

となる指標が必要であるが、今までそのような研究は少なかった。今回一般住民における要介護移行率が推定されたことは、今後の予防のための研究に有益であると思われる。本研究により筋力低下や運動速度の低下が要介護の危険因子となることが明らかとなった。またEWGSOP診断基準によるサルコペニアのスクリーニング該当者（歩行速度 ≤ 0.8 m/sまたは、握力男性 <30 kg、女性 <20 kg）も要介護移行リスクとなることが明らかとなった。中年期に運動習慣を有していた者は、老年期における筋力や運動が高く維持され、サルコペニアの有病率が低いことが報告されている（文献7）。まだ元気なうちから運動を行う習慣を保つことにより、老年期になっても筋力や運動能力を高く維持して、要介護にならないよう取り組むことが大切である。本研究により、筋力、運動速度に関する要介護の危険因子を明らかにしたが、今後は、これらの危険因子と他の要介護リスクを組み合わせることで、簡便でわかりやすい要介護の高リスク者ピックアップツールを開発していく予定である。

E. 結論

日本の三地域の一般住民コホートの追跡調査により、65歳以上の住民の2.3%が1年間に介護が必要な状態に移行していることが明らかになった。筋力と運動速度の低下は、要介護の危険因子であり、要介護予防のためには、運動習慣を保つことが大切である。なお本研究内容はGeriatrics & Gerontology International誌に論文報告した（文献1）。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

論文発表

1. Akune T, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Tokimura F, Yoshida H, Suzuki T, Nakamura K,

Yoshimura N: Incidence of certified need of care in the long-term care insurance system and its risk factors in the elderly of Japanese population-based cohorts: The ROAD study. Geriatr Gerontol Int (in press)

2. Yoshimura N, Akune T, Fujiwara S, Shimizu Y, Yoshida H, Omori G, Sudo A, Nishiwaki Y, Yoshida M, Shimokata H, Suzuki T, Muraki S, Oka H, Nakamura K: Prevalence of knee pain, lumbar pain and its co-existence in Japanese men and women: The LOCOMO (Longitudinal Cohorts of Motor System Organ) study. J Bone Miner Metab (in press)
3. Muraki S, Akune T, Nagata K, Ishimoto Y, Yoshida M, Tokimura F, Tanaka S, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshimura N. Association of knee osteoarthritis with onset and resolution of pain and physical functional disability: The ROAD Study Modern Rheum (in press).
4. Akune T, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Tokimura F, Yoshida H, Suzuki T, Nakamura K, Yoshimura N: Association of physical activities of daily living with the incidence of certified need of care in the long-term care insurance system of Japan: the ROAD study. J Orthop Sci (in press)
5. Yoshimura N, Akune T, Fujiwara S, Shimizu Y, Yoshida H, Nishiwaki Y, Sudo A, Omori G, Yoshida M, Shimokata H, Suzuki T, Muraki S, Oka H, Nakamura K: Incidence of disability and its associated factors in Japanese men and women: The Longitudinal Cohorts of Motor System Organ (LOCOMO) study. J Bone Miner Metab (in press)
6. Kagotani R, Yoshida M, Muraki S, Oka H, Hashizume H, Yamada H, Enyo Y, Nagata K, Ishimoto Y, Teraguchi M, Tanaka S, Nakamura K, Kawaguchi H, Akune T, Yoshimura N: Prevalence of diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH) of the whole spine and its association with lumbar spondylosis and knee osteoarthritis: the ROAD

- study. *J Bone Miner Metab* (in press)
7. Akune T, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshimura N: Exercise habits during middle age are associated with lower prevalence of sarcopenia: the ROAD study. *Osteoporos Int* 25: 1081-8, 2014.
 8. Teraguchi M, Yoshimura N, Hashizume H, Muraki S, Yamada H, Minamide A, Oka H, Ishimoto Y, Nagata K, Kagotani R, Takiguchi N, Akune T, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshida M: Prevalence and distribution of intervertebral disc degeneration over the entire spine in a population-based cohort: the Wakayama Spine Study. *Osteoarthritis Cartilage* 22:104-10, 2014.
 9. 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* 24: 236-42, 2014.
 10. Yoshimura N, Nagata K, Muraki S, Oka H, Yoshida M, Enyo Y, Kagotani R, Hashizume H, Yamada H, Ishimoto Y, Teraguchi M, Tanaka S, Kawaguchi H, Toyama Y, Nakamura K, Akune T: Prevalence and progression of radiographic ossification of the posterior longitudinal ligament and associated factors in the Japanese population: a 3-year follow-up of the ROAD study. *Osteoporos Int* 25: 1089-98, 2014.
 11. 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.
 12. 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.
 13. 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* 21:783-8, 2013.
 14. 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* 23:722-8, 2013.
 15. Yoshimura N, Muraki S, Oka H, Morita M, Yamada H, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T: Profiles of vitamin D insufficiency and deficiency in Japanese men and women: association with biological, environmental, and nutritional factors and coexisting disorders: the ROAD study. *Osteoporos Int* 24: 2775-87, 2013.
- H. 知的財産権の出願・登録状況
なし

表. 要介護移行（要支援含む）と運動検査項目との関係

	ハザード比	95%信頼区間	P 値
握力(+1kg)	0.94	0.91-0.97	<0.001
膝伸展筋力(+1kgm)	0.97	0.96-0.99	<0.001
歩行速度(+0.1m/s)	0.84	0.79-0.90	<0.001
椅子立ち上がり時間(+1s)	1.06	1.03-1.06	<0.001
筋機能低下(有り vs.無し)	1.71	1.16-2.52	0.01

年齢、性、体格指数調整済 Cox 比例ハザード分析。

筋機能低下の定義: 歩行速度 0.8m/s 以下または握力男性 30kg、女性 20kg 未満。

(Geriatr Gerontol Int, in press(文献 1)より)

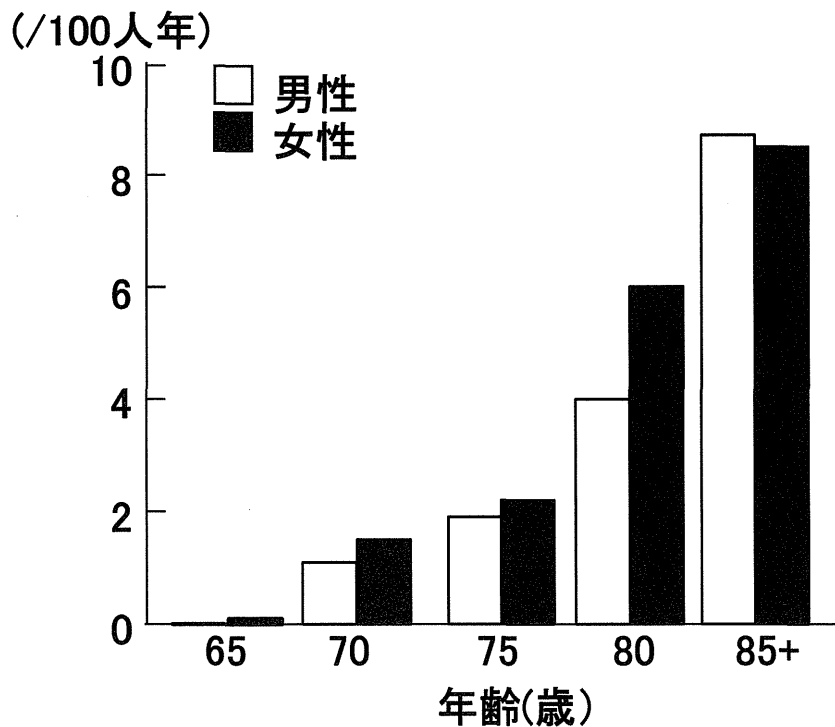


図. 年齢別要介護移行率（要支援含む）
(Geriatr Gerontol Int, in press (文献1) より)

