

球技選手における脚の筋出力特性とジャンプパフォーマンス向上
のためのトレーニング方法について
——ハンドボール選手とバレーボール選手の比較から——

浅野幹也・山本高司・藤松 博・小山哲央・犬塚秀幸
(中京大学 体育学部)

Studies on the characteristics of leg muscle output in ball game
players and training methods to improve jump performance

Mikiya ASANO・Takashi YAMAMOTO・Hiroshi FUJIMATSU・Tetsuo KOYAMA
and Hideyuki INUZUKA

(School of Physical Education, Chukyo University)

Abstract

The purpose of this study was to compare the leg muscle output in handball and volleyball players and to discuss the training methods to improve jump performance. 15 handball players and 15 volleyball players of undergraduate male students of Chukyo University participated in this study. The measurement items were isokinetic leg muscular strength and leg extension speed in squatting position, the jumping height in three types of vertical jump (squatting jump (SJ), counter movement jump (CMJ), maximum jump (MJ)).

The results were as follows :

- 1) The isokinetic leg muscular strength in handball players was not different from that in volleyball players, however, leg extension speed in volleyball players was significantly larger than that in handball players ($p < 0.05$).
- 2) The jumping height in SJ was not different in both of players, however, that in CMJ and MJ in volleyball players was significantly larger than that in handball players ($p < 0.01$).
- 3) The ratio of SJ height to CMJ in volleyball players was significantly larger than that in handball players ($p < 0.05$).
- 4) The coefficients of correlation between performances in whole players were : leg extension speed and SJ height, 0.353 (n. s.) ; leg extension speed and CMJ height, 0.474 ($p < 0.01$).
- 5) From the results above, it has been suggested that elastic capacity of leg extensor muscles in volleyball players is more superior than handball players.
- 6) It is important to train the elastic and contractile components of muscles separately ; however, considering the practical application and the characteristics of each athletic item, it is necessary to develop new training methods for improving both components.

I 結 言

競技スポーツにおける跳躍場面を考えてみる

と、陸上競技においては、走り高跳び、走り幅跳び、或は三段跳びといった種目はジャンプパフォーマンスそのものが直接、成績(得点)に

結びついてくるため、当然のこととして跳躍力の強化が計られる。しかしながら、球技においては跳躍力が直接、得点に結びつくというわけではない。球技における競技力とは、勝つために相手より効率良く多くの得点を重ねていくことであり、そのためには、技術・戦術的により高度なプレーの遂行が要求され、それを支える土台が体力的な資質である。外国人選手に比べ体格的に劣るバレーボール、バスケットボール、又はハンドボールなどの日本の球技選手の多くは、以前から基礎体力の強化が指摘されてきた。跳躍力の強化もそれに含まれており、ゲーム中に生かされる豊かな跳躍力は重視されている。

跳躍力向上のためのトレーニング方法は、以前より現場の指導者によって試行錯誤的に実践されてきたが、1960年代半ば頃よりプライオメトリックトレーニング *plyometric training* (以下、プライオメトリックスと記す) に関する理論的・実践的研究が、Verkhoshanski^{15,16,17)}を中心に行われ始めた。プライオメトリックスとは、筋を短縮性収縮の直前に急激に伸張させること(予備伸張)によって、その後、より大きな力の短縮性収縮を引き起こさせる運動(伸張-短縮サイクル運動)のことをさす^{3,6,13)}。その後、プライオメトリックスのジャンプパフォーマンスに対する有効性が、これまでいくつかの研究報告により検討されている^{4,5,7,8)}。しかしながら、その中で、他の筋強化法と比較した結果では、プライオメトリックスの優位性は認められていない^{4,7)}。筆者らも、先の研究において、ハンドボール選手の跳躍力向上を目的としたプライオメトリックスをトレーニング処方するために、そのトレーニングの有効性を種々の異なった跳躍様式における跳躍高と筋出力に及ぼす影響から検討を試みた²⁾。結果は、被検者が競技レベルのほぼ完成期に近い大学生選手であったため、筆者らが期待した筋の弾性要素の改善によるジャンプパフォーマンスの向上は認められなかった。しかしながら、トレーニングの方法によっては、筋の収縮要素の改善によるジャンプパフォーマンス向上の可能性はあるという結論を見いだし、今後のト

