

中学高校時代の運動歴は大学時代の 骨量増加に影響する (大学生 5000 名の骨量調査から)

福島 斉 (大東文化大学環境創造学部)

University students who played sports throughout junior high and high school had higher bone mass, even after admission (Densitometric analysis in 5,000 university students)

Hitoshi FUKUSHIMA

要 旨

超音波骨量測定器を用いて大学生 5000 名 (男性 3566 名、女性 1434 名) の踵骨骨量測定を行い、中学高校時代の運動歴 (なし、中学のみ、高校のみ、中学高校両方) および現在の運動日数 (なし、週 3 日未満、週 3 日以上) と骨量との関係を検討した。男女とも中学高校両方に運動歴がある者は有意に骨量が増加していた。また中学高校時代の運動歴にかかわらず、週 3 日未満の運動でも有意な骨量の増加を認めた。さらに、中学高校両方に運動歴がある者は、男女とも運動を行うことでより多くの骨量増加を認めた。しかし、中学高校時代に運動歴がある者でも男性では 47.3%、女性では 63.8% が大学時代に運動習慣がないことは問題であり、将来の骨粗鬆症予防のためには大学入学後も運動を継続することが必要である。

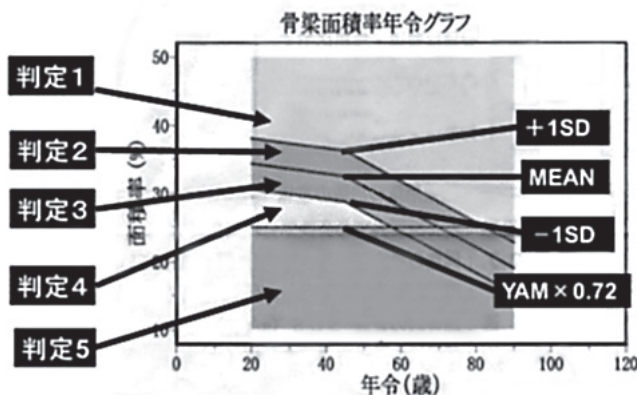
はじめに

骨粗鬆症の罹患数は 1280 万人と推測され¹⁾、骨折などの合併症で高齢者の QOL を低下させることから、超高齢社会においてはその予防が急務となっている。若年期の最大骨量の獲得は骨粗鬆症の予防可能因子の 70% を占める²⁾とされており、骨粗鬆症の予防には若年期に最大骨量を増加させる方が本質的であると考えられる^{3),4)}。本研究の目的は大学生を対象として超音波骨量測定器を用いた踵骨骨量測定を行い、中学高校時代の運動歴別に、現在の運動日数と骨量との関係を知ることである。

対象と方法

本学板橋校舎の2007～2013年度健康診断時に骨量測定を希望した5000名(20歳～23歳、男性3566名、女性1434名)を対象とした。超音波骨量測定器(Benus III、石川製作所)を使用して右踵骨にて測定を行い、骨梁面積率をもって骨量評価の指標とした。骨梁とは骨組織からカルシウムやリンなどの骨塩成分(ミネラル)を除いた、1型コラーゲンを主とするたんぱく質から構成される骨組織の枠組みであり、骨強度の30%を分担している。朝井ら⁵⁾、楊⁶⁾によれば超音波骨量測定器の繰り返し測定に対する変動係数は0.5%であり、二重X線吸収法(dual energy x-ray absorptiometry = DXA法)の代用とすることが可能で骨梁面積率は骨量の指標として有用であるとされている。同機種による20歳日本人の踵骨骨梁面積率平均値は、男性33.74%、女性34.41%である。同年代平均値に対する標準偏差(SD=standard deviation)を用い、判定1(+1SD以上)、判定2(平均値以上、+1SD未満)、判定3(-1SD以上、平均値未満)、判定4(YAM×0.72以上、-1SD未満)、判定5(YAM×0.72未満)の5段階評価を用いて被検者に通知を行った(YAM = young adult mean、20～44歳の若年成人平均値)(図1)。

