

in Japan. J Orthop Sci 15: 737 - 745, 2010.

- 13) Miyasaka D, Endo N, Endo E, et al: Incidence of hip fracture in Niigata, Japan in 2004 and 2010

and the long - term trends from 1985 to 2010. J Bone Miner Metab. 2015 (Epub ahead of print)

3 ロコモティブシンドロームにおける脊椎疾患と筋肉： サルコペニアと成人期の脊柱変形に関連して

渡辺 慶¹⁾・佐藤成登志²⁾・北村 拓也³⁾・平野 徹¹⁾
大橋 正幸¹⁾・庄司 寛和¹⁾・山本 智章⁴⁾・遠藤 直人¹⁾

1) 新潟大学医歯学総合病院整形外科

2) 新潟医療福祉大学医療技術学部理学療法学科

3) 新潟リハビリテーション大学リハビリテーション学科

4) 新潟リハビリテーション病院整形外科

Spinal Disorders and Skeletal Muscles in Locomotive Syndrome: Relationships with sarcopenia and adult spinal deformity

Kei WATANABE¹⁾, Naritoshi SATO²⁾, Takuya KITAMURA³⁾, Toru HIRANO¹⁾,
Masayuki OHASHI¹⁾, Hirokazu SHOJI¹⁾, Tomonori YAMAMOTO¹⁾ and Naoto ENDO¹⁾

1) Department of Orthopaedic Surgery, Niigata University Medical and Dental General Hospital

2) Department of Physical Therapy, Niigata University of Health and Welfare

3) Department of Rehabilitation Physical Therapy Course, Niigata University of Rehabilitation

4) Department of Orthopaedic Surgery, Niigata Rehabilitation Hospital

要 旨

ロコモティブシンドローム（以下ロコモ）は、各種運動器の障害により移動能力の低下をきたし、社会参加や生活活動の制限および要介護を要する状態である。成人期の脊柱変形はロコモの原因となり、その背景には体幹筋から殿筋力の低下が強く関連している。同じくロコモの原因となる筋肉量の減少と移動能力の低下をきたす加齢性筋減弱症（サルコペニア）も体幹筋力機能不全の原因となる。成人期の脊柱変形の病態評価としては、X線やMRIなど各種画像検査による脊柱アライメント評価が行われてきたが、歩行機能など動的な評価が本病態の本質的な理解と診断には不可欠である。近年ではMRIなどに加え超音波診断装置を用いた体幹筋の量的および質の評価が可能となっており、また理学療法士による歩行機能、体幹筋力評価も加えて、成人期の脊柱変形の総合的な評価を行っている。また治療介入については、理学療法士の指導下でリハビリ手帳を用いての体幹筋力や可動域訓練とホームエクササイズを行っており、その実際について代表症例を提示しつつ報告する。

キーワード：ロコモティブシンドローム、サルコペニア、脊椎疾患、成人期脊柱変形

Reprint requests to: Kei WATANABE
Department of Orthopaedic Surgery, Niigata
University Medical and Dental General Hospital,
1 - 754 Asahimachi - dori, Chuo - ku,
Niigata 951 - 8520, Japan.

別刷請求先：〒951-8520 新潟市中央区旭町通 1-754
新潟大学医歯学総合病院整形外科 渡辺 慶

はじめに

ロコモティブシンドローム(以下ロコモ)は、骨粗鬆症や骨粗鬆症関連骨折に代表される骨の障害、変形性関節症に代表される関節軟骨・椎間板の障害、加齢性筋減弱症(サルコペニア)や各種神経疾患に代表される筋肉・神経系の障害により移動能力の低下をきたし、社会参加や生活活動の制限および介護を要する状態である。椎間板の障害や筋肉・神経系の障害を呈する脊椎疾患としては脊柱管狭窄症、椎間板ヘルニア、頸胸部脊髄症、そして脊柱変形などがあげられる。

近年特発性側弯症に代表される側弯変形や、いわゆる“腰曲り”といわれる後弯変形などの脊柱変形を有する中年期以降の患者が増加しており、健康寿命にも大きな影響を与え、要介護者の増加や医療費の高騰など大きな社会問題となっていくことが確実視されている。近年の臨床研究により後弯変形に代表される脊柱変形の進行が、腰背部

