

心拍数の長期記録による中距離走トレーニング法の改善

李 玉章^{1,2)}, 松村 勲³⁾
福永 裕子⁴⁾, 藤田 英二²⁾, 西園 秀嗣²⁾

¹⁾上海体育学院

²⁾鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センター

³⁾鹿屋体育大学スポーツパフォーマンス系

⁴⁾鹿屋体育大学大学院博士後期課程

要旨：中距離走の競技記録が向上するに伴って、エネルギー供給機構の変化が発生すると考えられ、トレーニングにおいて強度コントロールを行うことが重要である。どのように有効的に実施するかは、多くの研究者とコーチが長年検討してきた。本研究では、心拍数の長期記録により、基礎持久力とスピード持久力と専門的（レース）スピード及びスピードなどに分類し、中距離走のトレーニング内容の構成と強度のコントロールの改善法について考察した。

キーワード：中距離走、心拍数、トレーニング方法

I. 緒 言

これまで、中長距離走種目は持久力種目として認められていた。しかし、現在では、パフォーマンスレベルが向上するに伴い、高速度性の持久力種目として認知されるようになった。なぜなら、1932年の男子800mの最高記録は1分49秒7であり、その際の100mの平均スピードは13秒71で、この成績による有酸素性エネルギー供給は約75%を占め、無酸素性エネルギー供給は約25%を占めるとされている¹⁾。しかし、1981年の男子800m最高記録は1分41秒73であり、その際の100m平均スピードは12秒71で、この成績による無酸素性エネルギー供給は約90%を占め、有酸素性エネルギー供給は約10%を占めると推定された¹⁾。Saltinら（1995）が、ケニアの男子長距離ランナーに対して生理学的測定を行ったところ、その研究結果は、エネルギー効率が特に高く、また無酸素性作業閾値と最大酸素摂取量が高いというものであった。そのほか、現在の世界記録を見ると、800mは1分41秒11（1997）、1500mは3分26秒00（1998）であり、2008年度の世界上位30位以内をみても、800mで1分44秒6以内、1500mで3分35秒7以内である²⁾。これらの成績から、この種目の

競技特徴を改めて認識しなければならないのではないかと考える。そして、中長距離走のトレーニングにおいては、どのようにして有効的に強度をコントロールするのがパフォーマンス向上の決定要素であるといえよう。

中長距離走のトレーニングにおいては、持久力の内容が多く、様々なペースによるランニングが、トレーニング計画の大部分を占めている。そして、これらのペース設定はパフォーマンスを改善することに対して最も重要である。これまで多くの研究者は最大酸素摂取量、無酸素性閾値、走の経済性など競技成績との相関関係を検討してきた。また、トレーニングにおいて、心拍数の変化が選手の体調を把握するための一つの指標として用いられることがあるが、これまで全行程の心拍数記録によりトレーニング計画を作成する文献は少ない。そこで、本研究はトレーニング実践の観点から、心拍数により、日常的に行われている中長距離走のトレーニング方法をまとめて、この内容構成及び強度コントロールを検討し考察することとした。

II. 方 法

1) 対象者

対象者は1名の中距離走選手（以後、T選手とする）であり、T選手の自己最高記録は中国の第10回全国選手権競技大会陸上試合での800m 1分49秒58（3位）、1500m 3分41秒10（2位）であった。本文ではT選手が冬期の準備期から前試合期までのトレーニング内容を例にして、中距離走のトレーニング方法を検討した。

2) 実験手順

心拍数の測定:種々のトレーニング中の心拍数は、携帯型心拍計（Polar 610 i, フィンランド製）を用いて5秒間隔で連続的に計測した。データの収集と処理はPolar Precision Performance SW4.0を利用した。

III. 結果及び考察

1) 基礎持久力トレーニング

基礎持久力（スタミナ）とは、長距離を走るために必要な最低限の体力で、有酸素性能力とも呼ばれ、軽いジョギングやLong Slow Distance Running及びレースペースより遅いペース走などで育成することができる。これは主に、毛細血管の発達、心肺機能の向上、疲労の回復及び有酸素性持久力の養成などの効果があると考えられる。また、心拍数による運動強度としては、50~70% HRmaxぐらいの強度で行うことが薦められる。図1に20kmランニングにおいて心拍数の変化過程及び強度ペー

