

5	Ross PD, et al.	1991	閉経後の日系 アメリカ人女性	遠位橈骨、近位橈骨、踵骨、腰椎の骨密度測定。既存椎体骨折は、X線写真によって測定されたdimensionsによって判定。比例ハザード線形モデル	椎体骨折の発生	骨量が2SD低下すると、椎体骨折のリスクは4倍から6倍。ベースライン時での単一骨折の存在は、新しい椎体骨折のリスクを5倍に、2つ以上の既存骨折は、骨折リスクを12倍に増加。低骨量(33パーセント点以下)と2つ以上の既存骨折を合わせると、高骨量(67パーセント点以上)で既存骨折をもたない女性と比較して、リスクは75倍。身長、BMI、arm span、また側彎、骨関節炎は、骨折の発生を予知しない。体重はぎりぎり骨折の発生を予知した(P=0.04)。しかし骨量を補正したあとでは予知はしなかつ
6	Black DM, et al.	1992	年齢65歳以上の、DEXAとSPAによる両方の骨量値をもつ、黒人でない女性8134人	DEXAとSPAによる両方の骨量測定。平均追跡期間0.7年間Cox比例ハザードモデル。	骨折の発生	年齢調整後、骨密度の1SD減少ごとの骨折相対リスクは、近位大腿骨BMDで1.40(95%CI:1.20-1.63)、脊椎BMDで1.35(95%CI:1.15-1.58)。結果は、踵骨、遠位橈骨、近位橈骨でのSPA測定値と同様に、近位大腿骨のすべての箇所において類似していた。これらのどの測定値も、ほかの測定値よりも、有意により骨折の予知因子ではなかった。遠位橈骨の測定値(RR=1.64;95%CI=1.13-2.37)は、腰椎(RR=1.56;95%CI=1.07-2.26)、大腿骨頸部(RR=1.65;95%CI=1.12-2.41)、踵骨(RR=1.83;95%CI=1.26-2.64)のようなほかの部位より、手首骨折のよりよい予知因子ではなかつ
7	Kelsey JL, et al.	1992	メリーランド州、ミネソタ州、オレゴン州、ペンシルバニア州からの、年齢65歳以上の女性9704人。	2.2年の追跡期間	骨折の発生	遠位橈骨のBMDが最低五分位にある人と最高五分位にある人を比べた場合、遠位前腕の骨折における割合は4.1、近位上腕骨の骨折においては7.5。低BMDと独立した遠位前腕骨折の危険因子は、視力低下、ベースライン以前の年間転倒数、頻繁な歩行。近位上腕骨折の危険因子は、健康状態が最近低下、インスリン依存糖尿病、まれな歩行、数秒間以上足で立つことができないといった神経筋虚弱の指標など。
8	Gardsell P, et al.	1993	1076人の女性	1970年から1976年に前腕遠位BMCが測定され、1975年から1987年の13年間に発生した骨折を記録する。	骨折の発生	前腕遠位BMCは70歳未満での骨折のよい予知因子。近位前腕(forearm shafts)測定値は、70-80歳のグループにおいても骨折予知能力をもつ。BMCは、椎体骨折と大転子大腿骨頸部骨折のよい予知因子であったが、遠位上腕骨折においては予知力は低い。40歳から70歳のグループでは、BMCは年齢よりも強い骨折予知因子。BMCの1SD減少すると、年齢を補正して、大腿骨頸部骨折は3.2倍。年齢補正した平均から5kg下の体重は大転子大腿骨頸部骨折のリスクを30%増加した。
9	Cummings SR, et al.	1993	年齢65歳以上の女性8134人	橈骨末端、踵骨、腰椎、大腿骨近位骨密度を測定。平均追跡期間1.8年間。ROC解析。	大腿骨頸部骨折	大腿骨頸部骨密度1SD減少は、年齢補正した大腿骨頸部骨折のリスクを2.6倍(95%CI:1.9-3.6)増加。骨密度が最低四分位である女性は、最高四分位である女性よりも、大腿骨頸部骨折のリスクが8.5倍高かった。大腿骨頸部の骨密度は、脊椎(p<0.0001)や橈骨(p<0.002)よりもよい予知因子で、踵骨(p=0.10)よりもややよかった。低大腿骨頸部骨密度は、ほかの部位での骨密度よりも、より強い大腿骨頸部骨折の予知因子である。

10	Broe KE, et al.	2000	老人ホームに入所している白人252人(平均年齢88歳、74%が女性)	大腿骨近位、橈骨BMD測定(二重エネルギーX線吸収法)。追跡調査期間中央値2.3年。Cox比例ハザード回帰モデル。	骨折発生の有無	骨折の多変量補正リスクは、大腿部近位全体BMD1標準偏差低下で2.82(95% CI 1.8-4.42)、大腿骨頸部BMDで2.79(95% CI 1.69-4.61)、転子部BMDで2.26(95% CI 1.51-3.38)、橈骨shaftで1.83(95% CI 1.14-2.94)、橈骨最末端部で1.84(95% CI 1.21-2.80)。
11	Gnudi S, et al.	2001	656人の閉経後女性。骨に影響を与える疾患、薬剤(ただし骨粗鬆症の薬は除く)で治療を受けている人は除く。	ベースラインで近位および遠位橈骨の骨密度測定、閉経年齢、体重、身長、骨折既往、治療について聴取、平均追跡期間5.38年。RRはCox回帰分析。	軽微な外傷による椎体骨折以外の放射線診断された骨折(指の骨折は除く)	年齢調整した橈骨近位および遠位骨密度は、集団全体、65歳以下の女性では骨折を予知したが、65歳以上の女性では予知しなかった。交絡因子を調整しても、橈骨遠位骨密度は、集団全体、65歳以下群について予知したが、近位橈骨骨密度は65歳以下群のみ予知した。65歳以上群では、橈骨近位骨密度減少率のみ骨折リスクを予知した。
12	Miller PD, et al.	2002	骨粗鬆症と診断されていない閉経後白人女性149,524人	Cox比例ハザードモデル	大腿骨頸部、手首、腰椎、肋骨骨折発生	Tスコアが-2.5SD以下の女性では、正常な骨密度の女性に比べ、2.15倍(指)から3.94倍(かかと超音波)骨折が高かった。リスク予知は、機器メーカーの正常値およびNORA集団のそれを使っても変わらなかった。
15	Nevitt MC, et al.	1993	地域に居住する65歳以上の黒人以外の女性	多変量解析	大腿骨頸部骨折、手首の骨折の有無	大腿骨頸部骨折を起こした女性は、転倒しても骨折しなかった女性に比べて、横向きあるいは垂直に(オッズ比 3.3; 95%信頼区間 2.0~5.6)倒れ、地面に大腿部辺りをついた(32.5; 9.9,107.1)、背が高く(1.5; 1.2, 1SD増加ごと2.2)、手をつかなかつたり(0.3; 0.1~0.6)、物をつかんだり叩いたりして転倒を止めることができなく(0.4; 0.2, 0.9)、上腕三頭筋が弱く(1.7; 1.2, 1SD増加ごと2.5)、堅い面に打ち付けていた(2.8; 1.4, 5.5)、手首骨折した女性は転倒しても骨折しなかった女性に比べ、後ろ向きに倒れ(2.2; 1.3, 3.8)、手をついた(20.4; 11.5, 36.0)、背が高く(1.4; 1.1, 1SD増加ごと1.8)、物をつかんだり叩いて転倒を止めたりしていなかった(0.4; 0.2, 0.7)。大腿部や手首について転倒した女性では、その部位を骨折するリスクは骨折部位の骨密度の1標準偏差低下ごとに2倍以上になった。
16	Nguyen T, et al.	1993	1989年1月1日現在60歳以上のDubbo市全市民	判別関数解析	骨折の有無	主な骨折予知因子は男女とも大腿骨頸部の骨密度、身体の高つき具合、大腿四頭筋の筋力であった。年齢、閉経後の年数、身長、体重、ライフスタイル因子も骨密度、身体の高つきと相関関係があり、骨折の間接的リスク因子となる。判別関数解析は後に非外傷性骨折をした男女のそれぞれ96%、93%(感度88%、81%)を正しく判別した。大腿部の骨密度の4分位数が最低で、身体の高つき度が高い女性は、骨密度の4分位数が最高で、身体の高つき度が低い女性と比べると、骨折リスクはほぼ14倍の増加を示した。

