

理学療法学

Physical Therapy Japan

2022
VOL. 49
No.3

●研究論文（原著）

異なる強度の運動が肺気腫モデルマウスの骨格筋に及ぼす影響

…熊谷雄基・他

サルコペニアは回復期リハビリテーション病棟での実績指数に影響する

…八木拓磨・他

地域在住高齢者におけるロコモ度1と身体機能評価の関連性についての検討

…小林達矢・他

重度の下肢運動障害をきたした被殻出血患者における運動機能の改善に関与する予測因子

…澤島佑規・他

●症例報告

集中的な電動車いす操作練習により心身機能の向上した14歳の重症心身障害児の1症例

…宮本清隆・他

髄芽腫摘出後の5歳児に対する理学療法—術後に重度の運動麻痺と精神症状を呈した症例の運動機能の変化について—

…野々垣政志・他

ダウン症候群を併存した脳性麻痺を持つ児に対して選択的脊髄後根切断術後に感覚運動経験アプローチを実施した一症例

…阿部広和・他

集中的な理学療法により移乗・座位能力が改善した高齢両側短断端大腿切断の1例

…中村兼張・他

●講座

シリーズ「自主トレーニング指導・処方における工夫」

連載第3回目 パーキンソン病患者に対する自主トレーニング指導のポイントと注意点

…水野公輔

シリーズ「目標設定の考え方」

連載第2回目 目標設定と目標達成度評価の考え方

…上岡裕美子

●投稿規程

理学療法学 第49巻 第3号 2022年

目 次

研究論文(原著)

- 異なる強度の運動が肺気腫モデルマウスの骨格筋に及ぼす影響 熊谷 雄基・他・195
サルコペニアは回復期リハビリテーション病棟での実績指数に影響する 八木 拓磨・他・204
地域在住高齢者におけるロコモ度1と身体機能評価の関連性についての検討 小林 達矢・他・212
重度の下肢運動障害をきたした被殻出血患者における
運動機能の改善に関与する予測因子 澤島 佑規・他・220

症例報告

- 集中的な電動車いす操作練習により心身機能の向上した
14歳の重症心身障害児の1症例 宮本 清隆・他・227
髄芽腫摘出後の5歳児に対する理学療法
—術後に重度の運動麻痺と精神症状を呈した症例の運動機能の変化について— 野々垣政志・他・234
ダウン症候群を併存した脳性麻痺を持つ児に対して選択的脊髄後根切断術後に
感覚運動経験アプローチを実施した一症例 阿部 広和・他・241
集中的な理学療法により移乗・座位能力が改善した高齢両側短断端大腿切断の1例 中村 兼張・他・247

講 座

- シリーズ「自主トレーニング指導・処方における工夫」
連載第3回目 パーキンソン病患者に対する自主トレーニング指導のポイントと注意点 水野 公輔・253
シリーズ「目標設定の考え方」
連載第2回目 目標設定と目標達成度評価の考え方 上岡裕美子・258

- 投稿規程 263

CONTENTS Vol. 49 No. 3 2022

Research Reports (Original Article)

- Effects of Different Intensity Exercises on Skeletal Muscle in
a Mouse Model of Emphysema Kumagai Y., *et al.* • 195
- Sarcopenia Affects the Performance Index of Patients in
Convalescent Rehabilitation Wards Yagi T., *et al.* • 204
- Association between Locomotive Syndrome Stage 1 and
Physical Performance Measures among the Older People Living in the Community
..... Kobayashi T., *et al.* • 212
- Predictors Involved in Improving Motor Function in Patients with
Putamen Bleeding with Severe Lower Limb Paralysis Sawajima Y., *et al.* • 220

Case Reports

- Effects of Intensive Practice of Operating a Powered Wheelchair for
Fourteen Years Old Child with Severe Mental and Physical Disabilities:
A Single Case Study Miyamoto K., *et al.* • 227
- Physical Therapy for a 5-year-old Patient after Resection of Medulloblastoma:
Changes in Motor Function in a Patient Who Developed Severe Paralysis and
Psychiatric Symptoms after Surgery Nonogaki M., *et al.* • 234
- The Sensorimotor Experience Approach after Selective Dorsal Rhizotomy for
a Child with Cerebral Palsy Comorbid with Down Syndrome: A Case Report Abe H., *et al.* • 241
- Aggressive Physical Therapy Improved Sitting and Transfer Ability for
Elderly Patient with Both Sides above Knee Amputation: A Case Report Nakamura K., *et al.* • 247

Lecture

- How to Teach Voluntary Exercises in Parkinson's Disease Mizuno K. • 253
- Perspective of Goal Setting and Goal Attainment Level Evaluation Kamioka Y. • 258

研究論文 (原著)

異なる強度の運動が肺気腫モデルマウスの骨格筋に及ぼす影響*

熊谷雄基^{1)2)#} 丸岡 弘¹⁾ 善田督史³⁾ 木戸聡史¹⁾

要旨

【目的】異なる強度の運動が肺気腫マウスの骨格筋機能に及ぼす影響を検証することを目的とした。【方法】10週齢の野生型雄性マウス20匹を使用した。肺気腫群15匹とControl群5匹に分け、肺気腫群はタバコ煙溶液の気管内投与により肺気腫を誘発するモデルを作製した。肺気腫群をさらにトレッドミルで低強度、中強度の運動を行う群、非運動群に5匹ずつ分けモデルの作製と同時期に4週間の運動介入を行った。各群の運動耐容能を漸増負荷試験により、腓腹筋の筋線維タイプ割合をAdenosine Triphosphatase染色とSuccinate Dehydrogenase染色により評価した。【結果】Control群、非運動群と比べ中強度運動群で運動耐容能が有意に上昇した。筋線維タイプ割合は、Control群と比べ中強度運動群でtype II A線維割合が有意に減少した。【結論】中強度の運動は、肺気腫マウスにおいて骨格筋のtype II A線維割合を減少させ、有酸素系酵素とは関係なく運動耐容能を改善させる可能性がある。

キーワード 慢性閉塞性肺疾患、骨格筋機能障害、トレッドミル運動

はじめに

慢性閉塞性肺疾患 (Chronic Obstructive Pulmonary Disease: 以下, COPD) の患者数は全世界的に増加しており、2016年には300万人以上がCOPDにより死亡し、全世界で第3位の死亡原因である¹⁾。国内では2019年に1,7836人がCOPDにより死亡しており²⁾、COPD患者による医療費支出と生産性損失の合計は、潜在的なCOPD患者を含めずに2080億円にのぼると推計されている³⁾。さらに、全世界的に今後10年間でCOPDリスク要因への曝露や高齢化が続き、COPDの経済的・社会的負担は増加し続けることが予測されており⁴⁾、COPDに対する治療法の確立が期待されている。

COPD患者は、呼吸困難や運動耐容能の低下などの症状を呈し、これらの症状には呼吸機能の低下だけでなく、骨格筋障害も関与している。運動耐容能は、骨格筋の遅筋線維割合や有酸素系酵素の量、下肢筋力と関連し⁵⁾、COPD患者の骨格筋では、筋力低下、筋断面積の減少といった骨格筋萎縮や、遅筋線維割合の低下、有酸素系酵素の減少といった有酸素能力の低下など骨格筋の機能障害がみられる。これらの骨格筋障害が生じるメカニズムとして、血中の炎症性サイトカインが増加することや、筋特異的ユビキチンリガーゼであるMuscle RING-Finger Protein (以下, MuRF) の増加が関与すると考えられている⁶⁾。

COPD患者に対する運動の効果として、呼吸苦の改善、運動耐容能の改善、健康関連Quality of Lifeの向上、日常生活活動の向上、入院期間の短縮が高いエビデンスレベルで示されている⁷⁾。また、運動によりCOPD患者の骨格筋では、筋力の上昇、筋肥大、遅筋線維割合の増加、有酸素系酵素の増加など骨格筋機能の改善がみられる⁸⁾⁹⁾。さらに、運動による骨格筋機能の改善がみられたCOPD患者は、肺機能の変化なしに運動耐容能の改善がみられることが報告されており¹⁰⁾、運動がCOPD患者の症状を改善させるメカニズムに骨格筋機能の改善が関与している可能性が示唆されている。しかし、COPD患

* Effects of Different Intensity Exercises on Skeletal Muscle in a Mouse Model of Emphysema

1) 埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科 (〒343-8540 埼玉県越谷市三野宮820) Yuki Kumagai, PT, MSc, Hiroshi Maruoka, PT, PhD, Satoshi Kido, PT, PhD: Graduate Course of Health and Social Services, Graduate School of Saitama Prefectural University

2) 草加整形外科内科リハビリテーション科 Yuki Kumagai, PT, MSc: Department of Rehabilitation, Soka Orthopedics Internal Medicine

3) 国際医療福祉大学市川病院リハビリテーション科 Masashi Zenta, PT, MSc: Department of Rehabilitation, International University of Health and Welfare Ichikawa Hospital

E-mail: 2181304b@spu.ac.jp (受付日 2021年10月4日/受理日 2022年1月21日) [J-STAGEでの早期公開日 2022年5月20日]

者は健常者と比べて運動により影響を受けた遺伝子の種類が少ないことや¹¹⁾、低酸素血症や低BMIを呈する患者では運動による骨格筋の改善効果がみられないことが報告されている¹²⁾。そのため、COPD患者は運動により骨格筋機能の改善効果が得られにくい可能性があり、運動処方を最適化するためには、COPD患者に対して運動が骨格筋に及ぼす影響を様々な強度で検討する必要がある。

具体的な運動処方に関して、Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Diseaseガイドラインによると、最大仕事量または心拍数の60～80%の強度で持久力トレーニングを行うことが推奨されている⁷⁾。運動強度の違いによる影響は、中強度の運動と比べて高強度の運動で、より高い生理学的効果が得られることが報告されている¹³⁾。一方で、高強度の運動はリスクが高く監視が必要なことや、重症例では実施が困難であるといったデメリットがある。そのため、高強度の運動と比べると効果の発現に長い期間を要するが、リスクが低く在宅でも安全に実施可能な低強度～中強度の運動が注目されている。これまでに、健常者を対象とした研究では、運動の強度が高いほど骨格筋の酸化酵素活性やミトコンドリア機能が高くなることが報告されている¹⁴⁾。しかし、COPD患者を対象に運動強度の違いが骨格筋機能に与える影響は明らかになっておらず、COPD患者に対し骨格筋機能の改善を目的とした運動処方の最適化が課題としてあげられる。

COPDの疾患特異的なメカニズムを解明するため、これまでに様々な肺疾患モデル動物が作製されてきた。その中でもマウスを対象に、薬剤投与、遺伝子改変、タバコ煙曝露、タバコ煙溶液 (Cigarette Smoke Solution: 以下、CSS) により肺気腫を呈するモデル (以下、CSSモデル) が報告されている¹⁵⁾¹⁶⁾。これらの肺気腫モデルマウスは、平均肺胞径の増加や、肺組織における炎症性サイトカインの増加が確認されており、COPD患者の肺病変を再現するモデルとして有用である。また、タバコ煙曝露による肺気腫モデルマウスの骨格筋では、筋力低下や筋断面積の減少、有酸素能力の低下や、マウスの骨格筋におけるMuRFの増加、クエン酸合成酵素 (Citrate Synthase: 以下、CS) の減少がみられ、COPD患者にみられる骨格筋障害を呈するモデルとしても有用である¹⁵⁾。Imagitaらは、肺気腫モデルラットを対象に、運動が横隔膜と長趾伸筋の筋力を改善させるだけでなく、肺組織の炎症を低下されることを明らかにしたが¹⁷⁾、運動が肺気腫モデル動物の骨格筋機能に与える影響を形態学的解析や分子生物学的手法で検討した研究はみられない。また、タバコ煙曝露による肺気腫モデルは作製に24週以上要するため、加齢による影響も考慮する必要がある。そのため、本研究では4週間という短期間で作

製可能なCSSモデルマウスを用いて¹⁶⁾、異なる強度の運動が骨格筋機能に及ぼす影響を形態学的解析、分子生物学的手法で解明することを目的とした。

対象および方法

1. 研究デザイン

1) 対象

10週齢の野生型雄性C57BL/6マウスを実験に供した。老齢マウスは肺疾患や心疾患を合併するため、その影響のない若年の成熟個体とされる10週齢のマウスを実験に供した¹⁸⁾。マウスは統計学的処理を行うために最小限必要な各群5匹、合計20匹とした。20匹のマウスをCSSの気管内投与により肺気腫を誘発させる群 (CSS群)、CSSの気管内投与かつ同時期に低強度の運動を行う群 (Low Intensity Training: 以下、LIT群)、CSSの気管内投与かつ同時期に中強度の運動を行う群 (Moderate Intensity Training: 以下、MIT群)、CSSの代わりに同量の生理食塩水を気管内投与する対照群 (Control: 以下、Con群) の4群に無作為に振り分けた。

2) 研究プロトコル

CSS群、LIT群、MIT群に対して、10週齢から14週齢の28日間でCSS投与による肺気腫モデルを作製した。また、LIT群、MIT群に対して、肺気腫モデル作製と同時期 (10週齢から14週齢の28日間) に運動介入を行った。Con群も含めた全群はモデル完成直後の15週齢の時点で体重、四肢の把持筋力、安静時の呼吸機能、運動耐容能を測定した。運動耐容能の測定後72時間以上経過してから屠殺し、肺組織と、遅筋と速筋が混在することが知られている腓腹筋を採取した。

3) 肺気腫モデルマウスの作製

Amanoら¹⁶⁾の方法を踏まえて、生理食塩水50 mlに対し市販の紙タバコ (日本たばこ産業、Peace) 40本分の煙をバブリングさせCSSを作製し、4倍に希釈して使用した。CSS群、LIT群、MIT群に対し、1日1回、40 μ lの希釈したCSSおよび10 μ lのリボポリサッカライドを含む50 μ lの混合液を、気管内に投与する作業を5日間続け、2日間の休止期間を設けた。この作業を2週間繰り返した後、50 μ lの希釈したCSSのみを1日1回、5日間投与し、その後10日間の休止期間を設けた。CSSの気管内投与は、Maruokaら¹⁹⁾の方法を踏まえてスポイトにより行った。

4) 運動介入

LIT群、MIT群に対し、小動物用トレッドミル (Muromachi Kikai, MK-680C) を用いて運動介入を実施した。トレッドミルは傾斜を設けず、10 m/minの速度で5分のwarm up後に、LIT群は12 m/minの速度で1日45分、MIT群は18 m/minの速度で1日30分、週5日、4週間実施した。LIT群は、筋萎縮モデルマウスに対して予防効果が報告されている速度を参考にした²⁰⁾。本研究で用

いたC57BL/6系統のマウスは様々な遺伝子改変モデルが報告されており、分子機序の解明に有用である一方、他の系統と比べトレッドミル走行の上限速度が低いことが報告されている²¹⁾。実施可能な運動強度を設定するため予備実験を行った結果、ほぼすべての個体が30分間走行可能な速度は18 m/minであった。これは、平均最大走行速度(25.9 m/min)の69%に相当するため、運動強度を中強度と定義しMIT群に運動介入を実施した。

2. 分析方法

1) 体重, 身体機能, 呼吸機能の評価

Maruokaら¹⁹⁾の方法を参考にモデル作製直後の15週齢の時点で体重、四肢の把持筋力、安静時の呼吸機能、運動耐容能を測定した。四肢の把持筋力は小動物用握力計(メルクエスト, GPM-100B)を用いて3回測定し、平均値を採用した²²⁾。呼吸機能は小動物用の気流速度計(バイオリサーチ株式会社, PowerLab)を用いて安静時の呼吸数、一回換気量を測定し分時換気量を算出した。運動耐容能は小動物用トレッドミルを用いて、傾斜0°, 10 m/minで5分間のwarm up後に、3分毎に2 m/minずつ速度を上げていく漸増負荷試験を行った²³⁾。トレッドミル後方で電気刺激を行い、30秒以上電気刺激を受けても走らなくなった時点で終了とし、終了時点の30秒前を走行時間として採用した。すべてのマウスに対し、8~9週齢にかけて、トレッドミルに対する般化を行った。

2) 組織採取

モデル作製後に行った運動耐容能の測定から72時間後に屠殺した。Maruokaら¹⁹⁾の方法を踏まえてマウスをイソフルラン吸入麻酔(4~5%)とペントバルビタールナトリウムの腹腔内投与(64.8 mg/kg)によって深麻酔下にあるマウスを心臓からの脱血により屠殺し、肺組織と腓腹筋を採取した。ペントバルビタールナトリウムの投与量は体重から計算し、低容量の設定(投与量64.8 mg/kgの2/3)で投与を行い、追加投与が必要な場合は投与量64.8 mg/kgの1/3を投与した。右腓腹筋は、messenger Ribonucleic acid(以下, mRNA)発現量の検討用に-80°Cで冷凍保存した。左腓腹筋は、トラガントゴムでコルク片に固定し、卓上型冷却トラップ装置(EYE-LA 東京理科機械株式会社, UT2000)を用いて冷却したイソペンタンで凍結した。凍結した左腓腹筋を-21°Cに冷却したクリオスタット(Leica, リサーチ用高機能クリオスタットCM3050 S)の庫内で10 μ mに薄切し、連続切片を作製した。その後、作製した切片をスライドグラスに貼り付け、室温で30分風乾した。肺は、ホルマリン液に一晩以上浸させ、肺の上下末端を剃刀で切除し、ホルマリン液で満たされた10 mlのシリンジを用いて10 ml程度の吸引により陰圧に膨らませる作業を10回行った。

次に、肺を水道水で1時間水洗し、75%エタノールに1時間、100%エタノールに1時間浸す作業を3回、キシレンに1時間浸す作業を3回、60°Cに保温したパラフィンに1時間浸す作業を3回を行い、パラフィンに包埋した。

3) 肺の形態学的解析

採取した肺組織に対し、Maruokaら¹⁹⁾の方法を参考に、Hematoxylin-Eosin染色(以下, H-E染色)を行い、形態学的に解析した。以下に染色から解析の手順を示す。パラフィン包埋した肺を、肺尖が上方になるようミクロトーム(リトラトームREM-710 SBF240W, 株式会社テックジャム)にセットし、6 μ mの厚さで水平面に薄切した。切片をスライドグラスに貼り付け、脱パラフィン後に流水洗浄5分、ヘマトキシリン10分、流水洗浄10分、エオジン10分の順に染色した。その後、90%エタノール5回、100%エタノール5分、無水エタノール10分の順に脱水し、キシレン5分、キシレン10分、キシレン10分の順に透徹を行い封入した。解析には、蛍光顕微鏡(オールインワン蛍光顕微鏡BZ-X800, KEYENCE)を用いて、200倍の倍率で組織毎に領域の異なる2枚の画像を撮影した。撮影した画像は、Maruokaら¹⁹⁾の方法を参考に画像解析ソフト(ハイブリッドセルカウントBZ-H3C, KEYENCE)を用いて、平均肺胞径を算出した。

4) 骨格筋のATPase染色

Glaserら²⁴⁾の方法を参考に、切片をpH 4.55の酸性緩衝液で12分ブレインキュベートした後、pH 9.4のAdenosine Triphosphatase(以下, ATPase)反応液(22.4 mM バルビタールナトリウム, 23.8 mM 塩化カルシウム, 5 mM ATP二ナトリウム塩)で30分インキュベートした。次に、切片を1%塩化カルシウムに9分反応させ、蒸留水で数回洗浄、続いて2%硝酸コバルトに3分間反応させ、蒸留水で40秒間すすいだ。次に、切片を1%硫化アンモニウムに1分間反応させ、蒸留水で10回洗浄した。その後、脱水、透徹、封入を行った。

5) 骨格筋のSDH染色

Vanら²⁵⁾の方法を参考に、Succinate Dehydrogenase(以下, SDH)染色を行った。切片を37°Cの染色液(83.3 mM コハク酸ナトリウム, 0.6 mM ニトロブルーテトラゾリウム, 0.8 mM リン酸二水素ナトリウム, 2 mM リン酸水素二ナトリウム)で30分間インキュベートし、流水で10分間洗浄した。その後、脱水、透徹、封入を行った。

6) 骨格筋の形態学的評価

蛍光顕微鏡を用いて、100~200倍の倍率で撮影し、撮影した画像は画像解析ソフトImageJ 1.52q(<https://imagej.nih.gov/ij/>)を用いて分析した。腓腹筋の染色画像を横断切片の表層・深層、内側・中間・外側に6分割し、type I 線維やtype II A 線維などの遅筋線維が約50%を占める腓腹筋の内側かつ深層と、type II B 線維が90%以上を占める中間かつ表層の部位を分析した²⁴⁾²⁶⁾。個々の筋線維

タイプを分類するため、検体毎に100本以上の線維を含む画像を選択し、Glaserら²⁴⁾とBloembergら²⁶⁾の方法を参考に、ATPase染色の画像から黒色の筋線維をタイプI線維、白色の線維をタイプII A線維、濃い灰色の線維をタイプII X線維、薄い灰色の線維をタイプII B線維に分類し、筋線維タイプ型構成比を算出した²⁴⁾²⁶⁾。次に、筋線維タイプ毎に20本の筋線維を選択し、筋線維断面積と最小フェレー径の平均値を算出した。その後、Riveroら²⁷⁾の方法を参考にATPase染色とSDH染色の連続切片を照らし合わせ、筋線維タイプ毎にSDH光学濃度の平均値を算出した。

7) mRNA発現量の測定

腓腹筋内側頭に対し、RNeasy Fibrous Tissue Mini Kit (QIAGEN) のプロトコルに従いTotal RNAの抽出を行った。次に、High Capacity cDNA Reverse Transcription Kit (Thermo Fisher Scientific) のプロトコルを参考に、cDNAの合成を行った。その後、リアルタイムPCRシステム (Applied biosystems, StepOnePlus) を用いて、real time PCR法によりmRNAの発現量を定量化した。ターゲット遺伝子は、筋萎縮に関連する因子としてMuRF1 (Mm01185221_m1)、有酸素系酵素のCS (Mm00466043_m1)、炎症性サイトカインのTumor Necrosis Factor alpha (以下、TNF- α) (Mm00443258_m1)、内因性標準遺伝子をGAPDH (Mm99999915_g1) とした。各ターゲット遺伝子のmRNA発現量をGAPDHのmRNA発現量で正規化し、 $\Delta\Delta C_t$ 法によってCon群を1とした際の相対値を算出し比較した。

8) 統計解析

統計処理はR version 3.6.2を使用し、一元配置分散

分析 (多重比較Tukey法) により群間比較を行った ($p<0.05$)。

3. 倫理的配慮

本研究は埼玉県立大学の動物研究倫理委員会において承認済みである。(承認番号: 19-02)

結 果

1. 身体機能評価

モデル作製後の15週齢の時点において、体重は各群の間に有意差を認めなかった。運動負荷試験の走行時間は、Con群、CSS群と比較してMIT群で有意に高値を示したが、LIT群と各群の間に有意差を認めなかった。四肢の把持筋力はCon群と比較してCSS群、LIT群、MIT群で有意に低値を示したが、CSS群、LIT群、MIT群の間に有意差を認めなかった (表1)。体重、安静時呼吸機能は各群の間に有意差を認めなかった。

表1 モデル作製後の身体機能

15週齢	Con群	CSS群	LIT群	MIT群
体重 (g)	26.5 $\pm$ 0.9	26.7 $\pm$ 1.22	6.8 $\pm$ 0.6	25.8 $\pm$ 1.1
走行時間 (min)	23.5 $\pm$ 2.9	23.4 $\pm$ 1.4	28.1 $\pm$ 3.7	31.1 $\pm$ 6.9* [#]
把持筋力 (gf)	229.9 $\pm$ 13.5	179.6 $\pm$ 15.2*	188.2 $\pm$ 19.0*	183.5 $\pm$ 36.1*
呼吸数 (回/min)	251.6 $\pm$ 22.5	257.4 $\pm$ 42.4	235.7 $\pm$ 25.8	253.2 $\pm$ 52.5
VE (ml/min)	59.7 $\pm$ 9.0	57.0 $\pm$ 24.8	55.3 $\pm$ 9.9	47.9 $\pm$ 10.1
VT (ml)	0.239 $\pm$ 0.041	0.216 $\pm$ 0.074	0.235 $\pm$ 0.036	0.194 $\pm$ 0.045

CSSモデル完成時 (15週齢) における各群の体重、運動負荷試験の走行時間、四肢の把持筋力、安静時の呼吸数、分時換気量 (VE)、一回換気量 (VT) の平均値 $\pm$ 標準偏差。*: $p<0.05$ vs Con群。#: $p<0.05$ vs CSS群。

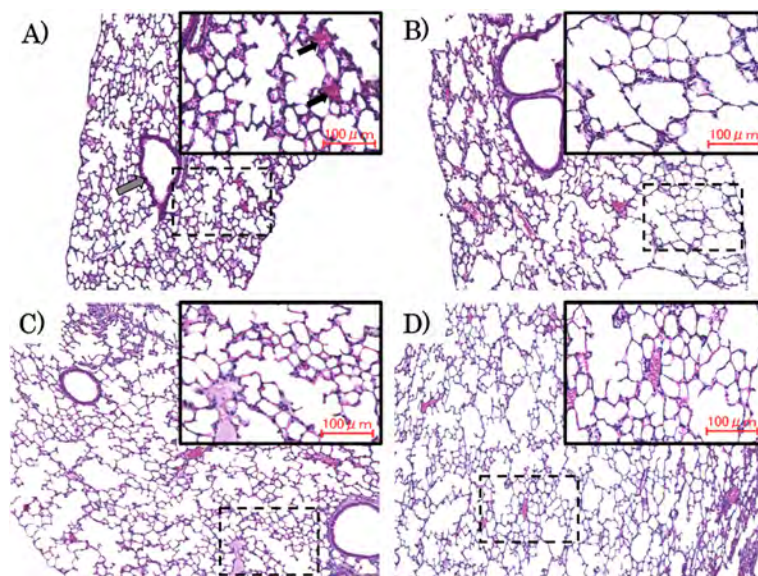


図1 肺のH-E染色画像

100倍で撮影したH-E染色画像と拡大像。気管支 (灰色矢印) と血管 (黒色矢印) は解析対象から除外した。A: Con群, B: CSS群, C: LIT群, D: MIT群。

2. 肺の形態学的解析

H-E染色を行った肺胞の典型的な組織像を図1に示す。平均肺胞径はCon群と比較してCSS群で約15%増加し、有意に高値を示した。LIT群、MIT群は各群との間に有意差を認めなかった。

3. 骨格筋の形態学的解析

腓腹筋深層の筋線維タイプは、Con群と比較してMIT群でtype II A線維の割合が有意に低値を示した(図2, 3)。筋線維断面積、最小フェレー径、SDH光学濃度は、各群の間に有意差を認めなかった。

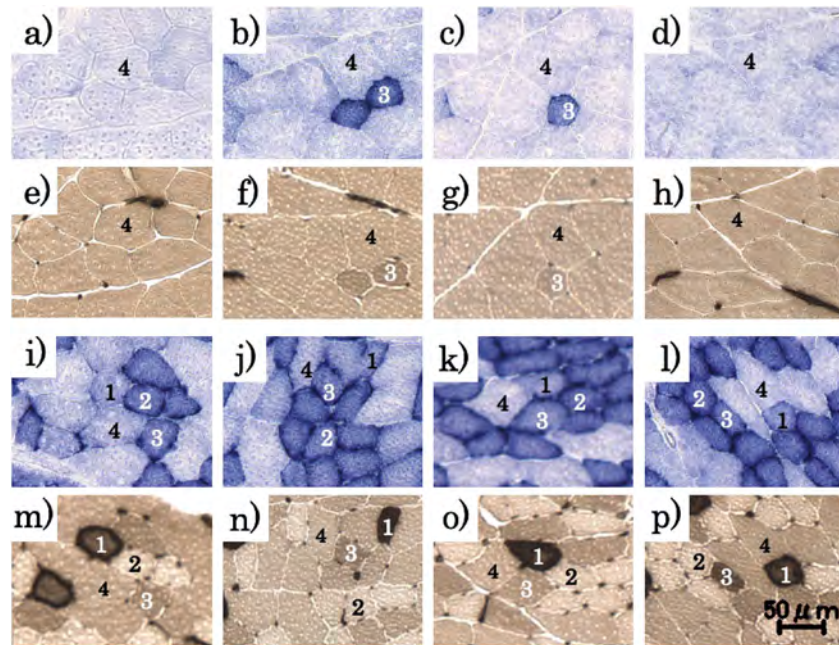


図2 腓腹筋連続切片の染色画像

腓腹筋中間表層のSDH染色画像(a~d)、腓腹筋内側深層のSDH染色画像(i~l)、pH 4.55でプレインキュベーションを行った腓腹筋中間表層のATPase染色画像(e~h)、腓腹筋内側深層のATPase染色画像(m~p)。Con群(a, e, i, m)、CSS群(b, f, j, n)、LIT群(c, g, k, o)、MIT群(d, h, l, p)の代表画像を示す。画像の数字は、1: type I線維、2: type II A線維、3: type II X線維、4: type II B線維を表す。

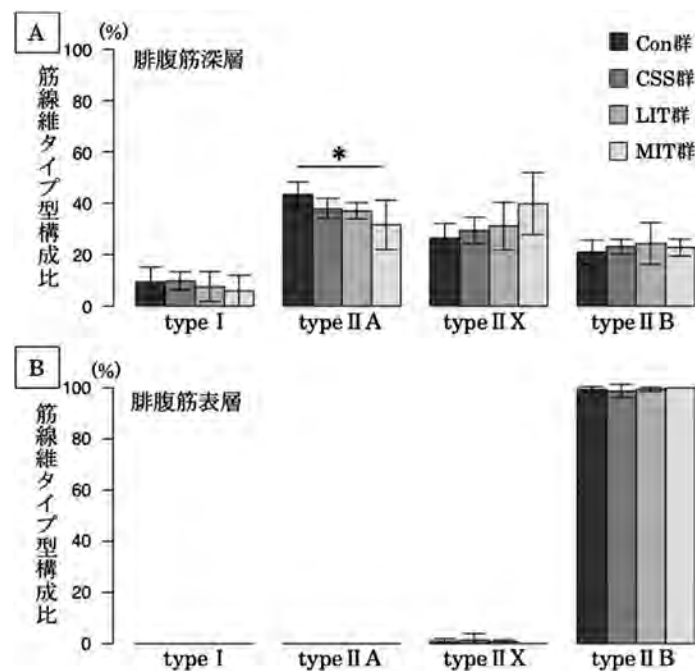


図3 骨格筋の筋線維タイプ型構成比

腓腹筋深層(A)、腓腹筋表層(B)における各筋線維タイプの占める割合。

*: $p < 0.05$.

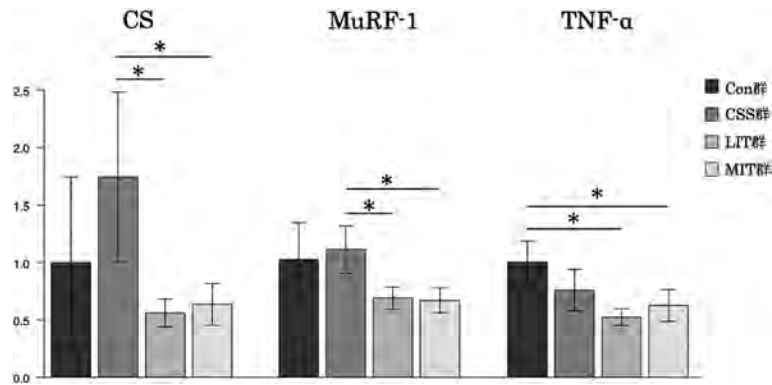


図4 腓腹筋におけるmRNAの相対的な発現量
発現量の比較は、 $\Delta\Delta CT$ 法を用い、Con群の発現量を1とし各群の相対的なmRNAの発現量を比較した。*: $p < 0.05$.

4. 腓腹筋におけるmRNA発現量

CSS群と比較してLIT群、MIT群でCS, MuRF-1のmRNA発現量は有意に低値を示した。また、Con群と比較してLIT群、MIT群でTNF- α のmRNA発現量は有意に低値を示した。CS, MuRF-1, TNF- α のmRNA発現量は、LIT群とMIT群の間に有意差を認めなかった(図4)。

考 察

本研究は、肺気腫モデルマウスに対して運動強度の違いが骨格筋に与える影響を検証した。

1. 運動による筋萎縮・筋肥大の影響

本研究において、CSSモデルマウスはヒトCOPD患者にみられる肺胞の気腫化、筋力の低下といった病態を再現するモデルとして有用である可能性が示された。CSSモデルマウスの先行研究では、運動により長趾伸筋の筋力が上昇することが報告されているが、本研究においてCSSモデルマウスの腓腹筋は運動による筋力の変化がみられなかった¹⁷⁾。CSSモデルマウスの先行研究において、長趾伸筋の筋力は上昇したが、ヒラメ筋の筋力には変化がみられず、分析する筋肉によって運動による反応が異なる可能性が考えられる。

タバコ煙モデルマウスを対象とした研究では、骨格筋において萎縮関連因子のMuRF1の発現が増加することが報告されている¹⁵⁾。また、骨格筋萎縮を誘発した肺損傷マウスの研究では、短期間の運動がMuRF1由来の筋萎縮を抑制することが示されている²⁸⁾。本研究においても、CSS群と比較してLIT群、MIT群ともに骨格筋におけるMuRF1のmRNA発現量が減少しており、運動がCSSモデルマウスにおいてMuRF1のmRNA発現を抑制する可能性が示された。しかし、本研究において、CSSモデルマウスは筋萎縮やMuRF1のmRNA発現量の増加を認めず、COPD患者の骨格筋障害とCSSモデルマウスのデータは一部が異なっていた。この原因として、本研究では加齢の影響を考慮できていないことが挙げら

れる。老齢マウスの13%に肺疾患、97%に何らかの心疾患を合併することが報告されており¹⁸⁾、本研究では研究の再現性を高くするため、これらの合併症の影響を考慮し、成熟個体とされている10週齢のマウスを実験に供した。しかし、本邦におけるCOPD患者は70歳代が多く、今後は加齢の影響を加味した老齢CSSマウスによる研究も必要と考える。

2. 運動による骨格筋の有酸素能力に与える影響

本研究において、MIT群でtype II A線維の割合が減少したが、LIT群ではこれらの変化がみられなかった。ICRマウスを対象にした先行研究では、18 m/minの運動でtype II X線維割合が減少することが報告されている²⁹⁾。本研究では18 m/minの運動でtype II A線維の割合が減少し、type II X線維の割合には増加傾向がみられ、先行研究とは異なる結果となった。筋線維タイプは、支配神経や収縮様式の影響を受けて遅筋と速筋の割合が変化することが報告されている³⁰⁾³¹⁾。本研究で使用したC57BL6マウスは、他の系統のマウスと比べて最大走行速度が遅いことが報告されており²¹⁾、C57BL6マウスにおいて18 m/minは最大走行速度の69%の速度に相当する。そのため、18 m/minのトレッドミル運動により収縮速度の速い速筋線維が動員されることで、速筋化が誘導された可能性が考えられる。

本研究において、LIT群とMIT群の有酸素系酵素に有意差を認めなかった。ヒトの外側広筋やラットのヒラメ筋では、CSが運動の仕事量に依存して増加するが、運動強度には依存しないことが報告されている³²⁾。本研究の結果から、マウスの腓腹筋も同様に、運動強度の違いは骨格筋の有酸素系酵素に影響を与えない可能性が示唆された。

本研究において、CSS群と比べて運動群のSDH活性に有意差を認めず、CSのmRNA発現量は減少した。一般的にSDH活性やCSなどの有酸素系酵素は運動によって増加することが報告されている³²⁾。一方で、COPD患者

は健常者と比べて運動により発現する遺伝子が少ないことや¹¹⁾、低酸素血症や低BMIを呈する患者では運動による骨格筋の改善効果がみられないことが報告されている¹²⁾。そのため、COPD患者の先行研究と同様に、CSSモデルマウスでは運動による有酸素系酵素の改善効果が得られにくい可能性が示唆された。また、本研究では、運動により遅筋線維の割合や、CSのmRNA発現量が減少した。これは、運動により有酸素系酵素の含有量が多い遅筋線維の割合が減少したことで、腓腹筋のCSが減少した可能性が考えられる²⁶⁾。しかし、形態学的解析では、腓腹筋の部位によって筋タイプ型構成比に偏りがあるため、検体毎に腓腹筋の深層内側、表層中央の2箇所を統一して解析を行い、分子生物学的分析では、腓腹筋内側頭のtotal RNAを抽出している。そのため、本研究の限界として、腓腹筋全体の傾向を反映しているものではないという課題が挙げられる。

3. 運動が運動耐容能に与える影響

本研究のCSSモデルマウスにおいて、Con群、CSS群と比べMIT群で運動耐容能が上昇し、中強度の運動は運動耐容能を改善させた。ヒトを対象とした研究では、骨格筋の酸化酵素活性は運動耐容能と相関があることや³³⁾、運動によって酸化酵素活性が上昇することが報告されており³⁴⁾、運動によってCOPD患者の運動耐容能が改善するメカニズムに骨格筋機能の改善が寄与することが推察される。しかし、本研究において中強度の運動により運動耐容能の改善がみられたが、筋力の増加や、骨格筋における酸化酵素活性、遅筋線維の増加はみられなかった。そのため、本研究でみられた運動耐容能の改善に、骨格筋機能は関係していない可能性が考えられる。また、本研究では中強度の運動による安静時呼吸機能の改善を認めなかったが、運動中の呼吸機能に与える影響は不明である。そのため、今後は運動中の呼吸機能を検討する必要があると考える。運動耐容能に影響する他の要因として、中速トレッドミル走行に対する般化の影響が挙げられる。本研究では、先行研究を参考に全てのマウスに対して8~9週齢の時点でトレッドミルに対する般化を行ったが、4週間の運動介入により中速トレッドミル走行に対してさらに般化が促された可能性が考えられる。そのため、今後はCSSマウスに対して1日15分程度の般化を4週間行う群と比較し、般化の影響を検討する必要があると考える。

結 論

中強度の運動は、肺気腫モデルマウスにおいて骨格筋のtype II A線維割合を減少させ、有酸素系酵素とは関係なく運動耐容能を改善させることが示唆された。本研究はマウスを対象に行ったため、今後はヒトを対象とした

研究に発展させていくことで、COPD患者に対し、症状や目的に応じてより効果的な運動処方を行うことが可能になる。

本研究は日本理学療法士協会の研究助成(20-B09)を受けて実施した。

利 益 相 反

開示すべき利益相反に相当する事項はない。

謝辞：本研究の実施、論文作成にご協力いただいた関係各位に深く感謝いたします。

文 献

- 1) World Health Organization [Internet]. WHO—The top 10 causes of death [updated 2020 Dec 9; cited 2021 Sep 26]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- 2) 厚生労働省. 死因簡単分類別にみた性別死亡数・死亡率(人口10万対). https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei19/dl/11_h7.pdf (2021年9月26日引用)
- 3) 特定非営利活動法人日本医療政策機構. 我が国における慢性閉塞性肺疾患(Copd)の課題および対策. https://hgpi.org/wp-content/uploads/COPDReport_HGPI.pdf (2021年9月26日引用)
- 4) Mathers CD, Loncar D: Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Med.* 2006; 3: e442.
- 5) Gosselink R, Troosters T, *et al.*: Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996; 153: 976–980.
- 6) Takabatake N, Nakamura H, *et al.*: The relationship between chronic hypoxemia and activation of the tumor necrosis factor- α system in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000; 161: 1179–1184.
- 7) Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease: Global strategy for prevention, diagnosis and management of COPD: 2020 report. https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2019/12/GOLD-2020-FINAL-ver12-03Dec19_WMV.pdf (2021年9月26日引用)
- 8) Liao WH, Chen JW, *et al.*: Impact of resistance training in subjects with COPD: a systematic review and meta-analysis. *Respir Care.* 2015; 60: 1130–1145.
- 9) Brønstad E, Rognmo O, *et al.*: High-intensity knee extensor training restores skeletal muscle function in COPD patients. *Eur Respir J.* 2012; 40: 1130–1136.
- 10) Lacasse Y, Martin S, *et al.*: Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease a Cochrane systematic review. *Eura Medicophys.* 2007; 43: 475–485.
- 11) Radom-Aizik S, Kaminski N, *et al.*: Effects of exercise training on quadriceps muscle gene expression in chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol.* 2007; 102: 1976–1984.
- 12) Costes F, Gosker H, *et al.*: Impaired Exercise training-induced muscle fiber hypertrophy and Akt/mTOR pathway activation in hypoxemic patients with COPD. *J Appl Physiol.* 2015; 118: 1040–1049.
- 13) Gimenez M, Servera E, *et al.*: Endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a comparison of high versus moderate intensity. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000; 81: 102–109.
- 14) Granata C, Oliveira RSF, *et al.*: Training intensity modulates

- changes in PGC-1 α and p53 protein content and mitochondrial respiration, but not markers of mitochondrial content in human skeletal muscle. *FASEB J.* 2016; 30: 959–970.
- 15) Ahn H, Weaver M, *et al.*: TNF- α -mediated reduction in PGC1- α may impair skeletal muscle function after cigarette smoke exposure. *Physiol Behav.* 2017; 176: 139–148.
 - 16) Amano H, Murata K, *et al.*: p38 Mitogen-activated protein kinase accelerates emphysema in mouse model of chronic obstructive pulmonary disease. *J Recept Signal Transduct.* 2014; 34: 299–306.
 - 17) Imagita H, Nishii Y, *et al.*: Effects of appropriate-intensity treadmill exercise on skeletal muscle and respiratory functions in a rat model of emphysema. *Biomed Res (Aligarh).* 2020; 41: 13–22.
 - 18) Pettan-Brewer C, Treuting MP: Practical pathology of aging mice. *Pathobiol Aging Age-related Dis.* 2011; 1: 1–16.
 - 19) Maruoka H, Tanaka K, *et al.*: Effects of neuromuscular electrical stimulation on pulmonary alveola and cytokines in chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and skeletal muscle atrophy model mice. *J Phys Ther Sci.* 2021; 33: 1–8.
 - 20) Sakai H, Kimura M, *et al.*: Effect of acute treadmill exercise on cisplatin-induced muscle atrophy in the mouse. *Pflugers Arch.* 2017; 469: 1495–1505.
 - 21) Lerman I, Harrison BC, *et al.*: Genetic variability in forced and voluntary endurance exercise performance in seven inbred mouse strains. *J Appl Physiol.* 2002; 92: 2245–2255.
 - 22) Maruoka H, Kishimoto Y, *et al.*: The effect of vitamin C C-onsumption on the oxidative stress regulation system in SMP30/GNL knockout mice. *Japanese J Complement Altern Med.* 2013; 10: 63–68.
 - 23) Tadaishi M, Miura S, *et al.*: Skeletal muscle-specific expression of PGC-1 α -b, an exercise-responsive isoform, increases exercise capacity and peak oxygen uptake. *PLoS One.* 2011; 6: e28290.
 - 24) Glaser BW, You G, *et al.*: Relative proportions of hybrid fibres are unaffected by 6 weeks of running exercise in mouse skeletal muscles. *Exp Physiol.* 2010; 95: 211–221.
 - 25) Van Der Zwaard XS, De Ruiter CJ, *et al.*: Maximal oxygen uptake is proportional to muscle fiber oxidative capacity, from chronic heart failure patients to professional cyclists. *J Appl Physiol.* 2016; 121: 636–645.
 - 26) Bloemberg D, Quadrilatero J: Rapid determination of myosin heavy chain expression in rat, mouse, and human skeletal muscle using multicolor immunofluorescence analysis. *PLoS One.* 2012; 7: e35273.
 - 27) Rivero JLL, Talmadge RJ, *et al.*: Correlation between myofibrillar ATPase activity and myosin heavy chain composition in equine skeletal muscle and the influence of training. *Anat Rec.* 1996; 246: 195–207.
 - 28) Files DC, Liu C, *et al.*: Therapeutic exercise attenuates neutrophilic lung injury and skeletal muscle wasting. *Sci Transl Med.* 2015; 11: 278–32.
 - 29) Suzuki J: Endurance performance is enhanced by intermittent hyperbaric exposure via up-regulation of proteins involved in mitochondrial biogenesis in mice. *Physiol Rep.* 2017; 5: 1–13.
 - 30) Buller BYAJ, Eccles JC, *et al.*: Interactions between motoneurons and muscles in respect of the characteristic speeds of their responses. *J Physiol.* 1960; 150: 417–439.
 - 31) Pette D, Staron RS: Transitions of muscle fiber phenotypic profiles. *Histochem Cell Biol.* 2001; 115: 359–372.
 - 32) Bishop DJ, Granata C, *et al.*: Can we optimise the exercise training prescription to maximise improvements in mitochondria function and content? *Biochim Biophys Acta, Gen Subj.* 2014; 1840: 1266–1275.
 - 33) Larsen S, Nielsen J, *et al.*: Biomarkers of mitochondrial content in skeletal muscle of healthy young human subjects. *J Physiol.* 2012; 590: 3349–3360.
 - 34) Gosker HR, Schrauwen P, *et al.*: Exercise training restores uncoupling protein-3 content in limb muscles of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006; 290: 976–981.

