ISSN 0289-3770　Rigaku ryōhōgaku

理学療法学
Physical Therapy Japan

2025
VOL. 52
No. 3

●研究論文（原著）
肩甲下筋断裂併発症例における鏡視下腱板修復術後５週の下垂位外旋可動域と術後 12ヶ月の治療成績との関係
…奥村太朗・他

若手理学療法士の心理的安全性と働く意欲に関する基礎研究
…石﨑崇天・他

日本の理学療法関連学術誌における生成人工知能利用規定の現状と課題
…禹　炫在・他

●短　報
要介護高齢者のBarthel Index悪化確率に基づく訪問リハビリテーション頻度の意思決定曲線分析
…中口拓真・他

●スコーピングレビュー
脊椎疾患者におけるウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた歩行分析―A Scoping Review―
…宮﨑宣丞・他

●症例報告
リアルタイム超音波画像フィードバックと運動療法の併用が奏功した足部疼痛を有する複合性局所疼痛症候群症例に対する介入経験―症例報告―
…川淵敬太

●総　説
シリーズ「心疾患患者に対する理学療法のアップデート」
連載第３回目　高齢心不全患者に対するテーラーメイド型運動療法
…山本周平・他

シリーズ「理学療法における臨床予測ルール（clinical prediction rule）とその適用」
連載第３回目　膝関節疾患における臨床予測モデルの適用
…伊藤秀幸

●投稿規程

日本理学療法学会連合

理学療法学　第52巻　第3号　2025年

目　　次

研究論文（原著）

肩甲下筋断裂併発症例における鏡視下腱板修復術後5週の下垂位外旋可動域と術後12ヶ月の治療成績との関係 …… 奥村　太朗・他・117

若手理学療法士の心理的安全性と働く意欲に関する基礎研究 …… 石﨑　崇天・他・126

日本の理学療法関連学術誌における生成人工知能利用規定の現状と課題 …… 禹　炫在・他・136

短　報

要介護高齢者のBarthel Index悪化確率に基づく訪問リハビリテーション頻度の意思決定曲線分析 …… 中口　拓真・他・142

スコーピングレビュー

脊椎疾患者におけるウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた歩行分析—A Scoping Review— …… 宮﨑　宣丞・他・150

症例報告

リアルタイム超音波画像フィードバックと運動療法の併用が奏功した足部疼痛を有する複合性局所疼痛症候群症例に対する介入経験—症例報告— …… 川淵　敬太・157

総　説

シリーズ「心疾患患者に対する理学療法のアップデート」

連載第3回目　高齢心不全患者に対するテーラーメイド型運動療法 …… 山本　周平・他・162

シリーズ「理学療法における臨床予測ルール（clinical prediction rule）とその適用」

連載第3回目　膝関節疾患における臨床予測モデルの適用 …… 伊藤　秀幸・173

投稿規程 …… 183

Physical Therapy Japan

CONTENTS Vol. 52 No. 3 2025

Research Reports (Original Article)

Relationship between External Rotation Range of Motion 5 Weeks after Arthroscopic Rotator Cuff Repair and Treatment Outcome 12 Months after Surgery in Patients with Subscapularis Muscle Tear ······ Okumura T., *et al.* · 117

Basic Research on Psychological Safety and Work Engagement of Young Physical Therapists ······ Ishizaki T., *et al.* · 126

The Current Status and Challenges of Generative Artificial Intelligence Utilization Guidelines in Japanese Physical Therapy-related Journals ······ Woo H., *et al.* · 136

Brief Report

Decision Curve Analysis of Home Rehabilitation Frequency Based on Modeling of Barthel Index Deterioration Probability in Older Adults Receiving Care ······ Nakaguchi T., *et al.* · 142

Scoping Review

Gait Analysis Using Acceleration Measured by Wearable Sensors in Patients with Spinal Disease: A Scoping Review ······ Miyazaki T., *et al.* · 150

Case Report

An Intervention Experience in a Complex Regional Pain Syndrome Case with Foot Pain Successfully Treated Using a Combination of Real-time Ultrasound Imaging Feedback and Exercise Therapy: A Case Report ······ Kawabuchi K. · 157

Reviews

Individualized Exercise Therapy Based on Functional Capacity in Elderly Patients with Heart Failure ······ Yamamoto S., *et al.* · 162

Application of Clinical Prediction Model in Knee Joint Disease ······ Ito H. · 173

理学療法学　第52巻第3号　117～125頁（2025年）

研究論文（原著）

肩甲下筋断裂併発症例における鏡視下腱板修復術後5週の下垂位外旋可動域と術後12ヶ月の治療成績との関係*

奥 村 太 朗[1)#]　伊 勢 昇 平[2)]　小 川 侑 男[1)]
廣田知佐恵[1)]　桑 原 康 太[1)]　白 井 智 裕[1)]

要旨

【目的】肩甲下筋（Subscapularis：以下，SSC）断裂併発症例における鏡視下腱板修復（Arthroscopic Rotator Cuff Repair：以下，ARCR）後5週の下垂位外旋可動域（Range of motion：以下，ROM）と術後12ヶ月の治療成績との関係を検討した。【方法】ARCRを施行した92例95肩を対象とした。術前，術後5週，3, 6, 12ヶ月の他動ROM, 再断裂の有無を術後5週の外旋25度以上（以下，H群）と20度以下（L群）およびSSC断裂併発症例群（SSC＋群）と非断裂症例群（SSC－群）で比較した。術後5週の外旋25度以上に関与する術前因子とカットオフ値も算出した。【結果】ROMは術後12ヶ月までH群で高値であった。SSC断裂の有無に関わらず再断裂はH群で多かった。術前因子は結帯ROMが選択され，カットオフ値は第1腰椎であった。【結論】SSC断裂の有無に関わらず術後5週の外旋を20度に留めることは再断裂予防として有用であり，術前結帯ROMが第1腰椎以上の場合，術後5週の外旋が25度以上になる可能性が高くなる可能性が示唆された。

キーワード　腱板断裂，鏡視下腱板修復術，外旋，肩甲下筋，結帯

はじめに

腱板断裂（Rotator Cuff Tear：以下，RCT）は代表的な肩関節疾患の一つであり，主な症状として安静時痛，夜間痛，挙上時痛，挙上制限，筋力低下[1)2)]などが認められる。RCTは腱板を構成する4つの筋腱（棘上筋，棘下筋，小円筋，肩甲下筋（Subscapularis：以下，SSC））のいずれかが断裂した状態であり，棘上筋の断裂が一番多いとされている。先行研究では44%（175/395肩）にSSC断裂の合併を認め[3)]，SSC断裂の併発症例は多く存在する。また，SSCは強力な内旋筋であるとともに他の腱板群との協同運動で骨頭を求心位に保つ作用があり，SSCの機能低下は日常生活に大きな支障を与える。

治療方針としてリハビリテーション（以下，リハビリ），注射，薬物療法などの保存療法または手術療法が選択される[4)5)]。手術適応の場合，聖隷佐倉市民病院（以下，当院）では一次修復可能なRCT症例に対して鏡視下腱板修復術（Arthroscopic Rotator Cuff Repair：以下，ARCR）を施行している。ARCRはおおまかにsingle row法（以下，S法），Double row法（以下，D法），suture bridge（以下，B法）などに分けられる。ARCRは術式を問わず良好な治療成績[6)7)]が報告されている一方で，修復腱板の再断裂，術後拘縮[8–10)]などの合併症も報告されている。再断裂の発症率は8～15%[11)12)]，術後拘縮は8～18%[13)]と決して少なくない。再断裂の発症率はS法25%，D法12%，B法17.5%であり，S法よりもD法やB法で再断裂は低い[14)15)]ことが報告されているが，術式に関わらず一定の割合で再断裂は存在する。術後拘縮では術後3ヶ月の肩関節可動域（Range of motion：以下，ROM）と治療成績の関連[16)17)]が報告されており，術後3ヶ月のROMの屈曲120度，外旋10度以上の獲得が良好な治療成績獲得のための一つの指標[17)]として報告されている。さらに，より早期ではMcNamaraら[18)]，Milli-

---

* Relationship between External Rotation Range of Motion 5 Weeks after Arthroscopic Rotator Cuff Repair and Treatment Outcome 12 Months after Surgery in Patients with Subscapularis Muscle Tear

1）聖隷佐倉市民病院リハビリテーション室
（〒285-8765　千葉県佐倉市江原台2-36-2）
Taro Okumura, PT, Yukio Ogawa, PT, Chisae Hirota, PT, Kouta Kuwabara, PT, Tomohiro Shirai, PT: Department of Physical Therapy, Seirei Sakura Citizen Hospital
2）聖隷佐倉市民病院整形外科
Shohei Ise, MD, PhD: Department of Orthopedic Surgery, Seirei Sakura Citizen Hospital
\# E-mail: t-okumura@sis.seirei.or.jp

（受付日　2024年10月1日／受理日　2025年3月8日）
［J-STAGEでの早期公開日　2025年5月8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。
© 2025 日本理学療法学会連合

canら[19]が術後6週の下垂位外旋（以下，外旋）ROMと治療成績の関係について，術後6週の外旋ROM20度以下の場合は25度以上の場合と比較し，術後12ヶ月の屈曲，外転，外旋，結帯ROMに低下を認めたと報告している。しかし，これらの報告では腱板の断裂部位別の検討がされていない。特に外旋はSSCの伸張[20–22]に関与するため，SSC断裂の有無で外旋ROMが大きく異なる可能性がある。さらに最大屈曲には外旋ROM 35度が必要[23]と報告されており，外旋ROMは他のROM方向に大きく影響を与える。そのためSSC断裂の有無で治療成績が異なる可能性が考えられるが，SSC断裂および術後早期ROMと臨床成績との関連性を評価した報告はこれまでにない。当院のプロトコールでは肩自動運動が術後5週から開始となるため，自動運動の影響を受けないように配慮し，本研究では術後5週時点での他動ROMを採用した。

本研究の目的はARCR後12ヶ月までの治療成績をSSC断裂併発症例（以下，SSC＋群）とSSC非断裂症例（以下，SSC−群）に分けて経時的に調査し，SSC断裂併発症例における術後5週の外旋ROMと術後12ヶ月の治療成績との関係について明らかにすることである。

対象および方法

1. 対象

2018年8月から2022年12月に当院でRCTと診断され，一次修復が可能な初回ARCRを受けた98例101肩（男性59例61肩，女性39例40肩）を対象とした。SSC断裂単独症例や術前，術後5週，3, 6, 12ヶ月の経過観察が困難な症例は除外した。両側手術症例は3例であった。

2. 測定，調査項目

疼痛，ROM，臨床スコア，再断裂，患者基本情報，手術所見，手術方法を調査，測定した。

1）疼痛

夜間痛と挙上時痛を患者本人より聴取した。評価には（Visual analogue scale：VAS）を用いて0〜100 mmで記録した。計測時期は術前，術後5週，3, 6, 12ヶ月におこなった。

2）ROM

肩関節の屈曲，外転，外旋，結帯ROMを他動で計測した。屈曲，外転，外旋は日本整形外科学会が制定するROM測定法に準じて行い，東大式ゴニオメーターを使用し，5度刻みで背臥位にて測定した。なお，外旋は上腕下垂位かつ肘関節屈曲90度とした。円背肢位などにより肩関節伸展位となる場合には肘の下にタオルを入れ，伸展0度になるように調整をおこなった。結帯は座位で実施し，母指を脊柱に沿って触知可能な高位椎体レベルを測定後，臀部以下を0点，第5腰椎を1点と各レベルを点数化した。測定は計測方法を熟知した筆者を含む経験年数4, 6, 8, 10年目の理学療法士の4名が行い，代償動作を抑制して実施した。計測時期は術前，術後5週，3, 6, 12ヶ月におこなった。

3）臨床スコア

日本整形外科学会肩関節治療成績判定表（以下，肩JOA）[24]は疼痛，ROM，機能，レントゲン所見，関節安定性の項目から構成され，合計点（0–100点）を算出した。American Shoulder and Elbow Surgeons（以下，ASES）[25]は疼痛と日常生活を含んだ機能の項目で構成され，合計点（0〜100点）を算出した。計測時期は術前，術後3, 6, 12ヶ月におこなった。

4）再断裂

磁気共鳴画像診断（Magnetic Resonance Imaging：以下，MRI）による肩専門医の診療録を参照しSugaya分類[26]を用いて評価し，type1–3を再断裂なし，type4–5を再断裂ありとした。評価時期は術後3, 6, 12ヶ月とした。

5）患者基本情報，手術所見，手術方法

患者基本情報は性別，年齢，糖尿病の有無を診療録より収集した。なお，糖尿病の罹患は拘縮やcuff integrityとの関与[27][28]が報告されていることから調査した。

手術所見は腱板断裂部位，腱板断裂サイズ（DeOrio&Cofield分類，Lafosse分類）[29][30]，追加処置の有無（肩峰下除圧術，鏡視下授動術，鏡視下関節包切離術，上腕二頭筋腱切離および固定）を手術記録より収集した。なお，腱板断裂サイズに関しては，棘上筋，棘下筋，小円筋はDeOrio&Cofield分類を用いて分類し，小断裂と中断裂（以下，小中断裂群），大断裂と広範囲断裂（以下，大広範囲断裂群）とした。SSC断裂はLafosse分類を用いてtype1（上方1/3の不全断裂）とtype2以上（上方1/3の全層断裂〜全層完全断裂）とした。

手術方法は全身麻酔下，ビーチチェアポジションでsuture bridge法によるARCRが施行された。なお，SSC断裂に対してType1症例ではsingle row法，type2以上の症例ではsuture bridge法が施行された。

3. 後療法

小中断裂群は術後3週間肩外転装具（Donjoy®,ULTO-RASLING IV）固定とし，術後1週より他動運動，術後4週より自動介助運動，術後5週より自動運動をそれぞれ開始した。大広範囲断裂群は術後4週間肩外転装具とし，術後3週より他動運動，術後5週より自動介助運動，術後6週より自動運動をそれぞれ開始した。なお，腱板断裂サイズを問わずSSC断裂を認めた場合は術後3週まで屈曲，外転を90度以下に制限した。断裂サイズに関わらず，基本的には術後3ヶ月より軽作業，術後6ヶ月より重労働を開始した。外来リハビリは術後3ヶ月までは週2回，それ以降は状態に応じて通院頻度を調整し，最低術後6ヶ月まで継続した。

4. 統計学的分析

1）術後5週の外旋ROMと治療成績

McNamaraらの報告[18]を参考に，術後5週の外旋ROM25度以上群（以下，H群）と20度以下群（以下，L群）に分類した。得られたデータはShapiro–Wilk検定で正規性を確認した。術前，術後5週，術後3, 6, 12ヶ月の夜間痛，挙上時痛，他動屈曲，外転，1st外旋，結帯ROM，肩JOA，ASESはMann–Whitney U検定，年齢は対応のないt検定を用いて比較検討した。再断裂，性別，糖尿病の有無，腱板断裂サイズ，追加処置の有無はχ^2検定を用いて比較検討した。

2）SSC断裂の有無による術後5週の外旋ROMと治療成績

手術所見より対象をSSC＋群とSSC−群に分け，各群内で術後5週の外旋ROMを用いてH群とL群に分類した。術前，術後5週，術後3, 6, 12ヶ月の夜間痛，挙上時痛，他動屈曲，外転，外旋，結帯ROM，肩JOA，ASESをMann–Whitney U検定，年齢を対応のないt検定を用いて各群内で比較検討した。再断裂，性別，糖尿病の有無，腱板断裂サイズ，追加処置の有無はχ^2検定を用いて各群内で比較検討した。

3）術後5週の外旋ROMに影響を与える術前因子の検討とROC曲線

従属変数は術後5週の外旋ROMにおけるH群とL群の2群とした。独立変数は術前の夜間痛，挙上時痛，他動屈曲，外転，外旋，結帯ROM，肩JOA，ASES，糖尿病や追加処置の有無のなかで，2群間で有意な差を認めた項目と共変量として年齢，性別，腱板断裂サイズ，SSC断裂の有無を加えたものとした。独立変数は変数増加法の尤度比による二項ロジスティック回帰分析を行い，オッズ比と95%信頼区間で検討した。また，多重共線性を考慮し，独立変数間でSpearmanの相関分析を行い，相関係数の絶対値rが0.8以上[31]となった場合は臨床的意義のある変数を選択した。二項ロジスティック回帰分析で有意な変数として選択された項目において，定量的な指標となるカットオフ値を求めるために，Receiver Operating Characteristic Curve（以下，ROC曲線）を用いた分析をおこない，カットオフ値，感度，特異度，曲線下面積（Area Under the Curve：以下，AUC）を求めた。統計処理はIBM SPSS Statisstics24（IMB社，USA）を使用し，有意水準を5%以下とした。

5. 倫理的配慮

本研究は患者の診療情報および身体測定データを使用して行う後ろ向き研究である。ヘルシンキ宣言に基づき，聖隷佐倉市民病院の倫理委員会の承認を受けて実施した（承認番号：2023025号）。また，患者には研究の目的，内容について説明し，書面による同意を得た。

結　　果

対象98例101肩のうち，SSC単独断裂症例1例1肩と，術前および術後12ヶ月の経過観察が困難であった症例5例5肩を除いた92例95肩（男性57例59肩，女性35例36肩，平均年齢65.7±9.7歳）について検討を行った。

1. 術後5週の外旋ROMと治療成績

術後5週の外旋ROMのH群とL群の疼痛，ROM，臨床スコア，再断裂，患者基本情報，手術所見の比較を表1, 2に示す。

H群は24肩，L群は71肩であった。年齢，性別，断裂サイズ，SSC断裂，糖尿病，追加処置の有無は両群で有意差を認めなかった。夜間痛と動作時痛は各時期で2群間に有意差を認めなかった。他動屈曲，外転，外旋

表1　術後5週外旋可動域25度以上群と20度以下群別の患者基本情報

項目（単位）	全例（95肩）	H群（24肩）	L群（71肩）	p＝value
年齢（歳）	65.7±9.7	67.5±8.7	68.0±6.7	0.526[1]
性別（肩）男性／女性	59/36	17/7	42/29	0.307[2]
腱板断裂サイズ※1（肩）				
小中断裂	69	17	52	0.819[2]
大広範囲断裂	26	7	19	
肩甲下筋断裂（肩）有／無	54/41	13/11	41/30	0.759[2]
糖尿病（肩）有／無	56/39	3/21	15/56	0.351[2]
肩峰下除圧術（肩）有／無	19/76	8/16	33/38	0.260[2]
鏡視下授動術（肩）有／無	16/79	1/23	15/56	0.054[2]
鏡視下関節包切離術（肩）有／無	14/81	1/23	12/59	0.116[2]
上腕二頭筋処置（肩）				
tenodesis	26	7	19	0.848[2]
tenotomy	15	1	14	0.067[2]
無	54	16	38	0.239[2]

平均値±標準偏差，※1: Confield分類.
H群：術後5週外旋可動域25度以上，L群：術後5週外旋可動域20度以下. 1：対応のないt検定，2: χ^2検定.

表2　術後5週外旋可動域25度以上群（H群）と20度以下群（L群）の疼痛・可動域・臨床スコア・再断裂

項目（単位）	計測時期	全例（95肩）	H群（24肩）	L群（71肩）	p＝value
夜間痛（mm）	術前	36（9–60.5）	25.5（2.3–47.5）	41（9–66）	0.132[1]
	術後5週	10（0–38）	7（0–28.3）	10（0–40）	0.675[1]
	術後3ヶ月	0（0–10）	0（0–28）	0（0–0）	0.083[1]
	術後6ヶ月	0（0–0）	0（0–15）	0（0–0）	0.067[1]
	術後12ヶ月	0（0–0）	0（0–0）	0（0–0）	0.505[1]
挙上時痛（mm）	術前	55（36–71）	45.5（32–67）	59（(35–75）	0.088[1]
	術後5週	25（15–42）	22（13.5–40.8）	28（15–45）	0.326[1]
	術後3ヶ月	25（1–38.5）	23（0–28）	25（5–40）	0.442[1]
	術後6ヶ月	0（0–20.5）	0.5（0–19）	0（0–21）	0.974[1]
	術後12ヶ月	0（0–0）	0（0–5.3）	0（0–10）	0.380[1]
他動屈曲可動域（度）	術前	140（110–150）	147.5（132.5–165）	130（105–150）	0.004[1,**]
	術後5週	100（97.5–117.5）	120（112.5–130）	100（95–110）	<0.001[1,***]
	術後3ヶ月	125（110–140）	142.5（130–150）	120（110–130）	<0.001[1,***]
	術後6ヶ月	145（135–150）	150（140–160）	140（130–150）	0.003[1,**]
	術後12ヶ月	155（150–162.5）	160（156.3–170）	150（145–160）	0.004[1,**]
他動外転可動域（度）	術前	130（90–150）	147.5（122.5–163.8）	120（90–150）	0.001[1,***]
	術後5週	95（90–102.5）	112.5（100–120）	90（90–100）	<0.001[1,***]
	術後3ヶ月	110（100–125）	132.5（120–150）	105（95–120）	<0.001[1,***]
	術後6ヶ月	140（122.5–150）	150（135–160）	140（120–150）	0.007[1,**]
	術後12ヶ月	155（147.5–165）	160（150–170）	155（145–160）	0.041[1,**]
他動外旋可動域（度）	術前	50（30–60）	52.5（45–65）	45（30–60）	0.013[1,*]
	術後5週	15（10–22.5）	35（30–40）	10（10–20）	<0.001[1,***]
	術後3ヶ月	30（20–40）	45（36.3–50）	25（20–35）	<0.001[1,***]
	術後6ヶ月	45（35–55）	50（46.3–60）	40（30–50）	<0.001[1,***]
	術後12ヶ月	60（45–60）	60（50–70）	50（40–60）	0.011[1,*]
他動結帯可動域（度）	術前	3（1–6.5）	6.5（2.8–8.8）	2（0–5）	0.001[1,***]
	術後5週	0（0–0）	1（0–1.8）	0（0–0）	<0.001[1,***]
	術後3ヶ月	1（0–2）	3（1–5）	1（0–2）	<0.001[1,***]
	術後6ヶ月	3（1–5）	5（2–7.8）	2（1–5）	0.014[1,*]
	術後12ヶ月	6（3–8）	6.5（5–9）	5（3–8）	0.104[1]
肩JOA（点）	術前	65（55.5–75）	69.8（62.3–78.5）	64.3（53–72.3）	0.029[1,*]
	術後3ヶ月	69.5（60.8–76）	74（65.5–83.5）	68（59.6–74.4）	0.007[1,**]
	術後6ヶ月	85（72.4–90）	88.8（79–93.3）	84.5（71.1–89.5）	0.070[1]
	術後12ヶ月	94（88.5–97.9）	95（90.5–100）	94（83.5–97）	0.070[1]
ASES（点）	術前	46.7（35–57.1）	56.7（45.9–66.7）	45（35–53.3）	0.005[1,**]
	術後12ヶ月	93.3（85–98.7）	97.4（87.7–100）	91.7（83.7–97.9）	0.189[1]
再断裂有／無（肩，%）		7/88（7.8）	6/18（33）	1/70（1.4）	0.039[2,*]

中央値（第1四分位–第3四分位），*: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.
H群：術後5週外旋可動域25度以上群，L群：術後5週外旋可動域20度以下群．
肩JOA：日本整形外科学会肩関節治療成績判定表，ASES: American Shoulder and Elbow Surgeons.
[1]: Mann–Whitney U検定，[2]: χ^2検定．

ROMは各時期でH群が有意に高値であった。結帯ROMは術前および術後5週，3, 6ヶ月でH群が有意に高値であったが，術後12ヶ月では有意差を認めなかった。肩JOAは術前および術後3ヶ月でH群が有意に高値であったが，術後6, 12ヶ月では有意差を認めなかった。ASESは術前のみH群が有意に高値であったが術後は有意差を認めなかった。再断裂はH群6肩，L群1肩であり，H群で有意に多かった（$p=0.039$）。なお，再断裂時期は術後3ヶ月時点で6肩，術後6ヶ月時点で1肩に認めた。

2. SSC断裂の有無による術後5週の他動外旋ROMと治療成績

SSC断裂の有無と術後5週外旋ROMのH群とL群の疼痛，ROM，臨床スコア，再断裂，患者基本情報，手術所見の関係を表3, 4に示す。

SSC+群はH群13肩，L群41肩であった。上腕二頭筋の追加処置としてtenotomyがL群で有意に多かった。夜間痛，挙上時痛は各時期で2群間に有意差を認めなかった。他動屈曲，外旋ROMは術後5週～12ヶ月でH群が有

表3　術後5週外旋可動域25度以上群と20度以下群別の患者基本情報

項目	SSC+群（54肩）		p＝value	SSC−群（41肩）		p＝value
	H群（13肩）	L群（41肩）		H群（11肩）	L群（30肩）	
年齢（歳）	67.5±9.3	68.0±8.7	0.723[1]	61.2±11.1	63.5±10.0	0.513[1]
性別（肩）男性／女性	9/4	24/17	0.491[2]	8/3	18/12	0.356[2]
断裂サイズ[※1]（肩）						
小中断裂	8	26	0.902[2]	9	27	0.478[2]
大広範囲断裂	5	15		2	3	
肩甲下筋断裂サイズ[※2]（肩）Type1/type2以上	5/8	18/23	0.729[2]	—	—	—
糖尿病（肩）有／無	2/11	10/31	0.708[2]	1/10	5/24	0.464[2]
肩峰下除圧術（肩）有／無	7/6	25/16	0.648[2]	6/5	18/12	0.513[2]
鏡視下授動術（肩）有／無	1/12	5/36	0.650[2]	0/11	10/20	0.039[2,*]
鏡視下関節包切離術（肩）有／無	1/12	5/36	0.551[2]	0/11	8/22	0.083[2]
上腕二頭筋処置（肩）						
tenodesis	7	17	0.433[2]	0	2	0.739[2]
tenotomy	0	12	0.026[2,*]	1	2	0.791[2]
無	6	12	0.260[2]	10	26	0.713[2]

平均値±標準偏差．*:p<0.05．
※1: Confield分類，※2: Lafosse分類．
SSC+群：肩甲下筋断裂併発症例，SSC−群：肩甲下筋断裂なし症例．
H群：術後5週外旋可動域25度以上群，L群：術後5週外旋可動域20度以下群．
1：対応のないt検定，2: $\chi 2$検定．

意に高値であった。他動外転，結帯ROMは各時期でH群が有意に高値であった。肩JOAは術後3, 6ヶ月でH群が有意に高値であったが，術前，術後12ヶ月では有意差を認めなかった。ASESは術前後で2群間に有意差を認めなかった。再断裂はH群3肩，L群1肩であり，H群で有意に多かった（p＝0.039）。なお，SSCの再断裂は認めなかった。

SSC−群はH群11肩，L群30肩であった。鏡視下授動術がL群で有意に多かった。挙上時痛は術前のみL群が有意に高値（p＝0.046）であったが，術後5週以降では有意差を認めなかった。他動屈曲，外転，外旋ROMは術後5週〜3ヶ月でH群が有意に高値であったが，6ヶ月以降では有意差を認めなかった。結帯ROMは術前のみH群が有意に高値であった（p＝0.019）が，術後5週以降では有意差を認めなかった。肩JOAは各時期で2群間に有意差を認めなかった。ASESは術前でH群が有意に高値であったが術後12ヶ月では有意差を認めなかった。再断裂はH群3肩，L群0肩であり，H群で有意に多かった（p＝0.015）。

3. 術後5週の外旋ROMに影響を与える術前因子の検討とROC曲線

二項ロジスティック回帰分析では術前の他動屈曲，外旋，結帯ROM，肩JOAスコア，ASES，年齢，性別，腱板断裂サイズ，SSC断裂の有無を独立変数として投入した。なお，術前屈曲と外転ROMの相関関係がr＝0.81であり，外旋と屈曲の関係の報告[23]に準じ，術前外転ROMは除外した。結果として，術前他動結帯ROM（オッズ比：1.245，オッズ比95%信頼区間1.091–1.421，p<0.001）が選択された。術前他動結帯ROMについてのROC曲線を図1に示す。ROC曲線より算出された術前の他動結帯ROMのカットオフ値は4.5椎，感度0.750，特異度0.634，AUC 0.737であった（表5）。

考　察

本研究結果では術後5週の外旋ROMと治療成績として，術後5週の外旋ROMが20度以下の場合は，25度以上の症例と比較し，術後12ヶ月でのROM制限を認めたが再断裂率は低値であった。SSC断裂別の検討として，術後5週の外旋ROMが20度以下の場合，25度以上の症例と比較し，SSC断裂を認めた症例では術後12ヶ月までROM制限を認めたが，SSC断裂を認めなかった症例では術後6ヶ月以降同等であった。再断裂率はSSC断裂の有無に関わらず，術後5週の外旋20度以下の場合，25度以上と比較し低値であった。術後5週の外旋ROMに与える術前因子は術前結帯ROMが有意な変数として選択され，カットオフ値は4.5椎であり，第1〜2腰椎レベルに相当した。本研究よりSSC断裂併発症例においても先行研究と同様に術後5週の外旋ROMが術後12ヶ月のROM制限を与える一方，再断裂は低値となる可能性があることが分かり，術後5週の外旋ROM20度以下を目安にすることは再断裂予防のための有用な指標の一つとなる可能性が示唆された。さらに術前結帯ROMが第1〜2腰椎の場合は術後5週の外旋ROMが25度以上になる可能性があるため，慎重な術後外旋ROM訓練を実施すべきか

表4　肩甲下筋断裂の有無による術後5週他動外旋可動域と治療成績（疼痛・可動域・臨床スコア・再断裂）

項目（単位）		全例（95肩）	SSC+群（54肩）		p=value	SSC−群（41肩）		p=value
			H群（13肩）	L群（41肩）		H群（11肩）	L群（30肩）	
夜間痛（mm）	術前	36（9–60.5）	24（13–46）	37（0–70）	0.379[1]	26（4.5–44）	44（23.3–60.5）	0.215[1]
	術後5週	10（0–38）	13（0–26）	10（0–37）	0.775[1]	1（0–27.5）	6.5（0–48.8）	0.783[1]
	術後3ヶ月	0（0–10）	0（0–30）	0（0–10）	0.275[1]	0（0–19）	0（0–0）	0.287[1]
	術後6ヶ月	0（0–0）	0（0–20）	0（0–0）	0.204[1]	0（0–0）	0（0–0）	0.477[1]
	術後12ヶ月	0（0–0）	0（0–0）	0（0–0）	0.690[1]	0（0–0）	0（0–0）	0.805[1]
挙上時痛（mm）	術前	55（36–71）	50（42–70）	60（39–75）	0.610[1]	40（17–45.5）	55.5（31.3–71.8）	0.046[1,*]
	術後5週	25（15–42）	18（13–29）	25（16–38）	0.274[1]	25（17.5–41）	29.5（16–48.8）	0.674[1]
	術後3ヶ月	25（1–38.5）	24（0–38）	25（5–40）	0.547[1]	8（1–38）	24（13.5–38）	0.590[1]
	術後6ヶ月	0（0–20.5）	8（0–20）	10（0–21）	0.941[1]	0（0–14）	0（0–14.8）	0.851[1]
	術後12ヶ月	0（0–0）	0（0–8）	0（0–8）	0.912[1]	0（0–0）	0（0–11）	0.359[1]
他動屈曲可動域（度）	術前	140（110–150）	145（140–160）	135（110–150）	0.051[1]	150（132.5–165）	120（100–150）	0.025[1,*]
	術後5週	100（97.5–117.5）	120（120–130）	100（95–110）	<0.001[1,***]	120（115–127.5）	100（95–110）	<0.001[1,***]
	術後3ヶ月	125（110–140）	150（130–150）	120（110–125）	<0.001[1,***]	140（130–147.5）	125（110–130）	0.018[1,*]
	術後6ヶ月	145（135–150）	150（145–160）	140（125–150）	0.003[1,**]	150（140–155）	142.5（135–155）	0.301[1]
	術後12ヶ月	155（150–162.5）	160（160–165）	150（150–155）	0.003[1,**]	160（150–170）	155（145–163.8）	0.215[1]
他動外転可動域（度）	術前	130（90–150）	145（135–160）	120（90–145）	0.011[1,*]	155（115–162.5）	115（90–153.8）	0.053[1]
	術後5週	95（90–102.5）	110（100–120）	90（90–100）	0.002[1,**]	120（102.5–120）	90（90–100）	<0.001[1,***]
	術後3ヶ月	110（100–125）	135（120–150）	105（100–110）	<0.001[1,***]	120（120–145）	110（96.3–125）	0.037[1,*]
	術後6ヶ月	140（122.5–150）	150（140–160）	135（115–140）	0.003[1,**]	150（127.5–155）	140（125–155）	0.513[1]
	術後12ヶ月	155（147.5–165）	160（155–170）	155（150–160）	0.019[1,*]	160（147.5–172.5）	160（145–165）	0.441[1]
他動外旋可動域（度）	術前	50（30–60）	60（50–65）	50（30–60）	0.080[1]	50（37.5–70）	40（22.5–50）	0.116[1]
	術後5週	15（10–22.5）	40（35–40）	10（10–20）	<0.001[1,***]	30（30–35）	10（5–20）	<0.001[1,***]
	術後3ヶ月	30（20–40）	45（40–55）	30（20–35）	<0.001[1,***]	40（30–45）	25（20–30）	<0.001[1,***]
	術後6ヶ月	45（35–55）	50（50–65）	40（25–50）	0.002[1,**]	50（40–60）	40（35–50）	0.139[1]
	術後12ヶ月	60（45–60）	60（60–70）	55（45–66）	0.043[1,*]	60（47.5–72.5）	50（40–60）	0.103[1]
他動結帯可動域（度）	術前	3（1–6.5）	9（5–8）	3（1–5）	0.008[1,**]	6（3.5–8.5）	1.5（0–5）	0.019[1,*]
	術後5週	0（0–0）	1（0–3）	0（0–0）	<0.001[1,***]	0（0–1）	0（0–0）	0.165[1]
	術後3ヶ月	1（0–2）	4（3–7）	1（0–1）	<0.001[1,***]	2（1–3.5）	1（0–2）	0.116[1]
	術後6ヶ月	3（1–5）	7（3–8）	2（1–4）	0.002[1,**]	3（2–5）	4（1–5）	0.873[1]
	術後12ヶ月	6（3–8）	7（5–9）	5（3–6）	0.040[1,*]	6（4.5–8.5）	6（3–9）	0.965[1]
肩JOA（点）	術前	65（55.5–75）	69（64–76）	65.5（53.3–72.0）	0.200[1]	70.5（59.3–80.8）	60.5（52.8–69.3）	0.083[1]
	術後3ヶ月	69.5（60.8–76）	74（67–83.5）	68.5（56.5–74.8）	0.026[1,*]	74（66.9–80.1）	67.5（63.5–74）	0.136[1]
	術後6ヶ月	85（72.4–90）	89（81.8–94.1）	83.5（69.3–87）	0.040[1,*]	87.8（81.1–92.6）	85（77.5–91.5）	0.764[1]
	術後12ヶ月	94（88.5–97.9）	94.5（90.4–100）	93.5（87–95.5）	0.280[1]	97.5（92.5–99.5）	95（82.8–98）	0.193[1]
ASES（点）	術前	46.7（35–57.1）	51.7（43.4–63.4）	43.3（34.2–54.2）	0.090[1]	61.7（50.8–65.9）	46.7（35–53.3）	0.019[1,*]
	術後12ヶ月	93.3（85–98.7）	96.7（90–100）	91.7（84.2–96.7）	0.090[1]	98（85.9–99.2）	88.3（85–98.3）	0.402[1]
再断裂有／無（肩，%）		7/88（8.0）	3/10（30）	1/40（2.5）	0.039[2,*]	3/8（37.5）	0/30（0）	0.015[2,*]

中央値（第1四分位–第3四分位）.
*: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.
SSC+群：肩甲下筋断裂併発症例，SSC−群：肩甲下筋断裂なし症例.
H群：術後5週外旋可動域25度以上群，L群：術後5週外旋可動域20度以下群.
肩JOA：日本整形外科学会肩関節治療成績判定表，ASES: American Shoulder and Elbow Surgeons.
[1]: Mann-Whitney U検定，[2]: χ^2検定.

の判断の一助とすることができると考える。

術後5週の外旋ROMが20度以下の症例では25度以上の症例と比較して術後12ヶ月のROM制限を認めたが，SSC断裂を認めなかった症例では術後6ヶ月以降のROM制限を認めなかった。SSCは解剖学上，肩甲下窩から上腕骨の小結節に停止[32]し，外旋がSSCの上部線維を伸張[22]させる。SSC修復後はSSCの緊張が高くなるため，すべての肢位での外旋ROMが制限される[33]と報告されている。そのため，SSC断裂の有無により外旋ROMの回復過程や治療成績の結果が異なる可能性がある。なお，自験例においては術後5週の外旋ROMが20度以下の場合，SSC断裂併発症例の術後12ヶ月のROMは屈曲150度，外転155度，外旋55度，結帯第1腰椎レベルであり，日常生活には支障のないROM[34]まで獲得できていた。

再断裂は術後5週の外旋ROMが20度以下の症例では25度以上の症例と比較して再断裂が有意に少なく，またSSC断裂との関連を認めなかった。先行研究では術後6ヶ月における超音波評価での腱板治癒率は拘縮群で93%，非拘縮群で85%[18]，術後12ヶ月のMRI評価による腱板治癒率が拘縮群で70%，非拘縮群で36%[35]，術後6ヶ月のMRI評価による再断裂率は，拘縮群で2.4%，非拘縮群で16.5%[36]と報告され，本研究結果は諸家の報

告と同様にROM制限を認める症例において低値であった。そのためSSC断裂に関わらず術後5週の外旋ROM制限が再断裂の発生率を低下させる可能性があることが示唆された。Keenerら[37)]，McGrathら[38)]はARCR後の拘縮が腱板の治癒に有利である機序として術後拘縮に伴うcapsulitisが腱板治癒の一助となっていることを述べている。本研究からも早期外旋可動域と再断裂には関連がみられたことから，外旋ROMと腱板治癒の過程には関連がある可能性が示唆された。術後拘縮や再断裂はARCR後の合併症の一部であり，治療成績の不良因子となり得る。また，術後5週の外旋ROMが20度以下の場合は術後12ヶ月でのROM制限を発生させるリスクがある一方で，ROMが25度以上の場合は再断裂率が高くなる可能性がある。自験例のSSC断裂併発の拘縮症例では術後12ヶ月までROM制限を認めたが，肩JOAは良好の基準である83点[39)]以上を獲得できていた。そのため本研究の結果から術後5週の外旋ROMを20度に留めることでROMの改善は遅れる可能性はあるものの，再断裂を予防できる可能性が示唆された。

術後5週の外旋ROMに与える術前因子は術前結帯ROMが有意な変数として選択され，カットオフ値は第1〜2腰椎レベルに相当した。結帯ROMは肩関節伸展，内旋，外転タイプと肩関節伸展，内旋，内転タイプに分けられ，肩関節伸展および内旋は共通の動作である。さらに同動作は上肢下垂位〜第5腰椎レベル，第5腰椎〜第12胸椎レベル，第12胸椎〜第7胸椎レベルの三相に相分けされる。自験例において術前結帯ROMは術後5週の外旋ROMが25度以上の場合で第1腰椎レベル，20度以下の場合で第4腰椎レベルであった。特に第5腰椎〜第12胸椎レベルの場合は肩甲下筋，三角筋前部線維，烏口腕筋，胸筋群，烏口上腕靭帯などの肩関節前上方組織が制限因子となる[40)]と報告され，外旋ROMの制限因子[41)]と同部位である。本研究においても術前の肩関節前上方組織の制限が術後5週外旋ROMに関与していた可能性が示唆され，術前結帯ROMが第1腰椎レベル以上の良好な症例においては術後5週の外旋ROMが25度以上になる可能性があるため，術後早期の外旋ROM訓練を慎重に進めていく必要性が示唆された。

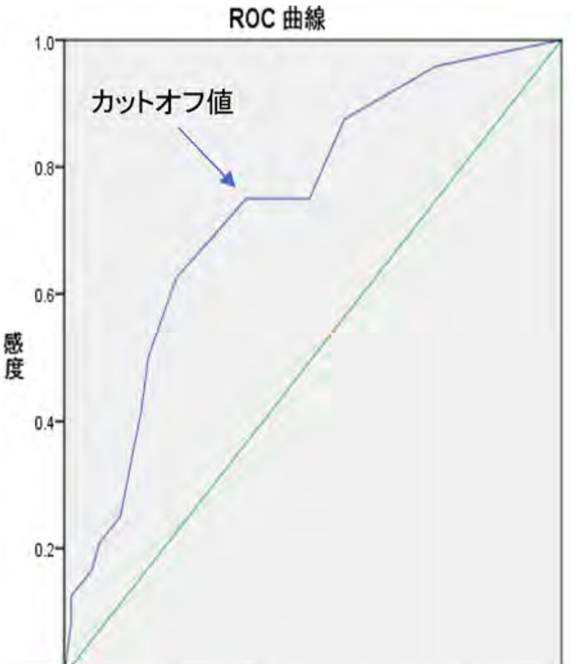

図1　ROC曲線
術後5週時点の外旋可動域25度以上の可否を予測する術前結帯可動域のROC曲線.

本研究の限界点は3点ある。1点目はpassive ROM測定のエンドフィールを統一していないことである。本研究では疼痛，防御性収縮，軟部組織性，関節性抵抗など最初に出現した制限因子をエンドフィールとしてROM測定をおこなった。術後5週時点では炎症や疼痛が強い症例も多くおり，細かな制限因子の鑑別が困難であった。2点目は外旋20度が腱板構成体にどのような影響を与えていたのか解剖学的検討ができていないことである。cadaverを用いた先行研究では外旋と肩甲下筋の伸張との関連[42)]を報告しているが，下垂位における外旋角度ごとの伸張率は不明である。本研究はあくまでも先行研究[15)]を参考に外旋20度以下を拘縮として定義した。今後は外旋10度ごとにROM細かく設定し，治療成績に有効な外旋ROMを検討する必要がある。3点目は二項ロジスティック回帰分析の結果，術後5週の外旋ROMに影響を与える術前因子として，術前結帯ROMが抽出された。しかし，本研究では結帯ROMの複合運動に関与する肩関節伸展や内転などのROM測定が行えなかった。今後は前述した単独ROMを計測方法として取り入れる必要がある。

結　　論

本研究はARCR後12ヶ月までの臨床成績をSSC断裂併発症例とSSC非断裂症例ごとに経時的に調査し，術後5週の外旋ROMと治療成績との関係を検討した。SSC断裂の有無に関わらず，術後5週の外旋ROMを20度に留めるこ

表5　術後5週他動外旋可動域25度以上に関与する術前他動結帯可動域のカットオフ値，感度，特異度，AUCの結果

群	カットオフ値	感度	特異度	AUC
術前他動結帯可動域	4.5椎	0.750	0.634	0.737

AUC: Area under curve.

