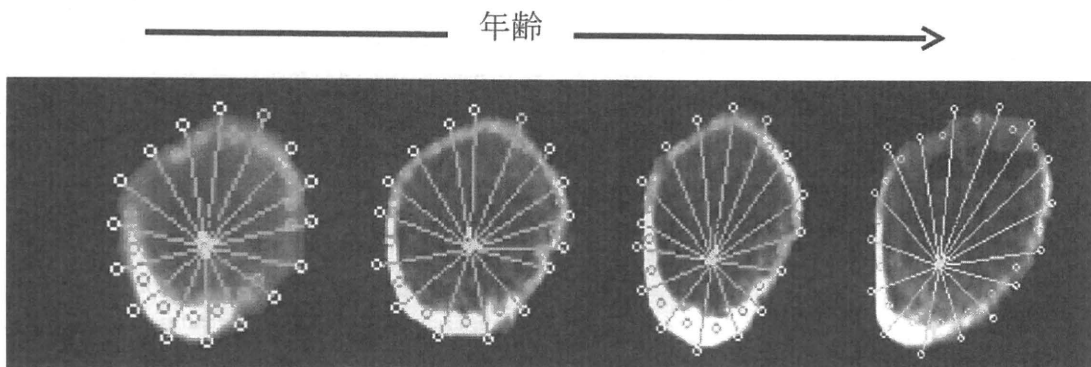


図3 大腿骨頸部断面像の加齢変化。大腿骨頸部断面像の形態は、加齢に伴い上記のように変化していることが考えられる。皮質骨量は頸部後上方での減少が認められ、頸部の重心は下方に移動する。



の変化は皮質骨の菲薄化と関連し、海綿骨構造と区別がつけがたくなる⁶⁾。皮質骨微細構造の加齢変化および骨粗鬆症患者における特徴について、末梢骨（橈骨と脛骨）の*in vivo*高解像度CT画像（82ミクロン）で検討した結果が報告されている。皮質骨多孔性は閉経前女性と閉経後正常骨密度女性の間で有意に増加し、さらに骨量減少、骨粗鬆症群で有意に増大した。また、皮質骨幅は閉経前女性と閉経後正常骨密度女性で有意差はないが、閉経後骨量減少あるいは骨粗鬆症女性において閉経後正常骨密度女性よりも有意に減少していた⁷⁾。

多孔化は骨強度に大きく関わり、最大負荷や靱性と高い関係を有している⁸⁾。大腿骨頸

部骨折患者において、大腿骨頸部の皮質骨の多孔性の増大が知られている。

3. 骨粗鬆症とジオメトリー

骨粗鬆症における長管骨ジオメトリー（長管骨の横断面）の特徴は、内膜側骨吸収による骨髓腔の拡大と、皮質骨幅減少、皮質骨多孔化による皮質骨密度の減少、外膜側での骨面積の拡大である。円筒状の構造物においては、構成成分の材料量が同量であれば外径や外周囲長が大きいほど曲げ強度が高い⁹⁾ことが知られており、長管骨の外径、外周囲長の増大は骨強度維持に大きな意味を有する。

屍体大腿骨を高解像度末梢骨用CTで解析¹⁰⁾

骨強度のパラメーターには、圧縮強度を表す皮質骨断面積 (cross-sectional area; CSA), 曲げ強度を表すcross-sectional moment of inertia (CSMI) およびsection modulus (SM), また座屈比buckling ratio (BR) がある。SMとはCSMIを骨量中心 (重心) からの最大外径 (dmax) で除して算出されたもので、この値が高い場合は曲げ強度が高いことを意味する。また、BRは、皮質骨の菲薄化した領域に曲げの外力が働いた場合、内側に折れ込むような形態の骨折 (座屈) に対する骨強度指標であり、dmaxを平均皮質骨幅 (CoTh) で除した値であり、この値が高い場合には、皮質骨不安定性が大きいことを意味する。骨粗鬆症における長管骨骨強度の特徴は、CSMI, SMの減少とBRの増加である。

われわれは臨床用CTを用いて頸部骨折群と転子部骨折群におけるジオメトリーの特徴を、それぞれ年齢を一致させた対照群と比較することで検討¹¹⁾したが、頸部骨折においては頸部長hip axis length (HAL) が有意に長く、CSMIが有意に低く、BRが有意に高かった。また、転子部骨折においては大腿骨頸部の皮質面積が有意に小さいことがわかった。

おわりに

骨粗鬆症における骨構造の変化は、加齢変化の延長上にあり、脆弱性骨折の原因の一つとなる。骨減少に伴う骨構造劣化の一方で、同時に荷重負荷に対して少ない骨量で強度を維持するように適合する変化も観察される。

これらを総合的に勘案して、骨粗鬆症に伴う骨脆弱性について考えていく必要がある。

文献

- 1) Ito M, Nishida A, Nakamura T *et al*: Differences of three-dimensional trabecular microstructure in osteopenic rat models caused by ovariectomy and neurectomy. *Bone* 30: 594-598, 2002
- 2) Hildebrand T, Laib A, Muller R, *et al*: Direct three-dimensional morphometric analysis of human cancellous bone: microstructural data from spine, femur, iliac crest, and calcaneus. *J Bone Miner Res* 14: 1167-1174, 1999
- 3) Ciarelli TE, Fyhrie DP, Schaffler MB, *et al*: Variations in three-dimensional cancellous bone architecture of the proximal femur in female hip fractures and in controls. *J Bone Miner Res* 15: 32-40, 2000
- 4) Singh YM, Nagrath AR, Maini PS: Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis. *J Bone Joint Surg Am* 52: 457-467, 1970
- 5) Voide R, Schneider P, Stauber M, *et al*: Time-lapsed assessment of microcrack initiation and propagation in murine cortical bone at submicrometer resolution. *Bone* 45: 164-173, 2009
- 6) Bousson V, Meunier A, Bergot C, *et al*: Distribution of intracortical porosity in human midfemoral cortex by age and gender. *J Bone Miner Res* 16: 1308-1317, 2001
- 7) Nishiyama K, Macdonald H, Buie H, *et al*: Postmenopausal women with osteopenia have higher cortical porosity and thinner cortices at the distal radius and tibia than women with normal aBMD: An in vivo HR-pQCT study. *JBMR* 25: 882-890, 2010
- 8) Seeman E: Bone quality: the material and structural basis of bone strength. *J Bone Miner Metab* 26: 1-8, 2008
- 9) Seeman E: Periosteal bone formation a neglected determinant of bone strength. *N Engl J Med* 349: 320-323, 2003
- 10) Mayhew P, Thomas CD, Clement JG, *et al*: Relation between age, femoral neck cortical stability, and hip fracture risk. *Lancet* 366: 129-135, 2005
- 11) 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

特集：生活習慣病：骨粗鬆症の診断のトピックス

3. DXA による骨粗鬆症の診断

萩野 浩

特集：生活習慣病：骨粗鬆症の診断のトピックス

3. DXA による骨粗鬆症の診断

萩野 浩*

〔Key Words〕骨粗鬆症，二重エネルギー X 線吸収測定法 (DXA)，骨折リスク

はじめに

骨粗鬆症をはじめとする代謝性骨疾患における骨量減少の診断には、かつては X 線写真を用いた主観的評価法が用いられていた。1969 年に γ 線の平行線束が骨量に比例して吸収されるのを応用した単一光子骨量計測法 (single photon absorptiometry, SPA) の手法が Cameron と Sorenson によって確立されてから、骨塩の定量が可能となった。しかしアイソトープを用いる煩雑さに加えて測定精度が低いため、SPA は広く普及するには至らなかった。その後 1980 年代後半に、X 線を用いる二重エネルギー X 線吸収測定法 (dual-energy X-ray absorptiometry, DXA) が開発されると、その簡便さと精度の高さから、骨粗鬆症診断の基本的な検査方法となった。

