

中村耕三、阿久根徹：高骨密度を有する者の特徴とその予後. 第14回日本骨粗鬆症学会 新潟、2012.9.27-29

- 21. 吉村典子、村木重之、岡敬之、川口浩、中村耕三、阿久根徹：ビタミンD不足が要介護移行に及ぼす影響 The ROAD Study. 第14回日本骨粗鬆症学会 新潟、2012.9.27-29
- 22. 吉村典子、村木重之、岡敬之、川口浩、中村耕三、阿久根徹：シンポジウム6 OA治療学の疫学から治療まで：住民疫学研究ROADからみえてきた日本のOA. 第56回日本リウマチ学会総会 東京、2012.4.26-28
- 23. 阿久根徹：変形性関節症・脊椎症の疫学 The ROAD Study. 第30回日本骨代謝学会学術集会 東京、2012.7.19-21
- 24. 岡敬之、川口浩、村木重之、阿久根徹、吉村典子：関節症マーカー・画像診断と関節症

の疫学 単純X線画像における変形性膝関節症のコンピュータ支援診断システムKOACADの臨床利用. 第40回日本関節病学会 鹿児島、2012.11.8-9

- 25. 村木重之：関節症マーカー・画像診断と関節病の疫学：変形性関節症の疫学 The ROAD Study. 第40回日本関節病学会 鹿児島、2012.11.8-9
- 26. 森田充浩、山田治基、吉村典子、伊達秀樹、岡敬之、村木重之、阿久根徹、川口浩：関節症マーカー・画像診断と関節症の疫学 大規模住民コホートにおける変形性膝関節症と関節マーカー. 第40回日本関節病学会 鹿児島、2012.11.8-9

H. 知的財産権の出願・登録状況  
なし

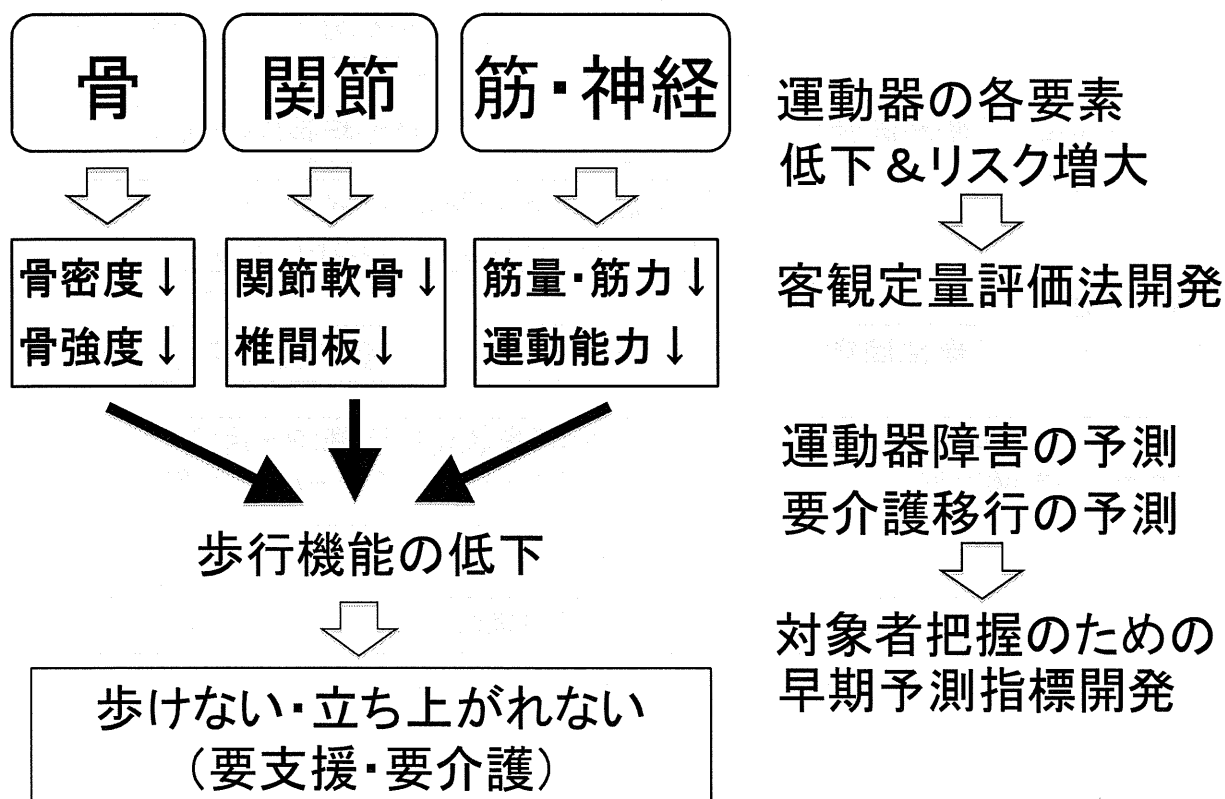
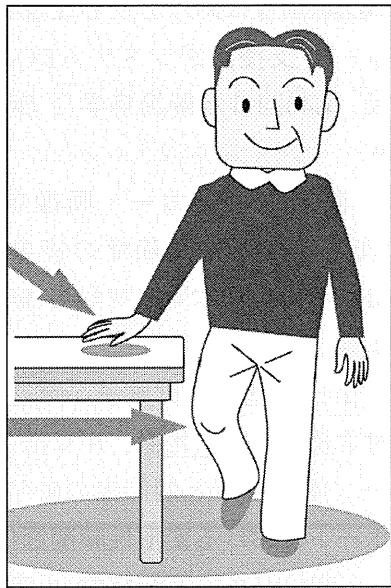
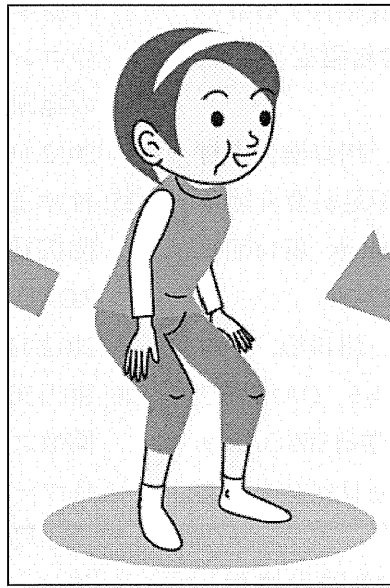


