

学童期から思春期の運動が青年期の骨密度に与えた影響

猪木原孝二

倉敷芸術科学大学国際教養学部

(2003年9月30日受理)

I. 緒言

ここ100年間に小学6年生の身長が17~19センチ、体重は12~13キログラム大きくなったといわれている。これらは食生活の変化により欧米人の食文化が日本に定着し、だんだんその影響が現れてきたと考えられる。また、体力・視力については低下傾向にあるといわれている。体力の低下はライフスタイルの変化により身体活動の減少・さらには肥満・小学生から始まるダイエットなどが考えられる。これらが引き金となり、健康を阻害している要因となっていると考えられる⁷⁾。最近では、若年性という各種の病名が付けられている。なかでも、若年性更年期障害・糖尿病・高血圧症などはよく耳にする病名である。また、近年では思春期における生活習慣の乱れ、夜更かし、運動不足などの影響により高いコレステロール値が検出されている。これらのことが引き金となり生活習慣病が起こってくることはいうまでもない。もともとは、運動不足、誤った栄養摂取、休養、さらには嗜好品、口腔の衛生の管理、そして遺伝的なものが重なり合い、長い年月を経過して発症すると考えられていた。しかし、現在では学童期からの運動不足をはじめ、不規則な生活および食生活のインスタント化、さらにはダイエットなどの積み重ねが、今日の若い時期からの生活習慣病を引き起こす誘因になっていると考えられている。そして、近年ではとくに問題となっている低年齢化における骨粗鬆症が問題となっている。これは骨組織からのカルシウムの流出により骨量および骨密度が低下していくものであり、骨がもろくなり折れやすくなるという骨の病気である。老年期にみられる腰や背中の中曲がりや微細骨折といい、顕微鏡レベルの骨折ではあるが骨粗鬆症の症状である。骨の主成分についてはタンパク質(骨基質)約23.5%・カルシウム約25%・リン約12%といったミネラル(骨塩)、その他にカリウム・マグネシウム・ナトリウムなど約39.5%で構成されている。骨合成については、一般的に30才前後でピークボーンマス(最大骨量)となり、40才を過ぎから次第に骨合成が緩慢になりはじめる。50才を超えると次第にレンコンのように骨の中がなくなってくる¹¹⁾。男女の性差については、女性の方が男性に比較して大きいことが知られている。これは女性ホルモン(エストロゲン)の関係によるもので、閉経とともにエストロゲンの分泌が低下し破骨細胞が活発化するからだといわれている¹⁰⁾。さらに骨が弱くなる原因としては、生活習慣病と同様に運動不足・ダイエット・偏食・ストレス・日照不足などが考えられている。現在、日本ではその総数が約1,000万人ともいわれている。さらに男性に比較して、女性は閉経という危険因子がとれない非常に多く、その数、約800万人ともいわれている。この病気は、

元来老化現象によっておこる病気とされていたものである。前回の調査で生活習慣病と同様に、この病気も若年層にも浸透しつつある傾向があることが判明した¹⁾。さらに、近年では骨形成不良の低年齢化が進んでいる。また、若い女性や、男性にもその傾向が広がりつつあるという報告もある。¹¹⁾¹²⁾これは現代の生活習慣から考えて、手軽で便利なインスタント食品及び加工食品などの過剰摂取なども考えられる。これは便利で多くの人々に愛用されているがこの食品の中には多量のリンが含まれているものがあり、リンは骨形成に必要な骨の主たる構成成分とされているが、2g以上の摂取はカルシウム出納の不均衡を引き起こす原因になると考えられているからである。さらに、大学生の下宿生活による栄養バランスの不安定化・ダイエット思考などからくる身体機能のバランスの崩れ、運動不足による機能の低下などが骨粗鬆症を引き起こす要因だと考えたからである¹³⁾。また、近年においては、学童期からのダイエットがおこなわれており、身体が成長している時期、しかも骨形成にとって骨量を十分に蓄える非常に重要な、思春期から青年期にかけて、無知なダイエットは体脂肪を増やし、隠れ肥満になるだけでなく、骨量を減少させ、20代の女性の6人に1人が世界保健機構（WHO）の定義による骨量の減少者であった。さらにこの女性たちの骨密度は、閉経後の50才から60才の女性群に相当する数値であった。また、これらは高校生・中学生・小学生にまでおよび年齢層が低い時からの減食・食事制限をした者ほど、骨密度の値が低いという指摘がなされている。とくに女性は初潮前から女性ホルモンの分泌が促進され、体が丸みをおびてくるが、このころから骨形成が急激におこなわれ、骨密度もその密度が高くなる一生の骨量を決める非常に大事な時期である。国が勧めている思春期および青年期のカルシウム所要量は、一日700mgから900mgとされているが、国民栄養調査によると7才から14才で639mg・15才から19才においては498mgと基準を大きく下回っていることが調査の結果から判明している。さらに成人期においてもこの傾向は続き、成人期の一日に必要とされる600mgも満たされていないのが現状である。

