

理学療法學

Physical Therapy Japan

2021
VOL. 48
No.5

●研究論文（原著）

福山型先天性筋ジストロフィー患者における運動能力の経時的変化

…安達みちる・他

体位の違いが持続発声最終域の腹部体幹筋の筋厚に与える影響

…塙 雄太・他

通所リハビリテーションにおける余暇活動の活発さに移動の自立度と手段が及ぼす影響

…山本 光・他

女子体操競技選手における膝前十字靭帯損傷の発生状況

…内之倉真大・他

自宅近隣環境の類型別にみた生活空間の良好な地域高齢者の
身体・心理社会的特性に関する検討

…葛迫 剛・他

人工呼吸器装着患者の退院時における自立歩行の関連因子の検討

…藤原 充・他

高齢者大腿骨近位部骨折術後患者における術後 2 週時の歩行能力に関連する因子の検討

…市ノ瀬有佐・他

体表上と X 線像上で測定した carrying angle の比較

…相良優太・他

●症例報告

心停止蘇生後、急性呼吸窮迫症候群合併例に対して心臓リハビリテーションを行い、
社会復帰を遂げた一症例

…須山竜二・他

●調査報告

産後女性における睡眠障害が慢性腰痛骨盤痛の持続に与える影響

…堀邊佳奈・他

●講座

シリーズ「加齢に伴う生体の変化とその理解」

連載第 4 回 加齢に伴う呼吸・循環・腎臓機能の変化

…齊藤正和・他

シリーズ「その時バランスをどう見るか」

連載第 2 回 歩行におけるバランスをどう見るか

—歩行と立位におけるアライメントの関係—

…千代丸正志

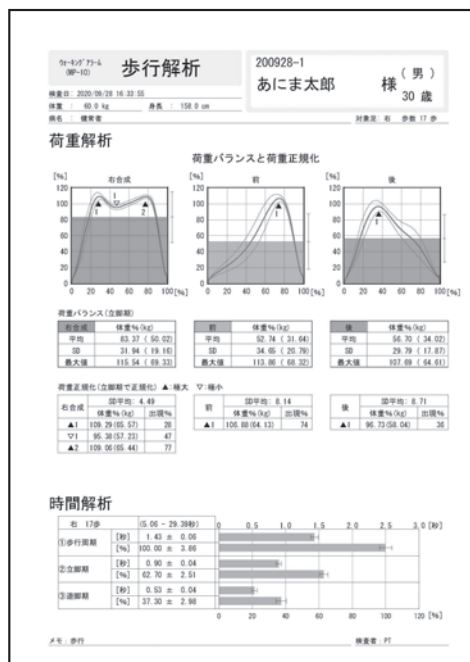
新発売 歩行の評価と訓練に

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。

評價

出力される結果レポートで、客観的な評価が可能です



出力レポートサンプル (IPG)

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。



靴式なので
サッと履いて
歩くだけ



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



理学療法学 第48巻 第5号 2021年

目 次

研究論文 (原著)

- 福山型先天性筋ジストロフィー患者における運動能力の経時的変化…………… 安達みちる・他・463
- 体位の違いが持続発声最終域の腹部体幹筋の筋厚に与える影響…………… 埜 雄太・他・473
- 通所リハビリテーションにおける余暇活動の活発さに
移動の自立度と手段が及ぼす影響…………… 山本 光・他・482
- 女子体操競技選手における膝前十字靱帯損傷の発生状況…………… 内之倉真大・他・490
- 自宅近隣環境の類型別にみた生活空間の良好な地域高齢者の
身体・心理社会的特性に関する検討…………… 葛迫 剛・他・497
- 人工呼吸器装着患者の退院時における自立歩行の関連因子の検討…………… 藤原 充・他・504
- 高齢者大腿骨近位部骨折術後患者における術後2週時の
歩行能力に関連する因子の検討…………… 市ノ瀬有佐・他・515
- 体表上とX線像上で測定した carrying angle の比較 …………… 相良 優太・他・523

症例報告

- 心停止蘇生後、急性呼吸窮迫症候群合併例に対して心臓リハビリテーションを行い、
社会復帰を遂げた一症例…………… 須山 竜二・他・530

調査報告

- 産後女性における睡眠障害が慢性腰痛骨盤痛の持続に与える影響…………… 堀邊 佳奈・他・537

講 座

- シリーズ「加齢に伴う生体の変化とその理解」
連載第4回 加齢に伴う呼吸・循環・腎臓機能の変化 …………… 齊藤 正和・他・542
- シリーズ「その時バランスをどう見るか」
連載第2回 歩行におけるバランスをどう見るか
—歩行と立位におけるアライメントの関係— …………… 千代丸正志・548

- 投稿規程…………… 553

CONTENTS Vol. 48 No. 5 2021

Research Reports (Original Article)

- Examination of Motor Function and Changes Over Time in Patients with
Fukuyama Congenital Muscular Dystrophy Adachi M., *et al.* · 463
- Effects of Posture Differences on the Thickness of Abdominal Trunk Muscles in
the Final Range of Continuous Vocalization Hanawa Y., *et al.* · 473
- Influence of Mobility Independence and Mobility Method on the Positivity of
Attitude during Leisure Activity in Outpatient Rehabilitation
Service for Long-term Care Yamamoto H., *et al.* · 482
- Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Gymnasts Uchinokura M., *et al.* · 490
- Examination of Physical and Psychosocial Factors of Elderly that Improve the Life Space
Based on the Type of Neighborhood Environment Katsurasako T., *et al.* · 497
- Examination of the Factors Related to Walking Independence at Discharge in
Patients who Required Mechanical Ventilation..... Fujiwara M., *et al.* · 504
- Factors Associated with Walking Ability Evaluated 2 Weeks after
Hip Fracture Surgery in Elderly Patients Ichinose A., *et al.* · 515
- Comparative Study of the Carrying Angle Measured from the Body Surface by
Goniometry and Radiography Sagara Y., *et al.* · 523

Case Report

- A Case of Return to Work Through Cardiac Rehabilitation for a Patient with
Acute Respiratory Distress Syndrome after Cardiac Arrest Resuscitation Suyama R., *et al.* · 530

Clinical Report

- Impact of Sleep Disturbance on Persistence of Chronic Low Back and
Pelvic Pain in Postpartum Women Horibe K., *et al.* · 537

Lecture

- Age-related Change in the Cardiopulmonary and Kidney Function Saitoh M., *et al.* · 542
- How to See the Balance when Walking:
Relationship between Walking Alignment and Static Standing Alignment Chiyomaru M. · 548

研究論文 (原著)

福山型先天性筋ジストロフィー患者における 運動能力の経時的变化*

安達みちる^{1) #} 佐藤孝俊²⁾ 安達拓³⁾ 後藤圭介⁴⁾ 圖師将也¹⁾
中村花穂¹⁾ 和田太⁵⁾ 若林秀隆⁵⁾ 石黒久美子²⁾ 七字美延²⁾
村上てるみ²⁾ 近藤和泉⁶⁾ 永田智²⁾ 石垣景子²⁾

要旨

【目的】福山型先天性筋ジストロフィー（以下、FCMD）における運動能力の経時的变化を検討する。【方法】対象はFCMD患者57名。運動能力は粗大運動能力尺度（以下、GMFM）で評価した。対象を遺伝子型で分け、各個人別にGMFMスコアの推移をみた。全症例を臨床的重症度別に、月齢とGMFMスコアの回帰分析を行い、GMFMスコアのピーク年齢を検討した。【結果】経時的变化は上昇相と下降相とに分かれ、遺伝子型では、複合ヘテロ接合型は、得点されたGMFMスコアの幅がホモ接合型より大きかった。ピーク年齢は、重症例で20ヵ月、典型例で48ヵ月、軽症例で68ヵ月だった。典型例でのピーク時のGMFMスコアはホモ接合型で28、複合ヘテロ接合型は18だった。【結論】FCMDの運動能力の経時的变化は二相性であった。臨床的重症度別ではピーク年齢に違いがみられ、典型例では複合ヘテロ接合型の方がホモ接合型より運動能力が低い傾向だった。

キーワード 福山型先天性筋ジストロフィー、運動能力、遺伝子型、GMFM

緒言

福山型先天性筋ジストロフィー（Fukuyama congenital muscular dystrophy: 以下、FCMD）は、筋障害による運動障害と脳形成時の神経細胞移動障害による知的障害を伴う。そのため、乳児期からの小児リハビリテー

ションが必須となる。1960年にFukuyamaら¹⁾が世界ではじめて報告し、遺伝形式は常染色体性劣性である。1993年にTodaら²⁾が、第9番染色体長腕31-33領域に原因遺伝子の局在を報告し、1998年に原因遺伝子 *fukutin* (*FKTN*) が同定された³⁾。日本人によって疾病の発見から原因・病態の解明まで至った例のひとつである⁴⁾⁵⁾。創始者変異として、約2000～2500年以前（縄文～弥生時代）のひとりの日本人に3kb挿入変異が発生し⁶⁾、約90人に1人が保因者といわれている⁵⁾。日本人にもっとも頻度が高く、国内の小児期発症の筋ジストロフィーではDuchenne型に次いで多い。遺伝子型は、対立遺伝子（アレル）の両側に3kb挿入変異を有するホモ接合型と、片側に3kb挿入変異、対側に点変異などの他の変異を有する複合ヘテロ接合型がある。患者の約80%がホモ接合型で、20%程度が複合ヘテロ接合型である⁷⁾⁸⁾。

FCMDは、乳児期早期からの近位筋優位の筋緊張低下と筋力低下が全身性にみられる。FCMD患者が獲得するピーク時の運動機能（最高到達運動機能）は、個人差が大きくみられる。多くの場合は歩行できないが、走行やジャンプができる極軽症な症例もみられる。FCMD

* Examination of Motor Function and Changes Over Time in Patients with Fukuyama Congenital Muscular Dystrophy

1) 東京女子医科大学リハビリテーション部
(〒162-8666 東京都新宿区河田町8-1)
Michiru Adachi, PT, Masaya Zushi, PT, Kaho Nakamura, PT:
Department of Rehabilitation, Tokyo Women's Medical University
2) 東京女子医科大学小児科
Takatoshi Sato, MD, PhD, Kumiko Ishiguro, MD, PhD, Minobu Shichiji, MD, PhD, Terumi Murakami, MD, PhD, Satoru Nagata, MD, PhD, Keiko Ishigaki, MD, PhD: Department of Pediatrics, School of Medicine, Tokyo Women's Medical University
3) 東京女子医科大学八千代医療センター心臓リハビリテーション室
Taku Adachi, PT: Cardiac Rehabilitation Room, Tokyo Women's Medical University, Yachiyo Medical Center
4) 東京女子医科大学東医療センターリハビリテーション部
Keisuke Goto, PT: Department of Rehabilitation, Tokyo Women's Medical University, Medical Center East
5) 東京女子医科大学リハビリテーション科
Futoshi Wada, MD, PhD, Hidetaka Wakabayashi, MD, PhD: Department of Rehabilitation Medicine, School of Medicine, Tokyo Women's Medical University
6) 国立長寿医療研究センター
Izumi Kondo, MD, PhD: National Center for Geriatric Medicine and Gerontology

E-mail: adachi.michiru@twmu.ac.jp

(受付日 2020年12月5日/受理日 2021年5月30日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年8月6日]

の運動機能の評価には、上田ら⁹⁾が発案し、大川ら¹⁰⁾によって改変された「福山型先天性筋ジストロフィー症における運動機能レベル」がある。運動機能を未測定、測定、座位、座位でのその場回り、いざり這い移動、つかまり立ちまたは四つ這い移動、つかまり歩行または手引き歩行、平地での手放し歩行、階段昇降の9つの機能で評価する。この中でも、座位でのその場回りやいざり移動はFCMDに特徴的な運動である。一方、臨床的重症度は最高到達運動機能によって決まり、重症例、典型例、軽症例に分類される。最高到達運動機能が座位保持不可能では重症例、座位保持可能では典型例、起立、歩行可能であれば軽症例となる¹¹⁾。典型例が約75%、重症例は約10%を占め、全体の約15%が歩行を獲得する⁷⁾¹²⁾。

臨床的重症度と遺伝子型には関連がある。Saitoら¹³⁾は、重症例に複合ヘテロ接合型が多いことを報告している。石垣¹⁴⁾は、ホモ接合型では典型例から軽症例と比較的均一な臨床像を呈するが、複合ヘテロ接合型では、いずれの臨床的重症度も示しうる中で、重症例が多い傾向を報告している。

FCMDの運動発達は遅滞するが、乳幼児期には中枢神経発達とともに運動発達も進み運動機能は向上する⁷⁾¹⁴⁻¹⁶⁾。年齢の変化に関する報告では、大澤ら¹⁵⁾は2～8歳の間に最高運動機能を呈し、石垣¹⁴⁾は典型例では3～4歳時に座位またはいざりを獲得、5～6歳ごろがピークとなる運動発達を認めるとしている。以後、加齢とともに筋組織自体は脂肪置換が進行し、また、成長による体重増加や四肢の延長も加わり、最高運動機能獲得後、しばらくその機能が維持された後、数年内に機能が喪失、退行していく。

このようにFCMDの獲得する粗大運動機能について定性的に報告されたものは確認されるが、運動能力を点数化した報告¹⁷⁾¹⁸⁾は少ない。さらにその運動能力の経時的な変化と退行の詳細を捉えた報告は見あたらない。

粗大運動能力尺度 (Gross motor function measure : 以下、GMFM) は、元来、脳性麻痺の粗大運動能力の経時的な変化、および治療的效果を判定するための評価的尺度としてカナダで考案され¹⁹⁾²⁰⁾、神経筋疾患である脊髄性筋萎縮症²¹⁾や、精神遅滞を伴い筋力および筋緊張低下を示すDown症候群²²⁾の評価にも有効と報告された。評価項目は、テストを行う肢位ごとに分けられ、臨床的な判断をもとに発達の順に並べられている。臥位と寝返り、座位、四つ這いと膝立ち、立位、歩行・走行とジャンプの5つの領域で、合計88項目を評価し、各々の領域が総合点に等しく重みをもつようパーセント得点として計算される。正常な運動能力をもった5歳以上の小児であれば、すべての項目が遂行可能とされている¹⁹⁾。

長谷川ら¹⁷⁾は、GMFMはFCMDの粗大運動機能評

価尺度として高い信頼性と妥当性が確認できたと報告した。Satoら¹⁸⁾は、先行研究において検者間評価を行い、FCMDの運動能力をGMFMで評価することは優れた信頼性があり、GMFMがFCMDの運動能力評価に有用かつ有効な尺度であることを報告している。

本研究では、FCMDの運動能力をGMFMで定期的に評価し、そのスコアと変化からFCMD児の粗大運動能力と遺伝子型での相違、経時の変化、および、退行時の運動能力の変化がどの項目で起こるかを検討した。

対 象

遺伝学的検査にて確定診断されたFCMD患者のうち、2013年10月～2018年10月までに、東京女子医科大学病院にて入院および外来にて理学療法を受けた66名中、運動能力をGMFMで評価しえた57名を対象とした。気管切開術後および終日人工呼吸器管理を要している症例、および、経過中に、治療薬の臨床試験に参加した患者のデータは外的要因の影響を受けていることより除外した。

方 法

対象の遺伝子型と臨床的重症度は、医療記録より調査した。

対象者の運動能力をGMFMで評価し、追跡可能な場合には6ヵ月以上期間をあけて再評価を行った。

GMFMは、A：臥位と寝返り、B：座位、C：四つ這いと膝立ち、D：立位、E：歩行・走行とジャンプの5つの領域で評価し、各領域の得点と総合点を計算した¹⁹⁾。

GMFMの評価を行う際には、家族の協力を得て、児が安心して運動を行い、能力を発揮できるように配慮した。また、児の疲労を考慮し十分な休息を入れながら運動を促した。個々の評価とその結果の判定は、症例を担当する理学療法士1名が行った。評価を行った理学療法士は全部で4名であり、いずれも小児理学療法を経験し事前にGMFMの研修を受けていた。

得られたデータについて以下の5項目を検討した。

1. 遺伝子型別の臨床的重症度の分布

全症例を遺伝子型で分類し、それをさらに、臨床的重症度でグループに分類した。それぞれのグループの人数を調べた。

2. 遺伝子型・臨床的重症度別のGMFMスコアの最大値と最小値、中央値の検討

全症例を遺伝子型で分類し、それをさらに、臨床的重症度でグループに分類した。各症例の総合点が高かったときのGMFMスコア (各領域と総合点) を抽出し、それぞれのグループ内において、最大値と最小値、

および、中央値を求めた。

3. GMFM スコアの経時的変化の検討

GMFM スコアの経時的変化は、各個人別に GMFM 総合点の推移を遺伝子型で分けて経過を追った。

4. 全体および臨床的重症度別における GMFM スコアが最大値を示す月齢（ピーク年齢とした）の検討

全症例および臨床的重症度別に GMFM スコアと月齢との散布図を作成し、最小二乗法を用いて、回帰モデルを検討した。回帰モデルのあてはまり度合いを示す指標として、決定係数 (R^2) を用いた。さらに、得られた回帰モデルより全症例および臨床的重症度別に、ピーク年齢を検討した。また、同様に FCMD でもっとも多い典型例について、遺伝子型別にピーク年齢を比較した。

5. 退行時に点数が低下した GMFM の各領域の下位項目の検討

継続的に GMFM 評価が行えた症例のうち、総合点の上昇と下降の2つの相がみられた患者を抽出した。総合点の下降の相が継続的に続いている状態を退行と定義した。退行がみられた患者について、総合点がもっとも高かったときと退行がはじまって1年以内の評価の下位項目の結果を比較して、GMFM の各領域のスコアが低下している下位項目を抽出した。

検討項目の4の統計学的解析には、GraphPad Prism 7 (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA) を用いた。

倫理的配慮

この研究は、東京女子医科大学倫理委員会の承認（承認番号 130905）を得て実施した。対象者の保護者には、紙面にて説明し、同意を得た。

結 果

対象の内訳は、男性 27 名、女性 30 名であり、遺伝子型は、ホモ接合型 43 名（男性 21 名、女性 22 名）、複合ヘテロ接合型 14 名（男性 6 名、女性 8 名）であった。

57 名の FCMD 患者に対し延べ 221 回の GMFM 評価を施行した。うち、治療薬の臨床試験に参加した患者のデータ 17 回を除いた 204 回を検討の対象とした。評価施行時の年齢は、ホモ接合型は 0 歳 7 ヶ月～24 歳 5 ヶ月（平均 7 歳 2 ヶ月 ± 4 歳 10 ヶ月、中央値 5 歳 10 ヶ月）、複合ヘテロ接合型は 0 歳 7 ヶ月～20 歳 0 ヶ月（平均 6 歳 3 ヶ月 ± 4 歳 7 ヶ月、中央値 4 歳 8 ヶ月）であった。

40 名の患者が 6 ヶ月以上期間をあけた再評価が 2 回以上行え、再評価の回数は 1 症例につき 2～8 回であった。最長で 5 年間の経過が追えた。

1. 遺伝子型別の臨床的重症度の分布

遺伝子型別の臨床的重症度の内訳は、ホモ接合型 43 名では、典型例 36 名 (83.7%) が大部分を占め、軽症例 5 名 (11.6%)、重症例 2 名 (4.7%) だった。一方、複合ヘテロ接合型 14 名は、典型例 8 名 (57.1%)、重症例 4 名 (28.6%)、軽症例 2 名 (14.3%) であった。遺伝子型別ではともに座位機能レベルの典型例がもっとも多くみられ、ホモ接合型は重症例が少なかった。重症例は 6 名中 4 名を複合ヘテロ接合型が占めていた。

2. 遺伝子型・臨床的重症度別の各領域の GMFM スコアの最大値と最小値、中央値

遺伝子型・臨床的重症度別の各領域の最大値と最小値、中央値の結果を表 1 に示す。全症例が得点できた領域は、A：臥位と寝返りと B：座位だった。C：四つ這いと膝立ちでは、ホモ接合型の典型例の一部と軽症例のみで得点ができた。すべての結果の中で、総合点が 0 点を示すものはいなかった。GMFM スコアの最大値と最小値・中央値は、重症例と典型例では、複合ヘテロ接合型がホモ接合型より低い傾向であり、軽症例では複合ヘテロ接合型の方が高い傾向であった（表 1）。すべての総合点において最大値は 100 で、最小値は 0.7 であり、双方とも複合ヘテロ接合型の症例だった。

3. GMFM スコアの経時的変化の検討

全症例の GMFM 総合点の経時的変化を図 1 に示す。経時的には上昇する時期と下降する時期が認められた。遺伝子型では、複合ヘテロ接合型はホモ接合型に比べ、得点されたスコアの幅が大きくばらつきが強かった。

4. GMFM スコアが最大値を示す月齢（ピーク年齢）の検討

上述のように GMFM スコアの経時的変化は、比較的急な上昇相と比較的緩やかな下降相の二相性を示し、この経過は、対数正規分布関数に近似された。全症例および臨床的重症度別、典型例での遺伝子型別、ホモ接合型全症例においても、同じく対数正規分布関数に近似され、それぞれ、グラフを作成した。 R^2 は、全症例における月齢と GMFM スコア（図 2）では、0.216、臨床的重症度別の月齢と GMFM スコア（図 3）では重症例で 0.888、典型例で 0.558、軽症例で 0.946、典型例における遺伝子型別の月齢と GMFM スコア（図 4）では、ホモ接合型で 0.656、複合ヘテロ接合型で 0.409、ホモ接合型全症例の月齢と GMFM スコアでは 0.311 であった。全症例のグラフ上での最大値を示す月齢であるピーク年齢は 60 ヶ月（5 歳 0 ヶ月）、その際の GMFM スコアは 32 であった。臨床的重症度別のグラフ上でのピーク年

表1 遺伝子型・臨床的重症度別の最大値・最小値・中央値 (%)

臨床的重症度	重症例		典型例		軽症例	
ホモ接合型 (n=43)	n=2		n=36		n=5	
複合ヘテロ接合型 (n=14)	n=4		n=8		n=2	
年齢（歳）						
ホモ接合型	2 ～ 6		1 ～ 18		4 ～ 24	
複合ヘテロ接合型	0 ～ 13		2 ～ 20		7 ～ 8	
	最大値～最小値	中央値	最大値～最小値	中央値	最大値～最小値	中央値
GMFM 総合点（％）						
ホモ接合型	11.7 ～ 8.2	10.0	39.8 ～ 2.8	21.1	85.4 ～ 7.4	84.8
複合ヘテロ接合型	11.2 ～ 3.2	6.9	24.7 ～ 0.7	14.6	100 ～ 91.7	95.9
A：臥位と寝返り						
ホモ接合型	45.1 ～ 29.4	37.3	96.1 ～ 4.0	62.8	96.1 ～ 12.0	96.0
複合ヘテロ接合型	43.1 ～ 5.9	26.6	68.6 ～ 2.0	41.2	100 ～ 98.0	99.0
B：座位						
ホモ接合型	13.3 ～ 11.7	12.5	83.3 ～ 10.0	51.0	100 ～ 25.0	90.0
複合ヘテロ接合型	15.0 ～ 3.3	10.0	58.3 ～ 1.7	29.2	100 ～ 100	100
C：四つ這いと膝立ち						
ホモ接合型	0	0	38.1 ～ 0	0	100 ～ 0	93.0
複合ヘテロ接合型	0	0	0	0	100 ～ 100	100
D：立位						
ホモ接合型	0	0	0	0	82.1 ～ 0	72.0
複合ヘテロ接合型	0	0	0	0	100 ～ 92.0	96.0
E：歩行，走行とジャンプ						
ホモ接合型	0	0	0	0	65.0 ～ 0	58.3
複合ヘテロ接合型	0	0	0	0	100 ～ 68.0	84.0

GMFMスコア (%)

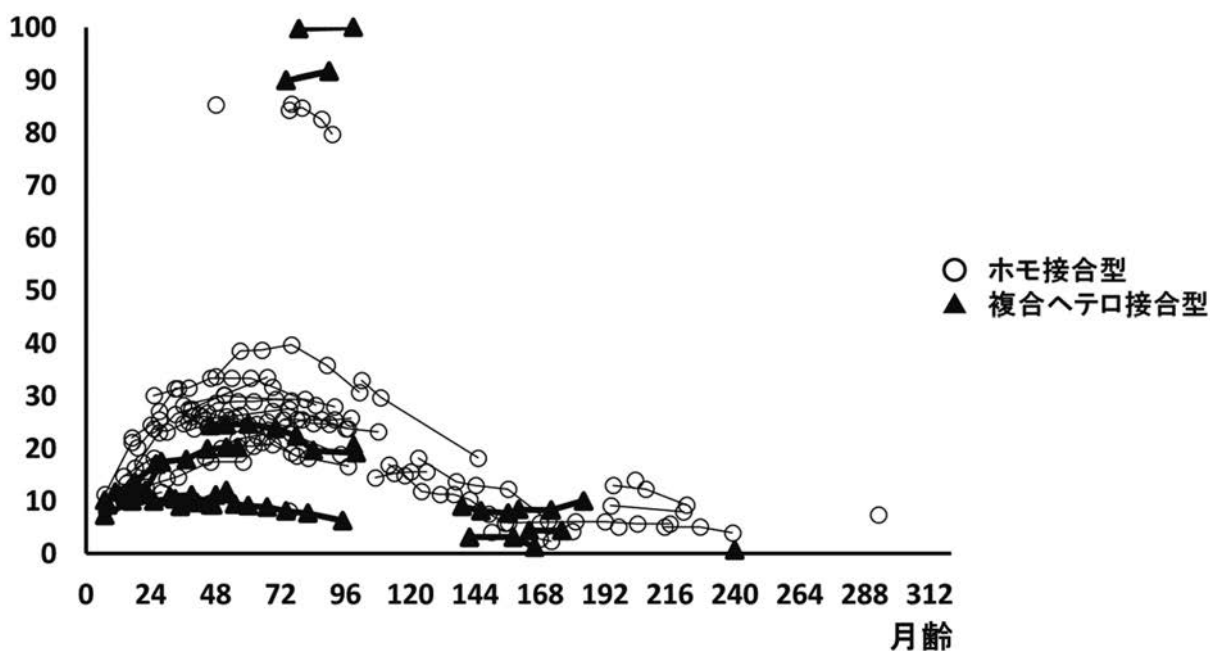


図1 各症例における月齢と GMFM スコアの経時的変化

比較的急な上昇相と比較的緩やかな下降相に分かれた。複合ヘテロ接合型はホモ接合型に比べ、得点されたスコアの幅が大きくばらつきが強かった。

GMFMスコア (%)

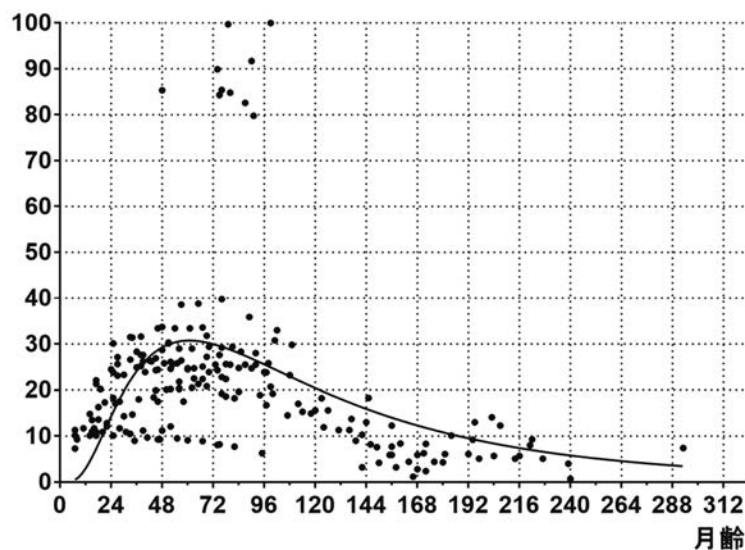


図2 全症例における月齢と GMFM スコア

対数正規分布関数に近似 ($R^2=0.216$) し、グラフ上での最大値を示す月齢 (ピーク年齢) は 60 ヶ月 (5 歳 0 ヶ月)、その GMFM スコアは 32.

GMFMスコア (%)

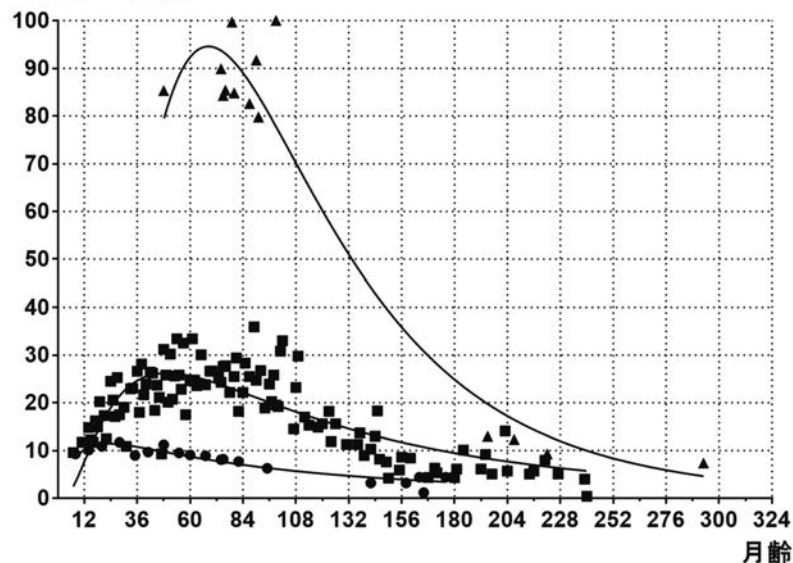


図3 臨床的重症度別の月齢と GMFM スコア

それぞれ、対数正規分布関数に近似した。重症例 ($R^2=0.888$) のグラフ上での最大値を示す月齢 (ピーク年齢) は 20 ヶ月 (1 歳 8 ヶ月)、そのときの GMFM スコアは 12. 典型例 ($R^2=0.558$) のグラフ上での最大値を示す月齢 (ピーク年齢) は 48 ヶ月 (4 歳 0 ヶ月)、そのときの GMFM スコアは 26. 軽症例 ($R^2=0.946$) のグラフ上での最大値を示す月齢 (ピーク年齢) は 68 ヶ月 (5 歳 8 ヶ月)、そのときの GMFM スコアは 94.

齢・その際の GMFM は、それぞれ、重症例で 20 ヶ月 (1 歳 8 ヶ月)、GMFM スコアは 12, 典型例で 48 ヶ月 (4 歳 0 ヶ月)、GMFM スコアは 26, 軽症例で 68 ヶ月 (5 歳 8 ヶ月)、GMFM スコアは 94 であり、軽症例ほどピーク年齢が高い傾向にあった。

典型例における遺伝子型別の検討では、ホモ接合型のグラフ上でのピーク年齢は 48 ヶ月 (4 歳 0 ヶ月) でそ

の際の GMFM スコアは 28 であり、複合ヘテロ接合型では、ピーク年齢 50 ヶ月 (4 歳 2 ヶ月)、GMFM スコアは 18 であった。典型例においては、遺伝子型別でピーク年齢に大きな差はなかったが、GMFM のスコアで複合ヘテロ接合型がホモ接合型より低い傾向であった。

ホモ接合型全症例では、ピーク年齢は 54 ヶ月 (4 歳 6 ヶ月) その GMFM スコアは 32 であった。

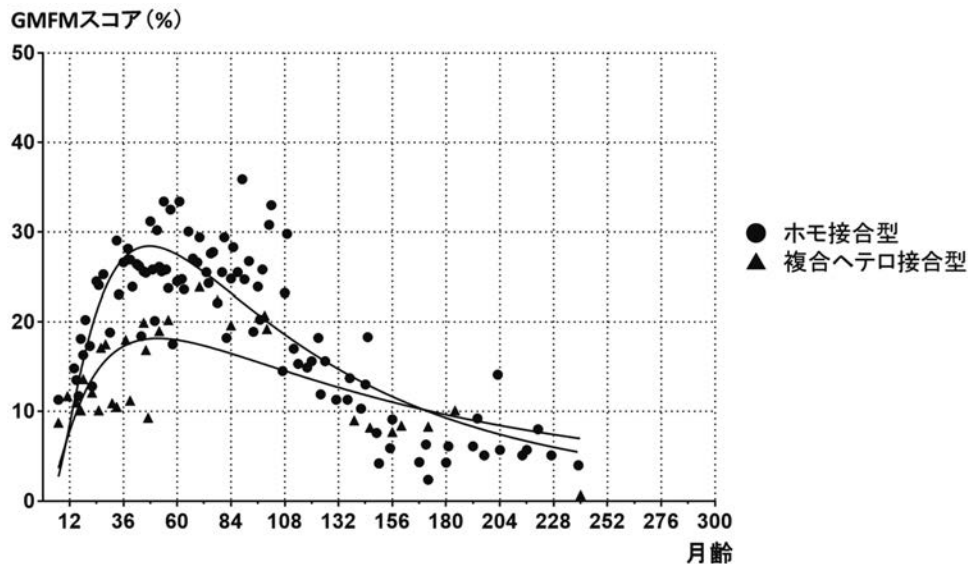


図4 典型例における遺伝子型別の月齢とGMFMスコア

それぞれ、対数正規分布関数に近似した。ホモ接合型 ($R^2=0.656$) のグラフ上での最大値を示す月齢 (ピーク年齢) は48ヵ月 (4歳0ヵ月)、そのときのGMFMスコアは28。複合ヘテロ接合型 ($R^2=0.409$) のグラフ上での最大値を示す月齢 (ピーク年齢) は50ヵ月 (4歳2ヵ月)、そのときのGMFMスコアは18。両者のピーク年齢に大きな差はなく、そのGMFMスコアは、複合ヘテロ接合型がホモ接合型より低い傾向にあった。

表2 近似グラフ上の最大値を示す月齢 (ピーク年齢) とGMFMスコア

	近似グラフ上の最大値を示す月齢 (ピーク年齢)	GMFMスコア
全症例 (n = 57)	60 (5歳0ヵ月)	32%
重症例 (n = 6)	20 (1歳8ヵ月)	12%
典型例 (n = 44)	48 (4歳0ヵ月)	26%
軽症例 (n = 7)	68 (5歳8ヵ月)	94%
典型例ホモ接合型 (n = 36)	48 (4歳0ヵ月)	28%
典型例複合ヘテロ接合型 (n = 8)	50 (4歳2ヵ月)	18%
ホモ接合型全症例 (n = 43)	54 (4歳6ヵ月)	32%

全症例および臨床的重症度別、典型例での遺伝子型別、ホモ接合型全症例の近似グラフ上の最大値を示す月齢 (ピーク年齢) とその際のGMFMスコアを表2に示す。

5. 退行時におけるGMFMの下位項目の変化の検討

上昇と下降の2つの相がみられた症例は、14名であり、うち、下降がはじまって1年以内に評価ができた症例は10名だった。10名の臨床的重症度の内訳は、重症例1名 (複合ヘテロ接合型)、典型例8名 (すべてホモ接合型)、軽症例1名 (ホモ接合型) だった。10名の各領域でスコアが低下した項目を表3に示す。スコアが低下した項目で多かったのは、A領域の項目6 (背臥位にて右上肢を正中線を越えて反対側に伸ばす) と、項目7 (背臥位にて左上肢を正中線を越えて反対側に伸ばす) が10名中4名 (40%) だった。次いでA領域の項目4 (背臥位にて右股関節と膝関節の屈曲, 全可動域)、項目5 (背臥位にて左の股関節と膝関節の屈曲, 全可動域)、B

領域の項目18 (頭部をコントロールして自分で手を引っ張って座位になる) が3名 (30%) だった。軽症例は、D領域とE領域の項目から低下していた。

考 察

FCMD患者の各遺伝子型における臨床的重症度について検討すると、ホモ接合型では典型例が83.7%、重症例が4.7%であった。一方、複合ヘテロ接合型では典型例が57.1%、重症例が28.6%とホモ接合型に比べ重症例の比率が高かった。重症例6名のうち、4名が複合ヘテロ接合型であった。この結果は、重症例では複合ヘテロ接合型に多くみられる¹³⁾、複合ヘテロ接合型ではいずれの臨床型を示す中で重症例が多い傾向にある¹⁴⁾ という先行研究と同様の結果であった。

気管切開術後および終日人工呼吸器管理を要している症例を除いた57名のFCMD患者の運動能力として、GMFMの総合点で0点を示した症例はいなかった。今

表3 GMFM 各領域でスコアが低下した項目

領域	項目	人数	臨床分類 (内訳)
A：臥位と寝返り	4. 背臥位：右の股関節と膝関節の屈曲，全可動域	3 (30%)	典型例：3
	5. 背臥位：左の股関節と膝関節の屈曲，全可動域	3 (30%)	典型例：3
	6. 背臥位：玩具に触るために右上肢を正中線を越えて反対側に伸ばす	4 (40%)	重症例：1，典型例：3
	7. 背臥位：玩具に触るために左上肢を正中線を越えて反対側に伸ばす	4 (40%)	典型例：4
	8. 背臥位：右側に寝返りして腹臥位になる	1 (10%)	典型例：1
	9. 背臥位：左側に寝返りして腹臥位になる	1 (10%)	典型例：1
	10. 腹臥位：頭部を直立させる	2 (20%)	典型例：2
	11. 腹臥位，前腕で身体を支えて：頭部を直立にし，肘を伸展し，胸も床から離れる	1 (10%)	典型例：1
	12. 前腕支持の腹臥位：体重を右前腕で支持し，対側の upper 肢を前方へ完全に伸ばす	2 (20%)	典型例：2
	13. 前腕支持の腹臥位：体重を左前腕で支持し，対側の upper 肢を前方へ完全に伸ばす	2 (20%)	典型例：2
	14. 腹臥位：右側へ寝返りして背臥位となる	1 (10%)	重症例：1
	15. 腹臥位：左側へ寝返りして背臥位となる	2 (20%)	重症例：1，典型例：1
	16. 腹臥位：手足を使って右側へ90度回旋 (pivot) する	1 (10%)	典型例：1
	17. 腹臥位：手足を使って左側へ90度回旋 (pivot) する	1 (10%)	典型例：1
B：座位	18. 頭部をコントロールして自分で手を引っ張って座位になる	3 (30%)	重症例：1，典型例：2
	20. 背臥位：右側へ寝返ってから座る	1 (10%)	典型例：1
	22. 頭部を正中位まで持ち上げ，10秒間保持する	1 (10%)	重症例：1
	25. マットの上に座り：前方へ体を傾けおもちゃに触り上肢の支持なしで再び座位に戻る	1 (10%)	典型例：1
	30. マットの上に座って：腹臥位までコントロールして姿勢を低くする	1 (10%)	典型例：1
	32. 足を前に出してマットの上に座って：左側へ体を回し四つ這い位になる	2 (20%)	典型例：2
	33. マットの上に座って：上肢を使わずに90度回旋 (pivot) する	1 (10%)	典型例：1
C：四つ這いと膝立ち	39. 四つ這い位：手と膝で体重を支え，10秒間保持する	1 (10%)	典型例：1
D：立位	52. 床から：大きなベンチにつかまって立ち上がる	1 (10%)	軽症例：1
E：歩行，走行とジャンプ	84. 立位，一方の手すりにつかまって：4段上る，交互に足を出して	1 (10%)	軽症例：1
	85. 立位，一方の手すりにつかまって：4段降りる，交互に足を出して	1 (10%)	軽症例：1

回検討した全症例がGMFMのA：臥位と寝返り領域とB：座位領域での得点が可能だったことは，FCMDは，発達経過の中で，少なくとも介助座位を含めた座位での運動能力を有しているといえる。

遺伝子型・臨床的重症度別の各領域のGMFMスコアの最大値と最小値，中央値から，重症例と典型例では，複合ヘテロ接合型がホモ接合型よりGMFMスコアが低い傾向であり，軽症例では逆に複合ヘテロ接合型の方がGMFMスコアは高い傾向であった。評価時の年齢が比較的同時期だった典型例では，ピーク時のGMFMスコアは，ホモ接合型で28，複合ヘテロ接合型で18であり，複合ヘテロ接合型の方がホモ接合型より低く同様の結果

だった。しかし，重症例の評価時年齢は，ホモ接合型は2～6歳，複合ヘテロ接合型は0～13歳，軽症例の評価時年齢はホモ接合型4～24歳，複合ヘテロ接合型では7～8歳と同時期ではなく，年齢の幅にも違いがあった。この評価時の年齢の違いが影響を与えている可能性も考えられ，今後，同時期の評価を積み重ね検討していく必要がある。GMFM総合点のすべてにおいて，その最大値100と最小値0.7はいずれも複合ヘテロ接合型であった。また，GMFMの個別での経時的経過を追った結果（図1）でも，ホモ接合型は比較的点数が均一だったが，複合ヘテロ接合型はばらつきが多く，低値から高値に分布していた。この結果は，複合ヘテロ接合型が示

す運動能力は、ホモ接合型より多様で臨床症状も様々であることを示唆している。これは、複合ヘテロ接合型では、点変異の内容によってホモ接合型より筋症状や脳の形成異常が重症となる重症例から骨間筋の筋力低下や知的発達障害などの中枢神経症状がみられない軽症例まで幅広く存在する⁸⁾との報告と一致している。今回の研究においては、複合ヘテロ接合型の症例では、3kb挿入変異でない、片側アレルの詳細な遺伝学的評価までは施行できなかった。複合ヘテロ接合型の軽症例の総合点の最高値が100であったことは、5歳以上の運動レベルをもっていることがいえる。今後その軽症例の運動能力がどのように発達、変化していくのか評価を継続し経過を追っていく必要がある。

進行性筋ジストロフィーでは、筋線維の壊死、再生が同時に認められるのが特徴とされているが、筋線維の再生は病初期程盛んに行われることが知られている¹⁵⁾。今回の研究結果から、FCMDの運動能力の経時的変化では、上昇する時期と下降する時期を示す二相性の経過を認め、ピークまでの上昇している時期には、筋組織の発達に加え筋線維の再生が活発であると考えられる。GMFMスコアが上昇している時期には、疲労に留意しながら積極的に運動を促すことが望ましいと考える。

今回作成した近似グラフ上でのGMFMスコアの最大値を示す月齢をピーク年齢とした。その結果、ピーク年齢は、全症例では60ヵ月(5歳0ヵ月)、臨床的重症度別では、重症例は20ヵ月(1歳8ヵ月)、典型例は48ヵ月(4歳0ヵ月)、軽症例では68ヵ月(5歳8ヵ月)、典型例のホモ接合型は48ヵ月(4歳0ヵ月)、典型例の複合ヘテロ接合型では50ヵ月(4歳2ヵ月)、ホモ接合型の全症例では54ヵ月(4歳6ヵ月)であった。しかし、臨床的経験を踏まえてピーク年齢を考慮すると、ピーク年齢は多少の個人差がみられ幅があると考ええる。最大値を示す月齢の前後を含めた年齢を運動能力のピーク年齢とすると、全症例では4～6歳、臨床的重症度別では、重症例は1～3歳、典型例は3～5歳、軽症例では5～7歳、典型例のホモ接合型は3～5歳、典型例の複合ヘテロ接合型では3～5歳、ホモ接合型の全症例では4～6歳になると考える。近似グラフからの結果は、我々のこれまでの経験ともよく合致する結果であり、回帰モデルのあてはまり度合いの指標である決定係数(R^2)も概ね良好であった。その一方で、全症例(図2)、複合ヘテロ接合型の典型例(図4の一部)、ホモ接合型の全症例においては良好とはいえず、これらの結果を臨床に用いる際には注意を要する。さらなる症例数の蓄積により、より優れた回帰モデルの作成が可能となり得ると考えられるが、FCMDは希少疾病であり、少なくとも短期的な解決は困難と思われた。以上、本研究の限界を踏まえたうえで、今回得られた結果は、FCMDの運動能

力の経過についてひとつの目安として考慮され、理学療法立案や施行に役立つ可能性がある。

臨床的重症度では、軽症例ほどピーク年齢は高く、運動機能レベルが高いほど運動能力のピーク年齢は高い傾向が示唆された。これらの傾向は、臨床経験からその傾向があるのではないかと考えていたが、今回はじめて明確に示すことができた。ピーク年齢において遺伝子型での違いを検討するため、FCMDでもっとも多かった典型例と比較した。結果、ピーク年齢は大きな差はなかったが、GMFMスコアは複合ヘテロ接合型の方が低い値だった。これは同じ座位レベルの典型例であっても複合ヘテロ接合型の方がホモ接合型より運動能力が低いことを示している。以前、我々はFCMDの運動機能獲得時期について、座位の獲得時期は複合ヘテロ接合型の方がホモ接合型より遅く獲得していたことを報告した²³⁾。同時に、複合ヘテロ接合型はいざり移動などの座位より高いレベルの運動機能の獲得がホモ接合型より少なかったことも報告した²³⁾。この結果も含め、典型例では複合ヘテロ接合型の座位獲得までの発達の速度が遅く、また座位での運動能力がホモ接合型より低くなる可能性が示唆された。

今回のGMFMの評価結果から見た全体的なピーク年齢は、運動と年齢に関する既存の報告より少し早い時期となっていた。これは座位機能など粗大運動機能レベルが維持されている期間において、GMFMの評価により各レベルの中での動作や四肢の動きの分析など運動能力を点数化したことで運動の詳細な変化を捉えることができ、その変化を明確に示せたのだと考える。つまり、粗大運動機能が喪失するという明確な退行の前には、すでに四肢の運動範囲の減少や各姿勢での重心移動の減少など動きに退行を示す変化が生じており、GMFM評価は粗大運動機能喪失前の退行の兆候を早期に捉えることができることが示唆された。

我々は、先行研究においてGMFMの評価で6歳未満群と6歳以上群のA:臥位と寝返り領域、およびB:座位領域において下位項目を比較した。有意に変化がみられた項目は、四肢の運動を示す項目であり、6歳未満群の四肢の運動に比し、6歳以上群の四肢の運動が有意に低下していたことを示した²⁴⁾。今回、運動能力のピーク後にあたる退行初期の変化について、各症例の経過からGMFMの各領域での下位項目の変化を検討した。症例によって違いはあるものの、典型例では四肢、特に上肢の空間での運動の項目が低下していた。これは四肢の近位筋の筋力低下に加え、体幹中枢部の安定性の欠如や成長に伴う体形・四肢の重さの変化によりこの項目が低下したと考え、退行の変化は四肢の運動の変化から生じやすいことが示唆された。臨床上「手が上がらなくなった気がする」という家族からの訴えが聞かれることも多

く、この結果を示していると考ええる。退行時の変化を検討できた軽症例はホモ接合型の1症例であった。その変化は、歩行運動より下肢の支持能力がより強く必要とされる立ち上がりと階段昇降が低下しており、デュシェンヌ型筋ジストロフィーの運動機能退行の現象と同様の傾向であった。FCMDでもっとも多い典型例においては、今回の結果である運動能力のピーク年齢と四肢の運動変化の分析から退行の兆候を見出すことができると考える。重症例、軽症例を含め、さらなる症例を増やし今後の課題として検討していく。

FCMDの運動能力として、今回の研究結果から遺伝子型で異なる傾向があること、臨床的重症度別でのピーク年齢に相違があることがわかった。このことはFCMDの理学療法の立案と施行していくうえで重要な情報である。かつ、早期のGMFMスコアの変化、および四肢の運動分析により、予後予測を踏まえて先を見込んだ適切な時期に適切な理学療法を提供できる可能性が示唆された。

本研究の限界として、今回検討したすべての症例の経時的な変化を捉えていないことと、遺伝子型、および臨床的重症度別の比較において評価時の年齢の幅が大きいたことが挙げられる。今後も引き続き、可能な限り経過を追いつつ継続的に評価して、今回の検討結果の整合性を検証していく必要がある。

結 論

本研究は、FCMDの運動能力をGMFMで評価し、遺伝子型での違い、経時的変化、および退行時の具体的変化を検討した。重症例と典型例では、複合ヘテロ接合型がホモ接合型より得点が低い傾向であり、軽症例では複合ヘテロ接合型の方が得点は高い傾向であった。複合ヘテロ接合型が示す運動能力はホモ接合型より得点の幅が広がった。また、運動能力の経時的変化では比較的急な上昇相と比較的緩やかな下降相がみられ、そのピーク年齢は、臨床的重症度別では軽症例ほど高かった。典型例においては、複合ヘテロ接合型の方がホモ接合型よりピーク時の運動能力が低い傾向だった。ピーク後の退行の初期兆候として、典型例では四肢、特に上肢の運動から変化がみられやすいことが示唆された。これらは予後予測の重要な手がかりとなり、適切な時期に適切な理学療法を提供できる可能性が示唆された。

利 益 相 反

本研究に関連した開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究は、国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター精神・神経疾患研究開発費（2-4）およびAMEDの課題番号JP20ek0109456の支援を受けた。

文 献

- 1) Fukuyama Y, Kawazura M, *et al.*: A peculiar form of congenital progressive muscular dystrophy, report of fifteen cases. *Paediatr Univ Tokyo*. 1960; 4: 5-8.
- 2) Toda T, Segawa M, *et al.*: Localization of a gene for Fukuyama type congenital muscular dystrophy to chromosome 9q31-33. *Nat Genet*. 1993; 5: 283-286.
- 3) Kobayashi K, Nakahori Y, *et al.*: An ancient retrotransposon insertion causes Fukuyama-type congenital muscular dystrophy. *Nature*. 1998; 394: 388-392.
- 4) 福山幸夫：福山型筋ジストロフィー研究の歴史と展望. *BRAIN and NERVE*. 2008; 60: 43-51.
- 5) 戸田達史, 谷口(池田)真理子, 他：福山型筋ジストロフィー：遺伝子・病態の解明, 分子標的治療を目指して. *生化学*. 2013; 85: 253-260.
- 6) 戸田達史：福山型筋ジストロフィー原因遺伝子発見—縄文・弥生時代の1人の祖先から—. *脳の科学*. 1999; 21: 428-430.
- 7) Ishigaki K: Fukuyama congenital muscular dystrophy. Clinical aspects. In: Takeda S, Miyagoe-Suzuki Y, Mori-Yoshimura M (eds): *Translational Research in Muscular Dystrophy*. Springer Japan, Tokyo, 2015, pp. 1-19.
- 8) 池田真理子：福山型先天性筋ジストロフィー. *小児科診療*. 2020; 83: 57-62.
- 9) 上田 敏, 江藤文雄, 他：先天性筋ジストロフィー症（福山型）のリハビリテーション—50例についての臨床的分析. *総合リハビリテーション*. 1975; 3: 51-64.
- 10) 大川弥生, 上田 敏, 他：福山型先天性筋ジストロフィー症（広義）の運動障害の経過についての検討. *リハビリテーション医学*. 1985; 22: 197-202.
- 11) 斎藤加代子, 近藤恵里：先天性筋ジストロフィー. *小児内科*. 2001; 33: 746-747.
- 12) 大澤真木子, 日野なおみ：福山型先天性筋ジストロフィー, 骨格筋症候群（上巻）. 諏訪靖男（編）, 日本臨床社, 大阪, 2001, pp. 97-102.
- 13) Saito K, Osawa M, *et al.*: Haplotype-phenotype correlation in Fukuyama congenital muscular dystrophy. *Am J Med Genet*. 2000; 92: 184-190.
- 14) 石垣景子：福山型筋ジストロフィー. *小児内科*. 2016; 48: 1549-1552.
- 15) 大澤真木子, 鈴木陽子, 他：ZSZ研究福山型先天性進行性筋ジストロフィー症. *日本筋ジストロフィー協会*, 東京, 1983, pp. 4-27.
- 16) Osawa M, Sumida S, *et al.*: Fukuyama type congenital progressive muscular dystrophy. In: Fukuyama Y, Osawa M, Saito K (eds): *Congenital Muscular Dystrophies*. Elsevier Science, Amsterdam, 1997, pp. 31-68.
- 17) 長谷川三希子, 新田 収, 他：福山型先天性筋ジストロフィーにおけるGross Motor Function Measureの信頼性と妥当性. *理学療法学*. 2016; 43: 439-444.
- 18) Sato T, Adachi M, *et al.*: The gross motor function measure is valid for Fukuyama congenital muscular dystrophy. *Neuromuscul Disord*. 2017; 27: 45-49.
- 19) Russell D, Rosenbaum P, *et al.*: GMFM 粗大運動能力尺度. 近藤和泉, 他（監訳）, 医学書院, 東京, 2000, pp. 1-40.
- 20) 近藤和泉：脳性麻痺のリハビリテーションに対する近年の考え方と評価的尺度. *リハビリテーション医学*. 2000; 37: 230-241.
- 21) Nelson L, Owens H, *et al.*: The gross motor function measure is a valid and sensitive outcome measure for spinal muscular atrophy. *Neuromuscul Disord*. 2006; 16: 374-380.
- 22) Russell D, Plisano R, *et al.*: Evaluating motor function in

- children with Down syndrome, validity of the GMFM. *Dev Med child Neurol*. 1998; 40: 693-701.
- 23) 安達みちる, 安達 拓, 他: 福山型先天性筋ジストロフィー患者の運動機能獲得時期の検討. 第5回日本小児理学療法学会学術大会抄録集. 2018, p. 58.
- 24) 安達みちる, 後藤圭介, 他: 福山型先天性筋ジストロフィー患者における運動能力の年齢的特徴. 第53回日本リハビリテーション医学会学術集会抄録集. 2016, p. I116.

〈Abstract〉

Examination of Motor Function and Changes Over Time in Patients with Fukuyama Congenital Muscular Dystrophy

Michiru ADACHI, PT, Masaya ZUSHI, PT, Kaho NAKAMURA, PT

Department of Rehabilitation, Tokyo Women's Medical University

Takatoshi SATO, MD, PhD, Kumiko ISHIGURO, MD, PhD, Minobu SHICHIJI, MD, PhD,
Terumi MURAKAMI, MD, PhD, Satoru NAGATA, MD, PhD, Keiko ISHIGAKI, MD, PhD
Department of Pediatrics, School of Medicine, Tokyo Women's Medical University

Taku ADACHI, PT

Cardiac Rehabilitation Room, Tokyo Women's Medical University, Yachiyo Medical Center

Keisuke GOTO, PT

Department of Rehabilitation, Tokyo Women's Medical University, Medical Center East

Futoshi WADA, MD, PhD, Hidetaka WAKABAYASHI, MD, PhD

Department of Rehabilitation Medicine, School of Medicine, Tokyo Women's Medical University

Izumi KONDO, MD, PhD

National Center for Geriatric Medicine and Gerontology

Objectives: We examined changes in motor function over time in Fukuyama congenital muscular dystrophy (FCMD) patients.

Methods: The subjects were 57 FCMD patients. Motor functions were evaluated using the gross motor function measure (GMFM). The subjects were grouped according to genotype, and GMFM score transitions were observed for each individual. We determined each GMFM score monthly and performed a regression analysis for all data obtained, using a least-squares method. The age at peak GMFM score (peak age) was also studied based on regression analysis results for all cases and for each clinical severity.

Results: The monthly course of GMFM scores showed a biphasic pattern comprised of a rapidly increasing phase, followed by a slowly decreasing phase. According to genotypes, the range of GMFM scores was greater in compound heterozygotes than in homozygotes. The peak motor function ages of severe, typical and mild cases, based on an approximated graph for each, were 20, 48 and 68 months, respectively. The peak GMFM score in typical cases was 28 for homozygous and 18 for compound heterozygous cases.

Conclusion: Changes in FCMD motor function over time showed a rapidly increasing phase, followed by a slowly decreasing phase. The peak ages, in the approximated graphs, differed according to clinical severity. Among typical cases, compound heterozygotes tended to have poorer motor skills than homozygotes.