図1 骨梁面積率(%)と判定基準



身長、体重からBMI (Body Mass Index) を求め、同時にアンケートにより、①中学高校時代の運動歴(部活動や地域のクラブなど学校体育とは別に週3日以上行っていたもの)、②現在の運動日数(ウォーキングなど3Mets以上の強度で20分以上の運動を1週間のうち何日行っているか)を調査した。中学高校時代の運動歴については「なし」、「中学のみ」、「高校のみ」、「中学高校両方」の各群に分け、現在の1週間あたりの運動日数については「なし」、「週3日未満」、「週3日以上」の各群に分け、各群間で骨梁面積率の比較検討を行った。各判定における中学高校時代の運動歴、現在の1週間あたりの運動日数の比較は χ^2 乗検定を用いた。中学高校時代の運動歴、現在の1週間あたりの運動日数における各群間の骨梁面積率の比較は一元配置分散分析およびScheffeの多重

比較検定を用いて行った。統計ソフトは SPSS statistics 23 を使用し有意水準は 5% とした。本研究はヘルシンキ宣言を遵守して行われ、結果についてはその場での説明や本研究以外の目的には使用しないことを説明した上で被検者からの了解を得た。

結 果

各判定における中学高校時代の運動歴の分布を（表 1）に示す。中学高校時代の運動歴では男性に運動歴が多く、男女とも判定と運動歴との間に有意差を認めた ($p<0.01$)。各判定における現在の 1 週間あたりの運動日数の分布を（表 2）に示す。男女とも判定と 1 週間あたりの運動日数との間に有意差を認めた ($p<0.01$)。男性では 1970 名 (55.2%)、女性では 1092 名 (76.2%) に定期的な運動習慣がなかった。中学高校の運動歴と現在の 1 週間あたりの運動日数との間でのクロス集計（表 3）では男女ともに有意差を認め ($p<0.01$)、中学高校時代に運動を行っていた者ほど現在も運動を行っていた。

表1 判定別 中学高校時代の運動歴（人数）

	男性 ($p<0.01$)				
	なし	中学のみ	高校のみ	中高両方	合計
判定1	43	154	24	620	841 (23.6%)
判定2	74	243	33	680	1030 (28.9%)
判定3	110	333	40	580	1063 (29.8%)
判定4	95	238	23	275	631 (17.7%)
判定5	0	1	0	0	1
合計	322 (9.0%)	969 (27.2%)	120 (3.4%)	2155 (60.4%)	3566

	女性 ($p<0.01$)				
	なし	中学のみ	高校のみ	中高両方	合計
判定1	49	67	12	120	248 (17.3%)
判定2	87	121	17	116	341 (23.8%)
判定3	156	155	21	125	457 (31.9%)
判定4	128	140	15	79	362 (25.2%)
判定5	13	8	1	4	26 (1.8%)
合計	433 (30.2%)	491 (34.2%)	66 (4.6%)	444 (31.0%)	1434

表2 判別別 現在の1週間あたりの運動日数(人数)

	男性 (p<0.01)					女性 (p<0.01)			
	なし	3日未満	3日以上	合計		なし	3日未満	3日以上	合計
判定1	335	286	220	841 (23.6%)	判定1	160	53	35	248 (17.3%)
判定2	524	320	186	1030 (28.9%)	判定2	241	79	21	341 (23.8%)
判定3	659	266	138	1063 (29.8%)	判定3	366	68	23	457 (31.9%)
判定4	451	133	47	631 (17.7%)	判定4	302	46	14	362 (25.2%)
判定5	1	0	0	1	判定5	23	2	1	26 (1.8%)
合計	1970 (55.2%)	1005 (28.2%)	306 (8.6%)	3566	合計	1092 (76.2%)	248 (17.3%)	51 (3.5%)	1434

表3 中学高校時代の運動歴と現在の1週間あたりの運動日数(人数)

