

◎原 著

手指骨骨塩量と腰椎骨塩量の相関性と 診断への応用

中井 睦郎, 奥田 博之¹⁾, 穉山 恒雄,
高取 明正¹⁾, 谷崎 勝朗²⁾

三朝分院放射線室, ¹⁾三朝分院産科婦人科, ²⁾三朝分院内科

要旨: QCTおよびDIP法による測定値の相関性について検討し, DIP法による腰椎骨塩量の推定および, スクリーニングへの適用について考察した。QCT値と $\Sigma GS/D$ やMCIとの相関関係の検討では, 対象のQCT値が低値か高値かによって相関関係がかなり異なることが明らかになった。すなわち, QCT値が低い領域では, QCT値と, $\Sigma GS/D$ やMCIに明らかな正の相関関係が認められたが, 一方, QCT値が高い領域では, 相関関係は認められなかった。また, $\Sigma GS/D=2.8\text{mmAl}$ 以上, またはMCI=0.48以上の症例においては腰椎圧迫骨折の危険は小さく, $\Sigma GS/D=1.8\text{mmAl}$ 以下, またはMCI=0.24以下の症例においては腰椎圧迫骨折の危険が大きい可能性が示唆された。

索引用語: 骨粗鬆症, 骨塩量, QCT, DIP法

key words: osteoporosis, bone mineral density, quantitative computed tomography, digital image processing method

はじめに

65才以上の老人人口の約 $\frac{1}{2}$ は, 骨粗鬆症に罹患しており, 日本の骨粗鬆症患者数は450万人にのぼると推定されている¹⁾。高齢化社会をむかえ, 骨粗鬆症はますます問題になってくるものと思われる。骨の強度の80~90%は骨塩量に依存するといわれている²⁾が, 特に重要とされる, 腰椎圧迫骨折, 大腿骨頸部骨折に対する, スクリーニング法の確立が期待される場所である。手指骨DIP法(digital image processing method)³⁾は, 直接, 腰椎や大腿骨頸部の骨塩量を測定するものではないが, 1) 被曝線量, 2) 装置の普及とコスト, 3) 測定精度, 4) 精度を確保するための撮影手技

の簡便さ, 等の点で優れ, スクリーニングの手段に用いることができれば, 大きな効用をもたらす。

今回, 腰椎QCTおよび手指骨DIP法による骨塩量測定値についてその相関性を検討し, 手指骨骨塩量による腰椎骨塩量の推定および, 腰椎圧迫骨折のハイリスク例をスクリーニングする可能性について考察したので報告する。

対 象

当院婦人科受診の女性89名(平均年齢54.5才)を対象とした。その疾患内訳を表1に示す。ただし, 局所の炎症性疾患, 胃疾患(胃切除の症例はない)等, 骨塩量に無関係と思われる疾患は無視した。

表1 測定対象者の概要

更年期障害	12名	肥 満	3名
R A	7	高 脂 血 症	2
高 血 圧	7	気 管 支 喘 息	2
卵巣機能障害	6	糖 尿 病	1
肝 障 害	6	機 能 性 無 月 経	1
変形性腰椎症	4	O A	1
子 宮 筋 腫	3(術後1)	頸 椎 症	1

(上記いずれかの疾患を持つ人37名。うち、複数の疾患を持つ人12名、いずれの疾患も持たない人52名。うち、健診受診者(測定希望者)13名)

方 法

QCTによる測定はXpeed (東芝製X線CT), B-MAS ファントム (京都科学製)を用いた。QCTとDIP法の撮影は、同日に施行した。BMDの計算はXpeed のオプションプログラムによった。右手第2中手骨をDIP法で測定し、 $\Sigma GS/D$ とMCI³⁾の測定を中外製薬に依頼した。なお、測定値の単位は、QCTは mg/cm^2 (CaCO₃相当量), $\Sigma GS/D$ はmmAlである。グラフ作成、整式近似には、マイクロソフトチャートを用いた。

QCTは第2腰椎から第4腰椎までを測定し、その相加平均をとったが、測定対象の中の5名は腰椎の1つ以上に明かな圧迫骨折が認められた。この場合、その腰椎の測定は困難か、正常な椎体の測定値より高値を示すことが多いため、この測定値については平均の計算対象から除外した。この5名の測定値を表2にしめしておく。

