

腹部圧迫ベルトの装着が陸上競技長距離走選手の stretch shortening cycle (SSC) 能力 および running economy (RE) に及ぼす効果

宮脇悠伍¹⁾, 山本正嘉²⁾

¹⁾鹿屋体育大学体育学部

²⁾鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

キーワード: 長距離走, 腹部圧迫ベルト, SSC 能力, running economy

<論文概要>

陸上競技男子長距離走選手を対象に, 市販の腹部圧迫ベルトを装着させた時の効果について, 3つの実験を行い検証した. 実験1では, 鉛直方向の stretch shortening cycle (SSC) 能力の指標とされる, リバウンドジャンプ (RJ) 指数とドロップジャンプ (DJ) 指数の変化を検討した. その結果, ベルトの装着により, 両指数がともに有意に改善した. 実験2では, 水平方向の SSC 能力の指標とされる立五段跳能力の変化について検討した結果, 跳躍距離に有意な増加が認められた. 実験3では, 10000m のレース速度に相当する速度でトレッドミル走を行い, running economy (RE) の指標とされる体重あたりの酸素摂取量等に及ぼす影響について検討した. その結果, ベルトの装着により RE が有意に改善した. 以上のことから, 腹部圧迫ベルトの装着は, 長距離走選手の SSC 能力や RE を改善させ, ひいてはパフォーマンスの改善にも有効である可能性が示唆された.

スポーツパフォーマンス研究, 4, 93-104, 2012年, 受付日:2012年2月22日, 受理日:2012年6月5日

責任著者:山本正嘉 〒891-2393鹿屋市白水町1鹿屋体育大学 yamamoto@nifs-k.ac.jp

Effects of a body support belt on the stretch shortening cycle (SSC) capability and running economy of long-distance runners

Yugo Miyawaki ¹⁾, Masayoshi Yamamoto ²⁾

¹⁾ Faculty of Physical Education, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

²⁾ Center for Sports Training Research and Education, National Institute of Fitness and Sports
in Kanoya

Key Words: long distant run, body support belt, stretch shortening cycle (SSC) capability,
running economy (RE)

[Abstract]

In the present study, experiments were conducted with male long-distance runners in order to

evaluate effects of a body support belt on stretch shortening cycle (SSC) capability and running economy (RE). In Experiment 1, variations in indices of the rebound jump (RJ) and drop jump (DJ), which give an indication of vertical stretch shortening cycle capability, were measured. The results showed significant improvement in both indices when the belt was used. In Experiment 2, variations in the standing 5-step jump, an index of horizontal stretch shortening cycle capability, were measured; a significant improvement in jumping distance was observed. In Experiment 3, effects on oxygen intake relative to body weight, an index of running economy, was measured, using a treadmill that was set at 10,000-meter race speed. The results showed significant improvement in running economy when wearing the belt. The present results suggest that a body support belt can be effective for improving stretch shortening cycle capability and running economy, and hence improvement in performance.

I. 研究目的

陸上競技長距離走種目の競技力向上において、最大酸素摂取量($\dot{V}O_{2max}$)に代表される有酸素性作業能力や、ランニングの経済性を示す running economy (RE)が重要な関わりをもつことについては、古くから多くの研究がある(Basset et al., 2000; Conley et al., 1980; 山地ほか, 1990). また近年では、筋力の重要性を指摘した研究もある(満園ほか, 2002; 吉儀ほか, 2000). 加えて最近では、短距離種目や跳躍種目のような瞬発系の種目のパフォーマンスにとって重要とされている、stretch shortening cycle (SSC)の能力が、長距離走種目のパフォーマンスにとっても重要であることが注目されるようになった(Komi, 2000; 武田ほか, 2010; 図子ほか, 1999; 図子, 2006).

長距離走選手のSSC能力に着目した研究として、図子らは、長距離走選手の5000m走の記録と試合当日のリバウンドドロップジャンプ能力との間に密接な関係があり、同一個人内においてSSC能力が高い時に良いパフォーマンスを発揮できると報告している(図子ほか, 1999). また長距離走選手を対象にプライオメトリックトレーニングを導入することで、下肢のSSC能力およびREに改善が認められたことが、複数の研究で報告されている(Paavolaian et al., 1999; 図子, 2006).

SSC能力は複数の要因によって決定されるが、その一つとして体幹の動的制御機構があげられる. この点に着目した研究として、河端ほか(2006)はドロップジャンプの着地局面において、体幹深部筋群の活動および腹腔内圧の上昇が体幹の安定化に貢献し、その結果、接地時間が短縮することを報告している. また、橋本ほか(2011)は、体幹の安定性の増大を目的とした一過性のスタビライゼーションエクササイズが、SSC能力を改善させることを報告している. したがって長距離走選手においても、体幹の安定性を増大させることでSSC能力が改善し、その結果としてREが改善し、走パフォーマンスの向上につながる可能性が考えられる.