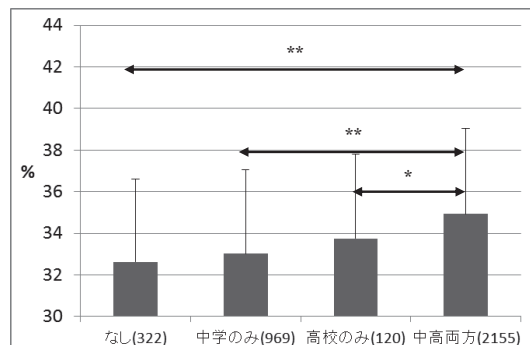
	男性 (p<0.01)					女性 (p<0.01)			
	なし	3日未満	3日以上	合計		なし	3日未満	3日以上	合計
なし	235	53	34	322 (9.0%)	なし	372	44	17	433 (30.2%)
中学のみ	646	230	93	969 (27.2%)	中学のみ	387	80	24	491 (34.2%)
高校のみ	70	27	23	120 (3.4%)	高校のみ	52	11	3	66 (4.6%)
中高両方	1019	695	441	2155 (60.4%)	中高両方	281	113	50	444 (31.0%)
合計	1970 (55.2%)	1005 (28.2%)	591 (16.6%)	3566	合計	1092 (76.2%)	248 (17.3%)	94 (6.5%)	1434

中学高校時代の運動歴別の骨梁面積率は男性では、「なし」 $32.63 \pm 3.98\%$ 、「中学のみ」 $33.02 \pm 4.04\%$ 、「高校のみ」 $33.75 \pm 4.04\%$ 、「中学高校両方」 $34.92 \pm 4.12\%$ であり、女性では、「なし」 $32.58 \pm 4.28\%$ 、「中学のみ」 $33.15 \pm 4.46\%$ 、「高校のみ」 $33.77 \pm 4.62\%$ 、「中学高校両方」 $34.99 \pm 4.96\%$ であった。男性では「中学高校両方」と「なし」、「中学のみ」($p < 0.01$) および「高校のみ」($p < 0.05$)との間に、女性では「中学高校両方」と「なし」および「中学のみ」との間に有意差を認めた ($p < 0.01$) (図2)。現在の1週間あたりの運動日数別の骨梁面積率は男性では、「なし」 $33.30 \pm 4.01\%$ 、「週3日未満」 $34.80 \pm 4.05\%$ 、「週3日以上」 $35.92 \pm 4.28\%$ であり、女性では、「なし」 $33.14 \pm 4.54\%$ 、「週3日未満」 $34.66 \pm 4.69\%$ 、「週3日以上」 $35.83 \pm 5.15\%$ であった。男女とも各群間に有意差を認めた ($p < 0.01$) (図3)。

図2 中学高校時代の運動歴と骨梁面積率(%)

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

男性 (n=3566)



女性 (n=1434)

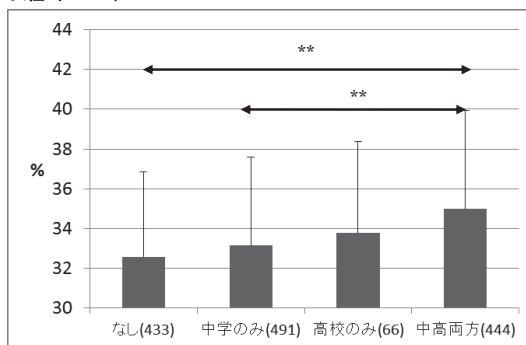
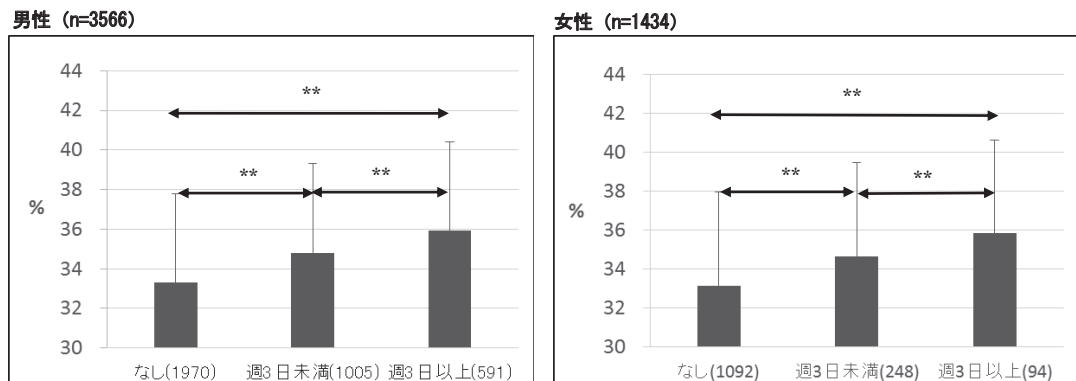


