ISSN 2436-8075

運動器理学療法学

Journal of Musculoskeletal Physical Therapy

日本運動器理学療法学会機関誌
2024 Vol.4 No.1

運動器理学療法学　第 4 巻第 1 号

目　次

エディトリアル

運動器理学療法に焦点を当てた質の高いエビデンス構築にむけて
…… 加藤　浩 … 1

研究論文（原著）

小殿筋萎縮の程度は前方侵入法による人工股関節全置換術後 3 ヵ月の Japanese Forgotten Joint Score-12 と関連する
…… 渋谷悠太　平尾利行　妹尾賢和　老沼和弘　三浦陽子　白土英明 … 3

人工股関節全置換術後早期における歩行時の自覚的脚長差に関連する因子
…… 川端悠士　菊谷優紀子　山下奈津美　平田健司　木村光浩 … 10

上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後早期における肩関節屈曲および外転可動域の経時的変化と上腕下垂位外旋可動域との関連性
…… 鳥井泰典　泉　清徳 … 19

軽度中枢性感作関連症状を伴う変形性膝関節症患者の身体的および心理的特性
…… 廣津　昂　安彦鉄平　村田　伸　末原　洋　河端博也 … 28

中枢性感作が肩腱板修復術後の CRPS 様症状の発症を予測する
…… 川井誉清　中嶋良介　中嶋芳乃　水飼優宏　荻野修平　石毛徳之 … 36

鏡視下上方関節包再建術後における移植腱断裂に関連する術前要因
…… 宮内秀徳　佐久間孝志　関口貴博　星加昭太　松木圭介　高橋憲正 … 43

人工膝関節全置換術後症例における階段昇降練習開始の是非を判定する目的での片脚スクワットテストの有用性
…… 三上達也　浮城健吾　大森啓司　川井柚葉　三浦浩太　館山　唯
高橋大河　扇谷恭輔　井上貴博　吉田俊教　大越康充 … 52

運動器理学療法学　第 4 巻第 1 号　1 ～ 2 頁（2024 年）

エディトリアル

運動器理学療法に焦点を当てた質の高いエビデンス構築にむけて*

加藤　浩[1)#]

緒　　言

2024 年は 6 年に一度のトリプル改定の年で，新しい報酬基準に基づき 6 月 1 日から運用が開始されている。診療報酬改定のプロセスは，厚生労働省の診療報酬調査専門組織である医療技術評価分科会が中心に総合的な評価を行い，最終的に中央社会保険医療協議会（中医協）が可否を決定する。ここで重要なのは報酬改定では，学会等が作成する診療ガイドライン等に基づく評価が中心に行われており，特に有効性や効率性についてのエビデンスレベルは，ランダム化比較試験（Randomized Controlled Trial：以下，RCT）を用いたメタ解析が最も質が高いとされていることである。つまり，報酬改定でプラスの評価をされるためには，質の高いエビデンスを国に示すことが重要である。本稿では，運動器理学療法に焦点を当てた質の高いエビデンスを構築するための課題について私見を述べる。

理学療法ガイドラインからみたエビデンスの現状

2021 年に公益社団法人日本理学療法士協会監修のもと理学療法ガイドライン第 2 版が出版され，現在の理学療法における最新のエビデンスが集積された。このガイドラインでは，臨床場面で重要度の高い臨床課題（Clinical Question：以下，CQ）において，理学療法士と患者が意思決定を共有するために，益と害のバランスを考慮した「推奨の強さ（強く推奨・弱く推奨・条件付きで推奨・推奨しない）の 4 段階」と，それを支持する「エビデンス総体（エビデンスの強さ）（強い・中程度・弱い・非常に弱い）の 4 段階」の評価が示されている。その中で，一般社団法人日本運動器理学療法学会（以下，運動器学会）が作成に関与した障害別ガイドラインの CQ の多くは，推奨の強さが「条件付推奨」，エビデンスの強さが「弱い」から「非常に弱い」と評価されており，これにより今の運動器理学療法における課題がある意味で明確となった。

今後のエビデンス構築に向けた課題

運動器理学療法におけるエビデンス構築のためには，まず，理学療法士が実際の臨床に即した CQ とアウトカムを設定した研究を推進し，良質なエビデンスを蓄積していくことが重要と考える。例えば，研究デザインにおいて，介入方法を単に理学療法とするのではなく，具体的な運動療法や物理療法を示すことで，治療方法の効果を正確に比較することが可能となる。また，運動療法の効果についても短期効果と長期効果を区別するための基準を明確に設定することで，治療の持続性や効果の持続時間など，より具体的な結論を導き出すことができる。さらに，評価方法とアウトカムの定義を統一した研究を実施することで，治療効果の客観的評価が可能となる。これらの取り組みにより，実際の臨床現場で活用しやすいガイドラインが作成され，そのエビデンスを多くの理学療法士が利用できるようになると考える。現時点で運動療法自体に関しては，特定の条件下での効果は実証されているが，より具体的で信頼性の高いエビデンスを構築するためには，上述のような方法で研究を進めることが不可欠である。

しかし，診療ガイドラインの作成においては，科学的厳密性の観点から，研究デザインとして RCT や選択バイアス，観察バイアスなどの最小化が重視される。また，研究の規模や期間では，サンプルサイズが重視され，小規模な単一施設の研究結果の一般化には限界があるた

* Towards the Construction of High-Quality Evidence Focused on Musculoskeletal Physical Therapy

1）山形県立保健医療大学大学院
（〒 990–2212　山形県山形市上柳 260 番地）
Hiroshi Katoh, PT, PhD: Graduate School, Yamagata Prefectural University of Health Sciences
E-mail: hkatosbjpt@gmail.com

キーワード：エビデンス，ガイドライン，エビデンスに基づく実践
Key words: Evidence, Guidelines, Evidence-Based Practice (EBP)

め，より大規模な研究が望ましいとされる。この他にも多くの課題は存在するが，特に重要な 5 つの項目について以下で述べる [1)2)]。

1. 帰結の予測

帰結の予測とは，PICO（Patient，Intervention，Comparison，Outcome）を用いた研究デザインの設定において，問題点の定式化を行う際に，理学療法の専門的立場からアウトカムの妥当性を検討することである。アウトカムが変われば，治療内容も大きく変わることになる。

2. 治療デザインの検証

治療デザインの検証とは，理学療法の専門的立場で効果的な治療内容の組み合せを検討する研究を実施することである。理学療法は，運動療法と物理療法を基盤とした治療であり，運動療法には，「関節可動域運動」，「筋力増強運動」，「全身持久力運動」，「協調性運動」，「バランス練習」，「機能的動作練習（ADL 練習）」などが含まれる。変形性股関節症や変形性膝関節症に関するガイドライン [3)4)] では，運動療法と物理療法の併用効果，さらには，具体的な運動療法の組み合せに関するエビデンスはほとんど示されていない。

3. 治療変数の検証

治療変数の検証とは，最適な運動療法の頻度，負荷，時間，運動の種類（Frequency, Intensity, Time, Type：FITT）を検討する研究を実施することである。例えば，変形性股関節症や変形性膝関節症の治療で重要な筋力増強運動において，回数，負荷，時間，頻度といった治療変数に関するエビデンスは理学療法ガイドライン第 2 版をはじめとする各種ガイドラインには示されておらず，現状では，エビデンスに基づく下肢運動器疾患の理学療法プログラムメニューは存在しない。

4. 評価の標準化

運動器理学療法に焦点を当てた質の高いエビデンスを構築するためには，標準化された評価システムが重要になる。アメリカ理学療法士協会（American Physical Therapy Association：以下，APTA）の理学療法士実践ガイド Ver.4 では，理学療法士が臨床実践において評価と判断を行うための必用な具体的な項目（検査測定の 26 カテゴリー）が体系的に示されおり，理学療法士が科学的根拠に基づいた評価を実施し，効果的な治療計画を立てるための基準が提供されている [5)]。わが国においても，まずは代表的な疾患別の評価を統一し，運動器理学療法の臨床実践を標準化するための評価指標を，運動器学会主導で整備することが重要と考える。

5. アウトカムの標準化

評価と同様に，APTA の理学療法士実践ガイド Ver.4 では，理学療法におけるアウトカムの範囲も具体的に示されている。アウトカムの標準化で重要なのは，国際生活機能分類（International Classification of Functioning, Disability and Health：以下，ICF）の階層分類に沿って理学療法の効果を測定することである。ICF では，これら項目がコード化されており，対象者の問題点を共通の形式で評価できるようになっている。しかし，ICF のコードは非常に多く，臨床で活用するには煩雑な場合があるため，病態や診療状況ごとに核となるコード群で構成されたコアセットが用意されている。例えば，急性期の運動器疾患に適用する brief 版のコアセットは，合計 33 のコードで構成されている [6)]。このようにコアセットを用いることで，特定の疾患や障害に関連する重要な項目のみを抽出して，機能や状態を，迅速かつ効率的に測定・評価することができる。ICF コードを基準にメインアウトカムを設定することで，標準化，包括性，臨床的関連性，エビデンスの蓄積といった多くのメリットが得られると考える。

結　　語

運動器理学療法における帰結の予測，治療デザインの検証，治療変数の検証，評価とアウトカム指標の標準化は，エビデンスに基づく実践（Evidence-Based Practice: EBP）の向上と患者への最適な治療提供において重要である。また，近年は医療の質が重視されており，QOL（患者立脚型アウトカム）に関するエビデンスの収集と評価も，質の高いガイドライン作成において重要である。さらに，研究結果を一般化させるためには，多施設間でのレジストリ研究やリアルワールドデータを用いた研究の推進が必要であり，運動器学会は関連学会と広く連携し，会員が一丸となって組織として継続的に取り組むことが求められている。

文　　献

1）木村貞治：科学的根拠に基づく理学療法モデル．PT ジャーナル 2004; 38: 358–367.
2）内山　靖，大峯三郎，岡西哲夫，他：EBM/EBP．PT ジャーナル 2001; 35: 321–336.
3）変形性股関節症診療ガイドライン 2024．日本整形外科学会，他・監修．2024，南江堂，東京.
4）American Academy of Orthopaedic Surgeons: Management of Osteoarthritis of the Knee (Non-Arthroplasty). Evidence-Based Clinical Practice Guideline. https://www.aaos.org/globalassets/quality-and-practice-resources/osteoarthritis-of-the-knee/oak3cpg.pdf（2024 年 8 月 1 日閲覧）
5）American Physical Therapy Association: APTA Guide to Physical Therapist Practice 4.0. https://guide.apta.org/（2024 年 8 月 1 日閲覧）
6）出江紳一：ICF update ―リハビリテーション臨床に活かす ICF ―．Jpn J Rehabil Med 2015; 52: 198–201.

運動器理学療法学　第 4 巻第 1 号　3 ～ 9 頁（2024 年）

研究論文（原著）

小殿筋萎縮の程度は前方侵入法による人工股関節全置換術後 3 ヵ月の Japanese Forgotten Joint Score-12 と関連する *

渋谷悠太[1)#]　平尾利行[2)]　妹尾賢和[3)]　老沼和弘[4)]
三浦陽子[4)]　白土英明[4)]

【目的】殿筋群の筋萎縮の程度と人工股関節全置換術（以下，THA）術後の Japanese Forgotten Joint Score-12（以下，JFJS-12）との関連を調査すること。【方法】対象は 2015 年 4 月～ 2020 年 3 月に当院を受診し，片側 THA を施行した 217 例 217 股とした。患者立脚型評価として JFJS-12 を調査した。各筋の筋体積測定にはコンピューター断層撮影を用い，筋の全長にわたる複数のスライスから得られた筋断面積とスライス厚の積からの各筋体積を算出した。筋萎縮率は（1－患側筋体積 / 健側筋体積）× 100 にて算出した。術後 3 ヵ月の JFJS-12 に関連する因子について重回帰分析を用いて検討した。【結果】JFJS-12 に小殿筋萎縮率が有意な関連を認めた。【結論】術前の小殿筋萎縮率が THA 術後の JFJS-12 に関連している可能性が示唆された。

キーワード　人工股関節全置換術，日本語版 FJS-12，小殿筋萎縮率

はじめに

人工股関節全置換術（Total hip arthroplasty：以下，THA）は，変形性股関節症患者（Hip osteoarthritis：以下，HOA）の痛みを軽減し機能を改善することで全体的な生活の質の向上につながる[1)]。本邦では，2006 年～ 2017 年の間に HOA に対して THA が約 14 万件施行されている[2)]。HOA の有病率は人口の高齢化と肥満の蔓延により増加しており，THA を受ける患者数も同様に増加すると推測されている[3)]。

股関節において大殿筋や中殿筋および深層に位置する小殿筋は関節の安定性に関与することが知られている[4)]。Grimaldi らは，HOA の病期の進行に伴い筋萎縮が誘発され，小殿筋と中殿筋が先行して萎縮する傾向にあると報告しており[5)]，Nankaku らは，術前の中殿筋と腹直筋の筋断面積（cross-sectional area：以下，CSA）が THA 術後 6 ヵ月の Timed Up and Go test（以下，TUG）に影響を及ぼすことを報告している[6)]。Kawano らは，腸腰筋や梨状筋および腹直筋よりも小殿筋や大殿筋などの CSA や筋密度の減少が大きく，THA 術後 1 年経過した後も術側の筋萎縮と脂肪浸潤は持続していたと報告している[7)]。また，先行研究において大殿筋や中殿筋の CSA と筋力には関連性が認められ，患者のコンディションにより左右される筋力評価だけではなく，CSA の評価も有用であると考えられている[8)]。臨床においても，THA 術前から特に殿筋群の筋萎縮を認める症例では，術後の歩行能力低下や満足度が低下する症例を少なからず経験する。

Behrend らは，日常生活で手術した関節を意識しないでいることが「究極のゴール」であると考え，THA 術後

* Association between Degree of Gluteus Minimus Muscle Atrophy and the Japanese Forgotten Joint Score-12 at 3 Months after Total Hip Arthroplasty using the Direct Anterior Approach

1）医療法人社団紺整会　船橋整形外科西船クリニック理学診療部
（〒 273–0032　千葉県船橋市葛飾町 2–351）
Yuta Shibuya, PT: Department of Rehabilitation, Funabashi Orthopedic Nishifuna Clinic
2）医療法人社団紺整会　船橋整形外科病院理学診療部
Ricoh Hirao, PT, PhD: Department of Rehabilitation, Funabashi Orthopedic Hospital
3）医療法人社団紺整会　船橋整形外科クリニック理学診療部
Yoshikazu Senoh, PT: Department of Rehabilitation, Funabashi Orthopedic Clinic
4）医療法人社団紺整会　船橋整形外科病院人工関節センター
Kazuhiro Oinuma, MD, PhD, Yoko Miura, MD, PhD, Hideaki Shiratsuchi, MD: Department of Artificial Joint Center, Funabashi Orthopedic Hospital
E-mail: y-shibuya@fff.or.jp

（受付日　2023 年 8 月 4 日／受理日　2024 年 2 月 5 日）

患者に対する患者立脚型評価（patient-reported outcome：以下，PRO）として Forgotten joint score（以下，FJS-12）を開発した[9]。また，古谷らは，日本においても手術した関節を意識せずに生活できていることは，臨床成績において着目するべき点であると考え，日本語版 Forgotten Joint Score-12（以下，JFJS-12）を作成した[10]。そして，JFJS-12 が Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index（以下，WOMAC）や QOL 満足度と正の相関を認め，本邦においても高い信頼性と妥当性が得られたと報告している[10]。FJS-12 に関連する要因を検討した先行研究では，手術の侵襲方法[11]，合併症[12]，反対側の股関節の状態[13]，自覚的脚長差[14]，社会的背景[15]などが関連すると報告されている。しかし，これらの要因は主に手術の技術的側面や患者の社会的状況に焦点を当てており，筋萎縮のような解剖学的または生理学的要因の影響については十分に検討されていないと考える。

Müller らは，殿筋群の脂肪変性が進行すると，患者満足度が低下すると報告しており[16]，殿筋群の脂肪変性と PRO の中でもより識別性の高い患者の日常生活における満足度に焦点を当てた JFJS-12 でも関連性があると考えた。THA 術後患者において FJS-12 は術後 3 ヵ月～1 年の間に変化が認められるが，術後 1 年～2 年の間では変化が乏しいことや前方アプローチと後方アプローチで比較すると術後 3 ヵ月で前方アプローチの方が有意に低いと報告されている[17]。しかし，THA 術後患者において，術前の殿筋群の筋萎縮の程度が術後 3 ヵ月の JFJS-12 に関連するかを検討した報告は渉猟した限り見つからない。

本研究の目的は，殿筋群筋萎縮の程度が THA 術後 3 ヵ月の JFJS-12 に関連するかを調査し，関節を意識せずに生活できるような理学療法を提供するための一助とすることである。

対象と方法

1．対象

対象は 2015 年 4 月～2020 年 3 月までに当院を受診し，変形性股関節症と診断され，Direct anterior approach（以下，DAA）による片側 THA を施行した 1,450 例 1,450 股とした。除外基準は股関節手術の既往がある症例，脊椎疾患合併症例，膝関節疾患合併症例，心臓疾患合併例，神経系疾患合併例，認知精神的障害合併例，Crowe type 2 以上の変形例，データ不備例とした。

2．研究方法

本研究は，単施設で実施した後ろ向きコホート研究である。診療記録より各種臨床情報を収集した。調査項目は，基本情報として性別，年齢，身長，体重，Body Mass Index（以下，BMI），客観的評価として，術前コンピューター断層撮影（Computed Tomography：以下，CT）による殿筋群（小殿筋・中殿筋・大殿筋）の CSA，PRO として，JFJS-12，自覚的脚長差の有無とした。調査時期は術前，術後 3 ヵ月とした。

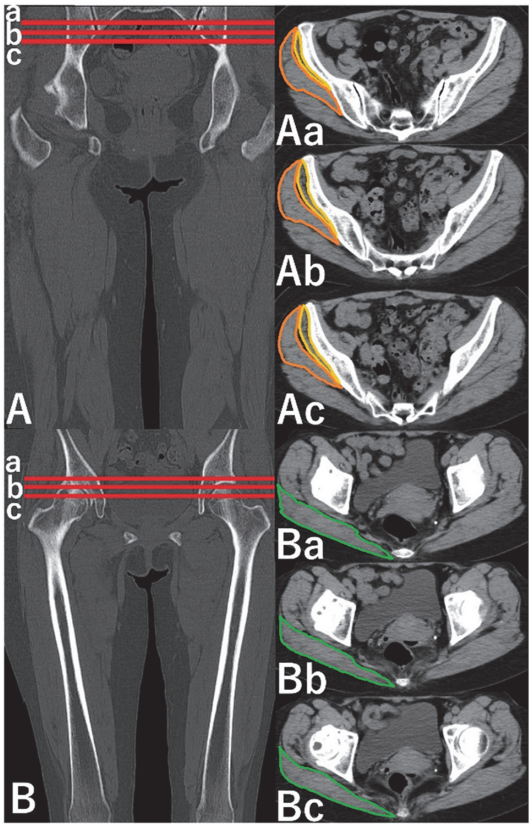


図 1　各殿筋群の CSA および筋体積の測定場所と測定部位
A：仙腸関節最下端レベル，小殿筋・中殿筋 CSA 測定部位
Aa：基準レベルからスライス厚 5 mm 上の測定部位
Ab：仙腸関節最下端レベル（基準レベル）
Ac：基準レベルからスライス厚 5 mm 下の測定部位
B：大腿骨頭直上レベル，大殿筋 CSA および筋体積測定部位
Ba：基準レベルからスライス厚 5 mm 上の測定部位
Bb：大腿骨頭直上レベル（基準レベル）
Bc：基準レベルからスライス厚 5 mm 下の測定部位

各殿筋群の CSA 測定は，当院にて撮影した CT 画像を用いた。測定機器は，キャノンメディカルシステムズ株式会社製（Aquilion Lightning）。測定条件は，約 120 kV，300 mA，スライス厚 5 mm とした。測定肢位は，全例，背臥位で股関節内外旋中間位とした。殿筋群の CSA 測定の検者内・検者間信頼性を評価するための殿筋群 CSA の測定は，Homma らの方法[8]に準じて行った。小殿筋と中殿筋は仙腸関節最下端での水平断面像（図 1A），大

殿筋は大腿骨頭直上での水平断面像（図 1B）を採用し，画像解析ソフト（Shade Quest/View R, Version1.25.10，富士フイルム医療ソリューションズ）を用い，トレース法にて CSA を算出した。

筋体積の算出方法は先行研究に準じ，筋の全長にわたって複数のスライスを取得し，得られた各 CSA とスライス厚の積から筋体積を算出した [18]。筋体積算出に使用した各スライス 5 mm 幅の画像は図 1 に示す。各筋の筋萎縮率（%）は，（1– 患側筋体積 / 健側筋体積）× 100 として算出した。CSA および筋体積測定において先行研究では，磁気共鳴画像法（Magnetic Resonance Imaging：以下，MRI）と CT 画像評価の両方が正確に測定可能であり，信頼性が高く，その差はわずかであることが示されている [19]。

FJS-12 は，近年，最もよく使われる股関節特有の PRO の一つである [9]。患者の日常生活における満足度において関節への意識に焦点を当てた 12 項目の質問から構成された関節固有の質問票であり，他の PRO と比較して天井効果が低いことが示されている [20]。そのため，良好な結果を得た患者とそうでない結果を得た患者においての識別性が高い。さらに，FJS-12 は異文化適応を経て他言語での検証も行われている [21]。各項目は，「全くない（0 点）」「ほとんどない（1 点）」「まれにある（2 点）」「時々ある（3 点）」「ほとんどある（4 点）」の 5 段階のリッカート尺度が用いられている。スコアの算出方法は，合計スコアを解答した項目数で除し，0 ～ 100 までの点数に変換する。その後，変換したスコアに 25 を掛け，最終的に 100 と合計スコアの差が点数となる。

当院のクリニカルパスは執刀医が患者の全身状態や合併症の有無などを考慮し，術後 6 日～ 10 日で退院するクリニカルパスを運用した。対象患者は全例，当院のプロトコルに準じ，術前 1 ヵ月前より患者配布資料を用い，1 回 2 単位程度の理学療法介入を実施した。また，術後の外来リハビリテーションの来院頻度は週 1 回程度であり，術後においても患者配付資料を用い 1 回 2 単位程度の理学療法介入を実施した。リハビリテーションの介入内容として，当院の PT または OT が術後 3 週までは残存した炎症症状の改善や関節可動域の改善を目的に理学療法介入を実施し，術後 3 週～ 3 ヵ月までは体力向上や筋力強化および活動性維持を目的に理学療法介入を実施した。

3. サンプルサイズ

事前に重回帰分析に投入する予定であった独立変数は，小殿筋萎縮率，中殿筋萎縮率，大殿筋萎縮率，性別，年齢，BMI，自覚的脚長差の有無の 7 変数であった。重回帰分析を実施する場合，独立変数× 10 以上の症例数が必要とされている [22]。また，本研究におけるサンプルサイズが妥当であったかを検証するために，統計解析後に事後検定として G*Power（ver.3.1.9.2, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf）を使用し，サンプルサイズの妥当性の検討を実施した。

4. 統計解析

検討項目は，術前 CT による殿筋群の CSA 測定の信頼性を確認するために，級内相関係数（以下，ICC）を，2 名の検者が患者の年齢や性別，BMI および 2 名の検者の CSA 測定結果をお互いが知らない盲検下で測定した。また，JFJS-12 においては CSA 測定を行った 2 名以外の検者で収集した。JFJS-12 に関連する術前要因分析は，従属変数を JFJS-12 とし，独立変数を術前の小殿筋・中殿筋・大殿筋の筋萎縮率とした重回帰分析を行った。その後，選択された項目に共変量（性別，年齢，BMI，自覚的脚長差の有無）を強制投入した重回帰分析を行った。重回帰分析の解析にあたっては，多重共線性を回避するために，重回帰分析解析後に分散インフレ係数（Variance Inflation Factor：以下，VIF）を確認した。また，重回帰分析の残差の正規性検定には Shapiro-Wilk 検定を用いた。独立変数間においても相関がないことを確認するため，ピアソンの積率相関係数またはスピアマンの順位相関係数を用いて解析を行った。なお，以上の統計解析には R コマンダー（R4.0.2 CRAN, freeware）を使用し，有意水準は 5%とした。

5. 倫理的配慮

本研究は，医療法人社団紺整会船橋整形外科病院倫理委員会の承認（承認番号：2022028）を得て，対象者には研究の趣旨を説明し，文書による同意を得て実施した。なお，得られたデータは匿名化を行い，個人情報が特定できないよう配慮した。

結　　果

研究期間中に対象となった 1,450 例から除外基準である股関節手術の既往がある症例（n = 244），脊椎疾患合併症例（n = 85），膝関節疾患合併症例（n = 78），心臓疾患合併例（n = 36），神経系疾患合併例（n = 27），認知・精神的障害合併例（n = 32），Crowe type 2 以上の変形例（n = 168），データ不備例（n = 563）を除外した 217 例を解析対象とした（図 2）。パラメトリックデータについては平均値および標準偏差，ノンパラメトリックデータについては中央値および四分位範囲として記録した。

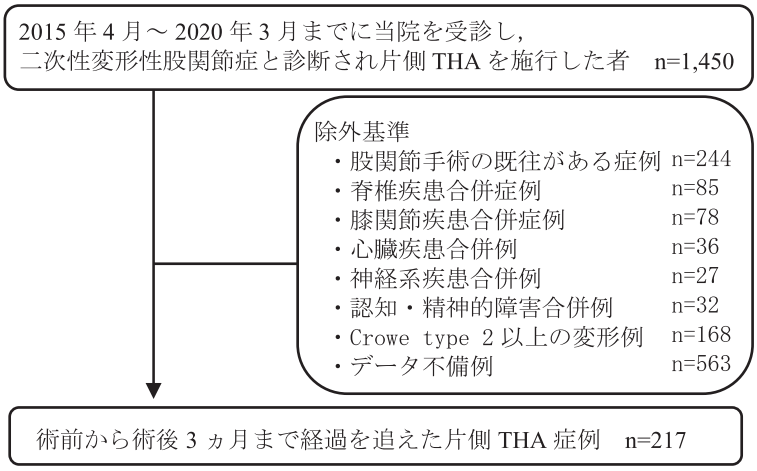


図 2　対象者のフローチャート

表 1　対象者の基本情報および各測定項目

対象者数，例	217
年齢，歳	63.2（8.6）
性別，例	男性：34　女性：183
BMI，kg/m^2	25.3（3.1）
JFJS-12 スコア，点	61.4（23.0）
小殿筋 CSA 健側，患側，cm^2	399.4（101.1），338.4（101.7）
中殿筋 CSA 健側，患側，cm^2	1,132.0（213.1），964.5（195.4）
大殿筋 CSA 健側，患側，cm^2	1,562.9（301.3），1,226.8（263.3）
小殿筋筋体積 健側，患側，cm^2	199.7（50.3），169.2（50.9）
中殿筋筋体積 健側，患側，cm^2	566.0（106.5），482.3（98.1）
大殿筋筋体積 健側，患側，cm^2	781.5（151.3），613.4（132.2）
小殿筋萎縮率，%	15.3（0.3）
中殿筋萎縮率，%	14.8（0.2）
大殿筋萎縮率，%	21.5（0.1）

平均値（標準偏差）
BMI：Body Mass Index
CSA：Cross-sectional area
JFJS-12：日本語版 Forgotten joint score-12

対象者の基本情報および各測定項目は表 1 に示す。術前 CT による殿筋群の CSA 測定の検者内・検者間信頼性では，すべての測定において，ICC（1, 1）はρ = 0.83，ICC（2, 1）はρ = 0.83 であり，高い信頼性を認めた [23]。重回帰分析の結果，JFJS-12 に関連する術前要因として小殿筋萎縮率（β = −0.30，p < 0.01）に有意性を認めた（表 2）。有意性を認めた項目に共変量を強制投入した重回帰分析を行った結果，有意な変数に変化は認めず，小殿筋萎縮率（β = −0.32，p < 0.01）が選択され，自由度調整済み R^2 は 0.17 であった。また，VIF は全ての変数において 2 未満であり，多重共線性に問題はなく，重回帰分析の残差の正規性検定では p = 0.15 で正規性ありと確認できた（表 3）。重回帰分析の検出力検定（Effect size f^2 = 0.17，Total sample size = 217，Number predictors = 7） の結果，Power 0.99 と十分な検出力が得られた。独立変数間の相関分析において，共変量も含めた変数間に相関関係を認めなかった。

考　　察

殿筋群筋萎縮の程度が THA 術後 3 ヵ月の JFJS-12 に関連する因子を調査した結果，術前の小殿筋萎縮率が小さいほど JFJS-12 スコアが高いことが明らかとなった。また，性別，年齢，BMI，自覚的脚長差の有無を考慮して

表 2　JFJS-12 に影響を及ぼす術前要因分析

	偏回帰係数 (95% CI)	標準偏回帰係数 (β)	p 値	VIF
定数	11.06(7.45~14.66)		0.01	
小殿筋萎縮率	−0.44(−0.67~−0.20)	−0.30	0.01	1.03
中殿筋萎縮率	−0.13(−0.46~0.19)	0.12	0.43	1.21
大殿筋萎縮率	0.27(−0.04~0.52)	−0.05	0.09	1.20

ANOVA $p < 0.01$，自由度調整済み $R^2 = 0.15$，Shapiro-Wilk test $p = 0.10$
95%CI: 95% confidence interval
ANOVA: analysis of variance
VIF: variance inflation factor

表 3　JFJS-12 に影響を及ぼす術前要因分析（共変量を強制投入した重回帰分析）

	偏回帰係数 (95% CI)	標準偏回帰係数 (β)	p 値	VIF
定数	10.50(8.01~14.09)		0.01	
小殿筋萎縮率	−0.45(−0.72—0.21)	−0.32	0.01	1.02
年齢	−0.24(−0.63~0.11)	−0.09	0.16	1.03
性別	0.14(−7.13~9.08)	0.02	0.75	1.04
BMI	−0.11(−2.01~0.12)	−0.16	0.08	1.04
自覚的脚長差の有無	−0.51(−12.01~1.23)	−0.10	0.11	1.02

ANOVA $p < 0.01$，自由度調整済み $R^2 = 0.17$，Shapiro-Wilk test $p = 0.15$
95%CI: 95% confidence interval
ANOVA: analysis of variance
VIF: variance inflation factor
BMI: Body Mass Index

も小殿筋萎縮率と JFJS-12 に有意な関連が見られた。

術前の殿筋萎縮と THA 術後機能との関連性については少なからず報告されており，Vadalà らは，術前の中殿筋萎縮や脂肪変性は術後の WOMAC や Hip Disability and Osteo arthritis Outcome Score と負の相関を示すと報告し[24]，Yasuda らは，術前の大殿筋の CSA が大きく，中殿筋と小殿筋の低密度除脂肪組織が小さいことは，それぞれ THA 術後の歩行速度と TUG の回復に関連する可能性があると報告している[25]。JFJS-12 については，WOMAC や Oxford Hip Score と比較して天井効果が少なく，より個々の患者の QOL や活動性を反映している可能性がある[11)21)]。共変量を含めた独立変数間に関連性を認めなかったことを踏まえ，股関節の深層に位置する小殿筋が関節の安定性に寄与することから[26]，JFJS-12 の中でも，歩行能力を含めた活動性の低いものから高い項目に対して関連していると考える。

筋萎縮に着目した THA 術後のリハビリテーションにおいて，HOA を有する患者が THA を施行した場合，術後 3 年および 8 年経過後，患側の中殿筋の CSA は術前の値よりも有意に大きかったと報告されている[27]。一方で，中殿筋の CSA は，術後 3 年，術後 8 年経過した後も，術側が非術側よりも有意に小さいことや，小殿筋の CSA において，THA 術後 1 年経過した後も非術側と比較して術側では大幅な筋萎縮と脂肪浸潤が持続していたことが報告されている[7)27)]。また，HOA 患者における歩行機能に関する報告では，OA 重症度が悪化すると小殿筋の過活動や活動の減少が認められるが，中殿筋の筋活動には変化が認められなかったとしている[28]。

このことから，中殿筋や大殿筋ではなく，小殿筋の筋萎縮に対して術前から理学療法を実施することで，術後の非術側と術側の非対称性の緩和に繋がるのではないかと考える。また，症状側股関節の小殿筋 CSA 減少と疼痛 Visual Analogue Scale の程度は正の相関を示すという報告も存在する[29]。関節を意識せずに生活するために術前から小殿筋の萎縮を予防し，活動量を維持しつつ手術へと促すことで術後により活動性の高い生活を送ることができる可能性があると考える。