Key Words: Fukuyama congenital muscular dystrophy, Motor function, Genotype, Gross motor function measure

研究論文 (原著)

体位の違いが持続発声最終域の腹部体幹筋の筋厚に与える影響*

埴 雄太^{1)2) #} 久保 晃³⁾ 小野田 公³⁾ 屋嘉比章紘³⁾ 平田 暖佳¹⁾⁴⁾

要旨

【目的】体位の違いが持続発声最終域の腹部体幹筋に与える影響を検討すること。【方法】健康成人30名(男性15名, 女性15名)を対象とした。超音波画像診断装置を用い腹横筋, 内腹斜筋, 外腹斜筋を安静呼吸および持続発声の最終域で測定した。発声課題は母音の/o/音, 発声量を60～70 dBで統制した。体位は背臥位, 座位, 立位の3条件とした。筋厚を課題間および体位間で比較した。筋厚変化率では体位間および男女間の比較も行った。【結果】男女ともすべての体位で安静呼吸と比較し発声課題において腹横筋, 内腹斜筋の筋厚が有意に増加した。筋厚変化率は男性の腹横筋で立位と比較し背臥位で有意な高値を示した。また, 男女とも腹横筋の筋厚変化率が内腹斜筋, 外腹斜筋と比較し高値を示した。男女間の比較では腹横筋, 内腹斜筋の筋厚変化率に有意差を認めなかった。【結論】持続発声により男女問わず, すべての体位で腹横筋筋厚の有意な増加が認められた。

キーワード 腹横筋筋厚, 持続発声, 体位

はじめに

腹横筋の代表的なエクササイズとして腹部引き込み運動(以下, Draw-in)があり, 医療やスポーツ現場など様々な分野で取り入れられている。腹横筋は, 腹部体幹筋の中でも深層のローカル筋に大きく分類され¹⁾, 脊柱の個々の分節的安定性に関与すると報告されている²⁾。また, 腰痛との関連性も報告されるなど³⁻⁵⁾, 臨床注目されている。腹横筋は胸腰筋膜に付着し, 横隔膜, 骨盤底筋とともに腹腔内圧の上昇に関与し, 腹部や腰部にコルセットを使用しているような脊柱の安定性を得ることができるといわれている⁶⁾。Draw-inは, 骨盤や脊柱を動かさず下腹部を引き込む運動であり, グローバル筋

の活動を抑制しながら, ローカル筋である腹横筋や内腹斜筋を促通する方法である⁷⁾。Richardsonら⁸⁾⁹⁾によると, 腹横筋の運動再教育においても有用であると報告されている。Springerら¹⁰⁾は, 健康群を対象に超音波画像診断装置を用い腹横筋の筋厚を計測し, Draw-in時には安静時と比較して筋厚が有意に増大したと報告しており, 多くの先行研究からDraw-inの有用性は明らかである⁸⁻¹²⁾。また, 姿勢別での検討に関しては, 背臥位と比較し端座位や四つ這いにおいて筋厚が増加したとの報告はあるが¹³⁾, 少ないのが現状である。

しかし, 临床上において, 腹横筋は内腹斜筋より深層に位置することや筋厚変化と筋電図による筋活動の関係として, 腹横筋の筋厚増大は安静時から約20%最大随意収縮(以下, MVC)までが相関があるとされ¹⁴⁾, 腹横筋エクササイズとして低レベルの随意収縮を判断しなければならぬため触診に難渋する。また, 認知症高齢者などを対象にDraw-inを実施する場合, 指示が通りにくく適切に行えているのか評価が困難であることを経験する。そのため, 様々な対象者に簡易的なトレーニング方法の立案が必要であると考え。

そこで, 本研究では日常的に誰もがやっている「発声」に着目した。布施ら¹⁵⁾によると, 安静呼吸終末と比較し, /u/音発声時, /o/音発声時に腹横筋筋厚の有意な増加がみられたと報告されている。また, 筆者ら¹⁶⁾は,

* Effects of Posture Differences on the Thickness of Abdominal Trunk Muscles in the Final Range of Continuous Vocalization

1) 国際医療福祉大学大学院
Yuta Hanawa, PT, MS, Haruka Hirata, PT, MS: Graduate School of International University of Health and Welfare

2) 国際医療福祉大学塩谷病院
(〒329-2145 栃木県矢板市富田77)
Yuta Hanawa, PT, MS: Shiroya Hospital, International University of Health and Welfare

3) 国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科
Akira Kubo, PT, PhD, Kou Onoda, PT, PhD, Akihiro Yakabi, PT, PhD: Department of Physical Therapy, School of Health Science, International University of Health and Welfare

4) 赤坂山王メディカルセンター
Haruka Hirata, PT, MS: Akasaka Sanno Medical Center
E-mail: 19s3072@giuhw.ac.jp

(受付日 2020年9月22日/受理日 2021年6月4日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年8月10日]

健康成人男性を対象に、背臥位において Draw-in と /o/ 音での持続発声最終域 (55 ~ 60 dB, 65 ~ 70 dB, 75 ~ 80 dB) における腹横筋の筋厚の比較を行ったところ、Draw-in と発声は腹横筋の筋厚増加に同等の変化が得られた。つまり、持続発声により腹横筋の筋厚変化に影響を与えることが示唆された。深呼吸を実施する場合、腹横筋、内腹斜筋、外腹斜筋、腹直筋の順で腹筋群が動員されるとの報告があるが、基本的には発声も同様であるといわれている¹⁷⁾。発声のメリットとしては、呼吸と比較し、強さや長さのフィードバックがしやすいことが挙げられる。よって、発声の方が教示として容易であり、臨床上での簡便性も高いのではないかと考えられる。また、臨床上では、対象者の全身状態や ADL の自立度、安静度等により実施可能な体位は異なる。そこで本研究は、体位の違いが持続発声における腹部体幹筋の筋厚に及ぼす影響を検討する。また、最長発声持続時間 (Maximum Phonation Time ; MPT) は、肺活量と相関があるとの報告がある¹⁸⁾。呼吸機能の違いや呼吸様式による胸郭運動の男女差も報告されている^{19) 20)}。腹部体幹筋の筋厚に関しては、Monica ら²¹⁾によると、安静時において腹横筋および内腹斜筋の筋厚は女性と比較し男性で有意に増加したと報告している。よって、発声課題において腹部体幹筋の筋厚にも男女差が生じる可能性が考えられたため、性差の検討も行った。

対象および方法

1. 対象

対象者は健康成人 30 名 (男性 15 名, 女性 15 名) とした。除外対象は、計測当日に咳や喉の痛みなど感冒症状がある者や声門閉鎖不全や呼吸・喉頭調節運動の中樞神経レベルの異常、呼吸器疾患を有する者、また腰部や骨盤帯に神経学的および整形外科的疾患を有さない者、手術既往のない者とした。

本研究は、国際医療福祉大学倫理審査委員会の承認 (承認番号: 19-10-28) を得たうえで実施し、すべての対象者には事前に研究の目的と内容を十分に説明し、同意を得たうえで行った。

2. 方法

本研究は、体位の違いが持続発声時の腹部体幹筋に与える影響を検討した。対象者には、背臥位、座位、立位の 3 つの体位で、それぞれ安静呼吸および 60 ~ 70 dB の発声課題を 2 回ずつ実施し、腹部体幹筋の筋厚を測定した。背臥位は膝関節伸展位で統一した。座位は膝関節屈曲 90° および足関節底背屈 0° になるように座面の高さを調整した。また、背もたれは使用していない。安静呼吸は、呼吸のリズムを指示しながら 3 回実施し、3 回目の呼吸終末にて超音波画像として記録した。以降、安静

呼吸による課題を安静呼吸と表記する。発声課題に関しては、方法 3) にて説明する。計測は、まず安静呼吸を行い、その後、発声課題を行った。本研究では、使用機器のセッティングや計測を円滑に進行するうえで被験者がより安楽な体位からの測定に配慮し、背臥位、座位、立位の順で行った。また、測定順序の影響を最小限にするため、疲労感等を考慮し適宜休憩を挟みながら計測を進行した。

1) 腹部体幹筋筋厚の測定

使用機器は、超音波画像診断装置 (SonoSite 社製, SonoSite180PLUS) を使用した。5 ~ 10 MHz の中心周波数を有するリニアプローブを使用し、画像表示モードは、筋厚測定に一般的に用いられる B モードとした。腹部体幹筋の測定項目として、腹横筋、内腹斜筋、外腹斜筋の筋厚を測定した。測定部位は、先行研究に基づいて、対象者の右前腋窩線上で肋骨辺縁と腸骨稜の中央部とし、プローブは右前腋窩線に直行するように置いた²²⁾。測定部位には、プローブの固定位置を再現できるようにマーキングを行った。体位の変換によりマーキング位置と測定部位がわずかに異なるため、体位ごとに触診によるランドマークの確認と超音波画像診断装置の画面上で背臥位と近似の画像になるよう十分確認を行った。計測は、超音波画像診断装置の操作経験のある理学療法士 2 名で実施した。対象者が女性の場合、腹部を計測することから、倫理的配慮より女性の理学療法士が行った。記録した静止画像は、Sonosite image manager (SonoSite 社製) でデータ変換し、パーソナルコンピュータ (以下、PC) に保存した。得られた静止画像は画像解析ソフト Image J (米国国立衛生研究所, Version 1.51j8) を用いて、画像の中央部で筋膜が平行になるように、筋厚を 0.01 mm 単位で算出した。各体位 2 回ずつ計測し、その平均値を代表値とした。筋厚変化率は以下の式で算出した²³⁾。

筋厚変化率 (%) = (発声課題時の筋厚 - 安静呼吸時の筋厚) / 安静呼吸時の筋厚 × 100

2) 検者間信頼性の検証

測定実施前に検者 2 名 (男性 1 名, 女性 1 名) が健康成人男性 4 名 (年齢: 23.5 ± 1.9 歳) を対象に、超音波画像診断装置を使用し、各体位 (背臥位、座位、立位) での各筋筋厚の測定を 2 回ずつ実施した。結果に対して、級内相関係数 (以下、ICC 2.1) を用いて測定値の検者間信頼性を確認した。

3) 発声課題の設定

使用機器は、デジタル騒音計 (日本スリーバー・サイエンティフィック社製, U11801) を使用した。発声課題における発声の大ききの指標として用いた。デジタル騒音計は、先行研究に基づき、各体位とも被験者の口元から 30 cm 離れた位置に設定した¹⁵⁾。発声課題は、母

音の /o/ 音とし、発声量を 60 ～ 70 dB の間になるように統制した。60 ～ 70 dB は、人の会話を例にとると、普通の声～大きい声の範囲の大きさである²⁴⁾。本研究では、日常会話に近く、自然と出しやすい大きさであると考え 60 ～ 70 dB に設定した。また、教示として、「息を吸ってから、できるだけ長くオー (o) と声を出し続けてください」と指示をした。測定開始前には 60 ～ 70 dB になるように各体位で十分に練習を行った。発声課題の超音波画像診断装置での測定のタイミングは発声最終域とした。最終域では一瞬呼吸を止めていただき、超音波画像診断装置の画面上で筋厚が安定したことを確認し撮像した。また、座位、立位では口元とデジタル騒音計の距離を一定に保つため、また腹筋群の活動を抑制するため、体幹が前傾しないよう注意し計測を行った。

4) 統計解析

各体位および各課題の筋厚に対して Shapiro-Wilk 検定を行い、正規分布をしていないため、課題間の筋厚の比較として、Wilcoxon の符号付順位検定を実施した。有意水準は 5% とした。腹部体幹筋筋厚の体位間の比較として、Friedman 検定を実施した。その後、下位検定として、Bonferroni 補正を行い、群間比較を実施した。有意水準は 5% とし、3 条件あるため 0.05 を 3 で除した値である 1.7% とした。また、筋厚変化率における体位と性差の要因分析として二元配置分散分析反復測定を実施した。その後、体位間の比較として、一元配置分散分析反復測定を実施した。また、男女間の比較として、対応のない t 検定を実施した。有意水準は 5% とした。なお、解析には SPSS Statistics ver.24 (IBM 社製) を用いた。

結 果

対象者の基本属性を表 1 に示す。

検者間信頼性の結果を表 2 に示す。腹横筋は、安静呼吸および発声課題ともにすべての体位で高い信頼性（安静呼吸；ICC = 0.82 ～ 0.89、発声課題；ICC = 0.84 ～ 0.98）を示した。内腹斜筋も、安静呼吸および発声課題ともにすべての体位で高い信頼性（安静呼吸；ICC = 0.71 ～ 0.93、発声課題；ICC = 0.77 ～ 0.92）を示した。外腹斜筋は、発声ですべての体位で高い信頼性（ICC = 0.87 ～ 0.97）を示した。しかし、安静呼吸では、背臥位（ICC = 0.97）、立位（ICC = 0.82）で高い信頼性を示したものの、座位（ICC = 0.45）では、十分な信頼性は得られなかった。

安静呼吸および発声課題での各体位における腹部体幹筋の筋厚変化を図 1 に示す。

男性における体位別での腹部体幹筋の筋厚の結果を表 3 に示す。課題間の比較では、安静呼吸と比較し、発声課題ですべての体位および腹部体幹筋の筋厚に有意差が

表 1 対象者の基本属性

	男性 (n=15)	女性 (n=15)
年齢 (歳)	21.7 ± 1.6	21.7 ± 1.0
身長 (cm)	172.2 ± 5.5	159.7 ± 5.2
体重 (kg)	62.9 ± 5.6	53.5 ± 3.6
BMI (kg/m ²)	21.2 ± 1.6	21.1 ± 1.9

表 2 級内相関係数 ICC (2, 1)

		背臥位	座位	立位
腹横筋	安静呼吸	0.89	0.87	0.82
	発声	0.97	0.84	0.98
内腹斜筋	安静呼吸	0.93	0.71	0.83
	発声	0.82	0.77	0.92
外腹斜筋	安静呼吸	0.97	0.45	0.82
	発声	0.91	0.97	0.87

認められた ($p < 0.05$)。体位間の比較として、腹横筋では、安静呼吸で背臥位と比較し座位および立位で有意な筋厚の増加が認められた ($p < 0.017$)。内腹斜筋では、安静呼吸で背臥位と比較し立位で、発声課題で座位および立位で有意な筋厚の増加が認められた ($p < 0.017$)。外腹斜筋では、安静呼吸で背臥位と比較し座位で有意な筋厚の減少が認められた ($p < 0.017$)。

次に、女性における体位別での腹部体幹筋の筋厚の結果を表 4 に示す。課題間の比較では、安静呼吸と比較し発声課題ですべての体位および腹部体幹筋の筋厚に有意差が認められた ($p < 0.05$)。体位間の比較として、腹横筋では、安静呼吸および発声課題で背臥位と比較し座位で有意な筋厚の増加が認められた ($p < 0.017$)。内腹斜筋では、安静呼吸で背臥位と比較し立位で、発声課題で座位および立位で有意な筋厚の増加が認められた ($p < 0.017$)。外腹斜筋では体位間で有意差は認められなかった。

最後に、体位別での腹部体幹筋の筋厚変化率の結果を表 5 に示す。まず、腹横筋、内腹斜筋、外腹斜筋ともに、体位と性差の 2 要因間に交互作用は認められなかった。体位間の比較では、男性の腹横筋で立位と比較し背臥位で有意な筋厚変化率の増加が認められた ($p < 0.05$)。男女間の比較では、背臥位および立位で外腹斜筋のみ女性と比較し男性で有意な筋厚変化率の増加が認められた ($p < 0.05$)。

考 察

本研究は、体位の違いが持続発声における腹部体幹筋筋厚に及ぼす影響を検討した。

まず、検者間信頼性の結果より、外腹斜筋の安静呼吸において座位では十分な信頼性は認められなかった。伊

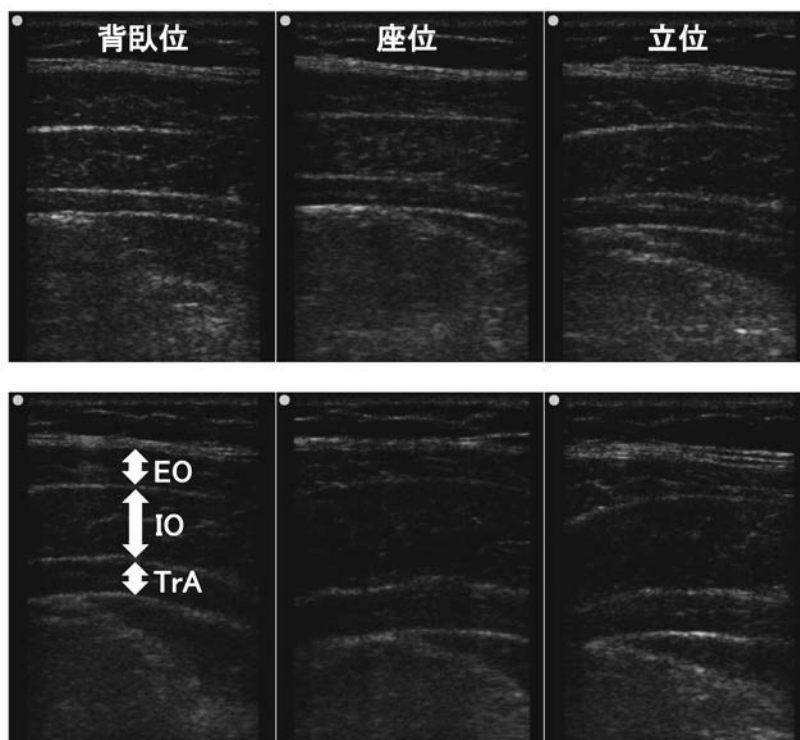


図1 各体位における腹部体幹筋の筋厚変化
上段：安静呼吸。
下段：発声課題。
TrA：腹横筋，IO：内腹斜筋，EO：外腹斜筋

表3 男性における体位別での腹部体幹筋の筋厚

		背臥位	座位	立位
腹横筋	安静呼吸	2.53(2.29, 3.13)	3.43(2.41, 3.73) [†]	3.37(2.77, 3.73) [†]
	発声	6.62(5.42, 7.47)*	6.97(5.53, 8.00)*	6.20(5.37, 7.00)*
内腹斜筋	安静呼吸	9.33(6.80, 10.45)	9.03(7.83, 11.12)	10.45(8.29, 10.78) [†]
	発声	12.34(10.52, 14.51)*	14.10(11.80, 18.25)* [†]	14.18(13.19, 18.13)* [†]
外腹斜筋	安静呼吸	6.93(5.78, 7.61)	5.30(4.76, 6.14) [†]	6.35(5.30, 6.68)
	発声	4.48(3.73, 4.88)*	4.28(3.28, 4.78)*	3.61(3.28, 4.52)*

中央値（25 パーセンタイル，75 パーセンタイル）で表記

単位：mm

*：vs. 安静呼吸 †: vs. 背臥位

表4 女性における体位別での腹部体幹筋の筋厚

		背臥位	座位	立位
腹横筋	安静呼吸	2.29(1.87, 3.07)	2.89(2.32, 3.49) [†]	2.83(2.53, 3.43)
	発声	4.88(4.11, 5.82)*	6.20(5.00, 7.17)* [†]	5.42(4.70, 5.84)*
内腹斜筋	安静呼吸	5.60(4.85, 6.86)	5.90(4.56, 7.17)	6.87(5.60, 8.07) [†]
	発声	7.65(6.50, 9.51)*	7.65(7.17, 11.38)* [†]	10.60(8.36, 11.80)* [†]
外腹斜筋	安静呼吸	4.52(4.09, 4.88)	4.09(3.85, 4.63)	3.91(3.73, 5.06)
	発声	3.49(3.19, 3.85)*	3.07(2.62, 4.09)*	3.01(2.71, 4.16)*

中央値（25 パーセンタイル，75 パーセンタイル）で表記

単位：mm

*：vs. 安静呼吸 †: vs. 背臥位

表 5 体位別での腹部体幹筋の筋厚変化率

		背臥位	座位	立位
腹横筋	男性	139 ± 52	115 ± 62	90 ± 52†
	女性	109 ± 51	107 ± 36	87 ± 34
内腹斜筋	男性	36 ± 0.2	65 ± 0.5	54 ± 0.3
	女性	37 ± 0.2	58 ± 0.4	57 ± 0.3
外腹斜筋	男性	-32 ± 0.1	-23 ± 0.2	-34 ± 0.1
	女性	-18 ± 0.2*	-18 ± 0.3	-18 ± 0.2*

平均 ± 標準偏差で表記

単位：%

*：vs. 男性 †：vs. 背臥位

藤ら²⁵⁾の報告では直立座位と姿勢を規定し、外腹斜筋がたわまないという主観的な基準でプローブ圧を統制し、ICC (2.1) が 0.71 であったと報告している。本研究では、座位で座面の高さは調整したものの、背もたれ等を使用し骨盤前後傾角を統制しなかったことが十分な信頼性を得られなかった原因と考えられる。また、プローブの押し込み圧に関しても統一しておらず、ばらつきが生じたと考える。布施ら²⁶⁾によると、筋膜がもっとも明瞭で平行線となるまで押した際のプローブの移動距離を測定し、高い信頼性が得られたと報告している。そのため、プローブの押し込み圧は客観的な数値として確認する必要があると考える。また、Leonardo ら²⁷⁾は、腹横筋の内側縁をランドマークとし、そこから 1.0 cm, 1.5 cm, 2.0 cm の箇所の筋厚をそれぞれ計測し、高い信頼性が得られたと報告している。そのため、画像上の筋厚を測定する際は、ランドマーク等を規定することで信頼性の改善につながると考える。

課題間の比較として、男性、女性ともに背臥位、座位、立位のすべての体位で腹横筋および内腹斜筋の筋厚の有意な増加が認められた。これは、背臥位で Draw-in を実施した先行研究とも同様の結果であった²⁸⁾²⁹⁾。また、腹横筋と内腹斜筋の筋厚と筋活動の間には正の相関があると報告されている¹⁴⁾²²⁾。外腹斜筋に関しては、すべての体位で有意に筋厚の減少が認められた。先行研究では、Draw-in により外腹斜筋の筋厚が減少した報告¹⁶⁾もあれば増加したとの報告³⁰⁾もあり、一定の知見は得られていない。また、体位による外腹斜筋の筋厚変化に関しても、背臥位では筋厚が増大し、座位および立位では筋厚が減少するなど増減は様々である³¹⁾。そのため、本研究の持続発声では、すべての体位で腹横筋、内腹斜筋といった腹部深層筋の筋活動を促進できたと考えられる。しかし、外腹斜筋の筋活動を超音波画像診断装置で判断することは困難であるとされ¹⁴⁾、本研究の結果から外腹斜筋の筋活動が抑制できていたかは確かではない。

次に、体位間の比較として、安静呼吸では、背臥位と比較し座位、立位で腹横筋および内腹斜筋の筋厚の増加

が認められた。先行研究では安静時での筋厚を体位別で比較した報告が多く、背臥位から立位、座位から立位といった体位の変化による腹筋群の筋活動の増加が報告されている¹⁴⁾²²⁾³²⁾。しかし、本研究では、座位と立位の間に有意差は認められなかった。この原因としては、座位姿勢における骨盤前後傾角を統制しなかったことが考えられる。先行研究によると、骨盤後傾位では、筋厚が有意に増加したとの報告もあり³³⁾、骨盤後傾位による安楽な座位で計測した被験者が多かったことが予測される。そのため、腹筋群の筋活動が減少しやすい骨盤後傾位で筋厚の増加がみられていることから、筋活動ではなく、姿勢変化の影響が考えられる。

発声課題では、女性で背臥位と比較し、座位で腹横筋の筋厚の有意な増加が認められた。また、内腹斜筋に関しては、男女とも背臥位と比較し、座位、立位で有意な筋厚の増加が認められた。運動課題での体位間の比較を行った先行研究は散見される程度であり少ないのが現状である。大庭ら¹³⁾によると、Draw-in により背臥位と比較し、端座位、四つ這いで腹横筋の筋厚の増加が認められている。また、Mew³⁴⁾も背臥位と比較し立位で有意な腹横筋の筋厚の増加を報告している。本研究の結果は女性の腹横筋に関して、先行研究と類似の筋厚変化であると考えられる。背臥位と比較し、座位や立位では、姿勢変化による腹筋群の活動に加え、発話においても重力の影響で下降した腹部臓器や横隔膜を挙上するために腹筋群の活動がより必要であるとされる¹⁷⁾。持続的な発話を行う場合は、機能的残気量より低肺気量になると腹筋群が動員されるとの報告がある³⁵⁾。また、機能的残気量は体位の影響を受け、立位から背臥位になるにつれて、予備呼吸量も低下する³⁶⁾。しかし、本研究の結果から体位の変化による筋厚への影響は考えられるが、呼吸量の低下が腹横筋の筋厚変化に影響を及ぼしたかは定かではない。男性は体位間で有意差は認められなかった。佐野ら²⁰⁾の呼吸様式に関する先行研究では、胸式呼吸では女性下部胸郭、男性では腹部の運動が増加、腹式呼吸では男女とも腹部の運動が増加、女性は上部胸

郭も運動が増加したと報告がある。つまり、呼吸は女性の方が胸郭運動に影響を及ぼすと考えられる。よって、男性は背臥位でも胸郭拡張性への影響が少なく、肺活量が維持され、座位や立位と筋厚変化に差がなかったと考える。大谷ら³⁷⁾によると、努力性呼気時の腹横筋筋厚変化率と努力性肺活量に相関があったと報告している。しかし、本研究では呼吸様式に関して詳細な検討は行っていない。腹横筋の筋厚変化と呼吸機能の関係性の報告は少なく、直接的な関係性については今後、明らかにしていく必要がある。

筋厚変化率に関しては、二元配置分散分析反復測定を実施し、体位および性差間で交互作用は認められなかった。よって、すべての体位で男女による腹横筋の筋厚変化率への影響は少ないと考えられる。体位間の比較では、男性のみ腹横筋で立位と比較し、背臥位で有意な筋厚変化率の増加が認められた。筋厚変化率は、安静呼気と発声最終域の筋厚の差の割合である。つまり、背臥位ではその差が大きいことを示している反面、発声最終域の筋厚に体位間で有意差がないことから、座位、立位では安静時においても抗重力的な働きによる腹横筋筋厚が増大し、さらに姿勢変化により腹筋群の筋厚変化が生じていることがわかる。これは金子ら³³⁾による安静呼気終末時の側腹筋筋厚を背臥位、座位、立位で比較した研究においても、背臥位と比較し座位、立位で腹横筋の筋厚が有意に増大したとの報告と同様の結果になった。これらの変化は、腹部臓器などに対する抗重力的な働きや呼吸による影響であるとされる³³⁾。これに対し、女性は安静呼気の筋厚と発声課題の筋厚がともに、背臥位、立位、座位の順に厚くなる傾向を示したことから、体位間で筋厚変化率に有意差が認められなかったと考えられる。また、男女とも各体位で腹横筋、内腹斜筋、外腹斜筋の筋厚変化率を比較すると、腹横筋の筋厚変化率をもっとも高い値を示した。これも先行研究と同様の結果が得られた³⁸⁾。これより、どの体位においても発声がおもに腹横筋の筋厚変化に影響を及ぼすことがわかり、収縮できているかを判断する機能評価の一助になると考える。

最後に、男女間の比較であるが、Draw-inをはじめ、腹部体幹筋のトレーニングを男女間で比較した研究は少ないのが現状である。まして発声課題による報告はない。発声は、声の高低や強弱、持続など様々な要素が存在する。持続に関しては、肺活量などの呼吸機能との関連が報告されている¹⁸⁾。また、呼吸様式の違いや職業、部活動といった背景因子などが影響すると考えられる。本研究では、個体間での影響を除くため筋厚変化率で男女間の比較を行った。その結果、腹横筋の筋厚変化率において男女間で各体位とも有意差は認められなかった。よって、本研究で行った持続発声は、男女とも同等の腹

横筋の筋厚変化であることが考えられる。

本研究の結果より、腹横筋の筋厚変化率は背臥位でもっとも大きかったが、男女ともすべての体位で発声課題により腹横筋筋厚の有意な増加が認められた。また、筋厚変化率では、腹横筋が3筋の中でもっとも高い値を示したことから、持続発声は腹横筋の筋厚変化に影響を与える課題であることが示唆された。そのため、「おー」とできるだけ長く発声するという容易な方法、そして実施しやすい体位で、男女問わず実施可能な腹横筋のエクササイズであることが明らかとなった。临床上は、全身状態や身体機能、安静度等の観点から遂行可能な体位が異なることから、本研究の結果は有意義であると考ええる。

本研究の限界としては、発声量（声の大きさ）に関して、本研究では、日常生活の会話レベルに近い60～70 dBに設定した。しかし、声の大きさには個人差があることから、被験者の発声機能に合わせた発声量により条件設定を行う必要があると考える。また、上記でも述べた通り、骨盤前後傾角の設定に関して、本研究で座位に関して詳細な指示は与えなかった。そのため、骨盤前後傾による影響を考慮していない。発声課題中の骨盤も制動していないことから姿勢変化による影響が含まれている可能性がある。また、本研究では対象者数が男女15人ずつと少ないことが挙げられる。発声は様々な要素が影響するため、筋厚変化にも様々な特徴や関係性があると予測される。そのため、被験者数の増加による検証が求められる。計測の順番においては、背臥位、座位、立位の順で計測を実施しており、順序効果を考慮しランダムで行う必要があったと考える。

安静呼気における各体位での腹横筋筋厚に関して、背臥位と比較し座位、立位で有意な増加が認められ、これらは抗重力的な働きや呼吸の影響が考えられるが、筋厚変化はわずかであり、その臨床的意義についての言及は本研究の限界といえる。そのため、体位条件に加え、安静時における呼吸条件を変え検討することで、その筋厚変化の意義を捉えられる可能性があると考ええる。

そして、本研究の結果で外腹斜筋の筋厚は安静呼気と比較し発声課題において減少した。これは、筋活動が減少したとは考えにくく、腹横筋や内腹斜筋など近接する筋の収縮に伴う圧迫や呼気の増大に伴う腹腔内臓器の圧迫、外腹斜筋の遠心性収縮が生じ、筋厚が減少したと予測される。しかし、それらメカニズムについては検討が必要であり、そのひとつとして筋電図を使用し、筋活動も併せて計測する必要があると考えている。また、本研究では、筋厚を計測する場所を3筋が撮像された画像の中央部と定義しているものの、持続発声による収縮に伴う腹側および背側への腹部体幹筋の移動の程度は明らかではなく、各体位で同部位を正確に計測できていない可

能性がある。Hides ら³⁹⁾によると、背臥位にて収縮に伴い腹横筋が側方へ移動したと報告している。しかし、体位の違いによる移動量への影響についての言及はない。そのため、筋厚変化のみでなく、体位に応じた移動量も考慮し計測を行っていく必要があると考える。

今後の展望として、対象者の発声機能から発声量を群分けし、持続発声を行うことで、より腹横筋エクササイズとして効率的な dB 量を明らかにすることが可能であると考え。また、骨盤前後傾角で筋厚が変化するように、円背姿勢により呼吸機能に影響するとの報告もある。よって、同時に発声機能にも影響することが考えられるため、高齢者での検討や円背指数の違いによる比較を行い、臨床上での有用性を検証していこうと考える。また、持続発声による筋厚変化と呼吸機能や MPT との関係性を検討することで、発声による腹横筋の機能評価の立案につながると考える。そして、なにより腹横筋の筋厚変化と筋活動の関係について、Reeve ら⁴⁰⁾は 20%MVC 以下の弱い収縮では、関連性を認めるが、それ以上の収縮では関連性が低下すると報告している。そのため、本研究で行った発声課題がこの範囲での変化であるのか、今後検証が必要であると考え。また、本研究は横断的に筋厚変化をみた結果である。そのため、持続発声による筋厚変化を縦断的に計測することで、Draw-in などの体幹安定化運動としての腹横筋のトレーニング効果を検証、そして慢性腰痛患者の疼痛改善や QOL 向上につながるか介入効果を明らかにしていく必要があると考える。

結 論

本研究では、母音の /o/ 音で 60 ~ 70 dB の発声量による持続発声により、男女とも、背臥位、座位、立位のすべての体位で腹横筋筋厚の有意な増加が認められた。また、男女間の比較では、筋厚変化率において有意差は認められなかった。

利 益 相 反

本研究にあたり、開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Bergmark A: Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1989; 230: 1-54.
- 2) Carolyn R, Julie H, *et al.*: 腰痛に対するモーターコントロールアプローチ—腰椎骨盤の安定性のための運動療法. 斎藤昭彦 (監訳), 医学書院, 東京, 2008, p. 15.
- 3) Hodges PW, Richardson CA: Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *J Spinal Disord.* 1998; 11: 46-56.
- 4) Hodges PW, Richardson CA: Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine.* 1996; 21: 2640-2650.
- 5) Hodges PW, Richardson CA: Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics.* 1997; 40: 1220-1230.
- 6) Hides JA, Jull GA, *et al.*: Long-term effects of specific stabilizing exercises for first episode low back pain. *Spine.* 2001; 26: E243-E248.
- 7) Richardson C, Hodges P, *et al.*: Therapeutic exercise for spinal stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach. Churchill Livingstone, New York, 1999, pp. 31-40, 125-143.
- 8) Richardson CA, Jull GA: Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe? *Man Ther.* 1995; 1: 2-10.
- 9) Richardson CA, Hodges PW, *et al.*: Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization: A Motor Control Approach for the Treatment and prevention of Low Back Pain (2nd edition). Churchill Livingstone, New York, 2004, pp. 77-92.
- 10) Springer BA, Mielcarek BJ, *et al.*: Relationships among lateral abdominal muscles, gender, body mass index, and hand dominance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006; 36: 289-297.
- 11) Urquhart DM, Hodges PW, *et al.*: Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. *Man Ther.* 2005; 10: 144-153.
- 12) Lariviere C, Gagnon D, *et al.*: Reliability of Ultrasound Measures of the Transversus Abdominis: Effect of Task and Transducer Position. *PM&R.* 2013; 5: 104-113.
- 13) 大庭研二, 佐久間崇, 他: 姿勢変化に伴う draw-in 時の腹横筋筋厚の変化. *静岡理学療法ジャーナル.* 2017; 35: 39-43.
- 14) Hodges PW, Pengel LH, *et al.*: Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve.* 2003; 27: 682-692.
- 15) 布施陽子, 矢崎高明, 他: 母音発声と腹横筋活動との関連性. *PT ジャーナル.* 2015; 49: 1055-1057.
- 16) Hanawa Y, Kubo A, *et al.*: Differences in the transversus abdominis thickness during various motor tasks in the supine position. *J Phys Ther Sci.* 2019; 31: 975-978.
- 17) 解良武士: 発声発話器官としての胸郭・呼吸筋の構造と特性. *Jpn J Clin Res Dys.* 2016; 6: 34-40.
- 18) 柳原尚明, 小池靖雄: 持続発声と呼吸機能. *音声言語医学.* 1969; 10: 37-45.
- 19) 沢谷洋平, 石坂正大, 他: 若年健常者の性別毎の部位別筋肉量と呼吸機能および呼吸筋力の関係. *国際医療福祉大学学会誌.* 2019; 24: 27-32.
- 20) 佐野直樹, 山田拓実, 他: 3次元運動解析による呼吸様式の比較. *東京保健科学学会誌.* 1999; 1: 226-229.
- 21) Monica R, Theresa S, *et al.*: Gender Differences on Ultrasound Imaging of Lateral Abdominal Muscle Thickness in Asymptomatic Adults: A Pilot Study. *PM&R.* 2013; 5: 374-380.
- 22) Misuri G, Colagrande S, *et al.*: In vivo ultrasound assessment of respiratory function of abdominal muscles in normal subject. *Eur Respir J.* 1997; 10: 2861-2867.
- 23) 堀 弘明, 堀 亨一, 他: 腹横筋厚変化率および骨盤傾斜角・股関節形態からみた変形性股関節症患者の特徴. *理学療法学.* 2016; 43: 213-221.
- 24) 埼玉県深谷市ホームページ 騒音の大きさの目安. http://www.city.fukaya.saitama.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/31/souon_ookisa.pdf (2020年7月20日引用)
- 25) 伊藤秀幸, 諸井典子, 他: 安静時における側腹筋厚測定の検者間信頼性と臨床的有効最小誤差—超音波診断装置を使用して—. *理学療法科学.* 2012; 27: 559-563.

- 26) 布施陽子, 福井 勉, 他: 超音波診断装置による腹横筋厚測定の信頼性の検討. 文京学院大学保健医療技術学部紀要. 2010; 3: 7-12.
- 27) Leonardo O, Chris G, *et al.*: An investigation of the reproducibility of ultrasound measures of abdominal muscle activation in patients with chronic non-specific low back pain. *Eur Spine J.* 2009; 18: 1059-1065.
- 28) Mannion AF, Pulkovski N, *et al.*: Abdominal muscle size and symmetry at rest and during abdominal hollowing exercises in healthy control subjects. *J Ana.* 2008; 213: 173-182.
- 29) Hides J, Wilson S, *et al.*: An MRI investigation into the function of the transversus abdominis muscle during "drawing-in" of the abdominal wall. *Spine.* 2006; 31: 175-178.
- 30) 西村里津, 松永千亜紀, 他: Draw-in 動作が側腹筋へ与える影響—腰痛体操に Draw-in 動作を併用した場合—. 保健科学研究誌. 2015; 12: 59-64.
- 31) 杉本孝宗, 横川正美, 他: 腹部引き込み運動および呼吸筋運動時の姿勢別における腹横筋の筋厚変化. 理学療法科学. 2015; 30: 385-388.
- 32) Snijders CJ, Bakker MP, *et al.*: Oblique abdominal muscle activity in standing and in sitting on hard and soft seats. *Clin Biomech.* 1995; 10: 73-78.
- 33) 金子秀雄, 佐藤広徳, 他: 姿勢が側腹筋厚に及ぼす影響. 理学療法科学. 2006; 21: 255-259.
- 34) Mew R: Comparison of changes in abdominal muscle thickness between standing and crook lying during active abdominal hollowing using ultrasound imaging. *Man Ther.* 2009; 14: 690-695.
- 35) Draper MH, Ladefoged P, *et al.*: Respiratory muscles in speech. *J Speech Hear Res.* 1959; 2: 16-27.
- 36) Boren HG, Kory RC, *et al.*: The veterans administration-army cooperative study of pulmonary function:II. The lung volume and its subdivisions in normal men. *Am J Med.* 1966; 41: 96-114.
- 37) 大谷啓尊, 糸谷圭介, 他: 健常者における超音波画像診断による側腹筋厚と呼吸機能パラメーターとの関係性. 臨床運動療法研究会誌. 2011; 13: 16-19.
- 38) Teyhen DS, Bluemle LN, *et al.*: Changes in lateral abdominal muscle thickness during the abdominal drawing-in maneuver in those with lumbopelvic pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009; 39: 791-798.
- 39) Hides JA, Wong I, *et al.*: Assessment of abdominal muscle function during a simulated unilateral weight-bearing task using ultrasound imaging. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; 37: 467-471.
- 40) Reeve A, Dilley A: Effects of posture on the thickness of transversus abdominis in pain-free subjects. *Man Ther.* 2009; 14: 679-684.

〈Abstract〉

Effects of Posture Differences on the Thickness of Abdominal Trunk Muscles in the Final Range of Continuous Vocalization

Yuta HANAWA, PT, MS, Haruka HIRATA, PT, MS
Graduate School of International University of Health and Welfare

Yuta HANAWA, PT, MS
Shioya Hospital, International University of Health and Welfare

Akira KUBO, PT, PhD, Kou ONODA, PT, PhD, Akihiro YAKABI, PT, PhD
Department of Physical Therapy, School of Health Science, International University of Health and Welfare

Haruka HIRATA, PT, MS
Akasaka Sanno Medical Center

Objective: To examine the effects of posture differences on the thickness of the abdominal trunk muscles in the final range of continuous vocalization.

Methods: Thirty healthy individuals (15 men and 15 women) were included in this study. The transversus abdominis, internal oblique, and external oblique muscles were measured in the final range of resting expiration and continuous vocalization using ultrasonography. The vocal task was the vowel /o/ sound and the amount of vocalization was controlled at 60–70 dB. The three postures were supine, sitting, and standing. The thickness of the three abdominal muscles were compared between tasks and between postures. The rate of change in thickness of these muscles was also compared between postures and between genders.

Results: The thickness of the transversus abdominis and internal oblique muscles was significantly greater during the vocalization task than during resting expiration in all the postures for both men and women. The rate of change in thickness of the transversus abdominis muscle was significantly higher in the supine posture than in standing posture in men. In addition, in both men and women, the rate of change in thickness of the transversus abdominis muscle was higher than that of the internal oblique and external oblique muscles. No significant difference was observed in the rate of change in thickness of the transversus abdominis and internal oblique muscles between men and women.

Conclusions: Continuous vocalization was observed a significant increase in the thickness of the transversus abdominis in all postures regardless of gender.

Key Words: Thickness of the transversus abdominis, Continuous vocalization, Posture

研究論文 (原著)

通所リハビリテーションにおける余暇活動の活発さに 移動の自立度と手段が及ぼす影響*

山本 光^{1)2)#} 滝澤恵美³⁾ 岩井浩一⁴⁾

要旨

【目的】通所リハビリテーションで実施される余暇活動の活発さに、移動能力が及ぼす影響を調べた。【方法】通所リハビリテーションを利用する65歳以上の97名(男性30名、女性67名)を対象者とした。余暇活動の活発さは評価者1名が対象者を観察し、活動性と対人関係を評価した。移動能力は施設内での移動の自立度(介助、見守り、自立)と手段(車いす、歩行)を調べ、他の独立変数として年齢、性別、主疾患、要介護度、上肢機能、認知機能、活動時の姿勢を調べた。これらの変数が活動性と対人関係に及ぼす影響を分析するために一般化推定方程式を用いてオッズ比を求めた。【結果】移動自立度と認知機能が高いことが活動性と対人関係を高めた。移動手段が車いすであることが活動性を高めた。移動が自立であることは認知機能よりもオッズ比が大きかった。【結論】余暇活動の活発さには、移動手段の違いや認知機能を考慮してもなお、移動の自立度が影響する。

キーワード 通所リハビリテーション、余暇活動、移動自立度、移動手段

はじめに

生活期リハビリテーション(以下、生活期リハ)の関係職種には、対象者の日常生活の活動性を高め、さらに生きがいやQuality of Life(以下、QOL)を向上させるために、「心身機能」・「活動」・「参加」の各要素にバランスよく働きかけることが求められている¹⁾²⁾。しかし、現状では「活動」や「参加」への働きかけが不足していると指摘されている¹⁾²⁾。通所リハビリテーション(以下、通所リハ)では運動(「心身機能」)の他に、余暇活動の場を設けることで、利用者が主体的に趣味活動やレクリエーション等に参加し(「活動」)、他者と交流する

(「参加」)機会を支援している³⁾。高齢者にとって、余暇活動は生きがいや幸福感と関係することから⁴⁾、通所リハにおいても余暇活動の重要性は認識されている。しかし、通所リハ利用者が余暇活動に主体的に取り組み、他者と積極的に交流を図るといった「活発さ」に関する支援のあり方は十分に検討されていない。通所リハ利用者が主体的に余暇活動に参加することに影響する要因を明らかにすることは、「活動」や「参加」をより活発にする支援のあり方を検討するうえで重要である。

地域在住高齢者の余暇活動や社会活動には、身体機能や歩行能力が関連する⁵⁾⁶⁾。歩行あるいは車いすといった移動の手段を問わず移動が自立していることは、日常生活のみならず余暇活動への参加においても重要である⁷⁾。これは、移動の自立には自らの身体を移動させる能力としての“自立”の意味と、自らの意思に基づき行動を選択できるという“自律”の2つの側面があるためである⁸⁾。したがって、通所リハで実施される余暇活動において利用者の自立した移動を支援することは、動作としての移動の支援のみならず、主体性を尊重した活動機会を提供することにつながる。

要支援および要介護高齢者が生活する施設では、転倒や離床等のリスク管理の面から能力以上に移動の自立度が制限され、対象者の活動機会は損なわれやすい状況に

* Influence of Mobility Independence and Mobility Method on the Positivity of Attitude during Leisure Activity in Outpatient Rehabilitation Service for Long-term Care

1) 医療法人社団青洲会神立病院リハビリテーション科

(〒300-0011 茨城県土浦市神立中央5-11-2)

Hikaru Yamamoto, PT, MSc: Department of Rehabilitation, Kandatsu Hospital

2) 茨城県立医療大学大学院保健医療科学研究科

Hikaru Yamamoto, PT, MSc: Graduate School of Health Sciences, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences

3) 茨城県立医療大学保健医療学部理学療法学科

Megumi Takizawa, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences

4) 茨城県立医療大学保健医療学部人間科学センター

Koichi Iwai, PhD: Center for Humanities and Sciences, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences

E-mail: kandatsureha@seisyuukai.org

(受付日 2020年11月20日/受理日 2021年6月9日)

[J-STAGEでの早期公開日 2021年8月17日]

ある⁹⁾。施設入居者を対象とした調査では、対象者は1日を通して不活動であったと報告されている¹⁰⁾¹¹⁾。しかし、これらの先行報告では移動能力の影響は考慮されておらず、施設内での移動の自立度がどのような影響を及ぼすかについては明らかにされていない。また、施設内での日中の活動状況に関連する要因を調査した先行研究¹²⁾¹³⁾は散見されるが、歩行者と車いす利用者を同時に検討した報告は少なく、移動手段の違いが余暇活動に及ぼす影響は不明である。抗重力活動として歩行は心身機能の維持に有益である。しかし、歩行に見守りや介助を要することで自立度が低下することが、余暇活動の参加程度に影響を及ぼす可能性がある。したがって、移動の手段と自立度を分けてその影響力を検討する必要がある。

余暇活動に強く影響する要因として認知機能が挙げられる¹⁴⁻¹⁶⁾。その他、年齢や性別¹⁷⁻¹⁹⁾、要介護度²⁰⁾によって、余暇活動の内容や活動時間が異なることが報告されている。これらは互いに影響を及ぼすことから、各々の要因による影響を考慮したうえで、移動の自立度や手段が余暇活動に及ぼす影響を検討する必要がある。

そこで本研究は、通所リハで実施される余暇活動において、要支援および要介護高齢者の活動状況や他者交流に、移動能力としての自立度と移動手段が及ぼす影響を明らかにし、通所リハでの余暇活動をより活発にする移動支援のあり方について検討することを目的とした。

対象および方法

1. 対象者

当施設において6時間以上7時間未満型の通所リハを利用している65歳以上の要支援または要介護認定者144名に協力を募り、そのうち当施設利用開始から3ヵ月以上経過している97名(平均年齢 83.2 ± 7.3 歳、男性30名、女性67名)を対象者とした。除外基準は、1)評価期間中に入院や体調不良により当施設の利用を中断した者、2)失語症等の高次機能障害を有する者とした。対象者の要介護度は、要支援1が1名、要支援2が6名、要介護1が32名、要介護2が37名、要介護3が15名、要介護4が5名、要介護5が1名であった。すべての対象者またはその家族に対して本研究の趣旨と内容、データ利用に関する説明を行い、書面にて同意を得た。

本研究は茨城県立医療大学倫理委員会の承認(承認番号第792)を得て実施した。

2. 方法

1) 余暇活動の内容と実施方法

当施設の通所リハは、午前中に個別リハビリテーションと入浴、午後(12:30~15:00)は余暇時間として対象者が自らの意思で活動内容を選択できるようにプログ

ラムされている。この余暇時間内の活動を余暇活動とした。余暇活動は介護スタッフを中心となって実施されており、その内容は、レクリエーション(パターゴルフやボウリング等)、カラオケ、創作活動(手芸や習字等)、集団体操、読書、ゲーム(トランプや囲碁将棋等)であった。介護スタッフから活動への参加を促すこともあったが参加の可否については本人の意思が尊重され、休養や自主トレーニングも可能であった。レクリエーションやカラオケ、創作活動等では決められた場所に移動を要した。ゲームや雑談等は自席を含む自由な場所に移動して行った。本人が移動の介助や道具の準備を望む場合は、介護スタッフによる支援を得ることができた。

2) 余暇活動の活動性と対人関係

中里ら²¹⁾が開発した高齢者用行動評価表を用いた。この評価表は施設入居者の活動を第三者による観察によって評価するために開発されたものであり、5つの領域で構成され、十分な内的整合性および評価者内・評価者間信頼性が確認されている。本研究は、通所リハにおける余暇時間の活動状況と他者交流から余暇活動の活発さを評価するために、活動性(27点満点)と対人関係(36点満点)の2領域を用いた(表1)。活動性の評価項目は個人的な活動(手芸等の趣味活動や読書、テレビ鑑賞、休養等)や集団での活動(共同製作やゲーム)等への参加頻度や参加状況で構成され、また対人関係の評価項目は利用者やスタッフとの会話や挨拶、興味、援助、協力等の他者交流への参加頻度や参加状況で構成される。

評価項目の記載内容で通所リハと一致しない箇所は、その一部(たとえば、「寮内およびホーム」を「通所リハ施設内」、「寮母」を「施設スタッフ」)を適切な説明文章に置き換えて利用した。また、活動性の項目である「自分から外出を(買い物・散歩)する」は当施設では認めていない活動のため調査項目から除外した。さらに、各対象者が選択した余暇活動時の姿勢を追加項目として調べ、立位姿勢を含んだ場合を立位型、含まない場合を座位型として分類した。

調査に先立ち、評価者の信頼性を確かめるために本評価者と経験年数が同程度の他の評価者1名(経験年数8年の理学療法士)の級内相関係数(以下、ICC)を確かめた。同一対象者10名(男性5名、女性5名、平均年齢 82.3 ± 6.7 歳)を対象としたICC(2,1)は、それぞれ0.84と0.88であり十分な信頼性を認めたため²²⁾、同一評価者1名(著者)が全対象者を評価した。なお、観察日によるバイアスを考慮して、対象者1名につき2日間の行動観察を行った。2日間で活動状況に差異がある場合は、担当の理学療法士、作業療法士、または介護スタッフからさらに情報を得たうえで評価した。なお、全対象者の評価を6週間で行った。

表1 高齢者用行動評価－活動性と対人関係に関する評価項目

活動性 (27 点満点)	
1.	寮内の仕事を自分から、または頼まれれば喜んで手伝う
2.	他の老人と共同でなにかができる (製作, 作業, ゲーム等)
3.	趣味的なことをする
4.	本や新聞・雑誌 (週刊誌など) を読む
5.	テレビを見る / ラジオを聞く
6.	テレビの見方 / ラジオの聞き方
7.	囲碁, 将棋, オセロなどのゲームをやる
8.	自分から外出を (買い物・散歩) する†
9.	昼間からベッド・ふとんに横になっていることがある
対人関係 (36 点満点)	
1.	親しくしている同僚の老人がいる
2.	同僚の老人を自発的に助ける (車椅子, 食事, 入浴, 買い物)
3.	介護への協力
4.	挨拶する
5.	他の人と一緒にいると楽しそうである
6.	他人のやっていることに関心を示す
7.	自分から他の老人と話をはじめる
8.	自分から職員に話しかける
9.	ホームの行事 (季節の行事の飾りづくり, 日常のお茶など) に参加する
10.	寮母のことを理解できる (筆談・身振りでもよい)
11.	他人に自分の意志を伝えられる (筆談・身振りでもよい)
12.	表情

当施設における余暇時間中の対象者の行動を観察し、各項目を4段階 (0～3点) で評価した。原著の「寮内」または「ホーム」は「通所リハビリテーション施設内」に、「寮母」は「施設職員」に修正して用いた。評価者が直接観察することができなかった項目は、担当の理学療法士・作業療法士および関連職種から助言を求めて評価した。(中里克治, 他: 高齢者のための行動評価表の作成, 日本老年医学会雑誌, 1991; 28(6): 790-800 より引用)

† 施設において該当活動が許可されていないため調査対象外とした。

3) 移動能力

関連職種によるカンファレンスによって決定された直近の施設内での移動能力を対象者の移動能力とした。移動能力は移動自立度と移動手段に分けた。移動自立度は自立, 見守り (近位・遠位監視), 介助 (歩行介助・車いす介助および口頭指示が必要) に, 移動手段は歩行 (独歩, 杖歩行, 歩行器歩行) と車いすに分類した。なお, 個別リハビリテーションのプログラムとして練習されている移動能力については調査対象外とした。

4) その他の心身情報

主疾患は当施設を利用するに至った際のおもな疾患とし, 中枢神経疾患 (脳血管疾患, 認知症等), 整形外科疾患 (下肢疾患, 脊椎疾患等), 内部疾患 (心疾患, 呼吸器疾患等) の3つに分類した。

認知機能は改訂長谷川式簡易知能評価スケール (以下, HDS-R) を調査した。HDS-R の得点は余暇活動の行動評価を実施時から前後3ヵ月以内の値を利用した。

HDS-R の得点による認知症傾向の判定基準値²³⁾を参考に, 21点未満と21点以上の2つに分類した。

生活自立度は介護保険で認定された介護等級とし, 要支援1または2, 要介護1または2, 要介護3から5の3つに分類した。

上肢機能は当施設内における生活場面で観察される6課題 (①箸またはスプーン食器の操作, ②上衣の着脱, ③衣類のボタン開閉, ④衣類の片付け, ⑤髪の手入れ, ⑥歯磨き) を観察し, 使用上肢と介助度をもとに4段階3点満点 (3点: 両手を使用して自立, 2点: 片手を使用して自立, 1点: 両手を使用して介助が必要, 0点: 片手を使用して介助が必要) で評価し, 合計点 (18点満点) を求めた。なお, 評価者が直接観察することができなかった項目は, 担当の理学療法士, 作業療法士, または介護スタッフから情報を得て評価した。

表2 対象者の基本特性

	性別		p 値	主疾患			p 値
	男性 (n = 30)	女性 (n = 67)		中枢神経 (n = 37)	整形外科 (n = 55)	内部 (n = 5)	
年齢 (歳)	80.2 ± 6.7	84.6 ± 7.2	0.004	78.6 ± 7.5	86.6 ± 5.1	81.0 ± 5.9	< 0.001
主疾患 † ¹ (名)	19/7/4	18/48/1	< 0.001				
要介護度 † ² (名)	0/22/8	7/47/13	0.157	1/23/13	6/42/7	0/4/1	0.077
上肢機能 (点)	15.4 ± 3.3	16.7 ± 2.6	0.039	14.5 ± 3.6	17.3 ± 1.7	17.6 ± 0.9	< 0.001
HDS-R (点)	22.2 ± 5.5	21.9 ± 5.8	0.991	21.5 ± 6.6	22.3 ± 5.1	23.0 ± 4.7	0.966
移動自立度 † ³ (名)	8/8/14	11/37/19	0.033	9/12/16	7/32/16	3/1/1	0.021
移動手段 † ⁴ (名)	12/18	17/50	0.146	18/19	8/47	3/2	< 0.001
活動時の姿勢 † ⁵ (名)	14/16	24/43	0.312	16/21	21/34	1/4	0.693
活動性 (点)	10.5 ± 3.1	9.7 ± 2.9	0.174	10.0 ± 3.6	9.8 ± 2.5	10.6 ± 3.6	0.740
対人関係 (点)	23.0 ± 6.8	23.6 ± 6.5	0.740	22.8 ± 7.4	23.9 ± 5.9	22.6 ± 8.3	0.736

年齢, 点数は平均値±標準偏差を表した。

年齢, 上肢機能, HDS-R, 活動性, 対人関係の性別および主疾患ごとの差はマン・ホイットニーのU検定とクラスカル・ウォリスの検定, 主疾患, 要介護度, 移動自立度, 移動手段, 活動時の姿勢の性別および主疾患ごとの差はピアソンの χ^2 検定とフィッシャーの正確確率検定の結果を示した。

†¹ 中枢神経疾患 / 整形外科疾患 / 内部疾患

†² 要支援 / 要介護 1-2 / 要介護 3-5

†³ 介助 / 見守り / 自立

†⁴ 車いす / 歩行

†⁵ 座位 / 立位

Abbreviation: HDS-R (改訂長谷川式簡易知能評価スケール)

3. 統計学的解析

1) データの事前処理, 基本統計

カテゴリ変数にはダミー変数をあてがい, 性別 (0: 男性, 1: 女性), 主疾患 (0: 中枢神経疾患, 1: 整形外科疾患, 2: 内部疾患), 要介護度 (0: 要支援 1-2, 1: 要介護 1-2, 2: 要介護 3-5), HDS-R (0: 21 点未満, 1: 21 点以上), 移動自立度 (0: 介助, 1: 見守り, 2: 自立), 移動手段 (0: 車いす, 1: 歩行), 活動時の姿勢 (0: 座位型, 1: 立位型) とした。

性別および疾患の違いによる結果の差を調べるために, 分類数, データの分布や取得方法に応じて, マン・ホイットニーのU検定, クラスカル・ウォリスの検定, ピアソンの χ^2 検定, フィッシャーの正確確率検定を実施した。

単変量解析として, 活動性および対人関係と年齢, 上肢機能, HDS-R の関連をスピアマンの順位相関係数を用いて検討した。

2) 多変量解析

従属変数である活動性と対人関係の分布によらずに解析することができる一般化推定方程式を用いた。一般化推定方程式を用いる際, 共変量による交絡の影響を事前に調整する必要がある。そこで, 傾向スコアによる逆数重み付け法を用いて解析した²⁴⁾。性別を従属変数とし, 年齢, 主疾患, 要介護度, 上肢機能, HDS-R, 移動自立度, 移動手段, 活動時の姿勢を説明変数として二項ロジ

スティック回帰分析を行い, 傾向スコアを算出した。それを基に重み付けを行い, 共変量による交絡の影響を調整したうえで, 活動性および対人関係における回帰係数の差を一般化推定方程式によりオッズ比と 95% 信頼区間を算出した。その際, オッズ比の解釈がしやすいように, 従属変数である活動性と対人関係の値を 10 分の 1 に処理したうえで統計解析を行った²⁵⁾。各検定の有意水準は 5% とし, 検定には統計解析ソフト (SPSS 24.0, IBM, Japan) を使用した。

結 果

1. 対象者の基本特性 (表 2)

性差を調べたところ, 対象者は男性 (30 名) より女性 (67 名) が多く, 年齢は男性 (80.2 ± 6.7 歳) より女性 (84.6 ± 7.2 歳) が有意 ($p = 0.004$) に高かった。また, 男性では中枢神経疾患 (63.3%), 女性では整形外科疾患 (71.6%) の割合が高く ($p < 0.001$), また女性 (28.4%) より男性 (46.7%) の方が施設内を自立して移動している者の割合が高かった ($p = 0.033$)。

主疾患による差を調べた。年齢は中枢神経疾患 (78.6 ± 7.5 歳) がもっとも低く, 整形外科疾患 (86.6 ± 5.1 歳) がもっとも高かった ($p < 0.001$)。また, 移動手段に有意差を認め ($p < 0.001$), 車いすを利用している者の割合は中枢神経疾患 (48.6%) が最多で, 整形外科疾患 (14.5%) では少なかった ($p < 0.001$)。移動自立度にお

