

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500732

研究課題名(和文)生涯体育につながる小・中・高校と連続した持久走の開発

研究課題名(英文)The physiological, biomechanical and mental analysis of 3 kinds of coaching method of endurance runnings in Japanese elementary, junior high and high school

研究代表者

黒川 隆志 (Kurokawa, Takashi)

広島大学・教育学研究科(研究院)・教授

研究者番号：40170104

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：持久走中の生理学的特性や運動学的特性、走者の意識から生涯体育につながる持久走の指導法を検討した。小学5年生男子30名(1,000m)、中学2年生男子57名(2,000m)、高校2年生男子27名(3,000m)を対象に、最大努力の全力法、「ややきつい」感じのRPE法、走能力により走距離を選択する内回り法の3つの持久走を実施した。中学生と高校生の全力法では走速度と心拍数の経時的低下から、高い運動強度による疲労感や痛みが持久走嫌いを助長した。RPE法と内回り法では持久走中、走速度と心拍数が維持された。RPE法が最も好まれた方法であった。小学生では、3種類の持久走間に顕著な差はなかった。

研究成果の概要(英文)：The characteristics of 3 kinds of endurance runnings performed in the physical education class of Japanese school was investigated by observing continuous change in physiological, biomechanical and mental variables during running. Thirty elementary, 57 junior high and 27 high school male students ran 1,000m, 2,000m and 3,000m by three methods, namely the all-out method, the inner/outer track (I/OT) method, and the RPE13 method. In the all-out method of junior high and high school students, the running speed have decreased in the middle and final stages of running due to the high stride frequency in the early stage of running. Continuous change of heart rate showed a tendency to decrease. In the I/OT method and the RPE13 method, the running speed was maintained by the adjustment of stride length. The RPE13 method was the most preferred method in learning of running. In the elementary school there was no difference among three running methods.

研究分野：トレーニング科学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、スポーツ科学

キーワード：持久走 生涯体育 学校体育 心拍数 児童生徒 指導法 走速度

1. 研究開始当初の背景

持久走は高等学校学習指導要領 { 文部省 ('99) } において, 「陸上競技」の領域の「競争」に含められるとともに, 「体づくり運動」の領域の「体力を高める運動」にも加えられている。しかし, 研究代表者らの調査によれば, 「体育が好き」な生徒は80%に達するにもかかわらず, 「持久走が好き」な生徒は12%に激減し, 持久走に本来備わっている健康・体力面の効果が十分引き出されていないのが現状である。

この一因として, 体育授業では, 多くの場合 3-5kmのコースを制限時間内にほとんど全力で走る方法(以下, 全力法と略す)が用いられていることが考えられる。この方法は記録の優劣が明確になることから, 競争性が過剰に強調されると生徒に劣等感を抱かせたり, 学習意欲を低下させることがみられる。

研究代表者らは, このような背景を踏まえて, 生徒個々人の走能力を相対化して競争性を緩和し, 「体づくり運動」にも転用可能な指導法のモデルとして, 新たに二つの指導法を考案した。その一つは, 走能力の低い者には走コースを内回りさせて走距離を短縮させることにより, 持久走の終了時間を全員同一にする方法である(以下, 内回り法と略す)。もう一つは, 運動中に感じる主観的運動強度(RPE)を基準にして, 同一のRPE尺度で持久走を行わせることにより, 全員の生理学的運動強度を同一にする方法である(以下, RPE法と略す)。そして, 特徴の異なるこれら3種類の持久走を高校生を対象に実施し, 持久走タイム, 生理学的反応, アンケート調査の面から効果を比較した。その結果, 全力法は持久走記録を最も改善させたが, 疲労が蓄積し, 持久走嫌いを増大させた。内回り法でも疲労の蓄積が認められたが, 全員同一時間に終了することから, 持久走嫌いを緩和した。RPE法は走記録の伸びは低い, 健康・体力の改善に有効な運動刺激は得られており, 持久走嫌

いを最も減少させた。

以上のように, 3種類の持久走の効果はある程度明らかにできたが, 対象が限られていたため, それらの持久走の適用性には限界がある。この限界を克服するためには, 新たな視点を加えた持久走の開発が必要であると考えられる。第一は, 健康・体力を改善させるという持久走本来の価値を引き出すとともに, 児童生徒が気持ちよく走れて運動の継続性につながる指導の視点である。第二は, 小・中・高校で体力特性が異なるため, 発育発達特性を考慮して小学校期から中学, 高校期へと連続する指導の視点である。

