

## 超高齢社会における骨折の連鎖と要介護 —手関節骨折のリスク分析からの考察—

一般社団法人 J A 共済総合研究所  
医療研究研修部 主任研究員

東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科  
整形外科学分野 助教

一般社団法人 J A 共済総合研究所  
理事・医療研究センター長

しん かい ゆかり  
新 開 由香理

ふじ た こう じ  
藤 田 浩 二

か とう りゅう いち  
加 藤 龍 一

### アブストラクト

一度の骨折をきっかけに連鎖的に骨折が生じることを「ドミノ骨折」または「骨折連鎖」と呼んでいる。骨粗鬆症による骨密度の低下や加齢による運動機能の低下などを背景に、転倒時に生じた手首の骨折がドミノ骨折の発端となる例が増加している。手首の骨折をきっかけに、脊椎や大腿骨などに次々にドミノ骨折を起こし、やがて要介護状態へと進展する例があとを絶たない。

今回我々は、統計学的手法を用いて、手首の骨折を起こしやすい人の特徴について検討した。

その結果、握力が低く、歩行速度は保たれているものの椅子からの立ち上がり、目印を折り返すなどの複合的な動的バランス能力が劣っており、飲酒の習慣があること、散歩やウォーキングの頻度が多いことが、手首の骨折のリスク因子として示された。また、定期的な通院によるこれまで通りの骨折後療法を行っても骨折患者の握力と動的バランス能力は有意な改善は示さなかった。

ドミノ骨折のきっかけとなり得る手首の骨折のリスク軽減には、握力と動的バランス能力に注目した効果的な運動療法の開発と生活指導が重要であると考えられる。さらに本骨折の発生頻度が高まる40～50歳代という比較的早期からの介入が、介護予防に繋がる可能性が示唆された。

(キーワード) ドミノ骨折 (骨折連鎖) 手関節骨折 (手首の骨折) 転倒予防 介護予防

### 目次

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. はじめに                                    | 3. 調査データの分析  |
| 2. 東京医科歯科大学との調査概要                          | (1) 対象と方法    |
| (1) 東京医科歯科大学と関連病院での調査<br>(各種測定とアンケート)      | (2) 結果       |
| (2) J A 共済総研と東京医科歯科大学の共<br>同調査 (健康講座と各種調査) | (3) 考察       |
|  | (4) 小括       |
|  | 4. まとめ・今後の課題 |

## 1. はじめに

WHO（世界保健機関）によると「骨粗鬆症は、低骨量と骨組織の微細構造の異常を特徴とし、骨の脆弱性が増大し、骨折の危険性が増大する疾患」と定義されている。現在、日本には約1,300万人の骨粗鬆症患者が存在すると推測されており、通常では骨折しない程度の軽微な外力でも、骨粗鬆症を基盤として生じる脆弱性骨折患者は増加傾向にある<sup>1)、2)</sup>。特に閉経後の女性は、脊椎、股関節、肩のつけね（上腕骨近位部）および手首（橈骨遠位端）に脆弱性骨折を起こしやすく<sup>2)</sup>、多くの手首の骨折は比較的若年でも生ずることが知られており<sup>3)</sup>、その大部分が転倒を受傷機転とする<sup>4)</sup>。そしてこれをきっかけに連鎖するように次の骨折を起こすことがしばしばあることも知られている<sup>5)</sup>。この現象はドミノ骨折と呼称されている。

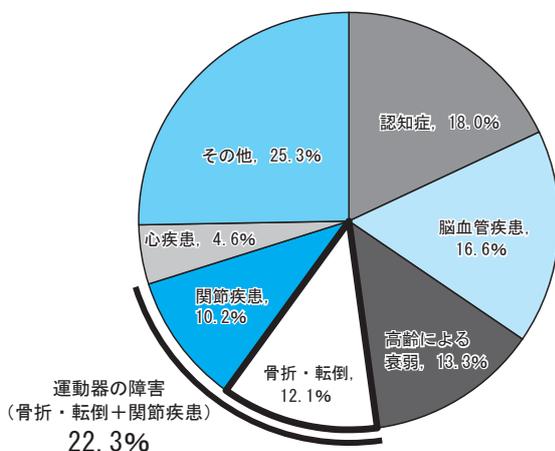
我が国が抱える社会的な課題の一つとして介護予防がある。平成28年の国民生活基礎調査によれば、骨折・転倒は介護や支援が必要

となった原因として上位からみると認知症、脳血管疾患、高齢による衰弱に次いで4番目に位置する（図1）。しかもその割合は年々増加しており、平成19年からの9年で約3割増となっている（図2）。また骨折・転倒と関節疾患を合わせ、運動器の障害として考えると、要介護、要支援者全体の約1/4を占める（図1）。したがって運動器の障害の予防は、喫緊の課題である。

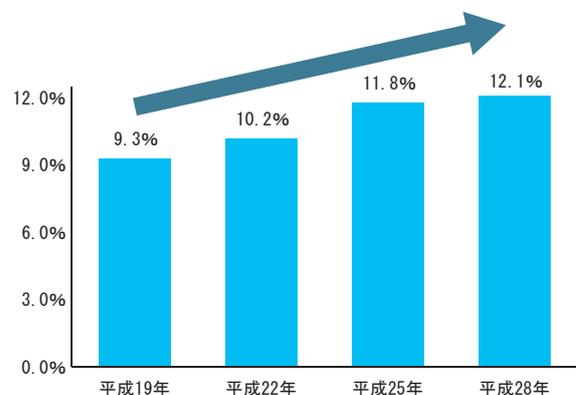
転倒を原因に生じた手首の骨折は、ドミノ骨折の発端となり、対策を講じなければ要支援・要介護へ進行していくことが予想される。このため、転倒および骨折を予防し、たとえ一度脆弱性骨折を起こしたとしても、ドミノ骨折への進行を防ぎ「最初の骨折を最後の骨折」にすることは社会的に重要な課題といえる。

