地域在住高齢者における立位姿勢と身体機能および 複数転倒発生との関連性について

Influence of Standing Posture on Physical Function and Incidence of Multiple Falls in Community-dwelling Older Adults

森田 鉄二¹⁾ 松本 浩実²⁾ 馬壁 知之³⁾ 萩野 浩⁴⁾

TETSUJI MORITA, RPT¹⁾, HIROMI MATSUMOTO, RPT, PhD²⁾, TOMOYUKI MAKABE, RPT³⁾, HIROSHI HAGINO, MD, PhD⁴⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation Daisen Rehabilitation Hospital: 927-1 Oohara, Hoki-cho, Saihaku-gun, Tottori 689-4102, Japan
TEL +81 859-68-4111 E-mail: rehab-pt@drh.or.jp

²⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Kawasaki University of Medical Welfare

³⁾ Department of Rehabilitation, Misasa Onsen Hospital

⁴⁾ School of Health Sciences, Faculty of Medicine, Tottori University

Rigakuryoho Kagaku 36(4): 499-504, 2021. Submitted Dec. 26, 2020. Accepted Feb. 23, 2021.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to determine the influence of standing posture on the physical function and incidence of multiple falls in community-dwelling older adults. [Participants and Methods] This study included 219 older adults (mean age 71.6 ± 9.1 years) who were living in a community setting. The study population was divided into those who had sustained multiple falls and those who had sustained only a single fall and those who had never fallen. The history and number of falls, locomotive syndrome, gait speed, skeletal muscle mass index, grip strength, and bone mass were evaluated. Standing posture was assessed using the kyphotic index, trunk tilt angle, and spinal kyphosis angle (upper and lower tilt). [Results] A higher kyphosis upper tilt angle correlated significantly with aging, locomotive syndrome, slower walking speed, and lower bone mass. The kyphosis upper tilt angle in the standing position was significantly greater in the multiple-fall group than in the single-fall group. [Conclusion] The spinal kyphosis angle (upper tilt) was associated with poorer physical performance and greater incidence of multiple falls.

Key words: standing posture, spinal kyphosis angle (upper tilt), falls risk

要旨:〔目的〕地域在住高齢者の立位姿勢と身体機能、複数転倒との関連性を明らかにすることである。〔対象と方法〕対象は地域在住高齢者219名（平均 71.6 ± 9.1 歳）とした。過去1年間の転倒回数、ロコモティブシンドローム、歩行速度、四肢骨格筋量、握力、骨量を評価した。立位姿勢は、円背指数、体幹傾斜角度、脊柱後弯角度（上位傾斜角度・下位傾斜角度）を評価した。〔結果〕上位傾斜角度、下位傾斜角度、体幹傾斜角度が大きいほど年齢が高く、ロコモティブシンドロームが進み、歩行速度も遅く、骨量も低かった。転倒なし群と転倒単回群と転倒複数回群で比較を行ったところ、複数回群は単回群に比べ、上位傾斜角度が高値であった。〔結語〕上位傾斜角度が大きいと身体機能が低く、複数転倒と関連する可能性がある。

キーワード: 立位姿勢、脊椎上位傾斜角度、転倒リスク

¹⁾ 大山リハビリテーション病院 リハビリテーション部：鳥取県西伯郡伯耆町大原927-1（〒689-4102）TEL 0859-68-4111

²⁾ 川崎医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

³⁾ 三朝温泉病院 リハビリテーション科

⁴⁾ 鳥取大学 医学部 保健学科

I. はじめに

平成28年の国民生活基礎調査では、要介護になる原因として転倒・骨折が第4位に挙げられている¹⁾。高齢者の健康寿命延伸のために早期に転倒・骨折しやすい者を見つけ、予防介入することは介護予防につながる。

転倒の原因は、段差や滑りやすい床といった環境面による外的要因と、身体機能の低下といった内的要因に分けられる。転倒の内的要因についてTinettiら²⁾は、転倒歴、バランス能力低下、筋力低下、視力低下、歩行障害、activities of daily living（以下、ADL）低下、80歳以上、女性などを挙げている。その一方で、近年、サルコペニア³⁾、ロコモティブシンドローム⁴⁾といった運動器の問題も、高齢者の転倒に関連することが報告されている。筋肉や関節といった運動器の劣化は、身体の立位姿勢アライメントを崩し、バランス能力を低下させることで転倒リスクを高める可能性がある。骨折は高齢者における転倒により生じる可能性が高く、ADL低下だけでなく生命予後にも悪影響を及ぼすことから⁵⁾、運動器の劣化に着目した転倒リスク評価も重要となる。

