

演題名：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1)、笠原悦夫2)、村山隆志2)

要約：学童期小児の骨折頻度は15年前に比べ、約1.5倍と急激に増加しており、その要因の解明は急務である。その一つにライフスタイルの変化に伴う運動不足があげられており、我々は一ヵ月間低運動児に万歩計を用いる運動負荷を指導して、それに対する骨代謝動態を骨代謝マーカーを指標にして解析した。二倍の負荷量で骨吸収マーカーの減少をみとめ、運動は骨代謝に強い影響を及ぼす可能性を示唆する結果を得た。

見出し語：骨代謝マーカー、デオキシピリジノリン、ピリジノリン、DEXA.

近年学童期児童の体位の向上が見られるのに対し、骨折件数の著しい増加が報告されている。兵庫県の2市町村を対象とした平田<sup>1)</sup>の調査(1993年)によると小中学生の総骨折経験数は13.5%前後にも達しており、昭和45年の全国調査(日本学校健康会)<sup>2)</sup>の約1.5~1.8倍にも達している。現在その要因として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。ライフスタイルの変化に伴う運動不足がその中の一要因と想定されている。そこで我々は運動の骨代謝への影響の分析を試みた。対象として、6~14歳の6名を選び、日常運動量の測定には万歩計を用いて一日歩行量とそのパラメーターとした。各人にはこの検討期間一ヵ月間はそれ以前の約2倍量の運動量を負荷した。

これら運動の骨代謝への効果をみるのには骨代謝パラメーターを用いてそのダイナミックな変化を分析し、骨細胞レベルでの動態を解析した。その結果、運動が骨代謝へ重要な影響を及ぼすことを示唆する結果を得た。

〔対象及び方法〕

1)対象：年齢6~14歳、体重24.6~107.6 Kg、肥満指数(OI:%)15~88にある児童を対象とした。2)骨量測定：DEXA(Luner社)を用いて全身及び腰椎骨量を定量した。3)体力測定：トレッドミルで最大努力時まで漸増多段階負荷をかけ定常心拍数150/分での運動量を酸素摂取量の単位に換算した値を心肺機能指標Slope150<sup>3)</sup>と定義し、測定した。これは無酸素作業閾値に近似した心肺機能のよい指標

1)東大医学部母子保健学教室(Dept.of Maternal and Child Health, Univ.of Tokyo)

2)JR 東京病院小児科(Division of Pediatrics, JR Tokyo Hospital)

になる<sup>3)</sup>。4)運動負荷量：一日歩行量は一週間万歩計で測定し、平均を負荷前と後で比較した。5)骨代謝マーカー<sup>4)</sup>：骨吸収マーカーとして、尿中へのCa(mg/mg creatinin)、Hydroxyprolin(m mol/mg creatinin)、Pyridinoline、Deoxypyridinoline(Pyr,D-Pyr:p mol/ $\mu$ mol creatinin)の尿中への排泄量及び、破骨細胞機能を示すN-fragment osteocalcin (N-OC:ng/ml)、酒石酸抵抗性酸フォスファターゼ(TrACP:U/L)を測定し、骨芽細胞機能を示すアルカリフォスファターゼ(Al-P:U/dl)、intact OC(I-OC:ng/ml)を定量した。

#### 〔結果〕

- 1)対象者の骨量：運動負荷前の測定のみを行った。TotalBMDは $0.909 \pm 0.165$ (g/cm<sup>2</sup>)<sup>1</sup>、L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>のBMDは $0.824 \pm 0.123$ (g/cm<sup>2</sup>)<sup>1</sup>であった。
- 2)心肺機能運動量：Slope150は20.3~25.6の範囲にあり、これは心肺機能としてはほぼ正常範囲にあるものであった。外来で万歩計での歩行量を負荷前に対して2倍になるように指導した。負荷前は2300~3600歩/日であったが、その後の4週間は7600~10500歩/日とほぼ2倍に増加している。なお普通の児童は9000~12000歩/日が平均的な歩行量といわれている。
- 3)骨吸収マーカー(表)：個々のマーカー毎に独立した変化を示した。そのうち下降傾向を示すのは、Hydroxyprolin、Pyr<sup>5)</sup>、D-Pyr<sup>5)</sup>の尿中排泄とN-OCであり、特に骨吸収量を最も正確に反映するというD-Pyrは全例が下降(-21.5 $\pm$ 16.0%)を示した。Pyrは4/6に下降をみた。また尿中Ca排泄及びTrACPは逆に増加傾向を示した。
- 4)骨形成マーカー(表)：骨芽細胞の機能を示すAl-P、I-OCは有意な変動を示さなかった。

