

小児の骨塩量の正常分布および性ホルモン、運動との関係

(分担研究：小児の骨発育と骨障害(骨折)に関する研究)

西山宗六^{*}、井本岳秋^{**}、友枝新一^{*}、松倉誠^{*}、
松田一郎^{*}、中根惟武^{**}、澤田芳男^{**}、米満弘之^{**}

要約：249名の小学生、93名の中学生、48名の高校生を対象にDEXA QDR-1000を用いた骨塩量測定を行った。6才から14才までの正常分布を測定することができたが、15才～18才までは分布が不安定であった。11才～14才までは有意に女子の骨塩量が男子をうまわった。男女とも骨塩量と性ホルモンの間に有意の正の相関が得られた。ハンドボール、バスケットボール、長距離の男子スポーツ選手の体重50Kg当たりの骨塩量が高かったが、女子においてはスポーツの種類による骨塩量の差はなかった。

見出し語：骨塩量、運動量、DEXA、性ホルモン

<研究方法>

[1]平成4年度の小、中学校のアンケート調査に引き続き、平成5年度は高校生への骨折についてのアンケート調査をおこなった。

[2]両親と本人から Informed consent が得られた中学生と高校生の骨塩量を測定した。骨塩量はDEXA QDR-1000を用い腰椎L₂₋₄の平均値で表わした。

1)それによって小学～中学～高校までの骨塩量の正常分布の作成を試みた。又、骨塩量の平滑化曲線を作成し、3ヶ月あたりに作られる骨塩量を求めた。

2)小学生、中学生において Informed consent が得られた生徒の尿を採取し、尿中男性ホルモン、女性ホルモンの関係を検討した。

3)同じ尿を用いて、骨吸収マーカーである尿中ピリジノリン、デオキシピリジノリンを測定し、骨塩量との関係を検討した。

[3]小学生、中学生、高校生の基礎体格と基礎体力を測定し、骨塩量との関係を検討した。又、高校生においてスポーツ競技種目による骨塩量の違いについて検討した。

<結果>

1)小学校、中学校、高校の生徒数はそれぞれ607名、745名、679名であり、アンケートの回収率は94.1%、96.5%、60.7%であった。小学校、中学校の骨折数、骨折の内容は平成4年度に報告した通りである¹⁾。高校の累積骨折率は1年で22%、2年で30%、3年で

※ 熊本大学小児科 (Dep. of Pediatrics, Kumamoto Univ.)

※※熊本体力研究所 (Kumamoto Institute of Total Fitness)

30%であった。骨折の内容は上肢61.2%、下肢21.7%、鎖骨6.9%、ほか、不明が10.0%あった。上肢の内容は、上腕、前腕15.5%、肘関節4.6%、手関節17.8%、手指23.2%であった。

2) 骨塩量を測定した小学、中学、高校の生徒数は男子が126名、48名、5名、計179名、女子が123名、45名、43名で計211名であった。この中から身長、体重がともに±1SD以内にあるものを対象にして年齢別の骨塩量の正常分布を作成した(図1)。

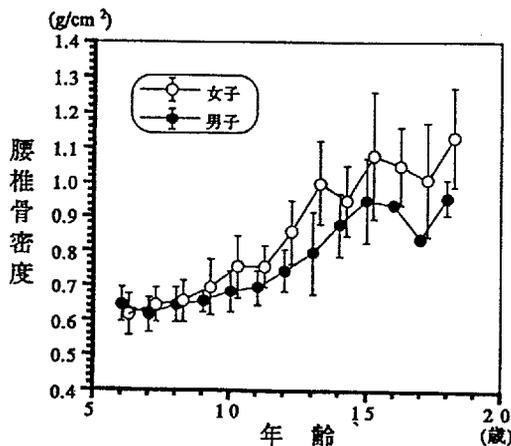


図1 男女の腰椎骨密度の平均値と標準偏差

年齢が11才-14才の間は女子の骨塩量が有意の男子の骨塩量をうわまわった。女子の15才~18才にかけて多少の動揺がみられ、男子においても16才~18才値が不安定であった。今後15才~20才にかけての骨塩量測定の集積が必要である。図1の骨塩量発育曲線をもとにして男女とも15才までの3ヶ月毎の骨塩量発育率を求めたところ、女子では9才から骨発育のスパークがみられ、骨発育のピークは9才で0.0225g/cm²/3月の値に達した。男子では、10才から骨

