

学童並びに中高年齢者の骨強化のために 効果的なスポーツの選択と実施基準の作製

	千葉大学	後藤 澄雄
(共同研究者)	同	百武 衆一
	同	袖山 知典
	同	守屋 秀繁
	同	梅津 美香
	同	君塚 五郎

A Study of Sports Effects for Bone Mass Acquirement in the Young and the Aged

by

Sumio Goto, Shuichi Hyakutake, Tomonori
Sodeyama, Hideshige Moriya, Mika Umezu, Goro Kimizuka
*Department of Orthopaedic Surgery,
Chiba University, School of Medicine*

ABSTRACT

When considering the preventive effect of sport on osteoporosis, it is important to determine whether a sport leads to elevation of peak bone mass. Our studies demonstrated that not only baseball players who practiced for an average of 36 hours or more per week but members of basketball clubs at universities practicing an average of approximately 9 hours per week could be expected to acquire significantly higher BMD. In females, due to marked reduction in bone mass after menopause, it is important to determine whether a sport in middle age can prevent bone mass decrease and if so, what degree

of impact is needed. Our studies proved that even if females continued in a sport from youth and had a high level of bone mass before menopause, habitual exercise from regular volleyball practice for about 5 hours per week was far from being sufficient to maintain bone mass after menopause.

Their BMD declined in parallel with that of the non-sport group. Moreover, our measurement of joggers revealed that the female group which continued jogging approximately 27 km a week on an average showed the greatest preventative effect on postmenopausal osteoporosis. It is extremely difficult, however, for the elderly in whom exercise related impact is small to acquire higher bone mass with gateball, though, it was considered that the synergistic effect of exercising and Ca intake should be expected in elderly people in whom sport related impact was limited.

要 旨

高い骨密度を維持するためのスポーツ効果について年代ごとの運動の量に関する目安を得るために、197名のアスリートと241名のスポーツ習慣のない健常者につきDEXA法による骨塩量測定を行いスポーツ歴との関連につき検討を行った。その結果20歳台までの若年期では週9時間程度の練習によりPeak bone mass上昇効果があり、その影響は女性の閉経期相当年代以後まで維持される。

しかし閉経後の女性では週5時間の主婦バレーボール程度のスポーツでは骨塩量は低下する。この時期に平均週間走行距離27kmの女性ジョガーでは閉経後の骨粗鬆化は防がれている。高齢者のジョギングには疼痛など限界があり、一般にポピュラーなゲートボールプレーヤーの結果では低骨塩量を防御し得ないものの、カルシウム摂取(ミルク2合以上毎日)習慣との相乗効果によって有意に高い骨塩量が維持されることが判明した。

緒 言

運動の骨効果に関する従来研究成果として若年成人に関しては12名のweight liftingを1年以上(平均6.1年)施行した者について腰椎、大腿骨、上腕骨の骨塩量をDPA, SPA法により測定し体重負荷部の骨塩量が有意に高いとの結果が示されている²⁾。また上肢についてテニスプレーヤーの利き腕骨塩量が高いとの結果³⁾、女性テニスプレーヤーで腰椎での高値をみる反面スイマーでは対照比不変との結果⁴⁾が示されている。

中年女性では肉体労働者の腰椎骨塩量が高いこと⁵⁾、高齢者では18名のうち半数が活発な歩行訓練を週3回、1時間ごとに行っている群でtotal body calciumが高いこと⁶⁾などすでに多くの研究が諸外国にて行われ、老若男女いずれの層でも運動は骨効果があることのデータが示されてきている。しかしそれらの多くは荷重部と非荷重部の差に視点があって、運動歴の調査が十分でないものも少なくないし、体重のマッチングが不十分であったり、ましてHyperostosis例を区別するこ

とは全く考慮されてきていない。

本研究の目的は Peak bone mass に影響を持つ時期、閉経期、高年期それぞれにおいて運動の骨効果を高めるための運動量と関連事項についての目安を得たいとするものである。

