

理学療法学

Physical Therapy Japan

2026
VOL. 53
No.1

●研究論文（原著）

回復期リハビリテーション病棟における脳卒中片麻痺患者のトイレ自立予測
—スコアリングシステムを用いた検討—

…池上滉一・他

肥満度・筋力・柔軟性と運動機能不全との関連—小学生を対象とした横断研究—

…長田悠路・他

重症脳卒中患者の予後予測因子に関する検討

…三谷祐史

通所リハビリテーションを利用する地域在住高齢女性における重症サルコペニア判定の下腿周径カットオフ値

…藤本威洋・他

集中治療室入室患者における自宅退院の可否に影響を与える因子の検討

…板垣 仁・他

回復期脳卒中後患者に対する2種類の外骨格型歩行支援ロボットの選択

—Hybrid Assistive Limbとウェルウォーク WW-2000の使用状況と練習効果の比較—

…平戸大悟・他

Q角測定における再現性および測定誤差の検討

…植松大雅・他

●短 報

高齢大腿骨近位部骨折患者における入院時血清アルブミン値と退院時歩行自立度との関連
—常用薬数による層別化を用いた単施設後方視的コホート研究—

…小宮大輔・他

航空自衛隊に対する現地調査、環境調整、腰痛予防教室の実施と8か月後フォローアップ時の変化

…高木佑也・他

●実践報告

フレイルを呈する経カテーテル大動脈弁留置術患者の術前リハビリテーションの可能性

…吉村有示・他

●総 説

シリーズ「物理療法の最近の動向と将来」

連載第1回目 昨今の理学療法場面における物理療法の動向と新たな展開について

…生野公貴

シリーズ「痛みに対する理学療法の考え方」

連載第1回目 神経生理学からみた痛みのメカニズムと分類

…松原貴子・他

●投稿規程

理学療法学 第53巻 第1号 2026年

目 次

研究論文 (原著)

回復期リハビリテーション病棟における脳卒中片麻痺患者のトイレ自立予測 —スコアリングシステムを用いた検討—	池上 滉一・他・ 1
肥満度・筋力・柔軟性と運動機能不全との関連 —小学生を対象とした横断研究—	長田 悠路・他・ 10
重症脳卒中患者の予後予測因子に関する検討	三谷 祐史・ 18
通所リハビリテーションを利用する地域在住高齢女性における 重症サルコペニア判定の下腿周径カットオフ値	藤本 威洋・他・ 23
集中治療室入室患者における自宅退院の可否に影響を与える因子の検討	板垣 仁・他・ 29
回復期脳卒中後患者に対する2種類の外骨格型歩行支援ロボットの選択 —Hybrid Assistive Limbとウェルウォーク WW-2000の使用状況と練習効果の比較—	平戸 大悟・他・ 36
Q角測定における再現性および測定誤差の検討	植松 大雅・他・ 44

短 報

高齢大腿骨近位部骨折患者における入院時血清アルブミン値と退院時歩行自立度との関連 —常用薬数による層別化を用いた単施設後方視的コホート研究—	小宮 大輔・他・ 49
航空自衛隊に対する現地調査, 環境調整, 腰痛予防教室の実施と8か月後フォローアップ 時の変化	高木 佑也・他・ 56

実践報告

フレイルを呈する経カテーテル大動脈弁留置術患者の術前リハビリテーションの可能性	吉村 有示・他・ 62
---	-------------

総 説

シリーズ「物理療法の最近の動向と将来」 連載第1回目 昨今の理学療法場面における物理療法の動向と新たな展開について	生野 公貴・ 69
シリーズ「痛みに対する理学療法の考え方」 連載第1回目 神経生理学からみた痛みのメカニズムと分類	松原 貴子・他・ 75

投稿規程	82
------	----

CONTENTS Vol. 53 No. 1 2026

Research Reports (Original Article)

- Prediction of Toileting Independence in Patients with Stroke-induced Hemiplegia in a Convalescent Rehabilitation Ward: A Scoring System Study Ikeue K., *et al.* · 1
- Associations of Degree of Obesity, Muscular Strength, and Flexibility with Motor Dysfunctions:
A Cross-sectional Study of Elementary School Children Osada Y., *et al.* · 10
- Prognostic Factors in Patients with Severe Stroke: A Clinical Study Mitani Y. · 18
- Calf Circumference Cut-off Value for Identifying Severe Sarcopenia in Community-dwelling Older Women Undergoing Outpatient Rehabilitation Fujimoto T., *et al.* · 23
- Factors Influencing Home Discharge for Intensive Care Unit Patients Itagaki H., *et al.* · 29
- Comparison of the Use and Training Effects of Two Types of Exoskeleton-type Walking Assistance Robots for Patients in the Convalescent Phase after Stroke: Hybrid Assistive Limb and WW-2000 Hirado D., *et al.* · 36
- Reliability and Measurement Error of Q-angle Assessments Uematsu T., *et al.* · 44

Brief Reports

- Association Between Serum Albumin Levels at Hospital Admission and Functional Ambulation at Discharge in Older Patients with Hip Fractures: A Single-center, Retrospective Cohort Study Using Polypharmacy-based Stratification Komiya D., *et al.* · 49
- Field Survey, Environmental Adjustment and Back Pain Prevention Classes for the Air Self-Defence Force and Changes at 8-month Follow-up Takagi Y., *et al.* · 56

Practical Report

- Possibility of Preoperative Rehabilitation for Frailty Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation Yoshimura Y., *et al.* · 62

Reviews

- Current Status and Future Directions of Biophysical Agents in Physical Therapy Ikuno K. · 69
- Neurophysiology of Pain: Mechanisms and Classification Matsubara T., *et al.* · 75

研究論文 (原著)

回復期リハビリテーション病棟における 脳卒中片麻痺患者のトイレ自立予測*

—スコアリングシステムを用いた検討—

池上 滉一^{1) #} 船引 啓祐¹⁾ 中谷 友哉¹⁾

要旨

【目的】回復期リハビリテーション病棟における脳卒中片麻痺患者の入棟時情報から退院時のトイレ自立を判別するスコアモデルを構築することを目的とした。【方法】対象は社会医療法人三栄会ツカザキ病院回復期病棟に入棟した脳卒中片麻痺患者207名とし、退院時のFunctional Independence Measure (以下、FIM) トイレ動作・トイレ移乗がともに6点以上を自立と定義した。退院時のトイレ自立可否をアウトカムとし、入棟時の基本情報、身体機能、認知機能から予測モデルを作成した。【結果】入棟時の年齢 (基準値77.5歳)、起き上がり動作能力 (介助有無)、FIMトイレ移乗 (基準値2.5点)、FIM認知項目 (基準値20.5点) が有意な予測因子として抽出され、退院時のトイレ自立可否を予測するスコアモデルが得られた。【結論】本スコアリングシステムは、入棟時情報からトイレ自立の可否を高精度に予測可能であり、退院支援や家族指導における実用的な指標となる可能性がある。

キーワード 脳卒中片麻痺, 回復期リハビリテーション病棟, トイレ自立予測, スコアリングモデル

はじめに

2022年の厚生労働省による調査では、脳卒中 (脳血管疾患) は日本人の死因の第4位¹⁾、寝たきりの原因の第2位²⁾とされている。また、2023年の統計によると、脳血管疾患で治療を受けている総患者数は188万4000人であり、前回調査 (2020年) から14万2000人の増加がみられている³⁾。脳卒中の発症は国民生活への影響が大きく、日常生活動作 (Activities of Daily Living: 以下、ADL) の自立に向けたリハビリテーションは極めて重要な課題である。

なかでもトイレ動作の自立は、脳卒中発症後におけるADLの中でも特に重要な課題⁴⁾とされている。回復

期リハビリテーション病棟においては、Functional Independence Measure (以下、FIM) におけるトイレ移乗およびトイレ動作が自宅退院と関連する因子であることが、ロジスティック回帰分析⁵⁾⁶⁾ および決定木分析⁷⁾ を用いた先行研究で報告されている。また、臨床現場においても、退院先の選定や介助方針の検討に際し、トイレ動作の自立は家族からの要望が多く、患者本人にとっても自尊心に関わる要素である⁸⁾。このため、多くの脳卒中患者は、早期からのトイレ動作自立を強く希望しており、トイレ動作の予後を早期に見通すことは、退院支援・生活再建において重要である。

先行研究では、トイレ動作に影響する要因として、年齢⁹⁾¹⁰⁾、発症から回復期病棟への入棟までの日数 (以下、発症後日数)⁹⁾、体幹機能¹¹⁻¹³⁾、認知機能⁹⁾¹²⁾¹⁴⁾、下肢運動麻痺¹²⁾¹⁵⁾、バランス能力⁴⁾¹⁵⁻¹⁷⁾、排尿コントロール¹⁸⁾、およびトイレ移乗動作能力⁹⁾などが報告されている。ただし、これらの多くは横断的研究に基づいており、トイレ自立の予後を予測する目的での縦断的研究⁹⁾¹³⁾は少数であり、サンプル数の不足、妥当性の未検証、病期の不均一性など、臨床応用に向けた課題が残されている。

近年、臨床予測ルール (Clinical Prediction Rule: 以下、

* Prediction of Toileting Independence in Patients with Stroke-induced Hemiplegia in a Convalescent Rehabilitation Ward: A Scoring System Study

1) 社会医療法人三栄会ツカザキ病院リハビリテーション科 (〒671-1227 兵庫県姫路市網干区和久68-1) Koichi Ikeue, PT, Keisuke Funabiki, PT, Yuya Nakatani, PT, MSc: Department of Rehabilitation, Tsukazaki Hospital, Social Medical Corporation Saneikai

E-mail: rphfz014@yahoo.co.jp

(受付日 2025年8月19日 / 受理日 2025年9月20日) [J-STAGEでの早期公開日 2025年11月20日]



本論文はクリエイティブ・コモンズ [表示 4.0 国際] ライセンスの下に利用許諾されています。

© 2026 日本理学療法学会連合

CPR) がリハビリテーション分野でも用いられるようになってきている¹⁹⁾。CPRは、臨床で容易に得られる複数の変数を統合し、診断や予後予測をより正確に行うための数学的意思決定ツールである²⁰⁾。その検査精度を高めるには、互いに独立した判別能の高い変数の組み合わせが重要であり²¹⁾、少数の簡便な変数を用いて高精度な判断が可能となるCPRは、多忙な臨床現場において大きな価値をもつ²²⁾。ただし、CPRは元となるデータセットにおいて過適合 (overfitting) が生じやすく、その性能を過大評価しやすい傾向があることから、開発時には必ず妥当性検証が求められる²³⁾。

本研究では、トイレ自立を予測するCPRの一つとしてスコアリングシステム²⁴⁻²⁷⁾に着目した。スコアリングシステムは、統計学的手法によりアウトカムとの関連を説明因子ごとに点数化し、単一因子による予測よりも精度の高い予測が可能となる手法である。本研究の目的は、回復期リハビリテーション病棟に入棟した脳卒中片麻痺患者を対象に、先行研究において単独でも有用とされる予測因子をもとに、トイレ自立に関連する因子を解析し、それらを統合したスコアモデルを構築して妥当性を検証することである。得られたモデルは、入棟初期からのトイレ動作自立の見通しやリハビリテーション目標設定において、有効な判断材料となることが期待される。

対象および方法

1. 対象

本研究の対象は、2020年1月から2024年12月の期間に社会医療法人三栄会ツカザキ病院 (以下、当院) 回復期リハビリテーション病棟へ入棟した初発脳卒中片麻痺患者311名のうち、入院前にトイレ動作が自立しており、入棟時のFIM下位項目であるトイレ動作・トイレ移乗のいずれも5点以下であった222名とした。このうち、他疾患の合併や再発により急性期病棟へ転棟した4名、1週間以内の早期退院となった3名、家族希望で他院へ転院した6名、評価データに欠損のあった2名を除外し、最終的に207名を解析対象とした。

2. 方法

本研究は、入棟時から退棟時までの経過を追跡した後ろ向き縦断コホート研究である。対象者の電子カルテより、基本情報および入棟時のリハビリテーション評価項目、および入退棟に関する情報を後方視的に収集した。

基本情報として、入棟時の年齢、性別、病型 (脳梗塞または脳出血)、病変部位 (テント上またはテント下)、麻痺側、発症後日数を収集した。

入棟時のリハビリテーション評価項目は、先行研究でトイレ動作自立に対して単独でも予測因子として報告されている因子を優先的に選定した。使用した評価

項目は、体幹機能¹¹⁻¹³⁾の指標としての起き上がり動作能力、下肢運動機能¹²⁾¹⁵⁾の指標としてのFugl-Meyer Assessment (以下、FMA) 下肢項目、バランス能力⁴⁾¹⁵⁻¹⁷⁾の指標としてのBerg Balance Scale (以下、BBS)、排泄機能¹⁸⁾としてのFIM排尿コントロール、移乗動作能力⁹⁾の指標としてのFIMトイレ移乗、認知機能⁹⁾¹²⁾¹⁴⁾の指標としてのFIM認知項目合計とした。起き上がり動作能力は、日常生活機能評価表の起き上がりの項目²⁸⁾を参考に採点した。ベッド上での仰臥位から座位姿勢への移行の程度で分類し、ベッド柵やバーなどの使用の有無を問わず、介助を必要とせずに遂行できる場合を「介助なし(1)」とし、介助を要する場合を「介助あり(0)」と二値化した。体幹機能の評価項目として、Trunk Control Test (以下、TCT) やTrunk Impairment Scale (以下、TIS) といった詳細な評価バッテリーも存在するが、臨床現場での迅速かつ簡便な予測ツールとしての実用性を重視し、あえて二値化を採用した。

入退棟に関する情報として、回復期リハビリテーション病棟の在棟日数、入棟時のFIMトイレ動作、退棟時のFIMトイレ動作・トイレ移乗を記録した。すべての評価はリハビリテーション専門職が実施し、事前に評価基準と手順の統一を行った (表1)。

本研究対象病棟では、脳卒中片麻痺患者に対して、理学療法、作業療法、言語療法を365日体制で1日7~9単位提供しており、特別な事情がない限り、本研究対象者にも同様のリハビリテーションが実施された。

アウトカムは、先行研究⁹⁾に準じて、退棟時のFIMトイレ動作・トイレ移乗の両方が6点 (修正自立) 以上である場合を自立群とし、いずれか一方でも6点未満、あるいは両方が6点未満であった場合を非自立群として分類した。

3. 統計解析

統計解析は、まず自立群と非自立群における基本情報および入棟時評価項目の12因子の正規性をShapiro-Wilk検定で確認した。その後、群間比較として対応のないt検定、Mann-WhitneyのU検定、Fisherの正確確率検定を用いた。

次に、先行研究²⁵⁾²⁷⁾に準じて、有意差を認めた因子について、Variance Inflation Factor (以下、VIF) が5以下であることを確認した (表2)。多重共線性がないことを前提に、ロジスティック回帰分析 (ステップワイズ法) を行った (表3)。これは、候補変数が複数存在する中で、対象者数とのバランスを考慮しつつ、過剰適合や多重共線性を回避し、臨床的に解釈可能で簡潔なモデルを構築するためである。特にスコアリングシステムにおいては、因子数が多すぎると算出や解釈が煩雑になり、臨床応用性が損なわれる可能性がある。そのため、臨床的

表1 対象者の基本情報および入棟時のリハビリテーション評価項目

	全体	自立群	非自立群	p 値
	(n=207)	(n=98)	(n=109)	
年齢(歳)	74.4±11.6	70.7±11.8	77.8±10.3	<0.001
性別(名)	男:105 女:102	男:46 女:52	男:59 女:50	0.331
病型(名)	脳梗塞:146	脳梗塞:66	脳梗塞:80	0.363
	脳出血:61	脳出血:32	脳出血:29	
病変部位(名)	テント上:175	テント上:80	テント上:95	0.336
	テント下:32	テント下:18	テント下:14	
麻痺側(名)	右:112 左:95	右:54 左:44	右:58 左:51	0.889
発症後日数(日)	18.4±11.8	16.1±6.1	20.6±15.0	0.049
在棟日数(日)	69.3±30.7	63.5±29.5	74.5±31.0	0.021
入棟時起き上がり動作能力(名)	介助なし:104	介助なし:76	介助なし:28	<0.001
	介助あり:103	介助あり:22	介助あり:81	
入棟時FMA 下肢(点)	20.7±10.7	24.3±9.1	17.4±11.1	<0.001
入棟時BBS(点)	18.7±17.6	27.8±16.3	10.5±14.5	<0.001
入棟時FIM トイレ動作(点)	2.6±1.5	3.4±1.5	1.9±1.2	<0.001
入棟時FIM 排尿コントロール(点)	3.6±2.1	4.9±1.8	2.5±1.7	<0.001
入棟時FIM トイレ移乗(点)	3.0±1.4	3.7±1.0	2.4±1.3	<0.001
入棟時FIM 認知項目合計(点)	20.6±8.3	25.7±6.2	15.9±7.1	<0.001
退棟時FIM トイレ動作(点)	4.8±2.0	6.3±0.5	3.3±1.7	<0.001
退棟時FIM トイレ移乗(点)	5.0±1.7	6.3±0.5	3.8±1.5	<0.001

平均値±標準偏差, もしくは例数. FMA: Fugl Meyer Assessment, BBS: Berg Balance Scale, FIM: Functional Independence Measure.

表2 説明因子の VIF

	年齢	発症後日数	起き上がり動作能力	FMA 下肢	BBS	FIM 排尿コントロール	FIM トイレ移乗	FIM 認知項目合計
VIF	1.406	1.058	1.804	2.435	2.498	1.852	2.457	1.355

VIF: Variance Inflation Factor, FMA: Fugl-Meyer Assessment, BBS: Berg Balance Scale, FIM: Functional Independence Measure.

表3 ロジスティック回帰分析結果

	オッズ比	95%CI 下限	95%CI 上限	p 値
Intercept	1.690	0.081	35.600	0.734
年齢	0.918	0.880	0.958	<0.001
起き上がり動作能力	4.340	1.620	11.600	0.003
FIM トイレ移乗	1.590	1.040	2.430	0.031
FIM 認知項目合計	1.180	1.110	1.260	<0.001

CI: Confidence interval, FIM: Functional Independence Measure.

表4 各因子のカットオフ値

	カットオフ値	感度	特異度	AUC
年齢(歳)	77.5	71.4%	57.8%	0.685
起き上がり動作能力(点)	0.5	77.6%	74.3%	0.759
FIM トイレ移乗(点)	2.5	90.8%	53.2%	0.772
FIM 認知項目合計(点)	20.5	79.6%	78.0%	0.841

FIM: Functional Independence Measure, AUC: Area Under the Curve.

に有用かつ汎用性の高い最小限の因子を抽出する目的で, ステップワイズ法を採用した。解析で有意となった因子をスコアリングシステムに採用した。各因子につい

表5 トイレ自立スコア

因子		点数
年齢	≦77.5 歳	1
	>77.5 歳	0
起き上がり動作能力	≧0.5 点	1
	<0.5 点	0
FIM トイレ移乗	≧2.5 点	1
	<2.5 点	0
FIM 認知項目合計	≧20.5 点	1
	<20.5 点	0
トイレ自立スコア		0-4

FIM: Functional Independence Measure.

て Receiver Operating Characteristic (以下, ROC) 曲線を作成し, 感度と特異度が最も高くなるカットオフ値を算出した(表4)。先行研究²⁴⁾を参考に, カットオフ値とオッズ比, 臨床的妥当性に基づいて各因子に1点ずつのスコアを割り当て, それらの合計値をトイレ自立スコアとした(表5)。また, トイレ自立スコアの点数別の自立率を算出した(表6)。さらに, トイレ自立スコアを唯一の説明変数としたROC曲線を作成し, 最適カットオフ値を算出した(図1)。

内的妥当性の検証として、先行研究²⁹⁾³⁰⁾を参考に、ブートストラップ法(1000回)によるリサンプリングを実施し、キャリブレーションプロット(図2)とHosmer-Lemeshow適合度検定でモデルの較正を評価した(表7)。また、Concordance index (C-index), Mean Absolute Error (MAE), Observation/Expected比 (O/E比), Calibration Intercept, Calibration Slopeを算出した。判別能については、正診率、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率、Area Under the Curve (以下、AUC)を元標本およびブートストラップ標本それぞれで算出した(表8)。

統計解析にはR version 4.4.0を使用し、有意水準は5%とした。

4. 倫理的配慮

本研究は後ろ向き観察研究であり、当院回復期リハビリテーション病棟に入棟した患者の診療録情報を匿名化して使用した。対象患者には入院時に、診療録などの匿名化データを研究目的で利用する可能性について説明し、研究利用に関する文書による包括同意を事前に取得した。したがって、オプトアウトによる同意手続きは行っていない。研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、ツ

カザキ病院倫理審査委員会の承認(承認番号:2505003)を得て実施した。

結 果

対象者の基本情報および入棟時のリハビリテーション評価項目の12因子について、自立群と非自立群の2群間で比較した結果を表1に示す。自立群は98名(47.3%)、非自立群は109名(52.7%)であった。自立群は、非自立群と比較して、起き上がり動作能力、FMA下肢項目、BBS、FIM排尿コントロール、FIMトイレ移乗、FIM認知項目合計がいずれも有意に高値を示し($p<0.001$)、また年齢、発症後日数は有意に低値であった(年齢は $p<0.001$ 、発症後日数は $p<0.05$)。これら有意差を認めた全項目について、VIFはすべて5以下であり、多重共線性は認められなかった(表2)。

続いて、単変量解析で有意差が認められた8因子を独立変数、自立群・非自立群の群別分類を従属変数としてロジスティック回帰分析を行った。自立群は98名であり、イベント数に対する投入因子数の比率は約12と、一般的に推奨される基準であるEvents Per Variable (以下、EPV) ≥ 10 を満たしていた。その結果を表3に示す。最終モデルとして、入棟時年齢、起き上がり動作能力、FIMトイレ移乗、FIM認知項目合計の4因子が有意に抽出され、スコアリングシステムの構成因子とした。

各因子に対しROC曲線を作成し、感度および特異度が最も高くなる座標に基づいてカットオフ値を算出した(表4)。それぞれのカットオフ値は、年齢77.5歳、起き上がり動作能力0.5点、FIMトイレ移乗2.5点、FIM認知項目合計20.5点であった。これらのカットオフ値に基づ

表6 トイレ自立スコアの点数別の自立率

トイレ自立スコア(点)	自立(名)	非自立(名)	自立率(%)
4点 (n=45)	40	5	88.9
3点 (n=54)	43	11	79.6
2点 (n=35)	9	26	25.7
1点 (n=50)	6	44	12.0
0点 (n=23)	0	23	0

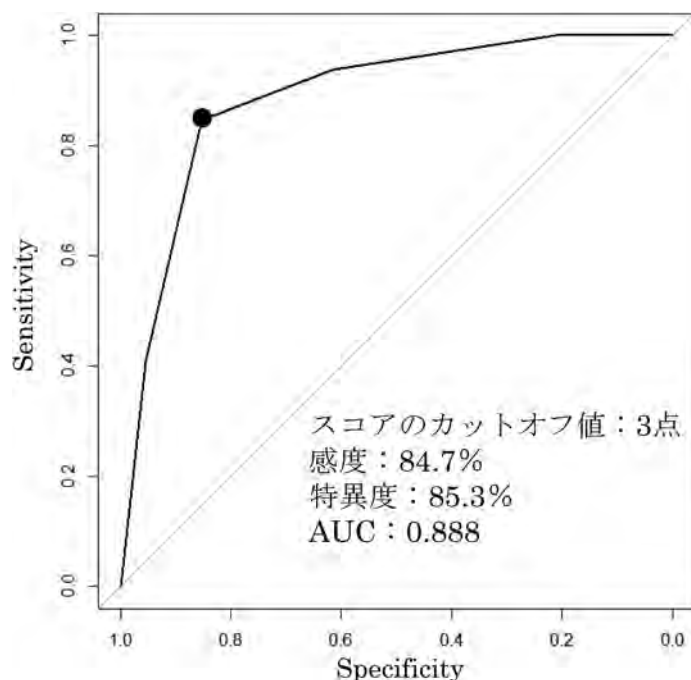


図1 トイレ自立スコアによるROC曲線

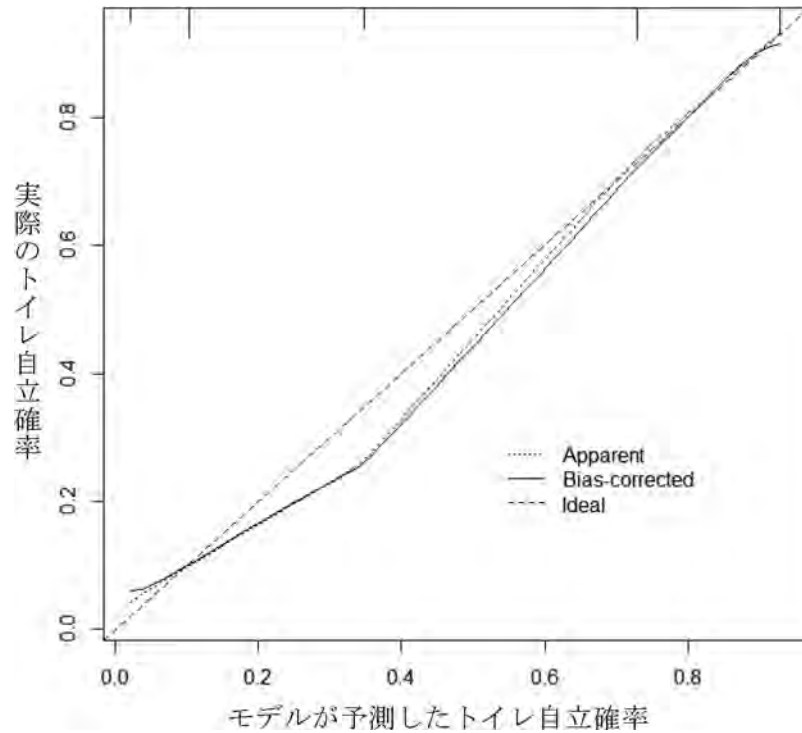


図2 ブートストラップ法によるキャリブレーションプロット

表7 トイレ自立スコアモデルの内的妥当性検証

Concordance index (元標本)	0.888
Concordance index (1000組のブートストラップ標本)	0.888
MAE	0.025
O/E比	1.000
Calibration Intercept	<0.001
Calibration Slope	1.000
P値 (Hosmer-Lemeshow 適合度検定)	0.148

MAE: Mean Absolute Error, O/E比: Observation/Expected Ratio.

いて各因子に0または1点のスコアを割り当て、合計点(0点~4点)によるトイレ自立スコアを作成した(表5)。なお、実際の臨床応用に際しては、これらの数値を直感的に活用可能な形へ読み替える必要がある点については、考察で詳述する。

作成したスコアを唯一の予測因子とし、ROC曲線を作成した結果、感度および特異度が最も高くなるカットオフ値は3点以上(4点満点中)であった(図1)。また、トイレ自立スコアの点数別に、自立率を算出した結果を表6に示す。

さらに、ブートストラップ法(1000回)を用いた内的妥当性検証を実施し、キャリブレーションプロットを図2に、その定量的評価結果を表7に示した。Calibration Interceptは0に近い値(<0.001)、Calibration Slopeは1.000であり、予測と実測の整合性は高かった。キャリブレーションプロットにおいては、全体として予測確率と実測値は良好に一致していた。特に0.5~0.8の中間域では高い一致を示した。一方、0.3~0.5の範囲では、予測確

表8 トイレ自立スコアモデルの有効性(カットオフ: 3点以上)

	元標本	1000組のブートストラップ標本
正診率	85.0%	85.0% (95%CI: 79.4-89.6)
感度	84.7%	84.7% (95%CI: 76.8-91.8)
特異度	85.3%	85.3% (95%CI: 78.1-91.9)
陽性的中率	83.8%	83.9% (95%CI: 76.5-91.2)
陰性的中率	86.1%	86.0% (95%CI: 79.1-92.7)
ROC曲線のAUC	0.888	平均0.890 (95%CI: 0.843-0.927)

ROC曲線: Receiver Operating Characteristic曲線, AUC: Area Under the Curve, CI: Confidence interval.

率に比べて実測の自立率が低く、モデルはやや過大評価する傾向が認められた。しかし、乖離はいずれも軽度であり、全体的には良好なキャリブレーションが確認された。加えて、モデルの判別能の評価結果を表8に示す。正診率85.0%、感度84.7%、特異度85.3%、陽性的中率83.8%、陰性的中率86.1%であり、AUCは0.888と高値を示した。なお、ブートストラップ標本においてもこれらの指標に明らかな低下は認められなかった。

考 察

1. スコアリングモデルにおける各予測因子の臨床的妥当性

本研究の結果より、回復期リハビリテーション病棟にFIMトイレ動作・トイレ移乗が5点以下で入棟した脳卒中片麻痺患者において、入棟時の年齢、起き上がり動作能力、FIMトイレ移乗、FIM認知項目合計の組み合わせ

せにより、退院時のトイレ自立可否を高精度に予測できることが示された。これらの因子は、いずれも先行研究で報告されている関連因子と一致しており、さらにスコアリングシステムとして明確なカットオフ値と合計点を提示したことにより、臨床現場で即時に活用可能な予測ツールとしての新規性が示された。

入棟時の年齢については、本結果は、脳卒中患者のトイレ自立の関連因子として年齢を挙げている先行研究⁹⁾¹⁰⁾を支持したと考えられる。法山ら⁹⁾は、回復期病棟の脳卒中患者における退院時トイレ自立を予測する重要因子として、年齢を挙げており、その基準を73歳としている。Imuraら¹⁰⁾による、回復期病棟の重度脳卒中患者における退院時トイレ自立を予測する決定木分析を用いた研究では、重要項目として年齢を挙げ、そのカットオフ値を72歳、80歳としており、トイレ自立割合は年齢が高くなるにつれて減少していたと報告している。本研究のカットオフ値は、77.5歳であり、先行研究と比較して、明らかな相違がなく妥当であると考ええる。

起き上がり動作能力について述べる。本研究のアウトカムであるトイレ自立は、FIMトイレ動作およびトイレ移乗の両項目が修正自立以上であることを条件としている。武井ら³¹⁾は、脳卒中患者の移乗能力の予測因子として、機能障害要因では腹筋力、構成要素動作要因では立ち上がり、立位方向転換、起き上がりを挙げ、体幹機能の重要性を示している。Koikeら¹¹⁾は、脳卒中患者のトイレ動作における下衣操作の関連因子としてTCT点数を挙げ、特に寝返りや起き上がりなどの体幹コントロールの重要性を報告している。また、田中ら¹³⁾は、急性期におけるトイレ動作・移乗動作の予測因子としてTCTが有効であると述べている。これらの先行研究を踏まえると、起き上がり動作能力は体幹機能を反映する簡便な指標であり、本研究において選択されたことは妥当であると考えられる。本研究ではTCTのようなスケールではなく、「介助の有無」という日常的かつ即時的な評価を用いており、現場での汎用性と実用性の高い工夫といえる。

トイレ移乗については、法山ら⁹⁾が、回復期病棟の脳卒中患者における退院時のトイレ自立を予測する重要因子としてFIMトイレ移乗を挙げており、本研究の結果はその知見を支持したと考えられる。移乗動作は、座位から立ち上がり、方向転換を経て着座するという連続した動作で構成される。武井ら³¹⁾は、移乗能力を評価する際、静的姿勢保持よりも、立ち上がりや立位方向転換などの動的な構成要素の評価が重要であると報告している。宮本ら¹⁶⁾は、バランス能力の評価(BBS)が移乗動作およびトイレ動作の自立度判定に有効であると述べ、米持ら¹⁷⁾は、非麻痺側下肢の筋力と動的立位バランスの獲得が、トイレ動作の自立に不可欠であると報告して

いる。これらの先行研究を踏まえると、移乗能力は、主に下肢筋力や動的バランスに基づく複合的な動作であり、トイレ動作の自立に関連する妥当な予測因子であると考えられる。また、本研究ではトイレ動作とトイレ移乗の両項目をアウトカムとし、いずれも修正自立以上と定義していることから、移乗動作がその一部を構成する要素として重要視された点も妥当である。

FIM認知項目については、脳卒中患者のトイレ自立に影響することが先行研究⁹⁾¹²⁾¹⁴⁾にて報告されており、本研究は先行研究を支持したと考えられる。また、白石ら³²⁾は、回復期脳卒中患者のFIM改善とその要因を検証した結果、入棟後にFIM改善が期待できる患者群の特徴として、FIM認知項目合計が21点以上であったと報告している。アウトカムをトイレ自立とした本研究の基準は、20.5点であり、先行研究の基準と近似していることから、その値は妥当であると考えられる。認知機能低下に伴い生じるトイレ動作の問題³³⁾として、見当識低下によりトイレの場所・容器が判断できない、トイレ動作の一連の手順の理解・実行ができない、などが挙げられる。特に認知機能の中でも理解・記憶は、運動学習を進める強化因子であり³⁴⁾、トイレ自立群は、動作手順理解やパフォーマンスの向上に必要な運動学習効果が得られやすく、結果としてトイレ自立に至ったのではないかと推察される。

以上のように、本研究では入棟時の年齢、起き上がり動作能力、FIMトイレ移乗、FIM認知項目合計の4因子が選択され、それぞれに統計学的なカットオフ値が算出された。これらの値は予測モデルの構築に有用である一方で、臨床応用を考える際には、そのまま小数点を含む値で解釈するのではなく、現場で直感的に利用できる基準へと置き換えることが重要である。具体的には、入棟時の年齢は「77歳以下であれば自立の可能性が高い」、起き上がり動作能力は「介助不要であれば自立獲得を予測し得る」、FIMトイレ移乗は「3点以上であれば自立獲得が期待できる」、FIM認知項目合計は「21点以上であれば自立に寄与する」といった形で解釈するのが妥当である。このように、本研究で得られたカットオフ値は、統計的基準を踏まえつつも、実際の臨床現場に即して理解・応用できる指標として提示できたと考えられる。

発症後日数については、先行研究⁹⁾ではトイレ自立の重要因子として報告されているが、本研究では単変量解析で有意差を認めたものの、最終モデルには残らなかった。この背景には、当院が急性期病院に併設されており、発症早期から回復期病棟へスムーズに転棟できる体制を有していることが関係している可能性がある。実際に、本研究対象者の発症後日数の平均は18.4日であり、全国平均(33.9日)³⁵⁾より短期間であった。なお、在棟日数の平均は69.3日で、全国平均(66.0日)³⁵⁾

とはほぼ同等であったことから、退棟までの経過は全国的傾向と概ね一致していたと考えられるが、入棟時点における発症後日数のばらつきは限定的であり、自立群と非自立群の差が縮小した可能性がある。そのため、発症後日数は統計的に独立した寄与因子として抽出されにくくなり、結果として、入棟時の年齢といった背景因子や、起き上がり動作能力・FIMトイレ移乗などの機能・動作面を直接反映する因子の寄与が優勢となったと考えられる。したがって、発症後日数は一定の影響を持ち得る因子であるものの、本研究のように早期転棟が可能な体制においては、相対的に影響が小さく、他の因子が予測因子としてより重要である可能性が示唆された。

2. 予測モデルの性能と臨床的意義

本研究の予測モデルは、退院時のトイレ自立可否を、入棟時点の情報から推定可能とする点で、実用的意義が高い。スコアリングシステムにおいて、カットオフ値（年齢77.5歳、起き上がり動作能力の介助の有無、FIMトイレ移乗2.5点、FIM認知項目合計20.5点）を基準に各因子に1点を割り当て、合計3点以上であればトイレ自立が期待できると判定された。自立群98名中、3点以上であったのは83名（正診率85.0%）であった。また、Hosmer-LemeshowのAUC基準³⁶⁾では、 $0.7 \leq \text{AUC} < 0.8$ は受容可能な判別、 $0.8 \leq \text{AUC} < 0.9$ は優れた判別、 $0.9 \leq \text{AUC}$ は卓越した判別とされ、本研究のスコアモデルは $\text{AUC} = 0.888$ と高値を示し、正診率も85.0%と良好であった（表8）。これらの結果より、本モデルは退院時トイレ自立を予測するうえで高精度なモデルであると解釈できる。本研究では、ブートストラップ標本を用い、先行研究³⁷⁻³⁹⁾に準じて、予測モデルのキャリブレーションの評価を行った。本研究のキャリブレーション結果（表7）では、Calibration Interceptは < 0.001 と非常に低値であり、0に近いほど理想的であることから、モデル全体の予測と実測に明らかな差はないと考えられる。加えて、Calibration Slopeは1.000であり、予測と実測が一致しており、実際の値に沿っていることから、このモデルのキャリブレーションは良好であると考えられる（図2）。これらの結果より、本スコアモデルは、予測精度・妥当性ともに良好であり、臨床判断を支援する予測ツールとして有用である可能性がある。特に、複雑な計算式を用いず、簡易に適用できる点は、多忙な臨床場面において実装性が高い。さらに、各因子の基準値が明示されているため、スコアに基づく可視化された根拠をもって、患者・家族への説明や退院支援カンファレンスにおいて説得力のある情報提供が可能となる。これにより、退院時期の見通し設定、在宅介助量の予測、住宅改修の準備、福祉用具の選定など、より具体的な退院支援計画の立案に貢献するものと考えられる。

3. 研究の限界と今後の課題

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、単一施設で実施した後ろ向きコホート研究であり、対象地域や施設特性に起因するバイアスを完全に排除できない。特に、当院は急性期病院に併設されており、発症後比較的早期から回復期病棟に転棟可能な体制を有していることから、本研究対象者の発症後日数のばらつきは限定的であるため、因子としての影響が過小に評価された可能性がある。したがって、他施設や異なる転院プロセスを有する集団を対象とした多施設共同研究により、発症後日数の影響を含めた外的妥当性を検証する必要がある。第二に、リハビリテーション内容やスタッフの介入技量を完全に統一することは困難であり、介入方法の違いが結果に影響を与えた可能性がある。ただし、本研究対象病棟は回復期リハビリテーション病棟入院料1を取得しており、脳血管疾患などリハビリテーション料(I)などの施設基準を満たしたうえで、理学療法・作業療法・言語療法を365日体制で提供している。さらに、評価方法の標準化とスタッフ教育が定期的に行われており、一定の質と一貫性は担保されていると考えられる。それでもなお、施設特性に起因する介入内容の差異を完全に排除することはできない点は、本研究の限界の一つである。第三に、起き上がり動作能力の評価については臨床での簡便性を重視して介助の有無で二値化したが、TCTやTISなどの詳細な体幹機能評価と比較すると、微細な機能回復を捉えきれていない可能性がある。この点は本モデルの限界の一つであり、今後はより詳細な評価指標を組み合わせた検討が望まれる。第四に、アウトカムはFIMに基づく動作能力の判定であり、退院後の実生活環境におけるパフォーマンスとは乖離する可能性がある。今後は、在宅生活における実地評価や、追跡研究を通じた実用性の検証も重要な課題である。第五に、投入因子数と症例数のバランスについてはEPVの観点から統計的に許容範囲と判断したが、より大規模なコホートを対象とした再現性の検証により、本モデルの安定性を確認することが望まれる。

結 論

本研究では、回復期リハビリテーション病棟において、入棟時の年齢、起き上がり動作能力、FIMトイレ移乗、FIM認知項目合計の4因子を用いたスコアリングシステムを構築し、退院時のトイレ自立可否を高精度に予測できる可能性を示した。本スコアリングシステムは、入棟早期の段階でトイレ自立の見通しを客観的に把握することができ、退院調整や家族指導、介助量の見積もり、住宅改修の検討など、具体的な支援計画の立案に役立つ有用なツールであると考えられる。今後は、多施設共同研究による外的妥当性の検証を行い、さらに他の

ADLへの応用を図ることで、より包括的かつ実用的な予後予測モデルの構築を目指していく必要がある。

利益相反

本研究において開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究の実施にあたり、ご協力いただいた対象者の皆様、協力・助言をいただいたスタッフの皆様に心から感謝申し上げます。

文 献

- 厚生労働省ホームページ：2022（令和4）年 人口動態統計の概要。性別にみた死因順位別死亡数・死亡率・構成割合。 https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei22/dl/10_h6.pdf（2025年7月1日引用）
- 厚生労働省ホームページ：2022（令和4）年 国民生活基礎調査の概要。IV 介護の状況。 <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa22/dl/05.pdf>（2025年7月1日引用）
- 厚生労働省ホームページ：2023（令和5）年 患者調査の概要。1 推計患者数。 <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/23/dl/kanja.pdf>（2025年7月1日引用）。
- Kawanabe E, Suzuki M, *et al.*: Impairment in toileting behavior after a stroke. *Geriatr Gerontol Int*. 2018; 18: 1166–1172.
- 岡本伸弘, 増見 伸, 他：回復期リハビリテーション病棟におけるFIMを用いた自宅復帰因子の検討。 *理学療法科学*. 2012; 27: 103–107.
- 杉浦 徹, 櫻井宏明, 他：回復期退院時の移動手段が車椅子となった脳卒中患者に求められる自宅復帰条件—家族の意向を踏まえた検討—。 *理学療法科学*. 2014; 29: 779–783.
- 植松海雲, 猪飼哲夫, 他：高齢脳卒中患者が自宅退院するための条件—Classification and regression trees（CART）による解析—。 *Jpn J Rehabil Med*. 2002; 39: 396–402.
- Clark J, Rugg S: The importance of independence in toileting: The views of stroke survivors and their occupational therapists. *Br J Occup Ther*. 2005; 68: 165–171.
- 法山 徹, 久保田悦章, 他：回復期リハビリテーション病棟の脳卒中片麻痺患者における退院時排泄動作自立の予測。 *理学療法科学*. 2020; 35: 767–773.
- Imura T, Inoue Y, *et al.*: Clinical features for identifying the possibility of toileting independence after convalescent inpatient rehabilitation in severe stroke patients: A decision tree analysis based on a nationwide japan rehabilitation database. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2021; 30: 105483.
- Koike Y, Sumigawa K, *et al.*: Approaches for improving the toileting problems of hemiplegic stroke patients with poor standing balance. *J Phys Ther Sci*. 2015; 27: 877–881.
- Sato A, Okuda Y, *et al.*: Cognitive and physical functions related to the level of supervision and dependence in the toileting of stroke patients. *Phys Ther Res*. 2016; 19: 32–38.
- 田中勝人, 田中健太, 他：急性期脳卒中患者のトイレ動作には体幹機能が影響する。 *理学療法さか*. 2023; 9: 15–22.
- 小宮山貴也, 小淵浩平, 他：急性期脳卒中患者におけるトイレ動作自立に関連する要因の相互作用について。 *作業療法*. 2025; 44: 160–166.
- 横塚美恵子, 阿部和也, 他：脳血管障害片麻痺患者における排泄動作と立位バランスの関係。 *理学療法科学*. 2005; 20: 289–292.
- 宮本真明, 松本卓也, 他：脳血管障害患者のバランス能力とADL自立度の関係。 *行動リハビリテーション*. 2012; 1: 16–22.
- 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.
- Uchida K, Uchiyama Y, *et al.*: Outcome prediction for patients with ischemic stroke in acute care: New three-level model by eating and bladder functions. *Ann Rehabil Med*. 2021; 45: 215–223.
- Childs JD, Cleland JA: Development and application of clinical prediction rules to improve decision making in physical therapist practice. *Phys Ther*. 2006; 86: 122–131.
- Adams ST, Leveson SH: Clinical prediction rules. *BMJ*. 2012; 344: d8312.
- 天野徹哉：理学療法における臨床予測ルールの役割と臨床適用。 *理学療法学*. 2025; 52: 108–113.
- 玉利光太郎：理学療法における臨床予測ルール。 *理学療法学*. 2025; 52: 62–67.
- Cowley LE, Farewell DM, *et al.*: Methodological standards for the development and evaluation of clinical prediction rules: A review of the literature. *Diagn Progn Res*. 2019; 3: 16.
- 北岡拓也, 山中泰子, 他：終末期悪性腫瘍患者における2週間の予後を予測する血液検査データの検討。 *医学検査*. 2019; 68: 238–246.
- 當山真紀, 崎原徹裕：一般市民病院における単胎生期産児の新生児呼吸障害のリスク因子の検討。 *日本周産期・新生児医学会雑誌*. 2021; 57: 263–268.
- Smith MC, Barber PA, *et al.*: The TWIST tool predicts when patients will recover independent walking after stroke: An observational study. *Neurorehabil Neural Repair*. 2022; 36: 461–471.
- 森 千浩, 山岡雄祐, 他：pStageII大腸癌における再発高リスク群の予測モデルの構築。 *日本大腸肛門会誌*. 2025; 78: 203–213.
- 厚生労働省ホームページ：日常生活機能評価。評価の手引き。 <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12400000-Hokenkyoku/0000038913.pdf>（2025年7月1日引用）
- 澤田陽平, 大堀 理, 他：限局性前立腺癌における術後生化学的非再発率の術前予測ノモグラムの開発。 *東京医科大学雑誌*. 2016; 74: 54–60.
- 武藤健人, 西川大樹, 他：自宅退院となる高齢脳梗塞患者における退院時転倒リスクの予測に病前生活空間は有用である。 *日本老年療学会誌*. 2024; 3: 1–8.
- 武井圭一, 杉本 諭, 他：脳卒中患者の移乗動作能力に対する予測因子の検討。 *理学療法科学*. 2006; 21: 369–374.
- 白石成明, 松林義人, 他：回復期リハビリテーション病棟における脳卒中患者の日常生活活動の実行状況変化とその要因。 *理学療法学*. 2005; 32: 361–367.
- 榊原隆次：認知症患者さんの排泄障害。 *日本創傷・オストミー・失禁管理学会誌*. 2016; 20: 8–15.
- 長谷公隆（編）：運動学習理論に基づくリハビリテーションの実践。医歯薬出版株式会社, 東京, 2013, pp. 34–51.
- 一般社団法人回復期リハビリテーション病棟協会：2024年度 回復期リハビリテーション病棟の現状と課題に関する調査報告書。一般社団法人回復期リハビリテーション病棟協会, 東京, 2025, pp. 33–91.
- Hosmer DW, Lemeshow S: *Applied Logistic Regression*. Wiley-Interscience, New York, 2000, pp. 143–202.
- Steyerberg EW, Vickers AJ, *et al.*: Assessing the performance of prediction models: A framework for traditional and novel measures. *Epidemiology*. 2010; 21: 128–138.
- Van Calster B, McLernon DJ, *et al.*: Calibration: The Achilles heel of predictive analytics. *BMC Med*. 2019; 17: 230.
- Naye F, Décarry S, *et al.*: Six externally validated prognostic models have potential clinical value to predict patient health outcomes in the rehabilitation of musculoskeletal conditions: A systematic review. *Phys Ther*. 2023; 103: pzad021.

〈Abstract〉

**Prediction of Toileting Independence in Patients with Stroke-induced Hemiplegia
in a Convalescent Rehabilitation Ward:
A Scoring System Study**

Koichi IKEUE, PT, Keisuke FUNABIKI, PT, Yuya NAKATANI, PT, MSc

Department of Rehabilitation, Tsukazaki Hospital, Social Medical Corporation Saneikai

Objective: This study aimed to develop a scoring model to predict toileting independence at discharge in patients with stroke-induced hemiplegia in a convalescent rehabilitation ward, using admission data.

Methods: This study included 207 patients with stroke-induced hemiplegia admitted to the convalescent rehabilitation ward of our hospital. Toileting independence at discharge was defined as a Functional Independence Measure (FIM) score of ≥ 6 for toileting and toilet transfer items. The outcome was toileting independence from toilet use at discharge. Candidate predictors included baseline demographic data and physical and cognitive functions upon admission. Logistic regression analysis identified significant predictors and developed a scoring model.

Results: The significant predictors were age (cutoff, 77.5), ability to get up (with or without assistance), FIM toilet transfer score (cutoff, 2.5), and FIM cognitive score (cutoff, 20.5). A scoring model assigning one point per criterion demonstrated high predictive accuracy for toileting independence at discharge.

Conclusion: This scoring system enables early prediction of toileting independence using admission data. This model may serve as a practical tool for discharge planning, caregiver education, and individualized rehabilitation strategies.

