

目 次

I. 序論

II. 研究方法

III. 結果

IV. 考察

V. 参考文献

I. 序論

骨粗鬆症は年齢とともに有病者が増加する疾患であり、日本の高齢者人口の増加に伴い有病者数が増加している。また、骨粗鬆症が原因となる腰痛や骨折は、寝たきりを生み、QOLを大きく低下させることが知られている。そのため、骨密度を高く保ち、骨粗鬆症の予防を行うことは医療的、社会的に重要である。

骨粗鬆症の発生率は女性で男性の約2倍あり、女性に多く発生する疾患である¹⁾。そのため、その予防法については男女別に検討する必要があるとされる。一方、高齢者の骨密度は10歳から20歳位までに得た最大骨量とそれ以降の骨量減少速度に大きく依存する¹⁾。このため、10代の最大骨量をできる限り高めておくことが骨粗鬆症の予防において重要とされる。

骨密度の増加率については10代前半に最大を示し、この時期を過ぎると劇的に鈍くなるということが示されている²⁾。さらに、最大骨量の約半分はこの時期に獲得されたものである²⁾。すなわち、この時期は骨密度獲得量が大きく、最大骨量を高めるために重要な時期だと考えられる。したがって、10代前半の骨密度を増加させる要因について知ることは、骨粗鬆症の予防において極めて重要であると考えられる。

先行研究において、この時期の骨密度増加に影響を与える主要因子としては、生活習慣³⁾、体格³⁾、内分泌機能³⁾が挙げられる。一方、これらの因子は相互に関連していることが知られている。例えば、十分な睡眠は成長ホルモン（GH）や性ホルモン分泌を促し⁴⁾、運動不足や睡眠時間の減少は肥満を引き起こすことが報告されている⁵⁾。したがって、この時期の骨密度増加には、生活習慣を基盤として体格、内分泌機能が相互に関連して影響を与えていると考えられる。しかし、これらの相互関係を考慮して、生活習慣や体格・体組成が10代の骨密度に及ぼす影響を調査した研究は少ない。

また、この時期は二次性徴期にあたり、性ホルモンの分泌の違いによって男女で体格や体組成の異なった成長を生じる。さらに、二次性徴の発現時期は一般的に女子のほうが早く発現することが知られているため、10代前半の骨密度に関連する因子は男女で異なる可能性があると考えられる。しかしながら、このような男女の成長の違いを考慮して男女別に骨密度に関連する因子を調査した報告はほとんどみられない。

10代の骨密度に関する主要因子の影響を総合的に検討することは、成長に伴って変化する体格、生活習慣などの相互関係を考慮して骨密度の発達に関わる因子を抽出できると考えられる。すなわち、本研究により、将来の骨粗鬆症の予防のために10代前半の骨量を増加させる要因が明らかとなり、この時期の骨密度増加のためのライフスタイルや体格等に対する保健指導内容が確立すると考える。

II. 研究方法

(1) 対象者

2005 年度から 2010 年度までの岩木健康増進プロジェクト小中学生健康調査を受けた中学 2 年生 707 名のうち、欠損値を除いた 706 名とした。内訳は、男子 350 名、女子 356 名であった。

(2) 調査・測定項目と測定方法

本調査では、問診と身体組成値、骨密度の測定を行った。

問診では、運動時間と睡眠時間、テレビ (TV) とゲーム時間について自記式質問用紙調査を行った。質問紙に本人が記載することが困難な場合は、保護者が記載することとした。運動時間は、通常の授業以外に行っている運動部とクラブ活動 (習い事やスポーツ少年団) への参加頻度と 1 回あたりの時間をそれぞれ聴取し、そこから 1 日あたりの運動時間を算出した。睡眠時間は普段の生活の就寝時間と起床時間をそれぞれ聴取し、そこから 1 日あたりの睡眠時間を算出した。TV とゲームの時間は、TV 視聴とテレビゲームを行う頻度と 1 回あたりの時間をそれぞれ聴取し、そこから 1 日あたりの TV とゲームの時間を算出した。