図1. 運動器の各要素の客観的定量評価と指標開発



開眼片足立ち訓練



膝が前に出ないスクワット

日本整形外科学会が提案

筋力を強化

バランス力を強化

膝と腰にやさしい

自宅でできる

自分でできる

運動能力に応じて工夫

図2. 運動介入：ロコモーショントレーニング（ロコトレ）

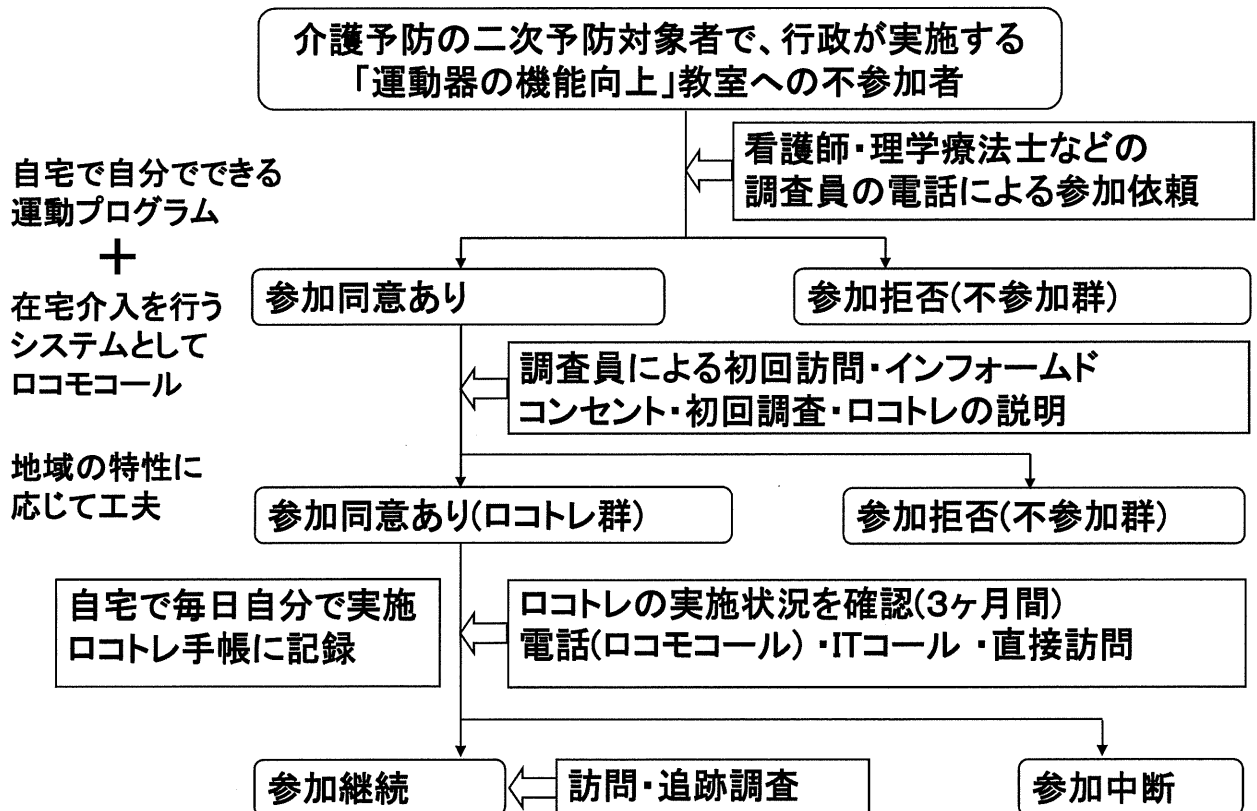


図3. ロコトレとロコモコールによる在宅運動介入

## II. 分担研究報告

複数回転倒の予測因子解明に関する大規模住民コホート追跡研究

研究分担者 中村耕三 国立障害者リハビリテーションセンター自立支援局 局長

研究協力者 村木重之 東京大学医学部附属病院臨床運動器医学講座 特任助教

研究要旨

本研究の目的は、握力、歩行時間、椅子立ち上がり時間などの運動機能値や変形性膝関節症（膝OA）や変形性腰椎症（腰椎OA）、圧迫骨折などの運動器疾患、さらにはそれらの諸症状が複数回転倒発生の予測因子になりうるかを明らかにすることである。

対象は、追跡調査に参加した男女のうち、転倒に関する情報を得た1,348例（平均年齢63.9歳）。ベースライン調査から追跡調査までの3年間における転倒回数を調査した。また、ベースライン時に、握力、歩行速度、椅子立ち上がり時間を計測した。さらに、膝および腰椎レントゲンを撮影し、Kellgren Lawrence grade 3以上を重症変形ありとした。さらに、膝および腰痛の有無も問診した。また、日本骨代謝学会の基準を用い、腰椎圧迫骨折の読影を行った。

約3年間の追跡期間中に、79例（17.4%）の男性および216例（24.1%）の女性が転倒していた。年齢、BMIで補正した多項ロジスティック回帰分析を用いたところ、男性においては、歩行時間、椅子立ち上がり時間が、女性では、歩行時間、膝痛が複数回転倒と有意な関連を認めた。さらに、腰椎圧迫骨折も、女性において転倒との関連傾向を認めた。さらに、歩行時間の遅延は、女性において独立した複数回転倒予測因子であった（オッズ比 1.08、95%信頼区間1.00-1.18）。

結論として、特に女性において、膝痛および歩行時間の遅延が複数回転倒の予測指標となりうる事が分かった。膝痛の問診、歩行速度測定とも非常に簡便であり、地域保健現場における転倒の予測指標として有用であると考えられる。

A. 研究目的

転倒予防は高齢者にとって非常に重要である。実際、転倒・骨折は要介護の原因の第4位である1)。高齢者の骨折の多くは軽微な転倒により起こっており、転倒を予防する事で骨折を予防する事が可能である。しかし、転倒の予測因子については、これまで、筋力の低下、バランス力の低下、視力の低下、認知症などが挙げられてきたが2,3)、本邦において、どのような運動機能の低下が転倒発生の予測因子となりうるかについて明らかにした報告はない。

また、関節症（OA）も高齢者のADL、QOLを低下させる重大な疾患である4-7)。特に膝および腰椎の関節症のレントゲン上の有病率は非常に高く8,9)、推定患者数はそれぞれ25,300,000人及び37,900,000人である10)。また、平成22年度国民生活基礎調査によると、OAは要介護の第5位、要支援の第1位の疾患である1)。しかし、OAやそれに伴う痛みが転倒の予測因子であるかどうかについて調査した研究はほとんどない。そこで、われわれは運動器疾患をターゲットにした一般住民コホート研究を立ち上げ、2005年よりベー

スライン調査を、3年後の2008年より追跡調査を行った。

さらに、過去の我々の研究により、1回のみ転倒と複数回の転倒ではその特徴が大きく違うことが明らかになっている。

本研究の目的は、握力、歩行時間、椅子立ち上がり時間などの運動機能値や変形性膝関節症（膝OA）や変形性腰椎症（腰椎OA）、圧迫骨折などの運動器疾患、さらにはそれらの諸症状が複数回転倒発生の予測因子になりうるかを明らかにすることである。

## B. 研究方法

我々は、2005年に運動器疾患をターゲットとする一般住民コホートを山村部、漁村部の二地域に設立し、2005年—2007年にかけて総数1,690例（平均年齢65.2歳）のベースライン調査を実施した。

転倒評価：2008年から2010年にかけて、ベースライン調査に参加した1,690例を対象に、追跡調査を実施し、転倒に関する問診を下記の要領で行い、転倒なし、1回転倒、複数回転倒に分類した。

「ベースライン調査から追跡調査の間の3年間に、転倒しましたか？もし、転倒した場合、何回転倒しましたか？」

疼痛評価：ベースライン調査時に整形外科専門医が膝痛および腰痛に関する問診を下記の要領で行った。

「過去1か月の間、ほぼ毎日膝痛がありましたか？」

「過去1か月の間、ほぼ毎日腰痛がありましたか？」

レントゲン評価：ベースライン調査時に、膝関節の立位正面および側面像、および腰椎の正面側面像を撮影した。OAの読影は、Kellgren Lawrence分類を、腰椎圧迫骨折の読影には日本骨代謝学会の基準を用い、整形外科専門医が行った。

身体、運動機能評価：身長、体重を測定し、体格指数（BMI）を計算した。握力は、TOEI LIGHT 握力測定器（TOEI LIGHT CO., LTD, Saitama, Japan）にて両側を測定し、強いほうを対象者の握力とした。さらに、通常時の6m歩行時間および5回椅子立ち上がり時間を計測した。

統計解析：年齢、BMIを補正した多項ロジスティック回帰分析を用い、転倒と各運動機能測定値、骨関節疾患との関連を検討した。さらに、転倒との独立した関連を明らかにするため、年齢、BMI、歩行速度、膝痛、圧迫骨折を説明変数とした多項ロジスティック回帰分析を用いた。統計解析は、SAS version 9.0を用いた。

（倫理面への配慮）

本研究は、「骨軟骨変性疾患の危険因子に関する研究」として東京大学医学部研究倫理審査委員会にて承認されている。また、本研究課題は、各種法律・政令・各省通達特に、疫学研究に関する倫理指針（平成19年文部科学省・厚生労働省告示第1号）、臨床研究に関する倫理指針（平成20年厚生労働省告示第415号）、および、東京大学医学部研究倫理審査委員会が定めた倫理規定を遵守して遂行した。研究遂行にあたり倫理面での問題はなかった。

## C. 研究結果

2005-2007年のベースライン調査参加者1,690例のうち、40例（2.4%）は死亡、97例（5.7%）は健康状態不良、16例（0.9%）は転居、51例（3.0%）は参加辞退、47例（2.8%）は他の理由にて追跡調査に不参加であった。また、追跡調査参加者1,439例のうち、68例（4.0%）は転倒に関する問診に不備があり、6例（0.4%）は疼痛に関する問診に不備があったため、解析から除外した。さらに、8例（0.5%）は人工膝関節全置換術を施行されていたため、9例（0.5%）は歩行速度もしくは椅子立ち上がり時間の測定に不備があったため除外、残りの1,348例（79.8%）を解析対象とし

た。平均追跡期間は2.9±0.1年であった。

表1に、ベースライン時の対象者の特徴を示す。膝OAおよび膝痛の有病率は、女性のほうが男性よりも高かったが、腰椎OAおよび腰痛は男女で有意な差はなかった。

ベースライン調査から追跡調査までの約3年間の間に、79例（17.4% [95% 信頼区間 [CI] 14.3–21.2]）の男性および216例（24.1% [95% CI 21.4–27.0]）の女性が1回以上の転倒を経験しており、さらに、54例（11.9% [95% 信頼区間 [CI] 9.3–15.3]）の男性および111例（12.4% [95% CI 10.4–14.7]）の女性が複数回の転倒を経験していた。転倒発生率は、女性のほうが有意に高かった（カイ二乗検定、 $p=0.0011$ ）。また、女性では、転倒の発生率は、年代が上がるるとともに増加していたが、男性では、60代と70代では大きな違いはなかった（図1）。

