

19.2%、 $p=0.022$)、糖尿病(虚弱:12.8%、正常:7.3%、 $p=0.014$)、貧血(虚弱:6.5%、正常:3.2%、 $p=0.041$)、変形性股関節症(虚弱:7.0%、正常:3.6%、 $p=0.045$)の既往を有する者の割合が高く、介護予防申請(虚弱:24.9%、正常:9.6%、 $p<0.001$)の割合は顕著に多かった。また、過去1年間で入院有(虚弱:13.4%、正常:8.4%、 $p=0.037$)、腰痛(虚弱:49.2%、正常:33.9%、 $p<0.001$)、転倒(虚弱:27.3%、正常:16.6%、 $p=0.001$)の割合も高かった。

体組成:虚弱高齢者は正常群より、体脂肪率(虚弱: 30.33 ± 5.11 、正常: $31.63\pm 4.46\%$ 、 $p=0.002$)、筋肉量(虚弱: 28.74 ± 3.62 、正常: $30.87\pm 3.53\text{kg}$ 、 $p<0.001$)、足の筋肉量(虚弱: 10.65 ± 1.49 、正常: $11.40\pm 1.43\text{kg}$ 、 $p<0.001$)が有意に低かった。

体力:虚弱高齢者は正常群より、握力(虚弱: 15.71 ± 3.92 、正常: $20.59\pm 4.01\text{kg}$ 、 $p<0.001$)、膝伸展力(虚弱: 160.16 ± 46.86 、正常: $219.31\pm 55.84\text{N}$ 、 $p<0.001$)、通常歩行速度(虚弱: 0.94 ± 0.21 、正常: $1.29\pm 0.22\text{m/sec}$ 、 $p<0.001$)において有意に低値を示した。さらに、虚弱高齢者は血清アルブミン(虚弱: 4.12 ± 0.23 、正常: $4.20\pm 0.23\text{mg/dl}$ 、 $p=0.009$)、骨密度(虚弱: 0.24 ± 0.04 、正常: $0.27\pm 0.06\text{g/cm}^2$ 、 $p=0.003$)が有意に低かった。

D. 考察

地域在住後期虚弱高齢者の特性を把握するために行った包括的検診に参加した910名に次の選定基準を当てはめた。①

体重減少:「BMI18.5以下」あるいは「6ヵ月間で2~3kg以上の体重減少があった」場合、②疲労:「(ここ2週間)わけもなく疲れたような感じがする」あるいは「毎日のように疲れを感じたり、または気力がないと感じた」のいずれかに該当した場合、③活動量減少:「週1日以下の散歩」、「定期的な運動をしていない」、「趣味活動や稽古事を殆どしない」、「高齢者のグループ活動・奉仕活動・地域ボランティア活動をしない」といった4活動の中で3つ以上に該当した場合、④筋力減少:「握力17.0kg以下」、⑤歩行機能低下:「通常歩行速度1.0m/sec以下」。5つの基準の中で3つ以上該当した場合を虚弱と定義し、146名を選定した。選定された虚弱高齢者の第1の特徴は腰痛と転倒率が高いことである。関節疾患と転倒・骨折は要介護状態になる主な原因でもある。つまり、虚弱高齢者は要介護状態になる危険性が高いといえる。実際に、介護予防を申請した方の割合は虚弱高齢者で24.9%と高いことが物語っている。次に、骨密度が低いことである。骨密度が低くなると転倒時に骨折危険性の上昇につながる可能性が高いといえよう。3つ目は、下肢筋肉量の減少である。筋肉量の減少は筋力あるいは移動能力の低下を招きかねない。これらの徴候の出現の背景要因ともいえる筋力・歩行機能の顕著な低下が最後の特徴である。以上のことから、虚弱高齢者支援策は包括的かつ多方面にわたる総合的支援策の構築が必要であることが推察された。

E. 結論

地域在住後期高齢者における虚弱の有症率は16.0%であった。虚弱高齢者の特徴は、糖尿病・貧血・変形性膝関節症などの既往歴を有する者の割合が高く、膝痛を有する者が多く、転倒経験者が多いことである。また、骨密度が低く、筋肉量が少なく、筋力や歩行機能が低下していることである。以上のことを総合すると虚弱高齢者は要介護状態になる危険性が高く健康障害と深く関わっていることが示唆された。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) **Kim H**, Yoshida H, Suzuki T: The effects of multidimensional exercise treatment on community-dwelling elderly Japanese women with stress, urge, and mixed urinary incontinence: A randomized controlled trial. *Int J Nurs Stud* 48:1165-1172, 2011.
- 2) **Kim H**, Yoshida H, Suzuki T: Effects of exercise treatment with or without heat and steam generating sheet on urine loss in community-dwelling Japanese elderly women with urinary incontinence. *Geriatr Gerontol Int* 11:452-459, 2011.
- 3) **Kim H**, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kobayashi H, Kato H, Katayama M: Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in

community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 60:16-23, 2012.

2. 学会発表

- 1) **金憲経**, 吉田英世, 吉田祐子, 齋藤京子, 小林成実, 平野造彦, 島田裕之, 鈴木隆雄: 地域在住高齢者における膝痛の実態及び生活機能との関連性について. 第53回日本老年医学会学術. 東京, 6月15-17日, 2011.
- 2) **金憲経**: サルコペニア予防のための包括的介入. 第53回日本老年医学会学術. 東京, 6月15-17日, 2011.
- 3) **Kim H**, Yoshida H, Yoshida Y, Saito K, Kojima N, Kim M, Hirano H, and T Suzuki: Prevalence and factors associated with urinary incontinence in community-dwelling elderly Japanese men. Annual Meeting of the International Continence Society, Glasgow, UK, August 29-September 2, 2011.
- 4) **金憲経**, 小島成実, 齋藤京子, 吉田祐子, 吉田英世, 平野浩彦, 金美芝, 山城由華吏, 須藤元喜, 鈴木隆雄: 地域在住膝痛高齢者を対象とした運動介入の効果検証(1) - 体力変化介入の効果検証(1) - 体力変化. 第70回日本公衆衛生学会. 秋田, 10月19-21日, 2011.
- 5) **金憲経**: サルコペニアとロコモティブシンドローム. 第48回日本リハビリテーション医学会学術集会. 千

葉, 11月2-3日, 2011.

- 6) **金憲徑**: サルコペニア予防のための包括的介入. 第18回日本未病システム学会学術総会. 名古屋, 11月19-20日, 2011.
- 7) **Kim H**: Prevention strategy for sarcopenia: Effects of exercise and nutrition supplementation. The 3rd Asian International Seminar for Geriatrics and Gerontology. Seoul, Korea, January 14, 2012.