痛や下肢関節痛による歩行能力の低下など運動器の障害のみならず、呼吸機能障害や胃食道逆流症など腹腔内臓器障害をも引き起こし、患者の生活の質(QOL)の低下をきたすことが明かとなってきた^{1)~3)}。また疫学研究においては、脊柱後弯症は脊椎骨粗鬆症と独立した死亡率増加の危険因子であると報告されている⁴⁾。また、全身の筋力低下に起因する症候についてはサルコペニアといった概念も導入され、脊柱変形患者における筋力の維持も生活の自立度の維持に重要と考えられてきている。

成人期の脊柱変形(adult spinal deformity; ASD)は、加齢にともなう脊椎の変性や骨粗鬆化に加え、前述の筋力低下も病態のキーポイントであり、本病態の評価と治療アプローチについて概説する。

脊柱変形のアライメント評価

単純X線の脊椎全長2方向撮影が基本的評価

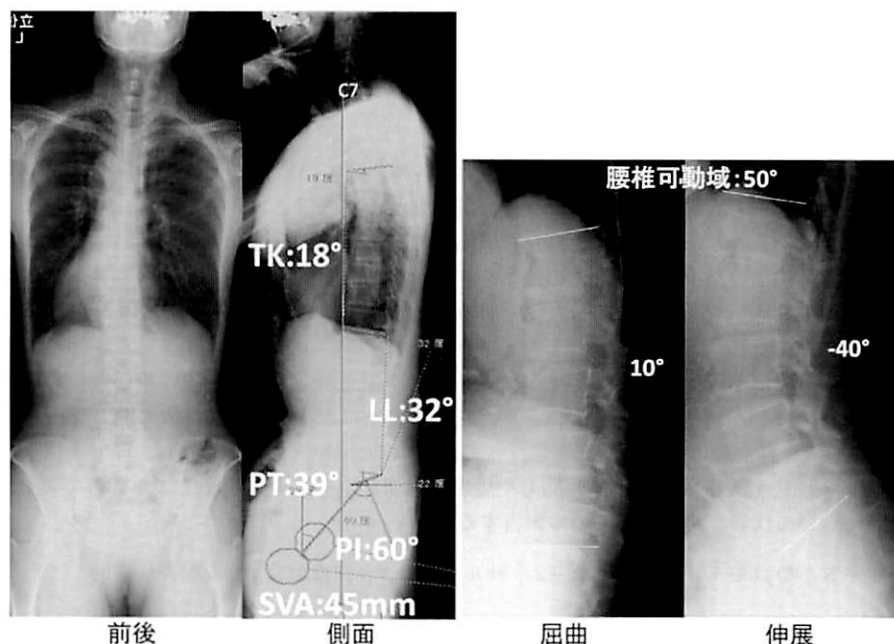


図1 単純X線アライメント評価

Abbreviation: TK: 胸椎後弯, LL: 腰椎前弯, PI: pelvic incidence, PT: pelvic tilt, SVA: sagittal vertical axis

法であり、脊椎パラメーターでは腰椎前弯角と胸椎後弯角、体幹バランスの評価として通常は大腿骨頭と仙骨間を通過する sagittal vertical axis (SVA) [C7 椎体の中央を通過する垂直線と仙骨後角との距離]や T1 tilt angle[垂直線と T1 椎体と大腿骨頭中心を結ぶ線との角度]を評価する。また、近年では骨盤パラメーターの重要性が指摘されており、個人の骨盤形態角である pelvic incidence (PI) と骨盤の傾斜角を示す pelvic tilt (PT) も重要な因子であり、本来腰椎前弯角は PI と近似した角度が生理的アライメントとなる (図 1)。変性により腰椎前弯角が減少すると、体幹を直立させるために①胸椎後弯角が減少⇒② PT が増加 (骨盤の後傾化) ⇒③膝関節の屈曲/足関節の伸展といった代償機構が順次働いていくが⁵⁾、体幹筋や殿筋の機能不全により代償機構が限界点に達すると SVA の増加 (体幹前傾の進行) が引き起こされる。これら腰椎前弯角, SVA, PT の変化が患者 QOL に直結することが明らかとなっている¹⁾²⁾。