表2に、転倒者および非転倒者の年齢、身体特性および運動機能測定値を示す。男性では、年齢は転倒と有意な関連がなかったが女性では有意に関連していた。BMIも同様に、男性では転倒と有意な差はなかったが、女性では有意に関連していた。握力も同様であったが、6m歩行時間、椅子立ち上がり時間は、男女とも転倒と有意に関連していた（図1）。

図2に、膝OA、膝痛、腰椎OA、腰痛、圧迫骨折の有無別の転倒の発生率を示す。膝OA、腰椎OAは、いずれもKellgren Lawrence grade 3以上を重症OAとし、重症OAおよび圧迫骨折の有無による転倒の発生率を見たところ、男女とも重症膝OA群のほうが、転倒の発生率が有意に高かった。一方、腰椎OAに関しては、転倒の発生率と有意な関連は見られなかった。圧迫骨折に関しては、女性において、圧迫骨折あり群のほうが転倒発生率が有意に高かった。一方、これらの運動器疾患の主要な症状である、膝痛、腰痛について検討したところ、膝痛あり群はなし群よりも有意に転倒発生率が高かったが、腰痛と転倒との関連は認められなかった。

さらに、多項ロジスティック回帰分析にて年齢、BMIで補正して検討したところ（表3）、男性では、椅子立ち上がり時間、6m歩行時間における運動機能の低下は複数回転倒の有意な危険因子となっていた。一方、女性においては、握力、椅子立ち上がり時間は有意な関連がなかったが、6m歩行時間における運動機能低下は複数回転倒の有意な危険因子であった。さらに、女性においては、膝痛が有意な危険因子であり、圧迫骨折も転倒との関連傾向が認められた。

上述したように、女性においては、6m歩行時間、圧迫骨折、膝痛が転倒の有意な予測因子であった。さらに、これらの運動機能および運動器疾患と転倒との独立した関連を見るため、目的変数を転倒なし、1回転倒、複数回転倒の3群とし、説明変数を年齢、BMI、6m歩行時間、圧迫骨折、膝痛とした多項ロジスティック回帰分析にて解析したところ、6m歩行時間（オッズ比1.08、95%信頼区間1.00-1.18）が独立した複数回転倒の予測因子であった。

#### D. 考察

本研究では、地域住民コホートの追跡調査を行うことにより、複数回転倒の発生率及びその予測因子を明らかにした。男女とも、歩行速度の低下は転倒の危険因子であった。さらに、女性においては、膝痛が転倒の危険因子であった。

過去の報告では、Jonesらが、問診にて聴取した関節症が、転倒と関連があると報告している。本研究では、年齢、BMIで補正した多重ロジスティック回帰分析にて、レントゲン上の膝OAは、男女とも転倒の予測因子であったが、年齢、BMIで補正するとその有意性は消失した。一方、女性においては、膝OAの主要症状である膝痛は年齢、BMIで補正しても有意な予測因子となっており、レントゲン上の変形というよりも痛みの有無のほうが、転倒により強く関連していることが明らかとなった。すなわち、レントゲン上の変形があっても、膝痛を治療および予防するこ

とにより、転倒を予防できる可能性が示唆された。

一方、本研究では、腰椎OAおよび腰痛と転倒との関連も検討したが、腰椎OAおよび腰痛は男女とも転倒との有意な関連はなく、転倒は体幹よりもむしろ下肢の不具合が影響していると考えられる。

本研究では、年齢、BMIを補正した多重ロジスティック回帰分析の結果、女性では歩行時間、膝痛が有意に関連しており、さらに圧迫骨折の関連傾向を認めた。さらに転倒との独立した関連を解析するため、年齢、BMI、歩行時間、膝痛および圧迫骨折を説明変数に、転倒なし、一回転倒、複数回転倒を目的変数とした多項ロジスティック回帰分析を行ったところ、歩行時間が独立した予測因子であった。このことは、歩行速度は特に機器なども必要なく、簡便に計測できるため、歩行速度測定は、特に女性にとって、簡便かつ迅速な指標となりうると考えられた。

## E. 結論

地域代表性を有した高齢者における縦断的コホート研究ROADにより、複数回転倒発生率を明らかにするとともに、握力、歩行時間、椅子立ち上がり時間などの運動機能測定値およびOAが転倒にどのような影響を与えているかを解明することができた。本研究により、高齢者における転倒発生率が3年間で男性17.4%、女性24.1%と非常に高いことを明らかにした。さらに、歩行時間における運動機能低下が独立した複数回転倒の予測因子であることが解明された。すなわち、通常歩行速度は運動機能の指標となるだけでなく、転倒の発生を予測する指標となりうることを明らかになり、今後重要な指標となってくると思われる。また、本研究では、特に女性において、膝痛が転倒の予測因子であることが明らかになっており、膝痛の有無も転倒の予測指標として使える可能性があること、さらには膝痛を治療することにより、転倒の予防につな

がる可能性があることが示唆された。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

論文発表

1. Oka H, Akune T, Muraki S, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshimura N: The mid-term efficacy of intra-articular hyaluronic acid injections on joint structure: a nested case-control study. *Mod Rheumatol* (in press)
2. Muraki S, Akune T, En-Yo Y, Yoshida M, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K, Oka H, Yoshimura N: Association of dietary intake with joint space narrowing and osteophytosis at the knee in Japanese men and women: the ROAD study. *Mod Rheumatol* (in press)
3. Ishimoto Y, Yoshimura N, Muraki S, Yamada H, Nagata K, Hashizume H, Takiguchi N, Minamide A, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T, Yoshida M: Associations between radiographic lumbar spinal stenosis and clinical symptoms in the general population: the Wakayama Spine Study. *Osteoarthritis Cartilage* (in press)
4. Muraki S, Akune T, Ishimoto Y, Nagata K, Yoshida M, Tanaka S, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshimura N: Risk factors for falls in a longitudinal population-based cohort study of Japanese men and women: The ROAD Study. *Bone* 52: 516-523, 2013.
5. Muraki S, Akune T, Oka H, Ishimoto Y, Nagata K, Yoshida M, Tokimura F, Nakamura K, Kawaguchi H, Yoshimura N: Physical performance, bone and joint diseases, and incidence of falls in Japanese men and women: a longitudinal cohort study. *Osteoporos Int* 24: 459-466, 2013.
6. Muraki S, Akune T, Oka H, Ishimoto Y, Nagata K, Yoshida M, Tokimura F, Nakamura K, Kawaguchi

- H, Yoshimura N: Incidence and risk factors for radiographic knee osteoarthritis and knee pain in Japanese men and women: A longitudinal population-based cohort study. *Arthritis Rheum* 64: 1447-1456, 2012.
7. Muraki S, Akune T, Oka H, Ishimoto Y, Nagata K, Yoshida M, Tokimura F, Nakamura K, Kawaguchi H, Yoshimura N: Incidence and risk factors for radiographic lumbar spondylosis and lower back pain in Japanese men and women: the ROAD study. *Osteoarthritis Cartilage* 20: 712-718, 2012.
  8. Yoshimura N, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T: Accumulation of metabolic risk factors such as overweight, hypertension, dyslipidaemia, and impaired glucose tolerance raises the risk of occurrence and progression of knee osteoarthritis: a 3-year follow-up of the ROAD study. *Osteoarthritis Cartilage* 20: 1217-1226, 2012.
  9. Ishimoto Y, Yoshimura N, Muraki S, Yamada H, Nagata K, Hashizume H, Takiguchi N, Minamide A, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T, Yoshida M: Prevalence of symptomatic lumbar spinal stenosis and its association with physical performance in a population-based cohort in Japan: the Wakayama Spine Study. *Osteoarthritis Cartilage* 20: 1103-1108, 2012.
  10. Nagata K, Yoshimura N, Muraki S, Hashizume H, Ishimoto Y, Yamada H, Takiguchi N, Nakagawa Y, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T, Yoshida M: Prevalence of cervical cord compression and its association with physical performance in a population-based cohort in Japan: the Wakayama spine study. *Spine (Phila Pa 1976)* 37: 1892-1898, 2012.
  11. Yoshimura N, Muraki S, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Tanaka S, Akune T: Does mild cognitive impairment affect the occurrence of radiographic knee osteoarthritis? A 3-year follow-up in the ROAD study. *BMJ Open* 2: e001520, 2012.
  12. 橋本万里、安村誠司、中野匡子、木村みどり、中村耕三、藤野圭司、伊藤博元：訪問型介護予防事業としてのロコモーショントレーニングの実行可能性. *日本老年医学会雑誌* 49: 476-482, 2012.
- H. 知的財産権の出願・登録状況  
なし