運動器の劣化から転倒リスクを判別する一つの方法として、立位姿勢評価がある。立位姿勢の異常のなかでも、脊椎後弯変形は背筋力⁶⁾、歩行速度^{6,7)}やバランス能力⁷⁾の増大との関連が報告されており、理学療法士は、患者の脊椎後弯を観察でも簡便に確認することができる。また脊椎後弯変形は身長低下を伴い、2~4 cmの身長低下は椎体骨折を生じている可能性が高くなるといわれており⁸⁾、このような骨折は要介護に至る原因の一つとなっている⁹⁾。立位姿勢を分析した報告では、立位における矢状面上の変化に対する評価が用いられることが多く、Cobb角⁹⁾、Occiput-to-Wall Distance¹⁰⁾など、脊柱計測器を用いて評価している。

一方で、傾斜角度測定器を用いても脊柱の評価を行うことが可能である。これを用いると脊椎を上位と下位に分けて角度を算出でき、上位傾斜角度が大きいと胸椎後弯方向への傾きが強く、下位傾斜角度が大きいと腰椎後弯方向への傾きが強くなる。脊柱後弯が強くなることで、立位時の重心位置が変化することが予測され、立位重心が正常から逸脱することで、転倒リスクが高くなることが考えられる。腰椎前弯や胸椎後弯の増大¹¹⁾が転倒リスクであったことから、転倒しやすい高齢者には立位姿勢の崩れがあることは明白である。年間に1回の転倒であった場合は、外的要因も含めた偶然の発生が考えられるのに対して、年間に複数回の転倒であった者は、何かしらの身体機能障害によって必然的に起こっていると考えられる。よって、複数回の転倒を経験するものを早期に見つけ出すことが重要であるが、過去の立位姿勢と転倒発生とを調査した研究では、複数回転倒者の立位姿勢の特徴は十分に明らかになっていない。また、上位と

下位傾斜に分けて立位姿勢を評価し、転倒との関連を検討した報告はない。

本研究の目的は、地域在住高齢者における静的立位姿勢と、身体機能および複数回の転倒発生との関連性を明らかにすることである。

II. 対象と方法

1. 対象

鳥取県日野郡日野町において2015年から2018年に実施した特定健診および後期高齢者健診に参加した244名を対象とした。このうち身体機能評価、立位姿勢測定、アンケート調査が実施可能であり、要介護認定者を除外した219名（男性94名、女性125名、年齢 71.6 ± 9.1 歳：平均 $\pm$ 標準偏差）を解析対象とした。本研究は、鳥取大学医学部倫理審査委員会の承認を得て行った（No. 2354）。

2. 方法

転倒歴については、過去1年間での転倒経験と転倒回数を聴取した。転倒の定義は大高らの定義¹²⁾に従い、『歩行や動作時に意図せずにつまずいたり、すべったりして、床、地面もしくはそれより低い位置に手やおしりなど体の一部がついたすべての場合（ケガの有無とは関係なく、暴力などの外力によるもの、自転車などの乗り物での事故は除く）』とした。1年間で1回も転倒がなかったものを転倒なし群、1回のみ転倒のあったものを転倒単回群、2回以上の転倒を経験したものを転倒複数回群とし、対象者を3群に群分けした。

ロコモティブシンドロームの評価は、ロコモ25の簡易版の『ロコモ5』¹³⁾を使用した。5つの質問から構成される質問紙を用い、各5問が0~4点の順序尺度で合計20点となる。ロコモ判別カットオフ値6点以上をロコモティブシンドロームとしている。歩行速度は、歩行分析装置（オプトゲイト、Microgate社製）を用いた。歩行分析装置をコンピュータ、カメラと接続し、対象者が助走路と減速路それぞれ2 mずつを含む9 mの歩行路を快適速度で歩行し、中5 mに設置された分析装置にて、歩行速度を専用ソフトウェアで解析し算出した。補正四肢骨格筋量は、インピーダンス法による筋肉量測定で体組成計（MC-980A、TANITA社製）を用いた。対象者に、裸足静止立位を約30秒間保持してもらい四肢骨格筋量を測定した。さらに、四肢骨格筋量を身長（m）の2乗で除した値を代表値とした。握力測定は、自然立位にて握力計（T.K.K5401、竹井機器工業社製）を保持し、立位で下垂した上肢を体側から約20°離れた姿勢で行った。左右2回ずつ計測し、最大値を採用した。骨量測定は、超音波骨密度測定装置（CM-200、古野電気社製）を用いた。対象者は座位姿勢で右足を測定装置