このような観点から、現在の青年期の骨形成が円滑におこなわれているのかということ、さらに小学校・中学校・高等学校までの運動が青年期の骨形成にどのような影響を与えているか把握することを目的とし、骨密度について調査・分析をおこなった。その結果、現在までの運動習慣の違いが骨密度に密接な関係が存在することが把握できたので報告する。

II. 被験者

被験者の年齢は、18才から20才の女子180名の大学生である。被験者の身体的特性は、図1に示すとおりである。

図1

グループ	人数	身長	体重	脂肪率	脂肪量	除脂肪量
A	86	156.3	52.7	26.2	15.1	38.6
		3.6	8.6	6.8	7.8	3.5
B	28	159.3	48.1	24.1	13.5	40.1
		4.8	7.2	5.1	4.3	3.2
C	35	158.5	49.6	24.3	14.5	39.6
		6.2	5.5	3.5	2.6	2.4
D	31	158.2	48.8	25.2	14.8	39.1
		5.8	6.2	4.9	5.2	6.4
全体	180	158.1	49.8	24.9	14.5	39.4
		5.1	6.9	5.1	5.0	3.9

Ⅲ. 調査及び実験方法

調査は、2003年5月から2003年8月の4ヶ月間である。骨密度の測定は、X線骨密度解析装置（OSTEOMETERオステオメーター DTX-200）により、非利手の上腕橈骨及び尺骨における骨塩量、骨密度および骨面積を計測、分析した。身体的特性については、TANITA 体内脂肪計（BODY FAT ANALZER TBF-202）を使用した。

運動種目についてはアンケート調査をおこなった。今回の調査については種目については特定しなかった。小学校で3年間以上・中学校で2年間以上・高等学校で2年間以上、各種の運動をおこなった者を対象とした。参考までに種目については小学校ではポートボール・サッカー・陸上競技・柔道・剣道等で中学校ではサッカー・バスケットボール・テニス・バレーボール・水泳・ダンス等また高等学校ではそれらに加え、弓道・なぎなた等がおこなわれていた。