17	Wasnich RD, et al.	1994	閉経後の日系米国人女性 1098人	既存の脊椎以外の骨折は問診により、既存の脊椎骨折はレントゲンにより判定。橈骨遠位部・近位部、踵骨、腰椎の骨密度測定し、その後1~2年ごとに測定した。比例ハザードモデルを使用。年齢を補正。	脊椎骨折の有無	脊椎以外の既存骨折をもつ女性では、骨量とは関わりなく、その後に脊椎を骨折するリスクが3倍高い。脊椎以外の骨折があり、骨量が少ない(百分位数50以下)女性は、骨量の百分位数50以上で骨折していない女性と比べて8倍の新しい脊椎骨折のリスク。低骨量に加えて、既存の脊椎および脊椎以外の骨折はその後の脊椎骨折の強いリスク因子である。
18	Cummings SR, et al.	1995	大腿骨頸部骨折経験のない、年齢65歳以上の白人女性 9516人。	平均4.1年間、4カ月ごとに、大腿骨頸部骨折の頻度を追跡。大腿骨頸部骨折は、X線写真によって確認。多変量解析	大腿骨頸部骨折の発生	大腿骨頸部骨折リスクは、母親の大腿骨頸部骨折歴があると2倍(95%CI=1.4-2.9)、骨密度で補正した後もリスクの増加は有意。25歳以後体重の増加した女性は、リスクがより低かった。危険因子として、50歳以後に骨折経験、25歳時背が高い、健康が中位または低位、甲状腺機能亢進症既往、ベンゾジアゼパンまたは鎮痙剤の長期投与、カフェイン多量摂取、日に4時間以下の歩行、腕を使用しないで椅子から立ちあがることのできない、深部知覚低下、poor contrast sensitivity、安静時頰脈。低踵骨BMDも独立した危険因子であった。
19	Seeley DG, et al.	1996	アメリカの4つの地域からの65歳以上の女性9704人。	ベースラインで生活様式因子(身体活動、ダイエット、喫煙習慣)や機能損傷(骨折歴、転倒、他の疾患)の自己申告、BMD、神経筋検査テスト。5.9年の追跡期間。比例ハザードモデル使用。	足首骨折と足骨折の発生	足首骨折の危険因子は、ベースラインより前に年に1回以上の転倒(RR=1.5; 95%CI=1.1-2.1)、より活発な身体活動(週に2回ごとでRR=1.2; CI=1.1-1.3)、25歳からの体重増加(RR per 20% 増加=1.4; 95%CI=1.2-1.5)、自己申告骨関節炎(RR=0.5; CI=0.3-0.8)、姉妹の50歳以上での大腿骨頸部骨折歴(RR=1.7; CI=1.0-3.0)、週に1回以下の外出(RR=3.0; CI=1.4-6.6)、低遠位橈骨BMD(RR per -0.1g/cm ² =1.2; CI=1.0-1.4)。足骨折の危険因子は、インスリン依存性糖尿病(RR=2.9; CI=1.2-7.2)、けいれん発作治療薬の使用(RR=2.3; CI=1.0-5.7)、ベンゾジアゼパンの使用(RR=1.5; CI=1.2-2.2)、甲状腺機能亢進症歴(RR=0.5; CI=0.3-1.0)、深部知覚低下(RR=0.7; CI=0.5-1.0)、低遠位橈骨BMD(RR per -0.1g/cm ² =1.3; CI=1.1-1.5)。
20	Fox KM, et al.	2000	米国4地域(メリーランド州ボルチモア、ペンシルバニア州ピッツバーグ、ミネソタ州ミネアポリス、オレゴン州ポートランド)に住む9704人の65歳以上の白人女性で、うち279人は大腿骨頸部骨折の経験があり、222人は大腿骨近位の転子部骨折経験があった。	踵骨、大腿骨近位部の骨密度、身体測定、および骨折歴(家族および本人)、薬剤使用、機能状態、身体活動および視覚機能を調査。平均8年間追跡期間。多変量比例ハザードモデル及びハザード回帰モデル。	大腿骨頸部および転子間骨折の有無	踵骨骨密度(BMD)は転子間骨折(OR=1.16; 95% CI=1.02-1.31)よりも大腿骨頸部の骨折をより強く予測。ステロイド使用と機能障害の状態は、転子間骨折でなく、大腿骨頸部骨折を予測した。健康がすぐれない状態(OR=0.74; 95% CI=0.55-1.00)は大腿骨頸部骨折よりも転子間骨折をより強く予測した。

21	Chandler JM, et al.	2000	老人ホームに居住する65歳以上の白人女性1427人	基準値を1995年4月～1997年6月に収集し、18ヶ月間追跡調査。	骨粗鬆症性骨折発生の有無	BMDが中央値(0.296 g/cm ²)より低い女性は、高い女性と比較すると、無補正ハザード比(HR)が2.1(95% CI 1.5-2.8); 自立歩行の可能な女性は不可能な女性と比べてHR1.6(95% CI 1.2-2.2)。自立歩行可能者で、BMDが中央値より低い人はBMDが高い人にくらべHR3倍(95% CI 2.2-4.4)。自立歩行不能者で、BMDが中央値より低い人はHR1.6(95% CI 1.1-2.3)。共変量を補正してもBMDと骨折の関係は変わらなかった。
22	Nguyen TV, et al.	2001	Dubboの60歳以上の男739人、女1105人		上腕骨近位、前腕、手首の骨折発生の有無	上腕骨近位骨折の予知因子は、男性では、大腿骨頸部BMD(RR 2.3, 95%CI1.2-4.5)、女性では大腿骨頸部BMD(RR 2.4, 1.7-3.5)、身長低下(RR 1.1, 1.0-1.2)。前腕、手首骨折の予知因子は、大腿骨頸部BMD(男 RR 1.5 1.2-1.9、女1.5 1.2-1.9)、身長低下(男 RR 1.2 1.0-1.3、女 1.1 1.0-1.2)。食事のカルシウム(男 RR2.0 1.0-3.6)、転倒歴(女 1.9 1.4-2.6)。
23	Siris ES, et al.	2001	米国50歳以上の閉経後女性200160人	Cox比例ハザードモデル	質問票による骨折発生	骨粗鬆症と関連があったのは年齢、骨折歴、アジアあるいはヒスパニック系、喫煙、コルチゾン使用。予防因子としてアフリカ系、エストロゲン、利尿剤使用、運動、アルコール飲酒。骨粗鬆症は、正常骨密度に比べ4倍骨折リスクが高く、骨量減少は、1.8倍高かった。
24	Lee SH, et al.	2002	75歳以上の6901人のEPIDOS研究に受診した白人女性。	ベースラインで骨密度、超音波測定値、骨折の個人歴・家族歴、体格測定値、カルシウム摂取、喫煙、低骨量に關係する疾患、身体能力、疾患、身体活動性、視力、薬剤使用、6ヶ月以内の転倒歴、飲酒歴、聴力障害、認知力、低血圧、その他の転倒に關連する医学的狀態を聴取。4年間追跡し上腕骨近位骨折発生との關係(RR)をCox回帰分析で解析。	上腕骨近位骨折発生の有無	上腕骨近位骨折と関連があったのは、低BMD(RR1.4, 95%CI 1.1-1.7)、低SOS(RR1.3, CI 1.0-1.6)、大腿骨頸部骨折の母親の家族歴(RR1.8, CI 1.0-3.0)、以前の転倒(RR3.0, CI 1.6-6.1)、低身体活動性(RR2.2, CI 1.1-4.4)、平衡感覚障害(RR1.8, CI 1.1-2.9)、下肢の痛み(RR1.4, CI 1.0-2.1)。
25	Vogt MT, et al.	2002	Multicenter Study of Osteoporotic Fractures に登録されている、9704人の65歳以上の白人女性	527例の橈骨遠位部骨折が放射線診断にもとづいて医師によって診断。また生活様式、人口統計、BMD、臨床または作業測定の情報も収集された。	橈骨遠位部骨折の発生	骨折予測因子は、橈骨遠位部BMD(per 0.1g/cm ²)(RR=1.8, 95%CL=1.6-2.1)、転倒再発(RR=1.6, 95%CL=1.2-2.0)、前回の骨折が50歳以降(RR=1.3, 95%CL=1.1-1.6)、現在経口エストロゲンを使用は予防的(RR=0.6, 95%CL=0.4-0.8)。75歳以上の女性では、認識状態がよくないこと。糖尿病の女性は、2倍以上内関節骨折(intra-articular fractures)。