1. 検討対象と方法

スポーツ群として197名を対象とした(図1)。内訳は、学童の対象者が得られなかったので、明らかに peak bone mass をむかえる以前の若年層として週36時間以上練習をしている実業団野球選手10名(平均年齢21.5 ± 1.7歳)、週に9時間以上練習を行っている大学生バスケット部員7名(平均年齢23.1 ± 3.8歳)、中年層として閉経前の主婦バレーボールプレーヤー18名(平均44.1 ± 2.3歳)、中高年層として週間走行距離平均27kmの女性ジョガー(平均51.7歳)12名、37kmの男性ジョガー(平均56.2歳)29名、高年層としてゲートボールプレーヤー(平均70.4歳の女性プレーヤーを72名、平均72.4歳の男性プレーヤーを49名)、以上の比較的ポピュラーなスポーツを団体に所属して定期的に行っている者に付き、スポーツ習慣のない健康な人241名を対照として検討した。

骨量測定法は Dual energy X-ray absorptiometry を用い腰椎、大腿骨、橈骨、脛骨(近位)を測定。データの解析に当たって、体重のマッチングと特に高齢者における hyperostosis^D(Forestire's II度以上)例を区別することを重視した。また、高齢者ゲートボールプレーヤーについては骨代謝に関連する各種内分泌ホルモン等の定量を行った。

2. 結果

若年層(図2)では、大腿骨、腰椎いずれの測定においてもスポーツ群は(野球群、バスケットボール群とも)有意に高いBMD値を示す。(P<0.01)。野球選手の場合平均体重(73.1 ± 10.0 kg)も非スポーツ群より大きいのでその影響がありえるが、バスケットプレーヤーの体重(64.7 ± 5.4 kg)は非スポーツ群(62.9 ± 5.6 kg)と近似しているのに有意に高い骨塩量であり、週9時間程度の定期的スポーツでも peak bone mass 上昇効果が期待される。週に5時間以上練習している閉経前主婦バレーボール群の骨量(0.93 ± 0.117 g/cm)も年齢と体重をマッチさせた非スポーツ群(0.83 ± 0.90 g/cm²)より高値(P<0.05)である。

