バスケットボール選手におけるプライオメトリックスがジャンプと フットワーク能力およびパス能力に及ぼす効果

図 子 浩 二

EFFECTS OF PLYOMETRICS ON THE ABILITIES OF THE JUMP, FOOTWORK AND THE CHEST PASS IN COMPETITIVE BASKETBALL PLAYERS

KOJI ZUSHI

Abstract

The purpose of this study was to determine the effects of plyometrics on jump, footwork and chest pass ability in competitive basketball players. Ten male basketball players competing at the college level in Japan practiced plyometrics by using the drop jump and the medicine ball throw three sessions per week for seven weeks. All players had continued regular training and competition in basketball over ten years. Height and contact time of the rebound drop jump and the jump shot were tested for each player along with sprint running velocity in a straight direction and with four footwork phases for changing direction, ball velocity and contact time of hands for chest pass pre and post plyometrics. Drop jump training significantly shortened contact time but did not enhance jumping height of the jump shot with a basketball. Moreover, drop jump training significantly shortened average velocity of sprint running with four footwork phases for changing direction, but did not enhance sprint running in a straight direction. Medicine ball training significantly enhanced ball velocity and contact time of hands for the chest pass. These results suggest that plyometrics, by using the drop jump and medicine ball throw, are effective training methods for improving jump, footwork and chest pass ability in competitive basketball players.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 2006, 55 : 237~246)

key word : plyometrics, basketball player, jump, footwork, chest pass, training effect

I . 緒 言

優れたバスケットボール選手になるためには、試合状況に応じて多彩なプレーを、適時に効果的なタイミングで遂行することができなくてはならない。そのためには、素早く高い跳躍、巧みなフットワーク動作や方向変換動作、素早く速いパスやシュートを行う運動能力が要求される。このような運動に関与する筋群の働きに注目すると、下肢では地面への着地、上肢ではボールを受け止めることによって、主動筋群にエキセントリックな筋収縮が生じ、その後即座にコンセントリックな筋収縮に切り換わる伸張-短縮サイクル運動(Stretch-Shortening Cycle, SSC)になっていることが推察できる。この SSC では、コンセントリックな筋収縮のみの運動よりも、弾性エネルギーの利用や伸張反射の効果によって、

運動初期から大きな力を発揮できたり、効率のよい運動の遂行が可能になることが明らかにされている^{1~12)}。

一方、SSC 運動のパフォーマンスは、爆発的な反動動作を伴いながら大きな仕事をする能力と運動を短時間に遂行する能力によって構成されている^{13~16)}。この SSC 運動のパフォーマンスを改善するためには、プライオメトリックトレーニング(以降プライオメトリックスと略す)が有効であると思われる。プライオメトリックスの手段については、下肢の場合には台上から跳び下り、着地して即座に跳び上がるドロップジャンプ^{17~21)}が、上肢の場合にはメディシンボールを用いた投動作やパス動作が^{22,23)}代表的である。したがって、バスケットボールのトレーニングに、上述のドロップジャンプおよびメディシンボールを用いた投動作やパス動作を取

り入れれば、①素早く高いジャンプシュート、②素早いフットワークで切り返す方向変換走、③素早く速いボールを投げるチェストパスなどの能力を効果的に改善できると思われる。しかし、これまでのプライオメトリックスに関する研究では、垂直跳やドロップジャンプ^{9,12,24~27)}、上肢や下肢の伸展動作による筋力やパワー^{23,28~30)}に対する効果にとどまり、実際のバスケットボールにおけるジャンプシュートやフットワーク、チェストパスに対する実践的な効果について検討されていない。

そこで本研究では、通常のバスケットボールの練習後に、リバウンドドロップジャンプとメディシンボールを用いたチェストパストレーニングを、上肢および下肢のプライオメトリックスの手段として導入し、バスケットボール選手のジャンプ能力とフットワーク能力およびチェストパス能力に及ぼす効果について検討した。

Ⅱ．方 法

A．対象者

対象者はK体育大学のバスケットボールに所属する男子学生10名であった。対象者の年齢、身長、体重、競技歴は、順に 20.7 ± 1.4 歳、 1.77 ± 0.04 m、 68.0 ± 6.5 kg、 9.8 ± 1.5 年であった。本研究は鹿屋体育大学倫理委員会の規定に従い、対象者には事前に本研究の主旨や測定内容、測定時の危険性に関する説明を行い、参加への承諾を得た。