レーニング方法の確立に力を注ぐ必要があるとの見解を示した。

そこで本研究は、球技選手のジャンプパフォーマンス向上のためのトレーニング方法の確立を目指し、競技中の跳躍技術の異なったハンドボール選手とバレーボール選手を被検者として種々の異なった跳躍方法における跳躍高を、アイソキネティックマシンによって測定した、スクワット姿勢からの脚の等速性筋力や脚伸展速度と比較することによって、球技選手におけるジャンプパフォーマンス向上のための今後のトレーニングの方向性を検討することを目的とした。

II 方 法

1) 被 検 者

本研究における被検者は、中京大学体育会に所属するハンドボール部員15名(以下、ハンドボール選手と記す)と、バレーボール部員15名(以下、バレーボール選手と記す)であった。

表1 被検者の年齢と身体的特性

	ハンドボール選手	バレーボール選手
n	15	15
年 齢(歳)	19.3 (0.9)	19.5 (1.2)
身 長(cm)	175.3 (5.0)	177.4 (5.1)
体 重(kg)	69.8 (6.1)	70.8 (6.5)

※平均値(標準偏差)

被検者の年齢と身体的特性については、表1に示したが、年齢、身長、体重の各々の項目に対し、ハンドボール選手とバレーボール選手との間には特に差異は認められなかった。

2) 測 定 項 目

跳躍する際に重要な脚の筋の特性を評価するために、Ariel Computer Exercise System (CES) Multi-Function Exerciser(図1)によって脚の等速性筋力と伸展速度を測定した。Ariel CESは、コンピューター制御による受動油圧抵抗を利用したアイソキネティックトレーニングマシンであり、種々のトレーニングスタイル(例えば、スクワットやベンチプレス、或はシッ

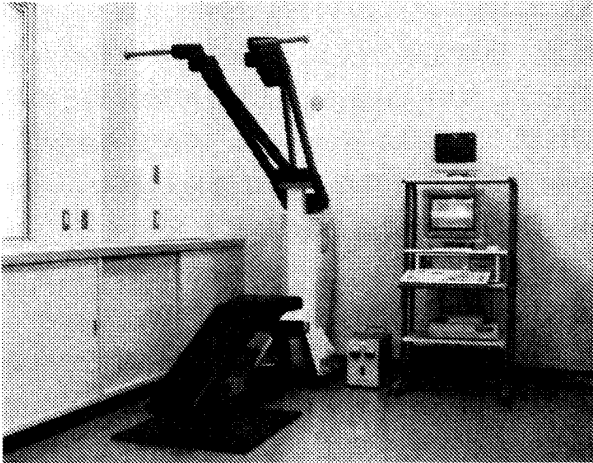


図1 等速性筋力測定装置 (Ariel Computer Exercise System Multi-Function Exerciser) の全景

トアップなど) に応じて, その運動の際に bar にかかる種々の角速度 (degree/sec) 負荷に対する筋力 (kg) や, 逆に, 種々の重量負荷に対する筋の伸展速度を測定できる機能が備わっている。本研究においては, 跳躍姿勢に近い膝関節角 90 度スクワット姿勢からの角速度 25 degree/sec の負荷条件における体重あたりの筋力 (%) と, 無重量 (0 kg) 負荷 (この場合は体重が負荷になっている) に対する脚伸展速度 (degree/sec) を測定した。

また, 跳躍高の測定においては, ジャンプメーター (竹井機器社製) を用い, 両手を後ろに組み, 反動を伴わずに沈み込んだままの姿勢 (膝関節角 90 度) からの全力ジャンプ (Squatting Jump: SJ), 両手を後ろに組んだまま, 立位姿勢からの沈み込みを伴う全力ジャンプ (Counter Movement Jump: CMJ), 腕の動きを自由にし, 立位姿勢からの沈み込みを伴うジャンプ (Maximum Jump: MJ) の 3 動作様式における跳躍高を測定した。

