

## 第1章 問題

## 第1節 研究の背景および必要性

## 1) 全身持久性を評価することの必要性

欧米では日常生活における身体的活動量の減少が体力水準の低下を招き、そのことが生活習慣病（成人病）の危険因子になるという仮説のもとに、さまざまな研究がなされてきた。例えば、運動習慣の有無によって健康に関連している体力の水準が決まり、その水準が低いと種々の疾病の引き金になるという概念がAAHPERD（American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance）やACSM（American College of Sports Medicine）などによって提唱されてきた（AAHPERD, 1980; ACSM, 1986）。この概念は、健康関連体力（health-related physical fitness, health-oriented physical fitness）と呼ばれており、全身持久性、筋力、柔軟性、身体組成から構成されるが、全身持久性はその中核をなしている。全身持久性は、一般に長時間にわたって、より高い有酸素性水準で全身的な活動をおこない続ける体力と定義され、呼吸、循環、血液などの酸素運搬系や組織の酸素利用系が総合的に関係する。

これまでの疫学的調査研究によると、身体活動水準と循環器系疾患の罹患率および死亡率やインスリン非依存型糖尿病発症頻度との間には有意な因果関係のあることが示唆されている。さらに、全身持久性の指標である最大酸素摂取量（ $\dot{V}O_{2max}$ ）は、冠動脈性心疾患（Cooper et al., 1976; 村上ら, 1988a, 1988b）、高血圧、心筋梗塞（Morris et al., 1980; Peters et al., 1983）の危険因子および総死亡率（Blair et al., 1989; Paffenbarger et al., 1986）に負の相関を示

すと報告されている。また、一般健常者に比べて全身持久性に優れるランナーやジョガーでは、高比重リポ蛋白コレステロール（HDL）が著しく高く、トリグリセライド（TG）や体脂肪量が少なく、血圧が正常であることも多数報告されている（Adner and castelli, 1980; Heath et al., 1981; Pollock et al., 1974; Tanaka et al., 1990）。つまり、成人における全身持久性は健康および疾病への危険性と密接に関連していることが明らかである。

厚生省（1989）の健康づくりのための運動所要量では、 $\dot{V}O_{2max}$ がある水準以下になると、生活習慣病の危険因子の数が多くなることに着目して、全身持久性の維持目標値を設定し、そこに到達するために必要な運動量を提示している。さらに、ACSM（1995）の指針においても有疾病者をはじめ一般健常者の運動処方では、全身持久性の向上を第一義的な目的とし、有酸素性の運動を処方することが推奨されている。現在のところ、有疾病者を含めた中高年者の運動処方では一般に全身持久性の回復・維持が中心課題とされており、その運動強度は個々の全身持久性に応じて設定されている。

以上のことから、全身持久性の状態を評価することは、（1）心臓脈管系や代謝系の疾病を持つ者に対する運動処方箋を決定するため、（2）これらの疾病を予防するため、（3）活動的で健康的な老後を過ごすため（“Healthy Aging”，“Successful Aging”，“Productive Aging”のため）、あるいは（4）競技スポーツにおいて競技力を向上させるために重要であると考えられる。

