HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	持久力のトレーニングとテストの実際的研究：本研究の理論的背景
Author(s)	奈良岡, 健三
Citation	北海道大學教育學部紀要, 11, 157-170
Issue Date	1965-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/29019
Type	departmental bulletin paper
File Information	11_P157-170.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

持久力のトレーニングとテストの実際的研究

― 本研究の理論的背景 ―

奈良岡健三

要約

われわれは持久力のトレーニング及びテスト法について，昭和36年から現在まで，陸上競技・スキー・スケート・バドミントン等の選手並びに，一般非鍛錬者につきトレーニングの臨床的指導やテストをして，どうすれば持久力が高められ，測定できるかを研究してきた。

実際的持久力トレーニングとテストの研究テーマは〝年少者（中学生）の競歩〟〝全日本スキー大会レースにおける持久力テスト〟〝バドミントンゲーム中の Telemetering〟〝低温室中の持久運動〟〝長距離走の Telemetering〟〝大学正課体育における持久力トレーニングとテスト〟〝女子学生の踏み台テストと持久歩走運動〟〝スピード・スケートの持久力テスト〟等で実際的にも幾ばくかの成果を得た。

今回は前編としてその理論的背景をなす持久力の原理解明と，われわれが始めて構成したテスト法について報告し，実際的研究成果については後編に詳細報告する。尚主なる研究機器はテレメーター・心電計・無線心拍数計等である。

目次

一. 序　論
二. 持久力の意義
三. 持久力のテスト
　1. 持久力テストの方法とその原理
　2. 持久力テストの一般的方法と機能検査
四. 持久力トレーニング
　1. 持久力トレーニングの生理学的側面
　2. 持久性トレーニング法の基準原則
　3. 持久性トレーニングの方法
　（A） インターバル・トレーニング法
　（B） ファルトレク・トレーニング法
　（C） マラソン・トレーニング法
　（D） 分割トレーニング法
　（E） サーキット・トレーニング法
　（F） 持久性における混合トレーニングの重要性
五. 本研究のため構成した持久性判定の新テスト法
　1. 新テスト法設定の科学的基礎
　2. 本研究で構成したテスト法の内容
　（1） テストのための運動
　（2） 心拍数の測定
　（3） 持久性指数算出公式
　（4） 指数計算例と判定例
　（5） 本テスト実施上の留意点

一. 序　　論

持久力という身体適性は，スポーツマンであれ，一般非鍛錬者であれ，誰にとってもたいせつなある種の運動能力である。しかしそのトレーニングについては，限られた一部の人にしか行われていない。古い時代から，そして今でも多くの人々には等閑に付されていることは事実である。その理由はいろいろ考えられるが，第1に持久力形成には，持久性運動を実際にしなければ身につかない能力だという事実に根ざしていることであろう。このことはある何かの努力を要する運動をしなければならないことを意味し，人間は生れながらにして苦しみや努力を要することを敬遠するという，本能的なものをもっている。それは疲労がつきまとうからでもある。一般に持久性運動を等閑にする理由は言わば半面の本能的なものと言える。だがしかし，裏を返せばそれは持久力が人間にとって何如に価値ある能力かという認識を欠くことによるものだと言えるのではなかろうか。

人間にとって持久性は何をなし遂げうるか，健康とか人間の力として人間開発に何をもたらすかという自覚，長い人生への前進にとって重要な役割を果していることに対する知識の乏しさ，それよりも持久力に対する無自覚こそは持久力等閑視の第1の原因と言えるだろう。

その無自覚さの中には持久性なるものはいったいどんな体力・適性であるのか，人間の在り方にどんな役割を果すかということの認識の欠如，それにもっと単純には持久力という体力はスポーツ選手だけが持てばよい能力で，自分には無縁であると考えているところに等閑視の理由があると言える。

第2の等閑視要因は，持久力をトレーニングする際に起る心身に与える負荷・ストレスの処理に，わずらわしさ，苦痛・何がしかの努力が伴なうことであろう。けれども持久性の重要さ，価値の認識より，それに払う犠牲とか努力が，多くの人々にとっては大きい負担だと考えているところにあろう。

第3の要因は，次のような持久力やそのトレーニングに対して持っている謬見――多くはもっともらしいが，肝じんな点で誤まっている――によるものと考えられる。

（1） 持久力のトレーニングは，それを必要とするスポーツ選手だけのものだという考え方。

だが一方人間は健康や実用的な面でも持久性は必要なものだとの意識を反面もっているものである。持久性はスポーツ選手専用の運動適性ではない。

（2） 持久力はたいせつだが，女子にはトレーニングのよい方法はない。女子が持久運動をするのは，たとえそれがどんな方法であろうと無理だとの考え方。

しかし女子こそ持久力を今よりもっと高めなければならない理由がある。女子に持久力をトレーニングする方法はある。（それは後編で示すことにする）

（3） 非鍛錬者が持久性をトレーニングするにはどんな方法がよいのか。科学的処方はどのような程度であればよいのか分っていない。ただ常識的に長時間走ればよいという考え方。

鍛錬者が，より高い持久力を養なうには脚筋を強化し，走る能力を高めるには走トレーニングは最もよいわけだが〝走ること〟だけで100％養われるとは限らない。走ること以外にも持久力を強化する運動がある。

（4） 相当に苦しく，より長い時間苦しい運動に耐え続けることが持久力養成になるのだという考え方。

苦しみに耐える方法は持久力が養える最上の方法ではない。苦痛を与えることなく持久力をトレーニングするのは現代の科学的トレーニング法の一つの特徴でもある。

（5） 難行苦行のみで持久力はトレーニングされるのだという考え方。

持久力は難行苦行でするより，もっと楽にたのしみながら効果をあげる方法もある。難行苦行は不当な疲労や，疲労から過労をまねくような心配が生れる。

（6） 一定の長距離を走るタイムを，練習回数を重ねて行くうちに次第に縮めて行くのが持久力トレーニングの良い方法だときめてかかる考え方。

その方法もトレーニングの1方法とはなるが，これは実際やってみると，生体は物理的・数学的計算通りには適応しないことがわかる。この方法にはいろいろな支障を召く危険があることが同時にわかるだろう。

（7） まず短距離を高いスピードで征服し，そのスピードをもっと長い距離に続けて行くという方法で持久力を獲得する行き方。

この方法も前と同じく，物理的・数学的計算で素人のコーチがよく考える理論である。しかし生理的支障の頻発する方法であることを選手達は知るだろう。

（8） 持久力を必要とするスポーツ種目の大会試合でよい記録を出し，勝つために持久力トレーニングが必要だという考え方。スポーツの持久性は大会試合出場選手だけの特殊能力でないことはすでに述べた。

（9） 持久性のテスト法にはいろいろ種類があるが，どれかそれ一つのみで持久力が分るものだという考え方。

持久力テストは例えばハーバード・ステップ・テストがよいというとそれだけで持久力が分ると考えたり，息耐えがよいというとそのタイムの長さがそれだけで持久力を表わす重要指標だと見るのは早計である。持久力は総合的な生体のある現象であると考えねばならない。従がってテストでは幾つかの持久力要素の組合せられた方法がとられねばならない。しかし同時に一つのテスト法はそれとしての意義があるのだと考えるべきであろう。断片化して持久力の一側面がそのテストで分るのだと考えねばならないということである。