III 結果及び考察

本研究におけるハンドボール選手とバレーボール選手との測定結果の比較は表 2 に示した。筋の特性からみると, 体重あたりの等速性筋力においては, ハンドボール選手とバレーボール選手との間において, 有意な差は認められなかったが, 脚伸展速度においては, バレー

ボール選手の方がハンドボール選手に比べ, 有意に脚を伸展するスピードに優れていることが認められた。

表 2 ハンドボール選手とバレーボール選手との筋出力の比較

		ハンドボール選手	バレーボール選手
等速性筋力/体重 (%)		241.0 (35.0)	241.1 (49.3)
脚伸展速度 (degree/sec)		113.0 (8.1)	119.1 (5.6)*
跳躍高	S J (cm)	44.4 (2.5)	45.9 (2.9)
	CMJ (cm)	48.9 (2.7)	53.2 (2.5)**
	MJ (cm)	59.5 (3.8)	64.7 (3.5)**

※ 平均値 (標準偏差)

※※ : p<0.05, ** : p<0.01

また, 種々の異なった跳躍動作様式における跳躍高であるが, SJ においては, 両選手間における有意な差が認められなかったが, 反動動作を伴った, CMJ や MJ においては, 有意にバレーボール選手がハンドボール選手に比べ, 優れていることが認められた。そこで, 動作様式の異なった跳躍間における反動動作によってもたらされた増加分の比率を調べてみた (図 2)。

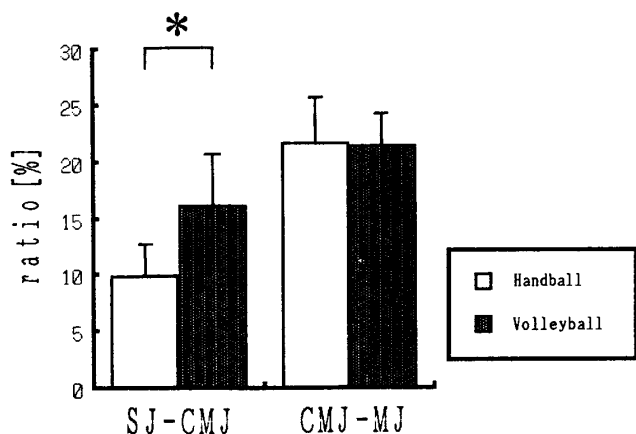


図 2 SJ, CMJ, MJ の跳躍高の比較。縦軸は (CMJ-SJ)/SJ×100%, 及び (MJ-CMJ)/CMJ×100% で表示。平均値±標準偏差。
* : p<0.05.

SJ と CMJ との間においては、ハンドボール選手で 10.1% 大、バレーボール選手で 16.3% 大とバレーボール選手の方がハンドボール選手に比べ、両足での跳躍においては明らかに脚の反動動作の利用能力に優れていることが認められた。しかしながら、さらに腕の振込動作の伴う MJ の跳躍高の CMJ に対する比率を調べてみると、ハンドボール選手で 21.8% 大であり、バレーボール選手も 21.6% 大と両選手間における有意な差は認められず、競技特性が腕の振込動作の有無によってジャンプパフォーマンスの向上をもたらす影響が無いことが示唆された。

筆者らは先の研究²⁾で、トレーニング結果における SJ の跳躍高と、本研究同様、Ariel CES によって測定した 25 degree/sec の負荷条件下における体重あたりの筋力との相関が高いことを報告した。さらに本研究において、球技選手のジャンプパフォーマンスに筋力要素としての等速性筋力とスピード要素としての脚伸展速度とがいかに影響を及ぼしているかを考察するために、本研究における両種目の選手を合わせて、体重あたりの等速性筋力に対する SJ、CMJ の跳躍高の相関 (図 3) と、脚伸展速度に対する

