

理学療法学

Physical Therapy Japan

2021
VOL. 48
No.3

●研究論文（原著）

膝痛患者に対する生物心理社会モデルに基づく自己管理プログラムが身体活動および座位行動に及ぼす影響：予備的研究

…出口直樹・他

在宅環境での歩行能力評価としての2ステップテスト

—信頼性・妥当性の検討および歩行自立に関する基準値の作成—

…石垣智也・他

高齢肺炎患者の嚥下能力には大腿四頭筋の筋内非収縮組織量が関連する：横断研究

…貴志将紀・他

高齢女性の下腿のデジタル画像による低骨格筋肉量判定の可能性

—Convolutional Neural Network とエッジ検出を用いた分類による予備的研究—

…中口拓真・他

●短 報

末期変形性股関節症女性患者における尿失禁および骨盤臓器脱の有症率と認識調査

…宮原小百合・他

●症例報告

術後早期に独歩を獲得し得た脊髄後索障害の1例

…深田 亮・他

段階的な目標設定の共有が視床出血後の依存的行動を変容させた一症例

…大谷武史・他

リスク管理を行ったうえでのリハビリテーション介入により

ADL 維持向上を図ることができたミトコンドリア病の一症例

…渡辺祐樹・他

●実践報告

脊髄損傷者を対象とした体幹機能評価尺度（Trunk Assessment Scale for Spinal Cord Injury : TASS）の開発と信頼性の検証

…佐藤弘樹・他

●調査報告

全国がん診療連携拠点病院でのリンパ浮腫外来における運動療法の実態調査

…石井 瞬・他

●理学療法トピックス

シリーズ「疾病予防の基礎研究と臨床応用」

連載第4回 固定・固定除去による関節の炎症に関する基礎研究の動向と臨床への応用

…金口瑛典

●講 座

シリーズ「加齢に伴う生体の変化とその理解」

連載第2回 加齢に伴う感覚機能の変化

…田口孝行・他

●2020年度 第12回学術誌掲載論文表彰のお知らせ

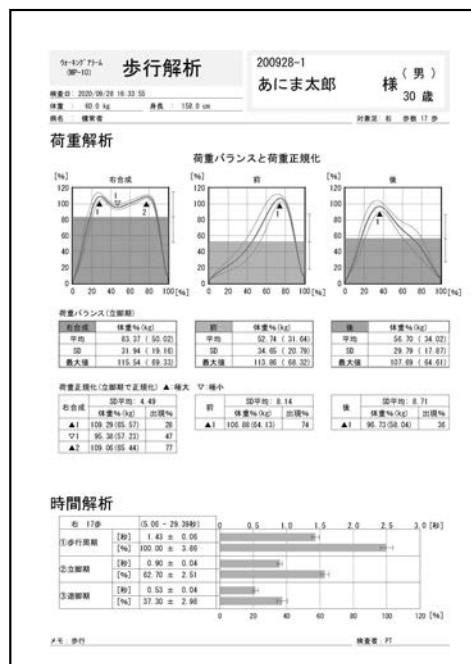
新発売

歩行の評価と訓練に

シューズタイプで片足に前後2個の高精度ワイヤストレインゲージ方式の荷重センサーを取り付けています。靴式なので屋内・屋外問わず自由に歩行の訓練ができます。付属のソフトウェアで解析することにより、結果レポートを出力できるので評価にお使いいただけます。また結果レポートをjpeg形式で出力できるので、ファイリングにもお使いいただけます。

評 価

出力される結果レポートで、客観的な評価が可能です



訓 練

下肢骨折の患者さまの部分荷重訓練に

患者様の状態によって、1/3、1/2、全体重...と段階的に訓練を行うことができます。



片麻痺のある患者さまの荷重訓練に

前後別荷重範囲プログラム (音の鳴り方) を用いることで、踵・つま先それぞれの訓練が可能です。神経疾患等の患者様の状態に適した訓練ができます。



靴式下肢加重計
ウォーキングアラーム MP-10

製造販売届出品目 13B2X00201000035

診療報酬点数

下肢加重検査 250点

右記 QR コードより製品情報をご覧ください



2020 年度 第 12 回学術誌掲載論文表彰のお知らせ

編集委員長 市橋則明

日本理学療法士学会では、理学療法学を発展させ、会員の学術活動の活性化と優秀な研究者を育成することを目的に、学会の学術誌に掲載された優秀な研究業績を表彰する規程を平成 21 年度に制定いたしました。

表彰の対象は、「理学療法学」および「Physical Therapy Research」に掲載された「研究論文」です。表彰論文は、論文の独創性、論理性、貢献性等を編集委員で 2 回書面審査した後、編集委員会を開催し、書面審査の結果を基に合議して決定しています。

2020 年度は、対象となった 64 編の論文から最優秀賞 1 編と優秀賞 4 編が選ばれました。受賞者には賞状と副賞（最優秀賞 5 万円・優秀賞 3 万円）が贈られます。受賞論文および著者からのコメントを下記にご報告申し上げ、栄えある表彰を受けられた方々の栄誉を讃えさせていただきます。

本学会では今後もこの制度を続け、理学療法学の発展の一助としたいと考えております。ぜひ、多くの論文を「理学療法学」および、「Physical Therapy Research」にご投稿いただき、理学療法学のさらなる発展にご協力いただきますようお願い申し上げます。

<最優秀賞（1 編）>（敬称略）

- ◎森嶋直人（豊橋市民病院）、神谷 猛、内藤善規、森坂文子、石川知志、立花慶太、村上信五
Effect of muscle strengthening on peripheral facial palsy: A randomized controlled trial
Physical Therapy Research Vol.23 Issue 1 59 ～ 65 頁

<優秀賞（4 編）>（掲載順）

- ◎岡 智大（あんしん病院）、和田 治、新田真吾、丸野英人、水野清典
Effect of self-calf massage on the prevention of deep vein thrombosis after total knee arthroplasty: A randomized clinical trial
Physical Therapy Research Vol.23 Issue 1 66 ～ 71 頁
- ◎猪熊正美（群馬県立心臓血管センター）、臼田 滋、生須義久、福司光成、山下遊平、榎原拓哉、中野晴恵、設楽達則、高柳麻由美、風間寛子、吉田知香子、中出泰輔、村田 誠、安達 仁、大島 茂
入院高齢心不全患者における早期レジスタンストレーニングの安全性と身体機能への効果—ランダム化比較試験—
理学療法学 第 47 巻 6 号 540 ～ 550 頁
- ◎大倉和貴（秋田大学医学部附属病院）、高橋仁美、塩谷隆信、飯田有輝、稲垣 武、小川智也、奥條朝子、筒井宏益、久野絵里、宮崎慎二郎
慢性閉塞性肺疾患患者に対する吸気筋トレーニングが身体活動量に与える効果—多施設による無作為化比較対照試験—
理学療法学 第 47 巻 6 号 551 ～ 559 頁
- ◎中西智也（東京大学大学院総合文化研究科）、中川剣人、小林裕央、中澤公孝
スポーツによる脊髄完全損傷者上肢筋機能地図の拡張
理学療法学 第 47 巻 6 号 577 ～ 586 頁

●受賞者からのコメント

森嶋直人

Effect of muscle strengthening on peripheral facial palsy: A randomized controlled trial

【著者からのコメント】

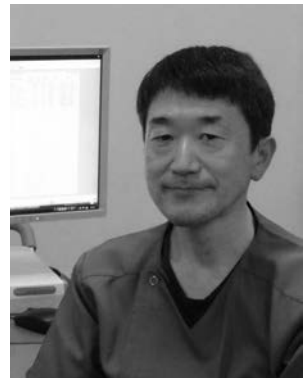
この度、Physical Therapy Research に掲載された論文が「優秀論文表彰最優秀賞」として選出していただきました。栄誉ある賞をいただき大変光栄に存じます。ご選考いただきました先生方に感謝申し上げるとともに、研究を行うにあたりご指導をくださった諸先生方、研究協力をお引き受けくださった諸先生方、研究参加者の皆様に厚く御礼申し上げます。

本研究は長年末梢性顔面神経麻痺に対する理学療法に携わるうちに沸いてきた疑問を確かめるべく、多施設で行った介入研究です。末梢性顔面神経麻痺に対して粗大な筋力強化は後遺症である病的共同運動を悪化するとされています。一方で表情筋筋力が改善しないと機能的な改善は望めません。そのため今回の研究では、粗大的筋収縮でなく選択的筋収縮介入が表情筋の改善と病的共同運動の程度に与える影響を Sunnybrook 法で発症後6ヵ月・12ヵ月で比較しました。結果として発症後6ヵ月において軸索障害が中等度のグループでは選択的筋収縮介入群が非筋収縮介入群に比較し表情筋随意運動の改善が良好でした。病的共同運動の程度は6ヵ月・12ヵ月ともに両群に有意差を認めませんでした。すなわち粗大な筋収縮介入でなければ筋収縮介入を行うと病的共同運動を悪化させることなく、随意運動が改善する可能性を確認できました。臨床的な手技の効果が一部証明できたわけです。末梢性顔面神経麻痺に対する理学療法手技に関しては、その効果や実施時期等わからないことも多く今後も臨床研究を進めるつもりです。

本研究は多施設の諸先生方にご協力いただいたうえで成り立っています。末梢性顔面神経麻痺は長期にわたり介入が必要な病態であり、研究施設ごとの倫理委員会申請、多施設でのデータ収集方法の統一、進捗度確認等々さまざまな壁にぶちあたりながら進めました。臨床業務を行いながら、多施設研究の難しさを感じ、くじけそうになることもありました。そんなときに気持ちをふり立たせてくれたのは研究協力施設の先生方のアドバイスのおかげです。この賞が私だけでなく研究協力施設の諸先生方の力でいただけたことはいうまでもありません。本当に感謝しています。

私は常々、「この理学療法ではこんな結果をもたらしますよ」と科学的データをもとに利用者に説明できるようになることが専門家としての責務であると考えています。そういった面では、ほんの少しでも臨床家のエビデンスデータとなれば幸いです。

今後も、多くの方々に対する感謝を忘れずに、理学療法の臨床研究の発展に貢献できるような活動を継続し、後輩育成に励みたいと存じます。



【編集委員会（担当編集委員）より】

森嶋直人氏らによる「Effect of muscle strengthening on peripheral facial palsy: A randomized controlled trial」が、数多くの論文の中から2020年度の最優秀論文賞に選出されました。

本論文は多施設無作為割付試験によって末梢性顔面神経麻痺（以下、PFP）例に対する選択的な筋収縮練習の効果を検討した論文です。PFPに対するリハの目的は麻痺の改善を促し、かつ、共同運動を予防・軽減することにあります。努力的で粗大な筋力強化が共同運動の出現に関与していることは周知の事実ですが、粗大ではない適切な選択的筋力強化介入が共同運動を悪化させることなく、PFPの改善を促すことが可能かを調査しています。本研究の対象は中等度～重度のPFP（Bell's palsy, Ramsey Hunt syndrome）の51名です。これらの対象者は選択的筋収縮介入を受ける“介入群”と、筋力強化介入を受けていない“非介入群”に無作為に割り付けられました。なお、両群ともに最大努力での運動は禁止されており、また、麻痺側の顔面の筋ストレッチ、および鏡を使用したバイオフィードバック療法を受けていました。結果は、発症後6、12ヵ月に Sunnybrook Facial Grading System（以下、FGS）によって評価され、サブ分析として両群の対象者を10%以下のENoG応答と10%を超えるENoG応答を示した群に分類して解析が行われています。結果は、FGSにおいて発症後6、12ヵ月後のいずれにおいても、両群の間に有意差はなく、その一方で、ENoG反応が10%を超える者とそれ以下の者にと分類した解析では、10%を超える者において、介入群は非介入群よりもFGS複合スコアとFGS自発的運動スコアともに有意に高いという結果を得ました。介入群のFGS安静時対称性スコアは低く、FGS共同運動スコアには両群間に有意差はなく、努力的ではない選択的筋収縮介入をした介入群では、共同運動を悪化させることなく、発症から6ヵ月以内に10%を超えるENoG反応を示す被験者のPFPをより改善させたことを示しています。

これまで、共同運動の減少ばかりが強調され他動的運動のみが推奨される傾向がありましたが、そのことに一石を投じる内容となっています。森嶋氏の業績を讃えますとともに、PFPに対する研究が発展することを祈念いたします。

◎岡 智大

Effect of self-calf massage on the prevention of deep vein thrombosis after total knee arthroplasty: A randomized clinical trial

【著者からのコメント】

この度は、第12回優秀論文賞という大変栄誉ある賞をいただき、大変光栄に存じます。ご選考いただいた先生方に感謝申し上げます。また、研究を実施するにあたりいつもご指導いただいている諸先生方、研究にご協力いただいている諸先生方、そしてご参加いただいた患者様に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

深部静脈血栓症は人工膝関節全置換術後の重大な合併症のひとつです。本研究では、人工膝関節全置換術後の深部静脈血栓症予防に対する自己下腿マッサージの効果検証を、無作為化比較試験を用いて検討いたしました。本研究より、従来の足関節底背屈運動、弾性ストッキングの着用、間欠的空気圧迫法（フットポンプ）に加え自己下腿マッサージを術後翌日、術後2日目に30回×2セットを1日2回実施することで、人工膝関節全置換術後の深部静脈血栓症の発症率が減少することが示唆されました。自己下腿マッサージは患者自身で行える介入方法であるため、医療従事者の介入がいらず単純かつ安全であり、臨床上有用であると考えられます。

これまで研究に携わっていただいた方々への感謝の気持ちを忘れず、今後も理学療法の臨床および研究の発展に寄与できるように精進して参りたいと思います。



◎猪熊正美

入院高齢心不全患者における早期レジスタンストレーニングの安全性と身体機能への効果
—ランダム化比較試験—

【著者からのコメント】

この度、第12回優秀論文表彰優秀賞という栄誉ある賞をいただき大変光栄に存じます。ご選考いただきました先生方、本論文に携わった患者さんや当院のスタッフならびに最後まで丁寧に指導してくださった臼田先生に深く感謝いたします。

本研究は、急性期の循環器領域では導入しにくいと感じられていた入院期心不全患者のレジスタンストレーニング（以下、RT）について検討した内容であります。心不全患者は心不全発症による体内のメカニズムの変化、安静治療や再入院を繰り返すたびに筋力、身体機能や運動耐容能が低下します。近年、世界で類を見ないスピードで高齢化が進む我が国では、心不全の有病率が急上昇すると危惧されています。さらに、心不全患者は高齢やフレイルが急増しているため、下肢筋力の改善を図ることが焦眉の問題であって、より一層RTが重要視されるようになりました。しかし、入院急性期では明確な導入時期や負荷量が明記されていないのが現状であります。今回は慢性心不全急性増悪で入院した高齢心不全患者をRT群とコントロール群との2群に無作為割り付けし、主要アウトカムを膝伸展筋力、副次アウトカムを快適歩行速度とSPPBとして安全性と身体機能への効果を検証しました。急性期での導入は例がないため安全性を重要視して4つの先行研究を組み合わせた後、取り込み基準、禁忌・除外、運動前・運動中・運動後のモニタリングを設定しました。対象のベースラインは77.5歳でLVEF:45%, BNP:690 pg/ml, 膝伸展筋力:32.4 kgf/BW × 100%, SPPB:8点でした。収縮機能は比較的低値ではありませんでしたが、BNPは高く膝伸展筋力は低い傾向でありました。介入実施状況ではリハビリ実施日数は平均14日とRT実施回数の平均は6.1回で、RTの最終負荷量は60% 1RMまで実施できた患者もいました。RT群では、1例のみモニタリング項目に該当しましたが、その他の患者では該当することなく安全に実施できました。主要・副次アウトカムの介入前後のeffect sizeは、RT群の膝伸展筋力と快適歩行速度とに中程度、RTのSPPBとコントロール群の膝伸展筋力、SPPBに小程度の効果を得られました。入院期高齢心不全患者に対してのRTは詳細な取り込み基準・禁忌基準・除外基準・モニタリングを設けることで、急性期であったとしても安全に実施でき、下肢筋力が向上し歩行能力も改善することが明らかとなりました。

急性期心不全患者における理学療法についての課題は多いと思われますが、今回の研究報告で心不全の理学療法プログラムの一助となれば幸いです。また、本研究の取り込み基準・禁忌基準・除外基準・モニタリングを応用し、具体的なADL動作によるRTの実施につなげ、高齢心不全患者のADLの向上などに貢献できることを祈念いたします。今回の受賞を機に、さらなる質の高い理学療法の発展に寄与できるよう精進したいと思います。



◎大倉和貴

慢性閉塞性肺疾患患者に対する吸気筋トレーニングが身体活動量に与える効果
—多施設による無作為化比較対照試験—

【著者からのコメント】

この度は、我々の論文「慢性閉塞性肺疾患に対する吸気筋トレーニングが身体活動量に与える効果—多施設による無作為化比較対照試験—」に対し、優秀論文賞という荣誉ある賞をいただきまして、大変光栄に思います。編集委員会をはじめとする関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

本論文では、慢性閉塞性肺疾患（以下、COPD）をもつ患者さんに対して吸気筋トレーニング（以下、IMT）を行うことで身体活動量の増加を期待できるかどうかを全国多施設の協力を得て検証しております。以前はCOPDの予後にかかわる主たる要因として運動耐容能が挙げられておりましたが、近年では身体活動量がより強く予後と関連することがわかっています。また、海外の研究では、COPD患者にIMTを行うことで漸増運動に伴う呼吸パターンの悪化（呼吸数の増加など）を軽減できることが報告されています。すなわち、同負荷の運動をより楽な呼吸状態で行える可能性が考えられます。したがって、IMTによって最大運動能力である運動耐容能よりも日常的な身体活動を増加させる可能性があるのではないかと考えたことが着想の経緯です。結果として、運動療法を主体とした呼吸リハビリテーションにIMTを併用することでShamと比較して身体活動量が増加することがわかりました。IMTは機器購入の必要性など、導入のハードルがあることは事実ですが、本論文の結果からCOPD患者さんに対する治療の一手段としてIMTが念頭に置かれることを期待しております。

本研究は非常に多くの方々のご協力があった論文掲載まで至ることができました。日頃からCOPDやIMTに関する研究へ多くのご指導をいただいている塩谷隆信先生、高橋仁美先生、さらに市立秋田総合病院リハビリテーション科の皆様はもちろんですが、今回は全国7施設の研究代表者をお務めいただいた先生方、さらには各施設スタッフの皆様にも多大なご協力とご助言をいただきました。また、投稿原稿を査読していただいたお2人の先生にも大変貴重な意見をいただきました。そしてなにより、研究にご協力いただいた患者さんも忘れてはなりません。1つのことを成し遂げるのに1人の力はわずかなもので、多くの方々の力が必要なことを改めて感じるとともに、“天地人”の1つである“人とのつながり”の大切さを再認識させられました。改めて、本研究に携わっていただいたすべての皆様に心より御礼申し上げます。

しかし、研究を終えて達成感に浸るのは束の間、目の前には多くの患者さんがいらっしゃいます。自己満足で終わらず、1人でも多くの患者さんに還元するため、日々の臨床に励む所存であります。最後になりますが、本受賞に際しまして関係者の皆様に改めて御礼申し上げます。



◎中西智也

スポーツによる脊髄完全損傷者上肢筋機能地図の拡張

【著者からのコメント】

私はパラスポーツの現場で、アスリートが車椅子や義足をあたかも自己身体のように巧みに操作し、全盲でもまるで見えているように動き回る様子を見て、大変驚愕しました。彼らは障がいを負ったにもかかわらず、残存機能の能力を最大化させ、健常者でさえも到底成しえない様々な運動・認知能力を発揮します。その背景には劇的な脳の適応が生じていると考えられ、パラアスリートの脳こそヒト脳可塑性が最大限に発揮されており、ニューロリハビリテーションの最良モデルではないかと本研究の着想に至りました。現在、脊髄損傷、義足、視覚障がいアスリートを対象とした脳画像研究を進めております。

本研究の過程で、大きな示唆が2つ得られました。まず1つは、ニューロリハビリテーション領域の拡張可能性です。ニューロリハビリテーションと聞くと、中枢神経損傷後の脳再組織化を連想します。一方、研究を進めていくと、脊髄損傷、切断、視覚障がい者のような、脳損傷がない方でも、多様な脳の適応が生じることがわかりました。先行研究では、ギプス固定後や変形性膝関節症者においても脳の機能的結合性が変化することが報告されています。すなわち、神経系の損傷がなくとも、なんらかの要因で末梢運動器官からの求心性信号入力に変化することで、脳の代謝状態が変化し、脳再組織化が生じるきっかけとなります。まだ研究段階ですが、たとえば、スポーツ障がいや整形疾患における「違和感」や「動かしづらさ」は、なんらかの脳状態の変化を反映しているのではないのでしょうか。このような脳損傷者以外においても、中枢神経系の状態を考慮した徒手・運動療法が展開できれば、治療効率も上がることが示唆されます。この領域は理学療法士が学術・臨床的に挑戦していくべき分野と考えられます。

もう1つは、次世代の共生社会の創生です。多くのパラアスリートと接し、障がいをものともせず、スポーツ場面だけでなく社会生活でも多彩に活躍する姿を目の当たりにし、さらに驚愕を受けました。障がい者がスポーツを行うことで、残存機能が最大限に向上し、受傷前の自己や健常者の能力を超えることができれば、彼らにしかできない役割が多々あると考えられます。この能力を学術的に証明し、社会に浸透させることができれば、「障がい＝喪失」というネガティブな社会的固定観念を根底から払拭し、次世代の多様化・共生社会（ダイバーシティ&インクルージョン）の促進が可能と考えられます。この部分もリハビリテーション職としての理学療法士の使命であると感じております。

この度は受賞の機会をいただき、研究にご協力いただいたすべての方に深く御礼申し上げます。引き続き上記2点をさらに発展させるべく、研究に邁進いたします。



理学療法学 第48巻 第3号 2021年

目 次

研究論文 (原著)

- 膝痛患者に対する生物心理社会モデルに基づく自己管理プログラムが身体活動
および座位行動に及ぼす影響：予備的研究…………… 出口 直樹・他・251
- 在宅環境での歩行能力評価としての2ステップテスト
—信頼性・妥当性の検討および歩行自立に関する基準値の作成—…………… 石垣 智也・他・261
- 高齢肺炎患者の嚥下能力には大腿四頭筋の筋内非収縮組織量が関連する：横断研究…………… 貴志 将紀・他・271
- 高齢女性の下腿のデジタル画像による低骨格筋肉量判定の可能性
—Convolutional Neural Networkとエッジ検出を用いた分類による予備的研究— …… 中口 拓真・他・279

短 報

- 末期変形性股関節症女性患者における尿失禁および骨盤臓器脱の有症率と認識調査…………… 宮原小百合・他・287

症例報告

- 術後早期に独歩を獲得し得た脊髄後索障害の1例…………… 深田 亮・他・294
- 段階的な目標設定の共有が視床出血後の依存的行動を変容させた一症例…………… 大谷 武史・他・303
- リスク管理を行ったうえでのリハビリテーション介入により
ADL維持向上を図ることができたミトコンドリア病の一症例 …… 渡辺 祐樹・他・312

実践報告

- 脊髄損傷者を対象とした体幹機能評価尺度 (Trunk Assessment Scale for
Spinal Cord Injury : TASS) の開発と信頼性の検証 …… 佐藤 弘樹・他・321

調査報告

- 全国がん診療連携拠点病院でのリンパ浮腫外来における運動療法の実態調査…………… 石井 瞬・他・330

理学療法トピックス

- シリーズ「疾病予防の基礎研究と臨床応用」
連載第4回 固定・固定除去による関節の炎症に関する基礎研究の動向と臨床への応用…………… 金口 瑛典・337

講 座

- シリーズ「加齢に伴う生体の変化とその理解」
連載第2回 加齢に伴う感覚機能の変化…………… 田口 孝行・他・343

- 投稿規程…………… 350

- 2020年度 第12回学術誌掲載論文表彰のお知らせ…………… 前綴

CONTENTS Vol. 48 No. 3 2021

Research Reports (Original Article)

- Effects of a Self-management Program Based on Biopsychosocial Model on
Physical Activity and Sedentary Behavior in Patients with Knee Pain:
A Preliminary Trial Deguchi N., *et al.* · 251
- Reliability and Validity of the Two-step Test as an Assessment of Gait Performance in
the Home Setting and Identifying the Cutoff Values for Independent Gait Ishigaki T., *et al.* · 261
- Intramuscular Non-contractile Tissue of the Quadriceps is Associated with Swallowing
Ability in Elderly Inpatients with Pneumonia: A Cross-sectional Study Kishi M., *et al.* · 271
- Feasibility of Determining Low Skeletal Muscle Mass Using Digital Images of
Lower Extremities in Elderly Women: A Preliminary Study Using
Convolutional Neural Network Classification and Edge Detection Nakaguchi T., *et al.* · 279

Brief Report

- Prevalence and Level of Urinary Incontinence and Pelvic Organ Prolapse Awareness in
Women with End-stage Hip Osteoarthritis Miyahara S., *et al.* · 287

Case Report

- A Case of Operative Spinal Cord Funiculus Posterior Injury,
with Early Post-operative Gains in Gait Fukata R., *et al.* · 294
- Promoting Behavioral Changes in a Patient Having Dependent Behavior Disorder
after Thalamic Hemorrhage Using Step-by-Step Goal Settings: A Case Report Otani T., *et al.* · 303
- A Case of Mitochondrial Disease in which Rehabilitation Intervention with
Risk Management was able to Improve the Maintenance of ADL Watanabe Y., *et al.* · 312

Practical Report

- Development and Reliability of Trunk Assessment Scale for
Spinal Cord Injury (TASS) Sato H., *et al.* · 321

Clinical Report

- Multi-center Survey of Exercise Status in Patients with
Lymphedema Treated on an Outpatient Basis Ishii S., *et al.* · 330

Topics

- Trends of Basic Research for Joint Inflammation Induced by Immobilization and
Remobilization and Clinical Application Kaneguchi A. · 337

Lecture

- Effects of Aging on Sensory Function Taguchi T., *et al.* · 343

研究論文 (原著)

膝痛患者に対する生物心理社会モデルに基づく 自己管理プログラムが身体活動および 座位行動に及ぼす影響：予備的研究*

出口直樹^{1)2)#} 笹井浩行²⁾ 鴛渕亮一¹⁾ 高橋慶悟¹⁾
石田敦己¹⁾ 眞鍋匠¹⁾ 藤原明¹⁾

要旨

【目的】生物心理社会モデルに基づく膝痛患者に対する自己管理プログラム（以下、SMP）の実現可能性と身体活動に対する効果を12週の介入研究により予備的に検討した。【方法】膝痛患者44名の全員が理学療法を受け、SMPの参加を希望する介入群（ $n = 24$ ）と希望しない対照群（ $n = 20$ ）に分けた。疼痛、関節症、生活習慣に関するSMPは60分の講義を理学療法士が12週間で9回提供し、介入前と12週後に質問紙にて中強度身体活動（以下、MVPA）と座位行動（以下、SB）を調査した。【結果】介入中に有害事象はなかった。44例中7例が脱落し、SMPの平均出席率は78.8%だった。MVPA（METs・分/週）の変化では群間差を認めないが、SB時間（分/日）の短縮は介入群で有意に大きかった（群間差：-190, 95%信頼区間 -262, -116）。【結論】理学療法とSMPの併用は実行可能なうえに、SBの減少に有効であることが示唆された。

キーワード 変形性関節症、患者教育、理学療法士、理学療法、疼痛管理

はじめに

変形性膝関節症（以下、膝OA）は、疼痛を主訴とする一般的な関節疾患で、我が国の罹患者数は2,530万人と推定されている¹⁾。OAによる身体障害の重症化や糖尿病・心疾患・肥満などの慢性疾患の罹患は、健康の促進・維持・管理の物件費である保健医療コストおよび労働力損失や医療費などの社会経済的コストを増加させる²⁾。定期的な3.0 METs以上の身体活動（moderate-to-vigorous physical activity：以下、MVPA）の実施は、膝OAにおける疼痛軽減や身体障害の改善だけではな

く、慢性疾患の管理にも重要な役割を果たす³⁾。このため、膝OA患者がMVPAを実施することは、個人の健康面だけではなくコストの側面においても重要である。

近年の先行研究⁴⁾⁵⁾によると、1.5 METs以下の座位行動（sedentary behavior：以下、SB）時間を減らすことは、MVPAの多寡にかかわらず、膝OA患者における疼痛や身体障害および心疾患発症のリスクを抑制させることが明らかになっている。したがって膝OAの管理における身体活動戦略は、MVPAを増やし、SB時間を可能な限り減らすことが重要である。にもかかわらず、膝OAおよびその術後患者は一般集団よりも身体活動が少なく、座りがちである⁴⁾⁶⁾。

膝OAの非薬理的療法として身体活動・運動の推奨が第一選択であり、身体活動や運動のアドヒアランスを高めるために自己効力感に焦点をあてた自己管理プログラム（self-management program：以下、SMP）や疼痛管理における教育介入の併用が推奨されている⁷⁾⁸⁾。疼痛管理では、服薬管理や睡眠教育に加え、認知行動療法やストレス管理などの心理的な介入の有効性が示されている⁸⁾。Gayらによる研究⁹⁾では、膝OA患者に心理的な介入を含んだSMPを提供したところ、長期的な身

* Effects of a Self-management Program Based on Biopsychosocial Model on Physical Activity and Sedentary Behavior in Patients with Knee Pain: A Preliminary Trial

1) 福岡リハ整形外科クリニック

(〒819-8551 福岡県福岡市西区野方7-770)

Naoki Deguchi, PT, PhD, Ryoichi Oshibuchi, PT, Keigo Takahashi, PT, Atsuki Ishida, PT, Takumi Manabe, PT, Akira Fujiwara, MD, PhD: Fukuoka Reha Orthopedics Clinic

2) 東京都健康長寿医療センター研究所自立促進と精神保健研究チーム
Naoki Deguchi, PT, PhD, Hiroyuki Sasai, PhD: Research Team for Promoting Independence and Mental Health, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

E-mail: degunao722@yahoo.co.jp

(受付日 2020年9月13日/受理日 2020年11月20日)

[J-STAGEでの早期公開日 2021年1月20日]

体活動やアドヒアランスが高まり、12 ヶ月後に医療訪問と医療費が削減されることが報告された。

OA 患者の非薬理的療養は医療機関で実施されるため、医療機関での疼痛管理教育は必要であるが、臨床心理士による疼痛管理に特化した認知行動療法を受ける機会はほとんどない¹⁰⁾。近年、疼痛管理教育として認知行動療法の他に、生物心理社会モデルを基盤とした Pain neuroscience education (以下、PNE) が注目されている¹¹⁾。生物心理社会モデルとは、人間の病態を生物学的 (医学的) 側面だけではなく、心理的側面および社会的側面から総合的に捉えようとする医学的概念である¹²⁾。PNE は、生物心理社会モデルから疼痛を捉え、疼痛および疼痛の処理過程について神経生物学や神経生理学から説明する教育である¹³⁾。理学療法士は OA 患者の運動療法の実施や運動の指導および管理が可能で、PNE と自己管理における教育介入も担うことができる^{13) 14)}。

今後、患者が障害の診断や予防を含めた治療を容易に受けることは重要とされており、医療専門家における実践範囲の拡大に関心が向けられている^{14) 15)}。理学療法士による運動療法の実施や運動の指導および管理と併用し、疼痛管理教育を含んだ SMP の実施が膝 OA 患者の身体活動戦略に貢献できれば、治療機会における障壁が少なくなり、膝 OA の管理を目的とした非薬理的療養を多くの患者に提供できると考える。しかしながら、理学療法士による PNE の内容を含んだ SMP による介入が SB 時間および MVPA に及ぼす影響は不明である。

本研究は膝痛患者に対し、医療機関での理学療法士により PNE に基づく SMP を提供することによる、実行可能性と MVPA および SB に対する予備的な有効性を検証するために、12 週間の介入研究を実施した。

対象と方法

1. 研究デザイン

本研究は 2016 年 1 月～2017 年 6 月に福岡県福岡市にある一施設の医療機関により実施した、12 週間のランダム化を伴わない予備的な介入試験である。本研究のプロトコルは「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」¹⁶⁾ にしたがって、福岡リハビリテーション病院および福岡リハ整形外科クリニックの倫理委員会の承認 (受理番号 FRH2017-R-007) を得て、University Hospital Medical Information Network (UMIN) clinical trials registry に登録し実施した (試験 ID : UMIN000046532)。

2. 対象者

上述の期間内に研究実施施設を受診した患者のうち、American College of Rheumatology (ACR) による病歴、身体検査、Kellgren-Laurence 分類による X 線撮影の所見での基準¹⁷⁾ に該当した膝 OA 患者、もしくは人

工関節置換術および高位脛骨骨切り術を施行後 10 週以上経過した膝 OA 患者とし、膝痛を伴う 50 歳以上～85 歳までの男女 55 名を対象とした。

除外基準は (1) 研究参加に同意ができない者、(2) 外傷性の疼痛および急性疼痛を有する者、(3) 全身性関節炎を有する者、(4) 膝の骨折または悪性腫瘍の罹患歴がある者、(5) 自力歩行が困難な者、(6) 統合失調症などの精神科疾患を有する者、(7) パーキンソン病や多発性硬化症、脳卒中などの神経学的状態を有する者、(8) 本研究にかかる調査や介入への理解が困難な者とした。対象者には趣旨を書面または口頭にて説明し、理解したうえで書面に同意を得た。

すべての対象者に理学療法の実施および SMP に関する説明を行い、研究参加への同意を得た後に、そのうえで SMP を受けるか否かを対象者自らの希望で選択した。SMP への参加を希望した者を介入群、希望しなかった者を対照群とした。本研究に組み入れた参加者は 44 名で、介入群は 24 名、対照群は 20 名だった (図 1)。

3. 介入

1) 理学療法

理学療法介入のプロトコルにしたがい¹⁸⁾、SMP の実施の有無にかかわらず、すべての対象に実施した。本研究での理学療法介入は、徒手療法と運動療法による個別化されたものであった。初回に理学療法士は、個別に適切な理学療法介入を提供する目的で詳細な問診と画像所見、身体検査を実施し問題点を抽出した。すべての参加者に対し柔軟性の改善および運動・身体活動の利点および肥満者には減量の利点について担当理学療法士が説明し、同意を得たうえで実施した。

理学療法は膝関節を中心に行い、他部位にも問題があると理学療法士が判断した場合、股・足関節および腰部に対しても介入した。運動療法は筋力強化運動と有酸素運動とした。筋力強化運動は大腿四頭筋の強化を中心に行い、個別の問題点に対し股・足関節や体幹を強化するプログラムを追加した。有酸素運動はエアロバイクを使用し 15 分実施した。理学療法における優先順位、負荷量、進行は、担当の理学療法士が決定し疼痛がでない範囲で実施し運動介入後の膝の炎症所見および疼痛を観察した。運動により疼痛が増悪したと理学療法士が判断した場合、疼痛が軽減するまで運動内容の強度や頻度の減少もしくは中止し経過を観察した。理学療法士による理学療法の介入は 1 日 40 分、週 1～3 回実施した。介入に関与した理学療法士は 19 名で、経験年数の中央値 (四分位範囲) は 8 (5-14) 年であった。

2) 自己管理プログラム

患者教育は疾患特異的な情報と対処法の技術を提供する一方で、SMP は患者自身が疾患に関する健康問題を

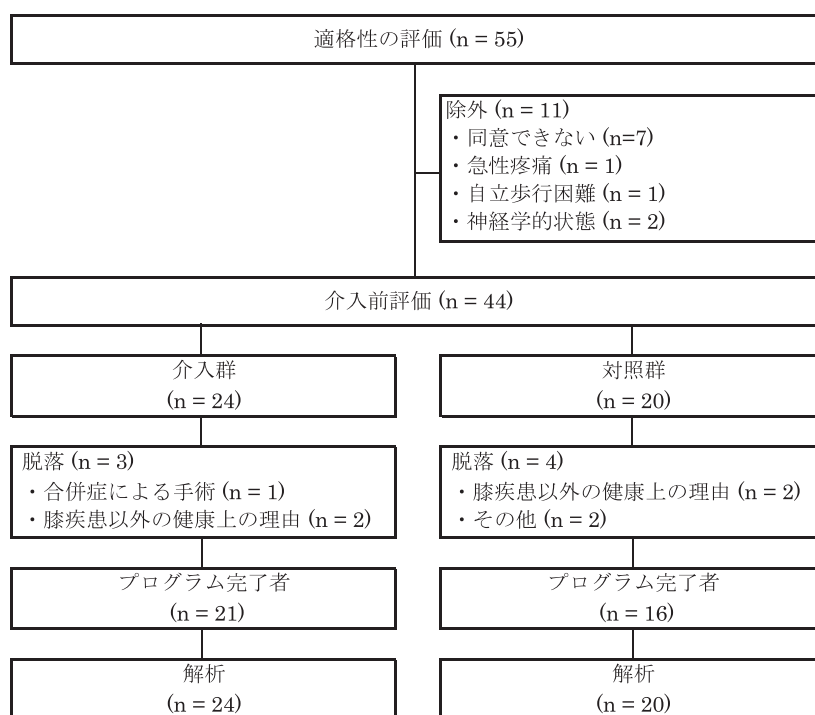


図 1 研究のフローチャート

特定し、適切な行動が可能となるよう行動変化に役立つ社会認知理論等の技術を提供するものである¹⁹⁾。社会認知理論²⁰⁾とは、人間の行動変容に個人要因、環境、自己や他者の行動が関連するとした行動科学理論である。我々は先行研究^{12) 13) 20) 21)}を参考に、理学療法士が実施可能なPNEを取り入れた生物心理社会モデルに基づく疾患特異的なSMPを作成した。すなわち、SMPの目的は、患者に対する疾患特異的な情報や技術を、SMPによる問題解決能力により補完することで膝痛患者に起こりうる身体的、心理的、社会的な問題に対し、自身の行動を変化させることで対処することである。

プログラムは、1回60分、9セッションで構成し、関節症の病態、疼痛および疼痛管理、規則正しい生活習慣に関する講義や実践を理学療法士が実施した。講義や実践は、モニターとホワイトボードが設置された部屋でPowerPoint (Microsoft 社, USA)を使用し、3～4人の集団形式で行った。1回のセッションで使用したスライドの枚数は12～16枚で、その資料は対象者に配布された。対象者は週1回の頻度でセッションに参加することを推奨された。なお、1セッションは必須として2～9セッションについては、本人の興味や都合を考慮して受講してもらい、受講の順序は対象者の任意とし、12週間のうちにすべてのセッションを受講するように理学療法士から説明をした。

SMPを主導した理学療法士は、認知行動療法および疼痛管理を専門とする専門家による2日間(研修時間12時間)の研修を受けた。理学療法士の役割は、以下に記

す各セッションの理解を促す目的で質問し、理解度に応じた追加の説明をした。また、対象者との会話機会を増やすような問いかけや代理体験を目的にブレインストーミングを実施した。ブレインストーミングの主題に関し明らかに誤った認識で理解していた場合は、軌道修正を行った。また、内容の理解を図る目的でセッション毎と最終日に小テストを行い、フィードバックを実施した。

第1セッションにおける自己管理の項目では、1) 膝OAは慢性疾患であり、長期的な管理を要すること、2) 疼痛や日常生活に対する非薬理的療法として運動療法が第一選択であるが効果は短期的であること、3) SMPは自己管理能力の向上および運動の継続に必要な介入手段であること、4) 運動継続には心理的側面、意欲、価値が関与すること、への理解を促す目的で講義した。実践では、疲労と疼痛の関係を説明し、運動における適度なペース配分と休息のバランスの重要性、メリットやデメリットに関するブレインストーミングを通じて高すぎない目標設定と目標の再修正に関して助言した。

第2～4セッションにおける疼痛の項目では、PNEに関する内容を実施した。PNEの目的は、組織の損傷または侵害と疼痛を結びつける従来の生物医学モデルの代わりに、末梢および中枢の神経感作、シナプス活動、疼痛に対する脳の処理を理解させることで疼痛の認知および情動的側面に影響を与えることである。内容は、1) 膝の機能解剖および膝OAの病態、2) 膝OAの疼痛と生物心理社会モデル、3) 疼痛に関する神経生理学、4) 睡眠と中枢性感作、5) 睡眠と健康、6) 疼痛の種類と特

表1 自己管理プログラム

セッション	講義	実践
1. 自己管理	・ 膝 OA の治療概念 ・ Fear avoidance model ・ 社会認知理論	・ 意思決定バランス ・ アクティブベーシング ・ 身体活動の目標設定
2. 痛みの神経科学	・ 生物心理社会モデル ・ 痛みの神経科学 ・ 睡眠衛生教育	・ 呼吸法 ・ 視覚イメージ法
3. 疼痛教育	・ 膝 OA の病態と膝の機能解剖 ・ メカニカルストレス ・ 運動療法, 補装具	・ 大腿四頭筋練習 ・ ウォーキングの方法
4. 痛みに対する対処法	・ 末梢と中枢の痛み ・ 痛みの種類と特徴	・ ストレスマネジメント ・ 呼吸法
5. 筋力強化	・ サルコペニアとフレイルの概要 ・ サルコペニア予防と運動・栄養	・ ロコモーショントレーニング ・ 指輪っかテスト
6. リハビリテーション栄養	・ 低栄養の概要 ・ 筋力と栄養	・ タンパク質摂取量の計算
7. 身体活動と座位行動	・ 身体活動および座位行動と疾病 ・ 変形性膝関節症と身体活動 ・ 身体活動の強度とリスク	
8. 身体活動と環境	・ 社会参加と身体活動 ・ 身体活動とエコロジカルモデル	・ 生活スケジュール作成
9. 減量	・ 肥満と疾病 ・ 満腹中枢ホルモン	・ Body mass index の計算 ・ エネルギー収支バランス

OA: osteoarthritis

徴および対処法（末梢性：滑膜炎，メカニカルストレス，関節不安性，中枢性：脳），を理解させる目的で講義した。実践では，大腿四頭筋力エクササイズや歩行指導およびリラクセーション技法として呼吸法を実施した。

第5，6セッションにおけるサルコペニア予防のための筋力強化の項目では，1) 膝 OA がフレイルやサルコペニアの危険因子であること，2) 膝 OA の筋力低下のメカニズム，3) リスクを考慮した筋力強化の原則，4) アミノ酸，ビタミン D・B6 などの筋力強化に必要な栄養素，に関する理解を促す目的で講義した。実践では，ロコモーショントレーニングの指導および実施，指輪っかテスト，各個人における必要タンパク質の摂取量の計算による摂取基準の理解とタンパク質摂取について助言した。

第7，8セッションにおける身体活動の項目では，1) 身体活動の種類，2) 膝 OA における身体活動の役割，3) 身体活動の規定因子，4) 膝 OA のリスクにかかわる高強度身体活動の種類，5) 社会参加がもたらす身体活動への影響，6) 身体活動と環境要因，7) 身体活動に関連する環境要因，を理解させる目的で講義した。実践では，平日および休日の生活スケジュール計画表の作成による身体活動の環境設定を行った。

第9セッションにおける減量の項目では，1) 脂肪細胞と慢性炎症，2) 膝痛と肥満，3) 摂取および消費エネルギーおよび三大栄養素のバランス，4) 減量に関連するホルモン（グレリン，レプチン，インスリン，コルチゾール），5) 減量と規則正しい生活習慣，の理解を促す目的で講義した。具体的には，肥満者に対する体重の5～10%の減量は炎症性サイトカインおよび膝関節に対する圧縮力の減少や疼痛軽減をもたらすことから，食事管理の重要性を説明した。実践では，body mass index（以下，BMI）の計算およびエネルギー収支バランスの計算を行った。

4. 評価項目

先行研究²²⁻²⁴⁾を参考に実行可能性評価の項目および目標値は，同意を得た対象者のうち適格性に該当する対象者が80%以上，両群における介入後の脱落率が10%以下，全9セッションのSMPにおける受講率を80%以上とした。

主要および副次アウトカムとして，理学療法の介入前と介入から12週間後に身体活動，疼痛，自己効力感，主観的健康感を調査した。また，対象者の背景を記述する項目として，ベースライン時の年齢，身長，体重，

BMI, 性別, 現在の婚姻状況, 観血的治療の有無をカルテにより得た。

1) 主要アウトカム

(1) 身体活動

国際標準化身体活動質問票の日本語版 (International Physical Activity Questionnaire Short Form: 以下, IPAQ-SF) を用いて評価した。IPAQ-SF は, 全 9 項目で過去 1 週間における高強度および中強度と歩行を実践した日数と時間および 1 日における SB 時間を質問するもので, 信頼性 ($r = 0.72 \sim 0.93$) および加速度計との基準関連妥当性 ($r = 0.39$) が確認されている²⁵⁾。IPAQ-SF マニュアル²⁶⁾ における総身体活動量として MVPA は, 各ドメインにおける METs の設定を高強度 8.0, 中強度 4.0, 歩行 3.3 と日数と時間により算出し, 日数と時間の合計が週 960 分を超える場合は外れ値とすることや 960 分以上の座位時間は切り捨てることが明記されている。本研究では, マニュアルにしたがい MVPA と SB 時間を調査した。

2) 副次アウトカム

(1) 疼痛

膝関節痛の重症度の評価は, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (以下, WOMAC) の日本語を使用した²⁷⁾。WOMAC は, 各項目に 5 ポイントのリッカート尺度で膝の疼痛 (5 項目: 5 ~ 25 点) と身体機能 (17 項目: 17 ~ 85 点) の 2 つの要素で構成される。スコアが高いほど, 疼痛が強く, 機能障害が大きいと判断される。本研究では WOMAC 疼痛を使用した。

(2) 自己効力感

自己効力感とは, 多様に異なる障害や状況におかれても逆戻りすることなく, ある行動を継続して行うことができる見込み感である。本研究では運動に特化した自己効力感の尺度である, 運動自己効力感尺度の日本語版を使用した。運動自己効力感は, 1 ~ 5 点の 5 段階尺度で構成され, スコアが高いほど, 運動行動に対する自己効力感が高いと判断される。なお, 本尺度の信頼性と妥当性がすでに検証されている²⁸⁾。

(3) 主観的健康感

主観的健康感とは, 医学的な健康状態ではなく, 本人が自らの健康状態を主観的に評価する指標である²⁹⁾。対象者は, 「あなたは自分で健康だと思いますか?」の問いに対し, 「とても健康」と「まあ健康」, 「どちらともいえない」, 「あまり健康でない」, 「健康ではない」の 5 つの選択肢から 1 つ選択した。分析は「とても健康」と「まあ健康」を健康, 「どちらともいえない」をふつう, 「あまり健康でない」と「健康ではない」を不健康の 3 件法とし, 良好な主観的健康感であることを示す。主観的健康感の解析は, 健康を 1, ふつうを 2, 不健康を 3

にスコア化され, 低いスコアほど, 主観的健康感が高いと判断した。

5. 統計処理

介入前の対象者特性および各アウトカムは, 量的変数は平均値と標準偏差もしくは中央値と四分位範囲で, カテゴリ変数は人数と割合で介入群別に示し, 群間の比較は χ^2 乗検定および対応のない t 検定, もしくは Wilcoxon の順位和検定での分析と効果量を示した。効果量は Cohen's d および Cramer's V を算出し, 解釈は, Cohen's d では $0.3 \leq \text{小} < 0.5$, $0.5 \leq \text{中} < 0.8$, $0.8 \leq \text{大}$, Cramer's V では $0.1 \leq \text{小} < 0.3$, $0.3 \leq \text{中} < 0.5$, $0.5 \leq \text{大}$ とした³⁰⁾。研究期間中の理学療法の頻度は, 中央値と四分位範囲で示し Wilcoxon の順位和検定にて分析を行った。

介入効果の群間比較は, TREND ステートメント³¹⁾ にしたがって, 共変量および介入前の値の調整, 副次解析の記載, 欠損値の補完について下記に記載した。群間差は各群の前後比較の差と 95% 信頼区間で示し, 年齢, 性別, BMI, 各アウトカムにおける介入前の値で調整した一般線形モデルにて分析し Cohen's d を算出した。IPAQ-SF による MVPA や SB 時間は非正規分布であるため中央値で示すことが推奨されており²⁶⁾, 正規分布に近づける目的で値を対数変換した後に解析した。主解析は intention to treat (以下, ITT) 解析, 副次解析は full analysis set (以下, FAS) 解析とした。ITT 解析では研究に組み入れた全員を解析対象とし, FAS 解析では介入期間中に脱落した症例を除いた者を解析対象とした。欠損データおよび IPAQ-SF の外れ値は, ベースラインの対象者特性変数および主・副次アウトカム結果による多重代入法を用いて予め補完した。多重代入法は, IBM SPSS Missing Values のオプションを使用し, 作成した 20 セットを平均化したものを組み合わせ, 標準誤差は補完内外の両方を反映するように調整した。

すべての分析には, IBM SPSS Statistics for Windows, version 25 (IBM 株式会社, Armonk, N.Y, USA) を用い, 有意水準を 5% に設定した。

結 果

1. 対象者のプログラム参加状況

介入期間中の脱落者数は 7 名 (15.9%) で, 内訳は合併症に対する手術が 1 名, 膝の疾患以外の健康上の理由が 4 名, 不明が 2 名で有害事象は報告されなかった (図 1)。解析対象者における介入前の介入群と対照群の患者特性および各アウトカムの比較を表 2 に示した。性別は女性が大多数を占め, 平均 BMI は 24.0 kg/m^2 未満で肥満者は少なく, 観血的治療の割合は両群とも 60% であった。すべての項目で両群間に有意な違いを認めなかつ

表2 対象の特性

	介入群 (n=24)	対照群 (n=20)	p	効果量
年齢, 歳	71.0 (9.5)	74.0 (7.1)	0.26	0.17
女性, 人 (%)	22 (91.6)	19 (95.0)	0.66	0.07
身長, cm	153.4 (5.5)	152.8 (5.4)	0.72	0.06
体重, kg	56.6 (8.5)	55.3 (7.3)	0.62	0.08
Body mass index, kg/m ²	23.9 (2.4)	23.6 (3.0)	0.69	0.06
既婚, 人 (%)	20 (83.3)	15 (75.0)	0.50	0.10
観血的治療あり, 人 (%)	15 (62.5)	12 (60.0)	0.87	0.03
中高強度身体活動, METs・分/週	1,208 (396-1,644)	1,032 (462-1,467)	0.46	0.11
座位行動時間, 分/日	315 (278-600)	270 (180-555)	0.86	0.03
WOMAC 疼痛, 点	13.5 (3.6)	14.2 (4.5)	0.57	0.09
運動自己効力感, 点	14 (3.7)	15 (6.3)	0.56	0.11
主観的健康感, 点	2.2 (0.7)	1.8 (0.8)	0.09	0.26
主観的健康感, 人 (%)			0.12	0.31
健康	4 (16.7)	9 (45.0)		
ふつう	11 (45.8)	6 (30.0)		
不健康	9 (37.5)	5 (25.0)		

カテゴリ変数は人数 (%), 連続変数は平均値 (標準偏差) で示した。身体活動時間と座位時間のみ中央値 (四分位範囲) で表した。WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, 効果量の指標としてカテゴリ変数には Cramer's V, 連続変数には Cohen's d を用いた。

た。SMP の平均出席回数は 9 回中 7.1 回 (標準偏差 2.4) で 78.8% の受講率であったが, 全 9 セッションに参加した人は 12 名 (57.1%) であった。対象における理学療法の実施回数の中央値は, 介入群 19 回 (四分位範囲 12-23), 対照群 25 回 (四分位範囲 15-26) で両群間の回数に差はなかった ($p = 0.18$)。

2. 身体活動の群間比較

ITT による主解析の結果, MVPA (METs・分/週) における群間の差は有意な違いを認めなかった (群間差: 305, 95% 信頼区間 -70, 681)。なお, FAS 解析において同様な傾向であった。一方で, SB 時間 (分/日) は, 理学療法単独の対照群と比較し, SMP を併用した介入群で中程度の減少効果を得た (群間差: -190, 95% 信頼区間 -262, -116. $d = 0.78$)。しかし, FAS 解析では, ITT 解析と同程度の減少傾向であったが (群間差: -145, 95% 信頼区間 -232, -57. $d = 0.63$), 対数変換後の解析では有意な違いは認めなかった (表 3)。

3. 疼痛, 自己効力感, 主観的健康感の群間比較

ITT による主解析の結果, 副次アウトカムである WOMAC 疼痛 ($d = 0.33$, $p = 0.264$), 運動自己効力感 ($d = 0.02$, $p = 0.940$), 主観的健康感 ($d = 0.13$, $p = 0.645$) に群間の差を認めず, FAS 解析においても同じ傾向であった (表 3)。

考 察

本研究では医療機関での膝痛を有する患者における理学療法士による PNE に基づく SMP を試行し, その実行可能性と有効性を予備的に検証することを目的とした。

本研究の適格性は 80% で, SMP の 9 回のセッションの受講率は 78.8% と実行可能性における目標値である 80% に類似した結果を得ることができ, 介入と研究プロトコルに関して実行可能性を示した。しかし, 全セッションに参加した人は 57.1% と, 対象者の興味が薄いセッションに対する参加が課題となった。また, 本研究では有害事項は報告されていないが脱落率は 15.9% と他の疾患による脱落が多く, 目標の 10% を上回った。今後, 介入研究の対象者選定にあたり, 本研究で記載した疾患以外の除外基準の設定や合併症の側面から対象年齢を低くすることを検討する必要がある。

PNE に基づく SMP により MVPA は増加しなかったが, SB 時間が減少した。身体活動と栄養を組み合わせたライフスタイルに関する教育介入は, 成人の SB 時間の減少に有効とされる³²⁾。しかし, Jönsson ら³³⁾によると膝 OA 患者に対する PNE を含んでいないライフスタイルに関する教育介入は, MVPA と SB 時間の改善を認めないことを報告した。膝 OA 患者の疼痛の破局的思考の悪化, すなわち疼痛に対する不安の増加は MVPA の減少や SB 時間の増加をもたらすことが示されている³⁴⁾。本研究で使用した PNE は観血的治療の有

表3 介入に伴う各アウトカムの変化に対する群間比較*

	介入群	対照群	群間差	P 値	Cohen's d
Intention-to-treat 解析					
対象者数	24	20			
中高強度身体活動, METs・分/週	301 (34, 568)	-5 (-310, 301)	305 (-70, 681)	0.528	0.19
座位行動時間, 分/日	-108 (-163, -51)	82 (24, 140)	-190 (-262, -116)	0.011	0.78
WOMAC 疼痛, 点	-4.4 (-6.2, -2.6)	-3.0 (-4.8, -1.1)	-1.4 (-3.9, 1.1)	0.264	0.33
運動自己効力感, 点	3.2 (0.3, 6.1)	3.1 (0, 6.1)	0.2 (-3.8, 4.1)	0.940	0.02
主観的健康感, 点	-0.22 (-0.44, -0.01)	-0.30 (-0.55, -0.05)	0.07 (-0.24, 0.39)	0.645	0.13
Full Analysis Set 解析†					
対象者数	21	16			
中高強度身体活動, METs・分/週	392 (140, 644)	31 (-254, 316)	361 (9.7, 711)	0.240	0.39
座位行動時間, 分/日	-79 (-138, -20)	66 (-6, 137)	-145 (-232, -57)	0.062	0.63
WOMAC 疼痛, 点	-4.7 (-6.5, -2.8)	-2.4 (-4.4, -0.4)	-2.2 (-4.9, 0.4)	0.094	0.55
運動自己効力感, 点	3.1 (0.2, 6.0)	2.7 (-0.4, 5.9)	0.3 (-3.8, 4.2)	0.870	0.05
主観的健康感, 点	-0.33 (-0.55, -0.12)	-0.33 (-0.58, -0.08)	-0.002 (-0.32, 0.31)	0.989	0.00

平均値 (95% 信頼区間) で表した。中強度身体活動および座位時間の P 値および Cohen's d は対数変換後の解析とした。

WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

*: 年齢, 性別, body mass index, 各アウトカムのベースライン値で調整した。†: 脱落した症例を除いた者を分析対象とした。

無にかかわらず疼痛の破局的思考尺度の減少に有効であることが示されており¹²⁾³⁵⁾, PNE の介入が疼痛の破局的思考を減少させ SB 時間に貢献したのかもしれない。しかしながら, 本研究では疼痛の破局的思考を測定していない。今後は, 疼痛の破局的思考尺度および Neurophysiology of pain questionnaire³⁶⁾ を調査および検証することで PNE の併用が身体活動の改善に影響するが明らかにしていきたい。

MVPA と疼痛や運動の自己効力感および主観的健康感の関連が示されている⁷⁾³⁷⁾。本研究では副次アウトカムである疼痛, 運動自己効力感, 主観的健康感の項目において群間による差を認めていないことが MVPA の改善をもたらさなかったものと考えた。Warner ら³⁸⁾ は, 過去の経験, 代位的な経験, 主観的な健康状態が自己効力感に直接的な影響を及ぼし, 自己効力感と運動にも媒介していることを報告した。したがって, 対象者同士で身体活動を議題としたブレインストーミングの実施や主観的な健康感を高めるアプローチを目的とした介入プログラムが必要であると思われる。

本研究には多くの限界があった。1) 研究デザインが非ランダム化比較試験であり, 未知や未測定の変数因子が結果に影響を与えた可能性がある。2) 介入の性質上, 対象者や介入実施者である理学療法士に対する盲検化が不可能であった。また, 本研究では自記式質問票を用いているため, アウトカム評価にも非盲検化の影響を受けている。盲検化されていないデザインは効果量を高く見積もるため³⁹⁾, 本研究で示した効果量は過大評価されていることが考えられる。3) SMP は講義中心であり,

1 回の介入時間である 60 分が介入群の身体活動量に大きく影響した可能性は低いと思われるが, 対照群に比べて介入群の接触時間が長かったことが結果に影響した可能性もある。4) 対象は女性が大多数を占め歩行が自立した者であり, 男性や歩行が自立していない集団へ外挿が可能か否かは不明である。5) 本研究における質問紙で測定した主観的な介入前の MVPA (METs・分/週) の中央値は, 介入群 1,208, 対照群 1,032 で MVPA を 3 METs に仮定すると週あたり約 340 ~ 400 分程度の中強度身体活動を実施していた。三軸加速度計を使用した MVPA の報告⁶⁾ では, ガイドラインで推奨される週 150 分を満たした膝 OA 患者は 13% 程度であることが示されている。したがって, 本研究の MVPA に対する結果が活動性の高い対象であったのか, もしくは過大評価しているかは本研究の結果からは断定できない。このため, 今後, 三軸加速度計を使用し, 再度検証を実施していきたい。6) 副次アウトカムは身体機能および運動機能の調査を検討していない。身体活動量と身体機能および運動機能には正の相関が示されており⁴⁰⁾, 理学療法介入による身体機能および運動機能の変化が媒介変数として MVPA や SB 時間に影響した可能性がある。このため, 副次アウトカムとして身体機能および運動機能の追加検証は必要であると思われる。

ま と め

本研究は, 膝痛患者に対する理学療法士による SMP の実現可能性と身体活動における効果を非ランダム化比較試験にて予備的に検証した。有害事象は報告されてお

らず適格性およびSMPの受講率に関しても実行可能性を示したが、関心が薄いセッションへの患者の促しや対象者の選定が課題となった。身体活動に関する効果はMVPAの有効性を示すことはできなかったが、SBの有効性を示した。しかし、本研究の結果は盲検化が行えていないことや質問紙による調査であり効果を高く見積もっていたと思われる。今後の課題は、MVPAを高めるために自己効力感や主観的健康感に対するプログラムの開発や、アウトカムにおいて客観的な身体活動、SMPの効果指標、身体機能および運動機能の追加調査が必要であることが示唆された。

利益相反

著者全員が利益相反はない。

文 献

- Yoshimura N, Muraki S, *et al.*: Prevalence of knee osteoarthritis, lumbar spondylosis, and osteoporosis in Japanese men and women: the research on osteoarthritis/osteoporosis against disability study. *J Bone Miner Metab.* 2009; 27: 620-628.
- Hunter DJ, Bierma-Zeinstra S: Osteoarthritis. *Lancet.* 2019; 393: 1745-1759.
- Centers for Disease Control and Prevention. Physical Activity for Arthritis. <https://www.cdc.gov/arthritis/basics/physical-activity-overview.html> (2019年12月23日引用)
- Dunlop DD, Song J, *et al.*: Relation of physical activity time to incident disability in community dwelling adults with or at risk of knee arthritis: prospective cohort study. *BMJ.* 2014; 348: g2472. doi: 10.1136/bmj. PubMed PMID: 24782514; PubMed Central PMCID: PMC4004786.
- Fenton SAM, Veldhuijzen van Zanten JJCS, *et al.*: Sedentary behaviour is associated with increased long-term cardiovascular risk in patients with rheumatoid arthritis independently of moderate-to-vigorous physical activity. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017; 18: 131. doi: 10.1186/s12891-017-1473-9. PubMed PMID: 28356089; PubMed Central PMCID: PMC 5404687.
- Wallis JA, Webster KE, *et al.*: What proportion of people with hip and knee osteoarthritis meet physical activity guidelines? A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013; 21: 1648-1659.
- Rausch Osthoff AK, Niedermann K, *et al.*: 2018 EULAR recommendations for physical activity in people with inflammatory arthritis and osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2018; 77: 1251-1260.
- Geenen R, Overman CL, *et al.*: EULAR recommendations for the health professional's approach to pain management in inflammatory arthritis and osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2018; 77: 797-807.
- Gay C, Chabaud A, *et al.*: Educating patients about the benefits of physical activity and exercise for their hip and knee osteoarthritis. Systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016; 59: 174-183.
- Nakamura M, Nishiwaki Y, *et al.*: Prevalence and characteristics of chronic musculoskeletal pain in Japan. *J Orthop Sci.* 2011; 16: 424-432.
- Lluch Girbés E, Nijs J, *et al.*: Pain treatment for patients with osteoarthritis and central sensitization. *Phys Ther.* 2013; 93: 842-851.
- Engel GL: The clinical application of the biopsychosocial model. *Am J Psychiatry.* 1980; 137: 535-544.
- Louw AI, Butler DS, *et al.*: The effect of neuroscience education on pain, disability, anxiety, and stress in chronic musculoskeletal pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011; 92: 2041-2056.
- Johnson MP, Abrams SL: Historical perspectives of autonomy within the medical profession: considerations for 21st century physical therapy practice. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005; 35: 628-636.
- Saxon RL, Gray MA, *et al.*: Extended roles for allied health professionals: an updated systematic review of the evidence. *J Multidiscip Healthc.* 2014; 7: 479-488.
- 文部科学省・厚生労働省：人を対象とする医学系研究に関する倫理指針. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12600000-Seisakutoukatsukan/0000168764.pdf> (2020年6月13日引用)
- Altman R, Asch E, *et al.*: Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum.* 1986; 29: 1039-1049.
- Deyle GD, Gill NW, *et al.*: A multicentre randomised, 1-year comparative effectiveness, parallel-group trial protocol of a physical therapy approach compared to corticosteroid injection on pain and function related to knee osteoarthritis (PTA Trial). *BMJ Open.* 2016; 6: e010528. doi: 10.1136/bmjopen-2015-010528. PubMed PMID: 27033961; PubMed Central PMCID: PMC 4823390.
- Bodenheimer T, Lorig K, *et al.*: Patient self-management of chronic disease in primary care. *JAMA.* 2002; 288: 2469-2475.
- Bandura A: Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychol Rev.* 1977; 84: 191-215.
- Lorig KR, Holman H: Self-management education: history, definition, outcomes, and mechanisms. *Ann Behav Med.* 2003; 26: 1-7.
- Thabane L, Ma J, *et al.*: A tutorial on pilot studies: the what, why and how. *BMC Med Res Methodol.* 2010; 10: 1. doi: 10.1186/1471-2288-10-1. PubMed PMID: 20053272; PubMed Central PMCID: PMC 2824145.
- Bowen DJ, Kreuter M, *et al.*: How we design feasibility studies. *Am J Prev Med.* 2009; 36: 452-457.
- Hawley-Hague H, Horne M, *et al.*: Review of how we should define (and measure) adherence in studies examining older adults' participation in exercise classes. *BMJ Open.* 2016; 6(6): e011560. doi: 10.1136/bmjopen-2016-011560. PubMed PMID: 27338884; PubMed Central PMCID: PMC 4932302.
- 村瀬訓生, 勝村俊仁, 他：身体活動量の国際標準化—IPAQ日本語版の信頼性, 妥当性の評価—. 厚生省の指標. 2002; 49: 1-9.
- 国際標準化身体活動質問票のデータ処理および解析に関するガイドライン—Short版・Long版. http://www.tmu-ph.ac/pdf/180327_1.pdf. (2020年4月11日引用)
- Hashimoto H, Hanyu T, *et al.*: Validation of a Japanese patient-derived outcome scale for assessing total knee arthroplasty: comparison with western Ontario and McMaster universities osteoarthritis index (WOMAC). *J Orthop Sci.* 2003; 8: 288-293.
- 岡浩一朗：中年者における運動行動の変容段階と運動セルフ・エフィカシーの関係. 日本公衆衛生雑誌. 2003; 50: 208-215.

- 29) Idler EL, Kasl SV: Self-ratings of health: do they also predict change in functional ability? *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 1995; 50: S344-S353.
- 30) Chu R, Cheng J, *et al.*: Effect size estimation: a necessary component of statistical analysis. *Arch Surg.* 2009; 144: 706-712.
- 31) Des Jarlais DC, Lyles C, *et al.*: TREND Group. Improving the reporting quality of nonrandomized evaluations of behavioral and public health interventions: the TREND statement. *Am J Public Health.* 2004; 94: 361-366.
- 32) Martin A, Fitzsimons C, *et al.*: Interventions with potential to reduce sedentary time in adults: systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2015; 49: 1056-1063.
- 33) Jönsson T, Ekwall Hansson E, *et al.*: The effect of education and supervised exercise on physical activity, pain, quality of life and self-efficacy an intervention study with a reference group. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018; 19: 198. doi: 10.1186/s12891-018-2098-3. PubMed PMID: 30037339; PubMed Central PMCID: PMC 6055349.
- 34) Zhaoyang R, Martire LM, *et al.*: Daily pain catastrophizing predicts less physical activity and more sedentary behavior in older adults with osteoarthritis. *Pain.* 2020; 161(11): 2603-2610. doi: 10.1097/j.pain.0000000000001959.
- 35) Deguchi N, Hirakawa Y, *et al.*: Effects of pain neuroscience education in hospitalized patients with high tibial osteotomy: a quasi-experimental study using propensity score matching. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019; 20: 516. doi: 10.1186/s12891-019-2913-5. PubMed PMID: 31699069; PubMed Central PMCID: PMC 6839222.
- 36) Moseley L: Unraveling the barriers to reconceptualization of the problem in chronic pain: the actual and perceived ability of patients and health professionals to understand the neurophysiology. *J Pain.* 2003; 4(4): 184-189.
- 37) Notthoff N, Reisch P, *et al.*: Individual Characteristics and Physical Activity in Older Adults: A Systematic Review. *Gerontology.* 2017; 63: 443-459.
- 38) Warner LM, Schüz B, *et al.*: Sources of perceived self-efficacy as predictors of physical activity in older adults. *Appl Psychol: Health Well-Being.* 2011; 3: 172-192.
- 39) Hróbjartsson A, Emanuelsson F, *et al.*: Bias due to lack of patient blinding in clinical trials. A systematic review of trials randomizing patients to blind and nonblind sub-studies. *Int J Epidemiol.* 2014; 43: 1272-1283.
- 40) Iijima H, Fukutani N, *et al.*: Relationship Between Pedometer-Based Physical Activity and Physical Function in Patients With Osteoarthritis of the Knee: A Cross-Sectional Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017; 98: 1382-1388.