ここで注意するのが X 線撮影は、直立した直後の最も良好な姿勢を評価しているにすぎないという点である。多くの患者は立位や歩行の持続により体幹バランスの悪化をきたすため、動的環境下での評価が極めて重要である。立位や歩行継続時の姿勢を詳細に聴取し、実際に歩行姿勢を観察することが重要であり、トレッドミルや 3 次元動作分析装置などを用いた体幹バランス評価も行われている。これらは有用な評価法であるが、ビデオ機器やデータ分析ソフトの準備が必要となる。

脊柱変形の体幹筋・歩行機能評価

加齢に伴う筋肉量の減少と、それに伴う身体能力の低下をきたす状態であるサルコペニアという概念が導入されており、ASD の原因の一つとなる。サルコペニアに関する研究では、一般的に上肢よりも下肢に筋萎縮が著明であり、その背景には Type II 線維 (速筋・白筋) 優位の萎縮と、骨格筋内における脂肪組織や結合組織などの増加があると考えられている。サルコペニアの要因の中で、筋線維 (筋細胞) の周囲に局在する骨格筋幹

細胞である筋衛星細胞 (サテライト細胞) の数や機能の低下が特に大きなウェイトを占めると考えられている。また骨格筋は運動器官としてだけでなく、内分泌器官として成長因子やサイトカインを分泌していることも注目されている。加齢によるサテライト細胞周囲の微小環境の変化から Myostatin などのサイトカイン⁶⁾により筋細胞の増殖と分化が抑制され、筋線維の減少と脂肪・線維化をきたすことも明らかとなってきた。今後 Myostatin シグナルをブロックすることでサルコペニアの予防と治療等につながる可能性も期待されている。

Takemitsu らは 1990 年代に先駆けて腰椎変性後弯症患者の背筋力の低下を指摘し⁷⁾、またその背筋力の低下や腰背部痛の原因は、中腰姿勢や重度の腰部への負担から腰背筋筋内圧の過度の上昇により血行障害をきたす慢性的なコンパートメント症候群であると報告している⁷⁾⁸⁾。現在、二重エネルギー X 線吸収法 (DXA) や生体インピーダンス法などにより筋量の測定が簡便に可能であり、サルコペニアの診断基準の一つとして骨格筋量指標 (SMI ; 四肢筋量[kg]/身長[m]²) が用いられ、カットオフ値 (男性 : 6.87kg/m², 女性 5.46kg/m²) も設定されている。しかしこれらの方法は局所の筋肉を評価するのには限界がある。体幹筋は浅層筋と深層筋に分けることができ、関節の安定性には深層筋が重要な役割をはたす。従って深層筋の中で屈曲筋では大腰筋と腹横筋、伸展筋では多裂筋の機能不全が ASD と強く関連すると考えられている。筋断面積の総和は、筋力と相関するとされているが⁹⁾、現在の標準的評価法は MRI や CT での体幹筋評価であり、水平断像での筋断面積および脂肪変性を評価することができる (図 2)。我々の先行研究では、ASD 患者は同年代の健常者に比べ特に背筋断面積の低下を認め、腰椎前弯減少と骨盤後傾は背筋群の断面積と相関を認めた¹⁰⁾。また筋肉の質的評価として、MRI 信号強度から脂肪変性の程度も評価できる¹¹⁾。近年では医療機器の進歩とともに超音波診断装置を用いた量的評価としての筋厚と質的評価としての筋輝度の評価も注目されており、我々も ASD 患

