

厚生科学研究費補助金研究報告書

長寿科学

高齢者の運動による老化予防および  
体力向上に関する長期縦断的研究

平成10年度報告書

能勢隆之  
鳥取大学医学部公衆衛生学教室

## 高齢者の運動による老化予防および 体力向上に関する長期縦断的研究

能勢隆之（鳥取大学医学部医学科公衆衛生学教授）

①体力水準の高い群では低い群と比較して総死亡率、特に脳卒中と心臓病による死亡確率が低かった。②中高年においてもジョギングを開始した者や1日の歩数の増加した者は心肺機能や「生活体力」生活の満足度の向上がみられた。③適度な身体活動のある高齢者は血圧が低く、脳卒中のリスクも低いと考えられた。

### 〔研究組織〕

- 能勢隆之（鳥取大学医学部教授）
- 中村好一（自治医科大学助教授）
- 藤田正一郎（財・放射線影響研究所  
統計部副部長）
- 種田行男（財・明治生命厚生事業団  
体力医学研究所主任研究員）
- 佐々木英夫（広島原対協・健康管理増進  
センター副所長）
- 大城喜一郎（沖縄県総合健康センター  
測定室長）
- 横山徹爾（東京医科歯科大学難治疾患研  
究所・疫学助手）

### A. 研究目的

人体の生理機能や体力は年齢とともに低下するが、継続的な運動を行うことは、生理機能や体力の低下を抑制して老化を防止すること、および心臓病、高血圧、糖尿病などの生活習慣病を予防し、自立した老後を過ごすのに必要なことであるといわれている。この研

究の目的は、高齢者の継続的な運動習慣が、体力の維持増進および生命予後に与える影響を科学的に明らかにすることである。

### B. 研究方法

1) 健康増進センター受診者の追跡調査  
(a) 全国5か所の健康増進センターを1982年1月～1987年12月に訪れた7,286名を、受診後の調査票郵送調査などにより追跡した。ベースライン情報は来所時の問診・検査結果、体力測定結果（反復横飛び、立位体前屈、上体おこし、握力、垂直飛び、上体そらしの6項目）である。追跡調査票では日常生活の状況、疾病罹患状況、死亡の場合には死亡原因を調査した。調査票を1度も回収されなかった660名を除いて解析を行った。コックスの比例ハザードモデルを用いて死亡をエンドポイントとしたハザード比を計算し、相対危険度とした。体力測定結果は、センターごとの性・年齢別測定値の中央値よりも高い者を高

体力水準群とし、低体力水準群に対するハザード比を計算した。

(b)広島市の健康管理増進センターの健康増進コースを複数回受診した者を対象として、初回とその後の受診時の運動量変化と体力の変化との関連を縦断的に比較・検討した。

(c)糖尿病の家族歴のある者に対して、運動習慣がどのように影響するかを縦断的に検討した。対象者は、平成5～6年度の沖縄県総合健康増進センター全受診者(約2,459人)の内、受診回数が7回以上の男性483人とした。

## 2)生活体力を指標とした運動による老化予防の評価

(a)従来の体力測定法は高齢者にとって負荷が大きく不適である。そこで高齢者のための新しい体力測定法として「生活体力ー起居能力、歩行能力、手廻作業能力、身辺作業能力ー」を提唱してきた。この「生活体力」を用いて高齢者の体力を評価し、体操と歩行を中心にした運動処方の効果調べた。対象者は小都市に在住する在宅高齢者182名(男性:61名、1995年時点の平均年齢 $75.8 \pm 4.8$ 歳、女性:121名、平均年齢 $74.3 \pm 5.9$ 歳)であった。運動習慣の継続と形成を目的に、「元気歩行」(速歩)および「長生き体操」(関節可動域および筋力の改善)を2ヵ月毎に3年間(1995～1998年)継続して指導した。その効果を生活体力によって評価した。非介入群として同市の在宅高齢者74名(男性33名 $73.8 \pm 5.7$ 、女性41名 $74.4 \pm 5.9$ )を選び、同様の測定を行った。

(b)1997年ー1998年に米子市の健康教室に参加した50歳以上の者58名(女性51名、男性7名、年齢51ー77歳)を対象として、運動処方

(歩行)による、体力指標の変化について調べた。1日の歩数は歩数計によって調べた。

## 3)老化指標としての握力の意義

これまで、老齡化指標としての握力の意義を検討してきた。今年度は握力検査時点から5年間、10年間、20年間のそれぞれの期間における死亡率と握力との関係を調べた。

## 4)地域住民集団のコホート研究

地域住民を対象とした長期間追跡のコホート研究(ベースライン調査は1977年)によって、身体活動度と循環器疾患との関連について、高齢者と若年者と比較した。対象は新潟県S市A-1地区40歳以上の住民2,359人のうち、男性999人、女性1,360人とした。身体活動調査については、「簡易エネルギー消費量推定法」を用い、その結果より日常生活の労作強度(生活活動指数)を算出した。脳卒中と虚血性心疾患の新発生は発症登録制度、死亡票、病院のカルテ閲覧などにより把握した。労作強度を性・年齢別の三分位で分け、各群ごとに比例ハザードモデルによる相対危険度の推定を行った。

## C. 研究結果と考察

### 1)健康増進センター受診者の追跡調査

(a)74,354人年(1人平均11.2年)観察し、353名の死亡を確認した。死亡原因は悪性新生物137名、心疾患45名、脳卒中25名などであった。単変量解析(性・年齢で補正)の結果で、上体起こし、上体そらしで体力水準の高い者は死亡率が低い傾向を示し、立位体前屈、垂直飛びで体力水準の高い者は低い者に比べて死亡率が有意に低かった。また、喫煙者、低コレステロール者、生活活動強度の高いもので死亡率が高かった。単変量解析で

有意であった項目を同時にモデルに組み込んだ多変量解析も併せて行ったが全体の傾向は変わらなかった。

次に疾患別に解析を行った。生活活動強度が死亡確率に及ぼす影響は悪性新生物において一番大きかった。喫煙は何れの疾患の死亡確率をも上げ、特に心臓病において最も影響が強かった。低コレステロール血症は悪性新生物、脳卒中の死亡確率を上げたが、心臓病の死亡確率を下げた。

体力水準は動脈硬化が原因と考えられる脳卒中と心臓病においては体力水準の高い者に死亡確率が低い傾向を認めたが、悪性新生物においては死亡確率に大きい影響を与えなかった。さらに、男女別に全死因における解析を行った。

女性で運動習慣のない者の死亡確率が高かった。喫煙は男女ともに死亡確率を上げた。女性で死亡した者は全員BMIが25以上の肥満者であった。コレステロールと女性の死亡確率には関連がなかった。男性では高コレステロール血症が死亡確率を下げ、低コレステロール血症が死亡確率を上げた。体力水準の死亡に与える影響は女性より男性で大きかった。

体力測定とその後の追跡調査により体力水準の高い群は低い群と比較して、死亡の相対危険度（死亡率）が低いことが明らかになった。持続的運動は動脈硬化のリスクファクターを軽減し、狭心症、心筋梗塞などの罹患率、死亡率を改善し、また、体力を増強する。したがって、体力の健康に与える影響は第一に持続的運動を介してのものだと考えられる。また、第二に死が近づくと体力が低下するために体力水準の低い者が死亡率が高くなり、

体力水準の高い者が死亡率が低くなるとも考えられる。しかし、本研究では悪性新生物による死亡と体力水準にはあまり関連がなく、動脈硬化が原因で運動による予防効果の大きい脳卒中と心臓病で体力水準の高い者が死亡率が低くなる傾向が強かった。したがって、体力の死亡率に与える影響は持続的運動を介したものだと考えられる。

