

理学療法学

Physical Therapy Japan

2022

VOL. 49

No.2

●ステートメント

経頭蓋磁気刺激の理学療法領域における使用に関する声明 (2021 年度版)
…金子文成・他

●研究論文 (原著)

重度脳卒中患者の回復期リハビリテーション病棟退院時の
日常生活動作の因子と入院時能力との関係性
…渡辺智也・他

重症 COVID-19 患者の急性期における骨格筋萎縮とその要因の検討
…福島竜也・他

日本語版高齢者運動セルフエフィカシー尺度の信頼性と妥当性の検証
…横川吉晴・他

男子大学生の強度別身体活動量、血圧および体脂肪率が血管内皮機能に及ぼす影響
—パス解析モデルを用いた検討—
…濱地 望・他

地域在住高齢者における骨量および筋量の低下と身体活動との関連性
…谷口善昭・他

●症例報告

歩行中の機能的電気刺激療法により痙縮減弱を認めた多発性硬化症の一例
…西角暢修・他

首下がり症状を呈した変形性頸椎症症例に対する脊柱アライメントの改善を指向した
理学療法介入の効果検討
…佐野裕基・他

筋筋膜性疼痛症候群に対して運動療法と経皮的電気刺激治療の
併用が有効であった進行性卵巣癌の一症例
…井上順一朗・他

歩行獲得に難渋したサイム切断例に対する早期簡易的義足の使用による効果
…小野塚雄一・他

二次性サルコペニアを合併した Trousseau 症候群に対して
栄養療法と運動療法の併用により自宅復帰に至った一例
…三枝信吾・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 2 回 大腿骨頸部・転子部骨折後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
…吉田啓晃・他

シリーズ「目標設定の考え方」
連載第 1 回 統合と解釈の情報をどのように目標設定に活用するか
…西守 隆

理学療法学 第49巻 第2号 2022年

目次

ステートメント

- 経頭蓋磁気刺激の理学療法領域における使用に関する声明 (2021年度版) 金子 文成・他・95

研究論文 (原著)

- 重度脳卒中患者の回復期リハビリテーション病棟退院時の
日常生活動作の因子と入院時能力との関係性..... 渡辺 智也・他・99
- 重症 COVID-19 患者の急性期における骨格筋萎縮とその要因の検討 福島 竜也・他・106
- 日本語版高齢者運動セルフエフィカシー尺度の信頼性と妥当性の検証..... 横川 吉晴・他・114
- 男子大学生の強度別身体活動量, 血圧および体脂肪率が血管内皮機能に及ぼす影響
—パス解析モデルを用いた検討—..... 濱地 望・他・124
- 地域在住高齢者における骨量および筋量の低下と身体活動との関連性..... 谷口 善昭・他・131

症例報告

- 歩行中の機能的電気刺激療法により痙縮減弱を認めた多発性硬化症の一例..... 西角 暢修・他・139
- 首下がり症状を呈した変形性頸椎症症例に対する脊柱アライメントの改善を指向した
理学療法介入の効果検討..... 佐野 裕基・他・145
- 筋筋膜性疼痛症候群に対して運動療法と経皮的電気刺激治療の
併用が有効であった進行性卵巣癌の一症例..... 井上順一郎・他・155
- 歩行獲得に難渋したサイム切断例に対する早期簡易的義足の使用による効果..... 小野塚雄一・他・162
- 二次性サルコペニアを合併した Trousseau 症候群に対して
栄養療法と運動療法の併用により自宅復帰に至った一例..... 三枝 信吾・他・169

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2回 大腿骨頸部・転子部骨折後患者に対する
自主トレーニング指導のポイントと注意点 吉田 啓晃・他・177
- シリーズ「目標設定の考え方」
連載第1回 統合と解釈の情報をどのように目標設定に活用するか 西守 隆・185

- 投稿規程..... 192

CONTENTS Vol. 49 No. 2 2022

Statement

- Statement on the Application of Transcranial Magnetic Stimulation in the Field of Physiotherapy (2021) Kaneko F., *et al.* · 95

Research Reports (Original Article)

- Relationship between Factors of Activities of Daily Living at the Time of Discharge from the Rehabilitation Ward and Ability at the Time of Admission for Patients with Severe Stroke Watanabe T., *et al.* · 99
- Risks of Muscle Atrophy in Patients with Severe COVID-19 during Hospitalization for the Acute Phase Fukushima T., *et al.* · 106
- Reliability and Validity of the Japanese Version of the Self-Efficacy for Exercise Scale in Older Adults Yokokawa Y., *et al.* · 114
- The Effects of Physical Activity Intensity, Blood Pressure, and Body Fat Percentage on Vascular Endothelial Function in Male University Students: A Path Analysis Model Study Hamachi N., *et al.* · 124
- Associations between Low Bone Mass, Low Muscle Mass, and Physical Activity in Community-dwelling Older Adults Taniguchi Y., *et al.* · 131

Case Report

- A Case of Multiple Sclerosis with Spasticity Reduction by Functional Electrical Stimulation during Walking Nishikado N., *et al.* · 139
- Examination of the Effect of Physical Therapy Intervention Aimed at Improving Spinal Alignment for Patients with Degenerative Cervical Spondylosis with Dropped Head Symptoms Sano H., *et al.* · 145
- Effect of Exercise Combined with Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in an Advanced Ovarian Cancer Patient with Myofascial Pain Syndrome: A Case Report Inoue J., *et al.* · 155
- Effects of using an Early Simple Prosthesis for a Case with Walking Difficulty after Syme's Amputation Onozuka Y., *et al.* · 162
- Combination of Exercise and Nutritional Therapy for Trousseau Syndrome Patients with Secondary Sarcopenia Mitsue S., *et al.* · 169

Lecture

- Points and Precautions in Self-training for Patients after Hip Fractures Yoshida H., *et al.* · 177
- How to Utilize Interpretation Knowledge of Physical Evaluation to Goal Setting Nishimori T. · 185

ステートメント

経頭蓋磁気刺激の理学療法領域における 使用に関する声明 (2021年度版)*

日本基礎理学療法学会・日本神経理学療法学会
「理学療法と非侵襲脳刺激に関する検討小委員会」

委員長 金子文成¹⁾# 大西秀明²⁾ 大畑光司³⁾
高橋容子⁴⁾ 松田雅弘⁴⁾ 森岡 周⁵⁾

* Statement on the Application of Transcranial Magnetic Stimulation in the Field of Physiotherapy (2021)

- 1) 慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室
E-mail: f-kaneko@keio.jp
Fuminari Kaneko, PT, PhD
- 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
Hideaki Onishi, PT, PhD
- 3) 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻理学療法講座
Koji Ohata, PT, PhD
- 4) 順天堂大学保健医療学部理学療法学科
Yoko Takahashi, PT, PhD, Tadamitsu Matsuda, PT, PhD
- 5) 畿央大学健康科学部理学療法学科
Shu Morioka, PT, PhD

抄録

経頭蓋磁気刺激（以下、TMS）に関して、Bakerらの報告以来、これまでに多くの研究が報告されてきた。非観血的な方法であることから理学療法に関連する学術大会や学術誌においてこの方法を用いた研究が報告される例は多く、患者を対象とする臨床研究も散見されるようになってきた。このような状況を鑑み、当該刺激方法に関する安全性を検討する委員会を有する国内学会や、国際的な指針からの情報を簡潔にまとめ、理学療法領域の研究に従事する方々に情報共有することが肝要との判断から、声明を発出するに至った。TMSを用いた研究にかかわる場合には、必要な知識の習得と十分なトレーニングが重要であり、今後、大学院カリキュラムのレベル、あるいは卒後教育のレベルで、トレーニングの標準化を検討するべきであろう。現時点では個々人の技術と知識の習熟状況、および実施環境などから慎重に行われつつ、さらに知見が蓄積されていくことを望む。

キーワード 経頭蓋磁気刺激, 非侵襲脳刺激, 理学療法, 声明, 安全性

声 明

近年、頭皮上で行う磁気刺激や電流刺激などの非侵襲脳刺激（以下、NIBS）が、人を対象とする医学系研究で多く使用されている。経頭蓋磁気刺激（以下、TMS）は、頭皮上に置いたコイルにパルス電流を流すことでFaradayの電磁誘導の原理に基づいて頭蓋内に電流を誘起する方法である。1985年のBakerら¹⁾の報告以来、多くの研究が報告されてきた。非観血的な方法であることから、理学療法に関連する学術大会や学術誌においてこの方法を用いた研究が報告される例は多く、患者を対象とする臨床研究も散見されるようになってきた。このような状況を鑑み、当該刺激方法に関する安全性を検討する委員会を有する国内学会や、国際的な指針からの情報を簡潔にまとめ、理学療法領域の研究に従事する方々に情報を共有し、注意喚起を促すことが肝要との判断から、日本基礎理学療法学会と日本神経理学療法学会では、合同で“理学療法と非侵襲脳刺激に関する検討小委員会”を立ち上げ、声明を発行するに至った。声明は、他学会から公表されているガイドラインを包括的に本小委員会で検討し、さらに非侵襲脳刺激方法のエキスパートである有識者を招聘し、意見をいただいた結果として、現時点でのTMSの使用に関する方針を共有するものである。今後、さらに詳細な情報の整理と議論、それに基づく指針の整備が必要であると考えている。なお、TMS使用方法の基準や安全性の検討は、国内では日本臨床神経生理学会（以下、JSCN）が先導してきており、ガイドライン（JSCNガイドライン）が公表されている²⁾³⁾。このため本声明は、基本的には2019年版JSCNガイドライン³⁾を基盤として検討したものである。また、詳細な刺激パラメータに関しては、国際臨床神経生理学会（以下、IFCN）によるガイドライン（IFCNガイドライン）で解説されている⁴⁻⁶⁾。さらに、その他の国際学会および国内学会からの指針も包含して総合的に検討している。

TMSは、最初の報告から35年を経過した現在においても、さらに新しい刺激方法が提案され、治療効果が継続的に検証されている状況であり、安全性の検証が引き続き必要であるとされている。したがって、その使用に際しては十分な知識を有し、トレーニングを経験していることが必須である。安全性が確認されているのは、あくまでも既定の刺激パラメータ内で刺激した場合であるので、最新の指針を参照し熟知しておく必要がある。さらに、たとえば、中枢神経損傷後の運動麻痺治療として効果が検証されている反復経頭蓋磁気刺激法（以下、rTMS）*についても、健常者を対象とする場合には、想定している効果と相反する効果が出ることが報告されており⁷⁾⁸⁾、患者に使用する場合にも想定と相反する

影響が出現する可能性を否定できないことを知っておきたい。このような例から考えても、すでに公表されている多くの指針や研究論文から、適切な情報を得るための努力をお願いするものである。

国際的には、NIBSを実施するためのトレーニングに関する推奨内容が示された⁹⁾。そのような情報を参考に、今後は理学療法領域においても、必要とされるトレーニングカリキュラムなどが示され、医療現場の中で信頼された状態においてTMSを扱うことができるように対策を講じることが望まれるであろう。

磁気刺激法の実施について

1. TMSを用いた研究を実施するための留意点

すべての研究は、刺激対象や方法にかかわらず、実施施設または所属する施設における倫理審査委員会の承認を受けて行われる。また、実施環境としては、生体情報モニター、救急カートなどを準備し、すぐに救急処置ができる体制を整えておくことが必要である。安全性が確認されている刺激方法としては、刺激回数の上限、刺激頻度、など様々な条件が含まれている。さらに、刺激強度や部位の決定方法、rTMSについては刺激パタンなど、各種の刺激パラメータはIFCNガイドラインで詳細に解説されている⁴⁻⁶⁾。2015年版IFCNガイドラインでは⁵⁾、TMSの原理、機器の解説、生理学的機序、刺激方法（閾値、刺激強度）、マッピング、運動誘発電位の解析と解釈、サイレントピリオド、中枢伝導時間、連合刺激の効果、rTMS、うつ病や疼痛への効果など、多岐にわたる項目が含まれている。さらに、2021年版において、実施者のトレーニングや規制などに関する記述が更新された⁶⁾。

2. 健康な被験者を対象とした研究での使用について

単発刺激、あるいは2連発刺激を用いた検査としての使用については、重篤な副作用もなく、比較的安全であるとされており、神経生理学、あるいは認知神経科学分野における中枢神経系機能の解析で広く活用されている。

rTMSについては、「研究責任者を明確にすることが必要である。刺激部位、刺激強度、刺激回数などのパラメータの設定には医師がかかわる。すでに決まった刺激条件での施行に際しては、装置の準備を行うのは医師に限らない」とされている³⁾。また、「医師ではない研究者がrTMSを実施する場合には、不測の事態に対処できる1名以上の医師および研究責任者とすぐに連絡がとれるようにしておくこと」となっており³⁾、各機関において実施体制の整備が必須である。実施については各施設の倫理審査の要件を満たす必要がある。

3. 患者を対象とした研究での使用について

臨床試験における介入でrTMSを用いるためには、単発刺激や2連発刺激で検査を行い、治療前後の機能的状態を評価することが多い。そのような検査で使用する単発刺激や2連発刺激などを用いた磁気刺激検査については、「重篤な副作用はなく、安全であり、保険適用も認められており、臨床検査の範囲では、医師の指示のもと臨床検査技師が行うことも可能である。ただし、不測の事態に対処できる状況で行うことが必要である」とされている³⁾。このように、単発刺激や2連発刺激を用いた研究は比較的风险が低いとされているが、医師の指示のもとで管理され不測の事態に対処できる環境を整備して実施する。

2021年版IFCNガイドライン⁶⁾においては、過去に発出されたガイドライン⁴⁾⁵⁾の内容に加え、実施者のトレーニング、倫理、そして規制に関する事柄などについて情報が更新された。TMSの治療計画はトレーニングされた医師によって決定され、さらにインフォームドコンセントも医師によりとられるべきであるとされている。なお、TMSの実施については、「医師もしくは適切にトレーニングされたものによって行われることがあり得るが、医師の管理下で行うこと」と記述されている³⁾。ただし、国内のJSCNガイドラインにおいては、患者に対する研究において、「rTMSを実施するのは医師に限る」とされている³⁾。

日本精神神経学会からの要件等基準においては、うつ病に対するrTMS療法の実施者として、指定の講習会を受講した精神科専門医、医師、医療スタッフ（看護師、臨床検査技師、作業療法士、理学療法士、または言語聴覚士）が想定されている¹⁰⁾。

以上から、rTMSの実施については、指針を発出した学術団体あるいは時期によって記述内容が異なることが理解できる。rTMSの実施は、各種関連学術団体からの指針を包括的に検討し、使用目的、環境、使用者のトレーニング状況などを鑑みて判断されるべきである。

おわりに

現時点で、国内で診療における運用方法が明確に示されているのは、日本精神神経学会からの適正使用指針のみであり¹⁰⁾、ほとんどの理学療法に関連する領域での使用は、臨床研究の範疇である。本声明は、TMSの使用について、関連する学術団体から表明されている情報を共有し、理学療法関連の研究が指針を遵守して進められることを推進するためにまとめたものである。

各種関連学会の指針の中で共通して記述されているように、TMSを用いた研究にかかわる場合には必要な知識の習得と十分なトレーニングが重要であり、

- ・ 関連学会での情報収集、および既存の指針などを熟知すること
- ・ 十分な経験をもつ医師、あるいは研究者とともに技術的トレーニングをすること

が必要である。今後、大学院カリキュラムのレベル、あるいは卒業教育のレベルで、トレーニングの標準化を検討すべきであろう。現時点では個々人の技術と知識の習熟状況、および実施環境などから慎重に行われつつ、さらに知見が蓄積されていくことを望む。また、JSCNでは「脳刺激法に関する委員会」において、脳刺激に関連した副作用に関する情報を集約しており、協力をお願いしたい。

利益相反

筆頭著者である金子文成は、アカデミア発ベンチャー企業、株式会社INTEPの代表取締役である。

謝辞：本声明を執筆するにあたり、鳥取大学医学部脳神経医科学講座脳神経内科学分野 教授 花島律子先生、および三井記念病院神経内科 部長 松本英之先生に、多くのご助言をいただいた。ここに、感謝の意を表する。

文 献

- 1) Baker AT, Jalinous R, *et al.*: Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet*. 1985; 1: 1106-1107.
- 2) 松本英之, 宇川義一, 他: 磁気刺激法の安全性に関するガイドライン. *臨床神経生理学*. 2011; 39: 34-45.
- 3) 花島律子, 松本英之, 他: 磁気刺激法の安全性に関するガイドライン (2019年版). *臨床神経生理学*. 2019; 47: 126-130.
- 4) Rossi S, Hallett M, *et al.*: The Safety of TMS Consensus Group. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. *Clin Neurophysiol*. 2009; 120: 2008-2039.
- 5) Rossini PM, Burke D, *et al.*: Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord, roots and peripheral nerves: Basic principles and procedures for routine clinical and research application. An updated report from an I.F.C.N. Committee. *Clin Neurophysiol*. 2015; 26: 1071-1107.
- 6) Rossi S, Antal A, *et al.*: Safety and recommendations for TMS use in healthy subjects and patient populations, with updates on training, ethical and regulatory issues: Expert Guidelines. *Clin Neurophysiol*. 2021; 132: 269-306.
- 7) Hamada M, Murase N, *et al.*: The role of interneuron networks in driving human motor cortical plasticity. *Cereb Cortex*. 2013; 23: 1593-1605.
- 8) Nakamura K, Groiss SJ, *et al.*: Variability in Response to Quadripulse Stimulation of the Motor Cortex. *Brain Stimul*. 2016; 9: 859-866.
- 9) Fried PJ, Santarnecchi E, *et al.*: Training in the practice of noninvasive brain stimulation: recommendations from an IFCN committee. *Clin Neurophysiol*. in press; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.11.018>

- 10) 公益社団法人日本精神神経学会新医療機器使用要件等基準策定事業 rTMS 適正使用指針作成ワーキンググループ. 平成 29 年度新医療機器使用要件等基準策定事業 (反復経頭蓋磁気刺激装置) 事業報告書. https://www.jspn.or.jp/uploads/uploads/files/activity/Guidelines_for_appropriate_use_of_rTMS.pdf (2020 年 12 月 24 日引用)

*: 反復経頭蓋磁気刺激 (rTMS) とは⁵⁾

刺激周波数によって低周波刺激 (1 Hz 以下) と高周波刺激 (3 Hz 以上) に分類される。運動野において, 1 Hz よりも低い周波数ではおもに抑制性, 5 Hz よりも高い周波数ではおもに促進性の影響があることが示されている。

研究論文 (原著)

重度脳卒中患者の回復期リハビリテーション病棟退院時の日常生活動作の因子と入院時能力との関係性*

渡辺智也^{1) #} 小島伸枝²⁾ 木村憲仁³⁾

要旨

【目的】 重度脳卒中者の退院時 Functional Independence measure (以下, FIM) の要因と転帰先, 入院時能力の関係を検討する。【方法】 回復期リハビリテーション病棟入院時に FIM 運動項目値が 38 点未満の脳卒中者 47 名を対象に退院時 FIM 値の因子分析を実施。因子得点と転帰先の関係を調査し, 入院時 Functional Movement Scale (以下, FMS) 値, FIM 値を, 偏順位相関分析を実施した。【結果】 自宅転帰者は全員が介助者を要していた。因子分析では 2 因子が抽出され, 自宅転帰者 15 名中, 食事・整容がかかわる第 2 因子の因子得点が 0 以上の症例が 14 名であった。第 1 因子は入院時 FMS 複数項目と, 第 2 因子は入院時 FIM 認知項目値と相関が高かった。【結論】 自宅転帰には両因子得点が高いと可能性が高く, 入院時 FMS と FIM 認知項目は両因子の予測の一助となる可能性がある。

キーワード 重度脳卒中患者, 機能的自立度尺度, 因子分析, 偏相関分析, 予後予測

はじめに

回復期リハビリテーション病棟 (以下, 回復期病棟) の役割に自宅復帰が挙げられている¹⁾。自宅復帰の要因として, FIM 運動項目値が複数の研究²⁻⁵⁾ で明らかとされており, 高い FIM 値をめざすことは回復期病棟にとって使命である。しかし, 重度脳卒中患者はリハビリテーション実施による FIM 値の改善や費用対効果が小さいことなどが示されており⁶⁾, 臨床でも難渋する症例が多い印象がある。これらの症例をより大きく, 効率的に改善させる知見を多く集積することが必要である。

脳卒中ガイドライン⁷⁾ では, リハビリテーションを進める際に予後予測を行うことが推奨されている (グ

レード A)。移動面に関連する予後予測には入院時の基本動作⁸⁾⁹⁾ や体幹機能¹⁰⁾ としているものが多い。重度脳卒中患者の報告では, 回復期病棟入院時に重度介助を要していた FIM 項目で自立に至る確率は食事や整容で 30% 前後, 歩行や階段では 10% 以下とされている¹¹⁾。転帰先の決定においても移動能力は重要な因子¹²⁾ であるが, トイレや下衣更衣の影響を示唆している研究⁴⁾ もあり, 移動面だけの予測では不十分であると思われる。また, 別の重度脳卒中患者の FIM を用いた予後予測の研究では, 回復期病棟入棟後 1 ヶ月後の基本動作を予測因子にするもの¹³⁾ があり, 重度脳卒中患者の改善程度を予測するには非常に有用ではあるが, FIM 項目に言及しておらず, その詳細は不明である。近年, 重度脳卒中患者に対して早期からの家族介入が入院期間の短縮や在宅復帰率の向上につながるといった報告¹⁴⁾ もあり, 早期から FIM 項目それぞれの予後予測を行ったうえで, 項目を選定して家族指導を行っていくことが望ましいと考える。

脳血管疾患患者を対象に FIM 項目の獲得順を調査した報告によると, 食事, 排泄管理, 整容, 更衣, ベッド・車椅子・椅子移乗, トイレ動作, トイレ移乗, 歩行, 清拭, 浴槽・シャワー移乗, 階段昇降の順に改善している¹⁵⁾。この研究は脳血管疾患患者の退院時の FIM の構造を理解・予測することに有用ではあるが, 対象が

* Relationship between Factors of Activities of Daily Living at the Time of Discharge from the Rehabilitation Ward and Ability at the Time of Admission for Patients with Severe Stroke

1) 社会医療法人社団 カレスサポロ時計台記念病院リハビリテーション部理学療法科
(〒060-0031 北海道札幌市中央区北1条東1丁目2-3)
Tomoya Watanabe, PT, MSc: Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Tokeidai Memorial Hospital

2) 社会医療法人社団 カレスサポロ時計台記念病院リハビリテーション部
Nobue Kojima, PT: Department of Rehabilitation, Tokeidai Memorial Hospital

3) 社会医療法人社団 カレスサポロ時計台記念病院総合リハビリテーションセンター
Norihiro Kimura, MD: Rehabilitation Center, Tokeidai Memorial Hospital

E-mail: tw05204021@yahoo.co.jp
(受付日 2021年9月8日/受理日 2021年11月28日)
[J-STAGEでの早期公開日 2022年1月27日]

表 1 対象者の基本情報 (n=47)

年齢 (歳)	73.1 ± 12.5 (44 - 97)
性別 (名)	男性 : 24 女性 : 23
疾患 (名)	脳出血 : 26 脳梗塞 : 21
病巣側 (名)	右 : 26 左 : 19 両側 : 2
発症から入院までの期間 (日)	42.1 ± 13.8 (20 - 78)
在院日数 (日)	110.3 ± 30.2 (42 - 181)
入院時 FIM 運動項目合計 (点)	22.1 ± 7.2 (13 - 36)
入院時 FIM 認知項目合計 (点)	14.1 ± 6.9 (5 - 32)
退院時 FIM 運動項目合計 (点)	42.2 ± 20.7 (13 - 84)
退院時 FIM 認知項目合計 (点)	17.0 ± 7.6 (5 - 33)
FIM 運動項目得点 (点)	42.2 ± 20.7 (-9 - 62)
FIM 認知項目得点 (点)	2.9 ± 4.0 (-3 - 15)

平均値 ± 標準偏差 (最小値 - 最大値)

表 2 対象者の入院時の FIM 運動項目値の詳細

	セルフケア			排泄管理			移乗		移動					
	食事	整容	清拭	更衣 上半身	更衣 下半身	トイレ 動作	排尿 管理	排便 管理	ベッド 車椅子 椅子	トイレ	浴槽 シャ ワー	車椅子	歩行	階段 昇降
最小値	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
第一四分位	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
中央値	3	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
第三四分位	4	3.5	1	2	2	2	2	1	2.5	2	1	2.5	1	1
最大値	6	5	3	4	4	3	3	5	5	5	4	5	5	5

脳血管疾患患者全体に及ぶため、重度脳卒中患者に適応すべきか検討の余地がある。また、この研究でも示されているように、FIM 項目には下半身更衣とトイレ動作など、獲得する段階も同時期である項目がある。臨床上これらの動作には類似性があり、ある一定の機能を獲得したときに習得する Activities of Daily living (以下、ADL) であるように感じられるが、その能力は明らかとされていない。この類似項目の背景にある要因を調査することで、重度脳卒中患者の FIM の構造をより整理された形で理解することができ、その要因にかかわる入院時の機能・能力を調査することで、重度脳卒中患者の予後予測の一助となりうる知見を得られるであろう。

そこで、本研究では回復期病棟入院時に重度介助を要していた脳血管疾患患者の退院時 FIM 値に対して因子分析を行い、各症例の転帰先と因子得点の関係性を調べることで、自宅転帰に関連する因子を明らかとすることを第一の目的とした。また、因子得点を基に各因子に関連する入院時の FIM 値や基本動作能力を調べることにより、重度脳卒中患者の予後予測の一助となりうる知見を得ることを第二の目的とした。

対象および方法

1. 対象

2015 年 3 月～2019 年 4 月に当院回復期病棟に入院した脳卒中患者で、先行文献に準拠し¹⁶⁾ 入院時の FIM 運動項目合計値が 38 点未満である者を重度脳卒中患者として定義し 111 名が該当した。そのうち、他要因による入院期間の変動、発症前の能力差、疾患によるバイアスを除くため、急性期・回復期病棟への転院例 16 名、急性期治療時の合併症発生など経過が複雑な 3 例、死亡退院 2 例と、発症前から屋外活動に介助が必要だった 31 例、膜下出血・テント下発症 11 例、データ欠損 1 例を除外とし、対象は 47 名であった (表 1, 表 2)。なお、重度脳卒中は明確な定義がなく、著者により提唱されている基準が異なる⁶⁾ が、本研究では理学療法でかかわることが多い FIM 運動項目を基準としているものを用いた。

各患者のリハビリテーションは、理学療法・作業療法・言語聴覚療法を毎日概ね 2～3 時間実施された。カンファレンスで話し合われたことを基に、医師の指示の下、それぞれの専門職が筋力増強運動や関節可動域運動、

表 3 対象者の退院時の FIM 運動項目値の詳細

	セルフケア			排泄管理			移乗		移動					
	食事	整容	清拭	更衣 上半身	更衣 下半身	トイレ 動作	排尿 管理	排便 管理	ベッド 車椅子 椅子	トイレ	浴槽 シャ ワー	車椅子	歩行	階段 昇降
最小値	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
第一四分位	1.5	3	1	2	2	1	1	1	2	1.5	1	1	1	1
中央値	5	4	2	3	3	3	2	3	4	4	1	3	2	1
第三四分位	6	5	4	5	4.5	5	3	6	5	5	3	5	4.5	4.5
最大値	7	7	6	7	7	6	7	7	7	7	5	6	7	5

基本動作練習, ADL 練習, 歩行練習, 嚥下練習, 言語練習などから最適なプログラムを立案し実施した。また, リハビリテーション以外の時間でも, 看護師や介護福祉士などが机上課題の実施, トイレ誘導, 歩行練習などを積極的に実施した。入院期間は, 患者が獲得できる最大能力を見据えた目標をカンファレンスにて協議し, 医師から患者・家族の説明の下設定された。

本研究は包括同意のある患者のみを対象としており, 時計台記念病院倫理委員会の承認(承認番号 20-07)を得て実施した。

2. 方法

当院データベースから, 対象者の基本情報, 転帰先, 入院退院時の FIM 値と入院時の FMS 値¹⁷⁾を抽出し, 後方視的に検討した。FMS は信頼性・妥当性が確立している基本動作の評価で, 1 項目 0~4 点の全 11 項目, 合計 0~44 点となる指標である¹⁸⁾。基本動作能力は重度脳卒中患者を含めた脳卒中患者の日常生活動作の予後予測に使用されている報告が複数⁸⁾⁹⁾¹³⁾あり, 本研究では予測指標として採用した。FIM は移動項目に「車椅子駆動」と「歩行」があり, 使用頻度の高いものを採用することになっているが, 当院では両項目とも評価しており, この 2 項目は動作の類似性が少ないと思われることから, 両項目を別に抽出し FIM 運動全 14 項目での分析を行った。FIM は看護師が, FMS は理学療法士が評価した。

3. 解析

重度脳卒中患者の退院時の FIM 運動項目値に対し, 因子分析を行った。相関係数を基にした固有値を算出し, カイザーガットマン基準¹⁹⁾に基づき固有値が 1 以上となる数を因子数とした。因子分析の抽出法は最尤法を, 回転法はプロマックス回転を選択した。また, それぞれの対象者の因子得点を Bartlett 法にて算出した。

因子得点と転帰先の関係は, 因子得点 0 で分割された分布表で示した。

得られた対象者の因子得点と入院時の FIM 値, FMS 値との関係を, 交絡因子排除を目的に年齢と発症から入院までの日数を統制変数に導入した偏相関係数にて算出した。統制変数は佐藤ら¹³⁾の報告を参考にしており, 先行研究では入院期間や入院時の FIM, 基本動作能力を導入しているが, 本研究では全患者が医師を含めたカンファレンスにて入院期間中に獲得できる最大能力を目標として入院期間の設定がされており, 途中で退院となった症例は除外対象としていること, 入院時の FIM, 基本動作能力が検討因子であることから, 上記 2 項目を統制変数として導入した。

統計解析には R3.6.1 (CRAN, freeware) を使用し, 有意水準は 5% とした。

結 果

1. 退院時 FIM 値とその因子分析 (表 3, 表 4)

退院時 FIM 値では, 中央値で 5 点以上の項目がなく, 全項目において半数以上の症例が介助ないしは見守りを要していた。第三四分位で 6 点以上の項目は「食事」と「排便管理」だけであり, 多くの項目で 5 点以下であった。

相関係数から算出される固有値から, 因子数を 3 としたときに固有値が 1 を下回ったため, 因子数を 2 として因子分析を行った。それぞれの因子の因子寄与は, 第 1 因子 6.501, 第 2 因子 3.905 であり, 因子寄与率は第 1 因子 0.464, 第 2 因子 0.279, 累積因子寄与率は 0.743 であった。

2. 因子得点と転帰先の関係性 (図 1, 表 5)

自宅転帰を果たした症例は 15 例であり, そのうち全例が介助者の介助のうえでの自宅転帰となっていた。また, 14 例が第 2 因子で 0 以上の数値となった。0 未満で自宅転帰した症例は, 医師から施設転帰を勧められたが, 家族の強い希望で自宅転帰を選択した症例であり, 退院時は全介助であった。第 1 因子は 0 未満であっても 4 名が自宅転帰だった。

一方, 第 1 因子, 第 2 因子の両方が 0 以上でも 7 名が

表 4 各因子の因子負荷量

		第 1 要因	第 2 要因	共通性
セルフケア	食事	-0.174	1.048	0.879
	整容	-0.014	0.986	0.953
	清拭	0.846	0.079	0.813
	更衣 上半身	0.55	0.463	0.865
	更衣 下半身	0.667	0.34	0.871
	トイレ動作	0.737	0.277	0.9
排泄管理	排尿管理	0.285	0.476	0.494
	排便管理	0.188	0.606	0.56
移乗	ベッド・車椅子・椅子	0.734	0.275	0.891
	トイレ	0.704	0.324	0.913
	浴槽・シャワー	0.944	-0.079	0.796
移動	車椅子	-0.226	0.723	0.35
	歩行	1.071	-0.192	0.902
	階段昇降	1.107	-0.284	0.874

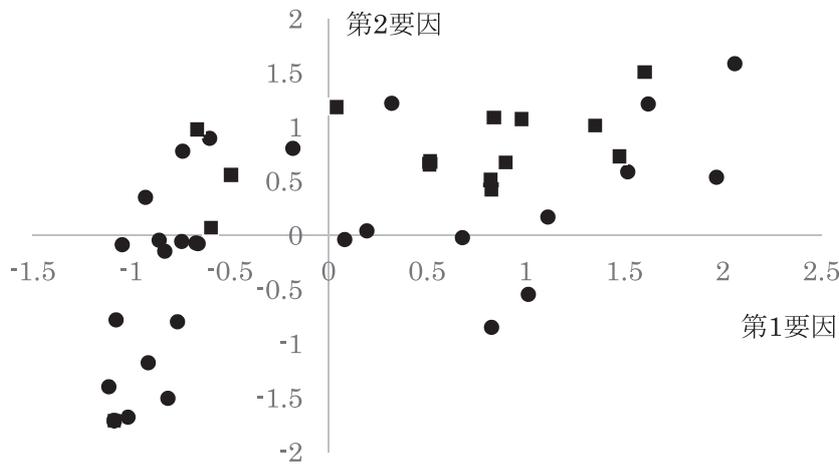


図 1 因子得点の分布
 ■：自宅転帰 ●：施設などの転帰

表 5 因子得点と転帰先の関係性

第 2 因子	第 1 因子	
	0 未満	0 以上
0 以上	3/4	11/7
0 未満	1/17	0/4

表内の数字は、自宅転帰の人数/施設転帰の人数

施設転帰だった。

3. 入院時 FIM 値, FMS 値との関係 (表 6, 表 7)

偏相関係数の結果, 有意な相関を複数項目で認めた。第 1 因子と相関が高かった上位 5 項目は, FMS 移乗動作, 背臥位-座位, 座位-立位, 座位保持, 立位保持であり, すべて FMS の項目であった。第 2 因子と相関が

高かった上位 5 項目は, FIM 整容, 社会的交流, 食事, 問題解決, 理解であった。

考 察

1. 自宅転帰に関連する因子と関連する機能面

因子得点と転帰先の関係からは, 重度脳卒中患者が自宅転帰をするためには両因子とも高い方が自宅転帰の可能性が高いが, 第 2 因子が一定の数値以上でない自宅転帰が困難であることが示唆された。また, 自宅転帰者には介助者が必須であり, 因子得点が高い症例でも介助力が不十分な場合は自宅転帰が困難な可能性が示唆された。

第 1 因子の負荷量が高かった項目は, 歩行・階段昇降・浴槽移乗など移動にかかわる項目が多かった。歩行の自立度は Berg Balance Scale (以下, BBS) に代表される立位バランスが関連することは複数の先行研究²⁰⁾²¹⁾

表 6 因子得点と入院時 FIM の偏相関係数

		第 1 要因	第 2 要因
セルフケア	食事	0.32*	0.63**
	整容	0.46**	0.73**
	清拭	0.41**	0.35*
	更衣 上半身	0.46**	0.48**
	更衣 下半身	0.45**	0.28
	トイレ動作	0.36*	0.30*
排泄管理	排尿管理	0.16	0.17
	排便管理	0.14	0.26
移乗	ベッド・車椅子・椅子	0.52**	0.31*
	トイレ	0.46**	0.29
	浴槽・シャワー	0.19	-0.02
移動	車椅子	0.29	0.32*
	歩行	0.55**	0.09
	階段昇降	0.22	-0.11
コミュニケーション	理解	0.31*	0.56**
	表出	0.27	0.51**
社会的認知	社会的交流	0.42**	0.69**
	問題解決	0.48**	0.60**
	記憶	0.34*	0.51**

* : p < 0.05 ** : p < 0.01

表 7 因子得点と入院時 FMS との偏相関係数

	第 1 要因	第 2 要因
座位保持	0.62**	0.47**
座位でのリーチ	0.57**	0.36*
背臥位-座位	0.63**	0.40**
座位-立位	0.63**	0.26
立位保持	0.60**	0.31*
移乗動作	0.67**	0.38*
立位でのリーチ	0.45**	0.07
立位での方向転換	0.51**	0.08
歩行	0.52**	0.11
床上座位-立位	0.33*	0.11
階段昇降	0.41**	0.14

* : p < 0.05 ** : p < 0.01

で指摘されており、Fujita ら²²⁾ は階段昇降と移乗動作に BBS が強く影響していることを、米持ら²³⁾ や佐藤ら²⁴⁾ はトイレ動作も立位バランスに影響されると報告している。以上より、第 1 因子はバランス機能を示しているものと思われた。一方、第 2 因子は食事、整容で高い負荷量となった。整容は自立に至る症例では立位バランスが、監視レベルに至る症例では非麻痺側上肢機能、意欲、認知面が重要であったと報告されている²⁵⁾。本研究は重度脳卒中患者を対象とし整容も監視レベルに留

まる症例が多く、非麻痺側機能、意欲、認知面が整容の点数に影響している可能性がある。食事非麻痺側上肢や高次脳機能障害の影響が指摘されており²⁶⁾、第 2 因子は非麻痺側上肢機能と認知機能が重要な能力であることが示唆された。

第 2 因子の負荷量が高かった項目は食事・整容であり、これらが自宅転帰に関連するという本研究で得られた知見は先行研究⁴⁾¹²⁾ と異なる。重度脳卒中患者は退院時まで ADL の多くの項目が自立せず(表 3)、自宅転帰例であっても介助者が必須の状況であった。脳卒中全体の分析と比較すると相違点が描出されるものと思われる。ただ、本研究からその要因を推察することは難しく、要因探索は今後の検討課題と思われる。

2. 各因子に関連する入院時能力について

因子得点と入院時能力の関連では、第 1 因子は FMS 項目と相関が高い結果となった。川端ら²⁷⁾ は発症後 2 週の脳卒中患者に対し転帰先予測を行い、心身機能・動作能力・活動レベルの指標を用いてどの指標が適しているかを検討しているが、FMS で示される動作能力がもっとも適切であり、自宅転帰群と転院群では有意に FIM 値が異なることが示されている。前述のように多くの報告で FIM 値が転帰先に強く影響すること²⁻⁵⁾ が示唆されていることを踏まえれば、発症後早期の動作能力が転帰先と FIM 値に影響することが想定され、入院時の

FMS値と第1因子が相関関係にあった本研究の結果は先行研究と合致するものであると推察される。FMSの中でも難易度の低い項目の相関が高くなったが、重度脳卒中患者を対象としているため、難易度の高い歩行や床上座位-起立では床効果が考えられ、座位保持や背臥位-座位といった動作²⁸⁾で序列が付きやすく退院時の立位バランスとの関連が強いと思われた。

第2因子はFIM認知項目と相関が高い結果となった。重度脳卒中患者において回復期病棟入院時のFIM認知項目は、その後のFIM運動項目の改善に影響を与える要因として挙げられており²⁹⁾、なかでも食事や整容といった動作に強く関連している可能性が示唆された。一方、FIM認知項目は第1因子とも相関を認めている。このことは先行文献を支持するものと思われるのと同時に、自らの動きを制御するバランス能力の向上にも認知面がかかわることを示していると思われた。

以上から本研究では、①重度脳卒中患者の退院時ADLは自立項目が少なく、自宅転帰のためには介助者が必須であること、②退院時ADLにかかわる因子として2因子が挙げられ、両因子とも高い方が自宅転帰の可能性が高まるが、特に食事・整容にかかわる因子が一定以上必要なこと、③因子の予測指標として入院時の基本動作能力、認知項目が挙げられることが明らかとなった。

本研究の限界として、後ろ向き研究であり入院時能力と退院時FIM値の因子との因果関係は不明であること、入院時能力のカットオフ値などを算出しておらず具体的な指標とはいえないことなどがある。前向き研究でその因果関係や具体的な指標を明確化することが重要である。

結 論

重度脳卒中者の退院時FIM運動項目値は多くの項目で5点以下に留まり、かつ自宅転帰に介助者が必須であった。退院時FIM運動項目値は2因子に分けられ、両者とも高い方が自宅転帰の可能性が高まるが、特に食事・整容にかかわる因子が一定以上の数値である必要性があった。これらの因子には、入院時の基本動作能力と認知機能が関連していることが明らかとなり、予後予測の一助となりうる可能性が示唆された。

文 献

- 1) 渡邊 進：回復期リハビリテーション病棟の現況と課題. *Jpn J Rehabil Med.* 2009; 46: 799-807.
- 2) Thorpe ER, Garrett KB, *et al.*: Outcome measure scores predict discharge destination in patients with acute and subacute stroke: a systematic review and series of meta-analyses. *J Neurol Phys Ther.* 2018; 42: 2-11.
- 3) 西尾大祐, 平野恵健, 他：回復期リハビリテーション病棟における重症脳卒中患者の転帰と臨床的特徴. *脳卒中.* 2010; 32: 86-90.
- 4) 岡本信弘, 増見 伸, 他：回復期リハビリテーション病院

- におけるFIMを用いた自宅復帰因子の検討. *理学療法科学.* 2012; 27: 103-107.
- 5) 斎藤 潤, 永田智子, 他：急性期病院と回復期リハビリテーション病棟間の脳卒中地域連携バスと転帰に影響する因子の検討. *Jpn J Rehabil Med.* 2010; 47: 479-484.
 - 6) Canadian Partnership for Stroke Recovery [Internet]. Canada: Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation. Rehabilitation of Severe Stroke. [updated 2018 Mar; cited 2020 January 9]. Available from: <http://www.ebrsr.com/sites/default/files/v18-SREBR-CH22-NET-1.pdf>.
 - 7) 宮本 亨, 板橋 亮, 他：脳卒中ガイドライン2021. 協和企画, 東京, 2021, pp. 46-47.
 - 8) Shinohara T, Usuda S: Association of ability to rise from bed with improvement of functional limitation and activities of daily living in hemiplegic inpatients with stroke a prospective cohort study. *J Phys Ther Sci.* 2010; 22: 29-34.
 - 9) 渡辺智也, 小島伸枝, 他：脳卒中片麻痺者における回復期リハビリテーション病棟入院時の起き上がり動作からみた歩行自立度の予測-予測を逸脱した症例の検討-. *北海道理学療法.* 2015; 32: 9-15.
 - 10) Franchignoni FP, Tesio L, *et al.*: Trunk control test as an early predictor of stroke rehabilitation outcome. *Stroke.* 1997; 28: 1382-1385.
 - 11) 永井将太, 奥山夕子, 他：回復期脳卒中片麻痺患者における入院時重症度別のFIM運動細項目の経過解析. *理学療法科学.* 2010; 25: 1-6.
 - 12) 金山 剛, 大平雄一, 他：回復期リハビリテーション病棟における在宅復帰患者の特徴. *理学療法科学.* 2008; 23: 609-613.
 - 13) 佐藤惇史, 藤田貴昭, 他：重度脳卒中患者における入院1か月時のMotor Assessment Scaleと退院時FIMとの関連-偏相関分析による検討-. *理学療法学.* 2016; 43: 236-240.
 - 14) Hirano Y, Maeshima S, *et al.*: The effect of voluntary training with family participation on early home discharge in patients with severe stroke at a convalescent rehabilitation ward. *Eur Neurol.* 2012; 68: 221-228.
 - 15) 辻 哲也, 園田 茂, 他：入院・退院時における脳血管障害患者のADL構造の分析-機能的自立度評価法(FIM)を用いて-. *リハビリテーション医学.* 1996; 33: 301-309.
 - 16) Stineman MG, Fiedler RC, *et al.*: Functional task benchmarks for stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998; 79: 497-504.
 - 17) 白田 滋：基本動作能力を測定するための機能的動作尺度の開発. *理学療法科学.* 2000; 15: 173-179.
 - 18) 白田 滋：脳卒中片麻痺患者における機能的動作尺度Functional Movement Scale (FMS)の信頼性と妥当性の検討. *理学療法学.* 2004; 31: 375-382.
 - 19) 堀 啓造：因子分析における因子数決定法-平行分析を中心に-. *香川大学経済論叢.* 2005; 77: 545-547.
 - 20) Andersson AG, Kamwendo K, *et al.*: How to identify potential fallers in a stroke unit: validity indexes of 4 test methods. *Jpn J Rehabil Med.* 2006; 38: 186-191.
 - 21) 北地 雄, 原 辰成, 他：回復期リハビリテーション病棟に入院中の脳血管疾患後片麻痺を対象とした歩行自立判断のためのパフォーマンステストのカットオフ値. *理学療法学.* 2011; 38: 481-488.
 - 22) Fujita T, Sato A, *et al.*: Amount of balance necessary for the independence of transfer and stair-climbing in stroke inpatients. *Disabil Rehabil.* 2018; 40: 1142-1145.
 - 23) 米持利枝, 前野恭子, 他：脳卒中片麻痺患者におけるトイレ動作の自立に対する立位バランスの影響. *愛知県理学療法学会誌.* 2017; 29: 76-80.
 - 24) 佐藤惇史, 藤田孝明, 他：脳卒中患者におけるトイレ動作自立に関する簡便な判断指標の検討. *東北理学療法学.*

- 2014; 26: 62-66.
- 25) Fujita T, Sato A, *et al.*: Relationship between grooming performance and motor and cognitive functions in stroke patients with receiver operating characteristic analysis. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2017; 26: 2828-2833.
- 26) 小川珠美：脳卒中急性期における摂食・嚥下障害とリハビリテーション. *理学療法学.* 2009; 36: 495-497.
- 27) 川端悠士, 末藤沙織, 他：脳卒中発症 2 週時における退院先予測—NIHSS, FMS, FIM の比較—. *総合リハビリテーション.* 2013; 41: 47-54.
- 28) 大川弥生, 上田 敏：脳卒中後片麻痺における全身動作の回復過程に関する研究—予備的検討—. *リハビリテーション医学.* 1988; 25: 377-381.
- 29) Imada Y, Tokunaga M, *et al.*: Relationship between cognitive FIM score and motor FIM gain in patients with stroke in a Kaihukuki rehabilitation ward. *Jpn J Compr Rehabil Sci.* 2014; 5: 12-18.

〈Abstract〉

Relationship between Factors of Activities of Daily Living at the Time of Discharge from the Rehabilitation Ward and Ability at the Time of Admission for Patients with Severe Stroke

Tomoya WATANABE, PT, MSc

Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Tokeidai Memorial Hospital

Nobue KOJIMA, PT

Department of Rehabilitation, Tokeidai Memorial Hospital

Norihito KIMURA, MD

Rehabilitation Center, Tokeidai Memorial Hospital

Objectives: The aim of this study was to examine the background factors of Functional Independence Measure (FIM) at the time of discharge, and to clarify the relationship between these background factors and admission ability in severe stroke patients.

Methods: Forty-seven first stroke patients whose FIM motor scores were less than 38 at the time of admission into the convalescent rehabilitation ward were included in the study. First, a factor analysis was conducted using the patients' FIM motor scores at discharge. Second, the partial correlation coefficients while controlling for age and the number of days from onset to hospitalization were analyzed based on the obtained factor scores, the Functional Movement Scale (FMS) scores, and the FIM scores on admission.

Results: All the patients who were discharged to home required a caregiver. The factor analysis revealed two factors. Of the 15 patients who were discharged, 14 patients had a factor score of 0 or higher on the second factor related to eating and grooming. The first factor was highly correlated with FMS, whereas the second factor was highly correlated with FIM cognitive items at admission.

Conclusion: Higher scores on both factors are more likely to lead to discharge home. FMS and FIM cognitive items at admission may help to predict both factors.

Key Words: Severe Stroke, Functional Independence Measure, Factor Analysis, Partial correlation analysis, Prediction

研究論文 (原著)

重症 COVID-19 患者の急性期における 骨格筋萎縮とその要因の検討*

福島 竜也^{1) #} 広田 桂介¹⁾ 神谷 俊次¹⁾ 杉本 幸広¹⁾ 猪山 輝人¹⁾
岩永 壮平¹⁾ 橋田 竜騎²⁾ 松瀬 博夫¹⁾ 高須 修³⁾ 志波 直人²⁾

要旨

【目的】重症 COVID-19 患者の急性期における骨格筋量の変化と骨格筋量減少の危険因子を調査した。【方法】人工呼吸器管理となった重症 COVID-19 患者 15 人を対象とし、骨格筋量は腹部 CT より骨格筋指数 (以下, SMI) を計測した。SMI の変化率により Severe muscle atrophy 群と mild muscle atrophy 群に分類し、背景因子を比較検討した。また, Severe muscle atrophy の危険因子を決定木分析にて評価した。【結果】急性期において SMI の変化率は -8.1% であり有意に減少した。決定木解析では第 1 分岐因子は BMI であり, 23.4 kg/m² 以上で 50%, 第 2 分岐因子は APACHE II score であり, 17 点以上で 75% であった。【結論】重症 COVID-19 患者は入院中に骨格筋量の減少を認めた。また入院時の BMI と APACHE II score は, 骨格筋萎縮のリスク因子である。

キーワード Acute sarcopenia, 体組成, APACHE II score

はじめに

新型コロナウイルス感染症 (coronavirus disease 2019 : 以下, COVID-19) は, 2019 年 12 月に中国で最初に同定されて以来, 変異を繰り返しながら全世界に感染が拡大している¹⁾。COVID-19 感染症の一般的な臨床症状は, 発熱, 咳, 呼吸困難, 痰の生成, 筋肉痛, 関節痛, 頭痛, 下痢, 嘔気/嘔吐, 喉の痛みなどであり²⁾³⁾, 中等症および軽症例では予後良好であるが, 重症例では治療が難しく, 死亡率が高いと報告されている⁴⁾。特に人工呼吸器管理を必要とする重症患者では, 著しい筋力低下と運動耐容能低下が懸念されるため, 急性期からのリハビリテーションが必要とされている⁵⁾。

急性疾患などの生理的ストレス要因イベントが発生してから 28 日以内に起こる筋力低下や骨格筋量減少は acute sarcopenia と呼ばれる⁶⁾。この acute sarcopenia は, 身体機能障害がない患者であっても, 重症疾患や救命救急医療に伴い進行する可能性がある⁶⁾。骨格筋量の測定には, 腹部コンピュータ断層撮影 (computed tomography : 以下, CT) を用いた測定がサルコペニアの診断方法としてアジア, 欧州それぞれでコンセンサスを得ており, acute sarcopenia の判定にもこれらのカットオフ値が用いられている⁶⁻⁸⁾。Weijs PJ ら⁹⁾ は, 人工呼吸器装着患者に対して CT を用いて骨格筋量を評価し, 低骨格筋量は入院患者の死亡率を予測する独立危険因子であったと報告している。さらに COVID-19 患者でも集中治療室 (Intensive Care Unit : 以下, ICU) 入室中は骨格筋量減少が進行しやすく, 低骨格筋量は予後不良に関連するため, 入院中に CT や磁気共鳴画像診断 (magnetic resonance imaging : MRI) を用いて骨格筋の評価を行うことが求められている⁵⁾。

COVID-19 感染症の重症化には, 肥満が関連していることはよく知られており, 体格指数 (body mass index : 以下, BMI) が 1 kg/m² 増加するごとに COVID-19 感染症による入院のリスクが約 5 ~ 10% 高くなると報告されている¹⁰⁾。また, 先行研究により, C 反応性蛋白

* Risks of Muscle Atrophy in Patients with Severe COVID-19 during Hospitalization for the Acute Phase

1) 久留米大学病院リハビリテーション部 (〒830-0011 福岡県久留米市旭町 67) Tatsuya Fukushima, PT, Keisuke Hirota, PT, PhD, Shunji Koya, PT, PhD, Takahiro Sugimoto, PT, MS, Akito Iyama, PT, Sohei Iwanaga, MD, PhD, Hiroo Matsuse, MD, PhD: Division of Rehabilitation, Kurume University Hospital
2) 久留米大学医学部整形外科学講座 Ryuki Hashida, MD, PhD, Naoto Shiba, MD, PhD: Department of Orthopedic Surgery, Kurume University School of Medicine
3) 久留米大学医学部救急医学講座 Osamu Takasu, MD, PhD: Department of Emergency and Critical Care Medicine, Kurume University School of Medicine
E-mail: fukushima_tatsuya@kurume-u.ac.jp (受付日 2021 年 9 月 9 日/受理日 2021 年 12 月 24 日) [J-STAGE での早期公開日 2022 年 2 月 18 日]

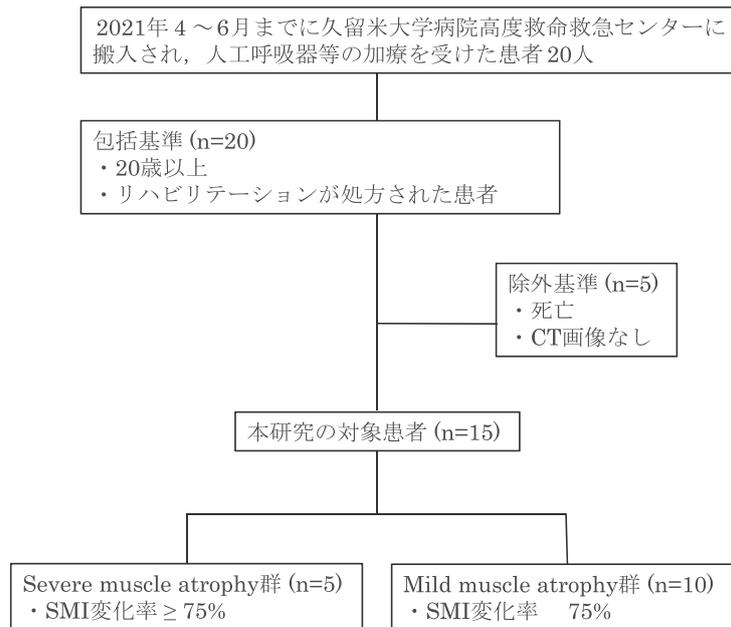


図1 対象者のフローチャート

(C-reactive protein : 以下, CRP), 乳酸脱水素酵素 (Lactate Dehydrogenase : 以下, LDH), D-ダイマー, インターロイキン6 (Interleukin-6 : 以下, IL-6), フェリチン, クレアチニンなど様々なバイオマーカーがCOVID-19の重症化に関連する重要な指標であることが明らかとなっている¹¹⁾。さらに, 体脂肪の評価はCTによって測定可能であり, システムティックレビューにおいて内臓脂肪はCOVID-19重症化と関連されていることが報告されている¹²⁾。このようにCOVID-19の重症化に関連する要因は多数報告があるが, 骨格筋量減少に関連する要因は十分明らかとなっていない。本研究の目的は, 重症COVID-19患者の, 急性期における骨格筋量の変化および骨格筋量減少に関連する要因を検討することである。

対象と方法

1. 研究デザイン

本研究は, COVID-19により当院高度救命救急センターに搬入され, 入院期間中の骨格筋量の変化および骨格筋量減少に関連する要因を検討することを目的とした, 後ろ向き観察研究である。

2. 倫理

本研究のプロトコルは, ヘルシンキ宣言のガイドラインに準じ, 久留米大学倫理委員会の承認 (久留米大学倫理委員会承認番号 : 21100) を得て実施した。また, 研究の概要を久留米大学臨床研究センターのホームページに公開し, 研究が実施または継続されることについて患者さんが拒否できる機会を保障した。個人情報保護されている。

3. 対象

本研究の対象者は, 2021年4～6月までに久留米大学病院高度救命救急センターに搬入され, 人工呼吸器等の加療を受けた患者で, 包含基準と除外基準を満たしたCOVID-19患者15名である。包含基準と除外基準は以下の通りである。

包含基準は, (1) 20歳以上で, (2) リハビリテーションが処方された患者である。

除外基準は, (1) 死亡患者, および (2) CT評価を行えなかった患者である (図1)。

4. 骨格筋量の評価

本研究における測定方法は過去に我々が示してきた方法と同様に評価した¹³⁻¹⁹⁾。我々は過去にCTを用いた同様の測定方法の級内相関係数は0.9以上であったことを示している¹⁹⁾。本研究では3名の理学療法士が画像解析を担当し, 事前に十分に測定方法の共有と練習を行ったうえで測定を行った。骨格筋量は, 腹部CTの第3腰椎レベルの骨格筋面積を計測し¹⁹⁻²²⁾, 身長²の2乗で除した値である骨格筋指数 (Skeletal muscle index : 以下, SMI) を骨格筋量の評価として用いた¹⁹⁾。解析は, 画像診断ソフトウェアImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) を用いた²³⁾。計測は, 当院高度救命救急センター入院時 (T0) と2回目 (T1) に撮影されたCT画像を評価し, T0とT1のSMI変化率を算出した。また, CT撮影期間が一定ではなかったため, 各SMIの変化率をCT撮影期間で除し1日あたりの変化率を算出し, これより1週間あたりの変化率を算出した。さらに, SMI変化率における四分位範囲よ

表1 患者背景

	中央値 (四分位範囲)	範囲 (最小値 - 最大値)
N	15	
年齢 (歳)	65 (55-73)	55-73
性別 (女性 / 男性)	13%/87% (2/13)	
BMI (kg/m ²)	23.7 (23.1-26.1)	18.0-33.6
入院期間 (days)	30 (24.5-42.7)	8-63
CT 期間 (T0-T1) (days)	10 (8-14)	4-27
入院時 SMI (cm ² /m ²)	39.7 (36.9-44.4)	22.8-50.5
APACHE II score (点)	15 (13-20)	10-29
筋弛緩剤使用 (yes/no)	67%/33% (10/5)	
人工呼吸器使用 (yes/no)	80%/20% (12/3)	
人工呼吸器使用期間 (days)	12 (7.7-20.7)	1-58
入院前 Barthl Index (点)	100 (100-100)	100-100