世界の医療現場では、増加し続ける脆弱性骨折に対応するために各種医療関係者の連携、ネットワークの重要性が叫ばれるようになりつつある<sup>6)</sup>。骨折を起こしてからの救急医療対応だけでは限界があるからである。我

（図1）要介護・要支援の原因疾患（平成28年国民生活基礎調査より）



（図2）要介護・要支援の原因疾患のうち骨折・転倒が占める割合の年次推移（平成19～28年の国民生活基礎調査より）



が国に於いても各種団体による転倒予防教室の開催や日本転倒予防学会による転倒予防指導士の育成などの取り組みが行われている<sup>7)</sup>。

この様な課題に取り組むため、JA共済総合研究所（以下、JA共済総研という）は、運動器の健康維持ならびに健康の阻害要因となり得る運動器障害の解明・予防に関する研究活動を行うため、平成28年4月から東京医科歯科大学と共同研究講座を設置した。共同研究講座では、東京医科歯科大学および関連病院にて手術を受けた初発の手首の骨折（橈骨遠位端骨折）患者を調査し、共同でそのデータを集計、整理、分析した。また地域住民を対象に、転倒・骨折予防に向けた健康講座を開催し、転倒予防の知識や体操の方法を啓発すると共に、身体計測及びアンケート調査を行った。

## 2. 東京医科歯科大学との調査概要

### (1) 東京医科歯科大学と関連病院での調査（各種測定とアンケート）

調査は平成27年1月から同年12月の間に、転倒により最初の脆弱性骨折として手首の骨折を受傷し、東京医科歯科大学を含めた8医療機関で手術を受けた女性を対象とした。

収集された各症例は図3のフローチャートに従って選別された。最終的に150例（41～85歳）が対象となった。

調査内容<sup>1)</sup>は、年齢、性別の他、握力などの

測定である。

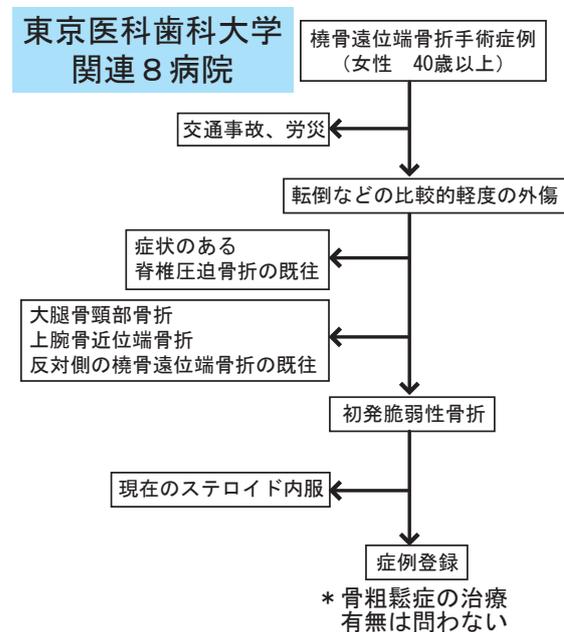
これらのデータをJA共済総研において集計、コンピュータに入力した後、データクリーニングを行った。

### (2) JA共済総研と東京医科歯科大学の共同調査（健康講座と各種調査）

JA共済総研と東京医科歯科大学は、地域における運動器<sup>2)</sup>の健康を目的とする調査研究の一環として、地域住民を対象に健康講座を実施し転倒予防および骨折予防に関する活動に取り組んでいる（表1）。

これまで秋田市、成田市、飯能市において、地域で暮らす方々を対象に日常生活の中での転倒骨折が運動器の健康寿命にどのような影響を与えるかについて講演を行い、日常生活

(図3) 登録した骨折患者のフローチャート



1 調査内容：年齢、性別、身長、体重、骨折型、骨密度、骨代謝マーカー、閉経の有無、閉経年齢、既往歴、内服薬の有無と種類数、ステロイド薬の服用歴、生活習慣（過去と現在の飲酒歴および喫煙歴）、日常的な運動の習慣と頻度（散歩・ウォーキング、体操・ストレッチ、スポーツ（種類）、買い物などの外出）、ロコモーションチェック、手術後2週時点での健側握力、TUG、2ST値および手術後6か月時点の両側握力、TUG、2ST値（TUG、2ST値については脚注4へ）。

2 運動器：身体運動に関わる骨、筋肉、関節、神経などの総称。

で気軽に行える転倒予防体操の指導を行った。

さらに自分自身の体力や転びやすさを知ってもらうために筋力及び体幹バランスの測定会を開催し、測定終了にあたり測定結果を各参加者へフィードバックするとともに今後の留意点について指導を行った。

講演会および体操実技の後、身体測定とアンケート調査<sup>3</sup>を実施した。最終的に秋田市、成田市および飯能市で開催した健康講座に参

加した脆弱性骨折の既往歴がない女性166例(40～90歳)の調査結果をデータベース化した。

### 3. 調査データの分析

今回我々は初発の脆弱性骨折として手首の骨折を受傷した女性患者と同年代の脆弱性骨折既往のない女性の身体的特徴を比較し、手首の骨折を引き起こしやすい特徴について検討した。

(表1) 地域で開催した健康講座の概要

	秋田市	成田市	飯能市
日時	平成29年1月16日(日)	平成29年2月18日(土)	平成30年3月18日(日)
対象	J A 助けあい組織研修会に参加し、当方の活動に同意が得られた方	近隣に暮らし、当方の活動に同意が得られた方	近隣に暮らし、当方の活動に同意が得られた方
参加者	122名	24名	67名
内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・講演「介護の基礎と心得」</li> <li>・講演「転倒・骨折と介護予防、体幹バランスの重要性」</li> <li>・体操指導</li> <li>・握力、体幹バランス測定会</li> <li>・アンケート調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・講演「転倒・骨折予防で介護予防 転ばないためのトレーニング」</li> <li>・講演「肩痛のおはなし」</li> <li>・体幹バランス測定会</li> <li>・アンケート調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・講演「転倒・骨折と介護予防 転ばないために！」</li> <li>・体操指導</li> <li>・握力・体幹バランス測定会</li> <li>・アンケート調査</li> </ul>
主催	秋田県 J A 助けあい組織、J A 秋田中央会	総合医療センター成田病院	飯能市精明地区行政センター
協力機関	中伊豆リハ、J A 秋田厚生連、秋田厚生医療センター、J A 全国厚生連、東京医科歯科大、J A 共済総研	東京医科歯科大 J A 共済総研(データ入力作業のみを担当)	東京医科歯科大学 慶應義塾大学 J A 共済総研