I. DXA による測定

A. 測定原理

2 つの異なるエネルギーピークを有する X 線を用いると、人体では軟部組織と骨組織でエネルギーごとに異なった透過性が得られる。そこでそれぞれの吸収特性とエネルギーごとの透過率の比によって補正を行うと、腸管ガスや脂肪が存在しても、骨と分離でき、骨のみの X 線透過率から骨密度の算出が可能となる。測定では

面積当たりの骨塩量 (単位は g/cm^2) が得られる。

B. 測定部位と測定方法

測定装置には全身骨用のものの他、前腕骨用、踵骨用の機器がある。わが国では全身骨用の測定装置よりも前腕骨専用の測定機が普及している。いずれの部位で測定した結果も、その減少と全身の骨折リスクとが関連するが、測定した部位の骨折リスクを最もよく反映する¹⁾ (表1)。

1. 腰椎

腰椎骨密度測定では、被測定者は仰臥位で、股関節および膝関節を屈曲して腰椎前弯が無くなるようにする (図1)。対象の椎体が必ず測定画面の中央に位置するようにし、ベースラインは一定にしておく。画像内に T12 の尾側を画像に入れ、第1腰椎 (L1) は全体を含め、尾側は腸骨像がわずかに含まれるようにして、測定対象となる第2-4腰椎 (L2-4) の同定が行えるように留意する (図2)。わが国では L2-4 の測定値が診断に用いられるが、欧米では L1-4 の測定値が使用される。

L2-4 の同定は必ずしも容易でない。それは、腰椎は通常 5 椎体であるが症例によっては 6 椎体有するものや、第5腰椎が仙骨化して 4 椎体の場合があるからである。そこで測定椎体の誤認を避け、骨密度に影響を与える変化を把握するため、腰椎骨密度測定の際にはできるだけ腰

* Hiroshi HAGINO, MD

鳥取大学医学部 保健学科 (〒683-8503 鳥取県米子市西町 86)

表1 骨密度と骨折リスクの関係

骨折部位	骨量測定部位			
	橈骨遠位	踵骨	脊椎	大腿骨頸部
大腿骨頸部	1.54	1.71	1.49	2.37
手関節	1.88	1.71	1.62	1.67
脊椎	1.73	1.79	2.06	1.93
上腕骨	1.97	1.82	1.78	2.01
肋骨	1.43	1.59	1.42	1.56
骨盤	1.63	1.95	1.74	1.82
下腿	2.44	2.00	1.60	1.81
鎖骨	1.58	1.57	1.88	2.01
膝蓋骨	1.63	1.95	1.67	2.50
肘関節	1.45	1.60	1.58	1.68
足部	1.43	1.32	1.20	1.21
踵部	1.80	2.17	n.s.	2.06
大腿骨	1.77	2.16	1.61	1.99
手部	2.05	1.88	1.65	1.79
足指	1.50	1.34	1.28	1.27
手指	1.40	1.20	1.28	1.34
足関節部	1.28	1.15	n.s.	n.s.
顔面	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. 有意差無し

*Stone KL(2003)¹⁾より引用・改変

値は骨密度が1SD低下した場合の骨折発生の相対危険度を示す。

例えば、大腿骨頸部の骨密度が1SD低下すれば、大腿骨頸部骨折の発生リスクが2.37倍高くなることを意味する。

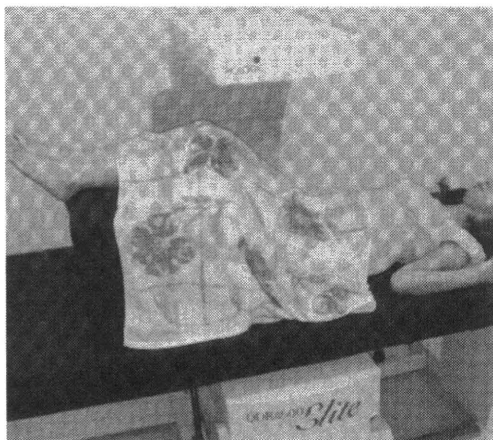


図1 腰椎骨密度測定(QDR4500)

被測定者は仰臥位で、股関節および膝関節を屈曲して腰椎前弯が無くなるようにする。

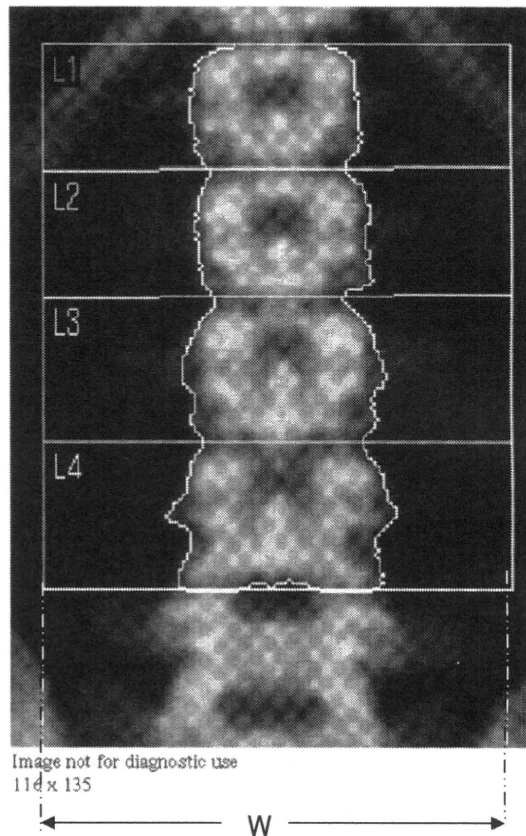


図2 腰椎正面測定画像(QDR4500)

対象の椎体が必ず測定画面の中央に位置するようにする。ベースラインの値(横幅W)は必ず同じに保つ(QDR1000では119mm, QDR4500では116mm)。

測定画像内に頭側ではT12の尾側から画像に含め、L1は必ず全体を画像内に取り込む。尾側では腸骨像が含まれるようにする。

椎正側2方向のX線撮影を行う。また腰椎X線撮影は骨粗鬆症の診断に当たって他の腰痛性疾患と鑑別するためにも必須である。腰椎骨密度評価に当たっては、測定結果に影響を与える変化が無いかどうかの検討が必要である。測定結果に影響を及ぼす変化として、椎間関節・終板の硬化や骨棘の形成、圧迫変形や側弯、大動脈の石灰化が挙げられる。これらの変化は骨密度を上昇させるため、測定結果の解釈に際して注意が必要である。

2. 大腿骨近位部

大腿骨近位部の測定では、股関節の内外旋角度が測定ごとに違っていると、測定値が大きく異なってしまう。そこで高い精度で検査を行うためには、股関節の内旋角度を一定とする必要があり、足部固定器具を用いる²⁾。測定関心領域(ROI)を大腿骨頭の上および内側を境界とし、小転子下の境界は小転子下端から10ピクセル(10mm)あるいは小転子中央から30ピクセル(30mm)とする(QDRシリーズの場合)²⁾(図3)。

測定機種によって得られる骨密度のパラメータは異なるが、多くの機種で頸部、転子部、Ward三角部、トータルの骨密度が算出される。現在、骨粗鬆症の診断には頸部骨密度が用いられている。

3. 前腕骨(図4)

測定時の前腕の固定位置や回旋が測定結果に大きく影響する³⁾。たとえば円背や腰背部痛を有する症例では同じ肢位を保つことが困難な場合があり、このような場合には前腕の位置が変わり易く、容易に測定精度が低下する。