表 3 移動能力およびその他の要因が活動性と対人関係に及ぼす影響

		活動性				対人関係			
		Wald	OR	95% CI	p 値	Wald	OR	95% CI	p 値
年齢		0.770	1.004	[0.995, 1.013]	0.380	0.227	1.004	[0.988, 1.020]	0.634
性別	男性		1.000				1.000		
	女性	2.292	0.936	[0.858, 1.020]	0.130	1.572	1.134	[0.931, 1.381]	0.210
主疾患	中枢神経		1.000				1.000		
	整形外科	0.107	1.018	[0.913, 1.136]	0.744	0.063	1.033	[0.799, 1.337]	0.802
	内部	3.678	1.196	[0.996, 1.437]	0.055	1.135	1.198	[0.859, 1.669]	0.287
要介護度	要支援		1.000				1.000		
	要介護 1-2	0.135	0.952	[0.732, 1.238]	0.713	0.090	1.078	[0.660, 1.762]	0.764
	要介護 3-5	0.198	0.936	[0.701, 1.251]	0.656	0.291	1.161	[0.676, 1.994]	0.590
上肢機能		1.853	0.983	[0.959, 1.008]	0.173	0.001	0.999	[0.958, 1.043]	0.977
HDS-R	21 点未満		1.000				1.000		
	21 点以上	13.385	1.201	[1.089, 1.326]	< 0.001	8.916	1.426	[1.130, 1.801]	0.003
移動自立度	介助		1.000				1.000		
	見守り	16.538	1.442	[1.209, 1.721]	< 0.001	4.966	1.527	[1.052, 2.217]	0.026
	自立	30.817	1.669	[1.393, 2.001]	< 0.001	22.123	2.320	[1.634, 3.294]	< 0.001
移動手段	車いす		1.000				1.000		
	歩行	6.935	0.857	[0.764, 0.961]	0.008	0.012	0.985	[0.759, 1.278]	0.911
活動時の姿勢	座位		1.000				1.000		
	立位	0.603	1.040	[0.942, 1.148]	0.437	6.701	0.768	[0.628, 0.938]	0.010

二項ロジスティック回帰分析により算出した傾向スコアを用いて逆数重み付け法による重み付けを行った後に、従属変数を活動性と対人関係とした一般化推定方程式による解析を行った結果を示した。

Abbreviation: HDS-R (改訂長谷川式簡易知能評価スケール), Wald (Wald 統計量), OR (オッズ比), 95% CI (95% 信頼区間)

いても有意差を認め ($p = 0.021$), 中枢神経疾患では自立 (43.2%), 整形外科疾患では見守り (58.2%) で移動している者の割合が高かった。

活動性, 対人関係, HDS-R, 活動時の姿勢は, 性別や主疾患による差を認めなかった。なお, 創作活動や読書, ゲーム, カラオケ, テレビ鑑賞等は座位で行われ, パターゴルフ, ボウリング等のレクリエーションや集団体操, 配膳の手伝い等は立位で行われていた。

2. 活動性, 対人関係に影響を与える移動能力およびその他の要因

活動性および対人関係と諸要因との関連をスピアマンの順位相関係数を算出し検討した。活動性と有意な相関関係を認めた変数は HDS-R ($p < 0.001$) であり, 対人関係と有意な相関関係を認めた変数は上肢機能 ($p = 0.015$), HDS-R ($p < 0.001$) であった。各変数間での相関係数が 0.5 以上である変数はなかった。これらの変数を活動性および対人関係に関する説明変数としてそれぞれの多変量解析に加えた。また, 傾向スコアを算出した際の二項ロジスティック回帰分析のモデルの適合度は高かった (c 統計量 = 0.855)^{24) 26)}。

一般化推定方程式の解析結果を表 3 に示した。活動性

に影響を与える変数として, 移動自立 (オッズ比: 1.669, 95% 信頼区間: 1.393-2.001, $p < 0.001$), 移動見守り (オッズ比: 1.442, 95% 信頼区間: 1.209-1.721, $p < 0.001$), 移動手段 (オッズ比: 0.857, 95% 信頼区間: 0.764-0.961, $p = 0.008$), HDS-R (オッズ比: 1.201, 95% 信頼区間: 1.089-1.326, $p < 0.001$) が抽出された。移動自立度が高いこと, 移動手段が車いすであること, 認知機能が高いことが, 活動性を有意に増大させた。

対人関係に影響を与える変数として, 移動自立 (オッズ比: 2.320, 95% 信頼区間: 1.634-3.294, $p < 0.001$), 移動見守り (オッズ比: 1.527, 95% 信頼区間: 1.052-2.217, $p = 0.026$), HDS-R (オッズ比: 1.426, 95% 信頼区間: 1.130-1.801, $p = 0.003$), 活動時の姿勢 (オッズ比: 0.768, 95% 信頼区間: 0.628-0.938, $p = 0.010$) が抽出され, 移動手段 (オッズ比: 0.985, 95% 信頼区間: 0.759-1.278, $p = 0.911$) は有意な変数として抽出されなかった。移動自立度が高いこと, 認知機能が高いこと, 座位での活動が対人関係を有意に増大させた。

考 察

本研究は, 要支援および要介護高齢者を対象に通所リハ施設内での余暇活動の活発さとして高齢者用行動評価

の活動性と対人関係の領域を評価し、これらに移動の自立度と手段が及ぼす影響を検討した。その結果、移動自立度が高いことが活動性および対人関係をより活発にし、また移動手段が車いすであることが活動性をより活発にした。認知機能は屋内屋外を問わず余暇活動への参加に影響を与えることが知られており¹⁴⁻¹⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾、本研究においても認知機能が良好な者ほど活動性と対人関係がより活発であった。余暇活動の取り組みについては、年齢や性差、要介護度が関連することも念頭においていたがこれらは主要因として抽出されなかった。

活動性に影響を与えていた移動自立度と認知機能のWald統計量とオッズ比を比較したところ、移動自立(Wald統計量:30.817, オッズ比:1.669)は認知機能(Wald統計量:13.385, オッズ比:1.201)より大きく、また対人関係についても移動自立(Wald統計量:22.123, オッズ比:2.320)は認知機能(Wald統計量:8.916, オッズ比:1.426)よりも大きかった。これより、移動が自立していることは認知機能と同程度またはそれ以上に、余暇活動に影響を及ぼすことが示唆された。先行研究においても、入居する施設内を独立して広範囲に移動できる車いす利用者は、施設内の交流の場への参加が高いことが報告されている¹³⁾。さらに、地域に在住する歩行困難者が車いすや電動車いすを使用することで移動が自立し、地域活動への参加を高めることが報告されている²⁹⁾。したがって、移動手段にかかわらず、自立して自由に移動できることが、余暇活動という主体性が求められる場面においては重要であると考えられた。

自立の要素には“身体的自立”と“自己決定としての自立(自律)”がある³⁰⁾。余暇活動中の移動の自立度は、単に「移動ができる」という動作としての“自立”だけではなく、自分の意思に基づき行動を選択できるという行為としての“自律”の意味合いが強いと考える。つまり、移動に際して第三者の介入を要することが行動選択の自由を制限することになり、余暇活動への参加を抑制したと推察された。生活期リハでは、対象者の日常生活の活動性を高め、さらに生きがいやQOLを向上させるために、「心身機能」・「活動」・「参加」の要素にバランスよく働きかけることが求められている¹⁾²⁾。したがって、「活動」や「参加」に対する働きかけが目的である余暇活動においては、移動の自立度は重要な支援要素であると示唆された。これより、通所リハの余暇活動においては、車いすや歩行補助具を適切に導入し、より自立した移動を提供することを検討する必要がある。たとえば、余暇活動中は介助や見守りのもと歩行で移動する利用者に、車いすで自立して移動してもらう計画も必要と考える。特に、認知症を有する者は、認知機能と移動自立度の双方の影響によって余暇活動が抑制される可能性がある。転倒や離棟に対するリスク管理は必要である

が、過剰な声掛けや見守り、必要以上の移動制限が加わらないような支援体制をスタッフ間で計画する必要があると考える。

活動性については、移動手段のオッズ比が0.857であり、歩行者より車いす利用者の方が活発であった。先行研究では、車いすの使用による余暇活動への影響については一貫した報告が得られていない²⁹⁾³¹⁾³²⁾。Bestらは、車いすの使用が余暇活動を制限する因子であると報告している³¹⁾。しかし、彼らの研究における余暇活動には、屋内活動に加え、家族や友人との外出やイベントへの参加などの屋外活動が含まれていた。屋外活動には、より高い車いす操作技術が必要であり³³⁾、環境条件によって車いす利用者の余暇活動の活発さは変化すると考えられる。本研究の対象施設では、余暇活動に屋外活動は計画されておらず、座位でも実施できる課題が多かった。つまり、余暇活動の内容は多くの対象者が実施できる配慮がなされている一方で、歩行者にとっては平易な内容で、実施したいという動機づけが得難い活動であったと推察された。そのため、移動手段がより高いレベルにある独歩者は、余暇活動の時間をテレビ鑑賞や休養等の時間として多く選択することになり、結果的に活動性の得点が低くなったと考える。なお、活動時の姿勢が座位であることが対人関係に正の影響を与えた。この結果は、座位による活動の方が他者との対話が図りやすいためと推察され、仲間づくりや他者交流の活発化を目的とする場合は、利用者の興味に合わせて座位で行える活動を計画することが必要と考える。しかし、本研究では調査していないが、座位での活動に他者交流を図りやすい集団での活動を多く含んでいた可能性が考えられ、活動の種類や形態による影響を考慮する必要がある。

本研究の限界として、余暇活動の活発さを行動観察により評価したが、再検査信頼性については調査をしていない。そのため、評価日によって余暇活動への参加状況に差異が生じ、結果に影響した可能性を考慮する必要がある。次に、意欲や抑うつ¹⁶⁾は余暇活動に影響を及ぼすが、本研究では調査していない限界があり、心理的要因による影響を考慮する必要がある。最後に、本研究の対象者の約7割が要介護1と2であり、一般的な6～8時間型の通所リハ利用者と比べて中・重度者の割合が少なかった³⁴⁾。また、各施設によりスタッフの人員配置や設備は異なり、提供される活動内容には差異がある。今後は、中・重度者を含めた多施設での研究が必要である。

結 論

本研究は、通所リハにおける余暇活動の活発さに移動の自立度と手段が及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。その結果、余暇活動の活発さには移動手段の違いを考慮してもなお、認知機能と同程度またはそれ以上

に移動の自立度が影響した。主体的な活動が求められる余暇活動において自立度の高い移動方法を支援することは、「活動」や「参加」に対してバランスのとれた働きかけとなり、通所リハでのかかわりが生活期リハとしての役割を担うことができる。

利益相反

開示すべき利益相反はない。

文 献

- 厚生労働省ホームページ 高齢者の地域におけるリハビリテーションの新たな在り方検討会報告書. <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000081906.html> (2020年10月18日引用)
- 村井千賀：これからの介護予防. 理学療法学. 2015; 42: 807-808.
- 東 明：介護保険サービスとその評価, 標準理学療法学専門分野 地域理学療法学 (第4版). 牧田光代, 金谷さとみ (編), 医学書院, 東京, 2017, pp. 45-53.
- 原田 隆, 加藤恵子, 他：高齢者の生活習慣に関する調査 (2) —余暇活動と生きがい感について—. 名古屋文理大学紀要. 2011; 11: 27-33.
- 井上順一郎, 奥野史也, 他：地域在住健康高齢者における社会活動と身体機能の関連性—前期高齢者と後期高齢者の比較. 神戸大学医学部保健学科紀要. 2005; 21: 53-61.
- 角田憲治, 辻 大士, 他：地域在住高齢者の余暇活動量, 家庭内活動量, 仕事関連活動量と身体機能との関連性. 日本老年医学会雑誌. 2010; 47: 592-600.
- Carver J, Ganus A, *et al.*: The impact of mobility assistive technology devices on participation for individuals with disabilities. Disabil Rehabil Assist Technol. 2016; 11: 468-477.
- Collopy BJ: Autonomy in long term care: Some crucial distinctions. Gerontologist. 1988; 28: 10-17.
- 和田真一, 水間正澄, 他：リハ医療システムと今後 生活期リハ. 昭和学士会雑誌. 2014; 74: 384-388.
- den Ouden M, Bleijlevens MH, *et al.*: Daily (in) activities of nursing home residents in their wards: an observation study. J Am Med Dir Assoc. 2015; 16: 963-968.
- Ice GH: Daily life in a nursing home: Has it changed in 25 years? J Aging Stud. 2002; 16: 345-359.
- Jansen CP, Diegelmann M, *et al.*: Life-space and movement behavior in nursing home residents: results of a new sensor-based assessment and associated factors. BMC Geriatr. 2017; 17: 36.
- Mortenson WB, Miller WC, *et al.*: Association between mobility, participation, and wheelchair-related factors in long-term care residents who use wheelchairs as their primary means of mobility. J Am Geriatr Soc. 2012; 60: 1310-1315.
- Chung JCC: Activity participation and well-being of people with dementia in long-term — care settings. OTJR: Occupation, Participation and Health. 2004; 24: 22-31.
- Fernández-Mayoralas G, Rojo-Pérez F, *et al.*: Active ageing and quality of life: factors associated with participation in leisure activities among institutionalized older adults, with and without dementia. Aging Ment Health. 2015; 19: 1031-1041.
- Li L, Chang HJ, *et al.*: Factors associated with leisure participation among the elderly living in long-term care facilities. Int J Gerontol. 2010; 4: 69-74.
- 橋本修二, 青木利恵, 他：高齢者における社会活動状況の指標の開発. 日本公衆衛生雑誌. 1997; 44: 760-768.
- 玉腰暁子, 青木利恵, 他：高齢者における社会活動の実態. 日本公衆衛生雑誌. 1995; 42: 888-896.
- 斎藤 民, 近藤克則, 他：高齢者の外出行動と社会的・余暇的活動における性差と地域差 JAGES プロジェクトから. 日本公衆衛生雑誌. 2015; 62: 596-608.
- 藤田達也, 西田裕介, 他：Time Study 法を用いた脳卒中片麻痺を呈する通所リハビリテーション利用者の施設内生活状況の把握. 理学療法科学. 2004; 19: 211-215.
- 中里克治, 下仲順子, 他：高齢者のための行動評価表の作成. 日本老年医学会雑誌. 1991; 28: 790-800.
- 桑原洋一：検者内および検者間の Reliability (再現性, 信頼性) の検討. 呼吸と循環. 1993; 41: 945-952.
- Imai Y, Hasegawa K: The revised Hasegawa's dementia scale (HDS-R)-evaluation of its usefulness as a screening test for dementia. Hong Kong Journal of Psychiatry. 1994; 4: 20.
- 星野崇宏, 岡田謙介：傾向スコアを用いた共変量調整による因果効果の推定と臨床医学・疫学・薬学・公衆衛生分野での応用について. 保健医療科学. 2006; 55: 230-243.
- Dutkiewicz R, Zetterberg H, *et al.*: Dementia and CSF-biomarkers for Alzheimer's disease predict mortality after acute hip fracture. Acta Anaesthesiol Scand. 2020; 64: 93-103.
- 久繁哲徳：検査の有用性の指標と ROC 分析. 臨床検査. 2005; 49: 1335-1340.
- 小園麻里菜, 権藤恭之, 他：余暇活動と認知機能との関連. 老年社会科学. 2016; 38: 32-44.
- 小長谷陽子, 渡邊智之, 他：地域在住高齢者の認知機能と社会参加との関連性—社会活動および社会ネットワークを中心として—. Dement Jpn. 2013; 27: 81-91.
- Barker DJ, Reid D, *et al.*: The experience of senior stroke survivors: factors in community participation among wheelchair users. Can J Occup Ther. 2006; 73: 18-25.
- 高橋絵里香：自立のストラテジー：フィンランドの独居高齢者と在宅介護システムにみる個人・社会・福祉. 文化人類学. 2008; 73: 133-154.
- Best KL, Miller WC: Physical and leisure activity in older community-dwelling Canadians who use wheelchairs: a population study. J Aging Res. 2011 Apr 13. doi: 10.4061/2011/147929. PubMed PMID: 21584226; PubMed Central PMCID: PMC3092515.
- Salminen AL, Brandt Å, *et al.*: Mobility devices to promote activity and participation: a systematic review. J Rehabil Med. 2009; 41: 697-706.
- Hosseini SM, Oyster ML, *et al.*: Manual wheelchair skills capacity predicts quality of life and community integration in persons with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil. 2012; 93: 2237-2243.
- 厚生労働省ホームページ 通所リハビリテーション (参考資料). <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000168709.html> (2020年10月18日引用)

〈Abstract〉

Influence of Mobility Independence and Mobility Method on the Positivity of Attitude during Leisure Activity in Outpatient Rehabilitation Service for Long-term Care

Hikaru YAMAMOTO, PT, MSc

Department of Rehabilitation, Kandatsu Hospital

Graduate School of Health Sciences, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences

Megumi TAKIZAWA, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences

Koichi IWAI, PhD

Center for Humanities and Sciences, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences

Objective: The purpose of this study was to investigate the effects of independence and methods of mobility on positivity of attitude during leisure activity in an outpatient rehabilitation service for long-term care.

Methods: Ninety-seven elderly persons (mean age, 83.2 ± 7.3 years; 30 men, 67 women) who underwent outpatient rehabilitation service for long-term care participated in this study. Positivity of attitude during leisure activity was assessed by one evaluator using items related to activity and interpersonal relationships in a behavioral rating scale for the elderly. Mobility independence was classified as assistance, supervision, or independence, and method of mobility was classified as wheelchair or walking. Age, sex, diagnosis, required care level in daily living, upper limb function, cognitive function, posture during leisure activity were recorded as other independent variables. The odds ratio was calculated by generalized estimating equations to analyze the effects of these independent variables on the positivity of attitude during leisure activity.

Results: High mobility independence and high cognitive function were significantly associated with high activity and enhanced interpersonal relationships during leisure activity. Having a wheelchair for mobility significantly increased activity. The odds ratios were greater for mobility independence than for cognitive function.

Conclusion: Even when taking method of mobility and level of cognitive function into consideration, independence of mobility influenced positivity of attitude in leisure activity.

Key Words: Outpatient rehabilitation service for long-term care, Leisure activity, Mobility independence, Mobility methods

研究論文 (原著)

女子体操競技選手における膝前十字靱帯損傷の発生状況*

内之倉真大^{1) #} 関口貴博¹⁾ 宮内秀徳¹⁾
大野達哉¹⁾ 藤原教弘²⁾ 岡田 亨³⁾

要旨

【目的】女子体操競技選手の膝前十字靱帯（以下、ACL）損傷の発生状況を明らかにすること。【方法】対象は当院を受診し、膝関節疾患と診断された女子体操競技選手283例とした。各疾患の発生率と年齢を調査した。ACL損傷者の身長、体重、Body Mass Index、合併症、競技レベル、受傷時の種目（跳馬・段違い平行棒・平均台・床）、受傷機転、受傷側、技実施時のひねり方向、受傷時に行った技の種類を調査し、受傷側とひねり方向の関連性を検討した。【結果】ACL損傷は膝関節疾患の中で、2番目に高率で発生し16・17歳が好発年齢であった。受傷種目は床が多く、受傷機転は着地が大半を占めた。合併症は外側半月板損傷が最多であった。受傷側とひねり方向の関連性が認められ、ひねり方向とは反対側の受傷が有意に多かった。【結論】女子体操競技のACL損傷は、受傷側とひねり方向の関係性に競技特異性を反映した特徴が見られた。

キーワード 女子体操競技、前十字靱帯損傷、疫学

はじめに

体操競技は技の難易度と正確性を点数にして競う競技であり、女子は懸垂系種目である段違い平行棒、跳躍系種目である跳馬・平均台・床の4種目を行う。段違い平行棒は上肢での懸垂動作、床・跳馬・平均台は下肢での跳躍動作が要求される。競技力向上には技の難易度向上と技実施時の姿勢、着地の乱れをなくす正確性が要求される。技の難易度を向上させるためには、宙返り動作において抱え込み姿勢から屈伸や伸身姿勢への姿勢変化、1回宙返りから2回宙返りへの矢状面上での回転数の増加、技にひねりを加える身体長軸に対する水平面上での回転角度の増加などが必要となる。

道永¹⁾は、体操競技におけるスポーツ外傷、障害

の特徴として、男子は上肢の慢性障害、女子は下肢の急性外傷が多く、女子の急性外傷の内訳は足関節が27%、膝関節が19%であり、手術例は女子の膝前十字靱帯（Anterior Cruciate Ligament：以下、ACL）損傷がもっとも多かったとしている。

女子選手のスポーツ別ACL損傷発生率について、athlete-hours（1人の選手が1時間プレーすることを単位とすることで総活動時間に対する発生率を求める）とathlete-exposures（1人の選手が1回の練習または試合を行うことを単位とすることで練習または試合での発生率を求める）を用いた報告がある。athlete-hoursを用いた報告では、女子バスケットボールは0.0106%、女子体操競技は0.0056%でありバスケットボールと比較し発生率は低い²⁾。しかし、athlete-exposuresでは、女子バスケットボール0.27%に対し女子体操競技は0.34%と高値を示している³⁾。このことから女子体操競技は他競技と比較して1回の練習もしくは試合でのACL損傷発生率が高いことがわかる。

ACL損傷した場合には、再建術（Anterior Cruciate Ligament Reconstruction：以下、ACLR）を受けることが推奨されており⁴⁾、ACLR後のスポーツ復帰には長期間の競技離脱とリハビリテーションを実施する必要性があるため、予防が重要である。予防介入については、バ

* Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Gymnasts

1) 医療法人社団紺整会 船橋整形外科クリニック理学診療部
(〒274-0822 千葉県船橋市飯山満町1-824)

Masahiro Uchinokura, PT, Takahiro Sekiguchi, PT, Hidenori Miyauchi, PT, Tatsuya Ohno, PT: Department of Rehabilitation, Funabashi Orthopedic Clinic

2) 医療法人社団紺整会 船橋整形外科西船クリニック理学診療部
Takahiro Fujiwara, PT: Department of Rehabilitation, Funabashi Orthopedic Nishifuna Clinic

3) 医療法人社団紺整会 船橋整形外科病院企画部
Toru Okada, PT: Department of Planning, Funabashi Orthopedic Hospital

E-mail: muchinokura@ff.or.jp

(受付日 2021年2月9日/受理日 2021年6月14日)

[J-STAGEでの早期公開日 2021年8月18日]

スケートボール、バレーボール⁵⁾、サッカー⁶⁾、ハンドボール選手⁷⁾を対象にした報告がある中で、体操競技選手を対象とした報告は渉猟する限り見当たらない。先行研究による ACL 損傷発生率を考慮すると、女子体操競技においても予防介入を行う必要性、重要性は高い。van ら⁸⁾はスポーツ傷害予防については4つのステップが重要であり、その予防モデルの第1ステップは、スポーツ傷害の実態把握と問題認識であるとしている。女子体操競技選手に関する ACL 損傷については練習と比較して試合時に多いこと³⁾、受傷者は関節弛緩性が高い傾向である⁹⁾ことが報告されているが、先行研究は少なく実態把握と問題認識は行えていないのが現状である。

ACL 損傷では合併症も大きな問題となり、内側側副靱帯 (Medial collateral Ligament: 以下, MCL) 損傷や外側側副靱帯 (Lateral collateral Ligament: 以下, LCL) 損傷、後十字靱帯 (Posterior Cruciate Ligament: 以下, PCL) 損傷、内側半月板 (Medial Meniscus: 以下, MM)、外側半月板 (Lateral Meniscus: 以下, LM) 損傷などが挙げられ¹⁰⁾¹¹⁾、術後リハビリテーションにも影響を与える。また合併症から受傷メカニズムを推察している報告¹⁰⁾¹²⁾があることから ACL 損傷の受傷メカニズムが明確になっていない女子体操競技選手において合併症を明確にする意義は高い。

本研究の目的は、女子体操競技選手の膝関節疾患に対する初回 ACL 損傷の発生割合、ACL 損傷時に生じる合併症、ACL 損傷の発生状況を調査し、今後の受傷メカニズムの解明や予防介入を行うために必要なプログラム作成の一助となる見解を得ることである。

対象と方法

1. 対象

対象は、2005年5月～2020年6月までに当院を受診し、膝関節疾患を診断された女子体操競技選手とした。なお、本研究は、船橋整形外科病院倫理委員会の承認 (受付番号 2020027) を得て行われた。

2. 方法

1名の理学療法士が診療記録上から、79名の医師が診断した膝関節疾患を抽出した後に、膝関節疾患を分母、それぞれの膝関節疾患を分子として各疾患の割合を算出した。その中から膝関節専門医12名によって ACL 損傷と診断された全患者を対象に初回受傷時の年齢と損傷程度 (完全損傷・不全損傷) を調査した。

磁気共鳴画像法 (magnetic resonance imaging: MRI) による ACL 損傷の診断制度は良好だが半月板損傷は関節鏡に代わるだけの精度はないとされている¹³⁾。半月板損傷は受傷から ACLR までの手術前待期間 (以下、待期間) が長く、慢性期になるほど存在率が上昇

し¹⁴⁾、3ヵ月以内に ACLR を行った群で半月板損傷の合併が少ない⁴⁾とされている。よって、合併症調査は当院にて関節鏡視下 ACLR を行い、手術記録が確認できたものから、待期間と合併症 (MCL・LCL・PCL・MM・LM 損傷の有無) を調査した。半月板損傷は、待期間を3ヵ月未満と3ヵ月以降に対象を分けて調査した。

さらに ACL 損傷者を対象に受傷時の身長、体重、Body Mass Index (以下, BMI)、競技レベル (大会出場レベル: 地区大会・県大会・全国大会・国際大会)、受傷時の種目 (跳馬・段違い平行棒・平均台・床)、受傷機転、受傷側、技実施時のひねり方向、受傷時に行った技の種類の9項目を調査し、記載漏れなどにより全項目調査ができなかった症例は除外した。ひねり方向は、選手を頭上から見た際に時計回りを右ひねり、反時計回りを左ひねりとした。ひねり方向と受傷側の関連性を把握するために、受傷時にひねりを伴う技を行い受傷した選手を対象に χ^2 検定を行った。ひねり方向と受傷側は、右ひねりで右膝受傷・左ひねりで左膝受傷を同側受傷とし、右ひねりで左膝受傷・左ひねりで右膝受傷を反対側受傷と定義した。その後、どの項目に有意差が認められたかを明らかにするために調整済み残差を確認し、1.96以上を多い、-1.96以下を少ないとし、受傷側とひねりの関連度合いを確認するために ϕ 係数を確認した。有意水準は5%とし、統計ソフトは R2-8-1 (free-ware) を用いた。対象者には説明文書と同意書を利用し、参加を拒否できる機会を保障した。

結 果

対象者のフローチャートを図1に示す。膝関節疾患を診断された対象は283例640件、平均年齢 (幅) は16.0 (5-33) 歳であり、女子体操競技選手の ACL 損傷は膝関節疾患の中でも2番目に高率であった (表1)。

初回 ACL 損傷と診断された症例83例の平均年齢は17.2 (11-25) 歳であり、その中でも16, 17歳は高率であった (表2)。損傷程度は完全損傷79例、不全損傷4例であった。

当院にて ACLR を施行した症例は61例であり、その中で調査可能であった60例の待期間 (幅) は平均142.1 (10-1,016) 日で3ヵ月未満に ACLR を施行した症例は35例、3ヵ月以上経過し ACLR を施行した症例は25例であった。手術記録が確認できた60例の合併症の内訳を表3に示す。合併症がない症例は少なく、多くの症例で合併症を認めた。特に靱帯損傷の中では MCL 損傷、半月板損傷では LM 損傷が多かった。

半月板損傷の待期間別検討では MM 損傷は3ヵ月以降に ACLR を施行した群で増加する傾向にあったが LM 損傷は待期間別による差はない傾向であった (表4)。

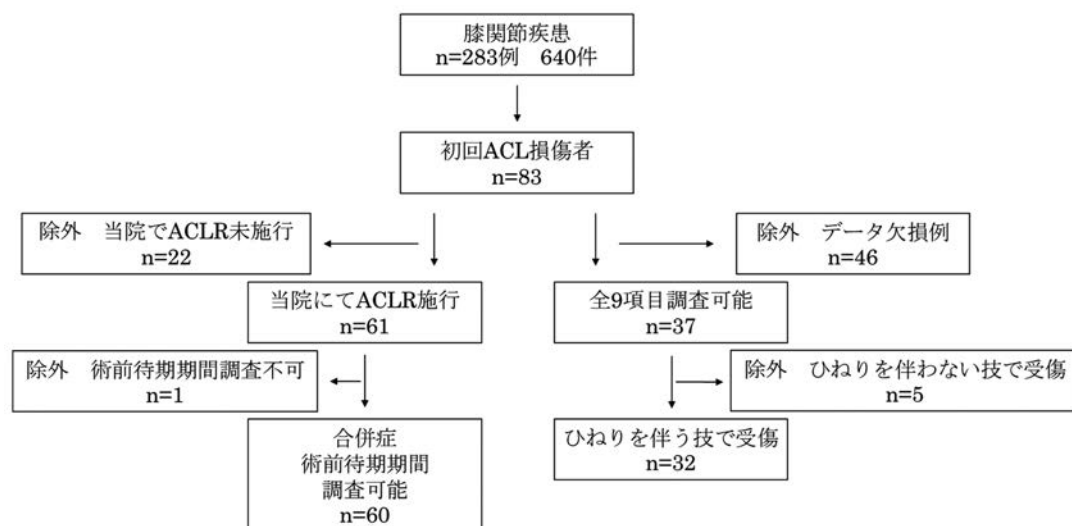


図 1 対象者のフローチャート

対象者の除外基準と除外人数を示す。

合併症と術前待期間の調査対象は 60 例となった。

全 9 項目の調査対象は 37 例、受傷側とひねり方向の関連性を検討した調査対象は 32 例となった。

表 1 膝関節疾患の内訳

膝関節疾患	n=283 640 件
膝内障	16.3%
前十字靭帯損傷	13.0%
外側半月板損傷	9.5%
離断性骨軟骨炎	7.3%
オスグットシュラッター病	7.2%
内側半月板損傷	6.9%
変形性膝関節症	5.6%
膝関節捻挫	4.7%
膝関節打撲傷	3.4%
膝蓋靭帯炎	3.3%
内側側副靭帯損傷	3.1%
ジャンパー膝	2.5%
外側側副靭帯損傷	2.2%
膝関節挫傷	2.0%
膝蓋大腿関節症	2.0%
膝関節周囲炎	1.3%
その他	10.0%

その他：1%未満が 58 件

表 2 ACL 損傷受傷時の年齢

年齢	n=83
11 歳	1.2%
12 歳	3.6%
13 歳	6.0%
14 歳	9.6%
15 歳	2.4%
16 歳	16.9%
17 歳	20.5%
18 歳	10.8%
19 歳	4.8%
20 歳	10.8%
21 歳	6.0%
22 歳	4.8%
24 歳	1.2%
25 歳	1.2%

表 3 合併症の内訳

合併症	n=60
合併症なし	16.7%
靭帯損傷	
MCL 損傷	11.7%
LCL 損傷	6.7%
PCL 損傷	0%
半月板損傷	
MM 損傷	45.0%
LM 損傷	63.3%

MCL: Medial collateral Ligament
 LCL: Lateral collateral Ligament
 PCL: Posterior Cruciate Ligament
 MM: Medial Meniscus
 LM: Lateral Meniscus

83 例のうち 9 項目をすべて調査できた症例は 37 例であり、結果を表 5 に示す。受傷時の種目は間違い平行棒がもっとも少なく、跳馬、平均台と増加傾向を示し、床がもっとも多かった。受傷機転は多くの症例で着地時に受傷をしていた。受傷時に行った技の種類は全例宙返り系であり、多数の症例がひねりを伴った技で受傷していた。ひねり角度は 360° 以上から受傷者がおり、720° がもっとも多かった (表 6)。

表 4 半月板損傷の術前待期間別割合

MM 損傷		LM 損傷	
ACLR を 3 ヶ月未満に施行 n=35	ACLR を 3 ヶ月以降に施行 n=25	ACLR を 3 ヶ月未満に施行 n=35	ACLR を 3 ヶ月以降に施行 n=25
31.4%	64.0%	62.9%	64.0%

ACLR: Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

MM: Medial Meniscus

LM: Lateral Meniscus

表 5 ACL 損傷者の受傷時の調査

調査項目	n=37
基本属性	身長 (cm) 153.3 ± 5.1
	体重 (kg) 47.7 ± 6.4
	BMI (kg/m ²) 20.2 ± 2.0
競技レベル (例)	地区大会 0
	県大会 12
	全国大会 23
	国際大会 2
受傷種目 (例)	跳馬 5
	段違い平行棒 4
	平均台 8
	床 20
受傷機転 (例)	着地時 35
	体幹側方から落下 1
	受傷機転不明 1
受傷側 (例)	右 20
	左 17
ひねり方向 (例)	右 21
	左 16
受傷した技 (例)	宙返り系 37
ひねり有無 有り / 無し (例)	32/5

平均値 ± 標準偏差

BMI: Body Mass Index

表 6 ひねり角度

ひねり角度	n=32
ひねり (例)	
180°	0
360°	12
540°	4
720°	14
900°	0
1,080°	2

ひねりを伴う技で受傷した 32 例の内の 23 例が反対側受傷であった。 χ^2 検定の結果、期待度数が 5 未満のセルは 20% を超えておらず、ひねり方向と受傷側の関連性が認められた ($\chi^2 = 7.04$, $p = 0.01$)。調整済み残差は、同側受傷が -2.65 で有意に少なく、反対側受傷が 2.65 と有意に多かった。ひねり方向と受傷側の関連度合いを認めた (ϕ 係数 = 0.47) (表 7)。

表 7 受傷側とひねりの関係性

調査項目	受傷側		p=	ϕ 係数
	右	左		
ひねり方向				
右	7 (-2.65)	13 (2.65)	0.01	0.469
左	10 (2.65)	2 (-2.65)		

上段には観測度数を記載し、下段には調整済み残差を記載

考 察

本研究は、今後の女子体操競技選手の ACL 損傷予防プログラム作成の一助となる見解を得るために、初回 ACL 損傷発生状況の実態と問題把握を行う目的で行った。

当院を受診し ACL 損傷と診断された女子体操競技選手は膝関節疾患の中で、2 番目に多い 13% であり、女子バレーボール選手を対象にした報告では、ACL 損傷は 3 番目に多い 12% であったとされ¹⁵⁾、発生割合は同じ傾向であった。先行研究においても、女子体操競技は ACL 損傷の発生率が高い²⁾と報告されているため、他競技と同様に予防に対する重要性は非常に高く、予防プログラムの作成は必須であると考え。女性の ACL 損傷発生時の年齢に着目した先行研究では、Loes ら²⁾は、発生件数のピークは、16 歳であったとしている。高橋ら¹⁶⁾は、16, 17 歳である高校 2 年生がもっとも受傷率が高いと報告し、理由は高校 2 年生は、試合出場の機会を求め、動作の習熟前に負荷をかけすぎてしまう可能性があるとして述べている。女子体操競技選手のみに着目した本研究においても先行研究と同様に 16, 17 歳は高率であり、高橋らと同様の理由であると考え。また、年代別に ACL 損傷発生件数に相違が出たのは、体操競技特有の背景も関係していると考え。体操競技においては、高難度の技を行い受傷リスクが高まる可能性がある女子大学生と比較して、女子高校生が多くなった要因について競技人口に着目し考察する。公益財団法人日本体操協会に 2020 年 3 月に登録されている令和元年度の競技人口は、女子中学生 (12 ~ 14 歳) 1,699 名、女子高

校生 (15 ~ 17 歳) 1,731 名, 女子大学生 (18 ~ 21 歳) 523 名であり¹⁷⁾, 過去 5 年間, 2015 ~ 2019 年度の競技人口においても同様の傾向であるため競技人口が多い女子高校生が ACL 損傷の発生件数が多くなったと考える。女子中学生と女子高校生の競技人口に大差はないが, 女子高校生が多くなった要因をバイオメカニクスの観点から推察する。ACL 損傷の特徴的な受傷肢位は膝関節軽度屈曲位, 外反位¹⁸⁾とされている。15 歳前後の女性は 12 ~ 14 歳前後と比較してジャンプ接地時に膝外反角度が大きくなること¹⁹⁾, ストップジャンプタスクでは, 接地時の膝関節屈曲角度が 12 歳以降 16 歳まで年齢とともに徐々に減少すること²⁰⁾を報告している。年齢上昇に伴う身体機能面の変化が挙げられており, 中学生と比較して高校生は, ACL 損傷肢位をとりやすい特徴があることが先行研究から推察でき, それらに加えて, より高難度の技を行うために, 着地時に受傷リスクが高まる可能性があると考えられる。

ACL 損傷に伴う合併症においては, 靱帯損傷は MCL 損傷が多く 11.7%, 半月板損傷については ACLR を 3 ヶ月未満に施行した群においては, LM 損傷 62.9% が MM 損傷 31.4% より多かった。女子体操競技選手の ACL 損傷に伴う MCL 損傷は先行研究の 12.8 ~ 24.6%²¹⁾²²⁾とは一致せず少ない傾向であった。Smith ら¹¹⁾は, ACL 損傷に合併する半月板損傷は, 急性期では MM 損傷, LM 損傷ともに 50% であったと報告しており, これらと比較すると女子体操競技選手の MM 損傷は少なく, LM 損傷は多い傾向にあると考える。ACL 損傷の合併症から受傷メカニズムを推察している報告¹⁰⁾¹²⁾があり, 合併症の中でも最多であった LM 損傷の受傷機転の観点より ACL 損傷の受傷機転を推察する。ACL 損傷に併発する LM 損傷の受傷機転は, 膝関節外反・内旋・脛骨前方変位が関与するという報告²³⁾や LM 損傷の受傷には主に膝関節外反が関与するという報告²⁴⁾がある。このことから女子体操競技選手の ACL 損傷の受傷機転は外反が関与している可能性があることが合併症から推察できる。

受傷時の種目は上肢を優位に使う懸垂系種目の段違い平行棒がもっとも少なく, 下肢を優位に使う跳躍系種目が多く, 特に床での発生率が高率であった。ACL 損傷発生因子のひとつである外的因子については, 床面の硬度の増加が発生に関与するとされている²⁵⁾。高率であった床と他 3 種目の種目特性の大きな違いは着地環境と演技中の着地回数が異なる点である。床は他 3 種目と異なり, 着地面に「着地マット」の設置がなく, 跳躍技を実施しそのまま着地を行わなければならない。床は表面からカーペット・弾性クッション・弾性パネル・スプリングで構成されており, 床の着地環境は弾性特性が強いいため変形がしにくい。一方その他の種目の「着地マット」

は粘性特性が強いいため変形がしやすいとされている²⁶⁾。着地回数においては, 他 3 種目は演技の終盤にのみ着地を行うが, 床は演技中に着地動作が複数回要求される。よって, 床は他 3 種目と比較して, 弾性特性が強い着地環境面に複数回の着地動作を強いられるため, 着地時に衝撃吸収が十分にできる下肢機能が必要であり, これらが欠如することによって ACL 損傷の受傷リスクを高める可能性がある。

ACL 損傷の受傷機転については非接触型損傷が多く, ジャンプの着地時や急停止時に膝外反と脛骨内旋が生じて受傷することが多いと報告されている⁴⁾。本研究結果は着地時の受傷が多い結果であったが各関節の肢位などは明確にできていない。また体操競技は, 実施した技が成功したにもかかわらず着地時に受傷する場合, 実施した技を失敗して着地時に受傷する場合があると考えられるが本研究では明確にできていない。

受傷側とひねり方向には強い関連性が認められ, ひねり方向とは反対側の膝の受傷が多い結果となった。着地動作における膝関節回旋負荷は, ACL に負荷が生じることが述べられている²⁷⁻²⁹⁾。黄ら³⁰⁾は, 体操競技の 4 つの技を計測し, 着地時の重心まわりのひねり角速度はひねり角度が大きいほど速くなり, 着地時の重心まわりの宙返り角速度と比較してバラツキが多いため, 宙返り動作と比較してひねり動作の方が制御することが難しいと報告している。体操競技の特異的な動作である, ひねりを伴った技からの着地においても, 同様にひねり角度の増加は膝関節回旋負荷を増大させる可能性がある。ACL 受傷時の競技動作に関する競技別の報告では, バスケットボールは, 着地動作での受傷が多くみられ, 非接触型の場合は妨害要素が影響し³¹⁾, サッカーは, 下肢へのタックルが主要な受傷機転である³²⁾とされている。体操競技の着地動作には, 着地の瞬間に生じる並進運動, 宙返り動作に伴う矢状面での回転運動, さらにひねり動作に生じる水平面での回転運動が生じ, これらの複合的な力学的ストレスを制御する必要があると考える。よって体操競技選手は, 宙返り動作とひねり動作による複合的な力学的ストレスがひねり方向とは反対側の膝へ着地時に加わることが競技特異的な動作に関連した受傷機転であると考えられる。

本研究の限界としては, 選手本人に直接聴取した方法ではなく診療記録を用いた後方視的研究であり, n 数も少数である。また関節弛緩性, 下肢筋力などの身体特性や競技歴は調査しておらず, 着地時の膝関節肢位など詳細な状況, それぞれの技やひねりが着地時に及ぼす影響などが明確ではない。

今後はこれらの問題点を整理し, 受傷メカニズム解明に向けてビデオ分析を行い受傷シーンの膝関節肢位などを明確にし, ひねり動作が膝関節に及ぼす影響を動作解

析にて解明する必要がある。

予防プログラム作成においては、対象を16歳以前の選手にすること、着地時の過剰な膝関節外反を制御する機能改善、360°ターンジャンプなどのひねり動作、着地環境が異なることで受傷リスクが高くなる可能性があることを踏まえた様々な環境での着地トレーニングなどを予防プログラムに組み込み、予防介入、指導を行いたいと考えている。

結 論

女子体操競技のACL損傷は、好発年齢は先行研究と同様であり、受傷種目および受傷側とひねり方向の関係性に競技特異性を反映した特徴が見られた。術後競技復帰や予防プログラム作成には上記を考慮し介入を行う必要性があると考えられる。

利 益 相 反

本研究に関連して、すべての著者に開示、記載すべき経済的な利益関係や利益相反はない。

文 献

- 1) 道永幸治, 白土英明, 他: 器械体操競技におけるスポーツ外傷, 障害の特徴. 臨床スポーツ医学会誌. 1997; 14: 371-375.
- 2) de Loes M, Dahlstedt Lj, *et al.*: A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sport. Scand J Med Sci Sport. 2000; 10: 90-97.
- 3) Gans I, Retzky JS, *et al.*: Epidemiology of Recurrent Anterior Cruciate Ligament Injuries in National Collegiate Athletic Association Sport: The injury Surveillance Program, 2004 - 2014. Orthop J Sport Med. 2018; 13: 1-7.
- 4) 日本整形外科学会, 日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会: 前十字靱帯 (ACL) 損傷診療ガイドライン 2019 (改定第3版). 南江堂, 東京, 2019, pp. 17-21.
- 5) Hewett TE, Lindenfeld TN, *et al.*: The effect of neuromuscular training on the incidence of knee of injury in female athletes. A prospective study. Am J Sport Med. 1999; 27: 699-706.
- 6) Heidt RS Jr, Sweetserman LM, *et al.*: Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. Am J Sport Med. 2000; 28: 659-622.
- 7) Olsen OE, Myklebust G, *et al.*: Exercise to prevent lower limb injuries in youth sport: cluster randomized controlled trial. BMJ. 2005; 330: 449.
- 8) van Mechelen W, Hlobil H, *et al.*: Incidence, severity, aetiology and prevention of sport injuries. A review of concepts. Sport Med. 1992; 14: 82-99.
- 9) 中嶋寛之, 黒沢 尚, 他: 女子体操選手における前十字靱帯損傷. 整形・災害外科. 1984; 27: 609-613.
- 10) 案浦聖凡, 王 亨弘, 他: 前十字靱帯損傷の受傷機序について. 整形外科と災害外科. 1996; 45: 339-343.
- 11) Smith JP 3rd, Barrett GR: Medial and Lateral Meniscal Tear Patterns in Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knees: A Prospective Analysis of 575 Tears. Am J Sport Med. 2001; 29: 415-419.
- 12) Hayes CW, Brigido MK, *et al.*: Mechanism-based Pattern Approach to Classification of Complex Injuries of the Knee Depicted at MR Imaging. Radiographics. 2000; 20: 121-134.
- 13) 日本整形外科学会, ACL 損傷ガイドライン策定委員会: 前十字靱帯 (ACL) 損傷診療ガイドライン. 南江堂, 東京, 2006, p. 37.
- 14) GA Murrell, S Maddali, *et al.*: The effects of time course after anterior cruciate ligament injury in correlation with meniscal and cartilage loss. Am J Sport Med. 2001; 29: 9-14.
- 15) 野田優希, 古川裕之, 他: 性差によるバレーボールの傷害発生の特徴. ヘルスプロモーション理学療法研究. 2017; 6: 197-200.
- 16) 高橋佐江子, 奥脇 透: 我が国の中高生における膝前十字靱帯損傷の実態. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2015; 23: 480-485.
- 17) 公益財団法人日本体操協会ホームページ H31 (R1) 登録人口集計表. <https://www.jpn-gym.or.jp/wp-content/uploads/2020/04/b12c6563eb6e1c3a8b3a472cfl76a1a1.pdf> (2020 年 6 月 23 日引用)
- 18) 長妻香織, 川島敏生, 他: 膝前十字靱帯 (ACL) 損傷理学療法診療ガイドライン. 理学療法学. 2015; 42: 603-613.
- 19) Hewett TE, Myer GD, *et al.*: Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes. J Bone Joint Surg Am. 2004; 86: 1601-1608.
- 20) Yu B, McClure SB, *et al.*: Age and gender effects on lower extremity kinematics of youth soccer players in a stop-jump task. Am J Sport Med. 2005; 33: 1356-1364.
- 21) Miyasaka KC, Daniel DM, *et al.*: The incidence of knee ligament injuries in the general population. Am J Knee Surg. 1991; 4: 3-8.
- 22) Majewski M, Susanne H, *et al.*: Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. Knee. 2006; 13: 184-188.
- 23) Levine JW, Kiapour AM, *et al.*: Clinically relevant injury patterns after an anterior cruciate ligament injury provide insight into injury mechanisms. Am J Sport Med. 2013; 41: 385-395.
- 24) 福林 徹, 蒲田和芳, 他: 膝関節疾患のリハビリテーションの科学的基礎. ナップ, 東京, 2016, pp. 112-258.
- 25) 福林 徹, 蒲田和芳: ACL 損傷予防プログラムの科学的基礎. ナップ, 東京, 2008, p. 88.
- 26) 宮崎彰吾: 体操競技における着地動作. 臨床スポーツ医学. 2019; 36: 564-568.
- 27) Markolf KL, Burchfield DM, *et al.*: Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. J Orthop Res. 1995; 13: 930-935.
- 28) Kanamori A, Woo SL, *et al.*: The forces in the anterior cruciate ligament and knee kinematics during a simulated pivot shift test: A human cadaveric study using robotic technology. Arthroscopy. 2000; 16: 633-639.
- 29) Olsen OE, Myklebust G, *et al.*: Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. Am J Sports Med. 2004; 32: 1002-1012.
- 30) 黄 宝根, 三上貴正, 他: 体操競技における着地動作および着地荷重の解析. スポーツ産業学研究. 2001; 11: 41-51.
- 31) Krosshaug T, Nakamae A, *et al.*: Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. Am J Sport Med. 2006; 35: 359-367.
- 32) Bjordal JM, Arnly F, *et al.*: Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in soccer. Am J Sport Med. 1997; 25: 341-345.

〈Abstract〉

Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Gymnasts

Masahiro UCHINOKURA, PT, Takahiro SEKIGUCHI, PT, Hidenori MIYAUCHI, PT, Tatsuya OHNO, PT
Department of Rehabilitation, Funabashi Orthopedic Clinic

Takahiro FUJIWARA, PT
Department of Rehabilitation, Funabashi Orthopedic Nishifuna Clinic

Toru OKADA, PT
Department of Planning, Funabashi Orthopedic Hospital

Objective: While anterior cruciate ligament injury in female athletes are generally well documented, there are a lack of reports for female gymnasts. The purpose of this study was to clarify the occurrence of anterior cruciate ligament (ACL) injuries in female gymnasts.

Method: The subject number were 283 female gymnasts who visited in Funabashi Orthopedic Hospital and were diagnosed with knee joint diseases and disorders. The incidence and age of each disease were investigated. We investigated the height, weight, Body Mass Index, complications, level of competition, event (vault, uneven bars, balance beam, floor exercise) at the time of injury, injury mechanism, injured side, direction of twist at the time of skill execution, and type of skill performed at the time of injury in patients with anterior cruciate ligament injuries, and examined the relationship between injured side and direction of twist.

Results: ACL injuries occurred at the second highest rate among knee joint diseases, with the most common age of occurrence being 16 and 17 years old. The majority of injuries occurred on the floor exercise, and the majority of injuries occurred on the landing. The most common complication was lateral meniscus injury. The relationship between the injured side and the direction of the twist was observed, and the injury on the opposite side of the twist direction was significantly more frequent.

Conclusion: The relationship between the injured side and the direction of twist was characteristic of ACL injuries in female gymnastics, reflecting the specificity of the sport.

Key Words: Female gymnastics, Anterior cruciate ligament injury, Epidemiology

研究論文 (原著)

自宅近隣環境の類型別にみた生活空間の良好な地域高齢者の身体・心理社会的特性に関する検討*

葛 迫 剛^{1) #} 齋 藤 圭 介²⁾ 佐 藤 三 矢²⁾
水 谷 雅 年³⁾ 岸 本 美 地 彦¹⁾ 宮 治 真 理¹⁾

要旨

【目的】本研究の目的は、自宅近隣環境を類型化し、各環境下の生活空間の良好な地域高齢者の特性を検討することである。【方法】通所系施設を利用する高齢者106名を対象とし、生活空間 (Life-space assessment; 以下, LSA)、自宅近隣環境 (Abbreviated neighborhood environmental walkability scale; 以下, ANEWS)、基本属性、身体・心理社会的特性について調査した。環境は ANEWS 得点をクラスター分析で類型化し、高齢者特性は類型化した各環境下で LSA56 点を基準に高外出群と低外出群の2群に分け比較した。【結果】高外出群と低外出群を比較して、整備が不十分な環境では長距離の連続歩行距離で統計的有意差が認められ、良好な環境では趣味とソーシャルサポート尺度で有意差が認められた。【結論】各環境下で生活空間の良好な地域高齢者の特性が異なることが示唆された。

キーワード 地域高齢者, Life-space assessment, 自宅近隣環境, 身体・心理社会的特性

はじめに

現在我が国では、超高齢社会への対応として、地域包括ケアシステムの構築が進められており¹⁾、介護予防においては2015年から「介護予防・日常生活支援総合事業」が開始された²⁾。この事業では、これまでの要支援・要介護に陥るリスクの高い高齢者を対象としたハイリスク戦略から、健康な高齢者から要支援高齢者も含め、地域での互助や自助への働きかけによって介護予防に取り組むポピュレーション戦略へと転換が図られた。そして「地域リハビリテーション活動支援事業」²⁾では、地域における介護予防の取り組みを強化するため、通

所、訪問、地域ケア会議、通いの場等に、リハビリテーション専門職が定期的に関与し、日常生活の活動性や社会参加を促すことが期待されている。これまでの介護予防事業の取り組みでは機能向上運動に偏りがちで、事業終了後も活動的な状態を維持するための取り組みが不十分であったことがしばしば問題点として指摘されてきた³⁾。介護予防教室等の運動指導だけでは、事業終了後に運動を継続できず活動性が低下し、効果が持続しないことが推測される。介護予防の効果・持続性を高めるには、地域の実情に即して活動や参加を促進し、身体機能低下を予防し、地域での活動性が維持できるよう支援介入の具体的指針を得ることが重要である。

一方、介護予防の評価では、運動機能だけでなく活動や参加を含めた生活全般にかかる総合的な観点から、「生活空間 (Life-space)」⁴⁾ という概念での評価が活用され、そのひとつに、「Life-space assessment (以下, LSA)」^{5) 6)} がある。LSA は、過去1ヵ月間における活動範囲や外出頻度、自立度により生活空間を点数化する尺度である。LSA は、先行研究において日常生活動作能力の低下に先立ち狭小化することや⁶⁾、生活空間の狭小化は死亡率や虚弱的の発生を高めることが報告されている⁷⁾。LSA と関連する要因では、自立した地域高齢者を対象とした研究で一般健康状態、運動機能、物的・人

* Examination of Physical and Psychosocial Factors of Elderly that Improve the Life Space Based on the Type of Neighborhood Environment

1) 甲賀市水口医療介護センターリハビリテーション科
(〒528-0049 滋賀県甲賀市水口町貴生川293-1)
Tsuyoshi Katsurasako, PT, MS, Michihiko Kishimoto, PT, Mari Miyaji, PT: Department of Rehabilitation, Koka City Minakuchi Medical Care Center

2) 吉備国際大学大学院 (通信制) 保健科学研究科理学療法学科
Keisuke Saitoh, PT, PhD, Mitsuya Satou, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Graduate School of Health Science, Kibi International University

3) 吉備国際大学保健医療福祉学部理学療法学科
Masatoshi Mizutani, DMSc: Department of Physical Therapy, School of Health Science and Social Welfare, Kibi International University

E-mail: pt12tysk@yahoo.co.jp
(受付日 2021年4月25日/受理日 2021年6月15日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年8月25日]

的環境が関連することが報告されており⁸⁾、介護予防事業対象者では年齢や Timed up & go test (以下, TUG), Instrumental activities of daily living (以下, IADL), 心理的要因⁵⁾、通所リハビリテーション利用者では身体機能や外出目的、環境要因が関連することが報告されている⁹⁾。

以上のように、地域高齢者の LSA と関連する要因が報告されているが、生活空間の拡大や維持を図るうえで、心身機能や移動能力に制限のある高齢者では、自宅近隣の環境状態の違いによって、生活空間を良好に保っている集団の身体・心理社会的特性が異なることが考えられる。しかし、地域高齢者の LSA と自宅近隣環境に関する先行研究では、公共交通機関の有無⁹⁾や、歩道の整備状況¹⁰⁾、徒歩圏内の駅や店の有無、坂の有無⁸⁾といった環境の要因としての検討であり、基本的に転居等をしないと変えることができない近隣環境については、環境の違いによる地域高齢者の特性を明らかにし、状況に即した効果的な支援介入を検討する必要がある。

本研究では、地域高齢者の自宅近隣環境の整備状況について類型化したうえで、各自宅近隣環境における生活空間の良好な地域高齢者の身体・心理社会的特性を明らかにすることを目的とした。

対象および方法

1. 対象

本研究では、調査対象地域として近畿圏 2 県のうち農村の地域 2 市を選定した。調査対象は、当該市内に在住する 65 歳以上の高齢者のうち、診療所併設型介護老人保健施設 1 施設の通院・通所リハビリテーション利用者、クリニック 2 施設の通所リハビリテーション利用者、事業所 2 施設の通所介護利用者 112 名とした。対象者の包含基準は、65 歳以上の高齢者のうち要介護認定非該当から要支援 1・2 の認定を受け、歩行様式にかかわらず屋内歩行が自立している者とした。また調査に対する良好な指示理解が得られない者、心疾患等で医師から過度の運動は制限されている者は、集計対象から除外した。

本研究は、対象者が所属する各施設所属長の承認を得たうえで、吉備国際大学大学院の倫理委員会規定に基づき倫理審査申請書を提出し承認（受理番号 19-60）を得た。また対象者に対しては、調査内容を書面および口頭にて十分に説明を行い、同意を得たうえで調査を実施した。

2. 方法

1) 生活空間の評価

生活空間の評価には LSA⁵⁾を用いた。LSA は評価前 1 ヶ月間の生活空間における活動状況を点数化 (0 ~ 120 点) する尺度であり、LSA の得点は、5 段階の活動

範囲について活動頻度と自立度から得点を算出するものである。得点は、LSA の合計得点を算出した。

2) 自宅近隣環境の評価

自宅近隣環境の調査は Abbreviated neighborhood environmental walkability scale 日本語版 (以下, ANEWS)¹¹⁾を用いた。ANEWS は、再検査信頼性や基準関連妥当性、構成概念妥当性が検証されている¹¹⁻¹³⁾。この尺度は自宅から歩いて 15 分程度の自宅近隣の環境に関する質問紙で、全 54 項目、8 つの下位領域尺度 (住居密度、土地利用の多様性、サービスへのアクセス、道路の連結性、歩道・自転車道、景観、交通の安全、治安) から構成されている。選択肢は、住居密度については、一戸建てや各階層のアパートなどが自宅近隣にどの程度あるのかを「1: まったくない, 2: 少しある, 3: そこそこある, 4: かなりある, 5: すべてがそうである」の中から選ぶ。土地利用の多様性は、コンビニやスーパーなどの商店、小学校や銀行、バス停や駅、公民館などの 23 種類の施設まで、歩いて何分程度かかるかについてたずねるものであり、選択肢は、「1: 1 ~ 5 分以内, 2: 6 ~ 10 分以内, 3: 11 ~ 20 分以内, 4: 21 ~ 30 分以内, 5: 31 分以上, 6: わからない」の 6 段階から選ぶ。その他の下位領域尺度の項目については、目的地へのアクセスや景観、歩道・自転車道の有無など自宅近隣の環境について、「1: 全くあてはまらない, 2: ややあてはまらない, 3: 少しあてはまる, 4: とてもよくあてはまる」の 4 つの選択肢から選ぶ。得点は、8 つの下位領域尺度の項目について選択肢を点数化し、各下位領域尺度の平均値を算出したものを下位領域得点とする。得点が高いほど、居住地周辺の環境が歩行に適しているとされる。本研究では通勤・通学 (土地利用の多様性) の項目を除く 53 項目について測定した。

3) 基本属性の評価

基本属性は、年齢、性別、疾患分類、要介護度、通院または通所サービスの利用回数、転倒歴の 6 項目を調査した。疾患分類は、「運動器疾患」、「脳血管等疾患」、「呼吸器疾患」、「心大血管疾患」、「その他」による 5 つの選択肢とした。

4) 身体的特性の評価

移動能力の評価は Rivermead mobility index 日本語版 (以下, RMI)¹⁴⁾を用いた。RMI は、難易度の低い「ベッド上の寝返り」から「走行」まで 15 項目の幅広い移動能力を包括的に測定できる。全 15 項目について、自立 1 点、非自立 0 点とし、合計得点 (0 ~ 15 点) を算出した。移動水準の評価は、Functional ambulation categories (以下, FAC)¹⁵⁾を用いた。FAC は、「歩行不可」から「歩行自立」まで 6 段階で測定した。連続歩行距離の評価は、休まず歩ける距離について「100 m 未満」、「100 m 以上 500 m 未満」、「500 m 以上 1 km 未満」、

「1 km 以上」の4段階で評価した。

5) 心理社会的特性の評価

自己効力感の評価として、稲葉ら¹⁶⁾の「虚弱高齢者の身体活動セルフエフィカシー尺度」のうち、歩行に対する自己効力感の点数を指標として用いた。ソーシャルサポートの評価は、ソーシャルサポート尺度短縮版¹⁷⁾を用いた。この尺度は、「家族のサポート：2項目」、「大切な人のサポート：2項目」、「友人のサポート：3項目」の計7項目から構成されている。回答は「1：全くそう思わない、2：そう思わない、3：あまりそう思わない、4：どちらともいえない、5：ややそう思う、6：そう思う、7：非常にそう思う」の7件法で、得点が高いほど、ソーシャルサポートが高いことを意味する。得点は全項目の平均値を算出した。その他に主観的健康観、趣味、車の運転、家族構成について評価した。

6) 調査方法と期間

調査方法は、要介護度、利用回数、疾患分類、FAC、移乗動作能力、立位保持能力については理学療法士または介護スタッフによるカルテ収集および観察による評価とし、それ以外の指標については対象者の自記式質問紙調査とした。対象者への質問紙調査の実施は、内容を十分に説明した後に自己記入とし、記載漏れや誤認に関しては研究協力者が確認した。また調査方法を統一するために、事前に確認事項や回答基準を規定したマニュアルを作成し、調査を行う研究協力者に配布・説明を行った。調査期間は、2020年5～7月の約3ヵ月間とした。

7) 統計解析

まず自宅近隣の環境状態を類型化するため、得点レンジが異なる ANEWS の下位領域得点を標準得点に換算し、ユークリッド距離の2乗を基にした Ward 法クラスター分析を行った。そして抽出された各クラスターにおける集団の特徴を明らかにするため、下位領域得点ごとに Kruskal-Wallis の検定を実施後、Dunn test による多重比較を用いて検討した。

次に、自宅近隣環境の類型別にみた生活空間の良好な高齢者の特性の違いを検討するため、LSA が56点以下だった者は将来的な IADL の低下リスクを高めるとした Shimada ら¹⁸⁾の先行研究に基づき、LSA 合計点が56点超の者を高外出群、56点以下の者を低外出群として2群に分け、クラスターごとに基本属性、身体・心理社会的特性に関する各指標について群間比較を行った。群間比較は、年齢は二標本 t 検定、RMI、FAC、自己効力感、ソーシャルサポート尺度については、Mann-Whitney 検定を用いた。それ以外の指標については回答を2値に変換し、 χ^2 検定、または Fisher の直接確率計算法を用いて検討した。そして、各環境下の LSA 高外出群の特性を比較するため、高齢者の特性に関する各指標について LSA 高外出群のみの3群比較を行った。

表1 対象者の各属性 (n=106名)

LSA (点)	54.7 ± 21.1 点
年齢	81.3 ± 6.9 歳
性別 男性 / 女性	42 / 64 名
要介護認定 非該当 / 要支援 1・2	32 / 74 名
主疾患 運動器疾患	81 名
脳血管等疾患	18 名
呼吸器疾患	0 名
心大血管疾患	2 名
その他	5 名
利用回数 週2回以上 / 週2回未満	50 / 56 名
転倒歴 有り / 無し	47 / 59 名
基本動作 (RMI)	12 ± 2.3 点
移動水準 (FAC)	4.5 ± 0.6 点
500 m 歩行 可能 / 不十分	36 / 70 名
1 km 歩行 可能 / 不十分	18 / 88 名
主観的健康観 (健康 / 健康でない)	65 / 41 名
自己効力感 (点)	14 ± 5.5 点
車の運転 する / しない	35 / 71 名
趣味 有り / 無し	66 / 40 名
家族構成 同居 / 独居	87 / 19 名
ソーシャルサポート	5.4 ± 1.1 点

LSA・RMI・FAC・自己効力感・ソーシャルサポート尺度は平均±標準偏差を表記。その他は度数を表記。

LSA：Life-space assessment

RMI：Rivermead mobility index

FAC：Functional ambulation categories

年齢は一元配置分散分析、RMI、FAC、自己効力感、ソーシャルサポート尺度については、Kruskal-Wallis の検定を実施後、Dunn test による多重比較を用いて検討した。それ以外の指標については χ^2 検定および Fisher の直接確率計算法 (Bonferroni 補正) を用いて検討した。

統計処理には SPSS Statistics (ver.27.0, IBM) および R (ver.4.0.2, フリーソフトウェア) を用いて行い、いずれの検定も有意水準は5%とした。

結 果

研究への同意が得られた112名のうち、データ欠損のない106名 (男性42名、女性64名、平均年齢81.3 ± 6.9歳) を対象者とした。対象者の属性は、LSA 合計点の平均値は54.7 ± 21.1点であった。このうち約7割は要支援の介護認定を受けており、主疾患は運動器疾患が7割以上を占め、次いで脳血管等疾患、その他の順であった (表1)。次に ANEWS の8つの下位領域について Ward 法クラスター分析を実施した結果、3つのクラスターが抽出され、第1クラスターは30名 (28.3%)、第2クラスターは45名 (42.5%)、第3クラスターは31名 (29.2%) に分類された。第1クラスターは、土地利用

表2 類型化した各環境状態の ANEWS 下位領域得点の比較

下位領域 (得点範囲)	全体 (N=106)	I 近隣環境良好群 (n=30)	II 近隣環境中間群 (n=45)	III 局所的環境整備群 (n=31)	多重比較
住居密度 (5-805)	173.6 ± 20	178.1 ± 15.3	176.0 ± 26.9	166.0 ± 4.7	I > III **
土地利用の多様性 (1-5)	1.7 ± 0.6	2.4 ± 0.6	1.5 ± 0.3	1.4 ± 0.3	I > II **, I > III **
サービスへのアクセス (1-4)	2.4 ± 0.5	2.8 ± 0.4	2.2 ± 0.4	2.3 ± 0.4	I > II **, I > III **
道路の連結性 (1-4)	2.4 ± 0.8	2.7 ± 0.7	2.4 ± 0.7	1.9 ± 0.7	I > III **, II > III *
歩道自転車道 (1-4)	2.0 ± 0.8	2.4 ± 0.8	1.8 ± 0.7	1.7 ± 0.7	I > II **, I > III **
景観 (1-4)	2.3 ± 0.8	2.8 ± 0.5	2.6 ± 0.5	1.4 ± 0.5	I > III **, II > III **
交通の安全 (1-4)	2.5 ± 0.5	2.7 ± 0.5	2.5 ± 0.5	2.4 ± 0.5	
治安 (1-4)	3.1 ± 0.4	3.3 ± 0.4	3.0 ± 0.4	3.1 ± 0.4	I > II **

I：近隣環境良好群、II：近隣環境中間群、III：局所的環境整備群、

多重比較はDunn test.

