

骨粗鬆症の診断と続発性骨粗鬆症

新潟大学医歯学総合研究科 腎・膠原病内科
新潟大学 保健管理センター
佐藤 弘恵

利益相反の有無：無

※この講演に関連し、開示すべきCOI関係にある企業などはありません。

1

✓ 原発性骨粗鬆症の診断基準

✓ 骨粗鬆症の診断の進め方

✓ 慢性腎臓病における骨代謝と注意点

✓ グルココルチコイド誘発性骨粗鬆症

2

原発性骨粗鬆症の診断基準

低骨量をきたす骨粗鬆症以外の疾患、または
続発性骨粗鬆症の原因を認めないことを前提とし
下記の診断基準を適用して行う。

I. 脆弱性骨折あり	椎体骨折または大腿骨近位部骨折あり その他の脆弱性骨折あり + 骨密度がYAMの80%未満
II. 脆弱性骨折なし	骨密度がYAMの70%以下または -2.5SD以下

原発性骨粗鬆症の診断基準2012年度改訂版

3

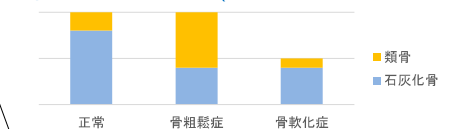
低骨量をきたす骨粗鬆症以外の疾患

- I. 各種の骨軟化症
- II. 低ホスファターゼ症
- III. 悪性腫瘍の骨転移
- IV. 多発性骨髄腫
- V. 脊椎血管腫
- VI. 脊椎カリエス
- VII. 化膿性脊椎炎
- VIII. その他

骨軟化症

骨や軟骨の石灰化障害により、類骨（石灰化していない骨器質）が増加する病気

- ① ビタミンDの不足
- ② リンの不足 FGF23(リン利尿ホルモン過剰)の異常を含む



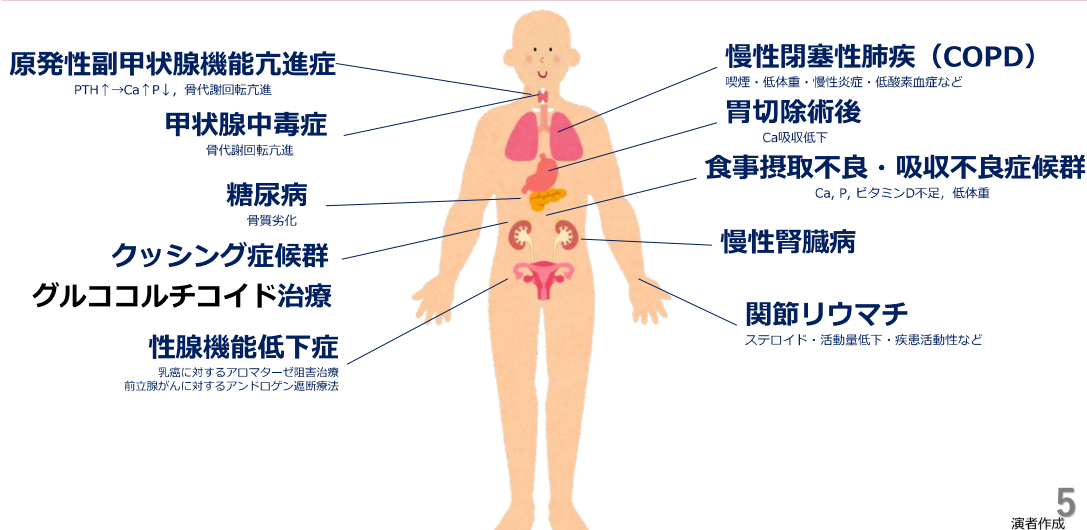
低ホスファターゼ症

血清アルカリホスファターゼ (ALP) 値の低下を特徴とし、骨の低石灰化、くる病様変化、骨変形などを認める骨系統疾患

折茂肇, 林泰史, 福永仁夫, ほか. 原発性骨粗鬆症の診断基準 (2000年度改訂版). 日骨代謝誌 2001; 18: 76-82.

