

# サルコペニアの簡易評価法としての 椅子片脚立ち上がりテストの妥当性検証研究

|         |                   |       |
|---------|-------------------|-------|
|         | 早稲田大学             | 川上 諒子 |
| (共同研究者) | 医薬基盤・健康・<br>栄養研究所 | 村上 晴香 |
|         | 同                 | 丸藤 祐子 |
|         | 同                 | 澤田 亨  |
|         | 立命館大学             | 真田 樹義 |

## One-Leg Stand Up Test as a Simple Assessment Tool for Predicting Sarcopenia

by

Ryoko Kawakami

*Waseda University*

Haruka Murakami, Yuko Gando, Susumu S. Sawada

*National Institutes of Biomedical Innovation,*

*Health and Nutrition*

Kiyoshi Sanada

*Ritsumeikan University*

## ABSTRACT

**Purpose:** This study aimed to examine the relationship between one-leg stand up test results and muscle mass or strength. The possibility of using this test as a simple assessment tool for predicting sarcopenia was also evaluated. **Methods:** A total of 575 men and women aged 30–89 years participated in this study. The ability to stand up on one leg from a 40-cm-high seat was assessed. The appendicular skeletal muscle mass was measured using dual-energy X-ray absorptiometry, and the skeletal muscle index

was calculated by dividing the appendicular skeletal muscle mass by the square of the height ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Hand-grip strength and leg-extension power were also evaluated. Results: The subjects who could not stand up on one leg had significantly lower hand-grip strength and leg-extension power ( $P < 0.05$ ), and they also had a higher prevalence of low muscle mass (odds ratio: 2.79) or low muscle strength (odds ratio: 3.07). Sensitivity and specificity of one-leg stand up test (for the low muscle mass or low muscle strength) were 48–56% and 72–74%, respectively. Conclusion: Sarcopenia could be partially predicted by the suggested one-leg stand up test.

## 要 旨

【目的】椅子片脚立ち上がりテストと筋量および筋力との関連を検討することにより、サルコペニア簡易評価法としての椅子片脚立ち上がりテストの有用性を明らかにすることを目的とした。【方法】30歳から89歳の中高齢者575人を対象とした。座面の高さが40cmの椅子に座った状態から片脚で立ち上がることができるかを評価した。DXA法を用いて四肢除脂肪軟組織量を測定し、身長<sup>2</sup>で除した骨格筋指数を用いて筋量进行评估した。また、握力と脚伸展パワーの測定を行った。【結果】椅子から片脚で立ち上がることができなかった者では握力や脚伸展パワーが有意に低く ( $P<0.05$ )、低筋量 (オッズ比: 2.79) や低筋力 (オッズ比: 3.07) に該当する者が多かった ( $P<0.05$ )。また、低筋量と低筋力の各評価における椅子片脚立ち上がりテストの感度は48～56%、特異度は72～74%であった。【結論】椅子片脚立ち上がりテストによってサルコペニアをある程度推定できる可能性が示唆された。

## 緒 言

日本整形外科学会は2007年にロコモティブシンドローム (ロコモ) という新しい概念を提唱した<sup>1)</sup>。ロコモとは、骨や関節、筋肉などといった運動器の障害のために移動機能の低下をきたした

状態と定義されており、加齢に伴う筋量ならびに筋力の低下と定義されるサルコペニア<sup>2)</sup>もロコモの概念に含まれる。

サルコペニアは、歩行や日常生活の障害に直結するため、高齢者の自立度や生活の質の低下をもたらし、要介護のリスクを高める<sup>3,4)</sup>。その一方で、サルコペニアは筋力トレーニング等の実施によって年齢を問わず改善可能であることから、サルコペニアを早期に発見し、予防・改善の対策を行っていくことは超高齢社会を迎えた我が国において重要であると考えられる。しかしながら、臨床や健康診断などの現場において誰もが容易にサルコペニアを推定できる簡易評価法はまだ確立されていないのが現状である。

日本整形外科学会では、移動機能を評価するためのテストとして3種類のロコモ度テストを提案しており、その中の1つに下肢脚力の評価を目的とした立ち上がりテストを取り入れている<sup>5)</sup>。立ち上がりテストでは、40cmの高さの台に座った状態から片脚で立ち上がることができるかを評価し、どちらか一方でも片脚で立ち上がれない場合に移動機能の低下が始まっている状態のロコモ度1と判定される。立ち上がりテストは、40cmの台すなわち日常において一般的に使用されている椅子さえ用意することができればいつでも何処でも容易に評価を行うことができるテストである。しかしながら、我々の知る限り、これまでにこの

