

勤労中高年女性に対する食生活と運動指導の 介入が骨代謝と脂質代謝に及ぼす影響

国立健康・栄養研究所 室長 樋口 満
田畑 泉 吉武 裕
石井 恵子 竹宇治 聡子
所長 小林 修平

【はじめに】

女性は男性に比べて平均寿命が長い、それは性そのものと、飲酒・喫煙など生活習慣を含めた成人病（生活習慣病）のリスクが低いためと考えられてきた。しかし、近年、女性の社会進出が著しく、男性と同様な勤労形態をとる女性が急増してきている。とくに、勤続年数が長く、管理職・専門職に就いている中高年女性は食生活のアンバランス、運動不足、そしてストレスなど成人病発症の危険性が高くなる可能性がある。

これまでの中高年女性の健康に関する研究は、ほとんどが家庭の主婦を対象として行われてきたため、そのようなライフスタイルの差異による影響が結果の解釈を困難としてきた。

高脂血症や骨粗鬆症など中高年者の疾病の発症原因は、遺伝的素因とともに、食事と運動習慣の影響を受けることが多くの断面研究によって示唆されている。我々はこれまで中高年女性の脂質代謝、骨代謝に及ぼす食生活と運動習慣の影響について断面研究を行ってきた。その結果、中年女性は同年齢層の男性に比べて血中のHDL-コレステロールが著しく高く、LDL-コレステロールが低いことを明らかにした。しかし、閉経後はHDL-コレステロールは高い水準に保持されるのに対して、LDL-コレステロールは次第に増加し、男性の水準に近づいていくことを示した。さらに、日常規則的なランニングを行っている閉経後の中高年女性のLDL-コレステロールレベルは、運動習慣のない一般中高年女性に比べて低いことから、有酸素運動のLDL-コレステロール上昇抑制効果が示唆された。

一方、スイミングを日常規則的に行っている中高年男性ではHDL-コレステロールの上昇とLDL-コレステロールの低下など脂質代謝改善の効果が確認されたが、女性スイマーではその効果は明らかでなかった。その理由として、先に述べた女性の生理的特性に加えて、中高年女性スイマーのトレーニングの強度、頻度、そして期間が男性スイマーほど十分でなかったことが考えられる。

このように、中高年者が行うスイミングは有酸素運動であり、ウォーキングやランニングのような健康増進・成人病予防効果が期待できるにもかかわらず、中高年女性ではその効

果が明らかになっていない。

また、閉経後の中高年女性では、加齢とともに骨密度が急速に低下することが知られている。各種スポーツを愛好している中高年女性を対象とした断面研究の結果は、テニス、バレーボール、バドミントンなど重力のかかる運動が骨密度を高めることを示唆していたが、ランニング、ウォーキング、スイミングなどの有酸素運動を行っている中高年女性の骨密度は、一般女性と比べて顕著な差がみられていない。

とくに、スイミングはその運動特性から骨密度の増加、ないしは加齢による低下防止には有効ではないと考えられているが、その見解を確認したフォローアップスタディは現在のところない。

ところで、スイミングは広く中高年者のあいだで愛好されているスポーツであるが、それは長期間にわたって運動習慣がなく肥満傾向のある中高年女性にとっては、足腰への負担が軽く、ストレスの解消にも役立つ運動として受け入れられているためと考えられる。しかし、ウォーキング、ジョギングはとくに身体に障害がなく、自立した生活を送っている中高年者ならだれにでもできる運動であるのに対して、スイミングは泳ぐ技術を身につけていない人々にとっては、非常にとっつきにくい運動であるという側面ももっている。そのため、スイミングの未経験者や初心者に対して、懇切丁寧な指導ができる能力の高い指導者の存在が欠かせない。

本研究プロジェクトは、オリンピック競泳でのメダリストを指導チーフとする有能な指導者グループと、健康増進・成人病予防に対する理解を有する勤労中高年女性の被検者集団、さらに健康増進に関する運動生理学・スポーツ医学を専門とする研究者とその補助者のチームが三位一体となって遂行されている点が特徴である。

【研究目的】

中高年女性、とくに常勤的な仕事についている中高年女性において、高脂血症や骨粗鬆症の予防にとって、食生活と運動習慣の改善がどのくらい効果があるかを長期間にわたって観察した研究は皆無である。

そこで、本研究では中高年男性と同様なライフスタイルを有する勤労中高年女性を対象として食生活状況、運動習慣を明らかにし、健康・体力プロフィールを把握するとともに、スイミングによる運動指導と食生活指導をとおして、脂質代謝、および骨代謝がどのように改善されるかについてフォローアップスタディを実施し、近い将来、著しく増加することが予想される勤労中高年女性の健康管理に資することを目的としている。