4

続発性骨粗鬆症の原因となる内科疾患



✓ 骨粗鬆症の診断の進め方

6

原発性骨粗鬆症の診断の進め方

① 医療面接（問診）

- ・ 続発性骨粗鬆症や低骨量を呈する疾患
- ・ 使用薬物
- ・ 危険因子の有無：
 - 高齢、やせ、喫煙、アルコールの過剰摂取、脆弱性骨折の既往、早期閉経（45歳未満）、カルシウム摂取状況、運動・日常の活動性
- ・ 家族歴



7

転倒を起こしやすい要因

医学的要因

高齢
関節炎
女性
視力が悪い
尿意切迫感
転倒歴がある
移動や運動障害
めまいや鎮静を起こす薬
栄養失調



環境要因

照明が暗い
歩行路の障害物
階段
ずれやすい絨毯
風呂場に補助具がない
滑りやすい屋外条件



神経や筋骨格系の要因

バランスが悪い
サルコペニア
歩行障害
脊柱後弯症
感覚障害
認知症

心理的要因

不安と動揺
うつ病
認知能力の低下
転ぶことへの恐怖

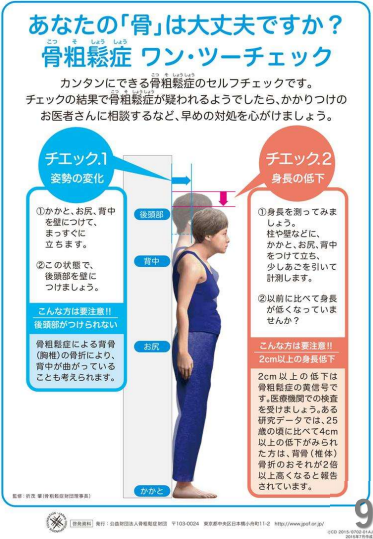


8

身長、体重、BMI、
脊柱変形、腰背部痛など

急に2cm低下した場合や
若いころに比べて4cm
低下した場合は要注意

Leboff MS et al. Osteopor Int 2022; 33: 2049-2102



OSTA

骨粗鬆症のリスク評価ツール
(Osteoporosis Self-assessment Tool for Asians)

※アジアで開発され日本人で妥当性が評価された。
本来は女性用のツールFemale OSTAだが、男性にも転用することが認められている。
アジア以外でも有効性が報告されている。

(体重-年齢) × 0.2

判定基準
-4未満 高リスク:骨密度測定が必要
-1～-4 中リスク:骨密度測定を考慮する
-1より大 低リスク

※50kg, 70歳なら-4 (中リスク)



スクリーニングツール (検診によい)

骨密度検査は必須ではない

治療開始のカットオフ値は
主要骨粗鬆症性骨折15%以上
(既存骨折がなく骨密度YAM70-80%の場合)

治療目標に利用しない

10年間の主要骨粗鬆症性骨折発生確率 11%
大腿骨近位部骨折発生確率 3%

椎体X線

椎体骨折の3分の2は無症候性！

胸椎と腰椎の前後像と側面像のX線

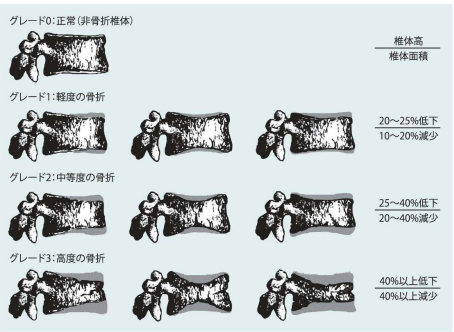


図 15 椎体変形の半定量的 (SQ) 評価法 (文献 209 より引用改変)
骨折による椎体変形の程度を、前後像と比較した場合の椎体高 (前後高、中央高または後線高) または椎体面積の減少率から判定する。

◎椎体骨折の急性期には
椎体変形がない場合もある
椎体終板の断裂像や前壁の突出像などの
軽微な変化に注意する

③ 骨評価

DXA (dual-energy X-ray absorptiometry)

