

特集

脊椎脊髄疾患と転倒

和田 崇

鳥取大学医学部附属病院リハビリテーション部

I はじめに

転倒は世界的にみても高齢者の主要な健康課題である。世界規模のメタアナリシスによると、年間転倒発生率は平均 26.5% に達し、地域差はあるものの、いずれの国・地域においても共通して高い頻度で発生していることが示されている¹⁾。転倒は単なる偶発的な事故ではなく、それを契機に生活の質の低下²⁾や日常生活動作 (activities of daily living : ADL) の制限³⁾、さらには、外出機会の減少や不安の増大を通じて社会的孤立を引き起こす⁴⁾。その結果、医療費および介護費の増大を通じて社会経済的損失をもたらし、いまや転倒予防は世界的な公衆衛生上の課題と位置づけられている。

この状況は日本でも同様である。地域在住高齢者を対象とした国内研究では、年間転倒発生率は 20~25% 前後と報告されており^{5) 6)}、加齢とともに転倒や再転倒の割合が増加することが示されている。転倒による大腿骨近位部骨折は要介護の主要因であり、死亡率・再入院率の上昇と関連することから、転倒対策は高齢者の自立した生活の維持および社会保障の持続性確保の両面で喫緊の課題といえる。

こうした背景を踏まえ、2022年に発表された“World Guidelines for Falls Prevention and Management for Older Adults : a global initiative”は、世界各国のエビデンスを統合し、高齢者における転倒予防の包括的枠組みを示したガイドライン (World Falls Guidelines : WFG) である²⁾。WFGでは、「転倒のスクリーニング → リスク層別化 → 多因子評価 → 個別化介入」というアルゴリズムが提案され (図1)、身体的・心理的・環境的・社会的要因を包括的に捉える視点が強調されている。

一方で、WFGは高齢者全般を対象とした汎用的指針であり、特定の運動器疾患を有する患者に対する記載は

限定的である。運動器疾患を有する高齢者では、疼痛、筋力低下、関節可動域制限、感覚障害、バランス障害など、多面的な転倒リスク因子が存在する。したがって、一般的な高齢者に対する転倒対策の枠組みを運動器疾患患者にそのまま適用するだけでは、疾患特異的な転倒のメカニズムに対応するのが難しい可能性がある。

代表的な運動器疾患である頸椎性脊髄症 (cervical spondylotic myelopathy : CSM) などの degenerative cervical myelopathy (DCM) や、腰部脊柱管狭窄症 (lumbar spinal stenosis : LSS) は退行性変性疾患であり、今後の世界的な高齢化の進行に伴い患者数が増加することが予測されている。これらの脊椎脊髄疾患は、神経圧迫による下肢筋力低下、感覚障害、歩行時の不安定性、疼痛による回避動作など、転倒リスクを増大させる因子を多数含む。したがって、一般高齢者を対象とした転倒予防策に加えて、疾患特異的な転倒リスク要因を考慮した転倒予防戦略の構築が求められる。今後の超高齢社会において、これらの脊椎脊髄疾患に対する転倒予防の理解を深めることは、骨折予防や介護予防の観点からも極めて重要である。本稿では、脊椎脊髄疾患の代表である DCM および LSS に焦点を当て、各疾患における転倒の疫学、特異的なリスク因子、および予防戦略について概説する。

