

理学療法学

Physical Therapy Japan

2024

VOL. 51

No.2

● システマティックレビュー

高齢者の歩行時の筋同時収縮活動におけるシステマティックレビュー
…木村太祐・他

● 総説

シリーズ「理学療法におけるデバイステクノロジーの活用」

連載第2回目 Magnetic Resonance Imagingによる筋機能研究に基づいた理学療法の可能性
…木下一雄

シリーズ「自主練習の指導・処方における考え方」

連載第2回目 急性期病院における変形性関節症に対する自主練習の考え方
…尾藤貴宣・他

● 投稿規程

理学療法学 第51巻 第2号 2024年

目 次

システマティックレビュー
高齢者の歩行時の筋同時収縮活動におけるシステマティックレビュー 木村 太祐・他・ 33

総 説
シリーズ「理学療法におけるデバイステクノロジーの活用」
連載第2回目 Magnetic Resonance Imagingによる筋機能研究に基づいた
理学療法の可能性 木下 一雄・ 41
シリーズ「自主練習の指導・処方における考え方」
連載第2回目 急性期病院における変形性関節症に対する自主練習の考え方 尾藤 貴宣・他・ 47

投稿規程 55

CONTENTS Vol. 51 No. 2 2024

Systematic Review

- The Systematic Review Focused on the Characteristics of Muscle Co-contraction Activity
During Walking in Older Individuals Kimura T., *et al.* • 33

Reviews

- Possibility of Physical Therapy Based on Muscle Function Studies
by Using Magnetic Resonance Imaging Kinoshita K. • 41
The Concept of Self-training for Osteoarthritis in Acute Care Hospitals Bito T., *et al.* • 47

高齢者の歩行時の筋同時収縮活動における システマティックレビュー*

木村 太祐^{1) #} 前園 佑貴¹⁾

要旨

【目的】本システマティックレビュー研究は、加齢の変化により高齢者の歩行時の筋同時収縮活動 (muscle co-contraction: 以下, MCo) における評価対象の部位別または部位間の変化の特徴を捉えることを目的とした。【方法】MCo・gait・elderlyの関連キーワードを組み合わせて検索式を行った。検索期間は、1985から2021.07.08で、3つのデータベースとハンドサーチで検索した。観察研究の評価法にNewcastle-Ottawa scale (以下, NOS) を使用した。【結果】402件の文献が該当し、最終的に10件採択した。部位別報告数は、trunk 1件, thigh 8件, shank 9件であり、対象者内での部位間の関係性の報告はなかった。レビュー結果は、加齢の変化により高齢者の歩行時ではtrunkのMCoが低く、下肢MCoで高い特徴所見がみられた。下肢MCoでも主にthighが高くshankは一樣の結果ではなかった。【結論】加齢の変化により、高齢者は下肢MCo増加により下肢剛性を高めて歩行時の安定性確保を図る適応変化が起こっていると推察された。

キーワード 筋同時収縮活動, 高齢者, 歩行, 補償戦略, 加齢

はじめに

人間は加齢に伴い筋力や神経筋機能が低下していく。一般的に筋力は20~30歳台をピークに減少し、50歳台から低下の割合が高くなり、80歳台までに約30~50%低下する¹⁾。加齢による筋力の低下は上肢筋より下肢筋で大きい²⁾³⁾。筋線維のタイプ別では、収縮速度が速いtype II線維 (速筋線維) の方がtype I線維 (遅筋線維) よりも加齢によって優位に委縮する⁴⁾。そのため、高齢者においては特に素早く筋力を発揮することが困難となり、瞬発的に筋力を発揮する能力は著明に低下する。また、加齢に伴う神経筋変化として、運動単位の動員の拙劣⁵⁾ や相反神経抑制による拮抗筋の制御機構の低下⁶⁾ により筋同時収縮活動 (muscle co-contraction: 以下, MCo) の増加⁷⁻⁹⁾ が関連の一つにあげられる。

MCoとは、主動作筋および拮抗筋の筋活動が同時活性化¹⁰⁾ している状態である。MCoは、運動制御の尺度¹¹⁾ や、臨床的尺度¹²⁾¹³⁾ として使用され、歩行等の人間の運動行動における運動効率¹⁴⁾ や、環境要求に対する神経筋適応¹⁵⁾ の指標として定性的かつ定量的に評価するために使用されている。

また、MCoは、運動学習中の運動調節に重要な役割を果たす。運動・動作の学習の初期段階では、MCo増加により関節剛性を高め動作時の安定性確保¹⁵⁾ を図ることで運動目標に対する運動学的誤差を低減し、運動精度と運動学習能力の向上を図る¹⁶⁾¹⁷⁾。そして、MCo増加の状態は、一般に運動能力が向上するとともに減少する¹⁸⁾。一方で、不安定な力学的場面では、機械的安定性を提供するために、ある一定のMCo増加により身体的剛性を高めてバランスの適合を図る戦略の特性もある¹⁹⁾。

これらの特性から人間の歩行中における適正なMCoは、運動効率を改善し²⁰⁾²¹⁾、動作の安定化を提供する役割が推察される。一方、加齢に伴い神経筋機能が変化した高齢者では、歩行動作の安定性を確保するための補償的反応として下肢MCoの過剰増加の報告がある²²⁾²³⁾。しかし、過剰に増大したMCo状態は、運動自由度の制限²⁴⁾ やパフォーマンスの低下²⁵⁾、エネルギーコストの増大⁹⁾、歩行効率の低下²⁵⁾²⁶⁾、転倒リスクの増大²⁷⁾²⁸⁾

* The Systematic Review Focused on the Characteristics of Muscle Co-contraction Activity During Walking in Older Individuals

1) 西部診療所リハビリテーション課
(〒350-0806 埼玉県川越市天沼新田307-1)
Taisuke Kimura, PT, MSc, Yuki Maesono, PT: Department of Rehabilitation, Seibu Clinic

E-mail: taisuke583@gmail.com
(受付日 2023年5月24日 / 受理日 2024年2月28日)
[J-STAGEでの早期公開日 2024年4月8日]



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

© 2024 日本理学療法学会連合

とも関連し姿勢・運動制御への悪影響も報告されている。

先行研究において、高齢者は若年者と比較し歩行時の下肢MCo増加の報告がされている⁷⁾²⁹⁾。Acuñaらの報告⁷⁾では、平地歩行において高齢者は若年者と比較しthigh(大腿)のMCoが高く、shank(下腿)のMCoでは相違なかったと報告している。しかし、オブティカルフロー(optical flow: OF)による摂動条件下の歩行では、thigh/shankとも若年者と比べ高齢者でMCoが高い結果であったと報告している。Franzらの報告²⁹⁾では、平地歩行において高齢者は若年者と比較し、thighのMCoでは相違なく、shankで高かったと報告している。このように、先行研究の報告から、高齢者は若年者と比較し歩行時の下肢MCo増加が推測されるが、下肢の部位別の視点では異なる見解も示されている。さらに関連する報告として、下肢MCo増加は、運動効率を損ない、歩行中の不安定さや転倒リスクの増加と関連³⁰⁾³¹⁾する報告や関節剛性力を高め下肢の安定性を確保するための適応戦略である可能性の見解もある⁹⁾²³⁾³²⁾。

このように、高齢者の歩行時MCo増加に関する解釈は、運動制御と歩行安定性確保の観点から表裏一体の関係状態であるとも言える。また、高齢者は加齢とともに神経筋機能が低下し生体内の変化とともに歩行能力が低下していく過程で、部位別または部位間のMCo変化の特徴についての知見は、明確に整理し言及されていないのが現状である。

そこで、今回のシステマティックレビュー研究の着目は、加齢の変化により高齢者の歩行時MCoにおける評価対象の部位別または部位間の変化の特徴を把握することである。

方 法

1. 研究質問

この研究におけるリサーチクエスチョンは、1) 高齢者における歩行時MCoは、若年または成人群と比べ各評価対象部位のMCo値において加齢による特徴的变化がみられるか。2) 1)の結果より、歩行時のMCo戦略において加齢による特徴的变化がみられるか、の2つの主要なリサーチクエスチョンとした。

2. 検索戦略

本研究は、系統的レビューおよびメタ分析preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses statement(以下、PRISMA)の報告ガイドラインに関する優先報告項目に従い行った³³⁾。PRISMAガイドラインは系統的レビューとメタアナリシスの透明で完全なレポートを確実にするために、27項目のチェックリストと4フェーズのフロー図で構成されている³³⁾。

文献の検索に先立ち、検索語・検索式、検索に用いるデータベースの種類、評価対象文献の選定を行うための文献の適格基準ならびに除外基準を検討した。検索語・検索式は、“muscle co-contraction” or “muscle co-activation” AND “gait” or “walking” or “locomotion” AND “aging” or “aged” or “older” or “elderly” or “adults”で行った。データベースの種類は、PubMed, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literatureで行った。適格基準としては、i) 障害の無い直線歩行または、トレッドミル歩行にて独歩で歩行計測している高齢者、ii) 歩行時のMCo計測を行っていることとした。一方、除外基準は、i) 典型的な疾患症状や歩容の異常のある高齢者、ii) 歩行時に跛行や痛みが著明な方、iii) 歩行時に歩行補助具や装具を使用している方とした。主なアウトカムは、歩行時の各評価対象部位のMCoの結果とした。その他の項目として、対象者数、年齢、性別、歩行プロトコル、対称筋ペアを収集・抽出した。

これらの条件により、検索範囲を論文名、抄録、本文とし、各データベースで文献の検索を行った。検索期間は、1985から2021.07.08で行った。また、必要に応じ追加の手動検索が実行された。レビューやプロトコルの事前登録・準備は行わないで実施した。

3. データ抽出

一次スクリーニングでは、検索式から得られた全ての論文に対して、タイトル・抄録の確認を行った。適格基準と除外基準によるスクリーニング後、対象となる可能性があった論文を抽出した。なお、データベース間で重複して検索された同一の文献を除外し、評価対象文献を抽出した。二次スクリーニングでは、それらの論文の本文を確認し、基準を満たした研究を最終的な調査論文として抽出した。なお、全ての記事はPRISMA³³⁾を使用して関連性と品質評価について本研究の著者2名が独立して行った。不一致や意見の相違は、この2名の著者間の合意の議論により解決した。

4. 品質評価

採択した文献の質を確認するために、観察研究の質の評価法は、Newcastle-Ottawa scale(以下、NOS)のチェックリストに基づき評価を行った。NOSは、selection(4項目)、comparability(2項目)、outcome/exposure(3項目)の3つの大項目から構成され計9項目ある。また、NOSは、合計得点が高いほど文献の質が高いことを示し、得点に応じてgood quality(6以上)、fair quality(4-5)、poor quality(0-3)に分類される³⁴⁾³⁵⁾。

結 果

1. 検索結果 (図1)

論文検索と抽出結果のフローは図1に示す。データベースで検索式を用いて検索した結果は402件該当したが、その内、重複文献58件を除外し344件となった。それらの344件の文献については、タイトルと抄録から一次スクリーニングを実施して14件を抽出した。次に、これらの文献の本文を精読し二次スクリーニングした結果は9件が該当しハンドサーチから1件追加して最終的に10件の文献を採択した。スクリーニングにより抽出された文献は表1のとおりである。

2. 研究の特徴 (表1)

論文の抽出結果は表1に示す。若年群の年齢幅は平均年齢20~25歳、サンプルサイズは13~34名であった³⁶⁻³⁸⁾⁴¹⁻⁴⁴⁾。中年群の年齢幅は平均年齢49~53歳、サンプルサイズは15名であった³⁸⁾⁴²⁾。高齢者の年齢幅は平均年齢65~85歳、サンプルサイズは12~97名であった³⁶⁻⁴⁵⁾。歩行計測においては、地面での歩行計測は7編³⁷⁻⁴⁰⁾⁴²⁻⁴⁴⁾、トレッドミルでの歩行計測は3編³⁶⁾⁴¹⁾⁴⁵⁾であった。その際の歩行速度においては、快適速度での計測8編³⁷⁻⁴⁴⁾、0.75~1.75 m/sでの計測2編³⁶⁾⁴⁵⁾であった。地面での歩行計測の場合は、直線歩行で3~12 mでの計測³⁷⁻³⁹⁾⁴⁴⁾であり、その他に90秒間の歩行計測が1編⁴⁰⁾あった。トレッドミル歩行計測の場合は、3~7分間での歩行計測であった³⁶⁾⁴¹⁾⁴⁵⁾。その他として通常の歩行計測とは別に注意や二重課題下での歩行計測を追加

して行った論文は3編あった³⁹⁻⁴¹⁾。

対象部位では、trunk (体幹)/thigh (大腿)/shank (下腿)を同時に計測している論文は1編³⁸⁾であった。thigh/shankを同時に計測している論文は6編³⁶⁾³⁷⁾³⁹⁾⁴¹⁾⁴³⁾⁴⁵⁾であった。thighのみの計測の論文は1編⁴²⁾であった。shankのみの計測の論文は2編⁴⁰⁾⁴⁴⁾であった。