**：p < 0.01 *：p < 0.05

の多様性とサービスへのアクセス、歩道・自転車道で有意に他の2群より得点が高く (p<0.01)、第2クラスターは、土地利用の多様性とサービスへのアクセス、歩道・自転車道、治安は第1クラスターより得点が有意に低く (p<0.01)、道路の連結性 (p<0.05) と景観 (p<0.01) は第3クラスターより得点が有意に高かった。第3クラスターは、住居密度、土地利用の多様性、サービスへのアクセス、歩道・自転車道は、第1クラスターより得点が有意に低く (p<0.01)、道路の連結性と景観は他の2群より得点が有意に低かった (p<0.05) (表2)。以上のことから、各クラスターの特徴より第1クラスターは、「近隣環境良好群」、第2クラスターは、「近隣環境中間群」、第3クラスターは、「局所的環境整備群」と命名した。

各環境下のLSA 高外出群と低外出群の比較結果では、要介護度、RMI、FAC、500 m以上の連続歩行距離、自己効力感、車の運転は3群とも共通して有意な差を認めた。各群で異なっていた指標は、近隣環境良好群では、趣味、ソーシャルサポート尺度で有意な差を認め (p<0.01)、近隣環境中間群と局所的環境整備群では、1 km以上の連続歩行距離で有意な差を認めた (p<0.01) (表3)。各環境下の高外出群のみの比較結果では、自己効力感、局所的環境整備群は近隣環境中間群より有意に得点が低く (p<0.05)、ソーシャルサポート尺度では、近隣環境良好群が近隣環境中間群より有意に点数が高かった (p<0.05)。

考 察

本研究の特徴は、自宅近隣環境について環境の要因による検討ではなく、環境状態を類型化したうえで、自宅近隣環境の違いによる生活空間の良好な地域高齢者の特性を明らかにしたことである。

対象について、原田ら⁵⁾による介護予防事業に参加

した地域高齢者2,147名を対象としたLSAの調査研究では、特定高齢者～要支援者の平均年齢が79.4 ± 6.9歳、LSAの平均値は51.4 ± 25.2点であったと報告されている。本研究の対象の平均年齢は81.3 ± 6.9歳、LSAの平均値は54.7 ± 21.1点であり、先行研究の結果と近似していた。本対象者の平均年齢やLSAの平均値は全国平均と比較的近い値となっており、通院・通所系サービスを利用する地域高齢者を対象とした本研究において、一般的な特性を有する概ね妥当な集団であったと考えられる。また3類型に分類した自宅近隣環境について、近隣環境良好群では、住居密度は一戸建ての他にアパートが少しあり、土地利用の多様性は商店、公共交通機関、公民館等が歩いて20～30分の範囲に多かった。先行研究では、土地利用の多様性得点と日常歩行量が関連すると報告されており¹⁹⁾、3群の中でもっとも外出しやすい環境であると想定される。局所的環境整備群では、土地利用の多様性は商店等が歩いて30分以上の範囲がほとんどで、目的地が歩いていける範囲にあまりなく、3群の中でもっとも外出への制約があると考えられる。近隣環境中間群は、他の2群の中間的な集団で住居密度や景観は近隣環境良好群と近似し、土地利用の多様性やサービスへのアクセス等は局所的環境整備群に近似していた。以上のことから、本研究で分類した3つの環境類型は、地域高齢者の身体・心理社会的特性の違いを検討するうえで妥当な類型と考える。

本研究では、地域で活動的な生活を送ることで生活機能低下を予防するための知見を得る観点より、Shimadaら¹⁸⁾の先行研究に基づき、LSA56点超を高外出群、56点以下を低外出群として各環境下の生活空間の良好な高齢者特性に関する検討を行った。LSAと身体的特性の関連性についてRMI、FAC、500 m以上の連続歩行距離は、3群とも共通して高外出群と低外出群の比較で有

表3 各環境下のLSA 高外出群と低外出群の各特性の比較結果 (n=106)

		I 近隣環境良好群 (n=30)		II 近隣環境中間群 (n=45)		III 局所的環境整備群 (n=31)	
		高外出群	低外出群	高外出群	低外出群	高外出群	低外出群
年齢 (歳)		78.9 ± 5.8	81.9 ± 7.2	76.1 ± 6.9	83.8 ± 4.9 **	81.2 ± 7.0	85.7 ± 5.5
性別	男性	10(62.5%)	6(42.9%)	9(42.9%)	6(25%)	6(50%)	5(26.3%)
	女性	6(37.5%)	8(57.1%)	12(57.1%)	18(75%)	6(50%)	14(73.7%)
介護度	非該当	10(62.5%)	0(0%) **	11(52.4%)	3(12.5%) **	6(50%)	2(10.5%) *
	要支援	6(37.5%)	14(100%)	10(47.6%)	21(87.5%)	6(50%)	17(89.5%)
週2回以上利用	有り	10(62.5%)	5(35.7%)	4(19%)	12(50%) *	6(50%)	13(68.4%)
	無し	6(37.5%)	9(64.3%)	17(81%)	12(50%)	6(50%)	6(31.6%)
転倒歴	有り	5(31.3%)	6(42.9%)	13(61.9%)	15(62.5%)	2(16.7%)	6(31.6%)
	無し	11(68.7%)	8(57.1%)	8(38.1%)	9(37.5%)	10(83.3%)	13(68.4%)
基本動作 (RMI) (点)		13.6 ± 1.1	10.9 ± 1.8 **	13.7 ± 1.0	11.2 ± 2.1 **	13.0 ± 1.8	9.9 ± 2.2 **
移動水準 (FAC) (点)		5	4.1 ± 0.5 **	4.9 ± 0.4	4.0 ± 0.6 **	4.8 ± 0.4	4.2 ± 0.4 **
500 m 歩行	可能	11(68.7%)	1(7.1%) **	14(66.7%)	3(12.5%) **	7(58.3%)	0(0%) **
	不十分	5(31.3%)	13(92.9%)	7(33.3%)	21(87.5%)	5(41.7%)	19(100%)
1 km 歩行	可能	6(37.5%)	1(7.1%)	6(28.6%)	0(0%) **	5(41.7%)	0(0%) **
	不十分	10(62.5%)	13(92.9%)	15(71.4%)	24(100%)	7(58.3%)	19(100%)
主観的健康観	健康である	13(81.3%)	9(64.3%)	11(52.4%)	4(16.7%)	8(66.7%)	2(10.5%)
	健康でない	3(18.7%)	5(35.7%)	10(47.6%)	20(83.3%)	4(33.3%)	17(89.5%)
自己効力感 (点)		18.1 ± 4.8	11.4 ± 3.6 **	19.5 ± 3.5	11.5 ± 3.7 **	15.0 ± 5.0	8.8 ± 2.9 **
車の運転	する	10(62.5%)	0(0%) **	11(52.4%)	4(16.7%) *	8(66.7%)	2(10.5%) **
	しない	6(37.5%)	14(100%)	10(47.6%)	20(83.3%)	4(33.3%)	17(89.5%)
趣味	有り	15(93.8%)	3(21.4%) **	17(81%)	16(66.7%)	6(50%)	9(47.4%)
	無し	1(6.2%)	11(78.6%)	4(19%)	8(33.3%)	6(50%)	10(52.6%)
家族構成	同居あり	14(87.5%)	12(85.7%)	19(90.5%)	20(83.3%)	8(66.7%)	14(73.7%)
	独居	2(12.5%)	2(14.3%)	2(9.5%)	4(16.7%)	4(33.3%)	5(26.3%)
ソーシャルサポート (点)		5.9 ± 1.5	5.5 ± 0.8 **	5.3 ± 0.7	5.5 ± 0.9	5.4 ± 0.9	5.0 ± 1.6

I : 近隣環境良好群. II : 近隣環境中間群. III : 局所的環境整備群.

RMI・FAC・自己効力感・ソーシャルサポート尺度は平均±標準偏差を表記. その他は度数(割合)を表記.

RMI: Rivermead mobility index, FAC: Functional ambulation categories.

年齢は二標本t検定. RMI, FAC, 自己効力感, ソーシャルサポート尺度は Mann-Whitney 検定.

その他の項目は χ^2 検定または Fisher 直接確率計算法.

** : p < 0.01 * : p < 0.05

意な差を認めたが、1 km 以上の連続歩行距離では、近隣環境中間群と局所的環境整備群のみ有意な差を認めた。1 km 歩行距離能力は IADL や総合的移動能力と関連すると報告されている²⁰⁾。また佐々木ら²¹⁾は、地域高齢者のひとつの目的に対する歩行継続距離は 500 ~ 700 m と報告している。これらのことから環境が整備されていると、1 km 以上の連続歩行距離は不十分でも 500 m 以上の連続歩行距離が可能なことで良好な生活空間が保たれ、環境の整備が不十分だとより高い移動能力が必要となることが推測される。

LSA と心理社会的特性の関連性については、車の運転と高い自己効力感で 3 群とも有意な差を認めた。自己効力感が高いと外出頻度が多くなると報告されており²²⁾、活動への自信が生活空間を広げる要素になると考えられ

る。一方、趣味とソーシャルサポート尺度は、近隣環境良好群のみ有意な差を認めた。地域高齢者において趣味は生活空間と関連することが報告されているが⁹⁾、近隣環境中間群と局所的環境整備群では趣味で有意な差は認められなかった。近隣環境中間群と局所的環境整備群では、趣味活動が狭い生活空間でも行えるものに制約されている可能性が推測された。趣味は要支援高齢者の 5 年後の介護度の重症化を予防することが報告されており²³⁾、趣味の有無だけでなく、移動手段の検討や見守り支援など生活空間の維持・拡大につながる支援が必要と考える。ソーシャルサポートについては、地域高齢者の社会活動と関連することが報告されている²⁴⁾。ソーシャルサポートが得やすいことで社会活動が促進され、生活空間の維持や拡大につながることを推測される。

LSA 高外出群のみの比較においても、近隣環境良好群は近隣環境中間群より有意にソーシャルサポート得点が高かった。近隣環境良好群は住居密度が高く、土地利用の多様性やアクセスの近隣環境が整備されていることから、人との交流機会なども多く、ソーシャルサポートを受領しやすい環境にあると考える。一方、吉井ら²⁵⁾は、ソーシャルサポート受領について、一方的にサポートを受領している場合は、要介護状態の発生リスクを高めることを報告している。生活空間の拡大を図るにあたり、地域高齢者がサポートを受けるだけでなくサポートを提供できる機会をつくり、高齢者自身が社会的役割を果たしていくことが重要である。

以上のことから、環境状態の違いによって生活空間を良好に保っている高齢者特性が異なることが示された。介護予防の実践において、活動や参加を促すための支援や、地域包括支援センター等と連携した近隣資源の活用、または近隣資源がない場合の政策立案への提言の関与など、より効果的な支援介入を行ううえで、近隣環境を踏まえた対象者の特性を評価することが重要である。

本研究の限界として、本研究は横断研究であるため因果関係については言及できない。また近畿圏2市の農村的地域のみを対象としており、本研究結果がすべての地域の高齢者に対し示唆を与える結果ではないことに留意する必要がある。そして趣味については、環境の整備状況が良好な集団のみ生活空間と関連性を示したが、趣味の有無の評価しか実施していないため、どのような趣味が生活空間と関連性があるのかは検討できていない。趣味内容や実施頻度を調査し、生活空間と趣味の関連性をより詳細に把握することで生活空間拡大のための支援策を検討するための一助になると考える。本研究の結果、自宅近隣環境の整備状況を類型化し、各環境状態によって高齢者の生活空間と関連性がある要因が異なることが明らかとなった。今後はさらに対象を蓄積するとともに、農村的地域だけでなく都市的地域を含めた異なる環境下での検討、パフォーマンステスト等の他の指標を含めたさらに詳細な検討を行うことが課題である。

結 論

本研究は自宅近隣環境を類型化したうえで、各環境下における生活空間の良好な地域高齢者の特性を明らかにすることを目的とした。結果として、生活空間の良好な地域高齢者の身体的特性は、整備が不十分な環境下では、良好な環境下よりも長距離の連続歩行距離が生活空間と関連性があり、心理社会的特性は、良好な環境下では趣味やソーシャルサポートは生活空間と関連性があるが、整備の不十分な環境下では関連性がない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：本研究の実施にあたり、ご協力いただきました対象者の皆様、各施設の皆様に深謝いたします。

文 献

- 1) 厚生労働省ホームページ 地域包括ケアシステムの構築と地域ケア会議の推進について. https://mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12301000-Roukenkyoku-Soumuka/2_9_2.pdf (2020年11月18日引用)
- 2) 厚生労働省ホームページ 介護予防・日常生活支援総合事業ガイドライン概要. <https://mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/0000088276.pdf> (2020年11月18日引用)
- 3) 厚生労働省ホームページ 全国介護保険・高齢者保健福祉担当課長会議資料(平成26年2月): 老人保健課関係・介護予防について. <http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12301000-Roukenkyoku-Soumuka/0000038326.pdf> (2020年11月18日引用)
- 4) 飯田哲也: 公民館と生涯学習. 立命館産業社会論集. 2005; 41: 133-152.
- 5) 原田和宏, 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活空間(life-space)と点数化評価の妥当性の検討. 日本公衆衛生雑誌. 2010; 57: 526-537.
- 6) Baker PS, Bodner EV, *et al.*: Measuring Life-Space Mobility in Community-Dwelling Older Adults. J Am Geriatr Soc. 2003; 51: 1610-1614.
- 7) Xue QL, Fried LP, *et al.*: Life-space constriction, development of frailty, and the competing risk of mortality: the Women's Health And Aging Study I. Am J Epidemiol. 2008; 167: 240-248.
- 8) 島田裕之, 牧迫飛雄馬, 他: 地域在住高齢者の生活空間の拡大に影響を与える要因構造方程式モデリングによる検討. 理学療法学. 2009; 36: 370-376.
- 9) 川村皓生, 加藤智香子, 他: 通所リハビリテーション利用者の生活活動度の関連因子について. 日老医誌. 2018; 55: 65-73.
- 10) 飛山義憲, 川添大樹, 他: 末期変形性膝関節症患者における生活空間に影響を及ぼす因子の検討. 理学療法学. 2014; 41: 138-146.
- 11) 井上 茂, 大谷由美子, 他: 近隣歩行環境簡易質問紙日本語版(ANEWS日本語版)の信頼性. 体力科学. 2009; 58: 453-462.
- 12) Saelens BE, Sallis JF, *et al.*: Neighborhood-based differences in physical activity: An environment scale evaluation. Am J Public Health. 2003; 93: 1552-1558.
- 13) Cerin E, Saelens BE, *et al.*: Neighborhood Environment Walkability Scale: validity and development of a short form. Med Sci Sports Exerc. 2006; 38: 1682-1691.
- 14) 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. 2005; 9: 875-879.
- 15) Mehrholz J, Wagner K, *et al.*: Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 2007; 88: 1314-1319.
- 16) 稲葉康子, 大淵修一, 他: 虚弱高齢者の身体活動セルフエフィカシー尺度の開発. 日老医誌. 2006; 43: 761-768.
- 17) 岩佐 一, 権藤恭之, 他: 日本語版「ソーシャル・サポート尺度」の信頼性ならびに妥当性—中高年者を対象とした

- 検討一. 厚生指針. 2007; 54: 26-33.
- 18) Shimada H, Sawyer P, *et al.*: Predictive validity of the classification schema for functional mobility tests in instrumental activities of daily living decline among older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010; 91: 241-246.
 - 19) Inoue S, Ohya Y, *et al.*: Association between perceived neighborhood environment and walking among adults in 4 cities in Japan. *J Epidemiol.* 2010; 20: 277-286.
 - 20) 新開省二, 藤本弘一郎, 他: 地域在住老人の歩行移動力の現状とその関連要因. *日本公衆衛生雑誌.* 1999; 46: 35-46.
 - 21) 佐々木政雄, 松原悟朗: 超高齢社会における健康のための交通安全. *国際交通安全学会誌.* 2013; 37: 189-198.
 - 22) 尾形由紀子: 介護予防事業に参加する虚弱高齢者の自己効力感に関する研究. *福岡県立大学看護学研究紀要.* 2008; 6: 9-17.
 - 23) 和泉京子, 阿曾洋子, 他: 「軽度要介護認定」高齢者の5年後の要介護度の推移の状況とその要因. *老年社会科学.* 2012; 33: 538-554.
 - 24) 宇都宮すみ, 小岡重希子, 他: 要支援高齢者の社会活動に関連する要因. *老年社会科学.* 2019; 40: 393-402.
 - 25) 吉井清子, 近藤克則, 他: 地域在住高齢者の社会関係の特徴とその後2年間の要介護状態発生との関連性. *日本公衆衛生雑誌.* 2005; 52: 456-467.

〈Abstract〉

Examination of Physical and Psychosocial Factors of Elderly that Improve the Life Space Based on the Type of Neighborhood Environment

Tsuyoshi KATSURASAKO, PT, MS, Michihiko KISHIMOTO, PT, Mari MIYAJI, PT

Department of Rehabilitation, Koka City Minakuchi Medical Care Center

Keisuke SAITOH, PT, PhD, Mitsuya SATOU, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Graduate School of Health Science, Kibi International University

Masatoshi MIZUTANI, DMSc

Department of Physical Therapy, School of Health Science and Social Welfare, Kibi International University

Objectives: This study aimed to categorize neighborhood environment and examine the factors of the elderly that improve the life space in each environment.

Methods: A total 106 elderly people attending day care facilities participated in this study. Life-space assessment (LSA), abbreviated neighborhood environmental walkability scale, basic attributes, and physical, and psychosocial factors were measured. A cluster analysis was used to categorize the neighborhood environment. The LSA scores were divided into two groups, a high-score group and a low-score group under each environment, with cutoff score of 56. The factors of the elderly were compared between the two groups.

Results: The neighborhood environment was classified into three types using cluster analysis. On comparison between the high and low-score groups, a significant difference was found in the long-distance mobility in the poor-status environment, whereas a significant difference was found in the hobbies and social support scale in the good-status environment.

Conclusion: These results suggested that the physical and psychosocial factors of the elderly that the life space differ in each environment.

Key Words: Elderly, Life-space assessment, Neighborhood environment, Physical and psychosocial factors

研究論文 (原著)

人工呼吸器装着患者の退院時における自立歩行の関連因子の検討*

藤原 充^{1) #} 河島 徹¹⁾ 鈴木千恵美¹⁾ 櫻田隆悟¹⁾
鈴木亮馬¹⁾ 久保光正¹⁾ 満富一彦¹⁾

要旨

【目的】救命救急病棟 (Emergency and Critical Care Ward; 以下, ECCW) における人工呼吸器装着患者を対象に, 退院時の自立歩行の可否に関連する因子を明らかにし, カットオフ値を検討すること。【方法】ECCW に入院し, 24 時間以上の人工呼吸管理を要した 100 例を対象とした。退院時の自立歩行の可否を従属変数, 入院時の患者背景, 血液検査データ, ECCW における精神機能, 身体機能, 身体活動状況を独立変数とし, ロジスティック回帰分析を行った。さらに, 抽出因子, 予測モデルスコア (以下, スコア) のカットオフ値を算出した。【結果】抽出因子とスコアのカットオフ値は, 年齢 79 歳, 血清総蛋白値 (Serum Total Protein; 以下, TP) 6.1 g/dL, Intensive Care Unit Mobility Scale (以下, IMS) level 6, スコア 0.72 であった。【結論】年齢, TP, IMS は, 人工呼吸器装着患者の退院時の自立歩行に関連する可能性が示唆された。キーワード 人工呼吸器, 救命救急病棟, 歩行自立度

はじめに

近年, 集中治療領域での早期リハビリテーション (以下, 早期リハ) が注目されており, 高度急性期の病床機能の明確化が進む中で, 早期リハの確立や標準化は喫緊の課題となっている¹⁾。2010 年以降, Post-Intensive Care Syndrome の概念が提唱され, Acute Respiratory Distress Syndrome (以下, ARDS) 患者は, 5 年後においても身体機能や身体的 QOL, 復職率の回復が不完全とする報告²⁾ や Intensive Care Unit-Acquired Delirium (以下, ICU-AD) の発症によって生じた認知機能低下は退院後 6 ヶ月および 1 年後にもその影響が持続する³⁾ といった数多くの報告がされている。一方, ICU における早期離床や早期からの積極的な運動介入によって, 歩行を含めた退院時の ADL が有意に改善することが報告されており⁴⁾, 長期的な予後改善のために, 集中治療領域での効果的なリハ介入の重要性が増している。さらに,

患者の QOL 改善に寄与すると推察される自宅への退院には, 自立歩行がもっとも重要な要因のひとつであると考えられている⁵⁾。過去の報告では, ICU に入院し, 人工呼吸管理をされた患者の退院時の自立歩行に関連する因子として, 年齢, ICU-AW, ICU-AD の発症⁶⁾, ICU 入院後 30 日以内の起立⁷⁾, やや病期は異なるものの, Functional Status Score for the ICU, Functional Reach Test⁸⁾ などが挙げられている。Watanabe ら⁶⁾ の報告は, 多施設共同研究であることや明確な早期離床プロトコル導入下での研究であることから, 大変有用であると考えられるが, ICU 退室後のリハ介入頻度や侵襲的治療の有無などを含めた検討は行われていない。ICU 退室後のリハ介入頻度や介入日数などは, 退院時の歩行自立度に影響を与え得ると推察されるため, 検討する必要があると考える。また, 侵襲的治療は, 早期離床の障壁となる可能性⁹⁾ があり, 併せて調査, 検討が必要であると考えた。したがって, 本研究の意義は, 人工呼吸器装着患者の自立歩行に関連する因子を明らかにするために, 既知の要因である, 年齢などの背景, ICU-AW, ICU-AD の発症, 離床状況, 身体活動レベルに加えて, リハ介入頻度や侵襲的治療の有無などを含めた検討を行い, 重症患者に対する早期かつ効率的なリハ介入に寄与することである。

そこで本研究では, 救命救急病棟 (Emergency and Critical Care Ward; 以下, ECCW) 入院時の患者背景,

* Examination of the Factors Related to Walking Independence at Discharge in Patients who Required Mechanical Ventilation

1) 磐田市立総合病院リハビリテーション技術科

(〒438-8550 静岡県磐田市大久保 512-3)

Mitsuru Fujiwara, PT, Tohru Kawashima, PT, Chiemi Suzuki, PT, Ryugo Sakurada, PT, PhD, Ryoma Suzuki, PT, Kosei Kubo, PT, MSc, Kazuhiko Mitsutomi, PT: Department of Rehabilitation, Iwata City Hospital

E-mail: mitsuru.f@hospitaliwata.shizuoka.jp

(受付日 2020 年 10 月 25 日 / 受理日 2021 年 6 月 16 日)

[J-STAGE での早期公開日 2021 年 8 月 23 日]

血液検査データ、ECCWにおける精神機能、身体機能、治療経過などを基に、人工呼吸器装着患者の退院時歩行自立の可否に関連する因子を分析し、関連因子のカットオフ値について検討することを目的とした。なお、カットオフ値については、退院時における自立歩行の可否の判断基準の一助になるものと考え、検討することとした。

対象および方法

1. 対象

2015年8月～2018年3月の間に、当院救急外来経由でECCWに入院し、24時間以上の侵襲的陽圧換気（invasive positive pressure ventilation；以下、IPPV）あるいは非侵襲的陽圧換気（non-invasive positive pressure ventilation；以下、NPPV）による呼吸管理を要し、呼吸リハビリテーションの依頼があった患者とした。除外基準は、死亡例、入院2週間前のBIの歩行項目が10点以下の患者、過去に認知症の診断を受け、指示理解が困難な患者、精神疾患のある患者、脳卒中発症により重度の意識障害や麻痺症状がある患者、神経筋疾患を有する患者、外傷による不安定骨折で長期間安静が強いられた患者、欠損データがある患者とした。

2. 倫理的配慮

本研究は、磐田市立総合病院倫理委員会の承認（承認番号2018-909号）を受けるとともに、個人情報の取り扱いについては十分配慮して行った。また、対象者には、磐田市立総合病院のホームページ上において、情報公開文書による情報公開と拒否権の保証を行った。

3. 研究デザインと調査項目

本研究は後方視的に以下の内容を調査した。データの抽出は診療録より行った。主要評価項目は歩行自立度とし、評価にはFIMの歩行項目を用いて、6点以上を歩行自立、5点以下を非歩行自立と判定した。

1) 患者背景

年齢、性別、体格指数（Body Mass Index；以下、BMI）、原因疾患、入院24時間以内のAcute Physiology And Chronic Health Evaluation II score（以下、APACHE II score）、Sequential Organ Failure Assessment score（以下、SOFA score）、チャールソン併存疾患指数（Charlson Comorbidity Index；以下、CCI）、IPPVかNPPVの種別を調査した。

2) 血液検査データ

入院時の白血球数（White Blood Cell；以下、WBC）、血清C反応性蛋白値（Serum C reactive Protein；以下、CRP）、TP、血清アルブミン値（Serum Albumin；以下、Alb）を調査した。

3) 脊柱起立筋の筋横断面積（The cross-sectional area of the Erector Spinae Muscles；以下、ESM_{CSA}）

ESM_{CSA}は、Minegishiら¹⁰⁾の報告によると、肺炎治療後のADL回復との関連が示されており、人工呼吸管理を要した患者の退院時の自立歩行の可否にも関連があるとの仮説を立て、副次的要素として調査した。ESM_{CSA}については、先行研究¹¹⁾をもとに、入院日に撮影された単純胸腹部CTの1.0 mmスライスを用いて、第12胸椎（The 12th thoracic vertebra；以下、Th12）下縁の左右のESM_{CSA}をトレース法にて測定した。また、CT値-150～-50 Hounsfield Unitを脂肪組織領域¹²⁾として、トレースした筋横断面積から差し引いたものを採用した。筋横断面積の測定には、Advantage Workstation Volume Share 4.6（GE Healthcare社）を使用し、操作訓練を受けた検者1名が、ESM_{CSA}を2回測定し平均した。さらに、ESM_{CSA}を身長で調整したheight adjusted ESM_{CSA}（以下、HA-ESM_{CSA}）も算出した。

4) ECCW在室中の身体活動レベル、精神機能、身体機能
ECCW在室中の身体活動レベルの評価としてIMS¹³⁾を用いた。IMSは、活動レベルに合わせてlevel 0（活動なし）からlevel 10（歩行補助具なしで自立して歩行）の11段階のいずれかに分類する指標であり、ECCW在室中のもっとも高い活動レベルを採用した。

ECCW在室中のせん妄の発症については、ECCW入室日から退室日までの24時間ごとの診療録を調査し、Intensive Care Delirium Screening Checklist（以下、ICDSC）¹⁴⁾で4点以上をICU-ADの発症ありと判定した。ICDSCは、意識レベルの変化、注意力欠如など8項目を0点（症状なしまたは評価不能）、1点（症状あり）で評価し合計点を算出する。

また、身体機能としてECCW退室時のMedical Research Council sum score（以下、MRC sum score）¹⁵⁾を評価した。MRC sum scoreは、肩外転、肘屈曲、手背屈、股屈曲、膝伸展、足背屈の左右12の関節運動について、徒手筋力検査で0（筋収縮なし）から5（最大抵抗に抗する自動運動）のいずれかに判定し、合計60点満点で評価するものである。なお、ICU-AWの判定は先行文献¹⁵⁾に基づいて行った。

5) 治療経過にかかわる調査項目および最終転帰

人工呼吸器装着期間、人工呼吸器装着から各動作（端座位、起立、足踏み、移乗、歩行）開始病日、ECCW在室日数、ステロイドパルス療法実施の有無、Intra-Aortic Balloon Pumping（以下、IABP）、Continuous Hemodiafiltration（以下、CHDF）、Polymyxin B-immobilized Direct Hemoperfusion（以下、PMX-DHP）などの侵襲的治療の実施の有無、理学療法実施期間、理学療法総単位数、1日の平均単位数、理学療法中止の有無、理学療法中止期間、退院時の歩行状態としてFunctional Ambu-

lation Categories (以下, FAC)¹⁶⁾, 在院日数, 自宅退院の有無を調査した。理学療法実施期間, 理学療法総単位数, 1日の平均単位数, 理学療法中止の有無, 理学療法中止期間は, ECCW 入室から退室までの期間と ECCW 退室後から退院までの期間に分けて調査を行った。

人工呼吸器装着期間, 人工呼吸器装着から各動作開始病日は, 人工呼吸器装着日を0日とし, 人工呼吸器離脱日, 各動作開始日までの期間を算出した。人工呼吸器離脱の定義は, 人工呼吸器からの完全離脱とし, 離脱後に24時間以上の人工呼吸器による補助を要さない, 自発呼吸を維持した状態とした。なお, 人工呼吸器離脱日は, 人工呼吸器を離脱した当日と定義した。ECCW 在室日数, 在院日数は, ECCW 入院日を0日とし, ECCW 退室日, 退院日までの期間を算出した。ECCW 在室中の理学療法実施期間は, 理学療法開始日を1日目とし, ECCW 退室日までの期間において, 理学療法が実施された日数を算出した。ECCW 退室後の理学療法実施期間は, ECCW 退室日を0日とし, 退院日までの期間において, 理学療法が実施された日数を調査した。理学療法総単位数は, ECCW 在室中およびECCW 退室後, 各々の理学療法実施期間中の総単位数を算出し, 1日の理学療法平均単位数は, ECCW 在室中およびECCW 退室後の理学療法総単位数÷理学療法実施期間で求めた。理学療法中止期間は, ECCW 在室中およびECCW 退室後の期間における理学療法中止初日を1日目とし, 中止終了日までの期間を算出した。

FAC は, 歩行状態を0(歩行不能)から5(歩行自立)までの6段階の順序尺度で評価する指標で, 退院時の状態について調査した。

4. ECCW 体制および理学療法介入

当院のECCWは, 24床のオープン型の体制であり, 各診療科の主治医が治療にあたっている。また, 4:1の看護配置を採用しており, 専従理学療法士の配置は行われていない。入院中の理学療法開始時期は, 主治医から理学療法介入の依頼を受けた後, 担当理学療法士が主治医からの指示を確認し, 判断している。理学療法介入内容は, 呼吸リハビリテーションマニュアル¹⁷⁾に準じて, コンディショニング, ADLトレーニング, 全身持久力および筋力トレーニングを実施した。コンディショニングについては, 人工呼吸器関連肺炎(Ventilator Associated Pneumonia; 以下, VAP)や荷重側肺障害, 廃用症候群, ICU-AWなどの予防, 酸素化改善を目的に, ベッド上での排痰支援やポジショニング, 四肢や体幹の他動, 自動運動を実施した。ADLトレーニングについては, ADL拡大や再獲得に向けて, 安静度指示に合わせて, 自力座位や起立, 移乗, 歩行などの動作練習を段階的に進めた。全身持久力トレーニングについては, 平地歩行

から開始し, バイタルサインの変動や個々の呼吸困難感や全身疲労感に応じて, 自転車エルゴメーターなども実施した。筋力トレーニングに関しては, 自重あるいは重錘などのフリーウエイトを用いた上肢, 体幹, 下肢の運動を筋力や呼吸困難感, 全身疲労感に応じて選択し, 実施した。1セッションあたりのコンディショニング, ADLトレーニング, 全身持久力および筋力トレーニングの割合は, 重症度に合わせて調整し, 重症例においては, コンディショニングの割合を多くした。プログラム実施にあたっては, 心電図や血圧, 心拍数などの循環動態, 経皮的酸素飽和度(Percutaneous arterial Oxygen Saturation; 以下, SpO₂), 呼吸数, 修正Borgスケールを用いて自覚症状のモニタリングを適宜行った。なお, 当院において, 離床開始時期, リハ中止, リハ終了時期は医師の判断としており, 早期離床プロトコルは運用されていない。リハ中止および進行基準に関しては, 平均動脈圧<65 mmHg または平均動脈圧>110 mmHg, 収縮期血圧>200 mmHg, 心拍数<40 beats/min または心拍数>130 beats/min, 呼吸数<5 breaths/min または呼吸数>40 breaths/min, SpO₂<88%などと定義されたSchweickertら⁴⁾の基準やHodgsonら¹⁸⁾の基準を参考にした。

5. 統計解析

統計解析は, 各検定に先立ち, 各変数が正規分布に従うかについて, Shapiro-Wilk 検定を行った。それに基づき歩行自立群と非自立群の2群間において, WBC, Alb, HA-ESM_{CSA}, ECCW 退室後の理学療法平均単位数は対応のないt検定, その他の連続変数, 順序変数はMann-WhitneyのU検定, カテゴリー変数は χ^2 検定を実施した。また, 原因疾患についてはFisherの正確確率検定を適用した。それぞれの検定で有意差を認めた因子を独立変数として, 尤度比による変数増加法にて多重ロジスティック回帰分析を行った。この際, 多重共線性を考慮するため, 独立変数間で相関係数の絶対値が0.7以上となった場合は, 臨床的に重要と思われる変数を採用して検討を行った。さらに, 多重ロジスティック回帰分析で選択された項目およびロジスティック回帰モデルから得られた予測確率 $p = 1 / (1 + \exp(-1 \times \text{スコア}))$ をlogit変換した予測モデルスコア(以下, スコア)を用いて, Receiver Operating Characteristic 解析(以下, ROC 解析)を行い, 曲線下面積(Area Under the Curve; 以下, AUC), カットオフ値を求めた。カットオフ値に関しては, Youden Index を計算し最大となる点をカットオフポイントと定めた。また, 判別精度は, 感度, 特異度, 的中率, 尤度比, 正診率を用いた。統計解析ソフトはIBM SPSS version 21.0 (IBM, Armonk, New York)を用い, 有意水準は5%とした。

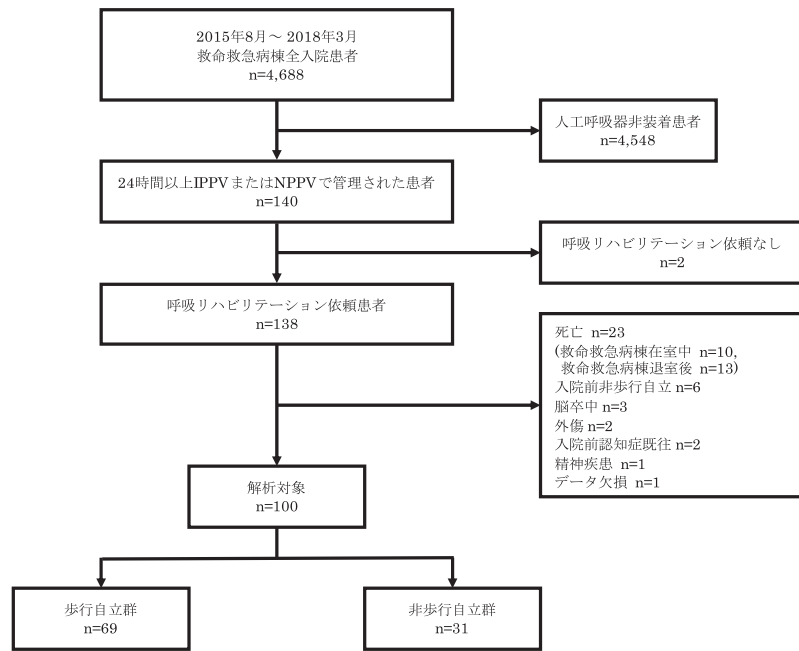


図 1 対象のフローダイアグラム

表 1 患者背景と救命救急病棟における調査項目の群間比較

	調査項目	全症例 (n=100)	歩行非自立群 (n=31)	歩行自立群 (n=69)	p 値
患者背景	年齢, 歳	76 (69-83)	83 (76-87.5)	75 (65-81)	< 0.001
	性別 (男性), n(%)	65 (65.0)	16 (51.6)	49 (71.0)	0.06
	BMI, kg/m ²	20.4 (17.9-22.2)	20.4 (16.7-20.9)	20.6 (18.0-22.7)	0.111
	APACHE II score	17 (14-22)	16 (15-22)	17 (13-22)	0.849
	SOFA score	4 (3-7)	4 (3-8)	5 (2-7)	0.268
	CCI	1 (1-2)	2 (1-2.5)	1 (1-2)	0.459
	入院時呼吸管理 (IPPV), n(%)	32 (32.0)	11 (35.5)	21 (30.4)	0.617
	原因疾患				0.357
	呼吸器疾患, n(%)	62 (62.0)	15 (48.4)	47 (68.1)	
	消化器疾患, n(%)	17(17.0)	7 (22.6)	10 (14.5)	
	循環器疾患, n(%)	12(12.0)	5 (16.1)	7 (10.1)	
	中枢神経疾患, n(%)	2(2.0)	1 (3.2)	1 (1.4)	
	その他, n(%)	7(7.0)	3 (9.7)	4 (5.8)	
	血液検査データ				
ESM _{CSA}	WBC, 10 ³ /μL	10.7 ± 5.3	11.0 ± 6.1	10.6 ± 5.1	0.857
	CRP, mg/dL	3.54 (0.54-13.75)	4.18 (0.23-13.74)	3.48 (0.63-14.7)	0.553
	TP, g/dL	6.7 (5.8-7.2)	6 (5.3-6.85)	6.7 (6.1-7.3)	0.007
	Alb, g/dL	3.29 ± 0.67	3.06 ± 0.52	3.37 ± 0.71	0.053
ICU 評価	ESM _{CSA} , mm ²	2,281 ± 748	2,022 ± 553	2,379 ± 792	0.026
	HA-ESM _{CSA} , mm ² /m ²	906.8 ± 254	852.4 ± 168.5	927.5 ± 278.4	0.066
治療経過	IMS	6 (5-9)	4 (3-6)	8 (6-9)	< 0.001
	ICDSC	1 (0-5)	5 (0-6)	1 (0-3)	0.021
	ICU-AD, n(%)	28 (28.0)	14 (45.2)	14 (20.3)	0.01
	MRC sum score	52 (46-59.75)	48 (41-53.5)	53 (48-60)	< 0.001
	ICU-AW, n(%)	33 (33.0)	17 (54.8)	16 (23.2)	0.002
	人工呼吸器装着期間, 日	3 (2-6)	4 (2-6.5)	3 (2-5)	0.604
	リハ開始病日, 日	1 (1-2)	1 (0-1.5)	1 (1-2)	0.823
	端座位開始病日, 日	3.5 (2-5)	4 (2-7.5)	3 (1-5)	0.093
	立位開始病日, 日	4 (2.25-6)	4 (2-8)	4 (3-6)	0.089
	足踏み開始病日, 日	5 (3-7)	6 (4.5-11.5)	4 (3-6)	0.004
	移乗開始病日, 日	5 (3.25-8)	7 (4.5-9.5)	5 (3-7)	0.005
	歩行開始病日, 日	7 (5-11)	11 (6.5-18.5)	6 (4-9)	0.002
	救命救急病棟在室日数, 日	6 (4-9.75)	8 (3.5-11)	6 (4-9)	0.598

表1 患者背景と救命救急病棟における調査項目の群間比較 (続き)

救命救急病棟入室中の理学療法実施状況	理学療法実施期間, 日	5 (3-7)	4.5 (3-8)	5 (3-7)	0.447
	理学療法総単位数, 単位	7.5 (5-13)	8 (5-14)	7 (5-13)	0.497
治療内容	理学療法平均単位数, 単位 / 日	1.7 ± 0.68	1.64 ± 0.71	1.72 ± 0.67	0.878
	理学療法中止, n(%)	5 (5.0)	0 (0)	5 (7.2)	0.149
	理学療法中止期間, 日	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0.126
	ステロイドパルス療法, n(%)	17 (17.0)	3 (9.7)	14 (20.3)	0.191
	緊急手術, n(%)	21 (21.0)	8 (25.8)	13 (18.8)	0.429
	IABP, n(%)	1 (1.0)	0 (0)	1 (1.4)	0.690
	CHDF, n(%)	1 (1.0)	0 (0)	1 (1.4)	0.690
	PMX-DHP, n(%)	11 (11.0)	3 (9.7)	8 (11.6)	0.539
	ECMO, n(%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	

平均値 ± 標準偏差, n(%), 中央値 (四分位範囲)

BMI: Body Mass Index, APACHE II: Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II score, SOFA score: Sequential Organ Failure Assessment score, CCI: Charlson Comorbidity Index, IPPV: invasive positive pressure ventilation, NPPV: non-invasive positive pressure ventilation, WBC: White Blood Cell, CRP: Serum C reactive Protein, TP: Serum Total Protein, Alb: Serum Albumin, ESM_{CSA}: The cross-sectional area of the Elector Spinae Muscles, HA-ESM_{CSA}: Height Adjusted ESM_{CSA}, IMS: Intensive Care Unit Mobility Scale, ICDSC: Intensive Care Delirium Screening Checklist, ICU-AD: ICU-Acquired Delirium, MRC sum score: Medical Research Council sum score, ICU-AW: ICU-acquired weakness, IABP: Intra-Aortic Balloon Pumping, CHDF: Continuous Hemodiafiltration, PMX-DHP: Polymyxin B-immobilized Direct Hemoperfusion, ECMO: Extracorporeal Membrane Oxygenation

表2 救命救急病棟退室後の理学療法実施状況, FAC, 最終転帰

調査項目		全症例 (n=100)	歩行非自立群 (n=31)	歩行自立群 (n=69)	p 値
救命救急病棟退室後の理学療法実施状況	理学療法実施期間, 日	15 (8-27.5)	19 (10.5-30)	13.5 (8-27)	0.220
	理学療法総単位数, 単位	25.5 (13-54)	34.5 (21.5-59.75)	22 (11.5-48)	0.094
	理学療法平均単位数, 単位 / 日	1.74 ± 0.60	1.95 ± 0.47	1.65 ± 0.63	0.041
	理学療法中止, n(%)	14 (14.0)	5 (16.1)	9 (13.0)	0.449
	理学療法中止期間, 日	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0.630
退院時の歩行状態	FAC				
	0, n(%)	7 (7.0)	7 (22.6)	0 (0)	
	1, n(%)	6 (6.0)	6 (19.4)	0 (0)	
	2, n(%)	3 (3.0)	3 (9.7)	0 (0)	
	3, n(%)	15 (15.0)	15 (48.4)	0 (0)	
	4, n(%)	4 (4.0)	0 (0)	4 (5.8)	
	5, n(%)	65 (65.0)	0 (0)	65 (94.2)	
	在院日数, 日	31.5 (19-48.75)	36 (17.5-57)	29 (19-47)	0.171
最終転帰	自宅退院, n(%)	76 (76.0)	11 (35.5)	65 (94.2)	< 0.001

平均値 ± 標準偏差, n(%), 中央値 (四分位範囲)

FAC: Functional Ambulation Categories

0. 歩行不能: 歩行困難, または平行棒内のみ歩行可能だが, 平行棒外を安全に歩くために2人以上の介助が必要.

1. 介助歩行レベル2: 平地歩行において転倒予防のために1人の介助が必要. 介助は持続的で, バランス保持, 動作の手助けに加えて体重を支える必要がある.

2. 介助歩行レベル1: 平地歩行において転倒予防のために1人の介助が必要. 介助はバランス保持, 動作の手助けのための持続的, または断続的で触れる程度の介助.

3. 監視歩行: 介助なしに平地歩行が可能だが, 判断能力の低下や心機能の問題, 動作遂行のために口頭指示が必要といった理由から, 安全のために1人の近位監視が必要.

4. 平地歩行自立: 平地では自立して歩行が可能だが, 階段や斜面, 不整地では口頭指示や介助が必要.

5. 歩行自立: 平地や不整地, 階段, 斜面を問わず, 自立して歩行が可能.

