

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：32610

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K01911

研究課題名(和文) 骨を育てる子どもの生活習慣(小学校低学年児童を対象として)

研究課題名(英文) Lifestyle habits associated with increased bone mass in children (with a focus on children in the early grades of elementary school).

研究代表者

照屋 浩司(Teruya, Koji)

杏林大学・保健学部・教授

研究者番号：20197817

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：小学校低学年児童を対象とした縦断的な研究により、食事の嗜好、睡眠や運動などの生活習慣が骨量獲得に影響する要因について、発育・発達の要因を調整した解析を行うことで、児童期の骨量獲得に関する因子について明らかにしようとした。成人や思春期を対象とした研究では、果物や野菜の摂取、大豆食品の摂取などが骨折リスクを減少させる、あるいは骨量の高値と関連するとされていたが、小学校低学年児童を対象とした本研究においては、肉類の摂取が多い、緑黄色野菜の摂取の増加、牛乳乳製品の摂取が多いことなどが骨量を増やす(減らさない)方向であることが確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

小学校低学年児童を対象とした縦断的な研究により、食事の嗜好、睡眠や運動などの生活習慣が骨量獲得に影響する要因について、発育・発達の要因を調整した解析を行うことで、児童期の骨量獲得に関する因子について明らかにした。

本研究において、骨量を増やす(減らさない)方向が確認された要因としては、肉類の摂取が多い、緑黄色野菜の摂取の増加、牛乳乳製品の摂取が多いことなどであった。小学校低学年児童への一般的な生活・栄養指導の環境の働きかけとして、これらの摂取を推奨することには、骨量獲得の観点からも意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：A longitudinal study of early elementary school children attempted to clarify factors related to bone mass gain in childhood by analyzing lifestyle habits such as dietary preferences, sleep and exercise that affect bone mass gain, adjusting for growth and developmental factors.

While studies of adults and adolescents found that fruit and vegetable intake and soy food intake were associated with reduced fracture risk or higher bone mass, in the present study of early elementary school children, high meat intake, increased intake of green and yellow vegetables, and high intake of milk and dairy products were found to be confirmed to be in the direction of increasing (not decreasing) bone mass.

研究分野：健康科学

キーワード：音響的骨評価値 小学校低学年児童 骨量獲得因子 生活習慣 成長

1. 研究開始当初の背景

骨粗鬆症は「低骨量と骨組織の微細構造の劣化が特徴的で、その結果骨の脆弱性が増加し、骨折をきたしやすい全身性の疾患」と定義される。骨粗鬆症の予防は、高齢者の QOL の向上のみならず高齢社会に伴って増大する医療費の抑制にもつながると考えられ、いかにこれを予防するかが現今の課題であると思われる。また、各都道府県における調査によると、過去 10 年間に於いて小中学生の骨折率が約 1.5 倍程度に増加していると報告されており、その一要因として骨量の減少が挙げられている。これまで骨粗鬆症の予防には加齢に伴う骨量の減少を防ぐことに重点を置かれていた。しかしこれだけではなく、活発な骨形成過程にある思春期までに最大骨量を十分に獲得し、その後の骨量の減少によっても危険域に達しないようにすることが重要である。そのため、思春期あるいはそれ以前における骨の成長、骨量獲得の重要性が、成人期における骨粗鬆症予防の見地からも認識されつつある。

先行研究において、骨量の変化について男子では 10 歳代後半、女子では 10 歳半ばで成人と同等の骨量に達するといわれている。また、骨量獲得に影響を与える因子として、体格の指標(身長、体重、BMI)、初経発来の有無、初経発来後の期間について明らかにされている。さらに、生活習慣においては、運動歴があること、朝食を規則正しく摂取していることが骨量獲得に関連していると言われているが、運動において過大な運動強度では骨強度獲得の低下・遅延につながるなどの報告もある。これらのことを踏まえて骨粗鬆症の予防に向け、若年期において骨量を高めるためには、栄養バランスのよい食生活と適度な運動が大切であると考えられている。

若年期における生活習慣は、幼児期から形成されていくものである。これまでの骨量獲得の因子に関する研究における対象は思春期または青年期であり、幼児期あるいは小学校低学年児童を対象とした研究は少なく、さらに研究手法も断面的なものにとどまっていることが多い。幼児期は基本的な生活習慣(睡眠、排泄、食事、清潔、着脱衣)の形成期にあたり、この時期における音響的骨評価値と生活習慣の形成過程およびその変化との関連性を検討し幼児・児童期の骨量獲得に関する因子、とくに運動、睡眠、食嗜好について検討を行うことで、思春期における十分な最大骨量獲得に寄与し、将来の骨折、骨粗鬆症の予防につながることができると考えられる。