C. 測定機器の管理(quality control, QC)

DXAによる骨密度測定では、測定機器の十分な管理(QC)が必要である。各測定機器には独自のキャリブレーションシステムが用いられて

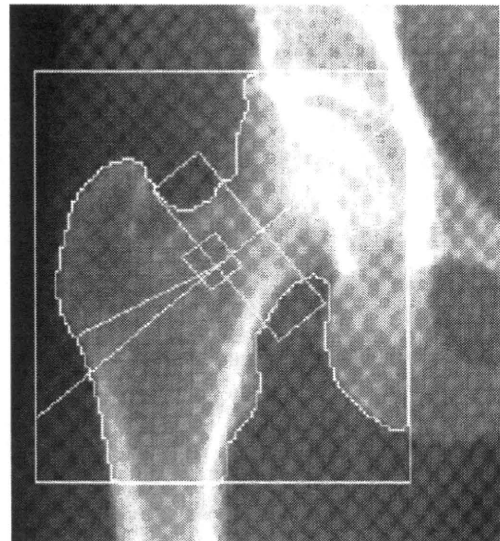
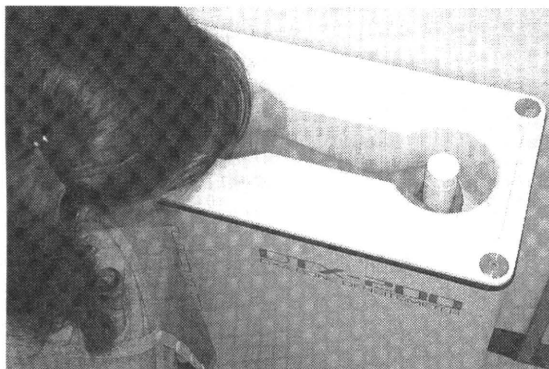
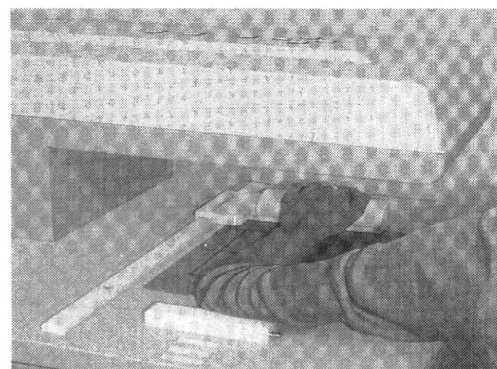


図3 大腿骨近位部骨密度測定

測定に際して、必ず下肢を $20\sim 30^\circ$ の一定の内旋位に保つ。ROIは大腿骨頭の上および内側を境界とし、小転子下の境界は小転子下端から10ピクセル(10mm)とする。大転子の外側頂部がROIの中央に位置するようにして、大転子とROI境界部との間は6ピクセル(最低1~最大10)とする。頸部の測定範囲は大転子側へ寄せるが、測定範囲には大転子部や坐骨が含まれないようにするよう留意する。



DXA-200



DCS 600

図4 前腕骨専用のDXA骨密度測定装置

同じ前腕骨を測定対象としているものの、測定時の前腕固定位置はDCSが前腕回内位であるのに対してDTXは中間位と異なる。

いて、始動時に自動的にキャリブレーションが行われる。これに加えて、ファントムの測定を定期的に行い、測定機全体の能力をチェックする必要がある。いくつかのQCのためのプログラムが準備されているが、1.5% rule (3SD rule) が適応されることが多い。定期的にファントムを10回測定した平均値が1.5%の範囲(control limit)からはずれない場合には、患者の測定を中止し、機器の点検を依頼する⁴⁾⁵⁾。

II. 骨粗鬆症の診断

骨粗鬆症の診断ではYAM (young adult mean, 若年成人(20~44歳)平均値)が用いられる⁶⁾。ヒトの一生では20~30歳で最大骨量に達し、40歳前半まではそれが維持される。YAMはその健常者最大骨量の平均値である。YAMの80%(脆弱性骨折の既往がある場合)または70%(脆弱性骨折既往が無い場合)が診断の基準となる(表2)。

骨粗鬆症の診断・治療の目的は骨折の予防であり、なかでも大腿骨近位部骨折の予防が重要である。上述のごとく、大腿骨近位部骨折のリスクを最もよく反映するのは大腿骨近位部の骨

密度である。したがって骨粗鬆症の診断に当たっては、大腿骨近位部(頸部)の測定が優先される。しかし日本人は大腿骨頸部長が短く、頸部骨密度の測定精度が低いとされている。一方で、腰椎では上述のごとく、加齢に伴い椎間関節・終板の硬化等の変化が骨密度に影響を与えるので注意が必要である。そこで、大腿骨頸部と同時に腰椎骨密度を測定することが勧められている⁷⁾。

腰椎、大腿骨近位部での測定が困難な場合には、橈骨、踵骨の骨密度によって骨粗鬆症の診断を行うことができる。この際に注意すべきことは、橈骨や踵骨の測定値によって原発性骨粗鬆症の診断が可能であるが、これら末梢骨では骨密度減少が腰椎よりも遅れることがある点である。したがって、腰椎の測定結果では骨粗鬆症の診断基準を満たすにもかかわらず、橈骨骨密度や中手骨骨密度は基準値より高値であるという症例が存在する。

骨量減少をきたす疾患には、原発性骨粗鬆症の他、二次性骨粗鬆症として種々の疾患がある。二次性骨粗鬆症では腰椎の骨密度減少に先んじて他の測定部位の骨密度減少が大きい場合があ

表2 原発性骨粗鬆症の診断基準(2000年度改訂版)⁶⁾

低骨量をきたす骨粗鬆症以外の疾患または続発性骨粗鬆症を認めず、骨評価の結果が下記の条件を満たす場合、原発性骨粗鬆症と診断する。

I. 脆弱性骨折(注1)あり		
II. 脆弱性骨折なし		
	骨密度値(注2)	脊椎X線像での骨粗鬆化(注3)
正常	YAMの80%以上	なし
骨量減少	YAMの70%以上~80%未満	疑いあり
骨粗鬆症	YAMの70%未満	あり

YAM (young adult mean) : 若年成人平均値(20~44歳)

注1 脆弱性骨折: 低骨量(骨密度がYAMの80%未満, あるいは脊椎X線像で骨粗鬆化がある場合)が原因で、軽微な外力によって発生した非外傷性骨折、骨折部位は脊椎、大腿骨頸部、橈骨遠位端、その他。

注2 骨密度は原則として腰椎骨密度とする。ただし、高齢者において、脊椎変形などのために腰椎骨密度の測定が適当でないと判断される場合には大腿骨頸部骨密度とする。これらの測定が困難な場合は、橈骨、第二中手骨、踵骨の骨密度を用いる。

注3 脊椎X線像での骨粗鬆化の評価は、従来の骨萎縮度判定基準を参考にして行う。

る。たとえば関節リウマチに合併する骨粗鬆症の特徴は、原発性骨粗鬆症と異なり、腰椎骨密度が保たれており、四肢末梢骨の骨密度減少が著しい。これに対して、副甲状腺機能亢進症は内分泌異常が原因で引き起こされる二次性骨粗鬆症で、腰椎骨密度減少に比較して末梢骨での減少が著しいという特徴を有する⁸⁾。

また DXA では骨の質的な評価を行うことはできない。骨軟化症は骨密度測定が低値を呈するが、本測定結果から骨粗鬆症と骨軟化症の鑑別は困難である。質的な診断は単純 X 線写真、血液生化学検査、骨生検などによって行う必要がある。

III. 治療効果のモニタリング

DXA は治療効果のモニタリングにも用いられることが多い。しかしながら骨粗鬆症の治療を行う場合、ビスフォスフォネートのような骨密度増加作用が最も大きい薬剤でも、年間の増加はせいぜい 4~6% 程度である。このようなきわめて小さい変動をとらえて、薬剤の治療効果を判定する際には、測定機器の十分な質の管理が必要である。また、個々の症例における骨量変動を 6 ヶ月程度の短期間に評価するのは、腰椎または大腿骨近位部の骨密度以外では困難である^{9)~12)}。これは前腕骨や踵骨用の測定装置では測定誤差が大きいことに加えて、薬剤治療による骨量増加がきわめて小さいためである。したがって、治療効果のモニタリングにはこれらの測定部位の骨密度は不適當であることを認識しておく必要がある。

大腿骨近位部の測定では、一般に海綿骨が多い測定部位ほど治療による骨密度変化が大きい。また測定関心領域 (ROI) が大きいほど測定精度が高い。治療効果のモニタリングに適しているのは、治療によく反応して骨密度が増加する部位であり、しかも測定精度が高い部位である。そこで海綿骨を多く含んで、ROI の大きい部位が選択される必要がある。大腿骨近位部のうちでは、転子部、Ward 三角部が海綿骨を多く含み、total がこれに次ぐ。ROI は total が最も大

