

学童期小児の骨代謝に及ぼす運動効果の検討

(分担研究：小児の骨発達と骨障害(骨折)に関する研究)

福岡秀興*, 笠原悦夫**, 井川正志***

要約：学童期小児の骨折頻度は急激に増加しており、原因の一つにライフスタイルの変化に伴う運動不足が挙げられている。我々は小学校3年生(9歳)男女を対象に、一日の平均歩行量・骨量及び骨代謝マーカーを検討してその相関をみた。男児女児共に、一日15000歩を境にして、それ以上の場合に骨吸収マーカーは高く、高い骨代謝回転状態が示唆され、骨密度は腰椎・下肢・躯幹という重力負荷のかかる骨に加えて、頭・上肢を含め骨密度の高いことが明らかとなり、運動の重要性が示唆される結果を得た。

見出し語：骨代謝マーカー, 最大骨量, ビリジノリン,

近年学齢児童の体位は著しく向上したが、骨折件数は増加していることが報告されている。兵庫県の2市町村を対象とした平田の調査(1993年)(1)によると小中学生の総骨折件数は13.5%前後にも達しており、これは昭和45年の全国調査(日本学校健康会)(2)の1.5-1.8倍にも達するものである。現在その要因としてCa摂取量の不足その他多くの因子が想定されているが、今なお推測の域を出ていない。その一要因としてライフスタイルの変化に伴う運動不足がある。前回までの分析(3,4,5)で、運動は成長期にある学童小児の骨代謝回転、特に骨吸収を抑制し骨密度を上昇させる可能性を示唆する結果を得た。そこで今年度はまず小学校3年生を対象に、一日の運動量としての平均歩行量・骨量及び骨代謝マーカー

一としてのビリジノリンの尿中への排泄量を検討して、運動の骨代謝に与える影響をみた。

次いで前年度に引き続き、単純性肥満を呈する児に対し約半年に渡り約1.5倍の歩行量を指導した。これら運動の骨代謝への効果を見るために、骨代謝マーカーと骨量の推移を見た。その結果至適な運動量の維持は、骨代謝回転及び骨量の増加に重要な関与をしていることが確認された。

(対象及び方法)

1) 対象：対象は横浜地区のある小学校3年生(9歳)の男児7名、女児9名を対象にして、親および本人にインフォームドコンセントを得て骨量測定、万歩計による一日歩行数の計測、採尿を行った。それぞれ男児、女児につき検討した。体重は

* 東大医・母子保健学, **JR東京病院・小児科, ***日本体育大学・健康管理学

31.2±4.8 Kg(24-40 kg) 身長は 132.3±5.7 cm(129 - 150) であった。

2) 骨量測定：DEXA (Luner 社) を用いて全身、頭部、腰椎 (L1-L4)、下肢、上肢の骨密度 (BMD) を定量した。

3) 歩行量の測定：一週間のメモリー装置がついた万歩計 (スズケン) を起床時より入浴まで装着させ一週間後に各日の歩行数を記載して提出させた。

4) 骨代謝マーカー (6)：前年までは、骨吸収マーカーとして、尿中 Ca, Hydroxyproline, Pyridinolin, Deoxypyridinolin (Pyr, D - Pyr; p mol/μ mol creatinine) の尿中への排泄量及び、破骨細胞機能を示す N-fragment Osteocalcin, 酒石酸抵抗性フォスファターゼ, intact OC を定量した。しかし前年までの結果より骨吸収マーカーの Pyridinolin, Deoxypyridinoline が、骨形成マーカーよりの確に骨密度変化に対応して変化していることが確認された。そこで本年度はこの 2 種類のマーカーのみを検討した。

(結果)

1) 平均歩行量 (歩/日)：各人により日々の歩行量は平均 10000 歩から 20000 歩の範囲であった。そのうち 15000 歩以下の群は 6 名で、それ以上は 11 名であった。

2) 対象者の骨量：骨密度 (BMD: g/cm²) 測定結果は、Total BMD: 0.845±0.054 (0.74-0.94)、L2-L4: 0.72±0.24 (0.49-1.35)、Head: 1.53±0.17 (1.24-1.68)、Arms: 0.58±0.03 (0.54 - 0.66)、Legs: 0.825±0.06 (0.71 - 0.91)、Trunk 0.669±0.051 (0.567-0.767、Pelvis: 0.803±0.084(0.756 - 0.975) の範囲にあった。小学校 3 年という思春期の発来直前にあるためか、本調査では男女に有意な差は見いだせなかった。また L2-L4 の BMD 値は清野班の調査結果 (7) よりやや高値の傾向にあるといえ

る。

3) 一日歩行量と骨密度の相関：歩行数 15000 以上と以下に分けて Trunk, Pelvis 及び L2-4 の BMD をみた (図 1)。その結果 Trunk と Pelvis ではむしろ 15000 以上ではその BMD が低い傾向すらあった。しかし L2-4 の BMD は有意に高値をとっていた。