近年、体幹部の安定性を高めることを目的として、腹部に圧迫を加えるベルト(以下、腹部圧迫ベルト(注))が市販され、多くの陸上競技長距離走選手に利用されている. そして、これを使用している選手の間では「体幹が安定する」「腰が高くなる」「走りが安定する」など、その効果を肯定する内省報告が多い. これは、腹部圧迫ベルトを装着することにより体幹の安定性が改善し、走パフォーマンスの向上に寄与していることを窺わせる感覚といえるが、客観的なデータにより検証した研究は見当たらない.

そこで本研究では、陸上競技男子長距離走選手を対象に、腹部圧迫ベルトの装着の有無が鉛直方向のSSC能力の指標とされるリバウンドジャンプおよびドロップジャンプに及ぼす影響(実験1)、水平方向のSSC能力の指標とされる立五段跳に及ぼす影響(実験2)、およびREの指標である体重当たりの酸素摂取量等の指標に及ぼす影響(実験3)について検討し、陸上競技長距離走における腹部圧迫ベルト着用効果を明らかにすることを目的とした.

II 方法

A. 被検者

実験1, 2, 3とも、被検者は大学の陸上競技部中長距離ブロックに所属する男子選手であった. **表1**は、3つの実験に参加した被検者の身体特性、および5000m走と10000m走の成績を示したものである. いずれの実験においても、各被検者には、本研究の目的、方法およびそれに伴う危険性に関する説明を行い、本研究に参加する同意を得た. また実験を行うにあたり、事前に測定動作に習熟するための練習日を設けた.

表1. 被検者の身体特性と長距離走の成績

5000mの記録は過去3ヶ月のうち最速のもの, 10000mの記録については過去1年のうち最速のものを採用した.

	人数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	5000m記録	10000m記録
実験1	8名	20±1	172.5±5.0	59.7±5.5	15'08±10	32'40±30
実験2	9名	20±1	171.8±5.1	58.7±6.0	15'02±20	32'30±37
実験3	9名	20±1	171.8±5.1	58.3±6.2	14'59±18	32'13±30

B. ベルトの装着方法

各実験とも, 腹部圧迫ベルトの装着有り(Wear 条件)と装着無し(Con 条件)の2条件を設定し, 測定値の違いについて検討した. Wear 条件では, 被検者の臍部に腹部圧迫ベルト(アスリートベルト, ファイテン社製, Japan)を装着させた(写真1). 本製品の重量は40gであった. 装着の際には, 被検者が着圧感を得られ, ジャンプに支障がないと感じた張力で圧迫を加え, 正しく着用されていることを確認した後に試技を開始した. Con 条件では, 腹部には何も装着させなかった.



写真1. 腹部圧迫ベルトの装着条件(Wear:左)と非装着条件(Con:右)

C. 測定方法

実験1. 鉛直方向のSSC能力の評価

鉛直方向のSSC能力の評価として, リバウンドジャンプ(RJ)およびドロップジャンプ(DJ)能力の測定を行った. 被検者を4名ずつ, ベルト着用条件をランダムに振り分けてRJとDJの測定を行い, 10分間の休息を挟んだ後, ベルト着用条件を入れ替えて再びRJおよびDJの測定を行った.

本実験のRJの測定は, 遠藤ほか(2007)が報告している方法に基づき, 連続5回のRJを3セット, DJの測定は河端ほか(2006)が報告している方法に基づき, 0.4mの台上からDJを5セット行った. いずれの測定も, できるだけ短い踏み切り時間で, できるだけ高く跳び上がるように指示した. また, 腕の振り込み動作による跳躍高への影響を排除するために, 手を腰に当てた姿勢で行わせた. 試行順序はRJ, DJの順とした.

全ての測定には, マットスイッチ計測システム(マルチジャンプテスタ, DKH社製, Japan)を用いて, 跳躍高, 接地時間を各試行で測定した. RJでは跳躍高を接地時間で除したRJ指数, 跳躍高, および接地時間を評価指標とした. また, DJでは跳躍高を接地時間で除したDJ指数, 跳躍高, および接地時間を評価指標とした. 分析の際には, 陸上競技長距離走種目の走動作が, 変動の少ない連続運動になるという競技特性を考慮し, RJ指数およびDJ指数が最高および最低となる試技を除くこととし, RJでは1回, DJでは3回の試技で得られた

