

# 地域在住の高齢女性の不適切な栄養摂取と転倒、プレフレイル（前虚弱）

林 辰 美\*

## 目 次

1. はじめに
2. 方法
  - (1) 研究地域と参加者
  - (2) 調査項目
  - (3) 統計解析
3. 結果
  - (1) 参加者の特徴
  - (2) 転倒歴と栄養、食品摂取量
  - (3) 転倒歴と栄養学的妥当性
  - (4) 不適切な栄養摂取と転倒歴、プレフレイルおよびフレイル構成要素との関連
  - (5) 転倒の要因分析
4. 考察
5. 結論

## 要約

**目的：**地域在住の高齢女性の転倒、プレフレイル、栄養および食品摂取の関連を調べた。**方法：**この横断研究の参加者は、65歳以上の女性である。プレフレイルは、改訂日本版心血管健康研究の基準を使用して評価された。検証された食物摂取頻度調査票を使用して、エネルギー、栄養および食品摂取量が推定され、食事摂取基準に基づいて23の栄養素と栄養比率について不適切な栄養摂取の推定有病率が求められた。受信者動作特性の分析を使用して、転倒に対する不適切な栄養摂取のカットオフ値を求め、不適切な栄養摂取と転倒、プレフレイルとの関係について調べた。さらに、転倒とプレフレイル、栄養および食品摂取量の関連を調べた。**結果：**分析対象は267人で、転倒発生率は27.3%、プレフレイルは37.4%であった。求められたカットオフ値の6つ以上の不適切な栄養摂取は、転倒（オッズ比3.41; 95%信頼区間, 1.89-6.19）、プレフレイル（オ

ッズ比3.82; 95%信頼区間, 2.31-6.33）と有意に関連していた。転倒要因に関する二項ロジスティック回帰分析では、プレフレイルは有意な正の関連を示し、ビタミンC、野菜および魚介類の摂取量は逆相関を示した。**結論：**地域在住の高齢女性の不適切な栄養摂取は、転倒、プレフレイルに関連していた。より大きなサンプルで、前向き研究による追加の評価が必要である。

**キーワード：**不適切な栄養摂取、食事摂取基準、転倒、プレフレイル、高齢女性

## 1. はじめに

高齢者の転倒は国内外において、公衆衛生上の大きな問題とされている。<sup>1,2</sup> 寿命の延伸とともに、転倒予防はその重要性を増している。<sup>1</sup>

要介護者について、介護が必要になった主な原因は、「認知症」が18.1%と最も多く、次いで、「脳血管疾患（脳卒中）」が15.0%、「高齢による衰弱」が13.3%、「骨折・転倒」が13.0%となっている。<sup>3</sup> また、男女別に見ると、男性の1位は「脳血管疾患（脳卒中）」が24.5%、「骨折・転倒」は5位で5.8%であるが、女性の1位は「認知症」が19.9%、2位が「骨折・転倒」の16.5%であった。<sup>4</sup>

地域在住の高齢者における転倒発生率は、以前の研究では最大30-60%とされており、<sup>5</sup> 最近、日本の研究報告（男女：447人、年齢範囲：65-85歳）では、26.6%であった。<sup>6</sup> 性別では、女性が男性より転倒発生率は高いことが報告されている。<sup>7</sup> 米国の大規模調査（65歳以上の男女、13,685,662人）報告においても女性29.1%、男性25.5%であった。<sup>8</sup>

また、転倒は系統的レビューによるとフレイルと

\* 責任著者：林 辰美, 下関市立大学客員研究員

の関連の可能性が示唆されており、<sup>9</sup> 栄養の摂取不足は高齢者のフレイルのよく知られた危険因子である。<sup>10</sup> 適切な栄養を摂取できる食事は、フレイルを逆転させることができる重要なライフスタイルの側面である。<sup>11</sup> 栄養は、転倒の要因として重要な役割を果たしているが、<sup>12</sup> 栄養要因を転倒に関連付ける研究はほとんどなく、<sup>13</sup> 不適切な栄養摂取と転倒、プレフレイルに焦点を当てた研究はほとんど見られない。そこで、転倒リスクに関する栄養、食品摂取についての詳細な調査が必要である。

この横断研究は、日本の健康な地域在住の高齢女性が参加して、身体機能評価と食物摂取頻度調査法による食事調査を実施し、食事摂取基準 2020 年版<sup>14</sup>に基づいて不適切な栄養摂取の有病率を調べ、転倒、プレフレイル、栄養および食品摂取との関連を調べることを目的とした。

## 2. 方法

### (1) 研究地域と参加者

この横断研究は、2016 年に北九州市立年長者研修大学校の年間研修コースの研修生として在籍した地域在住の健康な高齢女性 267 人（年齢範囲：65-84 歳）が参加した。参加者は、日常生活動作を自立して実行していて、施設入所しておらず、認知症と診断されていない者で、医師から食事制限を実施するように指示を受けていないことを条件とした。また、本研究の調査および測定項目に欠損値がない参加者を解析した。

測定と調査は、2016 年 8 月から 10 月の間に、北九州市内の大学施設で複数回実施された。参加者個人には、すべての個々の変数について、同じ日に測定および調査を一連の内容と手順を熟知したスタッフが行った。

この研究は、年長者研修大学校の承認を受け、実態調査の実施においては、「疫学研究における倫理指針」を遵守して、すべての参加者には、口頭および書面にて研究内容の説明を行い、参加者から書面でインフォームドコンセントを得て実施された。

### (2) 調査項目

#### 転倒の評価

転倒の定義は、国際的に合意されている「参加者

が地面、床、またはより低いレベルで休む予期しない出来事」<sup>15</sup>を採用し、過去 12 か月以内に少なくとも 1 回転倒を経験した参加者は転倒群に分類され、転倒しなかった参加者は非転倒群に分類された。

