練難易度の最適化は大切である。さらに効率を高めるためにロボットやトレッドミル、安全懸架などの手段を用いたり、病棟での訓練を調整することも重要となる。

はじめに

リハビリテーション（以下、リハ）の目標は、患者がさまざまな障害・個性に合った社会生活を獲得することにある。そのためには活動に焦点を当て、運動学習理論を活用したよりよい歩行再建を行うことが重要で、高強度・高密度リハの実践が必要となる。

そのために歩行の基盤となる麻痺や筋力、持久力や関節可動域などの機能改善を図るとともに、障害の残存を考慮して装具や杖を用いた新たな動作を学習することになる。

高強度・高密度なリハビリテーション実践の基本骨格；FIT program^{1,2)}

1. 365 日訓練を可能にする Triangle-pairs

効率よく運動学習を行うためには、十分な練習時間と頻度を確保する必要がある。365 日リハの実現には療法士体制の整備が必要で、The Full Time Integrated Treatment (FIT) program では Triangle-pairs という仕組みと追加

*1 藤田保健衛生大学七栗サナトリウム（〒514-1295 三重県津市大鳥町 424-1）

E-mail : k-tomida@fujita-hu.ac.jp

*2 藤田保健衛生大学藤田記念七栗研究所

*3 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学Ⅱ講座

訓練要員システムとを併用している。

Triangle-pairs は職種ごとに 3 人の療法士で組をつくり、その中で患者ごとに主担当、副担当を割り当てる。患者は主担当と副担当から 2:1 の割合で 1 日 3 単位分のリハを受けることになる。Triangle-pairs の利点はむしろリハの質を担保する点にある。Triangle-pairs は主担当と副担当がともに出勤する日に、患者を前にした実場面でのリハ内容の検討を可能とする。また電子カルテ上の申し送りにより、先輩療法士は後輩療法士の思考過程を把握でき、指導につながられる。Triangle-pairs での理学療法、作業療法の 3 単位ずつに加えてさらに 3 単位のリハを行うのは別の経験年数の高い追加訓練要員であり、上記と同様に教育が行われ、訓練の質が高められる。

2. リハビリテーションの質を担保する密なコミュニケーション

多職種で構成された回復期リハ病棟のチーム医療では正確な情報共有が重要である。われわれは目的別にいくつかの機会を使い分けている。まず病棟責任医師を中心として、看護師長、療法士の代表者、ソーシャルワーカーで構成されるカンファレンスでは、各患者のリハ進行度が検証され、対策と責任の所在を明確にして担当チームへフィードバックされる。二つ目は始業時に行う朝の短時間ミーティングで、出勤する全職員が集まり患者の懸案事項を多職種・多人数で多面的に検証する。三つ目は患者担当チームの病棟での実動作に関する議論である。もちろん職種間のコミュニケーションを「いつでもどこでも」行っている。

3. 患者の活動を促進 (afford) する建築構造

FIT program ではハードウェアも重視している。6 m × 50 m の廊下を有する訓練室一体型の病棟では、患者は病棟にいながらにして他患者の訓練を見ることで活動意欲をかき立てら

れる。また、病棟と訓練室の垣根がないことから、患者はいつでも学習者として振る舞うようになる。廊下の天井が高く、照明が明るいことも患者の活動を促している。廊下には平行棒や手すりが常設され、療法士との訓練時間外での訓練を可能にしている。この構造により医師、看護師、療法士は病棟での生活状況、訓練時の状況を容易に共有できる。

高強度・高密度なリハビリテーションによる歩行再建

1. 歩行の基盤となる身体機能

運動学習は、脳卒中患者の歩行再建の中核をなす。その運動学習を成立させるために、下肢筋力、関節可動域、痙縮などの要素が一定以上のレベルに保たれていることが必要である。

