

【研究ノート】

## 小学生の橈骨骨密度と関連因子について

武 田 秀 勝  
久 保 正 美  
吉 田 貴 彦  
佐々木 敏  
西 山 徹  
星 野 宏 司

## 研究ノート

## 小学生の橈骨骨密度と関連因子について

武田 秀勝      久保 正美      吉田 貴彦  
Hidekatsu TAKEDA      Masami KUBO      Takahiko YOSHIDA

佐々木 敏      西山 徹      星野 宏司  
Tsutomu SASAKI      Toru NISHIYAMA      Hiroshi HOSHINO

## [Abstract]

## Study of Schoolchild Radius Bone Density and Related Factors

In recent years, as the decrease in the birthrate continues, concern about osteoporosis is increasing. Not only elderly people but also young people with insufficient calcium inoculation due to a marked lack of exercise are worried about osteoporosis. It is important to raise the maximum bone mass during adolescence because this is the age when bone formation and bone resorption occur most efficiently. In this study, the relationship between bone mineral density and physique and the relationship between fractures and physique were studied. Radius bone densitometry was performed on 319 children using the Toyo Medic DTX-200. Comparing the male and females scores of third, fourth, and fifth graders, the boys had significantly higher scores. Looking only at the female students, a significant difference was seen only between girls in the fifth and sixth grades. The factor that had the highest correlation with bone density was BMI. Among both male and female children with a history of bone fracture, half of them had less bone density than the average. There is a danger that such children will have low bone density for the rest of their lives.

## 1. 緒言

少子高齢化が進んでいる近年において、骨粗鬆症への関心が高まっている。骨粗鬆症とは、骨量減少と微細構築の破綻によって骨強度が低下し、骨折の危険性が増加した全身性の骨疾患であると1993年の国際会議において定義された疾患である。人の骨量は加齢とともに減少し、その減少は男性では緩やかであるが、女性では閉経後急激な減少が認められる。わが国において生活習慣・食習慣の変化により、生活習慣病として蔓延している糖尿

病や高血圧などと同様に、骨粗鬆症も生活習慣が大きく関与する疾患であることは間違いない。骨粗鬆症の予防対策としては女性の場合閉経後急激に骨密度が少なくなる時期に内服治療や運動療法が行われている。理学療法の臨床では高齢の骨粗鬆症による骨折患者の治療に関わる場面も少なくはない。骨粗鬆症は大腿骨頸部骨折や腰椎圧迫骨折などを引き起こし、長期療養を要し高齢者の生活環境を脅かす大きな要因のひとつである。骨粗鬆症の予防のために閉経後の女性や高齢者に対しての骨密度測定やその関連因子についての検

キーワード：骨密度, BMI, 骨折歴

Key words : Bone Mineral Density (BMD), Body Mass Index (BMI), Bone Fracture

討についてはこれまで多くの先行研究がなされている。しかし、近年高齢者だけではなく若年者もカルシウム摂取量の不足や著しい運動不足がみられ、将来的にさらなる骨粗鬆症の増加が危惧されている。

西山らは骨密度の増加率の大きい時期、つまり小児期における骨密度増加率を高めることが重要であると述べている<sup>1)</sup>。また、生涯のうちで最も骨吸収、骨形成が盛んなのは学童期から思春期にかけてであるといわれている。中でも第2次性徴期が最も旺盛であり、この時期にはわずか3ヶ月間で閉経期の女性が1年間に損失するのと同量の骨塩量を作っているともいわれている<sup>2)</sup>。

その後、骨密度は20歳くらいで最大骨量 (peak bone mass ; PBM) に達するため、これまでの期間に何らかの原因で骨量の獲得を障害されると成長期の易骨折性や将来的に骨粗鬆症になる危険性が高い<sup>2,3,4,5)</sup>。最大骨量を増加させることによって、以後加齢による骨量の減少状態においても骨折閾値以上の骨密度を保てるようにし、骨粗鬆症の発症を予防するという観点から見ても骨量増加の著しい時期における骨密度との関連因子を検討することは重要となってくる。しかし、実際学童期の児童に対しての研究は不足しており、この時期に身体の成長に伴い、骨密度に対してどのような影響があるのかということが解明されていない。特に、日本の小学生については病院や研究施設でのX線を使用した方法や谷嶋らの行った超音波による測定 (4-6年生にのみ) を除くと測定報告はほとんどなく、この時期の骨密度の標準値も定められてはいない。<sup>6)</sup>従って、学童期の体格と骨密度の変化、骨折と骨密度の関係について検討し、生活指導に生かすことにより早期から骨粗鬆症の予防に努めることが重要な課題となっている。