【研究計画及び方法】

- (1) 研究対象：40歳以上（主として50～65歳）の中高齢層の勤労女性。
- (2) 予備検診：全対象者からインフォームドコンセントを得る。医師による問診を実施し、既往症の調査、安静時の血圧と心電図検査、一般血液検査を行い、被検者としての的確と判断されたものを対象とする。
- (3) 食生活状況調査：平常日3日間の食事調査を行い、エネルギー摂取量、各種栄養素の摂取状況を明らかにする。とくに、食品群では牛乳・乳製品の摂取状況を、また栄養素としてはカルシウムを中心としたミネラル、及びビタミン類の摂取量を把握する。
- (4) 運動習慣調査：歩数計を用いて勤務日、休日の身体活動状況を把握する。
- (5) 身体計測：身長・体重・皮厚を測定する。
- (6) 血液検査：各被検者は前日の午後9時以降、絶食の状態で国立健康・栄養研究所検査室を訪問し、安静時の血液を採取する。
 - i) 脂質代謝マーカーとして総コレステロール (Total-Ch)、HDL-コレステロール (HDL-Ch)、トリグリセリド (TG) を測定する。LDL-コレステロール (LDL-Ch) はFriedewaldの計算式 ($LDL-Ch = Total-Ch - HDL-Ch - TG/5$) から求める。
 - ii) 骨代謝マーカーとして血漿中のアルカリフォスファターゼ (ALP) を測定する。
- (7) 腰椎、及び大腿骨頸部の骨密度をDEXA法（ノーランド社製、XR-26）にて測定する。
- (8) 体力テスト：トレッドミルによる漸増負荷テストを行い、持久性体力の指標である最高酸素摂取量、乳酸性作業閾値を測定する。脚伸展パワーを測定する。
- (9) トレーニング：週3回（月・水・金）午後6時から8時まで、国立健康・栄養研究所の運動研究施設にあるスイミングプールにて水泳指導を行う。水泳指導はオリンピックメダリストとその指導スタッフが行う。プール使用時は国立健康・栄養研究所の運動研究者と医師が待機する体制をとり、危険に備える。

【これまでの経過と現状】

国立健康・栄養研究所に付設された運動研究施設のスイミングプールを利用して、1995年2月から本格的な指導が行われている。現在、スイミング指導は被検者の技術水準に従って3～4グループに分けて行われている。スイミング教室入会者はほとんどが初心者であり、それにいくらかの経験者が含まれている。図1は最近（1998年1月）までの会員数の変遷を示している。1996年までは会員数は様々な理由による幾人かの脱会と、それ以上

の新規入会者によって増加の一途をたどったが、1997年に入って一時減少した。しかし、その後、会員による勧誘もあり、再び増加する傾向がある。

なお、図にも示したが、週1回以上スイミングトレーニングに参加している会員数は、1995年に指導を開始してから次第に増加し、1997年から現在までは、ほぼ30名で一定している。1回の参加者は30～40名であり、指導は上記グループ別に4人が行っている。

表1はトレーニング開始期のトレーニングメニューを初心者グループと経験者グループに分けて示している。また、表2はトレーニング開始1年後の水泳トレーニングメニューを示している。表2で初心者グループが設けてあるのは、中途入会者と、参加頻度が極めて低く技術の向上がみられない人々のためである。

図2は現在のトレーニングにおける技術と体力を加味して分けられた各クラスの人員構成を示している。今後、A、Bクラスの人数を増やしていくことがトレーニング効果を高めるためには必須の条件であるといえる。

本研究プロジェクトの水泳教室に参加している被検者は「華の会」という名称をつけた自主的なグループをつくり、運営されている。被検者相互、あるいは被検者サイドと研究者サイドのコミュニケーションを計るために、『華の会』NEWS LETTERを四季ごとに発行しており、現在No. 9まで発行されている（No. 1～9を資料として添付）。

【研究成果と考察】

[中高年女性の年齢階層別にみたBMIと呼吸循環機能]

表3に示したように、中途からの参加者を含めて、1年間スイミングトレーニングを行った中高年女性は51名である。

中高年女性被検者を単純に年齢で区分することは生理学的な意味がない。女性はおよそ50歳当たりで閉経することが知られているので、年齢階層はそれにしたがって、閉経前（月経が規則的な周期でくる）、閉経期（月経が低い頻度で、時々不規則になる）、閉経後（月経が最近1年以上にわたってまったく来ない）に分類した。