とが良好なROMの獲得と再断裂予防の目標ROMの指標となる可能性が示唆された。さらに術後5週の外旋ROMには術前結帯ROMが関与しており，術前結帯が第1腰椎レベル以上の症例では術後5週の外旋ROMが25度以上となる可能性が高いため，術前結帯ROMが良好な症例では術後の外旋ROM訓練を慎重に進めていく必要がある。

利益相反

本研究に関し開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究にご協力頂いた患者様，データの収集にご協力頂いた聖隷佐倉市民病院リハビリテーション室のスタッフ，整形外科の医師の皆様に深謝いたします。

文　献

1）内田淳正：標準整形外科学（第11版）．医学書院，東京，2011, pp. 417–418.
2）森原　徹，木田圭重，他：肩関節痛のリハビリテーションに必須な評価表と活用法．Jpn J Rehabil Med. 2017; 54: 841–848.
3）永澤雷太，西本竜史：関節鏡視による肩甲下筋腱断裂の頻度と分類および治療成績．肩関節．2009; 33: 765–768.
4）村木孝行：腱板断裂の保存療法．関節外科．2022; 41: 44–51.
5）井樋栄二：腱板断裂の治療とリハビリテーション．Jpn J Rehabil Med. 2019; 56: 650–655.
6）道家孝幸，岡村健司，他：鏡視下腱板修復術の長期臨床成績．肩関節．2016; 40: 942–946.
7）福士龍之介，堀籠圭子：腱板不全断裂に対する鏡視下修復術（Suture-bridge法）の臨床成績．肩関節．2017; 41: 745–750.
8）Brislin KJ, Field LD, *et al.*: Complications after arthroscopic rotator cuff repair. Arthroscopy. 2007; 23: 124–128.
9）Randelli P, Spennacchio P, *et al.*: Complications associated with arthroscopic rotator cuff repair: A literature review. Musculoskelet Surg. 2012; 96: 9–16.
10）Namdari S, Green A: Range of motion limitation after rotator cuff repair. J Shoulder Elbow Surg. 2010; 19: 290–296.
11）Kim KC, Shin HD, *et al.*: Repair integrity and functional outcomes after arthroscopic suture-bridge rotator cuff repair. J Bone Joint Surg Am. 2012; 94: e48.
12）梶田幸宏，岩堀裕介，他：鏡視下腱板断裂修復術（double row法とbridging suture法）の術後成績．肩関節．2013; 37: 693–696.
13）Peters KS, McCallum S, *et al.*: A comparison of outcomes after arthroscopic repair of partial versus small or medium-sized full-thickness rotator cuff tears. J Bone Joint Surg Am. 2012; 94: 1078–1085.
14）安里英樹，照屋　均，他：肩腱板断裂に対する鏡視下腱板修復術の治療成績—single row法，dual-row法，suture bridge法の比較—．肩関節．2009; 33: 385–388.
15）濱田博成，菅谷啓之：腱板再断裂の診断と手術・後療法．関節外科．1018; 37: 748–754.
16）石田康行，鮎佐悦男，他：鏡視下腱板修復術後の腱板修復状態と可動域推移の関係．肩関節．2012; 36: 511–514.
17）戸野塚久紘，菅谷啓之，他：鏡視下腱板修復術後3ヶ月における目標可動域の設定〜術後2年までの可動域変化からみた検討〜．肩関節．2011; 35: 877–881.
18）McNamara WJ, Lam PH, *et al.*: The relationship between shoulder stiffness and rotator cuff healing: A study of 1533 consecutive arthroscopic rotator cuff repairs. J Bone Joint Surg Am. 2016; 98: 1879–1889.
19）Millican CR, Lam PH, *et al.*: Shoulder stiffness after rotator cuff repair: The fate of stiff shoulders up to 9 years after rotator cuff repair. J Shoulder Elbow Surg. 2020; 29: 1323–1331.
20）Arai R, Sugaya H, *et al.*: Subscapularis tendon tear: An anatomic and clinical investigation. Arthroscopy. 2008; 24: 997–1004.
21）前田和彦，菅谷啓之，他：棘上筋停止部に関する解剖学的検討．肩関節．2007; 31: 209–211.
22）林　典雄：セラピストのための機能解剖学的ストレッチング．メディカルビュー社，東京，2016, pp. 105
23）Browne AO, Hoffmeyer P, *et al.*: Glenohumeral elevation tudied in three dimensions. J Bone Joint Surg Br. 1990; 72: 843–845.
24）田島達也，高岸直人：肩関節疾患治療判定基準．日整会雑誌．1987; 61: 623–629.
25）Richards RR, An KN, *et al.*: A standardized method for the assessment of shoulder function. J Shoulder Elbow Surg. 1994; 3: 347–352.
26）Sugaya H, Maeda K, *et al.*: Functional and structural outcome after arthroscopic full-thickness rotator cuff repair: single-row versus dual-row fixation. Arthroscopy. 2005; 21: 1307–1316.
27）国分　毅，美舩　泰，他：腱板再断裂症例の術前危険因子．肩関節．2019; 43: 938.
28）鶴田大作，高木理彰，他：糖尿病患者に発生した肩腱板断裂の臨床像に関する検討．肩関節．2014; 38: 896–898.
29）DeOrio JK, Cofield RH: Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair. J Bone Joint Surg Am. 1984; 66: 563–567.
30）Lafosse L, Lanz U, *et al.*: Arthroscopic repair of subscapularis tear: Surgical technique and results. Orthop Traumatol Surg Res. 2010; 96(Suppl): S99–S108.
31）瀬戸充弘，兵頭　惇，他：鏡視下腱板修復術後患者の術後6ヵ月時の臨床成績に影響を及ぼす因子とカットオフ値の検討．運動器理学療法学．2023; 2: 13–20.
32）二村昭元：腱板断裂の治療に必要な肩関節の解剖．関節外科．2022; 41: 1158–1165.
33）佐野禎一，青木光広，他：肩甲下筋腱の断裂サイズと修復後の肩甲上腕関節可動域．肩関節．2012; 36: 671–675.
34）鷲野紗季，竹内裕介，他：日常生活動作における肩関節の必要可動域．中部日本整形外科災害外科学会雑誌．2017; 60: 569–570.
35）Parsons BO, Gruson KI, *et al.*: Does slower rehabilitation after arthroscopic rotator cuff repair lead to long-term stiffness. J Shoulder Elbow Surg. 2010; 19: 1034–1039.
36）寺谷　威：鏡視下腱板修復術後再断裂と拘縮との関係．肩関節．2018; 42: 667–671.
37）Keener JD, Galatz LM, *et al.*: Rehabilitation following arthroscopic rotator cuff repair: A prospective randomized trial of immobilization compared with early motion. J Bone Joint Surg Am. 2014; 96: 11–19.
38）McGrath JP, Lam PH, *et al.*: The effect of concomitant glenohumeral joint capsule release during rotator cuff repair- A comparative study. J Shoulder Elbow Surg. 2016; 25: 714–722.
39）Imai T, Gotoh M, *et al.*: Cutoff value of Japanese Orthopaedic Association shoulder score in patients with rotator cuff repair: Based on the University of California at Los Angeles shoulder score. J Orthop Sci. 2017; 22: 438–441.
40）菅谷啓之，高村　隆：機能でみる 船橋整形外科方式 肩と肘のリハビリテーション．文光堂，東京，2019, pp. 77–78.
41）Izumi T, Aoki M, *et al.*: Stretching positions for the coracohumeral ligament: Strain measurement during passive motion using fresh/frozen cadaver shoulders. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol. 2011; 3: 2.
42）Muraki T, Aoki M, *et al.*: A cadaveric study of study of strain on the subscapularis muscle. Arch Phys Med Rehabil. 2007; 88: 941–946.

〈**Abstract**〉

Relationship between External Rotation Range of Motion 5 Weeks after Arthroscopic Rotator Cuff Repair and Treatment Outcome 12 Months after Surgery in Patients with Subscapularis Muscle Tear

Taro OKUMURA, PT, Yukio OGAWA, PT, Chisae HIROTA, PT, Kouta KUWABARA, PT, Tomohiro SHIRAI, PT
Department of Physical Therapy, Seirei Sakura Citizen Hospital

Shohei ISE, MD, PhD
Department of Orthopedic Surgery, Seirei Sakura Citizen Hospital

Objective: We investigated the relationship between external rotation range of motion (ROM) 5 weeks after arthroscopic rotator cuff repair (ARCR) and complication of subscapularis (SSC) tears following 12 months of treatment.
Method: Ninety-five shoulders in 92 patients who underwent ARCR were included. Passive ROM was examined preoperatively, 5 weeks, and 3, 6, and 12 months after surgery. The presence or absence of re-tear was examined for external rotation of 25° or more (H group) and 20° or less (L group) 5 weeks after surgery, with (+group) or without (−group) SSC tear. Shoulder internal rotation of hand-behind-back movement above or below the first lumbar vertebra was selected as the preoperative factors, and evaluated for groups H and L 5 weeks after surgery.
Results: ROM was greater in the H group up to 12 months after surgery ($p<0.05$). Regardless of SSC tear, re-tear was more common in the H group ($p<0.05$).
Conclusion: Regardless of SSC tear, limiting external rotation ROM to 20° 5 weeks after surgery may be useful in preventing re-tear. When preoperative internal rotation was performed at or above the first lumbar vertebra, there was a high probability that external rotation ROM would be 25°or more 5 weeks after surgery, suggesting the need to carefully proceed with external rotation ROM training in the early postoperative period.

Key Words: Rotator cuff tear, Arthroscopic rotator cuff repair, External rotation, Subscapularis, Shoulder internal rotation of hand-behind-back movement

理学療法学　第52巻第3号　126～135頁（2025年）

研究論文（原著）

若手理学療法士の心理的安全性と働く意欲に関する基礎研究*

石﨑崇天[1)]　吉岡聖真[2)]　西上智彦[3)]　田中　聡[3)]　長谷川正哉[3)#]

要旨

【目的】若手理学療法士をとりまく職場の心理的安全性に関する現状と働く意欲やストレスとの関係性を明らかにし，心理的安全性に影響を与える要因について検討すること。【方法】本研究は量的調査および質的調査からなる混合研究とした。はじめに，経験年数5年目以下の理学療法士116名を対象としてアンケート調査を行った。次に，アンケート調査に参加した理学療法士のうち29名を対象にインタビュー調査を行った。【結果】アンケート調査より心理的安全性と働く意欲およびストレスに相関関係を認めた。また，インタビュー調査より心理的安全性に基づく職場風土の形成には「ミッション，ビジョン」「業務内容とシステム」「他者との関わり」「個人の特性」「共感」というカテゴリーが影響を与えていると考えられた。【結論】若手理学療法士の心理的安全性は働く意欲やストレスと関連しており，若手理学療法士の心理的安全性に影響を与える要因が示唆された。

キーワード　心理的安全性，若手，働く意欲，理学療法士

はじめに

心理的安全性とは，組織心理学者であるScheinらが著書「Personal and Organizational Change Through Group Methods：The Laboratory Approach」[1)]の中で最初にその概念に触れており，「組織の中で個人が安心して変われると感じるためには，心理的安全性を作り出す必要があり」「個人の暫定的な試みを奨励し，報復，放棄，罪悪感なしに失敗を許容する風土」が必要と述べている。この心理的安全性の発想は，Edmondsonにより「チーム内で，対人関係上のリスクを取ったとしても，安心できるという共通の信念」[2)]と具体的に定義づけられ，組織風土で取り入れるべき重要な概念として示された。特にこのEdmondsonが定義した心理的安全性の概念は，2012年にGoogle社が行った自社調査にて，組織の生産性や離職率に大きく影響を与える要因であることが報告され[3)]，飛躍的に注目を集めるようになった。

こうした背景から，近年欧州を中心に様々な職域を対象とした研究が拡大しており[4)]，医療や看護といったヘルスケア領域での研究も多数報告されている。これらの研究では，医療の現場において新人や若手といった立場にある人間が率直な意見を伝えることが出来ないことを問題点として挙げており[5)6)]，心理的安全性が医療安全や組織のパフォーマンス，医療者のモチベーションに影響を与えること報告している[7)]。また，本邦でも看護領域を中心に心理的安全性について活発な検討が行われており[8)]，心理的安全性の向上が看護師の働く意欲を高めることや[9)]，離職意思の低下に繋がることが報告されている[10)]。このように，医療の現場における心理的安全性の重要性が注目されている一方で，理学療法士を対象とした研究はほとんどない。

ここで，理学療法士を対象とした就業マネジメントに関する研究に目を向けると，岩崎らは若手理学療法士のキャリア発達に，周囲との非公式的なコミュニケーションや日常的なサポートが必要であることを述べており，こうした支援は働く意欲も促進することを報告して

＊ Basic Research on Psychological Safety and Work Engagement of Young Physical Therapists

1）愛媛県立今治病院リハビリテーション部
Takahiro Ishizaki, PT, MSc: Department of Rehabilitation, Ehime Prefectural Imabari Hospital
2）因島医師会病院リハビリテーション科
Shoma Yoshioka, PT, MSc: Department of Rehabilitation, Innoshima Ishikai Hospital
3）県立広島大学保健福祉学部保健福祉学科理学療法学コース
（〒723-0053　広島県三原市学園町1番1号）
Tomohiko Nishigami, PhD, Satoshi Tanaka, PhD, Masaki Hasegawa, PhD : Department of Physical Therapy, Faculty of Health and Welfare, Prefectural University of Hiroshima
E-mail: m-hasegawa@pu-hiroshima.ac.jp
（受付日　2025年3月5日／受理日　2025年3月12日）
［J-STAGEでの早期公開日　2025年6月1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。
© 2025 日本理学療法学会連合

いる[11]。一方で，若手理学療法士は職務の中で心理的・感情的負荷を抱え，情緒的疲労状態に陥りやすいことが指摘されており[12]，こうした環境下では特に周囲への意見や質問を率直に投げかけられる職場風土が重要であると考えられる。

以上を踏まえると，若手理学療法士の勤める職場環境において心理的安全性に基づく職場風土は重要であると考えられるが，心理的安全性や働く意欲に関する調査報告はほとんど行われておらず，これらの関係性は明らかになっていない。また，心理的安全性に影響を与える要因は職業特性によって様々で，それぞれの職域で要因を個別に明らかにしていく必要性が示されているが[13]，理学療法士の職場において心理的安全性に影響を与える要因も明らかにされていない。

そこで本研究の目的は，若手理学療法士をとりまく職場の心理的安全性に関する現状と働く意欲やストレスとの関係性を明らかにし，若手理学療法士から見た職場の心理的安全性に影響を与える要因について検討を行うこととした。

対象および方法

1. 研究デザイン

本研究は，アンケート調査およびインタビュー調査からなる混合研究である。混合研究のデザインは，一般的に収斂デザイン，説明的順次デザイン，探索的順次デザインの3つに大別される[14]。本研究では説明的順次デザインを採用し，アンケート調査によって得られた量的調査の結果に加え，インタビュー調査によって得られた心理的安全性に関連した発言について質的調査を行い，若手理学療法士の心理的安全性について総合的に分析した。

2. 対象

アンケート調査における対象は，理学療法士養成校を卒業後，理学療法士として病院に勤務する臨床経験5年目以下の若手理学療法士116名（男性67名，女性49名）であった。また，アンケート調査に協力を得られた若手理学療法士116名のうち，同意を得られた29名（男性16名，女性13名）を対象にインタビュー調査を行った。本研究における若手理学療法士の定義は，日本理学療法士協会が定める新生涯学習制度において，卒後5年間を義務教育的な位置づけとしていることから，便宜的に臨床経験5年目以下と設定した。なお，本研究は県立広島大学研究倫理委員会の承認を受けた（承認番号：第22MH057号）。

3. アンケート調査

はじめに，2022年12月から2023年3月にかけて研究参加の同意が得られた若手理学療法士を対象に，Google Form上でのオンラインアンケート調査を行った。対象の募集に当たっては，まず研究責任者が所属する理学療法士養成校を卒業した臨床経験5年目以下の理学療法士を対象に，メール配信による調査協力依頼を行った。次に，調査協力が得られた対象者からそれぞれの職場や個人のパーソナルネットワーク内で新しい調査協力者を個別に募り，その次の協力者からさらに新しい協力者を募るというスノーボールサンプリング[15]の手法を用いた。本手法は，対象が大規模で不特定多数である場合に有効なサンプリング方法とされ[15]，特に社会的調査において個人が大規模な集団を無作為抽出することが困難である場合に用いられる代替手法の一つとして紹介されている[16]。継続してアンケート調査を行った結果，対象が116名に達した時点で調査協力者が増加しなくなったため，調査を終了した。

4. アンケート内容

調査内容については，1）基本属性，2）心理的安全性の評価尺度，3）働く意欲の評価尺度，4）ストレスの評価尺度を含むアンケートをGoogle Form上に作成した。各アンケート項目は，それぞれを必須回答項目を設定して記入漏れを防いだ。また，アンケート冒頭に研究の趣旨と倫理的配慮事項を記載し，アンケート調査およびインタビュー調査協力への同意に関するチェック欄を設け，同意欄へのチェックをもって同意とした。

1）基本属性

年齢，性別，就業年数，部署の規模を調査した。なお，回答者の匿名性を担保するため，基本属性の回答項目には氏名や所属施設，出身養成校名は含めなかった。

2）心理的安全性の評価尺度

心理的安全性の評価にあたっては，Edmondsonらによる Team psychological safety[17]を日本語訳したものを使用した。本尺度は高い信頼性（クロンバックのα=.94）が示されており[18]，構造妥当性は因子分析より評価され，結果は理論的な構造と一致していることが報告されている[17]。また日本語訳にあたっては，丸山ら[19]が報告しており，尺度開発の原著者より翻訳許可が得られている。質問項目は7項目あり，質問項目1, 3, 5については逆転項目で，各項目は7件法「1＝全くそのとおりではない〜7＝全くそのとおりだ」により回答される。なお，本尺度は総合得点を質問項目数で除した平均点数から評価を行う。したがって最高点は7点，最低点は1点となり，最高点に近づくほど心理的安全性が高い状態となる。

3）働く意欲の評価尺度

働く意欲の評価にあたっては，Utrecht Work Engagement Scaleの日本語版[20]を使用した。本尺度は，仕事に積極的に向かい活力を得ている状態を評価しており，

活力・熱意・没頭の3つの下位尺度から構成される。また，高い信頼性（クロンバックのα=.92）が示されており，確認的因子分析により構成概念妥当性が示唆されている[20]。質問項目は17項目「活力6項目，熱意5項目，没頭6項目」あり，各項目は7件法「0＝全くない～6＝いつも感じる」により回答される。

なお，本尺度は総合得点を質問項目数で除した平均点数から評価を行う。最高点は6点，最低点は0点となり，最高点に近づくほど働く意欲が高い状態となる。

4）ストレスの評価尺度

ストレスの評価にあたっては，厚生労働省が報告した職業性ストレス簡易調査票（23項目）[21]を使用した。本尺度は高ストレス者の同定および集団分析に基づく職場環境改善の指標として厚生労働省より推奨されており[22]，①仕事のストレス要因6項目，②心身のストレス反応11項目，③周囲のサポート6項目から構成される。また，本尺度に含まれている9項目の高い信頼性（クロンバックのα=.91）と妥当性についてそれぞれ報告が行われている[23)24]。質問項目は23項目あり，各項目は4件法により回答される。回答方法については，①のストレス要因では「1＝ちがう～4＝そうだ」，②のストレス反応では活気・怒り・疲労・不安・抑うつ感・身体症状に対し「1＝ほとんどなかった～4＝ほとんどいつもあった」，③のサポートでは「1＝非常に～4＝全くない」となっている。最高点は92点，最低点は23点となり，最高点に近づくほどストレスが高い状態となる。

5. インタビュー調査

アンケート調査終了後，「若手理学療法士の心理的安全性に影響を与える要因」について調査することを目的に，インタビュー調査の同意が得られた協力者にオンラインにて1対1での半構造化インタビューを実施した。協力者には，メール文書にて本研究の主旨とインタビュー内容の説明，インタビュー日時の打ち合わせを行い，Web会議ツールを利用して作成したミーティング参加用のURLを送付した。また，インタビュー開始前に口頭および文書で研究目的・拒否と中止の自由・プライバシーの保護などについて説明し，同意を得た。インタビュー内容は，Team psychological safety日本語版に記されている7つの質問項目（表1）を参照した。この7つの質問項目は，個人の心理的安全性を評価する際の高い構成概念妥当性が報告されており[17]，若手理学療法士の心理的安全性に関する具体的経験を包括的に引き出すための重要な質問項目となることが予測された。したがって本研究のインタビュー調査では，インタビュー開始時に心理的安全性の概要について説明を行った後，①アンケート調査にてなぜその点数として回答を行ったか，②心理的安全性に関連する具体的な経験の有無と内容について，詳細に聴取した。このインタビュー内容は，協力者の承諾を得てPCから出力される会話音声をICレコーダーに録音した。

6. 分析方法

1）アンケート調査

若手理学療法士116名が回答した心理的安全性，働く意欲，ストレスの評価尺度について，データの正規分布を確認するために，Shapiro-Wilk検定を実施した。その結果，働く意欲の評価尺度については正規分布に従い，心理的安全性の評価尺度とストレスの評価尺度については正規分布に従わなかった。そのため，Team psychological safety日本語版とUtrecht Work Engagement Scale日本語版，Team psychological safety日本語版と職業性ストレス簡易調査票（23項目）の関係をSpearman順位相関係数にて検討した。いずれの統計手法も，有意水準は5%とした。統計解析には，EZR（version 1.54）を用いた。なお，相関係数の解釈にあたって，相関係数0.1を効果量小，相関係数0.3を効果量中，相関係数0.5を効果量大の目安とした[25]。

2）インタビュー調査

インタビューデータの分析では，質的データの代表的分析手法の一つであるM-GTA（修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチ）[26]を用いて行った。M-GTAとは，質的な社会調査の一つの手法で，アメリカの看護学において定着した「グラウンデッド・セオリー・アプローチ」を修正したものである。この手法は，社会現象を説明するための実証分析で役立つような明確な理論を

表1 Team psychological safety日本語版

Q1.	このチームでは，あなたがミスを犯してしまうと，多くの場合責められることになる。
Q2.	このチームのメンバーは，問題が起きていたり困難な事案が生じていたりしても，それを提起することができる。
Q3.	このチームの人々は時々，他の人々に対して「自分たちとは違う」として受け入れないことがある。
Q4.	このチームの中では，思いきったことをしても大丈夫だ。
Q5.	このチームの他のメンバーに助けを求めることは難しい。
Q6.	このチームの誰も，わざと私の努力を踏みにじるようなことはしないだろう。
Q7.	このチームのメンバーと働いているとき，他の人には真似できない私のスキルや能力は評価され，役立てられている。

Q1, Q3, Q5は逆転項目．文献19）より引用．

作る手法として優れており，分析テーマと分析焦点者を設定しデータの解釈と概念生成を進めていく。そこで本研究の分析焦点者は，インタビュー協力者である臨床経験5年目以下の若手理学療法士とし，分析テーマは若手理学療法士の心理的安全性に影響を与える要因を包括的に調査するために【若手理学療法士の「心理的安全性」を醸成する職場風土の形成プロセス】とした。以下に具体的な分析手順を示す。

はじめに，ICレコーダーに録音したインタビューデータを，逐語録としてテキストデータ化した。これを分析テーマに基づき，若手理学療法士の心理的安全性に関連する文脈についての意味内容を忠実に残すように整理し，概念を生成した。概念の生成にあたっては，概念名とその定義，具体的発言と文脈に関する他の解釈案についてまとめた理論的メモを分析ワークシートに作成した。次に，分析ワークシートをもとに意味内容の類似した各概念を関連づけたカテゴリーを生成し，カテゴリー間の関係性を示した概念図を作成した。また，各概念を関連づけたカテゴリーの抽象度が大きくなる場合には，各概念からサブカテゴリーをはじめに生成し，これらのサブカテゴリーをまとめたカテゴリーを生成した。一連の手順は単一の研究者のみで解釈をせず，研究代表者1名および研究分担者1名が理論的メモを参考に，分析焦点者の視点に照らして概念やカテゴリーの妥当性を吟味することで，結果が恣意的に偏ることを防いだ。分析を続けた結果，29名の分析終了時点で新しい概念や解釈が出てこない状態となったため，最終的な理論的飽和化と判断し，インタビューを終了した。

結　果

1. アンケート調査結果

対象者の基本属性について，年齢・性別・就業年数・部署の規模における内訳を表2に示す。Team psychological safety日本語版の中央値（第1四分位数，第3四分位数）は，3.85（3.39, 4.28）点であった。職業性ストレス簡易調査票（23項目）は，46.0（40.0, 56.2）点であった。また，Utrecht Work Engagement Scale日本語版の平均値は2.82±1.03であった。

Spearman順位相関係数について，Team psychological safety日本語版とUtrecht Work Engagement Scale日本語版は，rho＝0.41（$p<0.01$，図1）で優位な正の相関を認め，Team psychological safety日本語版と職業性ストレス簡易

表2　対象者の基本属性（n＝116）

年齢	24.8±1.8
性別	
女性	67（57.8%）
男性	49（42.2%）
就業年数	
1年	14（12.1%）
2年	38（32.8%）
3年	41（35.3%）
4年	16（13.8%）
5年	7（6.0%）
部署の規模	
1～10人	12（10.3%）
11～20人	25（21.6%）
21人～	79（68.1%）

n（%），もしくは平均値±標準偏差.

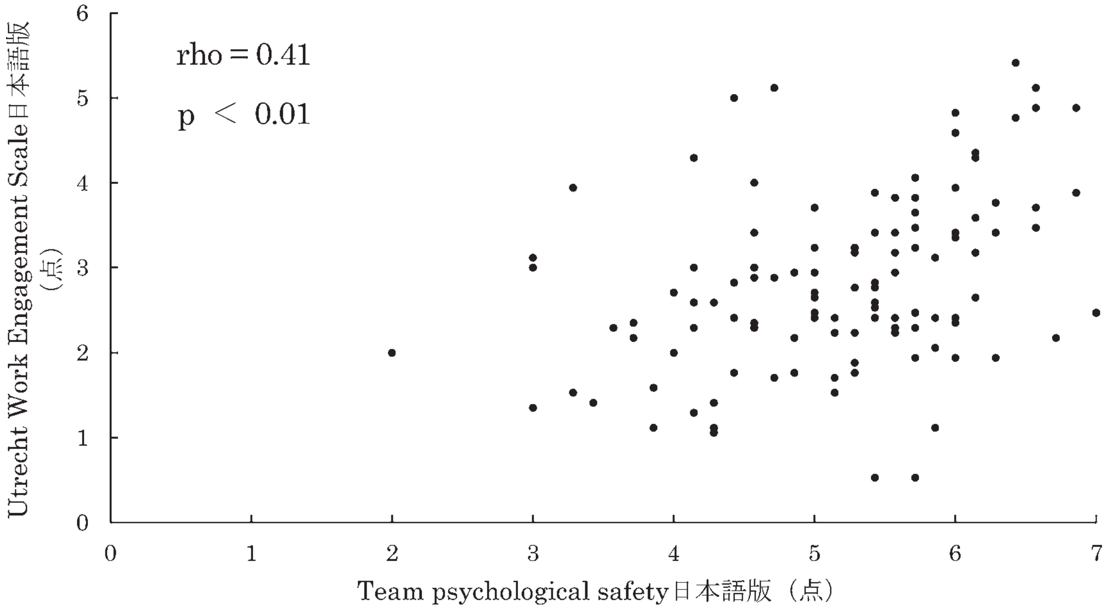

図1　Team psychological safety日本語版とUtrecht Work Engagement Scale日本語版の関係
縦軸はUtrecht Work Engagement Scale日本語版，横軸はTeam psychological safety日本語版を示す．図中にSpearman順位相関係数の結果として，相関係数rhoおよびP値を示す．

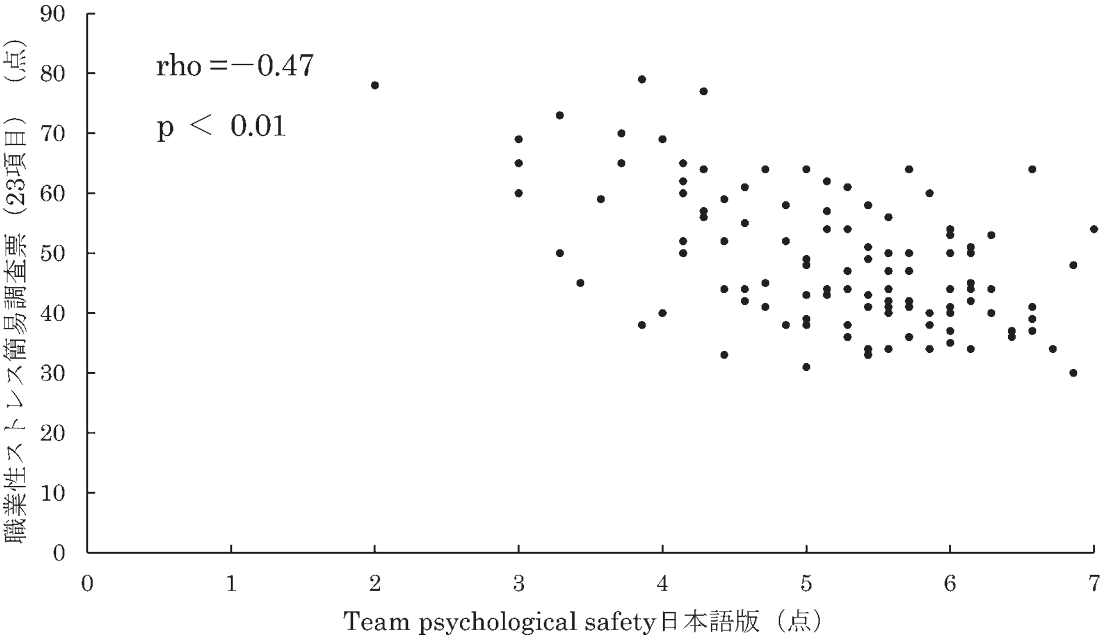

図2　Team psychological safety 日本語版と職業性ストレス簡易調査票（23項目）の関係
縦軸は職業性ストレス簡易調査票（23項目），横軸はTeam psychological safety 日本語版を示す．図中にSpearman順位相関係数の結果として，相関係数rhoおよびP値を示す．

調査票（23項目）は，rho＝−0.47（$p<0.01$，図2）で優位な負の相関を認めた。

2. インタビュー調査結果

インタビュー調査から抽出された若手理学療法士の心理的安全性に影響を与える概念とカテゴリーを表3に示す。また，「心理的安全性」に影響を与える要因と要因間の関係性を示す概念図を図3に示す。図表中の［　］は最小単位の概念，《　》はサブカテゴリー，〈　〉はカテゴリーを意味する。若手理学療法士の心理的安全性を醸成する職場風土の形成プロセスは，22の概念と6のカテゴリー，3のサブカテゴリーで構成された。

まず一連のプロセスの始まりとして，所属する組織が掲げる［組織としての目標，ルール］や［所属長の方針］といった〈ミッション，ビジョン〉があり，これに基づき職場の〈業務内容とシステム〉や〈他者との関わり〉といったカテゴリーが影響を受け，若手理学療法士の〈心理的安全性〉を醸成する職場風土が形成されていた。

この〈業務内容とシステム〉では，若手理学療法士を公平に評価する［評価システム］や，入職時から患者治療や業務内容に関する質問や相談を行うことができる［教育システム］が充足していることで，［発言のしやすさ］や組織としての［助け合い］の文化が育まれ，〈心理的安全性〉が確保されていた。また，［責任と役割の分担］が適切になされており，上司が必要に応じて責任を追うことや，理学療法士一人一人に役割を与えることで心理的安全性が向上していた。さらに，［業務の忙しさ］による負担をコントロールすることで，若手理学療法士から職場の同僚や上司に対する質問や相談といったコミュニケーションを図る機会が増加し，心理的安全性を形成する要因となっていた。

また〈他者との関わり〉について，［上司とのコミュニケーション］では上司から積極的なコミュニケーションを図ることで若手理学療法士の安心感が増し，質問をする機会を持つことに繋がっていた。さらに，上司からのポジティブな《フィードバック》や《フォロー，ヘルプ》も重要であり，これらは若手療法士の［意見の対立］に対する不安感の低下や率直な質問を行うことが出来るという［新奇歓迎］に対する前向きな姿勢を形成する要因となっていた。加えて［同僚とのコミュニケーション］や［同僚からのフォロー，ヘルプ］は若手理学療法士のモチベーションを向上させ，心理的安全性の形成に繋がっていた。

次に〈個人の特性〉としては，若手としての立場から［対人関係不安］が生じる場合があり，組織の中で個々人が持つ［自己効力感］の高低が職場の心理的安全性に影響を与えていた。また，個人の［モチベーション］や［挑戦］への意欲も職場風土に影響を与えており，職務に対する一定の［裁量］が与えられることが，心理的安全性の高い職場風土の形成に影響を与えていた。

最後に，こうした概念の背景には〈共感〉が重要であった。具体的には，様々な意見に対して［互いの意見の尊重］があり，［他の考え方や価値観への理解］が十分に行われる環境の中で，〈共感〉というコミュニケーションの枠組みが形成されていた。また，この〈共感〉が〈業務内容とシステム〉や〈他者との関わり〉への理解

表3 若手理学療法士の心理的安全性に影響を与える概念とカテゴリー

カテゴリー	概念	具体的発言
〈ミッション，ビジョン〉	[組織としての目標，ルール]	・患者治療に対して共通の意識を持つことで，意見の食い違いに対しても話し合いが出来ている。 ・失敗が悪いというイメージを持たせないことになっている。
	[所属長の方針]	・療法士長のミッションやビジョンが明確で，全員が共通の意識を持って仕事に取り組んでいる。
〈業務内容とシステム〉	[評価システム]	・患者治療業務以外も数値化して評価され，公平性を感じる。 ・複数の上司が多面的に評価を行ってくれることで，皆が自分を見てくれていると感じた。
	[教育システム]	・希望の疾患を有する患者を見ることができ，それを相談できる環境が作られている。 ・症例相談を行う機会が定期的に設けられる。
	[責任と役割の分担]	・他の療法士がリハビリ業務に関して支援を行い，責任が分担されている。 ・各人が個性を持ってやっていくという共通認識があり，役割が分担されている。
	[業務の忙しさ]	・忙しそうにしてると話しかけづらい雰囲気がある。 ・人員が増えて仕事の時間的余裕が出来ることで，上司に意見を話すことが出来るようになった。
〈心理的安全性〉	[発言のしやすさ]	・先輩セラピストと後輩セラピストが意見交換をすることができ，後輩セラピストも思ったことを発言出来る環境がある。
	[助け合い]	・常に相談できる環境でサポート体制が整っており，質問のしやすさもあるため，誰にでも相談が出来ている。
	[意見の対立]	・患者治療について，異なった意見の場合でも自分の考えを話すことが出来る。
	[新奇歓迎]	・新人のスタッフとして，自分が新しい視点で疑問を持ち，それを率直に質問できる機会が多い。
〈他者との関わり〉	[上司とのコミュニケーション]	・若手スタッフの意見に対しても，話を聞いて受け入れてくれる体制がある。 ・上司から積極的に話しかけてくれて，話しかけやすい雰囲気がある。
	[同僚とのコミュニケーション]	・年齢の近い同僚は気軽な会話がしやすく，同僚との声掛けで頑張っていこうという雰囲気が生まれることがある。
	[上司からのフィードバック]	・ヒヤリハットやインシデントが起こり報告した時，他の人に反映することに意味があると言われ，責められなかった。 ・荒削りの症例報告でも否定をせず，そういう考えもあると思うと，受け入れた上で周囲からアドバイスをもらえた。
	[上司からのフォロー，ヘルプ]	・相談したらいつでも教えてもらえて，ヒントを与えどうしたら良いか自分で考えさせるようなフォローをしてくれる。
	[同僚からのフォロー，ヘルプ]	・同期は頼りやすく，困ったときに一番助けてくれて安心できる存在だと感じる。
〈共感〉	[互いの意見の尊重]	・立場の差はあるが，平等にコミュニケーションを取ることができている。
	[他の考え方や価値観への理解]	・自分がこうしたらいいんじゃないだろうと考えてしたことに対し，上手くいかなかった場合もトライアンドエラーの結果と捉えて理解を示してくれる。
〈個人の特性〉	[対人関係不安]	・自分がまだ新人という立場であることから，自身の考えを発言して良いのかという不安がある。
	[自己効力感]	・自分の経験が浅く，疾患に関する知識やスキルが少ないため，能力を発揮できる場がないと思っている。 ・患者が良くなったことに自分の関りがどのくらい貢献できたのか自信が持てない。
	[モチベーション]	・先輩方が持っているようなスキルを早く身に着け，自分の専門性を確立したいと思っている。
	[挑戦]	・新しい治療や評価方法を取り入れたいと考え，行動している。 ・難しい症例の患者治療でも，周囲の助けがあればリスクを取ったリハビリにも挑戦することが出来る。
	[裁量]	・ある程度仕事に自由が与えられることで，ストレスが少なくなりやる気が上がる。

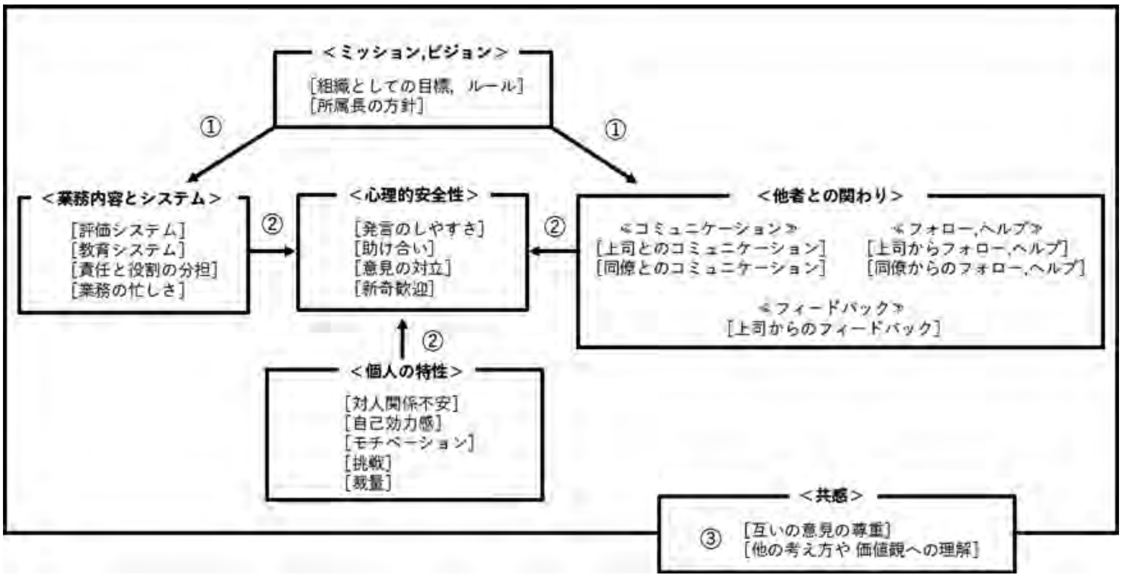

図3　「心理的安全性」に影響を与える要因と要因間の関係性を示す概念図
[　] 概念，《　》サブカテゴリー，〈　〉カテゴリー，→影響の方向．①組織の掲げる〈ミッション，ビジョン〉が〈業務内容とシステム〉や〈他者との関わり〉に影響を与える．②〈業務内容とシステム〉，〈他者との関わり〉，〈個人の特性〉が〈心理的安全性〉の形成に影響を与える．③他者への「共感」という枠組みの中で心理的安全性が形成され，心理的安全性を形成する背景要因となっている．

を深め，心理的安全性を形成する要因となっていた。

考　　察

1. 若手理学療法士をとりまく職場の心理的安全性の現状

アンケート調査から，若手理学療法士116名全体を対象とした心理的安全性の評価尺度に対する回答点数の中央値は，3.85点であった。ここで，医療職を対象とした先行研究を概観すると，国内外におけるEdmondsonの7段階リッカート尺度を用いた研究は限られているが，5段階の修正リッカート尺度を用いた看護研究にて3.35±0.51点[27]という数値が報告されている。また，7段階リッカート尺度を用いた一般営業職を対象とした研究では5.74±1.2点[28]と報告されており，心理的安全性には職務内容や職業特性，文化的背景の差異が影響を与えている可能性がある。先行研究では，国内外においてこれまで理学療法士を対象とした心理的安全性に関するアンケート調査は行われておらず，本研究から理学療法士の職域における心理的安全性点数が提示されたことは重要な意義があると考える。加えて，集団の中央値より低値を示す若手理学療法士が一定数存在していることから，こうした若手理学療法士が職場の心理的安全性をなぜ低く評価しているのかという点について調査を進めていく必要があると考えられた。

次に，各アンケートの相関分析では，心理的安全性と働く意欲並びに心理的安全性とストレスの間に中等度の相関を認め，他の医療職を対象とした先行研究[10]と類似した結果が得られた。Frazierらが報告した心理的安全性の先行要因と結果に関する包括的なメタ分析では，心理的安全性がワークエンゲージメントの先行要因であることが示されている[29]。本研究は横断研究であり因果関係について述べることは出来ないが，先行研究を踏まえると理学療法士の心理的安全性の向上が働く意欲の向上やストレスの低下に繋がる可能性があり，若手理学療法士の心理的安全性に着目した取り組みを行っていく重要性が示唆された。

2. 心理的安全性に影響を与える要因とプロセス

29名のインタビュー調査から，若手理学療法士の視点から見た心理的安全性に影響を与える要因と，心理的安全性に基づく職場風土を形成していく一連のプロセスに関する知見を得た。重要な点として，本インタビュー調査から提示された知見は，体系化された分析手法に基づき生成された開拓的知見であり，限定的一般化という制約のもとでそのプロセスを実践していくことが可能となることがあげられる[30]。ここで述べる限定的一般化とは，類似した状況にあるケースに対してのみ一般化が可能ということであり，本研究では若手理学療法士という【分析焦点者】の視点を介して心理的安全性の形成プロセスを提示している。したがって本知見は理学療法士の職場において，特に若手理学療法士の心理的安全性を高める具体的な手法として重要な意義を持つものであり，これを様々なケースにおいて参照・実践し，プロセスの精緻化を行っていくことが重要となる[30]。これを踏まえた上で，インタビュー調査から示された若手理学療法士の心理的安全性を高める要因とプロセスについて考察していく。