表1. 対象者の特徴

	男性	女性
対象者数	452	896
年齢 (歳)	64.9 ± 11.7	63.3 ± 11.8*
身長 (cm)	164.0 ± 7.0	151.3 ± 6.6*
体重 (kg)	63.3 ± 10.7	52.5 ± 8.7*
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.5 ± 3.2	22.9 ± 3.4*
握力 (kg)	37.0 [32.0-42.5]	23.5 [20.0-23.5]**
6m 歩行時間 (m/sec)	5.0 [4.0-6.0]	5.0 [4.0-6.0]
椅子立ち上がり時間 (sec)	8.5 [7.0-11.0]	9.0 [7.0-11.0]
膝 OA (%)	37.4	51.9***
腰椎 OA (%)	76.1	54.2
腰椎圧迫骨折 (%)	8.9	10.1
膝痛 (%)	15.3	25.7***
腰痛 (%)	18.8	21.5

指定のない限り、値は、平均値±標準偏差で示した。

\* 対応のない Student's t test を用い、男性と比べて有意であった (p < 0.05)

\*\*Mann-Whitney 検定を用い、男性と比べて有意であった (p < 0.05)

\*\*\* カイ二乗検定を用い、男性と比べて有意であった (p < 0.05)

BMI, 体格指数; OA, 変形性関節症。

表2. 転倒者と非転倒者の特性

	男性				女性			
	転倒 なし	1回 転倒	複数回 転倒	p 値	転倒 なし	1回 転倒	複数回 転倒	p 値
対象者数	373	25	54		680	105	111	
年齢 (歳)	64.4 (11.7)	67.2 (13.2)	67.6 (10.1)	0.10	62.4 (11.6)	66.0 (12.6)	66.7 (11.4)	<0.01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.4 (3.1)	24.6 (3.9)	23.7 (3.3)	0.16	22.8 (3.5)	22.7 (3.1)	23.8 (3.5)	0.01
握力 (kg)	37.0 [32.0-43.0]	37.0 [30.0-41.5]	35.0 [28.8-40.0]	0.08	24.0 [20.0-27.0]	23.0 [19.5-27.0]	22.0 [18.0-26.0]	0.01
歩行時間 (sec)	4.5 [4.0-6.0]	5.5 [4.6-7.3]	6.2 [5.0-6.6]	<0.01	5.0 [4.0-6.0]	5.0 [4.0-6.5]	5.5 [4.0-7.5]	<0.01
いす立ち 上がり時 間 (sec)	8.0 [7.0-10.0]	11.0 [9.0-12.0]	10.0 [8.0-13.0]	<0.01	9.0 [7.0-11.0]	9.0 [8.0-12.0]	10.0 [8.0-12.25]	<0.01

値は、平均値 (標準偏差) もしくは中央値 [4 分位] で示した。

非転倒者と転倒者の比較には、一元配置分散分析もしくは Kruskal Wallis test を用い、p<0.05 を有意とした。

BMI, 体格指数

表3. 運動機能、骨関節疾患と転倒との関連

	男性		女性	
	1 回転倒 (95% CI)	複数回転倒 (95% CI)	1 回転倒 (95% CI)	複数回転倒 (95% CI)
握力	1.14	0.88	0.94	0.91
(5 kg 増加)	(1.01–1.29)	(0.72–1.08)	(0.77–1.11)	(0.75–1.08)
6m歩行時間	1.11	1.11	1.04	1.11
(1 秒増加)	(0.95–1.25)	(1.01–1.23)	(0.94–1.14)	(1.02–1.20)
いす立ち上がり	1.15	1.21	1.04	1.04
時間 (1 秒増加)	(1.00–1.32)	(1.09–1.33)	(0.99–1.10)	(0.99–1.09)
重症膝 OA	2.07	1.77	1.52	1.12
	(0.84–5.21)	(0.95–3.33)	(0.94–2.50)	(0.79–1.82)
膝痛	1.65	1.78	1.62	1.60
	(0.57–4.21)	(0.85–3.55)	(1.00–2.60)	(1.00–2.54)
圧迫骨折	2.48	0.32	1.15	1.81
	(0.75–7.04)	(0.05–1.13)	(0.57–2.20)	(0.98–3.24)

オッズ比 (OR) および 95%信頼区間(CI)は、年齢、BMI を補正した多項ロジスティック回帰分析を用いて計算した。

重症膝 OA は、Kellgren Lawrence grade 3 以上と定義した。

OA ; 変形性関節症

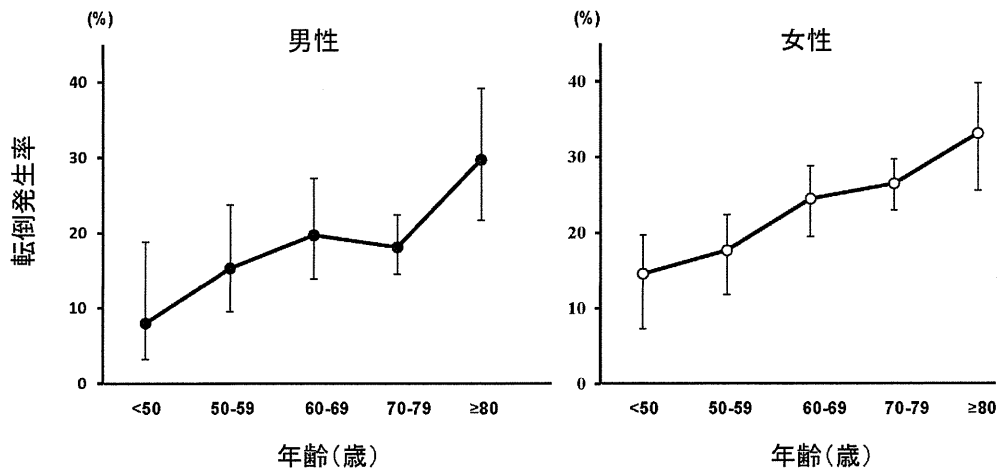


図1. 年代別、性別の転倒発生率

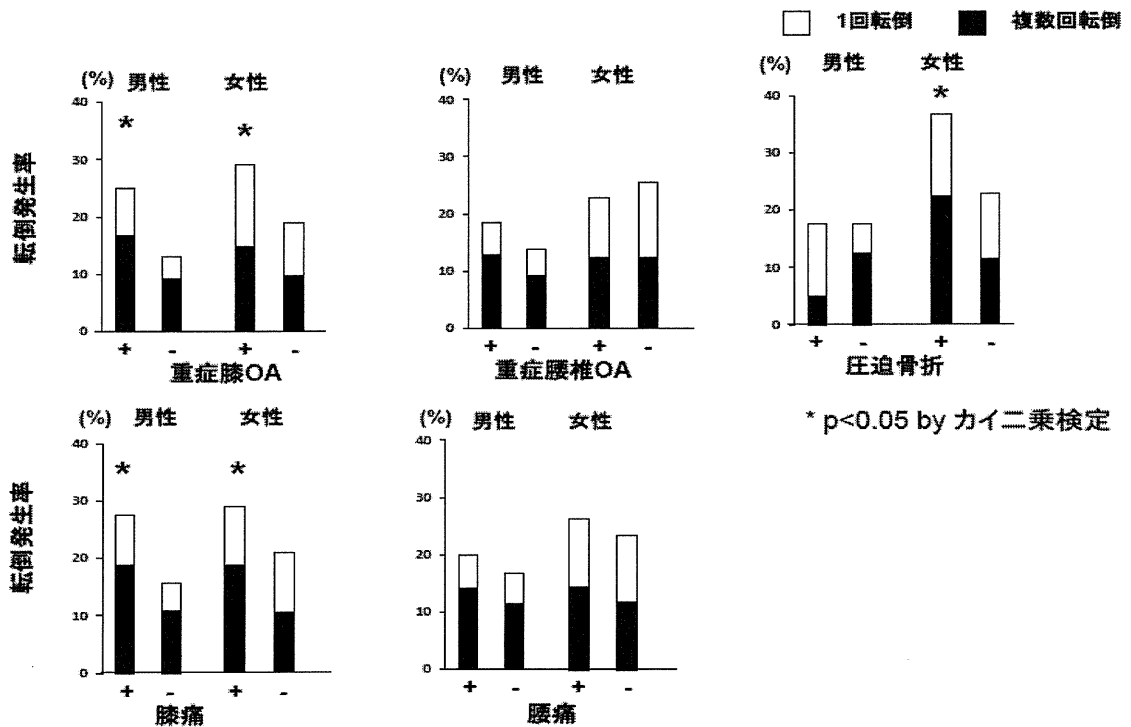


図2. 運動器疾患の有無による転倒発生率

健常高齢者と比較した運動器疾患患者の身体能力と転倒頻度に関する研究

研究分担者 萩野浩 鳥取大学医学部保健学科 教授

研究協力者 松本浩実 鳥取大学大学院医学系研究科

研究要旨

運動器疾患患者の運動機能や転倒頻度を健常高齢者と比較してその特徴を明らかにし、これらの患者における再転倒を予測できる評価方法を検討することを目的とした。脆弱性骨折患者および人工膝関節置換（TKA）後患者を対象に運動機能評価を実施し、その後の転倒発生状況を調査した。