2. 研究の目的

若年期における生活習慣は、幼児期から形成されていくものであるが、これまでの骨量獲得の因子に関する研究における対象は思春期または青年期であり、幼児期あるいは児童を対象とした研究は少なく、さらに研究手法も断片的なものにとどまっていた。幼児期は基本的な生活習慣の形成期にあたり、この時期における音響的骨評価値と生活習慣の形成過程およびその変化との関連性を検討し幼児・児童期の骨量獲得に関する因子、とくに運動、睡眠、食嗜好について検討を行うことで、思春期における十分な最大骨量獲得に寄与し、将来の骨折、骨粗鬆症の予防につながることをできると考えられる。

本研究では、小学校低学年児童期の骨量獲得に関する因子、とくに運動、睡眠、食嗜好の関与について明らかにしたいと考えた。我々が、2006 年から継続して実施した幼児を対象とする経年的な検討から、成長の要因を調整したうえで、帰園後の外遊びや運動系の習い事、22 時より前の就寝などの要因が、幼児の骨量獲得に有意に関連することが示されている(上原記念生命科学財団研究報告集, 26 (2012)、岩見文博 学位指導論文 : 幼児の生活習慣と超音波骨評価値の変化の関連についての検討. 民族衛生 79.3 (2013): 59-70.)。同様の手法を用いて、小学校低学年児童を対象とした縦断的研究を実施し、音響的骨評価値(Osteo Sono Assessment Index)とその経時的変化に対し、運動、睡眠、食嗜好などの生活習慣とその変化が小児期の骨量獲得にどのように関連するかについて検討することによって、小学校低学年児童期の骨量獲得に関する因子について明らかにしたい。

3. 研究の方法

本研究では、小学校低学年児童を対象として、超音波骨評価装置を用いた骨評価および体格などの計測を年に一度、継続して実施することに加え、食事の嗜好、睡眠や運動などの生活習慣などに関する質問紙調査を実施し、とくに経年的な発育・発達を調整した解析を行うことで、児童の骨量獲得に影響する要因について明らかにすることとした。音響的骨評価値(OSI)の測定には、アロカ(現 富士フィルムヘルスケアシステムズ)社製 超音波骨評価装置 AOS-100NW を、体組成の計測には、タニタ製 デュアル周波数体組成計 DC-430A をそれぞれ使用した。また、保護者に対して質問紙調査を実施した。内容は、子どもの食習慣(朝食、夕食、間食の摂取状況)、食品摂取頻度(肉類、魚介類、卵、大豆・大豆製品、牛乳・乳製品、緑黄色野菜、果実、清涼飲料水など)、運動習慣、睡眠状況(就寝時刻、睡眠時間)、テレビ視聴時間、ゲーム使用時間に関する質問項目から構成されており、解析にはその一部項目について使用した。

研究期間における測定・調査結果によって得られた 2 年連続した 280 件の経年変化データベース、および予備的な研究によって得られていた 150 件の経年変化データを加えた 430 件的小学校低学年児童について作成した全体のデータベースを基に統計学的解析を実施した。1 年間の

骨量獲得の指標としての OSI の変化の程度（1 年間の OSI の変化量の性別、学年ごとの 33 パーセンタイル値、67 パーセンタイル値で 3 区分した低値群・中間値群・高値群）が中間値群と比較して高値群となること、および、中間値群と比較して低値群となることについて、成長に伴う骨の脆弱化の影響を除外するために 1 年間の身長の変化（Height）および BMI の変化（BMI）、また、2 年連続したデータの初年度分の OSI の 3 区分値（初年度の OSI を性別、学年ごとの 33 パーセンタイル値、67 パーセンタイル値で 3 区分したもの：OSI1CL3）および性別を調整因子として用い、2 年目の身体活動および 1 年間のその経年変化の状況、2 年目の睡眠（就寝時刻、睡眠時間、および 1 年間のそれらの経年変化の状況：就寝時刻、睡眠時間）2 年目の食嗜好（肉類、魚介類、卵、大豆・大豆製品、牛乳・乳製品、緑黄色野菜、果実、清涼飲料水の摂取頻度）および 1 年間でのその経年変化の状況（各々の、と表記）それらの項目ごとの摂取頻度と経年変化の状況の交互作用（各項目 by 各項目、と表記）2 年目の休日におけるテレビ視聴時間（休日テレビ）2 年目のゲームの実施時間（休日ゲーム）および 1 年間のそれらの経年変化（休日テレビ、休日ゲーム）を説明変数として、それらが及ぼす影響について尤度比による変数減少法を用いた二項ロジスティック回帰分析により、探索的に検討した。統計解析には SPSS Ver.29.0 を使用した。なお本研究は、所属機関の倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：29-29、2021-51、および 26-59：予備的な研究について）。

