

にヒアルロン酸ナトリウムの関節腔内への注射が有効である。症状が強い場合は、ステロイドの注射が行われることもあるが、合併症もあり頻度をかぎって慎重に使用する。

- **装具療法** 関節動揺性を抑えるための膝サポーターや、内側荷重を減ずるための足底板が処方される。

手術療法：50～60歳代前半の比較的若年の患者には、膝内反変形を矯正し、内側への荷重を減じ、外側へ荷重を移すための高位脛骨骨切り術や、股関節で臼蓋形成不全を矯正するための臼蓋回転骨切り術が適応されることもあるが、高齢者に対しては人工関節置換術が適応される場合がほとんどである。歩行時痛の著しい改善効果があり、QOLが大きく改善される一方、頻度は低いが手術後の合併症として、深部静脈血栓症に続発する肺塞栓、人工関節の感染や、股関節では脱臼を起こすこともある。また膝関節では、関節可動域の改善が困難なこともあり、インフォームドコンセントのうえで施行する。人工関節の耐用年数は一般的には15年程度とされ、若年者の手術においては活動性も高いため、将来の再置換術を避けるために人工関節の適応はかぎられる。それに対し高齢者では、日常の活動性も低く、人工関節の経年的劣化が手術適応において問題となることは少ない。

ロコモティブシンドローム

ロコモティブシンドローム(ロコモ)は、日本整形外科学会が2007年に提唱した新しい概念で、運動器の障害により、要介護となっている、または要介護になるリスクの高い状態をさす⁵⁾。

社会の高齢化に伴い、要介護者が増加する現状を鑑み、運動器の障害を予防ないし早期発見・早期治療を国民に呼びかけることを目的としている。生活習慣病予防のために国民に広く知られた「メタボ」と同様に、要介護予防のために広く認知されることを目指し、覚えやすい呼称として「ロコモ」と略して用いることが多い。概念提唱の背景には、前述したように、要支援、要介護などの原因に占める運動器疾患の頻度が高いことがある

(図1)。

原因

運動器の障害の原因には、大きく分けて、運動器の疾患と、加齢による運動器機能不全がある。**運動器の疾患(筋骨格運動器系)**：加齢に伴うさまざまな運動器疾患のなかでも、特に変形性関節症、骨粗鬆症(に伴う脊椎の円背や易骨折性、あるいは転倒に伴う脆弱性骨折)、変形性脊椎症(なかでも神経の圧迫を伴う脊柱管狭窄症)が代表的なものである。これらの疾患により、痛み、関節可動域制限、筋力低下、麻痺、骨折、瘻性などをきたし、バランス能力、体力、移動能力の低下をきたす。患者数は、変形性関節症と骨粗鬆症にかぎっても4,700万人(男性2,100万人、女性2,600万人)と推計されている。骨粗鬆症性骨折の好発部位は、脊椎(主に胸腰椎移行部)、大腿骨近位部、橈骨遠位端、上腕骨近位部の4カ所である。脊椎以外はほとんどが転倒に続発して生ずる。大腿骨近位部の骨折は、「寝たきり」の主な原因の一つで、歩行能力を維持するためには、ほとんどの症例で手術療法が必要となる。手術は、骨折型の違いで骨接合術か人工骨頭置換術が選択されるが、全身状態などが許せば可及的早期の手術が望ましい。脊柱管狭窄症は、腰殿部から下肢にかけての痛みが主症状で間欠性跛行を伴うことが多い。NSAIDsやPGE₁(プロスタグランジン E₁)製剤投与で保存治療されるが、効果が十分得られない例では、手術療法(除圧術や除圧固定術)を選択する。**加齢による運動器機能不全**：加齢による身体機能の衰えであり、筋力低下、持久力低下、反応時間延長、運動速度の低下、巧緻性低下、深部感覚低下、バランス能力低下などをきたす。「閉じこもり」などで運動不足になると、さらに筋力やバランス能力などの運動機能の低下が起こり、容易に転倒しやすくなる

7つのロコモチェック(2009年改訂)

運動器の疾患、あるいは運動機能不全を自身で気づくためのツールとして以下の7つが提唱され

ている。

- ① 片足立ちで靴下がはけない。
- ② 家のなかでつまずいたり滑ったりする。
- ③ 階段をのぼるのに手すりが必要である。
- ④ 横断歩道を青信号で渡りきれない。
- ⑤ 15分くらい続けて歩けない。
- ⑥ 2 kg 程度の買い物をして持ち帰るのが困難である。
- ⑦ 家のなかのやや重い仕事(掃除機の使用、布団の上げ下ろしなど)が困難である。

上記7項目のうち一つでもあてはまればロコモが疑われる。広報用として先行し、実際の運動機能やバランス機能との関連などの有用性の検証が行われつつある。

ロコトレ

ロコモティブシンドロームは、提唱された時点から、運動機能不全状態に早期から気づいて予防、あるいは改善し、また転倒や骨折を予防することを目的とした概念であるため、自宅で、安全に、継続して行うことができる運動療法(ロコトレ<ロコモーショントレーニング>)をあわせて紹介している。

- ロコトレその1：開眼片足立ち訓練。
- ロコトレその2：ハーフスクワット。

さらに、その他のロコトレとして、ストレッチ、関節の曲げ伸ばし、ラジオ体操、ウォーキングなど、いろいろな運動を積極的に行うことが奨励さ

れている。

これらトレーニングを行う際は、転倒などに十分注意をし、痛みなどの症状が悪化した場合は、専門医への受診や紹介を適宜行う必要がある。

ロコモの普及に向けて

ロコモが、メタボや認知症と並び、健康寿命の短縮、寝たきりや要介護状態の3大要因の一つであることを国民に注意喚起し、健康寿命の延伸、生活機能低下の防止のため、運動器の障害に対する予防、早期発見・早期治療の重要性を説く必要がある。老年医学を学ぶ方々がその重要性を認識し、率先して国民への普及に努めていただきたい。

【松井 康素・原田 敦】

参考文献

- 1) 厚生労働省大臣官房統計情報部：平成24年グラフでみる世帯の状況—国民生活基礎調査(平成22年)の結果から—、厚生労働省大臣官房統計情報部、2010
- 2) Yoshimura N et al : Prevalence of knee osteoarthritis, lumbar spondylosis, and osteoporosis in Japanese men and women: the research on osteoarthritis/osteoporosis against disability study. J Bone Miner Metab 27:620-628, 2009
- 3) 古賀良生ほか：変形性膝関節症の悪化因子の疫学的検討。関節外科—基礎と臨床 24:51-55, 2005
- 4) Muraki S et al : Association of occupational activity with radiographic knee osteoarthritis and lumbar spondylosis in elderly patients of population-based cohorts: a large-scale population-based study. Arthritis Rheum 61:779-786, 2009
- 5) 日本整形外科学会編：ロコモティブシンドローム診療ガイド。文光堂、2010

Clinical Topics

片足立ち訓練やスクワット訓練による筋力強化が有効 サルコペニアの実態

後期高齢者において、進行性かつ全身性の筋力低下による歩行能力の低下といった生活機能の減弱に代表される老年症候群として注目されるサルコペニア(SP)。国立長寿医療研究センター病院(愛知県)の原田敦副院長、東京大学病院22世紀医療センター臨床運動器医学講座の村木重之氏に、日本の研究成果から得られたSPの有病率や骨粗鬆症との合併率、日常生活動作(ADL)低下リスクや要介護との関連、治療薬や予防介入プログラムに関する知見について聞いた。

発症機序解明の鍵は骨格筋幹細胞

原田副院長によると、79歳の変形性膝関節症かつ人工関節装着患者で膝伸展屈曲筋力が低下した大腿四頭筋(内側広筋)細胞の病理学的検討では筋減少としての脂肪変性が認められ、後期高齢者由来不死化ヒト筋細胞株の検討では若年者由来に比べて増殖分化能低下が確認されたことから、骨格筋に特異的な筋幹細胞がSPに関与することが示唆された。

老化マウスモデルを用い、加齢に伴う神経筋シナプス退縮の状態での老化、腕用性筋萎縮、神経を切断した各過程の検討では、筋から運動神経終末に分泌する機能性蛋白質の発現増強が認められたバイオマーカー-22候補を同定、モノクローナル抗体をヒト血中で検出できたという。

現在、リハビリテーション中の高齢者を対象とした筋量や筋力、栄養指標、大腿骨頸部骨密度や骨格筋指数との関連、また健康若年者から高齢者を対象とした運動負荷前後の運動機能とバイオマーカーとの関連などに関する臨床研究を行っており、大腿筋量や歩行距離などの相関性が認められている。