対象筋ペアでは、様々な組み合わせパターンに分かれていた。trunkの計測は1編のみの報告で、腹直筋 (rectus abdominis : 以下, RA) / 脊柱起立筋 (erector spinae : ES), RA / 多裂筋 (multifidus : MF) の筋の組み合わせ評価³⁸⁾であった。thighの計測は8編で、主に内側広筋 (vastus medialis : 以下, VM) / 大腿二頭筋 (biceps femoris : 以下, BF), 外側広筋 (vastus lateralis : 以下, VL) / BF, 大腿直筋 (rectus femoris : 以下, RF) / BF の組み合わせ³⁶⁻³⁹⁾⁴¹⁻⁴³⁾⁴⁵⁾であり、他に中殿筋 (gluteus medius : GMED) / 長内転筋 (adductor longus : ADD)³⁸⁾, VM / 内側ハムストリングス (medial hamstring : MH)⁴³⁾, 外側大腿四頭筋 (lateral quadriceps femoris : LQ) / 外側腓腹筋 (lateral gastrocnemius : 以下, LG)⁴²⁾, 内側大腿四頭筋 (medial quadriceps femoris : MQ) / 内側腓腹筋 (medial gastrocnemius : MG)⁴²⁾ の筋の組み合わせ評価であった。shankの計測は9編で、前脛骨筋 (tibialis anterior : 以下, TA) / ヒラメ筋 (soleus : SOL)³⁶⁾⁴¹⁾⁴³⁻⁴⁵⁾, TA/LG³⁶⁾⁴⁰⁾⁴¹⁾, TA/MG³⁷⁻³⁹⁾⁴³⁾⁴⁵⁾ の筋の組み合わせ評価であった。

3. 品質評価結果 (表2)

NOSにて論文の質を評価した結果は、good qualityが9編、fair qualityが1編であった。

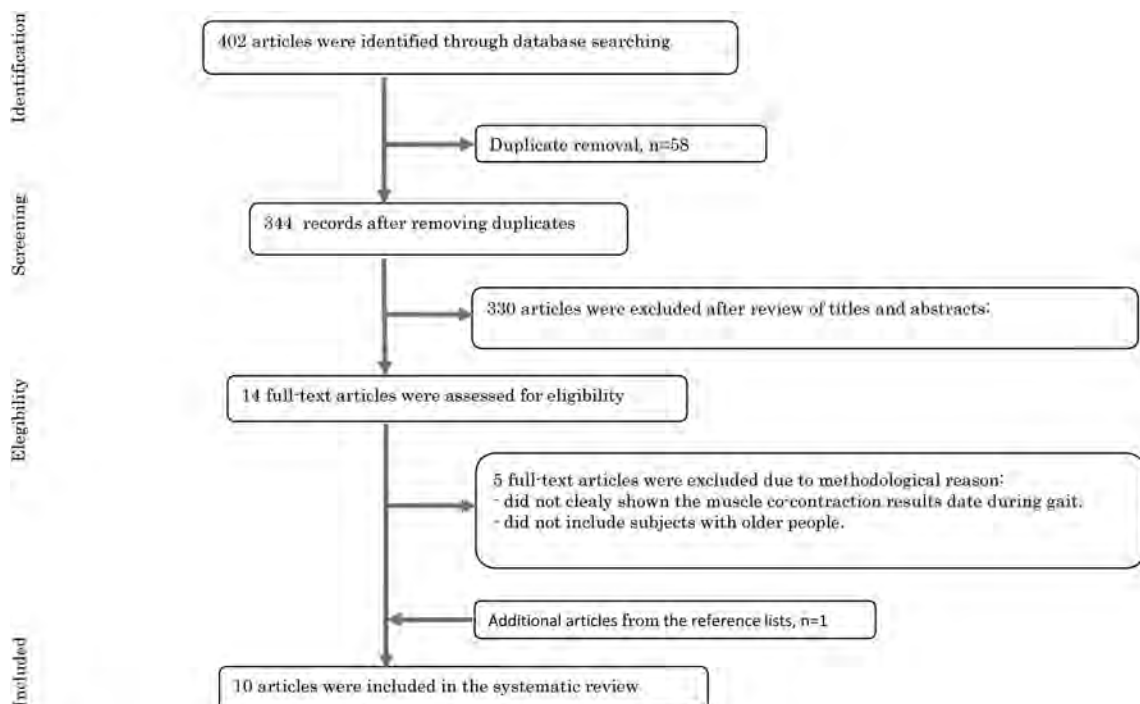


図1 PRISMA flow diagram representing the article search process

表1 Review results of muscle co-contraction during gait

No.	Author (year)	Participants (males/females)	Walking assessment protocol	Muscles pairs	Results MCo
1	Ortega <i>et al.</i> (2015) ³⁶⁾	Older adults: n = 12 (6/6) age: 74.7 ± 3.1 years Young adults: n = 13 (6/7) age: 22.3 ± 3.7 years	Walking at 1.3 m/s on a motorized treadmill at six different slopes (0%, 1.5%, 3.0%, 4.5%, 6.0%, 7.5% grade) for a 7-min trial per slope	(thigh) VM/BF VL/BF (shank) TA/SOL TA/LG	Thigh: Across the range of slopes, older adults activated co-contraction about the thigh 25% more often than young adults did. Shank: Co-contraction about the shank was similar between young and older adults.
2	Chandran <i>et al.</i> (2019) ³⁷⁾	Older adults: n = 19 (9/10) age: 74.4 ± 6.0 years Young adults: n = 20 (11/9) age: 25.7 ± 4.9 years	Walking along a 3-m walkway at a self-selected speed Performed barefoot	(thigh) VL/BF (shank) TA/MG	Thigh: Greater (17%–29%) thigh muscle co-contraction in older adults compared with young adults during the swing phase of walking. Shank: No difference in muscle co-contraction at the shank. No difference in muscle co-contraction at the thigh and shank in males and females during walking.
3	Lee <i>et al.</i> (2017) ³⁸⁾	Older adults: n = 16 (7/9) age: 76.8 ± 3.4 years Middle adults: n = 15 (8/7) age: 53.7 ± 2.5 years Young adults: n = 15 (8/7) age: 24.2 ± 2.7 years	Walking along a 6-m walkway at a self-selected speed Wore own athletic footwear	(trunk) RA/ES RA/MF (thigh) GMED/ ADD RF/BF VM/BF (shank) TA/MG	Trunk: Older adults had a significantly decreased CI_{trunk} (RA/ES; RA/MF) than middle and young adults did. (stance/swing phase) Thigh: Older adults had a significantly higher CI_{thigh} (RF/BF; VM/BF; GMED/ADD) than young adults did. (stance/swing phase) Shank: There were no significant differences in CI_{shank} (TA/MG) based on age. (stance phase) Older adults had a significant increase in CI_{shank} (TA/MG) than middle and young adults. (swing phase)
4	Mak <i>et al.</i> (2019) ³⁹⁾	OF: n = 37 (7/30) age: 70.7 ± 5.0 years ONF: n = 97 (33/64) age: 70.1 ± 4.7 years	Walking along a 6-m walkway at their natural pace under three attentional focus conditions: (1) internal (focus on your lower limb movement) (2) goal directed (focus on movement effects) (3) control (no specific instructions)	(thigh) RF/BF (shank) TA/MG	Thigh: Across all three conditions, co-contractions were greater in OF compared with ONF. Across both groups, co-contractions were greater in the control condition relative to the internal condition. Shank: Across all three conditions, co-contractions were greater in OF compared with ONF. No significant differences were observed between all three conditions in ONF. OF demonstrated significantly greater co-contractions during internal condition compared with goal-directed condition.
5	Lo <i>et al.</i> (2017) ⁴⁰⁾	Older adults: n = 56 (13/43) age: 85.4 ± 5.9 years	Walking along indoor hallway for 90 seconds under two conditions: (1) normal walking (NW) (2) dual-task walking (DT) (verbally performing serial subtractions of 5 from 500)	(shank) TA/LG	Shank: There was a significant and positive association between co-contraction and age in the stride and swing phases during the normal walking and in the swing phase during the dual-task walking. Stride and stance co-contraction levels were inversely associated with gait speed during the dual-task walking but not during the normal walking. Stride co-contraction levels were positively associated with stride time during the dual-task walking.
6	Hallal <i>et al.</i> (2013) ⁴¹⁾	Older women: n = 18 age: 65.33 ± 3.14 years Young women: n = 17 age: 21.47 ± 2.06 years	Walking on the treadmill at their self-selected pace for 3 min under two conditions: (1) normal gait (2) apprehensive gait	(thigh) RF/BF VM/BF VL/BF (shank) TA/SOL TA/LG	Thigh/Shank: Older women increased co-contraction of thigh (VM/BF) and shank (TA/GL and TA/SO) stabilizer muscles during both gait conditions as compared with young women. Thigh: Co-contraction of thigh muscles was higher during apprehensive gait than during normal gait in older women and young women. Shank: No differences were observed about the co-contraction of shank muscles during apprehensive gait and normal gait in older women and young women.
7	Rudolph <i>et al.</i> (2007) ⁴²⁾	Older adults: n = 14 (4/10) age: 68.8 years Middle adults: n = 15 (8/7) age: 49.2 years Knee osteoarthritis: n = 15 (8/7) age: 49.2 years Young adults: n = 15 (7/8) age: 20.6 years	Walking at a self-selected speed along a 9-m walkway for 10 trials	(thigh) LQ/LH LQ/LG MQ/MH MQ/MG	Thigh: There were no differences in muscle co-contraction among older and middle and young adults, although only the knee osteoarthritis group showed higher co-contraction than young adults in the LQ/LG and MQ/MG muscle pairs. No differences were observed between subjects with knee osteoarthritis group and age-matched middle adults. Although there was no statistically significant difference between any MCo pairs, older adults had a higher tendency than young adults, similar to the knee osteoarthritis group.
8	Peterson <i>et al.</i> (2010) ⁴³⁾	Older adults: n = 14 (6/8) male age: 72.7 ± 5.3 years female age: 69.9 ± 2.3 years Young adults: n = 14 (6/8) male age: 24.7 ± 2.9 years female age: 26.4 ± 2.8 years	Walking along a 10-m walkway at preferred walking speed Wore own athletic footwear	(thigh) VM/BF VM/MH (shank) TA/SOL TA/MG	Thigh/Shank: Older adults reflected significantly higher co-contraction than young adults about the thigh but not the shank. Total co-contraction index was also larger for older adults.

表1 Review results of muscle co-contraction during gait (Continued)

No.	Author (year)	Participants (males/females)	Walking assessment protocol	Muscles pairs	Results MCo
9	Nagai <i>et al.</i> (2011) ⁴⁴⁾	Older adults: n = 46 (10/36) age: 82.0±7.5 years Young adults: n = 34 (14/20) age: 22.1±2.3 years	Walking trails at their preferred speed over a 12-m walkway	(shank) TA/SOL	Shank: Older adults had significantly higher CI _{shank} than young adults did for gait.
10	Beck <i>et al.</i> (2018) ⁴⁵⁾	Older walkers: n = 15 (4/11) age: 68.9±3.0 years Older runners: n = 15 (10/5) age: 68.9±4.7 years	Walking on a dual-belt treadmill for 7 min at each speed (0.75, 1.25, 1.75 m/s)	(thigh) VM/BF RF/BF (shank) TA/SOL TA/MG	Shank: At 0.75 m/s, stride CI _{shank} was 16% greater in older runners compared with older walkers. Thigh/Shank: No other CI _{thigh/shank} was statistically different between older walkers and older runners.

RA: rectus abdominis, ES: erector spinae, MF: multifidus, GMED: gluteus medius, ADD: adductor longus, RF: rectus femoris, BF: biceps femoris, MH: medial hamstring, LH: lateral hamstring, VL: vastus lateralis, VM: vastus medialis, LQ: lateral quadriceps femoris, MQ: medial quadriceps femoris, TA: tibialis anterior, SOL: soleus, LG: lateral gastrocnemius muscle, MG: medial gastrocnemius muscle, OF: older fallers, ONF: older nonfallers, CI: co-contraction index.

表2 Newcastle-Ottawa assessment for case-control studies

Author	Year	Selection				Comparability		Outcome			Total (/9)
		1)	2)	3)	4)	1)		1)	2)	3)	
① Ortega ³⁶⁾	2015	★	★		★	★★		★	★		7
② Chandran ³⁷⁾	2019	★	★		★	★		★	★		6
③ Lee ³⁸⁾	2017	★	★			★		★	★		5
④ Mak ³⁹⁾	2019	★	★	★	★	★★		★	★		8
⑤ Lo ⁴⁰⁾	2017	★	★		★			★	★	★	6
⑥ Hallal ⁴¹⁾	2013	★	★		★	★		★	★		6
⑦ Rudolph ⁴²⁾	2007	★	★	★	★	★		★	★		7
⑧ Peterson ⁴³⁾	2010	★	★	★	★	★★		★	★		8
⑨ Nagai ⁴⁴⁾	2011	★	★		★			★	★	★	6
⑩ Beck ⁴⁵⁾	2018	★	★		★	★		★	★		6

4. 調査結果 (表1)

1) trunk

高齢者の歩行時のtrunkのMCo値は、若年者と比較し有意に低い結果を示す報告が1編³⁸⁾あった。

2) thigh

高齢者の歩行時のthighのMCo値は、若年者と比較し有意に高い報告が5編^{36-38) 41) 43)}であった。若年者と高齢者間で統計的に有意な変化はないが若年者より高齢者で増加傾向の報告が1編⁴²⁾あった。また、同文献⁴²⁾より補足の報告では、対象が同年代である中年群と変形性膝関節症 (knee osteoarthritis: 以下, KOA) 群の間では有意な変化はなかったが、若年者と比較しKOA群でのみ有意な高い報告であった。さらに他の補足の報告として転倒経験の有無による高齢者間の報告が1編³⁹⁾あり、older non-fallers (転倒経験がない高齢者) よりも older fallers (転倒経験がある高齢者) で有意に高い報告であった。また、生活・運動習慣の違いによる高齢者間の報告も1編⁴⁵⁾あり、older walkers (普段の生活が歩行のみの高齢者) と older runners (ジョギングを習慣とする高齢者) 間で有意な変化は無い報告であった。

3) shank

高齢者の歩行時のshankのMCo値は、若年者と有意な変化は無い報告が3編^{36) 37) 43)}と若年者よりも有意に高い報告が3編^{38) 41) 44)}あった。補足の報告として、年齢とMCo値に有意な正の相関の報告が1編⁴⁰⁾、転倒経験の有無による高齢者間の報告が1編³⁹⁾あり older non-fallers よりも older fallers で有意に高い報告であった。また、生活・運動習慣の違いによる高齢者間の報告も1編⁴⁵⁾あり 0.75 m/sの遅い歩行速度のみ、older walkers よりも older runners で有意に高い報告であった。