## 2) 全身持久性の測定法の問題点

### 1. 全身持久性 ( $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ ) の直接測定の問題点

現在では、心臓血管系（呼吸循環）機能や骨格筋における代謝能力の総合的指標として認められている $\dot{V}O_{2max}$ と無酸素性代謝閾値（anaerobic threshold: AT）に相当する酸素摂取量（ $\dot{V}O_{2AT}$ ）が、全身持久性を代表する妥当基準として認められている（Farrell et al., 1979; McArdle et al., 1981; Taylor et al., 1955）。 $\dot{V}O_{2max}$ は、運動強度を増大しても酸素摂取量（ $\dot{V}O_2$ ）がそれ以上増加しない最高水準、つまり、運動時における心拍出量と動静脈酸素較差の積の上限を意味する。 $\dot{V}O_{2max}$ や $\dot{V}O_{2AT}$ を直接測定するには、多段階漸増負荷テストによって、被検者を疲労困憊に至らしめるなかで呼気ガス諸量や換気量（ $\dot{V}E$ ）を分析する必要がある。しかし、このような直接測定では、高価な機器が必要となり、被検者はかなりの身体的疲労を強いられることになる。目的によっては採血をおこなうことがあり、特殊な技能が要求される。このように直接測定は、簡便性、経済性、マンパワーなどの面で問題を内在するといえる。とくに、中高年者や有疾病者においては安全面への配慮が不可欠となる。したがって、一般の教育機関や公営の健康増進センターや民営のフィットネスクラブなどでの実施は極めて困難である。

### 2. 全身持久性 ( $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ ) の間接測定の問題点

教育現場で広く用いられている全身持久性のフィールドテストとして、まず長距離走パフォーマンステスト（持久走テスト）があげられる。この測定法には広いグラウンドを必要とする問題点があるものの、一度に多くの者を測定できるという実用性に富み、特別な専門的知識や多くの経費を必要としな

い利点がある。わが国では、距離走としては文部省の旧スポーツテストにあった1000 m走と1500 m走が、時間走としては猪飼（1967）の提案した5分間走とCooper（1968）の12分間走がよく用いられる。これまでの報告から、これらの持久走テストの成績が、全身持久性の妥当な評価指標として認められている $\dot{V}O_2\text{max}$ に高く相関することから、個人差の著しい集団の中で個々の全身持久性を測定する場合、持久走テストは有用なフィールドテストであると考えられている。しかし、これまでの持久走テストでは、所定の時間あるいは距離を全力で走り続けなければならないため、被検者にかなりの苦痛が強いられる。したがって、その実施に強い抵抗感を持つ者も少なくない。また、中高年者や有疾病者への実施は危険性が高まるかもしれない。

安全性を優先する立場から、最大下運動時の生理学的反応（心拍数: HR）と仕事量を利用して $\dot{V}O_2\text{max}$ を推定する種々の間接法が従来から考案されている（Åstrand and Ryhming, 1954; Fox, 1973; 信田ら, 1991; Siconolfi et al., 1982）。しかし、最大下運動での仕事量とHRから $\dot{V}O_2\text{max}$ を推定する場合、（1）HRと $\dot{V}O_2$ が直線関係にあり、直線の傾きに個人差が小さいこと、（2）同一年齢の最高心拍数（HR<sub>max</sub>）は一定であること、（3）運動中のHRを正確に測定していること、（4）運動中の負荷を正確に測定していることなどが必要条件となる。しかし、実際には、（1）最大運動に近づくにつれてHRの増加量に比べて $\dot{V}O_2$ の増加量が大きくなること、（2）個々のHR<sub>max</sub>には年齢以外に、洞機能（遺伝）、運動トレーニングなどが影響すること、（3）運動負荷の方法、環境、ベータ遮断薬などの服用の有無、心肺疾患の有無、自律神経疾患の有無など多くの因子が運動時のHRやHR<sub>max</sub>に関与する（ACSM, 1995; Cooper, 1977; Davies, 1968; McArdle et al., 1981; Rowell, 1964; Scharff-Olson et

al., 1992; 田中, 1990; 山地, 1997) . また, 運動中にHRを測定することは必ずしも簡便とはいえないし, 触診法で短時間に測定して倍数を用いる方法では測定誤差も大きい(山地, 1997) .