BMI; body mass index, CT; computed tomography, T0; 当院高度救命救急センター入院時, T1; 2回目, APACHE II score; Second version of the acute physiology and chronic health evaluation

り, 第3四分位点以上を Severe muscle atrophy 群, 第3四分位点未満を Mild muscle atrophy 群と分類した。

5. 内臓脂肪面積 (visceral fat area : 以下, VFA) の評価
VFA は, 腹部 CT における膈レベルで計測した²⁰⁾。これらも骨格筋面積と同様に画像診断ソフトウェア ImageJ を用いて評価した²³⁾。

6. BMI および血液・生化学検査

BMI および血液・生化学検査は, 入院時の評価を用いた。

7. 筋肉内脂肪 (intramuscular adipose tissue content : 以下, IMAC)

IMAC は, 腹部 CT の膈レベルの主要な血管から離れた場所にある多裂筋の CT 値を 4 ヶ所計測しその平均値を皮下脂肪の CT 値 4 ヶ所の計測値の平均値で除した値を用いた²⁴⁾。CT 撮影は, スライス厚 5 mm, 管電圧 120 kV(p), 管電流は自動 mA (Revolution EVO ; GE ヘルスケア・ジャパン, 東京, 日本)²⁵⁾, CT 値は INFINITT PACS 30 (インフィニットテクノロジー, 東京, 日本) を用いて計測した。

8. Second version of the acute physiology and chronic health evaluation score (以下, APACHE II score)

患者の重症度の評価は APACHE II score を用い, 搬入後 24 時間以内に ICU 専従医師が評価した²⁶⁾。

9. 統計分析

データは, 中央値・四分位範囲を用いた。T0 から T1

までに生じた SMI の変化をウィルコクソンの符号順位検定にて比較した。また, T0 から T1 までの SMI の変化率により第3四分位点以上を Severe muscle atrophy 群, 第3四分位点未満を Mild muscle atrophy 群に分類し, 両群の患者背景因子をウィルコクソンの順位和検定にて比較検討した。さらに, SMI 変化率に関連するプロファイルを特定するために, 決定木解析を用いた²⁷⁾²⁸⁾。決定木解析における目的変数は, SMI 変化率 (Severe muscle atrophy 群 / Mild muscle atrophy 群) で, 説明変数には, 年齢, 性別, 入院時における BMI, SMI, VFA, IMAC, APACHE II score, および糖尿病, 高血圧の有無を投入した。統計解析は, JMP Pro® 16 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) を使用し, 統計学的有意水準は 0.05 とした。

結 果

1. 患者背景

本研究では, COVID-19 患者 15 名を登録し, その患者背景を表 1 に示した。年齢中央値は 65 歳であり, 男女比は 13% : 87% (2 : 13) であった。BMI の中央値は 23.7 kg/m² であった。入院期間の中央値は 30 日, 人工呼吸器装着および筋弛緩剤使用例はそれぞれ 15 例 / 10 例であった。入院時における SMI の中央値は, 39.7 cm²/m² であった。また, APACHE II score の中央値は 15 点であった (表 1)。LD, アルブミン, CRP, フェリチン, D-ダイマー, フィブリノゲン・フィブリン分解産物 (fibrin degradation products : FDP), 白血球数および血小板の中央値はそれぞれ 473 IU/L・3 g/dL・5.4 mg/dL・1,482 ng/mL・1.3 μg/mL・5.1 μg/mL・6.6 10³/μL・206 10⁴/μL であった。

2. SMI およびその他体組成の変化

SMI は、T0 と比較して T1 で有意な減少を認めた ($39.8 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ vs. $35.0 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, $P=0.0001$) (図 2)。また、T0 と T1 での体組成 (BMI, VFA, IMAC) の比較を表 2 に記した。BMI は有意に低下したが、VFA, IMAC には有意な変化は認めなかった。

3. SMI 変化率における Severe muscle atrophy 群と Mild muscle atrophy 群のベースラインの相違点

SMI の変化率は中央値 -8.1% 、四分位範囲 $-10.6 \sim -5.9$ であった。Severe muscle atrophy 群と Mild muscle atrophy 群では、年齢・性別・基礎疾患の有無、APACHE II score に有意差を認めなかった。さらに生化学検査においても有意差を認める項目はなかったが、血清フェリチン値においては、Mild muscle atrophy 群に比べて Severe muscle atrophy 群で、高値である傾向にあった ($P=0.0828$) (表 3)。

4. SMI 変化率に関する決定木解析

Severe muscle atrophy 群は、登録患者の 33% (5/15)

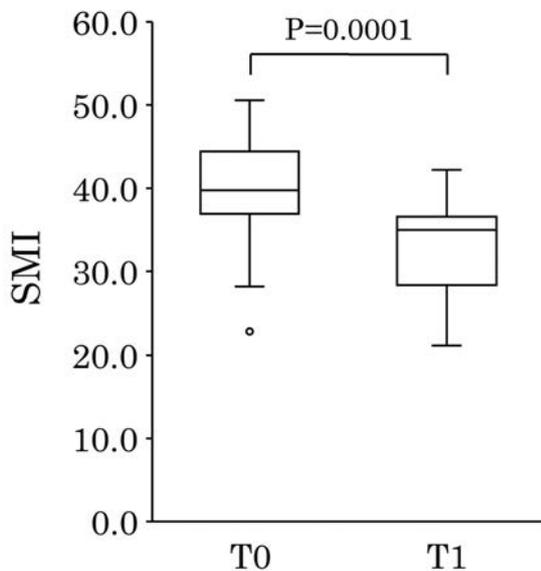


図 2 入院中の SMI 変化

SMI; skeletal muscle index, T0; 当院高度救命救急センター入院時, T1; 2 回目

に認められた。決定木解析で同定された SMI 変化率に関連する第 1 分岐因子は入院時における BMI であり、 $23.4 \text{ kg}/\text{m}^2$ 以上の患者の 50% に Severe muscle atrophy 群が認められた。一方、 $23.4 \text{ kg}/\text{m}^2$ 未満の患者では Severe muscle atrophy 群は 0% であった。入院時における BMI が $23.4 \text{ kg}/\text{m}^2$ 以上の患者群における第 2 分岐因子は APACHE II score であった。APACHE II score が 17 点以上の患者の 75% (3/4) に Severe muscle atrophy 群が認められた (図 3)。

考 察

我々は、重症 COVID-19 の患者に対して CT を用いて SMI を測定し、ICU 入院から中央値 10 日間 (四分位範囲: $8 \sim 14$ 日) で有意に SMI が減少したことを示した。また、SMI 減少の要因は入院時の BMI および APACHE II score であった。

本研究において重症 COVID-19 患者は、入院後 $1 \sim 2$ 週間 (中央値 10 日) に SMI が有意に減少し、1 週間あたり 8.1% の変化率を認めた。本研究で確認された SMI 減少は、急性疾患への罹患という生理的ストレス要因イベントから 28 日以内に発生しており acute sarcopenia が生じた可能性がある。SMI 減少の要因として以下のものが考えられる。1) 安静臥床に伴うメカニカルストレスの減少: 骨格筋量は安静臥床に伴い、 $1 \sim 2$ 日で 1% 減少し²⁹⁾、その速度は最初の 1 週間でもっとも大きい³⁰⁾。安静臥床に伴いメカニカルストレスが減少し、タンパク質合成と分解速度の不均衡が生じることで骨格筋量が減少すると考えられている³¹⁾。2) ICU-acquired weakness (以下、ICU-AW) の影響: 既報では、重症 COVID-19 患者の $40 \sim 75\%$ に神経筋障害が認められた³²⁾³³⁾。ICU-AW は軸索神経障害、原発性ミオパシーなどを介して全身の脱力が生じ、その結果、筋力低下や筋萎縮に至る³⁴⁾。3) コロナウイルス (以下、SARS-CoV-2) とレニン-アンジオテンシン系の関連: レニン-アンジオテンシン系に属するアンジオテンシン変換酵素 2 型は SARS-CoV-2 の主要な細胞受容体であり、骨格筋量と筋機能を調節している³⁵⁾。SARS-CoV-2 の感染に伴い、レニン-アンジオテンシン系のバランスが失われ、筋肉量減少を引き起こす可能性がある³⁵⁾。このように

表 2 入院期間における BMI, VFA および IMAT の変化

	T0	T1	p 値
	中央値 (四分位範囲)	中央値 (四分位範囲)	
BMI	23.7 (23.1-26.1)	22.4 (20.4-24.3)	0.0125
VFA	123.4 (71.2-155.4)	133.3 (47.5-164.5)	0.5614
IMAT	-0.5 (-0.5-0.4)	-0.5 (-0.6-0.3)	0.7197

T0; 当院高度救命救急センター入院時, T1; 2 回目, BMI; body mass index, VFA; visceral fat area, IMAT; intramuscular adipose tissue content.

表3 Severe muscle atrophy 群と Mild muscle atrophy 群のベースラインにおける特性の違い

	Severe muscle atrophy 群	Mild muscle atrophy 群	p 値
	中央値 (四分位範囲)	中央値 (四分位範囲)	
N	5	10	
年齢 (year)	62 (54-69)	67 (55.7-74.25)	0.3904
性別 (女性/男性)	0%/100% (0/5)	20%/80% (2/8)	0.2827
BMI (kg/m ²)	24.1 (23.5-28.1)	23.4 (18.9-25.5)	0.2979
入院期間 (days)	31 (28-55)	28 (19-36)	0.2856
CT 期間 (days)	11 (8.5-16.5)	9.5 (7-15.75)	0.5798
APACHE II score (点)	17 (13-23.5)	15 (13-20.5)	0.7586
糖尿病 (yes/no)	60%/40% (3/2)	50%/50% (5/5)	0.7144
高血圧 (yes/no)	60%/40% (3/2)	30%/70% (3/7)	0.2636
敗血症 (yes/no)	40%/60% (2/3)	40%/60% (4/6)	1.0000
人工呼吸器使用 (yes/no)	100%/0% (5/0)	70%/30% (7/3)	0.1709
人工呼吸器日数 (days)	12 (11-50)	12 (1-13)	0.4186
筋弛緩剤使用 (days)	80%/20% (4/1)	60%/40% (6/4)	0.4386
LD (IU/L)	639 (490.5-716.5)	345.5 (323.0-608.3)	0.1258
アルブミン (g/dL)	3.0 (2.85-3.15)	3.0 (2.7-3.3)	1.0000
クレアチニン (mg/dL)	0.78 (0.60-0.80)	0.72 (0.50-1.20)	0.7595
CRP (mg/dL)	5.4 (2.4-22.0)	5.7 (4.1-12.0)	0.9512
フェリチン (ng/mL)	1,640 (1,319-2,340)	894 (255-1,582)	0.0828
D ダイマー (μg/mL)	1.4 (1.1-3.7)	1.1 (0.9-5.2)	0.6673
FDP (μg/mL)	5.6 (4.3-8.8)	4.55 (3.3-10.5)	0.4195

BMI; body mass index, CT; computed tomography, APACHE II score; Second version of the acute physiology and chronic health evaluation, LD; lactate dehydrogenase, CRP; C-reactive protein, FDP; fibrin degradation products

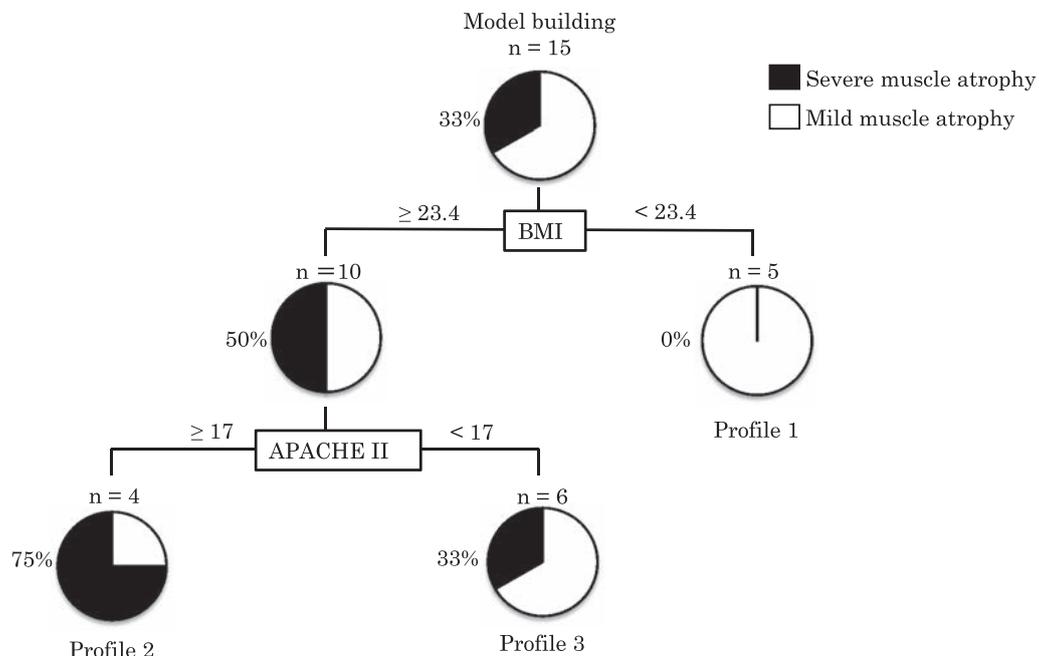


図3 SMI 変化量に関する決定木解析

円グラフは、Severe muscle atrophy 群 (黒) および、Mild muscle atrophy 群 (白) を示す。

BMI; body mass index, APACHE II score; Second version of the acute physiology and chronic health evaluation

本研究では複数の要因が相まって SMI 減少を引き起こしたと考える。

本研究において、Severe muscle atrophy 群と Mild muscle atrophy 群の背景因子および入院時の生化学データは、両群に有意な違いを認めなかった。しかしながら、フェリチンは Mild muscle atrophy 群と比べ Severe muscle atrophy 群で高い傾向にあった。COVID-19 患者の重症化には、CRP, LDH, D-ダイマー, IL-6, フェリチン, クレアチニンなど様々なバイオマーカーが関連していると報告されている¹¹⁾。なかでもフェリチン高値は、筋疲労やパフォーマンスの低下と関連があると報告されている³⁶⁾³⁷⁾。また、フェリチン高値は骨格筋の消耗と関連している可能性がある³⁸⁾。そのため、入院時の生化学データにおけるフェリチン値は SMI 低下と関連し、骨格筋量減少を予測するデータとなる可能性がある。

決定木解析において、BMI は SMI 変化率に関連する第一分岐因子として同定された。一方、VFA や IMAC については関連因子として同定されなかった。VFA や IMAC が SMI 変化率に関連する要因として同定されなかった理由は不明であるが、高値の BMI と骨格筋減少との関連には、以下のような報告がある。肥満と低骨格筋量は密接な関係があり、内臓脂肪量増加は、インスリン抵抗性を増し骨格筋同化障害やミトコンドリア機能や蛋白合成の異常を引き起こすため、サルコペニアと関連が示唆されている³⁹⁾。また、脂肪組織は CRP, 腫瘍壊死因子 (tumor necrosis factor α : TNF α), IL-6, インターロイキン- 1β (IL- 1β) などの炎症性蛋白やサイトカインを生成し、慢性炎症性環境を形成し骨格筋減少を引き起こす⁴⁰⁾。さらに、Petrova D ら⁴¹⁾ は、COVID-19 は炎症状態をさらに増悪させ、痩せた被験者と比較して高レベルの循環炎症分子にさらされる可能性がある⁴²⁾と報告している。このように、単なる脂肪量増加だけでなく、脂肪組織の増加に伴う骨格筋の合成障害や炎症症状に COVID-19 感染症に伴うサイトカインストームが加わったことが、骨格筋減少をさらに増悪させた原因ではないかと考える。

さらに、入院時の APACHE II score は決定木解析において SMI 変化率に関連する第 2 分岐因子として同定された。APACHE II score は疾患重症度を反映しており、ICU 入室患者において重症度が高い患者ほど骨格筋量減少速度が速い⁴²⁾。また、APACHE II score によって評価された重症患者は、ICU 入院中に経管栄養により栄養治療が行われているにもかかわらず、最初の 1 日目に筋タンパク質合成が健常者の絶食状態と同レベルまで低下し、7 日目まで筋タンパク質異化の状態が続いたと報告されている⁴²⁾。さらに、重症患者では、筋線維におけるミオシンの喪失や、リソソーム酵素およびユビキ

チン発現の増加を介して骨格筋量が減少するといわれており、これらの変化の指標であるデスミンの免疫標識強度の増加は、APACHE II score 上昇と関連している⁴³⁾。したがって、ICU に入院した重症患者は骨格筋量減少のハイリスクであり、APACHE II score が高い患者ほど骨格筋量減少を生じやすいことが示唆される。

本研究において、以下の限界があった。単施設であったために登録患者に制限があり、男女比率も不均等であり、さらに骨格筋量変化率に関連する因子について多変量解析にて評価することができなかった。また、後ろ向き研究であるために、CT 評価期間は一定ではない。さらに、ステロイド薬等の詳細な評価や握力など身体機能に関する理学療法評価も不十分であった。これらを調整した前向き研究を行うことで、COVID-19 の acute sarcopenia の病態をより詳細に解明し、効果的なりハビリテーションを検討する必要がある。

結 論

本研究により、重症 COVID-19 の患者は、入院後、有意な骨格筋量減少を認め、SMI が 1 週間あたり 8.1% 低下することが明らかとなった。また、重症 COVID-19 患者の骨格筋量減少に関連する因子は入院時の BMI, および APACHE II score であった。入院時における BMI が 23.4 kg/m² 以上かつ APACHE II score 17 点以上のプロファイルを有する重症 COVID-19 患者は骨格筋減少のリスク因子である。これらを有する患者は、入院時早期より多職種による包括的なりハビリテーションを行う治療対象となる可能性があり、acute sarcopenia を予防または改善するリハビリテーションプログラムの開発が今後の研究課題であると思われる。

利益相反

開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Liu Z, Zheng H, *et al.*: Identification of Common Deletions in the Spike Protein of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2. *J Virol.* 2020; 94: e00790-e00720.
- 2) Tsai SC, Lu CC, *et al.*: Approaches towards fighting the COVID19 pandemic (Review). *Int J Mol Med.* 2021; 47: 3-22.
- 3) Aziz M, Perisetti A, *et al.*: Taste Changes (Dysgeusia) in COVID-19: A Systematic Review and Meta-analysis. *Gastroenterology.* 2020; 159: 1132-1133.
- 4) Huyut MT, Ilkbahar F: The effectiveness of blood routine parameters and some biomarkers as a potential diagnostic tool in the diagnosis and prognosis of Covid-19 disease. *Int Immunopharmacol.* 2021; 98: 107838.
- 5) Ali AM, Kunugi H: Skeletal Muscle Damage in COVID-19: A Call for Action. *Medicina (Kaunas).* 2021; 57: 372.
- 6) Welch C, Z KH-S, *et al.*: Acute Sarcopenia Secondary to Hospitalisation - An Emerging Condition Affecting Older

- Adults. *Aging Dis.* 2018; 9: 151-164.
- 7) 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 e302.
 - 8) Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, *et al.*: Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2019; 48: 16-31.
 - 9) Weijs PJ, Looijaard WG, *et al.*: Low skeletal muscle area is a risk factor for mortality in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care.* 2014; 18: R12.
 - 10) Sattar N, Valabhji J: Obesity as a Risk Factor for Severe COVID-19: Summary of the Best Evidence and Implications for Health Care. *Curr Obes Rep.* 2021; 10: 282-289.
 - 11) Henry BM, de Oliveira MHS, *et al.*: Hematologic, biochemical and immune biomarker abnormalities associated with severe illness and mortality in coronavirus disease 2019 (COVID-19): a meta-analysis. *Clin Chem Lab Med.* 2020; 58: 1021-1028.
 - 12) Pranata R, Lim MA, *et al.*: Visceral adiposity, subcutaneous adiposity, and severe coronavirus disease-2019 (COVID-19): Systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr ESPEN.* 2021; 43: 163-168.
 - 13) Kamachi N, Shimose S, *et al.*: Prevalence and profiles of ramucirumab-associated severe ascites in patients with hepatocellular carcinoma. *Mol Clin Oncol.* 2021; 14: 79.
 - 14) Tsuchihashi J, Koya S, *et al.*: Effects of In-Hospital Exercise on Frailty in Patients with Hepatocellular Carcinoma. *Cancers (Basel).* 2021; 13: 194.
 - 15) Narao H, Hirota K, *et al.*: Effects of In-Hospital Physical Therapy on Activities of Daily Living in Patients with Hepatocellular Carcinoma. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17: 9098.
 - 16) Hashida R, Kawaguchi T, *et al.*: Impact of cancer rehabilitation on the prognosis of patients with hepatocellular carcinoma. *Oncol Lett.* 2020; 19: 2355-2367.
 - 17) Hirota K, Kawaguchi T, *et al.*: Clinical utility of the Liver Frailty Index for predicting muscle atrophy in chronic liver disease patients with hepatocellular carcinoma. *Hepatol Res.* 2020; 50: 330-341.
 - 18) Nagamatsu A, Kawaguchi T, *et al.*: Slow walking speed overlapped with low handgrip strength in chronic liver disease patients with hepatocellular carcinoma. *Hepatol Res.* 2019; 49: 1427-1440.
 - 19) Koya S, Kawaguchi T, *et al.*: Effects of in-hospital exercise on sarcopenia in hepatoma patients who underwent transcatheter arterial chemoembolization. *J Gastroenterol Hepatol.* 2019; 34: 580-588.
 - 20) Hirota K, Matsuse H, *et al.*: Risks of Muscle Atrophy in Patients with Malignant Lymphoma after Autologous Stem Cell Transplantation. *Phys Ther Res.* 2021; 24: 69-76.
 - 21) Montano-Loza AJ, Angulo P, *et al.*: Sarcopenic obesity and myosteatosis are associated with higher mortality in patients with cirrhosis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016; 7: 126-135.
 - 22) Nishikawa H, Shiraki M, *et al.*: Japan Society of Hepatology guidelines for sarcopenia in liver disease (1st edition): Recommendation from the working group for creation of sarcopenia assessment criteria. *Hepatol Res.* 2016; 46: 951-963.
 - 23) Schneider CA, Rasband WS, *et al.*: NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nat Methods.* 2012; 9: 671-675.
 - 24) Hamaguchi Y, Kaido T, *et al.*: Impact of quality as well as quantity of skeletal muscle on outcomes after liver transplantation. *Liver Transpl.* 2014; 20: 1413-1419.
 - 25) Kitajima Y, Hyogo H, *et al.*: Severity of non-alcoholic steatohepatitis is associated with substitution of adipose tissue in skeletal muscle. *J Gastroenterol Hepatol.* 2013; 28: 1507-1514.
 - 26) Knaus WA, Draper EA, *et al.*: APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med.* 1985; 13: 818-829.
 - 27) Hirota K, Kawaguchi T, *et al.*: Profiles Associated with Sarcopenia in Hepatoma Patients Underwent Transcatheter Arterial Chemoembolization: A Data-Mining Analysis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle-Clinical Reports* 2018: 1-17.
 - 28) Shigeto K, Kawaguchi T, *et al.*: Profiles Combining Muscle Atrophy and Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio Are Associated with Prognosis of Patients with Stage IV Gastric Cancer. *Nutrients.* 2020; 12: 1884.
 - 29) Wall BT, Dirks ML, *et al.*: Skeletal muscle atrophy during short-term disuse: implications for age-related sarcopenia. *Ageing Res Rev.* 2013; 12: 898-906.
 - 30) Appell HJ: Muscular atrophy following immobilisation. A review. *Sports Med.* 1990; 10: 42-58.
 - 31) Biolo G, Pisot R, *et al.*: Anabolic resistance assessed by oral stable isotope ingestion following bed rest in young and older adult volunteers: Relationships with changes in muscle mass. *Clin Nutr.* 2017; 36: 1420-1426.
 - 32) Bax F, Lettieri C, *et al.*: Clinical and neurophysiological characterization of muscular weakness in severe COVID-19. *Neurol Sci.* 2021; 42: 2173-2178.
 - 33) Appleton RT, Kinsella J, *et al.*: The incidence of intensive care unit-acquired weakness syndromes: A systematic review. *J Intensive Care Soc.* 2015; 16: 126-136.
 - 34) Ulutas F, S Sno, *et al.*: Role of rehabilitation in a COVID-19 survivor with intensive care unit-acquired weakness: A case report. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2021; 67: 115-119.
 - 35) Gonzalez A, Orozco-Aguilar J, *et al.*: SARS-CoV-2/Renin-Angiotensin System: Deciphering the Clues for a Couple with Potentially Harmful Effects on Skeletal Muscle. *Int J Mol Sci.* 2020; 21: 7904.
 - 36) Tkaczyszyn M, Drozd M, *et al.*: Iron status, catabolic/anabolic balance, and skeletal muscle performance in men with heart failure with reduced ejection fraction. *Cardiol J.* 2021; 28: 391-401.
 - 37) Neidlein S, Wirth R, *et al.*: Iron deficiency, fatigue and muscle strength and function in older hospitalized patients. *Eur J Clin Nutr.* 2021; 75: 456-463.
 - 38) Zhou D, Zhang Y, *et al.*: Iron overload is related to muscle wasting in patients with cachexia of gastric cancer: using quantitative proteome analysis. *Med Oncol.* 2020; 37: 113.
 - 39) Choi KM: Sarcopenia and sarcopenic obesity. *Korean J Intern Med.* 2016; 31: 1054-1060.
 - 40) Vincent HK, Raiser SN, *et al.*: The aging musculoskeletal system and obesity-related considerations with exercise. *Ageing Res Rev.* 2012; 11: 361-373.
 - 41) Petrova D, Salamanca-Fernandez E, *et al.*: Obesity as a risk factor in COVID-19: Possible mechanisms and implications. *Aten Primaria.* 2020; 52: 496-500.
 - 42) Puthuchery ZA, Rawal J, *et al.*: Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA.* 2013; 310: 1591-1600.
 - 43) Helliwell TR, Wilkinson A, *et al.*: Muscle fibre atrophy in critically ill patients is associated with the loss of myosin filaments and the presence of lysosomal enzymes and ubiquitin. *Neuropathol Appl Neurobiol.* 1998; 24: 507-517.

〈Abstract〉

Risks of Muscle Atrophy in Patients with Severe COVID-19 during Hospitalization for the Acute Phase

Tatsuya FUKUSHIMA, PT, Keisuke HIROTA, PT, PhD, Shunji KOYA, PT, PhD,
Takahiro SUGIMOTO, PT, MS, Akito IYAMA, PT, Sohei IWANAGA, MD, PhD,
Hiroo MATSUSE, MD, PhD

Division of Rehabilitation, Kurume University Hospital

Ryuki HASHIDA, MD, PhD, Naoto SHIBA, MD, PhD

Department of Orthopedic Surgery, Kurume University School of Medicine

Osamu TAKASU, MD, PhD

Department of Emergency and Critical Care Medicine, Kurume University School of Medicine

Objective: This study aimed to investigate changes in skeletal muscle mass and risk profiles for muscle atrophy during hospitalization in patients with COVID-19.

Methods: We enrolled 15 patients with COVID-19. Skeletal muscle mass was evaluated according to the skeletal muscle index (SMI) using computed tomography on admission and during hospitalization. The patients were classified into the severe muscle atrophy group or mild muscle atrophy group based on the rate of change in the SMI. Background factors and biochemical tests on admission were also compared. Profiles associated with severe muscle atrophy were evaluated by decision tree analysis.

Results: The SMI was significantly decreased during hospitalization ($P=0.001$); its rate of change was -8.1% . According to the decision tree analysis, BMI was selected as the initial split and, in patients with a BMI of $\geq 23.4 \text{ kg/m}^2$, 50% showed a severe muscle atrophy group. For patients with a BMI of $\geq 23.4 \text{ kg/m}^2$, the second version of the acute physiology and chronic health evaluation score (APACHE II score) was selected as the second split. Seventy-five percent of patients with an APACHE II score ≥ 17 were categorized into the severe muscle atrophy group.

Conclusions: We demonstrated that skeletal muscle mass had decreased during hospitalization in patients with COVID-19. Patients with a BMI of 23.4 kg/m^2 or higher and an APACHE II score of 17 or higher upon admission were at risk for decreased skeletal muscle mass.

Key Words: Acute sarcopenia, Body composition, APACHE II score

研究論文 (原著)

日本語版高齢者運動セルフエフィカシー尺度の信頼性と妥当性の検証*

横川 吉晴^{1) #} 中村 慶佑²⁾ 佐々木友紘²⁾
林 寛人^{3) 4) 5)} 横内 忍⁶⁾ 涌井 智子⁷⁾

要旨

【目的】日本語版高齢者運動セルフエフィカシー尺度の信頼性・妥当性を検証した。【方法】保健事業参加高齢者を対象とした。翻訳はバイリンガル2名の順翻訳と逆翻訳を経た。再テスト信頼性検証に級内相関係数と Bland-Altman 分析, 内の一貫性検証のため Cronbach の α 係数, 同時的妥当性検証に運動セルフエフィカシー尺度との相関分析, 因子構造とモデル検証のため探索的および確証的因子分析を行った。【結果】対象 294 名中 217 名を解析した。再テスト信頼性の級内相関係数 0.57, α 係数 0.95。運動セルフエフィカシー尺度との相関係数は 0.42 で, 運動行動変容段階や最大歩行速度と有意な相関を認めた。3つの因子負荷量は 0.5 以上, 寄与率 62.3%。因子名は環境的負荷, 身体的負荷, 精神的負荷とした。【結論】構成概念妥当性が確認され, モデル適合度は RMSEA を除き高値だった。再評価信頼性の検証が課題として示された。

キーワード 高齢者, 運動セルフエフィカシー, 妥当性, 信頼性

はじめに

生活習慣のひとつである運動・身体活動は疾病の死亡率と関連¹⁾する一方で, 運動の維持に影響する心理要因として自己効力感 (Self efficacy: 以下, セルフエフィカシー) が強い予測因子であることが認められている²⁾。Bandura³⁾は, 人が特定の行動を遂行するうえで, 効力予期 (その行動がどのくらいうまくできるかという期待) と結果予期 (ある行動がどのような結果をもたら

すかという期待) の2つによって影響を受けるとしている。そして, 自分がどの程度効力予期をもっているかを認知したときに, セルフエフィカシーがあるとした。たとえば, ある行動を起こす前にその個人が感じる「遂行可能感」を意味する⁴⁾。セルフエフィカシーは行動変容に潜在的な影響力をもつ。そのため, 理学療法を実施するにあたって, 対象者のセルフエフィカシーを高めることが身体活動や運動の促進となることから, 様々な場面における予測因子としてのセルフエフィカシー尺度の研究が行われてきた⁵⁾。たとえば虚弱高齢者の身体活動セルフエフィカシー尺度3項目⁶⁾, 高齢者における在宅運動セルフエフィカシー尺度6項目⁷⁾, 糖尿病セルフケアの運動セルフエフィカシー尺度12項目⁸⁾が挙げられる。海外では, 中国人の有酸素運動セルフエフィカシー尺度⁹⁾, イラン人版の同尺度¹⁰⁾, 運動習慣のない高齢者を対象とした介入研究におけるセルフエフィカシー指標¹¹⁾, 慢性脊髄損傷者への運動と教育の統合プログラム介入の評価指標等の研究¹²⁾が行われてきた。これらの多くは特定の集団を対象として, その特異的な状況で遂行可能な運動セルフエフィカシーを測定している。近年のこれらの研究の中には, より具体的に望ましい行動の実行を阻害されたり, さらに挑戦を必要とすることに

* Reliability and Validity of the Japanese Version of the Self-Efficacy for Exercise Scale in Older Adults

1) 信州大学医学部保健学科
(〒390-8621 長野県松本市旭 3-1-1)
Yoshiharu Yokokawa, PT, PhD: Division of Physical Therapy,
School of Health Sciences, Shinshu University

2) 松本市立病院
Keisuke Nakamura, PT, PhD, Tomohiro Sasaki, PT: Matsumoto
City Hospital

3) 伊藤超短波株式会社 (2021年6月末まで所属)
Hiroto Hayashi, PT: ITO Physiotherapy & Rehabilitation

4) Sunrise Medical
Hiroto Hayashi, PT: Sunrise Medical

5) 東京工業大学大学院
Hiroto Hayashi, PT: Graduate School of Tokyo Institute of
Technology

6) 松本市役所
Shinobu Yokouchi, PT: Matsumoto City Government Office

7) 東京都健康長寿医療センター研究所
Tomoko Wakui, PhD: Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

E-mail: fhakuba@shinshu-u.ac.jp
(受付日 2021年7月13日/受理日 2021年12月31日)
[J-STAGEでの早期公開日 2022年2月19日]

関して評価されるエフィカシーである自己調整エフィカシー (self-regulatory efficacy) を活用している (たとえば、疲れていても、痛みがあっても、悪天候であってもウォーキングを行うこと)⁶⁾⁷⁾¹³⁾。高齢期には肥満や高血圧症、糖尿病などの生活習慣病のリスクが高まることから一次予防としての運動が必要となるが、運動習慣のある者の割合は全体の半分以下で低下傾向にある¹⁴⁾。また、運動定着の妨げになる点として、老化そのものや病気やけが、実施環境の不足や仲間が少ないといった様々な困難が認められている¹⁵⁾。こうした困難を克服する高いセルフエフィカシーを有することは、運動を開始・継続する可能性がより大きいと考えられ、そこでは困難な状況を反映した自己調整セルフエフィカシー評価尺度が重要な役割を担うと思われる¹⁶⁾。

Resnick ら¹⁷⁾ は米国の後期高齢者を対象として self-efficacy for exercise scale 9 項目 (以下、SEE) の尺度を開発した。SEE は後期高齢者 187 名を対象に信頼性と妥当性を検証したものである。QOL 尺度である SF-12 や身体活動との関連を認めている。内的一貫性は Cronbach の α 係数 0.92 である。SEE の特徴は 2 点あり、1) 運動の実行にあたって身体・心理・環境などに関連する困難な状況に直面したとき、継続できる能力に関連する効力予期を測定している。2) 週 3 回 20 分程度の定期的な歩行プログラムに参加できるといったアドヒアランスを前提条件にした評価を行っている。のちに対象年齢層を拡大し、60 歳以上のシニアセンタープログラム受講者 (平均年齢 73 ± 8.2 歳) のプログラム介入評価に使用している¹⁸⁾。本尺度は自己調整セルフエフィカシー評価尺度のひとつにあたる¹³⁾。その後、スウェーデン¹⁹⁾、中国²⁰⁾、韓国²¹⁾、マレーシア²²⁾ などの国々で翻訳され普及している。調査対象がスウェーデンでは退職者組織に登録する高齢者、中国では高血圧症既往のある 6 ヶ月歩行教室参加高齢者、韓国では在宅高齢者、マレーシアでは一般成人と幅広い¹⁹⁻²²⁾。また本尺度は 2011 年の国内リハビリテーション医療における糖尿病の理学療法ガイドラインにて、行動療法評価として SEE が推奨されているが (グレード A)²³⁾、現在まで日本語版の検証は行われていないため評価にあたって使用の普及が進まないままである。

Resnick ら¹⁸⁾²⁴⁾ はその後、高齢者全般、頸部骨折高齢者などを対象に SEE を測定してきた。一方、国内高齢者の地域活動をみると令和 2 年の年齢階級別就業率では 65 ~ 69 歳 49.6%、70 ~ 74 歳 32.5%、75 歳以上 10.4% となり、社会活動の状況では「活動あり」が 60 ~ 69 歳 71.9%、70 歳以上 47.5% であった²⁵⁾。こうした活動を伴う地域在住高齢者では、運動を実施するための生活上の調整や工夫、困難と感じる内外的および外的要因に対処する努力が必要と推定される。そこで虚弱高齢者⁶⁾ や

在宅環境⁷⁾ での検討とは異なる、要介護認定を受けていない 65 歳以上の高齢者を対象に調査を行い、日本語版高齢者 SEE の信頼性と妥当性を検証することを研究目的とした。

対象および方法

1. 対象

対象は 65 歳以上で、長野県松本市の健康づくり委員、高齢者体力づくりサポーター、そして松川村高齢者運動教室参加者とした。松本市体力づくりサポーターは地区主体の体力づくり活動を中心となって行うための研修を受講した人材である。健康づくり推進員は各町会から推薦された住民に市長が委嘱し、任期は 2 年間、地区ごとに健康教育や研修などを通じ、健康づくりのリーダーとして保健予防事業を地域の中で担う。松川村高齢者運動教室は週 1 回 6 ヶ月間地域高齢者を対象に健康運動指導士が健康増進のためのトレーニングを行う。研究対象としての包含基準は本事業参加者で 65 歳以上、除外基準は 65 歳未満であること、介護度の認定があること、独力でアンケート記入が困難であること、独力で歩行困難であることとした。

2. 方法および調査項目

調査期間は 2020 年 5 月 ~ 2021 年 3 月までであった。期間中の松本市体力づくりサポーター地区研修会 31 ヶ所と松本市健康づくり推進員地区研修会 5 ヶ所、松川村高齢者運動教室 3 ヶ所にて、研修会終了後、文書を用いて説明を行い、同意を得られた方にアンケート調査と運動機能測定を行った。アンケートは対象者が自記式調査票に記入し、運動機能測定は研究者らが行った。尺度再現性の確認のため、別に開催時期の異なる松川村運動教室 5 ヶ所で、約 1 ヶ月前後の 2 回、日本語版高齢者 SEE 項目の調査を行った。

(1) 対象者背景：性別、年齢、身長、体重、既往歴を確認した。

(2) アテネ不眠尺度 8 項目：2000 年に Soldatos ら²⁶⁾ が作成した不眠症に関するセルフチェック尺度である。2 因子構造で内的一貫性やピッツバーグ睡眠質問票による同時的妥当性が確認されている²⁷⁾。回答は 4 段階で 0 ~ 3 点となる (最低 0 点、最高 24 点)。6 点以上で「不眠症の疑いあり」、4 ~ 5 点で「不眠症の疑い少しあり」、3 点以下は「不眠症の疑いなし」と分類される。睡眠については、これまで一般成人や大学生の睡眠の質と運動セルフエフィカシーの正の関連²⁸⁾²⁹⁾、高血圧症既往者の睡眠時間と運動に対するセルフエフィカシーの正の関連³⁰⁾、睡眠障害項目を含む筋線維痛症質問票と運動に対するセルフエフィカシーの負の関連が認められている³¹⁾。

表 1 日本語版高齢者運動セルフエフィカシー尺度

教示文：「いま現在、1日20分の運動を週3日行うことについてどのくらい自信がありますか？」
それぞれの文を読み、0から10までのうちあてはまる数字に○をして下さい。

1 (もし) 天気が気がかりであっても	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 (もし) 与えられた運動プログラムに退屈していても	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 (もし) 痛みを感じていても	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4 (もし) 一人で運動をしなければいけなくても	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 (もし) 運動が楽しくなくても	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 (もし) 他の活動等でとても忙しくても	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 (もし) 疲れていても	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8 (もし) ストレスを感じていても	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9 (もし) 気分が落ち込んでいても	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

「自信がない=0」から、「非常に自信がある=10」までの11段階の数字ひとつに○をつける。

(3) 手段的自立5項目：老研式活動能力指標13項目を構成する下位尺度である³²⁾。手段的自立5項目は、1 バスや電車を使って一人で外出ができますか 2 日用品の買い物ができますか 3 自分で食事の用意ができますか 4 請求書の支払ができますか 5 銀行預金、郵便貯金の出し入れが自分でできますか、からなる。基本的ADLより高次のADL領域を測定した。回答は「はい」、「いいえ」の2択で、実行できると1点を与えた。回答は満点で5点とした。

(4) 運動行動変容段階5項目：岡³³⁾による運動における行動変容段階モデルである。過去および現在における実際の運動行動と、その行動に対する動機づけの準備性を「無関心期」、「関心期」、「準備期」、「実行期」、「維持期」の5段階に分類したものである。該当する段階をひとつ選択した。運動セルフエフィカシーと関連し、維持期の運動セルフエフィカシーがもっとも高いことが報告されている³³⁾。

(5) 運動セルフエフィカシー尺度4項目：岡¹⁶⁾³⁴⁾が開発した尺度である。探索的因子分析による1因子構造の確認とステップワイズ因子分析による適合度指標としてGFI、AGFI、CFIが0.90を超え、RMSEAが0.05である。尺度の内的整合性としてCronbachの α 係数が0.84、検査・再検査間の相関係数は0.78である。質問は4項目からなり、それぞれ「まったくそう思わない(1点)」から「かなりそう思う(5点)」の5段階で評価した。定期的な運動を行う際の障害を想定したときに、運動遂行の程度を自己評価した。肉体的疲労、精神的ストレス、時間のなさ、悪天候の4つを示し、こうした状況下で定期的に運動する自信があるかを尋ねた。本尺度は中年期を対象に開発されているが、日本語版高齢者SEEの質問形式が類似していることから同時的妥当性の検討のため用いた。

(6) 日本語版高齢者SEE9項目：SEEを日本語翻訳

した9項目からなる高齢者運動セルフエフィカシー尺度。回答は「自信がない」を0点、「非常に自信がある」を10点とした。最低0点から最高90点である。SEEの翻訳は国際基準を参考にして実施した³⁵⁾。開発者であるResnickらの承諾を得て母国語が日本語であるバイリンガル1名(共同研究者)が順翻訳を行った。次に順翻訳された仮の日本語版に統合し、母国語を英語とするバイリンガル1名が逆翻訳を行った。開発者に逆翻訳版を送付確認の後に、本研究の趣旨を理解している研究者2名が、1つに統合された日本語版を再度修正する作業を行った。以上の過程を経て最終的な日本語版SEEが完成された。なお、母国語が日本語であるバイリンガル1名は、11年間海外生活経験、オーストリアの医療機器会社勤務で英語を日常使用、国際学会で複数回海外招聘講師の通訳経験がある。母国語を英語とするバイリンガル1名は、米国人で医療に関連した文章等の翻訳経験をもつ。表1に日本語版高齢者運動セルフエフィカシー尺度の教示文と、9つの質問項目・回答形式を示す。

(7) 握力：デジタル握力計(竹井機器社製、T.K.K.5401)を用いた。測定は文部科学省の高齢者体力測定方法に準じた³⁶⁾。直立の姿勢で両足を左右に自然に開き腕を自然に下げ、握力計を身体や衣服に触れない姿勢をとった。左右各2回測定し、左右高値の間の平均値を用いた。

(8) 歩行速度：加速路1m歩行路5m減速路1mの計7m直線路を歩いた。自由歩行と最大努力歩行の歩行条件で、各1回実施した。5mの歩行時間を測定し、自由歩行速度と最大歩行速度を算出した。

3. 解析方法

回答者全体と男女別に分けた測定項目の記述統計量を算出した。男女の比較はShapiro-Wilk検定により正規性を認めた場合t検定を、認めない場合はMann-Whitney U検定を用いた。カテゴリー変数の関連はFisher

の正確率検定と χ^2 検定を用いた。自由歩行速度に比べ最大歩行速度のばらつきが大きく、運動能力の差を表しやすいと考え、解析には最大歩行速度を採用した³⁷⁾。

妥当性の検証のため、構成概念妥当性のうち構造的妥当性と同時的妥当性、そして判別的妥当性を検討した³⁸⁾。

Resnickら¹⁷⁾の原著論文では、予測妥当性のみ示しており、因子構造は不明であることから、構造的妥当性を確認するため、探索的因子分析にて因子構造を明らかにした。斜行回転 (Promax 法) により因子負荷量を求めた。

構造的妥当性の確認のため、構造方程式モデルによる検証的因子分析を行った。適合度指標を基準 [χ^2 値, GFI (Goodness of Fit Index), AGFI (Adjusted GFI), CFI (Comparative Fit Index) が 0.90 以上なら適合度は良好; RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) が 0.08 以下ならモデル受容, 0.05 以下なら適合度は良好] として行った¹⁶⁾。

同時的妥当性の確認のため、運動セルフエフィカシー尺度との相関分析を行った。運動セルフエフィカシー尺度は 1 因子構造で、運動行動の変容段階分類と関連している。相関分析では Pearson の積率相関係数を用いた。

判別的妥当性の確認のため、運動行動変容 4 段階および不眠尺度 3 段階を独立変数とした Kruskal Wallis 検定を行った。無関心期の人数が 3 名と少数のため、解析から除外した。多重比較検定は Bonferroni 法を用いた。この他に、高齢者の運動能力指標として最大歩行速度と握力との相関分析を行った。以下、先行研究¹⁶⁾と同様に、運動行動変容段階が進行するとともに運動セルフエフィカシーを高く評価すると仮定した。また、睡眠障害が進むと日中の活動が停滞し運動セルフエフィカシーを低く評価すると仮定した²⁸⁾。同じく、最大歩行速度や握力が高値を示すことは自身の運動セルフエフィカシーを高く評価すると考えた⁶⁾。尺度の一貫性を検証するために、内的整合性をみる Cronbach の α 係数を算出した。尺度の安定性は再テスト法 (4 週間後に同様の調査を再度実施) で、松川村運動教室参加者を対象にテスト-再テスト間の級内相関係数 ICC (1,1) を算出することと Bland-Altman 分析を行った。

統計分析は、R 3.6.3 と SPSS Amos ver.25 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) を用いて行った。有意水準は 5% とした。

4. 倫理的配慮

本研究は信州大学医学部医倫理委員会の審査・承認 (承認番号 4551) を経て、実施した。

結 果

1. 対象者の基本的属性

研修会と運動教室への参加者 294 名のうち 77 名は除外基準に該当し、65 歳以上の解析対象者は 217 名だった。平均年齢 72.9 ± 5.4 歳、服薬や通院が 132 名 (60.8%)、健康度自己評価で健康が 202 名 (93.1%)、女性が 173 名 (91.6%)、運動行動段階の維持期が 134 名 (61.8%) だった (表 2)。

2. 日本語版高齢者運動セルフエフィカシー項目の検討

1) 因子構造 (構造的妥当性)

因子数の決定にあたりスクリープロットを作成したところ、固有値 1 以上は 1 因子であった。情報量基準のうち Bayesian information criterion (BIC) を算出すると、1 因子 133.35 と 2 因子 33.31 で、3 因子は -25.57 で最小値であった。1 因子とした探索的因子分析による因子負荷量はいずれも 0.6 以上で、寄与率は 72.6% であった。3 因子とした探索的因子分析による因子負荷量はいずれも 0.5 以上で、寄与率は 62.3% であった (表 3)。

2) 構造方程式モデルの検証 (構造的妥当性)

検証的因子分析と構造方程式モデルの作成から、1 因子構造に比べ 3 因子構造の適合度が優れていた。1 因子構造では χ^2 値 273.353, GFI 0.754, AGFI 0.591, CFI 0.889, RMSEA 0.206 であった。3 因子構造では χ^2 値 69.397, GFI 0.936, AGFI 0.879, CFI 0.979, RMSEA 0.094 であった (図 1)。この他の適合度指標は Tucker-Lewis index (以下, TLI) 0.969 であった。観測変数 4 項目 (項目番号 1, 2, 4, 5) からなる潜在変数 (因子 1) は「環境的負荷」、3 項目 (項目番号 3, 6, 7) からなる潜在変数 (因子 2) は「身体的負荷」、2 項目 (項目番号 8, 9) からなる潜在変数 (因子 3) は「精神的負荷」と命名した。これにより 3 因子構造の尺度と確認できた。

3) 信頼性

9 項目からなる尺度の Cronbach の α 係数は 0.95 であった。4 項目の因子 1 (項目番号 1, 2, 4, 5) は 0.93, 3 項目の因子 2 (項目番号 3, 6, 7) は 0.90, 2 項目の因子 3 (項目番号 8, 9) は 0.97 であった。

再テストについて、47 人の 4 週間後 2 回の測定により級内相関係数 ICC (1,1) と 95% 信頼区間は 0.57 (0.38, 0.71) であった。Bland-Altman 分析により、測定値の差の平均と 95% 信頼区間は -5.92 (-10.50, -1.33) で固定誤差を認めた。比例誤差では有意な相関を認めた ($r=0.29$, $t=2.05$, $p=0.046$)。誤差の許容範囲の上限値と下限値はそれぞれ 25.03 と -36.87 であった。対象者のうち 3 名 (6.4%) は許容範囲に含まれず、このうち 1 名は 95% 信頼区間下限値を下回っていた (図 2)。

表 2 回答者の特徴

測定項目	全体, N = 217	男性, N = 29	女性, N = 188	p 値
対象者の構成 (人数)				0.079
高齢者運動教室参加者	20 (9.2%)	2 (6.9%)	18 (9.6%)	
健康づくり推進員	36 (17%)	1 (3.4%)	35 (19%)	
体力づくりサポーター	161 (74%)	26 (90%)	135 (72%)	
年齢 (歳)	72 (69, 76)	76 (72, 81)	71 (69, 76)	<0.001
BMI	21.90 (20.50, 23.50)	22.30 (20.80, 24.20)	21.90 (20.40, 23.35)	0.3
アテネ不眠尺度合計得点	3 (1, 5)	2 (1, 4)	3 (1, 5)	0.047
不眠傾向分類				0.073
不眠症の疑いなし	120 (55%)	21 (72%)	99 (53%)	
不眠症の疑い少しあり	50 (23%)	6 (21%)	44 (23%)	
不眠症の疑いあり	47 (22%)	2 (6.9%)	45 (24%)	
主観的健康観				0.2
健康でない	5 (2.3%)	0 (0%)	5 (2.7%)	
あまり健康でない	10 (4.6%)	0 (0%)	10 (5.3%)	
まあ健康	178 (82%)	23 (79%)	155 (82%)	
とても健康	24 (11%)	6 (21%)	18 (9.6%)	
疾病 (あり)	132 (61%)	19 (66%)	113 (60%)	0.7
IADL 分類				0.3
3 項目自立	2 (0.9%)	1 (3.4%)	1 (0.5%)	
4 項目自立	7 (3.2%)	1 (3.4%)	6 (3.2%)	
5 項目すべて自立	208 (96%)	27 (93%)	181 (96%)	
運動行動変容段階				0.4
無関心期	3 (1.4%)	0 (0%)	3 (1.6%)	
関心期	14 (6.5%)	1 (3.4%)	13 (7.0%)	
準備期	58 (27%)	5 (17%)	53 (28%)	
実行期	8 (3.7%)	0 (0%)	8 (4.3%)	
維持期	134 (62%)	23 (79%)	111 (59%)	
運動セルフエフィカシー合計得点	14 (11, 16)	14 (11, 20)	14 (11, 16)	0.7
日本語版高齢者運動セルフエフィカシー合計得点	47 (37, 63)	67 (47, 78)	45 (36, 59)	0.002
5 m 自由歩行速度 (m/秒)	1.30 (1.20, 1.41)	1.30 (1.17, 1.38)	1.31 (1.20, 1.43)	0.6
5 m 最大歩行速度 (m/秒)	1.68 (1.53, 1.85)	1.72 (1.64, 1.95)	1.68 (1.53, 1.84)	0.3
平均握力 (kg)	24.2 (21.5, 26.6)	33.5 (30.0, 36.7)	23.4 (21.2, 25.6)	<0.001

数値：人数 (%)；中央値 (第 1 四分位, 第 3 四分位)

統計解析：Fisher 正確確率検定, Mann-Whitney U 検定, χ^2 検定を用いた。

4) 同時的妥当性と判別的妥当性

既存の尺度である運動セルフエフィカシー尺度との相関係数は 0.471 であった (表 4)。手段的自立度とは有意な相関が認められなかった。異なる概念である、運動行動変容段階 ($r=0.331$, $p<0.0001$)、最大歩行速度 ($r=0.236$, $p=0.0004$)、平均握力 ($r=0.221$, $p=0.0011$) では有意に正の相関を認めた。

5) 判別的妥当性 (運動行動変容段階・不眠傾向との関連)

Kruskal Wallis 検定により、運動行動変容 4 段階および不眠尺度 3 段階で日本語版高齢者運動セルフエフィカ

シー得点の有意差を認めた (表 5, $p=0.0004$, 0.006)。運動行動変容 4 段階では多重比較から準備期に比べ維持期の SEE が高かった ($p=0.003$)。不眠尺度 3 段階では「不眠症の疑いなし」と「疑い少しあり」および「疑いあり」との 2 群間で有意差を認め、不眠症の疑いがない人は SEE が高かった (それぞれの比較ともに $p=0.03$)。

考 察

高齢者を対象とする日本語版高齢者運動セルフエフィカシー尺度の信頼性と妥当性の検証を行った。探索的因

表3 日本語版高齢者運動セルフエフィカシー項目の因子構造

質問項目 (条件)	第一因子 (環境的負荷)	第二因子 (身体的負荷)	第三因子 (精神的負荷)	中央値と第1 および第3四分位
1 (もし) 天気が気がかりであっても	0.654	0.279	0.079	5 (5, 8)
2 (もし) 与えられた運動プログラムに退屈していても	0.916	0.032	0.042	5 (5, 8)
4 (もし) 一人で運動をしなければいけなくても	0.747	0.01	0.139	5 (5, 8)
5 (もし) 運動が楽しくなくても	0.852	0.059	0.028	5 (5, 8)
3 (もし) 痛みを感じていても	0.076	0.771	0.091	5 (5, 8)
6 (もし) 他の活動等でとても忙しくても	0.104	0.766	0.058	5 (5, 8)
7 (もし) 疲れていても	0.083	0.79	0.28	5 (5, 8)
8 (もし) ストレスを感じていても	0.144	0.163	0.757	5 (5, 8)
9 (もし) 気分が落ち込んでいても	0.239	0.274	0.519	5 (5, 8)
累積寄与率	0.295	0.516	0.623	

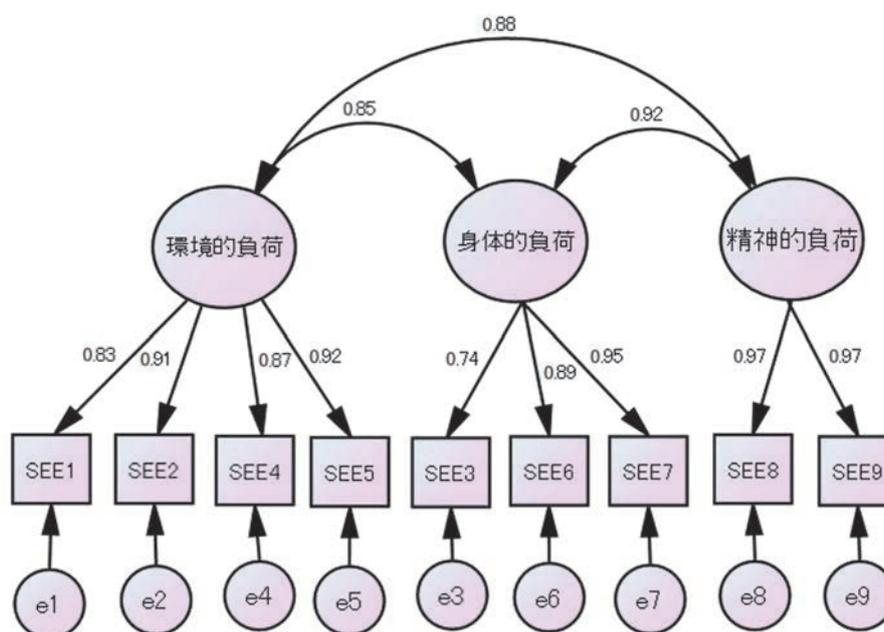


図1 運動セルフエフィカシー9項目の構造方程式モデル

SEE1～9は質問9項目

 χ^2 値 69.397, 自由度 24, $p < 0.0001$, Goodness-of-Fit Index (GFI) = 0.936,

Adjusted Goodness-of-Fit Index (AGFI) = 0.879,

Root Mean Squared Error of Approximation (RMSEA) = 0.094

図の数値は標準化推定値を示す。

因子分析では1因子と3因子構造が認められた。確証的因子分析と構造方程式モデルから1因子よりも3因子構造が適切であることがわかった。本尺度は信頼性のうち内的一貫性と同時的妥当性を認め、運動行動変容段階と不眠尺度と最大歩行速度、そして握力による判別的妥当性がある程度確認できた。

2回の測定による得点の一致を視覚化するため、Bland-Altmanプロットを作成した。プロットにより6.4%のみ95%信頼区間外に示されたことからほぼ測定値の一致を示し、尺度の安定性がある程度認めた。

Resnickら¹⁷⁾の報告以降、英語以外の母国語版SEE

が開発されてきた。たとえば韓国では運動の結果予期やQOLとの関連、ある程度のモデルの適合度を認めた(CFI=0.959, TLI=0.944, RMSEA=0.064)²¹⁾。対象は在宅高齢者212名で平均年齢76 ± 5.8歳(最低65歳, 最高97歳)であった。この研究ではResnickら¹⁷⁾の対象年齢を含め拡大した年齢層が含まれている。本研究の対象は前期高齢期で運動行動変容段階の維持期の割合が多く、先行研究の一般高齢者と異なり健康学習の機会をもつ健康意識の高い集団と考えられ、集団内の相互交流が代理的経験となり、運動の開始・継続の利益を予期しやすく、高いセルフエフィカシーを保持しやすいと考