スを示した。このような強度漸進様式のエクササイズは準備期後半局面において、持久力を養成するためによく使われている。

図1に示す基礎持久力トレーニングは、平均心拍数172拍/分で、76分40秒で全行程を終えた。前半10kmは約42分で通過し、その際は、リラックスして、楽に走れた。その後、ペースが徐々に上がり、1kmに約3分38秒~3分20秒のペースを維持していた。また、最後の3kmにおいて、約2分40秒に達し、これに対応の平均心拍数も160拍/分ぐらいから、175拍/分ぐらい及び180拍/分以上レベルに達した。この型の練習は有酸素性能力を無酸素性能力に転化させるトレーニングにとって特に有効であり、そして、この能力はトップ選手にとって備えなければならないものであると考えられる。なぜなら、最近のレースでは、特に最後100mの競争が最も激しく、ゴールでの勝負を決定づけるからである。最後の加速走能力とスピードの維持能力を育成するために、このような長い距離走後あるいは体の疲労によりペースが変わらないように、加速走の意識を育成する例が常に使われる。図1に示すように、最後は2分40秒のペース（64秒/400m）で高い強度に達し、心拍数も190拍/分以上に増加した。しかし、T選手の回復心拍数は運動終了直後に減少し、30秒後に約100拍/分まで回復した。このことから、この選手は非常に強い有酸素能力を蓄えていたと考えられる。この強い有酸素性持久能力は高い強度で継続して無酸素性作業を実施するための基礎であり、重視しな

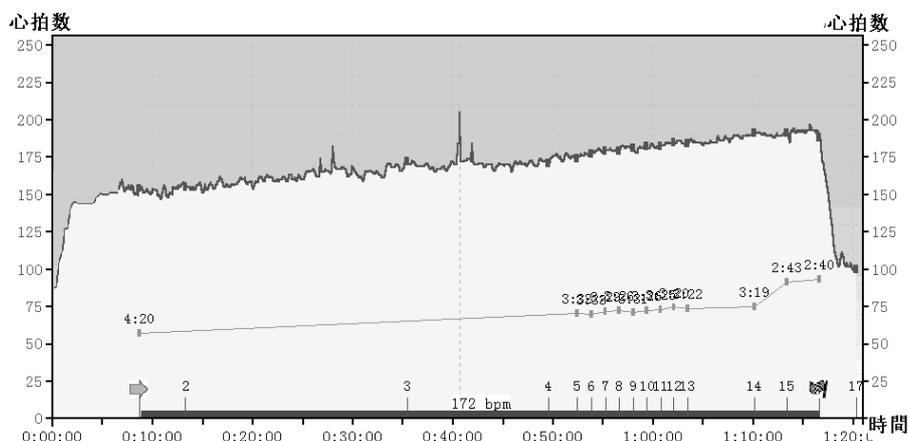


図1 有酸素持久力トレーニング時の心拍数とペースの変化

ければならないと考える。十分な有酸素性能力が体内への酸素運搬と体内乳酸の除去能力を向上させ、この高いレベルの有酸素性能力によって、トレーニング中とトレーニング後の回復はより速やかになると考えられる。

また、初心者と発育期の選手にとって、心臓の容積を増大させることは極めて重要である。この例のように運動中の心拍数を強度の指標としてトレーニング強度をコントロールして、毛細血管と心肺機能を発達する強度を推定することにより、有効的に最大酸素摂取量が増加するトレーニング計画を作成することができると思われる。

2) スピード持久力トレーニング

スピード持久力とは、最大無酸素作業能力と高乳酸に耐える作業能力のことである。この能力を向上させるために、インターバルトレーニングが最も実施されている。インターバルトレーニングは、急走期と緩走期を繰り返すトレーニングである。現在の中長距離走競技において、インターバルトレーニングが世界的にも主流な方法として採用されている。このトレーニングを行う際には、様々な組み合わせ方がある。この方法をどのように有効的に実施するのかは、多くの研究者とコーチが長年検討してきた。インターバルトレーニングを実施する構成要素は強度（距離と速度）、休息期の時間、頻度を考えなければならないと指摘されている³⁾。また、トレーニングの目的によって、これらの要素の組み合わせ方も異なる。一般的に急走距離によって、ショート