結 果

1. 解析対象について

2015年8月～2018年3月の間に当院救急外来経由でECCWに入院し, 24時間以上のIPPVあるいはNPPV

による呼吸管理を要し, 呼吸リハビリテーションの依頼があった患者138例のうち, 除外基準に該当した38例を除いた100例を解析対象とした. なお, 対象のフローダイアグラム(図1)において, ECCW全入院患者数には, 待機手術, 院内急変例も含まれているが, 解析対

象者には含まれていない。

除外基準に該当した例の内訳は、死亡例（ECCW 在室中 10 例、ECCW 退室後 13 例、計 23 例）、入院 2 週間前の BI の歩行項目が 10 点以下の患者（6 例）、認知症がある患者（2 例）、精神疾患患者（1 例）、重度の意識障害や麻痺がある患者（3 例）、不安定骨折のある患者（2 例）、欠損データがある患者（1 例）であった。

診断名の内訳については、補遺 1 に示す。

2. 歩行自立群と非歩行自立群の比較

解析対象の 100 例中、歩行自立群は 69 例、非自立群は 31 例であった。2 群間における患者背景、ECCW における調査項目、治療経過、治療内容に関する t 検定または Mann-Whitney の U 検定、 χ^2 検定、Fisher の正確確率検定の結果を（表 1）に示す。有意差が認められた項目は年齢、TP、ESM_{CSA}、人工呼吸器装着から足踏み、移乗、歩行開始病日、MRC sum score、IMS、ICU-AD 発症の有無、ECCW 退室後の理学療法平均単位数であった。

また、ステロイドパルス療法および侵襲的治療の有無に関しては、両群で有意差を認めなかった（表 1）。

さらに、理学療法実施状況については、ECCW 退室後の理学療法平均単位数のみに有意差を認めた（表 1, 2）。FAC の内訳は、表 2 に示す。自宅退院の割合は、全対象 100 例中、76 例（76.0%）であり、歩行自立群 69 例中、65 例（94.2%）、非歩行自立群 31 例中、11 例（35.5%）であり、統計学的な有意差を認めた（表 2）。

3. 退院時における自立歩行の関連因子

多重ロジスティック回帰分析の結果を示す。解析にあたり、人工呼吸器装着から各動作（足踏み、移乗、歩行）

開始病日については多重共線性を認めたため、FIM の歩行自立との相関が低い、足踏み、移乗開始病日を除外した。また、性別、IPPV または NPPV の種別については共変量として調整した。独立変数には年齢、性別、TP、ESM_{CSA}、人工呼吸器装着から歩行開始病日、MRC sum score、IMS、ICU-AD 発症の有無、IPPV または NPPV の種別、ECCW 退室後の理学療法平均単位数の 10 項目を用いて検討した。

その結果、年齢（オッズ比 0.896, 95% 信頼区間：0.836-0.960, $P=0.002$ ）、TP（オッズ比 1.819, 95% 信頼区間：1.040-3.181, $P=0.036$ ）、IMS（オッズ比 1.625, 95% 信頼区間：1.261-2.093, $P<0.001$ ）の 3 項目が選択された（表 3）。Hosmer と Lemeshow の検定結果は $P=0.371$ で問題はなかった。判別の中率は 81.6% であり、比較的良好な結果であった。

4. 関連因子とスコアのカットオフ値

ROC 解析の結果を示す。なお、スコアの計算式は、 $\text{スコア} = -0.11 \times \text{年齢} + 0.598 \times \text{TP} + 0.485 \times \text{IMS} + 2.733$ を用いた。多重ロジスティック回帰分析で選択された 3 項目およびスコアについて ROC 解析を行った結果、年齢のカットオフ値は 79 歳（感度 67.7%, 特異度 72.5%, AUC 0.761）、TP のカットオフ値は 6.1 g/dL（感度 79.7%, 特異度 48.4%, AUC 0.670）、IMS のカットオフ値は level 6（介助の有無にかかわらず、足踏み 4 回以上）（感度 79.7%, 特異度 71.0%, AUC 0.812）、スコアのカットオフ値は 0.72（感度 81.2%, 特異度 90.3%, AUC 0.891）であった（表 4, 図 2-a ~ d）。また、各項目の的中率、尤度比、正診率を（表 5）に示す。

表 3 ロジスティック回帰分析の結果

	偏回帰係数	有意確率	オッズ比	95% 信頼区間
年齢	-0.11	0.002	0.896	0.836-0.960
TP	0.598	0.036	1.819	1.040-3.181
IMS	0.485	0.000	1.625	1.261-2.093
定数	2.733			

TP: Serum Total Protein, IMS: ICU Mobility Scale
モデル χ^2 検定: $p < 0.01$
Hosmer と Lemeshow の検定: $P=0.371$
判別の中率: 81.6%

表 4 各項目のカットオフ値と感度、特異度、AUC

	カットオフ値	感度 (%)	特異度 (%)	AUC	漸近有意確率	95 信頼区間
年齢	79	67.7	72.5	0.761	0.000	0.659-0.863
TP	6.1	79.7	48.4	0.670	0.007	0.558-0.781
IMS	6	79.7	71.0	0.812	0.000	0.723-0.902
スコア	0.72	81.2	90.3	0.891	0.000	0.828-0.954

AUC: Area Under the Curve, TP: Serum Total Protein, IMS: ICU Mobility Scale
スコア = $-0.11 \times \text{年齢} + 0.598 \times \text{TP} + 0.485 \times \text{IMS} + 2.733$

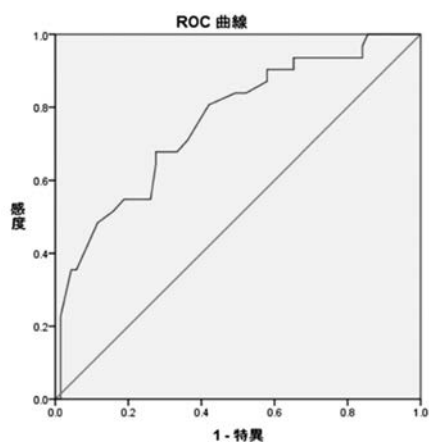


図 2-a 年齢の ROC 曲線

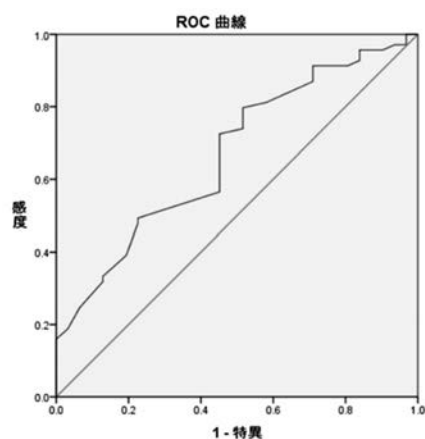


図 2-b 血清総蛋白値 (Serum Total protein: TP) の ROC 曲線

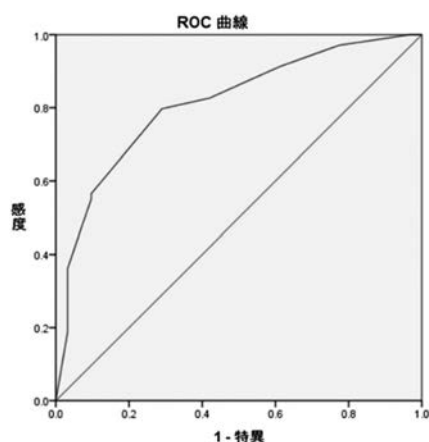


図 2-c ICU Mobility Scale (IMS) の ROC 曲線

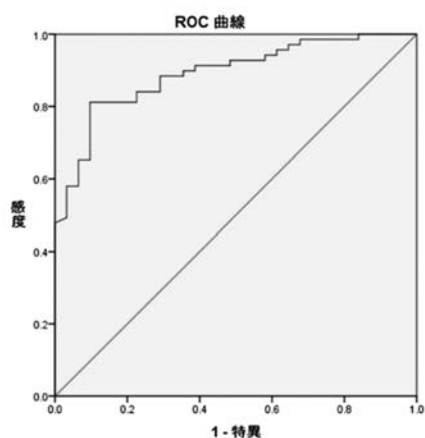


図 2-d スコアの ROC 曲線

表 5 各項目の的中率, 尤度比, 正診率

	陽性的中率 (%)	陰性的中率 (%)	陽性尤度比	陰性尤度比	正診率 (%)
年齢	83.3	52.5	2.25	0.41	71
TP	77.5	51.7	1.54	0.42	70
IMS	85.9	61.1	2.75	0.29	77
スコア	94.9	68.3	8.39	0.20	84

TP: Serum Total Protein, IMS: ICU Mobility Scale

考 察

本研究では, ECCW 入院時の基礎情報, ECCW における精神機能, 身体機能, 治療経過を基に, 人工呼吸器装着患者の退院時歩行自立の可否に関連する因子を分析し, カットオフ値について検討することを目的とした。その結果, 退院時歩行自立に関連する独立因子として年齢, TP, IMS が抽出され, カットオフ値は 79 歳, 6.1 g/dL, level 6 であった。また, スコアのカットオフ値は 0.72 であった。

年齢が抽出された理由について, 高齢者は背景とし

て, サルコペニア¹⁹⁾ やフレイル²⁰⁾ により身体機能や ADL 低下リスクを有し, ADL の回復が困難になること²⁰⁾ が報告されている。サルコペニアの有病率は急性期病院で約 10%²¹⁾, ICU 患者におけるフレイルの有病率は 30%²²⁾ とする報告があり, 加齢に伴いその割合は増加する傾向にある²³⁾。また, 年齢は ICU-AW²⁴⁾, ICU-AD²⁵⁾ 発症の危険因子のひとつとされており, ICU-AW は身体機能障害²⁶⁾, ICU-AD は認知機能障害²⁷⁾, ADL 制限²⁸⁾ のリスク因子として報告されている。さらに, 安静がもたらす骨格筋消耗は, 健康高齢者において若年者の約 3 倍の速度で進行すること²⁹⁾ や重症疾患

患者の異化亢進に伴う骨格筋消耗はより急速であり、多臓器不全患者ではさらに重篤になることが明らかになっている³⁰⁾。したがって、高齢の重症疾患患者における入院後の骨格筋消耗はより急速かつ重篤であり、退院時の歩行能力に影響を与え得ると推察される。本研究において、非歩行自立群は、自立群に比較し高齢であり、ICU-AWやICU-ADの発症率が高率であったこと、基本動作開始病日が遅延する傾向にあったことから、サルコペニアやフレイルなどの背景に加えて、ICU-AWやICU-ADの発症、安静に伴う筋蛋白質の異化作用も退院時の歩行能力に影響を与えた可能性が考えられた。

TPは栄養状態、全身状態の良否を反映する指標であり、6.6～8.1 g/dLが基準値とされているが、脱水による血液濃縮、免疫グロブリン異常により高値となり、体液量増加による希釈、炎症や異化亢進などにより低下することが知られている³¹⁾。したがって、急性疾患状態においては、炎症などの影響で栄養状態評価の鋭敏さに欠ける可能性が指摘されている³²⁾。また、おもな成分は、約60～70%のAlbと約10～20%の免疫グロブリンであり、異常値を示す際はこれらの影響が大きいとされる³³⁾。一般に、敗血症のような重症疾患患者の筋蛋白分解率は、健常人に比べて、最大160%増加することが示されている³⁴⁾。さらに、不活動に、疾患によるストレス反応が加わることにより、筋蛋白合成の慢性的な減少に伴う筋力低下が増悪すると報告されている³⁵⁾。本研究の非歩行自立群においては、自立群に比べてAlbが低値であることから、より強い炎症反応を反映していた可能性があり、加えて、基本動作開始病日が遅延する傾向にあった。以上のことから、非歩行自立群では、強い炎症反応と重症疾患に伴う異化亢進の結果、Albの減少を主因とするTPの低下をきたしたと考えられた。また、非歩行自立群では、上記した異化亢進および急性疾患によるストレス反応と安静による筋蛋白合成減少に伴う筋力低下により、歩行能力の低下をきたしやすい状態であったと推察される。TPは、病期や患者背景の相違はあるものの、急性期病院における内科疾患患者の自立歩行³⁶⁾や廃用症候群患者の歩行能力回復³⁷⁾に影響する因子として報告され、カットオフ値はそれぞれ5.95 g/dL³⁶⁾、6.4 g/dL³⁷⁾と示されている。本研究において、歩行自立判定のためのカットオフ値は6.1 g/dLと算出された。先行研究^{36) 37)}と比較しても、TPのカットオフ値は近似しており、妥当な数値と考えられる。ただし、先行研究³⁶⁾と同様に判別精度は低く、慎重に判断する必要がある。

IMSはICU退出時の筋力と中等度の相関があり、自宅退院との関連も報告されている¹³⁾。また、自宅退院の有無をアウトカムにした先行研究において、IMSは年齢やICU在室日数とともに独立した予測因子として

の可能性が示されている³⁸⁾。上記報告において、IMSのカットオフについては示されておらず、患者背景に様々な相違があるため単純な比較はできないが、本研究において、自宅退院と関連の深い、自立歩行の可否に関連する因子として、IMSが抽出されたことは妥当な結果と考える。本研究のROC解析において、IMSのカットオフ値はlevel 6、AUCは0.812と示され、抽出された3因子の中でもっとも良好な歩行予後の予測因子としての可能性が示唆された。

多重ロジスティック回帰分析で抽出された3因子とスコアの診断性能については表4、表5に示した通りである。3因子の内、IMSがもっとも良い診断性能を示したが、各々の尤度比の効果量³⁹⁾は小さく、慎重な判断が必要である。スコアの診断性能、尤度比の効果量³⁹⁾は中等度であり、歩行予後の予測には複数の要因を考慮する必要性が示唆された。

理学療法実施状況に関する歩行自立群と非歩行自立群の比較では、ECCW退室後の理学療法平均単位数のみに統計学的な有意差を認めた(表1、2)。しかし、多重ロジスティック回帰分析の結果から、ECCW退室後の理学療法実施状況は、本研究対象の退院時における自立歩行の可否には大きく影響しない可能性が示唆された。

本研究の限界として、単施設における後方視的研究であり、独立変数の項目数に対してサンプルサイズが小さいことが挙げられる。今後はより多くの症例を集積するとともに、背景疾患の調整や一般化可能性について考慮する必要がある。具体的には、本研究の対象者100例のうち、62例(62.0%)が呼吸器疾患患者であり、退院時に自立歩行が可能だったのは47例(自立群の68.0%)、自立歩行が困難だったのは15例(非歩行自立群の48.4%)であった(補遺1)。全対象者に占める呼吸器疾患患者の割合が多く、退院時に自立歩行が可能であった対象者の割合が多いことから、結果に影響を及ぼしたと考えられる。また、呼吸器疾患の種類が多岐にわたっており、治療戦略と予後が異なる対象に対して、今回の結果を一律に適用することには慎重になるべきであると考ええる。例として、特発性間質性肺炎の中でもっとも頻度の高い特発性肺線維症(Idiopathic Pulmonary Fibrosis; 以下、IPF)の急性増悪後の平均生存期間は2ヵ月以内と予後不良である⁴⁰⁾とされる一方、慢性閉塞性肺疾患の入院を伴う急性増悪後の死亡率は、急性増悪の回数に伴い増加する⁴¹⁾傾向にあるが、IPFほどではないとされる。その他の呼吸器疾患についても同様に治療戦略や予後が異なることによる、本研究の結果への影響は無視できないと考える。さらに、本研究では、IPPVで管理された対象者は32例、NPPVで管理された対象者は68例であった。慢性呼吸不全の急性増悪では、NPPVで管理される症例が多いと考えられ⁴²⁾、結果に影響し

たとえられる。多重ロジスティック回帰分析では、呼吸管理の影響について共変量のひとつとして調整したが、先行研究⁶⁾と比較すると、APACHE II scoreなどの重症度はやや低いことから、一般化には再考が必要である。加えて、先行研究⁶⁾と比較すると、疾患の割合にばらつきがあることや少数であるが、中枢神経疾患患者を含むなど、対象者に偏りがあることが限界として挙げられる。その他、本研究において少数であったIPPVでの管理は、NPPVに比べて、ベッド外活動に対して負の関連があることが示されている⁴³⁾。そして、プログラムの進行、中止基準を定めた早期離床プロトコルが設定されていないため、療法士によって、離床時期の判断に差が生じ、離床開始病日や結果に影響した可能性が否定できない。早期離床プロトコルが適用されている場合、そうでない場合と比べて、5.8倍ベッド外活動が増加するとの報告⁴³⁾があり、今回の結果に与える影響は大きいと考える。ただし、ベッド外の離床開始病日は、先行研究⁶⁾と重症度や人工呼吸器装着期間に相違があるものの、著しく遅延していたわけではないと考える。その他にも、対象者選択基準において、入院2週間前のBI歩行項目の点数は聴取した内容であること、医師によるリハ処方時期や離床開始時期に影響する安静度の判断、理学療法実施期間や介入頻度に影響する退院の判断は統一されたものではないこと、薬剤使用および栄養摂取状況について調査できていないこと、異化亢進の程度を示す尿中尿素窒素などが調査できていないことなどが挙げられる。

結 論

人工呼吸器装着患者の退院時歩行自立の可否に関連する因子として、年齢、入院時TP、IMSが抽出された。各項目のカットオフ値について、年齢は79歳、TPは6.1 g/dL、IMSはlevel 6、スコアは0.72と示された。本研究においては、スコアの退院時における自立歩行予測に関する正診率は84.0%と比較的良好であったが、一般化には課題が多く、慎重な判断を必要とする。また、今回の結果から、入院時の年齢が79歳以下、TP 6.1 g/dL以上、ECCW退室時のIMSがlevel 6以上となる場合は、退院時に自立歩行が行える可能性が示唆された。

利 益 相 反

本研究に関連して、開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 日本集中治療医学会早期リハビリテーション検討委員会：集中治療における早期リハビリテーション～根拠に基づくエキスパートコンセンサス～. 日集中医誌. 2017; 24: 255-303.
- 2) Herridge MS, Tansey CM, *et al.*: Functional disability 5

- years after acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2011; 364: 1293-1304.
- 3) Saczynski JS, Marcantonio ER, *et al.*: Cognitive Trajectories after Postoperative Delirium. N Engl J Med. 2012; 367: 30-39.
- 4) Schweickert WD, Pohlman MC, *et al.*: Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. Lancet. 2009; 373: 1874-1882.
- 5) Verceles AC, Wells CL, *et al.*: A multimodal rehabilitation program for patients with ICU acquired weakness improves ventilator weaning and discharge home. J Crit Care. 2018; 47: 204-210.
- 6) Watanabe S, Kotani T, *et al.*: Determinants of gait independence after mechanical ventilation in the intensive care unit: a Japanese multicenter retrospective exploratory cohort study. J Intensive Care. 2019; 7: 53. doi: 10.1186/s40560-019-0404-2. PubMed PMID: 31798888; PubMed Central PMCID: PMC6880493.
- 7) Patman SM, Dennis DM, *et al.*: Exploring the capacity to ambulate after a period of prolonged mechanical ventilation. J Crit Care. 2012; 27: 542-548.
- 8) Mehrholz J, Mückel S, *et al.*: First results about recovery of walking function in patients with intensive care unit-acquired muscle weakness from the General Weakness Syndrome Therapy (GymNAST) cohort study. BMJ Open. 2015; 5: e008828. doi: 10.1136/bmjopen-2015-008828. PubMed PMID: 26700274; PubMed Central PMCID: PMC4691758.
- 9) Leditschke IA, Green M, *et al.*: What are the barriers to mobilizing intensive care patients? Cardiopulm Phys Ther J. 2012; 23: 26-29.
- 10) Minegishi Y, Inoue S, *et al.*: Smaller erector spinae muscle size is associated with inability to recover activities of daily living after pneumonia treatment. Respir Investig. 2019; 57: 191-197.
- 11) Miller JA, Harris K, *et al.*: Sarcopenia is a predictor of outcomes after lobectomy. J Thorac Dis. 2018; 10: 432-440.
- 12) Mourtzakis M, Prado CM, *et al.*: A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care. Appl Physiol Nutr Metab. 2008; 33: 997-1006.
- 13) Tipping CJ, Bailey MJ, *et al.*: The ICU Mobility Scale Has Construct and Predictive Validity and Is Responsive. A Multicenter Observational Study. Ann Am Thorac Soc. 2016; 13: 887-893.
- 14) Bergeron N, Dubois MJ, *et al.*: Intensive Care Delirium Screening Checklist: evaluation of a new screening tool. Intensive Care Med. 2001; 27: 859-864.
- 15) Stevens RD, Marshall SA, *et al.*: A framework for diagnosing and classifying intensive care unit-acquired weakness. Crit Care Med. 2009; 37: S299-S308.
- 16) Holden MK, Gill KM, *et al.*: Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. Phys Ther. 1984; 64: 35-40.
- 17) 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会呼吸リハビリテーション委員会ワーキンググループ, 日本呼吸器学会呼吸管理学会, 他: 呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法— (第2版). 照林社, 東京, 2012. pp. 86-93.
- 18) Hodgson CL, Stiller K, *et al.*: Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults. Critical Care. 2014; 18: 658. doi: 10.1186/s13054-014-0658-y. PubMed PMID: 25475522; PubMed Central PMCID: PMC4301888.

- 19) Fielding RA, Vellas B, *et al.*: Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. J Am Med Dir Assoc. 2011; 12: 249-256.
- 20) Heyland DK, Garland A, *et al.*: Recovery after critical illness in patients aged 80 years or older: a multi-center prospective observational cohort study. Intensive Care Med. 2015; 41: 1911-1920.
- 21) Gariballa S, Alessa A: Sarcopenia: prevalence and prognostic significance in hospitalized patients. Clin Nutr. 2013; 32: 772-776.
- 22) Muscedere J, Waters B, *et al.*: The impact of frailty on intensive care unit outcomes: a systematic review and meta-analysis. Intensive Care Med. 2017; 43: 1105-1122.
- 23) Hoover M, Rotermann M, *et al.*: Validation of an index to estimate the prevalence of frailty among community-dwelling seniors. Health Rep. 2013; 24: 10-17.
- 24) Patel BK, Pohlman AS, *et al.*: Impact of early mobilization on glycemic control and ICU-acquired weakness in critically ill patients who are mechanically ventilated. Chest. 2014; 146: 583-589.
- 25) Zaal IJ, Devlin JW, *et al.*: A systematic review of risk factors for delirium in the ICU. Crit Care Med. 2015; 43: 40-47.
- 26) Wieske L, Dettling-Ihnenfeldt DS, *et al.*: Impact of ICU-acquired weakness on post-ICU physical functioning: a follow-up study. Crit Care. 2015; 19: 196. doi: 10.1186/s13054-015-0937-2. PubMed PMID: 25928709; PubMed Central PMCID: PMC4427976.
- 27) Girard TD, Jackson JC, *et al.*: Delirium as a predictor of long-term cognitive impairment in survivors of critical illness. Crit Care Med. 2010; 38: 1513-1520. doi: 10.1097/CCM.0b013e3181e47be1. PubMed PMID: 20473145; PubMed Central PMCID: PMC3638813.
- 28) Brummel NE, Jackson JC, *et al.*: Delirium in the ICU and subsequent long-term disability among survivors of mechanical ventilation. Crit Care Med. 2014; 42: 369-377. doi: 10.1097/CCM.0b013e3182a645bd. PubMed PMID: 24158172; PubMed Central PMCID: PMC3947028.
- 29) Kortebein P, Ferrando A, *et al.*: Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. JAMA. 2007; 297: 1772-1774.
- 30) Puthucherry ZA, Rawal J, *et al.*: Acute skeletal muscle wasting in critical illness. JAMA. 2013; 310: 1591-1600.
- 31) 鈴木啓介, 加茂智彦: リハスタッフのためのイチからわかる臨床検査値活用術. 美津島隆 (監), 山内克哉 (監), メジカルビュー社, 東京, 2018, pp. 66-67.
- 32) Zhang Z, Pereira SL, *et al.*: Evaluation of Blood Biomarkers Associated with Risk of Malnutrition in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients. 2017; 9: 829. doi: 10.3390/nu9080829. PubMed PMID: 28771192; PubMed Central PMCID: PMC5579622.
- 33) 下 正宗: エビデンスに基づく 検査データ活用マニュアル (改訂第3版) 検査の選択と意味・ケアへの生かし方. 学研メディカル秀潤社, 東京, 2020, pp. 248-249.
- 34) Klaude M, Mori M, *et al.*: Protein metabolism and gene expression in skeletal muscle of critically ill patients with sepsis. Clin Sci (Lond). 2012; 122: 133-142.
- 35) Paddon-Jones D, Sheffield-Moore M, *et al.*: Atrophy and Impaired Muscle Protein Synthesis during Prolonged Inactivity and Stress. J Clin Endocrinol Metab. 2006; 91: 4836-4841.
- 36) 山内真哉, 森下慎一郎, 他: 急性期病院の内科疾患入院患者における自立歩行の関連因子とカットオフ値の検討. 理学療法. 2015; 42: 237-245.
- 37) 杉田洋介, 伊藤克彦, 他: 廃用症候群患者の歩行能力回復に影響する因子ならびに Cut-off 値の検討. 理学療法科学. 2017; 32: 537-541.
- 38) Parry SM, Denehy L, *et al.*: Functional outcomes in ICU – what should we be using? – an observational study. Crit Care. 2015; 19: 127. doi: 10.1186/s13054-015-0829-5. PubMed PMID: 25888469; PubMed Central PMCID: PMC4404223.
- 39) 対馬栄輝: 医療系研究論文の読み方・まとめ方—論文の PECO から正しい統計的判断まで. 東京図書, 東京, 2010, p. 183.
- 40) 岡本竜哉, 一安秀範, 他: 特発性肺線維症 (IPF) の臨床的検討—急性増悪例の解析—. 日呼吸会誌. 2006; 44: 359-367.
- 41) Soler-Cataluña JJ, Martínez-García MA, *et al.*: Severe acute exacerbations and mortality in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Thorax. 2005; 60: 925-931.
- 42) 日本呼吸器学会 NPPV ガイドライン作成委員会 (編): NPPV (非侵襲的陽圧換気療法) ガイドライン (改訂第2版). 南江堂, 東京, 2015, pp. 16-26.
- 43) Timenetsky KT, Neto AS, *et al.*: Mobilization practices in the ICU: A nationwide 1-day point- prevalence study in Brazil. PLoS One. 2020; 15: e0230971. doi: 10.1371/journal.pone.0230971. PubMed PMID: 32240249; PubMed Central PMCID: PMC7117707.

電子付録 (補遺)

1 補遺 1 診断名の内訳

〈Abstract〉**Examination of the Factors Related to Walking Independence at Discharge in Patients who Required Mechanical Ventilation**

Mitsuru FUJIWARA, PT, Tohru KAWASHIMA, PT, Chiemi SUZUKI, PT, Ryugo SAKURADA, PT, PhD, Ryoma SUZUKI, PT, Kosei KUBO, PT, MSc, Kazuhiko MITSUTOMI, PT

Department of Rehabilitation, Iwata City Hospital

Objectives: This study examines the related factors and cut-off values for determining walking independence at discharge in patients who required mechanical ventilation in the critical care ward.

Methods: We enrolled 100 patients who had been on mechanical ventilation for > 24 h. The patients were divided into the independent and dependent groups as per their walking ability at discharge. Outcome measures for determining the walking independence were examined with multiple logistic regression analysis for factors, such as patient characteristics and blood test data on admission in the critical care ward and the mental function, physical function, and physical activity status during their stay in the critical care ward. Moreover, the cut-off values for each extraction factor and the prediction model score were calculated from the receiver operating characteristic curve.

Results: Multiple logistic regression analysis showed that age, serum total protein (TP) value, and intensive care unit mobility scale (IMS) were significantly associated with the walking ability at discharge. Furthermore, the cut-off value of each parameter and score were as follows: age, 79 y; TP value, 6.1 g/dL; and IMS, level 6 (marching on spot); and the prediction model score, 0.72.

Conclusions: The results of this study suggest that age, TP, and IMS might be related to walking independence at discharge in patients who required mechanical ventilation in the critical care ward.

Key Words: Mechanical ventilation, Critical care ward, Walking ability

研究論文 (原著)

高齢者大腿骨近位部骨折術後患者における術後2週時の歩行能力に関連する因子の検討*

市ノ瀬有佐^{1) #} 横山茂樹²⁾ 山本乃利男³⁾ 小野恭裕¹⁾ 本田 透¹⁾

要旨

【目的】 高齢者大腿骨近位部骨折患者において術後3日間の Cumulated Ambulation Score (以下, 3-day CAS) と術後2週時の歩行能力との関連性を明らかにすることを目的とした。【方法】 大腿骨近位部骨折患者 187 名を術後2週時の歩行能力で, 平行棒以下群 99 名と歩行器以上群 88 名に群分けした。3-day CAS と患者情報をもとに多重ロジスティック回帰分析を行い, カットオフ値を算出した。【結果】 術後2週時歩行能力の関連因子として, 受傷前 Barthel Index (以下, BI), 骨折型, 3-day CAS が抽出された。術後2週時の歩行器歩行の可否判別におけるカットオフ値は, 受傷前 BI : 92.5 点, 3-day CAS : 3.5 点であった。【結論】 術後2週時の歩行器歩行の可否判別には, 受傷前 BI, 骨折型に加え, 3-day CAS が有用である可能性が示唆された。

キーワード 大腿骨近位部骨折, 術後早期評価, CAS, 歩行能力

はじめに

我が国における大腿骨近位部骨折の発生数は, 1987 年から5年ごとに約 20% ずつ増加傾向にあると報告されており, 2012 年には約 17 万人に達したと推定されている¹⁾。さらに高齢者が大腿骨近位部骨折を受傷した場合, 要介助となる者は 36～42% と推定されており²⁾, 寝たきりの要因につながる疾患のひとつである。このように, 大腿骨近位部骨折はその発生数の多さとともに機能予後や生命予後が不良であるため, 社会的にも大きな影響を及ぼす疾患である³⁾⁴⁾。

大腿骨近位部骨折受傷後, 適切な手術および術後リハビリテーションを実施しても, 全症例が受傷前の日常生活動作 (Activities of Daily Living; 以下, ADL) レベルに復帰できるとは限らない⁵⁾。特に ADL に関与する

移動能力について, 術後1年時の歩行能力の回復に関連する因子としては, 年齢, 受傷前歩行能力, 認知機能など⁵⁾に加え, 術後2週時の歩行能力が挙げられる⁶⁾。また術後2週以内に屋内歩行を獲得することは, 最終的な自宅復帰につながる要因であることも報告されている⁶⁻⁸⁾。このようなことから, 大腿骨近位部骨折術後患者における術後2週時の歩行能力を予測することは, 退院に向けて歩行能力の回復や ADL 獲得などの目標設定を行ううえでも重要であると考えられる。

高齢者の歩行能力を評価する有用な臨床指標として, Timed Up and Go test (以下, TUG)⁹⁾¹⁰⁾ や 30-second chair-stand test (以下, CS-30)¹¹⁾ などが用いられている。しかしこれらの指標は, 大腿骨近位部骨折術後の早期には測定困難な症例も多く存在する。一方, 大腿骨近位部骨折術後患者の移動能力を把握する評価スコアとして Cumulated Ambulation Score (以下, CAS) が紹介されている¹²⁾。このスコアは, 術後患者のベッド上動作から屋内移動レベルまでの移動能力に関する回復過程を把握できる指標であり, 手術翌日より実施可能である。Foss ら¹³⁾ は, 高齢者大腿骨近位部骨折術後患者を対象に術後3日間の CAS (以下, 3-day CAS) が入院期間や合併症の発症に関連していることを報告した。しかしながら手術後における歩行能力の回復過程との関連性は明らかとされていない。一方, 術後2週時の歩行

* Factors Associated with Walking Ability Evaluated 2 Weeks after Hip Fracture Surgery in Elderly Patients

1) 香川県立中央病院リハビリテーション科
(〒760-8557 香川県高松市朝日町1-2-1)
Arisa Ichinose, PT, Yasuhiro Ono, MD, PhD, Toru Honda, MD, PhD; Department of Rehabilitation, Kagawa Prefectural Central Hospital
2) 京都橘大学健康科学部理学療法学科
Shigeki Yokoyama, PT, PhD; Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University
3) 香川県立中央病院整形外科
Norio Yamamoto, MD; Department of Orthopedic Surgery, Kagawa Prefectural Central Hospital
E-mail: ari.arisa.0714@gmail.com
(受付日 2020年12月23日/受理日 2021年6月18日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年8月24日]

表1 当院における大腿骨近位部骨折のクリニカルパス

	大腿骨頸部骨折	大腿骨転子部骨折
術前	術前評価および術前指導	
術後1日目	(ドレーン抜去後) 端座位・車椅子移乗開始	端座位・車椅子移乗開始
術後2～3日目	立位・歩行練習開始 ※早期にsift可	立位・歩行練習開始 ※早期にsift可
術後14日以降	退院または転院：退院時評価・指導	

能力は退院時から術後1年の歩行能力や自宅復帰率に影響を及ぼすことが報告されている⁶⁻⁸⁾。これらのことから我々は術後早期の3-day CASと術後2週時の歩行能力との関連性を明らかにすることによって、術後早期から中長期的な歩行能力を予測できる可能性があると考えている。

そこで本研究では、高齢者大腿骨近位部骨折術後患者において術後早期の3-day CASと術後2週時の歩行能力との関連性を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 研究デザイン

本研究のデザインは、後ろ向きコホート研究である。大腿骨近位部骨折術後患者を対象に、受傷前の身体機能や3-day CASを評価するとともに、術後2週時における歩行能力との関連を調査した。

2. 対象

対象は、当院において2017年5月～2019年6月に大腿骨近位部骨折（大腿骨頸部骨折／大腿骨転子部骨折）の手術を施行された311例とし、内訳は大腿骨頸部骨折182例、大腿骨転子部骨折129例であった。取り込み基準は、1) 65歳以上の者、2) 受傷前に屋内歩行が自立していた者とした。除外基準は、1) 後療法で免荷期間を設けた者、2) 多部位の外傷を併存した者、3) 病的骨折であった者、4) 術後に内科疾患等によりクリニカルパスに準じなかった者とした。

大腿骨近位部骨折術後における理学療法プログラムは、当院のクリニカルパスに準じ、術後3日目までに立位・歩行練習開始を目標として実施した（表1）。

なお倫理的配慮として、香川県立中央病院倫理委員会の承認（承認番号：No.859）を得たうえで実施した。またヘルシンキ宣言に基づきデータは匿名化し、個人情報の保護に配慮した。

3. 方法

すべてのデータ収集は、診療録より後方視的に実施した。

1) 患者特性に関する情報

患者特性に関する項目として、年齢、性別、身長、体重、Body Mass Index（以下、BMI）、受傷前歩行能力、受傷前 Barthel Index（以下、BI）、術前 Abbreviated Mental Test Score（以下、AMTS）、チャールソン併存疾患指数（Charlson Co-morbidity Index；以下、CCI）、米国麻酔学会術前状態（ASA physical status classification；以下、ASA）、骨折型および術後在院日数を調査した。

AMTSは、認知機能を0～10点でスコア化した評価法であり、中等度以上の認知障害（6点以下）、正常（7点以上）の2群に分類した¹⁴⁾。

CCIは、慢性疾患に関する19項目の状態についてスコア化し評価したものである。

ASAは、手術患者の全身状態を評価するものであり、class1：健康な患者、class2：軽度の全身疾患をもつ患者、class3：重度の全身疾患をもつ患者、class4：生命を脅かすような重度の全身疾患をもつ患者、class5：手術なしでは生存不可能な瀕死状態の患者、class6：脳死患者の6クラスに分類できる。今回の対象者の全身状態は、class2以下を術前良好群、class3以上を術前不良群とした。

骨折型は、大腿骨頸部骨折と大腿骨転子部骨折の2群に分類した。

2) 手術に関する情報

手術に関する項目として、手術待機期間（日数）と術式を調査した。術式は、人工骨頭置換術と骨接合術の2群に分類した。

3) 術後経過に関する情報

術後の測定項目は、術後1～3日目までの術後3日間の累計である3-day CAS、術後2週時の歩行能力とした。

CASは、Ⅰ．ベッド上仰臥位から肘掛け付き椅子または車椅子への移乗動作、もしくはその逆方向への移乗動作、Ⅱ．肘掛け付き椅子または車椅子座位からの立ち座り動作、Ⅲ．屋内歩行動作（平行棒を含む必要な歩行補助具の利用可）の3つの基本動作の合計スコアである。各動作は、自立：2点、介助：1点、不可能：0点で得点化し、1日のスコアは0～6点であり、最終的に術後3日間の累積点数18点満点とした。また評価者は整

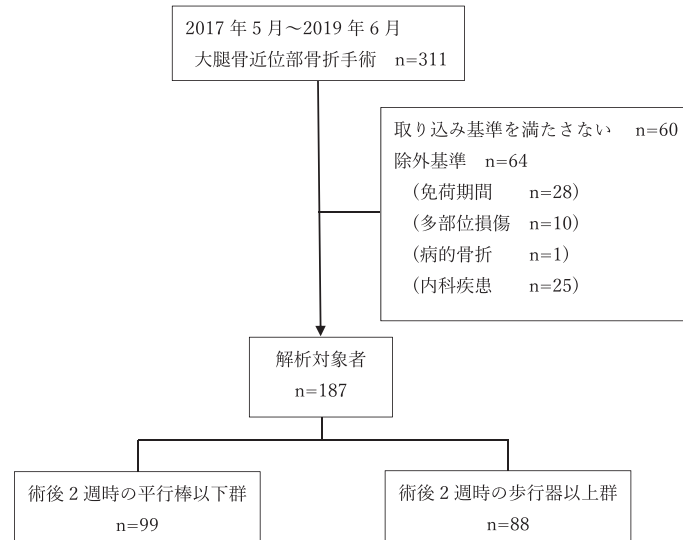


図1 対象者の Study Flow Chart

形外科病棟を担当する理学療法士2名とした。なお Kristensen ら¹⁵⁾ は2名の理学療法士によるCASの評価に関する検者間信頼性は高いと報告している。

術後2週時における歩行能力は、白井らの報告¹⁶⁾を参考に、歩行困難者・平行棒内歩行レベルの者・歩行器歩行に介助が必要な者（以下、平行棒以下群）と、歩行器歩行監視レベル以上で10m以上可能な者（以下、歩行器以上群）と判定し、すべての対象を2群に分類した。

4. 統計学的処理

統計解析は、各検定を行うにあたって正規性の有無を確認するために Shapiro-Wilk 検定を行った。それに基づき術後2週時の歩行能力の2群間の比較について、対応のないt検定、カテゴリー変数には χ^2 検定を用いて検証した。

次に、術後2週時における歩行能力を従属変数、単変量解析にて有意差を認めた変数を独立変数として、尤度比による変数増加法を用いた多重ロジスティック回帰分析を行った。オッズ比、95%信頼区間で検討し、回帰分析の適合性は Hosmer-Lemeshow の検定で判定した。なお、多重ロジスティック回帰分析を行うにあたり、多重共線性の問題を考慮するために独立変数間での相関分析を Spearman の順位相関係数および Pearson の積率相関係数を用いて解析し、独立変数同士の相関係数が|0.8|以上の相関を認めた項目を検討した。

多重ロジスティック回帰分析では、抽出された独立変数の中で連続変数の項目は Receiver Operating Characteristic Curve（以下、ROC 曲線）分析を行い、曲線下面積（Area Under the Curve；以下、AUC）を算出し、カットオフ値を求めた。なお、カットオフ値は ROC 曲線の図左上隅からの最小距離となる点とした。さらに抽

出された独立変数のカットオフ値により構築されたモデルの適合性評価として、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率、的中精度を検討した。

統計解析には SPSS（ver24, IBM）を用い、有意水準は5%とした。

結 果

本研究では大腿骨近位部骨折術後患者311名が対象となり、取り込み基準を満たし、除外基準に該当しなかった症例187名が解析対象となった（図1）。術後2週時における歩行能力により2群に群分けした結果、平行棒以下群99名、歩行器以上群88名となった。

術後2週時における歩行能力レベル（平行棒以下群・歩行器以上群）によって比較した結果を表2に示す。患者特性に関する項目では、年齢、身長、体重、受傷前BI、骨折型に、手術に関する項目では手術待機期間に、術後経過に関する項目では3-day CASに有意差を認めた（ $p<0.05$ ）。一方、性別やCCI、ASA、術式、術後在院日数には有意差を認めなかった。 χ^2 検定の結果、術前AMTSでは歩行器以上群は平行棒以下群に比べ、正常の認知機能を有する者が多く、中等度以上の認知機能障害を有する者が少ない傾向にあった（ $p<0.001$ ）。骨折型では歩行器以上群は平行棒以下群に比べ、大腿骨頸部骨折が多く、大腿骨転子部骨折が有意に少ない傾向にあった（ $p<0.001$ ）。

術後2週時における歩行能力に影響する因子の検討に先立ち、平行棒以下群と歩行器以上群の2群間の比較によって抽出された変数間には、相関係数が|0.8|以上となる変数を認めなかった（表3）。このため抽出されたすべての独立変数を投入して多重ロジスティック回帰分析を行った結果、受傷前BI（オッズ比1.051、95%信頼

表 2 術後 2 週における歩行能力レベルによる比較

		平行棒以下群 (n=99)	歩行器以上群 (n=88)	p value
年齢 [歳] ‡		85.4 ± 7.8	80.6 ± 7.8	<0.001
性別 [人 (%)] §	男性	8 (18)	25 (38)	0.097
	女性	81 (82)	63 (72)	
身長 [cm] ‡		149.9 ± 9.1	153.7 ± 9.5	0.006
体重 [kg] ‡		46.8 ± 10.1	51.2 ± 9.7	0.003
BMI [kg/m ²] ‡		20.7 ± 3.5	21.6 ± 3.3	0.068
受傷前 BI [点] ‡		75.7 ± 22.4	93.4 ± 14.1	<0.001
術前 AMTS [人 (%)] §	正常	34 (34)	65 (74)	<0.001
	中等度以上	65 (66)	23 (26)	
CCI [点] ‡		2.0 ± 1.7	1.9 ± 1.8	0.706
ASA [人 (%)] §	class2 以下	67 (68)	70 (80)	0.067
	class3 以上	32 (32)	18 (20)	
骨折型 [人 (%)] §	大腿骨頸部骨折	51 (52)	69 (78)	<0.001
	大腿骨転子部骨折	48 (48)	19 (22)	
手術待機期間 [日] ‡		5.5 ± 2.9	4.7 ± 2.3	0.029
術式 [人 (%)] §	人工骨頭置換術	46 (46)	53 (60)	0.060
	骨接合術	53 (54)	35 (40)	
3-day CAS [点] ‡		1.8 ± 1.3	3.7 ± 2.2	<0.001
術後在院日数 [日] ‡		17.5 ± 3.8	18.3 ± 6.2	0.384

平均値 ± 標準偏差

BMI: Body mass index, BI: Barthel Index, AMTS: Abbreviated Mental Test Score,

CCI: Charlson Co-morbidity Index, ASA: ASA physical status classification,

CAS: Cumulated Ambulation Score

‡: 対応のない t 検定 §: χ^2 検定

表 3 相関行列

	年齢	身長	体重	受傷前 BI	術前 AMTS	骨折型	手術待機 期間
年齢	1						
身長	-0.359**	1					
体重	-0.324**	0.628**	1				
受傷前 BI	-0.146*	0.266**	0.322**	1			
術前 AMTS	-0.420**	0.187*	0.264**	0.610**	1		
骨折型	0.327**	-0.222**	-0.143	-0.184*	-0.145*	1	
手術待機期間	0.170*	-0.018	-0.049	-0.079	-0.157*	-0.027	1
3-day CAS	-0.197**	0.041	0.009	0.186*	0.231**	-0.071	-0.201**

** p<0.01 * p<0.05

BI: Barthel Index, AMTS: Abbreviated Mental Test Score, CAS: Cumulated Ambulation Score

区間 1.028–1.074), 骨折型 (オッズ比 0.309, 95% 信頼区間 0.138–0.690), 3-day CAS (オッズ比 1.999, 95% 信頼区間 1.543–2.589) が選択された (表 4)。モデル χ^2 検定の結果は, $p<0.001$ で有意であり, 各変数も有意 ($p<0.001$) であった。Hosmer-Lemeshow の検定結果は, $p=0.149$ と良好な適合度を示しており, 判別率的中率は 75.9% であった。

多重ロジスティック回帰分析で選択された 3 因子のうち, 連続変数である受傷前 BI, および 3-day CAS についての ROC 曲線を図 2 に示す。また ROC 曲線より算出した AUC, カットオフ値では, 受傷前 BI と 3-day CAS の 2 要因とも中等度の予測能であった (表 5)。

さらに抽出された 3 因子について, 骨折型の項目を考慮したうえで, 受傷前 BI と 3-day CAS に関する各々の

表4 多重ロジスティック回帰分析の結果

	オッズ比	95% 信頼区間	p value
受傷前 BI	1.051	1.028-1.074	p<0.001
骨折型	0.309	0.138-0.690	p<0.001
3-day CAS	1.999	1.543-2.589	p<0.001

BI: Barthel Index, CAS: Cumulated Ambulation Score

従属変数: 術後2週における歩行能力 (平行棒以下・歩行器以上)

独立変数: 年齢, 身長, 体重, 受傷前 BI, 術前 AMTS, 骨折型,

手術待機期間, 3-day CAS

モデル χ^2 検定: p<0.001 Hosmer と Lemeshow の検定: p=0.149

判別の中率: 75.9%

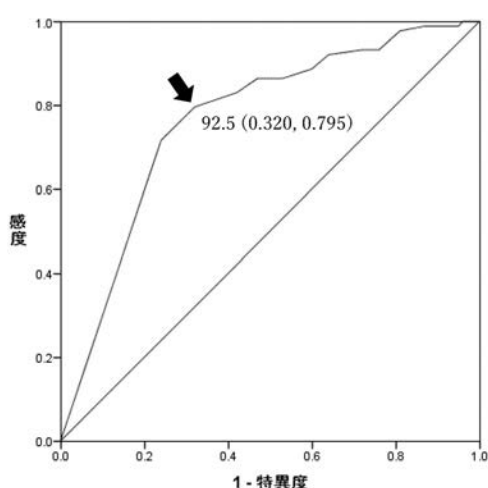


図2-a 術前 BI の ROC 曲線

BI: Barthel Index, CAS: Cumulated Ambulation Score,

ROC: Receiver Operating Characteristic

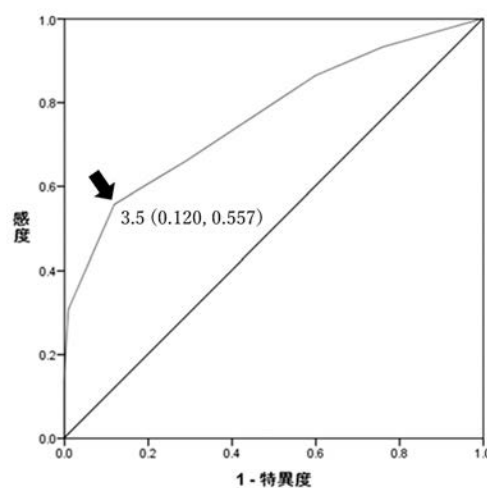


図2-b 3-day CAS の ROC 曲線

表5 カットオフ値と AUC の結果

	カットオフ値	AUC	漸近有意確率	95% 信頼区間
受傷前 BI [点]	92.5	0.765	<0.001	0.696-0.834
3-day CAS [点]	3.5	0.763	<0.001	0.693-0.832

BI: Barthel Index, CAS: Cumulated Ambulation Score, AUC: area under the curve

カットオフ値を満たす条件の感度, 特異度, 陽性的中率, 陰性的中率, 的中精度を算出した結果を表6に示す。全体の対象者において, いずれの条件においても的中精度は70%以上であり, 受傷前 BI と 3-day CAS の因子ごとの感度は80%前後と同程度であった。しかし骨折型別においては, 受傷前 BI の感度は大腿骨頸部骨折が大腿骨転子部骨折よりも高かったが, 3-day CAS の感度は大腿骨転子部骨折が大腿骨頸部骨折より高い傾向にあった。

考 察

本研究において, 高齢者大腿骨近位部骨折患者の術後2週時における歩行能力に関連する因子を検討した結

果, 受傷前 BI, 骨折型と併せて, 術後早期の3-day CAS が抽出された。さらに術後2週時の歩行器歩行の可否判別におけるカットオフ値に関して3-day CAS は3.5点, 受傷前 BI は92.5点であった。3-day CAS および受傷前 BI とともに感度, 特異度, AUC は中等度の予測能を有していた。これらのことから, 受傷前 ADL や受傷前歩行能力の項目を含む受傷前 BI と術後早期の移動能力の評価である3-day CAS は, 術後2週時の歩行能力を予測するうえでも重要な指標になる可能性を示唆した。CAS は, ベッド上仰臥位から車椅子への移乗動作, 立ち座り動作, 屋内歩行動作といった基本動作を観察してスコア化する指標であり, 大腿骨近位部骨折患者の術後早期から用いられている¹²⁾¹³⁾。CAS の評価項目

表6 骨折型別のモデル適合度評価

因子		全体 (n=187)	大腿骨頸部骨折 (n=120)	大腿骨転子部骨折 (n=67)
感度 (%)	受傷前 BI	79.5	84.1	63.2
	3-day CAS	80.3	50.7	73.7
特異度 (%)	受傷前 BI	67.7	60.8	75.0
	3-day CAS	69.0	84.3	91.7
陽性的中率 (%)	受傷前 BI	68.6	74.4	50.0
	3-day CAS	55.7	81.4	77.8
陰性的中率 (%)	受傷前 BI	78.8	73.8	83.7
	3-day CAS	87.9	55.8	89.8
的中精度 (%)	受傷前 BI	73.3	74.2	71.6
	3-day CAS	72.7	65.0	86.6

BI: Barthel Index, CAS: Cumulated Ambulation Score

として歩行動作も含まれているものの、術翌日から3日間の移動能力の獲得状況を点数化し術後2週時における歩行能力を予測できる可能性がある。さらに3-day CASは受傷前BIとは異なり、術後早期の移動能力を評価することから、理学療法(士)の介入が影響を与える余地がある点では臨床上有用な指標と考えられる。またCASのカットオフ値に関して、Fossらは大腿骨近位部骨折術後の3-day CASが9点を超える場合、14日以内の退院や直接の自宅退院、術後合併症の発生などに関連があると報告している¹³⁾。本研究では、歩行器歩行の可否判別において3-day CASが4点以上であれば、術後2週時には歩行器歩行まで回復する可能性があると考えられた。

一方で3-day CASが4点より低値である者に対して、術後2週時の歩行能力を改善するために、その原因を分析する必要がある。先行研究では、CASの評価項目に影響を与える要因として、術創部の疼痛等の炎症状態、倦怠感や貧血等の全身状態、患者の意欲などが挙げられる¹⁷⁾。このため術後早期の理学療法介入にあたって、これらの要因について考慮しながら抗重力肢位となる座位や立位といった基本動作能力の早期獲得を目指した理学療法介入を実施することが重要であると考えられた。

今回の研究結果から、受傷前BI、骨折型といった因子も術後2週時の歩行能力に関連していた。Shahら¹⁸⁾は、ADLへの介助の程度についてBIスコア60以下の場合では重度な介助となる一方、91-99では軽度な介助になると報告している。今回の結果では、術後2週時の歩行器歩行の可否判別に関する受傷前BIのカットオフ値は92.5点であったことから、受傷前ADLが軽度の介助を要している者でも、術後2週時の歩行能力は歩行器歩行まで回復しない可能性が高いと考えられた。

さらに骨折型を大腿骨頸部骨折と大腿骨転子部骨折に

分類して術後2週時の歩行能力について分析した結果、大腿骨頸部骨折患者では歩行器以上群の割合が多く、大腿骨転子部骨折患者では平行棒以下群の割合が有意に多い傾向にあった。先行研究では、骨折型は術後の歩行再獲得の関連因子ではないとの報告も散見される¹⁹⁻²¹⁾。一方で、若梅ら²²⁾は大腿骨近位部骨折術後1週において頸部骨折群は転子部骨折群と比べて術側の股関節外転筋力が有意に高く、歩行自立度も有意に高かったと報告している。さらに甘利ら²³⁾は大腿骨転子部骨折における大転子の骨折線の形状によって中殿筋機能が異なり機能予後に影響を与えると報告している。このように大腿骨転子部骨折患者では大腿骨頸部骨折患者より歩行能力の回復が遅延する可能性があることから、本研究結果においても大腿骨転子部骨折では平行棒以下群の割合が多くなったと考えられた。また骨折型別のモデル適合度評価から、骨折型によって術後2週時の歩行器歩行の可否判別における3-day CASの感度が異なり、大腿骨転子部骨折患者においてより有用な指標となると考えられた。一方、大腿骨頸部骨折患者では受傷前BIの状況も考慮して理学療法介入や目標設定を行う必要があるかもしれない。これらのことより受傷前BI、骨折型や術直後の3-day CASの情報から、退院レベルに影響を与える術後2週時の歩行能力を予測することは、臨床上的意義があると考えられる。

大腿骨近位部骨折術後ガイドラインでは、術後の歩行能力回復に関連する因子として、年齢が取り上げられている⁵⁾。本研究結果では、術後2週時の歩行能力レベルと年齢の単変量解析では年齢に有意差を認めたものの、多変量解析では関連因子として抽出されなかった。つまり年齢も術後の歩行能力回復には関連するものの、年齢よりも他の因子が強く影響していたためと考えられた。

本研究の限界として、単施設研究であること、当院退

院後の長期的な経過が追跡できていないことが挙げられる。また術後理学療法を実施するうえで3-day CAS 低値群に対してその要因を把握することによって、術後早期からの理学療法介入につなげていく必要があると考えられた。

結 語

本研究では、高齢者大腿骨近位部骨折術後患者において術後早期のCASと術後2週時の歩行能力との関連性を明らかにすることを目的とした。結果、術後2週時の歩行能力の関連因子として、受傷前BI、骨折型、3-day CASの3因子が抽出されており、術後早期の移動能力の指標であるCASが有用であると推察された。特に骨折型において、術後早期の3-day CASは大腿骨転子部骨折患者に有用である可能性が示唆された。

利 益 相 反

本研究に関連して、開示すべき利益相反はない。

文 献

- Orimo H, Yaegashi Y, *et al.*: Hip fracture incidence in Japan: estimates of new patients in 2012 and 25-year trends. *Osteoporos Int.* 2016; 27: 1777-1784.
- 太田壽城, 原田 敦, 他: 日本における大腿骨頸部骨折の医療経済. *日本老年医学会雑誌.* 2002; 39: 483-488.
- Hagino H, Sawaguchi T, *et al.*: The risk of second hip fracture in patients after their first hip fracture. *Calcif Tissue Int.* 2012; 90: 14-21.
- 堀井基行, 久保俊一: 大腿骨近位部骨折の疫学. *京府医大誌.* 2016; 124: 1-12.
- 日本整形外科学会・日本骨折治療学会 (監修), 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会・大腿骨頸部/転子部骨折診療ガイドライン策定委員会 (編): 大腿骨頸部/転子部骨折診療ガイドライン. <https://minds.jcqh.or.jp/n/med/4/med0016/G0000307/0073> (2020年10月31日引用)
- Kitamura S, Hasegawa Y, *et al.*: Functional outcome after hip fracture in Japan. *Clin Orthop Relat Res.* 1998; 348: 29-36.
- 菅野伸樹, 後藤あや, 他: 大腿骨頸部・転子部骨折後の歩行獲得と自宅退院の関連—術後2週目における評価—. *臨床整形外科.* 2007; 42: 903-906.
- Thorngren KG, Ceder L, *et al.*: Predicting results of rehabilitation after hip fracture. a ten-year follow-up study. *Clin Orthop Relat Res.* 1993; 287: 76-81.
- Ingemarsson AH, Frandin K, *et al.*: Walking ability and activity level after hip fracture in elderly—a follow-up. *J Rehabil Med.* 2003; 35: 76-83.
- Laflamme GY, Rouleau DM, *et al.*: The timed up and go test is an early predictor of functional outcome after hemiarthroplasty for femoral neck fracture. *J Bone Joint Surg.* 2012; 94: 1175-1179.
- 梅原拓也, 田中 亮, 他: 大腿骨近位部骨折患者の入院中の身体機能および歩行能力から術後1年のADLを予測することは可能か?—理学療法診断のための多施設共同前向きコホート研究—. *理学療法学.* 2016; 43: 148-149.
- Kristensen MT, Jakobsen TL, *et al.*: Cumulated ambulation score to evaluate mobility is feasible in geriatric patients and in patients with hip fracture. *Dan Med J.* 2012; 59: A4464.
- Foss NB, Kristensen MT, *et al.*: Prediction of postoperative morbidity, mortality and rehabilitation in hip fracture patients: the cumulated ambulation score. *Clin Rehabil.* 2006; 20: 701-708.
- Antonelli IR, Cesari M, *et al.*: Construct validity of the abbreviated mental test in older medical inpatients. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders.* 2003; 15: 199-206.
- Kristensen MT, Andersen L, *et al.*: High intertester reliability of the cumulated ambulation score for the evaluation of basic mobility in patients with hip fracture. *Clin Rehabil.* 2009; 23: 1116-1123.
- 白井智裕, 竹内幸子, 他: 大腿骨近位部骨折症例における予後予測—術後1週の歩行能力に着目した検討—. *理学療法科学.* 2015; 30: 213-217.
- Kristine HM, Christopher GC, *et al.*: Fatigue and pain limit independent mobility and physiotherapy after hip fracture surgery. *Disabil Rehabil.* 2018; 40: 1808-1816.
- Shah S, Vanclay F, *et al.*: Improving the sensitivity of the barthel index for stroke rehabilitation. *J Clin Epidemiol.* 1989; 42: 703-709.
- 藤村宣史, 西山健二, 他: 大腿骨近位部骨折症例における急性期病院からの自宅退院を予測する因子. *理学療法の臨床と研究.* 2017; 26: 31-36.
- 藤田康孝, 土屋翔大, 他: 超高齢大腿骨近位部骨折患者における自宅退院の可否に関連する因子の検討. *理学療法科学.* 2012; 27: 457-460.
- 寺島史明, 筒井俊行, 他: 大腿骨近位部骨折術後歩行能力の獲得経過—早期予測への試み—. *骨折.* 2009; 31: 746-748.
- 若梅一樹, 米澤隆介, 他: 大腿骨近位部骨折における骨折型の違いが術後の機能回復および自宅退院の可否に及ぼす影響. *理学療法.* 2015; 22: 58-62.
- 甘利留衣, 三上 浩: 大腿骨転子部骨折における大転子骨折の形態と合併頻度. *骨折.* 2012; 34: 583-586.

〈Abstract〉

Factors Associated with Walking Ability Evaluated 2 Weeks after Hip Fracture Surgery in Elderly Patients

Arisa ICHINOSE, PT, Yasuhiro ONO, MD, PhD, Toru HONDA, MD, PhD

Department of Rehabilitation, Kagawa Prefectural Central Hospital

Shigeki YOKOYAMA, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University

Norio YAMAMOTO, MD

Department of Orthopedic Surgery, Kagawa Prefectural Central Hospital

Objective: We investigated the association between perioperative factors, including the postoperative Cumulated Ambulation Score for 3 days after operation (3-day CAS) and walking ability evaluated 2 weeks postoperatively in elderly patients with hip fracture.

Methods: The study included 187 patients with hip fractures, who were categorized into two groups based on their walking ability evaluated 2 weeks postoperatively. One group included 99 patients who could not walk or could walk only with the use of parallel bars, and the other group included 88 patients who could walk using a walker. Multiple logistic regression analysis was performed based on preinjury and preoperative patient information, surgical factors, and 3-day CAS. Additionally, we calculated cutoff values based on the receiver operating characteristic curve.

Result: Preinjury Barthel Index (BI), fracture type, and 3-day postoperative CAS as variables associated with walking ability that was evaluated 2 weeks postoperatively. The cutoff values used to determine patients' walking ability using a walker 2 weeks postoperatively were 92.5 points for the preinjury BI and 3.5 points for the 3-day CAS.

Conclusion: We observed that in addition to the preinjury BI and fracture type, the 3-day CAS was useful to determine patients' walking ability using a walker, 2 weeks postoperatively.