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得
該当せず
2. 実用新案登録
該当せず
3. その他
該当せず

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
鈴木隆雄	サルコペニア予防の重要性	監修／鈴木隆雄 編集／島田裕之	サルコペニアの基礎と臨床	真興交易	東京	2011	2-9
原田敦	運動器疾患	葛谷雅文、鈴木裕介	症状から学ぶ医療知識	中央法規	東京	2012	186-194
原田敦	臨床におけるサルコペニアの診断"	監修／鈴木隆雄 編集／島田裕之	サルコペニアの基礎と臨床	真興交易	東京	2011	64-71
原田敦、松井康素、方浩史	認知症高齢者と骨粗鬆症との関連は	監修／転倒予防医学研究会 編集／武藤芳照、鈴木みずえ"	認知症者の転倒予防とリスクマネジメントー病院・施設・自宅でのケアー	日本医事新報社	東京	2011	51-54
原田敦	第4章大腿骨頸部／転子部骨折の予防	日本整形外科学会診療ガイドライン委員会 大腿骨頸部／転子部骨折診療ガイドライン策定委員会	大腿骨頸部／転子部骨折診療ガイドライン改訂第2版	南江堂	東京	2011	48-59
下方浩史、安藤富士子	サルコペニアのスクリーニング指標	監修／鈴木隆雄 編集／島田裕之	サルコペニアの基礎と臨床	真興交易	東京	2011	72-80
金憲経、吉田英世	高齢者におけるサルコペニアの発見と対処法の構築	監修／鈴木隆雄 編集／島田裕之	サルコペニアの基礎と臨床	真興交易	東京	2011	106-114
Kim H	Behavioral Treatment for Geriatric Syndrome	Craig Atwood	Geriatrics	InTech	Croatia	2012	85-104
Shimada H	Glucose Uptake During Exercise in Skeletal Muscles Evaluated By Positron Emission Tomography.	Chia-Hung Hsieh	Positron Emission Tomography - Current Clinical and Research Aspects	InTech	Croatia	2012	319-336

島田裕之	サルコペニアの操作的定義	監修／鈴木隆雄 編集／島田裕之	サルコペニアの基礎と臨床	真興交易	東京	2011	12-21
鈴木芽久美, 島田裕之	サルコペニアと障害高齢者	監修／鈴木隆雄 編集／島田裕之	サルコペニアの基礎と臨床	真興交易	東京	2011	133-139

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Kim H, Suzuki T, Yoshida H	The effects of multidimensional exercise on functional decline, urinary incontinence, and fear of falling in community-dwelling elderly women with multiple symptoms of geriatric syndrome: A randomized controlled and 6-month follow-up trial.	Archives of Gerontology and Geriatrics	52	99-105	2011
Kim H, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kobayashi H, Kato H, Katayama M	Effects of exercise and amino-acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial.	Journal of the American Geriatrics Society	60	16-23	2012
Shimada H, Suzuki M, Ishizaki T, Kobayashi K, Kim H, Suzuki T	Relationship between subjective fall risk assessment and falls and fall - related fractures in frail elderly people.	BMC Geriatrics	11	40	2011
鈴木芽久美, 島田裕之, 渡辺修一郎, 小林久美子, 鈴木隆雄	要介護高齢者における運動機能と6ヶ月後のADL低下との関係	理学療法学	38	10-16	2011
鈴木隆雄, 島田裕之, 清水容子, 吉田英世	地域在住の女性後期高齢者における血中ビタミンD濃度と転倒発生に関する縦断研究	Osteoporosis Japan	19	97-100	2011

鈴木隆雄	転倒の疫学と予防対策 —ロコモティブシンド ロームの視点から	医学のあゆみ	236	325-331	2011
仲貴子,及川清志, 平田崇,荒木友希, 鈴木隆雄	装着型歩行アシスト ロボットによる歩行トレ ーニング	P Tジャーナル	45	163-170	2011
鈴木隆雄	超高齢社会の実像を踏 まえた健康福祉政策	公衆衛生	75	266-271	2011
鈴木隆雄	加齢と身体機能の変化	臨床栄養	118	552-560	2011
鈴木隆雄	加齢性筋肉減少症（サル コペニア）の診断と 治療	総合臨床	60	2320-2322	2011
Terabe Y, Harada A, Tokuda H, Okuizumi H, Nagaya M, Shimokata H	Vitamin D deficiency in elderly women in nursing homes—Investigation with consideration of decreased activation function from the kidneys.	J Am Geriatr Soc	60	251-255	2012
Sakuma M, Endo N, Hagino H, Harada A, Matsui Y, Nakano T, Nakamura K	Serum 25-hydroxyvitamin D status in hip and spine-fracture patients in Japan.	J Orthop Sci	16	418-423	2011
原田敦、江頭正人	男性更年期障害と筋肉 減少症（サルコペニア）	季刊オルソタ イムズ	6	5	2012
原田敦	高齢者の転倒と骨折- プロテクタの効用-	日本実験力学 会	11	9-11	2011
原田敦	骨粗鬆症における発症 と骨折予防 骨粗鬆症 の骨折予防 骨外因子	Osteoporosis Japan	19	376-378	2011
原田敦	序文 特集 骨粗鬆症診 療の最近の進歩	Geriatric Me dicine	49	961-962	2011
原田敦	サルコペニアの定義、 診断基準 サルコペ ニアの診かた	Modern Phy sician	31	1279-1282	2011
原田敦	シリーズ ロコモティ ブシンドローム 長寿 医療研究としてのとり くみ	Medical Trib une	44	52	2011
千田一嘉、原田敦	サルコペニアと慢性全 身性炎症性疾患として のCOPD	医学のあゆみ	239	451-456	2011

原田敦	サルコペニア：診断と現状把握	運動器疾患の予防と治療 Advances in Aging and Health Research 2010財団法人長寿科学振興財団		45-53	2011
原田敦	医療の現場から ロコモティブシンドローム	現代医学	59	325-329	2011
Doyo W, Kozakai R, Kim H-Y, Ando F, Shimokata H	Spatio-temporal components of the three-dimensional gait analysis of community-dwelling middle-aged and elderly Japanese: age- and sex-related differences	Geriatr Gerontol Int	11	39-49	2011
Kuzuya M, Enoki H, Hasegawa J, Izawa S, Hirakawa Y, Shimokata H, Iguchi A	Impact of caregiver burden on adverse health outcomes in community-dwelling dependent older care recipients.	Am J Geriatr Psych	19	382-391	2011
Sugiura M, Nakamura M, Ogasawara K, Ikoma Y, Ando F, Shimokata H, Yanai M	Dietary patterns of antioxidant vitamin and carotenoid intake associated with bone mineral density: findings from postmenopausal Japanese female subjects.	Osteoporosis Int	22	143-152	2011
下方浩史、安藤富士子	運動器疾患の長期縦断疫学研究－運動器科学の新時代	医学のあゆみ	235	319-324	2011
下方浩史、安藤富士子	サルコペニアの疫学	Modern Physician	31	1283-1287	2011
下方浩史、安藤富士子	日常生活機能と骨格筋量、筋力との関連。サルコペニア－研究の現状と未来への展望	日老会誌			印刷中
下方浩史	高齢者の疾病－疫学、臨床的特徴	日本医事新報	4544	42-45	2011
下方浩史、安藤富士子	虚弱の危険因子、高齢者の虚弱－評価と対策－	Geriatric Medicine	49	303-306	2011
Yoshida D, Shimada H, Harada A, Matsui Y, Sakai Y, Suzuki T	Estimation of appendicular muscle mass and fat mass by near infrared spectroscopy in older persons.	Geriatr Gerontol Int			in press