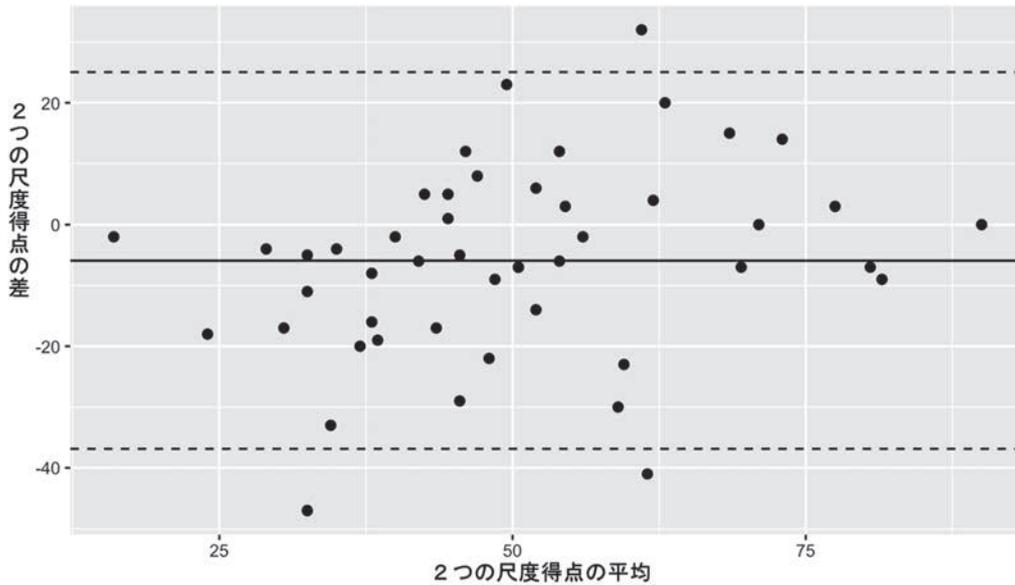


図2 2回の日本語版高齢者セルフエフィカシー尺度得点のBland-Altmanプロット
 図中の上端と下端の破線は誤差の許容範囲を、中央の実線は差の平均値を示す。

表4 日本語版高齢者運動セルフエフィカシー尺度と運動セルフエフィカシー、運動行動変容段階、5 m 最大歩行速度、握力との関連

	運動セルフエフィカシー 尺度	運動行動変容段階	5 m 最大歩行速度	握力
日本語版高齢者運動セルフエフィカシー尺度	0.47***	0.33***	0.24***	0.22**

数値は相関係数 ** p<0.01, *** p<0.001

表5 運動行動変容段階およびアテネ不眠尺度分類による日本語版高齢者運動セルフエフィカシー得点の差

測定項目	日本語版高齢者 SEE	p 値
運動行動変容段階		0.0004
関心期 (n=14)	42.5 (35.3, 49.8)	
準備期 (n=58)	42 (34, 51.8)	
実行期 (n=8)	38.5 (26, 50)	
維持期 (n=134)	52 (40.3, 71)	
アテネ不眠尺度		0.006
不眠症の疑いなし (n=120)	51.5 (39, 70.3)	
不眠症の疑い少しあり (n=50)	43.5 (35, 54.3)	
不眠症の疑いあり (n=47)	42.0 (35, 53.5)	

Kruskal-Wallis 検定 (無関心期 9 (9, 13.5) は n=3 と少なく、解析から除外)

数値は中央値 (第 1 四分位, 第 3 四分位)

運動行動変容段階の多重比較: 準備期<維持期 (p=0.003)

不眠 3 群の多重比較: 疑いなし>少しあり, 疑いあり (ともに p=0.03)

えられる。また、サンプル数がモデル適合度に影響するといわれるなかで³⁹⁾、本研究集団の特性がモデルの適合度にどのように影響したかは不明である。

先行研究と異なる 3 因子構造がモデルとして良好であったが、RMSEA が適合度指標を満たす値とならなかった。Kenney ら⁴⁰⁾ のシミュレーションモデルの研

究によると、標本数は 50 ~ 1,000 までの 6 段階、自由度は 1 ~ 50 までの 7 段階の組み合わせで、標本数と自由度の大小が RMSEA に及ぼす影響を検討している。それによると、たとえば標本数 600、自由度 50 の場合、RMSEA の平均値 ± SD は 0.006 ± 0.007、90% 信頼区間幅 0.019 を示し、標本数 200、自由度 20 では、RMSEA

平均値 ± SD は 0.017 ± 0.021, 90% 信頼区間幅 0.056 である。自由度と標本数が大きくなれば、RMSEA が小さくなることから、特に自由度が小さく RMSEA が大きい場合、RMSEA に代わる異なる指標の検討を提案している。本研究では標本数 217, 自由度 25, CFI=0.979, TLI=0.969, RMSEA 0.094 (90% 信頼区間 : 0.068-0.120) であった。RMSEA と 90% 信頼区間は課題を示すものの、CFI や TLI は高値を示しモデルの十分なあてはまりを示唆しており、結果は許容される範囲と考えられる。

級内相関係数は中等度の値で、一般に良好とされる 0.7 を下回った。また、Bland-Altman 分析で固定誤差と比例誤差を認めた。十分に安定した再現性に至らなかった原因として、分析対象者は運動教室参加者だったことから、4 週間中での運動教室による成功体験や生理的経験が醸成され、セルフエフィカシーが変動した可能性が推定される。その中で初回に得点が低かった人は再評価時に大きく高い値に上昇し、一方、高得点の人は変動しないか逆に下がっていた。そもそも得点が低値の人の方が運動や他者の働きかけによる肯定的な影響を大きく受け、逆に高得点が低下した人は疲労の蓄積や疼痛など生理的に不快な感覚やストレス等を増加したのかもしれない。運動セルフエフィカシーに影響する可能性のある集団を対象とすることで再評価信頼性の限界が認められた点は、今後の研究課題と考えられる。

運動セルフエフィカシーと日本語版高齢者運動セルフエフィカシーは正の相関を示した。2 つとも運動の効力予期を測定する類似した質問項目で構成されており、回答形式が一部異なっている。運動セルフエフィカシーの 4 つの質問は、運動の定着の妨げの理由「忙しくて時間がない」、「面倒くさい」、「病気やけがをしている」とした回答を反映したものであり⁴¹⁾、日本語版高齢者運動セルフエフィカシーの 3 因子のうち身体的負荷や精神的負荷の一部と重なると考えられる。そのうえで、環境的負荷の影響を受けやすい対象者の自己効力感を測定するには本尺度が適切と考えられる。

日本語版高齢者運動セルフエフィカシーは運動行動変容段階のうち関心期・準備期と比べ、維持期が有意に高い値であった。運動行動変容段階の進行に伴い運動セルフエフィカシーが高値になる中高年者の先行研究とやや異なった結果となった¹⁶⁾。高齢者では運動習慣が段階的に定着するとともに運動セルフエフィカシーの上昇を認めている⁴²⁾。本尺度は高齢者の運動行動変容段階のうち維持期を判別する能力を備えていると考えられる。不眠尺度 3 段階との関連では、「不眠症の疑いなし」が「不眠症の疑いあり・少しあり」に比べ有意に高値であった。不眠症の疑いがある場合、日中の身体不活動を示し、運動を含む身体活動経験が少なくなることで効力感の醸成が失われ、SEE が低下していたと考えられる。

最大歩行速度と握力は、日本語版高齢者運動セルフエフィカシーと正の相関を示した。2 つとも高齢者の生命予後の予測因子として認められている⁴³⁾⁴⁴⁾。これらの運動機能は運動行動や身体活動に必要な能力を反映すると思われる。以上から、前期高齢者を含めた高齢者で判別的妥当性が確認できたと考えられる。

日本語版尺度の作成手順は妥当であったが、構造方程式モデル分析から、前提とした基準に対してすべての指標が十分な適合度を示すことができなかった。自記式で回答するなかで、一部の回答者が文章の読み方を再確認することがあった。最初に教示文に「・・・どのくらい自信がありますか？」と尋ねており、各質問項目に示す困難な条件の後に、回答選択肢の番号が記されているものの、読み取りにくかった可能性がある。高齢者が回答を選択しやすいよう、説明文の補足や選択肢番号の意味する言葉を適切な位置に配置する工夫が必要だったかもしれない。

結 論

高齢者を対象に日本語版高齢者運動セルフエフィカシー尺度の信頼性と妥当性を検証した。「環境的負荷」、「身体的負荷」、「精神的負荷」からなる 9 項目 3 因子構造で、内的一貫性と構成概念妥当性が確認された。確証的因子分析によるモデルの適合度は RMSEA を除いて高値であった。高い運動セルフエフィカシーをもつ高齢者は、運動行動維持期を保ち、睡眠習慣が良好であることが示唆された。再評価信頼性の限界として中等度の級内相関係数、固定誤差および比例誤差を認め、今後の研究課題が明らかになった。

利益相反

開示すべき利益相反はない。

謝辞：本調査にご協力いただきました対象者、関係各位の方々から深謝いたします。またご指導・ご助言を賜りました甲斐一郎先生（東京大学名誉教授）に深く感謝いたします。

文 献

- 1) Mah SM, Sanmartin C, *et al.*: Active living environments, physical activity and premature cardiometabolic mortality in Canada: a nationwide cohort study. *BMJ Open*. 2020; 10: e035942. doi:10.1136/bmjopen-2019-035942.
- 2) Phillips EM, Schneider JC, *et al.*: Motivating Elders to Initiate and Maintain Exercise. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004; 85: 52-57.
- 3) Bandura A: Self-efficacy toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*. 1977; 84: 191-215.
- 4) 坂野雄二, 前田基成: セルフエフィカシーの臨床心理学. 北大路書房, 京都, 2002, pp. 3-4.

- 5) Picha KJ, Jochimsen KN, *et al.*: Measurements of self-efficacy in musculoskeletal rehabilitation: A systematic review. *Musculoskeletal Care*. 2018; 16: 471-488.
- 6) 稲葉康子, 大淵修一, 他: 虚弱高齢者の身体活動セルフ・エフィカシー尺度の開発. *日老医誌*. 2006; 43: 761-768.
- 7) 有田真己, 竹中晃二, 他: 高齢者における在宅運動セルフエフィカシー尺度の開発. *理学療法学*. 2014; 41: 338-346.
- 8) 尾辻真由美, 郡山暢之, 他: 糖尿病セルフケアに関する運動自己効力感尺度作成の試み. *糖尿病*. 2015; 58: 174-182.
- 9) Cheng HY, Chair SY, *et al.*: Measuring exercise self-efficacy in Hong Kong Chinese adults with cardiovascular risk: Validation of a Chinese version of the Cardiac Exercise Self-efficacy Instrument. *Res Nurs Health*. 2019; 42: 148-154.
- 10) Rajati F, Rajati M: Validity and reliability of the Iranian version of the Cardiac Exercise Self-Efficacy Scale. *ARYA Atheroscler*. 2019; 15: 113-122.
- 11) Wada T, Matsumoto H, *et al.*: Customized exercise programs implemented by physical therapists improve exercise-related self-efficacy and promote behavioral changes in elderly individuals without regular exercise: a randomized controlled trial. *BMC Public Health*. 2019; 19: 917-927.
- 12) Hisham H, Jastine M, *et al.*: Effects of Graded Exercises Integrated with Education on Physical Fitness, Exercise Self Efficacy, and Activity Levels in People with Spinal Cord Injury: A Quasi-Experimental Study Protocol. *Asian Spine J*. 2019; 13: 577-583.
- 13) 竹中晃二, 上地広昭: 身体活動・運動関連研究におけるセルフエフィカシー測定尺度. *体育学研究*. 2002; 47: 209-229.
- 14) 内閣府ホームページ 令和 2 年版高齢社会白書. https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2020/zenbun/02pdf_index.html (2021 年 8 月 24 日引用)
- 15) 厚生労働省ホームページ 令和元年国民健康・栄養調査報告. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/eiyuu/r1-houkoku_00002.html (2021 年 10 月 13 日引用)
- 16) 岡浩一郎: 中年者における運動行動の変容段階と運動セルフ・エフィカシーの関連. *日本公衛誌*. 2003; 50: 208-215.
- 17) Resnick B, Jenkins LS: Testing the Reliability and Validity of the Self-Efficacy for Exercise Scale. *Nurs Res*. 2000; 49: 154-159.
- 18) Resnick B, Luisi D, *et al.*: Testing the Senior Exercise Self-efficacy Project (SESEP) for Use with Urban Dwelling Minority Older Adults. *Public Health Nursing*. 2008; 25: 221-234.
- 19) Rydwick E, Hovmöller F, *et al.*: Aspects of reliability and validity of the Swedish version of the Self-Efficacy for Exercise scale for older people. *Physiother Theory Pract*. 2013; 30: 131-137.
- 20) Lee L-L, Perng S-J, *et al.*: A preliminary reliability and validity study of the Chinese version of the self-efficacy for exercise scale for older adults. *Int J Nurs Stud*. 2009; 46: 230-238.
- 21) Choi M, Ahn S, *et al.*: Psychometric evaluation of the Korean Version of the Self-Efficacy for Exercise Scale for older adults. *Geriatric Nursing*. 2015; 36: 301-335.
- 22) Sabo A, Kueh YC, *et al.*: Psychometric properties of the Malay version of the self-efficacy for exercise scale. *PLoS ONE*. 2019; 14: e0215698. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215698>
- 23) (一社) 日本理学療法学会連合ホームページ 理学療法診療ガイドライン第一版 (2011). <http://jspt.japanpt.or.jp/guideline/1st/> (2021 年 8 月 15 日引用)
- 24) Resnick B, Orwig D, *et al.*: Factors that influence exercise activity among women post hip fracture participating in the Exercise Plus Program. *Clin Interv Aging*. 2007; 2: 413-427.
- 25) 内閣府ホームページ 令和 3 年版高齢社会白書. https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/03pdf_index.html (2021 年 10 月 5 日引用)
- 26) Soldatos CR, Dikeos DG, *et al.*: Athens Insomnia Scale: validation of an instrument based on ICD-10 criteria. *J Psychosom Res*. 2000; 48: 555-560.
- 27) Okajima I, Nakajima S, *et al.*: Development and validation of the Japanese version of the Athens Insomnia Scale. *Psychiatry Clin Neurosci*. 2013; 67: 420-425.
- 28) Schutte NS, Malouff JM: General and Realm-Specific Self-Efficacy: Connections to Life Functioning. *Curr Psychol*. 2016; 35: 361-369.
- 29) Caldwell K, Harrison M, *et al.*: Effect of Pilates and taiji quan training on self-efficacy, sleep quality, mood, and physical performance of college students. *J Bodyw Mov Ther*. 2009; 13: 155-163.
- 30) Khalesi S, Irwin C, *et al.*: Dietary Patterns, Nutrition Knowledge, Lifestyle, and Health-Related Quality of Life: Associations with Anti-Hypertension Medication Adherence in a Sample of Australian Adults. *High Blood Press Cardiovasc Prev*. 2017; 24: 453-462.
- 31) López-Roig S, Pastor-Mira MA, *et al.*: Assessing Self-Efficacy for Physical Activity and Walking Exercise in Women with Fibromyalgia. *Pain Management Nursing*. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2021.05.007>
- 32) 古谷野亘, 柴田 博, 他: 地域老人における活動能力の測定—老研式活動能力指標の開発. *日本公衛誌*. 1987; 34: 109-114.
- 33) 岡浩一郎: 運動行動の変容段階尺度の信頼性および妥当性—中高年者を対象にした検討—. *健康支援*. 2003; 5: 15-22.
- 34) Oka K, Takenaka K, *et al.*: Assessing the stages of change for exercise behavior among young adults: the relationship with self-reported physical activity and exercise behavior. *Jpn Heath Psychol*. 2000; 8: 17-23.
- 35) Beaton DE, Bombardier C, *et al.*: Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000; 25: 3186-3191. doi: 10.1097/00007632-200012150-00014. PMID: 11124735.
- 36) 文部科学省ホームページ 新体力テスト実施要領. https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/03040901.htm (2021 年 8 月 3 日引用)
- 37) Bohannon RW: Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age and Ageing*. 1997; 26: 15-19.
- 38) 中村陽人: 構成概念妥当性の検証方法に関する検討. *横浜経営研究*. 2009; 30: 203-219.
- 39) 星野崇宏, 岡田謙介, 他: 構造方程式モデリングにおける適合度指標とモデル改善について: 展望とシミュレーション研究による新たな知見. *行動計量学*. 2005; 32: 209-235.
- 40) Kenney DA, Kaniskan B, *et al.*: The Performance of RMSEA in Models With Small Degrees of Freedom. *Sociol Methods Res*. 2014; 44: 486-507.
- 41) 厚生労働省ホームページ 令和元年国民健康・栄養調査報告. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/eiyuu/r1-houkoku_00002.html (2021 年 6 月 25 日引用)
- 42) Zazo FJ, Blanco CR, *et al.*: Transtheoretical Model for Physical Activity in Older Adults: Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17: 9262. doi:10.3390/ijerph17249262
- 43) Cai Y, Liu L, *et al.*: Linear association between grip strength and all — cause mortality among the elderly:

results from the SHARE study. *Aging Clin Exp Res.* 2021; 33: 933-941.

44) Zhao W, Ukawa S, *et al.*: Association of gait speed with

mortality among the Japanese elderly in the New Integrated Suburban Seniority Investigation Project- a prospective cohort study. *Age and Ageing.* 2015; 44: 153-157.

〈Abstract〉

Reliability and Validity of the Japanese Version of the Self-Efficacy for Exercise Scale in Older Adults

Yoshiharu YOKOKAWA, PT, PhD

Devision of Physical Therapy, School of Health Sciences, Shinshu University

Keisuke NAKAMURA, PT, PhD, Tomohiro SASAKI, PT

Matsumoto City Hospital

Hiroto HAYASHI, PT

ITO Physiotherapy & Rehabilitation

Sunrise Medical

Graduate School of Tokyo Institute of Technology

Shinobu YOKOUCHI, PT

Matsumoto City Government Office

Tomoko WAKUI, PhD

Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

Objective: To verify the reliability and validity of the Japanese version of the Self-Efficacy for Exercise Scale in the elderly (SEE).

Methods: Individuals aged ≥ 65 , who availed health services, were included. The Japanese version of the scale underwent forward translation and backtranslation by two bilingual interpreters. The intraclass correlation coefficient and Bland-Altman analysis were carried out for retest reliability verification. Cronbach's alpha coefficient was used to ensure internal consistency verification. A correlation analysis with the SEE was carried out for simultaneous validity verification, and an exploratory and confirmatory factor analysis was carried out for factor structure and model verification.

Results: Out of 294 participants, 217 participants aged 65 years and older were included in the analysis. The intraclass correlation coefficient was 0.57 for retest reliability and alpha coefficient was 0.95 for internal consistency. A correlation coefficient 0.42 was obtained with the SEE. Significant correlations were observed with motor behavior change stage, and maximum walking speed. Factor loadings of the three factors, namely, environmental load, physical load, and mental load, were above 0.5, and the contribution rate was 62.3%.

Conclusion: Construct validity was confirmed, and model goodness of fit by confirmatory factor-analysis was high, except for the root mean square error of approximation. Validation of reassessment reliability was shown as a challenge.

Key Words: Elderly, Self-efficacy for exercise scale, Validity, Reliability

研究論文 (原著)

男子大学生の強度別身体活動量, 血圧および 体脂肪率が血管内皮機能に及ぼす影響*

—パス解析モデルを用いた検討—

濱地 望^{1) #} 岡 真一郎¹⁾ 森田正治²⁾ 廣岡良隆^{3) 4)}

要旨

【目的】男子大学生の血管内皮機能に影響を与える要因モデルを構築し, 強度別身体活動量, 血圧および体脂肪率との関連を明らかにする。【方法】対象は, 健常な男子大学生22名とした。血管内皮機能関連因子は, 体脂肪率, 血圧, 運動習慣の有無を調査測定し, 身体活動量は低強度身体活動時間, 中高強度身体活動時間を測定した。調査測定項目と血管内皮機能との関連は, パス解析を用いてモデルの適合度を検証した。【結果】血管内皮機能に対し, 拡張期血圧が直接的に, 体脂肪率および低強度身体活動時間が拡張期血圧を介して間接的に影響した (χ^2 値 = 3.122, CMIN/DF = 0.520, GFI = 0.952, CFI = 1.000, RMSEA < 0.001, AIC = 21.122)。【結論】男子大学生の血管内皮機能は, 低強度身体活動時間および体脂肪率の多寡が拡張期血圧を介して影響を及ぼすことが示唆された。

キーワード 男子大学生, 血管内皮機能, 血流依存性血管拡張反応, 身体活動, 加速度計

はじめに

身体不活動は, 循環器疾患や代謝系疾患といった生活習慣病の発症と関連し¹⁾, 我が国において, 喫煙, 高血圧に次ぐ第3位の死亡リスク因子である²⁾。そのため, 身体活動の向上は, 特に動脈硬化の主たる原因となるメタボリックシンドロームを有する者やその予備群を対象に推奨され, 疾病の発症や重症化予防の効果が実証されている。厚生労働省³⁾は, 2013年に「健康づくりのための身体活動基準および指針 (アクティブガイド)」を

制定し, 成人は1日合計60分以上の活動的な生活を送ることを最終目標としている。また, アメリカの身体ガイドライン⁴⁾では, 週150～300分の身体活動を推奨している。

近年, 動脈硬化は, ライフスタイルや食生活の欧米化により若年齢化が急速に進行し⁵⁾, 若年層での心筋梗塞や脳梗塞が増加している。また, 経済産業省⁶⁾は, 生活習慣病関連の医科診療費が全体の3割以上を占めていることや, 健康リスクの増加が労働生産性を低下していることを報告している。そのため, 動脈硬化の若年齢化は, さらなる医療費支出の増大や若い労働力不足などを引き起こすことが考えられる。しかし, 我が国の特定検診や保健指導の対象は, 40歳以上であり, 若年者は対象とされていない。石田ら⁷⁾は, 若年者ドックを受診した30歳代の男性において, すでに, 約4人に1人の割合でメタボリックシンドロームのリスク保有者が存在すると報告しており, より早い時期からの介入が望まれる。そのため, 若年者の動脈硬化の進展を予防することは, その先々の心血管疾患発症を防ぎ, 将来における医療費や生産年齢人口の確保など社会的な側面からも有用であり, 重要な課題である。

動脈硬化の初期は, 可逆的な血管内皮の機能的変化が主体であることが明らかにされており⁸⁾, 動脈硬化の進

* The Effects of Physical Activity Intensity, Blood Pressure, and Body Fat Percentage on Vascular Endothelial Function in Male University Students: A Path Analysis Model Study

1) 国際医療福祉大学福岡保健医療学部理学療法学科 (〒831-8501 福岡県大川市榎津137-1)

Nozomi Hamachi, PT, PhD, Shinichiro Oka, PT, PhD: Department of Physical Therapy, School of Health Sciences at Fukuoka, International University of Health and Welfare

2) 国際医療福祉大学小田原保健医療学部理学療法学科 Masaharu Morita, PT, PhD: Department of Physical Therapy, School of Health Sciences at Odawara, International University of Health and Welfare

3) 国際医療福祉大学福岡保健医療学部医学検査学科 Yoshitaka Hirooka, MD, PhD: Department of Medical Technology and Science, School of Health Sciences at Fukuoka, International University of Health and Welfare

4) 高木病院 高血圧・心不全センター Yoshitaka Hirooka, MD, PhD: Hypertension and Heart failure Center, Takagi Hospital

E-mail: hamachi@iuhw.ac.jp (受付日 2021年11月7日/受理日 2022年1月11日) [J-STAGEでの早期公開日 2022年2月20日]

展に伴う器質的变化が起こる以前に早期発見・早期治療を行うことが重要である。血管内皮機能の検査は、超音波装置を用いた血流依存性血管拡張反応 (Flow-Mediated Dilatation: 以下, FMD) がもっとも広く汎用されており、多くのエビデンスが集積している⁹⁾。Framingham study では¹⁰⁾、FMD 障害と相関する因子として、動脈硬化因子の中でも特に、加齢、肥満、喫煙、血圧が関連すると報告している。また、これまでの数多くの先行研究により、FMD は若年者よりも高齢者、閉経前の女性よりも男性、運動習慣のある集団よりも運動習慣のない集団が低下することが明らかにされている¹¹⁾。O'Brien¹²⁾ は、高齢者の中強度の身体活動量を週 150 分以上行うことは、有酸素運動の時間とは関係なく血管内皮機能を改善すると報告しており、3 メッツ以上の身体活動が健康増進に関連が深いとされている。しかし、明らかな動脈硬化リスク因子をもたない若年者においては、血管内皮機能の検討は少なく、若年者の血管内皮機能に影響を及ぼす因子については必ずしも明らかにされていない。

我々¹³⁾ は、男子大学生の血管内皮機能と高強度の身体活動時間および拡張期血圧の関係について報告した。その対象者には、血管内皮機能が低下傾向にある者は存在したが、明らかに異常を示す者は存在しなかった。そのため、若年者においては、現在の高い血管内皮機能を維持することが、心血管疾患発症の端緒である動脈硬化の進展予防につながると考えられる。そこで、本研究は、構造方程式モデリングのパス解析を用いて、FMD が正常な男子大学生の血管内皮機能低下に至る要因モデルを構築し、低強度および中高強度身体活動、血圧、体脂肪率が血管内皮機能に与える影響力について検証することを目的とした。

対象と方法

1. 対象

対象は、国際医療福祉大学福岡保健医療学部理学療法学科に所属する男子大学生とし、研究の目的・意義、方法、個人情報保護について説明をし、同意が得られた者とした。対象者の取り込み基準は、末梢動脈疾患および循環器疾患のない者、除外基準は、喫煙および喫煙歴のある者、身体活動量計の有効日数不足の者とした。また、血管機能は、遺伝素因による血管壁硬化に加え、高強度の運動や過度な筋力トレーニング等の習慣がある者では、血管内炎症反応が多く発現し、血管拡張因子を不活性化させることが指摘されている¹⁴⁾。これらの要因は、血管機能に対する交絡因子となる可能性が予測されるため、本研究では、血管機能が正常な若年男性を対象とし、FMD が 7.0% 以下の血管内皮機能の低下が疑われる者、心臓足首血管指数が 8.0 以上の者は除外した。よって、

本研究では、取り込み基準に該当し本研究への参加同意が得られた 43 名のうち、除外基準に該当した 21 名を除く 22 名 (平均年齢 20.6 ± 0.7 歳) を対象とした。

2. 方法

1) 対象者の属性 (FMD 関連因子)

FMD 関連因子は、体格評価および血圧測定、運動習慣の有無を調査した。体格評価は、体組成成分分析装置 (インボディ・ジャパン社製, In Body270) を用いて、Body Mass Index (以下, BMI) と体脂肪率を測定した。血圧は、5 分間の安静座位の後、上腕式血圧計 (オムロン社製, HEM-7133) を用いて、収縮期血圧 (Systolic Blood Pressure: 以下, SBP) および拡張期血圧 (Diastolic Blood Pressure: 以下, DBP) を測定した。運動習慣は、国民健康調査¹⁵⁾ に従い、1 回 30 分以上の運動を週 2 回以上かつ 1 年以上継続している者を運動習慣ありとした。

2) 血管内皮機能

FMD は、血管内皮機能検査装置 (日本ユネクス社製, ユネクス EF18VG) を用いて、臨床検査技師の管理下でガイドラインにしたがって測定した⁹⁾。FMD 測定の注意事項として、被験者には、測定前日の過度な運動やアルコール摂取を避け、十分な睡眠を取ること、測定当日は、運動およびカフェインの摂取を避け、検査 2 時間前までに食事を済ませるように指示した。また、測定環境は、静かな個室で室温を 23 ~ 26°C に調整した。測定は、被験者を仰臥位姿勢で右上肢を水平外転位として、肘置き台および手台に腕を固定し、右腕前腕に駆血カフを巻いた。そして、5 分間の安静後、右腕上腕動脈の走行を触診にて確認し、超音波プローブを血管と並行になる位置に設置し、安静時血管径を計測した。次に、安静時の収縮期血圧 +50 mmHg の圧で 5 分間動脈血流を駆血した後、駆血カフの圧を開放し、上腕動脈の血管径および血流速度を連続的に観察し、駆血解放後の最大拡張血管径を計測した。FMD は、安静時血管径に対する最大拡張血管径の比率であり、以下の式を用いて自動算出された。

$$\text{FMD (\%)} = (\text{最大拡張血管径} - \text{安静時血管径}) / \text{安静時血管径} \times 100$$

現在のところ、FMD の明確な基準値は存在しないが⁹⁾、FMD の低下は、一酸化窒素 (Nitric Oxide: 以下, NO) の産生低下により、血管収縮や血栓形成を生じやすくさせるとし¹⁶⁾、日本血管不全学会¹⁷⁾ は、FMD の正常値を 7% 以上、境界値を 7 ~ 4%、異常値を 4% 未満と提唱しており、本研究では、FMD が 7.0% 以上の者を研究対象とした。

3) 身体活動量

身体活動量評価は、3 軸加速度計 (オムロンヘルスケ

ア社製, HJA-750C Active style Pro) を用いて測定した。対象者には, 加速度計を腰部に7~10日間装着させ, 入浴時を除き常時装着するように指示し, 普段通りの活動を行うよう説明した。7~10日間の測定期間のうち, 1日の装着時間が10時間以上であればその日のデータを採用し, 平日2日, 休日1日以上の有効日数があれば, その個人のデータを採用した¹⁸⁾。加速度計から得られたデータとして, 平均歩数, 強度別身体活動時間は下記の式により重みづけし, 1日あたりの平均値を算出した。

$$(\text{平日の平均値} \times 5 + \text{休日の平均値} \times 2) / 7$$

なお, 身体活動強度は, 1.0~2.9 METs を低強度身体活動時間 (Low Physical Activity: 以下, LPA), 3 METs 以上を中高強度身体活動時間 (Moderate to Vigorous Physical Activity: 以下, MVPA), 3軸加速度計の装着時間に対する3 METs 以上の身体活動時間の割合 (以下, %MVPA) を算出した。

3. 統計学的解析

血管内皮機能低下に至る要因の仮説モデルと, 仮説モデルを修正した修正モデルの適合度を構造方程式モデリングのパス解析で検証した。仮説モデルと修正モデルの適合度判定には, χ^2 値, CMIN/DF, GFI, CFI, RMSEA, AIC を用いた。各指標の適合度判定は, χ^2 値が, モデルが適合することを帰無仮説とした指標であり, 確率が有意でないことが絶対条件となる。各指標の適合度判定は, 適合度検定の結果である χ^2 値が有意でなく, CMIN/DF が小さいほど適合度が高く, GFI と CFI は 0.95 以上で 1 より近い数値, RMSEA は 0.05 以下の数値であることを基準に, AIC が小さいほど良好な適合度を有するモデルと判断した¹⁹⁾。統計ソフトには, IBM SPSS Statistics 25.0 および IBM SPSS Amos 25.0 を使用し, 有意水準は 5% とした。

4. 倫理的配慮

本研究は, 国際医療福祉大学倫理審査委員会の承認 (18-Ifh-024) を得た後, すべての対象者に対して, 事前に文書および口頭にて研究の内容・趣旨, 参加の可否・撤回・中止による不利益を被らないことを十分に説明し, 書面にて同意を得た後に研究を開始した。

結 果

1. 対象者の特徴

対象者の属性 (FMD 関連因子), 血管機能, 身体活動量の測定結果を表 1 に示した。対象者の体格および血圧は, 学生の健康白書 2015²⁰⁾ における 20 歳台男性の報告結果とほぼ合致していた。なお, 血圧が高値 (SBP \geq 130 mmHg かつまたは DBP \geq 80 mmHg)²¹⁾ の者は 3 名 (13.6%), 肥満 (BMI \geq 25 kg/m²) の者は 5 名

表 1 対象者の属性, 血管機能, 身体活動量の測定結果

項目	対象者 (n = 22)
基本属性 (FMD 関連因子)	
年齢 (歳)	20.6 \pm 0.7
身長 (cm)	170.7 \pm 6.5
体重 (kg)	65.3 \pm 10.7
BMI (kg/m ²)	22.4 \pm 3.5
体脂肪率 (%)	18.8 \pm 8.3
SBP (mmHg)	130.6 \pm 12.6
DBP (mmHg)	74.6 \pm 5.5
運動習慣・有	4 (18.2%)
血管機能	
FMD (%)	9.2 \pm 1.7
CAVI	6.0 \pm 0.7
身体活動量	
平均歩数 (歩)	8,540.5 \pm 3,346.0
LPA (分/日)	683.1 \pm 84.3
MVPA (分/日)	94.9 \pm 33.5
%MVPA	12.2 \pm 4.2

平均値 \pm 標準偏差, 人数 (割合)

BMI: Body Mass Index, SBP: Systolic Blood Pressure, DBP: Diastolic Blood Pressure, FMD: Flow-Mediated Dilation, CAVI: Cardio-Ankle Vascular Index, LPA: Low Physical Activity, MVPA: Moderate to Vigorous Physical Activity

(22.7%) であった。また, 本研究への参加同意が得られた 43 名の平均 FMD は 7.9 \pm 2.1% (4.7~13.4%), FMD 7.0% 以下の者は 13 名 (30.2%) であった。

2. 若年男性における血管内皮機能に影響を与える要因構造の仮説モデル検証

仮説モデルは, FMD 関連因子である血圧 (SBP, DBP) および体脂肪率を FMD に対して直接的に関連させ, 身体活動量要因の MVPA および LPA は FMD に対して直接的もしくは SBP, DBP, 体脂肪率を介して間接的に関連させて構築した (図 1)。すべての項目において FMD に影響を及ぼさなかったが, 体脂肪率および LPA は DBP と有意な関連を示した ($p < 0.05$)。モデル適合度は, 判定基準をすべて満たした (χ^2 値 = 0.351, CMIN/DF = 0.175, GFI = 0.994, CFI = 1.000, RMSEA < 0.001, AIC = 38.351)。

3. 若年男性における血管内皮機能に影響を与える要因構造の修正モデル検証

修正モデルでは, FMD および血圧, 体脂肪率と関連を認めなかった MVPA を除外し, さらに SBP, 体脂肪率, LPA の FMD に対する直接的影響と LPA の SBP, 体脂肪率に対する直接的影響を除き, 変数間のパスの条件を多角的に検討し再検証した (図 2)。この修正モデ

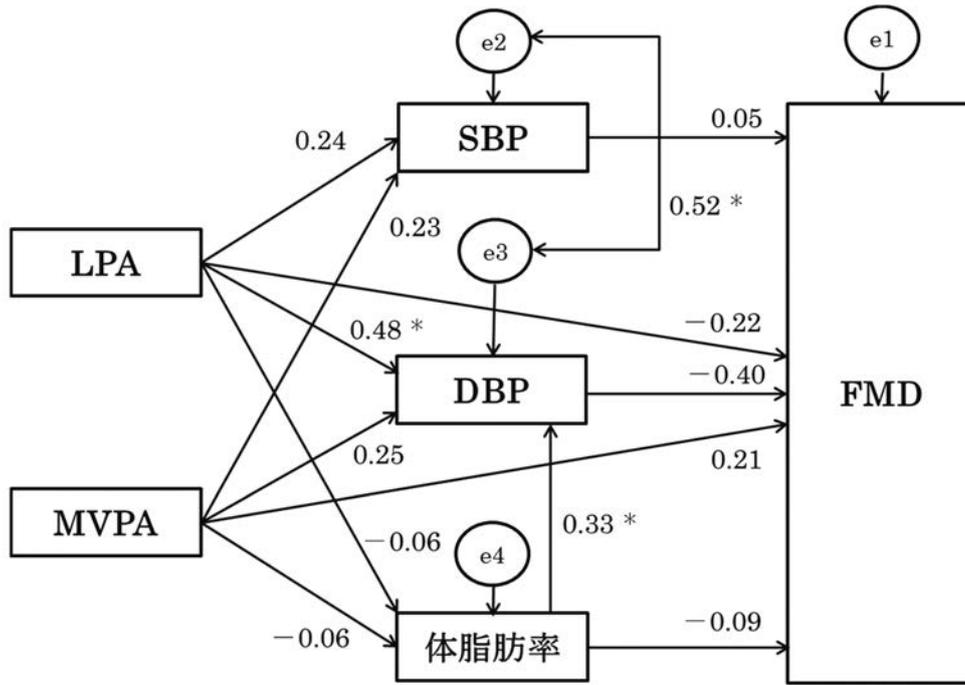


図1 若年男性における血管内皮機能に影響を与える要因構造の仮説モデル
 パス図は、図中の数値は標準化係数、単方向矢印は因果関係（パス）、双方向矢印は相互関係（共分散）、□は観測変数、○は潜在的な誤差変数を示す。
 E: error, SBP: Systolic Blood Pressure, DBP: Diastolic Blood Pressure, FMD: Flow-Mediated Dilation, LPA: Low Physical Activity, MVPA: Moderate to Vigorous Physical Activity
 モデル適合度： χ^2 値 = 0.351, df = 2, p = 0.839, CMIN/DF = 0.175, GFI = 0.994, CFI = 1.000, RMSEA < 0.001, AIC = 38.351, *: p < 0.05

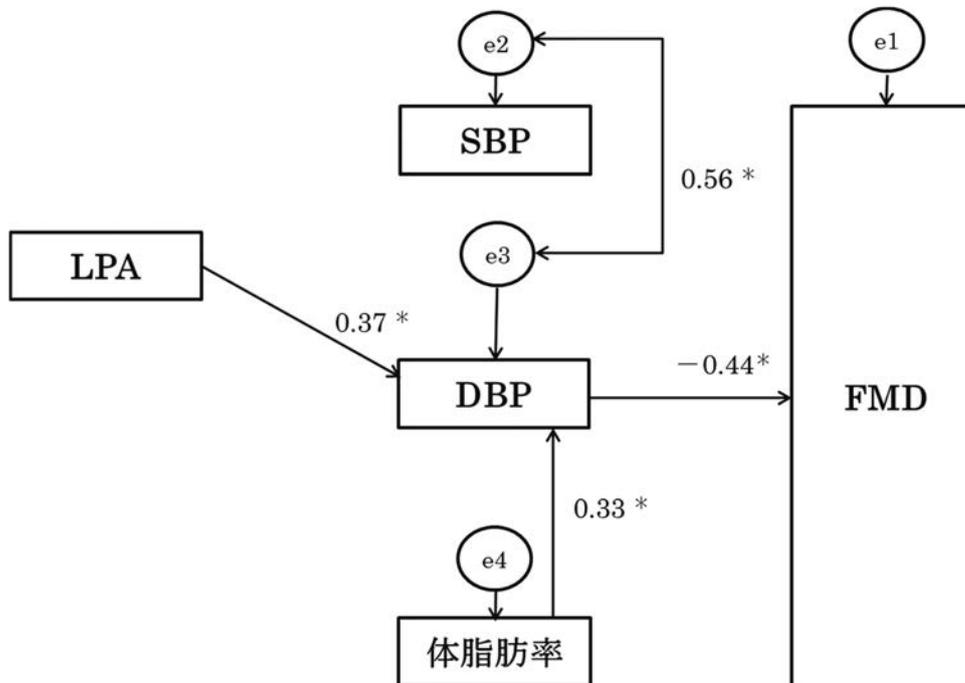


図2 若年男性における血管内皮機能に影響を与える要因構造の修正モデル
 パス図は、図中の数値は標準化係数、単方向矢印は因果関係（パス）、双方向矢印は相互関係（共分散）、□は観測変数、○は潜在的な誤差変数を示す。
 e: error, SBP: Systolic Blood Pressure, DBP: Diastolic Blood Pressure, FMD: Flow-Mediated Dilation, LPA: Low Physical Activity
 モデル適合度： χ^2 値 = 3.122, df = 6, p = 0.793, CMIN/DF = 0.520, GFI = 0.952, CFI = 1.000, RMSEA < 0.001, AIC = 21.122, *: p < 0.05

表2 修正モデルにおける血管内皮機能に対する各観察変数の影響

	標準化直接効果	標準化間接効果	標準化総合効果
DBP	-0.442		-0.442
体脂肪率		-0.144	-0.144
LPA		-0.162	-0.162

DBP: Diastolic Blood Pressure, LPA: Low Physical Activity

ルの適合度は、判定基準をすべて満たし (χ^2 値 = 3.122, CMIN/DF = 0.520, GFI = 0.952, CFI = 1.000, RMSEA < 0.001, AIC = 21.122), 若年男性の FMD には、DBP が直接的に負の影響を、DBP を介して体脂肪率および LPA が間接的に負の影響を示した。また、FMD に対する各観察変数の標準化直接効果、標準化間接効果、標準化総合効果を表 2 に示した。

考 察

本研究では、健常若年男性の血管内皮機能に影響を及ぼす直接的因子は DBP、間接的因子は LPA および体脂肪率であることが明らかとなった。したがって、血管内皮機能を高く維持し、動脈硬化の進展を予防するためには、若年時より血圧を上昇させないよう、日常的な身体活動量の向上や適切な体重維持に努める必要性が示唆された。

1. 拡張期血圧が血管内皮機能に及ぼす影響

本研究では、DBP が健常若年男性の血管内皮機能に高く関連する要因であることが明らかとなった (図 2, 表 2)。

血管内皮は、人体最大の内分泌器官として血管の収縮・弛緩や炎症制御、免疫応答、凝固・止血調整など多様な機能を有する。しかし、血圧上昇により血管壁に対して慢性的に圧負荷がかかると、活性酸素種の増加を認め、NO などの内皮由来血管因子が低下し、血管内皮細胞の機能障害を認めると報告されている²²⁾。すなわち、NO 産生低下を介した高血圧は、血管内皮機能障害の原因かつ結果を意味し、この負のループをより早い段階で断ち切り、動脈硬化の発症・進展を防ぐことが重要である。また、若年男性は、性ホルモンによる心血管保護作用の影響が少ないため²³⁾、特に DBP が高値となりやすい²⁴⁾。そのため、若年男性は、大血管の弾力性がまだ保たれている一方で末梢血管抵抗が増加しはじめる可能性が考えられる。

今回の研究結果により、血管内皮機能が正常かつ明らかな高血圧者のいない若年男性においても、DBP が FMD へ直接的要因を示したことは、若年時からの積極的な血圧管理が、末梢動脈の血管拡張、血液凝固、血管平滑筋増殖などを調整する血管内皮機能を高く維持する

可能性が示唆された。

2. 低強度身体活動時間が拡張期血圧を介して血管内皮機能に及ぼす影響

本研究の結果、LPA が健常若年男性の DBP に影響を及ぼすことが明らかとなった (図 2)。

身体不活動は、インスリン抵抗性を高め、高血圧・高血糖・脂質異常といったメタボリックシンドロームの諸徴候の原因となる。そのため、身体活動が循環器疾患の発症リスクおよび総死亡率を低下させることは、多くの疫学研究により実証されている。しかし、本研究においては、3 メッツ以上の身体活動である MVPA ではなく、LPA が DBP を介して血管内皮機能に影響を与えた。その理由として、対象者の MVPA は週 665 分と目標の週 150 ~ 300 分を大幅に超え、不活動ではなかったことが考えられる。Dunstan ら²⁵⁾ は、成人における 1 日の覚醒時間のうち MVPA は 5%、座位行動は全体の 60% 程度と報告しており、1 日の多くの時間は LPA が占めている。本研究では、座位行動時間は示しておらず明確に言及することはできないが、MVPA を十分に確保している若年者は、LPA の座位行動が血圧に影響を与えている可能性が推察される。

近年、座位行動の増加は、身体活動とは独立して種々の健康アウトカムの危険因子であることが報告されはじめている。Thosar ら²⁶⁾ は、若年男性における 3 時間の座位行動は FMD を低下させたとし、座位行動の増加は血管内皮機能を低下させることが報告されている。そのメカニズムについては十分に解明されていないが、長時間の座位姿勢は、shear stress の低下により NO 依存性血管拡張反応の機会が減少すること、血液の粘性・炎症・筋交感神経活動が高まることにより血圧を上昇させ、血管内皮機能を低下させる可能性が指摘されている。我が国は、座位行動時間が世界一長い国であり²⁷⁾、理学療法士は、運動指導のみならず、日常生活での LPA、特に座位行動を減らす取り組みを検討することも重要である。

3. 体脂肪率が拡張期血圧を介して血管内皮機能に及ぼす影響

本研究の結果、体脂肪率が健常若年男性の DBP に影

響を及ぼすことが明らかとなった (図2)。

若年男性の肥満と高血圧の関連は、Takeokaら²⁸⁾によって、内臓脂肪が高値血圧の独立したリスク因子となることが報告されている。また、若年者ほどメタボリックシンドロームの同一リスク数を満たす内臓脂肪面積は少ない傾向を示すとされ²⁹⁾、現在の診断基準である内臓脂肪面積100 cm²より、さらに厳重な管理が必要である。本研究の対象者においても多くの者が肥満を有さなかったが、体脂肪率の増加は血圧を上昇させる因子となることが明らかとなり、先行研究を支持する結果となった。

一方、本研究では、体脂肪率はFMDに対して直接的影響を及ぼさなかった。しかし、松井ら³⁰⁾は、FMDと脂肪組織特異的に産生分泌される内分泌因子のひとつであるアディポネクチンとの関係に有意な正の相関があることを報告しており、臨床的にも高血圧や糖尿病、肥満など様々な病態において、低アディポネクチン血症が血管内皮機能障害に関与していることが示唆されている³¹⁾。そのため、若年男性においても、内臓脂肪の蓄積は血管内皮機能の低下が生じる可能性があることは留意しておくべきである。

4. 本研究の限界

本研究の限界は、動脈硬化の危険因子となるコレステロールや血糖値などの生化学検査を実施していないことや男子大学生という限定された実施条件下での対象者抽出であること、座位行動による血管内皮機能への影響を検討できていない点が挙げられる。近年、理学療法の対象は、疾病の有無を問わず、健康で活力のある生活支援を目標に予防分野での活躍がひろがりつつある。疾病のない若年者においても、血圧や体組成成分、生活習慣の変化を経時的に評価し、悪化傾向にある場合は、早急に介入できるような支援づくりも今後の課題としたい。

結 論

若年男性は、3 METs未満の活動時間の過ごし方や体脂肪率といった生活習慣や肥満指標が拡張期血圧を介して血管内皮機能に影響を及ぼす可能性が明らかとなった。

利益相反

本研究に開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Koba S, Tanaka H, *et al.*: Physical activity in the Japan population: association with blood lipid levels and effects in reducing cardiovascular and all-cause mortality. *J Atheroscler Thromb.* 2011; 18: 833-845.
- 2) 厚生労働省ホームページ 平成26年度厚生労働省白書. <https://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/14/dl/1-02-1.pdf> (2021年10月15日引用)
- 3) 厚生労働省ホームページ 「健康づくりのための身体活動基準2013」及び「健康づくりのための身体活動指針(アクティブガイド)」について. <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xp1e-att/2r9852000002xpqt.pdf> (2020年8月29日引用)
- 4) Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Washington DC: US Dept of health and Human Services. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. https://health.gov/sites/default/files/2019-10/CommitteeReport_7.pdf (2020年11月30日引用)
- 5) 由谷親夫: 20~30代男性における動脈硬化の増進. *Heart nursing.* 2006; 19: 819-825.
- 6) 経済産業省ホームページ 予防・健康づくりの意義と課題. https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/2050_keizai/pdf/003_02_00.pdf (2021年10月15日)
- 7) 石田 芳, 江場巖子, 他: 若年者ドックを受診した30歳代男性のメタボリックシンドロームに係るリスク保有率及び保有の有無と生活習慣に関する検討. *近畿中央病院医学雑誌.* 2016; 36: 3-7.
- 8) Higashi Y, Noma K, *et al.*: Endothelial function and oxidative stress in cardiovascular diseases. *Circ J.* 2009; 73: 411-418.
- 9) 日本循環器学会ホームページ 血管機能の非侵襲的評価法に関するガイドライン. https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2020/02/JCS2013_yamashina_h.pdf (2020年8月27日引用)
- 10) Benjamin EJ, Larson MG, *et al.*: Clinical correlates and heritability of flow-mediated dilation in the community: the Framingham Heart Study. *Circulation.* 2004; 109: 613-619.
- 11) Black MA, Cable NT, *et al.*: Impact of age, sex, and exercise on brachial artery flow-mediated dilation. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2009; 297: H1109-H1116.
- 12) O'Brien MW, Robinson SA, *et al.*: Achieving Canadian physical activity guidelines is associated with better vascular function independent of aerobic fitness and sedentary time in older adults. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2018; 43: 1003-1009.
- 13) 濱地 望, 岡真一郎, 他: 男子大学生における血管内皮機能と身体活動量および拡張期血圧の関係. *理学療法科学.* 2021; 36: 227-232.
- 14) 東 幸仁: 運動と血管内皮機能. *動脈硬化予防.* 2008; 7: 53-58.
- 15) 厚生労働省ホームページ 平成30年国民健康・栄養調査結果の概要. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000635990.pdf> (2020年9月2日引用)
- 16) Shimbo D, Grahame-Clarke C, *et al.*: The association between endothelial dysfunction and cardiovascular outcomes in a population-based multi-ethnic cohort. *Atherosclerosis.* 2007; 192: 197-203.
- 17) 丸橋達也, 木原康樹, 他: 血管内皮機能検査 Flow-mediated Vasodilation (FMD) の基準値についての検討. *日本臨床生理学会雑誌.* 2019; 49: 137-142.
- 18) Masse LC, Fuemmeler BF, *et al.*: Accelerometer data reduction: a comparison of four reduction algorithms on select outcome variables. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37: 544-554.
- 19) Hooper D, Coughlan J, *et al.*: Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit. *Electronic Journal of Business Research Methods.* 2008; 6: 53-60.
- 20) 一般社団法人国立大学法人保健管理施設協議会. 学生の健康白書2015. <http://www.htc.nagoya-u.ac.jp/wp-content/uploads/2019/09/hakusho2015.pdf> (2020年9月2日引用)
- 21) 日本高血圧学会. 高血圧治療ガイドライン2019. https://www.jpsh.jp/data/jsh2019/JSH2019_noprint.pdf (2020年10月31日引用)

- 22) Ghiadoni L, Taddei S, *et al.*: Hypertension and endothelial dysfunction: therapeutic approach. *Curr Vasc Pharmacol*. 2012; 10: 42-60.
- 23) 佐藤加代子：循環器疾患における性差。東京女子医科大学雑誌。2019; 89: 73-82.
- 24) 廣岡良隆：拡張期血圧：その規定因子，下げかた，下げ過ぎの危険。 *Medical Practice*. 2017; 34: 1295-1300.
- 25) Dunstan DW, Howard B, *et al.*: Too much sitting — A health hazard. *Diabetes Res Clin Pract*. 2012; 97: 368-376.
- 26) Thosar SS, Bielko SL, *et al.*: Effect of prolonged sitting and breaks in sitting time on endothelial function. *Med Sci Sports Exerc*. 2015; 47: 843-849.
- 27) Bauman A, Ainsworth BE, *et al.*: The descriptive epidemiology of sitting. A 20-country comparison using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *Am J Prev Med*. 2011; 41: 228-235.
- 28) Takeoka A, Tayama J, *et al.*: Intra-abdominal fat accumulation is a hypertension risk factor in young adulthood: A cross-sectional study. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95: e5361.
- 29) 梅林 愛, 兼定祐里, 他：年齢階層別に検討したメタボリックシンドロームのリスク因子と内臓脂肪との関連。日本未病システム学会雑誌。2015; 21: 1-6.
- 30) 松井英夫, 今村亜季子, 他：若年成人男性における血管内皮機能とアディポネクチンの関連。血圧。2005; 12: 30-34.
- 31) Shimabukuro M, Higa N, *et al.*: Hypoadiponectinemia is closely linked to endothelial dysfunction in man. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003; 88: 3236-3240.

〈Abstract〉

The Effects of Physical Activity Intensity, Blood Pressure, and Body Fat Percentage on Vascular Endothelial Function in Male University Students: A Path Analysis Model Study

Nozomi HAMACHI, PT, PhD, Shinichiro OKA, PT, PhD

Department of Physical Therapy, School of Health Sciences at Fukuoka, International University of Health and Welfare

Masaharu MORITA, PT, PhD

Department of Physical Therapy, School of Health Sciences at Odawara, International University of Health and Welfare

Yoshitaka HIROOKA, MD, PhD

*Department of Medical Technology and Science, School of Health Sciences at Fukuoka, International University of Health and Welfare
Hypertension and Heart failure Center, Takagi Hospital*

Purpose: The study aimed to establish a model to study factors influencing vascular endothelial function in male university students and identify its relationship with physical activity intensity, blood pressure, and body fat percentage.

Methods: A total of 22 healthy male university students participated in this study. We investigated body fat percentage, blood pressure, and daily physical activity routine as factors related to vascular endothelial function. We measured engagement time in low-, medium-, and high-intensity physical activity to assess physical activity. The suitability of the model was verified by path analysis to study the relationship between the survey measurement items and vascular endothelial function.

Results: Diastolic blood pressure showed a direct relationship with vascular endothelial function, while body fat percentage and low-intensity physical activity revealed indirect association through diastolic blood pressure.

Conclusions: Vascular endothelial function in male university students was affected by low-intensity physical activity and high or low body fat percentage via diastolic blood pressure.