図3 現在の1週間あたりの運動日数と骨梁面積率 (%)

(** : p<0.01)



BMI別の骨梁面積率は、男性では「18.5未満（やせ）」32.00±3.99%、「18.5以上25.0未満（標準）」34.52±3.98%、「25.0以上（肥満）」35.37±4.39%であり、女性では「18.5未満（やせ）」32.19±4.41%、「18.5以上25.0未満（標準）」34.29±4.54%、「25.0以上（肥満）」36.08±5.16%であり、男女とも各群間に有意差を認めた (p<0.01)。中学高校時代の運動歴別のBMIは、男性では「なし」21.60±4.39、「中学のみ」21.05±3.88、「高校のみ」21.47±4.21、「中学高校両方」22.05±3.72であり、女性では「なし」19.30±2.94、「中学のみ」19.70±2.93、「高校のみ」19.80±2.70、「中学高校両方」20.50±3.03であり、男女とも「なし」と「中学高校両方」との間に有意差を認めた (p<0.01) (表4)。

表4 中学高校時代の運動歴とBMI

男女とも「なし」「中高両方」でp<0.01

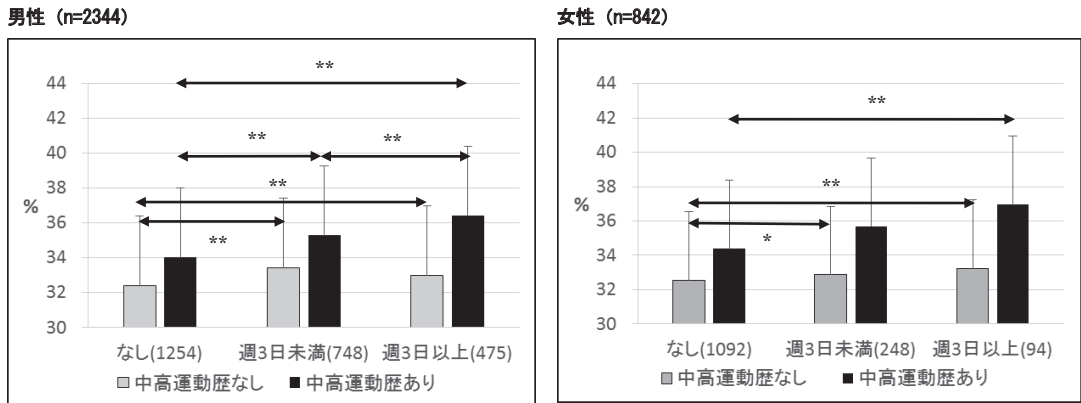
	男性	女性
なし **	21.60±4.39	19.30±2.94
中学のみ	21.05±3.88	19.70±2.93
高校のみ	21.47±4.21	19.80±2.70
中高両方 **	22.05±3.72	20.50±3.03

中学高校時代の運動歴別に現在の1週間あたりの運動日数と骨梁面積率を検討すると、男性では中学高校時代に運動歴のない者では、1週間あたりの運動日数「なし」32.40±3.89、「週3日未満」33.41±3.68、「週3日以上」32.99±4.91であり、「なし」と「週3日未満」および「週3日以上」との間に有意差を認めた (p<0.01)。中学高校時代に運動歴のある者では「なし」34.01±3.92、「週3日未満」35.28±4.03、「週3日以上」36.41±4.20であり各群間に有意差を認めた (p<0.01)。女性では中学高校時代に運動歴のない者では、1週間あたりの運動日数「なし」32.52±4.28、「週3日未満」32.86±4.40、「週3日以上」33.22±3.99であり、「なし」と「週3日未満」(p<0.05) および「週3日以上」(p<0.01)との間に有意差を認めた。中学高校時代に運動歴のある者では「なし」34.37±4.81、

「週3日未満」 35.68 ± 4.96 、「週3日以上」 36.951 ± 5.13 であり、「なし」と「週3日以上」間で有意差を認めた ($p < 0.01$)。男女とも、中学高校時代に運動歴がなくとも現在の運動習慣があれば骨量は増加していたが、中学高校時代に運動歴のある者はより多くの増加を認めた (図4)。