(10) 人間には本来持久性運動を嫌う性質を持っている反面，ある種の持久運動をつねに需め続ける生物的性質をもっている。ある質・量の持久運動をすると娯しみが湧いてくるというもので，これは生体における一つの矛盾だが，この運動欲は生体の本能とも言うべきものである。ところが持久性運動の現実の場では直接的な〝苦しみを味わいたくない〟という精神面だけが先行する。持久運動を娯しみとするといった境地に到達するまでにはかなりの経験が必要である。持久運動を苦痛と感ずる直接的感覚は短時間に経験することであり，間接的に娯しみとなし得る持久性感覚は長期間経験後に持ち得られるものである。

とにかく持久力に対する一般の誤認や無感覚さからは，持久性によって人間が果し得る役割が果し切れず大きな損失を招いている。多くの人間はもっと高い持久性を身につけて，目に見えない今までの損害をとりかえすべきである。

そこで重要になってくるのは，持久性はどのようにしたら効果的に能率的に，獲得できるかということと，持久力の度合を何で確かめるかというテスト法である。

一. 持久力の意義

持久力のトレーニング法やテスト法を研究するに際して重要なことは，人間が活動し作業するとき，持久力はどんな役割を果すものかその意義を明らかにする必要がある。そのためには，持久力とはいったい何であるかをまず明瞭にしておかなければならない。

1. 持久力に関する諸家の知見

はじめに世界のスポーツ科学者たちは持久力をどのように考えているかをさぐってみよう。

1964年10月，東京で開催された国際スポーツ科学会議（略称ＩＣＳＳ）において，クラールは，『持久力という言葉は国によっていろいろ解釈されている。多くの国では平均より長い時間作業を遂行する身体的精神的能力で，換言すれば身体的精神的疲労に対する耐久力である』と定義している。また彼は他の国々の持久力に対する見解を紹介して，〝異ったな環境，例えば過度の温度，低酸素状態などに対する抵抗力である。――ツエムキン（ソ連）――〟フランスでは〝長時間比較的強度の弱い作業を遂行する特質〟という。彼はさらに続けて〝この特質は生理的観点から言うと，低酸素平衡状態に近い状態での作業継続能力〟であり，〝長期的努力に耐えうる精神的特質〟が心理的観点からいわれる持久力である――レクレルク――，これは他の国々では絶体的持久力と呼んでいる。これに対し〝特殊持久力〟あるいは〝テンポ持久力と呼ぶ持久力があり，それはスピード持久力・力の持久力・静的作業の持久力，動的作業の持久力と呼ぶ持久力である，と彼の座長をつとめた〝持久力トレーニングのシンポジウムにおける序説〟で述べている。

ＩＣＳＳ持久力トレーニングのシンポジウムで猪飼道夫氏は『持久力は長時間のストレスに対する身体の能力，即ち質的低下を起さずに長時間一定の活動を続ける身体の能力』と見て，次のような持久力の分類を試みている。持久力を運動に参与する器官から見ると，筋持久力・全身持久力，身体運動の様式から見ると，静的持久力・動的持久力，筋組織の代謝状態からは有気的持久力・無気的持久力，筋運動の機構上では力の持久力・速度の持久力，と４つの観点から分類して，持久性の多様さを明らかにしている。氏はさらに筋持久力の概念において，動的筋持久力は，時間と力の軸からなる平面の作る持久力を〝力の持久力〟時間と速度の軸からなる平面は〝速度の持久力〟力と速度からなる平面は〝筋のパワー〟を作り出す。この三つの概念で運動のスピードと筋持久力を理解すべきであるとしている。

ＩＣＳＳではＬ．Ａラーソンは〝持久力には筋力と循環系の両方あり，筋持久力とは，その仕事に関連がある筋群に荷重が課された時，運動を続行できる能力のことである〟とし，〝呼吸循環系の持久力とは，十分はげしく長時間筋収縮（最大限以下の）を続け，呼吸循環系に負荷を与える能力のことを言い，結局持久性能力には多くの因子があり，その因子の組合せで持久性の内容が特徴づけられるのである〟と言っている。

同会議でＪ．ヨックルは〝長期トレーニングで心臓にある種の順応性をつくりあげ，終局では最大酸素摂取量の増加をもたらす現象を一般的耐久効果 General endurance effect と呼び，酸素供給は機械的エネルギーに転換されねばならないので，骨骼筋系に補充され，筋肉耐久力をつくりあげる。一般的持久力と筋持久力を合せ

て，身体の全持久能 Totale endurance capability となる〟という持久力の考え方をしている。また彼は筋肉耐久能力とは，〝長期間ある負荷とか努力に体が耐え得るという順応性の総べてを言い，

a　血管数の増加による血液量の増加
b　筋肉細胞の生化学的変化
c　高度酸素欠乏と潜在エネルギーの利用によるアチドージスにおける運動能力の保持

という局部的筋持久力の要因について見解を述べている。

2.　持久力の本態に関する要約

持久力に関する各国の解釈のしかた，スポーツ科学者達の知見学説は，前述の通りであるが，これ等の意見を要約してみると，

a　より長時間の作業を遂行する身体的精神的能力
b　身体的精神的疲労に対する耐久力
c　異なる環境・自然現象に対する物理的生理的・精神的抵抗力

が持久力の本態であると言える。しかし持久力は種々の条件・要因・観点から，ある種の類型によって分類してみると，持久力の本性要因をもう少し具体的に理解することができよう。

a　一般持久性・特殊持久性
b　筋持久性・機能持久性・全身持久性
c　無気的持久性・有気的持久性
d　動的持久性・静的持久性
e　力の持久性・スピードの持久性
f　生理的持久性・物理的持久性

という種類に分けることができる。

ところで持久力の意義や類型による分類ができたとしても，持久力の根元要因は何かという本質的なものがつきとめられないと，いろいろな面であいまいな点が残る。

3.　持久力の要因とその構造

持久力を支える本質的要因を明らかにし，身体運動や作業遂行に果す持久力の役割を明確にしておきたい。

持久力は統合的全一的な能力を表わすものであるが，それを支える身体の部分組織器官を需めるならばそれはまず第1に運動や作業をする実体であるところの，筋・神経・呼吸循環系器官である。即ち酸素を摂取し，それを赤血球で全身に運搬する能力こそ持久力を制する根元要因であると言える。次の要因として考えられるのはそれ等の器官組織が営む機能力で，酸素摂取能・代謝能・造血能が，栄養素・酸素・無機質等の物質を得てそれぞれ役割を果し，こうして持久力が産み出される。

第3の持久力要因はそれ等の機能や物質が使われる際

第1表　持久性能力の構造一覧表

持久力の定義	1. より長時間作業を継続する心身の能力 2. 身体的，精神的疲労に対する耐久力 3. 異状環境，自然条件に対する物理的，生理的，心理的な，より長時間の抵抗力		
持久力の分類	類型	種類	内容
	持久力発現の局部・場所・状態	一般持久力 特殊持久力	マラソン・長距離歩走，スキー距離競走等 力の持久力・スピードの持久力
	活動に含まれる体の器官	局所持久力 全身持久力	筋持久力 呼吸循環機能持久力
	運動の様式	静的持久力 動的持久力	筋収縮持続時間，収縮疲労（身体移動の伴なわない運動における持久力） 運動を継続する長時間的持久性（身体移動運動の継続能力）
	エネルギー代謝	有気的代謝 無気的代謝	運動に見合う酸素が補給され，疲労素が処理される持久性 酸素がその運動に供給されない状態での運動継続能力
	筋運動の機構	力の持久力 スピードの持久力	筋力×時間でつくりだす持久力 運動スピード×時間でつくりだす持久力
	身体運動の機構	物理的持久力 生理的持久力 心理的持久力	スピード・筋力・タイムで計測できる持久性 筋力，呼吸・循環機能の状態で形成される持久性（生体機能持久性） 精神作用が支える持久性
持久力の要因	身体の部分的要因	器官	機能 / 効率
	持久性の主役をつとめる身体の部分組織	肺臓・心臓・動脈・骨髄・筋肉・神経	呼吸・血圧・心搏・血流量・O_2摂取能・筋力・栄養素・無機質・代謝能・刺激伝導・反応速度 / 運動技術・物理的要因・代謝効率
	持久力の副次的要因	運動適性	
	持久力を支える他の身体適性	パワー・敏捷性・柔軟性・平衡性・瞬発性・巧緻性・器用性	