## 2. 目 的

現在、高齢者にとって骨粗鬆症は大きな問題となっている。骨粗鬆症患者に対しては、内服治療や運動療法といった治療が行われているものの発症後は有効な治療法がないのが現状である。それだけではなく、現在若年者においても、カルシウムの摂取量の不足や運動不足などが原因で、骨粗鬆症患者が今後ますます増加されることが予測される。田中らは、骨粗鬆症の予防・治療を行う際に①成長期、②骨量減少前 (骨折閾値より高い骨量)、③骨量減少後 (骨折閾値より低い骨量)、④骨折後の4期に分けて対応している。<sup>7)</sup>骨粗鬆症を予防していくには生活習慣の改善も必要なのはもちろんであるが、最も骨吸収・骨形成が盛んであるといわれている学童期から思春期にかけてどのような変化が起こっているか、骨密度の値にどのような要素が関連しているのかを検討し、最大骨量を高めていくことが重要である。<sup>2,3,4,5)</sup>最大骨量を増加させることによって、以後加齢による骨量の減少状態においても骨折閾値以上の骨密度を保てるようにし、骨粗鬆症の発症を予防するという観点から見ても骨量増加の著しい時期における骨密度との関連因子を検討することは重要となってくる。しかし、実際学童期の児童に対しての研究は不足しており、この時期に身体の成長に伴い、骨密度に対してどのような影響があるのかということが解明されていない。従って、学童期の体格と骨密度の変化、骨折と骨密度の関係について検討する必要がある。骨密度の標準値の作成を行うことにより、今後、骨折リスクの高い児童に対しては生活指導を行うといった早期からの対処が可能となり、骨折予防さらには最大骨量を高めることによる骨粗鬆症の早期予防につながることを期待される。このことから本研究は、これまで先行研究が少なく、今後の骨粗鬆症の早期予防として注目される成長期に位

置する小学生に注目し橈骨骨密度の実態を把握すると同時に骨折歴と骨密度との関連性を検討すること、また、身長・体重・BMI (body mass index: 体重 (kg) / 身長 (m)<sup>2</sup>) など体格の変化に伴う骨密度の変化も検討することとした。

### 3. 方法

#### ①対象

本研究の対象は、上川管内の小学生児童で、事前に研究への同意が得られた男子169名、女子150名 (合計319名)、6-12歳 (平均年齢  $8.65 \pm 1.74$  歳) とした。

#### ②方法

上川管内に在住の小学生319名を対象に東洋メディック社製 DTX-200 X線骨密度測定装置 (hoto 1, hoto 2) を用い、二重エネルギー X線吸収法 (Dual energy X-ray Absorptiometry: DXA 法) によって、橈骨の骨密度測定を行った。DXA 測定の利点は手技が簡便であり、短時間で測定可能でまた比較的被曝線量が少なくすむことである。測定部位は生活特性や運動特性を除くため、非利き手の橈骨とした。骨密度測定において手首に弱い X線を当て、骨のカルシウム量を測定するため、測定は医師が行う。本研究においては、旭川医科大学の医師の協力を得て行った。同時に自記式質問表を利用し、身長・体重の調査も合わせて行った。事前のアンケート調査により過去の骨折歴についても調査を行った。BMI については質問表から得られた身長・体重のデータを基に算出した。あらかじめ研究内容について承認し、インフォームドコンセントが得られたものに対してのみ行う。

#### ③統計処理

平均値の差の検定については対応のない t

検定を用い、単相関分析における相関係数はピアソンの相関係数の検定を用いた。

### 4. 結果

#### ①小学生骨密度の平均値

今回測定を行った小学生319名 (女子150名、男子169名) については、各学年毎、または各年齢毎に骨密度 (body mineral density :



photo 1 X線骨密度測定装置 (東洋メディック社製 DTX-200)



