

# 小児の骨発育と骨障害（骨折）に関する研究

## 分担研究総括報告

清野佳紀1)、田中弘之1)、守分 正1)、福永仁夫2)、西山宗六3)、  
広田孝子4)、福岡秀興5)、山岡完次6)、折茂 肇7)

要約：骨粗鬆症予防のため、健常人の骨塩量を明らかにするために、日本人健常対照3才～90才の腰椎骨塩量を縦断的に検討した。腰椎骨塩量は女性に於いて、12～14才で急激に増加、15才以後40才後半まで一定の値を維持し、以後加齢と共に急速に減少した。男性では、13～15才で急激な増加を認め、70才までほぼ一定の値であった。これは諸外国の報告と同様で、10才代前半における骨塩量増加対策が骨粗鬆症発症予防に重要である。

見出し語：骨塩量、正常値、日本人、骨粗鬆症、予防

### 【はじめに】

加齢に伴う生活の質の低下を予防し、日常生活に必要な活動能力を得ることは重要な課題である。成人病、すなわち加齢に伴う疾病の多くは、小児期からの予防的な処置が重要である。

骨粗鬆症は大腿骨頸部骨折、脊椎圧迫骨折などにより、長期療養を要し、高齢者の生活環境を脅かす大きな要因である。骨粗鬆症も、発症後は有効な治療法がないのが現状である。そこで、発症予防が注目されている。つまり、骨の成長期により多くの骨量を獲得し、最大骨量つまりピークボーン

マスを増加させることにより、以後加齢による骨量の減少状態に於いても骨折閾値以上の骨量を維持してゆこうとする考え方である。この発症予防の観点から、骨量の増加が著しい年齢における骨量獲得の対策が重要である。

従来、腰椎の最大骨量到達年齢は主に成人における検討から20才から30才代前半と考えられてきていたが、近年の欧米の小児期も含めた検討から、従来提唱されていた概念より早期、すなわち10才代に既に30才代との骨量レベルに到達するという結果が報告されている。わ

1)岡山大学小児科、2)川崎医科大学核医学、3)熊本大学小児科、4)辻学園栄養専門学校中央研究室、5)東京大学母子保健学、6)大阪大学小児科、7)東京大学老年病学

が国においての最大骨量獲得経過、最大骨量獲得年齢を明らかにし、さらに小児期から老年期にいたる一貫した研究で日本人の骨量の年齢別変化を検討することは今後の骨粗鬆症発症予防のための施策検討の基本的資料として必須である。

今回、健常日本人を対象にdual-energy X-ray absorptiometry (DXA)による腰椎骨塩量の測定を行い、小児期から老年期における年齢別変動を検討した。

#### 【対象及び方法】

健常日本人を対象にinformed consentの得られた3歳～90歳の男性2787例、女性15978例について検討を行った。成人例については厚生省長寿科学研究事業「退行期骨粗鬆症の予防・治療に関する研究班」（班長折茂肇）と協力し、日本人男女の一生に相当する年齢層で腰椎骨塩量の測定を行った。

骨塩量の測定は腰椎に於いてDXA法によりおこなった。各施設間の測定値は共通のcomacファントムにより校正した。腰椎骨密度は第2、3、4腰椎前後像のbone mineral content (BMC), areaを測定し、BMCをareaで除することによりbone mineral density(BMD)を求めた。

#### 【結果】

1) BMDの年齢別変化と性差：全実測値を図1（女性）、図2（男性）に示す。男

女とも10才代に急激な増加がみられる。女性に於いては40才代の後半から減少が認められる。男女とも加齢に伴い50才代以降では個々の測定値のばらつきが増加していた。男女とも10歳代に急激なBMDの上昇を認め、40歳代まで同様の値を保持し、女性では40歳代の後半から急激なBMDの減少が認められ、50歳代では女性における低値が明白となっている。男性においては20才代以降ほぼ同様の値を60才代まで維持し、以後緩やかに低下が認められた。

骨量増加の見られる年齢では、女性に於いて10才からBMDの増加が促進され12才から13才、13才から14才の間でそれぞれ年間0.101、0.112g/cm<sup>2</sup>の増加を認め、15才では平均1.029g/cm<sup>2</sup>と30才から40才の女性の平均値1.017g/cm<sup>2</sup>と同等の値であった。一方、男性に於いては女性より遅れて12才頃から加齢に伴うBMDの増加促進が認められ、13～15才の間に急激なBMDの増加が認められる。20才の男性の平均BMDは1.023g/cm<sup>2</sup>で30才～40才の平均値1.036g/cm<sup>2</sup>とほぼ同等であった。