Key Words: Stroke hemiplegia, Convalescent rehabilitation ward, Prediction of toileting independence, Scoring model

研究論文 (原著)

肥満度・筋力・柔軟性と運動機能不全との関連*

—小学生を対象とした横断研究—

長田悠路^{1) #} 鷺 春夫¹⁾ 近藤慶承¹⁾ 中宿伸哉¹⁾ 柳澤幸夫¹⁾
平島賢一¹⁾ 芥川知彰¹⁾ 後藤 強¹⁾ 大西康平¹⁾ 笹山明美¹⁾
廣瀬良平¹⁾ 澁谷光敬¹⁾ 篠原明宏²⁾

要旨

【目的】小学生の間で身体活動の減少や遊び行動の変化が近年観察されている。そこで本研究では小学生における身体機能の個人差と、運動機能不全（しゃがみ込み困難、前屈・後屈時痛み、四肢の痛みや動かし難さ、姿勢の非対称性）との関連因子を明らかにすることを目的とした。【方法】私立小学校1～6年生で、2025年に運動器検診を受けた308人を対象とし、肥満度、握力、立位体前屈、反復横跳びを評価した。これらと運動機能不全指標との関連をロジスティック回帰分析により検討した。【結果】肥満度（オッズ比2.45 [1.61–3.73]）はしゃがみ込み困難と関連し、月齢（オッズ比0.54 [0.33–0.90]）、性別（オッズ比0.19 [0.05–0.65]）が後屈時痛みと関連していた。【結論】肥満度がしゃがみ込み可否や立位姿勢の左右差といった運動機能不全と関連する可能性が示唆された。これらの関連因子を踏まえ、運動器検診後の事後措置のあり方について検討する必要がある。

キーワード 運動機能不全、肥満、小学生、運動器検診

はじめに

現代の小学生は、運動習慣の変化や生活環境の多様化により、身体機能や姿勢に多様な問題を抱えている。具体的には、クラブチーム等に所属して特定のスポーツを過度に行うことで運動機能障害を呈する児童と、動画視聴等のスクリーンタイムの増加に伴い運動不足となる児童に二極化する傾向があるとされている¹⁻³⁾。これらはいずれも運動機能に影響を及ぼす可能性があり、学校現

場においても、関節の運動時痛や姿勢異常、運動器症候群（ロコモティブシンドローム：以下、ロコモ）の兆候を示す児童が増加している²⁻¹¹⁾。このような背景を踏まえ、2015年からは小・中・高等学校における運動器検診が導入され、脊柱側弯症や腰痛の有無、片脚立位、しゃがみ込み可否、バンザイ動作時の肩の可動性、四肢の疼痛の有無といった項目が評価されるようになった¹²⁾。しかし、従来の内科検診に加えて運動器検診を行うことで診察時間が倍増するため、学校医の負担増が課題となっている⁹⁾。このような背景のなか2024年にスクールトレーナー制度が創設され、専門資格を有する理学療法士が学校保健の現場に参入し始めた。これにより、学校医や教職員と理学療法士が協働することで、児童の運動器疾患や機能不全状態が予防・軽減されることが期待されている³⁾。

学童期の身体機能は、その後の運動発達や健康状態に大きな影響を与える^{13) 14)}。なかでも、しゃがみ込み困難や四肢の痛み、肩の高さ等の姿勢の非対称性は、成長過程における機能的問題の表れと考えられる¹⁵⁻¹⁷⁾。これらの症状と肥満度・筋力・柔軟性等の身体的特徴との関連性については、現時点では十分に明らかにされてい

* Associations of Degree of Obesity, Muscular Strength, and Flexibility with Motor Dysfunctions: A Cross-sectional Study of Elementary School Children

1) 徳島文理大学理学療法学科

(〒770-8514 徳島県徳島市山城町西浜傍示180)

Yuji Osada, PT, PhD, Haruo Uguisu, PT, PhD, Yoshitugu Kondo, PT, PhD, Shinya Nakajuku, PT, MSc, Yukio Yanagisawa, PT, PhD, Kenichi Hirashima, PT, PhD, Tomoaki Akutagawa, PT, PhD, Tuyoshi Goto, PT, PhD, Kouhei Onishi, PT, PhD, Akemi Sasayama, PT, PhD, Ryohei Hirose, PT, MSc, Mitutaka Shibuya, PT, MSc: Department of Physical Therapy, Tokushima Bunri University

2) 篠原内科

Akihiro Shinohara, MD, PhD: Shinohara Internal Medicine Clinic

E-mail: osada@tks.bunri-u.ac.jp

(受付日 2025年6月25日 / 受理日 2025年10月7日)

[J-STAGEでの早期公開日 2025年12月7日]



ない。特に肥満に関しては、運動不足によって体重が増えるわけではなく、肥満傾向が運動能力の発達を妨げるという因果関係が報告されており、子どものロコモに適切に対処しないことにより、将来的な成人期のロコモやメタボリックシンドロームにつながることを懸念されている³⁾¹³⁾。先行研究では、肥満児が正常体重児と比較してバランス能力や柔軟性が低く、転倒リスクが高いことが報告されている¹⁸⁾。しかし、小学生における身体機能を示す多様な因子と、運動機能不全との関連を包括的に分析した研究は限られている。本研究では、複数の身体機能と運動機能不全の関連についてロジスティック回帰分析を用いて検討することで、より実態に即した理解が可能になると考えている。

本研究の目的は、小学生における身体機能の個人差に着目し、痛みや姿勢の非対称性、動作制限等の運動機能不全との関連因子を明らかにすることである。特に、肥満度や筋力、柔軟性、敏捷性等の身体機能が、しゃがみ込みの可否や四肢の痛み、姿勢の非対称性といった運動機能不全指標に与える影響を検討し、現代の発育段階における特徴的な身体機能因子の把握を試みる。本研究の仮説は、現代の小学生には肥満と瘦身の二極化がみられ、肥満傾向の児童では柔軟性や可動性の低下、瘦身傾向の児童では筋力やバランス機能の低下、姿勢の非対称性といった身体機能不全と関連している可能性があるというものである。

対象および方法

1. 対象

本研究は2025年に運動器検診を実施した徳島県内の私立小学校（1校）1～6年生の全児童の検診データをもとに解析を行った。本研究は徳島文理大学の倫理審査委員会において承認（R7-10）を得て実施した。なお、本研究で使用するデータは、学校保健安全法に基づき義務化されている運動器検診において説明と同意のもと計測されたものである。その後、これらのデータを後方視的に使用するにあたり、改めて児童およびその保護者に対して書面で説明を行い、データの二次利用に同意しない場合には、今後の運動器検診やその結果受領に一切不利益が生じないことを説明した。さらに、配布資料に記載したQRコードから個別にデータ使用の拒否を申し出る機会を設けた。その結果、該当児童314名のうち、長期欠席により検診を受けられなかった児童やデータ使用の拒否があった6名を除いた308名を対象として解析を行った。

2. 方法

運動器検診は学校医の指導のもと、理学療法士の資格を持つ大学教員（12名）を中心として実施した。担当す

る評価項目については事前にレクチャーを受け、評価方法の統一を図った。計測場所は小学校の体育館とした。児童は体操着と体育館シューズを着用して計測を行い、足趾把持力の測定時のみ裸足で実施した。評価項目は①身体機能を示す個人因子（独立変数）と②運動機能不全を示す指標（従属変数）に分類して実施した。独立変数には、肥満度、利き手握力（以下、握力）、足趾把持力、反復横跳び点数、指床間距離、月齢、性別を設定した。従属変数には、しゃがみ込みの可否、片足立ちの可否、姿勢の非対称性、前・後屈時の脊柱の痛み、四肢の運動時痛や動かし難さを設定した。これらの項目は「児童生徒等の健康診断マニュアル 平成27年度改訂」における「脊柱及び胸郭の疾病及び異常の有無並びに四肢の状態」の評価項目に準拠し、運動機能不全を示す指標として調査した¹⁹⁾。一方で、筋力、柔軟性、敏捷性といった児童の身体機能を示す個人因子は同マニュアルに含まれておらず、これらは先行研究に基づく方法により独自に評価を行った。

1) 肥満度

日本学校保健会が示す計算式に準じ、実測体重から身長別標準体重を引いたものを身長別標準体重で除して得られる割合から算出した¹⁹⁾。身長別標準体重は文部科学省が示す性別・年齢別に定義された値を使用している。肥満度が20%以上の者は肥満傾向児、-20%以下の児童は瘦身傾向児と定義されている。

2) 握力：上肢筋力のスクリーニング

デジタル握力計Grip-D（竹井機器製）を用いて計測した。5kg未満で計測困難な児童にはGrip-A（竹井機器製）を使用した。測定方法は文部科学省の新体力テスト実施要項に準じ、握力計の数値面が外側を向くように設定し、第2指の近位指節間関節が直角になるよう調整した²⁰⁾。児童は直立姿勢で上肢を自然下垂し、握力計が身体や衣服に接触しないよう配慮して、利き手1回分の値を採用した。

3) 足趾把持力：下肢筋力のスクリーニング

足指筋力測定器II（竹井機器製）を用いて評価した²¹⁾。児童を股関節・膝関節90度、足関節0度の座位姿勢とし、把持バーを第1中足骨頭の位置に合わせたうえで、利き足で2回測定し、最大値を分析に用いた。

4) 反復横跳び点数：敏捷性のスクリーニング

新体力テスト実施要項に準じて評価した。中央ラインから左右1mの地点に引かれたラインを踏むか越えた後、中央に戻る動作を行い、各ラインを踏むか超えるごとに1点としてカウントし、20秒間での点数を計測した。ラインを踏まなかった・越えなかった場合はカウントせず、また、ジャンプは禁止とした。疲労を考慮し1回のみの実施とした。

5) 指床間距離：柔軟性のスクリーニング

デジタル前屈計Flexion-D (竹井機器製)を用い、先行研究に準じて計測した¹⁴⁾。児童はボックス上に立ち、膝を伸ばしたまま前屈し、指先でディスプレイを最大限押し下げた。測定単位は1 mmとし、足底面まで指が届かない場合はマイナスの値、足底面を超えてさらに指を下方へ伸ばすことができた場合はプラスの値で示すものとした。測定回数は1回とした。

6) シャガみ込み：柔軟性のスクリーニング

手順は、①閉脚立位をとる、②上肢を前方水平に伸ばす(手掌は下向き)、③臀部が踵につくまで深くしゃがむ、の手順とした。しゃがみ込み中に踵が浮いたり、後方に転倒したりした場合を「不可」とした。

7) 片足立ち：バランスのスクリーニング

手順は、①体側に上肢をつけて直立する、②片膝を約90度屈曲して股関節を90度屈曲する、③その姿勢を5秒以上保持する、という流れで評価した。軸足の移動や上肢の動き、非軸足の接地が認められた場合は「不可」と判定した。練習1回の後、本計測を行い、軸足は児童が選択可能とした。

8) 姿勢の非対称性：側弯症のスクリーニング

前後から各1名の検査者が観察し、双方の意見が一致した場合にのみ「左右差あり」と判定した。検査項目は立位時の肩峰の左右差(立位姿勢左右差)、前屈時の肋骨隆起の左右差(前屈時左右差)とした。

9) 脊柱の痛み：腰椎分離症のスクリーニング

立位で肩幅に足を開いた状態から、最大限の前屈・後屈を実施し、それぞれの痛みの有無を聴取した。検査項目は、前屈時痛み、後屈時痛みとして分けて評価した。

10) 四肢の運動時痛や動きの悪さ：粗大な関節可動域(Range of Motion：以下、ROM)のスクリーニング

上肢挙上(バンザイ)、肘の屈伸、しゃがみ込みを実施し、動作中の四肢の痛み、動きにくさの有無を聴取した。

3. 分析方法

運動機能不全の指標(しゃがみ込み可否、片足立ち可否、立位姿勢左右差、前屈時左右差、前屈時痛み、後屈時痛み、四肢の運動時痛や動きの悪さ)を従属変数として、それぞれに対してロジスティック回帰分析を行った。独立変数として身体機能を示す個人因子(肥満度、握力、足趾把持力、反復横跳び点数、指床間距離、月齢、性別)を投入した。従属変数の符号はすべて、「1：不可・異常あり、0：可・問題なし」とした。なお、数値型の独立変数(肥満度、握力、足趾把持力、反復横跳び点数、指床間距離、月齢)については、単位やスケールの差異による影響を排除するために、解析前にZスコア標準化を行った。

まず各従属変数に対して単変量解析を行い、有意水準($p<0.1$)を満たす因子を抽出後、該当因子を用いて多変量ロジスティック回帰分析を行った。多変量ロジスティック回帰分析に用いる変数は、単変量解析の結果と統計的多重共線性の観点から選定した。まず、各変数間のPearsonの相関係数を算出し、 $|r|>0.80$ の高い相関が認められた変数群については、多重共線性の回避を目的として、さらに各変数の分散拡大係数(Variance Inflation Factor：以下、VIF)を算出し、相関のある変数のうちVIFがより高い変数を除外した。そのうえで、残存する候補変数すべてについてVIFを再度評価し、最終的にVIF >10 を示す変数は解析から除外した。また、解析に用いる運動機能不全の指標において該当者数に対して変数が多くなりすぎないように、Events Per Variable (EPV) ≥ 10 を目安として多変量解析に投入する変数を制限した。変数の制限方法は、単変量解析のオッズ比(Odds Ratio：以下、OR)や臨床的妥当性を考慮して決定した。

各分析において、OR、95%信頼区間(Confidence Interval：以下、CI)、p値を算出し、有意水準は5%とした。また、モデルの判別精度評価のためにReceiver Operating Characteristic Curve (ROC曲線)を描き、Area Under the Curve (以下、AUC)を算出した。統計処理はPython (バージョン3.12.4)を用いて実施した。

さらに、学年による影響を検討するため、対象を「低学年(1~3年生)」および「高学年(4~6年生)」に分けたサブ解析も実施した。全体解析と同様のロジスティック

表1 対象児童の基本属性

因子	値
身体機能を示す個人因子	
身長 (cm), 平均値 $\pm$ SD	132.4 $\pm$ 12.0
体重 (kg), 平均値 $\pm$ SD	30.7 $\pm$ 9.1
肥満度 (%), 平均値 $\pm$ SD	3.0 $\pm$ 13.2
握力 (kg), 平均値 $\pm$ SD	12.4 $\pm$ 4.7
足趾把持力 (kg), 平均値 $\pm$ SD	11.4 $\pm$ 4.5
反復横跳び(点), 平均値 $\pm$ SD	29.3 $\pm$ 7.2
指床間距離 (cm), 平均値 $\pm$ SD	4.5 $\pm$ 6.7
学年, 平均値 $\pm$ SD	3.7 $\pm$ 1.7
月齢(月), 平均値 $\pm$ SD	110.5 $\pm$ 21.0
性別(人), 男児/女児 (男児割合)	165/143 (53.6)
運動機能不全を示す指標	
しゃがみ込み可否(人), 不可/可 (不可割合)	17/291 (5.5)
片脚立ち可否(人), 不可/可 (不可割合)	8/300 (2.6)
立位姿勢左右差(人), 有/無 (有割合)	66/242 (21.4)
前屈時左右差(人), 有/無 (有割合)	36/272 (11.7)
前屈時痛み(人), 有/無 (有割合)	11/297 (3.6)
後屈時痛み(人), 有/無 (有割合)	20/288 (6.5)
四肢の運動時痛や動かし難さ(人), 有/無 (有割合)	37/271 (12.0)

SD：標準偏差。

回帰分析をそれぞれの群に対して行い、全体傾向との一致度を検証した。

結 果

対象児童の各身体機能を示す個人因子、および運動機能不全を示す指標の基本属性を表1に示す。肥満度が肥満傾向（肥満度20%以上）を示す児童が35人（11.4%）、痩身（肥満度-20%以下）が2人（0.6%）であった。立位または前屈時の姿勢の非対称性を有している児童は88名で全体の28.6%であった。肥満度が正常値（-20～20%）であり、かつ上記の症状が無く、しゃがみ込みや片足立ちができた児童は170名で全体の55.2%であった。

しゃがみ込み可否、片足立ち可否、前屈時痛みについてはサンプル数が少ないため、多変量解析は実施しなかった。しゃがみ込み可否に関する単変量解析では肥満度、指床間距離、月齢が有意な関連因子として抽出された（表2）。このうち最も高いORを示した肥満度を用いてROC解析を行ったところ、AUCは0.74であり、しゃ

表2 シャがみ込み可否を従属変数としたロジスティック回帰分析（可：n=291，不可：n=17）

説明変数	単変量解析		
	OR	95%CI (下限-上限)	p値
肥満度	2.45	1.61-3.73	<0.001
握力	1.41	0.89-2.22	0.142
足趾把持力	1.61	1.00-2.61	0.052
反復横跳び	0.88	0.53-1.48	0.635
指床間距離	0.53	0.32-0.87	0.013
月齢	1.75	1.00-3.05	0.048
性別	1.03	0.39-2.74	0.957

OR: Odds Ratio (オッズ比), CI: Confidence Interval (信頼区間).

がみ込み可否を判別するうえで良好な識別能を示した（図1）。しゃがみ込みができなかった児童の肥満度は平均 $17.3 \pm 19.9\%$ で、肥満傾向児（肥満度+20%以上）は8名（47%）と約半数を占めていた。

片足立ち可否に関する単変量解析では、握力、足趾把持力、反復横跳び点数に有意な関連が認められた。そのうち最も高いORを示した握力についてROC解析を行ったところAUCは0.79であった。片足立ちができなかった児童は1～6年生の幅広い学年に分布していたが、その88%が男児であり、握力は平均 8.3 ± 2.2 kgと低値を示した。

前屈時痛みについては単変量解析で有意な関連因子はなかった。後屈時痛みに関しては、月齢、性別に加え指床間距離が単変量解析で有意傾向を示した（表3）。サンプル数が限られるため、ORの大きさやp値の低さから月齢と性別を多変量解析に投入した結果、両因子が有意な関連因子であることが示された。痛みを訴えた児童は女児3名、男児17名で、学年別では1年生が10名（全体の50%）を占めていた。月齢と性別を用いたROC解析ではAUCは0.75で妥当な識別能が示された（図2）。

立位姿勢左右差に関しては、肥満度（OR：0.68, 95%CI：0.50-0.93, $p=0.016$ ）、握力（OR：1.27, 95%CI：0.96-1.67, $p=0.096$ ）、足趾把持力（OR：1.31, 95%CI：0.99-1.74, $p=0.061$ ）が単変量解析で有意傾向を示した。多変量解析の結果では肥満度のみが有意な関連因子として抽出され、肥満度の低い児童で姿勢の非対称性がある傾向を示した（AUC：0.60）。前屈時左右差は足趾把持力と月齢が単変量解析で有意な関連があったが、多変量解析では有意ではなかった。

四肢の運動時痛や動かしにくさに関しては、肥満度（OR：1.31, 95%CI：0.96-1.81, $p=0.093$ ）と反復横跳び点

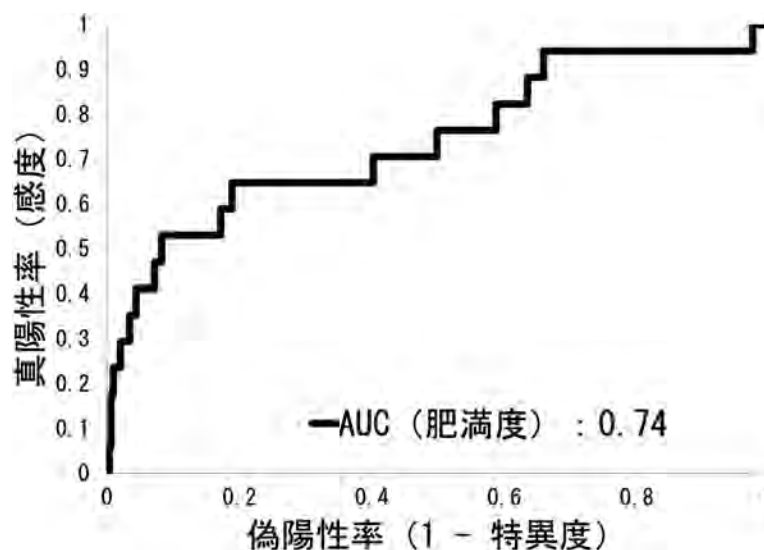


図1 シャがみ込み可否に関するロジスティック回帰モデルのROC曲線
AUC: Area Under the Curve, ROC: Receiver Operating Characteristic.

数 (OR : 0.68, 95%CI : 0.47–0.98, $p=0.038$) が単変量解析で関連因子として抽出された。反復横跳び点数が低い児童で四肢の痛みや動かしにくさを訴える傾向がみられたが、多変量解析では有意な因子は抽出されず、モデルのAUCは0.59と限定的な識別能であった。

因子間の相関係数を確認した結果、肥満度と敏捷性 ($r=-0.10$)、肥満度と柔軟性 ($r=0.02$) の相関は弱く、強い関連性は認められなかった。

学年別 (低学年・高学年) のサブ解析では、立位姿勢左右差について、低学年群では立位体前屈 ($p=0.018$) のみが単変量解析で有意であったのに対し、高学年群では全体解析と同様に肥満度 ($p=0.029$) と足趾把持力 ($p=0.046$) が有意な関連因子として抽出され、多変量解析においても有意な因子として残った (AUC : 0.64)。後屈時痛みでは、低学年群で月齢 ($p<0.001$) と性別 ($p=0.038$) が有意な関連因子として示されたが、高学年群では有意な因子は抽出されなかった。しゃがみ込み可否については、低学年群では肥満度 ($p=0.026$) と足趾把持力 ($p=0.031$) が、高学年群では肥満度 ($p<0.001$) と

反復横跳び点数 ($p=0.039$) が単変量解析で有意な関連因子として抽出された。

考 察

本研究に参加した児童の平均身長や体重、肥満度等の基本属性は、文部科学省による2023年度学校保健統計調査の全国平均値とおおむね同程度であった²²⁾。ただし、痩身傾向を示す児童の割合は本研究では0.6%と全国平均 (1.5%) と比較して低かった。また、片足立ちができない児童の割合も千葉県で行われた調査と比較して少なかった (本研究 : 2.6%, 千葉県 : 4.8%)⁷⁾。これらの違いには、私立小学校という生活環境や、保護者の社会的地位が影響している可能性がある。保護者の社会的地位が高い児童は栄養状態と運動機能が良好である傾向が報告されている²³⁾。また私立学校の児童は公立学校児童と比較して肥満児童が少ないことやその一方で、塾通い等によって睡眠時間や運動機会が少ないことも指摘されている¹⁾。

本研究では、これら小学生の身体機能および動作・痛

表3 後屈時痛みの有無を従属変数としたロジスティック回帰分析 (無 : $n=288$, 有 : $n=20$)

説明変数	単変量解析			多変量解析		
	OR	95%CI (下限–上限)	P 値	OR	95%CI (下限–上限)	P 値
肥満度	1.38	0.92–2.07	0.119			
握力	0.90	0.54–1.48	0.673			
足趾把持力	0.68	0.40–1.16	0.159			
反復横跳び	0.73	0.45–1.17	0.191			
指床間距離	0.65	0.41–1.03	0.066			
月 齢	0.54	0.33–0.90	0.019	0.48	0.28–0.83	0.008
性別	0.19	0.05–0.65	0.008	0.23	0.07–0.86	0.029

OR: Odds Ratio (オッズ比), CI: Confidence Interval (信頼区間).

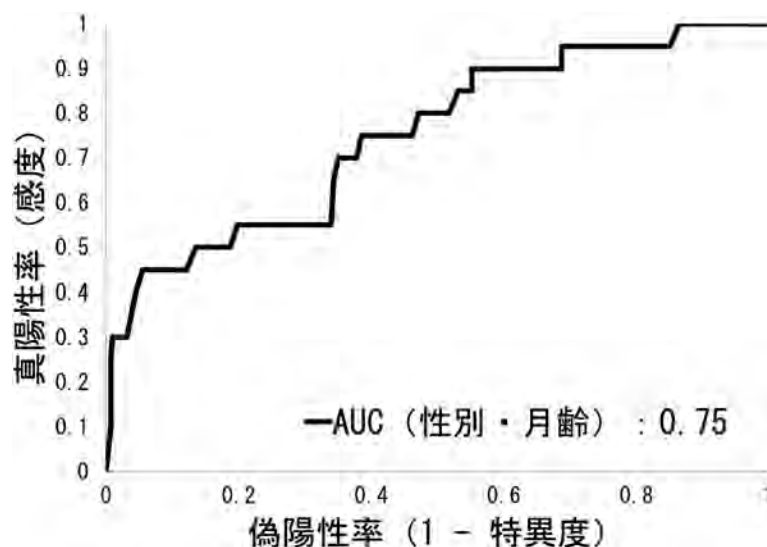


図2 後屈時痛みの有無に関する多変量ロジスティック回帰モデルのROC曲線
AUC: Area Under the Curve, ROC: Receiver Operating Characteristic.

み・姿勢の非対称性に関する情報をもとに、多様な運動機能不全とその関連因子を横断的に検討した。その結果明らかとなったのは、肥満度が運動機能不全と関連する可能性があるという点である。柔軟性（指床間距離）、瞬発系の運動能力（反復横跳び点数）といった要素は単変量解析では運動機能不全との関連が示されたが、多変量解析では有意ではなかった。これらの指標と肥満度との相関は低く、交絡の影響は少ないと考えられる。したがって、多変量解析においてこれらの因子が独立した予測因子として残らなかったのは、個体差や測定誤差の影響を受けやすく、説明力が相対的に弱かったためと推察される。

しゃがみ込み動作に関する単変量解析では、肥満度が有意な関連因子として示され、AUCからも良好な識別能力が確認された。先行研究でも体重過多がしゃがみ込み動作等の運動機能低下と関連することが報告されており¹⁸⁾²⁴⁾、しゃがめない児童は、四肢・体幹の脂肪率が高く、脂肪が膝・股関節の屈曲を妨げてしゃがみ動作を困難にする可能性が指摘されている²⁴⁾。また、肥満者は股関節屈曲60度以上の深くしゃがんだ姿勢で足・股関節モーメントが有意に増大すると報告されている²⁵⁾。そのため、肥満者は深くしゃがむ姿勢を避ける傾向がある²⁶⁾。さらに、肥満は足関節背屈ROM低下と関連するという報告もあり¹⁵⁾、日常的なしゃがみ動作の回避が、下肢の深屈曲ROMの低下につながる可能性がある。本研究で用いた柔軟性の指標（指床間距離）は、これらしゃがみ込みに必要な膝・股関節屈曲ROMや背屈ROMを反映していないため、関連因子として残らなかったと考える。今後は過体重が及ぼす膝・足関節への負荷の増大やそれに伴うROMの制限、運動回避行動への関連について検証する必要があるだろう。しゃがみ込み可否は直接観察可能な項目であるため、予測の必要はない。しかし、肥満度のみでしゃがみ込み可否を高精度で識別できたことは、これらの児童に共通する身体的特性の存在を示唆するものである。特に、肥満度は生活習慣の改善によって変化し得るため、早期に運動器機能の低下兆候を把握し、予防的介入につなげる手がかりとなる可能性がある。

片足立ちの可否と関連した因子としては握力が抽出され、モデルのAUCは0.79であった。これは握力が単なる手の筋力ではなく、下肢を含む全身の筋力や体幹機能を反映する可能性を示す結果となった。握力は高齢者において下肢筋力、片足立ち時間、転倒リスクと強く関連するとされている²⁷⁾²⁸⁾。今後はよりバランスと関連する体幹機能等の評価を含めた検討が必要である。

後屈時痛みについては性別と月齢が有意な関連を示し、低学年の男児においてより痛みを訴える傾向が認められた。小学生期には腰椎の二次性骨化核が未成熟であ

り、腰部過伸展を伴う運動の繰り返しにより、腰椎分離症を発症しやすいことが報告されており²⁹⁾³⁰⁾、本研究でも低学年の男児で後屈時痛みとの関連がみられた。ただし、腰椎分離症との直接的な関連は本研究では検討できておらず、今後の縦断研究による確認が必要である。

四肢の運動時痛や動かし難さに関しては、単変量解析で肥満度と反復横跳びの点数が抽出されたが、多変量解析では有意な因子とはならなかった。これには、運動過多による四肢の痛みや動かし難さがあるために敏捷性が低下している児童と、身体機能の低下によって肥満や四肢の動かし難さが生じている運動不足の児童が混在していた可能性が考えられる。高学年では特定のスポーツへの過度な集中によって下肢の過負荷障害が増加することが報告されている²⁴⁾。これらの運動過多で痛みを有している児童に対してはその背景を評価したうえで指導する必要があるだろう。一方で、私立学校は公立学校と比べて運動量が少ないことが指摘されている³¹⁾。運動不足による肥満が四肢を動かし難くした場合、より運動の機会を減らす可能性がある。この悪循環を断つためにもまずは肥満の改善が必要となるだろう。

立位姿勢左右差に関しては、肥満度のみが多変量解析で有意な関連因子として抽出された。欧米では体脂肪率が高い児童は肩甲骨位置の非対称性や姿勢異常が顕著であるという報告があるが²⁶⁾³²⁾、本研究結果では、肥満度が低い児童ほど肩の高さに左右差があるという傾向を示した。韓国の児童を対象とした大規模調査では、瘦身傾向の児童に側弯症が多いことが報告されている³³⁾。ただし、本研究における立位での肩の高さの左右差は、あくまで外見的な姿勢評価であり、側弯症の確定診断ではない。したがって、その存在のみで側弯症の有無を判断することはできない。軽度の側弯であっても早期に積極的な治療を行うことで、従来の経過観察よりも良好な結果が得られると報告されている³⁴⁾。今後は、このような視診所見をきっかけとして、医学的評価につなげるためのスクリーニング指標としての有用性の有無についても検討していく必要がある。

また、本研究では学年間の違いによる影響を補足的に検討した結果、低学年・高学年共に全体解析と類似した関連因子が抽出された。特にしゃがみ込みに関しては、低学年・高学年共に肥満度がしゃがみ込み困難と関連する傾向が認められた。立位姿勢の左右差については、低学年のみで柔軟性が関連していた。このことから、低学年においては柔軟性の低下が姿勢の非対称性に影響する可能性も考慮すべきであろう。

以上より、肥満は小学生の運動機能不全に影響する可能性があり、生活習慣の改善が予防的介入の一助となることが示唆された。児童の運動機能を評価する際には、単一の運動能力だけでなく、痛みや姿勢の評価を含めた

多面的な視点が必要である。そのため、今後は理学療法士が学校現場の運動器検診に継続的に関与し、スクリーニングからフォローアップまで一貫した介入体制を構築することが求められる。また、将来的には、理学療法士による介入（事後措置）の有効性を検証する研究を通じて、学童期の運動機能不全に対する予防・改善戦略の構築が検討されることが望まれる。

本研究にはいくつかの限界がある。まず、運動機能不全を有する児童の症例数が十分ではなく、一部の変数については多変量解析を行うことができなかった。今後は、より大規模なサンプルを収集し、交絡因子を調整した解析が行われることが望ましい。また、本研究は横断的な観察研究であるため、運動機能不全や痛みとの因果関係を明確にすることはできない。したがって、今後は縦断研究による追跡や、介入を通じた因果検証が求められる。次に、対象児童は私立小学校に在籍しており、保護者の教育水準や社会経済的背景等が一般的な小学生集団と異なる可能性がある。特に、徳島県のように公共交通機関が発達していない地域では、多くの児童が自家用車による移動を余儀なくされており、生活環境が運動器の健康状態に影響を及ぼす可能性がある。そのため、本研究結果の一般化には慎重を要する。最後に、今回選定したのは運動機能を示す一部の評価指標でしかない。今後は体組成やより高度なバランス能力、生活習慣等の詳細な評価指標も加えて検証する必要がある。

結 論

本研究では、小学生における運動機能不全や痛み、姿勢の非対称性と身体的要因との関連を横断的に検討した。その結果、肥満度がしゃがみ込み可否や立位姿勢左右差といった運動機能不全と関連する可能性が示された。肥満と運動機能不全との関連が示唆され、学校現場でのスクリーニングや運動指導を検討する際の参考となる可能性がある。

利 益 相 反

本研究に於いて開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 長野真弓, 足立 稔, 他: 児童の体力ならびにスクリーニングタイムと心理的ストレス反応との関連性. 体力科学. 2015; 64: 195-206.
- 2) 峰久京子, 中村美砂, 他: 子どものロコモティブシンドローム (子どもロコモ) と運動器疾患について. 大阪河崎リハビリテーション大学紀要. 2022; 16: 57-61.
- 3) 高橋敏明, 内尾祐司, 他: 小児の運動器—運動器検診の概念と目的—. Jpn J Rehabil Med. 2018; 55: 4-8.
- 4) Iwamoto Y, Imura T, *et al.*: The risk factors for development or progression of locomotive syndrome: A systematic review. Nagoya J Med Sci. 2025; 87: 60-75.
- 5) Ito S, Fukumoto T, *et al.*: Physical fitness testing and screening

- reveal a gateway to identify locomotive disorders: Retrospective study of a Japanese elementary school population. Glob Pediatr Health. 2021; 8: 1-9.
- 6) 林 承弘, 柴田輝明, 他: 子どもロコモと運動器検診について. 日本整形外科学会雑誌. 2017; 91: 338-344.
- 7) 松田雅弘, 大山隆人, 他: 子どもの運動機能と運動習慣の調査から見えてきた現状. 理学療法科学. 2018; 33: 631-636.
- 8) 新本惣一郎, 山崎昌廣, 他: 児童の体力と生活様式の関係—都市部と地方の児童の比較から—. 日本生理人類学会誌. 2013; 18: 77-86.
- 9) 津島愛子: 小学生における運動器検診の結果と課題. 岡山大学大学院教育学研究科研究集録. 2017; 164: 41-48.
- 10) 明渡陽子, 上杉宰世, 他: 学童期小児の運動器 (骨と筋肉) 発達に及ぼす生活習慣因子の影響. 人間生活文化研究. 2016; 26: 479-484.
- 11) 可西泰修, 鎌田浩史, 他: 運動器検診結果からみた小学生の運動器の特徴. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2019; 27: 66-75.
- 12) 松永夏来: 児童生徒等の健康診断の見直しについて. 小児保健研究. 2016; 75: 2-7.
- 13) Cheng J, East P, *et al.*: Obesity leads to declines in motor skills across childhood. Child Care Health Dev. 2016; 42: 343-350.
- 14) Apriananto T, Herman I, *et al.*: Impact of decreased hamstring flexibility and trunk muscle strength performance in junior badminton athletes with a history of knee injuries: The risk of low back pain. Int J Hum Mov Sport Sci. 2023; 11: 965-973.
- 15) 濱部 優, 則竹耕治, 他: 定型発達児におけるしゃがみ込み動作と身体機能との関連性. 体力科学. 2021; 70: 193-198.
- 16) 藤井達也, 榎本光宏, 他: 特発性側弯症における脊柱アライメントと肩バランスの関連性. 肩関節. 2019; 43: 401-404.
- 17) 丹羽 昇: 小学生の姿勢の現状と課題. 発育発達研究. 1995; 23: 1-7.
- 18) Bataweel EA, Ibrahim AI: Balance and musculoskeletal flexibility in children with obesity: A cross-sectional study. Ann Saudi Med. 2020; 40: 120-125.
- 19) 公益財団法人日本学校保健会文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課 (編): 児童生徒等の健康診断マニュアル (平成27年度改訂). 公益財団法人日本学校保健会, 東京, 2015, pp. 24-25.
- 20) 文部科学省: 新体力テスト実施要項 (6歳~11歳対象). https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/05030101/001.pdf. (2025年5月18日引用)
- 21) 日置佑輔, 春日晃章, 他: 足趾把持力計を幼児に用いた場合の妥当性, 信頼性および客観性の検討. 岐阜大学教育学部研究報告. 2020; 44: 75-80.
- 22) 文部科学省: 学校保健統計調査—令和5年度 (確定値) の結果の概要, 2024. https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/kekka/k_detail/2023.htm. (2025年5月18日引用)
- 23) Merino-De Haro I, Mora-Gonzalez J, *et al.*: PREFIT project group: Higher socioeconomic status is related to healthier levels of fatness and fitness already at 3 to 5 years of age: The PREFIT project: Relation between socioeconomic status, fatness and fitness in preschoolers. J Sports Sci. 2019; 37: 1327-1337.
- 24) 明渡陽子, 石井雅幸, 他: 高学年児童の運動器 (骨と筋肉) 発達と生活習慣との関連. 大妻女子大学家政系研究紀要. 2019; 55: 57-68.
- 25) Singh B, Yack HJ, *et al.*: Biomechanical loads during common rehabilitation exercises in obese individuals. Int J Sports Phys Ther. 2015; 10: 189-196.
- 26) Macialczyk-Paprocka K, Stawinska-Witoszyńska B, *et al.*: Prevalence of incorrect body posture in children and adolescents with overweight and obesity. Eur J Pediatr. 2017; 176: 563-572.

- 27) Arvandi M, Strasser B, *et al.*: Mediator effect of balance problems on association between grip strength and falls in older adults: Results from the KORA-Age study. *Gerontol Geriatr Med.* 2018; 4: 1–7.
- 28) 池田 望, 村田 伸, 他: 地域在住女性高齢者の握力と身体機能との関係. *理学療法科学.* 2011; 26: 255–258.
- 29) Sakai T, Goda Y, *et al.*: Characteristics of lumbar spondylolysis in elementary school age children. *Eur Spine J.* 2016; 25: 602–606.
- 30) Nitta A, Sakai T, *et al.*: Prevalence of symptomatic lumbar spondylolysis in pediatric patients. *Orthopedics.* 2016; 39: e434–e437.
- 31) 吉田伊津美, 岩崎洋子: 幼稚園における運動指導の実態と教員の運動指導に対する意識: 国公立幼稚園と私立幼稚園との比較. *東京学芸大学紀要.* 2012; 63: 107–113.
- 32) Wyszynska J, Podgórska-Bednarz J, *et al.*: Analysis of relationship between the body mass composition and physical activity with body posture in children. *BioMed Res Int.* 2016; 2016: 1851670.
- 33) Jeon K, Kim D: Low body mass index levels and idiopathic scoliosis in Korean children. *Children (Basel).* 2021; 8: 570.
- 34) Oakley PA: Is early treatment for mild adolescent idiopathic scoliosis superior over the traditional “watch & wait” approach? A case report with long-term follow-up. *J Phys Ther Sci.* 2018; 30: 680–684.

〈Abstract〉

Associations of Degree of Obesity, Muscular Strength, and Flexibility with Motor Dysfunctions: A Cross-sectional Study of Elementary School Children

Yuji OSADA, PT, PhD, Haruo UGUISE, PT, PhD, Yoshitugu KONDO, PT, PhD, Shinya NAKAJUKU, PT, MSc, Yukio YANAGISAWA, PT, PhD, Kenichi HIRASHIMA, PT, PhD, Tomoaki AKUTAGAWA, PT, PhD, Tuyoshi GOTO, PT, PhD, Kouhei ONISHI, PT, PhD, Akemi SASAYAMA, PT, PhD, Ryohei HIROSE, PT, MSc, Mitutaka SHIBUYA, PT, MSc

Department of Physical Therapy, Tokushima Bunri University

Akihiro SHINOHARA, MD, PhD

Shinohara Internal Medicine Clinic

Objective: A decline in physical activity and changes in play behaviors have been observed in recent years among elementary school children. This study aimed to clarify the associations between individual differences in physical functions and musculoskeletal dysfunctions, including squatting difficulty, pain during trunk flexion and extension, limb pain or movement difficulty, and postural asymmetry, in elementary school children.

Methods: In total, 308 students in grades 1–6 at a private elementary school in Japan who underwent musculoskeletal screening in 2025 were included in this study. Degree of obesity, grip strength, standing forward flexion, and side-step agility were the physical indicators assessed in this study. Squatting difficulty, pain during trunk flexion and extension, limb pain, and postural asymmetry were also recorded. Logistic regression analysis was performed to determine the associations between physical functions and musculoskeletal dysfunctions.

Results: Notably, degree of obesity (odds ratio: 2.45 [1.61–3.73]) was associated with squatting difficulty, and age in months (odds ratio: 0.54 [0.33–0.90]) and sex (odds ratio: 0.19 [0.05–0.65]) were associated with pain during trunk extension.

Conclusion: Overall, these findings suggest that obesity, are associated with motor dysfunctions, necessitating careful consideration and selection of follow-up interventions after musculoskeletal health screening.

Key Words: Motor dysfunction, Obesity, Elementary school children, Musculoskeletal examination

研究論文 (原著)

重症脳卒中患者の予後予測因子に関する検討*

三谷 祐史^{1) #}

要旨

【目的】重症脳卒中患者において、急性期の段階で回復期以降の日常生活活動改善に寄与する項目を明らかにする。【方法】急性期病院退院時のFunctional Independence Measure (以下、FIM) が55点以下の患者を対象とし、回復期病院でのFIM利得16点を基準に2群に分け、調査項目で比較した。統計分析は、単回帰分析、及び多重ロジスティック回帰分析を行った。【結果】改善群と非改善群の2群間で有意差が見られたのは、年齢、Body Mass Index (以下、BMI) 分類、在院日数、急性期退院時FIMの運動、認知、総得点だった。また、多重ロジスティック回帰分析において独立因子に選択されたのはBMI分類 (オッズ比0.26)、FIM総得点 (同0.92) と在院日数 (同1.07) の3項目であった。【結論】重症脳卒中患者の回復期における改善因子として急性期病院入院中での修正可能因子がより関わる可能性が示された。重症であっても急性期病院での全身状態管理や適切な機能訓練が重要と言えるかもしれない。

キーワード 重症脳卒中、予後予測、急性期リハビリ

はじめに

人口の高齢化等に対応し、患者の症状に応じた適切な医療を効率的に提供するための医療施設機能の体系化を主旨に、厚生労働省は2018年度から開始された第7次医療計画で、都道府県が策定中の地域医療構想を通じて病床の高度急性期・急性期・回復期・生活期の機能分化を進めており、急性期から生活期へのシームレスな医療体制の構築を目指している¹⁾。

そのため、急性期病院において急性期治療が終了した患者が自宅退院困難であった場合、回復期機能を持つ回復期病院に転院させるのか、療養機能を持つ療養型病院に転院させるのか等の判断は予後予測も交えて適切に行わなければならないが、その判断は医療環境や医療者によってばらつきがあることが報告されている²⁾。

さらに、患者が重症脳卒中であった場合、治療担当医

師による6カ月時点の死亡リスクまたは予後不良な機能的転帰の推定値は比較的不正確であり、生活の質 (Quality Of Life : QOL) の予測においてはさらに不正確であると報告されており³⁾、高度急性期病院である当院でも同様に重症脳卒中患者の転帰として、回復期病院、または療養型病院かの判断に難渋することがしばしばある。

一方、回復期病院においては、厚生労働省の診療報酬A308回復期リハビリテーション病棟入院料の施設基準において、「新規入院患者のうちの、重症の患者の割合」、「入院時に重症であった患者の退院時の改善度」、「自宅等に退院する割合」等がアウトカムとして定められており⁴⁾、改善の見込みの高い重症患者を積極的に受け入れていくことに大きな期待が寄せられている。

そして、前述したシームレスな医療体制の構築手段のひとつとして脳卒中地域連携クリティカルパス (以下、地域連携パス) があり、2008年度の診療報酬改定において保険診療としても認められている。日本赤十字社愛知医療センター名古屋第二病院 (以下、当院) が使用している名古屋脳卒中地域連携協議会作成の脳卒中地域連携パスにおいても、身体機能や動作能力のみならず、栄養状態、認知機能、既往歴、併存疾患等多岐にわたる項目が含まれているが、これらの項目の中で急性期の段階での予後予測に特に関与している因子を明らかにできれば、上述のような転帰判断の一助になるのではないかと

* Prognostic Factors in Patients with Severe Stroke: A Clinical Study

1) 日本赤十字社愛知医療センター名古屋第二病院医療技術部リハビリテーション科
(〒466-8650 名古屋市昭和区妙見町2-9)
Yushi Mitani, PT: Department of Rehabilitation, Japanese Red Cross Aichi Medical Center Nagoya Daini Hospital

E-mail: uc0517@nagoya2jrc.or.jp
(受付日 2025年9月4日 / 受理日 2025年10月21日)
[J-STAGEでの早期公開日 2025年12月21日]



本論文はクリエイティブ・コモンズ [表示 4.0 国際] ライセンスの下に利用許諾されています。

© 2026 日本理学療法学会連合

考えた。

そこで、本研究では重症脳卒中患者の急性期における予後予測の精度向上を目指し、地域連携パスに記載されている項目の中から、回復期以降の日常生活活動 (Activities of Daily Living: 以下, ADL) 改善に寄与する因子を特定することを目的とする。

対象および方法

1. 研究デザイン

本研究は当院から転院した患者の名古屋脳卒中地域連携協議会脳卒中パス ver.401 から収集した診療情報のみを用いた後方視的観察研究である。

2. 対象

対象は2021年1月から2023年12月までの間に、当院に入院後、地域連携パスを用いて転院し、後方病院を退院後に地域連携パスデータが戻ってきた脳卒中患者917名のうち、選択基準および除外基準を満たした213名とした。選択基準は脳卒中重症例とし、重症の基準としては、厚生労働省の診療報酬A308回復期リハビリテーション病棟入院料における「アウトカムに関する施設基準」で定められている重症患者割合において、重症患者をFunctional Independence Measure (以下, FIM) 総得点55点以下と定めていること⁴⁾を参考に、急性期病院退院時 (以下, 急退) FIM総得点が55点以下とした。除外基準はデータ欠損例とした。

3. 調査項目

地域連携パスより得られる基本情報、医学情報を調査項目とした。具体的には、年齢、性別、Body Mass Index (以下, BMI) 分類 (18.5未満を低栄養、18.5以上-25未満を標準、25以上を肥満として分類)、病型 (アテローム血栓性脳梗塞、ラクナ梗塞、心原性脳塞栓症、その他の脳梗塞、脳出血、くも膜下出血)、発症時National Institutes of Health Stroke Scale (以下, NIHSS)、各併存疾患の有無 (高血圧、脂質異常症、糖尿病、心房細動)、前記の併存疾患数、脳血管疾患既往の有無、心大血管疾患既往の有無、急性期病院在院日数、急退FIM運動項目得点数、認知項目得点数、および総得点数とした。

4. 群分け

厚生労働省の診療報酬A308回復期リハビリテーション病棟入院料1-2の施設基準において、重症患者の「改善」は日常生活機能評価4点以上、またはFIM16点以上の改善をさすことを参考にして⁴⁾、FIM利得 (回復期退院時FIM-急退FIM) 16点以上を改善群、15点以下を非改善群とした。

5. 統計学的処理

研究対象者を上記の2群に分類し、調査項目のうち、年齢・発症時NIHSS・在院日数・急退FIM・並存疾患数に対してはKruskal-Wallisの検定を行い、性別・BMI分類・病型・並存疾患 (高血圧、脂質異常症、糖尿病、心房細動) の有無・既往疾患 (脳血管疾患、心大血管疾患) の有無に対しては χ^2 独立性の検定をそれぞれ行った。

続いて、回復期病院での改善の有無を従属変数とし、今回の調査項目を独立変数として、尤度比による変数増加法を用いた多重ロジスティック回帰分析を行い、予測式を作成した。統計学的解析にはIBM SPSS Statistics ver.27を使用し、いずれの統計解析も有意水準は5%とした。

6. 倫理的配慮

「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」に従い、筆頭著者の所属機関である日本赤十字社愛知医療センター名古屋第二病院の倫理審査委員会による承認を得て実施した (整理番号: 第1613号)。個人情報においては、研究対象者個人とは無関係の番号 (対象識別番号) を付して管理した。研究対象者に関する情報と対象者識別番号とは、対応表を作成して照合可能とした。個人情報の秘密保護には十分配慮するとともに、対応表は研究責任者が厳重に保管している。また公表する情報には氏名や電話番号等の、研究対象者を直ちに特定できる情報を含まないようにした。

結 果

1. 単変量解析

2群の患者属性を表1に示す。改善群は105例で年齢 76 ± 13 歳、男性/女性で59/46名、病型はアテローム血栓性脳梗塞33名、ラクナ梗塞6名、心原性脳塞栓症19名、その他の脳梗塞9名、脳出血33名、くも膜下出血5名であった。非改善群は108例で年齢 80 ± 11 歳、男性/女性で61/47名、病型はアテローム血栓性脳梗塞28名、ラクナ梗塞3名、心原性脳塞栓症26名、不明の脳梗塞9名、脳出血36名、くも膜下出血6名であった。2群間の比較の結果、年齢 ($p=0.01$)、BMI分類 ($p=0.00$)、急性期病院在院日数 ($p=0.02$)、急退FIM運動 ($p=0.00$) / 認知 ($p=0.00$) / 総得点 ($p=0.00$) にそれぞれ有意差を認めた。年齢は改善群で有意に低く、BMI分類は改善群に低栄養が少なく、肥満が多かった。急性期病院在院日数は改善群で有意に短く、急退FIMはいずれも改善群が有意に高値であった。

2. 多変量解析

回復期病院での改善の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析の結果を表2に示す。独立変数はす

表1 患者属性

項目	全体 (n=213)	改善群 (n=105)	非改善群 (n=108)	P値
年齢(歳)(平均±SD)	78±12	76±13	80±11	0.01*
性別(男/女)	120/93	59/46	61/47	0.95
BMI分類(kg/m ²) (低栄養/標準/肥満)	30/134/49	8/64/33	22/70/16	0.00**
病型				0.75
アテローム血栓性脳梗塞	61	33	28	
ラクナ梗塞	9	6	3	
心原性脳塞栓症	45	19	26	
その他の脳梗塞	18	9	9	
脳出血	69	33	36	
くも膜下出血	11	5	6	
発症時NIHSS(点)(平均±SD)	12±9	11±8	13±10	0.29
在院日数(日)(平均±SD)	27±18	25±15	30±20	0.02*
急性期退院時FIM				
運動(平均±SD)	19±7	21±7.3	18±7	0.00**
認知(平均±SD)	13±6	15±6.8	12±6	0.00**
総得点(平均±SD)	32±11	35±10.7	30±11	0.00**
併存疾患(有/無)				
高血圧	163/50	83/22	80/28	0.39
脂質異常症	97/1116	49/56	48/60	0.75
糖尿病	54/159	28/77	26/82	0.66
心房細動	47/166	25/80	22/86	0.55
併存疾患数(0/1/2/3/4)	19/76/75/37/6	6/40/34/23/2	13/36/41/14/4	0.33
脳血管疾患既往(有/無)	50/163	20/85	30/78	0.13
心疾患既往(有/無)	38/175	19/86	19/89	0.92

* <0.05 , ** <0.01 .