B．下肢のプライオメトリックス

1．トレーニング内容

下肢のプライオメトリックスには、跳び箱から跳び降り即座に跳び上がるリバウンドドロップジャンプを行わせた。

直ちにリバウンドドロップジャンプを行わせると、怪我の危険性があるために、まず一般的に体育で用いられている跳び箱4段(0.88 m)を用い、その高さから跳び降り受け止めるだけの着地運動を10回行わせた。この試技では、できるだけ衝撃を緩衝しながらも短時間に身体を受け止めるように指示した。その後、跳び箱3段(0.73 m)を1.5 m 間隔に4台並べて置き、跳び箱から跳び降り即座に次に跳び移るリバウンドドロップジャンプを3回連続して行わせた。3回を1セットとし、15セット実施させ

た。この試技では、接地音が立たない着地で、かつできるだけ接地時間を短くし、膝関節を曲げすぎないことを指示した。これらのトレーニングは、主なバスケットボールの練習後に行わせた。トレーニング期間は7週間とし、1週間に3日の割合で実施させた。

2．測定および評価方法

トレーニング効果は、ジャンプ能力とフットワーク能力をトレーニング前後で比較し評価した。

ジャンプ能力については、0.6 m の台上から跳び下り即座に跳び上がるリバウンドドロップジャンプを行わせ、その際の跳躍高と接地時間を測定した。この試技では、できるだけ短い踏切時間で高く跳び上がるように指示した。また、ボールを受けてから踏み込んでジャンプに入り、最頂点でゴールに向けてボールをショットするジャンプショットを行わせ、その際の跳躍高と接地時間を測定した。

跳躍高と接地時間の計測には、マットスイッチ計測システム(マルチジャンプテスター：DKH 社製)を用いた。各試技ともに、マットスイッチ上で踏切動作を行わせ、その際の足の接地時点と離地時点、跳躍後の接地時点の時間を読み取り、接地時間(Tcon, sec)と滞空時間(Tair, sec)を算出した。跳躍高(Jumping H)は自由落下の式($H = 1/8 g Tair^2$)をもとにして算出した。なお、gは重力加速度 9.81 m/sec^2 である。

フットワーク能力については、1区間を4 m に設定し、60度の方向変換動作を4回繰り返しながら5区間を走る方向変換走を行わせ、それぞれの区間に要した時間を測定し、各区間の平均速度、20 m 全区間の平均速度、各方向変換時の接地時間を算出した。また、直線20 m 区間の短距離走を行わせ、20 m 区間に要した時間を測定し、平均速度を算出した。これらの試技では、20 m 区間をできるだけ速く走るように指示した。各区間に要した時間の計測には、前述のジャンプの場合と同様に、マットスイッチ計測システム(マルチジャンプテスター：DKH 社製)を用いた。各試技ともに、スタート地点、方向変換地点、ゴール地点に、マットスイッチを敷き、各時点の足の接地時点と離地時点の時間を読み取り、各時間を算出した。

C. 上肢のプライオメトリックス

1. トレーニング内容

上肢のプライオメトリックスには、2人1組になって、メディシンボールを投げ合うチェストパス動作を行わせた。

両者内の距離間隔を5m、6m、7mに設定し、2kgのメディシンボールをできるだけ素早く高速度で投げ合うチェストパスを、10回を1セットとして、各距離ごとに2セットづつ行わせた。さらに、その後、7mの距離間隔で、バスケットボールを用いた同様のチェストパスを10回2セット実施させた。この試技では、ボールを胸の前でできるだけ素早く受け止めて跳ね返すように投げることを指示した。これらのトレーニングは、前述した下肢の場合と同様に、トレーニング期間は7週間とし、1週間に3日の割合で実施させた。なお、下肢と上肢のトレーニングは異なる日に行わせ、約30分の時間を要した。

2. 測定および評価方法

トレーニング効果は、チェストパスにおける速投能力をトレーニング前後で比較し評価した。

速投能力については、5mの区間をドリブルしながら、助走を付けて行うチェストパスと、その場でドリブルをしながら助走を付けずに行うチェストパスによって、前方の網に向かってできるだけ速いボールをまっすぐに投げる動作を行わせ、網の後方から構えたスピードガン(トーアススポーツマシーン社製 PSK Professional)を用いてボール速度を測定した。