Ⅳ. 結果及び考察

骨は、生命の活動に必要な不可欠なカルシウムの貯蔵庫としての役割を果たしている組織である。骨密度の維持増進は骨粗鬆症の予防および治療につながるものであり脊髄圧迫骨折や大腿骨頸部骨折などの骨粗鬆症による骨折を予防するとともに、人体における運動の機能低下を予防できるものと考えられる。人間の骨は成長に伴いだんだん少なくなる事が知られているが約210本と記されている。この骨が加齢に伴い、骨粗鬆症を引き起こす事も知られている。たとえば老年期になると転ぶだけでの骨折・とくに大腿骨頸部の骨折は、寝たきり老人になる可能性があり、生命への危険性があると指摘されている。骨組織については骨膜・骨髄・骨質・軟骨質などで構成され、骨質は緻密質および海綿質に分類されている。特徴は、緻密質が非常にきめ細かく、密度が高く、極めて硬いものである。海綿質は緻密質に比較して軽い傾向があり、その多くが骨端部に達しているものである。形状は、円筒状であり、その内部には骨髄が詰まっている。一般的にはカルシウムは骨に蓄積され、人体に必要なカルシウムは骨から取りだされている。その時に働く細胞が破骨細胞といわれている。また、破壊された骨は新しく作らなければならない。その時に骨を生産する細胞が骨芽細胞である。健康体であればこれら2つの細胞がバランスよく機能されているものであるが、40才前後でこのバランスが崩れはじめるといわれている。これが崩れはじめると、破壊される量に生産する量が追いつかなくなり、骨量が減ってしまうものである。それが病的に減ったものが骨粗鬆症であるが、この破壊が進行すると骨が決壊し、カルシウムが多量に血管に流れ込み動脈硬化を引き起こすこともある。これをカルシウムパラドックスというが、骨粗鬆症の人に多いといわれている。また、骨量の減少には個人差があるが、遺伝的な要因がかなり多く締めると考えられている。通常、骨密度の測定方法は超音波やエックス線が使用されているが、その値は、単位容積当たりの骨塩の量で示されている¹²⁾。年齢別に22才から44才の平均値が80%以上であれば正常値、70%から80%であれば骨量減少、70%未満なら骨粗鬆症といわれている。

今回の結果を運動習慣の無いグループ（以下グループAと称す）・小学校・中学校・高等学

校において運動習慣の有ったグループ（以下グループBと称す）中学校・高等学校において運動習慣の有ったグループに分類した。（以下グループCと称す）高等学校において運動習慣の有ったグループに分類した。（以下グループDと称す）グループAについての骨成分の平均値は（骨塩量 2.532 ± 0.316 ・骨密度 0.405 ± 0.28 ・骨面積 6.12 ± 0.54 ）であった。同年齢の骨密度と比較した場合の平均値は $84.6 \pm 5.48\%$ の集団であった。さらにこのグループの最大値は106%という数値であった。最小値については70.5%という数値であった。

次に小学校・中学校・高等学校において運動習慣の有ったグループBについての骨成分の平均値は（骨塩量 4.668 ± 0.391 ・骨密度 0.598 ± 0.217 ・骨面積 6.31 ± 0.39 ）であった。同年齢の骨密度と比較した場合の平均値は $120.9 \pm 4.62\%$ の集団であった。さらにこのグループの最大値は133%というかなり高い数値を示したものであった。最小値についても108%という他のグループと比較してかなり高い数値を示した。中学校・高等学校において運動習慣の有ったグループCについての骨成分の平均値は（骨塩量 3.351 ± 0.325 ・骨密度 0.483 ± 0.05 ・骨面積 6.21 ± 0.5 ）であった。同年齢の骨密度と比較した場合の平均値は $106.3 \pm 6.7\%$ の集団であった。さらにこのグループの最大値は118%という数値であった。最小値については96%という数値であった。

次に高等学校において運動習慣の有ったグループDについての骨成分の平均値は（骨塩量 2.857 ± 0.351 ・骨密度 0.438 ± 0.25 ・骨面積 6.17 ± 0.48 ）であった。同年齢の骨密度と比較した場合の平均値は $88.5 \pm 5.78\%$ の集団であった。さらにこのグループの最大値は105%という数値であった。最小値については84.6%という数値であった。これら全体の4グループにおける骨成分の平均値は（骨塩量 3.357 ± 0.89 ・骨密度 0.481 ± 0.06 ・骨面積 6.20 ± 0.45 ）であった。同年齢の骨密度と比較した場合の平均値は 100.1 ± 13.6 の集団であった。さらに最大値はグループDに属する133%という数値であった。最小値についてはグループA属する70.5%という数値が確認された。