〈Abstract〉

Effects of Different Intensity Exercises on Skeletal Muscle in a Mouse Model of Emphysema

Yuki KUMAGAI, PT, MSc, Hiroshi MARUOKA, PT, PhD, Satoshi KIDO, PT, PhD

Graduate Course of Health and Social Services, Graduate School of Saitama Prefectural University

Yuki KUMAGAI, PT, MSc

Department of Rehabilitation, Soka Orthopedics Internal Medicine

Masashi ZENTA, PT, MSc

Department of Rehabilitation, International University of Health and Welfare Ichikawa Hospital

Objective: The purpose of this study was to examine the effects of exercise of different intensities on skeletal muscle functions in a mouse model of emphysema.

Methods: 10-week-old wild-type male mice (C57BL/6) were used (n = 20). They were divided into two groups: fifteen mice in the emphysema group and five in the control group. The emphysema group was prepared as a model of emphysema induced by intratracheal administration of cigarette smoke solution. The emphysema group was further divided into three groups: low-, moderate-, and non-exercise groups (n = 5, each), each of which received 4 weeks of exercise intervention the same time when the emphysema model was created. The exercise tolerance of each group was assessed by progressive stress tests, and the percentage of myofiber type in the gastrocnemius muscle was evaluated via Adenosine Triphosphatase and Succinate Dehydrogenase stainings.

Results: Exercise tolerance significantly increased in the moderate-intensity exercise group compared to that in the control and non-exercise groups. The percentage of myofiber type IIA significantly decreased in the moderate-intensity exercise group compared to that in the control group.

Conclusion: Moderate-intensity exercise may reduce the percentage of type IIA fibers in skeletal muscle and improve exercise tolerance in mice with emphysema, independent of aerobic enzymes.

Key Words: Chronic obstructive pulmonary disease, Skeletal muscle dysfunction, Treadmill exercise

研究論文 (原著)

サルコペニアは回復期リハビリテーション病棟での 実績指数に影響する*

八木 拓磨^{1) #} 井上 達朗²⁾ 小川 真人³⁾ 岡村 正嗣⁴⁾
島田 雄輔¹⁾ 平郡 康則¹⁾ 岡田 梨沙¹⁾ 岩田 脩聡¹⁾

要旨

【目的】回復期リハビリテーション (以下、回りハ) 病棟に入棟した患者のサルコペニアが実績指数に与える影響を明らかにすること。【方法】2019年5月~2020年6月に単一の回りハ病棟に入棟した65歳以上の連続症例128例。主要アウトカムは日常生活動作能力の改善度を示す実績指数とした。サルコペニアと実績指数の関連について重回帰分析を実施した。【結果】対象者 (平均年齢81.5歳) のうちサルコペニアの有病率は76.6%であり、サルコペニア群の実績指数は非サルコペニア群と比較して有意に低値を示した (サルコペニア群: 42.2 vs. 非サルコペニア群: 52.2, $p=0.039$)。重回帰分析の結果、サルコペニアは独立して実績指数と関連していた ($\beta=-20.91$, $p=0.003$)。また、Skeletal Muscle Mass Index ($\beta=-18.82$, $p=0.008$) が独立して実績指数と関連していた。【結論】回りハ病棟入棟患者のサルコペニアは実績指数の独立した予測因子であった。

キーワード 回復期リハビリテーション病棟, 実績指数, サルコペニア

はじめに

近年の高齢化に伴い、サルコペニアは世界的に注目されている老年疾患である¹⁾。サルコペニアは筋肉量と筋力および身体機能の低下で定義され²⁾、機能障害や転倒、自立した日常生活の喪失、入院、生活の質の低下及び死亡のリスク因子である³⁾⁴⁾。サルコペニア診断に関しては、アジアではAsian Working Group for Sarcopenia (以下、AWGS) が2014年に最初のサルコペニア診断アルゴリズムを作成し (AWGS 2014)⁵⁾、2019年に新たなステートメントを発表した (AWGS 2019)⁶⁾。高齢患者にリ

ハビリテーションを実施する上でサルコペニアは重要な病態であり、適切な評価と対策が必要である。

回復期リハビリテーション (以下、回りハ) 病棟に入棟した患者のサルコペニアの有病割合は約50%と高い⁷⁾。回りハ病棟入棟時のサルコペニアは退棟時のActivities of Daily Living (以下、ADL) や嚥下機能の低下に繋がり、自宅退院率を低下させると報告されている⁸⁾。また、回りハ病棟に入棟した男性脳卒中患者の入棟時のサルコペニアが退棟時Functional Independence Measure (以下、FIM) 運動項目を低下させると報告されている⁹⁾。回りハ病棟におけるサルコペニアに対する評価・治療は機能改善・能力改善を図る上で非常に重要な視点である。

回りハ病棟では実績指数が重要視されている。実績指数は2016年の診療報酬改定から導入され¹⁰⁾、回りハ病棟におけるリハビリテーションの効果の実績を示す指標であるとされている¹¹⁾。従来用いられているFIM利得やFIM効率は疾患毎に標準的な在院日数が異なっており、疾患別のFIM運動項目効率の違いが評価できない。その補正をFIM運動項目効率に加えたものが実績指数であり、在院日数を定められた標準算定日数で除した値を用いて計算される。実績指数は診療報酬改定ごとにその

* Sarcopenia Affects the Performance Index of Patients in Convalescent Rehabilitation Wards

1) 服部病院リハビリテーション室
(〒673-0413 兵庫県三木市大塚218-3)
Takuma Yagi, PT, Yusuke Shimada, PT, Yasunori Heguri, PT, Risa Okada, PT, Shuto Iwata, PT; Department of Rehabilitation, Hattori Hospital
2) 新潟医療福祉大学リハビリテーション学部理学療法学科
Tatsuro Inoue, PT, PhD; Department of Physical Therapy, Niigata University of Health and Welfare
3) 神戸大学医学部附属病院リハビリテーション部
Masato Ogawa, PT, PhD; Division of Rehabilitation Medicine, Kobe University Hospital
4) 横浜市立大学附属病院リハビリテーション部
Masatsugu Okamura, PT, MSc; Department of Rehabilitation, Yokohama City University Hospital

E-mail: tandtandk1117@gmail.com
(受付日 2021年7月13日/受理日 2022年1月28日)
[J-STAGEでの早期公開日 2022年5月20日]

基準が引き上げられており、効果的で効率的なりハビリテーションが求められている。しかし、サルコペニアの有無が実績指数に与える影響については明らかにされていない。サルコペニアが実績指数に与える影響を明らかにすることで、質の高いリハビリテーションの提供と効率性の改善に繋がる可能性がある。本研究の目的は回リハ病棟に入棟した高齢患者において、入棟時のサルコペニアが実績指数に与える影響を明らかにすることとした。

方 法

1. 対象

本研究は回リハ病棟での単一施設の前向きコホート研究として実施した。回リハ病棟は急性期での治療を終え、集中的なりハビリテーションを行うことで低下した能力を再び獲得するための本邦独自の病棟である。主な疾患は脳卒中、運動器疾患、廃用症候群（肺炎または他の急性疾患）の3つの疾患である。調査は2019年5月から2020年6月までに服部病院回リハ病棟（36床）に入棟した連続症例とした。包含基準は65歳以上で参加の同意を得られたものとした。除外基準はデータ欠損している者、厚生労働省が定める除外基準①入棟時にFIM運動項目の得点が20点以下の患者、②入棟時にFIM運動項目の得点が76点以上の患者、③入棟時にFIM認知項目の得点が24点以下の患者、④入棟時に年齢が80歳以上の患者、の実績除外患者、急性増悪により一般病棟に転棟した患者とした。これらは先行研究に準じた包含、除外基準を設定した¹²⁻¹⁴⁾。

2. データ収集

基本的な情報として年齢、性別、主要疾患、身長、体重、Body Mass Index（以下、BMI）を入棟時に診療録から記録した。入棟3日以内に下腿周径、Frail Chair Stand-10¹⁵⁾、栄養状態、認知機能を評価した。下腿周径は背臥位で膝関節屈曲90°とし、メジャーを用いて下腿最大部で測定した。Frail Chair Stand-10は測定時間を10秒間とし、高さ40 cmの肘掛けのない椅子を使用して両上肢を大腿部に置いた状態からの立ち上がり回数を測定した。栄養状態はMini Nutritional Assessment Short-Form（以下、MNA-SF）¹⁶⁾¹⁷⁾を用いてスクリーニングを実施

し、合計点数が8点未満を低栄養、8～11点を低栄養リスク、12点以上を栄養状態良好と判定した¹⁶⁾¹⁷⁾。認知機能はMini-Mental State Examination（以下、MMSE）¹⁸⁾を用いて評価した。MMSEは11項目30点満点で構成され、23点以下を認知機能低下ありと定義した¹⁸⁾。評価は全て理学療法士が実施した。

3. アウトカム

主要アウトカムは実績指数とした。実績指数とは、厚生労働省が定めたリハビリテーションによるADLの改善度を示す指数であり、回リハ病棟におけるリハビリテーションの効果の実績を示す指標であるとされている¹⁵⁾。実績指数はADLの評価法の一つであるFIM¹⁹⁾²⁰⁾を用いて算出される。FIMは13の運動項目、5の認知項目で構成される。それぞれの項目は1から7ポイント（7が完全自立、1が全介助）で評価され、FIM運動項目は13～91点、FIM認知項目は5～35点、合計FIMスコアは18～126点を示す。実績指数は入院中のFIM利得（FIM運動項目の退院時と入棟時の差）と在院日数、各疾患で定められた算定上限日数を基に規定の計算式から算出される（図1）。回リハ病棟における実績指数が27未満の場合は、6単位を超えるリハビリテーションは入院料に包括される。2020年の診療報酬改定では回リハ病棟入院料1の算定要件に実績指数が40以上と明記されており²¹⁾、実績指数が高いほど、効果の実績が高いと判断される。回リハ病棟を有する医療機関は、厚生労働省が定めた基準により自施設の実績指数に応じて回リハ病棟入院料を算定する。

4. サルコペニアの定義

サルコペニアはAWGS 2019に基づいて握力または歩行速度と四肢骨格筋量指数（Skeletal Muscle Mass Index：以下、SMI）によって定義した²²⁾。握力と歩行速度、SMIは入院後3日以内に測定した。握力の測定はスモドリーハンドダイナモメーター（TTM東京・日本）を使用し、患者は基本動作能力に応じて立位または坐位で測定を実施した。肘関節伸展位で上肢を下垂した状態で左右2回ずつ計測し、最大値を採用した。歩行速度は通常歩行速度で助走（2 m）と減速路（2 m）を含めた6 mのスペースを確保し、4 m歩行に要する時間を測定した。筋

$$\text{実績指数} = \frac{\text{各患者のFIM運動項目の退院時と入院時の差の総和}}{\left\{ \frac{\text{入棟から退棟までの在棟日数}}{\text{疾患ごとの回復期リハビリテーション病棟入院料の算定上限日数}} \right\} \text{の総和}}$$

図1 実績指数計算式

肉量は二重エネルギー X線吸収測定法 (DXA) を用いて測定し, SMIを算出した。SMIは四肢の筋肉量 (kg) を患者の身長 (m) の2乗で除して算出した。握力のカットオフ値は男性<28 kg, 女性<18 kg, 歩行速度のカットオフ値は1.0 m/秒未満, SMIのカットオフ値は男性<7.0 kg/m², 女性<5.4 kg/m²とした⁶⁾。

5. サンプルサイズ

サンプルサイズは先行研究を参考にサルコペニア群と非サルコペニア群の実績指数の差を16²³⁾, 標準偏差を16に設定した。検出力を0.9, α エラーを0.05とした場合, 本研究で最低限必要なサンプルサイズは44例であった。また, サンプルサイズは先行研究¹²⁾ 及び臨床的に実績指数に与える影響を考慮し事前に重回帰分析に投入する予定であった独立変数は, サルコペニア, 年齢, 性別, 主疾患 (脳血管疾患, 運動器疾患, 廃用症候群), MNA-SF, MMSE, 入棟時FIM運動項目の10変数とした。重回帰分析を実施するにあたって独立変数×10の症例数を必要とした場合, 100例が必要となると考えられ, 本研究のサンプルサイズ (128例) で解析可能であったと考えられる。本研究では除外患者の可能性を考慮し, 必要な症例数を得られる研究期間を設定した。

6. 統計分析

サルコペニア群と非サルコペニア群の比較において, 連続変数は正規性に応じてt検定, Mann-Whitney U検定, カテゴリカル変数は χ^2 検定を使用した。疾患はカテゴリカルデータ, MNA-SFとMMSEは連続変数として投入した。また退棟時のサルコペニア群と非サルコペ

ニア群の比較において解析を実施した。サルコペニアと実績指数との関連を検討するために目的変数を実績指数, サルコペニアを説明変数とした重回帰分析を実施した。重回帰分析は先行研究¹²⁾ 及び臨床的に実績指数に与える影響を考慮した強制投入法を用いて解析した。独立変数はサルコペニア, 性別, 主病名をカテゴリカル変数, 年齢, MNA-SF, MMSE, 単位数, 入棟時FIM運動項目を連続変数として重回帰モデルに投入した。また, 全解析対象者で目的変数を実績指数, サルコペニアの構成要因 (握力とSMI) を説明変数とした重回帰分析を実施した。サルコペニアの構成要因である握力とSMIのカットオフ値はAWGS2019⁶⁾ に基づいて, 握力は男性<28 kg, 女性<18 kg, SMIは男性<7.0 kg/m², 女性<5.4 kg/m²とし, 変数はカテゴリカル変数を用いて解析した。

統計解析は, EZR Ver.1.38²⁴⁾ を使用し, 有意水準は5%未満とした。

7. 倫理的配慮

インフォームドコンセントは患者または家族に研究に関して十分に説明を行い, 書面で取得した。本研究はヘルシンキ宣言に従い, 服部病院の倫理審査委員会の承認を得て実施した (承認番号2019-01)。

結 果

研究期間中に162名の患者が入棟し, 145名が包含基準に該当した。データ欠損 (n=9), 急性増悪により転棟した患者 (n=8) を除外した128名を解析対象とした (図2)。

対象患者の基本属性を表1に示した。対象者全体の

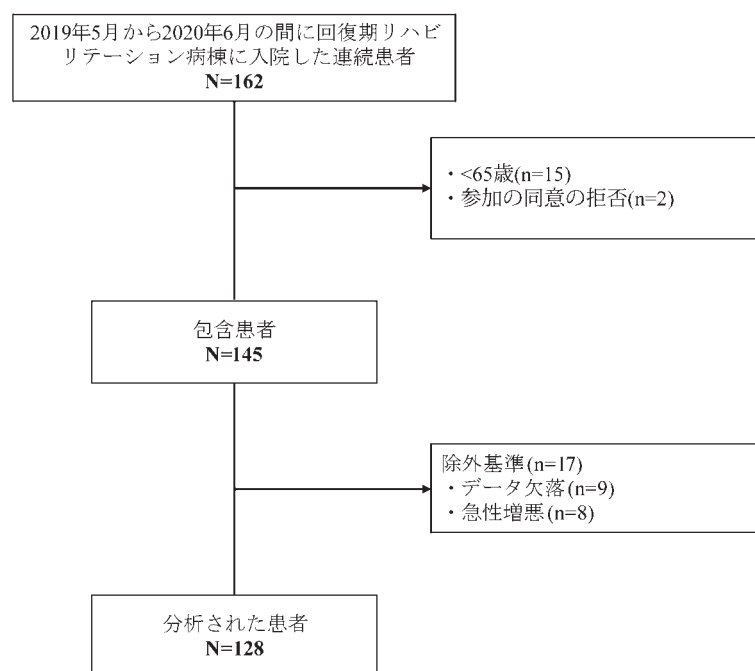


図2 研究対象者のフローチャート

平均年齢は81.5歳(±8.3歳)で60.9%が女性であった。主な疾患は運動器疾患71名(55.5%), 脳血管疾患36名(28.1%), 廃用症候群21名(16.4%) (肺炎14名, 他の急性疾患7人)であった。90名(70.3%)が低栄養であり,

68名(53.1%)に認知機能低下を認めた。

表2にサルコペニア群と非サルコペニア群に分類した対象者属性を示した。対象者全体のサルコペニア有病割合は76.6%(98名)であり, 男性96.0%(48名), 女性64.1%(50名)がサルコペニアと診断された。サルコペニアと診断された98名のうち, 6名が身体機能低下と筋量低下で診断され, 92名が筋力低下(筋力低下+身体機能低下)と筋量低下でサルコペニアと診断された。サルコペニア群は非サルコペニア群と比較してMNA-SF, BMI, 下腿周径で有意に低値を示したが, 入棟時FIMには有意差は認めなかった。また, サルコペニア群は非サルコペニア群と比較して在院日数が長く, 退棟時FIM, 退棟時FIM運動項目, FIM利得において有意に低値を示した。サルコペニア群の実績指数は非サルコペニア群と比較して有意に低値を示した(サルコペニア群: 42.2 vs. 非サルコペニア群: 52.2, $p=0.039$) (表3)。

全解析対象者を対象にした実績指数に対する重回帰分析の結果を表4に示した。重回帰分析の結果, サルコペニア($\beta=-20.91$, $p=0.003$)とMMSE($\beta=1.451$, $p=0.002$)は独立して実績指数と有意な関連を認めた($R^2=0.190$) (表4)。また, 全解析対象者の実績指数に対するサル

表1 対象者の基本属性

項目	
N	128
年齢, 歳, 平均 (SD)	81.5 (8.3)
性別, n(%)	
女性	78 (60.9)
男性	50 (39.1)
主な疾患, n(%)	
運動器疾患	71 (55.5)
脳血管疾患	36 (28.1)
廃用症候群	21 (16.4)
栄養状態, n(%)	
低栄養リスク	38 (29.7)
低栄養	90 (70.3)
認知機能, n(%)	
認知機能低下	68 (53.1)
正常	60 (46.9)

表2 サルコペニア群と非サルコペニア群の対象者属性

項目	全患者	サルコペニア	非サルコペニア	有意確率
N	128	98	30	0.617
年齢, 歳, 平均 (SD)	81.5 (8.3)	81.0 (8.3)	82.8 (8.1)	
性別, n(%)				<0.001
女性	78 (60.9)	50 (51.5)	28 (90.3)	
男性	50 (39.1)	47 (48.5)	3 (9.7)	
主な疾患, n(%)				0.054
運動器疾患	71 (55.5)	48 (49.5)	23 (74.2)	
脳血管疾患	36 (28.1)	31 (32.0)	5 (16.1)	
廃用症候群	21 (16.4)	18 (18.5)	3 (9.7)	
MNA-SF, 中央値 [IQR]	6 [5-8]	6 [5-7]	8 [7-9]	<0.001
栄養状態, n(%)				0.004
低栄養リスク	38 (29.7)	22 (22.7)	16 (51.6)	
低栄養	90 (70.3)	75 (77.3)	15 (48.3)	
BMI, kg/m^2 , 平均 (SD)	20.9 (3.6)	20.2 (3.4)	22.9 (3.7)	<0.001
MMSE, 平均 (SD)	21.1 (7.3)	21.0 (7.1)	21.5 (8.1)	0.760
SMI, kg/m^2 , 平均 (SD)	5.5 (0.9)	5.3 (0.8)	6.0 (0.7)	<0.001
握力, kg, 平均 (SD)	14.3 (7.0)	14.3 (6.9)	14.6 (7.0)	0.846
下腿周径, cm, 平均 (SD)	29.0 (3.6)	28.7 (3.4)	30.2 (3.8)	0.036
F.CS-10, 平均 (SD)	0.9 (1.4)	0.9 (1.3)	0.9 (1.6)	0.965
歩行速度, m/second, 平均 (SD)	0.53 (0.2)	0.51 (0.19)	0.59 (0.3)	0.172
入棟時FIM, 中央値 [IQR]				
FIM合計	63 [48-76]	66 [47-76]	65 [53-77]	0.650
FIM運動項目	38 [22-48]	39 [22-48]	38 [27-51]	0.947
FIM認知項目	25 [21-30]	27 [20-30]	29 [22-34]	0.150

統計分析: t検定, Mann-Whitney U検定, χ^2 検定

SD: 標準偏差, MNA-SF: Mini Nutritional Assessment-Short Form, IQR: 四分位範囲, BMI: Body Mass Index, MMSE: Mini-Mental State Examination, SMI: Skeletal Muscle Mass Index, F.CS-10: Frail Chair Stand-10, FIM: Functional Independence Measure

表3 回復期リハビリテーション病棟退棟時の実績指数

項目	全解析対象者			運動器疾患 (n=71)			脳血管疾患 (n=36)			廃用症候群 (n=21)		
	サルコペニア (n=98)	非サルコペニア (n=30)	有意 確率	サルコペニア (n=48)	非サルコペニア (n=23)	有意 確率	サルコペニア (n=32)	非サルコペニア (n=4)	有意 確率	サルコペニア (n=17)	非サルコペニア (n=3)	有意 確率
FIM退棟時, 中央値 [IQR]												
FIM合計	101 [83-115]	112 [100-122]	0.023	110 [92-116]	109 [102-121]	0.276	94 [75-116]	119 [95-122]	0.420	89 [73-109]	94 [89-108]	0.420
FIM運動項目	75 [62-85]	84 [73-88]	0.010	79 [66-85]	84 [74-87]	0.170	70 [54-84]	89 [70-90]	0.302	66 [43-81]	72 [68-80]	0.546
FIM認知項目	28 [23-32]	30 [23-35]	0.308	29 [25-31]	29 [23-35]	0.661	28 [23-34]	30 [24-31]	0.980	26 [19-29]	25 [23-30]	0.651
FIM運動項目利得, 中央値 [IQR]	32 [23.00-39.00]	38 [29.50-47.50]	0.047	36 [28-47]	40 [32-52]	0.210	30 [21-36]	30 [23-33]	0.782	26 [18-32]	34 [30-39]	0.191
実績指数, 平均 (SD)	42.2 (23.8)	52.2 (36.8)	0.039	47.5 (18.5)	59.1 (27.0)	0.037	41.8 (28.9)	88.2 (78.3)	0.021	37.7 (25.8)	46.6 (23.5)	0.582
リハ単位/日, 平均 (SD)	6.40 (1.23)	6.20 (0.80)	0.419	5.60 (0.52)	5.70 (0.30)	0.234	8.24 (0.88)	7.85 (0.45)	0.391	6.28 (0.88)	6.73 (0.15)	0.393
在院日数, 平均 (SD)	91.9 (33.6)	75.2 (23.2)	0.011	77.5 (16.2)	74.3 (15.8)	0.443	123.8 (36.4)	82.2 (56.4)	0.050	71.9 (19.3)	78.0 (17.3)	0.617

統計分析: t検定, Mann-Whitney U検定

FIM: Functional Independence Measure, IQR: 四分位範囲, SD: 標準偏差

表4 実績指数に対する重回帰分析

	β	95% 信頼区間	標準化 β	有意確率
定数	43.219	-45.888-132.326		0.338
サルコペニア	-20.907	-34.540--7.275	6.865	0.003
年齢	0.105	-0.564-0.774	0.337	0.756
性別 (女性)	-7.003	-19.194-5.187	6.865	0.257
脳血管疾患	-3.069	-27.525-21.386	12.315	0.804
廃用症候群	-4.523	-19.527-10.482	7.556	0.551
MNA-SF	0.471	-2.515-3.457	1.503	0.755
MMSE	1.451	0.545-2.357	0.456	0.002
リハ単位/日	-0.647	-9.494-8.200	4.455	0.885
入棟時FIM運動項目	-0.313	-0.702-0.075	0.195	0.112

MNA-SF: Mini Nutritional Assessment-Short Form, MMSE: Mini-Mental State Examination, FIM: Functional Independence Measure

表5 サルコペニア構成要因の実績指数に対する重回帰分析

	β	95% 信頼区間	標準化 β	有意確率
定数	58.442	-31.902-148.786	45.488	0.202
握力	-14.948	-33.398-3.502	9.290	0.111
SMI	-18.824	-32.586--5.062	6.929	0.008
年齢	0.174	-0.495-0.843	0.337	0.606
性別 (女性)	-6.351	-18.468-5.765	6.101	0.301
脳血管疾患	-2.220	-26.496-22.055	12.223	0.856
廃用症候群	-4.204	-19.089-10.681	7.495	0.576
MNA-SF	0.123	-2.869-3.115	1.506	0.935
MMSE	1.350	0.443-2.257	0.457	0.004
リハ単位/日	-1.229	-10.032-7.574	4.432	0.782
入棟時FIM運動項目	-0.361	-0.751-0.028	0.196	0.069

SMI: Skeletal Muscle Mass Index, MNA-SF: Mini Nutritional Assessment-Short Form, MMSE: Mini-Mental State Examination, FIM: Functional Independence Measure

コペニアの構成要因 (握力とSMI) を説明変数とした重回帰分析の結果, SMI ($\beta = -18.82$, $p = 0.008$) とMMSE ($\beta = 1.350$, $p = 0.004$) が独立して実績指数と関連していた ($R^2 = 0.204$) (表5)。

考 察

本研究では回りハ病棟に入棟した高齢患者において入棟時のサルコペニアが実績指数に与える影響を調査し

た。その結果, 我々は2つの結果を得た。まず, 入棟時のサルコペニアは潜在的な交絡要因を調整しても独立して実績指数を低下させることが明らかになった。また, サルコペニアの構成要因が実績指数に与える影響を検討した結果, SMIが独立して実績指数に影響を与えていた。

これらの発見は, 回りハ病棟に入棟した高齢患者に対してサルコペニアに着目した対策が実績指数を向上させる可能性を示唆している。

本研究の結果から回りハ病棟に入棟した高齢患者において, 入棟時のサルコペニアは潜在的な交絡要因を調整しても独立して実績指数を低下させることが明らかになった。実績指数は入院中のADL改善と在院日数から算出される本邦独自の指標であるとされている。先行研究において, 回りハ病棟に入棟した高齢患者の入棟時のサルコペニアが退棟時のADLを低下させたことが報告されている⁸⁾。また, 回りハ病棟に入棟した男性脳卒中患者において, サルコペニアは退棟時FIM運動項目を低下させたと報告されている⁹⁾。一方で, 回りハ病棟でのリハビリテーションの効果の実績を反映する実績指数に関する報告はこれまで報告されていない。本研究において, 実績指数は非サルコペニア患者と比較してサルコペニア患者で有意に低値であった。サルコペニア患者の入棟中のADL改善は非サルコペニア群と比較して有意に低く, 在院日数も長かった。これらの結果がサルコペニア患者における実績指数の低下に影響を与えたと考えられる。サルコペニアに対する評価と対策は, 質の高いリハビリテーションの提供を必要とされる回りハ病棟において最も重要な役割を担う可能性がある。サルコペニアは地域や周術期および一般病院における医療費を増加させることが報告されており²⁵⁾, 超高齢化が進む本邦において医療費の削減は切実な課題である。サルコペニアに関連する入院費用の増加は解決すべき課題であり, 本研究結果は回りハ病棟におけるサルコペニアに対する対策の必要性だけでなく, その前後の段階である地域及び疾患急性期でのサルコペニアの発症予防及び早期の対策

を示唆する結果である。

本研究において、サルコペニア構成要因の中でSMIが独立して実績指数に影響を与えていた。Danielらのメタアナリシスにおいて、筋肉量はADLとIADLの低下を予測すると報告している²⁶⁾。また、Matsushitaらは、回りハ病棟に入棟した男性脳卒中患者の入棟時のサルコペニアが退棟時FIM運動項目を低下させると報告している⁹⁾。さらに、Marcoらは、リハビリテーション病院に入院した男性股関節骨折患者の入院時の筋肉量が退院時Barthel Indexの予測因子であったと報告している²⁷⁾。これらの報告は本研究結果を支持し、SMIが機能予後の予測因子であることを示唆している。また、筋量は筋力低下に続いて減少するとされており²⁸⁾、進行したサルコペニアがADL改善を妨げている可能性がある。本研究結果はADL改善にはサルコペニアに対する予防や対策が必要であることに加え、その戦略にはさらなる研究が必要である可能性を示唆している。

本研究はDXAを使用したことにより生体電気インピーダンス法 (BIA) に比べ正確に筋肉量を測定できたと推測できる。先行研究の多くはBIAを使用して筋量測定を行っていたが、BIAは浮腫や腫脹による体液貯留が原因で筋量を過大評価することが指摘されている²⁹⁾。DXAは浮腫や腫脹の影響を最小限に抑え、BIAよりも正確に筋肉量を測定することができる²⁹⁾。従って、本研究で得られた筋肉量評価に加え、サルコペニアが実績指数の予測因子であるとの結果は非常に頑健であると考えられる。一方で、本研究にはいくつかの限界がある。まず、本研究は単一施設で行われたため、結果を一般化するためには多施設共同研究が必要である。次に、サンプルサイズが十分ではないため、疾患で層別化した解析までは困難であった。また、重回帰分析において決定係数が小さく適合度が低い結果となった。今後はサンプルサイズを増やした上で他の交絡要因を検討する必要がある。最後に、入院前の身体機能や嚥下機能、既往や併存疾患、高次脳機能、リハビリテーション内容などの交絡要因が多変量解析に含まれていないことである。これらは実績指数に影響を与える可能性があり、今後の検討が必要である。

結 論

本研究は回りハ病棟に入棟した高齢患者において入棟時のサルコペニアが実績指数に与える影響を調査した。その結果、入棟時のサルコペニアは、潜在的な交絡要因を調整しても独立して実績指数を低下させていた。また、サルコペニアの構成要因であるSMIが独立して実績指数低下を予測していることが明らかになった。

利 益 相 反

本研究に関連し、開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究の実施にあたり、ご協力いただきました対象者の皆様およびリハ栄養ラボの皆様にご心から感謝申し上げます。

文 献

- 1) Cao L, Morley JE: Sarcopenia is recognized as an independent condition by an international classification of disease, 10th revision, clinical modification (ICD-10-CM) code. *J Am Med Dir Assoc.* 2016; 17: 675-677.
- 2) Cruz-Jentoft AJ, Bauer J, *et al.*: Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on sarcopenia in older people. *Age Ageing.* 2010; 39: 412-423.
- 3) Morley JE, Anker SD, *et al.*: Prevalence, incidence, and clinical impact of sarcopenia: facts, numbers, and epidemiology-update 2014. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2014; 5: 253-259.
- 4) Cruz-Jentoft AJ, Landi F, *et al.*: Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review: report of the international sarcopenia initiative (EWGSOP and IWGS). *Age Ageing.* 2014; 43: 748-759.
- 5) Chen LK, Liu LK, *et al.*: Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2014; 15: 95-101.
- 6) Chen LK, Woo J, *et al.*: Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc.* 2020; 21: 300-307.
- 7) Sánchez-Rodríguez D, Calle A, *et al.*: Sarcopenia in post-acute care and rehabilitation of older adults: a review. *Eur Geriatr Med.* 2016; 7: 224-231.
- 8) Yoshimura Y, Wakabayashi H, *et al.*: Sarcopenia is associated with worse recovery of physical function and dysphagia and a lower rate of home discharge in Japanese hospitalized adults undergoing convalescent rehabilitation. *Nutrition.* 2019; 61: 111-118.
- 9) Matsushita T, Nishioka S, *et al.*: Sarcopenia as a predictor of activities of daily living capability in stroke patients undergoing rehabilitation. *Geriatr Gerontol Int.* 2019; 19: 1124-1128.
- 10) 井口 豪, 石川 誠: 平成28年度診療報酬改定—自院の役割ふまへリハ効果高める取り組みを—。回復期リハ。2016; 15: 6-15.
- 11) 厚生労働省ホームページ個別事項 (その5: リハビリテーション)。https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12404000-Hokenkyoku-Iryouka (2021年8月25日引用)
- 12) Yoshimura Y, Wakabayashi H, *et al.*: Prevalence of sarcopenia and its association with activities of daily living and dysphagia in convalescent rehabilitation ward inpatients. *Clin Nutr.* 2018; 37(6 Pt A): 2022-2028.
- 13) Takeuchi I, Yoshimura Y, *et al.*: Effects of branched-chain amino acids and vitamin D supplementation on physical function, muscle mass and strength, and nutritional status in sarcopenic older adults undergoing hospital-based rehabilitation: a multicenter randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int.* 2019; 19: 12-17.
- 14) Nishioka S, Kokura Y, *et al.*: Assignment of registered dietitians and other healthcare professionals positively affects weight change of underweight patients in convalescent (kaifukuki) rehabilitation wards: a secondary analysis of a nationwide survey. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo).* 2019; 65: 435-442.

- 15) 村田 伸, 大田尾 浩, 他: 虚弱高齢者用10秒椅子立ち上がりテスト (Frail CS-10) の有用性の検討. 理学療法科学. 2010; 25: 431-435.
- 16) Vellas B, Villars H, *et al.*: Overview of the MNA—its history and challenges. J Nutr Health Aging. 2006; 10: 456-463, discussion 463-465.
- 17) Rubenstein LZ, Harker JO, *et al.*: Screening for undernutrition in geriatric practice: developing the short-form mini nutritional assessment (MNA-SF). J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2001; 56: M366-M372.
- 18) Folstein MS, Folstein SE, *et al.*: “Mini-Mental State” a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J Psychiatr Res. 1975; 12: 189-198.
- 19) Ottenbacher KJ, Hsu Y, *et al.*: The reliability of the functional independence measure. Arch Phys Med Rehabil. 1996; 77: 1226-1232.
- 20) Grrznger CV, Cotter AC, *et al.*: Functional assessment scales: a study of persons after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 1993; 74: 133-138.
- 21) 厚生労働省ホームページ令和2年度診療報酬改定について. <https://www.mhlw.go.jp/stf/seis> (2021年8月25日引用)
- 22) Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, *et al.*: Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2: Sarcopenia: revised european consensus on definition and diagnosis. Age Ageing. 2019; 48: 16-31.
- 23) 佐藤圭祐, 前田圭介, 他: 脳梗塞リハビリテーション患者の低栄養と実績指数の関連. 日本リハビリテーション栄養学会誌. 2020; 4: 95-100.
- 24) Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software ‘EZR’ for medical statistics. Bone Marrow Transplant. 2013; 48: 452-458.
- 25) Bruyère O, Beaudart C, *et al.*: The health economics burden of sarcopenia: a systematic review. Maturitas. 2019; 119: 61-69.
- 26) Daniel XM: Muscle mass, strength, and physical performance predicting activities of daily living: a meta-analysis. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2020; 11: 3-25.
- 27) Marco DM, Carlotta C, *et al.*: Lean mass and functional recovery in men with hip fracture: a short-term prospective pilot study. Am J Phys Med Rehabil. 2018; 97: 401-406.
- 28) Barbat-Artigas S, Zamboni M, *et al.*: How to assess functional status: a new muscle quality index. J Nutr Health Aging. 2012; 16: 67-77.
- 29) Nakanishi N, Okura K, *et al.*: Measuring and monitoring skeletal muscle mass and dysfunction after stroke. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2021; 30. doi: 10.20944/preprints202101.0580.v1

〈Abstract〉

Sarcopenia Affects the Performance Index of Patients in Convalescent Rehabilitation Wards

Takuma YAGI, PT, Yusuke SHIMADA, PT, Yasunori HEGURI, PT, Risa OKADA, PT, Shuto IWATA, PT
Department of Rehabilitation, Hattori Hospital

Tatsuro INOUE, PT, PhD
Department of Physical Therapy, Niigata University of Health and Welfare

Masato OGAWA, PT, PhD
Division of Rehabilitation Medicine, Kobe University Hospital

Masatsugu OKAMURA, PT, MSc
Department of Rehabilitation, Yokohama City University Hospital

Objective: To clarify the impact of sarcopenia on the performance index of patients admitted to convalescent rehabilitation wards.

Methods: We included consecutive patients aged ≥ 65 years admitted to a single palliative care unit between May 2019 and June 2020. The primary outcome was the performance index, an indicator of the degree of improvement in the ability to perform activities of daily living. Multiple regression was used to analyze the relationship between sarcopenia and the performance index.

Results: Among the 128 patients (mean age 81.5 years), the prevalence of sarcopenia was 76.6%. The performance index of the sarcopenia group was significantly lower than that of the non-sarcopenia group (42.2 vs. 52.2, $p = 0.039$). The multiple regression analysis showed that sarcopenia was independently associated with the performance index ($\beta = -20.91$, $p = 0.003$). In addition, the Skeletal Muscle Mass Index was independently associated with the performance index ($\beta = -18.82$, $p = 0.008$).

Conclusion: Sarcopenia was an independent predictor of the performance index in patients admitted to convalescent rehabilitation wards.