最大下運動中のHRの反応から $\dot{V}O_{2max}$ を正確に推定するには限界があるため, 仕事量とHRの関係のみならず $\dot{V}O_{2max}$ と関連の深い複数の情報を用いて推定する方法が提案されている(Ebbeling et al., 1991; Metz and Alexander, 1971; Hermiston and Faulkner, 1971) . 複数の情報を用いて推定する方法の特徴は, 個々の身体的特性や年齢, 運動中の生理学的応答など $\dot{V}O_{2max}$ と関連の強い因子が $\dot{V}O_{2max}$ の推定に考慮されていることである. そのため, この方法では, より精度の高い推定が期待できる. しかし, 予測因子の選定いかんによっては,  $\dot{V}O_{2max}$ を直接測定するよりも煩雑な方法となる場合もある.

これまで全身持久性を測定するさまざまな間接法が体力科学・スポーツ医学分野において広く研究されているものの, 未だに信頼されるに足る成果は内外であがっていない. つまり, 現在のところ全身持久性の測定法は, テストの備えるべき諸条件, (1) 安全性(最大努力を必要としない, 心電図がモニタリングできるなど), (2) 簡便性(高度な測定技術を必要としない, 測定にかかり時間がかからないなど), (3) 経済性(高価な機器を必要としないなど), (4) 非観血性(採血を必要としない)などを満たすものでないことから, 今後, これらを満たす推定精度の高い測定法の確立が必要であろう. また, これまでの報告では, 若年成人を対象としたものが多く, 健康の維持・増進や体力の回復・維持を考慮する場合に重要な対象者, 例えば中高年者や有疾病者(高血圧, 糖尿, 高脂血, 肥満)などについての報告は限られている.

## 3) 全身持久性の新しい簡易テストの開発

本研究では、運動プログラムに参加している有疾病者を含む中高年者を主な対象として、“安全性”、“簡便性”、“非観血性”、“経済性”などの最も期待される諸条件を満たす理想的な全身持久性の簡易テストを開発することを目的とした。実際には、Borg (1973) によって考案された運動強度の指標である自覚的運動強度 (ratings of perceived exertion: RPE) に注目し、“RPEによって速度を調節する歩/走テスト”から全身持久性を妥当に測定できるか否かを検討することとした。

RPEは、生体にかかる運動負荷を運動遂行者がどの程度の“きつさ”として感じているのかをフィードバックさせるものであり、特殊な機器は必要でない(最も簡便な運動強度指標)、トレッドミルエルゴメータや自転車エルゴメータを用いたRPEに関する研究によると、RPEと客観的な運動強度の指標である $\dot{V}O_2$ およびHRとの間には、個人内で高い正の相関関係のあることが明らかにされている (Felts et al., 1988; 小野寺と宮下, 1976; Pandolf et al., 1984; Skinner et al., 1973)。このことは、RPEが個人の能力に応じた運動強度を正確に表現できる有効な指標となりえることを示唆するものである。また、運動負荷テストでATが出現するときのRPEは、性、年齢、体力水準の高低に関係なく、RPE11“楽である”～13“ややきつい”であることが明らかにされている (Demello et al., 1987; Seip et al., 1981; Purvis and Cureton, 1981)。このようにRPEは、運動強度の指標として簡便で利用価値の高いことが示唆されていることから、これを利用した全身持久性の簡易テストの開発を試みた。

## 4) 全身持久性の新しい簡易テストの開発にあたる問題点

RPEの長所に対して問題点もいくつかあげられる。RPEは与えられた定量負荷に対する感覚をフィードバックする形であれば妥当な指標であることが、数多くの研究から報告されている（Demello et al., 1987; Felts et al., 1988; 小野寺と宮下, 1976; Pandolf et al., 1984; Seip et al., 1981; Skinner et al., 1973; Purvis and Cureton, 1981）。しかし、RPEのみで運動強度を設定する場合の報告は少ない（Dunbar et al., 1994; 熊谷ら, 1997; Kravitz et al. 1997）。とくに、中高年者を対象とした報告は限られている。したがって、RPEによって各個人に適した強度を設定できるかが問題となる（問題1）。さらにRPEで各個人に適した強度を設定できるか否かを、運動トレーニングや発育・加齢の影響を踏まえて縦断的に検討した報告はみあたらない（問題2）。