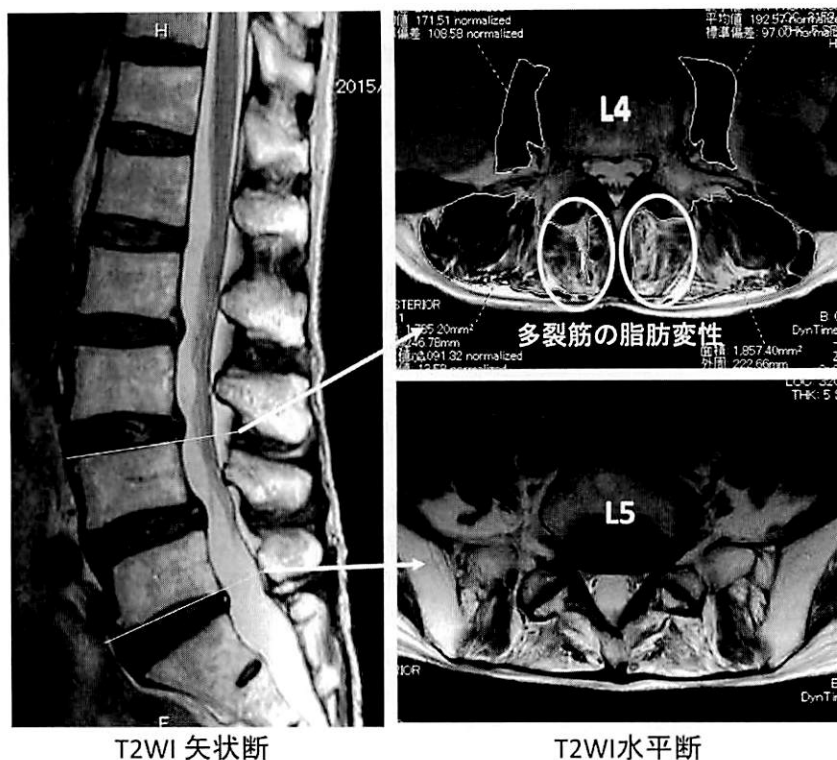


図2 MRIによる体幹筋断面面積評価

者を対象として、超音波診断装置を用いた体幹筋評価を導入している(図3)¹²⁾。加齢とともに筋線維は脂肪・線維化することは周知の事実であるが、筋厚は筋活動量や筋力と相関する¹³⁾。一方、筋輝度は脂肪や線維組織など非収縮組織量と相関するといわれているが、筋輝度は筋力とも負の相関を認めるとの報告されている¹³⁾¹⁴⁾。すなわち筋輝度が高い(白く描出される)ことは、筋肉内の脂肪・線維量が多いことを意味し、脂肪変性と線維化の進むより高齢者の筋肉で観察される。筋輝度は画像解析ソフト Image J を使用し、筋肉内の関心領域を 256 段階の Gray scale (黒を 0～白を 255) で定量的に評価する¹¹⁾。Image J は米国国立衛生研究所で開発されたパブリックドメインであり、画像解析の際に多く用いられるフリーソフトウェアである。

実際の筋力評価としては、握力や体幹筋力、大

腰筋力の最大筋力の計測、Timed Up-and-Go Test (立ち上がりから 3m 先の目標物で方向転換して椅子に戻る：通常は 20 秒以内)などが頻用されるが、特に ASD 患者では筋持久力の低下が著しい。筋持久力の評価としては、背筋の筋持久力(図4a：体幹伸展位の保持時間を計測、性差があり健常女性 120 秒以上・腰痛患者 70 秒以上)、6 分間歩行テスト(補助具なしでの歩行距離と、歩行可能時間を計測)などが有用である。6 分間歩行テストでは歩行継続時の体幹インバランスの評価も同時に行うことができる。

