

男性スポーツ選手における踵骨骨強度の特徴および 形態・基礎体力との関連性

岡野 亮介,中 正二郎,勝木 建一,勝木 道夫

The Characteristics of the Calcaneal Bone Stiffness and Its Relationships with the Shapes and the Fundamental Physical Fitness in the Male Athletes.

Ryosuke Okano, Syojiro Naka, Ken-ichi Katsuki, Michio Katsuki

Abstract

The calcaneal bone stiffness of the male athletes ($n=315$, 12-38 years of age) were compared with those of the non athletes ($n=352$, 12-38 years of age). In addition its relationships with the shapes and the fundamental physical fitness in the male athletes were investigated.

The main results were as follows:

1) The male athletes had the higher calcaneal bone stiffness than the non athletes significantly or not significantly, which was different according to their age.

2) The high school athletes who had the heavier load on their calcaneal bone in their athletic activities had the significantly higher calcaneal bone stiffness than the athletes who had the lighter load on their calcaneal bone in their athletic activities.

3) The relationships of the calcaneal bone stiffness with the muscle strength, the muscle power, and the other physical fitness in the high school athletes were weak but significant.

4) The sum of the relative contribution rate of the muscle strength and power to the growth of the calcaneal bone stiffness was greater than that of the weight while the relative contribution rate of the age was the greatest in the athletes aged 12 to 20.

From these results, the significant contribution of weight bearing type of sports to the development of the calcaneal bone stiffness was reconfirmed, and it was suggested that the

reinforcement of the muscle strength and power by weight bearing type of training was more significant for the athletes from puberty to adolescence than the increased weight.

Key words : calcaneal bone stiffness, fundamental physical fitness, male athletes, weight bearing type of sports

I. 目的

近年高齢化が進む中であって、骨粗鬆症の急増が社会問題となっている。骨密度・骨強度は、年齢、性、体格、内分泌の状態および遺伝によって異なるのを始め、栄養習慣や運動習慣などの環境因子の影響を強く受ける。骨密度・骨強度を高めるためには、この環境因子を適切にコントロールすることが大切で、若年時から定期的にスポーツ活動を行うことが推奨されている所以の一つでもある。

ところで、スポーツ選手の骨密度・骨強度の特徴および基礎体力との関連性については数多く報告されてきているが^{1~7)}、スポーツの種目数は十数種類以下程度であり、関連を求めた基礎体力項目に自転車エルゴメーターによる無酸素パワーが取り入れられたことはない。また、思春期および青年期のスポーツ選手を対象として、骨密度・骨強度の発育に対する年齢、形態および基礎体力の相対的貢献度が追究されてきたことはなかった。

本研究はこれらのことを背景として、**20** 種目以上のスポーツ種目の選手を対象として、同年代の非運動者との骨強度の比較を行い、無酸素パワーを含む各種基礎体力項目と骨強度との関連性を求め、かつ **12~20** 歳のスポーツ選手を対象に骨強度に対する、年齢、形態および基礎体力の相対的貢献度を検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象

スポーツ選手は健康な男子中学生 **25** 名、男子高校生 **230** 名、一般人男性 (**18 ~38** 歳) **60** 名の計 **315** 名で、スポーツ種目は陸上競技 (短距離・跳躍・投擲・中長距離)、野球、ソフトボール、サッカー、バレーボール、バスケットボール、ハンドボール、硬式テニス、ソフトテニス、卓球、バドミントン、ゴルフ、柔道、剣道、空手、弓道、相撲、レスリング、水泳、水球、ボート、カヌー、スケート (長距離)、スキー (アルペン・クロスカントリー)、自転車 (短距離・長距離) およびウェイトリフティングの計 **26** 種目であった。いずれも週 **5** 日以上トレーニングを行い、石川県の国体候補選手あるいは県下で入賞を果たす者であった。

非運動者群 (コントロール群) は、健康な男子中学生 **111** 名、男子高校生 **77** 名、一般人男性 (**18 ~38** 歳) **164** 名の計 **352** 名であった。いずれも定期的には運動を行っていない者であった。