の物理的生理的効率であろう。そして効率の良否を決定的にする要因はその運動の技術である。単的に言うと運動技術が持久力を大きく左右するということになる。

以上は持久性を支える主役的要因であると考えられるが，持久性のわき役をつとめる他の身体適性要因を無視する訳にはいかない。筋力・パワー・スピード・柔軟性・敏捷性・器用性・平衡性等の諸適性が側面から支えていると考えられる。それ等の適性はまた持久性を基盤として形成されている能力適性でもあると言える。

以上を総括して持久性能力の構造一覧表をつくってみると前表のようになる。

要約すると持久性とは，身体運動や身体的精神的作業において，ある運動速度をより長く継続することができる能力適性である。別な言い表わしかたをすると，筋力的持久性と機能的持久性が協和して生み出す身体適性である。持久力はまずマラソンや長距離走あるいは滑走というような，ある種の長時間運動に必要な能力である。しかし持久力は長時間運動だけに必要な能力ではなく，スピード持久力や筋力の持久力というような種類の運動にも欠くことのできない能力である。つまり疾走や三段跳・ハンマー投にも要求される能力である。持久力とはすべての運動作業を遂行する能力を維持継続することに関連した適性能力である。スタミナもある側面から見れば持久力の一種であると見られる。持久力とは長時間の呼吸循環機能持久性の理念であり，スタミナとは，力の持久性・スピードの持久性を主とする持久力という概念である。

三. 持久力のテスト

1. 持久力テストの方法とその原理

持久力のテスト法にはいろいろな種類と方法がある。テスト法を大きく分けると二つある。第1は実験室的精密測定法である。第2は実際的自然的な運動活動の中に持久力を捉える方法である。

実験室的方法は，運動や作業をある類型の要因部分に分割し，分離断片化してテストする方法である。この方法では信頼度の高い精密値が得られる。しかし即時的実用性は薄く総合的実際場面では利用価値は低いと考えねばならない。なぜなら持久性は統合的な人間の，かなり広く多くの要因分子の総合によって形成されている適性であるからである。

これに対し実際的自然的な運動作業をもってテストする方法は，統合と全体性にうち立てられたテスト法であって全体的持久性の程度をよく捉えることができるだろう。しかしこの方法にも欠けるところがつきまとう。精密さ・確実さ・深さは実験室法には及ばない。

何れにしろ持久性のテストは，予測し，診断し，高い信頼度と客観性と正確性をできるだけ備えた方法でテストすることをもって原則としなければならない。

持久力は前述の通り，一般的には筋持久力と全身持久力とに分けるのが普通である。そして全身持久力を循環系の持久力と言うことがあるが，それ程多くの研究者は心機能検査をもって持久性のテストとしている。持久力を窮局まで追求し，単純な要因で捉えようとするには，酸素補給のメカニズムである心機能検査はやはり持久力を捉えるには全くふさわしいものであるからである。

一般的に体力テストは過去30年間に沢山の方法が考案された。中でも統計的解析という進んだ方法が導入されて一大発展をもたらしている。しかし持久性テストは，他の適性テストとは違い，要因が深く生体現象としての生理的要因に関連するものであるという性質から，統計的手法だけで持久性を捉え判断することができかねる場合がある。

確かに心機能検査は持久性テストに多く用いられる方法であるが，複合・統合された持久性を示すものとして単純な一つの数字だけで判断するのは妥当でない場合もできる。例えば心機能検査として心拍数を測定し，それから導き出した指数でのみ判断しようとするとき，その心拍数が，心理作用の差から違った値を示す場合がある。こんな場合は持久力を示す心機能検査としての心拍数測定は不適当という判断を下さないわけにはいかなくなる。しかし心拍数測定による持久性判定は重要な意義を失なうものではない。心臓循環系テストが古くから持久力テスト法として採用されている理由は

① 心臓循環系テストは疲労の徴候とその回復状態を知るのに役立つ
② 心筋に及ぼす影響から運動の質を評価することができる
③ 運動作業の強度を判定することができる
④ 変化指標を点数あるいは指数として，C・G・S系単位の何れかまたはその組合せとの比率であらわし，持久性を評価することができる。
⑤ 実際場面に利用する要因を引き出すことができる

ということからである。しかし問題は持久性テストにおいては，総べての要素を一つのテストに漏らすことなく盛りこむことができないところにある。だが更に数種の要因を条件として供えた持久性テスト法が考えられないということはない点に持久性の特殊性があるとも言える。

2. 持久力テストの一般的方法と心機能検査

さて持久力のバッテリーテスト，あるいは特殊テストと呼ばれるものは数多い。野口義之氏は，フォスター・テスト（1914），ミシガン・テスト（1920），タットルの脈搏率テスト（1931），シュナイダー・テスト（1920）等10数種あることを〝運動能力の測定〟で紹介している。

ＩＣＳＳで，Ｉ．Ｆ，プラースは〝身体適性検査の適正化〟で〝持久性テストは3つの要素によって異る〟といって次のように紹介した。

① 脚の屈伸
マルテイン式レッツノフ式——40秒で20回ルッファ式コック式——30秒で30回

② 踏台昇降
マスター式——高さ22cm 1分30秒（リズムは身長・体重差で異る）
シュナィダー式——45cm，15秒，5回
ステップテスト式——50.8cm½秒 4拍子5分

③ 競走・急歩
ライン・レツツノフ第3
レツツノフ式第2

④ 自転車エルゴメーター
Watt で仕事量をあらわす。

⑤ トレッドミル走・歩
スピードと傾斜角度で負荷量規則

（プラースの紹介したのは③までである）

彼は心機能検査を体力検査として取扱うか，生物学的理学的検査として取扱うのが適当かについて論及し〝もし体力検査だけに限れば従来の体力医学的慣習から離れたものになる〟と言い，心機能検査を体力検査として取り扱うことに反対している。〝従来臨床検査では通常脈拍・血圧の測定が多く行われたが，この二つは自律神経の影響を強く受けるもので，心拍出量や心活動を評価するものは得られない〟というものである。

持久力を示す一つの指標として，心機能をあらわす科学的な一現象を捉える方法と，その原理とか要因をとりだすことはなかなか難かしい。医学者は心臓血管が人体における最も重要な機能であるからして，その取扱い方を厳格にして慎重な態度でのぞむべきことを強調する。もっともなことである。