- ★**腰椎と大腿骨近位部**を測定（両者が難しければ前腕骨）
- ★**腰椎は前後方向L1~4、L2~4**を用いる（側面は用いない）
椎体の骨棘や変形・動脈石灰化の影響をうける
隣接椎体と比べて1SD以上の差がある場合は除外
1椎体しか評価できない場合はデータとして採用しない
- ★**全大腿骨近位部（total hip）**は頸部より再現性が高い
左右いずれの測定でもよい
左右測定した場合は低値を使用

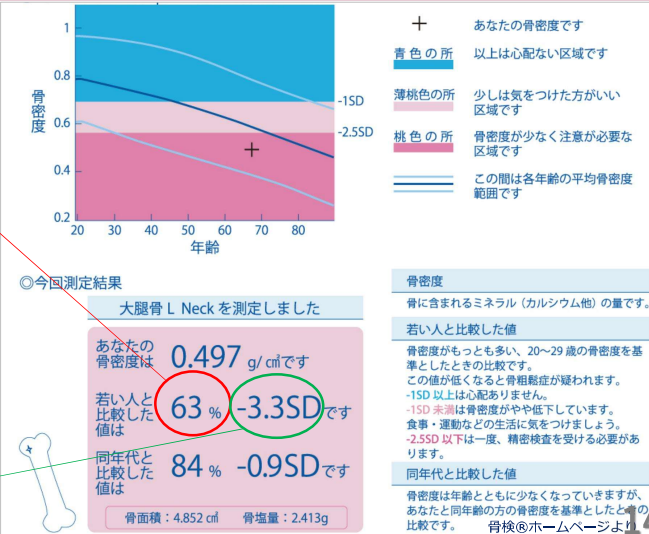
13
Cosman F et al. JBMR 2024; 39: 1393-1405
骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン2015年版

DXAの結果の見方

YAM(Young Adult Mean)値
若年成人平均値の何%か
・腰椎20-44歳
・大腿骨近位部20-29歳

YAM値	Tスコア	
80%	-1	骨量減少症 骨粗鬆症 重症骨粗鬆症
70%	-2.5	
60%	-3.3	

Tスコア：若年齢の平均値から標準偏差を1SDとしてどの程度離れているか



③ 骨評価

踵骨定量的超音波測定 (quantitative ultrasound, QUS)

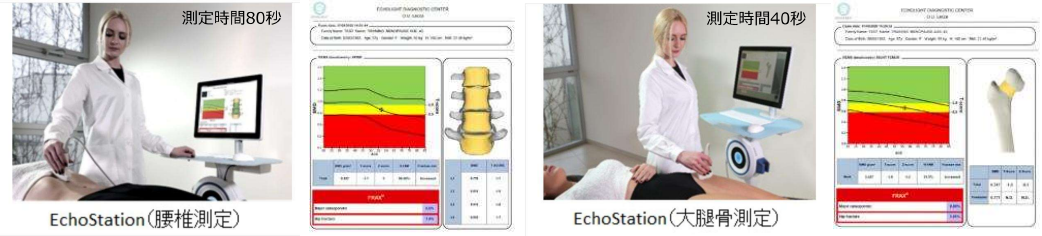
放射線被曝がなく、軽量、安価で操作が容易という長所があり、集団検診や骨粗鬆症予防の健康診断に適している



確定診断や治療効果の判定には用いられない（誤差が大きい、温度の影響を受ける）

③ 骨評価

REMS法 (Radiofrequency Echographic Multi-Spectrometry)



※石灰化や骨棘などのアーチファクトの影響を自動的に除去
→大動脈石灰化や変形性腰椎症、変形性股関節症でDEXAより正確性が高い

診療報酬		
D217 骨塩定量検査	REMS法による腰椎検査	140点
2 REMS法（腰椎）	REMS法による大腿骨同時検査加算	55点

診断や治療効果判定ツールとして期待される

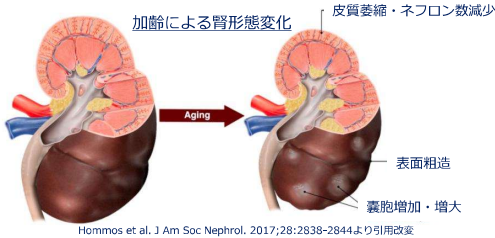
血液生化学	eGFR 肝機能 カルシウム (Ca) ※ リン (P) アルカリホスファターゼ (ALP) アルブミン (Alb)
尿	カルシウム/クレアチニン比
内分泌関連 (必要に応じて)	副甲状腺ホルモン (iPTH) 甲状腺ホルモン (TSH, T4) 25(OH)D FGF23