表2 多重ロジスティック回帰分析結果

項目	オッズ比	95%CI	P値	B	SE
BMI分類	0.26	0.10-0.66	0.01	-1.34	0.47
FIM総得点	0.92	0.88-0.97	0.00	-0.08	0.03
在院日数	1.07	1.01-1.13	0.02	0.06	0.03

べてにおいて分散拡大係数(VIF)が10以下(1.00-3.19)であり、多重共線性の問題は見られなかった。その上で、独立因子として、BMI分類(オッズ比:0.26, 95%信頼区間:0.10-0.66)、FIM総得点(オッズ比:0.92, 95%信頼区間:0.88-0.97)と急性期病院在院日数(オッズ比:1.07, 95%信頼区間:1.01-1.13)が選択された。その結果、モデル式は $\text{SCORE} = 4.31 + (-1.34 \times \text{BMI分類}) + (-0.08 \times \text{FIM総得点}) + (0.06 \times \text{在院日数})$ となり、モデルの χ^2 検定の結果は $p < 0.00$ であり、各変数も有意であった。Hosmer-Lemeshow検定の結果は $p = 0.26$ であり、判別率的中率は71.1%であった。なお、カットオフ値を0.5に設定した場合、感度は39.0%、特異度は70.1%であった。

考 察

重症脳卒中患者を対象に、回復期病院において改善予

測ができる因子を検討し、予測式を算出した。改善群を0、非改善群を1とした多重ロジスティック回帰分析の結果、BMI分類、FIM総得点、急性期病院在院日数が独立因子として選択された。これらの因子はいずれも地域連携パスという実臨床に根ざした情報インフラから取得可能な情報であり、急性期段階における予後予測の実用的手段のひとつとして臨床的意義を有すると言える。さらに、本研究では年齢やNIHSSといった予後に関連するとされる既存の重症度指標(修正不可能因子)ではなく、BMIやFIM等、入院後の介入によって変化可能な要素(修正可能因子)が予後と独立して関連した。先行研究ではNIHSSは急性期脳卒中の重症度を反映する有力な指標であり、機能予後との関連性も多く報告されており⁵⁻⁷⁾、年齢も独立した予後因子として一般的に知られている⁸⁾⁹⁾。しかし本研究では、これらの因子は予後予測モデルにおいては有意ではなく、代わりに、BMI、FIM総得点、在院日数といった、医療者の介入によって変化しうる要素が予後と独立して関連したことは、「重症であっても適切な介入により機能的回復は促進可能である」可能性が示唆されたと言える。

BMIに関しては、慢性期脳卒中患者における肥満と生

命予後との逆相関（いわゆる「肥満パラドックス」）が報告されており¹⁰⁾、急性期入院時の体重による「肥満パラドックス」の報告もあるが¹¹⁾¹²⁾、急性期から回復期への移行期におけるBMIの機能予後への影響を明らかにした研究は少ない。低栄養状態が非改善群と関連した本研究の結果は、早期の栄養評価と介入の必要性を示したと推察できた。Paquereauらの報告¹³⁾においても、脳卒中患者は通常急性期病院で約3 kg (BMI1-3) 減少すると報告されており、また急性期入院中に低栄養となってしまうとする報告¹⁴⁾¹⁵⁾も見られることから、急性期は低栄養状態に陥るリスクが高いと言えるため、急性期からの栄養管理がリハビリの効果を高めることに繋がる可能性を示していると考ええる。

次に、急退FIM総得点が予後予測の独立因子として挙げられたが、FIMは患者の身体機能と認知機能を包括的に評価できる指標であり、急性期でのFIM得点が高いほど、回復期での自立度が高くなる傾向にあることが先行研究でも示されている¹⁶⁾。重症例であってもその傾向と同様の結果が示されており、改めて、「重症だから様子を見る」ではなく、「重症だからこそ早期から多職種で介入し、可塑性のある機能を最大限に引き出す」ような、急性期入院中のFIM得点の維持・改善を目的とした介入が、回復期での予後改善に影響する可能性が考えられた。

さらに、急性期病院での在院日数が短いことも独立因子として選択された。これについては、急性期病院から回復期病院への適切なタイミングでのシームレスな転院が、回復期リハビリの質的・量的確保に寄与し、最終的なADL自立度に好影響を与えると考えられた。先行研究においても、急性期からの適時転院がリハビリ成果に影響することが指摘されており¹⁷⁾、本研究の結果はこれらの報告と一致する。本研究の対象は重症例であるが、重症であっても、急性期における必要十分な治療と合併症予防を迅速に行い、全身状態が安定し次第、早期に回復期リハビリへと移行することの重要性が示唆され、また適切なタイミングを逃すと患者の状態が安定していてもリハビリの機会が制限される可能性があったとも考えられる。いずれにせよ、急性期病院から回復期病院への適切なタイミングでのシームレスな転院が、回復期リハビリの質的・量的確保に寄与し、最終的なADL自立度に好影響を与えると考えられた。

一方、本研究は単施設における後方視的観察研究であり、感度分析や外部データによる検証を行っておらず、モデルの一般化可能性には限界がある。また、本モデルの感度は39.0%と限定的であるため、予後予測のスクリーニング単独指標としては限界があり、臨床では他の評価指標や多職種による総合的判断と併用することが望ましいと言える。今後は多施設共同研究や前向きコホー

ト研究等によって、予測モデルの汎用性や因子の妥当性を検証する必要があると考える。

結 論

重症脳卒中患者の回復期予後改善に関する独立因子として、BMI分類、急退FIM総得点、急性期在院日数が抽出された。これらは医療者が早期から介入可能な要素であるため、栄養管理や適切なリハビリの必要性が示唆された。一方で、本モデルは感度39.0%、特異度70.1%と予測精度に限界があるため、単独での臨床判断には不十分であり、リハビリ計画の一助としつつも臨床では他の評価指標や多職種による総合的判断と併用することが望ましいと考える。

利 益 相 反

本研究に関して、開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究にあたり、地域連携パスデータの運用、収集にご協力いただいた当院および連携病院の地域連携室の皆さま、助言をいただいた稲沢厚生病院脳神経外科の荒木芳生先生に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 厚生労働省ホームページ：地域医療構想策定ガイドライン。 <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-1080000-0-Iseikyoku/0000196935.pdf> (2025年2月1日引用)
- 2) Xian Y, Thomas Y, *et al.*: Unexplained variation for hospitals' use of inpatient rehabilitation and skilled nursing facilities after an acute ischemic stroke. *Stroke*. 2017; 48: 2836-2842.
- 3) Geurts M, de Kort FAS, *et al.*: Predictive accuracy of physicians' estimates of outcome after severe stroke. *PLoS One*. 2017; 12: e0184894.
- 4) 厚生労働省ホームページ：A-308 回復期リハビリテーション病院入院料の算定要件と施設基準。 <https://www.mhlw.go.jp/content/12400000/001251537.pdf> (2025年2月1日引用)
- 5) Adams HP Jr., Davis PH, *et al.*: Baseline NIH Stroke Scale score strongly predicts outcome after stroke: A report of the Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment (TOAST). *Neurology*. 1999; 53: 126-131.
- 6) Li KK, Harvey LA, *et al.*: Models containing age and NIHSS predict recovery of ambulation and upper limb function six months after stroke: An observational study. *J Physiother*. 2013; 59: 189-197.
- 7) 田中翔太, 山内康太, 他：急性期脳卒中患者における最終転帰先予測因子—脳卒中地域連携パスを用いた単施設急性期病院における検討—。 *脳卒中*. 2021; 43: 517-523.
- 8) Counsell C, Dennis M, *et al.*: Predicting outcome after acute and subacute stroke: Development and validation of new prognostic models. *Stroke*. 2004; 35: 723-730.
- 9) Murie-Fernández M, Marzo MM: Predictors of neurological and functional recovery in patients with moderate to severe ischemic stroke: The EPICA study. *Stroke Res Treat*. 2020; 2020: 1419720.
- 10) Vemmos K, Ntaios G, *et al.*: Association between obesity and functional outcome in acute stroke patients: A paradoxical finding. *Stroke*. 2011; 42: 30-36.
- 11) Miwa K, Nakai K, *et al.*: Clinical impact of body mass index on

- outcomes of ischemic and hemorrhagic strokes. *Int J Stroke*. 2024; 19: 907–915.
- 12) Zhang P, Yan X, *et al.*: Association between abnormal body weight and stroke outcome: A meta-analysis and systematic review. *Eur J Neurol*. 2021; 28: 2552–2564.
 - 13) Paquereau J, Allart E, *et al.*: The long-term nutritional status in stroke patients and its predictive factors. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2014; 23: 1628–1633.
 - 14) Mosselman MJ, Kruitwagen CL, *et al.*: Malnutrition and risk of malnutrition in patients with stroke: Prevalence during hospital stay. *J Neurosci Nurs*. 2013; 45: 194–204.
 - 15) Nozoe M, Yamamoto M, *et al.*: Prevalence of malnutrition diagnosed with GLIM criteria and association with activities of daily living in patients with acute stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2021; 30: 105989.
 - 16) Stineman M, Fiedler R, *et al.*: Functional task benchmarks for stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001; 82: 353–361.
 - 17) Momosaki R, Yasunaga H, *et al.*: Effect of early rehabilitation by physical therapists on in-hospital mortality after ischemic stroke. *Stroke*. 2015; 46: 1927–1930.

〈Abstract〉

Prognostic Factors in Patients with Severe Stroke: A Clinical Study

Yushi MITANI, PT

Department of Rehabilitation, Japanese Red Cross Aichi Medical Center Nagoya Daini Hospital

Objective: To identify factors that contribute to improvement in the recovery phase of patients with severe stroke during the acute phase.

Methods: This study targeted patients with a Functional Independence Measure (FIM) score of 55 or below at the time of discharge from an acute phase hospital. Patients were divided into two groups based on a 16-point gain in FIM scores during the recovery phase. Various factors were compared between the groups. Statistical analysis was conducted using the Kruskal–Wallis test, chi-squared test for independence, and multiple logistic regression analysis.

Results: Significant differences between the improvement group and the non-improvement group were observed in age; body mass index (BMI) classification; length of hospital stay; and motor, cognitive, and total FIM scores at discharge from the acute phase hospital. Multiple logistic regression analysis identified three independent factors: BMI classification (odds ratio [OR], 0.26), total FIM score (OR, 0.92), and length of hospital stay (OR, 1.07).

Conclusion: These findings suggest that modifiable factors during acute hospitalization play an important role in the subsequent recovery of patients with severe stroke. Even in severe cases, appropriate systemic management and functional training during the acute phase may be essential for recovery.

Key Words: Severe stroke, Prognosis prediction, Acute rehabilitation

研究論文 (原著)

通所リハビリテーションを利用する地域在住高齢女性における重症サルコペニア判定の下腿周径カットオフ値*

藤本 威洋^{1) #} 石本 泰星¹⁾ 林 ひかる¹⁾
橋本里紗子¹⁾ 久松 健¹⁾ 赤澤 直紀²⁾

要旨

【目的】本研究の目的は通所リハビリテーションを利用する地域在住高齢女性における重症サルコペニア判定の下腿周径のカットオフ値を調査することである。【方法】対象は通所リハ利用中の高齢女性114名であった。アウトカムは重症サルコペニアおよび下腿周径とした。統計解析は重症サルコペニアを目的変数、下腿周径、body mass index、Food Intake Level Scale、食欲不振、傾向スコア（年齢、服薬数、改訂版チャールソン併存疾患指数により算出）を独立変数としたロジスティック回帰分析を実施した。また重症サルコペニアに対する下腿周径のカットオフ値を算出した。【結果】対象者のうち重症サルコペニアに該当する者は54名であった。ロジスティック回帰分析の結果、下腿周径（オッズ比=0.673）のみが有意な変数として抽出された。下腿周径のカットオフ値は31.5 cmであり、感度、特異度は71.7%, 75.9%, 曲線下面積は0.807であった。【結論】通所リハビリテーションを利用する地域在住高齢女性における重症サルコペニア判定の下腿周径のカットオフ値は31.5 cmであった。

キーワード 重症サルコペニア, 下腿周径, 地域在住高齢女性, 通所リハビリテーション

はじめに

サルコペニアは加齢に伴う骨格筋量、筋力、及び身体能力の進行的かつ全身的な低下と定義され¹⁾、高齢者において転倒、骨折、日常生活動作 (activities of daily living: 以下、ADL) 能力の低下、生活の質の低下、死亡などの健康への悪影響や²⁻⁵⁾、医療費と社会的負担の増加につながる事が報告されている⁶⁾。サルコペニアがより進行した状態として重症サルコペニアが存在し、重症サルコペニアは骨格筋量、筋力、身体能力それぞれの低下により判定される¹⁾。先行研究において、重症サル

コペニアはADL能力低下の強力な予後指標であることが報告されている⁷⁻⁹⁾。さらに重症サルコペニアは生存期間、生活の質、抑うつ症の独立した予測因子であることが明らかとなっている¹⁰⁾。よってサルコペニアの予防のみでなく、サルコペニアを有する高齢者に対するサルコペニアの重症化予防も重要である。その予防策を講じるために、早期から重症サルコペニアを判定することは重要である。特に、機器設備の問題で客観的な骨格筋量の測定が行えない在宅医療などの環境において重症サルコペニアの判定を可能とする簡便なスクリーニングが必要であると考ええる。

サルコペニアのスクリーニングにはIshii test¹¹⁾ や指輪つかテスト¹²⁾ などの評価指標が存在する。Asian working group for sarcopenia 2019 (以下、AWGS 2019) ではサルコペニアのスクリーニングとしてSARC-F、SARC-CalF、下腿周径が推奨されている¹⁾。特に下腿周径は測定が簡便な身体計測法として、広く使用されている。しかしながら重症サルコペニアをスクリーニングするための下腿周径のカットオフ値は不明である。重症サルコペニアのスクリーニングにおいては超音波画像診断装置において大腿直筋の横断面積を測定したものが存在す

* Calf Circumference Cut-off Value for Identifying Severe Sarcopenia in Community-dwelling Older Women Undergoing Outpatient Rehabilitation

1) 社会医療法人三車会在宅総合ケアセンター赤ひげクリニック (〒649-6123 和歌山県紀の川市桃山町神田378)

Takehiro Fujimoto, PT, Taisei Ishimoto, PT, MSc, Hikaru Hayashi, PT, Risako Hashimoto, OT, Ken Hisamatsu, PT: Akahige Clinic

2) 名古屋大学大学院医学系研究科 Naoki Akazawa, PT, PhD: Department of Integrated Health Sciences, Graduate School of Medicine, Nagoya University

E-mail: volleyball.vobachan.0731@gmail.com (受付日 2025年7月22日 / 受理日 2025年10月23日) [J-STAGEでの早期公開日 2025年12月24日]



本論文はクリエイティブ・コモンズ [表示 4.0 国際] ライセンスの下に利用許諾されています。

© 2026 日本理学療法学会連合

るが、area under the curve (以下、AUC) は女性において0.597であり、判定精度が良好であるとはいえない¹³⁾。その他のスクリーニングとしてIshii testが存在するが、Ishii testで判定を行うためには下腿周径に追加して握力測定が必要であり¹¹⁾、在宅医療や通所リハビリテーションの現場では、測定環境の制約により実施が難しい場合がある。

以上より、重症サルコペニアのスクリーニングとして、下腿周径のカットオフ値が明らかとなれば、早期から重症サルコペニアを判定することにより、予防策を講じることが可能となる。また下腿周径は測定が簡便なことから、地域のセッティングにおいても実用的な測定方法であるといえる。したがって、本研究の目的は通所リハビリテーションを利用する地域在住高齢女性における重症サルコペニアを判定するための下腿周径のカットオフ値を調査することである。

対象および方法

1. 研究デザインおよび対象

本研究は横断的観察研究デザインを採用した。対象は、2022年4月～2024年3月の期間に赤ひげクリニックの通所リハビリテーションを利用している地域在住高齢女性であった。除外基準として、65歳未満、データに欠損がある者と設定した。合計122名のうち、65歳未満1名、データ欠損7名の計8名を除外し、最終的な研究対象者は114名であった。本集団では男性参加者が少なく($n=46$)、性別ごとの層別解析を行うには検出力が不足していた。そのため、十分なサンプルサイズを確保できた女性のみを解析対象とした。また高齢女性は男性よりもサルコペニアの有病率が高いことが報告されており¹⁾、臨床的にもスクリーニング指標の検証がより重要な集団であるといえる。以上の理由から本研究では女性のみを解析対象とした。対象者の介護度内訳は、要支援1:14名、要支援2:27名、要介護1:43名、要介護2:23名、要介護3:7名であった。対象者は週に1～3回の頻度で通所リハビリテーションを利用していた。リハビリテーション内容は関節可動域練習、筋力トレーニング、有酸素運動、バランス練習、歩行や階段を中心とした動作練習などの標準的な運動療法であった。測定に際しては、対象者およびその家族に対し、個人情報保護に関する配慮や検査、測定内容について文書で説明し、書面による同意を得た。また、本研究は貴志川リハビリテーション病院倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号:3)。

2. 測定項目

測定項目は、重症サルコペニアの判定に必要な筋力、筋肉量、身体機能および下腿周径である。その他の

測定項目は年齢、身長、体重、body mass index (以下、BMI)、服薬数、利尿剤使用の有無、合併症、心不全・肝疾患・腎不全の有無、認知機能、ADL能力、嚥下機能、栄養状態とした。

3. 重症サルコペニア判定

対象者はAWGS 2019の基準に基づき¹⁾、健常群、サルコペニア疑い群、サルコペニア群、重症サルコペニア群に分類した。本研究では重症サルコペニア群とそれ以外の群を比較する目的から、健常群、サルコペニア疑い群、サルコペニア群を一括して非重症サルコペニア群と定義した。AWGS 2019における重症サルコペニアの判定基準は、身体機能、筋力、骨格筋量の3つの要素で構成されている。身体機能は5mの歩行路とその両端にそれぞれ3mの予備路を設け、通常歩行速度を測定した。評価者は、対象者が自然な速度で5mの距離を歩く際の時間をストップウォッチで計測し、その時間を歩行路の長さ(5m)で除し、通常歩行速度を算出した。なお、通常の歩行速度が1.0 m/秒未満の場合を身体機能低下とした¹⁾。筋力はスメドレー式握力計(松宮医科精器製作所、HAND DYNAMO METER)を用いて測定し、利き手で2回測定したうちの最大値を採用した。握力のカットオフ値は18 kg未満とした¹⁾。骨格筋量については、生体インピーダンス法(InBody Japan, InBody 470)を用いて測定し、四肢骨格筋量を身長²で除し、骨格筋指数(skeletal muscle mass index: 以下、SMI)を算出した。SMIのカットオフ値は、5.7 kg/m²未満とした¹⁾。これらの測定項目すべてがカットオフ値を下回った場合を重症サルコペニアと判定した。

4. 下腿周径測定

下腿周径の測定は、対象者が椅子に座った状態で行い、プラスチック製のメジャーを使用した。測定は、下腿の長軸に対して垂直な平面上で行い、0.5 cm単位で記録した¹⁴⁾。それぞれの脚について2回ずつ測定を行い、左右いずれかの最大値を採用した。

5. その他の測定項目

BMIは体重(kg)を身長²(m²)にて除することで算出した。体重はデジタル体重計を使用し、対象者の状態に合わせて立位もしくは車いす座位にて計測し、計測は0.1 kg単位とした。身長は立位にて身長計を使用し、0.5 cm単位で計測を実施した。対象者の嚥下機能評価はFood Intake Level Scale (以下、FILS)¹⁵⁾、栄養状態はSimplified Nutritional Assessment Questionnaire (以下、SNAQ)¹⁶⁾、合併症は改訂版チャールソン併存疾患指数(Updated Charlson Comorbidity Index: 以下、UCCI)¹⁷⁾を用いて評価した。FILSは嚥下状況のレベルを評価する

指標であり、1（嚥下訓練を行っていない）から10（摂食・嚥下に関する問題なし）の10段階で評価される¹⁵⁾。SNAQは5段階評価で回答する4項目からなる質問票である¹⁶⁾。SNAQ得点を基に、13点以下を食欲不振、14点以上を食欲不振なしと判定した¹⁸⁾。食欲不振は低栄養との関連が報告されていることから¹⁹⁻²¹⁾、本研究ではSNAQにより判定された食欲不振を低栄養の指標として採用した。UCCIは慢性疾患に関連する12の状態についてスコア化して評価する指標で、スコア1として慢性肺疾患、リウマチ疾患、慢性合併症を伴う糖尿病、腎疾患、スコア2としてうつ血性心不全、認知症、軽度の肝疾患、片麻痺または対麻痺、白血病やリンパ腫を含む悪性腫瘍、スコア4として中等度～重度の肝疾患、AIDS/HIV、スコア6として転移性固形腫瘍があげられ、これらの合計を点数化したものである¹⁷⁾。認知機能は改訂版長谷川式簡易知能評価スケール（Hasegawa Dementia Scale-Revised：HDS-R）を用いて評価した²²⁾。ADLはBarthel Index（以下、BI）を用いて評価した。BIは(i)食事、(ii)車椅子からベッドへの移乗あるいはベッドから車椅子への移乗、(iii)整容、(iv)排泄動作、(v)入浴、(vi)平地歩行、(vii)階段昇降、(viii)更衣、(ix)排便コントロール、(x)排尿コントロールの10項目から構成される²²⁾。BIは臨床現場で広く用いられており、得点が高いほどADLの自立度が高いことを示す²³⁾。

6. 統計学的解析

すべてのデータについてはShapiro-Wilk検定により正規性の確認を行い、正規性が確認された変数に対してはパラメトリック検定を、その他の変数にはノンパラメトリック検定を選択した。重症サルコペニア群と非重症サルコペニア群の各変数の比較には対応のないt検定、Mann-WhitneyのU検定および χ^2 検定を実施した。次に、重症サルコペニアを目的変数、下腿周径、BMI、FILS、SNAQにより判定した食欲不振、傾向スコアを独立変数とした強制投入法によるロジスティック回帰分析を実施した。ロジスティック回帰分析における傾向スコアは年齢、UCCI、服薬数から算出した。その後、下腿周径が有意な変数として抽出された際には、下腿周径におけるreceiver operating characteristic（以下、ROC）曲線を作成し、Youden indexを用いてカットオフ値を算出した。さらにROC解析の内部妥当性を確認するために、1000回のブートストラップ法を用いてAUCの補正および95%信頼区間を算出した。統計学的有意水準は5%とし、解析にはR 4.0.2およびPython 3.13を使用した。

結 果

解析対象となった114名のうち、重症サルコペニアと判定されたのは54名（47.3%）であった。重症サルコペニア群と非重症サルコペニア群の各変数を比較した結果、重症サルコペニア群では身長、体重、BMI、HDS-R、

表1 重症サルコペニア群と非重症サルコペニア群における群間比較結果

	全体 (n=114)	重症サルコペニア群 (n=54)	非重症サルコペニア群 (n=60)	P値	95% 信頼区間
年齢(歳), 平均値 (標準偏差)	84.6 (6.5)	85.5 (5.0)	83.8 (4.7)	0.18 ^a	-4.1-0.8
身長(m), 中央値 (四分位範囲)	1.48 (1.44-1.52)	1.47 (1.41-1.50)	1.49 (1.45-1.54)	0.01 ^b	—
体重(kg), 平均値 (標準偏差)	49.9 (9.7)	44.7 (7.6)	54.6 (8.8)	<0.001 ^a	6.8-13.0
BMI (kg/m ²), 中央値 (四分位範囲)	22.2 (20.4-24.6)	21.0 (18.9-23.2)	23.8 (21.5-27.6)	<0.001 ^b	—
利用開始からの経過(日),	950.1 (502.9)	900.1 (495.0)	995.1 (509.9)	0.32 ^a	-91.9-281.8
服薬数, 中央値 (四分位範囲)	5.0 (4.0-8.0)	5.5 (4.0-8.75)	5.0 (4.0-8.0)	0.77 ^b	—
利尿剤使用者, n (%)	23 (20.2)	11 (20.4)	12 (20.0)	0.96 ^c	—
UCCI, 中央値 (四分位範囲)	0 (0-2.0)	2 (0-2.0)	0 (0-2.0)	0.03 ^b	—
心不全, n (%)	8 (7.0)	3 (5.6)	5 (8.3)	0.56 ^c	—
肝疾患, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	NA	—
腎不全, n (%)	3 (2.6)	2 (3.7)	1 (1.7)	0.50 ^c	—
HDS-R, 平均値 (標準偏差)	21.5 (6.8)	19.1 (7.6)	23.7 (5.2)	<0.001 ^a	2.2-7.0
Barthel Index, 中央値 (四分位範囲)	95 (85-100)	92.5 (85-100)	95 (90-100)	0.21 ^b	—
FILS, 中央値 (四分位範囲)	10 (10-10)	10 (10-10)	10 (10-10)	0.85 ^b	—
握力(kg), 平均値 (標準偏差)	12.3 (5.9)	9.6 (3.9)	14.6 (5.1)	<0.001 ^a	3.3-6.6
通常歩行速度 (m/秒), 平均値 (標準偏差)	0.67 (0.30)	0.59 (0.28)	0.74 (0.30)	0.008 ^a	0.03-0.25
SMI (kg/m ²), 中央値 (四分位範囲)	5.4 (4.9-6.0)	5.1 (4.5-5.3)	6.0 (5.7-6.3)	<0.001 ^b	—
下腿周径(cm), 平均値 (標準偏差)	31.9 (3.4)	30.0 (2.6)	33.5 (3.1)	<0.001 ^a	2.5-4.6
食欲不振, n (%)	27 (23.7)	15 (27.7)	12 (20.0)	0.32 ^c	—

BMI: body mass index, UCCI: Updated Charlson Comorbidity Index (改訂版チャールソン併存疾患指数), HDS-R: Hasegawa Dementia Scale-Revised (改訂版長谷川式簡易知能評価スケール), FILS: Food Intake Level Scale, SMI: skeletal muscle mass index.

^a対応のないt検定, ^bMann-Whitney検定, ^c χ^2 検定.

握力、通常歩行速度、SMI、下腿周径が有意に低値を示し、UCCIは有意に高値を示した(表1)。また、重症サルコペニアに対するロジスティック回帰分析の結果、下腿周径は重症サルコペニアと有意に関連しており、オッズ比は0.673(95%信頼区間:0.523-0.867)であった(表2)。Youden indexに基づいて算出された下腿周径のカットオフ値は31.5 cmであり、このカットオフ値における感度と特異度はそれぞれ71.7%, 75.9%, AUCは0.807(95%信頼区間:0.728-0.885)であった(表3, 図1)。またブートストラップ法による補正後のAUCは0.807(95%信頼区間:0.728-0.881)であった(表3)。

考 察

本研究は通所リハビリテーションを利用する地域在住高齢女性における重症サルコペニアを判定するための下腿周径のカットオフ値を調査した初めての報告である。結果として、重症サルコペニアを判定するための下腿周径のカットオフ値は31.5 cmであり、感度、特異度はそれぞれ71.7%, 75.9%であり、AUCは0.807であった。

本研究において導き出された重症サルコペニアを判定するための下腿周径カットオフ値は31.5 cmであった。先行研究では、高齢女性における中等度、重度下腿周径低下のカットオフ値はそれぞれ、33 cmと31 cmであるとの報告がなされている¹⁴⁾。またAWGS 2019においてサルコペニアのスクリーニングに使用される女性の下腿周径のカットオフ値は33 cmであり¹⁾、前述の報告¹⁴⁾における中等度下腿周径低下と同値である。上記を加味すると、本研究において明らかとなった重症サルコペニアの下腿周径カットオフ値である31.5 cmは、先行研究¹⁴⁾における女性の重度下腿周径低下のカットオフ値である31 cmと近似する値であった。さらに、Kissらの

報告では、下腿周径が筋肉量の指標として有用であることが示されており、女性において31.5 cm未満の下腿周径が低筋肉量を示すカットオフ値として最適であると報告されている(感度78%, 特異度79%)²⁴⁾。この結果は、本研究で導き出された重症サルコペニアのカットオフ値31.5 cmと一致しており、下腿周径が筋肉量の簡便な評価指標として信頼性が高いことを支持している。また、アジア8カ国を対象とした大規模コホート研究では、65~69歳の女性における下腿周径の20パーセンタイル値が31.5 cmと報告されており²⁵⁾、これが低筋肉量を示す指標として提案されている。このように、複数の国際的研究において31.5 cmという値が低筋肉量やサルコペニアのリスク指標として示されていることから、本研究のカットオフ値の妥当性がさらに裏付けられる。本研究ではROC解析に加え、ブートストラップ法による内的妥当性検証を行った。その結果、ブートストラップによる補正後のAUCの95%信頼区間は補正前のAUCにおける95%信頼区間と同程度であった。以上より、本結果は過学習による影響は小さく、下腿周径を用いた重症サルコペニア判定の内的妥当性が支持された。

本研究には二点の強みが存在する。一つ目は、本研究は通所リハビリテーションを利用する地域在住高齢女性における重症サルコペニアを判定するための下腿周径のカットオフ値を調査した初めての報告である。二つ目と

表2 重症サルコペニアに対するロジスティック回帰分析結果

	オッズ比	95% 信頼区間	VIF	P値
下腿周径	0.673	0.523-0.867	2.175	0.002
BMI	0.962	0.784-1.180	2.100	0.708
FILS	1.390	0.692-2.780	1.047	0.356
食欲不振	0.808	0.279-2.350	1.076	0.696
傾向スコア*	6.240	0.116-335.0	1.079	0.367

*傾向スコアは年齢、UCCI、服薬数から算出した。

BMI: body mass index, FILS: Food Intake Level Scale, VIF: variance inflation factor.

表3 下腿周径における重症サルコペニア判定のカットオフ値および判定精度

	カットオフ値	感度	特異度	陽性的中率	陰性的中率	AUC (95% 信頼区間)	AUC (ブートストラップ補正) (95% 信頼区間)
下腿周径	31.5 cm	0.717	0.759	0.706	0.767	0.807 (0.728-0.885)	0.807 (0.728-0.881)

AUC: Area Under the Curve.

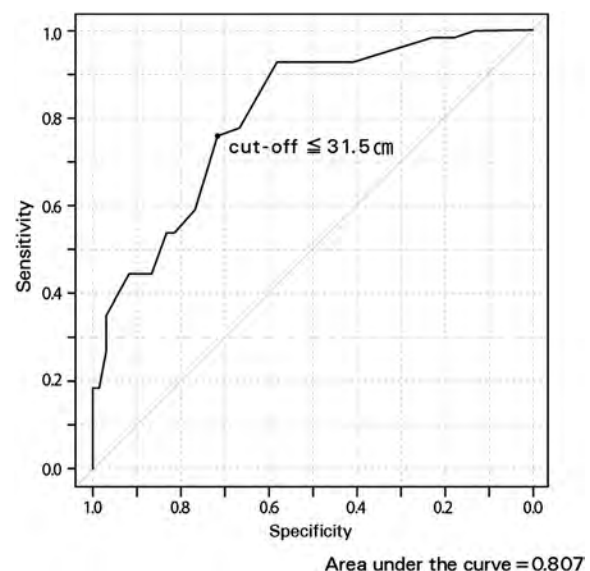


図1 Receiver operating characteristic 曲線：下腿周径における重症サルコペニアの判定精度

して、下腿周径は臨床現場において計測が簡便な測定であり、多くの現場にて取り入れることが容易な点である。特に在宅医療や通所リハビリテーションにおいては、限られた人的・物的資源の中でも実施可能であることから、スクリーニング普及の促進が見込まれる。さらに本研究で示したカットオフ値を用いて重症サルコペニアを判定することで、栄養指導や運動指導などを用いた重症サルコペニアの対策を早期から実施することが可能になると考える。加えて、ROC解析においてAUCが0.8を超える結果は、下腿周径が単一の指標としても重症サルコペニアを高精度で捉えうることを示しており、臨床的にも有用性が高いといえる。今後は、縦断的研究を通じて本カットオフ値による予後予測の妥当性を検証する必要がある。

本研究には三点の限界が存在する。一つ目として、本研究は通所リハビリテーションを利用する地域在住高齢女性を対象とした研究である。そのため、男性や通所リハビリテーションサービスを受けていない地域高齢者には適応とならない可能性がある。下腿周径や骨格筋量には性差があり¹⁾¹⁴⁾、男女共通のカットオフ値を設定することは妥当ではない。そのため、本研究で算出されたカットオフ値は高齢女性に限定される結果であり、男性への適用はできない。またリハビリテーションサービスを提供されていた本対象者は身体機能低下が抑制されていた可能性があり、本研究の対象者は通所リハビリテーションを受けていない地域高齢者に比べて下腿周径の低下が緩徐であることが考えられる。そのため、本研究で示したカットオフ値はリハビリテーションサービスを受けた女性高齢者集団における結果として解釈する必要がある。二つ目として、浮腫を有する高齢者では下腿周径を過大評価することが明らかとなっているものの²⁶⁾、本研究では浮腫の定量化を行っておらず、浮腫を有する可能性がある疾患有病率や利尿剤使用率の提示にとどまっている。したがって、今後は浮腫の評価を実施し、浮腫の有無によりグループ化することで詳細な解析を行うことが必要であると考えられる。最後に、本研究で示した下腿周径カットオフ値の外的妥当性が検証できていない点である。そのため、今後は上記の検証が望まれる。

結 論

通所リハビリテーションを利用する地域在住高齢女性における重症サルコペニア判定の下腿周径カットオフ値は31.5 cmであった。この結果は通所リハビリテーションを利用する地域在住高齢女性の重症サルコペニアを判定する上で、下腿周径を測定することの重要性を示すものである。

利 益 相 反

本研究において、著者らが開示すべき利益相反 (COI) は存在しない。

文 献

- 1) Chen LK, Woo J, *et al.*: Asian Working Group for Sarcopenia. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc.* 2020; 21: 300–307.
- 2) Yeung SSY, Reijnierse EM, *et al.*: Sarcopenia and its association with falls and fractures older adults: A systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2019; 10: 485–500.
- 3) Malmstrom TK, Miller DK, *et al.*: SARC-F: A symptom score to predict persons with sarcopenia at risk for poor functional outcomes. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016; 7: 28–36.
- 4) Beaudart C, Biver E, *et al.*: Validation of the SarQoL®, a specific health-related quality of life questionnaire for sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2017; 8: 238–244.
- 5) Xu J, Wan CS, *et al.*: Sarcopenia is associated with mortality in adults: A systematic review and meta-analysis. *Gerontology.* 2021; 68: 361–376.
- 6) Kim JW, Kim R, *et al.*: Understanding of sarcopenia: From definition to therapeutic strategies. *Arch Pharm Res.* 2021; 44: 876–889.
- 7) Rier HN, Jager A, *et al.*: Severe sarcopenia might be associated with a decline of physical independence in older patients undergoing chemotherapeutic treatment. *Support Care Cancer.* 2018; 26: 1781–1789.
- 8) Hirani V, Blyth F, *et al.*: Sarcopenia is associated with incident disability, institutionalization, and mortality in community-dwelling older men: The concord health and ageing in men project. *J Am Med Dir Assoc.* 2015; 16: 607–613.
- 9) Cheng D, Zhang Q, *et al.*: Association between sarcopenia and its components and dependency in activities of daily living in patients on hemodialysis. *J Ren Nutr.* 2021; 31: 397–402.
- 10) Shuyue L, Xiaoyan C, *et al.*: Cut-off points of the Ishii test to diagnosing severe sarcopenia among multi-ethnic middle-aged to older adults: Results from the West China Health and Aging Trend study. *Front Med (Lausanne).* 2023; 22: 1176128.
- 11) Ishii S, Tanaka T, *et al.*: Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults. *Geriatr Gerontol Int.* 2014; 14(Suppl. 1): 93–101.
- 12) Piodena-Aportadera MRB, Lau S, *et al.*: Yubi-Wakka Test for sarcopenia screening in the community: Comparative agreement, diagnostic performance and validity with calf circumference measurements. *J Frailty Aging.* 2024; 13: 98–107.
- 13) de Luis Roman D, García Almeida JM, *et al.*: Ultrasound cut-off values for rectus femoris for detecting sarcopenia in patients with nutritional risk. *Nutrients.* 2024; 16: 1552.
- 14) Gonzalez MC, Mehrnezhad A, *et al.*: Calf circumference: Cutoff values from the NHANES 1999–2006. *Am J Clin Nutr.* 2021; 113: 1679–1687.
- 15) Kunieda K, Ohno T, *et al.*: Reliability and validity of a tool to measure the severity of dysphagia: The food intake LEVEL scale. *J Pain Symptom Manage.* 2013; 46: 201–206.
- 16) Nakatsu N, Sawa R, *et al.*: Reliability and validity of the Japanese version of the simplified nutritional appetite questionnaire in community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int.* 2015; 15: 1264–1269.
- 17) Quan H, Li B, *et al.*: Updating and validating the Charlson comorbidity index and score for risk adjustment in hospital discharge abstracts using data from 6 countries. *Am J Epidemiol.*

- 2011; 173: 676–682.
- 18) Wilson MM, Thomas DR, *et al.*: Appetite assessment: Simple appetite questionnaire predicts weight loss in community-dwelling adults and nursing home residents. *Am J Clin Nutr.* 2005; 82: 1074–1081.
 - 19) de Almeida Mello J, Fávoro-Moreira NC, *et al.*: Can the interRAI home care instrument be applied to the definition criteria of the Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM)? A longitudinal study. *Clin Nutr.* 2020; 39: 3477–3482.
 - 20) Kiesswetter E, Colombo MG, *et al.*: Malnutrition and related risk factors in older adults from different health-care settings: An enable study. *Public Health Nutr.* 2020; 23: 446–456.
 - 21) Buhl SF, Beck AM, *et al.*: Prevalence of low protein intake in 80+ year-old community-dwelling adults and association with dietary patterns and modifiable risk factors: A cross-sectional study. *Br J Nutr.* 2021; 127: 266–277.
 - 22) Igarashi T, Konishi A, *et al.*: Changes in intellectual function during perioperative period evaluated by Hasegawa's Dementia Scale. *Masui.* 1995; 44: 60–65 (in Japanese with an English abstract).
 - 23) Mahoney FI, Barthel DW: Functional evaluation: The Barthel Index. *Md State Med J.* 1965; 14: 61–65.
 - 24) Kiss CM, Bertschi D, *et al.*: Calf circumference as a surrogate indicator for detecting low muscle mass in hospitalized geriatric patients. *Aging Clin Exp Res.* 2024; 36: 25.
 - 25) Chen LK, Meng LC, *et al.*: Mapping normative muscle health metrics across the aging continuum: A multinational study pooling data from eight cohorts in Japan, Malaysia and Taiwan. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2025; 16: e13731.
 - 26) Ishida Y, Maeda K, *et al.*: Impact of edema on length of calf circumference in older adults. *Geriatr Gerontol Int.* 2019; 19: 993–998.

〈Abstract〉

Calf Circumference Cut-off Value for Identifying Severe Sarcopenia in Community-dwelling Older Women Undergoing Outpatient Rehabilitation

Takehiro FUJIMOTO, PT, Taisei ISHIMOTO, PT, MSc, Hikaru HAYASHI, PT, Risako HASHIMOTO, OT, Ken HISAMATSU, PT

Akahige Clinic

Naoki AKAZAWA, PT, PhD

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

Objective: The aim of this study was to determine the calf circumference cut-off value for identifying severe sarcopenia among community-dwelling older women undergoing outpatient rehabilitation.

Methods: This study included 114 older women undergoing outpatient rehabilitation. The outcomes measured were severe sarcopenia and calf circumference. Logistic regression analysis was conducted, with severe sarcopenia as the dependent variable and calf circumference, body mass index, Food Intake Level Scale, appetite loss, and propensity score (calculated from age, number of medications, and revised Charlson Comorbidity Index) as independent variables. Additionally, the calf circumference cut-off value for detecting severe sarcopenia was determined.

Results: Of the 114 participants, 54 had severe sarcopenia. Logistic regression analysis revealed that only calf circumference (odds ratio = 0.673) was a significant predictor of severe sarcopenia. The calf circumference cut-off value for identifying severe sarcopenia was 31.5 cm, with a sensitivity of 71.7%, a specificity of 75.9%, and an area under the curve of 0.807.

Conclusion: A calf circumference of 31.5 cm serves as a useful cut-off value for identifying severe sarcopenia in community-dwelling older women undergoing outpatient rehabilitation.