しかし一方スポーツ臨床の側からは，スポーツ現場にまで実験室を持ちこまねば承知できないとするこのようなスポーツ医学の傾向には，かなりの抵抗を感じている向もある。

彼等の言い分はこうである。

あらゆるスポーツマンは医学的要求を充たしてくれるテスト法があろうとなかろうと，トレーニングして持久力を高めつつある。重いダグラスバッグを背負い，走り，ボールを追いかける。烈しい運動後，じっと我慢して心電図を記録した結果だけが，彼等の能力強化の資料とは考えていない。波型がどうのアリトミーやブロックがどうなっているということは医学上の重要問題であっても，正常な心機能を続け，猛訓練で高い能力が養われ，記録を伸ばしつつある選手には，間接的でもどかしいのである。厳格な医学上のテスト結果が彼等の持久性を伸ばしてくれるものとならないと言うのではない。もっとダイナミックな直接的に持久力強化の資料となる何かをもとめているのである。彼等が自分の持久性強化のためにもとめる直接的テストというのは次のようなものである。

① 現状の持久力程度を知るためのテスト
② 適正なトレーニング処方の資料を得るテスト
② トレーニングの種類・質・量の処方改善に資するテスト
④ トレーニングによって，どの種類の身体適性能力がどの程度高められたかを知るテスト
⑤ 専門技能をどのように鍛錬すべきかを定める資料を得るテスト

以上のような効果をもとめる持久力のテスト法には，簡単でしかも労少なく直接的に持久力を高めるようなテスト法というものはない。〝生理学的に明確に基礎づけされ，実施方法が簡明正確，どのようなものにも適用できるといった完全な検査法はない〟とプラースが言っているように，完全な心機能検査法はあり得ないが，できるだけ多くの条件要因を伴なった方法をもとめるところに心機能テストをする意義がある。

種々のテストではいったい何をもって持久力を示す度合と考えているのであろうか。先にあげた脚の屈伸，踏台昇降・歩走・自転車エルゴメーター，トレッドミル走等は心機能検査法としては知られた方法である。この検査でとらえるものは，酸素摂取量，呼吸数，血流量，血圧，心電図（波型）・心拍数とファクターはいろいろである。この中では自然運動の中から持久力をあらわす要因をとりだすテストとして脈拍を測定することが最も多く行われてきた手法である。プラースは脈拍と血圧テストで心拍出量と心活動を評価する値は得られないという。この二つは自律神経系の影響を受けるので信頼できないというのである。しかし心拍数のテストは，持久性を最も自然的な形でその全一性を失わず，実際現場で持久要素をとりだそうとする方法として，よく目的に適う方法であると考えられる。

心機能の1要素を心拍数と見て，身体運動におけるそ

の変化の度合で持久性を判定しようとする時，他のもう一方の重要条件は身体運動の質と仕事量である。従来多くのテスト法ではその仕事量と質を明瞭に規定している。これには多くの問題が残されている。精神・心理的特質までも狭いわく内に閉じこめ，不自然な持久運動を行なってテストすることで，真の持久力が捉えられるかどうかは疑問である。国際体力医学会議においても，心機能テスト規準統一がこの8年来の懸案にもかかわらず失敗しているというが，何故失敗したか，その理由の一つがここに指摘される。

何れにしても持久性テストは，人間の生現象の総合的なテスト法の最もよい例で，このねらいを達成するためには，人間がどのようなメカニズムで生存し活動するものであるかをよく認識したうえ，持久性を捉えるために最も有効な方法でテストを構成しなければならない。

四. 持久力トレーニング

1. 持久性トレーニングの生理学的側面

持久力のトレーニングには種々の方法があるが，どんな効果を期待して行うものであるかは長い間研究されてきた問題である。筋持久力・全身持久力何れでもトレーニングで期待するものは，ある種の適応である。生体に負荷を加えると，負荷に抵抗し，その負荷をはねのけることのできる過剰負担力を次第に増して行く。これが適応であり，練習効果である。トレーニングは生体のこの適応性を期待して行われるのである。筋力トレーニングであれば，最大筋力を基準として〝力〟の負荷をすることで，筋は肥大するという適応が起る。しかし持久性の適応は，小さい負荷で筋収縮回数の多い運動をすることで効果をみるのである。また軽い負荷の連続刺激は，身体内の器官の機能向上という形で，反応し，特に代謝機能・循環機能が向上することで適応し，能力を増して行く。生理的にこの現象を見ると，

a　毛細血管の増加にともない血流量が増加し酸素運搬能力が向上する。（有気的代謝の向上——全身持久性）

b　筋肉細胞の生化学的変化。（無気的代謝の向上——筋持久性）

c　耐酸性能力の向上。（酸素負債能力の向上——機能持久性）

とみることができる。これと同じことをクラールは〝内分泌性及び植物性機能の平衡の変化〟という言葉で表わしている。同じ負荷やストレスに対する反応はトレーニングされたもの程非鍛練者より小さく軽い。また安静時への回復はより早い。トレーニング効果とは以上のような現れを見るものであると言ってよいだろう。血管数・血量流の増加，血圧・心拍数の低減，血液組織の生化学的変化等何れも心機能の変化をあらわす一つの生現象である。持久性のトレーニングはこれ等の生体現象の向上がねらいでもある。

2. 持久性トレーニング法の基準原則

持久性をトレーニングするにはいろいろな方法がある。トレーニングする人によってもその方法は変えられなければならない。

Leclercg によると持久性トレーニング法は

① インターバル・トレーニング
② ファルトレク・トレーニング
③ マラソン・トレーニング
④ 分割トレーニング

という4つの方法があるというが，最近の主張では，持久力トレーニングの最良の方法は，それ等の混合法にあると言われている。持久力の向上には，健康のため重な基礎体力としての持久力トレーニングであれ，高く鍛練されたスポーツマンのトレーニングであれ，その人なりの持久力トレーニングでなければならない。

Bagret によると近代トレーニングの法則は次のようなものであるという。

① 反復の法則（1回のトレーニングでくりかえす回数は如何程であればよいか）
② 頻度の法則（1週に何回，1日に何回やったらよいか）
③ 作業分割と強度交代の法則（強さをどの程度にし，緩急度合をどのように挿んで，量質をどのように分けてトレーニングしたらよいか）
④ リズムの法則（スピードとテンポの組み合せをどうするか）

この法則は持久力トレーニングにはその処方をきめる〝型〟を示すものとして重要であろう。トレーニングの法則適用には原理や型より，その個人の能力にふさわしい処方が重要になってくる。それはどんなに原理や型が標準的なものであっても，適用する個人の能力適性には大きい差があるので，その人の能力に即応する処方を誤まったら，トレーニングは劇薬に化する恐れがあるからである。

持久性トレーニングでは次のように，処方の適正度が要求される。

① 運動の種類と様式
② 負荷の質度と量（反復の回数と単位速度）

③ トレーニングの回数と時間
④ 運動分割の単位と強度
⑤ 負荷と休息のリズム・テンポ
⑥ 組み合せの種類・方法・順序・分量

要するに持久力トレーニングの効果能率をあげるには，運動の型態・様式・方法・質・量・テムポ・リズムの処方が適正であることが要求される。

3. 持久性トレーニングの方法

（A） インターバル・トレーニングの方法

スピードと持久力の高い体づくりをするにはインターバル・トレーニングが優れた方法であることを，ザトペックがヘルシンキオリンピックで実証したと言うので注目されるようになった。

この方法は，人体が負荷を加えると過剰防衛をする性質を応用したトレーニング法の典型的なものとして広められた。1943～4年頃，ザトペックのトレーナーであるクレメント・ケルセンブロックが，新らしい長距離走トレーニング法としてやりはじめ，ザトペックに成功せしめたと言われる方法である。これと前後してラインデルとゲルシュラーによって〝フライブルグ法〟と言われ，また〝インターバル・トレーニングの第2の方法〟として有名になった方法がある。