2. 研究の目的

本研究は, 持久走の方法論に着目し, 生涯体育につながる効果的な持久走の指導法を明らかにすることを構想している。このため, 3種類の代表的な持久走を取り上げ, 持久走中の生理学的特性, 運動学的特性, 及び児童生徒の意識の視点からそれぞれの持久走の妥当性を検討する。さらに, 対象を高校生だけでなく, 中学生と小学生に拡大して検討することにより, これらの指導法の一般化を図る。

3. 研究の方法

(1) 被検者

H県内の中山間部に位置するS高等学校2年生男子27名(年齢 15.5 ± 0.5 歳), M中学校2年生男子57名(年齢 12.4 ± 0.6 歳), K小学校5年生男子30名(年齢 5.6 ± 0.4 歳), を被験者とした。

(2) 持久走の実施方法

走距離は高校生3,000m, 中学生2,000m, 小学生1,000mとし, 300mトラックにおいて以下の3種類の持久走を実施した。

全力法: 全距離を全力で走るように指示した。

RPE法：BorgのRPE尺度をあらかじめよく理解させ、60% $\dot{V}O_2 \max$ に相当するRPE13「ややきつい」で全距離を走るよう指示した。

内回り法：クラス全員をほぼ同じ時間で走り切らせるため、異なる距離の3種類のトラック(210m, 250m, 300m)を同心円上に作成した。持久走能力の高い生徒に外周のコースを、中間の生徒に中央のコースを、低い生徒に内周のコースを全力で走らせた。

(3) 測定項目

心拍数(HR)モニター(Poral Electro co.)を用いてHRを、ストライドセンサー(Poral Electro co.)を用いて走速度、ストライド長、ストライド頻度を持久走の開始から終了まで連続して5秒間隔で測定した。各指導法実施前に体育授業と持久走に対する意識調査を、各指導法実施後にそれぞれの指導法に対する意識調査を実施した。

4. 研究成果

(1) 高校生について

高校生について、持久走の経過に伴う走速度の変化を図1に、ストライド長の変化を図2に、ストライド頻度の変化を図3に、HRの変化を図4に示した。

まず、全力法に注目すると、全力法の走速度は内回り法よりも4周目まで、RPE法よりも6周目まで有意に高値であった($p < 0.05-0.01$)。しかし、持久走の経過に伴い走速度は有意に低下し($p < 0.05$)、終盤では他の方法の近くまで低下した。ストライド長は持久走の全過程で他の方法より高く維持されていた。ストライド頻度は持久走の経過に伴って有意に低下した($p < 0.05$)。これらのことから、走速度の低下は主にストライド頻度の低下によるものであることが分かった。生理的運動強度の指標であるHRは2週目の183拍/分まで急激に増加し、4週目で185拍/分の最高値に達した後は、最終週の178拍/分まで漸減した。