疫学研究では、簡易基準として①普通歩行速度1m/秒未満または握力が男性25kg未満、女性20kg未満②腕弱高齢者③二重エネルギーX線吸収測定(DXA)法で骨格筋低下の指標となる若年成人平均値(YAM)-2SD未満-を設け、65歳以上の1,413例(男性694例、女性719例)を対象に検討した結果、SP有病率は男

性4.6%、女性11.8%で、6年後までの追跡調査ではADLの低下リスクは非SPに比べてオッズ比1.54(年齢調整済み)であった。

また、高齢者にも実施可能な近赤外分光法(NIRS)を用いた筋量推算式を考案(図)。NIRS測定値に身長、体重、性を加えた重回帰分析で、DXA測定による筋量の92%を説明でき、高齢者4,806人を対象に推定式から算出されたSP有病率は7.2%であった。

骨粗鬆症性骨折との関連やBP製剤による有効性を指摘

国内の研究からは、メタボリックシンドロームの危険因子数との正の相関、レプチンと四肢骨格筋量との有意な負の相関、アンドロゲンや骨格筋由来血管内皮細胞増殖因子との関連などが指摘されている。

原田副院長らは骨粗鬆症に注目し、同副院長らの運動器疾患データベースから2,773例を対象にDXA法で大腿骨骨量と補正四肢筋量を測定してSPと骨粗鬆症(YAMの70%未満)の有病率を算出した結果、SPは骨粗鬆症の45%に合併しており、同センターの大腿骨近位部骨折357例、椎体骨折265例、対照群2,246例の検討では大腿骨近位部骨折はSPの割合が47%で骨折リスク1.48倍、椎体骨折では同49%、1.85倍と、独立し

た危険因子であることが分かった。

データベースからビスホスホネート(BP)製剤アレンドロネート1年単独投与かつDXA評価が行われた199例、活性型ビタミンD₃製剤アルファカルシドール投与かつDXA評価が行われた156例、無治療233例と比較した結果、四肢と下肢の骨格筋量指標は無治療群で減少、活性型ビタミンD₃群では変化なし。それに対し、BP製剤群では無治療群に比べて四肢2.31%、下肢2.64%と有意な増加が認められた。

早期予防のための包括的介入に関しては、75歳以上のSP女性に運動、アミノ酸補充、健康教育をそれぞれ

3カ月実施したところ、運動とアミノ酸補充のいずれも実施した群では筋量および筋力が最も増加していた。また、運動とカテキニン補充(メチル化カテキニン540mg含有の緑茶ボトル(水)による3カ月介入が筋量増加と歩行機能改善に最も効果的で、健康教育に比べてオッズ比は3.61であったとの報告や、太極拳「気らく運動」介入が有効との報告がある。

同副院長は「さまざまな研究を通じて、日本のSPの現状と病態機序を明らかにし、予防・診断・治療マニュアルを作成していく予定である」としている。

筋力低下が高リスク因子

村木氏らは、運動器疾患・症状や運動機能、ADLやQOLとSPとの関連を明らかにするとともに、その予防のための介入プログラムの開発を目的に、地域代表性を有するコホート研究を行った。研究結果から、高齢者における筋量および筋力の年齢別の違い、筋力低下と筋量減少が必ずしも相関するわけではなく筋力増強がSP予防に重要なこと、安全かつ有効な予防介入として片足立ち訓練やスクワット訓練の重要性を明らかにした。

要介護・要支援者自体を減少させられるかが課題

地域代表性を有するコホート研究として東京都と和歌山県の高齢者1,774人(東京都は1,956人(平均年齢79.9歳)、和歌山県は818人(同63.1歳))を抽出して握力、下肢筋力、上下肢の筋量を測定したところ、上下肢の筋力低下は50歳頃から始まり、60歳から急激な落ち込みが見られたが、筋量減少は筋力低下ほど急激ではなく、緩やかであった。同氏は「筋量減少は年齢との相関性が小さく、また

筋量は相関性がなかったものの、筋力と痛みや身体機能の項目との負の相関、すなわち筋力低下がQOLに関与することが分かった。

下肢の伸屈筋力や筋量と運動器疾患・症状との関連を見ると、筋量減少と変形性膝関節症や膝痛の有無では差はなかったが、筋力に関しては男女とも変形性膝関節症を有する者では有意に低く、膝痛においても女性で有意に低かった。要介護ありでは、筋力低下と筋量減少のいずれも男女ともなしに比べて有意差が認められ、筋力低下と筋量減少は著しかった。さらに、筋力と運動機能との間で重回帰分析を行った結果、片足立ち時間や椅子立ち上がり時間との有意な関連が認められた。

SPでは筋力低下が運動機能、QOLや要介護度に大きく関与していることが認められ、筋力増強訓練で改善および予防が期待できることが考えられた。

そこで、村木氏らは片足立ち訓練やスクワット訓練を取り入れた介入プログラムを開発。これは、片足立ち左右1分間ずつ1日3回、スクワット1セット5~10回を1日3セット行う。高齢者151例(平均年齢76.6歳)を対象に介入研究を行い、介入前と2カ月後に片足立ち時間、10m歩行時間、膝伸展筋力について比較した結果、いずれの項目も2カ月後に有意な改善が認められた。

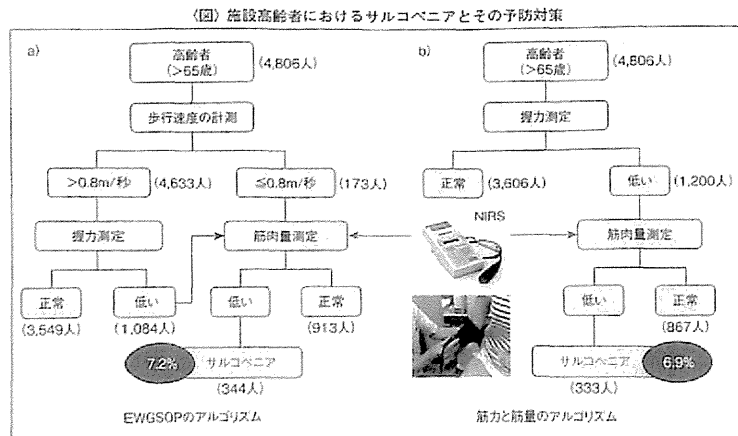
同氏は「要介護・支援の要因として衰弱が挙げられる。今回の研究でSPと衰弱との関わりが大きいことが分かった。SPの予防介入プログラムによって、要介護・要支援者自体を減少させられるかどうかを今後の課題にしたい」としている。



原田 敦氏



村木 重之氏



(国立長寿医療研究センター・島田裕之氏提供)

大腿骨近位部の骨構造と骨強度 — 加齢変化と治療による変化 —

原田 敦* 若尾 典充** 根本 哲也#

骨強度を科学的に知るには骨片で材料強度を知る必要があり、骨の特定部位の骨強度を知るには、屍体骨を用いた破壊試験が必要である。これらは臨床では使えないため、大腿骨近位部の解剖学的骨構造を考慮した骨強度推定のための工学モデルをCTなどのデータが構築して、骨強度を推定する方法が開発され、先進医療の「定量的CTを用いた有限要素法による骨強度予測評価」技術による骨強度評価にまで発展して、現在、先進医療の制限はあるが実際の患者に臨床応用することが可能になっている。我々の施設での結果からも、大腿骨近位部は日常生活の立位荷重には強いが、非常時の転倒荷重に対しては弱く、その1/3ほどの大きさでも骨折すると予測されるような構造を持っている。

Bone Structural Properties and Bone Strength.

Bone structure and strength in the proximal femur — Changes due to age and medical treatment.

Department of Advanced Medicine, National Center for Geriatrics and Gerontology, Japan.

Atsushi Harada

Spine Center, Aichi Medical University, Japan.

Norimitsu Wakao

Department of Gerontechnology, Research Institute, National Center for Geriatrics and Gerontology, Japan.

Tetsuya Nemoto

Understanding bone strength scientifically requires knowledge of the material strength of a bone fragment, and understanding the bone strength of a specific part of a bone requires a destruction test using a cadaver bone. Since these tests cannot be used clinically, bone strength evaluation with the advanced medical technology of “predictive estimation of bone strength based on a finite element method using quantitative CT” has

*国立長寿医療研究センター・先端診療部長/副院長(はらた・あつし)

**愛知医科大学病院脊椎脊髓センター・講師(わかお・のりみつ)

#国立長寿医療研究センター研究所長寿医療工学研究部診療関連機器開発研究室・室長(ねもと・てつや)

been developed to estimate bone strength with consideration of anatomical bone structure of the proximal femur. Today this method has come to be clinically applicable with actual patients. Investigations in our hospital have also led to the finding that while the proximal femur is strong enough for a standing load in daily life, it does not readily withstand the load from falls in accidents, and has a structure such that fractures may be predicted to occur at about one-third that size.