フライブルグ法は，インターバル（休息期）によって循環機能の適応が期待できるという実証から発展したものである。この方法の特徴は，急走が100m～200m，休息期には体を横にして完全休息し，心機能回復を早め，くり返えし回数をより多くしてスピードと持久力育成効果をねらった方法である。

ケルセンブロックの方法は，急走を400m程度にし，インターバルは不完全休息といって緩走しながら回復を待ち，次の負荷急走に入ってトレーニングするものである。

インターバル法が確立したと見られるのは1960年頃で現在では100m～200mの短距離インターバル・トレーニングは目的によくかなわない方法と見られ，用いられなくなっている。

インターバル・トレーニングは4つの要素をもっている。

① くり返えして負荷される1回の負荷量（負荷走のばあい疾走距離が負荷量）
② 休息的軽負荷運動時間（動的休息の時間，休息緩走時間）
③ 負荷の質度（走ではペース，疾走タイム）
④ 負荷のくりかえし回数（疾走回数）

この4つの要素を適正に処方して行われるのがインターバル・トレーニングである。

インターバル・トレーニングの処方に利用されるのは心拍数による管理である。普通成人男子鍛練者では負荷時心拍数180/min，動的回復時に140～120/min台まで回復するようにする。心拍数は個人差が大きい。くり返えし回数は3回以上30回程度，休息時間は60秒から90秒程度，負荷ペースはトレーニングするものの適性の程度に応じてきめる。

こうしてインターバル・トレーニングは脚筋持久力・スピード持久力を高め循環機能効率をあげて行くトレーニングとなるのである。インターバル・トレーニングの利点は，

○練習が短かい時間で効果をあげる。
○負荷処方が正確にできること。
○長距離継続走に比しより強い刺激を脚筋に与える。

インターバル・トレーニング法の特徴を要約すれば，心臓循環器官の拡張を図り，血流量を多くして持久性をよくするというのが，ねらいである。

（B） フアルトレク・トレニーグ法

持久力とスピードと脚力をつける方法としてファルトレク法という方法がある。これはホルメル Holmer（スエーデン・オリンピックコーチ）がはじめた方法である。

この方法は弾力性のある野外を楽しく自由に走り回っているうちに，スピードと持久性を養なって行くというもので，Running play 法とも言われている。トレーニングは次の要領で1時間から約2時間程練習する。

① 気楽に走る（緩走する）約5分（ウォームアップとして）
② 変化のない相当なスピード走。1 *km*～2 *km*。
③ 急歩する（約5分）
④ 50m～60mを時々ウインド・スプリント（快速疾走）する。これを少し疲労する程度やる。
⑤ 時々3歩か4歩す速く足を運ぶ（レース途中相手を抜くような）
⑥ 全力で坂を上る150m～200m
⑦ ⑥に続いて1分間ばかり速いペースで走る。
⑧ ⑥～⑦は週に2回程とり入れる。

というもので，柔らかい走路を選んで練習し，固い所には枯草やオガ屑などを敷いて，脚のバネを養ない，楽しく疲労を感じない程度に練習する注意が必要である。

〝疲労するようだったら1時間でできることを2時間にのばせ，精神の疲労もするからゆっくり走って鳥のさえずりを聞き，時には歩いてリラックスせよ〟と創始者のホルメルは言うのである。

ファルトレク法にはインターバル・トレーニングの要素が多分に見られる。この方法は楽しく疲労少くスピードと持久力を養なうというものであるが，能力を最高度にのばすには，まだ不満足な点もある。それは他の持久力育成法で補なう必要があろう。

ファルトレク法は次に述べるマラソン・トレーニングの要素も多分に含んでいる。またこの方法はオーストラリアのセルッティーによって独自の指導が行われ，ロン・クラークがこの方法で成功しているといわれている。クラークはオリンピック東京大会では1万㍍3着，マラソン9着であったが，東京五輪（1964，10月）以後，5000m以上の長距離走に次々と世界記録を改め，優れたトレーニング法であることを実証している。

今ではニュージーランドもこの方法の流れをくむ，しかし独自のトレーニング法で大きな成功を収めている。それはリディアードという名コーチによって，ハルバーグ・ベィーリー・マギー等世界的長距離走者が輩出しているし，日本の長距離界もこの指導を受け成功を収めつつある。

（C） マラソントレーニング法

マラソントレーニングとは，長時間，長距離の持続運動（走）による持久性トレーニングを意味する。この方法で養なわれるのはおもに全身持久性で，次いで養われるのはスピードである。量を要素とするトレーニング法である。生理的には血流量を増し，循環機能の適応性向上がねらいである。

18世紀終末頃イギリスでは野外殊に山陵地帯で長距離走と行軍を盛んに行なって訓練した。19世紀末にはアメリカがこのマラソン法に快速走トレーニングを加えて効果をあげた。このようなトレーニング法をトニーネットは〝古典的トレーニング法〟と呼んでいる。1900年の初期には欧州各国にも広まり，フインランドの名選手コーレマイネンやヌルミ，リトラなどがこのトレーニング法で世界的に名声をはせた。

古典的方法が新らしいインターバル法の普及するにつれて一たん影をひそめたが，1960年頃インターバル法が確立し，長距離インターバル法が持久性適応に用いられるようになってから，再びこの方法が脚光を浴びるようになった。マラソン法にはマラソン法としての特徴があるからである。しかし最近用いられているマラソン法は，トニー・ネットがいう〝古典的〟方法そのままではない。最近になって野外持続走中心のトレーニングで実績をあげているのはいわゆる〝リディーアード方式〟である。この方法は単に持続走トレーニングとは言えないが，明らかにゲルシュラーやラインデルのインターバル法とは対照的な方法である。この方式ではまずトレーニング期が設けられ，その各々のトレーニング期においてそれぞれ特徴あるトレーニングが行われる。

① 過渡期――積極的休息の期間（2，3週）1週のうち6日は1日1時間の持続走（速度は1㎞4分20秒程度）7日目は2時間半の持続走

② クロスカントリー期――1日15㎞～25㎞の山野トレーニング期（16週間）ぬかるみ，砂地・水溜のある原野を走り回るのである。

③ マラソン・トレーニング期――（14週）1日16㎞～24㎞のロードレースに参加し，トラックで持久走する。1週間に合計160㎞を，1㎞4分20秒のスピードでマラソントレーニングする。

④ 原野走トレーニング期――6週間，上り下り起伏の激しい原野を，上りは股を高く上げて走り，下りはブレーキをかけないで，つま先で着地して走る。日曜には2時間～2時間半緩走マラソン。

⑤ ロード走トレーニング期――4週間，スピードのあるロードの持続走をする。ときどきインターバルスプリントをやる。距離は毎日約13㎞。

距 ⑥トラック走トレーニング期――12週トラック走をしてスピードを増し臨戦体勢を整える。この時の走距離は種目毎にちがってくる。

以上のうち，マラソントレーニング期の1週間トレニング内容は次のようなものである。

曜日	距離	時間	トレーニング場所
月	16㎞	60分	山野・ロード
火	24㎞	90分	山野・ロード
水	19㎞	75分	山野・ロード
木	29㎞	105～120分	山野・ロード
金	16㎞	60分	平野
土	32～42㎞	3時間	平野緩走
日	24㎞	80～90分	平地緩走