II 脊椎脊髄疾患の転倒疫学

脊椎脊髄疾患を有する患者では、一般高齢者に比べて転倒リスクが高く、中でも DCM と LSS では、高い転倒発生率が報告されている。

1. Degenerative cervical myelopathy の転倒疫学

DCM は、加齢による退行性変化が原因となり、椎間板、骨棘、靭帯により頸髄が圧迫された病態を指す (図2)。主症状として、手足のしびれ、巧緻運動障害、

連絡先：鳥取大学医学部附属病院リハビリテーション部 和田 崇

〒683-8504 鳥取県米子市西町 36-1

TEL : 0859-38-6862 FAX : 0859-38-6860 E-mail : t.wada@tottori-u.ac.jp

受理日 : 2025. 12. 9

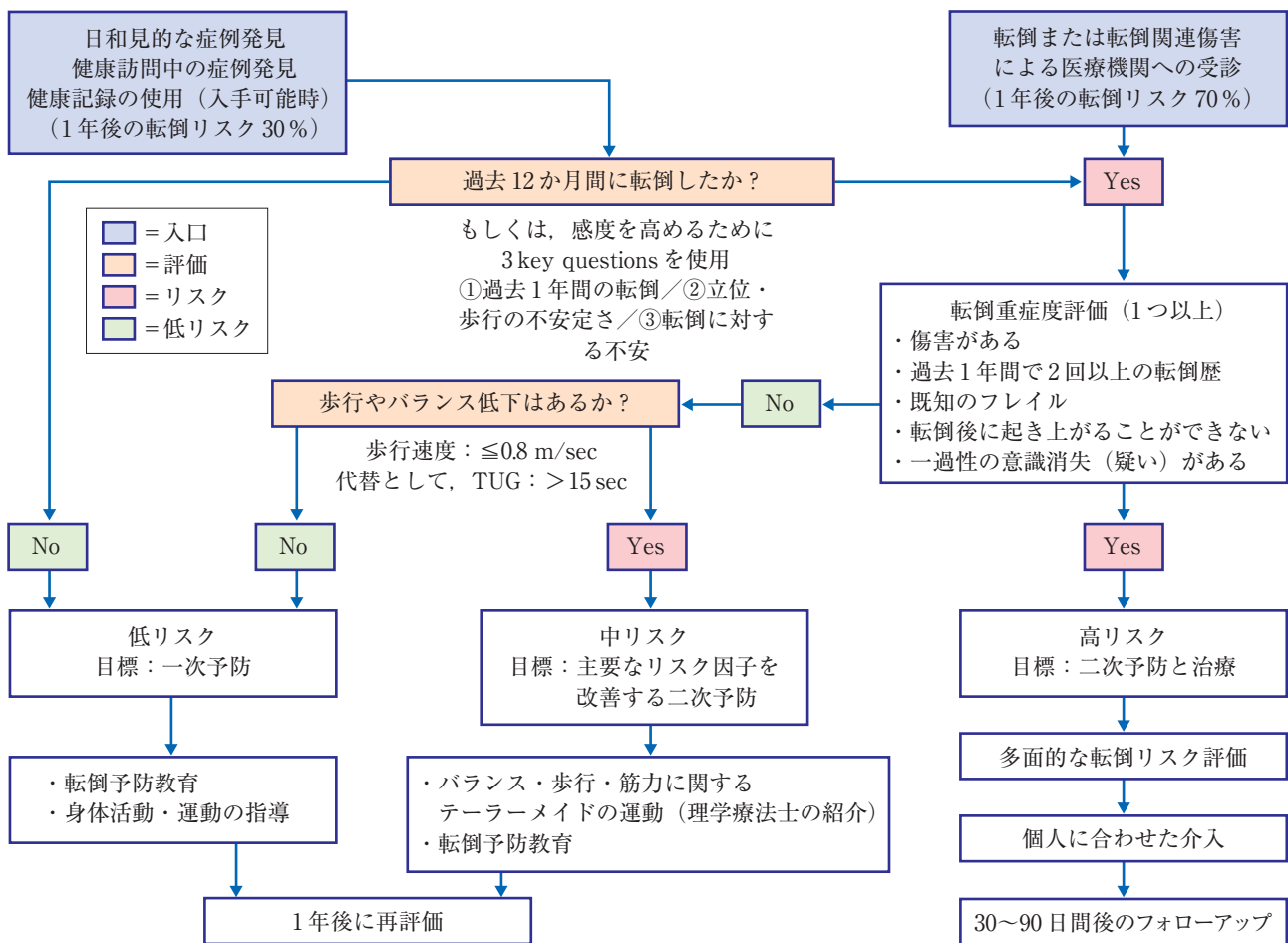


図1 地域在住高齢者の転倒予防に関するアルゴリズム (文献2より日本語に改変引用 文責: 和田)