Doi T, Makizako H, Shimada H, Yoshida D, Ito K, Kato T, Ando H, Suzuki T	Brain Atrophy and Trunk Stability during Dual-task Walking among Older Adults.	The Journal of Gerontology: Series A				in press
Saito K, Yokoyama T, Yoshida H, Kim H, Shimada H, Yoshida Y, Iwasa H, Shimizu Y, Kondo Y, Handa S, Maruyama N, Ishigami A, Suzuki T	A Significant Relationship between Plasma Vitamin C Concentration and Physical Performance among Japanese Elderly Women.	Journal of Gerontology				in press
Shimada H, Tiedemann A, Lord SR, Suzukawa M, Makizako H, Kobayashi K, Suzuki T	Physical factors underlying the association between lower walking performance and falls in older people: a structural equation model	Arch Gerontol Geriatr	53	131-134	2011	
Shimada H	Imaging of glucose uptake during walking in elderly adults.	Current Aging Science				in press
Makizako H, Shimada H, Doi T, Yoshida D, Ito K, Kato T, Shimokata H, Washimi Y, Endo H, Suzuki T	The association between decline in physical functioning and atrophy of medial temporal areas in community-dwelling older adults with amnesic and non-amnesic mild cognitive impairment.	Arch Phys Med Rehabil	92	1992-1999	2011	
Hasidate H, Shimada H, Shiojima T, Sasamoto N	Usefulness of the subjective risk rating of specific tasks for falling in frail elderly people.	J Phys Ther Sci	23	519-524	2011	
Suzukawa M, Shimada H, Tamura M, Suzuki T, Inoue N	The relationship between the subjective risk rating of specific tasks and falls in frail elderly people.	J Phys Ther Sci	23	425-429	2011	
Shimada H, Sturnieks D, Endo Y, Kimura Y, Suzuki T, Oda K, Ishii K, Ishiwata K	Relationship between whole body oxygen consumption and skeletal muscle glucose metabolism during walking in older adults: FDG PET study.	Aging Clin Exp Res	23	175-182	2011	

<u>Abe T, Suzuki T, Yoshida H, Shimada H, Inoue N</u>	The Relationship between Pulmonary Function and Physical Function and Mobility in Community-Dwelling Elderly Women Aged 75 Years or Older.	J Phys Ther Sci	23	443-449	2011
島田裕之, 大矢敏久, 阿南祐也	卒後研究会講演 転倒予防のエビデンス	中部リハビリテーション雑誌	6	2-8	2011
橋立博幸, 島田裕之, 潮見泰藏, 笹本憲男:	高齢者における筋力増強運動を含む機能的トレーニングが生活機能に及ぼす影響	理学療法学			in press
島田裕之	筋力と身体活動の評価法	Modern Physician	3	1296-1299	2011
牧迫飛雄馬, 古名丈人, 島田裕之, 赤沼智美, 吉田裕人, 井平 光, 横山香理, 鈴木隆雄	後期高齢者における新規要介護認定の発生と5m歩行時間との関連: 39 か月間の縦断研究.	理学療法学	38	27-33	2011
水本淳, 鈴川芽久美, 牧迫飛雄馬, 土井剛彦, 島田裕之	ステップエルゴメーターのアイソキネティック運動におけるピークパワーと身体機能との関連	理学療法科学	26	139-142	2011
島田裕之	講座 よくわかる研究法25 研究への私の取り組み: 大規模スクリーニング調査実施の経験を交えて	理学療法	29	329-335	2012
島田裕之, 吉田大輔	虚弱とサルコペニア (概念の相違)	Geriat. Med	49	291-295	2011
伊藤和彦, 大淵修二, 辻一郎	介護予防の効果に関する実証分析「介護予防事業等の効果に関する総合的評価・分析に関する研究」における傾向スコア調整法を導入した運動器の機能向上プログラムの効果に関する分析	医療と社会	21	265-281	2011
<u>Kim H, Yoshida H, Suzuki T</u>	The effects of multidimensional exercise treatment on community-dwelling elderly Japanese women with stress, urge, and mixed urinary incontinence: a randomized controlled trial.	Int J Nurs Stud	48	1165-1172	2011

<u>Kim H, Yoshida H, Suzuki T</u>	Effects of exercise treatment with or without heat and steam-generating sheet on urine loss in community-dwelling Japanese elderly women with urinary incontinence	Geriatrics and Gerontology International	11	452-459	2011
-----------------------------------	--	--	----	---------	------

サルコペニア予防の重要性

Summary

- サルコペニアの定義については、DXA法を用いた標準的指標はあるが、まだ統一された見解はない。
- サルコペニアの代表的指標である筋肉量と健康関連 QOL には確実な関連性が認められる。
- 最近、サルコペニアに関する筋肉量や筋力に関して血中ビタミン D (25-OH-D) 濃度の関連性が指摘されている。

はじめに

これまでの様々な疫学的研究による老化の実態データなどの分析から、平均寿命が延び、新しい世代の人々が高齢者に移行していくという事は、心身ともに若々しく活力があり、しっかりとした生活機能(すなわち自立能力)を持った元気な高齢者が生まれてくることにほかならないことが明らかにされている。特に 65~74 歳の「前期高齢者」での健康度は極めて高く、社会的活力もあって、もはや老人とは呼べないような集団を形成してきている。一方、75 歳を超える「後期高齢者」では、老化に伴う心身の機能や生活機能の低下が少しずつ顕在化してくることも明らかとなっている。特に平均寿命の長い女性では、何らかの介護を必要とするような不健康寿命もまた長く、生活機能の減弱が時に顕著となる期間と可能性が大きい。このような不健康寿命の長期化の最大の原因は、筋骨格

