

## 幼児における踵骨骨強度と園外の身体活動量との関連

Relationship between calcaneal bone stiffness and physical activity except for spending center for early childhood education and care in preschool children

青木 謙介・渡部 昌史・土田 豊・矢嶋 裕樹

### 要旨

本研究では、幼児における園外の身体活動量と踵骨骨強度との関連について調査した。対象は、こども園に在籍する4歳児50名（男児31名、女児19名）、5歳児11名（男児8名、女児3名）であった。調査内容は、身長、体重、踵骨骨強度（Stiffness 値）、園外の身体活動量であった。園外の身体活動量は、「動的な活動量」と「静的な活動量」に分けて、それぞれ低群、中群、高群に分類した。踵骨骨強度（Stiffness 値）を目的変数として重回帰分析を行った結果、静的な活動において、高群 -13.338 ( $p < 0.05$ ) と中群 -8.875 ( $p < 0.1$ ) が、低群と比べて低い傾向であった。動的な活動において、高群 8.710 ( $p < 0.1$ ) が、低群と比べて高い傾向であった。また、性別において、女児の Stiffness 値が男児に比べて高い傾向であった ( $p < 0.1$ )。動的な活動において低群を基準とした場合、高群の Stiffness 値が低群の Stiffness 値より高い傾向であった ( $p < 0.1$ )。以上より、園外における身体活動量と踵骨骨強度には関連があることが示唆された。

キーワード：幼児、身体活動量、骨強度、骨密度

### 1. 背景と目的

日本スポーツ振興センターが医療費の給付を行った幼児の骨折は、2008 年度が 7,768 件、2018 年度が 8,741 件であり、この 10 年間で幼児の骨折は約 1,000 件増えていることが分かる<sup>1) 2)</sup>。宮村らは<sup>3)</sup>、小児期から青年期における骨折歴は全対象者で 21.4%と報告し、骨折の多くは治療によって日常生活が支障なく送れるため、予防方法が軽視されがちと指摘している。また、2014 年に「学校保健安全法施行規則の一部を改正する省令（文部科学省令第 21 号）」が公布され、児童、生徒、学生および幼児の健康診断に係る改定規定等があり、四肢の状態を必須項目として加えるとともに、四肢の形態及び

発育並びに運動器の機能の状態に注意することを規定した。成長期における運動器検診は、骨や筋肉、関節などの運動器の機能障害やスポーツ外傷・障害をいち早く発見して、心身ともに健全な発育発達に結びつけることが可能である。よって、骨折をはじめとする運動器疾患に関する予防の観点から、幼少期において運動器の検診が積極的に導入されることが望まれる。

骨折に関しては骨強度と大きく関連している。骨の発達にはメカニカルストレスを与えることにより増幅するため、筋肉に負荷をかけるレジスタンス運動を定期的に行うことで骨強度を高めることは数多くの研究で報告されている<sup>4)5)</sup>。青年期における骨量獲得のための運動には、柔道やバスケットボール、ラグビーなど骨に衝撃が加わるスポーツ活動があげられる<sup>6)7)</sup>。しかしながら、幼児期から骨量を高めるスポーツ活動に取り組むことは心身の発育発達において問題がある。特に幼児期は、生活や遊びの中で身体活動量を増やした結果、骨強度の獲得につながることを望ましい。

また、近年は子どもを取り巻く環境は大きく変化しており、外遊びの減少によって活動量の不足が報告されている。2015年度乳幼児栄養調査によると<sup>8)</sup>、平日で約2割、休日で約4割の子どもが、1日平均で3時間以上テレビやビデオを見たり、ゲーム機やタブレットを使用したりしていた。よって、家で静かに過ごす時間が増加傾向にあるため、外遊び時間の減少や身体活動量の低下により、骨への刺激が不足している可能性が考えられる。2012年に発表された幼児期運動指針では<sup>9)</sup>、様々な遊びを中心に毎日、合計60分以上、楽しく身体を動かすことが大切であると述べている。幼児が生活の中で遊ぶ場は、平日は園内活動と園外活動、土日祝は園外活動である。よって、幼児における園外活動は、60分以上の身体活動量を確保し、骨への刺激を与える活動として重要な時間と考えられる。しかし、園内における活動量と骨強度に関する報告は散見するが<sup>10)</sup>、園外の身体活動量と骨強度に関する報告はない。

