

自転車競技選手のインターバル トレーニングに就いて

財団法人 日本体育協会
東京オリンピック選手強化対策本部
スポーツ科学研究委員会

自転車競技選手のインターバルトレーニングに就いて

関東労災病院

白井伊三郎

体協スポーツ科学研究室

中西光雄

1. ま え が き

インターバルトレーニングは持久力、特にスタミナをつけるのに役立つばかりでなく、同時にスパートする能力を高める効果があるので中長距離選手の記録を向上するのに最も効果的な練習方法であると考えられている。

Reindel¹⁾によればインターバルトレーニングにおける短時間の個々の運動負荷は心臓と骨格筋を肥大させるのに必要な刺激となるのでスピードと筋力並びに筋の持久性を高めるのに役立つ、短いインターバルには心搏出量が増大するので、これが刺激となつて心臓の内腔が増大し、循環器系機能従つてまた持久性が向上するものの如くである。

なおReindel等はこの方法による練習を行う場合には次の基礎条件が満たされなければならないと述べている。

- (1) インターバルの時間は45～90秒
- (2) 個々の運動負荷の時間は長くても1分間
- (3) 個々の運動負荷の強さはインターバルの終りにおける脈搏数が毎分120～130になるようなものであること

すなわち100mを16～14秒、200mを34～29秒、400mを74～68秒程度で走る運動負荷をインターバルを挿入して20回乃至40回繰返えず練習方法であるが、この場合インターバルにおける心拍数の低減過程は負荷が100m、200m、400m走のいずれであつても、また負荷回数が増しても根本的に変わらず、インターバルに搏動酸素量(Oxygen pulse)が最も大きくなるのは心拍数が毎分120～140になつた時であり、このような心拍数

になるのにはジョックした場合45～90秒を要するとのことである。

我々^{2) 3)}も運動末期の脈搏数とその回復過程との間には密接な関係があり、運動末期の脈搏数が同じであればその回復過程は大体同様な経過を示すことから運動末期の脈搏数は生体負担度を示す有力な指標になるものと考えている。また毎分180に達した負荷末期の脈搏数は2～3分以上継続した運動であれば確かに90秒前後で毎分120～130程度に回復するがこの程度のインターバルで30秒間に脈搏数が毎分180に達するような運動を負荷するトレーニングを数十分以上恒常に継続することはたとえ日本における一流のスポーツ選手であつても無理なような気がする。

吾々⁴⁾はさきにエネルギー代謝の側からみた運動の質量の限界を各種スポーツ選手について測定したが、その際一流の日本の陸上競技選手が30秒～1分間継続し得る運動の強度の限界はエネルギー代謝率(RMR)で夫々短距離選手102.2～58.8、中距離選手86.2～51.6長距離選手75.9～46.3であり、これら選手が30分間～150分間継続し得る運動の強度の限界はRMRで夫々に短距離選手16.9～15.8中距離選手18.2～17.2長距離選手17.6～16.9程度であつた。

また100mを15秒、200mを32秒、400mを71秒前後で走る運動の強度はRMRで大体30秒の場合63(最大出力の72%)、1分の場合38(最大出力の73%)程度であつたので、これらの数値にもとづいて負荷期30秒、インターバル45秒～90秒並びに負荷期60秒インターバル90秒、回数20回のインターバルトレーニングを行つた場合における運動量をインターバルの運動の強度

を RMR で 5 (この強度で心拍数は普通の場合毎分 120 程度になる) として計算してみると労作量値で夫々 705~780 並びに 910 になるのであるが、このようなインターバルトレーニングを行う時間に日本における一流のスポーツ選手が行う運動量の限界は労作量値で夫々 425~680 並びに 850 程度であるのでこのようなインターバルトレーニングを数十分に亘つて恒常に継続することができないであろうことは推察に難くないのである。

もちろんこの問題はインターバルを 2 分乃至 2.5 分程度に延長すれば解決するのであるが Reindel 等はインターバルが長くなると動脈系から静脈系へ血液が移行して個々の負荷の間と運動負荷直後の心搏出量の増大に対して最上の好条件が得られなくなるといつている。