きい。頸部骨密度の変化は最も小さく、転子部における変化率の 1/2 程度である。そこで、大腿骨近位部の中では total が高い測定精度を有し、治療にも反応するため、モニタリング部位として推奨される。なお、Ward 三角の測定値は測定精度が低く、治療効果のモニタリングには適さない¹³⁾。

治療による変化が有意な変動であるかどうかを判断するためには、その施設の測定機器の精度を知っておく必要がある。そのためにあらかじめ、測定対象の代表的な例によって、最低 15 名を 3 回または 30 名を 2 回測定して測定精度 (変動係数) を測定する⁴⁾¹³⁾。

この測定精度 (Pr) に基づいて最小有効変動 (least significant change, LSC) が算出される。一般的には LSC の 95% 信頼区間 (LSC95) を超える変化を有意な変動と判定するが、臨床的には 80% 信頼区間 (LSC80) も用いられる⁴⁾。LSC は以下の式で算出される。

$$LSC95 = 2.77 \times Pr, \quad LSC80 = 1.81 \times Pr$$

たとえばベースラインの値が 0.460 g/cm^2 で、再測定時の値が 0.485 g/cm^2 の場合、変化は $0.025 \text{ g/cm}^2 (+5.4\%)$ である。測定施設の Pr が 2.0% の場合、LSC95 は 5.54%、LSC80 は 3.62% なので、この症例で観察された変化は LSC95 を基準とすると有意ではないが、LSC80 を基準とすると有意な変化と判定される。

おわりに

近年急速に発展・普及した DXA によって、骨粗鬆症の診断がきわめて簡便かつ正確に行われるようになってきている。DXA による骨密度測定は結果が単純な数値であるため理解されやすいと同時に、本稿で述べたごとの注意点がある。このような測定上の問題点を理解した上で、注意深い測定と的確な測定結果の解釈を行うべきである。また、一方で、最近では骨密度のみでは骨折患者を十分に予知することが困難であることも明らかになっていて、骨密度に他の危険因子を加味し、精度の高い骨折リスクの検出が試みられている⁷⁾¹⁴⁾。DXA による骨粗鬆症診断

では、骨密度測定結果の数値のみに頼らず、必要に応じてX線撮影、骨代謝マーカーなどの評価を行い、総合的に判定がなされなければならない。

文 献

- 1) Stone KL, et al : BMD at multiple sites and risk of fracture of multiple types: long-term results from the Study of Osteoporotic Fractures. *J Bone Miner Res* 18 : 1947~1954, 2003
- 2) 萩野 浩, 片桐浩史, 桑本 将 : 骨塩定量のピットホール. *CLINICAL CALCIUM* 11 : 1511~1517, 2002
- 3) 津田公子, 萩野 浩, 岸本英彰, 他 : DXAによる骨塩定量の実際—橈骨—, 骨粗鬆症と骨塩定量—DXAによる骨塩定量—(福永仁夫編). *メディカルレビュー*, 1994. p63~70
- 4) Bonnick SL, Lewis LA : Bone densitometry for technologists. Humana Press (Totowa, Hew Jersey), 2006
- 5) Orwoll ES, Oviatt SK : Longitudinal precision of dual-energy X-ray absorptiometry in a multicenter study. The Nafarelin/Bone Study Group. *J Bone Miner Res* 6 : 191~197, 1991
- 6) 折茂 肇, 太田博明, 萩野 浩, 他 : 骨粗鬆症の治療(薬物療法)に関するガイドライン—2002年度改訂版—. *Osteoporosis Jpn* 10 : 637~709, 2002
- 7) 折茂 肇. 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2006年版. 1st ed. 東京: ライフサイエンス出版, 2007
- 8) Silverberg SJ, Shane E, Jacobs TP, et al : Nephrolithiasis and bone involvement in primary hyperparathyroidism. *Am J Med* 89 : 327, 1990
- 9) Tucci JR, et al : Effect of three years of oral alendronate treatment in postmenopausal women with osteoporosis. *Am J Med* 101 : 488~501, 1996.
- 10) Bone HG, et al : Dose-response relationships for alendronate treatment in osteoporotic elderly women. *Alendronate Elderly Osteoporosis Study Centers. J Clin Endocrinol Metab* 82 : 265~274, 1997
- 11) Lufkin EG, et al : Treatment of established postmenopausal osteoporosis with raloxifene: a randomized trial. *J Bone Miner Res* 13 : 1747~1754, 1998
- 12) Harris ST, et al : Effects of risedronate treatment on vertebral and nonvertebral fractures in women with postmenopausal osteoporosis: a randomized controlled trial. *JAMA* 282 : 1344~1352, 1999.
- 13) 萩野 浩 : 大腿骨近位部 BMD 測定マニュアル治療効果の評価. *Osteoporosis Jpn* 15 : 385~387, 2007
- 14) WHO 骨折リスク評価ツール (FRAX™)
URL : <http://www.shef.ac.uk/FRAX/>

特集 転倒・転落をめぐって

転倒による骨折

萩 野 浩

別 刷

日本医師会雑誌

第137巻・第11号

平成21(2009)年2月

転倒による骨折

萩野 浩*

キーワード 転倒 骨折 運動器不安定症

はじめに

高齢化により、バランス能力および移動歩行能力の低下が生じ、閉じこもり、転倒リスクが高まった状態が「運動器不安定症」と定義されてから2年余りが経過した。この間にも高齢骨折患者は増加し、易転倒者の評価と転倒予防の重要性が一段と強調されてきている。

転倒が原因で発生する高齢者の骨折は、身体のさまざまな部位で発生するが、脊椎骨折、大腿骨近位部骨折、橈骨遠位部骨折(前腕骨折)、上腕骨近位部骨折の発生頻度が高く、高齢者の4大骨折と呼ばれる。このうち最も発生率・患者数が多いのが脊椎骨折であり、大腿骨近位部骨折がそれに次ぐ。本稿では高齢者に好発する骨折の特徴をあげ、転倒との関係について概説する。

I. 高齢者に好発する骨折

1. 加齢と骨折発生率

脊椎骨折には転倒後に背部痛を主訴として受診する症例と、はっきりとした外傷がない症例とがあり、なかには症状を伴わない例もみられる。症状を有する骨折を「臨床骨折」と呼び、無症状の骨折と区別している。腰背部痛のよう

*はぎの・ひろし：鳥取大学医学部教授(リハビリテーション)、鳥取大学医学部附属病院リハビリテーション部部长、平成元年鳥取大学大学院医学系研究科修了。主研究領域/骨代謝、運動器リハビリテーション、関節リウマチ。

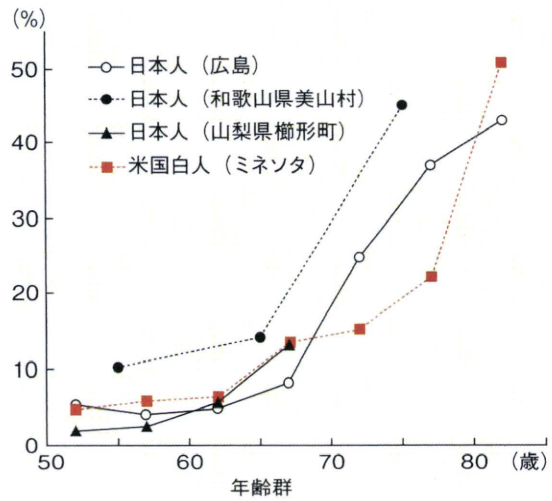


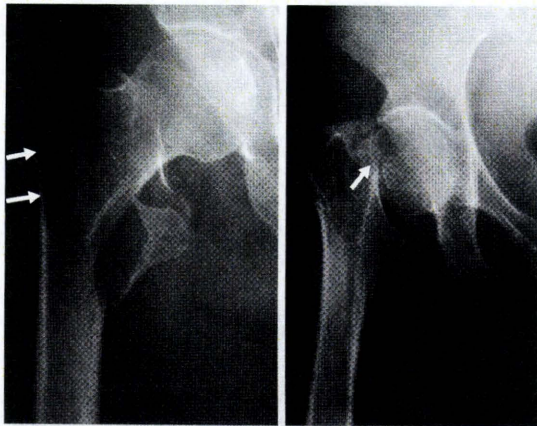
図1 年齢階級別の脊椎骨折有病率

わが国での有病率は米国白人に比べて高い。

(Kitazawa A, et al : J Bone Miner Metab 2001 ; 19 : 115 - 118/Yoshimura N, et al : J Epidemiol 1995 ; 5 : 171 - 175/Ross PD, et al : Int J Epidemiol 1995 ; 24 : 1171 - 1177 より引用, 作成)