#### 健康講座の様子



3 身体測定とアンケート調査内容：年齢、性別、身長、体重、閉経の有無、閉経年齢、既往歴、内服薬の有無と種類数、ステロイド薬の服用歴、生活習慣(過去と現在の飲酒歴および喫煙歴)、日常的な運動の習慣と頻度(散歩・ウォーキング、体操・ストレッチ、スポーツ(種類)、買い物などの外出)、ロコモーションチェック、両側の握力、TUG、2ST値。

## (1) 対象と方法

平成27年1月から同年12月の間に転倒により最初の脆弱性骨折として手首の骨折を受傷し、東京医科歯科大学を含めた8医療機関で手術を受けた女性150例(41~85歳)を骨折群とし、秋田市、成田市および飯能市で開催した健康講座に参加した脆弱性骨折既往歴のない女性166例(40~90歳)を対照群とした。

骨折群と対照群に対し身体測定およびアンケート調査を行った<sup>4</sup>。骨折群に対しては、握力、TUG、2ST値を手術後2週と6か月の2回測定し、骨密度の評価として二重X線吸収法(DXA)を用いて腰椎部または手関節部の骨密度を測定しYAM<sup>5</sup>(%)を求めた。骨折群への術後の介入は定期的な通院による骨折後療法を行った。

手首の骨折を起こすリスクを統計学的手法にて探索するため、骨折群と対照群の比較を行った<sup>6</sup>。

次に骨折(あり)に関連する因子を探索するため、単変量ロジスティック回帰分析そして多重ロジスティック回帰分析を行った<sup>7</sup>。

また骨折患者の握力と動的体幹バランス能力の時系列変化を検討するための解析を行った<sup>8</sup>。これら解析の有意水準は $p < 0.05$ とした。

## (2) 結果

### 1) 対象者の年齢分布

骨折群の平均年齢は $66.9 \pm 9.5$ 歳、対照群の平均年齢は $65.9 \pm 9.3$ 歳であり2群間に有意差はなかった(表2)。また各年代の度数分布に有意差はなかった(図4)。

### 2) 骨折群の骨密度(対照群には骨密度測定を実施していない)

骨折群のうち骨密度を測定し得た144例のYAMを年代別にみた。年代別にみると40歳代ではYAM70%以下の者はおらず、50歳代では2例存在した。いずれも50歳代後半(56歳と58歳)であった。全体で見ると43例(29.9%)が骨粗鬆症( $YAM \leq 70\%$ )であり、40例(27.8%)が骨減少症( $70\% < YAM \leq 80\%$ )であった。一方、YAM80%を超える本骨折患者は4割超(42.4%)存在し、特に40~50

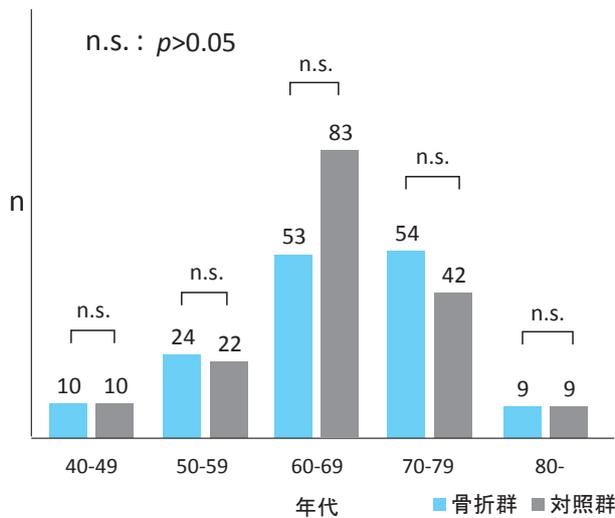
- 4 身体測定およびアンケート内容：年齢、Body Mass Index(以下：BMI)、握力、Timed up and go test(以下：TUG)、2ステップテスト値(以下：2ST値)、生活習慣(飲酒、喫煙)、活動習慣(散歩・ウォーキング、買い物・外出)、服薬、骨折既往、ロコチェック。  
BMI：体重と身長の関係から算出されるヒトの肥満度を表す体格指数である。 $BMI = \text{体重(Kg)} / \text{身長(m)}^2$ 。  
TUG：椅子に深く座り、背筋を伸ばした状態(肘かけがある椅子では肘かけに手をおいた状態、肘かけがない椅子では手を膝の上においた状態)からスタートし、無理のない速さで歩き、3m先の目印で折り返し、スタート前の姿勢に戻るまでの所要時間を計測し評価する検査である。  
2ST値：スタートラインで両足のつま先を合わせ、できる限り大股で2歩歩き、両足を揃える(バランスをくずした場合は失敗とする)。2歩分の歩幅(最初に立ったラインから、着地点のつま先まで)を測り、2回行って良かったほうの記録を採用する。 $2ST\text{値} = 2\text{歩幅(cm)} \div \text{身長(cm)}$ 。
- 5 YAM：若年成人比較(YAM=Young Adult Mean)。若年齢の平均BMD値(骨量÷面積(単位 $g/cm^2$ ))を100%として、被験者BMD値と比べて%を示したもの。骨粗鬆症診断基準に用いられる。診断基準では既存骨折の有無などYAM以外の項目も診断に考慮されるが、YAM80%以上を正常、YAM70~80%を骨減少症、YAM70%未満を骨粗鬆症としている。
- 6 骨折群と対照群の比較：連続変数に対してはWelch-t検定またはMann-Whitney U検定を用い、カテゴリカル変数はFisherの正確検定を行った。なお、骨折群の術後2週の握力は健側握力を用い、術後6か月の握力および対照群の握力は、握力が全身の筋力と密接に関連することから両側の平均握力を用いて評価した。
- 7 骨折(あり)に関連する因子の解析手法：骨折(あり)を目的変数とし単変量ロジスティック回帰分析を行った。この解析にあたり骨折群の握力、TUG、2ST値は術後2週の測定値を用いた。この分析の結果から $p < 0.3$ であった変数をステップワイズ法に投入して説明変数を選択し、骨折(あり)を目的変数とする多重ロジスティック回帰分析により調整オッズ比を求めた。
- 8 骨折群術後2週と術後6か月の対応のある検定法：Student-t検定およびWilcoxon符号付順位検定を用いた。