インターバルとロングインターバルに分けられている。本研究では心拍数の長期管理によって、リアルタイムフィードバック情報を基にして強度をコントロールしようとした。

図2は8kmの持久力走後で、200m24本のスピード持久力を養成するインターバルトレーニングを行った心拍数の変動を示した。まず、8kmにおいて、ペースがだんだんに速くなるとともに心拍数も増加していく、全行程の平均心拍数は161拍/分である。この練習の目的は、強度の高い運動前に神経系と内臓系の機能を動員させることである。持久走の12分後、200m×24本のインターバルトレーニングを行った。このインターバルトレーニングの目的は高乳酸に耐える作業能力を養成することである。各急走期の最高心拍数は180～198拍/分に達した、休息の間隔は短く（50～40秒でジョギング100m）、回復心拍数は160拍/分ぐらいに維持していた。全行程の平均心拍数は179拍/分であった。このようなトレーニングにおける休息期間では、乳酸レベルが上がり続けていく。また、短い間欠時間で、次のインターバルが始まる時にも乳酸レベルは高いままである。このように乳酸レベルが高いままで長く持続することが、体の緩衝作用を高めることには有効であると考えられている⁴⁾。このような高い強度のトレーニングを数回行った後で、耐乳酸性作業能力や筋力の強化能力が改善されると考えられる。そして、非常に速くて短い距離のランニングは筋力発揮と敏捷性を改善できると考えられる。

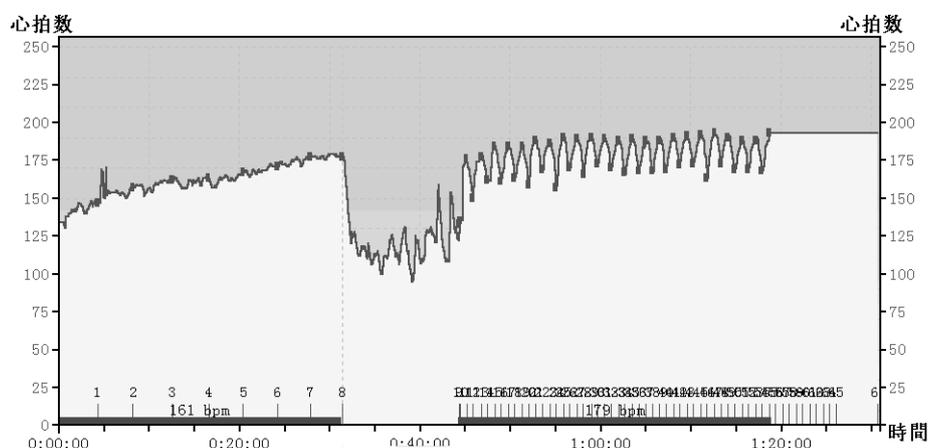


図2 単一的な距離によるインターバルトレーニングの心拍数変化図

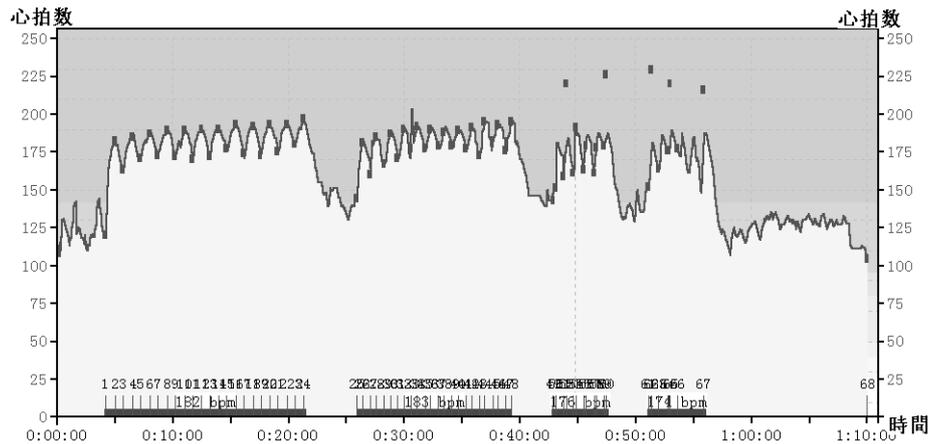


図3 複数の距離におけるインターバルトレーニングの心拍数変化図

図3は、300m12本+200m12本+100m6本×2セットという複数の距離で組み合わせたインターバルトレーニングを行った際の心拍数の変化図である。この例の中で、4セットの平均心拍数は、それぞれ182拍/分、183拍/分、176拍/分、174拍/分のように高かった。練習中に短い休息時間であったので、回復心拍数も155~170拍/分と高かった。各セットのトレーニング強度を強調するために、セット間に十分な回復時間を持った。回復時間がセット内の休息時間より少し長くなったので、回復心拍数も120~130拍/分と低かった。このようなトレーニングにおいてはトレーニングの強度が高いので、最高心拍数が180拍/分以上に持った、内臓器官への刺激も強く、筋肉への高い乳酸レベルで作業能力も向上されると考える。インターバルの繰り返す本数が増えていくにつれ心拍数も上昇し、12本目でほぼ最高水準に達した。このような結果から、この種類のトレーニングは筋肉が乳酸を利用する能力と耐える能力の両方が向上できるものと考えられる。同時に、このような組み合わせるトレーニングは、スタートやゴールスプリント能力の改善にとって有効な手段として多く使われている。しかし、この種類のトレーニングは身体への刺激が強いため、週に2~3回程度を行うことがよいと考えられる。