ベースラインデータの検討では、骨折後高齢者においてADL自立で退院に至った患者でも、健常高齢者と比べると著しく運動機能が低いことが明らかとなった。骨折前の足腰25は退院時運動能力とよく相関し、骨折前に運動器に対する自己評価の低い症例は退院時能力も低いことが明らかとなった。3軸加速度計による歩行解析では自己相関分析を行うことで骨折後患者の総合的な運動能力を評価できる可能性がある。TKA後高齢者は健常高齢者と比較し、歩行機能、運動機能が低く、さらに転倒恐怖心も強く転倒頻度も高かった。円背はTKA後症例の転倒危険因子であった。

骨折や人工関節などの運動器疾患を持った患者は術後のリハビリテーションによって機能改善が期待できるものの、健常高齢者の運動機能と比較すると劣っていることが明らかとなった。このような運動器疾患をもった症例に対する長期的な運動療法や転倒、再骨折予防介入が必要である。

A. 研究目的

高齢化の進行に伴い運動器疾患患者は増加している。さらに運動器疾患は要介護状態となる原因の10%を占め、これに転倒・骨折を加えると約20%となることから、運動器疾患の悪化や転倒、骨折に対する予防対策が医療福祉の課題となっている。

代表的な運動器疾患である変形性膝関節症（Osteoarthritis of the knee: 膝 OA）は歩行能力の低下を招くことだけでなく、大腿骨骨折のリスクも上がることが報告されている[1]。膝OAの増加にともない人工膝関節全置換術（total knee arthroplasty: TKA）の件数も年々増加傾向にあるものの、TKA後にも転倒は発生しやすいとの報

告もある[2, 3]。一方、骨折患者も急増している。加齢に伴い大腿骨近位部骨折は本邦では上昇傾向にあり、50歳以上の女性では5人に1人の割合で骨折する[4]。またスウェーデン女性の46.4%が一生のうちに主な骨折（椎体、股関節、前腕など）を経験すると報告されている[5]。さらに骨折治療後の再骨折も増加しており、大腿骨近位部骨折患者の再骨折は年間0.034～0.043人に起こり[6, 7]、特に反対側の骨折リスクが明らかに高いことから、再転倒、再骨折予防対策を講じることが推奨されている[8]。

骨折後患者における再転倒リスク評価についてのいくつかの報告がある。大腿骨近位部骨折後患において、Kristensenら[9]は59名の患者に対

し、退院時にTimed up and go test (TUG) を計測し、その後半年の転倒発生について調査した。その結果24秒が退院後半年の転倒有無のカットオフポイントと報告した。また、Yauら[10]は膝伸展筋力低下が再転倒の危険因子であると報告している。椎体圧迫骨折患者においてはMorrisら[11]が86名の患者において5mでのTUGが30秒以内にできないと転倒のリスクが高いと報告した。骨折患者の再転倒評価としてはTUGが主に行われているが論文数の少なさ、検査法の客観性が疑問視される。同様にTKA後高齢者群における転倒、骨折の報告も少なく、転倒発生頻度や危険因子が十分に明らかになっていない。よって、これらの患者のさらなる運動器疾患の悪化や再転倒、再骨折を防ぐために、健常高齢者と比較して低下している運動機能を明らかにすることや、再転倒、再骨折リスク者抽出のための客観的調査法を開発することが必要である。

本研究の目的は運動器疾患患者の運動機能や転倒頻度を健常高齢者と比較し、その特徴を明らかにすることと、骨折後患者における再転倒を予測できる評価方法について検討することである。そこで、研究1では脆弱性骨折患者を対象に、また研究2ではTKA後の患者を対象に、転倒リスクを予測する評価法を明らかとすることを目的とした。

## B. 研究方法

### 研究1

#### 1) 対象

##### ①骨折後高齢者

県内5施設（鳥取大学医学部附属病院、博愛病院、清水病院、野島病院、三朝温泉病院）（別紙1）に入院した骨折患者を対象とした。

骨折前に自宅で生活しており、ADL、歩行ともに自立していた92例（年齢 $80.1 \pm 7.3$ 歳range60-96歳、男性7例、女性85例、身長 $148 \pm 6.9$ cm、体重 $47.8 \pm 9.0$ kg、BMI $21.5 \pm 3.3$ kg/cm<sup>2</sup>、骨折前Barthel index $99.0 \pm 3.1$ 点）が調査に参加した。術前の歩

行状態が独歩であったものは73.9%。残りは杖、シルバーカーを必要とした。介護保険未使用者が79.3%を占め、残りは要支援1が4.3%、要支援2が5.4%、要介護1が4.3%、要介護2が3.3%であった。合併症は高血圧43.5%、心不全4.3%、不整脈6.5%、糖尿病15.2%、呼吸器疾患5.4%、脳血管疾患14.1%、パーキンソン病4.3%、変形性関節症22.8%、関節リウマチ2.2%であった。

骨折の内訳は大腿骨頸部骨折12例、大腿骨転子部骨折15例、椎体圧迫骨折37例、上腕骨骨折6例、前腕骨折2例であった。その他の骨折が20例あり、その内訳は腰椎横突起骨折1例、骨盤骨折1例、大腿骨外果骨折2例、足関節骨折1例、恥骨骨折6例、膝蓋骨骨折4例、肋骨骨折1例、脛骨骨折3例、踵骨骨折1例であった。手術療法は41.3%に行われた。大腿骨近位部骨折における術式はスクリューが3例、CHSが6例、 $\gamma$ ネイルタイプが7例、人工骨頭置換術が9例、人工股関節全置換術が1例であった。なお保存療法が1例あった。

骨折の原因は転倒が77.3%、事故が8%、その他が14.8%であった。転倒の場所は自宅が55.6%、屋外が44.4%であった。転倒の方向は前方への転倒が20%、後方へ転倒が44.8%、側方への転倒が34.3%であった。骨折前に骨粗鬆症の診断を受けていたものは26.7%で、薬物治療を行っていたものは17.6%であった。今回の骨折が初発のものは76.7%であった。長谷川式知能スケールで20点以下のものが5名いたが検査、調査の施行には問題ないレベルの認知機能であった。

#### ②健常高齢者

研究施設主催の健康教室に参加した女性23名（年齢 $78.3 \pm 3.2$ 歳 range 74-86歳、身長 $150.5 \pm 4.9$ cm、体重 $50.8 \pm 5.6$ kg、BMI $22.5 \pm 2.4$ kg/cm<sup>2</sup>）が調査に参加した。合併症は高血圧60.9%、心不全8.7%、不整脈8.7%、糖尿病4.3%、呼吸器疾患4.3%、脳血管疾患4.3%、変形性関節症21.7%であった。

#### 2) 方法

骨折後高齢者群、健常高齢者群に対してアン

ケート調査および、身体・運動機能検査を行った。  
(別紙2, 3)

#### ①基礎項目の聴取

両群に対し、年齢、身長、体重、合併症の有無を聴取した。骨折群は転倒の状況、骨折前、退院時のBarthel index、骨粗鬆症の治療の有無を本人から聴取し、骨折種類、術式、服薬数、リハビリテーションの状況などを診療録から抽出した。

#### ②アンケート

骨折前の生活の状況や心理、運動器の状態を調査するために以下の自己記入式アンケートを行った。アンケートは入院中に自己記入させた。

##### i) 基本チェックリスト

基本チェックリストは介護の原因となりやすい生活機能低下の危険性がないかどうかという視点で運動、口腔、栄養、物忘れ、うつ症状、閉じこもり等の全25項目について「はい」「いいえ」で記入する質問表である。

##### ii) 足腰25

運動器障害により要支援・要介護となるリスクの高いロコモティブシンドロームを診断するツールであり、信頼性、妥当性の検証が終了している質問紙である。25問からなり、最高点は0点、最低点は100点となる。

#### ③身体機能検査

骨折後高齢者群に対し、退院時に以下の項目を計測した。

##### i) 円背指数

円背の度合いを立位にて測定した。50cmの自在曲線定規を用い、第7頸椎から第4腰椎棘突起までの背部の彎曲をなぞり、その形状を紙上にトレースした。トレースした彎曲のC7からL4を結ぶ直線L (cm)、直線Lから彎曲の頂点までの距離をH (cm) としその割合を円背指数とした ( $H/L \times 100$ )。