一般住民集団における日常生活活動度の低下と要介護移行との関連

研究分担者 時村文秋 東京都健康長寿医療センター整形外科 部長
研究協力者 宮本恵成 東京都健康長寿医療センター整形外科 主任
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

運動器障害は、日常生活活動においてさまざまな動作困難によりADLの低下をきたすが、それぞれの活動度の障害がどの程度の要介護移行リスクになるかについてのエビデンスは不十分である。本研究は、日本の三地域の一般住民コホートにおける縦断データの解析により、ベースライン調査時点での日常生活活動度の低下と新規要介護認定（要支援含む）との関連を明らかにする目的で行った。コホート参加者3,040人のうち、ベースライン調査時点で要介護認定を受けていないことが確認できた65歳以上の男女1,773人（男性699人、女性1,074人、平均年齢男性75.6歳、女性75.2歳）を対象として追跡調査を行い、追跡期間中の要支援・要介護認定の有無を確認した。日常生活活動度障害の評価は、WOMAC機能スコアを用いた。対象者1,773人のうち、観察期間中の死亡者は126人、転出者は8人で、要介護に移行したのは169人（男性54人、女性115人）であった。要介護移行の有無を目的変数とし、Coxの比例ハザードモデルを用いて、WOMAC機能評価における各項目を説明因子、年齢、性、体格指数を調整因子として解析を行ったところ、WOMAC機能評価17項目における全ての項目いずれも要介護移行と有意に関連し、将来の要介護予測因子となることが明らかとなった。本研究により、日常生活における身体活動の各項目の機能低下と将来の要介護移行との関係を具体的な数値によりリスク評価することができた。これらの結果は、今後の予防のための研究に有益であると思われる。

A. 研究目的

国民生活基礎調査（平成22年）によると、要介護（要支援含む）の原因の第1位は脳卒中の21.5%であるが、骨関節障害についても、関節疾患の10.9%と転倒・骨折の10.2%を合計すると21.1%となり、第1位の脳卒中とほぼ同じ割合を占めている。さらに高齢による衰弱13.7%の中には、サルコペニア（筋肉減弱症）により筋力、運動能力が衰弱した者も含まれているものと考えられるので、これら全てを合わせると運動器障害は要介護の最大の原因であると言ってよい。これらの運動器障害は、日常生活活動において

さまざまな動作困難によりADLの低下をきたしている。しかしながら、それぞれの活動度の障害がどの程度の要介護移行リスクになるかについてのエビデンスは不十分である。本研究の目的は、日本の三地域の一般住民コホートにおける縦断データの解析により、ベースライン調査時点での日常生活活動度の低下と新規要介護認定（要支援含む）との関連を明らかにすることである。

B. 研究方法

我々は、大規模住民コホート研究ROAD study

において、東京都板橋区、和歌山県日高川町、和歌山県太地町に設定したコホート参加者3,040人のうち、ベースライン調査時点で要介護認定を受けていないことが確認できた65歳以上の男女1,773人（男性699人、女性1,074人、平均年齢男性75.6歳、女性75.2歳）を対象として追跡調査を行い、追跡期間中の要支援・要介護認定の有無を確認することによって要介護移行率を推定した。ベースライン調査では、脊椎、股関節、膝のX線撮影および、生活習慣に関する問診票調査、運動機能調査、骨密度測定、整形外科医師による診察、血液、尿検査を行った。日常生活活動度障害の評価は、WOMAC機能スコアを用いた。WOMAC機能スコアは17項目から構成され、困難なし0点、軽度に困難1点、中等度に困難2点、高度に困難3点、極度に困難4点の5段階で評価される。ベースライン調査時点で要介護認定を受けていないことが確認できた65歳以上の男女1,773人を対象として、要支援・要介護の認定の有無と死亡、転出の有無を2010年まで確認した（平均観察期間 4.0年）。ベースライン調査におけるWOMAC機能スコア各項目と新規要介護認定との関係を年齢、性、体格指数調整済Cox比例ハザード分析により解析した。

（倫理面への配慮）

本研究の実施に当たっては、東京大学および東京都健康長寿医療センターの倫理委員会の承認を得ている。また、参加者全員から文書によるICを得ている。また本研究は、各種法律・政令・各省通達特に、疫学研究に関する倫理指針、臨床研究に関する倫理指針および、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

対象者1,773人のうち、観察期間中の死亡者は126人、転出者は8人で、要介護に移行したのは

169人（男性54人、女性115人）であった。要介護移行の有無を目的変数とし、Coxの比例ハザードモデルを用いて、WOMAC機能評価における各項目を説明因子、年齢、性、体格指数を調整因子として解析を行ったところ、有意な関連を認めた（表）。すなわち、階段を降りる（+1段階困難上昇、ハザード比1.47、95%信頼区間1.26-1.72）、階段を昇る（+1段階困難上昇、ハザード比1.47、95%信頼区間1.25-1.73）、椅子から立ち上がる（+1段階困難上昇、ハザード比1.58、95%信頼区間1.34-1.88）、立っている（+1段階困難上昇、ハザード比1.64、95%信頼区間1.41-1.91）、床からものを拾う（+1段階困難上昇、ハザード比1.57、95%信頼区間1.32-1.85）、平らなところを歩く（+1段階困難上昇、ハザード比1.57、95%信頼区間1.30-1.90）、車の乗り降り（+1段階困難上昇、ハザード比1.76、95%信頼区間1.47-2.10）、買い物に行く（+1段階困難上昇、ハザード比1.72、95%信頼区間1.46-2.03）、ソックスをはく（+1段階困難上昇、ハザード比1.60、95%信頼区間1.33-1.92）、ベッドから起き上がる（+1段階困難上昇、ハザード比1.68、95%信頼区間1.40-2.03）、ソックスをぬぐ（+1段階困難上昇、ハザード比1.64、95%信頼区間1.37-1.98）、ベッドに横たわる（+1段階困難上昇、ハザード比1.82、95%信頼区間1.44-2.30）、風呂に入る（+1段階困難上昇、ハザード比1.71、95%信頼区間1.43-2.04）、椅子に座る（+1段階困難上昇、ハザード比2.21、95%信頼区間1.72-2.82）、洋式トイレを使う（+1段階困難上昇、ハザード比1.87、95%信頼区間1.52-2.29）、重い家事をする（+1段階困難上昇、ハザード比1.27、95%信頼区間1.09-1.49）、軽い家事をする（+1段階困難上昇、ハザード比1.68、95%信頼区間1.41-2.01）となり、いずれも要介護移行と有意に関連し、将来の要介護予測因子となることが明らかとなった。