またこの場合負荷する運動の強度を下げて生体負担を軽減すればインターバルは当然短くなるであろうが、吾々³⁾ がさきに行つた実験成績をみても運動末期の心拍数が毎分 180 に達するような運動の強度と時間の関係は

$$\log(\text{時間}) = a \log(\text{強度}) + b$$

なる式であらわされ、運動時間が 2—3 分以上の場合にはこの式が

$$\log(\text{時間} \cdot \text{分}) = -4.62 \log(\text{強度} \cdot \text{RMR}) + 5.71$$

になるが、運動時間がこれより短い場合にはこの直線の傾斜が異なるであろうことが推察されるのでその正確な数値を推定することができなかつたが、この方面から推定される負荷期の運動の強度は多少低いように考える。

しかしこの強度を下げたり、負荷時間を延長したりするとインターバルの初期における酸素摂取量の増加したがって搏動酸素量の増大が少なくなるので Reindel の強調している心臓の拡張刺激が低減するばかりでなく、スピードや筋力の向上、したがってまたスパートする能力を鍛練する効果も低下することになる。

我々³⁾ はさきに運動時間と運動量を一定にし適当な休憩時間を規則的に挿入してその中に含まれる運動の強度を種々に変えた場合における生体負担度の差異を実験的に追求した。そして同じ時間中に同量のエネルギーを消費する運動でもその時

間中に強度の高い運動が挿入されるとそれに伴つて呼気量、脈搏数の絶対量が増加し、呼吸商の変動が著しくなるので呼吸循環器系の負担が増大し、苦痛が増すばかりでなく、酸素債や回復期の脈搏総数も増大して回復過程が遅延するような傾向がみられた。

したがって定常状態が成立するような連続的な運動をするよりも、強度の高い運動を休息期を規則的に挿入して断続的に行う方が呼吸循環器系に対する鍛練効果が大であり、同時に強度の高い運動に対する適応性も高まるであろうことは推察に難くない。

Reindel 等はこのような鍛練効果を高めるために前にのべたようなインターバルトレーニングの基礎条件を提案しているのであるが、この条件が実際に満たされない場合にインターバルトレーニングにおける負荷やインターバルの時間をどのように改変したら最も効果的であろうかが問題になつたのでこの点を明らかにするために東京オリンピック候補の自転車選手 11 名に負荷の質量とインターバルの時間を種々かえたインターバルトレーニングを負荷した場合における心拍数の変動をテレメーターを使用して測定してみたのである。

2. 測定の結果並びにその考察

現在自転車競技選手が実際に行つているインターバルトレーニングは一周 333m~400m の競輪場のトラックを全力に近い速度で一周し、次の一周は全然力を入れないで流すという方法であるが、この方法では丁度負荷期が 27~30 秒、インターバルが 45 秒程度になるので時間的には Reindel の提唱している基礎条件を満たすことになり、負荷末期の心拍数も毎分 180 に達するのであるが次の図 1 に示す如く、このような時間配分ではインターバルの心拍数が毎分 150 以下に低減しないで過重負担であることが明らかであり、実際問題としてもこのようなトレーニングを長く継続することはできなかつた。

このことはまた前にのべた日本選手の運動量の限界値からみても推察に難くないと考える。

そこで取敢えず 50 分~60 分継続し得る運動量の限界値を前にのべた資料⁴⁾ から算出し、これと

図 1 自転車選手が従来行つて来たインターバルトレーニングにおける心拍数の変動 () は 333m の走行時間 (秒)