はじめに

わが国では、高齢者の骨折の増加傾向はいまだに続き、要介護化の主要な原因の一つであり続けており、超高齢社会に与える負のインパクトが今後も増大することが懸念されている。とりわけ、大腿骨近位部骨折は、歩行移動能力の大きな低下をもたらし、手術やリハビリテーションなどの標準的治療を行っても、その回復が不十分な場合が少なくないなど、その頻度と重篤度から最も重大視される骨折である。本骨折は、治療終了後も要介護期間が長く、医療費と介護費の総計は脊椎骨折の4.5～5.7倍も多く費用がかかるとされており、経済的な負担も大きく¹⁾、医学的にも社会的にも、予防の必要性が最も高い骨折と考えられる。

しかしながら、その骨折リスクを減少させるために、まず最初に求められるのは、骨強度のできるだけ正確な科学的推定である。そのためには、実際の骨に対する実証破壊試験での実測データから工学モデル化による個別別予測、そして実証試験によるモデルの精度確認を必須工程として経て、精度が良ければ、信頼性の高い骨強度のシミュレーションが可能になる。

本稿では、大腿骨近位部の主にマクロ骨構造と骨強度について記述する。

骨折の生体力学的発生メカニズム

骨のある部分に転倒などの荷重が加わった場合に、骨折が発生するか否かは、力学的には次の式

で決定されている²⁾。

$$Fr = \text{Max} [Fr_c, Fr_t, Fr_s]$$

Sc : 圧縮強度, S_t : 引張り強度, S_s : 剪断強度

σ_c : 圧縮主応力, σ_t : 引張り主応力, σ_s : 最大剪断応力

$$Fr_c = \sigma_c / Sc, Fr_t = \sigma_t / S_t, Fr_s = \sigma_s / S_s$$

つまり、その部分の骨の材料強度は、ヤング率 ($e = \text{応力} / \text{ひずみ}$) などの物性値等から圧縮強度、引張り強度、剪断強度が決まっている。

圧縮、引張り、剪断の各骨強度、すなわち、骨の材料としての強さを科学的に知るには、知りたい部位の骨小片で力学試験を行って、応力-ひずみ曲線を求め、降伏点、破断点などを決めることが必要である。そのような試験を実際に行った結果をみると、海綿骨と皮質骨では弾性係数が大きく異なり、同じ海綿骨でも、骨量に差があると弾性係数、降伏点も明らかに変化し、骨量が3分の1になると骨強度は5分の1に低下することが示されている³⁾。

これらのうち、圧縮強度は、物性値と骨密度 (bone mineral density: BMD) から、次のように規定できる: $Sc = 5.36 e^{2.017p}$ (p : 見掛の三次元BMD)。そして、その部分に加わる荷重が、圧縮主応力、引張り主応力、剪断主応力として働き、各種の骨強度をそれぞれの主応力で除したもののうちの最大値が1を超えれば、骨の破壊、すなわち、骨折が起こると予測できる⁴⁾。骨強

BMD: bone mineral density (骨密度)

度がBMDから高い精度で予測されることはよく知られているが、このような理由による。すなわち、骨量は骨強度を強力に規定する因子であるといえる。その他に骨微細構造、ジオメトリーなどが骨強度に影響する。

ジオメトリーに関しては、CTを使用したケースコントロール研究で、大腿骨近位部骨折の二つの骨折型のうち、内側骨折リスクに、hip axis length (HAL)、cross-sectional moment of inertia (CSMI)、buckling ratio (BR) が有意に関連し、転子部骨折リスクには、頸部と骨幹部の角度、皮質骨のcross-sectional area (CSA) が有意に関連すると報告されている⁵⁾。

破壊実証試験による大腿骨近位部の骨強度の加齢変化

上記のような骨小片ではなく、骨折を起こす部位の骨全体の解剖学的構造を踏まえた力学強度を知るためには、実際の人の骨を使用して静的あるいは衝撃力学試験にて骨折破壊実証試験が必要である。いくつかの大腿骨近位部破壊試験が、骨強度を知るために行われている。いずれも転倒を模擬するために荷重を大転子外側に加え、大腿骨にはひずみゲージを貼って、圧縮ひずみや引張りひずみを測定している。

高齢者の骨強度に関して、新鮮屍体骨を使用した試験では、大腿骨近位部が骨折する荷重は平均2,100N (平均69歳)、平均3,400N (平均74歳)、平均4,000N (平均69歳)と見積もられてい

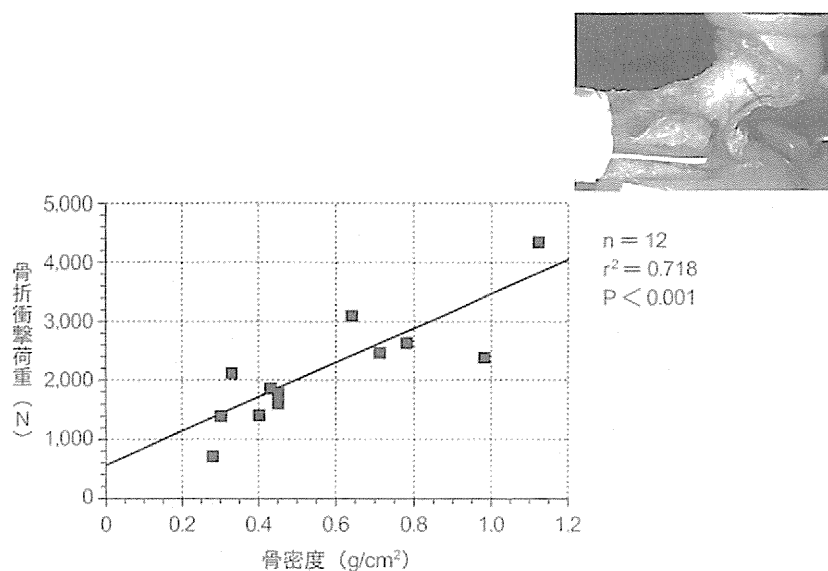


図1 転倒を模擬した高齢者大腿骨近位部の骨強度測定試験

保存大腿骨を用いた衝撃試験では、2,200N (平均73歳)で骨折した。また、大腿骨頸部の骨密度と大腿骨近位部骨折荷重との間に、非常に高い正の相関が確認できる。

(文献6より)

HAL: hip axis length, CSMI: cross-sectional moment of inertia, BR: buckling ratio, CSA: cross-sectional area

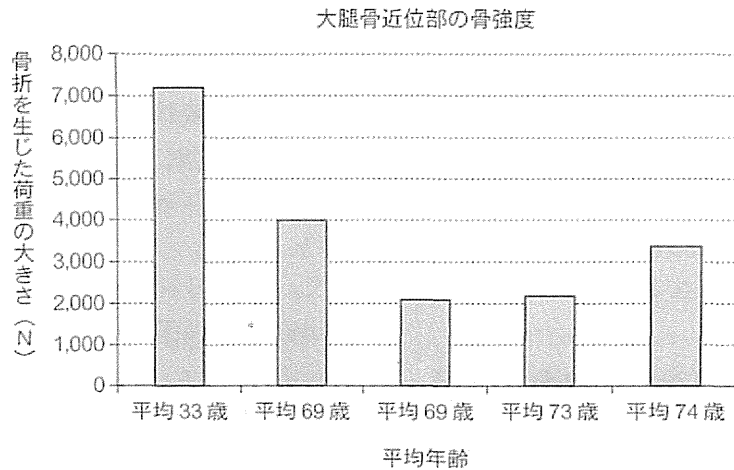


図2 大腿骨近位部骨折の骨強度の加齢変化

大腿骨近位部の骨強度は、高齢になると若年成人期と比較しておよそ半減する。

(文献3, 6~8より筆者作成)

る⁶⁾。我々が以前に行った衝撃試験では保存大腿骨を用いたが、やはり2,200N(平均73歳)で骨折した(図1)⁶⁾。これらは前期高齢期の骨による結果であり、本骨折頻度が急上昇する後期高齢期女性ではいっそう骨強度は低下すると予想される。

一方、若年者の骨強度に関しては、上述の研究の一つが同様な骨折荷重試験を行っており、平均7,200N(平均33歳)と報告されている⁷⁾。これらの若年者の骨強度から高齢者の骨強度をグラフにすると図2のようになり、高齢群と若年群の2つに分けてみると、高齢群の骨の脆弱化は明らかで、大腿骨近位部の骨強度は加齢に伴って減少する。

破壊実証試験による大腿骨近位部の骨強度と骨密度との関連性

臨床で骨強度指標として使われるのはBMDで

ある。定量的CT(QCT, p-QCT)などで得られる3次元BMDが最も正確な指標となる。わが国に広く普及した二重エネルギーX線吸収法(dual-energy X-ray absorptiometry: DXA)による2次元BMDも骨強度と密接な関係を有しており、我々の検討でも、大腿骨頸部Ward三角のBMDと大腿骨近位部骨折荷重との間に非常に高い正の相関を確認できている(図1)⁶⁾。

