

ショートインターバル・トレーニングと心拍数の関係

—— 200mのインターバル・トレーニングについて ——

川上 雅之・榎本 豊*・猪木原孝二・

松原 孝・太田 正和

岡山理科大学教養部

*岡山理科大学教務部

(1991年9月30日 受理)

I. 緒 言

インターバル・トレーニングは、1952年にヘルシンキで開催されたオリンピック大会の長距離3種目を制覇したチェコスロバキアのザトペック選手が練習方法として活用していた⁴⁾⁶⁾トレーニングとして脚光を浴びて以来、今日まで各種スポーツにおける反復トレーニングの基本的な方法として比較的多岐にわたり活用されてきた。それは、インターバル・トレーニングが反復トレーニングとして人体の機能に与える影響、つまりトレーニング効果が他のトレーニングに比較して顕著に機能の向上が期待^{2)4)~6)}できるからである。では、なぜインターバル・トレーニングが他のトレーニング方法に比較して顕著なトレーニング効果が期待できるのであるかといえ、インターバル・トレーニングは無氣的負荷と有氣的インターバルを交互に組み合わせることによって、体の酸素負債能力を増すこと⁴⁾⁶⁾ができるからである。したがってインターバル・トレーニングにおける負荷は、比較的短い距離が主体に考えら⁴⁾⁶⁾れているものである。また過去に多くの研究資料により証明されているように、短期間で筋肉の耐酵索性能力の向上がはかられるということと、同時に呼吸循環機能を一定水準以上に引き上げることが他のトレーニング方法より比較的早期に習熟が可能だからである^{2)~4)6)~14)19)}。しかしトレーニング効果は、インターバル・トレーニングとして適正なトレーニング刺激が与えられた場合にのみ好結果が得られるものであり、逆に不適性なトレーニング刺激は、効率的なトレーニング効果を得ることができないのみならず、人体への機能障害及び各種故障の原因を招く結果になる²⁾⁴⁾⁶⁾⁸⁾のである。またインターバル・トレーニングは、トレーニングの目的によってショート、ミドル及びロングのトレーニング負荷の方法^{2)~4)6)}が考えられる。とくに、スピードの養成にはショートインターバル、スピード持久性の養成にはショート及びミドルインターバル、持久力の養成にはショート、ミドル及びロングインターバルのトレーニングの組み合わせによる方法がインターバル・トレーニングとして考えられる^{2)~4)6)}のである。しかし、インターバル・トレーニングにおいて考えられなければならないことは、トレーニング計画を編成するうえでトレーニング

の負荷強度（走行速度）と頻度（回数）の関係はもちろんであるが、それ以上に重要なことはトレーニングとトレーニングの間の休息時間、つまりインターバルの時間設定が非常に重要なポイントであるということ^{2)~4)6)~9)18)}である。当然、それら各種のインターバル・トレーニングにおける条件の設定は、個々のもつ体力水準及び運動能力の相違によって慎重に計画が編成されなければならないとはいうまでもないことである。

今回我々は、比較的陸上競技の経験年数が浅い中・長距離選手を対象にスピード持久性を養成する目的で、各種スポーツに活用されているところのショートインターバル・トレーニングを取り上げ、トレーニング時の適正な負荷強度と休息時間の関係について究明する目的で実験した。とくに今回は、比較的トレーニング負荷の回数を多くした場合に現れるの身体的影響について究明する目的で実験したところ、負荷強度とインターバル時間の配分について、若干ではあるが参考になる資料を掌握することができたので報告する。

II. 実験方法

1. 被 験 者

被験者は、年齢が19歳と20歳の大学陸上競技部に所属する男子中・長距離選手の3名である。被験者の陸上競技歴は、大体3年から5年程度の比較的経験年数の浅い選手を対象にした。

また、被験者の身体的特性については Table 1 に示すとおりである。

2. 実験の方法

1) トレーニングの負荷距離

今回の実験におけるショートインターバル・トレーニングとして考えたところの負荷距離は、200mという距離を取り上げた。200mをトレーニングの負荷距離として考えた理由は、第1に200mという距離がインターバル・トレーニングとして負荷する場合に経験年数が浅い選手においても比較的走りやすい距離であるということ、第2にスピード持久性を養成するためのトレーニング方法として負荷した場合に、過去の研究資料によると200mという距離が筋繊維内にカリウムを増大^{2)~4)6)}させるのに最適な負荷距離であるといわれていること、以上の2点を理由に負荷距離として採用した。筋肉内のカリウムは、筋収縮の引き金的な役割をする^{2)~4)6)}ものであり、筋繊維内にカリウムが増大することは筋肉を収縮

Table 1 The physical characteristics of subjects

| | Age (y) | B.W. (kg) | H. (cm) | VO ₂ max (ml/min.kg) | MBC (l/min.) | HRrest (beats) | HRmax (beats) | VC (l) | FEV 1 % (%) |
|--------|------------|--------------|------------|------------------------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------|----------------|
| sub. A | 19 | 56.7 | 174.5 | 54.4 | 108 | 56 | 192 | 4.20 | 93.5 |
| sub. B | 20 | 53.4 | 173.5 | 58.8 | 120 | 58 | 192 | 4.40 | 95.5 |
| sub. C | 20 | 65.5 | 178.5 | 62.6 | 115 | 61 | 186 | 4.12 | 91.6 |