また、女性では男性ほど体力と死亡の関連が見られなかった。体力と死亡の関連が持続的運動を介したものだとするれば、女性は男性に比べて一般的に運動量が少なく、また、持続的運動を行っている者も少ないため、体力水準が運動量を反映していないからだと考えられる。

(b)ジョギングでは心肺持久力が向上したが、この効果は50歳未満で明確であった。歩行、水泳でも心肺持久力の改善がみられたが、有意差はなかった。また、水泳によって瞬発力の向上が認められた。中高年においても適度な強度の運動が体力の改善に重要である。

(c)糖尿病の家族歴群の非運動群は、血糖が加齢とともに上昇する傾向がみられるが、運動群は、抑制される傾向にあった。

2)生活体力を指標とした運動による老化予防の評価

在宅高齢者182名を対象に、運動を主体とした健康教育を3年間実施した。その結果、本プログラムの継続率は75.8%であった。地域活動に参加する者の割合が介入群において有意に増加した。生活体力の起居能力と身辺作業能力に有意な介入効果が認められた。男性では赤血球数とヘマトクリット値、および女性では血清アルブミン、血色素量、血清総蛋白においてそれぞれ有意な介入効果が認

められた。以上の結果から、我々の考案した健康教育プログラムは、高齢者にとって長期に渡る継続が容易であること、対人交流や社会参加の状況を改善すること、生活体力を維持増進すること、および貧血発症の抑制および加齢による栄養状態の悪化を防止することが明らかになった。

(b) 運動指導前後5ヵ月間の観察により、一日あたりの歩数の増加した群では減少群と比較して、VO<sub>2</sub>maxが有意に改善した。歩数の増加群は、生活体力でも起居能力に改善がみられた。骨強度や座位前屈などでも改善傾向がみられた。

### 3) 老化指標としての握力の意義

握力が10kg高いと5年間、10年間、および20年間の累積死亡率の相対リスクはそれぞれ0.65、0.71、0.91、1.0に近づくことが示唆された。更に、2時点での握力の変動と予後死亡率との関連について検討した結果、握力が増加した群は握力が減少した群と較べて予後死亡率が有意に低いことが示された。握力の変動と関連する要因としては、握力が大幅に減少した群で変動の初期における収縮期血圧が高いことが示唆された。

### 4) 地域住民集団のコホート研究

1997年7月までの20年間の追跡期間中の全脳卒中213例（脳梗塞118例、脳出血41例）、虚血性心疾患81例（急性心筋梗塞46例、24時間以内の突然死35例）が把握された。

70歳以上の高齢女性では生活活動指数が大きいほど、全脳卒中のリスクが低かった（ $p, \text{trend} = 0.009$ ）。69歳以下でもほぼ同様だったが有意ではなかった（ $p, \text{trend} = 0.066$ ）。男性では生活活動指数の最も大きい群が若年で高リスク（ハザード比  $\text{HR} = 1.43$ ）、高齢で低

リスク（ $\text{HR} = 0.53$ ）という違いがあった。虚血性心疾患は、高齢女性で労作強度が強いほどリスクが低下する傾向があったが有意ではなかった（ $p = 0.074$ ）。

### D. 結論

①体力水準の高い群は、体力水準の低い群と比較してその後の死亡確率が低いことが示された。特に脳卒中、虚血性心疾患で低かった。②中高年者においても、継続的な有酸素運動は心肺持久力の向上に有用であった。③糖尿病の家族歴有りの者には、比較的軽い運動のウォーキングが有効であることが示唆された。④生活体力等により我々の実施した健康教育プログラムの効果を評価した。歩行は高齢者の生活機能の老化抑制に有効であると推察された。⑤握力が強い群では、低い群と比較してその後の死亡確率が低いことが示された。⑥適度な身体活動のある高齢者は血圧が低く、脳卒中のリスクも低いと考えられた。

## 分担研究報告書

# 体力水準が死亡に与える影響

(健康増進センター受診者長期追跡結果)

分担研究者 中村 好一 (自治医大・公衆衛生)

研究協力者 平岡 純 (自治医大・公衆衛生)

体力水準が死亡に及ぼす影響を明らかにするために、全国にある7ヶ所の健康増進センターを訪れた7286人を対象に体力測定を行い、その後長期に追跡したところ、体力水準の高い群は低い群と比較して、後の死亡に関する相対危険度が低いことが明らかになった。特に動脈硬化が原因と考えられる脳卒中と心臓病で、また、女より男でその傾向が強かった。

キーワード 体力 全死亡 脳卒中 心臓病 悪性新生物

### A. 研究目的

持続的な運動習慣は体力水準を増強させ、動脈硬化性疾患の一次予防として重要な役割を果たしている<sup>1)</sup>。しかし、体力の増強が長期的にみて健康にどのような影響を与えるかを疫学的に評価した研究は少ない。本研究では健康水準を示す指標として死亡を取り上げ、体力水準との関連性を明らかにすることを目的とし、全国の7か所の健康増進センター受診者を対象に長期追跡研究を実施した。

### B. 研究方法

全国にある7か所の健康増進センターを1982年1月から1987年12月にかけて受診した7286人を対象とした。対象の性・年齢別分布を表1に示す。男女とも70歳以上の群が少なかった。

表1 対象者の性・年齢分布

	40~49	50~59	60~69	70~	計
男	1375	1251	862	146	3634
女	1279	1217	1047	109	3652
計	2654	2468	1909	255	7286

健康増進センターを受診後、調査票を郵送して追跡調査を行った。ベースライン情報は受診

表2 解析対象者の性・年齢分布

	40~49	50~59	60~69	70~	計
男	1263 91.9	1115 89.1	785 91.1	137 93.8	3300 90.8
女	1143 89.4	1112 91.4	970 92.8	101 92.7	3326 91.1
計	2406 90.7	2227 90.2	1755 91.9	238 93.3	6626 90.9

時に行った問診・検査結果・体力測定結果（反復横飛び、立位体前屈、上体おこし、握力、垂直飛び、上体そらし）である。追跡調査では、日常生活、疾病の罹患、死亡した場合には死亡の原因（遺族からの情報）を調査した。調査票が一度も回収できなかった660名を除いて解析を行った。解析対象者の性・年齢分布を表2に示す。調査対象者に比べて解析対象者に偏りはなかった。

性・年齢別に測定した個人の体力水準を分類し、センター毎に体力水準が中央値よりも高い者を高い体力水準群とし、中央値より低い者を低い体力水準群とした。コックスの比例ハザードモデルを用いて、死亡をエンドポイントとした、高体力水準の低体力水準に対するハザード比を計算し（SAS、PHREGプロシージャを使用）、それを相対危険度とした。

表3 死亡者353名の死亡原因

	人数
悪性新生物	137
心臓病	45
脳卒中	25
肝臓病	21
肺炎	16
不慮の事故	16
その他	54
不明	39

C. 研究結果

74,354人年 (1人平均11.2年) 観察し、353名の死亡を確認した。死亡原因を表3に示すが、悪性新生物137名、心臓病45名、脳卒中25名、肝疾患21名などで、これらの死亡原因に著明な性差は認められなかった。コックスの比例ハザードモデルを用いた全死因における解析の結果を表4に示す。単変量解析 (性・年齢で補正) の結果、上体起こしで体力水準の高い者は死亡率が低い傾向を示し、立位体前屈、上体そらし、垂直飛びで体力水準の高い者は低い者に比べて死亡率が有意に低くかった。また、喫煙者、血清コレステロール値が低い者、生活活動強度の高い者で死亡のリスクが高かった。単変

表4 解析結果(全死因、ハザード比と95%信頼区間)