※Alb<4g/dLの場合
補正Ca値 = 血清Ca値(mg/dL) + 4 - 血清Alb(g/dL)

骨代謝マーカー		eGFR<60 ml/min/1.73m ² の影響
骨形成マーカー	オステオカルシン (OC)	+
	骨型アルカリホスファターゼ (BAP)	-
	インタクト I 型プロコラーゲンNプロペプチド (P1NP)	-
	トータル I 型プロコラーゲンNプロペプチド (P1NP)	+
骨吸収マーカー	ピリジノリン (PYD)	+
	デオキシピリジノリン (DPD)	+
	I 型コラーゲン架橋Nテロペプチド (NTX)	+
	I 型コラーゲン架橋Cテロペプチド (CTX)	+
	骨特異的酒石酸抵抗性酸ホスファターゼ (TRACP-5b)	-
骨基質関連マーカー	低カルボキシル化オステオカルシン (ucOC)	+
	ペントシジン	+
	ホモシステイン	+

骨粗鬆症診療における骨代謝マーカーの適正使用ガイド2018年版Executive Summary
Nishizawa Y et al. Clin Chim Acta 2019; 498: 101-107より作成

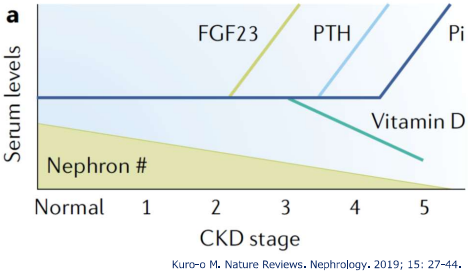
✓ 慢性腎臓病における骨代謝と注意点



慢性腎臓病 (Chronic Kidney Disease)

$$eGFR \text{ (mL/分/1.73 m}^2\text{)} = 194 \times \text{血清Cr}^{-1.094} \times \text{年齢}^{-0.287} \text{ (女性は} \times 0.739\text{)}$$

血清Crは筋肉量が少ないと低くなり、eGFRは高くなる！



eGFR45未満になると血清カルシウム低下、血清リン上昇が生じやすい

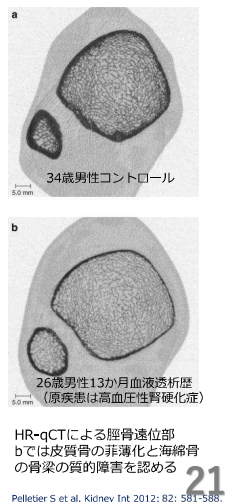
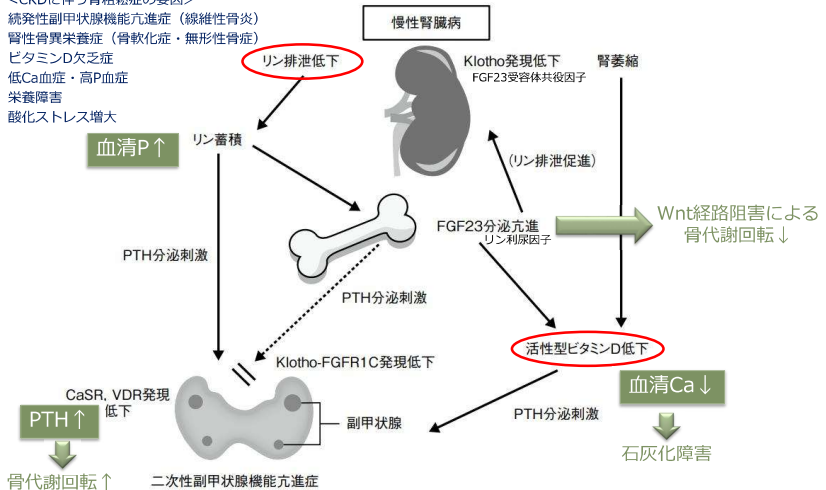
表3 かかりつけ医から腎臓専門医・専門医療機関への紹介基準