一方で，本研究にはいくつかの限界が挙げられる。本研究は単一施設で行われた結果であり，データ不備例が全体の 3 分の 1 以上存在すること，先行研究の CSA および筋体積の測定は MRI であることや年齢，人種が異なること，本症例の手術手技が全例 DAA のため，結果を一般化するためには注意が必要である。今回は，本研究での重回帰モデルの調整済み R^2 が 0.17 であり，術後

3 ヵ月の JFJS-12 に関連する 83% は未確認の因子によって構成されていることから，小殿筋萎縮率と JFJS-12 の関連について過大に解釈しないよう注意する必要がある。筋の量的評価が主であったが筋機能評価として筋力や筋の質的評価および THA 術前後の身体活動量や疼痛の有無，反対側の股関節の状態，社会的背景によっても関節の意識が異なることが考えられる。今後は，このような筋機能や活動量，反対側の股関節の状態および社会的背景を追加で調査していく必要がある。

結　　論

THA 術前の殿筋群筋萎縮の程度と術後の JFJS-12 との関連を調査した結果，小殿筋萎縮率が選択された。関節を意識せずに生活するためには，術前における小殿筋の萎縮を最小限にとどめることを意識した介入が重要であると考える。

利 益 相 反

本研究に関して，開示すべき利益相反事項はない。

謝　　辞

今回，測定にご協力いただいた患者様，病院スタッフの皆様にこの場をお借りして感謝申し上げます。

文　　献

1） Pivec R, Johnson AJ, Mears SC, et al.: Hip arthroplasty. Lancet 2012; 380(9855): 1768–1777.
2） 日本人工関節学会：人工関節登録調査集計 2006 ～ 2017.
3） Kurtz S, Ong K, Lau E, et al.: Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. J Bone Joint Surg Am 2007; 89(4): 780–785.
4） Retchford TH, Crossley KM, Grimaldi A, et al.: Can local muscles augment stability in the hip? A narrative literature review. J Musculoskelet Neuronal Interact 2013; 13(1): 1–12.
5） Grimaldi A, Richardson C, Stanton W, et al.: The association between degenerative hip joint pathology and size of the gluteus medius, gluteus minimus and piriformis muscles. Man Ther 2009; 14(6): 605–610. doi: 10.1016/j.math.2009.07.004.
6） Nankaku M, Tsuboyama T, Aoyama T, et al.: Preoperative gluteus medius muscle atrophy as a predictor of walking ability after total hip arthroplasty. Phys Ther Res 2016; 19(1): 8–12.
7） Kawano T, Nankaku M, Murao M, et al.: Recovery of Muscle Atrophy and Fatty Infiltration in Patients With Acetabular Dysplasia After Total Hip Arthroplasty. J Am Acad Orthop Surg 2022; 30(3): e317–e326.
8） Homma D, Minato I, Imai N, et al.: Investigation on the measurement sites of the cross-sectional areas of the gluteus maximus and gluteus medius. Surg Radiol Anat 2019; 41(1): 109–115.
9） Behrend H, Giesinger K, Giesinger JM, et al.: The “forgotten joint” as the ultimate goal in joint arthroplasty: validation of a new patient-reported outcome measure. J Arthroplasty 2012; 27(3): 430–436.e1.
10） 古谷英孝，廣幡健二，美﨑定也，他：人工関節置換術後患者における日本語版 Forgotten joint score の再現性と妥当性．理学療法ジャーナル 2019; 53(7): 742–750.
11） Ozaki Y, Baba T, Homma Y, et al.: Posterior versus direct anterior approach in total hip arthroplasty: difference in patient-reported outcomes measured with the Forgotten Joint Score-12. SICOT J 2018; 4: 54. doi: 10.1051/sicotj/2018051.
12） Loth FL, Giesinger JM, Giesinger K, et al.: Impact of Comorbidities on Outcome After Total Hip Arthroplasty. J Arthroplasty 2017; 32(9): 2755–2761.
13） Matsumoto M, Baba T, Ochi H, et al.: Influence of the contralateral hip state after total hip arthroplasty on patient-reported outcomes measured with the Forgotten Joint Score-12. Eur J Orthop Surg Traumatol 2017; 27(7): 929–936.
14） Kawakami T, Imagama T, Matsuki Y, et al.: Forgotten joint score is worse when the affected leg perceived longer than shorter after total hip arthroplasty. BMC Musculoskelet Disord 2023; 24(1): 440. doi: 10.1186/s12891-023-06573-w.
15） Lall AC, Schwarzman GR, Battaglia MR, et al.: Effect of marital status on patient-reported outcomes following total hip arthroplasty: a matched analysis with minimum 2-year follow-up. Hip Int 2021; 31(3): 362–368.
16） Müller M, Tohtz S, Dewey M, et al.: Age-related appearance of muscle trauma in primary total hip arthroplasty and the benefit of a minimally invasive approach for patients older than 70 years. Int Orthop 2011; 35(2): 165–171.
17） Tripathy SK, Varghese P, Khan S, et al.: Joint awareness among total hip arthroplasty patients operated through anterior approach versus posterior approach: a systematic review and meta-analysis. Eur J Orthop Surg Traumatol 2024; 34(1): 39–46.
18） Homma D, Minato I, Imai N, et al.: Appropriate sites for the measurement of the cross-sectional area of the gluteus maximus and the gluteus medius muscles in patients with hip osteoarthritis. Surg Radiol Anat 2021; 43(1): 45–52.
19） Mitsiopoulos N, Baumgartner RN, Heymsfield SB, et al.: Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. J Appl Physiol (1985) 1998; 85(1): 115–122.
20） Adriani M, Malahias MA, Gu A, et al.: Determining the validity, reliability, and utility of the Forgotten Joint Score: a systematic review. J Arthroplasty 2020; 35(4): 1137–1144.
21） Matsumoto M, Baba T, Homma Y, et al.: Validation study of the Forgotten Joint Score-12 as a universal patient-reported outcome measure. Eur J Orthop Surg Traumatol 2015; 25(7): 1141–1145.
22） 八木拓磨，井上達朗，小川真人，他：サルコペニアは回復期リハビリテーション病棟での実績指数に影響する．理学療法学 2022; 49(3): 204–211.
23） Landis JR, Koch GG: The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 1977; 33(1): 159–174.
24） Vadalà AP, Mazza D, Desideri D, et al.: Could the tendon degeneration and the fatty infiltration of the gluteus medius affect clinical outcome in total hip arthroplasty? Int Orthop 2020; 44(2): 275–282.
25） Yasuda T, Ota S, Yamashita S, et al.: Association of preoperative variables of ipsilateral hip abductor muscles with gait function after total hip arthroplasty: a retrospective study. Arthroplasty 2022; 4(1): 23. doi: 10.1186/s42836-022-00126-7.
26） Flack NA, Nicholson HD, Woodley SJ, et al.: A review of the

anatomy of the hip abductor muscles, gluteus medius, gluteus minimus, and tensor fascia lata. Clin Anat 2012; 25(6): 697–708.
27） Isshiki K, Jinno T, Aizawa J, et al.: Asymmetry of the Cross-sectional Area of the Gluteus Medius Muscle Persists Eight Years after Total Hip Arthroplasty for Osteoarthritis of the Hip. Prog Rehabil Med 2021; 6: 20210052. doi: 10.2490/prm.20210052.
28） Zacharias A, Pizzari T, Semciw AI, et al.: Comparison of gluteus medius and minimus activity during gait in people with hip osteoarthritis and matched controls. Scand J Med Sci Sports 2019; 29(5): 696–705.
29） Malloy P, Stone AV, Kunze KN, et al.: Patients With Unilateral Femoroacetabular Impingement Syndrome Have Asymmetrical Hip Muscle Cross-Sectional Area and Compensatory Muscle Changes Associated with Preoperative Pain Level. Arthroscopy 2019; 35(5): 1445–1453.

Association between Degree of Gluteus Minimus Muscle Atrophy and the Japanese Forgotten Joint Score-12 at 3 Months after Total Hip Arthroplasty using the Direct Anterior Approach

Yuta Shibuya[1)], Ricoh Hirao[2)], Yoshikazu Senoh[3)], Kazuhiro Oinuma[4)], Yoko Miura[4)], Hideaki Shiratsuchi[4)]

[1)] *Department of Rehabilitation, Funabashi Orthopedic Nishifuna Clinic*
[2)] *Department of Rehabilitation, Funabashi Orthopedic Hospital*
[3)] *Department of Rehabilitation, Funabashi Orthopedic Clinic*
[4)] *Department of Artificial Joint Center, Funabashi Orthopedic Hospital*

Objective: This study aimed to assess how the degree of atrophy in gluteus muscles affects the Japanese Forgotten Joint Score-12 (JFJS-12) after total hip arthroplasty (THA).
Methods: The study included 217 patients who underwent unilateral THA at our hospital between April 2015 and March 2020. Patient-reported outcomes were analyzed using the JFJS-12. To measure the cross-sectional area (CSA) of the gluteus muscles, horizontal cross-sectional images at the lowest end of the sacroiliac joint were used for the gluteus minimus and gluteus medius, whereas horizontal cross-sectional images on the top of femoral head were used for the gluteus maximus. Based on the obtained CSA, we calculated the percentage of atrophy in each gluteus muscle according to the following formula: (1−muscle volume on the affected side/muscle volume on the unaffected side) × 100. Multiple regression analysis was performed to determine the factors affecting the JFJS-12, at 3 months postoperatively.
Results: The findings suggested that the degree of gluteus minimus atrophy was significantly associated with the JFJS-12.
Conclusion: The degree of preoperative gluteus minimus atrophy may influence the JFJS-12 after THA.

Key words: THA, JFJS-12, Gluteus minimus atrophy

運動器理学療法学　第 4 巻第 1 号　10 〜 18 頁（2024 年）

研究論文（原著）

人工股関節全置換術後早期における歩行時の自覚的脚長差に関連する因子*

川 端 悠 士[1)#]　菊谷優紀子[1)]　山下奈津美[1)]　平 田 健 司[2)]　木 村 光 浩[2)]

【目的】静止立位時よりも歩行時の自覚的脚長差（以下，PLLD）が延長する人工股関節全置換術（以下，THA）例の特徴を調査し，歩行時の PLLD に関連する因子を明らかにすることを目的とする。【方法】初回 THA を行った 91 例を対象とし，術前および術後 3 週の X 線パラメータ，PLLD（静止立位時・歩行時），関節可動域を調査した。【結果】静止立位時よりも歩行時の PLLD が延長する症例（n=13）は静止立位時と歩行時で PLLD が一致する症例（n=74）に比較して，有意に術側股関節の内転可動域，伸展可動域が不良であった。歩行時の PLLD を従属変数，調査項目を独立変数とした重回帰分析の結果，歩行時の PLLD に関連する因子として術前および術後の構造的脚長差，術後骨盤側方傾斜角，術前骨盤腔縦径，術側股関節の内転可動域，伸展可動域が抽出された。【結論】歩行時の PLLD には術側股関節内転可動域，術後骨盤側方傾斜に加えて術側股関節伸展可動域が関連することが明らかとなった。

キーワード　人工股関節全置換術，自覚的脚長差，歩行，股関節内転可動域，股関節伸展可動域

はじめに

人工股関節全置換術（Total hip arthroplasty：以下，THA）後に生じる脚長差は，下肢長そのものが異なる構造的脚長差と下肢長は同等にもかかわらず骨盤傾斜等によって生じる機能的脚長差に分類される[1)]。この 2 種類の脚長差を含む患者が主観的に訴える脚長差を自覚的脚長差（Perceived leg length discrepancy：以下，PLLD）と呼ぶ。THA 後の PLLD の発生率を経時的に調査した報告によると，5 mm 以上の PLLD の発生率は術後 3 週で 32.2%，術後 3 ヵ月で 11.4%，術後 1 年で 6.7% であり，いずれも非術側下肢に比較して術側下肢を長く感じていたと報告されている[2)]。PLLD は THA 後に新たに発生する腰痛[3)] や対側の変形性股関節症の進行[4)] と関連することが報告されている。また THA 後の PLLD は術後アウトカム[5)]，Quality of life[6)]，満足度[7)] に影響を与えることが明らかにされており，術後理学療法においてもその改善が重要となる。

PLLD の改善を目的とした理学療法を展開するためには，PLLD の原因を明確にしたうえで原因に応じた介入を行う必要がある。先行研究では THA 後の PLLD に影響を与える術前要因として構造的脚長差[8)]，骨盤側方傾斜角[9)]，股関節外転筋弾性率[10)] が重要であると報告されている。また術後要因としては術後の構造的脚長差から独立して術側内転可動域制限，腰椎側方可動性が重要であると報告されている[11)12)]。過去の THA 後の PLLD に関連する調査では，PLLD の評価に Harris らが報告している静止立位姿勢での block test[13)] が用いられている。しかしながら臨床上は静止立位時における PLLD と歩行時における PLLD が一致しない症例も存在し，静止立位時には PLLD を訴えないものの，歩行時に PLLD を訴える症例を経験する。そのため静止立位時と歩行時では PLLD が起こる機序が異なる可能性も考えられる。われ

* Factors Associated with Leg Length Discrepancy during Gait in the Early Postoperative Period after Total Hip Arthroplasty

1）JA 山口厚生連　周東総合病院リハビリテーションセンター（〒 742–0032　山口県柳井市古開作 1000–1）
Yuji Kawabata, PT, Yukiko Kikutani, PT, Natsumi Yamashita, PT: Department of Rehabilitation Center, Shuto General Hospital, JA Yamaguchi Prefectural Welfare Federation of Agricultural Cooperative
2）JA 山口厚生連　周東総合病院整形外科
Kenji Hirata, MD, Mitsuhiro Kimura, MD: Department of Orthopedic Surgery, Shuto General Hospital, JA Yamaguchi Prefectural Welfare Federation of Agricultural Cooperative
E-mail: pro1031031@gmail.com

（受付日　2024 年 1 月 12 日／受理日　2024 年 4 月 10 日）



補高挿入前　　補高挿入後

図 1　補高専用靴を使用した歩行時の PLLD の測定

われが渉猟した範囲の文献では，静止立位時および歩行時における PLLD の相違を明らかにした報告はなく，歩行時の PLLD に関連する因子を明らかにした報告も見当たらない。静止立位時および歩行時における PLLD の相違が明確となり，歩行時の PLLD に関連する因子が明らかとなれば，PLLD が残存した THA 例に対して，理学療法を実践するうえでの一助になるものと考えられる。そこで本研究では静止立位時と歩行時の PLLD が一致しない症例の特徴を明らかにするとともに，歩行時における PLLD に関連する因子を明らかにすることを目的とする。

対象と方法

1. 対象

対象は 2021 年 11 月～ 2023 年 12 月の間に筆頭著者の所属医療機関へ入院となり，初回 THA を施行した 97 例とした。このうち両側同時手術を施行した 3 例，術後予期しない合併症を併発した 3 例を除外した 91 例（年齢：72.32 ± 9.05 歳，性別：男性 12 例，女性 79 例）を最終的な対象とした。対象者の原疾患は変形性股関節症が 81 例，大腿骨頭壊死症が 10 例であり，術式は前方アプローチが 35 例，後方アプローチが 56 例であった。本研究はヘルシンキ宣言ならびに臨床研究に関する倫理指針にしたがって行った。対象には研究の趣旨および研究参加の任意性について説明し同意を得た。なお本研究は筆頭著者の所属医療機関における倫理審査委員会の承認（承認番号：R4-10）を得て実施した。

2. 研究デザイン

研究デザインは観察的横断研究とした。

3. 調査項目・測定方法

基礎的情報として年齢，性別，Body Mass Index，手術アプローチ（後方アプローチ，前方アプローチ）を調査した。また術前因子として術前の X 線画像を用いて構造的脚長差，骨盤側方傾斜角，骨盤腔縦径を測定した。また術後因子として術後 3 週の X 線画像を用いて構造的脚長差，骨盤側方傾斜角，骨盤腔縦径，脚延長量を測定した。さらに術後 3 週の身体機能として関節可動域（術側および非術側の股関節屈曲可動域，股関節伸展可動域，股関節内転可動域，股関節外転可動域），筋力（術側および非術側の股関節外転筋力），PLLD（静止立位時，歩行時），疼痛（静止立位時，歩行時）を測定した。

1）X 線パラメータ

構造的脚長差の評価には涙痕小転子間距離の左右差[14]を使用し，術側が長い場合を正として表記した。骨盤側方傾斜角については両側の涙痕を結ぶ線と水平線とのなす角度[15]を測定し，術側へ下方傾斜している場合を正として表記した。また骨盤腔の縦径（仙腸関節下縁を結ぶ線から恥骨結合上縁までの距離）を測定し，骨盤前傾角の指標とした[16]。脚延長量については術前構造的脚長差と術後構造的脚長差の差とし，術前よりも術後に脚長が延長された場合を正として表記した。いずれも立位の単純 X 線両股関節正面像を用いて 0.01 cm または 0.01° 単位で測定した。

2）PLLD

静止立位時における PLLD の測定には block test を使用し，両上肢を下垂位として肩幅に開脚した自然立位にて，足底に 2 mm のアクリル板を漸増的に挿入し，対象者が脚長が同等になったと感じる高さを測定した[17]。なお対象者には肩甲帯・体幹・骨盤の肢位を含め，自然に快適立位姿勢を保持するよう指示した。

歩行時における PLLD の測定には，つま先開きタイプの補高専用靴を使用し，2 mm の補高材（Ethylen-Vinyl Acetate 樹脂素材）を足全体に漸増的に挿入し（図 1），歩行時に PLLD が消失する高さを測定した。歩行時には 1 本杖を使用し，歩行距離は 10 m，歩行速度は快適速度とし，歩隔が肩幅になるように教示を行った。脚長が同等になったと感じる高さを決定できるまで 10 m 歩行を繰り返し，歩行時の PLLD を決定した。術後 3 週の段階

では歩行補助具を使用せずに歩行することが困難な症例が多く，歩隔を肩幅に維持しながら最大速度で歩行課題を行うことが困難な症例が存在したため，本研究では 1 本杖を使用して快適速度で歩行した際の PLLD を測定した。静止立位時および歩行時における PLLD はそれぞれ 2 回ずつ計測し，最大パフォーマンスである最小値を代表値とした。なお PLLD については，静止立位時，歩行時いずれも術側が長い場合を正として表記した。

3）関節可動域

術側および非術側の股関節屈曲・伸展・内転・外転可動域の測定にはゴニオメーターを使用し，疼痛のない範囲で他動的に最大限可動させた角度を測定した。関節可動域は日本リハビリテーション医学会の定める方法にしたがって測定した。

4）等尺性股関節外転筋力

股関節外転筋力の測定には Hand Held Dynamometer（日本メディックス社製，power track Ⅱ）を使用し，固定用ベルトを使用した方法で測定を行った [18]。背臥位で股関節内外転中間位とし，センサーアタッチメントを検査側の膝関節裂隙外側に設置し，対側大腿遠位部で固定した。非検査側大腿遠位部とベルト間で検査者が非検査側下肢を徒手的に固定した。なお測定に際しては過度な骨盤の代償運動が生じないように留意した。測定値（N）と大腿長（m）の積を体重で除したトルク体重比（Nm/kg）を算出した。測定は 2 回実施し，最大パフォーマンスである最大値を採用した。

5）疼痛

Numerical Rating Scale を使用して，静止立位時および歩行時の股関節周囲の疼痛を評価した。歩行時の疼痛については補高材を挿入しない条件で，1 本杖を使用し 10 m の歩行路を快適速度で歩行した際の疼痛を評価した。

4．統計解析

1）PLLD 測定値の信頼性の検討

PLLD の測定値の信頼性を検討するため，静止立位時および歩行時に測定したそれぞれ 2 回の PLLD 測定値から Cohen の κ 係数を算出した。

2）静止立位時と歩行時の PLLD の一致率の検討

静止立位時および歩行時の PLLD の最小値を使用し，静止立位時と歩行時の PLLD の一致率および κ 係数を算出した。

3）一致群・歩行時延長群間における調査項目の比較

静止立位時および歩行時における PLLD が完全に一致した症例を一致群，静止立位時よりも歩行時の PLLD が延長した症例を歩行時延長群とし，一致群・歩行時延長群間で上記の調査項目を比較した。なお静止立位時よりも歩行時の PLLD が短縮した 4 例については対象例が少数であったため比較対象からは除外した。2 群間の比較にあたってはカテゴリー変数についてはカイ 2 乗検定または Fisher の正確確率検定を，連続変数についてはデータの正規性を確認したうえで Mann-Whitney の U 検定または対応のない t 検定を使用した。

4）静止立位時および歩行時の PLLD に関連する因子の検討

単変量解析（Spearman の順位相関係数，Mann-Whitney の U 検定）を使用し上記の調査項目と静止立位時および歩行時の PLLD との関連性を検討した。PLLD に関連する因子を明らかにするために，静止立位時および歩行時の PLLD をそれぞれ従属変数として重回帰分析を実施した。独立変数の決定にあたっては，サンプルサイズから許容される範囲の独立変数の数に絞り込むために，上記の単変量解析の結果および PLLD との関連性を調査した先行研究を考慮したうえで独立変数を決定した [19]。本研究では構造的脚長差から独立した各因子と PLLD との関連性を明らかにするため，独立変数の投入には強制投入法を使用した [20]。なお重回帰モデルの有意性の検定には分散分析を使用し，多重共線性の問題に関してはすべての投入独立変数の分散拡大要因（Variance Inflation Factor：以下，VIF）が 10 未満であることを確認した [20]。さらに Durbin-Watson 比を用いて残差・外れ値を検討し，残差の正規性について検討した。さらに G*Power3.1.7 を用い重回帰分析におけるサンプルサイズが十分な検出力をもち得るか否かについて，post hoc 検出力分析によって検討した。いずれも統計学的解析には SPSS Statistics 29.0（IBM 社）を使用し，有意水準は 5% とした。

結　　果

1．PLLD 測定値の信頼性の検討

静止立位時における PLLD 測定値の κ 係数は 0.988，歩行時における PLLD 測定値の κ 係数は 0.980 であった。

2．静止立位時と歩行時の PLLD の一致率の検討

静止立位時に PLLD を認めた症例は 27 例（29.7%）であり，いずれも術側を長いと感じていた。また歩行時に PLLD を認めた症例は 30 例（33.0%）であり，いずれも術側を長いと感じていた。静止立位時および歩行時の PLLD が一致した症例は 74 例（81.3%），静止立位時よりも歩行時の PLLD が延長した症例は 13 例（14.3%），静止立位時よりも歩行時の PLLD が短縮した症例は 4 例（4.4%）であった。静止立位時に PLLD を認めた 27 例のうち，歩行時に PLLD が延長した症例は 8 例（29.6%），

表 1　一致群・歩行時延長群間における調査項目の比較

	一致群 （n=74）	歩行時延長群 （n=13）	有意 確率		効果量
性別					
（男性 / 女性）	9/65	3/10	n.s.	e	Cramer's V = 0.113
年齢（歳）[a]	72.42 ± 9.19	71.69 ± 9.32	n.s.	c	Cohen's d = 0.079
原疾患					
（変股症 / 骨頭壊死症）	66/8	12/1	n.s.	e	Cramer's V = 0.037
アプローチ（前方 / 後方）	30/44	4/9	n.s.	e	Cramer's V = 0.071
BMI（kg/m^2）[b]	24.20(21.77 to 26.65)	25.54(23.15 to 28.74)	n.s.	d	r = 0.203
術前構造的脚長差（mm）[b]	−4.20(−9.23 to 0.53)	−7.48(−12.42 to −3.45)	n.s.	d	r = 0.138
術前骨盤側方傾斜角（°）[a]	0.48 ± 1.97	−0.18 ± 2.30	n.s.	c	Cohen's d = 0.326
術前骨盤腔縦径（mm）[a]	78.07 ± 18.29	83.68 ± 24.91	n.s.	c	Cohen's d = 0.290
術後構造的脚長差（mm）[b]	−0.30(−3.75 to 3.84)	−0.60(−4.03 to 2.95)	n.s.	d	r = 0.048
術後骨盤側方傾斜角（°）[a]	0.59 ± 2.10	1.84 ± 2.07	n.s.	c	Cohen's d = 0.595
術後骨盤腔縦径（mm）[b]	75.13(66.01 to 90.31)	82.25(67.03 to 95.69)	n.s.	d	r = 0.095
脚延長量（mm）[b]	5.63(1.90 to 9.56)	5.11(−4.75 to 9.89)	n.s.	d	r = 0.036
術側股関節屈曲可動域（°）[b]	100.00(92.50 to 105.00)	95.00(86.25 to 105.00)	n.s.	d	r = 0.112
術側股関節伸展可動域（°）[b]	10.00(5.00 to 15.00)	−5.00(−10.00 to 3.75)	p < 0.01	d	r = 0.398
術側股関節内転可動域（°）[b]	15.00(5.00 to 20.00)	5.00(−3.75 to 10.00)	p < 0.05	d	r = 0.267
術側股関節外転可動域（°）[b]	30.00(2500 to 35.00)	25.00(20.00 to 30.00)	n.s.	d	r = 0.175
非術側股関節屈曲可動域（°）[a]	108.24 ± 8.70	105.38 ± 11.08	n.s.	c	Cohen's d = 0.315
非術側股関節伸展可動域（°）[b]	15.00(10.00 to 20.00)	10.00(0.00 to 13.75)	n.s.	d	r = 0.187
非術側股関節外転可動域（°）[b]	30.00(30.00 to 35.00)	30.00(26.25 to 35.00)	n.s.	d	r = 0.047
非術側股関節内転可動域（°）[b]	20.00(15.00 to 20.00)	15.00(11.25 to 18.75)	n.s.	d	r = 0.187
術側股関節外転筋力（Nm/kg）[b]	0.42(0.33 to 0.58)	0.46(0.36 to 0.61)	n.s.	d	r = 0.083
非術側股関節外転筋力（Nm/kg）[b]	0.56(0.47 to 0.72)	0.63(0.57 to 0.71)	n.s.	d	r = 0.124
立位股関節痛（point）[b]	0.00(0.00 to 0.00)	0.00(0.00 to 0.00)	n.s.	d	r = 0.069
歩行股関節痛（point）[b]	0.00(0.00 to 2.00)	0.00(0.00 to 1.00)	n.s.	d	r = 0.072
PLLD（静止立位時）（mm）[b]	0.00(0.00 to 0.00)	2.00(0.00 to 5.00)	p < 0.05	d	r = 0.243
PLLD（歩行時）（mm）[b]	0.00(0.00 to 0.00)	4.00(2.00 to 8.00)	p < 0.01	d	r = 0.579

a：平均値±標準偏差
b：中央値（第 1 四分位－第 3 四分位）
c：対応のない t 検定
d：Mann-Whitney の U 検定
e：カイ 2 乗検定または Fisher の正確確率検定
BMI：Body mass index
PLLD：Perceived leg length discrepancy
n.s.：not significant

歩行時に PLLD が短縮した症例は 4 例（14.8%）であった。また静止立位時に PLLD を認めなかった 64 例の中にも歩行時には PLLD を認めた症例が 5 例（7.8%）存在した。静止立位時と歩行時の PLLD の κ 係数は 0.801 であった。

3. 一致群・歩行時延長群間における調査項目の比較

一致群・歩行時延長群間における調査項目の比較結果を表 1 に示した。一致群・歩行時延長群間で有意差を認めたのは，術側股関節伸展可動域（$p < 0.01$，$r = 0.398$），術側股関節内転可動域（$p < 0.05$，$r = 0.267$）であった。いずれも一致群に比較して歩行時延長群で有意に関節可動域が不良であった。

4. 静止立位時および歩行時の PLLD に関連する因子の検討

静止立位時および歩行時の PLLD を従属変数とした単変量解析の結果を表 2 に示した。静止立位時の PLLD と有意な関連を認めたのは，術前構造的脚長差（$\rho = -0.268$,

表 2　静止立位時および歩行時の PLLD と調査項目との関連性

	静止立位		歩行	
	相関係数	有意確率	相関係数	有意確率
年齢 [a]	−0.015	n.s.	−0.080	n.s.
性別 [b]	−	n.s.	−	n.s.
BMI [a]	−0.161	n.s.	−0.066	n.s.
原疾患 [b]	−	n.s.	−	n.s.
アプローチ [b]	−	n.s.	−	n.s.
術前構造的脚長差 [a]	−0.268	p < 0.05	−0.254	p < 0.05
術前骨盤側方傾斜角 [a]	0.159	n.s.	0.068	n.s.
術前骨盤腔縦径 [a]	0.172	n.s.	0.226	p<0.05
術後構造的脚長差 [a]	0.078	n.s.	0.021	n.s.
術後骨盤側方傾斜角 [a]	0.324	p < 0.01	0.332	p < 0.01
術後骨盤腔縦径 [a]	0.058	n.s.	0.117	n.s.
脚延長量 [a]	−0.051	n.s.	−0.070	n.s.
術側股関節屈曲可動域 [a]	−0.113	n.s.	−0.141	n.s.
術側股関節伸展可動域 [a]	−0.242	p < 0.05	−0.332	p < 0.01
術側股関節外転可動域 [a]	0.006	n.s.	−0.050	n.s.
術側股関節内転可動域 [a]	−0.452	p < 0.01	−0.466	p < 0.01
非術側股関節屈曲可動域 [a]	−0.075	n.s.	−0.068	n.s.
非術側股関節伸展可動域 [a]	−0.084	n.s.	−0.127	n.s.
非術側股関節内転可動域 [a]	−0.093	n.s.	−0.146	n.s.
非術側股関節外転可動域 [a]	−0.091	n.s.	−0.076	n.s.
術側股関節外転筋力 [a]	0.075	n.s.	0.140	n.s.
非術側股関節外転筋力 [a]	0.060	n.s.	0.100	n.s.
静止立位時股関節痛 [a]	−0.056	n.s.	−0.138	n.s.
歩行時股関節痛 [a]	0.042	n.s.	−0.002	n.s.

a：Spearman の順位相関係数
b：Mann-Whitney の U 検定
n.s.：not significant
BMI：Body mass index

$p < 0.05$），術後骨盤側方傾斜角（$\rho = 0.324$，$p < 0.01$），術側股関節伸展可動域（$\rho = -0.242$，$p < 0.05$），術側股関節内転可動域（$\rho = -0.452$，$p < 0.01$）であった。単変量解析の結果および PLLD との関連性を調査した先行研究を考慮したうえで独立変数を術前構造的脚長差，術後構造的脚長差，術後骨盤側方傾斜角，術側股関節内転可動域，術側股関節伸展可動域とし，従属変数を静止立位時の PLLD として重回帰分析を行った。重回帰分析の結果を表 3 に示した。重回帰分析の結果，静止立位時の PLLD に関連する因子として術側股関節内転可動域（$\beta = -0.388$，$p < 0.01$），術前構造的脚長差（$\beta = -0.372$，$p < 0.01$），術後構造的脚長差（$\beta = 0.315$，$p < 0.01$），術後骨盤側方傾斜角（$\beta = 0.192$，$p < 0.05$）が抽出された。作成した重回帰モデルは有意であり（F（5，84）= 12.295，$p < 0.01$），決定係数 R^2 は 0.423，調整済み決定係数 R^2 は 0.388 であった。VIF 値は 1.098 ～ 1.281 であり多重共線性の問題はなかった。Durbin-Watson 比は 1.951 であり，実測値に対して予測値が± 3SD を超えるような外れ値は存在しなかった。また Shapiro-Wilk 検定の結果，残差の正規性が確認された（$p = 0.272$）。検出力検定（Effect size $f^2 = 0.634$，Total sample size ≡ 91，Number of predictors = 5，α err prob = 0.05）の結果，$P = 0.999$ と十分な検出力が得られた。

歩行時の PLLD と有意な関連を認めたのは，術前構造的脚長差（$\rho = -0.254$，$p < 0.05$），術前骨盤腔縦径（$\rho = 0.226$，$p < 0.05$），術後骨盤側方傾斜角（$\rho = 0.332$，$p < 0.01$），術側股関節伸展可動域（$\rho = -0.332$，$p < 0.01$），術側股関節内転可動域（$\rho = -0.446$，$p < 0.01$）であった。単変量解析の結果および PLLD との関連性を調査した先行研究を考慮したうえで独立変数を術前構造的脚長差，

表 3　静止立位時の PLLD に関連する要因

	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率	B の 95.0% 信頼区間		共線性の統計量	
	B	標準誤差	β			下限	上限	許容度	VIF
（定数）	1.556	0.409		3.807	p < 0.01	0.743	2.368		
術前構造的脚長差	−0.107	0.026	−0.372	−4.147	p < 0.01	−0.158	−0.055	0.853	1.173
術後構造的脚長差	0.118	0.032	0.315	3.627	p < 0.01	0.053	0.182	0.911	1.098
術後骨盤側方傾斜角	0.226	0.103	0.192	2.196	p < 0.05	0.021	0.431	0.897	1.114
術側股関節伸展可動域	0.000	0.024	0.001	0.008	n.s.	−0.047	0.047	0.799	1.252
術側股関節内転可動域	−0.114	0.027	−0.388	−4.133	p < 0.01	−0.168	−0.059	0.781	1.281