次に、今回の集団における骨塩量・骨密度・骨面積についての統計的な処理をおこなって比較検討をした。その結果、グループAとグループBについては、グループAの骨塩量 2.532 ± 0.316 とグループBの 4.668 ± 0.39 とにおいて有意な値が示された。（ $P < 0.05$ ）骨密度についてもグループAの骨密度 0.405 ± 0.28 とグループBの骨密度 0.598 ± 0.217 との間に有意な値が示された。

（ $P < 0.05$ ）骨面積については両者間に統計的な有意差は示されなかった。グループAとグループCについては、グループAの骨塩量 2.532 ± 0.316 とグループCの 3.351 ± 0.325 とにおいて有意な値が示された。（ $P < 0.05$ ）骨密度についてもグループAの骨密度 0.405 ± 0.28 とグループC骨密度 0.483 ± 0.05 との間に有意な値が示された。（ $P < 0.05$ ）骨面積については両者間に統計的な有意差は示されなかった。グループAとグループDについては、グループAが数値的にみて、若干グループDに比較して高い値を示したが、グループDの骨塩量 2.857 ± 0.351 ・骨密度 0.438 ± 0.25 ・骨面積 6.17 ± 0.48 において統計的に有意な値は確認されなかった。

次にグループCとグループDについては、グループCが数値的にみて若干グループDに比較

して高い値を示したが統計的に有意な値は示されなかった。グループBとグループDについてはグループBの骨塩量 4.668 ± 0.39 とグループDの 2.857 ± 0.351 とにおいて有意な値が示された。 $(P < 0.05)$ 骨密度についてもグループBの骨密度 0.598 ± 0.217 とグループD骨密度 0.438 ± 0.25 との間に有意な値が示された。 $(P < 0.05)$ また、骨面積についてもグループBの骨面積 6.31 ± 0.39 とグループDの 6.17 ± 0.48 とにおいて有意な値が示された。 $(P < 0.05)$

次にグループBとグループDについては、グループBの骨塩量 4.668 ± 0.39 とグループDの 2.857 ± 0.351 とにおいて有意な値が示された。 $(P < 0.05)$ 骨密度についてもグループBの骨密度 0.598 ± 0.217 とグループDの骨密度 0.438 ± 0.25 との間に有意な値が示された。 $(P < 0.05)$ 骨面積については両者間に統計的な有意差は示されなかった。

以上の結果を総合的に考察すると、グループBについては統計的に他のグループと比較して優位な値を示したという結果であった。さらに、今回の結果から、4グループにおける中のグループAについては、数値的にグループB・グループC・グループDより低い値を示した。これはグループAの被験者における集団は、骨の育成に必要な運動習慣が成長期における小学校期から他のグループと比較して少なかったために平均値がグループB・グループC・グループDに比較して数値的に低い値を示したのではないかと示唆される。なぜなら、この、成長期に運動することは骨に対しての血流がよくなることは勿論、各細胞の働きも活発になり、骨に対してのメカニカルストレスの影響でカルシウムの沈着率もよくなると考えるからである。

次に平均値から考えると、A・Dの2グループの80%~90%という数値は正常値あるいは骨量減少域に留まっていることが確認されるが、しかし、グループAの最小値70.5%という数値から考えた場合、被験者の個々においては、今回の数値から考察して骨粗鬆症の領域に近い若年層、いかえると予備軍が存在することが伺える結果となったといえる。さらに今回の結果から運動習慣が早ければ早い程、体の他の部分と同様に骨についても強くなることが伺える結果となった。元来、骨粗鬆症は、加齢に伴いおこる病気の一つとして考えられていた。骨については老化減少が30代から始まり運動不足・偏食・ダイエットなどの行為がそれに拍車をかけているといわれている。さらに骨形成を減退させる要因として、栄養素のカルシウム・ビタミンD、Kの不足、喫煙、日照不足などが考えられている。この栄養素の中でカルシウムは骨形成に必要なだけでなく、我々の身体(60兆の細胞)を維持していくために非常に重要なミネラルの一つである。たとえば、カルシウム不足により細胞間の情報伝達に障害をきたすこともある。さらに身体全体の機能にも影響を与えるものである。その一つとして細胞を活性化させるためには、この栄養素はなくてはならないものである。逆にカルシウムの過剰摂取は細胞の機能に障害をきたすこともあるが、健康な人体は必要なカルシウムを体内に常に必要量(血液100cc中8~10mg)だけ供給する仕組みになっている。これは食物中に含まれるカルシウムは、小腸から吸収され血液を通じて各種の組織に配分されるが、カルシウムの血中濃度が上がると、ホルモンの一種であるカルシトニンの働きにより骨組織に蓄積され、血中濃度が下がることにより、副甲状腺ホルモンの作用によって骨組織から血液中に供給されているのである。栄養的