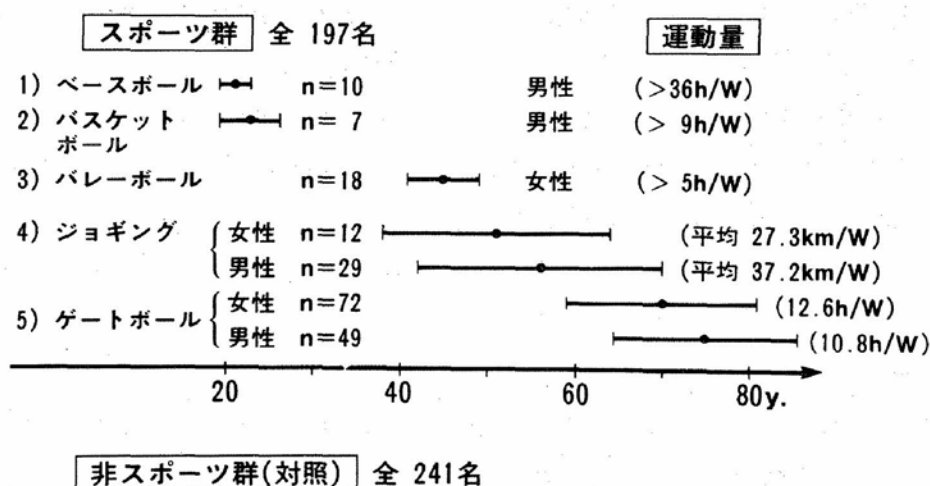


図1 検討対象の年齢、スポーツ種目と運動量

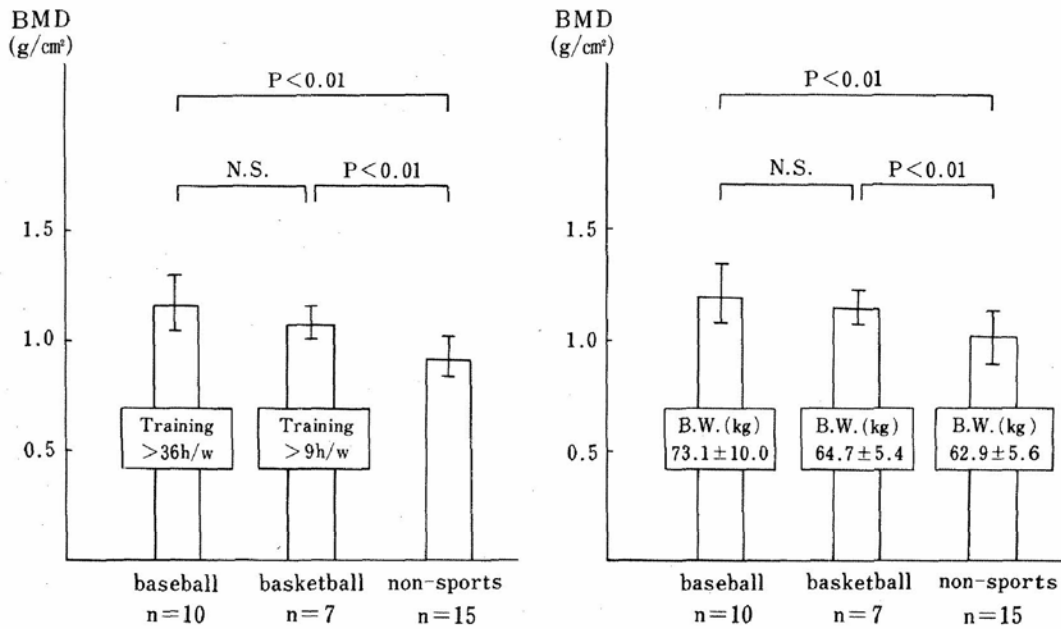


図2 男性若年層プレーヤー（ベースボールとバスケットボール）の骨塩量（左：大腿骨頸部，右：腰椎）

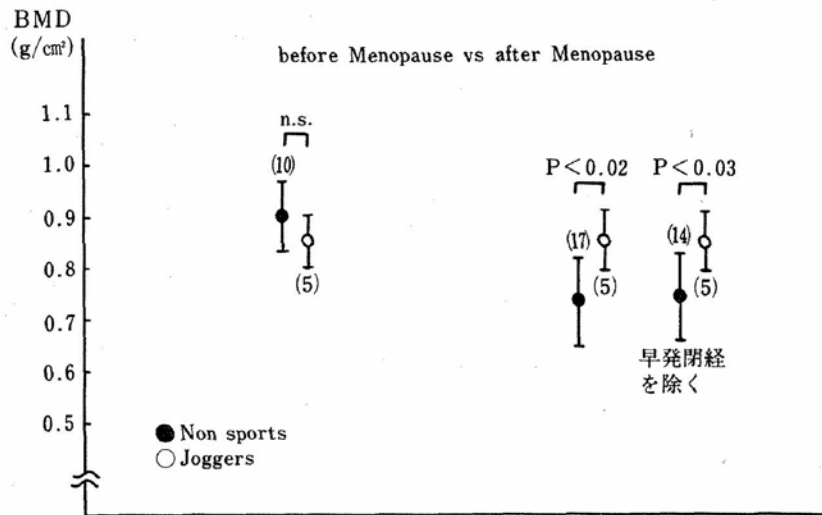


図3 中高年女性ジョガーの骨塩量
閉経後には非スポーツ群に比べ有意に高値を示し、
閉経前とはほぼ同値を維持している。

ところが女性ジョガーの場合閉経前の群では非スポーツ群と有意差がなく、閉経後（図3）において高い傾向（ $P < 0.02$ ）となる。閉経前の女性ジョガーのジョギング歴（図4）は未だ短く、しかも主婦バレー群の人では81%の人が学生時代よりスポーツ習慣を継続しているのに対し、ジョ