photo 2 二重エネルギー X線吸収法 (Dual energy X-ray Absorptiometry : DXA 法) による橈骨の骨密度測定



BMD) の平均値を算出した。結果は表 1, 2, 3, 4 のとおりである。学年別についての結果は、女子では、1 年生 (n=30)  $0.2727 \pm 0.03967 \text{ g/cm}^2$  (平均値  $\pm$  標準偏差, 以下同じ), 2 年生 (n=22)  $0.2793 \pm 0.028658 \text{ g/cm}^2$ , 3 年生 (n=23)  $0.2662 \pm 0.036337 \text{ g/cm}^2$ , 4 年生 (n=27)  $0.2800 \pm 0.027825 \text{ g/cm}^2$ , 5 年生 (n=24)  $0.276 \pm 0.029861 \text{ g/cm}^2$ , 6 年生 (n=24)  $0.3076 \pm 0.049105 \text{ g/cm}^2$ であった。また男子は 1 年生 (n=29)  $0.2842 \pm 0.035084 \text{ g/cm}^2$ , 2 年生 (n=33)  $0.2961 \pm 0.043958 \text{ g/cm}^2$ , 3 年生 (n=30)  $0.2905 \pm 0.029263 \text{ g/cm}^2$ , 4 年生 (n=29)  $0.2998 \pm 0.031781 \text{ g/cm}^2$ , 5 年生 (n=28)  $0.3101 \pm 0.038016 \text{ g/cm}^2$ , 6 年生 (n=20)  $0.3044 \pm 0.042262 \text{ g/cm}^2$ であった。同性の学年間の平均値の差の検定では対応のない t 検定を用いて分析を行ったところ、女子の 5 年生と 6 年生の間でのみ有意差 ( $p < 0.05$ ) がみられた。(図 1) 年齢別では、女子から 6 歳 (n=24)  $0.2731 \pm 0.042646 \text{ g/cm}^2$ , 7 歳 (n=24)  $0.2782 \pm 0.033692 \text{ g/cm}^2$ , 8 歳 (n=17)  $0.2704 \pm 0.026311 \text{ g/cm}^2$ , 9 歳 (n=31)  $0.2721 \pm 0.030754 \text{ g/cm}^2$ , 10 歳 (n=23)  $0.2813 \pm 0.029585 \text{ g/cm}^2$ , 11 歳 (n=27)  $0.2943 \pm 0.041746 \text{ g/cm}^2$ , 12 歳 (n=4)  $0.3372 \pm 0.075931 \text{ g/cm}^2$ であった。また男子は (表 4) 6 歳 (n=20)  $0.2803 \pm 0.029658 \text{ g/cm}^2$ , 7 歳 (n=29)  $0.2982 \pm 0.045446 \text{ g/cm}^2$ , 8 歳 (n=36)  $0.2874 \pm 0.031202 \text{ g/cm}^2$ , 9 歳 (n=29)  $0.2997 \pm 0.031028 \text{ g/cm}^2$ , 10 歳 (n=25)  $0.3044 \pm 0.035041 \text{ g/cm}^2$ , 11 歳 (n=24)  $0.3092 \pm 0.042932 \text{ g/cm}^2$ , 12 歳 (n=6)  $0.3116 \pm 0.048351 \text{ g/cm}^2$ であった。同性の年齢ごとの平均値の差の検定では有意差 ( $p < 0.05$ ) は見られなかった。

男女の平均値の差については対応のない t 検定を用いて分析を行った。1 年生, 2 年生, 6 年生は有意差がなく, 3 年生は  $p <$

表 1. 小学生女子の学年別骨密度データ

	人数(人)	平均値 (g/cm <sup>2</sup> )	不偏分散	標準偏差
1 年	30	0.2727	0.001574	0.039677
2 年	22	0.279364	0.000821	0.028658
3 年	23	0.266217	0.00132	0.036337
4 年	27	0.280074	0.000774	0.027825
5 年	24	0.276708	0.000892	0.029861
6 年	24	0.307667	0.002411	0.049105
合計or平均	150	0.280247	0.001427	0.037778

表 2. 小学生男子の学年別骨密度データ

	人数(人)	平均値 (g/cm <sup>2</sup> )	不偏分散	標準偏差
1 年	29	0.284207	0.001231	0.035084
2 年	33	0.296121	0.001932	0.043958
3 年	30	0.290533	0.000856	0.029263
4 年	29	0.299897	0.00101	0.031781
5 年	28	0.310143	0.001445	0.038016
6 年	20	0.3044	0.001786	0.042262
合計or平均	169	0.297036	0.001396	0.037366

表 3. 小学生女子の年齢別骨密度データ

	人数(人)	平均値 (g/cm <sup>2</sup> )	不偏分散	標準偏差
6 歳	24	0.273125	0.001819	0.042646
7 歳	24	0.278292	0.001135	0.033692
8 歳	17	0.270412	0.000692	0.026311
9 歳	31	0.272161	0.000946	0.030754
10歳	23	0.281391	0.000875	0.029585
11歳	27	0.29437	0.001743	0.041746
12歳	4	0.33725	0.005766	0.075931
合計or平均	150	0.280247	0.001427	0.037778

表 4. 小学生男子の年齢別骨密度データ

	人数(人)	平均値 (g/cm <sup>2</sup> )	不偏分散	標準偏差
6 歳	20	0.2803	0.00088	0.029658
7 歳	29	0.298276	0.002065	0.045446
8 歳	36	0.287417	0.000974	0.031202
9 歳	29	0.299724	0.000963	0.031028
10歳	25	0.30444	0.001228	0.035041
11歳	24	0.309292	0.001843	0.042932
12歳	6	0.311667	0.002338	0.048351
合計or平均	169	0.297036	0.001396	0.037366

0.01, 4 年生は  $p < 0.05$ , 5 年生は  $p < 0.01$  でそれぞれ男子が有意な高値を示した。年齢別では 9 歳, 10 歳が  $p < 0.05$  で男子が有意に高値を示し, その他は有意差がなかった。また有意差は見られなかったものの, 学年別で