に考えるとカルシウムは乳製品をはじめ、海藻・小魚等に多く含まれていることが知られている。骨形成に必要な栄養素の一つであるカルシウムは小腸から取り込まれるが、そのためには活性型ビタミンDが必要となる。活性型ビタミンDは、食物から取り込まれるビタミンDを腎臓で合成するが、加齢とともに起こる腎臓機能の低下にともない、活性型ビタミンDが合成されにくくなり、小腸からのカルシウム吸収率が望めなくなるためである。その結果、血液中に必要なカルシウムを骨組織から供給すると、骨組織のカルシウムがなくなり骨の中がカスカスになってしまうのである。成人では一日600mgが必要とされている。思春期および青年期においてのカルシウム所要量は、一日700mgから900mgとされているが、いくらカルシウム摂取をおこなってもそれが体に吸収されなくては何の意味ももたない。カルシウムを体に取り込ませる、すなわち吸収率を高めるためには、一日に約300mg以上のマグネシウムさらにビタミンD・Kの摂取を考える必要があると考えられる。また、カルシウムは酸に溶けやすいことから酸と一緒に摂取する事が望ましいと考えられる。成長期において、各種の環境因子等の影響や個人差も考慮したうえで我々は、つねに20才を正閾値として考え実験及び調査をおこなっているが、今回の結果から考えて、グループBすなわち小学校からの運動を要する被験者、それに準じてグループC、中学校からの運動を要する被験者においては、他のグループに比較して最大値・最小値・平均値で高い値を示した。骨形成に関する基本的な背景における栄養と適度な運動ということから考えると、これは、運動習慣を有する者は、骨組織が活性化し、栄養摂取による骨合成が効率的におこなっているということが考えられる。³⁾、しかし、他のグループについては生体への運動刺激が今までに課程において体に対しての運動刺激が少なかった為に、身体の新陳代謝が緩慢になり、各種のタンパク合成を遅延させているものと考えられる²⁾。とくに今回の実験では、それがはっきりいえる結果となった。これはグループB・Cの集団が、運動という体に対しての刺激を与えることによって骨形成が円滑におこなわれているということが裏付けられる結果になったと考えられる。骨形成を円滑におこなうためには、習慣的に適度な運動が関与し、骨沈着を促進する働きがあり、骨密度の増加を助長するといった報告がされている^{4・5・9・11)}。さらに一年間の積極的な運動により、女性では6.5%、男性では5.9%の骨密度の増加が確認され、増加者の割合は女性で82.4%、男性では77.8%におよび、運動習慣が明らかに高齢者の骨密度を増加させたという報告もある¹⁴⁾。また動物実験によるラットの実験でも、運動を適度におこなわせたラットが、運動させないラットに比較して、骨密度も高く長生きをしているといった報告もある⁵⁾。さらに無重力状態で長い時間活動している宇宙飛行士などは、筋肉を使うことがないことから骨量が減る結果も報告されている⁸⁾。体に対しての適度な運動刺激、メカニカルストレスから考えた場合、加重のかからない水泳等よりは、ウォーキング・軽いジョギング・屈伸運動などを、強度・時間・頻度といった条件に従っておこなうことにより、筋肉の成長・筋肉の増加にともなう骨格筋の増加、さらにそれにともない骨組織に対しての加重刺激は、骨形成の活性化になり骨密度の増加が望めるものである^{5・6)}。また、一連の運動刺激は栄養素の吸収率も増加させるものであり、骨形成に必要な栄養素の沈着率も高まるも