#### 〔考察〕

小児学童の骨折件数が次第に増加傾向にあり(日本学校健康会調査)、今や15年前に比較して約1.5倍にまで著増してきている。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かではない。しかしその因子の解明は急務といえる。ライフスタイルの変化に伴う運動量の減少もその一要因であると叫ばれているがなおそれは想像の域を出ない。そこで我々は学童肥満児を対象として、運動負荷を課すことにより、骨代謝パラメーターの推移をみることで、運動の骨細胞への影響を検討した。学童肥満の原因としては、摂取カロリー量が正常群に比べ、むしろ低いことすら指摘されており、運動量の絶対的不足によるものであるとされている。そこで学童肥満児を低運動群としての対象とした。万歩計の計測では確かに運動量は少なく正常児に比べその1/2であった。また骨量(Total BMD)は $0.909 \pm 0.165$ (g/cm<sup>2</sup>)<sup>1</sup>であった。この対象群に2倍の運動量を4週間という短時間負荷するのみで、骨代謝マーカーレベルは変化したことが確認された。特に骨吸収マーカーとして現時点で最も信頼性の高いといわれるD-Pyrの尿中排泄量が平均で約20%減少したことは極めて注目すべき効果といえる。即ち骨吸収が運動負荷により抑制される可能性を示唆する結果である。また、N-OC<sup>6)</sup>は破骨細胞の活性化により骨間質の溶出を示すものであるが、減少しており、D-Pyrの尿中排泄量と相関性を示している。他のマーカーレベルには骨以外の因子の介入もあり、必ずしも骨吸収を反映していない場合もある。破骨細胞そのものの機能を示すといわれるTrACPの血中レベルはむしろ増加する傾向があり、他の吸収マーカーとの解離がみ

られる。骨形成マーカーの推移をみると、Al-P、I-OCの血中レベルには大きな変化をみなかった。骨のcouplingは骨吸収に次いで骨形成がなされる。骨形成は数週後より生ずるので今回は骨芽細胞の機能が発現する前の状態をみた可能性がある。運動負荷は骨吸収抑制効果を有する可能性を示唆する結果を得たことより、更にこれらのパラメーターや骨量の推移を総合的に検討していく必要があることを痛感した。

[文献]

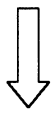
- 1) 平田美穂：近年、日本の学童期に多発する骨折についての検討。ひょうご母と子, 1993.
- 2) 日本学校健康会, 健康保持増進事業調査研究委員会骨折小委員会委員：児童・生徒の骨折に関する調査研究報告書.
- 3) 笠原悦夫, 村山隆志他：簡便な心肺機能評価の試み-定常心拍数と一日平均歩数の利用-. 交通医学；45, 168-73, 1991.
- 4) Delmas, PD. : Biochemical markers of bone turnover: Methodology and clinical use in osteoporosis. Am J Med 91:5B-59-63, 1991.
- 5) Eyre, DR., et al. : Quantitation of hydroxy-pyridinium crosslinks in collagen by HPLC. Anal Biochem 137:380-8, 1984.

(表) 骨代謝マーカーの運動負荷前後の比較

|                        | 前           | 後           |
|------------------------|-------------|-------------|
| 尿中Ca排泄                 | 0.187±0.074 | 0.221±0.076 |
| 尿中Hydroxyprolin排泄      | 0.341±0.157 | 0.300±0.050 |
| 尿中pyridinoline排泄       | 95.5±40.2   | 70.3±28.8   |
| 尿中deoxypyridinoline排泄  | 19.1±8.4    | 15.6±9.1    |
| N-fragment osteocalcin | 37.54±12.17 | 25.88±10.60 |
| TrACP                  | 19.5±7.1    | 28.9±12.7   |
| intact Osteocalcin     | 23.53±7.7   | 21.84±7.66  |



**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15年前に比べ、約1.5倍と急激に増加しており、その要因の解明は急務である。その一つにライフスタイルの変化に伴う運動不足があげられており、我々は一ヶ月間低運動児に万歩計を用いる運動負荷を指導して、それに対する骨代謝動態を骨代謝マーカーを指標にして解析した。二倍の負荷量で骨吸収マーカーの減少をみとめ、運動は骨代謝に強い影響を及ぼす可能性を示唆する結果を得た。