そこで、本研究では、幼児期の子どもを対象に、園外における身体活動量の調査を行い、幼児の踵骨骨強度との関連を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

### 2-1 調査対象

対象は、2019年4月に開園した幼保連携型認定こども園（以下「A園」とする）在園の4歳児50名（男児31名、女児19名）、5歳児11名（男児8名、女児3名）の計61名である。なお、調査の実施に当たり踵骨骨強度の測定と質問紙調査については、研究以外には使用しないこと、研究に協力しないことや研究への同意を途中で撤回することにより不利益を被ることがないこと、回答は任意であること、目的・方法・個人名が特定されないことを文書で説明し、同意書への承諾が得られた園児のみを対象とした。

## 2-2 調査期間

骨強度の測定は2019年9月にA園の保育室で測定を行った。質問紙調査票はクラス担任を通じて配布・回収した。

## 2-3 調査内容

### 1) 対象者の身体特性

対象者の身体特性として、身長、体重を計測した。

### 2) 園外の身体活動量の調査

園児の園外の身体活動量を把握するために、保護者に対して、子どもの運動遊びの時間、頻度、内容について質問紙調査を行った。質問紙の内容は、静的な活動①塗り絵／お絵描き／工作、②座りながらのおもちゃ遊び（人形／パズル／知育玩具など）、③テレビ・DVD観賞、④テレビゲーム（Nintendo Wiiのような身体を動かすゲームは除く）、⑤音楽を聴く／歌を歌うの計6項目と動的な活動①家の中で身体を動かして遊ぶ（ダンス、かけっこ、乗って遊べるおもちゃ、Nintendo Wiiのような身体を動かすゲームなど）、②散歩・徒歩（ある場所からある場所へ歩いて移動することも含む）、③公園の遊具を使った遊び（ブランコ、すべり台など）、④ボールを使った遊び、⑤かけっこ遊び（鬼ごっこや缶けりなど）、⑥飛び跳ねる遊び（なわとび、ゴム跳びなど）、⑦その他のスポーツ・運動系の習い事の計7項目の有無、その活動の1週間当たりの実施日数、1日あたりの平均的な実施時間（1：15分未満、2：15～30分、3：30～60分、4：それ以上）である。

### 3) 踵骨骨強度の測定

本研究では、踵骨骨強度の指標としてStiffness値を用いて検討した。Stiffness値とは、超音波伝播速度（SOS値）と超音波減衰係数（BUA値）から算出される骨質評価の値である。

検査装置は、超音波測定装置A-1000EXP II（GE Health Care社製）を用いた。本装置は超音波を利用する方法であるため、放射線被爆がなく、測定機器の持ち運びが簡便であるため、医療機関における骨粗鬆症検査で使用されている。子どもの踵骨の測定には、足の大きさを補正するための付属品の使用を推奨している装置がある。しかしながら、本装置は踵骨部分に純水が入ったゴム製の膜がフィットすることにより、小さな足の計測も可能である。また、椅子に座ったまま測定することが可能であり、計測時間は一人あたり10秒程度と短く、子どもの骨強度の評価方法に適していると考えられる。本測定の予備実験として、4歳児1名の左右踵骨を3回ずつ測定した。さらに1週間後に同様の実験を行い、大きな変動がないことから、小さな子どもと同様に測定できることを確認して本実験を実施した。本実験では、右足の踵骨骨強度を1回測定した。