##### ii) 握力

自然立位にてアナログ握力計を利き手で保持し、下垂した上肢を体側から20度ほど離れた姿

勢で行った。

##### iii) 膝伸展筋力 (manual muscle test:MMT)

測定肢位は座位にて、検査者の徒手抵抗に対して膝伸展運動を行った。1~5段階の順序尺度で評価した。

##### iv) 痛み

患部の痛み(運動時)をVisual analog scale (以下:VAS)にて採点した。

#### ④運動機能検査

骨折後高齢者群、健常高齢者群に対して以下の運動検査を行った。

##### i) Time up and go test :TUG

45cmの高さの椅子から、検査者の合図とともに立ち上がり、3m前のポールまで歩き、折り返して再びいすに座る時間を計測した。

##### ii) 片脚立ち時間

両手を腰に当てた状態で片脚立脚を行わせ挙上側の足部が支持側の下肢に触れないように注意した。挙上側の足部が離床した時点から、再び接床するまで時間をストップウオッチで測定した。左右計測し低値を代表値とした。

##### iii) 5回立ち上がり時間

肘掛けのない椅子にすわり、合図後、最大努力ですばやく両膝が完全に伸展するまで立ち上がり、座位姿勢にもどる5回の時間を測定した。

##### iv) 5m歩行時間

10mの平坦な歩行路を2mと7mの地点にラインを貼り、歩行開始後から2mのラインを越えて足部が接床した時点から7mのラインを越えて接床するまでの所要時間を計測した。

#### ⑤軸加速度計による歩行分析

歩行解析機器としてワイヤレス型3軸加速度計MVP-RF8 (Micro Stone株式会社製)を使用した。加速度センサーの大きさは45mm×45mm×18.5mmで、加速度信号はサンプリング周波周期200Hzで記録装置に記録された。記録された加速度信号はBluetoothワイヤレステクノロジーにてパーソナルコンピューターに転送された。

加速度センサーはX軸、Y軸、Z軸を有し、そ

れぞれが水平、垂直、前後成分の加速度を捉える。センサーはベルトにて固定し、身体重心に近い第3腰椎棘突起付近に装着した。被験者には前後2mずつ含む5mの直線歩行路を独歩にて自由歩行してもらい、中間5mの歩行中の加速度を計測した。

得られた3軸の加速度信号を用いて以下の分析を行った(図1)。

#### i) Root Mean Square (以下 RMS)

加速度の大きさの指標として、5m歩行中3秒間の3軸の加速度数値を二乗平方根し、RMSを求めた。さらに3軸の合計成分を以下の式で求めた。RMSが大きいほど加速度が大きい。

#### 3軸合計RMS

$$= (\text{水平RMS} + \text{垂直RMS} + \text{前後RMS}) / 3$$

#### ii) 変動係数 (CV: Coefficient of variation)

歩行中の一步に要する時間のばらつきの指標としてCVを求めた。CVは垂直軸の加速度波形を用いて、一步に要する時間をpeak値間の時間より抽出し、7~10歩分の平均時間およびその標準偏差を求めた。さらにその標準偏差を平均で除し、100を乗ることで算出した(図2)。CVが高いほど「ばらつき」の多い歩行となる。

#### iii) 自己相関分析 (AC: Auto Correlation)

歩行の規則性の指標としてACを求めた。解析にはSPSSを用いた。まず各対象者の一步に要する時間の平均値を算出し、その値をラグ値として使用した。5m歩行中の3軸の加速度波形に対して分析を行った。(図3)。

ACが高いほど規則性の高い歩行、つまり一步ごとに加速度の変化は規則的に繰り返していることとなる。

### ⑥統計学的分析

統計学的分析には統計ソフトSPSS ver.18を用いた。骨折後高齢者と健常高齢者の基礎項目、アンケート項目、身体機能、運動検査の比較にカイ2乗検定、一元配置分散分析を行った。一元配置分散分析の事後検定には、等分散性の検定において等分散が仮定された場合はTukey法を、等

分散が仮定されなかったものに関してはGames-Howell法を用いた。すべて両側検定とし5%の危険率をもって有意とした。

#### ⑦倫理的配慮

倫理的配慮として対象者に対し、調査の目的と方法、調査の参加への自由、人権・プライバシーの保護について口頭、書面にて説明し、研究参加への同意を得た。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(No1775)。

### 研究2

#### 1) 対象

##### ①TKA後高齢者

研究施設でTKAを行い、手術名簿に記載された患者の中から、両側、もしくは片側のTKAを行った70歳以上の153名を研究対象とした(年齢 $75.7 \pm 2.5$ 歳、range70-79歳、男性10例、女性143例)。

##### ②健常高齢者

TKA後高齢者と年齢、性差をマッチングした健常高齢者をコントロール群とした。健常高齢者は地域で自立生活を送っており、A町の地域包括センターの行う健康教室に参加している介護保険未使用高齢者を対象とした(年齢 $75.9 \pm 3.1$ 歳、range70-81歳、女性16例、男性73例)。

#### 2) 方法

調査方法は自己記入式アンケートによる後方視的調査とした。アンケートの返信をもって研究同意とする旨をアンケートに記載した。TKA群にはアンケート郵送法を用い、健常高齢者群は、参加した地域の健康教室の開催時に直接配布、回収を行った。

アンケート内容は基礎項目、歩行状態、日常生活動作、膝の状態、転倒の5項目からなり、それぞれの質問に対して「はい」「いいえ」、もしくは5段階の順序尺度で回答を行うものとした。

##### ①アンケート内容(別紙4,5)

###### i) 基礎項目

年齢、性別、身長、体重、服薬数、睡眠薬の服用の有無、聴力、視力低下の有無、円背の有無、

外反母趾の有無、心疾患、呼吸器疾患、糖尿病、高血圧などの既往歴の有無、自宅の手すりの設置の有無、自宅の段差の多さについても質問を行った。さらにTKA後高齢者は人工股関節の既往の有無についても質問した。

#### ii) 転倒

過去12か月において転倒や骨折の有無について質問した。質問内容は①転倒の有無②転倒回数③転倒による怪我の有無④転倒による骨折の有無⑤骨折があった場合の骨折部位の5項目とした。なお、転倒の定義は「歩いている時や何かをしているときに急につまずいたり、すべったりして、床、地面などに手がついてあり、尻もちをつくこと（ケガの有無とは関係ありません。また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。

#### iii) 歩行状態

歩行補助具の使用の有無とその種類および一日の歩行距離について5段階順序尺度で質問した。

#### iv) 日常生活動作

日常生活場面における各動作が可能かどうか「はい」「いいえ」で質問した。質問内容は①立ったまま靴下をはけますか？②階段をあがったりおろしたりされますか？③手の支えなしで椅子から立てますか？④歩く時や動作時に転倒に対する恐怖心がありますか？⑤定期的に体操や散歩などの運動をされますか？の6つの設問から構成した。

#### v) 膝の状態

膝のこわばりや痛みについて「はい」「いいえ」で質問した。質問内容は①いつも膝に痛みやこわばりがありますか？②歩くとき膝が痛みますか？③段差をのぼったり降りたりするとき膝が痛みますか？④いすやベッドから立ち上がる時膝が痛みますか？⑤膝の痛みのために外出を制限することがありますか？⑥膝の痛みのために外出を制限することがありますか？⑦膝以外の関節で痛いところがありますか？の7つの質問

から構成した。膝の曲がり具合の質問は図を用いて行った。さらに健常高齢者には膝痛による病院への通院有無、膝の内反変形の有無についても質問した。

#### ①統計学的分析

TKA後高齢者群と健常高齢者群および両群における非転倒群、転倒群の基礎項目、転倒数、歩行状態、日常生活動作、膝の状態、転倒の状況の比較において、T検定、カイ二乗検定を行った。なお、順序尺度の比較にはMann-Whitney U検定を行った。さらにそれぞれの群の転倒の危険因子を抽出するために、群間差において5%未満の有意差があった変数を独立変数とし多重ロジスティック回帰分析を行った。すべて両側検定とし5%の危険率をもって有意とした。

#### ②倫理的配慮

本研究は鳥取大学医学部倫理審査委員会(No1264)、研究施設の倫理委員会、A町の承認を得て行った。

### C. 研究結果

#### 研究1

##### 1) 健常高齢者群と骨折後高齢者群の基礎項目の比較

骨折後高齢者群を骨折部位によって上肢骨折8例、体幹骨折45例、下肢骨折39例に分けし、健常高齢者23名と比較した。

表1に健常高齢者群と骨折後高齢者群の基礎項目の比較を示す。糖尿病の罹患率に有意な差があり、下肢骨折群は罹患率が25.6%と他の群に比較し有意に高値であった。その他の項目に群間差はなかった。

##### 2) 健常高齢者群と骨折後高齢者群のアンケート項目の比較

表2に健常高齢者群と上肢骨折群、体幹骨折群、下肢骨折群間の基本チェックリスト各項目、足腰25の比較を示す。基本チェックリストでは「暮らしぶり1」において、健常高齢者群よりも体幹骨折群の点数が有意に不良であった。その他の