29	Faulkner KG, et al.	1993	67歳以上の白人女性8074人	平均1.6年間の追跡調査期間。骨折全症例および骨折をしなかった134人の女性で、大腿部頸部軸長、頸部幅、頸部/幹の角度を測定した。多重ロジスティックモデルを用いて解析し、オッズ比を算	大腿部骨折の有無	年齢を補正後の大腿部骨折リスクは、大腿骨頸部骨密度の1標準偏差(SD)低下すると2.7倍(95%信頼区間1.7, 4.3)、大腿部軸長の1SD増加で2倍(オッズ比=1.8; 95% CI 1.3, 2.5)。大腿部軸長と骨折リスクとの関係は年齢、大腿骨頸部骨密度、身長および体重補正後も変わらなかった。大腿部軸長が長い場合、大腿骨頸部(OR=1.9; 95% CI 1.3, 3.0)と転子(1.6; 1.0, 2.4)両方の骨折リスクが上昇した。頸部幅(1.1; 0.8, 1.5)または頸部/幹の角度(1.4; 0.9, 2.2)と大腿部骨折リスクには有意な関係はなかった。
30	Ross PD, et al.	2000	Hawaii Osteoporosis Studyに参加している、地域で生活をしている512人の閉経後の女性。(ベースラインで平均年齢 69	踵BMDと骨代謝マーカーを測定。平均2.7年間追跡。脊椎骨折は、側面の脊椎放射線写真によって確認。脊椎以外の骨折は自己申告。ロジスティック回帰解	腰椎および腰椎以外の骨折発生の有無	血清骨ALP、尿CTx、踵BMDは、新しい骨折と、有意に関連性。ORはそれぞれ1SDあたり1.53, 1.54, 1.61。多変数ロジスティック回帰解析では、BMDと血清骨ALPは、骨折の有意な予知因子。(それぞれp=0.002, 0.017)
31	McGuigan FE, et al.	2001	前向き地域研究における156人の男性と185人の女性。平均追跡4.88年	骨密度、骨の減量の割合、体重、身長、閉経からの年数を、性別、遺伝子型別にみる。ロジスティック回帰分析	骨粗鬆症性骨折の発生	女性は、COLIA1s 相対形質は骨折の独立した予知因子オッズ比(OR=2.59; 95%CL=1.23-5.45)。脊椎BMD(OR=1.57; 95%CL=1.04-2.37 per Z-score)、体重(OR=1.05; 95%CL=1.01-1.10/Kg per kg)。骨量定量とCOLIA1 遺伝子型は女性の骨折予知を相互に高める(p=0.01)。
32	Shaw CK, et al.	2001	404人の健康ボランティア、381人が2回目調査に参加。骨折26人が32の骨折をもっていて、追跡期間に10人が骨折。	1989年にDPAで腰椎骨密度、1994-95年にBMD再検、骨折歴、骨折に関連した危険因子を聴取。	骨折発生の有無	性、年齢、BMI調整後、腰椎BMDの1SD低下で、中等度外傷の骨折が2.38倍になった。BMDの骨折閾値(1g/cm ²)以下の腰椎BMDを示す人の骨折リスクは3.93倍であった。
33	Nevitt MC, et al.	1999	55-81歳の女性で、大腿骨頸部骨密度が0.68g/cm以下で閉経後少なくとも2年以上経過。Fracture Intervention Trial(アレンドロネットのRCT)の条件を満たす人。	年齢、体重、大腿骨頸部BMDを調整して、既存の椎体骨折数、骨折部位に対する骨折発生のORをgeneralized estimating equation(GEE)を用いて解析。	骨折発生の有無	既存の椎体骨折部位が上部(T4-10)下部(T11-L4)とも、新しい骨折リスクの予知は差なし。骨折部位がどこであっても、既存骨折は、下部椎体(RR2.3)より上部椎体(RR 5.2)に生じた骨折と強い関係があった。腰椎骨密度1SD低下に対する骨折リスクは、下部椎体(RR 1.5)より上部椎体骨折と強く関連した(RR2. 1)。

34	Ross PD, et al.	1993	アメリカの7つのセンターにおける、ビスフォスフォネート、エチドロネートの無作為割付臨床試験で骨粗鬆症の治療を受けている、平均年齢65歳の、閉経後女性の380人。比例ハザードモデル。	ベースラインで脊椎の定量的CT、腰椎と大腿骨頸部の二重光子吸収法(DXA)で、BMDの測定。椎体骨折は脊椎放射線撮影で判定。平均追跡2.9年間。比例ハザードモデル。	椎体骨折の発生	1つまたは2つの骨折の存在は、新しい椎体骨折の割合を7.4倍(95%CI: 1.0-55.9)増加。DXAによる脊椎骨密度が2SD低下すると、骨折リスクは5.8倍(95%CI:2.9-11.6)。絶対骨折リスクは、それぞれ、骨密度の最低五分位で120件/1000患者年、最高五分位で6件/1000患者年。単一の予知因子を使用するより、2つの予知因子(骨密度と先存する骨折、または2つの骨密度測定値)を同時に使用するほうが、骨折の予知を高める。
35	Cummings SR, et al.	1994	7963人の白人老女性。	二重エネルギー吸収法による骨密度容量測定評価“BMAD”。前向きに追跡。	大腿骨頸部骨折の発生	BMDとBMADはともに、大腿骨頸部BMCよりも強い大腿骨頸部骨折の予知因子。しかし、BMDとBMADは大腿骨頸部骨折の予測値はほぼ同じ。大腿骨頸部のBMDまたはBMAD1SD減少は、年齢補正された大腿骨頸部骨折のリスクをそれぞれ2.6、2.7倍に増加。

IVb 患者一対照研究

文献番号	著者	出版年	対象	方法	結果変数	結果
26	Greenspan SL, et al.	1994	歩行可能な、地域に住む65歳以上の転倒者149人(女性126人、男性23人)。これは、大腿骨頸部骨折をした72人と大腿骨頸部骨折をしなかった77人のコントロール転倒者を含む。	転倒の特性、体質、大腿骨BMD	大腿骨頸部骨折の発生	男女とも、大腿骨頸部骨折の危険因子は、転倒の方向(補正 OR=5.7;95%CI=2.3-14.0;P<0.001)、大腿骨頸部BMD(1SD減少:補正 OR=2.7;95%CI=1.6-4.6;P<0.001)、転倒の位置エネルギー(1SD減少:補正 OR=2.8;95%CI=1.5-5.2;P<0.001)、BMI(1SD減少:補正 OR=2.2;95%CI=1.2-3.8;P<0.01)。転倒方向のオッズ比は、モデルからBMDを加えても除いても影響はなかった。
28	Wei TS, et al.	2001	65~85歳の地域在住で歩行可能な、転倒経験ある大腿骨頸部骨折者127人と性、年齢を一致させた転倒経験ある125人。	BMI、既往歴、転倒の種類、歩行機能、大腿骨近位部骨密度を測定し、これらの影響を調整したORを多重ロジスティック回帰分析で算出。	大腿骨頸部骨折の有無	大腿骨頸部骨折に対する調整ORと95%CIは、大腿部への直接衝撃が4.9(2.7-8.8)、横方向への転倒2.5(1.6-3.5)、脳卒中の既往2.5(1.6-3.9)、歩行機能1SD低下2.0(1.1-3.5)、BMI1SD低下1.8(1.1-2.8)、骨密度1SD低下1.7(1.0-2.8)。

IVc 横断研究

文献番号	著者	出版年	対象	方法	結果変数	結果
27	Greenspan SL, et al.	1998	65歳以上の動くことのできる老人ホーム入所者で、転んで骨折した32人、転んだけれど骨折しなかった100人	転倒の状況、習慣、機能評価、DXAによる大腿骨頸部BMDを測定。	大腿骨頸部骨折発生の有無	大腿骨頸部骨折と関係があったのは、横への転倒(OR3.9, 95%CI 1.3-11)、低大腿骨頸部BMD(OR1.8, 1.03-3)、病的状態(OR6.4, 1.9-21)であった。

表2. 70歳以上の高齢者、閉経周辺期女性においても骨密度は骨折を予知するか

IVa コホート研究、要因-対照研究、縦断研究

文献番号	著者	出版年	対象	方法	結果変数	結果
11	Gnudi S, et al.	2001	毎年BMD測定を受けている656人の閉経後女性。骨に影響を与える疾患、薬剤(ただし骨粗鬆症の薬は除く)で治療を受けている人は除く。	ベースラインで近位および遠位橈骨の骨密度測定、閉経年齢、体重、身長、骨折既往、治療について聴取、平均追跡期間5.38年。RRはCox回帰分析。	軽微な外傷による椎体骨折以外の放射線診断された骨折(指の骨折は除く)	年齢調整した橈骨近位および遠位骨密度は、集団全体、65歳以下の女性では骨折を予知したが、65歳以上の女性では予知しなかった。交絡因子を調整しても、橈骨遠位の骨密度は、集団全体、65歳以下群について予知したが、近位橈骨骨密度は65歳以下群のみ予知した。65歳以上群では、橈骨近位骨密度減少率のみ骨折リスクを予知した。
36	Nevitt MC, et al.	1994	骨粗鬆症性骨折前向き研究に参加した65-79歳の白人女性8699人、80歳以上の1005人 平均年齢72±5歳	ベースラインで骨量、身長、体重、握力、筋力、歩行速度、神経筋機能、過去12ヶ月の転倒回数、自己申告の身体障害、日常生活性に関する質問調査が行われた。比例ハザードモデル	脊椎骨折以外の骨折発生の有無	80歳以上の女性で、遠位橈骨骨密度が1SD低下すると椎体以外の骨折の相対リスクは1.6(95% 1.3-1.8)、手首1.7(1.2-2.4)、上腕骨折2.9(1.8-4.7)であった。大腿骨頸部骨密度が1SD低下すると、椎体以外の骨折の相対リスクは1.9(1.6-2.4)、上腕骨折2.4(1.2-4.7)、大腿骨頸部骨折2.1(1.4-3.2)であった。
37	Cheng S, et al.	1994	フィンランド Jyvaskyla市に居住する75歳及び80歳の男女	踵骨骨密度測定、段階ロジスティック回帰解析、Student's t-検定	骨折の有無	追跡期間中に骨折した人は、骨折していない(NF)人よりも骨の面積密度(BMDa)と体積密度(BMDv)が低かった(P=0.001-0.011)。平均値より1SD以上BMDaとBMDvが高い人では、追跡期間にどちらの性・年齢でも骨折は見られなかった。
38	Cheng S, et al.	1997	フィンランド中心部の Jyvaskyla市に住み、1914年と1910年に生まれた、2つのコホートから構成される。ベースラインでの骨測定に参加した集団。1914年生まれの年齢75歳の103人男性と188人女性、また1910年生まれの年齢80歳の57人男性と136人女性。	ベースラインで骨量測定を。追跡骨量測定は、年齢80歳の59人男性と119人女性、年齢85歳の21人男性と61人女性で得られた。	骨折の発生	ベースラインのBMDが高いと骨折の確率が減少。男女が同じようなBMD値を示す時、骨折の確率は同じ。BMD平均年間減少は、男性よりも(0.8-1.0%)よりも女性のほう(2.5-2.7%)が大きかった。BMDの変化率は、75歳の女性においてのみ(p=0.075)、骨折の発生と関連。