身体組成値では、身長、体重を測定した。体重は TANITA MC-190 を使用し、測定した。得られた体重と身長から体格の指標である Body Mass Index (BMI) を算出した。

骨密度は、QUS (Quantitative Ultrasound) 法により踵骨の音響的骨評価値により評価した。踵骨音響的骨評価装置 (ALOKA 社製 AOS-100NW) を用い右踵骨に超音波を照射して測定した。本測定装置は超音波伝播速度 (Speed of sound : 以下 SOS) と超音波透過指標 (Transmission Index : 以下 TI) を測定し、その 2 つから音響的骨評価値 (Osteo Sono-Assessment Index : 以下 OSI) を算出する。OSI は演算式 $OSI = TI \times SOS^2$ より算出される値であり、本調査では OSI を骨密度の指標とした。なお、QUS 法による踵骨音響的骨評価値は、DEXA 法による腰椎および大腿骨頭部の骨密度と高い相関があり、なおかつ簡便で非侵襲的な測定方法である。

(3) 統計・解析

対象者の特徴の男女間比較は 2 標本 t 検定により行った。骨密度に対する体格・生活習慣の影響を重回帰分析にて検討した。重回帰分析は従属変数を OSI とし、BMI、運動時間、睡眠時間、TV+ゲーム時間を独立変数とし、強制投入法を用いて行った。

また、運動時間と関係する要素を明らかにするために、運動時間と体格、生活習慣を重回帰分析にて検討した。重回帰分析は従属変数を運動時間とし、BMI、睡眠時間、TV+ゲーム時間を独立変数とし、強制投入法を用いて行った。

統計学的解析は、SPSS12.0 を利用し、 $p < 0.05$ で有意差あり、 $p < 0.1$ で傾向ありとした。

(4) 倫理的配慮

対象者には、研究の趣旨、研究協力の中断の保証、匿名性の確保およびデータの管理方法について文書にて本人および保護者に説明した。そのうえで、本人と保護者に協力の承諾を文書で得た。岩木健康増進プロジェクト小中学生健康調査は、弘前大学大学院医学研究科倫理委員会の承認を得て実施された。

Ⅲ. 結果

(1) 対象者の特徴

対象者の年齢、身長、体重、BMI、運動時間、睡眠時間、TV+ゲーム時間、音響的骨評価値 (OSI) を表 1 に示した。

体格では、身長および体重が女子よりも男子の方が有意に大きかった ($p < 0.01$)。また、男女の身長と体重を全国平均と比較すると、男女ともに全国平均を上回っていた。一方、BMI および音響的骨評価値は男女で差がなかった。

生活習慣では、運動時間および睡眠時間が女子よりも男子の方が有意に長かった ($p < 0.01$)。TV+ゲーム時間は男女で差がなかった。

表 1. 対象者の特徴

	男子 (n=350)	女子 (n=356)
	中学 2 年生	中学 2 年生
年齢 (歳)	13.6 ± 0.5	13.6 ± 0.5
身長 (cm)	164.5 ± 7.2	156.8 ± 6.0 **
体重 (kg)	54.3 ± 10.8	50.2 ± 9.3 **
BMI (kg/m ²)	20.0 ± 3.2	20.4 ± 3.5
運動時間 (h/day)	2.0 ± 1.1	1.5 ± 1.4 **
睡眠時間 (h/day)	7.7 ± 0.8	7.5 ± 0.9 **
TV+ゲーム時間 (h/day)	3.9 ± 2.2	4.0 ± 2.2
音響的骨評価値 (OSI)	2.9 ± 0.4	2.9 ± 0.4

** : $p < 0.01$ 男女の比較 t-test

表記値 ; 平均値 ± 標準偏差. BMI ; body mass index.

