

ホッケー選手のインターバル・トレーニング
のテレメーターによる解析

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

ホッケー選手のインターバル・トレーニングの テレメーターによる解析

ホッケートレーニング・ドクター
(航空医学実験隊)

横 堀 栄

日本体育協会スポーツ科学研究室

中 西 光 雄
寄 金 義 紀

1. ま え が き

日本における Radio-telemeter による生体現象の記録は航空医学上の必要から第2次大戦中開発されつつあったが、当時の Electronics が今日ほど進歩していなかったため、十分な成功をおさめ得なかった。

米・ソの Telemeter の開発は宇宙科学の必要からはじまった。

戦後わが国においては、スポーツ生理学者のグループによって開発されたのである。

徳島大学医学部生理学教室²⁾³⁾⁴⁾の岡教授は1955年頃より研究し、運動中の心電図の短波無線搬送に成功した。

送信装置の重量は電源を含めて約 2.1kg あり、被検者としては22才男子学生で、距離40m、勾配30度 112 段の石段における全力疾走の心電図を短時間記録したものである。

順天堂大学内科⁵⁾⁶⁾の北村は1958年トランジスタ化小型心電計の試作に成功し、重さは200~250g 約100m 以内までの受信が可能であった。1959年第13回体力医学総会において競技中や水泳中の心電図搬送の報告を行なった。

1960年ころから名古屋大学の松井教授⁷⁾はテレメーターの研究をはじめ、実験的の段階でなく走運動において、ランナーの心臓状態について測定した。

そして、運動中の心拍数変動や全力疾走運動後の心拍数回復経過について述べ、心拍数を手がかりとするトレーニング管理の資料としての重要性

を指摘した。¹²⁾

H. Reindell⁸⁾ および W. Gelschler⁹⁾ は1962年に日本に来て、Interval training の原理と効果について解説し、日本選手を被検者としてグラウンドにおいて実地説明した。

著者は¹⁰⁾1963年にホッケー競技のトレーニング中に呼吸・循環器に適当な負荷を与え持久力養成ができないかと考え、2人ドリブルの距離を60~70ヤードとし、走るスピードを速くすれば、走競技の場合と同様の負荷を与えることになり、とくに走運動だけを実施しなくてもInterval training に相当する負荷を与え得ることを報告した。

今回はテレメーターを応用し、東京オリンピック選手候補者を被検者として、ホッケーの基本動作たる1人または2人ドリブルにおいてInterval training と同様の負荷を与えることができることを知ったので、この成績について報告したい。

2. 実 験 方 法

測定器は三菱電機株式会社製のPT-110形テレメーターを使用した。その規格は下記のようなものである。

送 信 機

寸	法	10.4×2.4×6.8cm
重	量	180g (電池内蔵)
電	源	DC9V(006P)
変	調	方 式 FM-FM
伝	送	信 号 1mV 0.2~200c/s
		平衡入力
	入力インピーダンス	1MΩ×2以上

弁 別 比 40dB以上

総 合 時 定 数 1.4sec以上

サブキャリヤ周波数 2.3kc

メインキャリヤ周波数 40.68Mc

使用 温度 範囲 0~40°C

1 mV 較正 ボタン付

受 信 機 (記録器を含まず)

寸 法 44×36.4×17.5cm

重 量 14.4kg

電 源 AC100V 50~60c/s
60VA

信 号 出 力 0.1VPP (500kΩ負荷)

モニタアンプスピーカ付

送信機の重量が僅か 180g で、運動を妨げないことが特色である。

測定の際の送信機は図1のように、ホッケー選手の腰背部にバンドで装着し、その際送信機と腰背部の間に方形のゴムクッションを入れて体動をふせいだ。受信機は図2のようにゴールのネット裏において選手の動作を看視し、連絡には市民ラジオを使用した。

テレメーターの搬送記録はすべて心電図法によった。心電図の誘導には電極を2極とも胸部に接着する胸部双極誘導法を用いた。心電図から心拍数への換算は、5sec ないし 10sec 間隔ごとに、その時間における心電図 R-R 間隔を測定し、これをその時間の一分あたり心拍数に換算した。