〈Abstract〉

Effects of a Self-management Program Based on Biopsychosocial Model on Physical Activity and Sedentary Behavior in Patients with Knee Pain: A Preliminary Trial

Naoki DEGUCHI, PT, PhD, Ryoichi OSHIBUCHI, PT, Keigo TAKAHASHI, PT,
Atsuki ISHIDA, PT, Takumi MANABE, PT, Akira FUJIWARA, MD, PhD

Fukuoka Reha Orthopedics Clinic

Naoki DEGUCHI, PT, PhD, Hiroyuki SASAI, PhD

Research Team for Promoting Independence and Mental Health, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

Objective: A 12-week trial was conducted to examine the feasibility and preliminary effects of a biopsychosocial model-based self-management program (SMP) for knee pain on physical activity and sedentary behavior in patients with knee pain.

Methods: All forty-four patients with knee pain (age, 72.4 years; 93% female) received physical therapy and were divided into an intervention group willing to participate in SMP (n=24) and a control group not willing to participate (n=20). A SMP of nine 60-minute on pain, arthritis and lifestyle were provided over 12 weeks by physical therapists. Moderate-to-vigorous intensity physical activity (MVPA) and sedentary behavior (SB) time were assessed using a questionnaire at baseline and week 12.

Results: No adverse events occurred during the intervention. Seven of the 44 patients dropped out of the study, with a mean attendance rate of 78.8% in the SMP. The between-group difference in MVPA (METs · minute/weeks) change did not reach statistical significance, but the reduction in SB time (minutes/day) was significantly greater in the intervention group than in the control group (Mean difference: -190, 95%CI -262, -116. Cohen's d = 0.78).

Conclusion: Our study suggests that adding SMP to physical therapy was feasible and effective in reducing SB time in patients with knee pain.

Key Words: Osteoarthritis, Patient education, Physical therapist, Physical therapy, Pain management

研究論文 (原著)

在宅環境での歩行能力評価としての2ステップテスト* —信頼性・妥当性の検討および歩行自立に関する基準値の作成—

石垣 智也^{1) #} 尾川 達也²⁾ 宮下 敏紀³⁾ 平田 康介⁴⁾ 岸田 和也⁵⁾
知花 朝恒⁴⁾ 篠宮 健⁶⁾ 市川 雄基⁷⁾ 竹村 真樹⁸⁾ 松本 大輔^{9) 10)}

要旨

【目的】在宅環境での2ステップテストの信頼性と妥当性の検討を行い、歩行自立の基準値を見出すこと。
【方法】訪問リハビリテーション利用者を対象とした横断調査のデータベース (10施設 226名) から、目的別にデータを抽出した (信頼性 98名, 妥当性 117名, 基準値 209名)。調査項目は基本情報と膝伸展筋力、歩行能力として2ステップテストによる2ステップ値や歩行自立度などとした。歩行手段と距離により屋内杖歩行から屋外独歩 800 m 以上と 12 種の歩行自立条件を設定し、各自立を判別するカットオフ値を検討した。【結果】2ステップテストの検者内信頼性は良好であり、固定誤差は認めないが比例誤差が示された。2ステップ値は膝伸展筋力より歩行能力との相関係数が高く、歩行自立条件に応じた段階的なカットオフ値が設定できた。【結論】2ステップテストは在宅環境でも信頼性と妥当性があり、歩行自立に対する基準値を有する歩行能力評価である。

キーワード 在宅, 訪問リハビリテーション, 歩行, 評価, 基準値

はじめに

在宅や地域で自立した生活を営むためにも、活動や社会参加を促進するためにも歩行は重要な基本的動作であ

る¹⁻⁴⁾。これら在宅や地域での生活を支援するリハビリテーションのひとつに、訪問リハビリテーション (以下、訪問リハビリ) がある。訪問リハビリの実施環境は対象者の自宅であり環境面の制約を受けやすいため、病院や施設では一般的に行われている定量的な歩行能力評価が行にくい。合田ら⁵⁾は本邦の地域理学療法における評価指標の使用状況を調査しており、なんらかの歩行能力評価を実施していると回答した理学療法士の割合は 17.3～52.4% と報告している。この報告は訪問での理学療法だけではなく、通所や入所も対象としたものであるため、訪問に限定した場合にはより低い使用状況にあることが想定される。このため、定量的な歩行能力評価を用いた個人間比較や予後予測、介入効果の判定が行にくい現状にある。これらは、在宅環境でも実施可能な歩行能力評価が見出されていないという課題に起因すると考えられる。

この課題について、本研究では村永ら⁶⁾が開発した2ステップテストの有用性に着目する。2ステップテストは最大二歩幅から歩行能力を推定する評価法であり、10 m 歩行速度と 6 分間歩行距離と高い相関関係があると報告されている⁶⁾。また、2ステップテストは約 2～3 m の平らなスペースがあれば測定可能であり、環境による制約を受けにくいという特徴がある。このため、訪

* Reliability and Validity of the Two-step Test as an Assessment of Gait Performance in the Home Setting and Identifying the Cutoff Values for Independent Gait

1) 名古屋学院大学リハビリテーション学部理学療法学科
(〒456-0062 愛知県名古屋市熱田区大宝 3-1-17 名古屋キャンパスひびの)
Tomoya Ishigaki, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Nagoya Gakuin University
2) 西大和リハビリテーション病院リハビリテーション部
Tatsuya Ogawa, PT, MSc: Department of Rehabilitation, Nishiyamato Rehabilitation Hospital
3) 株式会社 PMP
Toshinori Miyashita, PT, MSc: PMP Inc.
4) 川口脳神経外科リハビリクリニックリハビリテーション科
Kosuke Hirata, PT, MSc, Tomohisa Chibana, PT: Department of Rehabilitation, Kawaguchi Neurosurgery Rehabilitation Clinic
5) 京都きづ川病院訪問リハビリセンター
Kazuya Kishida, PT: Department of Home-based Rehabilitation Center, Kyoto Kizugawa Hospital
6) 地方独立行政法人 奈良県立病院機構奈良県総合リハビリテーションセンター
Takeshi Shinomiya, PT: Nara Prefecture General Rehabilitation Center
7) リハビリ訪問看護ステーションルピナス
Yuki Ichikawa, PT: Rehabilitation Home-visit Nursing Station Rupinasu
8) こうあん診療所
Masaki Takemura, PT: Kouan Clinic
9) 畿央大学健康科学部理学療法学科
Daisuke Matsumoto, PT, MSc: Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Kio University
10) 畿央大学ヘルスプロモーションセンター
Daisuke Matsumoto, PT, MSc: Health Promotion Center, Kio University
E-mail: p0611006@gmail.com
(受付日 2020年9月30日/受理日 2020年12月1日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年2月10日]

問リハビリにおける定量的な歩行能力評価として、2ステップテストが有用となる可能性が考えられる。しかし、訪問リハビリが実施される在宅環境において2ステップテストを実施し、歩行能力評価としての信頼性と妥当性を検討している報告はない。

さらに、訪問リハビリでは屋内歩行だけではなく、屋外歩行能力の向上や自立が目標となることもある。しかし、2ステップテストを用いた歩行自立に関する基準値の検討は行われていない。また、基準値の臨床的有用性を考えると、個々の状態やニーズに対応するために歩行補助具の使用や実施する歩行距離に応じた、具体的かつ段階的な歩行自立条件に対する基準値を見出すことが有用となる。これは予後予測の一助ともなり、個々の目標設定といった臨床意思決定を支援する根拠として応用することが期待できる。

これらより、本研究では在宅環境での2ステップテストの信頼性と妥当性の検討を行い、歩行補助具と歩行距離を考慮した具体的な歩行自立条件を判別する基準値を見出すことを研究目的とした。

対象および方法

1. 研究デザイン

本研究では外的妥当性の担保を目的に多施設共同での横断的調査を行い、データベースを構築した。調査の協力施設は訪問リハビリ事業所5施設、訪問看護ステーション事業所5施設からなる計10施設であった。

2. 調査概要

調査対象は各施設の訪問リハビリ利用者であり、先行研究⁶⁾を参考に設定した以下5つの包含条件を満たす者とした。1) 全身状態が安定している。2) 訪問リハビリを利用し30日以上が経過している。3) 研究の趣旨が理解でき参加同意を得ることのできる認知機能を有している。4) 立位保持が物的支持なしで自立し下肢のステップ運動が可能である。5) 2ステップテストの実施に支障をきたす「著明な痛み」や「拘縮」、「姿勢異常」がない。

調査は2017年6月～2017年12月までの期間において、研究内容と調査方法を理解した担当の理学療法士または作業療法士（以下、担当療法士）が実施した。データは各施設の研究代表者が集計し、個人情報情報を削除したうえで多施設共同研究データとして統合した（263名）。その後、研究責任者がデータチェックを行い、併存疾患または調査データに併せて得た対象者の臨床特徴（担当療法士が自由記載した包含基準や疾患状態、歩行状況、居住環境に関する質的情報）に、認知症または高次脳機能障害の記載がある者（28名）、疼痛・拘縮による著明な運動制限や高度な姿勢異常がある者（6名）、パーキンソン病によるON/OFF現象やすくみ足が顕著な者（5

名）をデータクリーニングにより除外（重複該当を含む）し、226名からなるデータベースを構築した。なお、データクリーニングの判断に迷う場合には各研究代表者に問い合わせ、施設内で独立して管理されている対応表から担当療法士を同定し、対象者に関する追加の情報を得て判断した。

本研究はヘルシンキ宣言を遵守し、対象者には口頭および書面での説明と同意を得て実施した。データの統合には各施設長の承認を得て実施した。また、本研究は理学療法科学学会研究倫理委員会の承認（承認番号SPTS2017005）を得て実施した。

3. 調査項目

1) 基本情報

調査および各評価は、担当療法士が通常提供の訪問リハビリに追加して実施した。調査項目は基本情報として年齢、性別、主疾患種別（脳血管疾患、運動器疾患、内部障害、パーキンソン病・パーキンソン病関連疾患、神経筋疾患、脊髄損傷・脊髄疾患、精神疾患・その他）、併存疾患数、要介護度、障害高齢者の日常生活自立度（以下、寝たきり度）⁷⁾、訪問リハビリ利用期間とした。

2) 2ステップテスト

2ステップテストは対象者の自宅内にある平らな床上で、担当療法士の安全管理のもと実施した。この際、任意の回数で事前練習を行い対象者に応じて必要なスペースを確保した。また、床面がフローリングや畳あるいは滑りやすい履物の場合には、ポリ塩化ビニル製の滑り止めマットを設置し安全面に配慮した。測定方法は原法に則り立位にてバランスを崩さずに実施可能な最大二歩幅を2回測定し、最大値を採用値とした。なお、本研究では先行研究⁶⁾よりも動作能力が低い者も対象となることが想定されたため、先行研究⁶⁾で用いている5cm単位の測定では対象者間のパフォーマンスの差を捉えるには問題があると判断し、より詳細な1cm単位での測定とした。先行して振り出す下肢の順序は任意とし、杖等の歩行補助具は使用せず日常的に使用している装具や靴の使用は許可した。2ステップ値は最大二歩幅（cm）を身長（cm）で除して算出した。なお、検者内信頼性を検討するために、ランダムに選択された一部の対象者（98名）では、初回測定から14日以内に同様の方法で再測定を行った。

3) 身体機能

身体機能として徒手筋力計（酒井医療社製、モービィMT-100）を用い、左右の等尺性膝伸筋力（kgf）を測定した。なお、徒手筋力計の台数に限りがあったため使用する担当療法士と期間を限定し、施設間で機器を共有して測定を行った。測定方法は徳久ら⁸⁾の考案した「H固定法」に則り徒手抵抗で実施した。左右ともに2回測

定のうち最大値を採用値としたが、試行間の差が10%以上ある場合は再度測定し、値の近い2つのうち最大値を採用値とした。さらに、体重(kg)で除すことで左右別に膝伸展筋力比(kgf/kg)を算出し、値の低いものを低値側膝伸展筋力比(kgf/kg)、高いものを高値側膝伸展筋力比(kgf/kg)とした。この際、下腿長によるレバーアーム長の補正は行わなかった。なお、本邦の中高齢者に対する徒手筋力計での膝伸展筋力の測定は、下腿長の影響を受けにくいとされている⁹⁾。

4) 歩行能力

歩行自立度は邦訳版の Functional Ambulation Classification of the Hospital at Sagunto (以下、FACHS) で評価した¹⁰⁾。FACHSは日常生活における歩行の自立度や移動範囲から、日常生活での「している移動能力」について、0) 歩行不可(介助下でも歩行ができない)、1) 機能的歩行不可(持続的な介助が必要)、2) 家庭内歩行(自宅のような熟知した統制のとれた領域内のみ歩行が可能)、3) 近隣屋外歩行(屋内外の歩行が可能であり、歩行距離に制限があるが通りを歩行することが可能)、4) 地域歩行(歩行距離に制限がなく買い物や雑用を遂行することが可能)、そして5) 正常歩行の6段階に分類する評価指標であり、検者間信頼性と妥当性が確認されている¹¹⁾。これに加え、屋内での主たる歩行手段(自立不可、独歩、伝い歩き、杖、歩行器、他)と屋外での主たる歩行手段(自立不可、独歩、杖、歩行器、他)も調査した。また、総合的な移動能力を Rivermead Mobility Index 日本語版(以下、RMI)を用いて評価した。RMIは起居動作や移乗動作、階段昇降、入浴、屋内歩行、屋外歩行、さらには走行などの15項目から構成される「している移動能力」の自立状況について15点満点で評価するものであり、検者間信頼性と妥当性が確認されている¹²⁾¹³⁾。さらに、「できる歩行能力」を把握するために、日本理学療法士協会が作成したE-SAS¹⁴⁾にある「休まずに歩ける距離」を参考に、「連続歩行距離」を6段階(1:10 m未満, 2:10~50 m未満, 3:50~100 m未満, 4:100~500 m未満, 5:500 m~1 km未満, 6:1 km以上)で評価した。また、内閣府の調査では本邦の70歳以上の高齢者の多く(30.5%)が歩いて暮らせる範囲を500 m以内と回答していること¹⁵⁾、そして、日本語版 Life Space Assessmentの町内と町外の境となる範囲が800 mとされていることを参考に¹⁶⁾、「している歩行能力」を日常生活で自立し実施している歩行距離から「最大歩行距離」として5段階(1:100 m未満, 2:100~500 m未満, 3:500~800 m未満, 4:800 m~1 km未満, 5:1 km以上)で評価した。この際、短時間(5分程度)の休憩を2~3回設けることを考慮した実施状況から判断した。なお、連続歩行距離および最大歩行距離ともに、対象者からの聴取と通常臨床から得た情報を

もとに担当療法士の判断により評価し、評価に難渋する場合には直接的な歩行観察と電子地図を用いた距離計測から判断した。

4. 統計解析・データ分析

1) 全体の手順

研究目的に応じてデータベースから分析する対象者と変数を選択し、データセット別に分析を行った。データセット別にサンプル数が異なるのは、2ステップテストの再測定対象にならなかった対象者や、徒手筋力計の台数制限により膝伸展筋力の測定を行わなかった対象者が存在するためである。なお、データセット間で共通する変数に分析間の有意差がないことを、各変数の正規性および尺度特性に応じて一元配置分散分析、Kruskal-Wallis検定、 χ^2 検定を用いて確認した(表1)。

全体的な分析手順はデータベースの記述統計量を求め、2ステップ値の実態について整理を行い、信頼性、妥当性の検討をした後に歩行自立に対する基準値の分析を行った。統計ソフトは改変Rコマンダー3.6.3(CRAN, freeware)¹⁷⁾を用い、統計学的有意水準は5%とした。各データの正規性はShapiro-Wilk検定を用いて確認し、正規分布と判断される変数は平均値と標準偏差(平均値 $\pm$ 標準偏差)、正規分布と判断できない変数は中央値と第1および第3四分位数(中央値Q1-Q3)と必要に応じて最大値と最小値、名義者尺度の変数は度数にて記述統計量を求めた。

2) データベースの記述統計量と2ステップ値の実態

データベース(N=226)の各変数について、正規性および尺度特性に応じて記述統計量を求めた。また、2ステップ値は全体および疾患種別、寝たきり度、FACHSで分類し記述統計量を求め、2ステップテストの実態について整理した。

3) 2ステップテストの信頼性

2ステップテストの検者内信頼性を検討するために、データベースから初回測定より14日以内に再測定を行った者(n=98)を分析対象とした。分析データの記述統計量は表1に示す。分析手順は初回測定値と再測定値の級内相関係数(intraclass correlation coefficients; 以下、ICC)(1,1)を算出し、検者内信頼性の検討を行った。その後、初回測定値と再測定値の平均値と測定間の差(初回測定値-再測定値)を用いたBland-Altmanプロットにより、系統誤差(固定誤差と比例誤差)の有無を検討した。固定誤差は測定間の差の95%信頼区間、比例誤差はPearson積率相関係数の有意性から判断した。また、比例誤差が認められる場合には、測定間の差を初回測定値と再測定値の平均値で除すことで相対値(百分率)に変換したBland-Altmanプロットから、再度、比例誤差の有無について検討を行った。系統誤差が認め

表 1 データベースおよび各データセットの記述統計量

変数	データベース (N = 226)	データセットの種類			P 値
		信頼性の検討 (n = 98)	妥当性の検討 (n = 117)	基準値の検討 (n = 209)	
年齢 (歳)	80 [72-86]	78 [70-84]	80 [72-84]	80 [72-86]	0.53 [†]
性別 (男性 / 女性) (名)	127/99	41/57	57/60	119/90	0.24 [§]
主疾患種別 (名)	68/77/42/19/9/5/6	28/31/20/11/2/3/3	41/40/20/5/5/3/3	63/75/33/19/8/5/6	0.99 [§]
併存疾患数 (個)	1 [1-2]	1 [1-2]	2 [1-2]	1 [1-2]	0.24 [†]
要介護度 (名)	13/21/48/49/56/28/10/1	10/8/22/18/24/13/3/0	5/11/26/20/32/16/7/0	13/21/46/44/49/26/10/0	0.99 [§]
寝たきり度 (名)	37/75/83/31/0/0/0/0	13/37/35/13/0/0/0/0	14/33/49/21/0/0/0/0	35/71/75/28/0/0/0/0	0.81 [§]
訪問リハビリ利用期間 (日)	471 [153-999]	542 [214-1130]	337 [98-761]	413 [140-964]	0.051 [†]
2 ステップ値	0.67 ± 0.26	0.70 ± 0.26	0.63 ± 0.25	0.67 ± 0.26	0.26 [#]
FACHS (点)	3 [2-3]	3 [2-3]	3 [2-3]	3 [2-3]	0.29 [†]
(名)	0/5/93/74/51/3	0/1/39/34/23/1	0/3/55/39/20/0	0/4/82/71/49/3	0.95 [§]
RMI (点)	11 [9-13]	11 [9-13]	10 [8-12]	11 [9-13]	0.12 [†]
連続歩行距離	3 [2-5]	4 [2-5]	3 [2-4]	3 [2-5]	0.65 [†]
(名)	43/61/24/41/30/27	19/22/8/21/14/14	23/32/17/21/11/13	36/55/24/39/28/27	0.99 [§]
最大歩行距離	2 [1-4]	2 [1-4]	2 [1-3]	2 [1-4]	0.66 [†]
(名)	99/42/21/20/44	41/19/13/8/17	55/27/7/6/22	86/42/17/20/44	0.84 [§]
屋内歩行手段 (名)	3/129/46/26/20/2	0/55/22/13/7/1	2/56/26/19/13/1	3/122/43/23/17/1	0.96 [§]
屋外歩行手段 (名)	77/42/74/29/4	32/20/32/11/3	47/15/39/14/2	66/38/74/27/4	0.96 [§]
高値側膝伸展筋力比 (kgf/kg)			0.30 [0.23-0.42]		
低値側膝伸展筋力比 (kgf/kg)			0.23 [0.16-0.29]		

主疾患種別：脳血管 / 運動器 / 内部 / パーキンソン / 神経筋 / 脊髄 / 精神・他。

要介護度：医療保険 / 要支援 1 / 要支援 2 / 要介護 1 / 要介護 2 / 要介護 3 / 要介護 4 / 要介護 5。寝たきり度：J1 / J2 / A1 / A2 / B1 / B2 / C1 / C2。

FACHS：(0) 不可 / (1) 機能的歩行不可 / (2) 家庭内歩行 / (3) 近隣屋外 / (4) 地域歩行 / (5) 正常。

連続歩行距離：(1) 10 m 未満 / (2) 10-50 m 未満 / (3) 50-100 m 未満 / (4) 100-500 m 未満 / (5) 500 m-1 km 未満 / (6) 1 km 以上。

最大歩行距離：(1) 100 m 未満 / (2) 100-500 m 未満 / (3) 500-800 m 未満 / (4) 800 m-1 km 未満 / (5) 1 km 以上。

屋内歩行手段：不可 / 独歩 / 伝い歩き / 杖 / 歩行器 / 他。屋外歩行手段：不可 / 独歩 / 杖 / 歩行器 / 他。

脳血管：脳血管疾患。運動器：運動器疾患。内部：内部障害。パーキンソン：パーキンソン病・パーキンソン病関連疾患。神経筋：神経筋疾患。脊髄：脊髄損傷・脊髄疾患。精神・他：精神疾患・その他。寝たきり度：障害高齢者の日常生活自立度。FACHS：Functional Ambulation Classification of the Hospital at Sagunto。RMI：Rivermead Mobility Index。

平均値 ± 標準偏差。中央値 [第 1 四分位数 - 第 3 四分位数]。度数 /。P 値：[#] 一元配置分散分析，[†] Kruskal-Wallis 検定，[§] χ^2 検定。

られる場合は測定間の差と、その ± 1.96 標準偏差 (95% 信頼区間) の母集団推定値から誤差の許容範囲 (limits of agreement；以下，LOA) を求めた。一方，系統誤差が認められない場合は最小可検変化量 (minimal detectable change；以下，MDC) の 95% 信頼区間である MDC₉₅ を求めた。

4) 2 ステップテストの歩行能力としての妥当性

2 ステップテストの歩行能力評価としての妥当性を検討するために，データベースから膝伸展筋力の測定を行った者 (n = 117) を分析対象とした。分析データの記述統計量は表 1 に示す。そして，2 ステップ値と身体機能 (低値側膝伸展筋力比，高値側膝伸展筋力比)，移動能力 (RMI)，歩行自立度 (FACHS)，できる・している歩行能力 (連続歩行距離，最大歩行範囲)，日常生活自立度 (寝たきり度) との関係について Spearman 順位相関係数を用いて分析した。

5) 歩行自立を判別する 2 ステップ値の基準値

歩行自立を判別する 2 ステップ値の基準値を検討するにあたり，データベースの中から以下 2 条件に該当する

対象者を除外し，分析対象を抽出した (n = 209)。1) 安全管理を目的とした外出制限のある高齢者専用賃貸住宅やケアハウスなどの施設に居住している (11 名)。2) 心疾患または呼吸器疾患に起因した活動制限が顕著にある (8 名)。これらの設定理由は歩行自立に対する居住環境からの制約や，歩行能力とは異なる疾患由来の問題から歩行自立や活動範囲が制約されることの影響を除くためである。

歩行自立の条件は FACHS と屋内外の歩行手段，最大歩行距離の組み合わせから 12 種に分類した (表 2)。その後，2 ステップ値を用いた Receiver Operating Characteristic 曲線 (以下，ROC 曲線) から各歩行条件の自立を判別する基準値 (カットオフ値) を求めた。モデルの精度には Area Under the Curve (以下，AUC) を用い，カットオフ値は Youden index を基準とした。なお，カットオフ値を設定する際，Youden index を機械的に採用するのではなく感度と特異度のバランスを考慮した値を採用した。理由は感度よりも特異度を優先し，自立ではないのに自立と判別してしまうリスクを避けるカッ

表2 歩行自立条件の設定

歩行自立の条件	FACHS	屋内歩行手段	屋外歩行手段	最大歩行距離	内容
屋内杖	家庭内 以上	独歩・伝い歩き・杖	—	—	屋内（自宅）を独歩または伝い歩き、杖で歩行自立
屋内伝い歩き	家庭内 以上	独歩・伝い歩き	—	—	屋内（自宅）を独歩または伝い歩きで歩行自立
屋内独歩	家庭内 以上	独歩	—	—	屋内（自宅）を独歩で歩行自立
屋外歩行器 100 m	近隣屋外 以上	—	独歩・杖・歩行器	100 m 以上	屋外を独歩または杖、歩行器で 100 m 以上の歩行自立
屋外歩行器 500 m	近隣屋外 以上	—	独歩・杖・歩行器	500 m 以上	屋外を独歩または杖、歩行器で 500 m 以上の歩行自立
屋外歩行器 800 m	近隣屋外 以上	—	独歩・杖・歩行器	800 m 以上	屋外を独歩または杖、歩行器で 800 m 以上の歩行自立
屋外杖 100 m	近隣屋外 以上	—	杖・独歩	100 m 以上	屋外を独歩または杖で 100 m 以上の歩行自立
屋外杖 500 m	近隣屋外 以上	—	杖・独歩	500 m 以上	屋外を独歩または杖で 500 m 以上の歩行自立
屋外杖 800 m	近隣屋外 以上	—	杖・独歩	800 m 以上	屋外を独歩または杖で 800 m 以上の歩行自立
屋外独歩 100 m	近隣屋外 以上	—	独歩	100 m 以上	屋外を独歩で 100 m 以上の歩行自立
屋外独歩 500 m	近隣屋外 以上	—	独歩	500 m 以上	屋外を独歩で 500 m 以上の歩行自立
屋外独歩 800 m	近隣屋外 以上	—	独歩	800 m 以上	屋外を独歩で 800 m 以上の歩行自立

FACHS: Functional Ambulation Classification of the Hospital at Sagunto.

歩行自立度（FACHS）、屋内歩行手段、屋外歩行手段、最大歩行距離の組み合わせから具体的な歩行自立条件を設定した。

トオフ値を設定するためである。具体的には、地域在住脳卒中後遺症者を対象とした屋外歩行の基準値に関する大規模かつ多施設での先行研究¹⁸⁾では、屋外歩行自立の判別精度は6分間歩行距離（AUC 0.82, 感度 0.71, 特異度 0.79）、10 m 歩行速度（AUC 0.80, 感度 0.87, 特異度 0.61）であり、制限のない地域歩行では6分間歩行距離（AUC 0.76, 感度 0.68, 特異度 0.77）、10 m 歩行速度（AUC 0.74, 感度 0.60, 特異度 0.80）とされている。これを参考基準とし、本研究では感度 0.65 以上を保ちつつ特異度がもっとも高い値をカットオフ値に設定した。なお、感度と特異度が同じ値である場合には、Odds 比が高い値をカットオフ値とした。さらに、カットオフ値の算出に必要なサンプルサイズは R パッケージ（pROC）を用い¹⁹⁾、各歩行自立条件の AUC と自立者数に対する非自立者数の比、検出力 0.80、片側検定、有意水準 5% を設定して算出し、サンプルサイズの要件を満たすことを確認した。

結 果

1. 在宅環境での2ステップテストの実施

本調査で実施した2ステップテストに伴う有害事象（転倒や外傷）の報告はなく、在宅環境でもスペースの確保と床面や履物などの状況に応じて滑り止めマットの使用が行えれば測定可能であった。

2. 2ステップテストの実態

全体の2ステップ値は 0.67 ± 0.26 であり（表1）、表3に示す Shapiro-Wilk 検定（ $P = 0.23$ ）とヒストグラムから正規性があると判断した（補遺 図1）。

疾患種別、寝たきり度、FACHS で分類した2ステップ値を表3に示す。疾患種別では神経筋疾患、脊髄損

傷・脊髄疾患、精神疾患・その他、そして、FACHS の機能的歩行不可と正常のグループではそれぞれデータ数が10名未満と少ないため、Shapiro-Wilk 検定が有意ではなかったとしても正規性があるとは判断できなかった。これ以外の疾患種別（ $P = 0.20-0.76$ ）と寝たきり度（ $P = 0.45-0.65$ ）、FACHS（ $P = 0.10-0.99$ ）で分類した場合には、いずれも Shapiro-Wilk 検定は有意ではなく正規性があると判断した。2ステップ値は脳血管疾患（ 0.63 ± 0.28 ）、運動器疾患（ 0.66 ± 0.22 ）、内部障害（ 0.69 ± 0.29 ）で同程度の値であったのに対し、パーキンソン病・パーキンソン病関連疾患（ 0.77 ± 0.27 ）と神経筋疾患（0.84 Q1 0.65-Q3 1.03）では高い値を示し、脊髄損傷・脊髄疾患（0.58 Q1 0.45-Q3 0.84）と精神疾患・他（0.57 Q1 0.52-Q3 0.62）では低い値を示した。また、寝たきり度と FACHS では自立度が高くなるにつれて2ステップ値も高値を示した（表3）。

3. 2ステップテストの信頼性

再測定までの期間は中央値7（Q1 7-Q3 7）日であり、最小値2日、最大値14日であった。また、初回測定の2ステップ値は 0.70 ± 0.26 であり、再測定の値は 0.70 ± 0.27 であった。検者内信頼性は ICC (1, 1) = 0.99 (95% 信頼区間 0.97-0.99) であった。

Bland-Altman プロットの結果、固定誤差の平均値は -0.005 (95% 信頼区間 $-0.014-0.004$) であり有意ではなかったが（ $P = 0.25$ ）、比例誤差は Pearson 積率相関係数が -0.25 と有意であった（ $P = 0.01$ ）（補遺 図2A）。比例誤差が認められたため相対値に変換した Bland-Altman プロットから比例誤差の検討を行ったところ、Pearson 積率相関係数は 0.19 と有意ではなかった（ $P = 0.07$ ）（補遺 図2B）。相対値での測定誤差の平均値は -0.25 (LOA

表3 2ステップテストの実態 (n = 226)

分類	2ステップ値		P 値
	全体 (N = 226)	0.67 ± 0.26	
疾患種別	脳血管 (n = 68)	0.63 ± 0.28	0.41
	運動器 (n = 77)	0.66 ± 0.22	0.2
	内部 (n = 42)	0.69 ± 0.29	0.68
	パーキンソン (n = 19)	0.77 ± 0.27	0.76
	神経筋 (n = 9)	0.84 [Min 0.49, Q1 0.65, Q3 1.03, Max 1.15]	0.72
	脊髄 (n = 5)	0.58 [Min 0.36, Q1 0.45, Q3 0.84, Max 1.10]	0.65
	精神・他 (n = 6)	0.57 [Min 0.41, Q1 0.52, Q3 0.62, Max 0.76]	0.93
寝たきり度	J1 (n = 37)	0.80 ± 0.27	0.47
	J2 (n = 75)	0.79 ± 0.24	0.64
	A1 (n = 83)	0.57 ± 0.22	0.45
	A2 (n = 31)	0.51 ± 0.19	0.66
FACHS	機能的歩行不可 (n = 5)	0.30 [Min 0.26, Q1 0.29, Q3 0.33, Max 0.54]	0.04
	家庭内歩行 (n = 93)	0.54 ± 0.21	0.52
	近隣屋外 (n = 74)	0.68 ± 0.21	0.99
	地域歩行 (n = 51)	0.91 ± 0.26	0.1
	正常 (n = 3)	0.90 [Min 0.84, Max 1.10]	0.42

脳血管：脳血管疾患，運動器：運動器疾患，内部：内部障害，パーキンソン：パーキンソン病・パーキンソン病関連疾患，神経筋：神経筋疾患，脊髄：脊髄損傷・脊髄疾患，精神・他：精神疾患・その他，寝たきり度：障害高齢者の日常生活自立度。

FACHS：Functional Ambulation Classification of the Hospital at Sagunto.

平均値±標準偏差，中央値 [Min：最小値，Q1：第1四分位数，Q3：第3四分位数，Max：最大値]。

P 値：Shapiro-Wilk 検定。

下限値 - 上限値：-12.36-11.86) %であった（補遺 図2B）。MDC₉₅は比例誤差が有意であったため算出できなかった。

4. 2ステップテストの歩行能力評価としての妥当性

2ステップ値は寝たきり度 ($\rho = -0.41$, $P < 0.001$), FACHS ($\rho = 0.56$, $P < 0.001$), RMI ($\rho = 0.57$, $P < 0.001$), 連続歩行距離 ($\rho = 0.48$, $P < 0.001$), 最大歩行距離 ($\rho = 0.46$, $P < 0.001$), 高値側膝伸展筋力比 ($\rho = 0.21$, $P = 0.024$), 低値側膝伸展筋力比 ($\rho = 0.33$, $P < 0.001$) のいずれとも有意な相関関係を示した。

5. 歩行自立を判別する2ステップテストの基準値

歩行自立条件別の2ステップ値は屋内杖 (0.69 ± 0.25), 屋内伝い歩き (0.72 ± 0.24), 屋内独歩 (0.79 ± 0.22), 屋外歩行器 100 m (0.78 ± 0.24), 屋外歩行器 500 m (0.84 ± 0.22), 屋外歩行器 800 m (0.85 ± 0.24), 屋外杖 100 m (0.79 ± 0.25), 屋外杖 500 m (0.85 ± 0.23), 屋外杖 800 m (0.88 ± 0.24), 屋外独歩 100 m (0.96 ± 0.19), 屋外独歩 500 m (0.99 ± 0.20), 屋外独歩 800 m (1.01 ± 0.18) であった。

ROC 曲線の結果より，各歩行自立条件に対する AUC は 0.74 ~ 0.91 であった（表4）。そして，Youden index

を基準に感度 0.65 以上を保ちつつ特異度がもっとも高いカットオフ値を検討したところ，感度は 0.65 ~ 0.71, 特異度は 0.74 ~ 0.92 の判別精度にて屋内杖歩行から屋外独歩 800 m へと自立度が高くなるに応じ，カットオフ値も 0.56 ~ 0.93 と高値に設定された（表4）（補遺 図3）。なお，歩行自立条件別の ROC 曲線の詳細な結果を補遺 表1に示す。

考 察

1. 研究デザインと在宅環境における2ステップテストの実施について

本研究結果は10施設から構築されたデータベースにより得られたものである。よって，単施設のみでは調整できない施設特性や地域特性から生じる交絡因子の影響を，多施設共同データから調整した外的妥当性の高い結果といえる。

2ステップテストは個々で異なる在宅環境であったとしても実施に伴う転倒や外傷などの有害事象の報告はなく，対象者の能力に応じたスペースの確保と床面や履物などの状況に応じて滑り止めマットの使用が行えれば，訪問リハビリの臨床で実施可能であることが明らかとなった。

表4 歩行自立条件別のカットオフ値と判別精度 (n = 209)

	屋内杖	屋内 伝い歩き	屋内 独歩	屋外歩行器 100 m	屋外歩行器 500 m	屋外歩行器 800 m	屋外杖 100 m	屋外杖 500 m	屋外杖 800 m	屋外独歩 100 m	屋外独歩 500 m	屋外独歩 800 m
非自立 / 自立 (名)	21/188	44/165	87/122	96/113	129/80	146/63	118/91	142/67	156/53	174/35	181/28	185/24
AUC	0.79	0.8	0.85	0.77	0.81	0.79	0.74	0.8	0.8	0.88	0.89	0.91
2ステップ値	0.56	0.56	0.7	0.68	0.74	0.74	0.71	0.75	0.78	0.89	0.93	0.93
特異度	0.81	0.77	0.87	0.78	0.79	0.74	0.75	0.78	0.79	0.89	0.92	0.91
感度	0.69	0.75	0.66	0.65	0.65	0.65	0.65	0.66	0.66	0.69	0.68	0.71
Odds 比	9.5	10.3	13.2	6.5	7	5.3	5.7	6.9	7.5	17.8	23.4	24

AUC : Area Under the Curve. Youden index を基準に感度 0.65 以上かつ特異度がもっとも高い値をカットオフ値とした。

2. 対象者特性

先行研究⁶⁾では健常者と脳血管疾患、下肢の運動器疾患を対象としているのに対し、本研究ではより多様な疾患種別を対象としている。また、先行研究⁶⁾では寝たきり度のランク J が 87% (187/216 名)、ランク A が 13% (29/216 名) を占めるのに対し、本研究ではランク J が 50% (112/226 名)、ランク A が 50% (114/216 名) となっており、日常生活自立度においてより重度な者を対象としている。すなわち、本研究で得られた結果は、2 ステップテストに関する研究知見をより幅広い対象者に拡張するものである。

3. 2 ステップテストの尺度特性と訪問リハビリ対象者における実態

2 ステップ値は正規分布を示し、疾患別や日常生活自立度、歩行自立度でサブグループに分類した場合にも、データ数の少ないグループを除けば各グループ内で正規分布を示していた。すなわち、2 ステップテストは対象者の疾患や日常生活自立度、歩行自立度による制約を受けにくく、個人間の差や個人内の変化を鋭敏に捉えることのできる間隔尺度の評価といえる。

寝たきり度別の 2 ステップ値について、先行研究⁶⁾では J1 (1.26 ± 0.20)、J2 (0.76 ± 0.20)、A1 (0.56 ± 0.20)、A2 (0.46 ± 0.15) であるのに対し、本研究では J1 (0.80 ± 0.27)、J2 (0.79 ± 0.24)、A1 (0.57 ± 0.22)、A2 (0.51 ± 0.19) と、J2 から A2 は同程度の値を示したが J1 では本研究の方が低い値を示した。この J1 の差は、先行研究では対象者に健常者 (108/216 名) が多く含まれているためと考えられる。一方、J2 から A2 では同程度の値を示しているため、これらは訪問リハビリ対象者に限らず日常生活自立度に対応した標準値と解釈され得る結果といえる。

4. 2 ステップテストの信頼性

在宅環境における 2 ステップ値の信頼性の検討では、ICC (1, 1) が 0.99 (95% 信頼区間 0.97–0.99) と良好な

検者内信頼性が確認された。すなわち、2 ステップテストは個々で異なる在宅環境でも高い再現性をもって測定できることが明らかとなった。しかし、固定誤差は認めなかったものの、初回測定と再測定の 2 ステップ値の平均値が大きい者ほど初回測定より再測定の値の方が大きくなるという比例誤差が示された。つまり、パフォーマンスの高い者では測定への慣れから再測定値が大きくなる可能性が考えられる。一方、相対値での比例誤差は認められなかったため、測定誤差の解釈は相対値の差から行うことが適切といえる。相対値による測定誤差の LOA は -12.36 ~ 11.86% であり、2 ステップ値は身長で標準化した値であることを踏まえると、約 12% の誤差範囲は過度に大きなものではないと判断した (例: 2 ステップ値 0.70 の場合では 0.62 ~ 0.78 の範囲)。

信頼性に配慮した測定方法について、比例誤差が認められたため 2 回測定した最大値を機械的に採用するのではなく、試行間の 2 ステップ値に 12% 以上の差がある場合には再測定を行うことが適切と考えられる。

5. 2 ステップテストの妥当性

膝伸展筋力は歩行能力を構成する数ある身体機能のひとつであり⁴⁾²⁰⁾²¹⁾、FACHS は歩行速度や歩数と関係し¹¹⁾、RMI は日常生活自立度や Timed Up & Go test と関係する¹²⁾¹³⁾。これらは、膝伸展筋力が歩行能力の一部を形成し、歩行能力は日常生活自立度を規定する主要因であるという仮説を設定する。実際、2 ステップ値は身体機能の一部である膝伸展筋力より、基本的動作能力を含む移動能力 (RMI) や歩行自立度 (FACHS)、できる・している歩行能力 (連続歩行距離、最大歩行距離) との相関係数の方が高く、また、日常生活自立度 (寝たきり度) と中程度の相関係数が示された。つまり、在宅環境で実施された 2 ステップテストは歩行能力評価として併存的妥当性があり、膝伸展筋力や日常生活自立度など歩行能力と関係する他の要因との仮説も支持されたため、歩行能力評価としての構成概念妥当性の一部を有することが明らかとなった。

6. 歩行自立に対する2ステップ値の基準値

歩行自立に対するカットオフ値では、設定した12種の歩行条件いずれも本研究で参考基準として設定した先行研究¹⁸⁾と同程度か、それ以上のモデル精度(AUC: 0.74-0.91)が示された。さらに、歩行自立の判別精度についても同様に、設定した参考基準¹⁸⁾と同程度(感度: 0.65-0.71, 特異度: 0.74-0.92)であった。すなわち、2ステップテストは在宅環境において歩行自立を判別することのできる歩行能力評価であることが明らかとなった。さらに、本研究では歩行自立条件を歩行手段と距離から具体的に規定している。歩行手段については歩行器、杖、伝い歩き、独歩の順、そして、歩行距離は実施する距離が長いほど要求される歩行能力は高くなると解釈される。本研究で見出されたカットオフ値は自立度に応じたカットオフ値も高くなっており、設定したカットオフ値の妥当性を支持する結果といえる。また、先行研究⁶⁾では一般社会での歩行自立に必要な2ステップ値を10 m歩行速度と6分間歩行距離の平均歩行速度から推定しており、それぞれ1.05と0.90と考察している。これに対し、実際の歩行自立状況に基づいている本研究では、屋外独歩800 m以上という地域歩行自立のカットオフ値は0.93であり、先行研究⁶⁾と対応した結果となっていることから、結果の妥当性を相互に支持するものといえる。

7. 2ステップテストの臨床的有用性

2ステップテストに類似した評価に最大歩幅を測定するものや²²⁾、前後左右への最大歩幅を測定するMaximum Step Length Test²³⁾も報告されている。しかし、いずれも一側の歩幅を測定するものであり、両側下肢を用いた2ステップテストの方が歩行能力を適切に反映すると考えられる。実際、最大歩幅よりも最大二歩幅の方が年齢や日常生活活動との関係が強いことが報告されており²⁴⁾、最大二歩幅を評価することの意義が示されている。また、2ステップテストはその実施方法が簡便であり、我々の経験上では5分程度の所要時間である。合田ら⁵⁾は地域理学療法の臨床でもっとも必要とされる評価の条件を「短時間で実施できること」と報告しており、評価の簡便さも臨床的有用性のひとつとなる。

8. 研究限界と展望

本研究には2つの大きな限界点がある。1点目は、2ステップテストはその場での最大二歩幅を測定するのみであり、実際の屋外歩行に必要な歩行の持久性までも捉えているとは言い難い点である。実際、カットオフ値は500 m以上と800 m以上とで同程度の値となっており、距離の差が反映されていない。今後は在宅環境でも定量的かつ簡便に歩行の持久性を捉えることのできる評価指

標の検討が必要となる。2点目は、疾患別の検討を十分に行っていない点にある。訪問リハビリで対象となる疾患は多岐にわたり、高齢となれば複数の主疾患を有する者も多くなるため、本研究で詳細な疾患別分析を検討するのは困難であった。しかし、疾患により歩行障害の特性や病態が異なることは自明なことであり、今後は対象者をより厳密に選択した各疾患別の検討が必要となる。なお、本研究において比較的データ数が保たれていた脳血管疾患、運動器疾患、内部障害、パーキンソン病・パーキンソン病関連疾患については、疾患別分析の予備的結果を補遺表2～表4に示す。

結 論

2ステップテストは在宅環境でも信頼性と妥当性があり、歩行自立条件に応じた基準値を有する歩行能力評価であることが明らかとなった。

利 益 相 反

開示すべき利益相反はない。

謝辞: 本研究は平成29年度(第28回)公益財団法人フランスベッド・メディカルホームケア研究・助成財団からの助成を受けて実施した。また、本研究で実施した調査は訪問看護リハビリステーションフィットケア、西大和リハビリテーション病院、リハビリ訪問看護ステーションスマイルフェイス、鴻池荘訪問リハビリテーション、リハビリ訪問看護ステーションルピナス、京都市づ川病院訪問リハビリセンター、東生駒病院、訪問看護ステーション梨の里、訪問看護ステーションひまわり、こうあん診療所に所属するスタッフとその訪問リハビリ利用者の協力により行われたものである。ここに研究助成および研究協力への感謝を申し上げる。また、本研究は第5回日本地域理学療法学会学術大会で発表したデータを再解析および追加解析したものである。

文 献

- 1) Perry J, Garrett M, *et al.*: Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke*. 1995; 26: 982-989.
- 2) 佐直信彦, 中村隆一, 他: 在宅脳卒中患者の生活活動と歩行機能の関連. *リハビリテーション医学*. 1991; 28: 541-548.
- 3) 三宅直之, 柳原幸治, 他: 女性脳卒中患者の家事動作の実施状況. *リハビリテーション医学*. 1999; 36: 644-648.
- 4) 藤田博暁, 潮見泰蔵, 他: 地域在住の大腿骨頸部・転子部骨折後患者におけるADLと運動機能との関連. *日本老年医学会雑誌*. 2006; 43: 241-245.
- 5) 合田秀人, 岩井浩一, 他: 地域理学療法における評価指標の使用状況と臨床で必要とされる評価指標の条件に関する調査報告. *理学療法学*. 2020; 47: 363-368.
- 6) 村永信吾, 平野清孝: 2ステップテストを用いた簡便な歩行能力推定法の開発. *昭和医学会雑誌*. 2003; 63: 301-308.
- 7) 厚生労働省ホームページ 厚生省大臣官房老人保健福祉部

- 長通知, 老健第102-2号「障害老人の日常生活自立度(寝たきり度)判定基準」. 1991年(平成3年)11月18日. https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00ta4269&dataIdType=1&pageNo=1 (2020年5月3日引用)
- 8) 徳久謙太郎, 鶴田佳世, 他: ハンドヘルドダイナモメーターを用いた新しい膝伸展筋力測定方法の臨床的有用性—虚弱高齢者を対象とした検者間再現性, 妥当性, 簡便性の検討—. 理学療法学. 2007; 34: 267-272.
 - 9) 世古俊明, 隈元庸夫, 他: 徒手筋力計による膝伸展筋力測定時のアーム長補正の必要性. 理学療法科学. 2018; 33: 551-554.
 - 10) Shumway-Cook A, Wollacott MH: 移動性障害をもつ患者の臨床的管理, モーターコントロール 運動制御の理論から臨床実践へ (第3版). 田中 繁, 高橋 明 (監訳), 医歯薬出版, 東京, 2009, pp. 395-445.
 - 11) Viosca E, Martínez JL, *et al.*: Proposal and validation of a new functional ambulation classification scale for clinical use. Arch Phys Med Rehabil. 2005; 86: 1234-1238.
 - 12) 前島伸一郎, 柚木 脩, 他: Rivermead Mobility Index 日本語版の作成とその試用について. 総合リハビリテーション. 2005; 33: 875-879.
 - 13) 小山淳司, 森安 真, 他: 整形外科疾患における日本語版 Rivermead Mobility Index の信頼性と妥当性について. 理学療法ジャーナル. 2006; 40: 487-490.
 - 14) 日本理学療法士協会ホームページ 平成20年度老人保健事業推進費等補助金事業介護予防事業における運動器の機能向上と生活空間等に関する調査研究事業報告書「介護予防を有効に評価するためのE-SAS(無作為化比較試験デザインによる多角的検証)」。 http://jspt.japanpt.or.jp/esas/05_download/index.html (2020年5月3日引用)
 - 15) 内閣府ホームページ 歩いて暮らせるまちづくりに関する世論調査(平成21年). <https://survey.gov-online.go.jp/h21/h21-aruite/index.html> (2020年5月3日引用)
 - 16) 原出和宏, 島田裕之, 他: 介護予防事業に参加した地域高齢者における生空間(life-space)と点数化評価の妥当性の検討. 日本公衛誌. 2010; 57: 526-537.
 - 17) 対馬栄輝研究室ホームページ 改変R コマンドー. <https://personal.hs.hirosaki-u.ac.jp/pteiki/research/stat/R/> (2020年5月3日引用)
 - 18) Fulk GD, He Y, *et al.*: Predicting Home and Community Walking Activity Poststroke. Stroke. 2017; 48: 406-411.
 - 19) Robin X, Turck N, *et al.*: pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. BMC Bioinformatics. 2011; 12: 77. doi:10.1186/1471-2105-12-77. PubMed PMID: 21414208; PubMed Central PMCID: PMC3068975.
 - 20) Mentiplay BF, Adair B, *et al.*: Associations between lower limb strength and gait velocity following stroke: a systematic review. Brain Inj. 2015; 29: 409-422.
 - 21) 西島智子, 小山理恵子, 他: 高齢患者における等尺性膝伸展筋力と歩行能力との関係. 理学療法科学. 2004; 19: 95-99.
 - 22) 武藤芳照: 転倒予防教室—転倒予防への医学的対応—(第1版). 日本医事新報社, 東京, 1999, pp. 46-53.
 - 23) Medell JL, Alexander NB: A clinical measure of maximal and rapid stepping in older women. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2000; 55: M429-M433.
 - 24) Demura S, Yamada T: The maximal double step length test can evaluate more adequately the decrease of physical function with age, than the maximal single step length test. Arch Gerontol Geriatr. 2011; 53: e21-e24.

電子付録(補遺):

- 1 補遺 図1 2ステップ値のヒストグラム
- 2 補遺 図2 2ステップ値の初回測定値と再測定値のBland-Altmanプロット
- 3 補遺 図3 設定した各歩行自立条件に対するカットオフ値と判別精度の関係
- 4 補遺 表1 歩行自立条件別のROC曲線の結果(n=209)
- 5 補遺 表2 信頼性の疾患別分析
- 6 補遺 表3 妥当性の疾患別分析
- 7 補遺 表4 歩行自立の基準値に関する疾患別分析

〈Abstract〉

Reliability and Validity of the Two-step Test as an Assessment of Gait Performance in the Home Setting and Identifying the Cutoff Values for Independent Gait

Tomoya ISHIGAKI, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Nagoya Gakuin University

Tatsuya OGAWA, PT, MSc

Department of Rehabilitation, Nishiyamato Rehabilitation Hospital

Toshinori MIYASHITA, PT, MSc

PMP Inc.

Kosuke HIRATA, PT, MSc, Tomohisa CHIBANA, PT

Department of Rehabilitation, Kawaguchi Neurosurgery Rehabilitation Clinic

Kazuya KISHIDA, PT

Department of Home-based Rehabilitation Center, Kyoto Kizugawa Hospital

Takeshi SHINOMIYA, PT

Nara Prefecture General Rehabilitation Center

Yuki ICHIKAWA, PT

Rehabilitation Home-visit Nursing Station Rupinasu

Masaki TAKEMURA, PT

Kouan Clinic

Daisuke MATSUMOTO, PT, MSc

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Kio University

Health Promotion Center, Kio University

Objectives: To verify the reliability and validity of the two-step test as an assessment of gait performance in the home setting and to identify the cutoff values for independent gait.

Methods: A database (N = 226) was constructed from the results of a cross-sectional survey of home-visit rehabilitation users at 10 facilities, and data sets were extracted for analysis (reliability: n = 98, validity: n = 117, cutoff values: n = 209). The survey items comprised the demographic and clinical characteristic variables, knee extension strength, two-step values calculated from the two-step test, grade of gait independence, and Rivermead Mobility Index (Japanese version), among others. The intra-rater reliability and measurement error were examined for reliability, and validity was examined based on correlations among physical function, gait ability, and the two-step values. Twelve independent gait conditions from indoor gait with a cane to community ambulation of 800 m or more without assistive devices were set according to the gait means and gait distance, and the cutoff values for each condition were examined.

Results: The intra-rater reliability of the two-step test was high, with no fixed bias, but proportional bias was shown. The two-step value was more strongly correlated with gait ability than with the strength of the knee extensors, and the cutoff values were identified according to each independent gait condition.

Conclusions: The two-step test is a reliable and valid gait assessment tool in the home setting and has useful cutoff values for discriminating gait independence.

Key Words: Home, Home-visit rehabilitation, Gait, Assessment, Cutoff value

研究論文 (原著)

高齢肺炎患者の嚥下能力には大腿四頭筋の筋内非収縮組織量が関連する：横断研究*

貴志将紀^{1) #} 日野斗史和¹⁾ 石本泰星²⁾
田村公之¹⁾ 赤澤直紀³⁾

要旨

【目的】本研究の目的は、高齢肺炎患者における嚥下能力と大腿四頭筋の筋内非収縮組織量との関連を調査することである。【方法】対象は入院高齢肺炎患者47名とした。嚥下能力はFood Intake Level Scale (以下、FILS)を用い、大腿四頭筋の筋内非収縮組織量は超音波画像の筋輝度から評価した。大腿四頭筋の筋輝度は左右の大腿直筋と中間広筋の平均値とした。筋輝度は筋内非収縮組織が多いほど高値を示す。FILSを従属変数、筋輝度、筋厚、皮下脂肪厚、年齢、性別、発症からの期間、GNRI、CRP、UCCI、投薬数を独立変数とした重回帰分析を実施した。【結果】重回帰分析の結果、筋輝度 (β : -0.386)、GNRI (β : 0.529)、皮下脂肪厚 (β : -0.339) が独立し有意な変数として選択された (R^2 : 0.484)。【結論】高齢肺炎患者の嚥下能力には、大腿四頭筋の筋量よりも、筋内非収縮組織量が関連することが明らかとなった。

キーワード 筋内非収縮組織量、嚥下能力、高齢肺炎患者

はじめに

肺炎は日本において3番目に多い死因であり、その95%以上が65歳以上の高齢者である¹⁾。肺炎患者の多くは嚥下障害や栄養不良を呈する²⁾³⁾。また嚥下障害は、高齢者の日常生活動作 (Activities of Daily Living: 以下、ADL) 能力の低下⁴⁾⁵⁾、肺炎患者の再入院率⁶⁾、死亡率³⁾⁷⁾の上昇を引き起こす要因であることが明らかとなっている。

先行研究において、高齢の肺炎患者では呼吸筋や嚥下筋だけでなく四肢骨格筋の筋萎縮が引き起こされることが報告されている⁸⁾⁹⁾。また、嚥下障害は嚥下筋の筋量だけでなく四肢骨格筋量の減少²⁾¹⁰⁾、特に下肢筋量の減少¹¹⁻¹³⁾との関連も示されている。四肢骨格筋量と嚥

下筋の筋量の減少による嚥下障害は、サルコペニア嚥下障害と呼ばれ¹⁴⁾¹⁵⁾、誤嚥性肺炎の原因、かつ誤嚥性肺炎により引き起こされることが明らかとなっている¹⁴⁾¹⁵⁾。

近年、骨格筋組成の変化を把握するうえで、筋量のみでなく筋内非収縮組織量を評価することの重要性が示唆されている¹⁶⁾。最近の研究では、高齢者の大腿四頭筋の筋内非収縮組織量の増大は筋量の減少よりも筋力の低下¹⁷⁾¹⁸⁾、歩行能力の低下¹⁷⁾¹⁹⁾²⁰⁾との関連性が強く、大腿部の筋内非収縮組織量の増大は筋量の減少よりも股関節骨折の発症²¹⁾との強い関連性が示されている。さらにAkazawaら²²⁾は、高齢入院患者を対象に嚥下能力と大腿四頭筋における筋量および筋内非収縮組織量との関連について、交絡要因にて補正し、分析を行った結果、筋内非収縮組織量のみが嚥下能力に対して有意な変数として抽出されたことを報告している。これらの結果は、高齢入院患者の大腿四頭筋の筋内非収縮組織量が筋量よりも強く嚥下能力に関連することを示している。しかし、それら先行研究²²⁾では、肺炎患者は対象に含まれていたものの、複数の疾患を対象としており、肺炎患者のみを対象に嚥下能力と大腿四頭筋の筋内非収縮組織量の関連を調査した報告は見当たらない。回復期リハビリテーション病棟における肺炎患者のサルコペニア罹患率は95.1%であり、脳卒中患者 (53.6%) や筋骨格系疾

* Intramuscular Non-contractile Tissue of the Quadriceps is Associated with Swallowing Ability in Elderly Inpatients with Pneumonia: A Cross-sectional Study

1) 医療法人青松会 河西田村病院
(〒640-8413 和歌山県和歌山市島橋東ノ丁1-11)
Masaki Kishi, PT, Toshikazu Hino, PT, Kimiyuki Tamura, MD: Kaseitamura Hospital

2) 社会医療法人三車会 在宅総合ケアセンター赤ひげクリニック
Taisei Ishimoto, PT: Akahige Clinic

3) 徳島文理大学保健福祉学部理学療法学科
Naoki Akazawa, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Faculty of Health and Welfare, Tokushima Bunri University

E-mail: takashix0505@yahoo.co.jp

(受付日 2020年11月3日/受理日 2021年1月19日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年3月18日]

患患者 (51.3%) およびその他の廃用性疾患患者 (39.7%) のそれら罹患率と比較しても高値であったと報告されている²⁾。これらより嚥下障害を合併しやすい肺炎患者において、骨格筋組成の変化を把握することは特に重要であると考えられる。また、嚥下障害のある脳卒中患者を対象とした縦断研究では、回復期リハビリテーション病棟退院時の嚥下能力を示す指標である Food Intake Level Scale (以下, FILS) を従属変数とし、交絡要因で補正した重回帰分析の結果、椅子からの立ち上がり運動の頻度の増大と FILS の改善との間には関連が認められたことを報告している²³⁾。Lopez らの研究²⁴⁾ では、30 秒起立・着座能力には大腿四頭筋の筋量よりも筋内非収縮組織量が強く関連することが示されている。このことを考慮すると、前述の先行研究²³⁾ で椅子からの立ち上がり運動の頻度の増大と FILS の改善との間に関連が認められた背景には、椅子からの立ち上がり運動の頻度の増大により大腿四頭筋の筋内非収縮組織量の減少が生じた可能性が考えられ、それら筋内非収縮組織量の減少が FILS の改善の一要因として少なからず関与したのではないかと考える。

これらの先行研究^{2) 22-24)} の結果を加味すると、高齢肺炎患者においても大腿四頭筋の筋内非収縮組織量は嚥下能力と関連する可能性があるかと予測する。これら関連性が明らかとなれば、高齢肺炎患者における嚥下能力の改善を図るうえで、大腿四頭筋の筋内非収縮組織量に対するアプローチを講じることの重要性を示すことにつながるものと考えられる。本研究の目的は、高齢肺炎患者における嚥下能力と大腿四頭筋の筋内非収縮組織量との関連を調査することである。

対象および方法

1. 対象

2017 年 5 月 1 日～2020 年 2 月 29 日までの間に当院に入院し、リハビリテーション科に紹介された入院患者のうち 441 名が研究に参加した。このうち当院または他の急性期病院で誤嚥性肺炎および原因不明の肺炎と診断された 65 歳以上の高齢入院患者 47 名を対象とした。脳卒中などの嚥下障害の明らかな原因である神経筋疾患を有する者を除外した²²⁾。すべての対象者に対して、研究の趣旨と手順を口頭にて十分に説明し、同意を得た。既往に認知症の診断のある対象者については対象者の家族へ同様に説明し、同意を得た。また、本研究は徳島文理大学倫理委員会の承認 (承認番号: H28-7) を得て実施した。

2. 評価項目

主要評価項目は、嚥下能力と大腿四頭筋の筋内非収縮組織量とした。その他の評価項目は、年齢、性別、身長、

体重、Body Mass Index、発症からの期間、栄養状態、炎症状態、合併症、薬剤数、大腿四頭筋の筋量および大腿部の皮下脂肪量、ADL 能力とした。

3. 嚥下能力評価

嚥下能力は、FILS を用いて評価した⁵⁾。FILS は、Scale 1～10 までの 10 段階の主観的評価尺度であり、経口摂取状況を数値化している。Scale 1～3 は非経口摂取、Scale 4～6 は経口摂取と経腸栄養や非経口栄養などの代替栄養との併用、Scale 7～9 は経口摂取の程度、Scale 10 は通常の経口摂取を示す⁵⁾。FILS は嚥下造影検査や嚥下内視鏡検査が行えない施設や在宅でも使用可能でありその信頼性と妥当性は先行研究で報告されている⁵⁾。すべての対象者の嚥下能力は、熟練した 1 人の言語聴覚士によって評価された。

4. 大腿四頭筋における筋内非収縮組織量と筋量、大腿部の皮下脂肪厚の測定方法

大腿四頭筋の筋内非収縮組織量および筋量は、超音波画像診断装置 (Nanomaxx, SonoSite Japan, 東京) の B モード法で、リニア型プローブ (L25n/13-6 MHz; Nanomaxx, SonoSite Japan, 東京) を用いて撮影された横断面画像の筋輝度および筋厚から評価した。超音波を用いた筋内非収縮組織量および筋量の測定の妥当性は、磁気共鳴画像法を用いた先行研究で確認されている²⁵⁻²⁷⁾。超音波画像の撮影は背臥位にて上前腸骨棘から膝蓋骨上縁間の遠位 30% の位置で行った²⁸⁾。すべての測定は、超音波測定の経験が豊富な 1 人の理学療法士によって行われた。超音波測定は、筋肉の形状を崩さないよう、十分な超音波ジェルを塗布したリニア型プローブを皮膚に軽く押しつけながら行った。すべての筋輝度測定の標準化を図るために、ゲインは超音波画像診断装置の初期設定の状態にて一定とした。また、筋厚測定、筋輝度測定のすべてにおいて、画像深度は 60 mm で統一した。

大腿四頭筋の筋輝度および筋厚の計測には画像解析ソフト Image J 1.49 software (National Institute of Health, USA) を用いた^{29) 30)}。大腿四頭筋の筋輝度は 8 bit grayscale [0(黒)–255(白)] にて数値化された大腿直筋と中間広筋それぞれの輝度とし、筋膜を除いた部位で測定した³¹⁾。解析には左右の大腿四頭筋の筋輝度の平均値を用いた³¹⁾。筋輝度は筋内非収縮組織が多いと高値を示し、少ないと低値を示すことで評価される³²⁾。大腿四頭筋の筋厚は、大腿直筋と中間広筋の筋厚の合計値を用いた。大腿直筋の筋厚は、浅層筋膜から深層筋膜までの筋膜を除いた距離、中間広筋の筋厚は、深層筋膜から大腿骨までの筋膜を除いた距離とし^{15) 17)}、解析には左右の大腿四頭筋の筋厚の平均値を用いた³¹⁾。大腿直筋と中間広筋における筋輝度と筋厚測定の信頼性の高さは、

Food Intake Level Scale 6



図1 大腿四頭筋の超音波画像
89歳 男性 Body Mass Index: 16.9 kg/m²
筋輝度: 92.2 (0-255) 筋厚: 1.3 cm
高齡肺炎患者では、Food Intake Level Scale
が低いほど筋輝度が高くなる傾向を示して
いる。つまり、重度の嚥下障害を有する高
齡肺炎患者では、大腿四頭筋の筋内非収縮
組織が多いことを示す。

先行研究により報告されている（級内相関係数 [1.1] = 0.857-0.959）³³⁾。

また、大腿部における皮下脂肪量を皮下脂肪厚から評価した。皮下脂肪厚は真皮下面から大腿直筋上面の間に計測し、解析には左右の皮下脂肪厚の平均値を用いた。大腿四頭筋の超音波画像を図1に示す。

5. その他の評価項目

栄養状態の評価には、Geriatric Nutritional Risk Index（以下、GNRI）を用いて評価した³⁴⁾。GNRIは次の式を基に算出した³⁴⁾。

$$\text{GNRI} = (1.489 \times \text{アルブミン値} [\text{g/dl}]) + (41.7 \times \text{体重} [\text{kg}] / \text{理想体重})$$

理想体重比は、現体重 / 理想体重で表され、本研究において理想体重はBMI値 22.0 kg/m²を基に算出した³⁵⁾。体重 / 理想体重が1.0以上の場合は、その比率を1とした³⁴⁾。炎症状態は、血漿中のC反応性蛋白（C-reactive protein：以下、CRP）の値を用いて評価した。合併症は、Up-dated Charlson Comorbidity Index（以下、UCCI）を用いて評価した³⁶⁾。UCCIは慢性疾患に関連する12

の状態についてスコア化し評価したもので、スコア1として慢性肺疾患、リウマチ疾患、慢性合併症を伴う糖尿病、腎疾患、スコア2としてうつ血性心不全、認知症、軽度の肝疾患、片麻痺または対麻痺、白血病やリンパ腫を含む悪性腫瘍、スコア4として中等度～重度の肝疾患、AIDS/HIV、スコア6として転移性固形腫瘍が挙げられ、これらの合計を点数化したものである。ADL能力は、Functional Independence Measureの運動スコアを用いて評価した。

6. サンプルサイズの推定

Yoshimuraらの研究²⁾では、男性および女性の高齡入院患者の骨格筋量指数とFILSの相関係数はそれぞれ0.590と0.465であったことが報告されている。我々は、高齡肺炎患者において大腿四頭筋輝度とFILSの間には同程度の相関係数があると仮定した。相関係数0.465、検出力0.95、 α 誤差0.05とした事前分析から、少なくとも45人のサンプルサイズが必要であることが示唆された。サンプルサイズは、G*Power version 3.1.9.2 (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Germany)を用いて計算した。

7. 統計解析

すべてのデータはShapiro-Wilk検定により正規性の確認を行った後、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。FILSと大腿四頭筋輝度およびその他の評価項目との関連には、Kendallの順位相関係数を用いて調査した。次に、FILSを従属変数、筋輝度、筋厚、皮下脂肪厚、年齢、性別、発症からの期間、GNRI、CRP、UCCI、投薬数を独立変数とした強制投入法による重回帰分析を実施した。多重共線性は、Variance Inflation Factorを用いて判定した。統計学的有意水準は5%とした。すべての統計解析は、SPSS version 24 software (IBM SPSS Japan, Tokyo, Japan)を使用して実施した。事後分析として、強制投入法による重回帰分析の統計学的パワーを、効果量(f^2)、 α 誤差0.05、サンプルサイズ($n = 47$)、独立変数の数(10変数)を基に算出した。効果量(f^2)は $f^2 = R^2 / (1 - R^2)$ ³⁷⁾から算出した。

結 果

対象者の各測定データを表1に示す。年齢は平均83.6歳、63.8%が男性であった。対象者47名の疾患内訳は、誤嚥性肺炎40名、原因不明の肺炎7名であった。

FILSとその他の評価項目との相関分析の結果を表2に示す。FILSと大腿四頭筋輝度との間には有意な負の相関を認めた（相関係数：-0.291，有意確率：0.008）。

表 1 対象者基本属性 (n = 47)

年齢, 歳	83.6 ± 7.8 [†]
性別, 名 (%)	
男性	30 (63.8)
女性	17 (36.2)
身長, m	1.57 (1.49-1.64) [‡]
体重, kg	44.9 (36.7-49.1) [‡]
Body Mass Index, kg/m ²	18.6 ± 3.9 [†]
Food Intake Level Scale	7 (6-7) [‡]
大腿四頭筋輝度, gray-scale (0-255)	87.0 (80.0-99.0) [‡]
大腿四頭筋厚, cm	1.12 (0.73-1.30) [‡]
Geriatric Nutritional Risk Index	79.5 ± 10.9 [†]
C-reactive protein, mg/dl	1.1 (0.4-5.8) [‡]
Updated Charlson comorbidity index	2 (1.5-3) [‡]
認知症の診断, 名 (%)	18 (38%)
薬剤数	6 (3-9) [‡]
大腿部皮下脂肪厚, cm	0.35 ± 0.14 [†]
発症からの期間, 日	72 (48-92) [‡]
Functional Independence Measure - 運動スコア	20 (14-38) [‡]

[†] 平均値 ± 標準偏差; [‡] 中央値 (25% -75% 四分位範囲)

表 2 FILS とその他の評価項目との関連

	相関係数 (Kendall のタウ係数)	有意確率
年齢	0.000	1.000
性別	-0.036	0.783
大腿四頭筋輝度	-0.291	0.008 **
大腿四頭筋厚	0.286	0.011 *
GNRI	0.439	< 0.001 **
CRP	-0.106	0.347
UCCI	0.021	0.860
薬剤数	0.216	0.056
大腿部皮下脂肪厚	0.000	1.000
発症からの期間	0.127	0.249