Key Words: Convalescent rehabilitation wards, Performance index, Sarcopenia

研究論文 (原著)

地域在住高齢者におけるロコモ度1と身体機能評価の 関連性についての検討*

小林 達矢^{1)2)#} 竹中 裕人³⁾ 立松 典篤⁴⁾ 井上 倫恵⁴⁾
白井 祐也⁴⁾ 野口 泰司⁵⁾ 野 瀧 一平⁶⁾ 杉浦 英志⁴⁾

要旨

【目的】ロコモ度1と判定された地域在住高齢者の身体機能評価の特徴を明らかにし、ロコモ度1以上に対する身体機能評価のカットオフ値を探索すること。【方法】2019年に名古屋大学近郊自治体で行われた健診事業に参加した65歳以上の高齢者182名を解析対象とした。対象者を非ロコモ群、ロコモ度1群に分け、2群間で身体機能評価との関連性を分析し、有意な関連がみられた因子についてロコモ度1以上に対するカットオフ値を検討した。【結果】ロジスティック回帰分析の結果、開眼片脚立位時間がロコモ度1と有意な関連を示した ($p<0.01$)。ロコモ度1以上に対する開眼片脚立位時間のカットオフ値として17.0秒が示唆された。(AUC=0.66, 感度: 42%, 特異度: 88%)。【結論】ロコモ度1と最も関連する身体機能評価は開眼片脚立位時間であることが示唆された。ロコモ度1以上に対するカットオフ値として開眼片脚立位時間17.0秒が示唆された。

キーワード ロコモ度1, 身体機能評価, カットオフ値

はじめに

本邦では、高齢社会の進展とともに要介護・要支援認定者数が増加しており、関節疾患や骨折・転倒といった「運動器」の障害は要介護状態に陥る原因の23.3%を占めている¹⁾。こうした状況の中、2007年に日本整形外科学会が「運動器の障害によって、介護・介助が必要、あ

るいは介護・介助が必要になるリスクが高くなっている状態」をロコモティブシンドロームと定義した。ロコモティブシンドロームは筋・神経系の機能低下や関節の変形、骨の脆弱化などから歩行障害や要介護状態までを含む包括的な概念である²⁾。ロコモティブシンドロームの予防は、フレイルやサルコペニア、それらに続発する障害の予防に役立つといわれており³⁾、ロコモティブシンドロームの予防・早期発見は介護予防のためにも重要である。

ロコモティブシンドロームは、「移動能力の低下が始まっている段階」であるロコモ度1と「移動能力の低下が進行している段階」であるロコモ度2、「移動能力の低下が進行し、社会参加に支障をきたしている段階」であるロコモ度3⁴⁾に分けられ、ロコモ度2と比較してより多くの人がロコモ度1に該当するといわれている⁵⁾。また中高年に対するロコモ度1のスクリーニングは将来の運動機能障害の予防のために重要であると報告されている⁶⁾。ロコモ度1の段階では、定期的な運動やバランスのとれた食事に関する指導といった情報による介入が対策の中心となるが、ロコモ度2, 3の段階まで進行した場合には医療機関の受診が必要になる⁴⁾⁷⁾⁸⁾。よって、ロコモ度1の段階でロコモティブシンドロームを発見する

* Association between Locomotive Syndrome Stage 1 and Physical Performance Measures among the Older People Living in the Community

1) 一宮市立市民病院リハビリテーション室
(〒491-8558 愛知県一宮市文京2-2-22)
Tatsuya Kobayashi, PT: Department of Rehabilitation, Ichinomiya Municipal Hospital
2) 名古屋大学医学部保健学科理学療法専攻
Tatsuya Kobayashi, PT: Department of Physical Therapy, Nagoya University of Medicine
3) 医療法人三仁会あさひ病院リハビリテーション科
Hiroto Takenaka, PT, PhD: Department of Rehabilitation, Asahi Hospital
4) 名古屋大学大学院医学系研究科総合保健学専攻
Noriatsu Tatsumatsu, PT, PhD, Tomoe Inoue-Hirakawa, PT, PhD, Yuya Shirai, PT, Hideshi Sugiura, MD, PhD: Department of Integrated Health Sciences, Graduate School of Medicine, Nagoya University
5) 国立研究開発法人国立長寿医療研究センター老年学・社会科学研究センター
Taiji Noguchi, PT, PhD: Department of Social Science, Center for Gerontology and Social Science, National Center for Geriatrics and Gerontology
6) 信州大学医学部保健学科理学療法専攻
Ippei Nojima, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Shinshu University School of Health Sciences
E-mail: kobayashi.tatsuya04@gmail.com
(受付日 2021年7月26日/受理日 2022年2月1日)
[J-STAGEでの早期公開日 2022年5月20日]

ことができれば、その後のフレイル予防や介護予防に貢献することが期待できる。

先行研究により、ロコモティブシンドロームと握力、快適および最大10 m歩行時間、開眼片脚立位時間、Timed Up and Go test (以下、TUG) の関連性が報告されている⁹⁻¹¹⁾。Nakamuraら¹⁰⁾は、日本人中高年女性126名を対象とした先行研究において、ロコモ度2に対する閾値として、開眼片脚立位時間15秒と報告している。また、Muramotoら¹²⁾は、60～88歳の男女406名を対象とした先行研究において、ロコモ度2に対し、握力(男性: 34 kg, 女性: 22 kg), 最大10 m歩行時間(男性: 5.5秒, 女性: 6.2秒), 開眼片脚立位時間(男性: 21秒, 女性: 15秒), TUG(男性: 6.7秒, 女性: 7.5秒)の参照値を報告している。しかしながら、これらの先行研究はロコモ度2を基準として身体機能評価との関連性やカットオフ値を検討しており、ロコモ度1を基準とした場合の身体機能評価との関連性やカットオフ値に関する報告は乏しい。

今後より一層将来の介護リスク減少を図るためには、地域在住健常高齢者に対するロコモ度1の段階でのロコモティブシンドローム発見が重要であると考ええる。本邦においては、立ち上がりテスト、2ステップテスト、ロコモ25からなるロコモ度テストがロコモティブシンドローム発見のための簡便なスクリーニングツールとして開発されている。このテストは簡便かつ有用なテストとして全国で実施されているが、4種類の高さに調節可能な台(椅子)を準備する必要や転倒を予防する対策等が必要不可欠である。そのため医療機関等でのロコモ度テストの実施は比較的容易であるが、地域在住高齢者がそのコミュニティの場や自宅等で実施することは容易ではないと推察される。したがって特別な道具を必要とせず、かつ安全に測定可能な評価指標(10 m歩行時間、開眼片脚立位時間等)のロコモ度1に対するカットオフ値が明らかにできれば、ロコモ度1のより簡便なスクリーニング評価のツールとなる可能性がある。

以上より、我々はロコモ度1と判定された地域在住高齢者の身体機能評価の特徴を明らかにし、ロコモ度1以上に対する身体機能評価のカットオフ値を探索することを目的とした。

対象および方法

1. 対象者

研究デザインは横断研究とした。対象者は名古屋大学近郊自治体の2019年度の健診事業に参加した240名の地域在住高齢者のうち、研究参加に同意が得られている65歳以上の高齢者とした。除外基準は健診データに欠損値がある者、整形外科的疾患、中枢神経系疾患、内部障害系疾患などにより必要な検査・測定が実施できな

表1 対象者特性

Variables	n=182
年齢	73.7±5.3
性別(男/女)	95/87
BMI (kg/m ²)	22.6±2.8
ASMI (kg/m ²)	7.2±1.7
認知機能:MCI(%)	137 (75.3)
うつ:うつ傾向(%)	26 (14.3)
握力(kg)	27.4±8.0
快適10 m歩行時間(秒)	8.0±1.3
最大10 m歩行時間(秒)	5.8±0.9
開眼片脚立位時間(秒)	22.4±9.7
TUG(秒)	8.1±1.6
運動器疾患(%)	19 (10.4)
非ロコモ(%)	66 (36.3)
ロコモ度1(%)	94 (51.6)
ロコモ度2(%)	22 (12.1)

本研究の全解析対象者182名の対象者特性を示す。

BMI: Body Mass Index, ASMI: Appendicular Skeletal Muscle Index, MCI: Mild Cognitive Impairment, TUG: Timed Up and Go

かった者とした。なおロコモティブシンドロームは変形性膝関節症、腰部脊柱管狭窄症、骨粗鬆症等の運動器疾患を生じた状態も含んだ概念であるため¹³⁾、本研究において必要な検査・測定が実施できた運動器疾患罹患者は除外の対象としていない。

除外基準に該当した58名(65歳未満の者21名、データ欠損のある者37名)を除外し、最終的に182名を本研究の解析対象者とした。解析対象者の平均年齢は73.6±5.2歳(男性95名, 女性87名)であり、ロコモ度テストの判定により非ロコモ該当は66名、ロコモ度1該当は94名、ロコモ度2該当は22名であった(表1)。

なお、本研究は名古屋大学医学部生命倫理審査委員会の承認(承認番号: 2018-0038-2)を得て行っており、対象者には事前に説明文書を用いて説明を行い、同意書による研究参加の同意を得た上で実施した。

2. 測定項目

1) ロコモ度の判定

ロコモ度の判定には以下に示す3つのロコモ度テスト(立ち上がりテスト、2ステップテスト、ロコモ25)を使用し、判定基準には日本整形外科学会が発表している臨床判断値⁷⁾を使用した。これら3つのテストの中で1つでもロコモ度1もしくはロコモ度2と判定された者をそれぞれロコモ度1群、ロコモ度2群とし、全て非ロコモに該当した者を非ロコモ群とした。立ち上がりテストは、片脚または両脚で立ち上がることの可否によってロコモ度を判定するテストである。測定は、座位にて両腕を組むもしくは両腕を胸の前でクロスさせた状態で、下腿が床面に対して約70°前傾するようにやや足を引いた姿勢を基

本姿勢とし、反動をつけずに立ち上がってもらった。立ち上がり後、3秒間立位保持可能であった場合を成功と判断した。40 cmの台からの片脚での立ち上がりから試行し、失敗した場合20 cmの台からの両脚での立ち上がりを試行した。結果の判定としては、片脚で40 cmの台から立ち上がることができた場合を非ロコモと判定し、左右どちらか一方の脚で40 cmの台から立ち上がることができず、かつ両脚で20 cmの台から立ち上がることができた場合をロコモ度1、両脚で20 cmの台から立ち上がることができなかった場合をロコモ度2と判定した。2ステップテストは、左右のつま先をスタートラインに合わせ静止立位をとった姿勢を開始姿勢とし、最大歩幅で2歩歩いてもらい、両足をそろえた姿勢を最終姿勢とした。開始姿勢のつま先から最終姿勢のつま先までの距離を最大2歩幅(m)として測定した。測定は2度実施し、2回の試行の最大値を身長(m)で除して2ステップ値を算出した。2ステップ値が1.3以上の場合を非ロコモと判定し、1.1以上1.3未満の場合をロコモ度1、1.1未満の場合をロコモ度2と判定した。ロコモ25 (the 25-question Geriatric Locomotive Function Scale: 以下、GLFS-25) は痛みに関する4つの質問、日常生活活動 (activity of daily living: 以下、ADL) に関する16の質問、社会機能に関する3つの質問、精神状態に関する2つの質問で構成されている質問紙である。各項目0~4点の5段階で評価し、最低点は0点、最高点は100点である。7点未満の場合を非ロコモと判定し、7点以上16点未満の場合をロコモ度1、16点以上の場合をロコモ度2と判定した。

なお、本研究ではロコモ度3の判定のために必要な30 cmの台からの立ち上がりテストは実施しておらず、ロコモ度3該当者の判定が行えていない。よってロコモ度2群にはロコモ度3に該当する者が含まれている可能性がある。

2) 身体機能評価

身体機能評価として、握力、快適および最大10 m歩行時間、開眼片脚立位時間、TUGを測定した。握力の測定にはデジタル握力計 (竹井機器工業株式会社, グリップ-D) を使用した。測定肢位は立位とし、前腕回内外中間位・肘関節伸展位で左右各2回ずつ測定を行った。それぞれの最大値の平均値を解析に使用した。10 m歩行時間は、10 mのまっすぐな歩行路を歩くのに要する時間を測定した。10 mの歩行路の前後には、それぞれ2mの加速路、減速路を設定した。快適歩行速度、最大歩行速度における10 m歩行時間を各1回ずつ測定した。開眼片脚立位時間の測定は開眼、かつ手を腰に当てた状態で行い、片脚立ちしている時間を計測した。健診事業全体での参加者の時間的負担を考慮して30秒を上限として測定を行った。左右各1回ずつの測定を行い、いずれかの最大値を解析に使用した。TUGは、椅子か

ら立ち上がり、3m先の印まで歩き、ターンして椅子まで歩いて戻り、着座するまでに要した時間を測定した。測定は快適歩行速度で行い、測定回数は1回とした。

3) 対象者の基本情報

対象者の基本情報として、性別、年齢、Body Mass Index (以下、BMI)、骨格筋量、認知機能、うつ の程度を評価した。先行研究により、進行性の骨格筋量減少は高齢者の筋力低下に関与し¹⁴⁾、骨格筋量は身体的障害の独立した予測因子であると報告されている¹⁵⁾。またロコモ度2と認知機能低下¹⁶⁾、うつ の程度¹⁷⁾ との有意な関連が報告されている。したがって本研究では、骨格筋量、認知機能、うつ の程度を基本情報として調査した。骨格筋量は体組成計 (TANITA, TANITA780) を使用し、生体インピーダンス分析 (Bioelectrical Impedance Analysis: 以下、BIA) によって四肢骨格筋量 (kg) を測定した。解析には、この四肢骨格筋量 (kg) を身長(m) の二乗で除した値である四肢骨格筋量指標 (Appendicular Skeletal Muscle Index: 以下、ASMI) を使用した。認知機能はJapanese version of Montreal Cognitive Assessment (以下、MoCA-J) を使用して評価し、25点以下を軽度認知障害 (Mild Cognitive Impairment: 以下、MCI) と判定した¹⁸⁾。うつ の程度は老年期うつ 病評価尺度 (15-item Geriatric Depression Scale: 以下、GDS-15) を使用して評価し、5点以上をうつ 傾向と判定した¹⁹⁾。

3. 統計解析

本研究ではロコモ度テストを基準に対象者を非ロコモ群、ロコモ度1群、ロコモ度2群に群分けを行った。まずロコモ度1に関連する身体機能評価の検討のため、非ロコモ群、ロコモ度1群に該当した160名を対象に解析を行った。身体機能評価および基本情報の各項目に対して群間比較を行うために、名義変数に対してはFisherの正確検定を使用し、連続変数に対してはShapiro-Wilk normality testで正規性を評価した後に、正規分布した変数に対してはt検定を、正規分布しない変数に対してはMann-WhitneyのU検定を行った。次にロコモ度1と身体機能評価の関連性を検討するために、ロコモ度1の有無を従属変数、単変量解析において有意差を認めた変数を独立変数として多変量ロジスティック回帰分析を行った。なお、多重共線性を考慮して、Pearsonの相関係数を用い、相関係数の絶対値が0.7未満となった変数を回帰式に投入した。またロジスティック回帰分析においてVariance influence factor (以下、VIF) が5点以上²⁰⁾ の高値になる変数に関しても、多重共線性に配慮して解析対象から除外した。ロジスティック回帰分析によりロコモ度1との有意な関連が示された変数に関しては、ROC曲線 (Receiver Operating Characteristic curve) を使用し、ロコモ度1以上に該当する者をスクリーニングするための

カットオフ値を算出した。カットオフ値の検討に際しては、ロコモ度2に該当した者も含めて解析を行った。カットオフ値の正確性はAUC (Area Under the Curve) を使用して評価した。さらに算出したカットオフ値に対する陽性尤度比、陰性尤度比を算出し、カットオフ値の診断特性を検討した。

全ての統計解析はEZR²¹⁾ (ver.1.41, Jichi Medical University) を用いて行い、有意水準は5%とした。

結 果

1. ロコモ度1群の内訳

ロコモ度テストによりロコモ度1と判定された者のうち、ロコモ25、立ち上がりテスト、2ステップテスト全てにおいてロコモ度1に該当した者は10名 (10.6%)、ロコモ25および立ち上がりテスト両方においてロコモ度1に該当した者は10名 (10.6%)、ロコモ25および2ステップテスト両方においてロコモ度1に該当した者は3名 (3.2%)、立ち上がりテストおよび2ステップテスト両方においてロコモ度1に該当した者は19名 (20.2%)、ロコモ25のみロコモ度1に該当した者は13名 (13.2%)、立ち上がりテストのみロコモ度1に該当した者は31名 (33.0%)、2ステップテストのみロコモ度1に該当した者は8名 (8.5%) であった (表2)。

2. 非ロコモ群とロコモ度1群の群間比較

非ロコモ群と比較してロコモ度1群では年齢が有意に高く (非ロコモ群 vs ロコモ度1群: 71.8±4.5歳 vs 74.8±5.3歳, $p<0.01$)、快適10 m歩行時間 (7.6±1.0秒 vs 8.0±1.3秒, $p=0.03$)、最大10 m歩行時間 (5.5±0.7秒 vs 5.8±0.8秒, $p=0.02$)、TUG (7.6±1.2秒 vs 8.2±1.7秒, $p=0.01$) が有意に遅い、そして、開眼片脚立位時間が有意に短い (25.9±7.4秒 vs 20.8±10.1秒, $p<0.01$) という結果が示された。握力、性別、BMI、骨格筋量、認知機能、うつの程度、運動器疾患の有無に関しては群間差を認めなかった (表3)。

3. ロコモ度1と身体機能項目との関連

選択した従属変数間に対して相関分析を行った結果、変数間に相関係数の絶対値が0.7以上となるような相関関係は認められなかった。ロコモ度1を従属変数とした多変量ロジスティック回帰分析の結果において、開眼片脚立位時間 (OR: 0.95, 95%CI: 0.91–0.99, $p<0.01$, VIF: 1.04) に加えて、年齢 (OR: 1.11, 95%CI: 1.03–1.20, $p<0.01$, VIF: 1.08) がロコモ度1と有意な関連を示す因子として抽出された (表4)。なおVIFが5点以上となる変数は認められなかった。

表2 ロコモ度1群の内訳

	人数(人)	割合(%)
全て該当	10	10.6
ロコモ25+立ち上がりテスト	10	10.6
ロコモ25+2ステップテスト	3	3.2
立ち上がりテスト+2ステップテスト	19	20.2
ロコモ25	13	13.8
立ち上がりテスト	31	33.0
2ステップテスト	8	8.5
ロコモ度1合計	94	100

ロコモ度1群におけるロコモ度テストの各項目のロコモ度1該当人数および割合を示す。

表3 非ロコモ群とロコモ度1群の群間比較

Variables	全例 n=160	非ロコモ群 n=66	ロコモ度1群 n=94	p 値
年齢	73.6±5.2	71.8±4.5	74.8±5.3	<0.01 ^b
性別 (男/女)	87/73	36/30	51/43	1.00 ^a
BMI (kg/m ²)	22.6±2.8	22.2±2.3	22.9±3.1	0.15 ^b
ASMI (kg/m ²)	7.2±1.8	7.3±1.8	7.2±1.8	0.69 ^b
認知機能: MCI (%)	120 (75.0)	49 (74.2)	71 (75.5)	0.86 ^a
うつ: うつ傾向 (%)	21 (13.1)	7 (10.6)	14 (14.9)	0.48 ^a
握力 (kg)	29.1±8.1	29.3±8.8	26.8±7.3	0.14 ^b
快適10 m歩行時間 (秒)	7.9±1.2	7.6±1.0	8.0±1.3	0.03 ^b
最大10 m歩行時間 (秒)	5.7±0.8	5.5±0.7	5.8±0.8	0.02 ^b
開眼片脚立位時間 (秒)	22.9±9.4	25.9±7.4	20.8±10.1	<0.01 ^b
TUG (秒)	8.0±1.5	7.6±1.2	8.2±1.7	0.01 ^b
運動器疾患 (%)	14 (8.6)	3 (4.5)	11 (11.7)	0.61 ^a

平均値±標準偏差 ^aFisherの正確検定 ^bMann-Whitney U検定

BMI: Body Mass Index, ASMI: Appendicular Skeletal Muscle Index, MCI: Mild Cognitive Impairment, TUG: Timed Up and Go

表4 ロコモ度1を従属変数とした多変量ロジスティック回帰分析

Variables	オッズ比 (95% 信頼区間)	p 値	VIF
年齢	1.11 (1.03–1.20)	<0.01	1.08
快適10 m歩行時間	1.33 (0.89–1.97)	0.16	1.38
最大10 m歩行時間	0.89 (0.48–1.65)	0.71	1.65
開眼片脚立位時間	0.95 (0.91–0.99)	<0.01	1.04
TUG	1.16 (0.86–1.55)	0.34	1.39

VIF: Variance influence factor

TUG: Timed Up and Go

4. ロコモ度1以上であることを判別する開眼片脚立位時間のカットオフ値

ロコモ度1の関連因子として抽出された開眼片脚立位時間のROC曲線を図1に示す。ROC曲線による解析の結果、ロコモ度1以上に該当することを判定する開眼片脚立位時間のカットオフ値は17.0秒であった (AUC=0.66, 感度: 42%, 特異度: 88%) (図1)。本研究で算出したカットオフ値に対する陽性尤度比は3.48, 陰性尤度比は0.66であった。

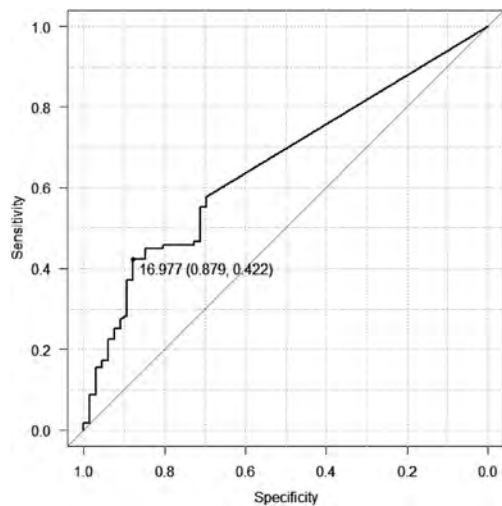


図1 開眼片脚立位時間のROC曲線

ロコモ度1以上に対する開眼片脚立位時間のROC曲線を示す。縦軸には感度、横軸には1-特異度をプロットした。図中の数字はカットオフ値(特異度、感度)を示す。

感度：42% 特異度：88% AUC (Area Under the Curve：曲線下面積)：0.66 95%信頼区間：0.58-0.73)

考 察

2007年に日本整形外科学会によってロコモティブシンドロームの概念が提唱されて以来、ロコモティブシンドロームに関する様々な研究が行われてきた。その1つとして、ロコモティブシンドロームと身体機能評価との関連性についての様々な研究が行われてきたが、従来の研究のほとんどがロコモティブシンドロームをロコモ度2の基準で定義している¹⁰⁾¹²⁾。したがって、本研究は予防的な観点からロコモ度1と身体機能評価の関連性を検討した、最初の研究である。本研究では、非ロコモ群と比較してロコモ度1群では年齢が有意に高く、快適および最大10 m歩行時間、TUGが有意に遅い、そして、開眼片脚立位時間が有意に短いという結果が示された。また、多変量ロジスティック回帰分析の結果、年齢と開眼片脚立位時間がロコモ度1に関連する因子として抽出された。さらに、ロコモ度1以上に該当する者をスクリーニングするための開眼片脚立位時間のカットオフ値として17.0秒が示唆された。

ロコモ度2を対象とした先行研究において、ロコモティブシンドロームと最も関連する身体機能評価は開眼片脚立位時間であることが報告されている¹⁰⁾。本研究においても、開眼片脚立位時間がロコモ度1と最も関連する身体機能評価であることが示唆された。先行研究において、平衡機能は加齢の影響を大きく受けることが報告されている²²⁾。平衡機能とは静的姿勢保持や外乱応答などの姿勢を維持するために必要な神経系の機構であり、バランス機能を構成する要素の1つである²³⁾。ことから、片脚立位検査での転倒傾向や動揺は、平衡機能の

低下が推察される²⁴⁾。今回の研究において、加齢に伴う平衡機能の低下の影響により、ロコモ度1の段階において平衡機能検査である片脚立位時間の有意な低下がみられたと考えられる。また、開眼片脚立位時間は静止姿勢における姿勢安定性を評価しており、高齢者の機能的依存の発症や虚弱性の早期発見に有用であるといわれている²⁵⁾。さらに開眼片脚立位時間とロコモ25の間の有意な中等度の相関関係が報告されている²⁶⁾。以上のような理由から、移動能力低下の開始時期であるとされているロコモ度1の段階においても、開眼片脚立位時間との間に有意な関連が認められたと考えられる。

本研究では握力、快適および最大10 m歩行時間、TUGはロコモ度1と有意に関連する因子として抽出されなかった。ロコモ度2を対象とした先行研究では、重回帰分析において10 m歩行時間とロコモ度2との間に有意な関連は認められなかった⁹⁾と報告されている。本研究においてもロコモ度1と10 m歩行時間との間に有意な関連が認められなかったことから先行研究を支持する結果となった。同一の先行研究⁹⁾では、重回帰分析により握力、TUGとロコモティブシンドロームの有意な関連が報告されており⁹⁾、本研究の結果から、ロコモ度1とロコモ度2の相違点が見られた。TUGはバランス評価の指標であるが、TUGは動的バランスの指標であり、開眼片脚立位時間とは異なる性質を有する。また高齢者におけるTUGの測定において、起立相よりも歩行相の方がより測定結果に影響を与えることが報告されている²⁷⁾。ロコモ度1は「移動能力の低下が始まった段階」であり、ロコモ度2は「移動能力の低下が進行している段階」である。このような違いから、移動能力の差の影響を受けるTUGは、ロコモ度1と関連する因子として抽出されなかった可能性がある。本研究において握力は、非ロコモ群、ロコモ度1群の群間比較において有意な差が認められなかった。ロコモ度1の段階では、移動能力や筋力の低下に先行して平衡機能低下や静的バランス能力低下がより強く影響した結果、ロコモ度1に関連する因子として開眼片脚立位時間のみが抽出されたと考えられる。

多変量ロジスティック回帰分析の結果、年齢もロコモ度1と有意に関連する因子であることが示唆された。先行研究においてもロコモ度1と年齢の有意な関連が示されており⁶⁾、本研究でも一致した見解が得られた。ロコモ度テストの成績は60歳を超えると急速に低下することが報告されている²⁸⁾。また立ち上がりテストは膝伸展筋力と有意に関連しており²⁹⁾、2ステップテストは下肢筋力、バランス、柔軟性などを含めた歩行能力を総合的に評価している³⁰⁾。加齢に伴い膝伸展筋力、バランス機能、柔軟性が低下するとされており³⁰⁻³²⁾、加齢に伴う身体機能低下がロコモ度テストの成績を低下させた

ため、年齢がロコモ度1と有意に関連する因子となったと考えられる。

ROC曲線による探索の結果、開眼片脚立位時間のロコモ度1以上の者をスクリーニングするためのカットオフ値は17.0秒（感度42%，特異度88%，AUC=0.66）であることが示唆された。この値は、先行研究で示されているロコモ度2単独に対する開眼片脚立位時間のカットオフ値（15秒）¹⁰⁾より大きい値であり、ロコモ度1の方が身体機能が高いことを支持する結果となった。算出されたカットオフ値17.0秒は、感度が低く、特異度が高いため、診断特性としてはロコモ度1以上への該当の確定診断に優れていることが示唆されたが、今回のAUC³³⁾や陽性尤度比の結果からは高い診断能は得られなかった。したがって、今後はさらに対象集団を拡大し、検討していく必要があると考えている。

本研究によって、ロコモ度1に最も関連する身体機能評価は開眼片脚立位時間であり、そのカットオフ値17.0秒はロコモ度1以上に該当する者をスクリーニングするためのカットオフ値として使用できる可能性が示唆された。開眼片脚立位時間は短時間で簡便に実施可能な評価であることから、ロコモ度1以上に該当する者のスクリーニング評価法として様々な場面で利用することが可能であり、ロコモティブシンドロームの早期発見につながることを期待される。ロコモティブシンドロームの進行はサルコペニアやフレイルのリスクを高め、要介護状態へと直結する。したがって、初期段階であるロコモ度1を簡便に発見し、予防的な介入を行うことができれば、将来の介護予防や医療費の削減につながると考えられる。さらに、ロコモ度1の段階における基本的な対策は定期的な運動やバランスのとれた食事に関する指導といった情報による介入が中心となるため⁴⁾、比較的低コストでの対策が可能となる。また、ロコモ度テストは1人で実施する場合、4種類の高さに調節可能な台が必要なこと、2歩の最大距離を測る際に転倒の危険を伴うことから簡単に実施できるとは言い難い。一方で、片脚立位時間は、1人で簡単かつ安全に実施できるため、自宅でのロコモティブシンドロームのセルフチェックにも使用できると考えられる。現在、日本整形外科学会は、ロコモティブシンドローム対策のためのトレーニングとしてロコモティブトレーニング（通称ロコトレ）を推奨している²⁾。ロコトレには開眼片脚立位が含まれており、本研究で算出したカットオフ値は、自宅でこのようなバランストレーニングを行う際の目標値としても使用することができるのではないかと考えられる。一方で、開眼片脚立位時間のセルフチェックと他者評価の正確性の差異については、未だ詳細が明らかとなっておらず、臨床応用に向けての1つの課題であると考えられる。

本研究にはいくつかの研究限界がある。1つ目は、本

研究の対象集団に選択バイアスが生じている点である。本研究の対象集団におけるロコモティブシンドロームの割合（健診事業参加者240名から健診データに欠損のあった37名を除外した203名に対する割合）は、ロコモ度1が46.3%，ロコモ度2が10.8%であり、ROAD（Research on Osteoporosis/osteoarthritis Against Disability）Studyにて推定されているロコモティブシンドロームの有病率（ロコモ度1：69.8%，ロコモ度2：25.1%）³⁴⁾よりも低かった。また、本研究は住民健診に自主的に参加した者を対象としていることから、健康に関心のある高齢者が対象集団となった可能性がある。したがって、本研究の結果の一般化には注意が必要である。2つ目は、開眼片脚立位時間の測定法についてである。多くの先行研究では60秒を上限として測定を行っているが、本研究では健診事業参加者の時間的負担を考慮して上限を30秒に設定した。これにより対象者の最大能力を測定できていない可能性がある。今後は測定方法の再検討を行った上でカットオフ値およびその精度について再検討を行っていく必要がある。

結 論

ロコモ度1と最も関連する身体機能評価は開眼片脚立位時間であることが示唆された。また、ロコモ度1以上に該当する者をスクリーニングするための開眼片脚立位時間のカットオフ値は17.0秒が示唆された。

利 益 相 反

本研究において、開示すべき利益相反に相当する事項はない。

謝辞：本研究を行うにあたり、多大なるご協力を頂きました東郷町健康課の皆様、研究対象者として快くご協力頂いた研究参加者の皆様に心より感謝申し上げます。

文 献

- 1) 厚生労働省 2019年国民生活基礎調査の概況。 <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa19/dl/14.pdf> (2020年12月8日引用)
- 2) 日本整形外科学会：ロコモティブシンドローム診療ガイド。日本整形外科学会（編著），文光堂，東京，2010，pp. 1-142.
- 3) Yoshimura N, Muraki S, *et al.*: Prevalence and co-existence of locomotive syndrome, sarcopenia, and frailty: the third survey of Research on Osteoarthritis/Osteoporosis Against Disability(ROAD) study. *J Bone Miner Metab.* 2019; 37: 1058-1066.
- 4) 日本整形外科学会ホームページロコモ度を判定する「臨床判断値」に「ロコモ度3」を追加～ロコモの医療対策に関する根拠や高齢になる前のロコモ対策の指標化へ期待～. 20200911_clinical_judgment_value.pdf (joa.or.jp) (2021年11月23日引用)
- 5) 吉村典子：ロコモの簡易測定法とその頻度。理学療法学。2018; 45: 342-343.

- 6) Kobayashi K, Imanaga S, *et al.*: Locomotive Syndrome Stage 1 Predicts Significant Worsening of Future Motor Performance: The Prospective Yakumo Study. *BioMed Res Int.* 2019; 2019: 1–7.
- 7) Nakamura K, Ogata T: Locomotive Syndrome: Definition and Management. *Clin Rev Bone Miner Metab.* 2016; 14: 56–67.
- 8) 日本整形外科学会プロジェクト研究班「ロコモティブシンドロームのエビデンス構築に関する研究」: ロコモ度テストによる評価. *日本医師会雑誌.* 2015; 144: S84–S86.
- 9) Muramoto A, Imanaga S, *et al.*: Physical performance tests are useful for evaluating and monitoring the severity of locomotive syndrome. *J Orthop Sci.* 2012; 17: 782–788.
- 10) Nakamura M, Hashizume H, *et al.*: Physical Performance Measures Associated With Locomotive Syndrome in Middle-Aged and Older Japanese Women. *J Geriatr Phys Ther.* 2015; 38: 202–207.
- 11) Yoshimura N, Oka H, *et al.*: Reference values for hand grip strength, muscle mass, walking time, and one-leg standing time as indices for locomotive syndrome and associated disability: the second survey of the ROAD study. *J Orthop Sci.* 2011; 16: 768–777.
- 12) Muramoto A, Imanaga S, *et al.*: Threshold values of physical performance tests for locomotive syndrome. *J Orthop Sci.* 2013; 18: 618–626.
- 13) 帖佐悦男: ロコモティブシンドローム: 運動器疾患を取り囲む新たな概念—ロコモ予防とリハビリテーション—. *Jpn J Rehabil Med.* 2013; 50: 48–54.
- 14) Frontera WR, Hughes VA, *et al.*: Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol.* 2000; 88: 1321–1326.
- 15) Bonnefoy M, Jauffret M, *et al.*: Muscle power of lower extremities in relation to functional ability and nutritional status in very elderly people. *J Nutr Health Aging.* 2007; 11: 223–228.
- 16) Nakamura M, Tazaki F, *et al.*: Cognitive impairment associated with locomotive syndrome in community-dwelling elderly women in Japan. *Clin Interv Aging.* 2017; 12: 1451–1457.
- 17) Ikemoto T, Inoue M, *et al.*: Locomotive syndrome is associated not only with physical capacity but also degree of depression. *J Orthop Sci.* 2016; 21: 361–365.
- 18) Fujiwara Y, Suzuki H, *et al.*: Brief Screening Tool for Mild Cognitive Impairment in Older Japanese: Validation of the Japanese Version of the Montreal Cognitive Assessment. *Geriatr Gerontol Int.* 2010; 10: 225–232.
- 19) Claire P, Simon G, *et al.*: The diagnostic accuracy of brief versions of the Geriatric Depression Scale: a systematic review and meta-analysis. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2016; 31: 837–857.
- 20) Katerina MM, Tenko R: Evaluation of Variance Inflation Factors in Regression Models Using Latent Variable Modeling Methods. *Educ Psychol Meas.* 2019; 79: 874–882.
- 21) Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software ‘EZR’ for medical statistics. *Bone Marrow Transplant.* 2013; 48: 452–458.
- 22) 齊藤 一, 遠藤幸男: 高齢者の労働能力. *労働科学研究所.* 川崎, 1980, pp. 1–204.
- 23) 西守 隆: バランスの評価. *関西理学.* 2003; 3: 41–47.
- 24) 渡辺行雄, 肥塚 泉, 他: 平衡機能検査法基準化のための資料—2006年平衡機能検査法診断基準化委員会答申書, 及び英文項目—. *Equilibrium Research.* 2006; 65: 468–503.
- 25) Michikawa T, Nishiwaki Y, *et al.*: One-leg standing test for elderly populations. *J Orthop Sci.* 2009; 14: 675–685.
- 26) Seichi A, Hoshino Y, *et al.*: Determination of the optimal cutoff time to use when screening elderly people for locomotive syndrome using the one-leg standing test (with eyes open). *J Orthop Sci.* 2014; 19: 620–626.
- 27) 関根百合香, 中野佳子, 他: Timed Up & Go Testの所要時間の差を決定する運動要素の検討—若年者と高齢者の比較と測定方法の相違による比較から—. *理学療法.* 2010; 17: 9–13.
- 28) Yamada K, Ito Y, *et al.*: Reference values for the locomotive syndrome risk test quantifying mobility of 8681 adults aged 20–89 years: A cross-sectional nationwide study in Japan. *J Orthop Sci.* 2020; 25: 1084–1092.
- 29) 村永信吾: 立ち上がり動作を用いた下肢筋力評価とその臨床応用. *昭和医会誌.* 2001; 61: 362–367.
- 30) ロコモチャレンジ! 推進協議会ホームページ ロコモパンフレット2015年版. https://locomo-joa.jp/news/upload_images/locomo_pf2015.pdf (2020年12月13日引用)
- 31) スポーツ庁ホームページ 平成30年度体力・運動能力調査報告書. https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1421920.htm (2020年12月13日引用)
- 32) McKay MJ, Baldwin JN, *et al.*: 1000 Norms Project Consortium: Normative reference values for strength and flexibility of 1,000 children and adults. *American Academy of Neurology.* 2017; 88: 36–43.
- 33) Anthony KA: Understanding diagnostic tests 3: receiver operating characteristic curves. *Acta Paediatr.* 2007; 96: 644–647.
- 34) Yoshimura N, Muraki S, *et al.*: Epidemiology of the locomotive syndrome: The Research on Osteoarthritis/ Osteoporosis Against Disability study 2005–2015. *Mod Rheumatol.* 2007; 27: 1–7.

〈Abstract〉

**Association between Locomotive Syndrome Stage 1 and Physical Performance
Measures among the Older People Living in the Community**

Tatsuya KOBAYASHI, PT

Department of Rehabilitation, Ichinomiya Municipal Hospital

Tatsuya KOBAYASHI, PT

Department of Physical Therapy, Nagoya-University of Medicine

Hiroto TAKENAKA, PT, PhD

Department of Rehabilitation, Asahi Hospital

Noriatsu TATEMATSU, PT, PhD, Tomoe INOUE-HIRAKAWA, PT, PhD, Yuya SHIRAI, PT,

Hideshi SUGIURA, MD, PhD

Department of Integrated Health Sciences, Graduate School of Medicine, Nagoya-University

Taiji NOGUCHI, PT, PhD

Department of Social Science, Center for Gerontology and Social Science, National Center for Geriatrics and Gerontology

Ippei NOJIMA, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Shinshu University School of Health Sciences

Objective: This study aimed to investigate the characteristics of physical performance measures for people aged over 65 years who are at risk for locomotive syndrome stage 1, and to examine the cut-off value of the physical performance measures for locomotive syndrome stage 1.

Methods: This study population consisted of 182 people aged 65 and above who participated in a medical examination project in a municipality near Nagoya University. Using the locomotive syndrome risk test, the participants were divided into groups with and without locomotive syndrome stage 1. The relationship of locomotive syndrome stage 1 with the physical performance measures was analyzed between the two groups. The cut-off values were examined for the factors that were significantly associated with locomotive syndrome stage 1.

Results: As determined by logistic regression analysis, one-leg standing time with eyes open showed a significant association with locomotive syndrome stage 1 ($p < 0.01$). In addition, one-leg standing time with eyes open for 17.0 s was found to be the cut-off value for locomotive syndrome stage 1 (AUC = 0.66, sensitivity: 42%, specificity: 88%).

Conclusions: It was observed that the most relevant physical performance measure for locomotive syndrome stage 1 was one-leg standing time with eyes open. It was observed that 17.0 s was the cut-off value for one-leg standing time with eyes open for locomotive syndrome stage 1.