一方、新しくテストを開発する場合、テストの妥当性、再現性、客観性がこれまでに開発されてきたテストと比べて優れることが望まれる。つまり具体的には、(1) “個々の体力水準を正確に測定できるか” というテストの妥当性（問題3）、(2) “同一被検者に同一のテストを実施した場合、同一の結果が得られるか” というテストの再現性（問題4）、(3) “異なる研究機関で得られたデータについても（検者や被検者、測定環境が異なっても）、個々の体力水準を正確に測定できるか” という客観性をも含めたテストの妥当性（問題5）に優れることが望まれる。

また、テストの実施が簡便であるだけでなく、評価の方法が実用的でなければならない。本研究で提案する簡易テストでは歩/走行距離が全身持久性の評価指標となる。個々の全身持久性を縦断的に評価する場合は、歩/走行距離による評価でも十分実用的である（簡便でわかりやすい評価指標である）。

しかし、ほかの方法との比較や全身持久性の一般的な評価基準を参照する場合、歩/走行距離のみでは実用性に欠ける。つまり、一般に利用される標準的な指標に変換できることがより望ましい（問題6）。



第2節 研究課題

“RPEによって速度を調節する歩/走テスト”を提案し、全身持久性の簡易テストとしての有用性を詳細に検討するために、前述した問題に即して6つの研究課題を設定した（図1）。