2.測定項目

形態測定項目として身長と体重を測定した。骨強度は、アロカ社製超音波骨評価装置 AOS-100 より右の踵骨を測定し、音響的骨評価値 (OSI) より評価した。体力測定項目は、握力、背筋力、垂直跳、上体おこし (30 秒間)、脚伸展筋力と脚屈曲筋力 (竹井機器工業株式会社製多用途筋力計による等尺性筋力、膝関節角度は 70 度屈曲位で右脚より測定)、最大酸素摂取量 (トレッドミルによる負荷漸増法での実測。ガス分析は Medical Graphic 社製 CPX/D 使用)、両脚伸展パワー (コンビ社製アネロプレス 3500 使用) および無酸素パワー (Monark 社製の自転車エルゴメーター使用。40 秒間のウィングートテスト⁸⁾によりピークパワー、10 秒仕事量、30 秒間の平均パワーおよび 40 秒パワー⁹⁾を求める。また同時にフライホイール半回転当たりの最大無酸素パワーも計測) であった。なお、コントロール群の測定項目は形態と踵骨骨強度のみであった。

3.統計処理

平均値の差については、対応のない t 検定を行い、等分散性の保証されない時は Welch の検定を行った。相関係数については Pearson の積率相関係数を用い、相関係数の差は z 変換を施して行った。また、OSI を独立変数、年齢、形態および各体力測定項目を説明変数として重回帰分析も行った。いずれの場合も危険率 5%未満をもって有意とした。

本文中および図表中の OSI はすべて 10^6 で除した値を使用した。

III.結果

1.コントロール群とスポーツ選手における OSI の比較

各年代別でコントロール群とスポーツ選手の OSI を比較した結果を **図 1** に示した。いずれの年代においてもコントロール群よりスポーツ選手の方が高い値を示し、高校 1 年生、18~20 歳、30~38 歳においては差に有意な水準が認められた。また、高校生以上について高校生、18~20 歳および 21~38 歳に纏めて比較したところ、いずれもコントロール群よりスポーツ選手の方が OSI は有意に高かった (高校生のコントロール群 vs スポーツ選手 : 3.010 ± 0.346 vs 3.168 ± 0.349 , $p < 0.001$ 、18~20 歳のコントロール群 vs スポーツ選手 : 3.172 ± 0.345 vs 3.403 ± 0.277 , $p < 0.05$ 、21~38 歳コントロール群 vs スポーツ選手 : 3.031 ± 0.366 vs 3.204 ± 0.366 , $p < 0.01$)。

高校生の各スポーツ群 (サンプル数が少なく同じ範疇に属すると考えられるスポーツについては合体した) とコントロール群における OSI の比較を **図 2** に示した。コントロール群と比較して陸上競技 (短距離・跳躍・投擲)、スケート (長距離)・スキー (アルペン・クロスカントリー)、陸上競技 (中長距離) および野球・ソフトボールの選手の OSI は有意に高かった。

また、高校生スポーツ選手を、踵に対する荷重の少ないスポーツ選手 {Non-weight bearing 型ス

ポーツ選手, 水泳・水球・ボート・カヌー・自転車 (短距離・長距離) が該当, n=31) と、その他の荷重の大きいスポーツ選手 (Weight bearing 型スポーツ選手, n=199) に分類して比較した場合、OSI は前者より後者の方が有意に高かった (前者: 3.026 ± 0.285 , 後者: 3.190 ± 0.353 , $p < 0.05$)。

さらに、高校生スポーツ選手を、陸上競技、屋外球技、屋内球技および Non-weight bearing 型スポーツ選手に分類して OSI を相互に比較した結果を **図3** に示した。陸上競技選手の OSI は Non-weight bearing 型スポーツ選手の OSI より有意に高く、屋外球技選手および屋内球技選手の OSI より高い傾向であった。屋外球技選手の OSI も Non-weight bearing 型スポーツ選手の OSI より高い傾向にあったが、有意な水準はなかった。