さらに、速投の試技を、ハイスピードビデオカメラ(Nac社製 HSV500)を用いて、対象者の左側方から250fpsで撮影し、それをもとにして、各試技において、ボールが両手に触れた瞬間、ボールが両手から離れた瞬間の時間を読み取り、チェストパス動作に要する接手時間を算出した。

D. 統計処理

測定値はすべて平均値±標準偏差で示した。トレーニング前後における測定値の差を比較するために、対応のあるT検定を用いた。なお、有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結 果

A. 下肢のプライオメトリックスによるジャンプ能力の変化

図1はリバウンドジャンプとボールを保持したジャンプシュットの跳躍高と接地時間を、トレーニング前後で比較したものである。いずれのジャンプにおいても、跳躍高には、トレーニング前後で有意な変化は認められなかったが、接地時間はトレーニング後に有意に短縮することが認められた。

B. 下肢のプライオメトリックスによるフットワーク能力の変化

図2は、20mの直線を全力で走った場合の平均速度を、トレーニング前後で比較したものである。直線走速度は、トレーニング前後で有意な違いは認められなかった。

図3は、20m方向変換走における全体の平均速度とフットワークに要した時間を除いた走区間のみの平均速度、フットワークに要した接地時間(外側の軸足が接地した瞬間から、方向変換が終了して足が離地するまでの時間)を、トレーニング前後で比較したものである。全体の平均速度はトレーニング後に有意に短縮するが、フットワークに要した接地時間を除いた走区間のみの平均速度にはトレーニング前後で有意な変化は認められなかった。フットワークに要した接地時間は、トレーニング後に有意に短縮することが認められた。

C. 上肢のプライオメトリックスによるチェストパス能力の変化

図4は、チェストパスにおける速投のボール初速度とその動作に要する接手時間を、助走のある場合とない場合に分けてトレーニング前後で比較したものである。ボール速度は、助走のある場合とない場合のいずれにおいても、トレーニング後に有意に速くなることが認められた。また、チェストパス動作に要する接手時間についても、トレーニング後に有意に短縮することが認められた。

Ⅳ. 考 察

本研究では、リバウンドドロップジャンプとメディシンボールを用いたプライオメトリックスを、1

Figure 1. Jumping heights and contact times of the rebound drop jump and the jump shot with a basketball in pre and post plyometrics. *: $p < 0.05$

Figure 2. Velocity of 20 m sprint running in a straight direction in pre and post plyometrics.

週間に3日の割合で7週間にわたってバスケットボールの練習後に計画的に取り入れ、トレーニング導入前後における効果について検討した。対象者は、バスケットボール歴が10年以上の熟練者であるが、これまでに計画的にプライオメトリックスを取り入れた経験のない選手であった。本研究のトレーニング期間は、筋力やパワートレーニングの効果を得るためには、少なくとも4週間程度の期間が必要であり、この種の研究のほとんどが4週間から8週間の期間で実施していること^{9,12,23~25,27~29,31~33})を考慮した。さらに、実際のバスケットボール選手を対象にしているために、試合期までのトレーニング周期と計画の流れを考慮することも重要であったことから、本研究では1週間に3日の割合で7週間のトレーニング計画を立案した。リバウンドドロップジャンプの至適台高に関する研究は多数存在する

Figure 3. Velocities and contact times of 20 m sprint running with four footwork phases for changing of direction in pre and post plyometrics. **: $p < 0.01$

が^{7,17~21)}、現在でも至適台高については明確になっていない。そこで、反動動作の効果を効果的に引き出し、最も高い跳躍高が得られる台高が 0.6 m から 0.8 m であるという知見にもとづいて^{7,17,20)}、本研究の台高は跳び箱 3 段 (0.73 m) に設定した。また、メディシンボールを用いたチェストパストレーニングのボール重量に関しては、1 kg から 3 kg の重量にすると、接手時間とボール速度が急激に変化し、スピード型から力型になるという知見にもとづいて²²⁾、本研究で用いるボールの重量を 2 kg に設