D. 考察

ロコモティブシンドロームは、「運動器障害により移動能力の低下をきたして、要介護になり

やすい状態」をさしているので、そのリスクを具体的に数値評価するためには、要介護移行をアウトカムとする縦断研究により解析を進めていく必要がある。要介護予防のために、まず改善目標となる指標が必要であるが、今までそのような研究は少なかった。本研究により、日常生活活動度における各項目のADL低下が、どの程度の要介護移行リスクとなるかを具体的に示すことができた。これらの結果は、今後の予防のための研究に有益であると思われる。

E. 結論

本研究により、日常生活における身体活動の各項目の機能低下と将来の要介護移行との関係を具体的な数値によりリスク評価することができた。これらの結果は、今後の予防のための研究に有益であると思われる。なお本研究内容はJournal of Orthopaedic Science誌に論文報告した（文献1）。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

I. 論文発表

原著論文

1. Akune T, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Tokimura F, Yoshida H, Suzuki T, Nakamura K, Yoshimura N: Association of physical activities of daily living with the incidence of certified need of care in the long-term care insurance system of

Japan: the ROAD study. J Orthop Sci (in press)

2. Akune T, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Tokimura F, Yoshida H, Suzuki T, Nakamura K, Yoshimura N: Incidence of certified need of care in the long-term care insurance system and its risk factors in the elderly of Japanese population-based cohorts: The ROAD study. Geriatr Gerontol Int (in press)
3. Muraki S, Akune T, Nagata K, Ishimoto Y, Yoshida M, Tokimura F, Tanaka S, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshimura N. Association of knee osteoarthritis with onset and resolution of pain and physical functional disability: The ROAD Study Modern Rheum (in press).
4. 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.
5. 石橋英明、藤田博暁、細井俊希、新井智之、時村文秋、穴水依人、村木重之：ロコモティブシンドロームの実証データの蓄積 高齢者におけるロコモーションチェックの運動機能予見性およびロコモーショントレーニングの運動機能増強効果の検証. 運動器リハビリテーション 1: 77-81, 2013.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表. 日常生活機能障害と将来の要介護移行（要支援含む）との関係

	ハザード比	95%信頼区間	P 値
階段を降りる	1.47	1.26-1.72	<0.001
階段を昇る	1.47	1.25-1.73	<0.001
椅子から立ち上がる	1.58	1.34-1.88	<0.001
立っている	1.64	1.41-1.91	<0.001
床からものを拾う	1.57	1.32-1.85	<0.001
平らなところを歩く	1.57	1.30-1.90	<0.001
車の乗り降り	1.76	1.47-2.10	<0.001
買い物に行く	1.72	1.46-2.03	<0.001
ソックスをはく	1.60	1.33-1.92	<0.001
ベッドから起き上がる	1.68	1.40-2.03	<0.001
ソックスをぬぐ	1.64	1.37-1.98	<0.001
ベッドに横たわる	1.82	1.44-2.30	<0.001
風呂に入る	1.71	1.43-2.04	<0.001
椅子に座る	2.21	1.73-2.82	<0.001
洋式トイレを使う	1.87	1.52-2.29	<0.001
重い家事をする	1.27	1.09-1.49	0.003
軽い家事をする	1.68	1.41-2.01	<0.001

年齢、性、体格指数調整済 Cox 比例ハザード分析。各項目とも、0 点（困難なし）、1 点（軽度に困難）、2 点（中等度に困難）、3 点（高度に困難）、4 点（極度に困難）の 5 段階評価。

(J Orthop Sci, in press(文献 1)より)

日常生活機能低下の評価スコアを用いた要介護移行の高リスク者スクリーニングツールの検討

研究分担者 吉村典子 東京大学医学部附属病院関節疾患総合研究講座 特任准教授

研究要旨

健康寿命の延伸により、要介護高齢者を低減させるためには、要介護の高リスク者を効率よくピックアップできるスクリーニングツールの開発が必要である。本研究では、日常生活機能低下の評価法として用いられているWOMAC機能スコアを用いて、要介護の高リスク者スクリーニングツールについて検討を行った。日本の三地域住民コホートのベースライン調査に参加した3,040人のうち、65歳以上で要介護ではなかった（要支援含む）1,773人（男性699人、女性1,074人、平均年齢男性75.6歳、女性75.2歳）を対象として追跡調査を行い、追跡期間中の要支援・要介護認定の有無を確認した。要介護移行を目的変数、ベースライン調査時点で評価したWOMAC機能スコア（0-68点）を説明変数とし、年齢、性、体格指数を調整したCox比例ハザード分析により検討した結果、WOMAC機能スコアは要介護移行と有意な関連があった。次に、受信者動作特性曲線解析(Receiver Operating Characteristic curve (ROC) 曲線解析)により、要介護移行を判別するWOMAC機能スコアについて検討をおこなったところ、ROC曲線解析による曲線下面積は、全体集団0.70、男性0.61、女性0.74であり、感度と特異度の和が最大となるWOMAC機能スコアは4点から6点のあたりで、全体集団では感度57.3-65.3%、特異度66.7-75.0%、男性では感度41.3-50.0%、特異度70.0-78.6%、女性では感度64.4-72.1%、特異度64.5-72.6%であった。更に、性、年齢、体格指数、地域を調整したCox 比例ハザード分析を行った結果、全体集団では4点、男性では5点、女性では4点のカットオフ値でハザード比が最大となり、全体集団では4点以上の集団が4点未満の集団に比べて2.54倍、男性で5点以上の集団が5点未満の集団に比べて1.88倍、女性では4点以上の集団が4点未満の集団に比べて3.13倍、要介護移行リスクが高かった。本研究において、WOMAC機能スコアが要介護移行の高リスク者ピックアップツールとして活用できることを明らかにした。WOMAC機能スコアが男性5点以上、女性4点以上の高リスク集団に対しては、要介護予防のための効果的プログラムによる介入を早期に行うことが推奨される。

A. 研究目的

超高齢社会を迎えた日本では、今後も高齢人口比は増加を続け、それに伴い、要介護高齢者の割合も増加する見込みで、経済的・社会的負担は益々大きくなるものと思われる。健康寿命の延伸により、要介護高齢者を低減させるためには、要介護の高リスク者を早期に発見して、効果的