Key Words: Male university students, Vascular endothelial function, Flow-mediated dilation, Physical activity, Accelerometer

研究論文 (原著)

地域在住高齢者における骨量および筋量の低下と 身体活動との関連性*

谷口善昭¹⁾²⁾ 牧迫飛雄馬^{3) #} 中井雄貴⁴⁾ 富岡一俊⁵⁾
窪菌琢郎⁶⁾ 竹中俊宏⁵⁾ 大石 充⁶⁾

要旨

【目的】 地域在住高齢者における骨量・筋量低下と身体活動との関連性を明らかにすることを目的とした。
【方法】 地域コホート研究（垂水研究 2018）に参加した地域在住高齢者 173 名を分析対象とした。骨量低下は % YAM が 70% 以下とし、筋量低下は四肢骨格筋指数がサルコペニアの基準より低いものとした。身体活動量は 3 軸加速度計を用いて、座位行動時間延長、中高強度身体活動時間低下、歩数低下の有無に分類した。骨量・筋量をもとに正常群、骨量低下群、筋量低下群、骨量・筋量低下群の 4 群に分類し、基本情報および身体活動を比較した。【結果】 骨量・筋量低下群は正常群と比べて中高強度身体活動時間が有意に減少していた（オッズ比 3.29, $p < 0.05$, 共変量: 年齢 (5 歳階級), 性別, 歩行速度低下, うつ傾向)。
【結論】 骨量・筋量低下を併存している高齢者は、中高強度身体活動時間が減少していることが示唆された。

キーワード オステオサルコペニア, 身体活動, 中高強度身体活動, 地域在住高齢者

はじめに

我が国の 65 歳以上人口は、2025 年に 3,677 万人に達すると見込まれ、特に 75 歳以上人口は、2054 年まで増加が続くとされている¹⁾。2016 年における要介護認定の原因として転倒・骨折は 12.1% であり²⁾、今後、後期高齢者の増加に伴い転倒・骨折は増加することが予想される。骨折にかかわる要因のひとつとして、低骨量³⁾⁴⁾

が挙げられ、骨量が低下している者では筋量の低下が併存していることが多い⁵⁾。また、筋量低下を主症状とするサルコペニアを有する者のうち、57.3% は骨粗鬆症を合併していた⁶⁾とされている。そのため、要介護発生の抑制には、転倒・骨折の危険因子である骨量低下および筋量低下の両者を予防することが重要である。

骨量低下や筋量低下を予防するためには、身体活動を増大させる必要がある。骨量と身体活動に関する中高年を対象とした先行研究では、中高強度身体活動 (moderate-to-vigorous physical activity: 以下, MVPA) 時間が骨密度および骨質と正の関連性を示している⁷⁾⁸⁾。また、1.5 METs 以下の活動強度である座位行動時間と骨密度との関連性に関する研究では、女性において座位行動時間と総大腿骨、大腿骨頸部、転子部、転子間の骨密度と負の関連性が認められている⁹⁾。筋量低下を主症状とするサルコペニアと身体活動の関係においては、サルコペニアである者はサルコペニアでない者と比べて、有意に MVPA 時間が少なく¹⁰⁾、さらに MVPA 時間の増加はサルコペニアの有病率を低下させる¹¹⁾¹²⁾。また 15 分の座位行動時間もしくは 1.5～3 METs の軽い身体活動時間を MVPA 時間に変更することで、サルコペニアの有病率は 15% 程度低下することが示唆されている¹²⁾。さ

* Associations between Low Bone Mass, Low Muscle Mass, and Physical Activity in Community-dwelling Older Adults

1) 鹿児島大学大学院保健学研究科
Yoshiaki Taniguchi, PT, MS: Graduate School of Health Sciences, Kagoshima University
2) 鹿児島医療技術専門学校理学療法学科
Yoshiaki Taniguchi, PT, MS: Department of Physical Therapy, Kagoshima Medical Professional College
3) 鹿児島大学医学部保健学科
(〒 890-8544 鹿児島県鹿児島市桜ヶ丘 8-35-1)
Hyuma Makizako, PT, PhD: School of Health Sciences, Faculty of Medicine, Kagoshima University
4) 第一工科大学工学部機械システム工学科
Yuki Nakai, PT, PhD: Department of Mechanical Systems Engineering, Faculty of Engineering, Daiichi Institute of Technology
5) 垂水市立医療センター垂水中央病院
Kazutoshi Tomioka, PT, MS, Toshihiro Takenaka, MD, PhD: Tarumizu Municipal Medical Center, Tarumizu Chuo Hospital
6) 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 心臓血管・高血圧内科学
Takuro Kubozono, MD, PhD, Mitsuru Ohishi, MD, PhD: Department of Cardiovascular Medicine and Hypertension, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Kagoshima University

E-mail: makizako@health.nop.kagoshima-u.ac.jp
(受付日 2021 年 7 月 21 日 / 受理日 2022 年 1 月 12 日)
[J-STAGE での早期公開日 2022 年 2 月 22 日]

らに、骨量と筋量は歩数との関連性も示されており、高齢者の骨量や筋量を維持するためには1日あたり7,000~8,000歩が必要であるとされている¹³⁾¹⁴⁾。つまり、骨量や筋量に対してMVPAや歩数を増加させ、座位行動を減らすことが重要であると考えられる。

このように骨量低下や筋量低下と身体活動の関連性を示した研究は見受けられるが、それぞれの病態は考慮されておらず、骨量低下単独、筋量低下単独、骨量・筋量低下を併存した状態と身体活動との関連性を示した研究はない。身体活動が骨と筋の両者に影響するのであれば、身体活動が低下すると骨量・筋量低下を併存する可能性が高い。骨量低下や筋量低下単独の場合では身体活動の低下ではなく、その他の要因(遺伝的要因や栄養因子など)が関連すると予想される。客観的に測定された強度別の身体活動や歩数が、骨量および筋量低下単独に関連するのか、それとも骨量・筋量低下両者が併存した状態ではさらに顕著に関連性が認められるのかを調査することにより、それぞれの状態に合わせた介入のひとつの要因になると考えられる。そこで本研究は、地域在住高齢者を対象に、骨量・筋量低下と強度別の身体活動時間および歩数との関連性を明らかにすることを目的とした。骨量低下・筋量低下者の身体活動を把握し、適切な強度の身体活動を促すことにより、転倒・骨折の予防に寄与できるものとする。

対象および方法

1. 対象

本研究は、地域在住一般住民を対象としたコホート研究(垂水研究)の2018年データを使用した横断研究である。なお、垂水研究は鹿児島県垂水市において地域在住の40歳以上を対象とした健康チェックであり、鹿児島大学、垂水市、垂水市立医療センター垂水中央病院が共同で2017年から実施している。垂水研究2018は40歳以上の市民に対して、郵送にて参加者を募集した。40歳以上の参加者は1,145名で、そのうち65歳以上の高齢者は859名であった。垂水研究2018は6~12月に調査を実施したが、骨量については8月19日から実施され、骨量測定を測定できた高齢者は262名であった。その中から筋量未測定者、身体活動未測定者、身体活動の取り込み基準を満たさなかった者、歩行速度未測定者、要介護認定者、既往に脳卒中やその他の脳疾患がある者を除外し、最終的に173名(平均年齢74.3±5.6歳、女性64.2%)を分析対象とした(図1)。

2. 方法

骨量は右踵骨を測定部位とし、QUS(FURUNO, CM-200)を用いて超音波伝搬速度(Speed of Sound: 以下、SOS)を測定した。我が国における骨粗鬆症の診断基準

は、骨密度が若年平均値(Young Adult Mean: 以下、YAM)の70%以下とされている¹⁵⁾。そのため、本研究においてもSOSの%YAMが70%以下の者を骨量低下とした。測定方法は、右踵骨側面をアルコール綿で拭き、スタンドオフの先端部分に超音波用ゼリーを塗布し、座位にて足置き台に右足を乗せ、足のサイズに合わせて足置き台の位置を調整し、スタンドオフで右踵骨中央を挟みSOSを測定した¹⁶⁾。

筋量は生体電気インピーダンス法による体成分分析装置(インボディ・ジャパン, InBody470)にて四肢骨格筋量を測定し、身長²で除した四肢骨格筋指数(Appendicular Skeletal Muscle Mass Index: 以下、ASMI)を算出した。ASMIはアジアサルコペニアワーキンググループ2019(Asian Working Group for Sarcopenia 2019: 以下、AWGS2019)の基準を用いて、男性7.0 kg/m²、女性5.7 kg/m²未満を筋量低下とした¹⁷⁾。

これらの骨量低下、筋量低下の基準を用い、骨量・筋量ともに低下していない者を正常群、骨量のみ低下している者を骨量低下群、筋量のみ低下している者を筋量低下群、骨量・筋量ともに低下している者を骨量・筋量低下群の4群に分類した。

身体活動量は3軸加速度計(Omron Healthcare, HJA-750C Active style Pro)を用いて1日あたりの歩数と10秒間隔のMETsを測定した¹⁸⁾。測定方法は、HJA-750Cを腰部に装着するよう指導し、装着期間は連続した14日間とした。採用基準として起床から就寝までの1日10時間以上装着した日数が4日以上ある者とした¹⁹⁾。入浴や水泳など本体が濡れるような活動に関しては取り外すよう指導した。METsのカットオフポイントとして、1.5 METs未満を座位行動、3.0 METs以上をMVPAとし²⁰⁾、座位行動とMVPAの1日あたりの時間を算出し、基準を満たした日数の平均値で解析を行った。さらに座位行動時間、MVPA時間、歩数を四分位に分け、座位行動時間は上位25%の座位時間が長い者を座位行動時間延長、MVPA時間は下位25%のMVPA時間が短い者をMVPA時間低下、歩数は下位25%の歩数が少ない者を歩数低下とした。

その他の変数として、本研究では年齢、性別、身長、体重、Body Mass Index(以下、BMI)、快適歩行速度、老年期うつ病評価尺度(Geriatric Depression Scale 15: 以下、GDS-15)を測定した。歩行速度は、計測区間10mの前後に2mの加速・減速路を設けた歩行路(14m)で快適歩行時間を計測し、10mを快適歩行時間で除した値を用いた。快適歩行速度はAWGS2019をもとに、快適歩行速度が1.0 m/s未満を歩行速度低下とした¹⁷⁾。うつ傾向の評価はGDS-15を使用し²¹⁾、5点以上をうつ傾向と判定した²²⁾。

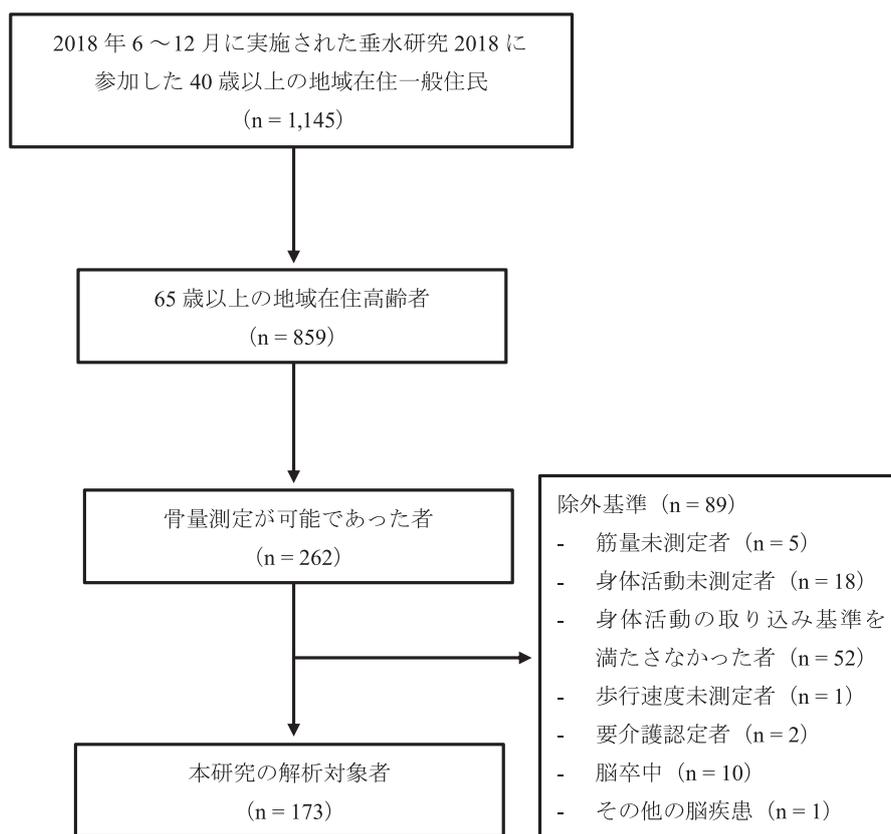


図1 参加者の選択基準

3. 解析方法

正常群, 骨量低下群, 筋量低下群, 骨量・筋量低下群の4群において, 年齢, BMI, GDS-15, 歩行速度, ASMI, 座位行動時間, MVPA 時間, 歩数を一元配置分散分析, 性別の割合を Mantel-Haenszel の傾向性の検定で比較した。各群における座位行動時間延長の有無, MVPA 時間低下の有無, 歩数低下の有無の割合は Mantel-Haenszel の傾向性の検定を用いて解析した。さらに従属変数を座位行動時間延長, MVPA 時間低下, 歩数低下の有無とし, 独立変数に正常群, 骨量低下群, 筋量低下群, 骨量・筋量低下群とした二項ロジスティック回帰分析を行った(共変量: 年齢5歳階級, 性別, うつ傾向, 歩行速度低下)。統計解析は SPSS version 25.0 を使用し, 有意水準は5%とした。

4. 研究倫理

本研究は鹿児島大学疫学研究等倫理委員会の承認(170351 疫), 鹿児島医療技術専門学校研究倫理委員会の承認(18012)を得て実施した。事前に書面と口頭にて研究の目的・趣旨を説明して同意を得た者を対象者とし, ヘルシンキ宣言に基づく倫理的配慮を十分に行った。

結 果

4群における各変数の特性を表1に示す。正常群58

名(33.5%), 骨量低下群52名(30.1%), 筋量低下群26名(15.0%), 骨量・筋量低下群37名(21.4%)であった。4群に有意差を認めた変数として, 年齢($p < 0.001$), 女性の割合($p = 0.003$), BMI($p < 0.001$), 歩行速度($p = 0.023$), ASMI($p < 0.001$), % YAM($p < 0.001$), MVPA 時間($p = 0.001$), 歩数($p = 0.004$)であった。

4群における座位行動時間延長(399.0分/日以上), MVPA 時間低下(45.0分/日以下), 歩数低下(3,144.5歩/日以下)の割合を図2に示す。正常群, 骨量低下群, 筋量低下群, 骨量・筋量低下群における座位行動時間延長の割合は, 24.1%, 13.5%, 38.5%, 35.1%で4群において有意な傾向は認めなかった($p = 0.249$)。MVPA 時間低下の割合は, 各群で19.0%, 17.3%, 15.4%, 51.4%と有意な傾向を認めた($p = 0.001$)。また歩数低下の割合においても, 各群において12.1%, 28.8%, 19.2%, 43.2%と有意な傾向を認めた($p = 0.002$)。

さらに, 従属変数を座位行動時間延長, MVPA 時間低下, 歩数低下とした二項ロジスティック回帰分析の結果, 骨量・筋量低下群は正常群と比べてMVPA 時間が有意に低下していた(オッズ比3.29, 95%信頼区間1.04-10.39, $p < 0.05$, 共変量: 年齢(5歳階級), 性別, うつ傾向, 歩行速度低下)。歩数の低下, 座位行動時間の増加は有意な関連を認めなかった(表2)。

表 1 4 群間における各変数の特性

	正常群 (n = 58)	骨量低下群 (n = 52)	筋量低下群 (n = 26)	骨量・筋量低下群 (n = 37)	p 値
年齢, 歳	72.5 ± 4.9	73.6 ± 5.1	74.5 ± 5.1	78.0 ± 6.2	< 0.001 ^a
女性, 名 (%)	28(48.3)	38(73.1)	14(53.8)	31(83.8)	0.003 ^b
BMI, kg/m ²	24.8 ± 3.2	23.9 ± 3.3	22.0 ± 2.7	20.4 ± 2.9	< 0.001 ^a
GDS-15, 点	2.8 ± 3.0	2.2 ± 2.1	2.8 ± 2.9	2.7 ± 2.7	0.401 ^a
歩行速度, m/s	1.3 ± 0.2	1.3 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.2 ± 0.2	0.023 ^a
ASMI, kg/m ²	7.0 ± 0.9	6.5 ± 0.8	5.9 ± 0.8	5.3 ± 0.6	< 0.001 ^a
% YAM, %	81.2 ± 7.4	64.5 ± 4.3	80.1 ± 7.8	62.1 ± 5.4	< 0.001 ^a
座位行動時間, 分/日	330.7 ± 94.1	318.5 ± 73.7	358.8 ± 104.2	350.2 ± 86.5	0.182 ^a
MVPA 時間, 分/日	76.6 ± 31.4	77.2 ± 31.9	77.7 ± 32.8	53.7 ± 27.6	0.001 ^a
歩数, 歩/日	5,607.7 ± 2,789.7	5,180.9 ± 3,051.8	4,923.0 ± 2,397.4	3,531.5 ± 2,143.1	0.004 ^a

a : 一元配置分散分析, b : Mantel-Haenszel の傾向性の検定

BMI : Body Mass Index, GDS-15 : Geriatric Depression Scale 15, ASMI : Appendicular Skeletal Muscle Mass Index, YAM : Young Adult Mean, MVPA : Moderate-to-Vigorous Physical Activity

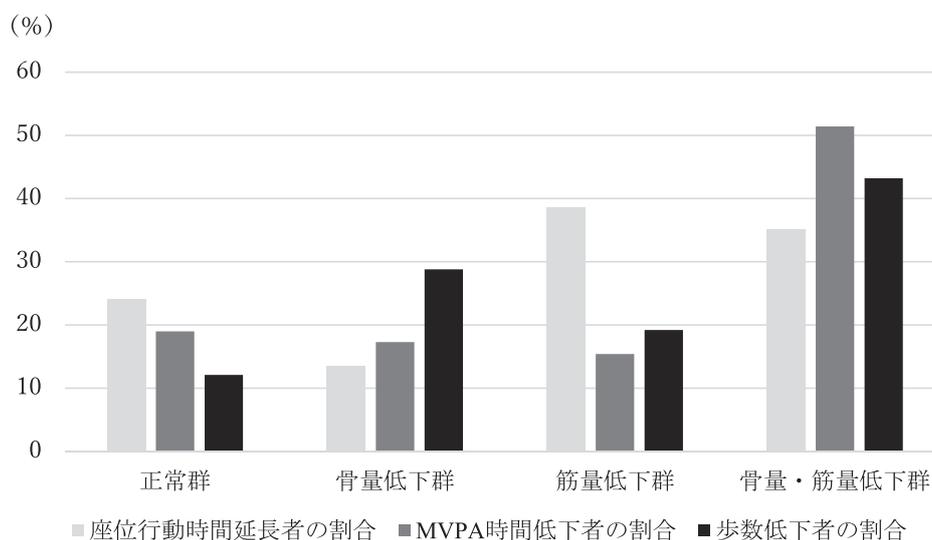


図 2 4 群間における身体活動量低下の割合

Mantel-Haenszel の傾向性の検定 : 座位行動時間延長 $p = 0.249$, MVPA 時間低下 $p = 0.001$, 歩数低下 $p = 0.002$
 座位行動時間延長 : 399.0 分/日以上, MVPA 時間低下 : 45.0 分/日以下, 歩数低下 : 3,144.5 歩/日以下

表 2 身体活動低下における 4 群のオッズ比

	座位行動時間延長	MVPA 時間低下	歩数低下
	オッズ比 (95% CI)	オッズ比 (95% CI)	オッズ比 (95% CI)
正常	Reference	Reference	Reference
骨量低下	0.50(0.18-1.40)	0.98(0.32-2.96)	2.65(0.89-7.88)
筋量低下	1.75(0.62-5.95)	0.63(0.16-2.43)	1.61(0.42-6.20)
骨量・筋量低下	2.36(0.82-6.82)	3.29(1.04-10.39)*	2.40(0.89-6.44)

* $p < 0.05$

CI : Confidence interval, MVPA : Moderate-to-Vigorous Physical Activity

考 察

本研究では、骨量低下と筋量低下、さらに両者が併存した者に対し、3軸加速度計を用いてMVPA時間、座位行動時間、歩数を比較した。その結果、正常群と比較して、骨量低下のみ・筋量低下のみの者は身体活動量の低下は認められなかったものの、骨量低下と筋量低下を併存している者は有意にMVPAの時間が減少していることが示唆された。骨量・筋量低下に加え、MVPA時間の減少が転倒・骨折リスクを高める可能性があると考えられる。

サルコペニアと骨粗鬆症は転倒や骨折のリスクが高く、加齢や内分泌、荷重刺激による機械的要因など共通の危険因子を伴うことから²³⁾²⁴⁾、筋と骨の関連性が注目されている。筋から分泌されるフォリスタチンやイリシンなどのマイオカインは、骨の再構築に直接影響を及ぼし、骨吸収を阻害することがわかっている²⁵⁾。また、骨由来のオステオカインであるオステオカルシンとコネキシン43は筋の同化作用と異化作用の調節作用がある²³⁾。これらのマイオカインとオステオカインは運動によって増加し、筋の同化作用と骨形成を促す²⁶⁾。MVPA時間が減少することはマイオカインとオステオカインの両者が減少する可能性があり、骨量低下群、筋量低下群には関連せず、骨量・筋量低下群のみ関連したと考えられる。

近年、骨量低下とサルコペニアを併存している状態をオステオサルコペニアと表現されるようになってきている²⁷⁾²⁸⁾。オステオサルコペニアの有病率は各国によって異なり、10.4～40.0%と報告されている²⁹⁻³¹⁾。我が国におけるオステオサルコペニアの有病率は8%であった³²⁾との報告がある。しかし、オステオサルコペニアの定義については、明確なコンセンサスが得られている状況ではない。特にサルコペニアの定義については、ASMIで判定された筋量低下のみをサルコペニアと表現しているものや、AWGSの基準である筋量低下に加え筋力低下や身体機能低下を定義としているものがある³³⁾。骨量低下と筋量低下をオステオサルコペニアと定義した研究においては、オステオサルコペニアの有病率は21.4～27.9%³¹⁾³⁴⁾と本研究で定義した骨量・筋量低下の割合の21.4%と大きな違いはみられなかった。

今回、MVPA時間と歩数において第1四分位の値をMVPA時間低下(45分/日以下)、歩数低下(3,144歩/日以下)とした。座位行動時間に関しては、第4四分位の値を座位行動時間延長(399分/日以上)としている。MVPAに関して世界保健機関(World Health Organization:以下、WHO)では、週150分以上のMVPA時間を推奨している³⁵⁾。本研究のMVPA時間低下者の基準値は、WHOが推奨する基準値よりも高い値となっている。この理由として、郵送にて参加者を募集しており、

健康志向の高い者に偏っている可能性があること、また今回3軸加速度計の加速度を記録する時間間隔(epoch length)を10秒で設定しており、短時間のMVPAも記録されたことが考えられる。中年者を対象とした先行研究において、epoch lengthが60秒と10秒を比較した場合、1日のMVPAの平均時間はepoch length 60秒で65.0分だったのに対し、epoch length 10秒では92.3分と30分近くの差が生じている³⁶⁾。さらに3軸加速度計の機種によってもMVPAの時間に差が生じていることから³⁷⁾、測定機器や設定方法の影響により、WHOの基準値よりも高い値を示したと考えられる。

本研究では、年齢、性別、うつ傾向、歩行速度低下の有無で調整したロジスティック回帰分析において、骨量・筋量低下群は正常群と比較してMVPA時間が低下していることが示唆された。骨量と筋量の両者に影響する因子として、身体活動が挙げられており³⁸⁾、骨量・筋量低下群は元々身体活動が低下している集団であった可能性がある。また、オステオサルコペニアの者は転倒・骨折リスクが高く³⁹⁻⁴¹⁾、MVPA時間の低下は転倒リスクを高めることから⁴²⁾⁴³⁾、本研究における骨量・筋量低下群は転倒・骨折リスクが高い状況であり、さらにMVPA時間が低下することにより、将来の転倒・骨折リスクを高める可能性がある。骨量低下や筋量低下の単独においては、身体活動の低下と関連性を認めなかった。骨量単独に影響する遺伝的要因⁴⁴⁾や、筋量単独に影響する神経学的要因⁴⁵⁾など、身体活動だけでなく、骨や筋に単独に作用するその他の要因が影響した可能性がある。

座位行動時間や歩数に関しては、ロジスティック回帰分析の結果、有意な関連性を認めなかった。骨量低下に対して抵抗運動やランニングなどの高負荷運動が、骨密度の改善をもたらす⁴⁶⁾とされている。サルコペニアに対しても中強度から高強度の多面的トレーニングが推奨されている⁴⁷⁾。そのため、骨量や筋量に対しては中強度から高強度の負荷が必要であり、骨量・筋量低下群においても座位行動や歩行などの軽い負荷量は関連しなかった可能性がある。

本研究は、我が国の地域在住高齢者における骨量低下、筋量低下、および両者が併存した状態と客観的な指標を用いた身体活動量との関連性を調査した最初の研究である。しかし、いくつかの限界がある。今回、骨量と筋量、さらに身体活動に影響する因子として歩行速度とうつ傾向を共変量とした。しかし、その他に栄養因子やホルモンの影響など考慮できていない。また、郵送にて参加者を募集しており、健康志向の高い者に偏っている可能性があり、選択バイアスの存在は無視できない。さらに、対象者はランダムに選択されておらず、サンプルサイズも計算されていない。測定期間として8～12月

に実施されており、季節による身体活動の違いも考慮されていない。本研究は横断研究であり、骨量・筋量低下とMVPA時間の因果関係は不明であるため、今後は縦断的な研究が必要である。

結 論

本研究において、骨量・筋量低下が併存している高齢者は、MVPA時間が減少していることが示唆された。しかし、骨量低下、筋量低下単独の者は身体活動の低下が認められなかった。骨量低下と筋量低下を併存している者はMVPA時間が減少し、転倒や骨折リスクを高める可能性があることから、骨量と筋量がともに低下している者に対しては、運動や生活上において3 METs以上のMVPAの時間を増加させることが重要であると考えられる。

利益相反

本研究は、長寿医療研究開発費(29-42)およびJSPS科研費JP19H03978(研究者: 牧迫飛雄馬)の助成による研究の一部である。

謝辞: 本研究の実施にあたり、調査にご協力いただきました市民の皆様ならびに垂水市保健課、垂水市立医療センター垂水中央病院の関係各位に深謝いたします。

文 献

- 1) 内閣府: 令和元年高齢社会白書. https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf. (2021年6月1日引用)
- 2) 政府統計: 平成30年 国民生活基礎調査(平成28年)の結果からグラフで見る世帯の状況. https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/20-21-h28_rev2.pdf. (2021年6月1日引用)
- 3) Marshall D, Wedel H: Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures Swedish. *BMJ*. 1996; 312: 1254-1259.
- 4) Johnell O, Kanis JA, *et al.*: Predictive value of BMD for hip and other fractures. *J Bone Miner Res*. 2005; 20: 1185-1194.
- 5) Kim S, Won CW, *et al.*: The Association between the Low Muscle Mass and Osteoporosis in Elderly Korean People. *J Korean Med Sci*. 2014; 29: 995-1000.
- 6) Yoshimura N, Muraki S, *et al.*: Is osteoporosis a predictor for future sarcopenia or vice versa? Four-year observations between the second and third ROAD study surveys. *Osteoporos Int*. 2017; 28: 189-199.
- 7) Johansson J, Nordström A, *et al.*: Objectively measured physical activity is associated with parameters of bone in 70-year-old men and women. *Bone*. 2015; 81: 72-79.
- 8) Chahal J, Lee R, *et al.*: Loading dose of physical activity is related to muscle strength and bone density in middle-aged women. *Bone*. 2014; 67: 41-45.
- 9) Chastin SFM, Mandrichenko O, *et al.*: Associations between objectively-measured sedentary behaviour and physical activity with bone mineral density in adults and older adults, the NHANES study. *Bone*. 2014; 64: 254-262.
- 10) Mijnders DM, Koster A, *et al.*: Physical activity and incidence of sarcopenia: The population-based AGES-Reykjavik Study. *Age Ageing*. 2016; 45: 614-621.
- 11) Steffl M, Bohannon RW, *et al.*: Relationship between sarcopenia and physical activity in older people: a systematic review and meta-analysis. *Clin Interv Aging*. 2017; 12: 835-845.
- 12) Sánchez-Sánchez JL, Mañas A, *et al.*: Sedentary behaviour, physical activity, and sarcopenia among older adults in the TSHA: isotemporal substitution model. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2019; 10: 188-198.
- 13) Shephard RJ, Park H, *et al.*: Objective Longitudinal Measures of Physical Activity and Bone Health in Older Japanese: the Nakanajo Study. *J Am Geriatr Soc*. 2017; 65: 800-807.
- 14) Park H, Park S, *et al.*: Yearlong physical activity and sarcopenia in older adults: The Nakanajo Study. *Eur J Appl Physiol*. 2010; 109: 953-961.
- 15) 折茂 肇: 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2015年版. http://www.josteo.com/ja/guideline/doc/15_1.pdf. (2021年6月1日引用)
- 16) Chin KY, Soelaiman IN, *et al.*: The effects of age, physical activity level, and body anthropometry on calcaneal speed of sound value in men. *Arch Osteoporos*. 2012; 7: 135-145.
- 17) 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.
- 18) Nagayoshi S, Oshima Y, *et al.*: Validity of estimating physical activity intensity using a triaxial accelerometer in healthy adults and older adults. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2019; 5: 1-7.
- 19) Trost SG, McIver KL, *et al.*: Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med Sci Sports Exerc*. 2005; 37: S531-S543.
- 20) McMillan LB, Aitken D, *et al.*: The relationship between objectively assessed physical activity and bone health in older adults differs by sex and is mediated by lean mass. *Osteoporos Int*. 2018; 29: 1379-1388.
- 21) Yesavage JA: Geriatric Depression Scale. *Psychopharmacol bull*. 1988; 24: 709-711.
- 22) Almeida OP, Almeida SA: Short versions of the Geriatric Depression Scale: A study of their validity for the diagnosis of a major depressive episode according to ICD-10 and DSM-IV. *Int J Geriatr Psychiatry*. 1999; 14: 858-865.
- 23) Hirschfeld HP, Kinsella R, *et al.*: Osteosarcopenia: where bone, muscle, and fat collide. *Osteoporos Int*. 2017; 28: 2781-2790.
- 24) Perez-Lopez FR, Ara I: Fragility fracture risk and skeletal muscle function. *Climacteric*. 2016; 19: 37-41.
- 25) Kirk B, Al Saedi A, *et al.*: Osteosarcopenia: A case of geroscience. *Aging Med*. 2019; 2: 147-156.
- 26) Agostini D, Zeppa SD, *et al.*: Muscle and bone health in postmenopausal women: Role of protein and vitamin D supplementation combined with exercise training. *Nutrients*. 2018; 10: 1103.
- 27) Binkley N, Buehring B: "Beyond FRAX: it's time to consider [sarco-osteopenia]." *J clin densitom*. 2009; 12: 413-416.
- 28) Kull M, Kallikorm R, *et al.*: Impact of a new sarcopenia definition on health-related quality of life in a population-based cohort in Northern Europe. *J clin densitom*. 2012; 15: 32-38.
- 29) Huo YR, Suriyaarachchi P, *et al.*: Phenotype of Osteo-

- sarcopenia in Older Individuals With a History of Falling. *J Am Med Dir Assoc.* 2015; 16: 290-295.
- 30) Wang YJ, Wang Y, *et al.*: Sarco-osteoporosis: Prevalence and association with frailty in Chinese community-dwelling older adults. *Int J Endocrinol.* 2015; 2015: 482940.
- 31) Drey M, Sieber CC, *et al.*: Osteosarcopenia is more than sarcopenia and osteopenia alone. *Aging clin exp res.* 2016; 28: 895-899.
- 32) Kobayashi K, Imagama S, *et al.*: Epidemiology and effect on physical function of osteosarcopenia in community-dwelling elderly people in Japan. *Mod Rheumatol.* 2020; 30: 592-597.
- 33) Nielsen BR, Abdulla J, *et al.*: Sarcopenia and osteoporosis in older people: a systematic review and meta-analysis. *European Geriatric Medicine.* 2018; 9: 419-434.
- 34) Genaro PS, Pereira GAP, *et al.*: Influence of body composition on bone mass in postmenopausal osteoporotic women. *Arch Gerontol Geriatr.* 2010; 51: 295-298.
- 35) World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. 2010. <https://www.who.int/dietphysicalactivity/global-PA-recs-2010.pdf>. (2021年11月25日引用)
- 36) 中田良夫, 大河原一憲, 他: 3軸加速度計 Active Style Pro を用いた身体活動量評価において epoch length が解析結果に及ぼす影響. *運動疫学研究.* 2012; 14: 143-150.
- 37) Yano S, Koohsari MJ, *et al.*: Assessing physical activity and sedentary behavior under free-living conditions: Comparison of active style pro HJA-350IT and actigraphm GT3X+. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 16: 3065.
- 38) Curtis E, Litwic A, *et al.*: Determinants of Muscle and Bone Aging. *J Cell Physiol.* 2015; 230: 2618-2625.
- 39) Huo YR, Suriyaarachchi P, *et al.*: Comprehensive nutritional status in sarco-osteoporotic older fallers. *J Nutr Health Aging.* 2015; 19: 474-480.
- 40) Ilesanmi-Oyelere BL, Roy NC, *et al.*: Associations between self-reported physical activity, heel ultrasound parameters and bone health measures in post-menopausal women. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 16: 3177.
- 41) Westbury LD, Dodds RM, *et al.*: Associations Between Objectively Measured Physical Activity, Body Composition and Sarcopenia: Findings from the Hertfordshire Sarcopenia Study (HSS). *Calcif Tissue Int.* 2018; 103: 237-245.
- 42) Buchner DM, Rillamas-sun E, *et al.*: Accelerometer-Measured Moderate to Vigorous Physical Activity and Incidence Rates of Falls in Older Women. *J Am Geriatr Soc.* 2018; 65: 2480-2487.
- 43) Jefferis BJ, Merom D, *et al.*: Physical Activity and Falls in Older Men: The Critical Role of Mobility Limitations. *Med Sci Sports Exerc.* 2015; 47: 2119-2128.
- 44) Runyan, SM, Stadler DD, *et al.*: Familial resemblance of bone mineralization, calcium intake, and physical activity in early-adolescent daughters, their mothers, and maternal grandmothers. *J Am Diet Assoc.* 2003; 103: 1320-1325.
- 45) Tagliaferri C, Wittrant Y, *et al.*: Muscle and bone, two interconnected tissues. *Ageing Res Rev.* 2015; 21: 55-70.
- 46) Fatima M, Brennan-Olsen SL, *et al.*: Therapeutic approaches to osteosarcopenia: insights for the clinician. *Ther adv musculoskelet dis.* 2019; 11: 1759720X19867009.
- 47) Nascimento CM, Ingles M, *et al.*: Sarcopenia, frailty and their prevention by exercise. *Free Radic Biol Med.* 2019; 132: 42-49.

〈Abstract〉

Associations between Low Bone Mass, Low Muscle Mass, and Physical Activity in Community-dwelling Older Adults

Yoshiaki TANIGUCHI, PT, MS

Graduate School of Health Sciences, Kagoshima University

Department of Physical Therapy, Kagoshima Medical Professional College

Hyuma MAKIZAKO, PT, PhD

School of Health Sciences, Faculty of Medicine, Kagoshima University

Yuki NAKAI, PT, PhD

Department of Mechanical Systems Engineering, Faculty of Engineering, Daiichi Institute of Technology

Kazutoshi TOMIOKA, PT, MS, Toshihiro TAKENAKA, MD, PhD

Tarumizu Municipal Medical Center, Tarumizu Chuo Hospital

Takuro KUBOZONO, MD, PhD, Mitsuru OHISHI, MD, PhD

Department of Cardiovascular Medicine and Hypertension, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Kagoshima University

Objective: The purpose of this study was to examine the relationship between low bone mass, low muscle mass, and physical activity in community-dwelling older adults.

Methods: Data obtained from 173 older adults who participated in a community-based health-check survey (Tarumizu Study 2018) were analyzed. Bone mass was measured using the speed of sound (SOS) of the calcaneal bone and was considered low when the percentage of the %YAM of the SOS was $\leq 70\%$. Muscle mass was assessed based on the criteria for sarcopenia by the AWGS. Physical activity was measured using an accelerometer to determine whether there was an increase in sedentary activity time, a decrease in MVPA time, and a decrease in step count Classified. The groups were classified into healthy (normal bone and muscle masses), low bone mass (only bone mass decreased), low muscle mass (only muscle mass decreased), and low bone/muscle mass groups (both bone and muscle masses decreased).

Results: As a result of logistic regression analysis, MVPA time was significantly decreased in the bone loss and muscle loss groups compared with the normal group (odds ratio, 3.29; $p < 0.05$; covariates: age [5 years], sex, depression tendency, and decreased walking speed).

Conclusion: This study indicated that MVPA levels were lower in the older adults who had lower bone and muscle masses.

Key Words: Osteosarcopenia, Physical Activity, MVPA, Community-dwelling older adults

症例報告

歩行中の機能的電気刺激療法により痙縮減弱を認めた 多発性硬化症の一例*

西角 暢修^{1) #} 若杉 樹史¹⁾ 水野 貴文¹⁾ 山内 真哉¹⁾
笹沼 直樹¹⁾ 内山 侑紀²⁾ 道免 和久²⁾

要旨

【目的】 二次進行型 MS 患者の下腿三頭筋の痙縮に対して、FES を前脛骨筋に実施し、痙縮の減弱に伴い歩行能力向上を認めたため報告する。【症例】 40 歳台男性。再発と寛解を繰り返している MS 患者で、今回 4 度目の再発にて歩行困難となり入院。ステロイドパルス療法が施行されたが、右下腿三頭筋の痙縮や前脛骨筋の筋力低下が残存し、歩行が不安定であった。【方法】 FES は、歩行練習中に右前脛骨筋に対して 5 日間実施した。評価は、介入前後で MAS や足クローヌス、6 分間歩行距離などを測定した。【結果】 FES 介入前後で MAS は 2 → 1+、クローヌススコアは 4 → 1、6 分間歩行距離は 80 m → 150 m であった。【結論】 前脛骨筋への FES は、即時的に下腿三頭筋の痙縮を減弱させ、立脚期の反張膝や遊脚期での躓きが減少することで、歩行能力を向上させる可能性があることが示唆された。

キーワード 痙縮、機能的電気刺激療法、多発性硬化症

はじめに

多発性硬化症 (Multiple Sclerosis: 以下, MS) は中枢神経系の炎症性脱髄疾患であり、脳・視神経・脊髄といった中枢神経系に病変が認められ、痙縮や筋力低下、易疲労性、Uhthoff 徴候、視力障害、異常感覚など様々な症状が出現する¹⁾。特に痙縮は MS 患者の 90% に出現し、抗痙縮薬が用いられることがあるが、有効性は 70% と報告されており²⁾、代替治療として機能的電気刺激療法 (Functional Electrical Stimulation: 以下, FES) や経皮的電気刺激療法 (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation: 以下, TENS) が報告されている。先行研究では、発症から平均 15.3 年経過した MS 患者に対してペダリング運動と併用した FES を大腿四頭筋とハムストリングスに 14 日間実施し、Modified Ashworth Scale

(以下, MAS) が 0.62 減少したと報告されている³⁾。また、発症から平均 7.2 年経過した MS 患者に対して抗痙縮薬もしくは下肢に TENS を 4 週間実施した報告では、MAS の減少は抗痙縮薬群が左右とも 0.58、TENS 群が左 1.04、右 1.12 であり、TENS 群で有意に減少したと報告されている⁴⁾。いずれの治療も数週間での治療効果は検討されているが、即時的に痙縮を減弱させた報告は少ない。

また、疾患の経過からみた予後不良因子としては、二次進行型への移行がある⁵⁾。95% は再発寛解型で発症し、その約 50% は発症から 15～20 年で 32～58% が二次進行型へ移行する⁶⁾ とされているが、二次進行型 MS 患者に対する FES の有効性は十分に検討されていない。

今回は 4 度の再発と寛解を繰り返し、二次進行型への移行が疑われた MS 患者を担当する機会を得た。本症例は右下腿三頭筋に痙縮を認め、歩行時に立脚期では反張膝が出現し、遊脚期では足関節背屈が不十分で躓くため歩行が不安定な状態であった。下腿三頭筋の痙縮減弱と足関節背屈筋力の代償を目的に、右前脛骨筋に対する筋電誘発型電気刺激を用いた FES を歩行中に実施したことで、痙縮を即時的に減弱することができた症例を経験する機会を得たのでその方法論を提示するとともに改善

* A Case of Multiple Sclerosis with Spasticity Reduction by Functional Electrical Stimulation during Walking

1) 兵庫医科大学病院リハビリテーション技術部 (〒663-8501 兵庫県西宮市武庫川町 1-1) Nobuyoshi Nishikado, PT, MSc, Tatsushi Wakasugi, PT, Takafumi Mizuno, PT, Shinya Yamauchi, PT, Naoki Sasanuma, PT, PhD: Department of Rehabilitation, Hyogo College of Medicine College Hospital

2) 兵庫医科大学リハビリテーション医学講座 Yuki Uchiyama, MD, Kazuhisa Domen, MD: Department of Rehabilitation Medicine, Hyogo College of Medicine

E-mail: nnishikado@gmail.com (受付日 2021 年 5 月 25 日 / 受理日 2021 年 11 月 19 日) [J-STAGE での早期公開日 2022 年 1 月 25 日]

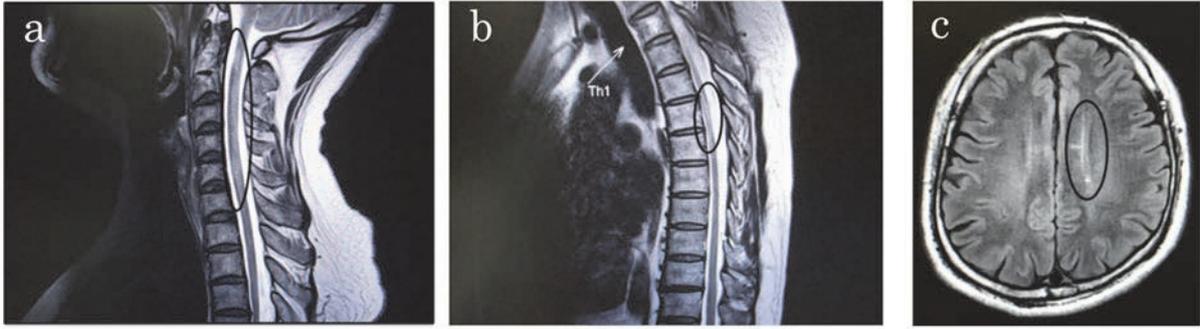


図1 画像所見

a: 頸椎 MRI

b: 胸椎 MRI

c: 脳 MRI T2 FLAIR (側脳室レベル)

MRI: Magnetic Resonance Imaging

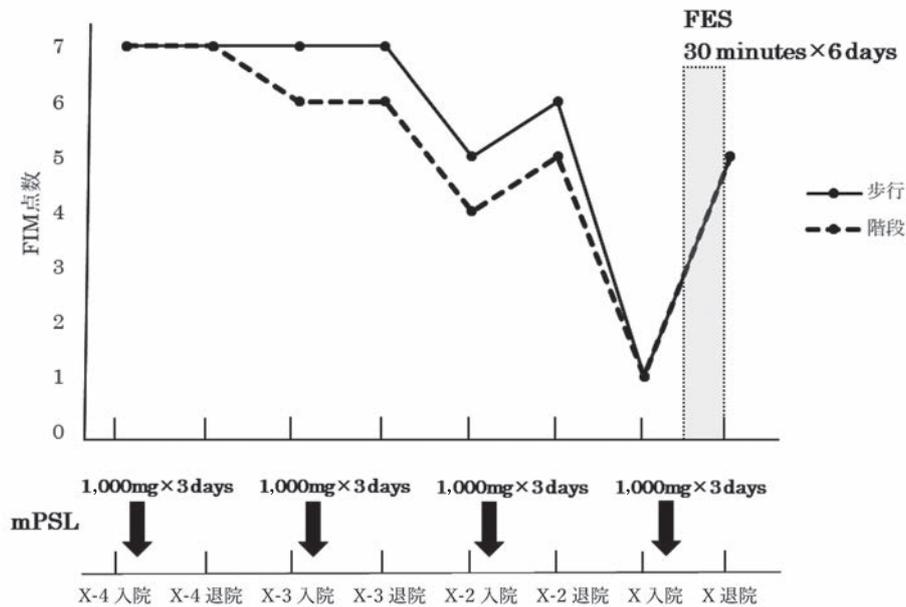


図2 現病歴のFIM下位項目(歩行, 階段)の経過

mPSL: メチルプレドニゾロン, FES: Functional electrical stimulation

過程について報告する。

症例紹介

40歳台男性, 身長167.0 cm, 体重85.2 kg, BMI 30.5 kg/m²。主訴は下肢の痙縮・筋力低下と歩行困難。診断名はMSの再発。画像所見はMagnetic Resonance Imagingにて第2-5頸髄, 第2-3, 5-6胸髄, 脳梁膝部・側脳室周囲に高信号あり(図1)。既往歴は副鼻腔炎, ラムゼーハント症候群。入院前日常生活動作(Activities of Daily Living: 以下, ADL)は両T字杖歩行にてADL自立。職業は工場勤務であったが退職し現在は無職。家屋環境は2階建て一軒家で2階がリビング。ニードは屋内歩行と階段昇降自立。現病歴はX-7年に左視力障害, X-6年に四肢のしびれを自覚するもいずれも自然寛解。X-4年に両上肢のしびれと左上肢の筋力低下があり, 当

院受診されMSと確定診断。ステロイドパルス療法にて寛解。X-3年・X-2年に再発したが, いずれもステロイドパルス療法にて寛解。今回, X年に下肢筋力低下と歩行困難で当院受診, MSの再発と診断され当院入院となる。第1-3病日に1クール目のステロイドパルス療法が施行されたが, 治療効果が限定的で筋力低下や痙縮が残存し, 再発寛解型から二次進行型に移行したことが疑われた。治療効果が乏しいことや副作用の懸念があり2クール目のステロイドパルス療法は実施されず, 第6病日から理学療法開始となった。血漿交換療法や免疫抑制剤の導入が検討されたが, いずれも入院中は実施せず退院後に外来で免疫抑制剤導入予定となる。また抗痙縮薬の内服はなかった。現病歴の経過はFunctional Independence Measure(以下, FIM)の下位項目(歩行と階段昇降)で寛解と増悪と繰り返していた(図2)。過

表 1 理学療法評価の結果

		初期 (第 11 病日)	最終 (第 20 病日)
体重 (kg)		85.2	84.0
BMI (kg/m ²)		30.5	30.1
MAS (右 / 左)	足関節背屈	2/1+	1+/1+
クロウンスコア (右 / 左)	足クロウンス	4/1	1/1
ROM (右 / 左) (°)	足関節背屈	5/10	5/10
	足関節底屈	55/55	55/55
MMT (右 / 左)	体幹屈曲	4	4
	股関節屈曲	2/3	2/3
	膝関節伸展	4/5	4/5
	足関節背屈	2/5	3/5
握力 (右 / 左) (kg)		33.1/40.5	40.9/42.9
最大等尺性膝関節伸展筋力 (右 / 左) (kgf)		22.8/29.2	22.9/25.2
最大歩行速度 (m / 秒)		0.37	0.45
TUG (秒)		31.4	23.8
6 分間歩行距離 (m)		80	150
FIM 全項目		95	114
FIM 運動項目		60	79
FIM 認知項目		35	35

ROM: Range of Motion, MAS: Modified Ashworth Scale, MMT: Manual Muscle Testing, TUG: Timed Up and Go Test, FIM: Functional Independence Measure

去の再発ではステロイドパルス療法が著効し、入院中の理学療法では歩行や階段昇降練習が実施され、歩行自立で自宅退院となっていた。

1. 初期評価 (第 11 病日)

痙縮の評価は MAS とクロウンスコアで実施した。MAS は辻らの方法⁷⁾ に準じて端座位で実施し、その際に出現した足クロウンスを Bayram らが報告したクロウンスコア⁸⁾ で判定した。

初回評価時の結果は表 1 に示す。右足関節背屈の MAS は 2、右足クロウンスコアは 4 (クロウンス持続時間 15 秒以上) と右下腿三頭筋に痙縮による被動抵抗の増加・筋緊張亢進を認め、右足関節背屈 Range of Motion (以下, ROM) は 5° であった。筋力は右股関節屈曲と右足関節背屈は Manual Muscle Testing (以下, MMT) 2 レベルであった。握力や最大等尺性膝関節伸展筋力は右側で低値を示した。歩行能力において最大歩行速度は 0.37 m / 秒, Timed Up and Go Test (以下, TUG) は 31.4 秒, 6 分間歩行距離は 80 m。両ロフトランド杖歩行は右初期接地が足底接地であり、立脚中期に軽度の反張膝、遊脚期に躓きを認めた。また易疲労性を認め、連続歩行距離は 20 m。FIM は 95 点であった。

2. 理学療法介入

理学療法介入は 5 回 / 週, 60 分 / 日の頻度で実施した。

理学療法は両下腿三頭筋のストレッチや下肢筋力強化実施後に、両 T 字杖歩行練習から開始した。歩行時に T 字杖を把持している両上肢の易疲労性の訴えが強く、第 11 病日から両ロフトランド杖に変更して歩行練習を行った。同日から両ロフトランド杖での階段昇降練習を追加した。第 15 病日より FES を併用した両ロフトランド杖での歩行練習を開始し退院前日の第 20 病日まで実施した。FES は使用機器が IVES+ (オージー技研社製, 岡山) で、刺激モードはパワーアシスト (随意運動時に生じる活動電位を表面電極で測定し、設定された閾値を超えると電気刺激が誘発されるモード)、波形は対称性二相性パルス、周波数は 20 Hz、パルス幅は 50 μ s の 6 トレイン (計 300 μ s)、電極貼付部位は前脛骨筋運動点と前脛骨筋筋腹に電極間は約 5 cm 離して貼付し、刺激強度は最小 30%、最大 100% (運動閾値上で十分な足関節背屈運動が出現する強度)、感度は初期接地と遊脚期における前脛骨筋の随意運動によって電気刺激が誘発される閾値に設定し、全治療時間は歩行練習中の約 30 分間 / 日で実施した。FES の治療時間はペダリング運動と FES を併用した介入を実施し、筋疲労に伴う筋力低下や痙縮増加を認めなかった報告⁹⁾ の負荷量と同様の 30 分間に設定した。FES 実施前と実施中の両ロフトランド杖歩行を図 3 に示す。FES 中は右初期接地では踵接地が出現し、右立脚中期の反張膝が軽減、右遊脚期では躓き回数が減少した。

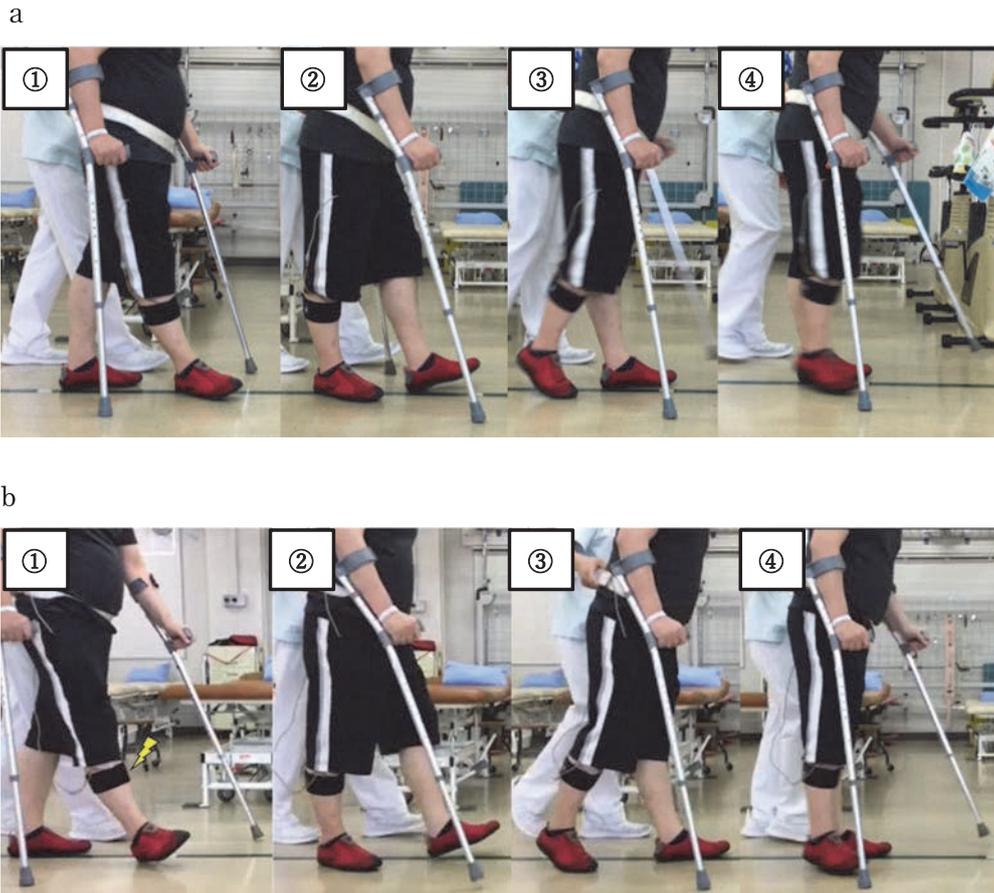


図3 FESを用いた歩行練習場面
 a: FESなし, b: FES併用時
 ①右初期接地, ②右立脚中期, ③右立脚終期, ④右遊脚期

3. 最終評価 (第20病日)

最終評価時の結果を表1に示す。初期評価からの変化は、筋緊張が右足関節背屈のMASは2から1+, 右足クローヌスコアは4 (クローヌス持続時間15秒以上) から1 (クローヌス持続時間1~4秒) と右下腿三頭筋の被動抵抗は低下したが、右足関節背屈ROMは5°から変化はなかった。筋力は右足関節背屈のMMTが2から3, 歩行能力において、最大歩行速度は0.37 m/秒から0.45 m/秒, TUGは31.4秒から23.8秒, 6分間歩行距離は80 mから150 mに変化した。

FES開始後からの右足クローヌスコアの変化を図4に示す。初回のFES前後で4から2と即時効果があり、3回目の介入後以降は1まで低下し維持された。両口フストランド杖歩行では、右初期接地に踵接地がみられ、右立脚中期の反張膝が軽減、右遊脚期では躓き回数が減少した。

FIMは95から114点と移乗・移動の項目が改善した。特に歩行や階段昇降は入院時に全介助であったが、退院前に口フストランド杖を購入され、自宅内は両口フストランド杖歩行にて自立、階段昇降は監視、屋外は介助での車いす移動で自宅退院となった。

考 察

本症例はMSの4度目の再発に対してステロイドパルス療法が実施されたが、右下腿三頭筋の痙縮や右前脛骨筋の筋力低下によって歩行障害を呈していた。歩行時の右下腿三頭筋の痙縮抑制や右足関節背屈の代償を目的として、歩行中にFESを右前脛骨筋に対して行い、歩行能力の改善を認めた。本症例は、FES介入前後において6分間歩行距離が70 m増加した。この結果は脳卒中のMinimal Clinically Important Difference (以下, MCID)である50 m¹⁰⁾より大きい増加であった。表1に示すように、前脛骨筋へのFESによって右下腿三頭筋の痙縮が減弱したことで、右立脚期での反張膝の軽減や、右遊脚期での躓き回数が減少したためと考えられた。電気刺激における痙縮減弱の機序は、痙縮筋の拮抗筋に対して実施し、Ia求心性線維に対する刺激による、Ia抑制性介在神経を介した相反抑制の増強により痙縮筋の脊髄運動神経の活動が低下することで生じると報告されている¹¹⁾。MSの痙縮に対するFESの先行研究では、FESをペダリング運動時の随意運動と併用しMASの低下を認めている³⁾¹²⁾。本症例はFESを併用した歩行練

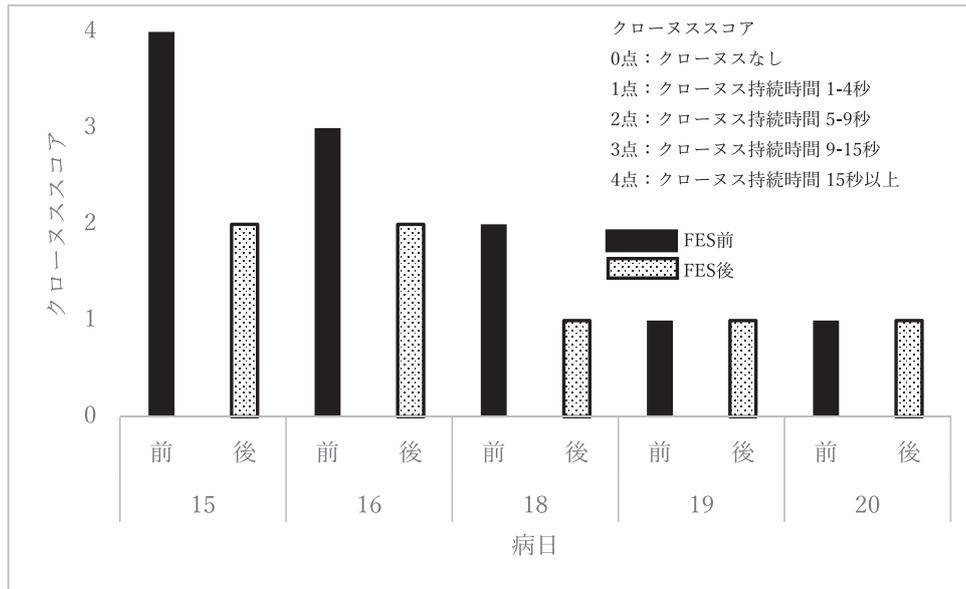


図4 FES併用での歩行練習前・後の足クロノススコアの経過

習後に MAS やクロノススコアの低下を即時的に認めており、相反抑制の機序で痙縮が減弱した可能性が推察される。痙縮減弱効果については図4に示すように痙縮の減弱効果は FES 介入後もクロノススコアで翌日以降も持続した。これは介入による一時的な相反抑制の影響だけでないと考えられ、電気刺激の促進効果で介入後に前脛骨筋の筋出力が増加したことで継続的に下腿三頭筋に相反抑制が働いた可能性がある。しかし FES は 6 日間のみ介入であったため、長期的な効果については不明である。

筋力は FES を実施した前脛骨筋のみで MMT2 から 3 に増加した。この改善は電気刺激による促進効果と下腿三頭筋の痙縮減弱が影響したと考えられた。また、歩行能力において最大歩行速度の増加は、0.08 m/秒と脳卒中中の MCID である 0.1 m/秒¹⁰⁾ 以下であったが、TUG は介入前後で 7.6 秒短縮し、脳卒中中の Minimal Detectable Change である 2.9 秒¹³⁾ 以上の改善であった。右立脚期での反張膝の軽減や、右遊脚期での躓き回数が減少したためと推察される。日常生活動作において FIM 運動項目は、介入前後で 19 点増加し、脳卒中中の MCID である 17 点¹⁴⁾ を超える結果であった。移乗や歩行では右下腿三頭筋の痙縮減弱や右前脛骨筋の筋出力増加により、遊脚期での躓き回数が減少したため転倒リスクが減少し、修正自立での動作獲得に至ったと考えられた。階段昇降では同様に昇降時に段鼻に足尖が引っ掛かることがなくなり、監視での動作獲得に至ったと考えられた。

内科的治療の影響についてはステロイドパルス療法が 1クール実施されたものの発症から少なくとも 7 年以上経過しており、病期が二次進行型に移行していたため治療効果が乏しかったと考えられた。ステロイドパルス療

法の治療効果は実施後 5～7 日目に評価され、1クール目がもっとも治療効果が大きい¹⁵⁾。本症例はステロイドパルス療法の治療効果が乏しいことが確認された後、第 6 病日から理学療法を開始し初期評価は第 11 病日に実施している。また、FES は第 15 病日から実施しているためステロイドパルス療法の影響は限定的だと考えられた。また入院中にステロイドパルス治療以外の治療はされておらず、抗痙縮薬の内服もないため結果への影響は少ないと考えられた。

MS に対する FES の有害事象は先行研究で報告されておらず⁹⁾、また本症例においても FES による遅発性筋痛や筋損傷、Uhthoff 徴候の増悪などの有害事象はなかったため、安全な手法であると考えられた。

本報告の限界として、痙縮評価は MAS やクロノススコアの徒手的な方法のみであり、筋電図学的評価を実施していないため、痙縮の減弱が筋線維の伸張性や粘弾性などの非反射性要素によって改善した影響を除外できていないことである。また歩行時の関節角度などの変化については、動作解析装置を用いていないため、詳細な解析をするまでに至っていない。内科的治療についてはステロイドパルス療法前に理学療法を実施していないため痙縮評価をしておらず、痙縮に及ぼした影響が不明である。他の理学療法については下腿三頭筋のストレッチを実施しており、FES 単独の痙縮減弱効果ではない可能性がある。

結 論

二次進行型 MS 患者に対して、歩行時の下腿三頭筋の痙縮減弱を目的に前脛骨筋への FES を 5 日間実施した。FES は相反抑制により拮抗筋である下腿三頭筋の痙縮

を即時的に減弱させる可能性があることが示唆された。

倫理的配慮

対象者には本症例報告の趣旨を説明し、口頭にて同意を得た。

利益相反

本症例報告について開示すべきCOIはない。

文 献

- 1) 日本神経学会ホームページ 多発性硬化症・視神経脊髄炎診療ガイドライン 2017. https://www.neurology-jp.org/guidelinem/koukasyo_onm_2017.html (2021年11月18日引用)
- 2) Miller L, Mattison P, *et al.*: The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on spasticity in multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2007; 13: 527-533.
- 3) Szecsi J, Schlick C, *et al.*: Functional electrical stimulation-assisted cycling of patients with multiple sclerosis: Biomechanical and functional outcome – A pilot study. *J Rehabil Med.* 2009; 41: 674-680.
- 4) Shaygannejad V, Janghorbani M, *et al.*: Comparison of the effect of baclofen and transcutaneous electrical nerve stimulation for the treatment of spasticity in multiple sclerosis. *Neurol Res.* 2013; 35: 636-641.
- 5) Degenhardt A, Ramagopalan SV, *et al.*: Clinical prognostic factors in multiple sclerosis: a natural history review. *Nat Rev Neurol.* 2009; 5: 672-682.
- 6) Tremlett H, Zhao Y, *et al.*: New perspectives in the natural history of multiple sclerosis. *Neurology.* 2010; 74: 2004-2015.
- 7) 辻 哲也, 太田哲生, 他: 脳血管障害片麻痺患者における痙縮評価— Modified Ashworth Scale (MAS) の評価者間信頼性の検討—. *リハビリテーション医学.* 2002; 39: 409-415.
- 8) Bayam S, Sivrioglu K, *et al.*: Low-dose botulinum toxin with short-term electrical stimulation in poststroke spastic drop foot A Preliminary Study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005; 85: 75-81.
- 9) Backus D, Moldavskiy M, *et al.*: Effects of Functional Electrical Stimulation Cycling on Fatigue and Quality of Life in People with Multiple Sclerosis Who Are Non-ambulatory. *Int J MS Care.* 2020; 22: 193-200.
- 10) Perera S, Mody SH, *et al.*: Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2006; 54: 743-749.
- 11) 山口智史: 痙縮に対する物理療法. *Journal of Clinical Rehabilitation.* 2017; 26: 648-652.
- 12) Krause P, Szecsi J, *et al.*: FES cycling reduces spastic muscle tone in a patient with multiple sclerosis. *Neuro Rehabilitation.* 2007; 22: 335-337.
- 13) Flansbjerg U, Holmback AM, *et al.*: Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *J Rehabil Med.* 2005; 37: 75-82.
- 14) Beninato M, Gill-Body KM, *et al.*: Determination of the minimal clinically important difference in the FIM instrument in patients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006; 87: 32-39.
- 15) Kira J, Yamasaki R, *et al.*: Efficacy of methylprednisolone pulse therapy for acute relapse in Japanese patients with multiple sclerosis and neuromyelitis optica: A multicenter retrospective analysis – 1. Whole group analysis. *Clin Exp Neuroimmunol.* 2013; 4: 305-317.