運動麻痺の治療では、難易度調整とフィードバック機構を備え麻痺側上肢運動を多数回繰り返すロボット訓練³⁾や、促通反復療法⁴⁾が成果を上げている。FIT program の効果に関し、森ら⁵⁾は FIT program 開始前の脳卒中患者に比べ、開始後の患者のほうが麻痺側下肢近位機能の改善は有意に大きかったと報告している。登立ら⁶⁾は脳卒中患者の 1 日あたりの理学療法・作業療法の合計単位数が 5~6 単位の群よりも 7~9 単位以上の群のほうが、下肢の運動麻痺の改善が有意に大きいことを示した。麻痺肢の高頻度長時間訓練は運動麻痺を改善させる。

訓練時間や使用頻度増加が痙縮に与える影響の先行研究では、歩行訓練や有酸素運動、下肢筋力増強訓練は筋緊張を増悪させない^{7,8)}、他動膝関節屈筋抵抗トルクを低下させる⁹⁾、ロボット上肢機能訓練は痙縮を改善させる¹⁰⁾などの報告があり、訓練時間・使用頻度増加が必ずしも痙縮に悪影響を及ぼすわけではない。立脚期の支持性が抗重力筋の痙縮により保たれて

いる場合を除き、痙縮の軽減は歩行再建を容易にする。抗痙縮剤、運動点ブロック、ボツリヌス療法などの効果・適応を明確にしていくためには、主観的要素の強い Ashworth scale の代わりに定量評価^{11,12)}を導入していく必要も出てこよう。

2. 高密度リハビリテーションと歩行能力

メタアナリシスとして、Veerbeek ら¹³⁾の下肢に対する訓練時間増加による歩行能力や歩行速度の改善、Peiris ら¹⁴⁾の急性期および亜急性期の脳卒中患者への理学療法の増加による在院日数の短縮と歩行能力の改善などが報告されている。FIT program においても、完全麻痺や重度麻痺の脳卒中患者では、1日あたりの理学療法が2.5~3単位より4.5~6単位のほうがFIM歩行項目の利得が有意に大きかったとKawakami ら¹⁵⁾が報告している。

これらの報告をまとめると、訓練時間の増加は下肢機能の改善や運動学習機会の増加をもたらし、歩行能力を改善させたと考えられる。

3. 装具とロボット

装具歩行など新たな歩行を学習するためには単に訓練量を増やすのではなく、難易度を最適化しなければならない。重症例では座位訓練で姿勢制御を学んでから立位訓練に移ることも必要である。

立位・歩行訓練では下肢関節の自由度を調整できる装具が有効である。可及的早期に患者に合った機能・サイズの装具で訓練すべきであり、評価用装具を多数整備することが、評価・本人用装具作成前の仮使用の両面で有用である。歩行能力の向上に合わせ、長下肢装具から短下肢装具へ、また短下肢装具の足継ぎ手を固定から遊動にと、自由度を高める。その際、高い調整機能¹⁶⁾をもつ Remodeled Adjustable Posterior Strut (RAPS, 東名ブレース社製) が使いやすい。

重度麻痺の患者に用いる長下肢装具は膝を伸展固定して立脚支持を可能にするが、遊脚では療法士の過介助や望ましくない代償動作を誘発しやすい。近年、麻痺側立脚時には膝伸展を、遊脚時には膝屈曲をサポートし、精緻な調整や各種のフィードバックが可能な歩行練習アシストロボット (Gait Exercise Assist Robot : GEAR)¹⁷⁾も登場し、訓練量を増やしながら長下肢装具の課題を解決できる可能性が出てきた。

4. トレッドミル歩行・安全懸架歩行

トレッドミルでの訓練効果として歩行速度の向上や耐久性の向上が挙げられる¹⁸⁾。Wada ら¹⁹⁾は、最大歩行速度の変化がプラトーに達した脳卒中片麻痺患者を対象に、最大歩行速度よりも20%速い速度設定でのトレッドミル歩行訓練により、最大歩行速度が増加したと報告している。また、Yamada ら²⁰⁾は回復期リハビリ棟入院初期の脳卒中片麻痺患者に快適歩行速度よりも30%速いトレッドミル速度を適用することで、将来獲得する歩行に類似した歩行パターンで訓練できる可能性を示した。懸垂装置による免荷の有効性のコンセンサスは得られていない。