被検者は岡部、山岡、高島、高橋の東京オリンピック候補選手であり、1人ドリブル、2人ドリブルをトレーニング日課通りに実施させ数回づつ心電図をとった。

3. 実 験 成 績

3.1. 1人ドリブルの場合

岡部選手の50ヤード1人ドリブルの場合の脈拍数の変化は図2のようである。

立位でスタートについているときは1minあたり90前後の脈拍数であるがスタートとともに急増し10sec後には160となり、17secでターン、34secでゴールした。この間脈拍数は160を持続した。

立位で休息している間に急減し、約28secの立位休息で脈拍数が115となり次のスタートを開始している。

次のドリブル時には最高脈拍数は170に達している。インターバルは約26secで脈拍数は130になると次のスタートを開始している。

次の負荷期には最高脈拍数は168、インターバルは20secで脈拍数は140である。

5セット目の1人ドリブルの場合にはインターバル間隔が短くなり、脈拍数140でスタートを開始している。

5セット後に脈拍数が完全にスタート前の状態に戻るのに80secを要している。

山岡選手の場合は図4のようにスタート前脈拍数は110前後である。インターバルは40secで、インターバルの終りの脈拍数は145、150、155でスタートを開始している。

5セットの1人ドリブルが終り脈拍数がスタート前の110に回復するのに50secかかっている。

3.2. 2人ドリブルの場合

岡部選手の2人ドリブルの場合は図5のようにスタート前の1分間脈拍数は90である。スタート後約10secで170となり、ゴールまでに40secを要し、この間脈拍数は170を維持したが、180にはならなかった。

インターバルは第1回44sec、第2回34sec、第3回30sec、第4回28secである。スタート開始時の脈拍数140である。

山岡選手の場合は図6のようにスタート前の1分間脈拍数は100、スタート後20secで160になり、25sec後に170となった。ゴールまでに37secを要した。

インターバルは第1回52sec、第2回50sec、第3回60sec、第4回50secである。スタート開始時の脈拍数はそれぞれ140、120、125であった。

心電図による脈拍数の変化をみると図7のようであった。

1人ドリブル、2人ドリブルの場合の各選手の負荷時間、負荷時1min. 最高脈拍数、インターバル、インターバルの終りの1min. 脈拍数は表

図 1 テレメーター送信機を装着した山岡選手

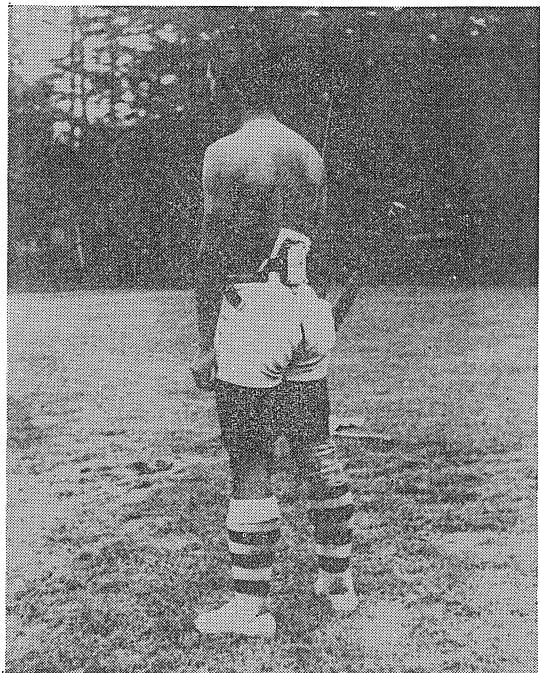


図 2 受信機とアンテナ (日産厚生園グラウンド)