FILS: Food Intake Level Scale, GNRI: Geriatric Nutritional Risk Index
CRP: C-reactive protein, UCCI: Updated Charlson comorbidity index

*_p < 0.05, **_p < 0.01

FILS と大腿四頭筋厚 (相関係数: 0.286, 有意確率: 0.011), GNRI (相関係数: 0.439, 有意確率: < 0.001) の間には有意な正の相関を認めた。

FILS を従属変数とした強制投入法による重回帰分析の結果を表 3 に示す。大腿四頭筋輝度 (標準化回帰係数: -0.386, 有意確率: 0.034) と GNRI (標準化回帰係数: 0.529, 有意確率: 0.014), 大腿部皮下脂肪厚 (標準化回帰係数: -0.339, 有意確率: 0.043) が独立し, 有意な変数として選択された (R^2 : 0.484, F^2 : 0.938, 統計学的パワー: 0.994)。変数間の多重共線性は認められな

かった。

考 察

本研究の結果より, 高齢肺炎患者の大腿四頭筋における筋内非収縮組織量は嚥下能力と関連していることが明らかとなった。これらの結果は我々の仮説を支持するものであった。また重回帰分析の結果, 大腿四頭筋の筋内非収縮組織量増大は筋量減少よりも強く嚥下能力と関連していることを示唆した。

嚥下障害は, 腸腰筋¹¹⁾¹³⁾, 下腿筋¹²⁾, 四肢骨格筋²⁾¹⁰⁾の筋量低下と関連する。さらに, 嚥下障害を伴う急性肺炎患者³⁸⁾ および回復期リハビリテーション病棟における肺炎患者²⁾ のサルコペニア罹患率はそれぞれ 29.4%, 95.1%であったと報告されている。しかしこれら先行研究では, 筋内非収縮組織量の定量的な測定はされていない。筋量の測定値には, 筋量だけでなく筋内非収縮組織量も含まれるため, 実際の筋量のみを反映しているとはいえず, 筋量を過大評価している可能性が指摘されている³⁹⁾⁴⁰⁾。併せて, 筋内非収縮組織量は筋量と独立して筋力の低下¹⁷⁾¹⁸⁾, 歩行能力の低下¹⁷⁾¹⁹⁾²⁰⁾と関連し, かつ筋量よりもそれら身体機能と強く関連する¹⁷⁻²⁰⁾ことを考慮すると, 筋量のみでなく筋内非収縮組織量を測定することは重要になると考える。また, Ogawa ら⁴¹⁾は嚥下筋において, 筋内非収縮組織量がサルコペニア嚥下障害を判断するための Receiver Operating Characteristic 曲線の曲線下面積が筋量に比べてわずかに高いことを示している。この結果は嚥下筋を対象としたものであるが, 大腿四頭筋の筋内非収縮組織量が筋量よりも嚥下能力に関連することを示した本研究結果を支持していると考ええる。先行研究において, 低活動状態であった高齢者の起立・着座能力には大腿四頭筋の筋内非収縮組織量が筋量よりも強く関連することが明らかとなっている²⁴⁾。また Yoshimura ら²³⁾は, 椅子からの立ち上がり運動の頻度の増大と FILS の改善との関連性を報告している。これら先行研究²³⁾²⁴⁾の知見は, 嚥下能力と大腿四頭筋の筋内非収縮組織量が間接的に関連する可能性を示しており, 大腿四頭筋の筋内非収縮組織量が筋量よりも嚥下能力に関連することを示した本研究結果は, それら可能性を支持したものと考える。

嚥下障害に対する嚥下訓練としては, 代償的手法 (嚥下姿勢や随意嚥下手技) や運動訓練法が慣例的に実施されている。運動訓練法には舌の抵抗運動⁴²⁾⁴³⁾や頭部挙上運動⁴⁴⁾⁴⁵⁾, メンデルゾーン手技⁴⁶⁾⁴⁷⁾など嚥下筋に対するレジスタンストレーニングなどが多く, 訓練の有用性に関する研究が数多く行われている。Shaker らは健常高齢者において頭部挙上運動が咽頭挙上と食道入口部の開大前後径の増大に効果的であると報告し⁴⁸⁾, 食道入口部の開大不全患者を対象としたランダム化比較試

表3 FILS を目的変数とした強制投入法による重回帰分析の結果

	非標準化 β	標準誤差	95% 信頼区間	標準化 β	VIF	有意確率
年齢	0.041	0.034	-0.029 - 0.111	0.153	1.160	0.244
性別	1.161	0.586	-0.028 - 2.350	0.271	1.305	0.055
大腿四頭筋輝度	-0.039	0.018	-0.074 - -0.003	-0.386	2.147	0.034 *
大腿四頭筋厚	-0.461	1.112	-2.716 - 1.794	-0.098	3.884	0.681
GNRI	0.101	0.039	0.022 - 0.180	0.529	2.937	0.014 *
CRP	-0.003	0.058	-0.120 - 0.114	-0.007	1.293	0.958
UCCI	0.047	0.160	-0.278 - 0.371	0.036	1.088	0.772
薬剤数	0.098	0.075	-0.054 - 0.249	0.199	1.621	0.200
大腿部皮下脂肪厚	-5.174	2.471	-10.185 - -0.163	-0.339	1.826	0.043 *
発症からの期間	0.002	0.014	-0.026 - 0.031	0.024	1.458	0.868

FILS: Food Intake Level Scale, β : 回帰係数, VIF: variance inflation factor, GNRI: Geriatric Nutritional Risk Index, CRP: C-reactive protein, UCCI: Updated Charlson comorbidity index

* $p < 0.05$

験においても、同様に効果的であったと報告している⁴⁹⁾。一方で嚥下障害を有する地域在住高齢者を対象とした研究では、栄養状態の改善は嚥下能力の改善に独立して関連したが、嚥下筋に対するレジスタンストレーニングは嚥下能力や嚥下筋力の改善に影響しなかったと報告している⁵⁰⁾。現状として、嚥下訓練の有用性に関して確立されたエビデンスは少ない⁵¹⁾。ことも踏まえると、嚥下障害に対する介入は、嚥下筋へのアプローチだけでは不十分である可能性が考えられる。Yoshimura ら²³⁾ は、脳卒中患者において椅子からの立ち上がり運動の頻度の増大と嚥下能力の改善との間に関連が認められたことを報告している。また Akazawa らの報告²²⁾ においても、大腿四頭筋における筋内非収縮組織量と嚥下能力の関連が報告されており、本研究においても高齢肺炎患者を対象として同様の結果が得られた。また、最近の研究⁵²⁾ では、運動制限のある高齢者 (Short Physical Performance Battery ≤ 9) において身体活動への介入は下肢筋量および筋力を増大、筋内非収縮組織量を減少させ、栄養補給 (ホエイプロテインとビタミン D) を加えることで筋内非収縮組織量のさらなる減少につながることが報告されている。これらを踏まえると、本結果は嚥下障害に対し、従来行われてきた栄養補給や嚥下筋へのアプローチのみでなく、大腿四頭筋の筋内非収縮組織量に対するアプローチを行うことの必要性を示唆しているのかもしれない。しかし現時点で、これら嚥下能力と大腿四頭筋の筋内非収縮組織量との因果関係は不明であるため、この点については慎重に議論する必要がある。

本研究には、考慮すべきいくつかの限界がある。第一に、本研究は横断研究であるため、大腿四頭筋の筋内非収縮組織量と嚥下能力との因果関係は明らかになっていない。したがって、今後は縦断的な調査を行い、これらの因果関係について明らかにしていきたい。第二に、本

研究では、肺炎の重症度を調査しておらず、重症度別で嚥下能力と筋内非収縮組織量との関連を明らかにすることはできなかった。よって今後は肺炎の重症度別におけるそれら関連性を明らかにする必要があると考える。最後に、本研究では大腿四頭筋の骨格筋組成に影響を与える可能性のあるサルコペニアや、膝関節の変形などの運動器障害についての検討がされていない。したがって今後は、これらの交絡因子を考慮し検討を進めていきたい。

結 論

本研究において、高齢肺炎患者の嚥下能力には大腿四頭筋の筋内非収縮組織量が関連することが明らかとなった。また重回帰分析の結果、大腿四頭筋の筋量は嚥下能力に対して有意な変数として選択されなかった。これらの結果は高齢肺炎患者における嚥下能力の改善を図るうえで、大腿四頭筋の筋内非収縮組織量に対するアプローチが必要であることの可能性を示すものであると考える。今後は縦断的な調査を実施することで、因果関係を明らかにしていきたい。

利 益 相 反

本研究は JSPS 科研費 JP17K18294 の助成を受けたものである。

文 献

- 1) Miyashita N, Yamauchi Y: Bacterial Pneumonia in Elderly Japanese Populations. *Jpn Clin Med.* 2018; 9: 1179670717751433.
- 2) Yoshimura Y, Wakabayashi H, *et al.*: Prevalence of sarcopenia and its association with activities of daily living and dysphagia in convalescent rehabilitation ward inpatients. *Clin Nutr.* 2018; 37: 2022-2028.
- 3) Cabre M, Serra-Prat M, *et al.*: Prevalence and prognostic implications of dysphagia in elderly patients with

- pneumonia. *Age and Ageing*. 2010; 39: 39–45.
- 4) Pu D, Murry T, *et al.*: Indicators of Dysphagia in Aged Care Facilities. *J Speech Lang Hear Res*. 2017; 60: 2416–2426.
 - 5) Nishida T, Yamabe K, *et al.*: Dysphagia is associated with oral, physical, cognitive and psychological frailty in Japanese community-dwelling elderly persons. *Gerodontology*. 2020; 37: 185–190.
 - 6) Cabré M, Serra-Prat M, *et al.*: Oropharyngeal dysphagia is a risk factor for readmission for pneumonia in the very elderly persons: Observational prospective study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014; 69: 330–337.
 - 7) Lo WL, Leu HB, *et al.*: Dysphagia and risk of aspiration pneumonia: A nonrandomized, pair-matched cohort study. *J Dent Sci*. 2019; 14: 241–247.
 - 8) Okazaki T, Ebihara S, *et al.*: Association between sarcopenia and pneumonia in older people. *Geriatr Gerontol Int*. 2020; 20: 7–13.
 - 9) Venegas SA, Vega RA, *et al.*: Risk of community-acquired pneumonia in older adults with sarcopenia of a hospital from Callao, Peru 2010–2015. *Arch Gerontol Geriatr*. 2019; 82: 100–105.
 - 10) Maeda K, Takaki M, *et al.*: Decreased skeletal muscle mass and risk factors of sarcopenic dysphagia: a prospective observational cohort study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2017; 72: 1290–1294.
 - 11) Wakabayashi H, Matsushima M, *et al.*: Skeletal muscle mass is associated with severe dysphagia in cancer patients. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2015; 6: 351–357.
 - 12) Matsuo H, Yoshimura Y: Calf circumference is associated with dysphagia in acute-care inpatients. *Geriatr Nurs*. 2018; 39: 186–190.
 - 13) Wakabayashi H, Takahashi R, *et al.*: Prevalence of skeletal muscle mass loss and its association with swallowing function after cardiovascular surgery. *Nutrition*. 2017; 38: 70–73.
 - 14) Wakabayashi H: Presbyphagia and Sarcopenic Dysphagia: Association between Aging, Sarcopenia, and Deglutition Disorders. *J Frailty Aging*. 2014; 3: 97–103.
 - 15) Mori T, Fujishima I, *et al.*: Development, reliability, and validity of a diagnostic algorithm for sarcopenic dysphagia. *JCSM Clin Rep*. 2017; 2: e00017.
 - 16) Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, *et al.*: Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019; 48: 16–31.
 - 17) Wilhelm EN, Rech A, *et al.*: Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men. *Age*. 2014; 36: 9625.
 - 18) Akazawa N, Okawa N, *et al.*: Relationships between intramuscular fat, muscle strength and gait independence in older women: A cross-sectional study. *Geriatr Gerontol Int*. 2017; 17: 1683–1688.
 - 19) Osawa Y, Arai Y, *et al.*: Relationships of Muscle Echo Intensity with Walking Ability and Physical Activity in the Very Old Population. *J Aging Phys Act*. 2017; 25: 189–195.
 - 20) Akazawa N, Okawa N, *et al.*: Quantitative features of intramuscular adipose tissue of the quadriceps and their association with gait independence in older inpatients: A cross-sectional study. *Nutrition*. 2020; 71: 110600.
 - 21) Lang T, Cauley JA, *et al.*: Computed tomographic measurements of thigh muscle cross-sectional area and attenuation coefficient predict hip fracture: the health, aging, and body composition study. *J Bone Miner Res*. 2010; 25: 513–519.
 - 22) Akazawa N, Okawa N, *et al.*: Dysphagia is more strongly associated with increased intramuscular adipose tissue of the quadriceps than with loss of muscle mass in older inpatients. *Nutr Res*. 2019; 65: 71–78.
 - 23) Yoshimura Y, Wakabayashi H, *et al.*: Chair-stand exercise improves post-stroke dysphagia. *Geriatr Gerontol Int*. 2020; 20: 885–891.
 - 24) Lopez P, Wilhelm EN, *et al.*: Echo intensity independently predicts functionality in sedentary older men. *Muscle Nerve*. 2017; 55: 9–15.
 - 25) Miyatani M, Kanehisa H, *et al.*: The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. *Eur J Appl Physiol*. 2004; 91: 264–272.
 - 26) Young HJ, Jenkins NT, *et al.*: Measurement of intramuscular fat by muscle echo intensity. *Muscle Nerve*. 2015; 52: 963–971.
 - 27) Akima H, Hioki M, *et al.*: Intramuscular adipose tissue determined by T1-weighted MRI at 3T primarily reflects extramyocellular lipids. *Magn Reson Imaging*. 2016; 34: 397–403.
 - 28) Shimizu N, Hashidate H, *et al.*: Daytime physical activity at admission is associated with improvement of gait independence 1 month later in people with subacute stroke: a longitudinal study. *Top Stroke Rehabil*. 2020; 27: 25–32.
 - 29) Akazawa N, Harada K, *et al.*: Muscle mass and intramuscular fat of the quadriceps are related to muscle strength in non-ambulatory chronic stroke survivors: A cross-sectional study. *PLoS One*. 2018; 13: e0201789.
 - 30) Cadore EL, Izquierdo M, *et al.*: Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men. *Exp Gerontol*. 2012; 47: 473–478.
 - 31) Monjo H, Fukumoto Y, *et al.*: Muscle Thickness and Echo Intensity of the Abdominal and Lower Extremity Muscles in Stroke Survivors. *J Clin Neurol*. 2018; 14: 549–554.
 - 32) Pillen S, van Keimpema M, *et al.*: Skeletal muscle ultrasonography: visual versus quantitative evaluation. *Ultrasound Med Biol*. 2006; 32: 1315–1321.
 - 33) Akazawa N, Harada K, *et al.*: Relationships between muscle mass, intramuscular adipose and fibrous tissues of the quadriceps, and gait independence in chronic stroke survivors: a cross-sectional study. *Physiotherapy*. 2018; 104: 438–445.
 - 34) Bouillanne O, Morineau G, *et al.*: Geriatric Nutritional Risk Index: a new index for evaluating at-risk elderly medical patients. *Am J Clin Nutr*. 2005; 82: 777–783.
 - 35) Yamada K, Furuya R, *et al.*: Simplified nutritional screening tools for patients on maintenance hemodialysis. *Am J Clin Nutr*. 2008; 87: 106–113.
 - 36) Quan H, Li B, *et al.*: Updating and validating the Charlson comorbidity index and score for risk adjustment in hospital discharge abstracts using data from 6 countries. *Am J Epidemiol*. 2011; 173: 676–682.
 - 37) Selya AS, Rose JS, *et al.*: A practical guide to calculating Cohen's f^2 , a measure of local effect size, from PROC MIXED. *Front Psychol*. 2012; 3: 111.
 - 38) Carrión S, Roca M, *et al.*: Nutritional status of older patients with oropharyngeal dysphagia in a chronic versus an acute clinical situation. *Clin Nutr*. 2017; 36: 1110–1116.

- 39) Fukumoto Y, Ikezoe T, *et al.*: Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. *Eur J Appl Physiol.* 2012; 112: 1519–1525.
- 40) Hamaguchi Y, Kaido T, *et al.*: Preoperative intramuscular adipose tissue content is a novel prognostic predictor after hepatectomy for hepatocellular carcinoma. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2015; 22: 475–485.
- 41) Ogawa N, Mori T, *et al.*: Ultrasonography to measure swallowing muscle mass and quality in older patients with sarcopenic dysphagia. *J Am Med Dir Assoc.* 2018; 19: 516–522.
- 42) Steele CM, Bayley MT, *et al.*: A randomized trial comparing two tongue-pressure resistance training protocols for post-stroke dysphagia. *Dysphagia.* 2016; 31: 452–461.
- 43) Kim HD, Choi JB, *et al.*: Tongue-to-palate resistance training improves tongue strength and oropharyngeal swallowing function in subacute stroke survivors with dysphagia. *J Oral Rehabil.* 2017; 44: 59–64.
- 44) Antunes EB, Lunet N: Effects of the head lift exercise on the swallow function: a systematic review. *Gerodontology.* 2012; 29: 247–257.
- 45) Park JS, Hwang NK, *et al.*: Effect of head lift exercise on kinematic motion of the hyolaryngeal complex and aspiration in patients with dysphagic stroke. *J Oral Rehabil.* 2017; 44: 385–391.
- 46) Kahrilas PJ, Logemann JA, *et al.*: Volitional augmentation of upper esophageal sphincter opening during swallowing. *Am J Physiol.* 1991; 260: 450–456.
- 47) McCullough GH, Kamarunas E, *et al.*: Effects of Mendelsohn maneuver on measures of swallowing duration post stroke. *Top Stroke Rehabil.* 2012; 19: 234–243.
- 48) Shaker R, Kern M, *et al.*: Augmentation of deglutitive upper esophageal sphincter opening in the elderly by exercise. *Am J Physiol.* 1997; 272: 1518–1522.
- 49) Shaker R, Easterling C, *et al.*: Rehabilitation of swallowing by exercise in tube-fed patients with pharyngeal dysphagia secondary to abnormal UES opening. *Gastroenterology.* 2002; 122: 1314–1321.
- 50) Wakabayashi H, Matsushima M, *et al.*: The effects of resistance training of swallowing muscles on dysphagia in older people: A cluster, randomized, controlled trial. *Nutrition.* 2018; 48: 111–116.
- 51) 一般社団法人 日本耳鼻咽喉頭科学会, 嚥下障害診療ガイドライン作成委員会: 嚥下障害診療ガイドライン 2018 年度版 (第 3 版). 金原出版, 東京, 2018, pp. 62–64.
- 52) Englund DA, Kirn DR, *et al.*: Nutritional supplementation with physical activity improves muscle composition in mobility-limited older adults, the VIVE2 study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Gerontol A Biol SciMed Sci.* 2017; 73: 95–101.

〈Abstract〉

Intramuscular Non-contractile Tissue of the Quadriceps is Associated with Swallowing Ability in Elderly Inpatients with Pneumonia: A Cross-sectional Study

Masaki KISHI, PT, Toshikazu HINO, PT, Kimiyuki TAMURA, MD
Kaseitamura Hospital

Taisei ISHIMOTO, PT
Akahige Clinic

Naoki AKAZAWA, PT, PhD
Department of Physical Therapy, Faculty of Health and Welfare, Tokushima Bunri University

Objectives: This study aimed to examine the relationship between intramuscular non-contractile tissue of the quadriceps and swallowing ability in elderly inpatients with pneumonia.

Methods: Forty-seven elderly inpatients with pneumonia were included. Swallowing ability was assessed using the Food Intake Level Scale (FILS). The echo intensities of the ultrasound images were used to assess the intramuscular non-contractile tissue of the quadriceps. The mean echo intensities of the right and left quadriceps were analyzed. A higher echo intensity indicated greater amounts of intramuscular non-contractile tissue. We used multiple regression analysis to identify the factors that were independently associated with FILS. Echo intensity and muscle thickness of the quadriceps, subcutaneous fat thickness of the thigh, age, sex, length of hospital stay, Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI) score, C-reactive protein level, updated Charlson comorbidity index score, and number of medications were independent variables.

Results: The echo intensity (standardized partial regression coefficient: -0.386 ; $p = 0.034$), GNRI (standardized partial regression coefficient: 0.529 ; $p = 0.014$), and subcutaneous fat thickness of the thigh (standardized partial regression coefficient: 0.339 ; $p = 0.043$) were significantly and independently associated with FILS ($R^2 = 0.484$).

Conclusions: Our results suggest that the amount of intramuscular non-contractile tissue of the quadriceps is more strongly related to swallowing ability than muscle mass in elderly inpatients with pneumonia.

Key Words: Intramuscular non-contractile tissue, Swallowing ability, Elderly inpatients with pneumonia

研究論文 (原著)

高齢女性の下腿のデジタル画像による低骨格筋肉量判定の可能性* —Convolutional Neural Network とエッジ検出を用いた分類による予備的研究—

中口 拓真^{1) #} 石本 泰星²⁾ 桑田 一記¹⁾
福本 祐真¹⁾ 田津原 佑介¹⁾ 近藤 義剛¹⁾

要旨

【目的】下腿のデジタル画像とエッジ検出により低 Skeletal Muscle Index (以下, SMI) である高齢女性を判定できるか予備的に検証すること。【方法】入院中の高齢女性を対象とした。デジタルカメラで撮影した対象者の下腿のデジタル画像を用いて、キャニー法でエッジ検出を行った。低 SMI の基準はアジア作業グループが提唱する基準値 5.7 kg/m^2 を用いて群分けを行い、下腿のデジタル画像とエッジ検出した画像のそれぞれで、Convolutional Neural Network による解析を実施した。【結果】対象者は32名であった。下腿のデジタル画像およびエッジ検出した画像における低 SMI を判定する C 統計量はそれぞれ 0.83 (95%CI : 0.83-1.00) と 0.92 (95%CI : 0.92-1.00) であった。【結論】下腿のデジタル画像を用いることで低 SMI 者を判定できる可能性がある。

キーワード 高齢者, 骨格筋量, 機械学習, 畳み込みニューラルネットワーク

はじめに

高齢期にみられる骨格筋量, 筋力, 身体機能の低下はサルコペニアと呼ばれ¹⁾, 骨折リスクの増加²⁾³⁾, 心疾患⁴⁾, 呼吸器疾患⁵⁾, 日常生活能力の低下⁶⁾, 生活の質の低下⁷⁾ および生命予後⁸⁾ との関連が報告されている。また, 高齢者においては, 外科的手術の前にサルコペニアの評価をすることが重要であり⁹⁾, サルコペニアは術後の合併症を予測する¹⁰⁾。

サルコペニアの診断においてアジア作業グループ (Asian working group for sarcopenia; 以下, AWGS)¹⁾ は地域在住高齢者のためのサルコペニア診断基準を発表しており, 握力や歩行速度と併せて骨格筋指数 (Skeletal Muscle Index; 以下, SMI) を計測することでサルコペ

ニア診断することを推奨している。SMI の計測にはコンピュータ断層撮影 (Computed Tomography; 以下, CT)¹¹⁾, 磁気共鳴画像 (Magnetic Resonance Imaging; 以下, MRI) 法¹²⁾, 二重エネルギー X 線吸収測定 (Dual Energy X-Ray Absorptiometry; 以下, DXA) 法¹³⁾, 生体電気インピーダンス (Bioelectrical impedance analysis; 以下, BIA) 法¹⁴⁾, 超音波検査¹⁵⁾ が存在する。BIA 法や超音波を用いた SMI の測定は非侵襲的かつ簡便であり, 可搬性に優れている。また機器自体も CT や MRI, DXA と比較し安価であり, 多くの研究において用いられている。しかし, BIA 法や超音波検査であっても特殊な機器を必要とし, 運搬においても労力を有することから, 実際の臨床現場において広く用いられているとはいえない。実際, AWGS2019 においても地域やプライマリ・ケアなど機器を用いた骨格筋量の測定が困難な場合を想定して, サルコペニアの可能性を判定するための評価項目が確立されている。しかしながら, これらはいくまでサルコペニアの可能性を判定するに留まり, 真にサルコペニアの診断を行うためには骨格筋量がカットオフ値を下回るか否かの判定が必要となる。サルコペニアを有する高齢者へのアプローチは健常高齢者に対するものとは異なり, 栄養状態を把握する必要性が高くなることから¹⁶⁻¹⁸⁾, 適切にサルコペニアの診断を行

* Feasibility of Determining Low Skeletal Muscle Mass Using Digital Images of Lower Extremities in Elderly Women: A Preliminary Study Using Convolutional Neural Network Classification and Edge Detection

1) 社会医療法人 三車会 貴志川リハビリテーション病院 (〒640-0401 和歌山県紀の川市貴志川町丸栖 1423-3) Takuma Nakaguchi, PT, Kazuki Kuwata, PT, Yuma Fukumoto, PT, Yusuke Tazuhara, PT, Yoshitake Kondou, PT: Department of Rehabilitation, Kishigawa Rehabilitation Hospital

2) 赤いクリニック Taisei Ishimoto, PT: Department of Rehabilitation, Akahige Clinic # E-mail: nakaguchi.pt@gmail.com

(受付日 2020年10月17日/受理日 2021年1月22日) [J-STAGEでの早期公開日 2021年3月23日]

い、アプローチを実施することはきわめて重要となる。

一方、サルコペニアのスクリーニング検査に SARC-F が存在する¹⁹⁾²⁰⁾。SARC-F とは、5 つの質問で構成された質問紙で、Strength (S: 力の弱さ)、Assistance walking (A: 歩行補助具の有無)、Rising from a chair (R: 椅子からの立ち上がり)、Climbing stairs (C: 階段を上る)、Falls (F: 転倒) の頭文字をとり命名されている²⁰⁾。近年、SARC-F に下腿周径長を追加した SARC-Calf が報告されており、サルコペニアの予測が可能であるとされている²¹⁾。また、サルコペニアのリスクを判定する検査として、指輪つかテストが存在する²²⁾。しかし、これらの検査は、感度が 13.1~29.5%¹⁹⁾と低く、正確にサルコペニアである高齢者を判定しているとはいえない。また、これらの報告は筋力・身体機能・骨格筋量により判定されたサルコペニアの予測精度を調査したものである。すなわち質問紙や下腿周径の評価のみでは、筋力・身体機能・骨格筋量を加味したサルコペニアを高い精度で判定することは困難であると予想される。しかしながら、下腿周径は四肢筋量の予測に有用であることが報告されている。伊藤ら²³⁾は入院高齢者を対象に四肢筋量と下腿最大周径の関連を調査した結果、下腿最大周径が投入された重回帰モデルにおける決定係数は 0.81 であったと報告している。また Kawakami ら²⁴⁾は地域在住高齢者における SMI と下腿最大周径の相関係数は男性において 0.80、女性において 0.69 と高値であったことを報告している。上記を加味すると、下腿周径はサルコペニアの予測精度は低いものの、高い精度で SMI を予測することができるものと推察する。

医学関連の診断法において機械学習によるデジタル画像分類が注目されている²⁵⁾²⁶⁾。機械学習は従来の方法より予測精度が高いことや、医師による診察より効率的であることが報告されている²⁷⁾。なかでも、Convolutional Neural Network (以下、CNN) はデジタル画像を用いた予測や分類において高い精度を有しており、デジタル画像を用いた様々な研究で使用されている²⁸⁾。CNN はデジタル画像を数値データに変換して解析する人工知能のアルゴリズムである。また、デジタル画像を解析する前に、画像の前処理としてエッジ検出を実施し、デジタル画像の特徴を抽出することで、より正確にデジタル画像に含まれた情報を取り出すことが可能である²⁹⁾。エッジ検出とは、デジタル画像の明るさが鋭敏で不連続に変化している箇所を特定するアルゴリズムである。

これらのことから、低 SMI は下腿の画像を用いることにより高い精度で判定できる可能性があり、その画像にエッジ検出を実施することでさらに正確な判定が可能になるものと予測する。本研究の目的は下腿のデジタル画像で低 SMI の高齢者を判定ができるか調査し、エッ

ジ検出をした下腿のデジタル画像を用いることでより正確に分類できるか予備的に検証することである。

対象および方法

1. 対象

対象は、2020 年 1 月 1 日~6 月 30 日の間に貴志川リハビリテーション病院の回復期リハビリテーション病棟に入院していた 65 歳以上の女性とした。除外基準は、神経学的疾患を有する者、下腿に圧痕を残す浮腫のある者、BMI 25 kg/m² 以上 (肥満) である者、立位保持が不可能な者とした。肥満である者を除外基準とした理由として、BMI 25 kg/m² 以上をサルコペニア肥満とした報告³⁰⁾が存在するため、本研究では除外基準と設定した。また、立位保持が不可能な者を除外した理由については、SMI 計測の機器 (InBody770, InBody Japan 社製) を使用するにあたり立位保持ができない者は実施困難であるため除外とした。対象者には、研究開始前に研究の趣旨と目的を説明し同意を得た。なお本研究は、貴志川リハビリテーション病院の倫理委員会の承認 (承認番号: 4) を得ている。

調査・測定項目

1. 対象者属性

対象者の属性として、年齢、身長、体重、BMI、疾患名を診療録から調査した。また、歩行能力の指標として歩行速度、下肢筋力の指標として膝伸展筋力、上肢筋力の指標として握力を調査した。歩行速度は、5 m 通常歩行速度として見通しのよい歩行路で行い、歩行路の前後には 3 m の補助路を準備した。歩行速度は 2 回計測した平均値を採用した。膝伸展筋力は、徒手筋力計を使用して両側の最大膝伸展筋力を各 2 回測定し、体重で除した値の最大値を採用した。膝伸展筋力測定は、モービィ (酒井医療社製) にて測定し、左右計測した検査値のうち最大値を採用した。握力は、デジタル握力計 (竹井機器工業社製) を使用して計測した。握力計を把持する際に、対象者の第 2 指節間関節が 90 度となるように調整し、肘関節伸展位で左右各 2 回計測した最大値を採用した。

2. SMI

SMI の計測は、BIA 法 (InBody770, InBody Japan 社製) で計測した。計測は排尿後、運動前に統一し、計測時間は午前 9~11 時の間に実施した。SMI の算出法は、四肢骨格筋量を身長²で除した値とした。AWGS における女性の SMI 基準値である 5.7 kg/m² 未満を低 SMI 群、それ以外を正常群とした。

3. 下腿のデジタル画像

下肢に整形外科的疾患を有する者は健側下腿外側の画

像とし、下肢に整形外科的疾患を有さない者、両側下肢に整形外科的疾患を有する者は、膝伸展筋力が強い側の画像を採用した。対象者は裸足となり、膝関節から遠位の皮膚が観察できるように衣服を調整した。次に、対象者は昇降台上で端座位をとり、足底が床に接触した状態で下腿が床面に対し垂直となるように座面を調整した。撮影者は対象者の非撮影側下肢ができる限りカメラに映らないように、膝屈曲位で保持させた。撮影時の注意点として、カメラレンズの中央が撮影側下腿の腓骨頭と外果の中央で撮影側の腓骨と垂直になるように目視で調整し、下腿とカメラのレンズとの距離は 50 cm として非伸縮性のメジャーで距離を計測した。デジタルカメラは三脚に固定し、三脚に取り付けられた水準器で水平を確認した後に撮影をした。また、デジタル画像を撮影する際は、窓のブラインドを下ろし、外の光が入らないようにした。撮影場所については、リハビリテーション室内で実施し、下腿以外の周辺環境が撮影者や対象者によって異なるように全て同じ環境で撮影した。撮影にはデジタルカメラ (COOLPIX W150, Nikon 社製) を使用した。



図 1 下腿のデジタル画像

4. 下腿のデジタル画像の前処理

撮影した下腿のデジタル画像は、小趾先端から踵、また下腿全体が写るようにデジタル画像をトリミングした。デジタル画像には、デジタルカメラのレンズに付着している肉眼では確認できないような埃や塵が入っている。また、デジタルカメラから解析用パソコンにデジタル画像データを移動させる際にも、わずかにノイズが生じてしまう可能性がある。そのため、デジタル画像をガウシアンフィルタで平滑化、ノイズの除去を実施したものを下腿のデジタル画像とした (図 1)。

5. エッジ検出

下腿のデジタル画像のエッジ検出はキャニー法で行った²⁹⁾。前処理を実施した下腿のデジタル画像から、ソーベルフィルタで縦方向と横方向の 1 次微分を取得し、微分画像からエッジの勾配と方向を求めた。その後、画像の非極大値の抑制を行った。非極大値の抑制とはエッジを細くする手法であり、よりエッジを正確に捉えることができる手法である。最後にすべてのデジタル画像で同じ 2 重閾値を用いて潜在的なエッジを抽出し、弱いエッジと強いエッジに接続されていない他のすべてのエッジを抑制してエッジの検出を確定した (図 2)。図 2 のようにエッジ検出は、画像に写った物体の輪郭を抽出することができる。そのため、下腿近位から遠位までの下腿の直径や下腿の皺を明瞭にできる。エッジ検出は、Python のライブラリである OpenCV を使用して実施した。



図 2 エッジ検出をした画像

6. 画像サイズと数値データへの変換

デジタル画像において、1 ピクセルは赤、緑、青の 3 原色の組み合わせによりコンピュータ上で処理されている。各色 0 ~ 255 の 256 パターンあり、それぞれ色の配置により色が決定されている。たとえば、1 ピクセル白

色は (255, 255, 255) であり, 黒色は (0, 0, 0) である。縦 300 ピクセル, 横 300 ピクセルのデジタル画像の場合, 9 万ピクセルとなり, 1 枚のデジタル画像であっても膨大な情報量を有している。エッジ検出をした画像は, グレースケールであるため, 1 ピクセルは 0 ~ 255 までの 256 パターンとした。本研究では, 下腿のデジタル画像とエッジ検出した画像をすべて多次元配列の数値データに変換した。

7. データ解析

すべての対象者属性データと SMI について平均値と標準偏差を調査した。低 SMI 判定についてのディープラーニングフレームワークは, 先行研究にて使用されている Fully CNN²⁷⁾ とした。ディープラーニングフレームワークとは, ディープラーニングに必要なプログラムを組み合わせることで演算処理を円滑にするためのソフトウェアである。Fully CNN は, 様々な解像度の画像に対し, 自動で演算処理を行うことが可能である。

CNN の出力層は正常群と低 SMI 群に 2 値化した。最適化手法は確率的勾配降下法, バッチサイズは 32 とした。活性化関数には Rectified Linear 関数 (ReLU 関数), 損失関数はクロスエントロピーとした。

確率的勾配降下法とは, 1 つのデータを学習するたびに重みやパラメータ更新を行う方法であり, 演算処理が非常に多い CNN においても高速で行うことができる手法である。バッチサイズとは, CNN などのニューラルネットワークにおいて, 重みの更新を行う間隔のことであり, バッチの設定は CNN の演算を高速化することができる。また, バッチサイズは経験的に 2 の乗数に設定されることが多い。大きいバッチサイズの設定は汎用性能が低下することが報告されている³¹⁾ ため, 本研究では, 先行研究²⁷⁾ で使用されたバッチサイズである 32 と設定した。ディープラーニングにおいては, データの演算時に勾配が消失し, 精度が向上しない場合がある。ReLU 関数は, この勾配が消失する問題を軽減することができる。そして, 活性化関数に ReLU 関数を使用することは, 最善であることが報告されている³²⁾。

ディープラーニングでは, 予測値と正解値の誤差を最小化させるアルゴリズムを使用する。これは, 予測値と正解値の誤差を小さくすることで, 予測モデルの精度を高めるものであり, 誤差逆伝播法と呼ばれている。誤差逆伝播法を実施するには損失関数の中でも, クロスエントロピーを使用することが多い²⁷⁾。

すべてのデータを教師データと検証用データにランダムに分け, 検証用データを 30% とした。教師データの学習回数は 20 回として予測モデルを作成し, 教師データと検証用データのそれぞれの予測モデルにおける Accuracy と Loss を求めた。Accuracy とは, 予測モ

表 1 対象者の基本属性

項目	正常群 (n=16)	低 SMI 群 (n=16)
大腿骨頸部骨折	5 (15.6)	5 (15.6)
大腿骨転子部骨折	4 (12.5)	5 (15.6)
圧迫骨折	7 (21.8)	6 (18.7)
年齢 [歳]	75.3 (10.6)	80.2 (6.8)
身長 [cm]	153.3 (0.6)	146.3 (0.6)
体重 [kg]	53.5 (4.1)	42.4 (5.3)
BMI [kg/m ²]	22.8 (1.4)	19.6 (2.1)
SMI [kg/m ²]	5.78 (0.3)	4.76 (0.4)
歩行速度 [m/sec]	1.07 (0.4)	0.84 (0.3)
膝伸筋力 [kgf/weight]	0.33 (0.1)	0.31 (0.1)
握力 [kg]	18.3 (6.0)	14.7 (7.1)

n (%), もしくは, 平均値 (標準偏差)

BMI : Body Mass Index

SMI : Skeletal Muscle Index

表 2 下腿のデジタル画像による検証用データの混同行列 (n=11)

	正常群	低 SMI 群
予測正常群	5	1
予測低 SMI 群	1	4

SMI : Skeletal Muscle Index

ルがどの程度の精度であるかという指標であり, 1 に近いほど精度が高いことを示す。Loss とは 0 が正常群, 1 が低 SMI 群とした場合の実測値と予測モデルによる予測値がどの程度離れているかを示す数値であり, 小さいほど精度が高いことを意味する。この予測モデルを用いて, 教師データと検証用データのそれぞれについて Receiver Operating Characteristic curve (以下, ROC 曲線) を作成し, C 統計量を求めた。次に, 教師データと検証用データのそれぞれについて, 2 × 2 の混同行列を作成し, 感度, 特異度, 陽性的中率, 陰性的中率を求めた。下腿のデジタル画像もエッジ検出を実施した画像においても上記方法で解析を実施した。解析にはプログラミング言語 Python のフレームワークである Google TensorFlow version 2.2 を使用し, ROC 曲線の描画と C 統計量は統計ソフト R 4.0 を使用した。

結 果

研究期間内に 32 名 (正常群 16 名, 低 SMI 群 16 名) の同意が得られた。対象者の基本属性を表 1 に示す。

デジタル画像による低 SMI を判定する予測モデルの Accuracy と Loss は, Accuracy (教師データ / 検証用データ) 0.82/0.89 であり, Loss 0.05/0.05 であった。デジタル画像の予測モデルによる検証用データの混同行列と判定精度を表 2, 3 に示す。C 統計量 (教師データ /

表3 検証用データにおける低 SMI 判定の精度

	C 統計量	感度	特異度	陽性的中率	陰性的中率
通常のデジタル画像	0.83 (0.83-1.00)	0.83 (0.57-0.95)	0.80 (0.49-0.94)	0.83 (0.57-0.95)	0.80 (0.49-0.94)
エッジ検出	0.92 (0.92-1.00)	1.00 (0.42-1.00)	0.80 (0.28-1.00)	0.86 (0.42-1.00)	1.00 (0.28-1.00)

推定値 (95% 信頼区間)

SMI : Skeletal Muscle Index

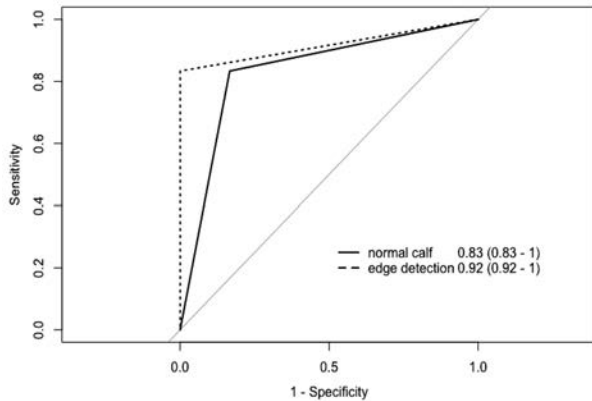


図3 下腿のデジタル画像とエッジ検出の ROC 曲線
C 統計量 (95%信頼区間)
normal calf : 下腿のデジタル画像
edge detection : エッジ検出

表4 エッジ検出による検証用データの混同行列
(n=11)

	正常群	低 SMI 群
予測正常群	6	1
予測低 SMI 群	0	4

SMI : Skeletal Muscle Index

検証用データ (推定値 (95% 信頼区間)) は, 1.00 (0.95-1.0) / 0.83 (0.83-1.00) であった。検証用データの ROC 曲線を図 3 に示す。混同行列による低 SMI の判定精度 [推定値 (95% 信頼区間)] は, 感度 0.90 (0.70-0.97) / 0.83 (0.57-0.95), 特異度 0.90 (0.70-0.97) / 0.83 (0.49-0.94), 陽性的中率 0.90 (0.70-0.97) / 0.83 (0.57-0.95), 陰性的中率 0.90 (0.70-0.97) / 0.8 (0.49-0.94) であった。

エッジ検出を実施したデジタル画像による低 SMI を判定する予測モデルの Accuracy と Loss は, Accuracy (教師データ / 検証用データ) 1.00 / 0.95 であり, Loss 0.10 / 0.20 であった。エッジ検出を実施した予測モデルにおける検証用データの判定精度と混同行列を表 3, 4 に示す。C 統計量は, 1.00 (0.98-1.00) / 0.92 (0.92-1.00) であった。検証用データの ROC 曲線を図 3 に示す。混同行列による低 SMI の判定精度 (教師データ / 検証用データ) は, 感度 1.00 (0.42-1.00) / 1.00 (0.42-1.00), 特異度 0.90 (0.70-0.97) / 0.80 (0.28-1.00), 陽性的中率 0.90 (0.70-0.97) / 0.86 (0.57-0.95), 陰性的中率 0.90 (0.70-0.97)

/ 1.00 (0.28-1.00) であった。

考 察

入院中の運動器疾患を有する高齢女性を対象に, 機械学習のアルゴリズムである CNN を用いて, 下腿の画像とエッジ検出を実施した画像による低 SMI の予測精度を検討した。下腿のデジタル画像とエッジ検出を実施した画像において, 教師データと検証用データの双方で, Accuracy と C 統計量が高く, Loss が低値であった。また, 感度と特異度も良好な値であり, エッジ検出を実施した画像を用いたモデルがデジタル画像におけるモデルと比較し, 判定精度はわずかに高かった。C 統計量や感度について, 通常のデジタル画像よりエッジ検出した画像で高い値を示したが, 95% 信頼区間の重なりが大きく, サンプルサイズも小さいため, 本研究の結果からエッジ検出した画像の精度がより高いとはいえない。Villani ら³³⁾ は, 股関節骨折患者を対象に, 年齢や BMI, 体重から骨格筋量を予測した結果, 自由度調整済み決定係数は $R^2=0.73$ であったとしている。またサルコペニアの有無を予測した先行研究は複数報告されており, Ida ら³⁴⁾ は日本の糖尿病を有する高齢者を対象に SARC-F を用いた予測を行った結果, 感度, 特異度はそれぞれ 33.3%, 72.4% であったと報告している。Yang ら²¹⁾ は地域在住高齢者を対象に SARC-F と SARC-F-3 の精度を検証し, SARC-F の C 統計量は 0.89 であり, 感度, 特異度はそれぞれ 29.5%, 98.1%, SARC-F-3 の C 統計量は 0.676 であり, 感度, 特異度はそれぞれ 13.1%, 97.8% であったと報告している。先行研究では, 統計学的手法で予測式を作成し SMI を推定していることや, 低 SMI 患者を目的変数とした報告が存在しないため, 本結果と直接比較することは困難である。しかし, 本研究で提示したエッジ検出を用いたモデルにおける検証用データの C 統計量 (0.92) や感度 (100%), 特異度 (80%) の高さは興味深いものである。

本結果の活用方法を以下に述べる。臨床現場において握力や歩行速度は特別な機器を使用せず簡便に計測することが可能なアウトカムであるのに対し, SMI は測定機器が高価であり, 持ち運びに適した機器ではないことが多い。この問題点に対して, 本研究において提示した下腿のデジタル画像を用いた低 SMI の判定を行うこと

で、簡便に低SMIの判断が可能となるため、臨床的に意義深いものであると考える。

機械学習の予測モデルに関して、教師データでは精度が高く検証用データの精度を低下させる過学習が懸念されている。本研究ではサンプルサイズが小さいため過学習が発生しやすく、結果の解釈は慎重に行う必要がある。本研究において作成した予測モデルは過学習を強く示す根拠はないが、教師データと比較し検証用データのC統計量の推定値はわずかに低値であり、過学習が起きていないと説明できる根拠もない。しかし、C統計量の95%信頼区間の重なりが大きいと、教師データと検証用データのC統計量は同等であると考えられる。一方で、実測値と予測値が、どの程度離れているかを示したLossに関しては、教師データと検証用データの両方で0.05であった。完全な予測モデルにおけるC統計量の精度は1であるのに対し、完璧な予測モデルのLossは0である。本研究で得られたLossである0.05は、正しく分類することを証明するものではないが、誤って分類する可能性が低いことを示している。過学習が起きている場合は、Lossの値が大きくなることが考えられるが、教師データと検証用データのLossは同値である。また一般的に機械学習では、学習回数が大きくなると過学習を起こしやすくなる。本研究の学習回数は20回であり、CNNのモデルの中では非常に小さい学習回数である²⁷⁾。これらのことから、本研究における過学習は強く起きていないと考える。

本研究では、対象者属性として、SMIと下腿のデジタル画像以外にも、歩行速度、膝伸展筋力、握力についても調査を実施した。下腿のデジタル画像から低SMIを判定することが研究の目的であるが、先行研究¹⁹⁾²¹⁾では、サルコペニアを予測している。そのため、サルコペニア診断基準である歩行速度と握力を調査した。対象者属性において、AWGSでは、0.8 m/sec未満がサルコペニアを診断する基準のひとつであり、本研究では正常群と低SMI群の両方でAWGSの基準を上回っていた。また、握力に関してはAWGSの診断基準は、18 kg未満である。本研究では、正常群のみが18.3 kgとAWGSの基準をわずかに上回る結果となった。膝伸展筋力に関しては、両群ともに低値であった。本結果は上記のような身体機能を有する入院中の女性運動器疾患患者を対象としたものであるため、その他の対象者への一般化は現状困難である。よって今後は様々な疾患や地域在住高齢者を対象とした調査が望まれる。

本研究では、いくつかの限界がある。1つめは、エッジ検出により精度が向上した理由の説明が不十分な点である。エッジ検出を行うと、黒色と白色の強い境界の縁(エッジ)を検出することができる。例として、眼瞼周囲の皮膚のデジタル画像は年齢を予測することが報告さ

れている³⁵⁾。本研究においては下腿の皮膚を撮影しているため、下腿の皮膚の皺や乾燥によるなんらかの異常などわずかな変化を抽出した可能性が考えられるが、先行研究が存在しないため今後の調査が必要である。2つめは、機械学習のアルゴリズムを使用した結果であるため、回帰式のように解析した時点ですぐに予測として使用できない点である。この点については、ウェブアプリケーションなどを開発することで容易に使用可能になると考える。ウェブアプリケーションにすることは、スマートフォンやタブレット端末で下腿の画像を撮影するだけで低SMIの判定を可能とするものである。しかし、本研究は予備的研究であり、画像撮影に関しては理想条件で行っているため、手振れ補正やカメラの傾きや距離を考慮していない。また、画像である以上、立体的な構造を正確に捉えることができないため、下腿の左右径を反映していない。撮影時の背景についても、対象者は全員、同一の場所で行っているため、ランダムに撮影場所を変更する必要がある。また、サンプルサイズが小さく、結果を一般化するにあたっては注意が必要である。今後は、サンプルサイズの増加とともに理想条件以外での検証も行う必要がある。3つめとして、本研究における対象者は入院中の運動器疾患患者であり、疾患によっては下肢筋肉量に左右差を有する可能性が存在することである。理想として、本研究結果は地域在住高齢者における適応が望まれるため、今後は入院歴がない地域在住高齢者を対象とした研究の実施が必要であると考えられる。4つめに、本研究では身体機能以外の属性データの調査が不十分な点である。下腿周径は年齢や性別、文化など多要因による影響を受けることが報告されている³⁶⁾。その他にも機能との関連や生命予後との関連が報告されている薬剤数や併存疾患なども下腿周径に影響を与える可能性が考えられる。よって今後はそれらの変数を追加することで、対象者の詳細な属性データを提示する必要があると考える。最後に、本研究では下腿のデジタル画像と下腿周径における予測精度の比較は行っていない。この要因として、精度の比較に用いられるNet Reclassification ImprovementやIntegrated Discrimination Improvementを行うには、本研究におけるサンプルサイズが小さいことが挙げられる。これらに対してもサンプルサイズを増加することで、上述した一般化および他の予測精度との比較を行う必要性が存在する。

結 論

本研究では、入院中の運動器疾患を有する高齢女性に対し低SMIの判定を下腿のデジタル画像を用いて行った。その結果、低SMIを高い精度で判定できる可能性を示した。しかし、サンプルサイズが小さいことや理想条件のみでの検証であり、解釈には注意が必要である。

利益相反

本研究は日本理学療法士協会の研究助成（19-A50）を受けて実施した。

謝辞：本研究の実施にあたり、ご協力いただいた貴志川リハビリテーション病院のスタッフの皆さまに深謝いたします。

文 献

- Chen LK, Woo J, *et al.*: Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *J Am Med Dir Assoc.* 2020; 21: 300-307.
- Bischoff-Ferrari HA, Orav JE, *et al.*: Comparative performance of current definitions of sarcopenia against the prospective incidence of falls among community-dwelling seniors age 65 and older. *Osteoporos Int.* 2015; 26: 2793-2802.
- Schaap LA, Schoor MN, *et al.*: Associations of Sarcopenia Definitions, and Their Components, With the Incidence of Recurrent Falling and Fractures: The Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2018; 10: 1199-1204.
- Bahat G, Ilhan B, *et al.*: Sarcopenia and the cardio-metabolic syndrome: A narrative review. *Eur Geriatr Med.* 2016; 7: 220-223.
- Bone AE, Hepgul N, *et al.*: Sarcopenia and frailty in chronic respiratory disease. *Chron Respir Dis.* 2017; 14: 85-99.
- Malmstrom TK, Miller DK, *et al.*: SARC-F: a symptom score to predict persons with sarcopenia at risk for poor functional outcomes. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016; 7: 28-36.
- Beaudart C, Emmanuel B, *et al.*: Validation of the SarQoL, a specific health-related quality of life questionnaire for Sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2017; 8: 238-244.
- Stefanie L, Mirko P, *et al.*: Validation of the FNIH sarcopenia criteria and SOF frailty index as predictors of long-term mortality in ambulatory older men. *Age Ageing.* 2016; 45: 602-608.
- Riccardo A, Barbara Le: When Reporting on Older Patients with Cancer, Frailty Information Is Needed. *Ann Surg Oncol.* 2011; 18: 4-5.
- Vicente V, Neda A, *et al.*: Sarcopenia Adversely Impacts Postoperative Complications Following Resection or Transplantation in Patients with Primary Liver Tumors. *J Gastrointest Surg.* 2015; 19: 272-281.
- Goodpaster BH, Kelley DE, *et al.*: Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. *J Appl Physiol.* 2000; 1: 104-110.
- Schweitzer L, Geisler C, *et al.*: What is the best reference site for a single MRI slice to assess whole-body skeletal muscle and adipose tissue volumes in healthy adults? *Am J Clin Nutr.* 2015; 102: 58-65.
- Mitsiopoulos N, Baumgartner RN, *et al.*: Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *J Appl Physiol.* 1998; 85: 115-122.
- Giuseppe S, Marina D, *et al.*: Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *Aging Clin Exp Res.* 2017; 29: 591-597.
- Yuguchi S, Asahi R, *et al.*: Gastrocnemius Thickness by Ultrasonography Indicates the Low Skeletal Muscle Mass in Japanese Elderly People. *Arch Gerontol Geriatr.* 2020; 20: 104093.
- Yoshimura Y, Wakabayashi H, *et al.*: Interventions for Treating Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Studies. *J Am Med Dir Assoc.* 2017; 18(6): 553.e1-553.e16.
- Hanach N, McCullough F, *et al.*: The Impact of Dairy Protein Intake on Muscle Mass, Muscle Strength, and Physical Performance in Middle-Aged to Older Adults with or without Existing Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Nutr.* 2019; 10(1): 59-69.
- Gielem E, Beckwee D, *et al.*: Nutritional interventions to improve muscle mass, muscle strength, and physical performance in older people: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. 2020; nuaa011.
- Yang M, Xiaoyi H, *et al.*: SARC-F for Sarcopenia Screening in Community-Dwelling Older Adults: Are 3 Items Enough? *Medicine.* 2018; 97(30): 11726.
- Malmstrom K, Morley J: SARC-F: a simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2013; 14(8): 531-532.
- Yang M, Xiaoyi H, *et al.*: Screening Sarcopenia in Community-Dwelling Older Adults: SARC-F vs SARC-F Combined With Calf Circumference (SARC-CalF). *J Am Med Dir Assoc.* 2018; 19: 277.e1-277.e8.
- Tanaka T, Takahashi K, *et al.*: "Yubi-wakka" (finger-ring) test: A practical self-screening method for sarcopenia, and a predictor of disability and mortality among Japanese community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int.* 2018; 18: 224-232.
- 伊藤 忠, 酒井義人, 他：入院高齢患者における下腿最大周径による四肢筋量の簡易推定式. *理学療法科学.* 2016; 31(4): 511-515.
- Kawakami R, Murakami H, *et al.*: Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. *Geriatr Gerontol Int.* 2015; 15(8): 969-976.
- Ribli D, Horvath A, *et al.*: Detecting and classifying lesions in mammograms with Deep Learning. *Sci Rep.* 2018; 8: 4165.
- Gulshan V, Peng L, *et al.*: Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *Jama.* 2016; 316: 2402-2410.
- Ehteshami B, Veta M, *et al.*: Diagnostic Assessment of Deep Learning Algorithms for Detection of Lymph Node Metastases in Women With Breast Cancer. *Jama.* 2017; 338: 2199-2210.
- Syed Muhammad A, Muhammad M, *et al.*: Medical Image Analysis Using Convolutional Neural Networks: A Review. *J Med Syst.* 2018; 8: 226.
- Parthasarathy G, Ramanathan L, *et al.*: Predicting Source and Age of Brain Tumor Using Canny Edge Detection Algorithm and Threshold Technique. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2019; 25: 1409-1414.
- Honda H, Qureshi A, *et al.*: Obese sarcopenia in patients with end-stage renal disease is associated with inflammation and increased mortality. *Am J Clin Nutr.* 2007; 86: 633-638.
- International Conference on Learning Representations homepage: On Large-Batch Training for Deep Learning;

- Generalization Gap and Sharp Minima. <https://openreview.net/forum?id=H1oyRIYgg>. (2020年10月17日引用)
- 32) Lecun Y, Bengio Y, *et al.*: Deep learning. *Nature*. 2015; 521: 436-444.
- 33) Villani M, Maria C, *et al.*: Appendicular Skeletal Muscle in Hospitalised Hip-Fracture Patients: Development and Cross-Validation of Anthropometric Prediction Equations Against Dual-Energy X-ray Absorptiometry. *Age Ageing*. 2014; 43: 857-862.
- 34) Ida S, Murata K, *et al.*: Development of a Japanese Version of the SARC-F for Diabetic Patients: An Examination of Reliability and Validity. *Aging Clin Exp Res*. 2017; 29: 935-939.
- 35) Eugene B, Anastasia G, *et al.*: PhotoAgeClock: Deep Learning Algorithms for Development of Non-Invasive Visual Biomarkers of Aging. *Aging (Albany NY)*. 2018; 9: 3249-3259.
- 36) Mijnders DM, Meijers M, *et al.*: Validity and reliability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community-dwelling older people: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc*. 2013; 14(3): 170-178.

〈Abstract〉

Feasibility of Determining Low Skeletal Muscle Mass Using Digital Images of Lower Extremities in Elderly Women: A Preliminary Study Using Convolutional Neural Network Classification and Edge Detection

Takuma NAKAGUCHI, PT, Kazuki KUWATA, PT, Yuma FUKUMOTO, PT, Yusuke TAZUHARA, PT, Yoshitake KONDOU, PT

Department of Rehabilitation, Kishigawa Rehabilitation Hospital

Taisei ISHIMOTO, PT

Department of Rehabilitation, Akahige Clinic

Objective: To preliminarily test whether digital images of the lower leg and edge detection can be used to determine elderly women with low Skeletal Muscle Index (SMI).

Methods: An elderly woman who was hospitalized was the subject of this study. Digital images of the subject's lower leg taken with a digital camera were used for edge detection using the Canny method. The criteria for low SMI were grouped using the criterion of 5.7 kg/m^2 proposed by the Asian Working Group, and analysis by convolutional neural network was performed on digital and edge-detected images of the lower leg, respectively.

Results: Thirty-two subjects were included in the study. The C statistic for determining low SMI in digital and edge-detected images of the lower leg was 0.83 (95% CI: 0.83-1.00) and 0.92 (95% CI: 0.92-1.00), respectively.

Conclusion: Digital images of the lower leg may be used to classify those with low SMI.

Key Words: Elderly, Skeletal muscle mass, Machine learning, Convolutional Neural Network

短 報

末期変形性股関節症女性患者における尿失禁および骨盤臓器脱の有症率と認識調査*

宮原小百合^{1) #} 松本浩実²⁾ 三谷 茂³⁾

要旨

【目的】末期変形性股関節症女性患者の尿失禁および骨盤臓器脱の有症率とそれらの認知度、関心度および指導への期待度を明らかにすること。【方法】人工股関節全置換術前の末期変形性股関節症女性患者38名(平均年齢64.9歳)を対象とした。国際尿失禁会議質問票と骨盤臓器脱困窮度質問票にて有病率を調査した。さらに尿失禁および骨盤臓器脱についての認知度、関心度および指導への期待度を自記式質問紙にて調査した。【結果】有症率は尿失禁が65.8%、骨盤臓器脱が63.2%であった。47.4%の患者がどちらの症状も認めた。尿失禁および骨盤臓器脱について、「知っている」と回答したのはそれぞれ57.9%、28.9%であり、7割以上が関心を示し、半数程度が指導を期待していた。【結論】末期変形性股関節症女性患者の尿失禁および骨盤臓器脱の有症率は高かった。患者の多くは尿失禁と骨盤臓器脱に関心をもち、指導を期待していることがわかった。

キーワード 変形性股関節症, 尿失禁, 骨盤臓器脱, 有症率, 認知度

はじめに

骨盤底機能障害(Pelvic floor dysfunction: 以下, PFD)とは、骨盤内臓器をハンモック状に下方から支持している骨盤底筋群および靱帯や筋膜などの結合組織が脆弱化することによって、膀胱、子宮、直腸などが本来の位置よりも下垂し、排尿障害や骨盤臓器脱症状を呈する障害である¹⁾²⁾。骨盤底を解剖学的にみると、表層は表在筋群、中間層は会陰膜、深層は肛門挙筋と尾骨筋からなる骨盤隔膜から構成され、なかでも骨盤底の支持機能に中心的な役割を果たしていると考えられるのが肛門挙筋である³⁾。この肛門挙筋のひとつである腸骨尾骨筋の起始部である肛門挙筋腱弓は股関節外旋筋のひとつである内閉

鎖筋の筋膜でもあることから、肛門挙筋は内閉鎖筋と筋膜性に連結していることになる。したがってPFDは股関節周囲筋の機能低下と密接にかかわることが考えられる。また、骨盤底を姿勢アライメントの観点からみると、座位および立位矢状面において、骨盤正中位では坐骨恥骨枝が地面とほぼ水平となり骨盤内臓器の重みは骨構造によって受け止められるが、骨盤後傾位ではより垂直に骨盤底に負荷がかかり骨盤底筋群や結合組織への負担が増加し¹⁾、骨盤前傾位では膀胱が恥骨上方へ乗り上げるような形となり、腹圧によってさらに恥骨に押しつけられ膀胱への圧負荷が加わるとされている⁴⁾。したがってPFDは骨盤前後傾といった姿勢アライメントからも影響を受けることが示唆される。これらのことから、股関節機能および骨盤周囲の姿勢アライメントの障害をきたす変形性股関節症(Osteoarthritis of hip: 以下, 股OA)患者ではPFDを有する可能性が高まると予測される。

PFDの症状で特に女性に重要とされるのが尿失禁および骨盤臓器脱であるが、近年、股OAに対する治療法である人工股関節全置換術(Total Hip Arthroplasty: 以下, THA)前後の尿失禁に関する報告を散見する。それらによると、THA術前の末期股OA女性患者における尿失禁の有症率は、自記式質問票を用いた調査(平均年齢62.3～64.2歳)で29～43%⁵⁾⁶⁾、自記式質問票

* Prevalence and Level of Urinary Incontinence and Pelvic Organ Prolapse Awareness in Women with End-stage Hip Osteoarthritis

1) 川崎医科大学附属病院リハビリテーションセンター

(〒701-0192 岡山県倉敷市松島577)

Sayuri Miyahara, PT, MS: Center of Rehabilitation, Kawasaki Medical School Hospital

2) 川崎医療福祉大学リハビリテーション学部理学療法学科

Hiromi Matsumoto, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Kawasaki University of Medical Welfare

3) 川崎医科大学附属病院整形外科

Sigeru Mitani, MD: Department of Orthopedics, Kawasaki Medical School Hospital

E-mail: sayuri1029@gmail.com

(受付日 2020年8月21日/受理日 2021年1月7日)

[J-STAGEでの早期公開日 2021年3月16日]

と泌尿器科医の診察を併用した調査（平均年齢 64.0 歳）で 71%⁷⁾とされており、40 歳以上の日本人女性における尿失禁の有症率 43.9%⁸⁾に比べて、単純には比較できないが同等もしくはより高い可能性も示唆されている。一方、骨盤臓器脱に関しては本邦では疫学調査は行われておらず⁹⁾、股 OA や THA との関連性についても渉猟した範囲では報告はなかった。

また、この尿失禁および骨盤臓器脱に関して、女性下部尿路症状ガイドラインでは女性の医療機関受診率の低さが指摘されており、疾患についての知識不足や羞恥心などがその理由として挙げられている⁹⁾。女性の PFD の知識について諸外国の論文を分析したシステマティックレビュー（19 論文, n=11,512）によると、81%の対象者で PFD に関する情報を得たことがないと報告されているが¹⁰⁾、本邦では PFD がどの程度疾患として認識されているのか不明である。

以上より、末期股 OA 女性患者では PFD の有症率が高い可能性があるが、尿失禁以外の症状について報告はなく、骨盤臓器脱に関しては本邦では一般女性も含め有症率の調査は行われておらず、末期股 OA 女性患者における PFD の現状は把握されているとはいいがたい。また、患者自身がどの程度尿失禁や骨盤臓器脱について知っており、関心があるか、また医療者の介入を期待しているかについては不明である。さらに、推奨グレードの高い運動療法や生活指導を効果的に実践する職種である理学療法士に対して指導を期待しているかについても調査されていない。これらのことから、末期股 OA 女性患者の尿失禁および骨盤臓器脱の有症率やそれらの認識についてわかれば、臨床現場で理学療法を提供する機会の多い股 OA 女性患者における PFD に対する理学療法のニーズ発掘につながる可能性がある。

そこで本研究は、末期股 OA 女性患者の尿失禁および骨盤臓器脱の有症率と、それらの認知度、関心度、治療や予防のための指導への期待度、指導を希望する職種および希望する指導内容についての認識を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 対象と倫理的配慮

本研究は 2019 年 10 月～2020 年 1 月に当院で初回 THA 施行予定であった術前の末期股 OA 成人女性患者全 53 名を研究対象とした横断的観察研究である。研究に同意しなかった患者および同意があってもなんらかの身体的、精神的要因により自記式質問紙に自分で記入、回答できなかった患者を除外した、成人女性 38 名（平均年齢 64.9 歳）が本研究に参加した。本研究は川崎医科大学附属病院倫理委員会で承認（承認番号 3658）され実施した。対象者に研究目的と方法について文書およ

び口頭にて説明し、研究参加への同意を得た。

2. 方法

調査は手術のための貯血目的で外来受診した日、または手術目的で入院後の手術前日までに実施した。対象者の基本属性は診療録より年齢、身長、体重、Body Mass Index、過去の THA 歴の有無、その術式および術後期間を抽出した。また、アンケートにて出産回数、過去および現在の喫煙歴の有無、および日本整形外科学会股関節疾患評価質問票（Japanese Orthopaedic Association Hip-Disease Evaluation Questionnaire：以下、JHEQ）¹¹⁾を調査した。

有症率の調査は、尿失禁には国際尿失禁会議質問票（International Consultation on Incontinence Questionnaire-Short Form：以下、ICIQ-SF）¹²⁾を使用した。ICIQ-SF は尿失禁の頻度、失禁量、日常生活への影響度および症状についての 4 つの質問で構成され、0～21 点で評価し点数が高いほど重症となる質問票である。尿失禁の種類は、ICIQ-SF の症状についての質問で、「咳やくしゃみをしたときに漏れる」または「体を動かしているときや運動しているときに漏れる」のいずれかもしくは両方と回答したものを腹圧性、「トイレにたどりつく前に漏れる」と回答したものを切迫性、腹圧性および切迫性のどちらにもあてはまるものを混合性とし、それ以外の回答はその他として分類した。また、骨盤臓器脱には骨盤臓器脱困窮度質問票（Pelvic Organ Prolapse Distress Inventory 6：以下、POPDI-6）¹³⁾を使用した。POPDI-6 は骨盤臓器脱症状の代表的な症状についての 6 つの質問で構成され、0～100 点で評価し点数が高いほど重症となる質問票である。

患者の股 OA、尿失禁および骨盤臓器脱に関する認識調査は、それぞれの疾患の認知度、関心度、治療や予防のための指導への期待度、指導を希望する職種および希望する指導内容について自記式質問紙を作成した。疾患の認知度については『どの程度ご存じですか』に対し、「よく知っている」、「まあ知っている」、「少し知っている」、「あまり知らない」、「まったく知らない」から回答させた。疾患の関心度については『もっと知りたいですか』に対し、「もっと知りたい」、「まあ知りたい」、「少し知りたい」、「あまり知りたくない」、「知りたくない」から回答させた。治療や予防のための指導への期待度については『指導を受けてみたいと思いますか』に対し、「ぜひ受けてみたい」、「受けてみてもいい」、「あまり受けたくない」、「受けたくない」、「わからない」から回答させた。指導を希望する職種については『誰から指導を受けたいと思いますか』に対し、「医師」、「看護師」、「理学療法士」、「医療関係者以外」、「わからない」の選択肢から複数回答可能とした。希望する指導内容については

『知りたい内容はどのようなものですか』に対し、「病態や原因」,「治療（手術療法, リハビリテーション, 薬物療法, その他）」,「生活上の注意点や対策」,「予防法」,「自主トレーニング方法」の選択肢から複数回答可能とした。

3. 統計学的分析方法

有症率に関しては、尿失禁については先行研究⁵⁾⁶⁾と同様に ICIQ-SF にて 0 点以外を症状ありと判定し、骨盤臓器脱についても POPDI-6 にて症状を認めた場合を症状ありと判定することとし、0 点以外を症状ありとした。いずれもそれぞれの症状を有する人数の割合を算出し、尿失禁の種類については該当する人数を集計した。認識調査に関しては、単一回答とした認知度、関心度および指導への期待度ではそれぞれの選択肢について選択肢全体に対する割合を、複数回答とした指導を希望する職種および希望する指導内容ではそれぞれの選択肢について対象者全体に対する割合を算出した。いずれの結果も記述統計で分析した。