(表2) 骨折群と対照群の比較

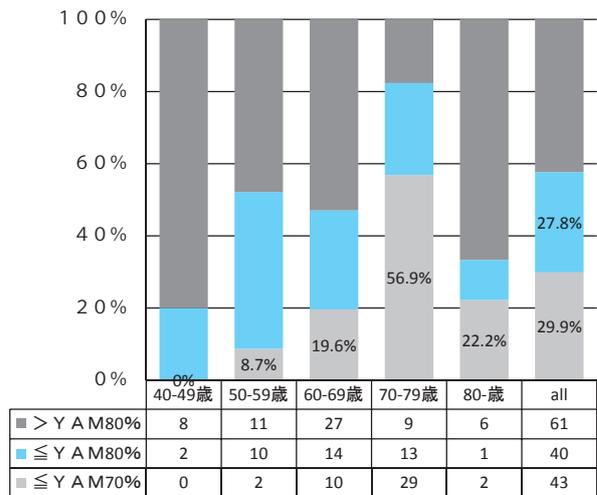
	骨折群	対照群	p
n	150	166	
年齢	66.9 ± 9.5 (41 ~ 85 歳)	65.9 ± 9.3 (40 ~ 90 歳)	0.292 c
BMI	22.8 ± 4.1	23.6 ± 3.3	<b>0.019</b> c
握力 (Kg)			
2 週健側	19.6 ± 5.9	25.3 ± 4.1	<.0001 d
6 か月健側	20.5 ± 5.5		
6 か月両側平均	17.9 ± 5.5		
TUG (秒)			
2 週	7.65 ± 2.3	6.30 ± 1.3	<.0001 c
6 か月	6.97 ± 1.8		
2ST 値			
2 週	1.30 ± 0.2	1.44 ± 0.2	<.0001 c
6 か月	1.39 ± 0.2		
日常的に散歩・ウォーキングをする (%)	47 (45.6%)	29 (19.1%)	<.0001
日常的に体操・ストレッチをする (%)	30 (29.1%)	38 (27.1%)	0.773
日常的にスポーツをする (%)	9 (9.4%)	7 (6.2%)	0.441
日常的に買物・外出をする (%)	74 (71.2%)	92 (59.0%)	<b>0.049</b>
服薬あり (%)	58 (54.7%)	96 (61.1%)	0.310
お酒をのむ (%)	37 (34.6%)	39 (23.6%)	0.054
タバコを吸う (%)	6 (5.7%)	2 (1.2%)	0.061
ロコチェック陽性 (%)	52 (53.1%)	74 (45.4%)	0.251
2kg 程度の買い物をして持ち帰ることができない	8 (7.5%)	5 (3.0%)	0.143
家のやや重い仕事が困難である	13 (12.2%)	9 (5.5%)	0.067

a : Student-t 検定  $p < 0.05$  b : Wilcoxon 符号付順位検定  $p < 0.05$  c : Mann-Whitney U 検定  
d : Welch-t 検定 n.s. :  $p > 0.05$  % : 有効%

(図4) 対象者の年代分布



(図5) 骨折群の年代別YAMの分布



歳前半の本骨折患者は骨粗鬆症と診断されるには至らない骨密度だった（前頁図5）。

### 3) 手首の骨折を起こすリスク

#### ① 骨折群と対照群の2群間比較

調査により得られた316例の背景情報および握力と体幹バランスについて骨折群と対照群の2群間比較を行った（表2）。

##### (ア) BMIと生活習慣

BMIは骨折群が有意に低値であった。

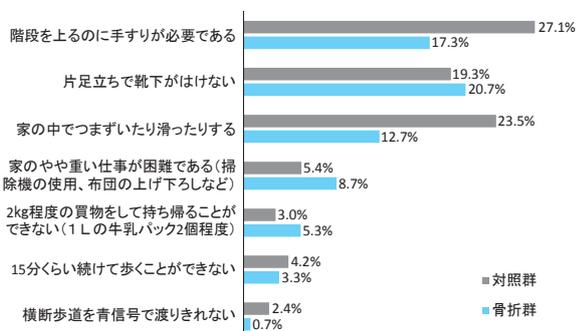
日常的な活動の習慣（散歩・ウォーキング、体操・ストレッチ、スポーツ、買物・外出を週に3回以上する／しない（3回未満））については、「散歩・ウォーキング」と「買物・外出」において、対照群の方が有意に活動性が低かった。