## 2-4 分析方法

調査対象者のうち、踵骨強度の測定と質問紙調査が完答の園児を対象とした。また、Stiffness 値と動的な活動量、静的活動量において、Smirnov-Grubbs 検定を行い、該当した5名を異常値として除外した残り31名を分析対象とした。園外の身体活動量については、「身体活動量（時間）＝各項目の1週間の活動日数×1日あたりの活動時間」の式で算出した。身体活動量（時間）の算出にあたっては、「1：15分未満」は7分、「2：15～30分」は22分、「3：30～60分」は45分、「4：それ以上」は60分として、各項目に対する回答の中間値を用いた。また、アンケート項目1～6を合わせて「静的な活動量」、アンケート項目7～15を合わせて「動的な活動量」として各合計時間を算出した。「動的な活動量」と「静的な活動量」の下位25%を低群、上位75%を高群、それ以外を中群に分類した。

次いで、Stiffness 値を説明することを目的とし、重回帰分析（強制投入法）を行った。目的変数はStiffness 値、説明変数は身長、クラス別、性別、体重、動的な活動量、静的な活動量とした。有意水準はサンプルサイズが小さいため10%とした。以上の分析には、統計ソフトEZR<sup>11)</sup>を用いた。

## 2-5 倫理的配慮

本研究は、中国短期大学倫理委員会に付託し承認を得た（承認番号1-4）。

## 3. 結果

### 3-1 身体特性

身体特性の結果を表1に示した。全体の身長は $105.8 \pm 4.3$ cm、体重は $16.9 \pm 2.0$ kgであった。男児の身長は $105.8 \pm 3.7$ cm、体重は $16.9 \pm 1.8$ kgであった。また、女児の身長は $105.5 \pm 5.3$ cm、体重は $17.1 \pm 2.5$ kgであった。

表1. 身体特性

	n	身長 (cm)		体重 (kg)	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
男児	19	105.8	3.7	16.9	1.8
女児	12	105.5	5.3	17.1	2.5
全体	31	105.7	4.3	16.9	2.0

### 3-2 身体活動量

園外の身体活動量の結果を表2に示した。全体で動的な活動量は $211.9 \pm 146.2$ 分、静的な活動量は $650.6 \pm 255.9$ 分であった。男児の動的な活動量は $201.2 \pm 125.9$ 分、静的な活動量は $622.1 \pm 249.1$ 分であった。また、女児の動的な活動量は $229.0 \pm 178.4$ 分、静的な活動量は $695.8 \pm 270.9$ 分であった。

表2. 園外の身体活動量

	n	動の時間 (分)		静の時間 (分)	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
男児	19	201.2	125.9	622.1	249.1
女児	12	229.0	178.4	695.8	270.9
全体	31	211.9	146.2	650.6	255.9

### 3-3 踵骨骨強度

踵骨骨強度の結果を表3に示した。全体で  $103.3 \pm 10.6$ 、男児は  $100.9 \pm 9.9$ 、女児は  $107.0 \pm 10.9$  であった。

表3. 踵骨骨強度

	n	平均値	標準偏差
男児	19	100.9	9.9
女児	12	107.0	10.9
全体	31	103.3	10.6

### 3-4 踵骨骨強度の関連要因

踵骨骨強度の関連要因の結果を表4に示した。踵骨骨強度（Stiffness 値）を目的変数として重回帰分析を行った結果、静的な活動において、高群  $-13.338$  ( $p < 0.05$ ) と中群  $-8.875$  ( $p < 0.1$ ) が、低群と比べて低い傾向であった。動的な活動において、高群  $8.710$  ( $p < 0.1$ ) が、低群と比べて高い傾向であった。また、性別において、女児の Stiffness 値が男児に比べて高い傾向であった ( $p < 0.1$ )。多重共線性の確認には、VIF (Variance Inflation Factor) 値を用いたが、投入された独立変数の VIF 値は全て5以下であった。