Key Words: Severe sarcopenia, Calf circumference, Community-dwelling older women, Outpatient rehabilitation

研究論文 (原著)

集中治療室入室患者における 自宅退院の可否に影響を与える因子の検討*

板垣 仁^{1) #} 宮川 研¹⁾ 八木雅幸²⁾

要旨

【目的】本研究の目的は集中治療室入室患者における自宅退院の可否に影響を与える因子を検討することである。【方法】対象は、48時間以上集中治療室に入室しリハビリテーションを実施した216名を自宅退院群106名と転院群110名の2群に分類した。単変量解析および自宅退院の可否を目的変数としたロジスティック回帰分析を実施した。加えて、Receiver Operating Characteristic (以下、ROC解析)を実施し臨床的妥当点を求めた。【結果】ロジスティック回帰分析では、入院日数、集中治療室退室時のFunctional Status Score for the Intensive Care Unit (以下、FSS-ICU)が自宅退院に影響する独立した因子として抽出された。ROC解析による集中治療室退室時のFSS-ICUのカットオフ値は20点であった。【結論】集中治療室退室時までに、基本動作や移動能力を獲得することが、自宅退院の可否に影響を与える可能性がある。

キーワード 転帰予測、集中治療室入室患者、FSS-ICU、自宅退院

はじめに

在院日数の短縮化¹⁾が進む急性期医療において、どの程度までの患者の回復が可能であるかの予後予測することは容易ではない。予後予測に基づき、自宅退院の可否や転院の必要性などの転帰先をあらかじめ予測し、早期に調整する役割が急性期医療には求められる。このような一連の転帰の検討は、日々の臨床場面で繰り返し用いられている。一般的に予測時期が早ければ転帰を予測する精度は下がり、遅ければ予測することの意義が薄れるもの²⁾とされている中で急性期、とりわけ集中治療室入室患者の転帰予測をすることは更に困難を極める。集中治療室入室患者の転帰予測を難しくさせる原因として、重症度が高く、複数の疾患が組み合わさるという特

性を有し、刻々と患者の病態に変化が生じること³⁾が挙げられる。集中治療室で治療を受けている患者の多くは、人工呼吸器や補助循環装置などの医療機器を装着している割合が高く、生命維持と並行しリハビリテーションを実施している⁴⁾。また、鎮静剤や循環作動薬などの薬剤の影響を受けやすい他、緊急手術や処置などにより、安静を余儀なくされることもある。

しかしながら、集中治療室という特殊な環境下でのリハビリテーション医療を取り巻く環境は大きく変化しており、急性期治療において標準化されたものとなりつつある。段階的な離床プロトコルの導入⁵⁾や早期リハビリテーション介入効果⁶⁾など様々な知見が得られ、指針の公表⁷⁾や重症患者リハビリテーション診療ガイドライン⁸⁾の作成が行われてきた。そのような背景を踏まえ、我々リハビリテーション職種は、客観的な評価に基づいて転帰予測という臨床判断をすることが求められている。早期から転帰予測をすることにより、様々な専門職種間での共通の目標が設定され、多職種連携を促進するとされる⁹⁾。自宅退院に向けた取り組みや早期からの転帰先への調整など、転帰予測を踏まえ、多職種による意思決定がなされる。

本研究における転帰予測は、自宅退院の可否に焦点を当て調査を実施したものである。自宅退院の可否の転帰予測において経験則とは異なる科学的根拠に基づいた形

* Factors Influencing Home Discharge for Intensive Care Unit Patients

1) 松戸市立総合医療センターリハビリテーション科
(〒270-2296 千葉県松戸市千駄堀993-1)
Hitoshi Itagaki, PT, Ken Miyagawa, PT: Department of Rehabilitation, Matsudo City General Hospital
2) 松戸市立総合医療センター救命救急センター
Masayuki Yagi, MD: Department of Emergency Medicine and Acute Care Surgery, Matsudo City General Hospital
E-mail: hitosi_itagaki0615@yahoo.co.jp
(受付日 2025年7月7日/受理日 2025年10月27日)
[J-STAGEでの早期公開日 2025年12月27日]



本論文はクリエイティブ・コモンズ[表示 4.0 国際]ライセンスの下に利用許諾されています。

© 2026 日本理学療法学会連合

での臨床判断の一助としての活用が期待される。先行研究においても自宅退院の可否に影響を与える因子の研究は、急性期脳血管障害患者¹⁰⁾や回復期リハビリテーション患者¹¹⁾での報告が多数を占める現状である。集中治療室入室患者の身体機能評価の妥当性¹²⁾¹³⁾は報告されているものの、自宅退院の可否に影響を与える因子に焦点を当てた検討は極めて少ない。

そのため、本研究の目的は、集中治療室入室患者における自宅退院の可否に影響を与える因子の検討をし、判断に至る根拠を提示することである。本研究から得られる知見は、集中治療室入室患者特有の医学的背景を考慮した、転帰予測の構築および臨床場面の活用に寄与するものと考えられる。

対象および方法

1. 対象

本研究は、単一施設で行われ、診療録による後方視的調査を実施したものである。期間は、2022年4月1日～2023年3月31日までとした。

解析対象のフローチャートを図1に示す。集中治療室に48時間以上入室しリハビリテーションを実施した436名のうち選択基準を満たした216名を解析対象とした。選択基準は、重症度の判別が可能かつ離床を実施したものとし、自宅退院群106名(49%)と転院群110名(51%)の2群に分類し調査を実施した。

本研究における離床の定義は、集中治療医学会が定めるエキスパートコンセンサス⁷⁾に基づき立位の実施をもって離床開始とした。除外項目は、死亡退院例、欠損データ例、離床困難例、入院以前のActivities of Daily Living (以下、ADL)が床上活動レベル例、施設退院例とした。

2. 倫理的配慮

本研究は、ヘルシンキ宣言(2013年10月修正)に基づく倫理原則、および「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」(平成26年12月)を遵守した。松戸市立総合医療センター倫理委員会の承認(R5-29)を得て行われた。本研究の目的および内容については、松戸市立総合医療センターのホームページにてオプトアウト方式により対象者に告知した。得られた調査項目は研究目的以外では使用せず、匿名化し、患者のプライバシーに配慮した。

3. 調査項目

評価項目は、1) 基本属性、2) 臨床指標、3) 集中治療室入室時からの経過、4) 理学療法評価に分類した。

1) 基本属性

基本属性は、年齢、性別、Body Mass Index (以下、BMI)、入院以前のADL、同居家族の有無とした。入院以前のADLは、自立・介助歩行・車椅子上で生活の主となる対象に分類した。入院以前のADLや同居家族の有無については、入院時に医師または看護師の問診により対象者または家族に確認した。対象者や家族からの聴取が困難な場合には、リハビリテーション開始時や退院調整の段階で診療情報提供書やソーシャルワーカーを通じて情報を取得した。

2) 臨床指標

臨床指標は、重症度の判別をAcute Physiology And Chronic Health Evaluation (以下、APACHEII score)、人工呼吸器装着の有無、人工呼吸器装着日数、外科的侵襲の有無、最低Albumin値(以下、Alb値)、最大C-reactive protein (以下、CRP値)を調査した。人工呼吸器装着基準は、術後の一時的な管理を除外するため、48時間以

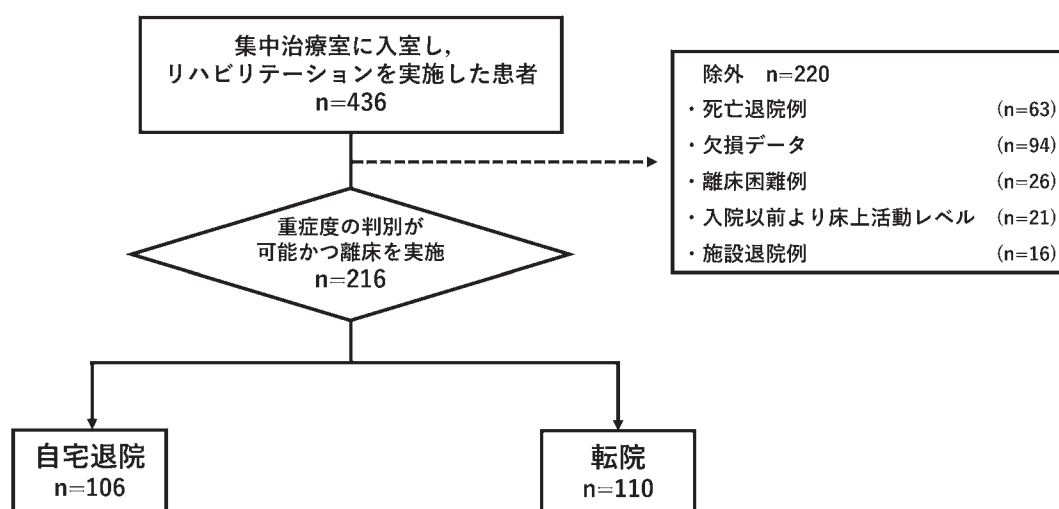


図1 対象者の取り込み基準の説明

集中治療室に入室した436名のうち、除外基準(220名)を除き取り込み基準を満たした216名を対象とした。自宅退院群106名、転院群110名の2群に分類した。

内の人工呼吸器装着症例は除外した。外科的侵襲の有無は、血管内治療例は除外し、侵襲を伴うものを基準とした。CRP値は入院経過中の最大CRP値とした。Alb値は、半減期が長いことを考慮しBromocresol Purple Modified Method (BCP改良法)を用いて測定したものとし、経過中の最低値を検査結果とした。

3) 集中治療室入室時からの経過

集中治療室入室時からの経過は、入院日数、集中治療室在室日数、リハビリテーション開始までの日数、Intensive Care Unit-acquired Delirium (以下、ICU-AD)を調査した。集中治療室に再入室した際は、前回入室時との合算での在室日数とした。リハビリテーション開始までの日数は、集中治療室に入室した後に実際に理学療法士・作業療法士・言語聴覚士が直接介入を実施した日とした。集中治療室入室経過中に発症したせん妄をICU-AD¹⁴⁾¹⁵⁾とし、看護記録よりConfusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU)で陽性と判断された場合に、せん妄ありとした¹⁶⁾。

4) 理学療法評価

理学療法評価は、集中治療室退出時のFunctional Status Score for the Intensive Care Unit (以下、FSS-ICU)¹⁷⁾¹⁸⁾、離床開始までの日数(立位・車椅子乗車もしくは歩行開始までの日数)を評価した。FSS-ICUは、臨床経験5年以上を有した理学療法士が測定した項目を採点した。評価項目は、「寝返り」、「起き上がり」、「端座位保持」、「立ち上がり」、「移動項目(45m)」の5項目から構成される。配点は、Functional Independence Measure (FIM)の評価法に準ずるものであるが、「医学的および身体的制限があり、動作自体が困難な状態」は、0点とし、0~7点の8段階で評価を実施した。移動項目では、Needham¹⁹⁾が定める採点方式に基づき、歩行および車椅子自走も採点対象として扱った。離床開始までの日数は、職種を問わず初回離床を実施した日とした。

4. 統計学的解析

自宅退院群と転院群の2群に分類した。Shapiro-Wilk検定を実施し、変数の正規性を確認した。正規分布を示す場合は、平均値±標準偏差(mean±SD)、正規分布を示さない場合は、中央値[四分位範囲]で表記した。

単変量解析では、自宅退院群と転院群の各種評価項目の比較を目的に、正規分布を示す場合はt検定、正規分布を示さない場合はWilcoxon順位和検定を実施した。カテゴリ変数に対して χ^2 検定、Fisher正確度検定を実施し、度数(%)で表記した。

多変量解析では、自宅退院の可否に影響を与える因子の抽出を目的にロジスティック回帰分析を実施した。目的変数を自宅退院の可否とし、自宅退院群を「1」、転院群を「0」のダミー変数として投入した。説明変数は、単

変量解析で有意差を認めた項目($p<0.05$)を選択し、過剰適合に配慮したうえで強制的に投入した。この際、Spearmanの順位相関関数を用い相関係数 $|r|$ が0.7以上を多重共線性ありと判断し²⁰⁾²¹⁾、臨床的意義が高い方の項目を採用した。ロジスティック回帰分析のモデル適合性の判断は、モデル χ^2 検定を実施した。説明変数の適合度はHosmer-Lemeshow検定を実施した。

加えて、ロジスティック回帰分析から得られた独立した因子のカットオフ値および正確度の検討を実施した。Receiver Operating Characteristic (ROC) 曲線を描写し、Youden indexを基にカットオフ値の算出をした。正確度の検討は、Area Under the Curve (以下、AUC)により算出し、得られた面積により評価を実施した。AUCの予測能は0.5~1.0の範囲で表され、0.7以上は中等度以上、0.9以上であれば高度と「1」に近い程優れた結果を示すとされる²²⁾。

統計ソフトは、R version4.2.3を使用し、有意水準は5%未満とした。

結 果

1. 対象者全体の特性

本研究における対象者全体の特性(表1)として、年齢65.5 [53.8-78] 歳、BMI 22.7 [19-25] kg/m²、男性126名(58.3%)、女性90名(41.6%)であった。ICU入室時のAPACHEII scoreは24.1±8.1と高値を示し、外科的侵襲を要した割合は98名(45.4%)と半数近くを占めた。人工呼吸器装着の割合は104名(48.2%)、人工呼吸器装着日数は、14.6 [5.8-19] 日であった。ICU-AD発症率は111名(51.4%)であり、人工呼吸器を装着した患者のICU-ADの発症率は80名(76.9%)と高値を示した。最大CRP値は15.7 [7.1-23.2] mg/dLと高値を示し、最低Alb値は2.39 [1.9-2.8] g/dLと低値を示した。同居家族を有する割合は、169名(78.2%)であり、入院以前のADLでは、自立が191名(88.4%)、介助歩行・車椅子上での生活が25名(11.6%)であった。集中治療室退出時のFSS-ICUは、17.1 [5-24.5] 点、離床開始までの日数は、立位13.5 [5-14.3] 日、車椅子乗車もしくは歩行開始までの日数は14.7 [5-18.6] 日であった。なお、離床の基準と合致しないため、本研究の解析対象ではないものの、端座位開始までの日数は11.1 [4-13] 日であった。

2. 自宅退院群と転院群の各種評価項目の比較

結果を表1に示す。基本属性では年齢の項目のみ有意差が認められた。臨床指標では、APACHEII score、人工呼吸器装着の有無、人工呼吸器装着日数、最大CRP値、最低Alb値で有意差が認められた。集中治療室入室時からの経過では、入院日数、集中治療室在室日数、リハビリテーション開始までの日数、ICU-ADで有意差が認め

表1 対象者の基本属性・臨床指標・集中治療室入室時からの経過・理学療法評価

	全体 (n=216)	自宅退院 (n=106)	転院 (n=110)	p 値
年齢(歳)	65.5 [53.8-78]	66 [52-75]	72.5 [58.5-80]	<0.01
女性n(%)	90 (41.6)	50 (23.1)	40 (18.5)	0.11
BMI (kg/m ²)	22.7 [19-25]	22.3 [19-25.1]	20.1 [19-24.2]	0.32
APACHEII score(点)	24.1±8.1	21.5±7.8	26.6±7.7	<0.001
Alb 値 (g/dL)	2.39 [1.9-2.8]	2.6 [2.1-3]	2.2 [1.7-2.5]	<0.001
CRP 値 (mg/dL)	15.7 [7.1-23.2]	10.6 [5.8-21.6]	17.4 [9.6-24.6]	<0.01
入院日数(日)	47 [23-61.3]	25 [16.3-35.6]	56 [33.3-86]	<0.001
集中治療室在室日数(日)	14.4 [6-18]	8 [5-13.8]	14 [8-22]	<0.001
リハビリテーション開始までの日数(日)	5.5 [2-7]	3 [2-6]	5 [3-8]	<0.001
人工呼吸器装着				
装着ありn(%)	104 (48.2)	39 (18.1)	65 (30.1)	<0.01
装着なしn(%)	112 (51.8)	67 (31)	45 (20.8)	
呼吸器装着日数(日)	14.6 [5.8-19]	9.7 [3.5-12]	17.6 [7-22]	<0.01
ICU-AD ありn(%)	80 (76.9)	28 (26.9)	52 (50)	0.34
ICU-AD なしn(%)	24 (23.1)	11 (10.6)	13 (12.5)	
外科的侵襲				
侵襲ありn(%)	98 (45.4)	45 (20.8)	53 (24.5)	0.4
侵襲なしn(%)	118 (54.6)	61 (28.2)	57 (26.4)	
せん妄 (ICU-AD)				
ありn(%)	111 (51.4)	42 (19.4)	69 (31.9)	<0.001
なしn(%)	105 (48.6)	64 (29.6)	41 (19)	
同居家族				
ありn(%)	169 (78.2)	81 (37.5)	88 (40.7)	0.52
なしn(%)	47 (21.8)	25 (11.6)	22 (10.2)	
入院以前の日常生活自立度				
自立n(%)	191 (88.4)	98 (45.3)	93 (43.1)	0.053
介助歩行n(%)	20 (9.3)	8 (3.7)	12 (5.6)	
車椅子上での生活n(%)	5 (2.3)	0 (0)	5 (2.3)	
集中治療室退出時FSS-ICU(点)	17.1 [5-24.5]	24 [19.3-31]	8 [5-18]	<0.001
端座位開始までの日数(日)	11.1 [4-13]	5 [2.6-8]	9.5 [5-16.8]	<0.001
立位開始までの日数(日)	13.5 [5-14.3]	6 [4-9]	11.5 [8-22]	<0.001
車椅子乗車・歩行開始までの日数(日)	14.7 [5-18.6]	6 [4-10]	13 [8-22.8]	<0.001

平均値±標準偏差, 中央値 [第1四分位数-第3四分位数]. カテゴリカル変数: 度数(%)で表示.

BMI: Body Mass index, APACHEII score: Acute Physiology And Chronic Health EvaluationII, Alb: Albumin (血清アルブミン値), CRP: C-reactive protein, FSS-ICU: Functional Status Score for the Intensive Care Unit.

られた。理学療法評価では, 集中治療室退出時のFSS-ICU, 立位開始日・車椅子乗車もしくは歩行開始までの日数の各離床開始までの日数で有意差が認められた。

3. 自宅退院の可否に影響を与える因子の抽出

ロジスティック回帰分析の結果を表2に示す。自宅退院の可否に影響を与える独立した因子として, 入院日数と集中治療室退出時のFSS-ICUが抽出された。入院日数は, オッズ比: 0.97, 95%CI: 0.96-0.98, $p<0.01$ であった。集中治療室退出時のFSS-ICUは, オッズ比: 1.16, 95%CI: 1.10-1.20, $p<0.001$ であった。また, ロジスティック回帰分析を行う際, 多重共線性の確認では, Spearman順位相関検定において, 集中治療室在室日数と人工呼吸器装着日数で $|r|$ は0.83, 立位開始までの日

表2 ロジスティック回帰分析結果

変数名	オッズ比	95% 信頼区間		p 値
		下限	上限	
入院日数	0.97	0.96	0.98	<0.01
集中治療室退出時FSS-ICU	1.16	1.10	1.20	<0.001

モデル χ^2 検定: $p<0.001$, Hosmer-Lemeshow 検定: $p=0.564$. ロジスティック回帰分析の結果, 入院日数と集中治療室退出時のFSS-ICUが抽出された。入院日数が1日減ると1.03倍自宅退院しやすくなる。集中治療室退出時のFSS-ICUからは, 点数が1点増えると1.16倍自宅退院しやすくなるという結果が得られた。

数と車椅子乗車もしくは歩行開始までの日数で $|r|$ 0.95という結果が認められた。

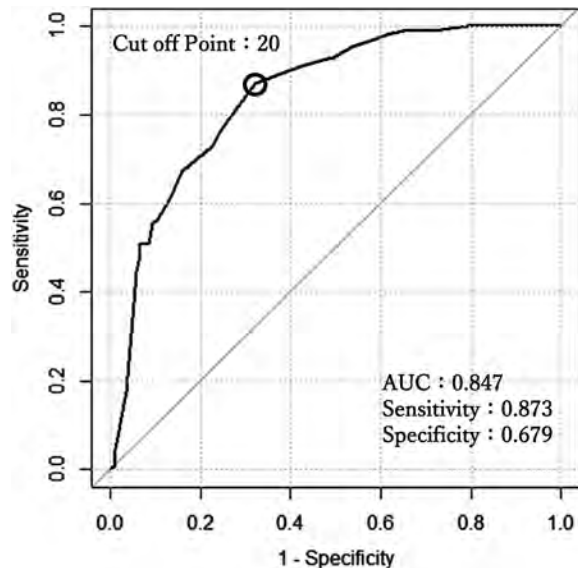


図2 FSS-ICUのカットオフ値

集中治療室退出時のFSS-ICUのカットオフ値は20点という結果になった。AUCは0.847となり、感度87.3%、特異度67.9%であった。

表3 カットオフ値に対する判別適中率

対象者	予測グループ		判別適中率
	自宅退院	転院	
自宅退院群 (n=106)	79	27	76.6%
転院群 (n=110)	24	86	78.0%
全体 (n=216)			76.4%

FSS-ICUのカットオフ値20点に対する判別適中率を示す。自宅退院群の判別適中率は76.6%、転院群78.0%、全体76.4%という結果が得られた。

4. 抽出された因子の正確度

正確度の検討結果を図2・表3に示す。集中治療室退出時のFSS-ICUのカットオフ値は20点であった。AUCは0.847となり、感度87.3%、特異度67.9%であった。カットオフ値に対する判別適中率は、自宅退院群で76.6%、転院群で78.0%、全体で76.4%となった。

考 察

本研究は、集中治療室入室患者の自宅退院の可否に影響を与える因子を、診療録による情報を基に後方視的に調査を実施したものである。

本研究の対象は、年齢の中央値65.5歳であり、65歳以上の高齢者の割合が、約半数の124名(57.4%)を占めた。人工呼吸器装着の割合は104名(48.2%)、人工呼吸器装着日数は、14.6日であった。ICU-ADの発症率は111名(51.4%)に認められ、人工呼吸器を装着している対象者のICU-AD発症率は、80名(76.9%)と非常に高い割合を示した。

康永²³⁾のDiagnosis Procedure Combination (DPC) データベースを用いた報告では、本邦ICUでの人工呼吸器装

着の割合は24%とされており、本研究の対象者は一段と高い水準を示した。また、Elyらの研究²⁴⁾では、人工呼吸器装着患者のICU-ADの発症率83%と高い割合を示すとされており、本研究の対象も先行研究と同様の結果であった。APACHEII scoreでは有意に高い水準を示したが、軽症例に対し、静脈血での採血しか採用しておらず重症度の判別が困難であったため、除外対象となった症例が一部含まれることが原因として挙げられた。そのため、本研究の取り込み基準は、リハビリテーションを実施した対象の中でも、とりわけ重症度の高い集中治療室入室患者に焦点を当てたものであると考えられた。

1. 自宅退院群と転院群の各種評価項目の比較

自宅退院群は、治療経過より早期にリハビリテーションが開始され、離床が実施されていた。人工呼吸器装着の割合は低く、装着日数が短い傾向にあり、ICU-ADの発症率も低かった。Schweickertら⁶⁾の報告でも、72時間以上の人工呼吸器患者における早期離床の有用性が示されている。その効果として、身体機能の改善や呼吸器装着期間の短縮、ICU-ADの予防に寄与すると報告されている。先行研究同様に、自宅退院群では、転院群と比較して重症度や人工呼吸器装着の割合、ICU-ADの発症率も低かった。そのため、医学的管理が比較的良好に推移し、治療と並行した早期のリハビリテーション導入が可能となったと考えられた。これらにより、早期からの離床が促進され機能障害回復の一因となった可能性がある。

2. 自宅退院の可否に影響を与える因子の抽出

橋場ら²⁵⁾は、集中治療室における長期滞在患者は、重症度スコアが高く、長期の集中治療室在室日数が入院日数にも影響を与えると報告している。本研究においては、集中治療室在室日数と入院日数の相関係数は、 $|r|$ が0.63という結果であった。そのため、先行研究と同様に集中治療室在室日数の長期化が入院日数にも関連していると考えられた。FSS-ICUに関しては、相川ら¹³⁾の先行研究同様に、早期の身体機能の再獲得が自宅退院に寄与するものと考えられ、転帰予測を判断する因子としての妥当性が示された。Huangらの米国、オーストラリア、ブラジルの3カ国5施設でのICU入室のべ819名を対象とした報告²⁶⁾では、FSS-ICUの点数が自宅退院の可否に関連したと報告している。FSS-ICUが1点上がるにつれ、自宅退院が11%上昇するとされる。本研究でも、FSS-ICUが1点上がるにつれ、自宅退院となる可能性が16%上昇する結果が得られた。自宅退院が可能であった対象者はFSS-ICUの点数が高いことと関連しており、集中治療室在室時からの基本動作や移動能力を獲得することが自宅退院に影響を与えていると考えられた。

3. 抽出された因子の正確度の検討

集中治療室退出時までFSS-ICUを20点以上獲得すると自宅退院の可能性が高くなると考えられた。得られた結果との関連を感度および特異度から算出する予測能の指標であるAUCは0.847となり、良好な結果が示された。カットオフ値に対する判別適中率は、自宅退院群76.6%、転院群78.0%となり、全体で76.4%となり偏りは認められなかった。そのため、本研究より得られたカットオフ値は、自宅退院の可否の予測能として臨床上有用であると考えられた。

FSS-ICUにおける評価の妥当性として、Tymkewら¹⁸⁾は、ICU入室患者1,203人を後方視的に調査し、FSS-ICU, ICU Mobility Scale (IMS), Activity Measure for Post-Acute Care “6 clicks” Inpatient Mobility Short Form (AM-PAC “6-Clicks”) の異なる3つの評価法から、FSS-ICUが最も精度の高い身体機能評価であると報告している。その際に集中治療室退出時のFSS-ICUが19点以上あれば、自宅退院の予測をすることが可能であるとされ、感度82.9%、特異度73.6%、AUC 0.80であった。しかしながら、Tymkewらの先行研究は、対象者の移動能力に焦点を当てたものであり、重症度や人工呼吸器装着の有無、ICU-ADなどの医学的背景を調査項目として持ち合わせていない。本研究の特徴として、臨床指標や集中治療室入室時の経過などの医学的背景を見据えたうえで、転帰予測の判断基準を明確にしたことが挙げられ、より臨床場面に即したものであると考えられる。

カットオフ値における解釈には、対象疾患の相違を考慮し、区別する必要がある。安達ら¹²⁾は、長期集中治療管理を要した高齢心臓外科術後症例のICU退室時の身体機能と自宅退院の関連を報告しており、そのカットオフ値は21点であった。待機手術症例が選択基準であり、入院以前より100 m以上の連続歩行が可能かつADLが自立していたものが対象であるため本研究の対象と比較し活動レベルが高いことが推察された。宮沢ら²⁷⁾は、48時間以上の人工呼吸器装着患者の自立歩行獲得の目安は、集中治療室退出時のFSS-ICUが24点であると報告している。本研究の、自宅退院症例では、自立歩行を獲得していない症例も含まれているため先行研究とのカットオフ値の相違が認められた。

集中治療室退出時のFSS-ICU20点以下の症例に対しては、一般床退出後の介入頻度や介入職種を増やすなどの長期的かつ集中的な介入環境を考慮する必要がある。

本研究の限界として、単一施設からの調査であり、患者の多様な背景を反映していないことが挙げられ、施設間での偏りが生じた可能性が考えられた。鎮静深度や昇圧剤の使用、各種デバイス類の管理や入院以前の生活背景など患者の質的な評価が不十分であり今後の検討課題である。今後の展望として、単一施設のみにとどまらな

い多施設を含めた研究や疾患群ごとのリハビリテーション介入の評価の必要性がある。

結 論

集中治療室入室患者の自宅退院に影響を与える因子は、入院日数と集中治療室退出時のFSS-ICUであった。FSS-ICUのカットオフ値は20点であり、集中治療室退出時まで、基本動作や移動能力を獲得することが、自宅退院の可否に影響を与える可能性がある。

利 益 相 反

本研究に関して、開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 厚生労働省保険局医療課：令和6年度診療報酬改定の概要【入院II（急性期・高度急性期入院医療）】。https://www.mhlw.go.jp/content/12400000/001252076.pdf (2025年4月13日引用)
- 2) 佐々木信幸：脳卒中の予後予測に関する現状と課題。The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 60: 222-229.
- 3) 日本集中治療医学会：集中治療医学。Gakken, 東京, 2023, pp. 382-392.
- 4) 影近謙治：超急性期リハビリテーションを行うためには。Journal of Clinical Rehabilitation. 2014; 8: 720-727.
- 5) Morris PE, Goad A, *et al.*: Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. Crit Care Med. 2008; 36: 2238-2243.
- 6) Schweickert WD, Pohlman MC, *et al.*: Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, Critically ill patients: A randomized controlled trial. Lancet. 2009; 373: 1874-1882.
- 7) 日本集中治療医学会早期リハビリテーション検討委員会：集中治療における早期リハビリテーション～根拠に基づくエクスパートコンセンサス～。日集中医誌。2017; 24: 255-303.
- 8) 日本集中治療医学会集中治療早期リハビリテーション委員会：重症患者リハビリテーション診療ガイドライン2023。日集中医誌。2023; 30: S905-S972.
- 9) 白田 滋：脳卒中における機能的予後予測に基づく目標設定の考え方。理学療法。2022; 49: 327-335.
- 10) 澤田優子, 鈴木雄介, 他：急性期脳卒中リハビリテーション患者の自宅退院の関連因子—FIMを用いた関連要因分析—。理学療法科学。2010; 25: 965-968.
- 11) 岡本伸弘, 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.
- 12) 安達裕一, 岡村大介, 他：高齢心臓外科術後症例のICU退室時の身体機能と自宅退院の関連—長期集中治療管理症例における検討—。日集中医誌。2020; 27: 195-201.
- 13) 相川 駿, 松嶋真哉, 他：ICUの重症患者における急性期病院から直接自宅退院が可能かを予測するfunctional status score for the ICU (FSS-ICU) のカットオフ値の検討。日集中医誌。2021; 28: 99-104.
- 14) Society of Critical Care Medicine: Clinical practice guidelines for the prevention and management of pain, agitation/sedation, delirium, immobility, and sleep disruption in adult patients in the ICU. Translations “Japanese translation- PADIS guideline”. https://www.sccm.org/SCCM/media/SCCM/PDFs/PADIS-Guidelines-Japanese-2019.pdf (2025年8月30日引用)
- 15) 日本麻酔科学会安全委員会高齢者麻酔のガイドライン作成ワーキンググループ：高齢者における術後せん妄の予防と

- 治療のプラクティカルガイド. https://anesth.or.jp/files/pdf/guideline_prevention_postoperative_delirium_elderly.pdf (2025年8月30日引用)
- 16) 古賀雄二, 村田洋章, 他: 日本語版CAM-ICUフローシートの妥当性と信頼性の検証. 山口医学. 2014; 63: 93–101.
 - 17) Zanni JM, Korupolu R, *et al.*: Rehabilitation therapy and outcomes in acute respiratory failure: An observational pilot project. J Crit Care. 2010; 25: 254–262.
 - 18) Tymkew H, Norris T, *et al.*: The use of physical therapy ICU assessments to predict discharge home. Crit Care Med. 2020; 48: 1312–1318.
 - 19) Needham DM, Zanni JM: Functional status score for the intensive care unit (FSS-ICU). <https://www.improvelto.com/wp-content/uploads/2015/12/FSS-ICU-Creative-Commons-V2-08-12-15-2.pdf> (2025年8月18日引用)
 - 20) 上野奨太, 高屋成利, 他: 脳卒中患者の歩行練習において長下肢装具から短下肢装具への移行に要する日数の関連因子. 理学療法学. 2022; 49: 361–366.
 - 21) 村馬崇輝: Rコマンダーで簡単! 医療系データ解析. 東京図書. 東京, 2021, p. 248.
 - 22) 山田 実, 浅井 剛, 他: メディカルスタッフのためのひと目で選ぶ統計手法. 羊土社, 東京, 2018, p. 61.
 - 23) 康永秀生: 集中治療室 (ICU) 病床の占有率に関する分析. 令和2年度厚生労働行政推進調査事業費 (政策科学総合研究事業)「医師の専門性を考慮した労働勤務実態を踏まえた需給等に関する研究」分担研究報告書. <https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/145331> (2025年4月13日引用)
 - 24) Ely EW, Inouye SK, *et al.*: Delirium in mechanically ventilated patients: Validity and reliability of the confusion assessment method for the intensive care unit (CAM-ICU). JAMA. 2001; 286: 2703–2710.
 - 25) 橋場英二, 竹川大貴, 他: 日本の集中治療室における長期滞在患者の現状調査: Japanese Intensive Care Patient Databaseを用いた後方視的研究. 日集中医学誌. 2022; 29: 107–116.
 - 26) Huang M, Chan KS, *et al.*: Functional status score for the intensive care unit (FSS-ICU): An international clinimetric analysis of validity, responsiveness, and minimal important difference. Crit Care Med. 2016; 44: e1155–e1164.
 - 27) 宮澤 僚, 磯 良崇, 他: 48時間以上の人工呼吸器装着患者の退院時自立歩行の関連因子. 日集中医誌. 2021; 28: 93–98.

〈Abstract〉

Factors Influencing Home Discharge for Intensive Care Unit Patients

Hitoshi ITAGAKI, PT, Ken MIYAGAWA, PT

Department of Rehabilitation, Matsudo City General Hospital

Masayuki YAGI, MD

Department of Emergency Medicine and Acute Care Surgery, Matsudo City General Hospital

Objective: To examine the factors influencing the feasibility of home discharge for intensive care patients.

Methods: The study population consisted of 216 patients who were admitted to the Intensive Care Unit (ICU) for 48 hours or more and underwent subsequent rehabilitation. Patients were classified into two groups—a home discharge group (n = 106) and a transfer group (n = 110)—and univariate and logistic regression analyses were performed with home discharge feasibility as the dependent variable. Additionally, Receiver Operating Characteristic (ROC) analysis was conducted to determine clinically valid cutoff points.

Results: Logistic regression analysis identified length of hospital stay and Functional Status Score for the ICU (FSS-ICU) at ICU discharge as independent factors influencing home discharge. The ROC analysis-based cutoff value for the FSS-ICU was 20 points.

Conclusion: Acquiring basic motor skills and mobility capabilities by the time of ICU discharge may influence the likelihood of home discharge.

Key Words: Outcome prediction, Intensive care unit patients, FSS-ICU, Home discharge

研究論文 (原著)

回復期脳卒中後患者に対する2種類の外骨格型歩行支援 ロボットの選択*

—Hybrid Assistive Limbとウェルウォーク WW-2000の使用状況と練習効果の比較—

平戸大悟^{1) #} 鈴木雄太²⁾ 土田龍郎¹⁾ 白川泰山¹⁾

要旨

【目的】本研究では、歩行支援ロボット Hybrid Assistive Limb (以下、HAL) とウェルウォーク WW-2000 (以下、WW) を用いた回復期脳卒中後患者の介入開始時の身体機能と練習効果を後方視的に比較した。【方法】各ロボットで2週間以上歩行練習を実施した患者を HAL 群と WW 群に群分けし、歩行自立度、下肢運動機能、バランス能力、日常生活自立度、認知機能を評価した。【結果】介入開始時、年齢や歩行自立度、認知機能は差がなく、他の項目は HAL 群で有意に高値だった。介入前後の変化量は両群で有意な改善を示し、特に歩行自立度とバランス能力は HAL 群が WW 群より改善度が高かった。【結論】下肢運動機能やバランス能力、日常生活動作能力が比較的高い患者には HAL、低い患者には WW が選択されていた。さらに、HAL は歩行自立度およびバランス能力の改善に有利で、WW は重度障害例でも効果が期待できることが示唆された。

キーワード 脳卒中、回復期リハビリテーション、ロボット支援歩行練習、Hybrid Assistive Limb、ウェルウォーク WW-2000

はじめに

脳卒中発症患者のうち65歳以上の高齢者が約2/3を占め¹⁾、この年齢層では身体機能や併存疾患の影響から自立歩行の再獲得がより困難となることが多い。こうした背景のもと、従来の理学療法に加えて電気刺激療法や装具療法など多様なリハビリテーション手法が開発されてきており、近年ではロボットを活用した歩行練習が注目されている。ロボット支援歩行練習 (Robot-assisted Gait Training: 以下、RAGT) は、ロボットの動力により歩行

中の下肢運動を外的に補助し、反復的かつ集中的な歩行練習を可能とするリハビリテーション手法である。脳卒中後の歩行再建における有効性については、従来の理学療法 (関節可動域練習、筋力増強練習、バランス練習、歩行練習など) と比較して、RAGT を併用することで歩行自立度や歩行速度の改善が促進されることが複数の系統的レビューで示されている²⁾。また、脳卒中治療ガイドライン 2021 [改訂 2023] でも、「歩行ができない発症後3か月以内の脳卒中患者に対して、歩行補助ロボットを用いた歩行訓練を行うことは妥当である (推奨度: B, エビデンスレベル: 高)」とされている³⁾。

現在、国内外で使用されている歩行支援ロボットは外骨格型を中心に複数存在するが、機器ごとに構造や制御原理が異なる。マッターホルンリハビリテーション病院 (以下、当院) は、2012年3月より装着型ロボットスーツ Hybrid Assistive Limb (以下、HAL: CYBERDYNE 社) と 2022年3月よりウェルウォーク WW-2000 (以下、WW: トヨタ自動車株式会社) を導入している。これらは、脳卒中後患者の歩行リハビリテーションにおいて、本邦で主に選択されている外骨格型の歩行支援ロボットである。HAL は装着者の下肢の生体電位を検出し、本人

* Comparison of the Use and Training Effects of Two Types of Exoskeleton-type Walking Assistance Robots for Patients in the Convalescent Phase after Stroke: Hybrid Assistive Limb and WW-2000

1) マッターホルンリハビリテーション病院リハビリテーション科 (〒737-0046 広島県呉市中通1丁目5-25)
Daigo Hirado, PT, MSc, Tatsuro Tsuchida, PT, Taizan Shirakawa, MD, PhD: Department of Rehabilitation, Matterhorn Rehabilitation Hospital

2) 九州栄養福祉大学リハビリテーション学部
Yuta Suzuki, PT, PhD: Faculty of Rehabilitation, Kyushu Nutrition Welfare University

E-mail: da.hirado@mmc-hiroshima.jp
(受付日 2025年5月16日/受理日 2025年11月14日)
[J-STAGEでの早期公開日 2026年1月24日]



本論文はクリエイティブ・コモンズ [表示 4.0 国際] ライセンスの下に利用許諾されています。

© 2026 日本理学療法学会連合

の意思に応じたアシストを行うことが特徴であり、随意運動の促進や神経可塑性の促進が期待されている⁴⁾。一方、WWは、膝関節駆動型で装具型の外骨格を用い、患側下肢の振り出しや膝制御を外部動力で補助し、体幹の安定性や安全性の高い環境で段階的な負荷調整を可能とすることが利点とされている⁵⁾。当院では安全性、実行可能性、患者適合の観点から運用上の選択基準（例：下肢の随意性が残存していればHAL、麻痺側下肢や体幹の支持が必要とされればWWなど）で機器を使い分けてきた。しかし、これらの機器の選択基準や適応に関するエビデンスは限られており、両者を直接比較した報告は渉猟するかぎり見当たらない。また、各機器の利点・課題についても、先行研究では対象患者の重症度や練習内容が異なるため、一貫した見解が得られていない²⁾。

これらのことから、RAGTは有効である可能性は示されているものの、「どのような患者に」「どの機器が最も効果的か」という臨床で重要な問いについては十分なエビデンスが整っていないといえる。特にHALとWWのように原理の異なる外骨格型歩行支援ロボット間の、回復期脳卒中後患者の機能レベル（麻痺の重症度やバランス能力）に応じた効果の違いや、臨床現場での運用状況に関する知見は乏しいのが現状である。そこで、本研究の目的は、回復期脳卒中後患者における2種類の外骨格型歩行支援ロボット（HALおよびWW）の選択状況の実態を後方視的に検討し、それぞれの練習効果を麻痺の重症度やバランス能力といった機能レベルに応じた差異によって明らかにすることとした。それによって、歩行支援ロボットの特徴を最大限に活かした歩行リハビリテーションへの新たな知見を提供することが期待される。

対象および方法

1. 対象

対象は、2022年4月1日～2024年3月31日までに当院回復期リハビリテーション病棟に入院し、HALもしくはWWによるRAGTを実施した脳卒中後患者とした。包含基準は、1) 片側の脳梗塞や脳出血が原因で片麻痺を呈している65歳以上の者、2) 意識障害や治療中の心不全あるいは下肢・体幹の骨折などの歩行練習が制限される合併症がなく、医師によりRAGTが許可されている者とした。除外基準は1) 回復期リハビリテーション病棟入院時に歩行が自立している者、2) RAGTを開始して2週間以内に全身状態の変化などを理由に中断した者とした。本研究は後方視的研究であるため、事前にサンプルサイズの計算は行わず、研究期間中に得られたデータを用いて解析を行った。

本研究では、事前にマッターホルンリハビリテーション病院倫理委員会の承認を取得し（承認番号：MRH22004）、

対象者の個人情報が特定されないよう匿名化した。

2. 検査項目

RAGT開始時の基本属性として年齢、性別、Body Mass Index（以下、BMI）、診断名、麻痺側、発症からRAGT介入開始までの期間（日）、介入期間（日）、介入回数（回）、介入頻度（回／日；介入回数を介入期間で除した値）を調査した。歩行自立度は0から5の6段階の順序尺度であるFunctional Ambulation Categories（以下、FAC）を用いて評価した⁶⁾。段階0は歩行困難、または平行棒内のみ歩行可能だが、平行棒外を安全に歩くために2人以上の介助が必要、段階1は平地歩行において常に1人の介助が必要、段階2は平地歩行において常にあるいは時々、軽く触れる程度の介助が必要、段階3は介助なしに平地歩行が可能だが、安全のために1人の近位監視が必要、段階4は平地歩行が自立しているが、階段や斜面、不整地では口頭指示や介助が必要、段階5は平地や不整地、階段、斜面を問わず、自立して歩行が可能なる状態を示す。加えて、脳卒中後機能障害はStroke Impairment Assessment Set（以下、SIAS）、下肢運動機能はFugl-Meyer Assessment下肢運動項目（以下、FMA）、バランス能力はBerg Balance Scale（以下、BBS）、日常生活動作（Activities of Daily Living：以下、ADL）能力はFunctional Independence Measure（以下、FIM）、認知機能は長谷川式簡易認知機能検査（Hasegawa Dementia Scale-revised：以下、HDS-R）を用いて検査した。なお、本研究では、HDS-R 20点未満の症例や、高次脳機能障害を有する症例も除外基準とはしなかった。これは、実際の臨床現場では、これらの症状を呈する患者にもロボット介入が試みられることがあり、その効果を後方視的に検討する意義があると考えたためである。評価時には、担当理学療法士（Physical Therapist：以下、PT）が口頭指示による練習の遂行が可能であることを確認し、評価時においても必要に応じて繰り返し説明を行うことで、指示理解の確認に努めた。

3. 2種類の外骨格型ロボットによる歩行練習

HALおよびWWの選択は、臨床上的選択基準に基づいて担当医師もしくはPTにより決定された。その主な選定基準は以下のとおりである。選定は臨床上的判断で行われ、機器の割当てが不均一となる可能性があるため、ベースラインの特性を記録した。

- ・HAL：股関節もしくは膝関節に随意運動が僅かにでも出現しており、体幹機能が比較的保たれている症例。
- ・WW：体幹機能に乏しく立位保持が不安定なため、歩行時の介助量が比較的多く必要とされる症例。

HALおよびWWを装着した歩行練習を1回30分間とし、頻度は週3～4回を目標として実施した。これは、

RAGTにおける集中的な反復練習の重要性が先行研究で示されていること⁷⁾、および当院の臨床プロトコルに基づいている。歩行練習中には、血圧および心拍数の変化や対象の自覚的な疲労の訴えを考慮して、一時的な休息を設けた。歩行練習中はすべての症例で、共通して免荷式トレッドミルを使用しており、必要に応じて体重の免荷を許容した。免荷量の基準は、先行研究に則って最大30%とした⁸⁾。なお、介入期間中はRAGTの時間と頻度のみを規定し、その他の理学療法、作業療法、言語聴覚療方は各担当セラピストが各症例に応じて実施した。それぞれ症例によって異なるが、実施時間は1日に180分を基本とした。

1) Hybrid Assistive Limb (HAL)

HAL医療用下肢タイプは2015年に本邦で医療機器として承認された歩行支援ロボットである(図1-左)。本研究では、単脚用のHAL (Mサイズ)を使用し、サイバニック随意制御(Cybernic Voluntary Control: 以下、CVC)モードを選択した。CVCモードは単回使用HAL専用電極を麻痺側の股関節屈筋群(大腿直筋)と伸筋群(大殿筋)、膝関節屈筋群(半腱様筋)と伸筋群(外側広筋)に貼付し、読み取られた生体電位をトリガーに麻痺側下肢の関節運動をアシストする方法である。

HALを使用した歩行練習は2名のPTで実施し、1名はリスク管理のために患者を後方より監視または介助し、もう1名はタブレットのモニター画面に表示される生体電位信号や歩容などの情報を基にリアルタイムにHALのアシストトルクやバランスチューナーの調整を行った。

2) ウェルウォーク WW-2000 (WW)

WWは、トヨタ自動車株式会社と藤田医科大学が共同開発した、脳卒中片麻痺患者の歩行練習を目的とした長

下肢装具型のロボットである(図1-右)。主な構成要素は、安全懸架装置、脚免荷ハーネス、正面モニター、操作パネル、低床トレッドミル(0.20~3.00 km/h)、膝関節モーター、足関節可動範囲可変機構、足圧センサーである。アシスト方法は、膝関節モーターによる麻痺側立脚期の膝関節伸展を10段階で補助する「膝伸展アシスト」、脚免荷ハーネスによる麻痺側遊脚期の振り出しを6段階で補助する「振り出しアシスト」である。さらに、WWには歩行中の映像を正面モニターに表示する「視覚フィードバック機能」や、荷重量や膝屈曲角度を音で知らせる「聴覚フィードバック機能」を備えている。

WWを使用した歩行練習もHALと同様に、2名のPTで実施し、1名はリスク管理のために患者を後方より監視または介助し、もう1名はモニターに表示される荷重量や歩容からアシスト量や膝関節角度の調整を行った。

4. 統計学的解析

基準を満たした対象を、HALを使用して歩行練習を行った者(以下、HAL群)と、WWを使用して歩行練習を行った者(以下、WW群)に群分けした。各検査項目のスコアについては、Shapiro-Wilk検定により正規性を確認した。

その後、年齢、BMI、SIAS、FMA、BBS、FIM、HDS-Rの群間比較には独立2標本t検定を使用し、性別、診断名、麻痺側の比較には χ^2 検定を行った。また、正規分布に従わないデータ、または連続変数ではない発症から介入開始までの期間、介入期間、介入回数、介入頻度、FACについてはMann-WhitneyのU検定を用いて群間比較を行った。さらに、HAL群およびWW群の介入前後におけるFAC、SIAS、FMA、BBS、FIMの前後比較に対応のあるt検定、変化量(介入後スコア-介入前スコア)の比較に

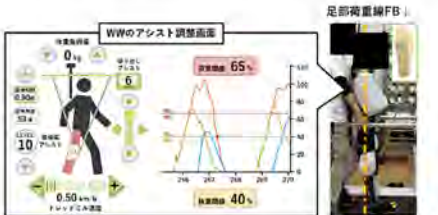
Hybrid Assistive Limb	機器名	ウェルウォーク WW-2000
CYBERDYNE社	メーカー	トヨタ自動車株式会社
能動的アシスト	アシスト方法	受動的・協調的アシスト
生体電位信号	アシストのトリガー	荷重センサー
・「動きたい」という意思を読み取る ・麻痺の重症度に合わせてアシスト力を調整可能 ・トレッドミルのない環境でも練習が可能	主な特徴	・転倒の心配がない安全な環境で練習可能 ・免荷システムとロボットアシストで、適切な歩行パターンを誘導 ・反復練習に特化
 リアルタイムの下肢筋の生体電位が視覚化される	アシスト画面	 麻痺側にかかる荷重量が視覚化される

図1 Hybrid Assistive Limbとウェルウォーク WW-2000の特徴の比較表

独立2標本t検定を実施した。

多重検定による第I種の過誤を制御するため、介入前の群間比較についてはBonferroni補正を適用し、介入効果の群間比較についてはHolm-Bonferroni法を用いて補正を行った。統計解析には、統計ソフトウェアR (ver. 4.4.1) を使用し、有意水準は5%とした。

結 果

研究期間中、両ロボットのいずれかの介入を受けた患

者は合計48例であった。このうち、除外基準に該当する15例を除外した。最終的にHAL群17例、WW群16例を解析対象とした。対象者の選定プロセスを図2に示す。

1. 介入開始時の基本属性と機能評価の比較

次に、表1に群間比較の結果を示す。年齢、性別、BMI、診断名、麻痺側、発症からRAGT介入開始までの期間、介入期間、介入回数、介入開始時のFAC、HDS-R



図2 対象者の選定フローチャート
HAL: Hybrid Assistive Limb, WW: Welwalk.

表1 対象の基本属性と身体機能の群間比較

	HAL 群 (n=17)	WW 群 (n=16)	p 値
基本属性			
年齢(歳)a	77.5±11.8	77.8±13.3	0.94
性別(男/女)b	8/9	10/6	0.40
BMI (kg/m2) a	20.4±2.6	19.0±2.7	0.15
診断名(梗塞/出血)b	15/2	14/2	0.95
麻痺側(右/左)b	8/9	8/8	0.87
発症から介入開始までの期間(日)c	51.1±34.6	48.1±25.6	0.79
介入期間(日)c	45.1±18.9	61.1±27.8	0.07
介入回数(回)c	18.2±7.7	17.6±11.1	0.86
介入頻度(回/日)c	0.41±0.09	0.32±0.10	<0.01
FAC c	0-2 [1]	0-1 [0]	0.13
介入開始前の機能評価			
SIAS(点)a	45.5±11.3	34.3±9.4	<0.01
FMA(点)a	17.0±7.0	10.0±5.5	<0.01
BBS(点)a	16.2±12.7	6.2±7.4	<0.01
FIM(点)a	51.4±16.9	37.1±11.7	<0.05
HDS-R(点)a	20.2±8.1	14.9±9.7	0.12

対象者の基本属性、機能評価を平均値±標準偏差または最小値-最大値[中央値]で示す。BMI: Body Mass Index, FAC: Functional Ambulation Categories, SIAS: Stroke Impairment Assessment Set, FMA: Fugl-Meyer Assessment, BBS: Berg Balance Scale, FIM: Functional Independence Measure, HDS-R: Hasegawa Dementia Scale-Revised.

a: 独立2標本t検定, b: χ^2 検定, c: Mann-WhitneyのU検定.