#### フレイル（脆弱性）の評価

プレフレイルを特定するために心血管健康研究<sup>16</sup>の改訂日本版を使用した。このツールは、Fried らが虚弱表現型のために開発した心血管健康研究基準<sup>17</sup>に基づいており、日本人の脆弱性のスクリーニング用に変更されている。参加者は、次の A-E の 5 つの設定基準に基づいて、フレイル（3-5 個該当）、プレフレイル（1-2 個該当）、または非フレイル（該当項目なし）のグループに分類される。<sup>16</sup> A. 体重減少—過去 6 か月で 2 kg 以上の体重減少がありましたか？「はい」；B. 低い身体活動—健康を目的とした中程度のレベルの運動やスポーツを行っていますか？、健康を目的とした低レベルの運動を行っていますか？、の両方の質問に「いいえ」；C. 疲労感—過去 2 週間で、理由もなく疲れを感じましたか？「はい」；D. 筋力低下—握力は男性では 26 kg 未満、女性では 18 kg 未満である；E. 歩行速度の低下—歩行速度が 1.0 m/s 未満である。<sup>16</sup>

#### 身体計測と機能評価

身長・体重は、身長・体重計測器（AD-6350;A&D）を用いて同時に計測し、Body Mass Index（BMI と略す）の算出に使用した。身長は 0.1cm 単位で測定し、体重は 0.1kg 単位で測定された。BMI (kg/m<sup>2</sup>) は、kg 単位の体重を m 単位の身長<sup>2</sup>で割って、小数点以下 1 桁に丸めて算出された。筋力の指標としての握力は、デジタル式握力計（竹井機器工業製）を使用して測定した。歩行速度の測定では、4 m の区間を普通で歩行し、測定は 1 回行い、1 秒あたりの歩行距離（m/s）を分析に使用した。

#### 基本的な属性や生活習慣など、他の変数の評価

年齢と身体活動レベル（PAL と略す）、飲酒習慣、および栄養補助食品の使用は、食物摂取頻度調査ソフト（FFQg と略す）<sup>18</sup>（Ver.5.2016; 建帛社）の質問の回答に基づいて評価された。現在、栄養補助食品の組成表が限られているため、栄養摂取量の計算にはサプリメントからの摂取量は含まれていない。サプリメントは使用の有無として扱った。PAL については、参加者に 1 日 24 時間をどのように過ごしたかを尋ねて、食事摂取基準<sup>14</sup>に準拠して、低

(I)、中 (II)、または高 (III) に分類された。参加者に過去 1 週間の運動時間の記録を依頼し、1 日の平均運動時間を把握した。参加者は、同居者の有無、治療中の疾患の有無、現在の喫煙習慣についても質問された。

### 栄養摂取量と食品摂取量の評価

栄養および食品摂取量は、検証済みの FFQg を使用して推定および評価された。日本食品標準成分表 2015 年版 (第 7 版)<sup>19</sup> に基づき、栄養価推定ソフト (Excel Eiyuu Ver.8.0; 建帛社)<sup>20</sup> を用いて、エネルギーと栄養素の摂取量を推定した。食事変数は、残差法<sup>21</sup> を使用して計算されたエネルギー調整摂取量が、1 日の栄養摂取量と食品摂取量に使用された。

### 不適切な栄養摂取の評価

不適切な栄養摂取量は、食事摂取基準 2020 年版に基づく各基準値との比較に基づいて評価された。日本食品成分表では、ビオチン、ヨウ素、セレン (Se と略す)、クロム、モリブデンの食品成分値が不足している。<sup>19</sup> ただし、Se は抗酸化性の観点から考慮する必要がある場合の参考値として算出された。したがって、4 つの栄養素が現在の分析から除外された。

次の 16 の栄養素の摂取量：たんぱく質、ビタミン A (V.A と略す)、ビタミン B<sub>1</sub>、ビタミン B<sub>2</sub>、ナイアシン、ビタミン B<sub>6</sub> (V.B<sub>6</sub> と略す)、ビタミン B<sub>12</sub> (V.B<sub>12</sub> と略す)、葉酸、ビタミン C (V.C と略す)、ナトリウム (Na と略す)、カルシウム (Ca と略す)、マグネシウム (Mg と略す)、鉄 (Fe と略す)、亜鉛、銅 (Cu と略す)、および Se は、推定平均必要量 (EAR と略す) を下回る場合、不適切であると見なされた。<sup>14</sup>

たんぱく質、脂質、飽和脂肪酸 (SFA と略す)、炭水化物、食物繊維、食塩相当量、カリウム (K と略す) については、生活習慣病予防のための暫定的な目標量 (DG と略す) が設定されている。これらの栄養素の摂取量が対応する DG の範囲外である場合、不適切であると見なされた。<sup>14</sup>

n-6 系多価不飽和脂肪酸 (PUFA と略す)、n-3 PUFA、ビタミン D (V.D と略す)、ビタミン E (V.E と略す)、ビタミン K、パントテン酸、リン、マンガンについては、EAR を設定する根拠が不十分であるため、目安量 (AI と略す) が設定されている。<sup>14</sup> したがって、これらの栄養素は、不適切な栄

養摂取量の評価の分析から除外された。

### (3) 統計解析

統計分析には、IBM SPSS Ver.22.0 (IBM; 日本) が使用された。すべて検定は両側で行われ、 $p < 0.05$  は有意とみなされた。データは、最初に Kolmogorov-Smirnov 検定により、分布の正規性が評価された。参加者は転倒群と非転倒群に分けられ、連続変数の測定値は、Mann-Whitney U 検定を使用して比較され、カテゴリ変数の測定値は、フィッシャーの正確確率検定または  $\chi^2$  検定を使用して比較された。連続変数は中央値 (50 パーセントイル) として表示され、カテゴリ変数はパーセンテージ (%) および 95% 信頼区間 (CI と略す) として表示された。

不適切な栄養摂取の有病率を推定するために、個体数を数える必要があり、<sup>22,23</sup> 16 の EAR と 7 つの DG の栄養素と栄養比率について、食事摂取基準の基準値が満たされていない参加者の割合が推定され、フィッシャーの正確確率検定を使用して、これらの結果を転倒群と非転倒群で比較された。また、食事摂取基準の EAR および DG の基準値が満たされていない栄養素の数を数え、Mann-Whitney U 検定を使用して比較された。

次に、不適切な栄養摂取のカットオフ値を決定するために、受信者動作特性 (ROC と略す) 分析が行われた。二項ロジスティック回帰分析 (増加法) は、従属変数はカットオフ値によって定義された適切な栄養摂取群 (0) と不適切な栄養摂取群 (1) とし、独立変数は転倒歴、プレフレイルおよびフレイルの構成要素を使用して実行され、オッズ比 (OR と略す) と 95% CI が算出された。モデル 1 は年齢、BMI および治療中の疾患の有無で調整され、モデル 2 はモデル 1 に加えてエネルギー摂取量 (連続量) で調整された。