その他、服薬の有無、飲酒、喫煙の項目では2群間に有意差はなかった。

##### (イ) ロコチェック<sup>9</sup>

7項目の運動機能に関する質問からなるロコチェックに一つでも該当したものをロコチェック陽性とし、一つも該当しないものをロ

(図6) ロコチェック7項目と陽性率



コチェック陰性とした。ロコチェック陽性／陰性で2群間に有意差はなかった。

ロコチェックを構成する7項目に対する回答を図6に示した。

全対象例において該当する回答が多かった項目は「階段を上るのに手すりが必要である、片足立ちで靴下がはけない、家の中でつまずいたり滑ったりする」であった。

##### (ウ) 握力と動的体幹バランス

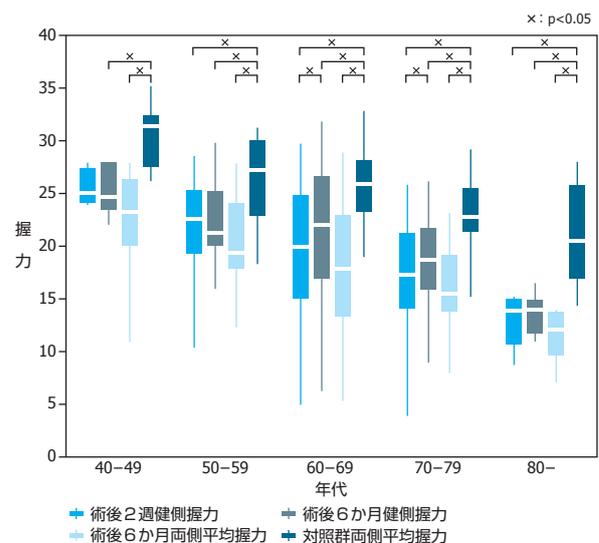
###### ● 握力（全体の比較）

骨折群術後2週の健側握力、術後6か月の健側握力および術後6か月の両側平均握力は対照群の両側平均握力と比較して、それぞれが有意に低値であった（表2）。

###### ● 握力（各年代の比較）

年代別にみると、術後2週の健側握力は40歳代を除き、術後6か月の健側握力そし

(図7) 握力（骨折群術後2週健側vs術後6か月（健側、両側平均）vs対照群）



9 ロコチェック：ロコモーションチェックの略称である。ロコチェックは、自身でロコモティブシンドローム（ロコモ）に気付くための簡単な7項目の質問票である。1つでも該当すればロコモの可能性があるとされる。

て術後6か月の両側平均握力はすべての年代で対照群両側平均握力よりも有意に低値だった(図7)。

● TUG

骨折群術後2週のTUGおよび術後6か月のTUGは対照群と比較し有意に遅延していた(表2)。

年代別にみると、術後2週のTUGは対照群と比較し80歳代を除き有意に遅延しており、術後6か月のTUGは60歳代のみ対照群よりも有意に遅延していた(図8)。

● 2ST値

骨折群術後2週の2ST値および術後6か月の2ST値は対照群と比較し有意に低値であった(表2)。

年代別にみると術後2週の2ST値は60歳代と70歳代で有意に対照群よりも低値であり、術後6か月の2ST値は60歳代でのみ対照群よりも有意に低値であった(図9)。

② 骨折群の治療前後の比較

● 握力(全体の比較)

骨折群における術後2週と術後6か月の健側握力を比較すると有意な改善が認められた。術後2週の健側握力と術後6か月の両側平均握力は有意な改善は認められなかった(表2)。

● 握力(各年代の比較)

骨折群術後2週と術後6か月の健側握力は、60歳代と70歳代で有意な改善が認められたが、40歳代、50歳代、80歳代では認められなかった。

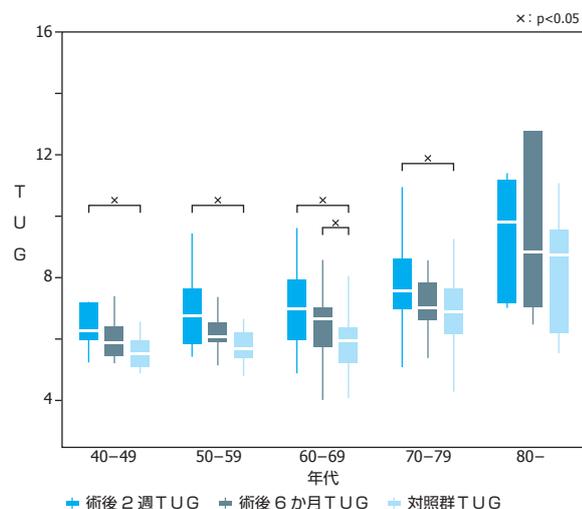
術後2週の健側握力と術後6か月の両側平均握力の比較では各年代とも有意な改善は認められなかった(図7)。

● TUG

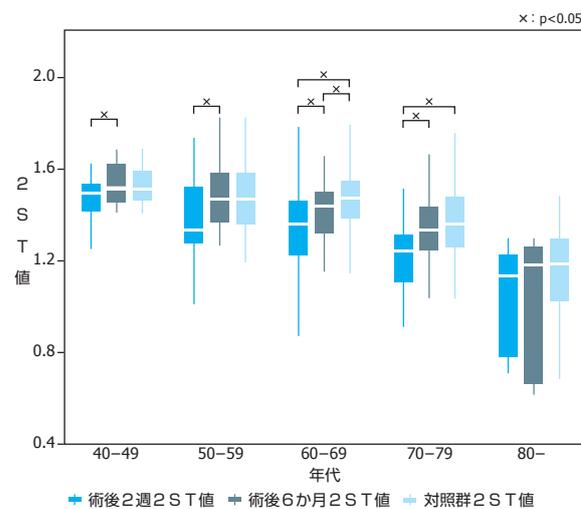
骨折群における術後2週と術後6か月のTUGに有意差は認められなかった(表2)。

年代別にみてもいずれも有意差は認めら

(図8) TUG (骨折群術後2週vs術後6か月vs対照群)



(図9) 2ST値 (骨折群術後2週vs術後6か月vs対照群)



れなかった（図8）。

● 2ST値

骨折群における術後2週と術後6か月の2ST値に有意な改善が認められた（表2）。

年代別にみると80歳代を除き有意な改善が認められた（図9）。

③ 骨折に関連する因子の探索

骨折に関連する単変量ロジスティック回帰分析の結果（表3）、 $p < 0.05$ であった9因子（握力、TUG、2ST値、BMI、飲酒、喫煙、散歩、買い物、ロコチェック）をステップワイズ法に投入し、多重ロジスティック回帰分析に投入すべき6因子（握力、TUG、飲酒、喫煙、散歩、買い物）を選択した。多重ロジ