Key Words: Locomotive syndrome stage 1, Physical performance measure, Cut-off value

研究論文 (原著)

重度の下肢運動障害をきたした被殻出血患者における 運動機能の改善に関する予測因子*

澤島 佑規^{1) #} 矢部 広樹^{2) 3)} 足立 浩孝¹⁾ 田中 善大¹⁾

要旨

【目的】 目的は重度の下肢運動障害をきたした被殻出血患者の運動機能の改善に関わる予測因子を明らかにすることである。【方法】 対象は回復期リハビリテーション病棟 (回復期病棟) 入棟時に脳卒中機能評価法 (Stroke Impairment Assessment Set: 以下, SIAS) の下肢運動合計点数が3点以下の被殻出血患者42例とした。調査項目は年齢、性別、発症から回復期病棟入退棟までの日数、脳損傷側、回復期病棟入棟時のSIASの下肢運動合計・腱反射・筋緊張・触覚・位置覚・腹筋力・体幹垂直性・視空間認知点数、機能的自立度評価法 (Functional Independence Measure) の運動・認知合計点数、発症数日後の皮質脊髄路走行領域の損傷度、血腫量、脳室穿破の有無とした。【結果】 改善度を従属変数、改善度と有意な相関を認めた項目を独立変数とした重回帰分析を行った結果、年齢が若く、皮質脊髄路走行領域の損傷度が低く、SIAS体幹垂直性点数が高いほど改善度が大きかった。【結論】 予測には年齢、皮質脊髄路走行領域の損傷度、重症例特有の予測因子と考える座位能力を用いることが重要である。

キーワード 重度の下肢運動機能障害、被殻出血患者、改善の予測因子

はじめに

脳卒中後における下肢の運動障害は、歩行能力^{1) 2)} や日常生活動作^{3) 4)}、転帰先^{5) 6)}に関与することが示されている。そのため、理学療法士は、適切に治療目標を設定し、効果的な介入を行うために日常臨床で行う評価の結果を用いて、下肢の運動機能の予後予測を実施する重要性が高い⁷⁾。

一方で、重度の運動障害をきたした脳卒中患者は、予後予測が困難である場合が多い。先行研究において、発症早期の運動機能を用いた運動機能予後の予測精度は、運動障害が軽度な場合は高く、重度な場合は低いと報告されている⁸⁾。また、重度の運動障害例では複数の因子

を用いたとしても運動機能予後の予測精度が低減することが報告されている⁹⁾。これは重度の運動障害例は、脳内の広範囲に損傷をきたしやすく、併発症状が重症化するため、予測精度により多くの因子が影響を及ぼすためと考えられる。重度の下肢運動障害をきたした脳卒中患者に対して、早期から運動機能の予後予測を精度高く行うことができれば、下肢装具の作成内容や随意性の向上に向けた麻痺筋に対する反復的な運動¹⁰⁾あるいは電気刺激療法¹¹⁾の適応、入院期間、退院支援の内容など治療方針を決定する上での一助になると考えられる。

運動機能の予後予測は、年齢¹²⁾や発症早期の運動機能^{8) 13)}、筋緊張¹⁴⁾、運動誘発電位¹⁵⁾、脳水平断画像における皮質脊髄路が走行する領域に占める血腫進展あるいは梗塞域の程度^{16) 17)}、拡散テンソル画像を用いた画像解析¹⁸⁻²⁰⁾が有用と報告されている。たとえば、運動麻痺回復のステージ理論²¹⁾によると発症後約3ヶ月までは皮質脊髄路を刺激しその興奮性を高めることで運動機能の回復を促進する時期となることが示されており、発症時から皮質脊髄路の残存の程度を把握することは運動機能の改善を予測する上で重要と考えられる。このように、数多くの因子が下肢運動機能の予後予測に関与することが示されているが、先行研究の一部¹⁹⁾を除いてその多くは本邦に

* Predictors Involved in Improving Motor Function in Patients with Putamen Bleeding with Severe Lower Limb Paralysis

1) 医療法人偕行会偕行会リハビリテーション病院リハビリテーション部 (〒490-1405 愛知県弥富市神戸5-20)

Yuki Sawajima, PT, Hirotsuka Adachi, PT, Yoshihiro Tanaka, PT: Department of Rehabilitation, Kaikoukai Rehabilitation Hospital

2) 聖隷クリストファー大学リハビリテーション学部理学療法学科 Hiroki Yabe, PT, PhD: Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Science, Seirei Christopher University

3) 医療法人偕行会名古屋共立病院リハビリテーション課 Hiroki Yabe, PT, PhD: Department of Rehabilitation, Nagoya Kyoritsu Hospital

E-mail: y_sawajima0124@yahoo.co.jp

(受付日 2021年8月13日 / 受理日 2022年3月5日)

[J-STAGEでの早期公開日 2022年6月1日]

において集中的なりハビリテーションが提供されている回復期リハビリテーション病棟の入棟期間内における運動機能の改善については検討が行われていない。また、予測精度を向上させるためには単一の指標のみではなく、予後に関連する予測因子を複数用いて多角的に判断することが重要である²²⁾が、我々が渉猟した範囲では重度の運動障害をきたした脳卒中患者に対して、一般的に理学療法士が臨床で用いることができる年齢や性別などの基本情報、身体・認知機能、日常生活動作能力、脳画像所見から下肢運動機能の改善に関与し、有用な予測因子となる指標および評価について検討した報告はみあたらない。

そこで本研究は、重度の運動機能障害をきたした被殻出血患者²³⁾を対象に、回復期リハビリテーション病棟（以下、回復期病棟）入棟時に、一般的に理学療法士が使用可能な指標および評価結果を用いて、下肢運動機能の改善に関わる予測因子について明らかにすることを目的とした。

対象および方法

1. 対象

対象は2010年1月から2018年12月の期間に当院の回復期病棟を入退棟した20歳以上の被殻出血患者184例のうち、本研究において重度の下肢運動障害と定義した回復期病棟入棟時に脳卒中機能評価法（Stroke Impairment Assessment Set：以下、SIAS）の下肢運動合計点数が3点以下の48例とした。除外基準を既往に中枢および末梢神経疾患により運動障害がある場合、既往の運動器疾患あるいは心疾患などにより著しく運動療法が困難な場合、デー

タ欠損がある場合、回復期病棟の入棟期間内に病態悪化によって急性転化した場合とし、この条件を満たした6例を除外して最終的に42例を本研究の解析対象とした。

2. 調査・測定項目

調査項目は背景因子として、年齢と性別、発症から回復期病棟入棟および退棟までの期間、回復期病棟の在棟期間、回復期病棟での総リハビリ実施単位数、脳損傷側を調査および測定した。機能的因子として、回復期病棟入棟時および退棟時のSIASの下肢運動合計点数、回復期病棟入棟時のSIASの下肢腱反射・下肢筋緊張・下肢触覚・下肢位置覚・腹筋力・体幹垂直性・視空間認知・非麻痺側大腿四頭筋力点数、機能的自立度評価法（Functional Independence Measure：以下、FIM）の運動・認知項目合計点数を測定した。なお、下肢の運動機能は様々な評価法にて測定可能であるが、脳卒中治療ガイドライン2021²⁴⁾にて運動機能評価として推奨度Aに分類されているBrunnstrom Stage（BRS）と相関が高く、さらにより多段階にて運動機能を鋭敏に評価できるSIAS²⁵⁾の下肢運動点数を用いることとした。

脳画像所見として、回復期病棟入棟時点では血腫が等吸収～低吸収を示し、計測または確認が困難となる可能性があるため、発症後平均24±1.4日に撮像されたコンピュータ断層撮影（Computed Tomography：以下、CT）の水平断画像にて、皮質脊髓路走行領域の損傷度と血腫量、脳室穿破の有無を調査した。皮質脊髓路走行領域の損傷度とは、皮質脊髓路が走行する放線冠部と内包後脚中部

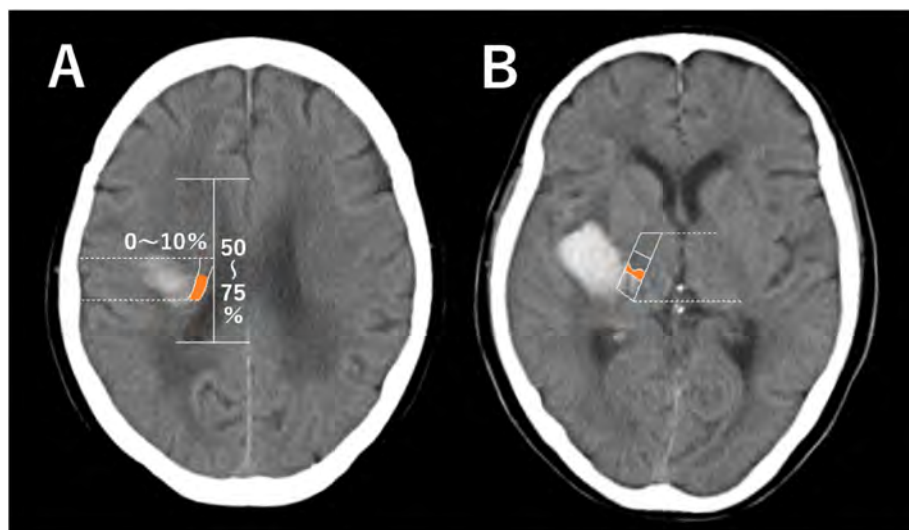


図1 皮質脊髓路走行領域の測定範囲および測定例

- A：放線冠部は、側脳室レベルにて脳室前端から後端までの距離において前端から50～75%の範囲（実線）、かつ脳室外側から脳実質外側における内側0～10%の範囲（点線）を測定範囲とした。そして、放線冠部の全体面積および放線冠部内に占める出血域の面積（色塗り部）を測定した。
- B：内包後脚中部は、松果体レベルにて血腫拡大による圧排の程度を加味しつつ非損傷側の内包後脚の位置を参考（点線）に損傷側の内包後脚の位置を同定（実線部）し、前後3等分割した中央部を測定範囲とした。そして、内包後脚中部の全体面積および内包後脚中部内に占める出血域の面積（色塗り部）を測定した。

の領域内に占める血腫の割合を数値化した評価である。皮質脊髄路走行領域の損傷度の測定範囲は、放線冠部は側脳室レベル（脳梁体部レベルもしくは脳梁膨大レベル）の脳室前端から後端までの距離において前端から50～75%の範囲、かつ脳室外側から脳実質外側における内側0～10%の範囲（図1A）、内包後脚中部は松果体レベルの内包後脚を前後3等分割した中央の範囲（図1B）とした。内包後脚中部の測定にあたり、内包後脚を前後3等分割する際には長軸に対して垂直に交わる線を引き、分割した面積がそれぞれ同面積であるかを計測して確認した。そして、放線冠部と内包後脚中部の全体面積（以下、脳領域全体面積： cm^2 ）と脳領域全体面積内に占める高吸収域で描出されている出血域の面積（以下、脳領域出血面積： cm^2 ）を画像閲覧ソフトの測定ツール（Array Corporation, Array AOU）を用いて測定し、脳領域出血面積／脳領域全体面積 $\times 100$ にて損傷度（%）を算出した。なお、皮質脊髄路走行領域の損傷度は、先行研究において高い検者間再現性²⁶⁾、および回復期病棟退棟時における下肢の運動機能の重症度との関係性²⁷⁾を認めている。血腫量に関しては、CTの水平断画像にて血腫が最大に描出されているスライスでの血腫の長径（cm） $\times$ 長径に直交する血腫の径（cm） $\times$ 血腫が確認できるスライス数 $\times$ スライス厚（cm）/2²⁸⁾にて算出した。

3. 統計解析

下肢の運動機能の改善の程度（以下、改善度）は、SIASの下肢運動合計点数を用いて退棟時から入棟時を引いて求めた。統計解析は、はじめにSIASの下肢運動合計点数の改善度と調査項目21項目それぞれについてSpearmanの順位相関係数を用いて相関分析を行った。次にSIASの下肢運動合計点数の改善度を従属変数、改善度と有意な相関関係を認めた項目を独立変数とした重回帰分析をステップワイズ法にて行った。なお、全ての変数の正規性はShapiro-Wilk検定にて確認し、重回帰分析後の残差の正規性はDurbin-Watson比、多重共線性はVIF（Variance Inflation Factor）を確認した。統計解析にはSPSS（ver27.0, IBM）を使用し、有意水準はいずれも5%とした。

4. 倫理的配慮

本研究の実施にあたり、偕行会リハビリテーション病院の倫理委員会の承認（承認番号2019-14号）を得た。また、対象者もしくは代諾者から研究参加の同意を書面にて得て実施した。

結 果

対象者42例の特性に関しては表1に示す。SIASの

表1 対象者の特性

対象者数(例)	42
年齢(歳) ^a	65.4 $\pm$ 10.1
性別(男／女：例)	25/17
発症から回復期病棟入棟までの期間(日) ^a	32.7 $\pm$ 13.0
発症から回復期病棟退棟までの期間(日) ^a	155.1 $\pm$ 31.3
回復期病棟の在棟期間(日) ^a	122.4 $\pm$ 29.5
回復期病棟での総リハビリ実施単位数(単位) ^a	991.8 $\pm$ 256.6
脳損傷側(左／右：例)	22/20
回復期病棟入棟時のSIASの下肢運動合計点数(点) ^a	0.5 $\pm$ 1.0
回復期病棟退棟時のSIASの下肢運動合計点数(点) ^a	3.0 $\pm$ 3.4
SIASの下肢運動合計点数の改善度(点) ^a	2.5 $\pm$ 3.0
回復期病棟入棟時のSIASの下肢腱反射点数(点) ^a	1.0 $\pm$ 0.7
回復期病棟入棟時のSIASの下肢筋緊張点数(点) ^a	1.4 $\pm$ 0.6
回復期病棟入棟時のSIASの下肢触覚点数(点) ^a	1.0 $\pm$ 0.7
回復期病棟入棟時のSIASの下肢位置覚点数(点) ^a	0.8 $\pm$ 0.9
回復期病棟入棟時のSIASの腹筋力点数(点) ^a	1.0 $\pm$ 1.1
回復期病棟入棟時のSIASの体幹垂直性点数(点) ^a	1.3 $\pm$ 1.0
回復期病棟入棟時のSIASの視空間認知点数(点) ^a	1.8 $\pm$ 1.1
回復期病棟入棟時のSIASの非麻痺側大腿四頭筋力点数(点) ^a	1.6 $\pm$ 0.9
回復期病棟入棟時のFIMの運動項目合計点数(点) ^a	28.0 $\pm$ 11.0
回復期病棟入棟時のFIMの認知項目合計点数(点) ^a	19.7 $\pm$ 7.0
皮質脊髄路走行領域の損傷度(%) ^a	58.3 $\pm$ 33.3
血腫量(ml) ^a	39.8 $\pm$ 33.4
脳室穿破の有無(あり／なし：例)	17/25

^a：平均 $\pm$ 標準偏差

回復期病棟：回復期リハビリテーション病棟

SIAS: Stroke Impairment Assessment Set

FIM: Functional Independence Measure

下肢運動合計点数の改善度と有意な相関を認めた項目は、年齢 ($r_s = -0.41$)、皮質脊髄路走行領域の損傷度 ($r_s = -0.44$)、SIASの体幹垂直性点数 ($r_s = 0.67$)、SIASの視空間認知点数 ($r_s = 0.39$)、FIMの運動項目合計点数 ($r_s = 0.36$) であった ($p < 0.05$, 表2)。重回帰分析の結果、年齢 ($\beta = -0.28$)、皮質脊髄路走行領域の損傷度 ($\beta = -0.29$)、SIASの体幹垂直性点数 ($\beta = 0.37$) が有意に選択され、Durbin-Watson比は2.02, VIFはいずれの変数に関しても10以下であり、自由度調整済み R^2 は0.47であった ($p < 0.05$, 表3)。

考 察

本研究では、重度の下肢運動障害をきたした回復期の被殻出血患者における運動機能の改善予測において、年齢が若く、発症早期の皮質脊髄路走行領域の損傷度が低く、回復期病棟入棟時のSIASの体幹垂直性点数が高いほど改善度が大きくなることが明らかになった。年齢と皮質脊髄路走行領域の損傷度は、先行研究において発症早期の運動機能に関わらず予測因子としての重要性が報告¹²⁾²⁷⁾されており、重度の運動障害例を対象とした本研究においても有用な予測指標であることが示された。一方、SIASの体幹垂直性点数は、下肢運動機能の予測

表2 SIASの下肢運動合計点数の改善度と各調査結果との相関

	相関係数	p 値
年齢(歳)	-0.41	<0.01
性別(例)	-0.18	0.25
発症から回復期病棟入棟までの期間(日)	0.08	0.58
発症から回復期病棟退棟までの期間(日)	0.21	0.17
回復期病棟の在棟期間(日)	0.23	0.13
回復期病棟での総リハビリ実施単位数(単位)	0.15	0.33
脳損傷側(例)	0.13	0.40
回復期病棟入棟時のSIASの下肢運動合計点数(点)	0.14	0.34
回復期病棟入棟時のSIASの下肢腱反射点数(点)	0.05	0.74
回復期病棟入棟時のSIASの下肢筋緊張点数(点)	0.01	0.98
回復期病棟入棟時のSIASの下肢触覚点数(点)	0.13	0.40
回復期病棟入棟時のSIASの下肢位置覚点数(点)	0.28	0.07
回復期病棟入棟時のSIASの腹筋力点数(点)	0.03	0.82
回復期病棟入棟時のSIASの体幹垂直性点数(点)	0.67	<0.01
回復期病棟入棟時のSIASの視空間認知点数(点)	0.39	0.01
回復期病棟入棟時のSIASの非麻痺側大腿四頭筋力点数(点)	0.15	0.34
回復期病棟入棟時のFIMの運動項目合計点数(点)	0.36	0.01
回復期病棟入棟時のFIMの認知項目合計点数(点)	0.25	0.10
皮質脊髄路走行領域の損傷度(%)	-0.44	<0.01
血腫量(ml)	0.01	0.99
脳室穿破の有無(例)	-0.28	0.07

回復期病棟：回復期リハビリテーション病棟
SIAS: Stroke Impairment Assessment Set
FIM: Functional Independence Measure

表3 SIASの下肢運動合計点数の改善度を従属変数とした重回帰分析の結果

	偏回帰係数 (95% 信頼区間)	標準化 偏回帰係数	p 値	VIF
定数	8.33 (2.76~13.89)		<0.01	
年齢(歳)	-0.08 (-0.16~-0.01)	-0.28	0.02	1.12
皮質脊髄路走行領域の損傷度(%)	-0.02 (-0.05~-0.01)	-0.29	0.02	1.25
回復期病棟入棟時のSIASの体幹垂直性点数(点)	1.07 (0.30~1.84)	0.37	<0.01	1.37

重相関係数 $R = 0.71$, 決定係数 $R^2 = 0.51$, 自由度調整済み $R^2 = 0.47$, 分散分析 $p < 0.01$, Durbin-Watson比2.02

独立変数：年齢、皮質脊髄路走行領域の損傷度、SIASの体幹垂直性点数、SIASの視空間認知点数、FIMの運動項目合計点数

回復期病棟：回復期リハビリテーション病棟

SIAS: Stroke Impairment Assessment Set

FIM: Functional Independence Measure

VIF: variance inflation factor

因子としての重要性を示した報告はみあたらず、重度の運動障害例における特異的な予測因子である可能性が示された。

年齢が有意に選択された理由は、脳内および身体の加齢変化が機能回復に悪影響を及ぼすためと考えられる。ラットに脳梗塞を発生させてその後の脳内の神経変性、身体機能の改善について調査した研究において、年齢は回復に影響を与える可能性があることが示されている²⁹⁾。また、ヒトにおいても加齢は脳卒中発症後の運動機能の回復を阻害する因子であることが報告されている¹²⁾。その背景には、加齢に伴って脳内の神経再生に問題をきたしやすいこと以外にも、一般的に年齢が高くなるほど運動耐容能が低下しやすく³⁰⁾、より高齢になるほど積極的な介入が行われにくいことも一要因と考えられる。

皮質脊髄路走行領域の損傷度が有意に選択された理由は、主たる運動性下行線維である皮質脊髄路および周辺組織の損傷の程度と、皮質脊髄路あるいは周辺組織から得られる神経ネットワークの構築による可塑性変化の可能性を反映しているためと考えられる。皮質脊髄路の損傷は、拡散テンソル画像を用いた研究において長期的な運動機能の予後に関与することが明らかにされている¹⁹⁾。また、下肢の運動機能に関与する皮質脊髄路は側脳室レベルでは側脳室近傍の中央よりやや後方部、松果体レベルでは内包後脚の中央部を走行することが明らかにされている³¹⁾。そのため、本研究で示した皮質脊髄路走行領域の高い損傷度は、重度の皮質脊髄路の損傷を反映している可能性が高く、さらに血腫は脳血管の破綻部位を中心に球状に進展しやすいことから、皮質脊髄路走行領域の周辺組織に対しても重度の損傷をきたしている可能性が高い。神経ネットワークの構築による可塑性変化の可能性についても、運動機能の回復過程において周辺組織から得られる神経ネットワークの構築は重要な要素とされており³²⁾、Weillerら³³⁾は脳卒中発症により内包後脚に損傷をきたした場合でも内包前脚や内包膝が損傷していない症例において、それらの領域を賦活させることで運動感覚機能の回復が得られたと報告している。つまり、皮質脊髄路のみならず周辺組織にまで損傷が及んでいる場合は、可塑性変化による機能回復³²⁾³³⁾が見込まれにくいと、予後が不良になると示唆される。実際に、脳水平断画像にて皮質脊髄路走行領域における血腫の進展の程度を評価することは運動機能の予後予測に有用であることが報告されている¹⁷⁾²⁷⁾。以上のことから、皮質脊髄路走行領域の損傷度は運動機能の改善に重要となる皮質脊髄路およびその周辺領域の損傷の程度を反映する指標であるため予測因子として選択されたと考える。

SIASの体幹垂直性点数が有意に選択された理由は、

座位保持能力は運動機能の改善を阻害する身体および高次脳機能と関連があるためと推察する。SIASの体幹垂直性点数は座位保持能力の定量的評価²⁵⁾であり、体幹機能³⁴⁾³⁵⁾以外にも麻痺側上下肢の運動機能や感覚機能、視空間認知機能をはじめとする高次脳機能が関連すると報告されている³⁶⁾³⁷⁾。そして、これらの機能は運動機能の改善に関わる因子であることが示されている⁸⁾¹³⁾³⁸⁾ため、SIASの体幹垂直性点数が予測因子として選択されたと推察する。また、抗重力伸展活動を伴う座位保持において重要となる体幹・下肢近位筋の筋活動は、主に皮質網様体路³⁹⁾によって支配されている。皮質網様体路は、補足運動野・運動前野から放線冠(傍脳室白質中央やや前方)、内包後脚前部を下行し、脳幹網様体にて網様体脊髄路となり、体幹・四肢近位筋に至る³¹⁾とされており、損傷により四肢近位筋の運動機能が低下することが報告されている⁴⁰⁾⁴¹⁾。つまり、座位保持における体幹垂直性の低下は、皮質網様体路の損傷をきたしていることが一要因として推察され、下肢近位筋の機能改善が阻害される可能性が示唆される。しかしながら、本研究では皮質網様体路の損傷については評価できていないため、今後関連性について検証を行う必要がある。なお、下肢運動機能の改善に座位保持能力が関与するとの報告はみあたらないことから本研究の結果は、重度の下肢運動障害例における特有の予測因子を明らかにした点で意義があると考えられる。

以上のことから、重度の下肢運動機能障害をきたした被験出血患者の運動機能の改善の予測には、年齢および皮質脊髄路走行領域の損傷度、SIASの体幹垂直性点数が重要な因子であると示唆された。そのため、上記3点の予測因子を用いて回復期病棟入棟時から下肢運動機能の改善を予測することで、下肢装具の作成内容や随意性の向上に向けた麻痺筋に対する反復的な運動¹⁰⁾あるいは電気刺激療法¹¹⁾の適応、入院期間、退院支援の内容など治療方針を決定する上での一助になると考えられる。ただし、本研究で得られた重回帰分析の結果をみると自由度調整済み R^2 は0.47と中等度の予測精度に留まっている。その要因としては、本研究の限界である運動機能の回復は介入内容によって異なる⁴²⁾が考慮されていない点、本研究は一般的に理学療法士が用いている指標および評価を基に検討を行っていることから運動誘発電位¹⁵⁾や拡散テンソル画像を用いた画像解析¹⁸⁻²⁰⁾などの専門的な評価を用いて検討が行われていない点、回復期病棟入棟時の脳画像評価が行われていない点、簡単な高次脳機能検査であっても実施困難な者が含まれたことで高次脳機能障害が運動機能の改善に及ぼす影響を十分に検討できていない点、対象者数が少ない点が関与していると考えられる。そのため、本研究は上記の点を考慮して解釈する必要がある。

結 論

重度の下肢運動障害をきたした被殻出血患者を対象に回復期病棟入棟期間内における下肢運動機能の改善に関する予測因子について検討した。その結果、下肢運動機能は、年齢が若く、皮質脊髓路走行領域の損傷度が低く、回復期病棟入棟時のSIASの体幹垂直性点数が高いほど改善しやすいことが示された。そのため、重度の下肢運動障害をきたした症例の下肢の運動機能の改善予測は、上記3項目を考慮して行うことが重要と示唆される。

利 益 相 反

開示すべき利益相反に相当する事項はない。

文 献

- Cho KH, Lee JY, *et al.*: Factors related to gait function in post-stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2014; 26: 1941–1944.
- Fujita T, Ohashi Y, *et al.*: Functions necessary for gait independence in patients with stroke: A study using decision tree. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2020; 29: 104998.
- Nasciutti-Prudente C, Oliveira FG, *et al.*: Relationships between muscular torque and gait speed in chronic hemiparetic subjects. *Disabil Rehabil.* 2009; 31: 103–108.
- Nolfe G, D'Aniello AM, *et al.*: The aftermath of rehabilitation for patients with severe stroke. *Acta Neurol Scand.* 2003; 107: 281–284.
- Meijer R, van Limbeek J, *et al.*: Development of the Stroke-unit Discharge Guideline: choice of assessment instruments for prediction in the subacute phase post-stroke. *Int J Rehabil Res.* 2006; 29: 1–8.
- Alexander MP: Stroke rehabilitation outcome. A potential use of predictive variables to establish levels of care. *Stroke.* 1994; 25: 128–134.
- Kwakkel G, Wagenaar RC, *et al.*: Predicting disability in stroke—a critical review of the literature. *Age Ageing.* 1996; 25: 479–489.
- Binkofski F, Seitz RJ, *et al.*: Recovery of motor functions following hemiparetic stroke: a clinical and magnetic resonance-morphometric study. *Cerebrovasc Dis.* 2001; 11: 273–281.
- Prabhakaran S, Zarahn E, *et al.*: Inter-individual variability in the capacity for motor recovery after ischemic stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2008; 22: 64–71.
- Shimodono M, Noma T, *et al.*: Repetitive facilitative exercise under continuous electrical stimulation for severe arm impairment after sub-acute stroke: a randomized controlled pilot study. *Brain Inj.* 2014; 28: 203–210.
- Everaert DG, Thompson AK, *et al.*: Su Ling Chong: Does functional electrical stimulation for foot drop strengthen corticospinal connections? *Neurorehabil Neural Repair.* 2010; 24: 168–177.
- Yoo JW, Hong BY, *et al.*: Effects of age on long-term functional recovery in patients with stroke. *Medicina (B Aires).* 2020; 56: 451.
- Duncan PW, Goldstein LB, *et al.*: Measurement of motor recovery after stroke Outcome Assessment and Sample Size Requirements. *Stroke.* 1992; 23: 1084–1089.
- Gracies JM: Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue change. *Muscle Nerve.* 2005; 31: 535–551.
- Pizzi A, Carrai R, *et al.*: Prognostic value of motor evoked potentials in motor function recovery of upper limb after stroke. *J Rehabil Med.* 2009; 41: 654–660.
- Song YM: Somatotopic organization of motor fibers in the corona radiata in monoparetic patients with small subcortical infarct. *Stroke.* 2007; 38: 2353–2355.
- Chung CS, Caplan LR, *et al.*: Striatocapsular haemorrhage. *Brain.* 2000; 123: 1850–1862.
- Zhu LL, Lindenberg R, *et al.*: Lesion load of the corticospinal tract predicts motor impairment in chronic stroke. *Stroke.* 2010; 41: 910–915.
- Koyama T, Marumoto K, *et al.*: Outcome assessment of hemiparesis due to intracerebral hemorrhage using diffusion tensor fractional anisotropy. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2015; 24: 881–889.
- Imura T, Nagasawa Y, *et al.*: Prediction of motor outcomes and activities of daily living function using diffusion tensor tractography in acute hemiparetic stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2015; 27: 1383–1386.
- Swayne OB, Rothwell JC, *et al.*: Stages of motor output reorganization after hemispheric stroke suggested by longitudinal studies of cortical physiology. *Cereb Cortex.* 2008; 18: 1909–1922.
- Baird AE, Dambrosia J, *et al.*: A three-item scale for the early prediction of stroke recovery. *Lancet.* 2001; 357: 2095–2099.
- Ghetti G: Putaminal Hemorrhages. *Front Neurol Neurosci.* 2012; 30: 141–144.
- 日本脳卒中学会脳卒中ガイドライン委員会: 脳卒中ガイドライン2021. 協和企画, 東京, 2021, pp. 43–45.
- 道免和久: 脳卒中片麻痺患者の機能評価法Stroke Impairment Assessment Set (SIAS) の信頼性および妥当性の検討(1): 麻痺側運動機能, 筋緊張, 腱反射, 健側機能. *リハビリテーション医学.* 1995; 32: 113–122.
- 澤島佑規, 矢部広樹, 他: 被殻出血患者における各脳領域の損傷度による歩行自立度の予後予測. *理学療法学.* 2018; 4: 216–226.
- 澤島佑規, 矢部広樹, 他: 被殻出血患者における皮質脊髓路走行領域の損傷度と下肢の運動機能との関係. *愛知県理学療法学会誌.* 2018; 2: 72–77.
- Kothari RU, Brott T, *et al.*: The ABCs of measuring intracerebral hemorrhage volumes. *Stroke.* 1996; 27: 1304–1305.
- Brown AW, Marlowe KJ, *et al.*: Age effect on motor recovery in a post-acute animal stroke model. *Neurobiol Aging.* 2003; 24: 607–614.
- Yamada M, Nishiguchi S, *et al.*: Prevalence of sarcopenia in community-dwelling Japanese older adults. *J Am Med Dir Assoc.* 2013; 14: 911–915.
- Yeo SS, Chang MC, *et al.*: Corticoreticular pathway in the human brain: Diffusion tensor tractography study. *Neurosci Lett.* 2012; 508: 9–12.
- Nudo RJ: Recovery after brain injury: mechanisms and principles. *Front Hum Neurosci.* 2013; 7: 887.
- Weiller C, Ramsay SC, *et al.*: Individual patterns of functional reorganization in the human cerebral cortex after capsular infarction. *Ann Neurol.* 1993; 33: 181–189.
- Karatas M, Cetin N, *et al.*: Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in unihemispheric stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004; 83: 81–87.
- Fujita T, Sato A, *et al.*: Contribution of abdominal muscle strength to various activities of daily living of stroke patients with mild paralysis. *J Phys Ther Sci.* 2015; 27: 815–818.
- Mayo NE, Korner-Bitensky NA, *et al.*: Recovery time of independent function post-stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 1991; 70: 5–12.
- Saj A, Honore J, *et al.*: Reducing rightward bias of subjective straight ahead in neglect patients by changes in body orientation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2008; 79: 991–996.
- Gialanella B, Mattioli F: Anosognosia and extrapersonal neglect as predictors of functional recovery following right hemisphere

- stroke. *Neuropsychol Rehabil.* 1992; 2: 169–178.
- 39) Matsuyama K, Mori F, *et al.*: Locomotor role of the corticoreticular–reticulospinal–spinal interneuronal system. *Prog Brain Res.* 2004; 143: 239–249.
- 40) Do KH, Yeo SS, *et al.*: Injury of the corticoreticular pathway in patients with proximal weakness following cerebral infarct: Diffusion tensor tractography study. *Neurosci Lett.* 2013; 546: 21–25.
- 41) Jang SH, Yeo SS: Recovery of an injured corticoreticular pathway via transcallosal fibers in a patient with intracerebral hemorrhage. *BMC Neurol.* 2014; 14: 1–4.
- 42) Cooke EV, Mares K, *et al.*: The effects of increased dose of exercise-based therapies to enhance motor recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med.* 2010; 8: 60.

〈Abstract〉

Predictors Involved in Improving Motor Function in Patients with Putamen Bleeding with Severe Lower Limb Paralysis

Yuki SAWAJIMA, PT, Hirotaka ADACHI, PT, Yoshihiro TANAKA, PT

Department of Rehabilitation, Kaikoukai Rehabilitation Hospital

Hiroki YABE, PT, PhD

Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Science, Seirei Christopher University

Hiroki YABE, PT, PhD

Department of Rehabilitation, Nagoya Kyoritsu Hospital

Objective: The purpose of this study is to clarify the predictors involved in improving motor function in patients with putamen bleeding who have severe lower limb movement disorder.

Method: The participants were 42 patients with putamen bleeding who had a total lower limb movement score of 3 points or less on the Stroke Impairment Assessment Set (SIAS) at the time of admission to the Kaifukuki rehabilitation ward (Kaifukuki ward). Survey items including age, gender, number of days from onset to Kaifukuki ward discharge, brain injury side, total lower limb movement of SIAS at the time of admission, tendon reflex, muscle tone, tactile sense, position sense, trunk verticality, abdominal muscle, visual space cognitive score, total motor and cognitive scores of functional independence measure, degree of damage to the corticospinal tract running area several days after the onset, amount of hematoma, and presence or absence of ventricular perforation were determined.

Results: Multiple regression analysis was performed, with the degree of improvement in motor function as the dependent variable, and the item with significant correlation to the degree of improvement as the independent variable. The results of statistical analyses revealed that younger age, lower degree of damage to corticospinal tract running area, and higher SIAS trunk verticality score were significantly associated with the improvement of motor function.

Conclusion: This study suggests that the sitting ability, in addition to the age and degree of damage to the corticospinal tract running area, are important in the assessment of physical therapy in order to predict the improvement of motor function in patients with severe motor disorders.

Key Words: Severe lower limb movement disorder, Putamen bleeding patients, Predictors of improvement

症例報告

集中的な電動車いす操作練習により心身機能の向上した 14歳の重症心身障害児の1症例*

宮本 清隆^{1) #} 楠本 泰士²⁾ 山際 陽子¹⁾ 小野 知子¹⁾ 川田 恵祐³⁾

要旨

【目的】14歳の重症心身障害児（以下、重症児）1症例に対し、6か月間の集中的な電動車いす操作練習を実施し、運動機能および認知機能に向上がみられたので報告する。【症例と経過】症例は14歳の重症児の女性、座位保持不可・言語理解不可で、日常生活において意図的に移動する様子はみられなかった。電動車いすを特別支援学校と外来理学療法で6か月間練習し、その前後1か月間を含めた8か月間に電動車いす操作、上肢操作、座位バランス、認知機能の評価を行った。【結果】電動車いす操作は、実施回数、走行時間が増加した。上肢操作や座位バランスに向上がみられ、認知機能にもわずかな向上が確認された。また、自宅では、物品に向かって寝返り移動する活動が観察されるようになった。【結論】青年期の重症児に対し、集中的な電動車いす練習がさまざまな認知機能などを改善させる可能性があることが示唆された。

キーワード 青年期重症心身障害児、電動車いす、座位バランス、上肢操作、発達検査

はじめに

重症心身障害児（以下、重症児）とは、重度の肢体不自由と知的障害やてんかん、行動障害などが重複した状態にある。重度の運動障害によって自力で移動できず、自発的な探索が制限されることで、知的発達の遅滞をさらに重度化させてしまう危険性が指摘されている¹⁾²⁾。正常発達において乳児にみられる寝返りやずり這いは、移動運動の一形態といった意味のみにとどまらず、対象への接近と接触を可能にし、外界の情報収集や知覚の促進に寄与している³⁾⁴⁾。また、物や人への興味・関心の向上などの知的発達は、移動、運動のモチベーションとなり、発達早期では特に知的発達が運動発達の促進に寄与しており、運動発達と知的発達には相互関係がある⁵⁾。

重症児の知的発達を促進させる活動としてPower mobility device⁶⁾を用いた移動活動の取り組みが報告されている⁷⁻⁹⁾。Power mobility deviceには電動車いすや市販のおもちゃの車に簡易的な電動モーターやスイッチを取り付けて幼児が遊びながら移動経験を積めるようにするModified toy car¹⁰⁾などがあり、日本では2007年からKids Loco Projectとして重症児の移動活動促進の活動が継続して取り組まれている。このような重症児に対する移動活動の取り組みは、知的好奇心の促しや動くことの運動感覚経験、集中力の継続などの向上を目的に実施され、心身機能の向上や認知機能の向上が期待されている¹¹⁻¹³⁾。しかし、現在の日本の保険制度下では、幼児期や学童期の小児患者に電動車いすが処方されることはほとんどなく、重症児に処方されることは、操作性の安全面が課題となり、難しいのが現状である。そのため、日本の重症児がPower mobility deviceを用いた移動活動を経験するには、リハビリテーション時に各施設内に保有している電動車いすを用いての工夫した取り組みや、関係者がKids Loco Projectへ参加することが必要である。しかし、海外で実施されているModified toy carや日本で取り組まれているKids Loco Projectの対象は幼児であることが多い。身体の大きくなった青年期の重症児に対するPower mobility deviceによる取り組みや介入効果はこれまでに報告されていない。青年期の重症児の多くは、

* Effects of Intensive Practice of Operating a Powered Wheelchair for Fourteen Years Old Child with Severe Mental and Physical Disabilities: A Single Case Study

1) 中川の郷療育センター

(〒343-0116 埼玉県北葛飾郡松伏町大字下赤岩222番地)

Kiyotaka Miyamoto, PT, Yoko Yamagiwa, OT, Tomoko Ono, MSc, CP: Nakagawanosato Rehabilitation Center for Children with Disabilities

2) 福島県立医科大学保健科学部理学療法学科

Yasuaki Kusumoto, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Fukushima Medical University School of Health Sciences

3) 埼玉県立越谷特別支援学校

Keisuke Kawata: Saitama Prefectural Koshigaya School for Special Needs Education

E-mail: kmiyamoto040@gmail.com

(受付日 2021年1月12日／受理日 2022年1月23日)

[J-STAGEでの早期公開日 2022年5月20日]



図1 症例：14歳4か月女児，横地分類A2（座位保持・言語理解不可），粗大運動能力分類システムにてレベルV

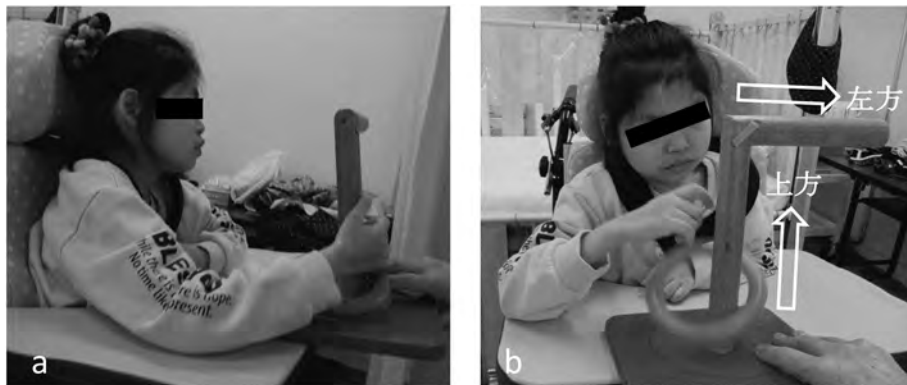


図2 上肢操作方向に関するチェック項目の実施方法

写真a 担当作業療法士が，輪の入ったL字型の輪抜きを症例に提示している．写真b 症例の手を操作方向に，それぞれ1回ずつ誘導して練習を行った後，各運動方向を3回ずつチェックしている．

これまでの人生で自らの意思による能動的な移動経験を行ったことのない者が多い。青年期の重症児であっても，環境を整えてPower mobility deviceによる移動活動を継続することで，認知機能や身体機能に良い影響を及ぼす可能性がある。

そこで今回，粗大運動の発達が2歳6か月，上肢操作の発達が7歳でプラトーとなっていた14歳の青年期の重症児に対して，6か月間の電動車いす操作練習を実施した結果，運動機能および認知機能に向上がみられたのでその経過について報告する。

症例紹介

1. 症例と経過

症例（図1）は2020年1月時点で14歳4か月の重症児の女性，医療的ケアは胃瘻からの経管栄養のみだった。診断名はてんかん，横地分類でA2（座位保持・言語理解不可），粗大運動能力分類システムにてレベルV，日常

生活において寝返りで移動は可能だが，視覚的に定位した物に意図的に接近する様子はみられなかった。人への反応は，声かけに対し顔を向ける，5 m程度離れたところから担当療法士を見つけ声を出す，顔と顔を近づけた際に目と目を合わせることが可能であった。遊びは，手が届く範囲内で物にリーチし，紐状のもの（胃瘻用のチューブなど）をつかんで振る，引っ張ることとそれを見て慌てる周りの人のリアクションを見て楽しむ様子がみられたが，他者や物から伝わる明確な抵抗感が感じられないと興味を持続することは困難だった。

作業療法は1歳から認知・上肢操作領域の発達促進を目的に外来で月1回の頻度で介入していたが，就学以降徐々に頻度を減らし8歳以降は年2回程度のショートステイ利用時のみとなっていた。7歳時から「2方向の輪抜き：カギ型（L字型）の棒に入った輪を右手にて把持し，上方に移動し，水平移動させて抜く」課題を行ってきた（図2）。7歳時，手関節を掌屈・尺屈し尺側指で把持す

電動車いす操作練習前の臨床での座位の問題点から、Chailey 姿勢能力発達レベルの椅子座位¹⁴⁾の項目を基に、座位バランスチェックとして①体幹背面を座位保持装置背クッションに着け、5秒間保持する、②前方の対象にリーチし肩甲骨を背クッションから離し、再びもとの位置に戻る、③上体を右アームサポートにもたれた姿勢から、上体を起こし背クッションに付ける、④上体を左アームサポートにもたれた姿勢から、上体を起こし背クッションに付ける、の4項目を評価した。これらの項目はChailey 姿勢能力発達レベルの椅子座位のレベル3(静的座位姿勢保持が可能)がチェック項目①、レベル4(支持基底面内の前方および側方への重心移動が可能)がチェック項目②、レベル5(左右に傾いた位置から立