な症状を有して骨折が診断されるのは全体の1/3程度であると考えられ¹⁾、その他は患者自身が骨折を自覚しない間に脊椎変形が進行して、徐々に腰痛を生じる。ただし、詳細に病歴を聞けば骨折例の8割程度に何らかの症状があったとの報告もある²⁾。

したがって、脊椎骨折では四肢の骨折のように発生時期を特定することが困難なため、これまで主として有病率が検討されてきた。わが国での有病率は60歳代で7.6~14%、70歳代で37~45%と報告されている(図1)³⁻⁵⁾。最近、発生率についても前向き研究によって調査され、女性では70歳代で人口10万当たり年間約



転子部骨折 頸部骨折

図2 大腿骨近位部骨折

4,000件、80歳代で約8,400件に達すると報告されている⁶⁾。

脊椎骨折の次に患者数が多い大腿骨近位部骨折は転子部骨折と頸部骨折に分類される(図2)。その発生率は70歳代後半から高くなり、その後、指数関数的に上昇し、85~89歳では、年間人口10万人当たり2,000以上に、90歳以上では2,900に達する(図3)⁸⁾。これに対して橈骨遠位部骨折は50歳代から発生率が上昇し、80歳以上ではその増加が少ないという特徴があり、上腕骨近位部骨折は60歳以上で発生率がほぼ直線的に上昇する(図3)⁹⁾。これは転倒時に手をついて防御できるかどうかの違いによると考えられ、前期高齢者では転倒時に反射的に手をついて、橈骨遠位部骨折を生じるのに対して、後期高齢者では転倒時に手での防御ができず、大腿骨近位部や肩関節を直接受傷して、大腿骨近位部骨折や上腕骨近位部骨折を発症する。

2. 海外との発生率の違い

脊椎骨折は有病率、発生率共に欧米白人よりも日本人で高率である(図1)^{3~6)}。これに対して、四肢骨折は低値であることが知られている^{7~9)}。図4に、報告されている性・年齢階級の発生率に基づいて、1995年の日本人人口構成で補正し、35歳以上の女性10万人当たりの年間発生数を比較したものを示す⁹⁾。大腿骨近

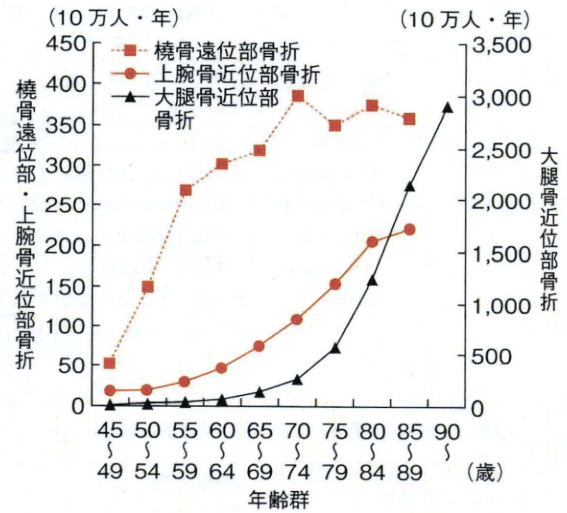


図3 四肢骨折の年齢階級別発生率(女性)

(Hagino H, et al : Osteoporos Int 2008 [Epub ahead of print] / Hagino H, et al : Bone 1999 ; 24 : 265-270 より引用, 作成)

□ Rochester(米国ミネソタ州) ■ Stockholm(スウェーデン) □ Malmö(スウェーデン)
□ Dundee & Oxford(英国) ■ 鳥取(日本)

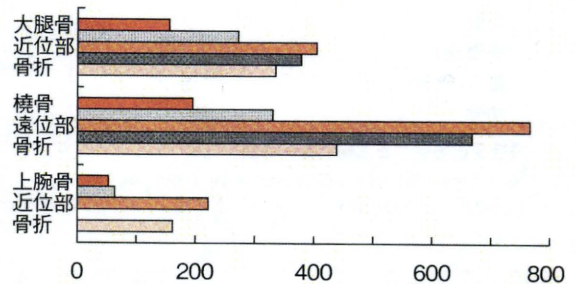


図4 国別の四肢骨折発生率の比較

日本人の四肢骨折発生率は、欧米白人のそれと比べて、1/2~1/3程度と明らかに低い。

(Hagino H, et al : Bone 1999 ; 24 : 265-270 より引用, 作成)

位部骨折、橈骨遠位部骨折、上腕骨近位部骨折の日本人での発生率は欧米白人に比べ低値であることが分かるが、この傾向は日本人のみではなく、アジア人に共通である。

脊椎骨折発生率が日本人で高い理由は不明であるが、椎体の大きさや骨強度などが関与するかもしれない。一方、日本人の四肢骨折発生率が低値である理由の1つに、転倒リスクが白人の半分程度であることがあげられる(表1)¹⁰⁾。

表1 日本人に対する諸外国での転倒リスク (年齢補正後)

報告者	対象	リスク比 (95% 信頼区間)	
		男性	女性
Black 他	英国 Nottingham 65 歳以上	2.6 (1.9, 3.5)	2.2 (1.9, 2.6)
Wickham 他	英国全体 65 歳以上	2.1 (1.6, 2.8)	2.2 (1.9, 2.6)
Prudham 他	英国 Northeast 65 歳以上	2.2 (1.7, 2.9)	1.8 (1.6, 2.1)
Winner 他	英国 Oxford	1.9 (1.4, 2.7)	1.4 (1.1, 1.7)
日系米国人	米国ハワイ州	1.1 (0.7, 1.6)	0.8 (0.6, 1.1)
日本人	日本 65 歳以上地域住民	1.0	1.0

(Aoyagi K, et al : J Bone Miner Res 1998 ; 13 : 1468-1474 より引用)

表2 転倒を原因とする非脊椎骨折の割合

骨折部位	転倒の結果の割合 (%)
前腕骨	96
上腕骨	95
肘	95
大腿骨近位部	92
膝蓋骨	89
足関節	88
足部/足趾	82
骨盤	80
顔面	77
手部/指	68
脛骨/腓骨	65
肋骨	59

最近骨折を生じた高齢女性への調査結果。
[Cummings SR, et al : Osteoporos Int 1994 ; 4 (Suppl 1) : 67-70 より引用]

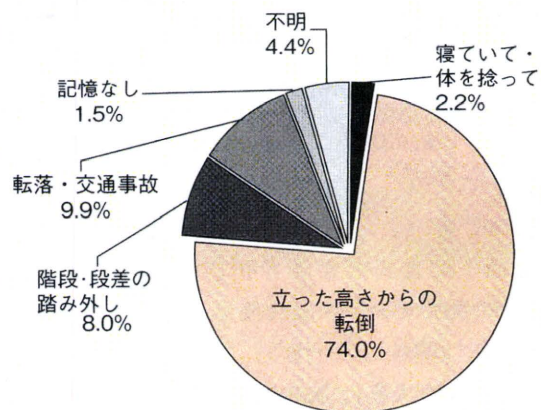


図5 大腿骨近位部骨折の受傷原因

日本整形外科学会の全国調査による 110,747 例の集計結果。
(Committee for Osteoporosis Treatment of the Japanese Orthopaedic Association : J Orthop 2004 ; 9 : 1-5 より引用, 作成)