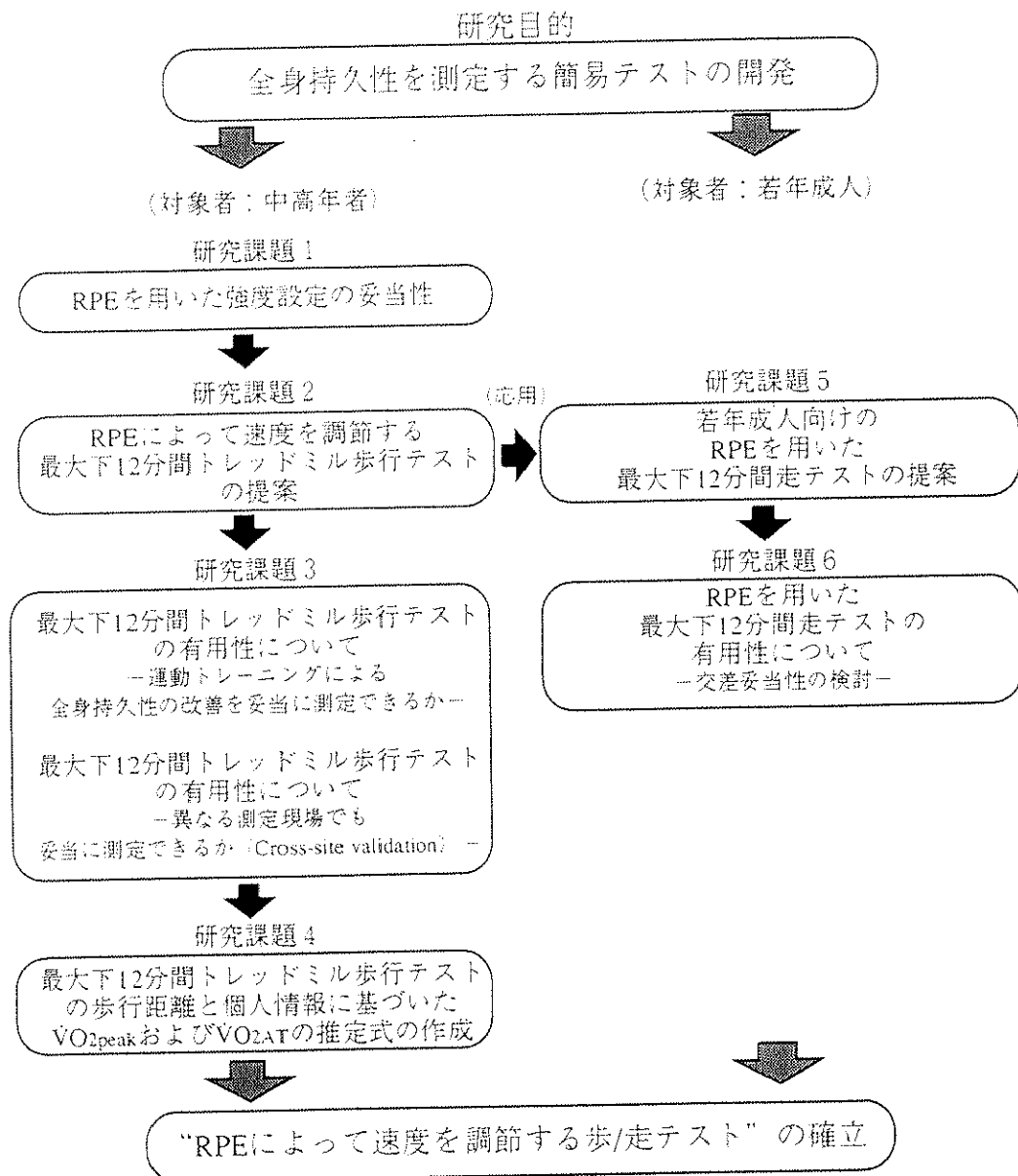


図1 研究課題一覧（検討の手順）

## 研究課題1（問題1）

研究課題1では、RPEが運動強度を設定するための指標として有用であることを明らかにするために、中高年者を対象として、RPEによって各個人に適した運動強度を設定できるか否かを検討した。

## 研究課題2（問題3、4）

研究課題2では、研究課題1の成果を基に、中高年者を対象とした新しい全身持久性の簡易テスト“RPEによって速度を調節する最大下12分間トレッドミル歩行テスト”を提案し、その妥当性、再現性を検討した。また、本テスト中の運動強度について、客観的な生理学的指標を用いて検討した。

## 研究課題3（問題2、5）

研究課題3では、研究課題2に引き続き、テストの妥当性を詳細に検討することとした。研究課題3-1（問題2）では、運動トレーニングに伴う全身持久性の改善と12分間トレッドミル歩行テストの成績の変化との関連性を明らかにすることによって、本テストの妥当性を個人内での縦断的側面から検討した（縦断的検討）。また、研究課題3-2（問題5）では、被検者あるいは検者が異なっても（異なる研究機関で得られたデータを解析しても）、本テストによって全身持久性を妥当に測定できるかという客観性をも含んだテストの妥当性について検討した（cross-site validation）。

## 研究課題4（問題6）

研究課題4では、現在のところ全身持久性の評価指標として国際的に認められている $\dot{V}O_{2\max}$ あるいは $\dot{V}O_{2AT}$ を、本テストの測定項目である歩行距離から推定する式の作成を試みた。推定式の精度を高めるため歩行距離のみならず簡便に得られる個人情報に含めて推定式を作成した。

## 研究課題5（問題3、6）

研究課題1～4は、全身持久性の簡易テストの開発が望まれる最も重要な対象者となる中高年者に焦点をあてた。研究課題5では、この対象者以外の若年成人を対象とした場合の簡易テストを提案する。体力水準の高い若年成人の場合、歩行では個々の心肺機能の働きを所定のレベルまで追い込むことが困難であること、あえて心電図などのチェックが必要でなければフィールドでのテストの方が簡便に多くの人数を測定できることを考慮し、研究課題1～4で提案した12分間トレッドミル歩行テストをフィールドでの走テストに応用したものである。研究課題2と並行して、若年成人を対象としたフィールドでの最大下12分間走テストの妥当性を検討し、 $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ の推定式の作成を試みた。