39	Tromp AM, et al.	2000	70歳以上(平均80.3歳)の明らかに健康な女性348人	骨密度(BMD)、骨代謝の生化学マーカー、大腿骨および骨粗鬆症性骨折に関連する簡便に測定できる予知因子を調査。大腿骨骨折、骨粗鬆症性骨折のリスクプロフィール作成。骨折経験、肥満度(BMI)、罹病など簡便測定可能な予知因子の評価。平均5.0年の追跡調査。Cox回帰解析。	大腿骨頸部骨折、骨粗鬆症性骨折発生の有無	大腿骨頸部骨折のRRはBMD1SD低下あたり3.0(95%CI:1.4-6.)。骨折経験あり4.2(95%CI:1.5-11.6)。骨粗鬆症性骨折のRRは、BMD1SD低下あたり1.8(95%CI:1.1-2.8)。骨折経験あり2.9(95%CI:1.5-5.7)。骨折経験、ループ利尿剤使用、年齢は骨粗鬆症性骨折の予知因子。
40	Schott AM, et al.	1998	地域コホートから投票リストによってリクルートされた、年齢75歳以上の7598人白人女性	ベースラインにおいて、脂肪や筋肉量、DXAによる近位大腿骨(頸部、大転子、Ward's三角)と全身のBMDを測定。平均2年の追跡期間。比例ハザード解析。	大腿骨頸部骨折の発生	年齢、体重、施設間で補正し、大腿骨頸部骨折の相対リスクは、大腿骨頸部BMD1SD減少で1.9(95%CI=1.5-2.3)、大転子BMDで2.6(CI=2.0-3.3)、Ward's三角BMDで1.8(CI=1.4-2.2)、全身BMDで1.6(CI=1.2-2.0)、脂肪量で1.3(CI=1.0-1.5))。大転子BMDは、大腿骨頸部骨折(RR=1.8; CI=(1.5-2.3))よりも、転子骨折(RR=4.5; CI=(3.1-6.5))の強い予知因子。80歳以上の老年女性においても、大腿骨頸部BMDは、大腿骨頸部骨折の有意な予知因子であるが、相対リスクは、80歳未満の女性よりも有意に低かった。
41	Kroger H, et al.	1995	ランダムに層化された、perimenopausalの3222人の女性。平均年齢53.4歳、範囲47-59歳。2年間追跡。	二重エネルギーX線吸収法で腰椎と大腿骨頸部BMDを測定。2年間追跡調査した。郵便調査で報告された骨折は、診療記録によって確認。交通事故による骨折はこの解析から除外。	骨折の発生	脊椎BMDが最下四分位である女性は、最高四分位である女性よりも、骨折のリスクは2.9倍高。大腿骨BMDの最下四分位から最高四分位へは、それぞれ2.2倍増加した。BMD1SD減少ごとにおける骨折発生の相対リスクは、脊椎で1.50(95%CI=1.27-1.76)、大腿骨頸部で1.41(95%CI=1.21-1.64)。
42	Torgerson DJ, et al.	1996	地域登録からランダムに選ばれた、年齢47-51歳の女性1857人。	BMDの測定。自己報告による2年間の骨折の発生。2年の追跡期間	骨折の発生	骨折のオッズ比は、脊椎BMD1SD減少において1.6(95%CI=1.16-2.34)。骨折歴をもつ女性の骨折のオッズ比はほぼ2(95%CI=1.31-3.03)。大腿骨頸部骨折の家族歴(母方祖母)ではオッズ比は3.7(95%CI=1.55-8.85)。閉経後または子宮摘出の女性の場合には、オッズ比1.98(CI=1.02-3.56)。

43	Huopio J, et al.	2000	47歳～56歳の女性3068人。	3.6年の追跡調査、共変量補正	骨折の有無	<p>脊椎、大腿骨頸部BMD1SD減少で、骨折発生の相対リスク(RR)は1.4 [95%CI 1.2-1.6]。骨折経験 RR=1.7 (95% CI 1.3-2.2)、3つ以上の慢性疾患を持つRR= 1.4 (95% CI 1.0-1.9)、ホルモン補充療法(HRT)を受けていないRR=1.5 (95% CI 1.1-2.2)。骨粗鬆症性骨折の危険因子は低BMD(脊椎および大腿骨頸部BMDの1SD減少につきRR=1.6, 95% CI 1.3-2.0)、骨折経験あり(RR=1.9, 95% CI 1.3-2.9)、HRT不使用(RR=2.2, 95% CI 1.3-4.0)。その他の骨折の危険因子は低BMD(脊椎BMD1SD減少につきRR=1.4, 95% CI 1.2-1.6、大腿骨頸部BMDで1.3, 95% CI 1.1-1.5)、骨折経験あり(RR=1.6, 95% CI 1.1-2.2)、喫煙(RR=1.8, 95% CI 1.1-2.7)。3つ以上の慢性疾患あり(RR=1.6, 95% CI 1.1-2.2)。体重、身長、年齢、閉経状況、母親の大腿骨頸部骨折、飲酒、コーヒー飲用、カルシウム食品摂取は特定の骨折の発生と関係がなかった。</p>
44	Riis BJ, et al.	1996	閉経後3年以内の女性182人	前腕骨量、腰椎、大腿骨頸部骨量、オステオカルシン(OC)、C-末端タイプIコラーゲン(Crosslaps)を測定。骨折群とそうでない群についてFisher's exact testで、オッズ比を求めた。	橈骨下端骨折、椎体骨折の有無	<p>骨量減少速度の速い人は、体重が少なく、OC、Crosslapsは増加していた。骨折群は、非骨折群に比べて骨量は少なく、閉経後の骨量減少速度は大きかった。</p>

表3. 男性においても骨密度は骨折を予知するか

IVa コホート研究、要因－対照研究、縦断研究

文献番号	著者	出版年	対象	方法	結果変数	結果
38	Cheng S, et al.	1997	フィンランド中心部のJyvaskyla市に住み、1914年と1910年に生まれた、2つのコホートから構成される。ベースラインでの骨測定に参加した集団。1914年生まれの年齢75歳の103人男性と188人女性、また1910年生まれの年齢80歳の57人男性と136人女性。	ベースラインで骨量測定。年齢80歳の59人男性と119人女性、年齢85歳の21人男性と61人女性について追跡骨量測定。	骨折の発生	BMDが増加すると骨折の確率が減少。男女が同じようなBMDの値を持つとき、同じような骨折の確率を持つ。BMDの変化率は、75歳の女性においてのみ(p=0.075)、骨折の発生と関連があるという傾向がある。
45	De Laet CE, et al.	1998	55歳以上の7046人のコホート(男性2778人、女性4268人)	1年間の大腿骨頸部骨折リスク推定は、リスク関数によって各患者ごとに計算。低(<0.1%)、中(0.1-1%)、高(>=1%)に分類。相対リスクはCox回帰分析。	大腿骨頸部骨折の発生	大腿骨頸部骨折発生率は、低リスクグループで0.2/1000人年(CI=0.1-0.9)、中リスクグループで2.7/1000人年(CI=1.8-3.9)、高リスクグループで18.4/1000人年(CI=12.4-27.2)。大腿骨頸部骨折の年齢補正された相対リスクは、大腿骨頸部BMDの1SD減少で女性で2.5 (CI=1.8-3.6)、男性で3.0(CI=1.7-5.4)であった。
46	Mussolino ME, et al.	1998	第1回National Health and Nutrition Examination Surveyの疫学的追跡研究コホートの中の、ベースラインで年齢45-74歳の、2879人の白人男性。	大腿骨頸部骨折の診断は、病院記録と死亡票が使用。ベースライン時に年齢、大腿骨頸部以外の過去の骨折、BMI、喫煙状況、アルコール消費、娯楽以外の身体活動、最高体重からの減量、カルシウム摂取、カロリー数、プロテイン消費、慢性病の有病、踵骨密度。	大腿骨頸部骨折の発生	大腿骨頸部骨折の危険因子を調整した相対リスクは、1つ以上の慢性疾患があるとRR=1.91 (95%CI=1.19-3.06)、最高体重から10%以上の減量(RR=2.27; 95%CI=1.13-4.59)、踵骨密度1SD低下(RR=1.73; 95%CI=1.11-2.68)。ほかの因子は大腿骨頸部骨折とは有意に関係なし。
47	Nyquist F, et al.	1998	スウェーデン・マルモ市での前向き地域研究からランダムに選ばれた、北欧民族の背景をもつ、年齢50、60、70、80歳の242人の男性	前腕BMD、テストステロン、性ホルモン結合グロブリン(SHBG)、手背で測定された皮膚の厚さ、アルコール摂取、Carbohydrate欠損トランスフェリン(CDT)を測定。7年間追跡。コックス比例ハザードモデル	骨折の発生	前腕BMD1SD減少において、将来の骨折のRR=1.75(95%CI=1.08-2.83)、大腿骨頸部骨折はRR=3.88(95%CI=1.30-11.57)。皮膚の厚さにおける1SD減少における将来の骨折はRR=1.69(95%CI=0.99-2.87)、大腿骨頸部骨折はRR=2.34(95%CI=1.10-5.00)。テストステロンとSHBGでは骨折予知は増加しなかった。