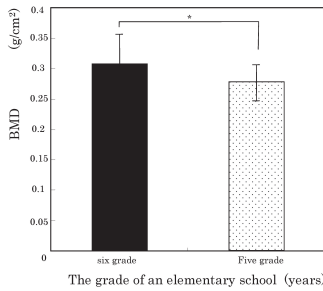


図1. 女子骨密度の平均値比較（5年と6年）  
\*p<0.05

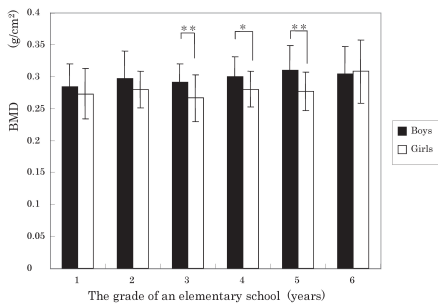


図2 学年別および男女別骨密度の平均値の比較  
\*p<0.05 \*\*p<0.05

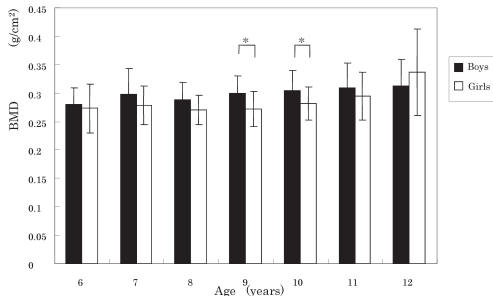


図3 年齢別および学年別骨密度の平均値の比較  
\* p<0.05

は6年生で、年齢別では12歳でそれまで骨密度が男子より低かったのに女子の値が高値を示すという結果であった。(図2, 3)

## ②骨密度と関連因子

骨密度との関連因子を調べるため、身長・体重・BMI・学年・年齢データを用いてピアソンの相関係数の検定 (p<0.001) を用い

て分析を行った(表5, 6, 7)。女子では、最も相関が高かったのはBMI(図4)であり、 $r = 0.5754$ ,  $y = 0.0092x + 0.1311$ であった。続いて体重(図5)  $r = 0.4922$ ,  $y = 0.0023x + 0.2156$ , 身長(図6)  $r = 0.2689$ ,  $y = 0.0008x + 0.1704$ , 学年  $r = 0.2315$ ,  $y = 0.005x + 0.263$ , 年齢  $r = 0.2222$ ,  $y = 0.0047x + 0.2397$ の順であった。男子では相関の強い順に、BMI(図7)  $r = 0.4277$ ,  $y = 0.0063x + 0.1926$ , 体重(図8)  $r = 0.4064$ ,  $y = 0.0018x + 0.2444$ , 身長(図9)  $r = 0.2723$ ,  $y = 0.0009x + 0.1783$ , 年齢  $r = 0.2173$ ,  $y = 0.0048x + 0.2557$ , 学年  $r = 0.1972$ ,  $y = 0.0045x + 0.2821$ であった。総合的に見てもやはりBMI(図10)の相関が最も強く  $r = 0.4696$ ,  $y = 0.0021 + 0.23$ , 次いで体重(図11)  $r = 0.4431$ ,  $y = 0.0078x + 0.1612$ , 身長(図12)

表5. 女子の相関分析表

	データ数	相関係数(r)	p値(両側確率)
身長, BMD	150	0.26891395	0.000876387 *
体重, BMD	150	0.49225419	1.57563E-10 *
BMI, BMD	150	0.57546827	1.33062E-14 *
BMD, 学年	150	0.23152841	0.004361601 *
BMD, 年齢	150	0.22224588	0.006267523 *

\*p<0.001

表6. 男子の相関分析表

	データ数	相関係数(r)	p値(両側確率)
身長, BMD	169	0.272313	0.00034133 *
体重, BMD	169	0.406498	4.16025E-08 *
BMI, BMD	169	0.427796	6.57657E-09 *
BMD, 学年	169	0.197284	0.010141211 *
BMD, 年齢	169	0.217397	0.004522254 *

\*p<0.001

表7. 相関分析表

	データ数	相関係数(r)	p値(両側確率)
身長, BMD	319	0.260889	2.31955E-06 *
体重, BMD	319	0.443189	8.84013E-17 *
BMI, BMD	319	0.49962	1.51528E-21 *
BMD, 学年	319	0.201281	0.000296905 *
BMD, 年齢	319	0.211063	0.000145997 *