4) trunk/thigh/shankの相対関係性

今回のレビュー結果では、対象者内での対象部位間の相対関係性についての明確な言及はなかった。

考 察

本システマティックレビュー研究は、加齢の変化により神経筋機能低下の影響で生体内の変化が生じる高齢者の歩行時MCoにおける評価対象部位別の変化の特徴に着目した。そして、加齢の変化による高齢者の歩行時MCo戦略パターン変化の特徴を捉え、高齢者の歩行時

MCoにおける知見と評価・治療の発展に寄与することを目的とした。今回のレビュー結果では、高齢者の歩行時MCoの特徴について、いくつかの特徴的所見が得られた。高齢者は若年・成人群と比べ歩行時のtrunkのMCoが低く、下肢MCoで高い特徴所見がみられた。下肢の中でも主にthighのMCoが高く、shankは一樣の結果ではなかった。転倒経験のある高齢者ではthigh/shank両部位での下肢MCoが高い特徴所見を示した。

対象部位別の歩行時MCoレビュー結果の知見において、高齢者の歩行時のtrunkのMCoに関するレビュー結果の知見は、若年者より低い結果を示した³⁸⁾。先行研究では、歩行中のtrunkの安定性制御の低下は、trunkの不安定性を誘発し転倒リスクが高いとされる⁴⁶⁾。そして、適切なtrunkのMCoが動的バランスと歩行効率を高めると報告している⁴⁷⁾⁴⁸⁾。今回のレビュー研究の報告では、高齢者の歩行時のtrunkのMCoが、若年者・中年成人よりも低く、対照的に下肢MCoで増加傾向であった³⁸⁾。また、歩行時のtrunkのMCo低下は、歩行の遅さとも相関していた³⁸⁾。これらの知見より、高齢者では歩行時において、trunkのMCoが低く、trunkの安定性低下が推測され、その代償として下肢MCo増加による補償的戦略の適応が推察された。

高齢者の歩行時のthighのMCoに関するレビュー結果の知見は、若年者より高い傾向を示した。先行研究の報告では、高齢の転倒経験者は膝伸筋強度が低く、歩行中の初期接地においてRF筋活性の減少と関連し、これを補うために、歩行中のthighのMCoが高かったと報告⁴⁹⁾している。Pereiraらの研究でも、膝伸筋群(RF, VM, VL)対膝屈筋(BF)の高レベルのMCoが膝伸筋強度の低下と関連していたと報告⁵⁰⁾している。今回のレビュー結果でも、高齢者の歩行時のthighのMCoは、若年者より高いことから膝伸筋群の筋力低下との関連が推察された。そのため、高齢者は、歩行時にthighのMCo増加により、動作時の膝関節安定化を図り、隣接関節との影響の有無とともに歩行時の安定性確保の代償戦略を図っていると推察された。

高齢者の歩行時のshankのMCoに関するレビュー結果の知見は、若年者と比較し一樣の結果ではなかったが、転倒経験のある高齢者では高い特徴所見を示した。先行研究では、高齢者における静的および動的な姿勢制御課題中のshankのMCo増加による関節剛性戦略^{44) 51) 52)}や代謝コストの増加と関係した報告⁵³⁾がある。また、shankのMCo増加は、歩行時のpush-off時のGL筋による推進生成能力低下や歩行速度低下と関連する報告⁵⁴⁾がある。今回のレビュー結果では、加齢により変化した高齢者の歩行時のshankのMCoは一樣の結果ではなかったが、転倒経験のある高齢者ではshankのMCo増加が示された。転倒経験のある高齢者は歩行能力の低下が推測さ

れるため、その補償としてshankのMCo増加により下肢の安定性確保を図る代償戦略が推察された。

今回の評価対象部位ごとの得られたレビュー結果より、若年者から高齢者へと加齢による変化とともに歩行時MCoの戦略パターンに一定変化の特徴を推察することができた。加齢により変化した高齢者の歩行時MCo戦略パターンは、trunkのMCoが低く、thighの下肢MCoで高い特徴がみられた。さらに転倒経験のある高齢者でthigh/shank両部位で下肢MCoの高い特徴を示した。このように、加齢により変化した高齢者は歩行時にthighでの下肢MCo増加により下肢の安定性確保を図るが、転倒経験のある転倒リスクが高い高齢者では、さらに歩行が不安定になると推測されthigh/shank両部位での下肢MCo増加により下肢の安定性確保を図るものと推察された。

このように加齢の変化により高齢者の歩行時MCo戦略パターンは、trunkのMCoが低く、trunkの安定性低下の補償として下肢MCo増加により下肢剛性力を高めて歩行時の安定性確保を図る適応変化が起きていると推察された。一方、若年者の歩行時MCo戦略パターンの特徴は高齢者と逆で、trunkのMCoが高齢者よりも高く、下肢MCoは高齢者よりも低い活動パターンで遂行する特徴が推察された。若年者は歩行時のtrunkの安定性が確保されることで、下肢の剛性力を必要とせずに下肢の運動自由度を保持し、歩行時の滑らかな下肢の動きの確保とともに歩行安定性を図る適応ができていていると推察した。

研究限界

今回の研究における限界として以下の点があげられる。1) 本研究で最終的に採択されたレビュー研究は10件と限られた。2) 各研究により、対象筋ペアや評価対象部位の着目点の違いがみられた。3) 歩行時MCo値の適正値または異常値とされる基準は明らかにできなかった。また、様々なMCo値の算出方法による影響の言及はできなかった。それでも、今回のレビュー研究は、加齢により神経筋機能低下の影響で生体内の変化が生じる高齢者において、歩行時MCoの対象部位ごとの特徴の変化を明示することができた唯一のレビュー論文であり、加齢による歩行能力の変化の知見を提示しさらなる研究の一助となり得る。そして、歩行機能の低下は老化プロセスの過程に影響することから、歩行時において生体内の変化の一つであるMCoの特徴を捉えることで、出来るだけ快適で安定した歩行機能を確保し、生活の質や健康寿命延伸に貢献するための治療戦略の発展に寄与すると考える。

結 論

今回のレビュー結果より、高齢者の歩行時MCoにおける評価対象部位ごとの特徴や戦略変化の推察を明示することができた。加齢の変化により高齢者の歩行時ではtrunkのMCoが低く、下肢MCoで高い特徴所見がみられた。下肢MCoでも主にthighが高くshankは一樣の結果ではなかった。加齢の変化により、高齢者は下肢MCo増加により下肢剛性を高めて歩行時の安定性確保を図る適応変化が起こっていると推察された。

利 益 相 反

著者は利益相反がないことを宣言します。

文 献

- Doherty TJ: Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol.* 2003; 95: 1717–1727.
- Janssen I, Heymsfield SB, *et al.*: Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *J Appl Physiol.* 2000; 89: 81–88.
- Lynch NA, Metter EJ, *et al.*: Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol.* 1999; 86: 188–194.
- Lexell J, Taylor CC, *et al.*: What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci.* 1988; 84: 275–294.
- Kaya RD, Nakazawa M, *et al.*: Interrelationship between muscle strength, motor units, and aging. *Exp Gerontol.* 2013; 48: 920–925.
- Hakkinen K, Kallinen M, *et al.*: Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol.* 1998; 84: 1341–1349.
- Acuña SA, Francis CA, *et al.*: The effects of cognitive load and optical flow on antagonist leg muscle coactivation during walking for young and older adults. *J Electromyogr Kinesiol.* 2019; 44: 8–14.
- Schmitz A, Silder A, *et al.*: Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009; 19: 1085–1091.
- Hortobágyi T, Solnik S, *et al.*: Interaction between age and gait velocity in the amplitude and timing of antagonist muscle coactivation. *Gait Posture.* 2009; 29: 558–564.
- Busse ME, Wiles CM, *et al.*: Co-activation: its association with weakness and specific neurological pathology. *J Neuroeng Rehabil.* 2006; 3: 1–26.
- Winter DA: *Biomechanics and motor control of human movement.* 4th ed, John Wiley & Sons, New York, 2009, pp. 250–295.
- Souissi H, Zory R, *et al.*: Comparison of methodologies to assess muscle co-contraction during gait. *J Biomech.* 2017; 57: 141–145.
- Den Otter AR, Geurts ACH, *et al.*: Gait recovery is not associated with changes in the temporal patterning of muscle activity during treadmill walking in patients with post-stroke hemiparesis. *Clin Neurophysiol.* 2006; 117: 4–15.
- Roetenberg D, Buurke JH, *et al.*: Surface electromyography analysis for variable gait. *Gait Posture.* 2003; 18: 109–117.
- Darainy M, Ostry DJ: Muscle cocontraction following dynamics learning. *Exp Brain Res.* 2008; 190: 153–163.
- Franklin DW, Osu R, *et al.*: Adaptation to stable and unstable dynamics achieved by combined impedance control and inverse dynamics model. *J Neurophysiol.* 2003; 90: 3270–3282.
- Heald JB, Franklin DW, *et al.*: Increasing muscle co-contraction speeds up internal model acquisition during dynamic motor learning. *Sci Rep.* 2018; 8: 16355.
- Clément G, Rézette D: Motor behavior underlying the control of an upside-down vertical posture. *Exp Brain Res.* 1985; 59: 478–484.
- Franklin DW, So U, *et al.*: Impedance control balances stability with metabolically costly muscle activation. *J Neurophysiol.* 2004; 92: 3097–3105.
- Doorenbosch CA, Harlaar J, *et al.*: Two strategies of transferring from sit-to-stand; The activation of monoarticular and biarticular muscles. *J Biomech.* 1994; 27: 1299–1307.
- Van Ingen Schenau GJ, Boots PJ, *et al.*: The constrained control of force and position in multi-joint movements. *Neuroscience.* 1992; 46: 197–207.
- DaSilva MM, Chandran VD, *et al.*: Muscle co-contractions are greater in older adults during walking at self-selected speeds over uneven compared to even surfaces. *J Biomech.* 2021; 128: 110718.
- Hortobágyi T, Devita P: Muscle pre- and coactivity during downward stepping are associated with leg stiffness in aging. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000; 10: 117–126.
- Sakurai S, Ohtsuki T: Muscle activity and accuracy of performance of the smash stroke in badminton with reference to skill and practice. *J Sports Sci.* 2000; 18: 901–914.
- Mian OS, Thom JM, *et al.*: Metabolic cost, mechanical work, and efficiency during walking in young and older men. *Acta Physiol (Oxf).* 2006; 186: 127–139.
- Martin PE, Rothstein DE, *et al.*: Effects of age and physical activity status on the speed-aerobic demand relationship of walking. *J Appl Physiol.* 1992; 73: 200–206.
- Lee LW, Kerrigan DC: Identification of kinetic differences between fallers and nonfallers in the elderly1. *Am J Phys Med Rehabil.* 1999; 78: 242–246.
- Woollacott MH, Von Hosten C, *et al.*: Relation between muscle response onset and body segmental movements during postural perturbations in humans. *Exp Brain Res.* 1988; 72: 593–604.
- Franz JR, Kram R: How does age affect leg muscle activity/coactivity during uphill and downhill walking? *Gait Posture.* 2013; 37: 378–384.
- Hortobágyi T, Finch A, *et al.*: Association between muscle activation and metabolic cost of walking in young and old adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2011; 66: 541–547.
- Kerrigan DC, Lee LW, *et al.*: Kinetic alterations independent of walking speed in elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000; 81: 730–735.
- Larsen AH, Puggaard L, *et al.*: Comparison of ground reaction forces and antagonist muscle coactivation during stair walking with ageing. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008; 18: 568–580.
- 上岡洋晴, 金子善博, 他: 「PRISMA2020声明: システムティックレビュー報告のための更新版ガイドライン」の解説と日本語訳. *薬理と治療.* 2021; 49: 831–842.
- Stang A: Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa Scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol.* 2010; 25: 603–605.
- Akter S, Goto A, *et al.*: Smoking and the risk of type 2 diabetes in Japan: A systematic review and meta-analysis. *J Epidemiol.* 2017; 27: 553–561.
- Ortega JD, Farley CT: Effects of aging on mechanical efficiency and muscle activation during level and uphill walking. *J Electromyogr Kinesiol.* 2015; 25: 193–198.
- Chandran VD, Calalo JA, *et al.*: Knee muscle co-contractions are greater in old compared to young adults during walking and