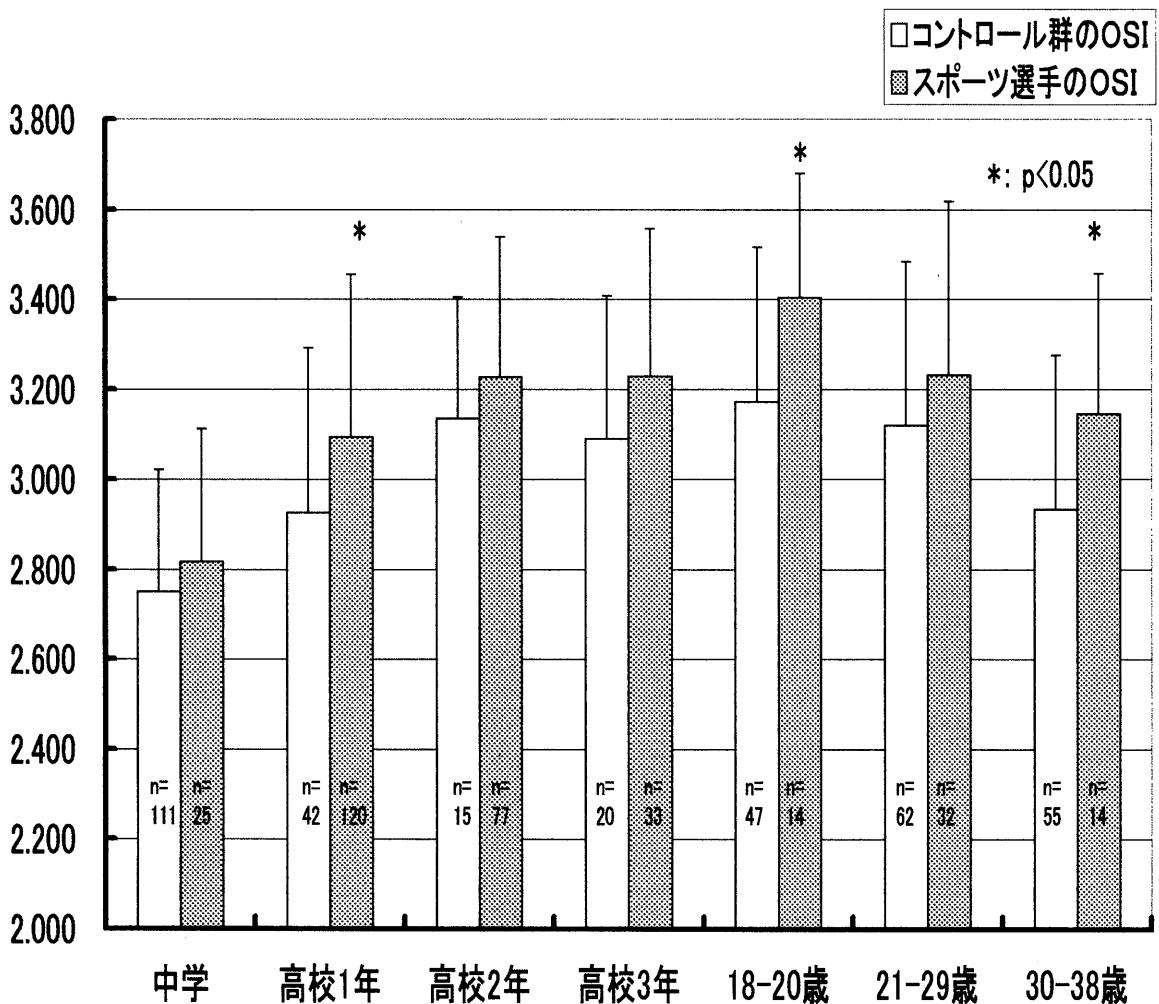


図1 各年代のコントロール群とスポーツ選手における OSI の比較

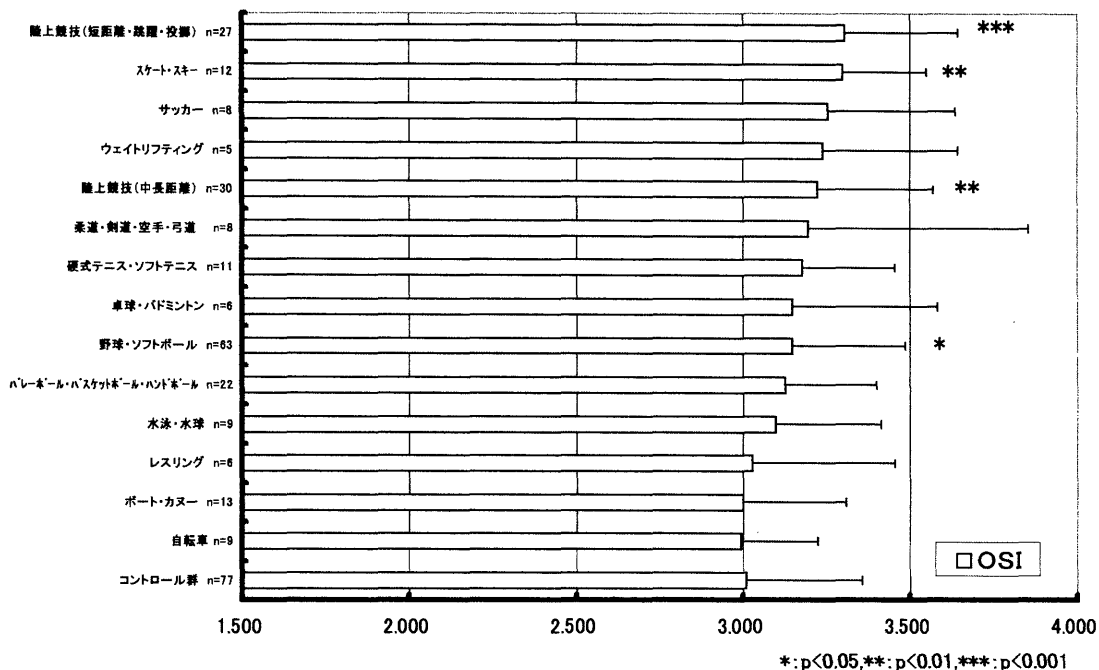


図2 高校生各スポーツ選手における OSI の比較

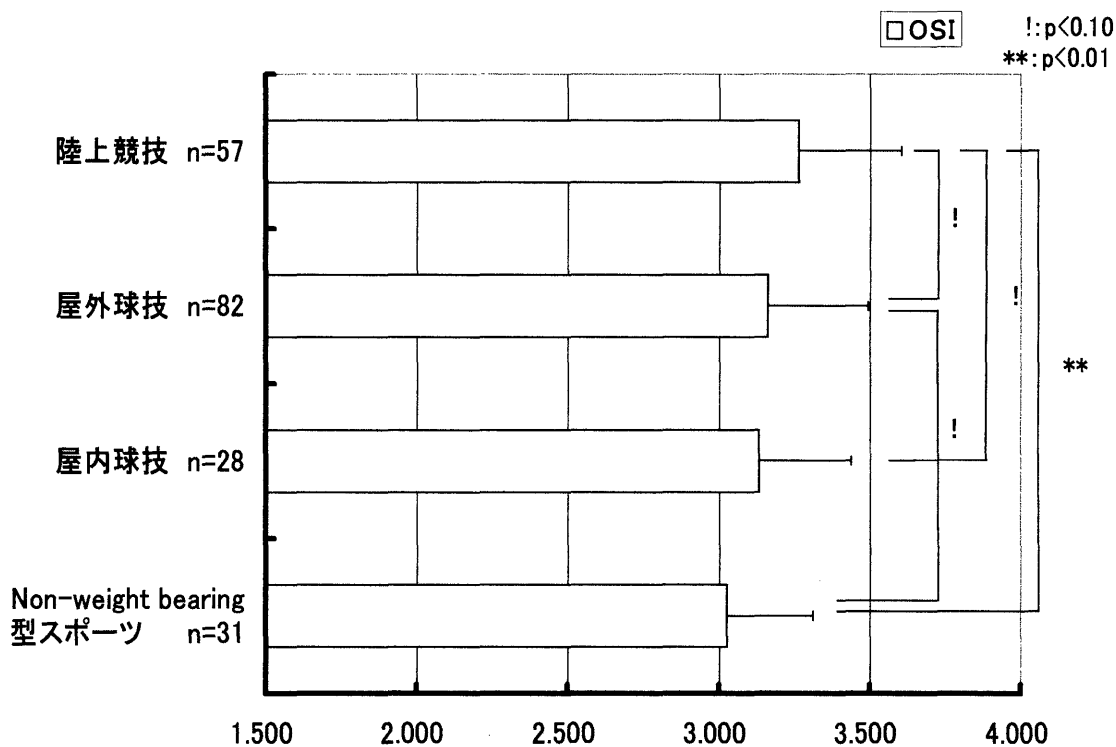


図3 高校生スポーツ選手におけるスポーツ特性に基づいた OSI の比較

2.高校生スポーツ選手における OSI と形態・基礎体力との相関

高校生スポーツ選手 (n=230) の OSI と身長、体重および BMI との相関係数は、それぞれ 0.051, 0.236 ($p<0.01$), 0.285 ($p<0.01$) であった。体重および BMI における相関係数はコントロール群 (n=77) における相関係数 (体重: $r=0.121$, BMI: $r=0.134$) より高かったが、その差に有意な水準はなかった。