図4 中学高校時代の運動歴別にみた現在の1週間あたりの運動日数と骨梁面積率 (%)

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



考 察

最大骨量を獲得するためには若年時の運動習慣が重要であり、また若年時の骨量低下はそのまま将来の骨粗鬆症につながる危険があるため、骨量低下予防としての運動の重要性を成長期の過程で意識づけることが必要である。大学生を対象とした著者ら⁷⁾の報告では、男女とも中学高校時代に運動歴がある者の骨量は有意に高く、また現在の運動日数との関係では1週間あたり1~2日の運動でも骨量の有意な増加を認めた。

本研究では中学高校時代の運動歴別に、大学生の現在の運動日数と骨量との関係を調べた。男女とも中学高校時代の運動歴にかかわらず、現在の運動日数が多くなるにつれて有意の骨量増加を認めたが、中学高校時代に運動歴がある方がより多くの増加を認めた。

骨粗鬆症予防と治療ガイドライン (2015)⁸⁾によれば、少なくとも18歳以前に強度の強い垂直荷重系運動が骨粗鬆症予防に必要である。山口ら⁹⁾は最大骨量を獲得するためには小中高いずれかの段階で運動が必要と述べている。小中高のうちいずれの時期が最も大切であるかについては諸説があるが、Katoら¹⁰⁾は小学校時代の強度の強い荷重系運動にて大腿骨近位部の骨密度の増加を認めたと述べ、小西ら¹¹⁾は小中学校の運動が重要であると述べている。槇本ら¹²⁾は中学時代の運動が骨密度増加により効果的であると述べている。

朝井ら⁵⁾、仲田ら¹³⁾、岡野¹⁴⁾は大学生の踵骨骨量は中学高校時代の運動部所属や運動年数が多いほど増加すると述べ、奥秋ら¹⁵⁾も女子看護学生の腰椎骨密度を測定しその増加のためには中学

高校両方での運動歴が重要であると述べている。最近になり、全身の骨量を増加させるには思春期前の運動が最も効果的であると報告されている¹⁶⁾。現在の運動日数について福島ら⁷⁾は、男女とも「週3日未満」の運動でも骨梁面積率の有意に増加が認めたと述べた。大学生を対象とした運動頻度と踵骨骨量との関係を述べたものとして、朝井ら⁵⁾は男女とも週3～4回運動を行っている群が週0～2回群よりも有意に高かったとし、村本¹⁷⁾は週2回の運動で増加したと述べている。一方、中学高校時代の運動歴別に、大学入学後の運動日数と骨量との関係を示した報告はなく、本研究からは中学高校時代の運動歴は大学入学後の骨量増加にも影響を及ぼすことが示唆された。運動種目としては、Fuchsら¹⁸⁾は着地運動により思春期前の子ども(5.9～9.8歳)の腰椎と大腿骨近位部の骨量が増加したと述べ、Heinonenら¹⁹⁾は、昇降運動により初経前の女子の同部の骨量が増加したと述べており、日本臨床スポーツ医学会が提唱するハイインパクト・エクササイズ²⁰⁾が推奨されよう。

また、本研究では中学高校時代に運動歴がある者でも男性では47.3%が、女性では63.8%が大学時代に運動習慣がないことが判明した。横内ら²¹⁾は高校時代に運動歴があっても、大学2年間で運動をしていない場合は骨量の減少を認めたと述べている。西田²²⁾は女子大学生の80%が体育授業以外の運動習慣がないと述べ問題であると考えられた。今後の骨粗鬆症予防のためには中学高校時代に運動歴がない者はもちろんのこと、中学高校時代に運動歴がある者に対しても大学入学後の運動を指導することが必要であると考えられた。

まとめ

1. 超音波骨量測定器を用いて大学生5000名(男性3566名、女性1434名)の踵骨骨量測定を行い、中学高校時代の運動歴および現在の運動日数と骨量との関係を検討した。
2. 男女とも中学高校時代に運動歴がある者は有意に骨量が増加していた。
3. 中学高校時代の運動歴にかかわらず、男女とも大学入学後に運動習慣がある者は運動日数に応じて骨量が有意に増加していたが、中学高校時代に運動歴がある者は大学時代の運動による骨量増加の影響がより表れやすかった。
4. 中学高校時代に運動歴がある者でも、男性では47.3%、女性では63.8%が大学時代に運動習慣がないことから、骨粗鬆症予防のためには大学入学後も運動に対する啓蒙が必要である。