させるために好影響を与えるものと考えた。

2) トレーニングの負荷回数

一般的にインターバル・トレーニングにおける負荷回数を編成する場合には、数的に「10」を単位として10本、20本さらには30本という回数で計画的に回数を増加させていくのが実状である。負荷数の基準については、学問的根拠はなく、トレーニングから受ける生理的適応能力を基礎においた経験論に基づく数字であろうと思われる。今回は、トレーニングの負荷数を比較的多くした場合のインターバル・トレーニングということから、200m×30本(以下トレーニングAと称す)のトレーニング負荷を設定して身体に現れる影響について検討した。また、トレーニングAの外に200m×10本(以下トレーニングBと称す)と200m×20本(以下トレーニングCと称す)についても、比較検討の資料として実施した。そして、それらの各種トレーニング負荷から現れる種々の身体機能への影響について比較検討した。

3) インターバルの方法と時間配分

トレーニングとトレーニングの間のインターバルの方法と時間配分は、トレーニングAが150mのジョギング、トレーニングBが200mの歩行、トレーニングCが100mのジョギングによって回復期を継ぐ動的休息の方法を採用した。ジョギングによる動的休息の時間配分は、トレーニングAがトレーニング負荷時間(走行時間)の約2倍に相当する約65秒から70秒間、トレーニングCがトレーニング負荷時間に対して約1.5倍程度に当たる約50秒間の休息時間を配分した。トレーニングBは、歩行による動的休息であるが時間的には約150秒から200秒間の時間配分で考えた。

4) 運動強度の推定

インターバル・トレーニングによる身体機能への影響は、運動中の心拍数(以下HRと称す)の動向から運動強度を推定した。HRの測定は、Vine社のメモリーマックを使用して胸部から10秒間単位で1分間当たりのHRを収録する直接誘導法を採用した。収録後のHRは、インターフェイスを通してコンピュータ(PC-9801, NEC)により解析処理した。また、選手個々の最高心拍数(以下HRmaxと称す)及び最大酸素摂取量(以下VO₂maxと称す)については、オスランドの負荷漸増法に基づき、トレーニング前にあらかじめ実験室において自転車エルゴメーターを使用して測定した⁶⁾(Table 1)。この数値を、選手個々の体力水準としてトレーニング中の運動強度を推定する²⁾基礎資料にした。

III. 実験結果

1. トレーニング負荷及びインターバルでの心拍数

Fig. 1は、トレーニングAにおけるHRの動向を選手個々のHRmaxを基礎にして比率計算したものである。トレーニングAの負荷は、走行速度が5.9m/sec. (33~35sec./200m)であった。またトレーニングとトレーニングの間のインターバルは、150mを約2.1m/