転倒による荷重の大きさ

転倒運動が体に与える効果は、外力・撃力を記述する物理的側面と、年齢、性等個人差を規定する医学的側面とに大別される。物理的要因による損傷程度は、衝突時間、衝突面積、高さ、受傷部分の質量という4因子で規定される。軽微な外力とされる場合でも、この4因子がいずれも不利な条件で重なれば、体の受ける損傷は重くなることには注意を払うべきである。

DXA: dual-energy X-ray absorptiometry (二重エネルギーX線吸収法)

立位からの転倒によって大腿骨近位部が受ける衝撃荷重は、筋肉を弛緩された状態で5,600N、緊張させた状態で8,600Nと転倒シミュレーション試験で計測されており⁸⁾、この値は決して小さいものではなく、実際にダミーでの転倒実験での測定では頭部損傷すれば、高率に死亡すると予測される大きさで、上述した高齢者の大腿骨近位部の骨強度を超えるものである。

大腿骨近位部の骨構造を考慮した骨強度推定のための工学モデル

上述したように材料力学の破壊実証試験の手法は、もちろん臨床では利用できないので、我々は、名古屋大学工学研究科機械情報システム工学分野と共同研究で、CTなどのような臨床で得ることができるデータから、大腿骨近位部の3次元有限要素モデルを構築して、そのシミュレーションによる骨強度推定を行うことにした(図3)。そのた

め、個体差のある大腿骨を人工的に作り出す手法として、BMDの算定基準となる骨塩定量ファントムを入れて撮影したCT画像から代表的な断面の形状寸法を抽出し、それを単純な形状で近似して数式で表現し、再現する方法がある。骨形状の個体差として選んだパラメータは、頸部角、前捻角、頸部長、骨頭基部断面積、頸部基部断面形状で、BMDの個体差として選んだパラメータは、皮質骨および海綿骨であった⁹⁾。解析結果の精度確認には、モデルによって予測された主応力と実際の大腿骨の実証試験で測定した主応力を統計的に検定して、両者はよく相関していることが確かめられ、その精度に関する信頼性が高いことが分かった。

先進医療の「定量的CTを用いた有限要素法による骨強度予測評価」技術による骨強度評価

これまでに述べてきた工学モデルが、臨床使用

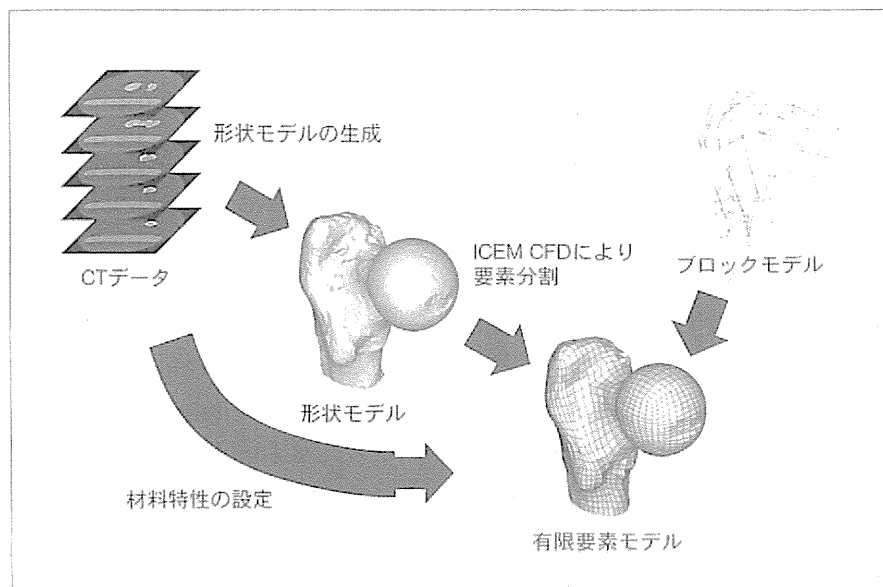


図3 CTデータに基づく有限要素モデリング

個体差のある大腿骨を人工的に作り出す手法として、骨密度の算定基準となる骨塩定量ファントムを入れて撮影したCT画像から代表的な断面の形状寸法を抽出し、それを単純な形状で近似して数式で表現し、再現する。

(田中英一先生(名古屋大学教授)により作成)

に適するためにいっそう特化されて、かつ、精度確認がなされたシステムを^{9) 10)}、わが国では東京大学が開発して、先進医療に承認されている。その技術の概要は、骨塩定量ファントムとともに対象骨のCTを撮影し、データをワークステーションに入力、有限要素解析のプログラムによって処理する。これにより、患者固有の三次元骨モデルが作成され、これをもとに3次元有限要素解析モデルを作成する。この解析モデルに対して、現実の荷重条件を模擬した荷重・拘束条件を与えて応

力・歪みを解析し、破壊強度を計算・算出するというものである。

筆者の施設(国立長寿医療研究センター)では、長寿医療工学研究部との濃密な連携のもとに、この技術を使用している。例として、骨粗鬆症の77歳女性を示す。身長144.8 cm、体重49.3 kgで、DXAで測定した大腿骨頸部のBMDは、0.548 g/cm²(T Score - 2.9)であった。大腿骨近位部の骨強度が立位で骨折する衝撃荷重の大きさは4,250Nと予測され、立位、歩行、階段など

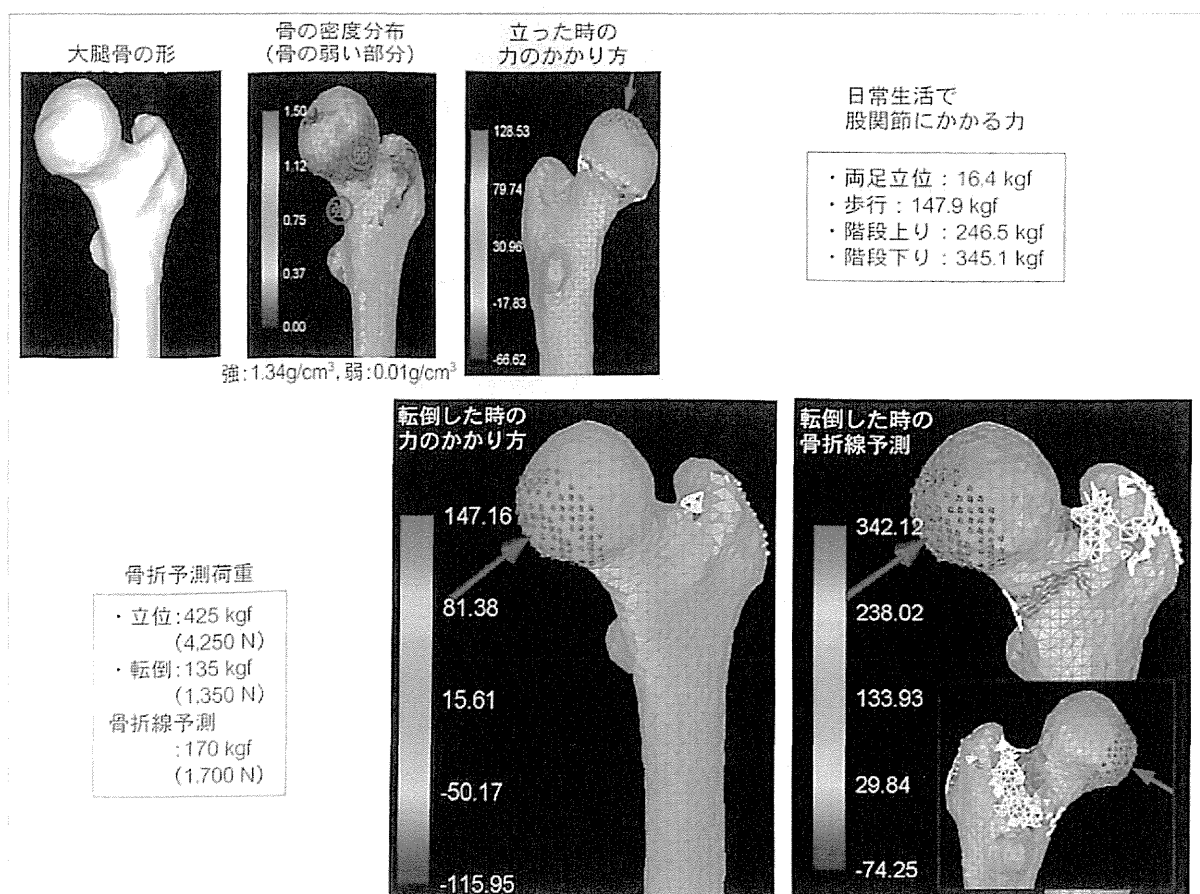


図4 先進医療の「定量的CTを用いた有限要素法による骨強度予測評価」技術による骨強度評価(骨粗鬆症の77歳女性)