系での老化が深く関わっている¹⁾。

筋骨格系の主要な構成成分である骨格筋は、その収縮作用によって身体の移動能力を生み出すことになる。このような骨格筋は、人体総量の約半分を占め、単なるパワー産生能だけでなくグルコース代謝の恒常性をはじめとする代謝機能もまた生命活動に不可欠である。したがって、このような多機能を有する筋の減少や虚弱化はヒトの健康に重要な影響をもたらすことになる。

一般に高齢期においては、特に重篤な疾病がなくとも体重は減少し、体力の低下は避けられないが、その背景の一つに加齢に伴う骨格筋の減少を主体とするサルコペニア (sarcopenia) が存在していることは確実である。このような筋力や筋肉量の顕著な減少は骨格筋に出現するが、その発生には、神経系、ホルモン動態、代謝性変化、栄養状態、さらには免疫や炎症反応など、多因子が複雑に関与していると考えられて

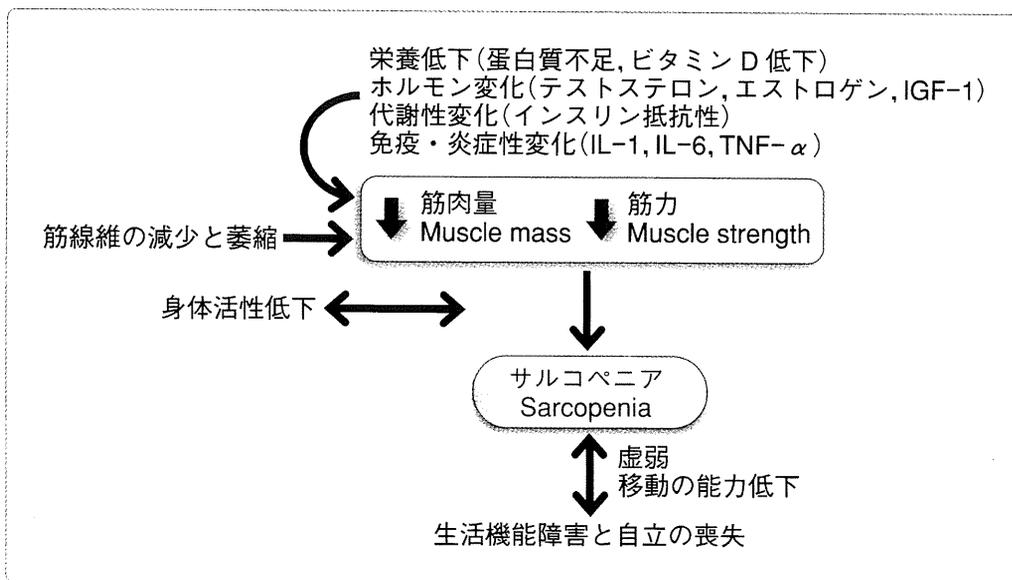


図1 加齢性筋肉量減少症（サルコペニア）に関連する要因について

IGF-1：インスリン様成長因子, IL-1：インターロイキン-1, TNF- α ：腫瘍壊死因子- α .

いる（図1）。

加齢に伴うサルコペニアは早くから注目され、高齢期の日常生活活動（activities of daily living：ADL）や生活の質（quality of life：QOL）に大きな影響を及ぼすことは知られていたが、その定義については、現在に至ってもなお、身体計測の一環としても、あるいはまた低栄養の指標としても、確定された定義あるいは基準とするべき測定値のないのが現状である。一方、サルコペニアと密接に関連する高齢者の体力低下に関しては、身体計測値からは握力や膝伸展力などの筋力が測定され²⁾、栄養学的指標としては血清アルブミン濃度やビタミン D（25-OH-D）濃度が主に測定されてきた^{3,4)}。

1. サルコペニアの疫学

加齢に伴う筋肉量の減少は不可避であり、また必然的に筋力低下を伴う。筋肉量の減少に関する領域あるいはカットオフ値（cut-off 値）については、骨粗鬆症における骨密度と同じ様式で考えることが可能であり、また、欧米の多くの研究でもその様式を用いたものが少なくな

い。すなわち、健全な若年成人の（四肢における）筋肉量平均値の2標準偏差（2SD）以下をサルコペニアと定義して分析するものである。例えば Baumgartner ら⁵⁾は、New Mexico 高齢者調査において、883名の対象者を二重エネルギー X線吸収法（dual energy X-ray absorptiometry：DXA）を用いて測定し、若年平均の2SD以下をサルコペニアと定義した上で、その出現率は65～70歳では13～24%、80歳以上では50%増加すると報告をしている。

Iannuzzi-Sucich ら⁶⁾も、同様に DXA 法を用いて64～93歳の男女337名を測定し、筋肉量/身長(m)²を求め、やはり若年平均2SD以下をサルコペニアと定義し、その結果、女性の22.6%、男性の26.8%がサルコペニアと判断されたという。さらに、彼らのデータでは80歳以上では各々31%、45%に増加している。

一方、Visser ら⁷⁾は、やはり DXA 法を用いて筋肉量を測定し、下位15パーセンタイルに属する者をサルコペニアと定義している。これは、握力で40%以上の減少あるいは筋肉量で3%以上の減少と等価であるとし、さらに初回調査時の血中ビタミン D 濃度の多寡によって、その

後の握力の低下や筋肉量の低下を3年間にわたる追跡研究を行い、分析を行っている。その結果、低ビタミン血症(25-OH-D<25 nmol/l)では正常に比し、握力低下のオッズ比は2.6倍、筋肉量低下は2.1倍となり、いっそうサルコペニアが進行することを明らかにしている。

サルコペニアにおいては、前述のように必然的に筋力の低下が伴う。その結果、様々な障害が発生することになるが、特に転倒発生とは関係性が大きい。Morelandら⁸⁾は、上肢、下肢での筋力低下と転倒の関連性をメタアナリシスによってまとめている。その報告によれば、「椅子からの立ち上がり時間」と「膝伸展筋力」で規定される下肢筋力の低下は、いかなる種類の転倒とも有意に関連していたが、特に外傷を伴う転倒とはオッズ比で約1.5倍、繰り返される頻回の転倒とはオッズ比で2.2~9.9倍となっている。上肢筋力の低下も下肢筋力の低下ほどではないにしても、頻回転倒とは1.4~1.7のオッズ比を示し、いずれの筋力低下も転倒発生と有意な関連を認めている。このように、高齢者に頻発する転倒に対する筋力のメカニズムとして、高齢者では若年者に比べ、下肢帯屈曲筋群と膝伸展筋群の歩行時の活動遅延⁹⁾、あるいは歩行時の前傾姿勢から1歩踏み出す回復動作時に下肢帯屈曲筋群や伸展筋群のトルクが低下していること¹⁰⁾、などが挙げられている。