まず，インタビューから抽出された6つのカテゴリーのうち，〈ミッション，ビジョン〉は所属する組織が掲

げる共通の理念や目標であり，野口らは組織において共通の目標を設定することが組織の方向性や判断基準を明確にし，一体感を高める重要な指針となることを示している[31]。また，産業領域において組織風土の変革には目標や方針をメンバー間で共有することが重要であることが示されており[32]，本研究においても理学療法士一人一人が〈ミッション，ビジョン〉を理解し，共通の目標に向かって〈業務内容とシステム〉を構築し〈他者との関わり〉を持つことで，心理的安全性が形成されていた。このことから，組織全体として統一された理念や目標を掲げることは，心理的安全性に基づく職場風土を形成するための重要要因であると考えられた。

次に〈業務内容とシステム〉について，組織に根付く価値観を変化させるためには，まず「システム」や「仕組み」の変化に着手することが重要であることが明らかになっており[33]，これは「マッキンゼーの7Sと改革の梃子」という組織変革の代表的手法として広く受け入れられている。これを本研究結果と照らし合わせると，心理的安全性を高めるにあたって，はじめに［評価システム］や［教育システム］といった制度を柔軟に変化させていくことは，心理的安全性を形成する有用な手段であると考えられる。また，［業務の忙しさ］はコミュニケーションを図る上で阻害要因となっている可能性があり，業務量を適切に調整することは心理的安全性を高める間接的要因になると考えられる。

続いて〈他者との関わり〉について，組織における心理的安全性は個人の人格特性に依存しておらず，組織の中に根付く共通概念として個人間の信頼関係を拡大していくことが心理的安全性の醸成に繋がるとされている[34]。つまり，若手理学療法士と中堅やベテランの理学療法士との間で行われる〈他者との関わり〉一つ一つは結果であるとともに，組織全体に根付く心理的安全性を醸成する要因ともなりうる。本研究において若手理学療法士が語る〈他者との関わり〉には，上司や同僚からの積極的な《コミュニケーション》や，柔軟かつ即自的に《フォロー，ヘルプ》が得られる支援体制があげられていた。また，先行研究では上司のインフォーマルかつ日常的なサポートの重要性が報告されており[11]，若手理学療法士への積極的な《フィードバック》が心理的安全性の向上に寄与すると考えられる。

次に〈個人の特性〉のカテゴリーから，若手理学療法士は職務の中に消極的感情や積極的感情を抱えており，［対人関係不安］や［自己効力感］に対する悩みを抱える一方で，職業的アイデンティティの確立を目指し高い［モチベーション］のもと［挑戦］を行う者もいた。先述したカテゴリーに関する考察からも分かる通り，若手理学療法士に対し〈個人の特性〉に合わせた関わりが重要になることは明らかであるが，特に若手理学療法士に対組織への適応を促す関わりを持つことや職業的役割の探索を助けるサポートを行うことは心理的安全性を高める具体的取り組みとなる。また他職種研究では，仕事の裁量や自己決定権を持つことが職場の上司や同僚との関係性に関する不安感を低下させることが報告されているが[35]，この点については理学療法士の職場においても同様であると考えられる。したがって，若手理学療法士の挑戦を歓迎する肯定的態度や一定の裁量を持たせることは重要な取り組みになると考えられた。

最後に，全てのカテゴリーにまたがる重要な背景要因として〈共感〉があげられた。〈共感〉に関する先行研究では，個人のもつ共感感情が組織の経営理念に関する内容の理解や認識を高め，経営理念を反映した行動を促進すると報告されている[36]。また，〈業務内容とシステム〉や〈他者との関わり〉が心理的安全性のある職場風土の形成に影響を与えることは先述の通りである。職場全体としてまた個人として〈共感〉感情を高めることで，［互いの意見の尊重］につながり，［他の考え方や価値観への理解］を示すことで心理的安全性のある職場風土の形成につながるものと考える。

以上，インタビュー調査より若手理学療法士の心理的安全性を高める取り組みについて考察した。先行研究では，医療チームにおいてリーダーの行動や性格が心理的安全性の阻害要因となりうることが強調されているが[37]，本研究から心理的安全性に影響を与える要因と各カテゴリーの具体的発言が得られたことは，心理的安全性を高める取り組みを行う上で参考となる重要な知見であると考える。

3. 研究限界

研究限界を以下に述べる。第一に，本研究は全国の若手理学療法士を対象に無作為抽出を行うことが困難であることから，スノーボールサンプリングによる有意標本抽出を実施した。したがって，本研究における対象は特定の地域や出身校を起点として派生した集団であり，無作為抽出によって得られた対象と比較し母集団の特性を正しく反映していない可能性がある。したがって，本研究結果は事例研究の一部としての位置づけをとり，今後さらなる類似研究の集積によってより正確な参照数値を明らかにし，若手理学療法士の心理的安全性について吟味していく必要がある。

第二に，本研究は横断研究であり心理的安全性と働く意欲やストレスとの因果関係は明らかになっていない。したがって，若手理学療法士の心理的安全性と働く意欲やストレスとの関連性は認められたが，実際に心理的安全性を高める取り組みを行うことで働く意欲やストレスが改善するかという点を縦断的に検証していく必要がある。

第三に，インタビュー調査から示された知見は，質的なデータの解釈おいて恣意的であるといった問題点や，一般化が困難であるといった諸問題を抱えている。この点について，本研究では質的データの解釈について複数人で吟味し，理論的飽和に至るまで十分にインタビューを継続することで可能な限り研究の妥当性を担保するよう努めた。また，半構造化インタビューにおける研究の妥当性を担保するためのサンプルサイズについて，Vasileiouらは30名といういう数値を提示しているが[38]，本研究では29名のインタビュー分析後に理論的飽和に達した。このように，本研究におけるインタビュー対象者が先行研究と類似したサンプル数となったことは，本研究の知見が一定の妥当性を担保していることを示していると考えられる。次に知見の一般化について，木下らは質的研究により提示されたプロセスは確定的なものではなく，実践的な活用のための理論として位置づける必要があると述べている[26]。したがって，本研究によって示された知見を参考に，各職場において若手理学療法士の心理的安全性をマネジメントすることで，適合性を評価していく必要があると考える。

結　論

アンケート調査の結果，若手理学療法士の心理的安全性と働く意欲およびストレスに相関関係を認めた。またインタビュー調査から，若手理学療法士の心理的安全性に影響を与える5つのカテゴリーが抽出された。これらの結果から，若手理学療法士の心理的安全性は働く意欲やストレスと関連しており，若手理学療法士の心理的安全性に影響を与える具体的要因が示唆された。

利益相反

本研究に関連し，開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究にご協力いただいた理学療法士の対象者様，県立広島大学の関係者の方々に心より感謝申し上げます。

文　献

1）Schein E, Bennis W: Personal and organizational change through group methods: The laboratory approach. John Wiley & Sons, New Jersey, 1965, pp. 44–45.
2）Edmondson A, Lei Z: Psychological safety: The history, Renaissance, and future of an interpersonal construct. Annu Rev Organ Psychol Organ Behav. 2014; 1: 23–43.
3）Google re:Work. ガイド：「効果的なチームとは何か」を知る．https://rework.withgoogle.com/jp/guides/understanding-team-effectiveness/（2022年11月30日引用）
4）Baer M, Frese M: Innovation is not enough: Climates for initiative and psychological safety, process innovations, and firm performance. J Organ Behav. 2003; 24: 45–68.
5）Lyman B, Gunn MM, *et al.*: New graduate registered nurses' experiences with psychological safety. J Nurs Manag. 2020; 28: 831–839.
6）Hitchner L, Yore M, *et al.*: The resident experience with psychological safety during interprofessional critical event debriefings. AEM Educ Train. 2023; 7: e10864.
7）Hunt DF, Bailey J, *et al.*: Enhancing psychological safety in mental health services. Int J Ment Health Syst. 2021; 15: 33.
8）緒方泰子：看護管理者にとっての心理的安全性の意義，活用可能性と課題．看護管理．2021; 31: 385–387.
9）坂本美賀子：心理的安全性の高い職場づくりと看護師の学習行動を促進する看護管理者の行動．看護．2024; 3: 61–68.
10）加川敬子：看護師定着のためのワーク・エンゲージメントを高める取り組み～心理的安全性（psychological safety）とマネジャーの関わり～．血液事業．2024; 47: 175–177.
11）岩﨑裕子：理学療法士の仕事意識．文京学院大学保健医療技術学部紀要．2008; 1: 11–25.
12）水野雅之：若手の理学療法士・作業療法士のバーンアウト傾向とセルフ・コンパッションの関連．心理学研究．2021; 92: 197–203.
13）Edmondson A: Understanding psychological safety in health care and education Organizations: A comparative perspective. research in human development. 2016; 13: 65–83.
14）亀井智子：地域保健活動に活かす混合研究法：質と量 両者の統合から見えるもの．保健師教育．2021; 5: 7–13.
15）石黒　格：スノーボール・サンプリング法による大規模調査とその有効性について：02弘前調査データを用いた一般的信頼概念の検討．人文社会論叢 社会科学篇．2003; 9: 85–98.
16）中東靖恵：多人数質問調査法の現在(4)―有意サンプルの調査の問題点―．計量国語学．2018; 31: 461–476.
17）Edmondson A: Psychological safety and learning behavior in work teams. Adm Sci Q. 1999; 44: 350–383.
18）Ramalho MCK, Porto JB: Validity evidence of the team psychological safety survey. Psico-USF. 2021; 1: 165–176.
19）丸山淳市，藤　桂：職場ユーモアが創造性の発揮に及ぼす影響―心理的安全性の役割に着目して―．産業・組織心理学研究．2022; 35: 381–392.
20）Shimazu A, Schaufeli W, *et al.*: Work engagement in Japan: Validation of the Japanese version of utrecht work engagement scale. Appl Psychol. 2008; 57: 510–523.
21）厚生労働省：厚生労働省版ストレスチェック実施プログラム．https://stresscheck.mhlw.go.jp/material.html（2022年11月30日引用）
22）厚生労働省：労働安全衛生法に基づくストレスチェック制度実施マニュアル．http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei12/pdf/150507-1.pdf（2022年11月30日引用）
23）独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所：ストレスに関連する症状不調の確認項目の試行的実施．https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/houkoku/houkoku_2011_03.html（2022年11月30日引用）
24）厚生労働省：精神的健康に着目した職場のリスク評価手法の取り入れ等に関する調査．https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-11201000-Roudoukijunkyoku-Soumuka/0000050926.pdf（2022年11月30日引用）
25）日本理学療法学連合：効果量effect size．https://www.jspt.or.jp/ebpt_glossary/effect-size.html（2022年11月30日引用）
26）木下康仁：修正版グラウンデット・セオリー・アプローチ（M-GTA）の分析技法．富山大学看護学会誌．2007; 6: 1–10.
27）Lee SE, Dahinten VS: Psychological safety as a mediator of the relationship between inclusive leadership and nurse voice behaviors and error reporting. J Nurs Scholarsh. 2021; 53: 737–745.
28）Sehoon K: How Psychological safety affects team performance: Mediating role of efficacy and learning behavior. Front Psychol. 2020; 11: 1581.

29）Frazier ML, Fainshmidt S, *et al.*: Psychological safety: A meta-analytic review and extension. Pers Psychol. 2017; 70: 113–165.
30）木下康仁：定本M-GTA—実践の理論化をめざす質的研究方法論—．医学書院，東京，2020, pp. 88–89, 317–319.
31）野口寛樹：探索的定量研究に基づいたミッションの理解—定款のテキストマイニングから—．ノンプロフィット・レビュー．2012; 12: 21–23.
32）片岡幸彦：組織風土変革の進め方．労政時報．2012; 3831: 71–94.
33）トム・ピーターズ：エクセレント・カンパニー．栄治出版，東京，2023, p. 41.
34）Edmondson A: The fearless organization: Creating psychological safety in the workplace for learning, innovation, and growth. John Wiley & Sons, New Jersey, 2019, p. 16.
35）Nishimura K, Yagi T: Happiness and self-determination–An empirical study in Japan. Review of Behavioral Economics. 2019; 6: 312–346.
36）高尾義明，王　英燕：経営理念の浸透次元と影響要因—組織ルーティン論からのアプローチ—．組織科学．2011; 44: 52–66.
37）Yanchus NJ, Carameli KA, *et al.*: How to make a job more than just a paycheck: understanding physician disengagement. Health Care Health Care Management Review. 2020; 45: 245–254.
38）Vasileiou K, Barnett J, *et al.*: Characterising and justifying sample size sufficiency in interview-based studies: systematic analysis of qualitative health research over a 15-year period. BMC Med Res Methodol. 2018; 18: 148.

〈Abstract〉

Basic Research on Psychological Safety and Work Engagement of Young Physical Therapists

Takahiro ISHIZAKI, PT, MSc
Department of Rehabilitation, Ehime Prefectural Imabari Hospital

Shoma YOSHIOKA, PT, MSc
Department of Rehabilitation, Innoshima Ishikai Hospital

Tomohiko NISHIGAMI, PhD, Satoshi TANAKA, PhD, Masaki HASEGAWA, PhD
Department of Physical Therapy, Faculty of Health and Welfare, Prefectural University of Hiroshima

Objective: To clarify the current situation regarding psychological safety in the workplace surrounding young physical therapists and its relationship with work engagement and stress, and to examine the factors that influence psychological safety.
Methods: This study was a mixed study consisting of a quantitative and qualitative survey. First, a questionnaire survey was administered to 116 physical therapists with less than 5 years of experience. Next, 29 of the physical therapists who participated in the questionnaire survey were interviewed.
Results: The questionnaire survey showed a correlation between psychological safety and work engagement and stress. The interview survey revealed that the categories of “mission and vision,” “work content and system,” “relationships with others,” “personal characteristics,” and “empathy” were considered to have an influence on the formation of a workplace culture based on psychological safety.
Conclusion: The psychological safety of young physical therapists was related to their work engagement and stress, suggesting factors that influence the psychological safety of young physical therapists.

Key Words: Psychological safety, Young person, Work engagement, Physical therapist

理学療法学　第52巻第3号　136～141頁（2025年）

研究論文（原著）

日本の理学療法関連学術誌における生成人工知能利用規定の現状と課題*

禹　炫在[1)#]　吉田一平[2)]

要旨

【目的】生成人工知能（Generative Artificial Intelligence：以下，GAI）の医療論文執筆利用が拡大する中，倫理的課題が指摘されている。本研究は，日本の理学療法関連学術誌におけるGAI倫理指針の実態を明らかにし，その整備の必要性を検討する。【方法】日本理学療法士協会学術誌1誌，学会・研究会機関誌19誌，士会学術雑誌45誌の計65誌を対象に，投稿および執筆規定を調査し，GAIに関する記載の有無を分析した。【結果】最終調査対象の全60誌において，GAIに関する倫理指針の記載は確認されなかった。また，2022年11月以降の改訂版にもGAIに関する規定は含まれていなかった。【結論】国際学術誌ではGAI倫理指針の整備が進んでいる一方，日本の理学療法関連学術誌では十分に整備されていない。本研究の結果は，当分野の学術誌におけるGAI利活用の指針の検討の必要性を示唆しており，今後の対応が求められる。

キーワード　理学療法関連学術誌，投稿規定，執筆規定，倫理指針，生成人工知能

はじめに

近年，自然言語処理の技術向上とともに，生成人工知能（Generative Artificial Intelligence：以下，GAI）が急速に発展し，学術論文執筆の支援ツールとしての活用が期待されている[1)]。GAIは文章構成や文法の補正，要約や翻訳，データ解析と結果解釈の補助などに活用されており，研究者の作業負担を軽減し，研究成果の発信を支援する可能性が示唆されている[2)]。

しかし，学術論文執筆におけるGAIの利活用には倫理的な問題も指摘されている[1)]。GAIが生成する文章には，事実の捏造や誤情報が含まれる可能性があり，科学的な厳密性の低下が懸念される[3)]。また，執筆におけるGAIの関与が適切に報告されない場合，研究の透明性や信頼性が損なわれるリスクもある[1)4)]。特に医療および保健分野では，GAIが生成する文章に誤情報やハルシネーションが含まれるリスクに加え，出典の不明確さや内容の責任所在の曖昧さが問題視されており，研究倫理や学術的信頼性の観点から慎重な対応が求められている[1)]。これらの指摘を踏まえ，世界医学雑誌編集者協会（World Association of Medical Editors：WAME）[5)]，出版規範委員会（Committee on Publication Ethics：COPE）[6)]，医学雑誌編集者国際委員会（International Committee of Medical Journal Editors：以下，ICMJE）[7)]ではGAIの共著者資格を認めないことや，GAI利活用の開示を義務付ける倫理指針の策定が進められている。一方，日本の医学系学術誌においては，GAI倫理指針に関する包括的な調査報告は見当たらず，現時点では整備状況が明確ではない。特に日本の理学療法関連学術誌においては，GAIの倫理指針の導入状況が明確ではなく，国際的な動向との比較もなされていない。

日本理学療法士協会は1966年に設立され，日本の理学療法を代表する職能団体として理学療法の普及と発展に貢献してきている[8)]。また，2013年に日本理学療法士学会を設立し12の分科学会と5つの部門を組織化した[9)]。さらに2021年には日本理学療法学会連合が発足され，分科学会は法人格を取得，部門は8つの研究会として再編された[8)]。2024年3月時点での協会の会員数は

*　The Current Status and Challenges of Generative Artificial Intelligence Utilization Guidelines in Japanese Physical Therapy-related Journals

1）和歌山リハビリテーション専門職大学理学療法学専攻
（〒640–8222　和歌山県和歌山市湊本町3丁目1番地）
Hyunjae Woo, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Wakayama Professional University of Rehabilitation
2）和歌山リハビリテーション専門職大学作業療法学専攻
Ippei Yoshida, OT, PhD: Department of Occupational Therapy, Wakayama Professional University of Rehabilitation
#　E-mail: hyunjae0610@gmail.com
（受付日　2025年3月5日／受理日　2025年4月16日）
［J-STAGEでの早期公開日　2025年6月3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。
© 2025 日本理学療法学会連合

表1 日本の理学療法関連学術誌における投稿規定または執筆規程のGAI関連記載状況と最終改訂日

雑誌データベース	雑誌名	GAI関連記載状況	最終改訂日（施行日を含む）
協会学術雑誌	日本理学療法士協会雑誌	記載なし	P: 2022/11/15 A: 2024/1/26
学会・研究会機関誌	理学療法学	記載なし	P: 2024/6/18 A: 2024/7/2
学会・研究会機関誌	運動器理学療法学	記載なし	P: 2022/5/10 A: 2022/5/10
学会・研究会機関誌	基礎理学療法学	記載なし	P: 2022/5/13 A: 2022/5/13
学会・研究会機関誌	呼吸理学療法学	記載なし	P: 2023/6/1 A: 2021/12/16
学会・研究会機関誌	支援工学理学療法学会誌	記載なし	P: 2024/2/29 A: 2024/2/29
学会・研究会機関誌	小児理学療法学	記載なし	P: 2022/6/14 A: 2022/6/14
学会・研究会機関誌	神経理学療法学	記載なし	P: 2021/11/18 A: 2021/11/18
学会・研究会機関誌	循環器理学療法学	記載なし	P: 2021/12/10 A: 2021/12/10
学会・研究会機関誌	スポーツ理学療法学	記載なし	P: 2024/4/1 A: 2024/4/1
学会・研究会機関誌	地域理学療法学	記載なし	P: 2024/4/2 A: 2024/4/2
学会・研究会機関誌	日本糖尿病理学療法学雑誌	記載なし	P: 2024/11/1 A: 2024/11/1
学会・研究会機関誌	日本予防理学療法学会雑誌	記載なし	P: 2024/10/10 A: 2024/10/10
学会・研究会機関誌	理学療法教育	記載なし	P: 2024/4/15 A: 2024/4/15
学会・研究会機関誌	ウィメンズヘルス・メンズヘルス理学療法学	記載なし	P: 2024/6/29 A: 2022/10/18
学会・研究会機関誌	日本がん・リンパ浮腫理学療法学会誌	記載なし	P: 2023/4/1 A: 2023/4/1
学会・研究会機関誌	日本栄養・嚥下理学療法学会雑誌	記載なし	P: 2023/4/3 A: 2023/4/3
学会・研究会機関誌	精神・心理領域理学療法学	記載なし	P: 2023/3/1 A: 2023/3/1
学会・研究会機関誌	理学療法管理学	記載なし	P: 2023/6/1 A: 2022/4/1
学会・研究会機関誌	日本産業保健理学療法学雑誌	記載なし	P: 2024/4/25 A: 2024/4/25
都道府県士会学術雑誌	北海道理学療法	記載なし	P: 2020/10/1 A: 2020/10/1
都道府県士会学術雑誌	理学療法研究・長野	記載なし	P: 2023/3/31 A: 2023/3/31
都道府県士会学術雑誌	理学療法の歩み	記載なし	PとAともに不明
都道府県士会学術雑誌	秋田理学療法	記載なし	PとAともに不明
都道府県士会学術雑誌	山形理学療法学	記載なし	PとAともに不明
都道府県士会学術雑誌	福島県理学療法学	記載なし	PとAともに不明
都道府県士会学術雑誌	理学療法いばらき	記載なし	P: 2015/11/19 A: 2015/11/19
都道府県士会学術雑誌	理学療法とちぎ	記載なし	P: 2021/6/1 A: 2021/6/1
都道府県士会学術雑誌	理学療法群馬	記載なし	P: 2024/2/1 A: 2024/2/1
都道府県士会学術雑誌	理学療法−臨床・研究・教育	記載なし	P: 2016/12/1 A: 2016/12/1
都道府県士会学術雑誌	理学療法の科学と研究	記載なし	P: 2023/2/1 A: 2023/2/1
都道府県士会学術雑誌	理学療法東京	記載なし	P: 2019/1/31 A: 2019/1/31
都道府県士会学術雑誌	理学療法新潟	記載なし	P: 2015/2/7 A: 2015/2/7
都道府県士会学術雑誌	理学療法とやま	記載なし	P: 2021/6/28 A: 2021/6/28
都道府県士会学術雑誌	石川県理学療法学雑誌	記載なし	P: 2023/12/1 A: 2023/12/1
都道府県士会学術雑誌	理学療法やまなし	記載なし	PとAともに不明
都道府県士会学術雑誌	理学療法研究・長野	記載なし	P: 2021/3/31 A: 2021/3/31
都道府県士会学術雑誌	岐阜県理学療法士会　学術誌	記載なし	P: 2022/7/8 A: 2022/7/8
都道府県士会学術雑誌	静岡理学療法ジャーナル	記載なし	P: 2023/4/1 A: 2023/4/1
都道府県士会学術雑誌	愛知県理学療法学会誌	記載なし	P: 2017/1/22 A: 2017/1/22
都道府県士会学術雑誌	理学療法みえ	記載なし	P: 2018/5/16 A: 2018/5/16
都道府県士会学術雑誌	理学療法　湖都	記載なし	P: 2011/5/16 A: 2011/5/16
都道府県士会学術雑誌	理学療法京都	記載なし	PとAともに不明
都道府県士会学術雑誌	総合理学療法学	記載なし	P: 2024/3/13 A: 2024/3/13
都道府県士会学術雑誌	理学療法兵庫	記載なし	P: 2023/12/1 A: 2023/12/1
都道府県士会学術雑誌	奈良理学療法学	記載なし	P: 2021/1/7 A: 2021/1/7
都道府県士会学術雑誌	理学療法和歌山	記載なし	P: 2024/4/1 A: 2024/4/1
都道府県士会学術雑誌	理学療法おかやま	記載なし	P: 2024/3/12 A: 2024/3/12
都道府県士会学術雑誌	理学療法の臨床と研究	記載なし	P: 2022/9/13 A: 2022/9/13
都道府県士会学術雑誌	理学療法やまぐち	記載なし	P: 2021/9/11 A: 2021/9/11
都道府県士会学術雑誌	理学療法の探究	記載なし	P: 2020/11/10 A: 2020/11/10
都道府県士会学術雑誌	高知県理学療法	記載なし	PとAともに不明
都道府県士会学術雑誌	理学療法福岡	記載なし	PとAともに不明
都道府県士会学術雑誌	理学療法さが	記載なし	P: 2022/1 A: 2022/1
都道府県士会学術雑誌	長崎理学療法	記載なし	PとAともに不明
都道府県士会学術雑誌	熊本県理学療法アドバンス	記載なし	P: 2023/8/1 A: 2023/8/1
都道府県士会学術雑誌	大分県理学療法学	記載なし	P: 2021/3/1 A: 2021/3/1
都道府県士会学術雑誌	臨床と理学療法	記載なし	PとAともに不明
都道府県士会学術雑誌	理学療法かごしま	記載なし	P: 2023/8/9 A: 2023/8/9
都道府県士会学術雑誌	理学療法沖縄	記載なし	P: 2023/4/1 A: 2023/4/1

A: Authorship guidelines（執筆規定），GAI: Generative Artificial Intelligence（生成人工知能），P: Publication guidelines（投稿規定）.

139,556人に達し[10]，日本最大の理学療法関連学術団体として，国内外における理学療法分野の学術活動を牽引している[11]。

本研究の目的は，日本の理学療法関連学術誌におけるGAI利活用の現状を調査し，学術論文執筆における倫理的課題を明らかにするとともに，今後の適切な倫理指針策定の必要性を提言することである。

対象および方法

本研究のデザインは，横断的調査研究である。

表2　国内外の医療関連学術誌におけるGAI倫理指針の比較

学術誌分類	学術誌名	Ganjaviらの研究[20]	本研究*
GAI倫理指針を明記している医学系トップ学術誌	Nature, Science, New England Journal of Medicine, Lancet, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, JAMA, Circulation, Nature Medicine, Journal of Clinical Oncology, Blood, Nature Reviews Cancer, Cancer Research, Journal of Experimental Medicine, BMJ, Journal of the American College of Cardiology, Environmental Science & Technology, Nature Reviews Immunology, Accounts of Chemical Research, Immunity, Nature Immunology, Annals of Internal Medicine, EMBO Journal, Journal of Physical Chemistry B, Nature Reviews Genetics, Journal of Cell Biology, American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, PLOS ONE, Journal of Immunology, Diabetes Care, JAMA Psychiatry, Lancet Oncology, American Journal of Psychiatry, Journal of Chemical Physics, Cancer Cell, Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, Pediatrics, Journal of the National Cancer Institute, JAMA Internal Medicine, Physiological Reviews, Clinical Infectious Diseases, Nature Reviews Drug Discovery, Circulation Research, Brain, Clinical Cancer Research, Diabetes, Langmuir（計44誌）	記載あり	
GAI倫理指針を明記のない医学系トップ学術誌	Journal of Clinical Investigation[21]	記載なし	記載あり
	Gastroenterology[22]	記載なし	記載あり
	Neurology[23]	記載なし	記載あり
	Journal of Neuroscience[24]	記載なし	記載あり
	Journal of Personality and Social Psychology[25, 28]	記載なし	記載あり
	Hepatology[26]	記載なし	記載あり
	American Journal of Clinical Nutrition[27]	記載なし	記載あり
日本医学系学術誌	日本医師会学術誌[29]（和文）		記載なし
日本看護系学術誌	日本看護師会学術誌[30]（和文）		記載なし
日本理学療法関連誌	協会学術雑誌，学会・研究会機関誌，都道府県士会学術雑誌（和文）		記載なし
	理学療法ジャーナル[31]		記載あり

GAI: Generative Artificial Intelligence（生成人工知能），*：調査期間は2025年2月3日から5日．

本研究の対象は，日本理学療法士協会，日本理学療法学会連合の分科専門領域，および都道府県理学療法士会が発行する学術誌とした。これにより，日本の理学療法分野の主要な発表媒体を網羅できると考えた。具体的には，日本理学療法士協会の生涯学習制度における専門理学療法士申請時[12]に登録すべき和文一覧[13]のうち，雑誌データベースが医中誌Webであるものを除外した上で選定し，日本理学療法士協会発行の学術雑誌1誌，理学療法学関連学会・研究会の機関誌19誌，都道府県士会発行の学術雑誌45誌の計65誌を対象とした。そのうち，公式ウェブサイト上で投稿規定または執筆規定を確認できなかった都道府県士会学術雑誌5誌を除外し，最終的に60誌を分析対象とした。

調査方法として，2025年2月3日から5日にかけて，各学術誌の公式ウェブサイトを調査し，投稿規定および執筆規定の掲載状況を確認した。ウェブサイト内で当該規定が確認できた場合は全文を取得し，確認できない場合には「学術誌名」「投稿規定」「執筆規定」などのキーワードを用いてGoogle検索を行い，補助的に文書を取得した。収集した規定の内容から，GAIに関する倫理的記載の有無，各規程の最終改訂日および改訂内容を調査した（補遺1）。収集データは，単純集計および頻度分析記述統計により分析した。

本研究は，和歌山リハビリテーション専門職大学の倫理審査委員会において「人を対象としたものではないため，審査に該当しない」と判断された。

結　果

表1は，日本の理学療法関連学術誌における投稿規定または執筆規定のGAI関連記載状況と最終改訂日を示す。調査対象60誌すべてにおいて，投稿規定および執筆規定のいずれにも，GAIの利活用に関する記載は確認されなかった。また，GAIが無料公開[14]された2022年11月以降に新たに規定が作成または改訂された学術誌は26誌（43%）であった。しかし，改訂内容の詳細は多くの学術誌で公開されておらず，確認できた改訂内容は，著作権と料金プランの変更に関するものであり，GAIの利活用に関する新たな指針は含まれていなかった。

考　　察

1. 日本の理学療法関連学術誌におけるGAI倫理指針の未整備

本研究の調査により，日本の理学療法関連学術誌60誌の投稿規定および執筆規定において，GAIの利活用に関する記載は確認されなかった。また，GAIが無料公開された2022年11月以降に規定が新規作成および改訂された26誌についても，新たなGAI倫理指針の規定は見られなかった。本研究の結果は，日本の理学療法関連学術誌の多くがGAI利活用に関する独自の倫理指針や投稿規定を整備しておらず，実質的な運用も含めてGAIの急速な発展に対する対応が遅れていることを示唆している。本結果を国内外の動向と比較しながら考察する。

2. GAIの発展による学術論文執筆への影響

GAIの発展により，学術論文の執筆支援ツールとしての有効性が報告されている[1)]。多言語対応が進み，日本語を含む非英語圏の研究者にとって翻訳支援や英語校正の面で恩恵がある[15)]。また，論文要約，データ分析補助，参考文献整理，論理展開の補助など，多様な用途が期待されている[2)16)]。

一方，GAI利活用には倫理的問題も指摘されている[1)17)]。主な懸念点として，責任の所在の不明確さ，情報の正確性とバイアスの問題，著作権および知的財産権の課題が挙げられる。特に，GAIが生成した誤情報が臨床判断に影響を及ぼすリスクがあるため，適切な監視と責任の明確化が求められる[3)]。加えて，GAIの使用が進む中で，透明性確保と倫理基準の整備が求められている[18)19)]。

3. 医学科学分野におけるGAI倫理指針の国内外比較

理学療法分野を含む国際的な医学および科学学術誌では，GAIの利活用に関する倫理指針が策定されている[20)]。トップ100の医学および科学学術誌を対象とした先行研究では[20)]，87%がGAI倫理指針を有し，98%がGAIを著者として認めないことを明記している。さらに，医学関連学術誌51誌のうち44誌（86%）がGAI関連指針を設けていると報告されている。こちらの研究[20)]は2023年5月と10月に調査が実施され，当時はJournal of Clinical Investigation[21)]，Gastroenterology[22)]，Neurology[23)]，Journal of Neuroscience[24)]，Journal of Personality and Social Psychology[25)]，Hepatology[26)]，American Journal of Clinical Nutrition[27)]の7誌においてGAI関連指針が確認されなかった。しかし，今回筆者が再確認したところ，これらの学術誌すべてがGAI関連指針を新たに設けていた（表2）。そのうち，Journal of Personality and Social Psychology[25)]には直接的な記載はないものの，母体であるAmerican Psychological Association[28)]の規定にGAI関連指針が明記されていた。この結果から医学系分野においてGAI倫理指針を含めた規定の策定が標準化されつつあることが示唆される。

また，GAIの利活用開示に関しても，利用目的やGAIモデルの種類，バージョンを明記することが推奨されており，研究の透明性の確保が強調されている[5)]。さらにGAI利活用の許容範囲として，文章修正，英語校正，データ解析，文献検索は認められる一方，研究の結論生成や新規データ作成にはGAIの使用が禁止されている[20)]。これらの指針は，誤情報の拡散を防ぎ，研究の信頼性を維持するために重要である。

一方，日本の理学療法関連学術誌に限らず，医学会[29)]や看護学会[30)]の和文学術誌においてもGAI倫理指針の明記が確認されなかった（表2）。これは，日本の医学および医療系学術誌全体で，GAIの倫理的対応が国際水準に比べて十分に整備されていない可能性を示唆している。ただし，本研究の調査対象外である理学療法ジャーナル[31)]ではGAI倫理指針が明記されており，先進的な取り組みが見られた。また，理学療法学[32)]においても投稿および執筆規定にGAI倫理指針の明記はなかったものの，ICMJEの倫理指針の参照が勧告されている。このことから，理学療法分野においては，一部に先進的な取り組みの例があるものの，全体として体系的な整備は依然として不十分であると考えられる。

4. 日本の理学療法関連学術誌におけるGAI倫理指針策定の必要性

以上の結果から，今後，GAIの利活用に関する投稿規定の整備を進めるにあたっては，単に「使用可能かどうか」の判断にとどまらず，「使用した場合の開示義務」や「どのような範囲での使用が許容されるのか」などを具体的に明記することが求められる。こうしたガイドラインの明文化により，投稿者がルールを理解しやすくなり，研究の透明性や再現性の向上にも寄与すると考えられる。GAIの急速な普及に対し，分野ごとの実情に応じた現実的かつ柔軟な対応が望まれる。

本研究にはいくつかの限界がある。まず，日本理学療法士協会関連の学術誌に限定したため，他の学術誌の状況が反映されていない。また，本研究は特定時点での調査であり，今後の規定の改訂により状況が変化する可能性がある。しかし，本研究は日本の理学療法分野においてGAI倫理指針の実態を明らかにした初めての調査である。さらに，国際学術誌や日本の他の医療学術誌との比較により，日本におけるGAI倫理指針の現状を包括的に捉えることができたと考える。

結　　論

本研究では，日本の理学療法関連学術誌におけるGAI倫理指針の現状を調査した。その結果，本研究の調査対象となった日本の理学療法関連学術誌にはGAI倫理指針が確認されなかった。今後，日本の理学療法関連学術誌において，国際的な動向に沿った研究の透明性と信頼性を確保するためのGAI倫理規定の策定が期待される。

利益相反

本研究に関して報告すべき利益相反はない。

文　　献

1）Guo HY, Zaini SH: Artificial intelligence in academic writing: A literature review. Asian Pendidikan. 2024; 4: 46–55.
2）Oyelude AA: Artificial intelligence (AI) tools for academic research. Libr Hi Tech News. 2024; 41: 18–20.
3）Ros TJ, Samuel A: Navigating the AI frontier: A guide for ethical academic writing. ELearn Mag. 2024; 10: 3703094.3694981.
4）Solomon DH, Allen KD, *et al.*: ChatGPT, et al… Artificial intelligence, authorship, and medical publishing. Arthritis Rheumatol. 2023; 75: 867–868.
5）World Association of Medical Editors [Internet]. Chicago: Recommendations on Chatbots and Generative Artificial Intelligence (AI) in Relation to Scholarly Publication [updated 2023 May; cited 2025 Feb 24]. Available from: https://wame.org/page2.php?id＝106.
6）Committee on Publication Ethics [Internet]. London: Authorship and AI tools [updated 2023 Feb 13; cited 2025 Feb 24]. Available from: https://publicationethics.org/guidance/cope-position/authorship-and-ai-tools.
7）International Committee of Medical Journal Editors [Internet]. Philadelphia, Pennsylvania: Recommendations for the conduct, reporting, editing, and publication of scholarly work in medical journals [updated 2025 Jan; cited 2025 Feb 24]. Available from: https://www.icmje.org/recommendations/.
8）吉尾雅春：日本神経理学療法学会のこれまでの歩み．神経理学療法学．2022; 1: 20–26.
9）日本理学療法士協会：分科学会への始まり．JPTA NEWS. 2013; 8: 12–13.
10）日本理学療法士協会ホームページ：統計情報．https://www.japanpt.or.jp/activity/data/（2025年2月24日引用）
11）Wada Y, Kawate N: Publication trends in physical medicine and rehabilitation in Japan from 2001 to 2019. Prog Rehabil Med. 2021; 6: 20210026.
12）日本理学療法士協会ホームページ：生涯学習制度専門理学療法士新規申請マニュアル．https://www.japanpt.or.jp/pt/lifelonglearning/asset/pdf/senmonshinki_manual_202409.pdf（2025年2月3日引用）
13）日本理学療法士協会ホームページ：論文業績について．https://www.japanpt.or.jp/pt/lifelonglearning/new/certif-specialized/ronbungyouseki/（2025年2月3日引用）
14）Wikipedia contributors [Internet]. San Francisco, California: ChatGPT. Wikipedia, The Free Encyclopedia [cited 2025 Feb 24]. Available from: https://ja.wikipedia.org/wiki/ChatGPT.
15）Napieralski P, Wojciechowski A, *et al.*: Artificial intelligence for scientific research—large language models in manuscript preparation. Hum Technol. 2024; 20: 416–419.
16）Adish A: AI in data analysis. Int J Multidiscip Res. 2024; 6: 30560.
17）Gelfand AA, Vallimont J, *et al.*: Benefits and implications of integrating artificial intelligence in manuscripts submitted to Headache. Headache. 2023; 63: 571–572.
18）Kaebnick GE, Magnus DC, *et al.*: Editors’ statement on the responsible use of generative artificial intelligence technologies in scholarly journal publishing. Dev World Bioeth. 2023; 23: 296–299.
19）Hamm B, Marti-Bonmati L, *et al.*: ESR journals editors’ joint statement on guidelines for the use of large language models by authors, reviewers, and editors. Eur Radiol. 2024; 34: 5049–5051.
20）Ganjavi C, Eppler MB, *et al.*: Publishers’ and journals’ instructions to authors on use of generative artificial intelligence in academic and scientific publishing: bibliometric analysis. BMJ. 2024; 384: e077192.
21）Journal of Clinical Investigation [Internet]. Ann Arbor, Michigan: Guidelines for generative artificial intelligence (AI) technologies [updated 2024 Oct 9; cited 2025 Feb 23]. Available from: https://www.jci.org/kiosks/ethics#AI.
22）Gastroenterology [Internet]. Amsterdam: Guide for Authors [cited 2025 Feb 23]. Available from: https://www.gastrojournal.org/content/authorinfo#guide-for-authors-0.
23）Neurology [Internet]. Minneapolis, Minnesota: Journal Policies. [cited 2025 Feb 23]. Available from: https://www.neurology.org/neurology-journals-author-center#5.1.4.
24）Journal of Neuroscience [Internet]. Washington, DC: Policies. [cited 2025 Feb 23]. Available from: https://www.jneurosci.org/content/information-authors.
25）Journal of Personality and Social Psychology [Internet]. Washington, DC: General submission guidelines [cited 2025 Feb 23]. Available from: https://www.apa.org/pubs/journals/psp.
26）Hepatology [Internet]. Oxford: Journal Policies. [cited 2025 Feb 23]. Available from: https://edmgr.ovid.com/hep/accounts/ifauth.htm.
27）American Journal of Clinical Nutrition [Internet]. Oxford: Guide for Authors [updated 2025 Jan 9; cited 2025 Feb 23]. Available from: https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/asn-guide-for-authors.pdf.
28）American Psychological Association [Internet]. Washington, DC: Publishing Policies [cited 2025 Feb 23]. Available from: https://www.apa.org/pubs/journals/resources/publishing-policies.
29）日本医師会ホームページ：日本医師会雑誌投稿規定．https://med.or.jp/cme/jjma/regulations.pdf（2025年2月23日引用）
30）日本看護学会ホームページ：日本看護学会誌投稿規定．https://jsn.nurse.or.jp/wp-content/uploads/2025/01/ddc0e54c50e0403d569b349b8846bbf4.pdf（2025年2月23日引用）
31）医学書院ホームページ：理学療法ジャーナル投稿規定．https://www.igaku-shoin.co.jp/journal/551/instruction（2025年2月17日引用）
32）日本理学療法学会連合ホームページ：理学療法学投稿について．https://www.jspt.or.jp/journal/（2025年2月17日引用）

電子付録（補遺）

補遺1　日本の理学療法学術誌におけるAI規定の状況一覧

〈**Abstract**〉

The Current Status and Challenges of Generative Artificial Intelligence Utilization Guidelines in Japanese Physical Therapy-related Journals

Hyunjae WOO, PT, PhD
Department of Physical Therapy, Wakayama Professional University of Rehabilitation

Ippei YOSHIDA, OT, PhD
Department of Occupational Therapy, Wakayama Professional University of Rehabilitation

Objective: As the use of Generative Artificial Intelligence (GAI) in medical research paper writing expands, ethical concerns have become raised. This study aims to clarify the current status of ethical guidelines for GAI use in Japanese journals of physical therapy and examine the necessity of their establishment.
Methods: We investigated the submission and writing guidelines of 65 journals, including one journal from the Japan Physical Therapy Association, 19 journals from academic societies and research groups, and 45 journals from local physical therapist associations, to analyze whether they included ethical guidelines related to GAI.
Results: Among the 60 journals ultimately analyzed, no ethical guidelines addressing GAI were found. Additionally, no regulations regarding GAI were included in any revised editions published after November 2022.
Conclusion: While international academic journals have established ethical guidelines for GAI use, Japanese journals of physical therapy have not yet sufficiently addressed this issue. The findings of this study suggest the necessity of examining ethical guidelines for GAI use in this field, highlighting the need for future action in the formulation of appropriate submission guidelines and writing guidelines.