大腿骨近位部の骨強度が立位で骨折する衝撃荷重の大きさは4,250Nと予測され、立位、歩行、階段などの日常生活の動作で加わると予想される荷重には十分耐え、それで骨折するという可能性はかなり低いことが分かる。一方、側方転倒で大転子に衝撃が加わって骨折する場合の衝撃荷重は1,350Nとかなり低い値であり、転倒で加わると予想される荷重をかなり下回るため、転倒で骨折する可能性は高いと判定される。

(筆者提供)

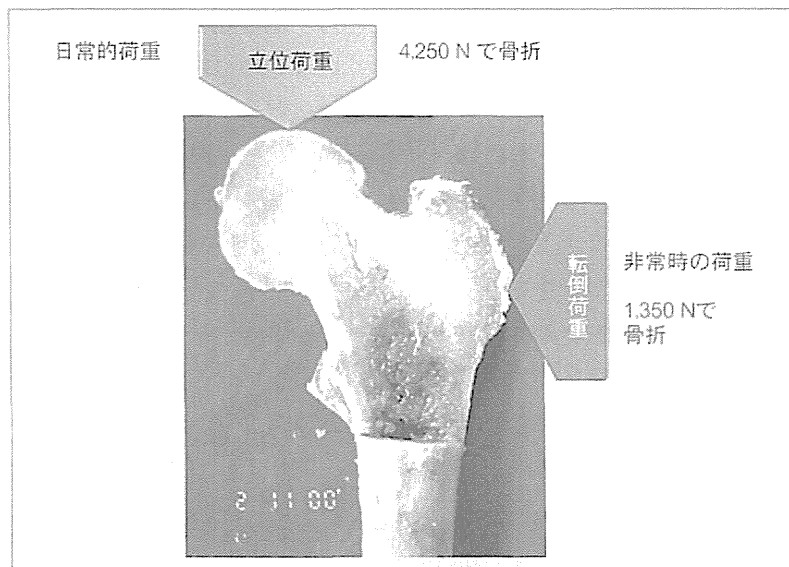


図5 大腿骨近位部の構造の特徴

大腿骨近位部は日常動作の荷重である立位には強いが、非常時の荷重である転倒には弱い構造である。

(筆者作成)

の日常生活の動作で加わると予想される荷重には十分耐え、それで骨折するという可能性はかなり低いことが分かる。一方、側方転倒で大転子に衝撃が加わって骨折する場合の衝撃荷重は 1,350N とかなり低い値であり、転倒で加わると予想される荷重をかなり下回るため、転倒で骨折する可能性は高いと判定される (図4)。

この例が示唆するように、二足歩行で生活する人間にとって、日常的な荷重はあくまでも立位荷重であり、大腿骨近位部はそれに十分耐えることができるような構造になっているが、転倒という非常時の荷重には弱い構造を有することが示されている (図5)。

この方法を活用すれば、大腿骨近位部骨折の骨折型についても、CTを使用したケースコントロール研究で、転子部骨折患者のモデルは、頸部内側骨折からのモデルよりも荷重方向に対してより敏感であることが示されている¹¹⁾。

治療による変化

我々の施設 (国立長寿医療研究センター、愛知医科大学病院脊椎脊髄センター) では、大腿骨近位部の薬剤治療による構造と骨強度変化を「定量的 CT を用いた有限要素法による骨強度予測評価」にて追跡した症例数は限られており、治療について言及できる解析の経験はないが、米国からの報告をみると、テリパラチドとアレンドロネートの 48 例によるランダム化比較試験 (RCT) で、18 カ月後の薬剤効果をこの方法で比較したところ、テリパラチドは、ベースラインから 18 カ月後には、海綿骨 3 次元 BMD が 4.6% 増加、皮質骨 3 次元 BMD が 1.1% 減少し、大腿骨 BMD は有意に変化しなかったが、海綿骨と皮質骨を合わせた 3 次元 BMD と骨強度の比は +4.0% 増加した。それに対して、アレンドロネートは、ベースラインから 18 カ月後には、いずれのパラメータも有意な変動はみられなかった。

RCT：ランダム化比較試験

両薬剤間を比較すると、海綿骨3次元BMD、皮質骨3次元BMD、大腿骨骨強度がアレンドロネートに比較して、テリパラチドの方が有意に良好な値であったとされている¹²⁾。

おわりに

骨強度を科学的に知るには小骨片で圧縮、引張り、剪断の材料強度を知る必要がある。また、実際の人間の骨の特定部位について、骨強度を知るためには、屍体骨を用いた破壊実証試験が必要である。これらの方法は臨床では使えないため、大腿骨近位部の解剖学的骨構造を考慮した骨強度推定のための工学モデルをCTなどのデータが構築して、骨強度を推定する方法が開発され、先進医療の「定量的CTを用いた有限要素法による骨強度予測評価」技術による骨強度評価にまで発展している。そして現在、先進医療の制限はあるが実際の患者に臨床応用することが可能になっている。我々の施設での結果からも、大腿骨近位部は日常生活の立位荷重には強いが、非常時の転倒荷重に対しては弱く、その1/3ほどの大きさでも骨折すると予測されるような構造を持っている。

文 献

- 1) 原田 敦, 松井康素, 竹村真里枝ほか: 骨粗鬆症の医療経済-疫学, 費用と介入法別費用・効用分析-. 日本老年医学会雑誌 **42**: 596-608, 2002.
- 2) Hayes WC: Biomechanics of falls and hip fracture in the elderly. Prevention of falls and hip fractures in the elderly. American Academy of Orthopaedic Surgeons, Rosemont, 1993, p41-65.
- 3) Lotz JC Hayes WC: The use of quantitative computed tomography to estimate risk of frac-

ture of the hip from falls. J Bone Joint Surg (Am) **72**: 689-700, 1990.

- 4) 田中英一, 山本創太, 尾関重宣ほか: 形態・骨密度の性差を考慮した大腿骨頸部骨折の力学的発生要因の検討. 日本機械学会講演論文集 **013**: 164-165, 2001.
- 5) Ito M, Wakao N, Hida T, et al: Analysis of hip geometry by clinical CT for the assessment of hip fracture risk in elderly Japanese women. Bone **46**: 453-457, 2010.
- 6) Okuizumi H, Harada A, Iwata H, Konishi N: Effect on the femur of a new hip fracture preventive system using dropped-weight impact testing. J Bone Miner Res **13**: 1940-1945, 1998.
- 7) Courtney AC, Wachtel EF, Myers ER, Hayes WC: Age-related reductions in the strength of the femur tested in a fall-loading configuration. J Bone Joint Surg **77-A**: 387-395, 1995.
- 8) Robinovitch SN, Hayes WC, McMahon TA: Prediction of femoral impact forces in falls on the hip. J Biomech Eng **113**: 366-374, 1991.
- 9) Bessho M, Ohnishi I, Matsuyama J, et al: Prediction of strength and strain of the proximal femur by a CT-based finite element method. J Biomech **40**: 1745-1753, 2007.
- 10) Bessho M, Ohnishi I, Matsumoto T, et al: Prediction of proximal femur strength using a CT-based nonlinear finite element method: differences in predicted fracture load and site with changing load and boundary conditions. Bone **45**: 226-231, 2009.
- 11) Wakao N, Harada A, Matsui Y, et al: The effect of impact direction on the fracture load of osteoporotic proximal femurs. Med Eng Phys **31**: 1134-1139, 2009.
- 12) Keaveny TM, McClung MR, Wan X, et al: Femoral strength in osteoporotic women treated with teriparatide or alendronate. Bone **50**: 165-170, 2012.

1

サルコペニアの概念と現状ならびに 診断について

The Concept and Diagnosis for Sarcopenia

Atsushi Harada 原田 敦

(独立行政法人 国立長寿医療研究センター先端医療診療部)

E-mail: aharada@ncgg.go.jp

Key Words

- サルコペニア
- 定義
- 診断

Summary

Sarcopenia is a syndrome characterised by progressive and generalised loss of skeletal muscle mass and strength with a risk of adverse outcomes such as physical disability, poor quality of life and death. An algorithm for sarcopenia is based on measurements of gait speed, grip strength and muscle mass.