表2 腰椎圧迫骨折者の測定値

年齢(才)	QCT(mg/cm ³)	$\Sigma GS/D(mmAl)$	MCI
63	89.2	1.95	0.236
64	85.4	1.76	0.219
67	36.3	1.28	0.252
78	36.3	1.72	0.229
85	22.6	1.80	0.213

結 果

1. 年齢ともなう各測定値の変化

まずはじめに、測定法ごとに、年齢との関連を図1~図3に示す。測定値と年齢の相関係数は、QCT値が $r = -0.70$, $\Sigma GS/D$ が $r = -0.65$, MCIが $r = -0.66$ であり、測定法間に大きな差を認めなかった。各図には3次式で近似した曲線もしめしたが、この曲線の最大値、変曲点、最大減少率は次の値になった。

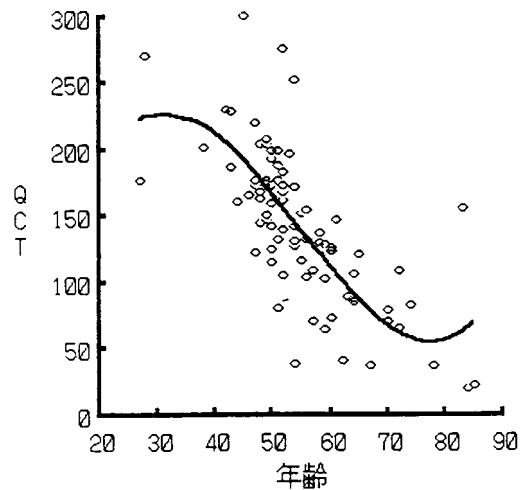


図1 年齢(才)とQCTによる測定値 (mg/cm²)

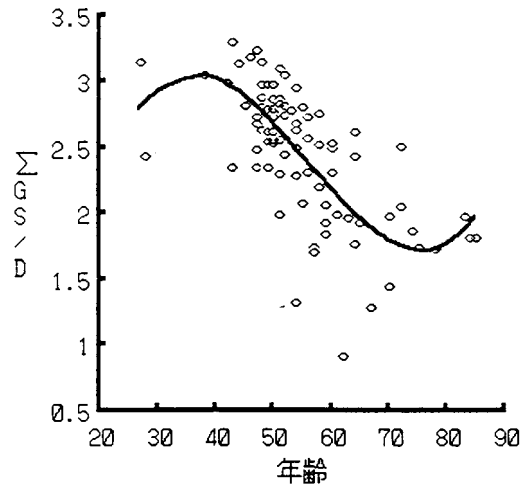


図2 年齢(才)と $\Sigma GS/D$ (mmAl)

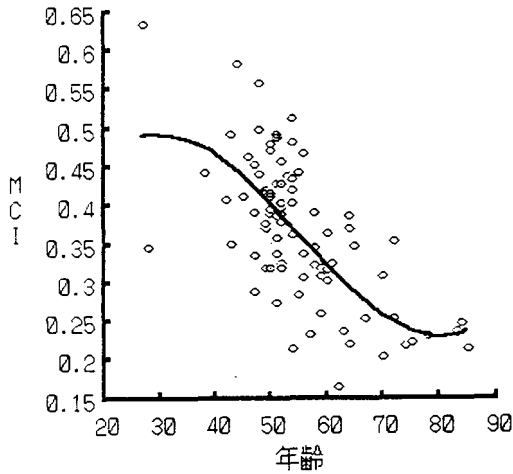


図3 年齢(才)とMCI

QCT: 最大値をしめす年齢31才

(BMD = 227mg/cm²)

変曲点 55才

(減少率 = -5.7mg/cm²・year. 減少率を百分率で表せば, 最大値をしめす年齢のQCT値に対し 2.5%/year, 55才のBMD値139mg/cm²に対し 4.1%/year)

ΣGS/D: 最大値をしめす年齢36才

(ΣGS/D = 3.1mmAl)

変曲点 56才

(減少率 = -0.05mmAl/year. 減少率を百分率で表せば, 最大値をしめす年齢のΣGS/D値に対し 1.7%/year, 56才のΣGS/D値2.39mmAlに対し 2.1%/year)

MCI: 最大値をしめす年齢30才

(MCI = 0.49)