図 3 岡部選手ドリブルの場合の脈拍数の変化

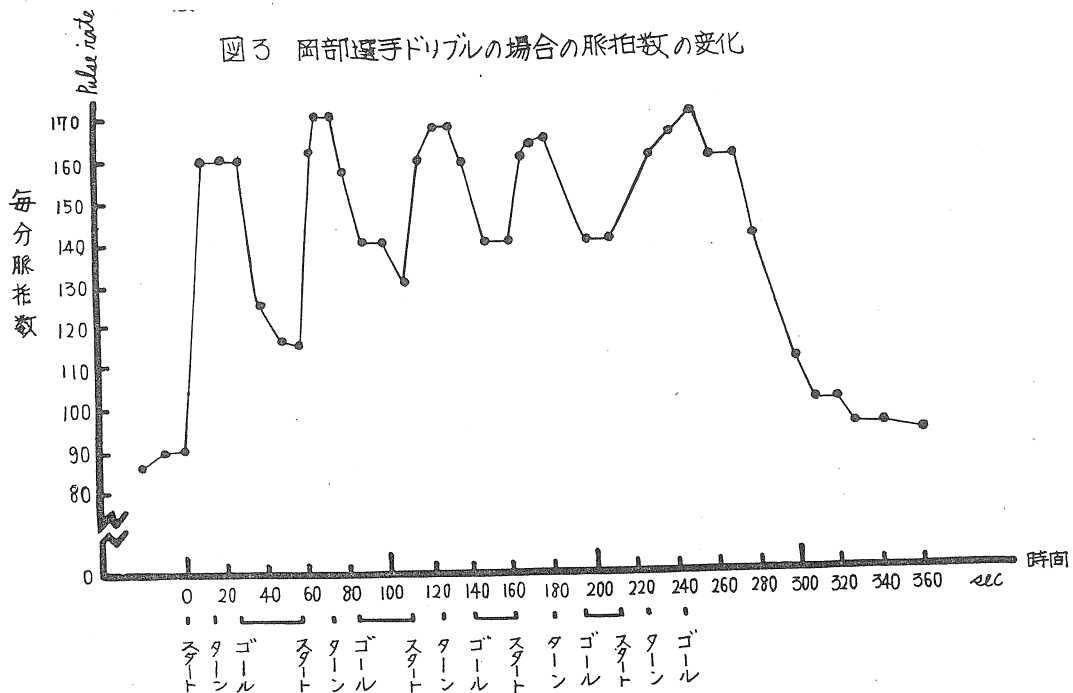


図4 山岡選手1人ドリブルの場合の脈拍数の変化

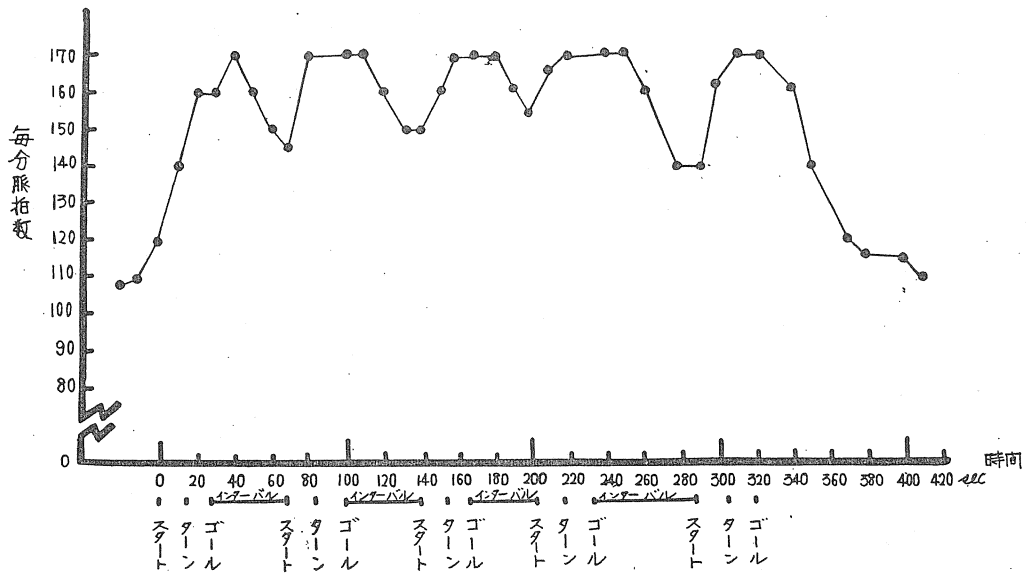


図5 岡部選手2人ドリブルの場合の脈拍数の変化

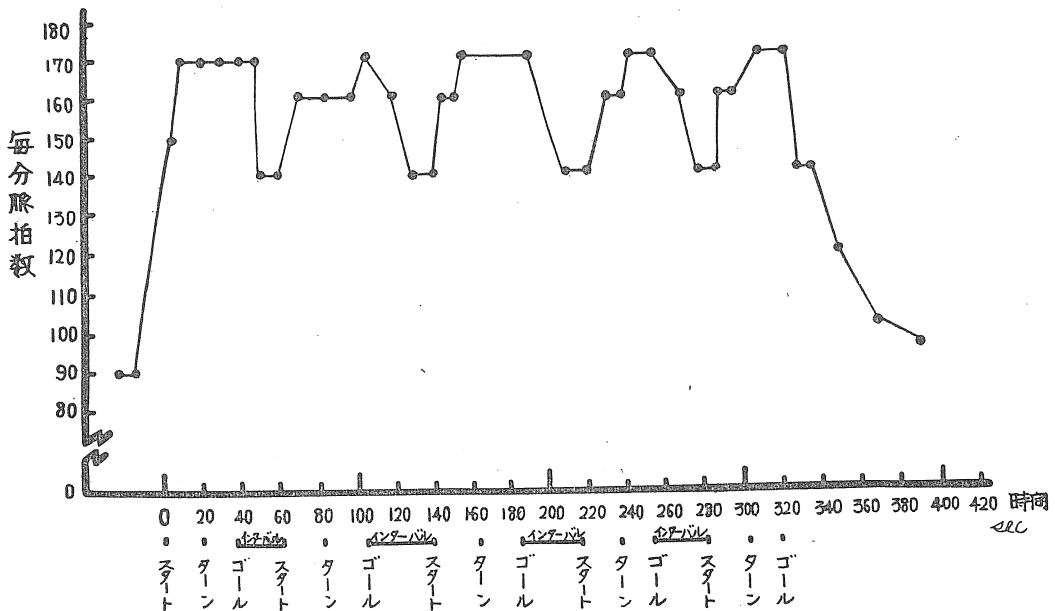


図 6. 山岡選手2人ドリブルの場合の脈拍数の変化

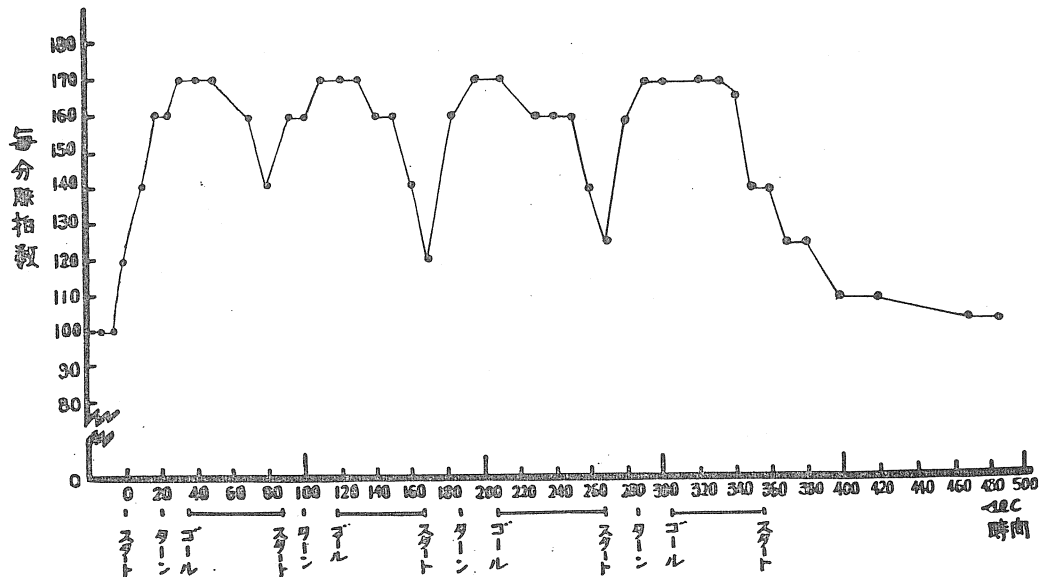


表 1. 1人ドリブルの場合の脈拍数の変化

選手名	項目	負荷時間 sec	負荷時/min 最高脈拍数	インターバル sec	インターバルの終り の/min 脈拍数
	ドリブルの基準	長くて/min	180	45~90	120~130
岡部		28~32	170	18~26	115~140
山岡		28~32	170	42~54	140~115
高島		30~36	170	40~58	126~140
高橋		32~36	172	36~58	120~136

表 2 2人ドリブルの場合の脈拍数の変化

選手名	項目	負荷時間 sec	負荷時/min 最高脈拍数	休憩時間 sec	インターバルの終り の/min 脈拍数
岡部		34~44	170	24~34	140
山岡		30~40	170	50~62	120~140
高島		36~42	172	46~64	122~136
高橋		34~44	174	42~60	120~138

1,2 のようである。