(2) 骨密度と体格および生活習慣の関連 (表2、表3)

男女別に、骨密度に対する体格と生活習慣の関連について統計学的解析を行ったところ、男女ともに OSI と BMI、運動時間間に有意な正の相関関係がみられた ($p < 0.01$)。OSI と睡眠時間、TV+ゲーム時間間には、男女ともに有意差はみられなかった。

表2. 骨密度と体格および生活習慣の関連(男子) n=350

	B	β	P 値	R ²
音響的骨評価値(OSI)				0.19
BMI(kg/m ²)	0.05	0.39	0.00	
運動時間(h/day)	0.10	0.27	0.00	
睡眠時間(h/day)	-0.04	-0.07	0.14	
TV+ゲーム時間(h/day)	-0.01	-0.06	0.21	

B; 偏回帰係数、 β ; 標準偏回帰係数、R²; 決定係数. BMI; body mass index.

表3. 骨密度と体格および生活習慣の関連(女子) n=356

	B	β	P 値	R ²
音響的骨評価値(OSI)				0.20
BMI(kg/m ²)	0.04	0.33	0.00	
運動時間(h/day)	0.09	0.31	0.00	
睡眠時間(h/day)	0.00	-0.01	0.88	
TV+ゲーム時間(h/day)	-0.01	-0.08	0.11	

B; 偏回帰係数、 β ; 標準偏回帰係数、R²; 決定係数. BMI; body mass index.

(3) 運動時間と体格および生活習慣の関連 (表4、表5)

男女別に、運動時間に対する体格と生活習慣の関連について統計学的解析を行ったところ、男女ともに運動時間と TV+ゲーム時間の間に有意な負の相関関係がみられた ($p < 0.05$)。また、男子では運動時間と BMI、睡眠時間の間に有意な負の相関関係がみられた ($p < 0.01$)。

表4. 運動時間と体格および生活習慣の関連(男子) n=350

	B	β	P 値	R ²
運動時間(h/day)				0.07
BMI(kg/m ²)	-0.06	-0.17	0.00	
睡眠時間(h/day)	-0.20	-0.14	0.01	
TV+ゲーム時間(h/day)	-0.06	-0.13	0.02	

B; 偏回帰係数、 β ; 標準偏回帰係数、R²; 決定係数. BMI; body mass index.

表5. 運動時間と体格および生活習慣の関連(女子) n=356

	B	β	P 値	R ²
運動時間(h/day)				0.02
BMI(kg/m ²)	-0.03	-0.09	0.11	
睡眠時間(h/day)	0.08	0.05	0.32	
TV+ゲーム時間(h/day)	-0.06	-0.09	0.08	

B; 偏回帰係数、 β ; 標準偏回帰係数、R²; 決定係数. BMI; body mass index.

IV. 考察

本研究は中学2年生の男女における体格および生活習慣が骨密度に及ぼす影響について、各因子間の影響も考慮し、男女別に検討した。

本対象の身体組成は、男子の身長および体重が女子よりも高値であった。一方、骨密度は男女で差がなかった。先行研究において、身体の成長と骨の成長の発現時期は、一般的に男子よりも女子の方が2~3年早く発現することが知られているため⁶⁾、男子では体格の大きさがまだ骨密度に影響を及ぼしていないということが考えられた。また、生活習慣は、男子の運動時間および睡眠時間が女子よりも長かった。男子では運動部の所属が多く、女子よりも運動をしていない人数が少ないために、運動時間に性差があると考えられた。

本対象において、男女ともにBMIが高いほど、また運動時間が長いほど、骨密度が高かった。体重と骨密度の関係については、体重の増加による加重負荷の増大が骨密度増加に寄与することが知られている⁷⁾。また、運動習慣と骨密度の関係については、運動習慣の増加が加重負荷の増大⁷⁾や筋活動による骨刺激頻度の増加⁸⁾により骨密度増加に寄与することが報告されている。さらに、成長期の運動習慣は成長ホルモンの分泌増加を介して骨密度増加に有利に働くことが報告されている¹⁾。したがって、骨量獲得期にある中学2年生の男女にとって、体重増加および運動時間の増加が骨密度を高める重要な因子であることが示唆された。

一方、体重の増加すなわち体格の増加は、生活習慣病の主な原因となっている⁷⁾。そのため、骨密度獲得のために体格を増加させるということは、健康管理上必ずしも適切な方策であるとはいえない。したがって、骨量獲得期にある中学2年生の男女にとって、体格の増加および運動時間の増加が骨密度を高める重要な因子であることが示唆されたが、健康という観点から考えると、骨密度獲得には選択的に運動時間を増加させることがより良い方策であると考えられた。