	2012.9 (7y0m)	2014.8 (8y11m)	～	2020.1 (14y4m)	2020.2	2020.3	2020.4	2020.5	2020.6	2020.7	2020.8 (14y11m)	2020.9 (15y0m)
1) 上肢操作チェック	○	○		○							○	
2) 電動車いす操作テスト				○	○	○	○	○	○	○	○	○
3) 座位バランステスト				○	○	○	○	○	○	○	○	○
4) 新版K式発達検査					○							○
電動車いす操作練習												

ち直ることができる)がチェック項目③④にそれぞれ対応している。各チェック項目は、可、不可の二件法で担当理学療法士が2020年1月～9月の電動車いす練習の前に月1回の頻度で実施した(表1)。

4) 新版K式発達検査

担当臨床心理士が電動車いす練習開始月と開始7か月後に新版K式発達検査を実施した(表1)。

5) 電動車いす操作練習中の様子

担当教諭が学校での車いす操作練習中および担当理学療法士が理学療法中の車いす操作練習中にみられた本人の様子(姿勢, 上肢操作, 注意, 認知, 対人面について)を観察しその特徴を自由記述にて記録した。

6) 自宅での移動活動状況

母親から電動車いす練習前と練習後の本人の移動活動について、毎回の理学療法時に聞き取りを行った。

結 果

1. 上肢の操作性チェック

上肢の操作性の変化を表2に示した。1回目は7歳, 8歳の時と同じように手関節を掌屈・尺屈し尺側指で把持すると、前腕回内, 肘屈曲, 肩甲帯を挙上した状態で水

表2 上肢操作方向に関するチェック項目の変化

	7歳	8歳11か月	14歳4か月 (第1回目)	14歳11か月 (第2回目)
上方	+	+	+	+
上方+右方	-	+	+	+
上方+後方	-	-	-	+
上方+前方	-	-	-	+
上方+左方	-	-	-	+

+: 可

-: 不可

平外転し, 手前に引っ張る動きで「上方→右方」が成功したが, 方向を調整しながら抜くというよりは力づくで引き抜くような状態だった。2回目は, 手関節を背屈し橈側指で把持することができるようになり, 試行錯誤的ではあるが, 上方に持ち上げた後, 提示された方向に合わせて運動方向を調整する様子がみられるようになり, 全方向で成功した。

2. 電動車いす操作チェック

車いす移動開始するまでの時間, 車いす移動時間の変化を表3に示した。4/14, 6/23, 8/6の本症例の様子は, 覚醒が低く担当PTや母からの励ましにあまり反応を示さなかった。この3日間は超過回数が3回と多く, 実施回数は少なかった。また, 最長走行時間も短かった。この3日間を除くと実施回数は徐々に増加していた。最長走行時間は開始から2/12(計測2回目)で急激に上昇し, 5/27(計測5回目): 48秒と最大値となった。移動開始までの平均時間に大きな変化はなかった。

3. 座位バランスチェック

座位バランスの変化を表4に示した。練習前の2020年1月には上体を5秒間保持すること以外不可だったが, 2020年2月以降, 徐々に可となる項目が増え2020年5月には全ての項目が可となった。しかし, それ以降で左右のアームレストから上体を戻すことが不可のときもあった。

4. 新版K式発達検査

新版K式発達検査の結果を表5に示した。第1回目検査結果は全領域20以下(姿勢・運動20以下, 認知・適応20以下, 言語・社会20以下)だった。認知・適応領域では, 検査者が提示する検査用具にはいずれも興味を

表3 電動車いす操作結果

	1/16	2/12	3/27	4/14	5/27	6/23	7/28	8/6	9/16
移動開始までの平均時間(秒)	0	17.4	5.7	49.3	12.1	16.5	16.7	13.1	14.1
最長走行時間(秒)	0	15.4	36.8	4.5	48.3	5.2	23.1	4.9	29.0
実施回数(回)	1	10	7	8	17	6	18	6	15
超過回数(回)	0	1	1	3	0	3	1	3	2

表4 座位バランスチェック項目

	1/23	2/25	3/27	4/28	5/27	6/23	7/28	8/6	9/16
上体を5秒間保持する	+	+	+	+	+	+	+	+	+
上体を背シートから離し, 再び戻す	-	+	+	-	+	+	+	+	+
右アームレストから, 上体を戻す	-	-	+	-	+	+	+	-	+
左アームレストから, 上体を戻す	-	-	-	-	+	-	+	-	+

+: 可

-: 不可

表5 新版K式発達検査結果

生活年齢：14歳4か月（第1回目）				生活年齢：15歳0か月（第2回目）		
	得点	発達年齢	発達指数	得点	発達年齢	発達指数
姿勢・運動	21	0歳5か月	20以下	21	0歳5か月	20以下
認知・適応	32	0歳5か月	20以下	35	0歳5か月	20以下
言語・社会	12	0歳6か月	20以下	12	0歳6か月	20以下
全領域	65	0歳5か月	20以下	65	0歳5か月	20以下

表6 電動車いす操作練習中の様子

日付	6/12	6/16	7/6	7/10	7/17	9/16
実施場所	学校	学校	学校	学校	学校	当センター
様子	意識状態は通常通り、電動車いすが走行しているときに楽しんでいる様子はみられない。周りにいる教員とよく視線が合った。	開始時、ウトウトしていたが途中から意識状態がはっきりしてきた。スティックを定位してから把持するまでの時間が短縮した。	意識状態は普通、直進しているとき前方に顔を向けていることがあった。	意識状態は普通、スティックを把持している時間が延長した。教員がスティックを指でトントンとたたくことで、本人がスティックを把持することができた。	スティックを介助者の手がかりなしで把持し、移動開始することがあった。走行中は人を見ていることが多く、目的地（視覚定位）に向かって進む様子はみられなかった。走行中、スティックの持ち方を変えてスティックの傾きを変化させ車いすの進行方向を変化させることがあった。応援や賞賛により積極的に取り組んでいた。	電動車いす操作練習中の様子は、周りの人の励ましや応援をきっかけに操作を開始する様子がみられた。しかし特定の人（担当PT、母）以外のモノや周りの環境に興味を示し注視することや近づく様子はみられなかった。

示し、用具へ手を伸ばし用具を握ると、すぐに手を開いて落とす、少し勢いをつけて投げるといった操作が多く見られた。大きめの容器と紙を丸めたボールを持たせると、容器に向かって手を伸ばし、手に持った紙ボールを容器の中に入れるといった物と物とを関係づけた操作がみられた。

第2回目検査結果は全領域20以下（姿勢・運動20以下、認知・適応20以下、言語・社会20以下）だった。新たに通過となったのは認知・適応領域の3項目（「小鈴に手を伸ばす」「円板を外す」「コップの中の積木を出す」）だった。「小鈴に手を伸ばす」課題では今回新たに小鈴を固視する様子が観察された。また「積木とコップ」の課題では、自発的に手を伸ばすとコップを掴むのみで、コップの中に手を入れることは難しかった。介助でコップの中に手を入れてあげれば、中に入った積木を出すことができた。

5. 電動車いす操作練習中の様子

電動車いす操作練習の様子を表6に示した。介入当初、本症例は他者の介入なしに物への興味を持続することが難しかった。また、症例はスティックにリーチをしても把持をしないことが多かった。練習を重ねるにつれ実施回数が徐々に増加し、本症例の表情にスティックを注視するような変化や笑顔がみられた。徐々に操作性が向上していく様子がみられたが、特定の人（担当教諭、担当理学療法士、母）以外の物や周りの環境に興味を示

し注視することや近づく様子はみられなかった。

6. 自宅での移動活動状況

これまで床上で過ごしている際は、周りの物に関心を示す様子はなく、じっとしていることが多かった。寝返りは可能であったが、背臥位から腹臥位までの1回程度だった。8月中旬から最長2m程度寝返り移動をして、キャビネットの扉を開け、中の物品を出す活動が見られるようになった。

考 察

多くの先行研究にて、重症児の運動機能は経年的に重症化し、日常生活活動の制限は児童期よりも青年期にかけて、顕著に出現すると言われている¹⁵⁻¹⁷⁾。今回、14歳の青年期の重症児に対して、6か月間の電動車いす操作練習を実施した結果、運動機能では上肢の操作性や座位バランスの向上がみられ、認知機能では新版K式発達検査にてわずかな向上が確認された。また、自宅での移動範囲が広がり、物を観察する様子がみられるようになった。重い障害を持ちつつも長期間の関わりによって、運動機能や認知機能の向上を示す例も散見されることから¹⁸⁾¹⁹⁾、本症例も特別支援学校と外来理学療法での共通認識をもった6か月間の関わりによって、各機能が改善した可能性がある。

1. 電動車いす操作練習と上肢操作チェック

電動車いすを操作する際の上肢機能には、スティックに対し「リーチ」し、「把持」した状態で「傾ける」といった3つの工程を連続して持続する必要がある。介入当初、本症例は他者の介在なしに物への興味を持続することが難しく、スティックを操作対象とするこの活動は難易度が高く達成困難な課題だと考えられていた。また本症例はスティックにリーチをしても把持をしないことが多かったが、練習を重ねるにつれ最長走行時間が20秒以上に増加し、電動車いすのスティックを多方向に傾けることができるようになった。これらの変化は、操作対象に対する注意の持続性の向上であるとともに、本症例にとって電動車いすが操作可能な対象であると学習されたためではないかと推察される。また、移動開始までの平均時間が大きく変化しなかった。今回は計測環境が同じだったため、モチベーションの向上が不十分であり、移動開始までの平均時間に影響を与えなかった可能性がある。

2. 電動車いす操作と上肢操作の変化との関係

電動車いす操作では、操作時に特定の対象に接近しようと意図し、その方向へスティックを随意的に傾けるといったスキルが必要である。本症例における電動車いす操作練習では、①興味ある対象（担当教諭や理学療法士）を視覚的に定位して②座位姿勢を安定化させながらスティックを操作して移動し、③目的地（人）に到達し関わりをもつことで、④嬉しい楽しいといった快の感情が生じ、賞賛されることでさらにモチベーションが高まるといった一連の活動が繰り返された。

一方、「2方向の輪抜き」課題では、輪抜き課題を成功させるには「輪が抜ける方向を予測」「輪を把持しながら意図した方向に移動させる」ことが必要である。介入前は右方向にしか輪を抜くことができなかったが、介入後、全方向で成功した。

電動車いす操作練習と輪抜き課題には、上肢動作に共通する点は少ないが、目標物を定位し、輪やスティックを随意的に意図した方向に動かすといった課題内容では共通する点がある。本症例は、電動車いす操作時に特定の人に接近しようと意図し、スティックを随意的にその方向に傾けることを反復して継続した結果、輪抜き課題のような上肢操作も改善した可能性が考えられる。

3. 電動車いす操作と座位バランスとの関係

本症例の座位バランスチェック項目は、介入開始時と比べて最終評価時には大きな改善が見られた。正常発達において、乳児は生後4～5か月での上手なリーチ動作が始まる前に、視覚的に定位した物に自発的に手を近づける運動が姿勢筋の活動と同時に起こるとされてい

る²⁰⁾。また、座位獲得前の姿勢調整の発達に対する研究では、座位でのリーチ練習により座位バランスが向上することが報告されている²¹⁾。本症例の座位バランスの変化は、まず静止座位保持から前方への重心移動、続いて体幹の回旋と側屈運動による起き上がりが段階的に改善した。座位の発達は、月齢が進むにつれて矢状面上でみると頭部-頸部、上部体幹、下部体幹、骨盤-大腿（下肢）へと頭尾方向へ発達が進むとされている²²⁾。本症例はスティックへのリーチングにより体幹や股関節周囲の姿勢保持に必要な様々な筋活動が賦活され、さらに車いす走行時の動揺が座位バランスを向上させた可能性がある。青年期の重症児においても、定型乳児の発達と同様の経過をたどることが観察された。

4. 電動車いす操作と認知機能との関係

新版K式発達検査では2回目の認知・社会領域の得点が32点から35点へと高くなっていった。2回目は1回目と比較すると、大きな得点の変化はなかったが、小項目にて小さな物を視覚的に捉える力が改善していた可能性が示唆された。また、本症例の日常生活では、介入前は寝返りで移動して目標物に近づく様子はみられなかったが、介入後には初めて2m程度の距離を寝返りで移動して目標物を触るようになった。電動車いす操作練習では、本症例が視覚認知した対象に接近する、または遠ざかる経験が繰り返された。その結果「視対象に対する接近」行動が学習され、寝返りという別の運動形態に置き換えることが可能となり、自発的に能動的な移動を開始した、と推察される。

5. 介入量と身体機能領域への影響

国際的に行政サービスの制度不足や制度の対象年齢の狭まりなどが制限となり、集中的な介入の開始を妨げる可能性が危惧されている²³⁾。青年期の重症児が電動車いすなどのPower mobility deviceを気軽に使用できる環境であるとは言い難い状況である。また、小児理学療法における様々な機能改善は、介入量（頻度、強度、時間）によってもたらされる結果であると言われている²⁴⁾。多くの研究で、高強度での介入によりアウトカムが改善されたことが示されている²⁵⁾。また、現在の日本の障害児の教育体制やリハビリテーション制度では、高等部までの特別支援学校教育の期間が、高頻度の介入が行いやすい状況である。今回の症例は特別支援学校に在籍し、学校で適切な練習頻度・強度・時間を確保することができた。しかし、青年期の重症児が電動車いすを個別に用意することは、公的な補助もなく経済的負担も大きい。今回使用した普通型、シートベルト（胸・腰）付き電動車いすは、比較的費用も安く汎用性も高い。このような電動車いすを学校の備品として用意す

ば、多くの重症児が電動車いす操作活動を経験することができる。そのためにも、重症児における理学療法や作業療法では、青年期に電動車いすが使用できる可能性を視野に入れながら、幼少期から座位保持機能、認知・上肢操作機能を高めておく取り組みが重要である。

子どものリハビリテーションにおいて、本人のモチベーションを引き出すために対象に合わせた設定が重要である。青年期の重症児において電動車いすを用いた活動が、本人のモチベーションを引き出し、関連する身体機能領域への影響に留まらず、記憶や予測などの知的領域にも影響する可能性があることが示唆された。

6. 本研究の限界点と今後の課題

近年、小児領域において「標準的理学療法」の確立が提唱されており²⁶⁾、本研究では、介入内容を量的・質的に指標化することに努めてきた。しかし、現在の日本だけでなく国際的に重症児に対する標準化された評価が少ないため、一部オリジナルの評価項目を使用した。また、本症例は中学校に所属しており、可能な範囲で本研究に協力していただいたが、各種評価や介入には時間的制約があり十分なアウトカムを得ることはできなかったため、介入と改善の因果関係が不明確になったと思われる。今後の課題として、今回の取り組みを継続的にかつ長期的に行い、電動車いすによる移動活動と様々な発達領域との因果関係を明らかにしていく必要がある。

結 論

座位バランスおよび上肢操作機能が停滞している青年期の重症児に対し、電動車いす練習が上肢操作や座位バランス、認知機能などを改善させる可能性があることが示唆された。特別支援学校で使用可能な電動車いすに着目し、その評価方法と効果を記した本報告は、臨床場面においても有益な情報になるものと考えられた。

利 益 相 反

本研究において開示する利益相反関係はない。

文 献

- 1) 吉川一義：重症心身障害児のリーチングと視覚的注意の関係。特殊教育研究。2018; 56: 189-197.
- 2) 干川 隆：脳性まひ児の方向概念の発達に関する研究。特殊教育研究。1993; 30: 19-27.
- 3) 笹原未来，川住隆一：障害のある子どもの“接近行動”の滞りとその促進に関する諸課題。東北大学大学院教育学研究科研究年報。2007; 55: 225-241.
- 4) 山本尚樹：乳児期における寝返り動作獲得過程の縦断的観察。発達心理研。2011; 22: 261-273.

- 5) 船橋篤彦：移動運動と社会的行動の初期発達—乳児の移動運動がもたらす養育的関わり移行を中心に—。九州大学心理学研究。2003; 4: 117-126.
- 6) Wheelchairs, mobility aids, and other power-driven mobility devices. <https://www.spinalcord.org/disability-products-services/ada-requirements-wheelchairs-mobility-aids-other-power-mobility-devices/> (2021年11月24日引用)
- 7) Juan A, Mary L: Enhanced steering and drive adaptations of modified ride-on toy cars for improved directional control in very young children with severe multiple developmental impairments. Front Pediatr. 2020; 8: 567.
- 8) Logan SW, Feldner HA, *et al.*: Modified ride-on car use by children with complex medical needs. Pediatr Phys Ther. 2016; 28: 100-107.
- 9) 松本葉子，八木麻里子，他：自走式電動乗物が、重症心身障害児の認知機能及び身体発達に及ぼす効果。明治安田こころの健康財団，研究助成論文集。2015; 51: 179-186.
- 10) Huang H, Galloway JC: Modified ride-on toy cars for early power mobility: A technical report. Pediatr Phys Ther. 2012; 24: 149-154.
- 11) Jones MA, McEwen IR, *et al.*: Effects of power wheelchairs on the development and function of young children with severe motor impairments. Pediatr Phys Ther. 2012; 24: 131-140, discussion 140.
- 12) Huang H, Chen Y-M, *et al.*: Ride-on car training for behavioral changes in mobility and socialization among young children with disabilities. Pediatr Phys Ther. 2017; 29: 207-213.
- 13) Huang H-H, Chen Y-M, *et al.*: Modified ride-on cars and young children with disabilities: effects of combining mobility and social training. Front Pediatr. 2018; 5: 299.
- 14) 今川忠夫：脳性まひ児の24時間姿勢ケア。三輪出版，東京，2011，pp. 20-36.
- 15) 黒川 徹，平山義人，他：重症心身医学 最近の進歩。日本知的障害福祉連盟，東京，2009，pp. 24-282.
- 16) 富田 豊，近藤 敏，他：重症心身障害児・者の機能障害とADL—II. 年代によるADLの変化の特徴—。リハビリテーション医学。1999; 36: 103-111.
- 17) 佐田佳美，畠山和男，他：重症心身障害児(者)における死亡例の検討。小児科臨床。1995; 48: 2039-2044.
- 18) 蒲田文聰：重症心身障害者の出生から32歳までの発達の変動。特殊教育研究。1993; 30: 11-18.
- 19) 藤田 良，美延幸保，他：障害児入所施設における入院リハビリテーションによるThe Canadian Performance Measure (COPM) の変化。Jpn J Rehabil Med. 2015; 52: 704-712.
- 20) Regina T, Michele A: Sit happens: does sitting development perturb reaching development, or vice versa? Infant Behav Dev. 2013; 36: 438-450.
- 21) Shumway-Cook A, Woollacott M：モーターコントロール。医歯薬出版，東京，2015，pp. 199-210.
- 22) 星 文彦：体幹機能の発達。理学療法—臨床・研究・教育。2009; 16: 2-6.
- 23) Novak I, Berry J: Home program intervention effectiveness evidence. Phys Occup Ther Pediatr. 2014; 34: 384-389.
- 24) Gannotti ME, Christy JB, *et al.*: A path model for evaluating dosing parameters for children with cerebral palsy. Phys Ther. 2014; 94: 411-421.
- 25) Audu O, Daly C: Standing activity intervention and motor function in a young child with cerebral palsy: A case report. Physiother Theory Pract. 2017; 33: 162-172.
- 26) 中 徹：脳性まひの評価体系の再考—共通評価の確立に向けて—。理学療法学。2009; 36: 199-202.

症例報告

髄芽腫摘出後の5歳児に対する理学療法 —術後に重度の運動麻痺と精神症状を呈した 症例の運動機能の変化について—*

野々垣政志^{1) #} 阪井裕一²⁾ 大林 茂³⁾ 山本 満³⁾

要旨

【目的】髄芽腫摘出後に重度の運動麻痺、平衡機能障害、精神症状を呈した小児に対して理学療法を行い、運動機能の改善を認めたので報告する。【症例】5歳男児、小脳虫部の髄芽腫に対して摘出術が施行された。【経過】理学療法は、術後7日目に開始した。当初、発語はなく、四肢にわずかな自動運動を認めたが、従命は困難であった。術後6か月目、会話が可能となり、四肢の従命も可能となったが、座位保持は平衡機能障害により最大介助を要した。術前にはなかった痙攣、強い不安、固執性がより顕著となり、介入に難渋した。術後16か月目に退院となり、室内移動は膝屈伸を伴う長座でのいざりにて自立し、院内移動はSRCウォーカーにて自立した。【結論】髄芽腫摘出後、重度の運動麻痺、平衡機能障害、精神症状を呈した小児に理学療法を行い、術後16か月目には室内移動は膝屈伸を伴う長座でのいざりにて自立し、院内移動はSRCウォーカーにて自立した。

キーワード 髄芽腫、理学療法、運動麻痺、無言症、小脳

はじめに

髄芽腫^{1) 2)}は、小児脳腫瘍の約10%を占め、10歳以下に多い腫瘍である。全年齢では、年間100人程度が罹患している。腫瘍は小脳虫部に好発し、第四脳室および両側小脳半球に浸潤する傾向がある。初発症状は、小脳虫部の腫瘍では平衡機能障害、小脳半球の腫瘍では測定障害や企図振戦等を認める^{3) 4)}。第四脳室の圧排による閉塞性水頭症に起因する頭蓋内圧亢進症状を認めることもある。治療は、手術、放射線治療、化学療法である。放射線治療、化学療法は、「診断時の年齢が3歳未満、残

存腫瘍(1.5 cm²以上)、髄液細胞診陽性あるいは原発巣以外の播種病変を認める」のいずれも当てはまらない標準リスク群といずれかが当てはまる高リスク群に分けて治療強度が決定される。5年生存率は、標準リスク群で80%以上、高リスク群で60%以上である⁵⁻⁷⁾。

髄芽腫摘出後の後遺症として、平衡機能や敏捷性が低下することが報告されている⁸⁻¹⁰⁾。しかし、運動麻痺を合併したという報告はない。なお、本稿での運動麻痺とは、運動が出現せず、従命が困難な状態を指す。運動機能以外では、小脳の損傷により生じる遂行機能障害、視空間認知障害、言語障害、性格変化の4徴候を特徴とした小脳性認知情動症候群^{11) 12)}の中でも、無言症¹³⁻¹⁵⁾や情報処理速度の低下、注意機能の低下、学力の低下、自閉症スペクトラム様の症状等の精神症状が出現し、社会生活に支障をきたすことが報告されている¹⁶⁻¹⁹⁾。これらの症状には、手術による小脳の損傷の他に放射線治療の関与が示唆されている²⁰⁻²³⁾。

今回、髄芽腫摘出後に平衡機能障害に加え、過去に報告のない重度の運動麻痺、痙攣や固執性、強い不安といった精神症状が出現した症例を経験した。この症例に対して理学療法を行った結果、運動機能の改善が得られ

* Physical Therapy for a 5-year-old Patient after Resection of Medulloblastoma: Changes in Motor Function in a Patient Who Developed Severe Paralysis and Psychiatric Symptoms after Surgery

1) 埼玉医科大学総合医療センターリハビリテーション部

(〒350-8550 埼玉県川越市鴨田1981)

Masayuki Nonogaki, PT: Department of Rehabilitation Medicine Saitama Medical Center

2) 埼玉医科大学総合医療センター小児科

Hirokazu Sakai, MD, PhD: Department of Pediatrics Saitama Medical Center

3) 埼玉医科大学総合医療センターリハビリテーション科

Shigeru Obayashi, MD, PhD, Mitsuru Yamamoto, MD, PhD: Department of Rehabilitation Medicine Saitama Medical Center

E-mail: mnyonyo@saitama-med.ac.jp

(受付日 2021年12月3日/受理日 2022年2月16日)

[J-STAGEでの早期公開日 2022年5月20日]

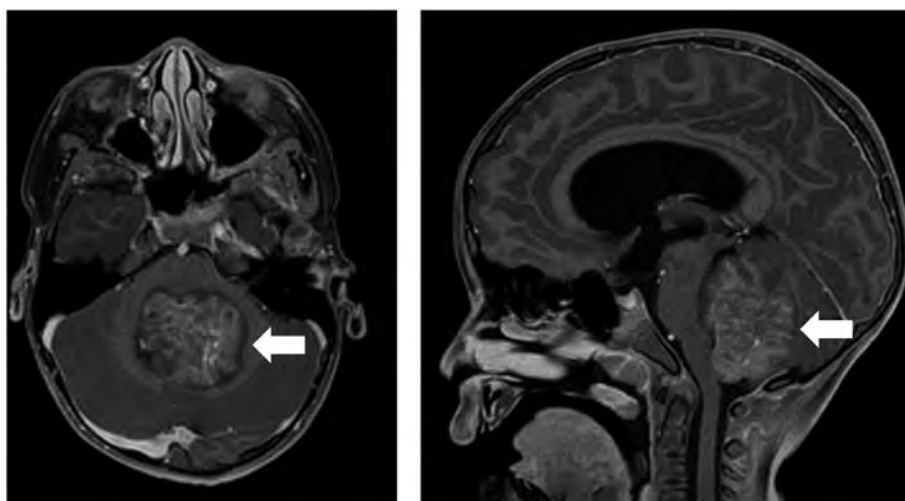


図1 術前の造影MRI画像 (T1)
小脳虫部から連続して第四脳室を占拠する径4 cm大の腫瘍 (矢印) を認めた。

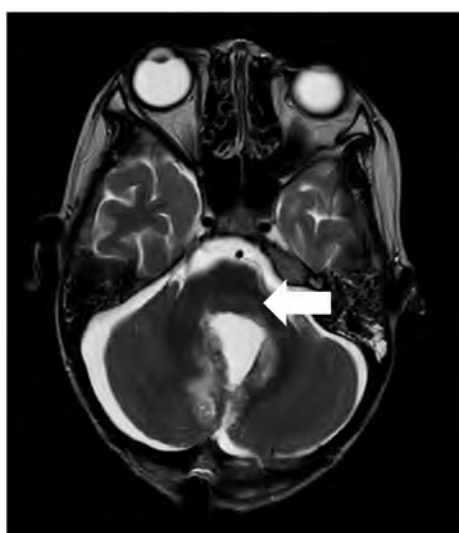


図2 術後7日目の造影MRI画像 (T2)
腫瘍摘出後、橋背側に浮腫 (矢印) を認めた。

たので、その経過について考察を加えて報告する。

なお、患児の母親に対し本報告の掲載と写真の使用について説明し、文書で同意を得た。

症例紹介

5歳の男児で母親、兄弟と同居しており、図鑑好きな児童であった。特記すべき既往歴はなく、成長・発達は正常で、幼稚園に通っていた。過度な癇癪や人見知り、固執性はなく、幼稚園で問題行動を指摘されたことはなかった。

5日前から頭痛・嘔吐がみられるようになり、近医に入院した。入院中に歩行時のふらつきを認めたため頭部CTを施行され、脳腫瘍と水頭症を指摘されて当院に転院となった。転院時は意識清明、会話は可能であった。四肢に麻痺はなかったが、座位ではふらつきを認めた。Magnetic Resonance Imaging (以下、MRI) で小脳虫部か

ら連続して第四脳室を占拠する径4 cmの腫瘍と水頭症を認め (図1)、髄芽腫 (WHO分類group3) を疑われて腫瘍摘出術が行われた。なお、髄腔内播種等の転移は認めなかった。腫瘍は数か所で第4脳室底に浸潤していたが全摘出され (病理組織像より線維形成性髄芽腫と診断)、術後7日目のMRIでは橋に浮腫の所見を認めた (図2)。術後7日目より理学療法、作業療法、言語聴覚療法を開始した。

経 過

術後7日目～16か月までの治療と理学療法の経過を図3に、身体機能、精神症状の経過を表1に示す。また、座位の経過を図4、立位の経過を図5に示す。

1. 初期評価 (術後7日目)

術後7日目より理学療法を開始した。Japan Coma ScaleはI桁で、表情は乏しく、経口摂取困難のため経鼻経管栄養を使用していた。発語はなく、意思表示は首の動きで肯定・否定のみ表出できたが再現性に乏しかった。四肢の筋緊張は低下し、動作観察上Manual Muscle Testにて右上下肢1、左上下肢2～3であった。「左手を握って、左足を蹴って」等の従命は困難であった。座位は、姿勢を保持しようとする反応がなく全介助であった。

2. 重度の運動機能障害期 (術後7日目～5か月目)

理学療法は、自発運動による練習は困難であったため、介助下での抗重力姿勢による廃用症候群の予防を目的に、リクライニング・ティルト車いすへの乗車と座位練習より開始し、1日20～40分、週5日介入した。術後26日目より放射線治療 (全脳脊髄23.4 Gy+後頭蓋窩32.4 Gy) が開始された。術後1か月頃には表情が豊かになり、笑顔も見られるようになった。一方、この頃より

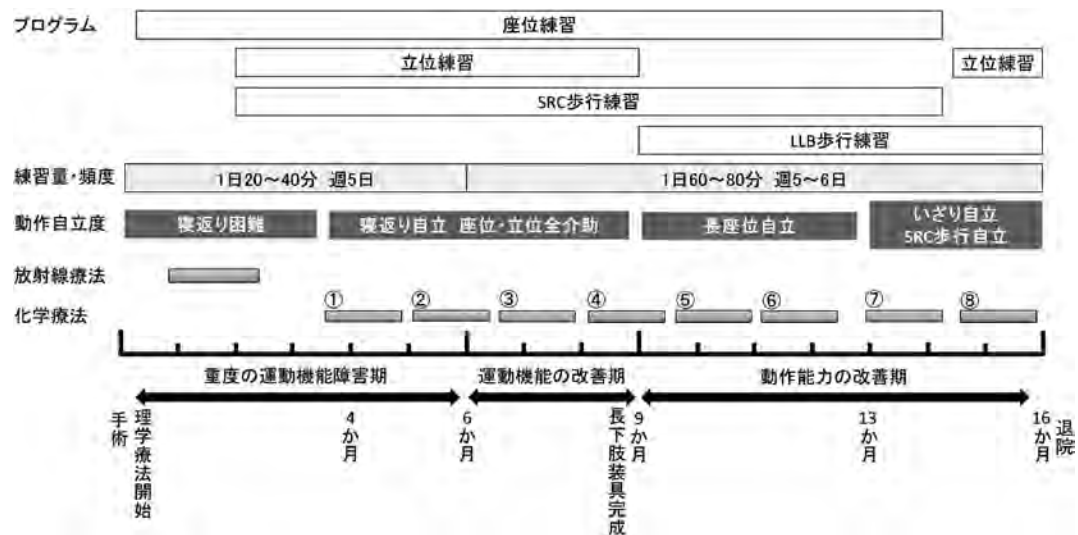


図3 治療と理学療法経過

SRC: Spontaneous Reaction Control Walker
LLB: Long Leg Brace (長下肢装具)

表1 身体機能, 精神症状の経過

	術後7日目	術後4か月目	術後6か月目	術後9か月目	術後16か月目
JCS	I 桁	0	0	0	0
経口摂取	困難	可能	可能	可能	可能
言語					
発話	発話なし	単語のみ	2〜3語文	会話	会話
小脳性構音障害	評価困難	あり	あり	あり	あり
従命	不可	不確実だが可能	可能	可能	可能
精神症状					
痙攣	なし	あり	あり	あり	あり
強い不安	なし	あり	あり	あり	あり
固執性	なし	あり	あり	あり	あり
筋緊張(四肢・体幹)	低下	低下	低下	低下	低下
失調					
四肢	評価困難	拙劣で動揺あり	拙劣で動揺あり	拙劣で動揺あり	拙劣で動揺あり
体幹	評価困難	動揺あり	動揺あり	動揺あり	動揺あり
筋力(右/左)					
MMT	1/2〜3	1〜2/2〜3	2〜3/3	3/4	4/4
握力(kg)	評価困難	評価困難	未評価	未評価	7.9/8.1
基本動作能力					
座位	全介助	最大介助	最大介助	長座位見守り	端座位見守り
長座でのいざり	不可	不可	不可	不可	自立
立位	不可	最大介助(装着なし)	最大介助(装着なし)	中等度介助(LLB装着)	見守り(LLB装着)
SRC歩行	不可	最大介助	方向転換に介助	方向転換に介助	自立
蹴り出し	不可	左下肢のみ	左下肢のみ	左下肢のみ	両下肢
10m歩行速度(秒)	評価困難	評価困難	1分以上/10m	未評価	9.7秒/10m
BI					
Total (/100点)	0	0	0	15	45
得点項目	なし	なし	なし	食事 移乗 歩行	食事 整容 更衣 移乗 歩行

JCS: Japan Coma Scale

MMT: Manual Muscle Test (徒手筋力テスト)

LLB: Long Leg Brace (長下肢装具)

SRC: Spontaneous Reaction Control Walker

SRC歩行: SRCを使用した歩行

BI: Barthel Index

感情の起伏が激しくなり、体を起こそうとすることで痙攣を起こし、車いすに座るのも拒否することがあった。

術後2か月、座位、立位、歩行は最大介助であったが、荷重下ではわずかに左下肢の支持性を認めたため、介助下での立位練習、Spontaneous Reaction Control Walkerを使用した歩行（以下、SRC歩行）練習を開始した。

術後3か月、術後92日目のMRIでは術直後にみられた橋の浮腫は消失した。化学療法（ビンクリスチン、シスプラチン、シクロホスファミドを8クール）が開始され、理学療法では、骨髄抑制に伴う易感染性や貧血、出血傾向に注意し、練習内容や場所を臨機応変に対応しながら介入した。

術後4か月、意識は清明となり、経口摂取が可能となった。単語の表出が可能となり、小脳性構音障害を認めた。

3. 運動機能の改善期（術後6か月目～8か月目）

術後6か月、2～3語文での会話が可能となったが、質問に答えないことも多かった。四肢の従命は可能となったが、運動失調検査には協力が得られなかった。理学療法では、本人の自発運動による練習が可能になったため、運動機能回復と動作能力の改善を目的に、座位練習（図4）、立位練習（図5）、SRC歩行練習を1日60～80分、週5～6日に増やして介入した。

この頃、リハビリテーション（以下、リハ）以外の時間は、ティルト・リクライニング車いすに座ることすら怖いとベッドで過ごしていた。また、練習では決まった練習内容、順番で行わないと拒否する、ベッド周囲の玩具を決まった位置・向きで配置しないと痙攣を起こすようになる等、術前にはなかった固執性を認めた。練習内容の変更に難渋したが、座位練習では本人の固執性を利用した課題（例えば、トランプを1～13まで順番に綺麗に並

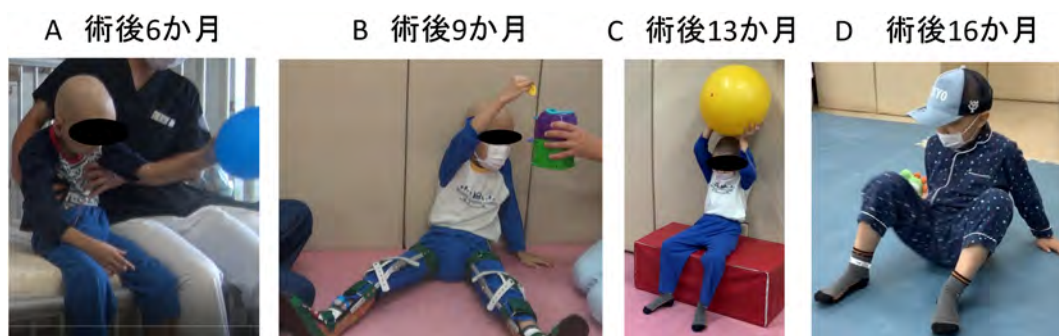


図4 座位の経過

- A：全介助。
B：長座位でのリーチ動作が片手支持で可能。
C：端座位保持が見守りで可能。
D：床上移動が膝関節の屈伸を伴う長座位でのいざりにて自立。



図5 立位の経過

- A：全介助。
B：LLB装着下で中等度介助、膝継手の固定を解除すると膝折れあり。
C：LLB装着下で膝継手の固定を解除し、見守りにて40分以上保持が可能。
LLB: Long Leg Brace（長下肢装具）

べる、ボールを投げて前方にある人形を全て倒す)を提示することで、主体的に長時間の練習が可能となった。

術後7か月、下腿部にプラスチック付きの長下肢装具(Long Leg Brace: 以下, LLB)の作製を開始した。SRC歩行練習では右下肢の蹴り出しが得られなかったことに加え、介助下での立位・歩行練習では練習量を増やせず、荷重時には膝を伸展位で固定させていたため反張膝の増悪が懸念されたからである。

術後8か月、田中ビネー知能検査Vでは、生活年齢6歳3か月、精神年齢4歳10か月、知能指数77であった。

4. 動作能力の改善期(術後9か月目~15か月目)

術後9か月、LLB装着下での歩行練習を開始した。LLBなしでの介助歩行では、下肢の支持性が低く膝折れを認め、5m程度で拒否を示していた。一方、LLB装着下では100m以上の歩行練習が可能となった。そこで歩行練習はSRC歩行練習からLLB装着下での歩行練習に変更し、病室からリハ室まで片道約100mの往復とリハ室内の移動をLLB装着下で歩くこととした。平行棒での歩行練習も検討したが、本人の拒否が強く実施困難であった。

術後10か月、次年度の小学校入学にあたり、市の教育委員会と話し合いを行った。主治医より病状を説明し、理学療法士、作業療法士、言語聴覚士より運動機能、精神症状について説明した。カンファレンス後、教育委員会の担当者と母で相談し、特別支援学校に入学する方針となり、学校生活へ向けて車いすの作製を開始した。

術後13か月、SRC歩行は両下肢の蹴り出しによる方向転換が可能となり自立した。普通型車いすの駆動が可能となり、病棟では車いすで生活するようになった。

5. 最終評価(術後16か月目)

化学療法が終了し、退院となった。人見知りが強く、質問に答えないことも多々あった。運動機能では、筋力の左右差はなくなったが、四肢の拙劣さ、平衡機能障害は残存した。室内移動は、膝関節の屈伸を伴う長座でのいざりにて自立した(図4)。ずり這いや四つ這いは拒否により実施困難であった。立位保持は、LLB装着下で膝継手の固定を解除し、見守りにて40分以上可能となった(図5)。LLB装着下での歩行は、膝継手の固定を解除した状態でも両腋窩で最小~中等度の介助で可能となった。日常生活動作では、動作全般に拙劣で時間を要するものの食事、整容、更衣動作は自立した。トイレでの排泄は、便座に座ることが怖いと拒否し、おむつを使用していた。

考 察

本症例は、小脳虫部の髄芽腫摘出後に平衡機能障害だけでなく、過去に報告のない重度の運動麻痺、精神症状が出現した症例であった。運動機能障害に加えて精神症状の出現により介入に難渋したが、運動機能に応じてSRCウォーカーやLLBを使用した理学療法を行った結果、運動機能の改善および座位、歩行能力の改善に至った。

1. 運動麻痺について

運動麻痺の要因として、術後7日目のMRIで認めた橋背側の浮腫(図2)に伴う網様体脊髓路の障害が考えられる。網様体脊髓路は橋背側を走行し、体幹と四肢近位筋の筋緊張の制御に関与し協調的な運動を司るとされている²⁴⁾。網様体脊髓路には、橋に起源をもつ内側網様体脊髓路と延髄に起源をもつ背側網様体脊髓路があり、脊髓の反射回路に対して内側網様体脊髓路は促進機能、背側網様体脊髓路は抑制機能として働くと考えられている²⁵⁾。橋の浮腫によって内側網様体脊髓路が障害された結果、筋緊張が低下し、運動麻痺が生じたのではないかと考えられる。

また、別の要因として無動性無言症が考えられる。無動性無言症は、無言で眼球運動を除いて身体の動きが一切みられない状態で言葉や文字による命令には応じない²⁶⁾、あるいは痛み刺激に対して逃避するような軽度の随意反応は存在し、多くの場合嚥下運動はあるが咀嚼運動は欠如することが多いとされている²⁷⁾。無動性無言症は脳幹網様体の障害により生じるとされており²⁶⁾²⁷⁾、本症例でも橋背側の浮腫により脳幹網様体が障害されていた可能性があるため、無動性無言症を生じ得たと考えられる。経過をみても、橋背側の浮腫は術後92日目のMRIでは消失しており、この前後で少しずつ自動運動が増加し、術後4か月には発語を認めるようになったことから、浮腫の改善により脳幹網様体の機能が回復し、無動性無言症が改善した可能性が考えられる。