SJ、CMJ の跳躍高の相関 (図 4) を調べたその結果、等速性筋力は SJ の跳躍高とは有意な相関を示したが ($P < 0.01$)、CMJ の跳躍高との相関は認められなかった。また、脚伸展速度は SJ の跳躍高とは有意な相関は認められなかったが、CMJ の跳躍高とは有意な相関を示した ($P < 0.01$)。従って、バレーボール選手における SJ に対する CMJ の跳躍高が 16.3% 大きいことは、ハンドボール選手に比べ、両足での跳躍では、明らかに脚を伸展させるスピードに優れていることを示唆するものである。これに対し、体重あたりの等速性筋力は、両選手間に差は認められなかったため、SJ の跳躍高にも両選手の間に、差が認められなかったものと理解できる。また、筆者らの研究結果²⁾から推測すれば、両選手とも筋の収縮要素の改善によるジャンプパフォーマンス向上の余地は十分にあるものと考えられる。

金原ら¹²⁾の報告によれば、跳躍高に対する脚の反動動作の影響、すなわち、SJ に対する CMJ の跳躍高は約 27% 大であり、さらに、腕の振込動作の影響、すなわち、CMJ に対する MJ の跳躍高は約 12% 大と報告している。この点、本研

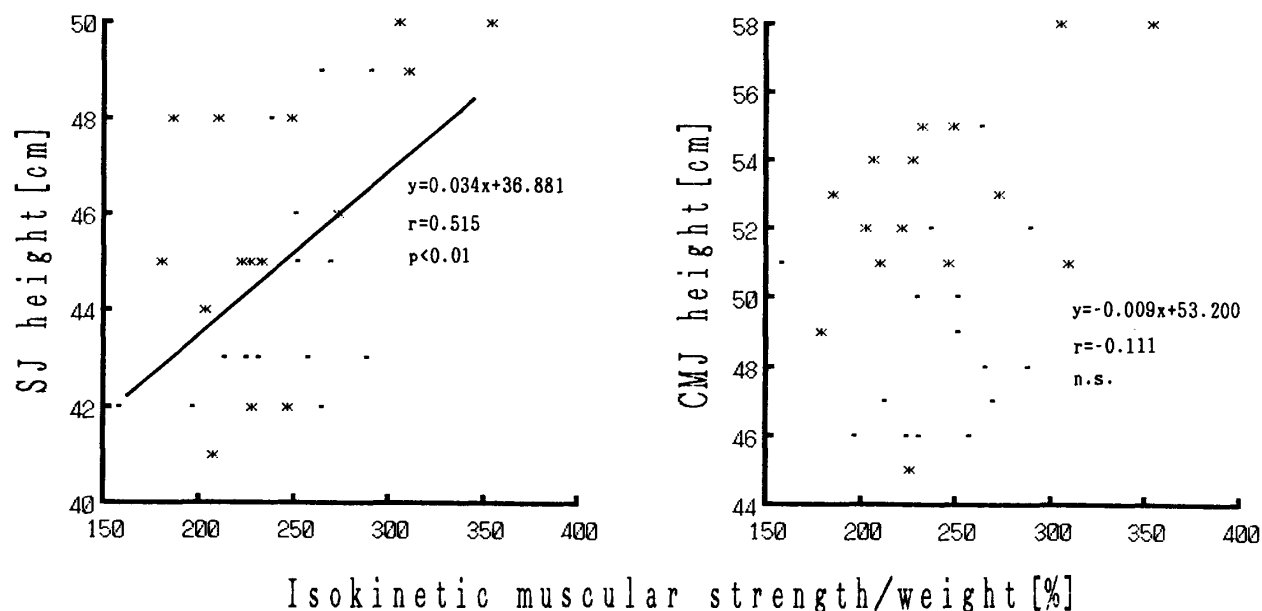


図3 体重あたりの脚の筋力と跳躍高(SJ, CMJ)の相関
 ・：ハンドボール選手, *：バレーボール選手