原疾患	蛋白尿区分	A1	A2	A3
糖尿病	尿アルブミン定量 (mg/日)	正常	微量アルブミン尿	顕性アルブミン尿
	尿アルブミン/Cr比 (mg/gCr)	30未満	30~299	300以上
高血圧	尿蛋白定量 (g/日)	正常	軽度蛋白尿	高度蛋白尿
腎炎	尿蛋白/Cr比 (g/gCr)	(-)	(土)	(+~)
多発性骨髄腫 その他		0.15未満	0.15~0.49	0.50以上
GFR区分 (mL/分/1.73 m ²)	G1 正常または高値	≥90	黄色と赤のみに ならず生活指導・診療継続	紹介
	G2 正常または軽度低下	60~89	黄色と赤のみに ならず生活指導・診療継続	紹介
	G3a 軽度~中等度低下	45~59	40歳未満は紹介・40歳以上 は生活指導・診療継続	紹介
	G3b 中等度~高度低下	30~44	紹介	紹介
	G4 高度低下	15~29	紹介	紹介
	G5 末期腎不全	<15	紹介	紹介

上記以外に、3カ月以内に30%以上の腎機能の悪化を認める場合は速やかに紹介。
(作成：日本腎臓学会、監修：日本医師会 CKD診療ガイドライン2018)
*黄色と赤がCKDに該当

高齢者eGFR45未満は腎臓専門医に紹介

<CKDに伴う骨粗鬆症の要因>
 続発性副甲状腺機能亢進症（線維性骨炎）
 腎性骨異栄養症（骨軟化症・無形性骨症）
 ビタミンD欠乏症
 低Ca血症・高P血症
 栄養障害
 酸化ストレス増大



21

分類	薬剤	腎機能障害患者について
SERM	エトナリン・バセド・キフェン	腎機能障害患者は国内臨床試験では除外されている（血中濃度↑）
BP製剤	アレジオン	重篤な腎機能障害は慎重投与（eGFR30未満は低Ca血症リスク）
	リゼジオン	高度な腎障害は禁忌（Ccr30未満）
	ミトジオン	重篤な腎障害は注意（eGFR30未満は低Ca血症リスク）
	イバントジオン	高度の腎障害は注意（eGFR30未満は低Ca血症リスク）
	ゾレジオン	重度の腎機能障害（Ccr35ml/min未満）は禁忌（急性腎障害リスク）
デノスマブ		重度の腎機能障害は注意（低Ca血症リスク）
PTH/PTHrP製剤	テリパチド	重度の腎機能障害は注意（血中からの消失遅延）
	テリパチド酢酸塩	重度の腎機能障害は注意（血中からの消失遅延）
	アバロパチド	重度の腎機能障害は注意（Ccr30ml/min未満）（血中の消失遅延）
ロモソズマブ		重度の腎機能障害（eGFR30未満）・透析患者は注意（低Ca血症）

添付文書より演者作成

米国リウマチ学会グルココルチコイド誘発性骨粗鬆症予防と治療ガイドライン2022

BP製剤はeGFR<35ml/min/1.73m²使用しない 注射製剤は用量調節不要だが、eGFR30未満ではテノノスマブによる低Ca血症の遷延・重症化に注意

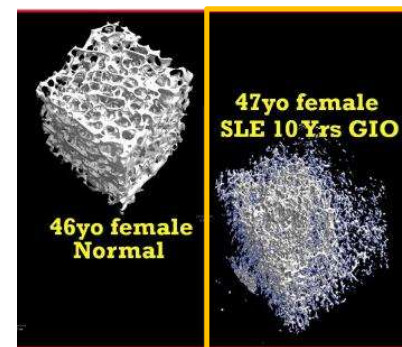
Humphrey MB et al. Arthritis Rheumatol. 2023; 75: 2088-2102