結 果

1. 対象者の基本属性 (表 1)

対象である成人女性 38 名の平均年齢は 64.9 歳であった。そのうち 34.2% (13 名) が手術予定の反対側股関節に過去に THA 歴があり、術式は前方進入法が 7.9% (3 名), 後方進入法が 26.3% (10 名) で、術後期間は 5 か月～23 年であった。

2. 尿失禁および骨盤臓器脱の有症率と尿失禁の種類

有症率は尿失禁が 65.8% (25 名), 骨盤臓器脱が 63.2% (24 名) であった。尿失禁および骨盤臓器脱のどちらも症状を認めたのは 47.4% (18 名), 尿失禁のみ症状を認めたのは 18.4% (7 名), 骨盤臓器脱のみ症状を認めたのは 15.8% (6 名), 尿失禁および骨盤臓器脱のどちらも症状を認めなかったのは 18.4% (7 名) であった (図 1)。ICIQ-SF は中央値 2.5 点 (第 1 四分位数 0, 第 3 四分位数 5), POPDI-6 は中央値 4.2 点 (第 1 四分位数 0, 第 3 四分位数 12.5) であり、軽度な症状の患者が多かった (表 1)。

尿失禁の種類は対象者全体では腹圧性が 7 名, 切迫性が 8 名, 混合性が 8 名, その他 2 名であり、腹圧性よりも切迫性や混合性が多かった。また、骨盤臓器脱症状がある患者では腹圧性 (4 名) よりも切迫性 (7 名) や混合性 (6 名) が多かったが、骨盤臓器脱症状がない患者では切迫性 (1 名) や混合性 (2 名) よりも腹圧性 (3 名) が多かった。

表 1 対象者の基本属性 (n=38)

年齢 (歳)	64.9 ± 8.3
身長 (cm)	151.7 ± 7.3
体重 (Kg)	56.6 ± 11.0
BMI (Kg/m ²)	24.7 ± 4.7
THA 歴あり (%)	34.2
前方進入法 (%)	7.9
後方進入法 (%)	26.3
出産回数 (回)	2 (2, 3)*
喫煙歴あり (%)	15.8
JHEQ-VAS (点)	84 (72, 94)*
JHEQ-合計点数 (点)	22.5 (12, 29)*
ICIQ-SF (点)	2.5 (0, 5)*
POPDI-6 (点)	4.2 (0, 12.5)*

BMI : Body Mass Index

THA : Total Hip Arthroplasty

JHEQ : Japanese Orthopaedic Association Hip-Disease Evaluation Questionnaire

VAS : Visual Analogue Scale

ICIQ-SF : International Consultation on Incontinence Questionnaire-Short Form (0～21 点で評価し点数が高いほど重症となる)

POPDI-6 : Pelvic Organ Prolapse Distress Inventory 6 (0～100 点で評価し点数が高いほど重症となる)

平均 ± 標準偏差

* 中央値 (第 1 四分位数, 第 3 四分位数)

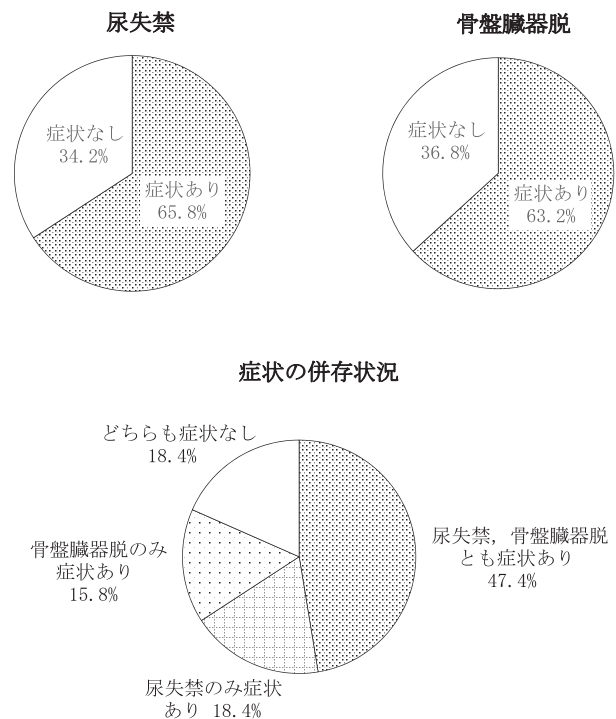


図 1 尿失禁および骨盤臓器脱の有症率と症状の併存状況
有症率は尿失禁は ICIQ-SF, 骨盤臓器脱は POPDI-6 から、いずれも 0 点以外を症状ありとして算出した。

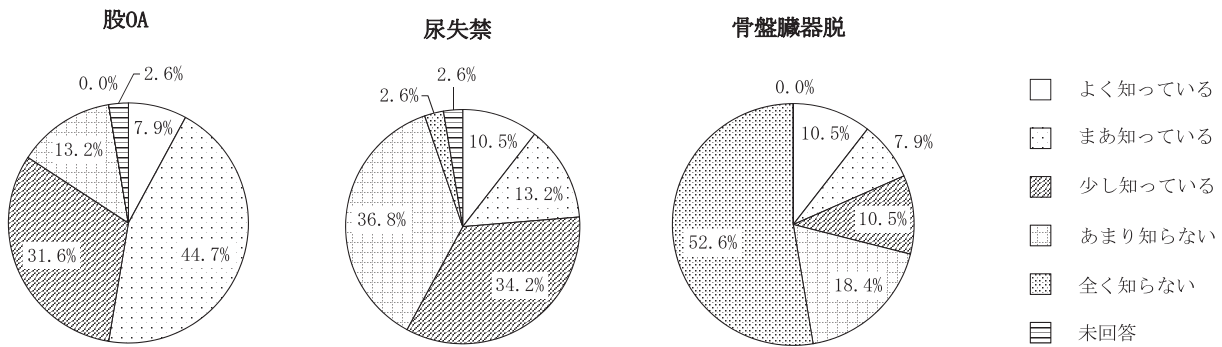


図2 各疾患についての認知度の割合

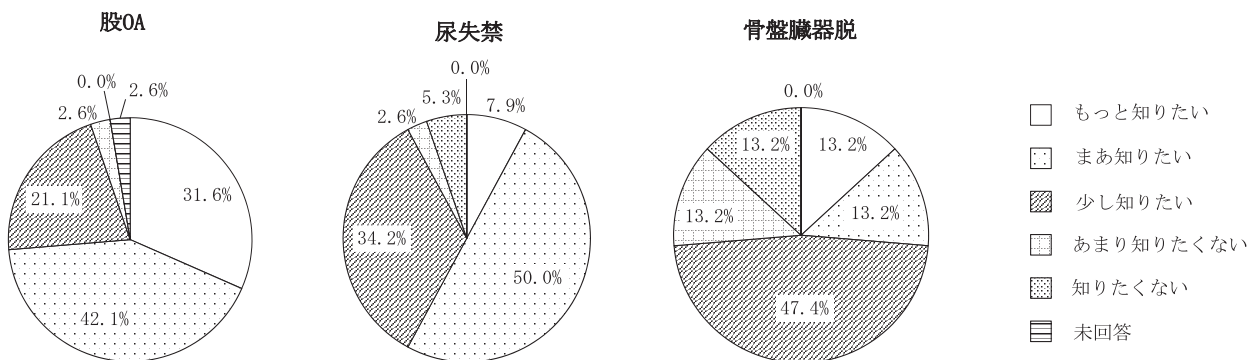


図3 各疾患についての関心度の割合

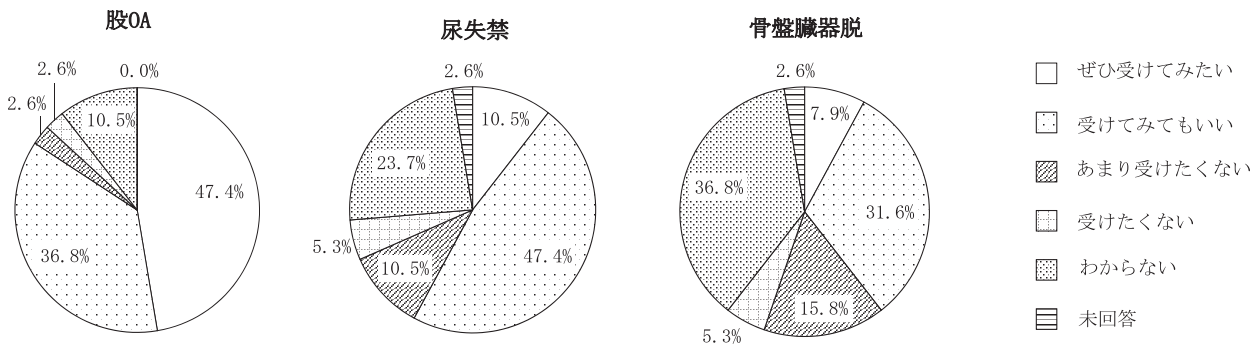


図4 各疾患についての治療や予防のための指導への期待度の割合

3. 各疾患についての認知度 (図2)

患者の各疾患の認知度については、「よく知っている」、「まあ知っている」、「少し知っている」をあわせて『知っている』と回答したのは、股OAでは84.2%であったのに対し、尿失禁、骨盤臓器脱ではそれぞれ57.9%、28.9%であった。「まったく知らない」と回答したのは、尿失禁では2.6%であったのに対し、骨盤臓器脱では52.6%であった。

4. 各疾患についての関心度 (図3)

患者の各疾患の関心度については、「もっと知りたい」、「まあ知りたい」、「少し知りたい」をあわせて『知りたい』と回答したのは、股OAでは94.7%であったのに対し、尿失禁、骨盤臓器脱ではそれぞれ92.1%、

73.7%であった。「あまり知りたくない」、「知りたくない」をあわせて『知りたくない』と回答したのは、股OAでは2.6%であったのに対し、尿失禁および骨盤臓器脱ではそれぞれ7.9%、26.3%であった。

5. 各疾患についての治療や予防のための指導への期待度 (図4)

患者の各疾患の治療や予防のための指導への期待度については、指導を「ぜひ受けてみたい」、「受けてもいい」をあわせて『受けてみたい』と回答したのは、股OAでは84.2%であったのに対し、尿失禁、骨盤臓器脱についてはそれぞれ57.9%、39.5%であった。指導を「あまり受けたくない」、「受けたくない」をあわせて『受けたくない』と回答したのは、股OAでは5.3%であったのに対し、尿失

表 2 各疾患についての指導を希望する職種

	股 OA	尿失禁	骨盤臓器脱
医師 (%)	65.8	36.8	29.0
看護師 (%)	36.8	39.5	42.1
理学療法士 (%)	81.6	31.6	26.3
医療関係者以外 (%)	0.0	0.0	0.0
わからない (%)	10.5	31.6	39.5
未回答 (%)	0.0	5.3	5.3

禁および骨盤臓器脱ではそれぞれ 15.8%, 21.1%であった。「わからない」と回答したのは、股 OA では 10.5%であったのに対し、尿失禁、骨盤臓器脱についてはそれぞれ 23.7%, 36.8%であった。

6. 各疾患についての指導を希望する職種および指導内容

患者の各疾患の指導を希望する職種については、股 OA では「理学療法士」と回答したのは 81.6%であり、理学療法士が最多であった。尿失禁、骨盤臓器脱では「看護師」と回答したのはそれぞれ 39.5%, 42.1%であったのに対し、「理学療法士」と回答したのはそれぞれ 31.6%, 26.3%であり、PFD に関する指導は看護師が最多であった。「医療関係者以外」との回答はいずれの疾患でもなかった。また、「わからない」と回答したのは、股 OA では 10.5%であったのに対し、尿失禁、骨盤臓器脱についてはそれぞれ 31.6%, 39.5%であった (表 2)。

希望する指導内容では、股 OA では「自主トレーニング方法」が 81.6%, 「生活上の注意点や対策」が 76.3%で多かったのに対し、尿失禁、骨盤臓器脱では「予防法」がそれぞれ 52.6%, 60.5%でともに最多であった。「病態や原因」と回答したのは、股 OA, 尿失禁についてはそれぞれ 21.1%, 16.8%であったのに対し、骨盤臓器脱では 34.2%であった。

考 察

本研究の対象者である末期股 OA 女性患者 (平均年齢 64.9 歳) における尿失禁の有症率は 6 割以上であった。先行研究と異なり、本研究では対象者の 3 割強に THA 歴があり、術式は後方進入法が多かった。これまでの報告によると、前方進入法にて THA を施行された女性 189 例による検討では、術前に尿失禁症状があった症例のうち 64% が術後 3 か月時に症状の改善傾向を示した⁵⁾、女性 76 例による THA 術式の比較検討では、術前に尿失禁症状があった症例のうち前方進入法では 69% が術後 3 か月時に症状の改善傾向を示したのに対し、後方進入法では症状の改善傾向を示したのは 11% であり 56% が悪化した⁶⁾、とされており、股関節外旋筋を切除する後方進入法では骨盤底筋群の弱화를招く可

能性があることが示唆されている。また、THA 術後に尿失禁症状の改善傾向を示した症例の方が、改善しなかった症例に比べ術後の股関節可動域の改善が大きかった¹⁴⁾ とする報告もあり、股関節の可動域制限が強い末期股 OA の患者では一般の高齢女性よりも尿失禁の有症率が高い可能性も考えられる。以上より、THA 歴のある症例を含む末期股 OA 女性患者では尿失禁の有症率が高い可能性が示唆され、PFD と股 OA との関連性についてさらなる調査が重要である。

一方、骨盤臓器脱の有症率についても本研究の対象者では 6 割以上であった。これまで諸外国の調査として、問診票による疫学調査で 25 ~ 84 歳の女性の 6%¹⁵⁾、内診で評価した調査で 24 ~ 40% などの有症率が報告されているが、本邦ではデータがなく女性の骨盤臓器脱の疫学調査が行われることが望まれている⁹⁾。今回、本研究の対象者である末期股 OA 女性患者の多くが症状を有していることがわかった。また、先行研究では THA 術前女性患者の尿失禁の種類は腹圧性が多いとされているのに対し、本研究の対象者では切迫性や混合性が多かった。一般に骨盤臓器脱では高頻度に排尿障害と蓄尿障害 (過活動膀胱、腹圧性尿失禁) を合併するが、骨盤臓器脱の進行とともに排尿困難に傾き腹圧性尿失禁はむしろ改善するとされる¹⁶⁾。尿失禁の種類として腹圧性よりも切迫性や混合性が多かったことから、本研究の対象者では骨盤臓器脱の症状がより進行している可能性がある。いずれにしても、本研究の対象者では尿失禁および骨盤臓器脱のどちらも症状を認める患者は 47.4% で半数程度と高く、どちらも症状を認めない患者は 2 割弱にとどまっていることから、その症状アセスメントや治療介入の重要性があることが示唆された。

PFD に関する認識については、股 OA に比べて PFD の認知度はより低いと考えられた。また、健康づくり教室に参加した中年期女性に対する調査では、骨盤底筋に関する知識について 76% が知っていると回答したと報告されているが¹⁷⁾、健康意識の高い健常者と比べて本研究の対象者である股 OA 女性患者では PFD の認知度は低いと推察される。さらに、「まったく知らない」との回答が尿失禁についてはほとんどなかったのに対し骨

盤臓器脱については半数以上となっており、尿失禁に比べて骨盤臓器脱の認知度はより低いと考えられた。PFDの関心度については、『知りたい』と回答したのは尿失禁が92.1%、骨盤臓器脱が73.7%であり7割以上の患者がPFDについて関心を示していたが、尿失禁に比べて骨盤臓器脱の関心度はより低いと考えられた。これは、尿失禁は一定の認知度があるのに対し骨盤臓器脱は認知度が低いため関心度も低くなったのではないかと推察される。PFDに関する指導への期待度については、指導を『受けたい』と回答したのは尿失禁が57.9%、骨盤臓器脱が39.5%であり半数程度の患者がPFDに関する指導を期待していた。股OAに比べてPFDの指導への期待度はより低いと考えられたが、尿失禁および骨盤臓器脱については「わからない」との回答が多かったことから、PFDに関する指導への期待度の低さについても疾患の認知度の低さが影響している可能性がある。

指導を希望する職種については、股OAに関する指導は理学療法士を、尿失禁、骨盤臓器脱に関する指導は看護師をもっとも希望していた。疾患の治療や予防における理学療法士の役割について、股OAに関する指導に対しては一定の理解を得ているものの、PFDに関する指導に対しては現状では広く浸透しているとはいえないと考えられる。また、PFDに関する指導については「わからない」との回答が多かった。今回の調査では職種ごとに性別をわけて質問していないため、PFDのような羞恥心を惹起する指導内容であることが予想される場合は、女性のイメージが強い看護師を選択した可能性もあるだろう。さらに、希望する指導内容として骨盤臓器脱に関しては「病態や原因」といった基礎的な項目が挙げられており、これも疾患の認知度が低いことを反映しているものと推察される。

以上より、PFDの認知度自体の低さが関心や期待の低さにつながっており、まずは疾患認知の啓発から行う必要があると考えられる。PFDに関する指導について医療者への期待がある一方で、理学療法士の役割についての認識は低かったことから、運動療法や生活指導など理学療法士が提供できる指導内容について周知を図るとともに、今後さらにPFDに対する理学療法のエビデンスを構築する取り組みが重要である。加えて、実際指導に看護師の協力は不可欠であり、外来看護師や排尿ケアチームといかに協業を図るかも課題となるだろう。

本研究の限界として、有症率に関しては、対象者である末期股OA女性患者の中にTHA歴のある患者が含まれていることが影響している可能性があるため、今後股OAの治療歴を統一した調査が必要となる。また、尿失禁および骨盤臓器脱の有症率の算出はともに自覚症状についての質問票による調査から行っており、診断や重症度を確定するものではないため、今後は診断歴や症状の

重症度を含めた調査が検討される。本研究は単一施設での調査であることや患者数が少ないことも影響を与えている可能性もあり、今後は多施設による前向き調査を行い統計学的分析による検討が必要である。患者の認識調査に関しては、対象者はTHA術が予定されているため主治医をはじめとした医療者から股OAに関する説明を受けていることが前提にあり、股OAに関する認知度、関心度、指導への期待度はPFDに比べてすでに高い状態であるというバイアスが含まれていると考えられ、一般女性の認識との比較などの検討が必要である。さらに、今までの学歴等の背景が不明であることから、様々な年代や患者背景を考慮した認識調査が必要であると考ええる。

結 論

THA歴のある症例を含む末期股OA女性患者において、尿失禁および骨盤臓器脱の有症率はそれぞれ65.8%、63.2%と高く、47.4%の患者がどちらも症状を認めた。尿失禁および骨盤臓器脱の認知度は低かったが、7割以上の患者が関心を示し、半数程度の患者が指導を期待していた。

利 益 相 反

本研究において開示すべき利益相反はない。

謝辞：研究にご協力いただいた川崎医科大学附属病院整形外科外来看護師の皆様、同リハビリテーションセンタースタッフ、ご助言いただいた兵庫医療大学森明子先生に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 上杉雅之 (監)：理学療法士のためのウィメンズ・ヘルス運動療法. 山本綾子 (編), 医歯薬出版, 東京, 2017, pp. 10-21.
- 2) Carolyn K, Lynn AC：最新運動療法大全 (第6版) 実践編. 黒澤和生 (監), ガイアブックス, 東京, 2017, pp. 526-528.
- 3) 鈴木重行, 井上倫恵 (編)：リハスタッフのための排泄リハビリテーション実践アプローチ. メジカルビュー, 東京, 2018, pp. 29-35.
- 4) 石井美和子, 福井 勉 (編)：ウィメンズヘルスと理学療法. 三輪書店, 東京, 2016, p. 126.
- 5) Tamaki T, Oinuma K, *et al.*: Hip dysfunction-related urinary incontinence: A prospective analysis of 189 female patients undergoing total hip arthroplasty. *Int J Urology*. 2014; 21: 729-731.
- 6) Baba T, Homma Y, *et al.*: Is urinary incontinence the hidden secret complications after total hip arthroplasty? *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014; 24: 1455-1460.
- 7) 奥村敬子, 田巻達也, 他：人工股関節全置換術前後における女性の尿失禁症状の変化. *Hip Joint*. 2014; 40: 868-872.
- 8) 本間之夫, 柿崎秀宏, 他：排尿に関する疫学的研究. *日排尿機能会誌*. 2003; 14: 266-277.
- 9) 日本排尿機能学会, 女性下部尿路症状診療ガイドライン作

- 成委員会（編）：女性下部尿路症状診療ガイドライン。リッ
チヒルメディカル，東京，2013，pp. 12-23.
- 10) Fante JF, Silva TD, *et al.*: Do women have adequate knowledge about pelvic floor dysfunctions? a systematic review. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2019; 41: 508-519.
 - 11) Matsumoto T, Kaneuji A, *et al.*: Japanese Orthopaedic Association Hip-Disease Evaluation Questionnaire (JHEQ): a patient-based evaluation tool for hip-joint disease. *J Orthop Sci.* 2012; 17: 25-38.
 - 12) 後藤百万, Donovan J, 他：尿失禁の症状・QOL 質問票：スコア化 ICIQ-SF (International Consultation on Incontinence-Questionnaire : Short Form). *日神因勝会誌.* 2001; 12: 227-231.
 - 13) Yoshida M, Murayama R, *et al.*: Reliability and validity of the Japanese version of the pelvic floor distress inventory-short form 20. *Int Urogynecol J.* 2013; 24: 1039-1046.
 - 14) Okumura K, Yamaguchi K, *et al.*: Prospective analyses of female urinary incontinence symptoms following total hip arthroplasty. *Int Urogynecol J.* 2017; 28: 561-568.
 - 15) Lawrence JM, Lukacz ES, *et al.*: Prevalence and co-occurrence of pelvic floor disorders in community-dwelling women. *Obstet Gynecol.* 2008; 111: 678-685.
 - 16) 吉川史隆, 平松祐司, 他：産科婦人科疾患最新の治療. 江南堂, 東京, 2019, pp. 195-200.
 - 17) 眞島美穂, 上岡裕美子, 他：骨盤底筋体操を取り入れた女性の健康づくり教室の成果. *理学療法学.* 2016; 43: 412-419.

〈Abstract〉

Prevalence and Level of Urinary Incontinence and Pelvic Organ Prolapse Awareness in Women with End-stage Hip Osteoarthritis

Sayuri MIYAHARA, PT, MS

Center of Rehabilitation, Kawasaki Medical School Hospital

Hiromi MATSUMOTO, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Kawasaki University of Medical Welfare

Sigeru MITANI, MD

Department of Orthopedics, Kawasaki Medical School Hospital

Objective: The purpose of this study was to determine the prevalence of urinary incontinence and pelvic organ prolapse in female patients who had end-stage osteoarthritis of the hip. The study also surveyed patient awareness of the conditions, the level of concern, and the expectations for care.

Methods: Thirty-eight female patients (mean age, 64.9 years) who had end-stage osteoarthritis before total hip arthroplasty were included in the study. The International Consultation on Incontinence Questionnaire-Short Form and the Pelvic Organ Prolapse Distress Inventory 6 were used to assess the prevalence of urinary incontinence and pelvic organ prolapse symptoms. In addition, awareness and concerns regarding urinary incontinence and pelvic organ prolapse, and expectations for care were surveyed using self-administered questionnaires.

Results: The prevalence of urinary incontinence and pelvic organ prolapse was 65.8% and 63.2%, respectively; 47.4% of patients had both symptoms. The prevalence of urinary incontinence and pelvic organ prolapse awareness was 58.5% and 29.3%, respectively. Greater than 70% of the patients were concerned about the disorders and approximately one-half expected guidance for care.

Conclusions: The prevalence of urinary incontinence and pelvic organ prolapse was high in female patients who had end-stage osteoarthritis of the hip. Many patients had an interest and expectation for guidance.

Key Words: Osteoarthritis of hip, Urinary incontinence, Pelvic organ prolapse, Prevalence, Awareness

症例報告

術後早期に独歩を獲得し得た脊髄後索障害の1例*

深田 亮¹⁾²⁾# 古矢 丈雄²⁾ 竹内 弥彦¹⁾
金 勤東¹⁾²⁾ 赤坂 朋代¹⁾ 村田 淳¹⁾

要旨

【目的】脊髄後索障害により、脊髄性運動失調を呈した歩行障害に対する理学療法について報告する。
【対象】胸椎黄色靱帯骨化症でロンベルグ徴候と歩行障害を呈した73歳男性である。第10/11胸椎高位において、胸椎黄色靱帯骨化症に伴う硬膜管の圧排および同部位の脊髄圧排が確認された。不全対麻痺で立位保持、歩行が困難となり、第10/11胸椎椎弓切除術、12胸椎頭側1/2部分椎弓切除術、黄色靱帯骨化切除術が施行された。【方法】術後5日目から、歩行動作の獲得を目的に自転車エルゴメーター、トレッドミル歩行練習を中心に実施した。【結果】術後13日目、ロンベルグ徴候は陰性となり、独歩が可能となった。【結語】術後急性期から自転車エルゴメーターやトレッドミル歩行練習を施行したことで、転倒なく独歩で日常生活に復帰できた。

キーワード 胸椎黄色靱帯骨化症、後索、自転車エルゴメーター、トレッドミル歩行

はじめに

胸椎黄色靱帯骨化症 (Ossification of the Ligament Flavum; 以下、OLF) は、脊椎椎弓間の腹側を連結する黄色靱帯の骨化である。症状は胸部脊髄症の病態をとり、痙性歩行や体幹および下肢のしびれと感覚障害、膀胱直腸障害がある。脊髄後索を圧迫し、位置覚や振動覚といった深部感覚が障害される¹⁾ 胸部脊髄症を呈すれば、原則として手術適応となる²⁾。OLFに対する手術成績³⁻⁵⁾ の報告は散見される。OLFにおける術後の成績不良因子の術前因子として日本整形外科学会頸髄症治療成績判定基準⁶⁾ (以下、JOA score) 5点未満、頸髄症の合併、術前歩行能力の低下、深部感覚障害がある。術中因子として硬膜裂傷の存在、硬膜外血腫または脊髄損傷、体性感覚誘発電位の低下が挙げられる⁵⁾⁷⁾⁸⁾。深

部感覚障害では母趾の位置覚⁹⁾ や下肢の振動覚¹⁰⁾ が重要視されている。

脊髄後索の障害では、後索-内側毛帯路が障害される¹¹⁾。求心性感覚入力が増断されるために位置覚や振動覚の固有感覚が損なわれ、脊髄性運動失調を引き起こす¹²⁾。臨床症状では、下肢において視覚遮蔽による姿勢調節への影響を評価するRomberg徴候を認める。歩行は全身性の過緊張を伴い、踵打歩行となる¹³⁾。日常診療で行う検査としては位置覚検査や音叉を用いた振動覚検査が一般的である¹⁴⁾。

このように脊髄後索障害により脊髄性運動失調が出現し、歩行能力の低下を認めるOLFであるが、OLF術後の脊髄性運動失調を呈した症例に対する理学療法の報告は少ない。先行報告によると、術後約30日で屋内移動が独歩で自立し、屋外は杖の使用が必要であったとされる¹⁵⁾ が、術後急性期に関する詳細な経過や理学療法プログラムに関しては明らかにされていない。運動失調に対する効果的な方法として、重錘負荷や弾性緊縛帯、Frenkel体操が挙げられる¹⁶⁾。これらの運動療法は、小脳性運動失調に対する臨床経験、効果検証を経て既存の方法として一定のコンセンサスを得ている。しかし、脊髄性運動失調に対する運動療法として確立されたものは存在しない。本例は脊髄性運動失調により、一定のペースにおける律動的な下肢の交互運動が破綻してい

* A Case of Operative Spinal Cord Funiculus Posterior Injury, with Early Post-operative Gains in Gait

1) 千葉大学医学部附属病院リハビリテーション科

(〒260-8677 千葉県千葉市中央区亥鼻1-8-1)

Ryo Fukata, PT, Yahiko Takeuchi, PT, PhD, Geundong Kim, MD, Tomoyo Akasaka, MD, PhD, Atsushi Murata, MD, PhD: Department of Rehabilitation Medicine, Chiba University Hospital

2) 千葉大学大学院医学研究院整形外科

Ryo Fukata, PT, Takeo Furuya, MD, PhD, Geundong Kim, MD: Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University

E-mail: alice_cute_0312@chiba-u.jp

(受付日 2020年7月19日/受理日 2020年11月25日)

[J-STAGEでの早期公開日 2021年1月23日]

た。術後早期に足部へ重錘を負荷し歩行練習を試みたものの、即時的な効果は認められなかった。そこで今回、我々は重度脊髄障害を呈する OLF を施行した症例に対し、術後急性期より歩行動作の獲得を目的として、自転車エルゴメーターやトレッドミル歩行練習を施行した。自転車エルゴメーター¹⁷⁾とトレッドミル歩行¹⁸⁾は脊髄損傷患者の歩行障害に対し、一定のペースで律動的な下肢運動を形成することが可能となり、バランスや歩行速度、持久力の改善が期待できる。本例における自転車エルゴメーターとトレッドミル歩行練習の効果は、一定のペースで律動的な下肢の交互運動を獲得することで独歩の再獲得が可能になると考え、これらのプログラムを積極的に採用した。その結果、術後13日後に独歩で自宅退院が可能となり、自宅退院後から6ヵ月経過後も転倒をすることなく日常生活が行えている症例を経験したので報告する。

症 例

OLF で歩行障害を呈した73歳の男性である。既往歴に糖尿病がある。空腹時血糖値が120～150 mg/dl であり、HbA1c は6.8%であった。前医では内服治療で経過観察されていた。なお、前医からの情報と当院の糖尿病・代謝・内分泌科を受診した際、糖尿病性神経障害の疑いは認めなかった。

X-1年、足部末梢に感覚異常が出現した。X年4月、感覚異常が両下腿まで増悪した。また、右下肢に疼痛が出現し、T字杖歩行となった。X年5月、下肢に不全麻痺が出現し、医療機関を受診した。前医での身体機能評価は筋力がManual Muscle Testing（以下、MMT；右/左）で腸腰筋は3/4、大腿四頭筋4/5、前脛骨筋2/5、長母趾伸筋3/5、下腿三頭筋3/5の筋力低下を認めた。胸椎 Computed Tomography で第10/11胸椎高位において、OLF に伴う硬膜管の圧排およびMagnetic Resonance Imaging（以下、MRI）で同部位の脊髄圧排が確認された（図1）。体幹の感覚異常や膀胱直腸障害は認めなかった。

同月、脊髄症の改善を目的に椎弓を切除することで脊髄への圧迫を解除する手術方針となり、当院へ転院となる。理学療法は手術前日から開始した。身長、体重、Body Mass Index はそれぞれ159 cm、46.6 kg、18.4 kg/m²であった。主訴は「身体が動揺して歩けない。立っていることが精一杯」であった。JOA score は上肢項目を除いた11点満点を使用し、5点であった。リスク管理はリハビリテーション医学会の基準とした。術前の理学療法評価は左右のBabinski 反射が陽性で右大腿四頭筋と下腿三頭筋の深部腱反射が亢進していた。筋緊張はModified Ashworth Scale（以下、MAS）で下腿三頭筋を評価し、左右ともに正常（MAS：0）であった。膀胱

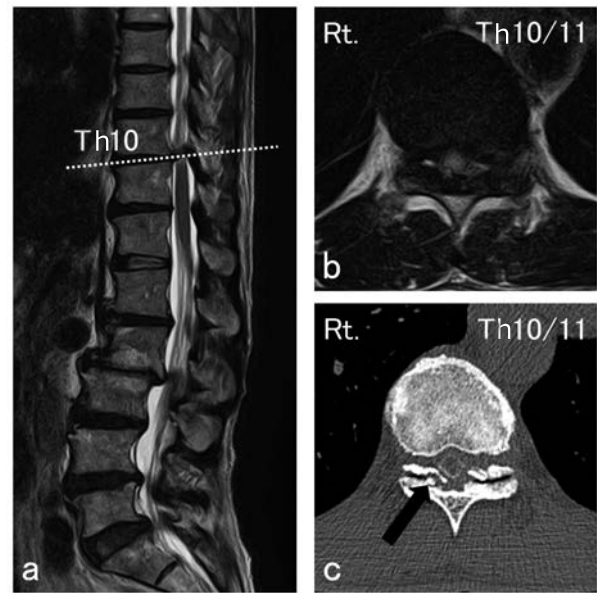


図1 画像所見

a：Magnetic Resonance Imaging T2強調矢状面像

b：Magnetic Resonance Imaging T2強調水平断像

c：脊髄造影後Computed Tomography 水平断像

第10/11胸椎高位において、黄色靱帯骨化に伴う硬膜管の圧排（c：矢印）を認めた。

直腸障害は認めなかった。感覚検査は10点法で触覚と痛覚がT9からL4まで左右ともに6点、L5～S1は4点であった。両下腿から足趾にかけてしびれがあった。両母趾の位置覚は左右ともに2/5と低下していた。振動覚は左右ともに上前脛骨と膝蓋骨、内果が消失していた。運動失調の検査はScale for the assessment and rating of ataxia（以下、SARA）を使用した。言語項目と上肢項目を除いた22点満点を使用し、14点であった。MMTは上肢ですべてMMT5と正常であった。下肢は腸腰筋3/4、大腿四頭筋3/4、前脛骨筋3/4、長母趾伸筋2/4と低下していた。下腿三頭筋に関しては、検査肢位の保持が困難であったため、ASIA International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury: Motor Exam Guide（以下、ISNCSCI-MEG；右/左）を用いて、臥位で評価を行いGrade 3/4であった。起居動作は端座位まで自立であった。立位は上肢支持下で可能であった。また、重心動揺検査で開眼での閉脚立位と閉眼での閉脚立位を評価した。開眼での閉脚立位は可能（外周面積：12.77 cm²、単位軌跡長：4.54 cm/秒）であるも閉眼での閉脚立位は不可能でRomberg 徴候が陽性であった（図2-a, b）。歩行は一側下肢への重心移動が困難であり、振りだす足部を注視するなどの視覚的代償を用いても下肢を振りだすことが困難であった。機能的自立度評価表（Functional Independence Measure；以下、FIM）は118点であった。

同年5月、OLF に対し、T10-11椎弓切除術、T12頭

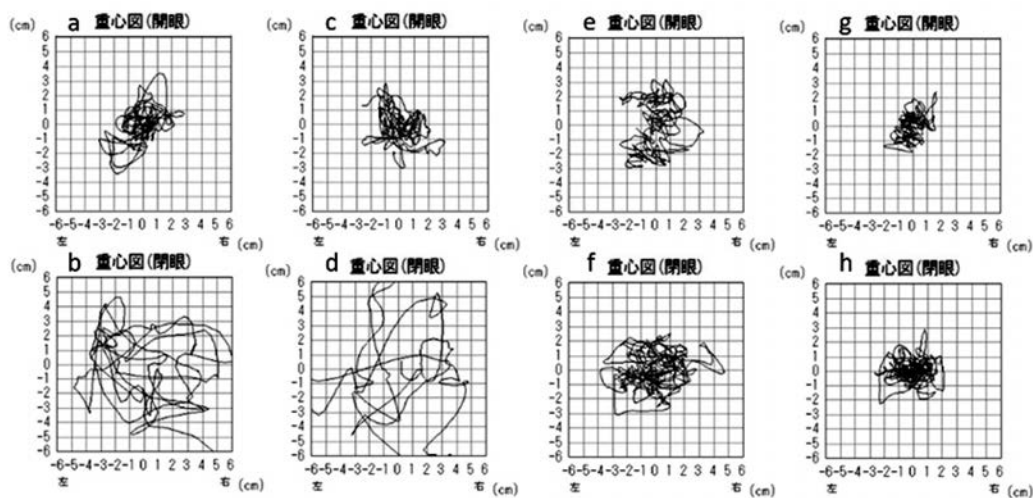


図2 重心動揺検査

a-b: 術前評価, c-d: 術後2日目, e-f: 術後12日目, g-h: 術後180日目

重心動揺検査は床反力計（アニマ社製、Gravicorder G-620）上で、それぞれ開閉眼の条件、裸足で踵間距離を1 cmとした。両上肢は体側におき30秒間の静止立位を保持することを指示した。まず、開眼条件で実施し、次に閉眼条件で実施した。

側1/2部分椎弓切除術、黄色靱帯骨化切除術が施行された（手術時間：3時間2分、出血量：少量）。

術後1日目、理学療法はベッドサイドから開始となる。リスク管理はリハビリテーション医学会の基準に加え、離床する際は胸腰椎ダーメンコルセットを装着して実施した。主訴は「手術前と比較して力が入りやすくなった。しかし、立つと足がふわふわして、ふらつきが強い」であった。理学療法開始時所見は左右のBabinski反射、右大腿四頭筋と下腿三頭筋の深部腱反射、筋緊張、感覚検査は術前と不変であった。MMTは腸腰筋3/4、大腿四頭筋3/4、前脛骨筋4/4、長母趾伸筋3/4で、下腿三頭筋はISNCSCI-MEGでGrade 3/4であった。起居動作は寝返りが軽介助、起き上がりは全介助、端座位は自立、立位は上肢支持が必要で監視を要した。運動療法は寝返り練習、側臥位を経由した起き上がり練習、両腋窩介助下で立位での重心側方移動練習および足踏みを実施した。FIMは106点であった。

理学療法プログラム

理学療法は術後4日目まで足部へ重錘を負荷した歩行練習を実施した。しかし、歩行時の身体動揺に対し改善の効果を認めなかった。そこで、理学療法は術後5日目から一定のペースで律動的な下肢における交互運動の獲得を目的に自転車エルゴメーター、トレッドミル歩行練習、歩行練習を中心に実施した。理学療法の頻度は週に5回、実施時間は40分で実施した。歩行練習は左右・後方への身体動揺を制御する目的で、Initial Contactで踵接地が可能となる4輪型歩行車、両T字杖、片側でのT字杖の順に歩行補助具を選定した。歩行補助具選

定後、2日連続で病棟での夜間・早朝時に左右・後方への身体動揺が自制内で歩行が可能の場合、看護師と協議のうえ、しているADLとして自立と判断した。自転車エルゴメーターとトレッドミル歩行は視覚からの情報入力を極力最小限にするために、視線を足下に向けないように前方を注視させ、自身の身体的位置情報について、視覚による代償を極力用いないように調整した。なお、患者の安全性や不安への配慮から、視覚情報の遮断までは実施しなかった。負荷量の設定は下肢疲労感が修正Borg Scale 6となるように調整した。実施距離や速度、勾配は開始前に目標を決定し、実施中の下肢疲労感に合わせ、設定を調整した。また、術後5日目からは自転車エルゴメーターとトレッドミル歩行ともに、徐々に両ハンドルバーの把持力を弱めて軽く触れる程度で実施するように促した。

理学療法経過（表1）

術後2日目、理学療法室で開始した。起居動作は端座位が自立し、立位保持は手すりを上肢で把持することで自立となった。重心動揺検査は開眼での閉脚立位で可能（外周面積：11.72 cm²、単位軌跡長：3.97 cm/秒）であったが、閉眼での閉脚立位は不可能でRomberg徴候は陽性であった（図2-c,d）。歩行は歩行開始時に左右・後方への身体動揺が大きく、転倒の危険性が高かった。本例に対し、開眼での閉脚立位と閉眼での閉脚立位の重心動揺の結果（図2-a,b,c,d）およびバランス障害の原因は位置覚や振動覚の深部感覚障害が考えられることを説明した。さらに深部感覚の回復には長期的に時間がかかる可能性があること、その問題に対し視覚や前庭感覚で

表1 理学療法経過

a							
	手術前日	術後 1 日	術後 2 日	術後 13 日	自宅退院	術後 180 日	
JOA score	5	未評価		7.5		8.5	
Babinski 反射（右／左）	+/+		未評価	+/+		+/-	
深部腱反射（右／左）	+/- +/-		未評価	+/- +/-		+/- +/-	
大腿四頭筋							
下腿三頭筋							
触覚・痛覚（10 点法）	T9 ～ L4：6 点 L5 ～ S1：4 点		未評価	T9 ～ L4：8 点 L5 ～ S1：8 点		T9 ～ L4：10 点 L5 ～ S1：10 点	
しびれ	両下腿から足趾					両下腿から足趾	
位置覚（母趾：右／左）	2/5 / 2/5		未評価	2/5 / 2/5		5/5 / 5/5	
振動覚（右／左）	消失 消失 消失		未評価	消失 消失 消失		軽度鈍麻 軽度鈍麻 中等度鈍麻	
上前腸骨棘							
膝蓋骨							
内果							
SARA（点）	14	未評価		6		6	
MMT（右／左）	3/4 3/4 3/4 2/4 3/4		未評価	4/5 5/5 5/5 5/5 5/5		5/5 5/5 5/5 5/5 5/5**	
腸腰筋							
大腿四頭筋							
前脛骨筋							
長母趾伸筋							
下腿三頭筋＊							
重心動揺検査	12.77 4.54 測定困難 測定困難		11.72 3.97 測定困難 測定困難	14.67 4.31 20.45 4.31	5.04 2.68 6.47 5.19 127		
【開眼】							
外周面積（cm ² ）							
単位軌跡長（cm/ 秒）							
【閉眼】							
外周面積（cm ² ）							
単位軌跡長（cm/ 秒）							
FIM	118	106	106	126	127		

b

	術後1日	術後2日	術後5日	術後6日	術後7日	術後8日	術後11～13日
起居動作練習	寝返り 起き上がり 立位						
歩行練習	困難	4輪型歩行車	両T字杖	T字杖歩行	独歩	屋外歩行 (T字杖)	屋外歩行 (独歩)
自転車エルゴメーター	未実施		10	15		20	
実施時間 (分)			10～30	10～38		10～38	
負荷量 (watt)							
トレッドミル歩行	未実施		300	300		400	
実施距離 (m)			3.0	3.0		3.0	
速度 (km/h)			0	0～10		3～15	
勾配 (%)							

a: 評価, b: プログラム

JOA score: 日本整形外科学会頸髄症治療成績判定基準

SARA: Scale for the assessment and rating of ataxia

MMT: Manual Muscle Testing

FIM: Functional Independence Measure

*: ASIA International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury: Motor Exam Guide

**: Manual Muscle Testing で評価

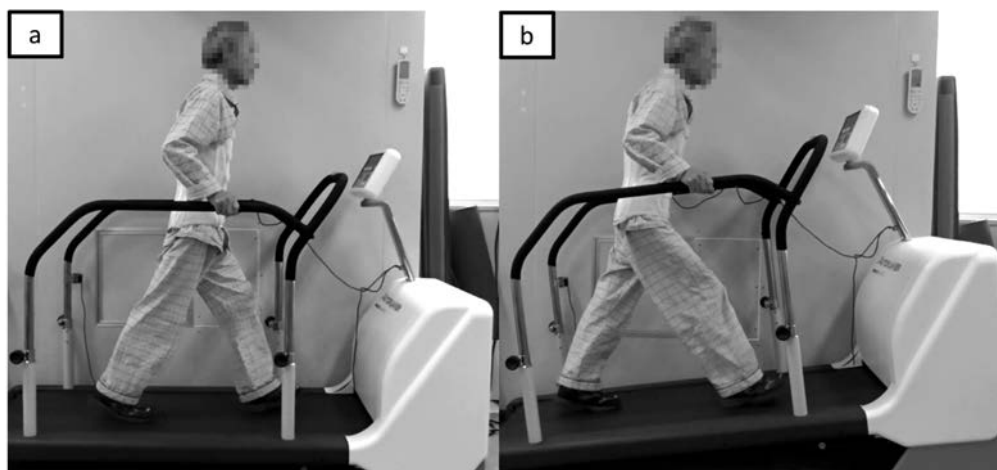


図3 トレッドミル歩行練習

a: 勾配 0%, b: 勾配 15%

治療開始当初は、転倒を予防するために療法士が本例の後方に立ち、実施した。視線は足元ではなく前方に向けてるように指導した。また、徐々に両ハンドルバーの把持力を弱めて軽く握る程度で歩行するように促した。

深部感覚を代償した歩行を獲得していく必要があることを説明した。理学療法は左右・後方への身体動揺を抑える目的で1 kgの重錘を両足部に巻き、平行棒内で両手は手すりを把持した状態で歩行練習を実施した。しかし、本例より「重りをつけない状態と歩きやすさに変化はない」との訴えがあり、療法士の肉眼的にも身体動揺の改善は認めなかった。そのため、両手と両前腕で体重支持が行える4輪型歩行車を使用し、歩行練習を開始した。体重を歩行車へ預けることで、身体動揺が軽減し、自制内で対応できた。しかし、方向転換や着座時に歩行車から手を離れた際に左右・後方への身体動揺があり、監視が必要であった。

術後3日目、4輪型歩行車を使用し、棟内移動が自立した。トイレ動作は方向転換や着座時に手すりを把持することを指導し、自立した。Romberg徴候が陽性であるため、洗面動作は座位で行うように指導し自立した。

術後5日目、理学療法は自転車エルゴメーターとトレッドミル歩行練習(図3)を実施した。自転車エルゴメーターの実施時間は10分間とした。負荷量は10 wattから開始し30 wattまで漸増した。回転数は55回転とした。トレッドミル歩行の実施距離は300 m、速度は3.0 km/h、勾配を0%で実施した。歩行練習は両T字杖を開始した。左右・後方への身体動揺は自制内で制御可能であった。

術後6日目、移動は両T字杖で棟内歩行が自立となった。自転車エルゴメーターの実施時間を15分間とし、負荷量は38 wattまで漸増した。また、自転車エルゴメーターでは独歩に近い条件にて下肢の駆動を行うことを目的とし、ハンドルバーから両手を離して、上肢による支えを解除して駆動するよう設定した。トレッドミル

歩行は徐々に両ハンドルバーの把持力を弱めて軽く握る程度で歩行するように促した。歩行練習では、片側でのT字杖によって開始したが、歩行開始時や方向転換時に左右への身体動揺が観察され、監視が必要であった。

術後7日目、独歩での歩行練習を開始した。歩行開始時や方向転換時に左右への身体動揺が観察され、軽介助が必要であった。片側でのT字杖歩行は身体動揺が自制内で制御可能であった。

術後8日目、片側でのT字杖で院内移動が自立した。屋外歩行練習も片側でのT字杖を使用し、傾斜や坂道に対する身体動揺は自制内で制御可能であり、監視で行えた。トレッドミル歩行では、バランス能力向上を目的に勾配条件下での歩行を開始した。勾配は3%からスタートし、10%まで漸増した。

術後11日目、独歩や方向転換も身体動揺は自制内で制御可能であった。自転車エルゴメーターの実施時間を20分間に変更した。トレッドミル歩行は距離を400 mとし、勾配を3%からスタートし、15%まで漸増した。

術後12日目、院内移動は独歩で自立した。屋外歩行も独歩で可能となった。

術後13日目、独歩で自宅退院となった(図4)。JOA scoreは7.5点と改善した。理学療法評価は左右のBabinski反射が陽性で右大腿四頭筋と下腿三頭筋の深部腱反射は亢進であった。下腿三頭筋の筋緊張はMASで左右ともに正常(MSA:0)であった。感覚検査は10点法で触覚・痛覚が左右ともにT9からL4、L5からS1まで8点まで改善した。両下腿から足趾にかけてのしびれは残存した。両母趾の位置覚は左右ともに2/5、振動覚は上前腸骨棘、膝蓋骨、内果は消失していた。SARAは6点で改善を示した。重心動揺検査では開眼

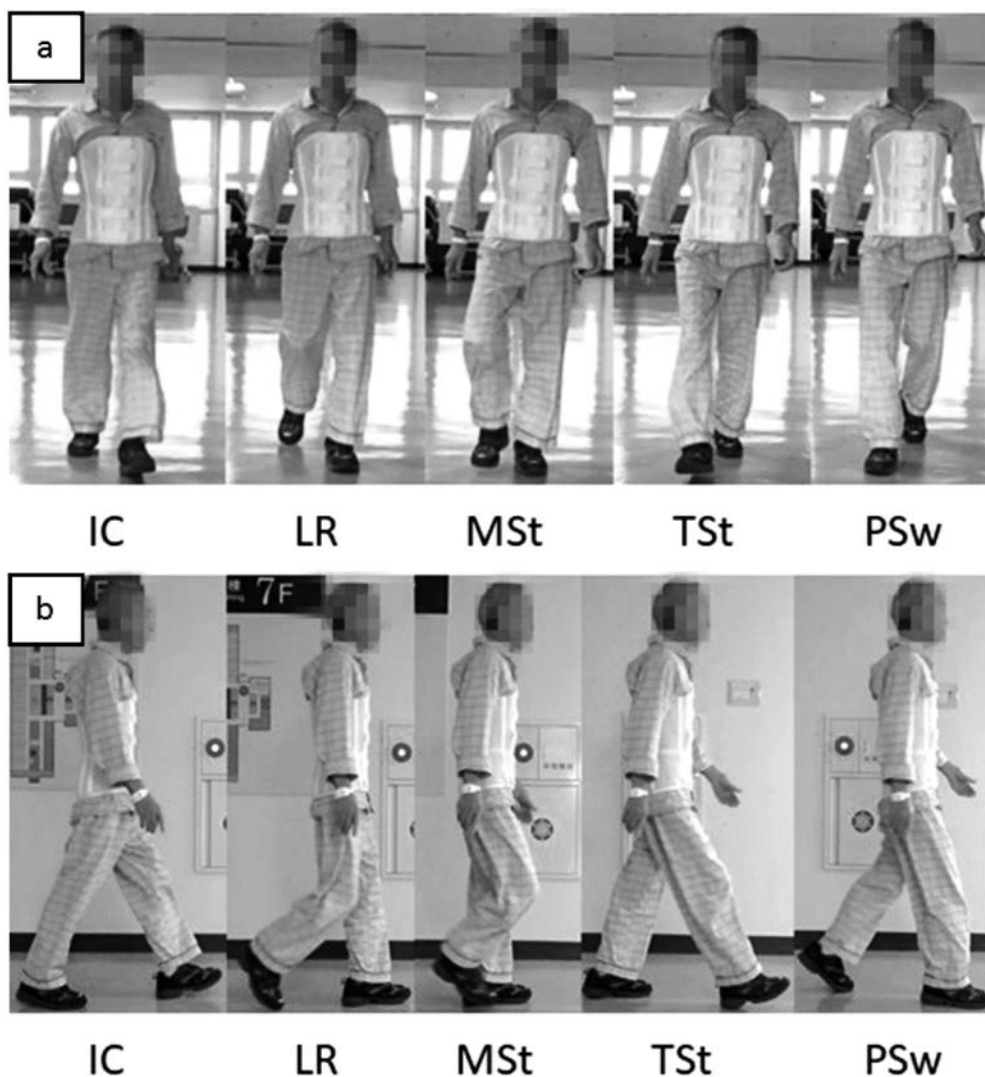


図4 自宅退院時の歩行（術後13日目）

a：前額面，b：矢状面

IC：Initial Contact
LR：Landing Response
MSt：Mid Stance
TSt：Terminal Stance
PSw：Pre Swing

立脚期における上半身の動揺と踵打歩行は認めなかった。

での閉脚立位（外周面積：14.67 cm²，単位軌跡長：4.31 cm/秒），閉眼での閉脚立位（外周面積：20.45 cm²，単位軌跡長：7.11 cm/秒）ともに保持可能となり，Romberg 徴候は陰性となった（図2-e,f）。筋力はMMTで腸腰筋4/5，大腿四頭筋5/5，前脛骨筋5/5，長母趾伸筋5/5であった。下腿三頭筋はISNCSCI-MEGでGrade 5/5であった。起居動作は自立し，歩行は独歩で屋外移動も自立した。10 m 快適歩行速度（以下，10 m 歩行）は9.84 秒（16 歩），Timed Up & Go test（以下，TUG）は9.31 秒（16 歩）であった。FIMは126点であった。自宅退院時の指導内容は転倒予防に対し，閉眼での重心動揺は正常ではないことから，暗闇での歩行は極力避けること，洗面動作など視覚情報が遮断される環境では座

位で動作を行うように指導した。自主トレーニングは下肢疲労感が修正 Borg Scale 6 の範囲内で屋外歩行を行うように指導した。

外来理学療法

外来理学療法の頻度は1～2 ヶ月に1 回，実施時間は20 分で実施した。理学療法評価はおもに脊髄症の悪化が出現していないか，転倒の有無を確認した。理学療法プログラムは術後69 日目以降，本例よりランニングの希望が聞かれたため，ランニング練習を中心に実施した。なお，外来理学療法では自転車エルゴメーターとトレッドミル歩行練習は実施していない。

術後22 日目，MRI で第10/11 胸椎高位における脊髄

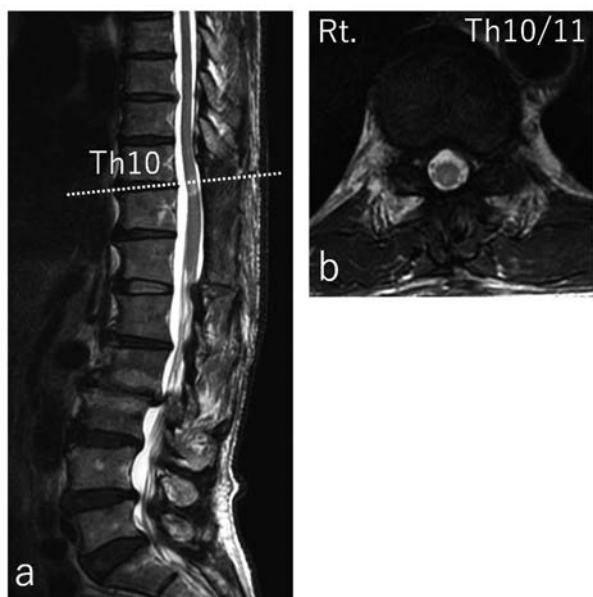


図5 術後のMagnetic Resonance Imaging画像所見
a: Magnetic Resonance Imaging T2強調矢状面像
b: Magnetic Resonance Imaging T2強調水平断像
第10/11胸椎高位における脊髄圧排の解除が確認できた。

圧排の解除が確認できた(図5)。

術後69日目、胸腰椎ゲーメンコルセットの装着が解除され、本人の希望によりランニング練習を開始した。

術後180日目、転倒なく屋外も独歩が行えていると本例から報告を受けた。JOA scoreは8.5点と改善した。理学療法評価は右のBabinski反射が陽性で右大腿四頭筋と下腿三頭筋の深部腱反射で亢進していた。触覚・痛覚は10点法で10点と改善した。両下腿から足趾のしびれは残存していた。両母趾の位置覚は正常まで改善した。振動覚は上前腸骨棘が正常であるも膝蓋骨は軽度鈍麻、内果は中等度鈍麻であった。SARAは6点であった。重心動揺検査は開眼での閉脚立位(外周面積: 5.04 cm^2 , 単位軌跡長: 2.68 cm/秒)、閉眼での閉脚立位(外周面積: 6.47 cm^2 , 単位軌跡長: 5.19 cm/秒)でRomberg徴候は陰性であった。筋力はすべてMMT5と改善した。下腿三頭筋力も検査肢位の保持が可能となり、左右ともにMMT5であった。10 m歩行は8.25秒(18歩)、TUGは9.19秒(18歩)であった。FIMは127点となった。ランニングも可能になった。

考 察

本例を経験することで我々は2つの新たな知見を得ることができた。第1に位置覚や振動覚といった脊髄後索障害が術後も後遺していたにもかかわらず、Romberg徴候が陰性となり、術後13日目に独歩を獲得できた。第2に脊髄性運動失調に対する急性期の理学療法において、立位姿勢制御や歩行時の身体動揺に対し、自転車エ

ルゴメーターやトレッドミル歩行練習が有用となる可能性を見出すことができた。

OLFの手術成績不良因子に母趾の位置覚⁹⁾や下肢の振動覚¹⁰⁾が重要視されている。長期の脊髄障害例では、除圧術がなされても脊髄後索の障害が他の部位に比して改善しがたい¹⁰⁾。そのため、脊髄後索障害の改善が不可逆性に陥りやすく、成績不良の一因になる。位置覚や振動覚が障害された場合、Romberg徴候は陽性となる¹⁹⁾。本例は術前・術後2日目はRomberg徴候が陽性であったが、術後13日目にはRomberg徴候が陰性となった。人の姿勢制御は視覚情報や体性感覚情報、前庭感覚情報が担っている。他の感覚情報を用いて安定した立位姿勢を保つことができない場合、前庭感覚に対する重みづけが大きくなる²⁰⁾。よって、術後13日目にRomberg徴候が陰性になった要因として、下肢筋力の改善に加えて、前庭感覚に対する重みづけを行う感覚方略を適応することにより、立位姿勢の安定性が向上したことが示唆された。

OLFの脊髄性運動失調に対する理学療法は視覚や前庭といった平衡器官での代償¹⁵⁾や、全身振動刺激トレーニング²¹⁾、反復を基本とする機能的練習が有効²²⁾であるとされる。しかし、先行報告は回復期や生活期における報告であり、我々の渉猟した範囲では術後急性期における報告は存在しない。本例における術後の問題点は転倒の観点から主訴でもある左右・後方への身体動揺であった。本例は術後早期に下肢筋力が改善されたことや視覚・前庭機能の障害を有していないことから、左右・後方への身体動揺は脊髄性運動失調が原因であると考えた。深部感覚入力が失われた際には視覚情報を手が必要として代償的な運動調節を行うことになる。このような症例は視覚情報による代償により運動出力が過剰になることが指摘されている。そのため、過度な運動出力の軽減や、視覚に対する過度な依存を軽減させる運動療法を立案することが必要¹³⁾である。本例は自転車エルゴメーターやトレッドミル歩行練習において、自身の身体を視覚情報に過度に依存しない工夫として、前方に視線を固定するように実施したことで、視覚に対する過度な依存を軽減させることができたと考える。また、視覚に過度な依存をさせなかったことで術後13日目において閉眼閉脚立位の条件でも身体動揺が軽減し、ロンベルグ徴候が陰性になったと考える。

末梢性ニューロパチー症例は下肢の体性感覚喪失に対し、上肢からの接触経路で代替している²³⁾。本例の場合、歩行補助具での上肢使用により下肢の体性感覚喪失を代替し、理学療法以外の場面においても、歩行する機会を術後早期から増やした。また、歩行動作の獲得を目的に自転車エルゴメーターとトレッドミル歩行練習を中心に実施した。まず自転車エルゴメーターであるが、自

転車エルゴメーターは歩行と比較し、転倒の危険性が低く安全なトレーニング機器とされる^{24) 25)}。さらに末梢からの感覚情報を含めた運動制御機能が歩行とほぼ同様である²⁶⁾。自転車エルゴメーターは歩行の筋活動に高い類似性が認められるため、歩行にかかわる神経筋活動様式の再学習に有効²⁷⁾とされている。一般高齢者の歩行時の歩調は毎分100～115歩である²⁸⁾。その際の下肢の踏み替え頻度が、自転車エルゴメーターの50～57回転に相当することから、本例は55回転と設定した。加えて、回転数を維持しながら負荷量を徐々に漸増した。また、両手をハンドルバーから離し、上半身のバランスを保ちながら下肢を駆動するようにし、独歩に近づけた条件で実施した。

次にトレッドミル歩行であるが、トレッドミル歩行は常に床面が動いている支持面が不安定な条件下での歩行である。深部感覚が喪失した症例において、そのような条件下における歩行は前庭感覚が代償し、バランスを制御している²⁹⁾。本例も先行研究同様に深部感覚障害を有しており、連日のトレッドミル歩行練習によって先行研究同様に前庭感覚の代償が働いたと考えた。本例の自転車エルゴメーターとトレッドミル歩行練習は、術前からの二次的な筋力低下の改善に加えて、一定のペースで運動を継続することで過度な運動出力の軽減、視覚に対する過度な依存を軽減させる運動療法になり得た可能性がある。また、転倒のリスクを最小限にした状態で十分な下肢の歩行運動と運動時間を確保できた。特に急性期における自転車エルゴメーターは、中等度から重度の介助量がある患者に対し、座位が可能であれば施行できるのは大きなメリットと考える。

本報告の限界として、視覚情報を完全に遮断し自転車エルゴメーターとトレッドミル歩行を実施していないため、視覚のフィードバック情報に依存していた可能性は否定できない。視線を自身の身体に固定した条件と前方に注視した条件でバランス能力検査や歩行能力検査を実施し、比較することで本例の立位姿勢制御にどの程度、視覚情報が関与していたかを明らかにできた可能性がある。また、急性期における脊髄後索障害の理学療法の効果判定を行うにあたって、自転車エルゴメーターとトレッドミル歩行練習を中心とした群と歩行練習を中心とした群との比較対照研究が望まれる。

結 語

脊髄性運動失調を呈するOLFに対し、術後急性期より自転車エルゴメーターやトレッドミル歩行練習を施行し、立位姿勢の安定性および歩行能力の向上につながった1例を報告した。脊髄性運動失調を伴う脊髄症の術後理学療法として、自転車エルゴメーターやトレッドミル歩行練習は有用である可能性がある。

利益相反

本論文に関して、開示すべき利益相反はない。

倫理的配慮

本報告を行うにあたり、本例には目的、得られたデータおよび画像等の利用について十分な説明を行い、書面で同意を得た。実施にあたり得られたデータは数値化し、個人が特定されないように配慮した。

文 献

- 1) 松崎浩己, 徳橋泰明, 他: 黄色靱帯骨化の病態と治療 黄色靱帯骨化症の臨床病態と手術的療法の選択. 整形外科. 1993; 44: 1272-1278.
- 2) 井樋栄二, 吉川秀樹, 他 (編): 標準整形外科学 (第13版). 医学書院, 東京, 2017, p. 543.
- 3) Aizawa T, Sato T, *et al.*: Thoracic myelopathy caused by ossification of the ligamentum flavum: clinical features and surgical results in the Japanese population. J Neurosurg Spine. 2006; 5: 514-519.
- 4) Aizawa T, Sato T, *et al.*: Results of surgical treatment for thoracic myelopathy: minimum 2-year follow-up study in 132 patients. J Neurosurg Spine. 2007; 7: 13-20.
- 5) 仲田紀彦, 俣田俊且, 他: 後方除圧術単独での胸椎黄色靱帯骨化症の治療成績. 東日本整形会誌. 2015; 27: 41-47.
- 6) 頸部脊椎症性脊髄症治療成績判定基準委員会: 日本整形外科学会頸髄症治療成績判定基準. 日整会誌. 1994; 68: 134-147.
- 7) 川畑直也, 井尻幸成, 他: 胸椎症性脊髄症に対する後方除圧固定術の治療成績. 整形外科と災害外科. 2013; 62: 543-545.
- 8) Tang CYK, Cheung JPY, *et al.*: Predictive factors for neurological deterioration after surgical decompression for thoracic ossified yellow ligament. Eur Spine J. 2017; 26: 2598-2605.
- 9) Kawaguchi Y, Yasuda T, *et al.*: Variables affecting postsurgical prognosis of thoracic myelopathy caused by ossification of the ligamentum flavum. Spine J. 2013; 13: 1095-1107.
- 10) 川上 守, 玉置哲也, 他: 胸椎黄色靱帯骨化症の手術成績不良因子, 特にその神経症状の分析. 脊椎脊髓. 1992; 5: 71-77.
- 11) 平山恵造: 神経症候学 (第2版). 文光堂, 東京, 2010, pp. 533-534.
- 12) 平山恵造: 神経症候学 (第2版). 文光堂, 東京, 2010, pp. 534-537.
- 13) 河島則天: 感覚性運動失調に対するリハビリテーションアプローチ. Jpn Rehabil Med. 2019; 56: 110-115.
- 14) 田崎義昭, 斎藤佳雄: ベッドサイドの神経の診かた (第18版). 南山堂, 東京, 2016, pp. 97-99.
- 15) 井上靖悟, 松浦大輔, 他: 黄色靱帯骨化症および後縦靱帯骨化症により著しい脊髄性運動失調を呈した1症例. 総合リハビリテーション. 2016; 44: 917-922.
- 16) 森岡 周: 運動失調, 標準理学療法学 専門分野 神経理学療法学 (第2版). 吉尾雅春, 森岡 周, 他 (編), 医学書院, 東京, 2018, pp. 140-153.
- 17) Phadke CP, Flynn SM, *et al.*: Comparison of single bout effects of bicycle training versus locomotor training on paired reflex depression of the soleus H-reflex after motor incomplete spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil. 2009; 90: 1218-1228.

- 18) Harkema SJ, Schmidt-Read M, *et al.*: Balance and ambulation improvements in individuals with chronic incomplete spinal cord injury using locomotor training-based rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012; 93: 1508-1517.
- 19) 田崎義昭, 斎藤佳雄: ベッドサイドの神経の診かた (第18版). 南山堂, 東京, 2016, p. 62.
- 20) エリック R. カンデル: カンデル神経科学 (第1版). 金澤一郎, 宮下保司 (監訳), メディカル・サイエンス・インターナショナル, 東京, 2014, p. 935.
- 21) 三瓶良祐, 小林龍生, 他: 全身振動刺激トレーニングが有効であった脊髄腫瘍術後脊髄性運動失調の1例. *総合リハビリテーション.* 2014; 43: 567-571.
- 22) 松瀬裕江, 才藤栄一, 他: 固有感覚障害性失調症における歩行訓練の経験. *総合リハビリテーション.* 1986; 14: 695-698.
- 23) Dickstein R, Shupert CL, *et al.*: Fingertip touch improves postural stability in patients with peripheral neuropathy. *Gait Posture.* 2001; 17: 189-192.
- 24) Ericson MO, Nisell R: Tibiofemoral joint forces during ergometer cycling. *Am J Sports Med.* 1986; 14: 285-290.
- 25) Ericson MO, Nisell R: Patellofemoral joint forces during ergometer cycling. *Phys Ther.* 1987; 67: 1365-1369.
- 26) Raasch CC, Felix EZ: Locomotor strategy for pedaling: muscle groups and biomechanical functions. *J Neurophysiol.* 1999; 82: 515-525.
- 27) 田中直次郎, 小林 賢, 他: 種々の駆動姿勢におけるエルゴメーター運動中の筋活動の変化と歩行時筋活動の比較. *総合リハビリテーション.* 2003; 31: 1167-1174.
- 28) Himann JE, Cunningham DA, *et al.*: Age-related changes in speed of walking. *Med Sci Sports Exerc.* 1988; 20: 161-166.
- 29) Horak FB, Hlavacka F: Somatosensory loss increases vestibulospinal sensitivity. *J Neurophysiol.* 2001; 86: 575-585.

