

小児の筋肉、脂肪量および運動量と骨量

(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*
米満弘之**、澤田芳男**、松田一郎*

要約：骨量と筋肉、脂肪量の関係を検討したところ、女子は12歳以上では筋肉、臓器量は増加せず脂肪の増加が目立った。男子は18歳まで筋肉、臓器量と骨量の増加が相関した。骨量にとって体重は正の因子であるが、躯幹部の脂肪は負の因子であった。上肢では9歳頃より利き腕の骨塩量が反対側のを上回った。小児の基礎代謝、消費運動カロリーと骨塩量の値はよく相関した。小学生男子の運動量は約350Kcalで女子のは約250Kcalであった。

見出し語：骨塩量、筋肉脂肪量、運動量、運動指導

平成4年度の研究開始に当たって、小中高校生の骨折調査を行った。小学1年生で6%、小学6年生で12%、中学生で20%、高校生で26%の骨折率になった。骨折した児童の骨塩量は低く、高学年では手指、手首などの骨折が多いのに対して、低学年では大腿部、上腕部などの大きな骨が折れていた。平成5年度は高校生まで対象を広げて小児-思春期までの腰椎骨塩量の正常分布を作製した。女子の骨は11-12歳頃に最もよく作られて18歳でピークに達し、男子のは14歳前後に最もよく作られて、20歳でピークに達することがその後の研究を含めて明らかになった。又、運動種目ではハンドボール、バスケットボール、陸上競技などの跳躍を主とするスポーツの骨塩量が高かった。平成6年度は女子長距離選手、大学生の骨塩量を検討した。女子長距離選手の骨塩量は低く、体

脂肪の低下、無月経に加えて必須微量元素の亜鉛も欠乏していることが明らかになった。大学生は骨塩量とともにライフスタイルに差がありすぎ、骨塩量の増加は望めないことから、対象を小学生に定め運動指導プロトコルを作製した。平成7年度は、骨量形成に及ぼす脂肪、筋肉量の関係の検討を横断的に行い、小学生を対象に運動量が骨形成に及ぼす影響を縦断的に検討した。

第1編 小児の脂肪、筋肉量と骨量との関係

【方法】親と本人からinformed consentが得られた小学生(6歳)から高校生(18歳)までの健康な男子92人、女子102人、合計194人を対象とした。体組成は、仰臥位をAPポジションでDEXA法(Hologic社製

* 熊本大学小児科 (Dep. of Pediatrics, Kumamoto Uni.)

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

QDR-2000)を用いて測定した。骨量 (BMC)ならびに骨塩量(BMD)は、頭部、上肢(左右)、肋骨(左右)、胸椎、腰椎、骨盤、下肢(左右)の10か所に分けて測定した。また脂肪量と臓器・筋肉量は、頭部、上肢(左右)、体幹部、下肢(左右)の6か所に分けて測定した。なお、上肢と下肢は骨量、脂肪量、筋肉量に分類した。

【結果と考察】

1) 全身骨量の部位別、年齢別比較

6歳から18歳までを1歳ごとに、またその値を部位ごとに比較すると図1(男子)、図2(女子)に示すとおりである。横軸の番号は部位をあらわし、その名称は図の中ほどに配置した。番号2はL2-L4 BMD, 番号12は3~11の平均値, 番号13は1と3~11の平均である。