22

グルココルチコイド（GC）誘発性骨粗鬆症

✓ グルココルチコイド誘発性骨粗鬆症

海綿骨のマイクロCT



(Courtesy of Masako Ito)

Kalpacioglu et al. Bone 2011;48:1221-31

橈骨遠位端のHRpQCT



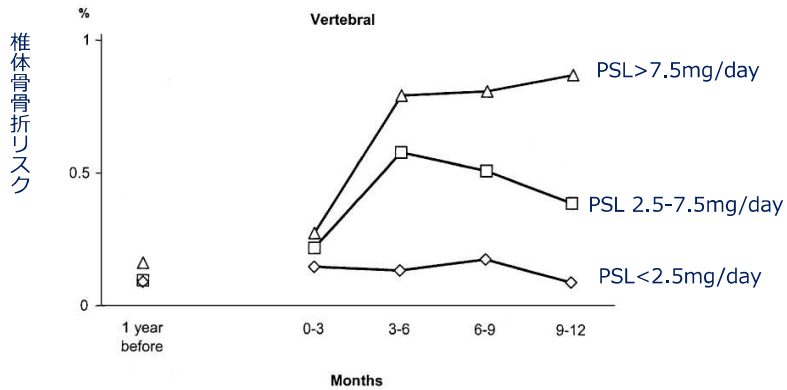
Tang et al. Osteoporos Int 2013;24:1817-1826

23

24

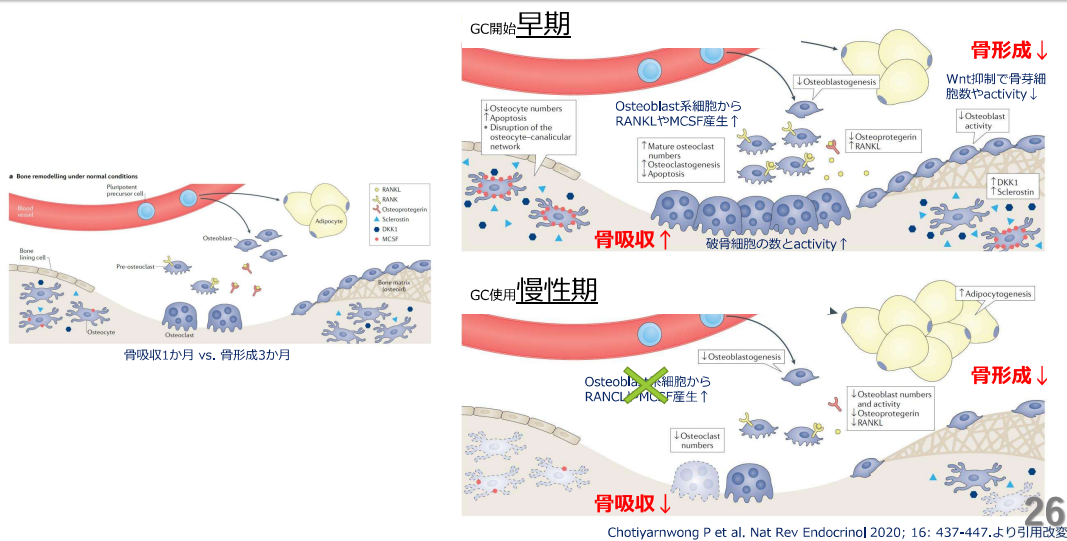
GC開始後3-6か月で骨折リスクは急激に増加・量依存性

EnglandとWalesの電子診療録データベース
GC使用された244,235人 vs. コントロール244,235人



van Staa TP et al. Osteoporos Int. 2002;13:777-787
van Staa TP et al. Rheumatol 2000;39:1383-1389

GC誘発性骨粗鬆症における骨リモデリング変化



Chotiyanwong P et al. Nat Rev Endocrinol 2020; 16: 437-447,より引用改変

ガイドライン2014年版と2023年版の比較

ステロイド性骨粗鬆症の管理と治療のガイドライン2014年版

経口ステロイドを3ヵ月以上使用中あるいは使用予定

一般の指導

個々の骨折危険因子をスコアで評価
(既存骨折, 年齢, ステロイド投与量, 骨密度)