2) 身体計測値とBMDの関係：3才から30才の間で身体発育と腰椎骨塩量の間を関3～6に示す。身長増加とBMDの増加はほぼ並行して認められるが、身長増加が約1年先行し、女性に於いては身長増加が既に鈍化した13才でBMDの増加は最大値を認める。男性に於いては、対象

例では身長増加の鈍化は17才で認められているがBMD増加の鈍化は明らかではなかった。

体重の増加とBMDの増加は身長よりもより同期してみられ、体重の増加曲線とほぼ重なるようにBMDの増加も認められた。

### 【考察】

今回の我々の縦断的検討から日本人に於いても欧米における報告と同様に、女性に於いては10才代の後半ですでに30才代の女性と同様の骨塩量を獲得していることが確認された。

諸外国の報告ではMatkovicら1)は統計的な解析の結果inflection pointを示して、腰椎骨塩量において女性で18才が成人と同様の値に達する年齢であると報告しているが、今回の年齢別平均値を用いた検討では、同様に平均値を用いて報告したMcCormickら2)、Bonjourら3)の報告とほぼ同様に女性で15才で最大値に達しており、日本人においてもCaucasianにおける報告と同様の年齢別変化を示すと考えられた。

骨塩量の急激な増加は女性において12～14才、男性において13～15才の間に認められ、以後急激に鈍化し、最大骨量に達する。つまりこの骨塩量の急激な増加の認められる年齢以前に骨塩量獲得増加のための対策が必要であることを示していると考えられる。

骨塩量増加のための手段として、本研究班西山ら4)の高校生のスポーツ選手における検討では重量挙げ、相撲、ハンドボール、ラグビー、ボート、バスケットボールなどの選手で高い腰椎骨塩量が得られたのに対し、長距離ランナーではかえって腰椎骨塩量は低値を示すなど、運動の種類による差も指摘され、適切な運動を進めることが重要である。

身体発育との関係では身長増加の鈍化後約1年の間、骨塩量も増加する点は重要であると考えられる。骨の長軸方向への発育と骨塩量獲得の機構の差異が存在すると考えられる。骨密度の多くの部分は内分泌学的な環境によって決定されることが考えられる。特に女性に於いて、成長のスパートの時期に主に作用し骨の長軸方向への発育を促進する成長ホルモンと成長スパートの後半から成人値に近づくエストロゲンとの相互作用が骨量獲得を決定する有力な候補であるがその詳細な骨に対する作用機序、相互作用機序の解明により、より有効な骨塩量獲得の方法が考案される一助となると考えられる。

## 参考文献

1) Matkovic V, Jelic T, Wardlaw GM, Ilich JZ, Goel PK, Wright JK, Andon MB, Smith KT, Heaney RP : Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. inference from a cross-sectional model. J Clin Invest, 93:799-808,1994

2) McCormick DP, Ponder SW, Fawcett HD, Palmer JL : Spinal bone mineral density in 335 normal and obese children and adolescents: evidence for ethnic and sex differences. J Bone Miner Res 6: 507-513, 1991

3) Bonjour JP, Theints G, Buchs B, Slosman D, Rizzoli R Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. J Clin Endocrinol Metab 73:555-563,1991

4) 西山宗六ら 小児の骨塩量の正常分布及び性ホルモン、運動との関係。平成5年度厚生省心身障害研究 生活環境が子どもの健康や心身の発達に及ぼす影響に関する研究 99-102