筋肉の横断面積(cross-sectional area: CSA)による筋肉量の研究も数多くなされている。最近のVisserら¹¹⁾の5年間の追跡研究によれば、初回調査時に大腿部CSAの小さい群では5年後の移動能力の障害発生リスクは、男性45%、女性34%となっていた。さらにCSA四分位で最低位の者では、ADLの障害が30~40%に上ると報告されている。また、Langら¹²⁾の研究では、膝伸展筋力低下と大腿部CSA低下者では、骨密度とは関係なく、大腿骨頸部骨折発症リスクが50~60%増加することが明らかとなっ

ている。

このように、高齢者のサルコペニアを基軸とした数多くのコホート研究を含む疫学研究からは、筋肉量の減少あるいは筋力の低下はいずれも生活機能の低下、あるいは転倒・骨折の増加と有意な関連性を持つことが明らかにされている。

2. 高齢者の実態調査から

東京都健康長寿医療センター研究所(旧:東京都老人総合研究所)では、地域在宅高齢者を対象として虚弱に伴う生活機能低下、転倒、失禁、低栄養などの老年症候群予防および、介護予防を目的とした包括的高齢者健診(「お達者健診」)を平成13年より実施している。この健診では、高齢者の生活機能維持の視点からサルコペニア予防も含めて行われているが、そのために下腿三頭筋周囲径およびインピーダンス法(BIA)による筋肉量なども測定され、他の要因との関連性の分析なども実施されている。ここでは、その結果の一部を紹介する¹³⁾。

対象者は東京都板橋区在住の高齢女性1,289名(75~84歳、平均78.5歳)である。図2は下腿三頭筋周囲径の分布で、明瞭な正規分布を示す(平均33.14 cm, 標準偏差2.94 cm)。年齢による下腿三頭筋周囲径は、加齢に伴って有意に低下していた(ピアソン積率相関係数 $r = -0.187$; $p < 0.001$)。また、下腿三頭筋周囲径と、年齢、握力、筋肉量、通常歩行速度との年齢を調整変数とした時の偏相関係数では、握力および筋肉量と有意な関連を示しており、サルコペニアの指標として有効である可能性が示唆された(表1)。

図3は同様に握力の分布を示している。握力の分布も正規分布を示し、平均18.33 kg, 標準偏差4.17 kgであった。図4~6は健康に関するQOLの指標であるSF-8の各項目の回答に

表 1 下腿三頭筋周囲径と年齢, 握力, 筋肉量, 通常歩行速度との関連

	握力	筋肉量	通常歩行速度	年齢
下腿三頭筋周囲径	0.301**	0.698**	0.081*	-0.187**
	0.261**	0.688**	-0.004	—

* : p<0.05, ** : p<0.01

上段はピアソン積率相関係数, 下段は年齢を調整変数とした場合の偏相関係数を示す。

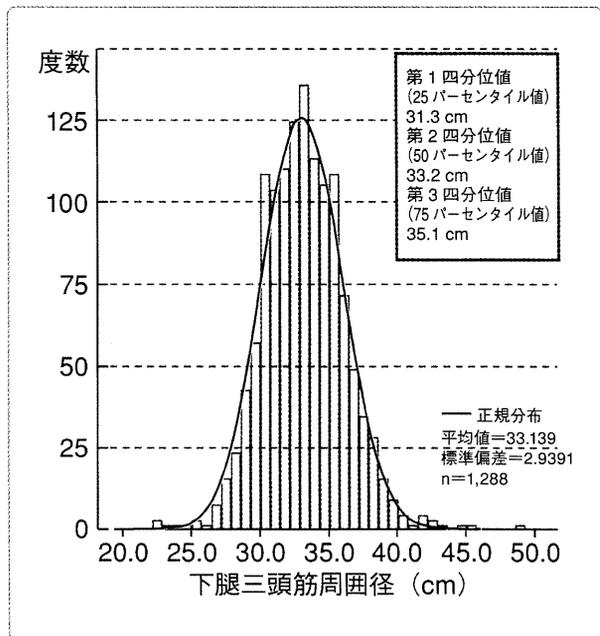


図 2 地域在住高齢者における下腿三頭筋周囲径の分布

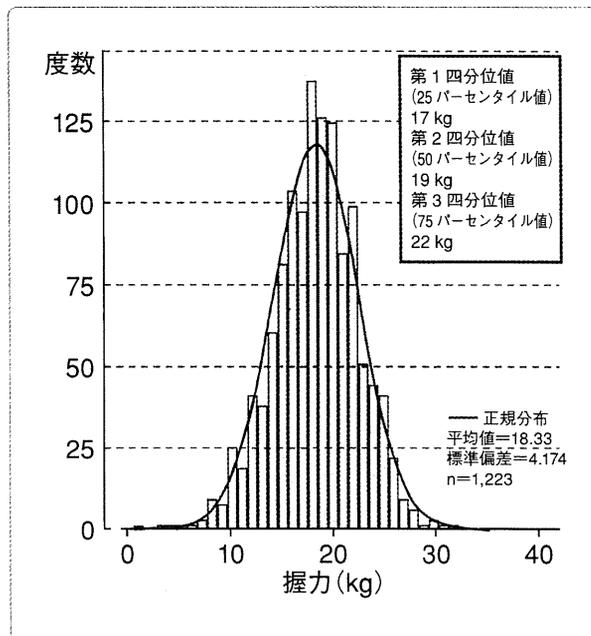


図 3 地域在住高齢者における握力の分布

対し SF-36 の下位尺度得点を割り当て, 握力および下大腿三頭筋周囲径の四分位ごとに, 多くの共変量 (高血圧症, 脳卒中, 心臓病, 糖尿病, 高脂血症, 骨粗鬆症, 貧血, 変形性膝関節症の有無) を調整した共分散分析による推定平均値を示したものである。これらの結果から, 日常役割機能 (身体面および精神面), 全体的健康観活力, 社会的生活機能, 心の健康など, 多くの項目で低筋力あるいは低筋量で有意に SF-8 得点の低いことが示され, 高齢期におけるサルコペニアの QOL に対する影響をうかがい知ることができる。

さらに, 最近, このような高齢期におけるサルコペニアを主徴として虚弱化や易転倒発生に

関与する一つの原因として, 血清ビタミン D (25-OH-D) 濃度が特に注目されるようになった¹⁴⁻¹⁶⁾。骨格筋にはビタミン D 受容体 (vitamin D receptor : VDR) が分布していることが以前より確認されており, 活性型ビタミン D₃製剤が筋線維に直接作用し, 筋力低下を抑制している可能性が示唆され, ビタミン D 欠乏では特に速筋あるいは白筋と呼ばれる II 型筋線維での萎縮が強く生ずることが転倒発生を容易にしていると考えられている。わが国においても, 大腿骨頸部骨折受傷女性において, 血中 25-OH-D が有意に低下し, 同時に II 型筋線維が細小化していることが確認されている¹⁷⁾。