Analysis of variance：p < 0.01
決定係数 $R^2 = 0.423$，調整済み決定係数 $R^2 = 0.388$
PLLD：Perceived leg length discrepancy
VIF：Variance inflation factor

表 4　歩行時の PLLD に関連する要因

	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率	B の 95.0% 信頼区間		共線性の統計量	
	B	標準誤差	β			下限	上限	許容度	VIF
（定数）	0.034	0.900		0.038	n.s.	−1.756	1.825		
術前構造的脚長差	−0.102	0.025	−0.348	−4.077	p < 0.01	−0.152	−0.052	0.844	1.184
術前骨盤腔縦径	0.025	0.010	0.191	2.397	p < 0.05	0.004	0.046	0.967	1.034
術後構造的脚長差	0.097	0.031	0.255	3.100	p < 0.01	0.035	0.160	0.910	1.099
術後骨盤側方傾斜角	0.247	0.100	0.205	2.471	p < 0.05	0.048	0.445	0.897	1.115
術側股関節伸展可動域	−0.048	0.023	−0.184	−2.072	p < 0.05	−0.094	−0.002	0.778	1.286
術側股関節内転可動域	−0.096	0.027	−0.320	−3.593	p < 0.01	−0.149	−0.043	0.777	1.287

Analysis of variance：p < 0.01
決定係数 $R^2 = 0.489$，調整済み決定係数 $R^2 = 0.452$
PLLD：Perceived leg length discrepancy
VIF：Variance inflation factor

術前骨盤腔縦径，術後構造的脚長差，術後骨盤側方傾斜角，術側股関節内転可動域，術側股関節伸展可動域とし，従属変数を歩行時の PLLD として重回帰分析を行った。重回帰分析の結果を表 4 に示した。重回帰分析の結果，歩行時の PLLD に関連する因子として術前構造的脚長差（$\beta = -0.348$，$p < 0.01$），術側股関節内転可動域（$\beta = -0.320$，$p < 0.01$），術後構造的脚長差（$\beta = 0.255$，$p < 0.01$），術後骨盤側方傾斜角（$\beta = 0.205$，$p < 0.05$），術前骨盤腔縦径（$\beta = 0.191$，$p < 0.05$），術側股関節伸展可動域（$\beta = -0.184$，$p < 0.05$）が抽出された。作成した重回帰モデルは有意であり（F（6，83）= 13.231，$p < 0.01$），決定係数 R^2 は 0.489，調整済み決定係数 R^2 は 0.452 であった。VIF 値は 1.034 ～ 1.287 であり多重共線性の問題はなかった。Durbin-Watson 比は 2.100 であり，実測値に対して予測値が ± 3SD を超えるような外れ値は存在しなかった。また Shapiro-Wilk 検定の結果，残差の正規性が確認された（$p = 0.082$）。検出力検定（Effect size $f^2 = 0.825$，Total sample size ≡ 91，Number of predictors = 6，α err prob = 0.05）の結果，$P = 0.999$ と十分な検出力が得られた。

考　　察

本研究では静止立位時と歩行時の PLLD が一致しない症例の特徴を明らかにするとともに，歩行時における PLLD に関連する因子を明らかにすることを目的とした。一致群に比較して，歩行時延長群で有意に術側股関節内転可動域および術側股関節伸展可動域が不良であり，静止立位時より歩行時の PLLD が延長する症例の特徴として，術側股関節内転可動域，術側股関節伸展可動域が不良であることが明らかとなった。また重回帰分析の結果，歩行時の PLLD に術前および術後の構造的脚長差，術後骨盤側方傾斜角，術前骨盤腔縦径，術側股関節内転可動域，術側股関節伸展可動域が関連することが明らかとなった。

1. 静止立位時と歩行時の PLLD の一致率について

静止立位時および歩行時の PLLD の一致率を検討するために算出した Cohen の κ 係数は 0.801 であり，一致率は比較的高い結果であった [21]。しかしながら静止立位時と歩行時の PLLD が一致しない症例は全体の 18.7% 存在し，静止立位時に PLLD を認めた症例に限定すると 44.4% で静止立位時と歩行時の PLLD が一致しなかった。歩行時の PLLD は動的な脚長差の評価であり，歩行中は静的立位に比較して必要な矢状面上の関節可動域が大きくなる。そのため矢状面上の関節運動範囲の減少によって PLLD が大きくなる症例と矢状面上での関節運動範囲を能動的に大きくすることで静止立位時の PLLD を代償可能な症例が存在するものと思われる。したがって PLLD を評価する場合には，静止立位時の PLLD のみならず歩行時の PLLD を評価する必要があると考えられる。

2. 一致群と歩行時延長群の比較について

一致群と歩行時延長群の比較では，歩行時延長群で有意に術側股関節内転可動域が不良であった。正常歩行では初期接地から荷重応答期にかけて股関節が約 4° 内転する [22]。本研究では静止立位時における PLLD の評価は肩幅に開脚した自然立位にて実施しており，静止立位姿勢では歩行時に比較して，必要な術側股関節内転可動域が小さかった可能性がある。また術側股関節伸展可動域についても歩行時延長群で有意に不良であった。THA 後の歩行に関するシステマティックレビューによると，THA 後の歩行の特徴として股関節伸展角度の減少が挙げられている [23]。股関節伸展可動域制限に伴う歩行時の股関節伸展角度の減少は，歩行の初期接地から立脚中期における膝関節屈曲角度の減少を引き起こし，重心位置に影響を及ぼす [24]。また THA 後には，歩行立脚中期以降の股関節伸展角度の減少が足関節底屈モーメントおよび底屈パワーの増大と関連することが報告されている [25]。このような歩行中の股関節伸展角度の減少に伴う膝関節屈曲角度の減少や底屈モーメントの増大が，急激な重心の上下運動を引き起こし，歩行時の PLLD を生じさせるものと考える。

3. 静止立位時および歩行時の PLLD に関連する因子について

重回帰分析の結果，静止立位時と歩行時の PLLD に関連する因子として共通して抽出されたのは，術前および術後の構造的脚長差，術後骨盤側方傾斜角，術側股関節内転可動域であった。したがって静止立位時と歩行時の PLLD に共通した関連因子として，術後の構造的脚長差から独立して術前構造的脚長差，術後骨盤側方傾斜角，術側股関節内転可動域が重要であると考えられる。術前構造的脚長差の標準化偏回帰係数は負の値であり，本研究では術側が長い場合を正としていることから，術前に術側の脚短縮が大きいほど術後に PLLD が発生しやすいものと考えられる。また腰椎柔軟性低下に伴う骨盤側方傾斜が THA 後の PLLD を引き起こすこと [26] や腰椎固定術後を施行した症例では THA 後に PLLD が生じやすい [27] ことが報告されており，腰椎柔軟性低下に伴う術側下制方向への骨盤傾斜は立位および歩行時の PLLD の原因になるものと考えられる。本研究対象の約 9 割を占める変形性股関節症例では脚短縮が大きい症例ほど腰椎側弯が大きくなる [28]。したがって術前に脚短縮が大きい症例ほど術後も腰椎側弯に伴う骨盤側方傾斜が残存しやすく，PLLD が生じやすいものと考える。さらに股関節外転拘縮は術側方向への骨盤側方傾斜による機能的な脚延長を引き起こすことが知られており [29]，THA 後の術側股関節内転可動域制限は静止立位時，歩行時いずれにおいても PLLD を引き起こす原因になるものと考える。

歩行時の PLLD に関連する因子として抽出された術前骨盤腔縦径，術側股関節伸展可動域については，静止立位時における PLLD の関連因子としては抽出されなかった因子であり，歩行時の PLLD に関連する特異的な因子であると考えられる。上述したように術側股関節伸展可動域制限による膝関節屈曲角度の減少や足関節底屈モーメントの増大が，歩行時の PLLD を生じさせるものと考える。また歩行時の PLLD を従属変数とした重回帰分析における術前骨盤腔縦径の標準化回帰係数は正の値であることから，術前骨盤前傾角が大きい症例ほど，歩行時の PLLD が大きくなるものと考えられる。術前から骨盤前傾位で股関節伸展運動を代償している症例ほど，術後も歩行中の股関節伸展運動が減少しやすく，急激な重心の上下運動に伴う PLLD が生じやすいものと推測する。

4. 研究の限界について

本研究の限界として歩行時における PLLD の測定方法が挙げられる。歩行時の 2 回の PLLD 測定値から算出した κ 係数は 0.980 であり，測定値の高い信頼性は確認できたものの，測定値の妥当性については不明である。歩行時の PLLD 測定においては肩幅程度の歩隔で歩行するように教示を行ったものの，歩行時の PLLD は歩隔にも影響を受ける可能性があり，症例毎に歩隔を厳格に統制できなかった点は大きな限界である。また本研究では 1 本杖を使用して快適速度で歩行した際の PLLD を測定しており，歩行補助具を使用しない場合や最大速度で PLLD を測定した場合には，測定値そのものが変化する可能性がある。今後は歩行時の PLLD 測定の方法も含めて検討

が必要である。また本研究では歩行中の下肢関節角度や重心移動を評価できていないため，歩行時の PLLD を引き起こす関連因子に関する考察は推測の範囲にとどまるものである。本研究では静止立位時よりも歩行時の PLLD が短縮した症例は 4 例と少なかったため比較対象からは除外した。今後は対象者を増やしたうえで静止立位時よりも歩行時の PLLD が延長または短縮する症例の特徴を運動学的視点から検討する必要がある。さらに重回帰分析における調整済み決定係数 R^2 は静止立位時の PLLD で 0.388，歩行時の PLLD で 0.452 と中等度にとどまった。したがって今回調査していない因子が静止立位時および歩行時の PLLD と関連する可能性がある。本研究の研究デザインは横断的観察研究であり，術後 3 週と術後早期における検討にとどまっており，この点も研究の限界である。今後は介入研究も含めた長期的な調査を実施し，関節可動域，骨盤傾斜，構造的脚長差と PLLD との因果関係を明らかにする必要がある。最後に過去の研究では静止立位時の PLLD が術後アウトカム [5]，Quality of life[6]，満足度 [7] と関連することが報告されているが，歩行時の PLLD が THA 例の術後アウトカムと関連するか否かは不明であり，この点についても今後検討が必要である。

結　　論

静止立位時より歩行時の PLLD が延長する THA 例の特徴として，術側股関節内転可動域，術側股関節伸展可動域が不良であることが明らかとなった。また重回帰分析の結果，歩行時の PLLD には術前後の構造的脚長差，術後骨盤側方傾斜角，術側股関節内転可動域に加えて，術前骨盤腔縦径，術側股関節伸展可動域が関連することが明らかとなった。

利 益 相 反

本研究に関連して開示すべき利益相反はない。

文　　献

1）Faldini C: Leg length discrepancy after primary total hip replacement. Musculoskelet Surg 2023; 107: 1–5.
2）Iwakiri K, Ohta Y, Fujii T, et al.: Changes in patient-perceived leg length discrepancy following total hip arthroplasty. Eur J Orthop Surg Traumatol 2021; 31: 1355–1361.
3）Waibel FWA, Berndt K, Jentzsch T, et al.: Symptomatic leg length discrepancy after total hip arthroplasty is associated with new onset of lower back pain. Orthop Traumatol Surg Res 2021; 107: 102761.
4）Kawabata Y, Kimura M: Relationship of early postoperative perceived leg length discrepancy to the progression of osteoarthritis in the contralateral hip after unilateral total hip arthroplasty-a retrospective cohort study using propensity score matching. J Phys Ther Sci 2023; 35: 300–305.
5）Nakanowatari T, Suzukamo Y, Suga T, et al.: True or apparent leg length discrepancy: which is a better predictor of short-term functional outcomes after total hip arthroplasty? J Geriatr Phys Ther 2013; 36: 169–174.
6）Mahmood SS, Mukka SS, Crnalic S, et al.: The influence of leg length discrepancy after total hip arthroplasty on function and quality of life: a prospective cohort study. J Arthroplasty 2015; 30: 1638–1642.
7）Iversen MD, Chudasama N, Losina E, et al.: Influence of self-reported limb length discrepancy on function and satisfaction 6 years after total hip replacement. J Geriatr Phys Ther 2011; 34: 148–152.
8）Kim HS, Lee HJ, Yoo JJ: Minimal pre-operative leg length discrepancy as a risk factor of post-operative leg length discrepancy after total hip arthroplasty: a retrospective study of patients with non-traumatic osteonecrosis of the femoral head. BMC Musculoskelet Disord 2023; 24: 954.
9）Takemoto G, Osawa Y, Seki T, et al.: A large preoperative pelvic oblique angle affects perception of leg length discrepancy after total hip arthroplasty. J Orthop Sci 2023. doi: 10.1016/j.jos.2023.01.013.
10）Kinoshita K, Kimura K, Miyamoto S, et al.: Relationship between perceived leg length discrepancy at one month and preoperative hip abductor muscle elasticity in patients after total hip arthroplasty. Phys Ther Res 2021; 24: 232–239.
11）川端悠士，後藤圭太，武市理史，他：人工股関節全置換術例における自覚的脚長差に影響を与える要因 階層的重回帰分析を用いた検討．理学療法学 2015; 42: 408–415.
12）Koga D, Jinno T, Okawa A, et al.: The effect of preoperative lateral flexibility of the lumbar spine on perceived leg length discrepancy after total hip arthroplasty. J Med Dent Sci 2009; 56: 69–77.
13）Harris I, Hatfield A, Walton J: Assessing leg length discrepancy after femoral fracture: clinical examination or computed tomography? ANZ J Surg 2005; 75: 319–321.
14）Lim SJ, Park YS: Plain radiography of the hip: a review of radiographic techniques and image features. Hip Pelvis 2015; 27: 125–134.
15）Moharrami A, Mirghaderi P, Hoseini Zare N, et al.: Slight pelvic obliquity is normal in a healthy population: a cross-sectional study. J Exp Orthop 2023; 10: 57.
16）Kitajima M, Mawatari M, Aita K, et al.: A simple method to determine the pelvic inclination angle based on anteroposterior radiographs. J Orthop Sci 2006; 11: 342–346.
17）川端悠士，狩又祐太：人工股関節全置換術後の漸減的な補高挿入は自覚的脚長差の軽減に有用か？被検者間マルチベースラインデザインを使用した検討．理学療法学 2016; 43: 486–492.
18）Ieiri A, Tushima E, Ishida K, et al.: Reliability of measurements of hip abduction strength obtained with a hand-held dynamometer. Physiother Theory Pract 2015; 31: 146–152.
19）O'Brien RM: A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. Quality and Quantity 2007; 41: 673–690.
20）Kozak M, Azevedo RA: Does using stepwise variable selection to build sequential path analysis models make sense? Physiol Plant 2011; 141: 197–200.
21）Landis JR, Koch GG: The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 1977; 33: 159–174.
22）Saunders JB, Inman VT, Eberhart HD: The major determinants

in normal and pathological gait. J Bone Joint Surg Am 1953; 35: 543–558.
23） Bahl JS, Nelson MJ, Taylor M, et al.: Biomechanical changes and recovery of gait function after total hip arthroplasty for osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. Osteoarthritis Cartilage 2018; 26: 847–863.
24） Perron M, Malouin F, Moffet H, et al.: Three-dimensional gait analysis in women with a total hip arthroplasty. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2000; 15: 504–515.
25） Tateuchi H, Tsukagoshi R, Fukumoto Y, et al.: Dynamic hip joint stiffness in individuals with total hip arthroplasty: relationships between hip impairments and dynamics of the other joints. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2011; 26: 598–604.
26） Omichi Y, Goto T, Wada K, et al.: Impact of the hip-spine relationship and patient-perceived leg length discrepancy after total hip arthroplasty: A retrospective study. J Orthop Sci 2023: S0949-2658(23)00088-X. doi: 10.1016/j.jos.2023.03.018.
27） Pheasant MS, Coulter JL, Wallace C, et al.: Lumbar spine fusion and symptoms of leg length discrepancy after hip arthroplasty. J Arthroplasty 2021; 36: 3241–3247.
28） 森本忠嗣，會田勝広，園畑素樹，他：変形性股関節症の脚長差と腰椎側彎の関係 Hip-Spine Syndrome．整形外科と災害外科 2010; 59: 586–589.
29） Sabharwal S, Kumar A: Methods for assessing leg length discrepancy. Clin Orthop Relat Res 2008; 466: 2910–2922.

Factors Associated with Leg Length Discrepancy during Gait in the Early Postoperative Period after Total Hip Arthroplasty

Yuji Kawabata[1)], Yukiko Kikutani[1)], Natsumi Yamashita[1)], Kenji Hirata[2)], Mitsuhiro Kimura[2)]

[1)] *Department of Rehabilitation Center, Shuto General Hospital, JA Yamaguchi Prefectural Welfare Federation of Agricultural Cooperative*
[2)] *Department of Orthopedic Surgery, Shuto General Hospital, JA Yamaguchi Prefectural Welfare Federation of Agricultural Cooperative*

Objectives: The purpose of this study was to investigate the characteristics of patients with total hip arthroplasty with a prolonged perceived leg length difference (PLLD) during gait compared with static standing, and to clarify the factors associated with PLLD during gait.
Methods: We investigated the radiographic leg length difference, pelvic obliquity, and anterior pelvic tilt before and 3 weeks after surgery in 91 patients with primary total hip arthroplasty. PLLD (static standing and walking) and hip range of motion were also measured.
Results: Patients with a prolonged PLLD during gait compared with static standing had significantly poorer operative hip adduction range of motion and operative hip extension range of motion. Multiple regression analysis with PLLD during gait as the dependent variable and the survey items as independent variables revealed that the factors associated with PLLD during gait were radiographic leg length difference before and after surgery, postoperative pelvic obliquity, preoperative anterior pelvic tilt, operative hip adduction range of motion, and operative hip extension range of motion.
Conclusion: The results showed that the operative hip adduction range of motion, the postoperative pelvic obliquity, and the operative hip extension range of motion were associated with PLLD during walking.

Key words: Total hip arthroplasty, Perceived leg length discrepancy, Gait, Hip adduction range of motion, Hip extension range of motion

運動器理学療法学　第 4 巻第 1 号　19 〜 27 頁（2024 年）

研究論文（原著）

上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後早期における肩関節屈曲および外転可動域の経時的変化と上腕下垂位外旋可動域との関連性*

鳥井泰典[1)#]　泉　清徳[1)]

【目的】上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後早期における屈曲および外転可動域の経時的変化と上腕下垂位外旋（以下，1st 外旋）可動域との関連性を明らかにすること。【方法】対象者 22 例（平均年齢 69.6 ± 11.1 歳，男性：7 例，女性：15 例）の肩関節屈曲，外転，1st 外旋，肩関節 90° 外転位外旋（以下，2nd 外旋），肩関節 90° 屈曲位内旋（以下，3rd 内旋）の関節可動域（以下，ROM）を術後 2 週から術後 8 週まで 1 週毎に測定し，縦断的・横断的に検討した。【結果】屈曲，外転，1st 外旋は術後 6 週まで経時的に有意な ROM 拡大を認めたが（$p<0.01$），術後 6 週以降は有意な ROM 拡大を認めなかった。屈曲と外転に対して 1st 外旋は各週で強い正の相関を認め（$p<0.01$），2nd 外旋と 3rd 内旋は各週で正の相関を認めた（$p<0.05$ または $p<0.01$）。【結論】骨接合術後 6 週より 1st 外旋，屈曲，外転の ROM が同時に停滞し始める。また，1st 外旋も屈曲と外転に対して強い正の相関がある。

キーワード　上腕骨近位部骨折，骨接合術後早期，関節可動域，経時的変化，上腕下垂位外旋

はじめに

高齢者の上腕骨近位部骨折は骨粗鬆症を基盤とした脆弱性骨折であり，脊椎圧迫骨折，大腿骨近位部骨折，橈骨遠位端骨折に次いで多い骨折疾患である[1)]。全骨折に対する上腕骨近位部骨折の割合は 5 〜 6% で[2)]，Hagino ら[3)] によると平均的な 50 歳の日本人女性がその後の生涯で上腕骨近位部骨折をきたす確率は 10% と報告されている。Palvanen ら[4)] の 1970 年以降の 30 年間で上腕骨近位部骨折患者が 3 倍になったと推定する報告とともに，増加する当該骨折患者に対する医療戦略の必要性が指摘されている[5)6)]。国立社会保障・人口問題研究所が公表している日本の将来推計人口[7)] によると，死亡率を中位として仮定した場合の推計において 2015 年時点で 3,387 万人であった 65 歳以上の高齢者は 2042 年には 3,935 万人に達すると推定されており，上腕骨近位部骨折患者もますます増加していくことが予測される。

肩関節疾患患者を日本整形外科学会肩関節疾患治療成績判定基準（The Japanese Orthopaedic Association score：以下，JOA score）で評価した研究[8)] では，「頭上の棚のものに手が届く」は結帯動作とともに最も平均点が低かったと報告されている。頭上の棚まで手をリーチするためには屈曲や外転の関節可動域（Range of motion：以下，ROM）が必須であることから，屈曲と外転の ROM 拡大は理学療法の最も重要な焦点の 1 つである。一方，上腕骨近位部骨折の整形外科的治療としては，早期の社会復帰目的，高齢化やインプラントの改良，手術技術の向上を理由として，骨接合術が選択される患者数が年々増加している[9–12)]。しかし，上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後の ROM に関する報告の多くは，術後 6 ヵ月や術後 1 年以上の長期的成績[9)13)] であり，術後早期の ROM を検討した報告は少ない。また，コクランのシス

* Relationship between the Temporal Changes in the Flexion and Abduction Range of Motion of Shoulder Joint and the Range of External Rotation of the Humerus in the Early Postoperative Period after Osteosynthesis in Patients with Proximal Humeral Fractures

1）社会医療法人雪の聖母会　聖マリア病院リハビリテーション室
（〒 830–8543　福岡県久留米市津福本町 422）
Yasunori Torii, PT, Kiyonori Izumi, PT: Department of Rehabilitation Center, St. Mary's Hospital, Our lady of the Snow, Social Medical Corporation
E-mail: y-torii@st-mary-med.or.jp

（受付日　2023 年 9 月 12 日／受理日　2024 年 4 月 11 日）

テマティックレビューでは，骨接合術後の早期運動療法が ROM 拡大に有効とする明確なエビデンスはなく[14]，現段階ではまず「いつ，どのような運動療法を開始すべきか」というエビデンス構築の必要性が指摘されている[15]。これらのことから，骨接合術後早期の ROM を経時的に検討することで，ROM 制限の生じる時期と方向を明らかにすることが重要だと考える。

さらに，肩関節に精通する諸家によると，若干の差異があるものの肩関節肩甲骨面挙上 20 ～ 45° かつ内外旋中間位で肩関節の関節包全体の緊張が最も均等になることから，この肢位を基準肢位とすることで関節包・靭帯の肩関節周囲組織のどの部位で柔軟性が低下しているのかをスクリーニングする評価方法として用いられている[16,17]。例えば，基準肢位よりも挙上すると下方組織，内転すると上方組織，内旋および水平内転では後方組織，外旋および水平外転では前方組織が緊張する。したがって，肩関節 90° 外転位外旋（以下，2nd 外旋）は前下方組織，肩関節 90° 屈曲位内旋（以下，3rd 内旋）は後下方組織の柔軟性を評価することができる。しかし，上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後の ROM 運動では，2nd 外旋や 3rd 内旋の ROM 拡大に伴う屈曲と外転の ROM 拡大よりも，上腕下垂位外旋（以下，1st 外旋）の ROM 拡大に伴う屈曲と外転の ROM 拡大の方がより顕著に生じることを臨床で度々経験してきた。基準肢位に基づくと上腕下垂位である 1st 外旋は肩関節の前上方組織の柔軟性を反映しており，屈曲と外転は肩関節の下方組織を反映しているため，「1st 外旋の ROM 制限と屈曲や外転の ROM 制限に関連性があるのではないだろうか」という疑問は基準肢位に基づいた知見だけでは解決できなかった。そこで，上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後早期において，屈曲，外転とともに 1st 外旋の ROM を同時かつ経時的に検討した報告を可能な限り渉猟したが，そのような報告は確認できなかった。

以上のように，高齢化に伴う上腕骨近位部骨折患者数の増加，骨接合術適応患者数の増加という背景があるにもかかわらず，上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後早期の理学療法介入には明確なエビデンスがなく，いつ，どの方向への ROM 運動を実施すべきかを我々理学療法士は明確に知る必要があると考える。本研究の目的は，上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後 2 週から術後 8 週までの肩関節屈曲，外転に加え，臨床的経験から屈曲や外転と関連性が強いと感じている 1st 外旋，さらに屈曲や外転の際に要求される肩関節下方組織の柔軟性を特に反映する 2nd 外旋，3rd 内旋の ROM の経時的変化と，屈曲および外転の ROM に対する 1st 外旋可動域の関連性について検討することである。

対象と方法

1. 対象者

2017 年 10 月～ 2022 年 3 月までの期間に当院において上腕骨近位部骨折と診断された 73 例を対象とした。除外基準は，保存的加療となった者，人工骨頭置換術またはリバース型人工肩関節置換術が施行された者，研究参加に同意が得られなかった者，50 歳未満の者，骨接合術後 2 週までに肩関節の屈曲と外転の他動 ROM が 90° に到達しなかった者，神経学的症状を合併する者，観察上肢に整形外科的既往または神経学的既往がある者，著明な認知機能低下がある者，1 週間以上の術前待機期間があった者とした。除外基準に該当した 46 例を除く 27 例を前方視的に観察開始し，データ欠損のあった 4 例，音信不通による離脱の 1 例を除く 22 例（平均年齢：69.6 ± 11.1 歳，男性：7 例，女性：15 例，髄内釘固定術：9 例，ロッキングプレート固定術：13 例）が最終的な解析対象者となった（図 1）。なお，骨接合術後 2 週までに屈曲と外転の他動 ROM が 90° に到達しなかった者を除外した理由は，上方組織の柔軟性を反映するとされる 1st 外旋に対して，基準肢位に基づき，下方組織を反映する ROM で，なおかつ理学療法士によく知られている標準的な測定方法として 2nd 外旋肢位と 3rd 内旋肢位での ROM を測定値として採用するためであった。また，一般的に術後 2 週までは特に炎症性疼痛が強いことから，本研究の目的である組織柔軟性の影響よりも，炎症物質に基づく疼痛制限が ROM の測定値に与える影響を可能な限り最小にするためであった。

すべての対象者は，骨接合術後のプロトコルにしたがい，骨接合術後 1 日目より ROM 運動が開始され，術後 2 週目からは抵抗運動が開始された（図 2）。整形外科医からは術後 2 週目までは抵抗運動が禁忌となること以外には特に禁忌や留意点は設けられなかった。髄内釘固定術では deltoid splitting approach によって皮膚切開後，三角筋を鈍的に分けて棘上筋を線維方向に沿って切開し，髄内釘挿入後に棘上筋を縫合，各層を閉創された。ロッキングプレート固定術では deltopectoral approach によって，皮膚，三角筋と大胸筋間を切開後，プレートを挿入・固定した上で腱板筋群に通した高強度縫合糸をプレートに縫着後，切開した各層は閉創された。

本研究は，聖マリア病院の研究倫理審査委員会の審査および承認（承認番号：論 23-0606）を得たうえで実施した。対象者には研究説明書を用いて，研究の目的，方法，安全管理，個人情報の取り扱い，自由意思による参加で研究参加をいつでも撤回できる旨，十分な説明を行ったうえで署名による同意を得た。

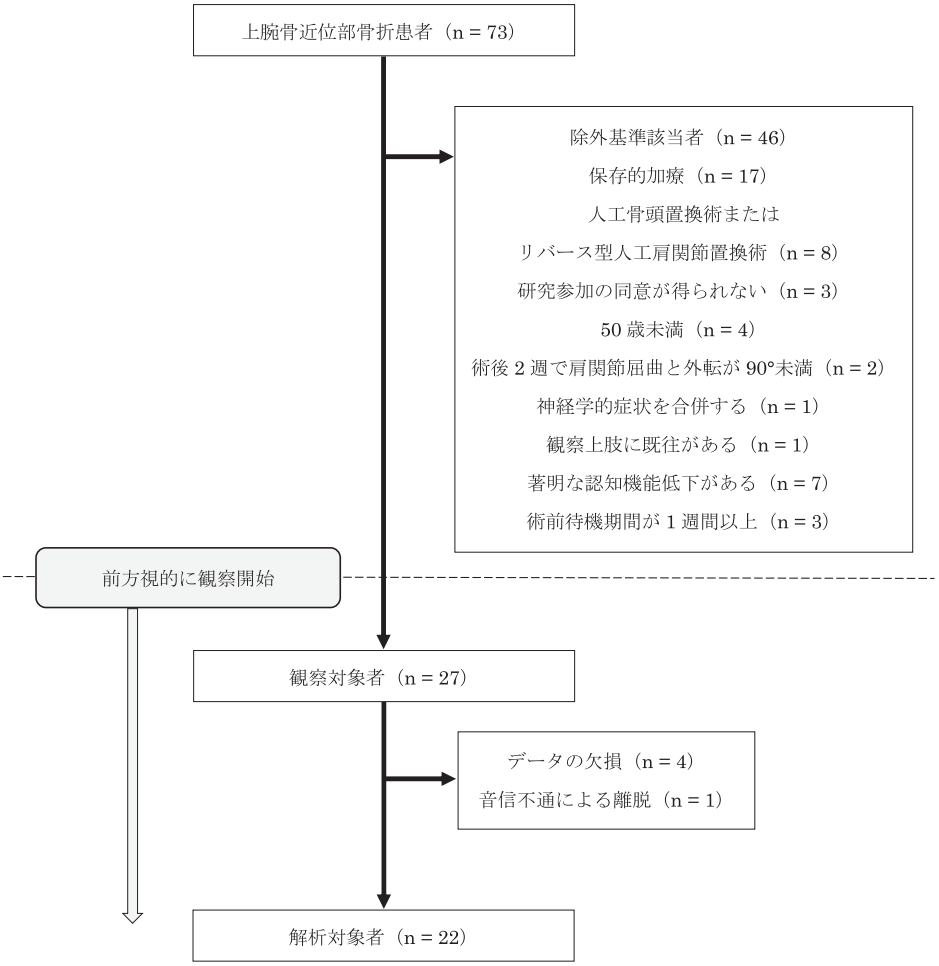


図 1　研究フローチャート

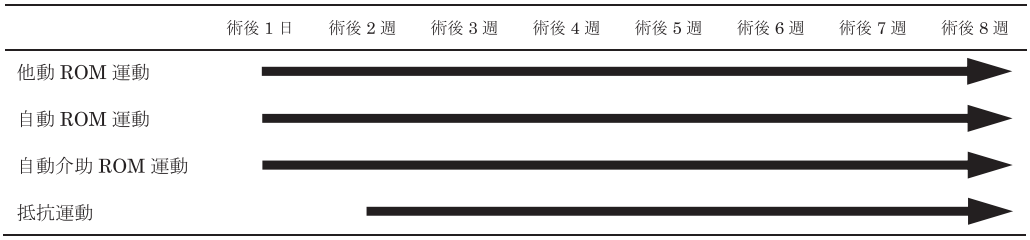


図 2　上腕骨近位部骨折の骨接合術後のプロトコル

2．ROM の測定時期と方法

肩関節屈曲，外転，1st 外旋，2nd 外旋，3rd 内旋の各 ROM を術後 2 週目から術後 8 週目まで 1 週毎に測定した。屈曲，外転，1st 外旋，2nd 外旋は，日本整形外科学会・リハビリテーション医学会の制定する測定法にしたがい，3rd 内旋は肩関節・肘関節 90° 屈曲位での内旋可動域として測定した。すべての ROM は，背臥位にした対象を東大式ゴニオメーター（300 mm タイプ）によって 5° 刻みで他動的に測定した（図 3）。1st 外旋と 2nd 外旋の ROM は上腕骨が体幹に対して屈曲または伸展しないようにタオルを使用し，3rd 内旋は理学療法士の腹部で上腕を支持することで肩関節周囲を常にリラックスさせた状態で測定した。測定は対象者の各担当理学療法士 7 名が行った。各 ROM 測定は 3 回測定し，加算平均値で正規化した値を解析に用いた。ROM 測定の級内相関係数は，検者内信頼性はすべての ROM が 0.7 以上，検者間信頼性は 1st 外旋が 0.64，その他の ROM はすべて 0.7 以上であった（表 1）。



図 3　肩関節 ROM 測定方法

表 1　ROM 測定の検者内信頼性と検者間信頼性

	屈曲	外転	1st 外旋	2nd 外旋	3rd 内旋
検者内信頼性　ICC（1, 3）	0.82	0.74	0.70	0.79	0.74
検者間信頼性　ICC（2, 3）	0.73	0.70	0.64	0.75	0.71

