

爆発的・反動的筋力と衝撃法トレーニング

村木征人<筑波大学助教授、(財)日本陸上競技連盟強化委員>

Plyometrics, Depth jump トレーニング

跳躍選手が、プライオメトリックス (Plyometrics) で用いる運動 (手段) は主として各種のリバウンド・タイプの跳躍運動が、また、デプス・ジャンプ (Depth jump) には、高所 (70~120cm) から飛び降りるリバウンド跳躍が用いられる。これらは、跳躍競技の踏み切り動作で特徴的な、爆発的・反動的な力の発揮に直接関わる運動部分を取り出したり、類似した運動要素で構成される。

ここで用いられる運動は、専門とする当該スポーツ種目の運動そのもの (試合的運動) に対して、専門的運動 (手段) と呼ばれる。従って、このような運動を用いたトレーニングは、特殊 (専門的) 筋力トレーニングと呼び、運動での特徴的な負荷のかけ方から、衝撃法トレーニングとも呼ぶ。

この種の運動は、一部のトップ・アスリートらのトレーニングの実践面では、古くから用いられていたものも多い。これらの特徴は、当該競技での高度な専門的発達に不可欠な要素であることが、経験的にもよく知られている。これらのトレーニングの目的は、最高業績を目指すトップ・レベル競技スポーツのパワー種目に必須な、爆発的・反動的筋力と発揮能力の直接的・専門的な発達、改善である。他の多くの爆発的な筋力の発揮が要求されるスポーツでも、特にトップ・レベル選手で、同様な方法の、専門的トレーニングへの応用に関心が高まってきている。

このような運動における筋力発揮の特徴は、反動的動作による主働筋

群の急速な強制伸張 (Eccentric contraction、伸張性収縮) で、運動の始まりから大きな張力を生み出しておき、即座に爆発的な短縮性収縮 (Concentric contraction) に切り換え、最大の短縮力を生み出すもので、爆発的・反動的筋力 (Explosive-reactive strength)、または単に爆発的筋力と呼ばれる。

研究小史

これらに関する理論的、実験的なトレーニング研究は、主としてソ連の研究者 Yu. Verkhoshanski (1961、1965、1967、1970)、V. M. Zatsiorski (1970、1972)、V. V. Kuznetsov (1969、1975) らを中心になされてきた。

一方、筋肉が伸張性収縮を起こす際のマイナスの仕事 (Negative-work) では、短縮性収縮で起こす場合よりもはるかに大きな力の発揮が可能であることは、すでに B. C. Abbott らによって指摘されている (1952)。その後、R. Margaria、G. Cavagna らは、蛙の摘出腓腹筋の実験から、筋肉に強制伸張を与えた場合、その後に続くプラスの仕事 (Positive-work) が大きくなることを確かめた。この結果、プラスの仕事は筋肉の初期長が長い場合ほど大きく、また、強制伸張の伸張スピードが速い場合ほど大きくなることが実証され、筋の弾性エネルギーの利用による運動の合理性として考えられてきた (1968、1970、1971、1976、1978)。このほか、1970年以降、ヨーロッパを中心にデプス・ジャンプ (P. V. Komi、C. Bosco、<1978> らは Drop jump と呼ぶ) に関した応用的、実験的研究が増加している。

アメリカでのコーチらの、プライオメトリックス・トレーニングに対する関心の高まりは、筆者の知る限りでは、陸上競技の伝統的な技術専門誌 Track Technique で、F. Wilt の紹介 (1976) に端を発したように思われる。以降急速にこの名が広まり、コーチング・クリニックで必ず取り上げられるテーマとなっている。

日本では、アメリカで関心が高まるはるか以前から、このようなトレーニング方法・理論研究の先駆けや紹介が試みられているが、当初残念ながら関係者での関心と認識は低く、たいていの場合アメリカで一度注目を浴びた後、かなり遅れて逆輸入の形で再登場し、初めて日の目を見る場合が多い。今アメリカで注目を集め、ソ連のマトペーエフ研究で知られるトレーニング・ペリオダイゼーション (Training Periodization) 理論も同様である。

我が国ではすでに20年前、これらに関連した先駆的な一連の研究が、東京教育大学 (現筑波大学) スポーツ研究所の金原教授らによってなされている (同所報No.2-8: 1964、1965、1966、1970)。そこでは、筋肉の短縮性収縮に先立つ、強制伸張による伸張性収縮で発生する大きな筋張力と、それを効果的に利用する運動技術 (反動動作) 及びそのトレーニング法に関する基礎的研究がなされ、トレーニングの実践面に直結した実用的な多くの示唆を提示している。

当時、筆者は現役選手 (陸上競技・三段跳び: 日本記録樹立/1969、1972) でもあり、個人的にも親しく教授を受けることができた。そして、これらの研究から引き出された多くの示唆を参考に、トレーニングの実

際面で、今様プライオメトリックス、デプス・ジャンプ、衝撃法トレーニングを創意工夫し、意図的に取り組んできた記録を残している。例えば、反動的バーベル運動、下り坂バウンディング、ボックス・ジャンプ等である。

専門的スピード・筋力としての爆発的筋力とトレーニング

V.M. Zatsiorski らは、動的最大筋力と最大筋力に達するまでの時間との比である、パワー指数 ($I = F_{max}/T_{max}$) が、この種の能力(爆発的筋力)と密接な関係にあることを示した。一方、Yu. Verkhoshanski は、こうした筋収縮の初期に、できるだけ速やかに力を発生される能力をスタート筋力(Startkraft: 力の立ち上がり能力) または瞬発力として、爆発的筋力とも区別し、力の勾配によって評価している。選手のレベルが高くなるほど、動的最大筋力と爆発的筋力及び瞬発力とは、互いに無関係となり、両者の発揮能力は互いに独立したものであることが知られている。