このような血中 25-OH-D 濃度の低下が, 筋力の低下あるいは筋力の低下に基づく生活機能

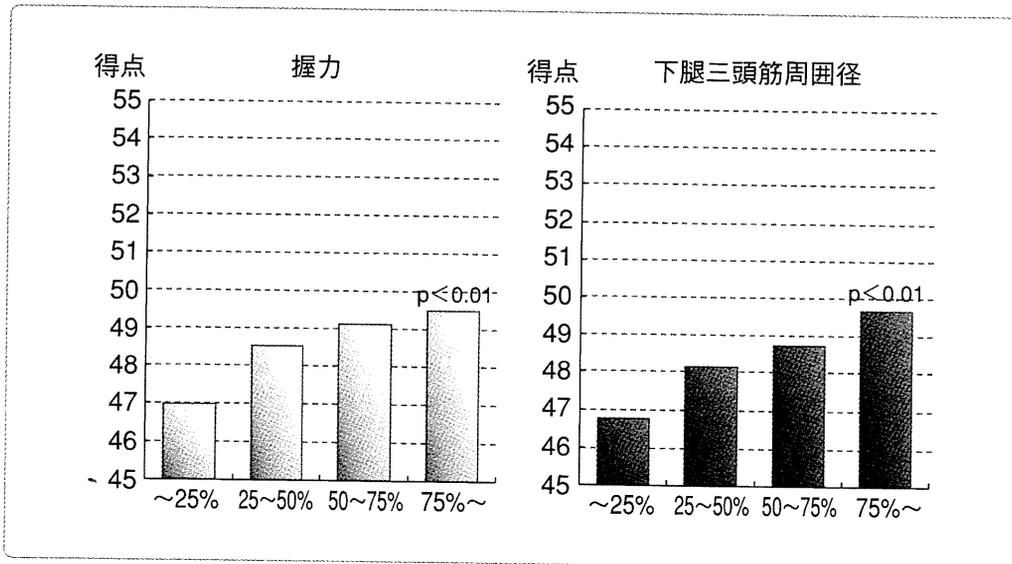


図4 SF-8 (日常役割機能〔身体〕; RP)

年齢, BMI, 高血圧症, 脳卒中, 心臓病, 糖尿病, 高脂血症, 骨粗鬆症, 貧血, 変形性膝関節症 (各既往) で調整済推定平均値.

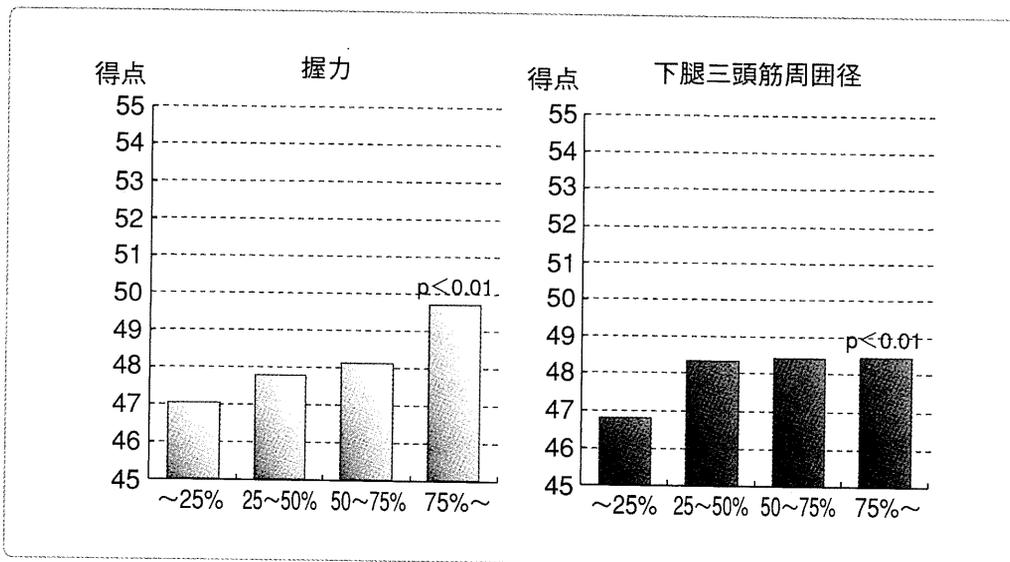


図5 SF-8 (全体的健康観; GH)

年齢, BMI, 高血圧症, 脳卒中, 心臓病, 糖尿病, 高脂血症, 骨粗鬆症, 貧血, 変形性膝関節症 (各既往) で調整済推定平均値.

や身体活動の低下をもたらすとの報告は多い¹⁸⁾. また, 高齢者にビタミン D を投与すると, 対照群よりも投与群で筋力が優れていたとの報告があり, 例えば Verhaar ら¹⁹⁾は, 血中 25-OH-D が 20 nmol/l 未満の高齢女性 10 名 (平均年齢 75.0 歳, ベースライン平均血中 25-OH-D 18.2 nmol/l) に, 1 日につきアルファカルシドール

0.5 μg を 6 カ月間投与し (投与後の平均血中 25-OH-D が 27.8 nmol/l), 投与前後の握力と脚力をベースラインと 6 カ月後の 2 回測定したところ, その結果, 介入群では握力, 脚力とも有意に増加したと報告している. これらの現象は, おそらくビタミン D が, 筋の VDR を介して筋肉細胞の成熟や筋収縮能の増加をもた

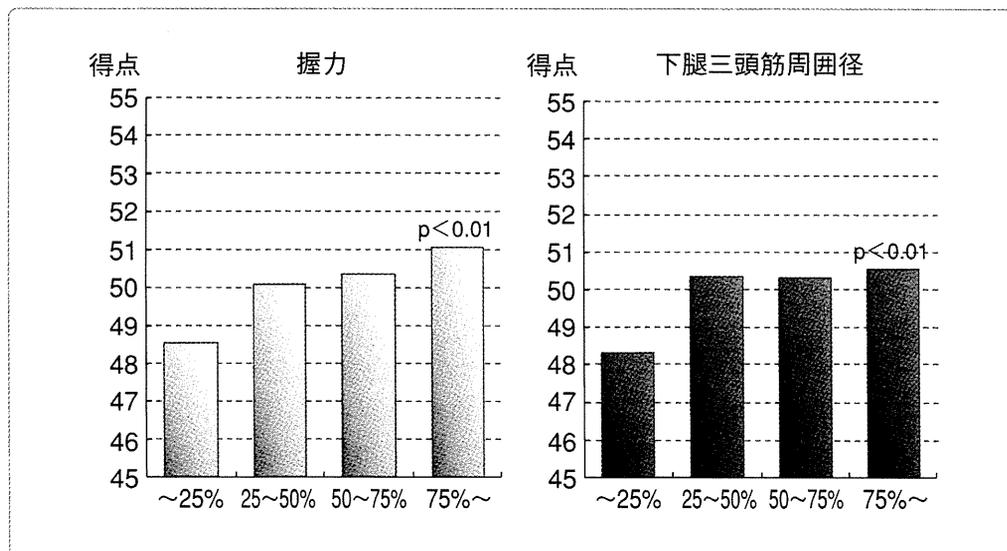


図6 SF-8 (活力; VT)

年齢, BMI, 高血圧症, 脳卒中, 心臓病, 糖尿病, 高脂血症, 骨粗鬆症, 貧血, 変形性膝関節症 (各既往) で調整済推定平均値.