ICC（1, 3）：Intra-rater reliability　検者内信頼性
ICC（2, 3）：Inter-rater reliability　検者間信頼性

3．統計解析

肩関節の屈曲，外転，1st 外旋，2nd 外旋，3rd 内旋の各 ROM の 1 週毎の測定値を合計 7 回繰り返し縦断的に検定した。まず，Shapiro-Wilk 検定により全変数が正規分布しているか否かを検定し，正規分布に従うとみなされたときは，Mendoza の多標本球形性検定によって球形性が保たれているか否かを検定した。Mendoza の多標本球形性検定で p 値が 0.05 以上のときは反復測定による分散分析を適用した。p 値が $p<0.05$ の場合には Greenhouse-Geisser の ε 修正による反復測定分散分析を適用し，有意差が認められたときは，どの条件間で有意差があるかを Shaffer の修正による対応のある t 検定で検定した。いずれかの変数が正規分布に従わないときは Friedman の検定を適用し，有意差が確認された後に，多重比較法として Holm の修正による Wilcoxon の符号付順位検定を適用した。また，屈曲および外転に対する 1st 外旋，2nd 外旋，3rd 内旋の各回旋可動域との関連性を検定した。Shapiro-Wilk 検定により 2 変数のいずれかが正規分布に従わなかったため，Spearman の順位相関係数を適用して 1 週毎に横断的に検定した。統計解析には，統計ソフト改変 R コマンダー 4.2.1 [18] を使用し，有意水準はすべての検定で 5% とした。

主要アウトカムを ROM に設定し，統計手法を分散分析，群数を 7 群（骨接合術後 2 週～術後 8 週までの各週），群間測定値の分散を 10，群内測定値の分散を 5，検出力を 0.9，有意水準を 0.05 として統計ソフト改変 R コマンダー 4.2.1 を用いてサンプルサイズも計算した。

結　　果

対象者の基本属性として，年齢，性別，身長，Body mass index（以下，BMI），Neer 分類 [19]，手術方法，受傷時合併症，骨接合術後の合併症の有無，骨粗鬆症の有無を示す（表 2）。

肩関節屈曲，外転，1st 外旋，2nd 外旋，3rd 内旋の 1 週毎の ROM の経時的変化を示す（図 4）。屈曲，外転，1st 外旋は，骨接合術後 2 週目から 6 週目まで 1 週毎に経時的に有意な ROM 拡大を認めたが（$p<0.01$），骨接合術後 6 週目と 7 週目，骨接合術後 7 週目と 8 週目の期間では有意な ROM 拡大を認めなかった。2nd 外旋と 3rd 内旋は，骨接合術後 2 週目から 8 週目まで経時的に有意な ROM 拡大を認めた（$p<0.01$）。

表 2　対象者の基本属性

項目	対象者（n = 22）
年齢（歳）	69.6 ± 11.1
性別：男性／女性	7 例／ 15 例
身長（cm）	156.1 ± 7.1
BMI（kg/m^2）	21.6 ± 2.6
Neer 分類：1-part ／ 2-part ／ 3-part ／ 4-part	0 例／ 13 例／ 7 例／ 2 例
手術方法：髄内釘固定術／ロッキングプレート固定術	9 例／ 13 例
受傷時合併症：腱板部分断裂／肩関節脱臼	7 例／ 0 例
骨接合術後の合併症：有／無	0 例／ 22 例
骨粗鬆症の診断：有／無	8 例／ 14 例

（　）内は単位，数値は平均値±標準偏差.
BMI: body mass index

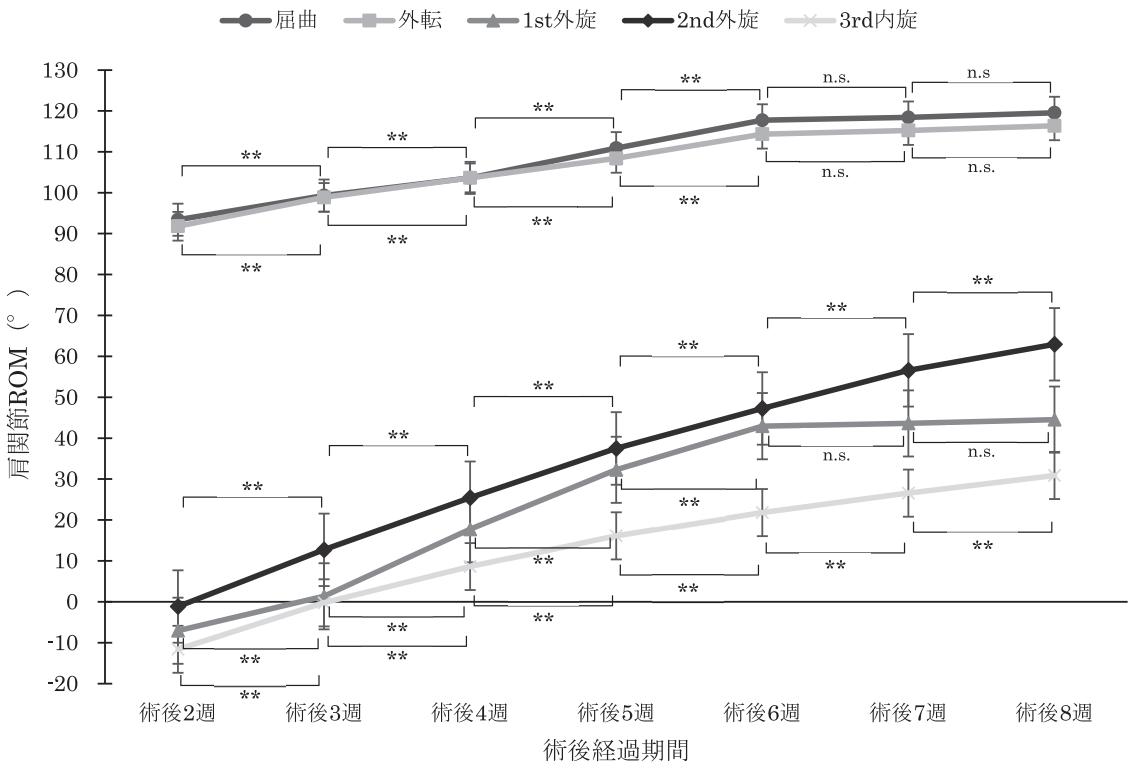


図 4　肩関節 ROM の経時的変化
**p<0.01，n.s.: not significant.

骨接合術後 2 週目から 8 週目までの屈曲と外転に対する 1st 外旋，2nd 外旋，3rd 内旋との関連性を示す（表 3）。屈曲と外転に対する 1st 外旋は，骨接合術後 2 週から 8 週の各週で強い正の相関を認めた（p<0.01）。屈曲と外転に対する 2nd 外旋および 3rd 内旋も，各週で正の相関を認めた（p<0.05 または p<0.01）。

主要アウトカムを ROM に設定し分散分析の統計手法で，群数を 7 群，群間測定値の分散を 10，群内測定値の分散を 5，検出力を 0.9，有意水準を 0.05 としたサンプルサイズは 21 であった。仮に群内測定値の分散を 5 〜 10 にした場合のサンプルサイズは 28 であった。本研究における分散の値はおおよそ 5 〜 10 の範囲であり，22 例というサンプルサイズは比較的適切であると考えられた。

考　　察

三浦ら[8]は，肩関節疾患患者を JOA score で評価した研究において，「頭上の棚のものに手が届く」は最も平

表 3　肩関節屈曲および外転と各回旋可動域との相関係数

	術後 2 週	術後 3 週	術後 4 週	術後 5 週	術後 6 週	術後 7 週	術後 8 週
屈曲 & 1st 外旋	0.705**	0.710**	0.701**	0.7137**	0.945**	0.951**	0.965**
屈曲 & 2nd 外旋	0.673**	0.389**	0.516*	0.7037**	0.843**	0.785**	0.861**
屈曲 & 3rd 内旋	0.513**	0.703**	0.594**	0.6267**	0.651**	0.751**	0.880**
外転 & 1st 外旋	0.744**	0.769**	0.721**	0.7223**	0.852**	0.892**	0.903**
外転 & 2nd 外旋	0.323*	0.625**	0.497**	0.6254**	0.853**	0.862**	0.856**
外転 & 3rd 内旋	0.559**	0.666**	0.631**	0.660**	0.742**	0.816**	0.872**

Spearman の順位相関係数の結果.
*：p<0.05，**：p<0.01.
1st 外旋：上腕下垂位外旋，2nd 外旋：肩関節 90° 外転位外旋，3rd 内旋：肩関節 90° 屈曲位内旋.

均点が低い動作の 1 つであったことを報告している。頭上の棚に手をリーチするためには屈曲や外転の ROM が必須であり，上腕骨近位部骨折術後患者の理学療法においても屈曲と外転の ROM 拡大は最も重要な焦点の 1 つである。本研究では，上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後 2 週から 8 週までの肩関節屈曲，外転に加えて，1st 外旋，2nd 外旋，3rd 内旋の ROM の経時的変化と，屈曲および外転の各 ROM に対する 1st 外旋，2nd 外旋，3rd 内旋の各 ROM の関連性について検討した。その結果，屈曲，外転，1st 外旋の ROM は骨接合術後 2 週から 6 週まで有意に拡大するが，骨接合術後 6 週以降の ROM 拡大には有意差がないこと，2nd 外旋と 3rd 内旋の ROM は骨接合術後 2 週から 8 週まで継続して有意に拡大することが明らかになった。また，屈曲と外転の各 ROM に対して 1st 外旋，2nd 外旋，3rd 内旋の ROM は，すべて正の相関関係にあることが明らかになった。これらの結果から，上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後早期の肩関節屈曲と外転の ROM 拡大運動では，骨接合術後 6 週での ROM 拡大の停滞に注意し，2nd 外旋や 3rd 内旋の ROM 運動とともに 1st 外旋の ROM 運動も実施する必要性が示唆された。

本研究と同様に上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後早期の肩関節屈曲，外転，1st 外旋の ROM を経時的かつ同時に検討した先行研究はない。類似した先行研究として Hauschild らの報告[20] があるが，ROM 測定時期が骨接合術後 3 ヵ月，6 ヵ月，12 ヵ月であり，本研究の最終 ROM 測定時期である骨接合術後 8 週よりも 1 ヵ月以上遅い。また，対象者は Arbeitsgemeinschaft Für Osteosynthesefragen（以下，AO 分類[21]）で 2-part 骨折の症例だけを対象としており，対象者 22 例のうち 3-part 骨折 7 例，4-part 骨折 2 例を含む本研究よりも骨折の重症度は低い。これらの相違点を考慮したうえで先行研究の骨接合術後 3 ヵ月の ROM に注目すると，肩関節屈曲 111.9°，外転 96.9°，1st 外旋 42.3° であり，本研究の骨接合術後 6 週の肩関節屈曲 117.7°，外転 114.3°，外旋 42.9° と比較すると，屈曲と 1st 外旋はほぼ同等であり，外転では本研究の方が ROM 拡大は良好であった。すなわち，本研究の ROM は，先行研究よりも早期の ROM 測定時期で，骨折の重症度が高い傾向にあるにもかかわらず，先行研究よりも良好な ROM の経時的変化を認めた結果となった。本研究が先行研究よりも良好な ROM を認めた要因として，合併症の有無が関与している可能性がある。先行研究では，一次的合併症 7 例，二次的合併症 18 例，骨に関する合併症 12 例，軟部組織に関する合併症 3 例を含んでおり，過去の外科手術と比較すると合併症率が高い傾向にあったことも併せて報告されている[20]。多変量回帰分析においても機能的転帰スコアの予測値には，合併症の有無が影響を及ぼすとの報告があり[22]，本研究の対象者には合併症を有する者を含まなかったため，先行研究よりも良好な ROM 拡大を認めたと考えられる。さらに別の先行研究では，骨折の重症度や 1st 外旋 ROM については記載がないため不明であるが，本研究の ROM 測定時期と同じ骨接合術後 6 週時点で，合併症のない成績良好群は理学療法終了時の肩関節屈曲 159.1° の約 90% が確保されていたとする報告がある[23]。以上のようなことから，屈曲，外転，1st 外旋の ROM が骨接合術後 6 週より停滞が始まるという本研究の経時的変化は，骨折の重症度が低く，合併症を認めないことを前提とした場合に有用となり得る知見であると考えられる。

肩関節屈曲と外転の各 ROM に対して 1st 外旋，2nd 外旋，3rd 内旋の ROM は，すべて正の相関があることが明らかになった。2nd 外旋と 3rd 内旋の ROM は肩関節の関節包全体の緊張が最も均等になる基準肢位[16,17] よりも挙上位で，前方または後方の下方組織の柔軟性を反映するため，同様に下方組織の柔軟性を反映する屈曲と外転の ROM との間には正の相関があったと考えられる。その一方で 1st 外旋の ROM は前上方組織の柔軟性を反映するにもかかわらず，屈曲と外転の ROM との間に正の相

関を認めた。本研究の対象者 22 例中 13 例がロッキングプレート固定術の際に deltopectoral approach による侵襲が加えられた。この術式は上腕骨近位部骨折の標準的な手術方法として確立されているものの，術後癒着による ROM 制限が問題になることがある [24]。Waszczykowski らの報告 [25] では，ロッキングプレート固定術後に 1st 外旋 ROM が著明に制限された対象者に対するロッキングプレート除去術後，即時的に 1st 外旋 ROM は改善したが 2nd 外旋 ROM は改善しなかったことから，ロッキングプレート固定術では 1st 外旋 ROM を選択的に制限する可能性があると結論づけている。しかし，ロッキングプレート除去術後 2 年後には，屈曲，外転，2nd 外旋，内旋においても有意な ROM 拡大を認めていることから，ロッキングプレート固定術による直接的影響として 1st 外旋 ROM 制限が生じやすく，癒着に伴う二次的影響として多方向性の ROM 制限が生じると考えられる。肩関節 1st 外旋の ROM を制限する組織として，烏口上腕靭帯（Coracohumeral ligament：以下，CHL）が一般的に知られているが，CHL は棘上筋および肩甲下筋と連結し [26]，1st 外旋 ROM だけでなく肩関節屈曲，外転，伸展，内転をも制限することが明らかにされている [27,28]。これらのことから，deltopectoral approach によって CHL を含む肩関節前上組織で癒着が生じることで多方向性の ROM 制限が生じたために 1st 外旋 ROM も制限され，屈曲および外転の ROM と 1st 外旋 ROM との間にも正の相関を認めたと考えられる。

本研究は複数の限界を有する。本研究では先行研究 [20] よりも骨折の重症度が高いにもかかわらず ROM の経時的変化は良好であった。前述したように合併症を有する症例を対象から除外した点が要因として考えられるが，骨折の重症度と ROM には負の相関を認めるとの報告もある [29,30]。また，上腕骨近位部骨折の多くは骨粗鬆症を基盤とする脆弱性骨折であり，年齢とともに骨折の重症度は高くなることから，年齢が高くなるほど ROM の機能予後が不良であることも報告されている [5,31]。したがって，対象者の骨折の重症度や年齢が高い場合には，ROM の経時的変化も本研究とは異なる可能性があり，本研究の結果を一般化するには合併症の有無に加えて，骨折の重症度，年齢の要因を慎重に考慮することが重要であると考える。2 つ目の限界は，1st 外旋 ROM だけでなく，2nd 外旋と 3rd 内旋の ROM も屈曲と外転の各 ROM との間に正の相関を認めており，1st 外旋の ROM 制限が独立した要因として屈曲と外転の ROM 制限に影響を与えているのか，もしくは複数の要因によって影響を与えているのかについては不明であり，今後は因果関係を明らかにするために回帰分析による検討が必要になると考えられる。3 つ目の限界は，本研究では骨接合術後 2 週で屈曲と外転の ROM が 90° に到達しなかった症例は 73 例中 2 例であったが，これらの症例はその後の ROM 拡大に難渋する可能性が高く，骨接合術後 2 週で 90° に到達しない症例に本研究の結果を汎化することは困難だと考える。4 つ目の限界は，骨接合術後 2 週時点で屈曲と外転の ROM が 90° に到達しない症例と脱臼骨折を含む合併症を有する症例が対象から除外されたことで，重度の軟部組織損傷に伴って生じる炎症性疼痛に基づく多方向性の ROM 制限を有する症例の取り込みによる影響は最小限であったと考えられるが，炎症性疼痛による ROM 測定値への影響を完全に除外し得るものではないことを留意しておく必要がある。

結　　論

上腕骨近位部骨折患者の骨接合術後早期の肩関節 ROM は，骨接合術後 6 週より，屈曲，外転，1st 外旋が同時に停滞し始めることが明らかになった。また，2nd 外旋と 3rd 内旋の ROM だけでなく，1st 外旋 ROM も屈曲と外転の ROM との間に強い正の相関関係があることが明らかになった。

利 益 相 反

本研究に関して開示すべき利益相反関連事項はない。

謝　　辞

本研究にご協力をいただきました対象者の方々に心より感謝申し上げます。

文　　献

1）大国生幸，海老原覚：高齢者骨折の現状と整形外科治療の概要．理学療法 2018; 35(4): 292–301.
2）Passaretti D, Candela V, Sessa P, et al.: Epidemiology of proximal fractures: a detailed survey of 711 patients in a metropolitan area. J Shoulder Elbow Surg 2017; 26(12): 2117–2124.
3）Hagino H, Furukawa K, Fujiwara S, et al.: Recent trends in the incidence and lifetime risk of hip fracture in Tottori, Japan. Osteoporosis Int 2009; 20(4): 543–548.
4）Palvanen M, Kannus P, Niemi S, et al.: Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. Clin Orthop Relat Res 2006; 442: 87–95.
5）Roux A, Decroocq L, El Batti S, et al.: Epidemiology of proximal humerus fractures managed in a trauma center. Orthopaedics & Traumatology 2012; 98(6): 715–719.
6）Bahrs C, Tanja S, Gummar B, et al.: Trends in epidemiology and patho-anatomical pattern of proximal humeral fractures.

International Orthopaedics 2014; 38: 1679–1704.
7）国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口－平成 28（2016）～ 77（2065）年－．人口問題研究資料第 336 号 平成 29 年 7 月 31 日．https://www.ipss.go.jp/pp-zenkoku/j/zenkoku2017/pp29_ReportALL.pdf（2017 年 9 月 1 日）．
8）三浦雄一郎，福島秀晃：肩関節運動機能と ADL の関連性．関西理学 2008; 8: 25–34.
9）長尾信人，國分直樹，松山優実：上腕骨近位端骨折に対するロッキングプレートと髄内釘による治療成績の比較．骨折 2020; 42(4): 1175–1179.
10）Bell JE, Leung BC, Spratt KF, et al.: Trends and Variation in Incidence, Surgical Treatment, and Repeat Surgery of Proximal Humeral Fractures in the Elderly. J Bone Joint Surg 2011; 93(2): 121–131.
11）Huttunen TT, Launonen AP, Pihlajamaki H, et al.: Trends in the surgical treatment of proximal humeral fractures-a nationwide 23-year study in Finland. BMC Musculoskeletal Disorders 2012; 13: 261.
12）Tepass A, Blumenstock G, Weise K, et al.: Current strategies for the treatment of proximal humeral fractures: an analysis of a survey carried out at 348 hospitals in Germany, Austria, and Switzerland. J Shoulder Elbow Surg 2013; 22(1): 8–14.
13）Gracitelli ME, Malavolta EA, Assuncao JH, et al.: Locking intramedullary nails compared with locking plates for two- and three-part proximal humeral surgical neck fractures: a randomized controlled trial. J Shoulder Elbow Surg 2016; 25(5): 695–703.
14）Handoll HH, Brorson S: Interventions for treating proximal humeral fractures in adults (Review). Cochrane Database Syst Rev 2015; (11): Cd000434.
15）Ostergaard HK, Mechlenburg I, Launonen AP, et al.: The benefits and harms of early mobilization and supervised exercise therapy after non-surgically treated proximal humerus or distal radius fracture. Curr Rev Musculoskelet Med 2021; 14(2): 107–129.
16）千葉慎一：肩関節のスタンダードテクニック－機能と評価について－．理学療法学 2016; 43(1): 52–60.
17）赤羽根良和：関節包靭帯が原因となる拘縮．pp187–207；林　典雄・監修：肩関節拘縮の評価と運動療法．2013，運動と医学の出版社，神奈川．
18）対馬栄輝研究室：改変 R コマンダー．https://personal.hs.hirosaki-u.ac.jp/pteiki/research/stat/R/（2022 年 10 月 1 日）．
19）Neer CS: Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use. J Shoulder Elbow Surg 2002; 11(4): 389–400.
20）Hauschild O, Konrad G, Audige L, et al.: Operative versus non-operative treatment for two-part surgical neck fractures of the proximal humerus. Arch Orthop Trauma Surg 2013; 133(10): 1385–1393.
21）Marongiu G, Leinardi L, Congia S, et al.: Reliability and reproducibility of the new AO/OTA 2018 classification system for proximal humeral fractures: a comparison of three different classification systems. J Orthop Traumatol 2020; 21(1): 4.
22）Sudkamp NP, Audige L, Lambert S, et al.: Path analysis of factors for functional outcome at one year in 463 proximal humeral fractures. J Shoulder Elbow Surg 2011; 20(8): 1207–1216.
23）唐澤俊一，青木啓成，村上成道：上腕骨近位端骨折における骨接合術後症例に対する理学療法プログラムの検討．関東甲信越ブロック理学療法士学会 2009; 28: 123.
24）Acklin YP, Michelitsch C, Sommer C: Elective implant removal in symptomatic patients after internal fixation of proximal humerus fractures improves clinical outcome. BMS Musculoskeletal disorders 2016; 17: 119.
25）Waszczykowski M, Gabis J: Selective Glenohumeral external rotation deficit-sequelae of post-ORIF deltoid adhesions after treatment of the proximal humerus fracture. BMS Musculoskeletal disorders 2020; 21: 625.
26）Clark JM, Harryman DT: Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff. Gross and microscopic anatomy. J Bone Joint Surg 1992; 74(5): 713–725.
27）Harryman DT, Sidles JA, Harris S, et al.: The role of the rotator interval capsule in passive motion and stability of the shoulder. J Bone Joint Surg 1992; 74(1): 53–66.
28）Jost B, Koch PP, Gerber C, et al.: Anatomy and functional aspects of the rotator interval. J Shoulder Elbow Surg 2000; 9(4): 336–341.
29）Sproul RC, Iyengar JJ, Devcic Z, et al.: A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. Injury 2011; 42(4): 408–413.
30）Thanasas C, Kontakis G, Angoules A, et al.: Treatment of proximal humerus fractures with locking plates: A systematic review. J Shoulder Elbow Surg 2009; 18(6): 837–844.
31）Rodriguez I, Prado D, Reza G, et al.: Epidemiology of proximal humerus fractures. J Orthop Surg and Res 2021; 16: 402.

Relationship between the Temporal Changes in the Flexion and Abduction Range of Motion of Shoulder Joint and the Range of External Rotation of the Humerus in the Early Postoperative Period after Osteosynthesis in Patients with Proximal Humeral Fractures

Yasunori Torii[1)], Kiyonori Izumi[1)]

[1)] *Department of Rehabilitation Center, St. Mary's Hospital, Our lady of the Snow, Social Medical Corporation*

Objective: To clarify the relationship between the temporal changes in flexion and abduction range of motion (ROM) and the range of external rotation of the humerus (1st external rotation) in the early postoperative period after osteosynthesis in patients with proximal humeral fractures.

Methods: A total of 22 patients (age: 69.6±11.1 years, male: n=7, female: n=15) were included in the study. We measured the ROM of the shoulder joint in flexion, abduction, 1st external rotation, external rotation at 90° abduction (2nd external rotation), and internal rotation at 90° flexion (3rd internal rotation) every week between postoperative weeks 2 to 8. The data were analyzed both longitudinally and cross-sectionally.

Results: There was a significant increase in the ROM for flexion, abduction, and 1st external rotation until postoperative week 6 ($p<0.01$). However, there was no significant increase in the ROM after week 6. There was a strong correlation between flexion and abduction for the 1st external rotation at each time point ($p<0.01$), as well as a correlation for the 2nd external and 3rd internal rotations at each time point ($p<0.05$ and $p<0.01$).

Conclusion: We demonstrated no changes in the ROM of flexion, abduction, or 1st external rotation 6 weeks after osteosynthesis. There was also a strong correlation between flexion and abduction for the 1st external rotation.

Key words: Proximal humeral fracture, Early postoperative period after osteosynthesis, Range of motion, Temporal changes, External rotation of the humerus

運動器理学療法学　第 4 巻第 1 号　28 〜 35 頁（2024 年）

研究論文（原著）

軽度中枢性感作関連症状を伴う変形性膝関節症患者の身体的および心理的特性*

廣津　昂[1)#]　安彦鉄平[2)]　村田　伸[2)]　末原　洋[3)]　河端博也[3)]

【目的】本研究は，軽度中枢性感作関連症状（Central Sensitization-related Symptoms：以下，CSSs）を有する膝 OA 患者の身体的・心理的特徴を明らかにすることを目的とした。【方法】膝 OA 患者 40 名を対象に，CSI-9，疼痛の強度，膝関節可動域，膝関節伸展筋力，5 m 歩行テスト，TUG，患者立脚型 QOL 指標，抑うつ・不安，運動恐怖感および破局的思考を評価した。CSI-9 の結果から no CSSs 群と mild CSSs 群の 2 群に分類し，対応のない t 検定および χ 二乗検定を用いて比較した。【結果】no CSSs 群と比較して mild CSSs 群は，5 m 歩行時間，TUG，QOL，抑うつ，不安および破局的思考が有意に不良な値であった。【結論】軽度 CSSs を有する膝 OA 患者は，CSSs のない者と比較し，身体機能および患者立脚型 QOL 指標，抑うつ，不安および破局的思考が不良であることが示された。

キーワード　中枢性感作関連症状，変形性膝関節症，身体的特性，心理的特性

はじめに

変形性膝関節症（knee osteoarthritis：以下，膝 OA）は，関節裂隙の狭小化や軟骨下骨の硬化，骨棘の形成などの関節構造変化が生じ，疼痛や変形，可動域制限，筋萎縮などを認め[1)]，生活の質（quality of life：以下，QOL）が低下する[2)]。これまで膝 OA の痛みは，関節構造の変化やアライメント異常によるメカニカルストレスが影響すると考えられてきた[1)]。しかし，人工膝関節置換術によって構造的問題を改善しても一部の患者に慢性疼痛が残存し，膝 OA の痛みは関節変形以外の要因の関与が示唆されている[3)]。井野ら[4)]は，膝 OA の疼痛は，はじめは急性疼痛を感覚的側面として知覚し，経過とともに情動的，認知的側面の関与が強くなることで痛みが複雑化し，重症化や慢性化の一因となることを報告している。

近年，膝 OA の痛みには侵害受容性疼痛や神経障害性疼痛のみならず，中枢性感作の関与が指摘されている[5)]。中枢性感作とは，侵害刺激が繰り返されることにより疼痛が次第に増強され，疼痛を本来よりも過剰かつ広範に感じる状態を指す[6)]。この中枢性感作が病態に関与している中枢性感作症候群[7)]において，様々な疾患で共通する中枢性感作関連症状（Central Sensitization-related Symptoms：以下，CSSs）が注目されている[8)]。Shigetoh ら[9)10)]は，CSSs が痛みの本質的な要因であり，CSSs が残存すると疼痛が改善しにくいことを報告している。この CSSs が中等度以上の膝 OA 患者では，CSSs と痛み[11)]，不安や抑うつ[12)]，痛みの破局的思考[13)]など心理機能が関連することが報告されている。さらに，CSSs を評価する Central Sensitization Inventory（以下，CSI）と痛み，痛みの破局的思考[9)]と関連することが報告されており，CSSs が軽度であっても痛みや心理的機能と関係する可能性がある。一方で，CSSs は「筋肉の硬さや痛み」，「全身の痛み」といった身体症状を伴うことから，身体機能と関係する可能性がある。以上のことから，中等度以上

* Physical and Psychological Characteristics of Patients with Knee Osteoarthritis with Mild Central Sensitization-Related Symptoms

1）洛和会丸太町病院リハビリテーション部
（〒 604–8401　京都府京都市中京区七本松通丸太町上ル）
Subaru Hirotsu, PT, MS: Department of Rehabilitation, Rakuwakai Marutamachi Hospital
2）京都橘大学健康科学部理学療法学科
Teppei Abiko, PT, PhD, Shin Murata, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Kyoto Tachibana University
3）医療法人河端病院整形外科
Hiroshi Suehara, MD, Hiroya Kawabata, MD: Department of Orthopedic surgery, Kawabata Hospital
E-mail: h901020028@st.tachibana-u.ac.jp
（受付日　2023 年 12 月 8 日／受理日　2024 年 4 月 22 日）

の CSSs が膝 OA の疼痛や心理機能に関与することが示唆されているものの，軽度 CSSs やその身体機能への影響については十分に明らかにされていない。特に，メカニカルストレスの大きい関節変形の強い膝 OA 患者において，CSSs と身体および心理機能との関係性を明らかにできれば，メカニカルストレスに加えて軽症の CSSs に対する評価と治療の必要性を示すことができる。

そこで，本研究の目的は膝 OA 患者の評価を横断的に実施し，軽度 CSSs の有無による身体的および心理的特性の違いから，軽度 CSSs を有する変形の強い膝 OA 患者の特徴および影響度の大きい CSSs を明らかにすることとした。

対象と方法

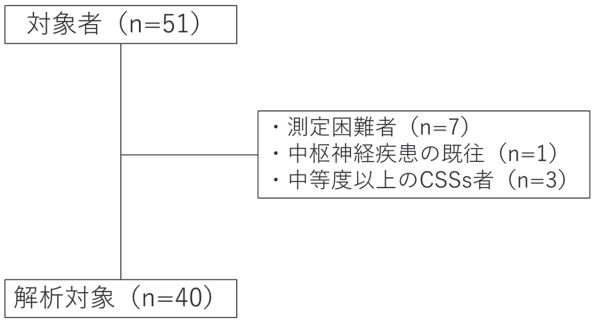
1．対象

対象は，2021 年 3 月 3 日～ 2022 年 6 月 13 日の期間中に医療法人河端病院にて医師より膝 OA と診断され，理学療法を実施した 51 名とした。対象者の包含基準は 65 歳以上で，自立歩行が可能な者とした。除外基準はすべての測定を実施できなかった者（n=7），中枢神経疾患および膝関節以外の整形外科疾患の既往がある者（n=1），中等度以上の CSSs を有する者（n=3）とした。対象者のうち，基準を満たした 40 名（男性 12 名，女性 28 名，平均年齢 77.0 ± 6.2 歳）を解析対象とした（図 1）。

対象者にはヘルシンキ宣言に基づいて研究の目的や方法，研究参加による利益・不利益，リスクについて口頭および書面を用いて十分に説明した後，「自由意思での参加」に書面にて同意が得られた者に協力を求めた。また，本研究は京都橘大学研究倫理委員会の承認（承認番号 21-29）を得ている。

2．方法

基本情報として，年齢，性別，Body Mass Index（以下，BMI），既往歴を収集した。CSSs の評価は短縮版 CSI（以下，CSI-9）を用いた。疼痛強度は，安静時および歩行時痛を測定した。身体機能評価は，膝関節屈曲および伸展の関節可動域（Range of motion：以下，ROM），膝関節伸展筋力，5 m 歩行テスト，Timed Up & Go test（以下，TUG）を測定した。患者立脚型 QOL 評価は，日本版変形性膝関節症患者機能評価表（Japanese Knee Osteoarthritis Measure：JKOM）を用いた。心理機能評価について，不安・抑うつは Hospital Anxiety and Depression Scale（以下，HADS），運動に対する恐怖感は Tampa Scale for Kinesiophobia（以下，TSK），痛みの破局的思考は Pain Catastrophizing Scale（以下，PCS）を使用した。



CSSs：Central Sensitization-related Symptoms

図 1　対象者選定のフローチャート

CSSs の評価に使用した CSI-9 は，中枢性感作のスクリーニングツールとして開発された自記式質問紙検査であり，その臨床的有用性が報告されている CSI の短縮版である [14]。本研究では患者負担を考慮し，CSI を 25 項目から 9 項目にした CSI-9 を使用した。各項目 0 ～ 4 点にて合計点を算出し，点数が高いほど CSSs の重症度が高いと評価される。なお，重症度分類として，0 ～ 9 点を CSSs のない no CS，10 ～ 19 点を軽度の CSSs として mild CS，20 ～ 36 点を重度の CSSs として moderate / severe CS に定められている [15]。本研究では，この CS を CSSs と表現し，それぞれ no CSSs，mild CSSs，moderate / severe CSSs と定義した [16]。