高校生スポーツ選手の OSI と各基礎体力値との相関係数を表 1 に示した。OSI と脚伸展筋力、体重支持指数 (脚伸展筋力/体重)、脚屈曲筋力、両脚伸展パワー、垂直跳、上体おこし、および平均パワーと有意な相関が認められたが、いずれも弱い相関にすぎなかった。なお、陸上競技選手 (n=17) と非陸上競技選手 (n=40) に分離して相関係数を比較したところ、40 秒パワーにおいては、陸上競技選手の方が非陸上競技選手より有意に高い値であった (前者: $r=0.554$, 後者: $r=0.027$, $p<0.05$)。

表 1 高校生スポーツ選手における OSI と各基礎体力値との相関性

基礎体力項目	相関係数	有意水準	サンプル数
脚伸展筋力(kg)	0.295	**	125
体重支持指数	0.281	**	125
脚屈曲筋力(kg)	0.208	*	124
両脚伸展パワー(watt)	0.301	**	97
背筋力(kg)	-0.007		119
握力(左右平均,kg)	0.069		85
垂直跳(cm)	0.403	*	31
上体おこし(回/30秒)	0.245	*	82
最大酸素摂取量(ml/min)	-0.013		33
最大酸素摂取量(ml/kg*min)	0.268		33
ピークパワー(watt)	0.148		57
10秒仕事量(kgm/kg)	0.256		57
平均パワー(watt/kg)	0.291	*	57
40秒パワー(watt/kg)	0.091		57
最大無酸素パワー(watt)	0.282		47

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

3.スポーツ選手における OSI に対する各因子の相対的貢献度

12~20 歳のスポーツ選手を対象に、OSI を独立変数、年齢、形態および基礎体力を説明変数とする重回帰分析を行い、各因子の OSI に対する相対的貢献度を求めてみた。年齢を 20 歳までとしたのは、20 歳くらいで OSI がピークとなるからである¹⁰⁾。多重共線性を排除するため形態は体重を採用した。また、OSI と有意な相関があり、十分なサンプル数を確保できる体力測定項目として、脚伸展筋力および両脚伸展パワーを選択した。各因子の相対的貢献度は、各因子の標準偏回帰係数に単

相関係数を乗じた値の決定係数に対する割合から評価した¹¹⁾。その結果、重回帰予測値の変動は有意であったが、決定係数からみた分散に対する説明力は30%であった。この説明力に対し貢献度もっとも高かったのは年齢であり、その後に脚伸展筋力、体重、両脚伸展パワーと続いた(表2)。脚伸展筋力を脚屈曲筋力に置き換えて同じ手順で相対的貢献度を求めてみた結果、年齢(59.7%)、脚屈曲筋力(22.3%)、両脚伸展パワー(14.4%)、体重(3.6%)の順で高かった(重回帰予測値の変動は0.1%水準で有意であり決定係数は0.298であった)。ただし、いずれの場合においても偏回帰係数に有意な水準があったのは年齢のみであった。

表2 OSI に対する年齢、形態および基礎体力の相対的貢献度

重相関係数:0.5477

決定係数:0.3000

F:12.749 ***

サンプル数:124

項目	相関係数	標準偏回帰係数	貢献量	相対的貢献度(%)
年齢	0.496	0.3674	0.1823	60.8
体重	0.337	0.0556	0.0187	6.2
脚伸展筋力	0.426	0.1948	0.0829	27.7
両脚伸展パワー	0.373	0.0427	0.0159	5.3

***:p<0.001

IV. 考察

アロカ社製骨評価装置 AOS-100 による OSI は踵骨骨密度、腰椎骨密度および大腿骨頸部骨密度と有意で高い相関がある^{12~15)}。また、測定精度(変動係数より評価)は2.0%未満で、再現性にも優れている¹²⁾。それゆえ OSI によって骨の強度を評価することに問題はないと思われる。ところで、骨密度・骨強度の発育にとって適切な栄養習慣と運動習慣が重要であることは周知の事実である。また特に運動の骨密度・骨強度に対する影響に限定すれば、ジャンプ系スポーツあるいは体重移動のあるスポーツに高い効果が報告されている^{1,2,5,16,17)}。このことは、骨格に対する運動衝撃あるいは運動に伴う筋収縮を介した力学的負荷量が大きいほど、骨形成は促進され骨吸収は抑制されるという概念に立脚している。