Key Words: Hip fracture, Early postoperative functional evaluation, CAS, Walking ability

研究論文 (原著)

体表上と X 線像上で測定した carrying angle の比較*

相良 優太^{1) #} 野崎 貴博¹⁾ 本多 一平¹⁾
幸田 仁志²⁾ 杉田 憲彦³⁾ 本田 祐造³⁾

要旨

【目的】体表上と X 線像上で測定した carrying angle (以下, CA) を比較し, その相違について検討すること。
【方法】健康成人 97 名 194 肘を対象とした。体表上では上腕長軸と前腕長軸とのなす角度をゴニオメーターにて測定した (以下, 体表法)。X 線像上では上腕骨軸と尺骨軸とのなす角度 (以下, XP-a 法) と, 近位橈尺関節と橈骨粗面を結んだ線と上腕骨軸とのなす角度 (以下, XP-b 法) の 2 通りの測定を行った。各々の CA を比較し, 影響を及ぼす因子について解析した。【結果】各方法間で CA の有意な差を認め, 体表法の角度が小さかった。体表法では前腕最大周径と上腕長が, XP-a 法と XP-b 法では前腕長が影響を及ぼす因子として抽出された。【結論】体表上と X 線像上での測定では CA に相違があり, 体型因子が測定結果に影響を及ぼすことが示された。スポーツ検診等での測定を考慮すると, X 線像上での測定結果と等値となるような体表上での測定方法の検討が必要である。

キーワード Carrying angle, 体表, X 線, 正常肘

緒言

肘関節の carrying angle (以下, CA) は, 肘関節を完全伸展し前腕を回外した肢位での上腕の正中線と前腕の正中線, もしくは上腕骨の長軸と尺骨の長軸とのなす角度であり, 肘関節の外反の程度を示す指標である。CA は Potter が 1895 年にはじめて量的な測定を行ったといわれている¹⁾。従来, CA の測定は体表上から種々のゴニオメーターを用いて行われてきた²⁻⁵⁾。Steel ら⁶⁾は男女の軟部組織の発達の変化による違いを排除するために X 線像を用いた測定を行い, その後 X 線像を用いた研究も報告されている⁷⁻⁹⁾。また, Park ら¹⁰⁾は 3 次元 CT を用いて CA の測定を行い, X 線像で測定した CA との比較を行った。

しかし, CA に統一された測定方法はなく, 研究者が各々の定義のもと測定を行っているのが現状であり, その結果, CA の値にも研究者間で相違が生じている (表 1)。体表上での測定においては, 上腕と前腕の正中線よりなる角度を測定する方法があるが^{2) 11)}, これは上肢の軟部組織の影響を受けやすい。その他の方法としては, 骨や腱をランドマークとして測定する方法が報告されている^{5) 12)}。一方 X 線像上での測定においては, 上腕骨の長軸と尺骨の長軸とのなす角度を測定するが, 尺骨は S 字形をしており, 尺骨軸の設定は複雑である¹³⁾。そのため, 尺骨の近位 1/3 の領域を尺骨の軸として測定する方法も報告されている^{7) 8)}。

体表上および X 線像上で測定した CA の相違について検討された研究は少なく¹³⁻¹⁵⁾, 骨をランドマークにした体表上での測定方法と尺骨の近位 1/3 の領域を尺骨軸とした X 線像上での測定方法を用いて測定された CA について比較検討された研究はない。

また, 過去の報告において測定結果を年齢層, 性別, 左右差で比較した報告や, 個人の身長や肥満度を表す body mass index (以下, BMI) などとの関連を調査した報告が散見される^{3-5) 16)}。体表上での測定においては上肢が長い患者や軟部組織が多く骨指標の特定が困難な患者の場合は, ゴニオメーターを用いた測定の精度に影響

* Comparative Study of the Carrying Angle Measured from the Body Surface by Goniometry and Radiography

1) 医療法人伴帥会 愛野記念病院リハビリテーション部
(〒854-0301 長崎県雲仙市愛野町甲 3838-1)

Yuta Sagara, PT, Diploma, Takahiro Nozaki, PT, Diploma, Ippei Honda, PT, Diploma: Department of Rehabilitation, Aino Memorial Hospital

2) 関西福祉科学大学保健医療学部リハビリテーション学科
Hitoshi Koda, PT, PhD: Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science, Kansai University of Welfare Sciences

3) 医療法人伴帥会 愛野記念病院整形外科
Norihiro Sugita, MD, PhD, Yuzo Honda, MD, MS: Department of Orthopaedics, Aino Memorial Hospital

E-mail: softbankno2@yahoo.co.jp
(受付日 2021 年 1 月 19 日 / 受理日 2021 年 6 月 26 日)
[J-STAGE での早期公開日 2021 年 8 月 26 日]

表 1 過去に報告された carrying angle の測定方法とその値

著者	被験者 (名)	年齢 (歳)	測定 方法	ランドマーク※		角度 (°)
				上腕軸	前腕軸	
Balasubramanian, <i>et al.</i> (2006)	300	5-18	体表	肩峰と MEC・LEC の中点	MEC・LEC の中点と RSP・USP の中点	男: 10.8 ± 3.6 (17-18 歳) 女: 13.6 ± 3.5 (17-18 歳)
Golden, <i>et al.</i> (2008)	113	2-18	体表	上腕骨近位と肘窩	肘窩と尺骨遠位	男: 右 9.4 ± 4.8, 左 10.9 ± 4.0 女: 右 11.0 ± 5.0, 左 13.3 ± 5.1
Sharma, <i>et al.</i> (2013)	532	5-15	体表	結節間溝と BiT の停止	BiT の停止と長掌筋腱	男: 右 4.6 ± 3.4, 左 7.0 ± 3.4 女: 右 5.0 ± 3.8, 左 7.8 ± 4.0
Rajesh, <i>et al.</i> (2013)	60	17-20	体表	上腕の正中線	前腕の正中線	男: 6.7 ± 1.0 女: 13.3 ± 2.4
Alsubael, <i>et al.</i> (2010)	90	18-76	X 線	上腕骨の遠位 1/3 の中軸	前腕の近位 1/3 で 橈骨と尺骨の間を通る線	男: 9.3 ± 3.0 女: 18.5 ± 4.1
Kumar, <i>et al.</i> (2010)	54	Adults	X 線	上腕骨の遠位 1/3 と 骨幹遠位の各中点	尺骨の橈骨粗面 level と 最近位部の各中点	男: 17.0 ± 1.9 女: 17.8 ± 2.1
Chapleau, <i>et al.</i> (2011)	51	19-50	体表	肩峰と MEC・LEC を結ぶ 線と BiT との交点	MEC・LEC を結ぶ線と BiT との交点と手関節部の中点	13.0 ± 3.0
			X 線	上腕骨の遠位と近位の 各中点	尺骨の遠位と近位の各中点	10.1 ± 4.5
Terra, <i>et al.</i> (2011)	510	1-18	体表	上腕の長軸	前腕の長軸	男: 12.5 (11.4-13.0) (18 歳) 女: 13.9 (11.4-13.0) (18 歳)
			X 線	上腕骨の長軸	尺骨骨幹の長軸	男: 13.8 (11.6-14.0) (18 歳) 女: 13.1 (11.4-13.4) (18 歳)
Praveen, <i>et al.</i> (2016)	100	16-25	体表	肩峰と上腕の中点	前腕と手関節部の各中点	男: 右 12.0 ± 1.3, 左 10.8 ± 1.4 女: 右 14.9 ± 2.1, 左 13.8 ± 2.0
			X 線	上腕骨の長軸	橈骨粗面と近位腕尺関節	男: 右 12.1 ± 2.0, 左 10.9 ± 1.3 女: 右 14.9 ± 2.0, 左 13.7 ± 2.0

各研究者間で carrying angle の測定方法が異なり, その値にも相違がみられる。

※中点とは体表上または X 線像上の各部位における幅の中点を示す。

MEC: 上腕骨内側上顆, LEC: 上腕骨外側上顆, RSP: 橈骨茎状突起, USP: 尺骨茎状突起, BiT: 上腕二頭筋腱

響を及ぼす可能性があり¹³⁾, 上肢の周径や長さ, BMI などの個人の体型的な因子と CA との関連を調査することは重要であると考え。一方, X 線像を用いた測定では体型的な特徴の影響を受けないと考えられているが¹³⁾, X 線像上で測定した CA と体型的な因子との関連について調査された報告は渉猟し得た限りではなく, その関連性については不明である。

近年では, CA と上肢のスポーツ障害との関連についても検討がなされており, X 線撮影が行えないスポーツ現場でのメディカルチェックなどでも CA の測定が行われている^{17) 18)}。そのため, 体表上と X 線像上で測定した CA の相違を理解し, 測定結果に影響する体型的な因子を把握することは重要であると考え。

そこで本研究では, 骨をランドマークとした体表上での測定と当院の整形外科医が行っている尺骨の近位 1/3 の領域を尺骨軸とした X 線像上での測定, ならびに過去に報告された橈骨と尺骨の近位 1/3 の領域を前腕の軸とした X 線像上での測定¹⁵⁾ を用いて得られた CA を比

較し, その相違について調査するとともに, 体表上と X 線像上の両者の測定結果に影響する体型的な因子についても解析を行った。

対象および方法

1. 対象

肘関節疾患の既往がない健常成人 97 名 194 肘を対象とした。年齢は平均 38.5 ± 11.4 歳, 性別は男性 54 名, 女性 43 名であった。対象者にはヘルシンキ宣言に基づき, 実験の目的, 方法, 予想される不利益を説明し書面にて同意を得た。また, 本研究は愛野記念病院倫理審査委員会の承認 (承認番号 1901) を得て実施した。

2. 方法

体表上および X 線像上で CA を測定した。

体表上の CA は 1 名の理学療法士が測定を行った。Chapleau らの報告¹³⁾ を参考に, 肩峰の前方端 (A 点), 上腕骨の内側上顆および外側上顆を結ぶ線と上腕二頭筋

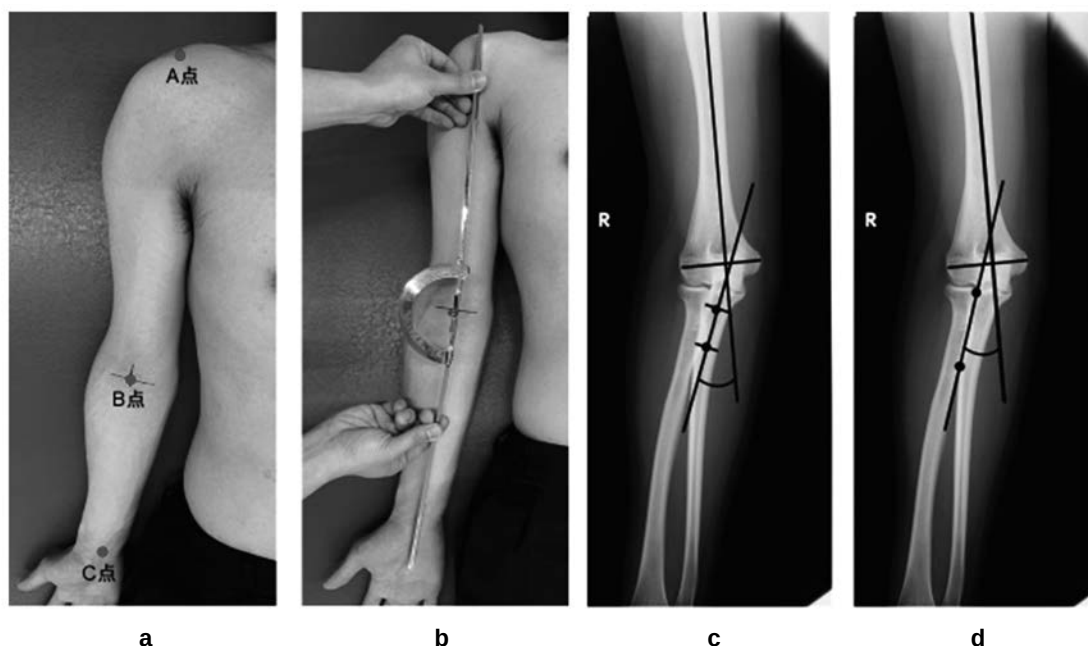


図 1 carrying angle の測定方法

- 体表法のランドマーク。A 点：肩峰の前方端，B 点：上腕骨の内側上顆および外側上顆を結ぶ線と上腕二頭筋腱外側縁との交点，C 点：橈骨茎状突起と尺骨茎状突起を結ぶ線の中点。
- 体表法の測定方法。A 点と B 点を結ぶ線および B 点と C 点を結ぶ線とのなす角度をゴニオメーターにて測定。
- XP-a 法。上腕骨軸と尺骨軸とのなす角度を測定。
- XP-b 法。近位橈尺関節と橈骨粗面の最下点を結んだ線と上腕骨軸とのなす角度を測定。

腱外側縁との交点 (B 点)，そして橈骨茎状突起と尺骨茎状突起を結ぶ線の中点 (C 点) の 3 点をランドマークとし，A 点と B 点を結ぶ線および B 点と C 点を結ぶ線とのなす角度をゴニオメーター (安田製作所，東大式角度計) を用いて測定した (以下，体表法；図 1a, b)。また同一理学療法士により，上腕周径，前腕最大周径 (以下，前腕周径)，上腕長，前腕長および BMI も測定した。

一方，X 線像上の CA は 1 名の診療放射線技師が X 線撮影を行い，1 名の整形外科医が 2 通りの方法を用いて測定を行った。測定方法の 1 つは，当院の整形外科医が臨床診療に行っている方法で，上腕骨軸と尺骨軸とのなす角度を測定した。上腕骨軸は上腕骨の内側上顆と外側上顆を結んだ線に垂直な線とし，尺骨軸は尺骨幅の中点を 2 点とりその 2 点を結んだ線とした。尺骨は近位 1/3 の部位で彎曲が生じており，Alsubael ら⁷⁾ は CA を上腕骨の長軸と前腕骨の近位 1/3 の長軸とのなす角度と定義している。そこで本研究では，尺骨幅の 2 つの中点は，尺骨の彎曲が生じる部位より近位の比較的直線に近い部分に置いた (以下，XP-a 法；図 1c)。もう 1 つの方法は，Praveen らの報告¹⁵⁾ を参考に近位橈尺関節と橈骨粗面の最下点を結んだ線と上記の上腕骨軸とのなす角度を測定した (以下，XP-b 法；図 1d)。

なお，事前の予備実験において各測定方法の検者内信頼性を検討するために，健康成人の 16 肘を対象として

級内相関係数を求めた。その結果，各測定方法の級内相関係数は，体表法 0.966 (0.925-0.987)，XP-a 法 0.983 (0.962-0.994)，XP-b 法 0.975 (0.945-0.991) であり，十分な検者内信頼性があることを確認した。

3. 統計学的解析

体表法，XP-a 法および XP-b 法の CA を反復測定分散分析を行った後に多重比較検定 (ボンフェローニ法) を行い比較した。次に，体表法，XP-a 法および XP-b 法と上腕周径，前腕周径，上腕長，前腕長および BMI との関係をピアソンの相関係数を用いて調査した。さらに，体表法，XP-a 法および XP-b 法を目的変数とし，上腕周径，前腕周径，上腕長，前腕長および BMI を説明変数として，ステップワイズ法による重回帰分析を行い，各々の測定結果に影響を及ぼし得る因子を抽出した。なお，有意水準は 5% とした。統計解析ソフトは SPSS Ver.24 (IBM 社) を使用した。

結 果

CA の測定結果は，体表法 $11.1 \pm 3.6^\circ$ ，XP-a 法 $17.1 \pm 4.7^\circ$ ，XP-b 法 $16.4 \pm 4.8^\circ$ であり，3 群間には各々に有意な差を認めた (図 2)。しかし，XP-a 法と XP-b 法の平均値の差は 1° 未満であり，その差はわずかであった。

また，体表法は上腕周径，前腕周径，上腕長，前腕長および BMI のすべての項目との間に有意な負の相関を

認め、さらに前腕周径と上腕長が体表法の結果に影響を及ぼす因子として抽出された。一方、X線像上で測定したCAは、XP-a法が前腕周径と前腕長との間に、XP-b法が前腕周径、上腕長および前腕長との間に各々有意な負の相関を認め、さらにXP-a法、XP-b法ともに前腕長が測定結果に影響を及ぼす因子として抽出された（表2, 3）。

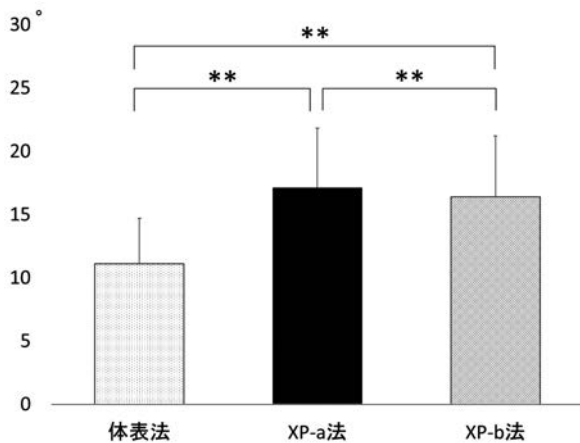


図2 carrying angleの測定結果

Bonferroni Correction, **: $p < 0.01$.

体表法とXP-a法およびXP-b法との間には、各々に有意な差を認めた。

表2 各測定方法と体型因子との相関関係

	体表法	XP-a法	XP-b法
上腕周径	-0.24**	-0.04	-0.08
前腕周径	-0.36**	-0.16*	-0.18*
上腕長	-0.36**	-0.07	-0.15*
前腕長	-0.36**	-0.18*	-0.18*
BMI	-0.23**	-0.06	-0.10

Pearson's Correction Coefficient.

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

体表法は各体型因子との間に有意な負の相関を認め、XP-a法は前腕周径と前腕長、XP-b法は前腕周径、上腕長および前腕長との間に各々有意な負の相関を認めた。

考 察

本研究では、理学療法士と整形外科医がそれぞれ体表上とX線像上で測定したCAを比較し、その相違について調査を行った。また、上肢の周径と長さ、およびBMIとCAとの関連性について分析を行い、各測定方法に影響を及ぼす体型因子について検討を行った。

体表上およびX線像上で測定したCAを比較した研究では、Chapleauら¹³⁾が2つの測定結果の間には有意な差があり、体表上で測定したCAはX線像上で測定したCAに比べ、その角度が大きかったと報告している。一方、Terraら¹⁴⁾やPraveenら¹⁵⁾は両者には統計学的に有意な差は認めなかったと報告している。

本研究の結果では、体表法とX線像を用いたXP-a法およびXP-b法との間には有意な差を認め、体表法がX線像上で行った2つの測定方法よりもCAが小さくなりChapleauらの報告と逆の結果となった。Chapleauらはゴニオメーターを用いて測定したCAは $13.0 \pm 3.0^\circ$ と報告しており、本研究の体表法の結果($11.1 \pm 3.6^\circ$)と近い値であった。一方、X線像を用いた測定では、Chapleauらの結果が $10.1 \pm 4.5^\circ$ であるのに対し、本研究の結果はXP-a法 $17.1 \pm 4.7^\circ$ 、XP-b法 $16.4 \pm 4.8^\circ$ と高値であった。この差はX線像上の尺骨部の指標の違いが原因であると考ええる。Chapleauらは尺骨の2点の指標を骨の近位部と遠位部に置いたのに対し、本研究ではXP-a法、XP-b法ともに尺骨の近位部に2点の指標を置いた。尺骨は近位1/3で彎曲が生じ尺骨軸の向きが変化しており、肘頭は尺骨骨幹部に対して外反方向に傾斜している⁷⁾。そのため、本研究のX線像上での測定結果はChapleauらの報告に比べ高値となり、彼らの報告と逆の結果となったと考える。

本研究における体表上とX線像上での測定結果の差についても同様に、体表法では前腕部分の2点の指標を肘関節部と手関節部に置いたため、指標の位置の違いが体表法とXP-a法およびXP-b法との間に差を生じさせた一因となった可能性がある。また、一般的に肩関節は

表3 各測定方法に影響を及ぼす体型因子

	体表法		XP-a法		XP-b法	
	β	p値	β	p値	β	p値
上腕周径						
前腕周径	-0.24	$p=0.003$				
上腕長	-0.23	$p=0.005$				
前腕長			-0.18	$p=0.01$	-0.18	$p=0.01$
BMI						
R^2	0.17	$p < 0.05$	0.03	$p < 0.05$	0.03	$p < 0.05$

前腕周径と上腕長が体表法の測定結果に、前腕長がXP-a法とXP-b法の測定結果に影響を及ぼす因子として抽出された。

上肢を挙上するとともに外旋することが知られている。今回の体表法では、肩部分の指標点を肩峰の前方端に置いたことから、その測定結果は肩関節の内外旋運動の影響を受け得る。XP-a 法と XP-b 法は肘関節を肩の高さまで挙上した肢位で X 線撮影を行ったのに対し、体表法は上肢体側位で測定を行ったことから、体表法の肩関節肢位が XP-a 法と XP-b 法に比べて内旋位になっていた可能性があり、このことが体表法の結果が低値となった要因のひとつではないかと推測する。

CA と体型的な因子との関連については、ゴニオメーターを用いた体表上での測定による先行研究において、Sharma ら⁵⁾ は身長と左の CA には正の相関があり、身長と右の CA には負の相関があると報告している。また、Rajesh ら¹¹⁾ は前腕が短い女子は CA が大きいと報告している。一方、Golden ら¹⁶⁾ は CA と BMI との間には相関関係はないと報告しており、Balasubramanian ら¹²⁾ は CA と身長、体重、上腕骨および尺骨の長さとは相関がないと報告している。以上のように CA と体型因子との関連については一定の見解はない。しかし、彼らの研究はおもに未成年者を対象としており、さらに CA の測定方法もそれぞれ異なっている。そのため、測定結果は骨や筋の成長過程における変化の影響を受ける可能性があり、このことが CA と体型因子との関連について一定の見解が得られない一因であると考ええる。

本研究では、骨や筋の成長過程における変化による要因を排除するために健康成人を対象とし、さらに体表上だけでなく X 線像上で測定した CA と体型因子との関連についても調査した。その結果、前腕周径と上腕長が体表法の結果に影響を及ぼす因子として抽出され、各々負の相関を示した。前腕周径は前腕の軟部組織の量を反映している。CA は前腕回外・肘関節伸展位で測定すること、そして本研究で用いた体表法では上腕骨の内側上顆と外側上顆を結ぶ線を肘関節の前面に反映させる必要があることから、上腕骨外側上顆よりも近位部から起こり、上腕骨外側上顆の前面を通して前腕へ走る腕橈骨筋や長橈側手根伸筋の筋量は体表法の結果に影響を及ぼす可能性がある。また、体表上で測定を行う場合にはゴニオメーターのアーム長より上腕長が長い場合にその測定結果の信頼性が低下し、上腕長が測定結果に影響を及ぼす可能性がある。このため、前腕周径と上腕長が体表法の結果に影響を及ぼす因子として抽出されたと考える。

一方、X 線像上で測定した CA では、XP-a 法、XP-b 法ともに前腕長が測定結果に影響を及ぼす因子として抽出され、両測定方法とも負の相関を示した。X 線像上での測定においては両測定方法とも前腕部の指標点を骨の近位 1/3 の領域に置いた。そのため指標点の距離が比較的近く、わずかな指標点のずれが前腕軸の傾きに影響する可能性があり、前腕長が X 線像上での測定結果に影響

を及ぼす因子として抽出されたと推測する。

CA の測定方法は体表上での測定においても X 線像上での測定においてもいくつかの測定方法が報告されているが、統一された測定方法は存在しない。体表上と X 線像上で測定した結果には有意な差を認めないとの報告もあるが、統一された測定方法が確立していない現状では体表上と X 線像上での測定値は異なる独立した肘外反の指標として捉えることが妥当であると考ええる。そして、測定を行う際には少なくとも施設ごとで測定方法を統一することが患者の状態を把握するうえでも重要である。また、本研究の結果では体表上で測定を行う場合には前腕周径と上腕長が、X 線像上で測定を行う場合には前腕長がその測定結果に影響を及ぼす因子として抽出されたことから、個人の体型的な因子が CA の測定結果に影響を及ぼし、さらに体表上での測定と X 線像上での測定とは影響を及ぼす体型因子が異なる可能性があることを念頭に置く必要がある。

本研究の限界は、X 線撮影時と体表上での測定時の肩関節肢位が異なる点である。X 線撮影時には端座位で肘関節を肩の高さまで挙上させた肢位で撮影を行ったのに対し、体表上での CA の測定は仰臥位、上肢体側位で行った。肩関節は上肢の挙上に伴い外旋することから、X 線撮影時と体表上での測定時の肩関節の回旋肢位は異なっており、この肢位の違いが測定結果に影響を及ぼした可能性がある。スポーツ現場での検診など容易に X 線撮影を行えない環境でも CA の測定が行われている現状を踏まえると、体表上での測定肢位を X 線撮影時と同じにするなど、体表上と X 線像上での測定結果が等値となるような測定方法の検討が必要であり、このことがスポーツ検診などで理学療法士が行う CA の測定の有用性を高める一助となり得ると考える。

結 論

CA には統一された測定方法がなく、今回採用した測定方法では体表上と X 線像上で測定した CA に相違が生じることが示された。また、体表上での測定は、前腕周径と上腕長がその測定結果に影響を及ぼし得ることが示唆された。一方、X 線像上での測定は、XP-a 法、XP-b 法ともに前腕長がその測定結果に影響を及ぼし得ることが示唆された。今後は、体表上と X 線像上での測定結果が等値となるような測定方法の検討を行うことで、X 線撮影を行えないスポーツ検診などで理学療法士が行う CA の測定の有用性を高め得ると考える。

利 益 相 反

本研究に関連して開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Potter HP: The obliquity of the arm of the female in extension. The relation of the forearm with the upper arm in flexion. *J Anat Physiol*. 1895; 29: 488-491.
- 2) Yilmaz E, Karakurt L, *et al.*: Variation of carrying angle with age, sex, and special reference to side. *Orthopedics*. 2005; 28: 1360-1363.
- 3) Ozor II, Obikili EN, *et al.*: Carrying angle among school children and young adult in Enugu, Nigeria: a normative study. *J Exp Res*. 2016; 4: 30-37.
- 4) Adhikari RK, Yadav SK, *et al.*: A comparative study of carrying angle with respect to sex and dominant arm in eastern population of Nepal. *Int J Cur Res Rev*. 2017; 9: 19-22.
- 5) Sharma K, Mansur DI, *et al.*: Variation of carrying angle with age, sex, height and special reference to side. *Kathmandu Univ Med J*. 2013; 11: 315-318.
- 6) Steel FLD, Tomlinson JDW: The carrying angle in man. *J Anat*. 1958; 92: 315-317.
- 7) Alsubael MO, Hegazy AAM: Radiographic evaluation of the normal elbow carrying angle in adults. *J Med Sci*. 2010; 10: 40-44.
- 8) Kumar B, Pai S, *et al.*: Radiographic study of carrying angle and morphometry of skeletal elements of human elbow. *Rom J Morphol Embryol*. 2010; 51: 521-526.
- 9) Hasegawa M, Suzuki T, *et al.*: Reliability and validity of radiographic measurement of the humerus-elbow-wrist angle in healthy children. *JBJS Open Access*. 2017; 2: e0012. doi: 10.2106/JBJS.OA.16.00012. Pubmed PMID: 30229210; Pubmed Central PMCID: PMC6132898.
- 10) Park S, Kim E: Estimation of Carrying Angle Based on CT Images in Preoperative Surgical Planning for Cubitus Deformities. *Acta Med Okayama*. 2009; 63: 359-365.
- 11) Rajesh B, Reshma VR, *et al.*: An evaluation of the carrying angle of the elbow joint in adolescents. *Int J Med Biomed Res*. 2013; 2: 221-225.
- 12) Balasubramanian P, Madhuri V, *et al.*: Carrying angle in children: a normative study. *J Pediatr Orthop B*. 2006; 15: 37-40.
- 13) Chapleau J, Canet F, *et al.*: Validity of goniometric elbow measurements: comparative study with a radiographic method. *Clin Orthop Relat Res*. 2011; 469: 3134-3140.
- 14) Terra BB, Silva BCM, *et al.*: Evolution of the carrying angle of the elbow: a clinical and radiographic study. *Acta Ortop Bras*. 2011; 19: 79-82.
- 15) Praveen K, Saranya R: Comparative study of carrying angle in south indian population. *Int J Anat Res*. 2016; 4: 3138-3141.
- 16) Golden DW, Wojcicki JM, *et al.*: Body mass index and elbow range of motion in a healthy pediatric population: a possible mechanism of overweight in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2008; 46: 196-201.
- 17) 渡邊裕之, 吉本真純, 他: 肘関節痛を有する成長期男子投手の身体機能. *日臨整誌*. 2011; 36: 333-337.
- 18) Erickson BJ, Chalmers PN, *et al.*: Do professional baseball players with a higher valgus carrying angle have an increased risk of shoulder and elbow injuries? *Orthop J Sports Med*. 2019; 7: 2325967119866734. doi: 10.1177/2325967119866734. Pubmed PMID: 31489336; Pubmed Central PMCID: PMC6712761.

〈Abstract〉

Comparative Study of the Carrying Angle Measured from the Body Surface by Goniometry and Radiography

Yuta SAGARA, PT, Diploma, Takahiro NOZAKI, PT, Diploma, Ippei HONDA, PT, Diploma
Department of Rehabilitation, Aino Memorial Hospital

Hitoshi KODA, PT, PhD
Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science, Kansai University of Welfare Sciences

Norihiko SUGITA, MD, PhD, Yuzo HONDA, MD, MS
Department of Orthopaedics, Aino Memorial Hospital

Objective: This study aimed to highlight the differences between the measurements of the carrying angle from the body surface by goniometry and radiography.

Methods: The carrying angle of 194 elbows of 97 healthy subjects was measured. From the body surface, the angle between the upper arm and forearm was measured using a goniometer. For radiological measurement, two methods were adopted: one measured the angle between the humeral and ulnar axes, whereas the other measured the angle between the humeral axis and line connecting the superior radioulnar joint and the radial tuberosity. The carrying angles measured by each method were compared, and the effects of the body shape factors on each method were analyzed.

Results: There was a significant difference in carrying angle measurement between the methods, and the angle in the body surface method was the smallest. In the analyses of the body surface method, the maximum circumference of the forearm and upper arm length were statistically significant contributors. In the analyses of the radiological methods, the forearm length was a statistically significant contributor.

Conclusion: It should be considered that body shape factors affect the carrying angle measurement; a significant difference was noted in the measurements between the body surface and radiological methods. For use in sports medicine, the development of a measurement method from the body surface similar to that of the radiological methods is necessary.

Key Words: Carrying angle, Body surface, Radiograph, Normal elbow

症例報告

心停止蘇生後，急性呼吸窮迫症候群合併例に対して 心臓リハビリテーションを行い， 社会復帰を遂げた一症例*

須山 竜二^{1) #} 杉原 志伸²⁾ 須山 朋子¹⁾
馬庭 春樹³⁾ 木下 香織⁴⁾ 城田 欣也²⁾

要旨

【目的】冠攣縮性心筋梗塞による心室細動を呈し，心停止後症候群，急性呼吸窮迫症候群（以下，ARDS）を合併した症例に対する心臓リハビリテーション（Cardiac Rehabilitation：以下，CR）を経験したので報告する。【症例】54歳男性，上記疾患にて人工呼吸器管理，低体温療法などを行い，体外式膜型人工肺離脱後にCRが開始された。独歩は可能となったが，体重減少，筋疲労が持続しており退院前に心肺運動負荷試験を行い，外来CRに移行した。安静時頻脈や変時不全などもあり嫌気性代謝域値の心拍数（以下，AT-HR）と筋疲労に応じて有酸素運動と抵抗運動を行い，外来CR終了時には運動耐容能や身体機能，自律神経調節機能は改善し，復職した。【結論】本症例は心停止後症候群，ARDSを合併したが，早期リハビリ介入とAT-HRに基づく運動療法を行うことで有害事象なく運動耐容能や身体機能の改善を認め，社会復帰を果たした。

キーワード 心臓リハビリテーション，心停止後症候群，急性呼吸窮迫症候群，心肺運動負荷試験

はじめに

近年，心停止後症候群（Post Cardiac Arrest Syndrome：以下，PCAS）や急性呼吸窮迫症候群（Acute Respiratory Distress Syndrome：以下，ARDS）による急性期死亡率は低下しているものの，救命後の経過において運動耐容能の低下とそれに伴う日常生活の制限が大きな課題として残っている¹⁻³⁾。これら重症患者に対して，集

中治療室（Intensive Care Unit：以下，ICU）での超急性期リハビリテーション（以下，リハビリ）の介入は安全かつ，筋力や身体機能の回復やICU在室日数短縮などの良好な効果が報告されている⁴⁾⁵⁾。一方，このような症例に対して後期回復期の外来リハビリの実施報告は少数にとどまる⁶⁾⁷⁾。また，それらの報告の多くはリハビリの際の指標として自覚的運動強度や心拍予備能が使用されており⁶⁾，心肺運動負荷試験（Cardiopulmonary exercise testing：以下，CPET）にて得られた嫌気性代謝閾値（Anaerobic Threshold：以下，AT）時の心拍数に基づく運動療法の報告は少ない。さらに，我が国での心筋梗塞後の外来リハビリ導入率は未だ5割に達せず，その普及が求められているのが現状である⁸⁾。

今回，急性心筋梗塞後の心停止蘇生後にARDSを合併した重症例に対して，急性期から回復期まで継続したAT-HRを指標としたCRを行い，運動耐容能の改善をきたし，最終的に社会復帰を遂げた一例を報告する。

なお，対象者に本報告の趣旨と内容を口頭にて十分な説明を行い，同意を得た。

* A Case of Return to Work Through Cardiac Rehabilitation for a Patient with Acute Respiratory Distress Syndrome after Cardiac Arrest Resuscitation

1) 松江赤十字病院リハビリテーション課
(〒690-0886 島根県松江市母衣町200)
Ryuji Suyama, PT, Tomoko Suyama, PT: Department of Rehabilitation, Matsue Redcross Hospital
2) 松江赤十字病院循環器内科
Shinobu Sugihara, MD, PhD, Kinya Shirota, MD, PhD: Department of Cardiology, Matsue Redcross Hospital
3) 学校法人澤田学園 松江総合医療専門学校理学療法士科
Haruki Maniwa, PT, MSc
4) 松江赤十字病院リハビリテーション科
Kaori Kinoshita, MD: Department of Rehabilitation, Matsue Redcross Hospital

E-mail: suyama1988@gmail.com

(受付日 2021年2月10日/受理日 2021年5月23日)

[J-STAGEでの早期公開日 2021年7月13日]

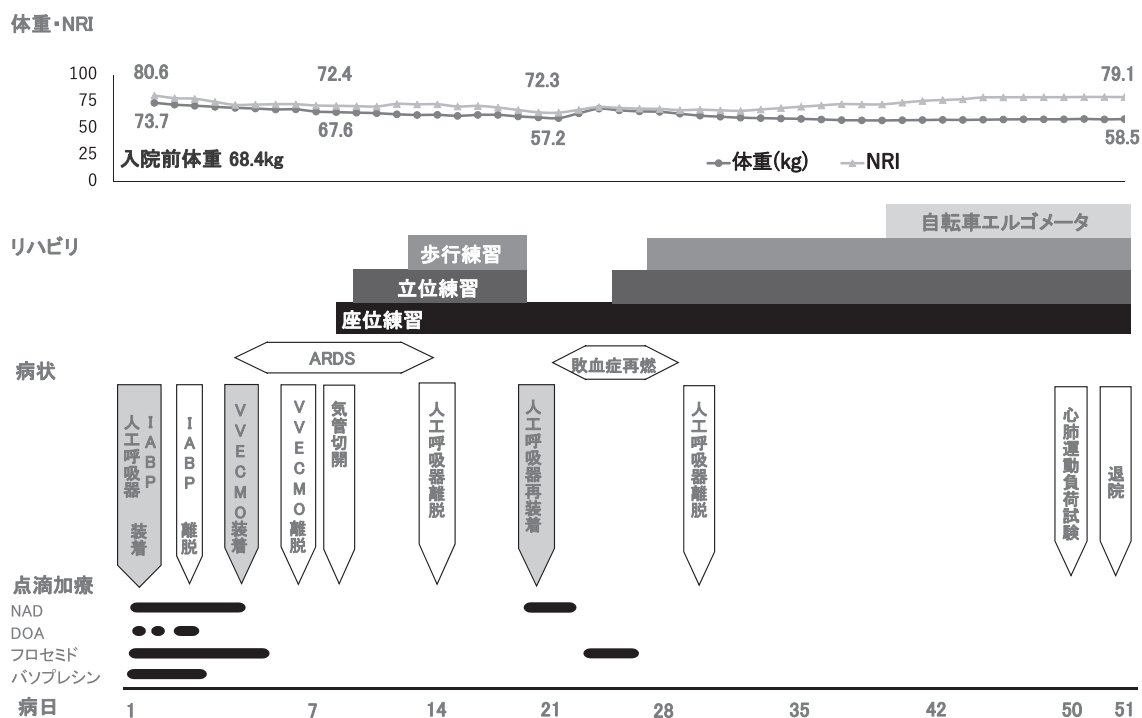


図1 入院経過 体重・NRI, リハビリ, 病状, 点滴加療の推移

NAD: ノルアドレナリン, DOA: ドパミン, IABP: 大動脈内バルーンパンピング, V-V ECMO: 静脈脱血-静脈送血体外式膜型人工肺, ARDS: 急性呼吸窮迫症候群, NRI: Nutritional Risk Index

症例紹介

【患者】54歳 男性

【診断名】冠攣縮性急性心筋梗塞による心肺停止

【既往歴・家族歴】特記すべき事項なし

【現病歴】

自宅で過ごしている際、誘因なく痙攣を発症。その後意識消失したが、家人による心肺蘇生処置 (Cardiopulmonary Resuscitation: 以下, CPR) は行われず、発症8分後到着した救急隊によってCPRが開始された。搬送中に心室細動 (Ventricular Fibrillation: 以下, VF) に対して除細動を4回施行するもVFが持続した状態で当院に到着した。その後、除細動とカテコラミンの使用にて発症後66分後に自己心拍再開 (Return Of Spontaneous Circulation: 以下, ROSC) となった。

【入院時身体所見】(ROSC後)

身長 174 cm 体重 73.7 kg BMI 24.3 kg/m²

血圧 109/90 mmHg 脈拍 105 bpm

【入院時心臓超音波検査】

左室駆出率 (Left Ventricular Ejection Fraction: 以下, LVEF): 45%, 壁運動は前壁から中隔部分の無収縮, 後下壁の低収縮の所見あり, 有意な弁膜症なし

【入院後経過】(図1)

病着後、人工呼吸器管理下で血行動態維持のために大動脈内バルーンパンピング (Intra-Aortic Balloon Pumping: 以下, IABP) を挿入した。冠動脈造影にて前下行

枝 # 6 に 90% の狭窄があったが、硝酸イソソルビドの冠動脈注入にて狭窄は消失し、臨床経過から冠攣縮性急性心筋梗塞と診断した (図2)。最大クレアチンキナーゼ (CK) は 14,306 U/L, 最大 CK-MB 分画は 1,005 U/L であった。同日より低体温療法が開始となったが、その後、血行動態は改善し、第5病日 IABP を抜去、復温が開始された。経過中、肺胞出血に伴う ARDS のため、静脈脱血-静脈送血体外式膜型人工肺 (Veno-venous Extracorporeal Membrane Oxygenation: V-V ECMO) が開始となったが第9病日には状態が改善し、ECMO を離脱した。

第4病日から看護師によるベッド上での関節可動域練習が開始され、第10病日には理学療法士 (Physical Therapist: 以下, PT) によるCRが開始となった。初回介入時は人工呼吸器管理 (Proportional Assist Ventilation, PAV 50% 補助, FiO₂: 40%, PEEP: 10 cmH₂O) 下で P/F 比は 242 であった。安静時心拍数は 110 bpm (洞調律), 血圧は 150/70 mmHg, 呼吸数は 12 回/分であった。ベッド上での四肢筋力は Medical Research Council (以下, MRC) 筋力スケールは合計 56 点であった。関節可動域に関しては制限なく、疼痛部位もなかった。ベッド上での座位までは疲労や下肢疲労はなく、著明な呼吸数上昇はなかった。第14病日には人工呼吸器管理下で立位や足踏み、移乗動作も可能となった。労作時の心拍数 110 bpm, 血圧 160/90, 呼吸数 24 回/分であり、リハビリの介入による呼吸や循環動態の悪化は認めな

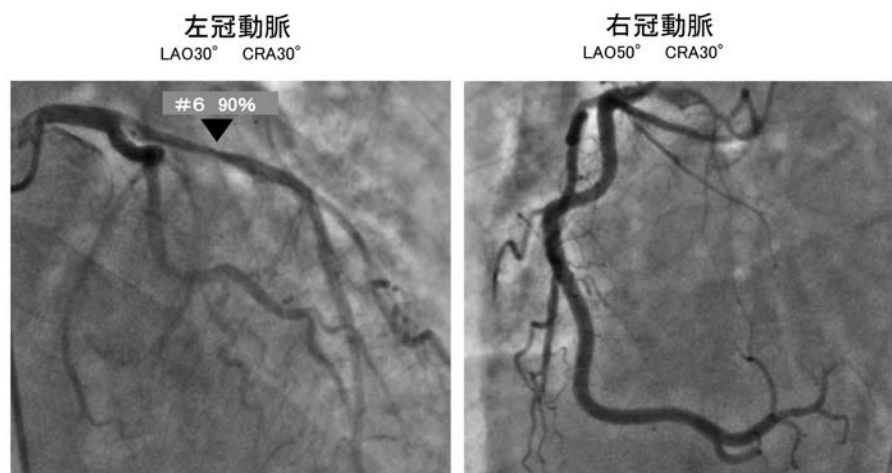


図 2 冠動脈造影

入院後に施行した冠動脈造影検査結果. 左冠動脈前下行枝 #6 に 90% の狭窄を認めたが, 硝酸イソソルビドの冠動脈注入で狭窄は改善した. その他, 器質的な有意狭窄は認めなかった.

表 1 身体計測, 身体機能所見の推移

項目	単位	初回 CPET 時 (第 50 病日)	2 回目 CPET 時 (第 116 病日)	変化量
体重	kg	60.3	65.8	Δ 5.5
NRI		79.1	106	Δ 26
握力	kgf	33.5	42.9	Δ 9.4
下腿周囲径	cm(Rt/Lt)	34/34	37.5/38	Δ 3.5
歩行速度	m/sec	1.26	1.41	Δ 0.15
SPPB	pts	12	12	—
6MWD	m	490(70%)	638(103%)	Δ 148

NRI : Nutritional Risk Index, SPPB : Short Physical Performance Battery, 6MWD : 6Minutes Walking Distance (6 分間歩行距離)

かった。下肢疲労は Borg 指数で 13 (ややきつい) を表出したが, 呼吸負荷症状は 11 (楽である), その他, 過換気や動悸の自覚は認めなかった。その後も敗血症の再燃により人工呼吸器の離脱や再装着を繰り返したが, MRC 筋力スケールは低下することなく維持され最終的に第 26 病日に人工呼吸器から離脱, 第 37 病日に病棟内歩行まで ADL は改善し, Short Physical Performance Battery (以下, SPPB) は 12 点となり下肢機能も良好となった。39 病日に冠動脈造影を再検したが硝酸薬の内服下では冠攣縮は誘発されず, 電気生理検査でも VF は誘発されなかったため, 植え込み型除細動器の適応はないと判断された。退院前の心臓磁気共鳴画像 (Magnetic Resonance Imaging : 以下, MRI) 検査では梗塞は心尖部に限局され, LVEF は 42.3% であった。また, 脳機能に関しては頭部 MRI, 言語聴覚士による評価を行い, 明らかな高次脳機能障害は認められなかった。

入院中, 体重減少 (73.7 kg → 57.2 kg) や栄養リスク指標である NRI (Nutritional Risk Index)⁹⁾ の低下 (80.6 → 72.3) を認め, 筋量低下と重度の栄養リスクの合併が

考えられ, 管理栄養士による栄養指導が行われた (表 1)。

退院前の第 50 病日に初回 CPET を施行した (表 2)。安静 3 分, 10 W のウォーミングアップ 3 分, ランプ負荷 10 W/分のプロトコルで実施した。安静時より 136 bpm の頻脈を認めた。AT : 15.5 ml/min/kg (97%) (4.4 METs), 最高酸素摂取量 (Peak VO₂) : 17.4 ml/min/kg (68%) (5 METs), 最高酸素脈 (peakVO₂/HR) : 7.06 ml/beat (59%) であった。心拍予備率 (% HRR) は 37%, Heart Rate Recovery (以下, HRR) は 4 bpm であり, 変時性不全および, 自律神経調節障害が示唆された。CPET の結果より運動処方として心拍数は 145 bpm 以下で, エルゴメータでの負荷量は 50 W, 有酸素運動は 30 分間の強度とした (図 3)。第 51 病日に自宅退院となった。

外来心臓リハビリテーション経過

【退院前服薬】

一硝酸イソソルビド錠 40 mg, ベニジピン塩酸塩 8 mg, ニコランジル 15 mg

表 2 心肺運動負荷試験 (CPET) の経時的変化

項目	単位	初回 CPET (第 50 病日)	2 回目 CPET (第 116 病日)
AT-VO ₂	ml/kg/min	15.5(97%)	20.3(127%)
AT METs		4.4	5.8
Peak VO ₂	ml/kg/min	17.4(68%)	28.4(103%)
Peak METs		5.0	8.1
Peak WR	watts	70(59.8%)	114(89.2%)
Peak VO ₂ /HR	ml/beat	7.06(59%)	11.96(100%)
VE-VCO ₂ slope		—	22.4(84%)
minimum VE/VCO ₂		30.4(112%)	28.7(105%)
OUES		2,507(109%)	3,643(158%)
ΔVO ₂ /ΔWR	ml/min/watt	9.36(89%)	12.49(119%)
VD/VT		0.23	0.25
Peak RER		1.04	1.11
HRR	bpm	4	26
安静時 HR	bpm	139	95
最高 HR	bpm	149	156
% HRR	%	37	85.9
SpO ₂	%	97	98

AT-VO₂: Anaerobic threshold-VO₂ (嫌気性酸素摂取量), peak VO₂: 最高酸素摂取量, METs: 代謝当量, Peak WR: 最高負荷率, Peak VO₂/HR: 最高酸素脈, VE-VCO₂ slope: 換気量・二酸化炭素排出量勾配, minimum VE/VCO₂: 最小二酸化炭素換気当量, OUES: Oxygen Uptake Efficiency Slope (酸素摂取効率勾配), ΔVO₂/ΔWR: 仕事率増加に対する酸素摂取量の増加率, VD/VT: 死腔率, Peak RER: 最大ガス交換比, HRR: Heart Rate Recovery (心拍回復), %HRR: 心拍予備率 (運動時最大心拍数 - 安静時心拍数) / (予測最大心拍数 - 安静時心拍数) × 100, SpO₂: 経皮的酸素飽和度

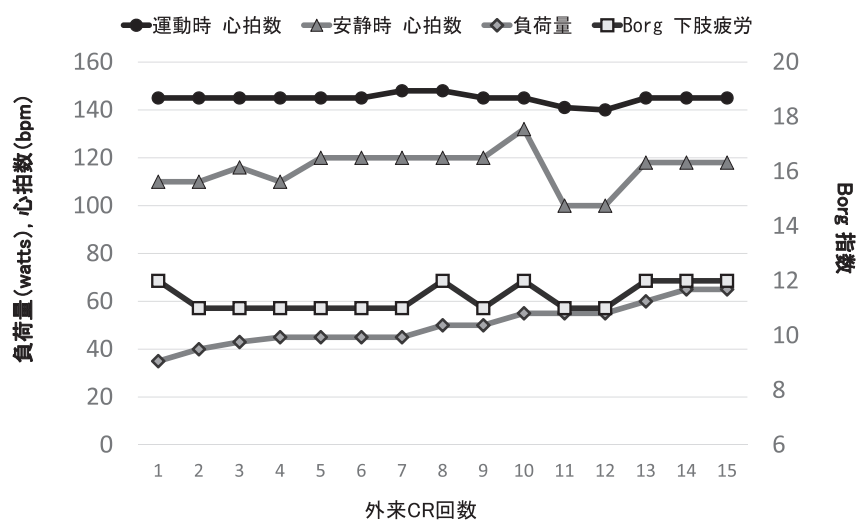


図 3 外来心臓リハビリテーション (CR) 経過

【外来心臓リハビリテーション経過】(図 3)

復職を目標に第 53 病日 (退院後 2 日目) から監視型の外来 CR を開始した。復職までの 2 ヶ月間、頻度は週に 2 ~ 3 回、介入時間は 60 ~ 90 分で行った。運動様式は有酸素運動と抵抗運動 (レジスタンストレーニング: 以下, RT), 運動強度に関しては運動処方をもとに有酸

素運動時には HR 145 bpm 以下で心拍数のモニタリングを行い, RT 時には下肢疲労の Borg 指数 13 以下を目標に実施した。

有酸素運動に関しては開始当初は, 35 W で目標心拍数 (145 bpm) に到達したため, ワット負荷量の調整を行いながら 30 分間継続した。AT-HR での運動療法では

下肢疲労はBorg指数13以下となり、息切れや呼吸数の上昇、 SpO_2 値の低下などの呼吸負荷症状はなく経過した。15回のCRの継続で最終的には65 Wまで負荷量を漸増した。自宅ではBorg指数を指標にウォーキングによる有酸素運動を指導した。また日常活動で下肢疲労の自覚が強かったため、RTも並行して行った。内容は1セット12～25回、AT-HRと下肢疲労のBorg指数13以下を指標としながら継続した。

外来CR15回終了時(第116病日、退院後約2ヵ月後)に再度、身体機能評価(表1)、およびCPETを施行した(表2)。身体機能評価では1回目(退院前)と比較して体重や下腿周囲の増加、栄養リスク指標のNRIは「リスクなし」に改善した。さらに、歩行速度や握力の改善も見られ、6分間歩行試験(6MWT)は638 m(基準値比103%)と著明な改善が見られた。SPPBは初回から12点のフルスコアであったため、2回目でも同値であった。

CPETの所見は PeakVO_2 : 28.4 ml/kg/min(基準値比103%)、 $\text{PeakVO}_2/\text{HR}$: 11.96 ml/beat(基準値比100%)など各種パラメーターに改善が示され、%HRRは85.9%、安静時心拍数95 bpmと低下し、HRRも26 bpmであり、自律神経調節障害の改善が示唆された。最大負荷下(8.1 METs)でも心電図の変化や不整脈の出現は認めなかった。さらに、心機能の再評価では、LVEF 60%まで改善を認めた。

2回目のCPETの結果に基づき運動処方として心拍数は138 bpm以下、自転車エルゴメータでの負荷量は71 W、ウォーキングは週3～5回、1回30～60分で指導した。ATは5.8 METs、最大負荷時8.1 METsであり、復職(デスクワーク)は可能と判断し、その後、完全復職に至った。

考 察

冠攣縮性急性心筋梗塞による心停止蘇生、および経過中ARDSを呈した重症症例に対して、急性期(入院下CCU管理)、前期回復期(入院下一般病棟管理)および後期回復期(外来)でのシームレスなリハビリを継続し、運動耐容能の改善と完全社会復帰に至った症例を経験した。

PCASは自己心拍の再開後に生じる多臓器不全・敗血症などの総称であり、本症例でも全身の臓器障害や敗血症、ARDSを合併した。これら重症例での急性期管理としては、筋力低下の予防目的で早期の離床が推奨されている³⁾⁴⁾¹⁰⁾。人工呼吸器管理を要した患者は筋萎縮や易疲労感などを呈し¹¹⁾、さらに、ARDS発症者は長期間にわたり筋萎縮を含む骨格筋機能の低下が持続することが報告されている¹²⁾。本症例でのリハビリは看護師によるベッド上での関節可動域練習から開始され、低体温

療法が終了し循環動態が安定した第10病日にPTの介入を開始した。経過中、敗血症の再燃により人工呼吸器の再装着などのイベントがあったが、その間も医師と協議しながら座位練習、立位、歩行器歩行練習を継続した。歩行速度の低下や筋疲労の訴えが強かったが、下肢疲労のBorg指数や翌日の疲労度を管理し、運動負荷量を細かく調整することで、歩行機能は段階的に改善し、前期回復期にはSPPBはフルスコアで独歩も可能となった。

重症臓器不全や炎症性疾患を合併し長期間の入院を余儀なくされると、骨格筋量と筋力の低下をきたすサルコペニアや低栄養¹¹⁾¹³⁾を呈することが多い。本症例でも経過中、最大16.5 kgの体重減少がみられた。加えて、先行研究によるサルコペニアの指標と比較し最大下腿周囲径は34 cm(男性基準 ≤ 35 cm¹⁴⁾)、握力は33.5 kg(男性基準 43.4 ± 7.5 kg¹⁵⁾)と低値であり、栄養指標であるNRIでは重度の栄養リスク(83.7)を示した。そのため、管理栄養士による栄養指導が行われ、退院前には体重およびNRIは改善を認めた。

退院前(第50病日)に行った初回CPETでは安静時の頻脈、 peakVO_2 や $\text{peakVO}_2/\text{HR}$ および、%HRRの低値から、変時性不全や自律神経調節障害が示唆された。しかし、AT-METsは4.4 METsと比較的保持されており、 $\text{minimum VE}/\text{VCO}_2$ や VD/VT は高値を示さず、 SpO_2 値も保持されていた。以上より、換気効率低下、酸素飽和度の低下は軽度にとどまり、運動時の心不全症状悪化がないことが示された。その要因として、早期の虚血の解除を含む適切な治療介入によって心不全管理が良好であったこと、筋量の低下があるものの、運動負荷を細かく調整しながら歩行練習を継続し、SPPBなどの下肢機能が比較的早期に改善されていたことが考えられた。

退院後は運動療法外来CRを約2ヵ月間にわたり継続した。AT-HRを指標とした有酸素運動と下肢筋のRTを並行して行い¹⁶⁾、身体機能やCPET指標の改善を認めた。

外来CR終了時の2回目(第116病日)のCPETでは Peak VO_2 や AT-VO_2 の著明な改善を認めた。改善の要因としては①心機能の改善に伴う一回拍出量の増加¹⁷⁾¹⁸⁾や②有酸素運動の継続による安静時心拍数の低下や変時性不全の改善、および③骨格筋機能の改善が考えられた。

①心拍出量の増加率を反映する $\Delta\text{VO}_2/\Delta\text{WR}$ 値も同様に改善しており、同時期に行った心臓超音波検査ではLVEFは60%と正常化していることと合致している。早期の虚血の解除と適切な薬物治療に加えて、CRによる左室リモデリングの抑制やLVEFの改善¹⁷⁾¹⁹⁾も改善に寄与していると考えられる。

②有酸素運動は交感神経の過剰な活性化の抑制¹⁷⁾、

重症患者の AT の改善²⁰⁾、心疾患患者における HRR、変時性不全の改善に関与することが知られている²¹⁾²²⁾。本症例でも HRR、%HRR の改善が見られたことと一致している。

③骨格筋の改善は退院後も栄養管理を継続したうえで RT を併用したことが改善につながったと考えられる。RT を併用することは Peak VO₂ の改善、筋力や体組成、歩行速度の改善に有用である²³⁻²⁵⁾と報告されている。本症例でも下肢疲労の Borg 指数は増悪せず、最高仕事率 (peak WR) が上昇し運動時間が延長した。また、同時期に行った身体機能の評価でも、体重と栄養状態の改善、下肢周囲径や握力の改善を示し、さらに歩行速度や 6 分間歩行距離 (6MWD) は Chan ら²⁶⁾²⁷⁾が報告する最小重要差に達しており、本指標の改善と一致していた。SPPB は急性期からの PT によるリハビリの継続で、退院前にすでにフルスコアまで改善していた。そのため、外来での値の改善は認めなかった (天井効果)。

また、CPET での VE-VCO₂ slope, minimum VE/VCO₂, SpO₂, VD/VT など、換気血流比不均等や運動時換気効率、心不全の重症度を反映する項目は初回から比較的良好な値を維持し、2 回目でも同程度を維持していた。

結 論

本症例では、急性心筋梗塞による心停止後蘇生、および経過中 ARDS を呈した重症例であったが、①入院中の早期のリハビリ介入と②CPET で得られた AT-HR で運動療法を継続することで、有害事象を起こすことなく筋量や骨格筋機能の向上と運動時の心機能の改善により運動耐容能が良好となった。さらに AT-METs 上、復職が可能となり社会復帰を果たすことができた。

利 益 相 反

本症例報告について開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Robert WN, Jerry PN, *et al.*: Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, European Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Asia, and the Resuscitation Council of Southern Africa); the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; and the Stroke Council. *Circulation*. 2008; 118: 2452-2483.
- 2) Herridge MS, Tansey CM, *et al.*: Functional disability 5 years after acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2011; 364: 1293-1304.
- 3) 3 学会合同 ARDS 診療ガイドライン 2016 作成委員会: ARDS 診療ガイドライン 2016. <https://www.jsicm.org/ARDSGL/ARDSGL2016.pdf> (2020 年 12 月 12 日引用)
- 4) Schweickert WD, Pohlman MC, *et al.*: Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet*. 2009; 373: 1874-1882.
- 5) Needham DM, Korupolu R, *et al.*: Early physical medicine and rehabilitation for patients with acute respiratory failure: a quality improvement project. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010; 91: 536-542.
- 6) Connolly B, Salisbury L, *et al.*: Exercise rehabilitation following intensive care unit discharge for recovery from critical illness. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015; 22: CD008632.
- 7) Benington S, McWilliams D, *et al.*: Exercise testing in survivors of intensive care — is there a role for cardiopulmonary exercise testing? *J Crit Care*. 2012; 27: 89-94.
- 8) 後藤葉一 (編): 日本における心リハの現状, 国循 心臓リハビリテーション実践マニュアル. メディカ出版, 大阪, 2017, pp. 18-22.
- 9) Adejumo OL, Koelling TM, *et al.*: Nutritional Risk Index predicts mortality in hospitalized advanced heart failure patients. *J Heart Lung Transplant*. 2015; 34: 1385-1389.
- 10) 日本循環器学会: 急性冠症候群ガイドライン (2018 年改訂版). https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2020/02/JCS2018_kimura.pdf (2020 年 12 月 12 日引用)
- 11) Herridge MS, Cheung AM, *et al.*: One-year outcomes in survivors of the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2003; 348: 683-693.
- 12) Files DC, Sanchez MA, *et al.*: A conceptual framework: the early and late phases of skeletal muscle dysfunction in the acute respiratory distress syndrome. *Critical Care*. 2015; 19: 266.
- 13) Puthucherry ZA, Rawal J, *et al.*: Acute Skeletal Muscle Wasting in Critical Illness. *J Am Med Assoc*. 2013; 310: 1591-1600.
- 14) Kawakami R, Miyachi M, *et al.*: Cut-offs for calf circumference as a screening tool for low muscle mass: WASEDA'S Health Study. *Geriatr Gerontol Int*. 2020; 20(10): 943-950.
- 15) 岸本裕歩, 秦 淳: 久山町研究. 運動疫学研究. 2014; 16: 111-114.
- 16) Price KJ, Gordon BA, *et al.*: A review of guidelines for cardiac rehabilitation exercise programmes: Is there an international consensus? *Eur J Prev Cardiol*. 2016; 23: 1715-1733.
- 17) Zheng H, Luo M, *et al.*: Effects of 6 months exercise training on ventricular remodelling and autonomic tone in patients with acute myocardial infarction and percutaneous coronary intervention. *J Rehabil Med*. 2008; 40: 776-779.
- 18) Seals DR, Hagberg JM, *et al.*: Enhanced left ventricular performance in endurance trained older men. *Circulation*. 1994; 89: 198-205.
- 19) Kirolos I, Yakoub D, *et al.*: Cardiac physiology in post myocardial infarction patients: the effect of cardiac rehabilitation programs — a systematic review and update meta-analysis. *Ann Transl Med*. 2019; 7: 416.
- 20) Batterham AM, Bonner S, *et al.*: Effect of supervised aerobic exercise rehabilitation on physical fitness and quality-of-life in survivors of critical illness: an exploratory minimized controlled trial (PIX study). *Br J Anaesth*. 2014; 113: 130-137.
- 21) Duarte A, Soares PP, *et al.*: Aerobic training improves vagal reactivation regardless of resting vagal control.

- Med Sci Sports Exerc. 2015; 47: 1159-1167.
- 22) Brubaker PH, Kitzman DW, *et al.*: Chronotropic Incompetence: Causes, Consequences, and Management. *Circulation*. 2011; 123: 1010-1020.
- 23) Marzolini S, Oh PI, *et al.*: Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in individuals with coronary artery disease: a meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol*. 2012; 19: 81-94.
- 24) Van Abbema R, De Greef M, *et al.*: What type, or combination of exercise can improve preferred gait speed in older adults? A meta-analysis. *BMC Geriatr*. 2015; 15: 72.
- 25) Chan KS, Mourtzakis M, *et al.*: National Institutes of Health National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI) Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) Network. Evaluating Muscle Mass in Survivors of Acute Respiratory Distress Syndrome: A 1-Year Multicenter Longitudinal Study. *Crit Care Med*. 2018; 46: 1238-1246.
- 26) Chan KS, Friedman LA, *et al.*: Evaluating Physical Outcomes in ARDS Survivors: Validity, Responsiveness & Minimal Important Difference of 4-Meter Gait Speed Test. *Crit Care Med*. 2016; 44: 859-868.
- 27) Chan KS, Pfoh ER, *et al.*: Construct validity and minimal important difference of 6-minute walk distance in survivors of acute respiratory failure. *Chest*. 2015; 147: 1316-1326.