症例報告

段階的な目標設定の共有が視床出血後の 依存的行動を変容させた一症例*

大谷 武史^{1) #} 木村 大輔²⁾ 平松 佑一³⁾ 海部 祐史¹⁾

要旨

【目的】脳出血後に希に生じる人格変化と依存的行動を呈した症例に対し、目標設定ツールを用いた理学療法を実施し良好な結果が得られたので報告する。【症例】症例は背内側核を中心とした右視床出血を呈した60歳の女性である。ADL自立の阻害因子であった依存的行動の背景には人格変化と高次脳機能障害の影響が考えられ、加えて不安と自己効力感の低下を認めた。【方法】行動変容を促すためGoal Attainment Scaleを用いて段階的に目標設定し、結果を2週間毎に共有した。行動変容の背景要因を明確にするために目標達成度、自己効力感、神経心理学的検査、運動機能を評価した。【結果】自己効力感、神経心理学的検査、運動機能が改善し退院時目標を達成した。一方で、一部の改善を認めたものの人格変化は残存した。【結論】行動の計画や実行に目標設定ツールを用いて達成経験を共有したことが自己効力感を高め依存的行動の変容につながったと考えられた。

キーワード Goal Attainment Scale, 視床背内側核, 人格変化, 自己効力感, 高次脳機能障害

はじめに

脳損傷に起因する「行動と情緒の障害」は、対人場面や社会的場面に応じた適切な行動を難しくさせるため、認知症に次いで家庭復帰や社会復帰を阻害する高次脳機能障害¹⁾となっている。高次脳機能障害の中でも、「行動と情緒の障害」は社会的行動障害に分類され、具体的には1) 依存性・退行、2) 欲求コントロール低下、3) 感情コントロール低下、4) 対人技能拙劣、5) 固執性、6) 意欲・発動性の低下、7) 抑うつ、8) 感情失禁、9) その他(引きこもり、脱抑制、被害妄想、徘徊など)のいずれかの症状²⁾が生活における問題行動として顕在化してくる。問題行動に対しては、薬物療法に加えて行動

変容を促すための認知リハビリテーション(以下、認知リハ)などの包括的な取り組みが行われる³⁾⁴⁾。

社会的行動障害が生じる疾患・病巣・症状・経過についての報告は多岐にわたっており、脳損傷部位や神経心理学的検査によって症候や行動パターンを十分に説明することは難しいのが現状である⁵⁾。この理由として、第1に社会性のある適応行動を担っている神経基盤(社会脳)として、広範な脳領域が想定されていることが挙げられる。眼窩前頭皮質、内側前頭前皮質、扁桃体・右側頭葉、前部帯状回を含む大脳皮質正中内側部構造など⁶⁾、社会的行動障害が惹起される病変は、前頭葉損傷を中心に多く報告されている⁷⁾。その一方で、視床背内側核(以下、DM核)のように前頭葉との機能的な線維連絡がある領域の損傷においても人格変化をきたすことがある⁸⁻¹⁶⁾。第2に社会的行動障害とは社会生活上問題となる症状を総称する概念である¹⁷⁾¹⁸⁾ことが挙げられる。観察される問題行動は、他の高次脳機能障害(記憶障害、遂行機能障害など)や二次的な心理社会的要因からも修飾されうる¹⁷⁾¹⁸⁾。そのため病態生理や症状によって体系づけられた認知リハを実施することは容易ではなく、さらなる知見の集積が必要な段階にある。

今回、右視床DM核損傷後の高次脳機能障害(社会的行動障害、遂行機能障害、注意障害)として生じた幼

* Promoting Behavioral Changes in a Patient Having Dependent Behavior Disorder after Thalamic Hemorrhage Using Step-by-Step Goal Settings: A Case Report

1) 医療法人仁寿会 石川病院リハビリテーション部

(〒671-0221 兵庫県姫路市別所町別所2-150)

Takeshi Otani, PT, Yuji Kaifu, PT: Department of Rehabilitation, Ishikawa Hospital

2) 川崎医療福祉大学リハビリテーション学部理学療法学科

Daisuke Kimura, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Kawasaki University of Medical Welfare

3) 森之宮病院神経リハビリテーション研究部

Yuichi Hiramatsu, PT, PhD: Neurorehabilitation Research Institute, Morinomiya Hospital

E-mail: goo.goo.pt4@gmail.com

(受付日 2020年5月27日/受理日 2020年12月25日)

[J-STAGEでの早期公開日 2021年3月15日]

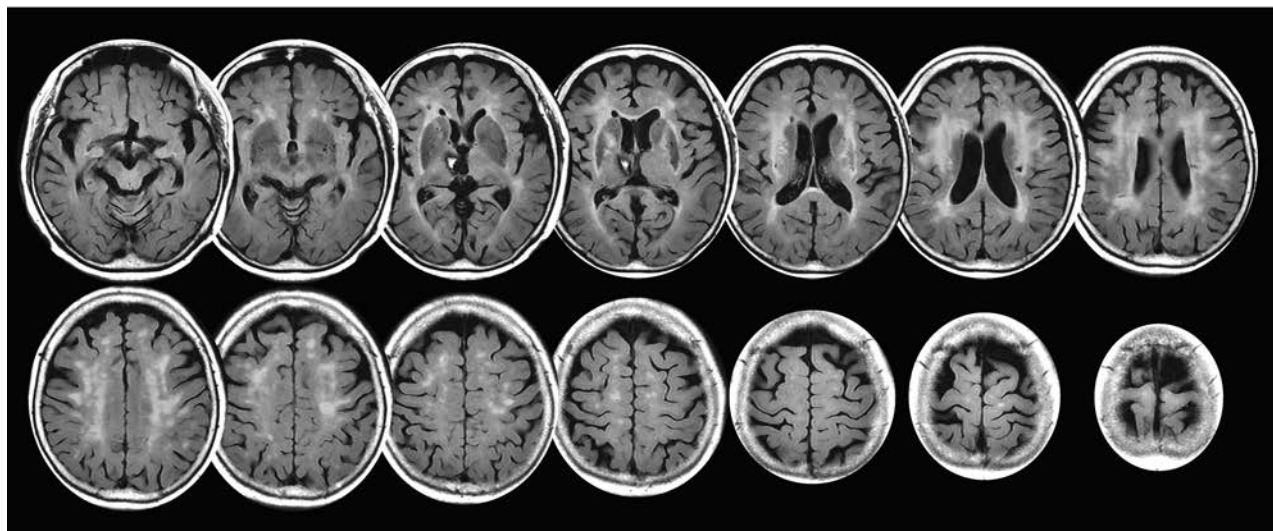


図1 頭部MRI画像(33病日)

児化した人格変化に加え、自己効力感の低下に起因すると考えられる依存的行動によって日常生活活動（以下、ADL）の自立が阻害された脳出血例を経験した。これまでも視床梗塞によって人格変化が出現することは報告されているが⁸⁻¹⁶⁾、本症例のように一側病変で幼児化が生じたとの報告は見当たらない。また、社会的行動障害に対するリハビリテーションの取り組みに関する詳細な報告は少ない。

本稿では、買い物についての段階的な目標設定と効果判定をGoal Attainment Scale（以下、GAS）を用いることによって本症例と共有し、達成経験を積み重ねることによって自己効力感を改善させることを目的としたアプローチを実施した。その結果、付き添いでの買い物が可能となって自宅退院を果たしたため、その経過について若干の考察とともに希少な症例として報告する。

症例紹介

症例は60歳台女性。意識障害と構音障害が出現し、他院へ救急搬送され、右視床出血の診断で保存的加療となった。出血巣は、視床DM核を中心として内側への進展と脳室穿破を認めた（図1）。前院から当院への転院時（第19病日目）には意識レベルが低い状態（JCS：II-20）が続いており、傾眠のため経口摂取での食事は困難であった。この状態に加えて経管栄養後に激しい体動による嘔吐を頻回に認めたため、第21病日目には体幹抑制帯が装着となった。第41病日目には激しい体動は落ち着きはじめ、昼食のみ経口での食事摂取が可能となった。この時期に洗面所での歯磨きをひたすら繰り返すなどの保続症状が確認されており、制止すると不穏状態に陥るなど理学療法を遂行するうえで協力が得られにくい状態であったため、ベッドサイドでの基本的動作練

習までに留まっていた。保続症状が出やすい食後の理学療法実施を避け、離床範囲を徐々に拡大していった結果、保続症状は落ち着きリハビリテーション室へ出棟しても不穏状態に陥ることがなくなったため、第46病日よりリハビリテーション室での積極的な理学療法を開始した。既往歴としては高血圧、糖尿病、高脂血症に加えて左放線冠ラクナ梗塞を有しており、画像所見においても左放線冠ラクナ梗塞、大脳白質病変、前頭葉の萎縮を認めた（図1）。ラクナ梗塞後の神経心理学的検査では、Mini Mental State Examination（以下、MMSE）は27点、Kohs立方体組み合わせテストはIQ74、Trail Making Test（以下、TMT）はPart-Aが139秒、Part-Bが109秒となっており、注意機能については同年代¹⁹⁾と比べて低下していたがADL場面において明らかな支障はない程度であった。

病前は夫と2人暮らしで、ADLおよび手段的ADL（以下、IADL）は自立していた。夫は仕事のため週末以外は家を留守にすることが多かった。本症例は自宅周辺の散歩を日課にしており、既往症のラクナ梗塞発症後は運動することを心掛けて生活していた。夫婦仲がよく、夫の休日には夫婦で買い物や外食、趣味の釣りに出掛けることが多かった。基本的には夫と2人で外出することが多いが、週に1回程度、1人で自宅から約400m離れたスーパーマーケット（以下、スーパー）に徒歩で買い物に行く習慣があった。

転院時（第19病日目）に実施されたカンファレンスでは、自宅退院に向けて自力での屋内移動能力を獲得することが目標として設定された。転院（第19病日目）から退院（第122病日目）まで、理学療法、作業療法、言語聴覚療法をそれぞれ1日3単位ずつ実施し、合計実施期間は103日であった。

表1 リハビリテーション経過（運動機能・ADL 評価, 神経心理学的検査, 自己効力感, 目標達成度）

	0 週目 (46 病日目)	2 週目 (60 病日目)	4 週目 (74 病日目)	6 週目 (88 病日目)	8 週目 (102 病日目)
<運動機能・ADL 評価>					
10MWT [秒 / 歩数]	31.0/45	16.7/30	15.1/27	12.4/27	13.1/27
TUG [秒]	30.8	18.1	17.3	14.9	12.8
FBS [点]	28	47	49	50	50
FRT [cm]	21.0	27.5	30.5	31.5	33.5
SIAS [点]	69	73	74	74	74
総軌跡長（開眼 / 閉眼）[cm]	78.5/ 不可	65.5/70.5	49.5/63.2	48.4/49.0	45.8/46.0
FIM [点] Motor	30	51	77	82	84
Cognitive	23	33	35	35	35
Total	53	84	112	117	119
<神経心理学的検査 * >					
FAB [点]	13				16
BADS [点] 総プロフィール	7				13
標準化された点	46				75
年齢補正	54				84
WAIS- III 言語性 IQ	73				84
動作性 IQ	99				99
全検査 IQ	84				90
TMT [秒] Part-A	188				164
Part-B	204				175
HDS-R [点]	22				25
<自己効力感>					
FES [点]	12	31	35	37	38
<目標達成度>					
GAS 目標①	-2	-1	0	+1	+1
目標②	-2	-2	-1	0	0

10MWT: 10-Meter Walking Test, TUG: Timed Up and Go test, FBS: Functional Balance Scale, FRT: Functional Reach Test, SIAS: Stroke Impairment Assessment Set, FIM: Functional Independence Measure, FAB: Frontal Assessment Battery, BADS: Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome, WAIS-III: Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition, TMT: Trail Making Test, HDS-R: Hasegawa Dementia Scale for Revised, FES: Falls Efficacy Scale, GAS: Goal Attainment Scale

* 神経心理学的検査の減点項目（下線は8週目においても残存）

FAB: 類似性, 語の流暢性, 葛藤指示, Go/No-Go

BADS: 規則変換カード検査, 行為計画検査, 鍵探し検査, 時間判断検査, 動物園地図検査, 修正6要素検査

WAIS-III (全検査 IQ/ 言語性 IQ/ 動作性 IQ/ 言語理解 / 知覚統合 / 作動記憶 / 処理速度): [0 週目] 84/73/99/69/70/62/94 [8 週目] 90/84/99/92/110/92/78

HDS-R: 日付の見当識, 計算, 数字の逆唱, 物品記名, 言語の流暢性

なお, 本症例報告にあたって, 対象者および家族に, 目的, 方法, データの取り扱い等に関して十分な説明を口頭および紙面にて行い, 書面にて同意を得た。

方 法

1. 運動機能・ADL 評価

各評価は第46病日目を基準として2週間毎（0週, 2週, 4週, 6週, 8週）に計5回実施している（表1）。脳卒中機能障害はStroke Impairment Assessment Set（以下, SIAS）, 歩行能力は10-Meter Walking Test（以下, 10MWT）とTimed Up and Go test（以下, TUG）,

バランス能力はFunctional Reach Test（以下, FRT）, Functional Balance Scale（以下, FBS）と重心動揺検査（アニマ社製, グラビコーダー GP31）, ADLはFunctional Independence Measure（以下, FIM）を用いて評価した。重心動揺検査では開眼・閉眼での30秒間の総軌跡長を指標として算出した。

2. 神経心理学的検査

各評価は第46病日目を基準として0週と8週の計2回実施している（表1）。高次脳機能評価は, 認知機能のスクリーニングとしてHasegawa Dementia Scale for

Revised (以下, HDS-R), 前頭葉機能は Frontal Assessment Battery (以下, FAB), 遂行機能は Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (以下, BADS), 注意機能は TMT, 全般性知能は Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition (以下, WAIS-III) を用いた。これらの神経心理学的検査は言語聴覚士によって評価された。加えて, 転倒自己効力感を運動機能・ADL 評価と同時に Falls Efficacy Scale (以下, FES) を用いて理学療法士が評価した。

3. 社会的行動障害の特徴

社会的行動障害は特異的な検査方法が少ないため, 情緒・行動面の特徴について以下に記述していく。

依存的行動として, リハビリテーション場面では自立しているような起き上がり・立ち上がり・歩行などの基本的動作のすべてにおいて「手伝ってくれないとできない」と介助を求める場面が多かった。療法士が自力での動作を促すと, 可能な動作であるにもかかわらず「どうやったらいいの」, 「ダメ, こんなできない」と動作を拒むことが多く, 療法士が動作遂行を促し続けると「怖いからしたくないっていつているのに, なんでさせたがるの」といった反論を繰り返し, 口頭の促しのみでは動機づけが得られないなど, 対人技能拙劣も含めて環境や状況に応じた行動が難しく, 意欲・発動性の低下によって自発的な行動に乏しい状態であった。病棟看護師や家族に対しても「こんな意地悪な人は知らない」, 「なんで私にだけやらせるの」と訴える場面や, リハビリテーション室では他患に対して大声で「いじめられてまーす, 助けてー」と訴えるなど, 脱抑制的で感情コントロールが難しい場面を多く認めた。理学療法を実施中には「疲れちゃった, 今日はもう頑張ったから帰ろう」と訴え, 頻回な休憩をはさみながらの実施を余儀なくされた。

幼児化に関しては, 歩行練習中に自作の歌を歌いながら歩行する, 熱くなると冷刺激を求めて所かまわず周辺の手摺り・鏡・金属類に頬を擦りつけるといった行動を認めた。歩行中は「あーるーこー, あーるーこー, あるくのだいきらいー。あーるーこー, わーたーしー, きょー (今日) もげんきじゃ・な・い・ぞ」と自ら歌を歌いながら歩くことが日常化しており, なんらかの物品の把持を促すと幼児的な仕草でそれを放り投げた後に, いたずらっぽく笑うという場面を多く認めた。家族からは明らかに人格変化が生じているとの感想が聞かれた。これらの態度や仕草に対して夫から叱責されると, 涙ぐみながら「だってできないんだもん」と反論することも多かった。自身の思い通りにならず, 一度嫌気がさすと泣きだし, その後はなにかしら支持物を求めて, それらが見当たらなければ療法士の服の袖を握らないと歩行が難しい状態になることが多かった。また, 環境要因にも

影響されやすく, 人込みや暗所では不安で足がすくむこともあった。一方で, 療法士が常に介助できる位置に立ち, 励ましながらであれば, 立ち上がりや歩行などの課題が可能であった。「○○君 (療法士の名前) がいればできるけど, 私1人じゃ無理」と課題達成に対する自己効力感が低下していた。

4. 問題点の整理

第46病日目における運動機能・ADL 評価, 神経心理学的検査, 自己効力感の結果を表1に示す。運動機能として, SIAS では, 運動麻痺, 感覚障害, 関節可動域制限を認めなかったが, 腹筋: 0, 健側大腿四頭筋: 2 と筋力低下が認められた。また, 10MWT, TUG, FBS は歩行やバランス能力が低下していることを示していた。重心動揺検査においても同性・同年代と比べて大きな身体動揺を認めており, 閉眼では不安や恐怖が強かったために実施が不可能であった。ADL 評価としては, コミュニケーション (理解・表出) は自立していたものの, セルフケア・排泄・移乗・移動・社会認識において要介助であった。本症例の自宅復帰に向けた問題点は, 運動機能障害は軽度の筋力低下のみであるにもかかわらず, 行為に対する強い不安や恐怖によって依存的行動が出現するために ADL が自立しないことであった。

依存的行動の背景には, 社会的行動障害, 遂行機能障害, 注意障害が関与していると考えられた。第1に社会的行動障害として依存性・退行, 感情コントロールの低下, 固執性, 意欲・発動性の低下, 感情失禁, 脱抑制・衝動性が認められた。その特徴は, 病前とは異なる幼児化した人格変化や行動変化に加えて, 不安や恐怖が喚起される行為に対しては衝動的な感情コントロールが難しいために, 行動拒否や自らの振る舞いを修正することが難しいことであった。FAB において類似性・語の流暢性・葛藤指示・Go/No-Go 課題において減点を認めたことは衝動性や脱抑制を反映していたと考えられる。第2に他の高次脳機能障害として, 遂行機能障害では目標指向的な行動実現や自己洞察が難しく, 注意障害では処理速度や作業記憶の低下, 注意散漫, 保続症状を認めた。遂行機能は, 1) 目標の設定, 2) 計画立案, 3) 計画実行, 4) 効果的遂行が構成要素である²⁰⁾とされているが, 本症例はすべての段階において援助が必要であった。これは, BADS の規則変換カード検査・行為計画検査・鍵探し検査・動物園地図検査・修正6要素検査の下位検査で減点を認めたことと一致している。注意機能として, TMT は注意の選択性 (Part-A) や転換性および分配性 (Part-B) に関連する²¹⁾ことから, 本症例は注意の選択・転換・分配が難しくなっていることを示していた。特に, TMT の Part-B に加えて作業記憶を反映する HDS-R の計算・数字の逆唱, WAIS-III の数唱課題・

表2 Goal Attainment Scale

段階づけ	設定目標①：付き添いがあれば自宅から最寄りのスーパーまでの距離を歩ける
+2	付き添いなしで屋外を歩くことができる
+1	付き添いがあればスーパーまでの距離を超えて歩くことができる
±0	付き添いがあればスーパーまでの距離を歩くことができる
-1	付き添いがあってもスーパーまでの距離を歩くことができない
-2	付き添いがあっても屋外を歩くことができない

段階づけ	設定目標②：付き添いがあれば買い物ができる
+2	1人で買い物ができる
+1	夫の付き添いで買い物ができる
±0	付き添いがあれば買い物ができる（介助なし）
-1	付き添いがあれば買い物ができる（介助あり）
-2	付き添いがあっても買い物ができない

算数・語音整列課題の成績低下は注意の分配の問題を、転院直後に生じた保続症状は注意の転換の問題を抱えていたと考えられた。また、WAIS-IIIにおいても作動記憶や処理速度が低下していたことは、社会的行動障害や遂行機能障害には注意障害による情報処理速度の低下も関与していたと考えられた。

以上のことから、社会的行動障害に加えて他の高次脳機能障害（遂行機能障害、注意障害）による目標指向的な行動実現の困難さが「1人ではできない」という自己効力感の低下を生じさせ、不安や恐怖による依存的行動を出現させていると考えられた。

5. 理学療法実施内容

本症例の「買い物に行けるようになりたい」という希望に対して、段階的な達成経験を積み重ねることが自己効力感を高めることになり、その過程を通じて不安や恐怖による依存的行動を軽減させることができれば、ADLの獲得につながるという仮説を立てた。段階的な達成経験を本症例と理学療法士が共有するためにGASを用いた。GASとは、個人に合わせて段階的に設定した目標が達成されたかどうかを判定するための半定量的（順序尺度）な評価方法である²²⁻²⁴⁾。GASにおける段階づけでは、0週を現状（段階：-2）、8週を退院時に期待される結果（段階：0）として設定した。その他の段階づけは、目標は達成しなかったが改善を認めた場合（段階：-1）、期待した結果を超えた場合（段階：+1）、期待した結果をはるかに超えた場合（段階：+2）と設定した²⁵⁾。まず、本症例においては本格的な理学療法が開始となった第46病日目に「退院時に期待される結果（段階：0）」について共有した。希望としては「買い物に行けるようになりたい」との発言が得られたため、生活機能（心身機能、活動と参加）や背景要因（個人因

子、背景因子）に加えて多職種による予後予測を鑑みて、目標①「付き添いがあれば自宅から最寄りのスーパーまでの距離を歩ける」、目標②「付き添いがあれば買い物ができる」をGASにて設定した（表2）。これらの目標の達成によって買い物が可能となることを共有しながら、その他の段階的に達成すべき目標設定についても本症例と理学療法士が相談しながら決定し、週に1～3回程度の頻度で本症例と理学療法士が目標の達成状況や戦略を確認しながら進めた。

なお、第46病日時点の運動機能評価においてバランスおよび歩行能力が低下していたため、GASによる段階的な目標設定に加え、リーチ動作練習などの動的バランス練習や歩行練習を実施した。また、筋力低下についてはベッド上臥床期間が長引いたことで廃用性筋萎縮が生じていると推察し、その改善を目的に立ち上がり練習などの自重負荷による筋力強化を並行して実施した。

結 果

第46病日目から8週後までの運動機能・ADL評価、神経心理学的検査、自己効力感、目標達成度の変化を表1に示す。

1. 運動機能・ADL評価

運動機能では筋力、バランス能力、歩行能力、ADLにおいて改善を認めた。もっとも顕著な改善は2週後であり、SIASは腹筋が0から2、健側大腿四頭筋が2から3へそれぞれ改善したため69点から73点、FRTは21.0 cmから27.5 cm、10MWTは31.0秒（45歩）から16.7秒（30歩）、TUGは30.8秒から18.1秒、FBSは起立着座や両脚での立位バランス能力が改善したため28点から47点となった。4～8週後においてもSIAS、FRT、10MWT、TUG、FBSで緩やかな改善を認めた。総軌

跡長については4週後に開眼が78.5 cm から49.5 cm, 6週後に閉眼が不可能から49.0 cm となったため、視覚情報の有無による影響はなくなった。運動FIMは4週後に30点から77点と改善が大きく、8週後には84点と各ADLが自立した。認知FIMは2週後には23点から33点と改善が大きく、4週後には各認知項目が自立となった。

2. 神経心理学的検査

高次脳機能障害では遂行機能障害、注意障害、全般性知能、自己効力感において改善を認めた。遂行機能障害として、FABは8週後には葛藤指示やGO/No-Goの項目が改善したため13点から16点、BADSは規則変換カード検査・行為計画検査・鍵探し検査・動物園地図検査が改善したため年齢補正標準化得点が54点から84点となった。注意障害として、TMTのPart-Aは188秒から164秒、Part-Bが204秒から175秒に改善した。HDS-Rにおいても日付の見当識・計算・数字の逆唱・物品記銘・言語の流暢性が改善した。全般性知能として、WAIS-Ⅲは動作性IQには変化が見られなかったが、言語性IQは73から84、全検査IQは84から90に改善した。自己効力感として、FESは2週後に12点から31点までの大幅な改善を認めた。2週後から8週後にも継続的な改善を認めたため31点から38点となり、「戸棚やタンスを開ける」以外の項目で完全に自信がある状態となった。

3. 目標達成度と社会的行動障害の変化

依存的行動の減少によって6週後にはGASにて設定した退院時の目標を達成した。目標設定①「付き添いがあれば自宅から最寄りのスーパーまでの距離を歩ける」については6週後まで1段階ずつのGASの改善を認めた。2週後には「外を歩くと綺麗なお花が見られるから楽しいね」、「話しているうちに15分経っちゃった、意外と歩けるね」と屋外歩行に対する意欲的な発言が聞かれるようになった。4週後には退院時のGAS目標を達成しており、「前にも歩いたし、ゆっくりだから大丈夫」と以前の達成経験によって課題達成の見通しが立ちやすくなっていることが不安を軽減しているようであった。6週後にはスーパーまでの距離を超えて歩行が可能となったため、期待したよりも高い成果が得られていた。

目標設定②「付き添いがあれば買い物ができる」については4週後から6週後まで1段階ずつのGASの改善を認めた。4週後には「思っていたより怖くなくなった」、「久しぶりに買い物に行けて嬉しかった」、「次はいつ行くの」と買い物を実施後に意欲的な発言が聞かれた。一方で、帰院時には「そんなに重たい物持てる訳ない」、「〇〇君が持ってくれば良いじゃない」、「もう買い物な

んでできなくてもいい」と依存的な発言が聞かれていた。6週後には退院時のGAS目標を達成しており、「練習よりも軽かったね」、「手伝ってもらわなくても、傍にいてくれたら平気」との発言が聞かれるようになった。実際の買い物では店内の品物選びやレジでの支払いといった場面で依存的行動が出現することはなく、予算内に必要な物品を購入することができていた。

退院時まで依存的行動は軽減したが、自作の歌を歌いながらの歩行、指示された課題を茶化す、いたずらっぽくあしらったりするなどの幼児的な言動は残存していた。一方で、6週後からは「こんなことこの私だけだね、やめた方がいいかな」など周囲と比較して自己の振る舞いを洞察するようになってきた。また、8週後にはいずれの目標においても変化は確認されなかったが、「家に帰ってから買い物は大丈夫」、「次の目標（段階+1：夫の付き添いで買い物ができる）は帰ってからするね」といった意欲的な発言が聞かれていた。この時期における幼児的な人格変化と行動変化について、自作の歌を歌う行為は変わらず認めていたが、指示された課題を茶化すような行為は少しずつ軽減した。

考 察

本症例は視床DM核損傷後に呈した依存的な行動変化によってADLの自立が妨げられていた。依存的な行動には不安・恐怖の訴えが伴うことが特徴であったが、この背景には幼児化した人格変化と他の高次脳機能障害（遂行機能障害、注意障害、全般性知能低下）による顕著な自己効力感の低下が、発動性低下や行動拒否につながっていたと考えられた。そこでGASを用いて段階的な目標設定と効果判定を患者と共有し、患者が目標の達成を認知できるようにフィードバックを与え、患者の自己効力感が向上するように理学療法を実施した。その結果、自己効力感の改善に伴って不安・恐怖の訴えや依存的行動が軽減し、それに伴いGASによる目標が達成され、買い物に行くことが可能となった。

依存的行動が出現した理由として、第1に退行、つまり幼児化した人格変化が関与していたと考えられる。視床DM核損傷によって情動障害や人格変化が生じることがある⁸⁻¹⁶⁾。両側視床（DM核、正中中心核、内髓板）・視床下部の梗塞後に「まるでいたずら好きの少女のようにすっかり人が変わってしまった」という、言動が幼児化した症例が報告されている⁹⁾。視床DM核は、前頭葉基底核視床回路の3つの前頭葉サーキット（背外側前頭前皮質、前頭眼窩皮質、前部帯状回皮質）やYakovlevの情動回路（扁桃体－視床DM核－前頭眼窩皮質－扁桃体）の構成要素⁸⁾²⁶⁾であるため、人格変化や情動障害をきたすことがある。このうち前頭眼窩皮質サーキットが損傷を受けると行動的脱抑制、気分変動、

刺激性、衝動性・爆発性、対人関係の感受性喪失、機転の低下などの臨床症状が出現することがある⁸⁾²⁶⁾。一方で、幼児化については前頭葉損傷における人格変化として報告されたものは見当たらず、視床に起因する可能性があるものの十分に説明づけるのは難しいのが現状である。第2に他の高次脳機能障害（遂行機能障害、注意障害）によって、目標指向的な行動のプランニングやモニタリングが難しかったことが関与していたと考えられる。前述した背外側前頭前皮質サーキットの損傷は作業記憶障害、具体的思考の障害、保続、セット変換障害、転導性亢進、構成や企図の障害などの臨床症状が出現する⁸⁾²⁶⁾ことが知られており、本症例とも一致している。目標指向的な行動には「計画を立て、決断を行い、問題を解決し、行動を持続し、課題を割りあて統合し、努力してねばりよく目的を追求し、競合する衝動を抑え、目的の選択にあたり柔軟性をもって目的と相反することを解決する能力」である遂行機能²⁷⁾²⁸⁾が必要となる。この目標指向的な行動を実現するための遂行機能は、プランニング、モニタリング、抑制、持続的注意、課題の切り替えに関する認知能力によって構成されている²⁹⁾。本症例の神経心理学的検査の所見はこれらの認知能力が低下していたことを示していたが、8週後にはすべての項目で改善を認めた。以上のことから、本症例の依存的行動の軽減には社会的行動障害と他の高次脳機能障害の改善が関与していたことが推測される。

依存的行動に起因するADLの低下を改善するために、Banduraによる社会的認知理論³⁰⁾に基づいて、本症例の自己効力感の低下の改善を試みた。自己効力感とは「ある結果を生み出すために必要な行動をどの程度上手く行うことができるか」という予期のことであり、遂行行動の達成、代理的経験、言語的説得、生理的・情動的喚起の4つの情報源によって行動変容を説明することができる³⁰⁾。本症例は不安や恐怖が喚起される行為に対しては、衝動的で脱抑制的な行動や感情失禁も含めた情動障害が生じやすく、自己洞察が難しかったことから代理的経験（モデリング）や情動の状態（セルフモニタリング）の情報源を利用した自己効力感の改善を期待しにくいと考えられた。そこで、自己効力感の改善による適応行動への行動変容を促すために遂行行動の達成（成功体験）と言語的説得（他者からの暗示や自己教示）を情報源とした正の報酬による強化学習を促すことを試みた。成功体験としてGASを用いて段階的な目標の達成経験を共有すると同時に、療法士から適応行動が可能となったことについての賞賛が与えられ、自己または他者からの教示によって適応行動が強化されるように促した。本症例は視床DM核損傷後の高次脳機能障害によって、行為に対して「できない」というネガティブな予期を生じさせており、自己効力感が低い場合には不安や恐

怖が強く現れる傾向にあるという報告³¹⁾と一致していた。本症例の経過において自己効力感の改善に伴って歩行能力・バランス能力・ADL・GASの改善が確認されたことは、自己効力感を高めることが不安や恐怖による依存的行動を軽減させることにつながったことを示唆している。

GASを用いて達成目標を共有したことは、本症例の遂行機能障害である目標設定・計画立案・計画実行・効果的遂行の難しさに対して有効なアプローチであったと考えられる。GASの作成過程²³⁾²⁵⁾では、1) 目標設定、2) 目標の重要性と難しさの重みづけ、3) 段階的な目標設定とスコアリング、4) 目標達成度の評価について患者・家族と医療スタッフが共有することが前提となる。目標指向的に行動するためのこれらのプランニングやモニタリングを行う過程は、遂行機能障害に対するアプローチであるGoal Management Task（以下、GMT）と類似している。GMTでは、1) 中止：現状の気づき、2) なにをすべきか：適切な目標の選択、3) 分割：目標を達成するためのサブ目標の設定、4) 確認：目標設定と結果の比較の過程³²⁾を繰り返すことによって行動を計画して構造化できることを目的としている。近年、GMTは遂行機能課題、作業記憶、処理速度、長期記憶、IADLなどの改善に有効であることが報告されている²⁹⁾。本症例におけるGASの利用は、遂行機能である目標設定・計画立案・計画実行・効果的遂行の障害に対するアプローチに有効であったことに加えて、遂行機能を援助することで認知的負荷が軽減した結果として、衝動性・脱抑制や感情失禁による行動拒否、意欲の低下を軽減できていたと考えられる。

本症例の運動機能について考察する。本症例の年齢と同等となる平均年齢67歳の高齢者を対象とした調査において、10日間のベッド上安静を行ったところ等速性膝伸展筋力が約16%低下したと報告されている³³⁾。このことから、第45病日目までの間、低負荷の理学療法にとどめたことは、本症例の廃用性筋萎縮の発生や自立度の低下を助長した可能性も考えられる。しかし、その時期の症例は、高次脳機能障害に起因する自己効力感の低下が行動拒否につながっていたと推察された。よって、本症例の意に反して運動負荷を増加させていれば、さらなる行動拒否を示した可能性も考えられる。これらを考慮すれば第45病日目までの理学療法において、廃用性筋萎縮の予防として電気刺激療法などを付加する必要があったかもしれない。次に運動機能が大幅な改善を示した2週目の時点において、SIAS、歩行能力、バランス能力、FIMの点数が改善し、FESは12点から31点へと大幅な改善を示した。不安や恐怖はバランス指標と関連することが知られており³⁴⁾³⁵⁾、本症例においてもバランス能力の改善によって不安が軽減した可能性が

考えられる。一方、第 46 病日目を以降に動的バランス練習や歩行練習、自重負荷による筋力強化を実施した結果、2 週後に SIAS の腹筋、健側大腿四頭筋の下位項目で改善が得られた。このことから筋力低下の改善によりバランス機能が改善した可能性も考えられる。

運動機能の解釈においていくつかの限界点が挙げられる。1 つ目として、本症例の不安については主に発言内容や動作場面における挙動から推察しているため、実際の不安の質や程度が運動機能に与えた影響を定量的に検討できていないことである。そのため Hospital Anxiety and Depression Scale³⁶⁾ に代表されるような不安に関する客観的指標を使用し、不安の症状と重症度を評価する必要があった。2 つ目は、本症例の特徴であった幼児化や自己効力感の低下が一部の評価結果に反映されている可能性を排除できないことである。実際、初期における SIAS 腹筋項目の計測時には「これはできない」と拒否的な場面が見受けられ、SIAS 健側大腿四頭筋項目と比べて極端に筋力が低下している。また、WAIS や MMSE についても幼児的な言動が評価結果に影響する可能性が指摘されている¹²⁾。これらの点については本症例の能力を低く評価していたかもしれない。

これまで幼児化についての報告は視床および視床下部の両側病変と右中脳上部の梗塞例に限られるため⁹⁻¹⁵⁾、右視床出血の一側病変により幼児化を呈した本症例の報告は希少である。一方で、幼児化を伴わない行動や感情障害（アパシー、気分障害、不安症、人格変化など）は両側病変に加えて一側病変においても生じることが報告されている^{8) 16)}。また、基本的または道徳的な感情の惹起には扁桃体、島、視床、中脳上部が活動する³⁷⁾。これらの報告を鑑みると、視床病変や一側病変で生じる行動や感情障害の特徴は本症例と一致しているものの、幼児化が生じたメカニズムまで考察することは現段階では難しい。この他にも、本症例の幼児化には視床病変によって生じる不安症状^{16) 38)} や既往症のラクナ梗塞、さらには大脳白質病変や前頭葉の萎縮が影響を与えていた可能性は十分に考えられ、それらを完全に否定することができないことが解釈の限界点である。

結 語

今回、視床 DM 核損傷後の社会的行動障害、遂行機能障害、注意障害によって幼児化した人格変化と、自己効力感の低下による依存的行動を呈したために ADL の自立が阻害された症例を経験した。これらの高次脳機能障害による目標指向的な行動実現の難しさに対して、GAS を用いて行動のプランニングやモニタリングを援助しながら²⁴⁾、達成経験を共有することによって自己効力感や高次脳機能障害が改善した結果、依存的行動を軽減させることができた。本稿では視床 DM 核損傷の

一側病変によって幼児化を呈した希少な症例を報告していることに加え、社会的行動障害に対するリハビリテーション経過を詳細に記述した。本症例報告は、社会的行動障害に対するリハビリテーションを進めるうえでの一資料になると考えられる。

利 益 相 反

本論文に関して、開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 高次脳機能障害全国実態調査委員会：高次脳機能障害全国実態調査報告。高次脳機能研究。2011; 31: 19-31.
- 2) 国立障害者リハビリテーションセンターホームページ 高次脳機能障害者支援の手引き（改訂第 2 版）。http://www.rehab.go.jp/application/files/3915/1668/9968/3_1_01_.pdf（2020 年 4 月 1 日引用）
- 3) 渡邊 修：認知リハビリテーションのエビデンス。認知神経科学。2011; 13: 219-225.
- 4) Ciccone KD, Goldin Y, *et al.*: Evidence-Based Cognitive Rehabilitation: Systematic Review of the Literature From 2009 Through 2014. Arch Phys Med Rehabil. 2019; 100: 1515-1533.
- 5) 村井俊哉, 生方志浦：社会的行動障害、高次脳機能障害の考えかたと画像診断。武田克彦（編著），中外医学社，東京，2016，pp. 255-268.
- 6) 原 寛美：高次脳機能障害診療における社会脳の障害。認知神経科学。2016; 18: 140-145.
- 7) 三村 将：前頭葉の臨床神経心理学。高次脳機能研究。2016; 36: 163-169.
- 8) 福武敏夫：左視床背内側核梗塞と“sociopathy”——非言語的コミュニケーションの観点で——。高次脳機能研究。2013; 33: 182-188.
- 9) 藤井俊勝, 平山和美, 他：ヒトの脳損傷研究から見た情動のメカニズム。日薬理誌。2005; 125: 83-87.
- 10) 揚戸 薫, 高杉 潤, 他：両側視床・右辺縁系病変により著明な情動障害を呈した一症例。脳科学とリハビリテーション。2007; 7: 27-30.
- 11) Muroi A, Hirayama K, *et al.*: Cessation of stuttering after bilateral thalamic infarction. Neurology. 1999; 53: 890-891.
- 12) Fukatsu R, Fujii T, *et al.*: Persisting childish behavior after bilateral thalamic infarcts. Eur Neurol. 1997; 37: 230-235.
- 13) Wang J, Fu X, *et al.*: Bilateral paramedian thalamic infarction initially presenting as a convulsive seizure. Case Rep Neurol Med. 2013; 704952.
- 14) 平山和美：視床と情動。BRAIN and NERVE. 2015; 67: 1499-1508.
- 15) Gentilini M, De Renzi E, *et al.*: Bilateral paramedian thalamic artery Infarcts: report of eight cases. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1987; 50: 900-909.
- 16) De Witte L, Brouns R, *et al.*: Cognitive, affective and behavioural disturbances following vascular thalamic lesions: a review. Cortex. 2011; 47: 273-319.
- 17) 国立障害者リハビリテーションセンターホームページ 社会的行動障害への対応と支援。http://www.rehab.go.jp/application/files/8215/6591/4352/201908_.pdf（2020 年 4 月 1 日引用）
- 18) 村井俊哉：高次脳機能障害の臨床——特に社会的行動障害について——。Jpn J Rehabil Med. 2018; 55: 46-51.
- 19) 安部光代, 鈴木匡子, 他：前頭葉機能検査における中高年健常日本人データの検討——Trail Making Test, 語列挙,

- ウィスコンシンカード分類検査（慶応版）. 脳神経. 2004; 56: 567-574.
- 20) Lezal MD: The Problem of Assessing Executive Functions. *Int J Psychol*. 1982; 17: 281-297.
- 21) 高岡 徹, 尾崎浩子: Trail Making Test. 臨床リハ. 2009; 18: 246-250.
- 22) Kiresuk TJ, Smith A, *et al.*: Goal Attainment Scaling: Applications, Theory, and Measurement. Lawrence Erlbaum, New Jersey, 1994, pp. 1-2.
- 23) Turner-Stokes L: Goal Attainment Scaling (GAS) in Rehabilitation: A practical guide. *Clin Rehabil*. 2009; 23: 362-370.
- 24) Murphy CK, Shiel A: Developing Clear and Useful Scoring Procedures for Goal Attainment Scaling in Longitudinal Case Studies. *Occup Ther Ment Heal*. 2018; 35: 21-39.
- 25) Krasny-Pacini A, Hiebel J, *et al.*: Goal attainment scaling in rehabilitation: a literature-based update. *Ann Phys Rehabil Med*. 2013; 56: 212-230.
- 26) Burruss JW, Hurley RA, *et al.*: Functional neuroanatomy of the frontal lobe circuits. *Radiology*. 2000; 214: 227-230.
- 27) American Psychological Association: APA Dictionary of Psychology. 2nd ed, American Psychological Association, Washington DC, 2015, p. 392.
- 28) 上田敬太: 遂行機能障害, 神経心理検査ベーシック. 武田克彦, 山下 光 (編著), 中外医学社, 東京, 2019, p. 86.
- 29) Stamenova V, Levine B: Effectiveness of goal management training® in improving executive functions: A meta-analysis. *Neuropsychol Rehabil*. 2019; 29: 1569-1599.
- 30) Bandura A: Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychol Rev*. 1977; 84: 191-215.
- 31) Perkins S, Jenkins LS: Self-efficacy expectation, behavior performance, and mood status in early recovery from percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Heart Lung*. 1998; 27: 37-46.
- 32) Levine B, Robertson IH, *et al.*: Rehabilitation of executive functioning: an experimental-clinical validation of goal management training. *J Int Neuropsychol Soc*. 2000; 6: 299-312.
- 33) Kortebein P, Ferrando A, *et al.*: Effect of 10 days bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. *JAMA*. 2007; 297: 1772-1774.
- 34) NS de Souza, Martins AC, *et al.*: The Influence of Fear of Falling on Orthostatic Postural Control: A Systematic Review. *Neurol Int*. 2015; 7: 62-65.
- 35) Adkin AL, Carpenter MG: New Insights on Emotional Contributions to Human Postural Control. *Front Neurol*. 2018; 9: 1-8.
- 36) Bjelland I, Dahl AA, *et al.*: The validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale. An updated literature review. *J Psychosom Res*. 2002; 52: 69-77.
- 37) Moll, de Oliveira-Souza, *et al.*: The neural correlates of moral sensitivity: a functional magnetic resonance imaging investigation of basic and moral emotions. *J Neurosci*. 2002; 22: 2730-2736.
- 38) Stahl SM: Brainstorms: symptoms and circuits, part 2: anxiety disorders. *J Clin Psychiatry*. 2003; 64: 1408-1409.

症例報告

リスク管理を行ったうえでのリハビリテーション介入により ADL維持向上を図ることができた ミトコンドリア病の一症例*

渡辺 祐樹^{1)2)#} 柳 沼里 英¹⁾ 伊橋 光二¹⁾³⁾⁴⁾ 小野 洋子¹⁾
添田 健仁⁵⁾ 佐藤 真理¹⁾⁴⁾ 大井 直往¹⁾⁴⁾

要旨

【目的】慢性進行性外眼筋麻痺（以下、CPEO）のミトコンドリア病に対して、リスク管理を行ったうえでのPT介入により、身体機能・ADL維持向上が得られたので報告する。【症例紹介】骨格筋異常・肥大型心筋症症状で精査加療目的に入院した50代女性。入院期間中に確定診断までは至らなかったが、最終的にPCRにてmitochondrial DNAの多重欠失が認められ、筋病理所見からCPEOの診断に至った。【経過】入院後2日目よりPTを開始した。生化学検査やモニター管理などを行いながら、動作練習を中心に行った。入院36日目にBI5点から20点、mFIM19点から25点へ改善した。【結論】本症例に対しては、生化学検査や循環動態、自覚症状など様々な面からモニタリングし、リスク管理を徹底したうえでPT介入を行い、身体機能およびADL・QOLの維持向上を図ることができた。

キーワード ミトコンドリア病, CPEO, リハビリテーション介入, リスク管理

はじめに

ミトコンドリア病 (Mitochondrial myopathy) とは、エネルギーを産生する細胞内小器官の異常をきたすことで大量のエネルギーを必要とする器官に異常をきたし、骨格筋異常、中枢神経系異常、末梢神経異常、伝導障害、呼吸器症状、聴覚症状、眼疾患、糖尿病など多彩な症状

を有する指定難病である¹⁻³⁾。ミトコンドリア病の病型として Mitochondrial encephalomyopathy with lactic acidosis and stroke-like episodes (以下、MELAS) の存在がはじめて報告された⁴⁾。その後、症候学的あるいは生化学的分類がなされ、脳卒中様症状を伴う MELAS、ミオクロヌスを伴うミトコンドリア病 (Myoclonic epilepsy with ragged-red fibers: MERRF)、慢性進行性外眼筋麻痺症候群) Chronic progressive external ophthalmoplegia: 以下、CPEO) を3大病型と呼び、この3大病型でミトコンドリア病の60～70%を占める⁵⁾⁶⁾。この3大病型に小児に頻度の高い Leigh 脳症を加えて4大病型と呼ぶこともある⁵⁾⁶⁾。ミトコンドリア病は、運動能力低下や患者の日常生活動作 (Activities of Daily Living: 以下、ADL) を損なう脱力感と運動不耐性を生じ、通常は進行性で、しばしば重大な障害と早世を引き起こす⁷⁻⁹⁾。

今回、入院期間中に確定診断までは至らなかったが、最終的に Polymerase Chain Reaction (以下、PCR) にて mitochondrial DNA (以下、mtDNA) の多重欠失が認められ、筋病理所見からミトコンドリア病 CPEO の診断に至った症例を担当する機会を得た。CPEO は小児～成人と幅広い年代で発症し、眼瞼下垂、外転筋麻痺を主症状とし、慢性進行性に経過する¹⁰⁾。経過中に筋力

* A Case of Mitochondrial Disease in which Rehabilitation Intervention with Risk Management was able to Improve the Maintenance of ADL

1) 福島県立医科大学附属病院リハビリテーションセンター
(〒960-1247 福島県福島市光ヶ丘1番地)

Yuki Watanabe, PT, MSc, Rie Yaginuma, ST, Koji Ihashi, PT, PhD, Yoko Ono, PT, Mari Sato, MD, Naoyuki Oi, MD, PhD: Rehabilitation Center, Fukushima Medical University Hospital

2) 福島県立医科大学大学院医学研究科医学専攻
Yuki Watanabe, PT, MSc: Department of Medicine, Fukushima Medical University School of Medicine

3) 福島県立医科大学新医療系学部設置準備室
Koji Ihashi, PT, PhD: Preparatory Office for the Establishment of the Faculty of Medicine, Fukushima Medical University

4) 福島県立医科大学リハビリテーション医学講座
Koji Ihashi, PT, PhD, Mari Sato, MD, Naoyuki Oi, MD, PhD: Department of Rehabilitation Medicine, Fukushima Medical University

5) 郡山健康科学専門学校理学療法学科
Takehito Soeta, PT: Department of Physical Therapy, Koriyama Institute of Health Sciences

E-mail: dimentico_puedo@yahoo.co.jp

(受付日 2020年7月1日/受理日 2021年1月20日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年3月19日]

低下や筋萎縮、腎障害、心筋障害、脳症などの多彩な症候を合併することがある。さらに CPEO には特殊型として外転筋麻痺以外に心伝導障害や脳萎縮、白質変性などの重度の症状を呈する Kearns Sayre 症候群が存在する¹⁰⁾。ミトコンドリア病に対する確立した治療法はまだ存在せず、発作抑制に対するタウリン投与¹¹⁾や L-arginininn 療法¹²⁾¹³⁾、心伝導障害に対して予防的ペースメーカー植込み術や植込み型除細動器 (Implantable Cardioverter Defibrillator : ICD) 植込み術¹⁴⁾、心筋焼灼術 (カテーテルアブレーション)、非閉塞性肥大型心筋症に伴う心不全に対して β 遮断薬やカルシウム拮抗薬などの薬物療法¹⁵⁾¹⁶⁾、有酸素運動を主とした運動トレーニング¹⁷⁾、減塩や感染対策⁵⁾などの生活指導などの対症療法が中心である。

ミトコンドリア病に対する有酸素運動やレジスタンストレーニングの有効性に関する報告も認めるが、ミトコンドリア病の症状は多彩であり運動療法には賛否が分かれている¹⁸⁻²¹⁾。ミトコンドリア病患者では、身体活動制限に伴いミトコンドリアの酸化障害を拡大させる可能性があるが、有酸素運動やレジスタンストレーニングによりミトコンドリアの量と質 (酸化能力) を高め、運動耐性を改善する可能性がある¹⁸⁻²²⁾。一方で、ヘテロプラスミック (2 種の異なる DNA をもつ) ミトコンドリアを含む筋肉の適応の分子メカニズムへの影響は未解決のままである。mtDNA 変異のある患者では、持久力トレーニングによって誘発されるミトコンドリア生合成により、骨格筋内の変異体と野生型の両方のミトコンドリアゲノムが増加する可能性があり、運動療法介入の科学的根拠は証明されていない²²⁾²³⁾。

閉塞性肥大型心筋症に対する運動療法は、重症の左室流出路狭窄、急性全身性疾患または発熱などの禁忌疾患を除いた対象には運動負荷試験の結果を基にした運動療法は有用である²⁴⁾。しかし、心拍出量低下に基づき心不全症状がより顕著となる²⁵⁻²⁷⁾こともあるため、より全身状態の管理には注意したうえで、安定期には週に 2 ~ 3 回程度の低強度レジスタンストレーニングが推奨²⁴⁾されている。

閉塞性肥大型心筋症を伴った低い ADL レベルのミトコンドリア病症例に対する理学療法 (Physical Therapy : 以下、PT) による効果はまだ不明である。実際の臨床ではこのような症例に対しての PT 介入に難渋することが多い。本論文を通して CPEO に対する PT 介入を経過に考察を加えて以下に報告する。

症例紹介

症例は 52 歳、身長 148 cm、体重 44.3 kg の女性である。40 歳台から高血圧、51 歳より閉塞性肥大型心筋症を発症し、他院にて通院加療していた。高血圧に対しては薬

物治療が主であり、日常生活上は著明な心不全症状は認めていなかったが、X 年 Y 月に意識障害をきたし、閉塞性肥大型心筋症増悪に伴う循環不全疑いで A 病院に搬送された。受診時に急性腎障害・ショックバイタル・尿路感染症を認めるも、補液管理で症状は改善した。入院中には、発作性心房細動 (paroxysmal atrial fibrillation : 以下、Paf) や非持続性心室頻拍 (nonsustained ventricular tachycardia : 以下、nsVT) を認めていた。

Y+2 ヶ月に Paf や nsVT に対する精査加療目的に当院に転院した。転院当日より不整脈に対してはアミオダロン塩酸塩、エドキサバントシル酸塩水和物、8 日目からビソプロロールフマル酸を主とした薬物治療が行われた。

神経・筋症状については、転院後の医師診察にて CPEO の主症状である眼瞼下垂や外転筋麻痺は認められなかったが、顔面含め全般的な筋萎縮や構音障害、心筋障害、腱反射亢進や病的反射陽性を呈していた。また問診にて、17 年ほど前から両下肢の脱力感を自覚し、緩徐に進行する四肢の筋力低下を認めていたこと、7 年ほど前からその症状は強くなり、A 病院に入院する半月前頃から徐々に箸操作やペットボトル蓋の開封が困難となり寝返りも行えなくなったことが確認された。心筋生検では非特異的变化を認めず、神経変性疾患の併存を疑われた。

その他の既往症として、左先天性股関節脱臼を有していた。股関節の可動域制限や脚長差 (左下肢 2 cm 短縮)、痛みなどの症状がみられ破行を呈していたが、ADL は自立し、自動車運転も可能であった。しかし、A 病院に入院する 2 ヶ月頃前より股関節痛が増強し、寝返りも困難な状況が続いた。転院時には BMI20.2 kg/m² の標準体重ではあるが、四肢浮腫が著明であり、筋萎縮も認めた。家族歴は父、弟ともに心臓病で死亡していた。職業は無職であった。当院転院後 2 日目より、全身状態に十分留意しながら PT 開始の指示を受けた。なお本発表についてはご本人およびご家族に紙面・口頭で説明し了承を得ている。

評価項目

身体機能評価として関節可動域検査 (Range of Motion : 以下、ROM)、徒手筋力検査 (Manual Muscle Testing : 以下、MMT)、握力、大腿周径、下腿周径、感覚検査 (表在覚・位置覚・振動覚)、腱反射を、栄養評価として Controlling Nutritional Status (以下、CONUT) スコアを、血液生化学的評価として血清クレアチンキナーゼ (Creatine kinase : 以下、CK)、クレアチニン (Creatinine : Cre) を、画像評価として胸部 X 線写真を、心機能評価として脳性ナトリウム利尿ペプチド (Brain Natriuretic Peptide : 以下、BNP)、心電図、心臓超音波検査 (Ultrasonic echocardiography : 以下、UCG)、心臓カテーテル

検査を、認知機能評価として Mini-Mental State Examination (以下、MMSE)、日本語版 Adden-brooke's Cognitive Examination Revised (以下、ACE-R) を実施した。ROM、MMT、握力、大腿周径、下腿周径、感覚検査、腱反射は入院後 2 日目、24 日目 (一部除く)、36 日目に、CONUT、BNP、CK は 2 日目、24 日目、27 日目 (一部除く) に、胸部 X 線写真、心電図は入院日、UCG は入院後 1 日目、心臓カテーテル検査は 6 日目に、MMSE は 15 日目、27 日目に、ACE-R は 27 日目に計測・確認を行った。

経 過

1. 全身状態

当院入院中は診断が確定していなかったが、筋原性筋萎縮や長期臥床に伴うデコンディショニングを著明に認めた。筋原性筋萎縮の原因としてミトコンドリア病または Pompe 病が疑われた。呼吸筋障害もあり浅呼吸で自覚的な呼吸困難感を認めているため、酸素を 2 L 吸入していた。

身体機能の経過を表 1 に、生化学所見を表 2 に、胸部 X 線像を図 1 に、12 誘導心電図を図 2 に、UCG を表 3 に、心臓カテーテル検査を表 4 に示す。

浅呼吸に変わりはなかったが自覚的な呼吸困難感は改善傾向であり、入院後 12 日目には酸素投与量は 0.5 L へ漸減され、入院後 13 日目にはアミオダロン塩酸塩が中止されたが、同日夜間帯に自覚的な呼吸困難感や喘鳴があり、酸素飽和度が 80% 台まで低下し、酸素投与量は 2 L に増量された。症状は数時間で軽快し、Paf による一過性のイベントと判断された。翌日には自覚症状が消失し、血液ガス検査値は pH: 7.408, PaCO₂: 38.7 mmHg, PaO₂: 133 mmHg, HCO₃⁻: 23.9 mmol/L であったため、酸素投与量は 1 L へと漸減された。BNP は 2,498.1 pg/mL と上昇を認めるが心不全所見はなく、PT 開始時は 47 bpm と徐脈ではあるが収縮期血圧 100 mmHg 台、酸素飽和度は 98% とバイタルは安定しており、自覚症状は認めなかった。

入院後 24 日目には BNP が 3,318.7 pg/mL とさらに高値を示した。数日前からの Af 出現により心房の能動的収縮が低下し心拍出量低下によるうっ血をきたした可能性があった。自覚症状や血圧低下は認めておらず、医師からの安静度も変更なかった。

入院後 26 日目に 30 秒程度の nsVT を認め、アミオダロン塩酸塩が再開となった。デバイス植込み術も検討された。しかし、入院時造影 MRI 所見より肥大型心筋症と一致する両室接合部の遅延造影を認め (左室肥大)、心臓カテーテル検査では安静時圧格差が peak-peak: 30 mmHg 程度であり、ニトログリセリン負荷で増悪するため有意な肥大型心筋症であると考えられた。また、欧州心臓病学会が発表した突然死リスク予測数式モデル

である Risk-SCD モデルで 5 年以内突然死リスクが 5% 程度であったため、内服加療を進める方針となった。

2. 理学療法

リハビリテーションは入院後 2 日目より 1 単位 / 日、5 日 / 週で PT 介入を開始した。介入初期の身体機能は表 1 に示す。加えて、感覚検査では、表在覚や深部覚、振動覚はいずれの部位においても正常であったが、腱反射は膝蓋腱反射、アキレス腱反射が消失していた。寝返り-起き上がり動作は、頸部・上肢に ROM 制限は認めず、頸部回旋や肩挙上・水平内転は可能であったが、肩甲帯を床面から持ち上げることができず全介助を要した。端座位は自力での姿勢保持困難ではあるが、ベッド柵支持や座面高などの環境調整にて 2 分程度であれば見守りで座位保持が可能であった。前医入院中から離床が行われておらず長期臥床生活であったが、血圧や酸素飽和度は臥床時はそれぞれ 130/75 mmHg, 97%, 離床時はそれぞれ 119/73 mmHg, 97% であり、心電図モニター上も Paf や nsVT などの異常所見は認められなかった。初回評価時の本症例の問題点は、ミトコンドリア病に伴う筋萎縮による筋発揮異常や呼吸・循環動態異常であったが、それ以上に体動困難から約 2 ヶ月間 1 度も離床せずに長期間臥床を続けた結果、デコンディショニングを強く生じていることであった。そのため、まずはデコンディショニングからの回復をめざした運動療法介入や離床時間拡大を図った。

本人・家族からは「歩いて自宅に帰りたい」との希望が聞かれたが、心筋症を伴うミトコンドリア病は生命予後不良である¹⁴⁾。介入時点で約 2 ヶ月のベッド上臥床生活であり起居動作は全介助、端座位保持も困難であったため、寝返り-起き上がりまでの一連動作の介助量軽減、自力端座位保持を短期目標とした。また、70 代の母と 2 人暮らしであるため長期目標としては、寝返り-移乗動作自立とし、適切なサービスを利用することで介護負担軽減を図ることとした。

PT 内容はウォームアップ、筋力維持強化運動、起居動作練習、端座位練習、肺理学療法、起立練習、移乗動作練習、クールダウンで構成し、この順序で実施した (図 3)。なお、Overwork weakness や呼吸・循環動態変動によるリスクに十分考慮して介入した。ウォームアップは骨格筋を収縮させ血液循環を促進する目的にベッド上にて自動介助での下肢ストレッチングを行った。筋力維持強化運動はベッド上にてキッキング運動、SLR 挙上運動、ヒップリフトを行った。SLR 挙上とヒップリフトは運動範囲が狭かったため自動介助運動で行った。起居動作練習としてリーチ動作や体軸内回旋を促しながら寝返り、起き上がり練習を行った。端座位練習は自力保持困難であったため側方から介助を行いながら両

表 1 身体機能と ADL 能力・起居動作の経過

<Lt/Rt>			入院後 2 日目	入院後 24 日目	入院後 36 日目
関節可動域 (°)	下肢	股関節屈曲	110/120	110/120	110/120
		股関節伸展	-5/-5	-5/-5	0/0
		股関節外転	25/40	25/40	25/40
		股関節内転	10/15	10/15	10/15
		膝関節屈曲	155/155	155/155	155/155
		膝関節伸展	-5/-5	-5/-5	-5/-5
		足関節背屈	0/0	5/5	5/5
		足関節底屈	40/40	40/40	40/40
筋力	上肢	肩関節屈曲	3/3	4/4	4/4
		肘関節屈曲	4/4	4/4	4/4
		肘関節伸展	4/4	4/4	4/4
		手関節背屈	4/4	4/4	4/4
		手関節掌屈	4/4	4/4	4/4
		握力 (kg)	6.6/6.7		7.7/5.9
	下肢	股関節屈曲	2/2	2/2	3/3
		股関節伸展	2/2	2/2	2/2
		股関節外転	2/2	2/2	2/2
		膝関節伸展	3/3	3/3	3/3
		足関節背屈	3/3	3/3	3/3
		足関節底屈	2/2	2/2	3/3
	体幹	体幹屈曲・回旋	2	2	2

<Lt/Rt>			入院後 2 日目	入院後 24 日目	入院後 36 日目
周径 (cm)	大腿	膝蓋骨上縁	34.5/35.5		31.5/32.5
		膝蓋骨上縁 + 10 cm	37/37.5		36/35
	下腿	下腿最大	27/25.5		23/24
ADL (点)		BI	5	15	20
		mFIM	19	24	25
		cFIM	21	30	31
起居動作		寝返り	全介助	自立 ベッド柵使用	自立 ベッド柵使用
		起き上がり	全介助	全介助 協力動作あり	軽介助 ベッド柵使用 on elbow 以降介助
		立ち上がり	全介助	中等度介助 離殿可だが伸展相介助	見守り 座面高 + 手すりなど 環境調整必須
		移乗	全介助	中等度介助 足踏み可だが膝折れあり	軽介助 時折、膝折れあり

入院後 2 日目から入院後 36 日目までの身体機能評価と ADL 能力・起居動作の経過を示す。各種評価項目において初期と最終で増悪は認めず、身体機能の維持・改善が得られている。BI・FIM とともに向上し、当院入院時よりも ADL 改善を図ることができた。動作の介助量も軽減し、自力で実施可能な動作も増えた。詳細は本文を参照。

手を組んだ上肢挙上運動やリーチ運動を行った。肺理学療法はシルバスター法や臥位にて徒手胸郭モビライゼーションを行った。起立練習、移乗動作練習に関しては環境調整や適宜介助量を調整しながら荷重入力を意識

して動作練習を反復して実施した。クールダウンは再度自動介助での下肢ストレッチングを行った。また、運動間の休憩に深呼吸や口すぼめ呼吸を指導し普段から行うように促した。PT 中は Paf や nsVT の出現の有無、酸

表 2 生化学検査の経過

		入院後 2 日目	入院後 8 日目	入院後 15 日目	入院後 24 日目	入院後 27 日目
生化学検査	栄養	CONUT	7		7	
		Cre(mg/dL)	0.35	0.36	0.37	0.33
		CK(U/L)	56	44	34	37
		BNP(pg/mL)	2,157.7	1,219.1	2,498.1	3,318.7

入院後 2 日目から入院後 27 日目までの血液所見を示す。CONUT 値は血清アルブミン値、総リンパ球数、総コレステロール値の和を求めスコア化しており、中等度栄養不良と評価された。BNP は 15 日目と 24 日目に高値を示した。

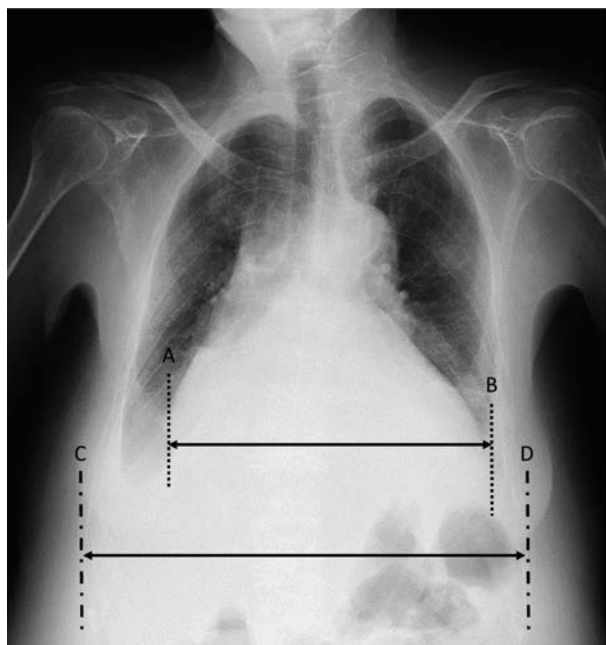


図 1 胸部 X 線像

入院時の胸部 X 線画像である。AB 幅が心臓幅、CD 幅が胸郭幅であり、 $AB/CD \times 100\%$ で心胸郭比を求めた。心胸郭比 75% であり心拡大と判定された。入院時には呼吸器症状も認めため、X 線撮影時の吸気が十分でなかった可能性も考えられる。

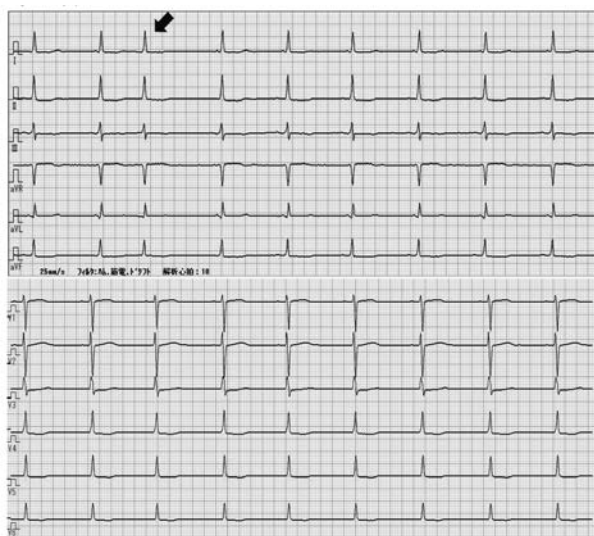


図 2 12 誘導心電図

入院時の 12 誘導心電図である。詳細は心拍数 53 拍 / 分、R-R: 1.12 秒、P-R: 0.158 秒、QRS: 0.117 秒、QT: 0.531 秒、QTc: 0.501/0.511、軸 37 度、SV: 14.80 mV、RV: 53.41 mV、R+S: 8.21 mV で上室性期外収縮 (矢印) を認める。

表 3 UCG

LVEF	64.7%
LVDd/LVDs	39.7/19.1 mm
%FS	51.9%
LAD	59 mm
IVST/PWT	20.5/13.9 mm
wall motion	全周壁異常なし
E vel	1.1 m/s
A vel	測定できず
E/A	算出できず

LVEF (left ventricular ejection fraction: 左室駆出率)
 LVDd (end-diastolic dimension: 拡張期末期径)
 LVDs (end-systolic dimension: 収縮期末期径)
 %FS (% fractional shortening: 左室内径短縮率)
 LAD (left atrial dimension: 左房径)
 IVST (interventricular septum thickness: 心室中隔壁厚)
 PWT (posterior LV wall thickness: 左室後壁厚)
 wall motion (壁運動)
 E vel (E 波最大速度)
 A vel (A 波最大速度)
 E/A (Evel と Avel の比)

入院後 1 日目の UCG である。LVEF や wall motion、%FS は概ね保たれているが、左室拡張・収縮末期径低下や左室壁肥厚を認め、閉塞性肥大型心筋症の所見である。また重度の僧帽弁閉鎖不全も認める。

表 4 心臓カテーテル検査

PA (mmHg)	35/22(30)
Pcw (mmHg)	22
Ao (mmHg)	112/88(98)
HR (回 / 分)	127
CO (L/min)	3.12
CI (L/min/m ²)	2.332
SV (L/min)	24.6
SVI (ml/m ²)	18.3

PA (pumonary artery: 肺動脈圧)
 Pcw (pulmonary capillary wedge: 肺動脈楔入圧)
 Ao (Aorta: 大動脈圧)
 HR (heart rate: 心拍数)
 CO (cardiac output: 心拍出量)
 CI (Cardiac index: 心係数)
 SV (stroke volume: 1 回拍出量)
 SVI (Stroke volume index: 1 回心拍出量係数)

入院後 6 日目に心臓カテーテル検査が施行された。冠動脈に有意な狭窄は認めないが、心機能低下が著明であり Forrester 分類 II 群に該当する。

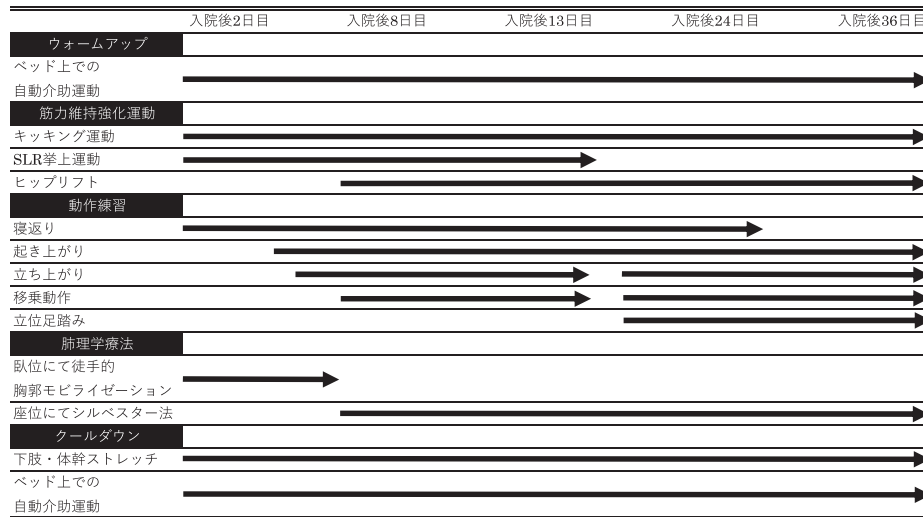


図3 理学療法内容と経過
 当院入院期間中の理学療法内容の経過を示す。詳細は本文を参照。

素飽和度、呼吸数をベッドサイドモニターで確認しながら介入した。自覚的な呼吸困難感や疲労感の有無や呼吸数が20回/分であることを確認してから次の運動へと移行した。運動負荷量に関しては、PT介入時の自覚的な疲労感に加え、定期的に検査を行っている筋破壊所見としてのCre値、CK値の確認をして決定した。介入初期はCre 0.35 mg/dl、CK 56 U/Lと日本人成人女性の基準値²⁸⁾であるCre 0.46–0.79 mg/dL、CK 41–153 U/Lを下回っていた。心疾患における運動負荷の中止基準²⁹⁾をもとに①症状(狭心痛、呼吸困難、めまいなど)、②兆候(チアノーゼ、顔面蒼白、冷汗など)、③血圧(収縮期血圧の上昇不良ないし進行性低下など)、④心電図(明らかな虚血性ST-T変化や調律以上、2–3度房室ブロックなど)を認める場合は中止とした。