症例報告

首下がり症状を呈した変形性頸椎症症例に対する 脊柱アライメントの改善を指向した 理学療法介入の効果検討*

佐野裕基^{1) #} 遠藤健司²⁾ 土田 奨¹⁾ 六本木さくら¹⁾
荒井美美¹⁾ 高橋亮吾¹⁾ 石山昌弘¹⁾ 長田卓也¹⁾
上野竜一¹⁾ 山本謙吾¹⁾²⁾

要旨

【目的】首下がり症状を呈した変形性頸椎症2症例の前方注視障害に対して、腰椎・骨盤矢状面アライメントの改善をめざした理学療法の有効性について検討することを目的とした。【症例】変形性頸椎症を既往とし、首下がり症状が出現した2症例であった。両症例の立位姿勢は全脊柱アライメントより、頸部屈曲位、胸椎後弯、後方重心、また症例1は腰椎前弯代償、症例2は骨盤後傾代償が認められた。【経過】両症例ともに頸部および、腰椎・骨盤帯に対する理学療法を実施した。いずれも介入3ヵ月で頸胸椎アライメントが改善し、一時的に前方注視可能となり、6ヵ月で腰椎・骨盤帯アライメントが改善し、長時間前方注視可能となった。【結論】首下がり症状による前方注視障害の改善には頸部自動伸展機能の改善に加えて、矢状面上における脊柱全体と骨盤帯のバランスが取れた立位姿勢をめざした介入が有効であると考えられた。
キーワード 首下がり症候群、前方注視障害、全脊柱矢状面アライメント

はじめに

首下がり症候群 (Dropped Head Syndrome: 以下, DHS) とは頸部伸筋群の著明な筋力低下によって、頸部中間位保持が困難となる一連の症候群である¹⁾。診断定義は未だ確立されていないが、典型的な症状は、時間経過に伴って首が下がり、chin-on-chest deformity を呈するが、他動的な頸部伸展可動域は有していることが特徴である¹⁻³⁾。主要な臨床障害は頭部下垂による前方注視障害であるが、症状の進行とともに歩行障害や開口・嚙下障害など様々な日常生活動作へ影響を及ぼす。原因疾患は

脊椎性、神経筋原性、内分泌性など多岐にわたる疾患背景を有しており、その病態解明には不明な点が多い⁴⁾。発症機序についても、突発的に発症する症例、加齢性変化の中で発症する症例など多様性が認められているが、傾向としては前駆する頸部痛後、急性から亜急性に発症することが多いと報告されている¹⁾²⁾。DHS に対する治療は、その病因となる疾患の治療が優先されるが、発症時にその病因を特定することは困難な場合が多く、一般的に保存療法を主体に治療を進めていく⁵⁾。しかし、保存療法における改善率は約20%であると報告されており³⁾、保存療法が奏功した症例は少ない。先行研究では抗 Parkinson 病の休薬・変更によって首下がり症状が改善した症例⁶⁾ や、炎症性ミオパチーによる DHS に対し、ステロイド治療によって改善した症例⁷⁾ など薬物療法が著効した報告や、頸椎カラーを用いた頸部矯正によって頸部症状が改善した症例⁸⁾ が報告されている。理学療法介入においても筋力増強運動を中心とした介入によって首下がり症状が改善した症例⁹⁻¹¹⁾ が報告されている。しかし、改善を認めた症例報告の多くは頸部アライメントに着眼しており、立位姿勢全体の矢状面アライ

* Examination of the Effect of Physical Therapy Intervention Aimed at Improving Spinal Alignment for Patients with Degenerative Cervical Spondylosis with Dropped Head Symptoms

1) 東京医科大学病院リハビリテーションセンター
(〒160-0023 東京都新宿区西新宿6-7-1)
Hiroki Sano, PT, Sho Tsuchida, PT, Sakura Roppongi, PT, Fumi Arai, PT, Ryogo Takahashi, PT, MS, Masahiro Ishiyama, PT, Takuya Osada, MD, PhD, Ryuichi Ueno, MD, PhD, Kengo Yamamoto, MD, PhD: Department of Rehabilitation Center, Tokyo Medical University
2) 東京医科大学整形外科分野
Kenji Endo, MD, PhD, Kengo Yamamoto, MD, PhD: Department of Orthopedic Surgery, Tokyo Medical University
E-mail: hirokisanol6@gmail.com
(受付日 2021年8月28日/受理日 2021年11月25日)
[J-STAGEでの早期公開日 2022年1月26日]

メントまでは明らかにしていない。DHSと胸腰椎変形には相関関係がある¹²⁻¹⁵⁾と報告されており、また頸部障害に対しては腰椎および、骨盤帯を含めた体幹に対する介入が重要であると報告されている¹⁰⁾¹¹⁾¹⁶⁾。したがって、DHSの前方注視障害に対する理学療法介入としては、首下がり症状を頸部局所の障害として捉えるだけでなく、立位姿勢の評価から脊椎全体および、骨盤帯にも着眼し、立位姿勢全体の矢状面アライメントを是正する介入も有効であると考えられる。近年、高齢化を背景に脊椎変性疾患を基盤としたDHSは増加傾向にあり¹⁾⁴⁾¹⁷⁾、今後、理学療法介入頻度も増えていくことが予測される。本症例における理学療法内容および、経過報告はDHSに対する臨床実践の一助につながると考えられる。

そこで本報告では、突発的に首下がり症状を呈した変形性頸椎症2症例の前方注視障害に対して、腰椎および、骨盤帯矢状面アライメントの改善に焦点をあてた理学療法の有効性について、全脊柱アライメントの経時的変化を踏まえて検討することを目的とした。

倫理的配慮

ヘルシンキ宣言に基づき、患者本人に本報告の意義と目的を説明したうえで同意を得た。

症例紹介

症例1

55歳女性で身長155 cm、体重37 kg、Body Mass Index (以下、BMI) 15.4 kg/m²であった。首下がり症状は起床時より突発的に出現した。経過観察していたが改善は認められず、発症から1ヵ月後に当院整形外科受診し、変形性頸椎症と診断される。本症例は主婦であり、発症前は家事、買い物など、活動的に過ごしていた。既往歴として3年前に統合失調症を発症されているが、ゾルピデム5 mg、リボトリーム2 mg、フルニトラゼパム1 mgを服用しており、介入時の精神状態は安定していた。また疼痛に対する鎮痛、抗炎症薬の薬物治療は行っていなかった。理学療法は診断後より初回介入となる。独歩にて来室され、主訴は頭が挙がらない。首から肩後面が重く痛いであった。首下がり症状は長時間立位および、歩行時に増悪が認められた。

症例2

65歳女性で身長153 cm、体重50 kg、BMI 21.3 kg/m²であった。起床時に頸部痛が出現したが、同日寛解した。その際、首下がり症状は認められなかった。頸部痛発症から1ヵ月後、突発的に首下がり症状が出現した。2ヵ月経過観察したが改善は認められず、当院整形外科受診し、変形性頸椎症と診断される。本症例は主婦であり、発症前は家事中心の生活であった。既往歴は子宮脱術

後、高血圧、脂質異常症であり、ピトール10 mg、ゼチーア10 mgを服用しており、生化学検査では問題が認められなかった。また疼痛に対する鎮痛、抗炎症薬の薬物治療は行っていなかった。理学療法は診断後より初回介入となる。独歩にて来室され、主訴は頭が挙がらない。首の後ろが痛いであり、首下がり症状は症例1と同様に長時間立位および、歩行時に増悪が認められた。

両症例は神経筋疾患の既往がない退行性変化を基礎とした変形性頸椎症として診断されたが、経時的な立位にてchin-on-chest deformityを呈すること、また頸椎は仰臥位で矯正されたアライメントとなることからDHSと定義された³⁾。また発症前は頸部症状が認められなかったこと、発症早期であり保存療法が有効である可能性があることから、外来理学療法が開始された。

理学療法評価結果および、統合と解釈

1. 初回評価

理学療法初回評価は表1の通りである。両症例はいずれも頸部過屈曲しchin-on-chest deformityが認められ、前方注視の代償として右斜頸を呈していた。頸部伸展可動域(自動/他動)は症例1:-30°/10°、症例2:-35°/5°であり、自動伸展制限が顕著に認められた。その他、四肢筋力は保たれていたが、体幹筋力低下が認められた。なお、両症例はいずれも神経学的所見は認められなかった。疼痛評価(Numerical Rating Scale)では、症例1は安静時:頸部痛4、肩後面痛5、頸部伸展時:頸部痛4が認められ、症例2は安静時:頸部痛4、頸部伸展時:頸部痛5が認められた。疼痛原因は、疼痛評価に加えて収縮時痛、圧痛所見から頸部後面痛は頭板状筋、肩後面痛は僧帽筋であると判断した。林ら¹⁸⁾はDHSの表面筋電図を計測し、僧帽筋・肩甲挙筋に持続的な筋活動が生じていたと報告している。したがって、両症例の肩後面痛は下垂した頭部を支持するために生じた僧帽筋の過用性疼痛で、頸部痛後面痛は首下がり症状によって生じた頭板状筋の伸張痛であると推察された。前方注視時間の計測方法は、立位にて頸部中間位へ他動矯正した後に自動保持させ、頸部屈曲位を呈すまでの時間を計測し、症例1は7秒、症例2は8秒であった。

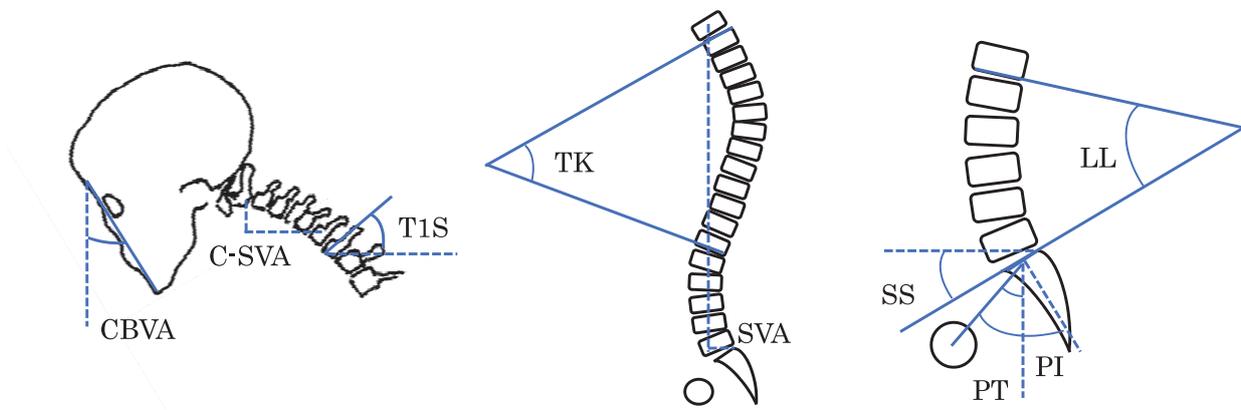
立位姿勢は前方注視させた全脊柱矢状面X線所見から図1の計測方法を用いて評価した。両症例の立位姿勢アライメントは図2・3の通りである。脊柱後弯変形における前方注視障害の指標としてはchin-brow vertical angle(以下、CBVA)やCervical-sagittal vertical axis(以下、C-SVA)が用いられている。CBVAの正常値は0°~10°であり¹⁹⁾、またC-SVAは+40 mm以上で頭部前方移動に伴って、頸部中間位保持困難により頸部愁訴が増加する²⁰⁾と報告されている。CBVAは症例1:40°、症例2:

表 1 理学療法評価結果

	症例 1			症例 2		
	初回評価	介入 3 ヶ月	介入 6 ヶ月	初回評価	介入 3 ヶ月	介入 6 ヶ月
関節可動域評価 (自動 / 他動)						
頸部屈曲	70° / 70°	50° / 50°	40° / 45°	65° / 65°	50° / 50°	50° / 50°
伸展	-30° / 10°	0° / 15°	10° / 15°	-35° / 5°	-5° / 5°	5° / 5°
側屈	左 0° / 25° 右 20° / 25°	左 5° / 25° 右 20° / 25°	左 15° / 25° 右 20° / 25°	左 5° / 15° 右 20° / 20°	左 15° / 15° 右 20° / 20°	左 15° / 15° 右 20° / 20°
回旋	左 30° / 35° 右 0° / 25°	左 30° / 35° 右 10° / 25°	左 30° / 35° 右 15° / 25°	左 25° / 25° 右 0° / 30°	左 25° / 25° 右 10° / 30°	左 25° / 25° 右 10° / 30°
筋力評価 (MMT)						
頸部伸展	2	3	3	2	3	3
体幹屈曲	2	3	3	2	3	3
伸展	2	3	3	2	3	3
疼痛評価 (NRS)						
安静時痛	頸部痛 4, 肩後面痛 5	頸部痛 2, 肩後面痛 1	頸部痛 2, 肩後面痛 1	頸部痛 4	頸部痛 1	頸部痛 1
頸部伸展時痛	頸部痛 4	頸部痛 3	頸部痛 2	頸部痛 5	頸部痛 1	頸部痛 1
圧痛	頭板状筋 3, 僧帽筋 5	頭板状筋 3, 僧帽筋 2	頭板状筋 1, 僧帽筋 1	頭板状筋 3, 僧帽筋 3	僧帽筋 2	僧帽筋 2
前方注視時間	7 秒	約 2 分	30 分以上 ^{※1}	8 秒	約 1 分	20 分以上 ^{※1}

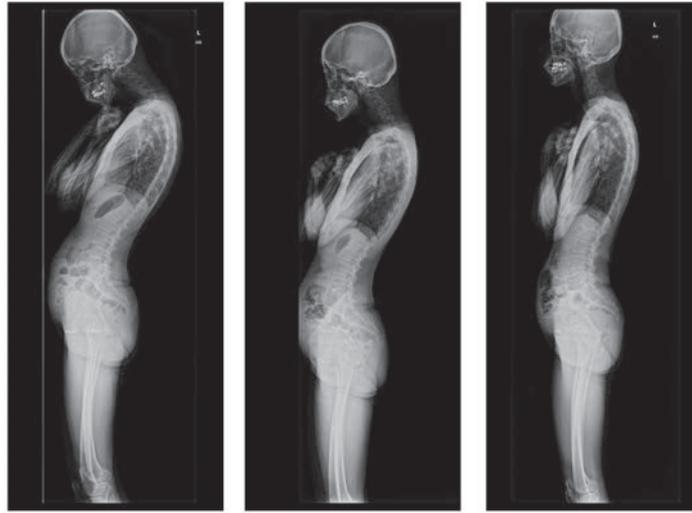
※1：介入 6 ヶ月での前方注視時間は問診にて何う

MMT：Manual Muscle Testing, NRS：Numerical Rating Scale



計測部位	計測方法
CBVA (Chin-brow vertical angle)	前額部と顎を結んだ線と垂線の成す角度
C-SVA (Cervical-sagittal vertical axis)	第 2 頸椎椎体中央を通る垂線と第 7 頸椎後上縁との距離
T1S (T1 slope)	第 1 胸椎上縁と水平面の成す角度
TK (Thoracic kyphosis)	第 1 胸椎上縁と第 12 胸椎下縁に引いた直線が成す角度
LL (Lumbar lordosis)	第 12 胸椎下縁と仙骨上縁に引いた直線が成す角度
SS (Sacral slope)	仙骨上縁と水平面の成す角度
PT (Pelvic tilt)	仙骨上縁の中心点と大腿骨頭の中心点を結ぶ線と垂線の成す角度
PI (Pelvic incidence)	仙骨上縁の中心点と大腿骨頭の中心点を結ぶ線と仙骨上縁に対する垂線の成す角度
SVA (sagittal vertical axis)	第 7 頸椎椎体中央を通る垂線と仙骨後上縁との距離 (SVA が仙骨後上縁より前方にあれば正、後方にあれば負で表記)

図 1 全脊柱 X 線計測項目



	初回評価	3 ヶ月	6 ヶ月
CBVA	40°	15°	-3°
C-SVA	66.3 mm	46.7 mm	25.0 mm
T1S	27°	28°	29°
TK	59°	45°	32°
LL	54°	52°	39°
SS	13°	16°	21°
PT	14°	13°	13°
PI	27°	29°	34°
SVA	-102.3 mm	-87.4 mm	-29.4 mm
PI-LL	-27°	-23°	-5°

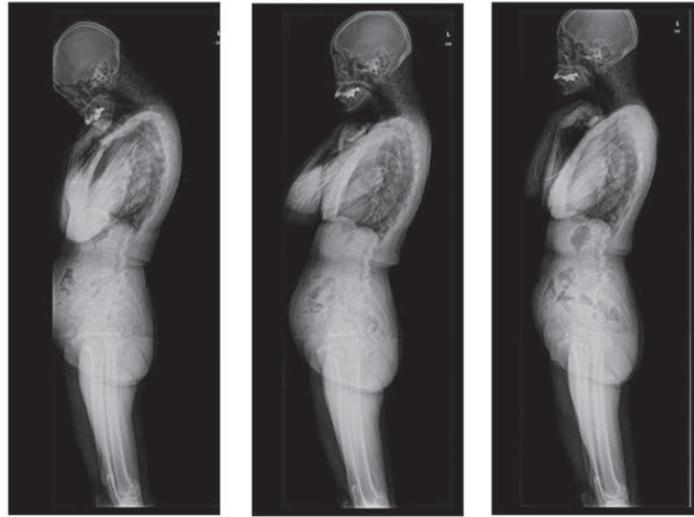
図 2 介入経過 (症例 1)
経過を通して頸部屈曲位, 胸椎後弯, 腰椎前弯代償, 後方重心の軽減, 仙骨傾斜の増加を認めた。

48°, C-SVA は症例 1: 66.3 mm, 症例 2: 70.0 mm で, 両症例ともに前方注視障害を認める頸部アライメントを呈していた。T1 slope は T1 椎体上縁の水平面に対する傾斜角であり, 頸椎前弯や胸椎後弯との相関²⁾が報告されている。胸椎後弯角 (Thoracic Kyphosis: 以下, TK) は症例 1: 59°, 症例 2: 45°で同年代の健常人における脊椎アライメントの報告²¹⁾と比較すると胸椎後弯増大が認められた。頸椎アライメントから推察すると首下がり症状に伴う頸部屈曲モーメントに随伴して, 頸胸椎移行部および, 胸椎後弯が増大していると考えられた。また DHS は全脊柱アライメントから C7 椎体中央を通る垂線 (Sagittal Vertical Axis: 以下, SVA) が仙骨上後縁の前方を通る SVA + 型と, 後方を通る -型に Type 分類され, それぞれ治療戦略が異なるとされている。症例 1 は SVA -102.3 mm, 症例 2 は SVA -67.8 mm でいずれも SVA -型であった。SVA -型の特徴は頸椎から胸椎にかけて発生した後弯化による前方重心に対して, 腰椎前弯の過剰代償によって重心を後方偏位させ矢状面バランスを維持する¹³⁾と報告されている。両症例の腰椎前弯角 (Lumbar Lordosis: 以下, LL) は症例 1: 54°, 症例 2: 49°であり,

基準値²¹⁾と大きな差は認められなかった。しかし, LL は個人の骨盤形態を示した固有値である Pelvic Incidence (以下, PI) に応じた PI-LL < 10°が Spino-Pelvic Harmony として, 腰椎と骨盤帯における調和が取れた理想的な角度である²²⁾とされている。PI については症例 1: 27°, 症例 2: 55°で, 症例 1 は基準値²¹⁾より低値であった。その結果, PI-LL は症例 1: -27°, 症例 2: 6°となり, 症例 1 は PI に対して腰椎前弯角が大きく, 先行研究同様に腰椎前弯の過剰代償によって立位矢状面バランスを維持していると推察された。症例 2 は腰椎骨盤帯の関係性は良好であったが, 骨盤傾斜 (Pelvic Tilt: 以下, PT) が 27°で基準値²¹⁾に対して大きいことから, 骨盤後傾によって重心を後方偏位させ, 立位矢状面バランスを維持していると推察された。

2. 3 ヶ月評価

症例 1 は頸部自動伸展可動域: -30°から 0°と自動伸展可動域拡大, Manual Muscle Testing (以下, MMT) では頸部伸展, 体幹屈曲・伸展筋力が 2 から 3 レベルへと改善が認められた。疼痛評価では安静時: 頸部痛 4 か



	初回評価	3ヵ月	6ヵ月
CBVA	48°	14°	4°
C-SVA	70.0 mm	42.1 mm	29.6 mm
T1S	32°	5°	5°
TK	45°	38°	36°
LL	49°	52°	50°
SS	28°	28°	38°
PT	27°	29°	19°
PI	55°	57°	57°
SVA	-67.8 mm	-74.7 mm	-41.9 mm
PI-LL	6°	3°	7°

図3 介入経過（症例2）
経過を通して頸部屈曲位，胸椎後弯，骨盤後傾，後方重心の軽減，仙骨傾斜の増加を認めた。

ら2，肩後面痛5から1，頸部伸展時：頸部痛4から3と軽減が認められた。前方注視時間は7秒から約2分となり，一時的な前方注視が可能となった。全脊柱アライメントについては，CBVA 40°から15°，C-SVA 66.3 mmから46.7 mm，TK 59°から45°と頸胸椎アライメントの同時改善が認められ，またSVAは-102.3 mmから-87.4 mmと後方重心の改善が認められた。一方で，LLは54°から52°と大きな変化なく，またPI-LLは-23°から-23°と腰椎前弯代償の改善は認められなかった。

症例2も症例1と同様に頸部自動伸展可動域：-35°から-5°と自動伸展可動域拡大，MMTでは頸部伸展，体幹屈曲・伸展筋力が2から3レベルへと改善が認められた。疼痛評価では安静時：頸部痛4から1，頸部伸展時：頸部痛5から1と軽減が認められた。前方注視時間は8秒から約1分となり，一時的な前方注視が可能となった。全脊柱アライメントについては，CBVA 48°から14°，C-SVA 70.0 mmから42.1 mm，TK 45°から36°と頸胸椎アライメントの同時改善が認められた。一方で，PTは27°から29°と骨盤後傾代償は大きくなり，またSVAは-67.8 mmから-74.7 mmと後方重心が強まった。

3. 6ヵ月評価

症例1は頸部自動伸展可動域：0°から10°と改善したが，MMTでは頸部および，体幹筋力の改善が認められなかった。また疼痛評価では安静時痛は変化なく，頸部伸展時痛は3から2と軽減が認められた。前方注視時間は約2分から30分以上可能となり，長時間の前方注視が可能となった。全脊柱アライメントはCBVA，C-SVA，TKいずれも改善し，またLL 52°から39°，PI-LL -23°から-5°と腰椎前弯の過剰代償の改善および，SVA -87.4 mmから-29.4 mmと後方重心の改善が認められた。

症例2も症例1と同様に頸部自動伸展可動域：-5°から5°と改善したが，MMTでは頸部および，体幹筋力の改善が認められなかった。また疼痛評価においても変化が認められなかった。前方注視時間は約1分から20分以上となり，長時間の前方注視が可能となった。全脊柱アライメントについては，TKは大きな変化がみられなかったが，CBVA，C-SVAは改善し，またPTは29°から19°と骨盤後傾代償の改善および，SVAは-74.7 mmから-41.9 mmと後方重心の改善が認められた。

理学療法内容

理学療法内容は頸部自動伸展機能の改善、腰椎・骨盤帯における代償性アライメントの改善を目的として、1. 頸部リラクゼーション、2. 頸部伸展可動域運動、3. 筋力増強運動、4. 自主運動指導を実施した。なお、外来理学療法では週1回、介入時間は40分で6ヵ月間継続した。

1. 頸部リラクゼーション

頸部痛は頸部深層筋の活動抑制と表層筋の活動亢進による筋活動コントロール異常をきたし、頸部運動に影響を及ぼすとされている²³⁾。したがって、頸部痛の長期化は頸部伸展筋の機能障害を助長させると予測される。両症例はいずれも頸部痛および、肩後面痛が認められており、仰臥位にて疼痛部位である頭板状筋、僧帽筋に対して横断マッサージを10分実施し、過緊張の軽減、疼痛緩和を図った。なお、頭板状筋には首下がり姿勢によって常時、力学的な負荷が生じていると考えられたため、愛護的に実施し、頸部痛増悪に留意した。

2. 頸部伸展可動域運動

DHSにおける頸部後弯変形は、頸椎症における頸部可動性の低下した後弯症とは異なり、他動的に矯正可能であることが特徴であり¹⁻³⁾²⁴⁾、両症例も他動的な伸展可動域を有していた。しかし、自動運動では関節可動範囲を十分に運動できないことから、仰臥位で頸部が軽度伸展位となるように枕の高さを設定し、徒手による他動的な頸部伸展可動域運動および、右斜頸に対して頸部右回旋・左側屈可動域運動を10分実施し、首下がり姿勢に伴う頸部屈曲拘縮の予防を図った。実施時は胸椎後弯を伴っていることを考慮し、特に下位頸椎および、頸胸椎移行部を徒手にて伸展方向へ誘導するように行った。他動運動から開始し、徐々に他動運動に合わせて、随意的な頸部伸筋群の等張性収縮を促し、自動介助運動へ移行した。また頸椎矢状面上の運動には屈曲・伸展に加えて、前方突出と後退があり、下位頸椎の最大伸展は後退した状態から伸展することで生じるとされている²⁵⁾。したがって、頸部伸展最終域ではやや顎を引かせて頸部を後退させ、その状態で3秒間維持させるように実施した。なお、頸部伸展可動域運動時は、過度な頸部伸展に伴う椎間関節痛や、徒手での椎間孔圧迫に留意し、神経症状の有無について確認しながら実施した。

3. 筋力増強運動

頸部伸展時は関節運動に貢献する表層筋と頸椎前弯支持に寄与する深層筋がそれぞれ協調して収縮することによって円滑な関節運動が可能となる。その中でも首下が

り症状の改善には表層筋である頭板状筋や、深層筋である頸半棘筋が重要である²⁴⁾²⁶⁾と報告されている。本症例に対する頸部伸展運動は、第一に頸部中間位から頸部伸展方向への等尺性運動を行うことで頸半棘筋を賦活化させ、次に頸部伸展と同時に肩関節伸展・肩甲骨内転運動および、胸椎伸展運動を組み合わせ実施し、菱形筋から頭板状筋への頸胸椎筋膜運動連鎖によって頭板状筋の促通を図った(図4)。また両症例の立位姿勢について、症例1は腰椎過前弯、症例2は骨盤後傾位が認められ、いずれも腹部前方突出位を呈していた。腹部引き込みによるdraw-inは腹横筋の筋活動を促すことで、腰椎屈曲方向への剛性を高め、体幹安定機能に関与すると報告されている²⁷⁾²⁸⁾。したがって、立位姿勢矯正運動として、頸部中間位保持姿勢にてdraw-inを実施し、頸部中間位保持の延長、体幹安定性向上を図った(図5)。さらに腰椎・骨盤運動として、症例1には骨盤後傾運動、症例2には腰椎前弯・骨盤前傾運動を実施した(図6)。

4. 自主運動指導

自主運動は簡易的な運動を選択し、頸部伸展運動、肩甲骨運動、腰椎・骨盤帯運動を指導した。運動回数は各運動20回とし、一日3回に分けて実施するように伝え、実施期間は初回介入後から介入終了まで継続した。また自主運動指導と並行して首下がり姿勢の予防を目的とした日常生活指導を行った。両症例は主婦であり、洗い物や掃除などの長時間頸部屈曲位を強いられる場面では短時間で休憩を入れること、もしくは頸椎カラーを利用することを伝えた。また端座位時は背もたれのある椅子を利用し、仙骨座りによる円背姿勢は避けるように指導した。

考 察

両症例の前方注視障害は、共通した傾向で改善が認められ、介入3ヵ月で一時的な前方注視が可能となり、介入6ヵ月で長時間の前方注視が可能となった。全脊柱アライメントの経過を踏まえると、介入3ヵ月では頸胸椎アライメントが改善し、介入6ヵ月では頸胸椎アライメントの改善に加えて、腰椎・骨盤アライメントの改善が認められた。

介入3ヵ月で一時的に前方注視が可能となった要因としては、頸部伸展筋力の改善が大きく貢献していると考えられる。一般的に、頸部伸展運動時は肩甲骨、胸椎アライメントが大きく影響しており²⁹⁾³⁰⁾、また頭板状筋は肩甲骨内転作用をもつ菱形筋群と筋膜を介して結合されている³¹⁾。したがって、本症例に対する頸部伸展運動は、頸部伸展と同時に肩関節伸展・肩甲骨内転、胸椎伸展運動を組み合わせ実施した。これにより、頸部伸展時に頸胸椎筋膜運動連鎖の働きが得られやすく、その結



図 4 頸部伸展運動

実施姿勢は側臥位から端座位、立位へと段階的に進めた。運動回数は各姿勢 20 回とした。頸部伸展運動は、頸部中間位から頸部伸展方向への等尺性運動を行い、その後、頸部伸展と同時に肩関節伸展・肩甲骨内転および、胸椎伸展運動を組み合わせる実施した。運動に対する負荷量は、頸部伸展時の徒手誘導にて調整を図り、重力下にて自動伸展運動が可能となるように、徐々に徒手誘導を減らしながら実施した。

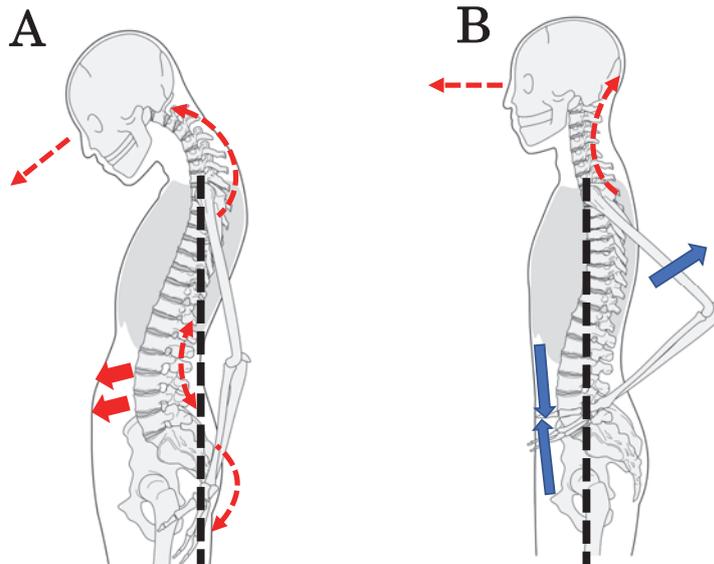


図 5 立位姿勢矯正運動

A：首下がりに伴う代償姿勢にて腹部が前方突出している。
B：肩関節伸展・肩甲骨内転運動と draw-in を組み合わせる頸胸椎を伸展させ、立位における体幹の安定性および、後方重心改善を図った。

立位姿勢矯正運動では、頸部は治療者の徒手支持にて中間位保持させ、姿勢保持時間は 10 秒から開始した。徒手支持なしで 10 秒以上の頸部中間位保持が可能となった後は、首下がり症状もしくは、代償性立位を呈すまで姿勢保持を継続させた。

果、頸部伸展筋群の筋出力増加につながったと予測された。また頸部伸展運動と並行して、頸部中間位保持を目的とした立位姿勢矯正運動を実施したことで、頸部伸展筋力の改善に加えて、頸胸椎アライメントが是正され、頸部痛、肩後面痛が軽減したと考えられた。

しかし、介入 3 ヶ月では長時間の前方注視は困難であった。その原因として、両症例それぞれ SVA -87.4 mm, -74.7 mm と後方重心が残存していたことが挙げられる。急性発症 DHS に対する保存療法の有効性は、SVA > -30 mm もしくは、SVA < 40 mm で改善率が高かつ

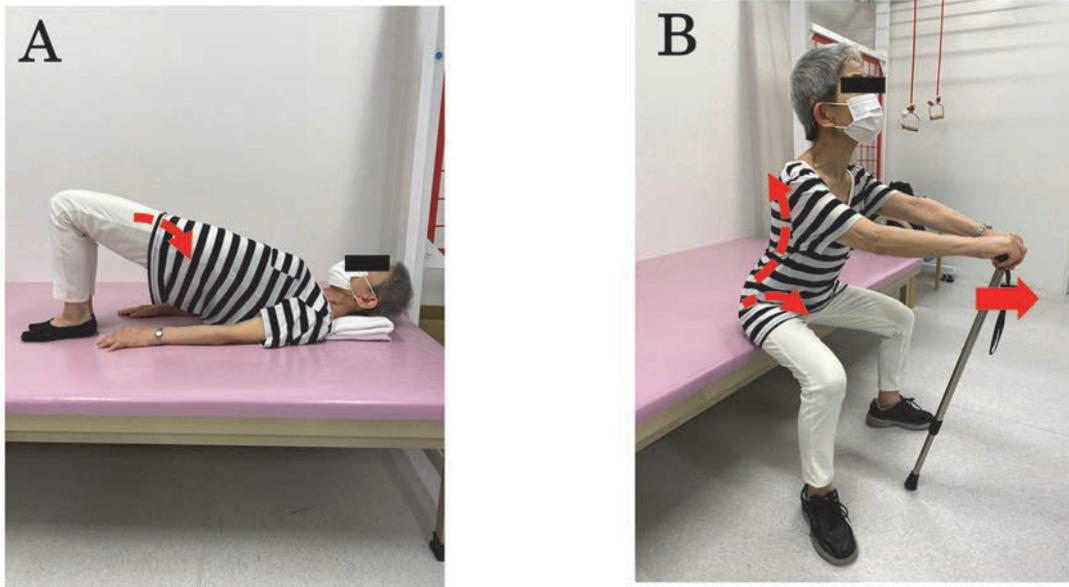


図6 腰椎・骨盤運動

運動回数は各運動20回に設定し、3回に分けて実施した。
運動負荷は代償運動に配慮し、骨盤前面部への徒手抵抗にて漸増させた。
A：症例1に対しては骨盤後傾運動を実施した。
B：症例2に対しては杖を利用した腰椎前弯・骨盤前傾運動を実施した。

た³²⁾と報告されており、長時間前方注視の獲得には後方重心の改善が重要であると考えられた。両症例の後方重心の原因は、症例1はPI-LL：-23°で腰椎前弯の過剰代償が残存し、また症例2はPT：29°で骨盤後傾代償が残存していることが考えられた。

介入6ヵ月では、頸部伸展筋力の改善は認められなかったが、約20分の前方注視が可能となった。両症例の全脊柱アライメントについては、症例1はPI-LL：-23°から-5°となり、腰椎前弯の過剰代償が大きく改善したことで、SVAは-29.4mmと後方重心の改善が認められた。またTKは45°から32°と軽度伸展位となり、加えてCBVA、C-SVAも基準値まで改善が認められた。先行研究では、腰椎過前弯と胸椎後弯の増大には相関がある³³⁾と報告されており、腰椎前弯の過剰代償が改善したことによって、胸椎後弯の改善および、頸部アライメントの改善が認められたと考えられた。症例2については、PT：29°から19°となり、SVAは-41.9mmと後方重心の改善が認められた。加えてCBVAも基準値まで改善が認められた。一方、TKは38°から36°と変化を認めず、C-SVAは改善が認められたものの、基準値よりやや大きい値であった。その要因として、本報告におけるTKは胸椎全体の角度を計測しており、TK：36°自体は基準値であったが、上位胸椎および、頸胸椎移行部は屈曲位を呈しており、その結果、C-SVAは基準値より高値であったと考えられる。しかし、経過を通して、頸部アライメントの改善には骨盤後傾代償の改善が反映

されていると考えられた。

両症例の経過を概括すると、初回評価から3ヵ月では、頸部伸展筋力改善による頸胸椎アライメントの改善によって一時的な前方注視が可能となり、3ヵ月から6ヵ月では頸部伸展筋力の改善ではなく、腰椎・骨盤帯矢状面アライメントの改善によって、二次的に頸部アライメントが改善したことで、長時間前方注視可能となったと考えられた。首下がり症状による前方注視障害の代償を考えるうえでは、腰椎や骨盤帯における代償機構が働いているか否かが重要である¹³⁾³⁴⁾と考えられており、両症例も先行研究に類似した立位矢状面アライメントを呈していた。しかし、両症例の全脊柱アライメントの経時的变化を通して、過度な腰椎前弯代償や、骨盤後傾代償は重心の後方偏移につながり、結果として前方注視障害に影響を与える可能性が考えられた。これまでDHSに対する理学療法介入によって、改善を認めた症例報告は少なく、その中でも腰椎・骨盤帯矢状面アライメントの改善に焦点をあてた理学療法の有効性については明らかになっていない。本症例より、DHSによる前方注視障害の改善には、頸部自動伸展機能の改善に加えて、矢状面における脊柱全体と骨盤帯のバランスが取れた立位姿勢をめざした介入が有効であると考えられた。

その他、両症例の共通点として、突発的発症DHSで発症早期から介入したこと、DHS好発年齢と比較して年齢が若い症例であったこと、神経疾患の既往がなかったことが挙げられる。発症から長期経過を辿った場

合は持続的な首下がり姿勢に伴って、頸部筋組織の非可逆の変性が生じる可能性があり、先行研究では発症から2ヵ月にて介入し、症状の改善が得られたと報告している¹¹⁾。したがって、DHSに対する理学療法は発症早期から介入することが重要であると考えられた。またDHS発症年齢については、70～79歳がもっとも多かった³⁾と報告されており、両症例は50、60代と好発年齢と比較して年齢が若かった。加齢は脊椎後弯変形の進行に影響を与える³⁵⁾³⁶⁾と報告されており、両症例は初回介入時より、他動的頸部伸展可動域制限が認められなかった。そのため、頸部伸展筋力および、頸部アライメントの改善が得られやすかったと考えられた。またParkinson病や多系統萎縮症などの神経筋疾患由来のDHSは頸部屈筋群の過緊張によって首下がりが生じる¹⁸⁾と報告されており、神経筋疾患の既往が認められなかったことも理学療法が奏功した要因と考えられた。さらに介入効果として論じることはできないが、日常生活指導も重要な点であったと考えられる。首下がり症状による不良姿勢は長期にわたると体性感覚が低下し、正中位の自己認知が困難となる。日常生活上における首下がり姿勢の予防を行ったことで、頸部過屈曲による頸部伸筋群の伸張を抑えられた可能性が考えられる。理学療法による身体機能改善と日常生活指導を組み合わせることで治療展開することもDHSに対する介入として有用である可能性が考えられた。

結 論

本報告では突発的に首下がり症状を呈した変形性頸椎症2症例の前方注視障害に対して、腰椎・骨盤矢状面アライメントの改善に焦点をあてた理学療法の有効性について検討した。両症例における前方注視障害の改善と全脊柱アライメントの経過には共通した傾向が認められ、頸胸椎アライメントの改善に合わせて一時的な前方注視が可能となり、続いて腰椎・骨盤アライメントの改善に合わせて長時間の前方注視が可能となった。以上より、首下がり症状による前方注視障害の改善には、頸部自動伸展機能の改善に加えて、矢状面上における脊柱全体と骨盤帯のバランスが取れた立位姿勢をめざした介入が有効であると考えられた。

利益相反

著者の山本謙吾は整形外科、骨・関節バイオマテリアル研究寄附講座に所属している。

文 献

- 1) 遠藤健司, 村田寿馬, 他: 首下がり症候群の病態と分類. 脊椎脊髄. 2015; 28: 936-941.
- 2) Petheram TG, Hourigan PG, *et al.*: Dropped head syndrome: a case series and literature review. Spine (Phila Pa 1976). 2008; 33: 47-51.

- 3) Endo K, Kudo Y, *et al.*: Overview of dropped head syndrome (combined survey report of three facilities). J Orthop Sci. 2019; 24: 1033-1036.
- 4) 海渡貴司: 首下がり症候群の手術治療—胸椎・腰椎手術で治る首下がりとは?—. 脊椎脊髄. 2018; 31: 1061-1065.
- 5) 石井 賢, 船尾陽生, 他: 首下がり症候群の矯正手術. 脊椎脊髄. 2018; 31: 1067-1071.
- 6) 藤本健一: パーキンソン病による首下がり症候群. 脊椎脊髄. 2015; 28: 943-949.
- 7) Kastrop A, Gdynia HJ, *et al.*: Dropped-Head syndrome due to steroid responsive focal myositis: a case report and review of literature. J Neurol Sci. 2008; 267: 162-165.
- 8) Uemura M, Kosaka T, *et al.*: Dropped head syndrome in amyotrophic lateral sclerosis. Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener. 2013; 14: 232-233.
- 9) Deneufgermain O, Gervais ES, *et al.*: Dropped head syndrome: report of two cases. Rev Med Interne. 2005; 26: 61-64.
- 10) Mori T, Mataka K, *et al.*: Dropped Head Syndrome Treated with Physical Therapy Based on the Concept of Athletic Rehabilitation. Case Rep Orthop. 2020; 2020: 8811148.
- 11) Igawa T, Isogai N, *et al.*: Establishment of a novel rehabilitation program for patients with dropped head syndrome: Short and intensive rehabilitation (SHAiR) program. J Clin Neurosci. 2020; 73: 57-61.
- 12) Smith JS, Lafage V, *et al.*: Prevalence and type of cervical deformity among 470 adults with thoracolumbar deformity. Spine (Phila Pa 1976). 2014; 39: E1001-E1009.
- 13) Hashimoto K, Miyamoto H, *et al.*: Radiologic features of dropped head syndrome in the overall sagittal alignment of the spine. Eur Spine J. 2018; 27: 467-474.
- 14) Petheram TG, Hourigan PG, *et al.*: Dropped head syndrome: a case series and literature review. Spine (Phila Pa 1976). 2008; 33: 47-51.
- 15) Mizutani J, Verma K, *et al.*: Global Spinal Alignment in Cervical Kyphotic Deformity: The Importance of Head Position and Thoracolumbar Alignment in the Compensatory Mechanism. Neurosurgery. 2018; 82: 686-694.
- 16) 増渕喜秋, 武田淳也: 再発予防のための体幹モーターコントロール. 臨スポーツ医. 2019; 36: 1144-1152.
- 17) 吉田 剛, 松山幸弘: 首下がり症候群の手術適応とその評価方法. 脊椎脊髄. 2018; 31: 1055-1060.
- 18) 林 欣寛, 長岡正範, 他: 種々の疾患にともなう首下がり症候群の病態生理学的分析—表面筋電図所見と理学療法の効果から—. 臨床神経学. 2013; 53: 430-438.
- 19) Suk KS, Kim KT, *et al.*: Significance of chin-brow vertical angle in correction of kyphotic deformity of ankylosing spondylitis patients. Spine (Phila Pa 1976). 2003; 28: 2001-2005.
- 20) Tang JA, Scheer JK, *et al.*: The impact of standing regional cervical sagittal alignment on outcomes in posterior cervical fusion surgery. Neurosurgery. 2012; 71: 662-669.
- 21) Yukawa Y, Kato F, *et al.*: Normative data for parameters of sagittal spinal alignment in healthy subjects: an analysis of gender specific differences and changes with aging in 626 asymptomatic individuals. Eur Spine J. 2018; 27: 426-432.
- 22) Schwab F, Ungar B, *et al.*: Scoliosis research society-Schwab adult spinal deformity classification: a validation study. Spine (Phila Pa 1976). 2012; 37: 1077-1082.
- 23) Falla D, Farina D: Neuromuscular adaptation in experimental and clinical neck pain. J Electromyogr Kinesiol.

- 2008; 18: 255-261.
- 24) Sharan AD, Kaye D, *et al.*: Dropped head syndrome: etiology and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012; 20: 766-774.
- 25) Takasaki H, Hall T, *et al.*: A radiographic analysis of the influence of initial neck posture on cervical segmental movement at end-range extension in asymptomatic subjects. *Man Ther.* 2011; 16: 74-79.
- 26) 小柳津卓哉, 坂井顕一郎, 他: 首下がり姿勢と前方注視における筋活動変化—正常被験者24人による検討—. *東日本整災会誌.* 2020; 32: 49-53.
- 27) Barker PJ, Briggs CA, *et al.*: Tensile transmission across the lumbar fasciae in unembalmed cadavers: effects of tension to various muscular attachments. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004; 29: 129-138.
- 28) Barker PJ, Guggenheimer KT, *et al.*: Effects of tensioning the lumbar fasciae on segmental stiffness during flexion and extension: Young Investigator Award winner. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006; 31: 397-405.
- 29) Kim JY, Kwag KI: Clinical effects of deep cervical flexor muscle activation in patients with chronic neck pain. *J Phys Ther Sci.* 2016; 28: 269-273.
- 30) Ames CP, Smith JS, *et al.*: Cervical radiographical alignment: comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy. *Spine.* 2013; 38: 149-160.
- 31) Thomas W: アナトミー・トレイン—徒手運動療法のための筋膜経線. 医学書院, 東京, 2009, pp. 122-125.
- 32) Kusakabe T, Endo K, *et al.*: Mode of onset of dropped head syndrome and efficacy of conservative treatment. *J Ortop Surg.* 2020; 28: 1-7.
- 33) Ames CP, Blondel B, *et al.*: Cervical radiographical alignment: comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013; 38: S149-S160.
- 34) 水谷 潤: 頸椎変形および頸椎変形矯正手術と立位全脊柱アライメントの関連性. *脊椎脊髄.* 2018; 31: 1073-1079.
- 35) 許斐恒彦, 竹光正和: 傍脊柱筋の変性と脊柱変形. *脊椎脊髄.* 2019; 31: 45-50.
- 36) Gelb DE, Lenke LG, *et al.*: An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. *Spine (Phila Pa 1976).* 1995; 20: 1351-1358.

症例報告

筋筋膜性疼痛症候群に対して運動療法と経皮的電気刺激治療の併用が有効であった進行性卵巣癌の一症例*

井上順一郎^{1) #} 牧浦大祐¹⁾ 斎藤 貴²⁾
秋末敏宏³⁾ 酒井良忠⁴⁾

要旨

【目的】筋筋膜性疼痛症候群を生じた進行性卵巣癌患者に対して、運動療法と経皮的電気刺激治療の併用により疼痛の緩和、オピオイド鎮痛薬使用量の減量、身体活動・身体機能・QOLの改善を認めた症例を経験したので報告する。【症例紹介】卵巣癌術後再発、肝転移、遠隔リンパ節転移、腹膜播種を有する40代の女性であった。再発・転移に対する化学療法中より頸部から殿部にかけて筋筋膜性疼痛症候群を認められた。【治療プログラムと経過】頸部から殿部にかけての筋筋膜性疼痛症候群に対して、運動療法に加え、疼痛部位に対する経皮的電気刺激治療を施行した。【結果】疼痛は理学療法開始後より経時的に緩和した。疼痛緩和に伴いオピオイド鎮痛薬使用量も経時的に減量した。また、身体活動、身体機能、QOLにも改善が認められた。【結論】運動療法と経皮的電気刺激治療の併用は、がん患者の筋筋膜性疼痛症候群に対する治療・サポータブケアのひとつとなる可能性が示唆された。

キーワード 筋筋膜性疼痛症候群, がん, 運動療法, 経皮的電気刺激治療, オピオイド鎮痛薬

はじめに

筋筋膜性疼痛症候群 (myofascial pain syndrome; 以下, MPS) は, 筋骨格系に生じる慢性疼痛の要因のひとつであり, 骨格筋内の索状物の形成, 索状物の強い圧痛, 疼痛が生じている筋肉に関連する関節の可動域制限などの特徴を有する筋原性の疼痛である。その発生機序は未だ明らかになっていないが, 疼痛逃避反射, 体位制限, 同一姿勢の継続により引き起こされる骨格筋の持続的な過緊張や過進展などが要因として挙げられている¹⁾。また, 抑うつ, 怒りなどの情動や, 不眠などの心理社会

的要因との関連性も報告されている²⁾³⁾。

がん患者では, 術後の安静や全身状態の悪化に伴う臥床, カテーテルやドレーン類の留置に伴う身体活動の制限などにより MPS を生じるリスクが非常に高い。Ishiki ら⁴⁾ は, 疼痛を訴えるがん患者の 31 ~ 45% に MPS が認められると報告しているが, 臨床においては十分に認識されていないのが現状である。また, MPS は複数の痛みや疼痛行動が伴うため, がん疼痛としてみなされてしまい見逃されている可能性もある⁵⁾。がん疼痛部位に一致して MPS が存在する頻度は 64% であると報告されており⁶⁾, MPS に対してオピオイド鎮痛薬が増量されたことでせん妄が誘発されたとの報告もある⁷⁾。MPS を有するがん患者では, MPS によりもたらされる疼痛や抑うつなどにより身体活動が低下することで廃用症候群が生じ, また, 身体活動の低下がさらなる MPS の増悪につながる負の連鎖へ陥るリスクも高い。そのため, MPS とがん疼痛, それらの合併を鑑別したうえで, MPS による疼痛をコントロールし, 身体活動を向上させるアプローチが必要である。

MPS の治療は, 薬物療法としてトリガーポイント注射や内服薬, 非薬物療法として鍼治療, 徒手療法 (徒手療法, マッサージ), 運動療法, 温熱療法などが挙げら

* Effect of Exercise Combined with Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in an Advanced Ovarian Cancer Patient with Myofascial Pain Syndrome: A Case Report

1) 神戸大学医学部附属病院リハビリテーション部 (〒650-0017 兵庫県神戸市中央区楠町7-5-2) Junichiro Inoue, PT, PhD, Daisuke Makiura, PT, PhD: Division of Rehabilitation Medicine, Kobe University Hospital
2) 徳島大学病院リハビリテーション部 Takashi Saito, PT, MSc: Division of Rehabilitation Medicine, Tokushima University Hospital
3) 神戸大学大学院保健学研究科リハビリテーション科学領域 Toshihiro Akisue, MD, PhD: Department of Rehabilitation Science, Kobe University Graduate School of Health Sciences
4) 神戸大学大学院医学研究科リハビリテーション機能回復学 Yoshitada Sakai, MD, PhD: Division of Rehabilitation Medicine, Kobe University Graduate School of Medicine
E-mail: jinoue@panda.kobe-u.ac.jp
(受付日 2021年8月14日/受理日 2021年12月17日)
[J-STAGEでの早期公開日 2022年1月28日]

れており、MPSが生じている筋のリラクゼーションが基本的なアプローチとして提唱されているが⁸⁻¹⁰⁾、標準治療やケアは未だ確立されていない。

経皮的電気刺激治療 (transcutaneous electrical nerve stimulation; 以下, TENS) は非侵襲的でもっとも安全な鎮痛手段として臨床で汎用されており、筋骨格系の急性痛や慢性痛、変形性膝関節症に伴う疼痛に対する有用性が報告されている¹¹⁾¹²⁾。がん疼痛に対する TENS の効果については、骨転移に伴う疼痛や肺癌術後の創部痛、乳癌に対するアロマターゼ阻害薬に伴う関節痛などを緩和することが報告されている¹³⁻¹⁵⁾。しかし、がん疼痛に伴う MPS に対する TENS の効果についての報告は我々が渉猟する限りみられない。

今回我々は、化学療法中から筋痛、関節痛、筋のこわばりが出現し、オピオイド鎮痛薬による疼痛コントロールが不良であった卵巣癌患者に対して、運動療法と TENS を併用することにより、疼痛の緩和およびそれに伴うオピオイド鎮痛薬使用量の減量、身体活動や身体機能、QOL の改善が認められた症例を経験したので報告する。

本症例報告に関する説明と同意

本症例には、本報告の趣旨と内容を口頭および文書にて説明し、プライバシーには十分配慮することを伝え、書面にて同意を得た。

症例紹介

症例は 40 代女性、身長 157.1 cm、体重 45.0 kg、BMI 18.2 kg/m² (当院入院時) であった。卵巣癌 (Stage III c) 術後 (両側付属器 (卵巣) 摘出術 + 子宮摘出術 + 大網切除術 + 骨盤・傍大動脈リンパ節郭清) 再発、肝転移、遠隔リンパ節転移、腹膜播種の診断で、他院にて 4 年前より複数回の化学療法 [シスプラチン 6 コース, TC 療法 (カルボプラチン + シスプラチン) 6 コース, GEM + DTX 療法 (ゲムシタピン + ドセタキセル) 20 コース, PLD 療法 (リポソーマルドキソルピシン) 2 コース, ドセタキセル 4 コース, TC + BEV 療法 (TC 療法 + ベバシツマブ) 6 コース, イリノテカン 2 コース, エトポシド 1 コース] および放射線療法 (縦隔リンパ節: 45Gy / 15 回, 鎖骨上リンパ節 / 腋窩リンパ節: 45Gy / 15 回) を施行されていた。しかし、病勢のコントロールが困難となり、免疫チェックポイント阻害薬 (PDR-001) 治験目的に当院に入院となった。基本的な日常生活動作 (activities of daily living; 以下, ADL) は自立していたが、1 年前より頸部から殿部にかけての筋痛、多発関節痛、筋のこわばりが出現し、夜間 20 ~ 30 分毎の断眠もあり、日中傾眠・臥床傾向となっていた。Eastern Cooperative Oncology Group (ECOG) Performance Status

(以下, PS) は grade 2 (歩行可能で、自分の身のまわりのことはすべて可能だが、作業はできない。日中の 50% 以上はベッド外で過ごす) であった。当院入院時、疼痛に対して、カロナール 1,800 mg / 日、フェントス[®] テープ 2 mg / 日、オキノーム[®] 5.0 mg × 3 ~ 4 回 / 日 (レスキュー薬) を使用していたがコントロール不良のため、症状緩和目的に第 3 病日にリハビリテーション科紹介となった。

MPS は Rivers の診断基準¹⁶⁾ に基づき、リハビリテーション科医師により診断された。また、CT 検査により MPS が生じている部位とがん原発巣および転移巣との鑑別が行われた。疼痛の緩和および全身体力の改善、ADL の改善目的に理学療法 (運動療法および物理療法) が処方された。

