

学童期小児の運動器（骨と筋肉）発達に及ぼす生活習慣因子の影響

Influence of lifestyle-related factors on the development of musculo-skeletal system
of school-aged children

明渡 陽子¹, 上杉 幸世¹, 高波 嘉一¹, 初鹿 静江²

¹大妻女子大学家政学部食物学科, ²聖徳大学児童学部児童学科

Yoko Akedo¹, Sayo Uesugi¹, Yoshikazu Takanami¹, and Shizue Hatsusika²

¹Department of Food Science, Faculty of Home Economics, Otsuma Women's University

12 Sanban-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan 102-8357

²Department of Child Studies, Faculty of Child Studies, Seitoku University

550 Iwase-cho, Matsudo, Chiba, Japan 271-8555

キーワード：運動器（骨・筋肉）発達，学童期，生活習慣

Keywords : Locomotory (musculo-skeletal) system development, School child age, Lifestyle

抄録

近年児童に頻発する骨折や運動器の機能低下の原因を究明するため、運動器である骨と筋肉に焦点を絞り、超音波骨密度計（AOS-100SA）、InBody430、ロコモチェックテストなどで骨密度、体組成（筋肉分布や体脂肪率など）を測定し、生活習慣因子との関連を検討した。

対象者は4年生から6年生の学童合計167名（男54名・女113名）。身長・体重・血圧は全員標準値の範囲内であった。体型割合は、痩せ、標準、肥満の順に、男15.6%、75.0%、9.4%、女16.1%、66.6%、17.3%だった。骨密度（OSI）は4年、5年、6年の順に、男2.27、2.23、2.55、女2.37、2.38、2.43とすべて正常範囲内で学年が上がるにつれ上昇した。ロコモチェックした126名のうち男62.5%、女44.8%に運動器機能低下が疑われ、特に前屈やしゃがむ能力が低かった。生活習慣アンケートに回答のあった29名についての検討では、骨密度（OSI）と骨Zスコアは、現在の運動頻度（ $r=0.398^*$ / $r=0.435^*$ ）と運動量（ $r=0.407^*$ ）、野菜摂取頻度（ $r=0.411^*$ / $r=0.400^*$ ）、骨SOSは海藻摂取頻度（ $r=0.438^*$ ）と有意な正の相関を示した。骨密度（OSI）と骨SOSは筋肉量（ $r=0.478^*$ ）と正の、体脂肪率（ $r=-0.404^*$ ）と負の相関を示した。余暇にスポーツ（ $r=0.736^{**}$ ）を行うほど、塾の回数が多い程、睡眠時間が短い程、骨SOSは高かった。ロコモ合計点数が高い程、体幹と四肢の体脂肪率が高かった。また、両脚と右腕の筋肉発達率が高いと四肢の体脂肪率が低下した（ $r=-0.414^*$ ～ $r=0.676^{**}$ ）。骨密度（OSI）と骨BUAが高い程、風邪をひきにくく（ $r=-0.43^*$ / $r=-0.532^{**}$ ）、環境因子として近所に公園が存在（ $r=0.44^*$ ）していた。

今後は、対象者数を増やすことと運動器機能評価を多角的な方向から検討してゆきたい。

1. 研究の目的

最近の研究報告では、子どもの身体的機能、体力・運動能力の低下が問題視されており¹⁾、この状態が続けば、骨折の発生率の増加^{2) 3)}や将来のロコモティブシンドロームに繋がると危惧されている。そこで近年学校健診時に運動器のチェック項目が加わった。この運動器機能不全の原因究明に、運動器の一つである骨と筋肉に焦点を絞り、子どもの骨密度と体組成の測定を行うことで、子どもの運動器の発達を阻害する要因を把握するこ

とは有用である。

本研究は、小学校4年から6年生までの約170人を対象に超音波骨密度計（AOS-100SA）とInBody430、ロコモチェックテストにより骨密度と体組成（筋肉分布や体脂肪率など）体のバランス状態を測定し、身体発育状態を横断的に検討する。同時に食生活、野外での運動習慣、就寝・睡眠時間、塾時間などの生活習慣と世帯構成、母親の就労環境などの社会環境に関するアンケートを実施し、これらの因子と運動器である骨、筋肉の発育