定点で歩行するトレッドミルと三次元動作解析装置を組み合わせ、多数歩での歩行計測から描かれるリサージュ概観図 (Lissajous Overview Picture : LOP)²¹⁾による歩容の定量化は、代償動作を必要最低限にとどめるために有用である。また才藤²²⁾は介助者の反応時間の遅さから、予測で患者を支えてしまうことによる患者の姿勢制御の機会逸失を防ぐ方法として、免荷しないハーネスにより転倒のみを回避する安全懸架の有効性を提唱している。これらを高密度・高強度のリハに組み合わせて使うと効果的と考えられる。

病棟での訓練

療法士が患者と1対1で行う訓練時間は上限3時間であり、患者の1日の活動時間に占める割合は少ない。したがって、残りの病棟生活が重要となる。訓練により自立した歩行を生活場面に汎化させたり、介助法を家族に習得してもらい、退院後の生活までつなげる必要がある。さらに病棟生活の中での訓練時間を増やすためには、適切で安全な自主または介助下での訓練を計画しなければならない。患者能力の変化とともに、スキルや使える時間的制約の面から療法士・看護師・介護福祉士・家族を使い分け、実施内容の訓練難易度を含めて調整すべきである。

症状が重度で能動的な活動が困難な場合には、意思にかかわらず筋力増強を図ることができる電気刺激²³⁾を活用したい。比較的軽度の活動状態においても、筋力増強を図る手段としてAnabolic Steroidの投与も有効である^{24,25)}。

文 献

- 1) Sonoda S, Saitoh E, Nagai S, Kawakita M, Kanada Y : Full-time integrated treatment program, a new system for stroke rehabilitation in Japan : comparison with conventional rehabilitation. *Am J Phys Med Rehabil* 2004 ; **83** : 88-93
- 2) 園田 茂 編：最強の回復期リハビリテーション—FIT program. 学会誌刊行センター，東京，2015
- 3) Miyasaka H, Tomita Y, Orand A, Tanino G, Takeda K, Okamoto S, Sonoda S : Robot-aided training for upper limbs of sub-acute stroke patients. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2015 ; **6** : 27-32
- 4) Kawahira K, Shimodozono M, Etoh S, Kamada K, Noma T, Tanaka N : Effects of intensive repetition of a new facilitation technique on motor functional recovery of the hemiplegic upper limb and hand : *Brain Inj* 2010 ; **24** : 1202-1213
- 5) 森 美香, 永井将太, 園田 茂, 青木哲也, 川北美奈子, 才藤栄一 : The Full Time Integrated Treatment (FIT) program の効果—運動機能とADLについて. *総合リハ* 2005 ; **33** : 257-263
- 6) 登立奈美, 園田 茂, 奥山夕子, 川原由紀奈, 渡邊誠, 寺西利生, 坂本利恵 : 回復期脳卒中患者における訓練単位増加と運動麻痺改善との関係. *脳卒中* 2010 ; **32** : 340-345
- 7) Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, Brouwer B : Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 1999 ; **80** : 1211-1218
- 8) Sharp SA, Brouwer BJ : Isokinetic strength training of the hemiparetic knee : effects on function and spasticity. *Arch Phys Med Rehabil* 1997 ; **78** : 1231-1236
- 9) Smith GV, Silver KH, Goldberg AP, Macko RF : Task-oriented exercise improves hamstring strength and spastic reflexes in chronic stroke patients. *Stroke* 1999 ; **30** : 2112-2118
- 10) Sale P, Franceschini M, Mazzoleni S, Palma E, Agosti M, Posteraro F : Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients. *J Neuroeng Rehabil* 2014 ; **11** : 104
- 11) Tomita Y, Tanino G, Mizuno S, Maeda H, Miyasaka H, Orand A, Takeda K, Sonoda S : Development of a stiffness measurement system and biomechanical model of ankle joint to evaluate viscoelasticity and muscle contraction : *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2014 ; **5** : 147-155
- 12) Maeda H, Sonoda S, Tomita Y, Mizuno S, Takeda K, Miyasaka H, Tanino G, Orand A, Ohno K : Factors influencing therapeutic effectiveness of phenol motor point block on using ankle plantar flexion torque : *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2015 ; **6** : 118-123
- 13) Veerbeek JM, Koolstra M, Ket JCF, van Wegen EE, Kwakkel G : Effects of augmented exercise therapy on outcome of gait and gait-related activities in the first 6 months after stroke : a meta-analysis. *Stroke* 2011 ; **42** : 3311-3315
- 14) Peiris CL, Taylor NF, Shields N : Extra physical therapy reduces patient length of stay and improves functional outcomes and quality of life in people with acute or subacute conditions : a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2011 ; **92** : 1490-1500
- 15) Kawakami K, Tanino G, Tomida K, Katoh Y, Watanabe M, Okuyama Y, Sonoda S : Influence of increased amount of exercise on improvements in walking ability of convalescent patients with post-stroke hemiplegia. *J Phys Ther Sci* 2016 ; **28** (in press)
- 16) 横田元美, 金田嘉清, 才藤栄一 : TAPSによる脳卒中片麻痺の装具療法とその効果. *PT ジャーナル* 2011 ; **45** : 225-231
- 17) 平野 哲, 才藤栄一, 加藤正樹, 山田純也, 井元大介 : リハビリテーションにおけるロボットのいま・2 歩行練習ロボット. *PT ジャーナル* 2015 ; **49** : 845-852
- 18) Mehrholz J, Pohl M, Eisner B : Treadmill training and body weight support for walking after stroke.

