

## 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

要約：近年増加している小児の骨折の実体を把握し予防方法を明らかにする目的で研究を行った。骨の状態を定量的に評価する目的でDEXAによる小児の腰椎骨塩量の正常値を設定し、骨折歴のある小児では骨塩量は低値であることが明らかとなった。スポーツによる骨折も疲労骨折が少なからず認められ骨の脆弱化が示唆された。一方、適度な運動は骨塩量を増加させ、骨吸収を抑制する。運動処方の方針の必要性が明らかとなった。栄養と骨折の関連もダイエットにおける検討より明らかとなり、具体的な栄養対策の必要性が示された。

見出し語：骨塩量，DEXA法，疲労骨折，骨代謝パラメーター，ダイエット

【研究目的】近年、小児の骨折は増加しているといわれている。この増加の原因については、食生活の問題や運動環境の問題等が推測されているが、推測の域を越えたものではない。小児の骨折と骨の成長にかかわる諸因子の解析は、正常な小児の成長にとって重要であるとともに、これら小児が老人となった時に問題となるであろう骨粗鬆症の予防においても重要である。

本研究は、①小児の骨折の原因を明らかにすること、②カルシウム摂取量は骨折と関係はあるのか、③小児の骨折予防は可能かのリサーチ・クエスションを中心として、小児の骨をとりまく諸因子を明らかにすることを目的として、以下のアプ

ローチを行った。

【研究方法】本研究の前提として、小児の骨折が増加しているという事実の確認を各種資料に基づき行った。その結果、日本学校健康会による統計、兵庫県下の学校管理下の骨折発生率、岡山県下の学校管理下の骨折、いずれにおいても骨折は毎年増加の傾向を示した。

そこで、骨折の原因を明らかにするためにアンケート調査を行い、骨折経験の有無、運動習慣について検討した。また、骨折としてスポーツ外来を受診した患者について、骨折の状態、受傷部位、受傷スポーツを検討した（西山，後藤）。

一方、骨の状態と骨折の関係を明らかにするため、1) 骨塩定量装置 (Dual Energy X-ray Absorptiometry; DEXA, ホロジック社製 QDR-1000) を用いた、小児の腰椎骨塩量の年齢別正常値の設定 (清野, 西山), 2) 骨塩量の年次変化の検討 (手掌レントゲン写真を用いた骨塩定量法 (Microdensitometry; MD法) による10年間の変化率) (清野), 3) 各種骨代謝マーカーの運動による変化 (福岡) の検討を行った。さらにカルシウム摂取をはじめとする栄養状態と骨の関係を明らかにするため、ダイエットの骨塩量に及ぼす影響を検討した (広田)。

#### 【本年度の研究成果】

##### 1. 骨折と運動について

西山らは、熊本市内の小中学校 (児童学生数計 1,352名) でアンケート調査を行った。骨折率 (過去の骨折回数/回収アンケート数) は、小学1年 5.6%, 6年 13.7%, 中学生 27.3% で、骨折は増加していることが示唆された。小学生では、上腕、肘関節、前腕の骨折が占める割合が高く、中学生では、手関節、手掌の骨折が高く、最近の小児の骨折の特徴とし、大きな長管骨の骨折が増えていることを示している。

後藤らは、整形外科専門外来の一つである、スポーツ外来を受診した小児 3,086名の病歴をまとめた結果、骨折は156例、疲労骨折は47例であった。これらを分析すると、年齢が増すにつれ骨折の発生は増加し、疲労骨折も高齢に多く認められた。骨折部位と年齢の関係は西山らの結果と同様で、低年齢層では前腕骨、肘周辺が多いのに対し、高齢層では手指及び下肢の骨折の割合が

増加していた。骨折の原因となった受傷スポーツは、低年齢層では体育であったが、年齢が増すにつれて、体育の占める割合は減少し、受傷スポーツは多岐にわたっていた。

##### 2. 骨の状態と骨折について

現在、骨の状態を定量的に評価する最も優れた方法はDEXA法であるとされているが、広く導入され用いられているQDR-1000においても、小児の正常値はフランス人小児のものだけであった。本研究班では共同のテーマとして、この小児の正常値を設定することを試みているが、本年度は、西山らがまとめた正常値を報告する。西山らは先のアンケート調査施行時に、希望者に対してインフォームドコンセントを得た上で、腰椎 (L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>) 骨塩量を測定した。身長、体重が±1SD以内のもの148名の測定結果をもとに、年齢別性別正常値を設定した。運動習慣と骨塩量の関係は、女子において運動習慣を有するものに骨塩量が高いという結果が示された。さらに、骨折経験者で骨塩量を測定し得たもののうち、男子では1/3に相当する5名が平均値の-1SD以下の骨塩量で、ほとんどの例が平均値より低値を示した。女子でも同様に骨折経験者の約1/2は-1SD以下の骨塩量を示した。

##### 3. 骨塩量の年次変化

DEXA法は最近広く用いられるようになった骨塩量法であるので、過去の例にさかのぼって検討することは不可能である。そこで、手掌レントゲン写真を用い、MD法により1981年までに集積した第Ⅱ中手骨の骨密度データと、1991年に集積したデータを比較した。その結果、体格の向上に伴い男女とも骨密度は10年間で、1.08