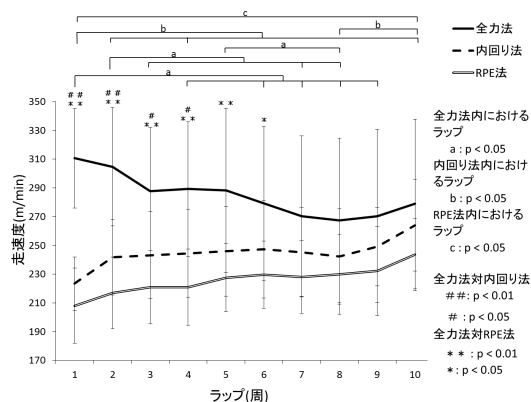


図1 高校生における持久走の経過に伴う走速度の変化

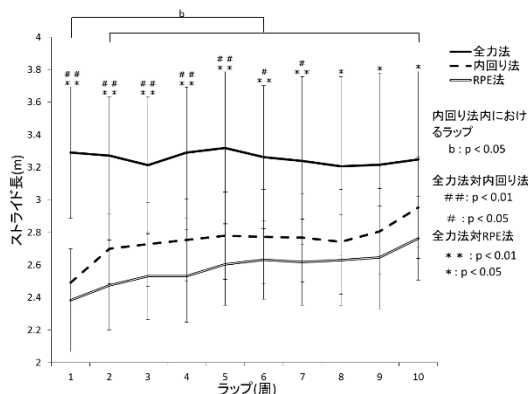


図2 高校生における持久走の経過に伴うストライド長の変化

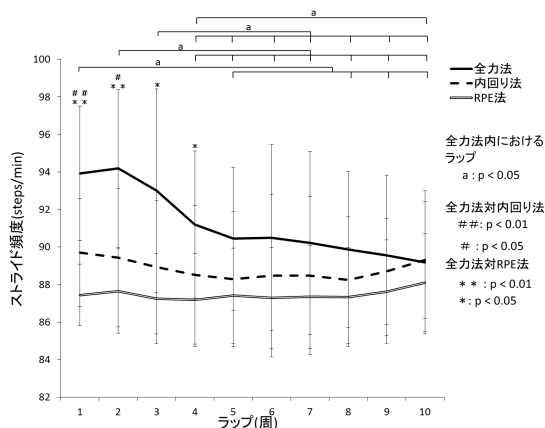


図3 高校生における持久走の経過に伴うストライド頻度の変化

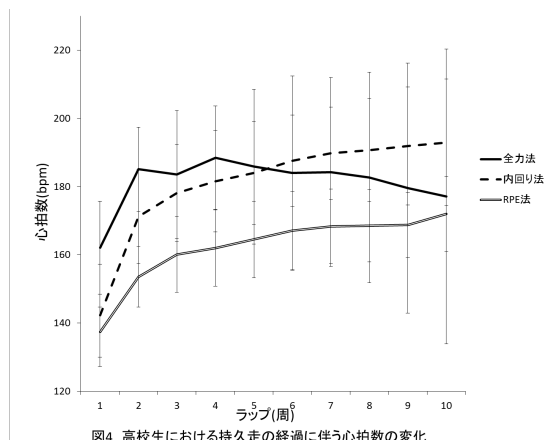


図4 高校生における持久走の経過に伴う心拍数の変化

本研究の全力法の序盤におけるような高いストライド頻度を伴う高速走行は、筋収縮に伴う筋の内部抵抗を増大させるため、酸素需要量を顕著に増大させる（山岡,1971）。このため、序盤の高速走行はHRを急激に上昇させて無酸素性エネルギーの枯渇や筋疲労を生じさせると考えられる。4週目以降、ストライド頻度の維持が困難になって走速度が次第に減少し、HRも4週目以降に漸減したのはこのためと考えられる。Högberg(1952)によれば、走速度の増加に伴い低速時には主にストライド長が増加するが、高速時には主にストライド頻度が増加する。このことから、走速度を維持しながら長距離を走るには、ストライド頻度を増加させずにストライド長の変化により対応可能な範囲に走速度を調整することが重要であることが示唆された。

内回り法では1周目の走速度は低いが、2週目以降は8周目まで走速度を維持し、ラストパートで走速度が上昇した。ストライド長は走速度の変化に対応して変化した。ストライド頻度は走行中にほとんど変化しなかった。これらのことから、内回り法ではストライド長の変化で対応可能な範囲に走速度が調整されており、リズムを崩さずに比較的ペースを維持しながら走ることができたと考えられた。高井(1996)によれば、競技成績の高い者は長距離走のペース再生時に他者追従方略を利用することは少なく、走行イメージ方略を多く利用している。本研究の内回り法では、自己の内的感覚によるペース配分が可能な競技成績上位者が外周のコースを走り、他者の追従等の外的指標にペース配分を頼る傾向のある競技成績中位者と下位者が中間もしくは内周のコースを走行した。このことから、多くの者が外的指標を利用して走速度を調整できたことが安定したペース配分を実現できた要因の一つと考えられる。

本研究のRPE法では、同一の主観的運動強度でありながら、走行の経過に伴い走速度は

次第に上昇し、1周目と10周目の走速度の間に有意差が認められた。林ほか(2003)は、主観的に同じ「ややきつい」感覚で運動していても選択される運動強度は経時的に上昇したと報告している。これは中強度までの運動では強度認知が不明瞭であるため、生理学的に身体が受ける強度とRPEが対応しないためであるとしている。本研究のRPE法も「ややきつい」感覚での運動であり、走速度に対応してストライド頻度ではなくストライド長が上昇する傾向にあった。また、RPE法の走速度は3走法中で最も低く、走速度の変化に対する対応はストライド長により可能であった。このように、運動開始時では低強度の運動であったため、強度認知の不明瞭から持久走の経過とともに走速度が漸増したが、内的情報により走速度を調整しストライド頻度の増加を抑えられたため、比較的安定して走速度を維持できたと考えられる。このため、RPE法は自己に合わせたペース配分を知る上で有効な手段であることが示唆された。