4. 研究成果

OSI の変化量（OSI）の 3 区分が中間値群と比較して高値群となること、および、OSI が中間値群と比較して低値群となることについてのロジスティック回帰分析結果を、それぞれ示した（表 1-1 ~ 1-2）。成長による骨の脆弱性への影響を調整するために用いた Height、BMI、初回における骨量の程度を調整するために用いた OSI1CL3、および性別の 4 つの説明変数については強制投入法を用い、肉類、魚介類、卵、大豆・大豆製品、牛乳・乳製品、緑黄色野菜、果実、清涼飲料水、運動習慣、就寝時刻、睡眠時間、休日 TV、休日ゲーム、肉類、魚介類、卵、大豆・大豆製品、牛乳・乳製品、緑黄色野菜、果実、清涼飲料水、運動習慣、就寝時刻、睡眠時間、休日 TV、休日ゲーム、肉類 by 肉類、魚介類 by 魚介類、卵 by 卵、大豆・大豆製品 by 大豆・大豆製品、牛乳・乳製品 by 牛乳・乳製品、緑黄色野菜 by 緑黄色野菜、果実 by 果実、清涼飲料水 by 清涼飲料水、運動習慣 by 運動習慣の各説明変数については、尤度比を用いた変数減少法により投入してモデルを構築した。投入する変数の個数が一般に推奨される範囲を超えるため、投入する順序を変更したロジスティック回帰分析を実施して同じモデルが得られること、および、作成されたモデルによる強制投入法に依るロジスティック回帰分析を行うことで、モデル構築には破綻がみられていないことを確認した。それぞれの回帰において、最終ステップのモデルにおける Hosmer-Lemeshow の検定により示された有意確率からも、モデル構築には大きな問題がなかったことが示された。

表1-1 音響的骨評価値の変化量が高値群となることに関連する要因

	B	標準誤差	Wald	自由度	有意確率	Exp(B)	Exp(B) の 95% 信頼区間	
							下限	上限
性別（女児が対照）	-0.292	0.268	1.186	1	0.276	0.747	0.442	1.263
ΔHeight	0.000	0.089	0.000	1	0.999	1.000	0.839	1.192
ΔBMI	0.033	0.163	0.042	1	0.837	1.034	0.751	1.424
OSI1CL3	-0.560	0.169	11.005	1	<.001	0.571	0.410	0.795
肉類	-0.533	0.201	7.036	1	0.008	0.587	0.395	0.870
魚介類	0.383	0.183	4.352	1	0.037	1.466	1.023	2.100
Δ緑黄色野菜	-0.892	0.405	4.855	1	0.028	0.410	0.185	0.906
Δ肉類 by 肉類	0.418	0.117	12.870	1	<.001	1.519	1.209	1.908
Δ緑黄色野菜 by 緑黄色野菜	0.336	0.169	3.962	1	0.047	1.399	1.005	1.948
定数	0.972	0.862	1.270	1	0.260	2.642		

表1-2 音響的骨評価値の変化量が低値群となることに関連する要因

	B	標準誤差	Wald	自由度	有意確率	Exp(B)	Exp(B) の 95% 信頼区間	
							下限	上限
性別（女児が対照）	0.024	0.258	0.009	1	0.926	1.024	0.618	1.698
ΔHeight	-0.036	0.088	0.166	1	0.684	0.965	0.811	1.147
ΔBMI	-0.352	0.158	4.940	1	0.026	0.703	0.516	0.959
OSI1CL3	0.523	0.160	10.661	1	0.001	1.687	1.233	2.310
牛乳乳製品	0.335	0.134	6.283	1	0.012	1.398	1.076	1.817
Δ緑黄色野菜	-0.271	0.163	2.781	1	0.095	0.762	0.554	1.049
Δ果実	-1.286	0.466	7.621	1	0.006	0.276	0.111	0.689
Δ果実 by 果実	0.429	0.183	5.474	1	0.019	1.535	1.072	2.199
定数	-1.465	0.707	4.295	1	0.038	0.231		