Key Words: Journals of physical therapy, Submission guidelines, Writing guidelines, Ethical guidelines, Generative Artificial Intelligence

補遺 1. 日本の理学療法学術誌における AI 規定の状況一覧

No	雑誌データベース	雑誌名	閲覧サイト	GAI 規定状況	最終更新日	改訂内容	確認日
1	協会学術雑誌	日本理学療法士協会雑誌	https://www.japanpt.or.jp/pt/lifelonglearning/asset/pdf/toukoukitei_20240412_compressed.pdf https://www.japanpt.or.jp/pt/lifelonglearning/asset/pdf/shippitsukitei_20240412_compressed.pdf	記載なし	2022/11/15 2024/1/26	不明	2025/2/3
2	学会・研究会機関誌	理学療法学	https://cms.jspt.or.jp/upload/jspt/obj/files/journal/PTJ_shippitsukitei_20240702.pdf	記載なし	2024/6/18 2024/7/2	投稿:著作権とライセンス、料金プラン 執筆:不明	2025/2/3
3	学会・研究会機関誌	運動器理学療法学	https://www.jspt.or.jp/upload/branch/jsmspt/obj/files/%E5%AD%A6%E8%A1%93%E8%AA%8C/%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E5%AE%9Aver4.pdf	記載なし	2022/5/10	不明	2025/2/3
4	学会・研究会機関誌	基礎理学療法学	https://www.jspt.or.jp/jsptf/gakujutushi_kisorigakuryouhougaku/index.html	記載なし	2022/5/13	不明	2025/2/3

5	学会・研究会機関誌	呼吸理学療法学	https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/jsrpt/obj/files/1.%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E5%AE%9A%EF%BC%882023.6.1%E6%96%BD%E8%A1%8C%EF%BC%89.pdf https://www.jspt.or.jp/upload/branch/jsrpt/obj/files/%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E5%AE%9A.pdf	記載なし	2023/6/1 2021/12/16	不明	2025/2/3
6	学会・研究会機関誌	支援工学理学療法学会誌	https://www.jptsat.jspt.or.jp/wp-content/uploads/2024/03/1998fb8258dc2617f41884e15fb332d7.pdf https://www.jspt.or.jp/upload/branch/jptsat/obj/files/%E6%8A%95%E7%A8%BF%E5%8E%9F%E7%A8%BF%E6%9B%B8%E5%BC%8F.pdf	記載なし	2024/2/29	不明	2025/2/3
7	学会・研究会機関誌	小児理学療法学	https://www.jspt.or.jp/jsppt/jsppt/	記載なし	2022/6/14	不明	2025/2/3
8	学会・研究会機関誌	神経理学療法学	https://www.jspt.or.jp/upload/branch/jsnpt/obj/files/01.%e6%8a%95%e7%a8%bf%e8%a6%8f%e7%a8%8b.pdf https://www.jspt.or.jp/upload/branch/jsnpt/obj/files/02.%e5%9f%b7%e7%ad%86%e8%a6%8f%e7%a8%8b.pdf	記載なし	2021/11/18 2021/11/18	不明	2025/2/3
9	学会・研究会機関誌	循環器理学療法学	https://www.jspt.or.jp/upload/branch/jscvpt/obj/files/%E6%8A%95%E7%A8%BF%E3%83%BB%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E7%A8%8B.pdf	記載なし	2021/12/10	不明	2025/2/3

10	学会・研究会機関誌	スポーツ理学療法学	https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/jsspt/obj/files/01_%E6%8A%95%E7%A8%BF%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E5%AE%9A_%E6%94%B9%E5%AE%9A%E7%AC%AC4%E7%89%88%E6%A1%88.pdf	記載なし	2024/4/1	不明	2025/2/3
11	学会・研究会機関誌	地域理学療法学	https://www.jsccpt.jp/bulletin/	記載なし	2024/4/2	不明	2025/2/3
12	学会・研究会機関誌	日本糖尿病理学療法学雑誌	https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/jsptdm/obj/files/01%E6%8A%95%E7%A8%BF%E3%83%BB%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E7%A8%8B_2024.11.pdf	記載なし	2024/11/1	不明	2025/2/3
13	学会・研究会機関誌	日本予防理学療法学会雑誌	https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/prevention/obj/files/%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E5%AE%9A/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E4%BA%88%E9%98%B2%E7%90%86%E5%AD%A6%E7%99%82%E6%B3%95%E5%AD%A6%E4%BC%9A%E9%9B%91%E8%AA%8C%20%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E7%A8%8B%E3%83%BB%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E7%A8%8B%20ver.4.pdf	記載なし	2024/10/10	不明	2025/2/3

14	学会・研究会機関誌	理学療法教育	https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/jspte/obj/files/journal/01%E6%8A%95%E7%A8%BF%E3%83%BB%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E5%AE%9A(2024.4.15%E6%9B%B4%E6%96%B0%EF%BC%89.pdf	記載なし	2024/4/15	不明	2025/2/3
15	学会・研究会機関誌	ウィメンズヘルス・メンズヘルス理学療法学	https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/jsptwmh/obj/files/WMHPT%20%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E7%A8%8B%20%E6%94%B9%E8%A8%82%E7%89%88.pdf https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/jsptwmh/obj/files/WMHPT%20%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E7%A8%8Bver1%2020221026.pdf	記載なし	2024/6/29 2022/10/18	不明	2025/2/3
16	学会・研究会機関誌	日本がん・リンパ浮腫理学療法学会誌	https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/jspto/obj/files/%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E7%A8%8B.pdf https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/jspto/obj/files/%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E5%AE%9A.pdf	記載なし	2025/4/1 2023/4/1	不明	2025/2/3

17	学会・研究会機関誌	日本栄養・嚥下理学療法学会雑誌	https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/jsptns/obj/files/5_%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%80%85%E3%81%B8%E3%81%AE%E5%91%88%E7%A4%BA%E7%94%A801%E6%97%A5%E6%9C%AC%E6%A0%84%E9%A4%8A%E5%9A%A5%E4%B8%8B%E7%90%86%E5%AD%A6%E7%99%82%E6%B3%95%E5%AD%A6%E4%BC%9A%E9%9B%91%E8%AA%8C%20%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E7%A8%8B%E3%83%BB%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E7%A8%8B.pdf	記載なし	2023/4/3	不明	2025/2/3
18	学会・研究会機関誌	精神・心理領域理学療法学	https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/ioptmh/obj/files/1%EF%BC%89%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E7%A8%8B%E3%83%BB%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E7%A8%8B.pdf	記載なし	2023/3/1	不明	2025/2/3
19	学会・研究会機関誌	理学療法管理学	https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/kanri/obj/files/6_2023/1%EF%BC%8E%E7%90%86%E5%AD%A6%E7%99%82%E6%B3%95%E7%AE%A1%E7%90%86%E5%AD%A6%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E5%AE%9A_(%E6%94%B9%E8%A8%82).pdf	記載なし	2023/6/1 2022/4/1	不明	2025/2/3

20	学会・研究会機関誌	日本産業保健理学療法学雑誌	https://cms.jspt.or.jp/upload/branch/occhealth/obj/files/%E6%8A%95%E7%A8%BF%E3%83%BB%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E5%AE%9A_20240425_%E6%94%B9%E5%AE%9A.pdf	記載なし	2024/4/25	不明	2025/2/3
21	士会学術雑誌	北海道理学療法	https://www.pt-hokkaido.jp/about/files/%E5%8C%97%E6%B5%B7%E9%81%93%E7%90%86%E5%AD%A6%E7%99%82%E6%B3%95%E5%A3%AB%E4%BC%9A%E8%AA%8C%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E5%AE%9A.pdf	記載なし	2020/10/1	不明	2025/2/4
22	士会学術雑誌	理学療法研究・長野県	https://mol.medicalonline.jp/archive/toukoukitei?jo=do4nagan&utm_source=chatgpt.com	記載なし	2023/3/31	不明	2025/2/4
23	士会学術雑誌	岩手理学療法学	不明	不明	不明	不明	2025/2/4
24	士会学術雑誌	理学療法の歩み	https://pt-miyagi.org/wp-content/uploads/2024/05/%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E5%AE%9A.pdf	記載なし	不明	不明	2025/2/4
25	士会学術雑誌	秋田理学療法	https://www.ptakita.org/wp-content/uploads/2021/03/2021.03.10_toukokitei.pdf	記載なし	不明	不明	2025/2/4

26	士会学術雑誌	山形理学療法学	https://www.dream-pt-yamagata.jp/wp-content/uploads/2024/06/%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E7%A8%8B%EF%BC%882024%EF%BC%89.pdf	記載なし	不明	不明	2025/2/4
27	士会学術雑誌	福島県理学療法学	http://fukushima-pt.com/cms/wp-content/uploads/2020/07/7c7af03bbb655e65ddb4c378034927b1.pdf http://fukushima-pt.com/cms/wp-content/uploads/2020/07/f54f6b01246a3290f637d0b95283f49c.pdf	記載なし	不明	不明	2025/2/4
28	士会学術雑誌	理学療法いばらき	https://www.pt-ibaraki.jp/provision/document/160122ronbun.pdf	記載なし	2015/11/19	不明	2025/2/4
29	士会学術雑誌	理学療法とちぎ	https://tochigi-pt.com/pdf/procedure2/pt_tochigi_toukou_shippitsukitei_2021.pdf	記載なし	2021/6/1	不明	2025/2/4
30	士会学術雑誌	理学療法群馬	https://gunma-pt.com/wp-content/uploads/2024/01/db94f146c8f03c164ebd903859a85696.pdf	記載なし	2024/2/1	不明	2025/2/4
31	士会学術雑誌	理学療法ー臨床・研究・教育	https://www.saitama-pt.or.jp/wp-content/uploads/2017/01/1toukoukiteisippituyoukou2016.pdf	記載なし	2016/12/1	不明	2025/2/4

32	士会学術雑誌	理学療法の科学と研究	https://chiba-pt.or.jp/pt/wp-content/uploads/sites/2/2024/03/119697462f674449d9105afe6b00c4e8.pdf	記載なし	2023/2/1	不明	2025/2/4
33	士会学術雑誌	理学療法東京	https://mol.medicalonline.jp/archive/toukoukitei?jo=cv5tokyo	記載なし	2019/1/31	不明	2025/2/4
34	士会学術雑誌	理学療法　一技術と研究一	不明	不明	不明	不明	2025/2/4
35	士会学術雑誌	理学療法新潟	http://nipta.or.jp/wp/wp-content/uploads/2016/09/%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E5%AE%9AH27.2.7.pdf	記載なし	2015/2/7	不明	2025/2/4
36	士会学術雑誌	理学療法とやま	https://mol.medicalonline.jp/archive/toukoukitei?jo=df3rigak	記載なし	2021/6/28	不明	2025/2/4
37	士会学術雑誌	石川県理学療法学雑誌	https://ishikawa-pt.com/blog/new-2020/wp-content/uploads/sites/2/2023/12/%E6%8A%95%E7%A8%BF%E3%83%BB%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E5%AE%9A20231201_%E6%94%B9%E8%A8%82-.docx	記載なし	2023/12/1	不明	2025/2/4
38	士会学術雑誌	理学療法福井	不明	不明	不明	不明	2025/2/4
39	士会学術雑誌	理学療法やまなし	http://ypta.jp/ypta/wp-content/uploads/2022/09/37d047ac7b86bf6ad4511c0566941b02.pdf	記載なし	不明	不明	2025/2/4

40	士会学術雑誌	理学療法研究・長野	https://ptnagano.or.jp/wp-content/themes/physical-theme/pdf/%E5%AD%A6%E8%A1%93%E8%AA%8C%E3%80%8C%E7%90%86%E5%AD%A6%E7%99%82%E6%B3%95%E7%A0%94%E7%A9%B6%E3%83%BB%E9%95%B7%E9%87%8E%E3%80%8D%E6%8A%95%E7%A8%BF%E8%A6%8F%E5%AE%9A%EF%BC%88%E4%BB%A4%E5%92%8C3%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E3%80%9C.pdf	記載なし	2021/3/31	不明	2025/2/4
41	士会学術雑誌	岐阜県理学療法士会　学術誌	https://gifu-pt.jp/pdf/new/20220708_science_tokou.pdf	記載なし	2022/7/8	不明	2025/2/5
42	士会学術雑誌	静岡理学療法ジャーナル	https://shizuoka-pt.com/wp-spt/wp-content/themes/spt/shared/files/about-journal/kitei.doc	記載なし	2023/4/1	不明	2025/2/5
43	士会学術雑誌	愛知県理学療法学会誌	http://www.aichi-npopt.jp/dl/info_paper_170121.pdf	記載なし	2017/1/22	不明	2025/2/5

44	士会学術雑誌	理学療法みえ	http://mie-pt.jp/upload_article/00000000580/%E7%90%86%E5%AD%A6%E7%99%82%E6%B3%95%E3%81%BF%E3%81%88%E6%8A%95%E7%A8%BF%E3%83%BB%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E5%AE%9A18f%20.pdf	記載なし	2018/5/16	不明	2025/2/5
45	士会学術雑誌	理学療法　湖都	https://www.shiga-pt.or.jp/jyouhou_others/pdf/oubo.pdf	記載なし	2011/5/16	不明	2025/2/5
46	士会学術雑誌	理学療法京都	https://www.kpta.jp/cms/wp/wp-content/themes/kpta/asset/pdf/toukou_kitei.pdf https://www.kpta.jp/cms/wp/wp-content/themes/kpta/asset/pdf/shippitsu_kitei.pdf	記載なし	不明	不明	2025/2/5
47	士会学術雑誌	総合理学療法学	https://pt-osk.or.jp/cms/wp-content/uploads/2024/04/postingrules_20240315.pdf https://pt-osk.or.jp/cms/wp-content/uploads/2024/04/writingrules_20240315.pdf	記載なし	2024/3/13 2024/3/13	不明	2025/2/5

48	士会学術雑誌	理学療法兵庫	https://hyogo-pt.or.jp/wp-content/uploads/2024/01/%E7%90%86%E5%AD%A6%E7%99%82%E6%B3%95%E5%85%B5%E5%BA%AB-%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%81%E7%B6%B1%E3%80%80%E6%8A%95%E7%A8%BF%E3%83%BB%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E5%AE%9A.pdf	記載なし	2023/12/1	不明	2025/2/5
49	士会学術雑誌	奈良理学療法学	https://www.jstage.jst.go.jp/guide/nararigakuryohogaku/8/28214/-char/ja/NARA1504_Kitei.pdf	記載なし	2021/1/7		2025/2/5
50	士会学術雑誌	理学療法和歌山	https://drive.google.com/uc?export=download&id=1XbMLskCwzaZ7NYcYbJJvRd7FSo0aNt7m	記載なし	2024/4/1	不明	2025/2/5
51	士会学術雑誌	理学療法おかやま	https://pt-okayama.com/system/img/a827edd26f54e86842934b57ce7f8a3d-1.docx https://pt-okayama.com/system/img/02cd663015aa9bde3b548af95c352b44.docx	記載なし	2024/3/12 2024/3/12	不明	2025/2/5
52	士会学術雑誌	理学療法の臨床と研究	https://www.hpta.or.jp/wp-content/uploads/2024/05/8970fb729b0af17ef6c33b5245cf6087.pdf	記載なし	2022/9/13	不明	2025/2/5

53	士会学術雑誌	理学療法やまぐち	https://www.yamaguchi-pta.jp/wp/wp-content/uploads/2022/03/5aae343c9df745a92fd8b8fca99f3f16.pdf	記載なし	2021/9/11	不明	2025/2/5
54	士会学術雑誌	理学療法徳島	不明	不明	不明	不明	2025/2/5
55	士会学術雑誌	香川県理学療法士会学会誌	不明	不明	不明	不明	2025/2/5
56	士会学術雑誌	理学療法の探究	https://www.epta.jp/cms/wp-content/uploads/2021/01/post821-32.pdf	記載なし	2020/11/10	不明	2025/2/5
57	士会学術雑誌	高知県理学療法	https://mol.medicalonline.jp/archive/toukoukitei?jo=cy9kojpt	記載なし	不明	不明	2025/2/5
58	士会学術雑誌	理学療法福岡	https://mol.medicalonline.jp/archive/toukoukitei?jo=di0fukuo	記載なし	不明	不明	2025/2/5
59	士会学術雑誌	理学療法さが	https://www.jstage.jst.go.jp/guide/sagapt/8/25972/-char/ja/sagapt_202201toukoukitei.pdf	記載なし	2022/1	不明	2025/2/5
60	士会学術雑誌	長崎理学療法	http://www.npta.or.jp/wp/wp-content/uploads/2021/08/b81ca24a88e8cbaede98b6e207094d70.pdf	記載なし	不明	不明	2025/2/5

61	士会学術雑誌	熊本県理学療法アドバンス	https://www.kumamoto-pt.org/up_file/useful/2410/useful_1134030_1.pdf	記載なし	2023/8/1	不明	2025/2/5
62	士会学術雑誌	大分県理学療法学	https://opta.or.jp/files/libs/3497/202405311630282882.pdf	記載なし	2021/3/1	不明	2025/2/5
63	士会学術雑誌	臨床と理学療法	https://miyazaki-pta.com/wp1/wp-content/uploads/2021/04/766353a25d422daf66ca2ad73c94e2a9.pdf	記載なし	不明	不明	2025/2/5
64	士会学術雑誌	理学療法かごしま	https://infokpta.com/relays/download/142/541/674/0/?file=/files/libs/2112//202308091207187628.pdf	記載なし	2023/8/9	不明	2025/2/5
65	士会学術雑誌	理学療法沖縄	https://oki-pt.or.jp/wp-content/uploads/%E7%90%86%E5%AD%A6%E7%99%82%E6%B3%95%E6%B2%96%E7%B8%84%EF%BC%88%E6%8A%95%E7%A8%BF_%E5%9F%B7%E7%AD%86%E8%A6%8F%E5%AE%9A%EF%BC%89.pdf	記載なし	2023/4/1	不明	2025/2/5

理学療法学　第52巻第3号　142〜149頁（2025年）

短　報

要介護高齢者のBarthel Index悪化確率に基づく訪問リハビリテーション頻度の意思決定曲線分析*

中口拓真[1)#]　安丸直希[2)]　桑田一記[1)]
柳川楓香[1)]　北原佑磨[1)]　石本泰星[3)]

要旨

【目的】Barthel Index（以下，BI）悪化確率を意思決定曲線分析（Decision Curve Analysis: 以下，DCA）で評価し，訪問リハビリテーション（以下，訪問リハ）頻度に関する説明モデルの臨床利益（Net Benefit：以下，NB）を検討する。【方法】訪問リハを受けた104名の年齢，性別，Charlson Comorbidity Index, Short Physical Performance Battery, Mini-mental State Examination, BI初期値をもとに，6か月後のBI悪化確率を説明する回帰モデルを作成し，その精度は曲線下面積で評価した。DCAでNBを算出し，週2回と週1回の訪問リハにおけるNBの差を算出した。【結果】回帰モデルの精度は曲線下面積0.86であった。DCAにおいて，BI悪化確率が61％以上では，NBの差が31.1％，81％以上では48.0％と高値であった。【結論】BI悪化確率が高い患者ほど，複数回の訪問リハのNBが高い可能性がある。

キーワード　バーセルインデックス，意思決定曲線分析，臨床利益

はじめに

訪問リハビリテーション（以下，訪問リハ）は，在宅で生活する高齢者や障害を持つ患者に対して，生活機能の維持・改善を目的として提供される重要な介護保険サービスである。本邦において，訪問リハの利用者は2022年で13.6万人以上存在し，その数は増加傾向にある[1)]。これに伴い，訪問リハの効果的な実施が強く求められている。訪問リハは，患者の自立支援を促進し，介護度の改善や再入院確率の軽減に寄与する可能性があるが，その効果は個々の患者によって大きく異なる。また，訪問リハは一般的に介護保険の範囲内で行われることが多く，主治医の意見だけでなく，病状や要介護度，さらに利用者や家族の希望に応じてリハビリ頻度（回数／週）が異なるため，その頻度の選択は経験に基づくことが多い。このため，最適な介入頻度や方法を適切に選択することは，効果的なリハビリ提供において不可欠である。

高齢者や慢性疾患を有する患者は機能障害を有するリスクや入院リスクが高い[2–4)]。そのため，予後予測は患者の状態を見越し，適切な治療やケアプランを意思決定するうえで極めて重要な役割を果たす。また，人間は一般的に損失回避行動を取る傾向があり，損失のリスクを回避するために，利益を得るよりも強い行動を取ることが知られている[5)]。この観点から，患者の状態が改善する可能性を説明するよりも，悪化を説明することで適切な介入を促すことが可能になり，悪化の説明能力は治療や予防にとって重要である[6)]。本邦の訪問リハ現場では，日常生活動作能力を評価するBarthel Index（以下，BI）が使用されることが多く，科学的介護情報システム（Long - term care Information system For Evidence: LIFE）を通じて介護報酬制度にも組み込まれている[7)]。そして，BIで悪化が見られる場合には，入院リスクや介護負担の増加が懸念されることから，早急な対応が求められる。このため，訪問リハでは，事前に各患者の悪化確率を考慮し，それに基づいて適切な介入頻度を設定する

*　Decision Curve Analysis of Home Rehabilitation Frequency Based on Modeling of Barthel Index Deterioration Probability in Older Adults Receiving Care

1）星野クリニック
（〒640–8342　和歌山県和歌山市友田町5丁目32番地）
Takuma Nakaguchi, PT, Kazuki Kuwata, PT, Fuka Yanagawa, PT, Yuma Kitahara, PT: Hoshino Clinic
2）大阪医療福祉専門学校
Naoki Yasumaru, PT, MSc: Osaka College of Medical Secretary & Welfare
3）赤ひげクリニック
Taisei Ishimoto, PT, MSc: Akahige Clinic
#　E-mail: nakaguchi.pt@gmail.com
（受付日　2024年11月13日／受理日　2025年3月29日）
［J-STAGEでの早期公開日　2025年6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。
© 2025 日本理学療法学会連合

ことが必要である。

これまでの研究では，患者の健康状態や身体機能の推移を予測するための説明・予測モデルが開発されてきたが[8)9)]，これらの結果をリハビリの具体的な介入意思決定に直接結びつけるための実用的な報告はない。多くの場合，予後予測は中・長期的な視点で行われるため，訪問リハの頻度選択に直結しにくく，日常的なリハビリ現場で活用される機会は限られている。また，予後予測などの説明・予測モデルは予後確率を定量的に評価するが，その確率に応じた具体的な介入のための意思決定の基準が不十分であり，理学療法の臨床転帰を最適化するための説明ツールの使用方法については議論がなされている[10)]。

Veroneseら[11)]は，高齢者の予後説明因子に関するシステマティックレビューとメタアナリシスを通じて，予後予測ツールが意思決定に役立つ可能性があることを報告している。しかし，これらの予測ツールが実際の臨床意思決定にどの程度影響を与え，どのような臨床利益が得られるのかについては報告されていない。そこで，意思決定曲線分析（Decision Curve Analysis: 以下，DCA）が重要な役割を果たす[12)]。DCAは，説明・予測モデルの実際の有用性を評価するためのツールであり，説明・予測モデルに基づく介入の臨床利益を定量的に示すために使用される。この分析手法は，説明・予測モデルを使用して得られる臨床利益と，不必要な介入や介入機会の損失をバランスよく評価できる点で有用である。

本研究の目的は，BI悪化確率に基づいた予後予測を訪問リハの介入頻度の意思決定に結びつける点にあり，DCAを用いて具体的な訪問リハ頻度の提案を行うことである。DCAを導入することにより，異なるBI悪化確率に基づく訪問リハ頻度の最適性を検討し，在宅生活のケアプランを提供するための根拠としてデータを得ることが期待される。

対象と方法

1. 研究デザイン

研究デザインはレトロスペクティブ縦断観察研究である。

2. 対象

本研究は，2021年4月から2024年11月までの期間に，和歌山県和歌山市の単施設（診療所）において，理学療法士による訪問リハを6か月以上実施した要介護高齢者を対象とした。除外基準は，BIが15点以下で悪化した者（床効果），BIが85点以上で改善した者（天井効果），BIが20点以上改善した者，認知症以外の神経変性疾患を有する者，下肢切断者，終末期状態の者，6か月以内に死亡した者，6か月後に入院していた者とした。

本研究は，BI悪化確率に基づいた訪問リハ頻度の臨床利益についてDCAを用いて検討する。そのため，訪問リハによる改善を主眼とした研究ではなく，BI悪化確率を考慮した訪問リハ頻度の最適性を検討することが主な目的である。したがって，除外基準は，BIの最小可検変化量（Minimal Detectable Change: 以下，MDC）が20点であること[13)]を考慮し，床効果・天井効果の影響を排除するために設定した。また，BI悪化確率を求めるにあたり，改善した対象を含めるとBI悪化確率が過小評価される可能性があるため，BIが20点以上改善した者を除外した。また，改善と悪化を説明するモデルを同時に扱うと，悪化リスクの高い群と改善群が混在し，BI悪化確率の予測精度が低下するため，研究デザインの整合性を考慮し，本研究では改善者は除外した。

倫理的配慮として，本研究はヘルシンキ宣言を遵守し，対象者もしくは代諾者には，訪問リハ開始前に口頭および書面での説明と同意を得て実施した。また，大阪医療福祉専門学校の倫理委員会の承認を得た（承認番号：24-44）。

3. 方法

1）データ収集と手順

対象者の基本情報として，年齢，性別（男性1，女性0），Body Mass Index（BMI），主疾患種別（脳血管疾患，運動器疾患，内部障害，その他），主疾患発症から初期評価までの期間，Charlson Comorbidity Index（以下，CCI）[14)]，生活住環境（自宅，サービス付き高齢者住宅，有料老人ホーム），Mini-mental State Examination（以下，MMSE），要介護度，訪問診療の利用，往診の利用，薬剤師訪問サービスの利用，訪問リハ頻度（週あたりの訪問回数）訪問看護の有無，通所リハビリテーションの有無，ショートステイ利用の有無，補助具（補助具なし／杖／歩行器／車椅子）を取得した。訪問診療とは計画的かつ定期的に医療を提供し，患者の健康状態を管理することが目的で医師が訪問するサービスであり，往診とは患者やその看護・介護に当たる者からの要請に応じて，医師が患者の自宅に赴き，診療を行うものである。

身体機能と情報として，訪問リハ開始時のBI（BI初期値），Short Physical Performance Battery（以下，SPPB）[15)]，最大握力を担当理学療法士が評価した。また，BIは6カ月後にも評価を行った。

BIのMDCは20点と報告されている[13)]。そのため，20点以上悪化した者を「悪化あり群」，BIの変化が20点未満であった者を「悪化なし群」と定義し，2値化した。SPPBは下肢機能を評価するための標準的なテストであり，以下の3項目で構成される[15)]。①バランステスト：閉脚立位，セミタンデム立位，タンデム立位をそれぞれ10秒間保持する。②5回椅子立ち上がりテスト：両腕を使わずに椅子から5回連続して立ち上がる際の所要時間

を計測する。③歩行速度テスト：4 mの距離を快適速度で歩行する際の所要時間を計測する。各項目を0〜4点で評価し，総合スコア（最大12点）を用いて下肢機能を評価した。握力はデジタル握力計を用い，座位で肘を伸展した状態で左右両側を3回測定し，その最大値を記録した。また，グリップは第2指節間関節が90度屈曲位となるように調整した。

対象者基本情報は，医療カルテおよび医療法人明星会介護データベースから取得した。訪問リハプログラムには，関節可動域練習，筋力強化練習，バランス練習，歩行練習，前庭機能練習，日常生活動作練習，屋外歩行練習が含まれていた。

2）データ解析

(1) BI悪化確率の説明モデルの作成

本研究では，訪問リハを受ける要介護高齢者におけるBI悪化確率を説明するために，3つの回帰モデルを構築した。これらのモデルを作成した理由は，本研究がBI悪化確率の説明精度に重きを置いていること，また臨床における実用性を高めるためには，異なる複雑性を持つ複数の回帰モデルを比較検討する必要性があるためであった。本研究のようにBI悪化確率を求める回帰モデルはその精度と実用性のトレードオフを伴うことが多く，多くの変数を使用して高精度な説明を目指すモデルと変数を絞り，臨床現場での利用可能性を高めた簡便なモデルの両方を検討することが重要である。3つの説明モデルを作成する前に各変数間についてSpearmanの相関係数およびVariance Inflation Factor（以下，VIF）にて関係を確認した。高い相関係数とVIFは多重共線性の確率となり，説明モデルの変数調整に重要である。すべての説明モデルの従属変数はBI悪化の有無（悪化なし0，悪化あり1）である。

a. Comprehensive Model（以下，CM）

CMは，最も多くの説明変数を含むモデルであり，数多くの変数に基づいてBI悪化確率を説明することを目指した。具体的にはCCI, SPPB, MMSE, BI初期値，性別，年齢，BMI，握力，要介護度の合計9変数を調整因子としてモデルに組み込んだ。このモデルは，多くの情報を用いてBI悪化確率を説明するため，高い精度を期待するが，多数の変数を要することから，臨床現場での活用にはやや複雑な可能性がある。

b. Parsimonious Model（以下，PM）

PMは，CMから多重共線性の疑いがある変数（VIF 5以上）と相関係数が0.7以上の変数を除去し，少数の説明変数でBI悪化確率を説明するために作成する。このモデルは，精度を保ちながらも，変数を減らすことで，より簡便かつ臨床での実用性を高めることを目的としている。

c. Minimalist Model（以下，MM）

MMは，最もシンプルなモデルであり，理学療法士が介入する際に最低限必要な変数のみを使用する。このモデルは，変数を最小限に絞ることで，臨床現場で迅速に使用できるように設計されている。モデルが簡単であるため，即時の意思決定支援を提供できるが，精度は他の2つのモデルに比べてやや劣る可能性がある。

上記3つのモデルは，各々の臨床的な実用性と説明精度を比較するために構築された。最も良好な性能を示すモデルを選定するため，全てのモデルに対して1000回のブートストラップサンプリングを行い，推定値のばらつきを補正し，モデルの安定性と信頼性を確保した。また，各モデルの説明精度はReceiver Operatorating Characteristic（以下，ROC）曲線に基づいて評価され，曲線下面積（Area Under the Curve：以下，AUC）を算出した。また，モデルの適合度は，McFadden's R^2で評価を行った。

次に，最も精度の高い説明モデルを選定し，ロジスティック回帰モデルで得られたlogit値からネイピア数（exp）を使用して確率に変換した。複数の回帰モデルで精度が同等であった場合は，より変数の少ないモデルを使用した。これにより，各患者におけるBI悪化確率を算出し，BI悪化確率20%以下，21–40%，41–60%，61–80%，81%以上と5分割（BI悪化確率群）した。

(2) DCA

DCAの目的は，訪問リハ頻度がBI悪化に対してどのような臨床利益をもたらすかを判断することにある。例えば，患者の状態に応じて介入の頻度を変える必要がある場合に，その説明モデルがどの程度有効であるかを評価することができる。本研究では，構築した3つの説明モデルのうちAUCが最大であったモデルを選定し，各患者における悪化確率により5分割したBI悪化確率群に対してDCAによる説明モデルの臨床利益（Net Benefit: NB）を検証した。

NBは，DCAの中心的な指標であり，説明モデルの臨床利益を定量的に評価することができる。また，介入による利益と誤った分類によるデメリットのバランスを取った指標であり，具体的には，次の数式で定義される[16]。

$$\text{Net Benefit} = \frac{\text{TruePositives}}{\text{N}} - \frac{\text{FalsePositives}}{\text{N}} \times \left(\frac{p}{1-p}\right)$$

Nは総患者数を示し，分析対象となるすべての患者の数を指す。True Positives（以下，TP）とは，予測モデルが「BIが悪化する」と判定し，実際にもBIが悪化した患者の数である。すなわち，説明モデルが正確にリスクを捉え，適切な判断を下せた症例を示す。False Positives（以下，FP）とは，予測モデルが「BIが悪化する」と判定したものの，実際にはBIが維持または改善した患者の数である。pは，どの確率以上を「悪化リスクが高い」と判断するかを決定する基準である。例えばp＝60%に設

定した場合，モデルがBI悪化確率を60%以上と予測した患者を「悪化する」と判定する。つまり，NBの算出には，TPとFPを正確に判別する必要があるため，本研究での回帰モデルには高い精度が必要であった。NBが低い場合，患者にとってBI悪化に関する介入としては不必要である可能性を意味するため，臨床利益は低いと解釈される。例えば，BI悪化確率20%以下の患者に対する週1回の訪問リハのNBが0%であった場合，介入してもBI悪化に対する臨床利益はないことを示す。また，週2回の訪問リハのNBが70%であった場合，臨床的に有益であることを示す。NBは相対的な指標であるため，訪問リハの頻度による臨床的な利益は，比較対象との差によって評価される。したがって，週2回と週1回のNBの差が小さい場合，頻度を増やすことによる追加的な臨床利益は限定的であることを示し，反対に差が大きい場合は，頻度の増加がより大きな臨床利益をもたらすことを意味する。

データ解析はR 4.01とPython（バージョン3.10）を用いて実施した。また，結果の視覚化にはmatplotlibおよびseabornを用いた。

結　果

1. 対象者の基本属性

本研究の解析対象者は104名（悪化あり群41名，悪化なし群63名）であった（図1）。対象者の基本属性を表1に示す。本研究の対象で訪問リハの回数が3回であったものは0名であったため，本研究での訪問リハの頻度は1回もしくは2回が対象となった。

2. 説明モデルの性能

CMのAUC（推定値（95%信頼区間））は0.84（0.62–0.94），PMは0.86（0.72–0.99），MMは0.86（0.72–0.99）であった（表2）。PMとMMが最も高い説明精度を示した。そのため，DCAを行うための説明式には変数の少ないMMを用いた。MMによる悪化確率の説明式は以下である。

MMによる悪化確率（P）の説明式：

$$p = 1/[1 + \exp(-(2.7507 + 0.5934 \times CCI - 0.2314 \times SPPB - 0.1245 \times MMSE))]$$

3. DCAによるNBの評価

MMによる回帰式によるNB（訪問リハ週2回／訪問リハ週1回）は，BI悪化確率カテゴリーが20%以下では20.0%／16.6%，21–40%では32.4%／13.8%，41–60%では44.4%／25.1%，61–80%では55.5%／24.4%，81%以上では71.4%／23.4%であった。BI悪化確率20%以下では，NBの差は3.4%と非常に小さいが，21–40%以上のBI悪化確率カテゴリーではNBの差は18.6%から48.0%と相対的に大きかった（表3，図2）。

考　察

本研究では，要介護高齢者に対する訪問リハの頻度を，BIの悪化確率に基づいて最適化するため，説明モデルを構築し，DCAを用いてNBを評価した。その結果訪問リハの頻度に関して，従来の経験的な判断や主治医の意見に加え，BI悪化確率とNBを考慮した訪問リハ頻度の調整を行うことが，より適切なケアの提供に寄与する可能性が示された。

本研究で構築された説明モデルのうち，PMとMMは最も高い説明精度を示し（AUC 0.86），次にCMの精度が良好であった（AUC 0.84）。CMは包括的なモデルであり，

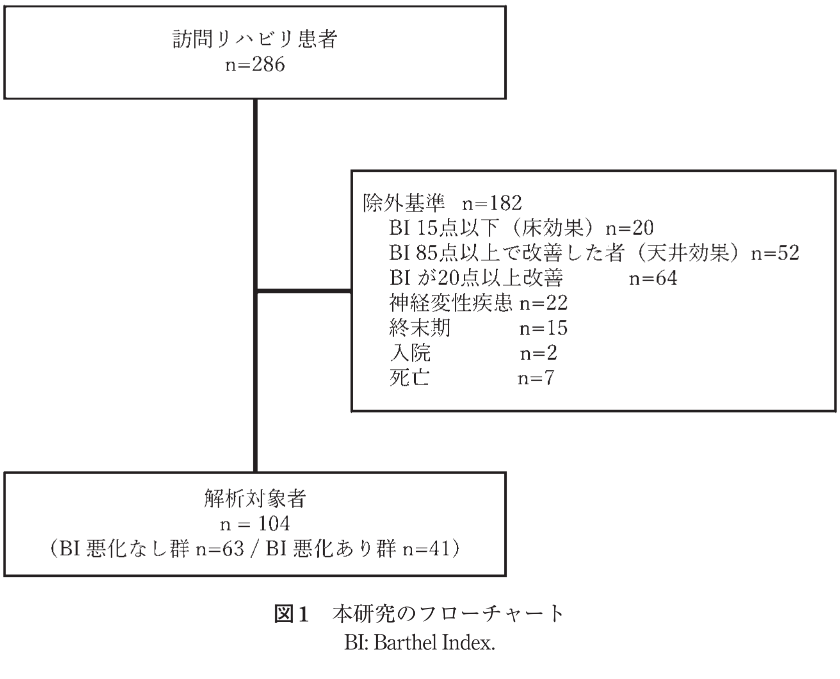

図1　本研究のフローチャート
BI: Barthel Index.

表1　対象者の基本属性（n＝104）

項目	悪化なし群n＝63	悪化あり群n＝41
年齢	82.2（8.1）	86.2（10.1）
性別：女性［n（%）］	39（62）	26（63）
BMI［kg/m^2］	20.6（4.7）	18.9（5.7）
主疾患種別［n（%）］		
脳血管疾患／運動器疾患／内部障害／他	2（3）/26（41）/22（35）/13（21）	3（7）/11（27）/18（44）/9（22）
主疾患発症から初回評価までの期間［月（SD）］	11.6（7.9）	12.6（10.9）
CCI［点（SD）］	2.1（2.8）	3.5（2.0）
生活住居環境［n（%）］		
自宅／サ高住／有料	31（49）/20（32）/12（19）	15（37）/10（24）/16（39）
MMSE［点（SD）］	23.6（7.8）	20.1（9.8）
要介護度［n（%）］		
要介護1/2/3/4/5	17（27）/16（25）/12（19）/15（24）/3（5）	9（22）/11（27）/11（27）/7（17）/3（7）
訪問診療の利用［n（%）］		
なし／月1回／月2回	2（3）/12（19）/49（78）	0（0）/5（12）/36（88）
往診の利用：あり［n（%）］	8（13）	12（29）
薬剤師訪問サービスの利用：あり［n（%）］	61（98）	41（100）
訪問リハビリ頻度［週2回（%）／週1回（%）］	37（59）/26（41）	18（44）/23（56）
訪問看護：あり［n（%）］	19（30）	18（44）
通所リハビリ：あり［n（%）］	5（8）	2（5）
ショートステイ：あり［n（%）］	0（0）	2（5）
補助具［n（%）］		
補助具なし／杖／歩行器／車椅子	17（27）/21（33）/16（25）/9（14）	7（17）/15（37）/9（22）/10（24）
BI初期値［点（SD）］	66.2（22.1）	55.2（19.5）
SPPB［点（SD）］	8.4（3.5）	4.9（2.9）
最大握力［kg（SD）］		
男性／女性	22.9（6.9）/14.5（8.8）	19.8（8.9）/13.2（7.6）

SD: standard deviation（平均値），BMI: Body Mass Index, CCI: Charlson Comorbidity Index, MMSE: Mini-Mental State Examination, BI: Barthel Index, SPPB: Short Physical Performance Battery, 主疾患主別（他：廃用症候群・認知症・うつ・統合失調症），生活住居環境（サ高住：サービス付き高齢者住宅，有料：有料老人ホーム），通所リハビリ：通所リハビリテーション.

表2　ロジスティック回帰による各説明モデルの精度

	Comprehensive Model（CM）				Parsimonious Model（PM）				Minimalist Model（MM）			
変数	Coefficient	OR	Lower	Upper	Coefficient	OR	Lower	Upper	Coefficient	OR	Lower	Upper
intercept	6.99				1.43				2.75			
CCI	0.49	5.01	2.65	31.22	0.66	5.95	1.01	37.80	0.59	6.05	1.01	37.82
SPPB	−0.31	0.45	0.17	0.76	−0.25	0.35	0.17	0.76	−0.23	0.41	0.17	0.76
MMSE	−0.23	0.42	0.23	0.88	−0.14	0.62	0.49	0.96	−0.12	0.32	0.49	0.96
BI初期値	0.02	0.42	0.01	0.99	0.13	0.79	0.09	1.01	—	—	—	—
性別	0.76	1.65	1.01	7.01	0.48	1.91	1.01	6.88	—	—	—	—
年齢	−0.07	1.01	0.01	2.99	—	—	—	—	—	—	—	—
BMI	0.01	1.00	0.52	2.01	—	—	—	—	—	—	—	—
握力	−0.05	1.01	0.11	2.21	—	—	—	—	—	—	—	—
介護度	1.05	0.89	0.34	1.63	—	—	—	—	—	—	—	—
McFadden's R^2	0.45				0.36				0.34			
AUC（95%CI）	0.84（0.62–0.94）				0.86（0.72–0.99）				0.86（0.72–0.99）			

OR: odds ratio（オッズ比），CCI: Charlson Comorbidity Index, SPPB: Short Physical Performance Battery, MMSE: Mini-Mental State Examination, BI: Barthel Index, BMI: Body Mass Index, AUC: Area Under the Curve, 95%CI: 95% Confidence Interval.