4) 一日歩行量と骨吸収マーカーの相関：歩行数 15000 以上と以下に分けて 骨吸収マーカーのピリジノリン及びデオキシピリジノリン尿中排泄量をみた (図 2)。ピリジノリン及びデオキシピリジノリン両者の尿中排泄量と一日歩行量には強い相関があって歩行量の多い程吸収マーカーは多く排泄されていた。両者を比較するとピリジノリンの方が有意に相関が高かった。

5) ピリジノリン排泄量と L2-4 の BMD との相関：ピリジノリン排泄量 150 p mol/μ mol creatinine を境にして相関を検討した)。その結果ピリジノリン排泄量が多い程骨密度の低いという傾向が認められたが有意差は無かった。

考察：

小児学童の骨折件数が次第に増加傾向にあり (日本学校健康調査会) (2)、今や 15 年前に比較して約 1.5 倍にまで著増している。多くの因子が関与しているが、それらの因果関係はなお明確になったとは言えず、その要因の解明は急務である。ライフスタイルの変化に伴う運動の減少もその一要因であると叫ばれているがそれは想像の域を出ない。また最近最大骨量に到達する年齢は女性の場合 20 歳以前である (8) ことが明らかとなった。それ故に思春期から骨量に達する極めて短い期間こそが最大骨量を出来るだけ高くする上で極めて重要な期間と言える。骨折の増加はその年代の骨密度が低下傾向にある事と同時に、最

大骨量の低下を意味することであり、将来の骨粗鬆症予備群が増加していることを意味する。それ故になお一層この骨量の急激に増加する思春期にこそ如何に骨量が高めるかが、骨折の予防に加え将来の骨粗鬆症発症を予防する上で重要であることが再認識されるに至っている。

我々は、単純性肥満を呈する運動量の低いグループを選択して、歩行量を1.5倍程度増加させる負荷試験を行い、短期間には骨吸収マーカーと骨形成マーカーの増加を引き起こし、その後骨吸収マーカーの低下傾向を来とし、骨量の増加を引き起こすことを見いだした(3,4,5)。この結果を踏まえて、長期の運動負荷が骨量増加を引き起こすか否かという介入実験を行うこととした。そこで思春期発来直前にある小学校3年の男女16名を対象として今後3年間の運動負荷介入試験を行うこととした。この対象者を得ることは極めて困難であったが、横浜地区のある小学校の協力を得て、父兄と本人に充分なるインフォームドコンセントを得てスタートすることが出来た。本年度はその基礎データを得る意味で各児童の一日歩行量・骨量・基礎となる骨代謝マーカーのレベルを各人につき検討した。その結果、一日歩行量は前年度(5)の調査で、小学校低学年では26000歩前後を示していたが、今回は10000-20000歩と小樽地区の約1/2であり、地域によって小児の運動量には差があることが改めて確認出来た。L2-4の骨密度は清野班の調査結果に比べやや高値をとる傾向が示された。今後調査対象を増やしてその傾向がこの地区に特有か否かも検討したい。歩行数と骨密度の相関を歩行数15000を境に比較してみたが、唯一L2-4の骨密度とのみ有意に相関していた。他の身体部分とは相関を認められなかった。例えば下肢骨は直接歩行の影響を受けると想定されるにも関わらず歩行量に影響されないのは興味がある。運動の効果が有意に腰椎の骨量

に影響することが、新しく見いだされた。この結果より一日歩行量として15000歩以上が望ましいといえる。しかし腰椎にのみ影響するならば増加している小児の骨折、特に手の骨折は運動量と直接関係がないとの可能性も想定されるが今後の我々の長期の新しい検討課題といえる。

骨吸収マーカーの排泄量を、同様に一日歩行量として15000歩を境にして検討した(図2)。その結果有意に15000歩以上の群で排泄量の上昇をみた。腰椎の骨密度が15000歩以上の群で高いことを考え合わせると、高運動群では骨代謝回転が高く、それは骨形成時期に当たる思春期のモデリングを促進する効果をもたらすのではないかと想像される。しかしピリジノリン排泄量と腰椎骨密度には残念ながら有意な相関を見いだせなかった。これは今後長期の運動負荷によりどのように変化していくか重要な課題として残るものである。

(文献)

- 1) 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.
- 2) 日本学校健康会、健斥保持増進事業調査研究委員会骨折小委員会委員：児童・生徒の骨折に関する調査研究報告書・1978.
- 3) 福岡秀興、笠原悦夫、村山隆志：学童期小児の骨代謝に及ぼす運動の検討。厚生省心身障害研究「生活環境が子供の健康に及ぼす影響に関する研究」平成4年度研究報告書・P-88・90.
- 4) 福岡秀興、笠原悦夫、村山隆志：学童期小児の骨代謝に及ぼす運動の検討。厚生省心身障害研究「生活研究が子供の健康に及ぼす影響に関する研究」平成5年度研究報告書・p-107・111.
- 5) 福岡秀興、笠原悦夫、村山隆志：学童期小児の骨代謝に及ぼす運動の検討。厚生省心身障害研究「生活研究が子供の健康に及ぼす影響に関する

研究」平成6年度研究報告書・p. 112-115.