に乗せ、踵骨の% young adult mean 値（以下、% YAM 値）を測定した。

円背指数¹⁴⁾は、対象者の身体の部位（第7頸椎、頂椎、第4腰椎）にランドマークを同一検者（経験8年目理学療法士）が貼付けた後、矢状面上から clavicle position で立位姿勢を撮影し、画像解析ソフト ImageJ を用いて、第7頸椎と第4腰椎棘突起を結ぶ直線を L (cm)、直線 L から弯曲頂点までの距離を H (cm) とし、その割合を $H/L \times 100$ で算出した。脊柱後弯角度の評価は、植田らの方法¹⁵⁾を用いた。対象者は clavicle position で立位を保持してもらい、傾斜角度測定器（ホライゾン KSO8010 [以下、姿勢測定装置]、ユーキ・トレーディング社製）を使用した（図1）。本測定器は本体に2本のアームが取り付けられており、そのアームの先端を骨指標に合わせることで角度を計測する。第7頸椎棘突起とヤコビー線より決定した第4腰椎棘突起を触診し、頂椎は脊椎の弯曲頂点を視診および触診にて確認した。上位傾斜は第7頸椎棘突起と頂椎にアームを合わせ、下位傾斜は頂椎と第4腰椎棘突起にアームを合わせ、角度を計測した。プラス値は体幹屈曲方向、マイナス値は体幹伸展方向を表す。体幹傾斜角度は Arima らの方法¹⁶⁾に準じて評価した。対象者の身体の部位（大転子）にランドマークを同一検者（経験8年目理学療法士）が貼付した後、矢状面上から clavicle position で立位姿勢を撮影し、

図1 上位傾斜と下位傾斜

上位傾斜：第7頸椎棘突起と頂椎にアームを合わせて角度を計測。

下位傾斜：頂椎と第4腰椎棘突起にアームを合わせて角度を計測。

耳孔と大転子を結ぶ線と鉛直線とのなす角度とし、ImageJ を用いて算出した。

統計解析については、数値データは Shapiro-Wilk 検定を行い、正規性を確認した。基本的情報および立位姿勢評価における男女2群間の差の検定を t 検定および Mann-Whitney U 検定を用いて行った。立位姿勢評価（円背指数、脊柱後弯角度、体幹傾斜角度）と基本項目や運動項目との相関係数は、Spearman 相関係数を用いて相関を分析した。転倒なし群、転倒単回群、転倒複数回群の3群の比較は χ^2 検定、一元配置分散分析および Kruskal-Wallis 検定を実施し、事後検定として Bonferroni 法を使用した。統計ソフトは SPSS for windows ver.22 (IBM 社製) を使用し、有意水準は5%とした。

III. 結果

男性94名、女性125名が本研究の対象となった。性別による2群間の比較では、男性は女性に比べ身長、体重、Body Mass Index (BMI)、上位傾斜角度が有意に高値であった（表1）。

立位姿勢評価と身体機能の相関では、年齢とロコモ5得点は上位傾斜、下位傾斜角度および体幹傾斜角度と正の相関があった。歩行速度と YAM 値は上位傾斜、下位傾斜角度および体幹傾斜角度と負の相関があった。補正四肢骨格筋量は上位傾斜角度と正の相関があった（表2）。

転倒なし群と転倒単回群と転倒複数回群の3群間で比較を行ったところ、転倒複数回群は転倒単回群に比べ、上位傾斜角度が有意に高値であった（表3）。

IV. 考察

基本的項目の性差については、立位姿勢評価における上位傾斜角度が男性で大きかった。高齢者における立位姿勢の性差は、胸椎後弯角度は男性が高値となると報告されており¹⁷⁾、本研究も同様の結果であった。また本研究において、転倒の有無における比較では男女間に差がなかったことから、性差は複数転倒の発生にも影響しないと考える。