いずれにしても、運動麻痺が出現した要因は、手術操作に伴う橋背側の浮腫によるものであったと推察する。本症例のように第4脳室に腫瘍が浸潤する例では、手術操作の影響が脳幹に及ぶ可能性を念頭に置いておく必要がある。画像所見より脳幹の損傷が疑われる場合には、手術に伴う非可逆的な損傷なのか、本症例のように浮腫による可逆的なものであるかを評価することは、予後予測を考えるうえで重要な要素である。可逆的な要因によるものであれば、運動麻痺は改善し、協調運動障害や平衡機能障害の程度に応じた動作能力の獲得まで至る可能性が示唆された。

2. 精神症状について

本症例は、術後無言症、痼癢、強い不安、固執性、人見知り、質問に答えない、知能低下といった精神症状が出現した。小脳虫部の損傷により衝動的な行動や強迫神経症様の特性を認めることが報告されている¹¹⁾。本症例の精神症状の出現には、手術による小脳虫部の損傷以外にも、放射線治療や化学療法の関与、長期入院や治療に伴う行動制限等の環境の影響が考えられる。

無言症は髄芽腫術後の約25%に生じ¹⁴⁾¹⁵⁾、継続期間は平均約50日とされる¹³⁾。本症例は発語するまでに約120日、3語文を話すまでに約180日を要し、その間は意思疎通を図るのも難しく介入に難渋した。

痼癢や強い不安、固執性により、四つ這いや平行棒内歩行練習ができず、トイレは便座に座ることすらできなかった。一方、座位練習では固執性を利用した課題を設定したことで長時間の練習を行うことができた。髄芽腫術後の症例に理学療法を実施する際、様々な精神症状が出現する可能性があるため、症例の特徴に応じた練習、課題設定を行うことが大切であると考えられる。

髄芽腫術後は、小脳の損傷と放射線治療²⁰⁻²³⁾による学力の低下や自閉症スペクトラム様の症状¹⁶⁻¹⁹⁾等により、社会生活に支障をきたす。本症例においても様々な精神症状が出現し、術後8か月の田中ビネー知能検査Vにて知能指数77(知的障害と正常の間の境界域)と知能低下を認めた。これらを踏まえて術後10カ月目に退院後の小学校入学について市の教育委員会と話し合い、特別支援学校に入学することとなった。髄芽腫は10歳以下の小児に多い疾患であり、術後は運動機能だけでなく様々な精神症状を呈する可能性があるため、理学療法士は日々の運動機能に対する介入だけでなく、治療後の社会生活を見据え、関係者への情報提供や社会調整を行う必要があると考えられる。

3. 理学療法について

術後2か月よりSRC歩行練習を開始したが、蹴り出しは左下肢のみであり、右下肢の機能回復は乏しかった。そのため、術後9か月よりLLB歩行練習を開始した。その結果、右下肢機能の改善が得られ、術後13か月にはSRC歩行は自立し、術後16か月にはLLB装着下での歩行が膝の固定を外した状態で最小～中等度の介助で可能となった。

LLB使用による効果の機序として、LLBの重量負荷に伴う感覚入力の増強²⁸⁾²⁹⁾、装具の固定による運動方向の限定や恐怖感の軽減³⁰⁾が報告されている。本症例ではこれらの効果によって歩行練習量が増加し、下肢筋力の向上や荷重下での運動学習が得られたと考える。本症例では、運動麻痺に加え、長期間にわたる活動量の低下や荷重下での運動経験の不足による二次的な運動機能障

害が大きかったため、LLBによる荷重下での歩行練習量の増加は効果的であり、特に荷重下で使用できていなかった右下肢の機能回復に効果的であったと考える。こうして得られた右下肢機能の回復により、SRC歩行での右下肢の蹴り出しが可能となり、SRC歩行が自立した。また、歩行能力が向上した要因として、小児であるため成長に伴う運動機能の改善や座位練習による体幹機能の改善、姿勢調整能力の向上も影響した可能性がある。

日常生活では、食事、更衣といった臥位や座位で行う動作は自立したが、補助具なしでの歩行は自立に至らなかった。髄芽腫術後は、平衡機能が低下することが報告されており⁸⁻¹⁰⁾、本症例においても同様の結果であった。小脳虫部による平衡機能障害が顕著な場合、歩行が自立するのは難しい可能性があるため、退院後の生活を見据えて、身体障害者手帳を取得し、車いすを作製する等の移動手段の獲得を検討しておく必要がある。

本報告の限界

小児例であることに加え、精神症状の出現により、細かい症状や不安の原因について聴取することが困難であった。また、失調検査等の客観的な評価を行うことができなかった。機能画像検査による脳血流量の変化を経時的に評価できていれば、運動機能障害や精神症状についてより詳細な考察が可能であったと思われる。

結 論

第四脳室まで浸潤を認めた小脳虫部の髄芽腫摘出後に、重度の運動麻痺、平衡機能障害、精神症状の出現をきたした小児症例を経験した。術後16か月間に及ぶ理学療法の結果、退院時には室内移動は膝関節の屈伸を伴う長座でのいざりにて自立し、院内移動はSRCウォーカーや車いすを使用して自立した。

利 益 相 反

本症例報告について開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 渡辺祐子：髄芽腫. 日本臨牀. 2021; 79: 218-224.
- 2) 杉山一彦, 栗栖 薫：Medulloblastomaについて①. 脳神経外科速報. 2009; 19: 292-304.
- 3) 寛 慎治, 石川享宏, 他：小脳の機能：平衡, 協調運動機能. 医学のあゆみ. 2016; 11: 25-32.
- 4) 杉原 泉：小脳の解剖(小葉構造)と基本的な機能局在. 医学のあゆみ. 2016; 11: 5-11.
- 5) Gajjar A, Chintagumpala M, *et al.*: Risk-adapted craniospinal radiotherapy followed by high-dose chemotherapy and stem-cell rescue in children with newly diagnosed medulloblastoma (St Jude Medulloblastoma-96): long-term results from a prospective, multicentre trial. *Lancet Oncol.* 2006; 7: 813-820.
- 6) Packer RJ, Gajjar A, *et al.*: Phase III Study of Craniospinal Radiation Therapy Followed by Adjuvant Chemotherapy for Newly

- Diagnosed Average-Risk Medulloblastoma. *J Clin Oncol*. 2006; 24: 4202–4208.
- 7) Oyharcabal-Bourden V, Kalifa C, *et al.*: Standard-risk medulloblastoma treated by adjuvant chemotherapy followed by reduced-dose craniospinal radiation therapy: a French Society of Pediatric Oncology Study. *J Clin Oncol*. 2005; 23: 4726–4734.
 - 8) Piscione PJ, Bouffet E, *et al.*: Physical functioning in pediatric survivors of childhood posterior fossa brain tumors. *Neuro-oncol*. 2014; 16: 147–155.
 - 9) Harbourne R, Becker K, *et al.*: Improving the motor skill of children with posterior fossa syndrome: a case series. *Pediatr Phys Ther*. 2014; 26: 462–468.
 - 10) Kuper M, Doring K, *et al.*: Location and restoration of function after cerebellar tumor removal—a longitudinal study of children and adolescents. *Cerebellum*. 2013; 12: 48–58.
 - 11) Schmahmann JD, Sherman JC: The cerebellar cognitive affective syndrome. *Brain*. 1998; 121: 561–579.
 - 12) Hoche F, Guell X, *et al.*: The cerebellar cognitive affective/Schmahmann syndrome scale. *Brain*. 2018; 141: 248–270.
 - 13) 杉山一彦, 栗栖 薫: Medulloblastomaについて②. 脳神経外科速報. 2009; 19: 666–677.
 - 14) Wells EM, Walsh KS, *et al.*: The cerebellar mutism syndrome and its relation to cerebellar cognitive function and the cerebellar cognitive affective disorder. *Dev Disabil Res Rev*. 2008; 14: 221–228.
 - 15) Robertson PL, Muraszko KM, *et al.*: Children's Oncology Group: Incidence and severity of postoperative cerebellar mutism syndrome in children with medulloblastoma: a prospective study by the Children's Oncology Group. *J Neurosurg*. 2006; 105(Suppl): 444–451.
 - 16) Cheviguard M, Câmara-Costa H, *et al.*: Core deficits and quality of survival after childhood medulloblastoma: a review. *Neurooncol Pract*. 2017; 4: 82–97.
 - 17) Maddrey AM, Bergeron JA, *et al.*: Neuropsychological performance and quality of life of 10 year survivors of childhood medulloblastoma. *J Neurooncol*. 2005; 72: 245–253.
 - 18) Ribi K, Rely C, *et al.*: Outcome of medulloblastoma in children: long-term complications and quality of life. *Neuropediatrics*. 2005; 36: 357–365.
 - 19) Palmer SL, Hassall T, *et al.*: Neurocognitive outcome 12 months following cerebellar mutism syndrome in pediatric patients with medulloblastoma. *Neuro-oncol*. 2010; 12: 1311–1317.
 - 20) Khong PL, Kwong DL, *et al.*: Diffusion-tensor imaging for the detection and quantification of treatment-induced white matter injury in children with medulloblastoma: a pilot study. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2003; 24: 734–740.
 - 21) George AP, Kuehn SM, *et al.*: Cognitive sequelae in children with posterior fossa tumors. *Pediatr Neurol*. 2002; 28: 42–47.
 - 22) Mulhern RK, Palmer SL, *et al.*: Neurocognitive consequences of risk-adapted therapy for childhood medulloblastoma. *J Clin Oncol*. 2005; 23: 5511–5519.
 - 23) Mulhern RK, Kepner JL, *et al.*: Neuropsychologic functioning of survivors of childhood medulloblastoma randomized to receive conventional or reduced-dose craniospinal irradiation: a Pediatric Oncology Group study. *J Clin Oncol*. 1998; 16: 1723–1728.
 - 24) 高草木 薫: 大脳皮質・脳幹・脊髄による姿勢と歩行の制御機構. 脊髄外科. 2013; 27: 208–215.
 - 25) Li S, Francisco GE: New insights into the pathophysiology of post-stroke spasticity. *Front Hum Neurosci*. 2015; 10: 192.
 - 26) 田崎義昭, 斎藤佳雄, 他: ベッドサイドの神経の診かた改訂16版. 南山堂, 東京, 2004, pp. 129–142.
 - 27) 大友英一: akinetic mutism. 日本臨牀. 1987; 45: 159.
 - 28) 安東範明: 小脳性運動失調のリハビリテーション医療—体幹・下肢について—. リハビリテーション医学. 2019; 56: 101–104.
 - 29) Morgan MH, Hwer RL, *et al.*: Application of an objective method of assessing intention tremor— a further study on the use of weights to reduce intention tremor. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1975; 38: 259–264.
 - 30) 後藤 淳: 運動失調に対するアプローチ. 関西理学. 2014; 14: 1–9.

症例報告

ダウン症候群を併存した脳性麻痺を持つ児に対して 選択的脊髄後根切断術後に感覚運動経験アプローチを 実施した一症例*

阿部 広和^{1) #} 岡田 洋一¹⁾ 花町 芽生¹⁾ 平良 勝章²⁾ 栗原 淳³⁾

要旨

【目的】近年、感覚運動経験を重視する発達理論に基づいたアプローチへの変化が求められているが、本邦では定義がまだ明確ではない。今回、ダウン症候群を併存した脳性麻痺痙直型両側性麻痺GMFCSレベルIVの男児に対して選択的脊髄後根切断術（以下、SDR）後に感覚運動経験アプローチを行ったことで、両親の目標設定項目と粗大運動能力の改善を認めたため報告する。【症例と経過】6歳2ヶ月時にSDRを行い、その後、子どもにとって意味のある課題（遊び）で、探索に焦点を当てた能動的な問題解決、試行錯誤学習をサポートする、感覚運動経験アプローチを行った。術前の2点間では変化は見られなかったが、術後2～6ヶ月で目標設定項目と粗大運動能力で改善がみられた。また、遊び方にも変化がみられた。【結論】SDR後の感覚運動経験アプローチが、両親の目標と粗大運動能力の改善につながったと考える。

キーワード 脳性麻痺、発達理論、感覚運動経験、目標設定、選択的脊髄後根切断術

はじめに

脳性麻痺児に対するアプローチとして、近年、ダイナミックシステムズ理論、神経細胞群選択理論や知覚-行為理論などの発達理論に基づいたアプローチが提唱されている。そして、原始反射や運動パターンに目を向けた神経成熟理論に基づいたアプローチから、これらの発達理論に基づいたアプローチへの変化が求められている¹⁻³⁾。これらの理論に基づくアプローチは感覚運動経験を重視するという共通点があり、子どもが能動的に動き、問題解決をするために積極的に探索し自らの失敗から学ぶという感覚運動経験を積み重ねるものである。

この感覚運動経験を阻害する要因として痙縮があり、痙縮治療の一つとして、選択的脊髄後根切断術（Selective Dorsal Rhizotomy：以下、SDR）がある。SDRは異常度の高い脊髄神経後根を術中に神経生理学的に同定し、神経根細糸レベルで切断する手術である⁴⁾。そして、SDRは非可逆的に痙縮を減弱させ、運動機能・痙縮に対する介入として推奨されている⁵⁾。感覚運動経験を重視するアプローチは多く行われているが⁶⁾⁷⁾、痙縮治療との組み合わせは、ボツリヌス毒素療法（Botulinum Toxin-A：以下、BoNT-A）を併用した症例報告のみである⁸⁾。

このようなアプローチと同様に、子どもと家族とセラピストが協働して目標設定を行うことが求められている。目標設定や感覚運動経験アプローチとともに、子どもや家族にとって意味のある課題を設定することや実施することが重要とされている⁹⁾。

今回、ダウン症候群を併存する脳性麻痺痙直型両側性麻痺Gross Motor Function Classification System（以下、GMFCS）¹⁰⁾ レベルIVを持つ児に対して、カナダ作業遂行測定（Canadian Occupational Performance Measure：以下、COPM）を用いて両親と目標を設定し、SDR後に感覚運動経験アプローチを実施し、両親の目標と粗大運動能力の改善を認めたため報告する。

* The Sensorimotor Experience Approach after Selective Dorsal Rhizotomy for a Child with Cerebral Palsy Comorbid with Down Syndrome: A Case Report

1) 埼玉県立小児医療センター保健発達部
(〒330-8777 埼玉県さいたま市中央区新都心1-2)
Hirokazu Abe, PT, MSc, Yoichi Okada, OT, Mei Hanamachi, PT: Department of Health Care and Child Development, Saitama Children's Medical Center
2) 埼玉県立小児医療センター整形外科
Katsuaki Taira, MD: Department of Orthopaedic surgery, Saitama Children's Medical Center
3) 埼玉県立小児医療センター脳神経外科
Jun Kurihara, MD: Department of Neurosurgery, Saitama Children's Medical Center

E-mail: hirokazu.abe23@gmail.com
(受付日 2021年11月28日/受理日 2022年2月28日)
[J-STAGEでの早期公開日 2022年5月26日]

症例紹介

本症例は、6歳2ヶ月の男児（年長児）で脳性麻痺、痙直型両側性麻痺とダウン症候群を併存していた。GMFCSはレベルIV、Manual Ability Classification System (MACS)¹¹⁾はレベルIVに分類され、Communication Function Classification System (CFCS)¹²⁾はレベルIVで有意語はないが、表情や笑い声で気持ちを表現していた。出生歴は在胎週数37週2,450 g、アプガースコアは8/8点であった。磁気共鳴画像診断では、左前頭葉の出血性梗塞と脳室周囲白質軟化症を認めた。術前まで児童発達支援センターで理学療法（週1回）・作業療法（月1回）を受けており、入院期間を除いたすべての期間で児童発達支援事業所（週4回）を利用していた。4歳4ヶ月からBoNT-Aを実施していたが、効果は限定的でSDRを検討するために当センターを受診した。

5歳6ヶ月・11ヶ月時に、痙縮治療外来を受診し、両親・脳神経外科医・整形外科医・理学療法士・作業療法士で痙縮治療の方針を決定した。内転筋群・ハムストリングス・下腿三頭筋の筋緊張が亢進し、背臥位・腹臥位・介助立位のすべての肢位で、はさみ肢位・尖足の状態であった。また、定頭は認めたが、座位保持は未獲得であった。ダウン症候群を持つ子どもの95%が40ヶ月で15フィート歩行できるという先行研究¹³⁾から現在の粗大運動能力は脳性麻痺による影響が強いと考えた。以上のことより、下肢痙縮を減弱させるSDRの適応と判断し、脳神経外科医から両親へSDRについて説明を行い、施術を決定した。

なお、この症例報告を行うにあたり、プライバシー保護（写真のモザイク等）や論文掲載の趣旨について両親に文書を用いて説明し、署名による同意を得た。

理学療法評価

1. 理学療法評価項目

主要評価項目はCOPM、粗大運動能力尺度（Gross Motor Function Measure-66：以下、GMFM-66）とした。COPMは本人が生活の中で何をすることが大切かという作業課題を選択し、その課題に対する遂行度と満足度をみるものである¹⁴⁾。今回は両親から目標を聴取した。GMFM-66は、脳性麻痺児の粗大運動能力を測定する間隔尺度であり、その短縮評価であるBasal & Ceilingを用いた¹⁵⁾。また、術前から術後6ヶ月の効果判定としてGMFM-66の変化のZスコアを求めた¹⁶⁾。Zスコアの解釈はCohenの効果量を用いられており、小（ $\geq 0.20 \sim < 0.50$ ）、中（ $\geq 0.50 \sim < 0.80$ ）、大（ ≥ 0.80 ）と定義した¹⁶⁾。また、Modified Ashworth Scale（以下、MAS）と関節可動域測定を行った。この評価は術前（手術日7日前）、術後2ヶ月・4ヶ月・6ヶ月で行われた。

2. 術前評価

術前のGMFM-66は27.0点であり、Reference centile¹⁷⁾はGMFCSレベルIVの5パーセンタイルであった（表1）。粗大運動は、痙縮治療外来の受診時と同様であった。サポートなしでのあぐら座位では、両手支持であれば2～3秒間保持できるが、頭部は屈曲位であった（図1）。また、骨盤周囲のサポート下でのあぐら座位では、身体が崩れそうになると手支持の位置を変化させ、なんとか身体を保持しようとする動きが見られた。また、家庭の座位保持椅子や介助型車いすでは、腰・胸・肩の3つのベルトで動作が抑制されていた。MASは股関節で3、膝関節で2、足関節で2であり、足関節背屈（膝関節伸展位）可動域は右-40°、左-5°であった。

表1 COPMとGMFMの経時的な変化

	術前2ヶ月 5歳11ヶ月	術前 6歳2ヶ月	術後2ヶ月 6歳5ヶ月	術後4ヶ月 6歳7ヶ月	術後6ヶ月 6歳9ヶ月
COPM（重要度／遂行度／満足度）（点）					
もう少ししっかりと背筋を伸ばし、がくんとがくと頭が倒れてしまわないようになる	—	10/1/1	10/10/10	10/3/3	10/3/3
安定したお座りができるようになる	—	10/2/1	10/9/9	10/2/2	10/4/3
GMFM-66					
GMFM-66スコア（点）	27.0	27.0	32.4	32.9	34.3
Percentile（パーセンタイル） ¹⁷⁾	5	5	10	10	15
Zスコア ¹⁶⁾	—	基準値	—	—	2.0
GMFM-66領域B「座位」の項目スコア					
23. マットの上に座り、上肢で支えて：5秒間保持する	2	0	3	3	3
24. マットの上に座って：上肢で支持せずに座位を3秒間保持する	0	0	1	2	2
34. ベンチに座って：10秒間、上肢や下肢で支えないで姿勢を保つ	0	0	1	1	1

COPM: Canadian occupational performance measure, GMFM: Gross Motor Function Measure. 術前と手術時年齢が6歳2ヶ月であるのに対し、術後2ヶ月での月齢が6歳4ヶ月ではなく6歳5ヶ月となる理由は、評価時期の起算日と月齢の起算日が異なり、それぞれが繰り上がるタイミングが一致しないため、その他の記載も同様である。GMFM-66領域B「座位」の採点基準は、0：全くできない、1：少しだけできる、2：部分的にできる、3：完全にできる、の4段階である。



図1 術前の座位練習評価

理学療法士（以下、PT）は自身の下腿で児の左大腿から臀部にかけてサポートしている。児はあぐら座位を手支持で保持できているが、頭部は屈曲位のことが多い。頭部を挙上とともに肘関節を屈曲から伸展する抗重力活動がみられる。しかし、この玩具に対して興味がなく、視線が玩具に向かない（a, b）。つまり、PTは、まだ興味のある玩具を選択できていない。また、全く注視せずに肘関節伸展位のまま正中から水平外転方向に玩具を外側に払うような動きの場面が多く見られた（c, d）。

表2 各アプローチの定義

感覚運動経験アプローチ	神経成熟理論に基づいたアプローチ
定義 子どもにとって意味のある課題に特化し、練習は多様で高頻度とし、探索に焦点を当てた能動的な問題解決や試行錯誤学習をサポートする。そのために座位・移動と物体（玩具など）・環境との相互作用や家族の参加を意識する。 ハンドリング 原則としてハンドリングをしない。問題解決や試行錯誤学習の解決の手がかりとなるハンドリング（light handling, touch cues）によって可変的な運動のオプションを提案する。課題（遊び）を通した座位でバランスを崩して姿勢や遊びに支障をきたすことを許容し、子どもがエラーから姿勢を維持する方法を発見できるようにする（子どもが怪我をしないようにする）。 問題点の捉え方 非典型的な運動パターンは、子どもがその課題や環境に適応し、現状の子どもにとって最適な運動パターンであると考え、認知面、課題（遊び）や環境の変化も捉えるようにする。	定義 典型的な動作パターンや運動マイルストーンを他動的に「教える」ことに依存し、乳幼児や非定型発達の子どもの運動パターンを修正するために非定型的な筋緊張や反射、姿勢、動作の抑制することの重要性を強調する。 ハンドリング アライメント不良を引き起こす動作パターンを抑制するために直接的なハンドリング（direct handling）を使用し、対象者が典型的な動作パターンの範囲内で運動を開始できるように支援する。子どもをバランスボールの上に乗せて横に傾けることで特定の反応を引き出すような運動課題を単独で行う。 問題点の捉え方 非典型的な運動パターンが筋緊張の異常や反射のみを起因と考え、運動のみを捉える。

（レビュー・先行研究¹⁻³⁾⁶⁾に基づいて筆者が共通点を抽出し作成）

感覚運動経験を重視する発達理論では、乳幼児の運動発達と認知発達は密接に関連しており¹⁸⁾、両面を評価することが求められている²⁾。この症例では、認知機能を遊びの中で捉え評価を行った。

遊びは、あぐら座位や座位保持椅子を使用した端座位で評価した。母親からは「おもちゃを舐めるか、机から落としてしまうことが多いが、いつも使っているガラガラは持って動かしやす」と話があった。母親の話を参考にしながら、様々な玩具を試した。興味の無い玩具は、注視することなくリーチングすることもなかった（図1）。電子ピアノなどは、払い落とす動作もしくは頭部・体幹を屈曲して舐めてしまった。ガラガラは手指で把持し前腕の回内外で操作していた。玩具の経験の有無で注視持続時間やリーチング・操作方法に差がみられた。

3. 座位練習を中心に実施した理由

術前評価の際に、両親から「児の機能予後について説

明を受けたことがない、この手術をすると歩行できるのか」と質問があったため、脳神経外科医と理学療法士がGMFCSレベルIVの機能予後（独立した歩行能力を獲得することは難しく、座位で学校生活や社会参加することが中心となる）についての説明を行った。そのうえで、両親と理学療法士が話し合いCOPMで目標を設定し、座位能力に関することが挙げられたため（表1）、座位練習を中心に行っていくことを説明した。

理学療法介入と選択的脊髄後根切断術

1. 感覚運動経験アプローチの定義

今回の感覚運動経験アプローチは、提唱されているレビュー¹⁻³⁾とHarbourneら⁶⁾の先行研究を参考にし、著者が共通点を抽出し定義した。このアプローチと対をなす神経成熟理論に基づいたアプローチとともに表2に定義・ハンドリング・問題点の捉え方を記載した。

2. 術前評価の解釈と実際のアプローチ

術前評価の結果から、ベルトによって能動的な動作が抑制され感覚運動経験が学習されず、そして、遊び方も探索できないため経験が少なく、玩具を落としたり舐めたりするという行動がみられるのではないかと考えた。

この問題点を变化させるために子どもにとって意味のある課題(遊び)を通して行い、1) 玩具の環境設定、2) 座位保持のための環境設定に注目した。玩具の環境設定は、視覚的に捉えやすく、また課題に反復して取り組みやすく試行錯誤学習がサポートできるようにした。座位保持のための環境設定は、術前評価に基づき、動作を抑制することなく、エラーを許容し座位姿勢が試行錯誤できるように座位保持椅子の調整などを行った。本人の認知機能(遊びの中の注視時間やリーチング頻度)や運動(座位)を観察し、関連性も意識しながら「ちょうどよい(Just right)」環境や課題を提示した。アプローチの詳細

を図2, 3に示した。なお、作業療法士も神経成熟理論に基づいたアプローチは行っていない。

外来移行後は、家庭にある玩具や座位保持椅子の状態を聞きながら、環境設定の仕方を母親に伝え、課題(遊び)を通した座位練習を実施してもらった。座位保持椅子は、身体が崩れないよう体幹の側方サポートが入った状態であったため、自身で頭部と体幹を正中位・直立位に戻せる程度に側方サポートのウレタンを削った。

3. 選択的脊髄後根切断術と介入頻度

SDRは脳神経外科の主治医によって行われた(6歳2ヶ月)。術中は、理学療法士は手術台の足部側で下肢筋群を触診し異常収縮の程度を主治医に伝え、その結果と術中筋電図で切断する後根を主治医が判断した。脊髄後根の切断率は、右65.8% (L2からS2へ順に50%・60%・60%・100%・75%・50%)、左61.4% (50%・25%・60%・

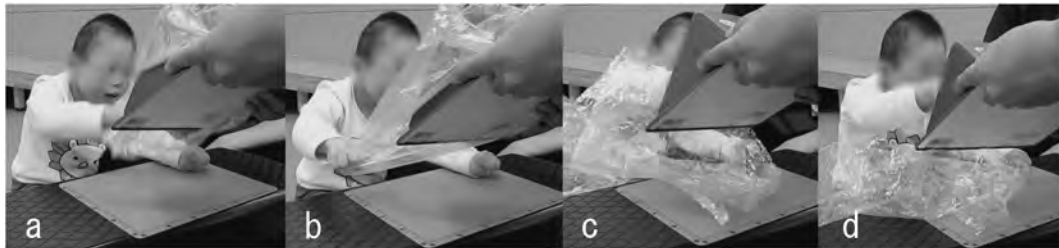


図2 術後2ヶ月時の床上あぐら座位練習(作業療法士と介入)

- 1) 座位保持のための設定: 図1のようなあぐら座位では、頭部・体幹が屈曲し玩具が視覚的に捉えづらかった。そのため、机を設置し頭部・体幹が直立保持しやすくし、視覚的にも玩具を捉えやすく工夫した(a)。PTは児の左横に位置して児の表情、視線や座位姿勢を観察している。
- 2) 玩具の環境設定: 机には、玩具が落ちないように滑り止めが設置されている。この写真では、作業療法士が玩具を持ち、座位を保持しながらリーチングできると考えられる「ちょうどよい」範囲に設定している。
- 3) 児の反応: キラキラ光る紙の下にある玩具を取ろうとして紙を引っ張っている(a, b)。繰り返しているうちに、左側方に倒れそうになるが、PTは頭部保護を意識しつつも姿勢を修正せず自身で正中位に戻れると判断している(c)。その後、自身で正中位に修正し玩具にリーチングしている(d)。児は玩具に集中し、aから楽しそうな表情がわかる。



図3 術後6ヶ月時の座位保持椅子を使用した座位練習

- 1) 玩具の環境設定: 玩具を払ってしまうことが多かったため、天井から玩具を吊り玩具が児の正中位に戻ってくるようにして継続的に遊べるように工夫した。この環境設定は、すぐに玩具が戻ってくことで、児の視覚に玩具が入ることでの気づきやリーチングの頻度を増やすことを目的としていた。
- 2) 座位保持のための設定: 当初は机を設置していたが、机にもたれかかってしまうため外した。そして、バックレストと骨盤の側方サポートがあれば頭部・体幹を直立・正中位に自身で修正できると考え、この環境設定を「ちょうどよい」と判断した。
- 3) 児の反応: PTの意図に反して、左手指で紐を把持して、右上肢のリーチングでガラガラを叩くことができた(a)。児の遊びは継続しているため、このまま観察していると体幹が前方に崩れる場面がみられた(b)。PTは戻ってくることができると判断し、転落のみに注意している(b)。その後、直立位に戻り再び遊びを継続でき、PTは拍手をしている(c, d)。



図4 認知機能・遊び方の変化

術後4ヶ月から頭部を屈曲位で保持しながら電子ピアノを注視し、肘関節の屈曲・伸展運動を用いながら鍵盤を叩くようになった。

100%・100%・33.3%)であった。

術後1～6日目までの安静度は側臥位でありストレッチングを主体とした。術後7日目から安静度はコルセット装着下(術後7週間装着)でフリーとなり、理学療法室で実施された。入院2ヶ月間の介入頻度は、理学療法が週4～5回40～60分・作業療法が週2～3回40～60分で、母親の来訪時には一緒に介入を行ったが、感染症により面会時間が制限されていた。外来では、術後6ヶ月まで理学療法を週1回40分、作業療法を2週間に1回40分の頻度で行った。

結 果

COPMとGMFMの結果を表1に示した。COPMは、術後2ヶ月で改善したが、術後4・6ヶ月で低下した。GMFM-66は術前から術後6ヶ月で7.3点改善し、Zスコアは2.0であり、このZスコアの変化が起こる確率は2.3%であった。術後6ヶ月でのMASは、股関節で1、膝関節で1、足関節で1～2であり、足関節背屈(膝関節伸展位)可動域は、右-25°、左0°であった。

認知機能は、注視時間とリーチングに変化が見られた。頭部を挙上し注視することが多くなり、肘関節の屈曲・伸展運動で鍵盤を叩く動作を繰り返すリーチングに変化した(図4)。母親からは「遊び方が増えた、ピアノの触り方が変わった」との発言が聞かれた。

考 察

今回、両親と協働して目標設定を行い、感覚運動経験アプローチを行った。児の運動や遊びを観察しながら、意味のある遊び(課題)を探した。そして、「ちょうどよい」環境や課題を設定することで、粗大運動能力は改善し、玩具の操作方法にも変化がみられた。

目標が子どもや両親にとって重要で意味のあるものかを確認することが重要である⁹⁾。自己の目標を立案する抽象的な推論能力は8歳以上で有すると考えられている¹⁹⁾。症例の児は6歳で有意語がなく、言語での意思表出は難しかった。しかし、母親の目標を尊重しながら本

人の遊んでいる時の表情や注視・リーチングの頻度などを観察することで可能な限り意思を尊重できたと考ええる。

COPMの術後2ヶ月の数値は、感染症の影響で面会の時間が制限されていた入院の直後であり、両親が院内での介入などから判断したため高い数値となった可能性がある。そのため、術後4・6ヶ月が日常生活の中での結果が反映されていると考える。COPMは、2点以上で有意な改善と解釈される²⁰⁾。今回、最小限の変化であったが、術前と比較すると日常生活の場面での変化を両親が認識したと考える。

痙縮を非可逆的に軽減させるSDRが、感覚運動経験アプローチである児の能動的な問題解決と試行錯誤学習をサポートした可能性がある。GMFM-66は術前の2点間ではプラトーであったが術後に改善し、先行研究の予測モデル¹⁶⁾で「大」と解釈される効果量を上回った。また、SDRと機能的スキルを促進するための理学療法介入を行った縦断的研究において、GMFCSレベルIVの脳性麻痺児の術後6ヶ月でのGMFM-66の変化は平均が1.4点、最大変化が6.3点であった²¹⁾。また、BoNT-Aと知覚-行為理論に基づく理学療法介入の併用では、BoNT-A施注後の2ヶ月評価ではGMFM-66のスコアは低下していた⁸⁾。これは、BoNT-Aの効果の減弱により環境を探索することが制限されたと考察されている⁸⁾。今回、SDRにより術後6ヶ月までMASは低下し、探索に焦点を当てた能動的な課題が継続して行え、それが粗大運動能力の継続的な改善につながった可能性がある。また、主観的ではあるが認知機能・遊び方に変化が見られ、母親からも前向きな言葉が聞かれた。感覚運動経験を重視する発達理論では、運動機能と認知機能は密接に関連するとされている¹⁸⁾。両親との協働した目標設定、粗大運動能力だけでなく、遊びの変化という認知機能や遊び方の変化も起きていることを考慮すると、この症例に対してSDRと感覚運動経験アプローチを行ったことは概ね正しかったと考える。

本症例報告の限界と今後の課題として、以下のことが

挙げられる。まず、認知機能の客観的評価が行われなかったことである。先行研究では、遊びを通しての問題解決能力を評価している⁶⁾。今後は、客観的評価による変化をみることも必要と考える。また、GMFM-66は、座位項目も含まれるが歩行能力までの粗大運動能力を評価するものである。今回は座位練習を中心に行ったため、GMFM-88の領域B「座位」も用いることが適切だったと思われる。最後に、感覚運動経験アプローチではなく、介入時間の増加による変化の可能性を否定できない。今後、ケースシリーズ研究や介入研究で検証する必要がある。

結 語

脳性麻痺とダウン症候群を併存する児に対して、両親と目標設定を行い、SDR後に目標である座位活動に向けて感覚運動経験アプローチを行ったところ、両親の目標と粗大運動能力で改善を認めた。母親の「遊び方が増えた」という言葉から日常生活における遊びにも繋がったと考えた。

利 益 相 反

開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Rahlin M, Barnett J, *et al.*: Development through the lens of a perception-action-cognition connection: recognizing the need for a paradigm shift in clinical reasoning. *Phys Ther.* 2019; 99: 748–760.
- 2) Lobo MA, Harbourne RT, *et al.*: Grounding early intervention: physical therapy cannot just be about motor skills anymore. *Phys Ther.* 2013; 93: 94–103.
- 3) Dusing SC, Harbourne RT: Variability in postural control during infancy: Implications for development, assessment, and intervention. *Phys Ther.* 2010; 90: 1838–1849.
- 4) 師田信人. 機能的脊髄後根切断術による痙直型脳性麻痺の治療. *リハビリテーション医学.* 2002; 39: 623–629.
- 5) Novak I, Morgan C, *et al.*: State of the evidence traffic lights 2019: systematic review of interventions for preventing and treating children with cerebral palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2020; 20: 3.
- 6) Harbourne RT, Berger SE: Embodied cognition in practice: exploring effects of a motor-based problem-solving intervention. *Phys Ther.* 2019; 99: 786–796.
- 7) Morgan C, Novak I, *et al.*: Single blind randomised controlled trial of GAME (Goals-Activity-Motor Enrichment) in infants at high risk of cerebral palsy. *Res Dev Disabil.* 2016; 55: 256–267.
- 8) Stuyvenberg CL, Brown SE, *et al.*: Targeted physical therapy combined with spasticity management changes motor development trajectory for a 2-year-old with cerebral palsy. *J Pers Med.* 2021; 11: 163.
- 9) Pritchard-Wiart L, Thompson-Hodgetts S, *et al.*: A review of goal setting theories relevant to goal setting in paediatric rehabilitation. *Clin Rehabil.* 2019; 33: 1515–1526.
- 10) 近藤和泉, 寺西利生, 他. 日本語版粗大運動能力分類システムの信頼性の検討およびデルフィ法によるこのシステムの臨床使用に対する専門家の意見調査. *Jpn J Rehabil Med.* 2009; 46: 519–526.
- 11) 瀬下 崇, 佐々木清子, 他. 上肢機能評価尺度MACS (Manual Ability Classification System: 脳性まひ児の手指操作能力分類システム) 日本語版の信頼性の検討. *日本脳性麻痺の外科研究会誌.* 2015; 25: 41–45.
- 12) CFCS—Communication Function Classification Systems [Internet] 脳性麻痺児・者のコミュニケーション機能分類システム [updated 2016 Feb 13; cited 2021 Sep 4]. Available from: http://cfcs.us/wp-content/uploads/2018/11/CFCS_Japanese.pdf
- 13) Winders P, Wolter-Warmerdam K, *et al.*: A schedule of gross motor development for children with down syndrome. *J Intellect Disabil Res.* 2019; 63: 346–356.
- 14) 吉川ひろみ: COPM・AMPSスターティングガイド. 医学書院, 東京, 2008, pp. 11–46.
- 15) Brunton LK, Bartlett DJ: Validity and reliability of two abbreviated versions of the Gross Motor Function Measure. *Phys Ther.* 2011; 91: 577–588.
- 16) Duran I, Stark C, *et al.*: Reference centiles for the gross motor function measure and identification of therapeutic effects in children with cerebral palsy. *J Eval Clin Pract.* 2019; 25: 78–87.
- 17) Hanna SE, Bartlett DJ, *et al.*: Reference curves for the gross motor function measure: percentiles for clinical description and tracking over time among children with cerebral palsy. *Phys Ther.* 2008; 88: 596–607.
- 18) エスター・テーレン, リンダ・スミス. 発達へのダイナミックシステム・アプローチ: 認知と行為の発生プロセスとメカニズム. 小島康次 (監訳), 新曜社, 東京, 2018, pp. 299–334.
- 19) Sturgess J, Rodger S, *et al.*: A Review of the use of self-report assessment with young children. *Br J Occup Ther.* 2002; 65: 108–116.
- 20) The Canadian Occupational Performance Measure [Internet] Responsiveness of the COPM. [cited 2021 Sep 4]. Available from: <https://www.thecopm.ca/casestudy/responsiveness-of-the-copm/>.
- 21) Nordmark E, Josenby AL, *et al.*: Long-term outcomes five years after selective dorsal rhizotomy. *BMC Pediatr.* 2008; 8: 1–15.