発育のスパークがみられ骨発育率のピークは14才で0.025g/cm²/3月の値に達した。

3) 骨塩量測定にあたり尿が採取できたのは小、中学生の男子98名、女子45名であった。年齢と対数の男性ホルモン、女性ホルモンの関係をみてみると、男性ホルモンは $\log T = 0.135 \times \text{年齢} - 0.411$, $r = 0.814$ であった。女性ホルモンは $\log E_2 = 0.202 \times \text{年齢} - 2.214$, $r = 0.814$ であり、両ホルモンとも年齢と強い相関がみられた。次に尿中ピリジノリン、デオキシピリジノリンの年齢別変動を検討した。男子では、12才~14才にピークを有するピリジノリン、デオキシピリジノリンの過剰排泄が認められたが、女子では8才から15才まではほぼ直線的に低下していくのがみられた。これらのピリジノリン、デオキシピリジノリンと骨塩量の関係をみたところ、男子においては両者においてまったく相関はみられなかったが、女子においてはピリジノリンが $y = 1.1 - 0.0031x$, $r = 0.705$ 、デオキシピリジノリンが $y = 1.0 - 0.014x$, $r = 0.701$ でいずれも負の相関がみられた。

4) 骨塩量と身長、体重、皮脂厚と関連をみてみると、男女において若干の違いがみられた。男子において、相関の高い順に並べると、年齢 ($r = 0.910$)、身長 ($r = 0.903$)、座高 ($r = 0.896$)、体重 ($r = 0.896$)、収縮期血圧 ($r = 0.476$)、肩甲下部皮脂厚 ($y = 0.474$)、上腕背部皮脂厚 ($r = 0.129$) で、上腕皮脂厚以外は全て $p < 0.001$ の有意差で骨塩量との間に相関がみられた。女子において、骨塩量との相関の高い順に並べると、体重 ($r = 0.939$)、年齢 ($r = 0.907$)、身長 ($r = 0.$

891), 肩甲下部皮脂厚 ($r=0.731$), 上腕背部皮脂厚 ($r=0.572$), 収縮期血圧 ($r=0.559$) でいずれも $p<0.001$ で有意の正の相関がみられた。女子は男子と比べると体重、皮脂厚などの要素が骨塩量に影響を強く及ぼしているのが観察された。

5) 男女の基礎体力と骨塩量との関係を(表1, 表2)に示した。男子は握力や背筋力などの筋力や、立ち幅跳びなどの瞬発力がより強く骨塩量との間に相関がみられた。女子では筋力に加えて筋持久力, 柔軟性などが男子に比べてより強く骨塩量と正の相関があるのがみられた。

表1 男子のL2-4BMDと基礎体力の相関

分類	項目 (単位)	例数	相関:r	確率:p
筋力	握力(左) (kg)	90	0.928	< 0.001
筋力	握力(右) (kg)	90	0.922	< 0.001
瞬発力	立ち幅とび (cm)	90	0.840	< 0.001
敏捷性	反復横とび (回/20秒)	90	0.650	< 0.001
筋力	背筋力 (kg)	21	0.625	< 0.005
筋持久力	上体おこし (回/30秒)	90	0.432	< 0.001
柔軟性	立位体前屈 (cm)	90	0.090	n. s.

表2 女子のL2-4BMDと基礎体力の相関

分類	項目 (単位)	例数	相関:r	確率:p
筋力	握力(右) (kg)	104	0.911	< 0.001
筋力	握力(左) (kg)	104	0.889	< 0.001
敏捷性	反復横とび (回/20秒)	104	0.590	< 0.001
瞬発力	立ち幅とび (cm)	104	0.450	< 0.001
筋持久力	上体おこし (回/30秒)	104	0.427	< 0.001
柔軟性	立位体前屈 (cm)	104	0.165	< 0.001
筋力	背筋力 (kg)	36	0.100	n. s.

運動の種類によって骨塩量との間にどのような違いがあるのかを検討するために、熊本市の高校生で同一種目を3年以上継続している生徒を対象に骨塩量を測定した。図3-1に示した通り重量挙げ, 相撲, ハンドボール, ラグビー, バスケットボールなどの種目がコントロールよりも骨塩量が高かった。しかしこれらを体重50kgあたりに換

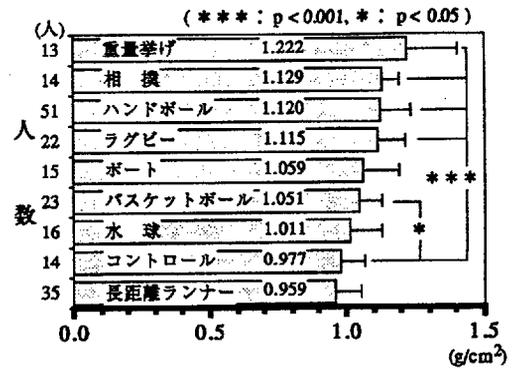


図3-1 高校男子スポーツ選手の腰椎骨塩量(L2-4)の比較

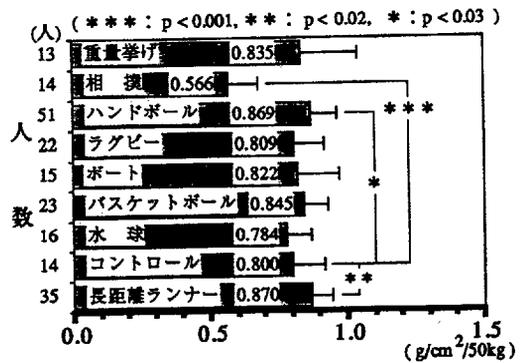


図3-2 高校男子スポーツ選手の腰椎骨塩(L2-4)量の比較
体重50kgあたりに換算 (g/cm²/50kg)