多数の変数を使用することで精度を担保したが，PMやMMは少数の変数で同等以上の精度を達成した。これは，臨床現場において，少数の変数を用いたモデルが，実用性の観点からも有用であることを示している。回帰モデルではCCI, SPPBが説明因子として特定されており，これらの変数が先行研究と同様にBI悪化確率に対して

大きく寄与していることが確認された[17)]。また本研究では，悪化確率に性差が影響していた。PMモデルでは性別に対するオッズ比が1.91であった。これは女性においてBIがより悪化しやすい傾向を示している。この性差についても，身体機能や持久力は男性の方が良好であるという先行研究と同様の結果となった[17)]。

本研究は，対象者数が少ないため交差検証をしていない。そのため，説明モデルの過剰学習は慎重に考慮する必要がある。ロジスティック回帰分析の適合度の確認には，McFadden's R^2を求めた。McFadden's R^2は，数値が高いほど適合度が高いとされ，一般的に0.4を超える場合は，過剰適合のリスクがあり，0.8を超える場合は過剰適合の可能性が高いとされている。本研究では，MMでMcFadden's R^2が0.34であり，過剰適合のリスクは低いと考える。

NBを用いたDCAの結果から，訪問リハの頻度を確率に応じて調整することで，高いNBが得られる可能性が確認された。特に悪化確率が21%を超える患者においては，NBの差が大きく，週2回以上の訪問リハはNBが高い結果となった。また，BI悪化確率が高いほどNBの差が大きくなっており，週2回の訪問リハの恩恵をうける可能性が高い。これに対し，悪化確率が20%以下の患者では，NBの差が3.4%であり，相対的に週1回の訪問リハでも，BI悪化に対するNBは小さいことが示された。しかしこれは，改善に対するNBではなく，BI悪化確率に対するNBの差が小さいことを示している。つまり，BI悪化確率が20%以下の患者では，訪問リハ週1回に対して相対的に週2回のNBが小さいことより，週2回の訪問リハにおいて得られるBI悪化に対する臨床利益は小さい可能性がある。本研究では，訪問リハが週1回または2回実施していた対象者のみを分析対象としたが，解析対象者で3回実施していた対象者は0名であり，3回の効果については明確な結論を得ることができなかった。このため，3回以上の訪問リハの有効性については，さらなるデータの蓄積と検証が必要である。

本結果は，従来の訪問リハの頻度が十分に最適化されていない可能性を示唆している。多くの訪問リハでは，主治医の意見や利用者の希望，介護保険の範囲内での経験ベースの意思決定が一般的である。本研究で用いたDCAは，NBに応じた介入頻度の決定を行うためのツールとなり得る可能性がある。また，NBの観点から，訪問リハ頻度を増加させることで相対的に臨床利益が得られる患者（悪化確率21%以上）に対しては，週2回の介入を検討する必要があると考える。

本研究で示された説明モデルおよびDCAに基づくアプローチは，BI悪化確率とNBに応じた介入頻度の決定を科学的根拠に基づいて行うためのツールであり，臨床家の判断を支援する可能性がある。しかし，これを臨床で実際に応用する際には，いくつかの課題が存在する。まず，説明モデルは対象集団に特有のデータに基づいて構築されているため，他の地域での一般化可能性には注意が必要である。特に，本研究は単施設のデータに基づいており，異なる医療機関や介護施設における適用可

表3　Barthel Index悪化確率に基づく訪問リハ頻度のNet Benefit

悪化確率カテゴリー	訪問リハビリ週2回	訪問リハビリ週1回	Net Benefitの差
20% 以下	20.0%	16.6%	3.4%
21–40%	32.4%	13.8%	18.6%
41–60%	44.4%	25.1%	19.3%
61–80%	55.5%	24.4%	31.1%
81% 以上	71.4%	23.4%	48.0%

表内の数値は，訪問リハビリテーション（訪問リハ）を週2回または週1回行った場合のNet Benefitを表しており，Net Benefitの値が高いほど，訪問リハがBarthel Indexの悪化を抑制することを意味する．またNet Benefitの差が大きい程，週2回の臨床利益が相対的に大きいことを示す．

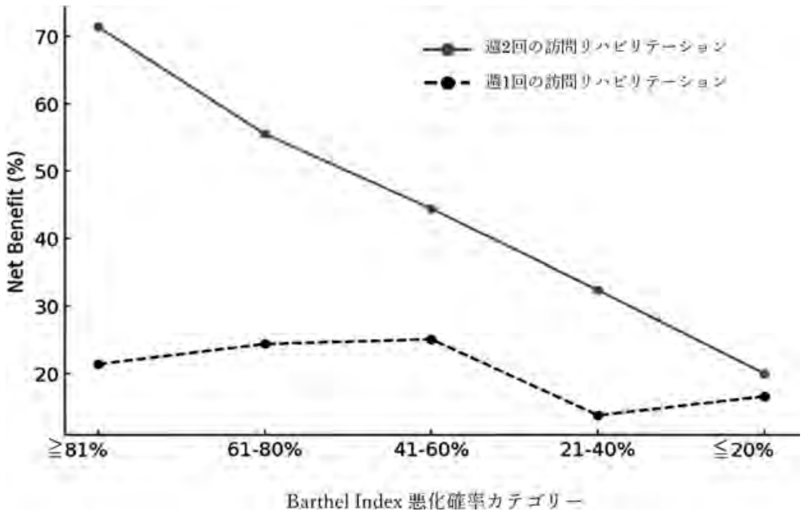

図2　Barthel Index悪化確率に基づく訪問リハ頻度のNet Benefitの相関図

能性を確認するためには，さらなる外部検証が求められる。また，DCAを用いたアプローチは，NBを最大化するためのツールであるが，臨床現場では患者の希望や家族の状況など，さまざまな要因が介入の意志決定に影響を与える可能性がある。したがって，説明モデルに基づく介入は，他の臨床的判断や社会的要因と併せて総合的に判断されるべきである。本研究で得られた知見はあくまで訪問リハの回数を考慮するためのものであり，理学療法士や医師の経験を排除するものではない。また，本研究では，BI悪化確率の過小評価をさけるため，改善した患者群を除外した。そのため，改善に対するNBを考慮しておらず，臨床で本研究の回帰式を使用する場合はBI悪化確率のみに留まる点も注意が必要である。さらに，本研究のフォローアップ期間は6か月に限られているため，訪問リハのより長期的な効果や，介入頻度が長期的にどのような影響を与えるかについての知見は限られている。今後の研究では，長期的な介入効果を評価するためのプロスペクティブ研究が必要であり，訪問リハの最適な頻度やタイミングをさらに詳細に検討することが重要である。

結　　論

本研究では，BI悪化確率に基づいた訪問リハの頻度設定のための説明モデルを構築し，DCAを用いて訪問リハ頻度のNBを検討した。その結果，BI悪化確率に応じた訪問リハの頻度調整が，一定の条件下では患者にとってNBが高くなる可能性が示唆された。これは，訪問リハにおける頻度設定の一助になる可能性がある。しかし，本研究は単施設の後方視的研究であり，他の集団への適用には慎重な検討が必要である。

利益相反

開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究の実施にあたり，星野クリニック在宅リハビリテーションセンターのスタッフ，訪問診療部門，在宅コーディネーター，そして医療法人明星会のケアマネージャーの皆様の尽力に心より感謝申し上げます。皆様の理解と協力があってこそ，本研究を無事に完了することができました。この研究が，訪問リハとケアプランの質向上に少しでも貢献できることを願っています。

文　　献

1）厚生労働省ホームページ：訪問リハビリテーション．https://www.mhlw.go.jp/content/12300000/001123920.pdf（2024年7月24日引用）
2）Jindai K, Nielson C, *et al.*: Multimorbidity and functional limitations among adults 65 or older, NHANES 2005–2012. Prev Chronic Dis. 2016; 13: E151.
3）Colón-Emeric C, Whitson H, *et al.*: Functional decline in older adults. Am Fam Physician. 2013; 88: 388–394.
4）Rodrigues LP, Rezende A, *et al.*: Association between multimorbidity and hospitalization in older adults: Systematic review and meta-analysis. Age Ageing. 2022; 51: afac155.
5）Liu Y: The review of loss aversion. Advances in Education Humanities and Social Science Research. 2023; 1: 428–432.
6）Pilotto A, Sancarlo D, *et al.*: Perspective: The challenge of clinical decision-making for drug treatment in older people. The role of multidimensional assessment and prognosis. Front Med (Lausanne). 2015; 1: 61.
7）厚生労働省ホームページ：科学的介護情報システム（LIFE）について．https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000198094_00037.html（2025年2月1日引用）
8）McCusker J, Kakuma R, *et al.*: Predictors of functional decline in hospitalized elderly patients: A systematic review. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2002; 57: M569–M577.
9）Bolandzadeh N, Kording K, *et al.*: Predicting cognitive function from clinical measures of physical function and health status in older adults. PLoS One. 2015; 10: e0119075.
10）Laflamme YT, Houle C, *et al.*: Mastering prognostic tools: An opportunity to enhance personalized care and to optimize clinical outcomes in physical therapy. Phys Ther. 2022; 102: pzac023.
11）Veronese N, Fazzari A, *et al.*: Clinical prognostic factors for older people: A systematic review and meta-analysis. Ageing Res Rev. 2024; 98: 102345.
12）Vickers A, Holland F: Decision curve analysis to evaluate the clinical benefit of prediction models. Spine J. 2021; 21: 1643–1648.
13）Yang CM, Wang YC, *et al.*: A comparison of test-retest reliability and random measurement error of the barthel index and modified barthel index in patients with chronic stroke. Disabil Rehabil. 2022; 44: 2099–2103.
14）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.
15）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: M85–M94.
16）Vickers AJ, Elkin EB: Decision curve analysis: a novel method for evaluating prediction models. Med Decis Making. 2006; 26: 565–574.
17）Cacciatore S, Calvani R, *et al.*: Physical performance is associated with long-term survival in adults 80 years and older: Results from the ilSIRENTE study. J Am Geriatr Soc. 2024; 72: 2585–2589.

〈**Abstract**〉

Decision Curve Analysis of Home Rehabilitation Frequency Based on Modeling of Barthel Index Deterioration Probability in Older Adults Receiving Care

Takuma NAKAGUCHI, PT, Kazuki KUWATA, PT, Fuka YANAGAWA, PT, Yuma KITAHARA, PT
Hoshino Clinic

Naoki YASUMARU, PT, MSc
Osaka college of medical secretary & welfare

Taisei ISHIMOTO, PT, MSc
Akaghige Clinic

Objective: To evaluate the probability of Barthel Index (BI) deterioration through decision curve analysis (DCA) and to examine the net benefit (NB) associated with the frequency of home-based rehabilitation (home rehab) frequency.
Methods: A regression model was developed to predict BI deterioration over 6 months based on age, sex, Charlson Comorbidity Index, Short Physical Performance Battery score, and initial BI score using data from 104 elderly patients receiving home rehab. The predictive accuracy of the model was evaluated using area under the curve (AUC). The NB of once-weekly versus twice-weekly home rehab was calculated using DCA.
Results: The predictive model achieved an AUC of 0.86. DCA showed that for patients with a BI deterioration probability of ≥61% and ≥81%, twice-weekly home rehab increased NB by 31.1% and 48.0%, respectively.
Conclusion: Patients with a higher probability of BI deterioration may derive greater NB from receiving multiple weekly home rehab sessions.

Key Words: Barthel index, Decision curve analysis, Net benefit

理学療法学　第52巻第3号　150～156頁（2025年）

スコーピングレビュー

脊椎疾患者におけるウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた歩行分析*
—A Scoping Review—

宮 崎 宣 丞[1)#]　竹 下 康 文[2)]　荒 木 草 太[3)]

要旨

【目的】整形外科領域の脊椎疾患者に対して，ウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた歩行分析に関する研究結果を系統的にマッピングすることと，既存の知見のギャップを特定すること。【方法】医中誌，PubMed, Scopus, Cochrane Libraryの各電子データベースとハンドサーチを用いたスコーピングレビューを行った。言語は日本語と英語とした。【結果】最終的に10編が採用され，主な対象は腰部脊柱管狭窄症であった。加速度波形の振幅や規則性を横断的に評価した報告が多く，疾患群において健常群よりも歩行が不安定であることが横断的にも縦断的にも示されていた。使用されていた指標には，ばらつきがあった。【結論】整形外科領域の脊椎疾患者に対する加速度を用いた歩行分析の情報は少なく，確立された指標はなかった。今後はカットオフ値の算出など，疾患特異性や介入効果を示す最適な指標の探索が必要である。

キーワード　ウェアラブルセンサー，整形外科，規則性，スコーピングレビュー

はじめに

日常生活の基盤をなす移動を行うには，歩行能力の代表的な指標である歩行速度の維持または増加が非常に重要である。術後1年経過した人工股関節置換術後患者では十分な歩行速度の獲得に至らない場合もあり[1)]，整形外科領域においても，歩行速度向上を目的とした運動療法の実施は重要である。歩行速度の低下は，死亡や施設入所，転倒などの様々なリスクとの関連が報告されており[2)]，歩行速度が歩行能力の最も代表的な指標として計測されている。これに対し，近年，測定制約の少ないウェアラブルセンサーが臨床現場やフィールドワークで用いられている[3–7)]。先行研究では，歩行中の動揺を示すroot mean square（以下，RMS）[8)]や左右の対称性を示すharmonic ratio（以下，HR）[9)]，歩行周期における規則性を示す自己相関係数[10)]やentropy[11)]などが代表的な指標として算出されており，動作の円滑性などを把握するため，ウェアラブルセンサーを用いて計測した加速度から算出した指標を用いて歩行特性を評価する報告が増えている。両側の変形性膝関節症者と健常高齢者の比較において，歩行速度は群間差を認めなかったが，歩行の対称性は変形性膝関節症者における有意な低下を報告している[12)]。そのため，ウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた歩行分析は，歩行速度や歩幅などの時空間的パラメータのみでは把握することのできない，各対象者のより詳細な歩行特性を把握できる可能性があり，非常に重要と考えられる。

これらの指標は，一般的に骨盤や体幹にウェアラブルセンサーを装着し，取得した加速度波形を解析することで算出することができる[13)]。そのため，脊椎の変性や変形などによる腰痛や神経症状などが歩行などの日常生活動作にも影響を及ぼすと考えられる腰部脊柱管狭窄症

* Gait Analysis Using Acceleration Measured by Wearable Sensors in Patients with Spinal Disease: A Scoping Review

1）熊本保健科学大学 保健科学部リハビリテーション学科
（〒861-5598　熊本県熊本市北区和泉町325）
Takasuke Miyazaki, PT, PhD: Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Kumamoto Health Science University
2）第一工科大学工学部情報・AI・データサイエンス学科
Yasufumi Takeshita, PT, PhD: Department of Information, Artificial Intelligence and Data Science, Daiichi Institute of Technology
3）東北福祉大学健康科学部リハビリテーション学科
Sota Araki, PT, PhD: Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Tohoku Fukushi University
\# E-mail: miyazaki-tk@kumamoto-hsu.ac.jp

（受付日　2024年12月16日／受理日　2025年3月24日）
［J-STAGEでの早期公開日　2025年5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。
© 2025 日本理学療法学会連合

などの脊椎疾患者に対して，ウェアラブルセンサーを用いた歩行計測は，周術期や術後の脊椎アライメントの変化の影響を把握するためにも特に有用な方法と考えられる。脊椎疾患者への外科的治療後の一般的なアウトカムとして，脊椎アライメントの改善，疼痛軽減や身体機能向上などが報告されている[14)15)]。さらに脊椎疾患者に対してウェアラブルセンサーを用いて動作解析を行ったreview[16)]では，臨床スコア（oswestry disability index: 以下，ODI）とウェアラブルセンサーを用いて計測した加速度から算出した指標との関連を検討しているが，活動量が主要評価項目とされていた[17–19)]。また，腰部脊柱管狭窄症者の動作解析に関するreview[20)]では，立位での動作解析，歩行速度や歩幅などの時空間的パラメータや歩行中の関節角度などの運動学的な指標を用いた報告が多く含まれており，歩行中の動揺や左右の対称性，歩行周期の規則性といった加速度から算出できる歩行特性を示す指標を用いた報告はほとんどない。

現状として，整形外科領域における脊椎疾患者に対して，ウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた歩行分析に関するデータが不足していると考えられ，エビデンスを蓄積していく必要があると考えられる。しかし，研究結果を系統的に概観（以下，マッピング）した報告や，既存の知見のまだ研究されていない範囲の特定（以下，リサーチギャップ）に関する報告も見当たらないため，リサーチギャップを特定する必要がある。

本研究の目的は，既存の研究における差異や不足をマッピングする手法として用いられるスコーピングレビュー[21)]を行い，現時点での整形外科領域の脊椎疾患者におけるウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた歩行分析に関する研究結果を系統的にマッピングすることと，既存の知見のリサーチギャップを特定することとした。

方　　法

1. 目的とスコーピングレビューについて

本研究は整形外科領域の脊椎疾患者におけるウェアラブルセンサーで計測した歩行中の加速度の特徴を明らかにするためにスコーピングレビューを実施した。スコーピングレビューとは研究領域の既存の論文を網羅的に調査し，さらなる研究が必要な未解決な部分を明確にする手法である[22)]。スコーピングレビューの実施手順はPreferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews（PRISMA-ScR）の日本語版に従った[22)]。

2. データベース

本研究では，医中誌，PubMed, Scopus, Cochrane Libraryを使用して，研究課題に関連する論文を検索した。検索は2024年10月25日に実施され，この期間までに発表された論文を検索した。検索式は#1「trunk OR spine OR thorax OR lumbar」，#2「fracture OR osteoarthritis OR osteoporosis OR “back pain” OR “spinal fusion” OR spondylo* OR “intervertebral disc displacement” OR “spinal stenosis” OR “spinal cord diseases”」，#3「acceleration OR sensor OR accelerometer OR “inertial measurement unit”」，#4「walk OR gait」とし，#1 AND #2 AND #3 AND #4で検索した。

3. スクリーニング

各データベースの検索結果から重複する論文を除外した。事前に定めた包含基準と除外基準に準じて，タイトルと要旨から1次スクリーニングを実施した。次に，2次スクリーニングでは，本文を精読し，基準に合致する適格論文であるかを判断した。スクリーニングで用いた包含基準と除外基準は以下の通りである。

【包含基準】
(1)脊椎疾患者を対象としたもの
(2)歩行中に加速度を計測し，結果を提示しているもの
(3)英語あるいは日本語で書かれたもの

【除外基準】
(1)学会抄録，システマティックレビュー，メタアナリシス
(2)全文が入手できないもの

4. データ抽出

全ての適格論文から，タイトル，著者，発行年，研究デザイン，対象疾患，対象者数，年齢，ウェアラブルセンサーに関する記載（貼付位置，算出した指標，指標の解釈），研究概要を抽出し，要約した。

なお，論文検索，スクリーニング，データ抽出は2名の著者が独立して行い，2名の著者の意見が不一致であった場合は第3の著者が加わり，合議を行い，合意が得られた結果を採用した。

結　　果

1. 論文選択の過程

図1に論文選択のフローチャートを示す。データベース検索の結果，1283編の論文が抽出された（医中誌87編，PubMed 63編，Scopus 571編，Cochrane Library 562編）。重複した30編の論文を除外し，1253編を1次スクリーニングし，19編が抽出された。これらの本文を精読し，最終的に包含基準に合致した10編[23–32)]が採用された（図1，表1）。

2. 対象疾患

腰部脊柱管狭窄症を対象とした報告が7編と最も多く[23–29)]，頚椎症性脊髄症[30)]，慢性腰痛[31)]，脊椎圧迫骨

折[32]がそれぞれ1編であった。

3. 研究デザイン

健常者との比較を行った横断研究が6編[24)26)28)30–32]，対象疾患のみの観察研究が2編[23)27]，多地点を解析したコホート研究が2編[25)29]であった。ランダム化比較試験は含まれなかった。

4. ウェアラブルセンサーの貼付位置

ウェアラブルセンサーの貼付位置は，L5が5編[25)28–31]，L3が3編[23)24)27]，詳細位置は不明だが，骨盤に設定したものが1編[26]であった。腰部脊柱管狭窄症患者を対象とした研究であるが，L3だけでなく，C7にも貼付したものが1編[27]であった。

5. 加速度の指標

取得した加速度波形の振幅から算出するRMS[13]を基本として，より高度な数学的計算を要する指標が用いられており，全体として，加速度波形の振幅，規則性と対称性を算出し，評価項目として使用した報告が多かった。歩行中の動揺を示す加速度波形の振幅は，RMSやrelative RMSを用いた報告が3編[25)27)30]，stride-to-stride standard deviation[31]，加速度の積分値[32]を用いた報告がそれぞれ1編であった。規則性は，attractor[26]，autocorrelation peakとcoefficient of variance[27]，加速度と時間の相関係数[32]を用いた報告がそれぞれ1編であった。対称性は，lissage indexを用いたものが2編[23)24]，HRを用いた報告が1編[30]であった。また，歩行の滑らかさを示すentropyを用いた報告が3編[28)29)31]，安定性を示すLyapunov exponentを用いた報告が1編[31]であった。

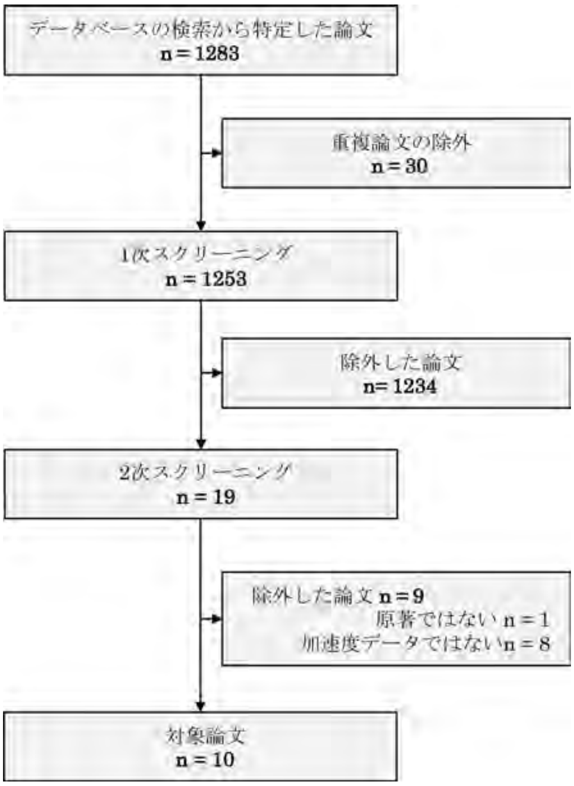

図1　論文選択のフローチャート

2024.10/25. 1次対象：医中誌87+PubMed63+Scopus571+Cochrane Library562, 重複論文30. 2次対象：医中誌4+（PubMed+Scopus）15+Cochrane Library0＝19, 対象10（医中誌3+PubMed7）.

考　　察

本研究では，整形外科領域の脊椎疾患者におけるウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた歩行解析に関する論文を適格基準とした検索を行い，10編が対象論文となった。研究開始にあたって立案した研究疑問に関して以下に考察する。

1. 研究の特徴と傾向，研究の特徴から考えられるリサーチギャップ

対象疾患の内訳として，腰部脊柱管狭窄症が7編と最多であり[23–29]，頚椎症性脊髄症[30]，慢性腰痛[31]，脊椎圧迫骨折[32]がそれぞれ1編であった。ウェアラブルセンサーの貼付位置は，腰部（L3またはL5）から骨盤が主であり，骨盤に加えてC7（頚部）にも貼付したものが1編[27]であった。加速度の指標については，先述した貼付部位から計測した加速度から，規則性と対称性を算出したものが多かった。本研究の対象論文では，健常者との比較において有疾患者の歩行時の体幹動揺の増加，規則性や対称性の低下，術後に体幹動揺は低下するが健常者よりは動揺が大きいこと，腰椎疾患に関する臨床スコアであるODIや日本整形外科学会腰痛治療成績判定基準との関連などが報告されていた[23–32]。センサーの貼付部位に関しては，ヒトの重心移動を反映すると言われている腰部や骨盤に装着するという，先行研究に倣った一般的な方法[13]が採用されていると考える。また，加速度の指標に関しても，先行研究に準じた方法で算出されている[33–35]。

本研究結果から現時点では，ウェアラブルセンサーで計測した加速度から算出した様々な指標を用いることで，整形外科領域における脊椎関連疾患の歩行中の不安定性を検知できていることが明らかとなった。しかし，整形外科領域の脊椎疾患者に対する加速度を用いた歩行分析の情報は少なく，統一した加速度の指標を用いた歩行分析の実施，疾患特異性や介入効果を示す加速度の指標の確立には至っていない。今後，ウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた脊椎疾患者の機能的予後に関する前向きコホート研究などの報告によるエビデンスの蓄積が期待される。

表1　適格論文の特性

著者（発行年）／研究実施地域／研究デザイン	対象疾患：対象者数(名)，年齢(歳)	ウェアラブルセンサーに関する記載			研究概要
		貼付位置	算出した指標	指標の解釈	
Kinno D, *et al.* (2021) [23] 日本／観察研究	腰部脊柱管狭窄症：32, 68.7±9.7	L3	LI	値が大きいほど，対称性が低下	腰部脊柱管狭窄症患者では，術前の6分間歩行中のLIが時間の経過とともに増加傾向であった。術後の6分間歩行中のLIは，術前と比較して低値を示した。LIは，日本整形外科学会腰痛治療成績判定基準の改善率と負の相関を示した。
Abe Y, *et al.* (2020) [24] 日本／横断研究	腰部脊柱管狭窄症：16, 70.4±10.1 健常高齢者：10, 64.6±12.7	L3	LI	値が大きいほど，対称性が低下	腰部脊柱管狭窄症では，健常高齢者と比較してLIが低値を示した。
Bumann H, *et al.* (2019) [25] スイス／コホート研究	腰部脊柱管狭窄症：29, 72.5±5.8 健常者：27, 60.2±10.6	L5	RMS RRMS	値が大きいほど，動揺が増加	腰部脊柱管狭窄症患者は，健常者と比較して，骨盤の垂直方向および前後方向のRRMSが低値を示し，骨盤剛性が高いと考えられた。骨盤の垂直方向および前後方向のRRMSは，術後から改善し12カ月後には健常者と有意差を認めなかった。狭窄の重症度と骨盤剛性は相関した。
Byrnes SK, *et al.* (2018) [26] スイス／横断研究	腰部脊柱管狭窄症：19, 73.8±5.3 健常者：24, 59.9±10.5	骨盤	attractor	値が大きいほど，規則性が低下	attractorのパターンは健常者でもばらつきを認めたが，腰部脊柱管狭窄症患者では約3倍のばらつきを認めた。この傾向は術直後に大きくなり12カ月後には小さくなるものの，依然として健常者よりばらつきが大きかった。
Nagai K, *et al.* (2013) [27] 日本／観察研究	腰部脊柱管狭窄症：11, 72.8±5.5	C7L3	RMS AC CV SF	値が大きいほど，動揺が増加 値が小さいほど，規則性が低下 値が大きいほど，歩行周期の頻度が高い	間欠性跛行の出現前後での歩行を比較し，AC, SF, CVは有意な変化を示さなかった。最大歩行距離は，歩行課題開始時の頸部に装着したウェアラブルセンサーから算出したCVと有意に相関した。
Papadakis NC, *et al.* (2009) [28] ギリシャ／横断研究	腰部脊柱管狭窄症：35, 50.7±12.9 健常者：35, 51.1±11.7	L5	entropy	値が大きいほど，滑らかさが低下	腰部脊柱管狭窄症群がコントロール群よりentropyが高値を示した。ROC分析により算出したentropyのカットオフ値は，腰部脊柱管狭窄症の患者と健常者を97.6%の確率で分離した。ODQは，entropyと相関した。
Papadakis NC, *et al.* (2009) [29] ギリシャ／コホート研究	腰部脊柱管狭窄症：12, 50.0±14.0	L5	entropy	値が大きいほど，滑らかさが低下	術後は術前と比較してentropyは低値を示した。12カ月の縦断的な追跡では，entropyは減少傾向となった。
Khattak ZK, *et al.* (2023) [30] 中国／横断研究	頚椎症性脊髄症：10, 63.6±10.7 健常高齢者：10, 69.4±7.0	L5	RMS HR	値が大きいほど，動揺が増加 値が小さいほど，対称性が低下	頚椎症性脊髄症患者は健常者と比較して，前後方向および垂直方向の加速度RMSは有意に低値を示した。左右方向，頚椎症性脊髄症患者の加速度RMSRは，健常高齢者よりも有意に高値を示した。HRは，前後方向のみ頚椎症性脊髄症患者が健常高齢者よりも有意に低値を示した。
Nishi Y, *et al.* (2021) [31] 日本／横断研究	慢性腰痛：20, 54.1±10.8 健常者：20, 56.8±9.4	L5	SD MSE LyE	値が大きいほど，動揺が増加 値が大きいほど，滑らかさが低下 値が大きいほど，安定性が低下	慢性腰痛患者と健常者の2群において，実験室内歩行と日常生活歩行という環境の2要因をふまえたANOVA解析をした結果，体幹加速度のSDの前後方向では環境条件，左右方向では両方の影響を示した。MSEは，左右方向において両方の影響を示した。LyEは，前後方向において両方の影響を示したが，左右方向では全く示さなかった。慢性腰痛患者によるこれらの体幹運動制御の変化は，日常生活環境では疼痛強度，運動恐怖，QOLに関連していたが，実験室環境では関連しなかった。
綾部雅章，他．(2014) [32] 日本／横断研究	脊椎圧迫骨折：13, 78.1±8.5 健常高齢者：19, 67.8±4.9	L3	加速度の積分値 加速度と時間の相関係数	値が大きいほど，動揺が増加	脊椎圧迫骨折患者では，健常高齢者と比較して垂直成分における加速度の積分値が低下していた。

平均値±標準偏差。
LI: lissage index, RMS: root mean square, RRMS: relative root mean square, AC: autocorrelation peak, CV: coefficient of variance, SF: stride frequency, ROC: receiver operating characteristic, ODQ: oxford depression questionnaire, HR: harmonic ratio, SD: standard deviation, MSE: multiscale sample entropy, LyE: Lyapunov exponent, ANOVA: analysis of variance, QOL: quality of life.

2. 解決すべき課題（リサーチギャップ）・理学療法への示唆

本研究の結果を踏まえ，統一した加速度の指標を用いた歩行分析の実施や最適な指標の探索などの必要性が明らかとなった。評価が統一されていない原因として，加速度の指標の解析と解釈が難しいという面を持ち合わせていること[35)]，単一の指標のみで対象者の歩行特性を捉えることが難しいことなどが考えられる。本研究結果での報告が多い規則性と対称性を考えると，規則性は同側の一歩行周期，対称性は左右の歩行周期における加速度波形の重なりを解析している[36)]。歩行の規則性や対称性を用いた先行研究では，脳卒中患者における歩行自立度と規則性との関連[37)]，両側の変形性膝関節症者では健常高齢者と比較して対称性の低下[12)]，地域在住高齢者においては対称性の低下と転倒[3)]や軽度認知機能低下[9)]との関連などが報告されている。本研究の対象領域である整形外科領域の脊椎疾患者で考えると，下肢の痛みやしびれ，筋力低下などの症状の左右差や重症度，症状の経過に応じて歩行中の規則性や対称性などが変化することが予想される。それぞれの指標の強みを考慮すると，一側性に症状を有する対象者の歩行分析には規則性，両側性に症状を有する対象者には対称性，症状改善に伴い下肢機能の左右差が軽減してきたと考えられる対象者の歩行分析には規則性と対称性の双方を用いることで，より疾患特異的な歩行分析の実施につながると考えられる。このように，加速度の指標を用いた多面的な歩行分析により，各対象者の歩行特性を検討していくことが必要である。さらに，より詳細に動作を把握するためには，センサーの貼付部位に関する検討も必要であると考える。本研究の対象論文の多くは腰部または骨盤にセンサーを貼付して計測しているが，1編のみ頚部にもウェアラブルセンサーを貼付して加速度を算出した結果，最大歩行距離が歩行課題開始時の頚部の動揺と関連していた[27)]。本研究の除外論文の中には，脊椎疾患者の上部体幹に貼付したウェアラブルセンサーを用いて歩行を計測した報告もあったが[38)]，ステップ時間などの時空間的パラメータの規則性を算出しており，加速度に関する指標まで算出されていない。高齢者における歩行中の動揺は腰部よりも頚部で大きいことも報告されており[13)]，外科的治療後の脊椎疾患者に対する歩行中の隣接椎体の動態をウェアラブルセンサーにより検知することは困難と考えるが，頚部と腰部の加速度を比較することで，より鋭敏に歩行中の加速度の特徴を検知できる可能性があると考えられる。今後，各加速度の指標が示す特徴やウェアラブルセンサーの貼付位置を考慮した歩行分析を行い，疾患特異性などを反映した加速度の指標を明らかにしていく必要があると考えられる。

また，縦断的に歩行分析を行い，介入効果を示す指標の特定なども必要である。現状，脊椎疾患者に対してウェアラブルセンサーを用いた報告では，加速度から算出した活動量が主要評価項目とされている報告がある[17–19)]。一方，本研究結果で提示した歩行中の加速度の指標を用いて歩行自立などを検討した報告はない。脊椎疾患者への外科的治療後の一般的なアウトカムとして，疼痛軽減や身体機能向上などが示されており[14)15)]，外科的治療に伴う症状軽減により歩行自立には至る症例が多いが，術後に残存した疼痛などが活動量低下を招く可能性が考えられるため，活動量の改善を目的としてウェアラブルセンサーが活用されていると考える。しかし，理学療法の効果を確認するためには，介入前後で歩行中の体幹動揺の変化を確認するなど，活動量だけでは確認することのできない歩行特性を確認する必要があると考える。歩行中の動揺を示す指標に関しては，腰部脊柱管狭窄症に対する除圧術後12カ月後には歩行中のRMSが健常者と有意差を認めなくなったと報告している[25)]。また，腰部脊柱管狭窄症者を術前から術後1年まで縦断的に追跡し，健常群と比較すると術後も依然としてattractorが大きい（規則性の低下，動揺の増加）という報告がある[26)]。しかし，規則性を示す指標についての縦断的な報告はなく，本研究結果で提示した加速度の指標におけるカットオフ値やMinimal clinically important difference値の提示には至っておらず，理学療法の介入効果や機能的予後の確認として用いられた報告はない。今後，介入効果を示す指標としての活用などに向けて，加速度の指標のより詳細な縦断的な変化の追跡に取り組む必要がある。

今後は，本研究で活用されていた加速度の指標のカットオフ値やMinimal clinically important difference値の算出，多変量解析による最も鋭敏な加速度の指標の検討などが必要である。ウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた多面的な歩行分析に継続して取り組むことで，統一した加速度の指標を用いた歩行分析の実施，疾患特異性などを反映した指標の確立などにつながり，整形外科領域における歩行分析の質の向上に寄与すると考えられる。

3. 本研究の限界

本研究の限界として，英語と日本語により投稿・出版された論文を対象として検索を実施したため，英語以外の言語で投稿・出版された論文を除外している点がある。また，適格基準を満たすための検索式を作成したが，整形外科疾患は多様な部位における疾患が包括された疾患区分であるため，本研究の検索式が適格論文を十分に網羅できていない可能性も考えられる。また，ウェアラブルセンサーを用いた報告のなかで，本研究の結果は加速度を指標としたものに限定されたものである。

結　　論

本研究では，整形外科領域の脊椎疾患者におけるウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた歩行分析に関する論文を適格基準とした検索を行い，検索結果を系統的にマッピングした。その結果，10編が対象となり，腰部脊柱管狭窄症を主とした対象に加速度波形の振幅，規則性や対称性を横断的に評価したものが多かった。加速度から算出した様々な指標が用いられており，確立された指標はない現状にあった。今後は加速度の指標を用いた多面的な歩行分析を行い，介入効果や機能的予後を示す指標として活用可能なカットオフ値の算出など，統一した加速度の指標を用いた歩行分析の実施，疾患特異性などを反映した指標の確立が必要である。

利益相反

本研究に関連する利益相反はない。

助　　成

本研究はJSPS科研費JP24K20500の助成を受けた研究の一部である。

文　　献

1）Agostini V, Ganio D, *et al.*: Gait parameters and muscle activation patterns at 3, 6 and 12 months after total hip arthroplasty. J Arthroplasty. 2014; 29: 1265–1272.
2）Abellan Van Kan G, Rolland Y, *et al.*: Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. J Nutr Health Aging. 2009; 13: 881–889.
3）Miyazaki T, Kiyama R, *et al.*: Relationships between gait regularity and cognitive function, including cognitive domains and mild cognitive impairment, in community-dwelling older people. Healthcare (Basel). 2021; 9: 1571.
4）Araki S, Matsuura H, *et al.*: Longitudinal changes in vertical stride regularity, hip flexion, and knee flexion contribute to the alteration in gait speed during hospitalization for stroke. Hum Mov Sci. 2024; 95: 103227.
5）Araki S, Kiyama R, *et al.*: Sex differences in age-related differences in joint motion during gait in community-dwelling middle-age and older individuals. Gait Posture. 2023; 103: 153–158.
6）Miyazaki T, Kiyama R, *et al.*: The relationship between leg extension angle at late stance and knee flexion angle at swing phase during gait in community-dwelling older adults. Int J Environ Res Public Health. 2021; 18: 11925.
7）Matsuzawa Y, Miyazaki T, *et al.*: For patients with stroke, balance ability affects the leg extension angle on the affected side. Appl Sci (Basel). 2022; 12: 9466.
8）Saida T, Kawada M, *et al.*: Accelerometer measurement of trunk lateral fluctuation during walking following total knee arthroplasty in patients with osteoarthritis. J Aging Phys Act. 2020; 28: 669–674.
9）Doi T, Hirata S, *et al.*: The harmonic ratio of trunk acceleration predicts falling among older people: Results of a 1-year prospective study. J Neuroeng Rehabil. 2013; 10: 1–6.
10）Sawa R, Doi T, *et al.*: The association between fear of falling and gait variability in both leg and trunk movements. Gait Posture. 2014; 40: 123–127.
11）Shimamura T, Ishikawa H, *et al.*: Smoothness of gait in healthy older females and patients with postoperative proximal femur fracture. J Phys Ther Sci. 2023; 35: 796–801.
12）Barden JM, Clermont CA, *et al.*: Accelerometer-based step regularity is lower in older adults with bilateral knee osteoarthritis. Front Hum Neurosci. 2016; 10: 625.
13）Menz HB, Lord SR, *et al.*: Age-related differences in walking stability. Age Ageing. 2003; 32: 137–142.
14）Schwab FJ, Blondel B, *et al.*: International Spine Study Group (ISSG): Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: A prospective multicenter analysis. Spine. 2013; 38: E803–E812.
15）Glassman SD, Berven S, *et al.*: Correlation of radiographic parameters and clinical symptoms in adult scoliosis. Spine. 2005; 15: 682–688.
16）Jespersen AB, Gustafsson MEK: Correlation between the Oswestry Disability Index and objective measurements of walking capacity and performance in patients with lumbar spinal stenosis: A systematic literature review. Eur Spine J. 2018; 27: 1604–1613.
17）Pryce R, Johnson M, *et al.*: Relationship between ambulatory performance and self-rated disability in patients with lumbar spinal stenosis. Spine. 2012; 37: 1316–1323.
18）Conway J, Tomkins CC, *et al.*: Walking assessment in people with lumbar spinal stenosis: Capacity, performance, and self-report measures. Spine J. 2011; 11: 816–823.
19）Schulte TL, Schubert T, *et al.*: Step activity monitoring in lumbar stenosis patients undergoing decompressive surgery. Eur Spine J. 2010; 19: 1855–1864.
20）Wang J, Chu J, *et al.*: The application of impantable sensors in the musculoskeletal system: A review. Front Bioeng Biotechnol. 2024; 24: 1270237.
21）Arksey H, O'Malley L: Scoping studies: Towards a methodological framework. Int J Soc Res Methodol. 2005; 8: 19–32.
22）友利幸之介，澤田辰徳，他：スコーピングレビューのための報告ガイドライン．日本臨床作業療法研究．2020; 7: 70–76.
23）Kinno D, Murakami H: Gait analysis of patients with lumbar spinal stenosis using a wearable tri-axial acceleration sensor. J IMA. 2021; 73: 177–188.
24）Abe Y, Murakami H: Quantification of gait features in patients with lumbar spinal stenosis using an acceleration sensor. J IMA. 2020; 72: 133–144.
25）Bumann H, Nüesch C, *et al.*: Severity of degenerative lumbar spinal stenosis affects pelvic rigidity during walking. Spine J. 2020; 20: 112–120.
26）Byrnes SK, Nüesch C, *et al.*: Inertial sensor-based gait and attractor analysis as clinical measurement tool: Functionality and sensitivity in healthy subjects and patients with symptomatic lumbar spinal stenosis. Front Physiol. 2018; 9: 1095.
27）Nagai K, Aoyama T, *et al.*: Quantification of changes in gait characteristics associated with intermittent claudication in patients with lumbar spinal stenosis. J Spinal Disord Tech. 2014; 27: E136–E142.
28）Papadakis NC, Christakis DG, *et al.*: Gait variability measurements in lumbar spinal stenosis patients: Part A. Comparison with healthy subjects. Physiol Meas. 2009; 30: 1171–1186.
29）Papadakis NC, Christakis DG, *et al.*: Gait variability measurements in lumbar spinal stenosis patients: Part B. Preoperative versus postoperative gait variability. Physiol Meas. 2009; 30: 1187–1195.
30）Khattak ZK, Jiao X, *et al.*: Investigation of gait and balance function in cervical spondylotic myelopathy patients using wearable

sensors. Spine J. 2023; 23: 1127–1136.
31）Nishi Y, Shigetoh H, *et al.*: Changes in trunk variability and stability of gait in patients with chronic low back pain: Impact of laboratory versus daily-living environments. J Pain Res. 2021; 14: 1675–1686.
32）Ayabe M, Miyabara H, *et al.*: Gait analysis and related motor function and trunk acceleration derived from index of vertebral compression fracture patients. Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy. 2014; 3: 177–182.
33）Bellanca JL, Lowry KA, *et al.*: Harmonic ratios: A quantification of step to step symmetry. J Biomech. 2013; 46: 828–831.
34）Sekine M, Tamura T, *et al.*: A gait abnormality measure based on root mean square of trunk acceleration. J Neuroeng Rehabil. 2013; 26: 118.
35）Dasgupta P, Vanswearingen J, *et al.*: Acceleration gait measures as proxies for motor skill of walking: A narrative review. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2021; 29: 249–261.
36）Auvinet B, Berrut G, *et al.*: Reference data for normal subjects obtained with an accelerometric device. Gait Posture. 2002; 16: 124–134.
37）Kijima Y, Kiyama R, *et al.*: Estimation of gait independence using a tri-axial accelerometer in stroke patients. J Aging Phys Act. 2018; 26: 61–67.
38）Natarajan P, Fonseka RD, *et al.*: Proposed objective scoring algorithm for clinical evaluation of walking asymmetry in lumbar disc herniation, based on relevant gait metrics from wearable devices: The Gait Symmetry Index (GSiTM) – Observational study. Brain Spine. 2022; 7: 100895.