介入初期は運動間休憩時間を多めに挟み、1回30分程度の介入を行っていたが、易疲労性が強く、連続した運動が困難であったため、入院後8日目より運動内容を午前・午後で分け2単位/日の週5日に変更した。この頃には、寝返り動作時に肩甲骨の外転(前方突出)がわずかに可能となり、中等度–軽介助で寝返り動作を行うことができるようになった。起き上がり動作は協力動作は得られるものの全介助を要した。立ち上がりは骨盤後傾位となっているため、高座位に環境調整しハンドリングで運動タイミングを誘導した。

入院後13日目の夕方にPafに伴う一過性のイベントを認めたため、翌日の理学療法は端座位までの実施とした。離床直後呼吸数33回/分と頻呼吸を認めたが、口すばめ呼吸をゆっくりとした呼吸パターンを意識して実施していただくことで20回/分まで改善した。入院後13日目以降、誘因なく心房細動(atrial fibrillation: 以下、Af)の出現頻度が増えた。PT中に洞調律からAf

へ移行することはなかったが、普段よりも頻回にECGモニターや呼吸状態、血圧変化に細心の注意を払って介入を行った。また、急な離床や荷重運動は避け、ベッド上でのウォームアップ運動をそれまでの理学療法時よりも長め(約10分)に行い急激な心拍数上昇をきたさないように注意した。

入院後24日目にBNP上昇を認めたため、離床運動前後のウォームアップやクールダウン、全身状態のモニタリングを徹底した。身体機能としては起居動作練習、荷重練習量の増加による影響か、足関節背屈可動域拡大や肩関節屈曲筋力向上が得られた。また、左膝蓋腱反射が亢進していた。寝返りはリーチング動作からの体軸内回旋が可能となり見守りで実施可能となったが、この時点では起き上がりはまだ全介助であった。立ち上がりは離殿がわずかに可能となったが伸展相がつくれず中等度介助を要した。立位保持は、手すりを支持して30秒ほど自力で可能となり、立位にて足踏み運動を行うことが可能になったが、膝折れを認めることもあった。移乗動作に関しては座面高の調整など環境調整を行うことによって、中等度介助で実施可能であった。Barthel index (BI)は移乗が10点向上し15点に、FIM運動項目(mFIM)は食事が1点、整容が1点、移乗が2点向上し23点へと改善を示していた。活動量向上に伴う身体機能改善により姿勢が安定し、食事は蓋の開閉といった介助を必要としたが、摂食行為に関しては食べこぼしの監視のみで自力で可能となった。整容はセッティングを必要としたが自力で口腔ケアを行えるようになった。この時点での本症例の問題点は、寝返りにて側臥位のポジションを経由してから起き上がり動作へ移行するも、股関節屈曲・内外転筋力低下に伴い下肢を起き上がり側のベッドサイドへ下垂させることができず、起き上がり動

作に介助を要する点であった。また立ち上がりにおいては体幹屈曲や殿筋、大腿四頭筋の筋力低下、股関節可動域制限に伴い骨盤後傾位で骨盤－股関節、股関節－膝関節の協調的な運動に制限が生じていることが考えられた。

入院後 36 日目には四肢の関節可動域には著変ないが、筋力では肩関節屈曲が MMT3 から MMT4、股関節屈曲と足関節底屈で MMT2 から MMT3 と筋力向上が得られていた。握力に関しては右前腕の筋生検に伴う痛みと安静指示による不動のため、介入初期よりも筋力低下を認めていた。腱反射は膝蓋腱反射、アキレス腱反射ともに正常となっていた。起き上がりにはベッド柵を使用して軽介助、立ち上がりは座面高や手すりなどの環境調整を行うことで見守りで可能となった。下肢については、股関節伸展可動域がわずかに拡大し、大腿四頭筋、下腿三頭筋の筋力が微増した。下肢の周径は減少したが、浮腫の改善による影響と考えられた。これらの可動域や筋力の改善に伴い、移乗動作は軽介助で動作可能となり、自力で実施可能な動作・行為は拡大した。しかし、大殿筋やハムストリングスなど股関節伸展筋の筋力回復は不十分であり、動作の自立にはつながらなかった。BI は食事が 5 点向上し 20 点へと改善し、自力で蓋の開閉が可能となり食べこぼしもほぼ見られなくなった。mFIM は移乗が 1 点向上し 25 点へとわずかに改善が得られた。

3. 言語療法評価

入院後 23 日目より構音および摂食嚥下治療目的に言語療法士が介入となり、高次脳機能検査も行われた。MMSE は 27 点で軽度認知障害 (MCI) 疑いであった。ACE-R は合計 62 点 (年齢平均値 95 点, カットオフ値 78 点), 注意/見当識: 17 点 (年齢平均値 17.9 点), 記憶: 15 点 (年齢平均値 26 点), 流暢性: 5 点 (年齢平均値 11.7 点), 言語: 26 点 (年齢平均値 25.5 点), 視空間: 9 点 (年齢平均値 15.4 点) とともに記憶や構成能力, 遂行機能がかかわる項目で失点が目立ち、年齢と比較して認知機能低下を認めた。本症例における認知機能低下は CPEO の特殊型である KSS の症状である脳萎縮³⁰⁾によるものと考えられた。

転 帰

心筋症に対する内服調整や神経症状の精査を終了し、入院後 37 日目にリハビリ継続目的に前医へ転院した。最終的に PCR にて mtDNA の多重欠失が認められ、筋病理所見からミトコンドリア病 CPEO の診断に至った。在宅復帰後、腸閉塞や心不全、誤嚥性肺炎、敗血症などで他院入退院を繰り返し、さらに転院後 11 ヶ月で療養型の病院へ長期入院となった。

考 察

本症例は CPEO による筋萎縮と筋力低下、閉塞性肥大型心筋症に伴う心不全を主とした病態であり、先行報告⁹⁾と同様に、疲労、倦怠感、エネルギー不足、運動不耐性などの症状を頻繁に訴えた。また、長期臥床によるデコンディショニングに伴う筋力低下や心肺機能低下なども著明であった。リスク管理を徹底したうえで運動療法を提供することで重篤な合併症を引き起こすことなく、身体機能、ADL は向上した。軽度認知障害の疑いは認めるが、現 ADL においては生活上の影響は認めなかった。

1. ミトコンドリア病に対する運動療法について

ミトコンドリア病に対する有酸素運動やレジスタンストレーニングなどの運動療法は安全かつ ADL・生活の質 (Quality of Life: 以下, QOL) の改善に寄与することが報告されているが、その賛否は分かれている¹⁸⁻²⁵⁾。またいずれの報告も MELAS の症例がほとんどで、ADL が比較的保たれた方に対する各運動の効果と有害イベント発生を検討した研究が多い。CPEO は MELAS よりも発症割合が低い一方で、心伝導障害など循環器系のリスクが多く出現するという特徴がある⁵⁾。また ADL が著しく低下した症例に対しての報告はほとんど見られず、PT 介入に難渋することが多い。

ミトコンドリア病では、筋束を形成している筋細胞には変異型 mtDNA が多いが、筋細胞の周囲に散在している予備細胞である衛星細胞 (satellite cell) には高レベルの変異体の存在にもかかわらず、変異型 mtDNA が少ないことが報告されている³¹⁾³²⁾。運動療法は衛星細胞からの正常な mtDNA テンプレートの運動誘発性伝達筋線維を成熟させ、それにより突然変異負荷を低下させる (機能的ミトコンドリア負荷を増加させる) といった生理的機能の改善や精神的ストレス、不安を解消するなどの効果があり、ADL・QOL の維持・向上に寄与していることが証明されている³³⁾³⁴⁾。運動療法には有酸素運動やレジスタンストレーニングが含まれる。有酸素運動は、ミトコンドリアの量と質 (酸化能力) を高めることで、筋肉 mtDNA 変異負荷を減少させ、酸化能力を効率的に改善させることで運動耐性を改善する可能性を有する²⁰⁾³⁵⁾。レジスタンストレーニングは、衛星細胞からの正常な mtDNA テンプレートの運動誘発性伝達筋線維を成熟させ、それにより突然変異負荷を低下 (機能的ミトコンドリア負荷を増加) させる³⁵⁾。またレジスタンストレーニングの実施により、筋細胞の肥大、運動単位数動員増加、最大運動単位の発火頻度促進、脊髄での運動神経の興奮性の亢進などが期待できる³⁶⁾。筋萎縮を呈する症例へのレジスタンストレーニングは、

中等度から高強度（50% 以上 1-RM）で、1 セットあたり 8～12 回、1～3 セット、週 2～3 日の実施が推奨されている³⁷⁾が、本症例のような筋疾患の場合、筋生検時の組織所見を参照したり、また運動療法前後の CK 値などを定期的に確認しながら、より慎重に負荷量を設定する必要があると考えられる。運動療法は、筋生検の形態学的所見や運動療法前後の CK 値などを定期的に確認しながら、監視下に提供することによって、安全かつ効果的な治療法になる²⁰⁾。

2. 閉塞性肥大型心筋症に伴う心不全に対する運動療法について

本症例においては閉塞性肥大型心筋症を併発していた。肥大型心筋症は左室流出路狭窄、心筋虚血、拡張不全の増悪などに伴って、息切れや胸痛といった自覚症状や失神などの症状を呈し³⁸⁾³⁹⁾、これらにより運動耐容能低下が生じている⁴⁰⁾。心筋症に伴う心不全症例においても運動療法は、血管内皮機能、心血行動態、骨格筋代謝・機能などの改善効果が示されており²⁴⁾³³⁾、身体機能や QOL の向上に寄与することが報告されている⁴¹⁾⁴²⁾。

3. 本症例におけるリスク管理と運動療法の効果

本症例は当院入院中に遺伝子検査などの精査が行われており、検査結果や臨床所見から入院早期よりミトコンドリア病や Pompe 病が疑われていた。そのため、Cre、CK の定期的モニタリングを行いながら運動負荷量を検討した。介入初期より筋萎縮や痩が著明に認められ、Cre 値は基準値よりも下回り、筋ジストロフィーなどの筋疾患を示唆する値を示した。Cre 値、CK 値いずれも転院時まで著変なく経過し、運動負荷量としては妥当であると判断した。また当院入院中も Paf や nsVT、低血圧（収縮期血圧 75～90 mmHg）を示すことがあった。日中臥床傾向であるため急な離床や運動は避け、ウォームアップとしてストレッチや自重運動などから行い、急激な循環動態の変動をきたさないように注意した。リスク管理として生化学所見や日々の服薬状況の確認や PT 施行中はバイタル・呼吸状態・自覚症状の確認を頻回にし、モニター監視下に行った。

本症例はミトコンドリア病に伴うエネルギーを産生する細胞内小器官の異常に加えて、デコンディショニングによる廃用性筋力低下もあり、起居動作や ADL の低下が著明であった。運動はミトコンドリアの量と質の向上、毛細血管密度の向上などが得られ、デコンディショニングに伴う筋力低下の改善を図ることができる⁹⁾⁴³⁾。また運動療法によって、運動耐性の改善や筋力発揮に関する神経系の要素も改善することができる。今回、生化学検査の結果や心電図を用いた異常所見の有無の確認、血圧、呼吸状態、自覚症状などのリスク管理を行いなが

ら介入を行ったことで、安全に身体機能の向上が得られた。また環境面においても座面高や手すりの位置を工夫するなど配慮し、ADL の維持向上も図れたと考えられた。

4. ミトコンドリア病 CPEO に対する PT の役割

ミトコンドリア病の発症頻度は、10 万人あたり 9.2～16.3 人とされている¹⁰⁾。ミトコンドリア病患者は、身体活動の制限を余儀なくされ、不活動による運動不耐性がミトコンドリアの酸化障害を悪化させるといわれる²²⁾。ミトコンドリア病に対する確立した根治的な治療法はまだ存在せず、多彩な症状を示すミトコンドリア病の治療としては、現在生じている症状（筋骨格系や循環器系、呼吸器系など）を把握し、リスク管理を徹底したうえで ADL・QOL を維持していくことが望まれる。また、細胞レベル以下の根本的な治療に直結する問題と、組織・臓器レベルの多くの専門診療科がかかわるチームアプローチが必要である¹⁰⁾³¹⁾。当院においても医師や看護師、管理栄養士、社会福祉士らとともに身体機能や循環・呼吸動態、栄養状態、社会資源などの情報共有を行い、離床時間拡大や退院後の生活を検討し、切れ目のないケアを行う準備を行った。

結 論

骨格筋異常・肥大型心筋症様症状を主症状とした CPEO 型のミトコンドリア病症例に対する PT 介入を経験した。ミトコンドリア病は多彩な症状を有し、一律に積極的な運動療法を推奨することはできない。本症例に対しては、生化学検査や循環動態、自覚症状など様々な面からモニタリングし、リスク管理を徹底したうえで PT 介入を行い、身体機能および ADL・QOL の維持向上を図ることができた。

利 益 相 反

本論文発表内容に関連して開示すべき利益相反はない。

謝辞：本報告に際し、ご協力いただいた患者様、ご家族様に心より感謝いたします。また多大なご理解とご協力をいただきました福島県立医科大学リハビリテーション医学講座、福島県立医科大学附属病院リハビリテーションセンターの皆様にも深く感謝いたします。

文 献

- 1) Anthony HV: Mitochondrial disease. Lancet. 2006; 368: 70-82.
- 2) Robert M, Prof RW, *et al.*: A neurological perspective on mitochondrial disease. Lancet Neurol. 2010; 9: 829-840.
- 3) Gerald P, Kari M, *et al.*: Treatment for mitochondrial disorders. CDSR. 2012; 4: 1-38.
- 4) Luft R, Ikkos D, *et al.*: A case of severe hypermetabolism of nonthyroid origin with a defect in the maintenance of

- mitochondrial respiratory control: A correlated clinical, biochemical, and morphological study. *J Clin Invest*. 1962; 41: 1766-1788.
- 5) 井川正道, 米田 誠: ミトコンドリア病の分類と診断. 臨床検査. 2005; 49(1): 25-32.
 - 6) 埜中征哉: ミトコンドリア病を疑う臨床症候. *Clinical Neuroscience*. 2006; 24: 650-652.
 - 7) DiMauro S, Schon EA: Mitochondrial respiratory-chain diseases. *N Engl J Med*. 2003; 348(26): 2656-2668.
 - 8) Schapira AH: Mitochondrial disease. *Lancet*. 2006; 368(9529): 70-82.
 - 9) Isabella PB, Valentina E, *et al.*: Advances in primary mitochondrial myopathies. *Current Opinion in Neurology*. 2019; 32(5): 715-721.
 - 10) 後藤雄一: ミトコンドリア病. *Equilibrium Res*. 2016; 75(1): 1-6.
 - 11) Ohsawa Y, Hagiwara H, *et al.*: Taurine supplementation for prevention of stroke-like episodes in MELAS: a multicentre, open-label, 52-week phase III trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2018; 90(5): 529-536.
 - 12) Koga Y, Akita Y, *et al.*: L-arginine improves the symptoms of stroke-like episodes in MELAS: a rand. *Neurology*. 2005; 64: 710-712.
 - 13) Koga Y, Akita Y, *et al.*: Endothelial dysfunction in MELAS was improved by L-arginine supplementation. *Neurology*. 2006; 66: 1766-1769.
 - 14) 武田充人: ミトコンドリア心筋症. 日本小児循環器学会誌. 2017; 33(4): 287-296.
 - 15) Alvares RF, Goodwin JF: Non-invasive assessment of diastolic function in hypertrophic cardiomyopathy on and off beta adrenergic blocking drugs. *Br Heart J*. 1982; 48: 204-212.
 - 16) Bourmaysan C, Razavi A, *et al.*: Effect of propranolol on left ventricular relaxation in hypertrophic cardiomyopathy: an echographic study. *Am Heart J*. 1985; 109: 1311-1316.
 - 17) Sagar VA, Davies EJ, *et al.*: Exercise-based rehabilitation for heart failure: systematic review and meta-analysis. *Open Heart*. 2015; 2: e000163.
 - 18) Taivassalo T, Shoubridge EA, *et al.*: Aerobic conditioning in patients with mitochondrial myopathies: physiological, biochemical, and genetic effects. *Ann Neurol*. 2001; 50(2): 133-141.
 - 19) Taivassalo T, Gardner JL, *et al.*: Endurance training and detraining in mitochondrial myopathies due to single large-scale mtDNA deletions. *Brain*. 2006; 129(12): 3391-3401.
 - 20) Jeppesen TD, Schwartz M, *et al.*: Aerobic training is safe and improves exercise capacity in patients with mitochondrial myopathy. *Brain*. 2006; 129(12): 3402-3412.
 - 21) Murphy JL, Blakely EL, *et al.*: Resistance training in patients with single, large-scale deletions of mitochondrial DNA. *Brain*. 2008; 131(11): 2832-2840.
 - 22) Taivassalo T, Haller RG: Exercise and Training in Mitochondrial Myopathies. *Med Sci Sports Exerc*. 2005; 37(12): 2094-2101.
 - 23) Cejudo P, Bautista J, *et al.*: Exercise training in mitochondrial myopathy: a randomized controlled trial. *Muscle & Nerve*. 2005; 32(3): 342-350.
 - 24) 日本循環器学会, 循環器病の診断と治療に関するガイドライン (2011 年度合同研究班報告): 心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン (2012 年改訂版). <https://www.j-circ.or.jp/guideline/guideline-series/> (2020 年 6 月 1 日引用)
 - 25) Maron BJ, Rowin EJ, *et al.*: Clinical Spectrum and Management of Heart Failure in Hypertrophic Cardiomyopathy. *JACC Heart Fail*. 2018; 6: 353-363.
 - 26) Harris KM, Spirito P, *et al.*: Prevalence, clinical profile, and significance of left ventricular remodeling in the end-stage phase of hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation*. 2006; 114: 216-225.
 - 27) Melacini P, Basso C, *et al.*: Clinicopathological profiles of progressive heart failure in hypertrophic cardiomyopathy. *Eur Heart J*. 2010; 31: 2111-2123.
 - 28) 日本臨床検査医学会ガイドライン作成委員会: 臨床検査のガイドライン. 日本臨床検査医学会, 東京, 2018, p. 14.
 - 29) 2000-2001 年度合同研究班報告: 循環器病の診断と治療に関するガイドライン: 心疾患における運動療法に関するガイドライン. *Circ J*. 2002; 66(Suppl IV): 1177-1260.
 - 30) 古賀靖敏: ミトコンドリア病の診断と治療. 脳と発達. 2010; 42: 124-129.
 - 31) Schaefer AM, McFarland R, *et al.*: Prevalence of mitochondrial DNA disease in adults. *Ann Neurol*. 2008; 63: 35-39.
 - 32) Clark KM, Bindoff LA, *et al.*: Reversal of a mitochondrial DNA defect in human skeletal muscle. *Nat Genet*. 1997; 16: 222-224.
 - 33) Gielen S, Schuler G, *et al.*: Benefits of exercise training for patients with chronic heart failure. *Clin Geriatr*. 2001; 9: 32-45.
 - 34) 平田一人, 大塚敏広, 他: 呼吸不全の治療: 運動療法. 日本内科学会雑誌. 1999; 88: 70-76.
 - 35) Fu K, Hartlen R, *et al.*: A novel heteroplasmic tRNA^{Leu} (CUN) mtDNA point mutation in a sporadic patient with mitochondrial encephalomyopathy segregates rapidly in skeletal muscle and suggests an approach to therapy. *Hum Mole Genetics*. 1996; 5: 1835-1840.
 - 36) Kraemer WJ, Deschenes MR, *et al.*: Physiological adaptations to resistance exercise. Implications for athletic conditioning. *Sports Med*. 1988; 6: 246-256.
 - 37) 宮地元彦, 安藤大輔, 他: サルコペニアに対する治療の可能性: 運動介入効果に関するシステマティックレビュー. 日老医. 2011; 48(1): 51-54.
 - 38) Wigle ED: Impaired left ventricular relaxation in hypertrophic cardiomyopathy: relation to extent of hypertrophy. *J Am Coll Cardiol*. 1990; 15: 814-815.
 - 39) Prasad K, Williams L, *et al.*: Episodic syncope in hypertrophic cardiomyopathy: evidence for inappropriate vasodilation. *Heart*. 2008; 94: 1312-1317.
 - 40) Plehn G, Vormbrock J, *et al.*: Effects of exercise on the duration of diastole and on interventricular phase differences in patients with hypertrophic cardiomyopathy: relationship to cardiac output reserve. *J Nucl Cardiol*. 2009; 16: 233-243.
 - 41) Klempfner R, Kamerman T, *et al.*: Efficacy of exercise training in symptomatic patients with hypertrophic cardiomyopathy: results of a structured exercise training program in a cardiac rehabilitation center. *Eur J Prev Cardiol*. 2015; 22: 13-19.
 - 42) Saberi S, Wheeler M, *et al.*: Effect of Moderate-Intensity Exercise Training on Peak Oxygen Consumption in Patients With Hypertrophic Cardiomyopathy: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2017; 317: 1349-1357.
 - 43) Gollnick PD, Saltin B: Significance of skeletal muscle oxidative enzyme enhancement with endurance training. *Clin Physiol*. 1982; 2: 1-12.

実践報告

脊髄損傷者を対象とした体幹機能評価尺度 (Trunk Assessment Scale for Spinal Cord Injury: TASS) の開発と信頼性の検証*

佐藤 弘樹^{1)2) #} 吉川 憲一²⁾ 宮田 一弘³⁾ 佐野 歩²⁾ 水上 昌文³⁾

要旨

【目的】脊髄損傷者の体幹機能評価尺度 (以下, TASS) を開発し, 信頼性を検証すること。【方法】脊髄障害認定理学療法士9名によって開発したTASSを用いて, 理学療法士2名が脊髄障害を有する10例の評価を実施した。級内相関係数ICC(2,1), Cohenの κ 係数, Cronbachの α 係数を用いて, 検者間信頼性, 項目一貫性, 内的整合性を確認した。Bland-Altman分析を用いて, 系統誤差の有無を確認した。【結果】TASSは端座位課題7項目で構成される尺度となった。ICC(2,1)は0.98, κ 係数は0.57～1.00, α 係数は0.94であった。評価者2名の差の平均値は95%信頼区間が-2.58～1.18, 散布図の回帰直線の傾きは0.19 ($p=0.61$)であった。【結論】端座位課題7項目で構成される体幹機能評価尺度が完成し, 高い検者間信頼性, 内的整合性を示し, 系統誤差のない尺度であることが確認された。

キーワード 脊髄損傷, 体幹機能, 尺度開発, 信頼性

はじめに

本邦では年間約5,000件の外傷性脊髄損傷が発生しており, その発生率は人口100万人あたり40人程度と推定される¹⁾。諸外国では人口100万人あたり2～77人程度と報告されており²⁾, 増加傾向にある³⁾。受傷時の年齢, 受傷原因, 麻痺の重症度は国や地域によって異なるが⁴⁻⁸⁾, 本邦では, 転倒・転落を原因とした高齢の頸髄不全損傷者が大半を占めることが明らかとなっている⁹⁾¹⁰⁾。

脊髄損傷の機能評価では, American Spinal Injury Association (ASIA) および International Spinal Cord Society (ISCoS) により作成された International Standard of Neurological Classification for Spinal Cord Injury (以下,

ISNCSCI) において, 麻痺の重症度の評価尺度である ASIA Impairment Scale (以下, AIS)¹¹⁾, および神経学的残存高位 (Neurological Level of Injury: 以下, NLI), Key Muscle の上肢, 下肢それぞれの合計点で上肢機能, 下肢機能を表現する方法が一般的である。しかし, Key Muscle は, 第5頸髄から第1胸髄までの5髄節, および第2腰髄から第1仙髄までの5髄節に局限したテストであり, 第2胸髄から第1腰髄までの髄節に支配される体幹部の機能は感覚検査のみで判定するように定められている。したがって, 損傷髄節以下のすべての運動機能が障害される脊髄損傷者において, 座位保持¹²⁾ や ADL における体幹機能は重要であるが¹²⁾¹³⁾, ISNCSCI には上下肢の筋力検査に相当する体幹の運動機能評価は含まれていない。

脊髄損傷者における体幹機能について, 座位バランス能力を評価する評価法は散見され¹⁴⁻¹⁸⁾, そのうち, Sitting Balance Measure と Set of Assessment tools for Measuring Unsupported Sitting は用いることが推奨されている評価法である¹⁹⁾。また, 体幹機能と座位バランス能力の関連性が報告されている一方で¹²⁾, メキシコの Quinzaños らは, 座位バランス能力の評価のみでは体幹機能の評価は不十分と考え, 寝返りや起居動作の課題を含む Trunk Control Test for individual with spinal cord injury (以下, TCT-SCI) を開発した¹³⁾。TCT-SCI

* Development and Reliability of Trunk Assessment Scale for Spinal Cord Injury (TASS)

1) 茨城県立医療大学大学院
Hiroki Sato, PT, BSc: Graduate School of Health Sciences, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences

2) 茨城県立医療大学付属病院
(〒300-0331 茨城県稲敷郡阿見町阿見4733)
Hiroki Sato, PT, BSc, Kenichi Yoshikawa, PT, PhD, Ayumu Sano, PT, MSC: Ibaraki Prefectural University of Health Sciences Hospital

3) 茨城県立医療大学
Kazuhiro Miyata, PT, PhD, Masafumi Mizukami, PT, PhD: Ibaraki Prefectural University of Health Sciences

E-mail: rokkyman1234567890@yahoo.co.jp
(受付日 2020年7月31日/受理日 2020年12月12日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年2月16日]

は、静的課題が 3 項目（端座位保持課題 1 項目、脚組み端座位保持課題 2 項目）、動的課題が 4 項目（端座位での前屈課題 1 項目、起き上がり課題 1 項目、寝返り課題 2 項目）、上肢の活動を伴う動的課題が 6 項目（前方へのリーチ動作課題 2 項目、右前方へのリーチ動作課題 2 項目、左前方へのリーチ動作課題 2 項目）の計 13 項目で構成されている。しかし、頸髄損傷者に前方および側方へのリーチ動作課題を行う際には、いくつか考慮しなければならない点が存在する。ひとつは、手指の伸展が困難な症例は、指先を指標に測定できないことである。Lynch らは、この問題点に対して尺骨茎状突起を測定指標としてリーチ距離を測定する方法を提唱している¹⁶⁾。もうひとつは、上肢挙上（肩関節 90 度屈曲位もしくは 90 度外転位）が困難な症例や、肩甲骨の運動制限を有する症例では、リーチ動作自体が困難であるため、対象者が限定されてしまうことである¹⁶⁾。Field-Fote らは、この問題点に対して第 7 頸椎棘突起を指標としてリーチ距離を測定する方法を提唱している²⁰⁾。TCT-SCI は、AIS や NLI に基づく脊髄損傷者すべてを評価することが可能な尺度とされている一方で、リーチ動作課題の結果に上肢挙上の可否が影響を及ぼしているか判別できないため、四肢麻痺者と対麻痺者を比較することが困難であると考えられる。また、寝返り課題を除いた 11 項目はそれぞれ、上肢を用いずに課題を遂行できれば満点の 2 点、上肢の代償（支持あるいは補助）を用いて遂行できれば 1 点、上肢を支持あるいは補助として用いても遂行できなければ 0 点という配点となっている。したがって、上肢機能が正常である対麻痺者はこの尺度に適していると考えられるが、上肢の機能障害を呈する四肢麻痺者は体幹機能の優劣によらず失点してしまうことが懸念される。しかしながら、Quinzaños らは頸髄損傷者の上肢機能が評価結果へ及ぼす影響については言及していない¹³⁾。以上より、頸髄損傷者を含むすべての脊髄損傷者において、上肢機能の影響を受けない新たな尺度を開発することで、脊髄損傷者の体幹機能がより正確に評価でき、リハビリテーションの効果判定や獲得可能動作の正確な予測を行うことにつながるものと考えられる。

そこで本研究では、上肢機能による影響を受けずに脊髄損傷者の体幹機能を評価できる尺度を新たに開発し、信頼性について検証を行うことを目的とした。

対象および方法

1. 新体幹機能評価尺度の開発

本研究では、体幹機能評価を体幹の筋出力や可動性そのものの評価ではなく、体幹筋が関与する基本動作につながる運動・姿勢制御を含めた評価と定義し、新たな体幹機能評価尺度（Trunk Assessment Scale for Spinal Cord Injury：以下、TASS）の開発を進めた。

尺度作成における内容妥当性の検証は、以下のような手順（Delphi 法）を経て行われた。Delphi 法とは、新たな尺度を開発する際、先行研究をもとに作成した尺度の試案に重要な項目の欠落がないか、追加すべき項目がないかについて、関連分野の専門家に対して意見を求め、内容妥当性を高める方法である²¹⁾²²⁾。評価項目は、TCT-SCI¹³⁾、modified Functional Reach Test¹⁶⁾ および他疾患患者の体幹機能を評価するために用いられる Postural Assessment Scale for Stroke Patient²³⁾、Stroke Impairment Assessment Set²⁴⁾、Trunk Control Test²⁵⁾、Seated Side Tapping Test²⁶⁾、Trunk Impairment Scale²⁷⁾、Functional Assessment for Control of Trunk²⁸⁾ の 6 つの尺度から任意に抽出した。さらに、脊髄損傷者の回復過程や体幹機能を考慮し、能動的神経動員や発達運動パターン、Active Based Therapy²⁹⁾ に含まれている長座位、四つ這い位、膝立ち位の項目を追加した。この際、端座位や立位でのリーチ動作課題のように上肢挙上の可否が評価結果に影響し得る評価項目を抽出する場合は、肘関節伸展位での上肢挙上が困難な症例を想定し、肩峰の移動距離を測定するように工夫した。四つ這い位を評価項目として抽出する場合も同様に、手関節の背屈制限によって上肢への荷重が困難な症例を想定し、手掌の下にタオルや枕などを挟むことで評価可能となるように工夫した。また、上肢の代償による影響を除外するために、四つ這い位での課題以外は上肢を支持として用いないこととした。このようにして、TASS の第一次試案を作成した。

次に、所属機関内の脊髄障害認定理学療法士 4 名（内部有識者）によって、第一次試案の評価項目の中から脊髄損傷者の体幹機能を適切に評価し得る項目を選定し、第二次試案を作成した。項目の選定にあたり、参考とした尺度の課題内容に「麻痺側への動作」、「非麻痺側への動作」という記述がある項目は、「左右への動作」を評価するよう表記を修正し、各課題の難易度を考慮しながら配点を決定した。その後、作成された第二次試案について、所属機関外において臨床・研究の実績をもつ国内の脊髄障害認定理学療法士 5 名（外部有識者）に対して質問紙を用いた調査を実施した。脊髄損傷者の体幹機能を評価するために、第二次試案の各項目それぞれの必要度を、5 段階の Likert Scale（5：絶対必要である、4：必要だと思われる、3：どちらともいえない、2：あまり必要でない、1：不要）による判定を依頼（一次判定）し、得られた回答から算出した各項目の必要度の平均値と標準偏差を添付し、再度判定（二次判定）を依頼した。二次判定終了後、外部有識者 5 名のうち 4 名以上（80% 以上）が必要である（上記 5 もしくは 4）と判定した項目を最終的な TASS の項目として採用した。また、一次判定、二次判定ともに、判定した理由、評価項目の内

容に修正が必要な箇所、追加する必要がある項目について自由記載欄を設け意見を得た。最終的な TASS の項目として採用された項目には「リーチ動作」が含まれており、測定距離を 10 cm ごとに区切って評点できるよう配点を設けた（結果参照）。なお、計 9 名の内外有識者へ各作業を依頼する際には「上下肢の運動機能が良好であっても ADL 動作や歩行を獲得できない症例について検討するために、すべての脊髄損傷者を対象に国際標準評価法では表現されない体幹機能を評価する尺度を開発したい」という主旨を説明した。

2. 信頼性の検証

1) 対象者

対象者は、外傷性・非外傷性は問わず、脊髄障害を有する症例のうち、成人かつ AIS が A ～ D に分類された症例とした。また、除外基準は、研究遂行上の指示理解が困難である症例、通常のリハビリテーション実施を妨げる重篤な合併症を有している症例、担当スタッフが研究参加に不適当と判断した症例とした。

検者間信頼性の検証に必要なサンプルサイズを算出するにあたり、参考とする ICC(2,1) が不明であった。したがって、予備実験的に実施した 10 例の評価結果から ICC(2,1) を算出し、Fisher の級内相関係数の τ_r 変換³⁰⁾を用いて、サンプルサイズが妥当であったかどうか事後確認を行った。その結果、評価者 2 名による検者間信頼性の検証に必要なサンプルサイズは 6 例と算出されたため、本研究ではサンプルサイズを 10 例と設定した。

2) 評価手順および測定方法

TASS の評価は、2 名の脊髄障害認定理学療法士（評価者 A：経験年数 7 年、B：15 年）によって実施された。10 例の対象者それぞれに対し、評価者 A が項目ごとに評価内容の説明と指示を行い、評価者 B は評価者 A が実施する評価手順を観察しながら評価を実施した。TASS の各項目は最大 2 回の試行が許可され、より高得点の結果が採用された。1 回目の試行でその項目の最高点を得点した場合は、2 回目の試行は行わなかった。評価者 B が評価者 A の評価手順（評価肢位、指示内容も含む）に異議がある場合には、評価者 B には評価者 A の評価とは別に最大 2 回の評価が許可された（評価者 B の説明と指示による試行）。なお、評価者 B による施行がなされた対象者について、どの項目で合計何回の評価が行われたか、何回目の評価結果を採用したか記録した。評価者間の評価の独立性を保证するため、両評価者の評価結果は評価を完遂するまで盲検化された。また、10 例の評価をそれぞれビデオ録画し、評価者 A が TASS の全項目を評価するために要した時間を計測した。

TASS の評価を実施する際、対象者は座面高 40 ～ 45 cm の背もたれのないプラットフォームやベッドに座

り、股関節および膝関節は 90 度、足関節背屈は 0 度、かつ足底は全面接地することとした。また、全項目を通じて上肢の支持によって姿勢を保持することを禁じたが、姿勢保持を補助していないと判断されれば、上肢の肢位は対象者の任意とした。さらに、下肢装具は使用しないこととし、頸椎カラーおよび体幹コルセットは、医師によってリハビリテーション中の装着が必要であると指示されていた場合には装着下で評価を実施した。

「端座位保持」は、上肢支持なしで 10 秒間姿勢を保持できるかを評価した。「坐骨挙上」は、上肢支持なしで一側の坐骨を挙上できるかを評価した。「体幹回旋」は、両上肢 90° 外転位で体幹を回旋し、両上肢を結んだ線を基本軸・移動軸とした際に、30° 以上回旋することができるかを評価した。上肢の外転が困難な場合や、肩関節の水平内外転が生じる場合には両肩峰を結んだ線を基本軸・移動軸とした。「体幹前屈」は、両手で足首を触り、上肢支持なしで再び端座位に戻ることができるかを評価した。「体幹側屈」は、一側の肘をベッドにつき、3 秒静止した後、再び端座位に戻ることができるかを評価した。その際、前腕以遠はベッドにつかないこととした。「体幹後傾」は、上後腸骨棘がベッドに触れるまで体幹を後方に傾け、再び端座位に戻ることができるかを評価した。「リーチ動作」は、前方、右側方、左側方へ上肢を伸ばしたときの距離を測定した。その際、上肢挙上が困難な症例は、肩峰の移動距離を測定することとした。また、指先と肩峰のどちらを指標に評価を実施したか、肩峰を指標とした場合には、その理由も記録した（筋力低下、疼痛、可動域制限など）。また、対象者数を比較し、対象者すべてを評価することが可能であったかどうかを確認した。

3) 解析方法

信頼性については、級内相関係数 ICC(2,1) を用いて、TASS の合計点における検者間信頼性を確認し、評価者間の一致率と κ 係数 (Cohen, Fleiss) を用いて、項目ごとの一致度を確認した。ICC(2,1) と κ 係数両者の解釈には、以下の Landis らの指標³¹⁾を用いた。0.81 ～ 1.00 は almost perfect（ほぼ完全に一致）、0.61 ～ 0.80 は substantial（かなりの一致）、0.41 ～ 0.60 は moderate（中等度の一致）、0.21 ～ 0.40 は fair（まづまづの一致）、0.00 ～ 0.20 は slight（わずかに一致）。さらに、Cronbach の α 係数を算出し、TASS 総体の内的整合性を確認した。

系統誤差の確認については、2 名の評価者による TASS 合計点の差 (d) を y 軸、2 名の評価者による TASS 合計点の平均値 (m) を x 軸とする散布図 (Bland-Altman plot) を作成し、Bland-Altman 分析を行った³²⁾。まず、加算誤差の有無を確認するために d の平均の 95% 信頼区間を推定し、この推定区間が 0 を含まない場合には、加算誤差が存在すると判定した。また、比例誤差の有無

表 1 TASS 試案の内訳

No.	課題内容	配点	割合 [%]
1	上肢主体の寝返り	2	7.4
2	下肢主体の寝返り	4	
3	起き上がり	4	3.7
4	長座位保持	2	14.8
5	長座位での骨盤前傾	2	
6	長座位での坐骨挙上	2	
7	長座位での体幹回旋	2	
8	端座位保持	2	37.0
9	脚組み端座位保持	4	
10	端座位での骨盤前傾	2	
11	端座位での坐骨挙上	4	
12	端座位での体幹回旋	4	
13	端座位での体幹前屈	4	
14	端座位での体幹側屈	6	
15	端座位での体幹後傾	6	
16	端座位でのリーチ動作	—	7.4
17	端座位での Side Tapping Test	—	
18	四つ這い位保持	8	11.1
19	四つ這い移動	6	
20	膝立ち位保持	6	18.5
21	膝立ち位での体幹回旋	6	
22	膝立ち位での片側下肢挙上	6	
23	立位保持	6	
24	立位での体幹回旋	6	—
25	立位での片側下肢挙上	6	
26	立位でのリーチ動作	—	
27	立位での Side Tapping Test	—	100.0
合計		100	

を確認するために d と m について回帰分析を行い、回帰が有意である場合には、比例誤差が存在すると判定した。いずれの系統誤差が認められた場合も、その誤差の許容範囲である Limits of Agreement (以下, LoA) を $[d \text{ の平均値} \pm 1.96 \times \text{標準偏差}]$ の式を用いて算出した。統計学的解析は R3.6.3 (CRAN, freeware)³³⁾ に基づく改変 R コマンダーを用いて行い、有意水準は 5% とした。

なお、本研究は茨城県立医療大学倫理委員会の承認 (受付番号: 902) を受けた後、対象者に対し本研究の目的および内容を説明し、研究への参加の書面による同意を得たうえで実施した。

結 果

1. TASS の開発に向けた評価項目の決定

内部有識者による項目の選定の結果、臥位 (寝返りと起き上がり)、長座位、端座位、四つ這い位、膝立ち位、立位の計 27 項目で構成される第二次試案を策定した (表

1)。外部有識者らによる一次判定・二次判定の結果を経て (表 2, 3), 端座位で行う以下の 7 項目を TASS の評価項目として採用した。「端座位保持」「坐骨挙上」「体幹回旋」「体幹前屈」「体幹側屈」「体幹後傾」「リーチ動作」 (表 4)。採用基準に満たなかった項目のうち、「寝返り」「起き上がり」「長座位での体幹回旋」「端座位での骨盤前傾」「四つ這い位保持」「膝立ち位保持」「立位保持」の 7 項目は外部有識者の 60% が必要と判定していた。

外部有識者からの意見①と②は、下肢機能の影響を受ける評価項目を試案の項目から除外することを推奨する意見であった。

2. 検者間信頼性

対象者 10 例の背景情報と評価者 A による TASS の得点を表 5 に示す。評価者 B による施行がなされた症例は 10 例中 3 例であり、全例が「体幹後傾」の項目であった。その評価結果の内訳を (評価者 A : 1 回目, A : 2 回目 / B : 1 回目, B : 2 回目) とすると, (3, 6 / 3, 3), (3, 3 / 6, -), (0, 0 / 0, 3) であった。上記 2 例目の評価者 B : 2 回目の評価は実施されなかった。したがって、上記 1 例目は評価者 A が 6, B が 3 と判定した。同様に 2 例目は A が 3, B が 6 と判定し、3 例目は A が 0, B が 3 と判定した。また、TASS の全項目を評価するために要した時間は 3 分 53 秒 ± 99 秒であった。この内の 1 例は「端座位保持」が困難であり、「リーチ動作」は実施不可であったため、残りの 9 例において、評価指標に指先と肩峰のどちらを用いたか確認した。その結果、前方へのリーチ動作課題では 8 例が指先を、1 例が肩峰を指標にした。同様に右側方へのリーチ動作課題では 5 例が指先を、4 例が肩峰を指標にした。左側方へのリーチ動作課題では 6 例が指先を、3 例が肩峰を指標にした。肩峰を指標に評価を実施した理由として、上肢の筋力低下によって上肢挙上が困難であることが挙げられた。

10 例における検者間信頼性については、TASS 合計点の ICC (2,1) は 0.98 (95% 信頼区間: 0.94 ~ 1.00)、各項目の一致率は 70 ~ 100%, Cohen の κ 係数は 0.57 ~ 1.00, Fleiss の κ 係数は 0.49 ~ 1.00 であり「中等度的一致」から「ほぼ完全に一致」と判定された (表 6)。また、Cronbach の α 係数は 0.94 であった。

Bland-Altman 分析の結果、d の平均値の 95% 信頼区間 (-2.58 ~ 1.18) は 0 を含むため、加算誤差なしと判定され、回帰直線の傾きは 0.19 ($p = 0.61$) となり、比例誤差なしと判定した (図 1)。

考 察

本研究では、上肢挙上が困難、もしくは上肢を支持

表2 外部有識者による項目ごとの必要度

No.	課題内容	一次判定			二次判定		
		平均値	標準偏差	%	平均値	標準偏差	%
1	上肢主体の寝返り	4.0	1.4	60.0	4.2	1.1	60.0
2	下肢主体の寝返り	3.6	1.3	40.0	3.6	1.3	40.0
3	起き上がり	3.8	1.6	60.0	3.4	1.3	60.0
4	長座位保持	3.6	1.3	40.0	3.2	0.8	40.0
5	長座位での骨盤前傾	2.8	0.8	20.0	2.8	0.8	20.0
6	長座位での坐骨挙上	3.6	0.9	40.0	3.4	0.9	20.0
7	長座位での体幹回旋	3.8	0.8	60.0	3.6	0.5	60.0
8	端座位保持	4.8	0.4	100.0	5.0	0.0	100.0
9	脚組み端座位保持	3.6	1.1	60.0	2.8	0.4	0.0
10	端座位での骨盤前傾	3.8	1.3	60.0	3.8	1.3	60.0
11	端座位での坐骨挙上	4.6	0.5	100.0	4.8	0.4	100.0
12	端座位での体幹回旋	4.4	0.5	100.0	4.6	0.5	100.0
13	端座位での体幹前屈	4.6	0.5	100.0	4.6	0.5	100.0
14	端座位での体幹側屈	4.2	0.8	80.0	4.0	0.7	80.0
15	端座位での体幹後傾	4.6	0.5	100.0	4.6	0.5	100.0
16	端座位でのリーチ動作	4.2	0.4	100.0	4.0	0.0	100.0
17	端座位での Side Tapping Test	3.2	1.1	20.0	3.0	0.7	20.0
18	四つ這い位保持	4.2	1.1	60.0	3.8	0.8	60.0
19	四つ這い移動	3.0	1.2	20.0	2.4	0.5	0.0
20	膝立ち位保持	3.8	1.1	80.0	3.6	1.1	60.0
21	膝立ち位での体幹回旋	3.2	0.8	40.0	2.8	0.4	0.0
22	膝立ち位での片側下肢挙上	3.6	1.1	60.0	3.4	1.1	40.0
23	立位保持	4.0	1.4	60.0	3.8	1.3	60.0
24	立位での体幹回旋	3.8	1.3	60.0	3.2	0.8	40.0
25	立位での片側下肢挙上	3.4	1.1	40.0	3.0	0.7	20.0
26	立位でのリーチ動作	3.4	0.9	60.0	2.6	0.5	0.0
27	立位での Side Tapping Test	2.8	0.4	0.0	2.6	0.5	0.0

5段階（1～5）の Likert Scale を用いた外部有識者による必要度判定の平均値、標準偏差、「必要（5 or 4）」と判定した外部有識者の割合を示す。二次判定において 80% 以上の外部有識者が「必要（5 or 4）」と判定した項目を採用した。

表3 外部有識者からの意見

①下肢の可動域の影響について	：	長座位など課題は、下肢の可動域が課題の可否に影響するので体幹機能の評価として妥当といえるのか
②下肢機能の影響について	：	立位・膝立ちなどの課題は臨床に即した評価だが、下肢機能の影響を除外することが困難か
③項目数について	：	項目数を少なくした方が、コンパクトで臨床で使用しやすい
④今後の展望について	：	まずは、全脊髄損傷者を評価できる尺度を作成し、その後、完全麻痺用・不全麻痺用、四肢麻痺用・対麻痺用、もしくは歩行用や起居動作用といったように派生していくことが望ましいのではないか
⑤その他	：	(1) 動作の質（できなかった理由）は評価しなくてよいのか (2) 完全四肢麻痺者（体幹機能全損例）でも可能な課題は不要ではないか (3) 歩行との関連を考察するのであれば、床上の課題を少なくし、立位の課題を増やしてはどうか (4) 上肢機能が原因で不可となってしまう課題は必要性が低い (5) 体幹後傾の指標は、上後腸骨棘ではなく角度で規定した方がよいのではないか

外部有識者からのコメントのうち、コメント数が多かった内容順にまとめた。

表 4 脊髄損傷者を対象とした体幹評価尺度：TASS (Trunk Assessment Scale for Spinal Cord Injury)

端座位の条件：		
①背もたれのない平らな座面（高さ 40 ～ 45 cm） ②股・膝関節 90 度，足関節背屈 0 度，全足底接地		
③下肢装具の使用は禁止 ④上肢での姿勢保持は禁止だが，上肢の肢位は対象者の任意とする		
1. 端座位保持	※ストップウォッチを用いて測定	
・端座位を保持する		
10 秒以上保持できる		2
5 秒以上 10 秒未満なら保持できる		1
5 秒以上保持できない		0
2. 坐骨挙上	※評価者が手を差し込むことで確認	
・一側の坐骨を挙上させ，端座位に戻る		
両側とも浮かせられる		4
一側であれば浮かせられる		2
浮かせられない，もしくは浮かせた後，端座位に戻れない		0
3. 体幹の回旋（ 上肢 ・ 肩峰 ）	※角度計を用いて測定	
・両上肢を 90° 外転し，体幹を回旋させる		
・両上肢を結んだ線を基本軸とし，体幹を回旋させた肢位における上肢の角度を測定する（肩関節水平内外転は禁止）		
・上肢を外転できない場合や，肩関節の水平内外転が生じる場合には両肩峰を結んだ線を移動軸とする		
30° 以上回旋することができる		4
回旋することはできるが，30° 未満		2
回旋できない		0
4. 体幹前屈		
・両手で足首を触り，再び端座位に戻る（上肢で身体を起こさない）		
足首を触って，端座位に戻れる		4
足首を触ることはできるが，端座位に戻れない		2
足首を触ることができない		0
5. 体幹側屈		
・一側の肘をベッドにつき（前腕以遠はつかない），3 秒静止した後再び端座位に戻る		
両側とも，ベッドに肘をついて，端座位に戻れる		6
一側のみ，ベッドに肘をついて，端座位に戻れる		3
ベッドに肘をつけない，もしくは肘をついた後，端座位に戻れない		0
6. 体幹後傾		
・自力で戻れる範囲で体幹を後方に傾け，再び端座位に戻る（反動をつけたり，上肢のリーチは行わない）		
上後腸骨棘がベッドに触れるまで体幹を後方に傾け，端座位に戻れる		6
体幹を後方に傾けることはできるが，上後腸骨棘がベッドにつかない		3
体幹を後方に傾けられない（倒れてしまう）		0
7. リーチ動作（ 上肢 ・ 肩峰 ）	※テープメジャーを用いて測定	
・前方，右側方，左側方へ上肢を伸ばしたときの距離を測定する		
・測定した距離に該当する点数を（ ）内に記入する		
・上肢での測定が困難な場合は，肩峰の移動距離を測定する		
30 cm 以上		6
20 cm 以上 30 cm 未満		4
10 cm 以上 20 cm 未満		2
10 cm 未満		0
前 方：	cm （	）
右側方：	cm （	）
左側方：	cm （	）

表 5 対象者の背景情報（検者間信頼性の検証）

基本情報		
年齢〔歳〕		66.0 ± 9.5
性別（男性：女性）〔例〕		8：2
診断名〔例〕		
外傷性	頸髄損傷	2
	胸髄損傷	3
非外傷性	頸髄腫瘍	1
	胸髄損傷	1
	頸椎症性脊髄症	1
	腰部脊柱管狭窄症	2
障害名〔例〕		
四肢麻痺：対麻痺		4：6
AIS〔例〕	A	1
	C	2
	D	7
受傷（発症）から評価までの期間〔日〕		330 (121.8 ~ 1,057.3)
入院から評価までの期間〔日〕		43 (16.0 ~ 69.0)
TASS 合計点〔点〕	平均値	29.3 ± 14.7
	中央値	35.0 (24.5 ~ 39.8)

「受傷（発症）から評価までの期間」と「入院から評価までの期間」については、中央値（第一四分位点～第三四分位点）を記載。

表 6 項目別一致率・κ 係数

No.	課題	一致率〔%〕	κ 係数	
			Cohen	Fleiss
1	端座位保持	100.0	1.00	1.00
2	坐骨挙上	90.0	0.90	0.70
3	体幹回旋	100.0	1.00	1.00
4	体幹前屈	100.0	1.00	1.00
5	体幹側屈	100.0	1.00	1.00
6	体幹後傾	70.0	0.57	0.49
7	リーチ動作_前	90.0	0.90	0.75
	リーチ動作_右	90.0	0.89	0.87
	リーチ動作_左	90.0	0.85	0.84

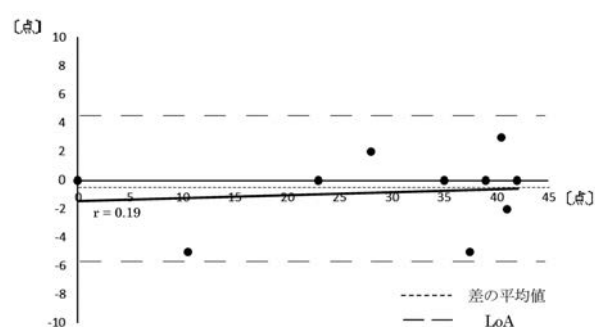


図 1 評価者 2 名の合計点の差に関する Bland-Altman plot

（補助）として用いることが困難な症例であっても体幹機能が正確に評価されるよう、有識者とともに新たな体幹機能評価尺度を開発した。これにより完成した TASS は高い検者間信頼性を示し、系統誤差を認めないことが確認された。

TASS に採用された 7 項目は、脊髄損傷者の体幹機能を評価するための妥当な項目として、計 9 名の脊髄障害認定理学療法士の合意が得られた。また、Quinzaños らが脊髄損傷者の体幹機能を評価するためには端座位課題のみでは不十分であると述べている一方で¹³⁾、TASS は

端座位課題のみで構成された尺度となり、TCT-SCI とは異なる課題構成となった。四肢麻痺者と対麻痺者、および完全麻痺者と不全麻痺者において獲得する動作が異なる場合（たとえば、上肢を振った寝返りを獲得するか、屈曲位にした下肢を横に倒す寝返りを獲得するか）、どちらの体幹機能が優れているか判定することが困難であったため、表 3 に示すように、すべての脊髓損傷者を評価できる端座位課題が採用されたものと考えられる。また、端座位で行う課題のみが採用されたことにより、上肢の代償（支持あるいは補助）を用いない尺度となった。さらに、TASS の試案には、Sitting Balance Measure¹⁸⁾ のように長座位で行う課題が含まれていたが、下肢の可動域の影響を受ける可能性が懸念され、採用されなかった。結果として、TASS の内訳は、「端座位保持」、「坐骨挙上」、「体幹回旋」、「体幹前屈」、「体幹側屈」、「体幹後傾」、「リーチ動作」となり、諸家によって報告されている脊髓損傷者の座位バランス能力を評価する他の評価法とは異なる課題構成となった¹⁴⁻¹⁸⁾。リーチ動作課題においては、上肢挙上が困難な症例は肩峰を指標とすることとした。Field-Fote らは三次元動作解析装置を用いた研究を行い、同様の症例に対して第 7 頸椎棘突起を指標としたリーチ距離の測定を提唱しているが²⁰⁾、TASS では上肢挙上が困難な症例は肩峰を測定指標とすることで臨床場面でより簡便に評価を行うことが可能になったと考えられる。また、Delphi 法は特定分野の豊富な経験や知識を有する専門家によって意見の集約・洗練を行う技法であり、より質の高い尺度開発を実現する²¹⁾。以上より、TASS は、完全麻痺者や中心性頸髄損傷者などの全脊髓損傷者の体幹機能を評価するための、内容妥当性が保証された尺度になったと考えられる。

TASS 開発のために参考にした既存の体幹機能評価尺度の検者間信頼性は、 κ 係数が 0.99¹³⁾、0.72²³⁾、ICC(2,1) は 0.99²⁷⁾、0.96^{23) 27) 28)} であることが報告されており、TASS も同程度の検者間信頼性を得た。TASS の各項目は Landis らの指標による「中等度の一致」から「ほぼ完全に一致」と判定され³¹⁾、高い一致度を得た。一方で、「体幹後傾」のみ κ 係数が低値を示す結果となったが、TASS 総体としては ICC(2,1) が高く、安定した尺度であると考えられるため、現段階で同項目を除外する必要性は高くないと判断した。「体幹後傾」の項目において、3 例の対象者が配点 6「上後腸骨棘がベッドに触れるまで体幹を後方に傾け、端座位に戻る」と配点 3「体幹を後方に傾けることはできるが、上後腸骨棘がベッドにつかない」、または配点 3 と配点 0「体幹を後方に傾けられない」とで評価者間の判定が分かれた。また、本研究では、評価者 B が評価者 A の評価方法に異議がある場合には、評価者 A の評価実施後に、評価者 B による評価を最大 2 回実施した。この場合は、対象者に対して最

大 4 回の評価を実施することとなる。実際に、上記 3 例のみ「体幹後傾」の項目を 3 回以上評価しており、試行回数が増えることが評価結果に影響を及ぼす可能性がある。そのため、評価を担当する理学療法士は症例の能力を予め把握し評価に臨むことで、対象者の最大限の機能を評価でき、より信頼性の高い評価を行うことが可能になると考えられる。また、TASS の内的整合性は高く (Cronbach の α 係数: 0.94)、総体として同一概念を評価していることが示唆された。さらに、2 名の評価者による加算誤差、比例誤差のいずれの系統誤差も認めず、TASS には真の値に対して一定の偏った傾向をもった誤差が含まれないことがわかった。

本研究では、上肢挙上の可否の影響を受けずに脊髓損傷者の体幹機能を評価する新たな尺度 (TASS) を開発し、高い検者間信頼性を示し、系統誤差を認めないことが明らかとなった。既存の体幹機能評価尺度である TCT-SCI はおもに完全対麻痺者を対象に開発され、項目の半数以上が上肢のリーチ動作課題であるため、不全四肢麻痺者が中心である本邦の脊髓損傷者へ適用するには限界がある。また、座位バランス能力の評価法は、端座位でのリーチ動作課題が含まれていることが多いため、上肢挙上が困難な四肢麻痺者に対して応用するための検討がなされてきた。一方で、TASS は、上肢挙上が困難な症例に対しては肩峰を指標に測定することで、脊髓損傷者すべてに対して簡便な測定が可能となった。また、端座位保持やリーチ動作課題に加えて多方向への体幹傾斜課題が採用されたことから、既存の評価法にはない課題構成となった。したがって、本問題点を解消した TASS を開発できた点は、大変意義深いものであった。しかし、本研究はサンプル数が小さいため、結果の一般化には注意が必要である。また、対象者の身体機能に応じてリーチ動作課題の評価方法を違えることが結果に及ぼす影響、頸部・体幹の装具着用の有無が結果に及ぼす影響を検討していない。したがって、今後は本研究の結果をもとに必要なサンプル数を推定し、測定誤差、基準関連妥当性等の尺度特性、リーチ動作課題の評価方法を違えることが結果に及ぼす影響、頸部・体幹装具着用の有無が結果に及ぼす影響について確認する必要がある。

結 論

脊髓損傷者を対象者とした体幹評価尺度 TASS を開発し、高い検者間信頼性を有することを確認した。また、上肢挙上が困難な症例に対して、肩峰をリーチ動作課題の測定指標とすることで、上肢挙上の可否による影響を受けにくいことが確認された。今後はサンプル数を増やし、検者内信頼性や基準関連妥当性などの検証を行う必要がある。

利益相反

本研究に関連して、開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究を行うにあたり、ご協力いただきました対象者、関係者の方々に深謝いたします。

文 献

- 橋元 隆：脊髄損傷理学療法マニュアル（第2版）。岩崎洋（編），文光堂，東京，2014，pp. 2-10.
- Hagen EM, Rekand T, *et al.*: Traumatic spinal cord injuries — incidence, mechanisms and course. *Tidsskr Nor Legeforen*. 2012; 7(132): 831-837.
- Badhiwala JH, Wilson JR, *et al.*: Global burden of traumatic brain and spinal cord injury. *Lancet Neurol*. 2019; 18(1): 24-25.
- Jain NB, Ayers GD, *et al.*: Traumatic spinal cord injury in the United States, 1993-2012. *JAMA*. 2015; 313(22): 2236-2243.
- Knútsdóttir S, Thórisdóttir H, *et al.*: Epidemiology of traumatic spinal cord injuries in Iceland from 1975 to 2009. *Spinal Cord*. 2012; 50(2): 123-126.
- Mehdar KM, Mahjri AA, *et al.*: Epidemiology of Spinal Cord Injuries and their Outcomes: A Retrospective Study at the King Khalid Hospital. *Cureus*. 2019; 11(12): e6511.
- Ning G-Z, Wu Q, *et al.*: Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Asia: a systematic review. *J Spinal Cord Med*. 2012; 35(4): 229-239.
- Zarate-Kalfopulos B, Jimenez-Gonzalez A, *et al.*: Demographic and clinical characteristics of patients with spinal cord injury: a single hospital-based study. *Spinal Cord*. 2016; 54(11): 1016-1019.
- 山下浩樹，高橋清勝，他：「県内の脊髄損傷者に対する理学療法の現状」—調査・研究委員会によるアンケート調査より—。岩手県理学療法学会。2019; 11: 8-13.
- 藤原龍史，小松原悟史，他：香川県における脊椎・脊髄損傷の受診調査 第二報。中四整会誌。2018; 30(2): 185-188.
- van Middendorp JJ, Goss B, *et al.*: Diagnosis and prognosis of traumatic spinal cord injury. *Global Spine J*. 2011; 1(1): 1-8.
- Milosevic M, Yokoyama H, *et al.*: Muscle synergies reveal impaired trunk muscle coordination strategies in individuals with thoracic spinal cord injury. *J Electromyogr Kinesiol*. 2017; 36: 40-48.
- Quinzaños J, Villa AR, *et al.*: Proposal and validation of a clinical trunk control test in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2014; 52(6): 449-454.
- Boswell-Ruys CL, Sturmeiks DL, *et al.*: Validity and reliability of assessment tools for measuring unsupported sitting in people with a spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009; 90(9): 1571-1577.
- Jorgensen V, Elfving B, *et al.*: Assessment of unsupported sitting in patients with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2011; 49(7): 838-843.
- Lynch SM, Leahy P, *et al.*: Reliability of Measurements Obtained with a Modified Functional Reach Test in Subjects with Spinal Cord Injury. *Phys Ther*. 1998; 78(2): 128-133.
- Sprigle S, Maurer C, *et al.*: Development of Valid and Reliable Measures of Postural Stability. *J Spinal Cord Med*. 2007; 30(1): 40-49.
- Wadhwa G, Aikat R: Development, validity and reliability of the 'Sitting Balance Measure' (SBM) in spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2016; 54(4): 319-323.
- Abou L, de Freitas GR, *et al.*: Clinical Instruments for Measuring Unsupported Sitting Balance in Subjects with Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2018; 24(2): 177-193.
- Field-Fote EC, Ray SS: Seated reach distance and trunk excursion accurately reflect dynamic postural control in individuals with motor-incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2010; 48(10): 745-749.
- Thangaratinam S, Redman CW: The Delphi technique. *Obstet Gynaecol*. 2005; 7: 120-125.
- Streiner D, Norman G, *et al.*: 医学的測定尺度の理論と応用：妥当性，信頼性からG理論，項目反応理論まで。メディカルサイエンスインターナショナル，東京，2016，pp. 17-34.
- Benaim C, Pérennou DA, *et al.*: Validation of a Standardized Assessment of Postural Control in Stroke Patients The Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). *Stroke*. 1999; 30(9): 1862-1868.
- Chino N, Sonoda S, *et al.*: Stroke Impairment Assessment Set (SIAS) —A new evaluation instrument for stroke patients—. *Jpn J Rehabil Med*. 1994; 31: 119-125.
- Collin C, Wade D: Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1990; 53(7): 576-579.
- Iwata A, Higuchi Y, *et al.*: Quick lateral movements of the trunk in a seated position reflect mobility and activities of daily living (ADL) function in frail elderly individuals. *Arch Gerontol Geriatr*. 2013; 56(3): 482-486.
- Verheyden G, Nieuwboer A, *et al.*: The Trunk Impairment Scale: a new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. *Clin Rehabil*. 2004; 18: 326-334.
- 奥田 裕，荻野禎子，他：臨床的体幹機能検査（FACT）の開発と信頼性。理学療法科学。2006; 21(4): 357-362.
- Jones ML, Harness E, *et al.*: Activity-based Therapies in Spinal Cord Injury: Clinical Focus and Empirical Evidence in Three Independent Programs. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2012; 18(1): 34-42.
- Streiner D, Norman G, *et al.*: 医学的測定尺度の理論と応用：妥当性，信頼性からG理論，項目反応理論まで。メディカルサイエンスインターナショナル，東京，2016，pp. 155-194.
- Landis JR, Koch GG: The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977; 33: 159-174.
- Bland JM, Altman DG: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986; i: 307-310.
- R Core Team: R: A Language and Environment for Statistical Computing. Version 3.6.3[software]. 2020 [cited 2020 Feb 29]. Available from: <https://www.R-project.org/>.