## 研究課題6（問題2、4）

研究課題3と並行して、研究課題5で提案した最大下12分間走テストの妥当性をより詳細に検討した。研究課題5で未検討であったテストの再現性および運動トレーニングを絡めた縦断的データからテストの妥当性を検討した。さらに、研究課題5で作成した $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ の推定式の交差妥当性を検討した。

### 第3節 研究の意義

本研究では、研究課題1～6を遂行することで、新しい全身持久性の簡易テストを確立する。この研究の完遂によって（全身持久性の簡易テストの確立が）、個々の健康や体力水準を評価する際、あるいは運動処方を実施する際の有効な方策となりえる。本研究で提案した“RPEによって速度を調節する歩/走テスト”から個々の全身持久性を簡便かつ妥当に測定できることが確認できれば、公営の健康増進センターや民営のフィットネスクラブなどの運動処方を実施する機関や教育機関などで全身持久性を評価することの実用性が強まる。全身持久性が健康と密接に関係することや、有酸素性運動を処方する際の運動強度が個々の全身持久性の水準によって設定されることを考慮すると、あらゆる機関で個々の全身持久性を簡便にそして妥当に測定できれば、その意義は大きい。また、RPEによって各個人に適した運動強度を設定できることが確認できれば、あえてHRなどを用いなくても個々の感覚によって強度を設定してもよいことになり、自宅での運動やHRの正確な測定が困難な場所での運動処方に役立つ。つまり、運動処方における強度設定法の幅が広がり、その意義は大きい。

最後に、RPEを利用した全身持久性の簡易テストを開発することの意義は、以下のようにまとめられよう。（1）運動処方をおこなううえで、個人の体力水準を容易に把握でき、安全で効果的な運動プログラムの提供が可能となる。（2）公営の健康増進センターや民営のフィットネスクラブあるいは一般の教育機関などでも短時間に多人数の集団の全身持久性を測定・評価でき、その結果を個人にフィードバックすることによって、多くの人にライフスタイル改善の手がかりを提供することが可能となる。

#### 第4節 用語の定義

本研究を遂行する際に使用する重要かつ専門的な用語について、それぞれの定義を以下に示した。

##### 1) 全身持久性

Hollman and Hettinger (1990) は、持久性を筋持久性と全身持久性に区別し、前者を全身の骨格筋の1/7～1/6以下の筋が働く場合の体力、後者をそれ以上の筋が働く場合の体力と定義している。全身持久性は、長時間にわたって、より高い有酸素性水準で全身的な活動をおこない続ける体力のことで、呼吸、循環、血液、骨格筋などの酸素運搬系や組織の酸素利用系が総合的に関係することから、全身持久性の優劣は、主に有酸素性能力で評価される。しかし、体力水準のかなり高い競技者では、全身持久性（またはパフォーマンス）の優劣が筋活動能力や運動学的な効率（運動スキル）にも強く影響されることが考えられる。また、体力水準のかなり低い高齢者の場合も同様に、有酸素性能力のほかに筋活動能力や運動スキルが影響を及ぼすと考えられる。

本研究では、対象者の体力水準や年齢に幅があることから、全身持久性の優劣が有酸素性能力と一致すると仮定し、全身持久性の妥当基準を体重あたりの $\dot{V}O_{2max}$ および $\dot{V}O_{2AT}$ として論述を展開する。

##### 2) 自覚的運動強度 (ratings of perceived exertion: RPE)

ある一定強度の運動を数分間おこなったときの自覚的な努力度（きつさ）を6～20の15段階に数値化したもので、この数値を10倍するとそのときのHRにはほぼ一致するようにBorg (1973) によって考案されたスケール（表1）。

例えば、「きつい」と感じれば15、「かなりきつい」と感じれば17、その中間と感じれば16と判断する。その後、0～10（12段階）の新しいスケールも考案された（Borg, 1982）。この新しいスケールは仕事量の直線的増加に対して曲線的な関係を示す生理学的指標、たとえば血中乳酸濃度と自覚的な努力度の関係から考案されている。仕事量の増加と自覚的な努力度を直接モニタする場合は、15段階のスケールの方が把握しやすい（Noble, 1996）。したがって、本研究では、Borgの15段階スケールをRPEの指標と定義した。実際には、小野寺と宮下（1976）によって日本語訳されたスケールを用いた（表1）。