スコア ≥ 3 スコア < 3

薬物療法
第1選択薬:
アレンドロネート
リセドロネート
代替治療薬:
遺伝子組換えテリパラチド
イバンブロンネート
アルファカルシドール
カルシトリオール

経過観察
スコアを用いた定期的な骨折リスクの評価

危険因子	スコア
既存骨折	なし 0 あり 7
年齢 (歳)	<50 0 50 ≤ < 65 2 ≥ 65 4
ステロイド投与量 (PSL換算mg/日)	< 5 0 5 ≤ < 7.5 1 ≥ 7.5 4
腰椎骨密度 (%YAM)	≥ 80 0 70 ≤ < 80 2 < 70 4

日本骨代謝学会

グルココルチコイド誘発性骨粗鬆症の管理と治療のガイドライン2023

経口GCを3ヵ月以上使用中
あるいは使用予定

一般の指導

危険因子の評価
(既存骨折, 年齢, GC投与量, 骨密度)

スコア ≥ 3 スコア < 3

薬物療法
・薬含有ビスホスホネート製剤 (経口, 注射剤)
・抗RANKL抗体
・テリパラチド
・活性型ビタミンD
・SERM

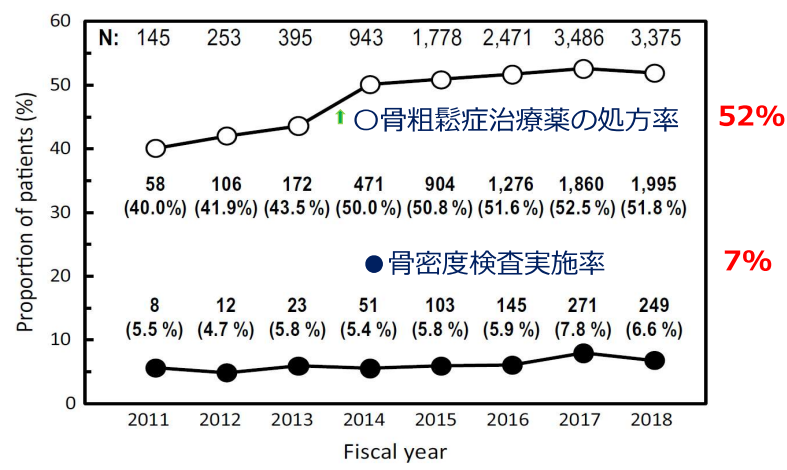
経過観察
スコアを用いた定期的な骨折リスク評価

危険因子	スコア
既存骨折	なし 0 あり 7
年齢 (歳)	50未満 0 50~65未満 2 65以上 4
GC投与量 (PSL換算mg/日)	5未満 0 5~7.5未満 1 7.5以上 4
骨密度 (%YAM)	80以上 0 70~80未満 2 70未満 4

図2 診療アルゴリズム

2014年改訂版で決定したスコアカットオフ値を用いた2023年版のアルゴリズム。
GC: グルココルチコイド, RANKL: receptor activator of nuclear factor-kappa B ligand, SERM: 選択的エストロゲン受容体モジュレーター, PSL: プレドニゾン, YAM: young adult mean
*6ヵ月から1年ごとの腰椎単純X線撮影, 骨密度測定

GC開始時の骨粗鬆症治療・検査率は低い (日本)



Soen S. et al. J Bone Miner Metab 2021; 39: 1019-1013より引用・作図

※ステロイドホルモンとは、グルココルチコイド骨格を有する脂溶性ホルモンの総称で、グルココルチコイド、ミネラルコルチコイド、アンドロゲン、エストロゲン、プロゲステロンなどが含まれる。ステロイド薬は俗称のため国際的には学術用語としては使用されない。

CQ15. 高齢者では骨折予防及び治療のためにGC投与と同時に骨粗鬆症治療薬の介入を推奨 (D, 1, 8.1)