参考文献

- 1) Yoshimura N, Muraki S, Oka G, et al: Prevalence of knee osteoarthritis, lumbar spondylosis, and osteoporosis in Japanese men and women: the research on osteoarthritis/osteoporosis against disability study, *J Bone Miner Metab*, 27, 620-628, 2009.
- 2) 山岡完次: 小児期から思春期. 最新骨粗鬆症. ライフサイエンス出版, 東京, 2000; pp419-422
- 3) Ryosuke Okano: Relationship between Shapes, Percentage of Body Fat, Living History and Calcaneus Bone Strength in Female University Students, *Bulletin of Yamaguchi University of Human Welfare and Culture*, 7, 9-16, 2013.
- 4) 清野佳紀: ピークボンマス(最大骨量)の重要性 骨粗鬆症予防のために, *Osteoporosis Japan* .5, 785-786, 1997.
- 5) 朝井均ほか: 超音波骨評価装置による大学生での骨評価集団検診(その2), *CAMPUS HEALTH* , 36, 262-

- 266,1999.
- 6) 楊鴻生：新しい超音波骨密度測定装置 (CM-100) の臨床的有用性の検討, *Osteoporosis Japan*, 5, 99-108, 1997.
 - 7) 福島齊ほか：週1～2日の運動でも骨量は増加する (大学生5000名の骨量調査から), *日本臨床スポーツ医学会誌*, 23, 233-241, 2015.
 - 8) 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会編：骨粗鬆症の予防治療ガイドライン, 44-45, 2015.
 - 9) 山口(渡辺)彩子ほか：若年女性における二重X線吸収法を用いて評価した骨密度と幼児期から青年期までの運動習慣, *体力科学*, 63, 305-312, 2014.
 - 10) Takeru Kato et al.: Childhood Sports Activity Induces Bone Strength in Young Premenopausal Women, *School Health*, 7, 8-15, 2011.
 - 11) 小西史子ほか：青年男女の身体組成, 運動習慣, 食習慣, 睡眠習慣が踵骨骨量に及ぼす影響, *日本家政学会誌*, 58, 247-254, 2007.
 - 12) 槇本潔ほか：ティーンエイジャーの性成熟度と骨量, *産婦人科の世界*, 50, 855-860, 1998.
 - 13) 仲田秀臣ほか：超音波骨評価装置を用いた女子短期大学生における右踵骨骨密度と体格・生活習慣等の関連, *教育医学*, 49, 155-162, 2003.
 - 14) 岡野亮介：男子大学生における形態・体脂肪率および生活履歴と踵骨骨強度との関連性, *Yamaguchi University of Human Welfare and Culture*, 2, 1-7, 2009.
 - 15) 奥秋保ほか：若年成人女性における骨密度に影響を及ぼす因子の検討, *骨・関節・靭帯*, 19, 435-440, 2006.
 - 16) Specker B, et al. Does exercise influence pediatric bone? A systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 473:3658-3672, 2015.
 - 17) 村本名史ほか：大学生における運動およびスポーツ実施状況と骨密度, *Bulletin of Yamaguchi University of Human Welfare and Culture*, 3, 37-42, 2010.
 - 18) Fuchs RK, et al. Jumping improves hip and lumbar spine bone mass in prepubescent children: a randomized controlled trial. *J Bone Miner Res* 16:148-156, 2001.
 - 19) Heinonen A, et al. High-impact exercise and bone of growing girls: a 9-month controlled trial. *Osteoporos Int* 11: 1010-1017, 2015.
 - 20) 日本臨床スポーツ医学会学術委員会 整形外科部会：子供の運動をスポーツ医学の立場から考える, 2016
 - 21) 横内樹里ほか：女子大学生における2年間の骨量変化に対する体格・生活習慣因子の影響, *体力科学*, 55, 331-340, 2006.
 - 22) 西田弘之：女子大学生の入学時における骨密度測定がその後の食生活や骨への意識に及ぼす影響, *学校保健研究*, 39, 316-324, 1997.

(2017年9月29日受理)