表1 RPE表（日本語表記と英語表記）（小野寺ら, 1976）

20		
19	非常にきつい	Very, very hard
18		
17	かなりきつい	Very hard
16		
15	きつい	Hard
14		
13	ややきつい	Somewhat hard
12		
11	楽である	Fairly light
10		
9	かなり楽である	Very light
8		
7	非常に楽である	Very, very light
6		

## 3) 一般健常者と有疾病者

日常の理学的診察および臨床検査によって疾病の存在が否定されている者を一般健常者と定義した(古川, 1983)。それとは逆に, 日常の理学的診察および臨床検査によって, 疾病の存在が明らかにされている者を有疾病者とし, 本研究では心疾患, 高血圧, 糖尿, 高脂血を有する疾病者とこれらの予備群となる肥満者を有疾病者と総称している。

心疾患: 本研究では, American Heart Association (AHA) の基準により (Fletcher, 1990), Class AもしくはClass Bに分類される循環器系疾病を有する者を総称した。基本的には激しい運動中に事故の発生するリスクの低い者である。

高血圧: 本研究では, Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC) によって推奨される分類 (JNC, 1993) で, 正常範囲の高値 (収縮期血圧130 mmHg, 拡張期血圧85 mmHg) から Stage 2 (収縮期血圧179 mmHg, 拡張期血圧109 mmHg) の範囲に分類される者とした。

糖尿: インスリン非依存型糖尿のことを称した。厚生省で定められている朝食前空腹時の静脈血漿グルコース濃度が140 mg/dl以上の高血糖状態のことを示す。

高脂血: 総コレステロール値が200 mg/dl以上あるいは中性脂肪 (トリグリセライド) が150 mg/dl以上のことを示す。

肥満: BMI (body mass index) が26.0以上, 生体インピーダンス法による体脂肪率が30%以上, 皮下脂肪厚法による体脂肪率が30%以上の3つの条件を設定し, 原則として2つ以上を満たす者とした (中西ら, 1996)。

## 4) 中高年者と若年成人

川村ら(1993)は、思春期を過ぎた頃から20歳台までを青年期、青年期に続き老年期に入るまでの時期を壮年期、65歳以上を老年期と捉えている。Spirduso(1995)は、45～64歳をmiddle-age、65～74歳をyoung-oldと分類し、65歳以上にoldという言葉を用いている。現在のところ、WHOをはじめ多くの国々が65歳以上を高齢者とみなしている。また、厚生省(1998)の「国民衛生の動向」から生活習慣病と年齢との関係を見ると、35歳から45歳にかけて、高血圧、糖尿、高脂血の発症が増加している。体力水準については、20歳台前半をピークにすべての項目で加齢とともに低下している。全身持久性( $\dot{V}O_{2max}$ )の場合は、18歳から25歳でピークをむかえる(山地,1992)。

本研究では、上述のことを考慮して、18歳から29歳の者を若年成人、30歳以上の者を中高年者と定義した。若年成人については、体力水準がピークをむかえ、生活習慣病との関係が薄く健康面からも充実する時期(18歳から29歳)と考えた。中高年者については、30歳を超えると生活習慣病の発症が増加すること、体力水準の低下が自覚できる時期であることなどから、30歳以上を中年期とし、一般に高齢期と位置づけられる65歳以上の者も含むことから、中高年者と総称した。



## 第5節 研究の限界

本研究の成果を一般化するには、研究成果が導かれる過程において、以下に示すいくつかの限界が存在することを念頭に入れなければならない。研究の方向提示および本論文の学問上の位置づけをより明確にするために、本研究成果の一般化を制限する諸条件を記述する。