理学療法学　第52巻第3号　157～161頁（2025年）

症例報告

リアルタイム超音波画像フィードバックと運動療法の併用が奏功した足部疼痛を有する複合性局所疼痛症候群症例に対する介入経験*
—症例報告—

川 淵 敬 太[1)#]

要旨

【はじめに】複合性局所疼痛症候群（Complex regional pain syndrome：以下，CRPS）は痛覚過敏や運動機能低下を特徴とし，主に外傷や手術後に発症する。今回，足部のCRPSを発症し，著しい疼痛と運動困難に対してリアルタイム超音波画像フィードバック（Real-time ultrasound imaging：以下，RUSI）と疼痛過敏性に応じた運動療法を行った症例を経験した。【症例】本症例は，フェンシング動作による足部への負担が疼痛発症の契機となり，その後の過剰な安静固定によってCRPSが発症したと考えられた。介入前は疼痛過敏と足関節運動不可，歩行困難であったが，RUSIと疼痛過敏性の程度に応じた運動療法を実施した結果，疼痛は消失，足関節運動および歩行が可能となり，競技への復帰が達成された。【結論】この報告は，CRPS症例においてRUSIと運動療法の併用が症状の改善に寄与することを示唆している。

キーワード　複合性局所疼痛症候群，超音波画像，フィードバック療法，症例報告

はじめに

複合性局所疼痛症候群（Complex regional pain syndrome：以下，CRPS）は，痛覚過敏やアロディニア，運動機能低下を特徴とし，四肢の外傷や手術後にしばしば発症する[1)]。CRPSは主に2つのtypeに分類され，type 1は軽微な外傷，骨折，手術に続発して神経損傷がない場合に発症し，type 2は末梢神経の部分的な外傷によって発症するとされる[2)]。そのメカニズムは末梢神経系と中枢神経系の両方が関与し[3)]，末梢神経損傷[4)]や，中枢神経の炎症[5)]，脳灰白質の形態的異常[6)]などが要因と報告されている。

さらに，疼痛に加えて運動制御も障害される[7)]。運動制御とは，神経系が身体の他の部分や環境とどのように相互作用して，目的のある，協調的な行動を生み出すかの機能と定義される[8)]。運動制御障害に対する介入方法の1つにリアルタイム超音波画像フィードバック（Real-time ultrasound imaging：以下，RUSI）があり，これはエクササイズ中に筋肉の形態変化を確認するフィードバックツールとして使用され，運動制御機能改善に効果的であると報告される[9)]。しかし，CRPS症状への応用は十分に探求されていない。

今回フェンシング競技の練習後に足部に疼痛を生じ，運動機能の低下を呈したCRPS症例を経験した。足関節運動が不可能なほどの運動制御障害のために介入に難渋したが，RUSIと疼痛過敏性に応じた運動療法を実施し，運動制御の再獲得と疼痛動作への曝露を段階的に実施した結果，日常生活動作および競技復帰に至ったので報告する。

症　　例

1. 症例情報

症例は10歳代，身長130 cm，体重26 kg，利き足は右

* An Intervention Experience in a Complex Regional Pain Syndrome Case with Foot Pain Successfully Treated Using a Combination of Real-time Ultrasound Imaging Feedback and Exercise Therapy: A Case Report

1）鳥取県立中央病院リハビリテーション室
（〒680-0901　鳥取県鳥取市江津730）
Keita Kawabuchi, PT: Rehabilitation room, Tottori Prefectural Central Hospital
\# E-mail: k.keita.torich@gmail.com

（受付日　2025年2月4日／受理日　2025年3月31日）
［J-STAGEでの早期公開日　2025年5月31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。
© 2025 日本理学療法学会連合

足の女児で，既往歴はなかった。スポーツはフェンシングを3年半前より行っており，練習は週2回で大会出場経験もあった。フェンシングの剣はフルーレを専攻していた。某日，練習直後に疼痛はなかったが，翌日朝より急に左母趾に疼痛が出現し近医を受診した。画像所見では異常は確認されなかったが，捻挫を疑われてシーネ固定をされた。2週間免荷で経過観察となるが，その後も疼痛が持続するため別の医療機関に受診した。再度各種検査が実施されるも明らかな異常は指摘されなかった。その頃には疼痛にて荷重不可，皮膚色調不良を生じていた。受傷1ヶ月後にシーネ除去となり翌日より理学療法開始となるも，著しい疼痛と足趾および足関節運動不可で実施できなかった。受傷2ヶ月後に当院紹介となった。

2. 倫理的配慮

本報告にあたり，症例および保護者に十分な説明を行い，口頭および書面にて同意を得た。

3. 判定基準

CRPSの臨床的基準評価と除外診断はHarden/Bruehl基準を用いた[10]（表1）。本症例は発汗運動／浮腫の項目を除く全ての症状を報告しており，当院整形外科医師によりCRPS type1と診断された。

4. 臨床所見

初期評価は発症より2.5ヶ月経過時点で実施した。症状は，左第一中足骨中央内側から左下腿中央内側にかけて広範囲に自発痛および痛覚過敏があった。他動関節可動域に制限はないが足関節および足趾の自動運動は不可だった。表在感覚および深部感覚に明らかな鈍麻はなかったが，下肢の色調は暗褐色で左右差があり，皮膚温も冷感があった。左足部は免荷で，移動は松葉杖を使用していた。

評価は以下の尺度を使用した。痛みの強さを表すVisual analogue scale（以下，VAS）は，数値が高いほど疼痛が強いことを示し，安静時49 mm運動時70 mmだった（範囲0–100 mm）。疼痛に対する破局的思考を評価するPain catastrophizing scale（以下，PCS）は，スコアが高いほど痛みの破局化が強いことを示し，15点だった（範囲0–52点）[11]。中枢性感作症候群を評価するCentral sensitization inventory（以下，CSI）は，慢性疼痛リスクの増大と関連し，8点だった（範囲0–100点）[12]。運動恐怖症の指標であるTampa scale for kinesiophobia（以下，TSK）は，数値が高いほど運動恐怖が強いことを示し，31点だった（範囲17–68点）[13]。足関節障害の指数であるThe foot & disability index score（以下，FADI）は，スコアが高いほど良機能を示し，41％だった（範囲0–100％）[14]。

5. 理学療法内容

フェンサーの受傷は低年齢で多く，特に攻撃時に後方の足であるサポートレッグのリトリート（後方へ退却する）動作で母趾に負担がかかりやすいとされる[15)16]。症例の疼痛はサポートレッグであり，リトリートの動きによるOver useにて左母趾に疼痛が出現したことが契機となり，その後の安静によりCRPSが発症したと考えた（図1）。

疼痛や運動恐怖に対する介入として，回避された活動に曝露させ機能改善を目指す段階的曝露療法が効果的と報告されている[17–19]。したがって，疼痛や困難な動作に段階的に曝露する理学療法が適応となるが，本症例では足関節運動が困難であるため運動療法の導入が困難である。そのため，まずは足関節の運動感覚の再獲得を図りつつ，運動療法を併用して実施することとした。

疼痛や顕著な運動遅延を伴うCRPS症状には，中枢神経系の不適応変化が影響するとされる[17)18]。これに対して，既知の効果的な介入方法であるMirror therapyは，運動制御と視覚情報との統合を図ることで，中枢神経系

表1　Harden/Bruehlの基準

臨床診断を行うためには次の基準を満たす必要がある。
1. 持続的な痛み：いかなる引き金となる出来事に対しても不釣り合いな痛みが持続していること。
2. 次の4つのカテゴリーのうち，少なくとも3つのカテゴリーに1つ以上の症状を報告していること：
感覚：痛覚過敏またはアロディニア。
血管運動：温度の非対称性，皮膚の色の変化，または皮膚の色の非対称性。
発汗運動／浮腫：浮腫，発汗の変化，または発汗の非対称性。
運動／栄養：可動域の減少や運動機能障害（筋力低下，振戦，ジストニア）や栄養変化（髪，爪，皮膚の変化）。
3. 評価時に次のカテゴリーのうち少なくとも2つで1つ以上の徴候を示していること：
感覚：痛覚過敏（針刺しによる）またはアロディニア（軽い接触，温度感覚，深部の体性感覚圧，関節の動きによる）。
血管運動：温度の非対称性（>1℃）または皮膚の色の変化や非対称性。
発汗運動／浮腫：浮腫または発汗の変化や非対称性。
運動／栄養：可動域の減少，運動機能障害（筋力低下，振戦，ジストニア），または栄養変化（髪，爪，皮膚の変化）。
4. 他に徴候や症状をよりよく説明できる診断が存在しないこと。

図1　ランジ動作
ランジ動作におけるサポートレッグの足部．母趾に荷重がかかりやすく，繰り返し動作にてOver useとなる可能性があることが推察される．矢印は疼痛部位を示す．

に作用し症状を改善させる[20)21)]。RUSIも同様に，個別筋を収縮させる運動感覚と視覚的フィードバックがこれらのミスマッチを改善させ，疼痛や機能障害に効果的と報告されている[22)23)]。よってCRPSに対しても適応であると仮説を立てた。

RUSIの実践方法について説明する。使用機器は超音波画像診断装置（G E社製LOGIQe）のBモードを使用し，プローブは7–12 MHzのリニアプローブを使用した。姿勢は背中をベッドにつけた長座位で，足関節とモニター画面が見えやすいように設定した。フィードバックには筋の十分な厚み変化を期待し[22)]，実施筋は断面積が大きく十分な収縮が確認できる下腿周囲筋群を対象とした。下腿中央前面にプローブを短軸で設置し，前脛骨筋および長趾伸筋，長母趾伸筋を描出した。加えて下腿中央後面も同様にプローブを設置し，腓腹筋およびヒラメ筋を描出した。はじめに，非疼痛側下肢で収縮に伴う筋断面積の厚み変化をモニターで確認し，連続収縮で厚みが増すように最大限の努力をするように指示した[22)]。筋の厚み変化を十分に確認した後，疼痛側の足関節および足趾運動を他動もしくは自動介助運動にて同様に行った。筋収縮が確認されたら，徐々に自動運動へ移行した。1回の収縮を5秒間保持する運動を10セット行った。実施時間は1回10分間，週2回実施した。

運動療法はMalliarasら[24)]の報告を参考に，疼痛はKelleyら[25)]の疼痛過敏性の分類に準じて，運動時の疼痛に応じた活動を3段階に分け，それぞれ疼痛レベルに適した運動療法を実践した。VAS70 mm以上は快適な範囲での強度の段階とし，RUSI（他動もしくは自動介助運動），立位荷重練習を10–15回3セット，松葉杖を使用した荷重下での歩行練習を実施した。VAS40–60 mmは強度の増加／歩行の段階とし，RUSI（自動運動），支持物ありでの両脚ヒールレイズを10–15回を3セット，杖なし歩行練習を実施した。VAS30 mm以下はランニング／スポーツの段階とし，セラバンドを用いた足関節周囲筋の筋力強化練習10–15回3セット，支持物なしでの片脚ヒールレイズ10–15回3セット，ランニング，ジャンプ，ランジやリトリートの動きを中心とした競技動作練習を実施した。以上のようにVASに準じて段階的に負荷と動作に曝露させた。運動療法は40分間，週2回実施した。

6.　理学療法経過

VASの推移と経過を図2示す。介入初期の運動時痛はVAS70 mmであり，他動もしくは自動介助でのRUSI，立位荷重練習，松葉杖を使用した荷重下での歩行練習から開始した。介入3回目では自力歩行が50 m程度可能となった。介入から1ヶ月経過した5回目ではVAS 50 mmとなり，段階を強度の増加／歩行に移行した。自動運動でのRUSI，支持物ありでの両脚ヒールレイズ，杖なしでの歩行練習を開始した。6回目ではVAS40 mmとなり，屋外の片松葉杖歩行が可能となった。介入から2ヶ月経過した9回目ではVAS20 mmとなり，段階をランニング／スポーツへと変更し，筋力強化練習，支持物なしでの片脚ヒールレイズ，速歩，ランニング，ジャンプ練習，競技動作練習を開始した。歩行は安定したため松葉杖を除去した。10回目では，片脚ジャンプ，ジョギング可能となった。介入から3ヶ月経過した13回目ではVAS 3 mmとなり，フェンシング練習に復帰した。競技復帰後においても疼痛の再燃はなく，14回目ではVAS 0 mmとなった。フェンシング競技練習は70％強度程度で可能となり，試合形式の練習にも参加可能となった。さらに全力疾走も可能となった。介入から4ヶ月経過した15回目もVAS 0 mmであり，競技練習は100％参加となった。なお，経過中は服薬および外用薬の使用はなく，理学療法のみの実施であった。

7.　結果

最終評価は介入4ヶ月後，初回介入から15回目に実施した。VASは，安静時0 mm運動時0 mmだった。PCS，CSIはいずれも0点だった。TSKは17点だった。FADIは100％だった。歩行は円滑となり，全力疾走，片脚ジャンプも可能となり，フェンシングの練習にも完全に復帰できた。

考　　察

本症例は，フェンシング特有のリトリートの動きによりサポートレッグである左母趾に負担が増加し，Over

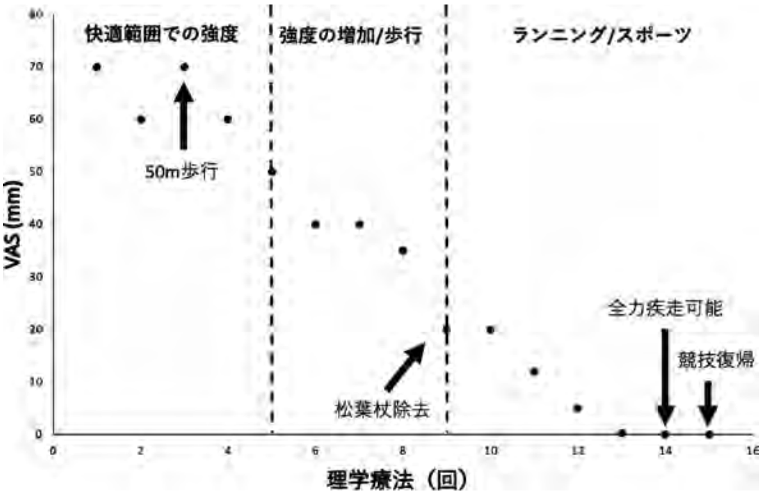

図2　疼痛推移と経過
VAS: Visual Analogue Scale.

useにて疼痛が発生したと考えられた。フェンサーの損傷要因として，フェンシングシューズおよび競技エリアの衝撃吸収能力の低さがあると報告されている[27]。本症例でも，シューズの着用や競技エリアでの練習量の増加に伴い母趾への負担が累積した可能性があり，今後は定期的なシューズ調整や足部のケアが必要である。

しかし，受傷後の各種検査では異常は発見されなかったことから，組織損傷は軽微であった可能性が高い。よって，その後の疼痛増強は不要な安静固定による影響が考えられる。CRPSの発症要因の1つとして，固定や過度の活動制限が挙げられる[23]。このメカニズムとして，長期固定では末梢組織が治癒しても脊髄の炎症性変化が持続することが示唆されている[28]。以上のことから，本症例では受傷後の長期安静固定による脊髄神経炎症の持続がCRPS発症の要因となった可能性がある。

本症例の著しい運動制御障害に対してはRUSIが効果的であった。個別筋を収縮させる運動感覚の再教育と超音波画像を用いた視覚的フィードバックが，運動制御と中枢神経系のミスマッチ修正に寄与した可能性があり，CRPSの運動制御障害に対して効果的であることが示唆された。

さらにRUSIと併用して，疼痛過敏性の程度に応じて動作に段階的に暴露させる運動療法が効果的であった。CRPSの疼痛に対して有効な介入方法の1つである段階的暴露療法は，疼痛よりも刺激曝露が優先される[18,19]。しかし，本症例のような運動恐怖が過度ではない症例に対しては，疼痛過敏性の程度に応じた段階的曝露が必要であると考え，日常生活で要求される動作を3段階に分けて，疼痛強度に応じた運動療法を実践した。これにより，疼痛および機能障害に応じた動作への曝露が達成され，運動恐怖や疼痛感作は消失したと考える。

本報告の限界

本報告は一症例の検討であり，本症例に用いた介入方法がCRPS症状に対して妥当かどうかを検証することはできない。多様な症状を呈するCRPS症状に対しては，疼痛や機能障害に応じた症例個別的なアプローチが必要となる可能性が高い。よって今後は同様の症例に対して介入研究を行い効果検証していく必要がある。

結　　語

フェンシング競技練習後に足部に疼痛を生じ，その後の長期固定によりCRPSを発症し疼痛および著しい運動機能障害を呈した症例を経験した。著しい運動制御障害に対してRUSIを実施し，さらに疼痛過敏性の程度に応じた運動療法を併用した結果，疼痛が消失し，運動機能が改善したことで，日常生活動作の向上および競技復帰が可能となった。これらの結果から，CRPSの運動制御障害および疼痛に対してはRUSIと運動療法の併用が効果的な手段の1つであることが示唆された。

利益相反

本研究に関連し，開示すべき利益相反はない。

文　　献

1）Taylor S-S, Noor N, *et al.*: Complex regional pain syndrome: A comprehensive review. Pain Ther. 2021; 10: 875–892.
2）Wasner G, Schattschneider J, *et al.*: Complex regional pain syndrome--diagnostic, mechanisms, CNS involvement and therapy. Spinal Cord. 2003; 41: 61–75.
3）Eldufani J, Elahmer N, *et al.*: A medical mystery of complex regional pain syndrome. Heliyon. 2020; 6: e03329.
4）Pearce JMS: Chronic regional pain and chronic pain syndromes. Spinal Cord. 2005; 43: 263–268.
5）Linnman C, Becerra L, *et al.*: Inflaming the brain: CRPS a model disease to understand neuroimmune interactions in chronic pain. J Neuroimmune Pharmacol. 2013; 8: 547–563.

6) Erpelding N, Simons L, *et al.*: Rapid treatment-induced brain changes in pediatric CRPS. Brain Struct Funct. 2016; 221: 1095–1111.
7) Schilder JCM, Schouten AC, *et al.*: Motor control in complex regional pain syndrome: a kinematic analysis. Pain. 2012; 153: 805–812.
8) Levin MF, Piscitelli D: Motor control: A conceptual framework for rehabilitation. Mot Contr. 2022; 26: 497–517.
9) Henry SM, Teyhen DS: Ultrasound imaging as a feedback tool in the rehabilitation of trunk muscle dysfunction for people with low back pain. J Orthop Sports Phys Ther. 2007; 37: 627–634.
10) Harden RN, Bruehl S, *et al.*: Proposed new diagnostic criteria for complex regional pain syndrome. Pain Med, Oxford University Press (OUP). 2007; 8: 326–331.
11) Sullivan MJL, Bishop SR, *et al.*: The pain catastrophizing scale: Development and validation. Psychol Assess. 1995; 7: 524–532.
12) Tanaka K, Nishigami T, *et al.*: Validation of the Japanese version of the Central Sensitization Inventory in patients with musculoskeletal disorders. PLoS One. 2017; 12: e0188719.
13) 松平　浩，犬塚 恭子，他：日本語版Tampa Scale for Kinesiophobia（TSK-J）の開発：言語的妥当性を担保した翻訳版の作成．臨床整形外科．2013; 48: 13–19.
14) Hale SA, Hertel J: Reliability and sensitivity of the foot and ankle disability index in subjects with chronic ankle instability. J Athl Train. 2005; 40: 35–40.
15) Chung J-W, Lim B-O, *et al.*: Prevalence of sports injuries in Korean fencers aged 14-40 years. J Sports Med Phys Fitness. 2020; 60: 1371–1376.
16) Trautmann C, Martinelli N, *et al.*: Foot loading characteristics during three fencing-specific movements. J Sports Sci. 2011; 29: 1585–1592.
17) de Jong JR, Vlaeyen JWS, *et al.*: Reduction of pain-related fear in complex regional pain syndrome type I: The application of graded exposure in vivo. Pain. 2005; 116: 264–275.
18) Simons LE, Harrison LE, *et al.*: Graded exposure treatment for adolescents with chronic pain (GET Living): Protocol for a randomized controlled trial enhanced with single case experimental design. Contemp Clin Trials Commun. 2019; 16: 100448.
19) Barnhoorn KJ, van de Meent H, *et al.*: Pain exposure physical therapy (PEPT) compared to conventional treatment in complex regional pain syndrome type 1: A randomised controlled trial. BMJ Open. 2015; 5: e008283.
20) Sayegh SA, Filén T, *et al.*: Mirror therapy for Complex Regional Pain Syndrome (CRPS)-A literature review and an illustrative case report. Scand J Pain. 2013; 4: 200–207.
21) Priganc VW, Stralka SW: Graded Motor Imagery. J Hand Ther. 2011; 24: 164–169, quiz 169.
22) Sarafadeen R, Ganiyu SO, *et al.*: Effects of spinal stabilization exercise with real-time ultrasound imaging biofeedback in individuals with chronic nonspecific low back pain: A pilot study. J Exerc Rehabil. 2020; 16: 293–299.
23) Tsao H, Danneels LA, *et al.*: ISSLS prize winner: Smudging the motor brain in young adults with recurrent low back pain. Spine. 2011; 36: 1721–1727.
24) Malliaras P: Physiotherapy management of Achilles tendinopathy. J Physiother. J Physiother. 2022; 68: 221–237.
25) Kelley MJ, Mcclure PW, *et al.*: Frozen shoulder: Evidence and a proposed model guiding rehabilitation. J Orthop Sports Phys Ther. 2009; 39: 135–148.
26) Wang S-T, Chang C-C, *et al.*: Shoe choice may affect fencing lunge attack performance. Front Bioeng Biotechnol. 2024; 12: 1276025.
27) Chen TL-W, Wong DW-C, *et al.*: Biomechanics of fencing sport: A scoping review. PLoS One. 2017; 12: e0171578.
28) Wei T, Guo T-Z, *et al.*: Acute versus chronic phase mechanisms in a rat model of CRPS. J Neuroinflammation. 2016; 13: 14.

理学療法学　第52巻第3号　162～172頁（2025年）

総　説

シリーズ　「心疾患患者に対する理学療法のアップデート」

連載第3回　高齢心不全患者に対するテーラーメイド型運動療法*

山本周平[1)]　喜馬正至[1)]

概要

日本循環器学会が主導している循環器疾患診療実態調査（The Japanese Registry of All cardiac and vascular Disease Diagnosis Procedure Combination：以下，JROAD-DPC）によると，2012年と比較して2020年の心不全患者は高齢化，低Activities of Daily Living（以下，ADL）（Barthel Index（以下，BI）低値），Intensive Care Unit（以下，ICU）入室患者が多いなどの特徴があり，着目すべきは心臓リハビリテーション実施率が28%から55.8%に急上昇している点である[1)]。つまりJROAD-DPCのデータから考えると，我々理学療法士が循環器領域のリハビリテーションの依頼を受けて介入する対象は，高齢な低ADLでICUに入室するような重症患者が増えているということである。2021年に発表された「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」[2)]によると中強度の持久性トレーニングを行う事が推奨クラスI，エビデンスレベルAに該当しているが，サルコペニアやフレイルな高齢心不全患者が増加している現代においてはガイドラインに基づくシステマティックな運動処方が困難になってきている現状がある。また，JROAD-DPCのデータが示すように急性期の介入が増えているということは，様々なデバイスによって管理されている症例や，静注強心薬を投与された急性期の段階でリハビリテーション介入するケースも増えていることが想定される。機械的循環補助（Mechanical Circulatory Support：以下，MCS）などのデバイス装着患者や静注強心薬を投与された症例が増えていることもシステマティックな運動処方が困難であり，かつ個別の対応が求められている要因の一つであろう。なお，静注強心薬投与中の患者[2)]やMCS装着患者[3)]などの集中治療が必要な患者に対するリハビリテーションも徐々に整備されてきており，この数年でさらに変化がある領域と考えられる。

今回は「高齢」「フレイル」をキーワードに，設定すべきアウトカムならびにテーラーメイドな介入戦略について解説する。

高齢心不全患者は何をアウトカムとすべきか？

1. アウトカムをセッティングする前に考慮すべきこと

心不全患者の無作為化比較対象試験（Randomized Controlled Trial：以下，RCT）論文や観察研究をチェックすると，トップジャーナルに掲載される研究の多くは死亡や再入院などのイベントをアウトカムに設定していることが多い。一方で，リハビリテーションの多くは国際生活機能分類（International Classification of Functioning, Disability and Health：ICF）や国際障害分類（International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps：ICIDH）をもとに問題点を整理することが多く，そのアウトカムは活動やADLが中心となって整理される。つまり，理学療法士の基本として学習してきた土台に死亡や再入院などのアウトカムが入ることが少ないことに加え，日本の平均寿命を越えるような高齢・フレイルな患者が増加していることから，リアルワールドなアウトカムとして実感が湧かない現状がある。また，そもそも対象患者と医療者とで求めるアウトカムが異なる場合もある。平均年齢70歳の心不全患者を対象とした研究によると，61%の心不全患者は生命予後よりもQuality of Life（以下，QOL）を重視していたと報告されており[4)]，患者の求めるアウトカムによっても評価すべき指標が異なってくることも理解しておきたい。2021年に発表された「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」[2)]においても，心臓リハビリテーションの目的として従来の目的に加えてフレイル予防や抑うつ改善の項目が追加された（図1）。高齢+multimorbidityな患者層が増えていることから，多様な患者背景を考慮した

* Individualized Exercise Therapy Based on Functional Capacity in Elderly Patients with Heart Failure
1）信州大学医学部附属病院リハビリテーション部
（〒390-8621　長野県松本市旭3-1-1）
Shuhei Yamamoto, PT, PhD, Masashi Kiba, PT: Department of Rehabilitation, Shinshu University Hospital
キーワード：フレイル，テーラーメイド，運動療法

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。
© 2025 日本理学療法学会連合

アウトカムセッティングが求められている。

さらに，アウトカムは病期によって異なることも意識しておかなければならない。特に心不全患者に対する治療はチームで介入することが多く，リハビリテーションはその構成の一要因である。つまり，チームとしてのアウトカムを共有しなければ，リハビリテーションだけが先走ってしまうということになりかねない。例えば，退院間際で再発予防がチームのアウトカムである場合，患者指導や家族指導のためにリハビリテーションとして有益な身体機能や認知機能の情報を提供しなければならない。一方，ICUでアウトカムが早期離床である場合，再発予防に向けた評価結果を提供するのはタイミングが間違っている。再入院よりはHospitalization-Associated Disability（以下，HAD）やPost Intensive Care Syndrome（PICS），ICU Acquired Weakness（ICU-AW）に関する評価や介入内容のほうがチームとして求めるアウトカムに近い。アウトカムのセッティングは重要であるが，病態と時期を考慮して決定していく必要がある（図2）。

2. 高齢心不全患者に対する身体機能は何を評価すべきか？

全ての症例に対して心肺運動負荷試験（Cardiopulmonary Exercise Testing：CPX）を実施してpeak VO_2やAT VO_2をアウトカムとして，自転車エルゴメータを用いて有酸素運動を実施することが必ずしも最適解ではない。上述したアウトカムが明確になることで，初めて介入内容が決まる。日本循環器学会やアメリカ心臓協会（American Heart Association：AHA），ヨーロッパ心臓病学会（European Society of Cardiology：ESC）から発表されているガイドラインをみると，有酸素運動やレジスタンストレーニングなどがクラスI，エビデンスレベルAに位置しており，また心不全患者に対する急性期リハビリテーションとして離床プログラムも提案されているが，目の前の患者に適応できるのかは十分に吟味する必要がある。さらに，多疾患併存が多い患者ではpeak VO_2の改善が乏しいこと[5]も加味すると，これまでのゴールドスタンダードな評価指標の適応を吟味する必要がある。運動機能やperformanceに限定されるが内部障害で評価されている代表的な評価指標を下記に図表で示す。表1は上段から平均年齢の若い順番で評価指標が列挙してある[6]。こちらの表はアウトカムが生存や再入院といったイベントに限定されているが，平均年齢が上がるにしたがってより負担量の少ない指標でイベント発生のアウトカムを予測しているのが分かる。また，表2はアウトカムに関わらず各評価指標の意義についてまとめた一覧表である[7]。表1と合わせて，病期や時期によって必要なアウトカムと目的を理解した上で評価項目をまと

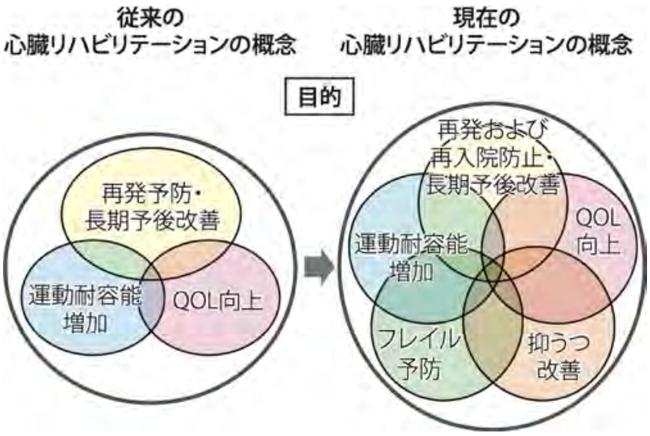

図1　心臓リハビリテーションのアウトカムの変遷
文献2）より引用.

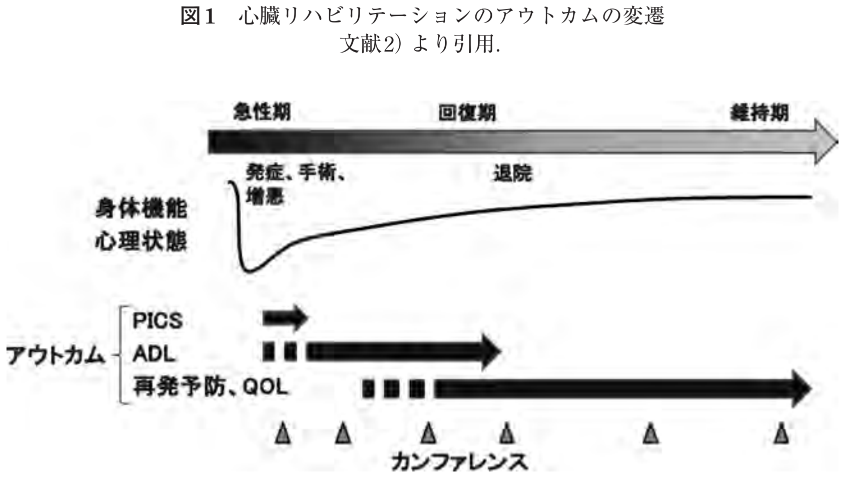

図2　病期ごとのアウトカムとカンファレンス

表1　心不全患者を対象に全死亡や再入院と各評価指標の関係

Author/year	Measurements	Outcome assessment	Unit increments	HR (95% CI)	Follow-up (months)
Zugck C/2001 [29]	6-minutes walking distance	All-cause mortality	Per 1 m increase	0.99 (0.98–0.99)	28.3 ± 14.1
Alahdab MT/2009 [35]	6-minutes walking distance	All-cause mortality	Per 1 m increase	0.998 (0.995–0.999)	Median 40
			<200 m	2.14 (1.2–3.81)	
Frankenstein L/2008 [33]	6-minutes walking distance	All-cause mortality	Per 1 m increase	0.996(0.995–0.997)	52.9 ± 36.2
Frankenstein L/2008 [34]	6-minutes walking distance	All-cause mortality	Per 1 m increase	0.996(0.995–0.997)	Median 44 (22–80)
Hulsmann M/2004 [17]	Knee extensor strength	All-cause mortality	Per 1 Nm × 100/body weight	Not significant	24 ± 17
	Knee flexor strength			Significant	
Rostagno C/2003 [30]	6-minutes walking distance	All-cause mortality	Per 1 m increase	0.995 (0.993–0.997)	34
Zaharias E/2014 [11]	SPPB	Cardiac events	Per 1 point	1.042 (0.89–1.23)	3
Wegrzynowska-Teodorczyk K/2013 [40]	6-minutes walking distance	Cardiac death	Per 10 m increase	0.95 (0.93–0.98)	31.0 ± 15.8
			<468 m	2.18 (1.18–4.03)	
Howie-Esquivel J/2007 [25]	6-minutes walking distance	Cardiac readmission	Per 1 m increase	0.99 (0.99–1.00)	1.5
Guazzi M/2009 [36]	6-minutes walking distance	Cardiac death	Per 1 m increase	All: 0.998 (0.995–1.001) rEF: 0.999 (0.995–1.003)	20.4 ± 16.6
Cahalin LP/2013 [39]	6-minutes walking distance	Cardiac readmission	Per 1 m increase	All: 0.99 (0.99–0.99) rEF: not significant pEF: 0.99 (0.98–0.99)	22.8 ± 22.1
Arslan S/2007 [32]	6-minutes walking distance	Cardiac death	<300 m	2.38 (2.02–57.6)	18.3 ± 5.5
Brenyo A/2012 [37]	6-minutes walking distance	All-cause mortality	<350 m	2.40 (1.42–4.08)	48
		HF event or death	1.73 (1.29–2.33)		
Izawa KP/2009 [16]	Hand grip strength	Cardiac death	Per 1 kg increase	0.900 (0.831–0.976)	44 ± 23
	Knee extensor strength		Per 1 Nm/kg increase	1.042 (0.252–4.328)	
Reibis RK/2010 [38]	6-minutes walking distance	All-cause mortality	Per 50 m increase	0.93 (0.86–1.00)	24.4 ± 7.2
Curtis JP/2004 [31]	6-minutes walking distance	All-cause mortality	>400 vs ≤200 m	1.59 (0.88–2.86)	Median 32
			>400 vs 201–300 m	1.01 (0.57–1.79)	
			>400 vs 301–400 m	1.16 (0.72–1.88)	
		Cardiac death	>400 vs ≤200 m	2.62 (1.02–6.74)	
			>400 vs 201–300 m	0.92 (0.34–2.55)	
			>400 vs 301–400 m	0.86 (0.35–2.09)	
		All-cause readmission	>400 vs ≤200 m	1.76 (1.19–2.60)	
			>400 vs 201–300 m	1.41 (1.01–3.29)	
			>400 vs 301–400 m	1.09 (0.80–1.47)	
		Cardiac readmission	>400 vs ≤200 m	1.84 (0.97–3.49)	
			>400 vs 201–300 m	1.84 (1.04–3.29)	
			>400 vs 301–400 m	1.45 (0.85–2.45)	
Castel MA/2009 [27]	6-minutes walking distance	Cardiac death	>400 vs <225 m	5.60 (1.23–25.30)	24.4 ± 18.1
			>400 vs 225–310 m	1.28 (0.23–7.08)	
			>400 vs 310–400 m	4.10 (0.79–21.52)	
			Per 1 m increase	0.993 (0.990–0.997)	
Lo AX/2015 [14]	Usual walking speed	All-cause mortality	<0.8 m/s	Adjusted all HF: 1.37 (1.10–1.70) Adjusted rHF: 1.51 (0.98–2.32) Adjusted pHF: 1.45 (1.12–1.86)	
Ingle L/2014 [28]	6-minutes walking distance	All-cause mortality	Per 1 m increase	0.977(0.972–0.983)	Median 96
Pulignano G/2016 [15]	Usual walking speed	All-cause mortality	Per tertiles	0.620 (0.434–0.884)	12
		Cardiac readmission	≤0.65 m/s, 0.66–0.99 m/s, ≥1.0 m/s	0.697 (0.547–0.899)	
		All-cause readmission	0.741 (0.613–0.895)		
Chiarantini D/2010 [10]	SPPB	All-cause mortality	9–12 vs 0 point	6.06 (2.19–16.76)	Median 14.8
			9–12 vs 1–4 points	4.78 (1.63–14.02)	
			9–12 vs 5–8 points	1.95 (0.67–5.70)	
Vidan MT/2016 [26]	Hand grip strength	All-cause mortality + readmission	< 20% of the gender and body mass index adjusted value	1.46 (0.86–2.46)	12
	Usual walking speed	< 10% of the gender and height adjusted value	1.77 (0.95–2.32)		

HR, hazard ratio; CI, confidence interval; SPPB, short physical performance battery; rEF, reduced ejection fraction; pEF, preserved ejection fraction; HF, heart failure.

上段から平均年齢が若い順番で列挙してある．文献6）より引用．

めていく必要がある。さらに，おおよその評価指標の概念について図3にまとめる。最近では高齢化に伴い身体的フレイルを有する患者も多く，有用な評価項目であっても身体的フレイルによって評価が難しい場合も存在する。なお，図3では，横軸はADLと予後の記載となっているが，もちろんアウトカムによって考える概念はこの限りではない。また，高齢化により身体的フレイル症例も増加しており，身体的フレイルは機能改善に時間を容し在院日数の延長に繋がる。この入院期間中の機能障害をHAD[8]とよび，理学療法士はHADリスクを常に意識しなければならない。2024年に，日本循環器理学療法学会が主導し高齢心不全患者のHAD発生率を調査したJapanese PT multi-center Registry of Older Frail patients with Heart Failure（以下，J-Proof HF study）の結果が発表された[9]。J-Proof HF studyは96施設9,403例（平均年齢83歳）とHAD研究としては国内最大規模の研究であり，登録症例のうち37.1％にHADが発生することが明らかとなった。すなわち，急性期病院に入院した高齢心不全患者の約4割は入院中にADL低下が惹起され，環境調整や回復期リハビリテーションの適応がある潜在患者がいることを意味している。しかし興味深いのは，信州大学医学部附属病院の心不全患者を対象したデータによると，入院時ならびに退院時のADLが低いことは予後不良因子となり得るが，入院期間中にADLを改善させる

表2 心不全患者を対象に各評価指標とそのアウトカムの関係

項目名	カットオフ値	意義	筆頭著者	掲載論文	PubMed ID
6分間歩行距離 (m)	≦450	生命予後不良（HF）	Rostagno C	Eur J Heart Fail 2003	12798821
	<400	移動能力低下	Morley JE	J Am Med Dir Assoc 2011	21640657
	<350	生命予後不良（COPD）	Celli B	Am J Respir Crit Care Med 2016	27332504
		生命予後不良（CKD）	Roshanravan B	J Am Soc Nephrol 2013	23599380
	<300	生命予後不良（HF）	Rostagno C	Eur J Heart Fail 2003	12798821
		フレイル（slowness）	Yamada S	ESC Heart Fail 2015;2:168-170	–
SPPB（点）	≦10	3年後に400 m歩行不可となるリスク上昇	Vasunilashorn S	J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2009	19182232
	≦9	有害なイベント発生リスク上昇	Guralnik JM	J Gerontol 1994	8126356
		運動機能低下	Guralnik JM	N Engl J Med 1995	7838189
	≦8	サルコペニア（EWGSOP：身体能力低下）	Cruz-Jentoft AJ	Age Ageing 2010	20392703
	4-9	High risk of disability	Guralnik JM	J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2000	10811152
快適歩行速度 (m/秒)	≦1.0	移動能力低下	Morley JE	J Am Med Dir Assoc 2011	21640657
	<1.0	フレイル（J-CHS基準：slowness）	–	下記論文にて使用	–
		新規要介護認定のリスク上昇	Makizako H	BMJ Open 2015	26338685
		社会的フレイルと関連	Tsutsumimoto K	J Am Med Dir Assoc 2017	28411094
	≦0.8	サルコペニア（AWGS：low gait speed）	Chen LK	J Am Med Dir Assoc 2014	24461239
	<0.6	転倒リスク上昇	Quach L	J Am Geriatr Soc 2011	21649615
		移動能力の著明な低下（400 m歩行不可）	Rolland YM	J Am Geriatr Soc 2004	15161464
握力（kg）	（男性）<26（女性）<18	フレイル（J-CHS基準：weakness）	–	下記論文にて使用	–
		新規要介護認定のリスク上昇	Makizako H	BMJ Open 2015	26338685
		サルコペニア（AWGS：weakness）	Chen LK	J Am Med Dir Assoc 2014	24461239
膝伸展筋力（%体重比）	60	10 METs到達に必要（CAD）			
	50	7 METs到達に必要（CAD）	Kamiya K	Eur J Prev Cardiol 2014	23723330
	45	5 METs到達に必要（CAD）			
	35	生命予後悪化（CAD）	Kamiya K	Am J Med 2015	26169888
片脚立位時間（秒）	<20	軽症脳梗塞と関連	Tabara Y	Stroke 2015	25523051
	<10	骨折の発生リスク上昇	Lundin H	Osteoporos Int 2014	24562837
	<5	転倒の発生リスク上昇	Vellas BJ	J Am Geriatr Soc 1997	9180669
	≦3	転倒の発生リスク上昇（フレイルな高齢者）	Shimada H	Gerontology 2009	19776609
Timed up and go（秒）	≧12	生命予後不良（CKD）	Roshanravan B	J Am Soc Nephrol 2013	23599380
	>10	フレイルのスクリーニング	Turner G	Age Ageing 2014	25336440

AWGS, Asian Working Group for Sarcopenia; CAD, coronary artery disease; CKD, chronic kidney disease; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; EWGSOP, European Working Group on Sarcopenia in Older People; HF, heart failure; SPPB, short physical performance battery.

文献7）より引用.