調査報告

全国がん診療連携拠点病院でのリンパ浮腫外来における運動療法の実態調査*

石井 瞬^{1) #} 夏迫歩美²⁾ 福島卓矢³⁾
神津 玲⁴⁾ 宮田倫明¹⁾ 中野治郎⁵⁾

要旨

【目的】本研究の目的は、リンパ浮腫外来における圧迫下の運動療法の実施状況と、その実施が抱える問題点を把握することである。【方法】リンパ浮腫外来を実施している全国のがん診療連携拠点病院を対象に、リンパ浮腫ケアの実践内容、運動療法の実施内容、リハビリテーション（以下、リハビリ）スタッフとの連携の有無、運動療法の実施が抱える問題点についてアンケート調査を行った。【結果】リンパ浮腫外来で運動療法を実施している施設は14.2%であった。運動療法を実施できない問題点として「知識・技術のあるスタッフの不足」、「診療時間の不足」、「連携不足」などが挙げられ、運動療法を実施している施設はリハビリスタッフ数が多かった。【結論】今回の調査結果から、リンパ浮腫外来で運動療法を実施するためには専門的な知識をもったリハビリスタッフを育成、増員する必要があることが示唆された。

キーワード リンパ浮腫外来、リンパドレナージ、圧迫療法、運動療法

はじめに

リンパ浮腫とは、「リンパの輸送障害に組織間質内の細胞性蛋白処理能力不全が加わって高蛋白性の組織間液が貯留した結果起きる臓器や組織の腫脹」と定義されており¹⁾、おもにがんの進行や治療に続発する難治性の慢性合併症である。乳がん術後の上肢のリンパ浮腫の全発生率は、手術後2年経過時に最大56%に及ぶと報告されており²⁾、多くのがん患者が経験する合併症のひとつである。がんサバイバーの悩みや負担等に関する実態調

査³⁾では、リンパ浮腫の悩みは2003年で4位、2013年でも5位と上位に位置しており、現代社会においても、リンパ浮腫はがん患者の生活の質（quality of life: QOL）を低下させる要因のひとつと考えられる。リンパ浮腫に対する保存的治療としては、スキンケア、手動的リンパドレナージ（manual lymph drainage: 以下、MLD）、圧迫療法、圧迫下の運動療法の4つの治療を組み合わせた複合的治療が実施されている⁴⁾。ただ、リンパ浮腫診療ガイドライン⁵⁾によると、続発性リンパ浮腫に対する標準的治療としてのMLDの推奨度は、上下肢ともにグレードC1と強くは推奨されていない（グレードC1）。それに対して、圧迫下の運動療法の推奨度は、上肢はグレードBと実践するように推奨されている。下肢に関しては、論文数が少ないため推奨度はグレードC1と低くなっているが、リンパ浮腫外来患者に対して圧迫下で自転車エルゴメーター運動を行うと即時的な下肢のリンパ浮腫軽減に効果があることが本邦で報告されている⁶⁾。運動を行うことで骨格筋が収縮と弛緩を繰り返し、その付近の静脈やリンパ管を断続的に圧迫することにより、組織間液の静脈とリンパ管への回収が促進される。すなわち、リンパ浮腫に対する圧迫下の運動療法は、浮腫の改善効果が期待できる数少ない治療方法のひとつといえる。

* Multi-center Survey of Exercise Status in Patients with Lymphedema Treated on an Outpatient Basis

1) 道ノ尾みやた整形外科リハビリテーション科

(〒851-2127 長崎県西彼杵郡長与町高田郷8-2)

Shun Ishii, PT, BS, Noriaki Miyata, MD, PhD: Department of Rehabilitation, Michino-Miyata Orthopaedic Clinic

2) 長崎大学病院リハビリテーション部

Ayumi Natsuzako, PT, MS: Department of Rehabilitation, Nagasaki University Hospital

3) 国立がん研究センター中央病院骨軟部腫瘍・リハビリテーション科
Takuya Fukushima, PT, PhD: Department of Musculoskeletal
Oncology and Rehabilitation, National Cancer Center Hospital

4) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科医療科学専攻理学療法学分野
Ryo Kozu, PT, PhD: Department of Physical Therapy Science,
Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

5) 関西医科大学リハビリテーション学部

Jiro Nakano, PT, PhD: Department of Rehabilitation, Kansai
Medical University

E-mail: shunishii331@gmail.com

(受付日 2020年10月1日/受理日 2021年1月9日)

[J-STAGEでの早期公開日 2021年3月17日]

現在、全国でリンパ浮腫患者に対する外来治療は普及しているが、その内容は看護師によるMLDが主体となっている⁷⁾。リンパ浮腫患者に対して専門的な運動療法を提供する場は少なく、リンパ浮腫外来においても運動療法は指導のみに留まることが多い⁷⁾。そのためリンパ浮腫患者に対して、圧迫下の運動療法を専門的に実施できる体制づくりが急務であると考えられる。その体制を整えるためには、現在のリンパ浮腫外来での圧迫下の運動療法の実施状況と、その実施における問題点を把握する必要がある。しかし、本邦においては、リンパ浮腫外来に関する調査は看護師のケアに着目した報告⁷⁾はあるものの、運動療法やリハビリテーション（以下、リハビリ）スタッフとの連携について調査した報告は認めない。そこで今回、全国がん診療連携拠点病院のリンパ浮腫外来における運動療法の実態と問題点を調査したので報告する。

対象および方法

1. 対象

調査対象は厚生労働省が認定したがん診療拠点病院402施設の内、2018年9月時点で国立がん研究センターがん情報サービスにリンパ浮腫外来を実施している施設として登録されていた198施設とした。

2. 方法

該当施設内でリンパ浮腫外来に従事している医療者に対して調査用紙を郵送した。調査用紙は「施設用」と「個人用」の2部構成となっており、施設用調査は、1) リンパ浮腫ケアの治療内容、2) 患者1人に対する治療・指導時間と治療・指導時間の内訳、3) リンパ浮腫外来におけるリハビリスタッフとの連携の有無、4) 運動療法の実施が抱える問題点を尋ねる内容とした。施設用の調査用紙には、施設のリンパ浮腫外来治療をもっとも把握している医療従事者に記載を依頼した。また、個人用調査の内容は1) リンパ浮腫患者に対する運動療法の必要性、2) リンパ浮腫患者の運動療法は自主練習で十分かどうか、3) 施設で実施・指導している運動療法は十分かどうか、4) 運動療法が十分に行えない理由、5) リンパ浮腫外来患者を専門的なリハビリ施設に紹介したいかどうか、6) 月に何人程度の患者を紹介するかを尋ねる内容とした。個人向けの調査用紙には、リンパ浮腫外来にかかわるすべての医療者に記載するよう依頼した。なお、個人向けの調査用紙の記入は無記名・自記式とした。未回答施設に対するリマインドは行わなかった。

3. データ解析

調査結果の分析は、調査用紙の質問項目ごとに集計し単純集計を行い、総数に対する割合を百分率(%)で算

出した。また、スキンケア、MLD、圧迫療法、圧迫下の運動療法のそれぞれの所要時間に対してKruskal-Wallis検定と多重比較を行った。それに加えて、複合的治療の運動療法の実施の有無で群分けし、各群の施設の種類、病床数、各職種の在籍人数に対して、カイ二乗検定およびMann-WhitneyのU検定を行った。統計解析にはEZR version 1.52を使用し⁸⁾、統計学的有意水準はすべて5%とした。

4. 倫理的配慮

本研究は長崎大学医歯薬学総合研究科倫理委員会で承認（承認番号：1891302）を受けた後に実施され、調査用紙の返送をもって同意とみなした。

結 果

調査用紙の回収率は41.4%で、198施設のうち82施設から回答が得られた。

1. 施設用調査

1) 基本情報

施設用調査において回答が得られた82施設のうち、実際にリンパ浮腫外来患者に対する治療を実施している施設は70施設であった。施設の種類としては、一般病院で地域がん診療連携拠点病院の指定を受けた施設が多かった。病院の規模としては、300床以上の中～大規模の病院が大多数を占めた。回答者の職種は看護師が半数以上を占めており、次いで理学療法士、医師、作業療法士の順であった。リンパ浮腫診療の経験年数は10年未満の回答者が71.3%を占めていた（表1）。

リンパ浮腫外来に携わるスタッフの人数が1人のみである施設は24.3%、2～4人が52.9%、5人以上が22.8%であった。スタッフの内訳としては看護師が1人以上携わっている施設は88.6%であり、それ以外の職種においては医師が31.4%、理学療法士が22.9%、作業療法士が21.4%であった。

2) 治療の実施状況

複合的治療を構成する4種類の項目について、リンパ浮腫外来で実施している施設数を調査した。ほぼすべての施設がMLDと圧迫療法を実施していたが、圧迫下の運動療法を実施している施設は14.2%であった。リンパ浮腫外来でリハビリスタッフが運動療法を実施する施設は70施設中わずか6施設であった。患者1人に対する指導・治療時間の中央値は60分であり、それぞれの治療ごとの所要時間を比較すると、圧迫下の運動療法はMLD、圧迫療法の所要時間と比べて、有意に低値であった（表2）。

自施設で圧迫下の運動療法を実施している施設を実施群（n=10）、実施していない施設を非実施群（n=60）の2群に分けると、実施群ではリンパ浮腫外来にかかわっ

表 1 施設用調査の対象施設および回答者の基本情報 (n=70)

施設の種類	大学病院	20 (28.6%)
	がん専門病院	11 (15.6%)
	一般病院	36 (51.4%)
	その他	1 (1.4%)
拠点病院の指定状況	都道府県がん診療連携拠点病院	19 (27.1%)
	地域がん診療連携拠点病院	49 (70.0%)
	特定領域がん診療連携拠点病院	2 (2.9%)
所在地	北海道・東北	16 (22.9%)
	関東	15 (21.4%)
	中部	12 (17.1%)
	近畿	7 (10.0%)
	中国	7 (10.0%)
	四国	4 (5.7%)
	九州・沖縄	9 (12.9%)
	～ 300 床	6 (8.6%)
病床数	301 ～ 600 床	36 (51.4%)
	601 ～ 1,000 床	20 (28.6%)
	1,001 床～	8 (11.4%)
	回答者の職種	
	医師	10 (14.3%)
	看護師	41 (58.6%)
	理学療法士	10 (14.3%)
	作業療法士	8 (11.4%)
	その他	1 (1.4%)
リンパ浮腫診療年数	5 年未満	17 (24.2%)
	5 ～ 9 年	33 (47.1%)
	10 ～ 14 年	14 (20.0%)
	15 年以上	4 (5.8%)

回答者数 (%)

表 2 リンパ浮腫外来における治療内容および患者 1 人に対する治療・指導の所要時間 (n=70)

治療内容 (複数回答)	P 値	
スキんケア	60 (85.7%)	
MLD	70 (100%)	
圧迫療法	69 (98.6%)	
圧迫下の運動療法	10 (14.2%)	
リハビリスタッフによる運動療法	6 (8.6%)	
患者 1 人に対する治療・指導の所要時間 (分)	60 (45-60)	
内訳：スキんケア (分)	4.9 (3.0-7.5)	スキんケア vs MLD: 0.000 スキんケア vs 圧迫療法: 0.000 スキんケア vs 圧迫下の運動療法: 0.052
MLD (分)	24.0 (12.0-36.0)	MLD vs 圧迫療法: 0.008 MLD vs 圧迫下の運動療法: 0.000
圧迫療法 (分)	15.4 (8.2-22.5)	圧迫療法 vs 圧迫下の運動療法: 0.000
圧迫下の運動療法 (分)	3.3 (0.0-6.0)	

治療内容：回答者数 (%)

リンパ浮腫外来を実施している施設に対して、あてはまる項目すべてを選択する複数回答の質問を実施した。

患者 1 人に対する治療・指導の所要時間：中央値 (四分位範囲)

4 種類の治療に対して Kruskal-Wallis 検定を実施。Kruskal-Wallis 検定にて有意差を認めた場合は、Steel-Dwass 法で群間比較した。

MLD に対してスキんケア、圧迫療法、圧迫下の運動療法で、圧迫療法に対してスキんケア、圧迫下の運動療法で有意差を認めた。

MLD: manual lymph drainage

表3 運動療法を実施している施設の特徴

		実施群 (n=10)	非実施群 (n=60)	P 値
施設の種類	大学病院	3	18	0.928
	がん専門病院	2	9	
	一般病院	5	31	
	その他	0	2	
拠点病院の指定状況	都道府県がん診療連携拠点病院	4	16	0.165
	地域がん診療連携拠点病院	5	43	
	その他	1	1	
病床数	～ 300 床	2	7	0.072
	～ 600 床	6	29	
	～ 1,000 床	0	19	
	1,001 床～	2	5	
リンパ浮腫外来のスタッフ数	総数	3(2-6)	3(2-4)	0.365
	医師	0(0-2)	0(0-1)	0.366
	看護師	1(1-2)	2(1-3)	0.428
	リハビリスタッフ	1(1-2)	0(0-1)	0.002

施設数 or 中央値（四分位）

自施設での圧迫下の運動療法の実施の有無で群分けし、カイ二乗検定および Mann-Whitney の U 検定を行った。

リンパ浮腫外来に在籍するリハビリスタッフ数で有意差をみとめた。

表4 運動療法を実施していない原因（複数回答）（n=60）

自主練習で十分	3 (5.0%)
知識・技術のあるスタッフの不足	32 (53.3%)
診療時間の不足	29 (48.3%)
対象患者が少ない	4 (6.7%)
保険診療ができない	23 (38.3%)
施設設備が不十分	21 (35.0%)
その他	12 (20.0%)

回答者数 (%)

自施設で圧迫下の運動療法を実施していない 60 施設に対して、あてはまる項目すべてを選択する複数回答の質問を実施した。

表5 個人用調査の回答者の基本情報（n=177）

回答者の職種	医師	16 (9.0%)
	看護師	104 (58.8%)
	理学療法士	31 (17.5%)
	作業療法士	24 (13.6%)
	その他	2 (1.1%)
リンパ浮腫診療年数	5 年未満	65 (36.7%)
	5 ～ 9 年	75 (42.4%)
	10 ～ 14 年	29 (16.4%)
	15 年以上	5 (2.8%)
	未記入	3 (1.7%)

回答者数 (%)

リンパ浮腫外来を実施している施設で、リンパ浮腫ケアにかかわるスタッフ全員に質問を実施した。

ているリハビリスタッフの人数が有意に高値であった（表3）。運動療法を実施していない原因として、「知識・技術のあるスタッフの不足」、「診療時間の不足」を挙げる施設が多かった（表4）。また、リハビリスタッフとのかわりが少ないことを問題として挙げる施設も認めた。

2. 個人用調査

1) 基本情報

個人用調査の回答者の基本情報を表5に示す。177名の医療従事者から回答が得られた。回答者の職種は看護師が58.8%を占めており、次いで理学療法士、作業療法士、医師の順であった。リンパ浮腫診療の経験年数は10年未満の回答者が79.1%を占めていた。

2) リンパ浮腫外来患者への運動療法に対する意見（表6）

リンパ浮腫外来患者に運動療法が必要であるという意

見は、「とても必要である」、「まあまあ必要である」を合わせて97.8%であった。そして、56%の回答者が自主練習では不十分であると回答し、施設で指導・実施している運動療法は十分でないという意見が72.9%に認められた。運動療法が十分に実施できていない理由として、「知識・技術のあるスタッフの不足」が50.3%と最も多かった。それ以外には、「保険診療ができない」、「施設・設備が不十分」、「リハビリスタッフとの連携不足」などが原因として挙げられた。リンパ浮腫外来患者に対する専門的なリハビリ施設があれば紹介したいという意見は、「積極的に紹介したい」、「患者の希望があれば紹介したい」を合わせると94.4%であった。紹介したい患者数は月に1～4人程度と少人数の回答が多かった

表 6 リンパ浮腫患者への運動療法に対する医療従事者の意見 (n=177)

リンパ浮腫患者に運動療法は必要か？	とても必要	106 (59.9%)
	まあまあ必要	67 (37.9%)
	必要ない	4 (2.2%)
リンパ浮腫患者の運動は自主練習のみで十分か？	とても十分	3 (1.7%)
	まあまあ十分	74 (42.3%)
	十分でない	98 (56.0%)
回答者の施設で指導・実施している運動療法は十分か？	とても十分	2 (1.1%)
	まあまあ十分	46 (26.0%)
	十分でない	129 (72.9%)
施設で運動療法が十分に指導・実施できない理由 (複数回答)	知識・技術のあるスタッフの不足	89 (50.3%)
	診療時間の不足	22 (12.4%)
	対象患者が少ない	12 (6.8%)
	保険診療ができない	50 (28.2%)
	施設・設備が不十分	44 (24.9%)
	リハビリスタッフとの連携不足	10 (5.6%)
リンパ浮腫患者を専門的なリハビリ施設に紹介したいか？	積極的に紹介したい	55 (31.1%)
	患者の希望があれば紹介したい	112 (63.3%)
	紹介したいと思わない	10 (5.6%)
専門的なリハビリテーション施設に月に何人の患者を紹介するか？	1～4 人	98 (69.0%)
	5～9 人	29 (20.4%)
	10 人以上	15 (10.6%)

回答者数 (%)

リンパ浮腫外来を実施している施設で、リンパ浮腫ケアにかかわるスタッフ全員に質問を実施した。施設で運動療法が十分に指導・実施できない理由の質問のみ、自施設で運動療法を十分に行っていないと回答した者に対して、あてはまる項目すべてを選択する複数回答の質問を実施した。

が、月に 10 人以上紹介したいという回答も 10.6% に認められた。

考 察

本研究では、リンパ浮腫外来における運動療法の実施状況と問題点、およびリンパ浮腫外来に携わる医療従事者の運動療法に対する意識を調査した。その結果、リンパ浮腫外来で運動療法を実施している施設は 14.2% のみであり、リンパ浮腫外来ではおもに MLD と圧迫療法の指導・治療に時間をかけていることが明らかとなった。全国がん診療連携拠点病院を対象とした先行研究⁷⁾においても、施設内で実践しているリンパ浮腫ケアとして MLD と圧迫療法が 71% と高頻度で実施されていた。先行研究ではリンパ浮腫外来が開設されていない施設も対象に含まれているため、リンパ浮腫外来を実施している施設を対象とした本研究の MLD と圧迫療法の実施率はほぼ 100% と高い割合を示したと考えられる。リンパ浮腫診療ガイドライン⁵⁾では、上肢リンパ浮腫に対する弾性着衣による圧迫療法はグレード B と推奨されており、メタアナリシスにおいてもその有用性が報告されている⁹⁾。一方で、リンパ浮腫に対する MLD はグレード C1 と推奨度は低くなっている⁵⁾。ただ、MLD 単独での

効果は乏しくても、圧迫療法に MLD を加えることでリンパ浮腫の体積が減少したとの報告もあり¹⁰⁾、リンパ浮腫外来で MLD と圧迫療法を実施することの効果も否定はできない。運動療法と比べると、MLD と圧迫療法の指導や実施は専門的な技術を要するために、おのずと治療に占める時間も多くなることが考えられる。

リンパ浮腫外来において運動療法に費やす時間は短いことが明らかとなったが、個人の意見としては、リンパ浮腫外来患者に対する運動療法は必要であるとの意見が 97.8% を占めていた。リンパ浮腫診療ガイドライン⁵⁾において上肢リンパ浮腫に対する運動療法はグレード B と推奨されていることから、その必要性を感じていると考えられる。がんサバイバーは治療中、治療後に身体活動量が低下することが報告されている¹¹⁾。乳がんサバイバーにおいて、身体活動量低下は、リンパ浮腫発症のリスク因子となり得るため¹²⁾、身体活動量低下の予防のためにも運動療法は重要である。今回の調査では、運動療法を実施している施設は少なく、多くの施設が運動は指導のみにとどまっているものと推察される。一方で、リンパ浮腫患者の運動は自主練習のみでは不十分であるとの意見が 56% に認められ、運動指導を行うだけでは不十分と考えている医療従事者が存在していたのも

事実である。先行研究によれば¹³⁾、ガイドラインで推奨されている運動を実施しているがんサバイバーは、全体の3分の1にも満たないとされており、運動指導を行ったとしてもそのアドヒアランスの低さが問題となってくる。運動に対するアドヒアランス低下を改善するためには、リンパ浮腫外来の場面において運動指導のみでなく実際に運動を実施する必要があると考えられる。

リンパ浮腫外来において、運動療法が十分に実施できていない原因として、「保険診療ができない」といった我が国の制度上の問題以外に、「知識・技術のあるスタッフ不足」、「診療時間の不足」、「施設・設備が不十分」、「リハビリスタッフとの連携不足」が挙げられた。運動療法を専門とする職種としては理学療法士や作業療法士などのリハビリスタッフが挙げられるが、それらの職種と連携してリンパ浮腫外来を実施している施設は7.1%しかなかった。看護師のみでの治療を余儀なくされるために、人員や診療時間も不足してしまい、運動療法の指導・実施率が低くなっていると推察される。全国がん診療連携拠点病院を対象とした先行研究⁷⁾においても同様に、「リンパ浮腫ケアを行う人、時間、場所の確保が難しい」、「部署間・部門間の連携が不足している」といった問題点が挙げられている。さらに本研究では、運動療法を実施している施設の特徴として、リンパ浮腫外来にかかわっているリハビリスタッフが多いことが認められたことから考えると、運動療法に関してはその専門家であるリハビリスタッフに指導・実施してもらうことにより、人員や診療時間不足、運動を実施する施設・設備不足といった問題点を解消することが期待できる。一方で、「リンパ浮腫の知識や関心度に個人差や職種間の差がある」ことが多職種連携を困難にしている要因であるとも報告されている⁷⁾。リンパ浮腫診療に従事するために必要な専門知識・技術水準をもった資格のひとつとして、「日本リンパ浮腫治療学会認定リンパ浮腫療法士」が挙げられる。その資格をもつ職種の内訳として、看護師が74%を占めるのに対して、理学療法士は9%、作業療法士は3%と少ない¹⁴⁾。リンパ浮腫患者に対する運動療法に関しては、適切な評価や観察のもとで計画的に運動負荷を漸増してもリンパ浮腫の発症や増悪に影響しないとされているが¹⁵⁾、60分以上の連続作業を行うとリンパ浮腫が発症しやすいとの報告もあり¹⁶⁾、運動によるリンパ浮腫増悪のリスクを管理するためには専門的な知識をもったスタッフが適切な運動負荷を計画する必要がある。したがって、リハビリスタッフが運動療法を行う多職種連携でのリンパ浮腫ケアを行うためには、専門的な知識をもったリハビリスタッフの育成および増員が必要と考えられる。

結 論

本研究の結果、リンパ浮腫外来で多職種が連携して運動療法を実施しているのは6施設のみであり、医療従事者はリンパ浮腫患者に対して運動療法は必要であるが十分に対応できていないと感じていることが明らかとなった。運動療法を実施できない問題点として「知識・技術のあるスタッフの不足」、「診療時間の不足」「リハビリスタッフとの連携不足」、「保険診療ができない」などが挙げられ、運動療法を実施できている施設はリンパ浮腫外来にかかわるリハビリスタッフが多いという特徴を認めた。今後リンパ浮腫外来で運動療法を実施するためには、専門的な知識をもったリハビリスタッフを育成、増員が必要と考えられた。

利 益 相 反

本研究において著者の開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究は公益社団法人 がん研究振興財団（平成30年度がんサバイバーシップ研究助成：リンパ浮腫外来患者に対する運動療法支援ネットワークの構築）の助成を受けて行われた。

文 献

- 1) Executive Committee: International Society of Lymphology. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema. Consensus document of the International Society of Lymphology. *Lymphology* 2003; 36: 84-91.
- 2) Paskett ED, Naughton MJ, *et al.*: The epidemiology of arm and hand swelling in premenopausal breast cancer survivors. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2007; 16: 775-782.
- 3) 静岡県立静岡がんセンターホームページ 2013年 がん向き合った4,054人の声 がん体験者の悩みや負担等に関する実態調査報告書. <https://www.scchr.jp/book/houkokusho/2013taikenkoe.html> (2020年9月20日引用)
- 4) 廣田彰男, 油野智美: 複合的理学療法. よくわかるリンパ浮腫のすべて. 光嶋 勲 (編), 永井書店, 大阪, 2011, pp. 102-142.
- 5) リンパ浮腫診療ガイドライン作成委員会 (編): リンパ浮腫診療ガイドライン 2018年度版. 金原出版, 東京, 2008, pp. 66-78.
- 6) Fukushima T, Tsuji T, *et al.*: Immediate effects of active exercise with compression therapy on lower-limb lymphedema. *Support Care Cancer.* 2017; 25: 2603-2610.
- 7) 奥 朋子, 藤田佐和, 他: がん診療連携拠点病院におけるリンパ浮腫ケアに関する実態調査. *日本がん看護学会誌.* 2017; 31: 124-129.
- 8) Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplantation.* 2013; 48: 452-458.
- 9) Rogan S, Taeymans J, *et al.*: Therapy modalities to reduce lymphoedema in female breast cancer patients: a systematic review and meta-analysis. *Breast Cancer Res Treat.* 2016; 159: 1-14.
- 10) Shao Y, Zhong DS: Manual lymphatic drainage for breast

- cancer-related lymphoedema. Eur J Cancer Care (Engl). 2017; 26: doi: 10.1111/ecc.12517.
- 11) Garcia DO, Thomson CA: Physical activity and cancer survivorship. Nutr Clin Pract. 2014; 29: 768-779.
 - 12) Arrault M, Vignes S: Risk factors for developing upper limb lymphedema after breast cancer treatment. Bull Cancer. 2006; 93: 1001-1006.
 - 13) Ottenbacher A, Yu M, *et al.*: Population Estimates of Meeting Strength Training and Aerobic Guidelines, by Gender and Cancer Survivorship Status: Findings From the Health Information National Trends Survey (HINTS). J Phys Act Health. 2015; 12: 675-679.
 - 14) 重松 宏：我が国のリンパ浮腫の現状とリンパ浮腫療法士の育成，そして日本リンパ浮腫治療学会の設立. 日本皮膚科学会雑誌. 2019; 129: 1871-1876.
 - 15) Neison NL: Breast cancer-related lymphedema and resistance exercise: A systematic review. Strength Cond Res. 2016; 30: 2656-2665.
 - 16) Tahan G, Johnson R, *et al.*: The role of occupational upper extremity use in breast cancer related upper extremity lymphedema. J Cancer Surviv. 2010; 4: 15-19.

理学療法トピックス

シリーズ 「疾病予防の基礎研究と臨床応用」

連載第4回 固定・固定除去による関節の炎症に関する 基礎研究の動向と臨床への応用*

金口 瑛典¹⁾

はじめに

関節固定は骨折、靱帯損傷や脱臼後に、損傷した組織の安静を保つためにしばしば用いられる治療法であるが、副作用として関節拘縮、筋萎縮や疼痛をしばしば引き起こす¹⁻⁵⁾。筋力低下や疼痛と同様に、関節可動域制限（関節拘縮）は理学療法士が治療した患者の問題点として上位に挙げられている⁶⁾。そのため、関節固定後に生じる関節拘縮の改善は、理学療法士に求められる重要な役割のひとつである。臨床場面では、関節固定により生じた関節拘縮を改善するために、関節可動域運動やストレッチといった他動運動が頻繁に行われている。しかし、これらの治療の有効性に関して、否定的な報告が多い¹⁾⁷⁾⁸⁾。そのため、他動運動に代わる効果的な治療法の開発が求められている。

関節固定に誘導される関節拘縮の病態解明や治療法開発のために、古くから動物の関節固定モデルが用いられてきた。我々の研究グループも、ラット膝関節固定モデルを用いて関節拘縮に関する基礎研究を行ってきた。その中で、固定や固定除去により生じる炎症とそれに続発する線維化が関節拘縮の形成や進行に関与することを示唆するデータが得られており、「炎症」が関節拘縮の新たな治療の標的となるかもしれない。本稿では、自験例の研究成果を中心に、関節の固定および固定除去により生じる炎症の自然経過と、それに対する終末糖化産物の蓄積、運動、物理療法や抗炎症薬の影響を、関節拘縮の形成や進行との関連を含めて概説する。

関節固定に誘導される関節拘縮

関節固定後に誘導される関節拘縮の責任病巣は、大き

く分けて筋（筋、筋膜および腱を含む：筋性拘縮）と関節構成体（骨、軟骨、関節包および靱帯を含む：関節性拘縮）に分けられる⁹⁾¹⁰⁾。短期間（4週未満）の固定による拘縮では筋が責任病巣の中心となる一方で、長期間（4週以上）の固定による拘縮では関節構成体、特に関節包が責任病巣の中心となる⁹⁻¹³⁾。

固定後早期（2週以内）には関節内で炎症が生じるが、この炎症は一過性であり、その後沈静化する¹⁴⁾¹⁵⁾。この関節内の炎症と関節性拘縮形成との関連には議論の余地がある。関節固定中に非ステロイド性抗炎症薬の一種であるセレコキシブを投与しても関節性拘縮は軽減しなかったと報告されている¹⁶⁾。一方で、関節可動域は測定していないものの、関節固定中の高分子ヒアルロン酸注入は、関節包の炎症だけでなく、関節性拘縮と関連すると考えられている関節包の短縮や硬化を軽減したとの報告もある¹⁷⁾。また、固定後の炎症は、リボース（糖の一種）を投与することにより関節構成体に終末糖化産物を蓄積させた関節で重症化し、結果的に関節包の線維化と関節性拘縮も重症化する¹⁵⁾。そのため、終末糖化産物が蓄積しやすい高齢者や糖尿病患者では、固定に誘導される関節拘縮が重症化しやすい可能性がある。

関節固定除去後の関節拘縮の回復過程

関節固定除去後、関節拘縮は少なくとも部分的には自然回復する⁹⁾¹⁸⁻²⁰⁾。これはおもに筋性拘縮の回復によるもの⁹⁾²⁰⁾と考えられている。これに合うように、関節固定により生じた筋の短縮およびスティフネス（硬さ）の増加は、固定除去後に自然回復する²⁰⁾²¹⁾。一方で、関節性拘縮は多くの場合自然回復せず、短期間（3週以内）の固定除去後にはむしろ悪化することが報告されている⁹⁾¹⁹⁾²²⁻²⁸⁾。たとえば、ラットの膝関節を屈曲位で3週間固定すると、おもに筋性要因を反映する筋切除前の伸展可動域と関節性要因を反映する筋切除後の伸展可動域の両方が減少する（図1）¹⁹⁾。固定除去後、筋切除前の可動域は時間依存的に改善する一方で、筋切除

* Trends of Basic Research for Joint Inflammation Induced by Immobilization and Remobilization and Clinical Application

1) 広島国際大学総合リハビリテーション学部リハビリテーション学科
〒739-2695 広島県東広島市黒瀬学園台555-36
Akinori Kaneguchi, PT, PhD: Department of Rehabilitation,
Faculty of Rehabilitation, Hiroshima International University
キーワード：関節固定、固定除去、関節拘縮、炎症、線維化

後の可動域はさらに減少する(図1)¹⁹⁾。そのため、永続的な関節拘縮を防ぐためには、関節性拘縮の予防・改善が必要である。関節内損傷と関節固定を組み合わせた関節拘縮モデルでは、固定除去後に関節性拘縮は部分的に改善することが示されている²⁹⁾。無傷の関節と損傷のある関節では、固定とその後の固定除去に対する反応が異なる可能性があり、注意が必要である。

関節固定除去後の関節性拘縮進行のメカニズムを明らかにするために、我々は、ラットの膝関節を屈曲位で3週間固定した後に固定を除去し、関節内の経時的な変化

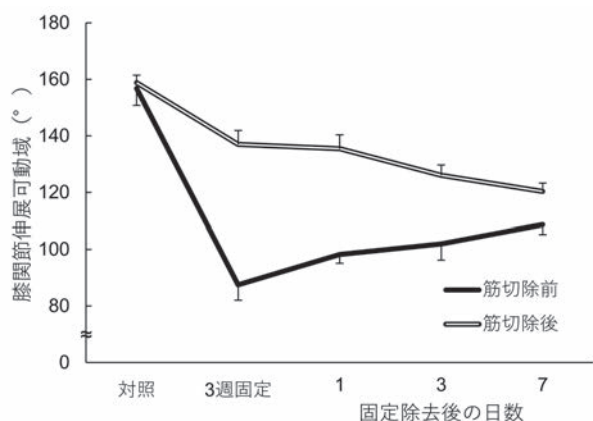


図1 ラット膝関節の固定および固定除去後の伸展可動域の変化
値は平均と標準偏差を示す。文献19のデータをもとに作成。

を観察した。その結果、固定除去1日後に、関節の腫脹、関節腔内の析出物出現、関節包における浮腫、炎症細胞浸潤(図2C)、炎症促進性サイトカイン Interleukin- 1β (以下、IL- 1β)、IL-6 および Tumor necrosis factor- α (以下、TNF- α) の遺伝子発現増加により特徴づけられる明らかな炎症が生じていた¹⁹⁾²⁵⁾³⁰⁾。ウサギの膝関節を5週間固定した後の固定除去後にも、滑膜炎が悪化することが報告されている³¹⁾。固定除去後の炎症は1日後がピークであり、その後徐々に沈静化する¹⁹⁾。

固定除去後に生じる関節内の炎症は、線維化反応の引き金となる。コラーゲンを産生する滑膜の線維芽細胞はIL受容体を多く発現し³²⁾、IL- 1β に反応して増殖する³³⁾。細胞増殖を示す Bromodeoxyuridine, 5-bromo-2'-deoxyuridine (BrdU) 陽性細胞は、固定除去3日後をピークに関節包で増加し(図2H-J)¹⁹⁾、それに続いて、固定除去7日後までに関節包の線維芽細胞が増加することが確認されている(図2E)²³⁾²⁴⁾²⁶⁾。さらに、固定除去7日後には、関節包において線維化促進性サイトカインである Transforming Growth Factor- $\beta 1$ (以下、TGF- $\beta 1$) 遺伝子の発現が増加する¹⁹⁾。TGF- $\beta 1$ は、線維芽細胞の筋線維芽細胞への分化を誘導し、コラーゲンなどの基質タンパクの合成を促す³⁴⁾。実際に、固定除去7日後には、関節包では筋線維芽細胞とタイプIコラーゲン(COL1A1)およびタイプIIIコラーゲン(COL3A1)遺伝子発現の増加が観察されている¹⁹⁾²⁵⁾。

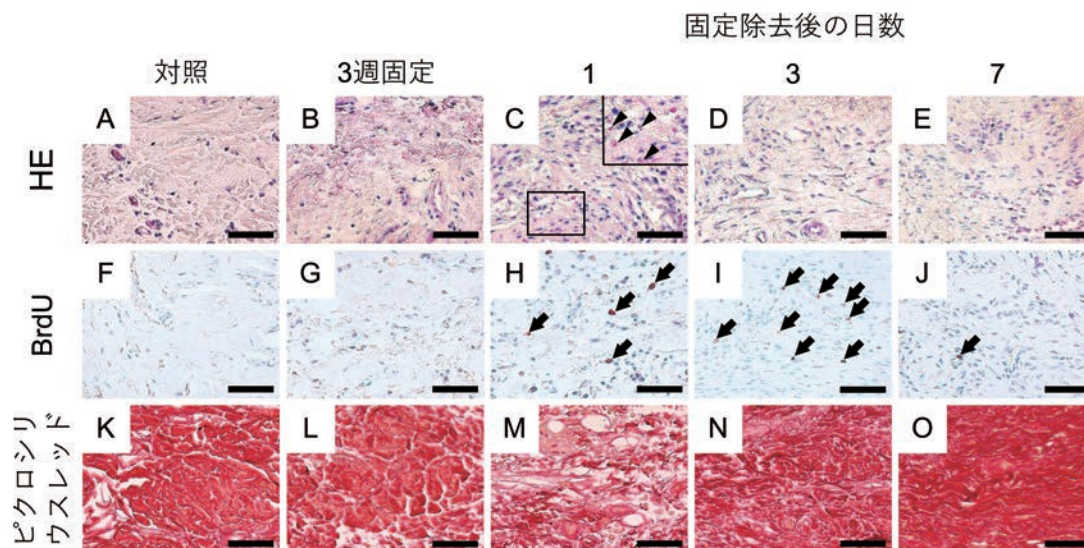


図2 ラット膝関節屈曲位固定と固定除去後の関節包の組織学的変化
無処置の対照(A, F, K), 3週間固定後(B, G, L), 固定除去後1日(C, H, M), 3日(D, I, N)および7日(E, J, O)の後方関節包の組織像を示す。A-Eはヘマトキシリンエオジン(HE)染色像, F-JはBrdU免疫染色(増殖している細胞を標識する)像, K-Oはピクロシウスレッド染色(コラーゲンを赤く染める)像を示す。対照や3週間の固定後には明らかな炎症所見(A, B)や活発な細胞増殖は認められず(F, G), 関節包のコラーゲン線維束は適度な間隔で配列されていた(K, L)。固定除去後1日には、内出血を示す関節外の赤血球(矢じり)や円形の炎症細胞浸潤が観察された(C)。また、BrdU陽性細胞(矢印)の増加(H)や浮腫によるコラーゲン線維束間隙の拡大もみられた(M)。固定除去後3日には、BrdU陽性細胞がさらに増加し(I), 並行して紡錘形の線維芽細胞増加が観察された(D)。関節包の浮腫は軽減していた(N)。固定除去後7日には、コラーゲン線維束は隙間なく密に配列されていた(O)。スケールバー = 50 μ m。

その結果、関節包ではコラーゲンが密になり（図20）、関節腔内の析出物は線維性組織に置換されることで滑膜の短縮が生じる¹⁹⁾²³⁻²⁶⁾。これらの関節包の線維化と並行して、関節性拘縮も進行する¹⁹⁾²³⁻²⁶⁾。そのため、固定除去後の関節性拘縮の進行を抑制するためには、炎症とそれに続発する線維化の予防が重要であることが示唆される。

固定除去後の炎症の引き金は完全にはわかっていないが、1) 関節包への機械的な刺激による微細損傷と、2) 一酸化窒素（nitric oxide：以下、NO）産生の関与が疑われる。関節固定により、関節包（滑膜）は短縮する¹⁹⁾²³⁻²⁵⁾³⁵⁾³⁶⁾。さらに、関節包のコラーゲン線維束は菲薄化し、強度の低下が示唆される³⁷⁾。ウサギの膝関節を5週間固定している最中の可動域全体にわたる間歇的な運動は、傷害性であり、関節の拘縮や腫脹を悪化させる³⁸⁾。そのため、固定された関節に対する運動は、たとえ低強度であっても短縮・弱化した関節包に対しては傷害性の刺激となり得る。3週間屈曲位で固定されたラットの膝関節から固定を除去した1日後、膝関節後方関節包を組織学的に観察すると、赤血球の血管外への漏出（内出血）が観察される（図2C）¹⁹⁾。これは、関節包の微細損傷により生じた可能性がある¹⁹⁾。しかし、炎症に伴う血管透過性の亢進により、赤血球が血管外に漏出した可能性も否定できない。

生体が酸素を利用する際、その一部は活性酸素として代謝される。活性酸素が過剰に蓄積した状態は酸化ストレスと呼ばれ、生体内の脂質、タンパク質や核酸などと反応して傷害を引き起こす³⁹⁾。NOは活性酸素の一種であり、NO合成酵素2（nitric oxide synthase 2：以下、NOS2）を介して合成されたNOは、関節リウマチや変形性関節症といった関節の炎症性疾患において重要なメディエータのひとつであると考えられている⁴⁰⁾。我々は、固定除去後の炎症にもNOS2を介したNOの産生が関与するかどうか検証するために、1) 固定除去後の関節包におけるNOS2遺伝子発現が増加するかどうか、2) NOS阻害剤により固定除去後に誘導される関節の炎症が抑制されるかどうかを調べた。その結果、NOS2遺伝子の発現は、3週間の関節固定を除去した1日後に増加した³⁰⁾。さらに、NOS阻害剤であるNG-Nitro-L-arginine methyl ester hydrochlorideを固定除去直前から固定除去後にかけて投与すると、炎症が軽減した³⁰⁾。これらの結果は、NOS2を介したNOの産生が固定除去後の炎症にも関与することを示唆する。低酸素/再酸素化は、NOS2およびNOを誘導する要因のひとつである⁴¹⁾。低酸素のマーカーである低酸素誘導因子-1 α の関節包における遺伝子発現は、固定では増加せず、むしろ固定除去後に増加した³⁰⁾。この結果は、低酸素/再酸素化メカニズムの関与に否定的であり、なぜ固定除去

後にNOS2が増加するのかは、今のところ不明である。

抗炎症治療の効果

固定除去後の自然経過を観察した結果、炎症が線維化および関節性拘縮進行の引き金となることが示唆されたため、我々は抗炎症治療の効果を検証した。固定除去後にステロイド性抗炎症薬であるデキサメタゾンを皮下投与すると、1日後の関節の炎症はほぼ完全に抑制された²⁵⁾。その結果、固定除去7日後の関節包の線維化や関節性拘縮の進行もブロックできた²⁵⁾。これらの結果は、固定除去後の炎症が線維化や関節性拘縮進行の引き金となることを裏づける。

ステロイド性抗炎症薬は、強力な抗炎症作用をもつ一方で、筋萎縮や骨粗鬆症などの副作用のリスクをもつ⁴²⁾。そこで我々は、低反応レベルレーザー（low-level laser therapy：以下、LLLT）に着目した。LLLTは、理学療法士が用いる物理療法のひとつであり、副作用が少なく、抗炎症作用をもつ⁴³⁾。固定除去後に1日120秒間LLLTを行うと、炎症が抑制できたかどうかは確認できていないものの、固定除去7日後の関節包における線維化反応や関節性拘縮の進行を抑制することができた²²⁾。そのため、LLLTは関節拘縮に対する新たな治療法となる可能性がある。また、寒冷療法も炎症の軽減を目的に臨床でよく用いられる物理療法のひとつである。しかし、寒冷療法が固定除去後の関節の炎症を軽減できるかどうか調べた報告は今のところなく、今後の報告が待たれる。

運動の影響

一般に、積極的な運動は関節拘縮を予防・改善するために有効と考えられており、固定除去後の患者には関節をしっかりと動かすよう指導することが多いと思われる。実際に、いくつかの先行研究では、固定除去後のトレッドミル運動は、ラットの関節拘縮（筋性要因と関節性要因の両方を含む）改善を促進したと報告している⁴⁴⁾⁴⁵⁾。しかし、固定除去により関節内では炎症が生じ、関節性拘縮は悪化すること¹⁹⁾、いくつかの総説では術後早期の炎症がある時期に積極的な運動を行うと、炎症と線維化が促進される可能性が示唆されている⁴⁶⁾⁴⁷⁾ことから、我々は固定除去後早期の運動は炎症や線維化反応の亢進を介して関節性拘縮を悪化させる可能性があると考えた。この可能性を検証するために、ラットの膝関節を3週間固定し、固定除去直後からのトレッドミル運動の影響を調査した。固定除去直後からの1日60分間のトレッドミル運動は、1日後に関節包における炎症促進性サイトカインIL-1 β の遺伝子発現を有意に増加させた²³⁾。さらに、7日後には関節包の線維化反応を亢進させ、結果的に関節性拘縮の進行を促進した²³⁾。これ

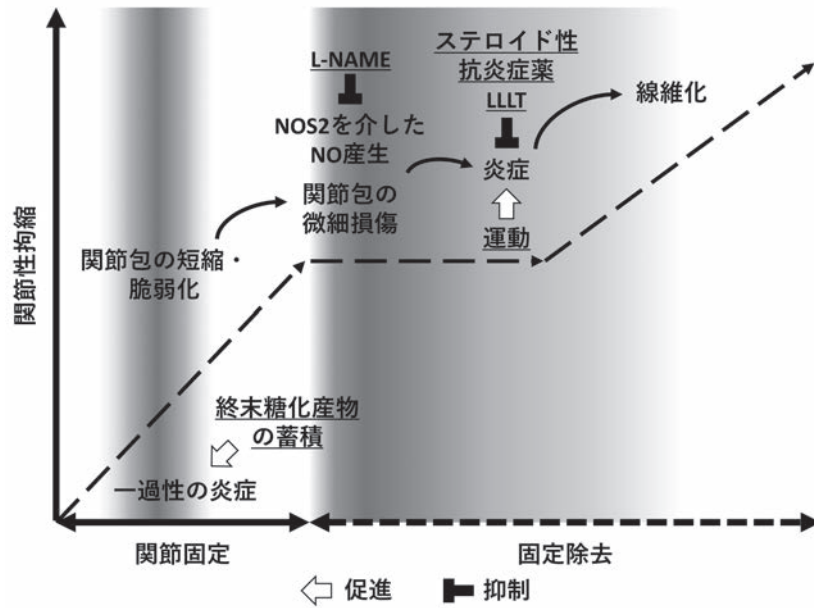


図3 関節固定および固定除去後の関節内の変化と介入の影響を示した模式図
グレーの塗りつぶしは炎症が生じる時期を示す。
L-NAME, NG-Nitro-L-arginine methyl ester hydrochloride (NOS 阻害剤)。

関節内の変化	固定中	固定除去後		
	無介入	無介入	抗炎症治療	積極的な運動
関節性拘縮	出現	進行	進行抑制	進行促進
炎症	一過性に出現	出現	軽減	促進
線維化	無し or 軽度	出現	軽減	促進

図4 関節固定中および固定除去後の自然経過と抗炎症治療および運動の影響

らの結果は、炎症の生じている固定除去後早期の積極的な運動は、炎症および線維化を促進することにより、関節性拘縮に悪影響を及ぼすことを示唆する。臨床的に、どの程度の運動であれば炎症を悪化させないかは、はっきりしておらず、おそらく関節の種類や固定の肢位および期間に影響を受ける。固定除去後に運動のやりすぎを避けるためには、患部の状態を観察し、痛み、腫脹、発赤や熱感といった炎症の兆候が運動後に出現・悪化していれば、運動をやりすぎている可能性がある。

しかし、固定除去後の運動は、筋萎縮、筋力や日常生活活動を回復させるために不可欠である²⁻⁴⁾。我々は、運動と抗炎症治療を組み合わせることで、運動による炎症や関節性拘縮への悪影響を相殺できないかと考えた。トレッドミル運動と抗炎症治療である LLLT を組み合わせることで、トレッドミル運動による炎症および線維化反応の促進は減弱され、関節性拘縮の進行はほぼ完全に抑制された²⁴⁾。これらの結果から、固定解除後早期に運動を行う必要がある場合は、抗炎症治療と合わせて行うことで、運動の悪影響を相殺できる可能性が示唆される。

おわりに

これまで、関節拘縮のおもな原因は関節の不動と考えられてきたため、おもな治療法は関節可動域運動やストレッチなどの他動運動であった。しかし、これらの治療法により十分な効果が得られているとはいえない¹⁾⁷⁾⁸⁾。動物を用いた基礎研究では、関節の不動だけでなく、炎症を含む様々な要因が関節拘縮形成の引き金となることが明らかになってきている⁴⁸⁻⁵⁰⁾。今回紹介した動物を用いた基礎研究から得られている知見を図3と4にまとめた。固定除去後早期の積極的な運動は、炎症の増悪を介して関節拘縮に悪影響を及ぼす可能性が示されている。一方で、固定除去後の抗炎症治療は炎症や関節性拘縮の進行を抑制できることが確認できており、抗炎症治療が関節拘縮に対する新たな治療法となることが示唆される。しかし、固定除去後の抗炎症治療は、関節性拘縮の進行を抑制することはできたが、関節性拘縮を正常なレベルまで回復させることはできていない。そのため、永続的な関節拘縮を防ぐためには、他の治療手段の検討や予防的な介入も含め複数の治療の組み合わせを検討す

る必要がある。また、ヒトでも固定除去後に関節内で炎症が生じるのか、抗炎症治療により動物と同様の結果が期待できるのかは不明である。基礎研究の知見を臨床応用につなげ、関節拘縮に対するより効果的な治療法の確立が今後の課題である。

文 献

- Moseley AM, Herbert RD, *et al.*: Passive stretching does not enhance outcomes in patients with plantarflexion contracture after cast immobilization for ankle fracture: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86: 1118-1126.
- Stevens JE, Pathare NC, *et al.*: Relative contributions of muscle activation and muscle size to plantarflexor torque during rehabilitation after immobilization. *J Orthop Res.* 2006; 24: 1729-1736.
- Stevens JE, Walter GA, *et al.*: Muscle adaptations with immobilization and rehabilitation after ankle fracture. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36: 1695-1701.
- Vandenborne K, Elliott MA, *et al.*: Longitudinal study of skeletal muscle adaptations during immobilization and rehabilitation. *Muscle Nerve.* 1998; 21: 1006-1012.
- Terkelsen AJ, Bach FW, *et al.*: Experimental forearm immobilization in humans induces cold and mechanical hyperalgesia. *Anesthesiology.* 2008; 109: 297-307.
- 仙波浩幸, 青木菜摘, 他: 理学療法士実態調査報告 2010年1月実施. *理学療法学.* 2010; 37: 188-217.
- Harvey LA, Katalinic OM, *et al.*: Stretch for the treatment and prevention of contractures. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017; 1: CD007455.
- Harvey LA, Katalinic OM, *et al.*: Stretch for the treatment and prevention of contracture: an abridged republication of a Cochrane Systematic Review. *J Physiother.* 2017; 63: 67-75.
- Trudel G, Laneuville O, *et al.*: Quantitative and temporal differential recovery of articular and muscular limitations of knee joint contractures: results in a rat model. *J Appl Physiol* (1985). 2014; 117: 730-737.
- Trudel G, Uthoff HK: Contractures secondary to immobility: is the restriction articular or muscular? An experimental longitudinal study in the rat knee. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000; 81: 6-13.
- Nagai M, Aoyama T, *et al.*: Contributions of biarticular myogenic components to the limitation of the range of motion after immobilization of rat knee joint. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014; 15: 224.
- Sasabe R, Sakamoto J, *et al.*: Effects of joint immobilization on changes in myofibroblasts and collagen in the rat knee contracture model. *J Orthop Res.* 2017; 35: 1998-2006.
- Chimoto E, Hagiwara Y, *et al.*: Progression of an arthrogenic motion restriction after immobilization in a rat experimental knee model. *Ups J Med Sci.* 2007; 112: 347-355.
- Yabe Y, Hagiwara Y, *et al.*: Joint immobilization induced hypoxic and inflammatory conditions in rat knee joints. *Connect Tissue Res.* 2013; 54: 210-217.
- Ozawa J, Kaneguchi A, *et al.*: Accumulation of advanced-glycation end products (AGEs) accelerates arthrogenic joint contracture in immobilized rat knee. *J Orthop Res.* 2017; 36: 854-863.
- Ozawa J, Kaneguchi A, *et al.*: Cyclooxygenase-2 inhibitor celecoxib attenuates joint contracture following immobilization in rat knees. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016; 17: 446.
- Kanazawa K, Hagiwara Y, *et al.*: Preventing effects of joint contracture by high molecular weight hyaluronan injections in a rat immobilized knee model. *Int J Clin Exp Pathol.* 2015; 8: 3426-3440.
- Trudel G, Uthoff HK, *et al.*: Quantitative analysis of the reversibility of knee flexion contractures with time: an experimental study using the rat model. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014; 15: 338.
- Kaneguchi A, Ozawa J, *et al.*: Development of arthrogenic joint contracture as a result of pathological changes in remobilized rat knees. *J Orthop Res.* 2017; 35: 1414-1423.
- Kaneguchi A, Ozawa J, *et al.*: Morphological and biomechanical adaptations of skeletal muscle in the recovery phase after immobilization in a rat. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2020; 75: 104992.
- Dunham CL, Chamberlain AM, *et al.*: Muscle does not drive persistent post-traumatic elbow contracture in a rat model. *Muscle Nerve.* 2018; 58: 843-851.
- 金口典典, 小澤淳也: 関節固定解除後の関節性拘縮進行に対する低反応レベルレーザーの抑制効果. *物理療法科学.* 2017; 24: 47-51.
- Kaneguchi A, Ozawa J, *et al.*: Active exercise on immobilization-induced contractured rat knees develops arthrogenic joint contracture with pathological changes. *J Appl Physiol* (1985). 2018; 124: 291-301.
- Kaneguchi A, Ozawa J, *et al.*: Low-Level Laser Therapy Prevents Treadmill Exercise-Induced Progression of Arthrogenic Joint Contracture Via Attenuation of Inflammation and Fibrosis in Remobilized Rat Knees. *Inflammation.* 2019; 42: 857-873.
- Kaneguchi A, Ozawa J, *et al.*: Anti-inflammatory Drug Dexamethasone Treatment During the Remobilization Period Improves Range of Motion in a Rat Knee Model of Joint Contracture. *Inflammation.* 2018; 41: 1409-1423.
- Kaneguchi A, Ozawa J, *et al.*: Intra-articular injection of mitomycin C prevents progression of immobilization-induced arthrogenic contracture in the remobilized rat knee. *Physiol Res.* 2020; 69: 145-156.
- Trudel G, Zhou J, *et al.*: Four weeks of mobility after 8 weeks of immobility fails to restore normal motion: a preliminary study. *Clin Orthop Relat Res.* 2008; 466: 1239-1244.
- Ando A, Suda H, *et al.*: Remobilization does not restore immobilization-induced adhesion of capsule and restricted joint motion in rat knee joints. *Tohoku J Exp Med.* 2012; 227: 13-22.
- Baranowski A, Schlemmer L, *et al.*: A novel rat model of stable posttraumatic joint stiffness of the knee. *J Orthop Surg Res.* 2018; 13: 185.
- Kaneguchi A, Ozawa J, *et al.*: Nitric oxide synthase inhibitor L-NG-nitroarginine methyl ester (L-NAME) attenuates remobilization-induced joint inflammation. *Nitric Oxide.* 2020; 96: 13-19.
- Michelsson JE, Hunneyball IM: Inflammatory involvement in rabbit knee following immobilization and resulting in osteoarthritis. *Scand J Rheumatol.* 1984; 13: 273-281.
- Dixon D, Coates J, *et al.*: A potential mode of action for Anakinra in patients with arthrofibrosis following total knee arthroplasty. *Sci Rep.* 2015; 5: 16466.
- Lee WS, Lim JH, *et al.*: Ethyl acetate fraction from *Angelica sinensis* inhibits IL-1 β -induced rheumatoid synovial fibroblast proliferation and COX-2, PGE2, and MMPs production. *Biol Res.* 2014; 47: 41.

- 34) Biernacka A, Dobaczewski M, *et al.*: TGF-beta signaling in fibrosis. *Growth Factors*. 2011; 29: 196-202.
- 35) Trudel G, Seki M, *et al.*: Synovial adhesions are more important than pannus proliferation in the pathogenesis of knee joint contracture after immobilization: an experimental investigation in the rat. *J Rheumatol*. 2000; 27: 351-357.
- 36) Ando A, Hagiwara Y, *et al.*: Distribution of type A and B synoviocytes in the adhesive and shortened synovial membrane during immobilization of the knee joint in rats. *Tohoku J Exp Med*. 2010; 221: 161-168.
- 37) Kaneguchi A, Ozawa J, *et al.*: Three-week joint immobilization increases anterior-posterior laxity without alterations in mechanical properties of the anterior cruciate ligament in the rat knee. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2020; 75: 104993.
- 38) Michelsson JE, Riska EB: The effect of temporary exercising of a joint during an immobilization period: an experimental study on rabbits. *Clin Orthop Relat Res*. 1979; 321-325.
- 39) Bergamini CM, Gambetti S, *et al.*: Oxygen, reactive oxygen species and tissue damage. *Curr Pharm Des*. 2004; 10: 1611-1626.
- 40) Cuzzocrea S: Role of nitric oxide and reactive oxygen species in arthritis. *Curr Pharm Des*. 2006; 12: 3551-3570.
- 41) Chenevier-Gobeaux C, Simonneau C, *et al.*: Effect of hypoxia/reoxygenation on the cytokine-induced production of nitric oxide and superoxide anion in cultured osteoarthritic synoviocytes. *Osteoarthritis Cartilage*. 2013; 21: 874-881.
- 42) Schacke H, Docke WD, *et al.*: Mechanisms involved in the side effects of glucocorticoids. *Pharmacol Ther*. 2002; 96: 23-43.
- 43) dos Santos SA, Alves AC, *et al.*: Comparative analysis of two low-level laser doses on the expression of inflammatory mediators and on neutrophils and macrophages in acute joint inflammation. *Lasers Med Sci*. 2014; 29: 1051-1058.
- 44) Sakakima H, Yoshida Y, *et al.*: Different frequency treadmill running in immobilization-induced muscle atrophy and ankle joint contracture of rats. *Scand J Med Sci Sports*. 2004; 14: 186-192.
- 45) Morimoto A, Winaga H, *et al.*: Treadmill running and static stretching improve long-lasting hyperalgesia, joint limitation, and muscle atrophy induced by cast immobilization in rats. *Neurosci Lett*. 2013; 534: 295-300.
- 46) Usher KM, Zhu S, *et al.*: Pathological mechanisms and therapeutic outlooks for arthrofibrosis. *Bone Res*. 2019; 7: 9.
- 47) Cheuy VA, Foran JRH, *et al.*: Arthrofibrosis Associated With Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017; 32: 2604-2611.
- 48) Kaneguchi A, Ozawa J, *et al.*: A rat model of arthrofibrosis developed after anterior cruciate ligament reconstruction without rigid joint immobilization. *Connect Tissue Res*. 2019; [Epub ahead of print].
- 49) Kaneguchi A, Ozawa J, *et al.*: Formation process of joint contracture after anterior cruciate ligament reconstruction in rats. *J Orthop Res*. 2020; [Epub ahead of print].
- 50) Kaneguchi A, Ozawa J, *et al.*: Nociception contributes to the formation of myogenic contracture in the early phase of adjuvant-induced arthritis in a rat knee. *J Orthop Res*. 2017; 35: 1404-1413.

講座

シリーズ 「加齢に伴う生体の変化とその理解」

連載第2回 加齢に伴う感覚機能の変化*

田口孝行¹⁾ 新岡大和²⁾

はじめに

感覚刺激入力によって適切な出力を引き出すことを治療手段のひとつとする理学療法において、感覚機能は理解しておくべき重要な要素である。臨床の理学療法では接触、伸張、関節圧縮（加重）、圧迫、タッピング、揺らす、抵抗、温熱、寒冷などの体性感覚刺激を与えることによって適切な運動を引き出す神経筋の促通、または異常な運動の抑制に用いられている。また、視覚や聴覚などの特殊感覚を含めてフィードバック機構に基づいた運動学習や疼痛コントロールにも用いられる。

中枢神経系および末梢神経系の器質的な障害による明らかな感覚障害の存在は注目されるが、加齢による緩徐な感覚機能の変化については、あまり意識されることは少ないように思われる。近年、病院内・介護保険施設内における理学療法の対象者に占める高齢者の割合が急増しており、また、介護予防事業等においては明らかな疾患を有さない基本的に元気な高齢者にかかわる機会も多くなっている。

そこで、本稿では内臓感覚を除いた体性感覚と特殊感覚における感覚器の基本的な構造と機能も踏まえて、誰にでも起こる加齢による感覚機能の変化について概説し、理学療法を実施するうえでの留意点等について論じてみる。

感覚・知覚・認知

“感覚”は各感覚受容器から大脳皮質の第一次感覚皮質領域に投射される過程において、単純な要素の刺激を感知する働きである。“知覚”は第一次感覚皮質領域か

ら第二次感覚皮質領域への連結で起こる過程で、過去の経験や学習を通して、感覚の種類・質・程度・時間的経過を認める働きとされる。さらに、“認知”は第二次感覚皮質領域から第三次連合野において統合される過程であり、複数の知覚を総合して過去の経験や現在の状況などから判断し理解する働きとされる。しかし、一般的には“感覚”と“知覚”は区別されずに用いられていることが多いが、刺激の感知の有無を問う検査は“感覚検査”，刺激に対して感じる程度等を問う検査は“知覚検査”または“知覚・認知検査”として使用するのが正確であろう。

感覚と姿勢・運動調節

姿勢保持や各種動作は、その状況に応じて姿勢反射や姿勢コントロールが適切に作用することによって、安定・協調した姿勢や動作として成立する。フィードフォワードによる姿勢・動作調整では、運動開始から終了までの運動プロセスにおいて、事前に外乱や不安定要素等を予測して補正する機構（含予測的姿勢制御）であり、過去の経験が感覚-運動の連動プロセスとして記憶されている必要がある。これは意識されることはほとんどない。また、フィードバック機構においては、体性感覚、視覚、平衡感覚等からの感覚情報を基にした内在的フィードバック、他者からの言語情報や画像・動画の映像情報を基にした外在的フィードバックが用いられる。いずれにしても、安定・協調した姿勢・動作調節には、適切な感覚情報の入力が不可欠である。

体性感覚

1. 体性感覚の種類

体性感覚は、各感覚受容器が身体全体の皮膚や粘膜、筋、腱、関節等に分布する感覚を示す。体性感覚は表在感覚（皮膚感覚）と深部感覚に分類される。表在感覚には、触覚、圧覚、皮膚痛覚、温度覚（冷覚・温覚）などが含まれる。一方、深部感覚は固有感覚とも呼ばれ、位置覚（身体各部の相互位置）、運動覚（運動方向と運動

* Effects of Aging on Sensory Function

1) 埼玉県立大学保健医療福祉学部理学療法学科
(〒343-8540 埼玉県越谷市三野宮 820)

Takayuki Taguchi, PT, PhD: Department of Physical Therapy,
School of Health and Social Services, Saitama Prefectural University

2) 青森県立保健大学健康科学部理学療法学科

Yamato Niioka, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Faculty
of Health Science, Aomori University of Health and Welfare

キーワード：体性感覚、特殊感覚、加齢変化、感覚情報、運動出力

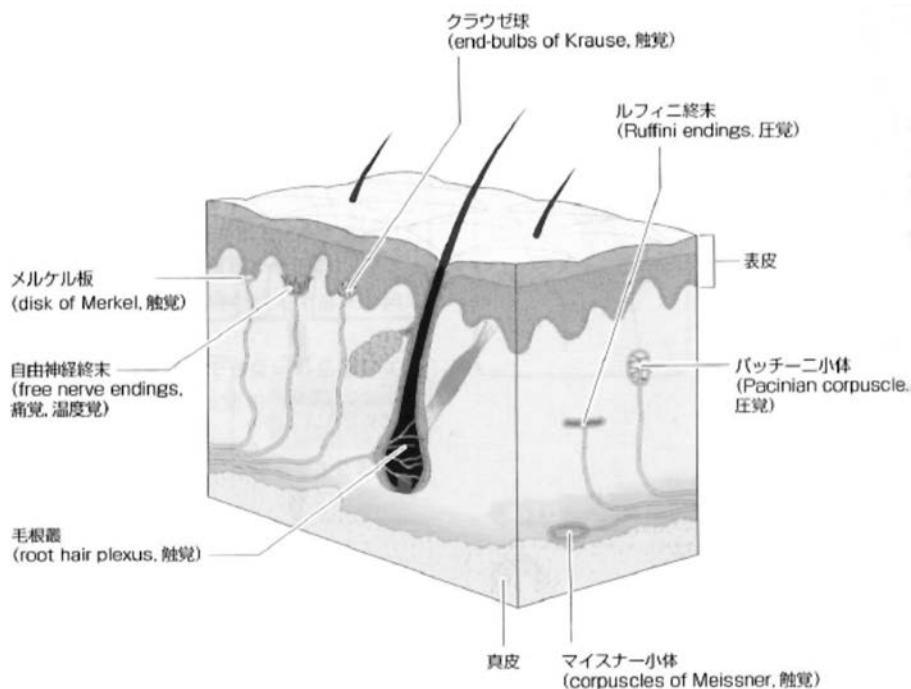


図 1 表在感覚の受容体 (文献 1 より転載)

速度), 抵抗感覚, 振動覚, 深部痛覚が含まれる。また, 複合感覚も体性感覚に含まれる。複合感覚には, 立体認知覚 (触れた物の形状判断), 二点識別覚 (二点同時に触れたことの認識), 皮膚書字覚 (皮膚上に書写された文字の認識) が含まれる。複合感覚は, 表在感覚と深部感覚が基本的に保持されていることが前提となり, 独立した感覚要素ではない。

2. 体性感覚受容体の構造と機能

体性感覚受容体は機能的 (感知する刺激の種類) に 3 つに分類される。身体の機械的変位や圧変化を感知する機械的受容器 (触覚, 圧覚, 振動覚, 運動覚), 身体を侵害される刺激を感知する侵害受容器 (痛覚), 熱や寒冷を感知する温度受容器 (温覚) である。侵害受容器には機械的侵害受容器 (機械的刺激のみに反応) とポリモーダル受容器 (機械的・化学的・熱刺激などあらゆる侵害刺激に反応) がある。

表在感覚に関与する皮膚受容器には, パッチーニ小体, マイスナー小体, ルフィニ終末, メルケル細胞, および受容器細胞構造が不明確な自由神経終末が挙げられる。パッチーニ小体は触覚 (圧, 高頻度の振動), マイスナー小体は触覚 (皮膚変位), ルフィニ終末は圧覚 (持続的皮膚変位), メルケル細胞は触覚 (持続的皮膚変位・圧), クラウゼ小体は触覚・温度覚, 自由神経終末は触覚・温度覚・痛覚に関与する¹⁾ (図 1)。

一方, 筋, 腱, 関節など身体の深部に存在する感覚受容器を深部感覚受容器または固有感覚受容器という。固

有感覚受容器には, 筋紡錘, 腱紡錘 (ゴルジ腱器官), 靱帯や関節包内に存在するパッチーニ小体やルフニ終末などの機械的受容器 (これらを総称して関節受容器という) が挙げられる。関節受容器内のパッチーニ小体は運動の加速度などを検出し, ルフィニ終末は運動方向と速度, 運動抵抗の検出, および他動・自動運動の弁別に関与する。深部感覚の感知には, これらの固有受容器のみならず皮膚の機械的受容器も関与する。

これらから入力された体性感覚刺激は, 感覚の種類によらず視床を経由する感覚伝導路を通して大脳感覚中枢に伝達される。

3. 加齢による体性感覚の変化

体性感覚における加齢変化について, 表在感覚 (触覚・痛覚・温度覚) の感知能力は皮膚の状態に影響され, その鋭敏さは加齢に伴って低下する。皮膚の触覚や高頻度の振動に対する感受性は加齢に伴って低下し, 低下の度合いは下半身で著しいことが報告されている²⁾。皮膚痛覚の加齢変化についてのメタアナリシスの報告では, 熱による痛みの閾値は加齢とともに上昇する (鈍くなる) が, 痛み耐性閾値には変化がないとされる³⁾。

一方, 加齢による感知能力の低下は深部感覚 (振動覚, 位置覚) でもみられ, 特に振動覚についての報告が多くなされている。高齢者における触覚・振動覚の閾値は若年者に比して, 上肢で 40%, 下肢で 59% の低下が認められ, 特に下肢においてその傾向が著しい⁴⁾。また, 70 ~ 90 歳代の膝部における皮膚振動覚閾値は若年者より

上昇（鈍くなる）し、また、足関節の振動覚も低下していることは報告されている⁵⁾。

これらの変化については、加齢による末梢神経における無髄神経数の減少や、感覚神経の神経伝導速度の遅延が認められており、若年者に比して約10%程度の最大伝導速度の減少が報告されている⁶⁾。しかし、高齢者は手足のしびれ感を訴えることが少なくなく、このしびれ感などの異常な感覚によって正当な感覚が阻害されている可能性も考えられている⁷⁾。

立位姿勢や歩行動作、各種動作において、後述する視覚と平衡感覚と体性感覚は切り離せない感覚情報源である。ここでは体性感覚に着目すると、体性感覚入力、身体と支持面との相対的な空間的位置関係、および身体各部の位置関係についての情報源である。通常、水平な堅い床面上で立位姿勢を保持する場合、下肢からの体性感覚入力による情報から水平に関する感覚基準が形成される。したがって、支持面が不安定な場合は体性感覚に対する信頼性は低下する。また、通常の立位姿勢における動揺に対しては、足関節の固有感覚がもっとも鋭敏であり、素早い動揺に対しては視覚も固有感覚と同等に鋭敏だが、前庭感覚は入力を生じないことが示されている⁸⁾。

高齢者における下肢の体性感覚情報（深部知覚情報）の正確性の低下と平衡感覚との関連性が示されている⁹⁾。しかし後述するが、高齢者では前庭感覚や視覚はすでに加齢による器質的な影響を大きく受けているため、体性感覚情報に対する依存度が相対的に高まっている可能性も報告されている¹⁰⁾。一方、姿勢制御において、下肢からの体性感覚入力に重みづけ（どの感覚を優位に使用しているか）が比較的高い者と、前庭感覚入力の重みづけが比較的高い者がおり、また、感覚入力の信頼性に応じて感覚入力の重みづけが調節されることが報告されている¹¹⁾。したがって、姿勢制御における感覚入力に対する重みづけには個人差や感覚入力の状況による違いがあることに留意が必要である。

特殊感覚

1. 視覚

加齢に伴うおもな視覚機能の変化として挙げられるのが遠視（老眼）、いわゆる近くのものが見えにくくなる状態（近方視困難）である¹²⁾。これは水晶体の硬化と水晶体を支える毛様体筋の収縮力低下によって生じる眼調整力の低下である。この状態は40歳台以降からはじまるとされる。また、加齢によって、動体視力の低下、色視力・コントラスト視力・夜間視力なども低下する¹³⁾。外眼部では加齢性流涙症（鼻涙管閉塞など）、角結膜乾燥症（涙腺分泌低下、ドライアイなど）、眼瞼皮膚弛緩（皮膚や皮下脂肪の弛み）、眼瞼内反・外反（瞼

板のめくれ込み）などがみられ、視覚に影響する¹⁴⁾。

1) 白内障

白内障は水晶体の混濁により視力低下をきたす疾患である。視界が曇って見えにくくなる状態である。混濁によって光線が散乱して、明るい光の眩しさを訴えることもある。また、夜間視力の低下やレンズの黄色化により暖色系（赤～黄系）より寒色系（青緑～青系）の識別が困難となる¹⁴⁾。白内障は早い例では50歳台から発症し、中等度以上のある程度進行した白内障は70歳台で約半数、80歳以上では70～80%にみられる¹⁵⁾。

2) 加齢性黄斑変性

加齢性黄斑変性は黄斑部網膜における進行性の変性疾患である。視細胞の障害により中心視野障害（中心暗点）が生じる。初期には中心視野の“歪み”として自覚される。一方、周辺視野は保たれる。50歳以上で100人に1人の割合で発症するとされる¹³⁾。

2. 平衡感覚（前庭感覚）

体平衡の維持には、視覚系、体性感覚系、前庭感覚系が連動して関与している。ここでは前庭感覚系を取り上げて述べる。

内耳には平衡感覚に作用する前庭器と聴覚に作用する蝸牛が存在する。前庭器において耳石膜と三半規管が平衡感覚器として身体の平衡順応に関与している。耳石膜において、耳石とその下で耳石の動きを感知する感覚毛があり、ここで直線加速度を感知する。一方、頭部に加わった回転加速度によって、半規管の膨大部稜にある感覚毛がリンパ内のゼラチン様物質（クプラ）の傾きを感知する。したがって、三半規管では回転加速度（角加速度）を感知している¹⁶⁾。耳石器は比較的ゆっくりとした頭部運動の感知に鋭敏であり、半規管は比較的素早い頭部運動に鋭敏である。これらの前提感覚入力は、頭部の位置と運動について直接的な情報を提供するが、単独で空間内の全身的な身体運動についての正確な情報を提供することができない。つまり、頭部のみで傾斜する場合と、体幹も含めて全身的に頭部を傾斜させる場合で、頭部の傾斜に関する前庭感覚入力は同一なため、前庭感覚入力単独ではこの身体運動の違いを区別できない¹⁷⁾。したがって、体平衡（全身的な姿勢・運動・動作）の維持には、視覚系や体性感覚系からの入力も必要となる。