立位姿勢評価と身体機能との相関については、上位傾斜、下位傾斜、体幹傾斜角度が大きいほど、年齢が高く、ロコモティブシンドロームが進んでおり、歩行速度も遅く、YAM 値も低いことがわかった。過去の報告でも脊柱後弯と歩行速度^{18,19)}、骨量²⁰⁾、加齢と腰椎角度増加・背筋力低下¹⁸⁾、ロコモティブシンドローム^{21,22)}との関連が報告されている。よって、加齢に伴う脊柱後弯姿勢は、脊柱の可動性の低下や重心位置の後方化につながり、ロコモティブシンドローム、歩行速度低下と関連したと

表1 基本属性と姿勢評価の性別比較

	全体 (n=219)	男性 (n=94)	女性 (n=125)
年齢 (歳)	71.2 ± 9.8	72.5 ± 8.8	70.1 ± 10.5
身長 (cm)	155.9 ± 8.9	162.7 ± 7.3	150.6 ± 6.2*
体重 (kg)	55.8 ± 10.4	62.1 ± 9.2	50.7 ± 8.3*
BMI (kg/m ²)	22.8 ± 3.2	23.5 ± 2.7	22.4 ± 3.5*
ロコモ5 (点)	3.3 ± 4.2	2.0 (0.0-4.0)	2.0 (0.0-5.0)
円背指数 (%)	10.7 ± 3.1	10.7 (9.3-12.2)	10.3 (8.1-12.7)
上位傾斜角度 (°)	16.4 ± 9.9	17.0 (13.0-21.5)	14.0 (9.0-19.0) *
下位傾斜角度 (°)	-5.7 ± 7.1	-6.0 (-10.5--2.0)	-7.0 (-9.5--3.0)
体幹傾斜角度 (°)	-1.5 ± 6.0	-2.3 (-4.0-0.0)	-3.2 (-5.0-0.6)

平均値 ± 標準偏差または中央値 (四分位範囲). BMI : Body Mass Index. * : p<0.05.

表2 立位姿勢評価と身体機能との相関

	円背指数	上位傾斜	下位傾斜	体幹傾斜角度
年齢	0.10	0.21**	0.32**	0.17*
身長	-0.05	0.02	-0.12	-0.07
体重	-0.03	0.08	-0.07	-0.05
BMI	0.01	0.12	0.01	-0.03
ロコモ5	0.12	0.19**	0.29**	0.20**
転倒回数	-0.06	0.03	0.08	-0.02
歩行速度	-0.11	-0.28**	-0.29**	-0.28**
補正四肢骨格筋量	0.09	0.25**	-0.02	0.09
両手握力最高値	-0.01	0.05	-0.10	-0.05
YAM 値	-0.06	-0.16*	-0.23**	-0.15*

BMI : Body Mass Index, YAM : young adult mean. Spearman の相関係数 (r). * : p<0.05,

** : p<0.01.

表3 転倒なしと単回群と複数回群との群間比較

	転倒なし群 (n=176)	転倒単回群 (n=23)	転倒複数回群 (n=21)
年齢 (歳)	71.0 (66.0-78.0)	72.0 (70.0-78.5)	74.0 (66.5-78.5)
性別 (男/女)	76/99	8/15	10/11
身長 (cm)	156.3 ± 8.9	154.5 ± 8.4	155.3 ± 10.2
体重 (kg)	56.4 ± 10.3	53.8 ± 9.6	56.3 ± 10.6
BMI (kg/m ²)	23.2 (20.6-25.2)	22.1 (21.3-24.5)	22.9 (19.5-30.9)
ロコモ5 (点)	2.0 (0.0-5.0)	2.0 (1.0-4.0)	3.0 (0.5-10.0)
歩行速度 (m/s)	1.3 (1.1-1.4)	1.3 (1.1-1.4)	1.1 (0.9-1.4)
補正四肢骨格筋量 (kg/m ²)	6.8 (6.1-7.6)	6.7 (5.7-7.4)	6.8 (6.3-7.7)
両手握力最高値 (kg)	27.4 (23.0-34.0)	27.7 (22.1-32.3)	26.5 (21.9-38.6)
% YAM 値 (%)	75.0 (66.0-86.0)	71.0 (66.0-85.5)	75.0 (68.5-94.0)
円背指数 (%)	10.4 (10.8-20.0)	9.6 (7.1-11.1)	10.6 (9.2-13.6)
上位傾斜 (°)	15.0 (10.8-20.0)	14.0 (6.0-15.0)	19.0 (15.0-21.5) *
下位傾斜 (°)	-7.0 (-10.0--2.0)	-7.0 (-12.5--0.5)	-4.0 (-9.0--1.0)
体幹傾斜角度 (°)	-2.6 (-4.4--0.3)	-3.6 (-7.0--0.3)	-2.1 (-4.5--2.5)