最後に、従属変数に転倒歴、独立変数には単変量解析で関連を示したプレフレイル、不適切な栄養素および食品を選択して、二項ロジスティック回帰分析 (増加法) を実施し、OR と 95% CI が算出された。栄養素、食品摂取量は、連続量として投入され、エネルギー摂取量 (連続量) で調整された。

### 3. 結果

#### (1) 参加者の特徴

参加者の特徴は表1に示した。65-84歳の267人の地域在住の高齢女性について分析された。12か月以内の転倒の発生率は27.3%（95% CI,17.5-39.1）であり、1回の転倒は20.6%、複数回の転倒は6.7%であった（表には示していない）。年齢の中央値は、非転倒群は73歳、転倒群は76歳と有意に高齢であった（ $p<0.001$ ）。プレフレイルは37.4%（95% CI,27.9-47.7）で、その割合は転倒群で有意に多かった（ $p<0.001$ ）。また、転倒群は疾患の治療中の割合が80.8%と多かった（ $p<0.001$ ）。

#### (2) 転倒歴と栄養、食品摂取量

表2と表3は、残差法<sup>21</sup>を使用してエネルギー摂

取量で調整された栄養素摂取量、栄養素比率および食品群別摂取量の中央値と四分位範囲を示した。V.DはAIを下回り（転倒群のみ）、食物繊維とKはDGを下回り、食塩相当量とSFAエネルギー比はDGの基準を上回った。n-3 PUFA、V.D、V.B<sub>6</sub>、V.B<sub>12</sub>、V.C、Ca、Mgの摂取量は、転倒群では有意に低値を示した。さらに、転倒群では野菜と魚介類の総摂取量の中央値は有意に低く（それぞれ $p=0.011$ と $p=0.007$ ）、アルコール飲料の摂取量は有意に高値を示した（ $p=0.014$ ）。

#### (3) 転倒歴と栄養学的妥当性

表4は、食事摂取基準の基準値を満たさなかった参加者の割合を示している。V.B<sub>6</sub>とV.Cの不適切な栄養摂取の有病率は、転倒群でそれぞれ16.4%と26.3%であり、非転倒群で6.7%と6.2%であった（それぞれ $p=0.019$ と $p<0.001$ ）。たんぱく質、ナイ

**Table 1. Basic characteristics of participants classified according to a history of falls**

Characteristics	Overall (n=267)	Falls (n=73, 27.3%)	Non-falls (n=194, 72.7%)	p-value
	Median (IQR) or % (95%CI)	Median (IQR) or % (95%CI)	Median (IQR) or % (95%CI)	
Age (years)	74 (71, 76)	76 (71, 79)	73 (70, 76)	<0.001 <sup>†</sup>
65-74	55.1 (46.6-63.3)	46.6 (29.2-64.5)	58.2 (48.6-67.5)	0.099 <sup>††</sup>
75+	44.9 (35.8-54.3)	53.4 (36.7-69.6)	41.8 (30.9-53.3)	
Frailty criteria <sup>‡</sup> of J-CHS				
Shrinking	-	-	-	-
Low activity	27.0 (17.1-38.8)	34.3 (16.6-55.9)	24.2 (12.8-39.1)	0.122 <sup>††</sup>
Exhaustion	12.4 (3.5-28.6)	21.9 (5.6-49.4)	8.8 (0.2-34.2)	0.006 <sup>††</sup>
Weakness <sup>‡</sup>	4.9 (0.0-33.0)	9.6 (0.01-54.2)	3.1 (0.0-45.9)	0.049 <sup>††</sup>
Slowness <sup>§</sup>	7.9 (0.6-28.6)	19.2 (3.4-48.9)	3.6 (0.0-41.0)	<0.001 <sup>††</sup>
Frailty <sup>†</sup>				
Non-frailty	62.6 (54.7-69.9)	46.6 (29.2-64.5)	68.6 (59.9-76.4)	<0.001 <sup>††</sup>
Prefrailty	37.4 (27.9-47.7)	53.4 (36.7-69.6)	31.4 (20.1-44.7)	
Grip strength (kg)	22.1 (19.8, 24.9)	21.6 (19.0, 24.5)	22.1 (19.8, 25.1)	0.944 <sup>†</sup>
Gait speed (m/sec)	1.30 (1.20, 1.49)	1.21 (1.02, 1.51)	1.33 (1.26, 1.43)	0.001 <sup>†</sup>
Exercise time (min/day)	35 (0, 70)	30 (0, 60)	35 (15, 75)	0.052 <sup>‡</sup>
Body height (cm)	155 (150, 162)	155 (151, 162)	155 (150, 162)	0.942 <sup>‡</sup>
Body weight (kg)	53.7 (48.5, 57.9)	52.6 (48.6, 57.7)	53.9 (48.1, 57.9)	0.785 <sup>‡</sup>
Body Mass Index (kg/m <sup>2</sup> )	21.9 (20.7, 23.8)	21.6 (20.4, 23.7)	21.9 (20.8, 23.8)	0.506 <sup>‡</sup>
Systolic blood pressure (mmHg)	135 (126, 147)	138 (125, 150)	135 (126, 147)	0.430 <sup>†</sup>
Diastolic blood pressure (mmHg)	77 (73, 86)	78 (74, 88)	77 (72, 85)	0.134 <sup>†</sup>
Living alone, yes	19.9 (10.2-33.1)	26.3 (8.5-51.3)	17.5 (6.4-34.7)	0.125 <sup>††</sup>
Presence of disease during treatment, yes	54.3 (45.8-62.6)	80.8 (68.4-90.0)	44.3 (33.6-55.5)	<0.001 <sup>††</sup>
Alcohol intake, yes	40.5 (31.1-50.4)	48.0 (30.7-65.5)	37.6 (26.5-49.8)	0.162 <sup>††</sup>
Dietary supplement use, yes	23.2 (13.3-35.8)	28.7 (11.4-52.6)	21.1 (9.9-36.8)	0.196 <sup>††</sup>
Current smoker, yes	5.6 (0.01-32.1)	9.6 (0.01-54.2)	4.1 (0.0-36.9)	0.131 <sup>††</sup>

IQR: interquartile range; CI: confidential interval; J-CHS: Japanese version of the Cardiovascular Health Study.<sup>16</sup>

<sup>†</sup>Frailty scores (0-5) were defined as shrinking (one point), low activity (one point), exhaustion (one point), weakness (one point), and slowness (one point). A score of 1 or 2 was classified as indicating prefrailty.