のである。これらのことからグループB・Cについては、骨密度が充実したものであると考えられる。しかし、ルー法則から考えても運動刺激も、その容量を超えると身体にとっては決していいとはいえない。また、近年になって活性酸素がよく取り上げられてきた。この活性酸素は1950年に発見されたもので、たとえば、メダルを狙うようなスポーツ選手は過激な運動刺激により、活性酸素を体内に多く生産するといわれている。この活性酸素は近年になって老化現象の促進をはじめ各種の病気の原因との因果関係が注目されはじめたものである。もともとこれは人間が自然に制御していたものであるが、生活活動の変化・環境の変化などにより体内に多く発生するようになってきている。これは呼吸により取り込まれる酸素の一部から作られるものであるが、外的要因としてはアルコール・タバコ・激しい運動・ストレス・紫外線などで発生するもので、体内に2%以下なら黴菌などを排除する役割をもつ酵素として有効ではあるが、それ以上になると健康な細胞までも破壊するものである。現代人にはこの活性酸素が体内に約4%存在していると考えられている。このことだけから考えると骨粗鬆症のみならず生活習慣病などの予防には運動刺激が100%というわけではないが、生活活動の研究の結果等の報告から考えると、現在の若年層における男子の余暇時間の中で動的な活動の比率割合が27%であり、女子については、動的な余暇時間が全体の32%であったことから、余暇時間の中での動的な時間配分が静的な時間配分に比較して非常に少ない傾向にあることが確認された。さらに男女とも動的および静的活動と骨形成の関係を分析した結果では、動的活動を有する者は骨密度が高い値を示した。これらを分布図で示すと直線回帰が右上がりの傾向が確認された。さらに静的な活動の多い被験者の場合については、動的活動とは反比例して男女とも数値的に低い値が確認された。ここでも分布図で示すと、動的な活動の多い者とは逆に直線回帰が右下がりの傾向が確認された。このことから伺えるように動的活動が多ければ骨密度は高くなる傾向にあり、静的活動が多ければ多いほど骨密度は低くなる傾向にあるという結果であった²⁾。これらのことから、今回の調査数値からも伺えるように小学校期からの運動習慣が少ない上に現在の若年層は身体運動が少ない、それが骨形成にも影響しているということが考えられるため活性酸素の有無を考えるより運動習慣を位置付けしたほうが今後のためには良いと確信する。言い換えると骨の老化に伴い30代頃から気づかぬ間に骨からカルシウムが溶けだし運動習慣を有する者に比較して早くそのつけが回ってくると考えられる。

以上のことから、小学校期からの運動習慣が若年層においての骨形成に影響を与えていたことが今回の調査で伺えるが現代の若年層の骨密度の低下が問題視されることからわかるように、高齢者のみならず、これから将来の事を考えると生徒・学生を預かる諸機関が運動習慣を組み込むような指導・教育を行う必要があるのではないかと考えられる。骨形成においては男女とも12才~15才(小学校・中学校期)の間は、とくに成長する時期であるため、骨密度も著しく増加させることができると考えられる。さらに骨密度について重要なことは、ピークボーンマスに達する前に骨密度を高める努力が必要である。これらのことから、現代の若年層に対し、運動の必要性を認識させ、健康教育を充実させる事を考慮し、運動ができる環境を充実さ

せ、正しい運動教育をすることが健康体の育成に必要であるということが考えられる。現在までの運動習慣の有無に関わらず、今後は、少年期・青年期の者が意識的に適度な運動を取り入れることができる環境、さらにはその意識付けをおこなう必要があると考える。運動不足は骨形成に限らず、各種の身体機能に与える影響を考えれば、青年期から壮年期にかけて健康上の重要な問題として提議される課題になるといえる。とくに細胞代謝の活発な少年期・青年期の時期に、教育カリキュラムの中に健康教育を充実させ、運動時間を設ける必要があるのではないかと考える。運動に必要な条件から考えれば最低でも1週間に3回以上、時間に換算すると1時間程度の適度な運動刺激(40~60VO₂max)を身体に与えることが、将来的な健康問題の解消として大きな効果が期待できると確信する。