片脚立ち上がりテストと筋力との関連について検討した研究は、リハビリ実施中の入院患者を対象とした1件の研究のみと限られており<sup>6)</sup>、一般の中高齢者を対象とした研究はない。また、片脚立ち上がりテストと筋量との関連について検討した報告は見当たらない。

本研究では、一般中高齢者を対象として椅子を用いた片脚立ち上がりテストと筋量および筋力との関連を検討することにより、サルコペニア簡易評価法としての椅子片脚立ち上がりテストの有用性を検討することを目的とした。

## 1. 研究方法

### 1. 1 対象者

対象者は、Nutrition and Exercise Intervention Study (NEXIS) の登録者のうち、椅子片脚立ち上がりテストを実施した30歳から89歳までの中高齢者575人(男性131人、女性444人)であった。NEXISは、生活習慣病一次予防に必要な身体活動量・体力基準値策定を目的とした大規模介入研究であり、主な参加者は東京都を中心とした地域住民および企業である<sup>7,8,9)</sup>。本研究を始めるにあたり、国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所における研究倫理審査委員会の承認を受けた(承認番号:20120711-05)。また、研究参加者には、本研究の目的や意義、危険性について事前に詳細な説明を行い、研究内容を十分に理解した上で研究参加への同意を得た。

### 1. 2 椅子片脚立ち上がりテスト

座面の高さが40cmの椅子に大腿長の50%位置が座面の端に位置するように座らせ、胸の前で腕を組んだ状態で反動を使わずに椅子から片脚で立ち上がることができるか否かを評価した。左右の脚で1回ずつ行った結果をもとに、「どちらの脚でもできる」、「どちらか一方の脚のみできる」、「どちらの脚でもできない」の3段階で評価を行った。

日本整形外科学会のロコモ度テストでは、本テストにおいてどちらか一方でも片脚で立ち上がれない者(「どちらか一方の脚のみできる」ならびに「どちらの脚でもできない」に該当した者)が移動機能の低下が始まっている状態のロコモ度1と判定される<sup>5)</sup>。

### 1. 3 形態計測および筋量の測定

身長と体重の測定を行い、body mass index (BMI;  $\text{kg/m}^2$ ) を算出した。二重エネルギー X 線吸収法 (QDR4500A, Hologic 社製) を用いて四肢の除脂肪軟組織量を測定し、次の式を用いて筋量の指標となる骨格筋指数を算出した。骨格筋指数( $\text{kg/m}^2$ ) = 四肢除脂肪軟組織量( $\text{kg}$ ) / 身長( $\text{m}$ )<sup>2</sup>

本研究では、日本人を対象とした Sanada ら<sup>10)</sup> の先行研究に従い、骨格筋指数が男性  $6.87\text{kg/m}^2$  以下、女性  $5.46\text{kg/m}^2$  以下の者を低筋量者と判定した。

### 1. 4 筋力および脚伸展パワーの測定

筋力の評価には握力計 (TKK5401, 竹井機器工業株式会社製) を用い、左右各2回の平均値を採用した。また本研究では、Lauretani ら<sup>11)</sup> の先行研究をもとに、握力が男性30kg未満、女性20kg未満の者を低筋力者と判定した。

脚伸展パワーは、脚伸展パワー測定装置 (Anaero Press 3500, コンビ社製) を用いて5回測定を行い、最も高い値を採用した。

### 1. 5 統計解析

椅子片脚立ち上がりテストの結果別にみた筋量や筋力などの各連続変数の平均値の比較には一元配置分散分析を用い、多重比較検定には Tukey 法を用いた。

椅子片脚立ち上がりテストと低筋量者(男性:  $\text{SMI} \leq 6.87\text{kg/m}^2$ , 女性:  $\text{SMI} \leq 5.46\text{kg/m}^2$ ) および低筋力者(男性: 握力 < 30kg, 女性: 握力 <