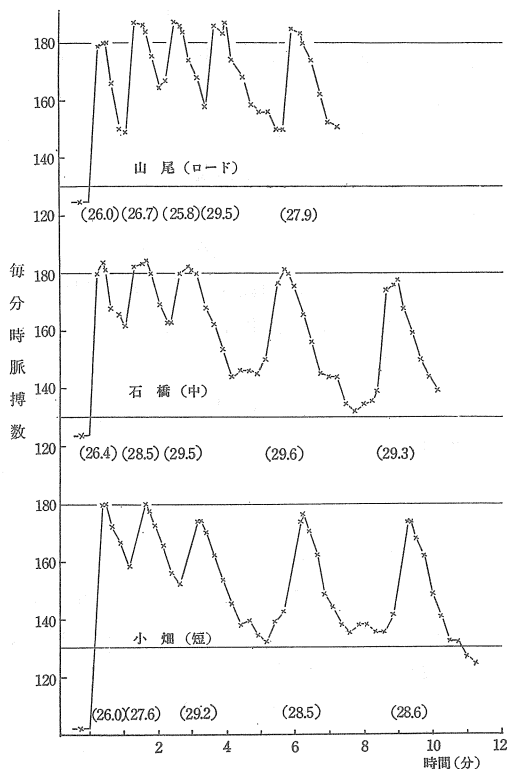
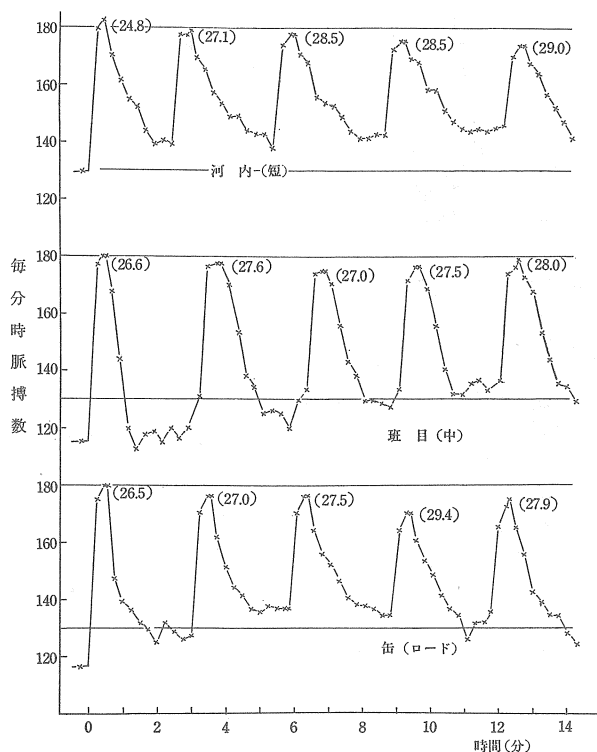


図 2 インターバルを 2.5 分程度に延長した場合における心拍数の変動 () は 333m の走行時間 (秒)



このインターバルトレーニングのインターバルを 2~2.5 分にして 20 回行う場合の運動量とを比較してみると前者は労作量値で 850~1020 となるのに対し後者は 830~880 となるのでインターバルを 2.5 分程度にすれば 1 時間程度このインターバルトレーニングを継続できることが推察される。

実際問題としても前図に示す如くインターバルをこの程度延長するとインターバル末期の心拍数は 130 近くまで下るのが普通であつた。

そこで短, 中, 長距離の選手にこのようなインターバルトレーニングを行わせた場合における心拍数の変動経過を追求してみたところ次の図 2 に示す如く, この程度のインターバルを挿入しても回を重ねるに従つて僅かではあるが負荷期の走行速度乃至負荷末期の心拍数は漸次低減し, インターバル末期の心拍数は反対に多少とも増加するような傾向がみられた。特に第 2 回以後のインターバルにおける心拍数の回復過程は最初のインター

バルにおけるそれに較べて著しい遅延を示すのが普通であつた。

しかし各種目選手の数回にわたるインターバルにおける心拍数の回復過程を平均してみても次の図 3 に示す如くインターバルにおいて心拍数が急激な低減を示すのは初めの 90 秒までであり, その後は緩慢な低減経過を示すのが普通であつた。

したがつてインターバルにおける有効な刺激になると考えられている心搏出量の増加も 90 秒をすぎれば当然減少するので Reindel 等もインターバルをこれ以上延長させてはいけないといつていたのであろうが実際問題として現在日本における多くの選手は 90 秒以下のインターバルでこのような負荷を 20 回も 30 回も繰返して行うことは不可能ではないかと考える。