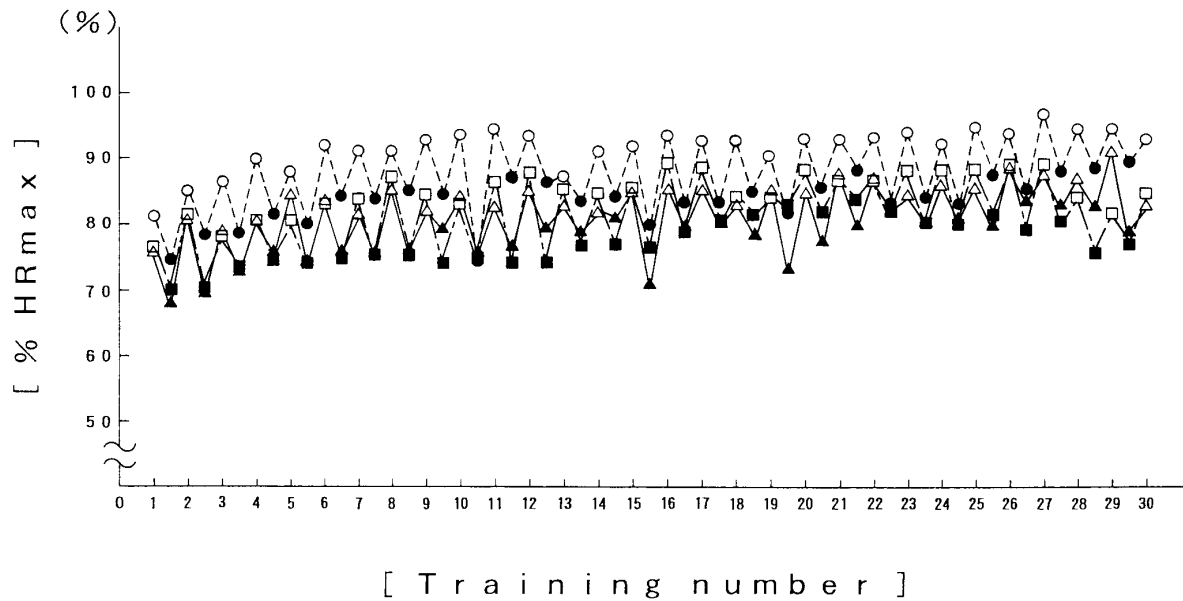


Fig. 1 The correlation between heart rate and work load of training A

○, ● : sub. A
 △, ▲ : sub. B
 □, ■ : sub. C

sec. (60~80sec/150m) のジョギングで継続する動的休息を採用した。その結果, sub.Aにおけるトレーニング負荷中の HR は, HRmax に対して約80%から96%の範囲と非常に高い値を示している。とくに 6 本目以降のトレーニング負荷においては, いずれも HRmax に対して90%以上の負荷強度がトレーニング中に認められている。90%以上の負荷強度は, 心臓の機能ということから考えれば, 被験者にとって非常に強い仕事量になっているといえる⁶⁾¹⁷⁾。インターバルの間における HR は, HRmax に対して約75%から87%の範囲の回復率を示している。この数値は, 休息期の HR の回復率にしては回復状況が好ましい状態ではないといえる。とくに, インターバルの 4 回目以降の回復率については, 回復時の HR が80%以下に低下することなく, 次のトレーニング負荷に入るといった状態が続いている。この状況は, インターバル・トレーニングの負荷強度が sub.Aにとって非常に大きい負担度となって連続されているということを伺うことができる。後半期のトレーニング負荷においては, 回復期の HR の実測値が170beats/min. 前後を示しており, 身体の機能が回復しないままに, 次のトレーニング負荷に入らなければならないという状況が認められた。これは, 安静時の心拍数 (以下 HRrest と称す) から考えて, インターバル時の HR の回復率が HRmax の90%程度の状態であり, 休息期の回復状況においても悪く, トレーニング負荷を継続していくうえでの限界に近い数値といえる。また sub.Bにおいては, トレーニング負荷中の HR が HRmax に対して約75%から86%の範囲であった。そしてトレーニング負荷中の HR の動向が HRmaxに対して85%を上回り始めたのは, トレーニングの負荷が20本目以降になってからのことである。これは, sub.Aに比較して sub.

Bの方がこのインターバル・トレーニングから受ける身体的影響、つまりダメージが少ないということを HR の動向から伺う資料であろう。またトレーニングとトレーニング間のインターバルでは、HRmax に対して約70%から82%に HR が回復している。しかし、ここでも回復率は、HRmax に対して80%以下に回復しないままに、次トレーニングに入るという状態が22本目以降のトレーニング時に確認されている。また sub.Cにおいては、トレーニング負荷中の HR が HRmax に対して約76%から87%の範囲を示している。そしてトレーニング負荷中の HR が HRmax に対して85%を上回ったのは、トレーニングの11本目以降であり、sub.Bに比較して sub.Cの方が運動負荷から現れる身体的影響が若干早く現れているものといえる。そして回復期の HR は、sub.Bと同様に HRmax に対して約70%から80%の範囲に回復していることが認められている。また、回復期の HR が80%以上を示し始めたのは、17本目以降であった。ここでも3名の被験者における体力水準の相違及び競技能力の違いが、トレーニング負荷から現れる HR による身体的影響の相違に結び付いている。しかし全体的には、sub.B及び sub.Cにおいて200m×30本という比較的負荷数の多いインターバル・トレーニングから受ける身体的影響は、大体同程度の身体的反応であったということが出来る。つまり、この結果から考えて、両被験者は大体同程度の体力水準の者か、あるいは競技能力の持ち主であるということができよう。したがって、両被験者程度の体力水準の選手を考えた場合に、今回のインターバル・トレーニングの負荷強度及び休息時間の配分では、20本という数字が至適範囲として今回のトレーニングにおける運動強度の設定をクローズアップすることができる。しかし、sub.Aについては、トレーニング負荷時の HR の動向が HRmax に対して90%以上の運動強度を示しており、2名の被験者に比較して非常に大きく上昇しているものであった。とくにトレーニング負荷の6本目以降において、HRmax に対して90%以上という高い HR の値が確認されている。これは、他の2名の被験者に比較して今回のインターバル・トレーニングから受ける身体的影響の度合いが、非常に大きいことをこの HR の動向から推定することができる。また、インターバル時の時間配分についても他の2名の被験者に比較して、sub.Aには少し無理があるということが、インターバルでの HR の回復率から推測することができる。

2. 他のトレーニング負荷との比較

Fig. 2は、トレーニングBのトレーニング中の HR の動向を HRmax を基礎にして比率計算したものである。トレーニングBの負荷は、走行速度が7.4m/sec. (28~29sec./200m)である。トレーニングとトレーニングの間のインターバルは、200mを0.9m/sec. (150~200sec./200m)で歩行移動する動的休息の方法を採用した。これによると、sub.Aにおけるトレーニング負荷中の HR は、HRmax に対して約87%から93%の範囲の負荷強度を認めることができる。また歩行による動的休息においては、HRmax に対して約73%から80%の範囲に HR が回復している。トレーニングAとトレーニングBの相違は、走行速度の違い