著者プロフィール
原田 敦

独立行政法人 国立長寿医療研究センター先端医療診療部副院長

1977年 名古屋大学医学部卒, 同整形外科入局, 2004年 国立長寿医療センター機能回復診療部長, 2011年より現職。

日本整形外科学会代議員, 日本老年医学会評議員, 日本骨粗鬆症学会評議員, 転倒予防医学研究会世話人。

研究活動: 骨粗鬆症, 転倒・骨折, サルコペニア, 脊椎・脊髄外科

はじめに

サルコペニアの定義や診断基準には、いまだにグローバルに支持される確定したものはなく、依然として流動的な状況にあることを最初にお断りする。本稿では、最近新しく国際的に提案されたものを中心に記載する。

加齢とともに筋肉が衰えることは古くから経験的に知られていた。それを“足腰が弱る”などと表現し、長い間、自然な老化過程で生じる現象と受け止められ、病気ととらえる発想は全くなかった。“足腰が弱る”という病態には、関節機能が腰や膝などの疼痛を伴って低下する状況と、筋肉が量的、質的に低下し、疼痛はなくとも移動能力が低下する状況が、混在しているように考えられる。後者がサルコペニアの概念

に相当し、筋肉が加齢とともに衰えて身体能力が低下することも、一つの疾患として認識され直すようになった。

移動する能力は動物が生きていくために必要な基本機能であり、その力源となっているのは人体組織量の40%を占める骨格筋である。高齢になると起こる体重の減少や体力の低下にはこの骨格筋の減少が深く関わり、健康寿命の短縮には筋骨格系の老化が深く関わるとされている¹⁾。

このような加齢に伴う筋力と骨格筋量の低下という疾患概念に、1989年に Rosenberg がサルコペニア (sarcopenia) という造語の名称を与えた。その由来は、sarco (ギリシャ語の肉) と penia (ギリシャ語の減少) の組み合わせである²⁾。

定義

サルコペニアという名称が提唱された後、骨格筋量を基準にサルコペニアを判定する時期が続き、その間にサルコペニアという用語はある程度広まったものの、その定義についてはまとまらないまま推移していた。

サルコペニアは、運動障害、転倒・骨折の危険性の増大、日常生活の活動能力 (ADL) の低下、身体障害、自立性の喪失、および死亡する危険性の増大などの健康障害につながるとされている³⁾。骨格筋量がこれらの転帰の予測因子であることを多くの研究が示す一方、骨格筋量は弱い予測因子に過ぎないという指摘もある⁴⁾。ようやく最近になって、骨格筋量だけでなく身体能力や筋力が考慮され、歩行速度、あるいは歩行速度と筋力を追加した新しい定義が導入された。これによって、サルコペニアの診断は一層有意義なものになった。

これが2010年の欧州の栄養学と老年医学会の複数機関 (European Working Group on Sarcopenia in Older People: EWGSOP) のコンセンサスレポートで⁵⁾、そのQ & A付き和訳も日本老年医学会ホームページからダウンロードできるようになり⁶⁾、現時点では、次に示す定義が、わが国でも使用可能で、国際性を備えたものであると考えられる。

EWGSOPによれば⁵⁾、サルコペニアは、“身体的な障害や生活の質の低下、および死などの有害な転帰のリスクを伴うものであり、進行性および全

身性の骨格筋肉量および骨格筋力の低下を特徴とする症候群である”と定義された⁷⁾。

つまり、サルコペニアの骨格筋量と筋力の低下は、身体的障害の増加や生活の質の低下を招き、最終的には死亡という有害転帰に関連するとされている (図1)。

サルコペニアの病因に関しては、第一に、加齢自体が最大の一次的要因とされている。次いで、寝たきり、不活発な生活スタイル、失調や無重力状態などの身体活動性の低下要因、また重症臓器不全 (心臓、肺、肝臓、腎臓、脳)、炎症性疾患、悪性腫瘍、内分泌疾患などの疾患要因、および吸収不良、消化管疾患、食欲不振を起こす薬剤、摂取エネルギーやたんぱく質の摂取量不足に起因する栄養不足要因などが、二次

的要因とされる⁵⁾。

診断

EWGSOPによる診断では、上記定義に従って、診断に必要な評価は骨格筋量に加え、筋力、身体能力の3つの項目で構成される。骨格筋量の減少は必須項目であるが、筋力低下と身体能力低下は必須ではなく、そのいずれかがあればサルコペニアと診断する。骨格筋量減少のみで筋力低下や身体能力低下がない場合は“プレ・サルコペニア”、骨格筋量減少が認められ、それに加えて筋力低下あるいは身体能力低下があれば“サルコペニア”、骨格筋量減少、筋力低下、身体能力低下が3つとも揃う場合は“重症サルコペニア”と診断する仕組みである (図2)。

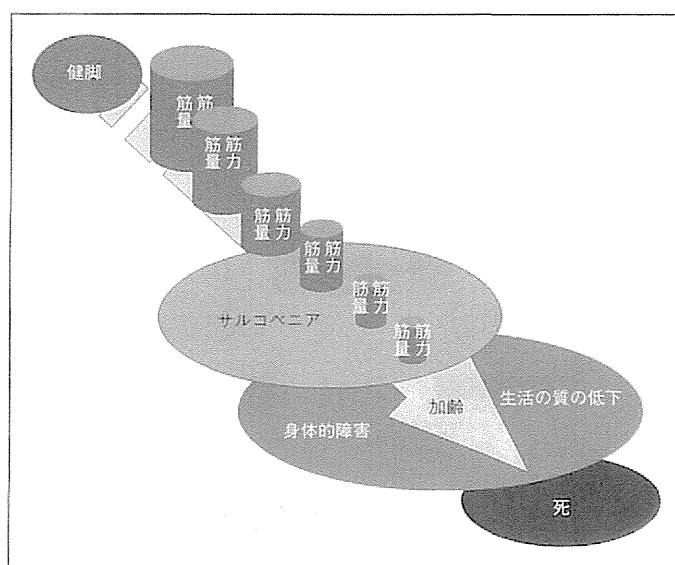


図1. サルコペニアの病態と予後

診断アルゴリズム (図3)⁵⁾ は、対象は65歳以上、身体能力として歩行速度が選定され、それでスクリーニングするカットオフ値は0.8m/秒になった。歩行速度がそれ以下の場合、筋力評価はせずに骨格筋量評価を行い、後述する骨格筋量指標 (Skeletal Muscle Mass index : SMI) がカットオフ値以下ならサルコペニアと診断される。さらに、歩行速度が0.8m/秒以

上の場合、次に筋力評価として選定された握力を測定し、それがカットオフ値以下なら、骨格筋量評価を行ってSMIがカットオフ値以下でサルコペニアと診断される。

骨格筋量の評価

四肢の軟部組織は、神経や血管などの筋肉以外の組織が含まれるもの。

その量はわずかで、実際の骨格筋量に最も近似することに注目し、1998年にBaumgartnerらは、骨格筋量の評価に四肢骨格筋量 (Appendicular Skeletal Muscle Mass Index : ASM) を用いることを考案した。

骨粗鬆症診断で汎用されている二重エネルギーX線吸収法 (Dual energy X-ray absorptiometry : DXA) では、各組織のX線吸収係数の差から、各部位の骨量だけでなく脂肪量の高精度の算定が可能になり、骨量、脂肪量、非脂肪軟部組織量の計測能が大きく向上した (表1)。DXA全身モードを用いれば、容易に正確で再現性のよい骨格筋量測定ができるようになった。その測定は簡便で、検者間誤差が少なく、信頼性が高い測定値が得られる。筋量に対する変動係数は0.6~1.6%とされている。

Baumgartnerらは、DXAによるASMの誤差が3.0%でCTやMRIで測定した場合と5%以下の高い信頼性を有することを検証した上で、強い相関を有する身長、性差、人種差の影響を除外できる調整法として、ASMを身長の2乗で除した値 (kg/m²) をSMIとして提唱した⁸⁾。

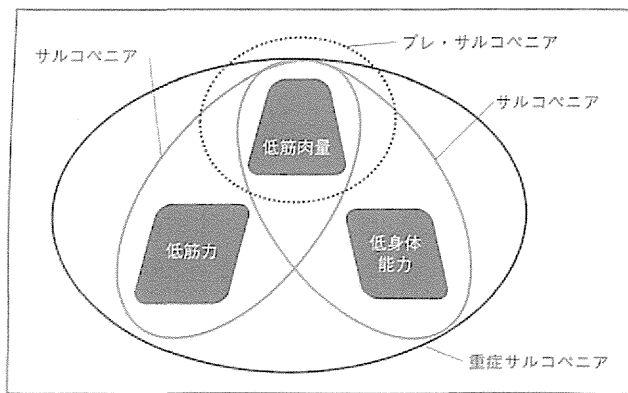


図2. サルコペニアの診断

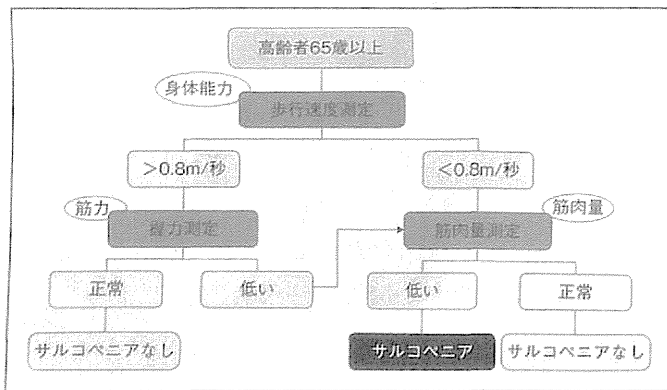


図3. EWGSOPによる「サルコペニア」の診断手順

(文献5から引用改変)