持久走に対する生徒の意識調査については、全力法は他の方法よりも持久走に対する好意度が低かった。これは特に高い運動強度による疲労感や痛みが好意度を低下させたことや、統制感への効果が少ないことが要因であると考えられた。

RPE法は指導法実施前後において持久走に対する好意度に有意な増加が認められた($p < .05$)。この原因として、技術面において自己評価が高まったことから、自己のペース配分や運動強度への気づきによる統制感の高まりが関与したものと考えられる。

内回り法では、走速度が維持され、適切なペース配分が成されていたにも関わらず、アンケート結果に有意な改善は認められなかった。このため自己のペース配分に

気づくような授業の工夫が必要であると考
えられた。

(2) 中学生について

全力法では、走速度は1分目での
280m/minの最高速度から、9分目での
236m/minの最低速度まで、走行の経過に伴
い有意に低下した($p<.01$)。ストライド長
とストライド頻度はそれぞれ1.38-1.53m
と171-184steps/minの間で変動した。

内回り法とRPE法では、走速度はスター
ト1分目以降はそれぞれ241-260 m/min及
び208-218 m/minの間で維持された。スト
ライド長はそれぞれ1.41-1.56m及び
1.24-1.34mの間で、ストライド頻度はそれ
ぞれ171-184 steps/min及び
168-175steps/minの間で変動した。

HRは経時的に全力法では低下傾向を示
し、RPE法と内回り法では維持された。こ
のように、全体的傾向は高校生と同様であ
り、全力法では特に運動強度を維持するこ
とが難しいことが示唆された。

(3) 小学生について

全力法と内回り法において、走速度は2
分目から5分目にかけて230-250 m/minの
間で維持された。ストライド長とストライ
ド頻度はそれぞれ1.27-1.35mと
180-184steps/minの間で維持された。

RPE法では、走速度は他の2方法より
若干低く210-225 m/minの間で維持された。
ストライド長も他の2方法より若干低い
1.15-1.25mの間で、ストライド頻度は他の
2方法とほぼ同じ180-184 steps/minの間
で維持された。

HRは3走法とも2分目から5分目にか
けて180拍/分前後のほぼ一定値を示した。
これらのことから、小学生の段階では各持
久走の特性を理解して走る弁別能力が十分
に発達していないことがうかがえた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

Nishiyama, K., Kurokawa, T., Moriki,
G., Adachi, T., Akashi, K., Ueda, T.,
The physiological and biomechanical
analysis of 3 kinds of coaching
method of endurance runnings in
Japanese junior high school. 19th
Annual Congress of the European
College of Sport Science, 2014.7.2-5,
Amsterdam, Holland

西山健太, 黒川隆志, 上田毅, 明石啓太, 森
木吾郎, 中学校体育授業における持久走
の指導方法に関する研究, 日本体育学会
第64回大会, 2013.8.29-30, 立命館大学
Nishiyama, K., Kurokawa, T., Moriki,
G., Otsuka, D., Akashi, K., Ueda, T.,
Comparison of 3 kinds of endurance
runnings in Japanese high school in
view of physiological and
biomechanical characteristics. 18th
Annual Congress of the European
College of Sport Science, 2013.6.26-29,
Barcelona, Spain

西山健太, 黒川隆志, 森木吾郎, 明石啓太,
上田毅, 高校体育授業における持久走の
指導-運動学的特性に着目して-, 日本体
育学会 第63回大会, 2012.8.22-24, 東
海大学

Nishiyama, K., Kurokawa, T., Moriki,
G., Kurosaka, S., Ueda, T., Tominaga, R.,
The effect of the running distance to
the pace and the running form in a
distance race. Asia-Pacific Conference
on Exercise and Sports Science,
2011.11.1-4, Shanghai University of
Sport, Shanghai, China

6. 研究組織

(1) 研究代表者

黒川 隆志 (KUROKAWA Takashi)
広島大学・大学院教育学研究科・教授
研究者番号: 40170104

(2) 研究分担者

上田 毅 (UEDA Takeshi)
広島大学・大学院教育学研究科・教授
研究者番号: 90254648

黒坂 志穂 (KUROSAKA Shiho)
福山平成大学・健康スポーツ科学科・講
師
研究者番号: 80580901