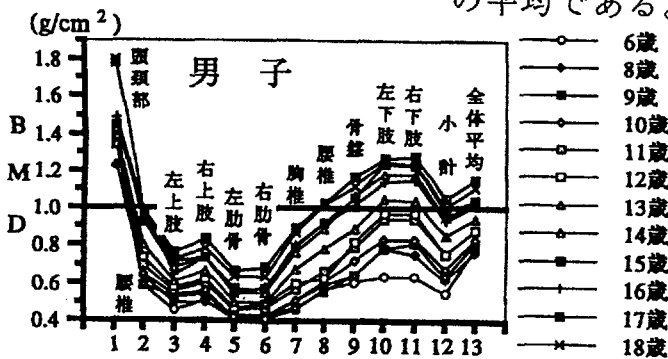


図1 全身骨塩量の測定番号と名称

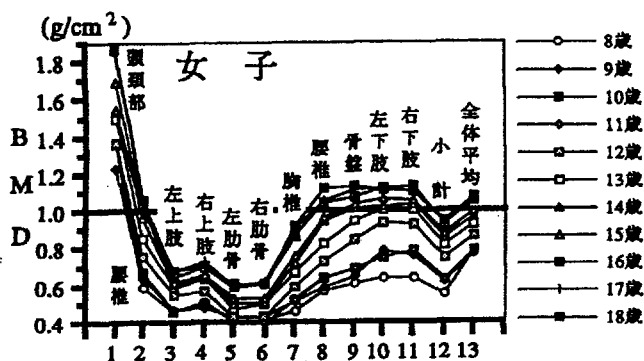


図2 全身骨塩量の測定番号と名称

部位別にみると、どの年齢でも頭部で最も高い値を示し、つぎに下肢、骨盤、腰椎、胸椎の順に低くなる。体重の影響をあまり受けない上肢や肋骨の骨

塩量はさらに低く、この傾向は男女に共通してみられる。

年齢別にみると、低年齢では部位間の差や上肢の左右差は小さいものの、第二性徴以降は部位特異性が顕著にあらわれる。一般に女子の腰椎骨塩量は第二性徴とともにスパートして、男子を有意に上回る。ところが、図2に示すとおり15歳以降になると女子の腰椎、骨盤、下肢の骨塩量はそれぞれ1.10 g/cm²をやや越える程度で、男子のような両下肢骨塩量の更なる増加は認められない。これに対して、男子は図1に示すとおり、15歳までは女子に比べると低値であった骨盤、両下肢などの骨量は16歳以降も増えつづける。これにより、男女差は20歳前にはなくなる傾向を示す。

特記すべきは、男女とも10歳前後で右上肢の骨量が左上肢よりも増加することである。これは、右上肢の使用頻度が高く運動により骨量が増加したと解釈できる。

2) 体組成の年齢推移と諸問題

全身の骨量、脂肪、臓器・筋肉量を年齢別にみると図3(男子)、図4(女子)に示すとおりである。男子は7歳から18歳までの11年間に体重は約3倍に増加する。このうち骨量と臓器・筋肉量は顕著な増加傾向を示すが、体脂肪の増加はさほどでもない。また、第二性徴の身長スパートの特徴は体組成では見い出せない。

これに対して、女子は12.5歳が初潮年齢の平均で、ここを分枝点に脂肪や臓器・筋肉量の推移は男子と異なる。全身骨量や体重は第二性徴後も増え続けるが、臓器・筋肉量はほとんど変化していないことがわかり、脂肪の増加がその後の体重増加の主役である。この傾向はエストロゲンなどの女性ホルモンの影響と考えられる。下肢骨を中心に骨塩量が15歳以降に頭打ちしている理由は、エストロゲンによって骨端線が閉鎖し、一応の骨格系が完成したためと