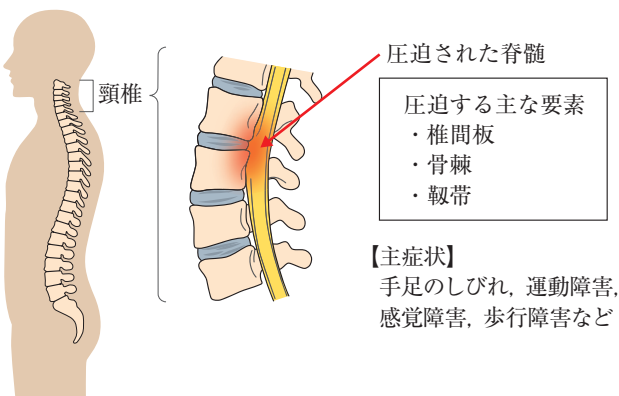


図2 Degenerative cervical myelopathy の病態

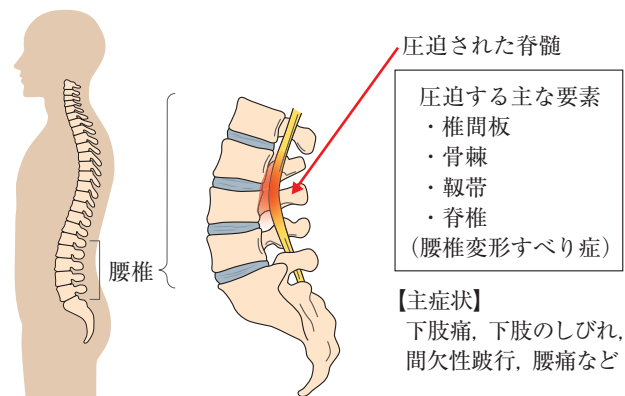


図3 腰部脊柱管狭窄症の病態

感覚障害, 立位・歩行時のふらつきや痙性歩行などの歩行障害を呈する。これらの神経症状は姿勢制御や歩行の安定性を低下させ, 転倒リスクを高めることが容易に想像できる。

2017年に発表された日本における多施設共同研究では, CSM患者360例中177名(49%)が術前1年間に転倒し, 105名(29%)が転倒を契機に主観的な神経症状の悪化を認めたと報告されている⁷⁾。また, DCM患者135例を対象とした前向き観察研究では, 手術前の登録時から術後1年間の期間において, 少なくとも1回以

上の転倒を経験した患者の割合が47%であったと報告されている⁸⁾。したがって, DCM患者のふたりにひとりが転倒を経験しており, 術前・術後を通じて転倒リスクが非常に高いことがわかる。

2. 腰部脊柱管狭窄症の転倒疫学

LSSは, 加齢による椎間板や靭帯などの退行性変化により脊柱管内を走行している神経組織(馬尾神経, 神経根)が圧迫された病態を指す(図3)。また, 腰椎変性すべり症は, 腰椎の不安定性により前後方向にずれて神経組織を圧迫する病態である。主症状として, 下肢

痛、しびれ、筋力低下、感覚障害、間欠性跛行といった歩行障害などを呈する。これらの症状の結果として現れるバランス障害や歩行障害などが転倒リスクの上昇に寄与すると考えられる。

実際にLSS患者の転倒発生率を調査した報告では、手術予定のLSS患者における術前1年間の転倒発生率は36.5～42.2%^{9) 10)}と高頻度であることが報告されている。また、LSS術後患者における前向き観察研究では、術後1年間に32.4%が転倒しており、術後においても高い転倒リスクを有することが示唆されている⁹⁾。さらに、地域在住高齢者1,101名を対象とした調査では、自己記入式診断サポートツールで評価されたLSSを有する例は、有さない例に比べて過去1年間の転倒歴が有意に多かった¹¹⁾。

加えて、LSS患者と転倒リスクが高いとされる変形性膝関節症との転倒リスク評価の結果を比較した研究では、6m歩行テスト、5回起立着座テストにおいてLSS患者が変形性膝関節症患者より有意に時間を要した¹²⁾。これらの報告は、LSS患者の転倒発生率が高く、症状による運動機能低下に伴った高い転倒リスクを有していることを示唆している。

以上より、DCMとLSSはいずれも一般高齢者の年間転倒発生率を大きく上回る転倒高リスク疾患であるといえる。したがって、各疾患の特性に即した転倒リスク評価と転倒予防策が不可欠であると考えられる。

III 脊椎脊髄疾患の転倒リスク因子

転倒リスクが高い脊椎脊髄疾患であるDCMおよびLSSにおいて、転倒リスク因子（転倒関連因子を含む）を明らかにすることは、転倒予防対策の立案に直結する臨床的課題である。