II. 転倒と骨折

1. 転倒が骨折に至る割合

秋田県の農村における在宅高齢者を対象に調査した結果では、転倒後に生じる外傷の頻度は、54~70%程度で、このうち6~12%程度が骨折に至り、その1/4程度が大腿骨近位部骨折であった¹¹⁾。転倒が骨折発生に至る割合に関して、75歳以上の336例(在宅)を1年間追跡した調査では、108例(32%)が1回以上転倒し、このうち24%に重度の外傷が生じ、6%に骨折が発生した¹²⁾。そして全体の1%(4例)に大腿骨近位部骨折が発生したと報告されている。

骨折した患者を対象に転倒によって骨折が起

こったかどうかを聞き取り調査した結果では、大腿骨近位部骨折のうちの92%、橈骨遠位部骨折(前腕骨骨折)では96%の症例で転倒が骨折発生の原因となっていた(表2)¹³⁾。また、日本整形外科学会が行った全国調査によれば、110,747例(35歳以上)の大腿骨近位部骨折の原因は、立った高さからの転倒が全体の約3/4を占め、「不明」や「記憶なし」を除けば、90%以上が転倒を原因として骨折が発症していた(図5)¹⁴⁾。

大腿骨近位部骨折では屋内で受傷した患者が約70%を占め、90歳以上の超高齢者では85%に達する¹⁴⁾。これに対して、橈骨遠位部骨折について1999~2000年に鳥取県で調査し

た177例の結果では、受傷場所は屋内が23%、屋外が62%（不明15%）と、屋外での受傷が多く、大腿骨近位部骨折とは対照的である。骨脆弱化や易転倒性が高まった高齢者でも、前期高齢者のように比較的的身体活動性が高い場合には屋外で転倒受傷し、後期高齢者のように身体活動性が低下し外出機会が少ない場合には、屋内で転倒受傷する割合が高い。

2. 転倒・骨折の季節変動

大腿骨近位部骨折発生の季節変動については、これまでの諸外国の調査結果では、有意な変動が観察されたとする報告や、季節性がみられなかったとする報告があり、地域によって結果が分かれる。わが国での全国調査によれば、夏季に比べて冬季に発生数が有意に高かった¹⁴⁾。

上述のごとく、大腿骨近位部骨折ではその多くの症例が屋内で受傷するため、冬季の凍結や積雪が直接的な原因となり、転倒して受傷することは少ないと思われる。冬季に本骨折が多く発生する原因として、寒さのために着衣が多く転倒しやすいこと、冬季には日光浴の機会が少なくなり、血中ビタミンDが低下し、筋力低下やバランス能力の低下を来す可能性、低温になると低血圧を生じ転倒頻度が増加することなどが推測されている。

おわりに

高齢者では、転倒によって高頻度に重度の外傷が引き起こされ、多くの骨折で身体機能が低下してQOLが悪化すると同時に生命予後も引き下げられる。わが国における現在の年齢別骨折発生率と将来推計人口に基づいて、骨折患者数を予測すると、2007年1年間に約16万例の大腿骨近位部骨折が発生したと推計される。今後とも増加が続くと予想される骨折を予防するためには、高齢者医療にかかわるすべてのスタッフが協力したチームアプローチによる転倒予防が重要である。

..... 文 献

- 1) Black DM, Cummings SR, Karpf DB, *et al* : Randomised trial of effect of alendronate on risk of fracture in women with existing vertebral fractures. Fracture Intervention Trial Research Group. *Lancet* 1996 ; 348 : 1535-1541.
- 2) 中野哲雄, 越智龍弥, 鶴上 浩 : 椎体骨折の8割には明らかな疼痛がある. *Osteoporos Jpn* 2004 ; 12 (Suppl 1) : 157.
- 3) Kitazawa A, Kushida K, Yamazaki K, *et al* : Prevalence of vertebral fractures in a population-based sample in Japan. *J Bone Miner Metab* 2001 ; 19 : 115-118.
- 4) Yoshimura N, Kinoshita H, Danjoh S, *et al* : Prevalence of vertebral fractures in a rural Japanese population. *J Epidemiol* 1995 ; 5 : 171-175.
- 5) Ross PD, Fujiwara S, Huang C, *et al* : Vertebral fracture prevalence in women in Hiroshima compared to Caucasians or Japanese in the US. *Int J Epidemiol* 1995 ; 24 : 1171-1177.
- 6) Fujiwara S, Kasagi F, Masunari N, *et al* : Fracture prediction from bone mineral density in Japanese men and women. *J Bone Miner Res* 2003 ; 18 : 1547-1553.
- 7) 折茂 肇, 坂田清美 : 第4回大腿骨頸部骨折全国頻度調査成績—2002年における新発生患者数の推定と15年間の推移. *医事新報* 2004 ; 4180 : 25-30.
- 8) Hagino H, Furukawa K, Fujiwara S, *et al* : Recent trends in the incidence and lifetime risk of hip fracture in Tottori, Japan. *Osteoporos Int* 2008 [Epub ahead of print].
- 9) Hagino H, Yamamoto K, Ohshiro H, *et al* : Changing incidence of hip, distal radius, and proximal humerus fractures in Tottori Prefecture, Japan. *Bone* 1999 ; 24 : 265-270.
- 10) Aoyagi K, Ross PD, Davis JW, *et al* : Fall among community-dwelling elderly in Japan. *J Bone Miner Res* 1998 ; 13 : 1468-1474.
- 11) 安村誠司, 芳賀 博, 永井晴美他 : 地域の在宅高齢者における転倒発生率と転倒状況. *日公衛誌* 1991 ; 38 : 735-742.
- 12) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF : Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 1988 ; 319 : 1701-1707.
- 13) Cummings SR, Nevitt MC : Non-skeletal determinants of fractures : the potential importance of the mechanics of falls. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Osteoporos Int* 1994 ; 4(Suppl 1) : 67-70.
- 14) Committee for Osteoporosis Treatment of the Japanese Orthopaedic Association : Nationwide survey of hip fractures in Japan. *J Orthop* 2004 ; 9 : 1-5.

ねむりと医療

別刷

発行：株式会社 先端医学社
〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 2-17-8 KDX 浜町ビル

高齢者の転倒の現状と問題点

萩野 浩

鳥取大学医学部保健学科・附属病院リハビリテーション部

Points

Key Words

- ・ 転倒
- ・ 骨折
- ・ 大腿骨近位部骨折

- ・ 加齢に伴って骨は脆弱となり、強度が低下するため高齢者ほど転倒をすると骨折に至る危険性が高い。
- ・ わが国では地域在宅高齢者の年間転倒発生率が10～25%で、施設入所者は在宅高齢者よりも転倒発生率が高く10～50%程度である。
- ・ 性別では女性のほうが男性よりも転倒発生率が高い。
- ・ 転倒者のおよそ54～70%が外傷を受け、6～12%が骨折に至り、その1/4で大腿骨近位部骨折が発生している。
- ・ 大腿骨近位部骨折の92%と橈骨遠位端骨折の96%は転倒が原因で発生している。

はじめに

高齢者人口の増加に伴って、転倒とそれによる骨折患者数が急増している。加齢に伴って骨は脆弱となり、強度が低下するため高齢者ほど転倒をすると骨折に至る危険性が高い。また年齢とともに筋肉量の減少（サルコペニア）が進むため転倒発生率も上昇すると同時に、皮下脂肪が減少しクッション作用が低下することも易骨折性を高める。骨折は疼痛と運動器機能障害をもたらし、高齢者では生活機能の制限が生じ、QOLを引き下げる。

最近では、著しい骨粗鬆症化を背景に有する超高齢者が増加し、きわめて軽微な外傷での骨折、いわゆる脆弱性骨折（fragility fracture）に至る症例が増えている。さらに外傷の既往がないのに骨盤部や大腿骨近位部に骨折を発症している場合も多く、このような骨折はinsufficiency fracture（脆弱性骨折）とよばれ、日常生活動作（activities of daily living：ADL）のなかで転倒をくり返した結果発症した可能性がある。