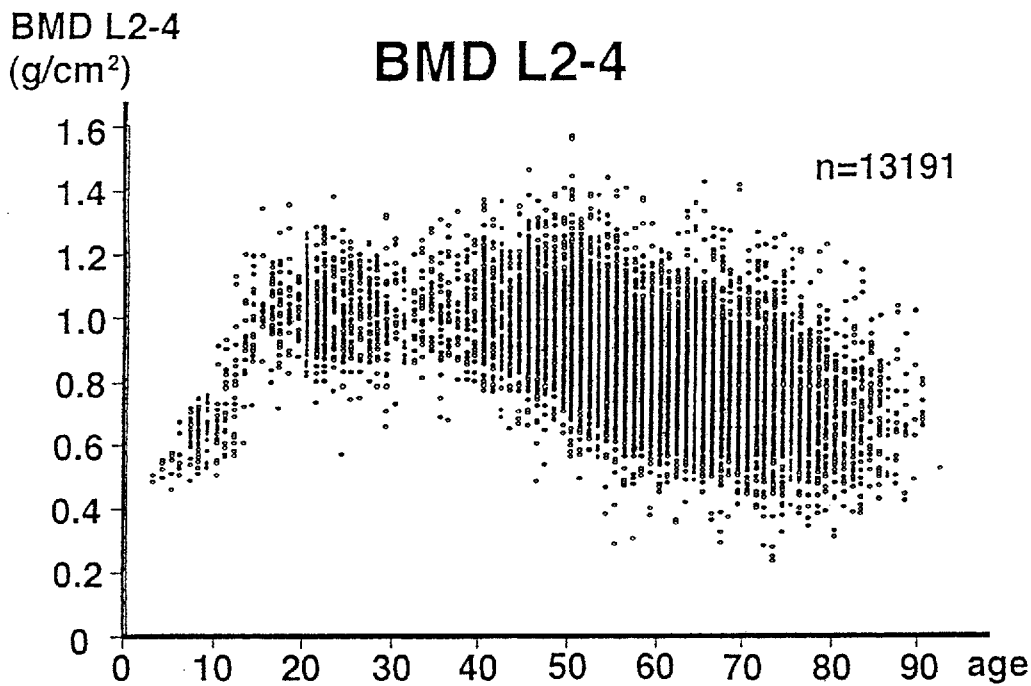


図1 BMD L2-4の実測値1 (女性：3～90才)

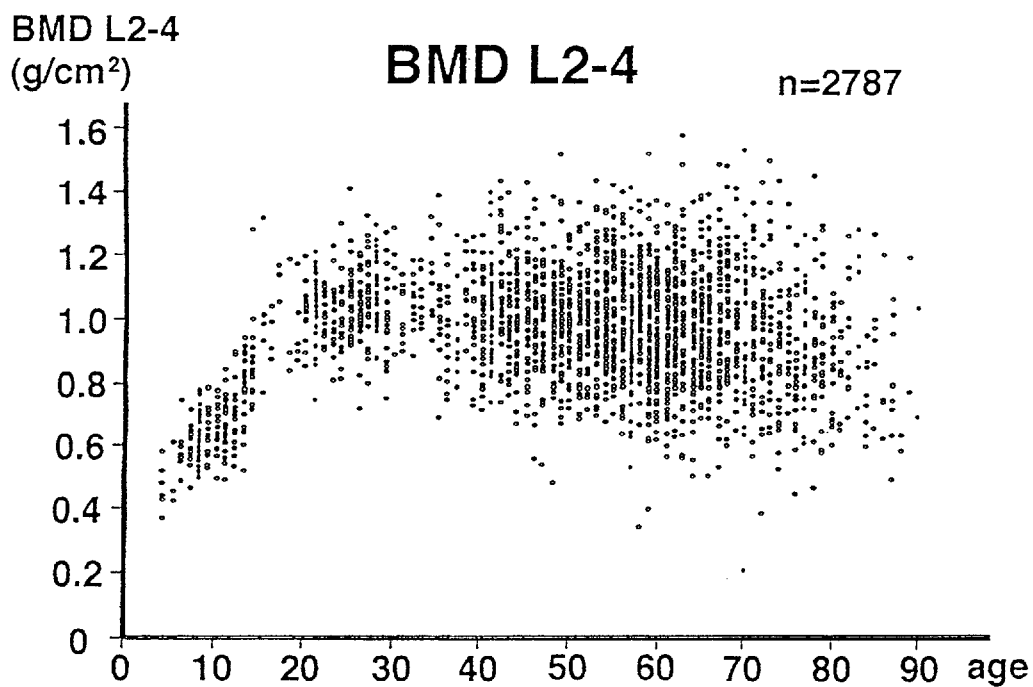


図2 BMD L2-4の実測値2 (男性：3～90才)