1. Degenerative cervical myelopathy の

転倒リスク因子

98名のCSM患者と34名の健常コントロール群の歩行パターンを比較した研究では、CSM患者は歩行速度、ステップ長、ステップ角度に異常を示し、特に歩行周期における「立脚期」が70%を超える場合、転倒リスクの増加と関連することを示した¹³⁾。また、DCM術後患者においては歩行中の側方への外乱時の反応性バランス応答を定量化した研究が存在し、健常コントロール群と比較して、外乱に対する重心位置の変化量が増加し、中殿筋の筋活動の変化量が少ないことが示されている¹⁴⁾。手術予定のDCM患者135例を対象とした前向き観察研究では、術後1年間の転倒発生に術前の握力低下と血清カリウム低値が独立した転倒リスク因子であった⁸⁾。

さらに、地域住民532名の解析において、MRI上の頸髄圧迫の程度と主観的歩行障害・転倒歴との関連を明らかにし、潜在的な頸髄圧迫が転倒リスクの上昇に寄与することが報告されている¹⁵⁾。

2. 腰部脊柱管狭窄症の転倒リスク因子

LSS患者においては、自己申告による簡易な転倒リスク評価票で判定された転倒高リスク群において、腰部多裂筋の断面積比が低値であることが報告されている¹⁶⁾。握力はLSS患者の転倒リスク評価（Timed up and go testなど）結果と相関を示すことから、転倒リスクの代替指標として注目されている¹⁷⁾。また、LSS患者において術前の全脊椎X線における矢状面バランスが不良な場合、術後の転倒発生数が増加したことが報告されている¹⁸⁾。そして、著者らは手術を予定していたLSS患者102例を対象とした研究において、立位でのお辞儀動作に要する腰椎運動時間の遅延が転倒の独立した関連因子であることを明らかにした¹⁰⁾。

また、術後の転倒発生について著者らは手術予定のLSS患者の四肢骨格筋指数（Skeletal Muscle mass Index：SMI）に着目し、術前におけるSMI低値が術後1年間の転倒発生の予測因子であることを報告した⁹⁾。

IV 脊椎脊髄疾患におけるサルコペニアと

ロコモティブシンドローム

近年、一般高齢者においてサルコペニアやロコモティブシンドローム（ロコモ）が転倒リスク因子として注目されている^{19) 20)}。サルコペニアとは加齢による筋肉量の減少および筋力の低下のことであり、ロコモは運動器の障害のために移動機能の低下をきたした状態を指す。DCMおよびLSSでは、サルコペニアの有病率が一般高齢者より高く^{21) - 23)}、またロコモの該当率も同様に高い^{24) 25)}。これらがDCMおよびLSS患者の転倒リスクの増大に寄与している可能性がある。これらを踏まえるとDCMおよびLSS患者は、疾患特異的な神経症状による転倒リスクに加えて、サルコペニアやロコモといった運動器の機能低下といった二重のリスク構造を有しているといえる。

V 腰部脊柱管狭窄症の転倒リスクを可視化する

取り組み

本節では、著者らが行った腰椎運動学的解析に基づく転倒リスクの可視化の取り組みについて概説する¹⁰⁾。

LSS患者の転倒リスク評価は、従来は一般的な指標（握力や歩行テスト）に依存しており、疾患特有の病態を反映しにくい。そこで、腰椎運動学的解析に基づき、

動作中の腰椎屈伸運動の時間的特性を評価し、疾患特異的な転倒リスク指標の構築を試みた。

1. 解析手法と測定指標

参加者は手術を予定していた LSS 患者 102 例であった。参加者は立位からの腰椎の最大可動域に達するまで前屈を行い、その後腰椎を後方に伸ばし、最後に直立姿勢に戻るよう指示された (図 4)。この一連の腰椎運動を、電子ゴニオメーター (SG150, Biometrics Ltd.) を用いて測定した (図 5)。動作は再現性と安全性を考慮した簡便な課題であり、臨床現場でも実施可能な測定手法である。動作中の腰椎角度変化を時系列で記録し、角速度の変化に基づき Phase 1 = 腰椎前屈相、Phase 2 = 腰椎前屈と伸展の切り替えの相、Phase 3 = 腰椎伸展の相の 3 相に分類した。そして各相の所要時間および合計時間 (Phase total) を算出し、腰椎運動の遅延を定量化した (図 6)。

2. 主要な結果

過去 1 年間に転倒歴を有する患者は全体の 42.2 % で

あった。転倒群では非転倒群に比して Phase 2 および Phase 3 が有意に延長し、Phase total も有意に延長した。二項ロジスティック回帰分析では、年齢、性別、各種の転倒リスク因子を調整後も腰椎運動時間の遅延が独立して転倒と関連していた。これらの結果は、腰椎運動の遅延が転倒の指標として臨床的意義を有することを示している。