は群間で有意な差を認めなかった。

介入開始時のSIAS, FMA, BBS (それぞれ $p<0.01$) およびFIM ($p<0.05$) については, HAL群がWW群に比べて有意に高かった。

2. 介入前後の練習効果の比較

HAL群およびWW群における練習効果について, 両群におけるFAC, SIAS, FMA, BBS, FIMの介入前後のスコアと変化量の比較を表2に示す。両群ともに全項目において, ロボット支援歩行練習前後で有意にスコアの向上を示した ($p<0.05$)。さらに, FACとBBSの変化量において, HAL群がWW群と比較して有意に高値を示した ($p<0.01$)。両群における歩行自立度FACの介入前後での分布を図3に示す。介入終了時に歩行が自立した対象 (FAC ≥ 3) は, HAL群で17例中9例 (52.9%), WW群は16例中5例 (31.3%) であった。一方, SIAS, FMA, FIMの変化量については有意な差は認めなかった。

考 察

本研究では, 回復期脳卒中後患者に対するHALとWWの2種類の外骨格型歩行支援ロボットを使用したRAGTにおける各機器の選択状況や練習効果について検証を行った。

1. どのような対象にHALおよびWWが選択されたか

本研究では, 年齢や介入開始時の歩行自立度, 認知機能などに差がない中で, 運動機能やバランス能力, ADL

能力が比較的高い患者にはHAL, それらの身体機能が重度に障害された患者にWWが選択されていた (表1)。HALとWWの意思決定を, それぞれのロボットの特徴から考察する。

HALは麻痺側下肢筋群の生体電位をもとに, 患者の運動企图を読み取り, 不足する運動出力に対応する関節トルクをアクチュエーターにより補う。そのため, 先行研究では, 重度の運動麻痺を呈する患者は, HALによる練習効果を妨げる可能性が指摘されている⁹⁾。上野ら

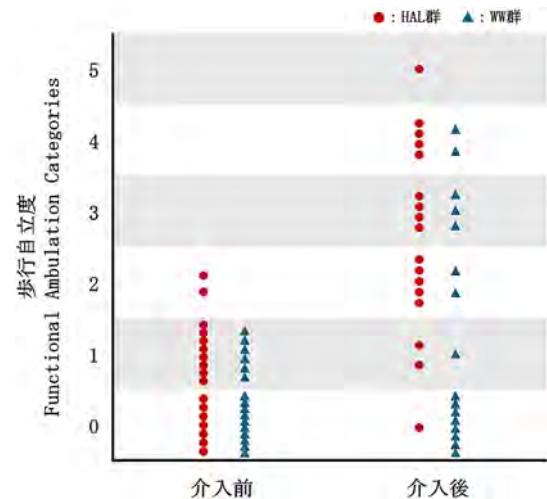


図3 両群における歩行自立度Functional Ambulation Categoriesの介入前後での分布

歩行自立度FACの両群における介入前後での分布を示す。介入後に歩行が自立した対象 (FAC ≥ 3) は, HAL群で17例中9例 (52.9%), WW群は16例中5例 (31.3%) であった。

表2 両群における各検査項目の介入前後のスコアと変化量の比較

		HAL 群 (n=17)	p 値 a	WW 群 (n=16)	p 値 a	p 値 b
FAC	前	0-2 [1]	<0.05	0-1 [0]	<0.05	
	後	0-5 [3]		0-4 [0.5]		
	変化量	2.0 $\pm$ 0.8		1.1 $\pm$ 1.3		<0.01
SIAS(点)	前	45.5 $\pm$ 11.3	<0.05	34.3 $\pm$ 9.4	<0.05	
	後	53.5 $\pm$ 15.0		39.2 $\pm$ 11.7		
	変化量	8.0 $\pm$ 7.1		8.3 $\pm$ 9.9		0.94
FMA(点)	前	17.0 $\pm$ 7.0	<0.05	10.0 $\pm$ 5.5	<0.05	
	後	21.2 $\pm$ 7.2		14.1 $\pm$ 7.1		
	変化量	4.2 $\pm$ 3.0		4.1 $\pm$ 3.2		0.96
BBS(点)	前	16.2 $\pm$ 12.7	<0.05	6.2 $\pm$ 7.4	<0.05	
	後	24.4 $\pm$ 15.5		9.6 $\pm$ 8.8		
	変化量	8.2 $\pm$ 6.8		2.9 $\pm$ 3.5		p<0.01
FIM(点)	前	51.4 $\pm$ 16.9	<0.05	37.1 $\pm$ 11.7	<0.05	
	後	75.0 $\pm$ 23.1		52.7 $\pm$ 24.4		
	変化量	23.6 $\pm$ 13.1		15.6 $\pm$ 15.6		0.13

介入前後の各検査項目の数値および変化量を最小値-最大値 [中央値] または平均値 $\pm$ 標準偏差で示す。FAC: Functional Ambulation Categories, SIAS: Stroke Impairment Assessment Set, FMA: Fugl-Meyer Assessment, BBS: Berg Balance Scale, FIM: Functional Independence Measure.

a: 対応のあるt検定, b: 独立2標本t検定。

は、CVCモードによる支援は、運動イメージと出力の乖離を狭めることができ、内在的フィードバックが促され、機能改善が促進されることが想定されると報告している¹⁰⁾。しかしながら、他の先行研究によると下肢の運動麻痺が重度である場合、筋電図に基づく制御は脳卒中後患者の正常な運動パターンの回復を促進するのではなく、代償運動や異常パターンなどを助長してしまう可能性が示されている¹¹⁾。

一方、WWは体重支持や膝伸展補助を備え、荷重応答が不十分な中等度から重度例や発症早期例でも安全に回復歩行練習が可能で、歩行能力の改善や異常歩行パターンは正に寄与することが示されている⁵⁾。才藤らは、重度片麻痺患者において装具やロボットを使用した早期からの歩行練習を推奨しており、その中でWWは細かな難易度調整や多様なフィードバック機構など、運動学習理論の観点から多くの利点があると報告している¹²⁾。

本研究では、実臨床においてHAL群とWW群で対象患者の重症度や身体機能に差がみられ、その傾向は先行研究の適応報告とおおむね整合していた⁵⁾⁹⁾。また両群ともに歩行自立度の改善が認められたことから、それぞれの機器が患者特性に応じて有効に機能している可能性が示唆される。本研究は機器選択の標準アルゴリズムを提示するものではないが、現場で実際に行われている選択傾向と転帰を明らかにすることで、臨床における意思決定の参考となる知見を提供する点に意義があると考ええる。

2. HALおよびWWの練習効果の違い

本研究では、HALおよびWWを使用した両群で歩行自立度、脳卒中後機能障害、下肢運動機能、バランス能力、ADL能力に介入前後で有意な改善を認め、さらに歩行自立度とバランス能力に関してはHAL群でより高い改善を示した(表2)。

亜急性脳卒中後患者の歩行自立度や下肢運動機能、バランス能力に対するRAGTは、従来の歩行練習と比較しても高い効果をもたらす可能性があり、さらに4週間以上継続される介入が最良と示されている¹³⁾¹⁴⁾。本研究の介入期間は、HAL群で平均45.1日、WW群で平均61.1日と両群で4週間以上継続されており、脳卒中後患者のRAGTにおいて十分な練習期間が確保されたプロトコルであったことが確認された。外骨格型歩行支援ロボットは、ロボットの強固な支持性や免荷によって、患者の転倒に対する恐怖感を抑えることができ、歩行練習中に重心をより麻痺側に移すことを促す効果がある¹⁵⁾。加えて、ロボットの関節アシストによって、機能が低下した患者でも高強度で反復的な歩行練習を行うことができ、前庭器や固有受容器への感覚刺激の入力が増加していくことで、神経可塑性や身体機能回復を促進させることが

期待されている¹⁶⁾。また、両群でFIMの点数にも向上がみられたことについて、RAGTでは、集中的に練習することで獲得した身体機能を実際のADLにつなげる練習に費やすことができたと考えられる。これらのことから、RAGTにおいて選択されるデバイスに違いがあっても、ロボットアシストによって十分な練習量と練習期間を提供することは、脳卒中後患者の身体機能の回復およびADL能力の向上につながることを示唆された。

続いて、HAL群の方が歩行自立度およびバランス能力ともにより改善度が高かったことについて考察する。入院リハビリテーション中のバランス能力の回復率は、重度亜急性期脳卒中患者における退院時の歩行自立度と強い関連があったと報告されている¹⁷⁾。本研究の結果から、RAGTにおけるデバイスの違いは、歩行自立度やバランス能力に影響する可能性が考えられた。Puentesらは、歩行時の下肢運動を共変動ループと共変動平面の観点から評価しており、脳卒中後患者に対するHAL介入後にこれらの逸脱が減少し、下肢協調性が改善したことを報告している¹⁸⁾。つまり、HALは下肢筋活動や関節運動の不規則性を修正することに寄与し、歩行時の正しい神経筋制御を再学習させていることがうかがえる。

一方、多くのレビューではRAGTの介入頻度の違いも、練習効果に影響する可能性が示されている。Mehrholtzらのレビューでは、週2~3回のもので週7回のもので介入頻度に幅がみられたと報告している²⁾。本研究のRAGTの頻度は、HAL群は平均0.41回/日(週に約2.87回)、WW群は平均0.32回/日(週に約2.24回)であった。週3~4回を目標として実施したものの、各患者の状態や目標によって両群で介入頻度の差が認められた。したがって、本研究においても、介入頻度の違いが、歩行自立度およびバランス能力の回復の差に影響した要因のひとつであることが考えられた。特にHALは随意的な筋活動や課題遂行能力がある程度保たれている患者が対象となるため、体力的負担が少なくスケジュール調整もしやすい傾向があり、結果として予定回数を実施しやすかったと考えられる。一方、WW群は体重支持や膝伸展補助が必要な重度例が多く、疲労や合併症管理の影響で予定回数に達しない患者が存在した。このような背景から、介入頻度の違いが生じた可能性がある。さらに、本研究の対象患者は発症から介入開始までの期間が平均約50日であり、脳卒中後の回復期に相当する。この時期は、自発的な神経学的回復が期待できる期間でもあり、本研究で認められた機能改善の一部は、ロボット介入だけでなく、介入頻度の違いや自然回復の影響を受けている可能性も考慮する必要がある。

3. 本研究の限界と展望

当院では、回復期脳卒中後患者に対して可能な限り

すべての症例でRAGTを試みており、対照群を設定していない。そのため、従来のリハビリテーションのみを実施してどのような患者がHALもしくはWWを使用すべきかという見解について述べることはできない。さらに、HDS-R 20点未満の認知機能低下を伴う症例が含まれており、評価項目によっては指示理解の問題が生じた可能性がある。しかし、実際の臨床介入においては、PTによる丁寧な説明と誘導によって、練習は遂行可能であったことを確認している。今後の研究では、認知機能レベルをより厳密に評価し、その影響を考慮した解析を行う必要がある。加えて、本研究の対象群であるHAL群とWW群のRAGT開始時点において、機能評価項目に有意な群間差が認められたことも限界点として挙げられる。今後は、このようなベースラインの交絡因子を統計的に調整するため、共分散分析などの手法を用いてより詳細な分析を行い、介入効果に関する考察を深めていく必要がある。

結 論

回復期脳卒中後患者を対象にHALとWWを使用した歩行練習を実施し、それぞれのロボットの意思決定と練習効果について考察した。下肢運動機能やバランス能力、ADL能力が比較的高い患者はHAL、それらの身体機能がより重度の患者にはWWが選択されていた。さらに、HALはバランス能力や歩行自立度の改善に有利であり、WWは重度の機能低下が認められてもロボットアシストにより歩行練習が可能になり、介入後の機能改善が期待できることが示唆された。

利 益 相 反

開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Feigin VL, Forouzanfar MH, *et al.*: Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study 2010 (GBD 2010) and the GBD Stroke Experts Group: Global and regional burden of stroke during 1990-2010: Findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2014; 383: 245-254.
- 2) Mehrholz J, Thomas S, *et al.*: Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020; 10: CD006185.
- 3) 日本脳卒中学会脳卒中治療ガイドライン委員会編：脳卒中治療ガイドライン2021 [改訂2023]. 協和企画, 東京, 2023, pp. 145-147.
- 4) Ueda T, Hamada O, *et al.*: Feasibility and safety of acute phase rehabilitation after stroke using the hybrid assistive limb robot suit. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2013; 53: 287-290.
- 5) Li T, Hirano S, *et al.*: Robot-assisted gait training using Welwalk in hemiparetic stroke patients: An effectiveness study with matched control. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2020; 29: 1-7.
- 6) Holden M, Gill K, *et al.*: Clinical gait assessment in the neurologically impaired reliability and meaningfulness. *Phys Ther*. 1984; 64: 35-40.
- 7) Bae YH, Ko YJ, *et al.*: Effects of robot-assisted gait training combined with functional electrical stimulation on recovery of locomotor mobility in chronic stroke patients: A randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci*. 2014; 26: 1949-1953.
- 8) Choi W: Effects of robot-assisted gait training with body weight support on gait and balance in stroke patients. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19: 5814.
- 9) Yokota C, Tanaka K, *et al.*: Effect of cyborg-type robot hybrid assistive limb on patients with severe walking disability in acute stroke: A randomized controlled study. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2023; 32: 107020.
- 10) 上野友之, 清水如代, 他：歩行障害のリハビリテーション治療—ロボットを用いた歩行機能回復治療プログラム—. *Jpn J Rehabil Med*. 2018; 55: 745-750.
- 11) Li M, Xu G, *et al.*: A review: Motor rehabilitation after stroke with control based on human intent. *Proc Inst Mech Eng H*. 2018; 232: 344-360.
- 12) 才藤栄一, 平野 哲, 他：運動学習と歩行練習ロボット—片麻痺の歩行再建—. *Jpn J Rehabil Med*. 2016; 53: 27-34.
- 13) Calabro RS, Sorrentio G, *et al.*: Robotic-assisted gait rehabilitation following stroke: A systematic review of current guidelines and practical clinical recommendations. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2021; 57: 460-471.
- 14) Hu MM, Wang S, *et al.*: Efficacy of robot-assisted gait training on lower extremity function in subacute stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *J Neuroeng Rehabil*. 2024; 21: 165.
- 15) Yun N, Joo MC, *et al.*: Robot-assisted gait training effectively improved lateropulsion in subacute stroke patients: A single-blind randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2018; 54: 827-836.
- 16) Morone G, Paolucci S, *et al.*: Robot-assisted gait training for stroke patients: Current state of the art and perspectives of robotics. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2017; 13: 1303-1311.
- 17) Cf G, Mg G, *et al.*: Association between balance recovery during inpatient rehabilitation and gait without physical assistance in severe subacute post-stroke patients. *Physiother Res Int*. 2023; 28: e2029.
- 18) Puentes S, Kadone H, *et al.*: Reshaping of bilateral gait coordination in hemiparetic stroke patients after early robotic intervention. *Front Neurosci*. 2018; 12: 719.

〈Abstract〉

**Comparison of the Use and Training Effects of Two Types of Exoskeleton-type Walking Assistance Robots
for Patients in the Convalescent Phase after Stroke:
Hybrid Assistive Limb and WW-2000**

Daigo HIRADO, PT, MSc, Tatsuro TSUCHIDA, PT, Taizan SHIRAKAWA, MD, PhD
Department of Rehabilitation, Matterhorn Rehabilitation Hospital

Yuta SUZUKI, PT, PhD
Faculty of Rehabilitation, Kyushu Nutrition Welfare University

Objective: This study retrospectively examined patients in the convalescent phase after stroke who received walking assistance using either the Hybrid Assistive Limb (HAL) or WW-2000 (WW) device.

Methods: Patients who underwent walking training with each robot for more than two weeks were divided into respective groups, and their walking independence, lower limb motor function, balance ability, activities of daily living independence, and cognitive function were evaluated.

Results: At the start of the intervention, there were no differences in walking independence or cognitive function; however, the other parameters showed significantly higher values in the HAL group. In terms of changes before and after the intervention, both groups showed significant improvement in each item, with the HAL group showing significantly greater improvement than the WW group in walking independence and balance ability.

Conclusion: Among post-stroke patients in the convalescent phase, HAL was selected for those with relatively high lower limb motor function, balance ability, and activities of daily living ability, whereas WW was selected for those with lower levels. Furthermore, HAL was advantageous for improving walking independence and balance ability, whereas the use of WW suggested that functional improvement through robot-assisted therapy is also expected in patients with severe disabilities.

Key Words: Stroke, Rehabilitation in the convalescent phase, Robot-assisted gait training, Hybrid Assistive Limb, WW-2000

研究論文 (原著)

Q角測定における再現性および測定誤差の検討*

植松大雅^{1) #} 島本大輔^{1) 2)} 杉尾勝也¹⁾

要旨

【目的】本研究の目的は体表から測定したQ角の級内相関係数 (Intraclass Correlation Coefficient: 以下, ICC) および最小可検変化量 (95% Minimal Detectable Change: 以下, MDC_{95}) を算出し, 検者内および検者間再現性や誤差の範囲を明らかにすることとした。【方法】膝疾患のない10名の両膝を対象に, 西宮回生病院の理学療法士4名 (臨床経験年数1, 5, 10, 13年目) が体表からQ角を3回ずつ測定した。検者内および個々の検者間ICC・ MDC_{95} を算出した。【結果】検者内ICCは平均 0.94 ± 0.05 , 検者間ICCは平均 0.34 ± 0.02 であった。個々の検者間比較では5・13年目のICCのみ 0.92 ± 0.02 と高かった。 MDC_{95} は, ICCの高かった5・13年目は $0.90 \pm 0.88^\circ$ であり, その他は $3.00 \pm 0.46^\circ - 7.09 \pm 3.59^\circ$ であった。【結論】本研究では, 体表から測定したQ角の再現性を高めるためには 1° 単位での測定が必要であり, 各ランドマークをより正確に捉えるために触診技術の練習が必要である可能性が考えられた。

キーワード Q角測定, 検者内再現性, 検者間再現性, 測定誤差, 触診技術

はじめに

膝関節のアライメント異常は, Takeuchiら¹⁾によると, 疼痛・大腿四頭筋の筋力低下・変形性膝関節症 (Osteoarthritis: 以下, OA) などに影響するとされる。Q角は, 上前腸骨棘 (Anterior Superior Iliac Spine: 以下, ASIS) と膝蓋骨中央を結ぶ線と膝蓋骨中央と脛骨粗面を結ぶ線のなす角度として, 1964年にBrattstromによって定義され²⁾, 膝蓋骨の外方偏位や亜脱臼リスクを評価する目的で使用される³⁾。しかし, 近年ではQ角が膝関節外旋偏位や⁴⁾, 前十字靭帯再建術 (Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: ACLR) 後の膝前面痛 (Anterior Knee Pain: AKP) の危険因子に関連するという報告もある⁵⁾。このように, Q角は膝関節疾患に関連する重要な

評価指標であることが知られている。

Q角の計測方法については, 体表からゴニオメーターを用いて 1° 単位で計測することが一般的だが, 検者の目線や測定肢位・ゴニオメーターの当て方には技術が必要と言われており⁶⁾, 検者間で測定結果にばらつきが生じると考えられている。この要因としては, 骨形態特性が報告されている。Wilsonら⁷⁾は, 109名の健常人と18歳から90歳の膝OA患者81名を対象に膝蓋骨のFacetの形状を評価し, 内側Facetの形状において健常な男女間や健常な男性とOAのある女性患者間などで差が存在することを報告している。また, Yooら⁸⁾は, 163名の172膝を対象に膝蓋骨や膝蓋腱の形状を評価した。その結果, 膝蓋骨における厚さが異なり, 膝蓋腱の長さや付着部および短軸における厚さに男女差や左右差があると報告している。さらにEdamaら⁹⁾は, 男女計50体の日本人Cadaver100膝を対象に膝蓋骨尖の形状を評価した結果, 膝蓋骨尖の形状にも個人差があることを報告している。こうした背景から, Q角計測には, 解剖学的特性を踏まえ高い触診技術の習得が不可欠であることも知られている。

一方で, 体表から測定したQ角に関する検者内および検者間の再現性や測定誤差の範囲は明らかにされておらず, 西宮回生病院 (以下, 当院) でも臨床上Q角計測を実施しているが検者間および検者内再現性については未検討であった。

* Reliability and Measurement Error of Q-angle Assessments

1) 西宮回生病院リハビリテーション部
(〒662-0957 兵庫県西宮市大浜町1-4)
Taiga Uematsu, PT, Daisuke Shimamoto, PT, Katsuya Sugio, PT: Department of Rehabilitation, Nishinomiya Kaisei Hospital
2) 平成医療福祉グループ総合研究所
Daisuke Shimamoto, PT: Heisei Medical Welfare Group General Research Institute

E-mail: ttttaiga3@gmail.com
(受付日 2025年7月28日 / 受理日 2025年11月14日)
[J-STAGEでの早期公開日 2026年1月14日]



本論文はクリエイティブ・コモンズ [表示 4.0 国際] ライセンスの下に利用許諾されています。

© 2026 日本理学療法学会連合

そこで、本研究では、体表からプラスチックゴニオメーターを使用して測定したQ角の級内相関係数 (Intraclass Correlation Coefficient: 以下, ICC) および95%信頼区間である最小可検変化量 (95%Minimal Detectable Change: 以下, MDC_{95}) を算出し、検者内および検者間再現性や測定誤差の大きさを定量的に明らかにすることを目的とした。

対象および方法

1. 対象

膝疾患のない健常成人10名の両膝の計20膝を対象とした。内訳は男性7名・女性3名、年齢 (平均±標準偏差) 30.8±9.6歳、身長 (平均±標準偏差) 169.9±8.7 cm、体重 (平均±標準偏差) 64.8±8.1 kgであった。

2. 方法

検者は当院の理学療法士 (Physical Therapist: 以下, PT) 4名で実務経験1年目 (以下, PT1)・5年目 (以下, PT5)・10年目 (以下, PT10)・13年目 (以下, PT13) から1名ずつ抽出した。

背臥位でのQ角測定は立位での測定と比較して、大腿骨の回旋にかかわらず左右の対称性が保たれると報告されている¹⁰⁾。このため、本研究では背臥位での計測を実施した。方法は短尺プラスチックゴニオメーターを用いて体表からQ角をそれぞれ3回ずつ連続で計測した。

計測結果は検者が記録し、被検者の計測順序はランダムで実施した。Q角の測定方法は、被検者を安静背臥位 (解剖学的肢位) にて股関節屈曲伸展および内外転・内外旋中間位、膝伸展位とした。検者はASIS・膝蓋骨中央・脛骨粗面の最突起部を触診し、ASISと膝蓋骨中央を結ぶ線と膝蓋骨中央と脛骨粗面を結ぶ線のなす角度を1°単位で計測・記録した¹¹⁾。

3. 統計学的解析

本研究に必要なサンプルサイズは、Walterらの先行研究¹²⁾を基に、 $n = (Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta})^2 \cdot (k-1) \cdot (1-ICC_0)^2 \div k \cdot (ICC_1 - ICC_0)^2$ の式を用いて算出した。本研究では検者数 (k)=4名、帰無仮説ICC (ICC_0) =0.6、期待ICC (ICC_1) =0.8、片側有意水準 (α) =0.05、検出力 (Power) =0.80と設定した。このとき、 $Z_{1-\alpha} = 1.645$ ・ $Z_{1-\beta} = 0.8416$ ・ $ICC_1 - ICC_0 = 0.16$ と計算され、必要なサンプルサイズは19膝と算出された。

再現性の統計学的分析はR version4.3.1を用いた。検者内信頼性にはICC (1,1)、検者間信頼性はICC (2,1) を用いた。検者内および検者間再現性の判断は、Imaiらの先行研究¹³⁾に基づきICC0.8以上を再現性ありとし、ICCの95%信頼区間も算出した。ICCによる再現性計数の評価基準を表1に示す。なお、ICCの値は0から1の範囲をと

り、1は完全な一致を示す。また、各検者の結果から、 MDC_{95} を算出し検者間で比較した。 MDC_{95} の計算式は先行研究¹⁴⁾より $MDC_{95} = SEM \times 1.96 \times \sqrt{2}$ で算出した (1.96は95%信頼区間のz値・ $\sqrt{2}$ は正規化された2つの測定値群の分散の和の標準偏差)。また、SEMについても先行研究¹⁵⁾より $SEM = \text{標準偏差} \div \sqrt{2}$ で算出した。

4. 倫理的配慮

本研究は西宮回生病院倫理委員会の承認を得て実施した (承認番号: 第83号)。また、参加者にはヘルシンキ宣言に則り十分に説明と同意を得て実施した。

結 果

検者内および検者間ICCの結果を表2・3に示す。

検者内ICC (表2) は、平均0.94±0.05と高かったが、検者間ICCは、平均0.34±0.02で低かった (表3)。

検者個人別で比較してみると、PT5とPT13の間でのみICCは高かった (表4・5)。

個々の検者間比較ではPT1/PT5での MDC_{95} は平均3.00±0.46°, PT1/PT10での MDC_{95} は平均7.09±3.59°, PT1/PT13での MDC_{95} は平均3.07±0.46°, PT5/PT10での MDC_{95} は平均6.35±3.14°, ICCの高かったPT5/PT13での MDC_{95} は平均0.90±0.88°, PT10/PT13での MDC_{95} は平均5.68±2.93°であった (表6)。

表1 再現性計数の評価基準

0.9:	great	優秀
0.8:	good	良好
0.7:	ok (fair)	普通
0.6:	possible	可能
<0.6:	re-work	要再考

表2 検者内ICC

PT1	0.91
PT5	0.99
PT10	0.88
PT13	0.96
平均	0.94
標準偏差	0.05

ICC: Intraclass Correlation Coefficient, PT: Physical Therapist.
PT1-13: PT以後の数字は臨床経験年数を表す。

表3 全体の検者間ICC

1回目	0.33
2回目	0.34
3回目	0.36
平均	0.34
標準偏差	0.02

ICC: Intraclass Correlation Coefficient.

表4 個々の検者間ICC

ICC	PT1/PT5	PT1/PT10	PT1/PT13	PT5/PT10	PT5/PT13	PT10/PT13
1回目	0.39	0.24	0.35	0.18	0.93	0.35
2回目	0.52	0.29	0.42	0.22	0.93	0.25
3回目	0.52	0.31	0.5	0.22	0.89	0.26
平均	0.48	0.28	0.42	0.21	0.92	0.29
標準偏差	0.08	0.04	0.08	0.02	0.02	0.06

ICC: Intraclass Correlation Coefficient, PT: Physical Therapist.

PT1-13: PT以後の数字は臨床経験年数を表す.

表5 個々の検者間ICC (95%信頼区間)

ICC	PT1/PT5	PT1/PT10	PT1/PT13	PT5/PT10	PT5/PT13	PT10/PT13
1回目	-0.01~0.70	-0.10~0.60	-0.05~0.67	-0.12~0.53	0.69~0.98	-0.05~0.67
2回目	0.13~0.77	-0.11~0.65	0.02~0.71	-0.11~0.56	0.84~0.97	-0.11~0.59
3回目	0.13~0.78	-0.11~0.67	0.07~0.77	-0.11~0.56	0.74~0.95	-0.10~0.60

ICC: Intraclass Correlation Coefficient, PT: Physical Therapist.

PT1-13: PT以後の数字は臨床経験年数を表す.

表6 個々の検者間ICCにおけるMDC₉₅の値 (単位: °)

PT1/PT5	PT1/PT10	PT1/PT13	PT5/PT10	PT5/PT13	PT10/PT13
3.00±0.46	7.09±3.59	3.07±0.46	6.35±3.14	0.90±0.88	5.68±2.93

ICC: Intraclass Correlation Coefficient, MDC₉₅: 95% Minimal Detectable Change, PT: Physical Therapist.

PT1-13: PT以後の数字は臨床経験年数を表す.

考 察

本研究では、体表から測定したQ角の検者内・検者間の再現性および測定誤差について検討した。

Q角の信頼性についての報告は散見される。測定方法において、立位での測定と背臥位での測定が報告されており⁶⁾¹⁶⁾¹⁷⁾、その再現性についても差異が報告されている。

横山ら⁶⁾は、ゴニオメーターを用いた立位測定における検者内ICC(1,1)は0.84~0.92、検者間ICC(2,1)で0.46と報告している。また、Caylorら¹⁶⁾も同様の方法で、検者内ICC(1,1)は0.84~0.90、検者間ICC(2,1)で0.83と報告している。

一方、Smithら⁴⁾はQ角の再現性におけるシステムティックレビューを報告している。方法はゴニオメーターを使用した背臥位での測定におけるICCを検討し、検者内ICC(1,1)は0.22~0.98、検者間ICC(2,1)で0.2~0.7と報告している。これらの先行研究から、Q角測定の信頼性は測定肢位などによって、ICCにばらつきが生じていると考えられる。

本研究の結果では、検者内ICC(1,1)は平均0.94±0.05であり、全体の検者間ICC(2,1)は平均0.34±0.02でSmithら⁴⁾の先行研究と類似したICC結果となった。また、MDC₉₅は再現性が低かった全体および個々の検者間では3.00±0.46°~7.09±5.59°であった。再現性の高かった

PT5・PT13におけるMDC₉₅の平均は約1°であった。

Q角測定には触診技術の熟練度や正確なゴニオメーターの当て方および読み方が必要であることが報告されている⁶⁾¹⁶⁾。

本研究でも各ランドマークの形状を正確に捉える触診技術における難易度の高さなどが関与した可能性が考えられ、触診に必要な各ランドマークの形状について着目した。

Wilsonら⁷⁾は、膝蓋骨のFacetの形状に男女差が存在すると報告し、Yooら⁸⁾は、膝蓋骨における厚さが異なり、膝蓋腱の長さや付着部および短軸における厚さに男女差や左右差があると報告している。またEdamaら⁹⁾は、膝蓋骨尖の形状にも個体差があることを報告した。

加えて、脛骨粗面の形状において男性は女性と比較してより前方に位置している¹⁷⁾という報告や、Q角測定は膝蓋骨中央および脛骨粗面の触診誤差によって角度が優位に変化する¹⁸⁾という報告もあった。これらのことから、膝蓋骨や脛骨粗面などのランドマークを触診する能力がQ角測定の再現性に影響を与えた可能性が考えられた。

また、短尺ゴニオメーターによる関節可動域測定では、長尺ゴニオメーターと比較して検者内信頼性が低く、測定誤差も大きいことが報告されている¹⁹⁾。本研究では短尺プラスチックゴニオメーターを使用したため、この点がQ角の再現性に影響した可能性も考えられ

た。

最後に、本研究の課題は2つ挙げられる。1つ目は、足部の肢位が統一できていなかった点である。Olerudら²⁰⁾は足部回内外の影響によってQ角が変化すると報告している。本研究では安静背臥位としているが、足部の肢位を統一できておらず、被検者のQ角が変化した可能性も考えられた。2つ目はプラスチックゴニオメーターのメーカーが統一できていなかった点である。Konorら²¹⁾によるとゴニオメーターの種類は測定誤差に影響しないと報告されている。一方で、ゴニオメーターの種類やデバイスの違いが測定誤差を大きくさせることも報告されており²²⁾、ゴニオメーターの種類を統一した検討が必要であった可能性がある。

結 論

本研究では、体表からのQ角測定において触診技術が高いほど測定誤差が1°単位で精密に計測できており、再現性も高かった。よってQ角測定の再現性を高めるためには1°単位での測定が必要であり、各ランドマークをより正確に捉える触診技術の練習が必要である可能性が考えられた。

利 益 相 反

開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 竹内義享, 竹内広充: 下肢のアライメントからみた膝関節痛について. 全日本鍼灸学会雑誌. 1994; 44: 329-332.
- 2) Brattstrom H: Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. Acta Orthop Scand. 1964; 68: 20-52.
- 3) Mizuno Y, Kumagami M, *et al.*: Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. J Orthop Res. 2001; 19: 834-841.
- 4) Smith TO, Hunt NJ, *et al.*: The reliability and validity of the Q-angle: A systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2008; 16: 1068-1079.
- 5) Phatama KY, Isma SSP, *et al.*: Relationship of anterior knee pain with quadriceps angle and anthropometric measurements in an Asian female population. Malays Orthop J. 2022; 16: 95-101.
- 6) 横山寛子, 尾田 敦, 他: 下肢アライメントの測定信頼性—Navicular drop test, Q-angle, Craig testの検討—. 東北理学療法学. 2017; 29: 112-119.
- 7) Wilson LAB, Lynch JT, *et al.*: Sex differences in patellar facet shape among healthy and osteoarthritic cohorts. Osteoarthritis Cartilage. 2024; 32: 1433-1442.
- 8) Yoo JH, Yi SR, *et al.*: The geometry of patella and patellar tendon measured on knee MRI. Surg Radiol Anat. 2007; 29: 623-628.
- 9) Edama M, Kageyama I, *et al.*: Anatomical study of the inferior patellar pole and patellar tendon. Scand J Med Sci Sports. 2017; 27: 1681-1687.
- 10) Sanchez HM, Sanchez EG, *et al.*: Evaluation of Q angle in different static postures. Acta Ortop Bras. 2014; 22: 325-329.
- 11) 竹内 薫, 永井 聡, 他: 大腿脛骨関節の主観的脛骨外旋とQ-angleとの関連性—Q-angleを脛骨回旋評価に使えるか?—. 理学療法学 Supplement. 2009; 36: P3-357.
- 12) Walter SD, Eliasziw M, *et al.*: Sample size and optimal designs for reliability studies. Stat Med. 1998; 17: 101-110.
- 13) 今井 樹, 潮見泰藏: 理学療法研究における“評価の信頼性”の検査法. 理学療法科学. 2004; 19: 261-265.
- 14) 下井俊典, 谷 浩明: 最小可検変化量を用いた2種類の継ぎ足歩行テストの絶対信頼性の検討. 理学療法科学. 2010; 25: 49-53.
- 15) 下井俊典: 評価の絶対信頼性. 理学療法科学. 2011; 26: 451-461.
- 16) Caylor D, Fites R, *et al.*: The relationship between quadriceps angle and anterior knee pain syndrome. J Orthop Sports Phys Ther. 1993; 17: 11-16.
- 17) Brzobohata H, Krajicek V, *et al.*: Sexual dimorphism of the human tibia through time: Insights into shape variation using a surface-based approach. PLoS One. 2016; 11: e0166461.
- 18) France L, Nester C: Effect of errors in the identification of anatomical landmarks on the accuracy of Q angle values. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2001; 16: 710-713.
- 19) de Carvalho RM, Mazzer N, *et al.*: Analysis of the reliability and reproducibility of goniometry compared to hand photogrammetry. Acta Ortop Bras. 2012; 20: 139-149.
- 20) Olerud C, Berg P: The variation of the Q angle with different positions of the foot. Clin Orthop Relat Res. 1984; 191: 162-165.
- 21) Konor MM, Morton S, *et al.*: Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. Int J Sports Phys Ther. 2012; 7: 279-287.
- 22) Remigio W, Tsai N, *et al.*: Inter-rater and intra-rater reliability of the fluid goniometer for measuring active knee flexion in painful knees; correlations do not mean agreement. J Phys Ther Sci. 2017; 29: 984-998.

〈Abstract〉

Reliability and Measurement Error of Q-angle Assessments

Taiga UEMATSU, PT, Daisuke SHIMAMOTO, PT, Katsuya SUGIO, PT

Department of Rehabilitation, Nishinomiya Kaisei Hospital

Daisuke SHIMAMOTO, PT

Heisei Medical Welfare Group General Research Institute

Objective: This study aimed to evaluate the reproducibility and measurement error of Q-angle assessments performed using surface anatomical landmarks by calculating intra-class correlation coefficients (ICCs) and the minimal detectable change at the 95% confidence level (MDC_{95}).

Methods: Ten healthy individuals without knee pathology were assessed bilaterally. Four physical therapists with 1, 5, 10, and 13 years of clinical experience each measured the Q-angle three times. Intra- and inter-rater ICCs and MDC_{95} values were calculated.

Results: The mean intra-rater ICC was 0.94 ± 0.05 , which indicates high consistency within raters. In contrast, the average inter-rater ICC was 0.34 ± 0.02 . Notably, the pair with 5 and 13 years of experience demonstrated a high inter-rater ICC of 0.92 ± 0.02 . Their corresponding MDC_{95} was $0.90 \pm 0.88^\circ$, while other rater combinations ranged from $3.00 \pm 0.46^\circ$ to $7.09 \pm 3.59^\circ$.

Conclusion: High reproducibility of Q-angle measurements appears to require a measurement precision of $\leq 1^\circ$, which emphasizes the importance of accurate palpation of anatomical landmarks.

Key Words: Q-angle, Intra-rater reliability, Inter-rater reliability, Measurement error, Palpation technique

高齢大腿骨近位部骨折患者における入院時血清アルブミン値と 退院時歩行自立度との関連*

—常用薬数による層別化を用いた単施設後方視的コホート研究—

小宮大輔^{1) #} 水上健太²⁾ 江郷功起¹⁾ 岩井宏治³⁾

要旨

【目的】大腿骨近位部骨折 (hip fractures: 以下, HF) 患者における入院時血清アルブミン値と退院時歩行自立度との関連を, ポリファーマシーの有無・程度別に検討した。【方法】75歳以上のHF術後患者243例を対象に, 常用薬数によって非ポリファーマシー群, ポリファーマシー群 (6剤以上), ハイパーポリファーマシー群 (10剤以上) の3群に分類した。退院時functional ambulation category (以下, FAC) スコア3以上を歩行自立と定義し, 血清アルブミン値との関連を多重ロジスティック回帰分析によって患者層ごとに評価した。【結果】血清アルブミン値はポリファーマシー群 (OR 2.49) とハイパーポリファーマシー群 (OR 3.59) においてのみFACスコア3以上と有意に関連した。【結論】入院時血清アルブミン値は, ポリファーマシー患者においてこそ, 退院時歩行自立を予測する有用な指標となる。

キーワード 大腿骨近位部骨折, 血清アルブミン値, ポリファーマシー, 歩行能力, 高齢者

はじめに

わが国における大腿骨近位部骨折 (hip fractures: 以下, HF) は, 80歳以上の患者が全体の7割以上を占める主要な加齢関連疾患である¹⁾²⁾。急性期病院は, 高齢患者の早期歩行能力回復を支援し, スムーズな転院調整を提供する必要がある³⁾。そのため, 入院時の限られた情報に基づき退院時の機能的転帰を予測することは, 不良転帰が予測される症例への重点的な介入計画を可能にするため, その臨床的意義は大きい。そのような背景の

なか, 血清アルブミン値 (以下, アルブミン値) は, HF患者の術後合併症の発症や死亡率⁴⁾⁵⁾, さらに急性期退院時の歩行自立度 (以下, 退院時歩行自立度) との関連が指摘されている⁶⁾⁷⁾。多くの先行研究では, 入院時に採取された血液検体によるアルブミン値が予後予測に用いられており, 臨床の早期段階で得られる指標として有用性が期待されている。

しかしながら, 高齢者では多疾患併存状態が一般的であり⁸⁾, その影響による慢性炎症の持続は, 非栄養的要因によるアルブミン値低下を招くことが知られている⁹⁾¹⁰⁾。先行研究ではこの点を十分に考慮しておらず, アルブミン値の予後予測因子としての一般化可能性は限定的である。また, 併存疾患負担の指標として広く用いられるCharlson Comorbidity Index (以下, CCI) は, フレイルやサルコペニアといった高齢者特有の健康状態を反映しない¹¹⁾。そのため, CCIでは高齢者の併存疾患負担を適切に評価できるとはいえない。このように, アルブミン値に対する併存疾患負担の影響はこれまで定量的に評価されておらず, アルブミン値の予後予測能には限界があると考えられる。

そこで本研究では, 併存疾患負担を反映する可能性のある指標として常用薬数に着眼した。わが国の高齢者は複数の慢性疾患を背景に多剤併用状態 (以下, ポリ

* Association Between Serum Albumin Levels at Hospital Admission and Functional Ambulation at Discharge in Older Patients with Hip Fractures: A Single-center, Retrospective Cohort Study Using Polypharmacy-based Stratification

1) 地方独立行政法人大牟田市立病院リハビリテーション科

(〒836-8567 福岡県大牟田市宝坂町2-19-1)

Daisuke Komiya, PT, Katsuki Egoh, PT, MSc: Division of Rehabilitation, Omuta City Hospital

2) 秋吉整形外科クリニックリハビリテーション部

Kenta Minakami, PT: Department of Rehabilitation, Akiyoshi Orthopedic Clinic

3) 星城大学リハビリテーション学部理学療法専攻

Kohji Iwai, PT, PhD: Division of Physical Therapy and Care, Faculty of Rehabilitation, Seijoh University

E-mail: komikomirock@hotmail.com

(受付日 2025年7月4日/受理日 2025年9月12日)

[J-STAGEでの早期公開日 2025年11月12日]



ファーマシー)にあることが多い¹²⁾。ポリファーマシーは、薬物有害事象リスクの増大や服薬アドヒアランス低下との関連が指摘されており¹³⁻¹⁵⁾、高齢者医療における重要な課題である。加えて、ポリファーマシーは転倒、日常生活動作能力の低下、嚥下障害といった不良転帰の増加とも関連し¹⁶⁻¹⁸⁾、高齢者の併存疾患負担を間接的に反映する指標となることが期待される。本研究の目的は、高齢HF術後患者をポリファーマシーの有無と程度に基づいて層別化し、入院時アルブミン値の退院時歩行自立度に対する予測能の違いを検討することである。

対象および方法

1. 研究デザイン・対象

本研究は、後方視的コホート観察研究として実施した。対象は、2017年4月から2023年8月の間に、320床を有する急性期総合病院である地方独立行政法人大牟田市立病院(以下、当院)に入院したHF患者332例とした。除外基準は、1) 75歳未満、2) 受傷前に歩行不能であった患者、3) 頭部外傷性疾患などの他の急性疾患の合併、4) 入院中に新たな急性疾患を発症した場合、5) 他部位の骨折の併発、6) 当院入院中の受傷、7) 死亡退院、8) 保存的治療を受けた場合、9) 入院中に併存疾患の増悪が認められた場合とした。除外基準に該当した89例を除外し、最終的に243例を解析対象とした。本研究では後方視的デザインの特性上、あらかじめサンプルサイズの算出は行わず、解析可能な全症例(n=243)を対象とした(図1)。

手術は、骨接合術または人工骨頭置換術(bipolar hip arthroplasty: 以下、BHA)が行われた。当院のクリニカルパスでは、手術翌日から理学療法を開始し、骨接合術では術後2日目、BHAでは術後4日目から全荷重による歩行練習を許可している。一般的にはBHAの方が早期荷重が可能とされるが、当院では術後の脱臼リスクを回避する目的から、クリニカルパスに基づきBHAを術後3日目まで免荷とする運用を行っている。加えて、関節可動域運動、筋力増強運動、心肺持久力運動などを、疼痛や身体状況に応じて段階的に実施した。栄養管理については、基礎疾患の有無や種類に応じた標準食または治療食を基本とし、必要に応じて補液や静脈栄養が行われた。アルブミン製剤の投与は、主治医の臨床判断に基づき限られた症例にのみ実施された。

2. ベースラインデータの収集

データは、整形外科領域で5年以上の臨床経験を有する理学療法士3名が分担して収集し、ダブルチェックにより検証された。これにより測定バイアスの最小化を図った。収集したベースライン項目は、先行研究に基づき、退院時歩行自立度に影響を及ぼす可能性があるもの

とした。具体的には、年齢、性別、body mass index(以下、BMI)、受傷前の歩行補助具の使用有無(以下、歩行補助具の使用)、骨折型、受傷から手術までの日数(time to surgery: 以下、TTS)、術式、併存疾患の有無、アルブミン値、入院時の推定糸球体濾過量(estimated glomerular filtration rate: 以下、eGFR)、老年栄養リスク指数(geriatric nutritional risk index: 以下、GNRI)および常用薬数である¹⁹⁻²³⁾。

歩行補助具については、使用の有無のみを記録し、その種類の分類は行わなかった。骨折型は、大腿骨頭部骨折と大腿骨転子部骨折の2種類に分類し、各型における臨床的重症度の評価は実施しなかった。術式は骨接合術とBHAの2種類に分類したが、手術時間、出血量、麻酔方法、使用インプラントの種類については、調査対象外とした。併存疾患については、代表的な慢性疾患である高血圧(hypertension: 以下、HT)に加え、HF術後の不良転帰との関連が報告されている2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus: 以下、T2DM)、慢性心不全(chronic heart failure: 以下、CHF)、慢性腎臓病(chronic kidney disease: 以下、CKD)および血液透析(hemodialysis: HD)の有無を調査したが²⁴⁻²⁸⁾、それらの臨床的重症度評価は行わなかった。アルブミン値は、受傷による影響を最小限に抑えるために、入院1日目の採血によって得られた検体から当院の標準検査法により測定したが、受傷から測定までの期間は調査しなかった。GNRIは、先行研究に基づく計算式にしたがって算出した²⁹⁾。常用薬数は、入院時に患者が持参した薬剤のうち、2週間以上継続して処方されている内服薬の品目数と定義し、その数をカウントした。点眼薬、点鼻薬、吸入薬、外用薬、注射薬、解熱鎮痛薬などの頓用薬、ならびに市販薬やサプリメントなどの非処方薬は除外した。なお、先行研究を参考に、常用薬が6剤以上の場合をポリファーマシー、10剤以上の場合をハイパーポリファーマシーと定義した³⁰⁻³²⁾。

3. アウトカムの設定

歩行能力の評価には、HF患者を対象とした先行研究で汎用されているfunctional ambulation category(以下、FAC)スコアを使用した^{33) 34)}。FACスコアは、歩行時に必要とされる身体的介助の程度に基づき、0から5の6段階で評価される臨床指標であり、スコアが高いほど歩行の自立度が高いことを示す³⁴⁾。FACスコア3は、体重を支えるような直接的な身体的介助なしに歩行が可能な状態を指すが、安全確保のための他者による監視を必要とする場合を含む³⁴⁾。本研究におけるアウトカムは、退院時に身体的介助を要さない歩行能力への到達とし、FACスコア3以上に設定した³⁵⁾。

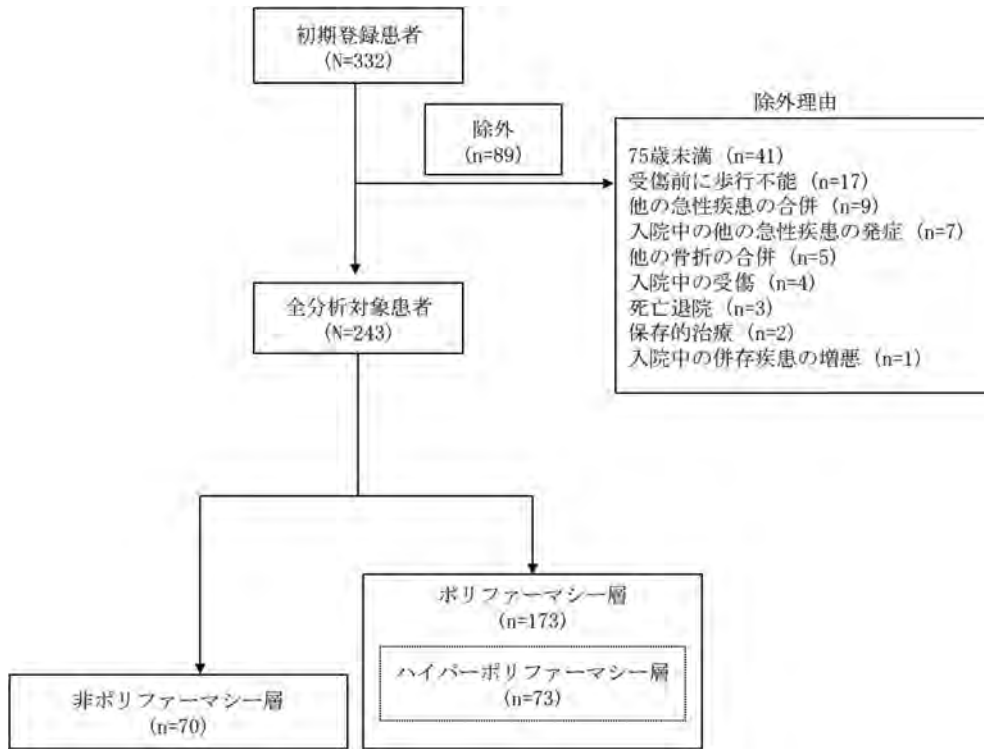


図1 研究対象選定と層別化のフローチャート

4. 統計学的処理

本研究では、ベースライン項目およびアウトカムにおける欠損データは認められなかったため、すべての症例を完全データとして解析に含めた。まず、対象者を常用薬数に基づき、非ポリファーマシー群およびポリファーマシー群の2群に分類した。次に、ポリファーマシー群のうち、10剤以上の常用薬を有する群をハイパーポリファーマシー群として追加分割し、最終的に3群（非ポリファーマシー群、ポリファーマシー群、ハイパーポリファーマシー群）に層別化した。

続いて、各群におけるベースライン特性とアウトカムの要約統計量として、数値変数は平均値または中央値、カテゴリ変数は割合を算出した。数値変数の正規性はShapiro-Wilk検定により判定し、正規分布が認められた場合には平均値を、非正規分布の場合には中央値を採用した。最後に、アルブミン値と退院時歩行自立度との関連を検討するため、群別に多重ロジスティック回帰分析を実施した。従属変数はFACスコア3以上、独立変数はすべてのベースライン項目とした。解析は、非ポリファーマシー群をモデル1、ポリファーマシー群をモデル2、ハイパーポリファーマシー群をモデル3として、それぞれの群に限定したロジスティック回帰分析を行った。モデル構築にはAkaike's information criterionに基づくステップワイズ法を用いた。

モデルの有意性は尤度比検定により評価し、抽出された各因子についてオッズ比 (odds ratio: 以下, OR) および95%信頼区間 (95% confidence interval: 以下, 95%CI)

を算出した。多重共線性の評価にはvariance inflation factor (以下, VIF) を用い、5以上の場合を多重共線性ありと判定した。モデルの適合度はHosmer-Lemeshow検定により評価した。receiver operating characteristic (以下, ROC) 曲線分析では、アルブミン値が有意因子として抽出された群において、area under the curve (以下, AUC), Youden指数に基づくカットオフ値、感度および特異度を算出した。

すべての統計解析は、R (バージョン4.3.1, CRAN) およびR Commander (バージョン2.9.1) を使用して実施した。Hosmer-Lemeshow検定にはResource Selectionパッケージを用いた。すべての検定における有意水準は $p < 0.05$ とした。

5. 倫理的配慮

本研究は、大牟田市立病院倫理審査委員会の承認を得て実施した (承認番号: 第2324号)。全ての研究手続きでは、ヘルシンキ宣言を遵守し、患者の個人情報保護に配慮して匿名化を行った。後ろ向き研究であり、侵襲的な介入や患者への直接的な接触を伴わないため、書面によるインフォームドコンセントは取得せず、研究実施に関する情報を公開し、患者が研究参加を拒否できるオプトアウトの機会を保障した。

結 果

本研究のフローチャートを図1に示す。非ポリファーマシー群は70例、ポリファーマシー群は173例であり、

表1 各群における患者層別のベースライン特性およびアウトカムの要約統計

	全分析対象患者 (N=243)	非ポリファーマシー群 (n=70)	ポリファーマシー群 (n=173)	ハイパーポリファーマシー群 (n=73)
ベースラインデータ				
年齢	88 (84-92)	88.5 (82-93)	88 (84-92)	88 (84-90)
女性 (%)	198 (81.5)	56 (80.0)	142 (82.1)	59 (80.8)
BMI (kg/m ²)	19.4 (17.5-21.8)	18.3 (16.9-20.2)	19.6 (17.8-22.4)	20.1 (18.2-23.5)
受傷前の歩行補助具の使用 (%)	152 (62.6)	36 (51.4)	116 (67.1)	51 (69.9)
頸部骨折 (%)	133 (54.7)	37 (52.9)	96 (55.5)	36 (49.3)
TTS (日)	5 (3-7)	5 (3-7)	5 (3-7)	4 (3-7)
術式				
BHA (%)	88 (36.2)	23 (32.9)	65 (37.6)	24 (32.9)
併存疾患				
T2DM (%)	50 (20.6)	9 (12.9)	41 (23.7)	22 (30.1)
HT (%)	151 (62.1)	34 (48.6)	117 (67.6)	50 (68.5)
CHF (%)	50 (20.6)	9 (12.9)	41 (23.7)	19 (26.0)
CKD (%)	38 (15.6)	4 (0.1)	34 (19.7)	22 (30.1)
HD (%)	1 (1.4)	0 (0)	1 (0.6)	1 (1.4)
血清アルブミン値 (g/dL)	3.6 (3.1-3.9)	3.65 (3.2-3.9)	3.5 (3.1-3.9)	3.5 (3.1-3.9)
eGFR (mL/min/1.73m ²)	58.5 (40.9-72.1)	64.4 (51.2-76.4)	52.8 (36.6-70.3)	47.6 (25.3-65.3)
GNRI	94.2±11.1	92.5±11.0	94.9±11.1	95.9±12.5
常用薬数	8 (5-10)	3 (1-4)	9 (7-11)	12 (10-13)
アウトカム				
退院時FACスコア3以上 (%)	102 (42.0)	33 (47.1)	69 (39.9)	29 (39.7)

正規分布が確認された変数は「平均値±標準偏差」、正規分布に従わない変数は「中央値 (四分位範囲 [25%-75%])」で示した。BMI: body mass index, TTS: time to surgery, BHA: bipolar hip arthroplasty, T2DM: type 2 diabetes mellitus, HT: hypertension, CHF: chronic heart failure, CKD: chronic kidney disease, HD: hemodialysis, eGFR: estimated glomerular filtration rate, GNRI: geriatric nutritional risk index, FAC: functional ambulation category.