マラソントレーニングの特色は長い距離を楽に走り，有気的代謝機能の向上による，全身持久力の適応を促進し，エネルギー消費効率を高めることにある。距離は1日平均20㎞，時間は1時間20分前後。

（D） 分割トレーニング法

分割トレーニングとは1種の〝分習法〟である。例えば10000m競走において，連続して1回で走るとき30分で走破できないがこれを2000m×5に分割し，各回に休息を入れてトレーニングすれば，各回を6分ずつで楽に行ける。こうして短かい距離に分割してペースをのみこみ，休息で回復を図りトレーニングして行くうちに全体を通しても30分で走れるようになる。

インターバル・トレーニングも一種の分割トレーニングである。ザトペックがヘルシンキオリンピックで3種目優勝したときのインターバル・トレーニングは負荷走を400mとしたというが，そのタイムは90秒～120秒で全く緩慢なものであった。これは生理的にはマラソントレーニングと考えられる。

分割トレーニングで問題になるのは〝量〟と〝質〟である。質の高い走，つまりスピードのあるトレーニングは，敏速な持久走，スプリント走・テンポ走の分割トレーニング法であり，量に重点をおいたトレーニングは，より緩慢で長い距離の分割持久走トレーニングだと言える。

一般に持久性種目のスポーツではスピード持久力の重要性が強調されつつある。しかし最近の我が国スポーツ界では，スピードの重要性を強調するの余り，スピード持久性を無視して単なるスピード追求に終るトレーニングに終止している傾向が見られる。〝質か量か〟と問われたと思いこみ，質の獲得に夢中で量を忘れたトレーニングをする。持久性の本質的素因は〝量〟である。現在のスポーツが要求しているものは〝スピード持久力〟であり，〝質か量か〟でなくて〝質と量〟を要求しているのである。

分割トレーニングの第1のねらいは，質度の高い持久力――つまりスピード持久力と筋持久力の獲得にある。理論的に分割トレーニング法の理想型を要望するとしたら，現代の持久性スポーツで望まれる要素を供えているはずだと言える。それは分割トレーニング法は質と量をもとめるトレーニング法であるからだと説明できる。しかし事実は純理論的に効果はあがらない。全距離を分割して何分の1かの少い距離によい記録を出し，その何倍かの全距離にその記録の割で押し通そうとする。ここに分割トレーニングの危険が潜んでいる，と考えられるのである。

（E） サーキット・トレーニング

サーキット・トレーニングはオールラウンドの体づくりの一方法で，身体適性でいうと筋肉系と呼吸循環系の能力を向上し，体力では筋力，筋持久力，全身持久力をトレーニングするものである。

このトレーニング法は1952年R．E．モーガン，G．T．アダムソンが，一般学生の体力向上の一方法としてやりはじめたものである。非鍛練学生にも個々の適性水準に即応した効果をもたらすようなトレーニング法としたいと考え，いろいろな実験テストを加えて構成したものであるという。このトレーニング法は鍛練者にとってもより高度の持久性引きあげのため実施すると効果のあがるものであることも実証されている。

サーキット・トレーニングの特徴は，

① 筋・循環呼吸系適性の発達を目的とする。
② 漸増的負荷の原理を適用する。
③ それぞれの運動種目を定められた配分で行ないながら，また自分の進行状態を計時しつつ連続して配列された運動種目のサーキットをする。
④ 多数のものが同時に自分相応の能力でトレーニングする。

というものである。このトレーニングの原理は個人的なものであり，生理学的なものに根拠をおいている。

トレーニングの運動種目は解剖学的に

① 腕と肩の運動
振り，ひっぱり，押しあげ，腕あげ
② 腹の運動
③ 背の運動
④ 脚と全身の運動
⑤ 複合運動

の5種目に分類される。

サーキット・トレーニングは特定の適性の向上よりも，一般的なオールラウンドの適性の向上をねらったものである。それ故このトレーニングをテストや競技的取扱いをしてはならないこと。正確に力に応じたトレーニングができるようにしなければならないこと。以上のようなことに注意してトレーニングすると，トレーニング期間中には能力が向上することが自覚できるようになる。トレーニングを休むともとにもどってしまう。

（F） 持久性における混合トレーニングの重要性

持久性を支える能力は，全身持久力・筋持久力・神経と筋の協調性・脚筋力であるから，個人がスポーツのためにか健康のためにか，持久性を獲得しようとするには，この4つをトレーニングしなければならない。そしてこの4つを同時に満足せしめる効果的トレーニング法は，単一のトレーニング法としてはない。要するにいろいろな特徴あるトレーニング法を組み合せてする混合トレーニング法によるほかはない。

筋トレーニング法には種々な方法があって詳細な説明が必要であるが，ここでは省略するとして，持久性を支える筋力増加の方法としては，静的に行なう等尺性筋収縮トレーニングと，動的にする等張性筋収縮トレーニングとがある。等尺性トレーニングはスポーツ能力の弱点を強化することに適しており，等張性トレーニングは動的に行なうものでパワーを高めるに適している。W．ゲルシュラーは『筋力トレーニングと，走トレーニングは同じ日にやっても無理はなく矛盾しない』と言ってい

る。同じ日に筋トレーニングと走トレーニングしても効果はあるというのである。前述したようにインターバルトレーニングにおいては筋持久力と全身持久力が同時に強められるが，生理的には心臓を拡大し，一時に多量の酸素を摂取する能力を増すトレーニング法であって，言わば短期間に持久性養成効果をあげる方法として特徴がある。しかし100m・200mの短距離インターバル法は過去のものとして今は通用しない。

マラソン・トレーニングは長時間運動に耐え，疲労する過程に対する抵抗力を増加するという全身持久力向上に特徴をもっている。

ファルトレク法やクロスカントリー法は，トレーニング場所とか自然的・物理的環境条件を考慮したトレーニング法で，心理的・運動力学的方面からトレーニング効果を期待できる。分割トレーニングには長所がある。今日世界の中長距離走トレーニングでは，単一トレーニング法で万能という方法はない。用いられる最良の方法は〝混合トレーニング法〟より以外にはないと考えられるに至っている。ファルトレク法を中心とするスエーデン様式，持久走中心のリディアード方式何れも単純な一つの要素を強化する単一トレーニング法ではなくて，いろいろなトレーニング法の特徴を活用し組み合せて構成された〝混合的トレーニング法〟である。

（a） インターバル・トレーニング（長距離——400m～600m）

（b） 持続走トレーニング

（c） テンポ走トレーニング（100m～200mを完全休息か動的休息をはさんで反復するもの。坂の上り下り，砂地等の練習を含んでいる。

（d） スプリント・トレーニング。

（C） ファルトレク・トレーニング。

等の混用法が効果的であるとされている。

① 筋組織により多くの毛細血管を造成し全身の生体現象として，効率の高い運動技能と平行して，持久性形成のために緩速の持久走を採用。

② 心臓拡大をねらって心拍数が135～165になるような長距離インターバルトレーニング，緩急とり混ぜた持久走とファルトレク法の混用。

③ スピード持久力向上のため，種々のテンポ走，インターバル・テンポ走，丘陵地，砂地，芝生走，インターバル・スプリント走

などのように種々組合せトレーニングすることこそ持久性発展の要点であると言える。〝適正な混用〟の探求が高度持久性向上の鍵である。

五. 本研究のため構成した持久性判定の新テスト法

1. 新テスト法設定の科学的基礎

持久性の一般的テストについては，テストの項において述べたのでここでは省略する。

昭和37年から〝持久力のトレーニングとテスト〟について研究を行なうことにしたわれわれは，そのテストとして当初，運動後の心拍数を測定し，時間との比率を示す指数をもって持久性判定の方法とするハーバード・ステップ・テスト——H・S・T——を採用し，比較標準の尺度としていた。