考えた。

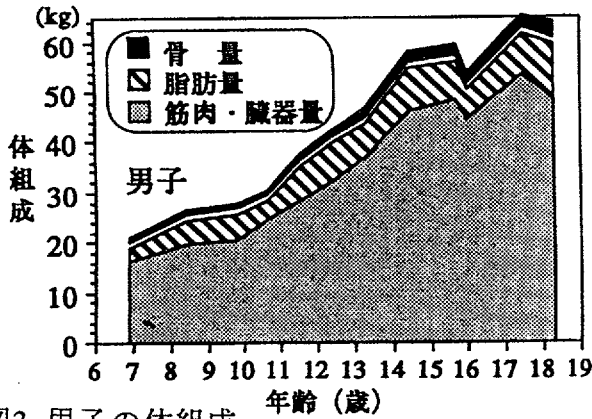


図3 男子の体組成

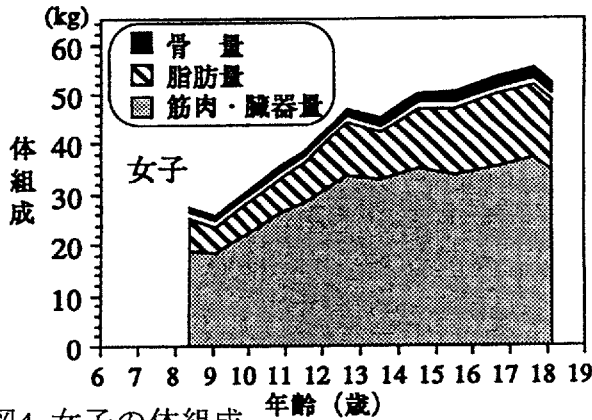


図4 女子の体組成

3) 全身骨量と体組成の関係

子どもの骨の成長は、第二次性徴や体の使用頻度におおじて変わる傾向にある。年齢、身長、体重のリスクを入れて全身骨量への影響因子をみると、表1に示すとおりである。女子は体幹部の臓器・筋肉量の充実に意味がある（偏相関 $r = 0.325$; $p < 0.01$ ）といえる。これに対して、男子はどの部位でも有意性は見い出せなかった。

また、全身骨量と各部位の脂肪量との関係を検索すると、表2に示すとおりである。男女とも体重が有意性（女子の偏相関 $r = 0.608$; $p < 0.01$ 、男子 $r = 0.713$; $p < 0.01$ ）を示しているが、体幹部の脂肪量の多さは全身骨量にネガティブ因子（女子の偏相関 $r = -0.305$; $p < 0.01$ 、男子 $r = -0.537$; $p < 0.01$ ）であ

ることがわかる。また男子は頭部脂肪もネガティブ因子（偏相関 $r = -0.537$; $p < 0.01$ ）であるが、身体の体重に占める割合からすると、影響力はあまりないものと思える。

全身骨量と臓器・筋肉量との相関係数 表1

	女子(n=81)		男子(n=42)	
	単相関	偏相関	単相関	偏相関
年齢	0.546 **	0.243	0.649 **	0.033
身長	0.610 **	0.135	0.872 **	0.107
体重	0.837 **	0.352	0.886 **	0.201
頭部	0.340 *	-0.078	0.655 **	-0.233
左上肢	0.328 *	-0.100	0.875 **	0.278
右上肢	0.401 *	0.069	0.847 **	-0.047
体幹部	0.796 **	0.325 **	0.928 **	0.228
左下肢	0.693 **	0.011	0.910 **	-0.010
右下肢	0.690 **	-0.058	0.913 **	0.041

$p < 0.01$: **, $p < 0.05$: *

全身骨量と各脂肪量との相関係数 表2

	女子(n=81)		男子(n=41)	
	単相関	偏相関	単相関	偏相関
年齢	0.546 **	0.282 *	0.648 **	0.102
身長	0.610 **	-0.019	0.876 **	-0.012
体重	0.837 **	0.608 **	0.886 **	0.713 **
脂肪頭部	0.327 *	-0.159	0.626 **	-0.519 **
脂肪左上肢	0.378 **	0.082	0.417 *	0.186
脂肪右上肢	0.248 *	-0.138	0.375 *	0.252
脂肪体幹部	0.518 **	-0.305 **	0.421 *	-0.537 **
脂肪左下肢	0.632 **	0.097	0.357 *	-0.335
脂肪右下肢	0.629 **	-0.089	0.344 *	-0.024

$p < 0.01$: **, $p < 0.05$: *

まとめると、子どもたちの全身骨量は発育にともなう自然増が望ましいが、女子は体幹部の臓器・筋肉量の充実が大変重要で、同部位の脂肪量の多さはネガティブ因子である。男子は臓器・筋肉量との関わりは見い出せなかったが、女子と同様に体幹部の脂肪量の多さは全身骨量に対してネガティブ因子である。筆者らは数年前に高校生の食習慣に関するアンケート調査を実施したが、3年間でダイエット実施率は48%に達していた。ダイエットは健全な発育を疎外し、性ホルモンを低下させるなどの問題がある。実際、16~18歳の間で平均15kgもの脂肪が蓄積してしまったとき、とりあえずダイエット（ウェイトコントロール）を試み、急場を凌ぎたい今の女子高校