Reindell は 100m を 14~16sec, 200m を 30~34 sec, 300m を 46~49sec ぐらいで走るとき最高脈拍数は 180 になるといっている。ホッケー選手は 50ヤードまたは 60ヤードを往復するだけで脈拍数が 170 に上昇するがこれはスティックをもち前かがみの姿勢で走りボールをうつので、運動強度が高く脈拍数が多くなるものと思われる。

4. 考 察

心電図における運動負荷の影響は 1942 年に Master が循環効率の理論を応用して、Two Step Test による方法によって検討して以来現在まで多くの研究が行われてきた。

近年になって無線技術の進歩にともなって、無線搬送による心電図記録すなわち Radiotelemetry が可能となってきた。

岡、北村などはスポーツ医学に telemetry を導入したが、スポーツトレーニングに応用するまでには至らなかった。

ところで、あらゆる競技において重要な基礎体力である全身持久性すなわち心肺機能のトレーニング法を自己流ながら開発したのは Zatopek であった。

彼は 1950 年代の長距離走界を征服した。そしてこのインターバルトレーニングを学問的に体系づけたのは Reindell および Gelschler であった。

Reindell は Interval training の効果を得るため interval (負荷期に対して) の長さを定める生理的基礎について次のように考えた。

酸素脈 (毎分酸素摂取量/毎分脈拍数) は 100~200m の負荷走のあとの interval で 1 番高くなる。