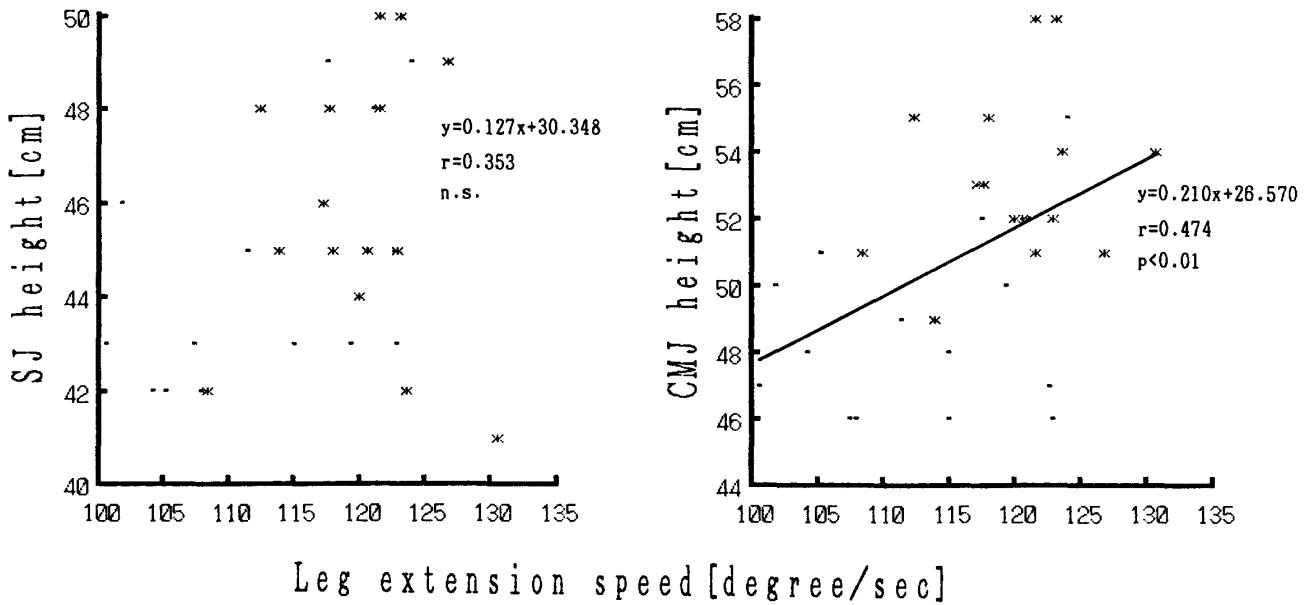


図4 脚伸展速度と跳躍高 (SJ, CMJ) の相関
 ・：ハンドボール選手，*：バレーボール選手

究の結果とは異なる。金原らの研究における被検者は、陸上競技の跳躍種目選手であり、当時の一流選手に値する鍛錬者で、本研究における球技選手の跳躍結果より、いずれの動作様式においても約 10 cm 前後も上回ったジャンプパフォーマンスを示している。ということは、本研究における球技選手は、陸上競技の跳躍種目選手よりも、はるかに脚の筋の弾性能力に劣るものと考えられる。陸上競技の跳躍種目選手ならば、パフォーマンスそのものが成績となって表れるため、より高い跳躍を生むために体力的要素の強化に重点を置いてトレーニングするものと思われる。しかしながら、球技選手は上述の様に、ゲーム中の複雑に絡み合った要素（技術・戦術的要素、またその土台となる体力的要素、あるいは試合の駆け引きに必要とされる心理的要素など）を各々抽出し、体系的にトレーニングしていかなければならない。その中では、やはり直接的に勝敗に関与する割合の高い技術・戦術練習に、より多くの時間を費やしてしまうことになりかねない。それでは、球技選手の体力的な要素である跳躍力を向上させるためには、効率の良いトレーニング計画をいかに組んだらよいのだろうか。トレーニングを考えて