(単変量解析)	
運動習慣(なし)	0.96 ( 0.76 ~ 1.21 )
生活活動強度(Ⅱ以上)	1.29 ( 1.03 ~ 1.62 )
喫煙(あり)	1.58 ( 1.23 ~ 2.04 )
BMI≥25	0.84 ( 0.63 ~ 1.12 )
BMI<20	1.15 ( 0.88 ~ 1.49 )
TC≥230	0.85 ( 0.63 ~ 1.14 )
TC<180	1.22 ( 0.97 ~ 1.54 )
高血圧	1.38 ( 0.77 ~ 2.49 )
境界域高血圧	0.94 ( 0.55 ~ 1.61 )
%肺活量<70	1.31 ( 0.90 ~ 1.90 )
休憩(ほとんど休めない)	1.01 ( 0.66 ~ 1.55 )
疲労感(疲れが残る)	1.11 ( 0.89 ~ 1.39 )
生活リズム(ときどき/いつも乱れる)	1.06 ( 0.68 ~ 1.65 )
気分転換(なかなかできない)	0.91 ( 0.73 ~ 1.15 )
反復横飛び	0.94 ( 0.75 ~ 1.18 )
立位体前屈	0.70 ( 0.55 ~ 0.88 )
上体起こし	0.78 ( 0.62 ~ 0.99 )
垂直飛び	0.75 ( 0.59 ~ 0.94 )
上体そらし	0.87 ( 0.69 ~ 1.09 )
握力	0.93 ( 0.74 ~ 1.17 )
(多変量解析)	
生活活動強度(Ⅱ以上)	1.27 ( 1.01 ~ 1.59 )
喫煙(あり)	1.56 ( 1.21 ~ 2.01 )
TC<180	1.2 ( 0.95 ~ 1.50 )
上体起こし	0.64 ( 0.51 ~ 0.81 )
垂直飛び	0.76 ( 0.60 ~ 0.95 )
上体そらし	0.83 ( 0.66 ~ 1.04 )

量解析で有意であった項目を同時にモデルに組み込んだ多変量解析も併せて行ったが全体の傾向は変わらなかった。

次に疾患別に解析を行った。疾患別 (悪性新生物、脳卒中、心臓病) の相対危険を図1から図3に示す。

生活活動強度が死亡確率に及ぼす影響は悪性新生物において一番大きかった。喫煙は何れの疾患の死亡確率をも上げ、特に心臓病においてもっとも影響が強かった。低コレステロール血症は悪性新生物、脳卒中の死亡確率を上げた

図1 死亡のハザード比(その1)

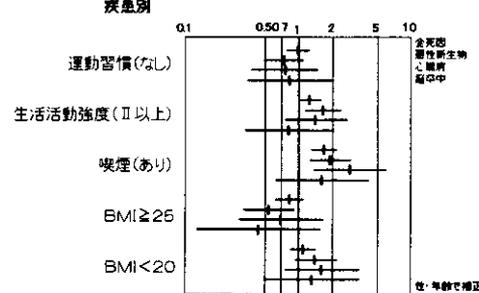


図2 死亡のハザード比(その2)

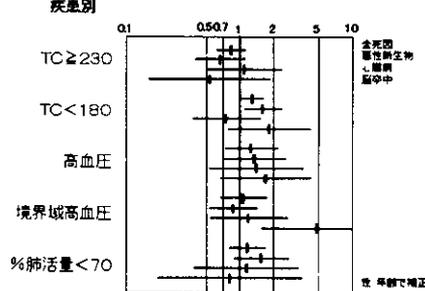
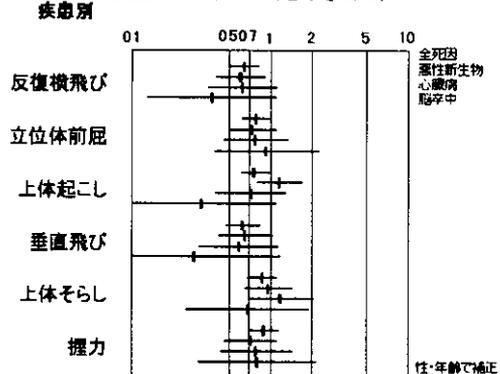


図3 死亡のハザード比(その3)



が、心臓病の死亡確率を下げた。

体力水準は動脈硬化が原因と考えられる脳卒中と心臓病においては体力水準の高い者に死亡確率が低い傾向を認めたが、悪性新生物においては死亡確率に大きい影響を与えなかった。

さらに、男女別に全死因における解析を行った。結果を図4と図5に示す。

女で運動習慣のない者の死亡確率が高かった。喫煙は男女ともに死亡確率を上げた。女で死亡した者は全員BMIが25以上の肥満者であった。コレステロールと女の死亡確率には関連がなかった。男では高コレステロール血症が死亡確率を下げ、低コレステロール血症が死亡確率を上げた。体力水準の死亡に与える影響は女より男で大きかった。

#### D. 考察

体力測定とその後の追跡調査により体力水準の高い群は低い群と比較して、死亡の相対危険

図4 死亡のハザード比(その1)  
男女別

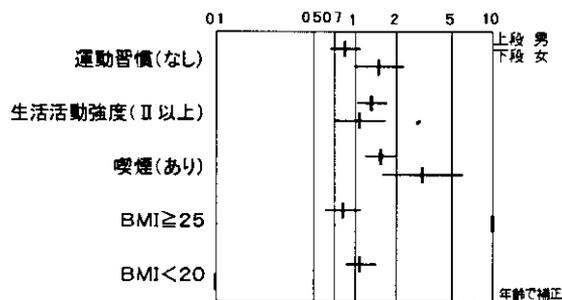


図5 死亡のハザード比(その2)  
男女別

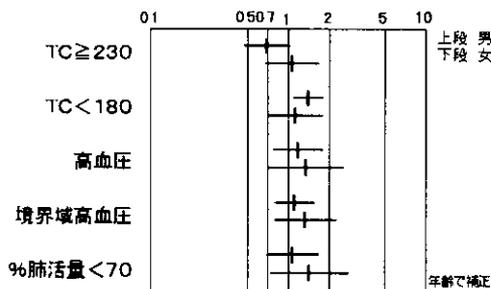
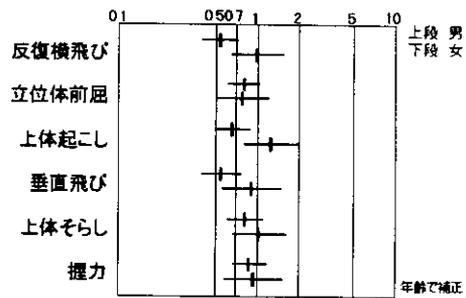


図6 死亡のハザード比(その3)  
男女別



度(死亡率)が低いことが明らかになった。持続的運動は動脈硬化のリスクファクターを軽減し、狭心症、心筋梗塞などの罹患率、死亡率を改善し<sup>2,3,4)</sup>。また、体力を増強する。したがって、体力の健康に与える影響は第一に持続的運動を介してのものだと考えられる。また、第二に死が近づくと体力が低下するために体力水準の低い者が死亡率が高くなり、体力水準の高い者が死亡率が低くなるとも考えられる。しかし、本研究では悪性新生物による死亡と体力水準にはあまり関連がなく、動脈硬化が原因で運動による予防効果の大きい脳卒中と心臓病で体力水準の高い者が死亡率が低くなる傾向が強かった。したがって、体力の死亡率に与える影響は持続的運動を介したものだと考えられる。

また、女では男ほど体力と死亡の関連が見られなかった。体力と死亡の関連が持続的運動を介したものだとするれば、女は男に較べて一般的に運動量が少なく、また、持続的運動を行っている者も少ないため、体力水準が運動量を反映してないからだと考えられる。

本研究ではベースラインデータ収集時に問診で運動習慣の有無を調査し、死亡に関して運動習慣なしの運動習慣ありに対する死亡確率を求めたところ、女で有意に高くなった。これは、先の仮説を支持するものである。