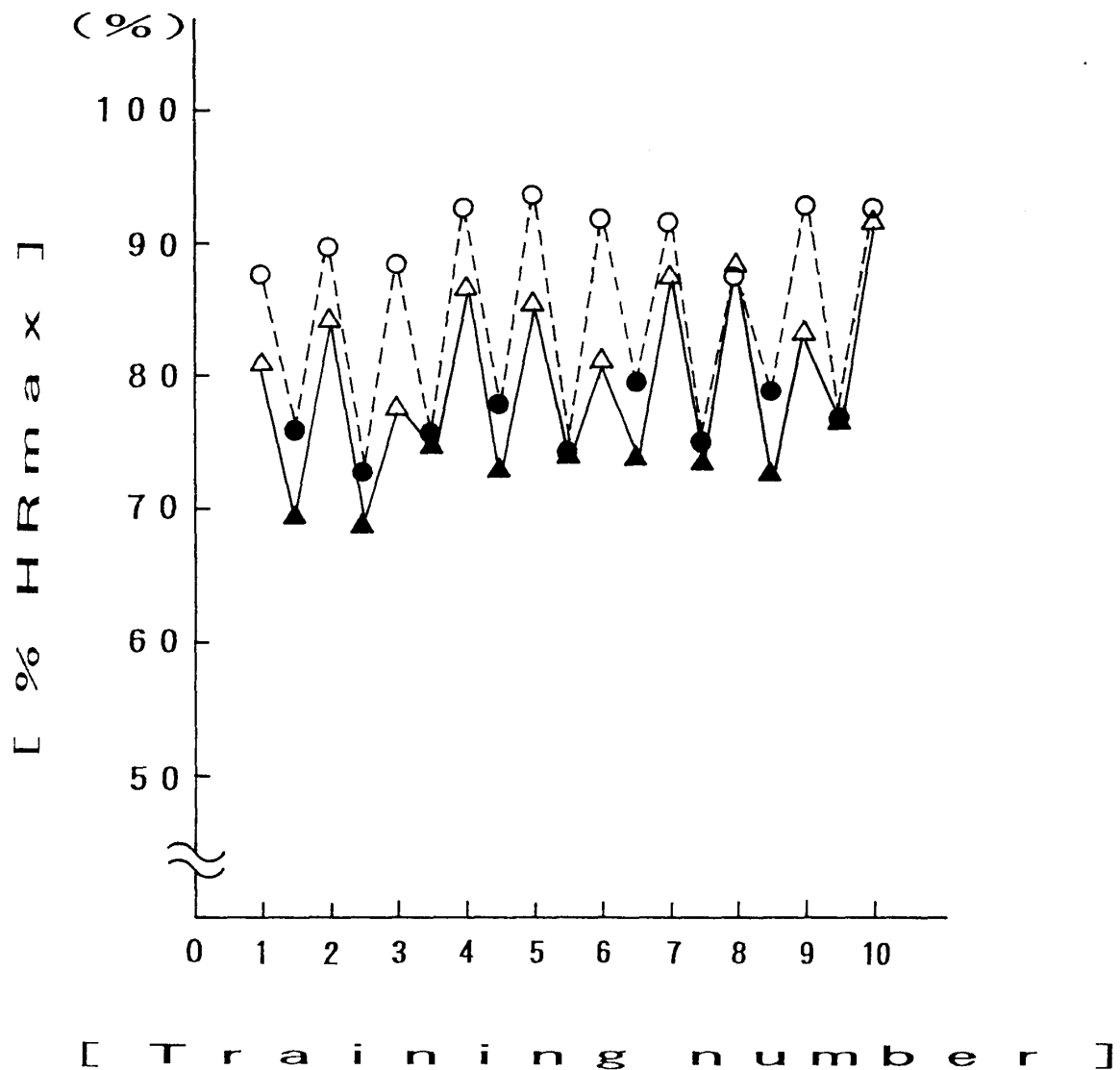


Fig. 2 The correlation between heart rate and work load of training B

○, ●: sub. A

△, ▲: sub. B

もあるが大きな相違点は回復期のインターバルを時間的にある程度長く配分した歩行による動的休息の方法を採用したことである。したがって、インターバル期の HR の回復率は、トレーニング A に比較してトレーニング B の方が回復状況が非常に良好である。これは、トレーニングの負荷強度（走行速度）の相違よりも回復期の休息方法と休息時間の長さによるものである。しかし、トレーニング中の負荷強度については、トレーニング B の方がトレーニング A より走行速度が速いだけに、トレーニング負荷から受ける身体的影響も大きく HR の動向範囲が狭まっている。つまり、運動強度としてはトレーニング B の方が強い負荷になっていると考えられよう。また、sub. B におけるトレーニング負荷中の HR は、HRmax に対して 81% から 90% の範囲の負荷強度を設めることができた。また歩行による動的休息においては、HRmax に対して 67% から 75% の範囲に HR が回復している。した

がって、sub.BにおいてもトレーニングAとトレーニングBの相違は、トレーニング負荷中のHRの動向がHRmaxに対して見た場合に、HRの動向の幅がトレーニングAに比較してトレーニングBの方が狭い状況にあるということである。ここでも、運動強度としてはトレーニングBの方がトレーニングAよりも高いことを認めることができる。また、歩行によるインターバル時のHRは、トレーニングAの回復率に比してHRmaxに対する回復率が高くなっている。これも、当然休息時間の長さによる回復状況がスムーズにはかられている結果であるということができる。sub.Aとsub.Bの相違は、sub.Bの方がトレーニングAにみられたHRの動向がHRmaxに対して低いといえる。この傾向は、sub.BがトレーニングBに比較してトレーニングAのトレーニング負荷から受ける身体機能への影響度、つまり運動強度が高いことを示している結果である。しかし、トレーニング負荷と休息方法というこから考えて、sub.Bの今回の資料を見ても、インターバル・トレーニングにおいて休息方法及び休息時間が身体に与える影響が非常に大きな比重を占めていることが、体力水準が劣るsub.Aと同様に重要な問題であるということを確認することができた。

Fig. 3は、トレーニングCのトレーニング中のHRの動向をHRmaxを基礎にして比率計算したものである。トレーニングの負荷は、走行速度が6.5m/sec.(30~31sec./200m)