表2 ビタミン D の水準と健康・身体測定

	男性			女性		
	25.0 ng/ml 以下*1	26.0 ng/ml 以上	p 値*3	21.0 ng/ml 以下*1	22.0 ng/ml 以上	p 値*3
健康度自己評価 (健康である)	206 (82.7)	604 (86.2)	0.246	435 (75.5)	1171 (81.8)	0.014
体の痛み (あり)	86 (34.5)	266 (37.9)	0.327	368 (63.9)	822 (57.4)	0.026
過去 1 年間転倒有無 (あり)	27 (10.8)	76 (10.8)	0.938	129 (22.4)	243 (17.0)	0.020
介護保険申請有無 (あり)*2	19 (8.9)	40 (6.9)	0.517	89 (16.7)	112 (10.1)	0.001

*1: 四分位の 25 パーセントイル以下.

*2: 有効数=2,436 名.

*3: P value measured using ANCOVA adjusted for age.

らし, それが筋力増強を生み出しているためと推定されるが, 今後も引き続きビタミン D と筋肉の生理作用のメカニズムなどが, より詳細に解明されることが望まれる状況となっている.

筆者らによる東京都下の地域在宅高齢者約 4,300 名を対象とした, 血清ビタミン D 濃度と身体機能に関連する分析が進んでいる²⁰⁾. 表 2 はその一例で, 血清ビタミン D の水準と転倒およびそれに関与する身体機能との関連性を示している. 表に示されるように, 男女における血清ビタミン D 値の分布を四分位にした時, その

最低位の値は, 男性 25.0 ng/ml, 女性 21.0 ng/ml となる. そこで, 最低位群とそれ以上の群で健康や虚弱化に関連する変数, すなわち ① 健康度自己評価, ② 体の痛み, ③ 過去 1 年間の転倒経験, および ④ 介護保険における要介護認定への申請, の 4 項目についての比較を行った.

その結果, 男性では有意差を示す項目はなかったが, 女性ではすべての項目で有意差を示していた. また, 男女とも転倒に関連する身体機能, すなわち握力, 開眼片足立ち時間および歩行速度のいずれも血清ビタミン D 低値 (最低

位) 群で有意に低下していたことが判明しているが、女性ではさらに健康に関連する様々な項目において血清ビタミン D 濃度と関連することが示され、今後の高齢女性の虚弱化や生活機能低下に対する対応策の一つとしてビタミン D 投与の可能性が示唆される結果となっている。

3. サルコペニア予防の重要性

これまで概説してきたように、高齢期には加齢に伴うサルコペニアが確実に出現する。サルコペニアでは、筋肉量の減少とともに筋力も著

明に減少し、それが転倒をはじめとする様々な老年症候群あるいは虚弱をもたらす、生活機能の低下および QOL の低下をもたらすことは明らかである。近年、高齢社会の進展の中でいかにサルコペニアを予防するかということに関心が高まっているとともに、科学的根拠に基づく予防対策も着実に積み重ねられている。今後、さらに高齢者、特に後期高齢者での保健・医療・福祉のすべての場合において、サルコペニア予防の方策を確立していくことが喫緊の課題となっている。

文 献

- 1) 鈴木隆雄:地域高齢者の余命の規定要因—学際的研究, TMIG-LISA から—, 日老医誌 38 : 338-340, 2001
- 2) 権 珍嬉, 鈴木隆雄, 金 憲経, 他:地域在宅高齢者における低栄養と健康状態および体力との関連, 体力科学 54 : 99-106, 2005
- 3) Schalk BW, Visser M, Deeg DJ, et al : Lower levels of serum albumin and total cholesterol and future decline in functional performance in older persons : The Longitudinal Aging Study Amsterdam. Age Ageing 33 : 266-272, 2004
- 4) Kwon J, Suzuki T, Yoshida H, et al : Concomitant lower serum albumin and vitamin D levels are associated with decreased objective physical performance among Japanese community-dwelling elderly. Gerontology 53 : 322-328, 2007
- 5) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al : Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. Am J Epidemiol 147 : 755-763, 1998
- 6) Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny AM : Prevalence of sarcopenia and a predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 57 : M772-M777, 2002
- 7) Visser M, Deeg DJ, Lips P : Low vitamin D and high parathyroid hormone level as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia). J Clin Endocrinol Metab 88 : 5766-5772, 2003
- 8) Moreland JD, Richardson JA, Goldsmith CH, et al : Muscle weakness and falls in older adults : A systematic review and meta-analysis. J Am Geriatr Soc 52 : 1121-1129, 2004
- 9) Thelen DG, Muriuki M, James J, et al : Muscle activities used by young and old adults when stepping to regain balance during a forward fall. J Electromyogr Kinesiol 10 : 93-101, 2000
- 10) Wojcik LA, Thelen DG, Schultz AB, et al : Age and gender differences in peak lower extremity joint torques and ranges of motion used during singlestep balance recovery from a forward fall. J Biomech 34 : 67-73, 2001
- 11) Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al : Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci

60 : 324-333, 2005

- 12) Lang TF, Cauley J, Tylavsky F, et al : Computed tomography measurements of thigh muscle cross-sectional area and attenuation coefficient predict hip fracture : The Health, Aging and Body Composition Study. *J Bone Miner Res* doi : 10.1359/jbmr. 090807, 2009
- 13) 鈴木隆雄 : 虚弱高齢者と介護予防. *体育の科学* 58 : 265-269, 2008
- 14) Dawson-Hughes B, Heaney RP, Holick MF, et al : Estimates of optimal vitamin D status. *Osteoporosis International* 16 : 713-716, 2005
- 15) Dhesi J, Jackson SH, Bearne LM, et al : Vitamin D supplementation improves neuromuscular function in older people who fall. *Age Ageing* 33 : 589-595, 2004
- 16) Pfeifer M, Begerow B, Minne HW : Vitamin D and muscle function. *Osteoporosis International* 13 : 187-194, 2002
- 17) Sato Y, Inoue M, Higuchi I, et al : Changes in the supporting muscles of the fractured hip in elderly women. *Bone* 30 : 325-330, 2002
- 18) Gerdhem P, Ringsberg KAM, Obrant KJ, et al : Association between 25-hydroxy vitamin D levels, physical activity, muscle strength and fractures in the prospective population-based OPRA study of elderly women. *Osteoporosis International* 16 : 1425-1431, 2005
- 19) Verhaar HJ, Samson MM, Jansen PA, et al : Muscle strength, functional mobility and vitamin D in older women. *Aging* 12 : 455-460, 2000
- 20) Suzuki T, Kwon J, Kim H, et al : Low serum 25-hydroxyvitamin D levels associated with falls among Japanese community-dwelling elderly. *J Bone Miner Res* 23 : 1309-1317, 2008