脊柱変形に対する治療アプローチの実際

これらアライメントと筋肉評価により、明らかなアライメント異常、筋量の低下や顕著な脂肪変性、そして特に筋持久力の著しく低下している患

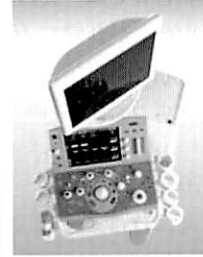
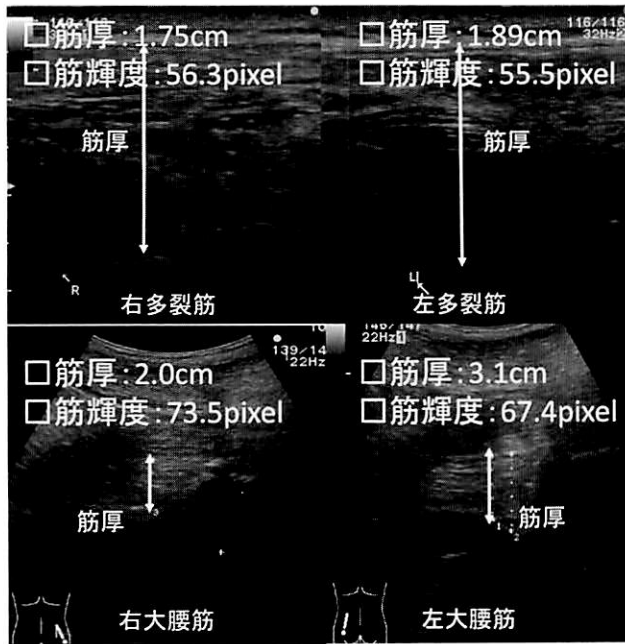


図3 超音波診断装置による大腰筋・多裂筋評価の実際

腹臥位

体幹伸展時

チェック ☐ **腰痛予防のための運動**
体の後ろの筋肉を動かす -多裂筋-

体を後ろに曲げた時に痛みが出る場合は

- ✓ 体を後ろに反らした時に痛い場合は床やベッドにうつ伏せになる。
- ✓ 腰や胸にクッションやタオルを置いて楽な姿勢をとる。

- ・2分位全身の力を抜く(①)
- ・体をゆっくり起こして肘で支える(②)
- ・①と②を繰り返す
- ・②を目標1-3分位保持を目指す
- ・②で痛みを感じなくなったら③を行う
- ・痛みが出たら行わない

回数: 1回5-10秒 × 10回位

<point>

- ・脇をしめて肩を守る!
- ・あごを引きながら行う!

a

b

図4 リハビリテーション評価

a: 背筋の持久力評価, b: リハビリ手帳内容の一例

者は、体幹筋を中心としたストレッチや筋力獲得のトレーニングを理学療法士など専門家の指導のもとに行うことが望ましい。

またこのような患者に対し除圧術単独や中途半端な短椎間の固定術では、腰背部痛や歩行障害が解消できない可能性が非常に高い。従って手術治療に際しては長範囲固定で、より生理的のアライメントを獲得するよう術前計画を立てるべきである。

症例供覧：70歳，女性。

病歴：頑固な腰背部痛と間欠性跛行を主訴に、他院より腰部脊柱管狭窄症の診断で当科を紹介受診した。

画像検査：単純X線ではPI：60度に比し腰椎前弯角(LL)：32度と28度のミスマッチがあり、胸椎後弯(TK)：18度、PT：39度と代償機構が働き、SVAは正常域にあり一見体幹バランスは保たれている(図1)。MRI T2強調像では、脊柱管狭窄は認めず、大腰筋断面積は954mm²、背筋群は3,642mm²と筋量は保たれているが、特に

多裂筋の脂肪変性が顕著である(図2)。超音波診断装置での筋厚は比較的保たれていたが、筋輝度は高くなっており(図3)、脂肪変性を認めたMRI所見と一致していた。DXAでの四肢筋量は14.6kgであり、骨格筋量指標(SMI)＝5.78kg/m²となり、サルコペニアのカットオフ値は上回っていた。

現症：身長159cm、体重45.2kg、握力右：29.2kg、左25.8kg。腰痛のvisual analog scale(VAS)は6/10点、臀部・下肢痛は2/10点、日整会腰痛評価質問票(JOABPEQ)は疼痛関連障害：43点、腰椎機能障害：75点、歩行機能障害：43点、社会生活障害：38点、心理的障害：60点とQOL障害を認めた。体幹伸展の筋持久力(図4)は15秒に短縮し、6分間歩行テストでは歩行可能距離200m(歩行時間2分39秒)であり、歩行開始後より体幹の前傾姿勢が観察でき、矢状面の体幹インバランスを認めた。