スティック回帰分析の結果、握力低値（-1 Kg、調整オッズ比1.27）、TUGの遅延（+1秒、調整オッズ比1.47）、飲酒の習慣がある（調整オッズ比3.51）、日常的な散歩やウォーキングの習慣がある（週3回以上、調整オッズ比2.78）が本骨折のリスクと示された（表4）。

(3) 考察

1) 骨折群の骨密度分布

本研究における骨折群の骨密度の分布は、骨粗鬆症と診断される基準であるYAM70%以下の者は50歳代後半から存在し、全年齢層でみると43例（29.9%）であった。骨減少症の基準であるYAM70%超、80%以下の者は全年齢層で40例（27.8%）であり、本研究に

(表3) 骨折に関連する単変量ロジスティック回帰分析

	粗オッズ比	95%信頼区間	$p$
年齢+1y.o.	1.01	0.987 - 1.035	0.377
握力-1Kg	1.27	1.183 - 1.346	<0.0001
TUG+1秒	1.87	1.523 - 2.285	<0.0001
2ST値+0.1	0.11	0.026 - 0.459	<0.0001
BMI+1	0.94	0.883 - 0.999	0.043
飲酒（あり）	1.71	0.999 - 2.920	0.051
喫煙（あり）	4.83	0.956 - 24.398	0.038
日常的な散歩・ウォーキング（週3回以上）	3.56	2.033 - 6.234	<0.0001
日常的な買物・外出（週3回以上）	1.72	1.009 - 2.918	0.044
日常的なスポーツ（週3回以上）	1.57	0.561 - 4.377	0.390
日常的な体操・ストレッチ（週3回以上）	1.10	0.627 - 1.941	0.734
ロコチェック（陽性）	1.36	0.823 - 2.247	0.230
服薬（あり）	0.77	0.466 - 1.265	0.300

(表4) 骨折に関連する多重ロジスティック回帰分析

	調整オッズ比	95%信頼区間	$p$
握力-1Kg	1.27	1.164 - 1.389	<0.0001
TUG+1秒	1.47	1.119 - 1.943	0.002
飲酒（あり）	3.51	1.506 - 8.170	0.003
喫煙（あり）	6.83	0.668 - 69.764	0.104
日常的な散歩・ウォーキング（週3回以上）	2.78	1.307 - 5.902	0.008
日常的な買物・外出（週3回以上）	1.73	0.817 - 3.654	0.148

おける手首の骨折患者すべてが骨粗鬆症の診断基準を満たすほどの低骨密度ではなかった。

Itohら<sup>8)</sup>による1,024人の健常な女性(50～94歳)と橈尺骨骨折を受傷した女性患者86人(50～96歳)の骨密度を比較した研究によれば、80歳代を除きすべての年代で骨密度に有意差はないと報告している。またStoneら<sup>9)</sup>によれば、65歳以上の女性を対象に骨密度と骨折発生との関係について追跡調査を行った結果、脆弱性骨折の好発部位である大腿骨近位部骨折や脊椎骨折、上腕骨近位端骨折、手関節骨折は骨密度の減少と有意な関係があると報告している。今回の結果と先行研究を考えると、脆弱性骨折の中でも最も若年で生じ得る手首の骨折は、骨密度よりも他の要因の関与が強いと考えられ、この点が他部位の脆弱性骨折と異なると考えられる。しかしこの点についての検証には骨折群と対照群の骨量比較が求められ、本研究では対照群の骨量測定を行っていないため推測の域でない。

## 2) 手首の骨折のリスク

手首の骨折に関連するリスクを探索するため、骨折群を目的変数とした多重ロジスティック回帰分析を行った。その結果により、低握力、TUG遅延の他、飲酒の習慣があること、週3回以上日常的に散歩・ウォーキングをしていることが本骨折のリスク因子であると認められた。

先行研究において握力は、全身の筋肉量、体幹バランス、骨密度、運動障害と密接に関連すると報告されており<sup>10)、11)、12)</sup>、本研究において、骨折群術後2週の健側握力は対照群よりも40歳代では低い傾向が見られ( $p =$

0.072)、50歳代以降すべての年代で有意に低かった。このことから、握力が同年代よりも減弱していることが本骨折のリスク因子であると考えられた<sup>13)</sup>。

日常生活の中で簡便に使用できるロコチェックを構成する質問の中で握力が関わる「2kg程度の買い物をして持ち帰ることができない(1Lの牛乳パック2個程度)」と「家のやや重い仕事が困難である(掃除機の使用、布団の上げ下ろしなど)」について骨折群と対照群間で比較した(表2)。結果は後者にやや関連傾向が見られた( $p = 0.067$ )ものの、両者とも有意差は認められず、ロコチェックはパフォーマンステストを含まないことからロコモのスクリーニングテストとして簡便性に優れているが、本骨折との関連は認められなかった。

TUGは、歩行能力や動的体幹バランス、敏捷性を総合的に判断するテストで、転倒リスクの判定に有用なテストとして広く用いられている。Choら<sup>14)</sup>は、手首の骨折に関する症例対照研究において手首の骨折患者は、握力と動的なバランステストとして椅子から立ち上がるパフォーマンスが有意に劣っていると報告しており、本調査結果と矛盾しない。TUGは、特に高齢者の運動機能に関しての信頼性が高く、下肢の筋力やバランス、歩行能力、易転倒性といった日常生活機能との関連が高いとされている。Podsiadleら<sup>15)</sup>によれば、高齢者においてTUG10秒未満は神経学的に問題なく、Islesら<sup>16)</sup>によれば、正常値は70～79歳でも10秒未満とされている。また日本整形外科学会による運動器不安定症の診断基準ではTUG11秒以上を運動機