定した。

下肢のプライオメトリックスがジャンプ能力に及ぼす効果をみると、トレーニング導入後では、リバウンドロップジャンプとジャンプシュートの跳躍高には有意な増加は認められなかったが、接地時間には有意な短縮が認められた (図 1)。これらのことから、リバウンドロップジャンプを用いた下肢のプライオメトリックスは、リバウンドロップジャンプの接地時間を短縮するとともに、ジャンプシュートの接地時間も短縮できることが明らかになった。

Figure 4. Initial velocities and contact times of hands for chest pass throw in pre and post plyometrics. *: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

一方、下肢のプライオメトリックスがフットワーク能力に及ぼす効果をみると、トレーニング導入後では、20 m 直線走の平均速度に変化は認められなかったが(図2)、方向変換走の平均速度には有意な増大が認められた(図3)。これらのことから、リバウンドドロップジャンプを用いた下肢のプライオメトリックスは、直線走よりも方向変換走の能力を向上できることが明らかになった。そこで、この方向変換走を、走区間と方向変換のためのフットワーク区間に分けてみると、上述の方向変換走速度の増大は、走る区間ではなく、方向変換に要する接地時間が有意に短縮することに起因していることが認められた(図3)。これらのことから、リバウンドドロップ

ジャンプを用いた下肢のプライオメトリックスは、バスケットボールによる方向変換走の際の接地時間を短縮できることが明らかになった。

跳躍高や直線走の速度は、下肢の筋群が行う仕事量や筋出力の大きさによって決定されるが、接地時間の長さは力の立ち上がり速度や伸張-短縮運動によって発生する伸張反射などの神経系の要因に依存することがこれまでに認められている^{9,12,26}。また、スクワットを用いたウエイトトレーニングとプライオメトリックスを比較すると、ウエイトトレーニングが筋肥大を生じさせて最大筋力を高めることに対して、プライオメトリックスは筋肥大を伴わずに、神経系の改善によって力の立ち上がりの速度を

高めることも認められている^{9,10,24,25}）。さらに、ウエイトトレーニングは、コンセントリックな筋収縮による力発揮を高めるのに対して、プライオメトリックスは、エキセントリックな筋収縮による力発揮を特異的に高め、立ち上がり速度に効果があることも認められている^{9,23}）。このような基礎的なトレーニング実験によって得られた知見は、プライオメトリックスが神経系の要因を向上させて、力の立ち上がり速度や運動遂行時間の短縮に効果があることを示している。これらのことから、実践的な競技場面で見られるジャンプシュートやフットワークなどの遂行時間の短縮に対しても、上述したようなプライオメトリックスの特異的な効果が影響を及ぼしていることが推察できる。

次に、上肢のプライオメトリックスがチェストパス能力に及ぼす効果をみると、トレーニング導入の前後における速投速度は、助走のない場合とある場合のいずれにおいても有意な増大が認められた(図4)。また、チェストパス動作に要する接手時間も同様に有意に短縮することが認められた(図4)。これらのことから、チェストパスを用いた上肢のプライオメトリックスは、バスケットボールをチェストパスで投げ出すボール速度を増大させるとともに、運動遂行時間を短縮させることが明らかになった。前述した下肢の場合には、プライオメトリックスが、ジャンプシュートやフットワークなどの運動遂行時間の短縮に対して効果のあることが認められたが、上肢の場合にはチェストパスにおけるボール速度の増大と動作速度の短縮のいずれに対しても効果のあることが認められた。上肢に比較して下肢の運動は、常に重力に抗したSSC運動になる場合が多いことが考えられる。下肢と上肢との間で生じるプライオメトリックスの効果が異なる原因については、SSC運動に関する経験の少ない上肢に対して強く表れていることが推察できるが、これらに関しては今後さらに検討していく必要がある。

本研究の対象者は、実際に競技的にバスケットボールを行っており、重要な試合の勝利を目指して激しい練習を繰り返している大学生プレーヤーであった。そのために、通常のトレーニング実験で行うようなコントロール群や他のウエイトトレーニング群をチーム内に設けて、その効果を種々の群間で比較する方法を用いることはできなかった。しかし、

このような手順を用いていなくても、スクワットやベンチプレス等の下肢および上肢に関するウエイトトレーニングは、これまでの練習の中で数年間にわたって計画的に取り入れてきた選手であるために、本研究で得られた顕著なトレーニング効果が、ウエイトトレーニングや通常実施しているバスケットボールの練習手段によるものではなく、今回初めて導入した7週間のプライオメトリックスによるものであると判断することは適切であると思われる。