治療アプローチ：以上から体幹筋力低下をとともなう腰椎変性後弯症による歩行障害と診断し、理

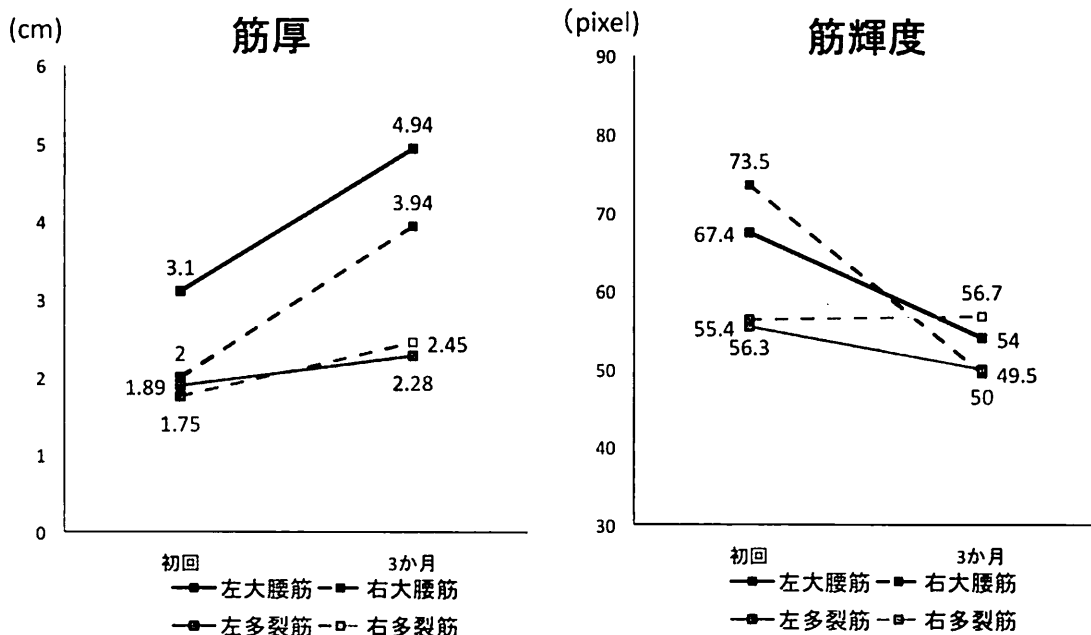


図5 超音波診断装置による大腰筋・多裂筋評価の介入前後の推移

VASスコア(10点法)

