ジャンプトレーニングが思春期後期にある 男子生徒の疾走能力に与える影響

岩竹 淳^{1),2)} 北田 耕司²⁾ 川原 繁樹²⁾ 関子 浩二³⁾

Jun Iwatake^{1,2}, Koji Kitada², Shigeki Kawahara² and Koji Zushi³: The influence of jump training on the sprinting ability in late pubertal boy students. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci., 53: 353-362, September, 2008.

Abstract : The purpose of this study was to clarify whether sprinting and jumping performance in late pubertal male students would be improved by jump training and other types of training. The subjects were classified into four groups; a jump training group (hurdle jump, skipping and bounding), a resistance training group (leg lunge, single leg squat and half squat), a complex training group, and a control group. Training was continued once a week for eight weeks. As a result, the rebound jump power [$\text{power} = (g^2 \cdot t_f \cdot t_j) / (4 \cdot t_c)$], the distance covered by a standing five jump, and that covered by a standing triple jump increased in the jump training group, whereas the rebound jump contact time decreased. Moreover, the rebound jump power, the height of the counter-movement jump and the distance of the standing triple jump increased in the complex training group. In the resistance training group and the control group, each measured item showed no change. The 50-m mean sprinting velocity increased significantly in the jump training and the complex training groups. Moreover, the sprinting velocity at 10-m intervals between the 30-40-m and 40-50-m sprints increased significantly in the jump training group, as did the maximum sprinting velocity. The improvement of leg output power over a short time was considered to make a large contribution to maximum sprinting performance. The information presented is considered beneficial for improving physical education class and sports performance.

Key words : 50 m sprinting, plyometrics, stretch-shortening cycle exercise, jumping ability

キーワード : 50 m 走, プライオメトリックス, 伸張-短縮サイクル運動, ジャンプ力

1 緒 言

ヒトの疾走能力は形態的な発達に強い影響を受けるため(斉藤・伊藤, 1995), 思春期後期の年代に身長発達速度が急激に減少する(マリーナ・ブシャー, 1995)と, 疾走能力の発達も停滞の傾向を示す(加藤, 2004)。そのため, 思春期後期にある生徒を対象として, 疾走能力を改善する体育授

業を推進していくためには, 形態的な要因に頼らずに筋機能を改善するトレーニングを導入する必要があると考えられる。

疾走能力を改善するためには, 陸上競技の短距離選手が用いるような, 短時間の高強度運動を反復することで無酸素性エネルギー供給能を高める疾走トレーニングがある。しかし, 体育授業において, 非競技者の生徒を対象に過剰な強度の運動を反復させることは, 体調を損なうという健康管

1) 鹿屋体育大学大学院体育学研究科博士後期課程
〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町1番地
2) 石川工業高等専門学校一般教育科保健体育
〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条タ1
3) 鹿屋体育大学体育学部スポーツパフォーマンス系
〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町1番地
連絡先 岩竹淳

1. Graduate School of Physical Education Doctor's Course,
National Institute Fitness and Sports in Kanoya
Shiromizu, Kanoya, Kagoshima 891-2393
2. Department of Health and Physical Education, Ishikawa
National College of Technology
Kitachujo, Tsubata, Kahoku, Ishikawa 929-0392
3. Department of Sports Performance, National Institute
Fitness and Sports in Kanoya
Shiromizu, Kanoya, Kagoshima 891-2393
Corresponding author iwatake@ishikawa-nct.ac.jp

理上の問題も危惧されるため実用的ではない。一方、近年の疾走能力を改善させるためのトレーニングに関する研究では、リバウンドジャンプやドロップジャンプのパフォーマンス（跳躍高、発揮パワー、stiffnessなど）と疾走能力との間に有意な相関関係が認められることや（Mero et al., 1981; Bosco et al., 1983; Chelly and Denis, 2001; Bret et al., 2002; 岩竹ほか, 2001, 2002）、ジャンプトレーニングプログラム（ドロップジャンプ、バウンディングおよびスキップ）を10週間の体育授業で実践した結果、非競技者の思春期前期にある児童の疾走能力が改善することが報告されている（Kotzamanidis, 2006）。ジャンプトレーニングは、自重負荷を利用した運動の反復であるため障害の危険が少なく（Bobbert, 1990）、ハムストリングスの筋力が向上することや（Hewett et al., 1995）、股関節内転筋群の予備緊張が大きくなることで膝関節が安定するため、スポーツ障害の予防に効果的とされている（Chimera et al., 2004）。これらのことから、疾走能力を改善するためにジャンプトレーニングを実施することは、短時間で高強度運動を反復するようなトレーニングに比較して安全性が高く、思春期後期にある生徒を対象とした体育授業においても導入可能と考えられる。