また次の図 4 に示す如く多少の個人差はあるが負荷末期の心拍数が大体同様であれば運動の負荷時間が多少異つてもまたその回数が増してもインターバルにおける心拍数の低減過程に根本的な差

図3 333mの走行を荷負した場合における心搏数の回復過程
()内は走行時間(秒)

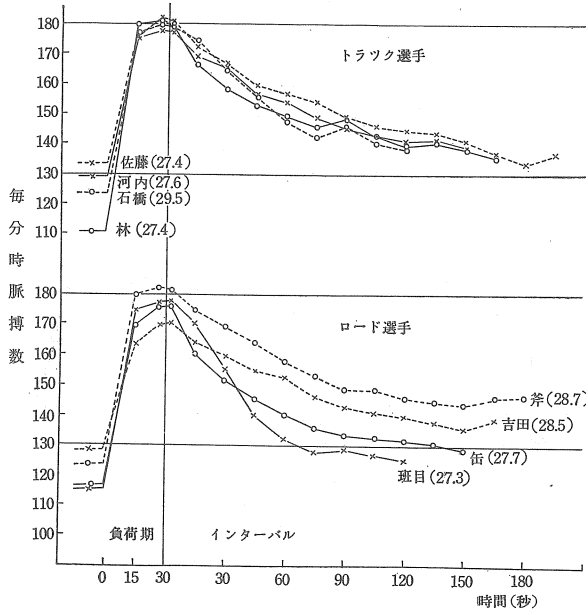
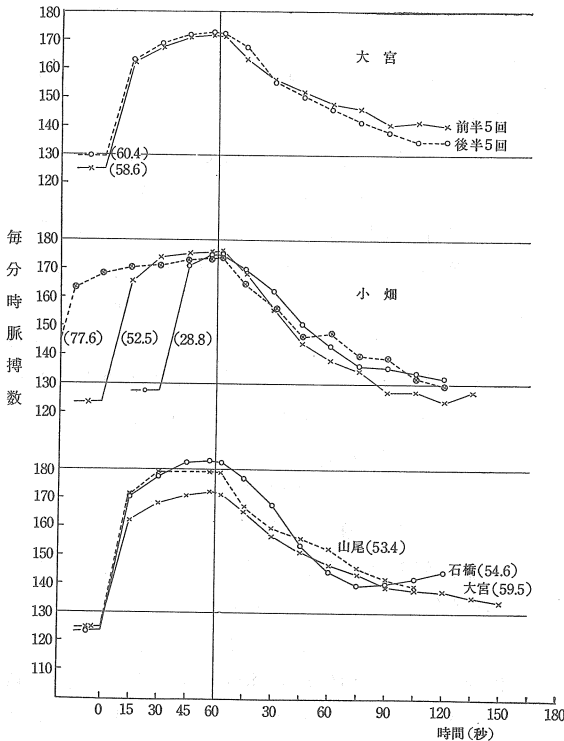


図4 負荷条件を変えた場合における心搏数の回復過程
()内は負荷時間(秒)



異はみられなかったが、運動負荷末期の心拍数が毎分180にも達するような場合にはたとえインターバルを2.5~3分程度に延長してもインターバル末期の心拍数が毎分120~130に低減しないものが現在の自転車選手には非常に多かつた。

これは運動の負荷が過重であることによるものか選手の循環器系機能が劣っていることによるものか或はこの両者によるものであろうか、いずれにしても現在の自転車のインターバルにおける心拍数を毎分130程度になるようにするためには負荷末期の心拍数が毎分170程度になるように負荷を軽減しなければならなかつた。また負荷末期の心拍数を毎分180程度にするためにはインターバルをさらに1分程度延長しなければならなかつたのである。

なおインターバルを3~4分程度に延長すればたとえインターバルにおける心拍数が毎分140程度にしか低減しなくても運動負荷末期の心拍数が毎分180に達するようなインターバルトレーニングを数十分間継続することができた。