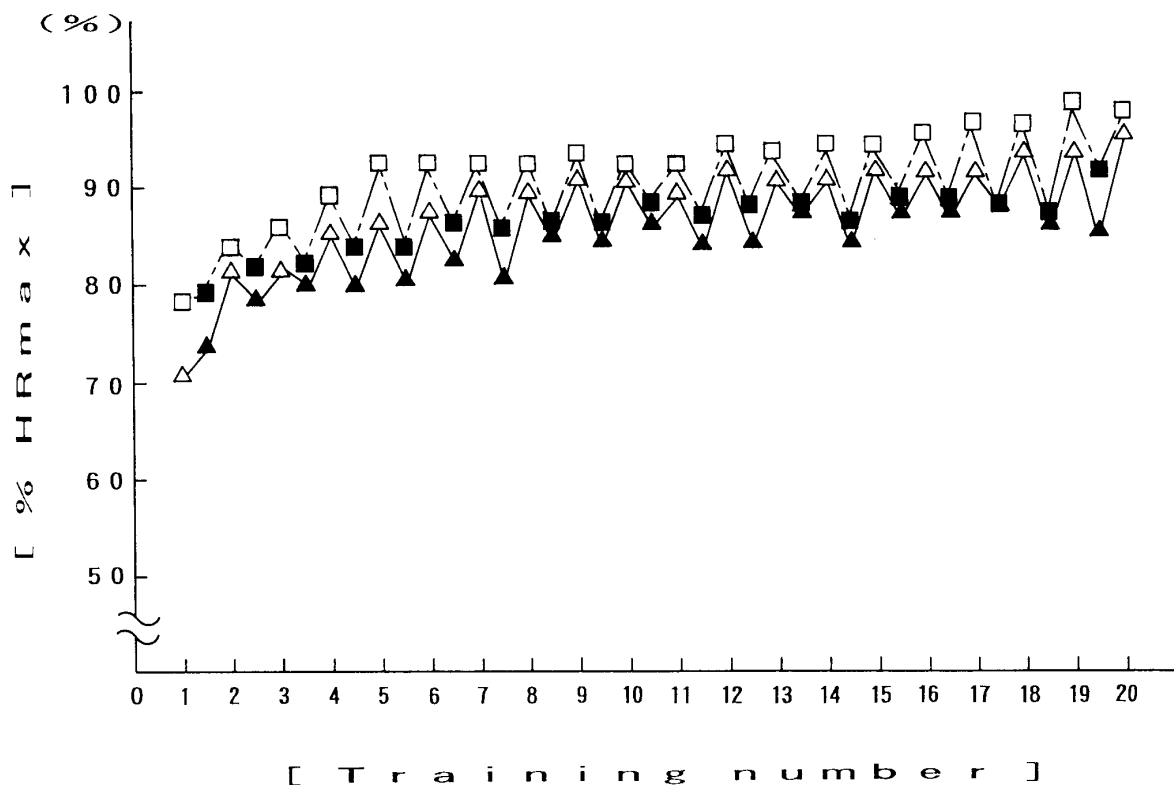


Fig. 3 The correlation between heart rate and work load of training C

△, ▲ : sub. B
□, ■ : sub. C

である。トレーニングとトレーニングの間のインターバルは、100mを2.0m/sec.(50sec/100m)でジョギングで移動する動的休息の方法を採用した。これによると、sub.Bにおいてはトレーニング負荷中のHRがHRmaxに対して約80%から91%の範囲の幅を示している。これは、トレーニング負荷中のHRの動向からみて、トレーニングAよりトレーニングBの方に近い負荷強度と身体反応に近いということを推測することができる。また、トレーニング負荷中のHRがHRmaxに対して90%を上回っているのは、9本目以降のトレーニング負荷であり走行速度から考えて、トレーニングBに見られる傾向とほぼ同様の身体的影響を確認することができる。しかし、トレーニングとトレーニングの間のインターバルについては、HRの回復率がHRmaxに対して74%から86%の範囲にしか回復してなく、トレーニングCではインターバルでの身体機能が低下しないままに、次のトレーニング負荷に入っていく傾向が設められている。この傾向は、トレーニングAの22本目以降の回復期の状態と同様の結果であり、心肺機能に対して過負荷の状態を要求しているものである。また、sub.Cにおいてはトレーニング負荷中のHRがHRmaxに対して約83%から96%の範囲のHRの動向を認めることができた。この数値は、トレーニングAに比較して非常に高い運動強度であったといえる。また、トレーニングとトレーニングの間のインターバルについては、HRの回復率がHRmaxに対して80%から89%にしか低下してなく、トレーニングCではsub.Bと同様にインターバルの時期に身体機能の回復を待たないままに、次のトレーニング負荷に入っている状態が多くなっている。したがって、これは、トレーニング負荷中の運動強度も当然高くなっているものといえる。また、休息期のHRがHRmaxに対して80%以下に低下しなくなっているのは、トレーニングAでは17本目以降のことであるが、トレーニングCでは、2本目以降にすでに80%以上の負荷強度を示しており、身体機能が低下しないままに次のトレーニング負荷に入っている。これは、sub.Cにとってトレーニング負荷中の走行速度、つまりトレーニングの負荷強度に問題があり、トレーニング負荷の設定とインターバルでの時間配分の比率について再考する必要があるということが、両方のトレーニング中のHRの動向を比較して推測することができる。つまり、インターバルが本来の有気的インターバルではなくなっているということである。

また、参考までにsub.Aに60分間のジョギング(5～6 min./km)を負荷した場合のHRの動向についても調べた。ジョギング中の平均心拍数(以下HRmeanと称す)は、HRmaxに対して78.1% (150.0 ± 10.1 beats/min.)であった。同様にsub.Bにおいても約100分間のジョギング(5～6 min./km)を緩急の走行を入れながら負荷した。HRmeanは、HRmaxに対して72.7% (139.5 ± 16.4 beats/min.)であった。両者のHRmaxは、今回のインターバル・トレーニングで取り上げたころの動的休息期のHRの回復率とほぼ同程度の運動強度であった。