そしてこの効果は脈拍数が 120~130 のときに最も高くなる。したがって、interval は脈拍数が 120~130 になるまでの長さでなくてはならない。多くの選手ではこの interval は 45~90sec である。

また適切なスピードは負荷期直後の脈拍数が 180 に達する強さのものである。

interval で酸素脈が大きくなるのは、心拍出量の大きいことであり、これは心臓容積増加のため

の有力な原因である。

負荷期が 400m よりも長くなると、毎分酸素摂取量の山が負荷期間にくるので、インターバルで心臓への適度の刺激が得られなくなる。

また、負荷期に相当に高いスピードを出すと、筋力および局所の筋持久性を発達させることができると述べている。

なお Reindell は心臓カテール法によって心拍出量の測定を行なったが、これによると負荷時の心拍出量は脈拍数が 120~140 のときに最大であった。彼はこれによってもインターバルの終わりに心拍数が上記の範囲内にあるように負荷をかけねばならないことを確認したのである。

心拍数がインターバルの終わりになっても、なお 150 以上である場合には負荷が強すぎることを示し、反対に 120 を大きく下まわる場合は刺激が閾値以下にすることを示すものであると述べている。

そこで彼はインターバルトレーニングの正しい処方として、次の原則をあげた。

1. 運動の負荷時間は長くて 1 min
2. 脈拍数は 1 min あたり 180 まで高める
3. 休憩時間は 45~90sec
4. インターバル (休憩期) の終りにおける脈拍数は 120~130