デサントスポーツ科学 Vol.12

ガーでは若年期にスポーツ習慣がなく中年期になって始める人の多いという意外な要素がバレーボール群の方が高骨塩量値という結果をもたらしたものと考えられる。

閉経後のジョガーでは週間走行距離（平均週30 km以上）が延び、特にジョギング開始よりの期

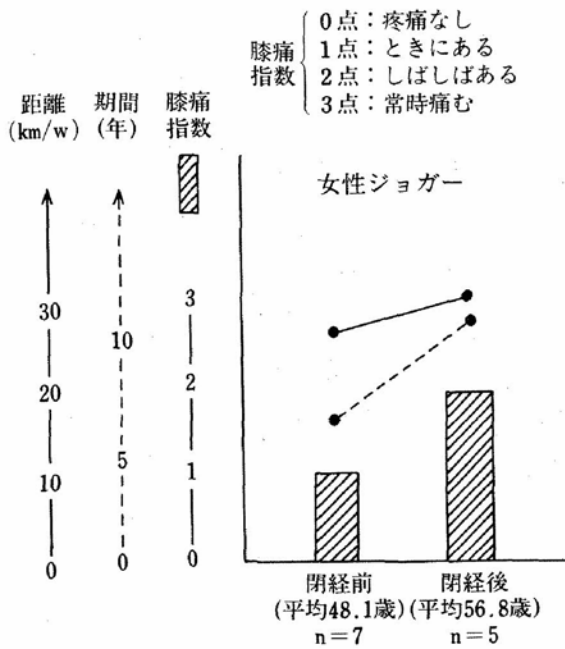


図4 女性ジョガーの運動施行状況

間が平均10年以上になってきているため、閉経前にはほぼ匹敵した骨塩量を有し、60歳台でも閉経前と比べて全く低値傾向をみない。従ってこの調査群程度の運動量が継続されれば閉経後骨粗鬆症の防御にジョギングの効果は大である。

中高年男性ジョガーでは対照群の加齢的減少が少ないため有意差はやや低い（大腿骨頸部で $P < 0.05$ ）が、腰椎、大腿骨、脛骨と骨断面積当たりの体重負荷が大と考えられる部ほど有意水準が高くなる。学生時代に週3日以上の課外スポーツを行っていた男性ジョガーの骨塩量 ($0.93 \pm 0.15 \text{ g/cm}^2$) と全く行っていなかった男性ジョガーの骨塩量 ($0.82 \pm 0.06 \text{ g/cm}^2$) の間では有意差があり ($P < 0.02$)、ここでも若年期のスポーツ効果の大きいことがうかがわれる。

男性ジョガーの膝の脛骨近位部で測定した骨塩量上昇に平行して増加している関連因子として（図5）男性ではジョギングの走行距離が重要で、週間走行距離 40 km 位走り込めば有意に高い骨