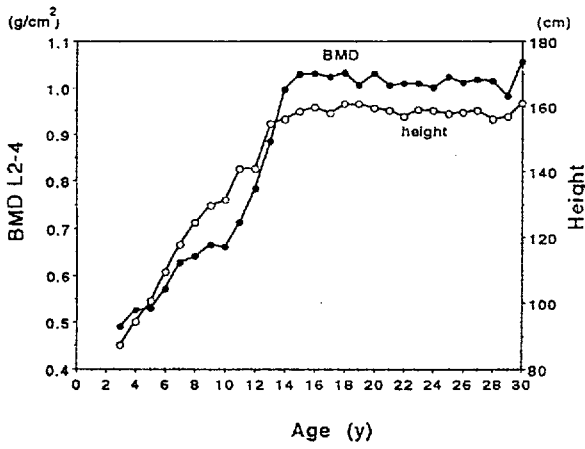


図3 BMD L2-4と身長の年齢別変化  
(女性：3～30才)

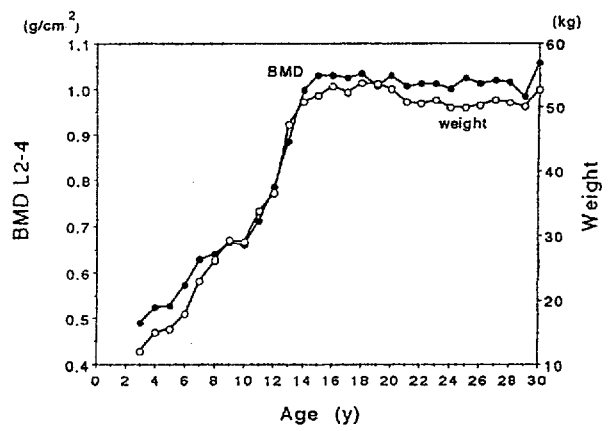


図4 BMD L2-4と体重の年齢別変化  
(女性：3～30才)

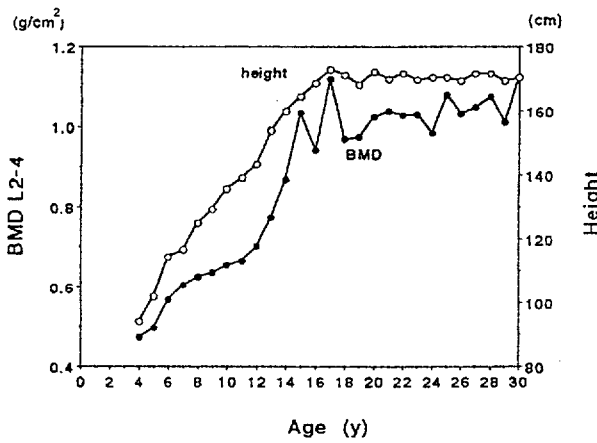


図5 BMD L2-4と身長の年齢別変化  
(男性：3～30才)

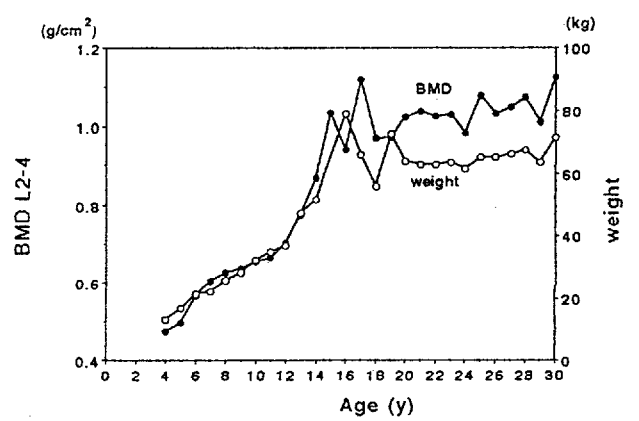


図6 BMD L2-4と体重の年齢別変化  
(男性：3～30才)



**検索用テキスト** OCR(光学的文字認識)ソフト使用  
論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



要約:骨粗鬆症予防のため、健常人の骨塩量を明らかにするために、日本人健常対照3才~90才の腰椎骨塩量を縦断的に検討した。腰椎骨塩量は女性に於いて、12~14才で急激に増加、15才以後40才後半まで一定の値を維持し、以後加齢と共に急速に減少した。男性では、13~15才で急激な増加を認め、70才までほぼ一定の値であった。これは諸外国の報告と同様で、10才代前半における骨塩量増加対策が骨粗鬆症発症予防に重要である。