本研究においても、これまでの報告^{1,2,4,7,18)}と同様、中学生から38歳までの各年代においてスポーツ選手の方がコントロール群より OSI は有意に高いか高い傾向にあった。年齢幅をもっと広げて比較した場合、高校生以上のすべての年代においてスポーツ選手の方がコントロール群より OSI は有意に高かった。Age-matched の観点から高校生に限定してコントロール群と各スポーツ選手を比較したところ、コントロール群に比べて陸上競技(短距離・跳躍・投擲)、スケート(長距離)、スキー(アルペン・クロスカントリー)、陸上競技(中長距離)および野球・ソフトボールの選手の OSI

は有意に高かった。また、Weight bearing 型スポーツ選手の方が Non-weight bearing 型スポーツ選手の OSI より有意に高く、その対比の中でも陸上競技の選手と Non-weight bearing 型スポーツ選手の間に顕著な差が認められた。これらのことから、踵骨骨強度を高めるには Weight bearing 型のスポーツが有利であることが再認識される。一方、陸上中長距離選手の OSI は、陸上短距離・跳躍・投擲選手とほぼ同等の値で、コントロール群より有意に高かった。腰椎骨密度を対象骨として男性の陸上長距離ランナーと一般人を比較した研究では、女性長距離ランナーの場合^{19,20)}と同様、長距離ランナーの方が低い値を示す報告が散見される^{2,3,21)}。Bilanin ら²²⁾は、長距離ランナーは血漿 testosterone のレベルが低いことからこの現象を説明している。しかし、腰椎骨密度と OSI との間に有意な相関のある^{12~14)}ことから勘案すれば矛盾する点で合理的に説明することはできない。もし矛盾に対する推測が許されるとするならば、本研究の一部の対象者に短距離的要素も含む中距離ランナーや中距離を兼ねる長距離ランナーもいたことおよび同じ長距離ランナーでもトレーニング内容や強度に大きな差があったことが考えられるが、今後さらに検討していきたい。なお、陸上競技選手の方が屋内球技選手より OSI が高い傾向にあったのは、日照時間の差が若干影響を与えていたものと推測される。

Age-matched の観点から、OSI と形態および基礎体力との単相関分析は高校生に限定して行った。形態と骨密度との相関関係は、高い身体活動によって弱められると言われている。しかし、本研究では体重および BMI と OSI との間の相関係数は、コントロール群よりスポーツ選手の方がむしろやや高かったが、その差に有意な水準はなかった。

高校生スポーツ選手において OSI と有意な相関係数を示した体力測定項目は、脚伸展筋力、体重支持指数、脚屈曲筋力、両脚伸展パワー、垂直跳、上体おこし、および平均パワーであった。OSI と筋力および筋パワーとの間に関連性が認められることを推測させる結果であり、また上体おこしとの関連は腸腰筋と脚筋との連結から推定されるものであるが、いずれの相関性も弱い傾向であった。Sandström ら⁶⁾や Nordström ら⁷⁾が報告するように、身体活動による骨密度の発達は site-specific であり、高い身体活動は骨密度と筋力との間の相関関係を弱めることを考慮すれば、本研究の様なほぼ等質のスポーツ集団の中では、基礎体力と骨強度との間にはあまり高い相関関係は存在しないことが示唆される。

最大酸素摂取量 (絶対値および体重当たりの値) と OSI との間には有意な相関性は認められなかった。予測最大酸素摂取量と骨密度との間に有意な正の相関がある²³⁾ことが報告されているが、Snow-Harter ら²⁴⁾のレビューによれば、実測最大酸素摂取量と骨密度との間には有意な相関がないことが報告されている。本研究の最大酸素摂取量も実測値であり、Snow-Harter ら²⁴⁾の結果と一致するものである。また、骨強度を決定する要因は運動強度であって、トレーニングの期間や頻度ではない⁴⁾ことや骨形成に必要な testosterone や free testosterone が持久的トレーニングを行っている者の方が一般人より低下している^{25,26)}ことから総合的に勘案すれば、最大酸素摂取量と OSI の間に