能低下と評価している。今回の骨折群術後2週および術後6か月のTUGの年代別の平均値は、いずれも80歳代を除き10秒以下であり、70歳代以下の骨折群の歩行能力および動的体幹バランスは正常範囲であると評価される。しかし、Yamadaら<sup>17)</sup>によれば、TUG8.3秒以内の高い移動能力を有する高齢者であっても5人に1人は1年間に1回以上の転倒をするといった調査結果が示しており、Crockettら<sup>18)</sup>によれば歩行速度が速いことが本骨折のリスク因子であるとしている。本調査結果では骨折群術後2週のTUGは大部分が6～8秒と早いものの、対照群との比較においては80歳代を除く各年代で有意に遅延しており、他の因子を調整した多重ロジスティック回帰分析結果でTUGが1秒遅延すると手首の骨折のリスクは約1.5倍になると示された。TUGが「椅子から立ちあがる、歩く、目印を折り返す、方向転換をしながら椅子に座る」という複合的な動作から構成されていることから、秒数だけでなく、その各動作パターンの解析により、さらに感度のよいリスク評価が行えるものと考えられる。

先行研究において本骨折のリスク因子は、骨粗鬆症、身体活動性が高いことや歩行速度が早いこと、外出頻度が多いこと、視力低下、転倒歴があること、飲酒などが報告されている<sup>9)、19)、20)、21)、22)、23)</sup>。本研究で得られた手首の骨折のリスク因子は、低握力、TUG遅延のほか、飲酒の習慣があること、週3回以上の散歩やウォーキングの習慣があることであり、先行研究と矛盾しない。そして、手首の骨折は、脆弱性骨折の中で他の部位よりも若年層にも生じることがあり、早い例では

40歳代に起こる。

### 3) 骨折群の時系列変化

本骨折手術後の6か月間の観察においては、健側握力の変化をみたところ、全体では術後6か月で有意な改善が認められたが、各年代でみると60歳代と70歳代のみで有意な改善が認められるにとどまった。術後2週の健側握力と術後6か月の両側平均握力を比較すると全体でも各年代でも有意な改善は認められなかった。これは、通常の後療法のほか、患側をかばいながら生活を送る中で健側の握力が改善したものと思われるが、この改善も年代が限られており、術後6か月時の健側握力も対照群と比較すると各年代で有意に低値であることから、骨折群の握力の改善はごく限定的と考えられる。また、術後2週と術後6か月のTUGも有意な改善は認められなかった。このことは、通常の後療法では改善は困難であり効果的な介入がなければ、握力そして動的体幹バランスは劣ったままであることが示唆され、ドミノ骨折への負の連鎖が危惧される。

### 4) 転倒そしてドミノ骨折の予防に向けた対策

手首の骨折の受傷機転になることが多い転倒を予防すること、そしてドミノ骨折を予防することは、高齢者だけでなく中年期からの課題といえる。そしてその対策には、本研究結果から、握力増強と動的体幹バランス改善そして生活指導が重要であると考えられる。

先行研究にて転倒の予防策には運動介入が重要であると多く報告されている。Kimら<sup>24)</sup>は転倒経験を有する70歳以上を対象にした筋力強化とバランス訓練は転倒と骨折率を改善させたと述べている。Gillespieら<sup>25)</sup>によれば、

環境整備などの介入のほか効果的な運動として、複合運動が転倒発生率を0.71倍に減じると報告している。また効果的な運動介入方法については、デュアルタスク条件下での運動介入が注目されており、Ansaiら<sup>26)</sup>は、80歳以上の高齢者を対象としてデュアルタスク能力が高い者の転倒発生率が低いと述べ、山田<sup>27)</sup>は、TUGが11.0秒以下の者に対しては身体機能低下を予防するために筋力増強訓練単独よりもデュアルタスク条件下でのトレーニングを推奨している。Sherringtonら<sup>28)</sup>は、転倒予防のための効果的な運動に関するレビューにおいて、有用な運動種目、運動頻度、運動時間などについて検証しており、高難度のバランストレーニングを高頻度を実施することが効果的であると示している。これらから効果的な運動療法には複合的なトレーニングそして頻度や時間などの条件設定が重要であると考えられる。

#### (4) 小括

手首の骨折を起こしやすい特徴は、握力が低いこと、TUG評価による動的体幹バランス能力がわずかに劣っていること、飲酒の習慣があること、散歩・ウォーキングの習慣があることであり、日常の活動性が落ちているわけでは無く、むしろ運動習慣を保ちつつ活発に活動していることが予想される。すなわち、本人の自覚がない程度のわずかな筋力や動的体幹バランス能力の低下が存在するときに、活発な活動を行うことがリスクになっていると考えられる。特に骨折群の40歳代から50歳代前半ではYAMは保たれていたことから、この年代では骨密度よりも握力や動的体

幹バランス能力が劣ってきたと自覚しないまま活動的に日常を過ごしていることがリスクであると考えられた。

本骨折手術後の6か月間の観察においては、通常の手術と後療法では握力と動的体幹バランス能力を改善することは困難であった。

早い人では40歳代でも生じ得る手首の骨折を予防すること、連鎖するドミノ骨折を比較的若い時期から予防することは高齢期の介護予防につながると考えられる。対策には本研究結果を踏まえ、握力と動的体幹バランス能力に注目した効果的な運動療法の開発と生活指導が重要であると考えられた。

## 4. まとめ・今後の課題

高齢化が急速に進む我が国においては、要介護、要支援者が年々増加している。中でも転倒と骨折を原因とする割合は増加の一途をたどっている。今回の調査研究においてもドミノ骨折と言われる脆弱性骨折連鎖の発端である手首の骨折は40歳代からすでに始まることが示された。身体の衰え、とりわけ運動器の機能低下は想像以上に早く訪れている可能性が高い。したがって人生100年と言われる超高齢社会において、高齢期になってからの予防では手遅れになる可能性が高い。

今回の調査研究は、手首の骨折という比較的若い年代から生じる脆弱性骨折を対象とした。これらの患者を健康な対照群と比較することによっていくつかの重要な知見を得ることが出来た。しかし骨折群の術後6か月という限られた観察期間のみの縦断的調査はできたものの、対照群との比較は横断的調査にとどまっている。おのずと結果の解釈には限界