な介入を行うことが必要である。そのためには、要介護移行をアウトカムとする縦断データベースを構築して、要介護移行に影響を与えたベースライン項目を明らかにし、それを利用して高リスク者を効率よく検出できるツールを開発することが必要である。本研究では、日常生活機能低下の評価法として用いられているWOMAC

機能スコアを用いて、要介護の高リスク者スクリーニングツールについて検討を行った。

B. 研究方法

住民コホート研究ROAD studyにおいて、東京都板橋区、和歌山県日高川町、和歌山県太地町に設定したコホート参加者3,040人のうち、2005-2007年のベースライン調査時点で要介護認定を受けていないことが確認できた65歳以上の男女1,773人（男性699人、女性1,074人、平均年齢男性75.6歳、女性75.2歳）を対象として2010年まで追跡調査を行い、追跡期間中の要支援・要介護認定の有無、死亡、転出を確認した（平均観察期間 4.0年）。ベースライン調査では、WOMAC機能スコアにより日常生活活動度を評価した。WOMAC機能スコアは17項目から構成され、困難なし0点、軽度に困難1点、中等度に困難2点、高度に困難3点、極度に困難4点の5段階評価で合計点は0-68点となる。WOMAC機能スコア合計点と新規要介護認定の発生との関係を年齢、性、体格指数、地域調整済Cox比例ハザード分析により解析した。次に、受信者動作特性曲線解析（Receiver Operating Characteristic curve (ROC) 曲線解析）により、要介護移行を判別するWOMAC機能スコアのカットオフ値について検討をおこなった。

（倫理面への配慮）

本研究は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

対象者1,773人のうち、観察期間中の死亡者は

126人、転出者は8人で、要介護に移行したのは169人(男性54人、女性115人)であった。ベースライン調査時におけるWOMAC機能スコアの平均値は、男性4.0点、女性5.7点であった。要介護移行の有無を目的変数とし、Coxの比例ハザードモデルを用いて、WOMAC機能スコアを説明因子、年齢、性、体格指数を調整因子として解析を行ったところ、男女全体の集団、男性集団、女性集団のいずれにおいても、有意な関連を認めた($P<0.05$)。次に、ROC曲線解析（図）により、要介護移行を判別するWOMAC機能スコアについて検討したところ、ROC曲線下面積は、全体集団0.70、男性0.61、女性0.74であり、感度と特異度の和が最大となるWOMAC機能スコアは4点から6点のあたりで、全体集団では感度57.3-65.3%、特異度66.7-75.0%、男性では感度41.3-50.0%、特異度70.0-78.6%、女性では感度64.4-72.1%、特異度64.5-72.6%であった。更に、性、年齢、体格指数、地域を調整したCox 比例ハザード分析を行った結果、全体集団では4点、男性では5点、女性では4点のカットオフ値でハザード比が最大となり、全体集団では4点以上の集団が4点未満の集団に比べて2.54倍、男性で5点以上の集団が5点未満の集団に比べて1.88倍、女性では4点以上の集団が4点未満の集団に比べて3.13倍、要介護移行リスクが高かった。

D. 考察

WOMAC機能スコアにより示される日常生活低下の程度は、将来の要介護移行の予測因子となることが明らかになった。要介護の主要原因疾患となっている骨粗鬆症、変形性関節症、サルコペニアはロコモティブシンドロームの主要構成疾患であるが、これらは有病率が高いcommon diseaseであり、かつ、大部分が無症候性に発生、進行するという特徴を持っており、医療機関を受診する機会は少ないと考えられるので、一般の多くの人々は、要介護のリスクが高くなっても気づかないまま生活を続けることが多いと思

われる。WOMAC機能スコアは、紙ベースの問診評価票なので、特別な検査機器を必要とせず、誰でも簡単に評価を行って調べることができる。本研究により、WOMAC機能スコアが要介護移行の高リスク者ピックアップツールとして活用できることが示された。

E. 結論

本研究において、WOMAC機能スコアが要介護移行の高リスク者ピックアップツールとして活用できることを明らかにした。WOMAC機能スコアが男性5点以上、女性4点以上の高リスク集団に対しては、要介護予防のための効果的プログラムによる介入を早期に行うことが推奨される。なお本研究内容は、Journal of Orthopaedic Science誌に論文報告した（文献1）。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

論文発表

1. Akune T, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Tokimura F, Yoshida H, Suzuki T, Nakamura K, Yoshimura N: Association of physical activities of daily living with the incidence of certified need of care in the long-term care insurance system of Japan: the ROAD study. J Orthop Sci (in press)
2. Akune T, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Tokimura F, Yoshida H, Suzuki T, Nakamura K, Yoshimura N: Incidence of certified need of care in the long-term care insurance system and its risk factors in the elderly of Japanese population-based cohorts: The ROAD study. Geriatr Gerontol Int (in press)
3. Muraki S, Yoshimura N, Akune T, Tanaka S, Takahashi I, Fujiwara S: Prevalence, incidence, and progression of lumbar spondylosis by gender and age strata. Mod Rheumatol (in press).

4. Yoshimura N, Akune T, Fujiwara S, Shimizu Y, Yoshida H, Omori G, Sudo A, Nishiwaki Y, Yoshida M, Shimokata H, Suzuki T, Muraki S, Oka H, Nakamura K: Prevalence of knee pain, lumbar pain and its co-existence in Japanese men and women: The LOCOMO (Longitudinal Cohorts of Motor System Organ) study. J Bone Miner Metab (in press)
5. Muraki S, Akune T, Nagata K, Ishimoto Y, Yoshida M, Tokimura F, Tanaka S, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshimura N. Association of knee osteoarthritis with onset and resolution of pain and physical functional disability: The ROAD Study Modern Rheum (in press).
6. Yoshimura N, Akune T, Fujiwara S, Shimizu Y, Yoshida H, Nishiwaki Y, Sudo A, Omori G, Yoshida M, Shimokata H, Suzuki T, Muraki S, Oka H, Nakamura K: Incidence of disability and its associated factors in Japanese men and women: The Longitudinal Cohorts of Motor System Organ (LOCOMO) study. J Bone Miner Metab (in press)
7. Kagotani R, Yoshida M, Muraki S, Oka H, Hashizume H, Yamada H, Enyo Y, Nagata K, Ishimoto Y, Teraguchi M, Tanaka S, Nakamura K, Kawaguchi H, Akune T, Yoshimura N: Prevalence of diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH) of the whole spine and its association with lumbar spondylosis and knee osteoarthritis: the ROAD study. J Bone Miner Metab (in press)
8. Teraguchi M, Yoshimura N, Hashizume H, Muraki S, Yamada H, Minamide A, Oka H, Ishimoto Y, Nagata K, Kagotani R, Takiguchi N, Akune T, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshida M: Prevalence and distribution of intervertebral disc degeneration over the entire spine in a population-based cohort: the Wakayama Spine Study. Osteoarthritis Cartilage 22:104-10, 2014.
9. 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* 24: 236-42, 2014.
10. Akune T, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshimura N: Exercise habits during middle age are associated with lower prevalence of sarcopenia: the ROAD study. *Osteoporos Int* 25: 1081-8, 2014.
11. Yoshimura N, Nagata K, Muraki S, Oka H, Yoshida M, Enyo Y, Kagotani R, Hashizume H, Yamada H, Ishimoto Y, Teraguchi M, Tanaka S, Kawaguchi H, Toyama Y, Nakamura K, Akune T: Prevalence and progression of radiographic ossification of the posterior longitudinal ligament and associated factors in the Japanese population: a 3-year follow-up of the ROAD study. *Osteoporos Int* 25: 1089-98, 2014.
12. 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.
13. 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.
14. 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* 21:783-8, 2013.
15. 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* 23:722-8, 2013.
16. Yoshimura N, Muraki S, Oka H, Morita M, Yamada H, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T: Profiles of vitamin D insufficiency and deficiency in Japanese men and women: association with biological, environmental, and nutritional factors and coexisting disorders: the ROAD study. *Osteoporos Int* 24: 2775-87, 2013.
- H. 知的財産権の出願・登録状況
なし