表4. 踵骨骨強度の関連要因

	偏回帰係数推定値	95% 信頼区間下限	95% 信頼区間上限	P値
(Intercept)	30.879	-110.303	172.061	0.655
クラス別				
4歳児クラス				
5歳児クラス	-8.434	-20.073	3.205	0.147
身長 (cm)	1.192	-0.629	3.012	0.188
性別				
男児				
女児	7.477	-0.128	15.082	0.054
体重 (kg)	-1.361	-4.867	2.145	0.429
動の活動 低				
中	0.563	-8.069	9.196	0.894
高	8.710	-1.659	19.079	0.095
静の活動 低				
中	-8.875	-17.932	0.183	0.054
高	-13.338	-24.885	-1.792	0.026

調整済みR<sup>2</sup>=0.254 (P=0.06)

#### 4. 考察

本研究では、幼児期の子どもを対象に、園外における身体活動量の調査を行い、踵骨骨強度との関連を明らかにすることを目的とした。本研究の結果、園外における身体活動量と踵骨骨強度には関連があることが示唆された。

幼児の身体活動量については、武藤らが日常生活の活発な幼児ほど、踵骨骨評価値が高いことを報告している<sup>12)</sup>。また、藤田らは<sup>10)</sup>、広くて傾斜が多い園庭を持つ園の幼児の骨密度が高いことを報告しており、日常的な運動遊び環境において、骨に対して常に垂直方向の衝撃が加わっていると骨密度が高くなると推察している。つまり、身体活動量が多い子どもは、骨への衝撃により、骨強度が強くなると考えられる。本研究では、静的な活動において低群を基準とした場合、低群の Stiffness 値が高群の Stiffness 値より有意に高く、低群の Stiffness 値が中群の Stiffness 値より高い傾向であった。動的な活動においても低群を基準とした場合、高群の Stiffness 値が低群の Stiffness 値より高い傾向であった。本研究においても先行研究を支持する結果となった。また、本研究では、同じ園に通学する幼児を対象にしており、園内活動に関してはほぼ同じ活動量となっており、園外での身体活動量が踵骨骨強度に影響を与えていた。したがって、日常生活において、園内と園外の活動バランスが、骨の健康の観点から重要であるといえる。園外で行う身体活動は、静的な活動と動的な活動に分類される。ベネッセ教育総合研究所の全国調査によると<sup>13)</sup>、2015年の高年齢の幼稚園児と保育園児の園外での習い事では、「スイミング」(25.4%)、「月1回程度、定期的に教材が送られてくる通信教育」(16.1%)、「英会話などの語学の教室」(13.9%)、「楽器」(12.1%)であった。つまり、動的な活動であるスイミングが最も多い習い事ではあるが、その他の上位は静的な活動の習い事であった。このことは、日常での降園後の身体活動量が少ない可能性が考えられる。よって、骨強度獲得の観点から、園内で十分な活動量が確保されておらず、静的な活動の習い事をしている子どもは、園外の身体活動量を見直すべきである。例えば、習い事に行く際に、バスや車での送迎から徒歩に変更したりする<sup>14)</sup>など、日常生活から身体活動量を高めていく意識が必要であると考えられた。

性差については、三村らによると<sup>15)</sup>、年少児において男児が女児より骨密度が有意に高く、年中児及び年長児において性差はみられなかったことを報告している。しかし、本研究では、踵骨骨強度に性差が関連しており、女児の踵骨骨強度の方が男児より高い可能性が示唆された。これは本研究では、1園の子どもを対象にしており、女児が男児に比べて活動的であった可能性が推測される。この点については、今後、対象園と対象人数を増やすとともに、縦断的に研究を行って詳細に検討していく必要がある。

さらに、本研究では、踵骨骨強度と身長および体重との関連はみられなかった。骨と体格の関連については、三村らが<sup>16)</sup>、幼稚園から高校生を対象に超音波骨密度測定と体格について測定した結果、右踵骨の SOS 値と身長および体重との間に有意な正の相関がみられたと報告している。つまり、体重