疼痛強度は，Visual analog scale を用い，長さ 100 mm の物差しスケールの左端を「痛みなし」，右端を「想像できる最大の痛み」とし，安静時および歩行時における疼痛強度をチェックさせた。左端からチェックされた点までの距離を測定し，その長さ（mm）を疼痛強度とした。

膝関節屈曲および伸展 ROM 測定は，日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会が提唱する「関節可動域表示ならびに測定法」[17] に準じ，基本軸を大腿骨，移動軸を腓骨とし，東大式角度計（ゴニオメーター）を用いて手動にて測定した。なお，測定肢位は背臥位とし，他動運動にて 5 度単位で計測した。

膝関節伸展筋力の測定は，Hand-Held Dynamometer（以下，HHD）（μTas F-1，アニマ社製）を用い，加藤ら [18] の方法に準じて実施した。測定肢位は端座位とし，膝関節 90° 屈曲位で，体幹を垂直位に保ち，代償を防ぐために両腕は胸の前で組むよう指示した。HHD のセンサーパッドはベルトで固定し，測定中はセンサーパッドのずれを防止するため，検者が前方で軽く支持した。測定は，健側および患側で 2 回ずつ行い，それぞれの最大値を体重で除し，筋力体重比（kgf / kg）を算出した。

5 m 歩行テスト [19] は，快適歩行と努力歩行における平地 5 m の所要時間をデジタルストップウォッチで測定

表 1　患者特性

	全体 n=40	no CS 群 n=20	mild CS 群 n=20	p 値
年齢（歳）	77.0 ± 6.2	77.3 ± 6.0	76.8 ± 6.7	0.88
性別（人）†	女性：28，男性：12	女性：12，男性：8	女性：16，男性：4	0.30
BMI（kg/m^2）	25.9 ± 3.7	25.9 ± 3.0	25.4 ± 4.3	0.52
K-L 分類（人）†	Ⅲ：8，Ⅳ：32	Ⅲ：2，Ⅳ：18	Ⅲ：6，Ⅳ：14	0.41

平均値±標準偏差
対応のない t 検定，†：Fisher の正確確率検定
BMI：Body mass index
K-L 分類：Kellegren-Lawrence 分類

し，歩行速度（m/s）を算出した。歩行区間は，歩行開始と終了時の加速と減速を考慮し，測定区間の前後に予備区間を 3 m 確保し，計 11 m とした。所要時間の測定は，開始地点を越えてはじめに足が接地してから終了地点を越えて接地するまでとした。なお，快適歩行は「普通に歩いてください」，努力歩行は「できるだけ速く歩いてください」と口頭にて指示した。

TUG[20] は，パイプ椅子での座位姿勢から立ち上がり，3 m 先の目標物を回って，元の椅子に戻り，着座するまでの時間をデジタルストップウォッチで計測した。測定は 2 回連続して行い，その最短時間を代表値（秒）とした。なお，Shumway-Cook ら[21] の方法に準じ，「できるだけ速く」歩行するように指示した。

JKOM は，膝 OA に対する QOL 評価尺度として開発された患者立脚型の自記式質問紙検査であり，その臨床的有用性が報告されている[22]。設問は 25 問で構成され，各設問は 0 ～ 25 点で採点され，得点が高いほど重症度が高いことを意味する（最低点 0 点，最高点 100 点）。

HADS[23] は，不安と抑うつ状態を評価する自記式質問紙であり，不安と抑うつについてそれぞれ 7 項目の設問で構成される。各設問は 1 ～ 4 点にて採点され，不安および抑うつ各々 28 点満点とし，点数が高いほど重症度が高いことを意味する。HADS の不安および抑うつの点数は，それぞれ 8 点以上が不安および抑うつの疑いがあると判定されている[24]。

TSK-11[25] は，動作に対する恐怖回避行動を評価する自記式質問紙である。本研究で使用した TSK は，11 項目の設問に対して「少しもそう思わない」を 1 点，「そう思わない」を 2 点，「そう思う」を 3 点，「強く思う」を 4 点で採点し（44 点満点），点数が高いほど運動恐怖感が強いことを意味する。

PCS[26] は，痛み経験をネガティブに捉える思考および認知を意味する破局的思考を評価する自記式質問紙である。設問は 13 項目であり，各項目 0 ～ 4 点で採点され（52 点満点），点数が高いほど痛みの破局的思考が重度であることを意味する。なお，下位尺度として反芻，拡大視，無力感の 3 因子に分類できる。PCS の点数が 30 点以上で破局的思考が強いと判定されている[27]。

3. 統計学的解析

対象は，CSI-9 の結果から no CSSs と mild CSSs の 2 群に分類した。各群の男女比および Kellgren-Lawrence 分類（以下，K-L 分類），ならびに HADS の不安，抑うつ，破局的思考のカットオフ値以上の人数の比較には Fisher の正確確率検定を用いた。各測定値の群間比較には，Shapiro-Wilk 検定にて正規性を確認し，正規性が認められた場合に対応のない t 検定を，正規性が認められなかった場合に Mann-Whitney の U 検定を実施した。さらに，各効果量（Cohen's d）を算出した。効果量の解釈は，$|0.2| \leqq d < |0.5|$ であれば小さな効果，$|0.5| \leqq d < |0.8|$ であれば中程度の効果，$|0.8| \leqq d$ であれば大きな効果と解釈される[28]。統計学的解析は SPSS Statistics Version 27.0（IBM 社製）を用い，有意水準は 5%とした。

結　　果

対象者は，CSI-9 の結果から，no CSSs に該当する 20 名と mild CSSs に該当する 20 名に分類された。基本特性において，no CSSs 群と mild CSSs 群に有意差は認められなかった（表 1）。no CSSs 群と比較して mild CSSs 群は，快適歩行速度，努力歩行速度が有意に低く，TUG，JKOM，HADS の不安および抑うつ，PCS が有意に高い値であった。一方，安静時痛，歩行時痛，膝関節 ROM，膝関節伸展筋力，TSK は，各群の測定値に有意差は認められなかった（表 2）。さらに，CSI-9 の下位項目では，no CSSs 群と比較して mild CSSs 群は，起床時の疲労感，筋肉の硬さや痛み，全身の痛み，頭痛，不眠，集中の困難さ，ストレスによる症状の変化，首と肩の張り感が有

表 2　各群の測定結果および群間比較

	全体 n=40	no CSSs 群 n=20	mild CSSs 群 n=20	P 値	効果量
CSI-9（点）	9.5 ± 5.6	4.6 ± 2.5	14.6 ± 2.8	<0.01	3.67
安静時痛（mm）	32.4 ± 24.4	31.4 ± 24.7	35.0 ± 24.7	0.58	0.05
歩行時痛（mm）	47.3 ± 22.1	41.9 ± 20.6	53.2 ± 21.7	0.09	0.50
屈曲可動域（度）	125.6 ± 13.4	125.6 ± 15.1	125.5 ± 11.5	0.95	0.02
伸展可動域（度）	−8.7 ± 5.7	−9.7 ± 6.3	−8.3 ± 4.8	0.50	0.20
患側膝伸展筋力（kgf/kg）	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.13	0.49
健側膝伸展筋力（kgf/kg）	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.14	0.47
快適歩行速度（m/s）	0.9 ± 0.2	1.0 ± 0.1	0.9 ± 0.2	<0.01	0.94
努力歩行速度（m/s）	1.2 ± 0.3	1.3 ± 0.2	1.1 ± 0.2	<0.01	1.06
TUG（s）	10.2 ± 2.4	9.4 ± 1.5	11.2 ± 2.9	0.02	0.78
JKOM（点）	39.9 ± 17.6	30.5 ± 10.4	47.9 ± 18.4	<0.01	1.11
HADS（不安）（点）	5.5 ± 3.1	3.5 ± 2.4	7.5 ± 2.4	<0.01	1.61
HADS（抑うつ）（点）	5.5 ± 3.6	4.2 ± 2.8	7.0 ± 3.7	<0.01	0.88
HADS（不安）（人）†	10/40（25%）	1/20（10%）	9/20（45%）	<0.01	
HADS（抑うつ）（人）†	11/40（28%）	2/20（10%）	9/20（45%）	0.03	
TSK（点）	10.4 ± 9.9	10.6 ± 10.5	10.8 ± 9.8	0.94	0.05
PCS（反芻）（点）	11.6 ± 4.4	8.9 ± 4.0	14.5 ± 3.4	<0.01	1.46
PCS（無力感）（点）	6.6 ± 4.3	4.2 ± 3.2	9.3 ± 4.0	<0.01	1.35
PCS（拡大視）（点）	4.5 ± 2.6	3.1 ± 2.1	6.0 ± 2.4	<0.01	1.19
PCS 合計（点）	22.8 ± 10.3	16.3 ± 9.3	30.8 ± 8.5	<0.01	1.57
PCS（人）†	11/20（55%）	1/20（5%）	10/20（50%）	<0.01	

平均値 ±標準偏差
対応のない t 検定，†：Fisher の正確確率検定
抑うつ / 不安（人）：8 点以上
破局的思考（人）：30 点以上
TUG: Timed Up & Go test, JKOM: Japanese Knee Osteoarthritis Measure
HADS: Hospital Anxiety and Depression Scale, TSK: Tampa Scale for Kinesiophobia
PCS: Pain Catastrophizing Scale

意に高く，特に効果量の大きい項目は筋肉の硬さや痛み，全身の痛み，首と肩の張り感であった（表 3）。

考　　察

本研究は，関節変形が強い膝 OA 患者の CSSs に着目し，CSSs のない no CSSs 群と軽度 CSSs を有する mild CSSs 群に分類し，身体的および心理的特性を比較した。その結果，no CSSs 群と比較して mild CSSs 群は，快適および努力歩行速度，TUG，JKOM，HADS の不安および抑うつ，PCS が有意に不良な値を示した。一方で，K-L 分類による重症度，疼痛強度，膝の ROM および筋力，TSK は有意差が認められなかった。以上のことから，軽度 CSSs を有する膝 OA 患者は，CSSs のない者と比較し，身体機能および患者立脚型 QOL 指標，抑うつ，不安および破局的思考が不良であることが示された。

本研究における CSSs の有症率は，除外した moderate / severe CSSs に該当した 3 名を加味すると，no CSSs および mild CSSs がそれぞれ 46.5% であり，moderate / severe CSSs は 7%であった。Kim ら [29] は，膝 OA 患者における中枢性感作の有症率は，no CSSs と mild CSSs が合わせて 70%，moderate / severe CSSs は 30% であり，対象の平均年齢 71 歳，疼痛強度 62 ～ 77 mm であったことを報告している。また，Koh ら [30] は，no CSSs が 55%，mild CSSs が 20%，moderate / severe CSSs は 25% であり，対象の平均年齢 70 歳，疼痛強度 52 ～ 58 mm であったことを報告している。本研究では，先行研究と比較し，CSSs の軽症者が多く，中等度以上の者がごく少数と異なる結果であった。本研究対象者の平均年齢 77 歳，疼痛強度が 32 ～ 47 mm であり，これら先行研究よりも疼痛が軽度で高齢傾向であった。膝 OA 患者では，CSSs の重症度は疼痛強度と関連するが [9]，加齢により痛みを感じに

表 3　CSI-9 下位項目の測定結果および群間比較

	全体 n=40	no CS 群 n=20	mild CS 群 n=20	P 値	効果量
起床時の疲労感	1.1 ± 0.9	0.4 ± 0.5	1.8 ± 0.5	<0.01	0.52
筋肉の硬さや痛み	1.6 ± 1.0	1.2 ± 1.1	2.0 ± 0.8	0.01	0.93
全身の痛み	1.1 ± 1.0	0.6 ± 0.7	1.7 ± 1.0	<0.01	0.86
頭痛	0.4 ± 0.7	0.1 ± 0.2	0.8 ± 0.8	<0.01	0.56
不眠	1.3 ± 1.0	0.7 ± 0.6	2.1 ± 0.9	<0.01	0.77
集中の困難さ	0.9 ± 0.9	0.4 ± 0.6	1.4 ± 0.9	<0.01	0.73
ストレスによる症状の変化	0.7 ± 0.8	0.2 ± 0.4	1.3 ± 0.8	<0.01	0.64
首と肩の張り感	1.3 ± 1.2	0.7 ± 0.9	1.9 ± 1.1	<0.01	0.99
記憶力の低下	1.0 ± 0.7	1.0 ± 0.8	1.1 ± 0.6	0.66	0.74

平均値±標準偏差
対応のない t 検定

くいことが明らかにされている[31]。よって，本研究対象の膝 OA 患者は，先行研究と比較して高齢かつ疼痛が軽度であったことで，CSSs が軽症化しやすかった可能性が示された。

膝 OA の疼痛強度は，侵害受容性疼痛，神経障害性疼痛，末梢性感作および中枢性感作など多様な要因[4]から決定される。中枢性感作は，通常もしくは閾値以下の上行性刺激に対して，中枢神経システムにおける侵害受容ニューロンの感受性が増大している状態と定義されており，痛みを増悪させる因子のひとつであることが報告されている[32]。この中枢性感作の症状を表す CSSs が重度であると疼痛が慢性化，重症化しやすいことが報告されている[8]。本研究結果では，先行研究とは異なり，mild CSSs 群と no CSSs 群の疼痛強度に有意差が認められず，CSSs が疼痛強度に関係しなかった。この理由は，本研究対象者の膝の変形が K-L 分類のⅢ（中等度の変形）からⅣ（重度の変形）であり，疼痛強度は中枢性感作より膝の変形の程度に関連する侵害受容性疼痛や神経障害性疼痛の影響が強かったためと考えられる。また，mild CSSs 群と no CSSs 群の膝の ROM および筋力に有意差が認められず，CSSs が膝関節機能に関連を示さなかった。CSSs が重度であると疼痛が慢性化しやすく[8]，恐怖回避思考によって不活動や廃用を惹起し，機能障害が生じる[33]ことで，ROM および筋力に影響を与える可能性がある。一方で，本研究結果から軽度 CSSs では，疼痛のみならず ROM および筋力にも明らかな影響を与えるわけではないことが示唆された。一方，no CSSs 群と比較して mild CSSs 群は，歩行速度や TUG が有意に不良な値を示した。Tanaka ら[34]は，有痛部位のある筋骨格系障害患者において，mild CSSs であれば疼痛関連の能力障害はないが，重症度が上がると疼痛関連の能力障害があることを明らかにしている。一方で，本研究結果から，膝関節疾患に限定した場合は，mild CSSs であっても身体機能が低下することが示された。また，CSI-9 の下位項目の結果から，no CSSs 群と比較して mild CSSs 群は，多くの CSSs が有意に不良な値を示し，特に「筋肉の硬さや痛み」「全身の痛み」「首と肩の張り感」の効果量が大きかった。CSSs のひとつに，複数の部位に痛みが広がる widespread pain（以下，WSP）[35]があり，WSP で示される痛みの部位数が多いほど身体機能が低下することが報告されている[36]。これらのことから，WSP が CSSs の身体機能の低下に影響したと考えられた。

また，no CSSs 群と比較して mild CSSs 群は，PCS が有意に高かった。慢性疼痛には，痛みの破局的思考の関与が指摘されており[37]，廻角ら[38]は，変形の強い膝 OA 患者において，破局的思考の重症度と歩行速度および TUG に関連があったことを報告している。本研究においても，この破局的思考が身体機能に影響した可能性がある。これまでの先行研究では，CSSs が患者立脚型 QOL 指標によって表された身体機能と関連することが明らかになっている。しかし，我々が渉猟する限り，歩行速度や TUG といった身体機能の実測値を用いて検討した報告は見当たらない。本研究の重要な知見として，CSSs と歩行速度や TUG との関与が明らかになった。

さらに，no CSSs 群と比較して mild CSSs 群は，患者立脚型 QOL 指標，HADS の不安，抑うつおよび PCS において有意に不良な値を示した。Kregel ら[39]は，脊柱の慢性疼痛患者を対象に，CSSs と患者立脚型 QOL 指標および PCS が関連することを報告し，Andias ら[40]も，筋骨格系障害患者を対象に CSSs と不安および PCS が関連することを報告している。以上より，対象が膝 OA 患者に限定しても，先行研究と同様の結果となり，先行研

究を追認した。また，Hayashi ら[41]は，膝および股関節 OA 患者を対象に，歩行速度と PASS-20 が関連した一方で，HADS とは関連がなかったことを報告している。本研究における mild CSSs 群は，先行研究と比較して HADS の不安および抑うつスコアがともに高く，45%が不安および抑うつの疑いがあった。これらのことから，先行研究と異なる結果となった可能性がある。本研究結果から，軽度 CSSs では不安および抑うつが生じ，歩行速度といった身体機能が低下することが示唆された。また，CSSs と患者立脚型 QOL および心理機能が関連した要因として CSI-9 の下位項目で表される症状の影響が考えられる。先行研究では，WSP や痛覚過敏，睡眠障害といった CSSs はそれぞれ不安や抑うつ，破局的思考といった心理機能と関連することが報告されている[42]。また，睡眠障害は痛みの閾値に影響し[43]，不眠や疲労が QOL と関連することが報告されている[44]。これらのことから，軽度 CSSs の膝 OA 患者においても，CSSs が心理機能や QOL を低下させると推察した。

本研究は，関節変形が強い高齢の膝 OA 患者を対象に，CSSs の有無による身体的および心理的特性の差異を検討した。その結果，軽度 CSSs を有する膝 OA 患者は，CSSs のない者と比較し，身体機能および患者立脚型 QOL 指標，抑うつ，不安および破局的思考が不良であることが示された。このことから，膝 OA の治療において，CSSs が評価すべき指標であり，重要な症状のひとつであると考えられる。この新たな知見は，関節変形の強い膝 OA 患者では，疼痛や ROM，筋力などの膝関節機能，歩行速度やバランス能力などの身体機能といった標準的な理学療法評価のみならず，身体機能と心理機能との関係性や CSSs について詳細に評価していく必要性を示唆している。本研究の限界として，対象者数が少なく，さらに横断研究のため，差異を検討したに過ぎない。また，疼痛の部位数や睡眠障害の評価を実施しておらず，推察の域を出ない。今後は，対象者数を増やし，縦断研究によって因果関係を解明することで，CSSs の予後や有効な介入方法を模索していくことが課題である。また，CSSs がさらには，WSP や睡眠障害の関与，中等度以上の CSSs の身体機能や心理機能の検討を行いたい。

結　　論

軽度 CSSs を有する膝 OA 患者は，CSSs のない者と比較し，身体機能および患者立脚型 QOL 指標，抑うつ，不安および破局的思考が不良であることが示された。

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ご協力いただきました河端病院リハビリテーション科の土屋諒太先生，和田遼先生，三宅一輝先生，および看護部のスタッフの皆様，ならびに対象者としてご参加いただきました皆様に深謝いたします。

文　　献

1）古賀良生：変形性膝関節症―病態と保存療法．臨床整形外科 2009; 44(1): 55.
2）Felson D: Osteoarthritis: new insights. Part 1: The Disease and Its Risk Factors. Ann Intern Med 2000; 133(8): 635–646.
3）服部貴文，下　和弘，丹羽祐斗，他：日本人変形性膝関節症の慢性関節痛と関節変形，中枢性感作の関係性．Pain Res 2021; 36: 15–23.
4）井野拓実，寒川美奈，石田知也，他：高齢者の膝関節痛と変形性膝関節症．理学療法ジャーナル 2021; 55(1): 37–47.
5）Suokas A, Walsh D, McWilliams D, et al.: Quantitative sensory testing in painful osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. Osteoarthritis Cartilage 2012; 20: 1075–1085.
6）Woolf C: Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain. Pain 2011; 152: 2–15.
7）Yunus M: Fibromyalgia and Overlapping Disorders: The Unifying Concept of Central Sensitivity Syndromes. Semin Arthritis Rheum 2007; 36(6): 339–356.
8）Yunus M: Role of central sensitization in symptoms beyond muscle pain, and the evaluation of a patient with widespread pain. Best Pract Res Clin Rheumatol 2007; 21(3): 481–497.
9）Shigetoh H, Tanaka Y, Koga M, et al.: The Mediating Effect of Central Sensitization on the Relation between Pain Intensity and Psychological Factors: A Cross-Sectional Study with Mediation Analysis. Pain Res Manag 2019; 2019: 3916135.
10）Shigetoh H, Koga M, Tanaka Y, et al.: Central sensitivity is associated with poor recovery of pain: Prediction, cluster, and decision tree analyses. Pain Res Manag 2020; 2020: 8844219.
11）Wood L, Peat G, Thomas E, et al.: Knee osteoarthritis in community-dwelling older adults: are there characteristic patterns of pain location? Osteoarthritis Cartilage 2007; 15: 615–623.
12）Caumo W, Antunes LC, Elkfury J, et al.: The Central Sensitization Inventory validated and adapted for a Brazilian population: psychometric properties and its relationship with brain-derived neurotrophic factor. J Pain Res 2017; 10: 2109–2122.
13）Chiarotto A, Viti C, Sulli A, et al.: Cross-cultural adaptation and validity of the Italian version of the Central Sensitization Inventory. Musculoskelet Sci Pract 2018; 37: 20–28.
14）Scerbo T, Colasurdo J, Dunn S, et al.: Measurement Properties of the Central Sensitization Inventory: A Systematic Review. Pain Pract 2018; 18: 544–554.
15）Nishigami T, Tanaka K, Mibu A, et al.: Development and psychometric properties of short form of central sensitization inventory in participants with musculoskeletal pain: A cross-sectional study. PLoS One 2018; 13(7): e0200152.
16）Neblett R, Hartzell M, Mayer T, et al.: Establishing clinically

relevant severity levels for the central sensitization inventory. Pain Practice 2017; 17: 166–175.
17）米本恭三，石神重信，近藤　徹：関節可動域表示ならびに測定法．日本整形外科学会雑誌 1995; 69: 240–250.
18）加藤宗規，山崎裕司，柊　幸伸：ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定―固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響．総合リハ 2001; 29(11): 1047–1050.
19）Wilson M, Kostsuca R, Boura J: Utilization of a 5-meter walk test in evaluating self-selected gait speed during preoperative Screening of Patients Scheduled for Cardiac Surgery. Cardiopulm Phys Ther J 2013; 24(3): 36–43.
20）Podsiadlo D, Richardson S: The Timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc 1991; 39(2): 142–148.
21）Shumway-cook A, Brauer S, Woollacott M: Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using timed up & go test. Phys Ther 2000; 80(9): 896–903.
22）Okuda M, Omokawa S, Okahashi K, et al.: Validity and reliability of the Japanese Orthopaedic Association score for osteoarthritic knees. J Orthop Sci 2012; 17(6): 750–756.
23）Hatta H, Higashi A, Yashiro H, et al.: A Validation of the Hospital Anxiety and Depression Scale. Jpn J Psychosom Med 1998; 38: 309–315.
24）Bjelland I, Dahl A, Tangen T, et al.: The validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale An updated literature review. J Psychosom Res 2002; 52: 69–77.
25）松平　浩，犬塚恭子，菊池徳昌，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(1): 13–19.
26）松岡紘史，坂野雄二：痛みの認知面の評価：Pain Catastrophizing Scale 日本語版の作成と信頼性および妥当性の検討．Jpn J Psychosom Med 2007; 47(2): 95–102.
27）Sullivan J: The pain catastrophizing scale: user manual. Montreal: McGill University. 2009; 1–36.
28）Cohen J: A power primer. Psychol Bull 1992; 112(1): 155–159.
29）Kim S, Koh J, Lee S, et al.: Central sensitization is a risk factor for wound complications after primary total knee arthroplasty. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2018; 26(11): 3419–3428.
30）Koh I, Kang B, Kim M, et al.: How Does Preoperative Central Sensitization Affect Quality of Life Following Total Knee Arthroplasty? J Arthroplasty 2020; 35(8): 2044–2049.
31）Kemp J, Després O, Pebayle T, et al.: Differences in age-related effects on myelinated and unmyelinated peripheral fibres a sensitivity and evoked potentials study. Eur J Pain 2014; 18: 482–488.
32）Loeser J, Treede R: The Kyoto protocol of IASP basic pain Terminology. Pain 2008; 137: 473–477.
33）Leeuw M, Goossens ME, Linton SJ, et al.: The fear-avoidance model of musculoskeletal pain: current state of scientificevidence. J Behav Med 2007; 30: 77–94.
34）Tanaka K, Murata S, Nishigami T, et al.: The central sensitization inventory predict pain-related disability for musculoskeletal disorders in the primary care setting. Eur J Pain 2019; 23(9): 1640–1648.
35）Bollegala D, Perruccio A, Badley E, et al.: Combined impact of concomitant arthritis and back problems on health status: results from a nationally representative health survey. Arthritis Care Res 2011; 63(11): 1584–1591.
36）Abiko T, Murata S, Ohsugi H, et al.: Relationship between Pain and Physical and Psychological Functions in Community Dwelling Elderly Women. Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy 2017; 7(1): 7–12.
37）Cottam W, Condon L, Alshuft H, et al.: Associations of limbic-affective brain activity and severity of ongoing chronic arthritis pain are explained by trait anxiety. Neuroimage Clin 2016; 12: 269–276.
38）廻角侑弥，久保峰鳴，福本貴彦，他：変形性膝関節症患者における歩行能力と自己効力感の関連性の検討．理学療法科学 2020; 35(6): 779–783.
39）Kregel J, Schumacher C, Dolphens M, et al.: Convergent Validity of the Dutch Central Sensitization Inventory: Association s with Psychophysical Pain Measures, Quality of Life, Disability, and Pain Cognitions in Patients with Chronic Spinal Pain. Pain Pract 2018; 18(6): 777–787.
40）Andias R, Silva A: Cross-Cultural Adaptation and Psychometric Properties of the European Portuguese Version of the Central Sensitization Inventory in Adolescents With Musculoskeletal Chronic Pain. Pain Pract 2020; 20(5): 480–490.
41）Hayashi K, Kako M, Suzuki K, et al.: Gait Speeds Associated with Anxiety Responses to Pain in Osteoarthritis Patients. Pain Medicine 2016; 17(3): 606–613.
42）Severeijns R, Vlaeyen J, Hout M, et al.: Pain catastrophizing Predicts pain intensity, disability, and psychological distress independent of the level of physical impairment. Clin J Pain 2001; 17(2): 165–172.
43）Michael S, Robert E, Una M, et al.: The effects of sleep deprivation on pain inhibition and spontaneous pain in women. Sleep 2007; 30(4): 494–505.
44）Simon K, Kevin M, Colin E: Insomnia and health-related quality of life. Sleep Med Rev 2010; 14(1): 69–82.

Physical and Psychological Characteristics of Patients with Knee Osteoarthritis with Mild Central Sensitization-Related Symptoms

Subaru Hirotsu[1)], Teppei Abiko[2)], Shin Murata[2)], Hiroshi Suehara[3)], Hiroya Kawabata[3)]

[1)] *Department of Rehabilitation, Rakuwakai Marutamachi Hospital*
[2)] *Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Kyoto Tachibana University*
[3)] *Department of Orthopedic surgery, Kawabata Hospital*

Objective: This study aimed to clarify the characteristics of patients with knee osteoarthritis (knee-OA) with mild central sensitization-related symptoms (CSSs) by examining their physical and psychological functions.
Methods: A total of 40 patients with knee OA were included in the study. All subjects were evaluated on the nine-item short version of the Central Sensitization Inventory (CSI-9), pain intensity, range of motion of the knee joint (ROM), knee extensor strength, 5-Meter Walk Test (5MWT), Timed Up & Go test (TUG), Japanese Knee Osteoarthritis Measure (JKOM), Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS), 11-item version of Tampa Scale for kinesiophobia (TSK), and Pain Catastrophizing Scale (PCS). Based on the CSI-9 results, patients were classified into no-CSSs and mild-CSSs groups, and the results were compared using an unpaired t-test and chi-squared test.
Results: The mild-CSSs group showed significantly worse values for 5MWT, TUG, JKOM, HADS, and PCS than the no-CSSs group. But there were no significant differences in ROM, muscle strength and TSK between the two groups. ROM, extensor strength and TSK.
Conclusion: The results showed that patients with knee OA with mild CSSs had impaired physical performance and psychological functions, even though the pain intensity and the function of the knee joint were comparable to those without CSSs.