しかし、これまでに行なわれてきたジャンプトレーニングが疾走能力に与える影響に関する研究は、思春期前期の年代を対象としたものであり、現在のところ思春期後期にある生徒を対象とした報告は見当たらない。思春期前期の年代では筋力や瞬発力の増加が著しいのに対して、思春期後期の年代におけるそれは緩やかになることから（桜木, 2000）、思春期後期にある生徒は先行研究

（Kotzamanidis, 2006）で対象とされた被験者とは発育段階として異なる。そのため、体育授業におけるジャンプトレーニングが思春期後期にある生徒の疾走能力に与える影響を検討することは、中等教育における体育授業を構築していく上で意義のあるものと考えられる。

そこで本研究では、思春期後期にある生徒のうち男子を対象として、体育授業におけるジャンプトレーニングが局面別疾走能力に与える影響について、各種のジャンプ力や脚筋力の適応を手がかりに検討することにした。また、ジャンプトレーニングの効果を筋力トレーニング、複合トレーニングおよびコントロール条件と比較することにより、ジャンプトレーニングの特徴的な効果についても明らかにする。

II 方 法

1. 被験者

被験者は、これまで計画的にジャンプトレーニングや筋力トレーニングを実施した経験のない、高等専門学校的一年次に在籍する男子生徒97名（年齢 15.6 ± 0.3 歳、身長 168.8 ± 6.0 cm および体重 59.3 ± 9.3 kg）とし、ジャンプトレーニング群、筋力トレーニング群、複合トレーニング群およびコントロール群に分類した。各トレーニング群における年齢、身長および体重はTable 1にまとめて示した。なお、本研究におけるトレーニング群の分類は、体育授業を受けるクラス単位としたことから、トレーニング前における疾走速度やジャンプ力等の初期値を均等にすることはできなかった。

被験者には、予め本研究の主旨と内容について

Table 1 Means and standard deviations for subject characteristics of the each training group

	Jump training (n=20)	Resistance training (n=21)	Complex training (n=27)	Control (n=29)
Age (yr)	15.6 ± 0.4	15.6 ± 0.3	15.6 ± 0.3	15.5 ± 0.3
Body height (cm)	166.9 ± 4.8	168.7 ± 7.3	169.4 ± 5.7	169.6 ± 5.9
Body mass (kg)	59.8 ± 12.2	57.2 ± 8.3	59.0 ± 8.0	60.7 ± 9.1

説明し、実験参加への同意を得るとともに、データの発表についての了承を得た。なお、本研究は、所属機関における倫理委員会の承諾を得た後、研究実施機関における研究遂行の許可を得た上で実施した。

2. トレーニング

本研究では、ジャンプトレーニング、筋力トレーニングおよび複合トレーニングを週1回の頻度で8週間連続して実施した。各トレーニングプログラムの回数およびセット数は、Table 2に示した。被験者には、体育授業以外に特別な運動を行なわないよう指示をした。

1) ジャンプトレーニング

体育授業におけるトレーニングは、本研究に示していない女子生徒を含めると、常時40名以上の対象者を指導することになる。そのため、被験者全員が同時に運動を実施した場合、験者は被験者の動作を十分に観察できないことや、被験者の集中力欠如による授業の混乱を招くことになる。そこで、ジャンプトレーニング群においては、験者がトレーニング指導を行ないやすいよう、被験者を二列縦隊に整列させて一人ずつ交互に運動させることが可能なハードルジャンプ、スキップおよびバウンディングの三種目を採用した。

ハードルジャンプは、池田・淵元(2005)と同様に90cmの間隔で並べられた6台のハードルを両脚で跳び越えていくものとした。トレーニングは、被験者の安全を考慮して左右対称に並べたハードルの間にゴムチューブを張ったものを用いた。高さは