いく際、必ず直面する問題として、オーバーロードの原則と特異性の原則がある。ジャンプパフォーマンス向上のための実際的なトレーニングの際には、アイソメトリックトレーニングやウエイトトレーニングのような筋の収縮要素の改善を目的としたトレーニング方法や、ジャンプそのものを負荷としたトレーニングやバーベル等の重量負荷などを用いてのジャンプトレーニング、或はプライオメトリックスなど筋の弾性要素の改善を目的としたトレーニング方法があり、それらの要素をどの様に漸増的に高めていくかが問題となる。ジャンプパフォーマンスに対するプライオメトリックスの有効性を検討した研究は、ほとんどが筋の弾性要素の改善を見据えたトレーニング処方であり、その結果を筋の収縮要素を目的としたトレーニングの効果と比較すれば、その優位性が認められていないことは前にも述べたとおりである^{4,5,7,8)}。また、ジャンプトレーニングを方法的に、筋の弾性要素と収縮要素の改善とに目的を区別し、各々の処方において重負荷によるトレーニングを荷した場合に、各々の特異性を顕著に示したという研究報告もある^{9,10,11)}。従って、跳躍に代表されるようなパワーアップにおいては、筋の弾性

要素と収縮要素を区別してトレーニングを遂行していくのも1つの行き方と考えられる^{2,14)}。スポーツ選手のトレーニングは、高い強度のオーバーロードが要求される。バレーボール、バスケットボール、或はハンドボールなどの球技選手においては、常日頃の練習の中で頻りにジャンプ活動を行っている。従って、ジャンプ動作をあまり必要としない競技種目の選手や、スポーツ活動を特別行わない一般の人たちよりは跳躍力が優れている。すなわち、初期レベルが高いので、ことさら大学生選手のように競技レベルの完成期に近い選手において、筋の弾性要素の改善を求めることは非常に困難であるかのように思える。しかしながら、各々の要素を複合的にトレーニングすることによってジャンプパフォーマンスの改善を得た研究報告がある¹⁸⁾。それは、フィンランドのナショナル男子バレーボール選手を対象として、バーベルを用いたウエイトジャンプ、ウエイトトレーニング、そしてドロップジャンプを通常のバレーボールの練習に加えて行った結果であった。また、ハンドボール選手を対象とした研究においても複合型トレーニングの有効性が認められた報告がある¹⁾。しかし、この研究では、ハンドボールに要求される動作におけるジャンプパフォーマンスの改善が認められたわけではなく、今後、特異性を加味したトレーニング処方確立が望まれる。いずれにしても、これらの研究結果は、トレーニングにおけるオーバーロードと特異性の原則を満たすことを目的とした複合型トレーニングの重要性を示唆するものと考えられる。

IV 結 語

本研究は、ハンドボール選手とバレーボール選手の脚の筋出力特性を調べ、球技選手におけるジャンプパフォーマンス向上のための今後のトレーニングの方向性を検討することを目的とした。本研究に参加した被検者は、中京大学体育会に所属するハンドボール部員15名とバレーボール部員15名で、彼らは、各々スクワット姿勢からの脚の等速性筋力と脚伸展速度、及び種々の異なる跳躍動作様式における跳躍高を

測定し、ハンドボール選手とバレーボール選手との結果を比較することによって検討を試みた。

本研究の結果は次の通りであった。

- 1) スクワット姿勢からの脚の等速性筋力(体重あたり表示, 25 degree/sec)においては、両選手間に有意な差は認められなかったが、体重のみを負荷として働く場合の脚伸展速度においては、ハンドボール選手に比べ、バレーボール選手の方が有意に優れていた($p < 0.05$)。
- 2) 種々の異なった跳躍様式における跳躍高は、SJにおいては、両選手間に有意な差は認められなかったが、CMJ及びMJにおいてはハンドボール選手に比べ、バレーボール選手の方が有意に優れていた($P < 0.01$)。
- 3) SJに対するCMJの比率、或はCMJに対するMJの比率を調べてみると、後者の場合においては両選手間に有意な差は認められなかったが、前者においては、ハンドボール選手に比べ、バレーボール選手の方が有意に大きかった($P < 0.05$)。このことから、ハンドボール選手に比べ、バレーボール選手の方が両足ジャンプにおける脚の筋の弾性能力に優れていることが示唆された。
- 4) トレーニングの可能性を考えれば、筋の収縮要素の改善と弾性要素の改善を区別してトレーニングする必要性もあるが、かつ、各々のスポーツ種目の特性を考慮した複合型のトレーニング方法の開発が望ましいと考えられる。