20kg) との関連について検討するため、低筋量者あるいは低筋力者（該当 = 1, 非該当 = 0）を従属変数として投入した多変量ロジスティック回帰モデルを用いて、年齢（連続変数）、性別（男性・女性）、身長（連続変数）を調整したオッズ比および 95% 信頼区間を算出した。椅子片脚立ち上がりテストには脚の長さ（身長）が影響していることが考えられるため、本研究では身長での補正を加えた。

椅子片脚立ち上がりテストによる低筋量あるいは低筋力の簡易評価の妥当性を検証するために、感度および特異度を算出した。

統計的有意水準はすべて 5% 未満とし、解析には IBM SPSS Statistics 22（日本 IBM 社製）を用いた。

## 2. 研究結果

性年代別にみた椅子片脚立ち上がりテストの結果を表 1 に示した。椅子片脚立ち上がりテストの結果、どちらか一方でも片脚で立ち上がれなかった者（ロコモ度 1）の割合は、29.2%（男性 22.1%, 女性 31.3%）であった。年代別にみると、30 歳代 2.9%（男性 0%, 女性 4.8%）、40 歳代 9.6%（男性 0%, 女性 13.5%）、50 歳代 15.1%（男性 3.6%, 女性 18.4%）、60 歳代 32.5%（男性 28.1%, 女性 33.3%）、70 歳代 59.1%（男性 57.9%, 女性 59.4%）、80 歳代 84.6%（男性 88.9%, 女性 82.4%）となり、特に 70 歳以上の者ではどちらか一方でも片脚で立ち上がれなかった者の割合が

多かった。

椅子片脚立ち上がりテストの結果別にみた身体的特性を表 2 に示した。椅子片脚立ち上がりテストで「どちらの脚でもできない」群では、「どちらの脚でもできる」群と比較して、年齢が高く、握力や脚伸展パワーが有意に低値であった。また、男性において「どちらの脚でもできない」群では、四肢除脂肪軟組織量や骨格筋指数が有意に低く、筋量が少なかった。

椅子片脚立ち上がりテストによる低筋量および低筋力該当者のオッズ比を表 3 に示した。年齢、性別、身長を調整後、椅子片脚立ち上がりテストで「どちらの脚でもできる」群に対する低筋量該当者のオッズ比（95% 信頼区間）は、「どちらか一方の脚のみできる」群で 1.07（0.37-3.05）、「どちらの脚でもできない」群で 2.79（1.21-6.48）となり、椅子片脚立ち上がりができない者ほど低筋量に該当する者が多いという有意な関連が認められた（トレンド検定：P 値 = 0.020）。低筋力該当者においても同様の検討を行ったところ、「どちらの脚でもできる」群に対する低筋力該当者の調整オッズ比（95% 信頼区間）は、「どちらか一方の脚のみできる」群で 1.88（0.81-4.31）、「どちらの脚でもできない」群で 3.07（1.37-6.88）となり、有意な関連が認められた（トレンド検定：P 値 = 0.006）。

椅子片脚立ち上がりテストによる低筋量および低筋力の簡易評価の妥当性を検証するために、感度と特異度をそれぞれ求めた。低筋量の評価にお

表 1 性年代別にみた椅子片脚立ち上がりテストの結果

|               | 人数 (%)     |            |           |            |           |           |
|---------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|
|               | 30 歳代      | 40 歳代      | 50 歳代     | 60 歳代      | 70 歳代     | 80 歳代     |
| 男性 (n = 131)  |            |            |           |            |           |           |
| どちらの脚でもできる    | 13 (100.0) | 30 (100.0) | 27 (96.4) | 23 (71.9)  | 8 (42.1)  | 1 (11.1)  |
| どちらか一方の脚のみできる | 0 (0.0)    | 0 (0.0)    | 1 (3.6)   | 4 (12.5)   | 4 (21.1)  | 2 (22.2)  |
| どちらの脚でもできない   | 0 (0.0)    | 0 (0.0)    | 0 (0.0)   | 5 (15.6)   | 7 (36.8)  | 6 (66.7)  |
| 女性 (n = 444)  |            |            |           |            |           |           |
| どちらの脚でもできる    | 20 (95.2)  | 64 (86.5)  | 80 (81.6) | 110 (66.7) | 28 (40.6) | 3 (17.6)  |
| どちらか一方の脚のみできる | 1 (4.8)    | 5 (6.8)    | 8 (8.2)   | 30 (18.2)  | 16 (23.2) | 3 (17.6)  |
| どちらの脚でもできない   | 0 (0.0)    | 5 (6.8)    | 10 (10.2) | 25 (15.2)  | 25 (36.2) | 11 (64.7) |