本研究のインターバルトレーニングの結果は、Gershleの提案した結果³⁾と比べて異なるところがある。主に、セット内での回復心拍数はGershleの提案した120拍/分より、160拍/分ぐらいの方がトッ

プ選手にとって更に有効だと考えられる。そして、インターバルトレーニングを行なう上で重要なことは、緩走期にいかに関復するかということである。本研究において約50秒の間欠時間で100mのジョギングを行う休息形式は、持続高強度の種目特徴と適合していると考えられる。このように、心拍数を測定することによって運動強度を容易に判断できるため、よく使われている。しかし、選手の個人差によりこの心拍数も異なるので、長期管理によって、個人にとって最適な強度を決めることが大切だと考える。

3) 専門的スピードトレーニング

中長距離走において、種々なトレーニングで養われるべき最終的な能力はその距離をいかに速く走れるかであり、つまり専門的スピードを養成することである。そのため専門的スピードのトレーニングが重要となっている。この専門的スピードトレーニングとは試合の種目と接近的な距離や強度で行うことで、レースペース走とも呼ばれる。競技特性に応じて、すべてのスピード要素（非乳酸系、乳酸系、且つスピード持久力）を取り入れることである。前試合期では大会に向けて、トレーニング強度が上がっていくことから、専門的スピードトレーニングがよく採用されている。この段階においては、主にレペティショントレーニングが頻繁に行われている。インターバルトレーニングは70~90%水準の強度の急走期と30~50%強度の緩走期を交互に組み合わせるものであるが、レペティショントレーニングはほぼ全力の強度（100%強度）で走行し、休息時間が完

全回復までと長くなる⁴⁾。これは無酸素性能力の向上に役立つトレーニングと言われている。レペティショントレーニングで設定される距離は、レース距離より少し長い距離かあるいはレース距離より短い距離である。例えば、中距離走1500mの選手にとって、常に2000m+300m(×2)+100m, 1600m+300m+200m, 1200m+500m+200m, 1000m+600m+200mなどの組み合わせによるトレーニング距離を採用されている。そして、セット間で十分な回復を行わないといけなため、通常は8~5分の完休が採用されている。この走行と休息の組み合わせのセットの回数は負荷強度の大きさと回復の時間によって決められるものであり、選手の基礎能力とトレーニングの目標により異なる。繰り返す回数は特別な指定がないと考える。しかも、このトレーニングの結果から競技記録を予測することができると認められる。

このトレーニングの主な目的は、競技種目と一致する速度感(ペース)を育成させることである。そのため、実施される距離も競技種目により近いものになる。同時に、ラストスパートの加速走能力も重視しなければならないので、レースペース走と短い距離の全力走の組み合わせにより実施されることが多い。記録と順位、つまり成績を考えた場合、こういった組み合わせはとても重要であると考えられる。

4) 中距離走のトレーニング内容の構成及び強度コントロール

これまで述べてきたトレーニング方法をみると、より競技力向上を目指すための2つの要素が欠けている。

まず、年間を通しての幅広いペースでのランニングトレーニングが欠けている。すなわち、極端なスピード強調か持久力強調かのトレーニングだけではなく、レースよりも速いペースを適切に組み合わせたトレーニングが必要なのである。中強度ペースでの長距離走トレーニングは有酸素的な持久力を養い、速いペースの長距離走トレーニングはスタミナを改善すると考える。

また、ランニングによるトレーニングを総合的なトレーニングプランの単一的な局面として捉えるという考え方である。例えば、筋持久力、心理的、戦術的、レース能力など能力を総合的に考えるべきである。

表1に中距離走トレーニングにおいて、ランニング内容の構成と強度コントロールを示した。回復性持久力は低い負荷を与えることであり、移行期と準備期で発達し、有酸素補償として促進される。しかし、この役割を誤解してはいけない。特に、試合準備期と試合期で無視してはいけないと考える。有酸素性持久力は専門持久力を向上する基盤であるので、幼少期から育成し、成人においては高い水準を