平均値 ± 標準偏差または中央値 (四分位範囲). BMI : Body Mass Index, YAM : young adult mean. * : p<0.017 (転倒単回群 vs 転倒複数回群).

考える。また一般的に脊柱後弯は椎体骨折を疑う指標でもあることから、骨密度低下とも関連したと考えられる。本研究では、円背指数と運動機能との関連は認められなかったことから、円背指数のように脊柱のみの彎曲を評価するだけでなく、頂椎を基準とした上位傾斜や下位傾斜角度および立位での体幹傾斜角度を評価するほうが、身体機能の低下をより反映すると考える。

立位姿勢評価と転倒歴との関連性について、先行研究では Cobb 角や腰椎前弯角、胸椎後弯角との関連性が調査されている^{9,11,23)}が、複数回の転倒経験者での検討は少ない。唯一、複数回転倒と立位姿勢との関連を検討した研究では Sagittal Vertical Axis の増大、腰椎前弯の減少、骨盤傾斜角の増大が転倒の関連因子として報告されている¹⁹⁾。これに対して、本研究では、転倒に関連する因子として上位傾斜のみ有意差が認められた。上位傾斜が大きいと上位脊椎は屈曲位となり、上半身重心が支持基底面より過度に前方に逸脱する。支持基底面から逸脱した上半身重心を正常な位置に戻すために、腰椎後弯、股・膝関節の屈曲で代償し、立位バランスを保持している可能性がある。そのため本来、動的な場面においてバランスが崩れた時に使用しないとけない股関節、膝関節が十分に機能しにくくなるため転倒に至ると考える。

本研究の限界としては、まず対象者のうち、脊柱変形をきたす可能性のある圧迫骨折などの疾患を持つものを除外することができなかったことが挙げられる。また、研究対象者は歩行も自立しており、要介護認定者もいなかったことから、比較的健康状態が良好な地域在住高齢者であったと考えられ、今後は要介護者との比較の検討が必要である。さらに、上位傾斜角度は男性が高値であったことや、一般的に骨密度や筋力には男女差があることを考えると、性別を分けて検討することが今後の課題である。立位姿勢評価については簡易的な計測機器を用いたため、今後はさらに信頼性の高い姿勢分析装置を用いて姿勢評価をする必要がある。転倒歴の調査についても外的要因については調査できていない。さらに本研究は、横断的調査であり将来の転倒に立位姿勢が影響しているかを説明することが困難である。今後、縦断的に検討することでそれらを明らかにする必要がある。

結論として、地域在住高齢者において脊椎の上位傾斜角度が大きいものほど、身体機能が低く複数回転倒リスクが高いことがわかった。

利益相反 本研究において、開示すべき利益相反はない。

謝辞 本研究に対してご指導をいただきました鳥取大学医学部整形外科 谷島伸二先生、ご協力いただきました鳥取大学医学部附属病院リハビリテーション部、大山リハビリテーション病院、三朝温泉病院の調査スタッフお