図3 身体的フレイルから考える各評価指標の位置付け

ことで予後改善に繋がる，すなわち可逆性の要素があるという点である[10]（図4）。心不全患者の可逆性がある身体機能をアウトカムとして評価する事が，何よりも重要である。

3. アウトカムは二次予防だけで良いのか？

心臓リハビリテーションのアウトカムは再入院予防（二次予防）がメインのアウトカムであるが，フレイルがある患者層では死亡理由が異なる。フレイルの程度と死亡理由を調査した台湾のデータによると，心血管死はフレイルの程度で割合に差がなかったのに対して，肺炎や呼吸器疾患による死亡割合はフレイルであるほど増加した[11]。また，日本でセッティングされたFRAGILE-HF studyのデータでは[12]，身体・認知・社会的の3つのフレイルドメインの数によって3群に分類して予後を比較した。その結果，フレイルドメインの数は全死亡と強い関連を示した。興味深いのは全死亡の原因についてさらに追加解析を実施したところ，フレイルドメイン数は心不全死亡や心血管死亡と関連がなかったのに対して非心血管死亡と強い関連を示し（図5），フレイルドメイン数が多いほど非心血管死亡の割合が増加した（図6）。これらの結果から，フレイルな患者は心血管イベントに着目したリスク因子を把握して介入するだけでは不十分な可能性があり，呼吸機能などのより包括的な管理や評価が必要になることを示唆している。

高齢心不全患者に対するテーラーメインな介入の実際

1. 現在のガイドラインの進め方

日本循環器学会のガイドラインでは有酸素運動とレジスタンストレーニングは推奨クラスI，エビデンスレベルAに該当する[2]。心不全患者に対する推奨の運動プログラムや強度設定は表3の通りである。なお，近年ではより急性期からの介入も考慮し，離床プログラム（不必要に安静臥床にしない）も発表されている（表4）。従来のガイドラインと比較して，入院期間中のADL低下を

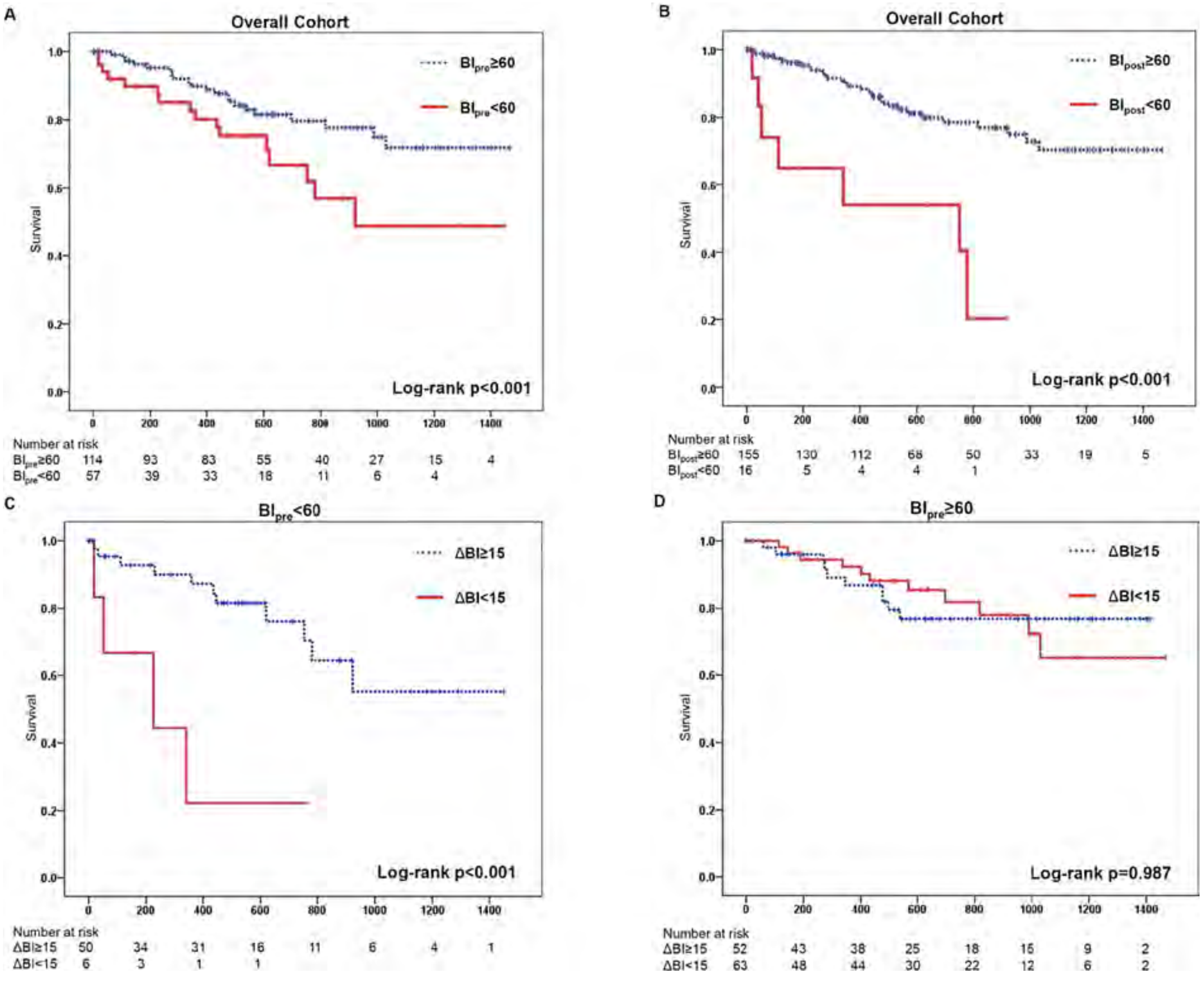

図4　高齢心不全患者を対象とした入院中のADL改善と予後の関係
(A)リハビリテーション開始時のbarthel index（BI）得点が60点以上の患者は60点以下の患者より生存率が高い．(B)退院時のBI得点が60点以上の患者は60点以下の患者より生存率が高い．(C)リハビリテーション開始時BIが60点以下の患者で，入院中にBIが15点以上改善した者はそうでない患者と比較して生存率が高い．(D)リハビリテーション開始時BIが60点以上の患者で，入院中にBIが15点以上改善した者はそうでない患者で生存率に有意差なし．文献10）より引用．

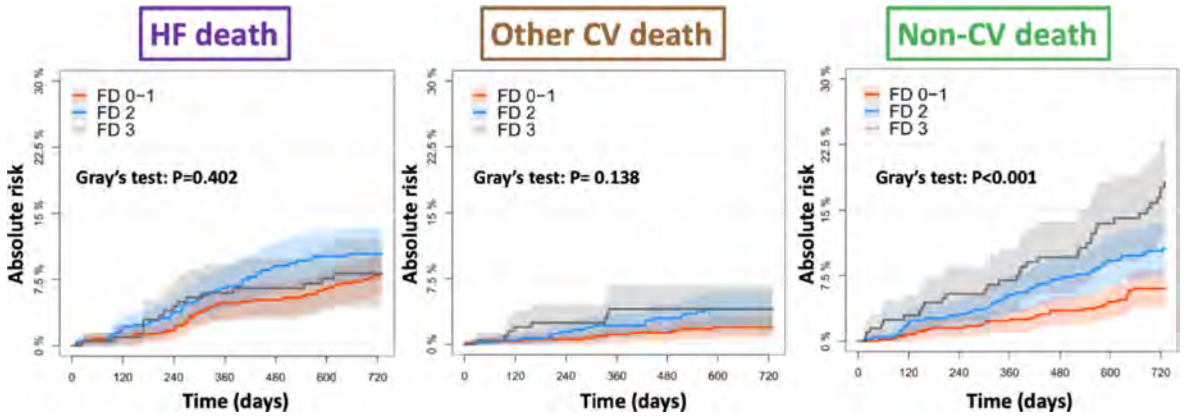

図5　フレイルドメインの数は非心血管死亡と強く関連している
FD：Frailty Domain（フレイルドメイン）．フレイルドメイン数が増えると非心血管死亡率が上昇する．文献12）より引用．

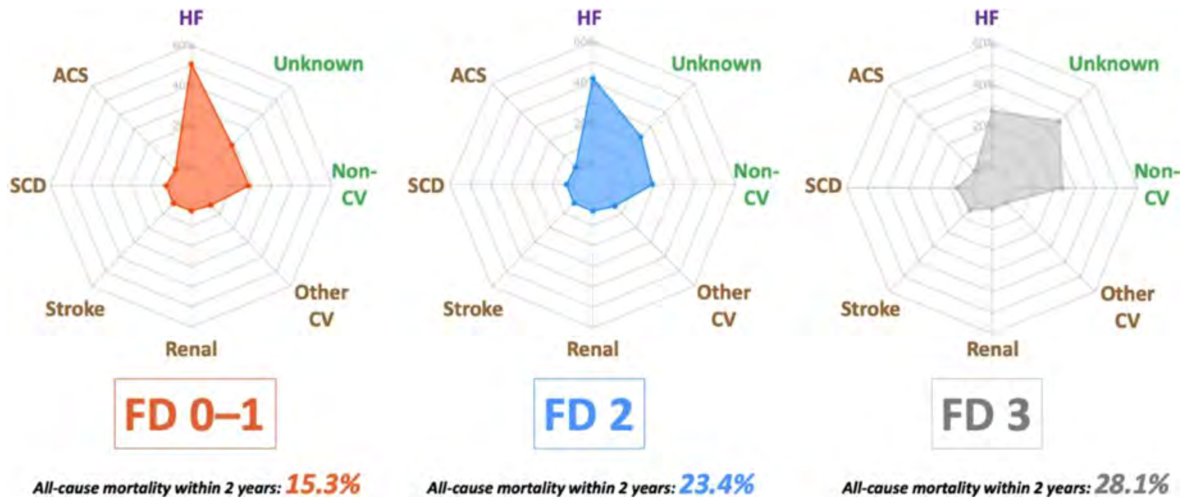

図6　高齢心不全患者のフレイルドメイン別にみた死亡率と死亡理由
FD：フレイルドメイン．フレイルドメイン数が多い（3つの）患者はunknown死亡の割合が高い．文献12）より引用．

予防するために，離床に焦点を当てたプログラムが整備されていることは，近年の高齢フレイル症例やHADに対する対策と考えることが出来る。

2. 現在の本邦における介入のリアルワールド

前述したガイドラインに基づく介入検証がある一方で，近年増加している身体的フレイルを有する高齢者に対する運動療法のデータは依然として少ない。65歳以上の心不全患者を対象としたFRAGILE-HF study[13]によると，本邦の高齢心不全患者の56%が身体的フレイルを有することから，介入効果を検証するstudyは喫緊の課題である（図7）。65歳以上の心不全患者約1万人を対象にした国内最大規模のJ-Proof HF studyでは，高齢心不全患者の運動療法の内容が検証された[14]。その結果，BI85点未満の患者層における有酸素運動とレジスタンストレーニング実施率は85点以上の患者層と比較して有意に低く，BI85点未満の患者層で最も多い運動療法はADLトレーニングであることが報告された（図8）。すなわち，ガイドラインで有効性が検証されている有酸素運動とレジスタンストレーニングは，ADLが低下した高齢心不全患者ではあまり実行されていないというリアルワールドデータである。国外のデータを網羅した最新のメタアナリシス研究によると，対象論文72試験のトレーニング内容として有酸素運動単独が最も多く46%，次いで有酸素運動とレジスタンストレーニングの組み合わせが33%という結果である（表5）[15]。また対象年齢については，平均年齢が80歳代のRCTがあるものの，60–69歳の試験が最も多いという結果であり，J-Proof HF studyの患者背景と比較した際にこのメタアナリシスの結果を目の前の高齢フレイル心不全症例に応用出来るかどうかはしっかり吟味していく必要がある。

3. テーラーメイド型の介入検証：REHAB-HF trialを深掘りする

身体機能の低下した高齢な急性心不全患者を対象としたREHAB-HF trial[16]では，Short Physical Performance Battery（以下，SPPB）約6点，Friedクライテリア2–3点の患者を対象に，機能状態に合わせて入院早期から

表3 ガイドラインにおける心不全患者に対する運動プログラム

構成
運動前のウォームアップと運動後のクールダウンを含み，有酸素運動とレジスタンス運動から構成される運動プログラム
有酸素運動
心肺運動負荷試験の結果に基づき有酸素運動の頻度，強度，持続時間，様式を処方し，実施する． • 様式：歩行，自転車エルゴメータ，トレッドミルなど • 頻度：週3～5回（重症例では週3回程度） • 強度：最高酸素摂取量の40～60%，心拍数予備能の30～50%，最高心拍数の50～70%，または嫌気性代謝閾値の心拍数 →2～3ヵ月以上心不全の増悪がなく安定していて，上記の強度の運動療法を安全に実施できる低リスク患者においては，監視下で，より高強度の処方も考慮する（例：最高酸素摂取量の60～80%相当，または高強度インターバルトレーニングなど） • 持続時間：5～10分×1日2回程度から開始し，20～30分/日へ徐々に増加させる．心不全の増悪に注意する． 心肺運動負荷試験が実施できない場合 • 強度：Borg指数11～13，心拍数が安静座位時＋20～30拍程度でかつ運動時の心拍数が120/min以下 • 様式，頻度，持続時間は心肺運動負荷試験の結果に基づいて運動処方する場合と同じ
レジスタンストレーニング
• 様式：ゴムバンド，足首や手首への重錘，ダンベル，フリーウェイト，ウェイトマシンなど • 頻度：2～3回/週 • 強度：低強度から中強度 上肢運動は1 RMの30～40%，下肢運動では50～60%，1セット10～15回反復できる負荷量で，Borg指数13以下 • 持続時間：10～15回を1～3セット
運動負荷量が過大であることを示唆する指標
• 体液量貯留を疑う3日間（直ちに対応）および7日間（監視強化）で2 kg以上の体重増加 • 運動強度の漸増にもかかわらず収縮期血圧が20 mmHg以上低下し，末梢冷感などの末梢循環不良の症状や徴候を伴う • 同一運動強度での胸部自覚症状の増悪 • 同一運動強度での10/min以上の心拍数上昇または2段階以上のBorg指数の上昇 • 経皮的動脈血酸素飽和度が90 %未満へ低下，または安静時から5%以上の低下 • 心電図上，新たな不整脈の出現や1 mm以上のST低下
注意事項
• 原則として開始初期は監視型，安定期では監視型と非監視型（在宅運動療法）との併用とする． • 経過中は常に自覚症状，体重，血中BNPまたはNT-proBNPの変化に留意する． • 定期的に症候限界性運動負荷試験などを実施して運動耐容能を評価し，運動処方を見直す． • 運動に影響する併存疾患（整形疾患，末梢動脈疾患，脳血管・神経疾患，肺疾患，腎疾患，精神疾患など）の新規出現の有無，治療内容の変更の有無を確認する．

RM（repetition maximum）：最大反復回数

文献2）より引用．

表4 急性心不全患者に対する離床プログラム

ステージ	許容される安静度	リハビリテーション実施場所	目標座位時間*（1日総時間）	ステージアップ負荷試験
1	ベッド上安静	ベッド上	ヘッドアップ	端座位
2	端座位	ベッドサイド	1時間	歩行テスト（自由速度）10 m歩行
3	室内自由	ベッドサイド	2時間	歩行テスト（自由速度）10 m歩行
4	トイレ歩行	病棟	3時間	歩行テスト（自由速度）80 m歩行
5	トイレ歩行	病棟（リハビリテーション室）	3時間	歩行テスト（自由速度）80 m×2～3回
6	棟内自由	病棟（リハビリテーション室）	3時間	6分間歩行テスト

*：不必要に安静臥床にしないことが重要．

文献2）より引用．

3ヶ月間レジスタンストレーニングやバランス練習などの段階的な個別運動療法の効果検証が行われた。なお，本研究のprimary outcomeは生命予後や再入院などのイベントアウトカムではなく，SPPBの身体機能がアウトカムでありながらNew England Journal of Medicineに掲載されたことは特筆すべき点である。さらに，REHAB-HF trialの特徴として，介入方法が画期的である事もご紹介する。通常のRCTなどのtrialは頻度（Frequency），強度（Intensity），時間（Time），種類（Type），運動量（Volume），漸増/改訂（Progression/Revision）（FITT-VP）を明確にし，特に強度設定は厳格に行われている事が多い。しかし，REHAB-HF trialでは運動プログラムを個々の身体機能によって各ステージに分け，段階的に難易度が上がるシステムを採用している。個々の能力に配慮しているため，テーラーメイドでありながらシステマティックに運動プログラムが組まれており，フレイルな症例でも比較的導入しやすいプロトコルとなっている（表6）。また，運動負荷も自覚的な疲労度をメインとしており，強度設定として臨床にも汎化しやすい内容となっている。

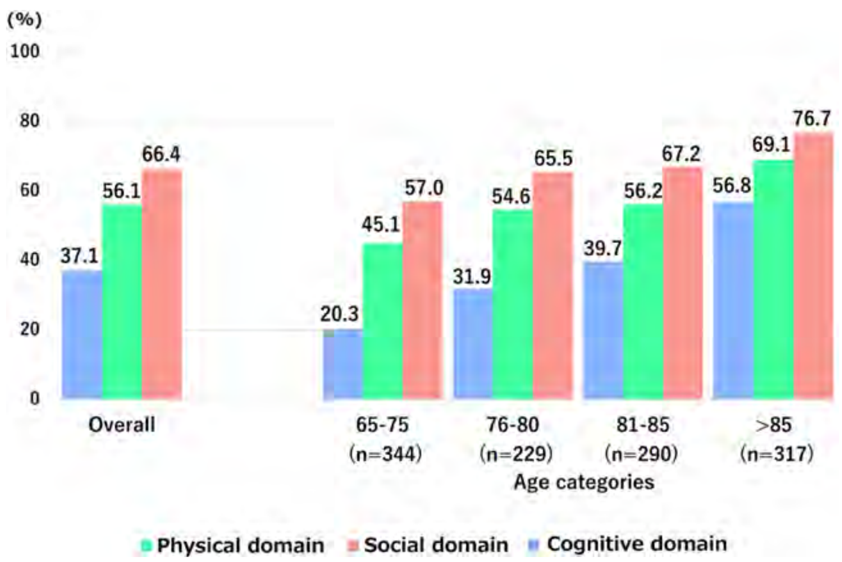

図7　高齢心不全患者の身体的，認知的，社会的フレイルの割合
文献13）より引用．

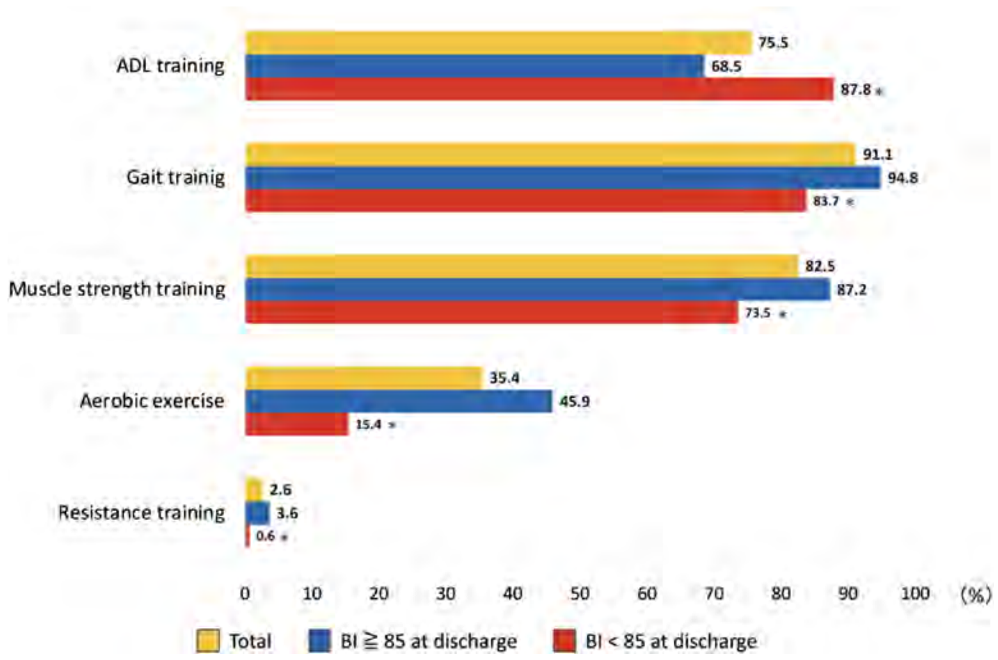

図8　ADL別にみた高齢心不全患者に対する運動療法の内容
文献14）より引用．

段階的な個別運動療法の結果，リハビリテーション介入群はSPPBが2.3点，Fried基準が0.9点の改善を認め，effect size（両群の変化量の差）はSPPBが1.5点であった。層別化分析にて，この介入効果は身体的フレイルがあり，高齢，Heart Failure with Preserved Ejection Fraction（HFpEF）患者で特に効果があったのは特筆すべき点である[16]。特に身体的フレイルの解析についてみると，フレイルがないorプレフレイル症例におけるSPPBのeffect sizeは0.7点（95％信頼区間：−0.1〜1.5）であったのに対して，フレイル症例のeffect sizeは2.1点（95％信頼区間：1.3〜2.8）であった。すなわち，REHAB-HF trialの段階的プログラムを導入するにあたり，フレイル症例には効果的だが，フレイルでない症例に対しては効果が限局的である可能性を考慮する必要がある。なお，REHAB-HF trialの問題点として，このRCTでは27,300例からクライテリアを満たした349例がピックアップされているので，本邦でも臨床応用できるかは今後の課題である。

4.　テーラーメイド型の運動療法以外で考える事

REHAB-HF trialに代表されるようにテーラーメイド型の運動療法を即座に臨床に汎化する事は難しいかもしれない。しかし，その他にも臨床場面に汎化できるアクションは存在する。

表5　メタアナリシス研究の運動療法の内訳

Table 1. Characteristics of the Included Studies, Including Participant Information

	No. studies (%)
Publication year	
1990–1999	5 (7)
2000–2009	21 (29)
2010–2019	32 (44)
≥2020	14 (19)
Duration of follow-up (months)	
<4	13 (18)
4–6	24 (33)
7–9	1 (1)
10–12	10 (14)
>12	12 (17)
Unclear	12 (17)
Sample size (no. participants)	
<31	27 (38)
31–50	17 (24)
51–100	13 (18)
101–500	13 (18)
501–1,000	1 (1)
>1,000	1 (1)
Population characteristics	
Age categories (years)	
40–49	1 (1)
50–59	23 (32)
60–69	35 (49)
70–79	8 (11)
80–89	2 (3)
Not reported	3 (4)
Sex	
Male only	15 (21)
≥50%f male	49 (68)
>50% female	7 (10)
Female only	none
Not reported	1 (1)
BMI (kg/m²)	
<25	3 (4)
25–29.9	27 (38)
30–34.9	13 (18)
≥35	1 (1)
Not reported	28 (39)
LVEF (%)	
<40	42 (58)
40–50	8 (11)
>50	4 (6)
Not reported	17 (24)
Intervention characteristics	
Exercise type	
Aerobic training only	33 (46)
Resistance training only	3 (4)
Aerobic and resistance training	24 (33)
Interval training	7 (10)
Others	5 (7)
Dose of intervention	
Duration (months)	
<3	8 (11)
3–3.9	26 (36)
4–5.9	7 (10)
6–8.9	23 (32)
9–11.9	2 (3)
12–23.9	4 (6)
≥24 months	2 (3)
Frequency	
<3 times/week	23 (32)
2–3.9 times/weeks	35 (49)
≥4 weeks	13 (18)
Not reported	1 (1)
Setting	
Center based only	41 (57)
Home based only	10 (14)
Combination of center and home	21 (29)

(**Table 1** continued the next column.)

BMI, body mass index; LVEF, left ventricular ejection fraction.

表6　REHAB-HF trialにおける段階的な個別運動療法プログラム

	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
筋力 **a）立ち座り**	椅子の端に座り前傾姿勢をとり、両手で押しながら	椅子の端に座り前傾姿勢をとり，腕を伸ばしながら	椅子の後ろ寄りに座り、両腕を組んだ状態で	レベル3と同様に、より速いペースで、または低い位置から
b）段差昇降（前方と側方から）	10cmの段差 *両手、片手、または支持なしで	15cmの段差 *両手、片手、または支持なしで	20cmの段差 *両手、片手、または支持なしで	25cmの段差（負荷有りor無し） *両手、片手、または支持なしで
バランス	足を肩幅に開き、手を前に15cm伸ばして保持する	足を肩幅に開き、手を前に25cm伸ばして保持する	両足を揃えて立ち、15～25cm前方に手を伸ばして保持する	セミタンデム肢位で、15～25cm前方に手を伸ばし、保持する
持久力：連続歩行	合計10分間の短い歩行を繰り返す	合計20分間の短い歩行を繰り返す	合計30分間の短い歩行を繰り返す	連続して20～30分の歩行
移動：歩行訓練	急に停止と開始	歩行時の短時間の加速	素早い方向転換	会話、質問をしているときにすばやく方向転換をする

＊最初はRPE<12、持久力では13（11～15），筋力では15～16

文献16）のプログラムを著者翻訳.

1）定期的な評価

REHAB-HF trialはテーラーメイドなプログラムが注目を浴びやすいが，運動プログラムのステップアップのために定期的な評価を行い，研究チームが途中結果を確認していた事の方が重要である。この定期的な評価は，採血や画像データのように理学療法士にとって重要なメル

クマールであり，結果を可視化して研究チームと現場チームがディスカッションできていることによる貢献が大きい[17)18)]。類似した研究として，循環器病棟に入院した高齢循環器疾患患者を対象としたThe MulTicomponent Acute Intervention in FRail GEriatric PaTients with Cardiovascular Disease Using the Essential Frailty Toolset（TARGET-EFT）trialでは，従来のケアや運動療法を対照群，一方でSPPB，Mini Mental State Examination（MMSE）や貧血，栄養など客観的な評価を行って介入した介入群の2群でQOLならびに入院中のADLを比較した。その結果，secondaryのADL変化量には差がなかったものの，primaryのQOLは介入群で有意な変化を認め[19)]，SPPB得点も改善を認めた[20)]。ここでも重要なのは，評価に基づいた介入を行なっているという点である。評価項目も我々が普段実施している項目であり，いかに日々業務の中で定期的な評価を行い介入方法を決定することが重要であるかを意味している。

2）早期のリハビリテーション介入

近年，集中治療領域を中心により早期からのリハビリテーション開始の有用性を示すデータが発表されている。なかでも集中治療領域を対象とする「重症患者リハビリテーション診療ガイドライン2023」[21)]の発表は貢献度が大きい。Hamazakiらは循環器疾患患者を対象として，ICU入室後24時間以内に医師，看護師，理学療法士で構成されるICUチームで介入を協議し実行した群とそうでない群で傾向スコアマッチングにより検証を行った[22)]。介入群の早期リハビリテーション開始日の中央値は2日，非ICUリハビリテーション群は4日である。その結果，ICUからの早期心臓リハビリテーション導入は歩行自立獲得率を2.04倍，自宅退院率を1.22倍高めることが明らかとなった。同様にDPCデータを用いてICUに入室した急性心不全患者を対象としたIshibashiらの研究によると，心臓リハビリテーションを2日以内に開始した群の方が有意に院内死亡率の減少と入院期間の短縮に寄与していた[23)]。また，konoらは高齢心不全患者を対象として退院後の心血管イベントに関わる因子として患者背景や重症度を調整しても初回歩行開始日までの日数が影響し，そのカットオフは3日であることを報告し[24)]，同様に3日以内のリハビリテーション開始が早期歩行獲得の独立した因子とも言われている[25)]。また2025年に発表されたAcute Phase Intensive Exercise Training in Patients with Acute Decompensated Heart Failure（ACTIVE-ADHF）試験では，早期からの積極的なリハビリテーション介入を実施することによって6分間歩行試験の有意な改善を認めている[26)]。すなわち，病態が安定しているならば，2–3日以内のなるべく早い段階からリハビリテーション介入を行う取り組みが重要である。

まとめ

本稿では，主に高齢心不全患者のフレイルに着目し，現行のガイドラインならびに最新のtrialから臨床応用出来るところについて解説を行った。今後，本邦にて高齢心不全フレイルを対象としたRCT試験[27)]も計画されており，フレイル症例に対するリハビリテーションの整備が期待される。

文　献

1）Kanaoka K, Iwanaga Y, *et al.*: Management and outcomes of acute heart failure hospitalizations in Japan. Circ J. 2024; 88: 1265–1273.
2）Makita S, Yasu T, *et al.*: Japanese Circulation Society/the Japanese Association of Cardiac Rehabilitation Joint Working Group: JCS/JACR 2021 guideline on rehabilitation in patients with cardiovascular disease. Circ J. 2022; 87: 155–235.
3）Ramsey S, Shehatta AL, *et al.*: Extracorporeal life support organization 2024 guideline for early rehabilitation or mobilization of adult patients on extracorporeal membrane oxygenation. ASAIO J. 2025; 71: 187–199.
4）Kraai IH, Vermeulen KM, *et al.*: Preferences of heart failure patients in daily clinical practice: Quality of life or longevity? Eur J Heart Fail. 2013; 15: 1113–1121.
5）Gomes PF, Chacin-Suarez A, *et al.*: Multimorbidity and peak oxygen uptake in patients undergoing cardiac rehabilitation. JAMA Netw Open. 2025; 8: e2461331.
6）Yamamoto S, Yamaga T, *et al.*: Impact of physical performance on prognosis among patients with heart failure: Systematic review and meta-analysis. J Cardiol. 2020; 76: 139–146.
7）田中　伸：心血管理学療法に必要な臨床指標とその意義　運動機能・運動耐容能．理学療法学．2017; 44(Suppl 3): 92–94.
8）Covinsky KE, Pierluissi E, *et al.*: Hospitalization-associated disability: “She was probably able to ambulate, but I’m not sure”. JAMA. 2011; 306: 1782–1793.
9）Takahashi T, Iwata K, *et al.*: Incidence of hospitalization-associated disability in older patients with heart failure. Circ J. 2024; 88: 672–679.
10）Motoki H, Nishimura M, *et al.*: Impact of inpatient cardiac rehabilitation on barthel index score and prognosis in patients with acute decompensated heart failure. Int J Cardiol. 2019; 293: 125–130.
11）Lai HY, Huang ST, *et al.*: The burden of frailty in heart failure: Prevalence, impacts on clinical outcomes and the role of heart failure medications. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2024; 15: 660–670.
12）Ohashi K, Matsue Y, *et al.*: Impact of multidomain frailty on the mode of death in older patients with heart failure: A cohort study. Circ Cardiovasc Qual Outcomes. 2024; 17: e010416.
13）Matsue Y, Kamiya K, *et al.*: Prevalence and prognostic impact of the coexistence of multiple frailty domains in elderly patients with heart failure: The FRAGILE-HF cohort study. Eur J Heart Fail. 2020; 22: 2112–2119.
14）Kono Y, Sakurada K, *et al.*: J-Proof HF Scientific Committee: Real-world evidence of feasible assessment and intervention in cardiovascular physical therapy for older patients with heart failure- Insight from the J-Proof HF of the Japanese Society of Cardiovascular Physical Therapy. Circ Rep. 2024; 6: 441–447.
15）Yamamoto S, Okamura M, *et al.*: Impact of long-term exercise-based cardiac rehabilitation in patients with chronic heart

failure- A systematic review and meta-analysis. Circ J. 2024; 88: 1360–1371.
16) Kitzman DW, Whellan DJ, *et al.*: Physical rehabilitation for older patients hospitalized for heart failure. N Engl J Med. 2021; 385: 203–216.
17) Reeves GR, Whellan DJ, *et al.*: REHAB-HF Trial Investigators: Rehabilitation therapy in older acute heart failure patients (REHAB-HF) trial: Design and rationale. Am Heart J. 2017; 185: 130–139.
18) Pastva AM, Duncan PW, *et al.*: Strategies for supporting intervention fidelity in the rehabilitation therapy in older acute heart failure patients (REHAB-HF) trial. Contemp Clin Trials. 2018; 64: 118–127.
19) Fountotos R, Ahmad F, *et al.*: Multicomponent intervention for frail and pre-frail older adults with acute cardiovascular conditions: The TARGET-EFT randomized clinical trial. J Am Geriatr Soc. 2023; 71: 1406–1415.
20) Ahmad F, Fountotos R, *et al.*: De-frailing intervention for hospitalized cardiovascular patients in the TARGET-EFT randomized clinical trial. Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes. 2023; 9: 482–489.
21) Unoki T, Hayashida K, *et al.*: Committee for the Clinical Practice Guidelines of Early Mobilization and Rehabilitation in Intensive Care of the Japanese Society of Intensive Care Medicine: Japanese clinical practice guidelines for rehabilitation in critically ill patients 2023 (J-ReCIP 2023). J Intensive Care. 2023; 11: 47.
22) Hamazaki N, Kamiya K, *et al.*: Trends and outcomes of early rehabilitation in the intensive care unit for patients with cardiovascular disease: A cohort study with propensity score-matched analysis. Heart Lung Circ. 2023; 32: 1240–1249.
23) Ishibashi T, Kaneko H, *et al.*: Association between early initiation of cardiac rehabilitation and short-term outcomes of patients with acute heart failure admitted to the intensive care unit. Am J Cardiol. 2023; 206: 285–291.
24) Kono Y, Izawa H, *et al.*: Predictive impact of early mobilization on rehospitalization for elderly Japanese heart failure patients. Heart Vessels. 2020; 35: 531–536.
25) Takada S, Kondo T, *et al.*: Early rehabilitation in older patients hospitalized with acute decompensated heart failure: A retrospective cohort study. Am Heart J. 2020; 230: 44–53.
26) Kamiya K, Tanaka S, *et al.*: Effects of acute phase intensive exercise training in patients with acute decompensated heart failure. JACC Heart Fail. 2025; 13: 912–922.
27) Kono, Y, Hamazaki N, *et al.*: Rationale and study design of multicomponent exercise intervention for frail older patients with acutely decompensated heart failure: Pilot of the randomized controlled trial J REHAB-HF trial. Arch Gerontol Geriatr. 2025; 136: 105892.

理学療法学　第52巻第3号　173～182頁（2025年）

総　説

シリーズ　「理学療法における臨床予測ルール（clinical prediction rule）とその適用」

連載第3回　膝関節疾患における臨床予測モデルの適用*

伊藤秀幸[1)]

はじめに

臨床判断とは，理学療法士が臨床の中において，検査・測定や治療方針を選択することを示す。従来の臨床判断には，不確実性や経験則による偏りにより，適切でない臨床判断に至る可能性があった。そのため根拠に基づく理学療法（Evidence-based Physical Therapy）が導入され，理学療法評価においても，検査のカットオフ値を用いイベント発生を確率的に予測することが実施されてきた。そうすることで，検査の追加実施や治療方針の変更など，客観的な臨床判断が可能となってきている。

しかし，単一検査のカットオフ値の問題点として，開発の段階で交絡因子などの影響により予測精度が過小もしくは過大評価される可能性，また単一の検査では予測精度が高くならないことも問題[1)]として挙げられた。その問題点を解決するために，複合検査による臨床予測ルールや臨床予測モデルの活用がなされるようになってきた（本稿ではガイドラインに準じ，臨床予測モデルと呼ぶ）。ただし，臨床予測モデルを使うためには，その仕組み，精度を示す指標，開発におけるガイドラインを理解し，臨床予測モデル研究を正しく評価できることが重要である。さらには，近年，機械学習による臨床予測モデルが多く開発されているため，その特徴を理解することも必要である。

多くの理学療法士は，膝関節疾患の中で変形性膝関節症（Osteoarthritis：以下，膝OA）や人工膝関節置換術後患者に理学療法を実施することが多い。人工膝関節置換術後に機能障害や歩行自立の遅延など不良な転帰に至る患者もおり，不良な転帰を早期に予測し介入することは重要である。人工膝関節術後患者への臨床予測モデルの適用方法を説明するとともに，機能的データを活用するための疾患特異的基準範囲についても紹介する。

本稿では，臨床予測モデルの概要，臨床予測モデルの精度を判断する指標，臨床予測モデルの予測精度が高くなる仕組み，臨床予測モデル研究の検索と評価，膝関節疾患における臨床予測モデルの適用，術前と術後の機能的データを使うことの意義について解説する。

臨床予測モデルの概要

1. 臨床予測モデルとは

臨床予測モデルとは，複数の臨床症状や検査値を組み合わせることで，イベントの可能性を評価するためのツールである。臨床予測モデルには，臨床予測ルール，clinical prediction rule（CPR），診断予測スコアなど様々な呼び方がある。

臨床予測モデルには様々なタイプがあり，代表例をいくつか説明する。まず一つ目はスコアリングシステムである。スコアリングシステムとは，各臨床情報に割り振られたスコアの合計点により，アウトカム発生の可能性を予測するものである。モデルを点数化することにより予測精度が低下することがあるが，臨床現場で用いやすいようにその開発過程で各情報に割り振られるスコアを整数化することで簡易化されているのが特徴である。

二つ目はノモグラム（nomogram）になる。ノモグラムとは，図を用いて各情報に割り振られたポイントの合計点から推定されるイベント発生の確率を可視化するためのツールである。

三つ目は予測確率による予測である。各臨床症状や検査値を臨床予測モデルに代入することで，臨床予測モデルによって計算されたアウトカム発生の確率を知ることができる。臨床予測モデルには様々なタイプのものがあり，より複雑な機械学習の手法を用いたモデルも増えてきている。ただし，多くはロジスティック回帰モデルと呼ばれる統計モデルをもとに開発されている。

---

* Application of Clinical Prediction Model in Knee Joint Disease

1）宝塚医療大学和歌山保健医療学部リハビリテーション学科
（〒640-8392　和歌山県和歌山市中之島2252）
Hideyuki Ito, PhD: Department of Rehabilitation, Faculty of Wakayama Health Care Science, Takarazuka University of Medical and Health Care
キーワード：ロジスティック回帰モデル，機械学習モデル，TRIPOD，疾患特異的基準範囲

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。
© 2025 日本理学療法学会連合

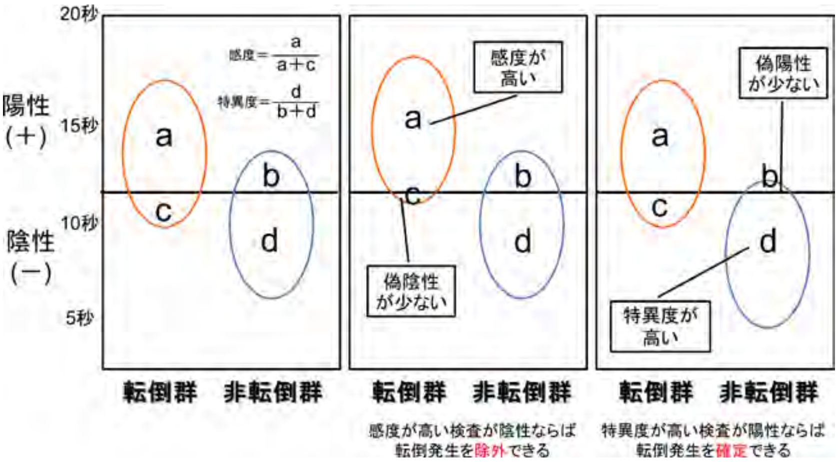

図1　感度・特異度と除外診断と確定診断

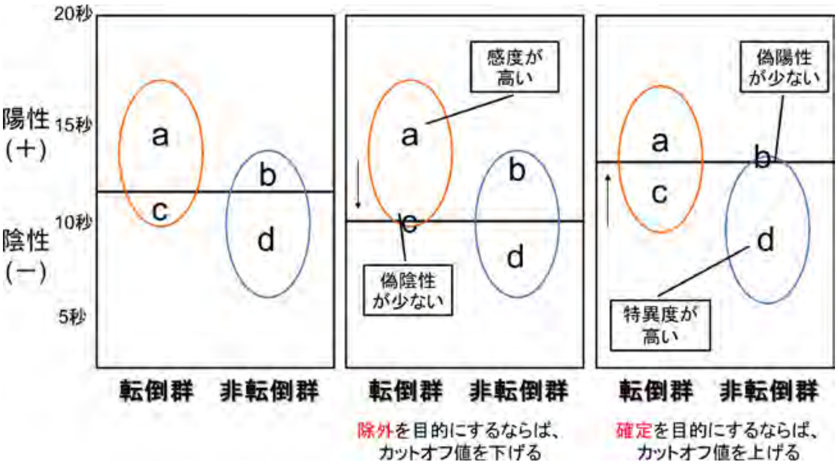

図2　カットオフ値の補正

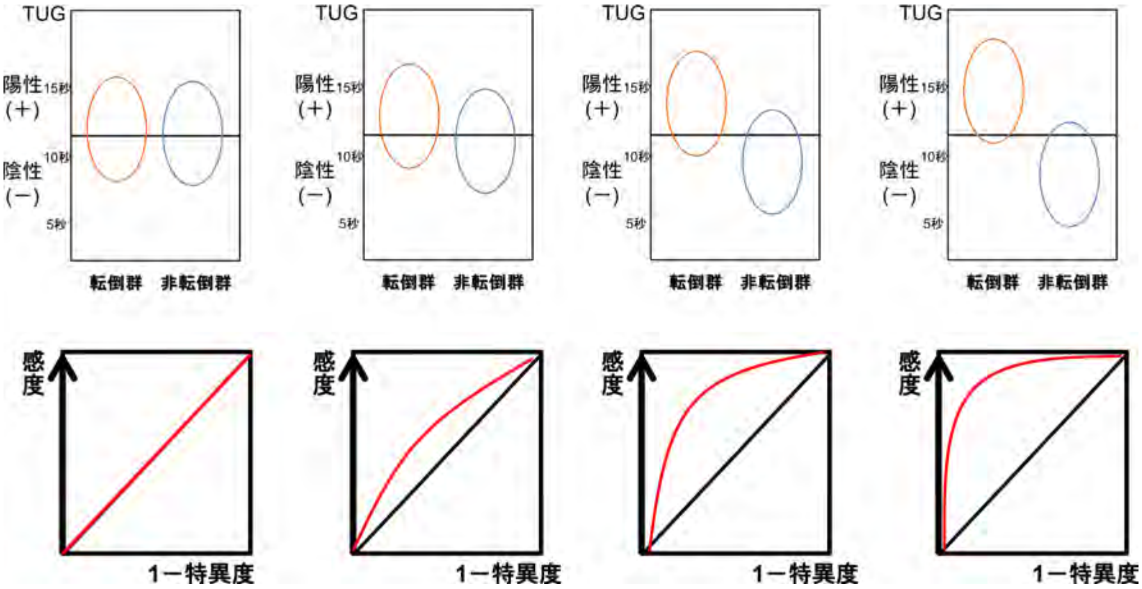

図3　識別能と曲線下面積（AUC：Area Under Curve）

臨床予測モデルの精度を判断する指標

1. 識別能（discrimination）

臨床予測モデルの予測精度の評価には，識別能（discrimination）と較正（calibration）の2つの指標を用いることが推奨されている。識別能とは転倒発生などのイベント発生のあり・なしを見分ける性能のことを示している。統計学的指標として，感度・特異度や

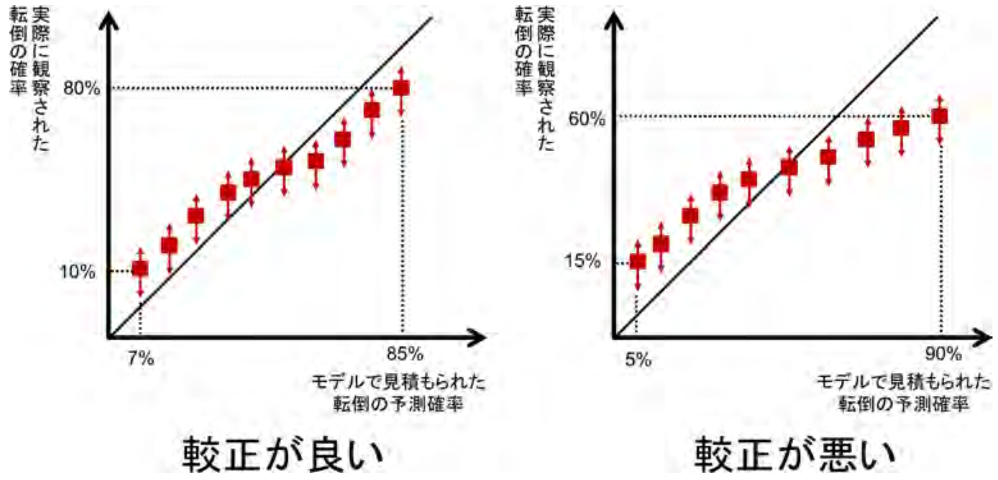

図4　較正とcalibration plot

Receiver Operating Characteristic（以下，ROC）曲線解析の曲線下面積（Area Under Curve：以下，AUC）などが用いられる。感度や特異度などの検査能力は，転倒群と非転倒群のような2群をはっきりと分けられる検査であるほどより高い識別能であることを示しており，感度や特異度も高くなることになる。