表1. DXAによる骨量、脂肪、非脂肪軟部組織の算定

組織	X線吸収係数	
	軟部組織	非脂肪
筋肉	0.373	非脂肪
血液	0.372	
水分	0.370	
脂肪	0.270	
骨	2.070	

$$\text{骨格筋肉量指標 (SMI)} = \frac{\text{四肢筋肉量 (kg)}}{\text{身長 (m)}^2}$$

SMIのカットオフ値は、若年成人(18~40歳)平均値(YAM)から2SDを引いた値が推奨されている。

日本人においては、Sanadaらによる日本人調査から、男性が6.87kg/m²、女性が5.46kg/m²と発表されており、当面はこのカットオフ値を使用するのが妥当と思われる⁹⁾。

さらに、DXAのほか、SMIを測定できる方法として、生体インピーダンス法(BIA)がある。BIAは脂肪量と除脂肪量を測定する機器で、高価でなく、扱いやすく、再現性も高く、DXAに対して移動可能なよい代替方法とされる⁵⁾。

もちろん、最も臨床的に骨格筋肉量を高精度に測定できる方法は、CTとMRIであることはいうまでもない。目的とする筋肉の断面積や容積で骨格

筋肉量を算定でき、加えて、脂肪変性などの筋肉の質の評価も同時に可能であるとされている。

●文 献

- 1) 鈴木隆雄: 地域高齢者の余命に規定要因—学際的縦断研究 TMIG-LISA から—, 日老医誌 38 : 338-340, 2001
- 2) Rosenberg IH: Sarcopenia: origins and clinical relevance. J Nutr 127 : 990S-991S, 1997
- 3) Cawthon PM, Marshall LM, Michael Y, et al: Frailty in older men: prevalence, progression, and relationship with mortality. J Am Geriatr Soc 55 : 1216-1223, 2007
- 4) Morley JE, Cruz-Jentoft AJ: Definition of Sarcopenia. In SARCOPENIA, ed by Cruz-Jentoft AJ, Morley JE. Wiley-Blackwell, 8-19, 2012
- 5) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al: Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Age Ageing 39 : 412-423, 2010
- 6) 原田 敦, 秋下雅弘, 江頭正人, 他: サルコペニア: 定義と診断に関する欧州関連学会のコンセンサス—高齢者のサルコペニアに関する欧州ワーキンググループの報告—の監訳, 日老医誌 49 : 788-805, 2012
- 7) Delmonico MJ, Harris TB, Lee JS, et al: Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. J Am Geriatr Soc 55 : 769-774, 2007
- 8) Baumgartner R, Koehler K, Gallagher D, et al: Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. Am J Epidemiol 147 : 755-763, 1998
- 9) Sanada K, Miyachi M, Tanimoto M, et al: A cross-sectional study of sarcopenia in Japanese men and women: reference values and association with cardiovascular risk factors. Eur J Appl Physiol 110 : 57-65, 2010

特集
知る 診る 防ぐ！
ロコモティブシンドローム

I. 総論

虚弱

Frailty

原田 敦

A. Harada : 独立行政法人国立長寿医療研究センター先端
診療部

Key words

- 虚弱(frailty)
- サルコペニア(筋肉減弱症)(sarcopenia)
- ロコモティブシンドローム(locomotive syndrome)

0286-5394/13/ ¥400/ 論文 /JCOPY

はじめに

超高齢社会の先頭を走るわが国は、国民が単なる長寿を願う段階から健康長寿を目指す社会に急速に変化しつつある。その流れのなかで、“年のせい”とされてきた年齢とともに進行するさまざまな機能の低下についての見直しが進んできた。とりわけ、整形外科(運動器学)と老年学においては、そのような観点からの取り組みが進んだ。運動器学からは、ロコモティブシンドロームが提唱され、老年学からは、虚弱という概念が生まれた。両者に共通した疾患がサルコペニアである。

主に老年学の世界では、健康障害や生活機能障害を生じやすい高齢者群に対して、“高齢による衰弱”と片付けずに、1990年頃から、虚弱という表現が使用され始め、それが多くの高齢者が普遍的に有する病態であると、年々注目を集めるようになってきたものの、いまだにその明確な定義は決まっていないのが現状である。

本稿では、虚弱の概念、定義、診断、ロコモティブシンドロームとの関連について記載する。

虚弱の概念と定義(図1)

虚弱は、多くの生理機能が加齢により累積的に減退することにより生ずる老年症候群であり、ホメオスターシスの障害やストレス対応能の減少を伴う。そして、虚弱により転倒、入院、施設入居、死亡などの有害な転帰をとる可能性が高くなるという概念であるとされている^{1,2)}。

また、Friedら³⁾は、身体的な特徴に基づいて、簡便に特定できる虚弱の表現型を定義した。すなわち、

- ①意図しない体重の減少
- ②疲労
- ③筋力減少
- ④歩行速度の低下

⑤身体活動の減少

などの特徴のうち3つ以上を有することで虚弱を定義した。虚弱とサルコペニアには重複がある。ほとんどの虚弱高齢者にはサルコペニアがみられ、サルコペニアを有する高齢者もまた虚弱である。

しかしながら、一般的な虚弱の概念は、身体的要因を超え、精神側面および認知状態、社会的サポートや環境要因を含んだ社会的側面をも包括しているとされている¹⁾。つまり、虚弱は、“高齢による衰弱”を身体面、精神面、社会面に切り分けた、広く深い観念である。ただ、今日まで、虚弱の身体面および疾患関連的な面からはかなり研究が進んでいるが、精神面および社会面の部分はまだまだよく検討されていないとされている。初期には、日常生活環境下では臨床的には顕在化せず、外的ストレスにさらされたときのみ明らかにするが、末期になると日常の通常活動が妨げられ、障害に近づく本格的虚弱に陥る。

虚弱の診断

虚弱を実際に評価するには、2つの広く用

いられている診断ツールがある。cardiovascular health survey (CDH) からのデータに基づくFriedら²⁾によって開発された虚弱の表現型定義と、Rockwoodら³⁾によって開発されたfrailty indexがある。

Friedによる方法は、前述した5項目、すなわち、

- ①意図しない体重の減少(4.5kg/年)
- ②疲労(depression scale CES-D 2ポイント)
- ③筋力減少(握力、低位20%)
- ④歩行速度の低下(4.6m歩行速度、低位20%)
- ⑤身体活動の減少(kcal/週、低位20%)

のうちで、3つ以上が該当すれば、虚弱と診断される。1~2つが該当する場合は、前虚弱(pre-frail)とされる²⁾(表1)。これを日本人に当てはめる際には、基準値設定がまだ課題として残っている。例えば、Fried基準での体重減少の閾値は、欧州人にとってさへ高すぎるとされており²⁾、日本人においておやである。このように問題点もあるものの、虚弱の身体面を主に反映するFried基準による評価は、容易で短時間で済むので、実用性に優れている。