値の平均値を採用した。

実験 2. 水平方向の SSC 能力の評価

被検者は、腹部圧迫ベルト着用条件を1試技ごとに入れ替えながら、各条件4本ずつ計8本の立五段跳びを行った。跳躍の際、両足を肩幅に開いた立位姿勢からできるだけ前方に遠くに跳ぶように指示した。各試技間には十分な休息を挟み、疲労がない状態で試技を開始した。失敗試技となった場合は再度試技を行わせた。

本研究における立五段跳びでは、6歩の連続跳躍を行わせ、着地動作の技術による跳躍距離の変動を排除するために、5歩目までの跳躍距離を測定した。立位姿勢の爪先を基準として、5歩目の着地における踵までの距離を跳躍距離とし、20mメジャーで測定した。分析の際には、陸上競技長距離走種目の走動作が、変動の少ない連続運動になるという競技特性を考慮し、跳躍距離が最高および最低の試技を除いた2回の試技で得られた値の平均値を採用した。

実験 3. RE によるランニングの経済性の評価

被検者を4名ずつ、腹部圧迫ベルト着用条件によりランダムに振り分け、多段階負荷試験を行い、その後ベルト着用条件を入れ替えて再び多段階負荷試験を行った。2回の試験は、疲労の影響を取り除くため別の日にを行った。

多段階負荷試験は、勝田ほか(1986)が報告している方法に基づき、バイオフィードバックトレッドミル(BM1100, S&ME社製, Japan)を用いて、230, 270, 310m/minの3段階で、6分間ずつのトレッドミル走を行った。なお各段階の間には10分間の休息を挟んだ。

各ステップにおいて、呼気ガス、心拍数(HR)、血中乳酸濃度(La)の測定を行った。呼気ガスは、ダグラスバッグを用いて運動の4-6分の間1分ごとに採気を行い、自動呼気ガス分析装置(Vmax29c, Sensormedics社製, United States)により酸素濃度および二酸化炭素濃度を、乾式ガスメーター(NDS-2A-T, 品川精器社製, Japan)により呼気ガス量を測定し、換気量($\dot{V}E$)、酸素摂取量($\dot{V}O_2$)を算出した。心拍数は、心拍計(RS400, Polar社製, Finland)を用いて連続的に測定し、4-6分の間1分ごとの平均値を算出した。血中乳酸濃度は、運動終了後に指尖より血液を採取し、自動乳酸分析装置(Lactate Pro, Arkray Factory社製, Japan)を用いて測定した。

なお、競技現場においては、腹部圧迫ベルトを低強度では装着せずに、主に高強度のランニングを行う際のみ装着している。したがって、分析は310m/minの運動時の値についてのみ行うこととした。この速度は、表1に示した競技記録から計算すると、本研究の被検者にとって10000m走のレースペース(310±5m/min)に相当するものであった。

D. 統計処理

実験1, 2, 3とも、測定した値については平均値±標準偏差で表した。そして、ベルト装着の有無による測定値の差を、対応のあるt検定を用いて検定した。なお、その際の有意水準は5%未満とした。

III. 結果

実験 1: 鉛直方向の SSC 能力(RJ, DJ)

図 1-a は, RJ における RJ 指数を示したものである. Con 条件と比べて Wear 条件で 8 名中 7 名が増加し, 平均値では 1.87 ± 0.21 (m/s) から 1.92 ± 0.25 (m/s) へと有意な増加が認められた ($p < 0.05$). 図 1-b は, RJ における跳躍高を示したものである. 両条件間に有意差は認められなかった. 図 1-c は, RJ における接地時間を示したものである. Con 条件と比べて Wear 条件で 8 名中 7 名が短縮し, 平均値では 166.8 ± 12.5 (ms) から 161.6 ± 11.3 (ms) へと有意な短縮が認められた ($p < 0.05$).

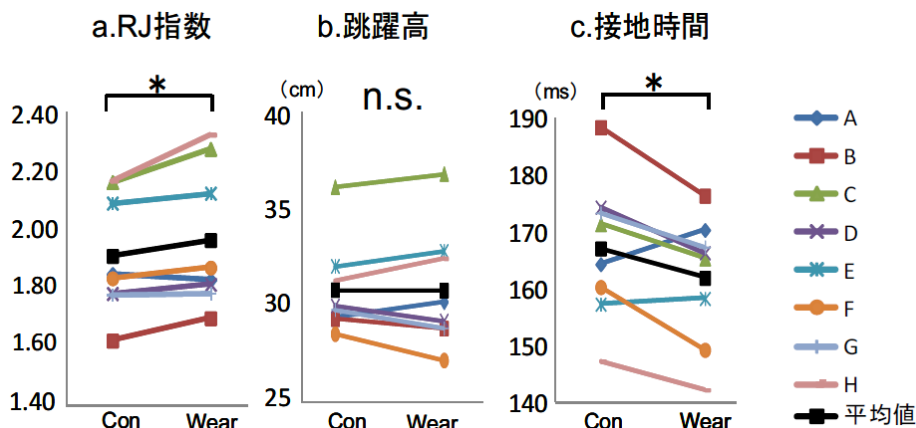


図 1. 腹部圧迫ベルトの装着時(Wear)と非装着時(Con)における, リバウンドジャンプ時の RJ 指数, 跳躍高, 接地時間 (* : $p < 0.05$)