症例報告

集中的な理学療法により移乗・座位能力が改善した 高齢両側短断端大腿切断の1例*

中村 兼 張^{1) #} 瀧 上 健^{1) 2)} 荷 宮 敏 弘³⁾

要旨

【目的】高齢の両側大腿切断患者は増加傾向にあるにも関わらず、症例報告は少ないのが現状である。本症例は義足歩行が困難であると予測し、義足なしでのセルフケアの獲得や自宅退院を目的に理学療法を実施した。【対象】80歳代前半、女性、両側大腿切断（断端長右1 cm、左10 cm）【方法】動作練習や筋力強化練習に重点を置き、1日2時間・週7回の頻度で理学療法を実施した。【結果】退院時には座位が自立、移乗動作が修正自立となり第217病日（入院60日目）で自宅退院できた。【結論】治療計画や予後予測に難渋したが、早期からの積極的な座位保持や臀部引きずり動作などの移乗動作練習は効果的であり、短断端であっても積極的な理学療法により動作獲得が可能であった。

キーワード 高齢者、両側大腿短断端、ADL

はじめに

本邦では欧米諸国と同様に60歳以上の高齢下肢切断者が増加傾向にある¹⁾。高齢大腿切断者では、予備能力の低さなど様々な要因で理学療法に難渋することが多く²⁾、特に両側大腿切断症例では日常生活動作（Activities of Daily Living：以下、ADL）の制限が起こりやすい³⁾。

両側大腿切断患者における理学療法に関する内容は、各国のガイドライン⁴⁻⁶⁾においても明記されておらず、両側大腿切断患者の先行研究としては、宇根ら⁷⁾とGonzález⁸⁾らによるケースレポートのみであった。宇根らの症例は断端長が10 cm以上あり中断端で、Gonzálezらの症例は未記載であったが、どちらの症例もスタビー型義足を使用して理学療法を実施していた。これら以外に、両側大腿切断者に対する理学療法の実践報告は、渉

猟した限り見つけれず、義足を使用しない症例に対する理学療法の効果検討は必要性が高いと思われる。

今回、両側大腿短断端症例を担当し、入院当初はADL全介助レベルであったが、自宅内での生活に必要な動作練習に重きを置いた理学療法を実施することで、自宅退院が可能となったため、経過について報告する。

対 象

1. 症例紹介

患者は80歳代前半の女性であり、既往歴には陳旧性心筋梗塞、閉塞性動脈硬化症があった。入院前ADLはすべて自立しており、家族構成は夫、息子夫婦、孫二人の六人暮らしであった。なお、本稿の執筆にあたり趣旨を本人、家族に説明し承諾を得た。

2. 現病歴

右足趾末梢に潰瘍を発症し切断術目的で入院となった。第7病日に下腿遠位部の壊死や感染が増悪し右大腿切断術が施行された。第23病日に右大腿部の壊死、創部が離開したことに加えて、左下肢の血行不良や疼痛が出現したため、左大腿切断術と右下肢洗浄デブリードマンが実施された。両下肢断端部に長期間のドレーンチューブを留置しており、第37病日にドレーンチューブを抜去した。第157病日に全身状態が安定したため、当院地域包括ケア病棟に転院した。

* Aggressive Physical Therapy Improved Sitting and Transfer Ability for Elderly Patient with Both Sides above Knee Amputation: A Case Report

1) 医療法人えいしん会岸和田リハビリテーション病院リハビリテーション科
(〒596-0822 大阪府岸和田市上松町二丁目8番10号)
Kaneharu Nakamura, PT, Takeshi Fuchigami, PT, PhD: Department of Rehabilitation, Eishinkai Kishiwada Rehabilitation Hospital

2) 畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター
Takeshi Fuchigami, PT, PhD: Neurorehabilitation Research Center, Kio University

3) 医療法人晴風園ほうゆうリハビリテーション病院リハビリテーション科
Toshihiro Ninomiya, PT: Department of Rehabilitation, Seifuen Hoya Rehabilitation Hospital

E-mail: 05kanegon09@gmail.com
(受付日 2021年5月16日／受理日 2022年3月1日)
[J-STAGEでの早期公開日 2022年6月1日]

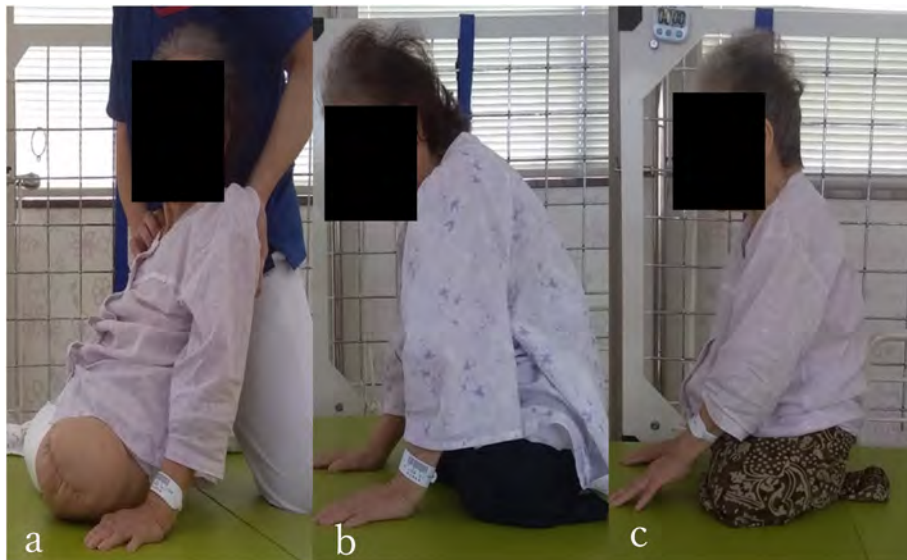


図1 座位姿勢

a: 入院時, b: 30日, c: 退院時

3. 理学療法初期評価

理学療法では、心不全兆候はなくバイタルサインは安定していたが、易疲労性は認め、動作練習後での主観的運動強度は修正Borg Scale 5～6であった。澤村⁹⁾は断端長が坐骨結節から10 cm未満の場合は短断端、断端長が5 cm未満の場合は極短断端と定義している。本症例は断端長が右1.0 cm、左10.0 cmであったので、右極短断端、左短断端と判断した。両下肢に幻肢痛は認めなかったが、左股関節屈曲自動運動時に左股関節前面にNumerical Rating Scale 9の疼痛を認めた。右側は極短断端のため関節可動域(Range of Motion: 以下, ROM)、徒手筋力検査(Manual Muscle Test: 以下, MMT)ともに測定できなかった。左股関節ROMは屈曲70°、伸展-5°、外転15°、内転-10°であり、MMTは左股関節屈曲筋群3、伸展筋群2、外転筋群2、内転筋群2、腹筋群2であった。両上肢にROM制限や筋力低下は認めなかった。体幹機能についてTrunk Control Testは24点、Functional Assessment for Control of Trunkは0点であった。Mini Mental State Examination-Jは23点であった。また、痛みの破局化の程度の指標であるPain Catastrophizing Scaleは25点であり痛みに対しての破局的な思考が強い状態であった。理学療法への参加意欲についてはPittsburgh Rehabilitation Participation Scale(以下, PRPS)を使用した。PRPSは拒否、受け身的、積極的などの6段階で理学療法への参加意欲を評価する指標であり、段階が上がるにつれて意欲は高いとされる。本症例はgrade VIで意欲は高かった。機能的自立度評価法(Functional Independent Measure: 以下, FIM)は運動項目19点、認知項目28点だった。座位保持などの基本動作に重度介助を要するため、食事動作はベッドギャジャップで行い、トイレ動作はオムツ対応となっ

ていた。入院時の基本動作は起居動作と移乗動作、車椅子移動は全介助であり、座位保持と臀部引きずり動作は姿勢保持が困難であった。また、上肢を後方に接地させての座位保持は重度介助が必要であり、座位姿勢を正中位に誘導すると左股関節前面に疼痛が出現し、姿勢保持が困難であった(図1-a)。

4. 目標設定

義足歩行阻害因子として、1) 認知症や記憶障害などの精神機能障害、2) 重度の中枢神経系の障害によるバランス障害、3) うっ血性心不全、狭心症、閉塞性肺疾患による心肺機能低下、4) 下肢関節の拘縮、5) 下肢の潰瘍、感染が報告されている¹⁰⁾。本症例は上記5項目の内1)、3)、4)の3項目が該当していたため、医師、義肢装具士と相談した上で義足歩行獲得は困難と予測した。よって、義足なしでのセルフケア自立、自宅退院を目標とし、本人と家族や主治医と共有した。

5. 理学療法プログラムと入院経過

本症例は発症からの経過が長く、日中臥床傾向となっていた。本症例の座位姿勢は骨盤後傾を呈しており、また、切断の影響により支持基底面が狭く、上肢での支持が必要な状態であった(図1-a)。骨盤後傾は左股関節屈曲ROM制限に由来しており、骨盤後傾は左股関節屈曲ROM制限とそれに関連した疼痛回避のための姿勢と考えた。この時期の理学療法プログラムとしては、体幹の安定性に関わる腸腰筋に対するストレッチや座位保持練習を実施した。座位保持練習では前方に台を用意し、上肢支持にて支持基底面を広げた状態から開始した。また、台の高さを徐々に下げる事で、難易度を調整し練習を進



図2 移乗動作

- a: 後方いざりでの移乗動作 後方重心であり転倒の危険性が高く、セラピストの介助が必要
 b: トランスファーボード使用時の移乗動作 トランスファーボード上で車椅子のアームレストを把持して方向転換を行い、安全に自己で移乗が可能

めた。起居動作練習では寝返りを行った後に片側上肢を使用したon elbowからon handでの動作練習を行った。

第187病日(入院30日)において、左股関節ROMの改善や疼痛の軽減、体幹機能の向上により、上肢による前方支持での座位保持が見守りで可能となった(図1-b)。寝返り動作は修正自立、起き上がり動作は中等度介助、移乗動作は方向転換時に後方へバランスを崩すため中等度介助であった。車椅子自走は骨盤後傾し、臀部が前方にずれ落ちるため軽度介助が必要であった(図2-a)。この要因としては、本症例の車椅子駆動時の座位保持において、両大腿短断端であることから大腿後面で踏ん張ることができないことや、腹筋群の筋力低下から車椅子駆動時の体幹の安定性が低下していたことが考えられる。この時期からポータブルトイレ(以下、PWC)への誘導を行った。理学療法プログラムでは、前後左右のリーチ動作を通して座位バランス練習やトランスファーボードを使用した移乗動作練習を開始した。環境設定としてはベッドと車椅子を対面させた。また、起居動作練習では理学療法開始当初はon elbowからon handを経由する方法で実施していたが、動作の定着がみられなかったので腹臥位からプッシュアップにて座位へ移行する動作方法に変更した(図3)。この動作方法では、体幹を持ち上

げる際に両上肢を使うことで腹筋群の活動が不十分でも動作は可能であった。

第217病日(入院60日)には座位保持(図1-c)、車椅子自走や起居動作が自立となった。車椅子自走では第187病日(入院30日)と比べると体幹前傾位での保持が可能であった。移乗動作がトランスファーボードを使用して修正自立(図2-b)、トイレ動作は軽度介助、更衣動作は修正自立となった。更衣方法は座位で行うと一側の臀部に重心移動が必要であり、下衣の裾から脚を出し入れする為に難易度は高くなる¹¹⁾。そのため、支持基底面が広い背臥位で行うように指導した。自宅退院後は離床している時間のほとんどが車椅子上で過ごすことが予想されたので、車椅子上でのプッシュアップや身体を左右に傾けるなどの除圧方法の指導を行った。

退院前訪問指導では、玄関に段差解消スロープを設置し、ベッド環境はベッドと車椅子やPWCを同じ高さに設定した。また、自宅内でのベッドと車椅子間の移乗動作の安全性の確認も行った(図4)。生活空間が狭いことや上肢駆動を安楽に行うために6輪タイプの車椅子を選択した。ブレーキレバーや後部キャスターの延長を行い、車椅子クッションは骨突出部に圧力集中や褥瘡の危険性を避けるために空気室構造クッション(PROFILE®



図3 腹臥位からの起き上がり方法
a: 腹臥位, b: プッシュアップで座位へ移行, c: 座位姿勢



図4 自宅内での移乗動作(車椅子⇄ベッド)
a: 車椅子からベッドへの移乗動作, b: ベッドから車椅子への移乗動作

ロータイプ)を選択した。サービスは訪問看護、訪問リハや通所デイケアサービスを提案した。退院前日に実際に自宅において自宅内での動作を本人と家族とともに確認した。入院中の身体機能の変化とADL経過については表1, 2にまとめた。

考 察

今回、基本動作が全介助であった高齢両側大腿短断端例に対して、積極的な動作練習や動作方法の工夫を行うことで、退院時には座位が自立、移乗動作が修正自立と

なり自宅退院できた。本人と家族からの問診により自宅退院のために必要な動作は、座位保持、移乗動作、車椅子自走であると判断し、理学療法では上記の動作の獲得に必要なアプローチを重点的に実施した。

大腿切断患者において座位の可否はADLに大きな影響を与えるとされている。義足非装着での移動手段として臀部引きずり動作が挙げられる¹²⁾。また、臀部引きずり動作を行うためには高い座位バランスが必要であるが、下肢切断による支持基底面の狭小化、発症からの期間の長期化による体幹筋群の筋力低下、疼痛や股関節

表1 身体機能の変化

	入院時	入院30日目	退院時
FACT	0点	5点	11点
TCT	24点	49点	87点
ROM(L) 屈曲	70°	85°	90°
伸展	-5°	0°	0°
外転	15°	20°	30°
内転	-10°	-5°	0°
PCS	25点	18点	10点
NRS (左大腿部)	9点	6点	2点

FACT: Functional Assessment for Control of Trunk, TCT: Trunk Control Test, ROM: Range of Motion, PCS: Pain Catastrophizing Scale, NRS: Numerical Rating Scale

表2 ADL経過

	入院時	入院30日目	退院時
寝返り動作	重度介助	修正自立	
起き上がり動作	重度介助 (側臥位での動作)	軽介助 (腹臥位からのプッシュアップ)	修正自立
坐位保持	重度介助	見守り	自立
移乗動作	全介助	中等度介助 (トランスファーボード使用)	修正自立
トイレ動作	オムツ対応	中等度介助 (PWCの導入)	見守り
更衣動作	全介助	中等度介助 (スカートに変更, 臥位で実施)	見守り
FIM (運動項目)	19点	24点	54点

FIM: Functional Independent Measure
PWC: ポータブルトイレ

ROM制限が座位保持を困難にしていると思われた。上記の機能障害に対してのアプローチや座位練習、臀部引きずり練習や移乗動作練習を開始した。

プログラムの内容としては動作練習や筋力強化練習に重点を置き、ROM練習などは必要最低限とした。動作練習を可能な限り長時間実施し、平均して1日2時間を週7回の頻度で実施した。また、理学療法初期から病棟スタッフと連携して、座位が不安定な時期はベッド上ギャッジアップ座位を行い、座位姿勢が安定して可能になった段階から、車椅子離床を行い病棟で過ごすようにし、家人に対しても離床の必要性を説明し、面会時には車椅子離床を依頼するなど積極的に離床を図った。移乗動作練習としては、切断の影響により支持基底面が狭小化している本症例では、臀部引きずり動作時に転倒リスクを認めたので、まず前後左右への臀部への重心移動練習を行い、片側臀部挙上練習を実施した。片側臀部挙上が可能になった段階で前後への移動練習やトランスファーボードを使用しての動作練習も併せて実施し、上肢支持を外した状態での動作練習を行った。車椅子自走

においては、練習開始当初は座位姿勢が骨盤後傾位となっており、座位能力が向上するとともに、車椅子駆動時に骨盤前傾位を維持できるようになり、ハンドリムの操作も可能になった。座位バランスが安定したことで、上肢が自由になりリーチや把持動作に使用でき、ADLやFIMの拡大が得られた。また、TCTやFACTの点数向上に伴って、座位保持が安定し車椅子自走も可能になったことから、体幹機能が座位の安定化に関与したことが考えられる。

各種動作での工夫としては、更衣動作では下衣更衣を容易にするために衣服をスカートへ変更した。トイレ動作ではPWCはひじ掛けを跳ね上げ式とし、ベッド側と接しているひじ掛けを外すことでPWCへの臀部引きずり動作を行えるようにした。

先行研究との動作レベルの比較について、座位保持では宇根らは理学療法開始から第68病日で全介助から見守りに改善しているが、本症例は第187病日(入院30日)で見守りが可能になった。これは断端長の違いが要因の可能性がある。本症例では断端長は右1.0 cm、左

10.0 cmと、短断端かつ左右差が大きいものに対して、宇根らの報告では右21.5 cm、左24.0 cmと中断端で左右差も少なかった。断端長が長いことで支持基底面が本症例より広く、左右差が少ないため重心を中央に移動させやすい。また、宇根らの症例では切断術後第51病日で股関節屈曲90°を有しており、座位保持に必要なROMを満たしていた。本症例は発症からの経過が長く、左股関節に屈曲70°のROM制限が発生しており、座位時は骨盤後傾を呈し、後方からの重度介助を要していた。そして、ROM改善に伴い座位保持が獲得できたことから、理学療法開始初期の股関節屈曲ROM制限の有無により、座位保持見守りレベルまでに時間を要したことが考えられる。

移乗動作は、宇根らの症例と同様に本症例においても退院時には自立となっているが⁴⁾、宇根らの症例では第223病日の退院直前で自立レベルであったのに対して、本症例は第202病日（入院45日）で、修正自立レベルに達した。宇根らの症例ではスタビー型義足を使用して立位練習などの課題指向型練習を行っていたのに対して、本症例では自宅内で必要な動作の聴取をおこない、その動作の実動作練習を積極的に行った。さらに、本症例ではトランスファーボードを使用し、理学療法でも移乗練習を重点的に行ったことで運動学習効果が得られたと考える。また、トランスファーボードを使用することで接地面との摩擦が軽減したことで、安楽かつ疲労感少なく移乗動作が可能になったことも、高齢で既往歴に心疾患を有する本症例に合致した方法であったと考える。

入院期間について、地域包括ケア病棟では入院期間が60日間と定められており、本症例では宇根らの症例よりも早く自宅退院している。この要因としては、入院時より自宅内構造や必要な動作に対して聴取を行い、必要な動作を焦点化して積極的に練習を行ったことが考えられる。家族の自宅退院の条件としては、日中の介助者である夫以外の同居家族のライフスタイルを変えないことや、介護負担が増えないことであった。トイレ動作、更衣動作や入浴動作が介護負担感に関与しており¹³⁾、本症例の家族においてもトイレ動作や更衣動作、入浴動作、移動手段の獲得ができれば自宅退院可能という認識を持っていた。移動手段は車椅子自走自立、トイレ動作や更衣動作は夫の見守りで可能であった。そして、自宅内での入浴動作については、バスボードとシャワーチェアの設置が毎回必要であり、洗体動作にも介助を要することから介護負担が大きくなる可能性があった。そのため、入浴動作については介護サービスを利用することを提案し、夫のみの介護でも介護負担がそれほど大きくない生活様式となり、自宅退院が可能になった。

また、切断による不安、混乱、怒り、悲嘆などの心理的反応は患者の意欲を奪い、理学療法を妨げることが予想される¹⁴⁾。しかし、本症例はPRPSがgrade VIと理学療法への参加意欲が高い状態であり、入院から退院までの間、その状態を維持できていた。先行研究では両下肢切断患者の意欲や心理的状态についての報告はないが、他疾患同様に意欲の高さが動作獲得を促進したことが考えられる。

今回、高齢両側大腿短断端例に対し、積極的な動作練習の提供や動作方法の工夫をすることで座位・移乗能力に改善を示し、自宅退院という帰結に貢献できたと思える症例を経験した。

利益相反

開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 藤田あをい：高齢下肢切断者の最近の動向. MEDICAL REHABILITATION. 2002; 16: 1-7.
- 2) 猪飼哲夫, 植松海雲, 他：下肢切断者のリハビリテーション効果と予後—影響する因子の検討—. リハビリテーション医学. 2001; 38: 125-130.
- 3) Volpicelli LJ, Chambers RB, *et al.*: Ambulation levels of bilateral lower extremity amputees. The Journal of Bone and Joint surgery. 1983; 65: 599-605.
- 4) 一般社団法人日本理学療法学会連合 理学療法ガイドライン第1版14. 下肢切断 http://jspt.japanpt.or.jp/upload/jspt/object/files/guideline/20_leg_cutting.pdf (2021年5月14日引用)
- 5) U.S. Department of Veterans Affairs VA/DoD Clinical Practice Guidelines: Rehabilitation of Lower Limb Amputation (2017). <https://www.healthquality.va.gov/guidelines/rehab/amp/index.asp>. (2021年5月14日引用)
- 6) The British Society of Rehabilitation Medicine: Amputee and Prosthetic Rehabilitation—Standards and Guidelines (3rd Edition). <https://www.bsrm.org.uk/downloads/prosthetic-amputee-rehabilitation-standards-guidelines-3rd-edition-webversion.pdf> (2021年5月14日引用)
- 7) 宇根美里, 薬師寺高明, 他：高齢大腿切断者の急性期から回復期までの動作獲得の経過. 理学療法ジャーナル. 2017; 51: 1042-1046.
- 8) González-García B, García-Isidoro S, *et al.*: Amputación bilateral en paciente diabética con ceguera, el uso de prótesis inadecuadas. Reporte de caso. Acta Ortop Mex. 2017; 31: 239-247.
- 9) 澤村誠志：切断と義肢（第2版）医歯薬出版株式会社、東京、2007, p. 28.
- 10) Steinberg FU, Sunwoo IY, *et al.*: Prosthetic rehabilitation of geriatric amputee patients: a follow-up study. Arch Phys Med Rehabil. 1985; 66: 742-745.
- 11) 熊崎大輔, 山内 仁：座位における下衣の着脱について. 関西理学療法2009; 9: 29-33.
- 12) 陳 隆明：下肢切断と歩行予後. 地域リハビリテーション. 2012; 7: 986-989.
- 13) 広瀬美千代, 岡田進一, 他：家族介護者の介護に対する認知的評価を測定する尺度の構造—肯定・否定の両側面に焦点をあてて—. 日本在宅ケア学会誌. 2005; 9: 52-60.
- 14) 白濱勲二, 小林隆司, 他：上肢切断と心理学. 日本義肢装具学会誌. 2004; 20: 33-36.

講座

シリーズ 「自主トレーニング指導・処方における工夫」

連載第3回 パーキンソン病患者に対する
自主トレーニング指導のポイントと注意点*水野 公輔¹⁾

はじめに

パーキンソン病は黒質ドパミン神経細胞の変性を主体とする進行形の神経変性疾患であり、症状は長期的に進行し多岐に渡ること、さらに変動することが特徴である。臨床症状は運動症状(静止時振戦・筋強剛・無動・姿勢保持障害)と非運動症状(認知障害・精神症状・行動障害・睡眠障害・自律神経症状・疼痛・疲労など)がある。図1はパーキンソン病の臨床症状と時間的経過を示したものの¹⁾であるが、医師からパーキンソン病と診断される20年前頃から、嗅覚障害や自律神経障害、REM睡眠行動障害などの非運動症状が出現するとされており、この時期を前駆期(Prodromal Phase)と言う。重症度や障害の程度を客観的に評価する尺度としては、Hoehn-Yahr重症度分類²⁾やUnified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS)³⁾、修正版Hoehn-Yahr重症度分類⁴⁾などが推奨されている。Keusらは、修正版Hoehn-Yahr重症度分類1度～2.5度を早期(Early Phase)、修正版Hoehn-Yahr重症度分類2度～4度を中期(Mid Phase)、修正版Hoehn-Yahr重症度分類5度を後期(Late Phase)と区分し、重症度に応じた理学療法の治療目標と介入項目を示している⁵⁾。なおパーキンソン病は、日本における罹患率が1年間で10万人あたり10～18人、有病率は10万人あたり100～180人と言われ⁶⁾、理学療法の対象神経疾患において、脳血管疾患、認知症に次いで患者数が多い疾患である⁷⁾。また近年では、パーキンソン病は直接死に至る疾患ではなく、適切にケア・管理することで、症状の進行を緩徐にし、生涯を全うすることが可能であると言われている⁸⁾⁹⁾。しかし、新型コロナウイルス(以下、COVID-19)が世界中に拡大し、2020年3月にWHOによるパンデミックが宣言されて以降、生活様式は一変し、

様々な混乱・影響が今なお続いているのが現状である。これはパーキンソン病患者にとっても同様であり、改めて適切なケア・管理を図り、症状の悪化や進行を抑制することが求められる。

本稿では、理学療法の対象神経疾患として患者数が多く、かつ長期的な関わりが必要なパーキンソン病患者に対して、自主トレーニングの指導のポイントや注意点(表1)を病期ごとに述べることとする。

パーキンソン病に対する自主トレーニング
(ホームエクササイズ)の効果と注意点

理学療法診療ガイドライン¹⁰⁾において、パーキンソン病に対するホームプログラムや在宅運動療法(home-based exercise)は推奨グレードB(行うように勧められる科学的根拠がある)とされており、実際にパーキンソン病患者におけるホームエクササイズを調査したレビューにおいても歩行速度やバランス能力に効果があると報告している¹¹⁾。なお、このとき調査されたホームエクササイズの多くは、理学療法士などの有資格者によって運動処方されるとともに、その多くは運動処方後も定期的なフォローアップをしていたことから、効果的な自主トレーニングを行うには、我々理学療法士が病態に合わせた適切な運動プログラムを指導するとともに、定期的にモニタリングしながら、その都度病期に適したプログラムを提供し続けることが重要といえる。なお、自主トレーニングの運動強度は、病期や病態によって異なるが、低負荷・高頻度を基本とし、翌日までに運動後に生じた痛みや疲労を残すことがなく、毎日継続できる程度が適正といえる。さらに自身の体調に関する自己管理能力を高めることや、生活指導なども自主トレーニング指導と合わせて実施することが望ましい。

Early Phaseの身体症状と理学療法介入

Early Phaseは、運動症状(軽微な一側性障害)が出現しパーキンソン病と診断された時期(Hoehn-Yahr重症度

* How to Teach Voluntary Exercises in Parkinson's Disease

1) 北里大学病院リハビリテーション部

(〒252-0375 神奈川県相模原市南区北里1-15-1)

Kosuke Mizuno, RPT, PhD: Department of Rehabilitation, Kitasato University Hospital

キーワード: パーキンソン病, 自主トレーニング, COVID-19

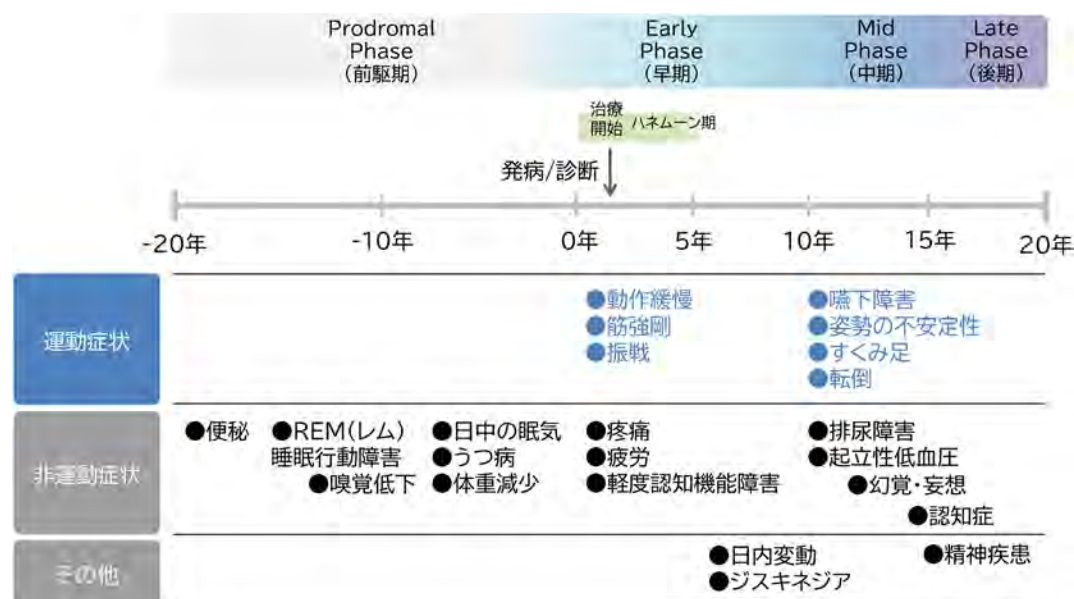


図1 パーキンソン病の臨床症状と時間的経過

表1 それぞれのPhaseにおける自主トレーニング指導のポイントと注意点

Early Phaseの自主トレーニング指導のポイントと注意点	
・	本人およびその家族に対して、パーキンソン病の症状や特徴について情報提供を行い、パーキンソン病の正しい理解を促す
・	規則正しい生活リズムを保ち、従来の生活を継続するように指導する
・	早期からの治療が有効であることを伝え、パーキンソン病体操をはじめ、ウォーキングなどの運動習慣を日常生活のなかに定着させる
・	病気や症状に関する不安や悩み、生活での困りごとなどを発信・共有する場として、患者会や家族会への参加を奨励する
Mid Phaseの自主トレーニング指導のポイントと注意点	
・	無理のない範囲で、従来の生活を継続するように指導する
・	患者会や家族会などへの社会参加はできる限り継続するように促す
・	身体機能の維持・改善のために、パーキンソン病体操をはじめとした運動の継続は重要であるが、あわせて転倒には十分に留意するように指導する
・	運動合併症が認められる場合は、ON時に自主トレーニングを行えるよう、生活リズムを把握したり、整えたりするように指導する
Late Phaseの自主トレーニング指導のポイントと注意点	
・	転倒や褥瘡、関節拘縮などを予防や身体機能の維持に、介護者の協力や社会資源などを活用する
・	体調や生活場面に合わせた幾通りかのトレーニングメニューを用意し、状況に応じて、その時にできる運動をするように指導する

分類1度)から、軽度の両側性障害があるが姿勢反射障害は認められない時期(修正版Hoehn-Yahr重症度分類2.5度)を示す。この時期は、歩行障害や姿勢異常などではなく運動機能も比較的保たれており、社会的活動も問題

なく行えている、あるいは多少の困難はあるものの行えている段階である。

Early Phaseにおける理学療法の目標としては、不活動の予防、運動や転倒への不安の予防、身体能力の改善などが挙げられる⁵⁾。この時期に介入する際は、診断直後でパーキンソン病という病気に対するショックや不安を、患者自身だけでなく家族を抱えていることが考えられるため、心理的ケアも求められる。リハビリテーションをはじめとした適切な治療やケアを早期から行うことで、症状の進行を遅らせることができることを伝え、規則正しい生活リズムを保ち、従来の生活を継続するように指導するとともに、パーキンソン病体操(図2)をはじめとした運動習慣を日常生活の中に定着させることが重要といえる。

なおEarly Stageにおける理学療法介入は、症状が軽微で社会的活動も行っていることが多いため、パーキンソン病講座や短期間での教育入院などでの関わりが多く、より自主トレーニング指導が重要と言える。自主トレーニング指導のポイントと注意点としては、本人およびその家族に対して、パーキンソン病の症状や特徴について十分な情報提供を行い、パーキンソン病の正しい理解を促し、進むべき方向を示すことが必要と言える。また、病気や症状に関する不安や悩み、生活での困りごとなどを発信・共有する場として、患者会や家族会への参加も奨励される。なお、投薬による治療を開始して3~5年は薬に対する反応性も良く、今までと同様の生活を送ることができる時期があり、これをハネムーン期と言う。

パーキンソン病診療ガイドライン2018¹²⁾でも、早期パーキンソン病患者に対して、定期的な診察・患者教育・運動教育を行い経過観察する必要があると示されており、早期からの理学療法介入は重要であるといえる。



図2 パーキンソン病体操

理学療法ガイドライン（第2版）⁸⁾では、Early Phaseにあるパーキンソン病者に対して、理学療法（ストレッチングエクササイズ、筋力トレーニング、バランス練習、有酸素運動）や運動（健康増進）を行うことの有用性を検討したところ、歩行、バランス、全体的なパーキンソン病の症状が改善することが複数の研究から示されたものの、改善の程度はわずかであり、推奨の強さは「弱い推奨」であった。

Mid Phaseの身体症状と理学療法介入

Mid Phaseは、軽度の両側性障害を認められる（修正版Hoehn-Yahr重症度分類2度）時期から徐々に後方突進などの姿勢反射障害が出現する（修正版Hoehn-Yahr重症度分類3度）時期、さらにかろうじて介助なしに起立・歩行ができる（修正版Hoehn-Yahr重症度分類4度）時期を示す。この時期は、一定期間以上のパーキンソン病治療薬による薬物療法によって、ウェアリング・オフ（効

果減弱）やジスキネジア（不随意運動）などといった運動合併症が生じるようになり、治療の反応性が低下したり、転倒の危険性が増加する段階といえる。さらに、仮面様顔貌や小字症などが出現すると、自らの表出を控えたり、異常姿勢や歩行障害などが出現すると外出を避けたりして、結果的に社会参加の機会や活動性が失われるケースも出現する。気持ちが落ち込むうつ状態につながり、幻覚や幻聴などの症状なども現われるとされる。

Mid Phaseにおける理学療法の目標は、移乗動作能力、バランス能力、歩行能力、上肢機能（リーチや把持など）などの維持・改善や、転倒や異常姿勢の増悪予防などが挙げられる。具体的な介入としては、すくみなどの歩行障害には外的刺激（キュー）を利用したり、起居移乗などに認知運動戦略を用いるなどパーキンソン病に対する特異的な戦略を用い、さらにマルチタスクを回避するための情報提供も挙げられている⁵⁾。さらにウェアリング・オフやジスキネジアなどといった運動合併症に対

しては、ON時に自主トレーニングを含む運動や活動を行うこと、OFF時の日常生活動作、歩行状態に対応できるような生活環境を整えるなどの対策を講じる必要がある。なお、内服時間に関係なく突然悪化するオン・オフ現象が出現するようになると、いつオフになるかを予測できないことで外出制限に結び付き社会参加を妨げる原因となるため、日々症状の変化を観察し早めに対処できるようにしておく必要もある。またこの時期になると、リハビリテーションや薬物療法だけでなく、外科的処置を要する治療（脳深部刺激療法）や、胃瘻を造設し持続的薬剤注入療法を目的に入院して治療を受けることも多くなるが、決して入院を契機に身体機能やActivities of Daily Living（以下、ADL）能力が悪化することがないように、入院中も可能な範囲で自主トレーニングを継続するように指導するとともに、病棟スタッフとも協働し活動量が低下しないように関わっていく必要がある。

本邦では、介護保険優先原則の厳格適用により、介護が必要となり要介護認定をうけた段階で、理学療法を受ける場が治療目的の場合を除いて病院などの医療機関から、介護保険を利用した地域でのリハビリテーションへ移行される。このときスムーズに移行できるように工夫することが重要であり、理学療法を受けたくても制度の問題で受けることができない、いわゆる「リハビリ難民」を生み出さないよう、適切な介入・支援も求められる。なお、自主トレーニング指導のポイントと注意点としては、本人およびその家族に対して、パーキンソン病の症状・特徴について、引き続き必要な情報提供を行い、今現在すでに出現している症状については、改善あるいは増悪予防のための対処を指導すること、今後起こり得る可能性のある症状については予防策を講じ、出来る限り現在の活動性を低下させず、社会参加へとつなげていくことが重要である。なお理学療法ガイドライン（第2版）⁸⁾では、Mid phaseに対する代表的な理学療法（運動療法、動作指導、運動イメージ、患者および家族指導）や種々の運動（LSVT BIG[®]、太極拳、その他）、キューサインによる手がかり刺激の有用性について検討している。その結果、理学療法（運動療法、動作指導、運動イメージ、患者および家族指導）や運動（LSVT BIG[®]、太極拳、その他）を行うことは、歩行や日常生活活動、身体の柔軟性を有意に改善させる効果があることが示されたものの、エビデンスの確実性の強さは弱く「弱い推奨」であった。また、キューサインによる手がかり刺激の使用は、短期的に歩行（歩行速度）を有意に改善させることを示したものの、その改善の効果はわずかで、こちらも「弱い推奨」であった。

Late Phaseの身体症状と理学療法介入

Late Phaseは、日常生活全般に介助が必要であり、介

助なしではベッド上あるいは車椅子上の生活を強いられる状態（修正版Hoehn-Yahr重症度分類5度）の時期を示す。この時期の理学療法は、転倒・褥瘡・関節拘縮などを予防しながら、身体機能の維持を図り、かつ呼吸や嚥下などの生命活動の維持に寄与することも求められる⁵⁾。また、全般的にADLの介助が必要となるため、家族などの主介護者やケア提供者に対して介助量を軽減することを考慮した指導を行うことも必要となる。

具体的には、身体機能や活動性を維持するために、可能な程度で介助下での立位・歩行練習を実施するとともに、適切な補装具（歩行補助具・車椅子・ベッドなど）を紹介し、生活環境を整えていく。また介助量の軽減には、家族などの主介護者やケア提供者に対して、安全な移乗方法や安楽な起き上がり方法、ベッド上での体位交換の方法などの指導も行う必要がある。さらに、身体機能の維持、褥瘡予防には、車椅子上やベッド上でのポジショニングに対する指導も必要となる。なお、この時期は、感染症や誤嚥性肺炎などで入院することもあるが、できる限り入院前の生活を再獲得して退院ができるように、医師・看護師・作業療法士・言語聴覚士などと連携しながら、廃用症候群が出現・増悪しないように心がける必要がある。自主トレーニング指導のポイントと注意点としては、体調や生活場面に合わせた幾通りかのプログラムをあらかじめ提供しておくとともに、患者自身だけで無理をせず、家族などの主介護者の協力を得たり、社会資源などを利用しながら、毎日わずかでもリハビリテーションを継続できることが重要と言える。

なお、理学療法ガイドライン（第2版）⁸⁾において、Late phaseにあるパーキンソン病者に対する理学療法（ポジショニング、自動介助運動）や、家族やケア提供者への働きかけに関してエビデンス調査を行ったものの、後期のパーキンソン病者に対する理学療法の介入研究は収集できず、結果として、有用性を示す明確な根拠はないというステートメントレベルとなった。後期のパーキンソン病者に対する理学療法の有効性を検証するためには、まず生活上のアプローチ・ケア・ニーズについて明確にし、理学療法のターゲットを焦点化し、対照群を設定した研究の計画および実施が期待される。

COVID-19がパーキンソン病患者に与えた影響

現時点ではCOVID-19がパーキンソン病などの神経変性疾患に及ぼす長期的な影響は分かっていないものの、COVID-19に罹患したパーキンソン病患者は、認知症や高血圧症を併発していたり、パーキンソン病の罹病期間が長いと、死亡率と関連するといった報告も挙がっている¹³⁾。また、少なくともCOVID-19パンデミックによる外出制限などによって、パーキンソン病患者はより多くの不安やストレスを抱え、身体活動量が低下し、結果と

してパーキンソン病患者の運動症状やQOLを低下させると報告されており¹⁴⁻¹⁶⁾、COVID-19の流行に伴う生活の変化は、パーキンソン病患者の病態やQOLに悪影響を及ぼしていると言える。本邦においても、疾患の重症度・罹病期間・歩行障害・硬直・不安・抑うつ・ストレスが健康関連QOLの悪化と関連することが示され¹⁷⁾、さらに258名のパーキンソン病患者を対象としたアンケート調査¹⁸⁾では「外出やリハビリに行けなくなった」といったADLの低下を危惧するものや、「家族や友人と会えなくなった」といった孤独を訴えなどがあり、通常の診療に加え、電話による診療や自宅でのリハビリを行うための資料等を整備・充実させることが重要であるとしている。COVID-19の大流行がパーキンソン病患者に与える社会的・心理的影響を調査したレビューでも、多くの国が設けている社会的制約により、日常生活、社会的交流、身体運動・健康管理を受ける場を失うとともに、新たに症状が現れたり悪化したりするなどし、介護者の負担の増加にもつながっているといわれている¹⁹⁾。そこで、医療へのアクセスを確保するための遠隔医療、友人や家族との交流をバーチャルで維持すること、在宅エクササイズを奨励すること、セルフケアや効果的な対処法をアドバイスするなど、パンデミック時のパーキンソン病患者への支援の方法として、従来の理学療法や医療関連に代わり、遠隔医療や遠隔リハビリを実施することなども提案している¹⁹⁾²⁰⁾。COVID-19の大流行は、パーキンソン病とともに生きる多くの人々にとって大きな悲劇であったことは間違いないが、長期的には新たなチャンスとして良い結果をもたらすことを、今世界は期待している²¹⁾。

おわりに

本稿では、病期ごとにパーキンソン病患者に対する自主トレーニングの指導のポイントや注意点などを説明した。前述の通り、パーキンソン病は適切にケア・管理することで、症状の進行を緩徐にし、生涯を全うすることが可能であるが、保険制度やCOVID-19の感染拡大などの社会情勢の変化によって、適切なケアや管理が受けられない現状があるといえる。改めて、早期からのリハビリテーション介入の必要性を示すこと、適切な管理下のもと在宅でも実施可能な自主トレーニング（ホームエクササイズ）の充実させること、さらに遠隔リハビリテーションなど時代のニーズに合わせた理学療法を展開することなど、更なる理学療法の展開、エビデンスの構築が求められる。

文 献

- Kalia LV, Lang AE: Parkinson's disease. *Lancet*. 2015; 386: 896-912.
- Hoehn MM, Yahr MD: Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology*. 1967; 17: 427-442.
- Fahn S, Eiton R, *et al.*: Unified Parkinson's Disease Rating Scale. in: Fahn S, Marsden CD, *et al.*, (eds): Recent developments in Parkinson's disease. Macmillan Health Care Information, Florham Park, NJ, 1987; pp. 153-163, 293-304.
- Goetz CG, Poewe W, *et al.*: Movement Disorder Society Task Force on Rating Scales for Parkinson's Disease: Movement Disorder Society Task Force report on the Hoehn and Yahr staging scale: status and recommendations. *Mov Disord*. 2004; 19: 1020-1028.
- Keus SH, Munneke M, *et al.*: Physical therapy in Parkinson's disease: evolution and future challenges. *Mov Disord*. 2009; 24: 1-14.
- Yamawaki M, Kusumi M, *et al.*: Changes in prevalence and incidence of Parkinson's disease in Japan during a quarter of a century. *Neuroepidemiology*. 2009; 32: 263-269.
- 公益社団法人日本理学療法士協会：理学療法白書2016年度版. pp. 66-68, 2016. https://support.japanpt.or.jp/upload/privilege/obj/files/other/rigakuryouhouhakyusyo_2016.pdf (2022年2月16日閲覧)
- 日本理学療法士協会(監)：理学療法ガイドライン第2版. 日本理学療法学会連合, 理学療法標準化検討委員会ガイドライン部会(編), 医学書院, 東京, 2021, pp. 116-127.
- 渡辺宏久, 祖父江元：パーキンソン病の診断と治療. 明日への臨床. 2008; 20: 1-9.
- 一般社団法人日本理学療法学会連合：理学療法診療ガイドライン第1版. pp. 521-569, 2011. http://jspt.japanpt.or.jp/upload/jspt/obj/files/guideline/00_ver_all.pdf (2022年2月16日閲覧)
- Flynn A, Allen NE, *et al.*: Home-based prescribed exercise improves balance-related activities in people with Parkinson's disease and has benefits similar to centre-based exercise: a systematic review. *J Physiother*. 2019; 65: 189-199.
- 日本神経学会(監)：パーキンソン病診療ガイドライン2018. 「パーキンソン病診療ガイドライン」作成委員会(編), 医学書院, 東京, 2018, pp. 87-89.
- Fasano A, Elia AE, *et al.*: Predictors of COVID-19 outcome in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2020; 78: 134-137.
- Shalash A, Roushdy T, *et al.*: Mental health, physical activity, and quality of life in Parkinson's disease during COVID-19 pandemic. *Mov Disord*. 2020; 35: 1097-1099.
- Subramanian I, Farahnik J, *et al.*: Synergy of pandemic social isolation is associated with worsened Parkinson severity and quality of life. *NPJ Parkinsons Dis*. 2020; 6: 28.
- van der Heide A, Meinders MJ, *et al.*: The impact of the COVID-19 pandemic on psychological distress, physical activity, and symptom severity in Parkinson's disease. *J Parkinsons Dis*. 2020; 10: 1355-1364.
- Suzuki K, Numao A, *et al.*: Impact of the COVID-19 pandemic on the quality of life of patients with Parkinson's disease and their caregivers: a single-center survey in Tochigi prefecture. *J Parkinsons Dis*. 2021; 11: 1047-1056.
- 手塚俊樹, 長田高志, 他：パーキンソン病患者を対象とした新型コロナウイルス感染拡大の影響に関するアンケート調査. 臨床神経学. 2022; 62: 8-14.
- Brooks SK, Weston D, *et al.*: Social and psychological impact of the COVID-19 pandemic on people with Parkinson's disease: a scoping review. *Public Health*. 2021; 199: 77-86.
- Langer A, Gassner L, *et al.*: How COVID-19 will boost remote exercise-based treatment in Parkinson's disease: a narrative review. *NPJ Parkinsons Dis*. 2021; 7: 25.
- Helmich RC, Bloem BR: The impact of the COVID-19 pandemic on Parkinson's disease: hidden sorrows and emerging opportunities. *J Parkinsons Dis*. 2020; 10: 351-354.