上述した本研究の結果から、①リバウンドドロップジャンプを用いた下肢のプライオメトリックスは、相手よりも短時間に踏切を遂行してジャンプシュートを打つ能力や、素早く切り返して相手を抜き去るフットワークの能力を向上させること、②メディシンボールのチェストパスを用いた上肢のプライオメトリックスは、短時間で素早く高速のボールを投げることでできるチェストパス能力を向上させることが明らかになり、プライオメトリックスがバスケットボールのプレーで要求されるジャンプやフットワーク、パスの能力を高めるための有効なトレーニングプログラムになり得ることが示唆された。

V. 要 約

本研究では、体育大学の男子バスケットボール選手10名を対象にして、リバウンドドロップジャンプとメディシンボールを用いたプライオメトリックスを、1週間に3日、7週間にわたってバスケットボールの練習後に計画的に取り入れ、トレーニング導入前後における効果について検討した。

下肢および上肢のプライオメトリックスを導入した結果、トレーニング後に以下のような結果が認められた。

- ①リバウンドドロップジャンプとジャンプシュートの跳躍高に有意な増加はなかったが、接地時間には有意な短縮が認められた。
- ②直線走の平均速度に有意な短縮はなかったが、方向変換走には有意な短縮が認められた。この方向変換走速度の短縮は、方向変換に要する接地時間の有意な短縮に起因していることが認められた。
- ③チェストパスにおける速投速度は、助走のない場合とある場合のいずれも有意に速くなり、チェストパス動作に要する接手時間も有意に短縮

することが認められた。

これらの結果から、リバウンドドロップジャンプを用いた下肢のプライオメトリックスは、短時間に踏切を遂行することができるジャンプ能力や、素早く切り返して方向変換するフットワーク能力を向上させることが明らかになった。また、メディシンボールのチェストパスを用いた上肢のプライオメトリックスは、短時間で素早く高速のボールを投げるのできるチェストパス能力を向上させることが明らかになった。

(受理日 平成17年12月29日)