Gelschler はあらゆる距離の走者数百名について観察した結果、負荷距離、スピードとインターバルを適当に組合せて刺激を与えると競技者の脈拍数はほとんど常に 180 を示すと述べている。そしてインターバル・トレーニング負荷期の刺激は心臓の拍動数を 180 に高めるものであれば正しく処方されていると考えてよいとしている。

実際に示した彼の調査表では負荷を終えた直後の脈拍数は大多数が脈拍数 164~176 という数字を示し、180 以上というのは 120 名の競技者数 14 名である。

彼の触診による測定では時間的の遅れがあるので、やや脈拍数は少なめにあらわれるものと思われる。

刺激を正しく処方した場合にインターバルの長さは 60sec 以内で充分としたが、これは走者をね

かせておいた場合のことで、インターバルの間に多くの競技者のように、ジョグしつづけると回復は遅くなる。この場合は90~45secかかるとしている。

Gelschler のやり方は被検者に負荷走を課しその後横臥させ心臓に手をあてて触診により脈拍数を5secごとに数えた。彼は来日したときに、このテストに習熟するのに1年を要したと述べている。東京や仙台で日本の走者について実験したときには走者を寝かせて実際に彼が測定をはじめるとまでに5~10secは経過していたし、また熟練するまでは不正確さは免かれ得ない。

彼はこの方法を自讃して、トレーニングの歴史において初めてトレーナーの手によって与えられた正確な数字であり、この数字によってトレーナーは運動場で選手について直接かつ継続的に調整管理できると述べている。

彼らは日本のテレメーターをみて性能のよいに驚いていた。これを用いれば interval training には有力な武器になるわけである。

本研究では、スタート前の4選手の脈拍数は90~110であった。

松井は走運動トレーニングにおいて運動中の心拍数変動について貴重なデータをあげている。

彼の調査によると安静時心拍数はスポーツマンにおいては常人に比べて遅脈を示すことが多いのであるが、走選手は、マラソン・ランナーの中尾選手を除いてスタート前127~171という高い値を示した。

短距離選手ではかなり強いウォーミング・アップを行ない心拍数を120以上くらいに高めておくことが、全力疾走を行なうのに好都合な条件と考えられるとした。

依田選手(女子80m障害に10秒6の1963年度世界新記録を樹立)はスタート位置に入るまでに小きざまな運動をつづけ、脈拍数160前後でスタートしている。

本実験の実施されたのは夏期で気温も32°C前後であり脈拍数も増加の傾向があり1minあたり90~110程度の脈拍数は生理的のものと思われる。

各選手の運動負荷時最高脈拍数は170~174にほ

ぼ一定していた。

松井は全力走の際の心拍数をみるとフィニッシュ時の心拍数は170であり、最大心拍数は運動終了後数secを経て最到達している。そして全力疾走の際上昇する心拍数は短距離ランナーではほぼ200m、中・長距離ランナーでは400mの走距離で最高心拍数に達しそれ以上運動を継続しても心拍数の上昇はみられなかったと述べている。

白井は現在の自転車選手には Reindell のいうように90sec以下のインターバルで負荷末期の心拍数が毎min180になるような運動を数十分間継続することは無理であると述べている。

ホッケー選手はかなりスタミナをもつ選手が多いが、やはり最高脈拍数は180に達しない。松井白井の成績とも併せて考えて日本人のトレーニングの場合180に到達させるのは無理であり、またその必要もないかも知れない。脈拍数180に達した場合180を維持するのは短時間であり、その際は Reindell の行なったように休憩はジョグでなく、横臥させ急速に心臓を回復させる必要がある。

休憩時間は岡部が1人ドリブルの時18~26sec 2人ドリブルのとき24~34secで著しく短かい。その他の選手もやや短かい。

したがって、インターバルの終り、つぎのスタート前の脈拍数も山岡のように140~155の者もあり、インターバルの短かすぎることが考えられる。

その他の者も脈拍数が130以上である。つまりインターバルが短かく、心機能の回復が十分でないうちにスタートしている。ホッケーのように35分のハーフ中に約30回のダッシュを必要とする競技ではインターバルの短かいこともやむを得ない点もあるが、持久力を養成する点からは好ましくない。