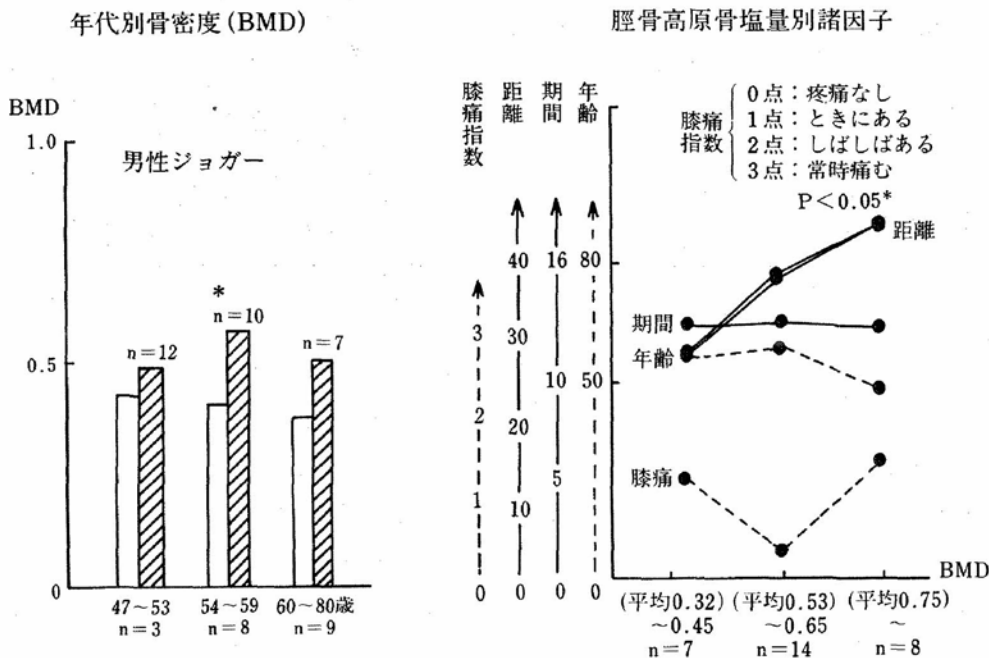


図5 中高年男性ジョガーの年代別骨塩量 (左: Tibia) と運動施行状況

塩量が得られるが、強い膝関節痛の発生などジョギングをいかに高齢で続けるかは問題であり、走行距離には限界がある。

ゲートボールプレーヤーの骨塩量は、hyperostosis 2度以上の例を除外¹⁾して検討したが (図6)、対照群に比べ女性ゲートボールプレーヤーの有意な高値 ($P < 0.01$) は大腿骨も腰椎も60歳台後半でのみ見いだされ、70歳台以上の高齢者では特に体重と年齢をマッチングして検討すると、ゲートボールによる骨効果は高い傾向はみられる

ものの有意水準が低い ($P < 0.25$)。この点は男性でも同様である。しかし男性の場合、万歩計で半年間毎日測定させた平均歩数と骨塩量には一定の相関 ($r = 0.68, P < 0.05$) があり、インパクトが弱いとはいえ歩行習慣も骨塩量獲得に無縁の要素でもないと思われる。

興味あるデータは特に女性でのミルク摂取習慣との関係である。年齢と体重をマッチさせた大腿骨の場合 (表1)、ゲートボール群ではミルク摂取習慣のある者とないものとの間に有意差がある

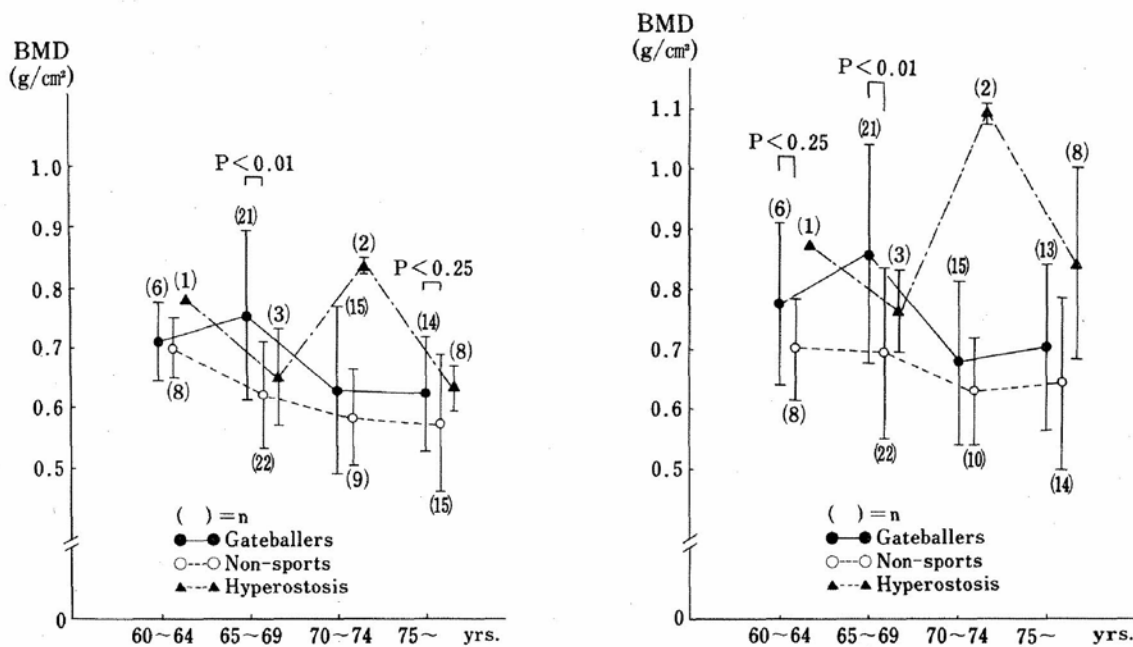


図6 高齢者女性ゲートボールプレーヤーの年代別骨塩量 (左: 大腿骨頸部, 右: 腰椎)