文 献

- 1) Bosco, C., Komi, P. V. and Ito, A.(1981) Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiol. Scand.* **111**, 135-140.
- 2) Bosco, C. and Komi, P. V.(1981) Influence of counter-movement amplitude in potentiation of muscular performance. *Biomechanics VII-A*. 129-135.
- 3) Bosco, C., and Viitasalo, J. T.(1982) Potentiation of myoelectric activity in human muscles in vertical jumps. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* **22**, 549-562.
- 4) Bosco, C.(1990) Evaluation of athletes. Evaluation of athletes and ergometry. *Biomechanics of human movement: Application in rehabilitation, sports and ergonomics*, Bermer, N and Cappozzo, A.(Ed), Bertec Corporation, Worthington, Ohio, U. S. A., 413-422.
- 5) Cavagna, G. A., Saibene, F. P. and Margaria, R. (1965) Effect of negative work on the amount of positive work performed by isolated muscle. *J. Physiol.* **20**: 157-158.
- 6) Cavagna, G. A. and Citterio, G.(1974) Effect of stretching on the elastic characteristics and contractile component of the frog striated muscle. *J. Physiol.* **239**: 1-14.
- 7) 勝田 茂, 高松 薫, 酒井俊郎, 会田 宏, 図子浩二. (1988) プライオメトリックトレーニングに関する研究のレビュー. 昭和62年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 NO. IX. プリオメトリック・リアクティブ筋力トレーニングに関する研究 ー第1報ー. pp 5-13.
- 8) Komi, P. V. and Bosco, C.(1978) Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **10**: 261-265.
- 9) Komi, P. V.(1986) Training of muscle strength and power. Interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *Int. J. Sports Med.* **7**(Suppl.): 10-15.
- 10) Komi, P. V.(1987) Neuromuscular factors related to physical performance. *Medicine Sports Sci.* **26**: 48-66.
- 11) Komi, P. V.(1991) Stretch-shortening cycle. *Strength and power in sports.*, Volume III The encyclopaedia of sports medicine and IOC medical commission publication., Edited by Komi, P. V. Oxford blackwell scientific publications. pp. 169-179.
- 12) Sale, D. G.(1988) Neural adaptation to resistance training. *Med. Sci. Sports Exerc.* **20**: 135-145.
- 13) 図子浩二, 高松 薫.(1995) パリステックな伸張ー短縮サイクル運動の遂行能力を決定する要因ー筋力および瞬発力に着目してー. *体力科学*. **44**: 147-154.
- 14) 図子浩二, 高松 薫.(1995) リバウンドジャンプ能力の向上に伴う踏切時間と跳躍高の変化パターン. 第12回日本バイオメカニクス学会大会論文集. PP. 306-310.
- 15) 図子浩二, (1997) “ばね” を高めるためのトレーニング理論. *トレーニング科学*. **8**: 7-16.
- 16) 図子浩二, (2000) SSC 理論を応用したトレーニングの可能性. *トレーニング科学*. **12**: 69-84.
- 17) Asmussen, E. and Bonde-Petersen, F.(1974) Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. *Acta Physiol. Scand.* **91**: 385-392.
- 18) Bobbert, M. F., Huijing, P. A. and Van Ingen Schenau, G. J.(1987) Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **19**: 332-338.
- 19) Bobbert, M. F., Huijing, P. A. and Van Ingen Schenau, G. J.(1987) Drop jumping. II. The influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **19**: 339-346.
- 20) Jody, L. J. and Russell, P. J.(1985) Depth jump training and volleyball spike. *Biomechanics in sports II*. pp. 304-313. (ed. Terauds, J. and Barham, J. N.) Academic Publishers.
- 21) 高松 薫, 図子浩二, 会田 宏, 吉田 亮, 石島 繁. (1989) デプスジャンプにおける台高と踏切中の膝曲げ動作の相違が跳躍高および下肢筋にかかる負荷特性に及ぼす影響. 昭和62年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 NO. IX. プリオメトリック・リアクティブ筋力トレーニングに関する研究 ー第2報ー. pp 46-55.
- 22) 三浦 健, 図子浩二, 鈴木章介, 松田三笠, 清水信行. (2002) バスケットボールにおけるチェストパス能力を高める上肢のプライオメトリックス手段に関する研究. *体育学研究*. **47**: 141-154.
- 23) Wilson, G. J., Murphy, J. and Giorgi, A.(1996) Weight and plyometric training: Effects on eccentric and concentric force production. *Can. J. Appl. Physiol.* **21**: 301-315.
- 24) Häkkinen, K.(1994) Neuromuscular adaptation during strength training, ageing, detraining, and immobilization. *Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine*. **14**: 161-198.
- 25) Häkkinen, K., Komi, P. V. and Alen, M.(1985) Effect of explosive type strength training on isometric force and relaxation-time, electromyographic and muscle

- fibre characteristic of leg extensor muscles. *Acta Physiol. Scand.* **125** : 587-600.
- 26) Schmidtbleicher, D. and Gollhofer, A.(1987)Effects of a stretch-shortening typed training on the performance capability and innervation characteristics of leg extensor muscles. *Biomechanics XI-A* : 185-189.
- 27) Young, W. B., Wilson, G. J. and Byrne, C.(1999)A comparison of drop jump training methods : Effects on leg extensor strength qualities and jumping performance. **20** : 295-303.
- 28) Häkkinen, K., Alen, M. and Komi, P. V(1985)Changes in isometric force and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol. Scand.* **125** : 573-585.
- 29) Häkkinen, K.(2002)Training-specific characteristics of neuromuscular performance. *Handbook of Sports Medicine and Science, Strength Training for Sport*. pp.20-36(ed. Kraemer, W. J. and Häkkinen, K.)Blackwell Scientific Publications, Oxford
- 30) Kyrolainen, H., Komi, P. V., Häkkinen, K. and Kim, D. H.(1988)Effects of power-training with stretch-shortening cycle exercises of upper limbs in females. *Journal of Strength and Conditioning Research.* **12** : 248-252.
- 31) Staron, R. S., Malicky, E. S., Leonardi, M. J., Falkel, J. E., Hagerman, F. C. and Dudley, G. A(1989)Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *Eur. J. Appl. Physiol.* **60** : 71-79.
- 32) Steven, J. Fleck. and William, J. Kraemer.(1987)Designing resistance training programs. *Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.*
- 33) Tesch, P. A. and Larsson, L.(1982)Muscle hypertrophy in bodybuilders. *Eur. J. Appl. Physiol.* **49** : 301-306.