調査報告

産後女性における睡眠障害が慢性腰痛骨盤痛の持続に与える影響*

堀 邊 佳 奈^{1) #} 北 垣 和 史^{1) 2)} 伊 佐 常 紀¹⁾ 松 田 直 佳³⁾ 青 田 絵 里¹⁾ 小 野 玲¹⁾

要旨

【目的】本研究は、産後4ヵ月時に慢性腰痛骨盤痛 (low back and pelvic pain: 以下, LBPP) を有する女性を対象として、産後4ヵ月時の睡眠障害が産後10ヵ月時の慢性LBPPの持続へ与える影響を調査した。【方法】本研究の対象者は、慢性LBPPを有した産後女性65名であった。目的変数を産後10ヵ月時の慢性LBPPの持続、説明変数を産後4ヵ月時の睡眠障害の有無、交絡変数を年齢、BMI、出産歴、産後4ヵ月LBPPの疼痛強度とし、多変量ロジスティック回帰分析を行った。【結果】産後10ヵ月においても慢性LBPPが持続した女性は、対象者全体の37%であった。産後4ヵ月時の睡眠障害は産後10ヵ月時の慢性LBPPの持続へ有意な影響を与えた (オッズ比:6.10, 95%信頼区間:1.50-24.8)。【結論】本研究結果は、産後の睡眠障害が産後の慢性LBPPの持続の要因である可能性を示唆した。

キーワード 産後、腰痛骨盤痛、睡眠障害

はじめに

腰痛骨盤痛 (low back and pelvic pain: 以下, LBPP) は多くの女性で妊娠中に発症し、出産後も持続する¹⁾。産後LBPPは産後3ヵ月以内には改善するとされているが、一部の人では慢性化する^{2) 3)}。産後の慢性LBPPはQuality of Life (QOL) や気分が悪影響を及ぼし⁴⁾、産後女性にとって健康問題であると考えられる。そのため、産後3ヵ月以降の女性を対象として、慢性LBPPの持続に影響を及ぼす因子を調査する必要がある。

睡眠障害は身体的要因、精神的要因、環境要因などの複数の要因が組み合わさることで発症し、不眠障害、過眠障害、概日リズム睡眠・覚醒障害などに分類される⁵⁾。産後女性はその子どもの日内リズムの欠如や夜間授乳により、睡眠が阻害される⁶⁾。睡眠障害の有症率は産後

8週で約60%、産後2年で約41%といわれる⁷⁾。一般成人において睡眠障害は慢性腰痛の持続に影響を及ぼすと報告されており⁸⁾、産後女性においても睡眠障害が慢性LBPPの持続に影響を及ぼす可能性が考えられる。産後の睡眠障害は有症率が高く、原因は産後特有のものであるため、一般成人とは異なる影響を及ぼす可能性があり、新たな調査が必要である。しかし、我々が知る限りでは、産後女性を対象として、睡眠障害による慢性LBPPの持続への影響は報告されていない。

本研究の目的は、産後4ヵ月時に慢性LBPPをもつ女性を対象として、産後4ヵ月時の睡眠障害が産後10ヵ月時の慢性LBPPの持続へ与える影響を調査することとした。そして、本研究の仮説は、産後4ヵ月時に睡眠障害をもつ女性は産後10ヵ月時に慢性LBPPを持続する割合が高いこととした。

対象および方法

1. 研究デザインおよび対象者

本研究は産後4ヵ月の女性を対象とした半年間の前向きコホート研究である。2018年5月～2020年2月の期間において、兵庫県内の地方自治体が実施する4ヵ月の乳児健診時に質問紙調査およびカルテ調査を行い、10ヵ月の乳児健診時にフォローアップ評価として質問紙調査を行った。質問紙は乳児健診前に郵送し、健診当日に回収した。回収は対面にて行い、適宜質問を受けつけた。

* Impact of Sleep Disturbance on Persistence of Chronic Low Back and Pelvic Pain in Postpartum Women

1) 神戸大学大学院保健学研究科

(〒654-0142 兵庫県神戸市須磨区友が丘7-10-2)

Kana Horibe, PT, Kazufumi Kitagaki, PT, MS, Tsunenori Isa, PT, PhD, Eri Aota, PT, MS, Rei Ono, PT, PhD: Graduate School of Health Sciences, Kobe University

2) 四條畷学院大学リハビリテーション学部

Kazufumi Kitagaki, PT, MS: Faculty of Rehabilitation, Shijonawate Gakuen University

3) 神戸マリナーズ厚生会病院

Naoka Matsuda, PT, MS: Kobe Mariners Hospital

E-mail: kana_horibe_9123@yahoo.co.jp

(受付日 2020年12月9日/受理日 2021年5月31日)

[J-STAGEでの早期公開日 2021年8月7日]

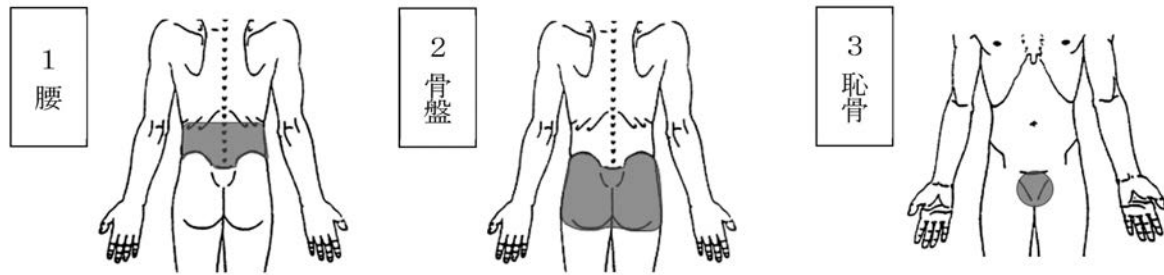


図 1 low back and pelvic pain (LBPP) の部位

組み入れ基準は産後 4 ヶ月および 10 ヶ月の調査に参加し、産後 4 ヶ月時に慢性 LBPP を有した女性とした。産後 4 ヶ月時の質問紙により妊娠中 LBPP と産後 4 ヶ月時の LBPP を聴取し、本研究では、先行研究を参考にして、妊娠中と産後 4 ヶ月の両方において LBPP を有した女性を、産後 4 ヶ月時の慢性 LBPP を有した女性と定義した³⁾⁹⁾。また、除外基準はデータ欠損者、脊椎・骨盤・大腿骨の骨折歴および手術歴がある者、過去 2 ヶ月間に脊椎疾患と診断された者とした。脊椎・骨盤・大腿骨の骨折歴および手術歴は産後 4 ヶ月時の質問紙により聴取し、過去 2 ヶ月間の脊椎疾患は産後 4 ヶ月、10 ヶ月の質問紙により聴取した。

なお、本研究は神戸大学大学院保健研究科倫理委員会の承認（第 449-1 号）を得た後に実施された。書面と口頭にて研究の目的・主旨を説明して同意を得た者を対象者とし、ヘルシンキ宣言に基づく倫理的配慮を十分に行った。

2. 測定項目

1) 慢性 LBPP の持続

本研究では腰部、仙腸関節部、恥骨部において、いずれか 1 ヶ所以上にある疼痛を LBPP とした¹⁰⁾ (図 1)。産後 10 ヶ月における LBPP の疼痛強度を Numerical Rating Scale (以下、NRS) にて 11 段階 (0: まったく痛くない, 10: 今までに経験した中でもっとも痛い) で聴取した。本研究は産後 4 ヶ月時に慢性 LBPP を有した女性を対象としており、産後 10 ヶ月時に LBPP が軽度である、または LBPP を有さない女性は慢性 LBPP が改善したと考えられるため、産後 10 ヶ月時 LBPP の NRS が 3 以下であった女性を“慢性 LBPP 改善群”と定義した¹¹⁾。一方、産後 10 ヶ月時に NRS が 4 以上である LBPP を有した女性を“慢性 LBPP 持続群”と定義した。

2) 睡眠障害

産後 4 ヶ月における睡眠状態をピッツバーグ睡眠質問票日本語版 (Pittsburgh Sleep Quality Index Japanese version: 以下、PSQI-J) にて評価した¹²⁻¹⁴⁾。PSQI-J は過去 1 ヶ月間の睡眠状態を主観的に評価する質問票であり、

7 つの下位項目から構成される。各下位項目を 0～3 点の範囲で算出し、合計得点を 0～21 点の範囲で算出した。合計得点が 6 点以上である女性を“睡眠障害あり”、5 点以下である女性を“睡眠障害なし”とした¹⁴⁾。

3) その他の項目

年齢、身長、体重、出産方法、妊娠前 LBPP の既往、産後 4 ヶ月 LBPP の疼痛強度を産後 4 ヶ月時の質問紙により聴取した。身長、体重から Body Mass Index (以下、BMI) を算出した。産後 4 ヶ月 LBPP の疼痛強度は NRS を用いて評価した。また、出産歴をカルテにより聴取し、対象者を初産婦と経産婦に分類した。

3. 統計解析

対象者特性として、慢性 LBPP 持続群および改善群の群間比較を行った。Shapiro-Wilk 検定にて正規性を確認し、年齢、BMI は対応のない t 検定、産後 4 ヶ月 LBPP の疼痛強度は Mann-Whitney U 検定、出産歴、出産方法、妊娠前 LBPP の既往、睡眠障害の有無は Fisher の正確検定を用いた。

産後 4 ヶ月時の睡眠障害が産後 10 ヶ月時の慢性 LBPP の持続へ与える影響を調査するために、単変量ロジスティック回帰分析を行った。アウトカムを産後 10 ヶ月における慢性 LBPP の持続 (1: 慢性 LBPP 持続群, 0: 慢性 LBPP 改善群)、説明変数を産後 4 ヶ月における睡眠障害の有無 (1: 睡眠障害あり, 0: 睡眠障害なし) とした。さらに、他因子を考慮するため、強制投入法による多変量ロジスティック回帰分析を行った。先行研究より、交絡変数を年齢、BMI、出産歴、産後 4 ヶ月 LBPP の疼痛強度とした¹⁵⁾¹⁶⁾。

検定には統計解析ソフト EZR Ver1.37 を使用し¹⁷⁾、統計学的有意水準は 5% とした。

結 果

対象者のフローチャートを図 2 に示した。産後 4 ヶ月および 10 ヶ月の調査に参加した女性 168 名から、データ欠損者 9 名 (PSQI-J: 6 名, 年齢: 1 名, BMI: 2 名)、脊椎・骨盤・大腿骨の骨折歴および手術歴がある者 4

名、過去2ヵ月間に脊椎疾患と診断された者1名を除いた154名のうち、産後4ヵ月時に慢性LBPPを有した女性65名を解析対象者とした。

対象者特性を表1に示した。“慢性LBPP持続群”の女性は全体の37% (24名)であった。また、“睡眠障害あり”の女性は全体の57% (37名)であり、そのうち“慢性LBPP持続群”の女性は54% (20名)であった。慢性LBPP持続群および改善群の群間比較では産後4ヵ月LBPPの疼痛強度 (平均±標準偏差: 5.9 ± 2.1 vs. 4.3 ± 1.7 , $p < 0.01$), 睡眠障害の有症率 (83% vs. 41%, $p < 0.01$) において有意差がみられた。

ロジスティック回帰分析の結果を表2に示した。産後4ヵ月時の睡眠障害は産後10ヵ月時の慢性LBPPの持続へ有意な影響を与えた (オッズ比: 7.06, 95% 信頼区

間: 2.04-24.4)。また、年齢, BMI, 出産歴, 産後4ヵ月LBPPの疼痛強度を調整後も、産後4ヵ月時の睡眠障害は産後10ヵ月時の慢性LBPPの持続へ有意な影響を与えた (オッズ比: 6.10, 95% 信頼区間: 1.50-24.8)。各変数のVariance Inflation Factor (VIF) は1.05 ~ 1.23であり、多重共線性が生じている可能性は低いと考えられる。

考 察

本研究は産後4ヵ月時に慢性LBPPを有する女性を対象として、産後4ヵ月時の睡眠障害が産後10ヵ月時における慢性LBPPの持続に与える影響を調査した。本研究の結果より、産後4ヵ月時の睡眠障害は、産後10ヵ月時の慢性LBPPを持続させ、それは年齢, BMI, 出産歴, 産後4ヵ月LBPPの疼痛強度で調整した後も同様の結果であった。この結果から、本研究は慢性LBPPを有する産後女性において、睡眠障害が慢性LBPPの持続へ与える影響を調査したはじめての前向きコホート研究となった。

慢性腰痛を有する一般成人において、睡眠障害の有症率は48%であると報告されている⁸⁾。本研究では、産後4ヵ月時に慢性LBPPを有する女性の睡眠障害の有症率は57%であった。女性の睡眠障害の有症率は男性より1.5倍高く¹⁸⁾、特に産後女性は子どもの日内リズムの欠如や夜間授乳により睡眠が阻害されるため⁶⁾、本研究における睡眠障害の有症率は一般慢性腰痛患者よりも高い結果となった。

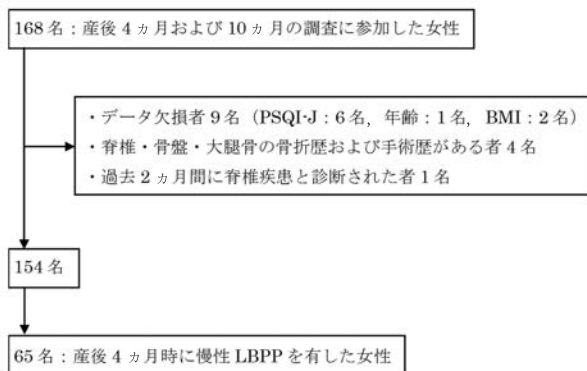


図2 対象者のフローチャート

表1 対象者特性

	全体 (65名)	慢性LBPP 持続群 (24名)	慢性LBPP 改善群 (41名)	p 値
年齢 [歳]	31.4 ± 5.3	32.4 ± 5.0	30.9 ± 5.4	0.28
BMI [kg/m ²]	22.1 ± 2.6	22.4 ± 2.7	21.9 ± 2.6	0.49
出産歴				
- 初産婦	25 (38)	10 (42)	15 (37)	0.79
- 経産婦	40 (62)	14 (58)	26 (63)	
出産方法				
- 経膣分娩	55 (85)	20 (83)	35 (85)	1.00
- 帝王切開	10 (15)	4 (17)	6 (15)	
妊娠前 LBPP の既往	36 (55)	15 (63)	21 (51)	0.44
産後4ヵ月 LBPP の疼痛強度	4.9 ± 2.0	5.9 ± 2.1	4.3 ± 1.7	< 0.01
産後4ヵ月時の睡眠障害				
- あり	37 (57)	20 (83)	17 (41)	< 0.01
- なし	28 (43)	4 (17)	24 (59)	

平均値 ± 標準偏差または人数 (%) で示した。

年齢, BMI は対応のない t 検定, 産後4ヵ月 LBPP の疼痛強度は Mann-Whitney U 検定,

出産歴, 出産方法, 妊娠前 LBPP の既往, 睡眠障害の有無は Fisher の正確検定を行った。

BMI : Body Mass Index

LBPP : low back and pelvic pain

表2 ロジスティック回帰分析の結果

	単変量		多変量	
	オッズ比	95%信頼区間	オッズ比	95%信頼区間
産後4ヵ月時の睡眠障害				
－なし	1.00		1.00	
－あり	7.06	2.04-24.4	6.10	1.50-24.8
年齢	－		1.07	0.95-1.21
BMI	－		1.07	0.84-1.37
出産歴				
－なし	－		1.00	
－あり	－		0.71	0.18-2.80
産後4ヵ月 LBPP の疼痛強度	－		1.53	1.08-2.17

アウトカムは慢性 LBPP の改善（1：慢性 LBPP 持続群，0：慢性 LBPP 改善群）とした。

BMI：Body Mass Index

LBPP：low back and pelvic pain

多変量ロジスティック回帰分析における各変数の Variance Inflation Factor は 1.05 ～ 1.23

慢性腰痛を有する一般成人において、睡眠障害は慢性腰痛の持続へ影響を与えると報告されており⁸⁾¹⁹⁾、メカニズムとして炎症性サイトカインの上昇²⁰⁻²²⁾、うつ症状や不安感の中間因子²³⁾が考えられている。睡眠障害は、interleukin-6（以下、IL-6）の上昇と関連し²⁰⁾、IL-6により慢性的な痛覚過敏が惹起される²¹⁾²²⁾。産後女性においても睡眠時間が短いことは炎症性サイトカインの高値と関連することから²⁴⁾、本研究では睡眠障害により炎症性サイトカインである IL-6 が産生され、慢性的な痛覚過敏が起こり、慢性 LBPP の持続に影響を与えている可能性がある。また、産後の睡眠障害は産後のうつ症状を予測し²⁵⁾、産後のうつ症状は慢性 LBPP と関連することから²⁶⁾、産後うつ症状が中間因子となっている可能性が考えられる。これらのことから、産後女性を対象とした本研究においても、睡眠障害は慢性 LBPP を持続させ、一般成人を対象とした研究と同様の結果が得られた。

本研究結果より、産後の睡眠障害は慢性 LBPP の持続へ影響を与える因子のひとつであることが示唆された。本邦における産後の睡眠へのケアは、助産師による入院中の産後早期の女性に対する指導や介入に限られており²⁷⁾²⁸⁾、退院後のケアは不足している。さらに、理学療法介入はほとんどなされていないのが現状である。産後女性において、日中の子どもの世話による身体活動や家事による身体活動が睡眠時間と関連するため²⁹⁾、日中の育児や家事による身体活動を向上させるような理学療法士による指導は、睡眠障害の改善に有効となる可能性がある。また、子どもの日内リズムの欠如や夜間授乳などの環境要因は精神的負担につながる可能性があり、産後の睡眠障害はうつ症状を引き起こすと報告されている³⁰⁾。うつ症状をもつ産後女性において、認知行

動療法が睡眠障害に対して有効であることから³¹⁾、認知行動療法により精神的要因に介入することで、介入困難である環境因子を間接的に補填し、睡眠障害を改善することができるかもしれない。これらのことから、身体活動や認知行動療法といった理学療法介入により産後の睡眠障害を改善することで、慢性 LBPP の改善を促す可能性があるかもしれない。また、慢性 LBPP を有する産後女性が睡眠障害を有する場合、慢性 LBPP が持続するかもしれないという情報を産後女性や保健師へ提供することができる。

本研究にはいくつかの限界がある。1つ目はサンプルサイズが小さく、多変量解析において十分な交絡調整ができていないことである。今後はより大きなサンプルサイズでの研究が必要である。2つ目は炎症性サイトカインや産後うつを評価できておらず、メカニズムを特定することができないことである。今後は睡眠障害が慢性 LBPP の持続へ影響を与えるメカニズムを特定するために、炎症性サイトカインや産後うつも併せて調査していく必要がある。3つ目は腰痛骨盤痛に対する理学療法やその他の治療に関する情報を聴取できていないことである。治療による腰痛骨盤痛への影響が考慮できていないため、今後は治療に関する情報を聴取していく必要がある。

結 論

本研究では産後4ヵ月時に慢性 LBPP を有する女性を対象に、産後4ヵ月時の睡眠障害が産後10ヵ月時の慢性 LBPP の持続へ与える影響を調査した。本研究結果は、産後の睡眠障害が産後慢性 LBPP の持続の要因である可能性を示唆した。産後において睡眠障害を改善することで、慢性 LBPP の改善の一助となるかもしれない。

利益相反

本研究の実施にあたり、開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究の実施にあたり、ご協力いただきました対象者の皆様および関連施設の職員の皆様に心から感謝申し上げます。

文 献

- Wu WH, Meijer OG, *et al.*: Pregnancy-related pelvic girdle pain (PPP). I: Terminology, clinical presentation, and prevalence. *Eur Spine J.* 2004; 13: 575-589.
- Robinson HS, Vøllestad NK, *et al.*: Clinical course of pelvic girdle pain postpartum impact of clinical findings in late pregnancy. *Man Ther.* 2014; 19: 190-196.
- Gausel AM, Kjærmann I, *et al.*: Pelvic girdle pain 3-6 months after delivery in an unselected cohort of Norwegian women. *Eur Spine J.* 2016; 25: 1953-1959.
- Lavand'homme P: Postpartum Chronic Pain. *Minerva Anesthesiol.* 2019; 85: 320-324.
- 岩下正幸, 伊藤 洋: 睡眠障害の種類と原因. 成人病と生活習慣病. 2018; 48: 863-867.
- Lee KA, Zaffke ME, *et al.*: Parity and sleep patterns during and after pregnancy. *Obstet Gynecol.* 2000; 95: 14-18.
- Sivertsen B, Hysing M, *et al.*: Trajectories of maternal sleep problems before and after childbirth: a longitudinal population-based study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2015; 15: 129.
- Pakpour AH, Yaghoubidoust M, *et al.*: Persistent and Developing Sleep Problems: A Prospective Cohort Study on the Relationship to Poor Outcome in Patients Attending a Pain Clinic with Chronic Low Back Pain. *Pain Pract.* 2018; 18: 79-86.
- Bjelland EK, Stuge B, *et al.*: Mode of delivery and persistence of pelvic girdle syndrome 6 months postpartum. *Am J Obstet Gynecol.* 2013; 208: 298.
- Vleeming A, Albert HB, *et al.*: European guidelines for the diagnosis and treatment of pelvic girdle pain. *Eur Spine J.* 2008; 17: 794-819.
- Moore RA, Straube S, *et al.*: Pain measures and cut offs 'no worse than mild pain' as a simple, universal outcome. *Anaesthesia.* 2013; 68: 400-412.
- Doi Y, Minowa M, *et al.*: Psychometric assessment of subjective sleep quality using the Japanese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-J) in psychiatric disordered and control subjects. *Psychiatry Res.* 2000; 97: 165-172.
- 土井由利子, 箕輪眞澄, 他: ピッツバーグ睡眠質問票日本語版の作成. 精神科治療学. 1998; 13: 755-769.
- Buyse DJ, Reynolds CF 3rd, *et al.*: The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* 1989; 28: 193-213.
- Sivertsen B, Petrie KJ, *et al.*: Insomnia before and after childbirth: The risk of developing postpartum pain-A longitudinal population-based study. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2017; 210: 348-354.
- Bjelland EK, Stuge B, *et al.*: The effect of emotional distress on persistent pelvic girdle pain after delivery: a longitudinal population study. *BJOG.* 2013; 120: 32-40.
- Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant.* 2013; 48: 452-458.
- Roth T, Coulouvrat C, *et al.*: Prevalence and perceived health associated with insomnia based on DSM-IV-TR; International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, Tenth Revision; and Research Diagnostic Criteria/International Classification of Sleep Disorders, Second Edition criteria: results from the America Insomnia Survey. *Biol Psychiatry.* 2011; 69: 592-600.
- Skarpsno ES, Mork PJ, *et al.*: Influence of Sleep Problems and Co-Occurring Musculoskeletal Pain on Long-Term Prognosis of Chronic Low Back Pain: The HUNT Study. *J Epidemiol Community Health.* 2020; 74: 283-289.
- Irwin MR, Olmstead R, *et al.*: Sleep Disturbance, Sleep Duration, and Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies and Experimental Sleep Deprivation. *Biol Psychiatry.* 2016; 80: 40-52.
- Dina OA, Green PG, *et al.*: Role of interleukin-6 in Chronic Muscle Hyperalgesic Priming. *Neuroscience.* 2008; 152: 521-525.
- Sommer C, Kress M: Recent findings on how proinflammatory cytokines cause pain: peripheral mechanisms in inflammatory and neuropathic hyperalgesia. *Neurosci Lett.* 2004; 361: 184-187.
- Burgess HJ, Burns JW, *et al.*: Associations Between Sleep Disturbance and Chronic Pain Intensity and Function: A Test of Direct and Indirect Pathways. *Clin J Pain.* 2019; 35: 569-576.
- Taveras EM, Rifas-Shiman SL, *et al.*: Maternal short sleep duration is associated with increased levels of inflammatory markers at 3 years postpartum. *Metabolism.* 2011; 60: 982-986.
- Posmontier B: Sleep Quality in Women with and without Postpartum Depression. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs.* 2008; 37: 722-735.
- Gutke A, Josefsson A, *et al.*: Pelvic girdle pain and lumbar pain in relation to postpartum depressive symptoms. *Spine.* 2007; 32: 1430-1436.
- 中北充子, 竹ノ上ケイ子: 正常な産褥早期の母親への背部マッサージによるリラクセーション効果 自律神経活動および主観的指標の観点から. 日本助産学会誌. 2019; 23: 230-240.
- 長嶺絵里子, 小西清美: 産褥早期の経日的睡眠ケアが女性の心身に及ぼす効果. 名桜大学紀要. 2017; 22: 23-34.
- Vladutiu CJ, Evenson KR, *et al.*: The association between physical activity and maternal sleep during the postpartum period. *Matern Child Health J.* 2014; 18: 2106-2114.
- Okun ML: Disturbed Sleep and Postpartum Depression. *Curr Psychiatry Rep.* 2016; 18: 66.
- Swanson LM, Flynn H, *et al.*: An open pilot of cognitive-behavioral therapy for insomnia in women with postpartum depression. *Behav Sleep Med.* 2012; 11: 297-307.

講座

シリーズ 「加齢に伴う生体の変化とその理解」

連載第4回 加齢に伴う呼吸・循環・腎臓機能の変化*

齊藤正和¹⁾ 作山晃裕¹⁾ 森沢知之¹⁾ 高橋哲也¹⁾

はじめに

高齢者では、加齢の影響により呼吸、循環、腎臓機能が低下することに加えて、慢性呼吸器疾患、循環器疾患、腎臓病の発症率が増加する。特に、肺炎、心疾患は本邦の死因の上位を占める疾患でもある。近年では、高齢者医療において「同時に2つ以上の慢性疾患が併存している状態」と定義される、Multi-morbidity（多疾患併存）に対する複合的かつ継続的な治療やケアが重要とされている。特に、肺、心臓、腎臓では、臓器間のクロストークに關与する相互依存的なフィードバック機構も明らかとなっている。高齢者に安全かつ有用な理学療法を実践する際には、1) 加齢に伴う呼吸、循環、腎臓機能低下の理解、2) 加齢により生じやすい呼吸器疾患、循環器疾患、腎臓病の病態把握ならびに3) 肺、心臓、腎臓の臓器連関を適切に捉えることが重要となる。本項では、加齢による呼吸、循環、腎臓機能の変化を中心に多疾患併存および臓器連関に配慮した理学療法のリスク管理や注意点について述べる。

加齢による呼吸機能の変化（表1）

1. 肺の構造的変化

加齢により気管領域では、気管支径増大、小気管支径縮小、解剖学的死腔増大、気管支粘液腺肥大が生じる。肺実質領域では、呼吸再気管支と肺胞道の内径増大、肺胞の扁平化、肺容量に対する肺胞表面積減少、毛細血管床の消失が生じる。肺循環領域では、加齢に伴い肺動脈の伸展性低下、筋性動脈の内膜の線維化の増強が生じ、肺血管抵抗上昇、肺循環予備能低下をきたす。しかしながら、加齢のみでは安静時に平均肺動脈圧が肺高血圧基

準の20 mmHgを上回ることはない。一方で、加齢により運動中の肺動脈収縮期圧、拡張期圧、平均圧ともに上昇することが示されている¹⁾。

2. 肺の機能的変化

加齢に伴い同じ肺気量位における肺弾性圧低下、胸郭弾性（胸郭コンプライアンス）低下、横隔膜や肋間筋などの呼吸筋力低下により、肺気量分画が変化する。また、高齢者では、肺拡散能低下や換気応答不全が生じる。

1) 加齢に伴う肺気量分画の変化

加齢による全肺気量の変化はきわめてわずかであることが示されている。一方、残気量は加齢とともに増加する。機能的残気量に関しては、女性では加齢に伴う増加を認めないが、男性ではわずかながら増加すると考えられている。肺活量は、全肺気量が不変、残気量が増加するため、加齢により減少する。また、強制呼気中の呼気流量、1秒量は加齢により減少する（図1）。

2) 肺弾性低下

加齢に伴う肺弾性低下により呼出力が低下し、残気量が増大する。これにより常に高肺気量位での呼吸となり末梢気道が虚脱し、1秒率が低下する。最大吸気位から最大呼気位まで肺内の空気を呼出していくときに、末梢気道の閉塞が起こりはじめる肺容量をクローゼングキャパシティと呼ぶ。クローゼングキャパシティが機能的残気量を上回ると安静時の呼吸でも末梢気道の閉塞が生じる。特に、全身麻酔を要する術後長期臥床を要する場合、高齢者ではクローゼングキャパシティが機能的残気量を上回ることによって末梢気道の閉塞から無気肺が生じるリスクが高くなる。

3) 胸郭コンプライアンス低下

加齢により胸郭が硬くなることに加えて、横隔膜などの呼吸筋力が低下することで胸郭コンプライアンスが低下する。胸郭の硬さは肺活量低下および残気量低下を招く。また、加齢に伴い、脊柱の変化や胸郭の変化が生じると胸郭の可動性が低下し、肺活量や肋間筋力の低下を招く可能性がある。

* Age-related Change in the Cardiopulmonary and Kidney Function

1) 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

(〒113-0033 東京都文京区本郷3-2-12 御茶の水センタービル503) Masakazu Saitoh, PT, PhD, Akihiro Sakuyama, PT, PhD, Tomoyuki Morisawa, PT, PhD, Tetsuya Takahashi, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Juntendo University
キーワード：加齢、呼吸、循環、腎臓、臓器連関

表1 加齢による呼吸, 循環, 腎臓の構造的変化および機能的変化

	加齢による構造的変化	加齢による機能的変化
呼吸 (気管, 気管支, 肺, 肺胞, 横隔膜)	↑ 胸郭スティフネス ↓ 呼吸筋量 ↓ 粘液線毛クリアランス ↓ 弾性線維 ↑ コラーゲン架橋 肺胞管や肺胞拡大	↓ 呼吸筋力 ↓ 換気量 ↓ 換気応答 ↓ 肺活量 ↓ 1秒量 ↑ 残気量 ↑ クロージングキャパシティ ↓ 最大呼気流量 ↓ 動脈血酸素分圧
循環 (心臓・血管)	左室肥大 左房拡大 ↓ 左室拡張末期容積 ↑ 左房容積 ↓ 予備収縮能 弁変性 ↑ 心筋線維化 大動脈弁石灰化	↑ 動脈スティフネス 血管内皮機能障害 ↑ 収縮期血圧 ↓ 拡張期血圧 ↑ 脈圧 ↓ 心拍数 (↓ 心拍予備能) ↑ 不整脈
腎臓	腎萎縮 (おもに皮質部) ↓ ネフロン数 ↓ 糸球体毛細血管 ↑ 尿細管内腔 尿細管基底膜の肥厚 ↓ ネフロン長	↓ 糸球体濾過量 ↓ 腎血流量 ↓ 尿細管機能 (↓ 尿濃縮能)

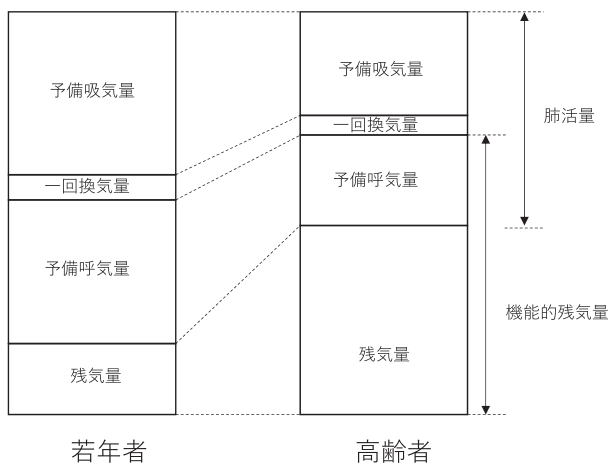


図1 加齢による肺気量分画の変化
 加齢により残気量増加, 予備吸気量, 呼気量が減少するが
 全肺気量の変化はごくわずかである。

4) 呼吸筋力低下

加齢により最大呼気筋力 (PEmax), 最大吸気筋力 (PImax) で示される呼吸筋力低下を認める。この加齢に伴う呼吸筋力低下には, 残気量増大により横隔膜レベルが引き下げられ, 横隔膜が十分に働かなくなることとも要因として考えられている。一方, 鈴木ら²⁾は呼吸筋力が年齢と負の相関を示すものの, 暦年齢 (Chronological age) による加齢ではなく, 骨格筋の筋力低下とも関連する生物学的年齢 (Biological age) による加齢が呼吸筋力低下を招くことを報告している。最近では, サルコペニアを有する高齢者では, 呼吸筋

力低下を認めることから, 加齢に伴う呼吸筋力低下を “presbypnea”, Asia Working Group for Sarcopenia (AWGS) の定義などによる全身のサルコペニアに加えて, 呼吸筋力や呼吸筋量が低下した状態を呼吸筋サルコペニア “respiratory sarcopenia” とする診断のためのアルゴリズムなどが提案されている³⁾。

5) 肺拡散能と動脈血酸素分圧

加齢により膜拡散能力および肺毛細血管血液量が低下することにより肺拡散能が低下する。肺泡気酸素分圧は加齢による変化がないが, 加齢に伴う換気血流比不均衡増大により動脈血酸素分圧が低下するため, 肺泡気-動脈血酸素分圧較差は加齢により増大する。

6) 換気応答

血液ガスの変化を感知する中枢化学受容器, 末梢化学受容器や肺の伸展受容器からの情報により呼吸中枢が換気調整を行っている。高齢者ではこの換気応答が低下するため血液ガス異常に対する一回換気量や呼吸数の調整の反応が遅延する。しかしながら, 運動中では, 高炭酸ガス血症に対する換気応答が亢進するため, 低強度の運動でも一回換気量や呼吸数が上昇しやすく, 呼吸筋仕事量が増加する。このような運動時の過度の換気応答は呼吸困難の一因とされている。

加齢による循環機能の変化 (表1)

1. 心臓・血管の構造的変化

加齢による心臓の重量の変化はごくわずかである。一方, 加齢により左室肥大, 左室拡張末期容積が減少し,

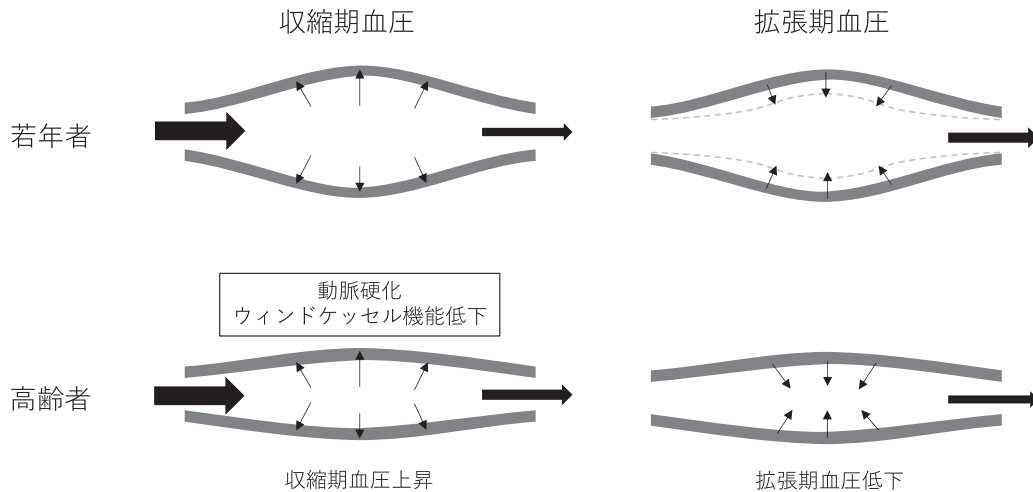


図2 高齢者の収縮期血圧と拡張期血圧

加齢による動脈硬化により動脈壁の弾力性が低下し、ウィンドケッセル機能が低下するため、収縮期血圧は上昇、拡張期血圧は低下する。

左房容積が増加する。心内膜や弁膜は、長期間の血行動態を反映し、弁膜疾患のない高齢者においても弁膜の肥厚、弁膜や弁輪の石灰化が生じる。加齢により洞房結節の線維化、結節内および周囲に脂肪の浸潤が生じる。著しい結節細胞減少、結節内結合組織の増加、結節周囲の線維化や脂肪化は洞房不全症候群（sick sinus syndrome：SSS）を招く。

2. 心臓・血管の機能的変化

加齢とともに、心筋の間質の線維化により心筋の拡張障害が生じ、左室拡張末期容積は減少し、左室末期圧上昇により左房容積が増加する。心電図においてP波持続時間、Q-T間隔の増加、QRSおよびT波減少などが生じる。心房細動は高齢者にもっとも多い不整脈である。拡張障害を有する高齢者では心房の機能が左室充満に大きく寄与するため、心房細動により心房収縮が不十分な場合、左室拡張末期容積が著しく低下する。

1) 心拍数の変化

心拍数を規定するおもな要因は、脳幹を起点とする心臓への自律神経活動である。副交感神経は心拍数を減弱、交感神経は心拍数を上昇させる作用がある。また、交感神経には血液を循環する副腎髄質ホルモンであるカテコラミンを介する心拍数調整の経路がある。自律神経の影響を除いた場合、心臓固有の心拍数（洞房結節組織の機能）である内因性心拍数が得られる。一般に安静時心拍数は加齢による変化はごくわずかである一方で、内因性心拍数はおおそ1拍/年の割合で加齢により直線的に減少することが示されている。

2) 血圧の変化

加齢により大動脈の動脈硬化が進展することで動脈壁の弾力性が低下し、ウィンドケッセル（Windkessel）機能が低下することで左室収縮期に心臓から拍出された

血液は大動脈に貯留せずに末梢側に送られるため収縮期血圧が上昇する（図2）。また、拡張期には大動脈から末梢に送られる血液量が減少することになり拡張期血圧が低下する。つまり、加齢により収縮期血圧は上昇し、拡張期血圧は低下することで脈圧が増大する。血圧は心拍出量と末梢血管抵抗の積で表される。心拍出量には心収縮力、循環血液量、交感神経ならびにレニン・アンギオテンシン・アルドステロン（RAA）系など腎機能の影響も受けるなど、心臓と腎臓の臓器連関が関連する。

臥位から立位に体位が変わると、重力作用により約500～800 mLの血液が胸腔内から腹部内臓や下肢へ移動し、心臓へ戻る循環血液量が30%程度低下する。これに対して、通常は頸動脈、動脈弓、心肺・大静脈に存在する圧受容器反射系を介して、静脈灌流量減少に対する心拍数増加、心収縮力増加、末梢血管抵抗増加、末梢静脈収縮により血圧の過剰な低下を予防している。特に、高齢者では、圧受容器反射機能低下または交感神経調整不全により起立性低血圧を招きやすい。

3) 血管機能

加齢により、比較的太い動脈の粥状硬化に加えて、末梢の細動脈硬化が生じる。粥状硬化の生じる部位により脳動脈では脳のアテローム梗塞、冠動脈では狭心症や心筋梗塞などの虚血性心疾患、腎動脈では虚血性腎症、腎血管性高血圧、下肢の動脈では閉塞性動脈硬化症に代表される末梢動脈疾患のリスクとなる（図3）。

加齢による腎臓機能の変化（表1）

1. 腎臓の構造的変化

腎臓の重量や体積は40歳前半をピークとし、加齢に伴い減少に転じる。特に、腎臓の萎縮は皮質部で顕著である。これは小～細小動脈の内膜、中膜肥厚と内腔狭小化による腎血流量低下が関与する。また、糸球体減少、

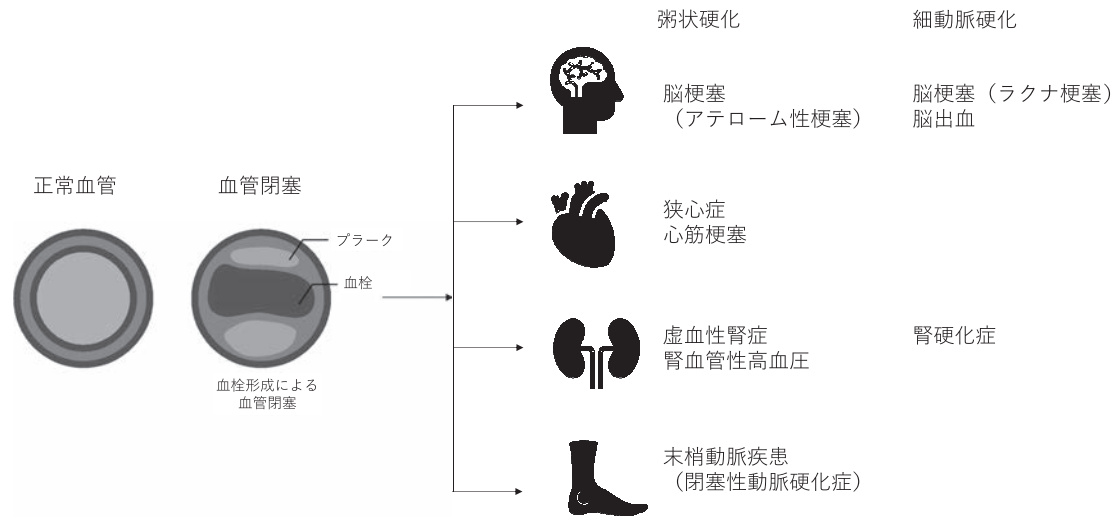


図3 加齢による動脈硬化と動脈硬化性疾患

尿細管上皮の萎縮，尿細管内腔の拡大，尿細管基底膜の肥厚などが生じる。

2. 腎臓の機能的変化

1) 糸球体機能

糸球体濾過量（glomerular filtration rate：以下，GFR）は，加齢に伴い徐々に低下する。加齢に伴う GFR 低下には，腎血漿流量低下，限外濾過係数低下などが関与する。腎血漿流量は 30 歳以降，10 年ごとに 10% 程度ずつ低下することが示されている⁴⁾。血清クレアチニンから GFR を推定する式が開発されているが，加齢に伴う骨格筋減少により高齢者では血清クレアチニンに基づく推定 GFR と実際の GFR との間に乖離が生じる。つまり，骨格筋量が減少している高齢者では，血清クレアチニンに基づく推定 GFR では腎機能を過大評価する可能性がある（表 2）。そのため，高齢者の腎機能を正確に評価するためには蓄尿による内因性クレアチニークリアランス法，またはシスタチン C を用いた糸球体濾過量の評価が望ましい。

2) 尿細管機能

加齢に伴い尿細管での Na 再吸収能が低下する。また，Na 排泄能が低下するため，ある一定の Na 排泄を行うために時間要し，夜間の尿量増加を招く。さらに，加齢により Na 利尿ホルモンに対する反応性の低下により体水分の排泄能が低下するなど，Na 濃度の調整や体液量の調整が難しくなる特徴がある。

3) その他の機能

加齢に伴う慢性腎臓病の進展に伴い，電解質調整能異常による高カリウム血症，高リン血症，エリスロポエチン産生量低下による腎性貧血，ビタミン D 活性能低下による骨量低下などをきたす可能性がある。

表2 クレアチニン，シスタチン C による糸球体濾過量推定式

クレアチニンによる糸球体濾過量推定式 (1)

$$\text{男性：eGFR}_{\text{creat}} (\text{mL}/\text{分}/1.73 \text{ m}^2) = 194 \times \text{Cr} (\text{mg}/\text{dL})^{-1.094} \times \text{年齢} (\text{歳})^{-0.287}$$

$$\text{女性：eGFR}_{\text{creat}} (\text{mL}/\text{分}/1.73 \text{ m}^2) = 194 \times \text{Cr} (\text{mg}/\text{dL})^{-1.094} \times \text{年齢} (\text{歳})^{-0.287} \times 0.739$$

シスタチン C による糸球体濾過量推定式 (2)

$$\text{男性：eGFR}_{\text{cys}} (\text{mL}/\text{分}/1.73 \text{ m}^2) = \{104 \times \text{CysC} (\text{mg}/\text{L})^{-1.019} \times 0.996^{\text{年齢} (\text{歳})}\} - 8$$

$$\text{女性：eGFR}_{\text{cys}} (\text{mL}/\text{分}/1.73 \text{ m}^2) = \{104 \times \text{CysC} (\text{mg}/\text{L})^{-1.019} \times 0.996^{\text{年齢} (\text{歳})} \times 0.929\} - 8$$

理学療法を実施する際のポイントと注意点

心臓，肺，腎臓では，お互いの臓器に対する血行動態，神経ホルモン，細胞シグナルの相互依存的なフィードバック機構の存在が明らかとなっており，主たる慢性疾患の併存疾患として保有するリスクが高い。著者らの高齢心不全患者を対象とした検討においても，呼吸器疾患や慢性腎臓病を併存疾患として保有する症例が 30% 程度認めており，特に呼吸器疾患の併存率は加齢に伴い上昇していた（図 4）。このように，高齢者に対して理学療法を実施する際には，加齢＋慢性疾患による呼吸，循環，腎臓それぞれの臓器機能低下を把握することに加えて，それぞれの臓器連関を考慮するため，多角的なアセスメントが求められる（図 5）。また，著者らの調査においても高齢心不全患者では併存疾患数が増加するにすぎないが，入院加療に伴う日常生活動作能力の低下（入院関連能力低下）が生じるリスクが高くなることが示されており（図 6），基礎疾患ならびに併存疾患の管理状況に応じながら入院関連能力低下予防に向けた多職種チー

ムによる多角的な取り組みの重要性が示唆されている。また、呼吸、循環、腎機能障害を呈する高齢者は様々な要因が運動耐容能低下に関与するため、運動耐容能低下に関与する因子を多角的に捉える必要がある（図7）。

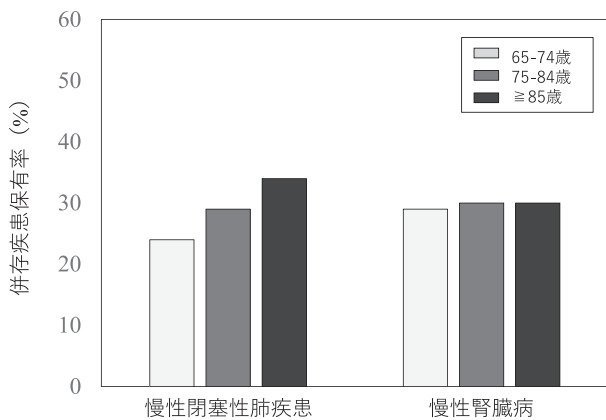


図4 呼吸、循環、腎機能障害の多疾患併存率
65歳以上の高齢心不全患者の慢性閉塞性肺疾患と慢性腎臓病の併存率。(CRAFTSMAN study database より著者作成)

また、呼吸、循環、腎臓機能低下を呈する高齢患者では、入退院を繰り返すことにより呼吸、循環、腎臓機能ならびに身体機能低下を呈し、徐々に代償機構が破綻し、自宅での療養生活の継続が困難となってしまう。そのため、各学会等からも呼吸、循環、腎臓機能の維持ならびに急性増悪や新たな疾病罹患を予防するための包括的リハビリテーションの重要性が示されている（表3）⁵⁻⁷⁾。

呼吸、循環、腎臓機能低下を呈する高齢者への理学療法に関する知見は不十分であり、個々の症例に応じたテーラーメイドの包括的リハビリテーションが必要となる。多疾患併存または重複障害を呈する高齢者に対して安全かつ有用な運動療法を実施する際には、①それぞれの病態が安定していることの確認、②運動療法の適応・禁忌の評価、③重症度分類およびリスク層別化、④運動療法中のモニタリング、⑤運動療法による呼吸、心臓、腎臓機能への影響の評価が重要となる。

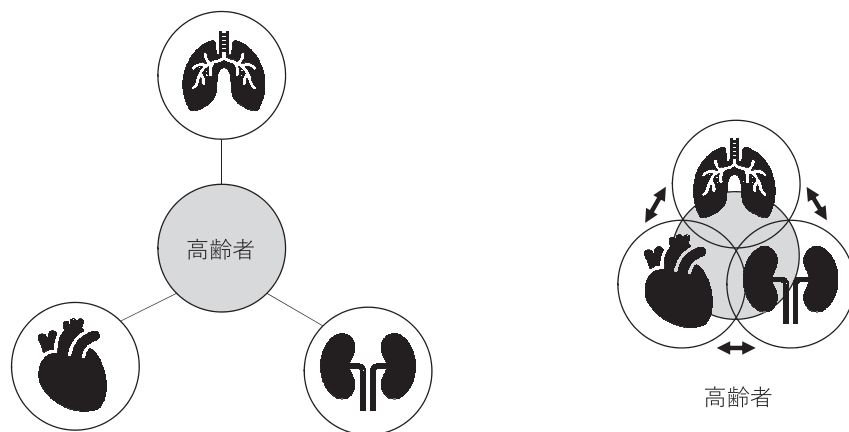


図5 呼吸、循環、腎機能障害および臓器連関の包括的アセスメント
呼吸、循環、腎臓機能障害を独立して評価するのではなく（左図）、臓器連関を含めて全身のシステムとして包括的にアセスメントする（右図）ことが重要となる。

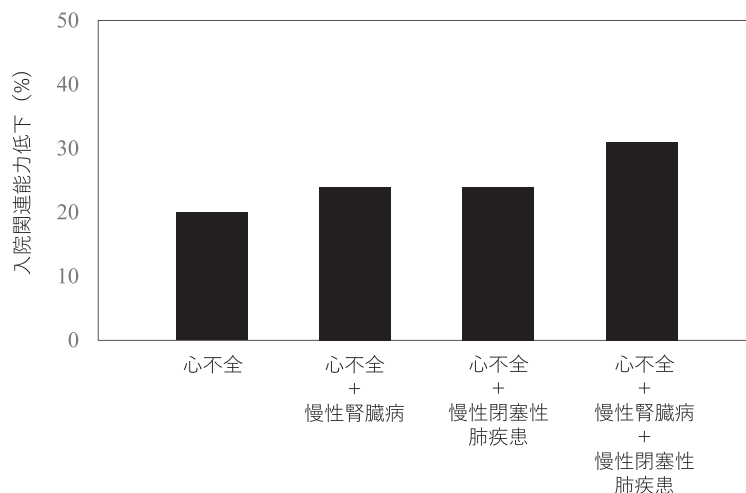


図6 呼吸、心臓、腎臓疾患による多疾患併存と入院関連能力低下
65歳以上の高齢心不全患者の慢性閉塞性肺疾患、慢性腎臓病の併存数と入院関連能力低下発症率、入院関連能力低下は、入院前のパーセルインデックス得点に比べて退院時パーセルインデックス得点が5点以上低下した場合と定義。(CRAFTSMAN study database より著者作成)

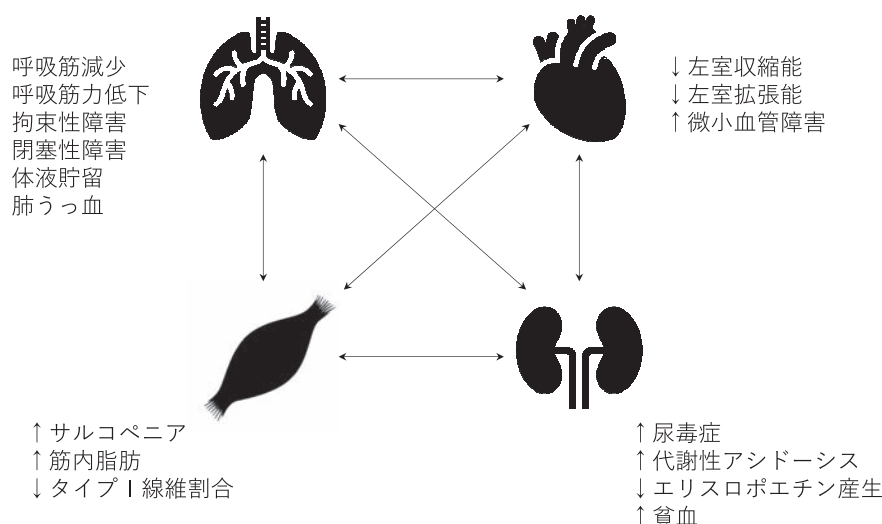


図7 呼吸、循環、腎臓機能障害と運動耐容能低下の相互連関

呼吸、循環、腎臓機能障害を呈する高齢者の運動耐容能低下には様々な要因が関連する。

表3 呼吸、心臓、腎臓リハビリテーションの定義

心臓リハビリテーション ⁶⁾	心血管疾患患者の身体的・心理的・社会的・職業的状態を改善し、基礎にある動脈硬化や心不全の病態の進行を抑制または軽減し、再発・再入院・死亡を減少させ、快適で活動的な生活を実現することをめざして、個々の患者の「医学的評価・運動処方に基づく運動療法・冠危険因子是正・患者教育およびカウンセリング・最適薬物治療」を多職種チームが協調して実践する長期にわたる多面的・包括的プログラムをさす。
呼吸リハビリテーション ⁷⁾	呼吸器に関連した病気をもつ患者が、可能な限り疾患の進行を予防あるいは健康状態を回復・維持するため、医療者と協働的なパートナーシップのもとに疾患を自身で管理して、自立できるよう生涯にわたり継続して支援していくための個別化された包括的介入である。
腎臓リハビリテーション ⁸⁾	腎疾患や透析医療に基づく身体的・精神的影響を軽減させ、症状を調整し、生命予後を改善し、心理社会的ならびに職業的な状況を改善することを目的として、運動療法、食事療法と水分管理、薬物療法、教育、精神・心理的サポートなどを行う、長期にわたる包括的なプログラムである。

おわりに

加齢による呼吸、循環、腎臓の構造的変化および機能的変化について述べた。また、呼吸、循環、腎臓の多疾患併存ならびに臓器連関について概説した。最近では、理学療法を実施する症例のうち高齢者が占める割合も増加している。高齢者に安全に理学療法を提供するためには、呼吸、循環、腎臓機能の理解が欠かせない。また、呼吸、心臓、腎臓機能低下を呈する高齢者では、多疾患併存に対する包括的アセスメントならびに臓器連関を考慮したアセスメントや理学療法を継続的に実施していくことが重要である。一方で、呼吸、循環、腎臓機能低下を呈する高齢者に対して、急性期、回復期、維持期と均一な理学療法をどのように提供していくかについては今後の課題といえる。

文 献

- 1) Ehrlsam RE, Perruchoud A, *et al.*: Influence of age on pulmonary haemodynamics at rest and during supine

exercise. Clin Sci. 1983; 65: 653-660.