謝 辞

本研究の実験に際し、ご協力頂いた松岡素彦運動実習助手を始め、中京大学体育会男子バレーボール部員及び男子ハンドボール部員の皆さんに厚く感謝の意を表します。

文献

- 1) 阿部徳之助, 宇津野年一, 森田俊介, 山崎 武, 小山哲央, 水上 一, 竹内正雄,

- 早川清孝, 土井秀和, 福井孝明, 栗岩淳一, 宮澤恒夫, 森川寿人, 西山逸成, 宍倉保雄, 荒木雅信. : 跳躍力向上のための試験的研究. 昭和 59 年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告, No. 6 ハンドボール, 1985, pp. 86-89.
- 2) 浅野幹也, 山本高司, 藤松 博. : ハンドボール選手におけるジャンプトレーニングに関する一考察. 日本バイオメカニクス学会第 11 回大会論集・動きとスポーツの科学, 1992, pp. 240-244.
- 3) Asmussen, E. and F. Bonde-Petersen. : Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. *Acta physiol. scand.*, 91 : 385-392, 1974.
- 4) Blattner, S. E. and L. Nobel. : Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *ok. Res. Quart.*, 50 : 583-588, 1979.
- 5) Brown, M. E., J. L. Mayhew and L. W. Boleach. : Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *J. Sports Med. Phys. Fit.*, 26 : 1-4, 1986.
- 6) Cavagna, G. A., B. Dusman and R. Margaria. : Positive work done by a previously stretched muscle. *J. Appl. Physiol.*, 24 : 21-32, 1968.
- 7) Clutch, D., M. Wilton., C. McGrown and G. R. Bryce. : The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Res. Quart.*, 54 : 5-10, 1983.
- 8) Ford, H. T. Jr., R. Puckett., J. P. Drummond., K. Sawyer and C. Fussell. : Effect of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. *Percept. Moter Skills.*, 56 : 919-922, 1983.
- 9) Hakkinen, K and P. V. Komi. : Changes in electrical and mechanical behavior of leg extensor muscles during heavy resistance strength training. *Scand. J. Sports Sci.*, 7 : 55-64, 1985.
- 10) Hakkinen, K and P. V. Komi. : Effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercise. *Scand. J. Sports Sci.*, 7 : 65-76, 1985.
- 11) 金久博昭. : スポーツ選手におけるジャンプ・パフォーマンス向上のためのトレーニング. *J. J. Sports Sci.*, 9 : 202-209, 1990.
- 12) 金原 勇, 春山国広, 三浦望慶. : 跳躍力を大きくする基礎的技術の研究(その 1) ——反動々作と振込動作について——. 東京教育大学体育学部スポーツ研究所報, 2 : 21-3, 1964.
- 13) Komi, P. V. and C. Bosco. : Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 10 : 261-265, 1978.
- 14) 玉木哲朗, 竹倉宏明, 藤瀬武彦, 吉岡利忠, 中野昭一. : ヒト下肢骨格筋の予備伸展効果に関する研究. *体育学研究*, 34 : 73-80, 1989.
- 15) Verkhoshanski, Y. : Perspectives in the improvement of speed-strength preparation of jumpers. *Yessis Review of Soviet Physical Educatoin and Sports.*, 4 : 28-34, (*Track and Field*, 9 : 11-12, 1966.)
- 16) Verkhoshanski, Y. : Are depth jumps useful? *Yessis Review of Soviet Physical Educatoin and Sports.*, 3 : 75-78, (*Track and Field*, 12 : 9, 1967.)
- 17) Verkhoshanski, Y. and Chernousov, G. : Jumps in the Training of a Sprinter. *Yessis Review of Soviet Physical Educatoin and Sports.*, 9 : 62-66, (*Track and Field*, 9 : 16-17, 1974.)
- 18) Viitasalo, J. T. : Effect of training on

force-velocity characteristics. In : (Eds), *Human Kinetics*, 1985, pp. 91-95.
Biomechanics IX-A. Winter, D. A., et al.