しかし、男では運動習慣なしの死亡確率が低くなり、さらに、生活活動強度の高い者で死亡確率が高くなった。これは、体力と死亡の関係と矛盾しているように見える。その理由は運動習慣は余暇時間のもので、工作中的の運動は評価

されていないことや、生活活動強度の高さは肉体労働など死亡率を上げるような過酷な生活環境を反映しているためだと考えられる。

体力の評価と比べて運動量の評価は難しい面がある。今回は余暇の運動習慣のみを調査したが、その運動量や、仕事あるいは家事の中での運動量は不明である。今後は、男女を別にし、さらに職業別、あるいは生活活動強度別に解析することにより、運動量と死亡率の関係を明らかにして行きたい。

#### E. 結論

体力測定の結果からは体力水準の高い群は低い群と比較して、後の死亡率が低いことが明らかになった。特に動脈硬化が原因と考えられる脳卒中と心臓病で、また、女より男でその傾向が強かった。

#### F. 参考文献

- 1) Blair SN, Kohl HW, Gordon NF, Paffenbarger RS Jr. How much physical activity is good for health?. Annu Rev Public Health. 1992;13:99-126.
- 2) Paffenbarger RS Jr, Hyde R: Exercise in the prevention of coronary heart disease. Prev Med 1984;13:3-22.
- 3) Leon AS, Connet J, et al: Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death. The Multiple Risk Factor Intervention Trial. JAMA 1987;258:2388-2395.
- 4) Salonen Jt, Slater JS, et al: Leisure-time and occupational physical activity: Risk of death from ischemic heart disease. Am J Epidemiol 1988;127:87-94.

## 継続受診者における家族歴と運動習慣について(3)

— 糖尿病有家族歴者における運動習慣の影響 —

大城喜一郎

(沖縄県総合健康増進センター・健康度測定室長)

糖尿病有家族歴者の血糖値に運動習慣がどう影響するかを継続受診者の男について検討した。その結果、有家族歴群における非運動群の血糖値が加齢とともに上がるのに対し、運動群は抑制される傾向にあった。また、初回から最終受診時への血糖値の変化でも、運動群は正常値から異常値への移行率が小さく、運動習慣は血糖値の改善に効果があるものと示唆された。

### A. 研究目的

遺伝的に、すでに糖尿病のリスクを持っているとされる糖尿病有家族歴者の血糖値に対する運動習慣の影響を明らかにする目的で、継続受診者の男について縦断的に検討した。

### B. 研究方法

#### 1. 対象者

対象者は、平成5～9年度の全受診者で、受診回数が7回以上に達した男性483人の内、糖尿病有家族歴者61人、対照群として10回以上受診した非家族歴者160人の計221人とした(表1)。

#### 2. 調査項目

調査項目として、身長、体重、BMI、体脂肪率、血圧(収縮期、拡張期)、総コレステロール、HDL-コレステロール(HDL-C)、中性脂肪、血糖、尿酸、最大酸素摂取量( $VO_{2max}$ )、家族歴、運動習慣、飲酒および喫煙習慣とした。

#### (1) 家族歴

家族歴は、問診調査の結果から、父母、祖父母、兄弟姉妹の何れかが糖尿病といわれている、あるいは言われたことがある者を有家族歴者とし、それ以外を非家族歴者として分類した。

#### (2) 運動習慣

運動習慣のある者とは、問診調査の結果から、少なくとも2年以上継続して運動している者(1回20分以上、週2回以上の運動)とした。

#### 3. 統計処理

群間の有意差の検定には、Student's t-testを用い、いずれも $p < 0.05$ 以上を統計学的に有意差ありとした。ただし、図におけるプロットは平均値のみを示し、標準偏差のバーは省略した。

### C. 結果

BMIについては、図1に示したように、どの群も加齢とともに上昇する傾向にあるが、家族歴非運動群は、有意の差はないものの、他の

3群より高い値であった。

血糖値については、家族歴群の運動群は非運動群よりやや高い値を示したが、有意差はなく、9および10回目では100mg/dl以下に下がった。非家族歴群は、運動群非および運動群とも100mg/dl前後で推移しており、有意の差はみられなかった(図2)。

HDL-Cは、非家族歴および家族歴群とも非運動群より運動群の方が有意に値が高く、運動の効果がみられた(図3)。

全身持久力を示すVO<sub>2</sub>maxは、非家族歴群では非運動群より運動群が有意に高い値を示し、運動の効果がみられた。しかし、家族歴群においては、非運動群と運動群に差はみられなかった(図4)。

他の調査項目については、家族歴群および非家族歴群において、特に運動の有無による有意差のある項目はなかった。

次に、初回受診時から最終回受診時における血糖値の変化について、下記のパターンに分類して検討した。

- A: N→N ⇒正常範囲内の変化(110mg/dl以内)
- B: N→A ⇒正常範囲から異常値へ変化(111mg/dl以上)
- C: A→AA⇒異常値からより高い値へ変化
- D: AA→A ⇒高い異常値から低い異常値へ変化
- E: A→N ⇒異常値から正常範囲へ変化

図5に結果を示した。家族歴群では、非運動群より運動群にAの変化が多く、Bの変化は運動群が少なかった。Cの変化は、運動の有無による差は無く、Dの変化は非運動群のみであり、Eの変化は運動群だけであった。

非家族歴群についても、DとEの変化以外は同様の結果であった。

#### D. 考 察

生活習慣病としての高血圧症および糖尿病の発症には、遺伝的素因の有無が重要とされているが、環境やライフスタイルを改善することで、両疾病を予防することも可能であることが示唆されている<sup>12)</sup>。環境を変えることは容易なことではないが、ライフスタイルを変えるのはそう難しいことではない。機械化やオートメーション化が著しい今日にあって、ライフスタイルの中で大きく変わったのは、主として身体活動量の減少と思われる。すなわち、運動不足が両疾病発症のトリガー的役割の一端を担っているように思われる。したがって、日常生活における身体活動量を増やすためには、積極的に運動をする必要がある。そこで、運動習慣の有無が、両疾病の家族歴を有する者に対して、どう影響するかを横断的かつ縦断的に検討してきた。

第1報では、高血圧症および糖尿病の有家族歴者に対して、運動習慣がどのように影響するかを横断的に検討した。その結果、高血圧症については、家族歴の有無に関わらず運動の効果を確認できなかったが、糖尿病については、有家族歴者の男に運動の効果が認められた。

第2報では、高血圧症有家族歴者の血圧に対する運動習慣の影響について、継続受診者を対象に縦断的に検討したところ、高血圧症を発症しやすい有家族歴者には、軽い運動であるウォーキングが有効であることが示唆された。

今回は、運動習慣が糖尿病有家族歴者の血糖値にどう影響を与えるのかを継続受診者の男について縦断的に検討した。

厚生省は、1997年秋、国民栄養調査と併せて糖尿病の全国的な調査を行い、男性の9.8%、女性の7.2%が「糖尿病が強く疑われる」に相当し、その数は男女とも年代が増すごとに増えていることを報告した<sup>3)</sup>。これは、中高年者の健康を考える上で大きな課題であると思われる。そして、その危険因子の一つとして体重の増加をあげている。肥満が糖尿病の危険因子であることはよく知られている<sup>4)</sup>。深川らは、肥満糖尿病発症の決定因子として、糖尿病の家族歴が重大であると述べている<sup>5)</sup>。

今回の結果をみると、家族歴の有無を問わず四群とも、BMIは受診回数が増すごとに高くなっている。特に、有家族歴群の非運動群は、他の三群に比べて高い値で推移しており、これに伴い血糖値も上昇している。非家族歴群の血糖値は、運動の有無に関係なく低い値となっており、有家族歴群とは、対照的であった。