よび日野町健康福祉課、地域包括支援センタースタッフおよび鳥取大学基礎看護学科池原良子様に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 厚生労働省：平成28年国民生活基礎調査の概要。 <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/> (閲覧日2020年6月1日)。
- 2) Tinetti ME, Kumar C: The patient who falls: "It's always a trade-off". JAMA, 2010, 303: 258-266.
- 3) Matsumoto H, Tanimura C, Tanishima S, et al.: Sarcopenia is a risk factor for falling in independently living Japanese older adults: a 2-year prospective cohort study of the GAINA study. Geriatr Gerontol Int, 2017, 17: 2124-2130.
- 4) 松本浩実, 中祖直之, 松浦晃宏・他：ロコモティブシンドロームの重症度と転倒頻度、低骨密度およびサルコペニアの関連性について。理学療法学, 2016, 43: 38-46.
- 5) Wild D, Nayak US, Isaacs B: Prognosis of falls in old people at home. J Epidemiol Community Health, 1981, 35: 200-204.
- 6) Imagama S, Hasegawa Y, Matsuyama Y, et al.: Influence of sagittal balance and physical ability associated with exercise on quality of life in middle-aged and elderly people. Arch Osteoporos, 2011, 6: 13-20.
- 7) Miyazaki J, Murata S, Horie J, et al.: Lumbar lordosis angle (LLA) and leg strength predict walking ability in elderly males. Arch Gerontol Geriatr, 2013, 56: 141-147.
- 8) Siminoski K, Jiang G, Adachi JD, et al.: Accuracy of height loss during prospective monitoring for detection of incident vertebral fractures. Osteoporos Int, 2005, 16: 403-410.
- 9) van der Jagt-Willems HC, de Groot MH, van Campen JP, et al.: Associations between vertebral fractures, increased thoracic kyphosis, a flexed posture and falls in older adults: a prospective cohort study. BMC Geriatr, 2015, 15: 34.
- 10) Tominaga R, Fukuma S, Yamazaki S, et al.: Relationship between kyphotic posture and falls in community-dwelling men and women: the locomotive syndrome and health outcome in Aizu cohort study. Spine, 2016, 41: 1232-1238.
- 11) Ishikawa Y, Miyakoshi N, Kasukawa Y, et al.: Spinal sagittal contour affecting falls: cut-off value of the lumbar spine for falls. Gait Posture, 2013, 38: 260-263.
- 12) 大高洋平, 里宇明元：転倒—その予防と対策—。エビデンスに基づいた転倒予防。リハビリテーション医学, 2006, 43: 96-104.
- 13) Seichi A, Hoshino Y, Doi T, et al.: Development of a screening tool for risk of locomotive syndrome in the elderly: the 25-question Geriatric Locomotive Function Scale. J Orthop Sci, 2012, 17: 163-172.
- 14) Milne JS, Lauder IJ: Age effects in kyphosis and lordosis in adults. Ann Hum Biol, 1974, 1: 327-337.
- 15) 植田拓也, 柴 喜崇, 水野公輔・他：新しい脊柱後弯の定量的測定方法の提案—小型ジャイロセンサを用いた測定の再現性および妥当性の検討—。理学療法学, 2014, 41: 331-337.
- 16) Arima H, Yamato Y, Hasegawa T, et al.: Discrepancy between standing posture and sagittal balance during walking in adult

- spinal deformity patients. *Spine*, 2017, 42: E25-E30.
- 17) Asai Y, Tsutsui S, Oka H, et al.: Sagittal spino-pelvic alignment in adults: the Wakayama spine study. *PLoS One*, 2017, 12: e0178697.
 - 18) Antonelli-Incalzi R, Pedone C, Cesari M, et al.: Relationship between the occiput-wall distance and physical performance in the elderly: a cross sectional study. *Aging Clin Exp Res*, 2007, 19: 207-212.
 - 19) Imagama S, Ito Z, Wakao N, et al.: Influence of spinal sagittal alignment, body balance, muscle strength, and physical ability on falling of middle-aged and elderly males. *Eur Spine J*, 2013, 22: 1346-1353.
 - 20) Lorbergs AL, Murabito JM, Jarraya M, et al.: Thoracic kyphosis and physical function: the Framingham study. *J Am Geriatr Soc*, 2017, 65: 2257-2264.
 - 21) Hirano K, Imagama S, Hasegawa Y, et al.: Effect of back muscle strength and sagittal spinal imbalance on locomotive syndrome in Japanese men. *Orthopedics*, 2012, 35: e1073-e1078.
 - 22) Hirano K, Imagama S, Hasegawa Y, et al.: Impact of back muscle strength and aging on locomotive syndrome in community living Japanese women. *Nagoya J Med Sci*, 2013, 75: 47-55.
 - 23) Ishikawa Y, Miyakoshi N, Hongo M, et al.: Relationships among spinal mobility and sagittal alignment of spine and lower extremity to quality of life and risk of falls. *Gait Posture*, 2017, 53: 98-103.