48	The European Prospective Osteoporosis Study (EPOS) Group.	2002	EPOSに参加している21のヨーロッパセンターに受診した4650人男女	ポアソン回帰分析	椎体骨折発生	年齢を補正すると、椎体骨折の発生率は、女性が高い(RR=2.3, 95%CI1.3-1.9)。椎体骨折の相対リスクは、腰椎骨密度0.1g/cm ² 低下に対して1.4(1.2-1.8)、大腿骨頸部BMDで1.5(1.2-1.8)、転子部BMDで1.6(1.3-1.9)。腰椎、転子部の骨密度を補正すると、椎体骨折発生率の性差は消失した。
49	De Laet C, et al.	2002	7983人のロッテルダムスタディー参加者	7983人を対象にしたコホート調査から得られた仮説を統計モデルで検討。仮説は、大腿骨頸部骨折に対する骨密度の関係は男女同じ(シナリオ1)。骨密度1標準偏差あたりの骨折相対リスクは、女性に比べ男性は大きいあるいは小さい(シナリオ2)。同じ骨折絶対リスクでは、男性は高い骨密度を示す(シナリオ3)。	大腿骨頸部骨折発生	大腿骨頸部骨折の発生率の男女比は1:1.7で、男性が低い。しかし、同じ年齢、同じ骨密度での大腿骨頸部骨折リスクは、ほぼ同じであった。しかし、男女の骨密度分布は異なり、大腿骨頸部骨折を起こした男性の骨密度は、女性に比べ0.07g/cm ² 高かった。

IVc 横断研究

文献番号	著者	出版年	対象	方法	結果変数	結果
50	Legrand E, et al.	1999	腰椎骨量減少症をもつ200人の男性。(平均年齢54.7)(Tスコア<-1.5)	腰椎、大腿骨近位BMD測定(DXA)。椎体骨折は、椎体高の前、中央、または後で、すくなくとも20%の縮小が見られた場合。ロジスティック回帰分析	椎体骨折の発生	脊椎BMD1標準偏差減少あたりのオッズ比は1.8(1.3-2.8)、全大腿骨頸部骨密度BMDで2.3(1.5-3.6)。複数骨折におけるオッズ比は、脊椎BMD1.7(1.1-2.5)、全大腿骨頸部骨密度BMD2.6(1.7-4.3)。すべてにおいて、特に50歳未満の若い男性において、脊椎BMDよりも大腿骨頸部骨密度BMDにおいてオッズ比は高かった。
51	Legrand E, et al.	2000	骨粗鬆症の危険因子、明らかな骨量減少、X線検査で椎体骨折があり紹介された患者で椎体骨粗鬆症がある男性108人、平均年齢52.1歳	DXAによる骨密度測定、骨生検、脊椎X線検査。椎体骨折の有無群間を、multivariate analysis of varianceで検定。年齢、BMD、微細構造はロジスティック回帰分析	椎体骨折の有無	腰椎BMD、海綿骨量とすべての構造パラメーターは骨折と関連。腰椎BMDが1SD低下で、少なくとも1つの椎体骨折ORは1.5(95%CI 0.9-2.5)。

表4. 骨密度は長期に骨折を予知するか

IVa コホート研究、要因一対照研究、縦断研究

文献番号	著者	出版年	対象	方法	結果変数	結果
52	Cooper C, et al.	1991	1973年のイギリスの調査に含まれる535人の老人	中手骨形態学によって最初の調査で評価された末梢骨骨量と骨折リスクの間の関係を解析した。	大腿骨頸部の骨折	ベースラインで中手骨皮質指数が低下している場合、大腿骨頸部骨折リスクは増加した。しかしながら、リスクの増加は統計的に有意ではなかった。これは報告された先存する転倒によって補正された後も、類似したままだった。
53	Melton LJ 3rd, et al.	1993	30~94歳の年齢別に任意に選んだ304人	腰椎、大腿骨近位部の頸部、転子間骨密度(BMD)計測。橈骨遠位部および中位部の骨塩量を評価。10年(中央値8.3年)にわたる追跡調査期間。Cox比例ハザードモデル	骨折の有無	骨塩測定値の1SD低下ごとに中程度の外傷による骨折相対リスクは、1.4~1.6と変化した。腰椎BMDの1SD低下は新しい脊椎骨折のリスクを上昇し、それは17歳の加齢に匹敵した。大腿骨BMDの1SD低下は大腿骨骨折リスクに関して13~14歳の加齢に匹敵した。
54	Huang C, et al.	1998	Hawaii Osteoporosis Study のなかの、500人以上の閉経後日系アメリカ人女性	平均2.7年間追跡。追跡の最初に骨量(脊椎、踵骨、遠位橈骨、近位橈骨)測定。	椎体骨折の発生	2.7年間(短期間予知)に診断された椎体骨折のオッズ比は4つの骨量測定値に対し、1.5から1.9。長期間予知のオッズ比は、わずかに低かったが、その信頼区間は短期間オッズ比とかなり重なっていた。骨量測定値における断面研究は、前向き研究における結果と似たような結果であった。
55	Duppe H, et al.	1997	年齢20歳から78歳の1076人の女性	1970年から1975年にかけて、前腕BMDを測定。1994年の終わりに生存していた女性は410人。20年から25年の追跡期間、すべての脆弱性骨折(遠位の橈骨端、近位の上腕骨端、大腿骨端、椎骨端)が記録。	脆弱性骨折の発生	40-70歳以上のグループにおいて、前腕BMDの1SD減少すると大腿骨頸部骨折相対リスクは1.66(CI=1.13-2.46)、椎体骨折は1.79(CI=1.22-2.62)、全骨折は1.33(CI=1.20-1.73)。30-50歳のグループでは、20年後の遠位橈骨端骨折が予知可能(RR=1.90;CI=1.02-3.55)。これらは、追跡調査期間11-13年であった同じ集団の以前の研究と比べて、特に大腿骨頸部骨折においてやや低い予知値である。

表5. その他の骨量評価法も骨折を予知るすか

I システマティックレビューかメタアナリシス

文献番号	著者	出版年	対象	方法	結果変数	結果
65	Gregg, et al.	1997	84の文献	レビューのみ	骨粗鬆症、骨折の有病あるいは発生	定量的超音波検査(QUS)で測定した骨量は、骨密度との中等度に関連する。多くの横断調査および少ない縦断調査では、骨折症例は、対照よりQUSが低いこと、QUSの1SD低下は、骨折のオッズ比を増加と関連があることを示している。いくつかの報告は、QUSは、骨密度とは独立して骨折を予知することを示している。