H・S・T研究には〝鍛練者のHST指数と持久走タイムとの比較〟〝HST台の高さとステップ時間〟〝女子の踏台テスト〟〝持久性運動の前後におけるHST〟〝低温（−15℃）中のHST〟等についてテストしてみたものである。これ等のテスト結果を一括して簡明に述べると，高鍛練者（スキー距離競走選手）のHST指数と実際の持久走タイム成績とは相関が低く有意差は認められなかった。非鍛練者（特に女子）には，キネシオロジー的に無理と思われるものがあったこと。これ等を考え合せてみるとHSTは持久性テスト法として，仕事量を物理的に規定したもので，被験者の精神心理的作用が入りこむ隙を与えないものであること。その上被験者のもっている身体適性にそぐわない運動が半強制的に行われるテスト法だということなどがわかった。これは人間の全体的生現象を，固く規制した物理的枠内でのみ測ろうとする点にHST法の不完全さがあると考えられるに至った。つまりHSTの欠点は持久性要素のある部分を枠内に入れないし，また枠内から出ないように遮断したところにあると考えられた。踏み台テスト法は台の高さとステップ時間の短縮ということで規制した枠を拡大したものとなったが，依然として生命の全体的はたらきを分断した実験室でとらえようとすることは変っていない。

しかしステップテストの長所は方法的なものと，その心機能を心拍数で捉えようとするその原理とである。生命の活動を物理的枠内に閉じこめたという欠点は同時に仕事量をはっきり規制したという長所でもある。このことは止むを得ない不完全さと言うべきかも知れない。

以上のような見解からわれわれは，テストを単なるテストとせずテストとして使用する持久性運動を規定しない自然のままの運動とし，その運動は量質ともに被験者の自由意志によってきめられることにして，持久力を測れるようなテストを構成することにした。

それで方法原理として，心拍数測定をそのままの形とし，テストのための持久運動は身体移動運動とするが量・質（距離・タイム・スピード）を規制しない。したがってその持久性運動はわれわれが日常自然的に行なっている型のものであること。そうなると歩・走・滑走・泳という型の身体運動が好適であると考えられ，かつこれらの運動の性質上，テストそれ自身が持久性のトレーニングともなり得るテスト法になるというものである。無論鍛練者・非鍛練者の別なく適用できるものであり，テストに用いる運動はトレーニングでも試合・ゲームどのような状態でも身体移動の運動であればよいのである。

2. 本研究で構成したテスト法の内容

（1） テストのための運動は，歩・走・スキー滑走・スケート滑走とし，量としての距離は1㎞以上とするが，原則としては任意である。スピードは任意で，運動時間も規定標準を設けない。しかし運動距離とタイムは明確に記録し，指数算出の要素とする。

（2） 心拍数の測定

心拍数は安静脈――朝及び前値――を測ること。運動後1分間休息し，1分後～1分30秒迄，30秒休息し，2分～2分30秒，30秒休息，3分～3分30秒迄，3回脈拍を測る。これは本測定の基本要素である。

（3） 持久性指数算出公式

① 心拍率（P．R）$=\dfrac{100\ (3分の秒数)}{2\ (3回の心拍数合計)}$

② 持久率（E．R）$=\dfrac{100\ (持久運時間～秒数)}{(心拍率)(持久運動数㎞)}$

③ 回復率(R．R朝)$=\dfrac{100\ (心拍率)}{朝の安静心拍率}$

④ 回復率(R．R前)$=\dfrac{100\ (心拍率)}{前値安静心拍率}$

P．Rとは持久運動後の心拍数の時間（脈拍を測った秒数）に対する百分比である。

E．Rとは1㎞平均の心拍率に対する持久運動時間（秒数）の百分比である。

R．R朝とは，朝の安静心拍率に対する運動後の心拍率の百分比で，R．R前値とは，運動前の安静心拍率に対する運動後の心拍率の百分比である。

この公式によって算出した指数で持久性を判定するには，全体的に3種の指数の釣り合いと持久運動のタイム成績を総合して判断する訳であるがP．RとR．R指数は，その指数を正比例的に持久性（全身持久性）を判断し，E．Rは指数に反比例して持久性の程度を判断するのである。ただし極度の疲労のため著るしく心拍数が減少することがあり，また適当な努力を欠いた場合，その他の条件を抱括して考慮判定するものである。

（4） 指数計算例と判定例

非鍛練者男子1500m急歩タイム9分25秒，朝脈搏62/min，前値心搏80/min運動後，1′～3′30″までの3回の心搏数は，62，54，50であったと仮定する。

P．$R=\dfrac{180\times100}{2\ (62+54+50)}=54.2$

E．$R=\dfrac{565\times100}{54.2\times1.5}=695$

R．R朝$=\dfrac{54.2\times100}{96.8}=57.0$

R．R前$=\dfrac{54\cdot2\times100}{75.0}=72.3$

―判　定―

テストは苦痛なく相当な努力で略々快適な状態で行なわれたことを示している。非鍛練者の持久性としては正常なバランスのとれた指数である。

これは適正なトレーニングによって持久力は快調に，向上できる基礎能力が備わっていることを示す。

（5） 本テスト実施上の留意点

このテストに当っては，鍛練者については問題ないとしても，非鍛練者については次のように注意して実施することにした。

① 既往症者，特に心臓・腎臓・肝臓・呼吸器等の重要器官の疾患者であったものは，回復程度，医師の指導中か否か等を聞き，中止を命じたり，リハビリテーション期間によって実施するか否かをきめる。

② 前値安静脈100/min以上のものは原則として実施せしめないようにし，90～100/minのものは無理をしないよう特に注意して実施する。

㊂ テスト運動のスピードとタイムは各被験者の任意とし，距離は実験者の方で明示しておくことにする。

④ 脈搏の測定は自己触診ができるよう数回練習（前値心拍数を測定せしめて訓練）指導する。これは運動時に自己の心拍数の変化と努力程度との関係を自覚せしめ，誰でも運動の質量を心拍数で調整管理することができるようにするためである。よく測れないもの（例えば中学生）馴れないため不正確だと見られる者は測定者が測ってやることにする。