平衡感覚は、身体の平衡調節に関する姿勢反射や眼球運動反射等に関与している。そのため、基本的に運動のなかで意識されることはほとんどない。前庭系による姿勢制御（反射）には、前庭動眼反射（頭部の移動に対する視野の安定）、前庭脊髄反射（筋緊張の調節による姿勢調節）、前庭頸反射（頸部の安定）、前庭自律反射（回転刺激に対する自律神経系の調節：船酔いなど）が挙げられる。

表1 加齢性平衡障害の診断基準 (Bárány Society¹⁹⁾) (日本語訳を文献20より転載)

- A. 3ヵ月以上続く慢性の前庭症状で、次のうち少なくとも2つを認める。
1. 姿勢のアンバランスあるいは不安定感
 2. 歩行障害
 3. 慢性の浮動感
 4. 繰り返す転倒
- B. 以下のうち少なくとも1つを満たす、軽度の両側前庭機能低下を認める。
1. ビデオヘッドインパルス検査における前庭動眼反射の利得が両側とも0.6～0.83
 2. 振子様回転検査(0.1 Hz, 最大角速度50～60度/秒)における前庭動眼反射の利得が0.1～0.3
 3. 冷温交互による温度眼振検査の最大緩徐相速度の一侧の和(冷+温)が6～25度/秒
- C. 60歳以上
- D. 他の疾患で説明できない

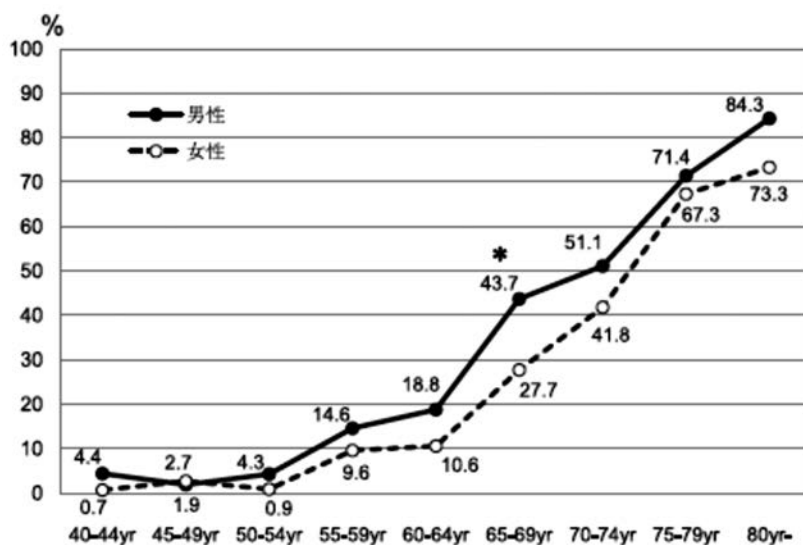


図2 難聴有病率 (文献21より引用)

2,194名を対象として、5歳階級別難聴有病率を算出。* $P < 0.05$

本感覚器は加齢によって、耳石、半規管の有毛細胞数の減少、および前庭神経(節・核)全般における萎縮と変性が起こる¹⁸⁾。70歳以上で半規管膨大部稜の有毛細胞は40%減少するといわれている¹²⁾。加齢による平衡機能障害をpresby-vestibulopathy(加齢性平衡障害)と呼ばれる。特に“めまい”の症状として出現することが多い。めまいの国際学会(Bárány Society)よりpresby-vestibulopathy(加齢性平衡障害)の診断基準が示されている¹⁹⁾²⁰⁾(表1)。

3. 聴覚

聴覚機能における生理的老化として、40歳台以降から高音域の聴力低下がはじまり、年齢が進むと低音域の聴力低下も進行するが、高音域の聴力低下が加速的に進行する。難聴有病率は60～64歳までは徐々に増加し、65歳以上で急速に増加する。国立長寿医療センターの調査による難病有病率は、65～70歳台では男性

43.7%、女性27.7%、80歳以上では男性84.3%、女性73.3%であることが報告されている²¹⁾(図2)。

音は鼓膜の振動が耳小骨に伝わり、蝸牛で電気信号に変換され、聴神経から脳に伝達される。老人性難聴は蝸牛の感覚受容器細胞の減少とらせん神経節ニューロンの退化によって両側性に起こるとされる²²⁾。老人性難聴の初期症状として耳鳴りの出現も挙げられる。また、老人性難聴では、高音域の聴力低下によって、言葉の聞き取りにくさを訴える者も多い。言葉の聞き取りにくさとは、会話と雑音とが弁別しにくくなる状態である¹⁴⁾。これによって、話しかけられても反応できなかったり、聞き返したり、会話がかみ合わなかったりなどが起こる。家族などは、これを認知症の初期ではないかと素人判断して心配してしまっていることがある。

4. 味覚

味覚機能における基本味として、酸味、塩味、甘味、

苦味、旨味の5つが存在する。味覚の基本的な情報伝達機構として、味物質は舌上にある3種の乳頭に局在する味蕾（味細胞）の味覚受容体で検出され、味覚神経から脳に情報伝達される。一般に加齢に伴って濃い味を好むようになることをよく耳にする。高齢者では、5つの基本味のうち塩味、苦味、旨味の感受性の低下による味感受性閾値の上昇のために強い味刺激を必要とすることが報告されている²³⁾。この味感受性の低下は、味を感知する味蕾数の減少（高齢者で1/3程度まで減少）や味刺激に対する中枢応答の加齢変化によるものなどの報告があるが²⁴⁾、食習慣にも影響されることから個人差が大きく、統一された見解には至っていない。また、甘味や苦味の感受性変化は空腹時に起こりやすいなど状況によっても異なることが示されている²⁵⁾。

高齢者では多くの慢性疾患を抱えており、降圧利尿薬、血管拡張薬、睡眠薬などの服薬も多い。これらの薬物が生体内の亜鉛を過剰排泄してしまう副作用（亜鉛欠乏）によって味覚障害が引き起こされることがある。また、高齢者における唾液分泌量の減少も味細胞への刺激に影響を与えているといわれる。唾液分泌量の低下に関しては、オーラルフレイル予防において唾液腺マッサージなどが指導される。

理学療法領域において、直接的に味覚について注目されることは少ないと思われる。しかし、加齢による味覚機能の変化は、食事摂取量の減少によるサルコペニアや、栄養バランスの偏りによる高血圧や脳血管疾患リスク、肥満や糖尿病リスク（メタボリックシンドローム）の増加要因にもなり得るため、運動指導と併せて考慮すべき感覚機能と思われる。

加齢による感覚機能の変化に対する理学療法実施上の留意点

1. 感覚検査と運動出力の観察における留意点

前述したが、言語化されて表出された感覚状態は、過去の経験や学習を通した主観的な感覚状態である。また、主観的であるが故に様々な環境因子によっても感覚は変化する²⁶⁾。そのため、理学療法士が通常行う感覚検査では、他者の感覚状態とは単純に比較することができないことを理解しておく必要がある。したがって、この感覚検査のみで対象者の問題点と決めつけてしまうことにはやや問題があるように思う。

しかし、我々理学療法士は、姿勢や動作における運動出力（反射や運動パターン等）を通して、適切な感覚入力がないか否かをある程度客観的に推測することができる。したがって、感覚検査結果は、姿勢・動作における運動出力状況から導かれた問題点の根拠（裏付け）として用いるべきと思われる。

2. フィードバック情報の提供における留意点

理学療法士が通常行うフィードバック情報として、口頭による聴覚からの情報、デモンストレーションや画像・動画などの視覚からの情報、ハンドリング（用手接触・身体操作等）による体性感覚・平衡感覚からの情報がある。適切な運動学習に結びつけるためには、適切なフィードバック情報を提供する必要がある。

老人性難聴によって、高音域の聴力低下、言葉の聞き取りにくさによる理解力不足が生じる可能性がある。そこで聴覚からの情報提供（言語指示）においては、できる限り静かな環境下で、低い声で、ゆっくりとはっきりとした口調で、短文で指示する配慮が必要となる¹⁴⁾。

高齢者の多くに視力低下（遠視、白内障、動体視力低下等）が生じていることを述べた。視覚からの情報提供では、当然のことではあるが、しっかり見えているかどうかの確認、言語指示も含めて注視するポイントの説明、できればゆっくりとしたデモンストレーション等の配慮が必要となる。

感覚に変化が起これば、運動にも変化が生じる。理学療法士によるハンドリングにおける運動の誘導や補助は、体性感覚への情報提供である。その際、我々が対象者に接する手（場合によって下肢）は、適切な感覚入力が行われたか否かを対象者の身体の動きから感知するセンサーの役割も担っている。高齢者の場合、感覚入力とそれに対応した運動出力にズレ等が生じる可能性が高い。したがって、ハンドリングにおいては、体性感覚入力と運動出力の正確性について、我々の接する“手”を通して意識する必要があると思われる。

3. 高齢介護者への介護指導における留意点

高齢者を介護する高齢者（老老介護）に対して介護方法を指導する機会も多くなっている。その際、高齢介護者の感覚機能にも配慮する必要があると思われる。「バランスを崩して、支えきれなく転倒させてしまった」などの話を耳にする。これは、介護者が高齢であるが故に支えるだけの筋力が不足していたと片付けられてしまいがちである。しかし、高齢介護者の感覚機能も低下していることから考えると、バランスを少し崩した早期の段階で、対象に触れる介護者の“手”でバランスの崩れを早期に感知できなかったと解釈することもできる。したがって、高齢介護者の介護方法指導においては、単にバイオメカニカルな介護方法のみを指導するのではなく、バランスが崩れた早期の段階で接触している“手”に伝わる感覚や支えている下肢にかかる加重も意識した指導をすることができれば、介護者の筋力が弱くても対象者を転倒に至らせるリスクを減少させることができると考えられる。理学療法士としては、この発想も専門性として必要なことではないだろうか。

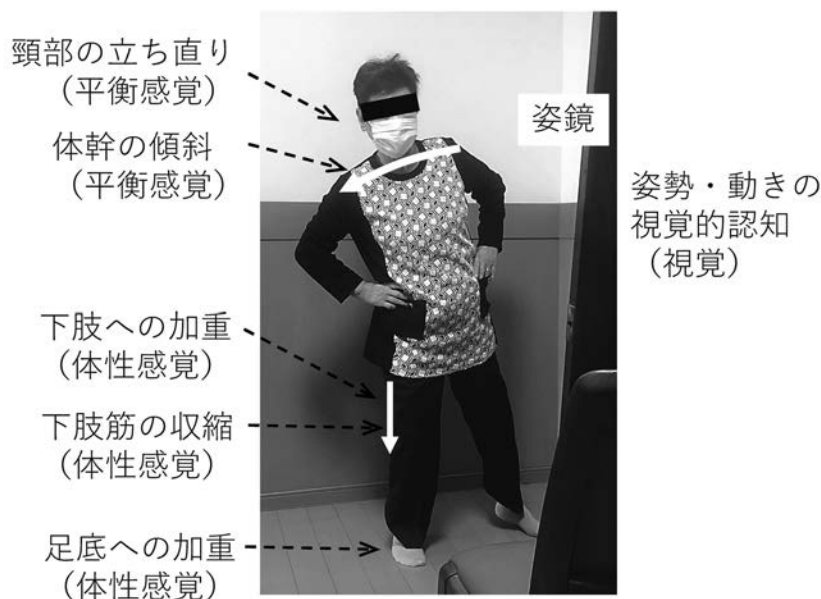


図3 一側下肢への体重移動における感覚刺激を意識させるポイント

4. 転倒予防体操指導における留意点

介護予防事業等における一般高齢者を対象として、転倒予防体操を指導する機会が多くなっている。その際、下肢の筋力トレーニングやストレッチ、バランス練習が中心とされる。このなかで感覚機能についてはほとんど意識されない。我々理学療法士が指導する転倒予防体操では、感覚機能と運動発現の関係、および感覚の記憶（運動学習）にも言及した指導方法が理学療法の専門性と考えられる。

運動指導において「まずは形（フォーム）から」といわれる。正しい形（フォーム）によって、その運動に応じた適切な感覚入力となされ、中枢神経系で統合され記憶される理にかなった指導方法である。しかし、高齢者の場合は、正しい運動フォームを構築することがなかなかできないことを経験する。これは、これまで述べてきたとおり加齢による感覚機能の低下と運動機能の低下により、感覚情報と運動出力における統合のズレと考えることができる。そのため、正しいフォームに加えて、下肢への加重や筋の収縮状態、身体の傾きや動きなど体性感覚や平衡感覚への刺激による感じ方等も意識させる必要があると思われる（図3）。それによって、適切な感覚入力として中枢神経系で統合され記憶される。これを繰り返すことで学習される。転倒を回避するためには、ある種反射的な運動が必要であるが、まずは随意的に動作が実行できる必要がある。随意的に動作が実行できることは、感覚が記憶されたことであり、適切な感覚入力のできたことである²⁶⁾。

おわりに

「最近、目が見えにくく（耳が聞こえにくく）になってきた」などの言葉はよく耳にするが、「最近、感覚が鈍くなってきた」という言葉は聞かない。それほど、体性感覚については通常の生活ではあまり意識されないものである。

器質的な疾患による明らかな感覚障害を有さない一般高齢者の場合、「感覚機能の改善・向上」というよりは、「with 加齢性感覚機能変化」として、感覚情報と適切な運動出力の関係を意識して再学習させるような工夫が必要と思われる。

文 献

- 1) 伊藤義彰：感覚系. 神経診察クローズアップ（改訂第3版）. 鈴木則宏（編）, メジカルビュー社, 東京, 2020, pp. 142-173.
- 2) Kenshalo DR: Aging effects on cutaneous and kinesthetic sensibilities. Special Senses in Aging. Institute of Gerontology. University of Michigan, Ann Arbor, 1979, pp. 189-218.
- 3) Lautenbacher S, Peters JH, *et al.*: Age changes in pain perception: A systematic-review and meta-analysis of age effects on pain and tolerance thresholds. *Neurosci Biobehav Rev.* 2017; 75: 104-113.
- 4) Perret E, Regli F: Age and the perceptual threshold for vibratory stimuli. *Eur Neurol.* 1970; 14: 65.
- 5) 宮下元明, 古屋信彦：高齢化社会におけるめまい. *MBENT.* 2008; 87: 32-36.
- 6) Jacobs JM, Love S: Qualitative and quantitative morphology of human sural nerve at different ages. *Brain.* 1985; 108: 897-924.
- 7) 岩本俊彦：第VIII章 老年症候群：1. しびれ. 臨床老年医学（上巻：診断と評価編）. ライフ・サイエンス, 東京,

- 2005, pp. 140-144.
- 8) Fitzpatrick R, McCloskey DI: Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in human. *J Physiol.* 1994; 478: 173-186.
 - 9) Lord SR, Rogers MW, *et al.*: Lateral stability, sensorimotor function and falls in older people. *J Am Geriatr Soc.* 1999; 47: 1077-1081.
 - 10) Maitre J, Gasnier Y, *et al.*: Discrepancy in the involution of the different neural loops with age. *Eur J Appl Physiol.* 2013; 113: 1821-1831.
 - 11) Isableu B, Vuillermé N: Differential integration of kinaesthetic signals to postural control. *Exp Brain Res.* 2006; 174: 763-768.
 - 12) 肥塚 泉：平衡覚. *JOHNS.* 2012; 28: 1290-1294.
 - 13) 入谷 敦, 佐々木洋, 他：臓器の加齢変化と老年疾患の発症. 感覚器系. 老年医学系統講義テキスト. 日本老年医学会 (編), 西村書店, 東京, 2013, pp. 152-155.
 - 14) 岩本俊彦, 羽生春夫, 他：感覚器の加齢変化. *日本臨床.* 2013; 71: 1720-1725.
 - 15) 公益財団法人 日本医療機能評価機構ホームページ「科学的根拠 (evidence) に基づく白内障診療ガイドラインの策定に関する研究」厚生科学研究補助金 (21 世紀型医療開拓推進研究事業: EBM 分野). <https://minds.jcqh.or.jp/n/med/4/med0012/G0000028/0021> (2021 年 3 月 5 日引用)
 - 16) 中山明峰：めまいの解剖学的・生理学的理解. *理学療法.* 2011; 28: 537-542.
 - 17) 板谷 厚：感覚と姿勢制御のフィードバックシステム. *バイオメカニズム学会誌.* 2015; 39: 197-203.
 - 18) 山嵜達也：感覚器のアンチエイジング研究 耳鼻咽喉科領域. *医学のあゆみ.* 2017; 261: 619-622.
 - 19) Agrawal Y, Van de Berg R, *et al.*: Presbyvestibulopathy: diagnostic criteria consensus document of the classification committee of the Bárány Society. *J Vestib Res.* 2019; 29: 161-170.
 - 20) 堀井 新：高齢めまい患者を診断する際のポイント. *耳喉頭頸.* 2020; 92: 416-420.
 - 21) 内田育恵, 杉浦彩子, 他：全国高齢難聴者数推計と 10 年後の年齢別難聴発症率. *日本老年医学会雑誌.* 2012; 49: 222-227.
 - 22) 岩本俊彦：高齢者診療のワンポイント・アドバイス：第 52 回加齢に伴う聴覚の変化. *老年医学.* 2012; 50: 870-871.
 - 23) Mojet J, Christ-Hazellhot E, *et al.*: Taste perception with age: Generic or specific losses in threshold sensitivity to the five basic tastes? *Chem Senses.* 2001; 26: 845-860.
 - 24) 成川真隆, 三坂 巧：味覚のサイエンス～加齢と味覚の関係～. *日本老年医学会雑誌.* 2020; 57: 1-6.
 - 25) Fu O, Iwai Y, *et al.*: Hypothalamic neuronal circuits regulating hunger-induced taste modification. *Nat Commun.* 2019; 10: 4560.
 - 26) 後藤 淳：中枢神経系の機能解剖—感覚入力系—. *関西理学.* 2005; 5: 11-21.

《 投稿規程 》

1. 本誌の目的

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

2. 記事の種類

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

3. 投稿者の資格

本誌への投稿は、本会に寄与する論文であれば会員に限らず投稿を受理する。著者資格については註1および執筆規程を参照すること。

4. 投稿原稿の条件

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

5. 投稿承諾書

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

6. 利益相反

利益相反の可能性のある事項（コンサルタント料、株式所有、寄付金、特許など）がある場合は本文中に記載すること。なお、利益相反に関しては日本理学療法士学会が定める「利益相反の開示に関する基準」を遵守すること。

7. 著作権

本誌に掲載された論文の著作権は、日本理学療法士学会に属する。また、本誌に掲載された論文はオンライン公開される。

8. 研究倫理

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

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

9. 原稿の採択

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

10. 校正

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

11. 掲載に関する費用

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

理学療法士の免許を有する日本理学療法士協会の非会員の投稿には審査料と掲載料を徴収する。詳細は別紙に定める。なお、本会会員権利が停止している会員の投稿についても同様に審査料と掲載料を徴収する。

12. 原稿送付方法および連絡先

1) 原稿送付方法

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

2) 問合せ先

〒106-0032 東京都港区六本木7-11-10

公益社団法人 日本理学療法士協会内

日本理学療法士学会 「理学療法学」編集室

TEL: 03-6804-1626

E-mail: journal@japanpt.or.jp

オンライン投稿システム：

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

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

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

（令和2年9月23日 一部改定，
令和2年9月23日より施行）

[illegible]

編 集 後 記

理学療法学 48 巻第 3 号では多彩な内容で 4 編の研究論文（原著）および 1 編の短報，3 編の症例報告，1 編の実践報告，1 編の調査報告を掲載しました。

まずは研究論文（原著）ですが、出口直樹論文では膝痛患者に対する生物心理社会モデルに基づく自己管理プログラムを実施した結果、座位行動時間の減少に有効であったことが示唆されています。石垣智也論文では在宅環境での歩行能力評価としての2ステップテストを実施し訪問リハビリテーション対象者からカットオフ値の設定と信頼性と妥当性が得られたことを報告しています。貴志将紀論文は高齢肺炎患者47名を対象とし、嚥下能力には重回帰分析の結果、大腿四頭筋の筋輝度や皮下脂肪厚が関連することが明らかになったものです。中口拓真論文は高齢女性の下腿のデジタル画像から低骨格筋指数を判定できるかの予備的研究であり、その可能性を示したものです。

次に短報ですが、宮原小百合らは、末期変形性股関節症女性患者における尿失禁および骨盤臓器脱の有症率と認識調査を行い有症率の高さと指導に対する期待の高さを報告しています。

症例報告について深田亮らは、術後早期に独歩を獲得し得た脊髄後索障害の1例を報告しています。大谷武史らは、段階的な目標設定ツールを用いた理学療法の共有が視床出血後の依存的行動を変容させた一症例を報告しています。渡辺祐樹らは、リスク管理を行ったうえでの理学療法実施により身体機能およびADL・QOL維持向上を図ることができたミトコンドリア病の一症例を報告しています。

佐藤弘樹らの実践報告では脊髄損傷者を対象とした体幹機能評価尺度（Trunk Assessment Scale for Spinal Cord Injury：TASS）を開発し、その信頼性の高さを確認しています。石井瞬らの調査報告は全国がん診療連携拠点病院でのリンパ浮腫外来における運動療法の実態調査を行い、リハスタッフの育成、増員が必要と結論づけています。

突然ですが先日、私の勤める施設で院内クラスターが発生し、その4日後にはリハビリテーション部から4名が濃厚接触者と認定され、残りのほとんどのスタッフが自宅待機となり、ゴールデンウィークを挟み13日間のリハビリテーション部・ロックダウンを経験しました。これまでコロナ対策としてリハ・クラスターをつくらないことを目標としてきましたが、この経験から濃厚接触者にならない理学療法士の仕方の重要性を痛感しました。このように感染症対策に心を痛めている中でも本誌の論文の投稿数は減るどころか、増加傾向のようで、会員の方々のコロナ禍にも負けない研究意欲の高さに深く敬意を表します。（嶋田誠一郎）

理 学 療 法 学

第48卷 第3号

2021 年 6 月 20 日 発行

編集行 日本理学療法士学会

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

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

広 告

上肢・下肢 用

ポータブル・エルゴメーター

881E 型 / 881ET 型

 スウェーデン・モナーク社



881E 型



●ペダルをハンドクリップに取り替えることにより、腕用のエルゴメーターとして使用できます。



●被験者の運動能力に応じて、ハンドルの回転軸位置は左右別々の位置にもセットでき、円形回転を前後に変えることもできます。(片腕を伸ばすことができない等の場合)



881ET 型 (専用架台付)

●仕様 医療機器届出番号 13B2X00381000003

制御方式	ベルトブレーキ方式	本体寸法・重量他	540 (L) × 470 (W) × 550 (H) mm、22kg、ペダル、ハンドグリップ付き
負荷範囲	0～100W/50rpm		
表示項目	負荷量、タイマー、回転数、カウンター、消費カロリー/分	専用架台	700 (L) × 760 (W) × 710～940 (H) mm 約28kg

日本総代理店



旭光物産株式会社
KYOKKO BUSSAN CO., LTD.

〒113-0033 東京都文京区本郷1-33-8 ハウス本郷ビル
TEL. 03(3814)1635(代) FAX. 03(3814)7564(代)
WEB. <http://kykb.jp/> Email. support@kykb.jp

マッスルエナジー テクニク

全身の筋肉に適応できる
ホールドリラクサスアプローチ

全身の筋肉に適応できる
手技療法「MET」の
理論と実践を1冊で!

汎用性が高く全ての療法士にとって大きな武器になる重要テクニク



**MET
とは?**

緊張して短縮している筋を弛緩させて伸張し、関節可動域を増加させその後伸張し弱化した筋を強化するテクニク

多くの現代人が悩む「肩」「膝」「肘」「腰」など重要な関節を含む全身の筋肉に適応できるため、会得できれば療法士にとって多くの場面で活用できる手技療法。また、筋肉のストレッチに関する徒手療法の中でも非常に緩やかなため、治療だけでなくリハビリテーションのプロセスにも適している。本書はその理論だけでなく施術法への理解も深めてくれる。

目次

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1. 筋と機能 | 5. 上半身 |
| 2. マッスルエナジーテクニクの理論 | 6. 下半身 |
| 3. 筋の不均衡 | 7. 体幹・骨盤と股関節 |
| 4. コアとなる筋の関係性 | 8. 筋弱化的ための特別なテスト |

日本語版監修・翻訳者: 弓岡 光徳 著者: ジョン・ギボンズ
翻訳者: 奥村 裕 / 小幡 太志 / 森 彩子 / 金澤 佑治 / 弓岡 まみ / 山川 友康 / 弓岡 光也

B5判/並製/172頁/4色刷 本体価格 3,600円+消費税
ISBN:978-4-86654-043-6 C3047

QRコードより
試し読みできます!



シュロス法 による側弯症治療 普及版

エクササイズと呼吸テクニクで脊柱の弯曲と捻れを矯正する

歴史と現在、
原理と最新治療まで
包括的にシュロス法を解説

重度の側弯症にも有効とされるシュロス法三次元的側弯症治療の専門書



側弯症の保存的治療において確固たる地位を占めてきたシュロス法とは、弯曲し捻れた脊柱をまっすぐにするためのさまざまなエクササイズと特別な呼吸テクニクを組み合わせ、個別のケースに適した患者自ら行う修正運動のことである。

本書では、最新のエビデンスに基づく、側弯症の診断所見や根拠などの基礎知識から運動の方針と提案まで、幅広い知識と技術が習得できる。

主な目次

- | | |
|---|---|
| A シュロス法の誕生と変遷 | 7 不適切なエクササイズと日常の姿勢 / |
| 1 呼吸整形外科システムとしてのシュロス法の成り立ち | 8 開始肢位と臥位 / 9 機能別エクササイズの戦略および提案 / 10 症例 |
| B 側弯症 | D 記録と評価 |
| 2 側弯症の基礎知識 / 3 シュロス法による側弯症の評価 / 4 側弯症による病態生理学的な変化 | 11 治療経過 / 結果の記録 |
| C シュロス法の治療 | E さらなる側弯症治療 |
| 5 シュロス法の三次元的側弯症治療 / | 12 パート・ゾーベルンハイムのカタリーナ・シュロス病院の治療 / 13 日常生活の整形外科的調整 |
| 6 エクササイズの確認・検査画像の批判的考察 | |

著者: クリスタ・レーネルト・シュロス / ペートラ・グレブル

日本語版監修者: 中村 尚人 翻訳者: 吉水 淳子

B5判/並製/240頁/4色刷

ISBN:978-4-86654-049-8 C3047 本体価格 4,600円+消費税

QRコードより
試し読みできます!



理学療法士の資格を活かしてスポーツの現場で働きたい方へ

アスレティックトレーナー

2年間、土日の学びでAT資格 を取得!スポーツ現場で働く!



AT取得後、
夢だったJリーグトレーナーへ!
選手のコンディショニングから
競技復帰までをサポート

TSR
卒業生

Jリーグ
レノファ山口FC 所属
フィジオセラピスト

平本宏樹さん 26歳
アスレティックトレーナー養成科土日部 2019年3月卒
新潟・開志学園高等学校出身

■保有資格

・日本スポーツ協会公認アスレティックトレーナー
・理学療法士

Jリーグトレーナーになるまで

高校卒業

理学療法士 取得

病院勤務

本校入学

アスレティックトレーナー

養成科(土日部)

★AT(アスレティックトレーナー)取得

Jリーグトレーナー

学べるのは

東京スポーツ・レクリエーション専門学校
アスレティックトレーナー養成科(土日部)

1 圧倒的な
資格合格実績!

TSR独自の試験対策により
アスレティックトレーナー資格合格者数は
16年連続全国NO.1!

※TSR単独AT資格合格者数365名
※滋慶学園グループ校累計750名

2 授業は土日のみ!
働きながら学べる!

土日だけの集中授業なので、
平日は現在の仕事を続けながら
学ぶことができます。

3 充実の学費サポート

医療系資格所有者の方は
授業料5万円免除!

学費分割納入も可能!
様々な学費サポートプランを用意しています。



スマホやPCから気軽に参加しよう!!

オンライン個別相談会

毎日開催 10:00~12:00/13:00~15:00
[30分/回]

詳しくは
HPへ▶



お友達登録者限定
LINEで
進学情報GET!!

学校法人 滋慶学園
東京スポーツ・レクリエーション専門学校

〒134-0088

東京都江戸川区西葛西7-13-12

✉ info@tsr.ac.jp



0120-61-9090

受付時間9:00~17:00

HP



各種SNSで情報発信中!



Instagram



Twitter



YouTube



LINE



膝関節

膝関節治療の決定版が
遂に 2/10 (水) 発売!

購入はこちら



著者：園部 俊晴(理学療法士/コンディショニングラボ 所長)

故・入谷誠の一番弟子。足・膝・股関節など、整形外科領域の下肢障害の治療を専門としている。一般からスポーツ選手まで幅広く支持され、多くの一流アスリートや著名人などの治療も多く手掛ける。身体の運動連鎖や歩行に関する研究および文献多数。著書多数。新聞、雑誌、テレビなどのメディアにも多く取り上げられる。また、運動連鎖を応用した治療概念は、専門家からの評価も高く、全国各地で講演活動を行う。



目次

第1章 臨床における仮説検証の重要性

第4章 可動域・柔軟性の改善

第2章 臨床推論における評価

第5章 2つの症候群

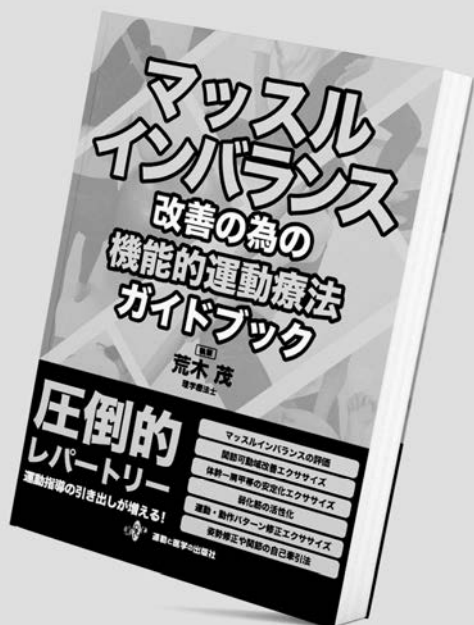
第3章 痛みを生じやすい組織の評価と治療の実践

ポイント

- ▶ 膝の痛みを『組織学的推論』×『力学的推論』という2つの視点で解説している。
- ▶ 膝の痛みを生じやすい組織を9つに分け、それぞれの評価法・治療法の各論がある。
- ▶ 書籍内QRコードから、文章に対応した治療映像(全32本)を視聴できる。
- ▶ 理学療法士が作った図表が約500点あり、より概念や技術をイメージしやすい。
- ▶ 360ページという大ボリュームで膝関節を徹底解説。

マッスルインバランス改善のための 機能的運動療法ガイドブック

購入はこちら



著者：荒木 茂先生(理学療法士)

1954年生まれ。富山県出身。理学療法士、鍼師・灸師。

日本にマッスルインバランスを広めたパイオニアとして活躍中。

人徳者として知られており、多くの理学療法士に影響を与えている。

前作『マッスルインバランスの理学療法』はベストセラーとなり、

多くのセラピストに読まれた。



目次

第1章 機能的運動療法

第2章 マッスルインバランスの評価

第3章 機能的運動療法の実際

トピック

- ▶ マッスルインバランスの評価
- ▶ 関節可動域改善エクササイズ
- ▶ 体幹・肩甲骨の安定化エクササイズ
- ▶ 弱筋の活性化
- ▶ 運動・動作パターン修正エクササイズ
- ▶ 姿勢修正や関節の自己牽引法

ポイント

本書で掲載されているエクササイズはなんと213種類!機能障害を改善するための治療法を機能別、目的別に学ぶ事が出来ます。それぞれのエクササイズの異常所見である代償動作に対しても、多くの写真を掲載していますので視覚的にイメージすることが容易です。このため、患者さんに見せながら説明したり、自主トレを指導したりすることが出来ます。



運動と医学の出版社 新刊情報

ご購入は、弊社HPから

運動と医学の出版社

www.motion-medical.co.jp





星城大学大学院

健康支援学研究科

■研究領域

健康支援学研究科
(健康支援学専攻)

健康支援学領域

障害・リハビリテーションや健康支援・障害予防のための環境と方法を科学する

障害発生後のリハビリテーション健康支援と中高年者の心身の健康保持増進に向けた生活健康支援に関する知識と技術を普及できる臨床家と研究教育者を養成

特 徴

- ①. 健康生活を支援する臨床家と研究教育者を養成
- ②. 遠隔講義（職場・自宅でも受講可能）と昼夜間講義を併用
- ③. 長期履修制度（3～4年間での履修も可能）
- ④. 研究費奨励（在学期間中40万まで申請可能）

学位論文テーマ例

- ①. 通いの場参加者におけるフレイルの実態と専門職関与による変化に関する研究
- ②. 膝関節前十字靱帯再建術前における膝伸展制限の有無と術後伸展制限の残存について：前向きコホート研究
- ③. 脳卒中片麻痺患者の歩行解析における二次元動作解析システムを用いた膝関節角度計の信頼性と妥当性

募集領域・募集定員及び修業年限

研究科	領域	課程	募集定員	修業年限
健康支援学	健康支援学	修士	12名	2年

※短期大学、専門学校等卒業者は、事前に出願資格審査が必要です。

2022年度 大学 院 生 募 集

入 試 相 談 会 開 催（事前申し込み必要）

日時／ 8月21日（土）13：30～15：30

場所／ 星城大学 本部東海キャンパス

大学院説明、入試説明、遠隔講義説明、個別相談会、修了生研究紹介

※当日、会場にお越しになれない方はビデオ会議アプリ「Zoom」での参加も可能です

【お問い合わせ】 星城大学大学院 入学試験係

〒476-8588 愛知県東海市富貴ノ台2-172 TEL (0120) 601-009 FAX (052) 601-6010
URL <http://www.seijoh-u.ac.jp/graduate/> e-mail:nyushi@seijoh-u.ac.jp

やさしさで、医療を科学する...

MINATO



対面治療時の操作性を
提案する4チャンネルモデル

治療効率を発揮する
8チャンネルモデル

低周波治療器・干渉電流型低周波治療器組合せ理学療法機器

KINETIZER

KT-104H・KT-108H

低周波治療
干渉低周波治療
微弱電流治療
高電圧治療※
バースト(NMES)

※高電圧を搭載しないモデルもご用意しております

管理医療機器 特定保守管理医療機器
低周波治療器・干渉電流型低周波治療器組合せ理学療法機器
カイネタイザー KT-104 認証番号：231AABZX00012000

管理医療機器 特定保守管理医療機器
低周波治療器・干渉電流型低周波治療器組合せ理学療法機器
カイネタイザー KT-108 認証番号：231AABZX00011000

高齢者の健康寿命維持を支援

ActStep

アクトステップ K7007

滑らかな動作で
ひざに
体重負荷が
掛からない



筋力トレーニング＋有酸素運動



上肢のみの
運動



下肢のみの
運動

AQUATIZER

WATER MASSAGE BED QZ-260

「気持ちいい」のその先へ

筋肉の柔軟性を向上させる
メディカルモード

きめ細かなマッサージを実現する
リラックスモード

バリエーションを拡大する
6ノズルワイド噴流

さまざまな好みにこたえる多彩な
マッサージパターン

さらに
進化

管理医療機器 特定保守管理医療機器
ベッド型マッサージ器
アクアタイザー QZ-260
認証番号：229AABZX00048000



肺運動負荷モニタリングシステム(呼吸代謝測定システム)

AE-310S

エアロモニタ AEROMONITOR

呼吸代謝諸量の正確なデータを提供します

心臓リハビリテーション
呼吸リハビリテーション

運動負荷量の決定のために

栄養管理

投与エネルギーの
決定のために

スポーツ領域

最大酸素摂取量の
計測のために



肺運動負荷モニタリングシステム
エアロモニタ AE-310S
管理医療機器 特定保守管理医療機器
認証番号：219AGBZX00095000

※写真は【AE-310SRDB】AE-310Sシステムとエルゴメータと
運動負荷用自動血圧計とのオンラインシステム例

ミナト医科学株式会社

URL <https://www.minato-med.co.jp/>

本 社 / 〒532-0025 大阪府大阪市淀川区新北野3丁目13番11号 TEL 06(6303)7161 FAX 06(6303)9765

営業所 / 札幌・仙台・埼玉・千葉・東京・多摩・横浜・新潟・金沢・静岡・名古屋・京都・南大阪・大阪・神戸・高松・広島・北九州・福岡・鹿児島

PHYSIO SONO + PHYSIO ACTIVE **HV**

接続するだけで コンビネーション治療

より高い効果性
短時間化
Combination

低周波治療器 フィジオアクティブ HV の出力コードを
フィジオソノに接続するだけで、超音波プローブから
超音波と同時に、フィジオアクティブ HV の
ハイボルテージ電流出力が可能です。



フィジオ アクティブ HV

医療機器認証番号：227ALBZX00014000

一般的名称：低周波治療器（JMDNコード：35372000）



フィジオ ソノ

医療機器認証番号：230ALBZX00001000

一般的名称：超音波治療器（JMDNコード：11248000）



フィジオアクティブ HV の出力
コードを、フィジオソノ背面に
接続（専用の接続ケーブルな
どは必要ありません）



フィジオアクティブ HV の電流の出力
を上げるだけで、フィジオソノの超音
波プローブから電流が出力されます



超音波による温熱効果+音圧（マイク
ロマッサージ）と、ハイボルテージ電気療
法によるコンビネーション治療が可能にな
ります



平型固定タイ
ププローブでも
出力可能です

デモンストレーションのお申込み、お問合せは

酒井医療株式会社

東京都新宿区山吹町358-6

www.sakaimed.co.jp

フィジオソノ

検索



PTが担当する患者へ処方される薬剤の特徴、副作用や対処法を必要な情報に絞り解説。

理学療法NAVI リスクに備えて臨床に活かす 理学療法にすぐに役立つ薬の知識

監修 藤原俊之 編集 高橋哲也

順天堂理学療法オールキャストが贈る「薬剤の知識で、理学療法はこんなにも広がる！」
薬剤知識から患者の状態を事前に把握すれば、効果的で安全な理学療法ができる。

●A5 2021年 頁352 定価：3,740円（本体3,400円＋税）[ISBN978-4-260-04341-0]



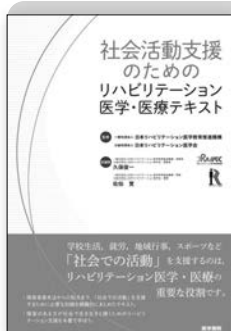
「今日のリハビリを始めましょう」の前に見ておくと、運動療法の質が変わります。

運動療法 その前に！ 運動器の臨床解剖アトラス

監修 北村清一郎／馬場麻人 編集 工藤慎太郎

臨床で問題となる部位を「ここから見たかった」角度で紹介。さらに運動療法による動態をエコーで明示。

●A4 2021年 頁376 定価：8,800円（本体8,000円＋税）[ISBN978-4-260-04313-7]



障害者の「社会での活動」の支援はリハビリテーション医学・医療の重要な役割です。

社会活動支援のためのリハビリテーション医学・医療テキスト

監修 一般社団法人 日本リハビリテーション医学教育推進機構／
公益社団法人 日本リハビリテーション医学会

総編集 久保俊一／佐伯 覚 編集 三上靖夫／高岡 徹／中村 健

障害者福祉法から介護犬まで、「社会での活動」を支援するために必要な知識を網羅的にまとめた唯一のテキスト。障害のある方が社会で生き生きと輝くために。

●B5 2021年 頁160 定価：2,420円（本体2,200円＋税）[ISBN978-4-260-04619-0]



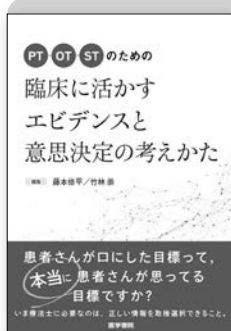
信頼性の高い表面筋電図の計測と得られたデータの正確な評価の方法を手に入れよう！

臨床にいかす表面筋電図 Web 動画付 セラピストのための動作分析手法

編集 加藤 浩／山本澄子

臨床における実践的な筋力トレーニング、論文や学会発表にいかすプレゼンテーションのコツが手に取るように理解できる1冊。

●B5 2020年 頁160 定価：4,950円（本体4,500円＋税）[ISBN978-4-260-04256-7]



臨床現場での情報活用から意思決定の方法までを体系的に理解できる！

PT/OT/STのための 臨床に活かすエビデンスと意思決定の考えかた

編集 藤本修平／竹林 崇

適切な意思決定ができない場合に、自身の経験、患者の価値観をどのように反映させていくか、知識を情報へ転換し、活用するスキルを身に付けるための指針を提示。

●B5 2020年 頁320 定価：4,180円（本体3,800円＋税）[ISBN978-4-260-04271-0]



2021(令和3)年度改定対応版

リハビリテーション 診療報酬&介護報酬 マニュアル

制度のしくみと算定のきほん

本橋隆子 編著/金沢奈津子・永田 修 著

B5判 288頁
定価5,500円(税10%込)
ISBN978-4-263-26638-0

「アノ本」がわかりづらい！
そんなあなたに、リハビリ
テーションに特化した
初めての書籍。令和3年
介護報酬改定対応。



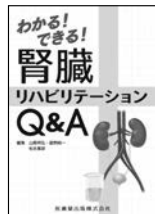
わかる！できる！

腎臓リハビリテーション Q&A

山縣邦弘・星野純一・松永篤彦 編著

A5判 256頁
定価4,180円(税10%込)
ISBN978-4-263-26637-3

腎臓リハビリテーション
の基本的知識から臨床で
生じる疑問をQ&A形式
で解説した、全スタッフ
におすすめの一冊！



今日から使える

リハビリテーションのための 統計学

第2版

高橋仁美・加賀谷 斉 編著

B5判 108頁
定価3,300円(税10%込)
ISBN978-4-263-26636-6

統計処理ソフトを用いた
解析を前提に解説。第3
章「解析の実際」はリハ
領域で遭遇する分かりや
すい事例に全面刷新。



リハビリテーション栄養 第5巻第1号

リハビリテーション栄養の 医療チームビルディング

日本リハビリテーション栄養学会 編

B5判 118頁
定価2,860円(税10%込)
ISBN978-4-263-26528-4

リハ栄養におけるチーム
ビルディングの重要性を
再考。連携ツールや環境
の工夫、実践例について
エキスパートが執筆。



PT・OT・STのための

リハビリテーション栄養

第3版

基礎からリハ栄養ケアプロセスまで

若林秀隆 著

B5判 122頁
定価3,630円(税10%込)
ISBN978-4-263-26631-1

質の高いリハビリテー
ション栄養を実践するた
めに開発された「リハビ
テーション栄養ケアプロ
セス」を詳解。



脳卒中・神経難病・がん患者の
「言葉をつくる・声を出す」を助ける！

コミュニケーション サポートブック

川上途行・和田彩子・岡阿沙子 編

B5判 144頁
定価3,520円(税10%込)
ISBN978-4-263-26628-1

患者さんの「伝えたい」
をサポート！「言葉をつ
くる」「声を出す」が困難
な患者さんへの、現場で
役立つ支援策が満載。



PT入門

イラストでわかる 運動器障害理学療法

上杉雅之 監修
横山茂樹・甲斐義浩 編著

B5判 308頁
定価4,950円(税10%込)
ISBN978-4-263-26630-4

大好評シリーズ最新作。
イラスト・写真・図表を
多用し、入門的な内容を
しっかり押さえた全15章
の初学者向きテキスト。



高次脳機能障害のための 神経心理学的 リハビリテーション

英国 the Oliver Zangwill Centre での取り組み

青木重陽 ほか監訳

B5判 360頁
定価8,250円(税10%込)
ISBN978-4-263-26627-4

OZC (Oliver Zangwill
Centre) の具体的プログ
ラムが詰まった高次脳機
能障害の指南書！



胸郭 統合アプローチ

石井美和子 監訳

B5判 340頁
定価11,000円(税10%込)
ISBN978-4-263-26629-8

全身に多様に影響を与
える胸郭へのアプローチを
まとめた、Diane Lee氏
渾身作！550の図とオン
ラインビデオ付。

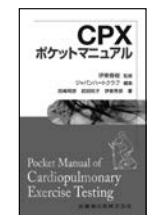


CPX ポケットマニュアル

伊東春樹 監修
ジャパンハートクラブ 編集

新書判変形 192頁
定価3,300円(税10%込)
ISBN978-4-263-26626-7

心肺運動負荷試験の実施
に迷ったらコレ！図表や
箇条書きを多用した、現
場への携帯に便利なポケ
ットマニュアル。



新人理学療法士のための スキルアップガイド

疾患別理学療法から
チーム医療・研究まで

佐藤房郎 編

B5判 348頁
定価6,600円(税10%込)
ISBN978-4-263-26623-6

新人がエキスパートにな
るまでの行動目標と指導
のポイントをわかりやす
く表にまとめた、指導者
にもうってつけの書。



動作のメカニズムがよくわかる 実践！動作分析

第2版

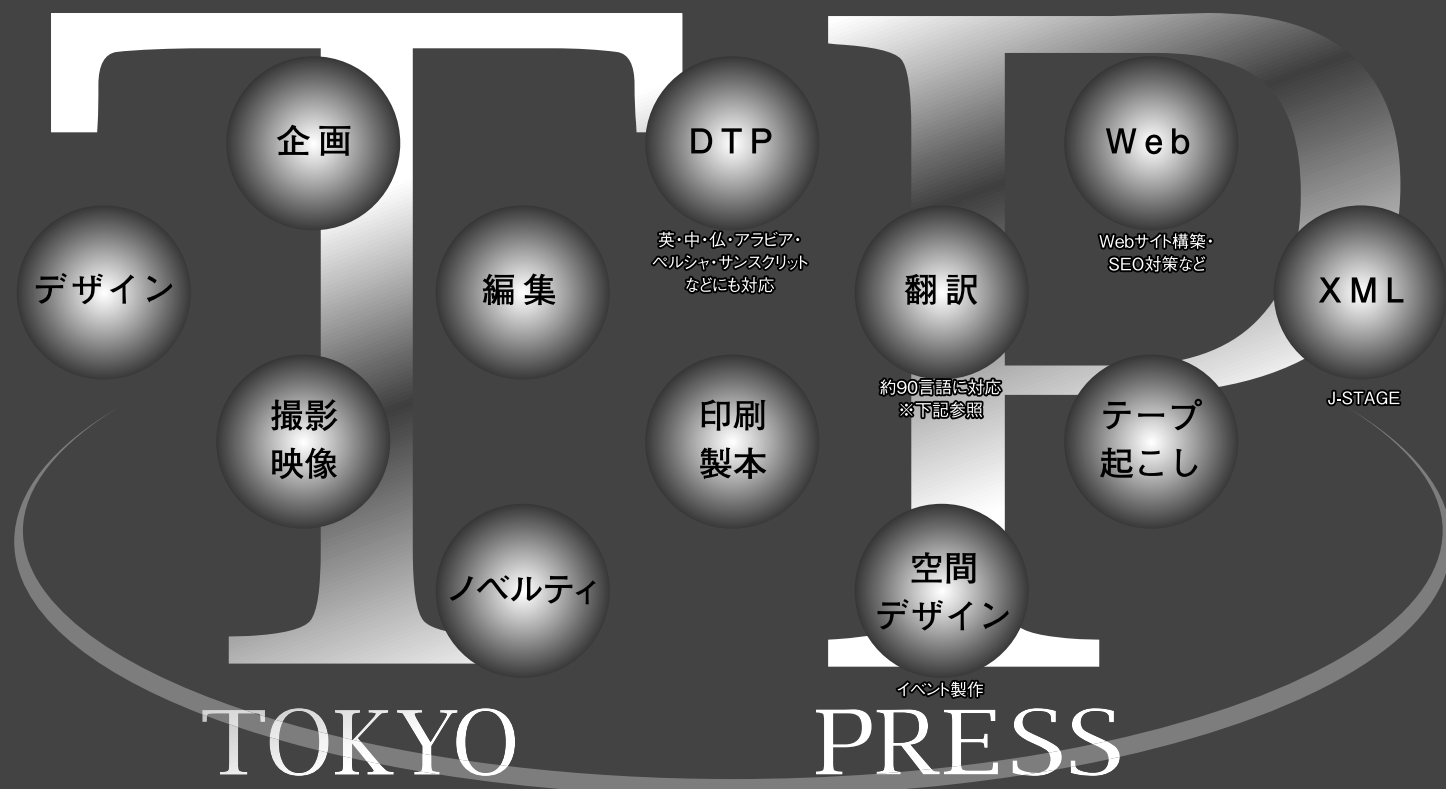
web 動画付き

上杉雅之 監修
西守 隆 編著

B5判 204頁
定価4,950円(税10%込)
ISBN978-4-263-26624-3

骨モデル動画14本、貴重
な症例動画98本！
スロー再生／繰り返し再
生機能付きで「逸脱動作
を見破る力」を養う。





「文字 = 文化」をつくる

東京プレスは書籍の制作・印刷会社として1963年に創業しました。
半世紀を過ぎた今日でも変わらず
文字に関わる仕事に従事し続けています。

国際社会でますます必要とされる多言語の翻訳・DTP。
Webを通じて世界に論文を発信するためのXML (J-STAGE)。
文字をイメージで伝えるための企画・デザイン。
社会がどれだけ変遷しても
あらゆる文化を支えている原点は文字に他なりません。

これからも私たち東京プレスは「文字 = 文化」をつくり続けます。

東京プレスは世界約90の言語に対応するプロフェッショナルな翻訳サービスを提供します

■ 西ヨーロッパ	英語 フランス語 ドイツ語 イタリア語 アイスランド語 カタロニア語 スウェーデン語 ノルウェー語 フィンランド語 デンマーク語 オランダ語 フラマン語 ギリシャ語 スペイン語 ポルトガル語
■ 東ヨーロッパ	ロシア語 ウクライナ語 チェコ語 スロバキア語 セルビア語 クロアチア語 スロベニア語 ボスニア語 ポーランド語 ハンガリー語 ブルガリア語 ルーマニア語 アルバニア語 エストニア語 ラトビア語 リトアニア語
■ 中近東	アラビア語 ペルシャ語(イラン) ヘブライ語(イスラエル) トルコ語 クルド語 パシュトゥ語(アフガニスタン) タリ語
■ アフリカ	アムハラ語(エチオピア) スワヒリ語(タンザニア他)
■ 中央アジア	モンゴル語 ウズベク語 ウイグル語
■ 南アジア	ヒンディ語(インド) ウルドゥ語(パキスタン) ベンガル語(バングラデシュ) タミル語(スリランカ) シンハラ語(スリランカ)
■ 北東・東南アジア	北京語 韓国語 広東語 上海語 台湾語 チベット語 ネパール語 タイ語 インドネシア語 クメール語 タガログ語 ベトナム語 マレー語 ミャンマー語 ラオス語
■ その他の言語	アイマラ(ボリビア、ペルー) アゼルバイジャン アチェ(インドネシア) オリヤ(オリッサ州、インド) ガンダ(ウガンダ) クマ(ナイジェリア) コサ(南ア) サーミ(北欧) スンダ(ジャワ語) ソマリ(ソマリア) ソンガ(ブータン) ティベチ(モルディブ) テトウン(東ティモール、インドネシア) バリ(インドネシア) バリ(スーダン、ウガンダ) ビサヤ(フィリピン) マダガスカル マラティ(インド) レンバダ(インドネシア) キリバス キルギス ゲールトルクメン パラオ ハワイ パンジャビ ラテン ほか



株式会社 東京プレス

〒161-0033 東京都新宿区下落合3-12-18 桔梗屋ビル3F
Tel. 03-5982-9291 Fax. 03-5982-9295 <http://www.t-press.net>

New Product

1つの機器で

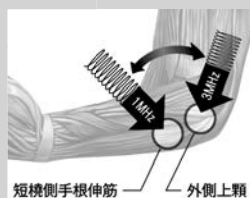
超音波
治療器

超音波
骨折
治療器

2つの機能



1MHz⇄3MHzの
自動切替 Switch モード



Switch モード切替イメージ

ハンディ+固定タイプ
アプリケーターで治療可能

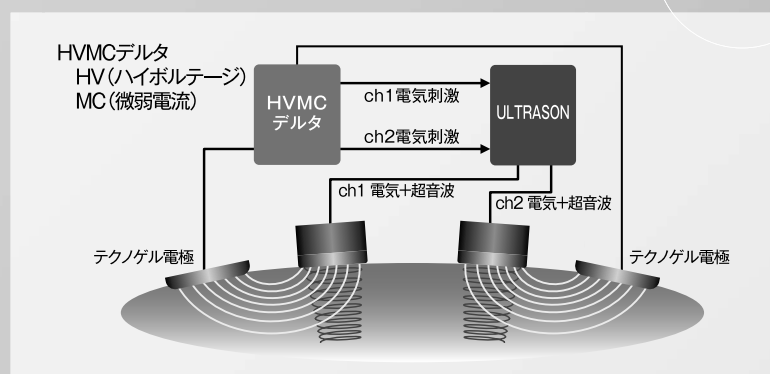


肩関節



下腿 / アキレス腱

HVMCデルタ (低周波治療器) との接続を行うだけで
1つのアプリケーターから超音波+電気刺激を行うことが可能です。



超音波療法の既成概念を覆す

ULTRASON RE-3000

ウルトラソン RE-3000

認証番号 301AIBZX00002000
一般的名称 超音波治療器
超音波骨折治療器

ULTRASON RE-3000 と HVMC デルタとの接続で
コンビネーション治療が可能

ミクロ
マッサージ

温熱

電気



HVMCデルタ
認証番号 230AIBZX00005000
一般的名称 低周波治療器



株式会社日本メディックス

www.nihonmedix.co.jp

【本社 販売促進部】〒277-0922 千葉県柏市大島田2丁目5番地1

☎ 04-7193-2237

札幌営業所
仙台支店

埼玉支店
千葉支店

東京支店
名古屋支店

横浜支店
大阪支店

金沢出張所
神戸営業所

京都分室
広島営業所

岡山出張所
九州支店

高松営業所
鹿児島営業所

沖縄営業所

電気刺激装置【コンパクト DC スティミュレーター】GD-800

Compact-DC Stimulator

Neuro Modulation

新しいリハビリテーションへの第一歩

Compact-DC Stimulatorは、
ニューロモデレーション分野に開発された電気刺激装置です。
リハビリテーションと組み合わせて使用できるように、
持ち運びが容易で、身体に装着できるコンパクト化とウェアラブル化を実現。
医療や研究現場の治療の可能性を広げます。

【販売名】電気刺激装置 GD-800 【認証番号】302AABZX00042000 【一般的名称】低周波治療器

コンパクトで
身体に装着できる
電気刺激装置
Wearable
75mm×75mm

Direct
Current

最大2.0mAの
微弱な直流電流で
治療ができます



ハーネスと
免荷リフトで
しっかり
サポート

工事なしで
取付可能

足元の
段差がなく
転倒リスクを
軽減

昇降式平行棒 標準型
オーバーヘッドセット GH-2650-S2

※上記は起立トレーニング用縦手すりと免荷量表示計のオプションつきです。

平行棒用 オーバーヘッドフレーム 転倒リスクと不安・恐怖心を軽減



GH-2650



GH-2750

＼ 現在お使いの /
OG Wellness昇降式平行棒 4機種に取付可能



GH-2640



GH-2740

オージーウェルネスが配信する
介護施設・医療従事者のための
サポートサイト

一般の方へ向けた情報サイト
OGスマイル



介護施設へ向けた情報サイト
OG介護プラス



医療従事者へ向けた情報サイト
OGメディック



物理療法機器・リハビリ機器・介護用入浴機器

OG Wellness

オージー技研株式会社

オージーウェルネス

【岡山本社】 〒703-8261 岡山県岡山市中区霞が1835-7 Tel.086-277-7181 Fax.086-274-9072

【東京本社】 〒100-6004 東京都千代田区霞が関3-2-5 霞が関ビルディング4階 Tel.03-3519-5025 Fax.03-3519-5020

【事業所】 札幌・盛岡・仙台・新潟・埼玉・千葉・東京・横浜・名古屋・金沢・大阪・神戸・岡山・高松・広島・九州・鹿児島・那覇・上海



ottobock.

コンピューター制御KAFO C-Brace[®]

下肢麻痺歩行の新たな可能性



C-Braceとは

- ▶ コンピューターを搭載した、歩行全周期をコントロールするKAFO膝継手
- ▶ 膝屈曲しながらの麻痺側荷重と振り出しを実現
- ▶ 代償動作が減り、歩行時のエネルギー効率増加
- ▶ リハビリとの相互作用により、対象者を最適なADLに導く



両下肢均等に荷重し座り込み



装具を信頼し膝を曲げた麻痺側荷重



代償動作を軽減した歩行



全ての機能を使用し膝を曲げた下り

信頼のブランド 中村ブレイスが提案する

新感覚のオリジナル義肢装具

調整が容易なジュエット型体幹装具

商標登録 No.4994723

ジュエットプレイバック 691N

- 軽合金支柱と背当てのシンプルデザイン。
- 軽量
- 高さとの調整が可能です。

適応 下位胸椎、腰椎圧迫骨折 など

※カバー色：ベージュ・シルバーグレー

通気性保護帽

トップヘッド 911N

- 通気性に優れ蒸れにくい。
- 豊富なカラーバリエーション（全16色）。
- 洗濯機で丸洗いで、常に清潔に保てます。

適応 平衡機能障害、脳性麻痺 など



1981年、世界で初の開発・販売！
シリコーンゴム製インソール

ラテラルウェッジ (外側くさび)

301N	4mm	302N	7mm	303N	10mm
------	-----	------	-----	------	------

※全てフットホルダー付

適応 変形性膝関節症(内側型)、内側半月板損傷、内反膝(O脚) など

《 その他 補高、アーチサポート、ミディアルウェッジ
などもご用意しております。 》

シリコーンゴム製の手背屈装具

意匠登録 No.1565794

カックアップシリコーン 530N

- 手掌部に邪魔がなく、把持しやすい構造です。

適応 橈骨神経麻痺による下垂手 など



ご用命は貴病院に出入りの義肢装具製作所様へ、資料のご請求は当社までお願い致します。

義肢・装具・医療用具

世界遺産 石見銀山

中村ブレイス株式会社

ISO9001(品質)・ISO14001(環境) 認証取得

本社／〒694-0305 島根県大田市大森町ハ132

☎(0854) 89-0231(代) FAX(0854) 89-0018

東京事務所／〒158-0097 東京都世田谷区用賀 4-10-3

世田谷ビジネススクエアヒルズⅡ 2F-25号

☎(03) 3709-9361 FAX(03) 3709-9362

インターネットホームページ

<http://www.nakamura-brace.co.jp>

E-mail アドレス

nakamura@nakamura-brace.co.jp

生きられ、身体化された「経験」としての痛みを治療する、 ペイン・リハビリテーションの 新しいパラダイム！

医学的問題としての「疼痛」の背景には、「痛み」という、人間の生存に不可欠な複雑な仕組みがある。遷延化する「痛み」はまさにその複雑な仕組みの、複雑な様相をもつ破綻である。本書は疼痛治療に対する医学の歴史の延長線上で、今日まさに展開しつつあるリハビリテーション治療の最新の方法を提供する。本書は理論書であるとともに充実した実践書でもあり、特に最終章「疼痛治療の訓練例」は本書全体のボリュームの半分を占め、具体的な治療の経過とその臨床思考を丁寧に解説している。



疼痛の IL DOLORE COME PROBLEMA RIABILITATIVO 認知神経リハビリテーション

最新刊

カルロ・ペルフェッティ

フランカ・パンテ、カルラ・リッツェロ、マリナ・ゼルニツ●編著

小池美納、朝岡直芽●訳／江草典政、宮本省三●監訳

●B5変形・312頁・2色刷 定価(本体5,000円+税) ISBN978-4-7639-1087-5

目次

①疼痛の解釈～その歴史(古代から現代まで)と認知神経理論の仮説

古代ギリシャからデカルトまで／デカルトからメルザックまで／リハビリテーションにどのように影響したのか?／疼痛の神経科学研究における新たな展開／ニューロマトリックス理論／慢性痛と幻肢痛における中枢神経系の可塑的变化／疼痛とリハビリテーション文化

②回復の科学へ～リハビリテーション認識論

リハビリテーションの問題としての疼痛／疼痛の分類とリハビリテーション／神経障害性疼痛の新たな仮説／認知神経リハビリテーションにおける疼痛の解釈仮説／疼痛システム

③疼痛と認知神経リハビリテーション

新しい仮説、新しい介入方法／身体-精神の関係と疼痛／情報の不整合の結果としての疼痛／疼痛症候群における情報の構築と統合：感覚的、認知的、情動的側面／意識経験、言語、そして疼痛／イメージと疼痛／認知神経リハビリテーションの基本原理と疼痛の病態解釈／認知神経リハビリテーションにおけ

る訓練の道具立て

④疼痛患者の病態の認知神経的な解釈

疼痛患者のプロフィール(評価)／疼痛を伴わない行為の選択から、テーマと関連性に着目して適切な訓練を導き出す／ある臨床例への応用にみる「プロフィール」の例

⑤疼痛のための訓練

疼痛のための認知神経リハビリテーション／現実との関係性を踏まえた疼痛のための訓練／疼痛のための訓練とその特殊性／疼痛のための訓練のグループ分類／疼痛のための訓練／訓練の構造／訓練の構造に沿って実施された訓練例

⑥臨床症例

線維筋痛症が疑われる症例／外傷による右上肢切断(肩甲上腕関節離断)後の幻肢痛／中枢神経疾患(右片麻痺)の疼痛／中枢神経疾患(左片麻痺)の疼痛／脊髄損傷で発症した神経障害性疼痛／脊髄腫瘍の手術後の神経障害性疼痛／軽微な整形外科疾患に続いて出現した神経障害性疼痛／炎症性の整形外科疾患に由来する神経障害性疼痛



理学療法における「運動のつながり」の重要性を学び役立てられる 1 冊 !!

運動のつながりから導く 姿勢と歩行の理学療法

編集 ▶ 千葉慎一 ウェルケアわきた整形外科



不良姿勢や歩行異常の原因は様々であり、外見上は同じ姿勢、歩容であってもその原因は同じとは限らない。本質的な原因を探し出して結果の出る理学療法を行うためには、様々な部位（関節）から診た姿勢や歩行を考える必要がある。本書では「運動のつながり」に着目し、様々な部位・アプローチ方法を通した「姿勢と歩行」の捉え方や評価、介入プログラムを存分に紹介。さらに、著者の臨床実践の様子を WEB 動画で分かりやすく解説している。

☆電子版あり

B5 判・232 頁・2 色刷

定価 **4,620 円**

(本体 4,200 円 + 税 10%)

ISBN978-4-8306-4587-7

〈シリーズ既刊〉

運動のつながりから導く 肩の理学療法

編集 ▶ 千葉慎一

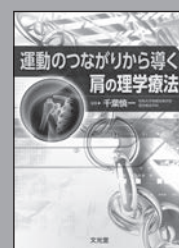
☆電子版あり

B5 判・180 頁・2 色刷

定価 **4,400 円**

(本体 4,000 円 + 税 10%)

ISBN978-4-8306-4554-9



ベテラン理学療法士による、臨床での創意工夫！その技術の集大成 !!

臨床実践

スポーツ傷害膝の 理学療法

☆電子版あり

B5 判・214 頁・2 色刷

定価 **4,950 円**

(本体 4,500 円 + 税 10%)

ISBN978-4-8306-4588-4



好評シリーズ
第 5 弾

スポーツによる膝の外傷・障害に対する敏腕理学療法士の技術とコツを 12 テーマに分けて解説。前半では、触診による機能解剖や機能評価、疾患の特徴や病態、外科的治療について紹介。後半では、外科的治療前後での介入や障害発生のメカニズム、運動連鎖を応用したアプローチを解説。また、競技レベルでの復帰を導く手法、再発予防のための取り組みについても掲載。敏腕 PT が現場で結果を出すための技術とコツを紹介する、集大成となる一冊。

教科書にはない
敏腕 PT
のテクニック

監修 松尾善美 武庫川女子大学教授

編集 橋本雅至 奈良学園大学教授

〈シリーズ既刊〉

体幹の理学療法

B5 判・192 頁・2 色刷 / ISBN 978-4-8306-4577-8

定価 4,950 円 (本体 4,500 円 + 税 10%)

☆電子版あり

肩関節の理学療法

B5 判・208 頁・2 色刷 / ISBN 978-4-8306-4567-9

定価 4,950 円 (本体 4,500 円 + 税 10%)

☆電子版あり

足部・足関節の理学療法

B5 判・194 頁・2 色刷 / ISBN 978-4-8306-4556-3

定価 4,950 円 (本体 4,500 円 + 税 10%)

☆電子版あり

変形性膝関節症の理学療法

B5 判・196 頁・2 色刷 / ISBN 978-4-8306-4541-9

定価 4,950 円 (本体 4,500 円 + 税 10%)

☆電子版あり

リハノメ
5つのポイント

どこでも学べる

オンデマンドでいつでも
どこでも学習できる

充実のコンテンツ

充実のコンテンツでたっぷり学べる
毎月新規動画を追加予定!

豪華講師陣

各分野のスペシャリストが
わかりやすく解説

定額見放題

定額制だから何度見ても
何時間見ても安心

配信スケジュール公開

毎月追加される動画の内容と
登壇する講師を事前に告知

NEW

再生専用アプリ登場!!

iOS Android
両対応アプリからのダウンロードで、
通信不要で視聴可能に!

ダウンロードはこちら↓



iOS



Android

何時
でも何処
でも何度
でも

オフライン再生!!

個人会員料金 1アカウント

料金プラン	※料金は税込 ※全て月額支払いとなります。	
リハノメパス 1	1ヵ月見放題	3,080円/月
リハノメパス 6	6ヵ月見放題	2,772円/月
リハノメパス 12	12ヵ月見放題	2,566円/月
リハノメパス 24	24ヵ月見放題	2,181円/月

クラブオフ適用料金

料金プラン	※料金は税込 ※全て月額支払いとなります。	
リハノメパス 1	1ヵ月見放題	2,464円/月
リハノメパス 6	6ヵ月見放題	2,217円/月
リハノメパス 12	12ヵ月見放題	2,053円/月
リハノメパス 24	24ヵ月見放題	1,745円/月

リハノメパス1と比べて

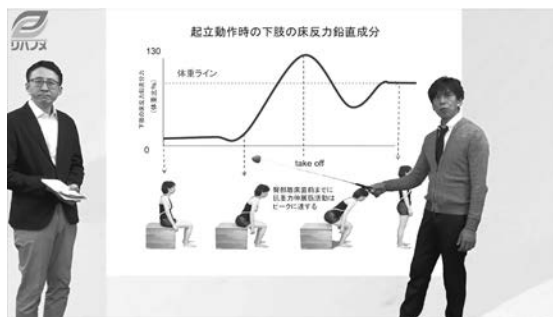
1,482円お得!

リハノメパス1と比べて

4,932円お得!

リハノメパス1と比べて

17,256円お得!

日本理学療法士
協会会員様は

20%OFF!

リハビリテーションを
『かたち』にする会社

gene

お問い合わせはこちらまでお願いいたします

株式会社 gene
セミナー事業部

☎052-325-6611

✉ seminar@gene-llc.jp

〒461-0004 愛知県名古屋市中区葵1-26-12 IKKO新栄ビル6階

最新情報、お申込みはこちら

<https://www.gene-llc.jp/rehanome/>

リハノメ

検索