によって身体を支えている骨に刺激が加わり、骨量獲得にプラスに働いていることが考えられる。しかし、本研究において、踵骨骨強度と身長および体重との関連がみられなかったのは、対象者の年齢の幅が違うことが考えられる。三村らの研究では、幼児から高校生までを対象としており、年齢層の幅が広い。本研究では、園児のみを対象としているため、関連がみられなかったと考えられた。

以上より、幼児の踵骨骨強度には、園外の身体活動量が影響を与える可能性が示唆された。よって、保育者や保護者は、園内と園外の身体活動量のバランスを考えて、毎日 60 分以上の身体活動量を確保していくことが必要である。

## 引用文献

- 1) 独立行政法人日本スポーツ振興センター 学校安全部 学校の管理下の災害 -22 - 基本統計 - 43-44, 2019
- 2) 独立行政法人日本スポーツ振興センター 学校安全部 学校の管理下の災害 [令和元年版] 164-166, 2019
- 3) 宮村季浩、和泉恵子、鈴木孝太、陳揚佳、山縣然太郎：大学生に対する調査で明らかになった小児期から青年期における骨折の発生率. 厚生指標. 61 (6) : 12-16, 2014
- 4) 岡田順一、柳谷登志雄、倉持梨恵子、鳥居俊：マスターズ・ウェイトリフティング選手の骨密度、筋力、筋横断面積から見た高強度レジスタンストレーニングの影響. スポーツ科学研究. 10 : 49-61, 2013
- 5) Menkes A, Mazel S, Redmond RA, Koffler K, Libanati CR, Gundberg CM, Zizic TM, Hagberg JM, Pratley RE, Hurley BF : Strength training increases regional bone mineral density and bone remodeling in middle-aged and older men. J Appl Physiol. 74 (5) : 2478-84, 1993
- 6) 赤嶺卓哉、吉田剛一郎、高田大、小山田和行、木葉一穂、松村勲、長島未央子、田口信教：体育大学生女子スポーツ選手における種目別の骨密度と身体組成についての調査研究. 整形外科と災害外科. 63 (3) : 484-487, 2014
- 7) Egan E, Reilly T, Giacomoni M, Redmond L, Turner C : Bone mineral density among female sports participants. Bone. 38: 227-233, 2006
- 8) 厚生労働省：平成 27 年度 乳幼児栄養調査結果 第 2 部 乳幼児の生活習慣や健康状態に関する状況. 22, 2016
- 9) 文部科学省：幼児期運動指針策定委員会 幼児期運動指針. 2012
- 10) 藤田公和、中野真知子、加藤信子：幼児の骨密度と身体特性、食事、身体運動との関連性. 桜花学園大学保育学部研究紀要. 17 : 151-158, 2018
- 11) Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software "EZ" for medical statistics. Bone Marrow Transplantation. 48: 452-458, 2013
- 12) 武藤紀久、桑原信治、竹本康史、鷲野嘉映、西田弘之：幼児の踵骨骨評価値と日常活動量および運動能力との関係. 岐阜市立女子短期大学研究紀要. 54 : 41-47, 2005
- 13) ベネッセ教育総合研究所：第 5 回幼児の生活アンケート 第 1 章 幼児の生活. 14-35, 2016
- 14) 金賢植、馬佳濠、原田健次、前橋明：保育園幼児における体力・運動能力に影響を及ぼす生活習慣要因の検討. 幼児体育学研究. 11 (1) : 3-9, 2019

- 15) 三村寛一、三村達也、高木信良、安部恵子、織田修輔：幼児期における体力向上の基礎に関する研究 [Ⅲ]  
-K市における取り組み-. 大阪教育大紀要. 60 (2) : 127-136, 2012
- 16) 三村寛一、中塚喜義、山本威久、新井竜雄、森井浩世：若年齢層における骨密度の経年変化と形態および運動能力との関係. Osteoporosis Japan. 11 (3) : 45-48, 2003