⑤ 非鍛練者には次の2つの注意を与える。

a）極度の疲労・苦痛に陥るような激しい運動をしない。（頑張り過ぎないこと）

b）しかし適度の努力を怠らないこと。（さぼらないこと）

鍛練者には全力か全力に近い努力をするよう。しかしWorn outにならないように注意を与える。

なお付表1，2はそれぞれ〝心拍率〟指数及び安静脈心拍率の指数一覧表で，これによって見れば計算を省略できる。

付表1　心拍率指数一覧表

1′～1′30″
2′～2′30″
3′～3′30″　合計心拍数

心拍数——指数	心拍数——指数	心拍数——指数	心拍数——指数	心拍数——指数
60 —— 150.0	100 —— 90.0	140 —— 64.3	180 —— 50.0	220 —— 40.9
1 —— 147.5	1 —— 89.1	1 —— 63.8	1 —— 49.7	1 —— 40.7
2 —— 145.1	2 —— 88.2	2 —— 63.4	2 —— 49.5	2 —— 40.5
3 —— 142.8	3 —— 87.4	3 —— 62.9	3 —— 49.2	3 —— 40.4
4 —— 140.0	4 —— 86.8	4 —— 62.5	4 —— 48.9	4 —— 40.2
5 —— 138.4	5 —— 85.7	5 —— 62.1	5 —— 48.6	5 —— 40.0
6 —— 136.3	6 —— 84.9	6 —— 61.6	6 —— 48.4	6 —— 39.8
7 —— 134.3	7 —— 84.1	7 —— 61.2	7 —— 48.1	7 —— 39.6
8 —— 132.3	8 —— 83.3	8 —— 60.8	8 —— 47.9	8 —— 39.5
69 —— 130.4	109 —— 82.6	149 —— 60.4	189 —— 47.6	229 —— 39.3
70 —— 128.5	110 —— 81.8	150 —— 60.0	190 —— 47.4	230 —— 39.1
1 —— 126.7	1 —— 81.1	1 —— 59.6	1 —— 47.1	1 —— 39.0
2 —— 125.0	2 —— 80.4	2 —— 59.2	2 —— 46.9	2 —— 38.8
3 —— 123.2	3 —— 79.6	3 —— 58.8	3 —— 46.6	3 —— 38.6
4 —— 121.6	4 —— 78.9	4 —— 58.4	4 —— 46.4	4 —— 38.5
5 —— 120.0	5 —— 78.3	5 —— 58.1	5 —— 46.2	5 —— 38.3
6 —— 118.4	6 —— 77.6	6 —— 57.7	6 —— 45.9	6 —— 38.1
7 —— 116.8	7 —— 76.9	7 —— 57.3	7 —— 45.7	7 —— 38.0
8 —— 115.3	8 —— 76.3	8 —— 57.0	8 —— 45.5	8 —— 37.8
79 —— 113.9	119 —— 75.6	159 —— 56.6	199 —— 45.2	229 —— 37.7
80 —— 112.5	120 —— 75.0	160 —— 56.2	200 —— 45.0	230 —— 37.5
1 —— 111.1	1 —— 74.3	1 —— 55.9	1 —— 44.8	1 —— 37.3
2 —— 109.7	2 —— 73.8	2 —— 55.6	2 —— 44.6	2 —— 37.2
3 —— 108.4	3 —— 73.2	3 —— 55.2	3 —— 44.3	3 —— 37.0
4 —— 107.1	4 —— 72.6	4 —— 54.9	4 —— 44.1	4 —— 36.9
5 —— 105.9	5 —— 72.0	5 —— 54.5	5 —— 43.9	5 —— 36.7
6 —— 104.7	6 —— 71.4	6 —— 54.2	6 —— 43.7	6 —— 36.6
7 —— 103.4	7 —— 70.9	7 —— 53.9	7 —— 43.5	7 —— 36.4
8 —— 102.3	8 —— 70.3	8 —— 53.6	8 —— 43.3	8 —— 36.3
89 —— 101.1	129 —— 69.8	169 —— 53.2	209 —— 43.1	239 —— 36.1
90 —— 100.0	130 —— 69.2	170 —— 52.9	210 —— 42.9	240 —— 36.0
1 —— 98.9	1 —— 68.7	1 —— 52.6	1 —— 42.7	
2 —— 97.8	2 —— 68.2	2 —— 52.8	2 —— 42.5	
3 —— 96.8	3 —— 67.7	3 —— 52.0	3 —— 42.3	
4 —— 95.7	4 —— 67.2	4 —— 51.7	4 —— 42.1	
5 —— 94.7	5 —— 66.7	5 —— 51.4	5 —— 41.9	
6 —— 93.8	6 —— 66.2	6 —— 51.1	6 —— 41.7	
7 —— 92.8	7 —— 65.7	7 —— 50.8	7 —— 41.5	
8 —— 91.8	8 —— 65.2	8 —— 50.6	8 —— 41.3	
99 —— 90.9	139 —— 64.7	179 —— 50.3	219 —— 41.1	

付表2　安静脈心拍率一覧表

心拍数/分——心拍率	心拍数/分——心拍率	心拍数/分——心拍率	心拍数/分——心拍率
35 ——— 171.4	55 ——— 109.1	75 ——— 80.1	95 ——— 63.2
36 ——— 166.7	56 ——— 107.1	76 ——— 78.9	96 ——— 62.5
37 ——— 162.2	57 ——— 105.3	77 ——— 77.9	97 ——— 61.9
38 ——— 157.9	58 ——— 103.4	78 ——— 76.8	98 ——— 61.2
39 ——— 153.8	59 ——— 101.7	79 ——— 75.9	99 ——— 60.6
40 ——— 150.0	60 ——— 100.0	80 ——— 75.0	100 ——— 60.0
41 ——— 146.3	61 ——— 98.4	81 ——— 74.1	101 ——— 59.4
42 ——— 142.9	62 ——— 96.8	82 ——— 73.2	102 ——— 58.8
43 ——— 139.5	63 ——— 95.2	83 ——— 72.3	103 ——— 58.3
44 ——— 135.4	64 ——— 93.8	84 ——— 71.4	104 ——— 57.7
45 ——— 133.3	65 ——— 92.3	85 ——— 70.6	105 ——— 57.1
46 ——— 130.5	66 ——— 90.9	86 ——— 69.8	106 ——— 56.6
47 ——— 127.7	67 ——— 89.6	87 ——— 69.0	107 ——— 56.1
48 ——— 125.0	68 ——— 88.2	88 ——— 68.2	108 ——— 55.6
49 ——— 122.4	69 ——— 87.0	89 ——— 67.4	109 ——— 55.0
50 ——— 120.0	70 ——— 85.7	90 ——— 66.7	110 ——— 54.5
51 ——— 117.6	71 ——— 84.5	91 ——— 65.7	111 ——— 54.1
52 ——— 115.4	72 ——— 83.3	92 ——— 65.2	112 ——— 53.6
53 ——— 113.2	73 ——— 82.2	93 ——— 64.5	113 ——— 53.1
54 ——— 111.1	74 ——— 81.1	94 ——— 63.8	114 ——— 52.6

参考文献

1．猪飼道夫　筋持久力のトレーニング効果，国際スポーツ科学会議シンポジウム論文集
2．J. A. Král　Training for Endurance in Sports　同上
3．I. F. Plas　身体適性検査の適正化，同上
4．H. ラインデル等　中・長距離走者のトレーニングの生物学的基礎，オリンピア No. 25
5．W. ゲルシュラー　中・長距離のトレーニング，陸上競技マガジン，7月号，64
6．トニー・ネット　中・長距離におけるミックス・トレーニング　同上
7．猪飼道夫　スポーツにおける持久力のトレーニング　体育の科学，12月号，1964
8．久内　武　インターバル・トレーニングの原理と方法，体育の科学4月号，1961
9．J．ネッケル　トレーニングによる筋の持久力の向上，陸上競技マガジン2月号，65
10．野口義之　運動能力の測定，不昧堂，昭37
11．金原　勇　科学的コーチングの傾向，保健体育学大系7
12．猪飼道夫　体力の要素について，体育の科学，9月号，1961
13．朝比奈一男　呼吸循環機能と持久力，同上
14．イワン・キーツ　東京オリンピックのマラソンの準備，オリンピア，No. 26，64
15．モーガン・アダムソン：加藤・窪田訳　サーキット・トレーニング，ベースボールマガジン
16．リディーアード　竹中正一郎訳　ベースボールマガジン，昭38