過程に影響する要因を明確にすることを目的とする。

2. 研究方法

東京都内の世田谷区にある K 小学校の保護者が企画する「わくわくフェスティバル」実施日（平成 27 年 7 月 18 日）に合わせて、一部の教室を借用して、4 年生から 6 年生の児童を対象として、児童の自由意志に任せ以下の項目測定を行った。

【測定項目の概要】（別紙参照）

- 血圧：上腕で測定。
- 骨密度測定：超音波骨密度計（AOS-100SA）を用いて足の踵骨（かかと）の骨密度を測定。
- 体組成測定：超音波を用いた InBody430 にて、体組成（筋肉分布や体脂肪率など）体のバランス状態を測定する。
- フットビュー：足底部への圧力のかかり具合を測定して、身体バランス状態を把握する。
- 子どもロコモチェック：5 つの身体項目①両腕拳上②グーパー運動③しゃがみ込み④体前屈⑤片足立ち、について 0,1,2 の 3 段階で判定。0 は可能、2 は不能。

また、後日、食事・運動・睡眠・生活全般に関する生活習慣、および家族構成や母親の就労状態、塾通いの有無、外遊びなどの社会環境に関するアンケート調査を郵送にて実施回収したが、回収できた数は 29 名と少なかったが、これらと運動器機能・身体成分などとの関連を検討した。統計処理には、SPSSVer.22 を使用し、有意水準は 5%未満として、一元配置分散分析、相関分析、t 検定を行った。

3. 結果・考察

A. 対象児童の身体成分・運動器機能などの基本データ

1) 対象者の身体因子と体型

対象者は 4 年生から 6 年生の児童合計 167 名（男 54 名・女 113 名）である。学年別・性別の身長・体重・血圧は（表 1）に示してある。全員標準値の範囲内であり、また、男女ともに身長と体重は学年が上がるにつれて上昇し、特に 6 年では 4 年、5 年と比較して身長*と体重*ともに有意に上昇した。血圧は学年で差異はなかった。

性別	学年		身長	体重	血圧上	血圧下
男子	4年生	平均値	135.58**	29.58	108.27	65.00
		SD	3.30	1.94	13.60	14.78
	5年生	平均値	137.06	31.48	109.00	62.89
		SD	3.32	4.17	9.92	5.51
	6年生	平均値	144.04	35.95	106.36	64.36
		SD	6.49	5.24	9.94	13.09
女子	4年生	平均値	133.88*	29.61	104.04	63.73
		SD	5.66	5.56	11.02	11.28
	5年生	平均値	140.11*	32.47	100.13	63.06
		SD	6.07	5.80	7.82	8.07
	6年生	平均値	146.52	37.59	108.34	68.69
		SD	7.86	6.95	15.05	16.49

(*p<0.05)

体型割合（図 1：男女別）は、痩せ、標準、肥満の順に、男子 15.6%、75.0%、9.4%、女子 16.1%、66.6%、17.3%だった。日本学校保健会の 2013 年度の児童の体型分類頻度⁴⁾と比較すると、男女ともに標準型が減少し（女子では約 20%、男子では約 10%）、女子では細身型と肥満型が 2 ケタの数値となり共に増加している。男子では、肥満型は同程度だったが、細身型が 2 ケタの数値となり大幅な増加を示した。