表2 椅子片脚立ち上がりテストの結果別にみた身体的特性

|                            | 全体          | 椅子片脚立ち上がりテスト |               |               | P 値    |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|--------|
|                            |             | どちらの脚でもできる   | どちらか一方の脚のみできる | どちらの脚でもできない   |        |
| 男性                         |             |              |               |               |        |
| n                          | 131         | 102          | 11            | 18            |        |
| 年齢 (歳)                     | 58 ± 14     | 53 ± 11      | 71 ± 11 *     | 76 ± 8 *      | <0.001 |
| 身長 (cm)                    | 168.8 ± 6.8 | 169.1 ± 7.1  | 165.2 ± 5.1   | 168.9 ± 5.8   | 0.198  |
| 体重 (kg)                    | 67.3 ± 9.2  | 67.6 ± 9.3   | 65.7 ± 9.4    | 66.6 ± 9.3    | 0.774  |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> )   | 23.6 ± 2.7  | 23.6 ± 2.5   | 24.1 ± 3.1    | 23.4 ± 3.3    | 0.798  |
| 除脂肪軟組織量 (kg)               | 23.0 ± 3.4  | 23.5 ± 3.5   | 21.7 ± 3.0    | 21.2 ± 2.7 *  | 0.011  |
| 骨格筋指数 (kg/m <sup>2</sup> ) | 8.06 ± 0.90 | 8.19 ± 0.86  | 7.92 ± 0.88   | 7.43 ± 0.90 * | 0.003  |
| 握力 (kg)                    | 38.7 ± 6.7  | 40.3 ± 5.9   | 34.6 ± 4.4 *  | 32.6 ± 7.2 *  | <0.001 |
| 脚伸展パワー (W)                 | 1450 ± 489  | 1594 ± 443   | 1079 ± 240 *  | 866 ± 240 *   | <0.001 |
| 脚伸展パワー (W/kg)              | 21.5 ± 6.5  | 23.6 ± 5.7   | 16.4 ± 2.6 *  | 13.0 ± 3.1 *  | <0.001 |
| 女性                         |             |              |               |               |        |
| n                          | 444         | 305          | 63            | 76            |        |
| 年齢 (歳)                     | 60 ± 12     | 57 ± 11      | 65 ± 9 *      | 68 ± 11 *     | <0.001 |
| 身長 (cm)                    | 156.0 ± 6.0 | 155.9 ± 5.7  | 155.9 ± 5.8   | 156.4 ± 7.3   | 0.851  |
| 体重 (kg)                    | 53.9 ± 7.7  | 53.3 ± 6.8   | 54.9 ± 8.1    | 55.9 ± 10.3   | 0.059  |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> )   | 22.2 ± 2.9  | 21.9 ± 2.6   | 22.6 ± 3.2    | 22.8 ± 3.7    | 0.063  |
| 除脂肪軟組織量 (kg)               | 15.3 ± 2.0  | 15.4 ± 1.9   | 15.3 ± 2.2    | 15.2 ± 2.2    | 0.803  |
| 骨格筋指数 (kg/m <sup>2</sup> ) | 6.29 ± 0.64 | 6.31 ± 0.60  | 6.30 ± 0.73   | 6.20 ± 0.71   | 0.393  |
| 握力 (kg)                    | 24.9 ± 4.0  | 25.5 ± 3.9   | 24.4 ± 4.0    | 23.2 ± 3.7 *  | <0.001 |
| 脚伸展パワー (W)                 | 782 ± 232   | 838 ± 221    | 710 ± 194 *   | 618 ± 211 *†  | <0.001 |
| 脚伸展パワー (W/kg)              | 14.5 ± 4.0  | 15.7 ± 3.8   | 12.9 ± 2.8 *  | 11.0 ± 2.8 *† | <0.001 |

平均値 ± 標準偏差

\* どちらの脚でもできる群との比較 ( $P < 0.05$ )

† どちらか一方の脚のみできる群との比較 ( $P < 0.05$ )