40cmおよび60cmの二種類を設定し、被験者のジャンプ力に応じてトレーニングする高さを選択させた。6回の連続したハードルジャンプを1セットとし、6セット行なわせた。スキップは、数歩の助走をつけた後に、距離の獲得を意識させながら左右交互に10回の連続したジャンプを1セットとし、6セット行なわせた。バウンディングは、立位の状態から左右交互に10回の連続したジャンプを1セットとし、6セット行なわせた。これらのトレーニングでは、できるだけ接地時間を短くして膝関節を曲げすぎないように意識させた。

2) 筋力トレーニング

筋力トレーニング群には、レッグランジ、シングル・レッグ・スクワットおよびスクワットの三種目を行なわせた。このうち、レッグランジはジャンプトレーニングと同様に、被験者を二列縦隊に整列させてトレーニングを実施させた。レッグランジは自重負荷とし、両脚の接地時に股関節を伸展した側の膝が地面に触れることを条件とした。左右交互に10回の連続した運動を1セットとし、6セット行なわせた。

シングル・レッグ・スクワットおよびスクワットは、被験者を三人一組にしてパートナーに膝関節角度を確認してもらうよう指示をした。シングル・レッグ・スクワットは自重負荷とし、膝関節角度90度まで屈曲することを条件とした。姿勢バランスの保持を目的に補助者を利用することは認めるが、脚伸展運動の助力としてはならないことを指示した。片脚10回の連続した下肢の屈伸を1セットとし、左右の脚それぞれに6セット行なわ

Table 2 Each training programs and number of jumps per session

Exercise	Jump training		Resistance training		Complex training	
	Reps	Series	Reps	Series	Reps	Series
Hurdle jump	6	6			6	3
Skipping	10	6			10	3
Bounding	10	6			10	3
Leg lunge			10	6	10	3
Single leg squat			10	6	10	3
Squat			10	6	10	3

せた。スクワットは、体重の近似した被験者を負荷として背負い、膝関節角度 90 度まで屈曲することを条件とした。両脚 10 回の連続した下肢の屈伸を 1 セットとし、6 セット行なわせた。

筋力トレーニングのプログラムは、いずれも反動を利用せずに験者の合図に合わせて 2 秒に 1 回の頻度で運動を反復するよう指示をした。

3) 複合トレーニング

複合トレーニング群は、ジャンプトレーニングおよび筋力トレーニングをそれぞれ 3 セットずつ行なわせた。

3. 疾走能力の評価

被験者には、十分なウォーミングアップの後に、陸上競技場直線走路において 50 m の全力疾走を行わせた。クラウチングスタートによるスタートダッシュでは、個人毎のスタート技術が記録に大きく影響すると考え、被験者の自由なタイミングでスタートさせるスタンディングスタートを用いた。疾走記録の測定は、スタートから 10 m 間隔に磁気発生装置 (ACTYE 社製、マグネットバー) を設置し、腰部に磁気センサー (ACTYE 社製、パーソナルタイマー) を装着した被験者が側面を通過することで記録を読み取るシステムを用いた。疾走能力の評価は、ほぼ無風の条件下で実施することとし、風の影響がないように配慮した。

本研究では、疾走距離を疾走記録で除することにより、50 m 平均疾走速度、10 m 区間毎の疾走速度を算出した。また、10 m 区間毎の疾走速度の増加分 (Δv) を区間毎に要した時間 (Δt) で除することにより加速度を算出した。10 m 区間毎の加速度および疾走速度の最大値は、それぞれ最大加速度および最大疾走速度とした。本研究で算出した各項目を疾走能力の評価指標として用いた。

4. 各種ジャンプ力の評価

本研究では、垂直跳の跳躍高、リバウンドジャンプの跳躍高、接地時間およびパワー (Bosco et al., 1983)、立幅跳、立三段跳および立五段跳の跳躍距離を評価した。いずれの測定も体育館フロアで実施した。垂直跳およびリバウンドジャンプの跳躍

高は、マットスイッチ (DKH 社製、マルチジャンプテスト) を用いて滞空時間 (flight time: t_f) を測定し、次式 [$h=1/8 \cdot g \cdot t_f^2$] により算出した。リバウンドジャンプのパワーは、滞空時間 (t_f) と接地時間 (contact time: t_c) を測定し、次式 [$power=(g^2 \cdot t_f \cdot t_c)/(4 \cdot t_c)$] により算出した ($g=9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; $t_t=t_f+t_c$)。リバウンドジャンプは、腰に手を当てた 6 回の連続垂直跳とし、パワーの最大値を採用した。立幅跳の跳躍距離は、両脚を揃えた立位姿勢の爪先を基準として、着地時の踵までの跳躍距離をメジャーで測定した。これらの評価指標は、両脚同時のジャンプ力と定義した。また、立幅跳と同じ方法で立五段跳および立三段跳の跳躍距離を測定し、これらを片脚交互のジャンプ力と定義した。