後者のうち73例はハイパーポリファーマシー群に該当した。各群におけるベースライン特性およびアウトカムの要約統計量を表1に示す。アルブミン値の中央値は3.5~3.65 g/dLの範囲であり、ポリファーマシー群およびハイパーポリファーマシー群では相対的に低値を示した。退院時にFACスコア3以上を達成した割合は、非ポリファーマシー群で47.1%、ポリファーマシー群で39.9%、ハイパーポリファーマシー群で39.7%であり、ハイパーポリファーマシー群で最も低かった。

多重ロジスティック回帰分析の結果を表2に示す。非ポリファーマシー群に対する解析 (以下、モデル1) では、年齢 (OR 0.88, 95%CI 0.79-0.95, $p<0.01$) およびeGFR (OR 0.97, 95%CI 0.93-0.99, $p<0.05$) が有意な関連因子として抽出されたが、アルブミン値は抽出されなかった。一方、ポリファーマシー群およびハイパーポリファーマシー群に対する解析 (以下、モデル2およびモデル3) では、アルブミン値が有意変数として抽出され、モデル2ではOR 2.49 (95%CI 1.35-4.80, $p<0.01$)、モデル3ではOR 3.59 (95%CI 1.31-11.54, $p<0.05$) であった。いずれのモデルにおいても、抽出された全変数のVIFは5未満であり、多重共線性は認められなかった。モデルごとの尤度比検定はいずれも有意 ($p<0.01$) であり、Hosmer-

表2 退院時歩行自立度 (FACスコア3以上) に関連する因子: 多重ロジスティック回帰分析の結果

	p 値	OR	95% CI		VIF
			下限	上限	
モデル 1					
年齢	0.004	0.88	0.79	0.95	1.14
CKD	0.112	0.11	0.004	1.45	1.24
eGFR	0.024	0.97	0.93	0.99	1.35
HT	0.152	0.45	0.15	1.34	1.02
モデル 2					
血清アルブミン値	0.005	2.49	1.35	4.80	1.00
頸部骨折	0.070	1.81	0.96	3.48	1.00
モデル 3					
血清アルブミン値	0.020	3.59	1.31	11.54	1.07
年齢	0.124	0.93	0.85	1.02	1.00
頸部骨折	0.067	2.82	0.94	8.85	1.02
常用薬数	0.054	0.68	0.44	0.97	1.09

各モデルにおけるモデル χ^2 検定の結果はいずれも $p<0.01$ であり、統計学的に有意であった。Hosmer-Lemeshow検定の結果は、モデル1: $p=0.71$, モデル2: $p=0.17$, モデル3: $p=0.18$ であり、いずれも良好な適合性を示した。OR: odds ratio, CI: confidence interval, VIF: variance inflation factor, CKD: chronic kidney disease, eGFR: estimated glomerular filtration rate, HT: hypertension.

表3 アルブミン値の退院時FACスコア3以上に対するROC曲線分析の結果

	モデル2	モデル3
カットオフ値 (g/dL)	3.45	3.35
感度 (95% CI)	69.6 (58.7–80.4)	86.2 (73.7–98.8)
特異度 (95% CI)	53.8 (44.3–63.4)	52.3 (37.5–67.0)
AUC (95% CI)	0.64 (0.56–0.73)	0.67 (0.54–0.80)

CI: confidence interval, AUC: area under the curve.

Lemeshow検定の結果も、モデル1: $p=0.71$, モデル2: $p=0.17$, モデル3: $p=0.18$ と、すべて良好な適合性を示した。アルブミン値の退院時FACスコア3以上に対するROC曲線分析の結果を表3に示す。モデル3におけるアルブミン値のカットオフ値は3.35 g/dLであり、AUCは0.67, 感度86.2%, 特異度52.3%を示し、3モデル中で最も高い予測精度を有していた。

考 察

本研究では、高齡HFs術後患者を対象に、退院時の歩行自立度に関連する因子を、常用薬数によって層別化して検討した。その結果、ポリファーマシー群およびハイパーポリファーマシー群において、入院時のアルブミン値が退院時の身体的介助を要さない歩行能力 (FACスコア3以上) への到達と有意に関連していた。一方、非ポリファーマシー群ではこの関連は認められなかった。これらの結果は、アルブミン値がすべての患者に対して一律に有効な予後指標というよりも、多剤併用を要するような重症度の高い患者群において、特にその予測的意義が高まることを示唆するものである。

ポリファーマシー群およびハイパーポリファーマシー群では、HT, T2DM, CHF, CKDなどの慢性疾患が多く併存していた。これらの疾患は、慢性炎症を介してアルブミン値の低下を引き起こすことが知られている^{9) 10)}。さらに、骨折や手術に伴う急性炎症も、炎症性サイトカインの産生を通じて肝臓でのアルブミン合成を抑制し、アルブミン合成を直接的に抑制する³⁶⁾。加えて、こうした慢性疾患や高齡そのものがサルコペニアのリスク因子でもあり、筋タンパク異化や慢性微小炎症がアルブミン値をさらに低下させる要因となる^{37–40)}。本研究において、これらの疾患を多く有するポリファーマシー群でアルブミン値が相対的に低値であったことは、こうした複合的な病態を反映していると考えられる。また、先行研究では75歳以上の日本人高齢者におけるサルコペニアや死亡リスクの上昇と関連するアルブミン値のカットオフ値は3.8 g/dLとされている⁴¹⁾。本研究で算出されたカットオフ値は3.35–3.45 g/dLとこれを下回っており、対象者がすでに臨床的に意義のある低アルブミン血症の状態にあった可能性がある。アルブミン値は、低栄養状

態、慢性疾患、炎症、サルコペニアなど、複数の病態を反映する包括的なバイオマーカーであり、特に併存疾患負担が高い患者群においては、退院時の歩行自立度を予測するうえで有用な臨床情報となりうる。

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、後方視的コホート研究であるため、観察された入院時アルブミン値と退院時歩行自立度との関連は因果関係を示すものではない。また、ポリファーマシー群とハイパーポリファーマシー群の一部重複により、厳密な群間比較は困難であった。第二に、情報収集上の限界がある。受傷前の歩行能力についてFACスコアでの評価ができず、歩行補助具の使用有無を代替指標としたが、これにより歩行能力の実態を過小評価した可能性がある。さらに、認知機能、リハビリテーション実施量、薬剤の内容や有害事象、サルコペニアの評価といった、歩行自立度に影響しうる重要な交絡因子が十分に調整されていなかった点も、本研究の解釈上の重要な制約である。加えて、ROC解析におけるアルブミン値のAUCは最大でも0.67と予測精度は限定的であった。これは、対象者の年齢中央値が88歳と極めて高齢であったことから、加齢に伴う身体機能の多様性が予測モデルの精度に影響を与えた可能性がある。第三に、バイアスの影響が否定できない。アルブミン値の測定に関しては、受傷から採血までの期間にばらつきがある可能性があり、この点が測定値に影響を及ぼした可能性がある。また、本研究では院内受傷例を除外しており、これに伴う選択バイアスの影響も考慮する必要がある。さらに、アルブミン値を連続変数として解析した一方で、カテゴリ変数としての検討や、異なるカットオフ値を用いた感度分析を実施しておらず、これらの不実施は本研究におけるモデルの頑健性を制限する可能性がある。第四に、外的妥当性に関する限界がある。本研究は単施設で実施され、対象が極めて高齢の日本人患者に限定されているため、他施設や異なる年齢層への一般化には慎重な解釈が求められる。今後は、認知機能、サルコペニア指標、リハビリテーション実施量などの交絡因子を包括的に考慮した多因子予測モデルの構築、カットオフ値の感度分析を含む多角的な統計的検証、および多施設共同による前向き研究を通じて、外的妥当性と臨床応用性の高い知見の蓄積が求められる。

結 論

入院時のアルブミン値は、多疾患併存状態をはじめとした高齢者特有の健康状態を反映する包括的な指標として、高齢HFs患者における退院時歩行自立度の予測に有用である可能性がある。特に、10剤以上の薬剤を常用するハイパーポリファーマシー群において、その予測的意義は最も高かった。

利益相反

本研究に関して開示すべき利益相反はなく、特定の研究助成も受けていない。

謝辞：本研究の実施にあたり、ご協力いただいた対象者ならびに関連施設の職員の皆様に深く感謝申し上げます。

文 献

- Yoshimura N, Suzuki T, *et al.*: Epidemiology of hip fracture in Japan: Incidence and risk factors. *J Bone Miner Metab.* 2005; 23(Suppl): 78–80.
- Koseki H, Sunagawa S, *et al.*: Incidence of and risk factors for hip fracture in Nagasaki, Japan from 2005 to 2014. *Arch Osteoporos.* 2021; 16: 111.
- Nakamura K, Kurobe Y, *et al.*: Impact of early postoperative ambulation on gait recovery after hip fracture surgery: A multi-center cohort study. *Sci Rep.* 2025; 15: 12893.
- Pimlott BJ, Jones CA, *et al.*: Prognostic impact of pre-operative albumin on short-term mortality and complications in patients with hip fracture. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011; 53: 90–94.
- Li S, Zhang J, *et al.*: Prognostic role of serum albumin, total lymphocyte count, and mini nutritional assessment on outcomes after geriatric hip fracture surgery: A Meta-analysis and systematic review. *J Arthroplasty.* 2019; 34: 1287–1296.
- Takeuchi R, Mutsuzaki H, *et al.*: Factors affecting ambulatory ability in patients aged 90 years and older following proximal femoral fractures. *J Rural Med.* 2017; 12: 63–67.
- Oba T, Makita H, *et al.*: New scoring system at admission to predict walking ability at discharge for patients with hip fracture. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018; 104: 1189–1192.
- Ando T, Nishimoto Y, *et al.*: Association between multimorbidity, self-rated health and life satisfaction among independent, community-dwelling very old persons in Japan: Longitudinal cohort analysis from the Kawasaki Ageing and Well-being Project. *BMJ Open.* 2022; 12: e049262.
- Hewitt J, McCormack C, *et al.*: Prevalence of multimorbidity and its association with outcomes in older emergency general surgical patients: An observational study. *BMJ Open.* 2016; 6: e010126.
- Li H, Wang S, *et al.*: Multiple cardiometabolic diseases enhance the adverse effects of hypoalbuminemia on mortality among centenarians in China: A cohort study. *Diabetol Metab Syndr.* 2023; 15: 231.
- Canaslan K, Ates Bulut E, *et al.*: Predictivity of the comorbidity indices for geriatric syndromes. *BMC Geriatr.* 2022; 22: 440.
- Mabuchi T, Hosomi K, *et al.*: Polypharmacy in elderly patients in Japan: Analysis of Japanese real-world databases. *J Clin Pharm Ther.* 2020; 45: 991–996.
- Abe J, Umetsu R, *et al.*: Analysis of polypharmacy effects in older patients using Japanese Adverse Drug Event Report database. *PLoS One.* 2017; 12: e0190102.
- Kim GJ, Lee JS, *et al.*: Polypharmacy and elevated risk of severe adverse events in older adults based on the Korea Institute of Drug Safety and Risk Management-Korea adverse event reporting system database. *J Korean Med Sci.* 2024; 39: e205.
- Marcum ZA, Gellad WF: Medication adherence to multidrug regimens. *Clin Geriatr Med.* 2012; 28: 287–300.
- Dhalwani NN, Fahami R, *et al.*: Association between polypharmacy and falls in older adults: A longitudinal study from England. *BMJ Open.* 2017; 7: e016358.
- Yoshimura Y, Matsumoto A, *et al.*: Pharmacotherapy and the role of pharmacists in rehabilitation medicine. *Prog Rehabil Med.* 2022; 7: 20220025.
- Togashi S, Ohinata H, *et al.*: Polypharmacy, potentially inappropriate medications, and dysphagia in older inpatients: A multi-center cohort study. *Ann Geriatr Med Res.* 2024; 28: 86–94.
- Takahashi A, Naruse H, *et al.*: Functional outcomes after the treatment of hip fracture. *PLoS One.* 2020; 15: e0236652.
- Adulkasem N, Chotiarnwong P, *et al.*: Ambulation recovery prediction after hip fracture surgery using the hip fracture short-term ambulation prediction tool. *J Rehabil Med.* 2024; 56: jrm40780.
- González de Villambrosia C, Barba R, *et al.*: Predictive factors of gait recovery after hip fracture: A scoping review. *Age Ageing.* 2025; 54: afaf057.
- Kwon HM, Lim S, *et al.*: Impact of renal function on the surgical outcomes of displaced femoral neck fracture in elderly patients. *J Clin Med.* 2019; 8: 1149.
- Ishikawa Y, Adachi T, *et al.*: Association of nutritional risk with gait function and activities of daily living in older adult patients with hip fractures. *Ann Rehabil Med.* 2024; 48: 115–123.
- Chen X, He B, *et al.*: Investigating the effect of history of fractures and hypertension on the risk of all-cause death from osteoporosis: A retrospective cohort study. *Medicine (Baltimore).* 2023; 102: e33342.
- Wang H, Lü YW, *et al.*: Impact of diabetes on the prognosis of hip fracture: A cohort study in the Chinese population. *Chin Med J (Engl).* 2013; 126: 813–818.
- Itagaki A, Kakizaki A, *et al.*: Impact of heart failure on functional recovery after hip fracture. *J Phys Ther Sci.* 2019; 31: 277–281.
- Ongzalima C, Dasborough K, *et al.*: Perioperative management and outcomes of hip fracture patients with advanced chronic kidney disease. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2022; 13: 21514593221138658.
- Tai K, Mitsunaga T, *et al.*: Hemodialysis treatment influences postoperative activities of daily living improvement for patients with hip fractures. *Prog Rehabil Med.* 2023; 8: 20230031.
- Bouillanne O, Morineau G, *et al.*: Geriatric nutritional risk index: A new index for evaluating at-risk elderly medical patients. *Am J Clin Nutr.* 2005; 82: 777–783.
- Niikawa H, Okamura T, *et al.*: Association between polypharmacy and cognitive impairment in an elderly Japanese population residing in an urban community. *Geriatr Gerontol Int.* 2017; 17: 1286–1293.
- Okada M, Okada K, *et al.*: Influence of polypharmacy on heart rate variability in older adults at the Hiroshima Atomic Bomb Survivors Recuperation Research Center, Japan. *PLoS One.* 2018; 13: e0209081.
- Kanai M, Minamisawa M, *et al.*: Prognostic impact of hyperpolypharmacy due to noncardiovascular medications in patients after acute decompensated heart failure—Insights from the clue of risk stratification in the elderly patients with heart failure (CURE-HF) registry. *Circ J.* 2023; 88: 33–42.
- Kawakami H, Sasaki H, *et al.*: Timely surgical intervention for hip fractures is essential to reinstate ambulatory function on discharge: Propensity score matching. *JBJS Open Access.* 2025; 10: e24.00037.
- Mehrholz J, Wagner K, *et al.*: Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007; 88: 1314–1319.
- Komiya D, Minakami K, *et al.*: Association between the number of medications and degree of ambulatory independence in older patients with post-hip fracture surgery: A single-center retrospective cohort study. *Aging Med Healthc.* 2024. [Article in press]. Available from: <https://www.agingmedhealthc>.

- com/?p=32548.
- 36) Moshage HJ, Janssen JA, *et al.*: Study of the molecular mechanism of decreased liver synthesis of albumin in inflammation. *J Clin Invest.* 1987; 79: 1635–1641.
 - 37) Chung SM, Moon JS, *et al.*: Prevalence of sarcopenia and its association with diabetes: A meta-analysis of community-dwelling Asian population. *Front Med (Lausanne).* 2021; 8: 681232.
 - 38) Quan Y, Wang C, *et al.*: Geriatric sarcopenia is associated with hypertension: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Hypertens (Greenwich).* 2023; 25: 808–816.
 - 39) Zuo X, Li X, *et al.*: Sarcopenia and cardiovascular diseases: A systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2023; 14: 1183–1198.
 - 40) Duarte MP, Almeida LS, *et al.*: Prevalence of sarcopenia in patients with chronic kidney disease: A global systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2024; 15: 501–512.
 - 41) Kobayashi K, Nishida T, *et al.*: Factors associated with low albumin in community-dwelling older adults aged 75 years and above. *Int J Environ Res Public Health.* 2023; 20: 6994.

〈Abstract〉

Association Between Serum Albumin Levels at Hospital Admission and Functional Ambulation at Discharge in Older Patients with Hip Fractures: A Single-center, Retrospective Cohort Study Using Polypharmacy-based Stratification

Daisuke KOMIYA, PT, Katsuki EGOH, PT, MSc

Division of Rehabilitation, Omuta City Hospital

Kenta MINAKAMI, PT

Department of Rehabilitation, Akiyoshi Orthopedic Clinic

Kohji IWAI, PT, PhD

Division of Physical Therapy and Care, Faculty of Rehabilitation, Seijoh University

Objective: This study aimed to clarify the association between serum albumin levels at hospital admission and ambulatory independence at discharge in older patients with hip fractures (HFs), stratified by the presence and degree of polypharmacy.

Methods: We retrospectively analyzed 243 postoperative patients aged ≥ 75 years who underwent surgery for HFs. Patients were stratified into three groups based on the number of regularly prescribed oral medications: non-polypharmacy (< 6 drugs), polypharmacy (≥ 6 drugs), and hyper-polypharmacy (≥ 10 drugs). Ambulatory independence was defined as achieving a Functional Ambulation Categories (FAC) score of ≥ 3 at discharge. Multivariable logistic regression analyses were conducted separately within each group, and odds ratios (ORs) with 95% confidence intervals (CIs) were calculated. Receiver operating characteristic curve analysis was performed to evaluate predictive performance, summarized by the area under the curve (AUC).

Results: The proportion of patients achieving FAC scores of ≥ 3 at discharge was 47.1% in the non-polypharmacy group, 39.9% in the polypharmacy group, and 39.7% in the hyper-polypharmacy group. Serum albumin levels were significantly associated with achieving FAC scores ≥ 3 in the polypharmacy group (OR, 2.49; 95% CI, 1.35–4.80) and the hyper-polypharmacy group (OR, 3.59; 95% CI, 1.31–11.54), but not in the non-polypharmacy group. The highest predictive accuracy was observed in the hyper-polypharmacy group (AUC = 0.67).

Conclusion: Serum albumin levels at admission may have limited predictive value in patients without polypharmacy but appear to be particularly informative for predicting ambulatory independence, defined as achieving FAC scores of ≥ 3 at discharge, among older patients with polypharmacy or hyper-polypharmacy.

Key Words: Hip fracture, Serum albumin levels, Polypharmacy, Gait performance, Older adults

航空自衛隊に対する現地調査，環境調整，腰痛予防教室の実施と8か月後フォローアップ時の変化*

高木 佑也^{1)2)#} 紺谷 朋輝³⁾ 川島 直之⁴⁾
小多 裕之⁵⁾ 赤崎 千紘¹⁾ 久保田雅史⁶⁾

要旨

【目的】本研究は，航空自衛隊の隊員に対し，理学療法士が一次予防として「現地調査」「環境調整」「腰痛予防教室」を行い，8か月後の健康状態の変化を検討することを目的とした。【方法】対象は自衛隊員77名（男：71名，女：6名，年齢：33.4±10.0歳）とした。現地調査による職場環境のフィードバックと，腰痛予防教室において腰痛予防に関する知識提供と体操指導を実施した。介入前と8か月後にアンケートを用いて労働時間や睡眠時間，仕事のパフォーマンス(%)，日本整形外科学会腰痛評価質問票 (Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire: JOABPEQ)，腰痛，背中や腰の疲労感などの症状を聴取した。統計解析は，Mann-Whitney U検定を用いて教室実施前後の各評価項目を比較し，有意水準は5%とした。【結果】教室実施前と比較して8か月後に腰痛，背中や腰の疲労感が有意に低下し，仕事のパフォーマンス(%)が有意に向上していた。環境調整に関しては，8か月後の時点で改善が実施されていないかった。【結論】航空自衛隊員に対する腰痛予防教室は，腰痛の軽減や仕事のパフォーマンス向上に寄与する可能性が示された。

キーワード 産業リハビリテーション，腰痛予防，自衛隊

はじめに

腰痛は労働者における主要な健康問題であり，厚生労働省の「業務上疾病発生状況等調査」によれば労災疾病の約6割を占める¹⁾。腰痛は休業や労働生産性低下を介して社会的損失をもたらすため，厚生労働省は「職場に

おける腰痛予防対策指針」において，事業者が職場環境改善や腰痛予防体操の実施を行う責務を有することを明示している²⁾。

自衛隊員は，日常的に疾病予防や健康増進に努める必要があるが，生活習慣病の有病率は同年代の一般男性より高いことが報告されている³⁾。さらに，訓練や任務に伴う身体的・精神的負荷に加え，高い喫煙率や受診控えといった健康行動上の課題も指摘されており³⁾，腰痛発症や重症化のリスクを高める要因となり得る。生活習慣病と腰痛の関連は一般成人でも報告されており⁴⁾，軍隊を対象とした先行研究でも同様の傾向が示されている⁵⁾⁸⁾。したがって，自衛隊という特殊な勤務環境に即した健康支援が求められる。

健康課題への対応には，ハイリスクアプローチと集団全体を対象とするポピュレーションアプローチがある。腰痛予防に関しては，介護労働者を対象とした研究で，集団的な体操指導が腰痛軽減に有効であることが報告されており⁶⁾，自衛隊員においても同様のアプローチが有効と考えられる。また，米軍でも腰痛は主要な健康問題であり，心理社会的教育が受診頻度の減少に寄与するこ

* Field Survey, Environmental Adjustment and Back Pain Prevention Classes for the Air Self-Defence Force and Changes at 8-month Follow-up

1) 医療法人マキノ病院
(〒520-1822 滋賀県高島市マキノ町新保1097番地)
Yuya Takagi, PT, Chihiro Akasaki, PT: Makino Hospital Medical Corporation
2) 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科保健学専攻
Yuya Takagi, PT: Department of Health Sciences, Graduate School of Medical and Health Sciences, Kanazawa University
3) 滋賀県健康しが推進課
Tomoki Kontani, PHN: Shiga Prefecture Health Promotion Division
4) 合同会社 TMK
Naoyuki Kawashima, PT: TMK Limited Liability Company
5) 一般財団法人近江愛隣園今津病院
Hiroshi Oda, OT: Omi Airinen General Foundation Imazu Hospital
6) 金沢大学医薬保健研究域保健学系
Masafumi Kubota, PT, PhD: Kanazawa University Health Sciences
E-mail: select.6002.bstyle@gmail.com
(受付日 2025年6月24日／受理日 2025年10月13日)
[J-STAGEでの早期公開日 2025年12月13日]



本論文はクリエイティブ・コモンズ[表示 4.0 国際]ライセンスの下に利用許諾されています。

© 2026 日本理学療法学会連合

とが示されている⁵⁾⁷⁾⁸⁾。一方、日本の自衛隊員を対象に、理学療法士が腰痛予防を行った報告は乏しい。本研究では、航空自衛隊隊員に対し、理学療法士が「現地調査」「環境調整」「腰痛予防教室」を実施し、8か月後の健康状態の変化を検討することを目的とした。現地調査は作業姿勢や作業環境を観察し、腰部負担要因を把握する取り組みであり、厚生労働省の指針²⁾が示す「作業環境管理」「作業管理」「健康管理」に基づく評価を行った。また、環境調整は現地調査の結果を基に、机や椅子の高さ調整、作業手順の見直し、補助具の導入などを提案する活動であり、産業保健の実践的アプローチとして位置付けた。

対象および方法

対象は航空自衛隊A基地に勤務する20歳代から50歳代の隊員77名であり、男性71名、女性6名、平均年齢は 33.4 ± 10.0 歳であった(表1)。本研究は金沢大学倫理審査委員会の承認を得て実施した(倫理審査番号: 2022-225(111077))。

1. 現地調査

腰痛予防教室の実施に先立ち、約6か月前に理学療法士がA基地を訪問し、事務部、調理部、整備部において現地調査とヒアリングを行った。調査では、各部署の作業姿勢や作業空間、机や椅子・作業台の高さ、重量物の取り扱い方法などを観察し、「作業環境管理」「作業管理」「健康管理」の視点から腰部負担要因を抽出した。調査結果は写真付き資料として整理し、基地衛生担当者に報告した。

2. 腰痛予防教室

腰痛予防教室は理学療法士が講師を務め、1回約60分間の集合指導形式で実施した。内容は、腰痛の原因やメカニズムに関する講義、不良姿勢の影響に関する指導、良姿勢やパワーポジションの実技指導、さらに腰痛予防運動の習慣化に関する指導であった。実技では「これだけ体操®」(立位腰椎伸展運動)を中心に行い、理学療法士が各参加者の動作を確認し、必要に応じてフォームを修正した。

表1 対象者特性

年齢(歳)	33.4 ± 10.0
男性/女性(人)	71/6 *
身長(cm)	170.2 ± 6.0
体重(kg)	69.5 ± 9.6
BMI (kg/m^2)	22.5 ± 6.7

値は平均±標準偏差。

※:「男性/女性(人)」はそれぞれの性別に該当する人数を示す。

3. 評価項目

介入前後にはアンケート調査を実施し、過去1週間の労働時間と睡眠時間、World Health Organization Health and Work Performance Questionnaire (WHO-HPQ) による仕事のパフォーマンス(%)の評価⁹⁾、日本整形外科学会腰痛評価質問票 (Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire: 以下、JOABPEQ) による腰痛の頻度と程度、さらに腰痛や疲労感を含む8項目の身体症状を0~5点の6段階で自己評価した。

4. 職場環境改善の提案とフォローアップ

腰痛予防教室終了後には、現地調査の結果を踏まえて、机やシンクの高さ調整、作業手順の見直し、昇降台や運搬用具の導入など、職場環境改善に関する提案を基地衛生担当者に行った。さらに、8か月後に再訪問し、改善の実施状況を確認した。

5. 統計解析

統計解析は、Shapiro-Wilk検定で正規性を確認した上で、正規性を満たす場合には対応のないt検定を、満たさない場合にはMann-Whitney U検定を用いた。有意水準は5%とした。

結 果

Shapiro-Wilk検定の結果、解析対象データはいずれも正規性を満たさなかったため、介入前後の比較にはMann-Whitney U検定を用いた。

現地調査では、事務部、調理部、整備部において机やシンクの高さ調整、昇降台車の導入など、作業姿勢の改善につながる環境調整を提案した(図1)。腰痛予防教室の実施前には、隊員の約60%が「仕事に腰が痛くなりそうな作業がある」と回答しており、その内訳として重量物の運搬、斜面での草刈り、長時間のデスクワーク、タイヤ交換作業などが挙げられた。

腰痛の有訴率は実施前72%から実施8か月後で61%へと減少した。背中や腰の疲労感の実施前82%から実施後66%へと低下した。腰痛の強さ(0~5点)は実施前 2.2 ± 1.7 点に対し、実施後 1.5 ± 1.5 点へと有意に低下し、背中や腰の疲労感も 2.5 ± 1.5 点から 1.8 ± 1.6 点へと有意に低下した(表2)。また、仕事のパフォーマンスは実施前 $73.1 \pm 18.9\%$ から実施後 $78.9 \pm 17.2\%$ へと有意に上昇していた(図2)。一方で、その他の自覚症状、睡眠時間、労働時間には有意な変化は認められなかった。JOABPEQでは、疼痛関連障害、腰椎機能障害、歩行機能障害、社会生活障害、心理的障害のいずれにおいても有意な変化はみられなかった(表3)。環境調整として提案された机やシンクの高さ調整、昇降台の導入などの環境改善内容については、8か月後にフォローアップを行ったが、財

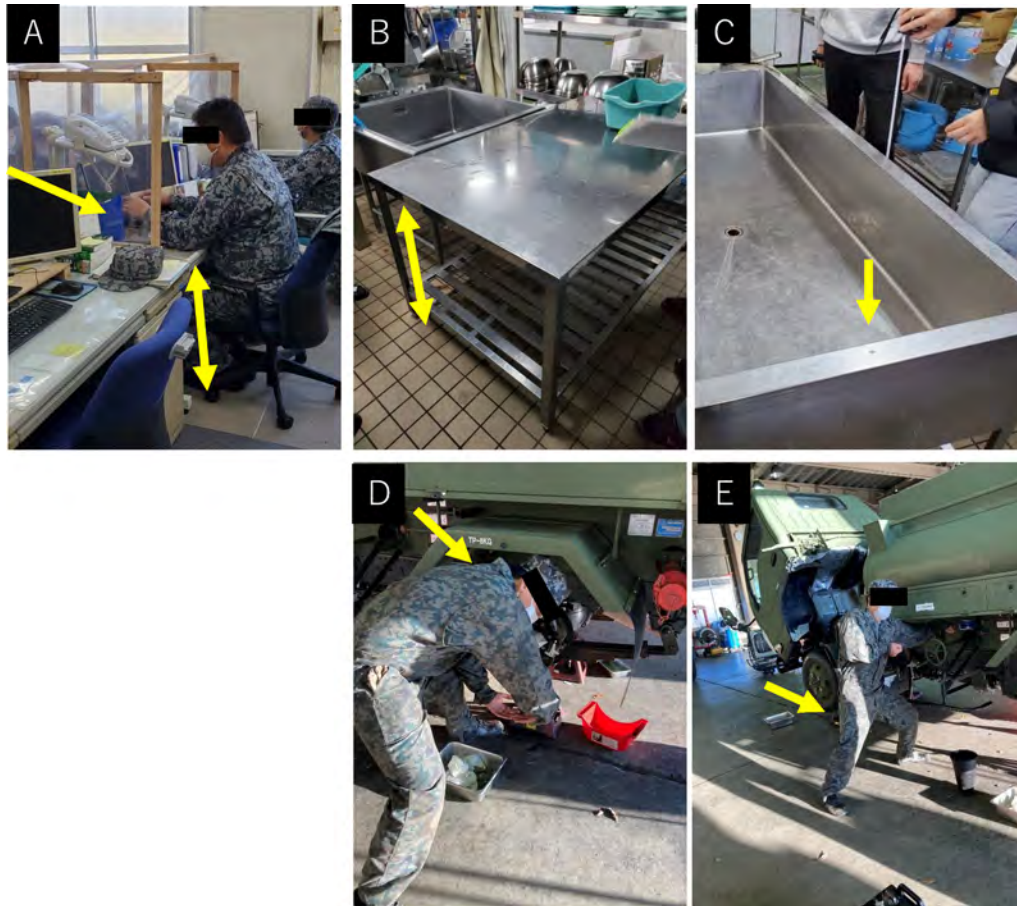


図1 現地調査における各部署の作業環境の課題例

A: 事務部では、キーボードが30 cm以上奥に配置され、机の高さが床から70 cmと低い。B: 調理部では、調理台の高さが床から80 cmと低い。C: 調理部では、シンク底が床から45 cmと深い。D: 整備部では、ドラムブレーキ交換や、バッテリー交換は重量物を把持しながら前傾姿勢となる。E: 整備部では、ドラムブレーキ交換や、バッテリー交換作業時に昇降台車を使用されていない。

表2 腰痛予防教室実施前後のアンケート結果

	腰痛予防教室 実施前	腰痛予防教室 実施8か月後	p 値
腰痛 (0～5点)	2.2±1.7	1.5±1.5	0.023*
背中や腰の疲労感 (0～5点)	2.5±1.5	1.8±1.6	0.019*
仕事のパフォーマンス (%)	73.1±18.9	78.9±17.2	0.028*
脚のしびれ (0～5点)	0.7±1.1	0.4±0.8	0.121
肩こり (0～5点)	2.3±1.6	1.7±1.7	0.660
膝の痛み (0～5点)	1.0±1.5	0.6±1.2	0.120
精神的ストレス (0～5点)	1.8±1.4	1.4±1.4	0.166
睡眠時間(h)	6.6±0.9	6.6±0.7	0.309
労働時間(h)	8.0±0.6	7.9±0.5	0.181

値は平均±標準偏差, *: p<0.05.

務部門や事務部門との協議は進んでいたものの、実際の物理的改善は実施されておらず、遵守率は0%であった。

考 察

本研究は、航空自衛隊員を対象に、理学療法士が現地調査、環境調整、腰痛予防教室を組み合わせ実施し、8か月後に追跡調査を行った初めての報告である。その

結果、腰痛や背中や腰の疲労感が有意に減少し、自己評価による仕事のパフォーマンスが向上した。一方で、現地調査に基づく環境調整は提案されたものの、物理的な改善には至らなかった。したがって、今回認められた効果は主として教育的・行動的介入によるものであると考えられる。

先行研究によれば、自衛隊員の腰痛有訴率は自衛隊病院症例で28.3%¹⁰⁾、陸上自衛隊で25～37%¹¹⁾とされる。

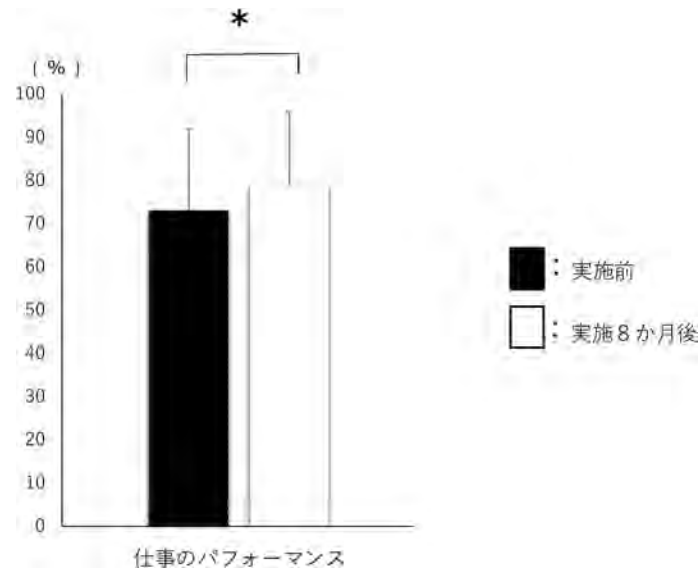


図2 仕事のパフォーマンスの腰痛予防教室実施前後の比較
*: $p < 0.05$.

表3 日本整形外科学会腰痛評価質問票JOABPEQ腰痛予防教室実施前後の各項目の変化

	腰痛予防教室 実施前	腰痛予防教室 実施8か月後	p 値
疼痛関連障害 (0-100点)	79.2±30.9	89.1±21.6	0.19
腰椎機能障害 (0-100点)	94.7±16.8	96.3±10.3	0.50
歩行機能障害 (0-100点)	93.9±19.8	97.3±11.9	0.45
社会生活障害 (0-100点)	88.8±15.8	91.7±15.9	0.85
心理的障害 (0-100点)	67.8±18.5	74.4±17.8	0.10

値は平均±標準偏差。JOABPEQ: Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire.

本研究で得られた72%という値はこれらより高い割合であり、他職種の42~65%^{12) 13)}をも上回っていた。現地調査では重量物の運搬や長時間の不良姿勢作業が多く、これらが腰痛リスクに強く関与している可能性が示唆された¹⁴⁾。

また、本研究における教育的介入の効果は、厚生労働省の腰痛予防指針²⁾や、「これだけ体操®」の有効性を示した大規模ランダム化比較試験¹⁵⁾の結果と一致していた。自衛隊員の職務特性に応じた教育的支援の重要性は、先行研究^{16) 17)}でも指摘されており、本研究はその有効性を裏付けるものといえる。

一方で、現場への環境改善提案は行われたが、8か月後の時点で実際の改善は1件も実施されていなかった。介護職場ではリフトや福祉用具の導入が腰痛予防や労災補償費削減に有効であると報告されており¹⁸⁾、自衛隊においても組織的な支援体制の構築が必要である。理学療法士の助言を実効性あるものとするには、経営層や他部門を含めた組織的連携が不可欠と考えられる。

さらに、JOABPEQのスコアには有意な変化がみられなかった。体操や姿勢教育といった行動変容型の介入は、継続的な支援がなければ効果が限定的になる可能性

がある。山口ら¹⁹⁾は、週1回のストレッチ指導を4週間継続することでJOABPEQ全項目が改善したと報告しており、腰痛予防には反復的かつ継続的な介入が必要であると考えられる。

また、腰痛には身体的因子に加え、精神的ストレスや認知的要因も関与することが知られている²⁰⁾。中国軍新兵では精神的健康度の低さが報告されており²¹⁾、規律性の高い自衛隊においてもメンタルヘルスとの関連は無視できない。米軍では心理社会的教育が腰痛治療頻度の減少につながったとの報告もあり⁸⁾、今後、日本の自衛隊への応用が期待される。

本研究の限界として、部署ごとの業務負担や個人の身体機能、Quality of Life (QOL)、労働生産性などを十分に評価できていない点が挙げられる。今後は、部署特性や個人差を考慮した多角的な評価と継続的フォローアップが必要である。また、腰痛予防体操の理解度の差を考慮し、パンフレット配布や勤務時間内での体操実施など、組織的な取り組みが求められる。さらに、環境改善提案が実際に実行されなかったことから、財務的・制度的制約を踏まえた上での多部門連携が今後の課題である。

結 論

本研究は、航空自衛隊員を対象として8か月間の追跡を行い、理学療法士が現地調査に基づく環境評価と腰痛予防教室を実施した効果を検証した初めての報告である。その結果、腰痛および背中や腰の疲労感が有意に軽減し、仕事のパフォーマンスが向上する可能性が示された。一方で、環境改善の提案は行われたものの、実際の物理的改善には至らず、行動定着や職場環境の変革には制度的・組織的制約が存在することが明らかとなった。これらの結果から、産業リハビリテーションの実践においては、教育的介入の有効性を踏まえるとともに、継続的な支援体制や組織的な連携の構築が不可欠であると考えられる。

利 益 相 反

本研究に関連した開示すべき利益相反はない。

文 献

- 厚生労働省ホームページ：業務上疾病発生状況等調査。
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_34778.html (2025年4月29日引用)
- 厚生労働省ホームページ：職場における腰痛予防対策指針。
https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000034et4-att/2r98520000034pjn_1.pdf (2025年4月29日引用)
- 上野美紀：陸上自衛官の生活習慣病予防に向けた包括的アプローチの提案（第一報）個人及び集団の特徴。防衛衛生。2018; 65: 37-52.
- Iizuka Y, Iizuka H, *et al.*: Prevalence of chronic nonspecific low back pain and its associated factors among middle-aged and elderly people: An analysis based on data from a musculoskeletal examination in Japan. *Asian Spine J.* 2017; 11: 989-997.
- Brundage JF, Hu Z, *et al.*: Durations of service until first and recurrent episodes of clinically significant back pain, active component military members. *MSMR.* 2016; 23: 7-15.
- Matsudaira K, Hiroe M, *et al.*: Can standing back extension exercise improve or prevent low back pain in Japanese care workers? *J Man Manip Ther.* 2015; 23: 205-209.
- Clark LL, Hu Z: Diagnoses of low back pain, active component, U.S. Armed Forces, 2010-2014. *MSMR.* 2015; 22: 8-11.
- George SZ, Childs JD, *et al.*: Brief psychosocial education, not core stabilization, reduced incidence of low back pain: Results from the Prevention of Low Back Pain in the Military (POLM) cluster randomized trial. *BMC Med.* 2011; 9: 1-11.
- Kessler RC, Barber C, *et al.*: The world health organization health and work performance questionnaire (HPQ). *J Occup Environ Med.* 2003; 45: 156-174.
- Amako M, Yato Y, *et al.*: Epidemiological patterns of traumatic musculoskeletal injuries and non-traumatic disorders in Japan Self-Defense Forces. *Inj Epidemiol.* 2018; 5: 1-8.
- Nemoto O, Kitada A, *et al.*: Comparative clinical and radiographic study of the lumbar spine between parachute infantry soldiers and non-parachute infantry soldiers in Japanese Ground Self-Defense forces. *J R Army Med Corps.* 2014; 160: 286-288.
- 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会，腰痛診療ガイドライン策定委員会：腰痛診療ガイドライン2012. 南江堂，東京，2012, pp. 16-17.
- 関 恵子，伊丹君和，他：看護師の腰痛に関する文献検討と腰痛予防・改善に向けた今後の課題。日本看護研究学会雑誌。2023; 46: 99-114.
- 佐藤友則：腰痛予防における理学療法士の役割—産業保健の視点から—。理学療法の歩み。2021; 32: 10-16.
- Oka H, Nomura T, *et al.*: The effect of the One Stretch exercise on the improvement of low back pain in Japanese nurses: A large-scale randomized controlled trial. *Mod Rheumatol.* 2019; 29: 861-866.
- 野田哲朗，吉川夕風：自衛隊員のストレス・メンタルヘルスに関する文献研究。兵庫教育大学 研究紀要。2021; 58: 15-22.
- Kobayashi T, Shido K: Depressive symptoms and related factors in fresh member of the Japan Ground Self-Defense Forces. *Bulletin of Social Medicine.* 2014; 31: 105-112.
- 岩切一幸，松平 浩，他：高齢者介護施設における組織的な福祉用具の使用が介護者の腰痛症状に及ぼす影響。産業衛生学雑誌。2017; 59: 82-92.
- 山口正貴，高見沢圭一，他：慢性の非特異的腰痛患者に対する4種のストレッチングの介入効果。理学療法学。2017; 44: 440-449.
- 遠藤伸太郎，和 秀俊，他：大学生の腰痛と心理的要因の関連性。体力科学。2012; 61: 71-78.
- Yan J, Wang LJ, *et al.*: Estimated mental health and analysis factors for new Chinese recruits. *Mil Med.* 2008; 173: 1031-1034.

〈Abstract〉

**Field Survey, Environmental Adjustment and Back Pain Prevention Classes
for the Air Self-Defence Force and Changes at 8-month Follow-up**

Yuya TAKAGI, PT, Chihiro AKASAKI, PT

Makino Hospital Medical Corporation

Yuya TAKAGI, PT

Department of Health Sciences, Graduate School of Medical and Health Sciences, Kanazawa University

Tomoki KONTANI, PHN

Shiga Prefecture Health Promotion Division

Naoyuki KAWASHIMA, PT

TMK Limited Liability Company

Hiroshi ODA, OT

Omi Airinen General Foundation Imazu Hospital

Masafumi KUBOTA, PT, PhD

Kanazawa University Health Sciences

Objective: This study evaluated the effectiveness of a primary prevention program—including a field survey, environmental adjustments, and a lower back pain prevention class conducted by physiotherapists—on reducing lower back pain and improving work performance among Japan Air Self-Defense Force personnel over an eight-month period.

Methods: Seventy-seven personnel (71 males, 6 females; mean age 33.4 ± 10.0 years old) participated. Workplace ergonomics were assessed through a preliminary field survey, and feedback was provided to reduce lumbar strain. Participants attended a prevention class that included education on low back pain and guided exercises. Questionnaires were administered before and eight months after the intervention, covering working hours, sleep, work performance (percentage), the Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire (JOABPEQ), and symptoms of low back pain and fatigue. Statistical analyses were performed using the Mann–Whitney U-test with significance set at $p < 0.05$.

Results: Significant reductions in low back pain and fatigue were observed at follow-up, along with a significant improvement in work performance. However, environmental adjustments were not implemented.

Conclusion: A structured prevention program led by physiotherapists can reduce low back pain and enhance work performance among Air Self-Defense Force personnel, highlighting the value of educational and exercise-based interventions.

Key Words: Industrial rehabilitation, Low back pain prevention, Self-Defense Forces

実践報告

フレイルを呈する経カテーテル大動脈弁留置術患者の術前リハビリテーションの可能性*

吉村 有示^{1) #} 堀口 駿¹⁾ 岡田 誠矢¹⁾ 嶋田 誠治¹⁾
宮川 幸大¹⁾ 有馬 明²⁾ 林 昌臣³⁾

要旨

【目的】フレイルを呈する経カテーテル大動脈弁留置術 (Transcatheter Aortic Valve Implantation: 以下, TAVI) 患者における術前リハビリテーション (以下, 術前リハ) の実践が身体機能に及ぼす影響を明らかにする。【方法】2024年8月～2025年3月の期間で待機的にTAVIを施行された患者を対象とし, 術前リハ群と非術前リハ群に分類した。主要アウトカムをShort Physical Performance Battery (以下, SPPB) とし, 入院関連機能低下 (Hospitalization-associated Functional Decline: 以下, HAFD) 発症率の比較および介入前後の群間の差を反復測定二元配置分散分析にて検討した。【結果】HAFDの発症率は術前リハ群0% (0/28名), 非術前リハ群31% (5/16名) であった ($p=0.004$)。SPPBスコアの合計と4m歩行で交互作用を認め, 術前リハ群で改善が顕著であった。【結論】フレイルを呈するTAVI患者に対する術前リハの実施はSPPBスコアの維持・向上に影響する可能性が示唆された。

キーワード TAVI, 術前リハビリテーション, SPPB

はじめに

本邦における経カテーテル大動脈弁留置術 (Transcatheter Aortic Valve Implantation: 以下, TAVI) の件数は, 高齢者や外科的手術リスクの高い大動脈弁狭窄症 (Aortic Stenosis: 以下, AS) 患者を中心に, 年々, 増加傾向にある¹⁾。術後は循環動態が安定すれば可及的速やかに離床を行うことが推奨されており²⁾, TAVI後の心臓リハビリテーションは, Barthel indexおよび6分間歩行距離 (6-min Walk Distance: 6MWD) の回復に寄与する³⁾。

一方, TAVI前後に運動耐容能や身体活動量が改善しないとの報告もある⁴⁾⁵⁾。TAVI患者の術後入院期間は中央値8日 (四分位範囲7-12)⁶⁾ 程であり, 臨床においてはTAVI後の短い介入期間では, 術前より形成されたフレイルや運動耐容能低下を改善できない場面を多く経験する。TAVI患者の心臓リハビリテーションの効果を示したメタ解析³⁾において, 対象者は2～3週間セッションに参加しており, 高齢・フレイルがベースとなるTAVI患者の身体機能の回復には時間を要することが推察される。

心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン2021年改訂版⁷⁾において, 運動負荷試験および積極的な運動療法が禁忌となる疾患・病態として, 症候性の重症ASは絶対的禁忌であるが, 中等度の狭窄性弁膜症, 無症候性の重症ASに関しては相対的禁忌とされている。また, van Erckら⁵⁾は手技前後で栄養状態と身体活動量に有意な改善を認めないことから, 術前に栄養状態または活動レベルを改善すべきと述べている。このような背景から, 相対的禁忌に相当する無症候性の重症AS患者に関しては, リスクとベネフィットを十分に考慮して, TAVI前のリハビリテーションを導入する必要があると考える。

小倉記念病院 (以下, 当院) では2024年8月より入院

* Possibility of Preoperative Rehabilitation for Frailty Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation

1) 小倉記念病院リハビリテーション課

(〒802-8555 福岡県北九州市小倉北区浅野3-2-1)

Yuki Yoshimura, PT, MSc, Shun Horiguchi, PT, Seiya Okada, PT, Seiji Shimada, PT, Yukihiro Miyagawa, PT: Department of Rehabilitation, Kokura Memorial Hospital

2) 小倉記念病院看護部

Akira Arima, RN: Department of Nursing, Kokura Memorial Hospital

3) 小倉記念病院循環器内科

Masaomi Hayashi, MD: Department of Cardiology, Kokura Memorial Hospital

E-mail: yuuyoshimura1717@gmail.com

(受付日 2025年5月13日/受理日 2025年10月7日)

[J-STAGEでの早期公開日 2025年11月29日]



時のClinical Frailty Scale (以下, CFS) が4以上かつ, AS精査から入院継続しTAVIを行う症例に対し, 身体機能の維持・向上を目的とした術前リハビリテーション (以下, 術前リハ) を開始している。そこで本研究では, 高齢者の身体パフォーマンス評価や身体的フレイルのスクリーニングとして汎用されるShort Physical Performance Battery (以下, SPPB)⁷⁾ をメインアウトカムとし, フレイルを呈するTAVI患者における術前リハの実践が周術期のSPPBスコアの変化に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

対象および方法

1. 研究デザインおよび対象

本研究は, 単施設後向きコホート研究であり, 診療録から各種臨床情報を収集した。当院循環器内科において, 2024年8月~2025年3月の期間で待機的に経大腿動脈アプローチ (Transfemoral Approach: TF) にてTAVIを施行された連続166名中, 除外基準に該当する122名を除いた44名を解析対象とした (図1)。除外基準は, 入院時CFS: 1-3にて術後リハビリテーションをクリニカルパスにて看護師が実施した者, 術前リハ介入の除外基準に該当した者, 術後合併症発症例, データ欠損例とした。本研究はヘルシンキ宣言に則り実施し, データの集計は患者名をコード化し, 個人の特定ができないように配慮した。また, ホームページによるオプトアウトを行い, 研究内容を適切に公開することで診療情報の利用について拒否機会を設けた。なお, 本研究は小倉記念病院臨床研究審査委員会の承認を得ている (承認番号: 25041701)。

2. 介入方法

当院では入院時のCFSによりフレイルのスクリーニングを行い, 4以上の場合は理学療法士が個別介入を開始する (CFS: 1-3の場合は看護師がクリニカルパスに沿ってTAVI後に病棟歩行を実施)。その中でTAVI前日に入院となる者, AS精査からTAVIまで入院を継続する者の2つのパターンが存在する。後者のパターンでは9.5日 (四分位範囲: 3) の待機期間が生じるため, この期間で術前リハを実施した。なお, 2つのパターンはTAVIを行う医師の予定, 手術室の空き状況で決定されており, 病態による割り付けではない。術前リハの除外基準は症候性のASに加えて, 循環器医師と協議の上, 経胸壁心臓超音波検査にて左室駆出率 (Left Ventricular Ejection Fraction: 以下, LVEF) 40% 以下, 大動脈弁最大血流速度 (Aortic Valve Maximal Blood Flow Velocity: 以下, Vmax) 5.0m/s以上, 三尖弁逆流圧較差 (Tricuspid Regurgitation Pressure Gradient: 以下, TRPG) 50 mmHg以上のいずれかに該当した者とした。

術前リハは心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン2021年改訂版⁸⁾の慢性心不全患者に対する運動プログラムを参考に実施し, 運動療法実施中の中止基準は同ガイドラインの絶対的中止基準・相対的中止基準を遵守した。プログラムは運動前後のウォームアップとクールダウン, 有酸素運動およびレジスタンストレーニング, バランストレーニングにて構成した。有酸素運動は歩行もしくは自転車エルゴメータにて実施し, 運動強度はBorg指数13以下, 心拍数が安静座位時+20~30/min程度かつ120/min以下とした。レジスタンストレーニングはフリーウェイトにてカーフレイズおよびハーフスクワットを実施した。運動強度はBorg指数



図1 対象のフローチャート

TF: Transfemoral Approach, TAVI: Transcatheter Aortic Valve Implantation, LVEF: Left Ventricular Ejection Fraction, Vmax: Aortic Valve Maximal Blood Flow Velocity, TRPG: Tricuspid Regurgitation Pressure Gradient.