<sup>‡</sup>Weakness, grip strength <18 kg.<sup>16</sup> <sup>§</sup>Slowness, gait speed <1.0 m/s.<sup>16</sup>

<sup>††</sup>Mann-Whitney U test. <sup>†††</sup>Fisher's exact test.

**Table 2. Comparison of nutrient intakes and the nutritional ratio in falls and non-falls groups**

Variables	Overall (n=267)	Falls (n=73)	Non-falls (n=194)	p-value <sup>‡</sup>
	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	
Energy (kcal)	1772 (1576, 1896)	1721 (1507, 1893)	1797 (1580, 1914)	0.078
Protein <sup>†</sup> (g)	69.5 (64.2, 72.4)	67.2 (61.0, 70.8)	70.2 (65.5, 72.9)	0.066
Animal protein <sup>†</sup> (g)	38.3 (33.3, 42.4)	35.8 (32.4, 41.2)	39.7 (33.4, 42.7)	0.104
Fat <sup>†</sup> (g)	58.3 (50.6, 62.7)	58.0 (50.7, 62.6)	58.4 (50.6, 62.7)	0.658
Saturated fatty acid <sup>†</sup> (g)	17.28 (14.91, 19.54)	17.94 (15.02, 18.96)	16.58 (14.73, 19.55)	0.134
n-6 Polyunsaturated fatty acid <sup>†</sup> (g)	10.00 (9.01, 11.53)	9.84 (8.77, 11.28)	10.13 (9.02, 11.80)	0.412
n-3 Polyunsaturated fatty acid <sup>†</sup> (g)	2.64 (2.15, 3.02)	2.35 (2.06, 2.95)	2.84 (2.31, 3.10)	0.005
Carbohydrates <sup>†</sup> (g)	246 (203, 273)	232 (204, 280)	249 (204, 270)	0.372
Dietary fiber <sup>†</sup> (g)	15.8 (13.6, 18.0)	15.4 (13.3, 16.5)	16.0 (14.1, 18.3)	0.094
Vitamin A <sup>†</sup> (µg RAE)	730 (590, 929)	691 (590, 872)	733 (592, 993)	0.156
Vitamin D <sup>†</sup> (µg)	8.4 (7.4, 10.1)	8.0 (7.0, 8.9)	8.5 (7.7, 11.2)	0.004
Vitamin E <sup>†</sup> (µg)	7.3 (6.5, 8.2)	7.2 (6.5, 7.8)	7.4 (6.5, 8.4)	0.056
Vitamin K <sup>†</sup> (µg)	260 (217, 324)	250 (201, 291)	266 (218, 348)	0.076
Vitamin B <sub>1</sub> <sup>†</sup> (mg)	0.89 (0.76, 0.97)	0.89 (0.81, 1.02)	0.89 (0.76, 0.97)	0.429
Vitamin B <sub>2</sub> <sup>†</sup> (mg)	1.27 (1.01, 1.39)	1.19 (1.01, 1.32)	1.28 (1.00, 1.48)	0.056
Vitamin B <sub>6</sub> <sup>†</sup> (mg)	1.30 (1.08, 1.55)	1.20 (1.03, 1.33)	1.33 (1.13, 1.55)	0.003
Vitamin B <sub>12</sub> <sup>†</sup> (µg)	8.2 (6.6, 10.9)	7.4 (6.2, 8.4)	8.6 (6.7, 11.8)	0.002
Folate <sup>†</sup> (µg)	351 (312, 452)	346 (310, 387)	365 (312, 461)	0.068
Vitamin C <sup>†</sup> (mg)	110 (93, 134)	103 (79, 117)	118 (94, 142)	<0.001
Salt equivalent <sup>†</sup> (g)	9.0 (7.3, 11.1)	9.2 (8.3, 10.3)	8.9 (7.2, 11.1)	0.137
Potassium <sup>†</sup> (mg)	2362 (2233, 2473)	2348 (2233, 2432)	2372 (2232, 2480)	0.140
Calcium <sup>†</sup> (mg)	718 (622, 828)	694 (599, 782)	747 (656, 847)	0.012
Magnesium <sup>†</sup> (mg)	244 (221, 282)	233 (213, 261)	249 (224, 286)	0.007
Phosphorus <sup>†</sup> (mg)	1127 (1001, 1228)	1122 (1040, 1264)	1131 (998, 1229)	0.655
Iron <sup>†</sup> (mg)	7.5 (6.9, 8.7)	7.3 (6.7, 8.4)	7.7 (6.9, 9.3)	0.204
Zinc <sup>†</sup> (mg)	8.5 (8.0, 8.9)	8.4 (7.9, 8.7)	8.5 (8.1, 9.1)	0.109
Protein <sup>†</sup> energy ratio (% energy)	15.3 (14.0, 17.2)	14.9 (13.6, 17.1)	15.9 (14.0, 17.2)	0.740
Animal protein <sup>†</sup> ratio (%)	54.8 (49.4, 60.3)	54.5 (50.7, 57.5)	55.2 (49.3, 60.3)	0.403
Fat <sup>†</sup> energy ratio (% energy)	29.1 (26.3, 32.0)	29.4 (26.7, 33.2)	29.0 (26.2, 31.9)	0.063
Saturated fatty acid <sup>†</sup> energy ratio (% energy)	8.7 (7.4, 10.9)	9.3 (7.6, 11.0)	8.4 (7.2, 10.7)	0.166
Carbohydrate <sup>†</sup> energy ratio (% energy)	55.1 (50.2, 58.8)	54.9 (50.6, 59.0)	55.1 (50.1, 58.8)	0.053

IQR: interquartile range; RAE: retinol activity equivalent.