3. 臨床的意義と展望

この取り組みは、LSS の疾患特異的な転倒リスク因子として、腰椎運動解析による客観的パラメータを提示した点に特徴がある。また、患者ごとの運動パターンを時間軸上で可視化することが可能となり、従来の歩行テストや筋力測定では評価しきれない LSS の特有な病態を転倒対策へ反映できる可能性がある。今後は、術前の腰椎運動解析における転倒高リスク者の同定に加え、腰椎運動遅延の改善を目的としたリハビリテーションプログラムを開発し、その転倒予防効果を検証することが望まれる。



図 4 腰椎運動課題 (お辞儀動作)



図 5 電子ゴニオメーター貼付の様子

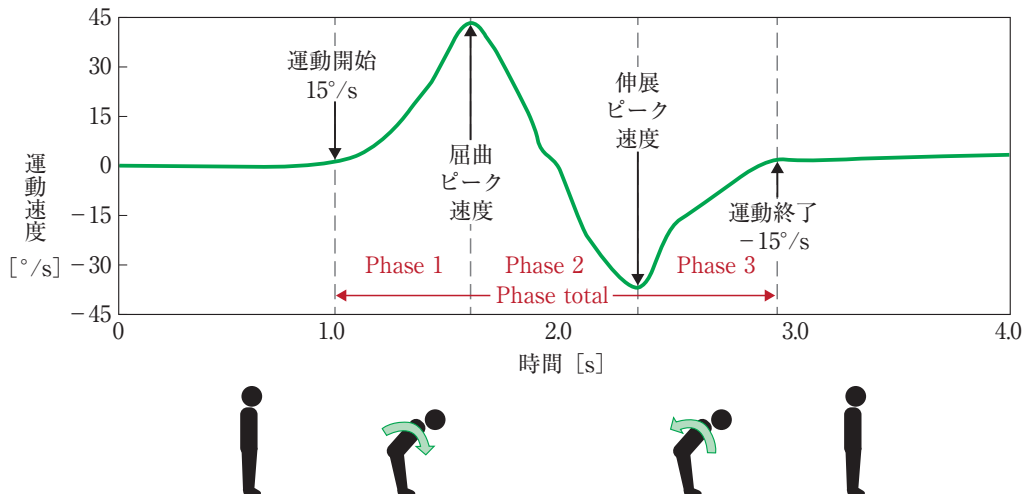


図 6 腰椎運動の経時的変化 (文献 10 より改変引用)

VI 脊椎脊髄疾患の転倒予防

脊椎脊髄疾患に対する転倒予防介入のエビデンスは限られており、その効果は一定していないのが現状である。

1. Degenerative cervical myelopathy の転倒予防

DCM 患者を対象にした転倒発生を主要アウトカムにした介入研究はない一方で、転倒に関連するアウトカムについての報告がいくつか存在する。英国で調査された DCM 患者に対するリハビリテーション介入についてのスコوپングレビューでは、術後のリハビリテーションの実施が疼痛や ADL の改善に有効であることを限定的に報告している²⁶⁾。

また、DCM 患者の術後のリハビリテーションにおいて、機能練習のみでなく、バランス練習や患者教育などの包括的リハビリテーションを実施することが、手術による症状の改善のみならず機能改善や自立度の向上への追加的な改善が期待できる可能性がある²⁷⁾。さらに、DCM 術後患者においては、前後方向に外乱を与えるトレッドミルを用いたバランス練習が、静的および動的バランス制御を改善し、Timed up and go test に要する時間短縮に有効であることを示唆している²⁸⁾。また、DCM に対する手術自体の効果として、転倒発生率が術前 497.4/100 人年から術後 90.3/100 人年へと有意に低下したことが、前向き多施設研究により示されている²⁹⁾。