13以下、1セット10～15回反復できる負荷量とし、1～3セット実施した。バランストレーニングは身体機能に応じて閉脚立位、セミタンデム立位、タンデム立位のいずれかを選択し、1回につき20～30秒を2～3セット実施した。平日は理学療法士が上記内容を1回につき30～40分介入し、休日および祝日は病棟看護師へ歩行形態、1回の歩行距離、セット数を申し送り、歩行練習を継続した。術後はTAVI翌日より歩行練習を開始し、段階的に有酸素運動およびレジスタンストレーニング、バランストレーニングを再開した。

リハビリ実施中に限らず、ASの特異的な症状(失神、胸痛)、心不全増悪を認めた場合は、有害事象として術前リハは中止とした。心不全増悪の定義は、過去3日以内の心不全自覚症状(呼吸困難、易疲労感など)の増悪、体液貯留を疑う3日間で2 kg以上の体重増加とした⁸⁾。

3. 調査項目

1) 基本属性と臨床データ

TAVI直前の基本項目、経胸壁心臓超音波検査、血液生化学検査、併存疾患、リハビリ関連指標を調査した。

基本項目は性別、年齢、Body Mass Index (BMI)、Society of Thoracic Surgeons Score (STS SCORE)、CFSとした。

経胸壁心臓超音波検査は、大動脈弁狭窄症の重症度指標として大動脈弁口面積(Aortic Valve Area:AVA)、Vmax、大動脈弁圧較差(Aortic Valve Pressure Gradient:AVPG)および平均大動脈弁圧較差(Aortic Valve Mean Gradient:AVMG)、TRPG、LVEFを用いた。

血液生化学検査は血清アルブミン(Albumin:Alb)、血清クレアチニン(Creatinine:Cre)、推算糸球体濾過量(estimated Glomerular Filtration Rate:eGFR)、血色素(Hemoglobin:Hb)、脳性ナトリウム利尿ペプチド(Brain Natriuretic Peptide:BNP)を用いた。

併存疾患は高血圧症、糖尿病、慢性腎臓病、運動器疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患、冠動脈疾患の有無とした。

リハビリ関連指標は術前、術後の在院日数、術前、術後の理学療法実施日数、術前、術後の複合的運動療法(歩行練習以外の有酸素運動およびレジスタンストレーニング、バランストレーニング)実施日数、術前、術後の理学療法実施単位数とした。

2) 身体機能評価

身体機能評価はSPPBを用いた⁷⁾。SPPBはバランス(閉脚立位、セミタンデム立位、タンデム立位)、4 m歩行、5回椅子立ち座りの3項目で構成され、それぞれの結果を4点満点で評価し、合計点をスコア化する(0～12点)。心疾患患者の臨床的に意義のある最小変化量(Minimum Clinically Important Difference:以下、MCID)は1点であることが報告されている⁹⁾¹⁰⁾。また、入院関

連機能低下(Hospitalization-associated Functional Decline:以下、HAFD)は、退院時のSPPBスコアが入院時より1点以上低下した場合と定義した¹¹⁾。なお、本研究では入院日～入院翌日および退院前日に理学療法士が測定した。

4. 統計解析

対象を術前リハ群、非術前リハ群の2群に分類した。各変数について連続変数は、平均値と標準偏差、または中央値と四分位範囲、名義変数は、人数(%)で示した。患者背景因子の比較には、対応のないt検定、Mann-Whitney U検定および χ^2 検定を実施した。また、SPPBの変化については反復測定二元配置分散分析(群×時間)を実施し、交互作用が有意であった場合には、群ごとに術前後を対応のあるt検定にて比較した。さらに、介入前後の効果量(t検定d)を算出した。効果量(Effect size)については、dの指標を用いて大きさの目安は0.20～0.49を小(small)、0.50～0.79を中(Medium)、0.80以上を大(Large)とした¹²⁾。統計解析ソフトはEZR Ver.1.54を使用した。すべての解析において有意水準は5%とした。統計力分析ソフトウェアG*power3を用いてサンプルサイズの計算を行い、少なくとも66名、各群33名と推定された。なお、検出力(1- β)は80%、 α エラーは5%に設定した。本研究の対象者は術前リハ群が28名、非術前リハ群が16名であり、必要なサンプルサイズに至らなかった。

結 果

術前リハ実施期間中の有害事象(失神、胸痛、心不全増悪)は確認されず、全例で予定通りにTAVIが施行された。

1. 患者背景因子の比較(表1)

術前リハ群において、有意にAVAが狭小化しており、LVEFが低値であった。その他の基本情報、経胸壁心臓超音波検査、血液生化学検査、併存症、下位項目を含めた術前のSPPBスコアに有意差は認めなかった。

2. アウトカム、リハビリ関連情報の比較(表2)

HAFDの発症率は術前リハ群0%(0/28名)、非術前リハ群31%(5/16名)となり、術前リハ群では有意に低値であった。また、SPPBスコアのMCIDである1点以上の向上を認めたのは術前リハ群75%(21/28名)、非術前リハ群12%(2/16名)となり、術前リハ群で有意に高値であった。術後在院日数、術後理学療法実施日数、術後複合的運動療法実施日数、術後理学療法実施単位数に有意差は認めなかった。術前リハ群において、術前在院日数9.5日(四分位範囲:3)、術前理学療法実施日数5日(四

表1 患者背景因子の比較

	術前リハ群 n=28	非術前リハ群 n=16	p-Value
基本項目			
女性, 例(%)	21 (75)	11 (69)	0.731
年齢, 歳	86.7±5.6	85.1±5.0	0.344
BMI, kg/m ²	22.5±3.6	21.4±3.7	0.322
STS SCORE, %	8.67 (8.6)	10.7 (8.3)	0.880
CFS	5 (1)	5 (1.25)	0.644
経胸壁心臓超音波検査			
AVA, cm ²	0.69 (0.10)	0.82 (0.21)	0.047
Vmax, m/s	4.09 (1.09)	4.20 (0.58)	0.798
AVPG, mmHg	67.1 (35.6)	70.4 (18.9)	0.726
AVMG, mmHg	38.0 (19.2)	40.2 (7.8)	0.687
TRPG, mmHg	25.4±7.0	29.3±10.0	0.170
LVEF, %	60.4 (10.5)	64.1 (5.5)	0.027
血液生化学検査			
Alb, g/dL	3.5±0.4	3.4±0.3	0.407
Cre, mg/dL	0.94 (0.78)	1.05 (0.90)	0.893
eGFR, mL/min/1.73m ²	46.9±21.5	47.2±25.2	0.968
Hb, g/dL	11.0±1.5	10.6±1.4	0.453
BNP, pg/mL	610.6 (266.1)	300.5 (284.9)	0.798
併存疾患			
高血圧症, 例(%)	20 (71)	14 (87)	0.283
糖尿病, 例(%)	7 (25)	3 (18)	0.723
慢性腎臓病, 例(%)	9 (32)	5 (31)	1.000
運動器疾患, 例(%)	15 (53)	4 (25)	0.113
脳血管疾患, 例(%)	7 (25)	2 (12)	0.450
呼吸器疾患, 例(%)	8 (28)	4 (25)	1.000
冠動脈疾患, 例(%)	7 (25)	4 (25)	1.000
術前SPPB			
合計, 点	6.8±2.9	7.3±2.7	0.644
バランス, 点	2.8±1.3	2.9±0.8	0.834
4 m 歩行, 点	2.1±0.9	2.6±1.0	0.151
5回椅子立ち座り, 点	1.8±1.3	1.7±1.2	0.796

平均値±標準偏差, 中央値 (四分位範囲), 例(%)で表示。

BMI: Body Mass Index, STS SCORE: Society of Thoracic Surgeons Score, CFS: Clinical Frailty Scale, AVA: 大動脈弁口面積, Vmax: 大動脈弁最大血流速度, AVPG: 大動脈弁圧較差, AVMG: 平均大動脈弁圧較差, TRPG: 三尖弁逆流圧較差, LVEF: 左室駆出率, Alb: Albumin (血清アルブミン), Cre: Creatinine (血清クレアチニン), eGFR: estimated Glomerular Filtration Rate (推算糸球体濾過量), Hb: Hemoglobin (血色素), BNP: Brain Natriuretic Peptide (脳性ナトリウム利尿ペプチド), SPPB: Short Physical Performance Battery.

分位範囲: 3), 術前複合的運動療法実施日数3.5日 (四分位範囲: 2.5), 術前理学療法実施単位数6 (四分位範囲: 5.25) であった。

3. 介入前後でのアウトカム比較 (表3)

SPPBスコアの合計と4 m歩行は, 群 (術前リハ群, 非術前リハ群)×時間 (入院時, 退院時) で交互作用が有意であった。群毎に介入前後で対応のあるt検定で比較した結果, SPPBスコアの合計, 4 m歩行とも術前リハ群のみで有意に改善を認めた。Effect sizeは, 術前リハ群のSPPBスコアの合計, バランス, 4 m歩行は中程度, 術前リハ群の5回椅子立ち座りは小程度であった。

考 察

本研究ではフレイルを呈するTAVI患者28例に対し, 9.5日 (四分位範囲: 3) の待機期間中に有害事象なく術前リハが実施可能であった。また, 術前リハ群において, HAFDの発症率は0%であり, 退院時にSPPBスコアの合計と4 m歩行は有意な改善を認めた。

本研究のメインアウトカムであるSPPBはフレイル⁷⁾, サルコペニア¹³⁾の診断に有用であり, 心疾患患者のMCIDは1点であることが報告されている⁹⁾¹⁰⁾。また, HAFDはTAVI患者の退院後の死亡率上昇¹¹⁾に関連する。これら先行研究の結果を踏まえると, TAVI患者のSPPBスコア維持, 向上を目的とした介入はきわめて

表2 アウトカム、リハビリ関連情報の比較

	術前リハ群 n=28	非術前リハ群 n=16	p-Value
アウトカムの変化			
SPPB低下 (HAFD), 例(%)	0(0)	5(31)	0.004
SPPB向上, 例(%)	21(75)	2(12)	<0.001
リハビリ関連情報			
術前在院日数, day	9.5(3)	—	—
術後在院日数, day	7(5)	6 (2.25)	0.155
術前理学療法実施日数, day	5(3)	—	—
術後理学療法実施日数, day	4 (2.25)	4(1)	0.699
術前複合的運動療法実施日数, day	3.5 (2.5)	—	—
術後複合的運動療法実施日数, day	3(3)	3 (1.25)	0.078
術前理学療法実施単位数, 単位	6 (5.25)	—	—
術後理学療法実施単位数, 単位	4 (3.25)	4(2)	0.492

リハビリ関連情報は中央値(四分位範囲)で表示。

SPPB: Short Physical Performance Battery, HAFD: Hospitalization-associated Functional Decline (入院関連機能低下)。

表3 介入前後でのアウトカム比較

SPPB	入院時	退院時	Groups		Time		Group×Time		Effect size
			F	p-value	F	p-value	F	p-value	
合計(点)			0.302	0.585	15.574	p<0.001	17.967	p<0.001	
術前リハ群	6.8±2.9	8.6±2.8*							0.60
非術前リハ群	7.3±2.7	7.2±3.1							0.02
バランス(点)			0.478	0.492	5.143	0.028	3.481	0.069	
術前リハ群	2.8±1.3	3.5±0.8							0.57
非術前リハ群	2.9±0.8	3.0±1.0							0.07
4m歩行(点)			0.002	0.965	5.569	0.023	17.296	p<0.001	
術前リハ群	2.1±0.9	2.8±1.0*							0.72
非術前リハ群	2.6±1.0	2.4±1.2							0.17
5回椅子立ち座り(点)			0.426	0.517	3.710	0.060	2.061	0.158	
術前リハ群	1.8±1.3	2.2±1.6							0.29
非術前リハ群	1.7±1.2	1.8±1.6							0.04

平均値±標準偏差, *: 介入前に対してp<0.05。

SPPB: Short Physical Performance Battery。

重要であると考えられる。一般にTAVI後のHAFD発症率は18.6%~24.4%⁽¹¹⁾⁽¹⁴⁾であるとされるが、本研究では31%とやや高い結果となり、全例、非術前リハ群で発症していた。要因としては先行研究と比較して術前のSPPBスコアが7.3±2.7点と低値であることが考えられた。一方、術前リハ群においては、入院時のSPPBは非術前リハ群と同程度であったにも関わらず、HAFDの発症率は0%であり、SPPBスコアが1点以上向上した者の割合は75%であった。これらの結果より、フレイルを呈するTAVI患者に対する術前リハの実施は、SPPBスコアの維持、向上に寄与する可能性が示唆された。

術前リハ群において、アウトカムの介入前後のEffect sizeは、SPPBスコアの合計、バランス、4m歩行に中程度、5回椅子立ち上がり小程度の効果を得た。この一因として、実施した運動の種類と期間が考えられる。TAVI患者の心臓リハビリテーションの効果を示したメ

タ解析³⁾において、運動の種類は有酸素運動(ウォーキングおよびサイクリング)、レジスタンストレーニング、呼吸筋トレーニングなど複合的に構成され、期間は2~3週間実施されていたことが示されている。また、Molinoら¹⁵⁾は、高齢フレイル患者に対する有酸素運動やレジスタンストレーニング、バランストレーニング、柔軟体操からなる複合的な運動療法がSPPBを有意に改善することを報告している。当院の従来介入では、術後にクリニカルパスを参考にした画一的な歩行練習が主体となっていたが、本研究の術前リハ群は詳細な身体機能評価を行った上で、術前より複合的な運動療法を実施し、術後も早期に有酸素運動およびレジスタンストレーニング、バランストレーニングを再開することができた。また、術前リハ群のTAVI前後の入院期間は概ね2~3週間となっており、非術前リハ群と比較して5日(四分位範囲3)多く、理学療法が実施されている。

TAVI患者に有効とされる複合的な運動療法の実施と身体機能向上に必要な時間を担保することができたことで、SPPBスコアの維持、向上の一因となった可能性がある。

近年、術後早期回復プログラム (Enhanced Recovery After Surgery : ERAS) だけでなく、プレハビリテーションの概念が注目されている¹⁶⁾。プレハビリテーションとは、手術が施行されるまでの期間を利用して行う予備力の向上や患者の状態を最適化する取り組みである¹⁷⁾。プレハビリテーションにより予備力が向上することで、術後合併症の発生リスク軽減、術後合併症発生時の回復が早い可能性が示されている¹⁸⁾¹⁹⁾。Cheemaら²⁰⁾は、プレハビリテーションを行うべき高齢者の選択に、高齢者総合的機能評価 (Comprehensive Geriatric Assessment : CGA) が有用であることを述べており、特に日常生活動作 (Activities of Daily Living : 以下、ADL)、身体機能、栄養状態に問題がある場合に実施を検討することを推奨している。また、TAVI特有の合併症である完全房室ブロックや鼠径部の創トラブルは安静を強いられることも多いため、相対的禁忌に相当する無症候性の重症AS患者に関しては、リスクとベネフィットを十分に考慮して、術前より身体機能維持・向上を目的とした複合的な運動療法を導入する必要があると考える。

本研究には多くの限界があった。第1に単一施設の後ろ向き観察研究であり、十分な検定力が期待されるサンプルサイズに至らなかった。第2にメインアウトカムのSPPBは順序尺度であるが、(術前リハ群・非術前リハ群)×(入院時・退院時)の2要因の上、繰り返し測定が必要なため、反復測定二元配置分散分析を採用した。第3にTAVI前後の運動療法は、心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン2021年改訂版⁸⁾の慢性心不全患者に対する運動プログラムを参考に実施したが、内容や運動量を完全に統一できていない。また、急性入院後のADLの低下には身体活動量が関連するが²¹⁾、リハビリ以外の病棟での身体活動については調査を行っていない。術前リハ群においては、待機期間に身体機能を病棟看護師と共有できており、病棟での身体活動量が増加した可能性を否定できず、これら運動療法を含む身体活動量については言及できていない。第4に術前リハを実施しない者を症候性のASに加えて、循環器医師と協議した上で独自に決定した点が挙げられる。ベースラインの比較において、有意差を認めた項目はAVA, LVEFのみであり、少なくとも身体機能は調整が行えたと推察するが、対象者の背景や選択に偏りが生じた可能性がある。第5にSPPBは天井効果²²⁾および床効果²³⁾が指摘されており、本研究の対象者は介入効果の得られやすい集団であった可能性がある。これらのことから、本研究の結果を一般化できるとは言い難い。一

方、術前リハは有害事象なく行えており、HAFDの発症率は0%、退院時のSPPBスコアの合計、4 m歩行は有意な改善を認めた。これらの結果は臨床的に有益なものであると考える。

結 論

フレイルを呈するTAVI患者における術前リハは有害事象なく実施可能であった。また、術前リハ群においてHAFDの発症率は0%であり、退院時のSPPBスコアの合計、4 m歩行は有意な改善を認めた。これらの結果より、フレイルを呈するTAVI患者において、術前より複合的な運動療法を実施することは、SPPBスコアの維持・向上の一助になりうる可能性が示唆された。

利 益 相 反

本研究において開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 日本循環器学会：2023年循環器疾患診療実態調査報告書。
https://www.j-circ.or.jp/jittai_chosa/media/jittai_chosa2022web_4revise20241021.pdf (2025年3月22日引用)
- 2) 岩波裕治, 内 昌之, 他：TAVIと心臓リハビリテーション。Jpn J Rehabil Med. 2019; 56: 1002-1008.
- 3) Ribeiro GS, Melo RD, *et al.*: Cardiac rehabilitation programme after transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement: Systematic review and meta-analysis. Eur J Prev Cardiol. 2017; 24: 688-697.
- 4) Abdul-Jawad Altisent O, Puri R, *et al.*: Predictors and association with clinical outcomes of the changes in exercise capacity after transcatheter aortic valve replacement. Circulation. 2017; 136: 632-643.
- 5) van Erck D, Dolman CD, *et al.*: The trajectory of nutritional status and physical activity before and after transcatheter aortic valve implantation. Nutrients. 2022; 14: 5137.
- 6) Takeji Y, Taniguchi T, *et al.*: CURRENT AS registry-2 Investigators: In-hospital outcomes after SAVR or TAVI in patients with severe aortic stenosis. Cardiovasc Interv Ther. 2024; 39: 65-73.
- 7) 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.
- 8) 日本循環器学会, 日本心臓リハビリテーション学会：心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン (2021年改訂版)。 https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2021/03/JCS2021_Makita.pdf (2025年3月23日引用)
- 9) Puthoff ML: Outcome measures in cardiopulmonary physical therapy: Short physical performance battery. Cardiopulm Phys Ther J. 2008; 19: 17-22.
- 10) Rinaldo L, Caligari M, *et al.*: Functional capacity assessment and Minimal Clinically Important Difference in post-acute cardiac patients: The role of Short Physical Performance Battery. Eur J Prev Cardiol. 2022; 29: 1008-1014.
- 11) Saitoh M, Saji M, *et al.*: Hospital-acquired functional decline and clinical outcomes in older patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. Circ J. 2020; 84: 1083-1089.
- 12) 水本 篤, 竹内 理：研究論文における効果量の報告のために—基礎的概念と注意点—。英語教育研究. 2008; 31: 57-66.

- 13) 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.
- 14) Kono Y, Mukaino M, *et al.*: Clinical impact of non-lying time on hospital-associated functional decline in older patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. *Heart Vessels.* 2024; 39: 266–272.
- 15) Molino-Lova R, Pasquini G, *et al.*: Effects of a structured physical activity intervention on measures of physical performance in frail elderly patients after cardiac rehabilitation: A pilot study with 1-year follow-up. *Intern Emerg Med.* 2013; 8: 581–589.
- 16) Gustafsson UO, Scott MJ, *et al.*: Guidelines for perioperative care in elective colorectal surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations: 2018. *World J Surg.* 2019; 43: 659–695.
- 17) 位田みつる, 川口昌彦: 麻酔科視点での術前リハビリテーション治療の実施と課題. *Jpn J Rehabil Med.* 2022; 59: 687–692.
- 18) Tew GA, Ayyash R, *et al.*: Clinical guideline and recommendations on pre-operative exercise training in patients awaiting major non-cardiac surgery. *Anaesthesia.* 2018; 73: 750–768.
- 19) Durrand J, Singh SJ, *et al.*: Prehabilitation. *Clin Med (Lond).* 2019; 19: 458–464.
- 20) Cheema FN, Abraham NS, *et al.*: Novel approaches to perioperative assessment and intervention may improve long-term outcomes after colorectal cancer resection in older adults. *Ann Surg.* 2011; 253: 867–874.
- 21) Takara Y, Saitoh M, *et al.*: Clinical characteristics of older heart failure patients with hospital-acquired disability: A preliminary, single-center, observational study. *Cardiol Res.* 2021; 12: 293–301.
- 22) 牧迫飛雄馬, 島田裕之, 他: 地域在住日本人高齢者に適した Short Physical Performance Battery の算出方法の修正. *理学療法学.* 2017; 44: 197–206.
- 23) 杉本 諭, 古山つや子, 他: Short Physical Performance Battery は要介護高齢者に対するパフォーマンステストとして利用できるか? *理学療法科学.* 2020; 35: 237–243.

総 説

シリーズ 「物理療法の最近の動向と将来」

連載第1回 昨今の理学療法場面における 物理療法の動向と新たな展開について*

生 野 公 貴¹⁾

はじめに

物理療法 (biophysical agents) は、理学療法の原点の一つであり、運動療法や徒手療法と並んで長く臨床の主要な介入手段として位置づけられてきた。温熱、寒冷、電気刺激、超音波療法などに代表される物理療法は、生体に対して物理的エネルギーを制御的に与えることで治療の効果を得るものであり、その作用機序は比較的明確で、治療量の定量化が可能である点において、理学療法の科学的側面を体现するものである。しかし、近年の理学療法は、運動療法中心の能動的リハビリテーションへの転換が進み、受動的側面が強かった物理療法の使用頻度は減少傾向となった。

一方で、エビデンスの体系化、デバイス技術の進歩、生体反応の理解により、従来の受動的手段に新たな定義が求められているのも事実である。例えば、電気刺激は神経可塑性を促す手段として再評価され、超音波は細胞修復や組織再生の促進に関する研究が進むなど、古典的モダリティの再認識が始まっている。

本稿では、世界および日本における物理療法の使用実態を概観したうえで、その背景にある文化的・制度的要因を検討し、さらに今後の発展に向けた視座を提示する。また、近年の神経、内部障害、運動器リハビリテーションにおいて、物理療法が理学療法の中でどのような科学的意義を取り戻すことができるかを代表的な疾患を例に挙げながら論じることを目的とする。

物理療法の臨床的利用状況と動向

Abeらは日本の理学療法士1,571名を対象にした調査で、ホットパック (88%)、低周波刺激 (76%)、超音波 (68%) が最も利用され、温熱療法中心の構成を示したと報告している¹⁾。5年後の縦断研究では、これら主要モダリティは依然高頻度で用いられていたが、使用率は全般に5～10%減少していた²⁾。一方、神経筋電気刺激 (neuromuscular electrical stimulation: 以下、NMES) と経皮的電気刺激 (transcutaneous electrical nerve stimulation: 以下、TENS) は使用率が上昇し、機能回復や疼痛管理などのEvidence-based practice (以下、EBP) 的応用が拡大していた。この変化は単なる衰退ではなく、温熱療法中心から神経生理学的介入へのシフトと解釈できる。

Grecoらは米国の理学療法士1000名を対象にした調査で、超音波 (95%)、TENS (90%)、電気刺激 (85%) が最も普及しており、依然として高い臨床利用率を示したと報告している³⁾。しかし、物理療法教育とEBPの発展に伴い、これらのモダリティが“補助的手段”として再定義されつつあると指摘している。米国ではダイレクトアクセス制度のもとで臨床的裁量が高く、各理学療法士が疼痛・筋再教育・浮腫管理などに適応を限定しながら選択的に使用している。すなわち、物理療法の使用は“量”から“質”への転換過程にあるといえる。

Paqueteらによるポルトガルでのオンライン調査 (n=544) では、TENS (99%)、超音波 (91%)、NMES (85%) が臨床で利用可能であり、回答者の78%が日常的に物理療法を使用していたと報告している⁴⁾。興味深いのは、開業理学療法士ほど使用率が低い点である。医師の処方のもとで勤務する理学療法士の方が使用頻度が高く、開業者は徒手療法や運動療法を優先していた。この結果は日本と米国の中間に位置する特徴を示し、制度的枠組みと職業的自律性が物理療法の利用構造を大きく規定することを示唆している。

物理療法の使用傾向の差異の背景には、初期教育課程

* Current Status and Future Directions of Biophysical Agents in Physical Therapy

1) 西大和リハビリテーション病院リハビリテーション部
(〒639-0218 奈良県北葛城郡上牧町ささゆり台3-2-2)
Koki Ikuno, PT, PhD: Department of Rehabilitation Medicine, Nishiyamato Rehabilitation Hospital
キーワード: 物理療法, 理学療法, 電気刺激



本論文はクリエイティブ・コモンズ [表示 4.0 国際] ライセンスの下に利用許諾されています。

© 2026 日本理学療法学会連合

における教育内容と位置づけが関与している。Schreiberらは米国の理学療法士教育課程を対象にした調査で、回答プログラムの98%が物理療法をカリキュラムに含めていたが、講義時間は平均13.8時間に過ぎないと報告している⁵⁾。さらに、教育担当者の40%が“学生は物理療法の臨床的意義を十分に理解していない”と回答し、学習内容が機器操作中心に偏っていることが問題視されていた。この結果は日本における“自信の欠如”と整合し、教育内容が臨床活用の低迷につながることを裏づける。一方、ポルトガルでは学部教育で物理療法を必修とするが、継続的な研修機会に乏しく、初期教育から生涯教育への橋渡しが共通課題として浮かび上がる。

以上より、物理療法の国際的潮流は使用頻度の減少ではなく、生理学的意義やエビデンスに基づく選択的再配置として理解すべきである。日本の物理療法も電気刺激療法を中心に再構成されつつあり、欧米では臨床裁量に基づくEBP的活用が進んでいる。今後の教育では、機器操作技能を超えた介入意図の理解と生理学的反応の可視化を中心としたカリキュラム設計が求められる。物理療法を“古い技術”として切り捨てるのではなく、生体調整技術として再評価し、EBP教育と統合することが、理学療法における物理療法の発展に重要であるといえる。

神経リハビリテーションにおける物理療法の進化

神経リハビリテーション領域において、物理療法の意義は中枢・末梢神経系の可塑性を誘導し、運動学習を支援する手段へと進化している。その中心に位置するのが電気刺激療法であり、なかでも機能的電気刺激(functional electrical stimulation: 以下, FES)は、脳卒中後の運動麻痺に対する先進的介入として再評価されている⁶⁾。FESは麻痺筋に電気刺激を与えることで随意運動を補助し、歩行や上肢運動といった特定の動作を可能にする治療法である。その目的は単なる動作代償ではなく、反復的な求心性感覚入力を通して中枢神経可塑性を促進し、残存経路の再組織化を導く点にある。特に脳卒中後の片麻痺患者における歩行障害に対しては、足関節背屈筋群(前脛骨筋など)への電気刺激により足関節背屈不全を補正し、歩行周期中の遊脚期のつまづきを防止する効果が確認されている。これにより歩行速度、対称性、エネルギー効率が改善することが報告されており、FESは補装具の意義にとどまらず、運動学習支援手段としてガイドラインでも推奨されている⁷⁾。

近年の研究では、FESの臨床効果が単に筋収縮の補助にとどまらず、感覚運動連関を再構築する神経生理学的作用を持つことが明らかになっている。運動に同期した電気刺激は、随意運動と感覚入力の時間的整合を

強化し、一次運動野と体性感覚野の相互結合を促進する⁸⁾。これにより皮質内での運動表象が再構築され、運動出力の効率化につながる。特に反復的な歩行訓練との併用は、ヘブ則に基づく長期増強様の神経可塑性を誘発することが示唆されている⁹⁾。Nascimentoらは脳卒中後歩行障害に対する足関節装具(ankle-foot orthosis: 以下, AFO)およびFESの効果を、ランダム化比較対照試験(randomized controlled trial: 以下, RCT) 14件(被験者789名)を対象にメタアナリシスで検証した¹⁰⁾。その結果、AFOとFESはいずれも歩行速度を有意に改善(標準化平均差0.37 [95%信頼区間0.18–0.56])し、効果量に有意差は認められなかった。一方、FESは長期的適応性や中枢神経可塑性への寄与が示唆され、慢性期症例での効果維持が報告された。NascimentoらはFESを補装具の介入から神経再教育的介入へ発展させる可能性を指摘している。したがって、FESはAFOの代替としてではなく、急性期から機能回復的な視点をもった手段として導入することが必要である。

さらに、FESは単独介入から統合的なリハビリテーション手段へと発展している。歩行練習ロボットや体重免荷歩行システムとの併用により、反復的な歩行動作と電気刺激を同期させ、より一貫した運動学習環境を提供する試みが報告されている¹¹⁾。また、経頭蓋磁気刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation: 以下, rTMS)や経頭蓋直流刺激(transcranial direct current stimulation: 以下, tDCS)などの中枢性物理療法との併用により、皮質興奮性を高め、末梢刺激との相乗効果を生み出すことが期待されている。Fangらは脳卒中後の下肢機能障害に対する電気刺激療法の最適化を目的に、33件のRCT(総患者数1766例)を対象としたバイズネットワーク・メタアナリシスを実施した¹²⁾。解析の結果、FESを包括的リハビリテーションに併用した介入が歩行速度およびFugl-Meyer下肢スコアの改善に最も有効であり、さらにtDCSを付加した群で追加効果が確認されたと報告している。FESは末梢からの感覚入力という点で他の介入との親和性が高く、組み合わせによってはさらなる介入効果が期待できる。

FESは単なる補装具から神経可塑性を誘導する治療デバイスへと転換している。ミラーセラピー¹³⁾、サイクリング¹⁴⁾、Brain-computer Interface (以下, BCI)¹⁵⁾などのさまざまな技術との融合は、より生理的で患者主導型の介入を可能にする。特にBCI-FESは、運動意図と感覚フィードバックの時間的結合により、ヘブ則に基づく神経回路の再構築を促進する理論的優位性を持つ。さらに、機械学習アルゴリズムの統合により、個々の歩行パターンや筋活動状態にリアルタイムで適応するFESの実現も視野に入りつつある¹⁶⁾。これらの技術的発展は、脳卒中後歩行障害に対する精密リハビリテーションの基

盤を形成するであろう。しかし、臨床実装には依然として重大な障壁が存在する。最も緊急の課題は、どのような歩行障害の病態に最も効果的かという適応症例の見極めと適切な刺激パラメーターの意思決定であり、これらはいまだ経験的な判断に依存せざるを得ない。加えて、デバイスの複雑化はユーザーの受容性低下、コスト増大、医療従事者のトレーニング負担増加をもたらす。診療報酬制度の整備や標準化された臨床プロトコルの確立も急務である。

内部障害における物理療法の進化

循環器リハビリテーションにおける物理療法は、従来の有酸素運動を中心とした枠組みから、特定の生理学的機序を標的とする介入へと発展しつつある。特に近年では、NMES、全身振動刺激 (Whole-body Vibration : 以下、WBV) などが注目されている。これらは心筋代謝、末梢血流、血管内皮機能、動脈コンプライアンスといった循環生理の異なる階層に作用し、運動耐容能が著しく制限された患者や高リスク患者に対する治療選択肢を広げるものである。NMESは慢性心不全患者において比較的確立されたエビデンスを有する介入である。複数の研究を統合したメタアナリシスによれば、Peak VO_2 は平均 4.86 mL/kg/min 改善し、6分間歩行テスト (Six-minute Walk Test : 以下、6MWT) は 63.5 m 延長¹⁷⁾、さらに生活の質 (quality of life : 以下、QOL) 指標であるミネソタ心不全質問票 (Minnesota living with heart failure questionnaire : MLHFQ) も有意に改善することが示されている¹⁸⁾。この効果は駆出率の保持された心不全 (heart failure with preserved ejection function : 以下、HFpEF) 患者においても認められており、重症度が高く従来の運動療法の適応が困難な症例に対する代替的アプローチとしての意義が示唆されている。NMESによる効果の機序は、末梢骨格筋における酸化酵素活性の向上とミトコンドリア機能の改善により、筋の酸素利用効率が高まることで心臓への後負荷が軽減され、結果として全身の運動耐容能が向上することにあると考えられている。WBVについては、主に動脈スティフネスへの効果が検討されている。2025年に発表されたメタアナリシスでは、脈波伝播速度が 0.68 m/s 改善、収縮期血圧が 4.8 mmHg 低下し、動脈コンプライアンスの改善が示された¹⁹⁾。この効果は、振動刺激による血管内皮細胞からの一酸化窒素 (NO) 産生促進を介した血管平滑筋の弛緩と血管壁の柔軟性向上によるものと解釈されている。高血圧やHFpEF患者における非薬物的介入として、また動脈硬化の進行抑制の観点から、今後の臨床応用が期待される。

呼吸リハビリテーション領域において、物理療法の役割は従来の徒手排痰法や吸入療法の補助にとどまらず、呼吸筋・末梢筋の再活性化、換気効率の最適化、そ

して呼吸機能予後の改善を目指す統合的アプローチへと拡大している。具体的には、NMES、高頻度胸壁振動法 (High-frequency Chest Wall Oscillation : 以下、HFCWO)、および超音波エコーによる呼吸筋評価が挙げられる。これらはそれぞれ異なる作用機序と目的をもつが、共通して非侵襲的に生理機能を再構築することを目指している。NMESは重症呼吸器疾患患者に対する運動不能下での代替的トレーニングとして注目されている。特に慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease : 以下、COPD) や集中治療後の急性のびまん性筋力低下 (Intensive care unit-acquired weakness : ICU-AW) では、従来の運動療法が換気の制約により困難な場合が多い。NMESはこの換気制限をバイパスし、安静座位でも末梢筋を選択的に練習できるという特性をもつ。その作用機序は生理的収縮とは逆の非選択的動員様式にあり、通常の随意運動で動員されにくいType II線維 (速筋) を優先的に刺激する²⁰⁾。これにより萎縮しやすい筋群を標的としてトレーニングし、酸化酵素活性や毛細血管密度の増加を誘導する²¹⁾。また、感覚入力を介して求心性経路も賦活することから、呼吸筋・末梢筋双方の再活性化を通じた全身的代謝改善が期待される。メタアナリシスでは、NMESがCOPD患者の6MWTを約 39 m 改善し、筋力および運動耐容能を有意に向上させることが示されている²²⁾。また、集中治療室 (intensive care unit : ICU) 滞在患者では横隔膜萎縮の進行抑制や人工呼吸器離脱率の向上が報告されており²³⁾、NMESは安静下での積極的リハビリテーションを実現する技術として位置づけられる。今後の課題としては、刺激パラメータ (周波数・強度・持続時間) の個別最適化と、間質性肺炎などの他の呼吸器疾患への適応拡大が挙げられる。特に在宅用NMES機器の普及により、遠隔リハビリテーションとの統合が進めば、慢性疾患管理のパラダイムを変革する可能性がある。

HFCWOとは、身体に装着したベスト型装置を介して胸壁に高頻度の振動と圧迫を与えることで、気道内分泌物の剥離・移動を促し、喀出を容易にする物理療法である。従来の徒手排痰法と異なり、セラピスト依存性が低く、在宅治療にも適用しやすい点が特徴である。主な適応はCOPDの慢性気管支炎型や気管支拡張症など、喀痰過剰・排出困難を呈する症例である。Huangらは、HFCWOがCOPD急性増悪に与える効果を検証するため、11件のRCT (合計663例) を対象にメタアナリシスを実施した。解析の結果、HFCWO群は通常治療群に比べて喀痰排出量を有意に増加 (標準化平均差 1.60 [95% 信頼区間 $1.17-2.03$]) し、入院期間を平均 4.37 日短縮 [95% 信頼区間 $-6.04-2.70$] したと報告している。また、呼吸困難スコア (modified medical research council dyspnea scale : mMRC) および PaCO_2 の改善も認められた²⁴⁾。

HuangらはHFCWOが非侵襲的で安全に換気効率を高め、急性増悪からの回復を促進する有効な補助療法であると結論づけている。HFCWOは呼吸筋への直接的介入ではないが、換気効率を間接的に改善し、他の呼吸筋トレーニングやNMESとの併用によって包括的な呼吸機能再建を支援するモダリティとして位置づけられる。

近年、超音波画像装置は呼吸リハビリテーションにおける客観的筋機能評価ツールとして急速に普及している。その非侵襲性と携帯性により、ICUや在宅医療の場でもリアルタイムに横隔膜や腹筋群の動態を可視化できる。Bモードエコーでは放射線被曝なしに筋厚 (thickness of diaphragm : Tdi) や厚変化率 (thickening fraction of the diaphragm : 以下, TFdi) を測定でき、これらはそれぞれ横隔膜の筋量と収縮能力を反映する指標として確立されている²⁵⁾。TFdiは特に人工呼吸器離脱予測の有用性が高く、ウィーニング指標として国際的にも認知されつつある。また、超音波は末梢筋評価にも応用され、大腿四頭筋の断面積や腹横筋厚の変化を定量化することで、NMESや呼吸リハビリテーション介入の効果を客観的に追跡できる。

運動器リハビリテーションにおける物理療法の新展開

人工膝関節全置換術 (Total Knee Arthroplasty : 以下, TKA) 後の物理療法は、近年の術後早期退院プログラムのもとで大きく変容した。かつて標準的に実施されていた持続的他動運動は有効性が否定され、代わって早期荷重・高強度運動・NMESが科学的根拠に基づく主要介入として確立されている²⁶⁾。TKA術後患者においては、術後早期に生じる大腿四頭筋の著しい筋力低下が長期的な機能障害やQOLの低下につながる事が知られている。この筋力低下の主因として注目されているのが関節原性筋抑制 (Arthrogenic Muscle Inhibition : 以下, AMI) である²⁷⁾。AMIは「関節の損傷や腫脹後に生じる関節周囲筋群への持続的な神経性抑制反射」と定義され、随意収縮能力の著明な低下を特徴とする。AMIの発生機序は関節包や靱帯からの求心性入力の変化に起因する。術後の浮腫、炎症、関節弛緩、および関節固有感覚受容器の損傷により関節からの感覚入力に変化し、脊髄レベルで α 運動ニューロンの興奮性が低下する。さらに、この異常な求心性入力は上位中枢にも伝達され、長期的には運動野における神経可塑的变化を引き起こす。結果として大腿四頭筋の随意収縮が障害され、膝伸展筋力が著しく低下する。AMIは術後急性期に最も顕著であり、この時期における効果的な介入が長期的な機能回復の鍵となる。AMI軽減を目的として、これまで多様な周術期介入が試みられてきた。クライオセラピーは理論的根拠に基づき広く使用されているが、30分程度の短時間適用

では腫脹や膝伸展筋力への明確な効果は認められていない²⁸⁾。TKA術後のAMI軽減において最も有望な非侵襲的・非薬理的介入法として注目されているのがNMESである。質の高いRCTにおいて、NMESと標準リハビリテーションを併用した群は標準リハビリテーション単独群と比較して、術後3.5週時点で約30%高い膝伸展筋力を示し (NMES群 : 0.93 ± 0.41 Nm/kg vs 対照群 : 0.66 ± 0.24 Nm/kg)²⁹⁾、この効果は1年後にも持続していたと報告している。近年の系統的レビューによると、推奨されるパラメーターは、周波数50 Hz以上、患者の最大耐容強度、 $250 \mu\text{s} \sim 1 \text{ ms}$ の長いパルス幅、 40 cm^2 以上の大型電極、1:2~1:3のデューティーサイクル (2~6秒のランptimeを含む) であることが報告されている³⁰⁾。特に重要なのは術後2週以内に開始し、最大耐容強度を設定して段階的に強度を増加させることである。しかし、実際の臨床では疼痛により電気刺激強度を十分増加させることができない場合も多い。Yoshidaらの研究では、運動閾値上NMES群で3名が不快感により中断した一方、感覚レベル電気刺激群では中断例がなく、術前筋力の83%まで回復した (対照群63%)³¹⁾と報告している。感覚レベルNMESは筋収縮を伴わない低強度刺激 (10~15 mA) ながら、末梢感覚神経を介して中枢神経系の活性化を促進する。TKA術後早期は中枢神経の抑制が主要な筋力低下原因であり、感覚レベルNMESは筋疲労や疼痛に制限されず求心性入力を最大化できる。運動閾値刺激が困難な症例でも感覚レベル刺激により十分な筋力改善効果が期待でき、患者の治療アドヒアランスを維持しながら効果的なリハビリテーションが可能となる。

AMIに対する介入研究において今後取り組むべき課題は多岐にわたる。第一に、AMIの直接的評価法の標準化である。これまでの多くの研究は膝伸展筋力という間接指標に依存しており、twitch interpolation法などを用いた筋活動の直接評価が必要である。第二に、複合的介入アプローチの検証である。NMESと自発的筋収縮や課題特異的動作練習の併用など、段階的または同時的な介入戦略の有効性を検討すべきである。第三に、NMESの神経生理学的効果の解明である。NMESがAMIを軽減するメカニズム、特に脊髄および皮質レベルでの神経可塑的变化については神経生理学的手法を用いた詳細な検証が求められる。第四に、個別化された介入プログラムの開発である。患者の年齢、性別、術前の身体機能、疼痛感受性などの個人差を考慮した最適な介入プロトコルの確立が必要である。

結語

物理療法は、電気・熱・機械刺激といった物理的エネルギーを介して生体反応を制御する治療科学である。電気刺激は神経伝導と筋活動の再構築を、温熱刺激は血流

動態と組織代謝の最適化を、機械刺激は細胞伸展応答を介した再生誘導を促す。これらの反応は単なる局所現象ではなく、脳-脊髄-末梢の多階層ネットワークにおいて再構成されるものであり、物理療法の本質は生体システムの可塑的調整にあるといえる。

近年、画像・生理計測技術の発展により、これらの可塑的变化を客観的に捉えることが可能となった。機能的MRIや脳波、rTMSは中枢可塑性を、表面筋電図は末梢運動単位の再構築を可視化する。これにより、従来の経験的治療から反応を測定し、効果を証明する物理療法への転換が進んでいる。さらにAIやIoT技術の導入は、個別化刺激制御や自動パラメーター調整を可能にし、刺激反応のリアルタイム学習を通じて治療の精密化を実現しつつある。これらの知見は、物理療法を神経生理学的・生物物理学的根拠に基づく科学的介入として再定義する必要性を示している。教育においては、機器操作技術の習得にとどまらず、作用機序と適応判断を含む体系的なEBP教育が求められる。臨床実践においては、エビデンスを基盤としつつ、個別患者の病態に応じた適切なアウトカム指標による効果検証が重要である。こうした科学的・批判的実践の蓄積が、物理療法の臨床知を深化させるであろう。

文 献

- Abe Y, Goh A-C, *et al.*: Availability, usage, and factors affecting usage of electrophysical agents by physical therapists: A regional cross-sectional survey. *J Phys Ther Sci.* 2016; 28: 3088–3094.
- Abe Y: Changes in availability and usage of electrophysical agents by physical therapists: A 5-year longitudinal follow-up study. *J Phys Ther Sci.* 2021; 33: 870–875.
- Greco JL, Lamberg EM, *et al.*: Trends in availability and usage of biophysical agents among physical therapists in the United States. *Phys Ther Rev.* 2018; 23: 116–123.
- Paquete M, Harry-Leite P, *et al.*: Availability and usage of electrophysical agents by Portuguese physiotherapists: An online survey. *Retos.* 2024; 57: 118–124.
- Greco J, Lamberg E: Biophysical agent curriculum in entry-level physical therapist education programs across the United States. *J Phys Ther Educ.* 2020; 34: 23–31.
- Shin HE, Kim M, *et al.*: Therapeutic effects of functional electrical stimulation on physical performance and muscle strength in post-stroke older adults: A review. *Ann Geriatr Med Res.* 2022; 26: 16–24.
- Johnston TE, Keller S, *et al.*: A clinical practice guideline for the use of ankle-foot orthoses and functional electrical stimulation post-stroke. *J Neurol Phys Ther.* 2021; 45: 112–196.
- Everaert DG, Thompson AK, *et al.*: Does functional electrical stimulation for foot drop strengthen corticospinal connections? *Neurorehabil Neural Repair.* 2010; 24: 168–177.
- Stein RB, Everaert DG, *et al.*: Long-term therapeutic and orthotic effects of a foot drop stimulator on walking performance in progressive and nonprogressive neurological disorders. *Neurorehabil Neural Repair.* 2010; 24: 152–167.
- Nascimento LR, da Silva LA, *et al.*: Ankle-foot orthoses and continuous functional electrical stimulation improve walking speed after stroke: A systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials. *Physiotherapy.* 2020; 109: 43–53.
- Wang J, Zhao L, *et al.*: The difference between the effectiveness of body-weight-supported treadmill training combined with functional electrical stimulation and sole body-weight-supported treadmill training for improving gait parameters in stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *Front Neurol.* 2022; 13: 1003723.
- Fang Y, Li J, *et al.*: Optimization of electrical stimulation for the treatment of lower limb dysfunction after stroke: A systematic review and Bayesian network meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One.* 2023; 18: e0285523.
- Oh ZH, Liu CH, *et al.*: Mirror therapy combined with neuromuscular electrical stimulation for poststroke lower extremity motor function recovery: A systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2023; 13: 20018.
- Galvão WR, Castro Silva LK, *et al.*: Cycling using functional electrical stimulation therapy to improve motor function and activity in post-stroke individuals in early subacute phase: A systematic review with meta-analysis. *Biomed Eng Online.* 2024; 23: 1.
- Sebastián-Romagosa M, Cho W, *et al.*: Brain-computer interface treatment for gait rehabilitation in stroke patients. *Front Neurosci.* 2023; 17: 1256077.
- Jung S, Bong JH, *et al.*: Machine-learning-based coordination of powered ankle-foot orthosis and functional electrical stimulation for gait control. *Front Bioeng Biotechnol.* 2024; 11: 1272693.
- Gomes Neto M, Oliveira FA, *et al.*: Effects of neuromuscular electrical stimulation on physiologic and functional measurements in patients with heart failure: A systematic review with meta-analysis. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2016; 36: 157–166.
- Wang HY, Chen YH, *et al.*: The effectiveness of functional electrical stimulation of the legs in patients with heart failure: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rehabil.* 2022; 36: 303–316.
- Luo P, Li J, *et al.*: Effect of whole-body vibration training on arterial stiffness in adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Blood Press.* 2025; 34: 2571416.
- LoMauro A, Gervasoni F: 20 years of neuromuscular electrical stimulation in COPD. *Eur Respir Rev.* 2024; 33: 220247.
- Guo Y, E Phillips B, *et al.*: Molecular and neural adaptations to neuromuscular electrical stimulation; Implications for ageing muscle. *Mech Ageing Dev.* 2021; 193: 111402.
- Hill K, Cavalheri V, *et al.*: Neuromuscular electrostimulation for adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Libr.* 2018; 5: CD010821.
- Xu C, Yang F, *et al.*: Effect of neuromuscular electrical stimulation in critically ill adults with mechanical ventilation: A systematic review and network meta-analysis. *BMC Pulm Med.* 2024; 24: 56.
- Huang HP, Chen KH, *et al.*: Effects of high-frequency chest wall oscillation on acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2022; 17: 2857–2869.
- Liu X, Yang Y, *et al.*: Respiratory muscle ultrasonography evaluation and its clinical application in stroke patients: A review. *Front Neurosci.* 2023; 17: 1132335.
- Jette DU, Hunter SJ, *et al.*: American Physical Therapy Association: Physical therapist management of total knee arthroplasty. *Phys Ther.* 2020; 100: 1603–1631.
- Churchill L, John Bade M, *et al.*: The past and future of peri-operative interventions to reduce arthrogenic quadriceps muscle inhibition after total knee arthroplasty: A narrative review. *Osteoarthritis Cartil Open.* 2023; 6: 100429.
- Holm B, Husted H, *et al.*: Effect of knee joint icing on knee extension strength and knee pain early after total knee arthroplasty: A randomized cross-over study. *Clin Rehabil.* 2012; 26: 716–723.