有家族歴群の運動群は、受診回数8回までは上昇傾向にあったが、9および10回では低い値を示した。例数が少ないこともあり、非運動群に対する有意差はなかったが、運動効果のあることが示唆された。

また、有家族歴群において、初回から最終回受診時への血糖値の変化をみると、正常範囲から異常値への移行する割合は、非運動群より運動群が小さくなっている。これは運動習慣が血糖値の上昇を抑制した可能性のあることを示唆している。

今回は、糖尿病の家族歴を有する者の例数が少ない上に、運動習慣のある者がさらに少なく、明確な運動の効果を得ることができなかった。今後は、例数を増やし検討する必要がある。

## E. 結論

糖尿病有家族歴群の非運動群は、加齢とともに血糖値が上昇したが、運動群には改善の傾向がみられた。また、初回受診時からの血糖値の変化において、糖尿病有家族歴群の運動群は、非運動群に比較して正常範囲からの異常値への移行率が低いことから、継続的な運動は、糖尿病有家族歴者における血糖値の上昇を抑制する効果のあることが示唆された。

## F. 引用文献

- 1) 菊池長徳：遺伝的背景、日本臨床春季増刊高血圧、日本臨床社、大阪：128-133、1986.
- 2) 阿部正和：糖尿病、医学書院、東京：12-19、1970.
- 3) 葛谷英嗣他：国民栄養調査からみた糖尿病発症の危険因子、内科、南江堂、82-5：813-818、1998.
- 4) 佐々木陽：肥満の頻度と合併症有病率との関係、肥満研究、4-1：54-59、1998.
- 5) 深川光司他：大分県一般住民にみられる肥満糖尿病発症の誘因因子とその発症率に及ぼす意義、肥満研究、4-1：38-43、1998.

## G. 研究発表

### 1. 学会発表

- ① 大城喜一郎他、高血圧症有家族歴者における運動習慣の影響、第20回日本健康増進学会、1998.
- ② 安富祖忠章、大城喜一郎他、健康増進センター受診者における高HDL-コレステロールと運動習慣について、第30回沖縄県公衆衛生学会、1998.

- ③ 山里邦子、大城喜一郎他、体重減少からみた減量効果について、第30回沖縄県公衆衛生学会、1998.
- ④ 島袋恵、尾尻義彦、大城喜一郎他、沖縄県における健康成人の生活習慣病発症の危険因子に及ぼす習慣的運動の影響、第26回日本民族衛生学会沖縄地方会、1998.

表 1 対 象

【男 N=221】

区 分	人数	受診回数	初回年齢	最終年齢	運動開始年齢
非家族歴・非運動	97	11.3±1.5	40.0±7.4	51.3±7.4	
非家族歴・運動	63	11.4±1.6	38.6±6.8	50.0±7.1	42.8±3.4
家族歴・非運動	44	9.0±1.9	37.6±6.1	46.6±6.7	
家族歴・運動	17	8.1±1.2	38.8±9.1	46.9±9.7	42.1±2.1

平均値±標準偏差

図1 BMI

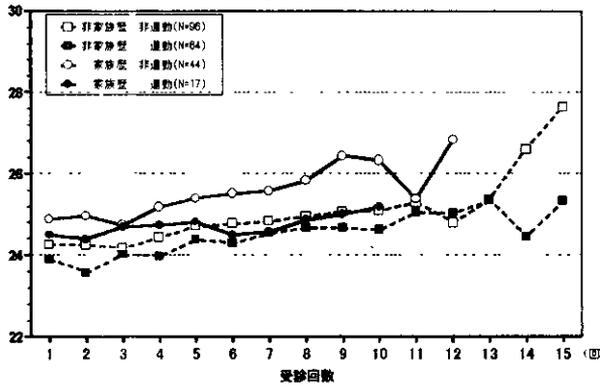


図2 血糖

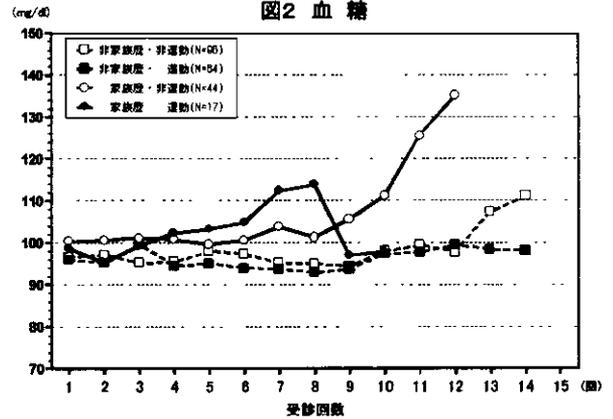


図3 HDL-C

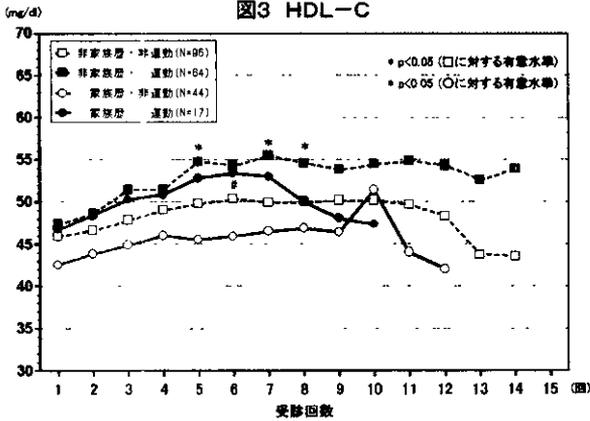


図4 VO2max

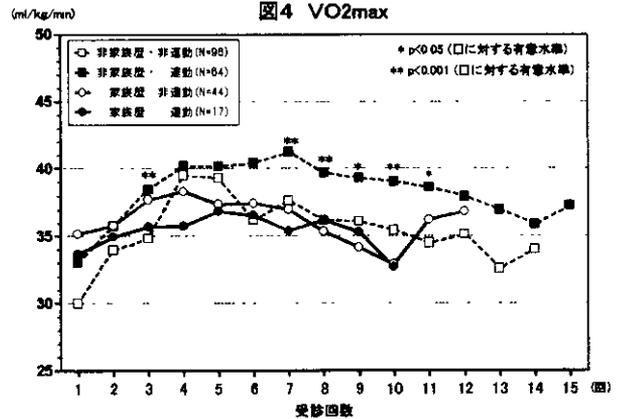
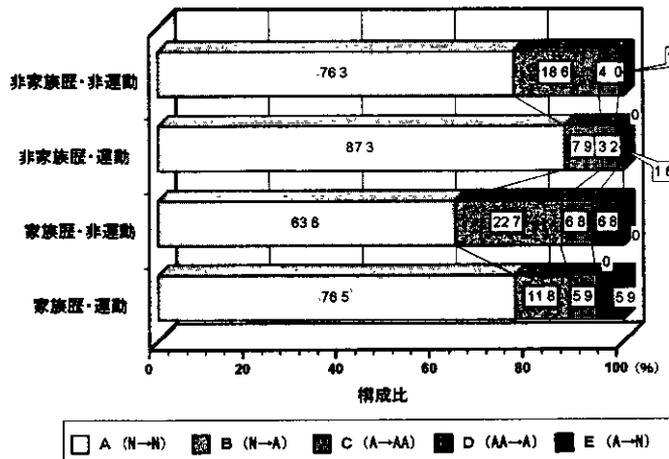