文部省の改定カリキュラムでは、今年度より保健体育の占める割合が多くなっていることから考えてもわかるように、運動習慣の少ない大学生においても健康体の育成という観点から、各年次配当として運動実践のカリキュラムを考える時期にきていると考える。これら、健康教育上の問題は、今後21世紀に向かう少年期・青年期の教育において必要不可欠なものであり、同時に健康教育の徹底と指導をおこない、骨形成における骨密度のみならず身体の諸機関の維持・増進をはかるためには運動習慣を継続させるような運動カリキュラム、あるいは各諸機関における健康教育を位置付けなければならない時期にきていると考える次第である。さらに、今後の課題として学童期から思春期の運動種目及び運動刺激の違い等を調査・分析をしたいと考える。

V. 要約

青年期の骨形成の状態、さらには学童期から思春期の運動習慣の違いが青年期の骨形成にどのような影響を与えているかを把握することを目的とし、4グループに分類して骨密度について調査・分析をおこなった。その結果、青年期の骨形成の状態、さらには、学童期から思春期の運動習慣の違いが骨形成に密接な関係が存在することが把握できたので報告する。

- 1) 骨塩量 (g) については小学校・中学校・高等学校において運動習慣の有ったグループが他のグループと比較して有意な値を示した。(P<0.05) さらに中学校・高等学校において運動習慣の有ったグループが今まで運動習慣の無いグループと比較して有意な値を示した。(P<0.05) 他のグループ間については統計的に有意な値は示されなかった。
- 2) 骨密度 (g/cm³) についても小学校・中学校・高等学校において運動習慣の有ったグループが、他のグループと比較して有意な値を示した。(P<0.05) さらに中学校・高等学校において運動習慣の有ったグループが今まで運動習慣の無いグループと比較して有意な値を示した。(P<0.05) 他のグループ間については統計的に有意な値は示されなかった。
- 3) 骨面積 (cm²) については小学校・中学校・高等学校において運動習慣の有ったグループが今まで運動習慣の無いグループと比較して有意な値を示した。(P<0.05) 他のグループ間

については統計的に有意な値は示されなかった。

- 4) 骨密度の比率 (%) については、運動習慣の無いグループの平均値は $84.6 \pm 5.48\%$ であった。最大値は106%・最小値は70.5%であった。小学校・中学校・高等学校運動習慣の有ったグループの平均値は $120.9 \pm 4.62\%$ であった。最大値は133%・最小値は108%であった。中学校・高等学校運動習慣の有ったグループの平均値は $106.3 \pm 6.7\%$ であった。最大値118%・最小値は96%であった。さらに高等学校において運動習慣の有ったグループの平均値は $88.5 \pm 5.78\%$ であった。最大値は105%・最小値は84.6%であった。
- 5) 以上のことから、学童期からの運動習慣の違いが運動習慣を有する集団がそうでない集団と比較して骨形成が円滑におこなわれているため、骨密度が高いということが確認された。また、青年期において骨粗鬆症の領域に近い予備軍が存在することが確認できた。さらに今後の骨形成のあり方を考えた場合、学童期からの運動習慣とは別に青年期からの運動習慣の必要性を位置づける事が望ましい事が判明した結果といえる。