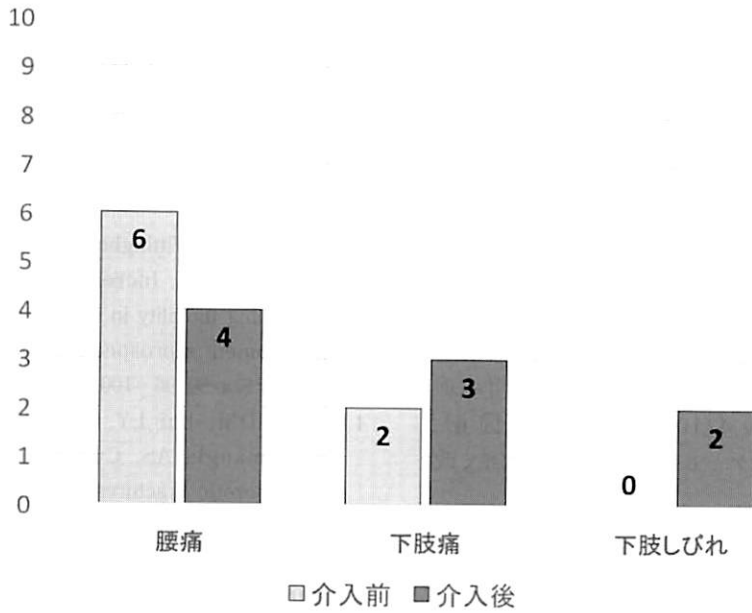


図6 臨床症状のVASの介入前後の推移

JOABPEQ

疼痛関連障害

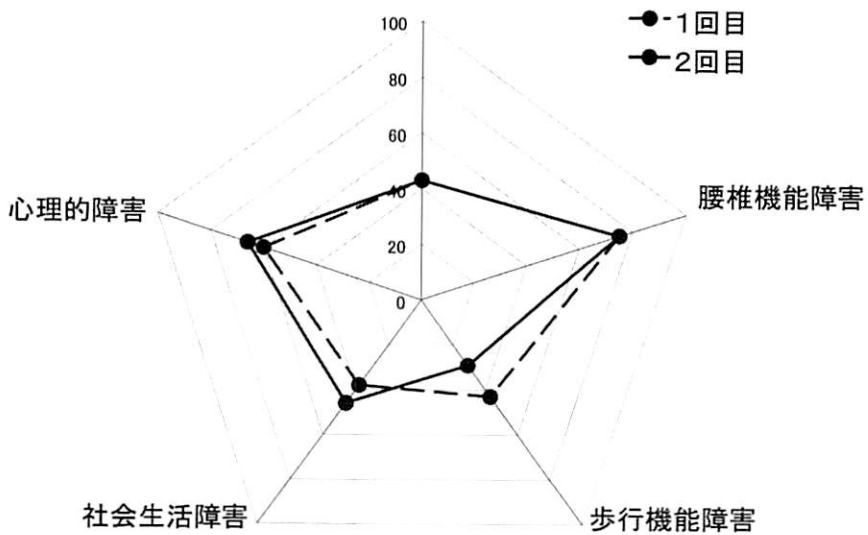


図7 JOABPEQの介入前後の推移

学療法士指導のもと3か月間の1回/週(40分)の外来リハビリトリハビリ手帳(図4b)を用いたホームエクササイズにて多裂筋、大腰筋、腹横筋の筋力トレーニングとストレッチを中心に行い、歩行時には2本のボールを用いるノルディックウォーキングの指導なども併せて行った。

3か月後の再評価では、個々の筋力評価では明らかな変化を認めなかったが、特筆すべきは6分間歩行テストでの歩行距離が介入前200mから介入後435mに増加し、体幹伸展持久力が介入前15秒から介入後35秒に著明に改善した。超音波での筋評価については、大腰筋優位に筋厚が増加し、筋輝度が減少した(図5)。腰痛のVASは介入前6/10点から介入後4/10点に改善し(図6)、JOABPEQのサブスケールでは歩行機能障害で改善を認めた(図7)。

おわりに

近年ASDの主原因の一つである、骨粗鬆症性椎体骨折に対しては、骨代謝動態の評価法や各種骨粗鬆症薬の進歩がめざましく、骨量減少や骨折に対する予防対策の進歩も認められる。しかし、もう一つの主原因となる体幹筋から臀筋力低下に対する病態解明や介入対策の確立は遅れているのが現状である。2012年に発刊された日本整形外科学会作成腰痛診療ガイドラインでは、3か月以上持続する慢性腰痛の治療手段で、Grade Aとして運動療法、小冊子を用いた患者教育が示された。また在日米国商工会議所の意識調査では、慢性疼痛による経済的損失は年間3兆3,600億円と試算され、未だ経験のない高齢化社会を迎えている本邦では大きな社会問題となっている。今後ASDにおける体幹筋などの筋萎縮・筋力低下の病態解明と、より早期の治療介入策の確立が必要と考えられ、本領域の更なる科学的なデータ蓄積と研究発展が待たれる。