2. 腰部脊柱管狭窄症の転倒予防

LSS においても DCM と同様に転倒発生を主要アウトカムにした介入研究はなく、転倒に関連するアウトカムについての報告がいくつか存在するに留まる。間欠性跛行を有する LSS 患者に対し、協調運動や認知課題、ダンスプログラムを含む多面的な運動介入を 6 週間実施したパイロット研究では、歩行の可変性や Timed up and go test における所要時間、転倒恐怖心の改善が報告されている³⁰⁾。また、LSS 患者を対象とした 12 週間の水中ウォーキング・ジョギング運動プログラムでは、バランス・筋力・足関節可動域・転倒自己効力感が有意に改善されたと報告されている³¹⁾。そして、LSS 患者を対象とした 6 週間の監督付き理学療法と自宅運動プログラムを比較したランダム化比較試験では、監督付き理学療法群が身体機能や歩行能力などで自宅運動群を上回る短期的改善を示した³²⁾。

さらに、LSS 患者を対象とした保存療法における 3 群のランダム化比較試験では、徒手療法+個別化運動群が 2 か月時点で症状、身体機能、歩行能力において通常ケア群および集団運動群を上回る改善を示した³³⁾。

LSS 術後に関するシステマティックレビューでは、

積極的なリハビリテーション介入が通常ケアよりも身体機能、腰痛、下肢痛を短期・長期にわたって改善する可能性が中等質の証拠として示されている³⁴⁾。

したがって、脊椎脊髄疾患患者において転倒リスクの軽減を示唆する介入研究が存在するのみであるため、転倒発生を主要アウトカムとした介入研究の実施が急務であり、特に DCM および LSS 術後のリハビリテーションにおいては、バランス練習・身体機能練習の転倒抑制効果を検証する前向き試験が求められる。

VII おわりに

本稿では、DCM および LSS における転倒リスクの実態と関連因子、予防に関する知見を概説した。両疾患はいずれも加齢に伴う退行性変性疾患であり、今後の高齢化社会において患者数のさらなる増加が見込まれる。DCM および LSS では、神経症状や歩行障害に加え、サルコペニアやロコモなどの運動器機能低下が重複し、一般高齢者に比して高い転倒リスク構造を有していることが示唆された。しかしながら、転倒を主要アウトカムとした介入研究は極めて少なく、疾患特異的な転倒予防戦略の構築には依然として多くの課題が残されている。今後は、転倒発生の予測精度を高める評価指標の開発や、エビデンスに基づいた個別化リハビリテーション介入の確立が求められる。

● 引用文献

- 1) Salari N, et al. Global prevalence of falls in the older adults : a comprehensive systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 17 (1) : 334, 2022.
- 2) Montero-Odasso M, et al. World guidelines for falls prevention and management for older adults : a global initiative. *Age Ageing.* 51 (9) : 2022, afac205.
- 3) Adam CE, et al. The impact of falls on activities of daily living in older adults : A retrospective cohort analysis. *PLoS One.* 19 (1) : e0294017, 2024.
- 4) Petersen N, et al. The link between falls, social isolation and loneliness : A systematic review. *Arch Gerontol Geriatr.* 88 : 104020, 2020.
- 5) Niino N, et al. Frequencies and circumstances of falls in the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). *J Epidemiol.* 10 (1 Suppl) : S90-4, 2000.
- 6) Yamada M, et al. Characteristics of falls in