- stair use. *Gait Posture*. 2019; 73: 315–322.
- 38) Lee HJ, Chang WH, *et al.*: Age-related differences in muscle co-activation during locomotion and their relationship with gait speed: A pilot study. *BMC Geriatr*. 2017; 17: 1–8.
 - 39) Mak TC, Young WR, *et al.*: The role of attentional focus on walking efficiency among older fallers and non-fallers. *Age Ageing*. 2019; 48: 811–816.
 - 40) Lo J, Lo OY, *et al.*: Functional implications of muscle co-contraction during gait in advanced age. *Gait Posture*. 2017; 53: 110–114.
 - 41) Hallal CZ, Marques NR, *et al.*: Electromyographic patterns of lower limb muscles during apprehensive gait in younger and older female adults. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013; 23: 1145–1149.
 - 42) Rudolph KS, Schmitt LC, *et al.*: Age-related changes in strength, joint laxity, and walking patterns: Are they related to knee osteoarthritis? *Phys Ther*. 2007; 87: 1422–1432.
 - 43) Peterson DS, Martin PE: Effects of age and walking speed on coactivation and cost of walking in healthy adults. *Gait Posture*. 2010; 31: 355–359.
 - 44) Nagai K, Yamada M, *et al.*: Differences in muscle coactivation during postural control between healthy older and young adults. *Arch Gerontol Geriatr*. 2011; 53: 338–343.
 - 45) Beck ON, Grabowski AM, *et al.*: Neither total muscle activation nor co-activation explains the youthful walking economy of older runners. *Gait Posture*. 2018; 65: 163–168.
 - 46) Latt MD, Menz HB, *et al.*: Acceleration patterns of the head and pelvis during gait in older people with Parkinson's disease: A comparison of fallers and nonfallers. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2009; 64: 700–706.
 - 47) Nakakubo S, Doi T, *et al.*: Does arm swing emphasized deliberately increase the trunk stability during walking in the elderly adults? *Gait Posture*. 2014; 40: 516–520.
 - 48) van Schooten KS, Sloot LH, *et al.*: Sensitivity of trunk variability and stability measures to balance impairments induced by galvanic vestibular stimulation during gait. *Gait Posture*. 2011; 33: 656–660.
 - 49) Crozara LF, Morcelli MH, *et al.*: Motor readiness and joint torque production in lower limbs of older women fallers and non-fallers. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013; 23: 1131–1138.
 - 50) Pereira MP, Gonçalves M: Muscular coactivation (CA) around the knee reduces power production in elderly women. *Arch Gerontol Geriatr*. 2011; 52: 317–321.
 - 51) Wang Y, Watanabe K, *et al.*: Aging effect of muscle synergies in stepping forth during a forward perturbation. *Eur J Appl Physiol*. 2017; 117: 201–211.
 - 52) Donath L, Kurz E, *et al.*: Leg and trunk muscle coordination and postural sway during increasingly difficult standing balance tasks in young and older adults. *Maturitas*. 2016; 91: 60–68.
 - 53) Piche E, Chorin F, *et al.*: Metabolic cost and co-contraction during walking at different speeds in young and old adults. *Gait Posture*. 2022; 91: 111–116.
 - 54) Henriksson M, Henriksson J, *et al.*: Gait initiation characteristics in elderly patients with unilateral vestibular impairment. *Gait Posture*. 2011; 33: 661–667.

総説

シリーズ 「理学療法におけるデバイステクノロジーの活用」

連載第2回 Magnetic Resonance Imaging による筋機能研究に
基づいた理学療法の可能性*木下一雄¹⁾

はじめに

理学療法評価の目的は運動制限の原因となっている運動能力の要素を明らかにし、患者に最適な治療プログラムの立案と治療の効果判定に役立てることである。運動能力の要素の中でも筋機能の評価に関しては徒手筋力測定法やHand Held Dynamometerを用いた筋力測定、筋電図を使用した骨格筋の筋活動評価、超音波診断装置を使用した筋厚や筋の弾性の評価などが試みられている。徒手筋力測定やHand Held Dynamometerを用いた筋力測定は、主動作筋と補助筋などが関節を介して作用した筋出力を簡便に評価することができるが、各筋の筋力を個別に評価することは難しい。表面筋電図や超音波診断装置は主に表層筋を測定する場合が多く、特に超音波診断装置は動作中の形状変化の影響が少ない筋の機能評価に適している。骨盤や股関節周囲の深層筋に対しては厚い表層筋に覆われており、動作中の形状変化も大きく、機能評価に苦労することが多い。

以前より深層筋の機能評価は針筋電図¹⁻³⁾やコンピュータ断層撮影 (computed tomography: 以下, CT)⁴⁾、磁気共鳴画像法 (magnetic resonance imaging: 以下, MRI)⁵⁾⁶⁾などが用いられている。針筋電図を用いた研究では針やワイヤー電極を筋腹に直接挿入し、動作時の筋活動を評価しているが、侵襲を伴うため評価の実施には倫理的な課題が残る。CTを用いた研究では筋断面積⁷⁾や骨格筋量⁸⁾⁹⁾の測定が可能であり、近年ではCT値を用いた筋質の評価¹⁰⁾が活発に行われている。CTによる骨格筋量

の測定は、測定による誤差は少なく選択的に被検筋の計測が可能であるが、被曝による被検者への影響が課題となる。一方、MRIを用いた評価は人体への影響が少なく筋線維や脂肪組織など軟部組織間の分解能が高いため軟部組織の評価や測定に適している。MRIは撮像面を任意に設定することで表層筋だけではなく深層筋に対しても多層的な機能評価が可能である。MRIを活用した先行研究には筋断面積¹¹⁻¹³⁾の測定、筋線維組成の評価¹⁴⁾、MRIの緩和時間 (以下, T_2 値) を用いた筋活動評価⁵⁾⁶⁾が報告されている。そこで本稿においては筋機能の評価機器として活用されているMRIに注目し、先行研究や自験例を紹介しながらMRIを活用した筋機能評価方法とその臨床的活用方法について述べる。

MRIの基本原理と特徴

MRIはX線と違い、静磁場内で主に水素原子核 (以下, プロトン) に高周波パルスを照射することで共鳴を起こし、励起した状態から元の状態に戻る過程を画像化している¹⁵⁾。つまり、簡単に言うと組織内のプロトンのエネルギー平衡の回復および持続過程を画像化したものである。この緩和現象を表す時定数として縦緩和時間 (以下, T_1 値) と T_2 値があり、浮腫、炎症、変性などでは T_1 値は小さく (画像上は黒く)、 T_2 値は大きく (画像上は白く) になり、脂肪組織では T_1 値は大きく (画像上は白く) なる (表1)。例えば、通常の骨格筋は T_2 値で黒く映し出されるが、炎症などで筋内に水分子が溜まると白く見える部分が増える。また、習慣的に運動している人の骨格筋は T_1 強調画像で黒くなるが、運動をあまりしない人の骨格筋は筋内の脂肪が増えるため脂肪が沈着している部分は白い画像となる (図1)¹⁶⁾。

MRIを用いて筋機能の評価をする利点は、1) 解像度が高いため、骨格筋の形態的特性を正確に測定できる、2) T_1 値、 T_2 値の計測により筋の生理学的⁵⁾⁶⁾、生化学的¹⁷⁾な評価が可能である、3) 表層筋だけではなく深層筋の筋機能に関して左右同時に、多層的に任意の断

* Possibility of Physical Therapy Based on Muscle Function Studies by Using Magnetic Resonance Imaging

1) 東京慈恵会医科大学附属病院リハビリテーション科
(〒105-0003 東京都港区西新橋3丁目19-18)

Kazuo Kinoshita, PT: Department of Rehabilitation Medicine, The Jikei University Hospital

キーワード: magnetic resonance imaging (MRI), T_2 値, 筋機能評価, 内閉鎖筋, 外閉鎖筋



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

© 2024 日本理学療法学会連合

面で測定が可能である。一方、MRIを用いた評価の欠点としては、1) 検査時間が長い、2) 心臓ペースメーカーなど体内に金属がある場合は測定ができない、3) MRIの撮像中は安静が必要であり、小児など安静を維持することが難しい場合の測定は難しい、4) 運動前後に T_1 値、 T_2 値を測定する場合、運動後からMRI撮像までの時間が測定結果に影響する、5) MRIの設備費、運転コストが高いことが考えられる。これらの点を考慮し、測定目的や対象により測定方法を工夫する必要がある。

MRIを用いた先行研究

1. 筋断面積や筋体積の研究

当初、筋断面積の測定は屍体の筋を摘出し、筋体積を筋長で除して計測していた。1980年代後半よりMRIが

表1 MRIの組織別信号強度

信号強度	T_1			T_2		
	低	中	高	低	中	高
骨	○			○		
脂肪			○		○	
骨格筋		○		○		
浮腫 自由水 炎症	○					○

研究分野に活用されるようになり、MRIを用いて筋断面積や筋体積の測定が試みられてきた。筋断面積は被検筋の横断画像（解剖学的断面積）より算出し（図2）¹⁸⁾、筋体積に関しては全筋長で測定した横断面積にスライス厚を乗じて算出可能である。ただ筋の形態的に紡錘筋もあれば羽状筋もあるため、筋力などの筋機能と比較するには生理学的断面積を用いる必要がある。生理学的断面積はMRIにて筋体積を測定し、超音波で測定した筋線維長で除して生理学的断面積を算出する方法やFukunagaら¹¹⁾の方法でも測定可能である。先行研究には、Fukunagaら¹¹⁾が下腿筋の横断画像より生理学的筋断面積、筋体積を計測した報告や秋間ら¹²⁾が等速性膝伸展筋力と大腿四頭筋および各筋の筋断面積との相関を調べた報告がある。MRIを用いて筋断面積や筋体積を計測する場合の注意点として、筋内には筋線維の他に脂肪組織や結合組織も含まれており筋断面積を過大評価する可能性もある。Overendら¹³⁾は加齢に伴い筋間の脂肪が蓄積されると報告している。また、Akimaら¹⁹⁾は外側広筋と大腿二頭筋の筋内脂肪とプロトン磁気共鳴分光法（proton magnetic resonance spectroscopy： ^1H -MRS）から求めた筋細胞内・外脂肪との関係を検討した結果、筋内脂肪は主に筋細胞外にある脂肪を反映している可能性があ

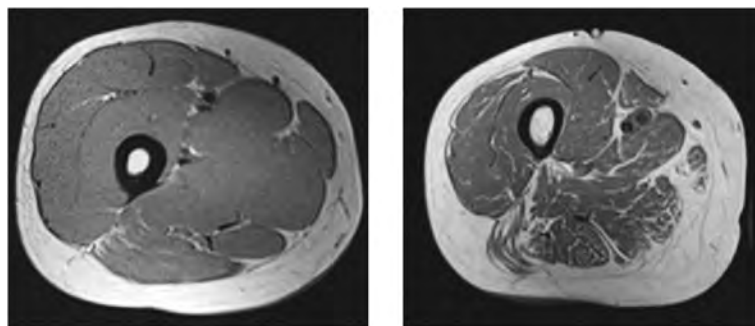


図1 高齢者における大腿中央部のMRI- T_1 強調画像¹⁶⁾

健常高齢者（左図）では、皮下脂肪が少なく、筋実質が大部分を占める。一方、虚弱高齢者（右図）では、筋萎縮だけでなく、筋内脂肪浸潤を認める。

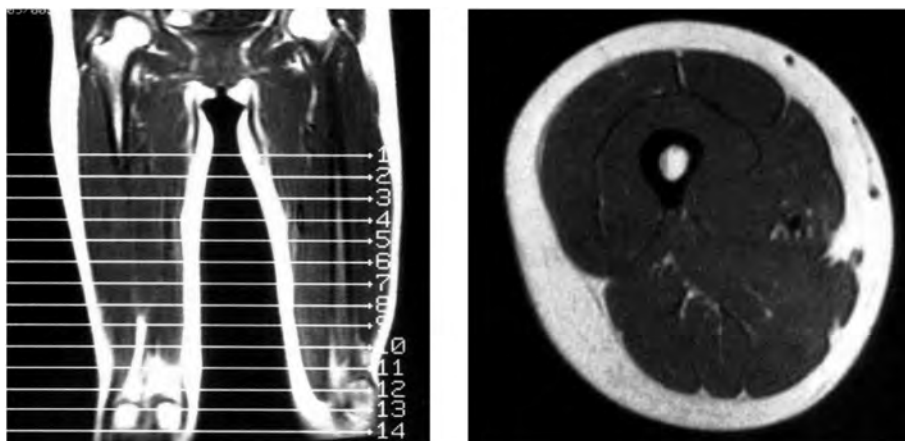


図2 MRIによる筋断面積の計測（大腿部）¹⁸⁾

ると報告している。したがって、高齢者やサルコペニアを対象として筋量評価を行う場合、次に述べる筋質も考慮した筋機能の解釈が望ましい。

2. 筋質評価の研究

筋質の評価は2010年頃よりサルコペニアや集中治療室獲得性筋力低下 (Intensive Care Unit-acquired weakness : ICU-AW) に関連した研究にて注目されている。筋質とは筋内の脂肪組織や結合組織の量、あるいは細胞外液比などを指標として評価する。筋質の評価にはMRIのほか生体電気インピーダンス法、超音波法、CT値などが用いられている。MRIによる筋質の評価は T_1 値の脂肪と筋線維の信号強度の違いを利用して算出する。MRIの画像では骨格筋よりも脂肪組織の T_1 値が高値であるため、脂肪組織は白く描写される (図1)¹⁶⁾。Malyら²⁰⁾はMRIを用いて T_1 値による大腿四頭筋の筋内脂肪量を計測し、膝伸展筋力、運動パフォーマンス能力と比較し、大腿四頭筋の筋内脂肪量の増加は変形性膝関節症の発症リスクであると報告した。同じく、Raynauldら²¹⁾も内側広筋への脂肪浸潤が変形性膝関節症の進行に関係すると報告している。これらの研究は表層筋に対する筋質の研究であるが、MRIの利点としては深層筋に対しても左右同時に選択的に測定が可能であるため、今後の研究に期待したい。

3. 筋線維組成の研究

筋線維組成は運動パフォーマンスを評価するにあたり重要な運動能力の要素である。筋線維は収縮特性の違いにより主にTypeI線維 (遅筋線維) とTypeII線維 (速筋線維) に分類される。以前は筋生検により筋線維組成を測定し、分類してきたが、測定の実施にあたり倫理的な課題がある。MRIにおいては筋線維組成と緩和時間の違いを利用しTypeI線維とTypeII線維に分類が可能である。久野ら¹⁴⁾はMRIのTypeII線維の割合と T_1 値または T_2 値は非常に高い相関関係があり、TypeII線維の割合が大きいほど T_1 値または T_2 値も高値を示したと報告した。MRIを用いた筋線維組成の測定は非侵襲的であり、深層筋の筋機能評価に活用できる。