理学療法評価

疼痛は Numerical Rating Scale (以下, NRS) を用いて、各評価時 24 時間以内の最大の疼痛と平均の疼痛を評価した。また、圧痛点および疼痛部位についても評価した。オピオイド鎮痛薬使用量は、各評価日前 7 日間に使用したレスキュー薬としてのオピオイド鎮痛薬 (オキノーム[®]) の 1 日あたりの平均の使用量を算出した。身体活動の評価は、生活習慣記録機ライフコーダ GS (スズケン) を用いて、各評価後 7 日間の平均歩数を算出した。身体機能の評価として、握力および膝関節伸展筋力を測定した。握力はデジタル握力計 Grip-D[®] (竹井機器工業) を使用し、利き手 (右手) を 2 回測定し、最大値を採用した。また、膝関節伸展筋力はハンドヘルドダイナモメーター microFET[®]2 (HOGGAN SCIENTIFIC 社) を使用し、メイクテストにて右下肢を 2 回測定し、最大値を採用した。QOL は、The European Organization for Research and Treatment of Cancer (以下, EORTC) QLQ-C30¹⁷⁾ を用いて評価した。EORTC QLQ-C30 は、がん患者特異的 QOL を評価する質問票であり、global QOL と 5 つの機能尺度 (physical, role, social, emotional, cognitive) と 9 つの症状尺度 (fatigue, nausea and vomiting, pain, dyspnea, insomnia, appetite loss, constipation, diarrhea, financial difficulties) に対して、計 30 問の質問により点数化するものである¹⁷⁾。global QOL と機能尺度の点数は高値ほど良好な状態を示し、症状尺度の点数は高値ほど不良な状態を示している。本報告では、global QOL、機能尺度および症状尺度の各項目を点数化し用いた。

以上の項目について、理学療法開始時 (第 3 病日)、1 週後 (第 10 病日)、2 週後 (第 18 病日)、および 3 週後 (第 25 病日) に評価を実施した (QOL の評価は、理学療法開始時と 3 週後に実施した)。

表1 理学療法プログラム

	第3病日	第5病日	第7病日	第10病日	第18病日	第25病日
運動療法						
四肢・体幹関節可動域練習 (5分)	→					
レジスタンストレーニング	→					
Borg Scale / 重錘の重さ / 各運動の回数	11 ~ 12 / 1.0 kg / 15回		13 / 1.5 kg / 20回		13 / 2.0 kg / 20回	
有酸素運動 (エルゴメーター)	→					
運動強度 / Borg Scale / 時間	20 ワット / 11 / 10分		20 ワット / 12 / 15分	20 ワット / 13 / 20分	30 ワット / 13 / 20分	
日常生活動作練習	→					
内容 / 時間	起居動作練習, 室内歩行練習 / 10分		室内歩行練習, 階段昇降練習 / 15分		屋外歩行練習, スロープ・階段昇降練習 / 20分	
物理療法						
温熱療法 (ホットパック) (10分間)	→					
マッサージ	→					
部位 / 時間	頸部~殿部 / 20分		頸部~殿部 / 15分	頸部~殿部 / 10分		
経皮的電気刺激治療 (TENS)	→					

TENS: transcutaneous electrical nerve stimulation

表2 TENS の設定

・使用電極:	自着性電極 PALS 5 cm × 5 cm 粘着パッド (Axelgaard 社)
・刺激部位:	圧痛点・疼痛部位もしくは疼痛部位と同一のデルマトーム上
・刺激パラメーター:	対称性二相性パルス波 パルス幅 100 μ s 周波数 4 ~ 200 Hz
・刺激時間:	疼痛出現時に任意で 30 分 / 回以上
・刺激強度:	不快と感じない最大の刺激強度

理学療法プログラム (表1)

1. 運動療法

理学療法は第3病日より開始した。運動療法は、リハビリテーション室にて四肢・体幹関節可動域練習、レジスタンストレーニング、有酸素運動、ADL 練習を中心に週5回、40~60分/日実施した。レジスタンストレーニングは、重錘を用いた膝関節屈伸運動、SLR、股関節内外転運動、ブリッジ運動、股関節屈曲運動、セラバンド[®]を用いた肘関節屈曲運動、肩関節屈曲・外転運動、および反復起立練習、カーフレイズを実施した。運動強度は、自覚的運動強度を Borg Scale にて評価し、全身状態に応じて11 (楽である) ~ 13 (ややきつい) となるように負荷および回数を調整した。有酸素運動は、エルゴメーターを使用し、全身状態に応じて11 (楽である) ~ 13 (ややきつい) となるように負荷を調整し実施した。また、疼痛や全身状態に応じて、理学療法時間以外も病棟でのウォーキングなど身体活動を確保するように指導を行った。

2. 物理療法 (温熱療法, マッサージ, TENS)

物理療法は、理学療法開始後第6病日までは頸部から殿部の筋固縮に対する温熱療法 (ホットパック) およびマッサージを実施した。しかし、夜間睡眠の改善や日中の身体活動の向上には至らなかったため、第7病日より運動療法に加え、疼痛部位 (おもに両脊柱起立筋の圧痛点) に対して、TENS (使用機器: 低周波治療器 ESPURGE, 伊藤超短波) を開始した。TENS は表2に示す設定にて実施した。また、TENS 機器の使用方法を患者に指導し、理学療法時間以外でも疼痛が増強した際には患者自身が TENS を実施できるようにした。患者自身で TENS を実施する際には、看護師によりパッド装着部位および TENS 実施中の有害事象の有無の確認を適宜行った。TENS は退院前日 (第25病日) まで継続した。介入期間中における TENS による有害事象は認めなかった。

理学療法経過 (表3)

理学療法開始日 (第3病日) の視診・触診において、頸部から殿部にかけての筋固縮、胸椎後弯減少・腰痛前弯増大・両腸腰筋の短縮、圧痛点を伴う脊柱起立筋内の

表3 理学療法経過

評価項目	理学療法開始時	1 週後	2 週後	3 週後
疼痛				
最大 NRS (点)	8	6	4	4
平均 NRS (点)	6	4	2	1
オピオイド鎮痛薬使用量 (SD) (mg)	18.2 (4.5)	14.2 (5.2)	9.0 (3.9)	13.9 (4.2)
身体活動性				
平均歩数 (SD) (歩)	1,991.2 (897.2)	2,856.3 (251.2)	3,684.4 (381.3)	3,876.4 (402.3)
身体機能				
握力 (kg)	21.2	23.4	24	24.5
膝伸展筋力 (N)	223.1	232.2	316.2	316
QOL (EORTC QLQ-C30) (点)				
global QOL	16.7	-	-	33.3
physical function	73.3	-	-	66.7
role function	50	-	-	33.3
emotional function	50	-	-	66.7
cognitive function	50	-	-	50
fatigue	66.7	-	-	55.6
nausea and vomiting	0	-	-	0
pain	83.3	-	-	66.7
dyspnea	33.3	-	-	66.7
insomnia	100	-	-	33.3
appetite loss	33.3	-	-	0
constipation	33.3	-	-	0
diarrhea	0	-	-	0
financial difficulties	33.3	-	-	33.3

TENS: transcutaneous electrical nerve stimulation, NRS: Numerical Rating Scale, SD: standard deviation (標準偏差), EORTC: European Organization for Research and Treatment of Cancer

索状物 (図1), 体幹屈伸・回旋の可動域制限を認めた。これらに対して, 温熱療法 (ホットパック) およびマッサージ, 関節可動域練習を実施した。それにより理学療法実施中および実施直後の一時的な疼痛緩和は得られたが, 日中・夜間の疼痛や睡眠の改善, 身体活動の改善はもたらされなかったため, 第7病日より TENS を導入した。TENS の1日の平均実施回数 (30分間実施を1回と規定) は, 1週後までは 5.5 ± 0.5 回, 2週後 6.1 ± 1.1 回, 3週後 4.4 ± 1.2 回であった。

運動療法と TENS の併用により, 疼痛 (最大) は, 理学療法開始時 NRS 8点, 1週後 6点, 2週後 4点, 3週後 4点へ緩和を認めた。疼痛 (平均) も理学療法開始時 NRS 6点, 1週後 4点, 2週後 2点, 3週後 1点へ緩和を認めた。また, QOL 評価における pain も理学療法開始時 83.3点, 3週後 66.7点へ緩和を認めた。圧痛点

の変化は認めなかったが, 疼痛部位の範囲は徐々に縮小していった (図1)。

疼痛の緩和に伴い, 運動療法 (レジスタンストレーニング, 有酸素運動) に対する耐容能が向上し, 運動回数, 運動時間, 負荷量も漸増した (表1)。また, オピオイド鎮痛薬使用量は, 理学療法開始時 18.2 ± 4.5 mg, 1週後 14.2 ± 5.2 mg, 2週後 9.0 ± 3.9 mg と減少を認めしたが, 3週後では 13.9 ± 4.2 mg と増加へ転じた。

身体活動は, 理学療法開始時 $1,991.2 \pm 897.2$ 歩, 1週後 $2,856.3 \pm 251.2$ 歩, 2週後 $3,684.4 \pm 381.3$ 歩, 3週後 $3,876.4 \pm 402.3$ 歩へ増加した。身体機能については, 握力は, 理学療法開始時 21.2 kg, 1週後 23.4 kg, 2週後 24.0 kg, 3週後 24.5 kg, 膝関節伸展筋力は, 理学療法開始時 223.1 N, 1週後 232.2 N, 2週後 316.2 N, 3週後 316.0 N に向上した。

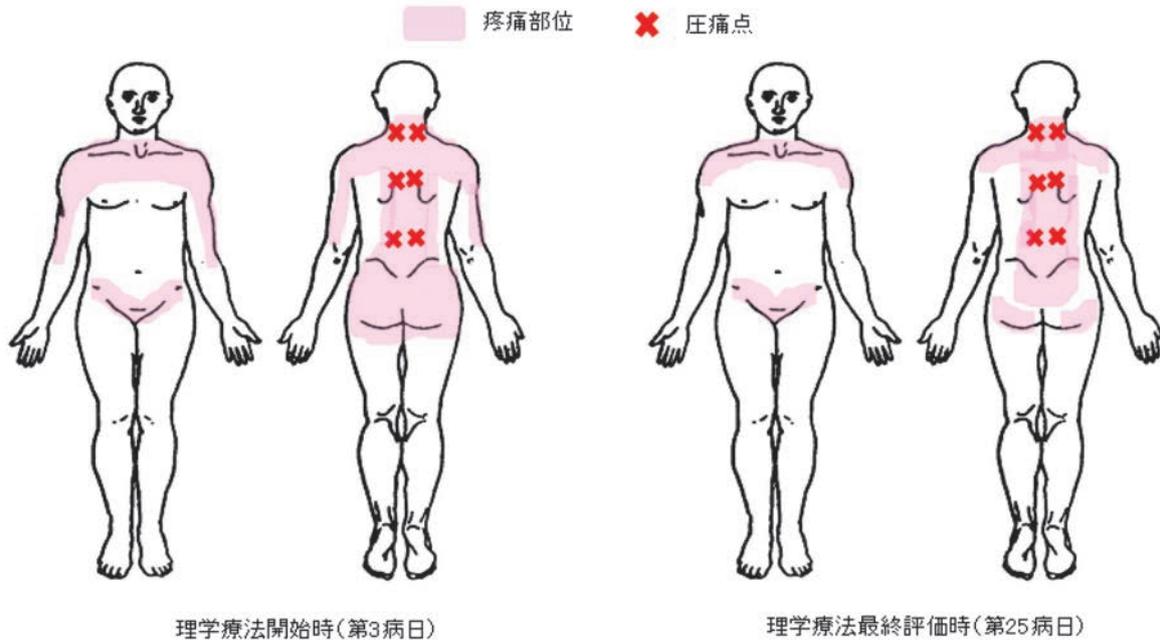


図1 本症例における圧痛点と疼痛部位

QOLについては、global QOLは理学療法開始時16.7点、3週後33.3点、emotional functionは理学療法開始時50点、3週後66.7点、fatigueは理学療法開始時66.7点、3週後55.6点、painは理学療法開始時83.3点、3週後66.7点、insomniaは理学療法開始時100点、3週後33.3点と改善が認められた(表3)。また、理学療法開始時に認めていた夜間断眠は疼痛が緩和することで改善し、日中の傾眠も改善した。PSもgrade 1(肉体的に激しい活動は制限されるが、歩行可能で、軽作業や座っての作業は行うことができる)に向上した。

第26病日に化学療法による著明な有害事象なく自宅退院となったが、TENS終了に伴う疼痛の増強の不安は残存した。

考 察

MPSを生じた進行性卵巣癌患者に対して、運動療法とTENSの併用により疼痛の緩和、オピオイド鎮痛薬使用量の減量、身体活動・身体機能・QOLの改善を認めた症例を経験した。

MPSの標準治療やケアは未だ確立されていないが、ドライ・ニードリング、トリガーポイント注射、マッサージ、運動療法、温熱療法などによるMPSが生じている筋に対するリラクゼーションが基本的なアプローチとして提唱されている⁸⁻¹⁰⁾。本症例では、運動療法とTENSを併用することにより疼痛の緩和が得られ、オピオイド鎮痛薬の使用量の減量につながった。

TENSの鎮痛のメカニズムについては、ゲートコントロール理論¹⁸⁾、脳脊髄液内へ内因性オピオイドが放出

されることによる鎮痛作用¹⁹⁾、下行性疼痛抑制機構²⁰⁾が報告されている。本症例に対しては、周波数4~200 Hz、パルス幅100 μ sの対称性二相性パルス波の設定にてTENSを実施した。内因性オピオイドを介した鎮痛効果については、1~4 Hzの低周波TENSでは β エンドルフィンやエンケファリン、40~200 Hzの高周波TENSではダイノルフィン、また、200 Hz以上の高周波TENSではセロトニンやノルアドレナリンなどが作用すると報告されている²¹⁾²²⁾。また、下行性疼痛抑制機構を介した鎮痛効果については、低周波TENSでは下行性疼痛抑制経路によるセロトニン放出の増加、中脳中心灰白質や吻側延髄腹内足部経路によるオピオイド(μ オピオイド受容体)、 γ アミノ酪酸、セロトニン、ムスカリン受容体の活性化、高周波TENSではオピオイド受容体(δ オピオイド受容体)、ムスカリン受容体、 γ アミノ酪酸受容体などの内因性抑制メカニズムの活性化に作用すると考えられている²⁰⁾。MPSに関連する疼痛には、 μ オピオイド受容体に結合することで鎮痛効果が得られるオピオイド鎮痛薬の効果は低いことが報告されている⁷⁾。よって、本症例ではゲートコントロールや内因性オピオイドに加え、周波数を変調させることで高周波TENSが適応されたため、 δ オピオイド受容体を中心とした内因性抑制メカニズムを介して鎮痛効果が得られたと考えられる。

また、MPSに認められるトリガーポイントでは、筋が緊張状態にあるため血液からの酸素やエネルギー供給が不足している。筋のリラクゼーションにはアデノシン三リン酸と酸素が必要なため、酸素とエネルギー供給が

不足するとトリガーポイントにおける筋の緊張状態がさらに亢進し、症状の増悪につながる。そのため、トリガーポイントへ血流を増加させ、炎症性マーカーの拡散や代謝基質の取り込みを促進させる必要がある²³⁾²⁴⁾。運動療法(特に有酸素運動)は、血圧、血流、血中酸素飽和度を増加させるため、トリガーポイントの解消に有効であると報告されている²⁵⁾。本症例では、レジスタンストレーニング、エルゴメーターによる有酸素運動を中心に運動療法を実施するとともに、病棟でのウォーキングにより身体活動を維持・向上させたことが、トリガーポイントへの血流の増加や代謝基質の取り込みの促進につながり疼痛の緩和、疼痛部位の範囲の縮小が得られたと考えられる。

理学療法経過において、傾眠が改善しPSもgrade 1に向上した。オピオイド鎮痛薬では、悪心・嘔吐、便秘、眠気、せん妄、呼吸抑制などの副作用により患者のADLやQOLに影響を及ぼすことがある²⁶⁾。本症例では、運動療法とTENSの併用により疼痛が緩和することでオピオイド鎮痛薬の使用量が減量したこと、また、QOLにおけるemotional functionやpain, insomniaに改善が認められているように、疼痛の緩和に伴い精神機能が安定し、夜間の睡眠状況が改善したことが日中の傾眠の改善につながったと考えられる。

運動療法(レジスタンストレーニング、有酸素運動)は、がん関連倦怠感を改善することが報告されており²⁷⁾、本症例においても運動療法を実施することでQOL評価のfatigueに改善が認められた。傾眠の改善に加え、fatigueの改善も相まって日中の身体活動が向上し、筋出力が増加することで握力や膝伸展筋力などの身体機能の大幅な改善もたらされたと考えられる。

そのため、本症例のようにMPSを有するがん患者では、理学療法開始時より運動療法および物理療法の併用を積極的に適用することが有用ではないかと考える。

一方、退院時(理学療法開始3週後)にはオピオイド鎮痛薬使用量は増加した。これは、退院後の在宅においてはTENSが使用できないため、TENSを使用しない状況に慣れるために本症例自身が退院直前にTENSの使用頻度を減少させたことが原因と考えられる。退院後の在宅リハビリテーションにおいても運動療法に加え、TENSを積極的に適用していくことが今後の課題である。

結 語

今回、オピオイド鎮痛薬でのコントロールが不良な疼痛を有するMPSを生じた進行性卵巣癌患者の理学療法を経験した。MPSに対して、運動療法とTENSの併用により疼痛の緩和、オピオイド鎮痛薬使用量の減量、身体活動・身体機能・QOLの改善が得られた。MPSに対する標準治療やケアは未だ確立されていない。本症例よ

り運動療法とTENSの併用ががん患者のMPSに対する治療・サポーターケアのひとつとなる可能性が示唆された。

利益相反

本症例報告に関する開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Saxena A, Chansoria M, *et al.*: Myofascial pain syndrome: an overview. *J Pain Palliat Care Pharmacother.* 2015; 29: 16-21.
- 2) Celik D, Kaya ME: The relationship between latent trigger points and depression levels in healthy subjects. *Clin Rheumatol.* 2012; 31: 907-911.
- 3) Castelli L, De Santis F, *et al.*: Alexithymia, anger and psychological distress in patients with myofascial pain: a case-control study. *Front Psychol.* 2013; 4: 490.
- 4) Ishiki H, Kinkawa J, *et al.*: Prevalence of myofascial pain syndrome in patients with incurable cancer. *J Bodyw Mov Ther.* 2018; 22: 328-332.
- 5) Friction JR, Steenks MH: Diagnosis and treatment of myofascial pain. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 1996; 103: 249-253.
- 6) Hasuo H, Kanbara K, *et al.*: Factors associated with the efficacy of trigger point injection in advanced cancer patients. *J Palliat Med.* 2017; 20: 1085-1090.
- 7) Hasuo H, Ishihara T, *et al.*: Myofascial trigger points in advanced cancer patients. *Indian J Palliat Care.* 2016; 22: 80-84.
- 8) Campa-Moran I, Rey-Gudin E, *et al.*: Comparison of dry needling versus orthopedic manual therapy in patients with myofascial chronic neck pain: a single-blind, randomized pilot study. *Pain Res Treat.* 2015; 2015: 327307.
- 9) Liu L, Huang QM, *et al.*: Effectiveness of dry needling for myofascial trigger points associated with neck and shoulder pain: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015; 96: 944-955.
- 10) Takamoto K, Bito I, *et al.*: Effects of compression at myofascial trigger points in patients with acute low back pain: a randomized controlled trial. *Eur J Pain.* 2015; 19: 1186-1196.
- 11) Bjordal JM, Johnson MI, *et al.*: Short-term efficacy of physical interventions in osteoarthritic knee pain. A systematic review and meta-analysis of randomised placebo-controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007; 8: 51.
- 12) Johnson M, Martinson M: Efficacy of electrical nerve stimulation for chronic musculoskeletal pain: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Pain.* 2007; 130: 157-165.
- 13) Bennett MI, Johnson MI, *et al.*: Feasibility study of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for cancer bone pain. *J Pain.* 2010; 11: 351-359.
- 14) Ferreira FC, Issy AM, *et al.*: Assessing the effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in post-thoracotomy analgesia. *Rev Bras Anesthesiol.* 2011; 61: 561-567.
- 15) Mao JJ, Xie SX, *et al.*: A randomised trial of electroacupuncture for arthralgia related to aromatase inhibitor use. *Eur J Cancer.* 2014; 50: 267-276.
- 16) Rivers WE, Garrigues D, *et al.*: Signs and symptoms

- of myofascial pain: An international survey of pain management providers and proposed preliminary set of diagnostic criteria. *Pain Med.* 2015; 16: 1794-1805.
- 17) Aaronson NK, Ahmedzai S, *et al.*: The European Organization for Research and Treatment of Cancer QLQ-C30: a quality-of-life instrument for use in international clinical trials in oncology. *J Natl Cancer Inst.* 1993; 85: 365-376.
 - 18) Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS): Research to support clinical practice. Johnson MI (ed), Oxford University Press, Oxford (UK), 2014, p. 7.
 - 19) Han JS, Chen XH, *et al.*: Effect of low- and high-frequency TENS on Met-enkephalin-Arg-Phe and dynorphin A immunoreactivity in human lumbar CSF. *Pain.* 1991; 47: 295-298.
 - 20) Johnson MI: Mechanism of action of TENS. Chap 9. In: Johnson MI (ed): Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS): research to support clinical practice (1st ed). Oxford University Press, Oxford (UK), 2014, p. 187.
 - 21) Han JS, Terenius L: Neurochemical basis of acupuncture analgesia. *Annu Rev Pharmacol Toxicol.* 1982; 22: 193-220.
 - 22) Pert CB, Snyder SH: Opiate receptor: demonstration in nervous tissue. *Science.* 1973; 179: 1011-1014.
 - 23) Ortega E, Garcia JJ, *et al.*: Exercise in fibromyalgia and related inflammatory disorders: known effects and unknown chances. *Exerc Immunol Rev.* 2009; 15: 42-65.
 - 24) Shah JP, Gilliams EA: Uncovering the biochemical milieu of myofascial trigger points using in vivo microdialysis: an application of muscle pain concepts to myofascial pain syndrome. *J Bodyw Mov Ther.* 2008; 12: 371-384.
 - 25) Ahmed S, Khattab S, *et al.*: Effect of aerobic exercise in the treatment of myofascial pain: a systematic review. *J Exerc Rehabil.* 2018; 14: 902-910.
 - 26) 日本緩和医療学会ガイドライン総括委員会 (編): がん疼痛の薬物療法に関するガイドライン 2020年版. 金原出版, 東京, 2020, pp. 67-70.
 - 27) Tomlinson D, Diorio C, *et al.*: Effect of exercise on cancer-related fatigue: a meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2014; 93: 675-686.

症例報告

歩行獲得に難渋したサイム切断例に対する 早期簡易的義足の使用による効果*

小野塚雄一¹⁾# 井上和久²⁾

要旨

【目的】本症例報告では、歩行獲得に難渋した全層植皮によるサイム切断例に対し、早期簡易的義足の使用による効果の検証を目的とした。【症例】55 歳、男性。創治癒が不良で、断端痛・幻肢痛により断端末荷重が不良であったサイム切断例。早期荷重を可能とするために、入院早期から脚長差に対し簡易的義足を作製し、仮治療用義足の作製までの 34 日間を使用した。その結果、断端痛・幻肢痛の改善に伴い、入院時は歩行不能であったが、退院時に義足使用による屋外松葉杖歩行が 2,000 m まで可能となった。【結語】本症例では、早期から脚長差を補完するために簡易的義足を用いて理学療法を行うことで、脚長差による異常歩行を予防し、円滑に義足歩行へ移行するために有効であった。

キーワード サイム切断、荷重時痛、サイム義足

はじめに

サイム切断は 1842 年に J. Syme が考案¹⁾し、外傷、感染、先天性奇形などに対してもっとも優れた切断術で、最大の特徴は断端末荷重が可能である²⁾。サイム切断は距腿関節レベルで足部を切断する手技であるため³⁾、術後の脚長差は平均 7.07 cm が生じ⁴⁾、3 cm 以上の脚長差では短縮側の立脚期で骨盤が同側に傾斜する異常歩行の原因となる⁵⁾。また、サイム切断の合併症として疼痛 25%、潰瘍 23%、皮膚障害 18% があり⁶⁾、踵部の偏位 (内側や後方)、断端の痛み、断端過小、血行障害、断端不安定、骨突出、神経腫の要因から、断端末荷重可能例は 29.2%、一部可能例は 29.2%、不能例は 41.7% であると報告されている⁴⁾。

現在、術直後の義肢装着法や早期義足装着法などが一般的に行われており⁷⁾、積極的な早期荷重歩行練習を行うことで、筋力低下の予防や義足歩行にスムーズに移行

できるだけでなく、創部へ圧迫力と懸垂力が加わることで創治癒が促進される可能性がある⁸⁾。そのため、澤村ら⁹⁾は早期より断端の治癒を主目的として、部分荷重の範囲で、脛骨顆に荷重するようギプスソケットを作成している。また、長屋ら¹⁰⁾はボイド切断に対し早期より理学療法士 (physical therapist: 以下、PT) がサーモプラスチックとポリエチレンフォーム (PE ライト) を用いて練習用仮義足を作製し、歩行練習を進めている。しかし、以前から用いられている練習用仮義足やギプスソケットは簡易性が高いものの、サイム切断によって生じる脚長差を改善し、早期荷重を可能とする簡易的義足を用いた理学療法の効果は検証されていない。

そのため本症例報告では、積極的な早期荷重歩行練習を行うために、PT が簡易的に作製できるもので、なおかつ脚長差による異常歩行を予防する簡易的義足の作製とその利用による効果の検証を目的とした。

症例紹介

本症例は 55 歳、男性であり、診断名は右踵骨粉碎開放骨折、Chopart 関節・Subtalar 関節脱臼、皮膚および軟部組織の重度損傷であった。既往歴は痛風、病前の日常生活動作は独歩にて自立していた。

現病歴は X - 39 日 (サイム切断を行った日を X 日) に工作中、右足が横転したローラーの下敷きになり受傷、A 病院に救急搬送された。X - 32 日に創洗浄とデ

* Effects of using an Early Simple Prosthesis for a Case with Walking Difficulty after Syme's Amputation

1) 医療法人真幸会草加松原リハビリテーション病院リハビリテーション課

(〒340-0013 埼玉県草加市松江 2-3-25)

Yuichi Onozuka, PT: Rehabilitation Section, Medical Corporation Shinkokai Soka Matsubara Rehabilitation Hospital

2) 埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科

Kazuhisa Inoue, PT, PhD: Graduate School of Saitama Prefectural University Graduate Course of Health and Social Services

E-mail: yuichi0843@gmail.com

(受付日 2021 年 3 月 22 日 / 受理日 2021 年 12 月 20 日)

[J-STAGE での早期公開日 2022 年 2 月 3 日]

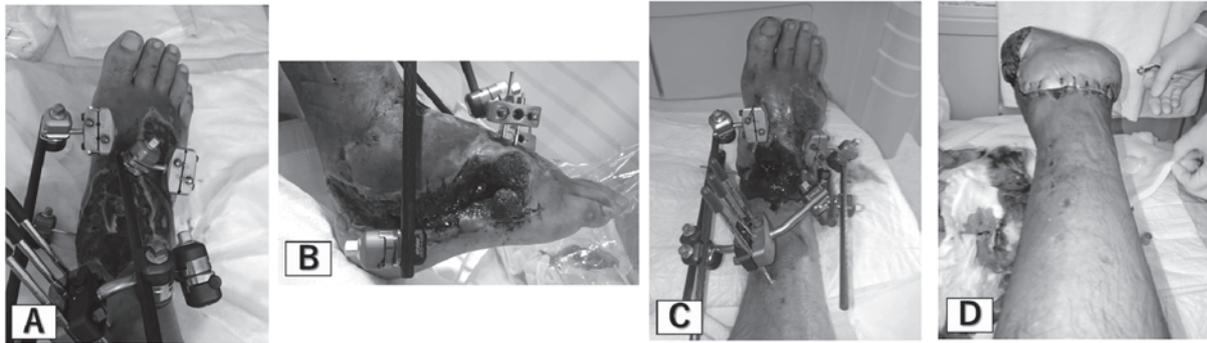


図1 サイム切断までの流れ
A: X - 32日, B: X - 16日, C: X - 2日, D: X日



図2 断端の単純X線写真と全層植皮のサイム切断
A: 正面像, B: 側面像, C: サイム切断

ブリドマンを実施し足関節から足部に創外固定をしたが、感染と皮膚壊死が拡大したためプレートが露出した(図1A)。X - 16日に踵骨と第5中足骨のプレート、キルシュナー鋼線の抜去を行い、異物除去とデブリドマンのみで終了となり(図1B)、X - 2日に右踵骨の感染した部分の切除と皮弁による足背被覆、第5足趾切断となった(図1C)。感染のコントロールと軟部組織の被覆、骨移植にかなりの期間と複数回の手術が必要とされたため、X日に右足関節下切断術(サイム切断)が施行された。この際、足関節果部と脛骨関節面は処置せず、感染したときの髄腔への波及を防止し、軟部組織が可能な範囲で残された。X + 6日に形成術施行し、両果を脛骨関節面と同じレベルで切除した。脛骨と足底腱膜の縫合固定と内側の皮膚欠損部に足底の皮膚が全層植皮となった(図2)。その後、患部の状態が安定したため、X + 26日に当院の回復期リハビリテーション病棟へ入院となった。

初期評価

入院時(X + 26日)の断端状態は創治癒が不良であり、創部から浸出液がでていた状態であった。疼痛の評価は0が痛みなし、10が想像できる最大の痛みとして、0 ~ 10までの11段階で評価する numerical rating scale¹¹⁾

(以下、NRS)を用いた。断端痛はNRS 7、欠損部の母趾の幻肢痛はNRS 5、全層植皮部および皮膚接合部は感覚過敏(中等度)であった。また、創部からメチシリン耐性黄色ブドウ球菌(Methicillin-resistant Staphylococcus aureus: 以下、MRSA)とスタヒロコッカスが確認された。筋力は徒手筋力検査(Manual Muscle Testing: 以下、MMT)にて腸腰筋(右/左)5/5、大殿筋3/3、中殿筋4/4、大腿四頭筋4/4、ハムストリングス5/5、前脛骨筋 測定不可/5、下腿三頭筋 測定不可/5であり、関節可動域(Range of Motion: 以下、ROM)は股関節伸展(右/左)-5°/0°、膝関節伸展-5°/-5°であり、その他の制限は認めなかった。移動手段は車椅子で、機能的自立度評価法¹²⁾(Functional Independence Measure: 以下、FIM)の運動FIMは73点、認知FIMは35点、総合FIMは108点であった。

倫理的配慮は症例報告の趣旨を十分に症例に説明し、理学療法評価および経過についての記載ならび写真の掲載について同意を得た。

介入と経過

入院時(X + 26日)、断端末荷重は免荷であったため、理学療法では股・膝関節伸展制限に対してROM練習、

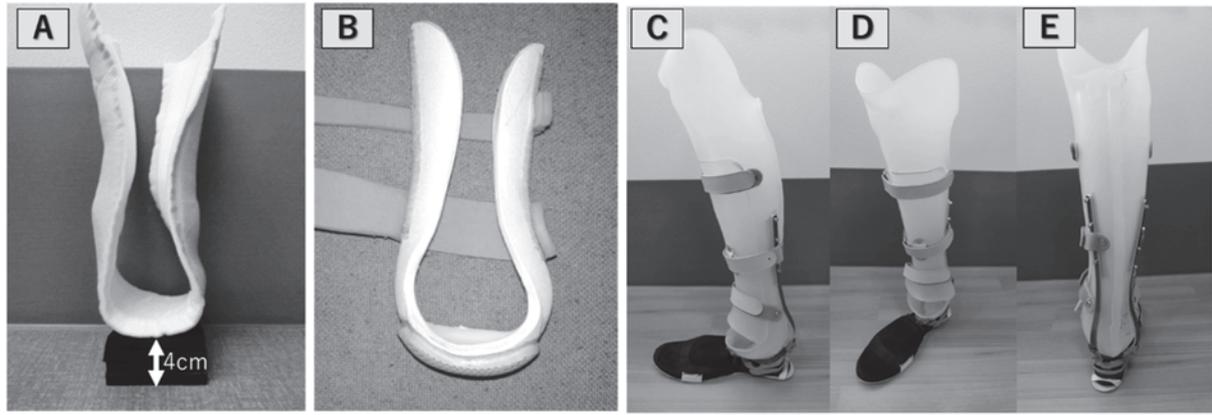


図3 簡易的義足と評価用義足

A: 簡易的義足, B: 簡易的義足 (Gerardら¹⁶⁾より引用)

C: 評価用義足 (側面), D: 評価用義足 (正面), E: 評価用義足 (後面)

開放的運動連鎖による筋力増強運動, 膝立ち位にて荷重練習を行った。また, 松葉杖歩行獲得を目的に長座位でのプッシュアップを実施した。

入院7日目(X+33日)より1/3~1/2部分荷重を開始したが, 5cmの脚長差と創治癒の不良, 断端痛・幻肢痛や感覚過敏の影響もあり断端末荷重が困難であった。そのため, 断端末荷重を進めるためにPTによる簡易的義足の作製を行った(図3A)。簡易的義足は弾力包帯によるソフトドレッシングを行った状態で, 断端から下腿近位にかけてスプリント(日本シグマックス社製, neal splint 3 inch/7.5 cm)を使用し, 断端とスプリントを弾性包帯で固定した。さらにスプリント内部にクッション材として1cmのフェルトを設置, そしてスプリントの末端に4cmのEthylene-Vinyl-Acetate(エチレン-酢酸ビニール共重合樹脂)のスポンジを設置した。歩行動作を行う際に, スポンジの隅が直角となっているため踵接地からつま先離れがスムーズさに欠けたので, ある程度, スポンジの上下方向のたわみができるように, ビニールテープにて固定した。本症例は創治癒が不良であり, 皮膚接合部の感覚過敏があったため, 前面は覆わない形状とし, 簡易的義足を導入することで5cmの脚長差が改善した。その結果, 早期荷重が可能となり, 荷重時の断端痛がNRS 2と軽減した。理学療法では股・膝関節伸展制限に対してROM練習, 荷重感覚入力および筋力増強目的にレッグプレスマシン(HUR社製)とプレステップ(酒井医療社製)を使用した有酸素運動を実施した。また, 簡易的義足を用いた荷重練習や松葉杖歩行練習を行い, 入院15日目(X+41日)には簡易的義足による松葉杖歩行が院内自立となった。

入院22日目(X+48日)より2/3部分荷重を開始し, 理学療法ではROM練習, 筋力増強運動, 有酸素運動は継続し, 簡易的義足を用いた荷重練習や屋外歩行練

習を実施し, 松葉杖歩行は500m程度が可能となった。また, 幻肢痛に対してガバペンチンの服用が開始され, 徐々に幻肢痛が緩和したため, 入院41日目(X+67日)にて服用が終了となった。

入院41日目(X+67日)より全荷重が開始となった。皮膚接合部の感覚過敏は残存しているが, 浮腫が軽減したため, 簡易的義足の使用を終了し, 装具クリニックにて評価用義足を作製することとなった。本症例は全層植皮部の創治癒不良, 皮膚接合部の感覚過敏, 創部下部の疼痛などの問題点があった。そのため, 義肢装具士と協議を行い, 義足と疼痛・創治癒不良の接触を避ける目的に, 殻構造のサイム義足ではなく前蓋式の評価用義足を作製することとなった。また, 断端の負担軽減を目的に評価用義足は, 膝蓋靭帯で負担を受けるPatella tendon bearing(以下, PTB)式とした。さらに脛骨外果の骨突出部のパットを円径状にくり抜き, 脛骨内果の皮膚接合部には, クッション材と前蓋の長さ調整による除圧を行った(図3B, C, D)。理学療法ではROM練習, 筋力増強運動, 有酸素運動は継続し, 評価用義足を用いた荷重練習やT字杖歩行練習を実施した。理学療法介入効果として, 屋内T字杖は200m, 屋外松葉杖は2,000mまで可能となった。しかし, 評価用義足使用後より皮膚接合部の血腫が確認されたため, 創傷被覆・保護材(デオアクティブET)と医療用テープ(エアウォール)にて保護を行った。

入院69日目(X+95日)より復職後を想定したしゃがみ込み動作や段差昇降動作において高さが制限となるため, 評価用義足の高さを脛骨粗面までソケットを短くした。この頃では屋外T字杖歩行1,500mまで可能となったが, 評価用義足の長さを短くしたこともあり, 皮膚接合部に表皮剥離が出現した。

入院73日目(X+99日)より皮膚接合部の剥離と断

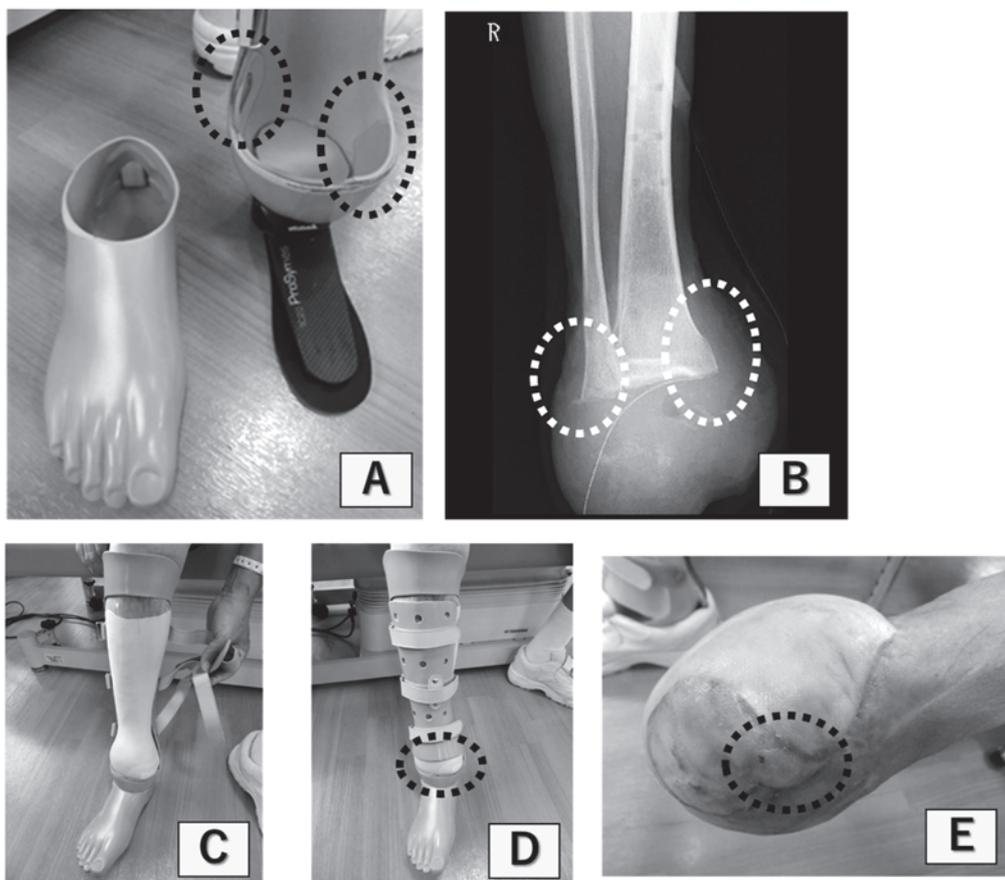


図4 治療用仮義足

- A: 完成サイム義足 (内果のバット, 外果のクッション)
- B: X線写真 (正面)
- C: 完成サイム義足 (前蓋を外した状態)
- D: 完成サイム義足 (前蓋を取り付け, 感覚過敏および疼痛部位の除圧)
- E: 断端写真

端痛もあり, 3日間の義足の非装着期間を設け, 断端にかかる負荷を抑えるためにT字杖歩行から松葉杖歩行へ変更した。

入院83日目(X+109日)より創の治癒が進み, 治療用仮義足を作製することとなった。サイム義足用足部はSACHやLAPOCサイム用足部などが多いが⁶⁾, 義肢装具士と協議のうえ, 退院後の復職を想定して機能的なProSymes 1C 20 (ottobock社製)を採用した。断端痛は軽度残存していたため, 断端底部にクッション材を敷き, 外果の骨突出部においてはバットを円径状にくり抜き, 圧の均一化を図り, 内果の全層植皮部と皮膚接合部に対してクッション材(高反発スポンジ)と前蓋の長さで圧の差別化を図った。また, 治療用仮義足は復職後にしゃがみ込み動作や段差昇降動作などの膝の過屈曲が必要となるため, ソケットの高さを脛骨粗面までとした(図4)。

最終評価

退院時100日目(X+126日)の断端状態は全層植皮

部と皮膚接合部が創治癒し, 断端痛がNRS 1と軽度残存していたが, 幻肢痛はなく, さらに皮膚接合部の感覚過敏(軽度)が改善した。MMTは腸腰筋(右/左)5/5, 大殿筋4/4, 中殿筋4/4, 大腿四頭筋5/5, ハムストリングス5/5, 前脛骨筋 測定不可/5, 下腿三頭筋 測定不可/5と大殿筋・大腿四頭筋の筋力が向上した。ROMは股関節伸展(右/左)0°/5°, 膝関節伸展0°/0°と拡大した。入院中に義足非装着における裸足歩行を実施したが, 荷重時痛の影響により, 数歩程度しか歩行ができない状況であった。しかし, 義足装着歩行ではBerg Balance Scale¹³⁾は52/56点, 最終的な歩行動作は屋内独歩, 屋外松葉杖歩行2,000mまで可能となり, 階段昇降動作は手すりなしの一足一段にて可能となった。退院時の運動FIMは85点(整容, 清拭, 更衣上半身・下半身, 排尿管理, 排便管理は6→7点, 浴槽・シャワー移乗5→6点, 階段1→6点), 認知FIMは35点, 総合FIMは120点まで改善した(図5)。

病日 (日)	受傷日	手術日	入院日										治療用仮義足			退院日
	-39	1	26	33	41	48	62	64	67	80	88	95	99	109	113	126
経過		サイム切断	簡易的義足作製 1/3~ 1/2PWB		2/3PWB	評価用義足作製		評価用義足納品 FWB			評価用義足 PTB部分 カット	7日間 義足なし 松葉杖に 戻す	治療用 仮義足	治療用 仮義足 修正		退院日
プログラム			ROM, MSE, プッシュ アップ, Kneeling	ROM, MSE, 荷重, プッシュ アップ	ROM, MSE, 歩行, プッシュ アップ	ROM, MSE, 歩行, マシン	→									
歩行 (m)					松葉杖 自立			T-cane 200	400	700	1,500	松葉杖 1,500				松葉杖 2,000
創部		皮膚移植部 乾燥・浸出 液	皮膚移植部 乾燥		皮膚接合 部剥離		皮膚接合 部血腫	水泡破裂 ・浸出 液	水泡破裂	皮膚接合 部剥離	表皮剥 離, 皮膚 浸軟	皮膚浸軟	治癒			
処置		洗浄, ガーゼ, 包帯	洗浄, ゲンタシ ン軟膏, ガーゼ, 包帯			デュオア クティブ ET, エア ウォール 保護	ゲンタシ ン軟膏, ガーゼ, 包帯									
感染		MRSA, スタヒロ コッカス					MRSA, ブドウ球 菌, グラム陽 性球菌, スタヒロ コッカス									
感覚過敏		+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
幻肢痛 (NRS)	10	5														
断端痛 (NRS)	10	7					5									1
薬剤		・ロキソ プロフェン, ・レバミピド	・ロキソプロフェン ・レバミピド ・ゾルピデム													
運動FIM (点)		73				83					84					85
総合FIM (点)		108				118					119					120

図5 入院経過

PWB : Partial-Weight-Bearing, FWB : Full-Weight-Bearing
 PTB : patellar tendon bearing, ROM : Range of Motion
 MSE : Muscle Strengthening Exercise
 MRSA : Methicillin-resistant Staphylococcus aureus
 NRS : numerical rating scale, FIM : Functional Independence Measure
 「+」: あり, 「-」: なし

考 察

本症例報告において積極的な早期荷重歩行練習を行うために、PTが簡易的に作製できるもので、なおかつ脚長差による異常歩行を予防する簡易的義足の作製とその利用による効果の検証を目的とした。

まず、下肢切断患者の機能的予後を左右する要因として、切断レベル、年齢、合併症が挙げられ、一般的に切断レベルや年齢が高く、合併症を有するものほど予後は不良である¹⁴⁾。本症例は、サイム切断のため切断レベルは低く、年齢も55歳と比較的若い。また合併症も痛風のみで機能的予後は良好と思われた。しかし、入院当

初より欠損部の母趾の幻肢痛、断端痛、創治癒不良、皮膚接合部の感覚過敏により早期の断端末荷重が困難な症例であった。そのため、早期より立位・歩行練習を可能とするためPTが簡易的義足を作製した。

簡易的義足の最大の目的は脚長差の修正である。通常、脚長差は3cm程度までは骨盤、体幹、下肢全体の代償運動により、外見上の異常歩行が認められないが、3cm以上では短縮側に骨盤が傾斜する代償運動を補うために肩が下がり、脚長差を補うためにつま先立ちとなるとされている⁵⁾。サイム切断の脚長差は平均7.07cmであり、これが腰痛の原因や排尿動作に不便を生じているとされ⁴⁾、通常のサイム義足の装着前は、脚長差のた

めに傾いた姿勢となり、義足装着により傾いた姿勢が改善されると報告されている¹⁵⁾。本症例においても立位における踵部までの脚長差は5 cmであり、脚長差によって生じる骨盤、体幹、下肢全体の代償運動に対し、サイム義足の必要性があったが、通常、義足装着時期は断端形成が進んでから仮義足の作製が行われる。しかし、本症例においては、欠損部の母趾の幻肢痛、断端痛、創治癒不良、皮膚接合部の感覚過敏などの理由により仮義足の作製時期が不透明であった。そのため、仮義足の作製時期までの脚長差による骨盤、体幹、下肢全体の代償運動を予防するため、PTによる簡易的義足を作製し予防を図った。簡易的義足を作製するにあたり、形状をGerardら¹⁶⁾の簡易的義足(図3B)を参考とした。また、Gerardらの簡易的義足は脚長差に対しての補高がなされていないため、本症例の簡易的義足では、スプリント内部にクッション材1 cmとスポンジ4 cmを設置することで、5 cmの脚長差を修正し、骨盤、体幹、下肢全体の代償運動を予防しながら早期より立位・歩行練習の導入を行った。簡易的義足の利点は脚長差の修正であり、本症例は入院7日目(X + 33日)から入院41日目(X + 67日)の34日間、簡易的義足を使用した状態で、立位・歩行練習が実施され、早期より脚長差がない状態で不良姿勢や異常歩行を予防し、理学療法介入が行われた。

本症例において術後早期からの荷重練習の導入により幻肢痛の改善が認められた。Dijkstraら¹⁷⁾によれば下肢切断者の80%に幻肢痛が生じると報告され、入院当初より欠損部の母趾の幻肢痛(NRS 5)が生じていた。幻肢痛の理学療法として、幻肢と非切断側下肢をイメージしながら運動するトレーニングが一般的な療法と比較して有意に成果を上げるとされている¹⁸⁾。そのため、本症例において早期より簡易的義足を用いることで5 cmの脚長差を補い、幻肢と非切断側下肢をイメージしながら断端末への負荷を行い、荷重練習や歩行練習を行った。幻肢痛に対しガバペンチン投与¹⁹⁾を行いながら早期から簡易的義足を用いた荷重練習により、19日間で欠損部の母趾の幻肢痛が改善した。簡易的義足を用いた運動療法と薬物療法が幻肢痛に対し効果があった可能性があるが、運動療法と薬物療法併用のため、今回の介入結果から、それぞれの効果に対して言及できない。

また、本症例において運動療法を行うにあたり、入院時からの幻肢痛、断端痛、創治癒不良、皮膚接合部の感覚過敏などの理由により荷重練習や歩行練習が困難であった。下肢切断の運動療法においては、監視下での歩行練習のみを行った群よりも下肢筋力増強運動、荷重練習、協調性練習などを約1時間、3日間の短期集中的な理学療法を行った群の方が2分間歩行、Physiological cost indexや義足側への荷重などで有意な改善が認めら

れており¹⁸⁾、早期荷重練習が必須である。切断などにより断端末での支持が困難な場合、切断側での運動療法は開放的運動連鎖での筋力増強運動となる。しかし、簡易的義足を用いることで荷重練習が可能となると閉鎖的運動連鎖での運動が導入しやすくなる。閉鎖的運動連鎖の利点として固有感覚受容器の活性化や筋の同時収縮により関節の安定性を向上させるため、早期から簡易的義足を用いて荷重練習を行うことが重要と考える。

そもそも、簡易的義足は簡便で比較的安価である。使用する物はスプリント、弾性包帯、Ethylence-Vinyl-Acetateのみで、断端に温水で柔らかくしたスプリントを弾性包帯で巻き、硬化し、取り外した後、Ethylence-Vinyl-Acetateを適量カットしたものをスプリントに取り付ける。比較的短時間で作製が可能のため難易度も高くない。また、装着も簡便で患者指導を行えば自身での装着が可能である。

最後に、サイム切断は国立障害者リハビリテーションセンター病院における2005～2015年の10年間の調査では、新規のサイム切断の割合は0.6%とサイム切断の割合は減少傾向にあった²⁰⁾。また、日本支援工理学療法学会の報告では、サイム切断にかかわったPTは3.4%であり²¹⁾、臨床現場におけるサイム切断者を担当する機会は少ない傾向にある。本症例に適用した簡易的義足を用いた理学療法の経過は、今後、脚長差を有したサイム切断者に対する理学療法において、早期の脚長差の保管と荷重を可能とし、円滑な義足歩行獲得を図るための基礎資料として活用できると考えられた。

結 語

本症例報告は、歩行獲得に難渋したサイム切断例に対し、脚長差を補うための早期簡易的義足による使用の検証であった。サイム切断は断端末荷重が可能であることが最大の特徴であるが、術後の脚長差が課題となる。本症例報告において、早期よりPTが簡易的義足を作製することで、評価用および治療用仮義足までの移行期間に、脚長差による不良姿勢や異常歩行を予防しながら、円滑に治療用仮義足での歩行へ移行するために有効であったと考えられた。

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) Harris RI: Syme's amputation. J Bone Joint Surg. 1956; 38: 614-632.
- 2) 澤村誠志: 切断と義足(第2版). 医歯薬出版, 東京, 2016, pp. 39-40, pp. 74, pp. 387-392.
- 3) 蜂須賀研二: リハビリテーション用語の起源を訪ねる サイム切断. J Clin Rehabil. 2016; 25: 915.