転倒は骨折のみでなく、頭部外傷や脊髄損傷も引き起

こす。わが国における頸髄損傷の年齢分布には、若年者と高齢者の2つのピークがある¹⁾。若年者ではスポーツや交通事故が原因となるが、高齢者では脊柱管狭窄を背景に有する例での転倒がその原因となる。さらに、「不慮の事故」は高齢者死因の第5位であるが、そのうち「転倒・転落」は「不慮の窒息」（29.4%）について第2位（19.3%）となっている²⁾。本稿では、高齢者の転倒の現状とその結果としての骨折について概説する。

高齢者の転倒

1) 転倒の発生率

わが国では地域在宅高齢者の年間転倒発生率が10～25%である²⁾。施設入所者では報告によって差があるものの、在宅高齢者よりも転倒発生率が高く10～50%程度である。性別では女性のほうが男性よりも転倒発生率が高い。年齢では74歳以下の前期高齢者と75歳以上の後期高齢者を比較すると、転倒の発生率は後者で有意に高く、高齢になるほど発生率は急上昇する。また北欧や米

国の在宅高齢者では30~40%が転倒し、日本人と比較して2倍程度転倒頻度が高い³⁾。この理由は不明であるが、転倒率が低いことが、日本人で四肢骨折発生率が低い理由のひとつとなっている。

転倒の発生場所は、施設入所者では病室内が半数以上を占め最も多いのに対して、一般住民に対する調査結果では一般道路・歩道が半数を占める⁴⁾。また、転倒の時刻は施設入所者で午前6時~7時がピークで、ついで午後5時~6時が多く、食事およびトイレへ行くために活動性があがる時間帯に集中すると報告されている⁵⁾。一般住民では午前10時~11時と午後2時~5時の、外出機会が多い時間帯に転倒の頻度も高い⁴⁾。このように、施設入所者と在宅老人では、転倒の場所や時刻が異なるため、それに応じた対応が必要となる。

2) 転倒の危険因子

転倒の危険因子は身体機能の低下に起因する内的因子と、居住環境などに起因する外的因子とに分けられる。内的因子には、不整脈、心不全、起立性低血圧、前庭・迷路機能障害、パーキンソン病、片麻痺、変形性関節症、関節リウマチ、視力低下、認知症などの疾患があげられる。認知症高齢者の転倒頻度は一般高齢者よりも約3倍(1.1~6.4倍)高い⁶⁾⁷⁾。骨折発生率も認知症を有しない高齢者と比較して2~3倍高値である⁸⁾⁹⁾。なかでも徘徊する例では大腿骨近位部骨折発生のリスクが6.9倍に上昇することが知られている⁹⁾。また、降圧薬、鎮痛薬、向精神薬などの薬物も転倒のリスクを高める。

外的因子には滑りやすい床、めくりあがったじゅうたん、廊下の障害物、電気製品のコード、暗い廊下や階段、玄関の大きい段差、階段や風呂の手すりの不備といった住宅環境があげられる。また、和服やロングドレスの着用、ぞうり、スリッパの使用なども転倒リスクを高める外的因子である。

転倒により発生する骨折

1) 転倒と骨折

わが国での高齢者の転倒による外傷の頻度は54~70%程度と報告されている。このうち骨折に至る症例は

2(2)

表① 転倒が原因とする非脊椎骨折の割合

骨折型	転倒の結果の割合 (%)
手関節	96
上腕骨	95
肘	95
大腿骨近位部	92
膝蓋骨	89
足関節	88
足部/足趾	82
骨盤	80
顔面	77
手部/指	68
脛骨/腓骨	65
肋骨	59

最近骨折を生じた高齢女性への調査結果

(Cummings SR et al, 1994¹²⁾より引用)

6~12%程度で、その1/4程度が大腿骨近位部骨折であると報告されている²⁾¹⁰⁾。転倒が骨折発生に至る割合に関して、75歳以上の336例(在宅)を1年間追跡した調査では、108例(32%)が1回以上転倒し、このうち24%で重度の外傷が生じ、6%で骨折が発生した¹¹⁾。そして全体の1%(4例)に大腿骨近位部骨折が発生したと報告している。一般に、高齢となり骨粗鬆化に伴って骨脆弱化が進行するほど、転倒して骨折に至るリスクも高まる。

骨折した患者を対象に、転倒によって骨折がおこったかどうかを聞き取り調査した結果では、大腿骨近位部骨折のうちの92%、橈骨遠位部骨折(前腕骨骨折)では96%の症例で転倒が骨折発生の原因となっていた(表①)¹²⁾。

2) 骨折発生率

a. 脊椎骨折

転倒後に背部痛を主訴として受診する症例と、はっきりとした外傷がない症例とがあり、なかには症状を伴わない症例もみられる。症状を有する骨折を「臨床骨折」とよび、無症状の骨折と区別している。「無症状」といっても、背部のだるさや、軽度の痛みを有していたが、患者自身が骨折を起こしたことを自覚していない場合もある。臨床症状を有して診断される脊椎骨折は全体の1/3程度であると考えられ¹³⁾、そのほかは患者自身が骨折を自覚しないあいだに脊椎変形が進行して、徐々に腰痛を生じる。したがって、四肢骨折のように発生時期を特定することが困難なため、これまでおもに有病率が検討されてきた。わが国での有病率は60歳代で7.6~14%、70

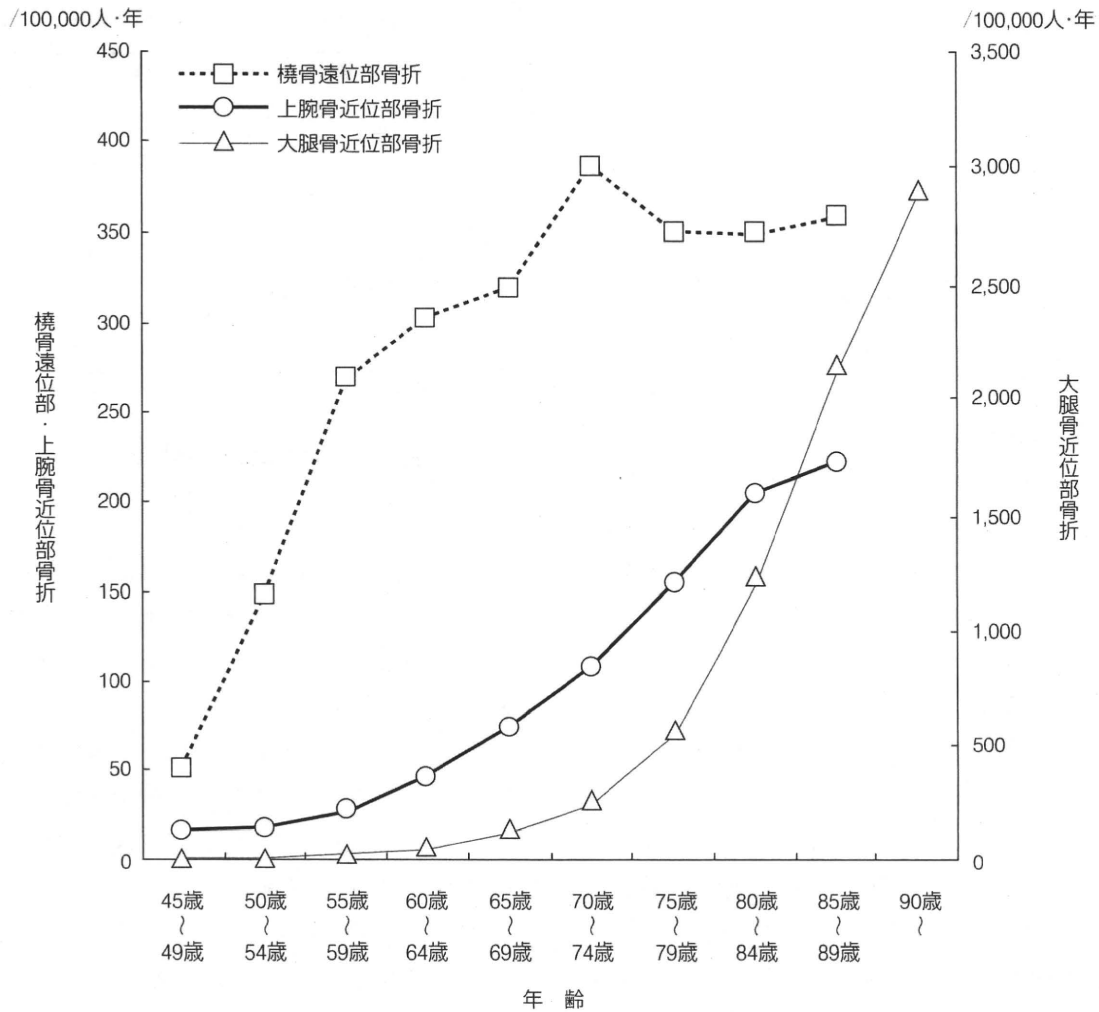


図1 四肢骨折の年齢階級別発生率 (女性)