項目や足腰25には群間差は無かった。

### 3) 健常高齢者群と骨折後高齢者群の運動機能検査の比較

表3に健常高齢者群と上肢骨折群、体幹骨折群、下肢骨折群における運動機能検査の比較を示す。すべての運動検査に有意な群間差があった。

TUGでは健常高齢者群9.7秒に対し、体幹骨折群14.5秒、下肢骨折群13.6秒と健常高齢者群と骨折群の間にそれぞれ有意な差があった。健常高齢者群と上肢骨折群間および骨折群間には差は無かった。

片脚立ち時間では健常高齢者群10.6秒に対し、下肢骨折群は5.1秒と片脚立ち時間が有意に短かった。健常高齢者群と他の骨折群間および骨折群間に差は無かった。

5回立ち上がり時間では健常高齢者10.9秒に対し、下肢骨折群は13.4秒と5回立ち上りに時間を要した。さらに下肢骨折群と比べ、体幹骨折は16.9秒とさらに有意に時間を要した。

5m歩行時間では健常高齢者群4.3秒に対し、体幹骨折群7.4秒、下肢骨折群は7.1秒と骨折群は健常高齢者よりも5m歩行に時間を要した。健常高齢者群と上肢骨折群間および骨折群間には差は無かった。

### 4) 健常高齢者群と骨折後高齢者群の3軸加速度計による歩行解析の比較

表4に健常高齢者群と骨折群における3軸加速度計歩行解析の比較を示す。

RMSでは水平軸において、健常群1.03に対し、体幹群0.80と有意な差があった。垂直軸では健常高齢者群1.88に対し、上肢骨折群1.13、体幹骨折群1.12、下肢骨折群1.17とそれぞれ健常高齢者群と比較し骨折群は有意に低値であった。合計成分では健常高齢者群1.51に対し上肢骨折群1.04、体幹骨折群1.12と骨折群においてそれぞれ有意に低値であった。前後軸には群間に有意な差がなかった。

CVでは健常高齢者4.6に対し、下肢骨折群7.5と有意に下肢骨折群はCVが高値であった。さらに

上肢骨折群と下肢骨折群間にも有意な差があり、下肢骨折群は有意に高値を示した。

ACは垂直軸において健常高齢者群0.645に対し、体幹骨折群0.518、下肢骨折群0.462と健常高齢者と比較し、骨折群がそれぞれ有意に低値であった。さらに上肢骨折群と下肢骨折群間にも有意な差があり、下肢骨折群は有意に低値であった。前後成分では健常高齢者0.579に対し下肢骨折群0.429と下肢骨折群が有意に低値であった。さらに上肢骨折群と下肢骨折群間にも有意な差があり、下肢骨折群は有意に低値であった。

### 5) 骨折前の足腰25と退院時の運動検査および3軸加速度計分析との相関

骨折前の足腰25の得点と退院時の運動検査および3軸加速度計分析との相関関係を図4~7に示す。足腰25とすべての運動検査との間に有意な相関関係があった。相関係数はそれぞれTUG  $r=0.535$ 、片脚立ち時間 $r=-0.314$ 、5回立ち上がり時間 $r=0.405$ 、5m歩行時間 $r=0.521$ であった ( $p<0.001$ 、 $p=0.002$ 、 $p<0.001$ 、 $p<0.001$ )。

骨折前の足腰25の得点と3軸加速度計による歩行解析結果と相関関係を図8~11に示す。骨折前の足腰25とRMS垂直成分、CV、AC垂直成分、AC前後成分との間に有意な相関関係があった。相関係数はそれぞれRMS垂直成分 $r=-0.415$ 、CV  $r=0.296$ 、AC垂直成分 $r=-0.256$ 、AC前後成分 $r=-0.281$ であった ( $p<0.001$ 、 $p=0.004$ 、 $p=0.014$ 、 $p=0.007$ )。

### 6) 3軸加速度計歩行解析の結果と運動検査との相関

3軸加速度計の運動機能検査としての妥当性を検証するために、その他の運動検査との相関関係について分析した。図12~30に相関関係を示す。RMS水平軸とTUG、5m歩行時間に有意な相関があり、相関係数はそれぞれTUG  $r=-0.343$ 、5m歩行時間 $r=-0.405$ であった ( $p=0.001$ 、 $p<0.001$ )。

RMS垂直軸とすべての運動検査に有意な相関関係があった。相関係数はそれぞれTUG  $r=-0.630$ 、片脚立ち時間 $r=0.334$ 、5回立ち上が

り時間 $r=-0.390$ 、5m歩行時間 $r=-0.588$ であった ( $p<0.001$ 、 $p=0.001$ 、 $p<0.001$ 、 $p<0.001$ )。

RMS前後成分とTUG、5m歩行時間に有意な相関関係があり、相関係数はTUG  $r=-0.251$ 、5m歩行時間 $r=-0.235$ であった ( $p=0.016$ 、 $p=0.024$ )。

CVと運動検査の相関関係ではTUG、片脚立ち時間との間に有意な相関関係があり、相関係数はTUG  $r=0.305$ 、片脚立ち時間 $r=-0.217$ 、5m歩行時間 $r=0.327$ であった ( $p=0.003$ 、 $p=0.039$ 、 $p=0.001$ )。

ACと運動検査の関係ではAC垂直軸とすべての運動検査に有意な相関関係があった。相関係数はTUG  $r=-0.403$ 、片脚立ち時間 $r=0.271$ 、5回立ち上がり時間 $r=-0.259$ 、5m歩行時間 $r=-0.416$ であった ( $p<0.001$ 、 $p=0.010$ 、 $p=0.018$ 、 $p<0.001$ )。さらにAC前後軸とすべての運動検査にも有意な相関関係があった。相関係数はTUG  $r=-0.370$ 、片脚立ち時間 $r=0.221$ 、5回立ち上がり時間 $r=-0.245$ 、5m歩行時間 $r=-0.455$ であった ( $p<0.001$ 、 $p=0.037$ 、 $p=0.020$ 、 $p<0.001$ )。

## 研究2

### 1) アンケート回収率

TKA後高齢者において153例中、92例からアンケートの回答を得た。回収率は60.1%であった。健常高齢者においてはコントロール群の参加する健康教室にて地域の調査者が全員から回収した。両群にて転倒しやすい疾患である脳卒中、パーキンソン、関節リウマチ、メニエル病などを合併しているものは研究対象から除外し、86例のTKA後高齢者（年齢 $75.8\pm 2.5$ 歳、70-79歳、男性10例、女性76例）と87名の健常高齢者（年齢 $76.5\pm 3.5$ 歳、70-81歳、男性16名、女性71名）を解析対象とした。87名中、39名（44.8%）の健常高齢者が膝の痛みを感じており、87名中、31名（35.6%）が膝の内反変形を自覚していた。さらに87名中20名が（22.9%）膝の痛みの治療のために病院に通院していた。

### 2) 基礎項目の比較

両群の基礎項目の比較を表5に示す。TKA後高齢者は健常高齢者に比べ体重、BMIが高く、糖尿病の罹患率、転倒恐怖心、活動制限を感じているものが有意に多かった ( $p<0.001$ 、 $p<0.001$ 、 $p=0.041$ 、 $p=0.004$ 、 $p<0.001$ )。さらに歩行補助具なしでの歩行可能、円背、立位での靴下が履ける、階段昇降が可能、手の支えなしで椅子から立てるかどろかは健常高齢者で割合が高く、膝の曲りやすさも健常高齢者が有意に良好であった ( $p<0.001$ 、 $p=0.018$ 、 $p<0.001$ 、 $p=0.005$ 、 $p<0.001$ 、 $p=<0.001$ )。服薬数はTKA後高齢者において多い傾向にあった ( $p=0.051$ )。その他の変数には両群間に優位な差は無かった。

### 3) 転倒、骨折頻度の比較

表6に両群における転倒、骨折頻度の比較を示す。転倒頻度は健常高齢者25.3%に対して、TKA後高齢者は39.5%と有意に高かった。複数転倒、転倒によるケガ、骨折の頻度は両群に差がなかった。TKA後高齢者における骨折症例の骨折部位の内訳は膝周囲の骨折が2例、上腕骨折が1例、椎体骨折が2例、前腕骨折が2例であった。健常高齢者における骨折者の骨折部位の内訳は足関節骨折1例、椎体骨折1例、上腕骨骨折が1例であった。