表1 女性ゲートプレーヤーと非スポーツ対照者の大腿骨頸部骨密度はミルク摂取習慣の有無により有意差がある。

大腿骨頸部骨密度		-女性-	
	ミルク摂取 (-)	ミルク摂取 (+)	有意差
非スポーツ群	n=5 0.65±0.086	n=10 0.60±0.079	n.s.
ゲートボール群	n=9 0.64±0.057	n=10 0.74±0.081	P<0.01
有意差	n.s.	P<0.01	

60~69歳, 40kg ≤ 体重 < 60kg

($P < 0.01$). ミルク摂取習慣のある例の中で非スポーツ群とゲートボール群に分けた2群の間でも有意差があり ($P < 0.01$), 腰椎でも同様の結果である。ゲートボール程度の運動でも Ca 摂取との相乗効果によってその骨量維持効果に期待ができるかも知れない。

ちなみに内分泌学的指標との関連について血清中の PTH, 1・25-OH₂D₃, カルシトニン, グラブロテインの定量を行ったが現在までに解析を行った範囲では報告すべき特別の傾向は見いださなかった。

3. 考 察

若年期のスポーツにより peak bone mass の上昇効果があるか否かは重要な点であるが, 大学生バレーボール練習9時間/週程度でも十分効果が期待でき, しかも少なくとも中年期まではその影響が維持されることが本研究で示唆された。おそらく力学的ストレスによって外骨膜側骨形成能が尚発揮されると考えられる若年期の骨量増加効果は極めて大と思われる。

閉経後通常骨塩量の減少する女性の場合にも, 若年期や閉経前の運動歴により増した peak bone mass が閉経後の長年月にわたり骨塩量の相対的高値に影響していることが本研究によって示唆されたが, 閉経による骨量低下作用は著しいので週5時間のバレーボール程度の運動習慣では高い骨量レベルを維持する効果は乏しく, 非スポーツ群と平行して低下する傾向を示した。しかし週平均27 km 位のジョギングを続けていれば閉経後骨粗鬆症の防止効果は大きいとの結果も得られた。

ゲートボールによって骨塩量上昇効果ありとする意見が過去にみられるが, 本研究結果では少なくとも70歳以後の高齢では効果はあっても極めてわずかと言わざるをえない。むしろスポーツのインパクトに限界のある高齢者では運動習慣と

Ca 摂取習慣との相乗効果に期待すべきとの考えが本研究より得られた。

ま と め

本研究の最も大事な点は若年者の場合比較的少ない運動量で効率のよい骨量 (peak bone mass) 獲得効果が得られるということ, 一方老後では骨量獲得には極めてインパクトの強い, あるいは多大な運動量を必要とすることである。若年の恐らくまだ periosteal bone formation activity を有するうちにはそこでの骨形成が関与しよい効率を得る可能性があるが, 老後ではほとんど endosteal activity に頼らざるを得ないので効率が悪いと考えられる。

またもうひとつの大事な結果は, ゲートボールという高齢者でしかも比較的インパクトの弱いスポーツ群においては, 運動自体の骨効果はわずかだが, 長年にわたり意図してミルク摂取をしているプレーヤーは非ミルク摂取者に比し有意に骨塩量が高いという点である。

文 献

- 1) 後藤澄雄, 他; Osteoporosis と Hyperostosis における骨量変化の検討, 骨・関節・靭帯, 2, 976-985 (1989)
- 2) Colletti L. A. et al.; The effect of musclebuilding exercise on bone mineral density of the radius, spine and hip in young men. *Calcif Tissue Int.*, 45, 12-14 (1989)
- 3) Huddleston A. L. et al.; Bone mass in lifetime tennis athletes, *JAMA*, 244, 1107-1109 (1980)
- 4) Jacobson P. C. et al.; Bone density in women: college athletes and older athletic women, *J. Orth. Res.*, 2, 328-332 (1984)
- 5) Krolner B. et al.; Physical exercise as prophylaxis against involutional vertebral bone loss: a controlled trial, *Clin. Sci.*, 64, 541-546 (1983)
- 6) Aloia J. F. et al.; Prevention of involutional bone loss by exercise, *Ann. Intern. Med.*, 89, 356-358 (1978)