数値は人口10万人あたりの年間発生数。大腿骨近位部骨折は70歳代後半から発生率が高くなり、指数関数的に上昇する。これに対して桡骨遠位部骨折は50歳代から発生率が上昇し、80歳以上ではその増加が少ない。

(Hagino H, 1999¹⁸⁾, Hagino H, 2008²⁰⁾より改変引用)

歳代で37~45%と報告されている^{14)~16)}。

発生率についての報告は少なく、広島での前向き研究のみであり、それによると日本人の脊椎骨折の発生率は加齢とともに上昇し、女性では70歳代で人口10万人あたり年間約4,000人、80歳代で年間約8,400人に達する¹⁷⁾。

b. 四肢・骨盤骨折

上肢骨折のうち桡骨遠位部骨折は50歳代から発生率が上昇し、80歳以上ではその増加が少ないという特徴がある(図1)¹⁸⁾。上腕骨近位部骨折は80歳以上で発生率が上昇する。これは転倒時に手をついて防御できるかどうかの違いによると考えられ、前期高齢者では転倒時に反射的に手をついて桡骨遠位部骨折を生じるのに対し

て、後期高齢者では転倒時に手での防御ができずに大腿骨近位部や肩関節を直接受傷して、大腿骨近位部骨折や上腕骨近位部骨折を発症する。

下肢骨折のうち最も患者数が多く、また生活機能やQOLに大きな影響をもたらすのが大腿骨近位部骨折である。大腿骨近位部骨折の患者数は80歳代が最多で、全体の約半分を占めるが、発生率は70歳代後半から指数関数的に上昇し、85歳以上では年間人口10万人あたり2,000人以上に達する(図1)¹⁹⁾²⁰⁾。大腿骨は近位部とともに遠位部骨折も老人に多発する骨折で、80歳以降に発生率が増加する。

骨盤骨折も骨粗鬆症に関連した骨折で、加齢とともに

発生率が高くなる²¹⁾。骨盤では恥骨、仙骨が insufficiency fracture の好発部位で、X線像で骨折線が不明であっても、体動時の疼痛や叩打痛がみられたら、骨折を疑う必要がある。

おわりに

わが国における、現在の年齢別骨折発生率と将来推計人口にもとづいて予測した大腿骨近位部骨折の新規発生数は、現在年間約16万例と推計され、高齢者人口の増加に伴い、2030年には年間26~30万人に達すると思われる。しかも30年後には90歳以上の患者が最も多くなり、全患者数の半分近くを占めることとなる。骨折予防には転倒の防止が重要な役割を果たすため、多職種による総合的な対策が求められる。

文 献

- 1) Shingu H, Ohama M, Ikata T *et al* : A nationwide epidemiological survey of spinal cord injuries in Japan from January 1990 to December 1992. *Paraplegia* **33** : 183-188, 1995
- 2) 長谷川美規, 安村誠司 : 日本人高齢者の転倒頻度と転倒により引き起こされる骨折・外傷。骨粗鬆症治療 **7** : 180-185, 2008
- 3) Aoyagi K, Ross PD, Davis JW *et al* : Fall among community-dwelling elderly in Japan. *J Bone Miner Res* **13** : 1468-1474, 1998
- 4) 上岡洋晴, 朴 眩泰, 太田美穂ほか : 中高年の転倒の実態—転倒予防への医学的対応, 転倒予防教室第2版, 武藤芳照ほか編, 日本医事新報社, 東京, 2002, pp11-18
- 5) 岡本五十雄 : 転倒に伴う骨折の防止, 高齢者の転倒とその対策, 眞野行生編, 医歯薬出版, 東京, 1999, pp67-73
- 6) Eriksson S, Gustafson Y, Lundin-Olsson L : Risk factors for falls in people with and without a diagnose of dementia living in residential care facilities : a prospective study. *Arch Gerontol Geriatr* **46** : 293-306, 2008
- 7) Asada T, Kariya T, Kinoshita T *et al* : Predictors of fall-related injuries among community-dwelling elderly people with dementia. *Age Ageing* **25** : 22-28, 1996
- 8) Guo Z, Wills P, Viitanen M *et al* : Cognitive impairment, drug use, and the risk of hip fracture in persons over 75 years old : a community-based prospective study. *Am J Epidemiol* **148** : 887-892, 1998
- 9) Buchner DM, Larson EB : Falls and fractures in patients with Alzheimer-type dementia. *JAMA* **257** : 1492-1495, 1987
- 10) 安村誠司, 芳賀博, 永井晴美 : 地域の在宅高齢者における転倒発生率と転倒状況. 日公衛誌 **38** : 735-742, 1991.
- 11) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF : Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* **319** : 1701-1707, 1988.
- 12) Cummings SR, Nevitt MC : Non-skeletal determinants of fractures : the potential importance of the mechanics of falls. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Osteoporos Int* **4 Suppl 1** : 67-70, 1994
- 13) Black DM, Cummings SR, Karpf DB *et al* : Randomised trial of effect of alendronate on risk of fracture in women with existing vertebral fractures. Fracture Intervention Trial Research Group. *Lancet* **348** : 1535-1541, 1996.
- 14) Kitazawa A, Kushida K, Yamazaki K *et al* : Prevalence of vertebral fractures in a population-based sample in Japan. *J Bone Miner Metab* **19** : 115-118, 2001
- 15) Yoshimura N, Kinoshita H, Danjoh S *et al* : Prevalence of vertebral fractures in a rural Japanese population. *J Epidemiol* **5** : 171-175, 1995
- 16) Ross PD, Fujiwara S, Huang C *et al* : Vertebral fracture prevalence in women in Hiroshima compared to Caucasians or Japanese in the US. *Int J Epidemiol* **24** : 1171-1177, 1995
- 17) Fujiwara S, Kasagi F, Masunari N *et al* : Fracture prediction from bone mineral density in Japanese men and women. *J Bone Miner Res* **18** : 1547-1553, 2003.
- 18) Hagino H, Yamamoto K, Ohshiro H *et al* : Changing incidence of hip, distal radius, and proximal humerus fractures in Tottori Prefecture, Japan. *Bone* **24** : 265-270, 1999
- 19) 折茂 肇, 坂田清美 : 第4回大腿骨頸部骨折全国頻度調査成績 : 2002年における新発生患者数の推定と15年間の推移. 医事新報 **4180** : 25-30, 2004
- 20) Hagino H, Furukawa K, Fujiwara S *et al* : Recent trends in the incidence and lifetime risk of hip fracture in Tottori, Japan. *Osteoporos Int* 2008 [Epub ahead of print]
- 21) Ragnarsson B, Jacobsson B : Epidemiology of pelvic fractures in a Swedish county. *Acta Orthop Scand* **63** : 297-300, 1992

骨粗鬆症治療

別刷

発行：株式会社 先端医学社

〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町2-17-8 KDX浜町ビル