4. 筋活動評価の研究

MRIの T_2 値を用いて骨格筋の活動状態を評価することが可能である。MRIの T_2 値は骨格筋の収縮による筋細胞内外の水分子量の変化を反映していると考えられている。筋細胞内の水分子は蛋白質などの生体高分子に結合している水 (結合水) と筋細胞内を自由に移動している水 (自由水) に分類できる。筋収縮によって水分子量が増加する機序は未だに明らかになっていないが、筋細胞の結合水が自由水に変化して自由水の量が相対的に増

加する説と、筋収縮によって細胞内浸透圧が変化し、細胞内の水分子の量が増加する説、乳酸などの代謝産物の増加によって血管外浸透圧が変化し、細胞外水分子量が増加する説がある。 T_2 値を用いた筋活動研究は、1988年にFleckensteinら²²⁾が初めて報告した。Yueら²³⁾は運動負荷量と T_2 値の増加には正の相関関係があると報告し、Adamsら²⁴⁾は骨格筋の収縮様式 (求心性収縮と遠心性収縮) の違いも T_2 値は反映したと報告している。このようにMRI、 T_2 値を用いて筋機能の解明が試みられている。次に、このMRIの特性を活用した股関節の深層筋に対する筆者の研究を紹介し、臨床現場における活用方法について述べる。

5. MRIを用いた内閉鎖筋、外閉鎖筋の筋活動に関する研究⁵⁾

股関節の深層筋に対しては、超音波や筋電図による機能評価が困難な場合が多く、屍体解剖や針筋電図を用いて検討されていた。屍体解剖では、股関節の短外旋筋群の起始と停止から推測した作用ベクトルをもとに機能的役割が推測されている。また、Delpら²⁵⁾は屍体を用いて股関節の屈曲角度の変化に伴う股関節周囲筋のモーメントアームを計測し、短外旋筋群の機能的特徴を報告した。しかし、運動に伴う短外旋筋群の筋活動評価はあまり実施されておらず、短外旋筋群に対する運動課題や運動負荷量に関しては明らかにされていなかった。そこで筆者は短外旋筋群のなかでも股関節の運動軸を作り、衝撃吸収作用があるとされている内閉鎖筋と外閉鎖筋に着目して検討を行った。まず、屍体解剖を用いて股関節屈曲角度の違いによる作用ベクトルを確認した (図3)²⁶⁾。内閉鎖筋の外旋作用は、屈曲0°で最も強く、屈曲角度の増加に伴い外旋作用は低下し、屈曲90°では停止腱と大腿骨軸を結んだ筋の走行が一直線になり外転作用が優位になると考えられた。外閉鎖筋に関しては、屈曲0°から90°にかけて外旋作用があり、停止腱と大腿骨が直交した屈曲40~50°で外旋作用が強いと考えられた。次に、これらの屍体解剖からの知見をもとに運動課題を決定し (図4)、MRI、 T_2 値を用いて内閉鎖筋、外閉鎖筋の筋活動を評価した。MRIの撮像は、1.5T、医療診断用MRI (MAGNETOM SYMPHONY, SIEMENS社製) を使用し、スピンエコー法 (マルチエコー法) にて撮像した。撮像条件は、撮像視野 (field of view : FOV) 300×300 mm, 256×256 matrix, 繰り返し時間 (repetition time : TR) 3,000 ms, エコー時間 (echo time : TE) 20~120 ms, スライス厚3 mmのシーケンスで実施した。撮像した T_2 強調画像より内閉鎖筋、外閉鎖筋に2か所の関心領域 (region of interest : 以下, ROI) を設定し (図5)、その平均値を T_2 値とした。結果は、外旋運動課題および内転運動課題では内閉鎖筋よりも外閉鎖筋の筋活動が有意に

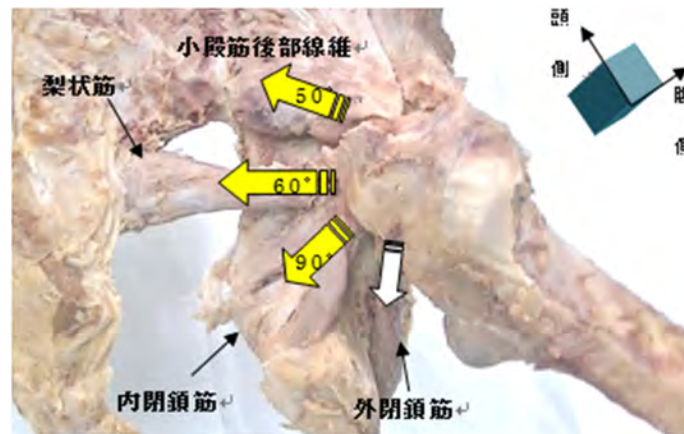


図3 股関節の屈曲角度の違いによる短外旋筋群の機能²⁶⁾

図内の矢印は停止腱と大腿骨軸を結んだ筋の走行が一直線上になり、筋の回旋作用が少なくなる角度を示す。

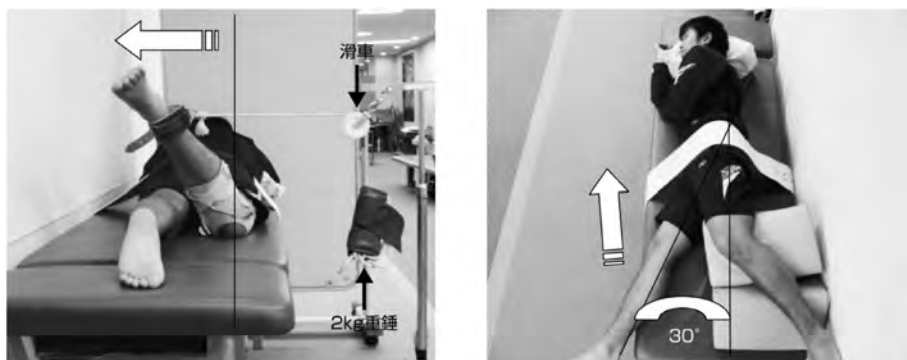


図4 運動課題⁵⁾

左図は滑車の先に2kgの重錘を付け、それを下腿にベルトで巻き付け股関節の外旋を実施した(外旋運動課題)。右図は股関節屈曲30°(歩行時の踵接地期を想定)とし股関節の内転を実施した(内転運動課題)。

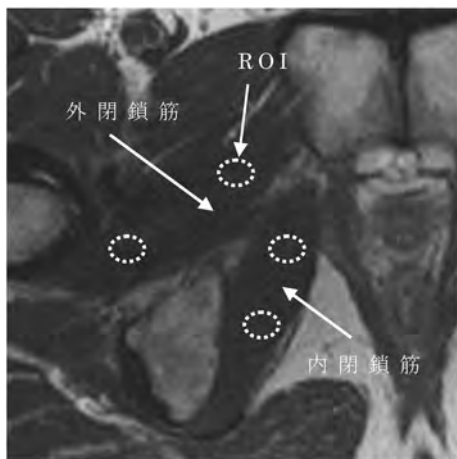


図5 MRI画像上のROIの設定⁵⁾

増加していた(表2)。外旋運動課題では、股関節中間位では股関節外旋モーメントアームは外閉鎖筋よりも内閉鎖筋の方が大きく²⁵⁾、内閉鎖筋の T_2 値が大きくなると予想していたが、結果は外閉鎖筋の T_2 値増加率が大きくなった。その要因として大殿筋、内転筋群などの共同筋の筋活動や運動肢位、運動負荷量、筋線維組成の違いなどの影響が考えられ、一概にモーメントアームなどの位置的特性だけでは説明がつかないその他の要因がある

と考えられた。内転運動課題に関しては、内閉鎖筋に比べ外閉鎖筋の T_2 値増加率が有意に高値となった。股関節屈曲30°における両筋の作用は、外閉鎖筋は内転作用、内閉鎖筋は外転作用であるため、外閉鎖筋の T_2 値が増加したと考えた。これはMRI、 T_2 値が動作筋の筋活動を反映している結果であると考えられる。

6. MRI、 T_2 値による筋活動評価の注意点

MRIは、組織内のプロトンのエネルギー平衡の回復および持続過程を画像化したものである。そのため、運動後の T_2 値を測定する場合にはできるだけ運動直後に測定するように、MRI検査室の近くで運動課題を実施する工夫が必要である。また、股関節短外旋筋群などの深層筋の筋活動評価をする場合、骨盤や股関節のアライメントによって筋の作用が変化するため運動肢位における深層筋の作用を確認する必要がある。短外旋筋群に対する運動負荷が強い場合は表層筋の代償性収縮が生じやすくなるため、運動負荷量を細かく調整することが望ましい。 T_2 値の測定では、筋内腱や筋膜は高値となり測定誤差が生じやすくなるので、ROIは筋内腱や筋膜を避けて設定する。

表2 MRI T₂ 値の結果⁵⁾

	安静時	外旋運動後	T ₂ 値増加率 (%) (*)	内転運動後	T ₂ 値増加率 (%) (**)	各運動間の比較
外閉鎖筋	40.0±1.8	44.2±3.6	10.6±8.1	42.7±2.3	6.6±3.8	***
内閉鎖筋	40.3±0.9	42.8±1.9	6.2±4.8	41.3±1.4	2.3±2.4	n.s

(平均値±標準偏差) 単位: ms.

*: p<0.05 外旋運動における外閉鎖筋と内閉鎖筋の T₂ 値増加率の比較.

**: p<0.05 内転運動における外閉鎖筋と内閉鎖筋の T₂ 値増加率の比較.

***: p<0.05 外閉鎖筋における外旋運動と内転運動の増加率の比較.



図6 外閉鎖筋に対する運動課題

MRI 研究の臨床活用

運動器疾患に対する理学療法において股関節の安定化は重要な要素であり、内閉鎖筋、外閉鎖筋はその役割を担っているとされている。筆者の研究より外旋運動および内転運動は、外閉鎖筋の筋活動の賦活に役立つと考えられるが、臨床的には内閉鎖筋、外閉鎖筋の筋収縮を直接確認できないため、運動課題を実施する場合には工夫が必要である。

まず、外旋運動は、腹臥位で実施するので対象者は視覚的に動作を確認できない。そのため外旋運動を実施する場合には対象者に大転子を触知させ、他動的に外旋運動を行いながら股関節の外旋運動を認知させることが重要である。また、大殿筋や内転筋群などの表層筋による代償動作を少なくするように、外旋運動時には表層筋を触知させ、過剰な筋収縮に注意する(図6)。外旋運動の効果に関しては外旋運動前後での股関節の可動性や疼痛の程度を評価し検証する。動作時の股関節の安定化に関しては外閉鎖筋と腸腰筋のカップリング機能も重要であり、共同筋を賦活させながら可動性や疼痛の程度、動作時のアライメントなどをチェックし、総合的に安定性を評価することが必要である。

おわりに

MRIを用いた筋機能評価は、骨格筋に対して解像度が高く、非侵襲的、多層的に測定可能であり、骨格筋の形態的特性、生理的特性の解明に活用できると考えられる。特に、股関節深層筋をはじめ形態的に複雑な頸部筋

や体幹筋の機能評価にも有用である。理学療法における科学的根拠が必須となっており、測定機器の技術の革新と共にそれらを活用した一つ一つの結果の積み重ねが理学療法の礎となると考える。

付記: 本稿は「Magnetic Resonance Imaging (MRI) の特性を用いた単一運動課題における内閉鎖筋、外閉鎖筋の筋活動の差異についての検討」⁵⁾、理学療法ジャーナル 44(12): 1114-1115, 2010から図1~3、表1~2を一部改変して転載した。

文 献

- Andersson E, Oddsson L, *et al.*: The role of the psoas and iliacus muscles for stability and movement of the lumbar spine, pelvis and hip. *Scand J Med Sci Sports*. 1995; 5: 10-16.
- Basmajian JV: Electromyography of iliopsoas. *Anat Rec*. 1958; 132: 127-132.
- Floyd WF, Silver PHS: The function of the electors spine muscle in certain movements and postures in man. *J Physiol*. 1995; 129: 184-203.
- Mitsiopoulos N, Baumgartner RN, *et al.*: Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *J Appl Physiol*. 1998; 85: 115-122.
- 木下一雄, 平野和宏, 他: Magnetic Resonance Imaging (MRI) の特性を用いた単一運動課題における内閉鎖筋、外閉鎖筋の筋活動の差異についての検討. *PTジャーナル*. 2010; 44: 1113-1117.
- 平野和宏, 木下一雄, 他: MRIを用いた腸骨筋機能の検討—屍体解剖による所見を基に—. *理学療法学*. 2009; 36: 356-363.
- Garfinkel S, Cafarelli E: Relative changes in maximal force, EMG, and muscle cross-sectional area after isometric training. *Med Sci Sports Exerc*. 1992; 24: 1220-1227.
- Eric SO, Terri B, *et al.*: CT muscle density, d3cr muscle mass, and body fat associations with physical performance, mobility outcomes, and mortality risk in older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2022; 77: 790-799.
- Steven BH, Cristina CG, *et al.*: Skeletal muscle mass and quality: evolution of modern measurement concepts in the context of sarcopenia. *Proc Nutr Soc*. 2015; 74: 355-366.
- Oba H, Matsui Y, *et al.*: Evaluation of muscle quality and quantity for the assessment of sarcopenia using mid-thigh computed tomography: A cohort study. *BMC Geriatr*. 2021; 21: 4-13.
- Fukunaga T, Roy R, *et al.*: Physiological cross-sectional area of human leg muscles based on magnetic resonance imaging. *J Orthop Res*. 1992; 10: 928-934.
- 秋間 広, 久野譜也, 他: 異なる部位における大腿四頭筋