\*p<0.001

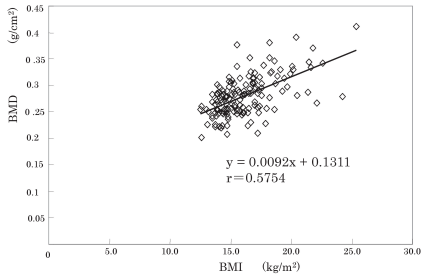


図 4. 女子の BMI と BMD の相関

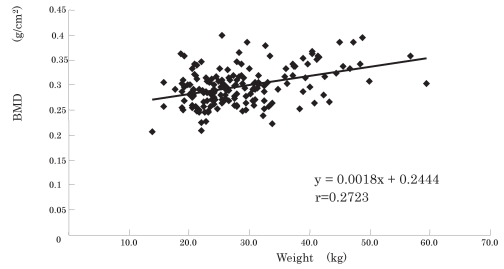


図 8. 男子の体重と BMD の相関

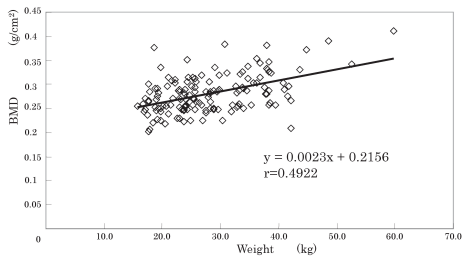


図 5. 女子の体重と BMD の相関

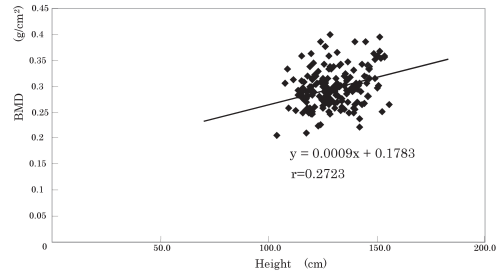


図 9. 男子の身長と BMD の相関

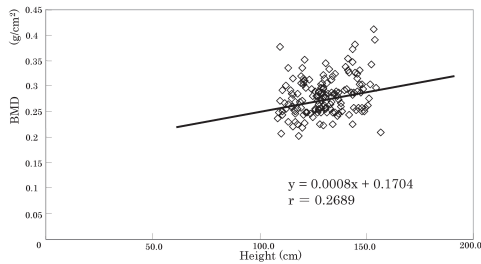


図 6. 女子の身長と BMD の相関

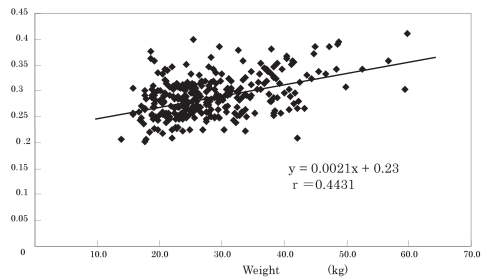


図10. 体重と BMD の相関

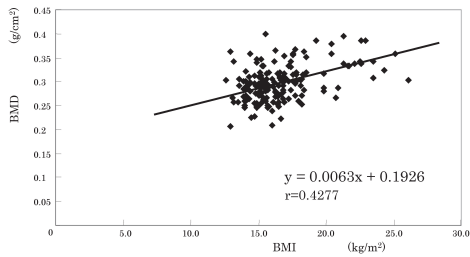


図 7. 男子の BMI と BMD の相関

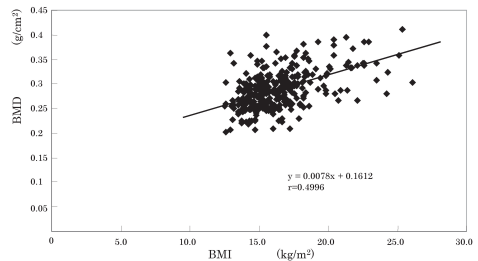


図11. BMI と BMD の相関

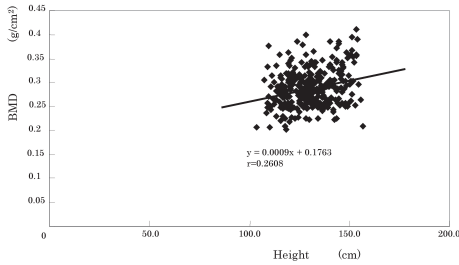


図12. 身長と BMD の相関

$r = 0.2608$ ,  $y = 0.0009x + 0.1763$ , 年齢  $r = 0.2110$ ,  $y = 0.0047x + 0.2488$ , 学年  $r = 0.2102$ ,  $y = 0.0046x + 0.2737$ であった。