5. 最大脚伸展筋力の評価

本研究では、スクワット姿勢による最大脚伸展筋力 (以下、脚筋力) を測定した。スクワットの膝関節角度は Wilson et al. (1993) の報告に従い、疾走またはジャンプ時に観察される 135° とした。また、Young et al. (1995, 1999) と同様に、スクワットラックに固定したシャフトに対して急激に力を発揮させず、ゆっくりと徐々に力を出すことで最大筋力を発揮するよう指示をした。脚筋力の測定は 5 秒間とし、フォースプレート (KISTLER 社製、クワトロジャンプ) を用いて測定した地面反力の最大値を採用した。

6. 統計処理

本研究で用いた数値は、全て平均±標準偏差で示した。トレーニング前後における各測定値の比較には、F 検定 (F-test) により二群の等分散性を確認した後にスチューデントの t 検定 (Student's t-test) を実施した。いずれの統計処理も有意性は危険率 5% 未満とした。

III 結 果

Fig. 1 は、50 m 平均疾走速度、最大加速度および最大疾走速度をトレーニング前後で比較したものである。50 m 平均疾走速度は、ジャンプトレ

Fig. 1 Comparison of 50m mean sprinting velocity, maximal acceleration and maximal sprinting velocity in each training group. * $p<0.05$, ** $p<0.005$

Fig. 2 Changes in sprinting velocity at 10m intervals of each training group. The dotted line indicates pre-training, and the solid line indicates post-training. * $p<0.05$

ニング群および複合トレーニング群において有意な増加を示した。また、最大疾走速度は、ジャンプトレーニング群において有意な増加を示した。一方、最大加速度は、いずれの群においても有意な変化を示さなかった。

Fig. 2は、10m区間毎の疾走速度をトレーニング前後で比較したものである。0-10mから20-30m区間における疾走速度は、いずれの群においても

有意な変化を示さなかった。一方、30-40mおよび40-50m区間における疾走速度は、ジャンプトレーニング群のみが有意な増加を示した。

Fig. 3は、両脚同時のジャンプ力としての垂直跳の跳躍高、立幅跳の跳躍距離、リバウンドジャンプの跳躍高、接地時間およびパワーをトレーニング前後で比較したものである。垂直跳の跳躍高は複合トレーニング群において有意な増加を示した。

Fig. 3 Comparison of both legs simultaneous jump parameters in each training. * $p < 0.05$

Fig. 4 Comparison of the distance of the standing five jump and the triple jump. * $p < 0.05$, ** $p < 0.005$

また、リバウンドジャンプの接地時間は、ジャンプトレーニング群において有意な減少を示した。さらに、リバウンドジャンプのパワーは、ジャンプトレーニング群および複合トレーニング群において有意な増加を示した。一方、リバウンドジャンプの跳躍高および立幅跳の跳躍距離は、いずれの群も有意な変化を示さなかった。

Fig. 4 は、立五段跳および立三段跳の跳躍距離をトレーニング前後で比較したものである。立五段跳は、ジャンプトレーニング群において有意な増加を示した。また、立三段跳は、ジャンプトレーニング群および複合トレーニング群において有意な増加を示した。

Fig.5 は、脚筋力をトレーニング前後で比較した

Fig. 5 Comparison of isometric leg force in each training group.

ものである。脚筋力は、いずれの群も有意な変化を示さなかった。

IV 考 察

本研究では、思春期後期にある男子生徒を対象として、体育授業におけるジャンプトレーニングが疾走能力に与える影響について、各種のジャンプ力や脚筋力の適応を手がかりに検討した。また、筋力トレーニング、複合トレーニングおよびコントロール条件との比較を行い、ジャンプトレーニングの特徴的な効果について明らかにしようとした。