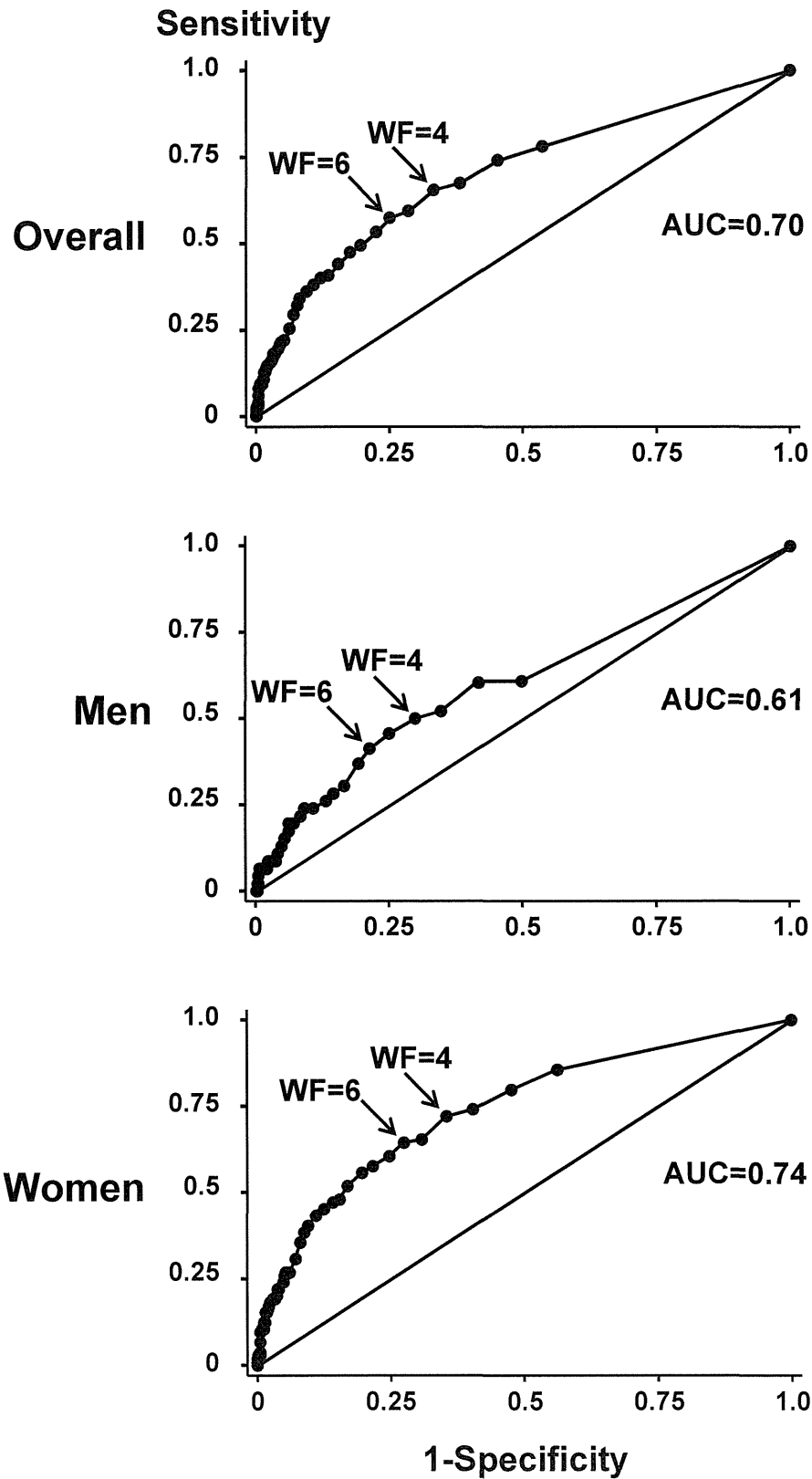


図. ROC曲線解析
 (J Orthop Sci, in press (文献1) より)

定量的CT画像を用いた3次元有限要素法による骨強度評価—普及に向けた解析自動化に関する検討—

研究分担者 大西五三男 国際医療福祉大学臨床医学研究センター 教授
研究協力者 別所雅彦 国際医療福祉大学臨床医学研究センター 講師

研究要旨

高齢者の骨折危険予測は画像診断や骨密度測定にて行われるが、これは骨粗鬆の程度は評価するが、構造的強度を評価できないという限界がある。定量的CT画像を用いた3次元有限要素法(CT/有限要素法)による骨強度評価は、CT画像から有限要素モデルを作成し、荷重拘束条件を設定し解析をすることにより骨強度を3次元的に評価する方法である。先行研究では、解析に複数のソフトウェアが必要であり、操作が複雑で解析に時間がかかるため、普及する障害となっている。本研究では、CT/有限要素法による骨強度評価の普及に向けた、解析ソフトウェアの開発を行っている。大腿骨近位部の荷重拘束条件の自動設定法を進め、今年度、大腿骨近位部骨強度の解析信頼性の評価を行った。

A. 研究目的

高齢者の骨折危険予測は画像診断や骨密度測定にて行われるが、これは骨粗鬆の程度は評価するが、構造的強度を評価できないという限界がある。このため、新しい骨強度評価法の開発が望まれている。定量的CT画像を用いた3次元有限要素法（CT/有限要素法）による骨強度評価は、定量的CT画像が持つ、3次元位置情報とHounsfield unitから得られる骨密度情報を元に有限要素モデルを作成し、荷重拘束条件を設定し有限要素法解析をすることにより骨強度を3次元的に評価する方法である。海外の研究（Keyak et al., 2001, Liebschner et al., 2003, Yosibash et al., 2007, Keaveny et al., 2008）では、この骨強度評価を独自開発のソフトウェアや商用ソフトウェアなど複数のソフトウェアを駆使し行っている。このため、操作が複雑・解析に時間が必要であり、研究レベルの状態であるため、普及が難しい。