IVa コホート研究、要因—対照研究、縦断研究

文献番号	著者	出版年	対象	方法	結果変数	結果
52	Cooper C, et al.	1991	1973年のイギリスの調査に含まれる535人の老人	中手骨形態学によって最初の調査で評価された末梢骨骨量と骨折リスクの間の関係を解析した。	大腿骨頸部の骨折	ベースラインで中手骨皮質指数が低下している場合、大腿骨頸部骨折リスクは増加した。しかしながら、リスクの増加は統計的に有意ではなかった。これは報告された先存する転倒によって補正された後も、類似したままだった。
59	Heaney RP, et al.	1995	脊椎の放射線写真によって椎体変形が認められない、閉経後の女性130人。	追跡開始時に、膝蓋骨の超音波伝達速度が測定、脊椎X線写真によって椎体変形を確認した。2年間の追跡調査終了時に脊柱放射線写真。2年以内に発生した変形は、椎体計測と熟練した医師による読影で判定。	椎体変形の発生	超音波速度値は有意に骨折の発生と関係があった。平均の1SD以下の速度値をもつ人たちは、平均の1SD以上速度値をもつ人たちの3.3倍から4.6倍の骨折発生の可能性があった。
60	Hans D, et al.	1996	平均年齢80.4歳の、高齢女性5662人。	ベースラインで、踵骨超音波検査と大腿骨の二光子吸収骨量検査(Dual photon X-ray absorptiometry, DPXA)。4ヶ月ごとに追跡し、骨折の発生を確定。平均2年の追跡期間	大腿骨頸部骨折の発生	BMD1SD減少における大腿骨頸部骨折の相対リスク1.9(95%CI=1.6-2.4)、BUAでは2.0(95%CI=1.6-2.4)、SOSでは1.7(95%CI=1.4-2.1)。大腿骨頸部BMDを調整後も、超音波値は大腿骨頸部骨折の予知。
61	Mele R, et al.	1997	代謝性疾患による影響がないか、または骨代謝に支障をきたすと知られている薬物治療をおこなっていない、整形外科診療所に通う外来患者から選ばれた、211人の女性	3年で2回、手4本の指の、第一指節の遠位の骨中間部を、QUAによって評価する。ロジスティック回帰解析。	骨折の発生	AD-SoS1SD減少において、骨折リスクは1.5(95%CI=1.1-1.7; p<0.03) 最初の診察で、AD-SoS値が1850m/s(Tスコア<-3.5)よりも低い患者の間では、微力の外傷による骨折の割合は有意に増加(p<0.0001)。

62	Bauer DC, et al.	1997	4つのアメリカの医療センターの、65歳以上の閉経後の6189人の女性。	BUA、踵骨を通して伝えられた超音波の強弱の測定値、踵骨と大腿骨頸部のBMDが測定。平均2年間追跡期間。大腿骨頸部骨折とほかの脊椎以外の骨折が記録。	大腿骨頸部骨折、脊椎以外の骨折の発生	年齢と施設間補正すると、大腿骨頸部骨折のRRは、踵骨BUA1SD減少で2(95%CI=1.5-2.7)、踵骨BMDで2.2(95%CI=1.9-3.0)、大腿骨頸部BMD2.6(95%CI=1.9-3.8)。大腿骨頸部BMD補正後も、BUAはまだ大腿骨頸部骨折のリスクの増加と関連性がみられた(RR=1.5;95%CI=1.0-2.1)。特に転子骨折は低BMD測定値との関連性が強かった(RR=3.3;95%CI=2.0-5.5)。
63	Huang C, et al.	1998	Hawaii Osteoporosis Studyからの560人の閉経後の女性	平均追跡年数2.7年。椎体骨折発生は、椎体高が15%以上減少によって判定。脊椎以外の骨折は、診療記録。ロジスティック回帰分析。	骨折の発生	RAによって測定された指節骨BMD1SD減少で、骨折リスクは年齢補正オッズ比(OR)は、3.41(椎体骨折)、1.50(脊椎以外の骨折)、1.91(すべての骨折)。中手骨BMDにおいての年齢補正ORは、1.71(椎体骨折)、1.49(脊椎以外の骨折)、1.55(すべての骨折)。踵BUAでは、年齢補正OR 1.50(椎体骨折)、1.89(脊椎以外の骨折)、1.72(すべての骨
64	Gnudi S, et al.	2000	閉経後女性254人(平均年齢58.06±7.67歳)。平均5.47年間追跡調査。	橈骨末梢部の超音波伝達速度(UTV)及び骨密度(BMD)、膝蓋骨のUTVを測定。Cox回帰解析。Receiver operating characteristics(ROC)解析。	脊椎以外の骨折発生の有無	橈骨遠位BMD1標準偏差(SD)減少で骨折相対リスク(RR)は3.56(95%CI 1.57-8.09)。交絡因子補正後のRR: 橈骨遠位BMD=2.99(95%CI 1.06-8.41) 橈骨遠位UTV=3.69(95%CI 1.18-11.49) 膝蓋骨UTV=3.89(95%CI 1.53-9.90)。以前の骨折、BMDとQUS測定値の関係を補正しても、膝蓋骨UTVは骨折リスクを予知。手首の骨折RRは橈骨遠位BMDで7.33(95%CI 1.43-37.50); 橈骨遠位UTV: RR 10.94(95%CI 1.10-108.45)。膝蓋骨UTV低下に対して大腿骨骨折:RR 32.14(95%CI 1.83-562.80) 踝骨骨折: RR 17.60(95%CI 1.78-173.79)。BMDとQUSを合わせて使用すると、それぞれを単独で用いる場合よりも骨折リスクをよりよく予知する。Receiver operating characteristics(ROC)曲線より下部の比較では、骨折を正確に区別するBMDとQUSの能力に違いはなし。
66	Huang Z, et al.	1997	第1回National Health and Nutrition Examination Survey から、年齢45歳以上の白人女性1489人。Cox回帰分析。	1971-1975年のベースライン調査でいくつかの部位で骨密度と手骨骨密度が測定され、後に1982-1984、1986、1987年でコンタクトをとった。Cox回帰解析	大腿骨頸部骨折の発生	骨密度75パーセント点以上の女性に比べ、5パーセント点以下の女性の間では、相対リスクは11(95%CI=2.2-58)。75ポイントパーセント以上に対して、5ポイントパーセント以下のexternal bone dimensionsを示す女性は、大腿骨頸部骨折のRRは4.6(95%CI=1.5-14)。Internal bone demensionsは、大腿骨頸部骨折と関係なかった。

IVc 横断研究

文献番号	著者	出版年	対象	方法	結果変数	結果
------	----	-----	----	----	------	----

56	Travers-Gustafson D, et al.	1995	地域コホートからの10428人(女性9899人、男性 529人)	身体測定と臨床測定、内科歴と外科歴と骨折歴を得た。低外傷骨折における危険因子は、年齢、性別、カルシウム摂取、アルコールとカフェイン摂取、喫煙、体重、握力、閉経年齢、エストロゲン補償療法、転倒傾向、遠位橈骨と尺骨の骨塩量、骨密度である。ロジスティック回帰解析	末端骨骨折発 生	低超音波値は、橈骨骨密度よりも、低外傷性末端骨骨折と、より一貫して関連がある。危険因子を調整すると、女性においては、年齢と超音波だけが末端骨骨折と有意に関連(P=0.0003)。男性においては、超音波測定値だけが関連(P=0.001)。
57	Gonnelli S, et al.	1995	閉経後女性304人(平均年齢 58.8 +/- 5.5歳)	二重エネルギーX線吸収法(DXA)による腰椎BMD、アキレス装置による踵骨のSOS、BUA、stiffnessを測定。腰椎と胸部X線写真。骨形態パラメータは前、中、後ろの椎体高を測定。ロジスティック回帰。	椎体骨折の有 無	椎体変形をもつ女性は、正常な女性よりも、SOS、BUA、stiffness、BMDの平均値が有意に低かった(p<0.001)。全集団では、SOS、BUA、stiffnessは、有意にBMDと関係。SOS、BUA、stiffnessは、BMDと同様に、椎体変形と共に有意に減少した(p<0.001)。ロジスティック回帰解析では、BMD、BUA、SOS、は椎体骨折リスクの独立した予知因子であることを示した。
58	Stegman MR, et al.	1996	地域コホートの研究のなかの男女 1401人。	脊椎放射線写真、膝蓋超音波、前腕骨密度を測定。多変量ロジスティック回帰。椎体骨折、骨折の数、骨折の程度の年齢補正されたオッズを計算。	椎体骨折の有 無、骨折の数、 骨折の程度	女性において、年齢は、椎体骨折、その数、程度と関連があるもっとも重要な因子。男性において、年齢は、椎体骨折とは有意な関係なし。女性においては、膝蓋超音波が、尺側BMDを除くほかのどの測定よりも一貫して有意。男性においては、超音波測定が有意。
67	Versluis RG, et al.	2000	大勢の一般患者からランダムに選ばれた、55歳から84歳の389人の女性。(平均年齢 67.2、SD 8.7)	手指X線による骨密度測定(RA)、大腿骨頸部骨密度(DXA)、脊椎X線において脊椎変形が評価された。ロジスティック回帰解析。	脊椎変形の有 無	年齢補正したロジスティック回帰で、重度脊椎変形のオッズ比は、RAにおいて1.5(95%CI: 1.1-2.1)、大腿骨頸部骨密度において1.3(95%CI: 0.9-1.9)であった。

表6. 既報の「骨密度測定の有効性のガイドライン」

I システマティックレビューかメタアナリシス

文献番号	著者	出版年	対象	方法	結果変数	結果
14	Cumming SR, et al.	2002	MEDLINE検索で骨密度と椎体および大腿骨頸部骨折リスクの関連を検討したメタアナリシスをレビュー	Fixed-effects model	骨折発生	骨密度は骨折を予知し、年齢と一緒に使うと閉経後白人女性における骨折の絶対リスクを推計できる。大腿骨近位BMDは、他の部位より強く大腿骨頸部骨折を予知する。男性および白人以外の女性における骨密度と骨折の関係の結果は十分ではない。骨折予防の治療の利益は骨密度に依存する: 骨粗鬆症女性は骨折リスクが大きく、骨粗鬆症のない女性より治療から大きな利益が得られる。
68	Nelson HD, et al.	2002	MEDLINE(1966-2001), HealthSTAR(1975-2001)、Cochrane Databaseに入っている英語で書かれた		危険因子評価、骨密度測定、治療効果	骨粗鬆症スクリーニングの効果についての試行は発表されていない。いろいろな部位を測定する異なった骨密度測定装置の中で、二重X線吸収装置による大腿骨頸部を測定した骨密度が大腿骨頸部骨折の一番よい予知因子である。ビスフォスフォネートで治療すると、骨折リスクは約40-50%低下する。

(1) 表題 骨量の批評的再評価と骨粗鬆症における骨折のリスク

A critical review of bone mass and the risk of fractures in osteoporosis.