IV. 考 察

インターバル・トレーニングを負荷するうえで最も大切なことは、トレーニングの負荷強度及び頻度とトレーニングとトレーニングの間のインターバルの時間配分の関係である^{2)~4)6)~9)}。とくにトレーニングとトレーニングの間のインターバルにおける時間配分は、その配分が身体の機能に与える影響が非常に大きく²⁾⁴⁾⁶⁾、インターバル・トレーニングの適正な負荷強度と頻度を検討するうえで、時間配分の設定は非常に重要な点と考えられる。今回の研究における試みは、トレーニング負荷の回数を比較的多くしたショートインターバル・トレーニングを被験者に負荷した場合に、身体の機能に現れる影響についてトレーニング中の HR から運動強度を推定して、インターバル・トレーニングにおける負荷強度及び時間配分の適正範囲の可否について検討したものである。トレーニング負荷及びインターバルの時間配分については、現在中・長距離を専門種目とする陸上競技者が活用²⁾⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁸⁾している、200mにおけるインターバル・トレーニングの方法及びインターバルでの時間配分を設定して実施したものである。

今回の実験結果から考えられることは、ショートインターバル・トレーニングにおいても体力水準の劣る者、あるいは体力水準が中程度の者にかかわらず負荷数の多いインターバル・トレーニングを実施する場合には、トレーニングとトレーニングの間のインターバルの時間配分の設定が、休息期の HR の回復に与える影響は非常に大きな比重を占めるものであるということであった。ここでいうところの体力水準とは、現在一般的に持久的能力の優劣の尺度として用いられる³⁾⁶⁾ところの $VO_2\max$ の能力により推定したレベルである¹⁰⁾¹⁵⁾。今回の被験者の中で、 $VO_2\max$ の能力の低い者の方が高い者に比較してインターバルでの HR の回復率が遅いという結果をみても、ランニング時の持久的能力と $VO_2\max$ の関係が非常に密接な関係にあることが証明されている。これは、インターバル・トレーニングを効率的に負荷していくための設定条件として $VO_2\max$ を加味して、トレーニング計画を編成することの必要性を裏づけている資料であろう。しかし、この問題については、トレーニング効果ということから考えると、トレーニングの目標を「オーバーロードの原則^{2)~4)5)~9)}」を踏まえた過負荷の繰り返しによるスピード持久性の養成におくのか、あるいはある程度の強度で反復負荷数を増すことによって筋肉内に化学的変化を起こさせてスピード持久性を養成しようとするのか⁴⁾⁶⁾、トレーニングの方向性によってもトレーニングの方法、あるいはとらえ方も異なるところである。しかし、運動中における心肺機能の負担度⁹⁾ということから考えれば、今回のインターバル・トレーニングが全体的に約55分間の中を緩急の走行を組み入れながら運動を継続していくのであるから、トレーニング負荷中の運動強度及びインターバルでの回復率ということからみれば、トレーニング負荷が大きくインターバルでの回復率が悪ければ心肺機能にとっては、非常に大きな仕事量になっている^{3)~6)17)19)}ことは事実であろう。今回の3名の被験者におけるトレーニング中の総心拍数は、約8000拍から9000拍の HR が確認されている。これは、被験者の HRrest が1分

間当たり60拍前後であるから、トレーニング中の HR は HRrest の約2.5倍から3.0倍の仕事量に相当するものである。したがって、陸上競技の経験が浅く体力水準の比較的低い競技者においては、ショートインターバル・トレーニングといえどもトレーニング負荷の回数を多くする場合には、当然運動の継続時間も長くなるのでインターバルの距離あるいは休息時間の設定を経験論から配分するのではなく、競技者の体力水準を基準にして慎重に検討のうえ配分する必要があるといえる¹⁰⁾¹⁵⁾。つまり、今回の被験者のようにトレーニングとトレーニングの間のインターバルにおいて、HR の回復率が HRmax に対して80%以下に回復しないということは、トレーニング中の負荷強度が競技者の体力レベルに比較して強すぎるのであると同時に、本来身体の機能の回復のはかるべきインターバルにおいて身体の機能が回復しないままに、次のトレーニング負荷に入るという過負荷の繰り返しを実施者に要求していることになる。つまり、インターバル・トレーニングが無気の状態のままで負荷とインターバルが連続されていることになる。これでは、本来トレーニング効果を期待して負荷するトレーニングが、正常な心肺機能を運動中に維持していくことが困難になって、結局オーバーワーク、あるいはオーバーロードの状態からマイナスの要素を過負荷のトレーニングがつくっているものと考えられる。なぜなら、心臓から送り出される血液の1回拍出量が最大になるのは、酸素摂取量が1分間当たり1.0ℓから1.5ℓの運動強度、つまり40% VO₂max から50% VO₂max で高原状態に達し、それ以上の運動強度になっても1回拍出量の増加は認められない⁶⁾¹⁹⁾。つまり、運動時における血液の供給が比較的軽い運動の場合は、心拍数及び1回拍出量の増加によって補われるが、中・強運動時における血液の供給は心拍数の増加によってのみ供給されるのである⁶⁾¹⁹⁾。酸素摂取量は、HR と非常に高い相関関係があることもすでに過去の研究報告により証明されている⁴⁾⁶⁾。したがって、運動負荷中の HR が HRmax の80%以下に回復しないままに次のトレーニング負荷に入るとすることは、要求される運動強度に対して心臓の拍動数が非常に多くなり、心臓の機能が運動強度に追従していくことが非常に困難な状態になると考えられるからである⁶⁾。これは、インターバル・トレーニングの基本である無気の状態と有気の状態の繰り返しにより、酸素負債能力をはかるというトレーニング負荷とインターバルの関係が崩れること意味しており、効率的なトレーニング効果は期待できないといえる^{2)~4)6)}。しかし、体力水準が中程度の競技者にとっては、今回のインターバル・トレーニングの負荷強度を被験者のトレーニング中の HR から考えてみると、比較的好ましい範囲の運動強度ではなかったかといえる。なぜなら、トレーニング負荷時の HR が HRmax に対してほぼ90%に達しており、トレーニングとトレーニングの間の HR が70%から80%の範囲に回復しているからである。これは、インターバル・トレーニングの基本的理念として考えた場合に理想的な負荷強度と回復率であるといえる^{2)~8)}。つまり、トレーニングの負荷時には、第1点がHRmax の約90%程度まで追い込みがなされているということ、第2点が回復期のインターバルにおいてHRmax の80%以下にHR の回復がはかられているとい