<sup>†</sup>Nutrient intakes were energy-adjusted according to the residual method.<sup>21</sup><sup>‡</sup>Mann-Whitney U test.**Table 3. Comparison of intakes by food groups in falls and non-falls groups**

Food groups <sup>‡</sup> (g/day)	Overall (n=267)	Falls (n=73)	Non-falls (n=194)	p-value <sup>‡</sup>
	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	
Cereals	401 (338, 467)	395 (335, 442)	413 (338, 470)	0.705
Potatoes	54 (27, 88)	56 (30, 91)	51 (25, 86)	0.556
Sugar and sweeteners	11 (9, 14)	12 (9, 16)	11 (9, 13)	0.115
Soy products	77 (49, 102)	75 (54, 94)	81 (49, 106)	0.296
Total vegetables	304 (255, 330)	264 (236, 323)	311 (278, 337)	0.011
Green and yellow vegetables	98 (77, 113)	90 (64, 113)	101 (81, 114)	0.015
Fruits	150 (78, 203)	136 (77, 197)	154 (85, 221)	0.124
Algae	7 (5, 10)	6 (5, 9)	7 (5, 11)	0.366
Fish and shellfish	77 (62, 88)	68 (56, 80)	78 (68, 90)	0.007
Meat	59 (38, 72)	56 (38, 71)	60 (41, 73)	0.891
Eggs	30 (17, 49)	31 (21, 49)	29 (17, 49)	0.299
Dairy products	184 (120, 230)	163 (113, 227)	194 (126, 238)	0.054
Fats and oils	15 (11, 17)	14 (12, 16)	16 (11, 17)	0.086
Nuts and seeds	3 (1, 5)	2 (1, 4)	3 (1, 5)	0.079
Confectioneries	51 (28, 60)	53 (36, 62)	49 (28, 60)	0.597
Favorite beverages (excluding alcoholic beverages)	17 (1, 100)	30 (3, 146)	14 (0, 94)	0.106
Alcoholic beverages	2 (-1, 6)	2 (1, 8)	1 (-1, 5)	0.014
Seasonings and spices	19 (16, 28)	19 (16, 28)	19 (17, 27)	0.489

IQR: interquartile range.

<sup>†</sup>Nutrient intakes were energy-adjusted according to the residual method.<sup>21</sup><sup>‡</sup>Mann-Whitney U test.

**Table 4. Percentage of participants with an inadequate nutrient intake and nutrient energy ratio according to DRIs for Japanese, 2020, using the cut-point method classified according to a history of falls**

Variables	Reference value <sup>†</sup>	Falls (n=73)	Non-falls (n=194)	p-value
		% (95%CI) or median (IQR)	% (95%CI) or median (IQR)	
<b>Nutrients with EAR<sup>‡</sup></b>				
Vitamin A (µg RAE)	65-74 years: ≥500, 75 years+: ≥450	6.9 (0.0-52.2)	6.7 (0.01-36.5)	1.000 <sup>††</sup>
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	65-74 years: ≥0.9, 75 years+: ≥0.8	38.4 (20.6-58.7)	47.9 (37.4-58.6)	0.171 <sup>†</sup>
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	65-74 years: ≥1.0, 75 years+: ≥0.9	23.3 (6.1-50.2)	18.6 (7.5-35.2)	0.492 <sup>†</sup>
Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	65 years+: ≥1.0	16.4 (1.3-49.4)	6.7 (0.01-36.5)	0.019 <sup>†</sup>
Vitamin C (mg)	65 years+: ≥80	26.3 (8.5-51.3)	6.2 (0.01-36.9)	< 0.001 <sup>†</sup>
Calcium (mg)	65-74 years: ≥550, 75 years+: ≥500	11.0 (0.01-52.8)	5.7 (0.01-37.7)	0.179 <sup>†</sup>
Magnesium (mg)	65-74 years: ≥230, 75 years+: ≥220	35.6 (17.8-56.8)	28.4 (17.0-42.2)	0.296
Zinc (mg)	65-74 years: ≥7.0, 75 years+: ≥6.0	9.6 (0.01-54.2)	3.6 (0.0-41.0)	0.065 <sup>†</sup>
<b>Nutrients and the nutrient energy ratio with DG<sup>§</sup></b>				
Dietary fiber (g)	65 years+: ≥17.0	75.3 (61.8-86.0)	62.9 (53.7-71.5)	0.060 <sup>†</sup>
Salt equivalent (g)	65 years+: <6.5	91.8 (82.5-97.1)	85.1 (78.7-90.1)	0.161 <sup>†</sup>
Potassium (mg)	65 years+: ≥2600	89.0 (78.8-95.5)	82.0 (75.1-87.6)	0.193 <sup>†</sup>
Protein (% energy)	65 years+: 15-20	56.2 (39.7-71.7)	53.6 (43.5-63.5)	0.783 <sup>†</sup>
Fat (% energy)	65 years+: 20-30	49.3 (32.2-66.6)	47.9 (37.4-58.6)	0.891 <sup>†</sup>
Saturated fatty acid (% energy)	65 years+: <7.0	86.3 (75.2-93.7)	75.3 (67.4-82.0)	0.066 <sup>†</sup>
Carbohydrates (% energy)	65 years+: 50-65	23.3 (6.1-50.2)	17.0 (6.2-34.2)	0.291 <sup>†</sup>
Number of nutrients with an inadequate intake		6.0 (5.0, 7.0)	5.0 (4.0, 6.0)	< 0.001 <sup>††</sup>

DRIs: Dietary Reference Intakes; CI: confidential interval; IQR: interquartile range; EAR: estimated average requirement; RAE: retinol activity equivalent; DG: tentative dietary goals for preventing lifestyle-related diseases (LRDs).

<sup>†</sup>DRIs (units/d), 2020 for Japanese females aged 65-74 and 75+ years old.<sup>14</sup>

<sup>‡</sup>EAR is the average daily nutrient intake level required in a population, calculated based on the distribution of the measured requirements in a study population. To prevent inadequate intake, EAR was assessed.<sup>14</sup>

<sup>§</sup>DGs required for the prevention of LRDs were set as the current goals for Japanese individuals to reach the average daily intake of nutrients, and, thereby, prevent LRDs.<sup>14</sup>

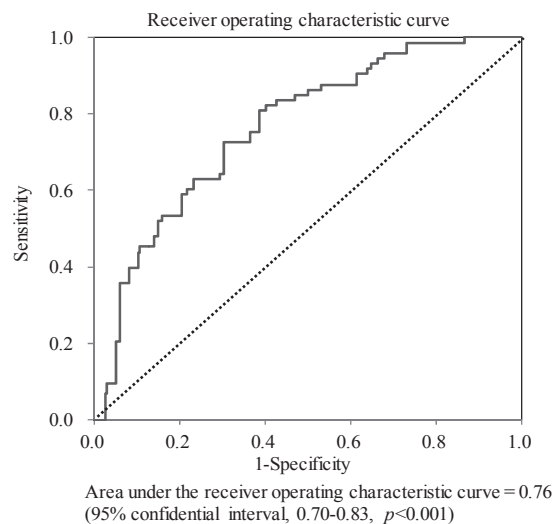
<sup>††</sup>Fisher's exact test. <sup>†††</sup>Mann-Whitney U test.