CQ16. 妊婦・授乳婦に対し, GIOPの治療目的でビスホスホネート製剤・抗RANKL抗体・PTH1受容体作動薬を投与しないことを推奨 (D, 1, 8.3)
※妊孕性を有する骨折リスク中等度・高度の女性に対して薬物治療を行う際には, ビスホスホネート薬経口剤を第一選択, テリパラチドを第二選択とする (本文中の記載)

エビデンスレベルA (強), B (中), C (弱), D (とても弱い)
推奨度1 (行うことを強く推奨), 2 (行うことを提案), 3 (行わないことを提案), 4 (行わないことを強く推奨)
同意度9点満点

グルココルチコイド誘発性骨粗鬆症の管理と治療のガイドライン2023 骨代謝学会 より抜粋 一部改変

29

CQ	薬剤分類	薬剤名	エビデンスレベル	推奨度	同意度
7	活性型ビタミンD	アルファカルシトール・エルデカルシトール	B	1	8.0
9	SERM (選択的エストロゲン受容体モジュレーター)	ラキシフェン・バゼドキシフェン	C	2	8.1
8	ビスホスホネート製剤	アレンドロネート(A)・リゼドロネート(A)・ミナロネート(B)・イバンドロネート(A)・ゾレドロネート(A)	A	1	9.0
11	抗RANKL抗体	デノスマブ	B	1	8.9
10	PTH1受容体作動薬	遺伝子組換えテリパラチド・テリパラチド酢酸塩	B	1	8.8
12	抗スクレロスチン抗体	ロモソマブ	Future question		

エビデンスレベルA (強), B (中), C (弱), D (とても弱い)
推奨度1 (行うことを強く推奨), 2 (行うことを提案), 3 (行わないことを提案), 4 (行わないことを強く推奨)
同意度9点満点

グルココルチコイド誘発性骨粗鬆症の管理と治療のガイドライン2023 骨代謝学会 より抜粋 一部改変

30

治療薬の推奨

CQ13	活性型ビタミンD、ビスホスホネート製剤、SERM、遺伝子組換えテリパラチド、抗RANKL抗体、抗スクレロスチン抗体の間で有用性に相違は認められるか?
推奨	遺伝子組換えテリパラチドと抗RANKL抗体は、椎体骨折予防効果においてはビスホスホネート製剤よりも効果が高く、使用を推奨する。 遺伝子組換え型テリパラチドは、骨折リスクの高い症例に推奨する。 エビデンスレベル: B 推奨度: 1 同意度: 8.0

エビデンスレベルA (強), B (中), C (弱), D (とても弱い)
推奨度1 (行うことを強く推奨), 2 (行うことを提案), 3 (行わないことを提案), 4 (行わないことを強く推奨)
同意度9点満点

グルココルチコイド誘発性骨粗鬆症の管理と治療のガイドライン2023 骨代謝学会 より抜粋 一部改変

31

非定型大腿骨骨折 (AFF, atypical femoral fracture)

小転子と顆上部の間の大腿骨骨幹部の骨折で, 軽微な外力で生じ, 限局的な外側皮質の骨膜および骨内膜の肥厚を骨折部に伴いやすい ("beaking" or "flaring")。手術後の骨癒合に時間がかかることが多い。
リスク因子: BP製剤長期使用・グルココルチコイド・アジア人種・ビタミンD不足・大腿骨外彎・日常動作による負荷

42歳 MCTD
BP製剤使用3.9年
PSL12.5mg/day



BP製剤

H.Sato et al. Osteoporos Int. 2017;28(8):2367-76

痛み (前駆痛) がある, beakingの先端に骨折線がある場合は予防的に髄内釘固定術などの外科的治療を検討
BP製剤は中止 PTH製剤が手術後の骨癒合を早くすることが示されている

注) テリパラチド (PTH) 製剤の効能・効果: 骨折の危険性の高い骨粗鬆症

32

✓ 骨粗鬆症の診断

骨折の有無、X線、骨密度
生活習慣や合併症などのリスク因子



✓ 慢性腎臓病における骨代謝と注意点

カルシウムとリンの代謝障害

✓ グルココルチコイド誘発性骨粗鬆症

ガイドラインスコア3点以上で薬物治療を