うことであり²⁾⁴⁾⁶⁾、今回のトレーニング負荷はトレーニング中に各自がもつ心肺機能の容量を最大限に活用しながら、トレーニングが継続できたということである。このことから考えられることは、インターバル・トレーニングにおいてインターバルの時間配分の設定が適切であれば、インターバルでの回復もスムーズであり、トレーニング負荷から受ける身体的影響も90%程度の刺激を受けながら、スピード持久性を養成していくのに好ましいトレーニング効果が期待できるものと考えられよう。したがって、体力水準及び競技能力が中程度の陸上競技者で200m×30本のインターバル・トレーニングを設定する場合のインターバルの時間配分は、今回の研究結果から考えてインターバル・トレーニングにおける走行速度の約2.2倍程度の比率で時間配分をすれば、インターバルでのHRの回復も比較的にスムーズに進み、トレーニング負荷を効率的に消化することが可能であろう。これは、インターバル・トレーニングとしての基本的考え方である、インターバルの時間配分をある程度の幅の中で設定するという。つまり、休息中においても身体の機能を定常状態(steady state)に維持しながら、かつ心拍出量の低下をさせない程度の休息時間、時間的にはインターバルを3分間以上あけないように⁶⁾トレーニング負荷を継続させるという原則的条件の範囲であったといえる。また、トレーニング負荷時の走行速度は、個々の競技能力によって考えなければならないが、トレーニングの負荷数が多くなれば選手個々の最大能力から考えて、大体75%程度の走行速度を目安に設定すれば、トレーニング計画も無理なく遂行できるものとする。なぜなら、今回のインターバル・トレーニングの中で最大能力の75%のトレーニング速度とトレーニング中のHRの比率の85%の間にある程度の相関関係が認められて($p < 0.05$)いる。これは、トレーニングの負荷強度から考えられる走行速度としては、非常に好ましいトレーニング速度であると理解して差し支えないものと思う。この結果についても、インターバル・トレーニングの基本的原則である全力疾走の約70%から80%の範囲に設定するという過去の研究報告とほぼ同様の数値である²⁾⁴⁾。しかし、トレーニング負荷中の走行速度を80%以上に上げた場合は、トレーニングの負荷数を少なくしても負荷中のHRの反応が高くなる。一般的には、トレーニングの負荷数を少なくすればトレーニング速度を速めることと、インターバルの時間配分を長くするか、あるいはトレーニングの目的によってはインターバルでの時間配分を少なくするのであるが、インターバルでの時間配分の比率を少なくする(約1.7倍程度)と、インターバルでのHRの回復率がHRmaxの80%以下に低下しないままに、次のトレーニング負荷に入らなければならない状態にある。また、インターバルでの時間配分を長くすれば回復率もスムーズになるが、逆にトレーニング速度を速くするために負荷強度が大きくなる。しかし、トレーニングの負荷数に関係なくトレーニング負荷とインターバルにおけるトータルでのHRmeanから考えれば、今回の200mにおけるインターバル・トレーニングは、HRmeanが75%から85%の範囲の運動強度であり、トータルとしてHRmeanについても今後インターバル・トレーニングにおける運動強度を考える際の検討資料として参考にする必要性があらうと

思われる。したがって、ショートインターバル・トレーニングにおけるトレーニング中の走行速度とインターバルの時間配分の関係についての比率は、今後の研究において各種の角度から検討すればトレーニング方法のマニュアルとして、走行速度とインターバルの時間配分について作表の割り出しが可能であると考えられる。また、今回の実験の中で参考資料として取り上げた60分間と100分間のロングジョッグ (2.7~3.1m/sec.) における HR の動向を観察したが、トレーニング A のインターバルでの走行速度 (3.2m/sec.) と HR の反応から考えて、インターバル・トレーニングにおけるトータルの HRmean がロングジョッグの HRmean を上回っていたということであり、今後インターバル・トレーニングにおけるインターバル時の走行速度の設定を考えるうえで、今回のロングジョッグの走行速度と運動強度についてもインターバルでの時間配分と関連してある程度参考になる資料といえよう。なぜなら、ロングジョッグの走行速度とインターバル・トレーニングでの HR の75%の間に高い相関性が認められるからである ($p < 0.05$)。つまり、インターバル・トレーニングを反復するうえでインターバルでの回復率を、少なくとも HRmax の75%には回復させる必要性があるからである。なぜなら、ショートインターバル・トレーニングでは、トレーニングの負荷中が無気の状態、インターバル時が有気の状態により回復をはかり、身体機能を向上させているのであるから無気の状態のままトレーニング負荷を繰り返すのであれば、インターバル・トレーニングが目標とするところのトレーニング効果が期待できないといえる。また、負荷強度の大きなトレーニングの繰り返しは、心肺機能にとっても非常に大きな負担になり、極度のトレーニング負荷の連続が後々心臓のトラブルにつながるということも考えられよう⁹⁾¹⁹⁾。さらにこの状態は、トレーニング中の負荷強度が高いために拍動数を増加して血液を送り出す必要があるために、中・長距離を専門にする陸上競技者の中に不整脈という現象が多々見られていることも事実である¹⁾⁴⁾⁶⁾⁸⁾⁹⁾。極度の過負荷のトレーニング繰り返しは、各種の身体機能に及ぼす諸問題を含んでおり、トレーニングというものは生理学的な学問範囲の中で正しい負荷強度、つまりトレーニングの適正範囲について検討しなければならないといえる。