一方、我々は、CT/有限要素法による骨強度評価ソフトウェアを産学連携研究で開発し、実証試験により大腿骨近位部と第2腰椎について精度評

価を行った（Bessho et al. 2007, Imai et al., 2006）。本研究の目的は、CT/有限要素法による骨強度評価の普及に向けた、骨強度解析ソフトウェアの開発である。今年度、大腿骨近位部骨強度の解析信頼性の検討を行った。

B. 研究方法

CT/有限要素法による骨強度評価方法の流れを示す（図1）。大きく分けると以下のような手順に分類できる。

1. CT画像から骨関心領域の抽出
2. 骨関心領域から3次元骨モデルを構築
3. 3次元骨モデルから有限要素モデルを作成
4. 有限要素モデルの各要素に、各要素の骨密度に対応する材料特性を入力
5. 有限要素モデルに荷重拘束条件を設定
6. 有限要素法解析
7. 結果の表示

倫理面での配慮として、患者データの保護という観点から、解析データを暗号化する機能を開発している。

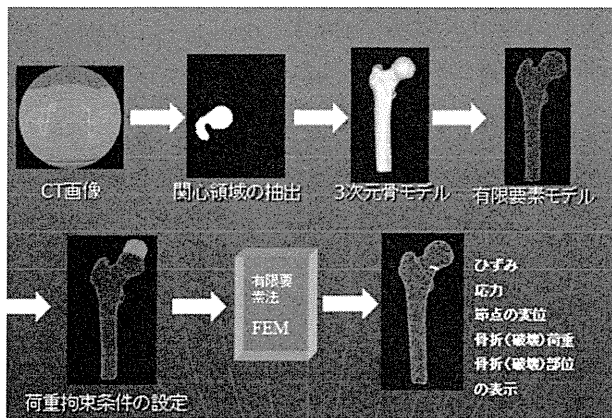


図1. 解析手順の流れ

大腿骨近位部の骨強度解析信頼性の検討：

解析対象は、脆弱性骨折を起こし、整形外科を受診した、女性20名（平均年齢 72.8歳）（大腿骨近位部骨折 5人、脊椎骨折 7人、上腕骨近位部骨折 4人、その他 4人）の右大腿骨近位部（右大腿骨が骨折している場合は、左大腿骨近位部）
 検者は、3名の理学療法士（A,B,C）。大腿骨近位部を1から7までの手順で、転倒・起立条件での骨強度値を解析した。

検者内信頼性は、検者Aが同一患者を2度解析した値で評価した。Feldman, D.S. (2007) らの報告を参考に、2度目の解析は、1度目の解析を行ってから3週間以上開けた。検者間信頼性は、検者Aの1回目と検者B、検者Cの解析値で評価した。検者内・検者間信頼性は、SPSS (International Business Machines Corporation, USA) を使用し、級内相関係数 (ICC) を算出し評価した。

C. 研究結果

検者Aの1回目の立位条件の骨強度値は平均 3900 N、標準偏差は799 Nであった。

転倒条件では平均1550 N、標準偏差は366 Nであった。2回目の立位条件の骨強度値は平均3950 N、標準偏差は769 Nであった。転倒条件では1530 N、標準偏差は336 Nであった（表1）。級内相関係数ICC (1,1) は、立位条件0.978、転倒条件0.892であった。

表1. 検者Aの解析値の平均

検者A	1回目	2回目
立位条件	3900±799 N	3950±769 N
転倒条件	1550±366 N	1530±366 N

（平均値±標準偏差）

各検者での解析値の平均について、立位条件では、検者A 3900 N、標準偏差799 Nであった。検者B 3940 N、標準偏差 790 N、検者C 3880 N、標準偏差 716 Nであった。転倒条件では、検者A 1550 N、標準偏差 366 N、検者B 1550 N、標準偏差 366 N、検者C 1530 N、標準偏差 366 Nであった（表2）。級内相関係数ICC (2,1) は、立位条件0.961、転倒条件0.879であった。

表2. 各検者での解析値の平均

	検者A	検者B	検者C
立位条件	3900±799 N	3940±790 N	3880±716 N
転倒条件	1550±366 N	1550±366 N	1530±366 N

（平均値±標準偏差）

D. 考察

CT/有限要素法を行うためには、通常いくつかのソフトウェアが必要になる。大きく分けると3種類のソフトウェアが必要になる。1. 「CT画像を取り込み、3次元骨モデルを作成」、2. 「3次元骨モデルを有限要素分割し有限要素モデルを作成し、荷重拘束条件を設定し有限要素法解析を行う」、3. 「有限要素モデルの各要素に骨密度に準じた材料特性を入力」である。1に関しては、Photoshop (Adobe Systems Inc., USA)、Matlab (The MathWorks, Inc., USA)、SolidWorks (SolidWorks Corporation, USA) などの汎用ソフトウェアや独自開発したソフトウェアが使用されている。

2に関しては、Abaqus (Hibbitt, Karlsson and Sorensen, Inc., USA) や p-FE solver StressCheck (Engineering Software Research and Development Inc. USA) などの汎用の有限要素解析ソフトウェアが使用されている。3に関しては、それぞれ独自開発したソフトウェアを使用している。それ

ぞれ別々のソフトウェアが必要になるため操作が複雑になり解析時間が必要なため、普及にはほど遠い状況である。1,2,3を含めた骨強度評価に特化したCT/有限要素法ソフトウェアは海外には存在せず。本研究では実用化を目指したソフトウェア開発を行っている。

Lantis (1977) によれば、級内相関係数が0.61～0.81でsubstantial、0.81～1.00でalmost perfectという評価をしており、一般的に0.7以上であれば信頼性は良好と考えられる。今回開発しているソフトウェアの大腿骨近位部の解析信頼性（級内相関係数）は、0.879～0.978であったため、実用上問題ないレベルであると考えられる。

E. 結論

本研究では、CT/有限要素法による骨強度評価の普及に向けた、解析ソフトウェアの開発を行った。今年度は、大腿骨近位部の骨強度の解析信頼性の検討を行い、解析信頼性は実用上問題ないレベルであった。今後は、椎体解析の自動化を進めたいと考えている。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

論文発表

1. 別所雅彦、大西五三男ら、CT/有限要素法による非線形解析を用いた大腿骨近位部の強度評価について－荷重拘束条件の相違による予測骨折荷重の相違について－, 化学療法研究所紀要 vol.42 p2-5, 2011
2. 別所雅彦、大西五三男ら、定量的CT画像を用いた3次元有限要素法による大腿骨近位部の骨強度評価－普及に向けた骨強度解析ソフトウェアの開発－, 化学療法研究所紀要 vol.43 p2-5, 2012
3. 大橋 暁, 大西五三男ら、創外固定の将来展望 CT/有限要素法解析を用いた仮骨強度の経時的予測、臨床整形外科、48巻3号、241-246、2013