図5 初回受診からの血糖値の変化



## 分担研究報告書

### 加齢と運動・健康に関する疫学的研究

佐々木英夫（広島原対協健康管理・増進センター副所長）

中高年の集団において余暇の有酸素運動が健康に及ぼす効果について、縦断的疫学手法で検討した。まず、有酸素運動が血圧値に及ぼす影響を検討し、ついで体力・運動機能の改善にはどのような種類の運動が有効かを検討した。さらに、最も簡便で実施しやすいウォーキング・歩行の効果を詳しく検討した。余暇運動量の増加した群ではどの年齢群でも収縮期・拡張期血圧ともに低下傾向がみられた。また、運動負荷時の最大血圧値も低下が顕著であった。この変化には心肺持久力の増加がもっとも関連性が強かった。運動の種類に関する検討では、ジョギングでは心肺持久力が向上したが、この効果は50歳未満で明確であった。水泳でも心肺持久力の改善がみられたが、有意差はなかった。また、水泳によって瞬発力の向上が認められた。歩行量の増加した群では心肺持久力の有意な増加がみられた。とくに高齢者、肥満者、日常的に運動量の低いもの等で、この効果が顕著であった。中高年においても適度な強度の運動が体力の改善に重要である。

キーワード：加齢、運動機能、有酸素運動、血圧、縦断研究

#### A. 研究目的

中高年者の集団において、運動習慣の増加が健康に及ぼす効果を縦断的疫学手法で検討することを目的とした。まず、有酸素運動が血圧値に及ぼす効果とともにそれに影響を与える因子を検討する。ついで、どのような種類の運動を増やすとに体力の向上に効果があるかを縦断的方法によって検討する。さらに、最も簡便で実施が容易なウォーキング・歩行習慣が体力向上に及ぼす効果を詳しく検討する。

#### B. 研究方式

当センター受診者は、平成元年の開設以来延べ17000人におよんでいるが、受診時ほぼ全員に(1)既往歴および現病歴、生活状況、過去の運動歴や現在の運動状況などの問診、(2)頻度法による食習慣調査、(3)検尿、血液検査などの各種臨床検査、(4)筋力、筋持久力、敏捷性、平衡性などの体力測定、(5)トレッドミ

ル運動負荷テストによる心肺持久力、(6)皮脂厚その他の身体計測、血圧・肺機能等の検査を実施している。余暇運動量は頻度法によってBMRをもとに一日当たりの平均消費カロリーを算出した。心肺持久力は亜最大トレッドミル負荷による推定量によった。

①余暇運動量の変化と運動機能および血圧の変化との関連を検討する集団としては、当センターの健康増進コース受診者のうち、30歳以上で複数回受診したものの2528名（男1608名、女920名）を対象とした。運動量の増加に伴う血圧の変化を検討した。さらに運動機能・体力の変化との関連を解析した。

②どのような運動が体力・運動機能の向上に役立つかの検討には、平成3年からの30歳以上の受診者で2回以上受診したもののの中で、とくに、初回受診時の日常生活において余暇の運動として当該の運動をおこなっていないものが、その後その運動を実施した場合に、どの程度の運動能力ないしは体力の変化がみ

られるかを検討した。今回検討した運動は、有酸素運動の中で代表的なものである歩行、ジョギング、水泳を選んだ。当該運動を実施した群と非実施群の間で年齢、性区別に観察期間前後の各種体力指標や臨床検査データの変化を比較・検討した。それとともに、これらの体力指標の変化に影響を及ぼす要因を検討した。③歩行と体力変化に関する検討のためには、初回受診時歩行習慣の少ないもの1947名（平均年齢48.4歳）を選び、その後の平均1.1年後の追跡期間に歩行量が増加したもの（389名）と増加のないもの（1558名）の間の各種体力指標の変化を比較検討した。さらに、歩行量と心肺持久力の変化との関連が、どのような特性を持った人（年齢、性、肥満度等）に強いかを検討した。

解析は、Paired t-test、共分散分析、線形回帰分析等をSASプログラムを用いて行った。

### C. 研究結果

#### ①運動が血圧に及ぼす効果に関する検討

初回に比してその後の余暇運動量が増加した群（以下、増加群）と不変ないし低下した群（以下、不変群）の2群間で以下の検討をおこなった。

収縮期血圧は増加群では50歳代、60歳代の男性を除いていずれも低下がみられた。しかし、不変群でもいずれの年代も低下がみとめられ、両群間に差はみられなかった（図1）。

運動時の収縮期血圧の最大値は男女ともまたどの年代でも5から18mmHgの著明な低下がみられたが、やはり運動量の増加群・不変群の間に有意の差はみられなかった（図2）。

多変量線形回帰分析によると、安静時の収縮期血圧の変化は年齢、BMI、拡張期血圧の変化と有意に関連がみられたが、運動量の変化とは関連がみられなかった。一方、運動時の収縮期血圧の変化は心肺持久力

(VO<sub>2</sub>maxで表す)の変化と有意な負の関連がみられた。すなわち、心肺持久力が増加すると運動時の収縮期血圧が低下することが認められた。（表1）

図1

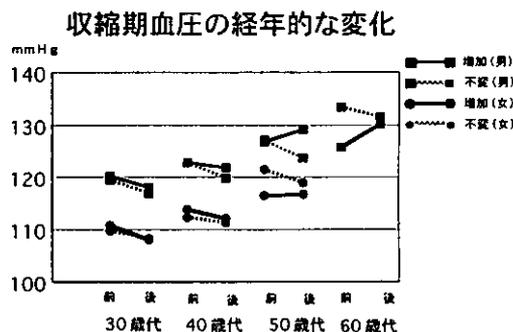


図2

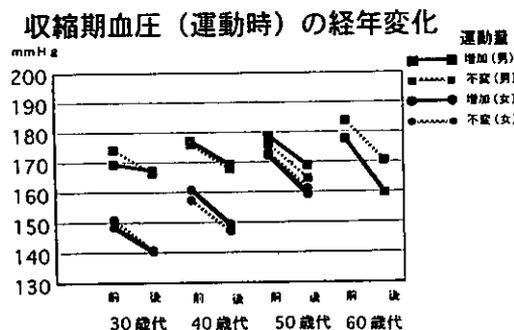


表1

多変量解析における各変数の回帰係数

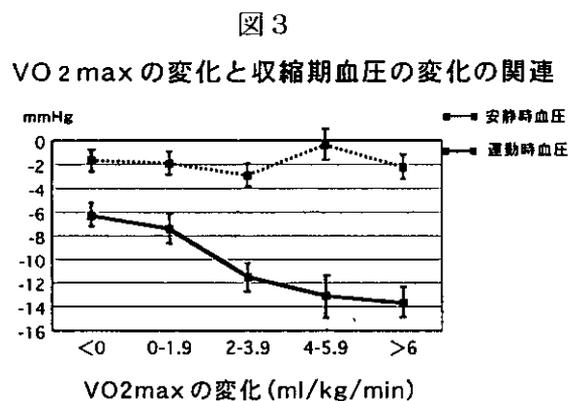
	目的変数	
	Δ収縮期血圧 (安静時)	Δ収縮期血圧 (運動時)
年齢(1y)	0.106 ***	-0.083
Δ運動量(10kcal/day)	0.002	0.012*
ΔBMI	0.991***	1.160*
ΔVO <sub>2</sub> max(ml/kg/min)	0.049	-0.812***
Δ拡張期血圧(mmHg)	0.597***	-0.064
Δ総コレステロール(mg/dl)	0.005	0.026

(\* p<0.05 \*\*\* p<0.001)

一方、拡張期血圧でも程度は異なっても収縮期血圧と同様な傾向がみられた。また、運動時の拡張期血圧の最大値は60歳代の増加群で著明な低下がみられたがその他では有意の変化はみられなかった。多変量解析では、安

静時の拡張期血圧の変化は年齢、BMIの変化、収縮期血圧の変化と有意の関連がみられたが、余暇運動量の変化とは関連がなかった。運動時の拡張期血圧の変化は心肺持久力の変化と有意の負の関連がみられた。