- Cochrane Database Syst Rev 2014 ; CD002840
- 19) Wada Y, Kondo I, Sonoda S, Miyasaka H, Teranishi T, Nagai S, Saitoh E : Preliminary trial to increase gait velocity with high speed treadmill training for patients with hemiplegia. *Am J Phys Med Rehabil* 2010 ; **89** : 683-687
 - 20) Yamada S, Tomida K, Tanino G, Suzuki A, Kawakami K, Kubota S, Yanohara R, Katoh Y, Wada Y, Teranishi T, Orand A, Tomita Y, Sonoda S : How effective is the early fast treadmill gait speed training for stroke patients at the 2nd week after admission : comparison with comfortable gait speed at the 6th week. *J Phys Ther Sci* 2015 ; **27** : 1247-1250
 - 21) Ohtsuka K, Saitoh E, Kagaya H, Itoh N, Tanabe S, Matsuda F, Tanikawa H, Yamada J, Aoki T, Kanada Y : Application of Lissajous overview picture in treadmill gait analysis. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2015 ; **6** : 33-42
 - 22) 才藤栄一：運動学習エッセンス。最強の回復期リハビリテーション—FIT program. (園田 茂 編) 学会誌刊行センター，東京，2015 : pp14-33
 - 23) Nascimento LR, Michaelsen SM, Ada L, Polese JC, Teixeira-Salmela LF : Cyclical electrical stimulation increases strength and improves activity after stroke : a systematic review. *J Physiother* 2014 ; **60** : 22-30
 - 24) Okamoto S, Sonoda S, Tanino G, Tomida K, Okazaki H, Kondo I : Change in thigh muscle cross-sectional area through administration of an anabolic steroid during routine stroke rehabilitation in hemiplegic patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2011 ; **90** : 106-111
 - 25) 富田 憲, 園田 茂, 谷野元一, 岡本さやか, 永井将太, 和田陽介, 寺西利生：タンパク同化ホルモン投与による脳卒中片麻痺側下肢筋力の経時変化. *理学療法科学* 2012 ; **27** : 1-5