変曲点 55才

(減少率 = -0.008/year. 減少率を百分率で表せば, 最大値をしめす年齢のMCI に対し 1.6%/year, 55才のMCI値0.36に対し 2.2%/year)

ただし, 40才未満の症例が少ないので, 最大値をしめす年齢と最大値(骨塩量)は信頼性に乏しいと思われるが, 最大減少率(変曲点)については, 変曲点前後の年齢における減少率を知る上で

有用であると考え。変曲点での減少率について, ΣGS/DとMCIは同様の値をしめすが, QCT値の減少率はかなり大きい。

2. 測定値間の相関

a) 概観

3種類の測定値間の相関を図4~図6にしめす。さらに, 図4にはQCTの測定値を階級幅30mg/cm²で区切り, そこに含まれる症例についてQCT測定値とΣGS/Dの平均を階級ごとに求めた折れ線グラフ, および3次式近似曲線を同時にしめしたが, この両者はよく一致している。

ΣGS/DとMCIの相関係数は0.84と高かった。QCT値とMCIの相関係数は0.57で, QCT値とΣGS/Dの相関係数0.70よりやや低い。

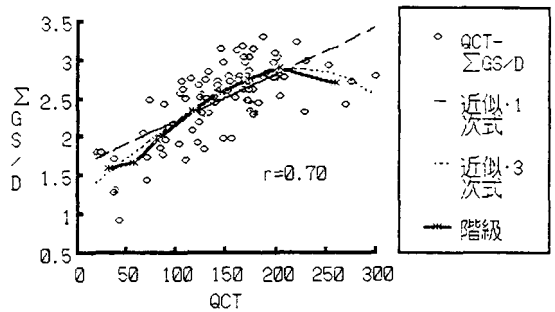


図4 QCTによる測定値(mg/cm²)とΣGS/D(mmAl)

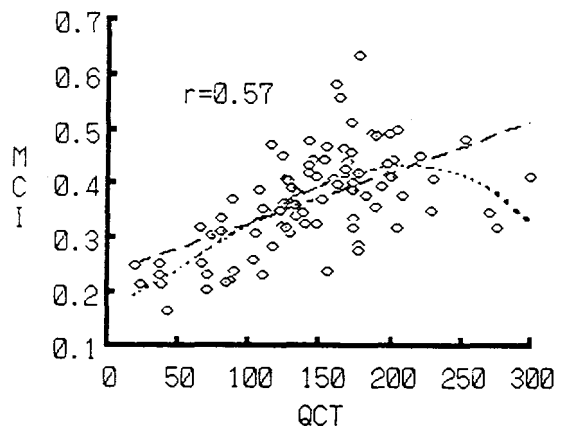


図5 QCTによる測定値(mg/cm²)とMCI

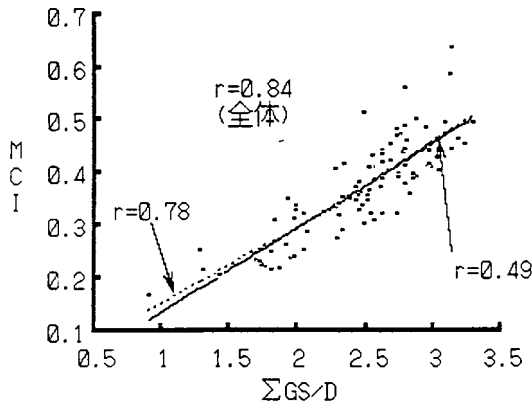


図6 $\Sigma GS/D$ (mmAl) と MCI

(実線は全体の回帰直線。また、 $\Sigma GS/D$ の値の大小によって2群に分け、その回帰直線を点線でしめす。)

b) QCT値と $\Sigma GS/D$ の相関

QCT値が低いグループと、高いグループに2分(標本数44と45)し $\Sigma GS/D$ との相関係数を求めたのが図7である。2グループの境界は、QCT値=146 mg/cm^2 である。この図には、回帰直線の95%信頼区間もしめした。QCT値が低いグループでは直線の傾きが大きくなっている。また、QCT値が低いグループの相関係数は大きく($r=0.75$)、高いグループの相関は小さい($r=0.15$)。なお、QCT値が高い人から24人目(QCT値175.9 mg/cm^2)までの相関係数は負の値となった。