相関性の認められないことにむしろ妥当性があるように思われる。

なお、40秒パワー（無酸素性作業能力の持久性に関する指標）は、全体としてはOSIと有意な相関関係にはなかったが、陸上競技選手に限定した場合においては中等度の有意な相関係数が認められ、陸上競技以外の選手における相関係数と比較して、有意に高い値であった。これについては、競技種目において主として必要とされる体力要素項目の違いや、同じ無酸素的要素を必要とする競技どうしであってもトレーニング方法が異なることから、このような差が生じたものと思われる。さらにサンプル数を重ねて検討を進めたい。

筆者らは男性骨強度の発育のピークは概ね17～20歳くらいであることを確認している³⁾。従って骨強度の発育状態の観察を目的として、年齢を説明変数の一つに加えて重回帰分析を行う場合には、対象の年齢は20歳までと限定すべきと思われる。しかし、これまで骨強度の発育が開始する思春期から20歳までの男子スポーツ選手を対象として重回帰分析が施され、そして年齢、形態を踏まえて基礎体力の相対的貢献度が検討されたことはなかった。

本研究結果では、骨強度の発育に対する相対的貢献度で最も大きいのは発育期を反映してかやはり年齢であったが、筋力（脚伸展筋力）の貢献度は形態（体重）より大きいものであった。また、筋力と筋パワー（両脚伸展パワー）の貢献度の総和は33.0%であった。これらの結果は、脚伸展筋力を脚屈曲筋力に代替した場合においてもほぼ同等であった。

これらのことは、思春期および青年期のスポーツ選手においても、骨強度の発育に対して年齢に相応した体重を獲得すること以上にweight bearing型のトレーニングによって筋力およびパワーを向上させることの方が高い効果があることを示唆している。

なお、OSIと競技年数との関係に関しては、少数のサンプル数（n=26）ではあるが有意な正の相関係数（ $r=0.398, p<0.05$ ）が認められ、競技年数が長ければ踵骨骨強度も高くなることが示唆されたが、OSIの増加にはweight-bearing型スポーツが有利といったように骨に対する力学的強度が重要であるため、比較すべき運動種目を統一しかつサンプル数を十分に整備した上で再度検討することが必要であろう。さらに、本論では栄養摂取状況との関係は調査しなかったが、形態、基礎体力との相互関連性を踏まえて追究していくことが必要であり、今後の検討課題としたい。

V.まとめ

12～38歳の男性スポーツ選手と男性コントロール群計667名を対象に踵骨骨強度を比較し、そしてスポーツ選手における踵骨骨強度と形態・基礎体力との関連性を追究した結果、以下の点が明らかとなった。

①各年代においてスポーツ選手の方がコントロール群より踵骨骨強度は明らかに高いか、あるいは高い傾向にあった。

②高校生スポーツ選手において、概して踵に対する荷重の大きい種目の選手の方が、荷重の少ない選手より踵骨強度は明らかに高かった。

③高校生スポーツ選手において、踵骨強度は筋力および筋パワーなどと相互に関連はするが、その関連性は弱かった。

④12～20歳のスポーツ選手において、踵骨強度の発育に対する相対的貢献度は年齢が最も大きかったが、筋力と筋パワーの貢献度の総和は形態（体重）よりも大きかった。

以上より踵骨強度の発育にとって weight bearing 型のスポーツの重要性が再認識され、思春期から青年期のスポーツ選手にとって体重の獲得以上に weight bearing 型のトレーニングにより筋力・筋パワーを強化することに意義があることが示唆された。