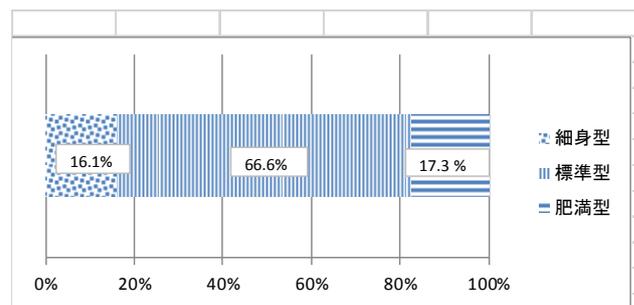


図 1: 女子の体型割合

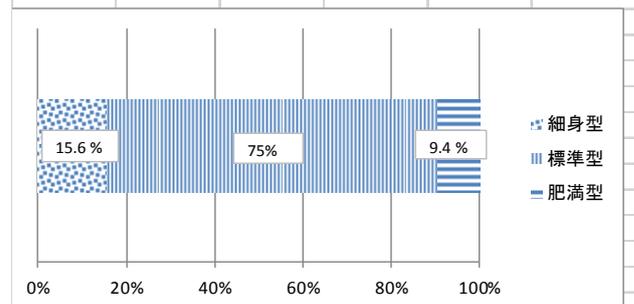


図 1: 男子の体型割合

2) 骨密度パラメーター

骨密度パラメーターを表 2 に示す。各パラメーターは、すべて年齢別標準値の±2SD 内に収まり、正常範囲内であった。骨密度 (OSI) は 4 年、5 年、6 年の順に、男子 2.27, 2.23, 2.55, 女子 2.37, 2.38, 2.43 と学年が上がるにつれ上昇した（表 2）が、学年の間に有意差は認められなかった。

表2・男女別・学年別 骨密度パラメーター

	学年	OSI	SOS	BUA	Zスコア(OSI)
男子	4年生(n=17)	2.27±0.21	1559.7±28.6	51.1±12.8	93.4±8.6
	5年生(n=16)	2.35±0.10	1549.7±16.9	58±10.9	95.9±4.8
	6年生(n=21)	2.55±0.23	1549.7±14.9	64.2±11.8	101.5±9.3
女子	4年生(n=40)	2.37±0.16	1549.7±12.5	54.7±11.1	98.7±6.6
	5年生(n=34)	2.38±0.16	1549.7±12.6	53.5±10.1	97.5±6.7
	6年生(n=39)	2.43±0.17	1549.7±11.1	54.4±8.6	97.5±6.9
					M±SD

3) ロコモチェック

ロコモチェックした 126 名（男子 39 名・女子 87 名）のうち男子 62.5%，女子 44.8%に運動器機能低下が認められた。

5 つの身体項目別に見てみた，男女別・学年別の結果を示す（表4）．男女共に，「しゃがみ込み」と「体前屈」の2項目でできない児童が認められ，その割合は項目の順に男子ではそれぞれ 10.2%と 53.8%，女子では，3.4%と 44.8%だった．特に，「体前屈」に男女ともに問題ある児童が半数近くいた。

表3：ロコモチェック

			両腕挙上	手首運動	しゃがみ込み	体前屈	片足立ち
男	4年	n=13	0	0	2	7	0
	5年	n=12	0	0	1	8	0
	6年	n=14	0	0	1	6	0
女	4年	n=25	0	0	3	13	0
	5年	n=29	0	0	0	12	0
	6年	n=33	0	0	0	14	0

さらに，5 つの身体項目を複数できない児童も見られ，2 つできない児童割合は男子では 7.7%，女子では 2.3%存在した．ロコモ各項目の点数評価では，男子の体前屈において5年生が6年生より有意に点数が高く悪化*が認められた．林ら⁵⁾は，埼玉県6年間のモデル事業で就学時および小学5年生，さらに中学性に運動器検診（上記，ロコモチェックと同様の5項目）を行ってきた結果，約4割に何等かの運動器機能不全と報告しており，我々の今回の結果をほぼ同様の結果であった。

4) 体組成成分

InBody430にて測定した，男子 32 名，女子 94 名の男女別の体組成成分を表4に示す。

これまで，児童の体組成成分を使用して運動器機能を考察する研究は無く，比較検討はできないため，今回は我々の得られた数値を今後の基礎資料として提示した。

フィットネススコアは，体成分のバランス状態を評価する良い指標であり，70点以上なら標準にあり，80点以上は良好と判断する．筋肉量が多くなるか，標準値まで脂肪量が調整されると点数が上