加齢に伴う疾走能力の発達は、下肢長の増加に伴って歩幅が増加する形態的な発達と、下肢長が増加しても同じ歩数を維持し、下肢長の増加による身体質量と重量負荷の増大に対してさらに歩幅が増加する機能的な発達の両要素にあると考えられている（斉藤・伊藤, 1995）。ところが、思春期後期の年代では、形態的な発達速度が低下するために疾走能力が停滞を迎えることから、思春期後期にある男子生徒の疾走能力を改善しようとするならば、脚の機能的な発達を目指す必要がある。脚の機能的な発達に着目した場合、ジャンプパフォーマンス（跳躍高、発揮パワー、stiffnessなど）と疾走能力との間に関係が認められることや（Mero et al., 1981; Bosco et al., 1983; Chelly and Denis,

2001; Bret et al., 2002; 岩竹ほか, 2001, 2002）、地面に対して短時間に大きな加速力を発揮することが高い疾走速度の獲得に必要であることから（福田・伊藤, 2004）、脚が短時間で大きな力を発揮する能力を高めるジャンプトレーニングは、疾走能力の改善に有効と考えられる。

本研究における各トレーニングが疾走能力に与える影響をみると、50m 平均疾走速度は、ジャンプトレーニング群および複合トレーニング群において有意な増加を示した（Fig. 1）。このことから、本研究で実施したジャンプトレーニングおよび複合トレーニングにより、50m 平均疾走速度が向上することが明らかになった。本研究の結果は、これまで思春期前期において認められてきた、疾走能力を改善するジャンプトレーニング（Kotzamanidis, 2006）や複合トレーニング（Ingle et al., 2006）が、思春期後期にある男子生徒を対象にしたトレーニングとしても有効なことを示すものである。

さらに、本研究のジャンプトレーニング群では、最大疾走速度と30–40m および40–50m 区間における疾走速度が有意な増加を示した（Fig. 1 および Fig. 2）。このことから、本研究で実施したジャンプトレーニングにより、等速疾走局面における疾走速度が向上することが明らかになった。短距離走におけるピッチとストライドは、思春期前期にある児童（加藤ほか, 2000）においても、世界一流競技者（阿江・鈴木, 1992）においても、疾走直後の初期加速段階に増加する。しかし、等速疾走局面ではピッチが減少傾向を、ストライドが増加傾向を示す。このような疾走パターンを考えると、本研究のジャンプトレーニング群において等速疾走局面の疾走能力が改善した理由は、疾走中に水平方向への推進力が増大して歩幅が増加する、脚の筋機能の改善に起因すると推察される。

Kotzamanidis (2006) の報告においても、思春期前期にある児童に対してジャンプトレーニングを行なわせた結果、30m 全力疾走における加速疾走局面（0–10m 区間）の疾走速度は向上せず、本研究でも同様の結果が得られた。この理由について Kotzamanidis (2006) は、トレーニングプログラムが

初期加速段階の疾走速度を高めるのに必要なパワーを増大させる内容ではなかったことを挙げている。本研究におけるジャンプトレーニング群および複合トレーニング群は、接地時間の短縮を意識したジャンプを反復しており、加速疾走能力を改善させるために必要な力積を十分に高めるような内容ではなかったことが推察される。したがって、加速疾走能力を改善するためのトレーニングについては、接地時間の短縮を意識したプログラムとは異なる方法を検討していく必要があると考えられる。

次に、各トレーニングが両脚同時のジャンプ力に与える影響をみると、リバウンドジャンプのパワーはジャンプトレーニング群および複合トレーニング群において有意な増加を、リバウンドジャンプの接地時間はジャンプトレーニング群において有意な減少を、垂直跳の跳躍高は複合トレーニング群において有意な増加を示した (Fig. 3)。一方、各トレーニングが片脚交互のジャンプ力に与える影響をみると、立五段跳の跳躍距離はジャンプトレーニング群において有意な増加を、立三段跳の跳躍距離はジャンプトレーニング群および複合トレーニング群において有意な増加を示した (Fig. 4)。また、各トレーニングが脚筋力に与える影響をみると、いずれの群においても有意な変化が認められなかった (Fig. 5)。これらのことから、本研究で実施したジャンプトレーニングにより、リバウンドジャンプの接地時間が減少してパワーが向上すること、立五段跳および立三段跳の跳躍距離が向上することが明らかになった。一方、複合トレーニングにより、垂直跳の跳躍高およびリバウンドジャンプのパワーが向上すること、立三段跳の跳躍距離が向上することが明らかになった。