表3 椅子片脚立ち上がりテストにおける低筋量および低筋力該当者のオッズ比

|               | n   | 該当者数 | 該当者数<br>(対 1,000 人) | オッズ比                  | (95% 信頼区間)    |
|---------------|-----|------|---------------------|-----------------------|---------------|
| 低筋量           |     |      |                     |                       |               |
| どちらの脚でもできる    | 407 | 23   | 57                  | 1.00                  |               |
| どちらか一方の脚のみできる | 74  | 5    | 68                  | 1.07                  | (0.37 - 3.05) |
| どちらの脚でもできない   | 94  | 16   | 170                 | 2.79                  | (1.21 - 6.48) |
|               |     |      |                     | トレンド検定: $P$ 値 = 0.020 |               |
| 低筋力           |     |      |                     |                       |               |
| どちらの脚でもできる    | 407 | 28   | 69                  | 1.00                  |               |
| どちらか一方の脚のみできる | 74  | 12   | 162                 | 1.88                  | (0.81 - 4.31) |
| どちらの脚でもできない   | 94  | 23   | 245                 | 3.07                  | (1.37 - 6.88) |
|               |     |      |                     | トレンド検定: $P$ 値 = 0.006 |               |

年齢 (連続変数), 性別 (男性, 女性), 身長 (連続変数) を調整

低筋量該当者<sup>10)</sup>: 男性骨格筋指数  $\leq 6.87 \text{ kg/m}^2$ , 女性骨格筋指数  $\leq 5.46 \text{ kg/m}^2$

低筋力該当者<sup>11)</sup>: 男性握力  $< 30 \text{ kg}$ , 女性握力  $< 20 \text{ kg}$

ける椅子片脚立ち上がりテストの感度 (低筋量者のうち椅子片脚立ち上がりテストでどちらか一方でも片脚で立ち上がれなかった者の割合) は 47.7%, 特異度 (低筋量と判定されなかった者のうち椅子片脚立ち上がりがどちらの脚でもできた者の割合) は 72.3% となった。同様に, 低筋力の評価における感度 (低筋力者のうち椅子片脚立ち上がりテストでどちらか一方でも片脚で立ち上がれなかった者の割合) は 55.6%, 特異度 (低筋力と判定されなかった者のうち椅子片脚立ち上

がりどちらの脚でもできた者の割合) は 74.0% であった。

### 3. 考 察

本研究では, 椅子片脚立ち上がりテストと筋量および筋力との関連について検討を行い, サルコペニア簡易評価法としての有用性について検討を行った。

地域一般住民を対象とした ROAD Study では, 年代別にロコモ度テストの立ち上がりテストの結



果を示しており、片脚立ち上がりができなかった者（ロコモ度1）の割合は、40歳未満で8.5%、40歳代で13.8%、50歳代で21.3%、60歳代で32.9%、70歳代で53.5%、80歳以上で78.1%であったことを報告している<sup>12)</sup>。これらの分布は本研究の結果とおおよそ同程度であり、高齢になるほど椅子から片脚で立ち上がることができない者の割合が多くなり、特に70歳以上の者では約半数以上の者において椅子から片脚で立ち上がることができない可能性が示唆された。

本研究の結果、椅子から片脚で立ち上がることができなかった者では、握力や脚伸展パワーが低く、低筋量や低筋力に該当する者が多いことが示唆された。これまで立ち上がりテストと筋力との関連について検討した先行研究は、我々の知る限り1件のみと限られている。村永は、リハビリ実施中の入院患者を対象に片脚立ち上がりテストとサイバックスを用いて評価した膝伸展筋力との関連について検討を行っている<sup>6)</sup>。その結果、40cmの台から片脚で立ち上がるのに必要な下肢筋力は体重の62.3%であり、この筋力は日常生活が不自由なく行うことができるレベルに相当することを報告している。また、立ち上がりテストと身体機能との関連について検討した先行研究において、片脚立ち上がりができない者では、5回の座り立ちにかかる時間が長く、歩行速度が遅いことが報告されている<sup>12)</sup>。本研究において、低筋量ならびに低筋力の簡易評価に対する椅子片脚立ち上がりテストの感度は5割程度とそれほど高くなかったものの、特異度は7割以上と比較的高かった。すなわち、低筋量あるいは低筋力と判定されなかった者のうち7割以上の者では椅子から片脚で立ち上がることができており、椅子片脚立ち上がりテストによって低筋量や低筋力と判定されない者をおおよそ7割以上の確率で推定できる可能性が示唆された。