以上より1人および2人ドリブルというホッケーの基本動作実施により負荷度インターバルを調整すればとくに走トレーニングなどのインターバル・トレーニングを実施しなくとも負荷度としては適当であることがわかる。

一般合宿中には午前と午後1人ドリブル50~

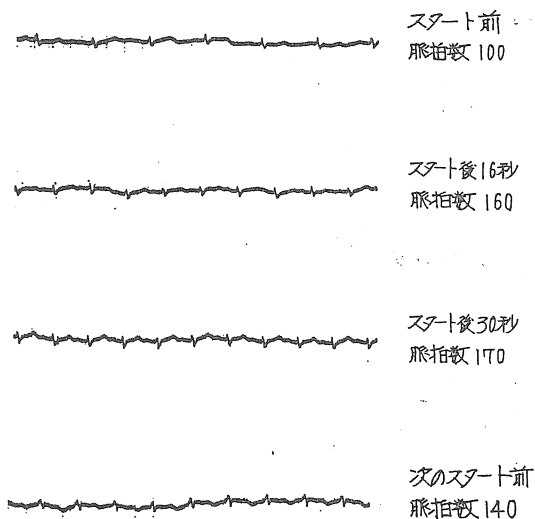
60ヤード1人あたり約10回，2人ドリブル10回，フォーメーションではほぼ同様の負荷が行なわれる。

したがって1日では約60回のくりかえしが実施されるわけである。別にかけて足その他の負荷を実施しなくとも全身性持久力を養成するのに十分な負荷量となるものと考えられる。

白井は自転車競技で持久性を高めることを主目的とする場合には負荷時間 30~60sec，負荷末期の心拍数毎分 170，インターバル時間は 2~2.5 min，スパートする能力を高めることを考慮した場合には負荷時間30sec，負荷末期の心拍数毎分 180，インターバルの時間 3~4 min とするのが合理的であるとしている。

ホッケーの場合はややことなっているわけである。選手個人によって負荷度を調節する必要があるが，一般的にはインターバルを 20sec 前後増加したい。

図 7 山岡選手2人ドリブル時の心電図



5. むすび

東京オリンピック選手候補のホッケー選手4名を被検者として，ホッケー練習の時におこなう1人ドリブル，2人ドリブルの負荷による脈拍の変化をテレメーターにより測定し，負荷時間，負荷時 1min 最高脈拍数，インターバル，インターバ

ルの終りの脈拍数を計測し，Reindell の唱える負荷度の処方と比較した。

そして，この負荷度，インターバルを多少調整することにより，全身性持久力の養成に十分活用できることを確めた。

文 献

- 1) 木村登：働作電流の遠隔描写方式に関する研究，航空医学，2（1~2），2，1944
- 2) 岡芳包他：運動中およびその後の心拍数変動経過について，体力科学，5（1），9 1955
- 3) 岡芳包他：運動中の心電図の短波無線搬送について，体力科学，6（3），98 1956
- 4) 岡芳包他：運動中の心電図の短波無線搬送法について，体力科学，10（1），68，1962
- 5) 北村和夫他：スポーツ心臓，呼吸循環，7（8）80，1959
- 6) 北村和夫他：スポーツ心臓について，臨床内科小児科，16（6），651，1961
- 7) 松井秀治：体育におけるテレメーターの応用新体育，33（7），127，1963
- 8) H. Reindell：インターバル・トレーニング，その生理的基礎，運動量の処方，実際的应用ならびに傷害の可能性について，Olympia, No. 11, 11, 1962
- 9) W. Gelschler：インターバル・トレーニング Olympia, No. 11, 24, 1962
- 10) 横堀栄：全日本ホッケー選手の冬期合宿時における体力推移について，日本体育協会，スポーツ科学研究委員会報告，1962
- 11) 白井伊三郎：自転車競技のインターバルトレーニングに就いて，同上報告，1962
- 12) 松井秀治：心拍数によるトレーニング管理，Olympia No. 20, 2, 1963

×	×
×	×