参考文献

- 1) 猪木原 孝二：若年層における骨密度について，199-210，倉敷芸術科学大学紀第7号，2002
- 2) 猪木原 孝二：生活習慣と大学生の骨密度，136-137，倉敷芸術科学大学紀第4号，1999
- 3) 川上 雅之 他：乳酸菌製剤（OM-X）の摂取が骨組成に及ぼす影響，145，倉敷芸術科学大学紀要第4号，1999
- 4) 栗原 敏 他：女子スポーツ選手の骨密度に及ぼす運動と栄養の影響，体力科学，259-226，1995
- 5) 呉 堅：水泳運動が閉経後女性の骨密度に及ぼす影響，体力科学，543，2000
- 6) 佐藤 哲也 他：骨粗鬆症のマネージメント 運動と骨粗鬆症，診断と治療83-5，907-991，1995
- 7) 佐藤 祐造：運動 スポーツと生活習慣病，臨床スポーツ医学Vol16，No6，633-634，1999-6
- 8) 関口 千春：無酸素状態と骨密度，体力科学，19-20，1997
- 9) 服部 由季夫：スポーツ種目と骨密度に関する研究，東海大学 紀要体育学部，47-52，1996-26
- 10) 林 泰史：骨粗鬆症における運動の意義と実際，臨床スポーツ医学Vol16，No6，665-671，1999-6
- 11) 藤田 拓男：更年期からの女性に多い 骨粗鬆症，株式会社主婦の友社，49-68，1995
- 12) 松本 俊夫：骨・カルシウム代謝の調節系と骨粗鬆症，体力科学，138-149，1994
- 13) 山崎 元：骨に及ぼされる力の変化，体力科学，18-19，1997
- 14) 楊 鴻 生：骨粗鬆症に対する運動療法，体力科学，158-159，2000

The Effect that Pre-Pubescent and Post Pubescent Exercise has on Young Peoples' Bone Density

Koji INOKIHARA

College of Liberal Arts and Science for International Studies

Kurashiki University of Science and the Arts,

2640 Nishinoura, Tsurajima-cho, Kurashiki-shi, Okayama 712-8505, Japan

(Received September 30, 2003)

This research looks into the condition of bone formation of young people and the effects exercise has on bone formation. In order to achieve this purpose, I classified the subjects into four test groups. According to these research and analysis, I would like to report the following results, as I was able to document a noticeable relationship between the bone formation and level of exercise.

1) Regarding the quantity (grams) of salt in human bones, the group of elementary, junior high school and senior high school students that have a history of frequently exercising showed a higher percentage of salt content than those students that did not. ($P < 0.05$) Also, results showed that the junior and senior high school students that continued their exercises showed a significant numerical difference than those that recently began regular exercises. ($p < 0.05$) Other groups, did not show specific difference in the quantity of salt in human body.

2) Concerning bone density (g/cm^3), the group of elementary, junior high school and senior high school students that have a history of frequently exercising showed a higher percentage of bone density than those students that did not. ($P < 0.05$) Also, results showed that the junior and senior high school students that continued their exercises showed a significant numerical difference than those that recently began regular exercises. ($p < 0.05$) As for the other groups, there seemed to be no difference in the bone density.

3) Regarding the bone width (cm^2), the group of elementary, junior high school and senior high school students that have a history of frequently exercising showed wider bones than those students that did not. ($P < 0.05$) As for the other groups, there is no specific difference about the bone width.

4) Regarding the ratio of bone density (%), the average value of the non-exercising group was $84.6 \pm 5.48\%$. The maximum value was 106% and the minimum value was 70.5%. The average value of exercising elementary, junior high school and senior high school group was $120.9.86 \pm 4.62\%$. The

maximum value was 133% and the minimum value was 108%. The average value of the junior and senior high school students with a history of exercising was $106.3 \pm 6.7\%$. The maximum value was 118% and the minimum value was 96%. The average value of exercising high school student group was $88.5 \pm 5.78\%$. The maximum value was 105% and the minimum value was 84.6 %.

5) From the above analysis, it shows that level of exercise has an effect on bone formation and shows high bone density ratio compared with the group of non-physical exercise. Also, I could obtain the result that there were prospective patients of osteoporosis even in the young generation. Finally, in the growing process of young generation, the habit of physical exercise will give an important effect to the bone formation.