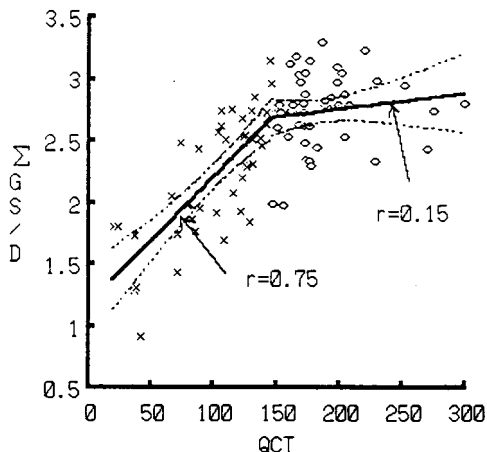


図7 QCTによる測定値(mg/cm^2)と $\Sigma GS/D$ (mmAl)(QCTの測定値により2群に分けた)

c) QCT値とMCIの相関

図7と同様に、QCT値が低いグループと、高いグループに2分(標本数44と45)しMCIとの相関係数を求めたのが図8である。この場合も、QCT値が低いグループと高いグループの相関係数には大きな差があり、QCT値が高い人から56人目(QCT値129.5 mg/cm^2)までの相関係数は負の値となった。

89名のQCT値とMCIの相関係数は、0.57でQCT値と $\Sigma GS/D$ の相関係数に比べ小さかったが、図8の様に、QCT値が低い領域においては、QCT値とMCIの相関係数は0.75(BMDが小さい方から44人のデータ)に達し、QCT値と $\Sigma GS/D$ の相関係数と差はなかった。QCT値とMCIの全体の相関係数が、0.57と低いのはQCT値が高い領域での相関の負の傾向が大きいことによる。

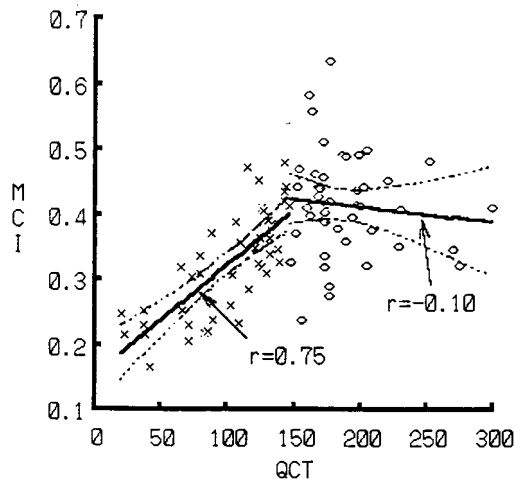


図8 QCTによる測定値(mg/cm^2)とMCI (QCTの測定値により2群に分けた)

d) $\Sigma GS/D$ とMCIの相関

図6には、 $\Sigma GS/D$ が低いグループと高いグループで2分(標本数44と45)しMCIとの相関係数、回帰直線をしめしているが、2グループの回帰直線は全体のそれにほとんど重なっている。また、 $\Sigma GS/D$ が大きいグループの相関係数は、小さいグループより、やや小さかった。

e) MCI高値群と低値群におけるQCT値と ΣGS

／Dの関係

89名を、図6の対象全体についての回帰直線を基準として、それよりMCIが高い値をしめす群と、低い値をしめす群に分け、さらに、それぞれを、QCT値が高い値の群と低い値の群に2分し、計4群について、 $\Sigma GS/D$ とQCT値の相関の様子を調べたのが図9である。QCT値が大きい領域では、回帰直線が一致する。これは、この領域でMCIとQCT値の相関関係がないことによる。QCT値が小さい領域では、MCIが大きい群の方が、 $\Sigma GS/D$ に対するQCT値が大きくなる。

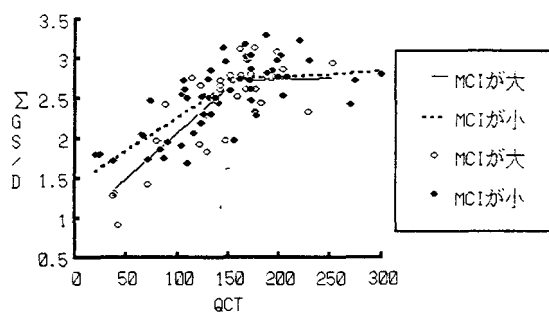


図9 QCTによる測定値(mg/cm^2)と $\Sigma GS/D$ ($mmAl$)($\Sigma GS/D$ とMCIにより2分し、さらにQCT値の大小により2分した。(4群に分けた))