6) Delmas, PD.: Biochemical markers of bone turnover : Methodology and clinical use in osteoporosis. Am J Med 91:59-63. 1991.

7) 清野佳紀 他：小児の骨発育と骨傷害（骨折）に関する研究分担研究総括報告。厚生省心身障害研究「生活研究が子供の健康に及ぼす影響に関する研究」平成6年度研究報告書・p. 97-100.

表1 対象者の特性

	男児		女児	
身長	138	6.55	134	3.95
体重	33.5	4.85	31.8	5.24
PYR	115	26.3	147	38.6
DPYR	20.5	4.64	26.3	6.83
平均歩数	14856	4403	15346	2673
BMD				
HEAD	1.56	0.1	1.514	0.19
ARMS	0.59	0.04	0.58	0.02
LEGS	0.85	0.05	0.82	0.06
TRUNK	0.68	0.04	0.66	0.05
RIBS	0.57	0.02	0.54	0.03
PELVIS	0.8	0.08	0.8	0.07
SPINE	0.06	0.06	0.72	0.05
L2-L4	0.65	0.1	0.75	0.24

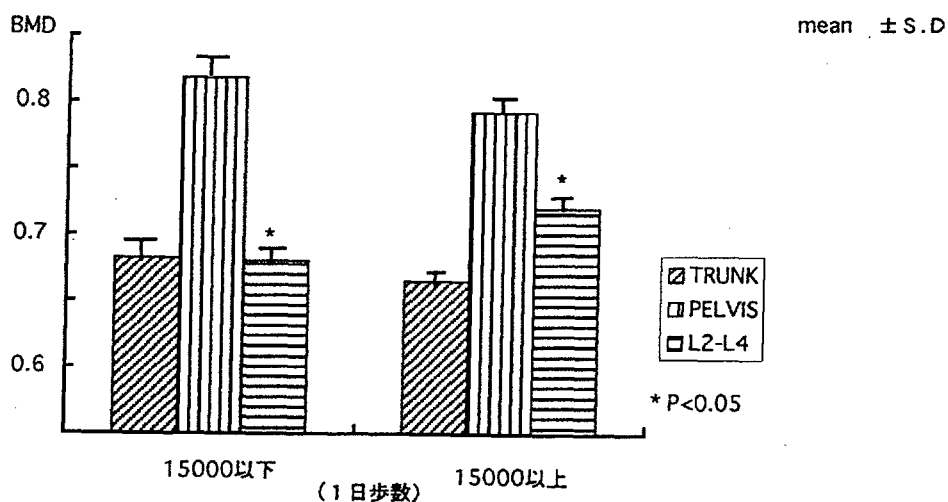


図1. 1日歩行量と骨密度

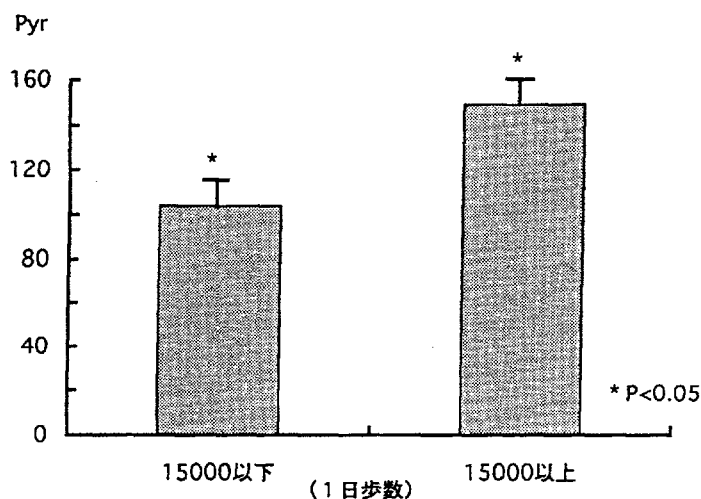


図2. 1日歩数とピリジノリン尿中排泄量



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:学童期小児の骨折頻度は急激に増加しており、原因の一つにライフスタイルの変化に伴う運動不足が挙げられている。我々は小学校3年生(9歳)男女を対象に、一日の平均歩行量・骨量及び骨代謝マーカーを検討してその相関をみた。男児女児共に、一日15000歩を境にして、それ以上の場合に骨吸収マーカーは高く、高い骨代謝回転状態が示唆され、骨密度は腰椎・下肢・躯幹という重力負荷のかかる骨に加えて、頭・上肢を含め骨密度の高いことが明らかとなり、運動の重要性が示唆される結果を得た。