がるしくみである。

この数値を基にして考えるなら，体型割合（結果1）参照）で肥満型や細身型が増加していたが，男女とも体組成成分は標準内にあり，体成分のバランスは良好と判断できる．とはいえ，男女ともに学年が上がるにつれフィットネススコアは徐々に低下していた．その内容を見ると，男女共に学年が上がるにつれ基礎代謝量*および筋肉量*は上昇してはいるが，両腕，両脚，胴体の筋肉発達率に換算すると年齢相応より低下していた．さらに男子では，両腕の脂肪率，胴体の脂肪率が一定だったが，女子では学年が上がるにつれ両腕の脂肪率*，胴体の脂肪率*増加を示した。

表4：男子体成分表

項目	体水分	タンパク質	ミネラル	体脂肪	骨格筋量	筋肉量
4年(n=9)	19.04	5.06	1.77	5.75	13.32	24.41
5年(n=9)	19.73	5.24	1.88	5.26	13.84	25.29
6年(n=14)	22.50	5.98	2.17	7.56	16.06	28.85
項目	BMI	フィットネススコア	基礎代謝量	ウエスト周り	内臓脂肪レベル	
4年(n=9)	17.05	76.75	928.95	59.73	1.80	
5年(n=9)	16.30	75.07	949.96	59.59	1.79	
6年(n=14)	17.65	74.94	1032.25	62.48	2.67	
項目	右腕発達率	左腕発達率	胴体発達率	右脚発達率	左脚発達率	
4年(n=9)	102.86	99.86	101.61	100.31	99.86	
5年(n=9)	105.55	105.36	102.11	98.73	99.08	
6年(n=14)	95.43	93.46	98.97	100.53	100.31	
項目	体脂肪率	右腕体脂肪率	左腕体脂肪率	胴体体脂肪率	右脚体脂肪率	左脚体脂肪率
4年(n=9)	12.77	23.54	24.78	6.29	19.40	19.43
5年(n=9)	15.59	23.63	24.08	12.15	20.64	20.56
6年(n=14)	13.48	23.38	24.21	8.64	18.14	18.09

表4：女子体成分表

項目	体水分	タンパク質	ミネラル	体脂肪	骨格筋量	筋肉量
4年(n=20)	19.05	5.06	1.78	3.80	13.34	24.42
5年(n=28)	19.90	5.31	1.87	5.43	14.05	25.55
6年(n=26)	21.61	5.75	2.03	4.83	15.41	27.69
項目	BMI	フィットネススコア	基礎代謝量	ウエスト周り	内臓脂肪レベル	
4年(n=20)	16.09	77.10	929.50	57.78	1.00	
5年(n=28)	17.36	76.38	955.13	60.58	2.00	
6年(n=26)	16.46	74.14	1005.07	59.98	1.50	
項目	右腕発達率	左腕発達率	胴体発達率	右脚発達率	左脚発達率	
4年(n=20)	112.14	111.35	105.18	105.47	105.56	
5年(n=28)	105.18	104.59	103.46	103.84	104.25	
6年(n=26)	98.26	97.80	99.28	101.20	100.94	
項目	体脂肪率	右腕体脂肪率	左腕体脂肪率	胴体体脂肪率	右脚体脂肪率	左脚体脂肪率
4年(n=20)	16.73	27.47	27.82	11.73	22.83	22.81
5年(n=28)	15.61	28.41	28.60	10.70	21.37	21.27
6年(n=26)	19.26	30.66	30.96	16.32	23.31	23.31

5) フットビュー

フットビューでは，圧力マットへの重心の位置・左右前後の圧力分布・足底圧分布（拇指や土踏まずの有無）などの測定項目がある．しかし，これらを使用した基準となる評価法が確立していないため，今回は十分な検討はできなかった。