本研究で用いた生活習慣、食嗜好についての変数のうち、運動習慣および食嗜好に関する変数、および1年を隔てたその差分は、それぞれ値が大きいほど頻度が低いという方向性を持たせているため、結果の解釈には注意を要するが、骨量を高める方向の変化(高値群になるオッズ比が有意に1より大きい、低値群になるオッズ比が有意に1より小さい)および骨量を低める方向の変化(低値群になるオッズ比が1より有意に大きい、高値群になるオッズ比が有意に1より小さい)のそれぞれについて、各々の生活習慣や食嗜好の状況および経年的な変化の状況とそれらの交互作用が骨量獲得におよぼす影響は以下のものであった。

OSI 高値に関連する要因：

- ・魚介類摂取が少ない、肉類の摂取と変化の交互作用、緑黄色野菜の摂取と変化の交互作用(OSIが高値群となる)

- ・果実摂取が減少(OSIが低値群とならない)

OSI 低値に関連する要因：

- ・肉類の摂取が少ない、緑黄色野菜摂取が減少(OSIが高値群とならない)

- ・牛乳乳製品の摂取が少ない、果実摂取と変化の交互作用(OSIが低値群となる)

本研究は、小学校低学年児童における骨量獲得に関連する因子について検討した縦断的な観察研究である。これまでも、超音波骨評価装置を用いた骨量獲得に関連する因子の検討はみられていたが、幼児期あるいは小学校低学年児童を対象とした研究は少なく、さらに研究手法も断面的なものにとどまっていた。我々が先行的に実施した断面的な検討からも、どちらかという好ましくない生活習慣が高い超音波骨評価値と関連する傾向がみられることがあり¹⁾、大きく成長する時期における骨の脆弱性の関与を観察したものと考察した。縦断研究である本研究では、1年間の身長およびBMIそれぞれの変化量を調整因子として解析を行うことで、発育・発達を調整した骨量獲得に関連する因子についての検討を行うことが可能となり、断面的な検討では見逃す可能性のある要因についても明らかにすることが可能となったと考える。これらは、成長に関する調整のために行ったが、本研究では表1-2に示すように、BMIが1増加すると音響的骨評価値の変化量が低値群となることのオッズ比が0.703と有意に関連している(BMIが増加するとOSIが低値群となり難い)こともあわせ示された。

本研究では、小学校低学年児童を対象として、超音波骨評価装置を用いた骨評価および体格などの計測を年に一度、継続して実施することに加え、食事の嗜好、睡眠や運動などの生活習慣などに関する質問紙調査を実施し、小学校低学年児童の骨量獲得に影響する要因について、とくに経年的な発育・発達を調整した解析を行うことで、児童期の骨量獲得に関する因子について明らかにしようとした。超音波骨評価装置を用いた骨量の評価値である音響的骨評価値は、DXAで計測した骨密度との相関が非常に高く、信頼性、妥当性、再現性も充分であることが示されている²⁾。小型でX線への被ばくの問題も無いこと、測定に要する時間が短く苦痛も強いことから、児童を対象としたフィールドでの調査にも親和性が非常に高く、児童期の骨量を評価するための手段としては最適であったと考える。

本研究で実施した食事の嗜好や運動などの生活習慣などに関する質問紙調査において、食品摂取頻度ではそれぞれの項目について、「1:毎日食べる、2:週4~5回食べる、3:週2~3回食べる、4:ほとんど食べない」の4段階で、運動習慣については、「1:毎日、2:1週間に数日、3:1か月に数日、4:全くしない」の4段階として回答を得た。これらの値そのもの(実際の検討に用いたのは各対象者の2年目のデータ)および1年間に隔てた変化のデータである差分の値(各項目の値)を数値データとして扱って解析を実施した点については、各々の習慣における各段階の等差性の判断の面からも慎重であるべきであると考えられるが、各項目の方向性についての示唆を得るために行う解析としては妥当なものと考え採用した。

骨量獲得の指標としては、観察2年目のOSIデータの高低を用いた検討方法と、観察期間におけるOSIの変化の程度の高低を用いる検討方法が考えられる。本研究では、後者であるOSIの変化の程度(OSI)の性別、学年ごとの33パーセンタイル値、67パーセンタイル値で3区分した低値群・中間値群・高値群について、中間値群と比較して高値群となること、および、中間値群と比較して低値群となることについて、影響を及ぼす要因について二項ロジスティック回帰分析により検討することとした。骨量獲得の指標としたOSIについては、全体における高低の評価では無く、性別、学年ごとの分布における低値群・中間値群・高値群の3区分としたため、変化の程度を捉えるには若干鈍であった可能性もあったと考えられるが、その中でも有意性がみられた項目を抽出することに意義があったと思われる。