このように心肺持久力と血圧の関連を量反応関係を共分散分析で年齢・性を調整して検討すると運動時の収縮期血圧は心肺持久力の増加につれ、低下傾向が明かでとくに2ml/kg/min以上の増加で有意であった。(図3) また、運動時の拡張期血圧も心肺持久力2ml/kg/min以上の増加で低下がみられた。安静時の値は心肺持久力の変化と関連はみられなかった。



これらの心肺持久力と運動時の血圧の関連を年齢別に検討した。50歳以上の群で回帰係数の値は大きく、高齢者ほど心肺持久力の向上が血圧の低下につながり易いと考えられた。また、平均値で2群に分けて高持久力群と低持久力群で検討すると低持久力群の方でこの関連性が強いという結果がみられ、体力が低いもので運動の効果が現れ易いと考えられる。

### ②運動の種類とその効果に関する検討

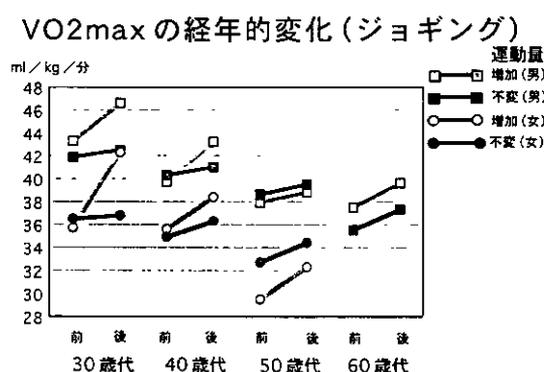
この対象者において観察期間内(1から4年)におけるジョギング、水泳の効果について検討した。

#### (1)ジョギングの効果

初回検査時に余暇活動としてジョギングを行っておらず、その後にジョギングを習慣的

に行い始めた人(増加群)は92人(3.8%)と必ずしも多くないが、その効果を増加群と不変群の間で各種体力指標の変化を検討した。増加群においてジョギングによる一日あたりの運動量の増加は、男性で平均83kcal、女性で57kcalであった。図4にVO2maxの経年変化を年齢・性区別に示す。(図4)30歳代の男女では増加群のVO2maxはそれぞれ3.2ml/kg/min、6.5ml/kg/minと著明な増加がみられた。年齢とともにその効果は減少する傾向がうかがわれた。

図4



VO2maxの変化に影響をおよぼす種々の要因を検討することを目的として、 $\Delta VO_{2max}$ を目的変数とし、年齢、 $\Delta$ ジョギング量等を説明変数とする多変量線形回帰分析を行った。50歳未満では他の要因と独立して、 $\Delta$ ジョギング量は $\Delta VO_{2max}$ の有意な関連要因であることが示された。しかし、50歳以上では $\Delta BMI$ が有意な要因であり、 $\Delta$ ジョギング量ははっきりした関連はみられなかった。(表2)

表2

各変数の回帰係数 ( $\Delta VO_{2max}$ を目的変数とする多変量分析)

	50歳未満	50歳以上
年齢(1y)	0.064	0.011
$\Delta$ Jog量(10kcal/day)	0.076***	-0.057
$\Delta$ BMI	-0.780	-0.603*
$\Delta$ 収縮期血圧	0.000	0.006
$\Delta$ 総コレステロール	-0.025	-0.007

(\* :p<0.05 \*\*\*.p<0.001)

次に握力の変化をジョギングの増加・不変群別にみると、どの年齢・性区分別においてもほとんど変化がみられず、両群間に有意差はなかった。

垂直跳びは年齢・性区分別には50歳代の男性で5.7cmの増加がみられ、多変量解析でも50歳以上で $\Delta$ 垂直跳びは $\Delta$ ジョギング量と正の関連がみられ、ジョギングによって下肢の瞬発力が向上する結果といえる。

閉眼片足立ちは、ジョギングの増加・不変群で年齢・性区分別には一定の傾向はみられなかった。 $\Delta$ 閉眼片足立ちと $\Delta$ ジョギング量の間には有意の関連性は認められなかった。

### (2)水泳の効果

初回検査時に余暇活動として水泳を行っておらず、その後に水泳を習慣的に行い始めた人(増加群)は107人(4.5%)であった。また、増加群において水泳による一日あたりの余暇運動量の増加は、男性で平均54kcal、女性で76kcalであった。

図5にVO<sub>2</sub>maxの経年変化を年齢・性区分別に示す。(図5)増加群においては30歳代の男性を除いてどの年齢・性区分でもVO<sub>2</sub>maxの著明な増加がみられ、とくに50歳代では男女ともそれぞれ3.1、3.4ml/kg/minの増加がみられた。しかし、不変群においても増加がみられたため、両群間に有意差はなかった。次に $\Delta$ VO<sub>2</sub>maxを目的変数とし、 $\Delta$ 水泳量等を説明変数とする多変量線形回帰分析を行った。50歳未満、50歳以上のいずれでも $\Delta$ BMIのみが有意に関連し、 $\Delta$ 水泳量(水泳による運動エネルギーの変化量)は有意の関連がみられなかった。

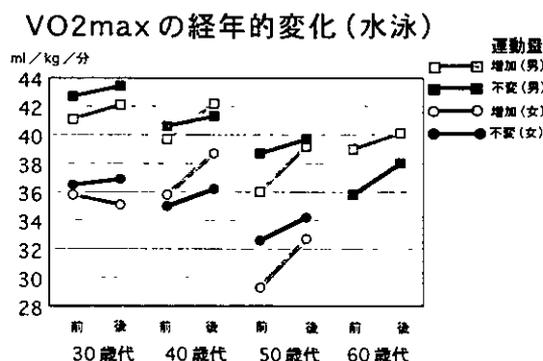
握力の変化を水泳の増加・不変群別にみると、どの年齢・性区分においても差はみられなかった。多変量解析でも同様の結果であった。

垂直跳びでは年齢・性区分別には50歳代の女性の増加群で1.6cm増加したが、その他に

は変化がみられなかった。しかし、 $\Delta$ 垂直跳びを目的変数とする多変量解析では、50歳未満では $\Delta$ 水泳量は有意な正の関連がみられ、水泳によって下肢の瞬発力が増すことが示された。

閉眼片足立ちは、水泳の増加・不変群で年齢・性区分別には一定の傾向はみられなかった。また、多変量解析でも $\Delta$ 閉眼片足立ちと $\Delta$ 水泳量の間には有意の関連性はみられなかった。

図5



各体力指標の変化と各運動種目の運動量の変化との多変量線形回帰分析の結果を当該運動の回帰係数を一覧表として表4に示す。下線の付けたものが統計学的に有意な回帰係数である。(表3)

表3

運動の種類と体力要素の変化(回帰係数)	歩行 ジョギング 水泳 ダンス			
	50歳以上			
$\Delta$ VO <sub>2</sub> max	0.020	-0.057	-0.012	-0.011
$\Delta$ 握力	0.023	<u>-0.081</u>	-0.016	0.009
$\Delta$ 垂直跳	-0.009	<u>0.105</u>	0.066	-0.020
$\Delta$ 閉眼片足立	0.070	0.088	0.421	-0.108
50歳未満				
$\Delta$ VO <sub>2</sub> max	0.053	<u>0.076</u>	0.019	<u>-0.032</u>
$\Delta$ 握力	-0.039	0.001	0.006	-0.011
$\Delta$ 垂直跳	-0.059	0.013	<u>0.072</u>	-0.017
$\Delta$ 閉眼片足立	0.223	0.416	0.306	-0.127