これに対して、Rockwood frailty indexは、日常の活動性に関する項目のみでなく、精神感情に関する項目もあり、身体面に偏らず、精神

図1 虚弱の概念

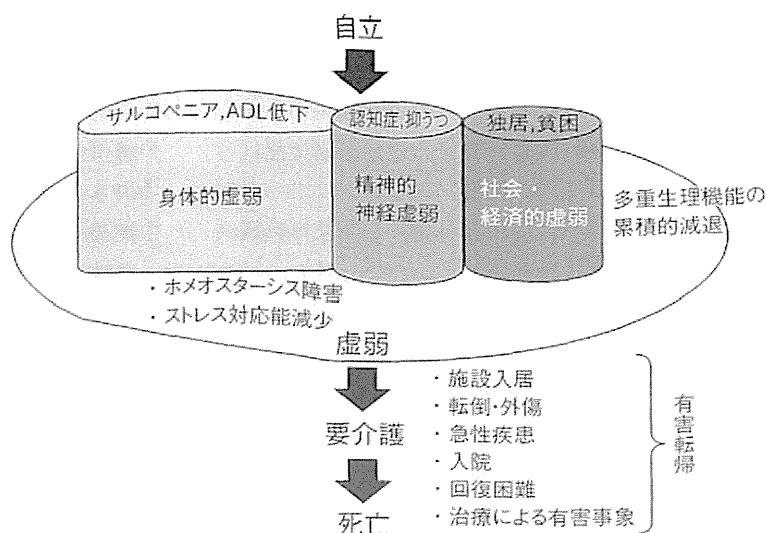


表1 Friedらによる虚弱の評価基準

3つ以上が該当すれば、虚弱と診断。1～2つが該当する場合は、前虚弱(pre-frail)。

意図しない体重の減少	1年間で4.5kg以上、あるいは5%以上の減少
疲労	CES-D(center for epidemiologic studies depression scale)より過去1週間の状況について質問：「何をするにも面倒である」あるいは「物事が手につかない」 0=1日未満、1=1～2日、2=3～4日、3=5～7日、2や3と回答した者が該当
筋力減少	握力下位20% (性・BMI四分位別)
歩行速度の低下	歩行速度下位20% (性・BMI四分位別) 4.6m歩行したときの所要時間 男性：≤身長173cm：7秒以上 >身長173cm：6秒以上 女性：≤身長159cm：7秒以上 >身長159cm：6秒以上
身体活動の減少	1週間のエネルギー消費量(kcal) 男性：383kcal未満 女性：270kcal未満 Minnesota Leisure Time Activity Questionnaire短縮版に基づき、1週間のエネルギー消費量(kcal)を算出

(文献3より)

面も十分に評価する構造になっており、Fried基準より高齢者の情報をより広い階層で収集するが、そのほかに属する項目と合わせて、全部で70項目にわたる評価を必要とするため、理論的ではあるが、作業量が多くて実用的ではない。

虚弱とロコモティブシンドローム、サルコペニアの関係(図2)

このようにみえてくると、虚弱のうち、身体的虚弱とロコモティブシンドロームは、移動能力の低下が高齢者にとっての重要転帰となることでは大変に類似するが、次のような相違点がある。身体的虚弱においては、主要基礎疾患はサルコペニアのみで、筋量、筋力低下によって移動能力の低下が生じるが、痛みや関節可動域制限などの要因は考慮されていない。対して、ロコモティブシンドロームにおいては、サルコペニア以外にも移動能力の低下を起こす運動器疾患(変形性関節症、変形性脊椎症、骨粗鬆症、骨折、神経障害)がすべて含まれ、さらに腰痛、膝痛、骨折痛などのイベントとしての疼痛を移動能力の低下の重要要因として扱っている。例

えば、Friedによる診断で虚弱と判定された高齢者が、まったく痛みのない場合と痛みが併発している場合では、どちらが移動能力低下に悪影響を及ぼすかは自明である。なぜ疼痛や関節機能を取り入れなかったのかの経緯は不明であるが、今後、これらの要因を概念に含めるような変更が求められる。

介護予防事業における虚弱高齢者

これまで述べてきた老年学を中心に概念が形成されてきた虚弱とは成り立ちが異なるが、わが国の介護予防事業においては、主として要介護状態などとなるおそれの高い状態にあると認められる65歳以上の者を対象に、二次予防事業が2006年から実施されている。そこでは行政の立場から、虚弱高齢者という用語が用いられ、「虚弱高齢者とは、介護保険法に基づく要介護認定で自立と判定され、要介護の状態ではないが、心身機能の低下や病気などのため、日常生活の一部に介助を必要とする高齢者」と定義された⁶⁾。虚弱高齢者の抽出は、基本チェックリスト(表2)による⁷⁾。これを用いて、1年後の要

図2 虚弱とロコモティブシンドローム、サルコペニアの関係

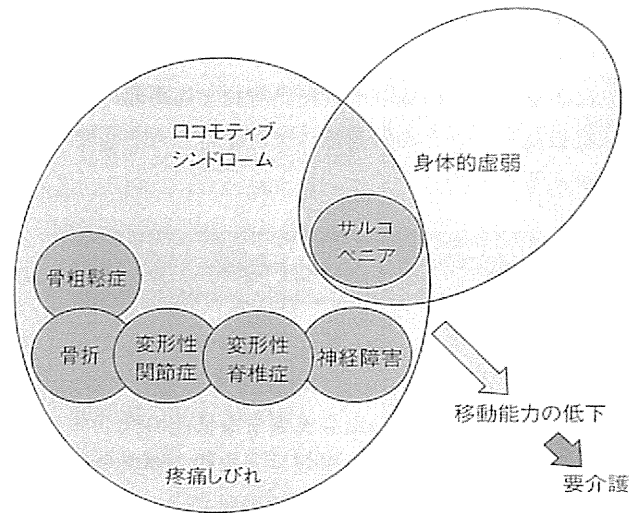


表2 基本チェックリスト

No.	質問項目
1	バスや電車で1人で外出していますか
2	日用品の買物をしていますか
3	預貯金の出し入れをしていますか
4	友人の家を訪ねていますか
5	家族や友人の相談にのっていますか
6	階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか
7	椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がっていますか
8	15分位続けて歩いていますか
9	この1年間に転んだことがありますか
10	転倒に対する不安は大きいですか
11	6カ月間で2～3kg以上の体重減少がありましたか
12	身長 cm 体重 kg(BMI=)
13	半年前に比べて固いものが食べにくくなりましたか
14	お茶や汁物などでむせることがありますか
15	口の渇きが気になりますか
16	週に1回以上は外出していますか
17	昨年と比べて外出の回数が減っていますか
18	まわりの人から「いつも同じことを聞く」などのもの忘れがあるといわれますか
19	自分で電話番号を調べて、電話をかけることをしていますか
20	今日が何月何日かわからないときがありますか
21	(ここ2週間)毎日の生活に充実感がない
22	(ここ2週間)これまで楽しんでやれていたことが楽しめなくなった
23	(ここ2週間)以前は楽にできていたことが今ではおっくうに感じられる
24	(ここ2週間)自分が役に立つ人間だと思えない
25	(ここ2週間)わけもなく疲れたような感じがする

(対象者)基本チェックリストにおいて、次の i～iv までのいずれかに該当する者を、要介護状態などとなるおそれの高い状態にあると認められる者として二次予防事業の対象者とする。

i : 1～20までの項目のうち10項目以上に該当する者

ii : 6～10までの5項目のうち3項目以上に該当する者

iii : 11および12の2項目すべてに該当する者

iv : 13～15までの3項目のうち2項目以上に該当する者

(文献7より)

介護の新規発生予測に関しては、感度78%、特異度63%と報告されている。今後、Friedなどによる診断との検証や縦断調査による虚弱の有害転帰リスクとの関連性の検討が行われる必要がある。

おわりに

老年学は長年、全人的に高齢者を評価してきたので、その立場から、年齢とともに進行する、認知や社会面も含めたさまざまな機能の低下を表現する用語として、虚弱という概念が生まれた。その主体を占める身体的虚弱では、サルコペニアを主要要因として移動能力の低下に至る

と考えられているが、そこには疼痛や関節機能をアウトカムに密接に関連する要因として含める構造にはなっていない。一方、運動器学は、運動器を中心に高齢者を理解しようとしてきたので、その立場から、ロコモティブシンドロームという概念が生まれたのは当然の流れで、疼痛や関節脊椎機能が主要要因として取り上げられている。しかし、サルコペニアは原因疾患の1つになっているものの、整形外科医にはなじみのない状態である。今後は、高齢者のさまざまな衰えを全人的にとらえるためには、身体的虚弱=ロコモティブシンドロームという理解が進み、それに整合性のある発展的融合が期待される。

文献

- 1) Bauer JM, Sieber CC. Sarcopenia and frailty : a clinician's controversial point of view. *Exp Gerontol* 2008 ; 43 : 674-8.
- 2) サルコペニア：定義と診断に関する欧州関連学会のコンセンサス－高齢者のサルコペニアに関する欧州ワーキンググループの報告－の監訳. *日老医誌* 2012 ; 49 : 788-805.
- 3) Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults : evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001 ; 56 : M146-56.
- 4) Rockwood K, Song X, MacKnight C, et al. A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *CMAJ* 2005 ; 173 : 489-95.
- 5) Drey M, Wehr H, Wehr G, et al. The frailty syndrome in general practitioner care : a pilot study. *Z Gerontol Ger* 2011 ; 44 : 48-54.
- 6) 宮地元彦, ほか. 虚弱高齢者に対する運動介入の効果. *Geriatr Med* 2011 ; 49 : 319-22.
- 7) 厚生労働省老健局. 地域支援事業の実施について. [http://www.mhlw.go.jp/topics/2007/03/dl/tp0313-1a-05_01.pdf] ; 2006.