ロジスティック回帰分析を行う際には、1年間の身長の変化(Height)およびBMIの変化(BMI)また、2年連続したデータの初年度分のOSIの3区分値(初年度のOSIを性別、学年ごとの33パーセンタイル値、67パーセンタイル値で3区分したもの:OSI1CL3)を調整因子として用い、初年度のOSIの高低の影響について除外するとともに、成長に伴う骨の脆弱化の影響を除

外することとした。ロジスティック回帰分析におけるモデルの構築、説明変数の選択に際してステップワイズ法を用いることについては議論のあるところであるが、本研究がそうであるように、探索的に関連する要因を検出しようとする分析においては、ステップワイズ法を用いることは妥当で意義のあることと考えられる。本研究におけるステップワイズには、尤度比を用いた変数減少法を用いた。また、投入する変数の個数が一般に推奨される範囲を超えるため、投入する順序を変更したロジスティック回帰分析を実施して同じモデルが得られること、および、作成されたモデルによる強制投入法に依るロジスティック回帰分析を行うことで、モデル構築には破綻がみられていないことを確認した。それぞれの回帰において、最終ステップのモデルにおける Hosmer-Lemeshow の検定により示された有意確率からも、モデル構築には大きな問題がなかったことが示されている。

成人や思春期を対象とした先行研究において、果物や野菜の摂取、大豆食品の摂取などが骨折リスクを減少させる、あるいは骨量の高値と関連するとの報告は見られている³⁾。本研究の結果において、骨量を増やす(減らさない)方向が確認された要因としては、肉類の摂取が多い、緑黄色野菜の摂取の増加、牛乳乳製品の摂取が多いことなどであった。骨の原材料とも言えるたんぱく質の摂取源としての肉や牛乳乳製品が、骨量を増やす方向に作用することが示されたことには違和感はなく、小学校低学年児童への働きかけとして、一般的な生活・栄養指導の一環としてこれらの摂取を推奨することには、意義があると考えられる。

一方、魚介類については摂取が少ないほど、骨量を増やす方向であった。とくに魚介類については摂取頻度自体が対象者全体として少なめであったことが影響している可能性が考えられる。また、肉類、緑黄色野菜、果実については、摂取の程度とその経年変化の交互作用の影響が有意であったことから、摂取の程度とその経年変化の組合せで結果におよぼす方向性が異なる可能性が示唆された。また、解析の中間段階では、男女別に行った評価などにおいて就寝時刻、睡眠時間、休日のテレビ視聴時間などの影響に有意性がみられた結果も確認できている。これらについては、今後、更なる検討を実施したいと考える。

本研究では、都内の2つの私立小学校において収集されたデータの解析に基づいているため、得られた結果の外的妥当性については慎重に検討する必要があるが、小学校の差を要因として加えて行った解析においてはとくに有意な項目として学校差が採択されなかったことから、ある程度一般化して解釈することが出来るものと考えられる。

本研究では、小学校低学年児童を対象とした縦断的な研究により、食事の嗜好、睡眠や運動などの生活習慣が骨量獲得に影響する要因について、発育・発達の要因を調整した解析を行うことで、児童期の骨量獲得に関する因子について明らかにしようとした。本研究の結果において、骨量を増やす(減らさない)方向が確認された要因としては、肉類の摂取が多い、緑黄色野菜の摂取の増加、牛乳乳製品の摂取が多いことなどであった。小学校低学年児童への一般的な生活・栄養指導の一環の働きかけとして、これらの摂取を推奨することには、骨量獲得の観点からも意義があると考えられる。

<参考文献>

1) 照屋浩司, 岩見文博, 片桐朝美, 眞鍋知子, 太田ひろみ, 石野晶子, 大嶺智子 & 加藤英世. (2009). 幼児における音響的骨評価値と体格および生活習慣との関連について. 杏林医学雑誌, 40(3), 34-42.

2) 岡野亮介. (2002). 超音波骨評価装置 AOS-100 による音響的骨評価値の妥当性, 信頼性, 再現性および測定精度. 萩国際大学論集, 4(1), 107-115.

3) Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO technical report series 916. World Health Organization, Geneva 2003.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 楠田美奈、岡本博照、岩見文博、照屋浩司
2. 発表標題 コロナ禍における学童の骨評価値についての一考察
3. 学会等名 第81回日本公衆衛生学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 照屋浩司、楠田美奈、岡本博照、戸井田千鶴、太田ひろみ
2. 発表標題 児童の超音波骨評価値におよぼす生活習慣の影響
3. 学会等名 第78回日本公衆衛生学会総会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------