アシン、V.B<sub>12</sub>、葉酸、Na、Fe、Cu および Se について、EAR 未満の不適切な摂取は認められなかった。また、n-3PUFA と V.D の摂取量（表 2）は、栄養摂取量が 2 群間で有意に異なっていたが、基準値が AI に設定されているため、栄養摂取不足であることは判定できない。

EAR 未満または DG 外の不適切な摂取量の栄養素の数の中央値（四分位範囲）は、転倒群では 6.0 (5.0,7.0) で、非転倒群では 5.0 (4.0,6.0) で、有意差が認められた ( $p < 0.001$ )。

#### (4) 不適切な栄養摂取と転倒歴、プレフレイルおよびフレイルの構成要素との関連

図 1 は、不適切な栄養素の数のカットオフ値を計算するために使用される ROC 曲線を示している。ROC 曲線下面積 (AUC) は 0.76 (95% CI, 0.70-0.83,  $p < 0.001$ ) であり、中程度の精度であることを示した。本研究では、カットオフ値は、ROC 曲線の左上隅からの距離が最も小さい点の位置に基づいて 6.0 として計算された。感度と特異度はそれぞれ



**Fig 1. Receiver operating characteristic curve of the relationship between falls and the number of nutrients with an inadequate intake**

0.726 と 0.696 で、偽陽性率は 0.304 であった。

表 5 に、二項ロジスティック回帰分析の結果を示した。不適切な栄養素の数が 6 つ以上（モデル 1）では、転倒歴、プレフレイルおよびフレイルの構成要素の低い身体活動と疲労感が関連していた。握

**Table 5. Logistic regression analysis of factors associated with the number of nutrients with an inadequate intake**

Independent variables	Number of nutrients with an inadequate intake		Model 1 <sup>†</sup>		Model 2 <sup>‡</sup>	
	<6 (n=150)	≥6 (n=117)	<6 <sup>§</sup> versus ≥6 <sup>§</sup>		<6 <sup>§</sup> versus ≥6 <sup>§</sup>	
	% (95%CI)	% (95%CI)	OR (95%CI)	p-value	OR (95%CI)	p-value
Falls	15.3 (3.8-36.5)	42.7 (28.8-57.6)	3.44 (1.90-6.26)	< 0.001	3.41 (1.89-6.19)	< 0.001
Pre frailty <sup>¶</sup>	23.3 (10.7-40.8)	55.6 (42.7-68.0)	3.52 (1.99-6.22)	< 0.001	3.82 (2.31-6.33)	< 0.001
Frailty components						
Low activity	14.7 (3.2-36.6)	42.7 (28.8-57.6)	3.64 (1.99-6.66)	< 0.001	3.42 (1.87-6.23)	< 0.001
Exhaustion	6.7 (0.0-41.4)	19.7 (6.2-41.5)	2.98 (1.33-6.67)	0.008	2.76 (1.24-6.14)	0.013
Weakness <sup>**</sup>	4.0 (0.0-45.9)	6.0 (0.0-41.0)	-	-	-	-
Slowness <sup>**</sup>	5.3 (0.0-36.9)	11.1 (0.3-41.9)	-	-	-	-

OR: odds ratio; CI: confidential interval.

<sup>†</sup>Adjusted for age (y, continuous), Body Mass Index (kg/m<sup>2</sup>, continuous), and the presence of disease during treatment (yes or no).

<sup>‡</sup>Adjusted for model 1, and energy intake (kcal/day, continuous).

<sup>§</sup>Number of nutrients with an inadequate intake.

<sup>¶</sup>Frailty scores (0-5) were defined as shrinking (one point), low physical activity (one point), exhaustion (one point), weakness (one point), and slowness (one point). A score of 1 or 2 was classified as indicating prefrailty.

<sup>\*\*</sup>Weakness, grip strength <18 kg.<sup>16</sup> <sup>\*\*</sup>Slowness, gait speed <1.0 m/s.<sup>16</sup>

**Table 6. Logistic regression analysis of factors associated with a history of falls**

Independent variables	Model 1 (Crude OR)		Model 2 (Adjusted OR) <sup>†</sup>	
	OR (95%CI)	p-value	OR (95%CI)	p-value
Prefrailty <sup>‡</sup>	2.21 (1.29-3.78)	0.004	1.93 (1.10-3.40)	0.023
Vitamin B <sub>6</sub> (mg/day, continuous)	-	-	-	-
Vitamin C (mg/day, continuous)	0.98 (0.97-0.99)	0.037	0.97 (0.95-0.97)	0.027
Total vegetables (g/day, continuous)	0.95 (0.94-0.99)	0.040	0.95 (0.94-0.98)	0.034
Fish and shellfish (g/day, continuous)	0.97 (0.96-0.99)	0.021	0.95 (0.94-0.97)	0.007
Alcohol beverages (g/day, continuous)	1.04 (1.00-1.07)	0.045	1.03 (0.98-1.07)	0.153

OR: odds ratio; CI: confidential interval.

<sup>†</sup>Adjusted for energy intake (kcal/day, continuous).

<sup>‡</sup>Frailty scores (0-5) were defined as shrinking (one point), low physical activity (one point), exhaustion (one point), weakness (one point), and slowness (one point). A score of 1 or 2 was classified as indicating prefrailty.