今後、運動器の機能と結びつくような評価方法を考えていきたい。

B. 運動器機能・身体因子と生活習慣の関連

生活習慣アンケートに回答のあった 29 名について、生活習慣・環境と運動器発達・身体成分に関して検討した。なお、相関係数は Pearson の累積相関係数を用いた。(* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$)

1) 骨密度と運動因子

骨密度 (OSI) と骨 Z スコアは、現在の運動習慣 ($r=0.398^*/r=0.435^*$) と運動量 ($r=0.407^*$)、骨 SOS は、現在の運動量 ($r=0.491^*$)、骨 BUA は、現在の運動習慣 ($r=0.556^{**}$) と有意な相関を示した。

2) 骨密度と食事因子

骨密度 (OSI) と骨 Z スコアは、野菜摂取頻度 ($r=0.411^*/r=0.400^*$) と骨 SOS は海藻摂取頻度 ($r=0.438^*$) 有意な正の相関を示した。また、骨密度 (OSI) と骨 Z スコアは、間食が多い ($r=-0.495^{**}/r=-0.392^*$) 程低下した。

3) 骨密度と身体成分

骨密度 (OSI) と骨 SOS は筋肉量 ($r=0.478^*$) と正の、体脂肪率($r=-0.404^*$)と負の相関を示した。

4) 骨密度と余暇・睡眠

余暇にスポーツを行う ($r=0.736^{**}$) 程、塾の回数が多い ($r=0.421^*$) 程、睡眠時間が短い ($r=-0.404^*$) 程、骨 SOS は高かった。

5) ロコモ因子と身体成分

ロコモ合計点数が高い程、体脂肪率は高く ($r=0.533^*$) なり胴体脂肪率 ($r=0.566^{**}$) 四肢の体脂肪率が高値 ($r=0.526^* \sim r=0.611^{**}$) を示した。

6) 身体成分と身体成分

両脚・両腕・胴体の筋肉発達率は相互に有意な正の相関 ($r=0.523^{**} \sim r=0.917^{**}$) をしめし、両脚と右腕の筋肉発達率が高いと四肢の体脂肪率が低下した ($r=-0.414^* \sim r=0.676^{**}$)。

7) 骨密度と環境因子

骨密度 (OSI) と骨 Z スコアが高い程、風邪をひきにくく、環境因子として近所に公園が存在 ($r=-0.44^*$)

することが多かった。

4. まとめ

小学校 4 年から 6 年生まで高学年に自由参加にて特定日に超音波骨密度計 (AOS-100NW) と InBody430, フットビューにより骨密度と体組成 (筋肉分布や体脂肪率など) 体のバランス状態を測定した。約 170 名が参加したが、時間の制約のため全員がすべての項目を測定することができず、測定項目ごとに人数に差異がでていた。さらに生活習慣アンケート調査で回収できたのが 29 名のみだったため、生活習慣・環境と運動器発達・身体成分に関して十分な検討が出来なかった。

今回の研究の目的は十分に達せられなかったが、ここでは小学校高学年の身体発育状態ならびに運動能力の基本データを提示することで今後の研究のための基礎資料としたい。また、29 名分の生活習慣・環境と運動器発達・身体成分の関係について検討した結果を報告した。分析結果については、症例数があまりにも少ないため、これまでの研究者の結果と矛盾している点もあり (骨密度とカルシウム摂取量との間に相関が認められなかったなど)、検討の余地が残っている。

今後は、対象者数を増やすこととアンケート集計方法の検討、および運動機能の評価の方法として、上肢は握力、下肢では椅子立ち上がりテストを導入し、多角的に検討したいと考えている。

5. 参考文献

- 1) 山本彩未『幼児の身体組成、骨密度、体力における年間発育・発達量』中部大学紀要 Vo.52012.
- 2) 小沢治夫『子どもの骨折と骨密度、子どもと発育発達』2(3), 188-190, 2004
- 3) 日本スポーツ振興センター:『学校の管理下の災害—基本統計—』Vo.5~Vo.22
- 4) 日本学校保健会:『児童生徒の健康状態サーベランス 事業報告集』
- 5) 林承弘ら『子ども白書 2015』P61-65

付記

本研究は大妻女子大学人間生活文化研究所「共同研究プロジェクト」(K2702) の助成を受けたものである。

Abstract

In order to investigate the causes of bone fracture and hypo-function of locomotorium, especially musculo-skeletal system, which are frequently observed for school-age children in recent years. focusing on bone and muscle, major organs of locomotion, bone density and body composition such as muscle distribution and body fat percentage were measured with use of an ultrasound bone densitometer (AOS-100SA), InBody430 and loco-check tests, and the possible association of the lifestyle-related factors were examined.