学会発表

1. 金子雅子, 大西五三男, 別所雅彦, 田中栄、高齢女性の大腿骨近位部骨折リスク評価におけるCT有限要素法の有用性、J. Jpn. Orthop. Assoc., vol. 87(2), p S313, 2013
2. 小池良直、飛田健治、下園由泰、別所雅彦、大西五三男、岡崎祐司、大腿骨顆部骨端線損傷後の大腿骨変形に対する3次元術前評価の有用性、骨折 Vol.35 p S184, Supplement 2013

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

3軸加速度センサーを用いた歩行分析による骨折後高齢者の機能悪化リスクに関する前向き研究

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 鳥取大学医学部附属病院 理学療法士

研究要旨

骨折後高齢者100名に対して、退院時に運動機能検査及び3軸加速度計による歩行分析を行い、その後の転倒、再骨折、ADL悪化、介護保険認定の有無を調査した。結果、85名の患者からフォローアップ調査の返信を得た。対象者85例中34例（40%）が骨折後1年間で1回以上の転倒を起こしており、そのうち11名が再骨折をしていた。非転倒群と転倒群に群分けし変数比較した結果、転倒群は運動機能が非転倒群と比べ有意に劣っており、3軸加速度計による歩行分析でも歩行加速度の規則性が劣っていた。多変量解析の結果、歩行加速度の規則性が不良であることが骨折後高齢者の転倒危険因子として抽出された。さらに再骨折リスク、ADL悪化リスクともに多変量解析において加速度計による歩行分析から得た加速度の大きさ、規則性、ばらつきなどの値が、それらのリスクを予測する因子として抽出された。

骨折後高齢者において骨折後1年間での転倒頻度は一般高齢者と比べると非常に高いことが明らかとなった。骨折後高齢者の骨折後の転倒、再骨折、ADL悪化、などのリスク判別において、3軸加速度計を用いた歩行分析を退院時に行うことは、その後の機能悪化リスクの指標となる可能性がある。

A. 研究目的

高齢者において既存骨折があることは、再骨折の危険因子であり、どの部位の骨折であろうと骨折リスクは既存骨折がない場合と比較し2倍となる[1, 2]。Ruan[3]らは椎体圧迫骨折の既往、大腿骨近位部骨折の既往は再骨折の危険因子であることを報告し、Lylesら[4]は大腿骨近位部骨折既往では3倍、その他の骨折既往では1.8倍再骨折リスクが高まると報告している。大腿骨近位部骨折群においては、一般人口よりも2回目の大腿骨近位部骨折を発生しやすく[5]、それは年間0.034～0.043人に発生する[5, 6]。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[7]。骨折のほとんどが転倒によって起きるため、骨

折後高齢者の転倒リスクを評価することは再骨折予防や、その後のADL低下予測のために重要であると考えられる。

しかしながら、骨折後高齢者の転倒発生調査は少ない。Van Heldenら[8]は骨折後3か月間の転倒頻度は15%であることをさまざまな骨折部位の患者277名で明らかにした。さらにその危険因子としてADLスコアが低値であることを示した。Morrisら[9]は椎体圧迫骨折後患者において5mのTimed up and go test (TUG)の結果がその後の転倒を予測する指標であることを示し、Kristensenら[10]も同様に大腿骨近位部骨折後患者においてTUGが骨折後6か月間の転倒発生リスク予測に有用であることを報告している。さらに膝伸筋力評価などもその有用な指標となるといった

報告もある[11]。これらの報告は、骨折後高齢者における転倒リスク評価に運動機能検査が重要であることを示しているものの、再骨折は骨折後1年間で頻度が高いにも関わらず[12, 13]、骨折後のフォローアップ期間が短いことやTUG自体、感度、特異度が報告によって差があり、その客観性に問題があることなどが指摘される[14]。

近年、3軸加速度計を用いた歩行分析がさまざまな患者群で運動機能評価に用いられるようになった[15-17]。加速度計による運動評価は客観性や再現性が高いだけでなく、手軽に臨床現場で用いることが可能な評価機器である[18-20]。加速度計による歩行分析は歩行のばらつきや神経系のコントロールや筋力、バランス機能などを評価することが可能である[21]ことから、特に転倒リスクをよく判別できるといった報告が多い[22-24]。さらに変形性股関節症患者や関節リウマチ患者など筋力、バランス能力の低い運動器疾患患者の運動機能をよく評価できたという報告[15, 17]もあることから、骨折後高齢者のような虚弱な運動器疾患患者群における運動機能や転倒リスクを判別するのにも有用な可能性がある。

本研究の目的は3軸加速度計を用いて、骨折後高齢者の運動機能評価を行い、それが骨折後1年間の転倒、再骨折、ADL悪化、要介護認定などのリスク評価指標となるか検討することである。

B. 研究方法

1) 対象

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）に骨折治療のために入院した骨折患者を対象とした。

対象の取り込み基準として1) 骨折前に自宅で生活しており、ADL、歩行ともに自立しているもの、2) 60歳以上、3) 研究同意を得た者とし、100例（年齢 80.4 ± 7.3 歳range60-96歳、男性8例、女性92例、身長 148.6 ± 6.9 cm、体重 47.8 ± 9.1 kg、BMI 21.5 ± 3.3 kg/m²、骨折前Barthel index 98.9 ± 3.2 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74.0%。残りは杖、シルバーカーを必要とした。介護保険非認定者が76.0%を占め、残りは要支援1が4.0%、要支援2が4.0%、要介護1が8.0%、要介護2が5.0%であった。合併症は高血圧45.0%、心不全5.0%、不整脈6.0%、糖尿病16.0%、呼吸器疾患5.0%、脳血管疾患15.0%、パーキンソン病4.0%、変形性関節症21.0%、関節リウマチ2.0%であった。

骨折の内訳は大腿骨頸部骨折15例、大腿骨転子部骨折15例、椎体圧迫骨折40例、上腕骨骨折7例、前腕骨折3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7例、γネイルタイプが7例、人工骨頭置換術が12例、人工股関節全置換術が1例であった。

骨折の原因は転倒が78.1%、事故が7.3%、その他が14.6%であった。転倒の場所は自宅が55.7%、屋外が44.3%であった。転倒の方向は前方への転倒が20%、後方へ転倒が42.5%、側方への転倒が37.0%であった。骨折前に骨粗鬆症の診断を受けていたものは25.5%で、薬物治療を行っていたものは18.3%であった。今回の骨折が初発のものは74.5%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。

対象の除外基準として1) 退院時歩行が自立しなかったもの、2) 退院までに新たな骨折を起こしたものの、3) 病的骨折、4) 重度の視覚障害、5) 認知症とした。

2) 方法

骨折後患者に対してアンケート調査および、身体機能検査、運動機能検査を行った。

①基礎項目の聴取

年齢、身長、体重、併存疾患の有無を聴取した。転倒の状況、骨折前と退院時の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) 開眼片脚立脚時間