図 2-a は, DJ における DJ 指数を示したものである. Con 条件と比べて Wear 条件で 8 名中 7 名が増加し, 平均値では 1.90 ± 0.25 (m/s) から 1.96 ± 0.24 (m/s) へと有意な増加が認められた ($p < 0.05$). 図 2-b は, DJ における跳躍高を示したものである. 両条件間に有意差は認められなかった. 図 2-c は, DJ における接地時間を示したものである. Con 条件と比べて Wear 条件で 8 名中 7 名が短縮し, 平均値では 160.3 ± 5.4 (ms) から 156.5 ± 5.6 (ms) へと有意な短縮が認められた ($p < 0.05$).

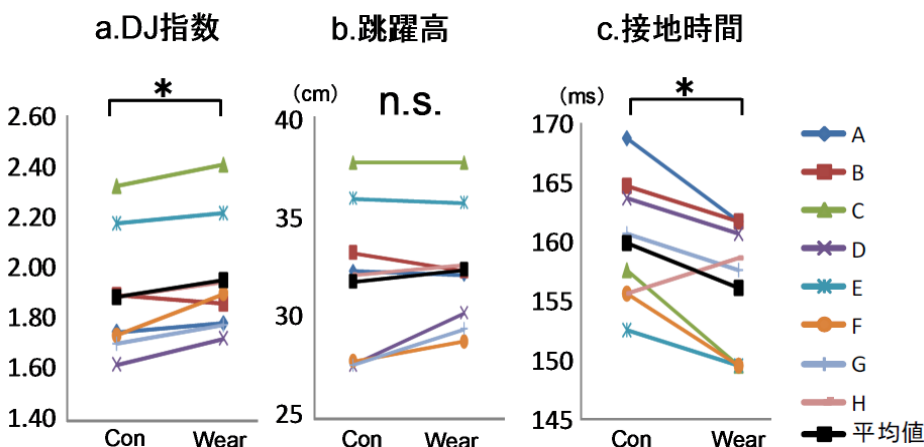


図 2. 腹部圧迫ベルトの装着時(Wear)と非装着時(Con)におけるドロップジャンプ時の DJ 指数, 跳躍高, 接地時間 (* : $p < 0.05$)

実験 2. 水平方向の SSC 能力

図 3 は、立五段跳びにおける跳躍距離を示したものである。Con 条件と比べて Wear 条件で 9 名中 8 名が増加し、平均値では 10.29 ± 1.00 (m) から 10.51 ± 0.99 (m) へと有意な増加が認められた ($p < 0.05$)。

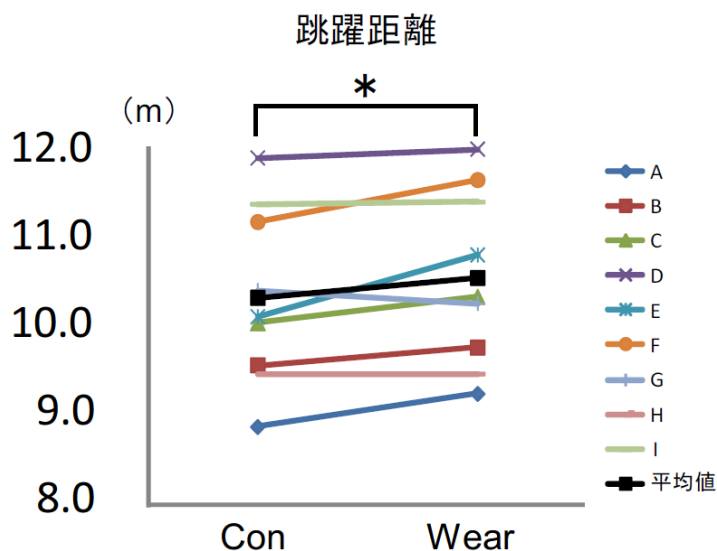


図 3. 腹部圧迫ベルトの装着時(Wear)と非装着時(Con)における立ち五段跳の跳躍距離. (* : $p < 0.05$)