V. 要 約

200mという距離のショートインターバル・トレーニングを取り上げ、トレーニングの負荷数を30本にした場合に現れる種々の身体的影響を分析し、運動の適性範囲について検討する目的で実験したところ、次のことが判明した。

1. インターバル・トレーニングにおける負荷時の走行速度は、選手個々の最高速度の約75%の速度で設定することが望ましい。走行速度の約75%は、HRmax に対して85%の HR との間に相関性があることが認められた ($p < 0.05$)。
2. トレーニングとトレーニングの間のインターバルは、トレーニング負荷時の走行時間の約2.2倍程度の時間配分で考えることが望ましい。この比率によるインターバルでの

時間配分は、HRmax の80%に HR が回復することを示しているものである ($p < 0.05$)。

3. インターバルでの回復率は、VO₂max の多い者の方が少ない者に比較して HR の回復率が高いものであった ($p < 0.05$)。
4. 以上のことから、比較的負荷数の多いインターバル・トレーニングを設定するうえで重要なことは、トレーニングとトレーニングの間のインターバルの時間配分にあるといえる。それは、あらかじめ VO₂max による個々の体力水準及び競技能力によって走行速度とインターバルの時間配分を考えれば、トレーニングの負荷数が増加しても効果的なインターバル・トレーニングを無理なく継続できるものと判断できる。

参考文献

- 1) 浅比奈一男他：作業強度の生理的水準について，体力科学，20，190—194，1971
- 2) 浅見俊雄他：スポーツトレーニング，朝倉書店，1985
- 3) American College of Sports Medicine：The recommended quality and quantity of exercise for developing and maintaining fitness in the health adults, Med. Sci. Sports, 10, 7—10, 1978
- 4) 石河利寛：スポーツとからだ，103—140，岩波書店，1991
- 5) 榎本豊他：VO₂max から推定するロングインターバル・トレーニングの身体的影響—5000m走の場合—，岡山理科大学紀要，25A，349—360，1990
- 6) Astrand P. —O., et al., : Textbook of Work Physiology, McGraw—hill, 295—518, 1970
- 7) 川上雅之他：長距離走における走行速度と運動強度の関係—ビルドアップ・トレーニングについて—，岡山理科大学紀要，26A，365—378，1991
- 8) 川上雅之他：保体学概論，180—217，小林出版，1990
- 9) 久保田競：ランニングと脳，21—34，朝倉書店，1988
- 10) 黒田善雄他：日本人一流選手の最大酸素摂取量，第1報，日本体育協会スポーツ科学研究室報告，1968
- 11) Costill D. L., : et al., : Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. Med. Sci. Sports, 5, 248—252, 1973
- 12) Costill D. L., : et al., : Determinants of marathon running success, Int. Z. Angew. Physiology, 29, 249—254, 1971
- 13) Costill D. L., : et al., : Glycogen utilization in leg muscle of men during level and uphill running, Acta Physiol. Scand. 91, 475—481, 1974
- 14) Costill D. L., : Metabolic responses during distance running, J. Appl. Physiol. 28, 252—255, 1970
- 15) 村瀬豊他：発育期にある陸上競技中・長距離優秀選手の有酸素的作業能及び長距離走行中の酸素摂取水準，体育学研究，17—5，273—274，1973
- 16) 高松薫他：持久走における心拍数と酸素摂取水準との関係に及ぼす運動経過時間の影響，体育学研究，28—2，153—161，1983
- 17) 山地啓司：心拍数の科学，17—19，大修館，1981
- 18) 山地啓司：持久性トレーニング（強度・時間・頻度・期間）の最大酸素摂取量への影響，体育学研究，32—3，167—175，1987
- 19) 山地啓司：心臓とスポーツ，47—119，162—183，共立出版，1982

The Correlation between Heart Rate and Short-Interval Training of 200m

Masayuki KAWAKAMI Yutaka ENOMOTO* Koji INOKIHARA
Takashi MATSUBARA and Masakazu OHATA

Faculty of Liberal Arts and Science

**Department for Academic Affairs*

Okayama University of Science

1-1 Ridaicho, Okayama, 700, JAPAN

(Received September 30, 1991)

The purpose of this study was analysis on the results of physical function affected by the short-interval training of 200m. The subjects in this study were middle and long distance runners of 3 male college students of 19 to 20. The influence of physical function was analysis by the results of heart rate (HR) during interval training of 200 m.

The following results were obtained;

- 1) The training speed during interval training of 200m between about 75% of best record on the training and 85% of HRmax of the subjects.
- 2) The time of interval during interval training between from 200% to 220% of best record on the training and 80% of HRmax of the subjects.
- 3) Therefore, the most important things on the short-interval training for the timetable of the training speed of 75% and the interval time of 220% of work load.