Key words: Central sensitization-related symptoms, Knee osteoarthritis, Physical characteristics, Psychological characteristics

運動器理学療法学　第 4 巻第 1 号　36 〜 42 頁（2024 年）

研究論文（原著）

中枢性感作が肩腱板修復術後の CRPS 様症状の発症を予測する*

川井誉清[1)#]　中嶋良介[1)]　中嶋芳乃[1)]
水飼優宏[1)]　荻野修平[2)]　石毛徳之[2)]

【目的】鏡視下腱板修復術後患者において CRPS（Complex Regional Pain Syndrome）様症状の発症に関与する術前因子を明らかにすること。【方法】対象は腱板修復術患者 312 例とした。術前に疼痛，可動域，JOA スコア，短縮版 Central Sensitization Inventory（CSI-9）の評価を実施し，性別，年齢を加えた項目と術後 CRPS 様症状発症の有無について検討した。【結果】CRPS 様症状の発症因子として術前の CSI-9（オッズ比：1.18，95% 信頼区間：1.12–1.25，$p < 0.01$）が抽出され，CSI-9 スコアは 13 点がカットオフ値（感度 81.3%，特異度 59.0%，曲線下面積 0.751）であった。【結論】術前の CSI-9 が 13 点以上の場合は術後の CRPS 様症状の発症を予測できる可能性が示唆された。

キーワード　腱板修復，CRPS 様症状，中枢性感作，発症予測

はじめに

肩腱板断裂に対する手術療法として鏡視下腱板修復術（Arthroscopic rotator cuff repair：以下，ARCR）は確立された方法として，臨床成績が改善すると報告されている[1–4)]。ARCR は腱板断裂患者に対する有効な治療手段であるといえる。しかし，一方で術後合併症として，手指の腫脹やこわばり，可動域制限などの症状が現れることが知られている。これらは複合性局所疼痛症候群（Complex Regional Pain Syndrome：以下，CRPS）様症状として知られている。諸家の報告では鏡視下腱板修復術後の CRPS 様症状の発症率は 9.7 〜 28.0%程度とされており[5–8)]，腱板修復後に CRPS 様症状が発症した群は術後 12 ヵ月時点での日本整形外科学会肩関節治療判定基準（Japanese Orthopaedic Association Score：以下，JOA スコア）や Shoulder36（以下，Sh36）において有意に低値を示す[7)]ことから，CRPS 様症状の発症により術後の日常生活動作（以下，ADL）の獲得が遅延する可能性がある。また，CRPS 様症状の発症因子として術前の可動域制限[5)]，若年者と他動関節可動域（Range of motion：以下，ROM）練習の開始時期が遅いこと[9)]，女性[10)]，術前罹病期間[11)]などが影響すると報告されている。

CRPS 様症状の発症時期については，術後 3 週から 6 週に多く，装具装着による影響や外転角度の変化の過程における痛みの影響を指摘されている[9) 11) 12)]。2 週以内の早期発症例は装具の不適切な位置が要因であり，2 週以降では疼痛が誘因となることが指摘されている[13)]。また，術後のリハビリテーションのスケジュール進行に伴う運動負荷や疼痛の増大が発症の一因となっている可能性があることが報告されている[13)]。CRPS 様症状に対する予防法については，術前介入による肩 ROM の改善[14)]や術後早期における交代浴の開始[15)]，術後外転枕除去時に CRPS 症状出現の有無を入院下でフォローし早期発見に努めることが重要である[13)]と報告されている。

近年，慢性疼痛の主要因として中枢性感作（Central sensitization：以下，CS）が報告されている[16)]。CS は中

* Central Sensitization Predicts the Development of CRPS-like Symptoms after Shoulder Rotator Cuff Repair

1）松戸整形外科病院リハビリテーションセンター
（〒 271–0043　千葉県松戸市旭町 1–161）
Takasumi Kawai, PT, Ryosuke Nakajima, PT, Yoshino Nakajima, PT, Masahiro Mizukai, PT: Department of Rehabilitation, Matsudo Orthopaedics Hospital
2）松戸整形外科病院整形外科
Shuhei Ogino, MD, PhD, Noriyuki Ishige, MD: Department of Orthopaedic Surgery, Matsudo Orthopaedics Hospital
E-mail: kawai@matsudoseikei.jp
（受付日　2024 年 3 月 12 日／受理日　2024 年 7 月 23 日）

枢神経系（脳および脊髄）における痛覚過敏を誘発する神経信号の拡大と定義される。CS は疼痛だけでなく，疲労や睡眠障害，不安，抑うつなどの身体症状を誘発することから，CS が関与する包括的な疾患概念として中枢性感作症候群（Central Sensitivity Syndrome：以下，CSS）が提唱されている。CS および CSS のスクリーニングツールとして Central Sensitization Inventory（以下，CSI）が開発され，臨床的有用性が報告されている。CS の代表的な疾患は線維筋痛症であるが，腰痛患者や変形性関節症においても CS の影響が報告されており[17–19]，運動器疾患との関係についても注目されている。また，小松らは圧痛計を用いて腱板修復術後早期の侵害刺激に対する疼痛感受性が術後の機能回復に影響を及ぼす[20]と述べている。CRPS 様症状が持続症例では治療が難渋するため，早期発見が重要である[21)22)]。これらのことから，術前の CSS が腱板修復術後の CRPS 様症状の発症に関与するという仮説を立てた。そこで本研究の目的は，鏡視下腱板修復術後患者における CSS に着目し，患者背景，術前の運動機能評価および自動運動開始後の CRPS 様症状の有無の関係性についての予測因子の検討を行い，その因子における定量的な指標について明らかにすることとした。

対象と方法

1. 研究デザイン

本研究のデザインは後ろ向き研究とした。

2. 対象

2020 年 11 月～ 2023 年 4 月までの間に当院にて肩関節専門医が肩腱板断裂と診断し，鏡視下骨孔腱板修復術を施行した患者 312 例 312 肩とした（表 1）。術後に他院に転院となった症例，認知機能低下がある者は対象から除外した。本研究はヘルシンキ宣言ならびに臨床研究に関する倫理指針にしたがって行った。対象者には研究の趣旨およびプライバシーの保護に関して十分な説明を行い，書面にて同意を得た。なお，本研究は当院倫理委員会の承認（承認番号：2020-0815）を得て実施した。

3. 術後プロトコル

術前のオリエンテーションには統一した動画を用いて術後のリハビリテーションのスケジュールを説明した。断裂サイズにより 3 cm 未満は 4 週間の装具固定，3 cm 以上は 6 週間固定を行った。ともに同じ外転装具（メディックス社製，松戸スリング）を用いた。翌日より，手指・手関節の自動運動，肘関節の他動運動，術後 2 週間後より肩の他動運動を開始した。また，自動運動は装具除去した直後から開始した。

表 1　対象者の基本属性および評価項目

	評価項目	平均 ± 標準偏差
基本属性	年齢（歳）	65.8 ± 10.3
	性別　女 / 男（n）	152/152
	術側　左 / 右（n）	101/203
	糖尿病　有 / 無（n）	35/269
	外傷　有 / 無（n）	94/210
	罹病期間（ヵ月）	11.6 ± 20.0
関節可動域	術前屈曲（度）	122.6 ± 36.8
	術前外転（度）	114.5 ± 47.8
	術前外旋（度）	40.3 ± 19.5
	術前結帯（点）	4.7 ± 3.7
疼痛	疼痛（点）	14.6 ± 6.2
	CSI-9（点）	13.0 ± 6.0
JOA スコア	合計（点）	49.9 ± 14.1

4. 評価項目（表 1）

1）基本属性

患者背景に関する項目として対象者には術前評価を行った。診療記録より年齢，性別，術側を，問診にて糖尿病の有無，外傷の有無，罹病期間を調査した。

2）中枢性感作症候群の評価（図 1）

臨床的に CSS の存在をより迅速かつ容易に確認できるよう，西上らが作成した 9 項目の短縮版 CSI-9[23)]を用いた。9 項目に対して 5 段階評価を行い，合計点（36 点満点）を CSI-9 スコアとした。術前に評価を実施した。

3）運動機能評価

肩関節可動域の評価は屈曲 ROM，外転 ROM，外旋 ROM，結帯 ROM を自動運動で評価した。屈曲 ROM，外転 ROM，外旋 ROM に関しては日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会が定めた方法に準じて計測を行い，結帯は先行研究[24)]に準じて，第 5 腰椎未満を「0 点」，第 5 腰椎を「1 点」，第 4 腰椎「2 点」，第 3 腰椎「3 点」，第 2 腰椎「4 点」，第 1 腰椎「5 点」，第 12 胸椎「6 点」，第 11 胸椎「7 点」，第 10 胸椎「8 点」，第 9 胸椎「9 点」，第 8 胸椎「10 点」，第 7 胸椎「11 点」，第 6 胸椎「12 点」，第 5 胸椎以上を「13 点」として計算した。計測はいずれの肢位も座位とした。また，日本整形外科学会肩関節治療判定基準（以下，JOA スコア）を測定した。ただし，X 線および安定性評価を除く 80 点満点とした。さらに JOA スコアにおける疼痛スコアを疼痛の評価として採用した。すべて術前に評価を実施した。

1．眠りから覚めた時に疲れていてすっきりしない感じがある
2．筋肉に硬さや痛みを感じる
3．全身のあらゆるところに痛みを感じる
4．頭痛がある
5．よく眠れない
6．集中することが難しい
7．ストレスで身体症状が悪化する
8．首と肩の筋肉が緊張している
9．物事を思い出すことが難しい

図 1　CSI-9 の質問項目

4）CRPS 様症状の評価

CRPS 様症状の判断基準は厚生労働省 CRPS 研究班である住谷らが報告した CRPS 判定指標 [25] を参考にし，術後に皮膚・爪・毛の萎縮性変化，関節可動域制限，感覚障害，発汗異常，浮腫の 5 項目のうち，主観的かつ客観的に少なくとも 2 つ以上該当した場合を CRPS 様症状陽性と判定した。ただし，本研究における評価時期は，術後の装具を除去した後 2 週間以内に発症した症例に限るものとした。また，医師が CRPS 様症状に対して服薬を追加した割合を調査した。

5. 統計解析

1）CRPS 様症状に発症の有無における予測因子の検討

各評価項目について，Shapiro-Wilk 検定にて正規性を確認し，すべての項目において正規性を認めなかった。年齢，罹病期間，屈曲 ROM，外転 ROM，外旋 ROM，結帯，疼痛，CSI-9（合計点および下位項目），JOA スコアは Mann-Whitney の U 検定を用い，性別，術側，糖尿病の有無，外傷の有無，断裂サイズはクロス集計後の χ^2 検定を用いて症状あり群と症状なし群の 2 群間で比較した。有意水準は 5% とした。次に，CRPS 様症状の発生に関連する因子を明らかにするために，症状の有無を従属変数，2 群間比較にて有意差の認められた項目に年齢，性別を加えたものを独立変数とした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。なお，二項ロジスティック回帰分析を行うにあたり，各変数間の多重共線性について検討した。多重共線性の有無については Variance inflation factor（以下，VIF）を用い，VIF10 以上を重大な多重共線性ありとした。

2）予測因子におけるカットオフ値の検討

二項ロジスティック回帰分析にて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受信者動作特性曲線（Receiver operating characteristic curve：以下，ROC 曲線）を用いた分析を行い，カットオフ値，感度，特異度，曲線下面積（Area under the curve：以下，AUC）を算出した。統計学的検討には統計ソフト EZR（ver.1.61）[26] を使用し，有意水準は 5% とした。

結　　果

1. 対象者の属性および症状あり群，症状なし群の比較

調査の結果，312 例のうち，術後に転院した 7 例，認知症症例 1 例を除いた 304 例（年齢 65.8 ± 10.3 歳，女性 152 例，男性 152 例）が解析対象となった。対象者の属性および 2 群間の比較を表に示す（表 2）。対象 304 例のうち，症状あり群は 75 例，症状なし群は 229 例であった。基本属性に 2 群間に差は認めなかった。症状あり群は症状なし群と比較して，JOA スコア（症状あり群 / 症状なし群：46 点 /52.5 点），疼痛（10 点 /15 点），屈曲 ROM（130/135 度）外転 ROM（105 度 /130 度），外旋 ROM（35 度 /45 度），結帯（3 点 /6 点）で低値であった。また，CSI-9 スコア（17 点 /11 点）は症状あり群で有意に高値であった。さらに CSI-9 の下位項目を表に示す（表 3）。症状あり群は症状なし群に対してすべての項目で有意に高値を示した。また，症状あり群においてステロイドの内服が追加された症例は 37.3%（28 例 /75 例）であった。

2. 二項ロジスティック回帰分析（表 4）

二項ロジスティック回帰分析は従属変数を症状あり群，症状なし群とし，独立変数を 2 群間比較において有意差が認められた CSI-9，屈曲 ROM，外転 ROM，外旋 ROM，結帯，疼痛とし，交絡因子である年齢，性別を加えた。VIF が 10 以上であったため JOA スコアは除外した。その結果，CSI-9（オッズ比：1.18，95% 信頼区間：1.12–1.25，$p < 0.01$）のみ有意な変数として選択された。

3. ROC 曲線（表 5）

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 CSI-9 のカットオフ値を求めるために ROC 曲線による分析を行った。その結果，カットオフ値は 13 点，感度 81.3%，特異度 59.0%，AUC は 0.75 であった（図 2）。

表 2　対象者の基本属性および CRPS 様症状あり群・なし群の比較

評価項目	CRPS 様症状あり n ＝ 75	CRPS 様症状なし n ＝ 229	p 値
基本属性			
年齢（歳）	68[59–73]	68[57–74]	0.836 1)
性別　女 / 男（n）	43/32	109/120	0.183 2)
術側　左 / 右（n）	20/55	81/148	0.204 2)
糖尿病　有 / 無（n）	10/65	25/204	0.539 2)
外傷　有 / 無（n）	20/55	74/155	0.391 2)
罹病期間（ヵ月）	7[4–12]	6[4–11]	0.44 1)
断裂サイズ			
不全	12	43	0.116 2)
小	7	20	
中	34	117	
大	22	40	
広範囲	0	9	
関節可動域			
術前屈曲（度）	130[75–140]	135[100–150]	p<0.01 1)
術前外転（度）	105[60–142.5]	130[80–160]	p<0.01 1)
術前外旋（度）	35[22.5–50]	45[30–55]	p<0.01 1)
術前結帯（点）	3[0–6]	6[2–8]	p<0.01 1)
疼痛（点）	10[7.5–15]	15[10–20]	p<0.01 1)
CSI-9（点）	17[12–20]	11[8–15]	p<0.01 1)
JOA スコア（点）	46.0[31–53.5]	52.5[43–62.5]	p<0.01 1)

中央値［四分位範囲］，1）Mann-Whitney-U 検定，2）クロス集計後の χ^2 検定

表 3　CSI-9 の下位項目の比較

	症状あり群 (n=75)	症状なし群 (n=229)	p 値
眠りから覚めた時に疲れていてすっきりしない感じがある	3[2–4]	2[1–2]	p<0.01 1)
筋肉に硬さや痛みを感じる	3[2–4]	2[1–2]	p<0.01 1)
全身のあらゆるところに痛みを感じる	2[1–3]	1[0–2]	p<0.01 1)
頭痛がある	1[0–2]	0[0–1]	p<0.01 1)
よく眠れない	2[1–3]	1[0–2]	p<0.01 1)
集中することが難しい	1[1–2]	1[0–1]	p<0.01 1)
ストレスで身体症状が悪化する	1[0–2]	1[0–2]	p<0.01 1)
首と肩の筋肉が緊張している	3[2–4]	2[1–3]	p<0.01 1)
物事を思い出すことが難しい	1[1–2]	1[1–2]	p<0.05 1)

中央値［四分位範囲］，1）Mann-Whitney-U 検定

考　　察

本研究は腱板修復術後患者において，患者背景，術前運動機能と CSI-9 から CRPS 様症状の発生の予測因子の検討を行い，その因子における定量的な指標を明らかにすることを目的とした。その結果，術前の CSI-9 スコアが予測因子として抽出され，カットオフ値として 13 点が示された。本研究の結果から術前の CSI-9 スコアから術後 CRPS 様症状の発症を予測できる可能性が示唆された。CSI-9 は 0 ～ 9 点を No CSI，10 ～ 19 点を Mild，20 ～ 36 点を Severe と分類される [27]。今回のカットオフである 13 点は Mild に該当されるが，Severe でなくても

表 4　CRPS 様症状の発症の有無における二項ロジスティック回帰分析

変数（単位変化量）	オッズ比（95% 信頼区間）	有意差
CSI-9（点）	1.18（1.12–1.25）	$p < 0.01$

表 5　CRPS 様症状の有無に対する CSI-9 スコアのカットオフ値，感度，特異度，AUC の結果

	カットオフ値	感度（%）	特異度（%）	AUC	漸近有意確率	95% 信頼区間
CSI-9	13 点	81.3%	59.0	0.75	0.01	1.12–1.25

AUC: Area under the curve

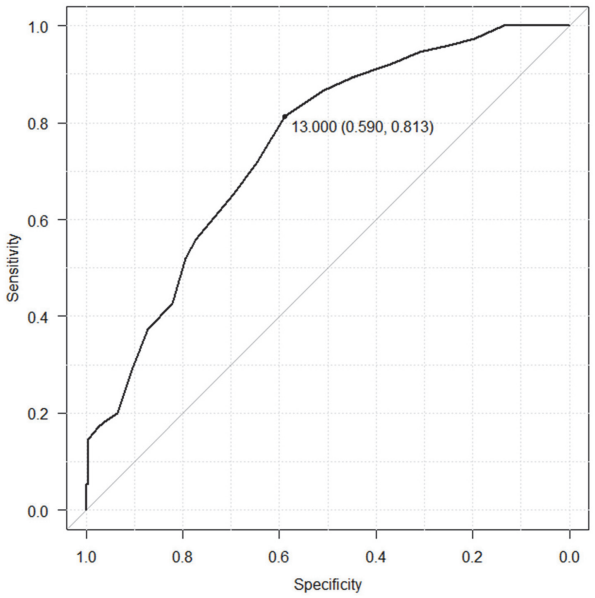


図 2　ROC 曲線

ARCR 後の CRPS 様症状の発症に留意する必要性が示唆された。ROC 曲線の結果から，術前の CSI-9 スコアのカットオフ値は 13 点，AUC は 0.75 と中程度であった。CRPS 様症状ありは 24.7%（75 例 /304 例）であり，先行研究と同等の結果であったことから，対象者の取り込みに関して妥当であったと考えられた。

2 群間比較において，症状あり群で術前 JOA スコア，疼痛，屈曲 ROM，外転 ROM，外旋 ROM，結帯が有意に低値を示していた。及川らは術前の肩関節機能（肩 ROM，筋力，Shoulder36，Constant Shoulder Score）の低下が術後 CRPS 様症状の発症の原因となり，リハビリテーションフォロー期間が長期化する可能性を示している [28]。また，今井らは決定木分析により術前因子として JOA スコア，自動・他動外転可動域，他動結帯可動域，夜間時痛が選択され，最終的に 6 グループに分類でき，予測確率は 0 ～ 75.0%であった [29] と報告している。本研究においても同様の結果を示していた。

また，可児らは腱板断裂患者を対象に CS high 群では痛みが強く，自動屈曲可動域，Sh36 疼痛・健康感が低値を示し，また，CSI-9 と痛みに有意な正の相関関係，Sh36 に負の相関関係を認めた [30] と報告している。さらに CRPS 様症状発症と関与する因子は術前の痛みが強く，術前の肩関節自動外旋可動域制限 [26]，術前の長期の疼痛刺激 [10] と報告されている。本研究の結果においても症状あり群では疼痛が強く，CSI-9 スコアは高値を示していた。二項ロジスティック回帰分析において，術前の CSI-9 のみが有意な変数として選択された。CSI は CS の包括的な評価として開発され，田中らが日本語版 CSI-J を作成した。CSI-J は高い内部整合性（Cronbach's α = 0.89）を示し，テスト・リテスト信頼性は優れた値（ICC = 0.85）を示している [31]。さらに西上らは CSI の 9 項目からなる短縮版 CSI-9 を作成し [23]，筋骨格系疼痛患者への使用に適しており，簡便な尺度として使用可能なことを示し，tanaka らは CSI-9 のカットオフ値は 20 点（感度 92.3%，特異度 93.3%）である [27] と報告している。本研究ではカットオフ値が 13 点であったが，CSI-9 は肩の機能評価ではなく，全身状態として中枢性感作の包括的な評価である。本研究の対象者は肩関節専門医が手術適応と判断した手術予定患者であり，腱板断裂による症状を呈していたため，カットオフ値が低値であったと考えられた。また，CSI-9 の下位項目において，症状あり群は症状なし群に対してすべての項目で有意に高値であったことから，術前に CSI-9 を評価することは有用であることが示唆された。

Shigetoh らは心理因子が間接的に疼痛強度に関与しているが，実際には CSS が疼痛強度に直接的に影響し，不安，抑うつ，破局的思考などの心理因子と疼痛強度の関係は CSS によって媒介される [32] と報告している。CSS を呈する状態の患者が手術侵襲による末梢性の侵害受容器の反応性の増大や装具固定による不動などのため疼痛抑制機構の機能低下が生じたこと，様々な条件が重なることで CRPS 様症状の発症につながると考えられる。CS

に対するリハビリテーションでは運動療法に加えて『患者教育』がより重要である[33]とされている。また，中枢性感作は痛みに限らず，疲労[34]や睡眠[35]などが複合的な要因として影響していると考えられている。そのため，腱板断裂によって生じやすい夜間痛による睡眠障害や術前 ADL におけるわずかな痛みは中枢神経系の感作を招く可能性がある。CRPS 様症状の発症原因については一定の見解が得られておらず，発症すると治療に抵抗性を示す症例も存在する。そのため，術前に CSI-9 を用いて CRPS 様症状の発症を予測し，患者の機能障害の改善とともに術前より患者教育を行い，痛みに対する捉え方の修正やフィードバックを行う必要性が示唆された。

本研究には限界点がいくつか存在する。単一施設での検討であること，また，CRPS 様症状の判断に関して基準は設けているが同一検者による判断ではなく検者間での差が生まれる可能性があること，さらには VAS など疼痛の程度について評価していないこと，不安，抑うつ，破局的思考などの心理因子について調査を行っていないことが挙げられる。今後の課題として，本研究は後ろ向き研究であり前向き研究ではないため，予測妥当性を検証すること，さらには CSI-9 スコアが高い症例に対する対処方法についても検討する必要がある。

結　　論

本研究は ARCR 後の患者において，自動運動開始 2 週間以内で CRPS 様症状の発症の有無における予後予測因子の検討を行い，その因子のカットオフ値を明らかにすることを目的とした。その結果，術前の CSI-9 スコアが予測因子として抽出され，カットオフ値は 13 点であった。本研究の結果から術後に CRPS 様症状の発症を予測するには，術前の CSI-9 を評価することが重要であることが示唆された。また，本研究で示されたカットオフ値を術前に評価することで術後 CRPS 様症状の発症を早期に発見し，対応に繋げるための客観的指標の一つになることが示唆された。

利 益 相 反

本研究について，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患者様，データの収集にご協力いただいた当院のスタッフの皆様に深謝いたします。

文　　献

1）Cole BJ, McCarty LP 3rd, Kang RW, et al.: Arthroscopic rotator cuff repair: prospective functional outcome and repair integrity at minimum 2-year follow-up. J Shoulder Elbow Surg 2007; 16: 579–585.
2）Kuroda S, Ishige N, Mikasa M: Advantages of arthroscopic transosseous suture repair of the rotator cuff without the use of anchors. Clin Orthop Relat Res 2013; 471: 3514–3522.
3）石毛徳之，黒田重史，丸田喜美子，他：アンカーを用いない鏡視下腱板修復術の治療成績．肩関節 2008; 32: 421–424.
4）石毛徳之，黒田重史，荻野修平，他：鏡視下骨孔腱板修復術（ATOS）の長期臨床成績．肩関節 2020; 44: 369–372.
5）堀江亮佑，中溝寛之：鏡視下腱板修復術後の CRPS 様症状について．肩関節 2016; 40: 620–622.
6）石橋　徹，三笠元彦，熊谷英夫：腱板断裂に合併した反射性交感神経性ジストロフィー．肩関節 1993; 17: 20–23.
7）立入久和，森原　徹，堀井基行，他：腱板修復術後に生じた手指変化 CRPS との関連について．肩関節 2010; 34: 495–498.
8）小林博一，畑　幸彦，関　　博，他：腱板断裂術後に発症した反射性交感神経性ジストロフィー様症状の検討．肩関節 2004; 28: 549–552.
9）寺谷　威：鏡視下腱板修復術後における CRPS 発症因子の検討．肩関節 2017; 41: 783–786.
10）小林博一，畑　幸彦，石垣範雄，他：腱板断裂術後に発症した CRPS type I について．肩関節 2010; 34: 463–466.
11）塚本重治，村　成幸，後藤康夫，他：肩腱板断裂術後にみられた反射性交感神経性ジストロフィー様症状の検討．臨整外 2006; 41: 889–893.
12）朝倉　透，松浦恒明，進　訓央，他：鏡視下腱板修復術後に生じた CRPS type1 についての検討．肩関節 2011; 35: 547–549.
13）大内賢太郎，冨岡　立，島田洋一：鏡視下腱板修復術後に生じた CRPS 様症状と術後成績の検討．肩関節 2021; 45: 98–101.
14）今田美奈子，原田幹生，鈴木　俊，他：鏡視下肩腱板修復術後に発症した複合性局所疼痛症候群（CRPS）様症状について．臨整外 2015; 50: 519–522.
15）福元大地，寺谷　威：鏡視下腱板修復術における CRPS 発症予防についての検討．肩関節 2018; 42: 462–465.
16）Tanaka K, Nishigami T, Mibu A, et al.: Validation of the Japanese version of the Central Sensitization Inventory in patients with musculoskeletal disorders. PLoS One 2017; 12: e0188719.
17）Roussel NA, Nijs J, Meeus M, et al.: Central sensitization and altered central pain processing in chronic low back pain. Clin J Pain 2013; 29: 625–638.
18）Lee YC, Nassikas NJ, Clauw DJ: The role of the central nervous system in the generation and maintenance of chronic pain in rheumatoid arthritis, osteoarthritis and fibromyalgia. Arthritis Res Ther 2011; 13: 211.
19）Nijs J, Goubert D, Ickmans K: Recognition and treatment of central sensitization in chronic pain patients: not limited to specialized care. J Orthop Sports Phys Ther 2016; 46: 1024–1028.
20）小松秀郎，吉村英哉，望月智之：鏡視下腱板修復術後の機能回復と疼痛閾値について．肩関節 2012; 36: 497–501.
21）生田義和，戸田克広：反射性交感神経性ジストロフィーの基礎と臨床．整形外科 2000; 51: 347–351.
22）戸田克広：反射性交感神経性ジストロフィー（RSD）．整形外科 2000; 51: 1094–1100.
23）Nishigami T, Tanaka K, Mibu A, et al.: Development and

psychometric properties of short form of central sensitization inventory in participants with musculoskeletal pain: a cross-sectional study. PLoS One 2018; 13: e0200152.
24）見目智紀，宮島玄陽，中脇充章，他：肩峰下インピンジメント症候群患者と健常者の肩関節回旋動作の比較 Cine MRI による評価．肩関節 2015; 39: 769–772.
25）住谷昌彦，柴田政彦，眞下　節：本邦における CRPS の判定指標．日臨麻会誌 2010; 30: 420–429.
26）Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. Bone Marrow Transplantation 2013; 48: 452–458.
27）Tanaka K, Nishigami T, Mibu A, et al.: Cutoff Value for Short Form of Central Sensitization Inventory. Pain Pract 2020; 20: 269–276.
28）及川直樹，清本憲太，榊　善成，他：鏡視下腱板修復術後の CRPS 様症状と術前の肩関節機能の関係．整・災外 2021; 64: 1331–1337.
29）今井孝樹，流合慶多，富永章寛，他：鏡視下腱板修復術後における複合性局所疼痛症候群様症状の発症に影響する術前因子―決定木分析による検討．理学療法ジャーナル 2023; 57: 229–234.
30）可児拓也，遠藤佑哉，室谷光太，他：肩腱板断裂患者における中枢性感作が痛みと Shoulder36 スコアへ与える影響．北海道整形災害外科学会雑誌 2022; 63: 138–142.
31）田中克宜，西上智彦，壬生　彰，他：日本語版 Central Sensitization Inventory（CSI）の開発　言語的妥当性を担保した翻訳版の作成．J Musculoskelet Pain Res 2017; 9: 34–39.
32）Shigetoh H, Tanaka Y, Koga M, et al.: The Mediating Effect of Central Sensitization on the Relation between Pain Intensity and Psychological Factors: A Cross-Sectional Study with Mediation Analysis. Pain Res Manag 2019; 3916135.
33）西上智彦：中枢性感作の評価．神経治療学 2019; 36: 505–507.
34）Druce KL, McBeth J: Central sensitization predicts greater fatigue independently of musculoskeletal pain. Rheumatology (Oxford) 2019; 58: 1923–1927.
35）de Tommaso M, Delussi M, Vecchio E, et al.: Sleep features and central sensitization symptoms in primary headache patients. J Headache Pain 2014; 15: 64.

Central Sensitization Predicts the Development of CRPS-like Symptoms after Shoulder Rotator Cuff Repair

Takasumi Kawai[1)], Ryosuke Nakajima[1)], Yoshino Nakajima[1)],
Masahiro Mizukai[1)], Shuhei Ogino[2)], Noriyuki Ishige[2)]

[1)] *Department of Rehabilitation, Matsudo Orthopaedics Hospital*
[2)] *Department of Orthopaedic Surgery, Matsudo Orthopaedics Hospital*

Objective: The purpose of this study was to investigate the preoperative factors involved in the development of CRPS (Complex Regional Pain Syndrome) -like symptoms in patients after ARCR (arthroscopic rotator cuff repair) surgery. and determine the cut-off values of these factors.
Methods: The subjects included 312 patients who underwent ARCR from November, 2020 to April, 2023. Preoperative pain, range of motion, JOA score, and central sensitization (CSI-9) were evaluated, and gender and age were added to these scores to determine whether CRPS-like symptoms developed postoperatively. The ROC curves were used to determine the cut-off values for selected items.
Results: The preoperative CSI-9 score was extracted as a risk factor in the development of CRPS-like symptoms, Furthermore, the results of the binomial logistic regression analysis showed that CSI-9 score preoperatively was selected, and the cut-off value was 13 points.
Conclusion: These results suggest that evaluation of preoperative CSI-9 score is useful for predicting whether patients can be the onset of postoperative CRPS-like symptoms after ARCR.

Key words: Central sensitization, Complex regional pain syndrome symptoms, Preoperative findings, Rotator cuff repair

運動器理学療法学　第 4 巻第 1 号　43 〜 51 頁（2024 年）

研究論文（原著）

鏡視下上方関節包再建術後における移植腱断裂に関連する術前要因*

宮内秀徳[1)#]　佐久間孝志[1)]　関口貴博[1)]
星加昭太[2)]　松木圭介[2)]　高橋憲正[2)]

【目的】鏡視下上方関節包再建術後における術後移植腱断裂の割合と術前要因を調査すること。【方法】調査項目は基本情報（性別，年齢，身長，体重，体格指数），術前画像評価として Goutallier 分類，肩峰骨頭間距離，濱田分類，疼痛評価として安静時痛，動作時痛，肩関節機能評価として肩関節可動域，Shoulder36，術後移植腱断裂の有無を調査した。移植腱断裂の有無を従属変数，その他の調査項目を独立変数とし，単変量ロジスティック回帰分析を行った後，関連性を認めた項目において多重ロジスティック回帰分析を行った。【結果】術後移植腱断裂の割合は 54 例中 11 例で 20% であった。単変量ロジスティック回帰分析の結果，肩甲下筋と小円筋の脂肪浸潤で関連性を認め，多重ロジスティック回帰分析において小円筋の脂肪浸潤のみ関連性を認めた。【結論】術後移植腱断裂の術前要因として小円筋の脂肪浸潤が関連する可能性がある。

キーワード　鏡視下上方関節包再建術，術後移植腱断裂，術前要因，小円筋，理学療法

はじめに

鏡視下腱板修復術（Arthroscopic Rotator Cuff Repair：以下，ARCR）は確立した手術手技であり，術後成績も良好であることが報告されている[1)2)]。しかし，一次修復が困難である広範囲腱板断裂症例も存在する。活動性の高い壮年期の症例ではリバース型人工肩関節（Reverse Shoulder Arthroplasty：以下，RSA）の適応とならないことから，当院では，2014 年より三幡ら[3)]が考案した鏡視下上方関節包再建術（Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction：以下，ASCR）を行っている。

ASCR は大腿筋膜グラフトなどを用いて上方関節包を再建し，肩甲上腕関節の安定性を向上させることで，肩関節機能を改善させる手術であり[4–7)]，その術後成績は良好であることが報告されている[8–12)]。しかし，術後移植腱断裂も一定数存在し，その割合は近年のシステマティックレビューで 5 〜 32% と報告されている[13)]。術後移植腱断裂を生じた症例では，肩関節機能の低下や，関節性変化の進行を認めることが報告されている[8)9)14)]。そのため，術後の理学療法においては，移植腱や修復腱板の再断裂リスクに配慮した介入が重要である。術後移植腱断裂の要因については，高齢であることや，男性，濱田分類 Stage4 以上[15)]，腱板脂肪浸潤[16)17)]，ARCR の既往，喫煙[18)]などが報告されている。一方 Lee ら[19)]は術後移植腱断裂の術前要因として，腱板断裂の大きさ，腱板脂肪浸潤，ARCR の既往や喫煙との関連を述べているが，術後移植腱断裂の有無でこれらに統計的な有意差は認めなかったと報告している。このように ASCR 後の移植腱断裂の要因については，患者背景，術前の関節変性状態，腱板脂肪浸潤の進行度合いなど，手術の適応基準がさまざまであることから，一定の見解が得られていないことが現状である。移植腱断裂に関連する術前要因を把握することは，術前から移植腱断裂のハイリスク症

* Effect of Preoperative Factors for Graft Failure After Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction

1）船橋整形外科クリニック理学診療部
（〒 274–0822　千葉県船橋市飯山満町 1–824）
Hidenori Miyauchi, PT, Takashi Sakuma, PT, Takahiro Sekiguchi, PT: Department of Rehabilitation Medicine, Funabashi Orthopedic Clinic
2）船橋整形外科病院スポーツ医学・関節センター　肩関節・肘関節部門
Shota Hoshika, MD, PhD, Keisuke Matuki, MD, PhD, Norimasa Takahashi, MD, PhD: Shoulder & Elbow Service, Funabashi Orthopedic Sports Medicine & Joint Center
E-mail: hmiyauchi@fff.or.jp

（受付日　2024 年 3 月 4 日／受理日　2024 年 7 月 31 日）

例をいち早く抽出することに繋がると考える。また，術後における禁忌動作の説明，日常生活動作指導，プロトコルの変更など早期介入における有用な情報となると考える。よって本研究の目的は，ASCR 術後移植腱断裂の発生割合と状況を調査すること，さらに移植腱断裂に関連する術前因子を調査し，術前後における理学療法介入の一助とすることである。

対象と方法

1. 研究デザイン

本研究デザインは後ろ向き研究とした。

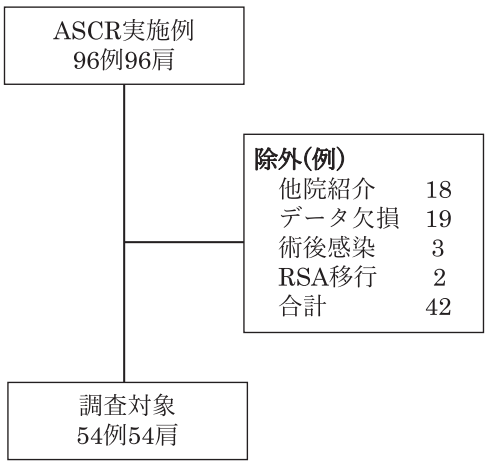


図 1　調査対象例の内訳

2. 対象

対象は 2016 年 6 月～ 2021 年 12 月までの期間に，当院にて肩腱板断裂と診断され，一次修復が困難な広範囲腱板断裂に対して，大腿筋膜グラフトを用いた ASCR を施行した 96 例 96 肩を対象とした。この中から他院へ紹介となった 18 例，通院困難によりデータ欠損が生じた 19 例，術後感染症 3 例，肩関節挙上困難により RSA に移行となった 2 例を除外し，術後 1 年まで経過観察が可能であった 54 例 54 肩を調査対象とした（図 1）。対象者には研究の主旨と目的を説明し，同意を得て行った。なお本研究は船橋整形外科病院倫理委員会の承認（承認番号：2022014）を得て実施した。

3. 当院における ASCR の適応基準と術式

鏡視下にて一次修復が困難と判断された腱板断裂で，比較的若年の活動性が高い症例に適応される。濱田分類 [20] が Grade3 以下で，肩峰骨頭間距離（Acromiohumeral distance：以下，AHD）が保たれ，変形性変化が強くない症例は良い適応である。当院における ASCR の模式図を図 2 に示す。図は右肩関節を上方から見た模式図である。移植腱は術側肩関節と反対側の大腿筋膜より採取する。移植腱の長径は 12 cm，横径は 3 cm 程度であり，体格や後方腱板の欠損程度に合わせて調整する。移植腱は二重折にして関節窩と上腕骨頭に固定する。棘下筋断裂の一部や肩甲下筋腱断裂はそれぞれ修復し，欠損部に移植腱を固定している。