実験 3. RE

図 4-a は、310m/min のトレッドミル走時における体重あたりの酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) を示したものである。Con 条件と比べて Wear 条件で 9 名中 7 名が減少し、平均値では 65.7 ± 2.6 (ml/kg/min) から 64.4 ± 3.4 (ml/kg/min) へと有意な減少が認められた。図 4-b は、この時の血中乳酸濃度 (La) を示したものである。Con 条件と比べて Wear 条件で 9 名中 6 名が減少し、平均値では 5.7 ± 1.5 (mmol/l) から 5.3 ± 1.5 (mmol/l) へと減少がみられたが、有意な差は認められなかった。図 4-c は、この時の拍数 (HR) を示したものである。両条件間に有意な差は認められなかった。

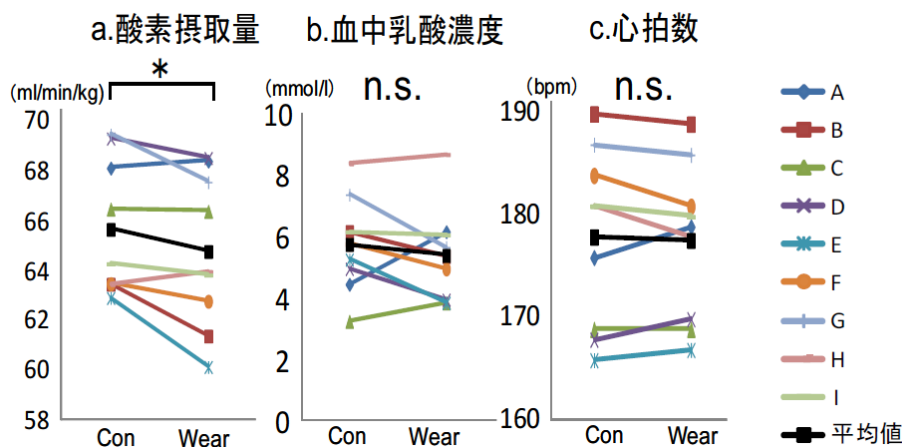


図 4. 腹部圧迫ベルトの装着時(Wear)と非装着時(Con)におけるランニング時(310m/min)の酸素摂取量, 血中乳酸濃度, 心拍数. (* : $p < 0.05$)

IV. 考察

本研究では、大学陸上競技男子長距離走選手を対象に、腹部圧迫ベルト装着の有無が、垂直および水平方向への SSC 能力(RJ, DJ, 立五段跳), およびトレッドミル走時の RE にどのような影響を与えるかについて検討した。

1. 鉛直方向および水平方向の SSC 能力の改善について

実験 1 では、腹部圧迫ベルトを装着することにより、RJ および DJ 動作時の接地時間が短縮し、RJ 指数および DJ 指数に有意な増加が認められた。また実験 2 では、五段跳の跳躍距離に有意な増加が認められた。

RJ および DJ 指数は、鉛直方向の SSC 能力を表す指標とされている(串間ほか, 2000; 荻久保, 2010; Paavolaian et al., 1999; 武田ほか, 2010)。また立五段跳における跳躍距離は、下肢筋群の伸張、短縮といった収縮様式が組み合わさった運動であることから、水平方向の SSC 能力を反映するとされる(Mero and Komi, 1994; Norman and Komi, 1979)。したがって本研究の結果は、腹部圧迫ベルトを装着することにより、鉛直方向の SSC 能力、および水平方向に移動する SSC 能力が、いずれも向上したことを示している。

先行研究をみると、長距離走選手を対象としたプライオメトリックトレーニングが SSC 能力を改善させることが報告されている(図子, 2006)。また、体幹の安定性の増大を目的とした一過性の体幹スタビライゼーションエクササイズが、SSC 能力を改善させることも報告されている(橋本ほか, 2011)。一方、本研究の結果は、トレーニングやエクササイズではなく、腹部圧迫ベルトの装着という受動的な手段により、SSC が向上することを示唆するものである。

RJ 指数および DJ 指数は、跳躍高と接地時間という 2 つの要因によって求められる。そして SSC 能力の高い者は、接地時間が短く、かつ跳躍高が高い跳躍を行えるとされている(岩竹ほか, 2002)。この 2 要因のうち、跳躍高の増大については、スクワット姿勢による最大脚伸展力との間に有意な正の相関関係があり、筋力や瞬発力といった筋系の能力が重要な関連因子であるとされている(図子・高松, 1995)。

また、接地時間の短縮については、力の立ち上がり速度や伸張-短縮運動によって発生する下肢筋群の瞬発的な力発揮能力が重要とされている(図子, 2006)。それに加えて、着地した際、即座にジャンプ動作へ切り返す接地局面における身体制御機構、主に体幹の安定性を得ることが接地時間の短縮に貢献するとも報告されている(河端ほか, 2008)。彼らは、体幹の安定性が増大することによって、身体にかかる大きな外乱刺激による体幹部の動揺を最小限に抑え、次の動作への移行を素早く行うことに対して、有利な影響を及ぼすと述べている。