実際のスポーツ活動では、大部分の場合、筋力は動的に発揮され、その発現様式に多様性がみられ、それぞれのスポーツ特性を示すものとなっている。これまで、最小時間で発揮するこの種の能力は、動的筋力、瞬発力、爆発力、パワー、スピード・

筋力、ジャンプ力、またはジャンプ・パワー等、様々な名称で呼ばれ論議されてきた。

V.V. Kuznetsov (1975) は、多様な発現形態で発揮される動的筋力を、負荷 P と運動の加速度 a の条件から図1の3つに分類整理し、それぞれに爆発的筋力、瞬

発的筋力、遅発的筋力と名付けた(図1)。

これらのなかで、爆発的筋力(Explosivkraft)は、負荷が個人の最大能力より小さい場合 ($P < P_{max}$) で、得られる加速度が個人の最大能力に等しい場合 ($a = a_{max}$) のものをいう。跳躍競技や体操競技のタンブリングの踏み切り、跳馬の着手、投てき競技の投運動に特有なもので、これらの競技パフォーマンスと極めて密接な相関関係にある。従ってこれは、プライオメトリックスやデプス・ジャンプ、そして振り子やプーリーなどを使った部分的な運動手段も含めた、衝撃法トレーニングの中心的課題でもある(図2)。

上記3つの種類の筋力発揮能力は、競技者が高いレベルに達し高度に専門化されるほど、互いに独立した関係となる。爆発的筋力の発揮が、専門とするスポーツ競技種目の運動の顕著な特性である場合には、動的最大筋力としての遅発的筋力要素はより一般的なものとなり、高度な専門的筋力の発達に対する基礎的前提条件にすぎない。この場合、一般的筋力としての遅発的筋力の発達の度合は、選手の発達段階とトレーニングの発達周期特性に応じて適性に配分する必要がある(詳細は、拙著: 跳躍競技者の専門的筋力トレーニングの理論と実際。月刊陸上競技、19巻

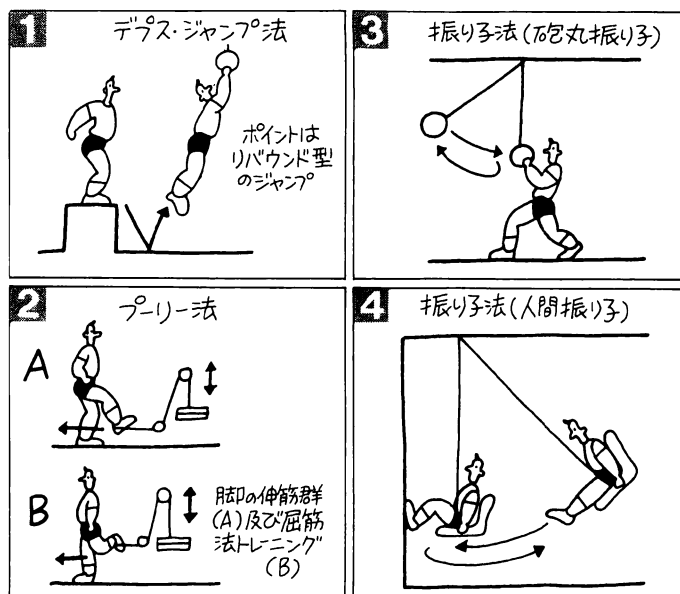


図2. 衝撃法トレーニングの運動例: ①②は Verkhoshanski (1970) より。③④は Kuznetsov 談より村木作図

1号, pp190-196, 1985)。

専門的スピード・筋力としての爆発的筋力の養成には、まず、トレーニングにおける専門種目に応じた運動手段の適切な選択が重要となる。その理由は、強化すべき筋群と、それらの筋力発揮の様式は、実際には、ほとんどが用いる運動手段とその正しい遂行方法で決定づけられるからである。これは、当該種目の専門的運動技術とも密接に関連するものである。

ちなみに、高所から(70~120cm)飛び降り、接地後即座に跳びはねるデプス跳躍運動による衝撃法(Shock method)トレーニングは、上級ジャンパーの最終的トレーニング手段として位置づけられる(Verkhoshanski, 1971)。障害防止の意味でもジュニア選手への多用は避け、トレーニングの初期には自己の体重のみによる跳躍運動を中心とし、次いでウェイト・トレーニング、そして軽い重量負荷をつけての跳躍運動へと、段階的にトレーニングを発展させるのが望ましい。この後、最終手段としてのデプス・ジャンプは、選手がバーベル・スクワットで、自己の体重の約2倍の重量の挙上が可能になることを、本格的導入の条件とするのが一般的である。

注: 参考文献・資料のリストは紙面の都合で割愛した。

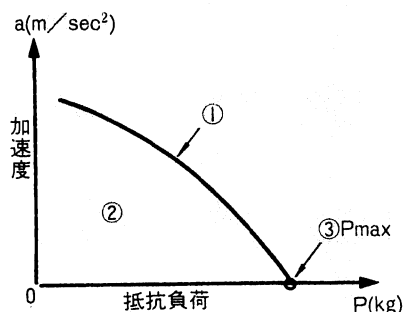


図1. 種々の負荷(抵抗)に対する運動の最大加速度の変化 (V.V. kuznetsov, 1975より)

- 1) 爆発的筋力が発揮される領域 ($P < P_{max}$, $a = a_{max}$)
- 2) 瞬発的筋力が発揮される領域 ($P < P_{max}$, $a < a_{max}$)
- 3) 遅発的筋力が発揮される領域 ($P < P_{max}$, $a = 0$)