- 4) 豊永敏宏, 緒田博史, 他: サイム切断後の断端末荷重能力の検討. 日本義肢装具学会誌. 2003; 19: 59-64.
- 5) 吉村茂和: 異常歩行. 理学療法ハンドブック (改訂3版), 第1巻 理学療法の基礎と評価. 細田多穂, 柳澤 健 (編), 協同医書出版, 東京, 2000, pp. 593-616.
- 6) Braaksmā R, Dijkstra PU, *et al.*: Syme Amputation: A Systematic Review. *Foot & Ankle International*. 2018; 39: 284-291.
- 7) 澤村誠志 (編): 義肢学 (第3版). 医歯薬出版, 東京, 2015, pp. 64-68.
- 8) 岩間一志, 伊藤義広, 他: 下腿切断に対する新しい術後断端管理法と早期荷重歩行の経験. 国立大学法人リハビリテーションコ・メディカル学術大会誌. 2006; 7: 37-39.
- 9) 澤村誠志, 中島咲哉, 他: 術直後義肢装着法の実際とチームアプローチ. リハビリテーション医学. 1973; 10: 3-12.
- 10) 長屋 崇, 滝野勝昭, 他: 下肢離断患者の義足装着訓練の現状と問題点. 日本義肢装具学会誌. 1994; 10: 209-212.
- 11) Williamson A, Hoggart B: Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *J Clin Nurs*. 2005; 14: 798-804.
- 12) Linacre JM, Heinemann AW, *et al.*: The structure and stability of the Functional Independence Measure. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994; 75: 127-132.
- 13) Downs S: The Berg Balance Scale. *J Physiother*. 2015; 61: 46.
- 14) 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.
- 15) 菅原智美, 岸部有香, 他: サイム切断の経験. 秋田理学療法. 2003; 11: 17-19.
- 16) Gerard VY, Theresa LS, *et al.*: Syme's Amputation: A Retrospective Review of 10 Cases. *Clin Podiatr Med Surg*. 2005; 22: 395-427.
- 17) Dijkstra PU, Geertzen JH, *et al.*: Phantom pain and risk factors: a multivariate analysis. *J Pain Symptom Manage*. 2002; 24: 578-585.
- 18) 日本理学療法士協会ホームページ 理学療法診療ガイドライン (第1版). http://www.japanpt.or.jp/upload/jspt/obj/files/guideline/00_ver_all.pdf (2021年4月26日引用)
- 19) 水上奈穂美, 新谷知久, 他: 肩甲帯離断術後の幻肢痛・幻肢感覚に対してガバベンチンが奏効した3症例. 日本ペインクリニック学会誌. 2012; 19: 41-44.
- 20) 三ツ本敦子, 山崎伸也, 他: 国立障害者リハビリテーションセンター病院の補装具診療外来を受診した新規切断者の特徴. 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要. 2016; 37: 47-54.
- 21) 日本理学療法士協会ホームページ 職能に資するエビデンス研究 義肢における理学療法士の関わりの実態調査報告書. https://www.japanpt.or.jp/assets/pdf/activity/investigation/2018shienkougaku_gishi.pdf (2021年12月20日引用)

症例報告

二次性サルコペニアを合併した Trousseau 症候群に対して 栄養療法と運動療法の併用により自宅復帰に至った一例*

三枝 信吾^{1) #} 加茂 亜里沙¹⁾ 稲本 あさみ¹⁾ 久保 宏紀¹⁾
山崎 允¹⁾ 野添 匡史²⁾ 間瀬 教史²⁾ 島田 真一³⁾

要旨

【目的】二次性サルコペニアを呈した Trousseau 症候群患者に対する理学療法について報告する。
【対象と方法】卵巣癌の精査中に小脳梗塞を発症した 50 代女性である。初期評価では、握力は右 8.5 kg/左 11.5 kg、快適歩行速度は 0.73 m/秒、Skeletal Muscle mass Index (以下、SMI) は 4.4 kg/m² であり、重症サルコペニアを呈していた。分岐鎖アミノ酸を含む栄養療法でタンパク質の摂取量を漸増させ、運動療法は低負荷高頻度 Resistance Training と有酸素運動を中心に実施した。【結果】最終評価では、握力は右 18.9 kg/左 19.3 kg、快適歩行速度は 1.17 m/秒、SMI は 5.6 kg/m² と各指標で改善を認め、歩行自立で自宅退院となった。【結論】二次性サルコペニアを合併した Trousseau 症候群に対して、適切な栄養管理下の運動療法は効果的である可能性が示唆された。

キーワード Trousseau 症候群, 二次性サルコペニア, 低負荷高頻度レジスタンストレーニング, 栄養療法

はじめに

Trousseau 症候群は悪性腫瘍による血液凝固能の亢進に伴う血栓形成により脳梗塞を発症する病態であり、脳梗塞全体の約 1.8% を占め、脳幹以外の領域に梗塞巣が多いとされる¹⁾。臨床症状は悪性疾患に伴う食欲不振や発熱、廃用症候群といった全身症状に加え、脳梗塞に伴う運動麻痺や感覚障害などの局所神経症状を呈する²⁾。Trousseau 症候群は生存期間の中央値が 84 日³⁾ であり生命予後が不良である。また、退院時の modified Rankin Scale (以下、mRS) が 1～2 の軽症例は約 10% とされ¹⁾、機能予後も不良である。したがって、Trousseau 症候群患者において、リハビリテーション介入に難渋すること

は少なくない。一方で、Trousseau 症候群は早期に発見し、有効な原疾患治療を施行できれば生命予後良好な経過を示すことが肺腺癌患者や卵巣癌患者で報告されている⁴⁾⁵⁾。

サルコペニアは、健康障害のリスクが高まった、進行性かつ全身性の骨格筋疾患と定義される⁶⁾。サルコペニアの原因を分類すると、加齢以外に要因がない「一次性サルコペニア」と、加齢以外の要因による「二次性サルコペニア」に大別される⁶⁾。二次性サルコペニアの原因としては低活動（安静臥床、不動、無重力状態など）、疾患（侵襲、慢性臓器不全、炎症性疾患、悪液質など）、低栄養（吸収不良、食事摂取量の低下など）が挙げられ⁷⁾、高齢者でなくても生じる可能性が指摘されている⁶⁾⁸⁾。また、悪性腫瘍に対する手術療法に伴う Surgical Stress も術後サルコペニアの原因のひとつであると報告されている⁹⁾。悪性腫瘍における周術期サルコペニアは、担癌状態あるいは手術侵襲、術後廃用、ならびに術後栄養吸収不良が複雑に関連し発症すると考えられており¹⁰⁾、死亡率や再発、合併症発症の一要因とされている¹¹⁾。また、サルコペニアは化学療法の有害事象発現を増加させるだけでなく、化学療法の継続率を低下させることが報告されている⁹⁾。そして、回復期のサルコペニア合併患者は身体機能や日常生活動作 (Activities of Daily

* Combination of Exercise and Nutritional Therapy for Trousseau Syndrome Patients with Secondary Sarcopenia

1) 伊丹恒生脳神経外科病院リハビリテーション部
(〒664-0028 兵庫県伊丹市西野1-300-1)
Shingo Mitsue, PT, Arisa Kamo, PT, Asami Inamoto, PT, Hiroki Kubo, PT, PhD, Makoto Yamazaki, PT: Department of Rehabilitation, Itami Kousei Neurosurgical Hospital
2) 甲南女子大学看護リハビリテーション学部理学療法学科
Masafumi Nozoe, PT, PhD, Kyoshi Mase, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Faculty of Nursing and Rehabilitation, Konan Women's University
3) 伊丹恒生脳神経外科病院脳神経外科
Shinichi Shimada, MD, PhD: Department of Neurosurgery, Itami Kousei Neurosurgical Hospital
E-mail: mitsue0404@outlook.jp
(受付日 2021年11月18日/受理日 2022年1月11日)
[J-STAGEでの早期公開日 2022年2月21日]

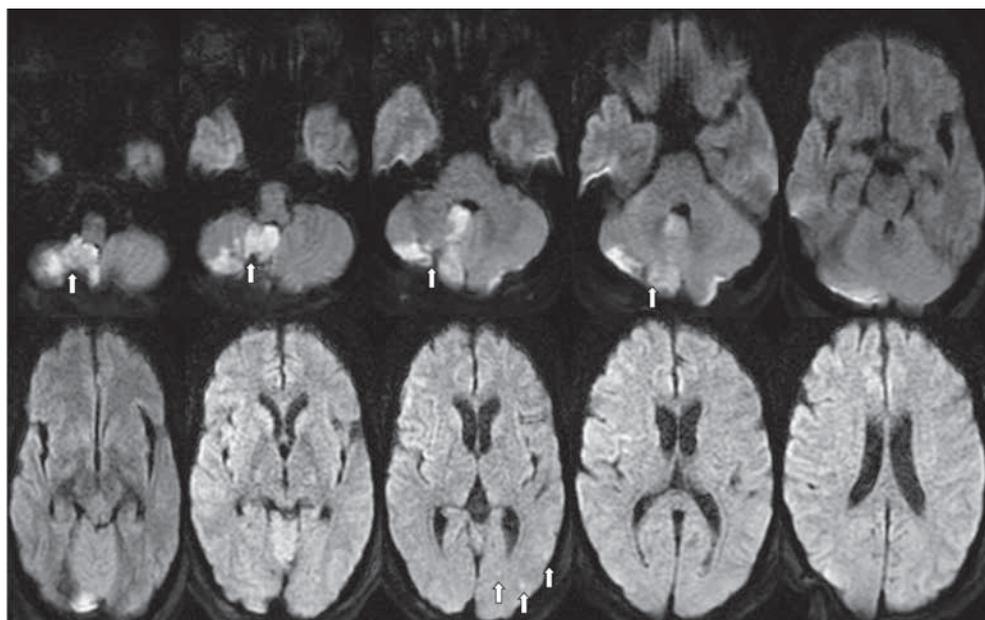


図1 発症時の頭部MRI拡散強調画像
右小脳半球および左後頭葉にも高信号域を認め、散在性の塞栓性脳梗塞を発症した(第1病日)。

Living: 以下, ADL) などリハビリテーション転帰と負の関連が示唆されている⁶⁾¹²⁾。このように周術期や回復期のサルコペニアの有無は生命・機能予後に関連していることから、Trousseau 症候群患者においては神経症状の改善に加えて早期よりサルコペニアに対する介入が必要である。

サルコペニアの治療の中心は運動療法と栄養療法である⁷⁾。運動療法は筋力や骨格筋量の増加に効果的なレジスタンストレーニング(Resistance Training: 以下, RT)が推奨され¹³⁾、負荷量と回数、セット回数により算出される仕事量を高めることが重要である¹⁴⁾。栄養療法ではカロリー摂取に加えてタンパク質、特に分岐鎖アミノ酸(Branched Chain Amino Acid: 以下, BCAA)の摂取はサルコペニア患者において有益である¹⁵⁾。運動療法と栄養療法の併用は単独介入に比べサルコペニアの改善に有効であり⁷⁾、ADLの改善にも寄与している¹⁶⁾。しかしながら原疾患治療が奏功する過程で二次性サルコペニアを生じたTrousseau 症候群患者のリハビリテーション介入に関する報告は見当たらない。一般的な脳卒中患者とは異なる経過をたどる可能性の高いTrousseau 症候群患者において、具体的な理学療法内容や経過を報告することは有益であると考えられる。

今回、卵巣腫瘍を起因に塞栓性小脳梗塞を合併し、周術期での術後侵襲や不活動、低栄養により二次性サルコペニアを呈したTrousseau 症候群症例に対し、低負荷高頻度RTと栄養療法を併用することでADLの改善が得られ、自宅復帰に至ったため報告する。

対象と方法

1. 症例紹介

症例は50歳台、女性。特筆すべき既往歴はなく、入院前のADLは自立されていた。X年Y月に不正性器出血を主訴に受診され、卵巣癌疑いと診断され精査中であつたところ、右小脳半球および左後頭葉に高信号域を認める散在性の塞栓性脳梗塞を発症し(図1)、前医での精査の結果Trousseau 症候群と診断された。脳塞栓症に伴い、閉塞性水頭症も合併し(第1病日)、緊急の頭蓋窩減圧開頭術と脳室ドレナージを施行された。術後は胸水貯留に対し胸腔ドレナージを挿入し、左深大腿静脈-総大腿静脈に深部静脈血栓症の合併症も併発した。第32病日に卵巣癌に対して手術(腹式単純子宮全摘術、両側付属器摘出術、大網部分切除術、右傍結腸溝腹膜摘出術)が施行された。病理診断によると、種類は両側卵巣癌であり、組織型は粘液性腺癌であつた。治療方針として化学療法による継続した治療が必要と考えられたが、副作用に耐えられない全身状態であつたため、その全身状態の回復を目的として、第71病日に当院回復期リハビリテーション病棟へ転院となつた。

2. 理学療法初期評価

1) 身体計測, 体組成(表1)

身長は154 cm, 体重は49.5 kg, Body Mass Index(以下, BMI)は20.9 kg/m², 下腿周径は右27.5 cm/左28.5 cmであり、体重は脳卒中発症前と比較して約20 kg減少していた。体脂肪率, 四肢骨格筋指数(Skeletal

表 1 初期, 最終の理学療法評価の結果

		初期評価	最終評価
体組成	体重 (kg)	49.5	55.4
	SMI (kg/m ²)	4.4	5.6
	体脂肪率 (%)	40.3	34.8
周径 (右/左)	下腿最大 (cm)	27.5/28.5	30.5/31.0
筋力 (右/左)	握力 (kg)	8.5/11.5	18.9/19.3
	膝関節伸展筋力 (kgf)	15.4/14.3	20.9/22.5
	股関節外転筋力 (kgf)	4.7/4.0	12.1/13.0
運動失調	SARA (点)	18	6.5
バランス	BBS (点)	34	51
	SPPB (点)	6	12
歩行	快適歩行速度 (m/秒)	0.7	1.2
	TUG (秒)	14.4	7.6
	6MD (m)	—	443
	FAC (点)	2	4
FIM	総項目 (/126 点)	60	114
	運動項目 (/91 点)	39	89

初期評価は 71 ~ 90 病日, 最終評価は 158 ~ 163 病日で実施。

SMI : Skeletal Muscle mass Index

SARA : Scale for the Assessment and Rating of Ataxia

BBS : Berg Balance Scale

SPPB : Short Physical Performance Battery

TUG : Timed Up & Go Test

6MD : 6-Minutes Walking Distance

FAC : Functional Ambulation Categories

FIM : Functional Independence Measure

Muscle mass Index : 以下, SMI) は生体電気インピーダンス測定機器 (InBody 社, InBodyS10) を用いて測定した。InBody の測定肢位は背臥位とし, 運動直後を避け, 食後 2 時間以上経過していることを確認して測定した。体脂肪率は 40.3%, SMI は 4.4 kg/m² であった。

2) 栄養指標, 血液学的所見

転院時の栄養状態は栄養スクリーニングツールの Mini Nutritional Assessment-Short Form (以下, MNA-SF) を用いて評価し, 4 点であったため低栄養基準に該当した。次に Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM) 基準¹⁷⁾ を用いたところ, 現症と病因でそれぞれ 2 項目が該当し, 重度の低栄養状態と判定された。

血液検査値より, 血清アルブミン値 (Albumin ; 以下, Alb) は 3.6 g/dL, コリンエステラーゼ値 (Cholinesterase ; 以下, Ch-E) は 234 U/L, ヘモグロビン量 (Hemoglobin ; 以下, Hb) は 13.0 g/dL, C 反応性蛋白値 (C reactive protein ; 以下, CRP) は 3.3 mg/dL であった。

エネルギーとタンパク質の摂取量の推定は, 病院および高齢者介護施設で一般的に使用されている目測法¹⁸⁾¹⁹⁾ を使用し, 食事後に看護師が摂取量を 0 ~ 10 までの 11 件法で記録した。また管理栄養士は, 病棟の看護師が記録した食事摂取量と提供した食事のエネルギーとタンパ

ク質の含有量に基づいて, エネルギーとタンパク質の摂取量を算出した²⁰⁾。1 日あたりのエネルギー摂取量は約 1,320 kcal (26.7 kcal/kg/日) であり, タンパク質摂取量は約 1.1 g/kg であった。

本症例は摂食嚥下障害を認めず, 経口摂取が可能であったが, 転院直後は満腹感を主訴に食欲不振が生じていた。

3) 身体機能, 歩行能力, ADL 評価 (表 1)

筋力は握力, 膝関節伸展筋力, 股関節外転筋力, 運動失調は Scale for the Assessment and Rating of Ataxia (以下, SARA)²¹⁾, パフォーマンス能力は Berg Balance Scale (以下, BBS)²²⁾, Short Physical Performance Battery (以下, SPPB)²³⁾ を測定した。握力はスメドレー式デジタル握力計 (竹井機器工業, GRIP-D) を用いて計測した。膝関節伸展筋力と股関節外転筋力はハンドヘルドダイナモメーター (アニマ社, 等尺性筋力測定装置 μ Tas F-1) を用いて計測した。握力は右 8.5 kg/左 11.5 kg, 膝関節伸展筋力は右 15.4 kgf/左 14.3 kgf, 股関節外転筋力は右 4.7 kgf/左 4.0 kgf, SARA は 18 点, BBS は 34 点, SPPB は 6 点であった。

歩行能力の評価として, 快適歩行速度, Timed Up & Go Test (以下, TUG), Functional Ambulation Cate-

表2 リハビリテーション経過 (運動療法, 栄養, 総活動量)

		第71病日	第85病日	第99病日	第113病日	第123病日	第137病日	第151病日	第164病日
レジスタンス トレーニング	起立着席練習	連続5回	連続20回	20回×3	—	—	—	—	—
	カーフレイズ	—	20回×2	20回×3	20回×3	—	—	—	—
	スクワット	—	20回×2	20回×3	20回×3	20回×3	20回×3	30回×3	30×3
	ランジ	—	—	20回×3	20回×3	20回×3	20回×3	30回×3	30×3
	ステッパー	—	—	—	—	—	30回×3	40回×3	40回×3
	段差昇降練習 (20 cm)	—	—	20回×3	20回×3	20回×3	—	—	—
	階段昇降練習 (15 cm・96段)	—	—	—	—	—	1往復	1往復	1往復
有酸素運動	歩行練習 (m・セット)	歩行器 (60 m × 3-5)	独歩介助 (60 m × 5)	独歩見守り (60 m × 10)	独歩 (60 m × 15)	—	—	—	—
	エルゴメーター (時間・Watt)	2分で限界 10 Watt	—	—	10-15分 10-20 Watt	15分 20 Watt	15分 20-30 Watt	15分 30 Watt	15分 30-40 Watt
運動失調	バランス練習	—	—	—	—	両膝立ち位, 片膝立ち位, ステップ練習, 後ろ歩き, 横歩き, タンデム歩行, 片脚立位			
栄養	総摂取エネルギー (Kcal)	1,320		1,900	1,900		2,000		
	タンパク質摂取量 (g/kg/日)	1.1		1.7	1.7		1.7		
総活動量	自主練習	—		歩行練習 60 m × 6セット (病棟看護師見守り)		歩行練習 60 m × 20セット, 起立着座練習 50回			
	病棟自立度	ベッド端座位		車椅子移乗		日中独歩		終日独歩	

gories (以下, FAC), 6-Minute Walking Distance (以下, 6MD) を測定した。快適歩行速度は0.7 m/秒, TUGは14.4秒, FACは2, 6MDは転倒リスクが高く評価困難であった。歩容は左右へのふらつきを生じ, バランス不良時に介助を要する場面があった。また, 歩行能力評価中には, 「しんどい」と疲労感の訴えを頻回に認めた。

ADLの評価にはFunctional Independence Measure (以下, FIM) を使用し, 60点 (運動項目: 39点) であった。

上記評価結果から, Asian Working Group for Sarcopenia 2019 (以下, AWGS 2019)⁸⁾ の診断基準およびカットオフ値を参考にしたところ, 重症サルコペニアに該当した。医師とともに現病歴やこれらの身体所見を確認し, 本症例は病前ADLが自立していた50代女性であり加齢による一次性サルコペニアの可能性は低いと考えられ, 不活動, 疾患, 低栄養が重複した二次性サルコペニアに該当すると判断された。

3. 経過

1) 運動療法 (表2)

リハビリテーション処方として理学療法, 作業療法が処方された。理学療法は約3ヵ月間毎日, 1日60~120分実施した。

転院までの治療経過や転院後の理学療法評価結果を踏まえ, 介入当初は小脳梗塞による運動失調症状よりも二次性サルコペニアを是正していくことが, 日常生活動作の改善のために重要と考え, 下肢筋力の向上, 運動耐容能の向上を目的にRT, 有酸素運動といった理学療法プログラムを中心に実践した。

RTに関しては, 自重を用いた立位でのClosed Kinetic Chain (以下, CKC) 運動 (起立着座練習, カーフレイズ, スクワット, ランジ, 段差昇降, ステッパー) を毎日行った。転院当初は易疲労性の問題から一定の回数やセット数の確保が困難であったため, セット間のインターバルは長めにとり, その日に可能な運動負荷量を調整した。そして, 運動療法開始前に前日からの自覚的疲労感の残存具合を確認することでRTの見直しを図り, 運動負荷量を段階に漸増させ, 種類を追加した。また, 疲労感の訴えがあった場合は下肢に対するマッサージやストレッチングを行い疲労の軽減に努めた。

有酸素運動に関しては歩行練習, リカンベントエルゴメーター, 自転車エルゴメーターを用いて行った。安静時心拍数は約75回/分であり, カルボネン法を用いて40~60%の負荷になるよう目標心拍数を設定した (111~129回/分)。運動中の自覚強度は修正Borg Scale (以下, BS) を用いて評価したが, ベッド上安静

時から「しんどい」との訴えがあり、自覚的運動強度と呼吸循環指標に大きく差異を認めた。そのため、目標心拍数と修正 BS を組み合わせて運動負荷量を調整し、目標心拍数の到達にかかわらず休息を交えながら運動を継続することで、総運動時間の増加を図った。具体的には、歩行練習に関しては歩行器および独歩介助での 20 ~ 60 m の距離で休息を挟み、複数回実施した。リカンベントエルゴメーターおよび自転車エルゴメーターを使用した有酸素運動も試みたが、極軽負荷であっても自覚的疲労感が強く出現したため、当初は実施を見送った。その後、第 118 病日あたりより、「しんどい」との疲労感の訴えが軽減したため、週に 4 回の頻度で自転車エルゴメーターを用いた有酸素運動を再開した。自転車エルゴメーターの実施時間は 15 分間とし、負荷量は修正 BS4 となるように調整し、10 Watt から開始し 40 Watt まで運動負荷量を漸増した。また、病棟内が独歩自立になったタイミング（第 123 病日）から、神経学的検査より異常を認めたが未介入であった協調運動障害・バランス能力に対する介入を開始した。協調運動障害・バランス能力に対する介入は、両膝立ち位、片膝立ち位、ステップ練習、後ろ歩き、横歩き、タンデム歩行、片脚立位を行い、四肢・体幹の協調運動の改善、動的なバランス能力の向上を図った。

2) 栄養療法 (表 2)

入院当初は、食欲不振による必要エネルギー摂取量の不足、さらに CRP は 3.3 mg/dL と異化期の可能性があり²⁴⁾、不適切な栄養状態と予測された。実際に、Harris-Benedict の式より算出した基礎エネルギー消費量 (Basal Energy Expenditure : 以下、BEE) から全エネルギー消費量 (Total Energy Expenditure : 以下、TEE (kcal)) = BEE (約 1,163 kcal) × 活動係数 (1.5) × ストレス係数 (1.1) を推計すると TEE は約 1,629 kcal であった。1 日あたりのエネルギー摂取量が約 1,320 kcal (26.7 kcal/kg/日) であったことから、エネルギー蓄積量は -309 kcal であり、負の栄養バランスであった。しかし、徐々に食欲が増進され、第 78 病日には提供された必要エネルギーをすべて摂取可能となった。そして、第 87 病日に算出された 1 日あたりのエネルギー摂取量は約 1,900 kcal (37.1 kcal/kg/日)、TEE は約 1,647 kcal であったことから、エネルギー蓄積量は 253 kcal となり正の栄養バランスと推計された。また、同日の血液検査値より CRP は 0.05 mg/dL 以下であり同化期になったと推察され、これ以降は正の栄養バランスで経過した。適切な栄養管理後は徐々に体重増加を認め、運動療法でも易疲労性が軽減したため、より積極的なリハビリテーションと筋力強化を期待し、第 108 病日より、理学療法の実施後に BCAA を含む経口栄養補助食品 (森永乳業社製、リハたいむゼリー、BCAA 2,500 mg、タン

パク質 10 g、熱量 100 kcal) の摂取を開始した。最終的には、1 日あたりのエネルギー摂取量は約 2,000 kcal (36.1 kcal/kg/日) まで増加し、タンパク質摂取量は約 1.1 g/kg から約 1.7 g/kg まで漸増した。なお、タンパク質摂取量の増加に伴う、腎機能の低下などの問題は生じなかった。

3) ADL, 病棟生活, 退院時指導 (表 2)

病棟内の生活では、栄養状態安定後の第 90 病日より病棟と連携し自主練習 (約 60 m の距離を 6 回/日から開始) を追加し、退院時まで身体活動量の増加を図った。第 111 病日にベッドから車椅子間の移乗が自立し、第 119 病日以降は疲労感の訴えが消失した。第 123 病日には日中が独歩で自立となり、リハビリテーション時間以外での生活活動量が増加したため、身体活動の自己管理シートを配布し個人での自主練習の指導および管理を促した。そして、理学療法時に活動内容を確認し、目標を達成している場合は適宜、賞賛を与えるよう配慮した。退院直前には、約 60 m の歩行練習を 20 回/日、起立練習は 50 回/日まで負荷量の増大が図れた。そして第 164 病日に自宅退院となった。自宅退院時には、自主練習として自宅でもひとりで安全に行えるような下肢 RT (下肢伸展挙上運動、ブリッジ運動、股関節外転運動、カーフレイズ、スクワット) とストレッチ体操の方法を指導した。また、管理栄養士より、退院後の栄養管理についての指導を行った。

結 果

1. 理学療法最終評価

1) 身体計測, 体組成 (表 1)

体重は 55.4 kg、BMI は 20.9 kg/m²、体脂肪率は 34.8%、SMI は 5.6 kg/m² となり体重は増加し、体脂肪率は減少した。下腿周径は右 30.5 cm/左 31.5 cm であった。

2) 栄養指標, 血液学的所見

MNA-SF は、13 点に改善し栄養状態良好に該当した。血液検査値より、Alb は 4.1 g/dL、Ch-E は 263 U/L、Hb は 13.0 g/dL、CRP は 0.05 mg/dL 以下であり、栄養値および炎症値の改善を認めた。

3) 身体機能, 歩行能力, ADL の評価 (表 1)

身体機能では、握力は右 18.9 kg/左 19.3 kg、膝関節伸展筋力は右 20.9 kgf/左 22.5 kgf、股関節外転筋力は右 12.1 kgf/左 13.0 kgf となり、各筋力において改善を認めた。また SARA は 6.5 点、FBS は 51 点であり、ともに改善は認めたが小脳性運動失調とバランス能力に課題が残存した。

歩行能力においては、快適歩行速度は 1.2 m/秒、TUG は 7.6 秒と改善を認め、FAC は 4 と屋内平地歩行が自立となり、6MD は 443 m と大幅な増加を認めた。

ADL においては、FIM 総得点は 114 点、FIM 運動項

目は89点へ大幅に改善し、浴槽移乗および階段昇降のみが修正自立となった。

サルコペニアの診断基準には該当しなくなり、重度サルコペニアからの脱却を認めた。

そして、当院退院後は卵巣癌に関する専門病院を受診され、医師による診察および血液検査において異常値を認めず経過観察となった。

考 察

本症例は、卵巣癌の精査中に小脳梗塞を発症し、悪性腫瘍および脳梗塞に対する周術期管理により重度の二次性サルコペニアを呈した Trousseau 症候群患者である。適切な栄養状態のもとで、低負荷高頻度 RT や有酸素運動およびリハビリテーション時間以外での自主練習を導入し総活動量の増加を図ったことが二次性サルコペニアの脱却に寄与し、歩行自立および自宅復帰に至ったと考えられた。

1. Trousseau 症候群の予後について

本症例は、悪性腫瘍の治療が奏功したことで積極的なリハビリテーションの継続が可能となった。Trousseau 症候群は進行癌に合併することが多く¹⁾²⁵⁾、原疾患の悪化または脳梗塞を含む血栓塞栓症の再発³⁾による全身状態の悪化が生命予後不良の原因とされる。そのため、リハビリテーション介入に難渋することは少なくない。一方で、有効な原疾患治療により生命予後が良好となった症例が報告され⁴⁾⁵⁾、状態悪化がなければ回復期リハビリテーションの継続が適応となる例が多いとされている²⁶⁾。本症例においても、手術療法が奏功したことで全身状態の悪化を回避することができ、機能改善を目的としたリハビリテーションの継続が可能となったと考えられた。

2. 二次性サルコペニアの運動・栄養療法について

本症例では、周術期管理における安静臥床と不動による不活動、低栄養、疾患や手術侵襲の代謝変動などすべての要因が重複した二次性サルコペニアであると考えられた。

回復期病棟入棟中の患者において、サルコペニアの併存は退院時の ADL や自宅退院率の悪化と関連しており、初期段階でサルコペニアを特定することが必要であると報告されている²⁷⁾。二次性サルコペニアの治療は、原因によって対応が異なり²⁸⁾、活動に関連したサルコペニアでは早期離床・運動療法・安易な安静の防止、栄養に関連したサルコペニアでは適切な栄養アセスメントに基づいた栄養管理、疾患に関連したサルコペニアでは炎症性疾患、悪性疾患の治療そのものが重要であるといわれている²⁹⁾。また、栄養を考慮しない RT や持久力増

強運動は骨格筋量の減少および筋力や持久力が低下するとされ、適切な栄養管理のもとでの運動療法が重要である³⁰⁾。

サルコペニアに対する運動療法では、筋力と骨格筋量を増加させるために1回最大反復回数 (One Repetition Maximum: 以下, 1RM) の80%以上の高負荷で実施することが推奨¹³⁾されてきた。しかし Schoenfeld らのメタ分析では³¹⁾、非トレーニング者において高負荷 RTの方が特異性の原則と一致するため 1RM 筋力の向上や筋肥大に優れた傾向ではあるが、低負荷 RT (1RM60%以下) でも 1RM の増加や筋肥大に大きな効果を示すと結論づけている。これは、低負荷 RT でも総仕事量を高く設定することで、より多くの運動単位が動員されることや筋原繊維のタンパク質合成が刺激されるためといわれている³¹⁾³²⁾。また、同様な神経系のメカニズムで自分の体重を利用した自重運動によるレジスタンス運動においても十分に筋力増強効果を認める³³⁾と報告されていることから、低負荷な運動であっても回数やセット数を十分に担保することにより筋力増強および骨格筋量増加の効果が得られる可能性が示されている³⁴⁾。さらにサルコペニアの患者では、これらの運動に栄養を併用することで、筋力と骨格筋量をより効果的に改善させるという報告がある⁷⁾³⁵⁾。サルコペニアに対する栄養療法として有用とされるものは、必要エネルギーを充足したうえで、1.2~1.5 g/kg/日のタンパク質の摂取³⁶⁾や必須アミノ酸を含んだ高エネルギーの栄養補助食品を投与することである³⁷⁾。なかでも BCAA 摂取による効果については多く報告されており、その効果としては、通常のエネルギー摂取量のみよりも骨格筋量の増加や ADL が改善すると報告されている¹⁶⁾。BCAA は筋肉内に豊富に含まれ、その投与は筋タンパク質の合成を促進し、分解を抑制する。特にロイシンは直接筋肉細胞に働き、筋タンパク合成刺激が強いことが知られている³⁸⁾。本症例においても、低負荷高頻度 RT による総仕事量 (運動強度×回数×セット数) の増加に加えて、BCAA を含む積極的な栄養療法の併用によって、握力や膝関節伸展筋力、SMI など筋力や骨格筋量の改善が得られた可能性が考えられた。

3. 病棟での日常生活について

廃用性筋萎縮を予防するためには、1日約4,000歩の日常生活の活動性を維持することが必要³⁹⁾といわれており、リハビリテーション時間外の病棟生活において身体活動量を増やす視点は重要といえる。

Skarin ら⁴⁰⁾は、脳卒中の重症度と認知機能を調整すると、歩行自立となれば立位・歩行などの身体活動量が16.5%増加すると報告している。また Barrett ら⁴¹⁾は、脳卒中の重症度と座位行動時間に関連は認めないもの

の、ADLを制限されているほうが、座位行動時間が長いことを示している。そして、長時間の離床と良好な日常生活動作能力は密接に関連しており、離床時間が少ない人ほど日常生活動作の自立度が低下していると報告されている⁴²⁾。さらに、杉田ら⁴³⁾はリハビリテーションの提供だけでは歩行活動量は増やせても生活活動量は増加しにくい傾向にあることを指摘しており、リハビリテーションの早期提供で可及的速やかに離床を促すことに加え、病棟スタッフと連携してベッドから車椅子への移乗や病棟内歩行などの生活活動時間の増加をいかにして確保するかが重要だと述べている。そのため、身体活動量の促進には病棟との連携や自立歩行の獲得が重要といえる。本症例においても、第90病日より病棟と連携し自主練習を追加することで可及的早期にリハビリテーション時間外の身体活動量の増加を図った。また病棟内が日中独歩自立となった第123病日より個人での自主練習に移行し、身体活動量を増加させたことで離床促進につながり、廃用性筋萎縮の予防や日常生活動作能力の維持、改善に寄与した可能性が考えられた。

報告の限界

研究の限界として、1つ目に治療が成功し生命予後が良好になったと考えられた卵巣癌に限ったものであり、すべての Trousseau 症候群にはあてはまらない可能性がある。2つ目に今回使用した自重による RT の際に、修正 BS を用いて自覚的疲労感の確認をしておらず、介入初期においては高負荷であった可能性がある。3つ目に身体活動量の指標となる歩数などの測定を行っていないため、1日の具体的な活動量や病棟の自立度向上による日常生活活動量の推移は不明である。

結 論

二次性サルコペニアを合併した Trousseau 症候群症例に対して、低負荷高頻度の RT に加えて、総活動量の増加を図り、タンパク質摂取を中心とした栄養療法を併用した。身体機能や骨格筋量の改善が得られ、二次性サルコペニアは改善し、自宅復帰に至った。原疾患治療により二次性サルコペニアを生じた Trousseau 症候群症例においても段階的な運動負荷や活動量の増加は二次性サルコペニアの改善に寄与し、機能予後を改善させる可能性が示唆された。

倫理的配慮

本症例に対して本報告の趣旨を十分に説明し、理学療法評価および経過について記載することに同意を得た。

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

- 赤塚和寛, 服部直樹, 他: 当院での Trousseau 症候群 40 例の臨床的特徴. 脳卒中. 2018; 40: 421-426.
- 野川 茂: がん脳梗塞—トローソー症候群の臨床. 血栓止血誌. 2016; 27: 18-28.
- Navi BB, Singer S, *et al.*: Recurrent thromboembolic events after ischemic stroke in patients with cancer. *Neurology*. 2014; 83: 26-33.
- 森田聡美, 牛若昂志, 他: Trousseau 症候群を発症するも集学的治療により手術・化学療法を完遂した原発性卵巣癌の一例. 現代産婦人. 2015; 64: 95-100.
- 藤田純一, 蔵本健矢, 他: 現疾患の治療が Trousseau 症候群に奏効した肺腺癌の 2 例. 日呼吸会誌. 2017; 6: 13-17.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, *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.
- サルコペニア診療ガイドライン作成委員会: サルコペニア診療ガイドライン 2017 年. ライフサイエンス出版, 東京, 2017, pp. 1-66.
- 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.
- 青山 徹, 吉川貴己: がんの集学的治療におけるサルコペニアの意義. 外科と代謝・栄養. 2016; 50: 29-34.
- 斎藤 裕, 濱田康弘, 他: 周術期サルコペニア発生の予防法. 外科と代謝・栄養. 2016; 50: 21-28.
- 海道利実, 濱口雄平, 他: がん治療とサルコペニア. 日本静脈経腸栄養学雑誌. 2017; 32: 822-828.
- Marshall S, Bauer J, *et al.*: The consequences of malnutrition following discharge from rehabilitation to the community: a systematic review of current evidence in older adults. *J Hum Nutr Diet*. 2014; 27: 133-141.
- 宮地元彦, 安藤大輔, 他: サルコペニアに対する治療の可能性: 運動介入効果に関するシステマティックレビュー. 日老医誌. 2011; 8: 51-54.
- 吉田 剛, 山田 実: 理学療法実践レクチャー 栄養・嚥下理学療法. 医歯薬出版, 東京, 2018, pp. 62-71.
- 下方浩史, 安藤富士子: 疫学研究からのサルコペニアとそのリスク—特に栄養との関連. 日老医誌. 2012; 49: 721-725.
- Yoshimura Y, Uchida K, *et al.*: Effects of Nutritional Supplements on Muscle Mass and Activities of Daily Living in Elderly Rehabilitation Patients with Decreased Muscle Mass: A Randomized Controlled Trial. *J Nutr Health Aging*. 2016; 20: 185-191.
- Cederholm T, Jensen GL, *et al.*: GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition — A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clin Nutr*. 2019; 38: 1-9.
- Kawasaki Y, Sakai M, *et al.*: Criterion validity of the visual estimation method for determining patients' meal intake in a community hospital. *Clin Nutr*. 2016; 35: 1543-1549.
- Kokura Y, Wakabayashi H, *et al.*: Nutritional intake is associated with activities of daily living and complications in older inpatients with stroke. *Geriatr Gerontol Int*. 2018; 18: 1334-1339.
- Kokura Y, Kato M, *et al.*: Energy intake during the acute phase and changes in femoral muscle thickness in older hemiplegic inpatients with stroke. *Nutrition*. 2019; 70: 1-7.
- Schmitz-Hübsch T, du Montcel ST, *et al.*: Scale for the

- assessment and rating of ataxia: development of a new clinical scale. *Neurology*. 2006; 66: 1717-1720.
- 22) Bcrg K, Dauphinee W, *et al.*: Measuring Balance in the Elderly Preliminary Development of an Instrument. *Physiotherapy Canada*. 1989; 41: 304-311.
 - 23) Guralnik JM, Simonsick EM, *et al.*: A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol*. 1994; 49: 85-94.
 - 24) 若林秀隆: PT・OT・STのためのリハビリテーション栄養 栄養ケアがリハを変える(第2版). 医歯薬出版, 東京, 2015, p. 18.
 - 25) Cestari DM, Weine DM, *et al.*: Stroke in patients with cancer: incidence and etiology. *Neurology*. 2004; 62: 2025-2030.
 - 26) 原 寛美, 吉尾雅春, 他: 脳卒中理学療法の理論と技術(第3版). メジカルビュー社, 東京, 2019, pp. 322-324.
 - 27) 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.
 - 28) Wakabayashi H, Sakuma K, *et al.*: Rehabilitation nutrition for sarcopenia with disability: a combination of both rehabilitation and nutrition care management. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2014; 5: 269-277.
 - 29) 吉村芳弘: 回復期のリハビリテーション栄養管理. 日本静脈経腸栄養学会雑誌. 2016; 3: 959-966.
 - 30) 若林秀隆: 理学療法とリハビリテーション栄養管理. 理学療法学. 2013; 40: 392-398.
 - 31) Schoenfeld J, Grgic J, *et al.*: Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Strength Cond Res*. 2017; 31: 3508-3523.
 - 32) Watanabe Y, Madarame H, *et al.*: Effect of very low-intensity resistance training with slow movement on muscle size and strength in healthy older adults. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014; 34: 463-470.
 - 33) Kubo K, Kanehisa H, *et al.*: Effect of low-load resistance training on the tendon properties in middle-aged and elderly women. *Acta Physiol Scand*. 2003; 178: 25-32.
 - 34) Csapo R, Alegre LM: Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2016; 26: 995-1006.
 - 35) Fiatarone MA, O'Neill EF, *et al.*: Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med*. 1994; 330: 1769-1775.
 - 36) Bauer J, Biolo G, *et al.*: Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *J Am Med Dir Assoc*. 2013; 14: 542-559.
 - 37) 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.
 - 38) Pasiakos SM, McClung JP: Supplemental dietary leucine and the skeletal muscle anabolic response to essential amino acids. *Nutr Rev*. 2011; 69: 550-557.
 - 39) 田中宏太佳, 緒方 甫, 他: 健常中高年者の日常生活の活動生と下肢筋力・筋横断面積—脳卒中片麻痺患者の廃用性筋萎縮予防に関する研究—. *リハビリテーション医学*. 1990; 27: 459-463.
 - 40) Skarin M, Sjöholm A, *et al.*: Mapping study on physical activity in stroke rehabilitation: establishing the baseline. *J Rehabil Med*. 2013; 45: 997-1003.
 - 41) Barrett M, Snow JC, *et al.*: Excessive sedentary time during in patient stroke rehabilitation. *Top Stroke Rehabil*. 2018; 25: 366-374.
 - 42) 日本理学療法士協会国庫補助事業調査研究特別班: 要介護高齢者における離床時間と日常生活動作能力との関係. *理学療法学*. 2009; 36: 348-355.
 - 43) 杉田洋介, 伊藤克彦, 他: 廃用症候群患者の歩行能力回復に影響する因子ならびに Cut-off 値の検討. *理学療法科学*. 2017; 32: 537-541.

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2回 大腿骨頸部・転子部骨折後患者に対する 自主トレーニング指導のポイントと注意点*

吉田啓晃¹⁾ 中山恭秀²⁾³⁾

はじめに

高齢者人口は2042年には約4,000万人に達すると推定され¹⁾、大腿骨頸部・転子部骨折の年間発生数は2040年には32万件に達すると予想されている²⁾。脊椎圧迫骨折を含め骨脆弱性骨折後の身体機能低下は、生活動作の変化に直結し、生命予後にも影響を及ぼす。骨粗鬆症を基盤とする骨脆弱性骨折は、今後も増加の一途をたどり、骨折後の要介護状態の大きな原因となることから、高齢者医療を考えるうえでも重要な疾患である。

大腿骨頸部・転子部骨折後の約50%の患者には、長期的な機能低下が残存していた³⁾。骨折後のリハビリテーション医療の問題点として、不十分なりハビリテーションの量から離床機会が不足することや、医療から介護への連携が不十分で適切な練習が継続されないことが指摘されている。大腿骨頸部/転子部骨折診療ガイドライン²⁾においても、様々なリハビリテーション治療について有効性に関するエビデンスは高くないとされ、具体的かつ効果的な練習プログラムが確立しているとは言い難い。また、転倒受傷した患者には、多かれ少なかれ身体機能の内的要因になんらかの問題があったと推察され、骨折後の練習では、受傷前からの機能低下も考慮し、再転倒を予防するかかわりが必要である。

近年は、骨折患者に限らず多くの高齢者にとって、新型コロナウイルスの蔓延により自宅で過ごすことを余儀

なくされ、“コロナフレイル”といった健康二次的被害が社会問題となっている。感染拡大の影響で、外来リハビリテーションの継続が困難な場合や高齢者施設の利用を控える傾向があるなか、高齢者が転倒し骨折するケースも増えており、患者単独や家族とともに行える効果的なホームプログラムの提供が望まれる。これまで我々は、EBPTを意識し、データに基づく理学療法実践の導入を目標にした取り組みを実践してきた。本稿では、当院でまとめたデータ分析の紹介を含め、活動レベル別のホームエクササイズの一例を提案する。

大腿骨頸部・転子部骨折後のリハビリテーションと機能予後

大腿骨頸部・転子部骨折後のリハビリテーション医療において、受傷前の生活レベルに戻すこと、かつ再転倒せずに安全に生活を送ることが理想的な長期目標である。しかし、臨床現場において、医師から患者家族には「骨折後は日常生活動作が一段階下がるイメージです」と説明することが多い。歩行能力で考えると、受傷前は独歩可能だった場合でも杖の使用が必要になり、外出が独りで行えていたとしても受傷後は屋内生活にとどまる、といったイメージである。当院においても、受傷前は約6割の患者は屋外活動が自立していたが、退院時に屋外自立できたのは3割であった⁴⁾。

骨折後の歩行能力に影響する因子には、受傷前動作能力や年齢、認知症の有無などがある。認知機能は、改訂長谷川式簡易知能評価スケールなどのテスト結果から判定される認知症だけでなく、病識や歩行意欲の有無⁵⁾が関与し、臨床場面でもっとも重要な要素といえる。病識や歩行意欲さえあれば、ほとんどの症例が、なんらかの歩行補助具を用いて歩行できるようになるだろう。しかし、元の活動レベルと比べると低い状態にとどまることが多いのは事実であり、歩行が実用的な移動手段とならない場合もある。受傷後6ヵ月で約37%の患者が元のADLに戻らず⁶⁾、受傷後1年での歩行レベルの自

* Points and Precautions in Self-training for Patients after Hip Fractures

1) 東京慈恵会医科大学附属第三病院リハビリテーション科

(〒201-8601 東京都狛江市和泉本町4-11-1)

Hiroaki Yoshida, PT, MS: Department of Rehabilitation, The Jikei University Daisan Hospital

2) 東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座

Yasuhide Nakayama, PT, PhD: Department of Rehabilitation, The Jikei University School of Medicine

3) 東京慈恵会医科大学附属病院リハビリテーション科

Yasuhide Nakayama, PT, PhD: Department of Rehabilitation, Jikei University Hospital

キーワード：大腿骨頸部・転子部骨折、ホームエクササイズ、歩行、立ち上がり、バランス

立は 40% 程度⁷⁾と報告されている。運動後は運動機能の低下のみならず転倒後の恐怖心も加わり、QOL は受傷前よりも低いままにとどまることが多い。

大腿骨骨折後は、再転倒による反対側の再骨折のリスクも高く、再転倒予防策を講じることが重要である。骨折後、6～8%の患者が3年以内に2回目の受傷をしており⁸⁾、対側の骨折の発生リスクは男性で9倍、女性で6倍に増加⁹⁾する。また、脳卒中後の片麻痺など麻痺性の疾患を有する場合、大腿骨頸部・転子部骨折発生頻度は麻痺なしに比べ2～4倍高い¹⁰⁾。これは、麻痺側の筋力や反応(姿勢反射)の低下、転倒時の防御能力の低下が原因と考えられる。麻痺の有無で骨折後の機能予後に大きな差はない¹¹⁾とはされるも、元の機能障害に骨折の影響が加わることで、さらなる歩行能力低下が懸念される。いずれにせよ、受傷前の機能障害を加味し、再転倒しないための効果的な練習方法の追究は必要である。

在宅環境における非監視型トレーニングの効果

退院時の生活機能が受傷前と比べて低下してしまう場合、介護サービスを導入し生活援助や機能回復のためのリハビリテーション医療の継続が望ましい。「Home-based exercise」というkey wordから在宅をベースとしたリハビリテーションの効果を検索すると、多くは訪問リハビリテーションなど理学療法士および作業療法士による直接介入の効果を検証したものであり、RCTにより身体機能¹²⁻¹⁴⁾、パフォーマンス¹⁴⁻¹⁶⁾、QOL¹⁷⁾の改善が示されている。運動内容は、ストレッチや患側筋力強化運動を中心として、立位での側方ステップや段差昇降などの荷重位での運動¹⁴⁾や有酸素運動とレジスタンストレーニングの効果¹⁵⁾も検討され、それらの取り組みの中で、理学療法士が自主トレーニングメニューを作成し、自宅環境内での実行を促している¹²⁾¹⁶⁻¹⁸⁾。Orwigら¹⁹⁾の1年間の訪問リハプログラムでは、訪問指導の頻度を徐々に減らし、いわゆる監視型トレーニングから非監視型トレーニングに移行しているが、指導なしの対照群と比べて、ADL能力、歩行能力、立位バランス能力に有意差はなく、プログラムの効果は明らかになっていない。

非監視型トレーニングにあたる自主トレーニング指導単独の効果については、検討が少ない。個別の症例に合わせて作成したパンフレットによる指導²⁰⁾や、下肢筋力強化運動やストレッチの説明ビデオを患者に郵送した方法²¹⁾が報告されており、トレーニングの実施率が高かった患者は筋力や歩行能力、ADLが改善する可能性を示している。また、地域在住高齢者を対象とした非監視型ホームエクササイズの効果に関するRCTでは、6ヵ月間で指導どおりに週3回以上運動を継続できた参加者

は82.6%であり、ホームエクササイズ群はTimed“Up and Go”test(以下、TUG)が改善し、介入後の転倒頻度が少なかった²²⁾。

このように、自宅環境での練習においても能力向上が実証されていることから、必ずしも特殊な運動機器を必要とせず、非監視型の自主トレーニングにおいても、継続して練習を行うことができれば一定の効果を期待できる。自主トレーニングの実施率を高めるためにもっとも大切なことは、対象者がトレーニングを継続することの意義を理解していることであり、短期的な目標や効果を明確に提示するなど、自己効力感を高めるための工夫があるとよいだろう。また、非監視型トレーニングにおいては、練習中の転倒事故も懸念される。上記報告ではトレーニング中の有害事象はなかったが、特に立位でのバランス練習では課題内容や環境設定は安全を考慮する必要がある。

生活レベル別のホームエクササイズ指導のポイント

身体機能の把握や目標設定は、日常生活における活動レベルに分けて考えると理解しやすい。厚生労働省が定める障害高齢者の日常生活自立度(寝たきり度)判定基準²³⁾(図1)は、項目の意味合いから、屋外生活が自立しているランクJ、屋外は困難だが屋内生活は自立しているランクA、屋内生活にも介助を要するランクB、ベッド周辺の生活のランクCに分類される。以下に、活動レベルに合わせたホームエクササイズを提案し、留意点や効果的に実行するためのポイントを解説する。

1. 寝たきり度B～A2

屋内生活になんらかの介助を要し、屋内移動に手すりや補助具を利用して生活をしている場合には、離床機会を増やし屋内生活動作を安定して独りで行えることが望まれる。活動度B～A2の方は、身体機能面だけでなく認知能力や意欲も活動性に影響している場合がある。自ら練習を行うことが難しいことも多く、運動を安全かつ効果的に行うには、家族や介護スタッフの付添いがあるとよいだろう。

我々は、大腿骨頸部・転子部骨折患者を対象にBerg Balance Scale(以下、BBS)の下位項目を因子分析し、生活自立度別に比較検討した。B群のみが「立ち上がり」「着座」「移乗動作」など日常行う基本動作で低値を示し、下肢の粗大筋力の低下を表す結果と解釈した²⁴⁾。そのような症例は、患部のみならず全身の筋力が不足していることが多く、立案するプログラムは全身筋力の維持、強化が主目的となる。具体的には、①臥位や座位での筋力トレーニング、②抗重力位での筋力トレーニング、③立ち上がり練習、④適切な補助具を用いた歩行練習を提

生活自立	ランクJ	何らかの障害等を有するが、日常生活はほぼ自立しており独力で外出する 1. 交通機関等を利用して外出する 2. 隣近所へなら外出する
準寝たきり	ランクA	屋内での生活は概ね自立しているが、介助なしには外出しない 1. 介助により外出し、日中はほとんどベッドから離れて生活する 2. 外出の頻度が少なく、日中も寝たり起きたりの生活をしている
寝たきり	ランクB	屋内での生活は何らかの介助を要し、日中もベッド上での生活が主体であるが、座位を保つ 1. 車いすに移乗し、食事、排泄はベッドから離れて行う 2. 介助により車いすに移乗する
	ランクC	1 日中ベッド上で過ごし、排泄、食事、着替において介助を要する 1. 自力で寝返りをうつ 2. 自力では寝返りもしていない

※判定に当たっては、補装具や自助具等の器具を使用した状態であっても差し支えない。

図1 障害高齢者の日常生活自立度（寝たきり度）判定基準 文献23）より引用

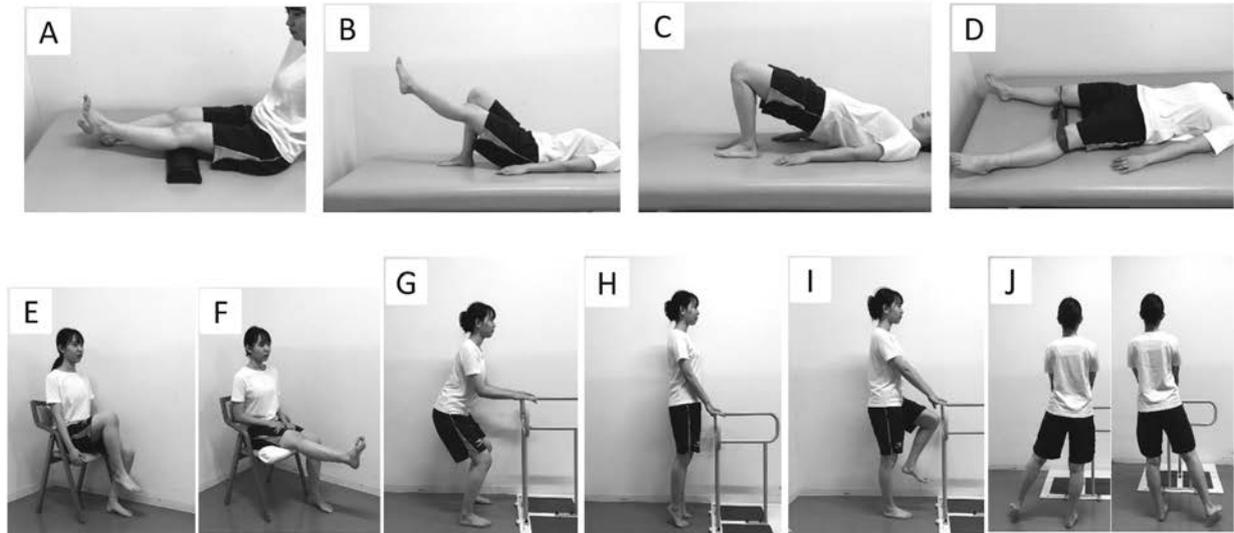


図2 筋力トレーニングの一例

A：大腿四頭筋セッティング B：下肢伸展挙上運動（SLR） C：ブリッジ D：ゴムチューブを用いた外転運動 E：股関節屈曲運動 F：膝関節伸展運動 G：スクワット H：ヒールレイズ I：足踏み運動（片側下肢への荷重） J：立位での外転運動

案する。

①臥位や座位での筋力トレーニング（図2A～F）

骨折後の歩行能力には、術側膝関節伸展筋力²⁵⁾や術側股関節外転筋力²⁶⁾の関与が大きい。練習内容としては、ベッド上であれば、大腿四頭筋セッティング、下肢伸展挙上（SLR）、ブリッジなど、座位での練習が可能であれば、股関節屈曲や膝伸展運動が挙げられる。病院や施設では重錘バンドやリカンバンド式の運動機器などを用いることが多いが、家庭であればトレーニング用のゴムチューブが使いやすい。運動の負荷量として、多少疲労感を感じられる程度の回数を指導する。筋力強化を図るためには日常生活以上の負荷をかけることが必要

（過負荷の原理）で、一般的には60% MVC（maximum voluntary contraction：最大随意収縮）以上の強度が効果的とされる。筋力増強効果には、運動負荷の強度や量、頻度が関与し、10 RM（repetition maximum strength）の負荷で週2～3回行うことが望ましいが、実際の非監視型トレーニングでは管理が難しいことも予想される。高齢者の筋力増強効果は神経系機能の適応の要素が大きく、低負荷トレーニング（50% 1 RM）でも効果を期待できる²⁷⁾。

②抗重力位での筋力トレーニング（図2G～J）

日常生活に必要な大腿四頭筋や殿筋などを強化するためには、膝関節伸展や股関節外転などの単関節運動による筋力強化よりも、抗重力位における多関節運動を主体

とした閉鎖性の運動が効率的であり、可能であれば臥位や座位での運動よりも立位での運動を優先する。スクワットは抗重力位での下肢伸展運動としてもっとも行いやすい練習である。練習方法を屈曲角度や殿部を引くような姿勢に変化させることで伸筋群、屈筋群の協調的な発揮を高めることができる。足踏み運動では、支持脚は片脚立位となり全荷重に近い負荷量を一側にかけられる。また、挙上側は股関節屈筋群の力発揮を促す。動作速度を遅く変化させることで、支持脚時間が長くなり負担を調整できる。それぞれ上肢支持を外すと、重心を同一支持基底面内に制御し、上下移動するというバランス練習にもなる。

トレーニング効果は、同類の運動を用いたトレーニングによって効果的に高められる（特異性の原理）。つまり、立ち上がり動作が難しくければ、立ち上がり動作に必要な関節運動を伴うトレーニングが効果的であり、スクワットによる脚伸展運動が一部同種の運動であることから、動作獲得につながる練習といえる。

③立ち上がり練習

立ち上がり練習では、上肢の使い方や座面の高さを設定することで、下肢への負担をコントロールしたい。動作開始から体幹を前傾して圧中心を座面から足部へ移動する際に、上肢で手すりを引きバランスを取ろうとする動作や、離殿後は重心上昇の推進力として座面や大腿部を押す動作が見られる。これら上肢の補助は、生活動作を安全に行うために必ずしも禁止するわけではないが、立ち上がれる場所が限られ動作範囲が制限されてしまうため、できる限り正常パターンに近づける練習が望ましい。たとえば、手すりを引いて立ち上がる原因は、立位での支持基底面に重心を保持することができないことが挙げられる。座面を浅くして座り、COGとCOPをできるだけ近くにした状態から、重心を前方へ移動するために体幹前傾して肘掛けや座面を押して立ち上がる方法を指導する。これは、立位での支持基底面内に重心の投影点を着実に入れた後に重心を上方へ上げる stabilization strategy（安定戦略）²⁸⁾ による動作方法の定着につながる。肘掛けを押しても離殿が困難な場合は、座面を高くすることで下肢負荷量を抑えられ動作が可能となる。

④適切な補助具を用いた歩行練習

術後早期のリハビリテーションでは、疼痛の出現を抑えるために、平行棒、車輪付き歩行器、杖歩行の順に練習を進めることが多い。自宅では各々の身体機能や家屋環境に合わせて歩行補助具を選定する。自宅環境で使いやすい方法は、手すりや家具の伝い歩きや、ピックアップ歩行器、4点杖歩行などがあり、それらの道具を用いて歩く範囲を広げていきたい。付添いができれば、適切な補助具を見極めながら、歩行範囲を広げ活動量を上げていく。

骨折後の代表的な異常歩行として、逃避性跛行、トレンデレンブルグ歩行、デュシェンヌ歩行がある。逃避性跛行は患部の疼痛により立脚時間が短縮し、股関節屈曲位で歩幅が短縮する。トレンデレンブルグ歩行は、股関節外転筋の張力が上昇し、股関節の圧縮応力が上昇する。デュシェンヌ歩行は重力の作用点が骨頭に近づくため、股関節外転筋の張力が低下して股関節の圧縮応力が低下する。これらいくつかの異常パターンが混在するケースが多い。適切な歩行補助具を使用することは、歩行時の股関節への負担軽減にもつながる。

2. 寝たきり度 A1～J

屋内生活は自立し、屋外歩行も練習できている場合には、より高度なバランス練習を取り入れ、可能な範囲で活動範囲を広げていきたい。BBSの分析では、屋外自立度には、患肢での支持性を必要とする「片脚立位」や「段差踏み変え」に加えて「立ち上がり」「着座」での上肢支持の要否が関与した²⁴⁾。つまり、より高い患肢の支持性を得ることでバランス能力を高め、再転倒を予防しつつ活動範囲を広げていくことが求められ、ホームプログラムとして①患側荷重を意識した立ち上がり練習、②バランス練習および応用歩行練習を提案する。

①患側荷重や速度を意識した立ち上がり練習

大腿骨頸部・転子部骨折患者の立ち上がりは、体幹を健側へ傾斜させ、健側下肢を後方へ引く、疼痛を回避した戦略をとることが多い。術後3～6ヵ月の患者の立ち上がり動作時における足底圧（以下、立ち上がり足底圧）が、健側に偏位することも報告されている²⁹⁾。立ち上がり足底圧の代表的な指標として離殿までの準備期（屈曲相）における足底圧の増加率（rate of force development：RFD）と、離殿後の上昇期（伸展相）における足底圧のピーク値（vertical ground reaction force：peak vGRF）があり、前者は下肢筋力の発揮率、発揮速度を表し、後者は力発揮の大きさを表している（図3A）。大腿骨頸部・転子部骨折術後患者は、立ち上がり足底圧の健側偏位がBBSや歩行速度、階段昇降能力と相関関係を示すことも報告されている²⁹⁾³⁰⁾。立位で患側下肢に荷重できていても立ち上がり動作時に荷重が十分にできていない場合も多く、バランス能力との関連からも立ち上がり動作時の患側下肢の力発揮が重要となる。そこで、我々は座面高や足部接地位置など動作環境を規定した立ち上がり練習の効果を検討している。シングルケーススタディーにて、座面高を高くし、患側足部を後方に接地した立ち上がり動作を繰り返すことで、立ち上がり動作時の足底圧非対称が軽減し（図3B）、歩行速度やTUGが改善することを報告した³¹⁾。この症例が行った練習は、座面高を上げることで、股関節屈曲

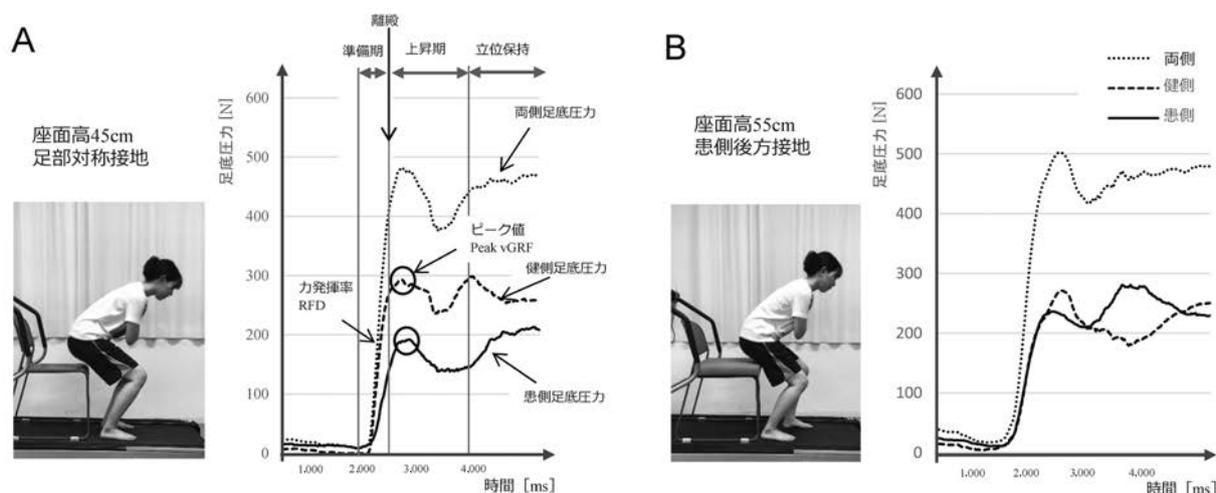


図3 立ち上がり足底圧の測定と動作環境を指定した立ち上がり練習

A：立ち上がり足底圧の測定方法

B：座面高を上げ患側足部を後方に接地した立ち上がり練習（右下肢が患側）

A：足底圧分析装置上で、椅子から立ち上がる。グラフに立ち上がり動作時の足底圧変化を示す。動作開始から離殿までの準備期、離殿から立ち上がり完了までの上昇期、立位安定後の立位保持期に分けられる。準備期の力発揮率は、足底圧力の増加率が最大となる90ms間の増加量を1秒間に換算し、体重で除した値である(算出方法は多数報告あり)。上昇期のピーク値は、離殿後から立ち上がり完了までに最大を示す値である。

B：練習課題は、患側の立ち上がり足底圧が向上するように、座面高および足部接地位置を設定した。

角度の変化が小さくなり関節の負担を軽減させ、左右非対称な接地は後方の下肢の股関節、膝関節伸筋に負担をかけることになる。つまり、座面高と下肢位置の組み合わせによって、関節への負担を最小限にして、患者の予備力の範囲内で適した運動パターンとなるように調整でき、結果として患側の脚伸筋パワーが向上したと考えている。まだまだ検証の余地はあるが、簡便な設定による立ち上がり練習により患側下肢の筋力発揮を高められることから、非監視型の自主トレーニングのプログラムとして応用できる可能性がある。