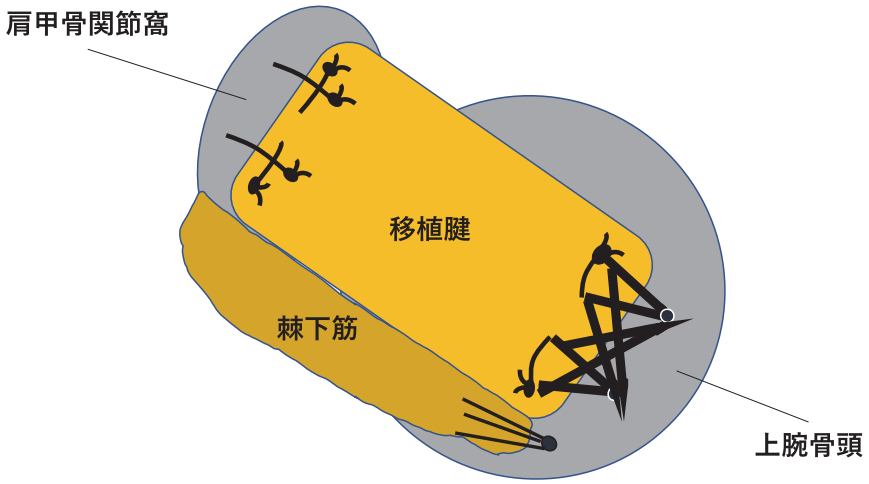


図 2　ASCR 模式図

図は右肩関節を上方から見た模式図である．移植腱は術側肩関節と反対側の大腿筋膜より採取する．移植腱の長径は 12 cm，横径は 3 cm 程度であり，体格や後方腱板の欠損程度に合わせて調整する．移植腱は二重折にして関節窩と上腕骨頭に固定する．棘下筋断裂の一部や肩甲下筋腱断裂はそれぞれ修復し，欠損部に移植腱を固定している．

4. 評価項目

1）基本情報

手術前カルテ情報より性別，年齢，身長，体重，体格指数（Body Mass Index：以下，BMI），糖尿病の有無，同側肩関節における ARCR の既往を後ろ向きに調査した。

2）術前画像評価

術前画像評価として腱板の脂肪浸潤，上腕骨頭上昇と関節変性の状態を評価した。腱板脂肪浸潤は磁気共鳴画像（Magnetic Resonance Imaging：以下，MRI）検査にて，肩甲下筋，棘上筋，棘下筋，小円筋をそれぞれ Goutallier 分類[21]を使用し評価した。評価のスライスは Sagittal plane（矢状断）の Scapula Y-view とし，Grade0 ～ 4 の 5 段階で評価した。Goutallier 分類による脂肪浸潤の評価の信頼性は先行研究[22]にて報告されており，4 筋すべて中等度以上かつ高い一致率であることが報告されている。上腕骨頭上昇と関節変性の評価は，単純 X 線検査における肩関節正面像より，AHD の計測と濱田分類による評価を行った。AHD は肩関節内旋位で増大，外旋位で減少すると報告されている[23]。術前における評価では肩関節外旋制限を有する症例が多いことから，測定肢位は肩関節内旋位とした。単純 X 線検査における AHD と濱田分類の評価の信頼性は，先行研究[24,25]で高いことが報告されている。なお，上記術前画像評価は当院スポーツ医学・関節センター肩関節・肘関節部門に所属する整形外科専門医 5 名にて行った。

3）術前疼痛評価

安静時痛と動作時痛をそれぞれ評価し，評価方法は Numeric Rating Scale（以下，NRS）を使用した。

4）術前肩関節可動域

肩関節可動域測定は代償動作を軽減するため，椅子座位にて測定を行った。自動運動における前方挙上，外転，外旋（下垂位）を，東大式ゴニオメーターを使用し日本理学療法士協会が定める方法[26]に準じて計測した。また，肩関節内転内旋位で，手背を背部に当てた肢位にて，第 7 頸椎棘突起から橈骨茎状突起間の距離を測定し，結帯値として調査した。

5）術前肩関節機能評価

肩関節機能評価は shoulder36（V.1.3）[27]を採用し，小項目である疼痛，可動域，筋力，健康感，日常生活，スポーツをそれぞれ調査した。

6）手術記録

手術記録より腱板断裂サイズ，肩甲下筋断裂の有無，小円筋断裂の有無，肩甲下筋，および小円筋の修復有無を後ろ向きに調査した。

7）術後移植腱断裂の評価

当院では，術後移植腱の評価を術後 3 ヵ月時，6 ヵ月時，1 年時で超音波画像診断装置を使用して行い，さらに術後 1 年毎に MRI 検査による評価を合わせて実施している。本研究においても同様に評価を実施した。移植腱断裂の評価スケールは菅谷分類[28]を使用した。Type 1 ～ 5 で評価し Type 4，Type 5 を術後移植腱断裂とした。術後 1 年時までに移植腱断裂を認めなかった症例を断裂なし群（以下，Intact 群），移植腱断裂を認めた症例を断裂あり群（以下，Failure 群）に群分けを行った。さらに Failure 群では断裂時期と断裂部位を調査した。なお，術後移植腱断裂の評価は当院スポーツ医学・関節センター肩関節・肘関節部門に所属する整形外科専門医 5 名が実施した。

5. 理学療法

当院では ASCR の実施が決定した症例に対して，原則術前より理学療法を開始している。介入期間は約 1 ヵ月であり，週 1 回実施する。介入内容としては肩関節可動域維持拡大を目的とした可動域練習や，日常生活動作練習，術後のセルフエクササイズ指導，禁忌動作の説明などを実施している。当院で運用している ASCR 術後プロトコルは，術後 4 ～ 6 週まで装具固定を実施，術後 6 週以降は全方向への他動，および自動可動域練習を開始，術後 3 ～ 6 ヵ月より抵抗運動開始，術後 10 ヵ月以降で重労働やスポーツへの復帰許可を基準としている。これらは疼痛の状況，肩すくめ動作などの代償動作が少ないことを評価した上で，患者の状況に合わせて進めている。術後の介入頻度は最終評価時期まで週 1 ～ 2 回程度実施している。

6. 統計学的処理

従属変数を術後移植腱断裂の有無（Intact 群，Failure 群），独立変数を術前における各評価項目（性別，年齢，身長，体重，BMI，同側肩関節における ARCR の既往，糖尿病の有無，Goutallier 分類，AHD，濱田分類，疼痛，肩関節可動域，shoulder36）とし，単変量ロジスティック回帰分析をそれぞれ実施した。さらに，単変量ロジスティック回帰分析にて関連性を認めた項目について，強制投入法による多重ロジスティック回帰分析を実施した。解析には R-2.8.1（CRAN freeware）を用い，有意水準は 5%とした。

結　　果

術後移植腱断裂の割合は 54 例中 11 例（20%）であった。各群の基本情報，および調査項目の内訳を表 1 に示す。Failure 群における断裂時期の内訳は 3 ヵ月以内が 2 例，3 ～ 6 ヵ月が 2 例，6 ～ 12 ヵ月が 7 例であった（表 2）。

表 1　2 群における基本情報と各項目の術前値

			Intact 群	Failure 群
内訳，例			43(80%)	11(20%)
性別（男 / 女），例			26/17	10/1
年齢，歳			61.7(47-72)	62.4(48-68)
身長，cm			162.4(8.8)	167.5(8.9)
体重，kg			63.9(12.9)	66.5(8.3)
BMI，kg/m^2			24.0(3.0)	23.8(3.0)
ARCR 既往（有 / 無），例			35/8	8/3
糖尿病（有 / 無），例			41/2	11/0
Goutallier 分類，Grade，例	肩甲下筋		1.4(0.6)	2.0(1.3)
		Grade0	0	1
		Grade1	29	4
		Grade2	11	2
		Grade3	3	2
		Grade4	0	2
	棘上筋		2.3(0.6)	2.5(0.8)
		Grade0	0	0
		Grade1	29	1
		Grade2	12	5
		Grade3	2	4
		Grade4	0	1
	棘下筋		2.6(0.9)	3.0(0.9)
		Grade0	0	0
		Grade1	2	1
		Grade2	29	1
		Grade3	11	6
		Grade4	1	3
	小円筋		1.4(0.7)	2.2(1.1)
		Grade0	0	0
		Grade1	31	3
		Grade2	9	5
		Grade3	2	1
		Grade4	1	2
AHD，mm			7.0(3.0)	5.4(2.6)
濱田分類，Grade，例			1.5(0.7)	1.7(0.8)
		Grade1	29	5
		Grade2	8	4
		Grade3	6	2
		Grade4A	0	0
		Grade4B	0	0
		Grade5	0	0
疼痛（NRS）	安静時痛		2.6(2.9)	0.9(1.3)
	動作時痛		5.9(2.1)	5.2(2.4)
肩関節可動域，度	屈曲		113.1(45.5)	120.5(40.3)
	外転		105.8(50.2)	117.0(44.4)
	外旋（下垂位）		23.2(21.4)	23.5(25.3)
	結帯値，cm		29.1(11.4)	30.9(7.3)

表 1　2 群における基本情報と各項目の術前値（つづき）

		Intact 群	Failure 群
shoulder36，点	疼痛	2.9(0.7)	2.7(1.1)
	可動域	2.7(0.8)	2.6(0.9)
	筋力	2.0(1.2)	2.2(1.3)
	健康感	3.1(0.6)	3.2(0.7)
	日常生活	2.8(0.7)	2.8(1.0)
	スポーツ能力	1.3(1.1)	1.6(1.5)
棘上筋・棘下筋断裂サイズ，例	小断裂	0	0
	中断裂	0	0
	大断裂	15	2
	広範囲断裂	28	9
肩甲下筋断裂（有 / 無），例		20/23	10/1
肩甲下筋の修復（可 / 否），例		20/0	10/0
小円筋断裂（有 / 無），例		43/0	11/0

年齢は平均（幅）で記載　Goutallier 分類，濱田分類は平均（標準偏差）と各 Grade の内訳をそれぞれ記載
その他平均（標準偏差），症例数で記載
BMI: Body mass index
ARCR: Arthroscopic rotator cuff repair
AHD: Acromiohumeral distance
NRS: Numerical rating scale

表 2　移植腱断裂の時期

時期，例	3 ヵ月以内	2
	3 〜 6 ヵ月	2
	7 〜 12 ヵ月	7

表 3　移植腱断裂部位の内訳

断裂部位，例	上腕骨頭側	6
	移植腱実質部	4
	関節窩側	1

断裂部位の内訳は，上腕骨頭側が 6 例，移植腱実質部が 4 例，関節窩側が 1 例であった（表 3）。術後移植腱断裂に関連する術前因子は，単変量ロジスティック回帰分析の結果，肩甲下筋の脂肪浸潤（Odds 比 2.29，$p = 0.03$），および小円筋の脂肪浸潤（Odds 比 2.20，$p < 0.01$）で関連性を認めた（表 4）。多重ロジスティック回帰分析においては小円筋の脂肪浸潤（Odds 比 2.46，$p = 0.03$）のみ関連性を認めた（表 5）。

考　　察

今回の調査では ASCR 術後移植腱断裂の割合は 54 例中 11 例（20%）であり，先行文献[13]と比較して平均的な割合であったと考える。術後移植腱断裂の時期は，抵抗運動が許可される 3 ヵ月以降に多く見られる傾向であり，断裂部位は上腕骨頭側が 6 例と最も多い結果であった。また，術後移植腱断裂に関連する術前因子として小円筋の脂肪浸潤が関連性を認めた。

三幡[28]は ASCR の力源は三角筋をはじめとする肩甲骨周囲筋であり，術後機能はこれらの筋力に依存すると述べている。このことから，三角筋のみならず，術後残存腱板の機能は重要であると考える。術前における肩甲下筋，および棘下筋の脂肪浸潤や修復可否と術後移植腱断裂の関連性については先行研究[16)17)19)29)]が多数存在する。肩甲下筋の脂肪浸潤について Lee ら[16]は，術前における肩甲下筋の Goutallier 分類を断裂なし群と再断裂群で比較した結果，再断裂群が有意に高値であったと報告している。また Mihata ら[29]は ASCR 施行において肩甲下筋に断裂がない群，追加処置で肩甲下筋を修復した群，肩甲下筋の修復が困難であった群の 3 群で術後の肩関節機能を比較したところ，肩甲下筋の修復が困難であった群では，肩関節可動域，筋力の有意な増加はなく，移植腱の再断裂と術後感染の発生率が有意に高かったと報告している。このように，一般的に肩甲下筋の脂肪浸潤が進行した状態や，術中の修復が困難であることは，術後移植腱断裂に関連することが報告されている。しかし，本研究では肩甲下筋の状態よりも小円筋の脂肪浸潤に関連性を認める結果であった。その理由として，

表 4　単変量ロジスティック回帰分析の結果

		Odds 比	95% 信頼区間		p 値	χ^2 検定	Hosmer-Lemeshow 検定
			下限	上限			
性別		6.53	1.09	125.50	0.08	0.03	0.99
年齢		1.01	0.91	1.13	0.75	0.74	0.45
身長		1.07	9.92	1.17	0.09	0.07	0.78
体重		1.01	0.96	1.07	0.52	0.52	0.45
BMI		0.97	0.77	1.22	0.80	0.80	0.50
ARCR 既往の有無		1.64	0.30	7.25	0.52	0.53	0.99
糖尿病有無			Not observable		0.99	0.33	0.99
Goutallier 分類	肩甲下筋	***2.29***	***1.06***	***5.35***	***0.03***	***0.03***	***0.88***
	棘上筋	1.66	0.57	4.95	0.34	0.34	0.99
	棘下筋	1.64	0.77	3.83	0.21	0.20	0.99
	小円筋	***2.80***	***1.32***	***6.86***	***<0.01***	***<0.01***	***0.99***
AHD		0.81	0.61	1.03	0.10	0.09	0.58
濱田分類		1.56	0.65	3.63	0.30	0.30	0.99
疼痛 (NRS)	安静時痛	0.70	0.42	0.98	0.08	0.03	0.99
	動作時痛	0.86	0.62	1.17	0.35	0.30	0.99
肩関節可動域	屈曲	1.00	0.98	1.02	0.61	0.61	0.36
	外転	1.00	0.99	1.02	0.49	0.48	0.26
	外旋（下垂位）	1.00	0.97	1.03	0.96	0.96	0.29
	結帯値	1.01	0.95	1.07	0.60	0.61	0.41
shoulder36	疼痛	0.68	0.29	1.62	0.38	0.38	0.11
	可動域	0.83	0.38	1.86	0.64	0.64	0.34
	筋力	1.09	0.62	2.01	0.75	0.74	0.03
	健康感	1.29	0.45	4.09	0.64	0.63	0.51
	日常生活	0.95	0.40	2.32	0.91	0.91	0.99
	スポーツ能力	1.25	0.72	2.19	0.41	0.41	0.99

BMI: Body mass index
ARCR: Arthroscopic rotator cuff repair
AHD: Acromiohumeral distance
NRS: Numerical rating scale

表 5　多重ロジスティック回帰分析の結果

		Odds 比	95% 信頼区間		p 値
			下限	上限	
Goutallier 分類	肩甲下筋	1.85	0.79	4.67	0.16
	小円筋	***2.46***	***1.10***	***6.14***	***0.03***

χ^2 検定：$p < 0.01$
Hosmer-Lemeshow 検定：$p = 0.98$

Lee ら [16] の報告では，移植腱断裂群における肩甲下筋の Goutallier 分類の平均が 2.5(1.3）であったのに対し，本研究は 2.0(1.3）とやや低い傾向であったこと，また Mihata ら [29] の報告との相違点として，本研究対象者の肩甲下筋の一次修復が全例可能であったことが挙げられる。そのため，我々の調査では肩甲下筋の修復可否による検証が行えていないことから，肩甲下筋の脂肪浸潤や一次修復の可否との関連性については，今後症例数を増やし再検討を行っていく必要があると考える。

本研究では術後移植腱断裂の術前要因として，術後残

存腱板である小円筋の脂肪浸潤に関連性を認めている。渉猟しえた範囲では小円筋の脂肪浸潤と術後移植腱断裂との関連を報告している先行研究はなく，本研究が初めてである。肩甲上腕関節安定性に関与する前後のフォースカップル機構は，前側の肩甲下筋，後側の棘上筋，小円筋を介して安定性をもたらすことが報告されている[30–32]。また，林ら[33]は小円筋の筋線維が後方関節包に直接付着していることを報告しており，その作用は後下方関節包に張力を与えると述べている。このように，肩関節の動的安定性を担う筋として肩甲下筋，棘下筋，小円筋は重要であると考える。Zhao ら[34]の報告では，ASCR は修復不可能な腱板断裂例と比較し，肩峰下の接触圧，上腕骨頭の前後方向の変位を減少させることや，三角筋の過剰な活動を低下させると報告している。そのため，ASCR 後においても上腕骨頭の前後方向の安定性と上昇を抑制させる筋として，肩甲下筋，棘下筋，小円筋は重要であると考える。しかし，手術式で前述したように，ASCR では肩甲下筋は修復されるものの，棘下筋は一部のみ修復され，欠損部分は移植腱に置き換わった状態である。そのため，前後のフォースカップルの不均衡を補填する役割として，術後も残存する後方腱板である小円筋が担う役割は大きく脂肪浸潤が進行していない状態が重要であると考える。このことから，本研究において移植腱断裂に関連する術前要因として小円筋の脂肪浸潤が関連性を認めたと推察する。

今回，ASCR 術後移植腱の再断裂に関連する術前要因として，小円筋の脂肪浸潤に関連性を認めたことから，術前後の理学療法介入として術前 MRI 検査にて小円筋の脂肪浸潤が重度である場合は，移植腱断裂のハイリスク症例であることを念頭に置く必要があると考える。また，術後においては装具固定期間や自動運動開始時期を遅らせることなど，移植腱の生体圧着時期を考慮し，術後早期から移植腱に負担をかけない理学療法介入が必要であると考える。

本研究結果における限界として 4 点挙げられる。1 点目として研究デザインが後ろ向きであること。2 点目として，多変量解析を行うにあたり症例数が少ないこと。3 点目として術後の追跡期間が 1 年までと短いこと。4 点目として現段階では ASCR の適応症例が先行文献によりさまざまであるため，それらとの比較を行うにあたり適応となる年齢や腱板断裂の状況，関節変性程度など手術対象となる症例の状態が統一されていないことが挙げられる。現在本邦では，ASCR を施行できる施設は限られており，遠方施設からの症例紹介も多数あることから，術後の追跡調査に難渋する症例も存在する。そのため，今後は多施設研究や前向き研究も視野に入れ調査を継続する必要性があると考える。

結　　論

ASCR 術後移植腱断裂の割合と，関連する術前要因について調査した。その結果，術後移植腱断裂の割合は 20% であり，関連する術前要因として小円筋の脂肪浸潤に関連性を認めた。術前において小円筋の脂肪浸潤の状態を観察することは，移植腱断裂を予防した理学療法介入を行う上での一要点となる可能性がある。

利 益 相 反

第 5 著者は Arthrex より研究費を，第 6 著者は Johnson & Johnson，Medacta より講演料を受理しております。

謝　　辞

本研究実施に際し，ご協力いただきました患者様，東京スポーツ＆整形外科クリニック院長の菅谷啓之先生，副院長の渡海守人先生，同リハビリテーション部部長の高村　隆先生，科長の鈴木　智先生，船橋整形外科病院スポーツ医学・関節センター肩関節・肘関節部門，船橋整形外科画像検査部，船橋整形外科クリニック理学診療部スタッフの皆様に深謝いたします。

文　　献

1）Moosmayer S, Lund G, Seljom US, et al.: At a 10-Year Follow-up, Tendon Repair Is Superior to Physiotherapy in the Treatment of Small and Medium-Size Rotator Cuff Tears. J Bone Joint Surg Am. 2019; 101: 1050-1060.
2）Fossati C, Stoppani C, Menon A, et al.: Arthroscopic rotator cuff repair in patients over 70 years of age: a systematic review. J Orthop Traumatol. 2021; 22: 3.
3）Mihata T, Lee TQ, Watanabe C, et al.: Clinical results of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears. Arthroscopy. 2013; 29: 459-470.
4）Mihata T, McGarry MH, Pirolo JM, et al.: Superior capsule reconstruction to restore superior stability in irreparable rotator cuff tears: a biomechanical cadaveric. Am J Sports Med. 2012; 40: 2248-2255.
5）Mihata T, Bui CNH, Akeda M, et al.: A biomechanical cadaveric study comparing superior capsule reconstruction using fascia lata allograft with human dermal allograft for irreparable rotator cuff tear. J Shoulder Elbow Surg. 2017; 26: 2158-2166.
6）Denard PJ, Brady PC, Adams CR, et al.: Preliminary Results of Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction with Dermal Allograft. Arthroscopy. 2018; 34(1): 93-99.
7）Burkhart SS, Hartzler RU: Superior Capsular Reconstruction Reverses Profound Pseudoparalysis in Patient With Irreparable Rotator Cuff Tears and Minimal or Glenohumeral Arthritis. Arthroscopy. 2019; 35: 22-28.

8）Mihata T, Lee TQ, Hasegawa A, et al.: Five-year follow-up of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears. J Bone Joint Surg. 2019; 101: 1921-1930.
9）Mihata T, Lee TQ, Fukunishi K, et al.: Return to Sports and Physical Work After Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction Among Patients with Irreparable Rotator Cuff Tears. Am J Sports Med. 2018; 46: 1077-1083.
10）Werthel JD, Vigan M, Schoch B, et al.: Superior capsular reconstruction-A systematic review and meta-analysis. Orthop Traumatol Surg Res. 2021; 107(8S): 103072. doi: 10.1016/j.otsr.2021.103072.
11）Wang Y, Ding W, Xu J, et al.: Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction for Massive Irreparable Rotator Cuff Tears Results in Significant Improvements in Patient Reported Outcomes and Range of Motion: A Systematic Review. Arthrosc Sports Med Rehabil. 2022; 4: 1523-1537.
12）Davis A, Singh P, Reilly P, et al.: Superior capsule reconstruction, partial cuff repair, graft interposition, arthroscopic debridement or balloon spacers for large and massive irreparable rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis. J Orthop Surg Res. 2022; 17: 552. Doi: 10.1186/s13018-022-03411-y.
13）Azevedo CIC, Andrade R, Angelo ACLPG, et al.: Fascia Lata Autograft Versus Human Dermal Allograft in Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction for Irreparable Rotator Cuff Tears: A Systematic Review of Clinical Outcome. Arthroscopy. 2020; 36: 579-591.
14）Mihata T, Lee TQ, Hasegawa A, et al.: Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction Can Eliminate Pseudoparalysis in Patients with Irreparable Rotator Cuff Tears. Am J Sports Med. 2018; 46: 2707-2716.
15）Ohta S, Komai O, Onochi Y: Outcome of superior capsule reconstruction for massive rotator cuff tears and risk factors for postoperative retear. Arch Orthop Trauma Surg. 2020; 140: 1319-1325.
16）Lee SJ, Kang SW, Chung I, et al.: Which Factors Influence Clinical Outcome After Superior Capsular Reconstruction Surgery. Orthop J Sports Med. 2020; 8: 2325967120966410.
17）Lee JB, Kholinne E, Yeom JW, et al.: Effect of Fatty Infiltration of the Infraspinatus Muscle on Outcomes and Graft Failure After Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction for Irreparable Posterosuperior Rotator Cuff Tears. Am J Sports Med. 2022; 50: 3907-3914.
18）Gabbott B, Pearse Y, Arnander M, et al.: Superior Capsule Reconstruction In a Viable Option for Patients with Symptomatic, Isolated, and Irreparable Supraspinatus Tears. Arthrosc Sports Med Rehabil. 2022; 4: 591-597.
19）Lee SJ, Min YK: Can inadequate acromiohumeral distance improvement and poor posterior remnant tissue be the predictive factors of re-tear? Preliminary outcomes of arthroscopic superior capsula reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2018; 26: 2205-2213.
20）Hamada H, Yamanaka K, Uchiyama Y, et al.: A Radiographic Classification of Massive Rotator Cuff Tear Arthritis. Clin Orthop Relat Res. 2011; 469: 2452-2460.
21）Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, et al.: Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre-and postoperative evaluation by CT scan. Clin Orthop Relat Res. 1994; 304: 78-83.
22）Jain NB, Collins J, Newman JS, et al.: Reliability of Magnetic Resonance Imaging Assessment of Rotator Cuff: The ROW Study. PM R. 2015; 7: 245-254.
23）Deger GU, Davulcu CD, Karaismailoglu B, et al.: Are acromiohumeral distance measurements on conventional radiographs reliable? A prospective study of inter-method agreement with ultrasonography, and assessment of observer variability. Jt Dis Relat Surg. 2024; 35: 62-71.
24）Kappe T, Cakir B, Reichel H, et al.: Reliability of radiologic classification for cuff tear arthropathy. J Shoulder Elbow Surg. 2011; 20: 543-547.
25）宮沢知修，松井健郎，小川清久：肩峰骨頭間距離の臨床的意義．肩関節．1989; 13: 247-251.
26）日本理学療法士協会ホームページ　関節可動域表示ならびに測定法．http://www.japanpt.jp/info/asset/pdf/20220610_ROM.pdf（2023 年 7 月 24 日引用）
27）日本肩学会ホームページ．https://www.j-shoulder.jp/downroad/index.html（2023 年 7 月 24 日引用）
28）Sugaya H, Maeda K, Matuki K, et al.: Repair integrity and functional outcome after arthroscopic double-row rotator cuff repair. A prospective outcome study. J Bone Joint Surg Am. 2007; 89: 953-960.
29）Mihata T, Lee TQ, Hasegawa A, et al.: Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction for Irreparable Rotator Cuff Tears: Comparison of Clinical Outcomes With and Without Subscapularis. Am J Sports Med. 2020; 48: 3429-3438.
30）Burkhart SS, Brady PC: Arthroscopic subscapularis repair: surgical tips and pearls A to Z. Arthroscopy. 2006; 22: 1014-1027.
31）Mansat P, Frankle MA, Cofield RH: Tears in the subscapularis tendon: descriptive analysis and results of surgical repair. Joint Bone Spine. 2003; 70: 342-347.
32）Mehta SK, Teefey SA, Middleton W, et al.: Prevalence and risk factors for development of subscapularis and biceps pathology in shoulders with degenerative rotator cuff disease: a preoperative cohort evaluation. J Shoulder Elbow Surg. 2020; 29: 451-458.
33）林　典雄，立木敏和：後方腱板（棘下筋・小円筋）と肩関節包との結合様式について．理学療法学．1996; 23(8): 522-527.
34）Zhao X, Jia J, Wen L, et al.: Biomechanical outcomes of superior capsular reconstruction for irreparable rotator cuff tears by different graft materials-a systematic review and meta-analysis. Front Surg. 2023; 10: 1173516. doi: 10.3389/fsurg.2023.1173516.

Effect of Preoperative Factors for Graft Failure After Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction

Hidenori Miyauchi[1)], Takashi Sakuma[1)], Takahiro Sekiguchi[1)],
Shota Hoshika[2)], Keisuke Matuki[2)], Norimasa Takahashi[2)]

[1)] *Department of Rehabilitation Medicine, Funabashi Orthopedic Clinic*
[2)] *Shoulder & Elbow Service, Funabashi Orthopedic Sports Medicine & Joint Center*

Objective: This study aimed to investigate the effect of preoperative factors for graft failure after arthroscopic superior capsule reconstruction.
Methods: In total, 54 patients who underwent arthroscopic superior capsule reconstruction were included in the study. Clinical outcomes that were evaluated included preoperative sex, age, height, weight, body mass index, Goutallier grades, acromiohumeral distance, Hamada classification, numerical rating scale for rest pain, pain on motion, shoulder range of motion, shoulder36, and postoperative graft failure. Acromiohumeral distance and Hamada classification were assessed using radiography. Postoperative graft failure was evaluated using magnetic resonance imaging. Univariate and multivariable logistic regression analyses were performed to evaluate the association between potential clinical outcomes and graft failure.
Results: Graft failure was noted in 11 (20%) patients. Univariate analysis indicated fatty infiltration of the subscapularis (odds ratio, 2.29; $p = 0.03$), and teres minor (odds ratio, 2.80; $p < 0.01$). Multivariable analysis indicated fatty infiltration of the teres minor (odds ratio, 2.46; $p = 0.03$).
Conclusion: Fatty infiltration of the teres minor muscle was identified as the sole preoperative factor associated with postoperative graft failure. This finding could be crucial for guiding preoperative and postoperative physical therapy interventions.