- の各筋頭の筋断面積および筋線維組成が等速性膝伸展筋力に及ぼす影響. 体育学研究. 1995; 39: 417-427.
- 13) Overend T, Cunningham DA, *et al.*: Knee extensor and knee flexor strength: Cross-sectional area ratios in young and elderly men. J Gerontol. 1992; 47: 204-210.
- 14) 久野 譜也, 勝田 茂, 他: 磁気共鳴映像法 (MRI) による筋線維組成の推定. 体力科学. 1988; 37: 376-382.
- 15) 山下敏彦: PT・OTのための画像のみかた. 金原出版. 東京, 2016, p. 1
- 16) 谷口匡史: 骨格筋機能評価と臨床応用の最前線. バイオメカニズム学会誌. 2021; 45: 30-36.
- 17) Weidman ER, Charles H, *et al.*: Muscle activity localization with ³¹P spectroscopy and calculated T2-weighted ¹H images. Invest Radiol. 1991; 26: 309-316.
- 18) 秋間 広, 久野 譜也, 他: 中強度 (60%Vo2max) の持久性トレーニングにともなうヒトの大腿部における筋の形態的特性および脚筋力の変化. 体力科学. 1995; 44: 365-374.
- 19) Akima H, Hioki M, *et al.*: Intramuscular adipose tissue determined by T₁-weighted MRI at 3T primarily reflects extramyocellular lipids. Magn Reson Imaging. 2016; 4: 397-403.
- 20) Maly MR, Kristina MC, *et al.*: Relationship of intermuscular fat volume in the thigh with knee extensor strength and physical performance in women at risk of or with knee osteoarthritis. Arthritis Care Res (Hoboken). 2013; 65: 44-52.
- 21) Raynauld JP, Pelletier JP, *et al.*: Magnetic resonance imaging-assessed vastus medialis muscle fat content and risk for knee osteoarthritis progression: Relevance from a clinical trial. Arthritis Care Res (Hoboken). 2015; 67: 1406-1415.
- 22) Fleckenstein JL, Canbyet RC, *et al.*: Acute effects of exercise on MR Imaging of skeletal muscle in normal volunteers. AJR Am J Roentgenol. 1988; 151: 231-237.
- 23) Yue G, Alexander AL, *et al.*: Sensitivity of muscle proton spin-spin relaxation time as an index of muscle activation. J Appl Physiol. 1994; 77: 84-92.
- 24) Adams GR, Harris RT, *et al.*: Mapping of electrical muscle stimulation using MRI. J Appl Physiol. 1993; 74: 532-537.
- 25) Delp S, Hesse WE, *et al.*: Variation of rotation moment arms with hip flexion. J Biomech. 1999; 32: 493-501.
- 26) 木下一雄, 平野和宏: 中高年の股関節の痛み 機能解剖からみた股関節周囲筋のトレーニング. 臨床スポーツ医学. 2014; 31: 182-189.

総説

シリーズ 「自主練習の指導・処方における考え方」

連載第2回 急性期病院における変形性関節症に対する
自主練習の考え方*尾藤 貴宣¹⁾ 安藤 貴洋¹⁾

はじめに

変形性関節症 (Osteoarthritis: 以下, OA) は, 関節軟骨の変性や骨棘形成等によって特徴づけられる関節疾患であり, 関節痛や関節腫脹をきたすとされている¹⁾。変形性股関節症 (Hip Osteoarthritis: 以下, 股OA) と変形性膝関節症 (Knee Osteoarthritis: 以下, 膝OA) はそれぞれ理学療法分野において多く経験するOA疾患である。OAは最も一般的な慢性疾患の一つであり, 海外の一般成人の全有病率は股OAでは11%, 膝OAでは24%であるとされている²⁾。本邦において単純X線診断による股OAの有病率は1.0～4.3%で, 男性は0～2.0%, 女性は2.0～7.5%と女性に多く, 発症年齢の平均は40～50歳であると報告されている³⁾。さらに, 平均寿命が延びればOAの患者数は増加するとされている⁴⁾。超高齢社会の現代および未来において, 理学療法の対象症例としての需要がさらに増してくるものと考ええる。

定期的な身体活動を行う患者は, 再発, 改善不良, 障害発生の問題が生じづらいとされる⁵⁾。臨床現場では理学療法の効果を補完すべく, 理学療法に加えてホームエクササイズを含む自主練習を患者に指導する。したがって患者の自主練習実施の遵守が期待される。また新型コロナウイルス感染症によるコロナ禍において, 世界ではパンデミック時に受診が中断や延期となり, 急性期や急性期後, 外来リハビリテーションが受けられなくなった事例が報告されている⁶⁾。本邦においても新型コロナウイルスによって未曾有の国難となり, 大きな混乱を招いたことは記憶に新しい。このような厄災の回避が保証さ

れていない状況においては, 理学療法士が実施する理学療法に加えて, OA患者自身による自主練習の重要性が強調される。

本稿では股OAと膝OAに罹患して手術目的に急性期病院に入院した患者に対する術前から退院後を含めた期間の自主練習について, OAや人工関節全置換術 (Total Joint Arthroplasty: 以下, TJA) に関する理学療法の現状や効果とあわせて述べる。

OAに対する理学療法の効果

1. 股OAおよび膝OAに対する理学療法の現状

股OAに対する理学療法としては筋力増強練習・関節可動域 (Range of Motion: 以下, ROM) 練習・歩行練習・有酸素運動・生活指導等の保存療法が実施されるが, 状況によって関節温存術や人工股関節全置換術 (Total Hip Arthroplasty: 以下, THA) 等の手術療法が選択される。THA後においては, クリニカルパスに沿って理学療法が実施され, 退院後も術式等を考慮して運動療法の継続や脱臼予防動作および股関節に過剰な負担がかからない日常生活動作 (Activities of Daily Living: 以下, ADL) の習得, ならびに杖の使用等個々の患者に応じた生活指導が必要であるとされている⁷⁾。膝OAではKellgren-Lawrence分類: 1～2では, 保存療法として理学療法が選択される。内容は大腿四頭筋筋力増強練習・ROM練習・装具療法・歩行練習・有酸素運動等の項目が挙げられるが, 同じく状況によって人工膝関節全置換術 (Total Knee Arthroplasty: 以下, TKA) 等の手術療法の選択もあり得る⁸⁾。

2. 股OAへの理学療法介入効果

股OAへの理学療法介入による治療効果については, 現状のところ膝OAほどエビデンスが十分にあるわけではないが, ランダム化比較試験 (Randomized Controlled Trial: 以下, RCT) による予後予測研究が有益な情報を報告している⁹⁾。股OAの理学療法介入群 (徒手療法群,

* The Concept of Self-training for Osteoarthritis in Acute Care Hospitals

1) 岐阜大学医学部附属病院リハビリテーション部

(〒501-1112 岐阜県岐阜市柳戸1番1)

Takanobu Bito, PT, MSc, Takahiro Ando, PT, MSc: Department of Rehabilitation, Gifu University Hospital

キーワード: 変形性関節症, 理学療法効果, 自主練習, アドヒアランス



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

© 2024 日本理学療法学会連合

運動療法群、もしくは徒手療法+運動療法群)は68名で、アウトカム指標として1年後の疼痛や身体機能、患者自身の自覚的变化(Global Rating of Change Scale)が用いられた。理学療法介入での改善者の割合(事前確率)は32.4%であった。治療効果がありに對しての予測因子としては、片側の股関節痛、症状の持続時間が1年未満、40 m歩行テストが25.9秒以下、58歳以下、股関節痛が6/10以上の5因子が抽出された。各予測因子を有していた場合の改善者の割合(陽性的中率;事後確率)は、片側の股関節痛で42%、症状の持続時間が1年未満で72%、40 m歩行テストが25.9秒以下で54%、58歳以下で61%、股関節痛が6/10以上で69%であった。一方で片側の股関節痛ありに該当しない場合の非改善者の割合(陰性的中率)は91%と高い確率であり、このことは両側の股関節痛を有している者では理学療法による改善効果が低いということを表している。これらの5因子のうち1つも当てはまる因子がない場合、つまりは良い結果となる因子が一つもない場合に理学療法効果が得られる可能性は1%未満であり、2因子以上当てはまると65%、3因子以上では99%以上の確率となる。さらにCochrane reviewでのメタアナリシスにおいても、疼痛、身体機能に對して運動療法(筋力増強練習、ROM練習、有酸素運動)介入の即時効果および持続効果(3~6ヶ月)が示されている¹⁰⁾。

以上のように保存療法として股OAに對する運動療法の効果がエビデンスベースで明らかとなってきたが、はたして理学療法は手術を回避させる程の効果があるのかという疑問が浮かび上がる。これに對しては股OA患者を長期的に追跡したRCTが答えてくれている¹¹⁾。この研究によると運動療法群とコントロール群でTHAが施行されるまでの期間(中央値)はそれぞれ5.4年と3.5年であり、THA回避のハザード比は0.56(95%信頼区間:0.32~0.96)であった。つまり運動療法によりTHAを44%回避できたことを意味する。このように理学療法は疼痛や身体機能等の改善に加え、THAの回避にも効果的であることが示されている。

3. 膝OAへの理学療法介入効果

膝OAへの理学療法の効果については、国際変形性関節症学会(Osteo Arthritis Research Society International:以下、OARSI)が2008年に公開したガイドラインで示されており、日本整形外科学会(The Japanese Orthopaedic Association:以下、JOA)もOARSIのガイドラインに基づき日本人用に適合した膝OAガイドラインを2011年に発表している。両ガイドラインではOAに對する運動療法として筋力増強練習・ROM練習・有酸素運動の3つが望ましいとされている¹²⁾¹³⁾。運動療法の推奨度は、JOAの膝OAガイドラインで94%(95%信頼区間:88~100)、

OARSIで96%(95%信頼区間:93~99)と、非薬物療法の中でも重要度が非常に高い項目となっている。特に有酸素運動と筋力増強練習を含む運動療法がすべての調査項目の中で比較的高めの効果量となっている点も極めて特徴的である。

OARSIは2014年に膝OAに關する新たなガイドラインを発表している¹⁴⁾。この改訂版では、膝以外のOAの有無、併存症(糖尿病・高血圧・腎不全・消化管出血・心疾患・うつ病・肥満等による活動制限等)の有無によって患者が4群に分けられ、群ごとに治療法を3段階(推奨、不明、非推奨)で評価されている。中でも運動療法、自己管理・教育および減量については、システマティックレビューおよびメタアナリシスの結果に基づいて評価がなされており、これらの項目はいずれも膝以外のOAの有無および併存症の有無に關わらず「推奨」との評価を受けている。そして2008年のOARSIのガイドラインと同様、運動療法は膝OAに對するあらゆる治療項目の中で、比較的效果量が高いことが示されている。

さらに2019年にOARSIは膝OAおよび股OAに關する最新版ガイドラインを発表している¹⁵⁾。この最新版では理学療法等の非薬物療法が唯一「核心的な治療として強い推奨」とされている。具体的には膝OAへの治療として患者教育、運動療法および減量は有効かつ安全であると判断されており、これらの効果は合併症の有無にはよらないとされている。なお患者教育については、OAの進行状態やセルフケア方法に關する情報提供、治療効果への前向きな期待を促すことが奨励されている。ちなみに股OAへの核心的な治療としては、運動療法と患者教育の2つのみが挙げられている。なお股OAに對する食事療法についてはエビデンスの観点から核心的な治療から外れており、一部の患者(Body Mass Index ≥ 30 kg/m²等)においてのみ推奨されるという位置付けとなった(Level 2)。このように膝OAに關しては、理学療法を始め、多くの非薬物療法の有効性がガイドラインベースで示されている。

また膝OAでも股OAと同様、理学療法介入による手術回避効果が報告されている¹⁶⁾。膝OA患者207例を対象とした研究では、初診時のX線進行度により対象者をIからV度(数字が大きいほど重症)へ分類している。そして運動療法として筋力増強練習とROM練習をホームエクササイズベースで実施するよう指導し、平均37.7ヶ月間追跡をしている。結果手術適応となったのは、II度では6%(運動療法継続率は94%)、III度では15%(運動療法継続率は85%)、IV~Vでは61%(運動療法継続率は39%)であった。また運動療法継続症例の日本整形外科学会変形性膝関節症治療成績判定基準(以下、膝関節JOAスコア)は初診時平均70.7点が追跡評価時に83.6点へ有意に改善した。この膝関節JOAスコアの

改善は重症度に関わらず認められた。IV～V度の膝OAが高度に進行した症例では多くが手術適応となったが、あわせて重症度が高いほど運動療法継続率が低くなる可能性が示唆されることも興味深い。このことは重症度別にプランを変更する必要性も示唆される。しかしながら重症度が高くても約4割の症例が運動療法を継続し、疼痛とADL障害軽減を維持していたことは意義として大きい。なお全症例の運動療法の継続率は82.5%であったが、適切なレベル（1日2回以上）をクリアしている者は46.8%であった。このホームエクササイズに対するアドヒアランス低下の問題はOA保存期における運動療法を推奨する上での一つの課題である。

TJA 周術期の理学療法の効果

1. TJAの長期的予後

THA適用後の長期的予後についてFujitaら¹⁷⁾は、身体活動量は時間の経過とともに改善し、1年後には健常者群の80～90%へ達し、Quality of Life（以下、QOL）については健常者群と同等となることを報告している。一方TKA適用後についてBadeら¹⁸⁾は、大腿四頭筋筋力、膝屈曲・伸展ROM、Timed Up and Go Test（TUG）、階段昇降テスト、6分間歩行テスト（6-minute Walk Test：6MWT）は術後半年時点では健常者群レベルまで到達しておらず、健常成人のレベルまで改善するためには、より積極的なリハビリテーションが必要であることを報告している。しかしながらTKA前後のQOLの比較について、Shanら¹⁹⁾によるメタアナリシスでは中・長期の術後QOLスコアは術前よりも良好で、5年後の満足度は75%であったと報告されている。以上のように様々な報告があるが、TJA術後はTHA・TKAともに概ね良好な経過を辿ることが分かる。

2. TJAの術前理学療法の効果

TJAの術前理学療法が、術後の機能予後に与える影響についての報告はやや否定的である。Carliら²⁰⁾は術前理学療法を行ってもTHAやTKA後の健康関連QOLや機能は、コントロール群に比して改善しない可能性があるとしている。Wangら²¹⁾も同様に、術前は理学療法が術後早期の疼痛と機能をわずかに改善する可能性があったが、入院期間（Length of Stay：以下、LOS）、QOL、費用には影響を及ぼさなかったとしている。TKAの術前理学療法の効果を報告した研究²²⁻²⁵⁾では短期効果および中期効果を認めている。一方で長期的には術前理学療法の効果は時間の経過とともに減少し、術前理学療法を行わなかったコントロール群に対して差が縮まることを報告している（表1）。

さらにEnhanced Recovery After Surgeryの学会推奨事項として、TJAの術前理学療法以外に術前患者教育と術後

表1 TKAに対する術前理学療法による術後効果

	短期（術後1日～1ヶ月）	中期（術後6週～3ヶ月）	長期（術後6ヶ月～1年）
疼痛	○	○	
筋力	○	○	
ROM	○	○	
10 m 歩行テスト	×	×	×
TUG	○	○	×
立ち座りテスト	×	○	×
6MWT	×	×	×
階段テスト	○	○	
健康関連QOL	○	○	
LOS	○		×

文献22-25)より引用。※○：コントロール群と比較して改善された項目、×：改善されなかった項目。

TKA: Total Arthroplasty, ROM: Range of Motion, TUG: Timed Up and Go Test, 6MWT: 6-minute Walk Test, QOL: Quality of Life, LOS: Length of Stay.