があり、どのような生活習慣の改善が有効なのか、どのような複合運動が転倒や骨折予防のために有効なのかについては、前向きの介入研究が必須と考える。

一方で現時点で得られている知見や既報による有用な情報をまとめ、一般住民や介護関係者を対象に講演会や健康講座を通じて啓発する活動を継続していくことには一定の意義があると考えられる。

J A 共済総研は、東京医科歯科大学との共同研究を通じて、ドミノ骨折を予防するための運動療法の開発やこの有効性を検証すること、関係者に知識を啓発することなどを今後の課題としている。

#### (文 献)

- 1) 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会 (日本骨粗鬆症学会、日本骨代謝学会、骨粗鬆症財団). 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン2015年版. 2015 : 4.
- 2) Hagino, H., et al. "Changing incidence of hip, distal radius, and proximal humerus fractures in Tottori Prefecture, Japan." *Bone* 24.3 (1999) : 265–270.
- 3) Sontag, A., et al. "First fractures among postmenopausal women with osteoporosis." *Journal Bone Miner Metab* 28 (2010) : 485–488.
- 4) Nevitt, M.C., Steven R. Cummings, and Study of Osteoporotic Fractures Research Group. "Type of fall and risk of hip and wrist fractures : the study of osteoporotic fractures." *Journal of the American Geriatrics Society* 41.11 (1993) : 1226–1234.
- 5) Klotzbuecher, C.M., et al. "Patients with prior fractures have an increased risk of future fractures : a summary of the literature and statistical synthesis." *Journal of Bone and Mineral Research* 15.4 (2000) : 721–739.
- 6) Fragility Fracture Network (脆弱性骨折ネットワーク) <https://www.fragilityfracturenetwork.org/> (2019. 7. 11 閲覧)
- 7) 日本転倒予防学会 <http://www.tentouyobou.jp/> (2019. 7. 11 閲覧)
- 8) Itoh, S, et al. "Relationship between bone mineral density of the distal radius and ulna and fracture characteristics." *The Journal of Hand Surgery* 29.1 (2004) : 123–130.
- 9) Stone, K.L., et al. "BMD at multiple sites and risk of fracture of multiple types : long-term results from the Study of Osteoporotic Fractures." *Journal of Bone and Mineral Research* 18.11 (2003) : 1947–1954.
- 10) 池田望, 他 "地域在住女性高齢者の握力と身体機能との関係." *理学療法科学* 26.2 (2011) : 255–258.
- 11) Dixon, W. G., et al. "Low grip strength is associated with bone mineral density and vertebral fracture in women." *Rheumatology* 44.5 (2005) : 642–646.
- 12) Santanasto, A.J., et al. "Effect of physical activity versus health education on physical function, grip strength and mobility." *Journal of the American Geriatrics Society* 2017 : 65. 7 : 1427–1433.
- 13) Fujita, K., et al. "Lower grip strength and dynamic body balance in women with distal radial fractures." *Osteoporosis International* 30.5 (2019) : 477–489.
- 14) Cho, Y.J., et al. "Evaluation of physical performance level as a fall risk factor in women with a distal radial fracture." *J Bone Joint Surg Am* 96.5 (2014) : 361–365.
- 15) Podsiadlo, D, et al. "The timed "Up & Go" : a test of basic functional mobility for frail elderly persons." *Journal of the American Geriatrics Society* 39.2 (1991) : 142–148.
- 16) Isles, R.C., et al. "Normal values of balance tests in women aged 20–80." *Journal of the American Geriatrics Society* 52.8 (2004) : 1367–1372.
- 17) Yamada, M, et al. "Dual-task walk is a reliable predictor of falls in robust elderly adults." *Journal of the American Geriatrics Society* 59.1 (2011) : 163–164.
- 18) Crockett, K, et al. "Differences in function and fracture risk in postmenopausal women with and without a recent distal radius fracture." *Journal of Aging and Physical Activity* 26.1 (2018) : 136–145.
- 19) Sakai, A., et al. "Shorter unipedal standing time and lower bone mineral density in women with distal radius fractures." *Osteoporosis International* 21.5 (2010) : 733–739.
- 20) Kelsey, J.L., et al. "Risk factors for fractures of the distal forearm and proximal humerus." *American Journal of Epidemiology* 135.5 (1992) : 477–489.
- 21) Rikkonen, T., et al. "Physical activity slows femoral bone loss but promotes wrist fractures in postmenopausal women : a 15-year follow-up of the OSTPRE study." *Journal of Bone and Mineral Research* 25.11 (2010) : 2332–2340.
- 22) Hernandez-Avila, M., et al. "Caffeine, moderate alcohol intake, and risk of fractures of the hip and forearm in middle-aged women." *The American Journal of Clinical Nutrition* 54.1 (1991) : 157–163.

- 
- 23) Hagino, H., et al. "Case-control study of risk factors for fractures of the distal radius and proximal humerus among the Japanese population." *Osteoporosis International* 15.3 (2004) : 226–230.
  - 24) Kim, H., et al. "Falls and fractures in participants and excluded non-participants of a fall prevention exercise program for elderly women with a history of falls : 1-year follow-up study." *Geriatrics & Gerontology International* 14.2 (2014) : 285–292.
  - 25) Gillespie, L.D., et al. "Interventions for preventing falls in older people living in the community." *Cochrane Database Syst Rev* 12.9 (2012)
  - 26) Ansai, J.H., et al. "Relationship between balance and dual task walking in the very elderly." *Geriatr Gerontol Int* 16.1 (2016) : 89–94.
  - 27) 山田実. テーラーメイド型の運動介入. *日本臨床* 72.10 (2014) : 1821–1826.
  - 28) Sherrington, C., et al. "Effective exercise for the prevention of falls : a systematic review and meta-analysis." *Journal of the American Geriatrics Society* 56.12 (2008) : 2234–2243.