文 献

- 1) Glassman SD, Bridwell KH, Dimar JR, Horton W, Berven S and Schwab F: The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine* 30: 2024 - 2029, 2005.
- 2) Schwab F, Ungar B, Blondel B, Buchowski J, Coe J, Deinlein D, DeWald C, Mehdian H, Shaffrey C, Tribus C and Lafage V: Scoliosis Research Society - Schwab adult spinal deformity classification: a validation study. *Spine* 37: 1077 - 1082, 2012.
- 3) Katzman WB, Vittinghoff E, Ensrud K, Black DM and Kado DM: Increasing kyphosis predicts worsening mobility in older community-dwelling women: a prospective cohort study. *J Am Geriatr Soc* 59: 96 - 100, 2011.
- 4) Kado DM, Lui LY, Ensrud KE, Fink HA, Kariamangla AS, Cummings SR; Study of Osteoporotic Fractures: Hyperkyphosis predicts mortality independent of vertebral osteoporosis in older women. *Ann Intern Med* 150: 681 - 687, 2009.
- 5) Barrey C, Roussouly P, Le Huec JC, D'Acunzi G and Perrin G: Compensatory mechanisms contributing to keep the sagittal balance of the spine. *Eur Spine J* 22: 834 - 841, 2013.
- 6) McPherron AC, Lawler AM and Lee SJ: Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF- β superfamily member. *Nature* 387: 83 - 90, 1997.
- 7) Takemitsu Y, Harada Y, Iwahara, Miyamoto M and Miyatake Y: Lumbar degenerative kyphosis. Clinical, radiological and epidemiological studies. *Spine* 13: 1317 - 1326, 1988.
- 8) Konno S, Kikuchi S, and Nagaosa Y: The relationship between intramuscular pressure of the paraspinal muscles and low back pain. *Spine* 19: 2186 - 2189, 1994.
- 9) 小川芳徳, 宮野左年: 筋力増強のメカニズム, 理学療法 16: 437 - 441, 1999.
- 10) 渡辺 慶, 大橋正幸, 平野 徹, 勝見敬一, 山本智章, 佐藤成登志, 遠藤直人: 成人期の脊柱変形に体幹筋力はどうのように関与しているか? 体幹筋横断面積評価による検討. *日整会誌* 88: S1671, 2014.
- 11) Hyun SJ, Bae CW, Lee SH and Rhim SC: Fatty
- 1) Glassman SD, Bridwell KH, Dimar JR, Horton W,

degeneration of paraspinal muscle in patients with degenerative lumbar kyphosis: A new evaluation method of quantitative digital analysis using MRI and CT scan. J Spinal Disord and Tech Epub ahead of print, 2013.

- 12) 北村拓也, 佐藤成登志: 加齢に伴う体幹筋群の筋厚変化. 理学療法新潟 18: 7-12, 2015.
- 13) Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, Tsukagoshi R, Nakamura M, Mori N, Kimura M and Ichihashi N: Skeletal muscle quality assessed from echo

intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. Eur J Appl Physiol 112: 1519-1525, 2012.

- 14) Pillen S, Tak RO, Zwarts MJ, Lammens MM, Verrijp KN, Arts IM, van der Laak JA, Hoogerbrugge PM, van Engelen BG and Verrips A: Skeletal muscle ultrasound: correlation between fibrous tissue and echo intensity. Ultrasound Med Biol 35: 443-446, 2009.

4 ロコモティブシンドローム予防に向けた試み：ロコモコール

青木 可奈

新潟西蒲メディカルセンター病院
リハビリテーション科

Trial for the Prevention of Locomotive Syndrome; Locomo - Call

Kana AOKI

Department of Rehabilitation, Niigata Nishikan Medical Center Hospital

要 旨

超高齢社会に突入し、骨・関節など運動器機能低下、いわゆるロコモティブシンドロームに起因する要介護者の増加が懸念されており、早期からの運動器機能の維持、向上の対策として各自治体による運動器機能向上事業が行われているが、その参加率は低い現状にある。そこで運動器機能低下のハイリスク高齢者に対する訪問による自宅訪問によるロコモーショントレーニング指導および電話確認による介入（ロコモコール）の有効性について報告する。

キーワード：ロコモティブシンドローム、二次予防事業、ロコモコール

はじめに

ロコモティブシンドロームは2007年に整形外科学会から提唱された新しい概念で、骨、関節軟骨や椎間板、筋肉や神経といった運動器の機能低下により、移動能力が低下し、要介護状態となるリスクの高い状態を指す¹⁾。本邦の大規模コホートスタディによる報告では、ロコモティブシンドロームの有病率は男女とも約8割で、その数は

470万人と推計されている²⁾。また近年は要介護認定の原因疾患として骨折や関節疾患、サルコペニアを含む高齢による衰弱など運動器疾患によるものが増えてきており、合わせると3割以上を占め(図1)、軽度要介護認定者では約半数が運動器機能低下によるものとなっている³⁾。

この様な背景から平成18年度より厚生労働省の施策として介護予防特定高齢者施策(現、二次予防事業)が新たに開始され、要介護となるリス