④骨折経験と骨密度の関係

骨折経験者で骨密度が測定できたのは、女子13名、男子14名、合計27名（合計32症例）で、その結果は表8、9に示すとおりである。骨折率（骨折者数/総数）については、まず女子について学年ごとに1年生0%、2年生22.7%、3年生3.0%、4年生11.1%、5年生8.3%、6年生8.3%であった。男子については、1年生0%、2年生6.1%、3年生6.7%、4年生6.9%、5年生14.3%、6年生20%であった。年齢別に見ると、女子では6歳0%、7歳12.5%、8歳17.6%、9歳9.7%、10歳8.7%、11歳3.7%、12歳25%であった。男子については6歳0%、7歳3.4%、8歳8.3%、9歳6.9%、10歳8%、11歳25%、12歳0%であった。また、骨折経験を持つ子供の骨密度と今回の測定より得られた骨密度の平均値を比較すると（図13, 14, 15, 16）のような結果となった。学年別データと比較すると過去に骨折歴を持つもののうち、女子では53.8%、男子では50%、年齢別データと比較すると女子では46.2%、男子では50%が平均値を下回るといった結果であった。年齢別で見ると女子では平均を上回ったものとして1SD以内が3名、1SD以上2SD以内が2名、2SD以上3SD以内が1名、平均を下回ったものとして-SD以内が

2名、-2SD以上-SD以下が4名、-3SD以上-2SD以下が1名であった。同じく年齢別の男子では、平均を上回ったものとして1SD以内が5名、1SD以上2SD以内が1名、2SD以上3SD以内が1名、平均を下回ったものとして-SD以内が6名、-3SD以上-2SD以下が1名であった。学年別に見ると、女子では平均を上回ったものとして1SD以内が4名、1SD以上2SD以内が1名、2SD以上3SD以内が1名、平均を下回ったものとして-SD以内が3名、-2SD以上-SD以下が4名であった。同じく学年別の男子では、平均を上回ったものとして1

表8. 女子児童の骨折例一覧

学年	骨折回数	骨折部位（記載どおり）	骨密度
2	1	左足くるぶし（2004.6.1）	0.314
2	1	右ひじ（1才9ヶ月）	0.272
2	1	かかと（2003年）	0.352
2	1	右足5指（1才）	0.276
2	1	右脛骨（今年1月）	0.305
3	1	左上腕骨顆上骨折（3才）	0.243
4	1	左手薬指（小学2年）	0.258
4	1	左鎖骨（4才）	0.286
5	2	背骨（1999）ひじ（2002）	0.323
5	2	左腕（H13.5）左小指（H15.1）	0.226
6	4	足の指2回(小学4年)手の指2回(小学5年)	0.253
6	2	手、腕（H8・H12）	0.21
6	1	鎖骨（出産時）	0.24

表9. 男子児童の骨折例一覧

学年	骨折回数	骨折部位	骨密度
2	1	足の中指（今年5月）	0.322
2	1	右足の薬指（1998年）	0.399
3	1	手の指（5才）	0.252
3	1	右腕（4才）	0.3
4	1	右の鎖骨（4才）	0.286
4	1	うで・足（1年生）	0.341
5	1	上腕（1才）	0.277
5	1	足の指（小学4年）	0.269
5	1	手首（2年前）	0.267
5	1	左上腕頭骨（H15.2）	0.298
6	1	右手首（H16.1）	0.315
6	1	足の指（2年前）	0.351
6	1	左足脛骨・ひ骨（H6.2）	0.222
6	1	指（H16.5）	0.333