生の切実な悩みが感じられる。

女子が健全な発育発達を成し遂げるためには、少なくとも中学校3年間は、脂肪量の増加をある程度制限する（実際には、運動による脂肪の燃焼を増大させる）ような継続的な運動する習慣が必要であろう。一方、男子では骨量、骨塩量が増加するまでには時間がかかるが、15歳ころから増加率は最大に達する。つまり、メカニカルストレスによって骨量を獲得する時期は高校3年間であると考えられ、とくに体幹部の臓器・筋肉量の充実が大変重要である。

第2編 運動量が骨発育に及ぼす影響

【方法】 対象は小学3年生（9歳）21名（男子7名、女子14名）と小学6年生（12歳）10名（男子5名、女子5名）とした。運動量測定はカロリーカウンター Select 2（スズケン製）を携行させて、年齢、性別、体重、身長、一日歩数によって計算される消費運動カロリーを用いた。消費運動カロリーの測定は平成7年4月より開始し、はじめの4週間のみ連日記録したあとは1ヶ月のうち1週間のみ記録し、1日の平均消費運動カロリーを求めた。カロリーカウンターは起床時より帰宅し入浴するまで装着した。小学3年生は本人、または親が、小学6年生は本人が記録した。

開始前にDEXA QDR-1000にて腰椎L2-4を測定し、骨代謝マーカーとして尿中ピリジノリン、デオキシピリジノリンを測定した。

【結果】 平成7年4月より12月までの平均1日歩数、消費運動カロリーを図5、6に示した。4月のみは1週から4週まで記録した。4-6月までの運動量が高く、7、8月はおちこんで、9月以降は又、増加するという傾向がいずれの学年、性別をとわず見られた。小学生の1日平均の歩行数、消費運動カロリーは小学3年男子で14952歩、270Cal、小学3年女子で12546歩、

220Cal、小学6年男子で15387歩、343Cal、小学6年女子で12970歩、276Calであった。

図5 学年、性別平均歩数

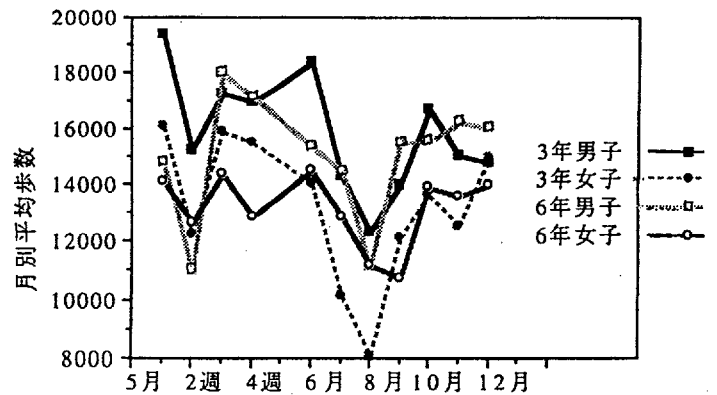
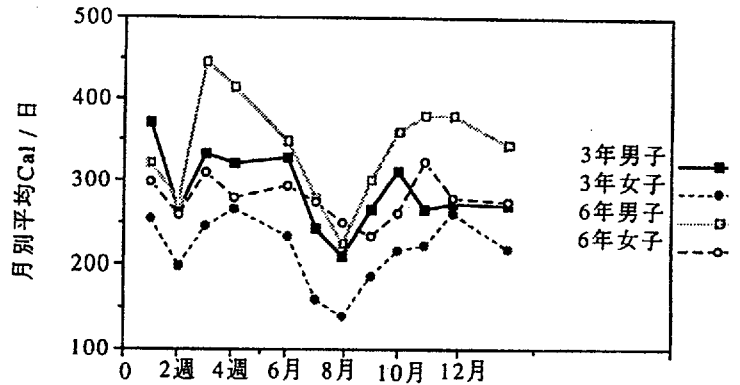