本研究において、接地時間の短縮を意識したジャンプを反復することにより、筋力や瞬発力の発達が緩やかになる思春期後期の年代（桜木、2000）に対しても、脚が短時間で大きな力を発揮する能力が改善したことは、特筆すべき事項である。特に、ジャンプトレーニング群において、リバウンドジャンプの接地時間が有意な減少を示したことから、立五段跳や立三段跳においても接地

時間が短縮して、脚が短時間に大きな力を発揮する能力が改善し、跳躍距離の向上に影響したと推察される。また、ジャンプトレーニング群では、水平方向への移動を伴うジャンプを多く反復したことで、複合トレーニング群に比較して立五段跳や立三段跳の運動学習が促進されたことも推察される。一方、複合トレーニング群では、接地時間の短縮を意識したジャンプの反復以外に、筋力発揮時間の長いスクワットなどの脚の屈伸運動を反復したことから、垂直跳のように踏切時間の長いジャンプ力が向上する傾向にあったと推察される。しかし、筋力トレーニング群では、ジャンプトレーニングを実施しなかったことからジャンプ力の変化は認められなかったが、脚筋力にも有意な向上が認められなかった。そのため、筋力トレーニングの効果が十分に得られていなかったものと考えられる。また、筋力トレーニングの内容が上肢や体幹部へ負荷が掛かっていなかったのに対して、脚筋力の評価方法が上肢や体幹部の筋力を含んでいたため、脚筋力が正確に反映されていなかったことも考えられる。特別な機器を用いない筋力トレーニングを実施する場合の負荷設定や適切な脚筋力の評価方法については、今後検討していく必要があるといえよう。

本研究の結果から、ジャンプトレーニングの特徴的な効果として、① 50m 平均疾走速度が向上すること、② 最大疾走速度と等速疾走局面における疾走速度が向上すること、③ リバウンドジャンプの接地時間が短縮してパワーが向上すること、④ 立五段跳および立三段跳の跳躍距離が向上すること、が明らかにされた。先行研究において、疾走能力を改善するためのジャンプトレーニングには、疾走運動に類似した力の発揮時間や特異的動作を含んでいることが重要とされている (Delecluse, 1997)。特に、短い接地時間で水平方向への大きな推進力を発生するバウンディングは、短距離走の力発揮パターンと類似することから、疾走能力を改善する特異的なトレーニング手段になると説明されている (Mero and Komi, 1994)。本研究においても、バウンディングを含めた水平方向へのジャンプトレーニングを実施することで疾走

速度が向上しており、先行研究を裏付ける結果であった。そして、本研究の結果を総合的に考えると、ジャンプトレーニングにより、両脚同時および片脚交互のジャンプ力が向上し、疾走動作に類似した動きの中で短時間に大きな力を発揮する脚の筋機能が高まることで、等速疾走局面における推進力が増大して歩幅の増加に影響を与え、50mの疾走能力が改善したものと推察される。これらの知見は、思春期後期にある男子生徒の疾走能力を改善するための体育授業を計画するうえで、有益な情報になるものと考えられる。今後は、思春期後期にある女子生徒についても、ジャンプトレーニングが疾走能力に与える効果について検討し、具体的なトレーニングプログラムを構築する必要があるといえよう。

V 要 約

本研究では、思春期後期にある男子生徒を対象として、体育授業中にジャンプトレーニング（ハードルジャンプ、スキップおよびバウンディング）、筋力トレーニング（レッグランジ、シングル・レッグ・スクワットおよびスクワット）および複合トレーニングを週1回の頻度で8週間実施し、各トレーニングが50m疾走能力に与える影響を各種のジャンプ力や脚筋力の適応から検討することにした。

疾走能力に関する項目では、ジャンプトレーニング群において50m平均疾走速度、最大疾走速度、30-40mおよび40-50m区間における疾走速度が有意に向上した。また、複合トレーニング群において50m平均疾走速度が有意に向上した。ジャンプ力に関する項目では、ジャンプトレーニング群において、リバウンドジャンプの接地時間が有意に短縮してパワーが有意に向上し、立五段跳および立三段跳の跳躍距離が有意に向上した。また、複合トレーニングにおいてリバウンドジャンプのパワー、垂直跳の跳躍高および立三段跳の跳躍距離が有意に向上した。脚筋力に関する項目では、いずれの群も有意な変化を示さなかった。