さらに、本研究では、骨密度を増加させるために重要である運動時間と体格(BMI)・生活習慣(睡眠時間、TV+ゲーム時間)の関連について解析した(表4、表5)。その結果、運動時間と体格(BMI)の関連は男子でのみみられ、BMIの高い人では運動時間が短かった。先行研究において、肥満の児童では運動習慣が不足していることが指摘されている⁹⁾。また、肥満は、高脂血症や高コレステロール、高血圧、などの小児生活習慣病を引き起こす危険性がある¹⁰⁾。すなわち、本調査は横断研究であるため、その因果関係は明らかにできないが、肥満が運動不足を惹起し、これにより骨密度の獲得の機会の低下、ひいては生活習慣病の発症リスクを高める可能性があることも否定できないと考えられた。したがって、本対象者においても骨密度獲得および肥満予防の両面から運動の重要性を指導する必要があると考えられた。

一方、女子においては、運動時間とBMIの関連がみられなかった。これは、第二次性徴期の女子が女性ホルモンの増加により脂肪が増えやすい生理状態であるため⁷⁾、運動による体格(BMI)への影響が小さいことによるものと考えられた。

運動時間と睡眠時間の関連は男子でのみみられ、運動時間が長い人ほど睡眠時間が短かった。睡眠時間は、健康の3要素（運動、栄養、睡眠）の1つであり、健康のための重要な要素である。先行研究においても、睡眠不足の児童では精神的・身体的健康度が低く、さらに登校意欲も低下していることが報告されている¹¹⁾。よって、運動時間を長くすることで睡眠不足に陥らないよう、両者をバランスよく確保していくことが必要であると考えられた。

運動時間とTV+ゲーム時間の関係については、男女で同様の傾向がみられ、TV+ゲーム時間が長い人ほど有意に運動時間が短かった。したがって、男女ともTV+ゲーム時間を減らす、すなわち運動時間が少ない対象者は余暇時間中に運動時間を確保し、習慣化することで、骨密度を高められる可能性が示唆された。

本研究の結果より、10代前半の子どもで、骨密度を増加させるためには、骨密度獲得および肥満予防の両面から運動の重要性を指導する必要があると考えられた。また、骨密度を高めるために重要な運動時間の確保は、肥満予防の観点から、余暇時間や睡眠時間を含む生活時間全体のバランスを考慮しながら、運動時間に費やす工夫が必要であると考えられた。

V. 参考文献

- 1) 高松潔、小川真理子：女性と運動. 臨床スポーツ医学 2008 : 255
- 2) 清野佳紀：子どもの骨を丈夫にするために.
- 3) 森輪史、真柴賛、乗松尋道：骨の代謝のメカニズムー運動が骨動態に与える影響についてー. 臨床スポーツ医学 11 1994 : 1233
- 4) 武藤芳照、太田美穂：からだを育む. 1997 : 3-23, 丸善ブックス, 東京
- 5) 落合裕隆、白澤貴子、島田直樹、大津忠弘、星野祐美、小風暁：ライフスタイルと小児肥満. 昭和医会誌 2010 : 452-457
- 6) 広田孝子、広田憲二：小児・成長期の栄養・運動と骨粗鬆症. 臨床栄養 1992 : 81 : 768-774
- 7) 中村利孝：運動と骨代謝. 臨床スポーツ医学 2000 : 1191
- 8) 小沢治夫：スポーツ種目と骨密度. 臨床スポーツ医学 1994 : 1245
- 9) 原光彦：小児生活習慣病と運動 1. 肥満. 臨床スポーツ医学 2006 : 633
- 10) 岡田知雄、瀧上達夫、岩田富士彦、原光彦：小児生活習慣病と運動 2. 高脂血症. 臨床スポーツ医学 2006 : 641
- 11) 笹澤吉明、渥貫潤、田中永、山西加織：中高生における短眠群、中間群、長眠群の精神保健指標の比較. 高崎健康福祉大学紀要 2006 : 5,25-32