考 察

各測定値の年齢との関係をみれば、QCT値、 $\Sigma GS/D$ 、MCI 3種の測定値と年齢の相関係数は $-0.65 \sim -0.70$ と大きく、さらに各々の近似曲線の傾斜が $1 \sim 4\%/year$ 程度で、各方法の測定精度と同程度であることを考えれば、QCT法、DIP法は経時変化の観察にも十分使用可能である。

手指骨と腰椎について、次のような相関係数が報告されている。

QCT法-MD法: 0.48 (骨粗鬆症 50例)⁴⁾

QCT法-MD法($\Sigma GS/D$): 0.64 (242例)⁵⁾

今回の測定では、これらの報告より比較的大きな値が観測された。特に、QCT値が低い領域での

相関係数は大きく、近似直線の傾きも大きくなっている。腰椎骨塩量(QCT値)が $150mg/cm^2$ を越えるとQCT値と $\Sigma GS/D$ 、QCT値とMCIの間に相関関係はみとめられなくなり、 $\Sigma GS/D$ 、MCIともに、その測定値は頭打ち状態をしめす。すなわち、DIP法とQCTの測定値間の関係を相関係数で論じる場合、対象群によって(年齢層、疾病の有無等)、両者の相関係数は大きく変化することを念頭におかなければならない。

女性における腰椎QCT値と腰椎圧迫骨折確率について、骨折者の90%は $125mg/cm^2$ 以下に分布し、さらに骨折者の50%を含む $60mg/cm^2$ 以下には正常者がほとんど分布しないということが報告されている⁶⁾。いま、QCT値 $125mg/cm^2$ 以上を安全域、それ以下を危険域とすると、対象89名について、 $\Sigma GS/D=1.8mmAl$ 以下のすべての人は危険域に属し、 $\Sigma GS/D=2.8mmAl$ 以上のすべての人は安全域に属した。 $\Sigma GS/D=1.8mmAl$ 以下をもって骨粗鬆症を疑うのが適当と考えるという報告があるが³⁾、 $1.8mmAl$ 以下は危険域であるという意味でよく一致している。そこで、QCT値 $125mg/cm^2$ 、 $60mg/cm^2$ 、および $\Sigma GS/D=2.8mmAl$ 、 $1.8mmAl$ のところで境界線をひいた89名の散布図を図10にしめす。 $\Sigma GS/D=1.8mmAl$ 以上かつ $\Sigma GS/D=2.8mmAl$ 以下の領域は境界領域として区画される。

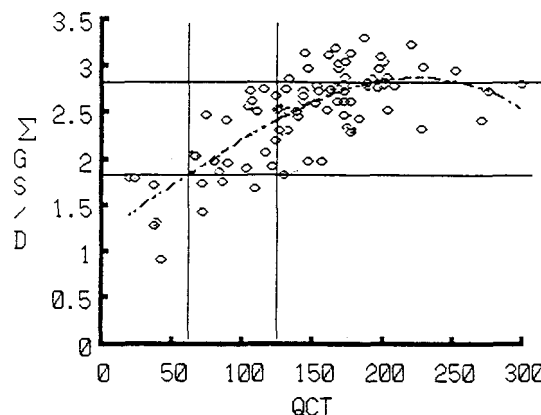


図10 QCTによる測定値(mg/cm^2)と $\Sigma GS/D$ ($mmAl$)(3次整式近似曲線をしめすとともに領域を9区画に分けた)

計算システムによって同一フィルムから求めた $\Sigma GS/D$ や MCI の値が異なるという報告⁷⁾にも注意を払わなくてはならないが、QCT 値の小さい人の $\Sigma GS/D$ との相関係数が大きいこと、および QCT 値が高い領域でも回帰直線の回りに測定値が分布することを考えあわせると、 1.8mmAl 、 2.8mmAl ($\Sigma GS/D$) は、境界値として意味をもつと思われる。この考え方を他の文献の散布図⁵⁾にも適用したところ、同様の傾向を得た。