- 2) 鈴木正史, 寺本信嗣, 他: 最大呼気・吸気筋力の加齢変化. 日胸疾会誌. 1997; 35: 1305-1311.
- 3) Nagano A, Wakabayashi H, *et al.*: Respiratory Sarcopenia and Sarcopenic Respiratory Disability: Concepts, Diagnosis, and Treatment. J Nutr Health Aging. 2021; 25(4): 507-515.
- 4) Berg UB: Differences in decline in GFR with age between males and females. Reference data on clearances of inulin and PAH in potential kidney donors. Nephrol Dial Transplant. 2006; 21: 2577-2582.
- 5) 日本循環器学会ホームページ 2021年改訂版 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. https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2021/03/JCS2021_Makita.pdf (2021年6月12日引用)
- 6) 植木 純, 神津 玲, 他: 呼吸リハビリテーションに関するステートメント. 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌. 2018; 27: 95-114.
- 7) 日本腎臓リハビリテーション学会ホームページ 腎臓リハビリテーションガイドライン. <https://minds.jcqh.or.jp/n/med/4/med0363/G0001074> (2021年6月12日引用)

講座

シリーズ 「その時バランスをどう見るか」

連載第2回 歩行におけるバランスをどう見るか*

—歩行と立位におけるアライメントの関係—

千代丸正志¹⁾

安定した歩行の獲得は、患者や利用者だけでなくその家族にとってADLやQOLの視点からも必要不可欠であり、歩行の安定の評価と治療プログラムの立案は理学療法士にとって重要となる。

歩行は身体全体を使用し、多くの筋と関節の協調を必要とするきわめて複雑な行動である¹⁾。歩行を成功させる3つの要件¹⁾として、前進、姿勢制御、適応が挙げられる。①前進は進行方向に身体を移動させるために下肢と体幹の協調した筋活動を必要とする。立脚期において床面に対して進行方向に身体を移動させる水平方向の力である。②姿勢制御は、歩行において適切な姿勢をつくり維持することである。立脚期において重力に対して身体全体を支える鉛直方向の力である。③適応は、歩行時の前進と安定を獲得するために、速度と方向の変更や支持面の変化に対応できる柔軟性が必要である。

歩行の観察には、大まかに①歩行様式、②定常性、③直進性、④アライメント、⑤上肢の位置と動き、⑥目線の方向と大きさ、⑦速度、⑧時間変化を観察する²⁾。さらに歩行周期に着目する。歩行周期中の立脚相と遊脚相に分類し、それぞれに要する時間が成人であれば約60%が立脚期、40%が遊脚期に費やすことになり³⁾、一側での時間割合の逸脱や左右との比較を行うことになる。さらに立脚相を初期接地、荷重応答期、立脚中期、立脚終期、前遊脚期に分類し、その層における問題点を観察によって評価していくことになる。

歩行分析には多くの視点があり、多くの報告もなされている。今回は姿勢制御、アライメントに着目して、歩行と立位における身体アライメントの関係について報告させていただきたい。関節や体節の角度によって示され

る身体アライメントは体節相互間の位置関係であり「構え」とも呼ばれる。運動は「構え」が空間時間的に連続して変化したものである⁴⁾。そのため立位での「構え」が歩行時においても特徴として現れるのではないかと考えている。立位姿勢は本来安定性のよいものであり、動的姿勢は不安定なものである⁵⁾。ために両者の違いを理解した解釈が必要であると考えている。

理学療法士が臨床現場で患者や利用者のバランスを評価することは多く行われている。バランスを見る検査には静的バランスを見る検査と動的バランスを見る検査がある。静的バランスの評価は、立位保持や片脚立位保持、Mann試験などがあり、定められた支持基底面上で姿勢を保持することが可能な時間によって立位姿勢における安定性を評価する。

前庭迷路系や中枢神経系の機能障害が立位姿勢における安定性の低下を生じさせるため⁶⁾、検査結果から前庭迷路系や中枢神経系の機能障害の影響を判断できる。このように静的バランスの結果を数値化した評価結果は、転倒危険性の予測などに用いられている。しかし前庭迷路系や中枢神経系の機能障害がないことが多い整形外科疾患患者を担当する場合には、姿勢保持時間が問題になることは中枢神経疾患患者よりも少ないように感じている。

またこれらの姿勢保持時間は具体的な立位姿勢の問題点や特徴を示すものではなく、実際の治療プログラムの立案には直結しにくい面がある。片脚立位姿勢を保持する課題であれば、片脚立位が何秒間保持できるのかだけではなく、関節角度や体節角度の観察により身体アライメントを把握することが重要である。正確な身体質量中心位置は計測機器の使用が必要になるが、久保ら⁷⁾が示すように観察による身体質量中心位置の推定方法は示されており、支持基底面と推察した身体重心位置の関係によって立位の安定を評価する。各関節への力学的な負荷の推察や、問題点を理解することは、点数化された評価結果と同様に重要なものであると考える。

* How to See the Balance when Walking: Relationship between Walking Alignment and Static Standing Alignment

1) 文京学院大学保健医療技術学部理学療法学科
(〒356-8533 埼玉県ふじみ野市亀久保1196)
Masashi Chiyomaru, PT, PhD: Department of Physical Therapy,
Faculty of Health Science Technology, Bunkyo Gakuin University
キーワード: 歩行, 立位, アライメント

このように立位保持や片脚立位保持は、予め決められた変化することのない支持基底面上に身体質量中心位置を保つ動作である。それに対して歩行は時間経過とともに足部がつくる支持基底面は変化し、身体質量中心位置は前方へ移動を続ける動作である。したがって歩行では動的バランスをみることになる。臨床で行われている動的バランスの評価⁸⁾には、time up and go test, Functional Balance Scale, Berg balance scale, functional reach testがある。time up and go testは、立ち上がり、歩行、方向転換、着座の動作を組み合わせにより動的バランスを評価するものである。検査結果は要した時間により判断される。この結果により転倒リスクを判断する。Berg balance scaleは静的バランス課題と動的バランス課題を組み合わせた14項目の基本動作からなり、観察により評価し数値化されるものである。この評価結果についても点数化により転倒リスクを判断する。これらの検査方法は、高価な測定機器を必要とすることなく比較的場所を選ばずに実施することができる。転倒リスクに注意する必要があるが簡単に実施するため患者の負担も少なく、多くのセラピストに使用されている。これらの数値化された検査結果は、いずれも簡便に転倒リスクの危険性を示すことができるものである。しかし前述した静的バランスの評価と同様に、これらの検査はいくつかの基本動作を組み合わせたものであり、歩行時における問題点を具体的に提示するものではない。この検査結果から歩行の安定を目的とした理学療法プログラムの立案には結びつきにくいと感じている。実際には歩行においても詳細な機能評価とともに観察による歩行分析によって問題点の抽出、理学療法プログラムの抽出は行われている。歩行動作中の観察だけで歩行の問題点を抽出するには、かなり理学療法士の能力に依存する。立位や片脚立位保持時の身体アライメントの評価と歩行動作中の身体アライメントの評価に関係を認めることができれば、より円滑に歩行分析を行うことができるのではないかと考えている。立位でのアライメント評価の結果をもとに、ある程度歩行時のアライメントを推察しながら歩行を分析することが可能になるためである。

片脚立位は一側下肢で身体を支持するため、歩行時の単脚支持期に一見類似した状況であるように思える。しかし両者はまったく異なる動作であることを理解する必要がある。片脚立位を保持しようとする動作は、支持基底面は変化せず、身体質量中心は一方向に移動することなく支持基底面上に位置しようとする。これに対して歩行は、身体質量中心が前方に移動を続ける動作であり、接地した足部がつくる支持基底面は、その場にとどまることなく身体質量中心と同様に前方に移動を続ける。単脚支持期は立脚側の足部が接地している部分だけが支持

基底面となり、両脚支持期であっても両側の足部が接地している部分と両者を連結する範囲が支持基底面となり非常に狭いものとなる。さらに歩行中の身体質量中心は、単脚支持期に足部がつくる支持基底面上に位置することはなく、支持基底面上に位置するのは両脚支持期の一瞬だけである。歩行時には支持基底面上に身体質量中心が位置することはほとんどない。つまり歩行とは安定した状態が継続するのではなく、不安定な状態が規則正しく連続している動作である⁹⁾。単脚支持期において狭い支持基底面から、立脚側の方向に移動しようとする身体質量中心を内方に押し戻そうとする床反力によって重心の移動を制御している。支持基底面上に身体質量中心が位置することはなく、単脚支持期では絶えず、身体質量中心を内方へ押し戻すことが繰り返し行われている。このように片脚立位は支持基底面上に身体質量中心を位置させ続けることを動作の目的とすると、歩行は支持基底面の前方への移動を続けながら、支持基底面上にはほとんど身体質量中心を位置させることなく身体質量中心を前方移動させることを目的とする動作である。このように片脚立位と歩行は、似たアライメントを示すことはあったとしてもまったく異なる動作である。

しかし臨床現場においては、片脚立位時の身体アライメントと歩行時、特に単脚支持期の身体アライメントが類似していることは多く経験する。前述したように片脚立位保持と歩行はまったく目的が異なる動作である。片脚立位の身体アライメント評価により身体各部位の力学的負担を推察できたとしてもその結果は、歩行時、特に単脚支持期の身体アライメントに反映されるのであろうか。計測したデータをもとに考えてみたい。

静的な安定能が必要とされる片脚立位での身体アライメントが、動的安定が必要とされる歩行時の身体アライメントに関係するのかについて、計測結果をもとに考察する。

高齢者の片脚立位時と歩行時の単脚支持期における前額面上の下肢関節角度、胸郭と骨盤角度の関係について計測した。被験者は健常高齢男性15名(平均年齢73.0 ± 5.2歳、身長1.61 ± 0.07 m、体重58.2 ± 5.0 kg)とした。運動課題は片脚立位と自由歩行とし、計測項目は前額面上の下肢各関節角度、骨盤角度、胸郭角度、骨盤位置を三次元動作分析装置によって計測した。計測は、片脚立位10秒間の計測結果、歩行は単脚支持期の計測結果とした。下肢については右下肢を計測肢とした。片脚立位については10秒間の平均値、歩行については立脚相におけるピーク値を計測した。両者の関係を示すためにスピアマンの順位相関分析を行った。結果を表1に示す。

下肢各関節では股関節角度だけが片脚立位時と歩行単脚支持期に関係を示した。胸郭角度と骨盤角度も片脚立位時と歩行単脚支持期に関係を示した。つまり片脚立位

表 1 片脚立位と歩行時の相関係数

計測項目	相関係数
胸郭角度	0.70 **
骨盤角度	0.51 *
股関節角度	0.72 **
骨盤移動距離	-0.07
身体質量中心移動距離	-0.04

** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$

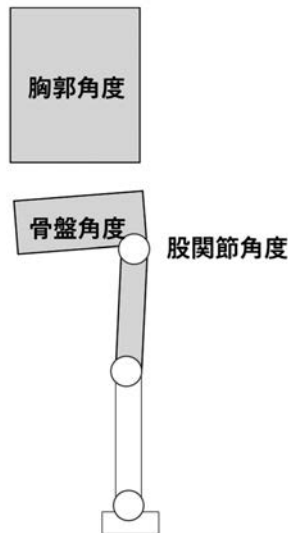


図 1 片脚立位と歩行時に示した計測項目

時にトレンデレンブルグ徴候を示し、股関節が内転位にあり、立脚側へ傾斜している患者の場合には、歩行の単脚支持期に片脚立位時に示した特徴が、歩行の立脚期においても同様の特徴を示したということになる（図1）。

しかし骨盤位置、身体質量中心位置については関係を示さなかった。骨盤位置、身体質量中心位置は片脚立位、歩行時ともに足部位置を基準に左右方向位置を求めた（図2）。両者に関係を示さなかったのは、下肢のアライメント、下肢長の左右差などの影響を考慮する必要があるが、支持基底面上に身体質量中心を位置させる片脚立位と、単脚支持期には支持基底面上に身体質量中心に位置することがない歩行の動作の違いによるものであり、身体質量中心位置についても同様であると考えている。

胸郭、骨盤、股関節の相対的な位置関係、つまり「構え」は、片脚立位や歩行の単脚支持期においてもある程度変わることなく、共通した特徴を示したが、足関節や膝関節は関係を示さなかった。私見であるが、立位時の身体アライメントを考える場合、支持面の影響を受けるのは足部から下腿までであり、大腿骨より近位については身体質量中心の位置に対応した姿勢制御が行われる¹⁰⁾のではないかと考えている。そのため足部から体

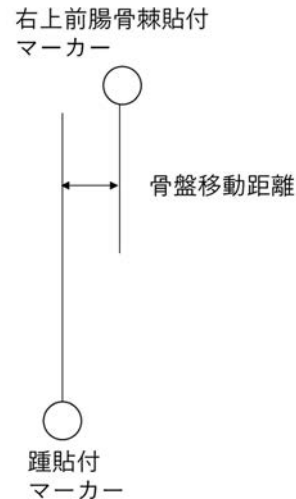


図 2 骨盤移動距離

骨盤位置は踵貼付マーカーと右上前腸骨棘貼付マーカーの左右方向位置座標から求めた。身体位置についても踵貼付マーカーと身体質量中心位置座標から求めた。

幹までを一定のパターンに基づいた姿勢制御を行うと考えるのではなく、特に体幹、股関節については身体質量中心位置に対する位置関係を理解するとともに、各個人の下肢や脊柱のアライメント、筋力など個別性を理解した評価が必要であると考えている。

このように骨盤や胸郭の角度については、片脚立位と歩行単脚支持期で同様の特徴を示すと考えられるが、それぞれの角度だけではなく、足部（支持基底面）に対する骨盤と胸郭の位置関係を理解する必要がある。骨盤と胸郭の位置関係は体幹の形状変化と言い換えて考えると、前額面で考えると胸郭の角度と位置、骨盤の角度と位置の組み合わせであり多様である。

体幹全体の質量位置を大きく変化させると単脚支持期の支持基底面からさらに逸脱した方向に変位してしまう。足部位置を基準として、骨盤と胸郭の位置を考えると、骨盤が足部に対して外方に位置する場合は、胸郭は内方に位置し、骨盤が内方に位置している場合には胸郭は外方に位置する（図3）と考えている。身体の中でもっとも質量の大きい体幹の形状変化によって質量の移動を制御しているはずである。特に高齢者の場合は、整形外科疾患患者であっても下肢の変形や筋力低下、脊柱や下肢の可動域制限などがあるために若年者と異なり左右非対称のアライメントをもつ場合が多いが、この単純なトレードオフの関係が破綻すると転倒リスクが高い状態になると考えている。

以上のように片脚立位と歩行単脚支持期の体幹アライメントは同様の特徴を示す。しかし単脚支持期の骨盤内転角度のピーク値を示す時期についての検討が必要であ

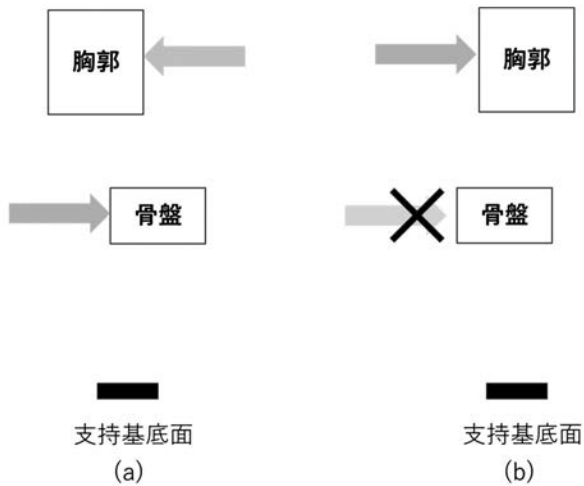


図3 支持基底面に対する骨盤と胸郭の前額面上位置
(a) 立脚足がつくる支持基底面に対して、骨盤がより立脚側に移動すれば胸郭は反対側に移動する。
(b) 立脚足がつくる支持基底面に対して、骨盤の移動が少なければ、胸郭は立脚足方向に移動する。

ると考えている。この骨盤内転角度のピーク値を示すタイミングが遅延すれば立脚の時間は長くなり、早期にピーク値を示す場合には逆に立脚の時間は短くなる。片脚立位時の骨盤移動距離との関係は認められないため、胸郭と骨盤の位置関係を踏まえて、下肢長や下肢筋力、関節可動域の結果から考察する必要がある。述べてきたように片脚立位と単脚支持期の体幹アライメントは関係がある可能性がある。体幹を構成する胸郭、骨盤と股関節の「構え」は、異なる運動課題においても共通した特徴を示すのではないかと考えている。

しかしバランスに問題を抱えることが多い高齢者にとって片脚立位を運動課題にすると、通常の立位に比較して支持基底面も狭く、課題難易度が高すぎる場合がある。一方立位姿勢を保持することは高齢者にとっても課題難易度も低いため、安全かつ簡便に実施できる運動課題である。立位姿勢の保持は身体各体節の角度変化や位置変化が少なく静止立位とも呼ばれる。しかし静止立位は身体全体を剛体に行っているわけではない。片脚立位よりも広い支持基底面であるが、支持基底面上に身体質量中心を保持することを目的とする動作である全身運動である。そのためかなり微細ではあるが身体各体節は角度変化や位置変化を繰り返している。この立位を保持する運動課題において現れる胸郭や骨盤の角度変化にも歩行時の体幹の角度変化に共通する関係が認められる可能性がある。

そこで静止立位時の骨盤と胸郭の角度変化と歩行時の胸郭と骨盤の角度変化について計測結果をもとに考察する。被験者は健康高齢男性14名(平均年齢 72.4 ± 4.2 歳、身長 1.63 ± 0.06 m、体重 60.2 ± 5.2 kg)とした。運動

表2 閉脚立位と歩行時の相関係数

計測項目	閉脚立位	歩行	相関係数	
胸郭角度	変動係数	変化量	0.52	*
骨盤角度	変動係数	変化量	0.05	

** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$

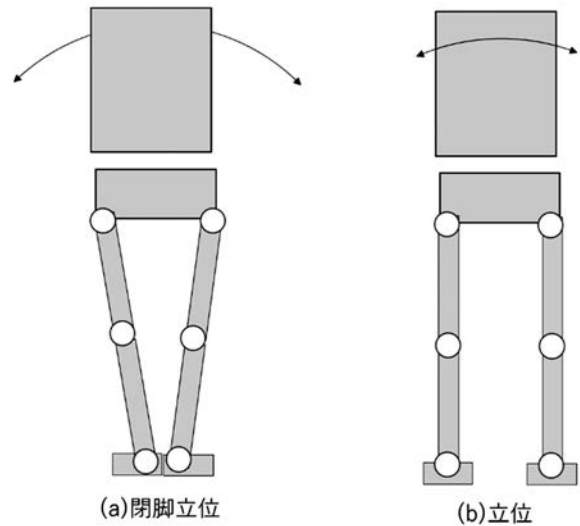


図4 閉脚立位と立位の体幹角度変化
閉脚立位の狭い支持基底面を支点として体幹全体の角度変化は増加する。

課題は静止立位30秒と自由歩行とした。静止立位については閉脚立位とし、下肢関節、特に股関節の運動範囲を制限した。閉脚立位ではなく自然立位にした場合、足部位置を規定しないことになる。足角や両側の足部位置は個人差が大きく多様である。結果として支持基底面の大きさが異なってくることになり、身体全体の多様な運動パターンが見られることが予想される。特に立位での体幹部の角度変化を確認したい場合には閉脚立位など支持基底面の制限は必要であろうと思われる。

計測項目は骨盤と胸郭の前額面上の角度とし、静止立位については各角度の変動係数を求め、歩行時については一歩行周期における各角度の最小値と最大値から変化量を求めた。両者の関係を示すためにスピアマンの順位相関分析を行った。結果を表2に示す。胸郭角度は立位時と歩行時に関係を認めたが骨盤は関係を認めなかった。これは閉脚での静止立位としたために、股関節の運動範囲を制限することになり狭い支持基底面を支点として体幹全体が弧を描くように角度変化したため胸郭の角度変化が増加したと考える(図4)。胸郭を大きく動かす姿勢制御を選択したものは、歩行においても胸郭を大きく動かす対応をとったが、立位時に胸郭を大きく動かす姿勢制御は、骨盤と胸郭の間での分離した運動が困難である可能性がある(図5)。つまり体幹内で分離した

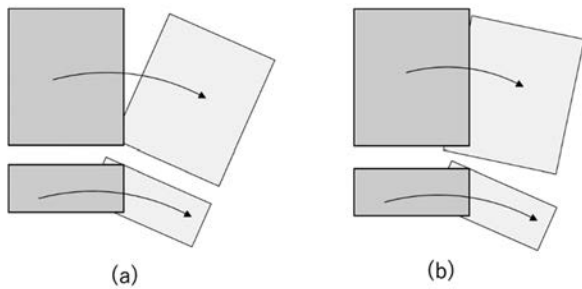


図 5 体幹角度変化の違い

(a) 体幹全体が角度変化するよりも (b) 体幹の分離した運動により胸部の角度変化は減少する。

運動が可能であれば胸部を大きく動かすことなく立位姿勢を保つことが可能である。微細な角度変化であるが、閉脚にすることにより生じる下肢の運動制限によって、体幹での角度変化がより必要となる。その結果として胸部を大きく動かす姿勢制御を行うものは、歩行においても体幹での分離した運動ではなく、胸部を大きく動かす対応を取るのではないかと考えている。胸部の角度変化を大きくするものはより質量の大きい体節を身体の高い位置で動かすことになり、体幹での分離した運動よりも効率の悪い姿勢制御を行っていると考えられる。

片脚立位や静止立位時における静的バランスと歩行における動的バランスについて、特に体幹アライメント、体幹部の「構え」の視点から述べさせていただいた。立位姿勢でのアライメントと歩行でのアライメントは、特に体幹において関係が認められ、動作の違いを理解したうえで、片脚立位などの立位姿勢でのアライメント評価が、歩行分析の際の一助になるのではないかと考えている。しかし立位や歩行を一定のパターンにあてはめるのはかなり困難ではないかと考えている。たとえば立位を考える際によく示される一軸倒立振子モデルがある。足関節を軸としているため、足関節の角度変化を主体としたモデルとして考えられやすい¹¹⁾。そのため身体の各体節の角度変化を一定のパターンに基づいたモデルとして考えてしまうことが多い。しかしこのモデルは身体質

量中心が足関節トルクによって制御されるモデルである。足関節の角度変化を主体とした振子ではない。身体の体節間の位置変化、角度変化を示したモデルではないと考える。立位姿勢は多様な運動パターンがある。支持基底面を制限するなど課題難易度を上げた場合には、質量の大きい体幹での角度変化が効率よく身体質量中心位置を制御できる。そのため体幹においては姿勢制御の特徴が表れると考えている。しかし身体全体のアライメント変化が特定のパターンに基づいて体節が角度変化するように考えるのは問題があると考えている。歩行においても同様である。患者の個性を理解することが前提であり、特定のパターンにあてはめるのではなく、MMT や関節可動域、下肢長などの検査結果を基盤に地道に検討していくしかないと考えている。

筆者は整形外科診療所での理学療法業務に長年従事しており、おもに整形外科疾患患者を対象とした歩行の見方について述べさせていただいた。

文 献

- 1) Shumway-Cook A, Woollacott MH: モーターコントロール (原著第 4 版). 医歯薬出版, 東京, 2013, p. 326.
- 2) 内山 靖: 歩行観察の ABC. PT ジャーナル. 2017; 51(4): 364-366.
- 3) Shumway-Cook A, Woollacott MH: モーターコントロール (原著第 4 版). 医歯薬出版, 東京, 2013, pp. 327-328.
- 4) 中村隆一, 齋藤 宏, 他: 基礎運動学 (第 6 版補訂). 医歯薬出版, 東京, 2013, p. 355.
- 5) 中村隆一, 齋藤 宏, 他: 基礎運動学 (第 6 版補訂). 医歯薬出版, 東京, 2013, p. 355.
- 6) 中村隆一, 齋藤 宏, 他: 基礎運動学 (第 6 版補訂). 医歯薬出版, 東京, 2013, p. 373.
- 7) 久保祐子, 山口光國, 他: 姿勢・動作分析における身体重心点の視覚的評価の検討. 理学療法学. 2006; 33: 112-117.
- 8) 松澤 正, 江口勝彦: 理学療法評価学 (改訂第 6 版). 金原出版, 東京, 2019, pp. 145-150.
- 9) 山本澄子, 石井慎一郎, 他: 基礎バイオメカニクス (第 2 版). 医歯薬出版, 東京, 2017, pp. 115-120.
- 10) 千代丸正志, 山本澄子: 傾斜板による踵骨外反が立位姿勢に与える影響. 理学療法科学. 2011; 26(6): 747-751.
- 11) Winter DA, Patla AE, et al.: Stiffness control of balance in quiet standing. J Neurophysiol. 1998; 80(3): 1211-1221.

《 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）

編集委員長
編集委員島田 裕之
池添 冬芽
河野 健一
対馬 輝由
樋口 美実
山田 実内 昌之
榑 春利
土井 剛彦
前田 慶明金子 文成
嶋田 誠一郎
中山 恭秀
牧迫 飛雄馬楠本 泰士
菅原 一平
野島 憲
村松 憲久保田雅史
高橋 哲也
橋立 幸博
森下 慎一郎神津 玲
建内 宏
原田 和
山口 智史

査読委員

青木 一治
阿部 勉
石川 博明
犬飼 康人
内田 学
大西 秀明
上出 直人
北出 一平
熊丸 めぐみ
丸根 陽
菅田 怜
高取 克彦
高平 一行
永井 宏達
中村 雅俊
花田 匡利
松尾 篤
村山 尊司
山口 正貴
渡辺 学明崎 禎輝
新井 武志
石田 和人
井上 順一
内山 覚
岡田 洋平
神谷 健太郎
北原 エリ子
肥田 朋子
関川 清一
高見 彰淑
堤本 広大
中尾 周平
成田 崇矢
福元 喜啓
松尾 英明
森井 和枝
横川 吉晴浅賀 忠義
有蘭 一宏
石田 優
井上 将
浦川 進也
小栢 大
烏野 伸宏
木藤 麻衣
小林 雄介
関口 貴子
田中 淳裕
中野 治郎
南角 学
藤澤 宏幸
松田 雅弘
森岡 周
横塚 美恵子浅川 育世
飯田 有輝
石田 水里
井平 光
江玉 睦明
小野 玲
河上 敬介
木原 由里子
小林 量作
関屋 昇
田中 亮
鶴崎 俊哉
中野 尚子
西上 智彦
藤野 英己
宮城 沙織
森沢 知之
横山 茂樹浅川 康吉
井澤 和浩
伊藤 一貴
上村 倫弘
大住 倫卓
加藤 一郎
河野 良二
木山 正和
齊藤 聖
高木 匡史
谷口 利生
寺西 達哉
中野 匡史
野添 寛
本田 浩二
宮下 元賀
吉田 剛阿南 雅也
石垣 義広
伊藤 滋
白田 直史
大鶴 尚彦
金村 秀
河辺 雅義
久保 宏明
櫻井 保幸
高倉 田
畑 徹
中村 潤二
信迫 悟志
前島 洋
宮本 俊朗
森山 英樹
吉松 竜貴

(五十音順)

編集後記

理学療法学 48 巻 5 号では研究論文 8 編、症例報告 1 編、調査報告 1 編、企画記事 2 編が掲載されました。

研究論文（原著）では、安達論文において福山型先天性筋ジストロフィー患者において、粗大運動能力尺度からみた運動能力の経時的変化が、二相性であることが報告されました。埴論文では、健康成人を対象に、持続発声による筋厚の変化が検討され、筋厚の評価には、超音波画像診断装置が用いられました。その結果、男女問わず、背臥位、座位、立位において、持続発声による筋厚の増加がみられたと報告されました。山本論文では、通所リハビリテーションの利用者を対象に、移動自立度と認知機能が高いことが活動性と対人関係に関連したと報告されました。内之倉論文では、女子体操競技選手を対象に、膝前十字靭帯損傷の発生状況について、ひねり方向とは反対側の受傷が多いことが報告され、競技特性を考慮する重要性が示唆されました。葛迫論文では、通所施設等を利用する高齢者を対象に、Life-space assessment にて評価された生活空間が関連する身体・心理社会的特性が、自宅近隣環境によって異なる可能性が示唆されました。藤原論文では、救命救急病棟における人工呼吸器装着患者を対象に、退院時の自立歩行の可否に関連する因子として、年齢、血清総蛋白値、Intensive Care Unit Mobility Scale が報告されました。市ノ瀬論文では、高齢者大腿骨近位部骨折患者を対象に、術後 2 週時の歩行能力の予測因子が検討され、歩行器歩行の可否判別に対し、受傷前の Barthel Index、骨折型、術後 3 日間の Cumulated Ambulation Score が関連することが示されました。相良論文では、健康成人を対象に、肘関節における carrying angle の測定方法によって得られる値が異なることが示されました。さらに、値に関連する身体特性も測定方法によって異なることが示されました。

次に、症例報告として須山論文では、心停止蘇生後、急性呼吸窮迫症候群合併例に対する心臓リハビリテーションについて報告がなされ、運動耐容能や身体機能の改善がみられ、社会復帰を果たしたことが報告されました。次いで、調査報告として堀邊論文では、産後にみられる慢性腰痛骨盤痛が持続する要因として、産後の睡眠障害が関連することが示唆されました。また、企画記事において、齊藤先生より加齢に伴う呼吸・循環・腎臓機能の変化について、千代丸先生より歩行におけるバランスについて、大変わかりやすいご解説をいただきました。

本号の掲載論文は臨床に基づいた研究の報告であり、研究の対象は小児から高齢者まで幅広く有益な内容となっています。本誌が理学療法対象者の方のお役に立ち、還元されることを願っております。引き続き「理学療法学」および「Physical Therapy Research」への投稿をお待ちしております。（土井剛彦）

理 学 療 法 学

第 48 巻 第 5 号

2021 年 10 月 20 日 発行

編集
発行一般社団法人 日本理学療法学会連合
公益社団法人 日本理学療法士協会〒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

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

200名以上の
理学療法士が
活躍中!

オンラインでも 理学療法士が 活躍する時代



もっと詳しくみる!



https://bit.ly/ptLP_JPTA2108

こんな想いを抱えていませんか?

予防分野に
関わりたい

経験だけでなく
最新のエビデンスも
勉強したい

PTの可能性を
広げたい



ポケットセラピストとは?

理学療法士がオンラインで、肩こり・腰痛などのカラダの不調に悩む人のセルフケアを支援するサービスです。カラダの不調にお困りの方を、オンライン面談やWebアプリを通じてサポートします。



創業者の想い

病院に理学療法士として勤務していた中で、仕事をやめないと病院にくる時間がなく、仕事をやめてから病院受診した40代女性の腰痛患者を担当したのがきっかけで事業を立ち上げました。病院で医療職が患者を待つだけではなく、いつでも・どこでも国家資格のセラピストがポケットにいる安心感を届けたい!と想い、"ポケットセラピスト"を開発するに至りました。同じ気持ちをお持ちの方、ぜひお申し込みお待ちしております。

代表取締役 福谷直人

医療×テクノロジーで、肩こり・腰痛を対策支援

ポケットセラピスト®

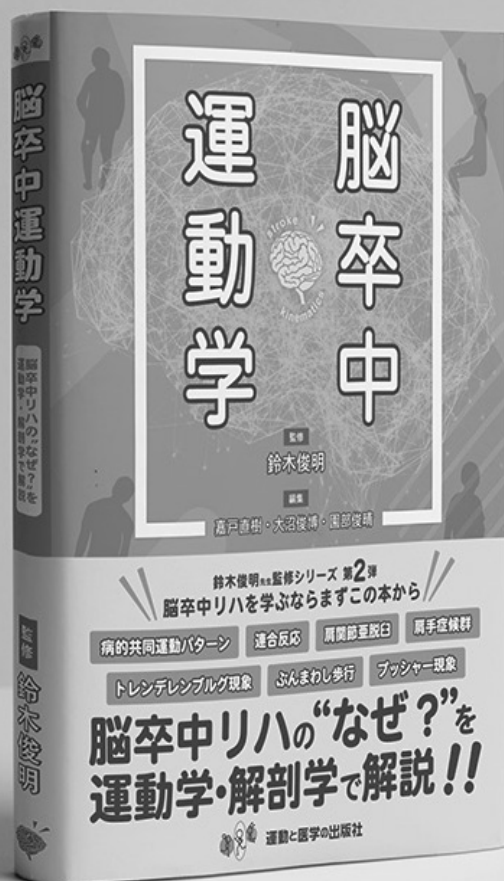
お問い合わせ先: info@backtech.co.jp



よろしく
お願いします!



運動と医学の出版社



鈴木俊明先生監修シリーズ 第2弾

脳卒中リハの“なぜ？”を運動学・解剖学で解説！！

脳卒中運動学

監修 鈴木俊明

編集 嘉戸直樹・大沼俊博・園部俊晴

第1部 運動と現象の運動学的解釈

第1章 なぜ今、片麻痺患者の運動学なのか？

1. 本書で一書伝えたいこと
2. 片麻痺患者のリハビリテーションの経緯と現状
3. 我々の提言

第2章 病的共同運動パターンを運動学で考える

1. 病的共同運動パターンとは
2. 上肢の病的共同運動パターンを説明する
3. 下肢の病的共同運動パターンを説明する

第3章 連合反応を運動学で考える

1. 連合反応とは
2. 歩行時の上肢の連合反応
3. 歩行時の下肢の連合反応

第4章 肩関節亜脱臼を運動学で考える

1. 肩関節亜脱臼とは
2. 片麻痺患者の肩関節亜脱臼を運動学的に考えてみよう！

第5章 肩手症候群を運動学で考える

1. 肩手症候群とは
2. 片麻痺患者の肩手症候群を運動学的に考えてみよう！

第6章 トレンデレンブルグ現象を運動学で考える

1. トレンデレンブルグ現象とは
2. 片麻痺患者のトレンデレンブルグ現象を運動学的に考えてみよう！

第7章 ふん回し歩行を運動学で考える

1. ふん回し歩行とは
2. 片麻痺患者のふん回し歩行を運動学的に考えてみよう！

第8章 プッシュー現象を運動学で考える

1. プッシュー現象とは
2. プッシュー現象を運動学的に考えてみよう！

第II部 脳卒中運動学の臨床応用

第1章 脳卒中運動学を用いた評価・治療戦略

1. 立位姿勢に対する評価・治療戦略
2. 立ち上がり動作に対する評価・治療戦略

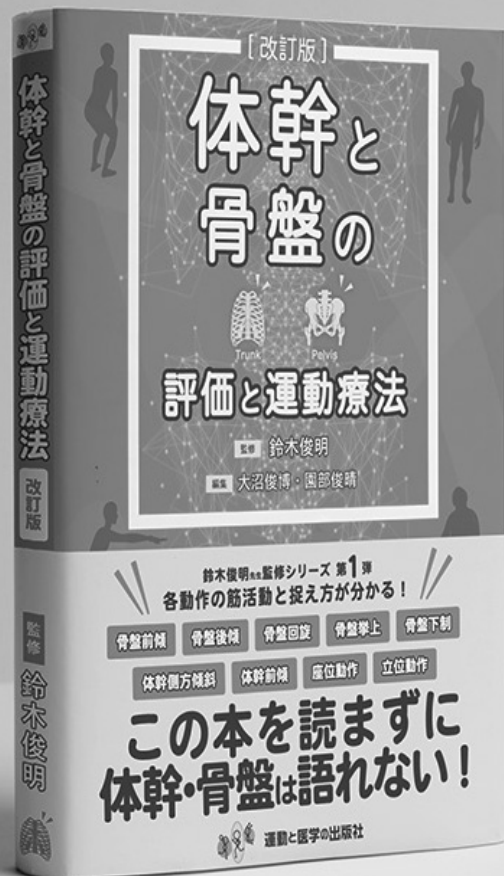
第2章 症例から学ぶ脳卒中運動学

1. 座位姿勢保持に対する理学療法と自主トレーニング
2. 立位姿勢に対する理学療法と自主トレーニング
3. 歩行動作に対する理学療法と自主トレーニング
4. 歩行時の下肢の振り出しに対する自主トレーニング
5. 安定した姿勢を保持した洗眼動作に対する理学療法と自主トレーニング

10/4(月)発売／

脳卒中運動学

全国の書店＆ネットストアで発売！



鈴木俊明先生監修シリーズ 第1弾

この本を読まずに体幹・骨盤は語れない！

改訂版 体幹と骨盤の評価と運動療法

監修 鈴木俊明

編集 大沼俊博・園部俊晴

第1章 体幹の解剖運動学

第2章 体幹の構造と機能

第3章 運動と現象

第4章 座位における体幹・骨盤の機能と運動療法

第5章 立位における体幹・骨盤の機能と運動療法

10/4(月)改訂版発売／

体幹と骨盤の評価と運動療法 改訂版

全国の書店＆ネットストアで発売！



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

2年間、土日の学びでAT資格 を取得!スポーツ現場で働く!

アスレティックトレーナー



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 東京都認可の専修学校
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



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

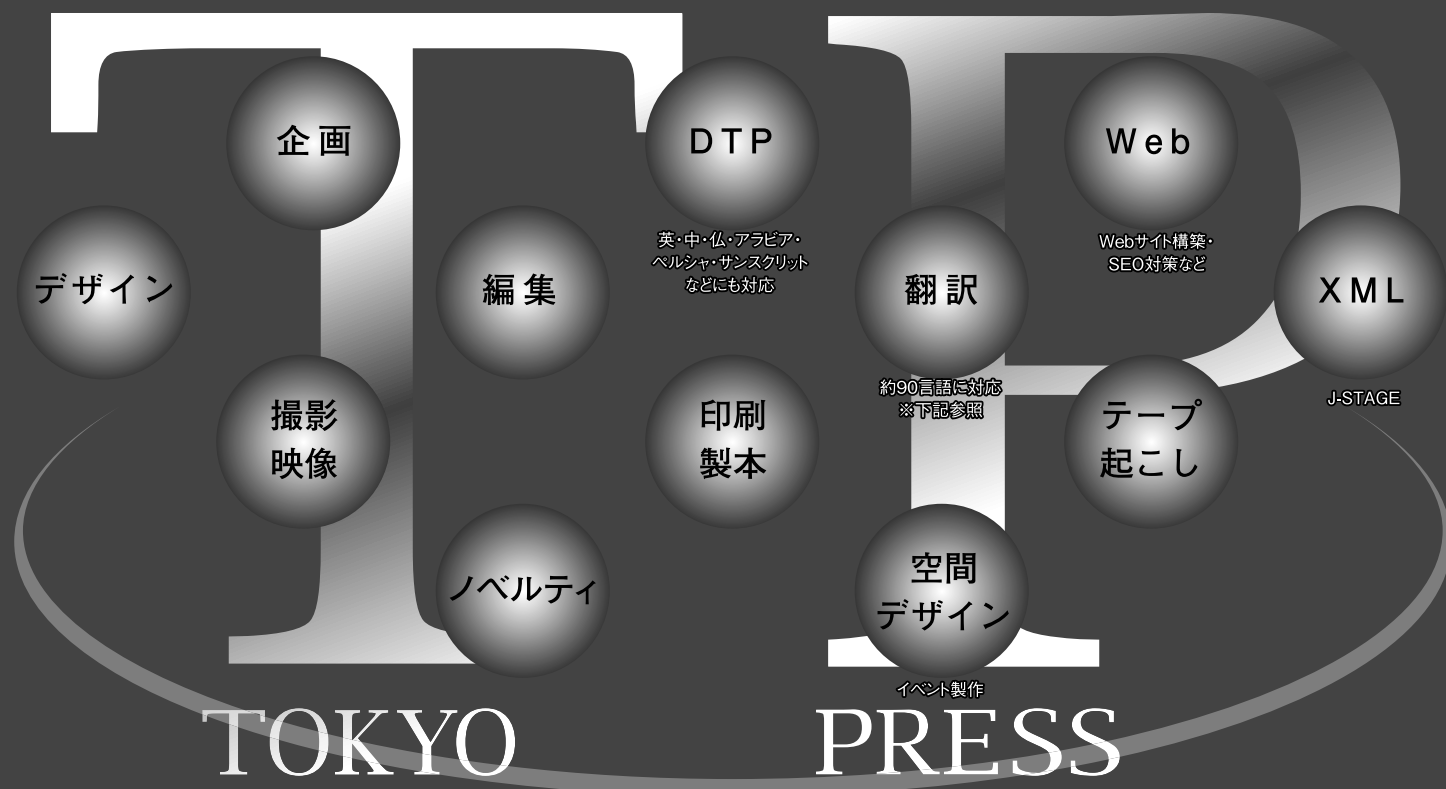
☎（03）3709-9361 FAX（03）3709-9362

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



「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>

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

ULTRASON RE-3000

ウルトラソン RE-3000

- 骨折治療用固定アプリケータ標準装備
- より深部への照射を可能にした750kHzアプリケータ
- 2ch同時に照射を可能にしたDualモード搭載
- 1つのアプリケータから1MHzと3MHzが交互照射されるSwitchモード搭載

ハンディ + 固定タイプアプリケータで治療が可能



肩関節



下腿/アキレス腱



認証番号: 301AIBZX000020000

一般名称: 超音波治療器 (JMDNコード: 11248000)

超音波骨折治療器 (JMDNコード: 18154000)

分類: 管理医療機器 特定保守管理医療機器



シンプルなのに高機能!

HVMC DELTA HVMC デルタ

HVMCデルタは名前の通りHV (ハイボルテージ: 高電圧電気刺激) 治療モードと、MC (マイクロカレント: 微弱電流) 治療モードを有した電気刺激治療器です。2つの治療モードは痛みの治療に限らず、創傷治癒、機能回復、日常生活への早期復帰まで電気刺激治療器に求められる様々な役割にお応えします。

認証番号: 230AIBZX000050000

一般名称: 低周波治療器 (JMDNコード: 35372000)

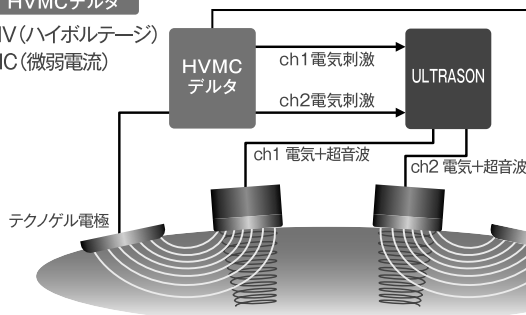
分類: 管理医療機器 特定保守管理医療機器

より効率的に治療をする

ULTRASONとHVMCデルタを接続するだけで、1つのアプリケータから超音波と電気刺激を照射・刺激することができます。さらに、このコンビネーション治療は2ch同時に行うことができます。

HVMCデルタ

HV (ハイボルテージ)
MC (微弱電流)



※カートは別売りです



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

埼玉支店

東京支店

横浜支店

金沢出張所

京部分室

岡山出張所

高松営業所

沖縄営業所

仙台支店

千葉支店

名古屋支店

大阪支店

神戸営業所

広島営業所

九州支店

鹿児島営業所



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



地域理学療法学の方向性と
マインドを理解する

ビルドアップ 地域理学療法

隆島研吾・田中康之 編

B5判 156頁
定価3,960円(税10%込)
ISBN978-4-263-26644-1

日本地域理学療学会の
定義した4つの支援に沿
って、理学療法士のある
べき関わりをまとめた。
実習指導にも役立つ一冊。



Excelで効率化!

リハビリテーション自主トレーニング指導 パットレ! Pro.

小口和代 監修/後藤進一郎・田中元規 編

B5判 216頁
定価5,500円(税10%込)
ISBN978-4-263-21884-6

250以上の自主トレ種目と、
指導の具体的な流れやポ
イントを学べる一冊。便利
な指導書作成 Excel ツー
ル『パットレ! Pro.』付き!



143のweb動画付

歩行獲得に向けた 理学療法的治療アプローチ

武田 功 監修/弓岡光徳・廣瀬浩昭 編

B5判 224頁
定価6,820円(税10%込)
ISBN978-4-263-26648-9

歩行獲得のための理学療
法的治療アプローチを、
143本の実践的な動画と
700点を超える写真を用い、
運動学的視点から詳解!



リハビリテーション専門職のための 教育学

現場で役立つ「教える技術」

丸山仁司・堀本ゆかり 編著

B5判 180頁
定価3,960円(税10%込)
ISBN978-4-263-26639-7

教育学が必要なのは教員
だけ? そんなことはありません!
臨床でも役立つ
「教える技術」を教育学の
専門家がやさしく解説!



イラストでわかる

義肢療法

上杉雅之 監修
長倉裕二・岩瀬弘明 編集

B5判 272頁
定価4,950円(税10%込)
ISBN978-4-263-26645-8

写真・イラストを多用し、
初学者に臨床とのつなが
りをイメージさせる。
切断術前後から社会参加
まで一連の知識を学ぶ。



イラストでわかる

装具療法

上杉雅之 監修
長倉裕二・岩瀬弘明 編集

B5判 244頁
定価4,950円(税10%込)
ISBN978-4-263-26646-5

写真・イラストを多用し、
初学者に臨床とのつなが
りをイメージさせる。
装具の選定からリハビリ
まで一連の知識を学ぶ。



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 292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。



CR 臨時増刊号 30 巻 7 号

がんの リハビリテーション —成果と展望—

水落和也 編著

B5判 144頁
定価3,080円(税10%込)

日々進歩するがん診療に
おいてリハビリテーショ
ン医療が挙げてきた「成
果」と、今後期待される
「発展」がわかる一冊。



誤嚥性肺炎の 包括的アプローチ

診断・治療から、栄養管理・呼吸リハ・
嚥下リハ・口腔ケアまで

高島英昭 編

B5判 236頁
定価5,280円(税10%込)
ISBN978-4-263-26641-0

抗菌薬のみの治療が困難
な誤嚥性肺炎を多職種で
攻略! 職種間の相互理
解を深め、効果的な治療
の可能性を追求する一冊。



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。



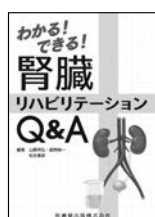
わかる! できる!

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

A5判 258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!



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。





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
カインタイザー 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
カインタイザー KT-108
認証番号：231AABZX00011000

SuperTrac ST-3CL

「サイクル牽引」 による治療モードを搭載

1Unit 2Wayの牽引装置

管理医療機器 特定保守管理医療機器
電動型自動搬送牽引装置 スーパートラック ST-3
認証番号：229AABZX00066000

頸椎牽引

頸椎の牽引治療では、牽引角度によって牽引力が作用する部位が変わります。スーパートラック ST-3CLは、ラウンドチルト方式でシートの傾きをコントロールし、治療部位に適した角度で牽引します。

腰椎牽引

ラウンドチルト方式の円を描くようなやさしいチルトリングで、シートに座ったままで理想的なポジションへと移動します。「サイクル牽引」で快適治療を実現します。



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



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、
ニューロモデュ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

75mm×75mm
Wearable

コンパクトで
身体に装着できる
電気刺激装置

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

天井高
2.7m以上に
対応

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重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

使用者の事故軽減

介助者の負担軽減



昇降式平行棒 標準型
GH-2650 / 3.5m



昇降式平行棒 標準型
GH-2750 / 3.5m

＼ 現在お使いの /
OG Wellness昇降式平行棒 4機種に取付可能



昇降式平行棒 両直線型
GH-2640 / 3.5m



昇降式平行棒 両直線型
GH-2740 / 3.5m

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

【岡山本社】〒703-8261 岡山県岡山市中区海吉1835-7 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 Fax.03-3519-5020
【事業所】北日本支店・札幌営業所・盛岡営業所・北関東支店・新潟営業所・南関東支店・横浜営業所・
千葉営業所・中部支店・長野サテライト・金沢営業所・関西支店・神戸営業所・西日本支店・
広島営業所・高松営業所・九州支店・鹿児島営業所・那覇出張所

www.og-wellness.jp

オージーウェルネス

検索

【平日受付コールセンター】・受付時間 9:00~17:00

☎ 0120-01-7181

【休日受付コールセンター】

●土・日・祝・年末年始 専用 ●受付時間 9:00~17:00

☎ 0120-33-7181

「PTが」「PTの視点で」「PTのために」まとめた
エコーガイド下運動療法の入門書！

RUSI
入門

みえる！ エコーガイド下 運動療法

編集 工藤慎太郎

エコーガイド下運動療法をこれから取り入れようと考えている方
に向け、撮像部位の解剖、基本的な撮像方法とみえ方、実際の運動
療法まで、「PTが」「PTの視点で」「PTのために」豊富なイラスト
とエコー画像でわかりやすく紹介した一冊。

効果的な徒手療法を実践できているのか不安になるあなたへ贈る、
明日の臨床から実践できるエコーガイド下運動療法の入門書。



B5 変型判・244 頁・4 色刷
定価 5,280 円
(本体 4,800 円+税 10%)
ISBN 978-4-8306-4594-5

知識の深化は明日の臨床技能を高める！
定番シリーズがフルカラーになりパワーアップ！

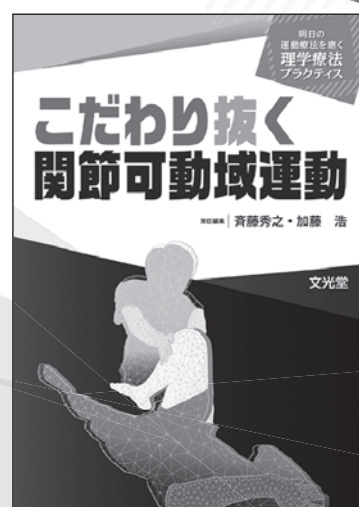
こだわり抜く 関節可動域運動

編集 斉藤秀之・加藤 浩

PART I では関節可動域運動をする前に押さえておくべき基礎知
識を、PART II～IVでは上肢・下肢・体幹における運動器障害に
対する関節可動域運動を、PART Vでは脳卒中・脳性麻痺に対す
る関節可動域運動を、PART VIでは高齢者の廃用症候群に対す
る関節可動域運動を解説した、患者のADL改善・向上を最終目的と
した評価および治療のためにどうすべきかが学べる一冊。

フルカラーで美しく豊富な図表・写真とともに、第一線で臨床を
行う執筆陣による分かりやすい紙面構成で、明日からの実践を洗練
させる手助けとなる内容。

明日の
運動療法を磨く
理学療法
プラクティス



B5 判・280 頁・4 色刷
定価 5,940 円
(本体 5,400 円+税 10%)
ISBN 978-4-8306-4593-8

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



リハの概要を動画でご覧いただけます。

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

運動療法の世界的宝典「Therapeutic Exercise」第6版を完全翻訳

最新 運動療法大全 第6版

著者: キャロリン・キスナー／リン・アラン・コルビー

日本語版監修者: 黒澤 和生

I 基礎編 / II 実践編「身体各部位の運動療法」〈A4変形判(275×220)並製本〉

フルカラー



I 基礎編 448頁



■主要項目

疾病予防・健康の増進と維持／
関節可動域運動／末梢関節の
モビライゼーション・マニピュレ
ーション／筋パフォーマンス向上の
ための抵抗運動／バランス能力
改善のための運動療法／軟部組
織の損傷・修復・管理／関節・結合
組織・骨の障害と管理／外科的
介入および手術後の管理

本体価格: 6,800円＋税
ISBN: 978-4-88282-972-0



II 実践編 620頁



■主要項目

脊椎・構造・機能・姿勢／
脊椎: 管理のガイドライン・運動
療法とマニピュレーション／
肩と肩甲骨／肘と前腕複合体／
手関節と手指／股関節／
膝関節／足関節と足部／
上級の機能的トレーニング／
女性の健康: 出産と骨盤底／
リンパ系疾患の管理

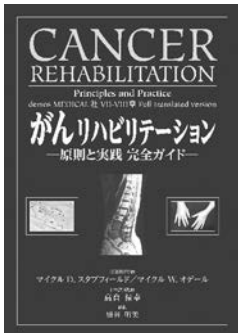
本体価格: 7,200円＋税
ISBN: 978-4-88282-983-6

がんリハビリテーション

ー原則と実践 完全ガイドー

原著監修責任者: マイクル・D・スタブフィールド/マイクル・W・オデール
日本語版監修者: 高倉 保幸 推薦者: 辻 哲也

慶應義塾大学医学部 教授
リハビリテーション医学教室



本書は、がんと診断されたすべての患者が身体機能や生活の質を回復するための原則と実践について最新の情報を余すところなく提供している。
がんリハビリテーションに感心を持つすべての医療従事者必携の一冊。

本体価格: 5,800円＋税
ISBN: 978-4-88282-994-2 B5判(257×182)並製/288頁

改訂新版 筋骨格系の触診マニュアル 第2版

著者: ジョセフ・E・マスコーノ 日本語版監修者: 丸山 仁司



総合的で視覚的にも充実した本書は、筋肉と骨の触診だけでなく、トリガーポイントとその関連痛パターン、ストレッチ、個々の筋肉の治療などを詳しく解説。改訂により統合的な論理的思考のためのケーススタディ、ストレッチを総合的に確認できる図、セルフケアストレッチの図などが追加された。

本体価格: 8,000円＋税
ISBN: 978-4-88282-981-2 A4変形(276×218)並製/576頁

フルカラー

シュロス法による側弯症治療 普及版

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



これまでは手術以外に改善策がないとされてきた側弯症治療に効果のある運動療法。誕生から100年を超え、ドイツでは保健適応されるほど信頼されているシュロス法。その変遷や側弯症の診断知見、根拠など基礎知識から回復のための運動方針の提案、治療の経過記録までが図示され詳しく解説されている実践的な専門書。

本体価格: 4,600円＋税
ISBN: 978-4-86654-049-8 B5変形(271×197)並製/240頁

フルカラー

療法士のための体表解剖学

著者: ベルンハルト・ライヒャルト 日本語版監修者: 丸山 仁司



触診による位置確認の方法をわかりやすく伝え、構造と機能の解剖学に欠かせない知識を補ってくれる本書は、診察、施術の正確な実施に特化した教科書ともいえる書籍。
基礎科学、臨床的な知識、実践的なスキルなどを理解し、徒手療法の専門家として成長、発展していくための最適なサポートとなってくれる。

本体価格: 8,000円＋税
ISBN: 978-4-88282-964-5 A4変形(270×195)並製/432頁

フルカラー

Hand Held Dynamometer

mobie ZII 新発売

ハンドヘルドダイナモメーター モービィ ZII (無線タイプ) MT-202

軽量・コンパクトな筋力測定器

高精度のプッシュセンサータイプの徒手筋力計。

センサーを押す力を正確に測定することが可能。

測定データを簡便に PC ヘデジタル転送できる無線 (Wifi) 機能を搭載。



プッシュセンサー



(例) 肩・外転



(例) 膝・伸展

本体表示部とプッシュセンサー部を分離し、様々なオプションセンサーに交換可能。



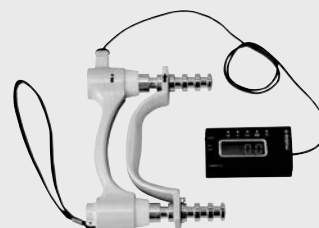
プルセンサー (オプション)

プルセンサーに交換することで、牽引法で計測することが可能です。ベルトで固定するため、徒手では計測しにくかった部位の評価を再現性高く、簡便に評価することができます。



ピンチセンサー (オプション)

ピンチセンサーに交換することで 0.1kgf 単位でのピンチ力を計測可能です。



握力センサー (オプション)

海外標準のジェイマー型ハンドルのセンサーに交換することで、5 ポジションテストやポジション 2 の標準テストが簡便に行えます。

お問い合わせはこちらまで

酒井医療株式会社

東京都新宿区山吹町358-6 〒162-0801 Tel : 03-5227-5775

www.sakaimed.co.jp

SAKAimed
明日に踏み出すチカラ。酒井医療

義肢装具の基本を学ぶためのロングセラーテキストがフルカラーに生まれ変わりました

義肢装具のチェックポイント 第9版

監修 日本整形外科学会／
公益社団法人 日本リハビリテーション医学会

厚生労働省主催、日本整形外科学会／日本リハビリテーション医学会後援による
『義肢装具等適合判定医師研修会』のサブテキスト。

●B5 2021年 頁416 定価：8,580円（本体7,800円＋税）[ISBN978-4-260-04589-6]



術後リハで起こるどんなイレギュラーにも慌てない！

整形外科 術後リハビリテーションのすすめかた

監修 山村 恵／竹林庸雄 編集 三木貴弘

整形外科領域のリハビリテーションを担当する療法士に馴染み深い代表的な疾患について、
術後リハビリテーションに焦点を当てて、時系列に沿いながら多角的に解説。

●B5 2021年 頁520 定価：7,480円（本体6,800円＋税）[ISBN978-4-260-04336-6]



神経システム＋脳画像＝リハ戦略 自ずとやるべきリハが見えてくる

神経システムがわかれば 脳卒中リハ戦略が決まる

著 手塚純一／増田 司

冒頭に、障害部位と症状を掛け合わせたインデックスを収載。まるで脳の内部を覗き込んで
いるかのようなイラストで障害構造を提示。あわせて脳画像の見かたも解説する。

●B5 2021年 頁224 定価：4,950円（本体4,500円＋税）[ISBN978-4-260-03682-5]



薬剤の知識で、理学療法はこんなにも広がる！

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

commonな疾患や症状でよく処方される薬剤の特徴、副作用や対処法を、理学療法に必要な
情報に絞って解説。薬剤知識から患者の状態を把握すれば、効果的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]



リハを始めるその前に！ 本書を見ておくと、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]



お試しプランができました！



リハノメパス 1

1ヵ月見放題

~~3,080円/月~~ (税込)

初回
限定

980円/月

キャリア決済対応

※初めてご購入の方のみとなります。 ※表記価格は税込みとなります。

理学療法士の皆さん、

こんなお悩みありませんか？

- ☒ 担当患者さんの疾患について今、勉強したい
- ☒ 有名な講師が登壇するセミナーを聴きたい
- ☒ 今後のキャリアについて考えたい
- ☒ 勉強会には参加したいが、受講費がネック
- ☒ 新卒向けの接遇マナーも身につけたい



リハノメなら臨床のヒントが
見つかります！

リハノメって？

「リハノメ」はPT・OT・STのための、
どこでも学べるオンラインセミナーサービスです。
各分野の専門家が臨床経験や研究成果に
基づいた知識・技術をお届けいたします。



日本理学療法士協会会員様は20%OFF！

全てのプランが
月額定額制

1ヵ月見放題 リハノメパス 1

PT協会会員様なら 通常料金 3,080円/月 (税込) が
特別料金 2,464円/月 (税込)

初めてご購入の方のみ
初回限定
980円/月 (税込)
※20%OFF対象外となります

12ヵ月見放題

リハノメパス12

PT協会会員様なら
通常料金 2,566円/月 (税込) が

特別料金
2,053円/月 (税込)

6ヵ月見放題

リハノメパス 6

PT協会会員様なら
通常料金 2,772円/月 (税込) が

特別料金
2,217円/月 (税込)

24ヵ月見放題

リハノメパス24

PT協会会員様なら
通常料金 2,181円/月 (税込) が

特別料金
1,745円/月 (税込)

利用者様の声



リハノメは幅広い分野を
学ぶのに不可欠です！

リハノメの良いところは、なんといっても自分の都合の
よい時間に講義を視聴できる点です。機能面でも、倍速
再生や10秒・60秒の早送り・巻き戻しが可能で、自分
の都合に合わせて視聴方法を選べるのもいいですね。自分
の知りたいPT分野の知識が得られるし、OT、STの
知識も得ることができるから、他職種の知識も得たい方
にとってリハノメは必要不可欠だと感じています。



倍速再生・
オフライン再生が魅力的！

セミナーを受講するときは会場まで足を運ぶことが普
通だった印象ですが、リハノメなら好きな時に、好き
な場所で、好きなだけ動画を観られるのが魅力的だ
と思います。時間がないときは倍速再生できるのも嬉
しい機能の一つです。新しくアプリもリリースされて
おり、オフライン再生が可能になったため、通勤時間
の長い方にもおすすめです！

法人様向けプランも ご用意しております

資料請求やZoomでのご相談など随時受付中です。
お気軽にお問い合わせください。

法人プランは、職員の視聴状況を管理する「法人管理機能」が備わっており、
職員の視聴状況を正確に管理することができます。

法人管理機能



どの職員が



どの動画を



何分視聴したか

各種SNSも更新中！



ID:@gene_llc



ID:@gene_llc



ID:@gene.seminar



https://www.youtube.com/c/rehanome

リハビリテーションを
『かたち』にする会社

gene

〒461-0004 愛知県名古屋市中区葵1丁目26-12 I K K O新栄ビル 6階

お問い合わせはこちらまでお願いいたします

✉ seminar@gene-llc.jp

Tel.052-325-6611

リハノメ 検索