日常生活自立度には筋力よりも筋パワーが関与する。「筋パワー＝筋力×スピード」であり、筋が素早い動きの中でどれだけ強い力を発揮する能力があるかを表すものである。加齢に伴いtype I線維（遅筋線維）よりも収縮速度が速いtype II線維（速筋線維）が有意に萎縮する。また、運動単位の動員や発火頻度の増大といった神経的要因の影響も受け、高齢者は素早く筋力を発揮することが困難となり、筋パワーが低下しやすい。動作速度をゆっくりと立ち上がる場合は、立位での支持基底面内に重心の投影点を着実に入れた後に重心を上方へ上げるstabilization strategy（安定戦略）をとることが多い。これは、重心の前方移動や上方移動を円滑に行うための下肢や体幹の筋トルクの不足や協調性の低下が考えられ、結果的に動作時間が延長し、動的バランスが低下しているとも考えられる。素早い立ち上がり動作は、重心の投影点が支持基底面内に入る前に重力に抗しながら上昇させる方法であり、高いバランス能力が必要であ

る。この立ち上がり動作の戦略を momentum transfer strategy（運動量戦略）²⁸⁾ という。筋パワーの代表的な評価には5回立ち座りテスト（Sit to Stand-5：SS-5）があり、生活環境においても評価しやすく、立ち座りを速く繰り返すという動作は練習にも応用しやすい。

②バランス練習および応用歩行練習（図4）

転倒にかかわる内的要因でもっともリスクが高いのは筋力低下であるが、筋力強化運動だけでは転倒予防の効果は不十分である。地域在住高齢者を対象とした転倒予防の介入効果は、筋力トレーニングやウォーキングのみといった単一のプログラムではなく、バランス練習や応用歩行練習など複合的な要素を含んだ練習プログラムが有効とされる。地域高齢者の屋外歩行の自立度判定には、歩行速度のみならず連続歩行距離や段差回避能力を用いる場合もある³²⁾。我々は、屋外歩行自立度に関連する要素をBBS、TUG、連続歩行距離、応用歩行（歩行中の振り向き、後進歩行、段差踏み越えなど）を説明変数とした多変量解析（決定木分析）で検討したところ、BBSが46点以上で連続300m以上歩ける場合、あるいは300m未満でも後進歩行が可能な場合に屋外歩行が自立できるという判断基準が示された⁴⁾。

バランス能力評価は、複数のパフォーマンス課題により転倒リスクを包括的に捉えられ、練習内容の選定にもつながる。BBS、Performance Oriented Mobility Assessment (POMA)、Balance evaluation systems test (BESTest)、Dynamic Gait Index (DGI) は、立位や歩行動作のバランス能力の代表的な評価であり、これらの下位項目は転

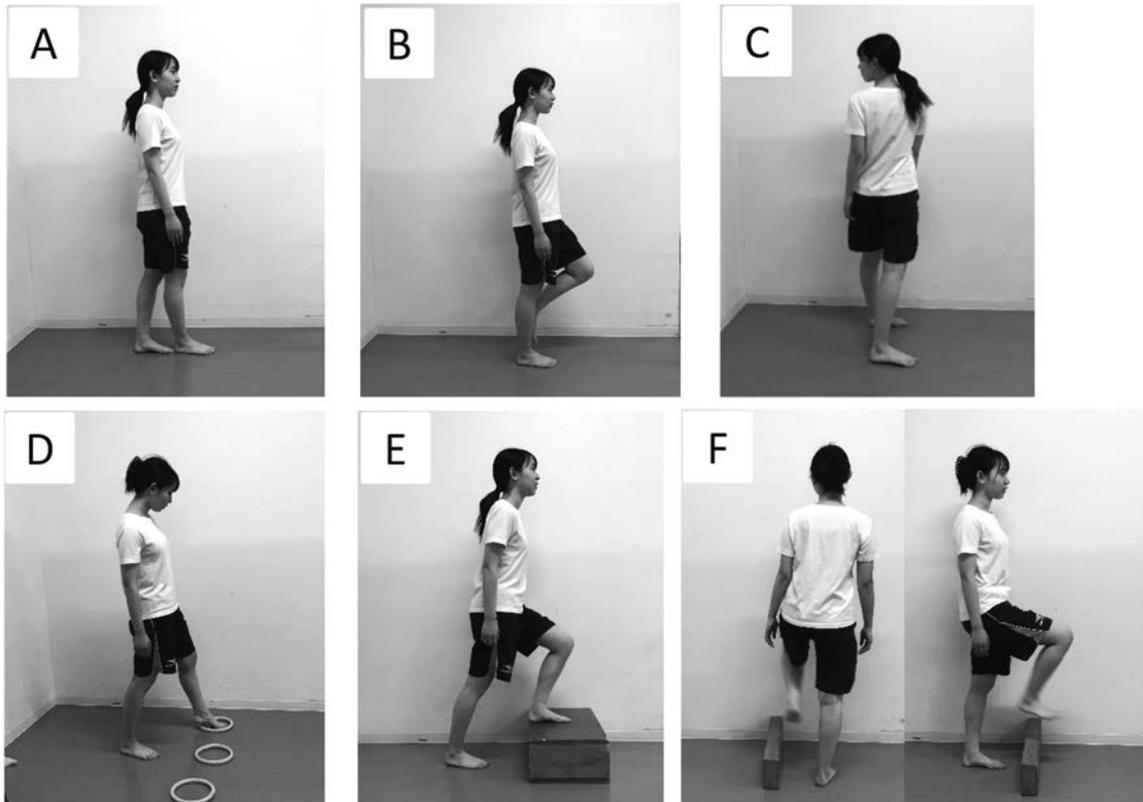


図4 バランス練習の一例

A: 継ぎ足立位保持 B: 片脚立位保持 C: 立位での振り向き動作
D: 目標物へのステップ E: 段差昇降 F: またぎ動作 (側方, 前方)

倒や動作自立度に関係の深い厳選された項目で構成される。運動学的にみると姿勢制御能力は、(1) 静的姿勢保持、(2) 支持基底面内の随意運動、(3) 支持基底面を移動する随意運動、(4) 外乱応答に分類される。ホームエクササイズでは、外乱応答を除き、それぞれ (1) 継ぎ足立位保持、片脚立位保持、(2) スクワット、振り向き動作、リーチ動作、(3) 後進歩行、継ぎ足歩行、前後左右へのステップ、段差昇降、障害物またぎなどが該当する。各種パフォーマンス課題は、安定性が大きいこと、重心動揺が相対的に小さいこと、重心位置が安定性限界の中央付近にあること、動的 (予測的) 安定性限界が大きいこと、重心位置の変化を予測して適切な支持基底面をつくれること、動作の順序・タイミングが適切であることが求められる。

立位姿勢を保持する方略に、足関節方略、股関節方略、ステップ方略があり、高齢者は股関節方略を取りやすい。骨折後は患側股関節周囲筋の弱화가生じやすく、股関節周囲筋力の筋力発揮を高め、動作の安定性を向上させたい。我々が行った転倒要因調査においても「滑った」「つまづいた」などが要因となる転倒が6割を占めた³³⁾。こうした転倒を防ぐには外的な刺激に対する立ち直り反応や踏み出し戦略が要求され、これらの反応は視覚、前庭覚、体性感覚からの入力刺激を統合し、適切

な筋出力を急速に発揮する必要がある。歩行中に滑り刺激を発生させたときの筋電図を分析した報告³⁴⁾では、体幹よりも前脛骨筋や大腿直筋といった下肢前面の筋の反応が、外乱で崩れた姿勢を早く立ち直らせるために重要と指摘している。足関節方略の貢献も高めるために、立ち上がり動作、段差昇降での後方への降段、後進歩行など重心を前方に制御する練習に加えて、座位でのボール転がし、タオルギャザーなど足部周囲の運動も提示するとよい。

身体状況や環境の変化に応じた動きの調整は、変化に対する応答と先を見越した予見的調整の2つのシステムにより成立する³⁵⁾。前者は、立位姿勢や歩行においてバランスが崩れそうになったときに視覚情報、体性感覚情報、前庭感覚情報により異常を感知し、修正しようとするフィードバック制御、後者は動作パターンの乱れが予見されるときに未然に対処するシステムで、フィードフォワード制御である。フィードフォワード制御はさらに予測機構 (predictive system)、予期機構 (proactive system) に分けられ、予期機構は遠方の状況を把握して、予め動作を修正しておく役割を担う。たとえば、歩行中の数メートル先の障害物や路面変化を認知し、対処するために身体が自動的に反応できているかという視点で見ると、速度を落とさずに歩き続けられているか、「ぎ

こちない・不自然な」動きになっていないかを観察する。これらは歩行自立度を判断する際の視点でもある。介護スタッフや家族が同行できる場合は、応用歩行の練習として屋外散歩コースに不整地路面を織り交ぜて、その反応を観察するように伝える。

その他、プログラムを充実させるための工夫や注意点

1. 合併症と負荷量

高齢者は循環器や呼吸器の合併症を有する場合も多く、運動療法を行う際のリスク管理も欠かせない。個々の症例に合わせて中止基準を設け、事前に指導することが望ましく、自己計測できる方法を提示する。たとえば、測定機器があれば経皮的酸素飽和度 (SpO₂) や血圧、機器がない場合は脈拍数や自覚的運動強度を目安とする。また、運動負荷のかけ方として、高強度で行う運動は無酸素運動になりやすいため、あらかじめ低負荷で行えるように具体的な負荷量を提示する。栄養が十分に取れているかどうかの確認が必要である。転倒に至った経緯として、身体的フレイルや、手術後の炎症も加わり医学サルコペニアとなっている可能性もある。

骨粗鬆症の原因となるのは、おもに加齢や閉経であるが、加えて糖尿病、慢性腎臓病、慢性閉塞性肺疾患などの生活習慣病、それ以外にも喫煙、飲酒などの生活習慣も骨折リスクとなることが知られている。骨強度を高めるためにはコラーゲンの老化を防ぐことも重要であり、筋力強化運動や荷重練習により適切な力学的負荷を骨に与えるようにしたい。

2. 運動方法や習慣の定着

非監視型トレーニングとして行う場合、適切な方法で運動が行われているかどうか重要である。入院中、訪問リハなどの際に、患者自身で行えるかどうかを対面で指導し、できるかぎり容易な設定で行えるように指導書(パンフレット)で提示する。トレーニングにより、体力や筋力を高められたとしても、トレーニングをやめると元のレベルに戻ってしまう(可逆性の原理)。運動効果を持続するためにも週3回以上の実施が望ましく、毎日一定の時間に行えるように一日のスケジュールに組み込むことや、指導書にカレンダー形式の運動日誌のページを設けるなど運動習慣をつける工夫ができるとよい。定期的な通院(通所)、訪問あるいはリモート指導により定期的に実施状況を確認したり、訪問看護師や介護スタッフと指導内容を共有し、多職種で確認しあうことが望ましい。また、近年はスマートフォンやタブレットなどの電子端末の普及が目覚ましく、動画による運動プログラムの提示や、アプリによる運動記録/管理もモチベーション向上に役立つと考える。

おわりに

高齢者に多い大腿骨頸部・転子部骨折後の機能回復や再転倒予防に向けたホームプログラムの一案を提示し、その注意点やポイントを概説した。骨折患者には転倒に至ったなんらかの機能低下があり、受傷後の機能障害が加わるため、長期的に練習の継続が必要となる。しかしながら、実際に行われている理学療法プログラムの内容や効果は十分に証明されていない。受傷後の機能低下は、生活動作の変化に直結し要介護状態になりやすいことから、高齢者医療や福祉のあり方を考える意味でも、骨脆弱性骨折は注目される疾患である。世界一の高齢社会を迎えている我が国が、世界をリードして効果的な介入方法を提言する必要がある。

文 献

- 1) 内閣府ホームページ 高齢社会白書令和3年版. <https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/index-w.html> (2021年10月5日引用)
- 2) 日本整形外科学会, 日本骨折治療学会(監修): 大腿骨頸部/転子部骨折診療ガイドライン2021(改訂第3版). 南江堂, 東京, 2021, pp. 17-22, 143-147.
- 3) Kammerlander C, Gosch M, *et al.*: Long-term functional outcome in geriatric hip fracture patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011; 131: 1435-1444.
- 4) 吉田啓晃: 4. 大腿骨頸部・転子部骨折に対する理学療法, 臨床データから読み解く理学療法学. 中山恭秀(編著), 南江堂, 東京, 2017, pp. 61-78.
- 5) 伊藤 淳, 藤田英彦: 大腿骨頸部骨折術後の起立テストと術後の歩行能力について. *リハ医学.* 2006; 43: 756-761.
- 6) Tanaka R, Umehara T, *et al.*: Clinical prediction rule for declines in activities of daily living at 6 months after surgery for hip fracture repair. *Arch Phys Med Rehabil.* 2016; 97: 2076-2084.
- 7) Fukui N, Watanabe Y, *et al.*: Predictors for ambulatory ability and the change in ADL after hip fracture in patients with different levels of mobility before injury: A 1-year prospective cohort study. *J Orthop Trauma.* 2012; 26: 164-171.
- 8) Lonroos E, Kautiainen H, *et al.*: Incidence of second hip fractures. A population-based study. *Osteoporos Int.* 2007; 18: 1279-1285.
- 9) Schroder HM, Petersen KK, *et al.*: Occurrence and incidence of the second hip fracture. *Clin Orthop Relat Res.* 1993; 289: 166-169.
- 10) Ramnemark A, Nyberg L, *et al.*: Fractures after stroke. *Osteoporos Int.* 1998; 8: 92-95.
- 11) 村木重之, 山本精三: 脳卒中と大腿骨頸部骨折治療. *臨床リハ.* 2004; 13: 309-316.
- 12) Mangione KK, Craik RL, *et al.*: Can elderly patients who have had a hip fracture perform moderate-to high-intensity exercise at home? *Phys Ther.* 2005; 85: 727-739.
- 13) Sherrington C, Lord SR: Home exercise to improve strength and walking velocity after hip fracture: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997; 78: 208-212.
- 14) Sherrington C, Lord SR, *et al.*: A randomized controlled trial of weight-bearing versus non-weight-bearing exercise for improving physical ability after usual care for hip

- fracture. Arch Phys Med Rehabil. 2004; 85: 710-716.
- 15) Mangione KK, Craik RL, *et al.*: Home-based leg strengthening exercise improves function one year after hip fracture: A randomized controlled study. J Am Geriatr Soc. 2010; 58: 1911-1917.
 - 16) Turunen K, Salpakoski A, *et al.*: Physical activity after a hip fracture: effect of a multicomponent home-based rehabilitation program — A secondary analysis of a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2017; 98: 981-988.
 - 17) Tsao JY, Leu WS, *et al.*: Effects on function and quality of life of postoperative home-based physical therapy for patients with hip fracture. Arch Phys Med Rehabil. 2005; 86: 1953-1957.
 - 18) Moseley AM, Sherrington C, *et al.*: Mobility training after hip fracture: a randomised controlled trial. Age Ageing. 2009; 38: 74-80.
 - 19) Orwig DL, Hochberg M, *et al.*: Delivery and outcomes of a yearlong home exercise program after hip fracture: a randomized controlled trial. Arch Intern Med. 2011; 171: 323-331.
 - 20) 藤田博暁, 荒畑和美, 他: 大腿骨頸部骨折患者の在宅リハビリテーションメニュー施行による運動機能の介入効果. 東京都老年学会誌. 2004; 10: 61-64.
 - 21) 石橋英明, 山本精三, 他: 大腿骨頸部骨折後のADL, およびQOLにおけるリハビリテーションメニューの介入効果の検討. Osteoporosis Japan. 2006; 14: 521-523.
 - 22) Kamide N, Shiba Y, *et al.*: Effects on balance, falls, and bone mineral density of a home-based exercise program without home visits in community-dwelling elderly women: A randomized controlled trial. J Physiol Anthropol. 2009; 28: 115-122.
 - 23) 厚生労働省ホームページ 障害高齢者の日常生活自立度. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/0000077382.pdf> (2021年10月5日引用)
 - 24) 吉田啓晃, 中山恭秀, 他: 大腿骨近位部骨折患者における Berg Balance Scale 下位項目の特徴—日常生活自立度別の検討—. 慈恵医大誌. 2017; 131: 19-25.
 - 25) 萩原洋子, 増田敏光, 他: 膝伸展筋力を用いた杖歩行自立の判別精度 転倒による大腿骨頸部骨折症例の検討. 総合リハビリテーション. 2011; 2: 171-173.
 - 26) Stasi S, Papathanasiou G, *et al.*: Association between abductor muscle strength and functional outcomes in hip-fractured patients: a cross-sectional study. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2018; 18: 530-542.
 - 27) Vincent KR, Braith RW, *et al.*: Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. J Am Geriatr Soc. 2002; 50: 1100-1107.
 - 28) Hughes MA, Studenski SA, *et al.*: Chair rise strategies in the elderly. Clin Biomech. 1994; 9: 187-192.
 - 29) Kneiss JA, Houck JR, *et al.*: Influence of upper extremity assistance on lower extremity force application symmetry in individuals post-hip fracture during the sit-to-stand task. JOSPT. 2012; 42: 474-481.
 - 30) Briggs RA, Houck JR, *et al.*: Asymmetries identified in sit-to-stand task explain physical function after hip fracture. J Geriatr Phys Ther. 2018; 41: 210-217.
 - 31) 吉田啓晃, 中山恭秀, 他: 症例からみた大腿骨転子部骨折術後患者に対する立ち上がり練習の違いと効果. 慈恵医大誌. 2021; 136: 69-75.
 - 32) humway-Cook A: 移動性障害を有する患者の臨床管理, モーターコントロール—研究室から臨床実践へ (原著第4版). 甲斐 悟 (訳), 医歯薬出版, 東京, 2013, pp. 433-492.
 - 33) 滝川麻美, 吉田啓晃, 他: 大腿骨近位部骨折患者における活動範囲別の受傷機転について. 理学療法東京. 2019; 7: 16-23.
 - 34) Tang RF, Woollacott MH, *et al.*: Control of reactive balance adjustments in perturbed human walking: roles of proximal and distal postural muscle activity. Exp Brain Res. 1998; 119: 141-152.
 - 35) 樋口貴広, 建内宏重: 姿勢の知覚制御, 姿勢と歩行 協調からひも解く. 三輪書店, 東京, 2015, pp. 190-229.

講座

シリーズ 「目標設定の考え方」

連載第1回 統合と解釈の情報をどのように目標設定に活用するか*

西守 隆¹⁾

はじめに

理学療法における統合と解釈とは、個人が有する活動制限の原因となる機能障害を同定し、活動制限を改善するための手法を導くまでの臨床意思決定過程 (Clinical decision making) といえる¹⁾。個人の生活に支障が生じる活動制限は、特定の病気や機能障害によって必ずしも同一なものに限定されるものではなく、疾患の重症度、進行の様相 (進行性、非進行性)、続発症、合併症と併存症、2次的機能障害、予測される寛解の程度などの医学的全身状態と、年齢、性別、ライフスタイル、習慣、個人の困難への対処戦略の有無、学習能力、家族の支援状況、退院先の方針、環境面による障壁などの個人因子および環境因子によって大きく影響を受ける²⁻⁴⁾ (図1)。そのように理学療法評価における統合と解釈は、情報収集や問診の情報を整理し、個人特有の活動制限を挙げ、その活動制限を改善に導くまでの根拠とその改善度を推測し、理学療法目標を設定するまで選択的に意思決定を行っている。本稿では、目標設定を視点においた理学療法評価過程での基本的な考え方を総論的に解説する。

目標設定にかかわる理学療法過程の各セクション³⁾

The patient/client management modelに類似するSchenkmanが提唱する理学療法評価のプロセスは、①問診・情報収集、②システムレビュー (全身状態の器官系のスクリーニング)、③検査測定、④データ解釈・統合、⑤問題点抽出と予後予測、⑥治療目標と治療介入、⑦目標に分け、それらの順行性の過程で展開する (図2)³⁾。ここで注目すべき点は、理学療法評価の中心は患

者 (patient-centered) ということである。目標設定においても患者中心の観点で考察すべきとなる。この患者中心のアプローチは、疾病モデル (pathology) とされる病気・疾病に起因する機能障害から単方向性に活動制限が形成化されるものとは異なり、個人が実生活上で担う役割 (role) や機能 (function) を成し遂げること、そして個人のできること (ability) の制限・制約を可能にすること、および環境や社会で参加するための障壁を最小限にすることを強調している。

患者中心のアプローチにおいて患者に相応する理学療法目標を設定するには、評価過程のそれぞれの段階で仮説演繹的に情報を集約もしくは排除しながら展開していくことが必要である。次に、各評価過程において目標設定にかかわる考察内容を述べる。

1. 問診・情報収集

患者からの病歴の聴取や問診 (interview) で、「主訴」や「患者の要望」を聞き取る際に、「現在、生活面でなにが困っているのか」「理学療法を通してどのような動作をできるようになりたいのか」と質問する。これらのことは直接、目標設定にかかわりをもつものである。そのため「よくなりたい」という曖昧な内容ではなく、動作課題として確認できる内容であることが重要である。そして漠然と患者から得られた情報を受容するだけではなく、そこから追加的に、主訴の中身を掘り下げて、具体的に患者が困っている行動、課題および基本動作につなげる。それは最終的に患者が望む本質的な動作であることが多い。

「診断名」から目標設定として考慮することは、その病気の進行の様相が「進行性か非進行性か」を類別することである。進行の様相は、現時点で将来を見据えて患者の要望に沿う動作課題が自立するかにかかわりをもつため、目標設定に大きく影響を及ぼす。たとえばパーキンソン病のような進行性の病気では、薬物の効果以外でパーキンソン症状が飛躍的に改善することは考えにくく、これから生じる可能性のある2次的障害を考慮した

* How to Utilize Interpretation Knowledge of Physical Evaluation to Goal Setting

1) 関西医療学園専門学校理学療法学科
(〒558-0011 大阪市住吉区菟田6-18-13)
Takashi Nishimori, PT, PhD: Department of Physical Therapy,
Kansai Vocational College of Medicine
キーワード: 患者中心, 評価プロセス, 臨床意思決定

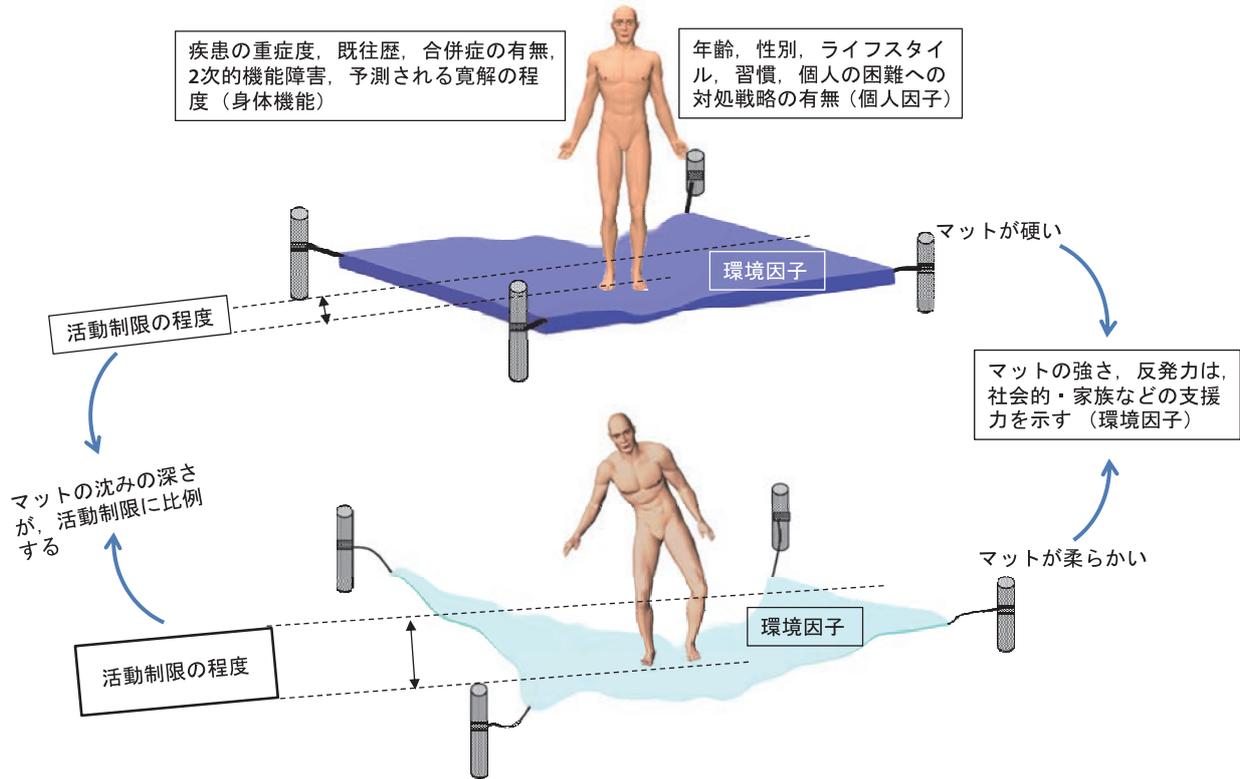


図1 活動制限の成因

活動制限は、身体機能や個人因子および環境因子との相互作用によって決定される。身体機能が低ければ、マット上で安定して立つことができなくなる。活動制限の程度は、マットが沈みこむ深さに比例する。このマットの沈みに関連するものは、マットの張り、強さや弾力性であり、それは社会的支援、家族の支援、住環境に関連する。文献²⁾より修正

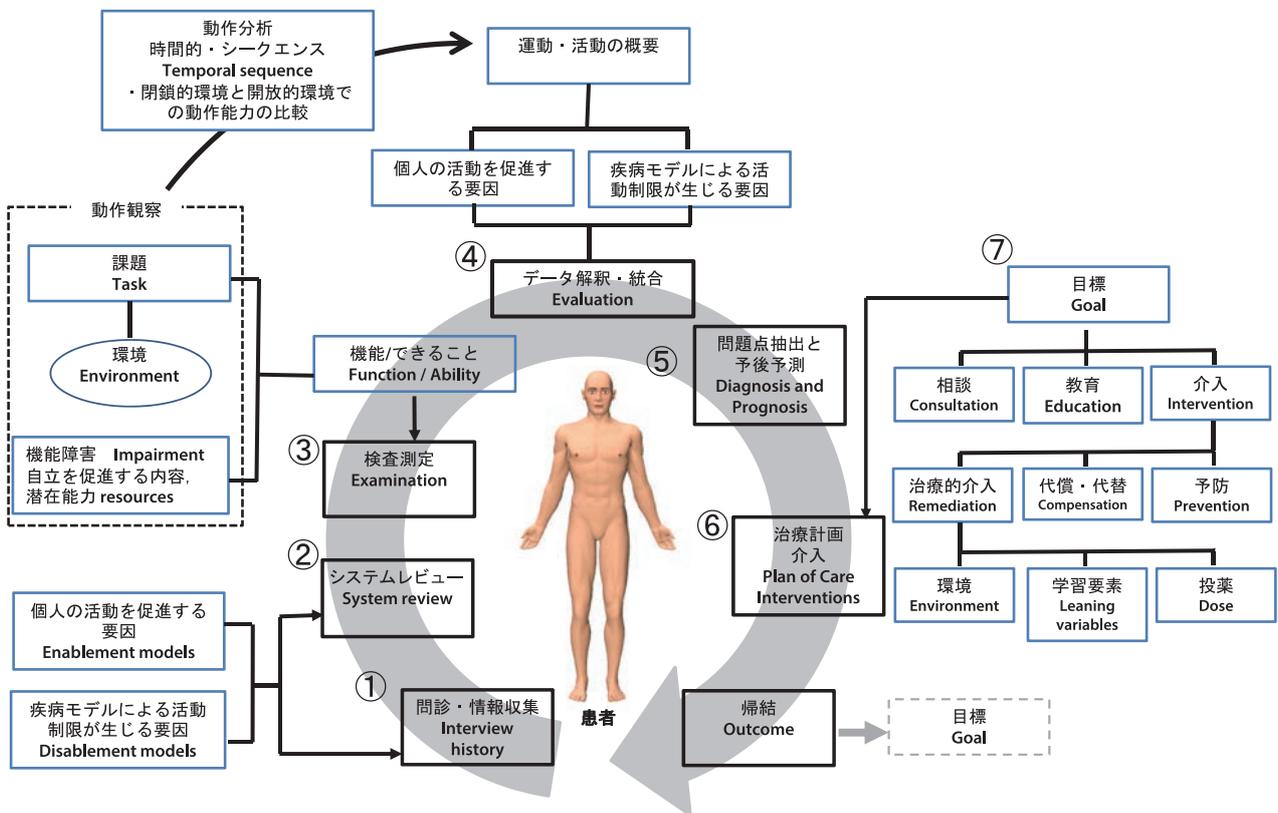


図2 評価プロセス

動作課題の獲得を目標とすることが多い。非進行性の病気の例として、大腿骨頸部骨折の術後の患者の場合、手術による侵襲や廃用によって機能障害が生じるが、骨折部位は接合術による骨の支持機能は再建され、骨を動かすための筋力や関節機能の改善は見込めることから、今後の動作能力の改善の見通しはできるだろう。また診断名や病態から、現在生じている症状や機能障害が「寛解する」ものなのか、「部分寛解もしくは後遺症が残る」ものかの大きめに類別できる知識は重要である。たとえば、脳血管障害の患者では、症状の程度に大小はあるものの随意運動が不自由になる後遺症が残ることが多いが、麻痺の改善が遅いほど機能障害が残存する。そのため部分寛解や後遺症が残る疾患においては、機能回復の目安を知るために、「発症からの経過期間」を知ることが重要となる。脳血管障害では、運動麻痺の改善は一般に発症後2～3ヵ月、手指や手に関しては2週間で回復が大きく、それ以降の機能の改善は少ないとされている⁵⁾⁶⁾。そのため患者を担当したときに発症からの期間を考慮し、機能改善の余地を判断する。

「年齢」は、その後の動作能力の改善に大きく影響する。2016（平成28）年で健康寿命「健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間」が男性72.14歳、女性74.79歳である。あくまで日本人の平均であるが、それらの年齢以降ではなんらかの日常生活上で苦痛や支障をきたし、その行動様式が変化、もしくは活動が狭小していくことと推測される。たとえば、神経学的な進行性の疾患にかかわらず、下肢の骨折で80歳台の患者を担当した場合は、骨折した以前の状態と同様の動作能力を保証できないことも多い。そのため患者の要望にかなうよう行動様式の変更や、補助具を使用した動作遂行を考慮して目標設定を考える。一般に、高齢になるとともに増加する老化現象、たとえば全身的活動量の低下や筋力低下、視力低下や白内障、難聴、循環・呼吸機能の低下、内科的合併症、認知機能の低下、さらにリハビリに対する意欲低下などが、ADL自立度の向上を低下させ、目標設定に影響を与える。

「性別」の違いによって生涯寿命や健康年齢に差が生じるが、性別によって本人が担う家族内および社会的な役割仕事異なることがある。脳卒中では性別による機能障害の程度による差はみられないが、比較的家事の役割が多い女性では、その分、活動制限として活動が含まれる比率が高くなる。

患者と対面する問診場面において、診断名から想定される症状の確認、そして合併症の有無を確認する。疾患特有の合併症があれば、それに応じた治療目標が設定される。たとえば、下肢の骨折後や人工関節置換術後の急性期では、下肢の不動や手術による血液凝固亢進により深部静脈血栓症が生じやすくなり、その予防が治療目標

として設定される。

患者もしくはその家族と対面して情報を得ることの大きなメリットは、直接、「以前の患者の生活状況を確認」できることである。現在、理学療法を受ける患者は、種々の原因で活動制限が生じているが、「以前の患者の生活状況」は目標設定するうえで基準となる。今回の理学療法を受診する以前から、種々の原因により従来担っていた役割仕事を全うすることができない事例も多く存在する。セラピストは、今回の受診より以前に溯って、本人の実生活上の活動状況を経時的に聴取する。個人の活動が制限された内容について、なにが契機で活動低下が生じたのか、具体的に活動範囲がどれくらい狭小したのか、どのような活動が困難になったのか、困難になった活動を実行するのにどのような行動の変容や補助具が必要になったのか、ひいてはどのような家族の支援が必要になったのかを確認すべきである。以前の活動で制限があった場合には、理学療法で目標とする活動が、その時点の活動内容よりも高いものを設定することは難しくなる。個人の活動範囲を推測する目安として、6分間歩行で概ね300m以下であれば自宅からの外出機会は少なく、買い物などの地域活動にも制限が生じることから⁷⁻⁹⁾、以前の生活でスーパーなどに買い物に行く際に、自宅からスーパーまでの距離と歩行様式そして休憩の有無など聞き取るようにする。

患者と対面して得られる情報として、受傷機転の聴取は重要となる。たとえば、高齢者で生じやすい骨折として、大腿骨頸部骨折、上腕骨頸部骨折、橈骨遠位端骨折、腰椎圧迫骨折などがあるが、それら骨折に至る原因は主に転倒である。上記骨折で転倒に至る受傷機転の状況が、台風で強風に煽られて生じるような偶発的な条件か、加齢による経年虚弱で生じる個人のバランス能力の低下によって起こる必然的な内容であるかを確認すべきである。もし偶発的ではなく、転倒が虚弱によるバランス能力の低下で生じた可能性が推測された場合であれば、直近の転倒歴を聴取する。そして今後の動作獲得レベルの目標設定としては、現時点の移動動作の条件として杖や歩行器を使用するなどの修正を考慮するべきである。

機能障害の改善度を予測することに加えて、環境因子と個人因子および罹患部以外の残存機能を考慮して、目標とする活動を決定しなければならない。環境因子では患者の障害を軽減してくれる支援力（人的・物的）、そして障壁（建築物や家具の配置により動作を妨げるもの）を含めて考察する。機能障害を有していたとしても、個人が生活をするうえで障害に対する対応力や、障害に対する理解力が目標設定に影響する。たとえば片麻痺で同じ運動麻痺の程度でも活動範囲や歩行の自立度が異なる場合があるが、動作方法の手順や方法の理解や、社会への参加意欲が高いことなど、障害に対する対応力が強

い場合は、機能障害が残存した中でも活動制限が低くなる。このように目標設定を考えるうえでは、個人の活動を促進する個人因子や認知面を見通す視点が大切である。

2. システムレビュー, 全身状態の器官系のスクリーニング

情報収集や問診から、現疾患、既往歴および併存症に関連する機能障害についての内容を聴取した後、患者と対面して患者に簡単な動作や運動を行ってもらい徴候や症状そして機能障害の存在や重症度を確認、および健全な部位を把握する作業を行う。これをシステムレビューという。セラピストは器官系(身体系, 神経学的, 筋骨格系, 心臓呼吸器系, 皮膚系など)の状態を検診し、患者が有する粗大能力, 覚醒, 認知の能力, そして注意力, 単純な課題の実行能力を判断する。たとえば、脳卒中の患者の場合には、発症数年後には心血管系の身体的脱調整(deconditioning)も生じることなどから、心肺系にかかわる持久力低下が生じることが多く、スクリーニングで簡単な運動後に息切れや過度な心拍数増加がないか、主観的な運動強度をチェックし、目標設定での活動量の参考とする。

情報収集により糖尿病の既往があれば、システムレビューで簡単な立位バランスや足踏み課題を実施してもらった際にふらつきが観察された場合、ふらつきの原因と考えられる下肢の筋力低下, 感覚障害や糖尿病性網膜症の影響を視野にいれて、それらを確認できる検査を選択する。もしくは足部の皮膚潰瘍があれば、足部に十分に荷重をかけることができないので不安定になるケースもあり、皮膚の状態をチェックする必要がある。このようにカルテや問診の情報から推測できない内容で活動が低下していることも存在し、全身状態をスクリーニングすることで、治療対象が方向づけられることも少なくなく、理学療法の目標に影響を与える。

システムレビューに含まれる全身状態の把握として、生化学データなどの医学的検査がある。これは個人の既往歴や併存症から、その臓器不全の程度を確認して、理学療法や生活での行動や運動耐用能の範囲を考慮するために重要である。また、スクリーニングとして実施した検査結果から異常値が認められれば、具体的にどのような症状や徴候が生じる可能性があるのか、また臓器不全に対応した運動療法の設定やリスク管理を考える。

患者との対面を通して患者の認知面や理解力を測ることは、目標設定をするうえでの資料となる。患者に対して簡単な動作を指示し、患者がこちらの指示通り忠実にスムーズに動作を行えることができれば、良好な理解力を有していると判断し、患者指導に促進的に作用する。逆に理解力や指示に対して行動が不一致している場合では患者指導に抑制的に作用するので課題獲得の目標

にも影響する。問診のときと同様にシステムレビューにおいても、個人の活動を促進する要因を探り、動作能力をチェックする際に患者の障害ばかりに目を向けるのではなく、実生活上の生活で利用できる健全な身体部位や器官系はないかをチェックする。たとえば、下肢に筋力低下がある患者に、下肢の筋力や関節可動域の程度を確認するために椅子からの立ち上がり動作を指示したところ、患者自身が自然に立ち上がろうとすると、肘置きに上肢を支持して、転倒の危険を未然に防ごうとするように、安全に立ち上がり動作を実施するような「危険回避能力」や「自己管理能力」などの有無を確認する。危険回避能力や自己管理能力が高い人ほど、動作の自立度も高く、目標設定に大きく関係する要因となる。

3. 検査測定

検査測定(examination)のセクションでは、問診やシステムレビューから推測される機能障害について、可動域検査や筋力検査によって機能障害の範囲と程度を示す客観的データを収集する。

検査結果は、その当時に障害の程度を示すものであるが、重要なことは経時的な変化として捉えることが重要である。たとえば、週毎の関節可動域の改善が低い場合は、最終的に獲得する活動が低くなる。このように理学療法効果を検査結果で経過的に示すことは目標設定に重要な情報となる。機能障害レベルの検査結果に改善がなく、明らかに機能障害が残存し、基本動作に必要な機能が満たされない場合には、理学療法の目標を掲げる基本動作の遂行方法を修正することが必要である。

Schenkman の理学療法評価過程における検査測定セクションでは、単に機能レベルの検査のみならず、図2に示すように課題の動作遂行能力を確認することも含まれる。動作観察する課題は、現在の活動制限に共通する基本動作や姿勢であり、それぞれ上肢支持, 杖使用およびその他の補助具使用にて動作能力・姿勢保持能力を確認する。それは画一的な条件の課題(40 cm の椅子からの立ち上がり, 整備された路面での歩行)だけではなく、理学療法が進展していく段階において、患者の環境状況を取り入れた課題(不整地での立位, 暗闇での歩行, カーペットでの歩行など)で動作障害を確認し、患者を取り巻く環境に対応した課題を選定し、それを目標設定として考慮する。また環境状況を変容した条件での動作観察は、患者が動作を実行するにあたり、危険回避する能力があるのか、安全に遂行するための手順を有しているのか、どういう手順で課題を成し遂げるかという実行能力, 様々な環境においても動作を実行できる適応力¹⁰⁾¹¹⁾, 実用性を促進する潜在能力や残存機能を推察し、最終的な目標設定の動作獲得レベルを判定することに有用である。

4. データ解釈・統合

図2に示すEvaluationは、情報・検査結果の統合を意味し、治療計画を決定するための意味説明であり、いわゆる「統合と解釈」を示す内容である。治療計画の決定に際して、患者の目標や期待 (patient's goals and expectations)、そして課題の実行能力 (task performance)、患者の残存機能や潜在能力などの自立を促進する内容 (patient's resource) と機能障害 (impairment) の程度や範囲、そして医学的診断 (medical diagnosis)、予後 (prognosis) を含めて、これまでに得た情報のすべてを統合する³⁾。この統合は以下の内容につながる。(1) 活動制限にもっとも関係がある基本動作障害とその原因となる機能障害との関係性を示すこと、(2) 将来起こりうる機能障害を考察すること、(3) 予後 (prognosis) の推測をもとに、現実的な目標と的確な帰結の設定、そして(4) 治療目標の中核的内容にそった治療戦略を決定する。

目標設定を主眼にすると、活動制限の原因となる機能障害が確認されたとしても、その機能障害が改善できるものか否かという機能回復の可能性を予測することは必要不可欠となる。その機能回復の可能性を予測したうえで目標を設定する。そして目標設定に掲げた課題は、患者にとって現実的 (realistic) なものか、有効 (appropriate) なものかどうかと、患者と共同で相談・協議して目標を達成するための方策、患者が有意義な生活を営む内容であるかを再度確認することが大切である⁴⁾。機能障害の改善に固定した考えをもってしまうことは、必ずしも患者にとって現実的かつ有効ではないこともある。高齢者で発症から数ヵ月経過した下肢骨折の場合などにおいては、骨折による下肢の筋力低下が歩行動作の主たる機能障害であるが、この筋力低下を改善することのみを主眼においた理学療法は、有効な移動手段を獲得することに至らないこともある。有効な移動手段の確立のためにシルバーカーを使用した歩行のほうが実用的であることも多く、その場合にはシルバーカーを操作するための上肢の筋力強化や胸郭可動域改善が有用なことがある。

検査測定で記載したように、患者の動作能力は患者の環境状況に合致した条件で確認することが重要となる。環境に影響する患者の実行能力を整理し、どのような条件の場合に動作の遂行能力が低下するのか、その分析が必要である。たとえば閉鎖された環境 (環境変化がない条件) で上肢支持なしで立位保持が可能であったとしても、開放された環境での立位保持、または連続的に変容する支持面では立つことができない場合などは、上肢支持なしの条件で立位での身辺動作は差し控えるような指導が必要であり、その時期の目標とする活動方法を決定する資料となる。このように患者の動作能力と環境

の変化による動作実用性の関連性を考えることは、その時々で実生活上で実行する動作方法の設定を決める資料となり、ひいては最終的に目標設定に通じるものである。

5. 問題点抽出と予後予測

予後予測は、データ解釈・統合のセクションと重複した考察内容であるが、理学療法評価における予後予測は、患者が望む必要な時間もしくは個人が最適な状態に達するまでの期間で、機能的な活動を達成するまでの推測である⁴⁾。ここで注目すべき点は、時間に制約があるということである。本邦では急性期病棟で入院できる期間は、1～2週間前後、回復期では1～4ヵ月、疾患別リハ算定が許容される期間で概ね4～6ヵ月であろう。セラピストは病院形態や疾患特性と属性、経験、検査結果、患者の以前の活動・社会歴および意欲や感情、環境因子の支援力を考慮して、期間内で達成できる活動を推測する能力や根拠を有する必要がある³⁾。しかし最適なレベルまで回復やそれまでの期間を予測することは、新人セラピストにとっては非常に難しい。文献資料を基に予後を判定することや、経験豊富な指導者からの助言により、達成可能な動作レベルを決定する意志決定過程が促進される。本企画での続編としての予後予測に関するエビデンスを紹介することになっており、それらの知識を得ることで新人セラピストにとっては後押しとなるだろう。

6. 治療計画および介入

治療計画は、病歴やシステムレビューから患者の医学的状況と、患者を取り巻く環境や役割の活動から生活状況を把握し、予後予測を踏まえて病気を患った以降に時間的制約内での動作能力とその実用性を推測する。目標設定として患者にとって有益な活動やその動作方法、退院先 (自宅、病院、介護施設) を判断し、それに向けて患者自身が自立できるように計画をすることである。目標設定および治療計画は、それまでの評価過程で解説したように仮説演繹的に情報を集約もしくは排除しながら展開して決定される。

理学療法において、すべての機能障害が治療、治せるわけではない。いくつかの機能障害は残存、もしくは進行し、進行性の疾患では今後、複合的に新たな障害を生じることもある。そのような場合では2次的に生じる機能障害や活動制限の程度を少なくするような、将来を見据えた理学療法目標と介入が必要となる³⁾。治療介入では、治療の対象となる問題点に対して、どのような方法で介入するかを示す。提供する理学療法は、個人が生活する環境で有意義な生活を営むように、機能的制限や活動制限を減じるための介入戦略を考える。それには以下の戦略が挙げられる。1つ目の治療的介入は動作制限の原因となる機能障害の改善を図ることである。2つ目

は代償的戦略で、他の動作制限戦略（方法を変更した動作遂行）を提案し、それを強化すべき機能を向上させる。3つ目は予防的戦略で、活動制限の障壁となる環境要因を取り除くことや、統一的に生じる可能性の高い障害を未然に防ぐ対応である（図2）。

7. 目標設定

目標設定は、治療計画および介入と連携して設定するものであるが、理学療法目標は時間的制約内で患者にとって有益な活動やその動作方法について定める。

目標設定は、目標（goals）と帰結（outcomes）に区分けして示される。データの解釈・統合、いわゆる統合と解釈で医学的および生活機能を含めて考察された問題点に対して、理学療法介入による予測される目標と帰結、それにかかわる時期を設定する。帰結は、リハビリテーション終了時に患者が期待されるレベルの活動で、治療経過から考えられる結論での推測される最適な生活レベルである。一方、目標は帰結を達成するまでに必要な中間の段階のレベルで示されるものである。したがって帰結は、患者の目標に影響するものである。目標や帰結は数量的変化で測定されなければならない。

目標・帰結設定では、特にセラピストと患者、しばしば患者の家族やその他の専門家との共同作業で行うことが重要である。

1) 目標設定の内容

設定する目標と帰結には、以下のア～エの4つの内容を含めるべきである¹⁾。

ア. 個人 Individual :

目標と帰結は、理学療法を直接的に受ける患者や、健康増進などの相談やアドバイスを受ける人を中心（patient-centered goals）に考えられたものとする。患者を中心として考えられた目標は、患者の生活が有意義なものとなるような内容を踏まえることが重要である。そのため「1」問診・情報収集の段階で患者の実生活および環境要因を把握しておくべきである。

(×) 患者は1週間以内に、2分で100フィートの距離を歩行器にて使用して歩くことができる。

(○) (より個人の環境状況に合わせた目標を踏まえると)

患者は1週間以内に、2分で患者の妻の介助と、歩行器を使用してベッドルームからキッチンまでの距離を歩くことができる。

イ. 行動/活動 Behavior/Activity :

目標や帰結は、機能障害（関節可動域、筋力、バランス）の変化と、機能的制限または活動制限（移乗、歩行、日常生活活動）の変化との関連性を示すもので

ある。すなわち「4」データ解釈・統合において、活動制限にもっとも関係がある基本動作障害とその原因となる機能障害との関係性を示すこととなる。

ウ. 条件 Condition :

目標や帰結は、特定の条件、課題が達成されるのに必要な条件を限定しなくてはならない。たとえば、達成できる距離、活動を実行できるまでの必要な時間、試行回数中に成功する回数などを記載する。その他に動作を実行するために必要な条件として、監視のレベル、口頭指示の内容とタイミング、介助の部位と量、補助具の種類を記述する。帰結を達成するのに必要な環境の種類、たとえば屋内の住環境、屋外の住環境を記載するべきである。それに際しては、「3」検査測定 の項で記載したように動作観察において、患者が動作を実行するにあたり、危険回避する能力があるのか、安全に遂行するための手順を有しているのか、どういう手順で課題を成し遂げるかという実行能力、様々な環境においても動作を実行できる適応力を把握しておくことが重要である。

エ. 時間 Time :

設定した目標や帰結を達成するためには、どれくらいの期間を要するのかを明確にする。「5」問題点抽出と予後予測で示したように、ある動作や機能を獲得するまでに費やす期間を算出することは、疾患特性と属性、経験、理学療法検査からの結果、患者の以前の活動・社会歴および意欲や感情、環境因子の支援力を考慮する理学療法士の総合的な能力が必要である。

2) 目標設定の記述

目標を構成する5つの要素を取り入れて、それぞれのレベルの目標を記載する。

目標の5要素 (ABCDE)

- ① Actor (誰が) : 誰が目標を達成するのか? (A)
- ② Behavior (なにを実施する) : 個人が実施することができる課題は? (B)
- ③ Condition (条件) : 課題を実行する条件は? (C)
- ④ Degree (程度) : 実行する程度は? (D)
- ⑤ Expected time (時間) : 目標達成にかかる時間は? (E)

設定された目標は、5つの要素が含まれているものでなければならない。

目標 (G) = A+B+C+D+E

○参加レベルの目標 (Participation goals)

患者が社会に参加するための役割を目標としたものである。それは活動レベルの目標よりも個人の特有な

活動が多いものとなる。一般的には1つもしくは2つの参加レベルの目標は、家ででの役割機能や活動、患者が期待するレクリエーション、社会活動、仕事に参加するレベルとなる。

- ・患者が (A) 2ヵ月以内に (E) 介助なしで (D) 家で2人の子供の (C) 育児をする (B)。

○活動レベルの目標 (Activity goals)

活動レベルの目標は、目標設定の重要な項目で、それらは必ず設定しなければならない。介入終了時に予測される実行状況を記載する。このレベルの目標は、個人的な活動 (specific activity)、課題 (task) でなければならない。そしてそれは個々の経過の変化を測る水準 (benchmark) となるものである。

- ・患者は (A) 1週間以内に (E) 2分間で250 mの距離を (D) T字杖を使用して平坦な屋外を (C) 歩行する (B)。

○心身機能 / 身体構造レベルの目標 (Body function/body structure goals)

心身機能 / 身体構造レベルの目標は、介入終了時に否定的側面として抽出した機能障害 (impairment) の改善度や変化を示す。この心身機能 / 身体構造レベルの目標は、統合と解釈で活動制限と機能障害の関連性で示したように、活動レベルの目標に関連するものとする。強調すべき点は、機能障害の改善によってもたらさせる活動もしくは機能的な目標を必ず記載することである。それゆえ、心身機能 / 身体構造レベルの目標は、モニタリング、客観的に表現できるものでなければならない。たとえば、心身機能 / 身体構造レベルの目標が、大腿四頭筋の筋力が4/5まで改善すること、膝関節屈曲の可動域が110度まで改善すること、もしくは歩行中で歩幅の非対称性が改善することなどである。心身機能 / 身体構造レベルの目標は、活動レベルの目標を達成するための道のりを示す水準 (benchmarks) で示される短期目標として扱われる。特に急性期の状態では、活動レベルまでの改善に至らないことが多く、心身機能 / 身体構造レベルの目標としては、筋力低下の改善目標などを示す。運動療法の目標は、機能障害の改善であり、結果的には機能的活

動の改善になる。たとえば、目標とする肩関節可動域を獲得することが、身辺動作でのリーチ動作という機能的課題に関連しているということである。記載例では Actor (A) は省略される。

- ・右肩関節屈曲筋の筋力が (C) 3週間以内に (E) 4/5まで (D) 増大する (B)。

さいごに

以上述べてきたとおり、患者の目標設定は病名やその重症度に依存して決定されるものでなく、種々の要因に大きく影響を受ける。そのためリハビリテーションの進展に伴い患者の現在の状況や予測される能力 (projected capability) を照らし合わせて修正され、そのような理学療法評価過程での意思決定が重要である。

文 献

- 1) 西守 隆 (編), 上杉雅之 (監修): 実践! 理学療法評価学. 医歯薬出版, 東京, 2018, pp. 132-146.
- 2) Guccione AA, Scalzitti DA: Examination of functional status and activity level. Chapter 11. In: OSullivan SB, Schmitz TJ (eds). *Physical Rehabilitation*. 5th ed, F.A. Davis Company, Philadelphia, 2007, pp. 371-400.
- 3) Schenkman M, Deutsch JE, *et al.*: An Integrated framework for decision making in neurologic physical therapist practice. *Phys Ther*. 2006; 86: 1681-1702.
- 4) OSullivan SB: Clinical Decision Making and Examination. Chapter 1. In: OSullivan SB, Schmitz TJ, *et al.* (eds). *Physical Rehabilitation*. 7th ed, F.A. Davis Company, Philadelphia, 2019, pp. 1-27.
- 5) 三好正堂: 経験則を見直そう—臨床に役立つ予後予測の基本知識. *臨床リハ*. 2004; 10: 295-300.
- 6) 伊勢真樹, 秋山仁美, 他: 脳卒中の障害学に基づくリハビリテーション科専門医のゴール設定. *PTジャーナル*. 2010; 44: 101-111.
- 7) 角野 直, 北川知佳, 他: 6分間歩行試験とシャトルウォーキングテストの違い. *THE LUNG perspectives*. 2013; 21: 48-51.
- 8) Fulk GD, He Y, *et al.*: Predicting Home and community walking activity poststroke. *Stroke*. 2017; 48: 406-411.
- 9) Thawaeewannakij T, Suwannart P, *et al.*: Functional ability and health status of community-dwelling late age elderly people with and without a history of falls. *Hong Kong Physiother J*. 2016; 34: 1-9.
- 10) 内山 靖: 症候障害学序説 理学療法の臨床思考過程モデル. 文光堂, 東京, 2006, pp. 11-61.
- 11) Nys GMS, van Zandvoort MJE, *et al.*: The prognostic value of domain-specific cognitive abilities in acute first-ever stroke. *Neurology*. 2005; 64: 821-827.

《 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：システムティックレビュー、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/kenkyujigyou/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	榎間 利春	嶋田誠一郎	菅原 憲一	高橋 哲也	建内 宏
	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 輝由	前田 慶明	牧迫 飛馬	村松 憲	森下 慎一郎	山口 智史
	樋口 美実					
	山田					
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	有蘭 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	井上 優	井平 光	上村 一貴	白田 直史
	内田 学	内山 覚	浦川 将	江玉 睦明	大住 倫卓	大鶴 尚彦
	西秀明	岡田 洋平	小栢 進也	小野 玲	加藤 倫一郎	金村 信秀
	上出 直人	神谷 健太郎	烏野 大	河上 敬介	河野 良二	河辺 久保
	北出 一平	北原 エリ子	木藤 伸宏	木原 由里子	木山 正和	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	櫻井 宏明
	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	寺西 匡史	谷口 畑 徹
	田平 一行	堤本 広大	椿 淳裕	鶴崎 俊哉	寺野 達哉	中村 潤二
	永井 宏達	中尾 周平	中野 治郎	中野 尚子	野添 匡史	信迫 悟志
	中村 雅俊	成田 崇矢	南角 学	西上 智彦	本田 寛人	前島 洋
	花田 匡利	福元 喜啓	藤澤 宏幸	藤野 英己	宮下 浩二	宮本 俊朗
	松尾 篤	松尾 英明	松田 雅弘	宮城 沙織	森下 元	宮本 英樹
	村山 尊司	森井 和枝	森岡 周	森沢 知之	吉田 剛	森山 竜貴
	山口 正貴	横川 吉晴	横塚 美恵子	横山 茂樹		
	渡辺 学					

(五十音順)

編集後記

理学療法学 49巻 2号では研究論文5編、症例報告5編、企画記事2編が掲載されました。

研究論文(原著)では、渡辺論文において重度脳卒中者の自宅転帰には入院時 Functional Movement Scale と FIM 認知項目が関連することが報告されました。福島論文では、重症 COVID-19 患者は急性期において骨格筋量が減少し、さらに入院時の BMI と APACHE II score が骨格筋萎縮のリスク因子であることが報告されました。横川論文では、日本語版高齢者運動セルフエフィカシー尺度を翻訳して作成し、内的一貫性と構成概念妥当性が報告されました。濱地論文では、男子大学生の血管内皮機能は、低強度身体活動時間および体脂肪率の多寡が拡張期血圧を介して影響を及ぼすことが示唆されました。谷口論文では、地域在住高齢者における骨量・筋量低下と身体活動との関連性を検討し、骨量・筋量低下を併存している高齢者は、中高強度身体活動時間が減少していることが示唆されました。

次に、症例報告として西角論文では、多発性硬化症患者に対する前脛骨筋への FES は、即時的に下腿三頭筋の痙縮を減弱させ、立脚期の反張膝や遊脚期での躓きが減少することで、歩行能力を向上させる可能性があることが示唆されました。佐野論文では、首下がりを呈した変形性頸椎症の2症例に対して、頸部自動伸展機能の改善に加えて、矢状面上における脊柱全体と骨盤帯のバランスが取れた立位姿勢をめざした介入によって立位姿勢および前方注視障害の改善が示されました。井上論文では、筋筋膜性疼痛症候群を生じた進行性卵巣癌患者に対して、運動療法と経皮的電気刺激治療の併用により、疼痛の緩和、オピオイド鎮痛薬使用量の減量、身体活動・身体機能・QOL の改善が報告されました。小野塚論文では、サイム切断症例に対して早期から脚長差を補完するために簡易的義足を用いて理学療法を行うことで、脚長差による異常歩行を予防し、円滑に義足歩行へ移行できたことが報告されました。三枝論文では、二次性サルコペニアを合併した Trousseau 症候群に対して、適切な栄養管理下の運動療法は身体機能の改善に効果的である可能性が報告されました。また、企画記事において、吉田先生より大腿骨頸部・転子部骨折症例に対する自主トレーニング指導について、西守先生より理学療法における統合と解釈から目標設定の考え方について、大変わかりやすいご解説をいただきました。

本号の掲載論文は臨床に基づいた研究の報告であり、研究の対象とする年齢層や疾患は様々であり、幅広く有益な内容となっています。本誌が理学療法対象者の方のお役に立ち、還元される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。(久保田雅史)

理学療法学

第49巻 第2号

2022年4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 株式会社東京プレス
東京都新宿区下落合3-12-18
TEL (03) 5982-9291