～1.12倍増加していたが、男児の増加率は女兒に比して低値であった。

#### 4. 骨代謝パラメーターと運動について

福岡らは、運動の骨へ与える影響をより具体的に知る目的で、肥満児に対して万歩計を用いて得た1日歩行量を2倍した運動量の負荷をかけ、負荷前後で骨代謝パラメーターを検討した。対象とした肥満児の1日歩行量は2,300～3,600歩/日で、これを7,600～10,500歩/日とした結果、骨形成を示すといわれている、アルカリフォスファターゼ、intact-Osteocalcinには有意な変化は認められなかったが、現在最も信頼性の高い骨吸収マーカーである、Deoxyypyridinolineは平均20%減少した。したがって、運動は骨吸収を抑制していることを証明した。

#### 5. 栄養と骨の状態について

栄養状態の骨に及ぼす影響を明らかにするために、広田は19歳～25歳の女子学生を対象に骨塩量と食事制限(ダイエット)の関係につき検討した。その結果対象の過半数でダイエットを行っており、標準体重者(Body Mass Index; BMIが20～23)においてもダイエットを経験したことがあるものが過半数を占めていた。これらダイエット経験者においては、回数が増えるほど腰痛を訴えるものや骨折歴のあるものが多く、骨塩量も低値となるものが増加した。ダイエットを繰り返したもののほど日常の栄養素摂取量(エネルギー、蛋白質、カルシウム)が低下しており、また、低年齢層でダイエットを開始したもののほど低骨塩量となるものが増加していた。

【考察】いずれの統計を参考としても、小児の骨

折は年々増加傾向にあった。この原因を明らかにし、正常な小児の骨発育を達成し、終生丈夫な骨を維持できるような具体策を作成することが、本研究の目的である。

骨折の増加は、本来、活動性の増加と考えられる。事実、高年齢におけるスポーツによる骨折数は、低年齢における体育による骨折数を上回っている。しかしながら、疲労骨折がこれら活動性の高い群に認められることは、1)骨が脆弱となっている。または、2)過度の運動負荷のいずれかの原因が考えられる。一方、受傷部位をみると低年齢層に大きな長管骨の骨折が多く、高年齢層に疲労骨折をおこしやすい手指、趾骨の骨折が多いという傾向は、2)を否定しきれないものの、原因として1)の要因が重要であることを示唆している。実際、われわれが10年間の骨密度の変化を検討した限りでは、体格の向上に比して男子では、骨密度の増加が不良であるという結果を得ているし、西山らの示した、骨折歴のあるものの大部分は低骨塩量であったという結果、広田のダイエット経験者に骨折が多かったという結果がこのことを支持している。

適切な運動が、骨密度を増加させることは従来より示されてきたが、本年度の研究によってもさらに明らかとなった。とくに元来運動量の少なかった肥満児に正常小児の平均的な運動を負荷するのみで、骨吸収が抑制されたという結果は、今後低骨塩量児に対する適切な運動処方作成にとって、大きな意味を持つものと考えられる。さらに、過度の運動の害以上に重要なことは、誤った運動を行うことである。本年度の研究においては示されなかったが、スポーツ整形外科からみた適切な運動処方

作成のための健診チェックリストの作成も今後の課題として重要である。

栄養と骨については、本年度は、全般的な栄養欠乏と考えられるダイエットと骨について検討を加えた。非常に短期間のダイエットであっても、低年齢で開始するほど骨塩量が減少するという事実は正常な骨の発達に対して、年齢的ないわゆる“critical point”のようなものを示唆している。今後カルシウム摂取量と骨塩量の関連を明らかにするとともに、年齢別の摂取量についても検討し、“critical point”を明らかにする必要があるだろう。

最近カルシウム補充により小児の骨塩量が増加したとの報告がなされた。これは一卵性双生児の一方に、1,000mg/日のカルシウムを補充し、他方と骨塩量を比較した結果、思春期前に補充したものでは骨塩量は明らかに補充群で高値であったことを示したものである。このことが再現されるならば、骨塩量はカルシウム補充で増加し、その結果、骨折を減少させることができることになる。来年度以降、このような方向へのアプローチも必要であろう。

#### 参 考 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. Glastre C: J. Clin. Endocrinol. Metab., 70, 1330, 1990
3. 鈴木善朗:小児骨折の統計:整形外科MOOK, 13, 1, 1980
4. Hirota T: Am. J. Clin. Nutr., 55, 1168, 1992
5. Delmas PD: Am. J. Med., 91;5B, 59, 1991
6. Kanzaki S: J. Clin. Endocrinol. Metab., 75,

1104, 1992

7. Johnston Jr CC: New Engl. J. Med., 327, 82, 1992



**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:近年増加している小児の骨折の実体を把握し予防方法を明らかにする目的で研究を行った。骨の状態を定量的に評価する目的で DEXA による小児の腰椎骨塩量の正常値を設定し、骨折歴のある小児では骨塩量は低値であることが明らかとなった。スポーツによる骨折も疲労骨折が少なからず認められ骨の脆弱化が示唆された。一方、適度な運動は骨塩量を増加させ、骨吸収を抑制する。運動処方基準作成の必要性が明らかとなった。栄養と骨折の関連もダイエットにおける検討より明らかとなり、具体的な栄養対策の必要性が示された。