今後は、縦断的な追跡調査を行っていくことで、

椅子片脚立ち上がりテストの結果と将来の転倒や要介護リスク等との関連について検討を行う予定である。

#### 4. 結 論

椅子片脚立ち上がりテストにおいて、椅子から片脚で立ち上がることができなかった者では握力や脚伸展パワーが低く、低筋量や低筋力に該当する者が多いことが示唆された。何処でも簡便に評価可能な椅子片脚立ち上がりテストによってサルコペニアをある程度推定できる可能性が示唆された。

#### 謝 辞

本研究に対し、助成を賜りました公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に厚く御礼申し上げます。また、本研究の遂行にあたり、Nutrition and Exercise Intervention Study (NEXIS) のコホート研究にご協力いただきました皆様、ご指導を賜りました国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所の宮地元彦氏に深謝いたします。

#### 文 献

- 1) Nakamura K.A., "super-aged" society and the "locomotive syndrome"., *J. Orthop. Sci.*, 13: 1-2 (2008)
- 2) Cruz-Jentoft A.J., Baeyens J.P., Bauer J.M., Boirie Y., Cederholm T., Landi F., Martin F.C., Michel J.P., Rolland Y., Schneider S.M., Topinkova E., Vandewoude M., Zamboni M., European Working Group on Sarcopenia in Older People., Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People., *Age Ageing*, 39: 412-423(2010)
- 3) Janssen I., Heymsfield S.B., Ross R., Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability., *J. Am. Geriatr. Soc.*, 50: 889-896(2002)
- 4) Tanimoto Y., Watanabe M., Sun W., Tanimoto K.,

- Shishikura K., Sugiura Y., Kusabiraki T., Kono K., Association of sarcopenia with functional decline in community-dwelling elderly subjects in Japan., *Geriatr. Gerontol. Int.*, **13**: 958-963(2013)
- 5) 公益社団法人日本整形外科学会., ロコモチャレンジ! 推進協議会., ロコモパンフレット 2015 年度版., [https://locomo-joa.jp/check/pdf/locomo\\_pf2015.pdf](https://locomo-joa.jp/check/pdf/locomo_pf2015.pdf)(2015)
- 6) 村永信吾., 立ち上がり動作を用いた下肢筋力評価とその臨床応用., 昭和医会誌, **61**: 362-367 (2001)
- 7) Murakami H., Iemitsu M., Fuku N., Sanada K., Gando Y., Kawakami R., Miyachi M., The Q223R polymorphism in the leptin receptor associates with objectively measured light physical activity in free-living Japanese., *physiol. Behav.*, **129**: 199-204 (2014)
- 8) 川上諒子., 村上晴香., 宮武伸行., 澤田亨., 樋口満., 宮地元彦., 健康づくりのための身体活動基準 2013による身体活動評価とメタボリックシンドローム., 日本公衆衛生雑誌, **61**: 705-717 (2014)
- 9) Kawakami R., Murakami H., Sanada K., Tanaka N., Sawada S.S., Tabata I., Higuchi M., Miyachi M., Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women., *Geriatr. Gerontol. Int.*, **15**: 969-976(2015)
- 10) Sanada K., Miyachi M., Tanimoto M., Yamamoto K., Murakami H., Okumura S., Gando Y., Suzuki K., Tabata I., Higuchi M., A cross-sectional study of sarcopenia in Japanese men and women: reference values and association with cardiovascular risk factors., *Eur. J. Appl. Physiol.*, **110**: 57-65(2010)
- 11) Lauretani F., Russo C.R., Bandinelli S., Bartali B., Cavazzini C., Di Iorio A., Corsi AM., Rantanen T., Guralnik JM., Ferrucci L., Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia., *J. Appl. Physiol.*, **95**: 1851-1860 (2003)
- 12) Yoshimura N., Muraki S., Oka H., Tanaka S., Ogata T., Kawaguchi H., Akune T., Nakamura K., Association between new indices in the locomotive syndrome risk test and decline in mobility: third survey of the ROAD study., *J. Orthop. Sci.*, **20**: 896-905(2015)