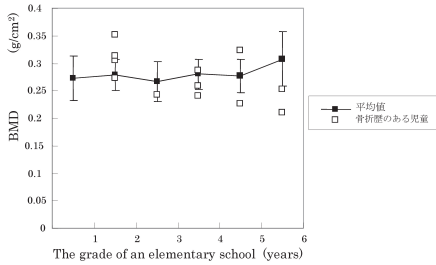


図13. 女子学年別骨密度の平均値に対する骨折歴のある児童の値

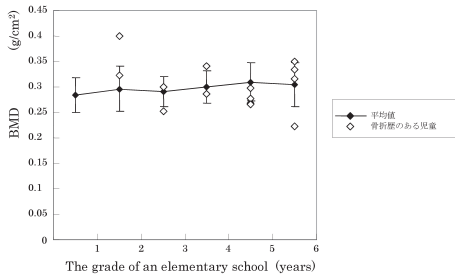


図14. 男子学年別骨密度平均値に対する骨折歴のある児童の値

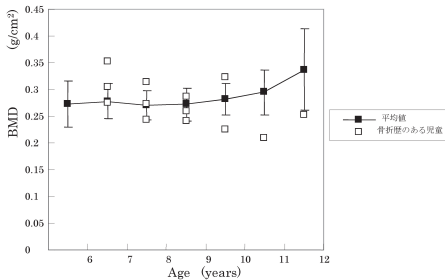


図15. 女子年齢別骨密度の平均値に対する骨折歴のある児童の値

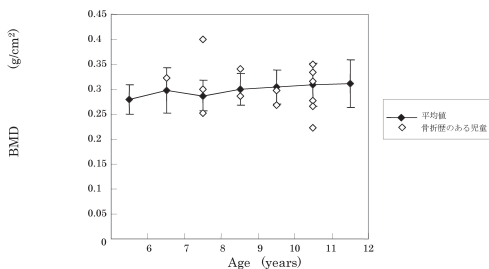


図16. 男子年齢別骨密度の平均値に対する骨折歴のある児童の値

SD以内が4名, 1SD以上2SD以内が2名, 2SD以上3SD以内が1名, 平均を下回ったものとして-SD以内が3名, -2SD以上-SD以下が4名であった。

## 5. 考 察

### ①小学生骨密度の平均値

過去の研究では, 井本らの研究では<sup>1)</sup>骨折経験がなく, なんらの基礎疾患を有しておらず, かつ身長・体重が1SD以内のものについてDEXA法により腰椎(L2-L4)の骨密度を測定し, 正常値の設定を行うことはされていたが, 今回のように骨折経験を持つものを含めた平均値の作成はなされてはいなかった。本研究において骨折経験者も含めた骨密度の平均値を把握することによって, 骨密度とその他の因子の関係を検討し, 今後, これらの因子から骨密度の予測が可能であるか否かについても検討するための研究法を用いた。そのため, 本研究は骨折経験者も含めた平均値を確認することとした。測定時間が短時間であること, 被曝線量が少ない関係からDXA法による橈骨の測定によって行った。骨密度自体は男女共に学年・年齢とともに増加傾向にあり, 有意差(対応のないt検定:  $p < 0.05$ )が見られた女子の5年生から6年生にかけてと, 年齢別では11歳から12歳にかけて大幅に増加していた。井本らの研究では, 6歳から9歳までの間での性差は認められないということであったが, 今回の研究では6歳から8歳まで, 11歳, 12歳では性差は認められず, 9歳10歳でのみ男子が有意な高値を示していた。学年別男女差の骨密度平均値については, 1年生, 2年生, 6年生は有意差がなく, 3年生は $p < 0.01$ , 4年生は $p < 0.05$ , 5年生は $p < 0.01$ でそれぞれ男子が有意な高値を示した。井本らの研究とは測定部位・方法が異なるため直接的に比較することは不可能である。また, 有意差は見られな



かったものの、学年別では6年生で、年齢別では12歳で女子が男子よりも高値を示した。井本らの研究の中でも女子の骨密度はいわゆる第2次性徴の1～2年前から身長・体重共に増加すると考えられており<sup>1)</sup>、6年生女子で女子のほうが有意な高値を示したことは、これらのことが起因しているものと推察される。女子の2次性徴期開始時期にも個人差があり、このことに関しては更なる調査が必要と考える。

## ②骨密度と関連因子

過去の論文では骨密度の測定部位や測定方法が異なるが、西村ら<sup>8)</sup>も  $p < 0.001$  で体重と骨密度の相関を認めている。また、体重、身長、年齢と強く相関すると多くの研究者が述べている。<sup>9)</sup>

本研究の方法は骨密度を測定する場合わずかではあるがX線を照射しなければならず、現在小学生の健康診断で骨密度の測定はほとんど行われていないのが現状である。X線を照射せずに超音波で測定する方法など骨密度の測定方法も現在は多くの方法がある。しかし、本研究結果から骨密度を決定付ける因子を探ることによって、逆に関連因子から骨密度の値を予測し骨密度低下の危険性がある子供に対し骨密度を高める指導（運動や食生活など）へと生かすことができるのではないかと考えた。このことは、学童期に多いといわれる骨折予防へもつながると考えた。本研究においても、かつていわれてきたように骨密度と体重・身長などは強い相関関係が認められた。

## ③骨折経験と骨密度の関係

井本、西山ら<sup>1, 10)</sup>の研究では、DEXA QDR-1000を用いて腰椎(L2-L4)の測定を行い、骨折経験がなく、なんらの基礎疾患を有さない、かつ身長・体重が1SD以内のものの骨密度の値を正常値として設定している。その