QCT 値と MCI の散布図にも同様の境界線を引くことを試みたのが図11である。境界線は MCI = 0.24, 0.48 のところに引いた。MCI が 0.48 以上の人はすべて QCT = $125\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上 (安全域) に分布し、0.24 以下の人は 1 例 (QCT = 155.2, $\Sigma GS/D = 1.97$, MCI = 0.237) を除き QCT = $125\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下 (危険域) に分布している。このように、QCT 値と MCI の関係においても、前項と同様に境界値を設定できるが、安全域に含まれる人は、図10 ($\Sigma GS/D$) で 22 名であるのに対し、図11 (MCI) では、9 名と少ない。

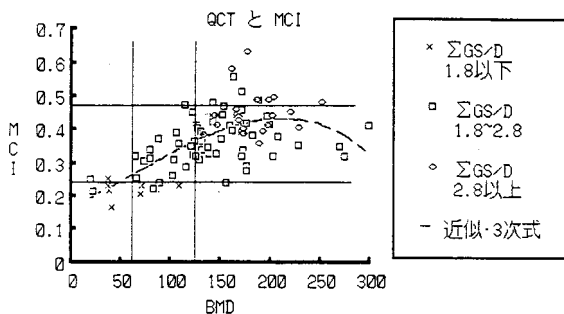


図11 QCTによる測定値(mg/cm^2)とMCI (3次整式近似曲線をしめすとともに領域を9区画に分けた)

境界値を越えた移動を見てみると、図10において、 $\Sigma GS/D = 2.8\text{mmAl}$ 以上 (安全域) の人のうち14名が、図11においてはMCIが0.48以下の境界領域に下がってきている。逆に $\Sigma GS/D = 2.8\text{mmAl}$ 以下の境界領域にある人のうち図11で安全域に移った人は3名と少ない。このように、QCT 値の推定においては、MCI での評価より、 $\Sigma GS/D$ での評価の方が、安全域の人を分離する能力が高い。よって、 $\Sigma GS/D$ を主に評価して、MCI は補助的に使用するのが妥当であると考えられる。

今後、骨塩量と骨折率との関係をさらに明らかにすることとともに、境界領域をいかに小さくするか、すなわち、境界値 $\Sigma GS/D = 2.8\text{mmAl}$, MCI = 0.48 を下げ、安全であると言える人を増加させるための他の因子の発見が期待される。

文 献

- 1) 林 泰史: 骨の画像診断と非 X 線骨量評価法, 日本臨床 48: 2851-2855, 1990.
- 2) 森田陸司: 骨塩定量法の歴史と現況, 臨床放射線 35: 1-6, 1990.
- 3) 林 泰史: MD法, 臨床放射線 35: 15-22, 1990.
- 4) 天辰裕俊, 齊藤暢彦, 横田直大: X 線による骨塩定量法の比較検討, 日本放射線技術学会雑誌 45: 1360, 1989.
- 5) 中山佳樹, 小倉明夫, 仁井田秀治: 骨塩量測定法の比較検討, 日本放射線技術学会雑誌 48: 306, 1992.
- 6) 森田陸司, 福永仁夫, 山本逸雄: 骨ミネラル量の測定の臨床的意義, 日本放射線技術学会雑誌 46: 903-910, 1990.
- 7) 山下正人, 本庄英雄, 田中弘: Computed Radiography (Imaging Plate) System による X 線画像定量解析—指骨骨塩定量法への応用と従来法 (フィルム法) との比較検討—, Fuji Medical Forum No.166: 1-8, 1991.

Relationship between bone mineral densities of second metacarpal bone and lumber spine

Mutsuo Nakai, Hiroyuki Okuda, Tsuneo Akiyama, Akimasa Takatori, Yoshiro Tanizaki.

Misasa Medical Branch, Okayama University Medical School.

To compare bone mineral density between second metacarpal bone and lumber spine, two measuring methods, digital image processing method (DIP) for second metacarpal

bone and quantitative computed tomography (QCT) for lumber spine were employed in this study. The bone mineral density was evaluated in 89 females and the results were compared between the two methods. A correlation between the bone mineral densities by QCT and $\Sigma GS/D$ was found in subjects showing low mineral density by QCT, but not in those with high mineral density. These results reveal that DIP is useful to observe bone mineral density and if $\Sigma GS/D$ and MCI are enough high, almost he hasn't risk of fracture of lumber spine.