次の図5はこのような両種のインターバルトレーニングを実際に行つた場合における心拍数の変動経過を示したものである。

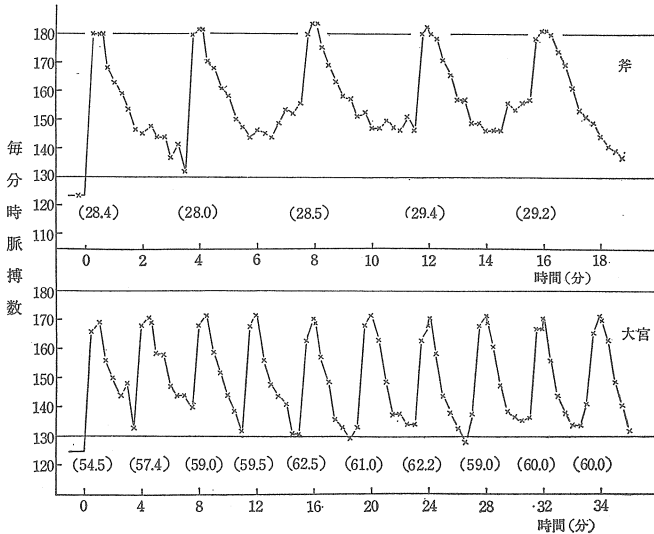
このように現在の日本の自転車選手には、Reindel等が実験的に合理的に組立てた基礎条件を満たすようなインターバルトレーニングを実際に負荷することができなかつたのである。

これはもちろん日本における自転車選手の持久性やスパートする能力が劣っているためであろうか、おそらく日本の多くの選手もReindelのこのような条件を満たすインターバルトレーニングを実際に行うことはできないように考える。

このことは日本選手の運動持続能力からも容易に考えられることであるが、最近宮下⁶⁾が日本における一流の水泳選手についてインターバルトレーニング中の心拍数を測定した成績をみても推察に難くないのである。

ここに現在の日本選手に実施するインターバルトレーニングはその負荷の強度とインターバ

図5 自転車選手のインターバルトレーニングの一例
()内は負荷時間(秒)



ルの時間をどのようにしたら最も効果的であるかが問題になってくるのである。

吾々は自転車選手のインターバルトレーニングについて測定した心拍数の変動経過からみて持久性に主きをおいたインターバルトレーニングは運動負荷末期の心拍数が毎分170前後になるような強度の運動を30~60秒間負荷し、それを2~2.5分程度の休息期を挿入して20~30回繰返えすのが妥当であり、スパートする能力を高めることを考慮したインターバルトレーニングは負荷末期の脈搏数が30秒間で毎分180程度になるような運動をインターバルを3~4分挿入して20回程度繰返えすむしろレペチヨントレーニングの色彩を帯びたものにするのが合理的ではないかと考える。

3. む す び

東京オリンピック候補の自転車競技選手に負荷

の質量とインターバルの時間を種々に変えたインターバルトレーニングを負荷した場合における心拍数の変動過程をテレメーターを使用して測定し、その結果を検討して大要次の如き結果を得た。

(1) 現在の自転車競技選手に Reindel 等が提唱している基礎条件を満足するようなインターバルトレーニングを実際に負荷することはできなかった。特に90秒以下のインターバルで負荷末期の心拍数が毎分180になるような運動を数十分間恒常に継続して負荷することは無理であった。

(2) 現在の自転車競技選手に負荷するインターバルトレーニングは運動負荷の時間と強度並びにインターバルの時間を次のようにするのが合理的であるように考える。

a) 持久性を高めることを主目的とするインターバルトレーニングの場合

負荷時間 30~60 秒, 負荷末期の心拍数毎分 170, インターバル時間 2~2.5 分

b) スパートする能力を高めることを考慮したインターバルトレーニングの場合

負荷時間 30 秒, 負荷末期の心拍数毎分 180, インターバルの時間 3~4 分

文 献

- 1) Reindel: オリンピア No.11, 1962
- 2) 速水: 体力科学 6, 5, 1956
- 3) 鈴木: 体力科学 6, 1, 1956
- 4) 鎌田, 鈴木: 体力科学 6, 1, 1956
- 5) 東郷: 体力科学 3, 5, 1954
- 6) 宮下: 体協, 東京オリンピック強化対策本部報告, 1963