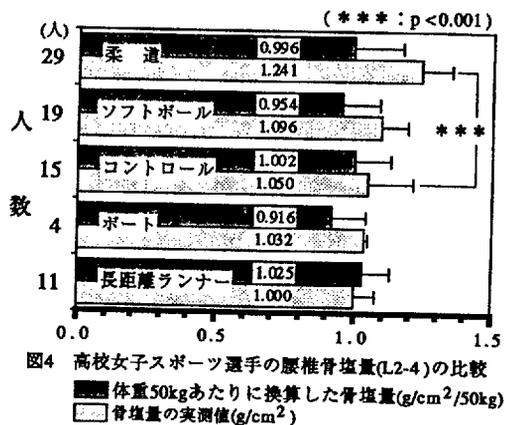


図4 高校女子スポーツ選手の腰椎骨塩量(L2-4)の比較
■ 体重50kgあたりに換算した骨塩量(g/cm²/50kg)
▨ 骨塩量の実測値(g/cm²)

算して比較してみると、ハンドボール, バスケットボール, 長距離ランナーの骨塩量が高く, 相撲, 水球等の骨塩量はむしろ低下していた。女子においてスポーツと骨塩量の関係を見ても図4の通り、骨塩量の実測値では柔道の値が高かったが、体重50kgに換算してみると、ほとんどのどのスポーツ種目の間に骨塩量の差はみられなかった。

<考察>

小児の骨折率をアンケート調査によりみてみると、小学校1年生で6%、6年生で12%、中学生で23%、高校生で26%と徐々に増加していることが観察された。これらの事実は、兵庫県の2市町村を対象とした平田の調査でもみられている²⁾。

小児の骨塩量の正常値については、フランス³⁾、アメリカ⁴⁾、日本⁵⁾より出されるが、腰椎などの海綿骨のピークは16~18才にあるという結果で共通している。我々が今回検討した結果では、16~18才までの特に男子の数が少なく、少年~青年期のpeak Boneを決定するにはいならなかった。10才頃より女兒の骨塩量が男児を上回り始めるのは女性ホルモンの影響であることは十分予想される。男性ホルモンも同様に年齢とともに増加しているのに、女性の方が骨塩量の増加が急速であるのは、男女において骨吸収-骨形成過程に違いがあるからのように思える。即ち、女子では骨形成が一番盛んな12~14才時に骨吸収のマーカであるピリジノリン、デオキシピリジノリンはむしろ抑制気味であり、骨形成が一方的に優位に行なわれていると思われた。一方、男子においては骨吸収と骨形成のバランスをとりながら、骨形成が行なわれていくものと思われた。

男女の骨形成の違いがでる要素の一つに体重や皮下脂肪の厚さがある。女性ホルモンは脂肪組織においても代謝されることが知られており、骨形成の旺盛な11~14才における適切な皮下脂肪の確保は重要である。骨塩量と基礎体力との関係は男女とも筋力は重要な要素であるが、男子では

瞬発力、女子では筋持久力、柔軟性なども骨塩量を高める上で重要な要素である。

運動の種類による骨塩量の違いを検討したところ、男子では50kg体重あたりになおした骨塩量はハンドボール、長距離ランナーの値が高く、相撲、水球等の骨塩量は低かった。重力がかからないだけで骨量が失われていくのは、よく知られた事実であるが⁶⁾、運動においても重力に抗した跳躍を主にした運動が骨塩量を高めるものと思われた。女子においては50kg体重あたりになおした骨塩量の差はスポーツの種類によっては今回認められなかった。

文献

- 1) 西山宗六：小児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，98，22，1994.
- 2) 平田美穂：近年、日本の学童期に多発する骨折についての検討：ひょうご母と子，1993.
- 3) Glastre C. : J Clin. Endocrinol Metab. , 70, 1330, 1990.
- 4) McLormick DP. : J Bone Miner Res., 6, 507, 1991.
- 5) 木下淳：日骨形態誌，3，233，1993.
- 6) Leblanc AD : J Bone Miner Res, 5, 843, 1990.



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：249名の小学生,93名の中学生,48名の高校生を対象にDEXA QDR-1000を用いた骨塩量測定を行なった。6才から14才までの正常分布を測定することができたが、15才~18才までは分布が不安定であった。11才~14才までは有意に女子の骨塩量が男子をうわまわった。男女とも骨塩量と性ホルモンの間に有意の正の相関が得られた。ハンドボール,バスケットボール,長距離の男子スポーツ選手の体重50kg当たりの骨塩量が高かったが、女子においてはスポーツの種類による骨塩量の差はなかった。