力と歩く速さとの関係は観察されなかった。モデル 2 では、モデル 1 にエネルギー摂取量を追加して調整したところ、不適切な栄養摂取の数が 6 つ以上では、依然として、転倒 (OR 3.41; 95% CI,1.89-6.19,  $p < 0.001$ )、プレフレイル (OR 3.82; 95% CI, 2.31-6.33,  $p < 0.001$ )、低い身体活動 (OR 3.42; 95% CI, 1.87-6.23,  $p < 0.001$ ) および疲労感 (OR 2.76; 95% CI,1.24-6.14,  $p = 0.013$ ) は正の関連を示した。

#### (5) 転倒の要因分析

表 6 は、転倒歴に関連する要因を特定するための二項ロジスティック回帰分析 (増加法) の結果を示した。モデル 1 (調整なし) では、転倒歴はプレフレイルとアルコールの摂取量は正相関を示し、V.C、野菜および魚介類の摂取量は逆相関を示した。V.B<sub>6</sub> 摂取量との関係は観察されなかった。エネルギー摂取量の調整後のモデル 2 においても転倒歴はプレフレイルと独立して正相関を示した (OR 1.93;

95% CI,1.10-3.40,  $p = 0.023$ )。しかし、アルコールの摂取量の関連は減衰していた。V.C 摂取量 (OR 0.97; 95% CI,0.95-0.97,  $p = 0.027$ )、野菜摂取量 (OR 0.95; 95% CI,0.94-0.98,  $p = 0.034$ )、魚介類摂取量 (OR 0.95; 95% CI,0.94-0.97,  $p = 0.007$ ) は、転倒歴と逆相関を示した。

#### 4. 考察

この研究では、地域在住の高齢女性 (年齢範囲: 65-84 歳) は過去 12 か月以内の転倒の発生率は 27.3%、プレフレイルは 37.4% であり、その割合は転倒群で有意に多く、Umegaki らの報告<sup>6</sup>と一致していた。

また、この横断研究では、6 つ以上の不適切な栄養摂取は、転倒の発生、プレフレイルの発症、低い身体活動および疲労感と関連していた。さらに、プレフレイルは地域在住の高齢女性の転倒歴と正の関

連を示し、V.C、野菜および魚介類の摂取量は、転倒歴と逆相関を示したことを確認した。

Bartali らが 2006 年に報告した低栄養摂取と脆弱性の関係を評価した最初の論文 (InCHIANTI study) では、栄養スコアが低い (3 つ以上の栄養素の低摂取) 状態はフレイルと筋力の低下に有意に関連していた。<sup>10</sup> フレイルの構成要素の不一致は、本研究は、フレイルは分析から除外されており、InCHIANTI study の栄養スコア別のフレイルの構成要素の分布と本研究の分布 (表 5) の違いが一因と考える。

Hertfordshire cohort study (HCS) の女性 (1,414 人、平均年齢 : 66.6 歳) においては、V.C 摂取量と握力は正の関連があり、抗酸化物質が筋肉機能に重要な影響を与える可能性があるとして結論付けている。<sup>24</sup> Welch らは、18-79 歳の幅広い年齢層の女性 2,570 人 (65 歳未満 : 2,346 人、65 歳以上 : 224 人) を対象に、抗酸化ビタミン (V.A, V.C, V.E およびカロチノイド) と骨格筋の指標との関連を調べ、関連性は V.C で最大であり、年齢層別分析では、骨格筋の指標と V.C との関連性は 65 歳未満群で観察されたが、65 歳以上群では観察されなかった。<sup>25</sup> このことは、すべての年齢の個人における食事と筋肉量との関連の重要性を強調しており、骨格筋量の顕著な変化が成人期の早い段階 (45 歳以降に顕著に減少) で起こることを示した以前の研究を裏付けている。<sup>26</sup>

前述の HCS の女性では、野菜と良質の脂質を含む魚の摂取量の両方が握力の増加に独立して関連していたことを報告している。<sup>24</sup> 野菜については、V.C の結果と同等であり、抗酸化状態が筋肉機能にとって重要である可能性がある。魚には n-3 PUFA が豊富に含まれ、<sup>27</sup> その抗炎症作用が筋肉機能にも重要な影響を与える可能性があるとして報告している。<sup>24</sup>

カナダの公営住宅に居住する高齢者 (55 歳以上 : 595 人、女性 : 81.3%) においては、過去 1 年間の転倒の有病率は 34.5% と高い集団ではあったが、毎日少なくとも 1 食分の野菜と果物を摂取した者は、過去 1 年間に転倒する確率の低下と関連していた。<sup>28</sup>

厚生労働省は、21 世紀における国民健康づくり運動 (健康日本 21、第二次) の期間を 2023 年度まで 1 年延長して、従前の目標の達成に向けて取り組みを継続している。その中で、「野菜の摂取量の増

加」は 350g/ 日を目標準としている。<sup>29</sup> アルコールについては、「節度ある適度な飲酒」は、1 日平均純アルコールで約 20g 程度とし、65 歳以上の高齢女性は男性よりは少なく、より少量の飲酒が適当であることを推奨している。また、飲酒習慣のない人に対してこの量の飲酒を推奨するものではない。<sup>30</sup>

本研究の主な制限は、第 1 に横断的研究であるため、転倒と栄養状態との因果関係を確立することはできない。第 2 に、過去 12 か月の自己申告による転倒に関する参加者の記憶に不正確さがある可能性がある。<sup>7</sup> 本研究では、参加者は認知症と診断されていないことを条件とし、参加者の高い認知機能に基づいて、転倒の想起は良好であると推定された。第 3 は、参加者は研修コースの受講生であり、コミュニティからランダムに採用されたわけではない。参加者は健康な高齢女性であったため、これは実際の転倒とプレフレイルを過小評価する結果となった可能性がある。最後に、転倒のリスク因子である薬の種類、数の影響は考慮されていない。

## 5. 結論

この横断研究では、地域在住の高齢女性の不適切な栄養摂取は、転倒、プレフレイルに関連し、また、座りっぱなしの生活を避け、体を動かすことを意識し、食事については、V.C は、食事摂取基準の推奨量である 100mg/ 日、野菜は 350g/ 日および n-3 PUFA を多く含む魚の摂取を目標にすることが、転倒予防に繋がるライフスタイルであることを示唆している。

高齢者と成人男女を含む、より大きなサンプルサイズの質の高い前向き研究による検証が必要である。

### 謝辞

本研究に協力いただいた参加者の方々および関係者の皆様に深謝いたします。

### 利益相反

開示すべき利益相反に該当する事項はない。

### 参考文献

1. 大高洋平. 高齢者の転倒予防の現状と課題. 日本転倒予防学会誌. 2015;1:11-20.