本研究における鉛直方向の SSC 能力では、その 2 つの構成要素のうち跳躍高には変化がみられず、接地時間の方に有意な短縮が認められた(実験 1)。したがって本研究の結果は、主として体幹の安定性の増大によってもたらされたものと考えられる。

本研究では、水平方向の SSC 能力を反映する立五段跳の跳躍距離も、鉛直方向の SSC 能力と同様に改善した(実験 2)。先行研究では、RJ における接地時間の短縮と、立五段跳における接地時間の短縮との間には関係があり、これらの接地時間が短縮することで跳躍距離が増大すると報告されている(岩竹ほか, 2002; 横川, 1987)。

本研究で、RJ および DJ における接地時間が短縮したことについては、前記のように、腹部圧迫ベルトを装着することで体幹の安定性が増大したためと考察した。立五段跳においてもこれと同様のメカニズムによって、

跳躍動作時における接地時間が短縮し、跳躍距離の増大につながった可能性が考えられる。

腹部圧迫ベルトは、100m 走の日本記録保持者である伊東浩二選手が装着し始めたことをきっかけに、短距離走種目の競技者における利用が広がった。そして近年では、短距離種目だけではなく、箱根駅伝に出場するような長距離走選手にも幅広く利用されている。腹部圧迫ベルトを日頃から使用している競技レベルの高い長距離走選手を対象としたアンケートでは「腰が高くなり、体幹が安定する」といった内省報告がある(クリオ社, 2010)。

本研究の被検者においても、実験後の内省報告によると、3 つの実験のすべてを通して、腹部圧迫ベルトの装着に対してネガティブな意見はみられなかった。そして、実験 1 では 8 名中 6 名が、実験 2 では 9 名中 4 名が、実験 3 では 9 名中 7 名が「体幹が安定し、運動を行いやすい」と、その効果を肯定するような意見を述べていた。このような報告は、本実験で得られた接地時間の短縮や、先行研究で報告されている身体にかかる外乱刺激に対する体幹の動揺の抑制が生じていることを、主観的に表現したものと考えられる。

2. RE に及ぼす効果について

本実験では、腹部圧迫ベルトを装着することにより、分速 310m/min での一定速度走時において、体重当たりの酸素摂取量に有意な低下が認められた。一方、血中乳酸濃度および心拍数には、変化が認められなかった。

最大下のランニングの際に必要なとされる体重当たりの酸素摂取量は、ランニングの経済性を示すとされ、running economy (RE) と呼ばれている (Basset and Howly, 2000; Billat et al., 1994; Cavenagh and Kram, 1985)。そして、同じスピードに対する酸素摂取量が少ないほど経済性は高いとされ (勝田ほか, 1986)、高い長距離走パフォーマンスを有する者は優れた RE を持つことが報告されている (神林ほか, 1991; Pollock et al., 1980; 山地ほか, 1990)。

このようなことを考慮すると、本研究で腹部圧迫ベルトを装着することによって酸素摂取量が低下したことは (図 4-a)、RE が改善したことを意味することといえる。なお、本研究で用いた 310m/min の走速度は、本研究の被検者における 10000m のレースペースの平均値 (310 ± 5 m/min) とほぼ一致するものであった。したがって本研究の結果は、腹部圧迫ベルトを装着することにより、10000m レースにおける走パフォーマンスを決定する要因のひとつが改善したことを示唆する。

先行研究では、プライオメトリックトレーニングによって SSC 能力が改善し、最大下での連続 SSC 運動時のエネルギー消費量が減少し、経済性が高まること (Kyrolainen et al., 2004; 永松・武田, 2008) や、長距離走時における一歩ごとの接地中の下肢の筋・腱複合系による弾性エネルギーの貯蔵と再利用が効果的に機能することで、RE が改善したことが報告されている (Komi et al., 1978; Paavola et al., 1999; 冨子・平田, 1999)。

本研究では、腹部圧迫ベルトを装着することで、実験 1 では鉛直方向、実験 2 では水平方向の SSC 能力に有意な改善が認められた。上記の先行研究も考え合わせると、このような SSC 能力の改善は、主として走動作時の接地局面において、下肢の筋・腱複合系による弾性エネルギーの貯蔵と再利用に改善を及ぼしたことが考えられ、その結果、一定速度走時における酸素摂取量が有意に減少し、RE が改善した可能性がある。