の早期離床が挙げられており²⁶⁾、いずれも実施を強く推奨されている。術前患者教育は退院を早める等の術後アウトカムに独立した影響を及ぼすことは示されていないが、有害事象は少なく、術前の不安を軽減することが報告されている。早期離床については筋萎縮、肺機能低下、インスリン抵抗性の増加、組織酸素化の障害、血栓塞栓症リスクの増加を予防し、入院期間を短縮させるとされている。これは海外の報告であり本邦の診療体系と異なるものの、有益な情報であると考えられる。

3. TJAの術後理学療法の効果

変形性股関節症診療ガイドライン³⁾によるとTHA術後のリハビリテーションは歩行能力、筋力、ROMおよび心理状態の向上に有用であるとされており、その推奨グレードはB（中等度の根拠に基づいており、行うように推奨する）である。一方Minns Loweら²⁷⁾は既存の研究の質も満足いくものでないため、退院後の理学療法が効果的でないと結論づけるのは早計であるが、THA退院後理学療法は筋力、ROM、身体機能、QOLの改善において、どの程度有効であるかはまだ確立されていないと述べている。この研究では退院後に従来の筋力増強練習、ROM練習を毎日または1～4回／週を5～8週行ったとしている。またSkofferら²⁸⁾はTHA術後の漸増抵抗トレーニングは筋力、身体機能改善に有用であるが、同様にそのエビデンスは十分ではないとしている。しかしながら前述のガイドラインでは、標準的な理学療法以外に自転車エルゴメーター駆動の有用性を挙げている。Liebsら²⁹⁾によると術後2週目以降に少なくとも週3回、3週間、最小負荷（30 W）の設定で自転車エルゴメーターを行った群は、コントロール群に比して健康関連QOLと患者満足度が高く、特に術後3ヶ月と術後2年において健康関連QOLが高かったと報告している。岐阜大学医学部附属病院（以下、当院）ではTHA術後2週

あたりから自転車エルゴメーター駆動練習を実施している。股関節屈曲ROMが脱臼肢位である過屈曲位とならないように座面高を設定し、介入時間：10分程度、負荷：機器の最小負荷、回転数：60回転／分程度で実施している。なおアップライト型エルゴメーターへの乗降が困難な症例にはリカンベント型のエルゴメーターを適宜選択する。

TKA術後理学療法についてArtzら³⁰⁾は術後の最小限の理学療法と比して通常の理学療法を実施した群は、術後3～4ヶ月時点で疼痛、身体機能が改善したと報告している。Fatoyeら³¹⁾もTKA後の理学療法介入によって3～4ヶ月時点ではROM、術後12～13週時点では疼痛と身体機能改善に有用であったと述べている。いずれも同様の時期で中期的効果は認めるが、長期的効果は不十分であると結論付けている。以上によりOAへの理学療法と異なり、TJA術後の理学療法は種類と効果について限定的であると言わざるを得ない。

TJA周術期の自主練習（術前から退院後を含めた期間）

1. 当院のラピッドリカバリープログラム（Rapid Recovery Program：以下、RRP）とクリニカルパス

当院では概ね術前3週間時点で外来受診したTHA・TKA予定の患者にZIMMER BIOMET社提供のRRPが導入される。その際に患者へパンフレット、持ち物リスト、住宅環境調査票、自主練習用のガイドブック（図1）を配布している。あわせてリハビリテーション室にて周術期の経過、自主練習の方法、術後の生活と禁忌肢位についてのビデオ鑑賞（図2）を実施し、配布されたガイドブックに従って、理学療法士が実際に自主練習を指導する。ガイドブックは術前自主練習のみでなく、術後理学療法や退院後の自主練習に活用可能である。そして手術直前に入院した際に術前理学療法評価を実施し、術後に理学療法を開始している。

TJA後の標準的なプロトコルとして、当院では人工関節術後はTHA、TKAともに3週間のクリニカルパスに準じている。Ibrahimら³²⁾の報告ではクリニカルパスの導入は、TJA患者の機能的予後の改善とLOSの短縮に寄与する効果があるとしている。術後早期より離床を図り、疼痛管理、ROM練習、筋力増強練習、歩行練習を随時実施する。歩行は術後1週間ごとに両松葉杖歩行から片松葉杖歩行、T字杖歩行へと移行していく（図3）。歩行動作の獲得とともに、術後2週以降には階段昇降動作、床上動作、入浴動作、靴下着脱動作等のADL練習を実施し、術後21日時点で基本的に退院となる。このように当院の理学療法士の介入は、基本的に術前3週間時点～術後3週間時点のみである。

2. 自主練習の現状

これまで運動療法の重要性についてエビデンスベースで述べてきたが、その実施率かというと十分とは言えない状況である。整形外科クリニックでの6週間（12セッション）のプログラムで半数以上のセッションに参加した患者の割合は50%であったとされる³³⁾。在宅での自習練習プログラムにおける実施率はさらに低く、4週間のセッションで週5日以上実施できた者はわずか9.2%で、一度も実施できていなかった者は全体の36.6%を占めていたと報告されている³⁴⁾。

患者が意思決定プロセスをどのように構築するかは、患者の価値観や心構えに左右され、それらは感情やモチベーションの影響を受けるとされている³⁵⁾。また自主練習の実施率には対象者の社会的背景や心理的要因が関与すると言われている³⁶⁾。つまり整形疾患に対する運動療法の効果を十分に享受するには、アドヒアランスの向上を意識した取り組みが必須となる。

アドヒアランスを高める具体例としては電話でのサポート³⁷⁾³⁸⁾、行動心理学的アプローチ³⁹⁾⁴⁰⁾、日々の運動量の自己記録や医療者からのフィードバック⁴¹⁾等が報告されている。また運動療法の最初の取り組みとして、患者自身の意識が向上し、行動へのコミットが引き出される上で重要となるのが、医療者からの推奨である。つまりOAの病態やトレーニングの必要性を患者に説明する意義は患者の行動変容を引き出す上で極めて大きい。さらに運動に対する自己効力感が低い患者には、まずは適切なレベルではないにしてもプログラムのハードルを下げて（種類の選別、強度・回数・セット数の調



図1 患者配布用資料



図2 ビデオガイド

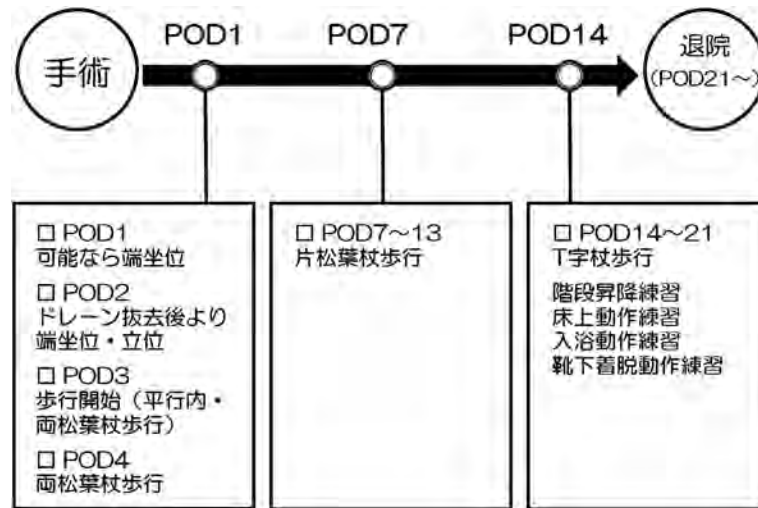


図3 当院のTJAの臨床パス
TJA: Total Joint Arthroplasty, POD: Postoperative Day.

整等)、運動の習慣化を図ることも大切である。そして周術期のリハビリテーションの際には、退院後の自主トレーニングの具体例を入院中から提示して実際に毎日行うことにより、退院後も自宅にて同様の運動をシームレスにこなすことが可能となると考えられる。

3. 推奨される自主練習

自主練習は上述の筋力増強練習、ROM練習、有酸素運動を基軸にRRPガイドブックから抜粋して紹介する。

1) 筋力増強練習

基本的な筋力増強プログラムを図4~10に示す。運動の頻度、回数の目安は、4~7回/週、10回を2~3セットとされている⁴²⁾。なお筋力増強練習を行う際の1回あたりの持続時間については対象者の筋力低下の状態と介入目的により異なる。

加齢に伴う筋力低下においてはTypeI（遅筋）線維よりもTypeII（速筋）線維が優位に萎縮する。すなわち動作速度の低下に加え、筋パワー（筋力×速度）の低下を引き起こし、延いては動的バランスの低下に繋がる。この場合の筋力増強練習の手法としては、5回立ち座りテストのようにできるだけ素早く立ち座りを行うようなトレーニングが適している⁴³⁾。つまり、加齢により骨格筋萎縮が強く、バランス能力の低下が認められる患者においては、素早い動作練習によりTypeII線維の賦活化を促すことでバランス能力の向上を図るのが相応しい。

一方で重症心疾患の合併等により急性期に臥床を余儀なくされた患者においては、TypeII線維（~4%/日）とともにTypeI線維（~3%/日）も同程度に低下する⁴⁴⁾。TypeI線維の萎縮は筋持久力や運動耐容能の低下にも繋がる。したがって、あえて瞬発的なトレーニングを導入する必要がない患者であれば、遠心性収縮の際に負荷がかかった状態を持続させる方法が筋力増強の観点から重



図4 スクワット
低体力者はテーブル等につかまってもよい。白抜き矢印は遠心性収縮方向を表す。



図5 Straight Leg Raising
白抜き矢印は遠心性収縮方向を表す。

要である⁴⁵⁾⁴⁶⁾。基本的に遠心性収縮では重力方向に運動を行うため、重力に合わせて自然落下させてしまいがちであるが、力が抜けないように数秒間（4秒等）かけて行うとよい。

2) ROM練習

基本的なROM練習プログラムを図11, 12に示す。図11は入浴中に行うのもよい。図12については膝蓋骨を上・下・左右・斜め等様々な方向に動かす。



図6 膝関節の伸展運動
白抜き矢印は遠心性収縮方向を表す。



図7 カーフレイズ
白抜き矢印は遠心性収縮方向を表す。



図8 股関節の外転運動
白抜き矢印は遠心性収縮方向を表す。



図9 ブリッジ
白抜き矢印は遠心性収縮方向を表す。



図10 Patella Setting



図11 下肢屈伸運動
滑りが悪いときはタオルを足下に置く。



図12 膝蓋骨モビライゼーション

3) 有酸素運動

歩行や自転車エルゴメーター駆動を推奨する。安全に歩行できる方法が望ましく、OA患者の疼痛を低減する観点から、必要に応じて適切な歩行補助具を選択する。疼痛が強い場合は自転車エルゴメーターや水中歩行を推奨する。目安としては30分程度、週に2～7回、少し息が弾む程度とする。

おわりに

股OA・膝OAにより急性期病院に入院した患者に対する自主練習について、OAやTJA周術期に関する理学療法の現状や効果とあわせて紹介した。自主練習の効果を能う限りに獲得するためには、患者の自己効力感の向上が鍵となる。そして運動療法の効果に深い理解を持った上で患者にプログラムを提供することにより、その熱意は患者に伝播し、結果として患者のモチベーションを効果的に引き出すことに寄与する。超高齢社会のただ中において、健康寿命の延伸は我々理学療法士に課せられたテーマであり、それを担うことができる職能が理学療