2. Gale CR, et al. Prevalence and risk factors for falls in older men and women: The English Longitudinal Study of Ageing. *Age Ageing*. 2016;45:789-94.
3. 内閣府. 令和4年版高齢社会白書(2022). [https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/04pdf\\_index.html](https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/04pdf_index.html) (2022年7月4日)
4. 厚生労働省. 令和元年国民生活基礎調査第25表(2020). <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00450061&tstat=000001141126&cycle=7&tclass1=000001141143&tclass2val=0> (2022年7月4日)
5. Rubenstein LZ, et al. The epidemiology of falls and syncope. *Clin. Geriatr. Med*. 2002;18,141-158.
6. Umegaki H, et al. Falls in community-dwelling prefrail older adults. *Health Soc Care Community*. 2020;28:110-5.
7. Aoyagi K, et al. Falls among community-dwelling elderly in Japan. *J Bone Miner Res*. 1998;13:1468-74.
8. Moreland B, et al. Trends in nonfatal falls and fall-related injuries among adults aged ≥65 years-United States, 2012-2018. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2020;69:875-81.
9. Fhon JR, et al. Fall and its association with the frailty syndrome in the elderly: systematic review with meta-analysis. *Rev Esc Enferm USP*. 2016;50:1005-13.
10. Bartali B, et al. Low nutrient intake is an essential component of frailty in older persons. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci*. 2006;61:589-93.
11. Lorenzo-López L, et al. Nutritional determinants of frailty in older adults: A systematic review. *BMC Geriatr*. 2017;17:108.
12. Johnson CS. The association between nutritional risk and falls among frail elderly. *J Nutr Health Aging*. 2003;7:247-50.
13. Shahar D, et al. Nutritional status in relation to balance and falls in the elderly: a preliminary look at serum folate. *Ann Nutr Metab*. 2009;54:59-66.
14. 厚生労働省. 日本人食事摂取基準(2020年版)策定検討会報告書. 第一出版. 東京:2020.
15. Lamb SE, et al. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: The Prevention of Falls Network Europe consensus. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53:1618-22.
16. Satake S, et al. Prevalence of frailty among communitydwellers and outpatients in Japan as defined by the Japanese version of the Cardiovascular Health Study criteria. *Geriatr Gerontol Int*. 2017;17:2629-34.
17. Fried LP, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56:M146-M156.
18. 高橋啓子. 栄養素および食品群別摂取量を推定するための食物摂取状況調査票(簡易調査法)の作成. *栄養学雑誌*. 2003;61:161-69.
19. 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会. 日本食品標準成分表2015. 第7訂.2015 [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/syokuhinseibun/1365420.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365420.htm) (2022年4月1日)
20. 吉村幸雄.Excel Eiyou Ver.8.0. 建帛社. 東京:2015.
21. Willett WC, et al. Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr*. 1997;65:1220S-8S.
22. Carriquiry AL. Assessing the prevalence of nutrient inadequacy. *Public Health Nutr*. 1999;2:23-33.
23. Murphy SP, et al. Dietary Reference Intakes: summary of applications in dietary assessment. *Public Health Nutr*.2002;5:843-9.
24. Robinson SM, et al. Diet and its relationship with grip strength in community-dwelling older men and women: the Hertfordshire cohort study. *J Am Geriatr Soc*. 2008;56:84-90.
25. Welch AA, et al. Cross-sectional associations between dietary antioxidant vitamins C, E and carotenoid intakes and sarcopenic indices in women aged 18-79 years. *Calcif Tissue Int*. 2020;106:331-42.
26. Janssen I, et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 year. *J Appl Physiol*. 2000;89:81-8.
27. Morin C, et al. Eicosapentaenoic acid monoglyceride resolves inflammation in an ex vivo model of human peripheral blood mononuclear cell. *Eur. J. Pharmacol*. 2017;807:205-11.
28. Pirrie M,et al. Risk of falls and fear of falling in older adults residing in public housing in Ontario, Canada: findings from a multisite observational study. *BMC Geriatr*. 2020;20:11.
29. Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan. Health Japan 21 (the second term), Table 5 (1) Nutrition and dietary habits (C). 2013. [cited 2022/7/18]; Available from: <https://www.nibiohn.go.jp/eiken/kenkounippon21/en/kenkounippon21/index.html>
30. 厚生労働省. 健康日本21(第二次), アルコール, 2000. [https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21\\_11/b5.html](https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/b5.html) (2022年7月18日)

## Nutritional inadequacy and falls, physical frailty in community-dwelling older females

Tatsumi Hayashi\*

### Abstract

**Objective:** To investigate the relationships among falls, frailty, nutrient and food intakes in community-dwelling older females. **Methods:** Participants in this cross-sectional study were females aged 65 years or older. Frailty was assessed using the revised Japanese version of the Cardiovascular Health Study. Energy, nutrient and food intakes were estimated using a validated food frequency survey methods, and the prevalence of inadequate nutrient intake 23 nutrients and nutrient ratio was estimated based on Dietary Reference Intakes. A receiver operating characteristic curve analysis was performed to define the cut-off values of an inadequate nutrient intake for falls. After then, the relationships an inadequate nutrient intake and falls, frailty were examined. The relationships among falls and frailty, and nutrient and food intakes was also investigated. **Results:** Data from 267 participants were included. The incidence of falls was 27.3%, and 37.4% of participants were classified as frailty. An inadequate intake of at least 6 nutrients correlated with falls (odds ratio, 3.41; 95% confidence intervals, 1.89–6.19) and frailty (odds ratio, 3.82; 95% confidence intervals, 2.31–6.33) . A binomial logistic regression analysis revealed that falls positively correlated with frailty and negatively correlated with vitamin C, vegetables, and fish and shellfish intakes. **Conclusions:** Nutritional inadequacy was associated with falls and frailty in community-dwelling older females. Larger prospective studies are needed to validate these results.

**Key words :** nutritional inadequacy, Dietary Reference Intakes, falls, frailty, older females

---

\* Corresponding author: Tatsumi Hayashi, Visiting Fellow , Shimonoseki City University.