3. 陸上競技の現場における本研究の意義

本研究の結果をまとめると、長距離走選手に腹部圧迫ベルトを装着することで SSC 能力が改善し、その影響

を受けて RE も改善すると考えられる。そしてこのような改善は、長距離走選手が強度の高いトレーニングをする際や、レースを行う時のパフォーマンス向上にも貢献する可能性が考えられる。

なお、中学生や高校生の陸上競技中長距離走のレース時(駅伝やロードレースも含む)においては、腹部圧迫ベルトが市販される以前から、鉢巻やタオルを腹部に巻いて圧迫を加え、パフォーマンスの改善を図るという手段が行われてきた。特に、全国高校駅伝に出場するような競技力に優れるチームでは、現在でもしばしば用いられている。この事実は、腹部を適切に圧迫することで、長距離走のパフォーマンスが改善することを経験的に示唆していると考えられる。

鉢巻やタオルを用いる方法と、腹部圧迫ベルトを用いる方法とについて、それぞれが発想された経緯や、相互の関係については明らかではない。しかし、その機能と目的に関しては、同様のものであると考えられる。したがって本研究の結果は、前者のような中長距離走の現場で以前から経験的に行われてきた手段が有効であることについても、裏付けを与えるものと考えられる。

鉢巻やタオルは入手が容易であり、誰もが利用できるという利点がある。しかしこれらを用いて腹部に圧迫を加える場合、圧迫する部位がずれたり、圧迫の程度を微調整することが難しいという問題点がある。また、レース中にそれらを再調整することも難しい。これに対して腹部圧迫ベルトは、このような点に関しての微細な調整が容易であることに加え、レース中でもそれらの再調整が簡単にできるという点で、大きな利点があるといえる。

本研究では、腹部圧迫ベルトを装着することで、垂直方向と水平方向の SSC 能力に有意な改善が見られた。したがって、腹部圧迫ベルトを装着することで、短距離走や跳躍の選手においても SSC 能力が増強する可能性も考えられる。本研究では、スポーツ種目の中では相対的に SSC 能力が低いとされる長距離走選手を対象としている(図子ほか, 1993)。このため、SSC 能力が優れるとされる短距離走や跳躍の選手(図子ほか, 1993)が腹部圧迫ベルトを着用した場合に、どの程度の効果が生ずるかについては不明だが、この点については今後検討すべき興味深い課題といえる。

V. まとめ

陸上競技長距離走選手に市販の腹部圧迫ベルトを装着し、鉛直方向および水平方向の stretch shortening cycle(SSC)能力、および走運動時の running economy(RE)に及ぼす影響を検討した。その結果、ベルトを装着することで、鉛直方向および水平方向の SSC 能力がともに有意に増加し、RE の指標とした 10000m のレースペース時における体重あたりの酸素摂取量は有意に低下した。したがって、長距離走選手に腹部圧迫ベルトを装着することで、強度の高いトレーニング時やレース時において、パフォーマンスの向上につながる可能性が示唆された。

注)本研究で用いた腹部圧迫ベルトは、現在数社が市販しており、競技現場では、腰巻き、腰ベルト、骨盤ベルトなどと呼ばれているが、統一した表現はない。ただし、腹部を圧迫することによって競技パフォーマンスの改善を図るという点では、同様の機能と目的を持ったものと考えられる。そこで本研究では、これらのベルトを総称して「腹部圧迫ベルト」と呼ぶこととした。なお、中学や高校生の中長距離走選手は、鉢巻きやタオルを腹部に巻いて圧迫を加えるという方法をしばしば用いるが、これも腹部圧迫ベルトと同様の機能や目的を期待して用いられていると考えられる(考察を参照)。