### 1) 定義による限界

本研究を遂行する際に使用する用語の定義を第4節で明確にした。本研究は、この定義の範囲内で検討をおこない、結論が導き出せるものとする。

### 2) 標本による限界

本研究で用いた標本は、研究課題1～4では、30歳以上の健康な中高年男女と疾病を有する中高年男女であった。研究課題5, 6では18歳～29歳の若年成人男性であった。また、これらのほとんどが茨城県つくば市、取手市、その周辺に在住していた。本来は、全国規模で無作為に抽出された標本であることが望まれるが、現実的には困難であり、本研究の結果が、すべての人に論及できるかどうかは明らかでない。ただし、研究課題3でのcross-site studyに理解を得られた研究機関（ミズノ株式会社、名古屋市立大学、大阪教育大学、Seoul National Polytechnic University）の協力を得ることによって、大阪、名古屋、韓国（ソウル）でのデータを解析することができた。

### 3) 対象者について

本研究では、年齢に相応した体力水準を有する者とそれ以下の者に焦点を

あてて全身持久性の簡易テストを開発した。したがって、研究課題1～4で選択した対象者は、主に健康な中高年者と疾病を有する中高年者であった。一般に、疾病を有する者の全身持久性が低下していることは明らかである。ただし、本研究で選択した有疾病者は、院内監視型運動プログラムに参加し、運動負荷テストなどには十分慣れており、体力水準のかなり低下している有疾病者まで適用範囲が及ぶかは明らかではない。研究課題5, 6は若年成人に焦点をあてたが、女性数が少なかったことから、男性のみを検討の対象とした。したがって、研究課題5, 6で提案した全身持久性の簡易テストは、若年成人女性にまで適用範囲が及ぶかは明らかではない。

#### 4) 全身持久性の妥当基準およびその測定について

基本的に $\dot{V}O_{2max}$ は、被検者を疲労困憊に至らしめる中で $\dot{V}E$ あるいは呼気ガス諸量から求める方法、いわゆる最大負荷テストから測定することが望ましい。 $\dot{V}O_{2max}$ を決定する際には、いくつかの基準が設けられている。一般に $\dot{V}O_{2max}$ の判定には、 $\dot{V}O_2$ のlevelling-off ( $\Delta\dot{V}O_2 < 150 \text{ ml/min}$ ) が基準として用いられる (Taylor, 1955)。また、 $\dot{V}O_2$ のlevelling-offが観察されなかった者には、(1) 呼吸交換比 (RER:  $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$ )  $\geq 1.05$ , (2) 運動時の最高心拍数 ( $HR_{max}$ )  $\geq$  予測最高心拍数 (220 - 暦年齢) の95%の基準を設定し、いずれかの基準を満たした場合に $\dot{V}O_{2max}$ が得られたと判定する場合もある (Tanaka et al., 1986a)。しかし、本研究では体力水準の低い者あるいは有疾病者をも対象としたことから、symptom-limited (症候性限界) まで運動をおこない得たことを条件とし、運動中に観察した一連の $\dot{V}O_2$ の最大値を $\dot{V}O_{2peak}$ として、全身持久性の妥当基準と位置づけた。

また、 $\dot{V}O_{2AT}$ については、基本的に乳酸性閾値（Lactate threshold: LT）に相当する $\dot{V}O_2$ とし、運動中の血中乳酸濃度が安静時水準（またはウォーミングアップ時の水準）から急激に立ち上がる時点と定義して求めた（Beaver et al., 1985）。しかし、これを測定するには運動負荷テストで肘正中皮静脈に翼状針を留置し、1分ごとに採血する必要がある。血液が採取できなかった者に関しては、呼気ガス諸量や $\dot{V}E$ からATを判定する方法（Caiozzo et al., 1982; Beaver et al., 1986）によって得られた換気性閾値（ventilatory threshold: VT）がLTと一致すると仮定して、VTを用いた。