感度が高い検査は偽陰性が少ないため，検査陰性ならば転倒発生を高確率に除外でき，特異度が高い検査は偽陽性が少ないため，検査陽性ならば転倒発生を高確率に確定できる（図1）。より除外を目的にしたいのであればカットオフ値を下げることで感度を高め，反対に確定を目的にしたいのであればカットオフ値を上げることで特異度を高める（図2）。

ROC曲線解析とは感度を縦軸に，1−特異度を横軸にとり，各カットオフ値における感度と特異度のポイントを曲線で結んだものである。左上隅のポイントが感度100%・特異度100%になり，そのポイントに最も近い距離のカットオフ値が，感度と特異度の両方ともに高いカットオフ値になる（図3）。ROC曲線を用いた検査精度を評価する手法として，曲線の右下部分の面積をAUCと呼び，AUCは大きいほど予測精度が高いことを示している（図3）。

2.　較正（calibration）

較正（calibration）とは，臨床予測モデルによって予測されるイベント発生の確率が，実際に観察されるイベント発生の確率にどれだけ合致しているかを評価する指標のことである。具体的な評価方法としては，calibration plot（図4）を用いて視覚的に評価することが多い。calibration plotとは，横軸が臨床予測モデルによって見積もられたイベント発生の確率，縦軸が実際に観察されたイベントの発生確率を示す。calibration plotに描かれた曲線が，対角線に近いほどモデルによって見積もられたイベント発生の確率と観察されたイベントの発生確率が一致することを示し，較正がよいと判定する。

そのため識別能のみを報告している臨床予測モデルがあるが十分とはいえない。臨床予測モデルを使用する場合には，モデルによって見積もられるイベント発生の予測確率によって臨床判断を行う。識別能は較正が悪い場合にも良い値を示すことがあるため，較正が良いことを確認してから識別能の良し悪しを判断すべきといえる[2)]。

3.　妥当性検証（validation）

臨床予測モデルの開発研究では，予測精度をモデル作成に使用したデータで評価するが，これは見かけ上の精度であり，臨床予測モデルの真の有用性を評価するには検証研究が必要である。手元に検証のためのデータがない場合に行われるのが，内的妥当性検証（internal validation）である。内的妥当性検証とは，モデル作成に使用したデータを用いて，類似しているが完全に同一ではないデータを作成し，臨床予測モデルの精度を検証する方法である。開発データからランダムに患者を抽出して類似データをつくり出すブートストラップ法などを用いることで予測精度の再現性を評価するものである。そして，別時期や別施設の患者データなどモデル作成に使用していない患者のデータを用いた外的妥当性検証（external validation）が重要であり，それにより予測精度の再現性を評価された臨床予測モデルは真の有用性を評価されたものといえる。

臨床予測モデルの予測精度が高くなる仕組み

1.　単一検査での検査精度

臨床でよく用いられているTimed Up & Go Test（以下，TUG）のカットオフ値13.5秒を例に挙げて，交絡因子と検査性能との関係について説明する。TUGのカットオフ値13.5秒の感度・特異度は87%であることが報告されている[3)]。TUGのカットオフ値から転倒発生の有無を予測しているが，転倒群と非転倒群の年齢を比較する

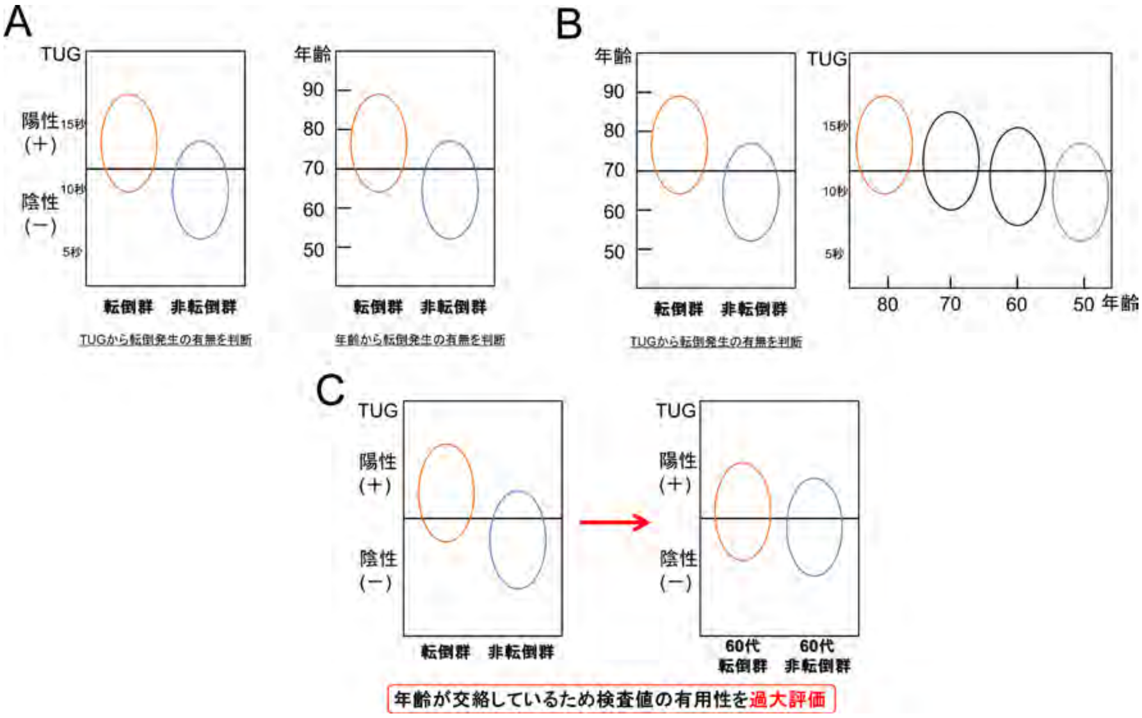

図5 予測精度と交絡現象について

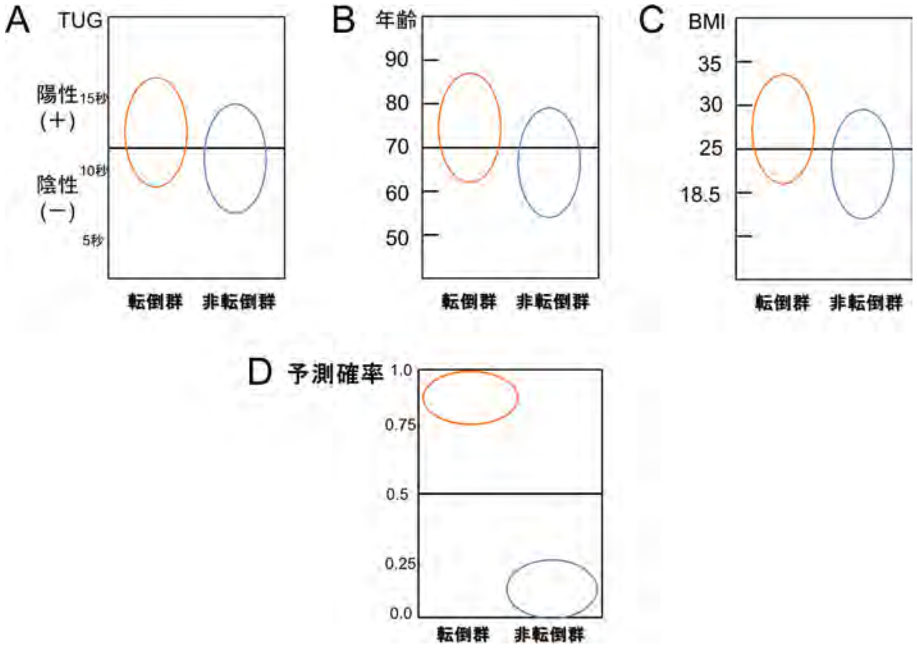

図6 組み合わせ診断の威力について

と，明らかに転倒群の年齢が高い（図5A）。一方，TUGと年齢との関係をみてみると，TUGは年齢が低いほど早く，年齢が高いほど遅くなる（図5B）。TUGの検査性能は年齢を考慮しなければ87％の感度と特異度であるが，例えば転倒群と非転倒群の年齢を60歳代にそろえると，転倒群のTUGは早くなり下側に移動していくことになる（図5C）。すると転倒群と非転倒群の重なる部分が大きくなり，カットオフ値が2群をはっきりと識別することができなくなる。

したがって，年齢が交絡しているために，検査の識別能を過大評価している可能性が高いことになる。TUGのカットオフ値のように，一見，TUGのみで転倒を予測しているようにみえるが，TUGと転倒は見かけ上の関係であり，実はその裏側には年齢という真の要因が影響しているということがある。つまり，単一検査のカットオフ値でイベントの発生を予測することは難しいことが多いのである。

2. 複数の検査を組み合わせた検査精度

転倒群と非転倒群とを識別するためのTUG，年齢，Body Mass Index（以下，BMI）の3つの臨床所見を比較した図を示す。単一検査や単独の所見のみの比較では，転倒群と非転倒群の2群をはっきりと分けられる（図6A–C）識別能は高くはならないことが多い。その場合，ロジスティック回帰モデルと呼ばれる統計モデルによる複数の検査を組み合わせた臨床予測モデルを用いる。図6Dは，TUG，年齢，BMIの3つの所見によるロジスティック回帰分析を実施し，回帰式に各患者の値を代入して求めた予測確率・pにより総合的な識別能を示したものである。

ロジスティック回帰モデルとは，$p=\frac{1}{1+e^{-x}}$（e・ネイピア数は2.718）で表現され，xは，$x=a+b_1TUG+b_2$年齢$+b_3BMI$の回帰式で表される。ロジスティック回帰式に各対象者のTUG，年齢，BMIを代入し，予測確率・pを求める。例えば，3因子を回帰式に代入しxが4の場合，

$$p=\frac{1}{1+2.718^{-4}}\rightarrow p=\frac{1}{1+\frac{1}{2.718^{4}}}\rightarrow p=\frac{1}{1+0.018}\rightarrow p=0.98$$

予測確率は98％となり，その確率は3因子の総合点を示した値になる。

TUGが10秒の患者とTUGが20秒の患者では識別能は大きくはならないのに対し，TUG10秒・60歳・BMI20の患者とTUG20秒・70歳・BMI30の患者による予測確率は大きく乖離することになる（図6D）。このように，単一検査による識別能に比べ，ロジスティック回帰モデルによる組み合わせ診断の威力がいかに高いかが分かる。

臨床予測モデル研究の検索と評価

1. 臨床予測モデル論文の検索

臨床で臨床予測モデルを適用するためには，臨床予測モデル研究を検索し，その研究を評価することが必要になる。臨床予測モデル研究のガイドラインにTransparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis Or Diagnosis（以下，TRIPOD）が報告されている[4)5)]。そして，臨床予測モデル研究の検索には，臨床予測モデル研究の枠組みであるTRIPODを応用して，T：Type of study, R：Research objectives, I：Index model, P：Patient, O：Outcome, D：Diagnostic performanceがよく用いられる[6)]。これにより臨床疑問を定式化し，まずは臨床で対峙している患者（Patient），使用する検査（Index model），イベント発生（Outcome）をキーワードにし，論文検索サイトを用いて論文を検索すると適用したい臨床予測モデル研究を見つけやすい。

2. 臨床予測モデル研究の評価

臨床予測モデルを適用する上で，検索した研究論文を評価する必要がある。基本的な内容は，本特集の『理学療法における臨床予測ルールの役割と臨床適用』の中の先行研究の批判的吟味の項に詳しく記載されている。本項では，ガイドラインのTRIPODに準じ，より臨床予測モデル研究の評価に特異的な項目を挙げて説明をしていく。

はじめにItem3aの『医学的文脈と多変量予測モデルを開発または検証する意義を説明できている』について説明する。論文が開発を目的にしたものか，開発後の外的妥当性の検証を目的にした論文であるか確認し，開発や妥当性検証の意義について評価する必要がある。

次に臨床予測モデルの開発研究論文を評価する項目について説明する。開発研究の場合，Item10aの『解析に際して予測変数をどのように扱ったか記載する』が重要になる。連続変数を2値化やカテゴリー化した場合，境界値の根拠が提示されているかが重要になる。理由としては，境界値を何処に置くかによって予測精度が大きく影響を受けることが挙げられる。またロジスティック回帰モデルの場合，ロジスティック回帰モデルの前提条件となる連続変数と$\log(p/1-p)$・logオッズとの関係が線形であるかが提示されているかも重要となる。

次にItem10bである『臨床予測モデルのタイプ，モデルの開発過程（予測変数の選択を含む），internal validationの方法を明記する』について説明する。前述したように，臨床予測モデルのタイプには，スコアリングシステム，ノモグラム，予測確率による臨床予測モデルがある。タイプにより精度や簡便性など長所や短所が異なることに注意が必要である。

また予測変数の選択方法について評価をする。予測変数は先行研究や臨床的知識から選択をする方法と統計学的に変数選択をする方法がある。先行研究や臨床的知識から選択する方法は，それらに基づいて予測変数を絞り込み，全てをモデルに含める方法であり，絞り込みの基準は臨床現場での使い勝手を考えると，予測因子の数は少ないほど利便性が良い。いかに予測精度が高いとしても，非常に高額であり限られた施設でしか測定できないような検査を予測変数として含む予測モデルは臨床で使用しにくい。統計学的に変数選択をする方法には，前述したように単一検査の単変量解析による選択は推奨されていない。ロジスティック回帰分析による変数選択は，まず全ての予測変数の候補をモデルに投入し，そこからp値を基準に予測に重要な変数を減らしていく変数減少法（backward variable selection）が推奨される。またp値でなく赤池情報量基準（Akaike's information criterion: AIC）が最も小さくなるように変数を除外していく方法も推奨されている。

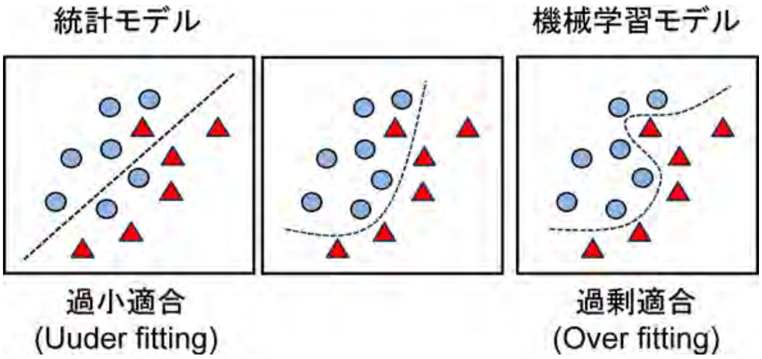

図7　統計モデルと機械学習モデル

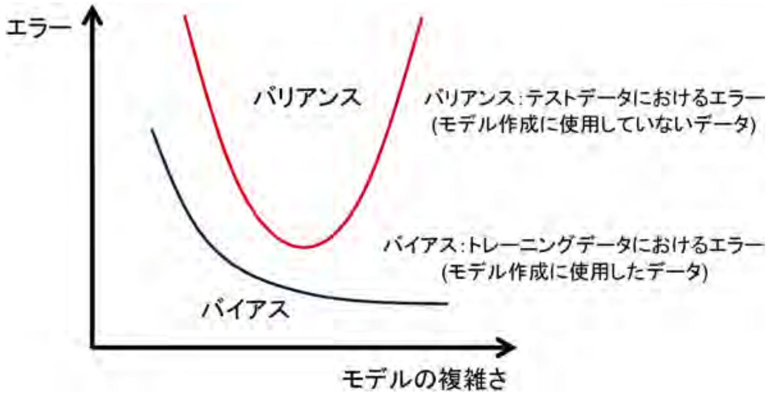

図8　モデルにおけるバリアンスとバイアス

内的妥当性検証についても評価する必要がある。内的妥当性検証では，モデル作成に使用したデータを用いて，少し異なるデータをつくり出し，臨床予測モデルの精度の再現性を評価することになる。少し異なるデータをつくり出す方法には，ブートストラップ法とcross-validation法が用いられる。いずれの方法であっても内的妥当性の検証がされているか評価をする必要がある。

Item15aである『個人におけるリスクの推定を可能とする臨床予測モデルの情報を提示する』について説明する。臨床予測モデルの全ての係数と定数項を提示されていることにより，目の前の患者の検査値を代入することで，個人の予測確率を基にリスクの推定が可能となる。Item10dである『モデルの性能を評価，または比較するために使用した全ての指標を明記する』と，Item16である『臨床予測モデルの性能を示す指標を信頼区間とともに報告する』について説明する。臨床予測モデルの指標であるAUCなどの識別能やcalibration plotなどの較正に関する指標が報告されているのかを確認し，その値と信頼区間も確認することで臨床予測モデルの精度を評価することができる。

次に臨床予測モデルの外的妥当性の検証研究を評価する項目について簡潔に説明する。別時期や別施設の患者データなどのモデル作成に使用していない患者のデータを用いた検証研究である外的妥当性検証が重要であり，それにより予測精度の再現性を評価された臨床予測モデルは真に有用なものである。そのため，Item10c, Item12, Item13c, Item17の項目にあるように，開発データによる臨床予測モデルと別施設の患者データにて開発された臨床予測モデルの患者セッティングや予測因子，予測精度の違いなどを比較することも重要となる。

3. 統計モデルと機械学習モデルの評価

近年，臨床予測モデルには，統計モデルに加えて機械学習モデルにより開発されたモデルが増加している。また機械学習モデルによるガイドラインであるTRIPOD+AI[7]も発表され，機械学習モデル研究の評価や特徴の違いを理解することは重要である。まずは，ロジスティック回帰モデルなどの統計モデルの特徴を説明する．統計モデルの長所としては，モデルの複雑性はシンプルで解釈しやすく，過剰適合（overfitting）のリスクが低い（図7）。短所としては，正規性や線形性などの強い仮定が必要となることが挙げられる。

一方，ニューラルネットワークやRandom Forestなどの機械学習モデルの長所としては，正規性や線形性などの仮定が少なく，モデル選択はデータ主導であるため，開発者が仮説を立案する必要が少ない。短所としては，モデルが複雑であることと，過剰適合のリスクが高いことが挙げられる（図7）。

さらに臨床予測モデルにおけるバイアスとバリアンスの視点からの違いを説明していく。バイアスとは，モ

デル作成に使用したデータにおけるエラーで誤分類を示す。それに対して，バリアンスは，モデル作成に使用していないデータにおけるエラーを示す。図8は横軸がモデルの複雑さ，縦軸がエラーを示している。機械学習のようにモデルを複雑にすると，モデル作成に用いたトレーニングデータでは，予測精度が高くなるためバイアスが下がる。しかし，一定よりモデルを複雑にしてしまうと，モデル作成に用いていないテストデータではエラーが増えてしまう（図8）。これがモデルを複雑にするほど過剰適合が発生する理由になる。そのため開発データをほどよく複雑で，他で使っても良い性能の臨床予測モデルであることが大切である。これらの統計モデルと機械学習モデルの違いと特徴を理解した上で臨床に適用する必要がある。特に機械学習を適用する場合は，過剰適合が発生するリスクが高いため，外的妥当性検証が重要となる。さらには，TRIPOD+AIのItem22に『第三者による評価および実装を可能にするために，臨床予測モデルの選択の詳細を提供するべき』とある。機械学習に

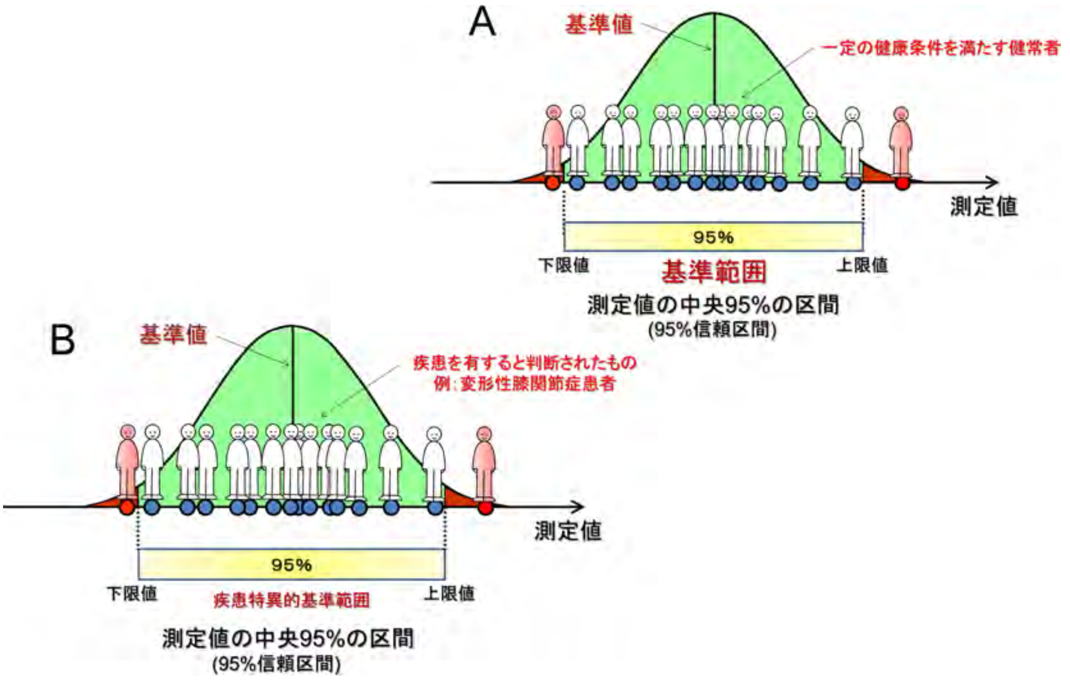

図9　基準範囲と疾患特異的基準範囲

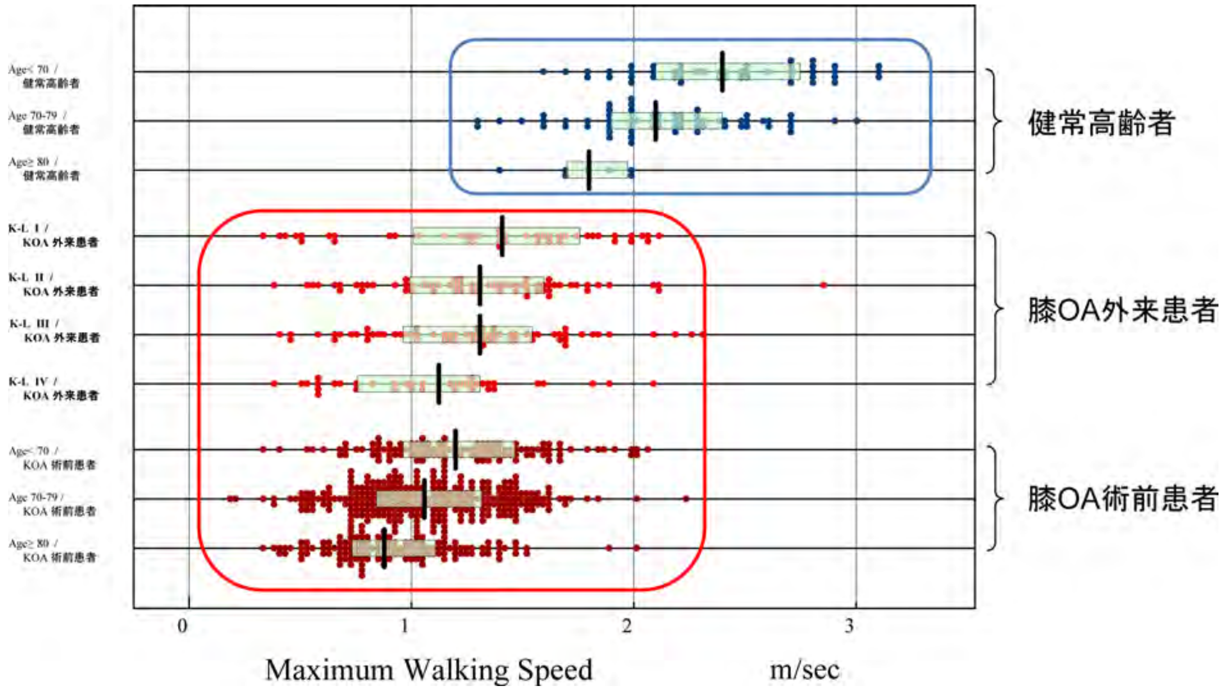

図10　健常者と変形性膝関節症患者の最大歩行速度

文献番号14）15）より引用.

おいてはモデルを示すことができないため，統計のコードや統計ソフトから出力されたオブジェクトが作られているかなどを評価することが重要である。

膝関節疾患における臨床予測モデルの適用

膝関節疾患における臨床予測モデルの適用について，人工膝関節置換術後患者への臨床応用を例に説明をする。臨床予測モデルの適用で不良な転帰に至るリスク者を同定していくことになるが，術後の不良な転帰にはいくつかの要因が考えられ，1. 術後の深部静脈血栓症，2. 膝関節の機能障害，3. 歩行障害などの日常生活動作（Activities of Daily Living: 以下，ADL）低下などが挙げられる。

はじめに人工膝関節置換術後の深部静脈血栓症のリスクに対する臨床予測モデルの適用について説明する。Nemeth ら[8]が年齢，性別，BMI，術前1年以内の疾患，疾患の既往歴により，術後の深部静脈血栓症の予測確率を算出する臨床予測モデルを開発している。臨床予測モデルの識別能は高くはないものの，calibration plot を確認すると，血栓症の発生率にあたる0–2% 前後の較正が高いため有用な臨床予測モデルといえる。臨床応用としては臨床予測モデルにより予測確率を算出し，深部静脈血栓症のリスクを除外できない場合は，追加でエコーや精密検査の実施を医師に相談すること，そして足関節運動や間欠的空気圧迫法などの血栓症予防策を注意深く実施していくことが必要となる。

次に術後リハビリテーションを実施する上で，術前機能から術後の機能障害の回復を予測することは重要であり，その際の臨床予測モデルの適用について説明する。天野ら[9]は，人工膝関節置換術2週後に，膝関節可動域の回復が良好な患者を予測するモデルをスコアリングシステムにて開発した。予測因子には杖使用の有無，膝関節伸展可動域≧−15度，膝関節屈曲可動域≧125度，TUG<11.2秒が抽出され，総得点≧8点の場合，陽性尤度比が10以上であると報告した。臨床応用としては，外来理学療法の実施状況にもよるが，術前の理学療法により修正可能な因子である関節可動域制限を改善させておく必要がある。また回復の不良が予測される場合は，通常のクリニカルパスに示された理学療法に加えて，実施頻度や入院リハビリの期間に検討を加えることも必要となる。

さらに術後リハビリテーションを実施する上で，ADL である退院時点での歩行能力の回復を予測することは重要である。Kuwahara ら[10]は，退院時点でのTUG が11秒以上を歩行制限ありと定義し，機械学習の決定木分析による臨床予測モデルを開発した。

予測因子にはmodified Gait Efficacy Scale，年齢，術側の膝痛，非術側の膝伸展可動域，恐怖回避思考の評価尺度であるTampa Scale for Kinesiophobia が抽出された。この臨床予測モデルの識別能は特異度98.7%，陽性尤度比は37.5, AUC は0.85 であるため，イベント発生を高確率に確定的に予測できる。臨床応用としては，TUG はバランス能力の指標であるため，追加で重心動揺計などの精密検査を実施するなどの臨床判断に加えて，予測因子の中で修正可能な術側の膝痛や非術側の膝伸展可動域には，術前リハビリテーションから積極的に介入することが必要となる。

さらに退院時点に加えて術後長期での歩行制限を予測することも重要となる。Pua ら[11]は，術前のBMI，歩行制限，反対側の膝痛，松葉杖の使用，術後4週目の歩行速度の5因子による術後6ヶ月の歩行制限の有無を予測するノモグラムを開発した。術後4週目の歩行速度を評価できた時点で，術後6ヶ月の歩行制限の有無を予測し，外来リハビリの必要性や回復期病棟への転棟などの

表1　変形性膝関節症の外来患者の疾患特異的基準範囲

膝伸展筋力

	性別	n	基準範囲 下限値	基準値	上限値
健常高齢者	All	120	0.37	1.16	2.00
膝OA-外来患者	All	202	0.27	0.78	1.83
	M	43	0.27	1.19	2.09
	F	159	0.27	0.72	1.54
膝OA-術前患者	M	124	0.25	0.91	1.88
	F	404	0.20	0.65	1.36

膝屈曲筋力

	性別	n	基準範囲 下限値	基準値	上限値
健常高齢者	All	120	0.21	0.49	0.93
膝OA-外来患者	All	201	0.13	0.44	0.91
	M	43	0.18	0.58	1.20
	F	158	0.13	0.41	0.79
膝OA-術前患者	M	121	0.14	0.45	0.88
	F	403	0.11	0.34	0.79

膝伸展ROM

	K-L class	n	基準範囲 下限値	基準値	上限値
健常高齢者	All	120	-10	0	0
膝OA-外来患者	All	202	-15	-5	0
膝OA-術前患者	All	545	-30	-5	0

膝屈曲ROM

	K-L class	n	基準範囲 下限値	基準値	上限値
健常高齢者	All	120	120	150	160
膝OA-外来患者	All	202	95	130	150
	Ⅰ・Ⅱ	112	105	135	150
	Ⅲ・Ⅳ	90	95	125	140
膝OA-術前患者	All	545	90	125	150

表２　人工膝関節置換術後患者の術前・術後の疾患特異的基準範囲

TUG 快適

	性別	年齢	n	基準範囲 下限値	基準値	上限値
健常高齢者	All	All	118	5.1	6.5	8.6
術前患者	All	-69	118	7.6	11.2	20.6
	All	70-79	281	8.0	12.9	24.8
	All	80-	140	8.9	15.5	33.6
術後患者	All	-69	119	8.1	12.3	27.4
	All	70-79	279	9.2	15.2	37.2
	All	80-	140	10.3	18.7	38.6

TUG 最大

	性別	年齢	n	基準範囲 下限値	基準値	上限値
健常高齢者	All	All	119	3.9	5.0	7.2
術前患者	All	-69	118	5.9	8.7	17.0
	All	70-79	279	6.4	10.3	18.3
	All	80-	138	6.7	12.6	23.4
術後患者	All	-69	118	6.4	9.9	20.1
	All	70-79	279	7.7	12.2	29.1
	All	80-	139	8.0	15.0	28.1

Maximum Walking Speed

		性別	年齢	n	基準範囲 下限値	基準値	上限値
健常高齢者		All	All	120	1.50	2.20	3.13
術前患者		All	-69	120	0.60	1.22	2.03
		All	70-79	285	0.45	1.07	1.73
		All	80-	140	0.43	0.90	1.59
術後患者	UKA	All	All	104	0.55	1.00	2.01
	TKA-MIS	All	All	342	0.37	0.89	1.61
	TKA-Cnv	All	All	99	0.27	0.74	1.47

膝伸展筋力

	性別	n	基準範囲 下限値	基準値	上限値
健常高齢者	All	120	0.37	1.16	2.00
術前患者	M	124	0.25	0.91	1.88
	F	404	0.20	0.65	1.36
術後患者	M	127	0.20	0.57	1.46
	F	417	0.14	0.40	0.82

膝屈曲筋力

	性別	n	基準範囲 下限値	基準値	上限値
健常高齢者	All	120	0.21	0.49	0.93
術前患者	M	121	0.14	0.45	0.88
	F	403	0.11	0.34	0.79
術後患者	M	126	0.13	0.34	0.79
	F	416	0.09	0.26	0.61

膝伸展ROM

	性別	n	基準範囲 下限値	基準値	上限値
健常高齢者	All	120	−10	0	0
術前患者	All	545	−30	−5	0
術後患者	All	545	−20	−5	0

膝屈曲ROM

	性別	n	基準範囲 下限値	基準値	上限値
健常高齢者	All	120	120	150	160
術前患者	All	545	90	125	150
術後患者	All	545	85	115	140

臨床判断に活用ができる。また術前や入院期間中より BMIや反対側の膝痛への介入は当然必要となる。

術前と術後の機能的データを使うことの意義

1. 基準範囲と疾患特異的基準範囲とは

術前と術後の関節可動域，筋力，歩行能力などの値を臨床予測モデルに代入し，退院時や長期のイベント発生を予測できることは前述した。ここでは臨床予測モデルに加えて，術前・術後の機能的データを測定した際に，病期別などに層別化された疾患特異的基準範囲の活用について説明する。

検査の基準範囲は，いずれも健常者の測定値の平均値や標準偏差（standard deviation: 以下，SD）の形で設定されている。各測定値の分布が正規分布であれば基準値は測定値の平均値により，測定値の中央95%の区間を示す基準範囲は，平均値±1.96×SDとして上限値と下限値が設定される（図9A）。簡潔に表現するため平均値±2×SDとされることもある。仮に分布型が歪んでいる場合は，パラメトリック法による平均値とSDによる基準範囲の計算に用いることはできないが，分布型に対応したパラメトリック法[12)13)]も考案され，広く採用されてきている。

基準範囲は測定値を読むための『ものさし』の役割である。『ものさし』である基準範囲との相対的位置から，患者の測定値の意味付けが容易となる。健常者により設定された基準範囲は重要ではあるが，健常者と患者との測定値には乖離が大きいことが多い。そのためまずは疾患特異的基準範囲を『ものさし』に，目前の患者の測定値を解釈すると良いであろう。疾患特異的基準範囲とは，基準値と基準範囲はいずれも健常者の測定値から設定されるのに対し，運動機能障害を有する患者の測定値から設定されたものである。疾患特異的基準値は患者の測定値の平均値により，平均値±1.96×SDにより上限値と下限値が設定される（図9B）。

2. 変形性膝関節症患者の疾患特異的基準範囲

臨床で基準範囲を使用する際に，それらの特性を理解して用いることは重要である。例えば臨床で膝OA患者の最大歩行速度を測定したとする。前述のとおり基準範囲は測定値を読むための『ものさし』の役割であり，『ものさし』との相対的位置から測定値の意味付けが容易となる。しかし，健常者により設定された基準範囲を用いて，患者の測定値の良し悪しを判断しようとすると，患者との測定値と乖離が大きすぎることが多い（図10）。そのため臨床においては，まずは膝OAに特異的な基準範囲を『ものさし』に，目前の膝OA患者の運動機能が

上限値–下限値のどの位置にあたるかを評価すると良い。そして患者の運動機能改善にともない，使用する『ものさし』を疾患特異的基準範囲から健常者により設定された基準範囲に変更していくと良い。

我々は多施設共同研究により膝OAの外来患者を対象に重症度別に層別化した膝機能に関する疾患特異的基準範囲[14)]を開発し（表1），また人工膝関節置換術後患者を対象に，術式により層別化された疾患特異的基準範囲[15)]を開発した（表2）。外来患者により設定された疾患特異的基準範囲と比較することで，外来理学療法の適応やOAの進行予防効果の指針として活用できる。また通常の回復過程をたどった術後患者により設定された疾患特異的基準範囲と比較することで，通常の回復過程から逸脱した患者を明らかにするのに役立つ。さらに性別，年齢，術式などの検査値を変動させる要因別に層別化された回復指標は，個々の患者に合わせた周術期リハビリテーションの指標として役立てることができる。

おわりに

臨床で膝関節疾患患者に臨床予測モデルを適用するために，臨床予測モデルの概要や指標などを解説した。それらの知識を基に予測モデル論文の評価方法を説明し，膝関節疾患患者に予測モデルをどのように活用するのかを解説した。さらには，基準範囲を用いた術前後の機能的データの活用方法を追記した。本稿が，多くの理学療法士の臨床判断の一助になれば幸いである。

文　献

1）Harrell FE: Regression modeling strategies: With applications to liner models, logistic regression and survival analysis. Springer, New York, 2015, pp. 63–102.
2）Van Calster B, McLernon DJ, *et al.*: Topic Group ‘Evaluating diagnostic tests and prediction models’ of the STRATOS initiative: Calibration: The achilles heel of predictive analytics. BMC Med. 2019; 17: 230.
3）Shumway-Cook A, Brauer S, *et al.*: Predicting the probability for falls in community dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. Phys Ther. 2000; 80: 896–903.
4）Collins GS, Reitsma JB, *et al.*: Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD). Ann Intern Med. 2015; 162: 735–736.
5）Moons KG, Altman DG, *et al.*: Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): Explanation and elaboration. Ann Intern Med. 2015; 162: 1–73.
6）Kataoka Y, Yamamoto S, *et al.*: A novel approach of understanding prediction models: TRIPOD framework. J Gen Fam Med. 2017; 18: 319–320.
7）Collins GS, Moons KGM, *et al.*: TRIPOD＋AI statement: Updated guidance for reporting clinical prediction models that use regression or machine learning methods. BMJ. 2024; 385: e078378.
8）Nemeth B, Smeets M, *et al.*: Development and validation of a clinical prediction model for 90-day venous thromboembolism risk following total hip and total knee arthroplasty: A multinational study. J Thromb Haemost. 2024; 22: 238–248.
9）Amano T, Tanaka R, *et al.*: Clinical prediction rule for early recovery of knee range of motion after total knee arthroplasty: A prospective cohort study. Phys Ther Res. 2020; 23: 202–208.
10）Kuwahara K, Kato T, *et al.*: Development of a clinical prediction rule for mobility status at discharge in patients with total knee arthroplasty: Using a decision tree model. J Orthop Sci. 2024; 29: 1451–1455.
11）Pua YH, Seah FJ, *et al.*: Development of a prediction model to estimate the risk of walking limitations in patients with total knee arthroplasty. J Rheumatol. 2016; 43: 419–426.
12）Ichihara K, Ozarda Y, *et al.*: Committee on Reference Intervals and Decision Limits, International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine: A global multicenter study on reference values: 1. Assessment of methods for derivation and comparison of reference intervals. Clin Chim Acta. 2017; 467: 70–82.
13）Ichihara K, Yamashita T, *et al.*: Critical appraisal of two Box-Cox formulae for their utility in determining reference intervals by realistic simulation and extensive real-world data analyses. Comput Methods Programs Biomed. 2023; 242: 107820.
14）Ito H, Amano T, *et al.*: Reference intervals for knee functions specific to outpatients with knee osteoarthritis: A cross-sectional study. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2024; 16: 113.
15）Ito H, Ichihara K, *et al.*: Determination of reference intervals for knee motor functions specific to patients undergoing knee arthroplasty. PLoS One. 2021; 16: e0249564.

《　投稿規定　》

1.「理学療法学」の目的

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

2. 記事の種類

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

3. 投稿者の資格

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

4. 投稿原稿の条件

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

5. 投稿承諾書

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

6. 利益相反

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

7. 著作権と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/kenkyujigyou/i-kenkyu/index.html）

附則
1. 本規定は，令和4年1月1日に遡って施行する。
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	島田　裕之					
副編集委員長	神津　　玲	榊間　春利	菅原　憲一	対馬　栄輝	橋立　博幸	
編集委員	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
	野嶌　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	明﨑　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　和大	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	烏野　　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	髙木　　聖
	高倉　保幸	高取　克彦	髙見　彰淑	田中　貴子	田中　　亮	田辺　茂雄
	谷口　匡史	田畑　　稔	田平　一行	堤本　広大	椿　　淳裕	鶴崎　俊哉
	冨田　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	宮﨑　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52巻第3号が発行されました．本号では，3編の原著論文，1編の短報，1編の症例報告，1編のスコーピングレビュー，そして2編の総説を掲載しています．基礎的内容から教育的内容，さらには臨床における先端的な内容まで，多岐にわたるテーマを取り上げています．各論文は，それぞれの専門分野において最新かつ示唆に富む知見を提供しており，読者の皆様にとって学術的深化に資する情報源となることと確信しております．

原著論文は3編で，各論文は臨床的課題に基づく興味深い成果を報告しています．奥村論文では，肩甲下筋断裂を併発した症例における鏡視下腱板修復術後5週の下垂位外旋可動域と術後12ヶ月の治療成績の関係が検討され，術後早期の外旋可動域を制限することが再断裂予防に有用である可能性が示唆されました．石﨑論文は，若手理学療法士を取り巻く職場の心理的安全性と働く意欲，ストレスとの関係性を明らかにし，心理的安全性に影響を与える要因を示唆しています．禹論文では，日本の理学療法関連学術誌における生成人工知能利用規定の現状と課題を分析し，倫理指針の整備の必要性を強調しました．短報の中口論文では，要介護高齢者のBarthel Index（BI）悪化確率に基づく訪問リハビリテーション頻度の意思決定曲線分析が行われ，BI悪化確率が高い患者ほど，複数回の訪問リハの臨床利益が高い可能性が示されました．

スコーピングレビューの宮﨑論文では，整形外科領域の脊椎疾患患者におけるウェアラブルセンサーで計測した加速度を用いた歩行分析に関する研究結果が系統的にマッピングされ，確立された指標はなく，現状と今後の研究の必要性が示されました．症例報告の川淵論文では，足部疼痛を有する複合性局所疼痛症候群症例に対し，リアルタイム超音波画像フィードバックと運動療法の併用が症状改善に対して効果的な手段の1つであることが示唆されました．

また，総説は山本先生と伊藤先生よりご寄稿いただきました．山本先生の「高齢心不全患者に対するテーラーメイド型運動療法」では，高齢心不全患者における心臓リハビリテーションの現状と個別化された運動療法の重要性について解説されています．伊藤先生の「膝関節疾患における臨床予測モデルの適用」では，理学療法における臨床予測モデルの意義，開発，および適用について要点をわかりやすく解説いただきました．

これらの論文は，理学療法学領域における学術的知見の集積に貢献する貴重な成果であると認識しております．引き続き「理学療法学」への投稿をお待ちしております．

（前田慶明）

理　学　療　法　学

第52巻　第3号

2025年6月20日　発行

編集
発行　一般社団法人 日本理学療法学会連合

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

印刷・製本　株式会社国際文献社

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

Physical Therapy Japan
2025 vol.52 No.3 117-185