VII. 引用文献

- 1) Basset, D. R. and E. L. Howly (2000) Limiting for maximum oxygen uptake and determinants of performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32: 70-84.
- 2) Billat, V., J. C. Renoux, J. Pinoteau, B. Petit, and J. P. Koralsztein (1994) Reproducibility of running time to exhaustion at $\dot{V}O_2\max$ in subelite runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 26: 254-257.
- 3) Cavanagh P. R. and R. Kram (1985) The efficiency of human movement; a statement of the problem. *Med. Sci Sports Exerc.*, 17: 304-308.
- 4) Conley D. L. and G. S. Krahenbuhl (1980) Running economy and distance running performance of high trained athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 12: 357-360.
- 5) 遠藤俊典, 田内健二, 木越清信, 尾縣 貢 (2007) リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の発達に関する横断的研究. *体育学研究*, 52: 149-159.
- 6) 橋本 輝, 前大純朗, 山本正嘉 (2011) 一過性の体幹スタビライゼーションエクササイズが垂直跳び, ドロップジャンプ, リバウンドジャンプパフォーマンスに及ぼす効果. *スポーツパフォーマンス研究*, 3: 71-80.
- 7) 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.
- 8) 岩竹 淳, 山本正嘉, 西菌秀嗣, 河原繁樹, 北田耕司, 冨子浩二 (2008) 思春期後期の生徒における加速および全力疾走能力と各種ジャンプ力および脚筋力との関係. *体育学研究*, 53: 1-10.
- 9) 河端将司, 加賀谷善教, 島 典広, 西菌秀嗣 (2008) ドロップジャンプ動作中における体幹の筋活動および腹腔内圧の変化. *体力科学*, 57: 225-234.
- 10) 勝田 茂, 宮田浩文, 麻場一徳, 原田 健, 永井 純 (1986) 中長距離選手におけるランニング効率とパフォーマンスとの関係について. *大学体育研究*, 8: 45-52.
- 11) 神林 勲, 勝田 茂, 永井 純 (1991) 陸上競技選手の競技パフォーマンスに関与する体力的, 技術的要因ならびに生理学的因子. *北教大紀要(第11部C)*, 42: 67-79.
- 12) 串間敦郎, 稲田夏希, 松迫睦美 (2000) 疾走速度に関係する体力要素の検討. *宮崎県立看護大学研究紀要*, 1: 26-32.
- 13) Komi, P. V. and C. Bosco (1978) Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 10: 262-265.
- 14) Komi, P. V. (2000) Stretch-shortening cycle; a powerful model to study normal and fatigued muscle. *J. Biomech.*, 33: 1197-1206.
- 15) Kyrolainen, H., J. Avela, M. McBride, S. Koskinen, J. L. Andersen, S. Sipila, T. S. K. Takala, and P. V. Komi (2004) Effects of power training on mechanical efficiency in jumping. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 91: 151-159.
- 16) Mero, A. and P. V. Komi (1994) EMG, force, and power analysis of sprint-specific strength exercise. *J. Appl. Biomech.*, 10: 1-13.
- 17) 満園良一, 森部昌広, 高杉紳一郎 (2002) 長距離ランナーにおける持続的トレーニング時の下肢筋力特性と走行経済性. *久留米大学健康・スポーツ科学センター研究紀要*, 10: 19-25.
- 18) Norman. R. W. and P. V. Komi (1979) Electromechanical delay in skeletal muscle under normal movement

- conditions. *Acta Physiol. Scand.*, 106: 241-248.
- 19) 永松幸一, 武田誠司(2008)SSC 遂行能力と体力・運動能力評価種目の関係について. 都城工業高等専門学校研究報告, 43: 1-5.
 - 20) 荻久保吉隆(2010)長距離走におけるプライオメトリックトレーニングの有効性. 愛知教育大学保健体育講座研究紀要, 35: 111-113.
 - 21) Paavola, L., K. Hakkinen, I. Hamalainen, A. Nummela, H. Rusko(1999)Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *J. Appl. Physiol.*, 86: 1527-1533.
 - 22) Pollock, M. L., A. S. Jackson, and R. R. Pate(1980)Discriminant analysis of physiological differences between good and elite distance runners. *Res. Quart. Exerc. Sports*, 51: 521-532.
 - 23) 武田誠司, 石井泰光, 山本正嘉, 関子浩二(2010)長距離ランナーにおけるランニングと連続跳躍による経済性の関係. *体力科学*, 59: 107-118.
 - 24) 関子浩二, 高松 薫, 古藤高良(1993)各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. *体育学研究*, 38: 265-278, 1993.
 - 25) 関子浩二, 高松 薫(1995)バリスティックな伸張-短縮サイクル運動の遂行能力を決定する要因;筋力および瞬発力に着目して. *体力科学*, 44: 147-154.
 - 26) 関子浩二, 平田文夫(1999)下腿の神経・筋・腱系の状態が長距離走者の競技成績に及ぼす影響. 第14回バイオメカニクス学会大会論文集, pp. 172-176.
 - 27) 関子浩二(2006)ランニングパフォーマンスの向上に対するプライオメトリックの可能性. *ランニング学研究*, 18: 15-24.
 - 28) 山地啓司, 池田岳子, 横山泰行, 松井秀治(1990)最大酸素摂取量から陸上中長距離走, マラソンレースの競技記録を占うことが可能か. *ランニング学研究*, 1: 7-14.
 - 29) 横川和幸(1987)短距離疾走能力と各種跳躍能力との関連性について. *仙台大学紀要*, 19: 9-14.
 - 30) 吉儀 宏, 澤木啓介, 中村 明(2000)陸上競技長距離走者の競技力と脚筋力. *陸上競技研究*, 41: 13-18.