- 29) Stevens-Lapsley JE, Balter JE, *et al.*: Early neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps muscle strength after total knee arthroplasty: A randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2012; 92: 210–226.
- 30) Conley CEW, Mattacola CG, *et al.*: A comparison of neuromuscular electrical stimulation parameters for postoperative quadriceps strength in patients after knee surgery: A systematic review. *Sports Health.* 2021; 13: 116–127.
- 31) Yoshida Y, Ikuno K, *et al.*: Comparison of the effect of sensory-level and conventional motor-level neuromuscular electrical stimulations on quadriceps strength after total knee arthroplasty: A prospective randomized single-blind trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017; 98: 2364–2370.

総説

シリーズ 「痛みに対する理学療法の考え方」

連載第1回 神経生理学からみた痛みのメカニズムと分類*

松原 貴子¹⁾ 服部 貴文¹⁾

はじめに

痛みとは、「実際の組織損傷もしくは組織損傷が起こりうる状態に付随する、あるいはそれに似た、感覚かつ情動の不快な体験」と定義される¹⁾。この定義は、痛みが単なる身体感覚ではなく、知覚・情動・認知・社会的文脈を統合した複合的現象であることを強調している。特に慢性疼痛は、末梢組織の損傷や炎症が治癒しても痛みが持続する状態であり、単なる「症状 (symptoms)」ではなく「疾患 (disease)」として再定義された²⁾。さらに、近年改訂された国際疾病分類第11版 (ICD-11) において、慢性疼痛は「慢性一次性疼痛」と「慢性二次性疼痛」に分類され、前者は明確な病因が明らかではなく、疼痛神経系の可塑的变化を伴う痛覚変調性疼痛 (nociceptive pain) を含む新しい疾患概念として位置づけられた³⁾。

こうした背景のもと、理学療法における疼痛理解は、単に「痛みのある部位を治療する」段階から、「痛みを生み出す神経生理学的プロセスを再調整する」段階へと進化している。痛みは、末梢から中枢へと上行する情報伝達経路と、それを修飾する下行性抑制系が複雑に絡み合う動的ネットワークによって統合的に制御される。この過程には、感覚入力だけでなく、注意、感情、学習、期待、運動制御などを調整する高次脳機能が密接に関与する。

理学療法は、筋骨格系の機能回復だけでなく、疼痛神経ネットワークへの直接介入を担う。運動や感覚入力は、可塑的变化をもたらす強力な神経刺激であり、慢性疼痛における抑制性神経回路の再構築を促す科学的根拠を有している⁴⁾。したがって、理学療法士が疼痛の神経

生理学的理解を深めることは、臨床意思決定の精度を高めるとともに、身体と脳を「動かすことによる鎮痛」の神経科学的妥当性を裏づけることにつながる。

痛覚伝導路と疼痛関連脳領域

痛覚の伝達は、末梢の侵害受容器による刺激検出→脊髄後角を含む上行性疼痛伝導路を介した中枢伝達→脳内での感覚・認知・情動的統合による修飾という多層のプロセスから構成される。

1. 末梢侵害受容と脊髄レベルでの統合

侵害受容器は、機械的・熱的・化学的刺激を検出する自由神経終末に存在し、主にA δ 線維とC線維によって構成される。これらはtransient receptor potential vanilloid type 1 (以下、TRPV1), acid-sensing ion channel (以下、ASICs), Nav1.7などのチャネルを介して刺激を受容し、活動電位として脊髄後角I・II層へと伝達する。脊髄後角では、グルタミン酸、サブスタンスP, calcitonin gene related peptide (CGRP) などの神経伝達物質を介して、広作動域ニューロン (wide dynamic range neuron: WDR) や高閾値機械的ニューロンへ興奮が伝えられ、興奮性 (glutamatergic) と抑制性 (gamma-amino butyric acid: 以下、GABAergic, glycinergic) 介在ニューロンがバランスを保ちながら信号を統合する。この段階での抑制性介在ニューロンの機能低下やグリア活性化が、いわゆる中枢感作 (central sensitization) の基盤となる⁴⁾。

2. 上行性疼痛伝導路と視床-皮質ネットワーク

脊髄から上行する疼痛情報は、主に外側系と内側系を介して脳へ伝達される。

- ・外側系 (lateral pain system): 視床腹後外側核 (ventral posterior lateral nucleus: VPL) および腹後内側核 (ventral posterior medial nucleus: VPM) から一次・二次体性感覚野 (S1, S2) に投射し、痛みの部位・強度・持続時間などの感覚弁別処理を担う。
- ・内側系 (medial pain system): 視床内側核群を経て、

* Neurophysiology of Pain: Mechanisms and Classification

1) 神戸学院大学総合リハビリテーション学部
(〒651-2180 神戸市西区伊川谷町有瀬518)
Takako Matsubara, PT, PhD, Takafumi Hattori, PT, PhD: Faculty of Rehabilitation, Kobe Gakuin University
キーワード: 痛覚変調性疼痛, 疼痛感作, 疼痛抑制機能, 運動誘発性鎮痛



本論文はクリエイティブ・コモンズ [表示 4.0 国際] ライセンスの下に利用許諾されています。

© 2026 日本理学療法学会連合

前帯状皮質 (anterior cingulate cortex : 以下, ACC), 島皮質 (insular cortex : 以下, IC), 前頭前野 (pre-frontal cortex : 以下, PFC) などへ至り, 情動的・認知的評価を統合する。これらは「痛みの嫌悪感」や「注意の向け方」「期待」「恐怖回避」などの高次機能と結びつく^{5,6)}。

特に, ACCとICは疼痛関連脳領域 (pain matrix) の中心構造として知られ, 疼痛体験の「つらさ」や「不快感」の形成に深く関与する。これらの領域の過活動は慢性痛患者でしばしば認められ, 疼痛の持続化や疼痛関連恐怖の神経基盤を説明する⁷⁾。

3. 下行性疼痛抑制系と疼痛調節ネットワーク

痛みの伝達は一方向的ではなく, 脳幹を中心とした下行性疼痛抑制系によって動的に修飾される。この系の中核をなすのが, 中脳中心灰白質 (periaqueductal gray : 以下, PAG) と延髄腹内側部 (rostral ventromedial medulla : 以下, RVM) である。これらは大脳皮質や視床から入力を受け, 脊髄後角に投射するセロトニン作動性およびノルアドレナリン作動性線維を介して, 痛覚入力を抑制または促進する。特に, PAG-RVM経路は内因性オピオイド系の主要な経路であり, β -エンドルフィンやエンケファリンを介して抑制性介在ニューロンを賦活する。これにより, 末梢からの侵害信号の伝達が抑えられ, 「痛みを制御する脳」としての役割を果たす。

また, 扁桃体, 側坐核, PFCといった報酬・動機系も疼痛抑制に関与し, 快情動や期待によるプラセボ鎮痛を誘起する。このように, 疼痛の制御は「感覚-情動-認知-動機づけ」が統合されたネットワークであり, 運動・注意・意欲といった理学療法的介入がこの回路に作用する生理学的根拠となる。

4. 理学療法介入との接点

運動療法や感覚入力トレーニングは, 脊髄・脳幹レベルの抑制機構を賦活するとともに, ACCやPFCなどの高次脳における疼痛認知・情動処理を変化させる。これらの介入によって, 痛みに関連する神経活動パターンが再編成され, 疼痛の「認知的再評価」と「報酬的動機づけ」が強化される⁸⁾。すなわち, 理学療法による疼痛治療は, 末梢器質的要因の改善だけでなく, 疼痛神経ネットワークの可塑的リモデリングを通じて, 痛みを再教育するプロセスとして位置づけられる。

痛みの分類と神経生理学的背景

1. 痛み分類の変遷と意義

痛みは, 病態生理学的機序に基づいて分類することが有用とされる。従来, 疼痛は「侵害受容性疼痛」と「神経障害性疼痛」の2分類で説明されてきたが, いずれに

も明確に当てはまらない疼痛が存在することが指摘され, 2016年に国際疼痛学会 (International Association for the Study of Pain : IASP) 分類委員会によって「痛覚変調性疼痛」という第3のメカニズムが提唱された³⁾。その後, ICD-11では「慢性一次性疼痛 (chronic primary pain)」という疾患群が新たに設けられ, 痛覚変調性疼痛の概念はその中心的機構 (機序) とされた²⁾。この分類は, 疼痛を単なる症状から独立した疾患として捉える国際的転換点であり, 疼痛治療の焦点を「損傷治癒」から「神経系の調整」へと拡張する契機となった。

2. 侵害受容性疼痛 (nociceptive pain)

侵害受容性疼痛は, 組織損傷や炎症により活性化された侵害受容器が正常な神経経路を通じて痛覚信号を伝達することにより生じ, 急性痛の多くはこの機序により説明される。末梢では, 侵害刺激によって活性化されたA δ 線維やC線維が, TRPV1, ASICs, Nav1.7などのイオンチャネルを介して電位依存的に興奮する。損傷組織からはプロスタグランジン, ブラジキニン, adenosine triphosphate (ATP), サイトカイン (Interleukin (以下, IL)-1 β , tumor necrosis factor- α (TNF- α)) などが放出され, 受容器感受性が上昇する。この過程は末梢感作 (peripheral sensitization) と呼ばれ, 一過性で可逆的である。

しかし, 炎症や機械的ストレスが長期に持続すると, 脊髄後角ニューロンやグリア細胞 (ミクログリア, アストロサイト) の活性化を介して中枢感作へと移行する。Woolfはこれを「神経系が入力に対して過敏に反応し, 通常であれば無痛である刺激でも痛みを生じる状態」と定義し, 慢性疼痛の中心的病態とした⁴⁾。この段階での痛みは, もはや単なる組織損傷ではなく, 神経回路の過剰可塑性が関与する持続的現象として理解すべきである。

理学療法の介入目的は, 末梢への過剰入力を減じるとともに, 運動や感覚刺激による下行性疼痛抑制系の賦活を通じて中枢過敏を可逆化することにある。

3. 神経障害性疼痛 (neuropathic pain)

神経障害性疼痛は, 「体性感覚神経系の損傷または疾患によって直接生じる疼痛」と定義される²⁾。末梢神経損傷 (糖尿病性末梢神経障害, 帯状疱疹後神経痛など) や中枢損傷 (脊髄損傷後疼痛, 脳卒中後疼痛など) が典型である。損傷した神経はナトリウムチャネルの異所性発現 (Nav1.3, Nav1.8など) により異所性放電を生じ, 痛覚入力がなくとも自発的に興奮する。さらに, 脊髄後角では抑制性介在ニューロンの機能低下 (GABA, グリシン) や興奮性伝達の亢進 (N-methyl-D-aspartate : NMDA 受容体リン酸化) が進み, 脊髄レベルでの脱抑制が生じる⁹⁾。

中枢では、視床や一次体性感覚野の神経可塑的再編が進み、疼痛知覚の拡散やアロディニア (allodynia) を呈する。近年、機能的磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging: 以下, fMRI) 研究により、神経障害性疼痛ではACCやICの過活動や扁桃体の恐怖関連応答が増強していることが示され、感情的苦痛と疼痛が神経的に融合していることが明らかとなった⁶⁾。

理学療法としては、感覚再教育、運動イメージなどの介入が求められ、これらは皮質再構築の正常化を目的とする。特に、感覚運動統合を段階的に再学習させるgraded motor imagery (GMI) は、神経障害性疼痛の機能的リハビリテーション戦略として国際的にも注目されている。

4. 痛覚変調性疼痛 (nociplastic pain)

痛覚変調性疼痛は、明確な組織損傷や神経損傷を伴わず、痛覚情報処理の異常によって生じる疼痛と定義され³⁾、線維筋痛症、慢性腰痛、複合性局所疼痛症候群、過敏性腸症候群などが代表的疾患である。これらでは、末梢の入力異常よりも中枢神経系の機能的変調が主要因であるとされている。具体的には、①下行性疼痛抑制系 (PAG-RVM経路、青斑核-脊髓経路) の活動低下、②IC・ACCの過活動、③扁桃体-海馬系による過剰な情動反応、④視床皮質連絡の変化が報告されている¹⁰⁾。

また、定量的感覚検査 (quantitative sensory testing: QST) を用いた研究では、圧痛閾値 (pressure pain threshold: PPT) や時間的加重 (temporal summation of pain: TSP)、条件刺激性疼痛調節 (conditioned pain modula-

tion: 以下, CPM) において、健常者とは異なる反応パターンが示されている¹¹⁾。これらは、疼痛伝達系の過剰興奮と疼痛抑制系の機能低下との併存を示す結果であり、理学療法士による評価にも応用可能である。

さらに、血中および脳脊髄液中のオピオイド・エンドカンナビノイド系物質 (β -endorphin, anandamide (以下, AEA), 2-arachidonoylglycerol (以下, 2-AG)) の低下、セロトニン・ノルアドレナリン系の伝達不全、HPA軸の過剰反応などが報告されている¹²⁾。これらは運動療法によって部分的に正常化しうることが明らかになり、理学療法が疼痛調節系の可塑的再構築に寄与する生物学的根拠を提供している。

痛覚変調性疼痛の診断にはKosekらが提唱した評価フローが用いられている (図1)³⁾。また、痛覚変調性疼痛で併発することが多い中枢感作関連症状の臨床的スクリーニングツールにはcentral sensitization inventory (CSI) の有用性が示されている。一方、fMRIや脳波を用いた検証では、痛覚変調性疼痛患者に特徴的な神経ネットワーク異常が報告されており、疼痛の「神経表現型」としての客観的分類が模索されているが¹³⁾、決定的なバイオマーカーは未確立である。

5. 三分類の臨床的意義と理学療法への応用

この三分類の意義は、疼痛の「原因」ではなく「機序」に基づく治療選択を可能にする点にある。侵害受容性疼痛では、炎症の抑制、組織修復、負荷の最適化が主眼となり、神経障害性疼痛では、異常興奮の抑制と皮質再構築を目的とする感覚再教育トレーニングが有効である。

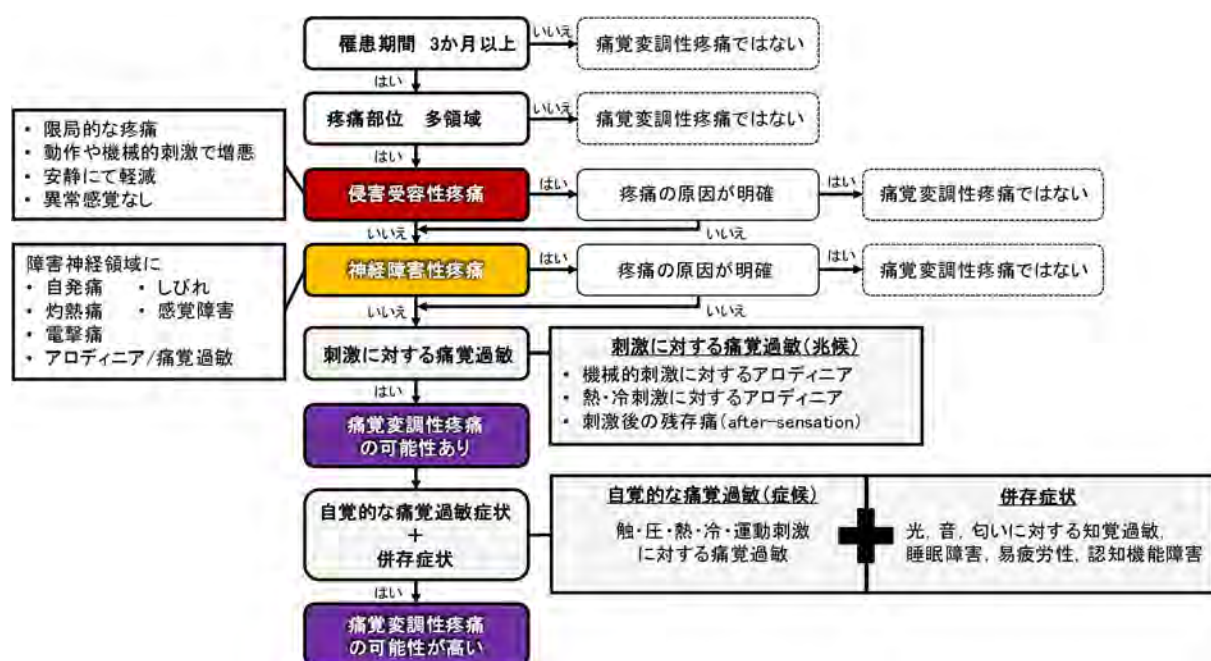


図1 痛覚変調性疼痛の評価アルゴリズム
文献3) を元に著者作成。

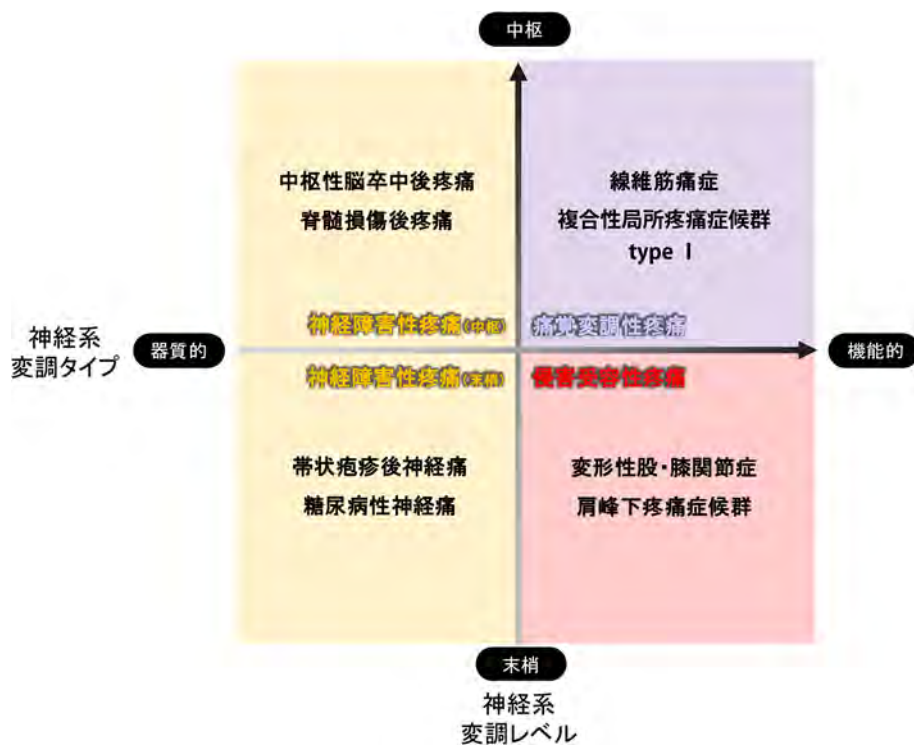


図2 神経機能変調と機構分類

そして痛覚変調性疼痛では、運動療法・教育的介入・心理社会的支援を統合した包括的リハビリテーション (multimodal rehabilitation) が中心となる。これらの疼痛の機序は重複して存在することも多く、患者ごとに支配的な機序を見極め、適切な介入を組み合わせることが重要である (図2)。理学療法士がこの病態理解をもとに介入計画を立案することは、「痛みを評価し、理解し、調整する」専門職としての実践的基盤を形成する。

理学療法と鎮痛の神経メカニズム

1. 運動と鎮痛の神経科学的基盤

運動は痛みの軽減をもたらす強力な非薬物的手段の一つであり、その作用機序は「運動誘発性鎮痛 (exercise-induced hypoalgesia: 以下, EIH)」として知られる¹⁴⁾。EIHとは、急性または持続的な運動後に全身的な疼痛閾値の上昇が見られる現象であり、健康者だけでなく慢性痛患者においても確認されている¹⁵⁾。この鎮痛効果は、末梢から中枢に至る多層的機構によって媒介される。

理学療法の立場からみると、EIHは単なる運動効果ではなく、「感覚-運動-情動-認知」の統合的な神経学的生理反応である。すなわち、身体運動という外的刺激が、筋代謝・神経伝達・情動反応を介して、疼痛伝達系と抑制系のバランスを再構築する可塑的反応といえる。

2. 末梢および脊髄レベルの機構：侵害入力調節

運動によって骨格筋が収縮すると、筋線維や免疫細胞からマイオカイン (myokine) と総称される生理活

性物質が放出される。代表的なものには、抗炎症性サイトカインであるIL-6, IL-10, 脳由来神経栄養因子 (brain-derived neurotrophic factor: 以下, BDNF), イリシン (irisin) などがあり、これらは侵害受容体の興奮性を抑制し、局所的な炎症を鎮静化する¹⁶⁾。IL-6は運動中に一過的に上昇し、抗炎症性サイトカインのカスケードを誘導する一方、安静時の慢性高値とは異なり、炎症環境を「正常化」する調整因子として機能する。

さらに、骨格筋の求心性入力は脊髄後角の抑制性介在ニューロンを賦活し、痛覚入力を遮断する。この過程では、脊髄内のオピオイド受容体やカンナビノイド受容体が活性化し、侵害信号の伝達を抑制する¹⁶⁾。

これら末梢および脊髄レベルのメカニズムは、いわば「運動による末梢での痛覚信号のブロック」としてEIHの基盤を形成しており、理学療法における筋収縮誘発運動 (neuromuscular electrical stimulation: NMESなど) の鎮痛効果を裏づける。

3. 中枢レベルの機構：下行性疼痛抑制系の賦活

EIHの中枢性機構の中心をなすのは、PAG-RVM-脊髄後角を結ぶ下行性疼痛抑制である。この経路は、セロトニンおよびノルアドレナリン作動性神経を介して、脊髄後角ニューロンの興奮を抑制する。運動中、PAGでは内因性オピオイド (β -エンドルフィン, エンケファリン) が放出され、RVM経由で痛覚入力を抑制する。また、近年の動物実験では、運動により内因性カンナビノイド (AEA, 2-AG) が上昇し、カンナビノイド受容体

(CB1受容体)を介して疼痛抑制を誘発することが示されている¹⁷⁾。この現象はいわゆる「ランナーズ・ハイ(runner's high)」として知られ、有酸素運動による報酬・快情動および疼痛抑制に共通した神経学的基盤を示している。

理学療法の実践においては、これらの中枢性鎮痛機構を活性化する運動強度・持続時間・動機付けの最適化が鍵となる。中等度以上の有酸素運動(60–70% VO_2max)や高強度インターバルトレーニングがEIHをより顕著に誘発する一方、慢性疼痛患者では疼痛抑制系の機能低下により反応性が減弱している¹⁵⁾。したがって、慢性疼痛患者では「一気に高強度」ではなく、漸増的運動負荷と安全な成功体験によって下行性疼痛抑制系の可塑性を回復させるアプローチが求められる。

4. 報酬系・情動系の関与：痛みと「快」の再結合

運動による鎮痛は、単なる痛覚抑制ではなく、報酬系の賦活による情動変容を伴う。PAG–RVM経路と並行して、PFC、扁桃体、側坐核を中心とする報酬ネットワークが活性化し、ドーパミンおよびオピオイド作動系を介して「快感」や「達成感」を生じさせる。この神経反応は、「痛みを避ける行動」から「動くことが快である行動」への学習転換を促す。

慢性疼痛では、この報酬系の活動が抑制され、「痛みのない状態を報酬として学習できない」ことが行動抑制や抑うつの一因となる。理学療法におけるポジティブフィードバック、自己効力感の強化、社会的支援は、この神経・心理的側面を再構築する重要な要素である¹⁸⁾。

5. 慢性疼痛におけるEIH反応の減弱と理学療法的再構築

慢性疼痛患者ではEIH反応がしばしば減弱または消失しており¹⁵⁾¹⁹⁾、この現象は中枢感作に起因する。特に、痛覚変調性疼痛では、PAG–RVM経路におけるセロトニン・ノルアドレナリンの放出低下、ACC・ICの過活動、さらにはサルコペニアや肥満による慢性低炎症状態がEIH反応を阻害することが知られている。心理的要因も重要であり、疼痛恐怖、抑うつ、痛みの破局的思考はEIH効果を減弱させる¹⁹⁾。

したがって、理学療法士はEIH反応の個人差をスクリーニングし、抑制機構の再活性化を段階的に設計する必要がある。実際、CPMなどはEIH反応性の個人プロフィールを把握する有効な手段として報告されている¹¹⁾。漸増的な有酸素運動、レジスタンス運動、呼吸法、マインドフルネスなどを組み合わせることにより、疼痛抑制システムの感受性を再構築し、運動による鎮痛効果を「習慣化された生理反応」として定着させることができる。

6. 感覚運動統合による疼痛可塑性の再構築

理学療法の鎮痛効果は、実運動のみならず運動イメージやバーチャルリアリティ(virtual reality: 以下、VR)を組み合わせた運動でも誘発される。Niwaらは、VRを用いた運動イメージが実運動と同程度のEIHおよび気分改善をもたらすことを示し、運動に伴う脳活動の賦活が疼痛抑制の鍵である可能性を報告した²⁰⁾。この知見は、鎮痛がEIHには「筋活動」や「関節運動」よりも「運動関連脳領域」の活動が重要であることを示唆しており、痛みによる回避行動が強い患者に対しても、運動イメージ・VRなどの非侵襲的に脳の可塑性を誘導する治療法は有効な選択肢となる。さらに、fMRI研究では、運動によるACC・IC・PFCの機能的結合の正常化が報告されており、慢性疼痛に対する理学療法には、感覚と運動の統合を通じて「痛み脳」から「運動脳」への転換が求められる⁸⁾。

7. 理学療法の鎮痛モデルの統合

以上を総合すると、理学療法による鎮痛は次の三層構造で理解できる。

- 1) 末梢・脊髄レベル：マイオカイン分泌と鎮痛物質による細胞内シグナル伝達の抑制による侵害入力への減弱
- 2) 中枢レベル：PAG–RVM経路を中心とした内因性鎮痛システムの再活性化
- 3) 高次脳レベル：報酬系ネットワークを介した「痛みの再評価」と「快の学習」

これらを臨床的に統合したものが「pain-modulatory rehabilitation model」であり(図3)、理学療法士は運動、感覚、情動、認知を再統合する立場にある。すなわち、運動は単なる身体活動ではなく、脳機能を変える薬理学的刺激であり、その設計こそが痛み治療の核心である。

痛み可塑性への介入と未来展望

1. 可塑性を鍵とする新たな疼痛治療

痛みの慢性化は、単なる末梢の炎症や損傷の遷延ではなく、中枢神経系における可塑性によって説明される。すなわち、繰り返す侵害刺激や不安・ストレスなどの心理的要因が、脊髄後角から上位中枢に至る疼痛伝達経路の興奮性を持続的に高め、同時に下行性疼痛抑制機能を低下させる。この結果、外的刺激がない、または少なくとも痛みが持続的に生じる「痛み回路の自律化(autonomous pain circuit)」が形成される。

理学療法による疼痛介入の本質は、この不適応的可塑性を「修復的可塑性」に転換することである。運動療法、感覚再教育、心理的介入などを通じて、痛み脳の機能結合を再調整し、疼痛体験の質そのものを変容させることが現代の疼痛リハビリテーションの方向性である。

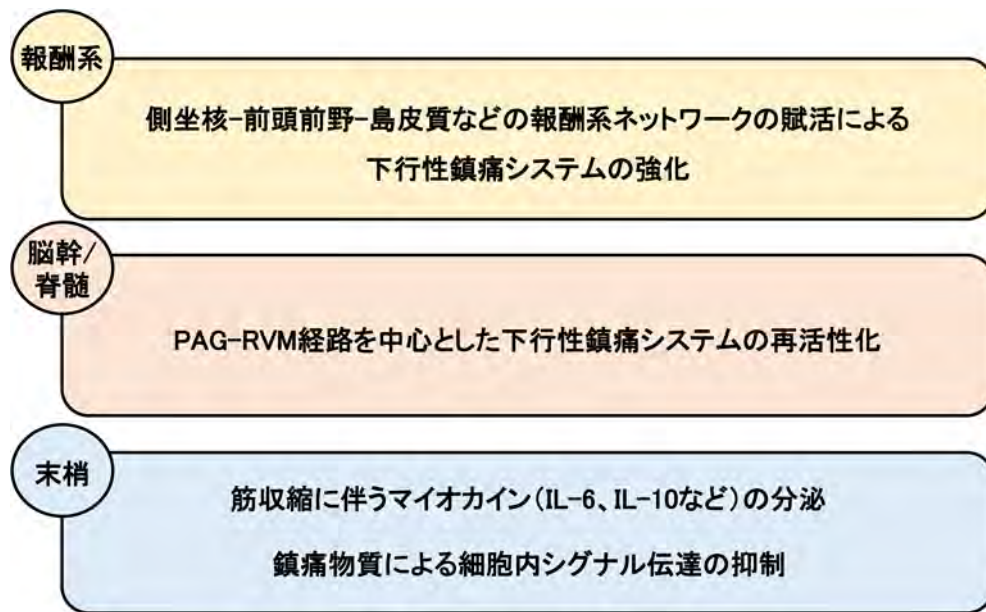


図3 理学療法による鎮痛の神経機構

2. 運動による神経可塑性の誘導

運動による可塑性誘導の分子基盤としては、BDNFの上昇が特に注目される。BDNFは神経新生とシナプス可塑性を促進し、PAG、PFC、海馬など疼痛抑制系に関与する領域で神経回路の再構築をもたらす²¹⁾。また、fibroblast growth factor 21 (FGF21) やinsulin-like growth factor-1 (IGF-1) などの成長因子、抗炎症性サイトカイン、さらには内因性カンナビノイドの増加も報告されている。これらの神経栄養・抗炎症性シグナルは、運動によって全身レベルで誘導される「神経再生環境」を形成し、疼痛脳を可塑的に修復する生理学的基盤を提供する。

3. 認知・情動調整と「疼痛脳」の再教育

慢性疼痛では、ACCや扁桃体などの情動ネットワークが過活動し、痛みに対する「恐怖」「注意」「予期不安」が疼痛を増幅させる。これに対し、運動や呼吸、瞑想などによる認知的再評価は、扁桃体の活動を抑制し、PFCの統制機能を強化する¹⁰⁾。

Pain science education (以下、PSE) やマインドフルネス認知療法といった教育的介入は、痛みを「損傷の警告」ではなく「神経の可塑的反応」と再定義させることで、運動恐怖やカタストロフィ化を軽減する。理学療法におけるPSEは、運動による生理的鎮痛効果に加えて、患者自身の疼痛認知様式を変える「神経認知リハビリテーション (neurocognitive rehabilitation) として位置づけられる²²⁾。つまり、理学療法士が疼痛の神経生理学を理解し、それを患者に伝えること自体が、疼痛抑制ネットワークを再活性化する行為である。

4. VR・デジタル技術による可塑性誘導の最前線

近年、VRや拡張現実 (augmented reality: AR) 技術を用いた運動療法が急速に発展している。これらの技術は、視覚・運動・情動を同時に刺激することで、高次脳領域の可塑性を効率的に誘導し、従来の運動療法では得られなかった没入的な「感覚再統合」を実現する。前述の通り、VRを用いた運動イメージ介入が実運動と同程度のEIHを誘起することが示されている²⁰⁾。この結果は、仮想的運動が実際の筋活動を伴わなくても疼痛抑制を引き起こす可能性を示しており、「痛みは誘発されない運動」の設計に大きな意義をもつ。さらに、デジタル・セラピューティクスやウェアラブルセンシングを組み合わせることで、疼痛反応のリアルタイム評価と個別最適化が可能となりつつある。AIを活用した運動強度調整や情動モニタリング技術も臨床応用が進んでおり、理学療法の現場は「神経生理モニタリングを伴う疼痛制御」へと進化しつつある。

5. 慢性疼痛リハビリテーションの未来像

慢性疼痛の治療においては、もはや単一の手技や薬物では限界がある。よって、今後求められるのは、「運動」「教育」「心理」「栄養」「社会環境」などを統合した多次元的疼痛リハビリテーション (multidimensional pain rehabilitation) である。その中心に位置する理学療法士は、疼痛の神経メカニズムを理解し、身体運動を通じて脳機能を再編成する専門職としての役割を果たすべきである。

日本においては、高齢化に伴うサルコペニアの進行により、骨格筋量・筋質の低下が疼痛感受性を高める可能性が示唆されている²³⁾。筋活動を介したEIH反応の減弱は、慢性疼痛の病態生理と密接に関連しており、筋骨

格系の健康維持が疼痛の予防戦略として重要となる。

また、社会的孤立やストレスによる視床下部-下垂体-副腎系 (hypothalamic-pituitary-adrenal axis) の過剰反応は疼痛感受性を亢進させるため、理学療法士は身体運動と並行して社会的・心理的レジリエンスの構築にも寄与すべきである。

6. 疼痛リハビリテーション科学への展開

今後の理学療法研究は、「どのような運動が、どの神経機構を、どのように変えるのか」という問いに応える機序指向型研究へと進化する必要がある。疼痛抑制能や中枢感作関連症状の評価 (CPMやCSIなど) は、個別化医療のためのスクリーニングツールであり、さらに、プロテオミクスや神経画像、生体信号解析を統合したAIモデルによって、疼痛のフェノタイプを可視化し、介入効果を予測する試みも始まっている。

理学療法は単に「痛みを減らす」ための手段ではなく、「痛みを通じて人の生理的・心理的活力を取り戻す」科学として新たな段階に入っている。

まとめ

疼痛の発現・持続には複数の神経機構が階層的に関与している。これらを再調整するには、神経可塑性を標的とした多面的介入が必要である。理学療法はその中心的役割を担い、運動・感覚・認知・情動を再統合することで「痛みの再教育」を実現する。運動は単なる身体活動ではなく、脳と心の可塑性を呼び起こす生理的薬理刺激であり、その設計と応用こそが次世代の疼痛治療を切り拓く。理学療法士が神経科学の理解と臨床実践を架橋し、痛みを“抑える”から“変える”へと導くことが、未来の疼痛リハビリテーションである。

文 献

- 1) International Association for the Study of Pain: IASP terminology: revised definition of pain. IASP. 2020. <https://www.iasp-pain.org/publications/iasp-news/iasp-announces-revised-definition-of-pain/> (2025年11月3日引用)
- 2) Treede RD, Rief W, *et al.*: Chronic pain as a symptom or a disease: The IASP classification of chronic pain for ICD-11. *Pain*. 2019; 160: 19–27.
- 3) Kosek E, Clauw D, *et al.*: Chronic nociplastic pain affecting the musculoskeletal system: Clinical criteria and grading system. *Pain*. 2021; 162: 2629–2634.
- 4) Woolf CJ, Salter MW, *et al.*: Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain*. 2011; 152(Suppl): S2–S15.
- 5) Tracey I, Mantyh PW: The cerebral signature for pain perception and its modulation. *Neuron*. 2007; 55: 377–391.
- 6) Apkarian AV, Hashmi JA, *et al.*: Human brain mechanisms of chronic pain: Maladaptive plasticity and emotional-motivational processing. *Eur J Pain*. 2005; 9: 463–484.
- 7) Kano M, Grinsvall C, *et al.*: Resting state functional connectivity of the pain matrix and default mode network in irritable bowel syndrome: A graph theoretical analysis. *Sci Rep*. 2020; 10: 11015.
- 8) Bagg MK, Wand BM, *et al.*: Effect of graded sensorimotor retraining on pain intensity in patients with chronic low back pain: A randomized clinical trial. *JAMA*. 2022; 328: 430–439.
- 9) Baron R, Binder A, *et al.*: Neuropathic pain: Diagnosis, pathophysiological mechanisms, and treatment. *Lancet Neurol*. 2010; 9: 807–819.
- 10) Bushnell MC, Ceko M, *et al.*: Cognitive and emotional control of pain and its disruption in chronic pain. *Nat Rev Neurosci*. 2013; 14: 502–511.
- 11) Gil-Ugidos A, Vázquez-Millán A, *et al.*: Conditioned pain modulation (CPM) paradigm type affects its sensitivity as a biomarker of fibromyalgia. *Sci Rep*. 2024; 14: 7798.
- 12) Kaplan CM, Kelleher E, *et al.*: Deciphering nociplastic pain: Clinical features, risk factors and potential mechanisms. *Nat Rev Neurol*. 2024; 20: 347–363.
- 13) Sandström A, Ellerbrock I, *et al.*: Distinct aberrations in cerebral pain processing differentiating patients with fibromyalgia from patients with rheumatoid arthritis. *Pain*. 2022; 163: 538–547.
- 14) Naugle KM, Fillingim RB, *et al.*: A meta-analytic review of the hypoalgesic effects of exercise. *J Pain*. 2012; 13: 1139–1150.
- 15) Vaegter HB, Jones MD: Exercise-induced hypoalgesia after acute and regular exercise: Mechanisms in individuals with and without pain. *Pain Rep*. 2020; 5: e823.
- 16) Sanchis-Gomar F, Lopez-Lopez S, *et al.*: Neuromuscular electrical stimulation: Contraction-induced myokine secretion. *Front Physiol*. 2019; 10: 1463.
- 17) Fuss J, Steinle J, *et al.*: A runner's high depends on cannabinoid receptors in mice. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2015; 112: 13105–13108.
- 18) Wakaizumi K, Shinohara Y, *et al.*: Exercise effect on pain is associated with negative and positive affective components: A large-scale internet-based cross-sectional study in Japan. *Sci Rep*. 2024; 14: 7649.
- 19) Rice D, Nijs J, *et al.*: Exercise-induced hypoalgesia in pain-free and chronic pain populations: State of the art and future directions. *J Pain*. 2019; 20: 1249–1266.
- 20) Niwa Y, Matsubara T, *et al.*: Virtual reality-based motor imagery produces exercise-induced hypoalgesia comparable to actual exercise. *Pain Med*. 2024; 25: 612–619.
- 21) Ni W, Kuang X, *et al.*: Pain chronicity and relief: From molecular basis to exercise-based rehabilitation. *Biology (Basel)*. 2025; 14: 1116.
- 22) Moseley LG, Leake HB, *et al.*: Teaching patients about pain: The emergence of pain science education, its learning frameworks and delivery strategies. *J Pain*. 2024; 25: 104425.
- 23) Yamaguchi S, Hattori T, *et al.*: Impaired exercise-induced hypoalgesia in elderly: Association with sarcopenia and endogenous pain modulation. *Pain Res*. 2025; 40: 12–21.

《 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のある事項（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. 著作権とCCライセンス

本誌に掲載された論文の著作権は、本連合に属する。また、理学療法学51巻2号掲載論文からCreative Commons licenseに準拠したOpen Access Journal (CC-BY) として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指定された期日まで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. 審査および掲載に関する費用

規定の分量の範囲内までは無料掲載するが、超過した場合は別表に定める掲載料を徴収する。

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の非会員および休会者・権利停止者の投稿には別表に定める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。ただし、11. 審査および掲載に関する費用の改正は理事会決議による。

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

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

附則

1. 本規定は、令和4年1月1日に遡って施行する。
2. 本規程は、令和6年1月18日に改正し、7については第51巻2号から、11については令和6年10月1日から適用する。
3. 本規程は、令和6年12月23日に改正する。

別表. 審査料と掲載料

	審査料	掲載料 (刷上がり1ページあたり)	掲載料(規定超過分) (刷上がり1ページあたり)
協会員 (理学療法士)	無料	無料	¥11,000(税込)
非協会員・ 協会休会者 (理学療法士)	¥11,000(税込)	¥11,000(税込)	¥11,000(税込)
理学療法士以外 の者	無料	無料	¥11,000(税込)

※消費税率の改定があった場合は改定後の金額とする。

- 1-1 筆頭著者・共著者全員が、公益社団法人 日本理学療法士協会員（以下、「協会員」という。）もしくは理学療法士以外の者である場合、審査料は無料とする。
- 1-2 筆頭著者または共著者のいずれかに非協会員または休会中・権利停止中の理学療法士（以下、「協会休会者等」という。）が含まれる場合、非協会員・協会休会者等1名あたり上記別表に定める審査料を徴収する。
- 1-3 前項の審査料は投稿受付時に発生し、一度納入された審査料はいかなる理由があっても返却しない。
- 2-1 筆頭著者・共著者全員が、協会員もしくは理学療法士以外の者である場合、執筆規定「3. 原稿の規定分量」に定める範囲内の掲載料は無料とする。
- 2-2 筆頭著者または共著者のいずれかに非協会員・協会休会者等が含まれた論文が採用された場合、非協会員・協会休会者等1名あたり上記別表に定める掲載料を徴収する。
- 2-3 前項の掲載料は最終原稿受理後、論文公開前までに納入し、一度納入された掲載料は取り下げ等、いかなる理由があっても返却しない。
- 3-1 審査料および掲載料は本連合が指定する方法で納入する。審査料および掲載料の納入が確認できた論文から受付・公開を行う。納入にかかる費用は投稿者の負担とする。

理学療法学執筆規定(抜粋)

3. 原稿の規定分量

研究論文(原著)、症例研究、システマティックレビューは、要旨・英文要旨・文献・図表を含んで原則として刷り上がり8頁(400字詰め原稿用紙40枚・16,000字相当)。短報は要旨・英文要旨・文献・図表を含んで原則として刷り上がり4頁(400字詰め原稿用紙24枚・9,600字相当)。その他は要旨・文献・図表を含んで原則として刷り上がり6頁(400字詰め原稿用紙32枚・12,800字相当)。図表は、刷り上がり1/4頁大のもの1個を400字詰め原稿用紙1枚として換算すること。

編集委員長 副編集委員長 編集委員	島田 裕之								
	神津 玲	榑間 春利	菅原 憲一	対馬 栄輝	橋立 博幸				
	石垣 智也	小澤 淳也	粕山 達也	加藤 剛平	金子 文成	楠本 泰士			
	久保田雅史	河野 健一	高橋 真	土井 剛彦	永井 宏達	中山 恭秀			
	野島 一平	原田 和宏	樋口 大輔	平瀬 達哉	前田 慶明	牧迫飛雄馬			
	村松 憲	森下慎一郎	山口 智史	山田 実					
査読委員	赤澤 直紀	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	荒木 草太	井澤 和太	石川 博明	石田 和人			
	石田 和宏	石田 水里	犬飼 康人	井上順一朗	井上 優	井平 光			
	上原信太郎	上村 一貴	臼田 滋	内田 学	内山 覚	浦川 将			
	江玉 睦明	大住 倫弘	大塚章太郎	大鶴 直史	大西 秀明	岡田 洋平			
	小栢 進也	小野 玲	片山 脩	加藤 倫卓	金村 尚彦	上出 直人			
	神谷健太郎	鳥野 大	河野 一郎	北出 一平	北原エリ子	木藤 伸宏			
	木山 良二	久保 雅義	熊丸めぐみ	肥田 朋子	小林 麻衣	小宮 諒			
	齊藤 正和	櫻井 宏明	新貝 和也	菅田 陽怜	鈴木 里砂	角園 恵			
	陶山 和晃	関 裕也	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	田辺 茂雄			
	谷口 匡史	田畑 稔	田平 一行	椿 淳裕	鶴崎 俊哉	富田 浩輝			
	中 徹	中井 雄貴	中尾 周平	中窪 翔	長坂 和明	中西 和毅			
	中野 治郎	中野渡達哉	中村 潤二	中村 雅俊	成田 崇矢	南角 学			
	西上 智彦	野添 匡史	信迫 悟志	花田 智	花田 匡利	藤澤 宏幸			
	藤澤 祐基	藤野 英己	本田 寛人	前島 洋	松尾 篤	松尾 英明			
	松崎由里子	松田 雅弘	宮城島沙織	宮崎 宣丞	宮下 浩二	宮本 俊朗			
	村山 尊司	森井 和枝	森岡 周	森沢 知之	森下 元賀	森野佐芳梨			
	山口 正貴	葉 清規	横川 吉晴	横川 正美	横塚美恵子	横山 茂樹			
	吉田 剛	吉松 竜貴	渡辺 学						

(五十音順)

編集後記

理学療法学 第53巻第1号が発刊されました。本号では、7編の原著論文、2編の短報、1編の実践報告、2編の総説を掲載しています。いずれの論文も、明日からの理学療法実践に活用でき、臨床を豊かにする内容となっております。

原著論文では、池上論文が脳卒中片麻痺患者の回復期病棟退院時のトイレ自立を識別するスコアモデルを構築し、退院支援や家族指導への応用可能性を示しました。長田論文は、小学生における身体機能の個人差が運動機能不全に及ぼす影響を検討し、小学生の運動機能不全に関する有益な知見を提供しました。三谷論文は、重症脳卒中患者の回復期以降の日常生活活動改善の影響因子を明らかにし、急性期段階における予後予測の可能性を示しました。藤本論文は、通所リハビリテーションを利用している高齢女性の重症サルコペニアを識別する下腿周径のカットオフ値を明らかにし、簡便なスクリーニングツールとしての応用可能性を示しました。板垣論文は、集中治療室入室患者の自宅退院の影響因子を明らかにし、早期離床の必要性和退出時まで獲得すべき因子を示しました。平戸論文は、回復期の脳卒中患者に対する2種類の歩行支援ロボットの介入効果の違いを検討し、これらロボットの特徴や適応可能性を示しました。植松論文は、Q角の再現性および測定誤差の範囲を明らかにし、触診技術の必要性を示しました。

短報では、小宮論文が大腿骨近位部骨折患者の入院時血清アルブミン値と退院時歩行自立度との関連性について検討し、これらの関連性には常用薬数で違いがあることを明らかにしました。高木論文は、航空自衛隊に対する腰痛予防教室の効果を検討し、産業リハビリテーションのあり方について考察しました。実践報告では、吉村論文がフレイルを呈する経カテーテル大動脈弁留置術患者に対する術前リハビリテーションが身体機能に及ぼす影響について検討し、その介入効果を報告しました。

総説では、生野先生が理学療法場面における物理療法の動向を整理し、エビデンスを踏まえた今後の展開について示してくださいました。松原先生には、痛みの分類とそのメカニズムについてご解説いただき、介入戦略や今後のリハビリテーションのあり方についてご提示いただきました。

本号に収載された成果が、読者の皆様の理学療法実践の一助となることを願っております。今後も本誌が理学療法学の発展に寄与する場となるよう、多くのご投稿をお待ちしております。

(平瀬達哉)

理 学 療 法 学

第53巻 第1号

2026年2月20日 発行

編集
発行

一般社団法人 日本理学療法学会連合

〒106-0032 東京都港区六本木7丁目11番10号

公益社団法人 日本理学療法士協会内

TEL(03)5843-1747 (代表)

印刷・製本 株式会社国際文献社

〒162-0801 東京都新宿区山吹町332-6

パブリッシングセンター

TEL(03)6824-9363