### 4) 両群における非転倒者、転倒者の比較

両群における非転倒者、転倒者の基礎項目や合併症等に有意な差は無かった。両群における非転倒者、転倒者の歩行機能、日常生活動作、膝の状態の比較を表7に示す。

TKA群における非転倒群、転倒群の比較では、転倒群に円背、転倒恐怖心を感じているものが転倒群に有意に多く、膝の曲りも有意に悪かった ( $p=0.029$ 、 $p=0.020$ 、 $p=0.032$ )。1日の歩行距離、膝のこわばりは転倒群において高く、歩行補助具なしでの歩行可能、手の支えなしでの椅子からの立ち上がりが可能な頻度が低い傾向にあった ( $p=0.055$ 、 $p=0.065$ 、 $p=0.096$ 、 $p=0.052$ )。

健常高齢者における非転倒群、転倒群の比較では、転倒群において活動制限、階段昇降時の

膝の痛み、膝内反変形の自覚が有意に多かった ( $p=0.003$ ,  $p=0.019$ ,  $p=0.036$ )。歩行補助具なしでの歩行、手の支えなしでの椅子からの立ち上がり可能な割合は転倒群において有意に低かった ( $p=0.024$ ,  $p=0.007$ )。転倒恐怖心は転倒群において高い傾向にあり、階段昇降が可能な割合は低い傾向にあった ( $p=0.082$ ,  $p=0.065$ )。

#### 5) 両群における転倒危険因子の抽出

両群における転倒危険因子の抽出に関する多変量解析の結果を表8に示す。TKA後高齢者において円背が最も強い転倒危険因子であった。健康高齢者では手の支えなしでの椅子からの立ち上がり、活動制限が危険因子として抽出された。

### D. 考察

研究1では骨折後高齢者の身体・運動機能を年齢、性差をマッチングした健康高齢者と比較した。両群の基礎項目の比較では、下肢骨折群は他の群に比べ、糖尿病の罹患率が高かったものの、その他の項目に有意な差は無かった。糖尿病の罹患は大腿骨近位部骨折発生の危険因子であること[12]から、下肢骨折群39例の中に27例の大腿骨近位部骨折患者が含まれていたことがその原因と考える。さらに骨折群に対して行った骨折前の生活状況や運動器の状態のアンケート調査では体幹骨折群のみ基本チェックリストの「暮らしぶり1」が健康高齢者と比べ劣っていた。基本チェックリストの「暮らしぶり1」には「外出の有無」に関する質問項目が5項目中3項目あることから、体幹骨折群は骨折前から外出の機会が減りつつあり日常生活の狭小化が進んでいた可能性もある。しかしながら、全骨折群における骨折前のBarthel indexは99点、さらに退院時ADLも各群95点以上であったことや、骨折前の足腰25の得点も健康高齢者と差が無かったことから、本研究の骨折後高齢者は骨折前の身体機能も比較的健常高齢者に近く、骨折後の回復も良好な症例群であったと考える。

骨折後高齢者と健康高齢者の運動機能の比較

において、TUG、5m歩行時間は健常高齢者群と体幹骨折群・下肢骨折群間にそれぞれ有意な差があり、骨折群が時間を要した。TUGと5m歩行に時間を要すことは「移動能力」「動的バランス能力」の低下を示しており、下肢骨折だけでなく、体幹骨折のみでもこのような能力が健常高齢者と比較すると低下していることが明らかとなった。5回立ち上がり時間は健常高齢者と体幹・下肢骨折群間にそれぞれ有意な差があり骨折群が時間を要した。さらに体幹骨折群は下肢骨折群よりも有意に時間を要した。この理由として、体幹骨折群は円背による骨盤後傾位や体幹筋の機能低下、コルセットの影響による脊柱の前屈制限などの理由によって座位姿勢から体幹を前傾させて重心を前方にもっていくまでに股関節の屈曲で代償する必要があり、時間がかかってしまうことが予測される。さらに立位から椅子へ腰を下ろす際も、後方への転倒を防ぐためゆっくりと腰を下ろす必要がある。このため体幹骨折群が最も時間を要したと考える。片脚立ち時間が健康高齢者より下肢骨折群が劣っていたのは、下肢骨折による支持性の低下や下肢筋力、特に大腿四頭筋、股関節周囲筋の筋力や筋パワーの機能低下を反映したものと考える。

3軸加速度計による歩行時の体幹加速度解析も運動検査と同様にすべてにおいて健康高齢者と骨折後高齢者間に有意な差があり、骨折後高齢者が劣っていた。RMSは加速度の大きさを示し、歩行速度とよく正相関する[13, 14]。垂直軸では健康高齢者と比較し、どの骨折群もRMSが低値であった。歩行時の垂直方向、特に上方への加速は荷重応答期から立脚中期に起こると考えられ、この時期に重要なのは下腿三頭筋と殿筋群などの下肢の抗重力筋の働きである。上肢骨折群においても低値を示したということは、骨折群は骨折前より、これらの筋群の筋力低下を生じており、転倒しやすかった可能性がある。

CVは歩行のばらつきの指標として転倒リスクの判別などに有用である報告が多数ある[15, 16]。

下肢骨折群においてCVが高かった理由として、一側下肢の機能低下による跛行や左右非対称性の歩容がおきていたことが、その原因と考える。CVの高い下肢骨折群はさらに今後再転倒の可能性が高いかもしれない。

ACでは下肢に機能障害の無い健常群・上肢骨折群と比較し下肢骨折群が垂直軸、前後軸の加速度波形の規則性が低いという結果であった。片側の変形性股関節症においても同様に健常高齢者と比較し3軸すべてのACが低いという報告がある[17]。本研究の骨折後高齢者では水平面では健常高齢者と差がなく、垂直、前後軸でのACにおいて下肢骨折群が不良であった。このことは立脚相後期からの前上方へ重心を移動させるために下肢で蹴り出す能力が下肢骨折をすると低下することを示している可能性がある。

骨折前の運動器の状況が、退院時の運動機能に影響を与えるかを調査するために骨折前の足腰25と退院時に計測した各運動検査、3軸加速度計解析間の相関分析を行った。結果、骨折前の足腰25はすべての運動検査とRMS（垂直軸）、CV、AC（垂直軸）との間に中程度から強い相関関係を示した。このことから骨折前の運動器の状態は退院時の運動機能に影響を与えている可能性が示唆された。足腰25はロコモティブシンドロームの診断ツールであるが、将来の運動器の悪化の予測にも使用できる可能性もある。

3軸加速度計解析が運動機能評価として妥当かどうかを検証するために、運動検査との相関関係を分析した。その結果、RMS水平軸と前後軸はTUG、5m歩行時間とよく相関した。RMSは歩行速度に依存することがその理由と考えられるが、RMS垂直軸に関しては5回立ち上がり時間、片脚立ち時間とも相関した。上方へ加速する、つまり身体重心を上方にすばやく持ち上げるには殿筋群の筋力が重要であることから、RMS垂直軸は立ち上がり、片脚立ちといった股関節筋を歩行よりも使用する運動とよく相関したと考える。CVはTUG、片脚立ち時間と相関した。CVは転倒

予測としても有用であり、相関した二つの運動テストも「バランス機能」を評価していることから、転倒に関わる姿勢制御といった点で共通した要素を持っていることがわかった。AC垂直軸はすべての運動検査と相関した。ACは歩行中の加速度の規則性の高さを示している。すべての運動検査と相関があったことは下肢筋力、瞬発力、バランス機能などの総合的な運動機能評価として優れている可能性がある。

研究2ではTKA後高齢者の転倒・骨折の頻度を年齢のマッチングした健常高齢者と比較した。両群の基礎項目の比較では、TKA群は健常高齢者群よりも体重、BMIが高く、糖尿病の罹患率も多かった。人工膝関節置換術を必要とする患者の多くは肥満であり[18]、本研究の対象者も健常高齢者群と比べると肥満の問題を抱えている症例群であった。さらにTKA群は移動能力や日常生活における身体機能のすべての項目において、健常高齢者よりも劣っていた。TKA後症例の膝伸展筋力を健常高齢群と比較した過去の報告では[19]、健常群より術後1.7年～13年経過したTKA症例の方が劣っていた。さらにTKA前後の運動機能の変化と健常高齢者との比較を調査した過去の報告[20]では、TKA群において、TUG、段差昇降テスト、6分間歩行テスト、片脚立ちテストは、術後3～6カ月後に術前値よりも有意に改善するものの、術後6カ月後の結果を健常高齢群の結果と比べるとすべての運動テストでTKA群が劣っていた。我々が調査したADLでの身体機能である立位での靴下着脱、階段昇降、手の支えなしでの椅子からの立ち上がり能力はすべて上述した運動テストで試された下肢筋力やバランス能力が必要なADL動作であった。よって、過去の報告同様に本研究の結果もTKA群は一般高齢者と比べ、運動機能の低い高齢者群であることを示していると考えられる。このような運動機能低下が、TKA群に二次的に転倒恐怖心や活動の制限をもたらすことで、さらなる運動機能低下を招き、転倒に導いていると推察する。