図6 学年、性別平均消費運動Cal



カロリーカウンターより求められた基礎代謝、標準運動カロリーと骨量L2-4の関係を見てみると、それぞれ $r = 0.568$ ($p < 0.01$)、 $r = 0.657$ ($p < 0.01$)と両者とも正の相関が見られた。実際の消費運動（実動運動）カロリーと骨量L2-4の関係を見てみると $r = 0.380$ ($p < 0.05$)で弱い正の相関が見られた。これを標準運動カロリーで除した値（実動運動Cal / 標準運動Cal）と骨量L2-4の関係を見てみると $r = -0.368$ ($p < 0.05$)で弱い負の相関が見られた(図7)。これは骨量が小さな子ども達は標準運動カロリーが小さく、実際の消費運動カロリーが相対的に高くでたためと思われた。2回目の骨量測定は平成8年2月に行う予定であるので、この1年間の運動量と骨量の増加との関係については次の機会に検討したい。

実動運動Cal比とBMDの関係-小学3年、6年

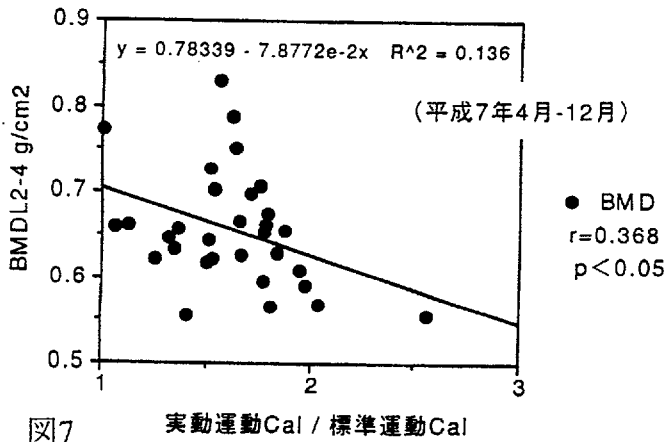


図7

【まとめ】 第1編と第2編を総合してみると、骨量の増加は運動量と高い相関を持っていることが明らかになった。とくに全身骨の上肢において男女とも10歳前後で、利き腕が反対側の骨量をうわまわる事実は、この年代で運動の影響が骨量の増加に反映されると考えて可能と思われた。

又、腹部の脂肪量は骨量の増加にとってマイナスの要因であるという結果も興味ある事実である。女子の15歳前後の骨量を増加させるにあたっては、腹部の体脂肪を減少させる程度の運動が、更に骨量を増加させる可能性を示唆している。現在、小学3年生と6年生においてカロリーカウンターを用いて、実際の運動量と骨量の増加を検討中である。尿中ピリジノリンなどとの関連も含めて、次回に報告したいと考えている。

【文献】

- 1、熊本県児童生徒の体力、運動能力調査報告書
熊本県教育委員会 1995
- 2、西山宗六 友枝新一 松田一郎 井本岳秋 中根惟武 米満弘之 澤田芳男 日本人小児骨塩量の基本的発達の研究—性ホルモン、基本的体格、運動との関係、ホルモンと臨床、43：853、1995
- 3、Maktvic V, Jelic T, Wardlaw CM, Timing of peak bone mass in caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. J Clin Invest 93: 799,1994
- 4、Recker RR, Davies KM, Hines SM, Bone gain in young adult women. JAMA 268: 2403, 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:骨量と筋肉、脂肪量の関係を検討したところ、女子は12歳以上では筋肉、臓器量は増加せず脂肪の増加が目立った。男子は18歳まで筋肉、臓器量と骨量の増加が相関した。骨量にとって体重は正の因子であるが、躯幹部の脂肪は負の因子であった。上肢では9歳頃より利き腕の骨塩量が反対側のを上回った。小児の基礎代謝、消費運動カロリーと骨塩量の値はよく相関した。小学生男子の運動量は約350Kcalで女子のは約250Kcalであった。