参考文献

- 1)小沢 治夫.スポーツ種目と骨密度,臨床スポーツ医学,(1994),**11**,1245-1251.
- 2)佐藤 哲也,小池 達也.骨粗鬆症のマネージメント 運動と骨粗鬆症,診断と治療,(1995),**83**,907-911.
- 3)井本 岳秋,沖汐 美由紀,中島 仁子,桜井 洋子,中根 惟武,澤田 芳男.スポーツ選手の腰椎骨塩濃度と体組成,臨床スポーツ医学別冊,(1992),**9**,312-313.
- 4)Drinkwater,B.L.Does physical activity play a role in preventing osteoporosis? Res.Quart., (1994),**65**,197-206.
- 5)Grimston,S.K.,Willows,N.D.,& Hanley,D.A.Mechanical loading regime and its relationship to bone mineral density in children.Med.Sci.Sports Exerc.,(1993),**25**,1203-1210.
- 6)Sandström,P.,Jonsson,P.,Lorentzon,R.,& Thorsen,K.Bone mineral density and muscle strength in female ice hockey players.Int.J.Sports Med.,(2000),**21**,524-528.
- 7)Nordström,P.,Thorsen,K.,Bergström,E.,& Lorentzon,R.High bone mass and altered relationships between bone mass,muscle strength,and body constitution in adolescent boys on a high level of physical activity.Bone,(1996),**19**,189-195.
- 8)Maud,P.J.& Shultz,B.B.Norms for the Wingate anaerobic test with comparison to another similar test.Res.Quart.,(1989),**60**,144-151.
- 9)宮下 充正.一般人・スポーツ選手のための体力診断システム,ソニー企業,東京,(1986),77-80.
- 10)岡野 亮介,中 正二郎,勝木 建一,勝木 道夫.男性の骨強度—大学生の形態・体脂肪率及び生活状況と骨強度の関係並びに骨強度の発育特性—,体力科学,(2001),**50**,878.
- 11)野村 照夫,松浦 義行.水泳パフォーマンスに關与する能力の抽出とその相対的貢献度—大学一流水泳選手の場合—,体育学研究,(1987),**31**,293-303.
- 12)岡野 亮介.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,(2002),4,107-115.
- 13)谷澤 龍彦,遠藤 直人,高橋 栄明,中土 幸男.超音波骨評価装置 AOS-100 と DXA 法による踵骨、腰椎測定値の検討,第 4 回日本骨粗鬆症研究会抄録,(1995),105.
- 14)中土 幸男,土金 彰,野村 彰夫,吉田 郁夫.踵骨の超音波伝播パラメータの年齢的变化と骨粗鬆症の踵骨、腰椎および大腿骨骨塩量との相関,第 23 回日本臨床バイオメカニクス学会誌,(1996),121.
- 15)杉森 裕樹,正木 基文,中村 健一,稲葉 裕,吉田 勝美.踵骨乾式超音波(AOS100)による小児骨量評価の開発と応用,映像情報 MEDICAL,(1997),29,498-502.
- 16)Slemenda,C.W.,Miller,J.Z.,Hui,S.L.,Reiser,T.K.,& Johnston,C.C.Jr.Role of physical activity in the development of skeletal mass in children.J.Bone Miner.Res.,(1991),6,1227-1233.
- 17)丸野 亮子,真下 智子,樋口 泰,天貝 均,徳山 薫平,齊藤 慎一.大学スポーツ選手の骨密度及び骨形態とスポーツ種目の関係,体力科学,(2000),49,796.
- 18)Tsuzuku,S.,Ikegami,Y.,& Yabe,K.Effects of high-intensity resistance training on bone mineral density in young male powerlifters. Calcif. Tissue Int.,(1998),63,283-286.
- 19)Dalsky,G.P.Effect of exercise on bone: permissive influence of estrogen and calcium.Med.Sci. Sports Exerc.,(1990),22,281-285.
- 20)岡野 亮介,勝木 建一,碓井 外幸,勝木 道夫,中田 勉,山口 昌夫.女性における運動と骨密度—陸上中長距離選手と育児休業女性の場合—,臨床スポーツ医学,(1994),11,446-450.
- 21)清野 佳紀.骨を鍛えるために,金原出版,東京,(1998),31-50.
- 22)Bilanin,J.E.,Blanchard,M.S.,& Russek-Cohen,E.Lower vertebral bone density in male long distance runners.Med. Sci.Sports Exerc.,(1989),21,66-70.
- 23)Pocock,N., Eisman,J., Gwinn,T., Sambrook,P., Kelly,P., Freund,J., & Yeates,M. Muscle strength, physical fitness,and weight but not age predict femoral neck bone mass.J.Bone Miner.Res., (1989),4,441-448.
- 24)Snow-Harter,C.,& Marcus,R.Exercise,bone mineral density, and osteoporosis.Exerc. Sports Sci. Rev.,(1991),19,351-388.
- 25)Hackney,A.C.,Sinning,W.E.,& Bruot,B.C.Reproductive hormonal profiles of endurance-trained and untrained males.Med.Sci.Sports Exerc.,(1988),20,60-65.
- 26)Wheeler,G.D.,Wall,S.R.,Belcastro,A.N.,& Cumming,D.C.Reduced serum testosterone and prolactin levels in male distance runners.JAMA,(1984),252,514-516.