講座

シリーズ 「目標設定の考え方」

連載第2回 目標設定と目標達成度評価の考え方*

上岡裕美子¹⁾

はじめに

理学療法における目標設定は、対象者と理学療法士により、理学療法の主なターゲットとなる活動・行為を決定し確認する¹⁾、理学療法実践に不可欠な中核的な要素である²⁾³⁾。Cottら⁴⁾は、理学療法における目標設定のプロセスを①評価、②長期目標の決定、③短期目標の確認、④ベースライン測定、⑤治療戦略の決定、⑥戦略の実行、⑦目標に対する進行状況評価、⑧目標の再評価、の8段階に整理している(表1)。このように、理学療法評価から始まる理学療法のプロセスそのものであるとも捉えられる。

本稿では、効果的な目標の基準、目標設定方法(上記②③に相当)、目標達成度の評価(上記⑦に相当)について述べる。

効果的な目標の基準

理学療法における効果的な目標の基準として、Cottら⁴⁾は、挑戦的、達成可能、具体的、測定可能、対象者にとって意味のある、評価時期の予測(challenging, achievable, specific, measurable, meaningful to the client, predict a time for evaluation)の6つを挙げている。近年、リハビリテーションチームの目標として、具体的、測定可能、達成可能、現実的／関連性が高い、期限がある、いわゆるSMARTを基準とした目標(SAMRTゴール)(表2)を設定することが提唱されている⁵⁾。イギリスの脳卒中臨床ガイドライン(5版)¹⁾においても、同様に、リハビリテーションの目標設定において、対象者にとって意味のある、挑戦的、達成可能な、短期(数日から数週間)と長期(数週間～数か月)の目標を設定し、具体的な目標と期限および測定方法を明記すること、また目標設定のプロセスに対

表1 理学療法における目標設定プロセス⁴⁾

Assess：評価する
Determine long-term goal：長期目標を決定する
Identify short-term goals：短期目標を確認する
Establish baseline measures：ベースライン測定を実施する
Determine treatment strategies：治療戦略を決定する
Implement strategies：戦略を実行する
Evaluate progress toward goals：目標に対する進行状況を評価する
Reevaluate goals：目標を再評価する

表2 SMARTゴール⁵⁾

Specific：具体的である
Measurable：測定可能である
Achievable：達成可能である
Realistic/Relevant：現実的／問題と関連がある
Timed：期限がある

象者(必要に応じて家族・介護者も含む)の関与を支援することが推奨されている。特に、活動と参加の目標を設定する際には、対象者自身の関与が重要であると考えられる。

効果的な目標について例を挙げると、Bowerら⁶⁾は、ある脳性麻痺児の理学療法目標が「座位の向上」である場合は具体性に欠け測定が困難であるが、「学校の机の椅子に座って、話を聞きながら1分間以上ひとりで座ってられる」は具体的で測定が可能であると説明している。またEchternachら⁷⁾は「肩関節屈曲100度の関節可動性獲得」よりも「シャツをひとりで着脱できるように肩関節の可動域を得る」のほうが対象者にとって意義のある目標である、と述べている。

目標設定方法

目標設定は、従来は臨床推論や診断を基に理学療法士がリードしていたが、近年は、対象者に対して自身の日常生活における健康問題への理解を促し、目標設定への関与を得ることが重視されるようになってきた²⁾。そのことが、対象者の力を引き出し、意欲を向上させると報

* Perspective of Goal Setting and Goal Attainment Level Evaluation

1) 茨城県立医療大学保健医療学部理学療法学科

(〒300-0394 茨城県稲敷郡阿見町阿見4669-2)

Yumiko Kamioka, PT, PhD: Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences

キーワード：目標設定、SMARTゴール、目標達成度評価、Goal Attainment Scaling

告されている²⁾。対象者にとって意味のある(重要な)、具体的な目標を設定するためには対象者の参加が必要なのは当然でもある。

リハビリテーション領域では前述のとおりSMARTゴールを設定することが推奨されている⁵⁾。理学療法において対象者の関与を考慮した目標設定方法は、Goal-Forum Intervention(関節リウマチ者用)⁸⁾、Patient Goal Priority Questionnaire(筋骨格系疼痛者用)⁹⁾¹⁰⁾、Patient Specific Goal-setting Method(主に地域理学療法用)¹¹⁾¹²⁾、Patient Participation Goal-setting Method using Checklist(PPGMC;生活期脳卒中者用)¹³⁾が報告されている。ここではSMARTゴールとPPGMCについて紹介する。

1. SMARTゴール

SMARTの法則(表2)は、1981年にGeorge T. Doran氏の論文¹⁴⁾のなかで経営者を対象に論じられたものである。現在では、持続可能な開発に関する世界首脳会議で策定された目標の評価基準になるなど、国際的に一般に使用されている¹⁵⁾。リハビリテーションチームの目標においても重要な考え方であるとされている¹⁶⁾。ヨーロッパでは、多発性硬化症を対象として理学療法士の61%がSMARTゴールを使用していると報告されており³⁾、多くの理学療法士によって活用されていることが伺える。神経系障害者の理学療法¹⁷⁾、小児リハビリテーション¹⁸⁾においても用いられている。

Bovend'Eerdら⁵⁾は、リハビリテーションにおける目標設定と目標達成度評価に、SMARTゴールとGoal Attainment Scaling(以下、GAS)¹⁹⁾²⁰⁾を組み合わせるSMARTゴール表記法(writing SMART goals)を提唱している。GASを使用せず、目標設定のみSMARTゴールを用いてもよいとしている。SMARTゴール表記法は、5つのステップによる。

ステップ1:期待される目標を明確にする

ステップ2:各目標を重要度(1=少し重要, 2=やや重要, 3=とても重要)と困難度(1=少し困難, 2=やや困難, 3=とても困難)で重み付けする

ステップ3:目標達成レベルを設定する

ステップ4:目標達成度を評価する

ステップ5:目標達成度スコア(GAS Tスコア)を算出する

ステップ1はSMARTゴールの設定, ステップ2~5は後述するGASによる目標達成度評価の手順である。

ステップ1は、4つのパートからなる。

パート1. 標的(ターゲット)にする活動を明確にする

具体的で測定可能な目標を設定するために、世界保健機関による国際生活機能分類の活動と参加における行為に焦点を当て、目標とするいくつかの行為を挙げる。例として、「移動すること」「食事の用意」「活動において左手を使用する」よりも、それぞれ「屋内を歩くこと」「3

品の食事を作る」「左手を使用して歯磨きをする」のほうが具体的であるとされている。

パート2. 支援の必要性を明確にする

行為(目標となる活動)は物的あるいは人的な環境に影響を受けるため、下の3つを明確にする。

①人的環境による支援(身体的介助, 感情面, 促しや気づかせるなど認知面)

②物的環境の必要性(杖・車椅子などの移動補助具, 自助具, 段差昇降機などの環境適応機器)

③情報の入手に関する支援(行動を促す道案内標識など)

パート3. パフォーマンスを定量化する

活動は、質的または量的に表すことができる。質的に認識することは重要であるが標準化が難しい。そのため、パフォーマンスを次の3つの方法で定量化することが望ましい。

①一定の活動を遂行するのに要する時間(例:歩いて郵便局までの時間)

②一定時間でできる活動(例:2分間で歩く距離, 5分間でタイプする文字数)

③一定期間に生じる活動(例:手紙を出す頻度, 転倒頻度, 促しが必要な頻度)

パート4. 期待される状態へ到達するまでに要する期間を設定する

リハビリテーションチームの目標では、1~2週間, 4~6週間, 3~6か月の期間を目安に設定する。これらの期間はリハビリテーションの短~中期, 長期の目標設定になる。行為が変化するには一定の期間が必要なので、1~2週間の設定は必須ではない。

SMARTゴールの例として「ブリッジ動作を使って、自立してズボンを引き上げる。4週間以内に。」が示されている⁵⁾。

2. PPGMC

PPGMCは、主に生活期の脳卒中者を対象に、対象者と理学療法士が協同して効果的な活動と参加の目標を設定することを目的として考案された¹³⁾。既存の目標設定方法の分析を踏まえ²¹⁾、Goal-Forum Intervention⁸⁾の書式構成を参考にしたものである。

書式は、生活機能目標チェックリスト(対象者様用シート(補遺参照)、理学療法士用シート、ご家族様用シート:いずれも同じ目標項目)および目標共有シート(補遺参照)からなる。目標達成度評価はGAS(補遺参照)を使用する。

生活機能目標チェックリストは対象者の関心事(対象者が希望する目標)および理学療法士が考える目標を可視化し、理学療法の主な目標となる活動・参加における課題(生活機能目標)を両者で話し合い、決定するためのものである。目標項目は、脳卒中後遺症者用の外来理学療法

目標 (60項目)²²⁾ を基に作成された。ご家族様用シートは対象者との言語的コミュニケーションが困難な場合に使用する。生活機能目標は、前述のCott⁴⁾ の効果的な目標の基準、あるいはSMARTの項目に沿った目標が望ましい。

目標共有シートは、決定した目標を対象者と理学療法士が一緒に確認するためのもので、生活機能目標と副目標および予測される目標達成時期を記載する。副目標は、生活機能目標を達成するために必要な理学療法の専門的目標や短期目標を設定する。目標達成度評価にGASを対象者と共有して活用する場合は、GASシートに目標が記載されるので、目標共有シートは必ずしも使用しなくてもよい。

手順は、はじめに、生活機能目標チェックリストの対象者様用シートと理学療法士用シートを用いて、対象者および担当理学療法士それぞれが、理学療法の期間中に達成したい項目にチェックする。チェックした項目のう

ち、重要な項目3つに○印をつける。そして、対象者様用シートの理学療法士の欄に、理学療法士用シートにチェックされた項目を転記する。

次に、対象者と理学療法士はそれぞれがチェックした項目を見比べながら目標について話し合い、生活機能目標および副目標を決定し、その場で、理学療法士が目標共有シートに記入する。達成時期も記入して、両者で確認する。

目標達成度評価は、GASを用いる。目標の達成時期までの間、定期的 (2週間に1回あるいは月に1回など) に、対象者と一緒に現状を確認しながら目標達成度を評価する。

目標達成度の評価

目標達成度評価には、対象者個々に目標の段階付けを行って評価するGAS¹⁹⁾²⁰⁾ と、対象者が自己評

表3 Goal Attainment Scaling 例¹³⁾²⁰⁾

達成レベル	理学療法 移動	作業療法 握力 *dynamometerにて測定	心理学 社会化
2 期待よりかなり高い	200 feet (約60 m) 以上歩く、歩行器または4点杖使用かつ短距離 (室内など) は支持物なしで歩く	80 pounds (約36 kg) 以上	施設内 (または自宅内) あるいは屋外にてグループ社会活動に参加する
1 期待よりやや高い	200 feet (約60 m) 以上歩く、歩行器または4点杖使用	70 pounds (約32 kg) 以上	部屋の外でときどき社会的相互作用を始める
0 期待される結果 (6週間後の目標)	100 feet (約30 m) 以上歩く、歩行器または4点杖使用	左手握力60 pounds (約27 kg) 以上	接近された時、部屋の外で社会的会話をしたが、一般的に相互作用は始めない
-1 期待よりやや低い	50 feet (約15 m) 以上歩く、歩行器または4点杖使用して休憩なしで	50 pounds (約23 kg) 以上	必要以外の時にたまに部屋を出るが、社会的相互作用はない
-2 期待よりかなり低い	50 feet (約15 m) 未満歩く、歩行器または4点杖使用して休憩なしで、長距離は車いす使用	50 pounds (約23 kg) 未満	自室で、食事と予定以外のすべての時間を過ごす、他者との社会的会話はしない
72歳男性脳卒中右片麻痺発症2週間: 6週間後の理学療法・作業療法・心理目標 (Kiresukら ²⁰⁾ より引用、一部改変)			

達成レベル	主目標 パークゴルフ場へ行き、 パークゴルフをする	副目標1 杖に頼らず歩行する	副目標2 1時間の散歩がそれほど 疲労なくできる体力をつける
2 期待よりかなり高い	仲間とパークゴルフ場へ行き、プレーを楽しむ (歩行速度は気にならない)	杖歩行時の左下肢立脚期の荷重率 100%~91%	半日の外出で疲労をそれほど感じない
1 期待よりやや高い	仲間とパークゴルフ場へ行き、プレーする (歩行速度はゆっくり)	90%~81%	2時間の外出で疲労をそれほど感じない
0 期待される結果 (3か月後の目標)	家族とパークゴルフ場へ行き、プレーする	80%~61%	1時間の散歩で疲労をそれほど感じない
-1 期待よりやや低い	家族とパークゴルフ場へ行き、コースを歩く	60%~41%	30分間の散歩で疲労をそれほど感じない
-2 期待よりかなり低い	できない (パークゴルフ場へ行けない)	40% 以下	15分間の散歩で疲労をそれほど感じない

75歳男性脳出血右片麻痺発症1年 (外来): 3か月後の理学療法目標 (上岡ら¹³⁾ より引用、一部改変)

価するCanadian Occupational Performance Measure（以下、COPM）²³⁾²⁴⁾がある。これらは標準化された評価法ではなく、各対象者の目標に基づいた個別的な評価法である。

1. GAS

GASは、地域におけるメンタルヘルスプログラムを評価することを目的としてKiresukらにより開発された¹⁹⁾²⁰⁾。対象者個々のいくつかの目標について、それぞれ5段階（+2～-2）で達成度を評価する。各対象者において一定の期間後に到達が期待される結果、すなわち目標とするレベルを0とする。それより高いレベル（+1, +2）と低いレベル（-1, -2）を設定する。+1は期待よりやや高いレベル、+2は期待よりかなり高いレベル、-1は期待よりやや低いレベル、-2は期待よりかなり低いレベル、である。これらの達成度レベルは、目標設定時に、目標ごとに具体的に段階付けて記載しておく。具体例を表3に示す。

そして、各目標に重み付けをし、いくつかの目標の達成度の全体スコアとして、GAS Tスコアを下の数式によって算出する。

$$T=50+\frac{10\sum w_i x_i}{\sqrt{(1-\rho)\sum w_i^2+\rho(\sum w_i)^2}}$$

ここで、 x_i は各目標のうち*i*番目の目標のスコア（+2～-2）、 w_i は*i*番目の重み付けである。 ρ はスコアの重み付け平均相互相関（weighted average intercorrelation）で、典型的な値は0.3とされている。なお、重み付け(w)について、合計は固定値である必要はなく、1, 2, 3でも、2, 4, 6,あるいは10, 20, 30でもよいとされている。すべて1とする場合もあり得る¹⁹⁾²⁰⁾。重要度（1=少し重要、2=やや重要、3=とても重要）と困難度（1=少し困難、2=やや困難、3=とても困難）を乗算した値を重み付け（重要度×困難度）とする方法も提案されている⁵⁾²⁵⁾。GAS Tスコアは、50が平均的な結果であり、50以上なら予測より高い結果であると判断する。GAS Tスコアは定量的変数に準じて取り扱うことが可能である¹⁹⁾²⁰⁾。

GASは、メンタルヘルスの領域のみならず、身体障害児、高齢障害者、脳損傷者、認知症者、地域在住の虚弱高齢者など様々な対象について、妥当性、信頼性、応答性が確認されている²¹⁾²⁶⁾²⁷⁾。身体障害児²⁸⁾、外傷性脊髄損傷者²⁹⁾、腰痛者³⁰⁾、多発性硬化症³⁾への理学療法、小児¹⁸⁾³¹⁾、脳卒中者³²⁾および神経系障害者¹⁷⁾のリハビリテーションの領域など、研究・臨床に幅広く使用されている。前述のとおり、SMARTの項目（表2）に沿って目標を設定して、GASで目標達成度評価を行う方法が提唱されており⁵⁾³¹⁾³³⁾、小児期や神経系障害者のリハビリテーションにおいてGASの目標にSMARTゴールを設定した報告がなされている¹⁷⁾¹⁸⁾。

2. COPM

COPMは、様々な障害、すべての年齢層を対象に、セルフケア、生産活動、レジャーの領域における対象者の捉え方の変化を測定することを目的に、カナダの作業療法士グループによって開発された²³⁾²⁴⁾。目標達成度評価方法であると同時に目標設定ツールでもあり、対象者本人の認識に基づいて、半構造化インタビュー形式で作業遂行における問題を決定する。目標達成度は、目標とする活動の遂行度と満足度を対象者の自己評価によって10段階（1-10）で評価する。遂行度および満足度それぞれについて、全目標のスコア平均値がCOPMの値（遂行度スコア、満足度スコア）となる²³⁾。日本語版マニュアルもある²⁴⁾。

COPMは目標設定と目標達成度評価法（遂行度と満足度）の両側面について、作業療法サービス利用者（高齢者、メンタルヘルス、身体障害者）、身体障害児、脳卒中者、関節リウマチ者、脊髄損傷者、亜急性期リハビリテーション患者などを対象として、妥当性、信頼性、応答性、臨床有用性が確認されている²¹⁾³⁴⁾。また、理学療法士と作業療法士へのインタビューにより、COPMの使用は対象者の治療プロセスへの関わりを促進すると報告されている³⁵⁾。COPMは主に作業療法の領域で使用されているが、理学療法士によっても、脳卒中者へのConstraint-Induced Movement therapy³⁶⁾、脳性麻痺児への両手トレーニング³⁷⁾や神経刺激療法³⁸⁾の評価に用いられるようになってきている。

活用方法

生活期の理学療法において、対象者の身体機能の維持改善への希望が強く活動・参加に目が向きにくい場合など、じっくりと話しをしないと把握しにくい社会参加などに関する希望を把握したいときに有用なのが、PPGMCの生活機能目標チェックリストである¹³⁾。

対象者と協同して、セルフケア、生産活動、レジャーの目標を設定し、対象者の自己評価によって目標達成の遂行度・満足度を評価したい場合にはCOPMを活用できる。

SMARTの項目に沿って目標を設定しGASで目標達成度を評価する方法は、疾患を問わず、あらゆる病期（急性期・回復期・生活期）の対象者、様々な場所（医療機関・施設・在宅など）における理学療法において使用可能である。対象者と一緒に、SMARTゴールを決定しGASを使って定期的に現状を確認することにより、具体的で意味のある目標の達成に向けて互いに共通認識を持って理学療法を進めることができる。このように、対象者が目標設定に関与することにより、また段階的なGASの達成レベルを短期目標のように一つ一つクリアしていくことにより、対象者の意欲の向上に繋が

り²⁾¹³⁾、より効果的な理学療法の提供が可能になると考えられる。

文 献

- Stroke Working Party [Internet]: 2.10 Rehabilitation approach—goal setting. National clinical guideline for stroke. 5th ed. [https://www.strokeaudit.org/SupportFiles/Documents/Guidelines/2016-National-Clinical-Guideline-for-Stroke-5t-\(1\).aspx](https://www.strokeaudit.org/SupportFiles/Documents/Guidelines/2016-National-Clinical-Guideline-for-Stroke-5t-(1).aspx)(2022年2月19日引用)
- Melin J, Nordin A, *et al.*: Goal-setting in physiotherapy: exploring a person-centered perspective. *Physiother Theory Pract.* 2021; 37: 863–880.
- Rasova K, Martinkova P, *et al.*: Real-world goal setting and use of outcome measures according to the international classification of functioning, disability and health: a European survey of physical therapy practice in multiple sclerosis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17: 4774.
- Cott C, Finch E: Goal-setting in physical therapy practice. *Physiother Can.* 1991; 43: 19–22.
- Bovend'Eerd TJ, Botell RE, *et al.*: Writing SMART rehabilitation goals and achieving goal attainment scaling: a practical guide. *Clin Rehabil.* 2009; 23: 352–361.
- Bower E, Michell D, *et al.*: Randomized controlled trial of physiotherapy in 56 children with cerebral palsy followed for 18 months. *Dev Med Child Neurol.* 2001; 43: 4–15.
- Echternach JL, Rothstein JM: Hypothesis-oriented algorithms. *Phys Ther.* 1989; 69: 559–564.
- Arnetz JE, Almin I, *et al.*: Active patient involvement in the establishment of physical therapy goals: effects on treatment outcome and quality of care. *Adv Physiother.* 2004; 6: 50–69.
- Asenlof P, Denison E, *et al.*: Behavioral goal assessment in patients with persistent musculoskeletal pain. *Physiother Theory Pract.* 2004; 20: 243–254.
- Asenlof P, Siljeback K: The Patient Goal Priority Questionnaire is moderately reproducible in people with persistent musculoskeletal pain. *Phys Ther.* 2009; 89: 1226–1234.
- Stevens A, Koke A, *et al.*: The development of a patient-specific method for physiotherapy goal setting: a user-centered design. *Disabil Rehabil.* 2017; 40: 2048–2055.
- Stevens A, Koke A, *et al.*: Ready for goal setting? Process evaluation of a patient-specific goal-setting method in physiotherapy. *BMC Health Serv Res.* 2017; 17: 618.
- 上岡裕美子, 齊藤秀之, 他: 脳卒中者への理学療法におけるチェックリスト式患者参加型目標設定法およびGoal Attainment Scalingの臨床有用性の検討—3事例について—. 茨城県立医療大学紀要. 2010; 15: 97–108.
- Doran GT: There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. *Manage Rev.* 1981; 70: 35–36.
- 大澤隆文, 古田尚也, 他: 生態学の視点から見たポスト愛知目標に向けた課題. 保全生態学研究. 2019; 24: 95–107.
- Schut HA, Stam HJ: Goals in rehabilitation teamwork. *Disabil Rehabil.* 1994; 16: 223–226.
- Turner-Stokes L, Rose H, *et al.*: Patient engagement and satisfaction with goal planning: impact on outcome from rehabilitation. *Int J Ther Rehabil.* 2015; 22: 210–216.
- Steenbeek D, Ketelaar M, *et al.*: Goal attainment scaling in paediatric rehabilitation: a report on the clinical training of an interdisciplinary team. *Child Care Health Dev.* 2008; 34: 521–529.
- Kiresuk TJ, Sherman RE: Goal Attainment Scaling: a general method for evaluation of comprehensive community mental health programs. *Community Ment Health J.* 1968; 4: 443–453.
- Kiresuk TJ, Smith A, *et al.*: Goal attainment scaling: applications, theory, and measurement. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey. 1994. pp.20–23, pp. 174–177.
- Kamioka Y, Yoshino T, *et al.*: Goal-setting method and goal attainment measures in physical therapy for stroke patients: a systematic review. *J Phys Ther Sci.* 2009; 21: 399–415.
- 上岡裕美子, 吉野貴子, 他: 脳卒中後遺症者を対象とした外来理学療法目標項目の抽出および決定. 理学療法科学. 2006; 21: 43–48.
- Law M, Baptiste S, *et al.*: The Canadian Occupational Performance Measure: an outcome measure for occupational therapy. *Can J Occup Ther.* 1990; 57: 82–87.
- 吉川ひろみ(訳): COPMカナダ作業遂行測定(第4版). 大学教育出版. 岡山, 2007. pp.24–39.
- Turner-Stokes L: Goal attainment scaling in rehabilitation: a practical guide. *Clin Rehabil.* 2009; 23: 362–370.
- Turner-Stokes L, Williams H, *et al.*: Goal attainment scaling: Does it provide added value as a person-centred measure for evaluation of outcome in neurorehabilitation following acquired brain injury? *J Rehabil Med.* 2009; 41: 528–535.
- Hurn L, Kneebone I, *et al.*: Goal setting as an outcome measure: a systematic review. *Clin Rehabil.* 2006; 20: 756–772.
- Brown L, Burns YR, *et al.*: Goal attainment scaling to evaluate intervention on individual gains for children born extremely preterm. *Pediatr Phys Ther.* 2017; 29: 215–221.
- Raab K, Krakow K, *et al.*: Effects of training with the ReWalk exoskeleton on quality of life in incomplete spinal cord injury: a single case study. *Spinal Cord Ser Cases.* 2016; 2: 15025.
- Mannion AF, Caporaso F, *et al.*: Goal attainment scaling as a measure of treatment success after physiotherapy for chronic low back pain. *Rheumatology.* 2010; 49: 1734–1738.
- Steenbeek D, Galama K, *et al.*: Goal attainment scaling in paediatric rehabilitation: a critical review of the literature. *Dev Med Child Neurol.* 2007; 49: 550–556.
- Graven C, Brock K, *et al.*: From rehabilitation to recovery: protocol for a randomised controlled trial evaluating a goal-based intervention to reduce depression and facilitate participation post-stroke. *BMC Neurol.* 2011; 11: 73.
- 戴中良彦: 障害児の移動能力を考える脳性麻痺と重症心身障害による障害児の移動能力—リハビリテーションのポイント—. *Med Reha.* 2021; 263: 14–21.
- Roe D, Brown T, *et al.*: Validity, responsiveness, and perceptions of clinical utility of the Canadian Occupational Performance Measure when used in a sub-acute setting. *Disabil Rehabil.* 2020; 42: 2772–2789.
- Capdevila E, Rodriguez-Bailon M, *et al.*: Clinical utility of the Canadian Occupational Performance Measure in older adult rehabilitation and nursing homes: perceptions among occupational therapists and physiotherapists in Spain. *Occup Ther Int.* 2020; 10: 3071405.
- Uswatte G, Taub E, *et al.*: Rehabilitation of stroke patients with plegic hands: randomized controlled trial of expanded Constraint-Induced Movement therapy. *Restor Neurol Neurosci.* 2018; 36: 225–244.
- Ferre CL, Brandao M, *et al.*: Caregiver-directed home-based intensive bimanual training in young children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomized trial. *Dev Med Child Neurol.* 2017; 59: 497–504.
- Metzler MJ, Haspels E, *et al.*: Goals of children with unilateral cerebral palsy in a brain stimulation arm rehabilitation trial. *Dev Med Child Neurol.* 2021; 63: 584–591.

電子付録(補遺):

- 補遺 PPGMC (Patient Participation Goal-setting Method using Checklist) 書式

補遺 PPGMC (Patient Participation Goal-setting Method using Checklist) 書式 (上岡ら¹³⁾ より引用, 一部改変)

生活機能目標チェックリスト (対象者様用シート)			
理学療法を開始するにあたり、これからの()ヶ月間であなた様が達成したいと思う目標について伺います。各項目で1つもしくは複数の口にチェックしてください。あなた様の目標について、あなた様と担当理学療法士が話し合う参考となります。			
氏名	日付	年	月 日
理学療法士氏名	日付	年	月 日
1. 身体機能面で目標にしたいことにチェックしてください。 対象者 理学療法士			
手足の動きを今より良くする	☐	☐	
手足の動きを今のまま維持する(ホームプログラムを覚える、定期的チェックを受けるなど含む)	☐	☐	
体力をつける	☐	☐	
筋肉のつばりを調整する	☐	☐	
しびれ(感覚のにぶさ)を管理する	☐	☐	
痛みを和らげる	☐	☐	
その他()	☐	☐	
2. 移動・運動面で目標にしたいことにチェックしてください。			
家の中の歩行について	☐	☐	
屋外の歩行について	☐	☐	
きれいに歩くこと	☐	☐	
今の歩行を維持する	☐	☐	
家の中を車椅子で移動する	☐	☐	
屋外を車椅子で移動する	☐	☐	
布団から起き上がって座る(起き上がり動作)	☐	☐	
椅子からの立ち上がり	☐	☐	
畳からの立ち上がり	☐	☐	
ベッドから車いすへの移乗	☐	☐	
階段・段差の上り下り	☐	☐	
車の運転	☐	☐	
バス・電車などの利用	☐	☐	
その他()	☐	☐	
3. 身の回りの動作で目標にしたいことにチェックしてください。			
排尿・排便(トイレ動作)	☐	☐	
入浴	☐	☐	
衣服の着脱	☐	☐	
歯磨き・洗面	☐	☐	
食事	☐	☐	
4. 家庭・社会生活で目標にしたいことにチェックしてください。			
会話・コミュニケーション	☐	☐	
今の身の回りの動作を維持する	☐	☐	
その他()	☐	☐	
5. その他で支援・指導を受けたいことにチェックしてください。			
自分のことは自分の考えで決定する	☐	☐	
前向きな気持ちで生活する	☐	☐	
安定した気持ちでいる	☐	☐	
手足の動きや日常生活面の回復の見込みについて知る	☐	☐	
健康管理の注意について(運動量、夜間不眠など)	☐	☐	
家族が障害を理解できるための支援	☐	☐	
家族の気持ちが安定していられるよう支援	☐	☐	
介護者へ介護方法の指導	☐	☐	
杖・装具について(作成や修理の相談)	☐	☐	
住宅環境について(手すりや段差解消の指導)	☐	☐	
福祉用具について(ポータブルトイレや入浴補助具など)	☐	☐	
訪問看護や訪問介護(ヘルパー)の適応について	☐	☐	
訪問リハビリや通所リハビリの適応について	☐	☐	
患者会の紹介	☐	☐	
その他()	☐	☐	
6. 最後に、チェックした上記の項目のなかで、あなた様にとって特に重要なことを3つ、口のまわりに○をつけてください。 例 (口)			
ありがとうございました。			

目標共有シート

氏名

理学療法士氏名

日付 年 月 日

この用紙は、対象者様と理学療法士が、 年 月から 年 月の間のリハビリテーションおよび理学療法の目標を確認するためのものです。

目標は、達成したい（達成可能な）具体的な事柄です。主人公は対象者様です。

生活機能目標

達成時期

年 月

副目標

達成時期

年 月

年 月

目標達成度評価シート
Goal Attainment Scaling (GAS)

氏名

理学療法士氏名

日付 年 月 日

	スケール1 生活機能目標	スケール2 副目標	スケール3 副目標
達成 レベル			
+2 期待より かなり高い			
+1 期待より やや高い			
0 期待される 結果 (目標レベル)			
-1 期待より やや低い			
-2 期待より かなり低い			
コメント			
達成時期	年 月	年 月	年 月
評価 予定日	月 日 (後) 月 日 (後) 月 日 (後)	月 日 (後) 月 日 (後) 月 日 (後)	月 日 (後) 月 日 (後) 月 日 (後)

今後の理学療法 : 終了・継続（目標再設定）

《 投稿規定 》

1. 「理学療法学」の目的

- ①理学療法学および関連する分野の研究を公表し、理学療法学を発展させる。
- ②理学療法士の卒後継続教育に資する教育的な論文を掲載する。
- ③理学療法の発展に関する記録や資料を掲載する。

2. 記事の種類

- ①研究論文（原著）：新規性および独創性があり、明確な結論を示した論文
- ②症例研究：症例の臨床的問題や治療結果について科学的に研究を行い、考察を行った論文
- ③短報：研究の速報・略報として簡潔に記載された短い研究論文
- ④その他：システマティックレビュー、症例報告、実践報告、調査報告など編集委員会で掲載が適切と判断された論文および記事（なお、症例報告とは症例の治療および経過などについて論理的に提示し、考察を行ったもの。実践報告とは、理学療法の研究・教育・臨床等の実践の中で、新たな工夫や介入、結果等について具体的かつ客観的に情報提示し、その内容が有益と判断されたもの）

3. 投稿者の資格

理学療法学（以下、「本誌」という。）への投稿は、一般社団法人 日本理学療法学会連合（以下、「本連合」という。）に寄与する論文であれば会員に限らず投稿を受理する。著者資格については註1および執筆規定を参照すること。

4. 投稿原稿の条件

投稿原稿は、他誌に発表、または投稿中の原稿でないこと。本規定および執筆規定にしたがって作成すること。

5. 投稿承諾書

著者の論文への責任および著作権譲渡の確認のため、別紙の投稿承諾書に自筆による署名をして提出すること。

6. 利益相反

すべての著者は利益相反の可能性がある事項（コンサルタント料、株式所有、寄付金、特許など）がある場合は本文中に記載すること。なお、利益相反に関しては本連合が定める「利益相反の開示に関する基準」を遵守すること。

7. 著作権

本誌に掲載された論文の著作権は、本連合に属する。また、本誌に掲載された論文はオンライン公開される。

8. 研究倫理

ヘルシンキ宣言および厚生労働省の「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」などの医学研究に関する指針（註2）に基づき対象者の保護には十分留意し、説明と同意などの倫理的な配慮に関する記述を必ず行うこと。

また、研究にあたり、所属研究機関あるいは所属施設の

倫理委員会ないしそれに準ずる機関の承認を得ることを必須とし、倫理審査委員会名および承認番号（または承認年月日）を必ず記載すること。なお、倫理審査委員会より承認の非該当となった場合には、その旨を記載する。

9. 原稿の採択

原稿の採否は複数の査読者の意見を参考に編集委員会において決定する。査読の結果、編集方針にしたがって原稿の修正を求めることがある。修正を求められた場合は2ヵ月以内に修正稿を再提出すること。提出期限を超過した場合は新規投稿論文として扱われる。また、必要に応じて編集委員会の責任において字句の訂正を行うことがある。

10. 校正

著者校正は原則として1回とし、誤字脱字を除く文章および図表の変更は原則として認めない。

11. 掲載に関する費用

規定の分量の範囲内までは無料掲載するが、超過した場合は超過分に要した実費を徴収する場合がある。

理学療法士の免許を有する公益社団法人日本理学療法士協会（以下、「協会」という。）の非会員および休会者の投稿には審査料と掲載料を徴収する。詳細は別に定める。なお、協会の会員権利が停止している会員の投稿についても同様に審査料と掲載料を徴収する。

12. 原稿送付方法および連絡先

1) 原稿送付方法

本学会の運用するオンライン投稿システムから投稿すること。原稿書式など詳細は執筆規定に定める。

2) 問合せ先

〒106-0032 東京都港区六本木7-11-10

公益社団法人 日本理学療法士協会内

一般社団法人 日本理学療法学会連合

「理学療法学」編集室

TEL: 03-6804-1626

E-mail: journal@japanpt.or.jp

オンライン投稿システム：

<http://www.editorialmanager.com/jpta-journal/>

13. 規定の改廃

本規定の改廃は編集委員会の決議による。その後速やかに本連合理事会に報告するものとする。

註1：国際医学雑誌編集者委員会：生物医学雑誌への投稿のための統一規定 (<http://www.icmje.org/recommendations/>)

註2：厚生労働省：研究に関する指針について (<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hokabunya/kenkyujigyoku/i-kenkyu/index.html>)

附則

1. 本規定は、令和4年1月1日に遡って施行する。

（令和4年3月10日 編集委員会制定）

編集委員長 編集委員	島田 裕之	内 昌之	金子 文成	楠本 泰士	久保田雅史	神津 玲
	池添 冬芽	櫛間 春利	嶋田誠一郎	菅原 憲一	高橋 哲也	建内 宏重
	河野 健一	土井 剛彦	中山 恭秀	野 一平	橋立 博幸	原田 和宏
	対馬 栄輝	前田 慶明	牧迫飛雄馬	村松 憲	森下 慎一郎	山口 智史
	樋口 由美					
	山田 実					
査読委員	青木 一治	明崎 禎輝	浅賀 忠義	浅川 育世	浅川 康吉	阿南 雅也
	阿部 勉	新井 武志	有 信一	飯田 有輝	井澤 和大	石垣 智也
	石川 博明	石田 和人	石田 和宏	石田 水里	伊藤 浩充	伊藤 義広
	犬飼 康人	井上順一郎	井上 優	井平 光	上村 一貴	臼田 滋
	内田 学	内山 覚	浦川 将	江玉 睦明	大住 倫弘	大鶴 直史
	大西 秀明	岡田 洋平	小栢 進也	小野 玲	加藤 倫卓	金村 尚彦
	上出 直人	神谷健太郎	鳥野 大	河上 敬介	河野 一郎	河辺 信秀
	北出 一平	北原エリ子	木藤 伸宏	木原由里子	木山 良二	久保 雅義
	熊丸めぐみ	肥田 朋子	小林 麻衣	小林 量作	齊藤 正和	久保 雅明
	菅田 陽怜	関川 清一	関口 雄介	関屋 昇	高木 聖	高倉 保幸
	高取 克彦	高見 彰淑	田中 貴子	田中 亮	谷口 匡史	田畑 稔
	田平 一行	堤本 広大	椿 淳裕	鶴崎 俊哉	寺西 利生	中 徹
	永井 宏達	中尾 周平	中野 治郎	中野 尚子	中野渡達哉	中村 潤二
	中村 雅俊	成田 崇矢	南角 学	西上 智彦	野添 匡史	信迫 悟志
	花田 匡利	福元 喜啓	藤澤 宏幸	藤野 英己	本田 寛人	前島 洋
	松尾 篤	松尾 英明	松田 雅弘	宮城島沙織	宮下 浩二	宮本 俊朗
	村山 尊司	森井 和枝	森岡 周	森沢 知之	宮下 元賀	森山 英樹
	山口 正貴	横川 吉晴	横塚美恵子	横山 茂樹	吉田 剛	吉松 竜貴
	渡辺 学					

(五十音順)

編集後記

理学療法学49巻3号をお届けいたします。本号では研究論文4編、症例報告4編、企画記事2編が掲載されました。

研究論文(原著)では、熊谷論文において肺気腫マウスに異なる強度の運動介入を行った結果、中強度の運動で骨格筋のtype II A線維割合が減少して運動耐容能を改善させる可能性が明らかにされました。八木論文では、回復期リハビリテーション病棟の入棟患者を対象にサルコペニアを有すると日常生活動作能力の改善度を示す実績指数が低くなることが報告されました。小林論文では、ロコモ度1の地域在住高齢者は非ロコモ群と比べて開眼片脚立位時間が短いことが報告され、カットオフ値が示されました。澤島論文では、重度の下肢運動障害をきたした被殻出血患者における運動機能の改善を予測する重要な因子が皮質脊髓路走行領域の損傷度と座位能力などであることが報告されました。

次に、症例報告では宮本論文は、14歳の重症心身障害児に対して集中的な電動車いす操作練習を6か月間実施して上肢操作、座位バランス、および認知機能が向上したことが示されました。野々垣論文では、髄芽腫摘出後に重度の運動麻痺、平衡機能障害、精神症状を呈した5歳児に対して理学療法を実施し室内移動と院内移動が自立したことが報告されました。阿部論文では、ダウン症候群を併存した脳性麻痺痙直型両側性麻痺の男児に対して選択的脊髄後根切断術後の感覚運動経験アプローチを実施し両親の目標設定項目と粗大運動能力の改善につながったことが報告されました。中村論文では、両側短断端大腿切断の80歳代の女性患者に対して集中的な理学療法により移乗・座位能力の獲得を可能にしたことが報告されました。

また、企画記事において、上岡先生には理学療法をより効果的にするための目標の設定方法および目標到達度評価という視点をわかりやすく解説いただきました。水野先生にはパーキンソン病患者に対する自主トレーニングの指導ポイントと注意点について病期別の具体的な内容を解説いただきました。

今号掲載の論文は、臨床研究だけでなく動物実験もあり、また対象も児童から高齢者まで幅広いです。理学療法が私たちの生活の様々な課題解決に寄与することを実感できます。本誌が理学療法対象者の方のお役に立つことを願っております。引き続き「理学療法学」および「Physical Therapy Research」への投稿をお待ちしております。

(原田和宏)

理 学 療 法 学

第49巻 第3号

2022年6月20日 発行

編集
発行

一般社団法人 日本理学療法学会連合

〒106-0032 東京都港区六本木7丁目11番10号
公益社団法人 日本理学療法士協会内
TEL(03)5843-1747(代表)

印刷・製本 株式会社国際文献社

〒162-0801 東京都新宿区山吹町332-6
パブリッシングセンター
TEL(03)6824-9363