法士にはあると考える。本稿がその一助となれば幸甚の至りである。

文 献

- 1) 石黒直樹, 原田紀子, 他: 変形性関節症はなぜ痛いのか? 日本ペインクリニック学会誌. 2020; 27: 8-14.
- 2) Fernandes L, Hagen KB, *et al.*: European League Against Rheumatism (EULAR): EULAR recommendations for the non-pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2013; 72: 1125-1135.
- 3) 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会, 変形性股関節症診療ガイドライン策定委員会(編): 変形性股関節症診療ガイドライン2016, 改訂第2版. 日本整形外科学会, 日本股関節学会(監), 南江堂, 東京, 2016, pp. 10-29.
- 4) Carmona-Terés V, Lumillo-Gutiérrez I, *et al.*: Effectiveness and cost-effectiveness of a health coaching intervention to improve the lifestyle of patients with knee osteoarthritis: Cluster randomized clinical trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2015; 16: 1-12.
- 5) Holden MA, Haywood KL, *et al.*: Recommendations for exercise adherence measures in musculoskeletal settings: A systematic review and consensus meeting (protocol). *Syst Rev.* 2014; 3: 1-6.
- 6) Croft S, Fraser S: A scoping review of barriers and facilitators affecting the lives of people with disabilities during COVID-19. *Front Rehabil Sci.* 2022; 2: 784450.
- 7) 公益社団法人日本理学療法士協会: 理学療法ガイドライン, 第2版. 一般社団法人日本理学療法学会連合理学療法標準化検討委員会ガイドライン部会(編), 医学書院, 東京, 2021, pp. 397-423.
- 8) 公益社団法人日本理学療法士協会: 理学療法ガイドライン, 第2版. 一般社団法人日本理学療法学会連合理学療法標準化検討委員会ガイドライン部会(編), 医学書院, 東京, 2021, pp. 425-456.
- 9) Wright AA, Cook CE, *et al.*: Predictors of response to physical therapy intervention in patients with primary hip osteoarthritis. *Phys Ther.* 2011; 91: 510-524.
- 10) Fransen M, McConnell S, *et al.*: Exercise for osteoarthritis of the hip. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; 22: CD007912.
- 11) Svege I, Nordsletten L, *et al.*: Exercise therapy may postpone total hip replacement surgery in patients with hip osteoarthritis: A long-term follow-up of a randomised trial. *Ann Rheum Dis.* 2015; 74: 164-169.
- 12) Zhang W, Moskowitz RW, *et al.*: OARS recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARS evidence-based, expert consensus guidelines. *Osteoarthritis Cartilage.* 2008; 16: 137-162.
- 13) 津村 弘: 変形性膝関節症の管理に関するOARS勧告OARSによるエビデンスに基づくエキスパートコンセンサスガイドライン(日本整形外科学会変形性膝関節症診療ガイドライン策定委員会による適合理化終了版). 日本内科学会雑誌. 2017; 106: 75-83.
- 14) McAlindon TE, Bannuru RR, *et al.*: OARS guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014; 22: 363-388.
- 15) Bannuru RR, Osani MC, *et al.*: OARS guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2019; 27: 1578-1589.
- 16) 黒澤 尚: 変形性膝関節症の治療としてのリハビリテーション—運動療法ホームエクササイズの効果—. リハビリテーション医学. 2005; 42: 124-130.
- 17) Fujita K, Makimoto K, *et al.*: Prospective study of physical activity and quality of life in Japanese women undergoing total hip arthroplasty. *J Orthop Sci.* 2013; 18: 45-53.
- 18) Bade MJ, Kohrt WM, *et al.*: Outcomes before and after total knee arthroplasty compared to healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010; 40: 559-567.
- 19) Shan L, Shan B, *et al.*: Intermediate and long-term quality of life after total knee replacement: A systematic review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2015; 97: 156-168.
- 20) Carli F, Zavorsky GS: Optimizing functional exercise capacity in the elderly surgical population. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2005; 8: 23-32.
- 21) Wang L, Lee M, *et al.*: Does preoperative rehabilitation for patients planning to undergo joint replacement surgery improve outcomes? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open.* 2016; 6: e009857.
- 22) Gränicher P, Mulder L, *et al.*: Prehabilitation improves knee functioning before and within the first year after total knee arthroplasty: A systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2022; 52: 709-725.
- 23) Calatayud J, Casaña J, *et al.*: High-intensity preoperative training improves physical and functional recovery in the early post-operative periods after total knee arthroplasty: A randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017; 25: 2864-2872.
- 24) Skoffler B, Maribo T, *et al.*: Efficacy of preoperative progressive resistance training on postoperative outcomes in patients undergoing total knee arthroplasty. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2016; 68: 1239-1251.
- 25) Skoffler B, Maribo T, *et al.*: Efficacy of preoperative progressive resistance training in patients undergoing total knee arthroplasty: 12-month follow-up data from a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2020; 34: 82-90.
- 26) Wainwright TW, Gill M, *et al.*: Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations. *Acta Orthop.* 2020; 91: 3-19.
- 27) Minns Lowe CJ, Barker KL, *et al.*: Effectiveness of physiotherapy exercise following hip arthroplasty for osteoarthritis: A systematic review of clinical trials. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009; 10: 1-14.
- 28) Skoffler B, Dalgas U, *et al.*: Progressive resistance training before and after total hip and knee arthroplasty: A systematic review. *Clin Rehabil.* 2015; 29: 14-29.
- 29) Liebs TR, Herzberg W, *et al.*: Ergometer cycling after hip or knee replacement surgery: A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2010; 92: 814-822.
- 30) Artz N, Elvers KT, *et al.*: Effectiveness of physiotherapy exercise following total knee replacement: Systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2015; 16: 1-21.
- 31) Fatoye F, Yeowell G, *et al.*: Clinical and cost-effectiveness of physiotherapy interventions following total knee replacement: A systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021; 141: 1761-1778.
- 32) Ibrahim MS, Khan MA, *et al.*: Peri-operative interventions producing better functional outcomes and enhanced recovery following total hip and knee arthroplasty: An evidence-based review. *BMC Med.* 2013; 11: 1-9.
- 33) McLean SM, Klaber Moffett JA, *et al.*: A randomised controlled trial comparing graded exercise treatment and usual physiotherapy for patients with non-specific neck pain (the GET UP neck pain trial). *Man Ther.* 2013; 18: 199-205.
- 34) Forkan R, Pumper B, *et al.*: Exercise adherence following physical therapy intervention in older adults with impaired balance. *Phys Ther.* 2006; 86: 401-410.
- 35) McFadden D: Economic choices. *Am Econ Rev.* 2001; 91: 351-378.
- 36) Picorelli AMA, Pereira LSM, *et al.*: Adherence to exercise programs for older people is influenced by program characteristics

- and personal factors: A systematic review. *J Physiother.* 2014; 60: 151–156.
- 37) Asenlöf P, Denison E, *et al.*: Individually tailored treatment targeting activity, motor behavior, and cognition reduces pain-related disability: A randomized controlled trial in patients with musculoskeletal pain. *J Pain.* 2005; 6: 588–603.
 - 38) Ettinger WH Jr., Burns R, *et al.*: A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis. The Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST). *JAMA.* 1997; 277: 25–31.
 - 39) Friedrich M, Gittler G, *et al.*: Combined exercise and motivation program: Effect on the compliance and level of disability of patients with chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998; 79: 475–487.
 - 40) Basler HD, Bertalanffy H, *et al.*: TTM-based counselling in physiotherapy does not contribute to an increase of adherence to activity recommendations in older adults with chronic low back pain—A randomised controlled trial. *Eur J Pain.* 2007; 11: 31–37.
 - 41) Oldridge NB, Donner AP, *et al.*: Predictors of dropout from cardiac exercise rehabilitation. Ontario Exercise-Heart Collaborative Study. *Am J Cardiol.* 1983; 51: 70–74.
 - 42) 帖佐悦男：変形性膝関節症。総合リハビリテーション。2018; 46: 431–434.
 - 43) Reeves GR, Whellan DJ, *et al.*: Rehabilitation therapy in older acute heart failure patients (REHAB-HF) trial: Design and rationale. *Am Heart J.* 2017; 185: 130–139.
 - 44) Helliwell TR, Wilkinson A, *et al.*: Muscle fibre atrophy in critically ill patients is associated with the loss of myosin filaments and the presence of lysosomal enzymes and ubiquitin. *Neuropathol Appl Neurobiol.* 1998; 24: 507–517.
 - 45) Kaminski TW, Wabbersen CV, *et al.*: Concentric versus enhanced eccentric hamstring strength training: Clinical implications. *J Athl Train.* 1998; 33: 216–221.
 - 46) Kojić F, Ranisavljev I, *et al.*: Effects of resistance training on hypertrophy, strength and tensiomyography parameters of elbow flexors: Role of eccentric phase duration. *Biol Sport.* 2021; 38: 587–594.

編集委員長 編集委員	島田 裕之								
	池添 冬芽	石垣 智也	内 昌之	小澤 淳也	粕山 達也	金子 文成			
	楠本 泰士	久保田雅史	神津 玲	河野 健一	榊間 春利	菅原 憲一			
	高橋 真	建内 宏重	対馬 榮輝	土井 剛彦	永井 宏達	中山 恭秀			
	野島 一平	橋立 博幸	原田 和宏	樋口 大輔	前田 慶明	牧迫飛雄馬			
査読委員	村松 憲	森下慎一郎	森山 英樹	山口 智史	山田 実				
	青木 一治	明崎 禎輝	浅賀 忠義	浅川 育世	浅川 康吉	阿南 雅也			
	阿部 勉	新井 武志	飯田 有輝	井澤 和大	石川 博明	石田 和人			
	石田 和宏	石田 水里	伊藤 義広	犬飼 康人	井上順一朗	井上 優			
	井平 光	上原信太郎	上村 一貴	白田 滋	内田 学	内山 覚			
	浦川 将	江玉 睦明	大住 倫弘	大塚章太郎	大鶴 直史	大西 秀明			
	岡田 洋平	小栢 進也	小野 玲	片山 脩	加藤 倫卓	金村 尚彦			
	上出 直人	神谷健太郎	鳥野 大	河上 敬介	河野 一郎	河辺 信秀			
	北出 一平	北原エリ子	木藤 伸宏	木山 良二	久保 雅義	熊丸めぐみ			
	肥田 朋子	小林 麻衣	量 作	小宮 諒	齊藤 正和	櫻井 宏明			
	菅田 陽怜	鈴木 里砂	角園 恵	陶山 和晃	関 裕也	関川 清一			
	関口 雄介	関屋 昇	高木 聖	高倉 保幸	高取 克彦	高見 彰淑			
	田中 貴子	田中 亮	田辺 茂雄	谷口 匡史	田畑 稔	田平 一行			
	堤本 広大	椿 淳裕	鶴崎 俊哉	寺西 利生	富田 浩輝	中 徹			
	中尾 周平	中窪 翔	長坂 和明	中西 和毅	中野 治郎	中野 尚子			
	中野渡達哉	中村 潤二	成田 雅俊	成田 崇矢	中野 学	西上 智彦			
	野添 匡史	信迫 悟志	花田 智	花田 匡利	樋口 由美	平瀬 達哉			
	福元 喜啓	藤澤 宏幸	藤澤 祐基	藤野 英己	本田 寛人	前島 洋			
	松尾 篤	松尾 英明	松崎由里子	松田 雅弘	宮城島沙織	宮下 浩二			
	宮本 俊朗	村山 尊司	森井 和枝	森岡 周	森沢 知之	森下 元賀			
	森野佐芳梨	山口 正貴	葉 清規	横川 吉晴	横川 正美	横塚美恵子			
	横山 茂樹	吉田 剛	吉松 竜貴	渡辺 学					

(五十音順)

編集後記

理学療法学51巻2号ではシステムティックレビュー1編と総説2編が掲載されました。

システムティックレビュー論文では、木村太祐氏らによって高齢者における歩行時の筋同時収縮活動の特徴に関するシステムティックレビューの成果がまとめられています。402件の文献から最終的に10件が採択され、高齢者では下肢の筋同時収縮活動の増加により下肢剛性を高めて、歩行時の安定性確保を図る適応変化が生じていることを推察しています。高齢者の歩行特性を改めて深く考える重要な知見が報告されています。

企画記事の総説では、シリーズ「理学療法におけるデバイステクノロジーの活用」の連載第2回として、木下一雄氏がMRIを活用した筋機能評価方法とその臨床的活用方法について、先行研究や自験例を紹介しています。MRIを用いた筋機能評価は、骨格筋に対して解像度が高く、非侵襲的かつ多層的に測定が可能であり、骨格筋の形態的および生理的な特性の解明に活用できるとされています。特に、股関節深層筋をはじめ形態的に複雑な頸部筋や体幹筋の機能評価にも有用となることが示されています。他方の総説では、シリーズ「自主練習の指導・処方における考え方」の連載第2回として、尾藤貴宣氏らが変形性股関節症と変形性膝関節症の術前から退院後を含めた期間の自主練習について、理学療法の現状や効果を紹介しています。主に筋力増強練習、関節可動域練習、有酸素運動について、具体的な自主練習の方法を紹介すると同時に、患者の自己効力感の向上が鍵となることを示しており、患者のモチベーションを効果的に引き出すことの重要性を述べています。

これらの論文はいずれも理学療法の臨床実践に直結するテーマであり、明日からの臨床や研究活動に有益となる論文です。理学療法学では、原著論文の他にもシステムティックレビューや症例研究、症例報告、実践報告、調査報告など、幅広い記事を募集しています。理学療法の可能性を社会に示すうえでも、さまざまな領域での臨床実践や研究成果を広く発信していくことが不可欠となります。理学療法学のさらなる発展のためにも読者の皆様からの本誌への引き続きのご支援をよろしくお願いいたします。

末筆となりますが、2024年1月1日に発生した能登半島地震に被災された皆様に心よりお見舞い申し上げます。また、復興に向けて活動されている方々に心より感謝と敬意を表します。皆様の安全と被災地の一日も早い復興をお祈り申し上げます。

(牧迫飛雄馬)

理 学 療 法 学

第51巻 第2号

2024年4月20日 発行

編集
発行

一般社団法人 日本理学療法学会連合

〒106-0032 東京都港区六本木7丁目11番10号

公益社団法人 日本理学療法士協会内

TEL(03)5843-1747 (代表)

印刷・製本 株式会社国際文献社

〒162-0801 東京都新宿区山吹町332-6

パブリッシングセンター

TEL(03)6824-9363