[鈴木隆雄]

1. 運動器とは

運動器という用語は一般に広く知れわたっているわけではありませんが、文字通り「動く」ための器官で、動物たる所以がそこに凝縮されています。動物として自立するための「動く」機能の重要度は、新生児の発達の順番にほぼ一致します。すなわち、第一に「首が据わる」「寝返りが打てる」「座位がとれる」という最も重要な運動機能が基本としてあり、これは頸部と体幹が主体となって、四肢は補助的機能を果たします。この頸部と体幹の安定性が確保されないと、それより高度な運動を行うことはできません。次に、「起き上がって立位になれる」という基本的運動機能があり、これは体幹と下肢が等分の連携をして初めて可能になる動作です。これらの体幹安定性に加えて、下肢が主要な役割を果たす「歩行などの移動動作」ができるようになります。さらに、食事や着替え、書字などの多彩なニーズに合わせた上肢の機能が加わって、高度な文明社会での生活に適応するための各種動作が可能になるのです。

このような運動器を構成する組織は、骨、軟骨、筋肉、腱、靭帯、神経などで、その役割は骨と関節に大別されます。特殊な構造をもつものとして、脊椎は脊髄神経を安全かつ効率的に収納する機能も有します。これらの運動器の疾患は、最も根本的な「動く」能力を低下させるため、年齢にかかわらず種々の程度の運動機能障害をもたらします。特に高齢者では、もともとの加齢に伴う運動機能低下に、特に下肢と体幹の運動器疾患が加わることで、容易に要介護の状態に陥る危険性があり、それに応じたレベルの介護を受けないと生存できない状況をもたらされます。この「運動器の障害による要介護の状態や要介護リスクの高い状態」に対してロコモティブシンドローム（運動器症候群）という呼称が与えられています。要介護化する前にセルフチェックでスクリーニングし、セルフトレーニングで進行予防を図り、進んだ場合は医療機関で原因疾患の診断と治療により改善を行って、運動器からの要介護化を減らすことが大切です。

さて、このような運動器疾患で特に重要なものは、骨が主な病変の場である骨粗鬆症、軟骨が主な病変の場である変形性関節症、脊椎に起こる腰部脊柱管狭窄症です。これらの疾患について、以下に概説します。

2. 骨粗鬆症

定義

骨粗鬆症は、骨強度の低下を特徴とし、骨折のリスクが増大しやすくなる骨格疾患と定

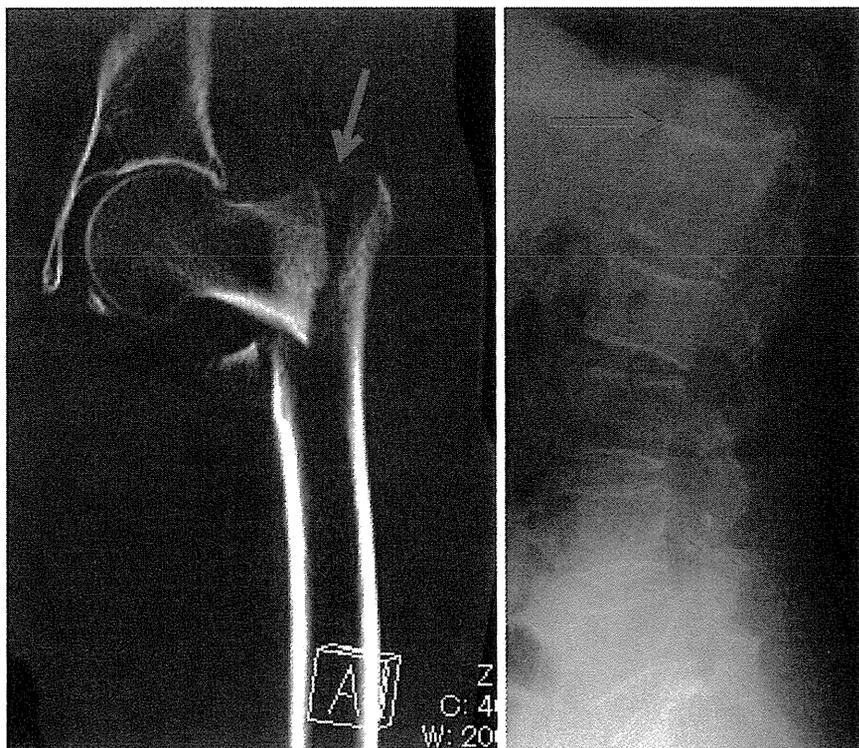
義され、骨折危険性が高くなった状態です。「骨強度」とは力学的に厳密に規定されているわけではなく、その約70%を骨密度が決めており、残りの30%は骨質という概念で説明されています。骨質は、太さや断裂などの構造、コラーゲン基質の劣化、微小骨折、石灰化などが当てはまる例です。

このような変化は、閉経後に生じるエストロゲン不足が引き金となって10年ほど続く急速な骨量低下が典型的で、さらに前期高齢期以降も骨強度は低下し続けるため、骨粗鬆症は、女性において閉経とともに男性より早く始まり、その後の進行の程度も強くなっています。ただし、男性も女性よりは遅れますが、骨強度は高齢期を通じて低下していきます。

症状

自覚が乏しいことが多いですが、若いときに比較して身長が短縮することが代表的な症状です。骨粗鬆症自体は、それ以外は無症状であるといえます。合併症である骨折が起こると、そこで初めて痛みという強い症状を出現させます。すなわち、骨粗鬆症だけなら要介護リスクは大きな悪化をきたすことはないのですが、骨折が生じると急性に要介護化します。特に体幹、下肢の骨折ではその程度が強く、大腿骨近位部骨折や脊椎骨折はその典型です（図表3-10）。

図表3-10 大腿骨近位部骨折と脊椎骨折



大腿骨近位部骨折のCT像

→は骨折部

脊椎骨折の単純X線像