Key words: Arthroscopic superior capsule reconstruction, Postoperative graft failure, Preoperative outcomes, Teres minor, Physical therapy

運動器理学療法学　第 4 巻第 1 号　52 ～ 59 頁（2024 年）

研究論文（原著）

人工膝関節全置換術後症例における階段昇降練習開始の是非を判定する目的での片脚スクワットテストの有用性*

三上達也[1)#]　浮城健吾[1)]　大森啓司[1)]　川井柚葉[1)]　三浦浩太[1)]　館山　唯[1)]
高橋大河[1)]　扇谷恭輔[1)]　井上貴博[1)]　吉田俊教[1)]　大越康充[2)]

【目的】本研究の目的は，人工膝関節全置換術（TKA）後における階段昇降練習開始の是非を判断するための片脚スクワットテスト（SLST）の有用性を検討することである。【方法】対象は当院で TKA を受けた 100 例とし，術後 3 ヵ月時に階段昇降テスト（SCT）と SLST を行わせた。SLST 不能と SCT 不能を陽性としたクロス集計表を作成して検討した。【結果】SCT 可能例は 85 例（85.0%），そのうち SLST 可能が 79 例，不能が 6 例，SCT 不能例のうち，SLST 可能が 5 例，不能が 10 例であり，感度 0.67，特異度 0.93 であった。【結論】SLST は壁があればどこでも簡便かつ安全に階段昇降に必要な大腿四頭筋の求心性・遠心性収縮機能を評価することが可能であり，階段昇降練習開始の是非に有用と考えられた。

キーワード　人工膝関節全置換術後，階段昇降，片脚スクワットテスト

はじめに

階段昇降は，日常生活中に頻繁に行われる動作の一つであるが，高齢者にとってはしばしば困難である[1)2)]。人工膝関節全置換術（Total Knee Arthroplasty：以下，TKA）は，末期の変形性膝関節症（Knee Osteoarthritis：以下，膝 OA）に対して行われる観血的治療であり，膝関節の除痛や機能改善により日常生活動作の改善効果を有し，近年広く行われている[3)]。階段昇降は，TKA 後症例にとって日常生活中に困難を感じる動作の上位であることが報告されている[4)]。Walsh ら[5)]は，TKA により除痛効果は期待できるが，大腿四頭筋筋力は手術を受けていない高齢者と比較すると低いとしている。昇段，降段ともに大きな外的膝屈曲モーメントが発生するため[6)7)]，これに抗する大腿四頭筋の弱化は術後の階段昇降が困難となる要因の一つとして挙げられる[8)9)]。さらには術後の膝関節痛[10)]や転倒の危険性が高い[11)]ことにより 1 足 1 段での階段昇降開始時期の判断は必ずしも容易ではない。したがって，階段昇降練習の可・不可を判定するための簡便かつ安全な大腿四頭筋筋力の有用な評価方法の確立が重要である。

階段昇降能力の評価について Osteoarthritis Research Society International ガイドラインでは，階段昇降テスト（Stair Climbing Test：以下，SCT）が推奨されている[12)]。しかし SCT は 1 足 1 段もしくは 2 足 1 段の階段昇降の速さを評価するものであって，階段昇降動作が可能かどうかを判断するものではない。Hocking ら[13)]は，簡便に階段昇降可・不可を評価可能な方法として片脚スクワットテスト（Single-Leg Squat Test：以下，SLST）を報告している。しかし，対象が心疾患や呼吸器疾患，外科疾患を含む平均 80.0 歳の入院患者であり，TKA 後症例における SLST の有用性は不明である。

* The Usefulness of the Single-Leg Squat Test for Deciding Whether to Start Stair Ambulation Training after Total Knee Arthroplasty

1）医療法人悠康会　函館整形外科クリニックリハビリテーション部
（〒 041–0802　北海道函館市石川町 2 番 115 号）
Tatsuya Mikami, PT, MS, Kengo Ukishiro, PT, MSc, Keiji Ohmori, PT, Yuzuha Kawai, PT, Kota Miura, PT, Yui Tateyama, PT, Taiga Takahashi, PT, Kyosuke Ohgiya, PT, Takahiro Inoue, PT, Toshinori Yoshida, PT: Department of Rehabilitation, Hakodate Orthopedics Clinic
2）医療法人悠康会　函館整形外科クリニック整形外科
Yasumitsu Ohkoshi, MD, PhD: Department of Orthopedic Surgery, Hakodate Orthopedics Clinic
E-mail: mikami.hakodateseikei@gmail.com
（受付日　2024 年 3 月 11 日／受理日　2024 年 9 月 2 日）

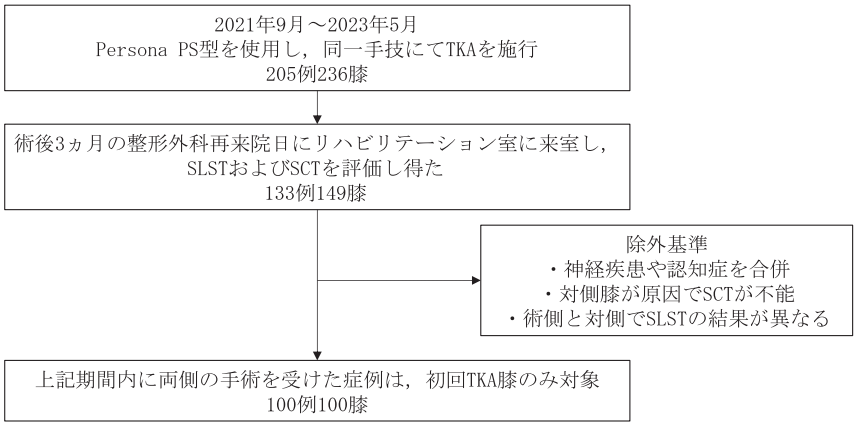


図 1　対象者選定フローチャート

そこで本研究の目的は，TKA 後の階段昇降練習開始の是非を判断するための SLST の有用性を検討することである。TKA 後における SLST は階段昇降可・不可に対し高い感度，特異度を示すという仮説を立てた。

対象と方法

1. 対象

2021 年 9 月～ 2023 年 5 月の間に，当院にて Persona PS 型（Zimmer-Biomet）を使用し，同一手技にて TKA を施行し，同一プログラムにて後療法を行った症例は 205 例であった。そのうち術後 3 ヵ月の整形外科再来院日にリハビリテーション室に来室し，両側 SLST および SCT を評価し得た症例は 133 例であった。本研究期間中に対側 TKA を受けた症例は，初回 TKA 膝のデータのみ採用した。神経疾患や認知症を合併した症例，他関節の変形および疼痛により階段昇降が実施困難な症例，他動膝屈曲可動域 120° 未満の症例，さらに対側膝が原因で SCT が不能であった症例，術側と対側の SLST の結果が異なった症例も除外した（図 1）。その結果，100 例（男性 17 例，女性 83 例）が包含され，年齢 73.9 ± 6.0 歳，身長 1.53 ± 0.1 m，体重 61.3 ± 10.8 kg，膝 OA の重症度評価である Kellgren-Lawrence（以下，KL）分類は Grade 2 が 1 例，Grade 3 が 13 例，Grade 4 が 86 例であった。対側膝は TKA が 32 例，膝 OA が 68 例であり，KL 分類 Grade 2 が 13 例，Grade 3 が 28 例，Grade 4 が 27 例であった（表 1）。

表 1　TKA 術後 100 例の背景因子

	対象　100 例
年齢（歳）	73.9 ± 6.0（最小 60 －最大 91）
性別（例）	男性 17　女性 83
身長（m）	1.53 ± 0.1
体重（kg）	61.3 ± 10.8
術前膝 OA grade（KL 分類）	Ⅱ：1　Ⅲ：13　Ⅳ：86
反対側膝状態（TKA or 膝 OA）	TKA：32　膝 OA：68
反対側膝 OA grade（KL 分類）	Ⅱ：13　Ⅲ：28　Ⅳ：27

平均±標準偏差

2. 倫理的配慮

本研究開始前に，対象者に対して本研究に関する説明文書を提示しつつ，参加同意，同意撤回の自由を含め，十分な説明を行った。対象者の参加同意が得られた段階で，本研究への参加同意書に署名いただいた。また，本研究は函館整形外科クリニック生命倫理委員会の承認（函館整形外科クリニック承認番号 HOC-010）を受け，ヘルシンキ宣言に準拠し実施された。

3. 術後プロトコル

術後 1 日目よりベッドサイドでのリハビリテーションを開始し，歩行は術後 5 日目までに歩行器歩行，術後 7 日目までに T-cane 歩行自立を目指して進めた。術後 14 日目以降より，2 足 1 段での階段昇降練習を開始し，術後 21 日目までの退院を目指した。階段昇降は，退院時は全例 2 足 1 段での階段昇降を推奨し，その後外来リハビリテーションにて 1 足 1 段での階段昇降獲得を目指して進めた。ROM 練習は術後 4 日目に 0 ～ 45° より開始し，術後 7 日目までに屈曲 60°，術後 14 日目で 120° 獲得を目標とし，その後は屈曲制限なく進めた。その他に大腿四頭筋筋力練習，股関節・足関節・体幹の患部外エクササイズを実施した（表 2）。

表 2　当院の TKA 術後プロトコル

術後日数	4 日目	5 日目	7 日目	14 日目	21 日目
歩行目標		歩行器歩行	T 字杖歩行		退院
ROM 目標	開始			以降制限なし	
	0−45°		0−60°	0−120°	
階段昇降目標				2 足 1 段練習開始	

歩行は術後 5 日目までに歩行器歩行，術後 7 日目までに T-cane 歩行自立を目指して進めた．14 日目以降より，2 足 1 段での階段昇降練習を開始し，退院時は全例 2 足 1 段での階段昇降を推奨した．ROM 訓練は術後 4 日目に 0−45° より開始し，術後 7 日目までに屈曲 60°，術後 14 日目で 120° 獲得を目標とし，その後は屈曲制限なく進めた．

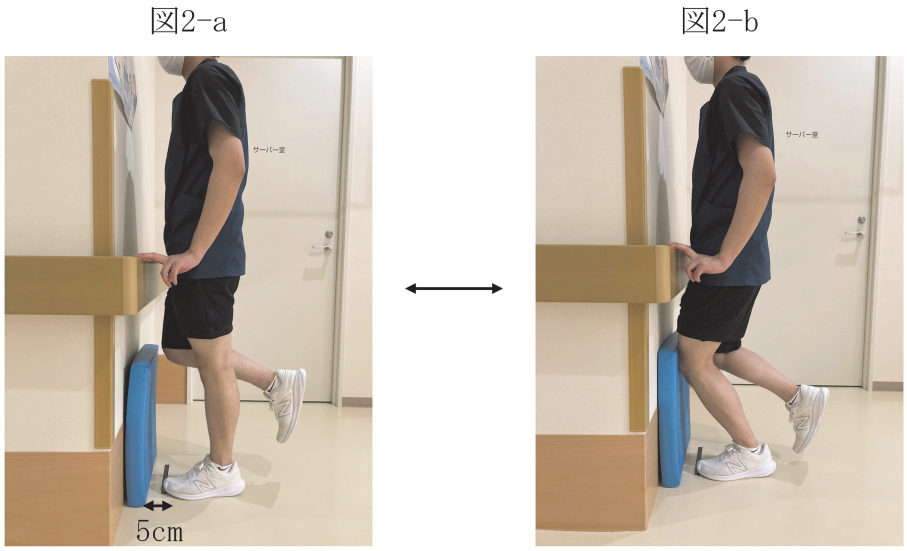


図 2　片脚スクワットテスト（SLST）の方法
図 2-a：壁にクッション性のあるマットを設置し，マットの表面から 5 cm 離れた床面に貼付されたテープに計測肢のつま先を合わせて片脚立位姿勢をとらせた．また，高さ 85 cm の手すりの上に示指と中指を軽く乗せ，握らないように指示した．
図 2-b：マットに膝前面が接するまで膝を屈曲させ，引き続き片脚立位まで膝を伸展する運動を連続 5 回遂行できた場合を SLST 可能と判定した．

4．測定項目

測定は，術後 3 ヵ月時の整形外科再来院日に実施された。SLST は Hockings ら [13] の方法に準じて実施され，術側，対側を評価した。TKA 術後の創部保護を目的として，壁に厚さ 6 cm のクッション性のあるマットを設置し，マットの表面から 5 cm 離れた床面に貼付されたテープに計測肢のつま先を合わせて片脚立位姿勢をとらせた（図 2-a）。また，高さ 85 cm の手すりの上に示指と中指を軽く乗せ，握らないように指示した。その姿勢からマットに膝前面が接するまで膝を屈曲させ，引き続き片脚立位まで膝を伸展する運動を連続 5 回遂行できた場合を SLST 可能と判定した（図 2-b）。運動療法に際して使用する当院の階段は 10 段であることから，SLST の施行回数を片側 5 回と定めた。SLST 実施時，“手すりを握る”，“体幹が前傾する”，ことが確認された場合は不能と判定した。次に行った SCT に使用した階段の規格は，両側に高さ 85 cm の手すりがあり，蹴上げ 18 cm，踏面 30 cm，階段幅 125 cm，傾斜 31°，10 段，踊り場 125 × 125 cm であった（図 3）。症例には「可能な限り早く階段を昇り降りしてください。手すりは，可能な限り使用せず，転倒の危険がありそうな場合にのみ使用してください」と指示した。SCT は，1 足 1 段とし，昇段の一段目の踏面に接地した時点で時間計測を開始し，踊り場で方向転換後，降段し階下の床面に接地するまでの時間（SCT 時間）を計測した。手すり使用の有無にかかわらず 1 足 1 段にて所定の階段昇降が可能であった症例を SCT 可能群，不能であった症例を SCT 不能群とした。さらに SCT 不能群では，昇段，降段のどちらが不能であったのか，あるいはどちらも不能であったのかを調査した。また階段昇降動作中の疼痛について，症例に「階段昇降したときの

膝の痛みの強さを教えてください。0 が全く痛みなし，10 が耐えられない痛みとして回答してください」と聞き，Numerical Rating Scale（以下，NRS）にて 0–10 の 11 段階で回答させた。



図 3　階段規格
両側手すり高さ 85 cm，蹴上げ 18 cm，踏面 30 cm，階段幅 125 cm，傾斜 31°，10 段，踊り場 125 × 125 cm

5. 身体機能データ

大腿周径（膝蓋骨上縁），他動膝関節屈曲，伸展可動域，10 m 歩行時間，歩行時膝痛を計測した。大腿周径は，触診にて膝蓋骨上縁を触れ，メジャーを用い膝蓋骨上縁に沿って測定し，術側から対側を引いた値を算出した。膝屈曲，伸展可動域はゴニオメーターを用い，日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会が定めた方法に準拠して測定した。10 m 歩行テストは，症例に「まっすぐ，いつも通り歩いてください」と指示し，14 m を自由速度にて歩行させた。歩行路の始めと終わりに各 2 m の予備路を設け，中間の 10 m を計測区間として時間を計測した。歩行時痛は SCT と同様に膝痛について NRS にて調査した。

6. 統計解析

SLST および SCT について 2 × 2 のクロス集計表を作成した。本研究においては，「階段昇降ができない」を「疾患がある」と判断するため，SLST および SCT の不能症例を陽性として作成した。作成後，感度，特異度，陽性的中率，陰性的中率，陽性尤度比，陰性尤度比，事後確率を算出した。事後確率を計算するための事前確率は，本研究における「膝 OA に対する TKA 術を施行した症例の中で，階段昇降が不能となる割合」から設定された。各項目の計算は，図 4 に示す。本研究における感度は，SLST によって実際に階段昇降が可能かどうかを検知する検査能力かを示し，特異度は逆に階段昇降が不能かどうかを検知する検査能力かを示す。陽性的中率は，SLST が不能（検査が陽性）であった症例が実際に階段昇降不能（疾患あり）である可能性を見積もる確率であり，陰性的中率は SLST が可能（検査が陰性）であった

		階段昇降テスト（SCT）		
		不能	可能	合計
Single-Leg Squat Test (SLST)	不能	**真陽性 a**	**偽陽性 b**	a+b
	可能	**偽陰性 c**	**真陰性 d**	c+d
	合計	a+c	b+d	a+b+c+d

図 4　感度，特異度，陽性的中率，陰性的中率，陽性尤度比，陰性尤度比の計算方法
感度 = a/(a+c)　特異度 = d/(b+d)
陽性的中率 = a/(a+b)　陰性的中率 = d/(c+d)
陽性尤度比 = {a/(a+c)}/{b/b+d)}　陰性尤度比 = {c/(a+c)}/{d/(b+d)}

表 3　SCT 可能群，不能群の背景因子，身体機能データ

	SCT 可能群（85 例）	SCT 不能群（15 例）	p 値
年齢（歳）	73.5 ± 6.1	76.3 ± 4.6	0.10
性別（名）	男性 16　女性 69	男性 1　女性 14	0.25
身長（m）	1.54 ± 0.1	1.48 ± 0.1	0.01
体重（kg）	61.4 ± 10.7	60.6 ± 11.4	0.79
Kellgren-Lowrence 分類	Ⅱ：1　Ⅲ：13　Ⅳ：71	Ⅳ：15	0.24
対側膝状態（TKA or 膝 OA）	TKA：28　膝 OA：57	TKA：4　膝 OA：11	0.67
大腿周径（健側－患側 : cm）	1.0 ± 1.0	1.1 ± 1.1	0.54
他動膝屈曲可動域（°）	131.6 ± 6.8	129.3 ± 5.9	0.23
膝伸展可動域（°）	–1.8 ± 3.5	–1.3 ± 4.0	0.67
10 m 歩行時間（秒）	9.0 ± 1.5	12.2 ± 4.1	＜ 0.01
10 m 歩行時膝痛（NRS）	0.1 ± 0.4	0.7 ± 1.8	0.66
SCT 時間（秒）	18.0 ± 5.6	－	－
SCT 時膝痛（NRS）	1.1 ± 1.6	－	－

平均±標準偏差

症例が実際に階段昇降可能（疾患なし）である可能性を見積もる確率である。尤度比は，感度と特異度を組み合わせて計算され，ある特定の検査結果により得られた確率の変位を示す値である。事前確率と尤度比から事後確率が計算され，これが検査前後で変化するかが，検査の信頼度を決定させる。また SCT 可能群と SCT 不能群間の差を明確にするために，人口統計学的データ（年齢，性別，身長，体重），身体機能データ（KL 分類，対側膝状態，大腿周径，他動膝屈曲・伸展可動域，10 m 歩行時間，歩行時膝痛，SCT 時間，SCT 時膝痛）に関して，対応のない t 検定，Mann-Whitney の U 検定，カイ二乗検定を用いて比較検討した。これら統計解析には，SPSS ver.22 を使用し，各検定における有意水準は 5% とした。

結　　果

1．SCT 可能群・不能群割合，SCT 時間

SCT 可能群は，100 例中 85 例（85.0%）であった。その内，手すりを使用せずに実施可能であった症例は 85 例中 33 例（38.8%），手すり使用にて実施可能であった症例は 52 例（61.2%）であった。SCT 時間は平均 18.0 ± 5.6（10.9–46.1）秒であった。SCT 時の膝痛は NRS で平均 1.1 ± 1.6（0–6）であった（表 3）。SCT 不能群のうち降段のみ不能であったのは 15 例中 7 例（46.7%），昇段・降段ともに不能であったのは 15 例中 8 例（53.3%）であり，昇段のみ不能であった症例はなかった。

2．SLST および階段昇降可能，不能のクロス集計表

SLST および SCT が不能であったものを陽性としたクロス集計表では，① SLST 不能 /SCT 不能が 10 例，② SLST 可能 /SCT 不能が 5 例，③ SLST 不能 /SCT 可能が 6 例，④ SLST 可能 /SCT 可能が 79 例であった（図 5）。感度は 0.67，特異度は 0.93，陽性的中率は 0.63，陰性的中率は 0.94，陽性尤度比は 9.44，陰性尤度比は 0.36 であった。事前確率は，本研究における TKA 後の SCT 不能症例の割合から 15%（100 例中 15 例で不能）とし，陽性尤度比に基づく事後確率は 62.5%，陰性尤度比に基づく事後確率は 6% であった。

3．人口統計学データ，身体機能データ

年齢は SCT 可能群が 73.5 ± 6.1 歳，SCT 不能群が 76.3 ± 4.6 歳であった。身長は可能群が 1.54 ± 0.1 m，不能群 1.48 ± 0.1 m であり可能群が有意に高かった（p=0.01）。対側膝の状態は可能群が TKA28 例，OA57 例，不能群が TKA4 例，OA11 例であった。10 m 歩行時間は可能群が 9.0 ± 1.5 秒，不能群が 12.2 ± 4.1 秒で可能群が有意に速かった（p<0.01）。性別，体重，KL 分類，大腿周径（膝蓋骨上縁），他動膝関節屈曲・伸展可動域，10 m 歩行時膝痛では両群で有意差を認めなかった（表 3）。

考　　察

本研究の結果から，TKA 術後 3 ヵ月における階段昇降練習開始の是非を判断する SLST の感度は，0.67，特異度

		階段昇降テスト (SCT)		
		不能	可能	合計
Single-Leg Squat Test (SLST)	不能	**10**	**6**	16
	可能	**5**	**79**	84
	合計	15	85	100

図 5　SLST および SCT 可能，不能のクロス集計表
SLST および SCT が不能であったものを陽性とした．SLST 不能 /SCT 不能が 10 例，SLST 可能 / SCT 不能が 5 例，SLST 不能 /SCT 可能が 6 例，SLST 可能 /SCT 可能が 79 例であった．感度は 0.67，特異度は 0.93，陽性的中率は 0.63，陰性的中率は 0.94，陽性尤度比は 9.44（事後確率 62.5%），陰性尤度比は 0.36（事後確率 6%）であった．なお，事前確率は 15% とした．

は 0.93，陽性尤度比は 9.44（事後確率 62.5%），陰性尤度比は 0.36（事後確率 6%）であった。SCT が可能な症例は 85.0%（100 例中 85 例）であり，その内 61.2%（85 例中 52 例）は手すりを使用しての階段昇降動作であった。SCT 不能症例のうち，46.7%（15 例中 7 例）は降段のみ，53.3%（15 例中 8 例）は昇段・降段ともに不能であった。SCT 可能群は SCT 不能群と比較して，身長が高く 10 m 歩行時間が短く，いずれも有意差が認められた。

特異度は，ある検査について「検査結果が陰性すなわち病気でない人を正しく病気でないと判定する確率」であり，特異度が高い検査の結果が陽性であれば「本当に病気がある可能性が高い」と考えることができる。本研究において，SLST の特異度は 0.93 であり，事前確率 15% から陽性尤度比に基づく事後確率は 62.5% に高まり，陰性尤度比に基づく事後確率は 6% へ低下した。これは特異度の精度が高いことを示しており，SLST が不可能であれば，階段昇降ができない可能性が高い結果であると考えられた。階段昇降動作について，昇段，降段ともに外的膝関節屈曲モーメント，外的股関節屈曲モーメント，外的足関節背屈モーメントが発生し，昇段では重心を上方に持ち上げるため下肢各関節の正のパワーすなわち求心性収縮が，降段では重心を制御するため負のパワーすなわち遠心性収縮が要求される [14]。本研究結果より階段昇降が不能であった症例すべてにおいて降段が困難であった。降段では，外的膝屈曲モーメントに抗するため大腿四頭筋が遠心性収縮するが，TKA 術後の降段動作における大腿四頭筋の筋活動は同年代健常者と較べ低値 [15] であることが知られており，これが階段昇降動作を困難にする一番の要因であると考えられる。また，降段動作は昇段動作と比較し，体幹前傾による外的膝屈曲モーメントを減じる代償動作が困難 [16] なことも一因と考えられる。SLST でも同様に外的膝屈曲モーメントに対し，大腿四頭筋の求心性・遠心性収縮が必要 [17] であり，かつ壁の目の前で実施しているため体幹前傾による代償が困難なことが SLST 不能である要因と考えられる。以上より，臨床的に階段昇降可・不可を判断する場合，大腿四頭筋遠心性収縮機能の評価が有用と考えられるが，遠心性筋力の正確な評価には等速性筋力測定装置を用いる必要がある。この装置は広く普及しておらず，臨床にて簡便に行える新たな評価法の確立が望まれていた。SLST は，壁があればどこでも実施可能であり，階段昇降動作と同様に自己の体重負荷状態にて膝関節を屈伸する動作である。また，その動作中の関節モーメント，筋活動は階段昇降動作と類似しており [15–17]，大腿四頭筋の求心性および遠心性収縮の繰り返しである。さらに陽性尤度比は 2 以上，陰性尤度比は 0.5 以下で臨床上有用 [18] とされ，本研究の陽性尤度比は 9.44，陰性尤度比は 0.36 であり，事後確率もそれぞれ 62.5%，6% と変化したため，SLST は階段昇降の可否を判断するための簡便かつ安全で有用な手法であると考えられた。

一方，SLST の感度は 0.67 であり，SLST は可能だが階段昇降ができない人，すなわち偽陰性の割合が 33% であった。この結果は階段昇降動作が単に大腿四頭筋の筋力だけではなく，他の要素の影響も受けている可能性があることを示すものと考えられる。階段昇降動作は身長や視覚，平衡感覚，認知機能，下肢関節可動域・筋力，神経筋制御機能の影響を受ける可能性があり，本研究対象者においても SCT 可能群は不能群と比較して，身長，10 m 歩行時間で有意差を認めたため，身長や下肢筋力が影響した可能性が考えられた。Suzuki ら [19] は，破局的思考を有している膝 OA 症例では，質問紙における階段昇降能力が低下していたと報告しており，TKA 術前の膝痛も考慮する必要があると考えられた。動作時の疼痛も影響を及ぼし得るが，本研究において SCT 時膝痛は NRS で平均 1.1 ± 1.6 であり，影響は大きくなかったと考えられた。

SCT は段差数や蹴上げの高さなど，階段の規格に左右される評価である。TKA 後の階段昇降に関するシステマティックレビューにおいて，階段の規格が下肢バイオメカニクスに影響を及ぼすことが報告 [20] されている。本研究の SCT は当院階段（蹴上げ 18 cm，10 段）を用いて実施され，平均 18.0 ± 5.6 秒であった。Bade ら [21] は，蹴上げ 17.1 cm の 12 段の階段を使用し 18.8 ± 8.4 秒，Mizner ら [22] は，蹴上げ 18 cm の 12 段の階段を使用し 12.8 ± 3.6 秒であった。このように階段の規格の違いにより SCT は影響を受けるため，使用する階段の規格が異なる施設間の SCT の比較はできないと考えられる。また，規格の異なる階段昇降に対する SLST の有用性についての検討がなされていないことは，本研究の限界であり，今後の課題と考えられる。また，本研究は評価時期を術後 3 ヵ月に設定したが，TKA 術後 3 〜 6 ヵ月で疼痛や機能は大きく改善していく [23] と報告され，さらには創傷治癒過程では成熟期 [24] であり，創部ストレスへの安全性を考慮した時期である。より早期例や術後長期経過例の SLST の有効性については不明であることも本研究の限界である。今後，縦断的な調査により，SLST の感度，特異度がどのように変化するかについて明らかにする必要があると考えられた。

結　　論

TKA 術後 3 ヵ月における階段昇降可能の割合は 85.0% であった。SLST の感度は 0.67，特異度は 0.93 であった。SLST は壁があればどこでも簡便かつ安全に階段昇降に必要な大腿四頭筋の求心性・遠心性収縮機能を評価することが可能であり，階段昇降練習開始の是非に有用と考えられた。一方，感度は 0.67 であり，階段昇降練習開始の是非を総合的に評価するためには，他の機能の評価を組み合わせる必要があると考えられた。

利 益 相 反

本研究について，開示すべき利益相反はない。

謝　　辞

本研究の実施にあたり日々の計測作業を手伝ってくれた当院リハビリテーション部スタッフに心より感謝いたします。さらに，本研究の被験者を快く引き受けていただきました皆様に感謝申し上げます。

文　　献

1）Williamson JD, Fried LP: Characterization of older adults who attribute functional decrements to “old age”. J Am Geriatr Soc 1996; 44: 1429–1434.
2）Startzell JK, Owens DA, Mulfinger LM, et al.: Stair Negotiation in Older People: A Review. JAGS 2000; 48: 567–580.
3）Shan L, Shan B, Suzuki A, et al.: Intermediate and long-term quality of life after total knee replacement: a systematic review and me. JBJS Am 2015; 97: 156–168.
4）中村睦美，山元佐和子，水上昌文：人工膝関節置換術後患者の日常生活活動能力の経時的変化．理学療法科学 2011; 26: 221–224.
5）Walsh M, Woodhouse LJ, Thomas SG, et al.: Physical Impairments and Functional Limitations: A Comparison of Individuals 1 Year After Total Knee Arthroplasty With Control Subjects. Phys Ther 1998; 78: 248–258.
6）Andriacchi TP, Andersson GB, Fermier RW, et al.: A study of lower-limb mechanics during stair-climbing. J Bone Joint Surg Am 1980; 62: 749–757.
7）Protopapadaki A, Drechsler WI, Cramp MC, et al.: Hip, knee, ankle kinematics and kinetics during stair ascent and descent in healthy young individuals. Clin Biomech 2007; 22: 203–210.
8）Yoshida Y, Mizner RL, Ramsey DK, et al.: Examining outcomes from total knee arthroplasty and the relationship between quadriceps strength and knee function over time. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2008; 23: 320–328.
9）古本太希，浜田大輔，後藤　強，他：人工膝関節全置換術後患者の階段昇段と降段における矢状面膝関節運動力学動態と大腿四頭筋の筋活動の特性．理学療法学 2020; 47: 122–131.
10）Wilson JM, Madden VJ, Pester BD, et al.: Change in Pain During Physical Activity Following Total Knee Arthroplasty: Associations With Improved Physical Function and Decreased Situational Pain Catastrophizing. Innov Aging 2023; 7: 1–10.
11）Swinkels A, Newman JH, Allain TJ: A prospective observational study of falling before and after knee replacement surgery. Age Ageing 2009; 38: 175–181.
12）Dobson F, Hinman RS, Roos EM, et al.: OARSI recommended performance-based tests to assess physical function in people diagnosed with hip or knee osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage 2013; 21: 1042–1052.

13） Hockings RL, Schmidt DD, Cheung CW, et al.: Single-Leg Squats Identify Independent Stair Negotiation Ability in Older Adults Referred for a Physiotherapy Mobility Assessment at a Rural Hospital. J Am geriatr Soc 2013; 61: 1146–1151.
14） McFadyen BJ, Winter DA: An integrated biomechanical analysis of normal stair ascent and descent. J Biomech 1988; 21: 733–744.
15） 古本太希，浜田大輔，片山綾音，他：人工膝関節全置換術後患者の階段降段動作では同年代健常者の遠心性膝関節伸展モーメントを再現できていない．理学療法学 2020; 47: 531–539.
16） 勝平純司，山本澄子，丸山仁司，他：階段およびスロープ昇降時の関節モーメントの分析．バイオメカニズム 2004; 17: 99–109.
17） Beutler AI, Cooper LW, Kirkendall DT, et al.: Electromyographic Analysis of Single-Leg, Closed Chain Exercises: Implications for Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. J Athl Train 2002; 37: 13–18.
18） 高田俊彦：診断精度研究．pp. 12–14；診断研究の方法論 診断学のエビデンスの読み方・作り方．2022，日本医事新報社，東京．
19） Suzuki Y, Iijima H, Tomoki A: Pain catastrophizing affects stair climbing ability in individuals with knee osteoarthritis. Clin Rheumatol 2020; 39: 1257–1264.
20） Stanfield TW, Cates HE, Zhang S: Stair ambulation biomechanics following total knee arthroplasty: a systematic review. J Arthroplasty 2014; 29: 1857–1862.
21） Bade MJ, Kohrt WM, Stevens-Lapsley JE: Outcomes Before and After Total Knee Arthroplasty Compared to Healthy Adults. J Orthop Sports Phys Ther 2010; 40: 559–567.
22） Mizner RL, Petterson SC, Snyder-Macker Lynn: Quadriceps Strength and the Time Course of Functional Recovery After Total Knee Arthroplasty. J Orthop Sports Phys Ther 2005; 35: 424–436.
23） de Groot IB, Bussmann HJ, Stam HJ, et al.: Small increase of actual physical activity 6 months after total hip or knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2008; 466: 2201–2208.
24） 小澤淳也，黒瀬智之：創部の治癒過程．pp. 34–39；山田英司，井野拓実・編集：人工膝関節全置換術の理学療法　明日の臨床を変える Art&Science．2018，文光堂，東京．

The Usefulness of the Single-Leg Squat Test for Deciding Whether to Start Stair Ambulation Training after Total Knee Arthroplasty

Tatsuya Mikami[1)], Kengo Ukishiro[1)], Keiji Ohmori[1)], Yuzuha Kawai[1)], Kota Miura[1)], Yui Tateyama[1)], Taiga Takahashi[1)], Kyosuke Ohgiya[1)], Takahiro Inoue[1)], Toshinori Yoshida[1)], Yasumitsu Ohkoshi[2)]

[1)] *Department of Rehabilitation, Hakodate Orthopedics Clinic*
[2)] *Department of Orthopedic Surgery, Hakodate Orthopedics Clinic*

Objective: This study aimed to evaluate the usefulness of the Single-Leg Squat Test (SLST) for determining whether to initiate stair ambulation training after total knee arthroplasty (TKA).
Methods: This study included 100 patients who underwent TKA at our hospital. The participants underwent a stair climbing test (SCT) and SLST 3 months postoperatively. A cross-tabulation table was created for the SLST and SCT.
Results: Overall, 85 patients (85.0%) underwent SCT, of whom six were SLST impossible and 79 were SLST possible. Of the 15 patients who were unable to undergo SCT, 10 were SLST impossible and five were SLST possible. Sensitivity and specificity were 0.67 and 0.93, respectively.
Conclusion: The SLST is a simple and safe way to evaluate the afferent and efferent contractile function of the quadriceps muscles necessary for stair ambulation.

Key words: Total Knee Arthroplasty, Stair Ambulation, Single-Leg Squat test

編集後記

『運動器理学療法学』第4巻第1号をお届けできることを，心より嬉しく思います。本誌も発刊4年目を迎え，論文投稿数が着実に増加しており，昨年に続き年2回の発刊となりました。本号では，運動器疾患に対する理学療法の可能性をさらに広げる7つの研究論文と1編のエディトリアルを掲載しています。いずれの論文も，現場の臨床に即した貴重な知見を提供しており，読者の皆様に役立てていただける内容となっています。

まず，人工股関節および人工膝関節の術後症例に関する3つの研究は，術後リハビリテーションにおける新たな視点を提供しています。次に，変形性膝関節症や肩腱板修復術後の疼痛に焦点を当てた研究では，運動器疾患における中枢感作に対する理解を深め，治療に役立つ洞察を示しています。また，上腕骨近位部骨折や腱板断裂術後の研究は，術前因子や術後経過に注目し，治療のポイントを具体的に示しています。どの研究成果も，臨床での理学療法に活かしていただき，理学療法の質の向上に繋がることが期待されます。

最後に，エディトリアルでは，運動器疾患のエビデンス構築にむけた現状と課題が示されました。本誌が，皆様の臨床や研究の成果を集約し，さらなるエビデンス構築を支える場となることを願っております。今後とも，多くの論文投稿をお待ちしております。（久保田雅史）

編集委員会

編集委員長	建内　宏重				
副編集委員長	加藤　浩				
編集委員	阿南　雅也	家入　章	石田　水里	伊藤　浩充	瓜谷　大輔
	小栢　進也	金井　章	久保田雅史	隈元　庸夫	前田　慶明
	宮坂　淳介	森山　英樹			
アドバイザリーボード	市橋　則明				
査読委員	安彦　鉄平	井川　達也	石田　和宏	井野　拓実	井原　拓哉
	岩本　義隆	上田　泰之	上田　雄也	遠藤　達矢	太田　恵
	澳　昂佑	川端　悠士	木村　佳記	金　承革	越野　裕太
	小宮　諒	坂口　顕	佐藤　久友	田中　貴広	壇　順司
	中野渡達哉	原田　伸哉	飛山　義憲	平尾　利行	平山　和哉
	藤田　努	本田祐一郎	正木　光裕	松尾　英明	壬生　彰
	宮地　諒	村尾　昌信	村田　健児	森田　伸	八木　優英
	和田　治				

運動器理学療法学
第4巻第1号

2024年9月30日　発行

編集
発行　一般社団法人
日本運動器理学療法学会
〒106-0032
東京都港区六本木7丁目11-10
日本理学療法士協会事務局内
TEL: 03-5843-1747（代表）

DTP　株式会社　東京プレス
〒161-0033
東京都新宿区下落合3-12-18 3F

運動器理学療法学 HP

http://jspt.japanpt.or.jp/jsmspt/undoukirigakuryouhougaku/