出典 Ross PD, et al.. Calcif Tissue Int 1990; 46: 149-161.

目的 骨量における解析方法の違いによって異なった結果が生じるかどうかを調べる。

デザイン I システマティックレビューかメタアナリシス 設定

対象 既存論文

方法 出版された骨量報告からのデータと非外傷性骨折と骨折のリスクに関して再解析。

結果変数 骨折の発生

結果 多くの研究において、低骨量は骨折リスクの増加と関連性があり。関係の差は、前向き研究の間よりも、断面研究の間におけるほうがより大きい。これは対象者選択に関するバイアス、または、骨折後の骨損失が、横断研究の所見に強く影響しているであろうということを示唆している。

結論 前向き研究の結果にはもっと強調をおくべきであり、すべての調査において対象者の選択にはもっと注意が払われるべきである。

コメント

(3) 表題 女性において、末梢骨骨密度と年齢は大腿骨頸部骨折を予測する。 The Study of Osteoporotic Fractur

Appendicular bone density and age predict hip fracture in women. The Study of Osteoporotic Fractures Research G

出典 Cummings SR, et al.. JAMA 1990; 263: 665-668.

目的 女性において、骨密度測定値が大腿骨頸部骨折を予測するかどうか確定する。

デザイン IVa コホート研究、要因-対照研究、縦断研究 設定 米国、黒人以外

対象 年齢65歳以上の黒人でない女性9703人

方法 踵骨、遠位橈骨、近位橈骨BMDを測定（単一光子吸収法）。平均追跡期間1.6年。Cox比例ハザードモデル

結果変数 大腿骨頸部骨折

結果 年齢を補正後、大腿骨頸部骨折の相対リスクは、踵骨BMD1SD減少で1.66(95%CI=1.22-2.26)、遠位橈骨BMDで1.55(95%CI=1.13-2.11)、近位橈骨BMDで1.41(95%CI=1.06-1.88)。3つの測定値はどれも、ほかの2つより、大腿骨頸部骨折のよりよい有意な予測因子にはならなかった。BMDを補正後、大腿骨頸部骨折のリスクは、年齢が10歳増加するごとに2倍(RR=2.09;95%CI=1.31-3.33)。

結論 末梢骨骨密度の減少は、大腿骨頸部骨折リスクの増加に関連があった。しかしこれは、高齢女性において、大腿骨頸部骨折リスクの年齢に関する増加の一部分を示すにすぎない。

コメント 骨密度と大腿骨頸部骨折リスクを検討した初期の大規模調査の1つ

(4) 表題 老女性において、低末梢骨量ほどの骨折と関連があるか? The Study of Osteoporotic Fractures Research G

Which fractures are associated with low appendicular bone mass in elderly women? The Study of Osteoporotic Fra

出典 Seeley DG, et al.. Ann Intern Med 1991; 115: 837-842.

目的 低末梢骨量である老女性において、どのタイプの骨折が発生率が增加するかを調べる。

デザイン IVa コホート研究、要因-対照研究、縦断研究 設定 メリーランド州ボルチモア、ミネソタ州ミネアポリス、オレゴン州ポートランド、ペンシルバニア州Monongahela valleyにある4つの診療センターと、カリフォルニア州サンフランシスコにある1つの協同運動センター：アメリカ

対象 地域リストからリクルートされた、年齢65歳以上の歩行可能な黒人でない女性 9704人

方法 遠位橈骨、近位橈骨、踵骨における骨量を測定（単一光子吸収法）。平均追跡期間2.23年。骨折はX線診断。年齢補正ハザード比。

結果変数 骨折の発生

結果 手首、足、上腕骨、大腿骨頸部、肋骨、趾、下腿、骨盤、手、鎖骨の1つ以上の骨折発生における全ハザード比は、遠位橈骨BMD 1 SD低下で1.65(95%CI=1.49-1.82)。足首、肘、指、顔の骨折はどの測定部位の骨量とも関連性がなし。これらの骨折の全ハザード比は、遠位橈骨BMDで1.12 (95%CI=0.96-1.30)。

結論 老女性において、低骨量とほとんどのタイプの骨折発生率は関連があった。

コメント

(5) 表題 女性において、既存骨折と骨量は椎体骨折の発生率を予知する。

Pre-existing fractures and bone mass predict vertebral fractures incidence in women.

出典 Ross PD, et al.. Ann Intern Med 1991; 114: 919-923.

目的 新しい椎体骨折のリスクの予知因子として、骨量と既存骨折の独立した寄与を調べる。

デザイン IVa コホート研究、要因-対照研究、縦断研究

設定 米国、ハワイ、日系アメリカ人

対象 閉経後の日系アメリカ人女性

方法 遠位橈骨、近位橈骨、踵骨、腰椎の骨密度測定。既存椎体骨折は、X線写真によって測定されたdimensionsによって判定。比例ハザード線形モデル

結果変数 椎体骨折の発生

結果 骨量が2SD低下すると、椎体骨折のリスクは4倍から6倍。ベースライン時での単一骨折の存在は、新しい椎体骨折のリスクを5倍に、2つ以上の既存骨折は、骨折リスクを12倍に増加。低骨量(33パーセント点以下)と2つ以上の既存骨折を合わせると、高骨量(67パーセント点以上)で既存骨折をもたない女性と比較して、リスクは75倍。身長、BMI、arm span、また側彎、骨関節炎は、骨折の発生を予知しない。体重はぎりぎり骨折の発生を予知した(P=0.04。)しかし骨量を補正したあとでは予知はしなかった。

結論 骨量と既存椎体骨折はともに、新しい椎体骨折リスクの強力な予知因子である。骨量と既存骨折の情報を合わせると、それぞれ単一よりも、新しい骨折の予知がよりよい。医師は新しい骨折のリスクが高い患者を確定するために、これらのリスク因子を使用できる。

コメント 既存骨折が、骨密度と独立して将来の骨折リスクを予知することを報告したはじめての報告

(6) 表題 老女性において、躯幹部、末梢部骨密度は骨折を予知する。

Axial and appendicular bone density predict fractures in older women.

出典 Black DM, et al.. J Bone Miner Res 1992; 7: 633-638.

目的 老女性において、二重エネルギーX線吸収方(DEXA)による大腿骨頸部と脊椎の骨量の値は骨折を予知するかどうかを調べる。また、末梢骨部位における、DEXAによる測定値と、単一光子吸収方(SPA)による値とを比較する。

デザイン IVa コホート研究、要因-対照研究、縦断研究

設定 米国、住民

対象 年齢65歳以上の、DEXAとSPAによる両方の骨量値をもつ、黒人でない女性8134人

方法 DEXAとSPAによる両方の骨量測定。平均追跡期間0.7年間Cox比例ハザードモデル。

結果変数 骨折の発生

結果 年齢調整後、骨密度の1SD減少ごとの骨折相対リスクは、近位大腿骨BMDで1.40(95%CI:1.20-1.63)、脊椎BMDで1.35(95%CI:1.15-1.58)。結果は、踵骨、遠位橈骨、近位橈骨でのSPA測定値と同様に、近位大腿骨のすべての箇所において類似していた。これらのどの測定値も、ほかの測定値よりも、有意により骨折の予知因子ではなかった。遠位橈骨の測定値(RR=1.64;95%CI=1.13-2.37)は、腰椎(RR=1.56;95%CI=1.07-2.26)、大腿骨頸部(RR=1.65;95%CI=1.12-2.41)、踵骨(RR=1.83;95%CI=1.26-2.64)のようなほかの部位より、手首骨折のよりよい予知因子ではなかった。

結論 老女性における骨量と骨折のリスクの間の関係は、大腿骨頸部、腰椎、末端骨骨密度ともほぼ同じである。

コメント

(7) 表題 遠位前腕と近位上腕骨骨折のリスク因子 The Study of Osteoporotic Fractures Research Group
Risk factors for fractures of the distal forearm and proximal humerus. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group
出典 Kelsey JL, et al. Am J Epidemiol 1992; 135: 477-489.