本研究の結果は、筋力や瞬発力の発達が緩やか

になる思春期後期の年代に対しても、体育授業においてジャンプを反復するトレーニングを実施することで、疾走動作に類似した動きの中で脚が短時間に大きな力を発揮する能力が高まり、疾走能力が改善することを示唆するものである。

付 記

本研究は、財団法人上月スポーツ・教育財団による第4回スポーツ研究助成事業の配分を受けて行なわれた。

文 献

- 阿江通良・鈴木美佐緒（1992）世界一流スプリンターのレースパターン. *Jpn. J. Sports Sci.*, 11: 609-614.
- Bret, C., Rahmani, A., Dufour, A. B., Messonnier, L. and Lacour, J. R. (2002) Leg strength and stiffness as ability factors in 100m sprint running. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 42: 274-281.
- Bobbett, M. F. (1990) Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Med.*, 9: 7-22.
- Bosco, C., Luhtanen, P. and Komi, P. V. (1983) A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 50: 273-282.
- Chelly, S. M. and Denis, C. (2001) Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33: 326-333.
- Chimera, N. J., Swanik, K. A., Swanik, C. B., and Straub, S. J. (2004) Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *J. Athl. Train.*, 39: 24-31.
- Delecluse, C. (1997) Influence of strength training on sprint running performance. *Sports Med.*, 24: 147-156.
- 福田厚治・伊藤 章（2004）最高疾走速度と接地期の身体重心の水平速度の減速・加速：接地による減速を減らすことで最高疾走速度は高められるか。体育学研究, 49: 29-39.
- Hewett, T. E., Stroupe, A. L., Nance, T. A., and Noyes, F. R. (1995) Plyometric training in female athletes. *Am. J. Sports Med.*, 24: 765-773.
- 池田祐介・淵本隆文（2005）ダブルレッグホップのトレーニングにともなう下肢関節のモーメントとパワーの変化。体育学研究, 50: 1-11.

- Ingle, L., Sleaf, M. and Tolfrey, K. (2006) The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *J. Sports Sci.* 24: 987–997.
- 岩竹 淳・永澤 健・伊澤英紀・中村夏実・小田宏行・鈴木朋美・飯田晴子 (2001) 疾走直後の血中乳酸濃度によるコンディション評価. *トレーニング科学*, 13: 13–20.
- 岩竹 淳・鈴木朋美・中村夏実・小田宏行・永澤健・岩壁達男 (2002) 陸上競技選手のリバウンドジャンプにおける発揮パワーとスプリントパフォーマンスとの関係. *体育学研究*, 47: 253–261.
- 加藤謙一・関戸康雄・岡崎秀充 (2000) 小学6年生の体育授業における疾走能力の練習効果. *体育学研究*, 45: 530–542.
- 加藤謙一 (2004) 走能力の発育発達. 金子公有・福永哲夫編 *バイオメカニクス—身体運動の科学的基礎—*. 杏林書院: 東京, pp. 178–185.
- Kotzamanidis, C. (2006) Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *J. Strength Cond. Res.* 20: 441–445.
- マリーナ・ブシャーレ: 高石昌弘ほか訳 (1995) 発育・成熟・運動. 大修館書店: 東京, pp. 8–9, 113–114.
- Mero, A., Luhtanen, P., Viitasalo, J. T. and Komi, P. V. (1981) Relationships between the maximal running velocity, muscle fiber characteristics, force production and force relaxation of sprinters. *Scand. J. Sports Sci.*, 3: 16–22.
- Mero, A. and Komi, P.V. (1994) EMG, force, and power analysis of sprint-specific strength exercise. *J. Appl. Biomech.*, 10: 1–13.
- 桜木真智子 (2000) 運動の発達, 片岡洵子ほか編 *身体発達*. ぶんしん出版: 東京, pp. 194–210.
- 齊藤昌久・伊藤 章 (1995) 2歳児から世界一流短距離選手までの疾走能力の変化. *体育学研究*, 40: 104–111.
- Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J. and Humphries, B. J. (1993) The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25: 1279–1286.
- Young, W., McLean, B. and Ardagna, J. (1995) Relationship between strength qualities and sprinting performance. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 35: 13–19.
- Young, W. B., Wilson, G. J. and Byrne, C. (1999) A comparison of drop jump training method: Effects on leg extensor strength qualities. *Int. J. Sports Med.*, 20: 295–303.

(平成19年5月22日受付)
(平成20年8月1日受理)