Observations were made on the total of 167 school children of 4th, 5th and 6th graders (54 males and 113 females). The height, the weight and the blood pressure were in the range of the standard value for all children. The distribution of the body types of thin, average and overweight were 15.6%, 75.0% and 9.4% for male, and 16.1%, 66.6% and 17.3% for female, respectively. The bone density (OSI) for 4th, 5th and 6th graders were 2.27, 2.23 and 2.55 for male, and 2.37, 2.38 and 2.43 for female, respectively, all of which were within normal ranges and increased as the grade was advanced. Among 126 children who were tested for their locomotion ability (locomo-checks), locomotory hypo-function was suspected for 62.5% male 44.8% female children, and the abilities of forward bending and squatting down were low in particular. By the consideration in 29 children who answered on the lifestyle habits questionnaire, the bone density (OSI) and the bone Z score showed significant positive correlation with the present frequency of physical activity ($r=0.398^*/r=0.435^*$), amounts of exercise ($r=0.407^*$), and the frequency of vegetable intake ($r=0.411^*/r=0.400^*$), and the bone SOS showed the positive correlation with the frequency of seaweed intake ($r=0.438^*$). The bone density (OSI) and the bone SOS showed positive correlation with the muscle mass ($r=0.478^*$), and negative correlation with the body fat percentage ($r=-0.404^*$). The bone SOS was observed higher for those children doing more sports in a spare time, with more times of going to private tutoring school, and with shorter sleeping hours ($r=0.736^{**}$). As the total score of the loco-check tests was higher, the body fat percentages of the trunk and the limbs were higher. The body fat percentage of the limbs was lower as the muscle development rates of the both legs and the right arm became higher ($r=-0.414^*-r=0.676^{**}$). Those children with higher bone density (OSI) and higher bone BUA were observed to less likely to catch a cold ($r=-0.43^*/r=-0.532^{**}$), and there exists a park in neighborhood as an environmental factor.

Further studies are planned with increased number of cases, and evaluation of the locomotory system function will be made from the multilateral view points

(受付日 : 2016 年 6 月 10 日, 受理日 : 2016 年 6 月 23 日)



明渡 陽子（あけど ようこ）

現職：大妻女子大学家政学部 教授

東京大学医学部医学科卒業。東京大学医学部老年病学教室，文部技官を経て，
1998年より白梅学園短期大学福祉援助学科教授，保健センター長
2005年より目白大学人間社会学部人間福祉学科教授
2007年より大妻女子大学家政学部食物学科教授・健康センター所長にて現在に至る。

専門は高齢医学と介護。健康科学。現在は本学で健康センター所長を兼務しているため，女子学生の生活習慣と心身の様々な症状の関連について研究している。

主な著書：

- 『カレント 臨床栄養学』2015年（編著，建帛社）
- 『臨床栄養学』2013年（分担執筆，光生館）
- 『医科栄養学』2010年（分担執筆，建帛社）
- 『介護福祉士養成テキスト』「こころとからだのしくみ」2009年（分担執筆，ミネルヴァ書房）
- 『福祉ライブラリー「医学入門」』2008年（分担執筆，建帛社）
- 『介護保険の経済と財政』2006年（分担執筆，勁草書房）
- 『医療介護とは何か』2004年（分担執筆，金原出版）
- 『高齢者のための漢方薬ベストチョイス』1999年（分担執筆，医学書院）
- 『老人科診療必携』1989年（分担執筆，朝倉書店）