目的 遠位前腕骨折は、比較的健康的かつ活動的で、よい神経筋機能をもつ低BMDの女性において、しばしば転倒の結果として起こる。しかしながら、近位上腕骨の骨折は、平均より不健康で非活動的で、神経筋機能がよくない低BMDの女性において、転倒の結果として起こる傾向がある。この仮説が正しいかどうかを調べる。

デザイン IVa コホート研究、要因-対照研究、縦断研究 設定 米国、メリーランド、ミネソタ、オレゴン、ペンシルベニア

対象 メリーランド州、ミネソタ州、オレゴン州、ペンシルベニア州からの、年齢65歳以上の女性9704人。

方法 2.2年の追跡期間

結果変数 骨折の発生

結果 遠位橈骨のBMDが最低五分位にある人と最高五分位にある人を比べた場合、遠位前腕の骨折における割合は4.1、近位上腕骨の骨折においては7.5。低BMDと独立した遠位前腕骨折の危険因子は、視力低下、ベースライン以前の年間転倒数、頻繁な歩行。近位上腕骨骨折の危険因子は、健康状態が最近低下、インスリン依存糖尿病、まれな歩行、数秒間以上足で立つことができないといった神経筋虚弱的の指標など。

結論 遠位前腕骨折は、比較的健康的かつ活動的、よい神経筋機能をもつ低BMDの女性において、しばしば転倒の結果として起こる。近位上腕骨の骨折は、平均より不健康で非活動的で、神経筋機能がよくない低BMDの女性において、転倒の結果として起こる傾向があり。

コメント

(8) 表題 女性における、前腕骨密度測定装置によるいろいろな脆弱骨折の予知 追跡研究
Predicting various fragility fractures in women by forearm bone densitometry : a follow-up study.

出典 Gardsell P, et al. Calcif Tissue Int 1993; 52: 348-353.

目的 骨密度測定値の骨折における予知能力を追跡する。

デザイン IVa コホート研究、要因-対照研究、縦断研究 設定 スウェーデン、住民

対象 1076人の女性

方法 1970年から1976年に前腕遠位BMCが測定され、1975年から1987年の13年間に発生した骨折を記録する。

結果変数 骨折の発生

結果 前腕遠位BMCは70歳未満での骨折のよい予知因子。近位前腕 (forearm shafts)測定値は、70-80歳のグループにおいても骨折予知能力をもつ。BMCは、椎体骨折と大転子大腿骨頸部骨折のよい予知因子であったが、遠位上腕骨折においては予知力は低い。40歳から70歳のグループでは、BMCは年齢よりも強い骨折予知因子。BMCの1SD減少すると、年齢を補正して、大腿骨頸部骨折は3.2倍。年齢補正した平均から5kg下の体重は、大転子大腿骨頸部骨折のリスクを30%増加した。

結論 前腕骨BMCは、脆弱性骨折リスクを予知する。

コメント

(9) 表題 大腿骨頸部骨折の予知のための多部位における骨密度 The Study of Osteoporotic Fractures Research Group
Bone density at various sites for prediction of hip fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group.

出典 Cummings SR, et al. Lancet 1993; 341: 72-75.

目的 二重X線吸収法によって測定された大腿骨頸部骨密度は、ほかの骨の測定値よりも、大腿骨頸部骨折のよりよい予知因子になるかどうかを調べる。

デザイン IVa コホート研究、要因-対照研究、縦断研究 設定 米国、住民

対象 年齢65歳以上の女性8134人

方法 橈骨末端、踵骨、腰椎、大腿骨近位骨密度を測定。平均追跡期間1.8年間。ROC解析。

結果変数 大腿骨頸部骨折

結果 大腿骨頸部骨密度1SD減少は、年齢補正した大腿骨頸部骨折のリスクを2.6倍(95%CI:1.9-3.6)増加。骨密度が最低四分位である女性は、最高四分位である女性よりも、大腿骨頸部骨折のリスクが8.5倍高かった。大腿骨頸部の骨密度は、脊椎($p<0.0001$)や橈骨($p<0.002$)よりもよい予知因子で、踵骨($p=0.10$)よりもやや高かった。低大腿骨頸部骨密度は、ほかの部位での骨密度よりも、より強い大腿骨頸部骨折の予知因子である。

結論 大腿骨頸部骨密度は他の部位の骨密度よりも将来の大腿骨頸部骨折をよりよく予知する。

コメント

(10) 表題 骨密度による骨折予知：長期介護施設入所者の前向き研究

Predicting fractures using bone mineral density: a prospective study of long-term care residents.

出典 Broe KE, et al.. Osteoporos Int 2000; 11: 765-771.

目的 骨密度 (BMD) は長期介護施設入所者骨折を予知するか

デザイン IVa コホート研究、要因-対照研究、縦断研究

設定 725床の長期介護施設から1992年～1998年にリクルート

対象 老人ホームに入所している白人252人 (平均年齢88歳、74%が女性)

方法 大腿骨近位、橈骨BMD測定 (二重エネルギーX線吸収法)。追跡調査期間中央値2.3年。Cox比例ハザード回帰モデル。

結果変数 骨折発生の有無

結果 骨折の多変量補正リスクは、大腿部近位全体BMD 1標準偏差低下で2.82 (95% CI 1.8-4.42)、大腿骨頸部BMDで2.79 (95% CI 1.69-4.61)、転子部BMDで2.26 (95% CI 1.51-3.38)、橈骨shaftで1.83 (95% CI 1.14-2.94)、橈骨最末端部で1.84 (95% CI 1.21-2.80)。

結論 長期介護施設入所者のBMDは将来の骨折リスクに関する重要な情報となる。

コメント 対象者は少ないが、長期介護施設入所者を対象にした調査。

(11) 表題 橈骨で測定された骨密度と骨量減少による脊椎以外の骨粗鬆症性骨折リスクの予知

Bone mineral density and bone loss measured at the radius to predict the risk of nonspinal osteoporotic fracture.

出典 Gnudi S, et al.. J Bone Miner Res 2001; 16: 1130-1135.

目的 骨粗鬆症女性において骨密度と骨量減少による脊椎以外の骨折リスクを推計する

デザイン IVa コホート研究、要因-対照研究、縦断研究

設定 一般病院、イタリア

対象 656人の閉経後女性。骨に影響を与える疾患、薬剤 (ただし骨粗鬆症の薬は除く) で治療を受けている人は除く。

方法 ベースラインで近位および遠位橈骨の骨密度測定、閉経年齢、体重、身長、骨折既往、治療について聴取、平均追跡期間5.38年。RRはCox回帰分析。

結果変数 軽微な外傷による椎体骨折以外の放射線診断された骨折 (指の骨折は除く)

結果 年齢調整した橈骨近位および遠位骨密度は、集団全体、65歳以下の女性では骨折を予知したが、65歳以上の女性では予知しなかった。交絡因子を調整しても、橈骨遠位骨密度は、集団全体、65歳以下群について予知したが、近位橈骨骨密度は65歳以下群のみ予知した。65歳以上群では、橈骨近位骨密度減少率のみ骨折リスクを予知した。

結論 橈骨骨密度は、65歳以上を除いた女性では、椎体以外の骨折を予知した。橈骨近位骨密度減少率は、65歳以上群においても骨折リスクを予知した。

コメント 橈骨骨密度と骨折リスクとの関連が認められなかった65歳以上群は、対象者数Bが108人で少ない。

(12) 表題 閉経後白人女性における末梢骨量測定での骨折リスク予知：National Osteoporosis Risk Assessmentからの

Prediction of fracture risk in postmenopausal white women with peripheral bone densitometry: Evidence from the

出典 Miller PD, et al.. J Bone Min Res 2002; 17: 2222-2230.

目的 末梢部位の骨密度と大腿骨頸部、手首、腰椎、肋骨骨折との関係を検討する

デザイン IVa コホート研究、要因-対照研究、縦断研究

設定 米国、NORA集団

対象 骨粗鬆症と診断されていない閉経後白人女性149,524人

方法 Cox比例ハザードモデル

結果変数 大腿骨頸部、手首、腰椎、肋骨骨折発生

結果 Tスコアが-2.5SD以下の女性では、正常な骨密度の女性に比べ、2.15倍 (指) から3.94倍 (かかと超音波) 骨折が高かった。リスク予知は、機器メーカーの正常値およびNORA集団のそれを使っても変わらなかった。

結論 末梢の測定機によって判定された低骨密度はどの部位であっても、1年以内の骨折リスクを少なくとも2倍高める。

コメント 病歴による骨折判定であるが、大規模集団を対象にして、末梢骨骨密度が骨折を予知すること証明