### ③ 歩行が各種体力指標の変化に及ぼす効果に関する検討

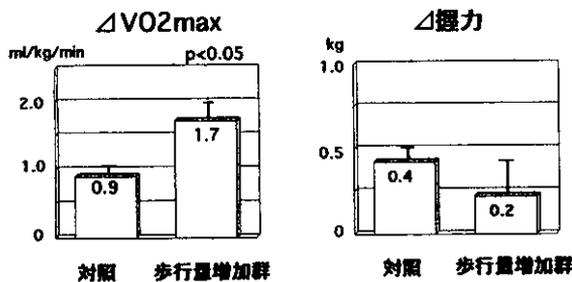
初回受診時に歩行量の少ない集団で約1.1年後に歩行習慣が付き、歩行量が増えた群

(以下、歩行増加群)と歩行量が変わらない群(以下、対照群)の間で各種の体力指標の変化の差異を検討した。性・年齢を調整した値で比較すると、上体おこし、垂直跳びの筋力を表す体力指標や、平衡感覚とともに脚力も関連する閉眼片足立ちでいずれも、歩行増加群で改善が著しかったが、統計的に有意差はみられなかった。また、反応時間にも差はなかった。

また、握力にも差はみられなかったが、心肺持久力の指標であるVO2max(最大酸素摂取量)推定値の変化は、対照の0.9ml/kg/minに比し、歩行量増加群では1.7ml/kg/minと有意に増加がみられた。(図6)

図6

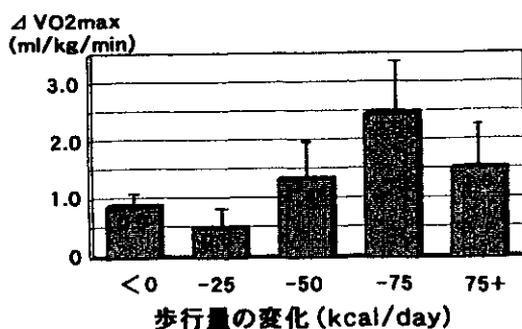
**歩行の増加と体力指標の変化の関連**  
(性・年齢調整値による比較)



歩行量の増加とVO2max(年齢・性調整値)の増加の関連を検討すると、歩行量が75kcal/dayでは頭打ちになるが、それまでは歩行量の増加に伴ってVO2maxが直線的に増大していく傾向がうかがわれた。(図7)

図7

**歩行量の変化とVO2maxの変化**



どのような特性の人に、歩行量の増加がVO2maxの増加効果が著しいかを検討した。性差はとくにみられなかった。しかし、年齢群別の比較では、とくに75kcal/dayまでの歩行の効果は60歳代の比較的高齢者で高かった。

(図8)

また、肥満度による差を検討すると、少しばらつきがみられているが、とくに75kcal/day以上の歩行の効果はBMIが23より大きい集団で高かった。(図9)

日常生活における消費エネルギーによる比較では、日常生活消費エネルギーを1100kcal/dayで区分してみると、1100kcal/day未満の運動習慣の少ない群で有意にVO2maxの増加が高かった。

図8

**歩行量の変化とVO2maxの変化**

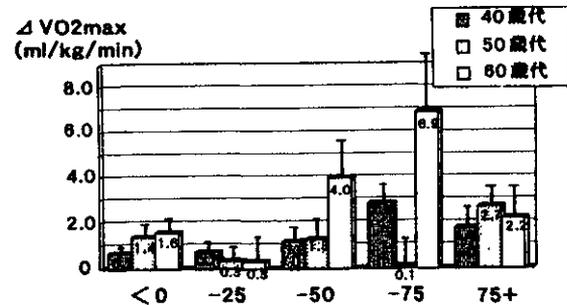
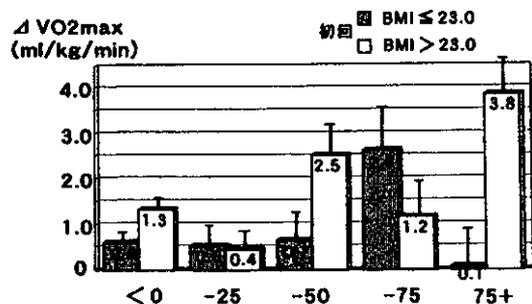


図9

**歩行量の変化とVO2maxの変化**



**D. 考察**

本研究は初回に運動量が少ない中高年集団における縦断的調査研究であり、十分な介入が加えにくいという特性があるが、約3割で再検査時において、何らかの余暇の運動量が増加している。本集団の対象者は自らの意思で

受診している者がほとんどで、やや健康に対する意識は高いと思われるが、職業的な競技者や重度の疾病を有する者は含んでいないので、本研究の結果を一般健康人のデータとして代表させることは可能と思われる。

運動による血圧の改善に関する報告は比較的多くみられ<sup>1, 2</sup>、その有用性が次第に明らかにされつつあるが、その機序に関しては諸説が考えられている。本研究では心肺持久力の増加が関与していることが示された。今回の検討では運動としてはとくに歩行、ジョギングなどの有酸素運動に限定したので、これらの運動が心肺持久力の向上をもたらし、血圧に良い影響を与えたと考えられる。心肺持久力の向上には心拍出量の増加、筋肉での酸素利用能の改善など種々の要因が考慮されるが、運動習慣による心筋の収縮効率の改善が血圧の低下に最も強く関連するのではないかと考えられる。心肺持久力の増加が安静時よりむしろ運動時の血圧上昇を抑制していることからこの機序がもっとも肯首される。

安静時の血圧にはあまり影響を及ぼさなかったが、これは運動量や心肺持久力の増加が小さかったことによると考えられ、更なる検討が必要であろう。しかし、運動時の血圧の上昇が抑えられるのは事故の防止の点からも望ましいことであり、少ない運動量の意義を否定するものではないと思われる。とくにこの心肺持久力向上と運動時血圧の抑制の関連が高齢者や低体力者でより強いことは、これらの人々で少ない運動でも体力や血圧に良い影響をおよぼし得ることを示しており、興味深い。

生活習慣の改善に関しての介入には困難な点も多い。その中でも余暇の運動習慣を身につけさせることはとくに難しいが、手軽な運動から始めさせることが重要と考えられている。一時ブームとなったジョギングは、開始するものの割合が少なく、かつその増加運動

量は必ずしも多くはなかった。しかし、それにもかかわらず、 $V_{O2max}$  で示される心肺持久力の改善効果は著しかった。この効果はとくに50歳未満で明瞭であり、有酸素運動として優れていることをあらわしている。一方、50歳以上でははっきりした心肺持久力改善の効果はみられなかった。このことはこの年代ではジョギングを行う人の割合が少ないことによると考えられる。50歳以上でも垂直跳びで示される下肢の瞬発力の改善効果はみられており、適切な強度であれば高齢者の運動としても行いうるのではないかと考えられる。ただ、運動強度が上がれば、足関節や膝関節の障害が増えることも報告されているので、この点についても検討する必要があるであろう。

水泳も近年盛んに行われるようになってきたが、本研究対象者ではその頻度はまだ少ない。水泳も有酸素運動であり、心肺持久力の改善に有効と考えられるが、今回の検討では水泳を開始した群で心肺持久力は必ずしも向上しなかった。しかし、下肢の瞬発力の改善が有意に認められ、筋力向上に有効と考えられた。

高齢者にとって運動の目的を体力の向上に求めると、障害の発生を起しやすき可能性もあり、むしろ体力の維持におくべきかもしれない。その意味で、歩行は最近最も注目されている有酸素運動である。本研究の対象者では、初回受診時に余暇運動として歩行を行っていない人の約20%が、その後歩行を始めた。その運動量としては一日あたりに換算すると、男性では57kcal、女性で42kcalと決して多くはないが、運動習慣として身に付いたことに意義があると考えられる。

体力レベルの変化を検討すると、歩行を始めた人において $V_{O2max}$  で示される心肺持久力が改善する傾向がみられ、とくに60歳以上の高齢者、肥満者、日常生活で運動量の少ないもの等でその傾向が強かった。下肢の瞬発力