- Japanese community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int.* 24 (11) : 1181-1188, 2024.
- 7) Kimura A, et al. Fall-related Deterioration of Subjective Symptoms in Patients with Cervical Myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976).* 42 (7) : E398-e403, 2017.
- 8) Inose H, et al. Predictors of Falls in Patients with Degenerative Cervical Myelopathy : A Prospective Multi-institutional Study. *Spine (Phila Pa 1976).* 46 (15) : 1007-1013, 2021.
- 9) Wada T, et al. Preoperative low muscle mass is a predictor of falls within 12 months of surgery in patients with lumbar spinal stenosis. *BMC Geriatr.* 20 (1) : 516, 2020.
- 10) Wada T, et al. Association between lumbar spine kinematics and falls in patients with lumbar spinal stenosis : a cross-sectional study. *Eur Spine J.* 34 (4) : 1562-1568, 2025.
- 11) Kobayashi H, et al. Impact of coexisting lumbar spinal stenosis and sleep disorders on fall risk : a cross-sectional study of community-dwelling residents (locomotive syndrome and health outcome in Aizu cohort study). *Eur Spine J.* 2025. doi : 10.1007/s00586-025-09208-x.
- 12) Kim HJ, et al. The risk assessment of a fall in patients with lumbar spinal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 36 (9) : E588-92, 2011.
- 13) Nishimura H, et al. Gait Analysis in Cervical Spondylotic Myelopathy. *Asian Spine J.* 9 (3) : 321-326, 2015.
- 14) Boerger TF, et al. People with degenerative cervical myelopathy have impaired reactive balance during walking. *Gait & Posture.* 109 : 303-310, 2024.
- 15) Hirai T, et al. Epidemiological study of cervical cord compression and its clinical symptoms in community-dwelling residents. *PLoS One.* 16 (8) : e0256732, 2021.
- 16) Ito T, et al. Relationship Between L4/5 Lumbar Multifidus Cross-Sectional Area Ratio and Fall Risk in Older Adults with Lumbar Spinal Stenosis : A Retrospective Study. *Geriatrics (Basel).* 4 (2) : 38, 2019.
- 17) Kwon JW, et al. Hand grip strength can predict clinical outcomes and risk of falls after decompression and instrumented posterolateral fusion for lumbar spinal stenosis. *Spine J.* 20 (12) : 1960-1967, 2020.
- 18) Lee BH, et al. Spinal sagittal balance status affects postoperative actual falls and quality of life after decompression and fusion in-situ surgery in patients with lumbar spinal stenosis. *Clin Neurol Neurosurg.* 148 : 52-59, 2016.
- 19) Yeung SSY, et al. Sarcopenia and its association with falls and fractures in older adults : A systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 10 (3) : 485-500, 2019.
- 20) Iida H, et al. Association between locomotive syndrome and fall risk in the elderly individuals in Japan : The Yakumo study. *J Orthop Sci.* 29 (1) : 327-33, 2024.
- 21) Koshimizu H, et al. The Impact of Sarcopenia on Cervical Spine Sagittal Alignment After Cervical Laminoplasty. *Clin Spine Surg.* 31 (7) : E342-e6, 2018.
- 22) Matsuo S, et al. Clinical Features of Sarcopenia in Patients With Lumbar Spinal Stenosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 45 (17) : E1105-e10, 2020.
- 23) Kitsuda Y, et al. Impact of Sarcopenia on Spinal Spondylosis : A Literature Review. *J Clin Med.* 12 (16) : 5401, 2023.
- 24) Hachiya K, et al. Severity of locomotive syndrome in surgical cervical spondylotic myelopathy patients : a cross-sectional study. *Fujita Med J.* 9 (3) : 246-52, 2023.
- 25) Fujita N, et al. Lumbar spinal canal stenosis leads to locomotive syndrome in elderly patients. *J Orthop Sci.* 24 (1) : 19-23, 2019.
- 26) Smith TO, et al. Rehabilitation for degenerative cervical myelopathy : systematic review and scoping review of UK patient information. *Spinal Cord.* 63 (9) : 482-491, 2025.
- 27) Catz A, et al. The role of comprehensive rehabilitation in the care of degenerative cervical myelopathy. *Spinal Cord.* 62 (5) : 200-206, 2024.
- 28) Cheng YS, et al. Perturbation-Based Balance Training in Postoperative Individuals With Degenerative Cervical Myelopathy. *Front Bioeng Biotechnol.* 8 : 108, 2020.
- 29) Kimura A, et al. Effectiveness of Surgical

Treatment for Degenerative Cervical Myelopathy in Preventing Falls and Fall-related Neurological Deterioration : A Prospective Multi-institutional Study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 45 (11) : E631-e8, 2020.

30) Broscheid KC, et al. Effect of a Multimodal Movement Intervention in Patients With Neurogenic Claudication Based on Lumbar Spinal Stenosis and/or Degenerative Spondylolisthesis-A Pilot Study. *Front Med (Lausanne)*. 7 : 540070, 2020.

31) Lee JH, et al. The effects of aquatic walking and jogging program on physical function and fall efficacy in patients with degenerative lumbar spinal stenosis. *J Exerc Rehabil*. 11 (5) : 272-275,

2015.

32) Minetama M, et al. Supervised physical therapy vs. home exercise for patients with lumbar spinal stenosis : a randomized controlled trial. *Spine J*. 19 (8) : 1310-1318, 2019.

33) Schneider MJ, et al. Comparative Clinical Effectiveness of Nonsurgical Treatment Methods in Patients With Lumbar Spinal Stenosis : A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2 (1) : e186828, 2019.

34) McGregor AH, et al. Rehabilitation following surgery for lumbar spinal stenosis. A Cochrane review. *Spine (Phila Pa 1976)*. 39 (13) : 1044-1054, 2014.