上で、骨折経験を持つ子供の骨密度を正常値 $\pm$ SDと比較して述べている。以前の研究では小児の骨折では必ずしも骨塩量が低下していないという意見も見られたようだが、西山らの研究によって男子では17名中6名36.3%、女子では11名中4名36.4%に骨塩量の低下が見られた。また藤原<sup>11)</sup>の研究においても骨密度と骨折発生には密接な関係があり骨密度が1標準偏差(SD)低いと骨折リスクは1.5倍から2.5倍になったと述べている。本研究においては骨密度の正常値ではなく全生徒の平均値との比較ではあるが、過去に骨折歴を持つもののうち、女子では53.8%、男子では50%、年齢別データと比較すると女子では46.2%、男子では50%が平均値を下回るという結果であった。必ずしも骨塩量の低下が見られたわけではないが過去に骨折経験を持つもののおよそ半数が本研究において導き出した骨密度の平均値よりも低い値であったということは大きな意味を持つ結果であるといえる。成人の場合WHOは年齢、危険因子の有無に関係なく若年健常者の骨密度平均値から2.5SD低下を骨粗鬆症の診断基準としている。具体的に見ると年齢別では女子では平均を下回ったものとして-SD以内が2名(人数/骨折者数:15.3%)、-2SD以上-SD以下が4名(30.7%)、-3SD以上-2SD以下が1名(7.6%)であった。同じく年齢別の男子では、平均を下回ったものとして-SD以内が6名(42.8%)、-3SD以上-2SD以下が1名(7.1%)であった。学年別に見ると、女子では平均を下回ったものとして-SD以内が3名(23%)、-2SD以上-SD以下が4名(30.7%)であった。同じく学年別の男子では、平均を下回ったものとして-SD以内が3名(21.4%)、-2SD以上-SD以下が4名(28.6%)であった。骨折経験を持つ子供は平均値を下回っているだけではなく、藤原らの説から考えると、現在も骨折の危険因子が高いといわざるを得ない。

このように骨密度の値が低下していると学童期においても骨折の危険性が高いこと、さらにこのまま放置すると20-25歳頃に得られるといわれているPBMが低いままに終わる可能性があり、将来骨粗鬆症になる危険性が高くなることが示唆される。ただし、今回の骨密度測定で骨折歴を持つもののうち、骨密度平均値を下回ったものは約半数であり、平均値より2SD以上高値を示したものもみられた。骨密度のみによる検討ではなく、今後は骨折の受傷時の状況についても検討する必要がある。また、骨粗鬆症の定義は成人に關してのものであり、学童期も成人の定義が妥当であるかについては疑問が残るが本研究においては現時点で骨粗鬆症と判断する意味ではなく、将来的な骨粗鬆症という意味でこの用語を用いた。

## 6. 結 語

本研究では骨密度の測定から平均値の算出をした。また、自記式質問表などから得られたデータより骨密度の関連因子を探り、身長や体重BMIなどの相関関係が認められた。また、骨折経験を持つおよそ半数の生徒の骨密度が低下しており、骨折のリスクが高い状態にあるということの知見が得られた。毎年行われている健康診断ではX線放射量の関係もあり骨密度の測定は行われていない。本研究より身長や体重BMIと骨密度の関連が改めて確認されたことでこれらのデータから骨密度の予測についても有効であることが推察された。著しく骨密度の低下が予測される場合骨折リスクも高く、小児期に多いとされている骨折を未然に防ぐ方法としてこのようなデータを用いて骨折を防ぐための指導(運動習慣, 食事)を行うことが今後必要となることが予測される。また、骨密度の成長が著しいといわれる小児期に骨密度を高めることにより、PBMを高め、将来的に骨粗鬆症と

なる危険性が少しでも回避されることが期待される。

## 謝辞

本研究の一部は、2014年度北星学園大学特定研究助成により遂行しました。研究に当たり、ご協力、ご助言いただきました旭川医科大学医学部健康科学講座伊藤俊弘(現 同大学看護学科教授)並びに、中木良彦両先生に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 井本岳秋, 他: 子供のスポーツ活動と骨折, 骨密度. 体育の科学 vol.43 9月号: 696-701, 1993
- 2) 西山宗六, 他: 日本人小児のDEXA法による骨塩量の正常値-運動の及ぼす影響も含めて-. THE BONE vol. 8 No. 2: 89-94, 1994
- 3) 池上彩子, 他: 小児科における骨粗鬆症. 社会保険広島市民病院医誌19: 12-16, 2003
- 4) 清野佳紀, 他: 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. 平成7年度厚生省心身障害研究: 59-64, 1995
- 5) 福岡秀興, 他: 学童期小児の骨代謝に及ぼす運動効果の検討. 平成7年度厚生省心身障害研究: 74-77, 1995
- 6) 谷嶋二三男, 他: 小学生の骨密度や体脂肪率と体格や体力との関係. 横浜市立大学紀要 体力医学編28: 1-6, 2000
- 7) 田中 聡: 骨粗鬆症予防のための理学療法の効果とその限界. 理学療法18巻1号: 162-166, 2001
- 8) 西村多寿子, 他: 骨密度データを活用した健康教育-生活習慣と骨密度の関連性-. 産衛誌40巻: 338, 1998
- 9) 西山宗六, 他: 日本人小児の骨密度と体組成の年齢別推移. 日本小児科学会雑誌103巻11号: 1131-1138, 1999
- 10) 西山宗六, 他: 小児の骨塩量の正常分布および運動との関係. 日本小児科学会雑誌98巻1号: 22-26, 1994
- 11) 藤原佐枝子: 骨折の危険因子を知る. ホルモンと臨床 vol. 53: 11-16, 2005