表1 トレーニング内容の構成及び強度コントロール表

トレーニング内容	生理学的特徴	強度コントロール	トレーニング法の例
回復性持久力	有酸素性作業閾値(AT)	HL: 3~4 mmol/L HR: 120~140拍/分	LSD, ファルトレク, 計時走, ジョギング
有酸素性持久力	無酸素性作業閾値(AnT)	HL: 4~6 mmol/L HR: 150~160拍/分	8~14kmの連続走
専門的持久力	耐乳酸(LAT)	HL: 10~12mmol/L HR: 160~180拍/分	3~4 kmの反復走
スピード持久力	最大酸素摂取VO _{2Max}	HL: 15mmol/L以上 HR: 180拍/分以上	150, 200, 300, 400, 500, 600, 1000mの間欠走
専門的スピード	最大酸素摂取VO _{2Max}	HL: 7~9 mmol/L HR: 180拍/分以上	2000, 1600, 1200, 1000mの全力走
スピード	リン酸系(PS)	HL: 10~20mmol/L HR: 180拍/分	80~120m×6~10疾走

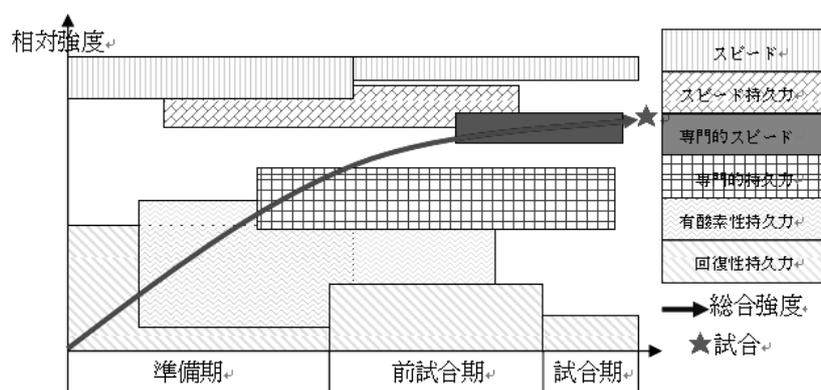


図4 トレーニング周期におけるトレーニング内容の構成と比率

保っていく必要がある。専門的スピードの育成は前で述べたように、試合種目によって、具体的な距離を選択する。スピードのトレーニングは主に有酸素持久力と補強練習の後で行われ、神経系の調節を改善することにも役立つ。文献の中で5段階強度のエネルギーシステムトレーニングを提案した⁵⁾。本研究ではこれらの内容を基にして、ランニング中のペースコントロールから説明したが、それぞれの内容を組み合わせてトレーニングにおいて実施するとよいであろう。

図4は、準備期から試合期までの期間における6種類のトレーニング内容の組み合わせとその比率(面積)を示した。準備期に移行し、体調適応に従って、回復性持久力の強度が増加し、徐々に有酸素性持久力トレーニングへ移行する。有酸素性持久力を強化した後、強度の増加につれて、専門性持久力へ転換していく。スピードの方もスピード持久力へ転換する。前試合期と試合期における専門的スピードの比率は次的に増加していく。前述のように、T選手は冬の準備期において、10~20kmの有酸素トレーニングと24本の200mあるいは各12本の300~100mの組み合わせのインターバルトレーニングを採用した。前試合期に移行したらトレーニング強度が上がるにつれて、専門的スピードトレーニングを採用した。このようなトレーニングプランは漸増負荷性の原理と一致する。そして、この流れに従うことによって、選手またはコーチにとって試合に向けてのピーキングに有効的であると考えられる。

IV. 要 約

- 1) 運動中の心拍数情報を、コーチまたは選手らがうまく利用できれば、トレーニングの量と質をコントロールでき効果的である。
- 2) トレーニング目的によって、長期的な心拍数記録を活用して、様々な手段を組み合わせ、その最適な方法を選択して、最高の効果が達成できよう。
- 3) 本研究では心拍数120から180拍以上までの強度で「回復性持久力」から「スピード」までコントロールするための6種類のトレーニング強度を設定し、具体的なトレーニング法の例を提案した。
- 4) 選手の個人差に対してどのように組み合わせるかが今後の研究である。

引用文献

- 1) 中国運動訓練専門委員会編，中国運動訓練理論と実践研究，高等教育出版社，10-18，1996。
- 2) 国際陸上競技連盟：2008 IAAF World Outdoor Lists, updated as at 18 December 2008.
- 3) 江橋博：エンデュランストレーニング。トレーニング科学研究会編，トレーニング科学ハンドブック，朝倉書店，東京，62-67，2007。
- 4) 征矢英昭，尾縣貢：中長距離ランナーの科学的トレーニング，大修館書店，東京，145-161，2001。
- 5) 尾縣貢，青山清英：競技力向上のトレーニング戦略，大修館書店，東京，260-275，2006。