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ォッチで測定した。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。

⑤3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(図1)。

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。

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。

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行周期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1歩行周期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フォローアップアンケート

骨折後から1年後に、フォローアップアンケートを対象者に郵送した。アンケートの内容は、1) 転倒の有無、2) 基本チェックリスト、3) 足腰25、4) Barthel Indexとした。転倒は骨折からこの1年間での転倒の有無、回数、転倒した時期、骨折の有無と骨折部位とした。

⑦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。ベースライン時と1年後の変数比較に対応のあるT検定を、転倒群、非転倒群など群間の比較にカイ2乗検定、対応の無いT検定を行った。すべて両側検定とし5%の危険率をもって有意とした。骨折後1年間での1) 転倒、2) 再骨折、3) ADL悪化、4) 介護保険認定の4つのエンドポイ

ントの危険因子を抽出するために、各群間比較にて有意差のあった変数を独立変数、エンドポイント発生の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析を行った。

⑧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)。

C. 研究結果

1) 骨折後患者全体での検討

研究対象者100例のうち95例が研究の取り込み基準に合致した。その内、大腿骨近位部骨折後患者24例、椎体圧迫骨折後患者36例、上腕骨骨折後患者6例、恥骨骨折後患者6例、膝蓋骨骨折後患者3例、脛骨骨折後患者2例、足関節骨折後患者2例、前腕骨折後患者2例、大腿骨顆上骨折後患者2例、骨盤骨折後患者1例、踵骨骨折後患者1例の合計85例からフォローアップアンケートの返信を得た。

①骨折前と骨折から1年後のBarthel Index、基本チェックリスト、足腰25の変化

表1に骨折後患者の骨折前と骨折から1年後のBarthel Index、基本チェックリスト、足腰25の変化を示す。Barthel indexは骨折後1年後に、骨折前と比べ有意に低下した ($p<0.001$)。基本チェックリストの暮らしぶり1、運動器、こころ、総得点は骨折前と比べ、骨折1年後に有意に低下した ($p<0.001$ 、 $p<0.001$ 、 $p=0.007$ 、 $p<0.001$)。足腰25も1年後に有意に低下した ($p<0.001$)。

②転倒をエンドポイントとした検討

i) 転倒頻度

骨折から1年間で34例の患者が1回以上の転倒を起こしていた (40.0%)。転倒者34例中19例は複数転倒を起こしていた (55.8%)。転倒者34名中26名から転倒時期についての回答を得た (図4)。転倒発生は骨折から6か月以降に増加し、中

央値は8.5か月であった。大腿骨近位部骨折後患者24例中6例(25.0%)、椎体圧迫骨折後患者40例中17例が転倒していた(48.5%)。転倒者34例中13例は自宅で転倒していた(38.2%)。

ii) 非転倒群と転倒群の基礎項目の比較

表2に骨折後高齢者における非転倒群と転倒群の基礎項目の比較を示す。転倒群は非転倒群に比べ、骨折前の歩行状態、基本チェックリストにおける骨折前の運動器の状態が有意に劣っていた($p=0.006$ 、 $p=0.007$)。転倒群は非転倒群と比べ年齢が高い傾向にあった($p=0.098$)。両群における上肢骨折、体幹骨折、下肢骨折3群の比率の比較では、転倒群は体幹骨折患者の割合多い傾向にあった($p=0.058$)。

iii) 身体機能検査と運動機能検査の比較

表3に非転倒群と転倒群の身体機能検査、運動機能検査の比較を示す。握力等の身体機能検査には群間に有意差は無かった。TUG、5回立ち上がり時間、開眼片脚立ち時間、5m歩行時間は非転倒群に比べ、転倒群は有意に劣っていた($p=0.017$ 、 $p=0.004$ 、 $p=0.022$ 、 $p=0.043$)。3軸加速度計による歩行分析の結果、RMS垂直軸、AC垂直軸に群間差があり、転倒群は非転倒群に比べ有意に低値であった。AC前後軸は転倒群で低値の傾向であった($p=0.057$)。

iv) 多変量解析による転倒危険因子の抽出

非転倒、転倒群の群間比較にてp値が0.1未満の変数を独立変数、転倒の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析を行った(表4)。結果、骨折前の歩行状態、骨折前の運動器の状態、AC垂直軸が骨折後高齢者の転倒危険因子として抽出された。

③再骨折をエンドポイントとした検討

i) 再骨折頻度

85例の骨折後患者のうち、11名がフォローアップ期間中に新たな骨折を起こしていた(12.9%)。内訳は大腿骨近位部骨折3名、椎体圧迫骨折1名、前腕骨折1名、上腕骨骨折1名、その他5名は無回答であった。

ii) 非骨折者と再骨折者の基礎項目の比較

表5に非骨折群と再骨折群の基礎項目の比較を示す。再骨折群は非骨折群に比べ、過去の骨粗鬆症の診断率が高く($p=0.033$)、体幹骨折患者の割合が高かった($p=0.013$)。さらに低身長傾向にあった($p=0.052$)。

iii) 身体機能検査と運動機能検査の比較

表6に非骨折群と再骨折群の身体機能検査、運動機能検査の比較を示す。身体機能検査、運動機能検査に両群に有意差はなかった。3軸加速度計による歩行分析の結果、RMS垂直軸、RMS前後軸に有意な群間差があり、骨折群は非骨折群に比べ有意に低値であった($p=0.026$ 、 $p=0.021$)。さらにRMS水平軸も骨折群が低値である傾向にあった($p=0.099$)。

iv) 多変量解析による骨折危険因子の抽出

非骨折群、再骨折群の群間比較にてp値が0.1未満の変数を独立変数、骨折の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析を行った(表7)。結果、RMS前後軸が骨折後高齢者の再骨折危険因子として抽出された。

④ADL悪化をエンドポイントとした検討

i) ADL悪化頻度

骨折前、骨折1年後のBarthel index点数にて5点以上の点数低下したのを悪化群、変化なしもしくは5点以上向上したものを維持群として群分けし検討した。85名中、骨折1年後のBarthel indexの回答を得た80を解析対象とした。その結果、維持群44例、悪化群36例(45%)であった。

ii) ADL維持群と悪化群の基礎項目の比較

表8に骨折1年後のADL維持群と悪化群の比較を示す。ADL悪化群は維持群と比較し、年齢が高く、脳血管疾患の併存割合が高かった($p=0.035$ 、 $p=0.023$)。ADL悪化群は骨折前の歩行状態と骨折前の基本チェックリストにおける暮らしぶり1が維持群より劣っていた($p=0.030$ 、 $p=0.001$)。さらに退院時の歩行状態が悪く、服薬数も悪化群が有意に多かった($p=0.003$ 、 $p=0.026$)。さらにADL悪化群は維持群と比較し、身長、体重、退