本プロジェクトの参加者の年齢は原則的に50歳以上としているので、表3に示したように、閉経前、閉経期の中年女性は少なく、閉経後の中高年女性が多くなっている。

肥満判定の指標として広く用いられているBMIは閉経前・後とも平均的にみると適正な範囲であった。持久性体力の指標である最高酸素摂取量(PeakVo₂)は年齢階層が低いグループほど高い水準であった。

〔中高年女性のトレーニング前の血中脂質・リポ蛋白プロフィール〕

表4には表3で示した51名の被検者のトレーニング前の血中脂質・リポ蛋白プロフィールを全体と、年齢階層に分けて示している。

ここで特徴的なことは、閉経前の被検者はトリグリセリド、総コレステロール濃度が低いことである。総コレステロール濃度が低いのはLDL-コレステロール濃度が低いためである。また、閉経後の被検者の総コレステロール濃度は平均で、日本動脈硬化学会による「冠動脈疾患の予防、治療の観点からみた日本人のコレステロール値適正值および高コレステロール血症診断基準値」で高コレステロール血症とされる水準である220 mg/dl以上を越えており、LDL-コレステロール濃度は基準値の140 mg/dlに極めて近い水準であった。また、HDL-コレステロール濃度は閉経前と閉経後の水準はほぼ同じであった。なお、閉経期の値が低かったが、それはこの年齢階層のサンプルサイズが小さかったため、バイアスがかかっていたためであろう。

〔中高年女性の食生活状況〕

表5、表6はこれまでに参加した中高年女性被検者のうち、食生活状況調査を行った63名のエネルギー源栄養素、ミネラル、ビタミンの摂取量を示している。

本研究プロジェクトに参加した勤労中高年女性の体格（身長、体重）は同年齢層の日本人女性の平均よりもやや大きかったが、ここでは「第五次改定 日本人の栄養所要量」に示されている50歳代女性（生活活動強度：中等度）の栄養所要量と比較した。

本研究参加者の総エネルギー摂取量はやや高く、蛋白質摂取量は所要量（60 g/日）よりも著しく高い水準であった。また、脂肪エネルギー比は所要量が示す20～25%の水準を越えていた。

一方、カルシウムの摂取量は所要量が示す600 mg/日の水準を越えており、その摂取は良好であった。また、鉄摂取量は閉経後の女性の基準値である10 mg/日を越えていた。さらに、各種ビタミンの摂取量も所要量の水準に達しており良好であった。

表7は食品群別摂取量を示している。

牛乳・乳製品の1日当たりの平均摂取量は236 mgであった。平成3年度国民栄養調査成績によれば、50歳代の女性の乳類の平均摂取量は148 g/日であり、本研究の中高年女性がおよそ90 mg/日も多く摂取していることが明らかになった。

[中高年女性の骨密度の加齢変化]

すでに、昨年度に報告しているように、本研究プロジェクトの骨密度測定に参加した中高年女性の腰椎、及び大腿骨頸部の骨密度と年齢の関係は図3、図4に示すようになっていた。また、年齢とZ値（腰椎）の関係は図5のようになっていた。

図3、図4からも明らかであるが、中高年女性では、加齢が進むにつれて腰椎、大腿骨頸部とも骨密度は低下していた。しかし、本研究プロジェクトに参加した中高年女性のZ値は各年齢の標準的な骨密度を100とした場合には平均で107であり、相対的に高い水準であった。この理由としてはこのグループの体重がやや高かったこと、歩数からみた日常の身体活動水準が高かったこと、さらに日常の食生活におけるカルシウム摂取量が多かったことが重要なファクターとして考えられる。

図6、図7は骨代謝マーカーである血中アルカリフォスファターゼ(ALP)活性と骨密度の関係を示している。腰椎、大腿骨頸部いずれの骨密度も血中ALP活性と有意な負の相関関係が認められた。ALPは肝臓と骨組織に存在する酵素であり、骨に存在するALPは骨の代謝活性を反映するとされている。理論的には、中高年女性では閉経によって骨代謝（骨吸収）が活発になると高くなると考えられている。本研究で得られたデータはこの考え方を裏付けているといえる。

さらに、図8、図9には血漿骨型アルカリフォスファターゼ蛋白質濃度と腰椎、及び大腿骨頸部の骨密度の関係を示した。いずれも先に示したALP活性と骨密度との関係と同様に高い逆相関関係を示したが、この指標がALP活性ほどには高いわけではないことが明らかになった。

この断面的な研究結果から、臨床検査において、低骨密度をスクリーニングするのに、DEXAによる骨密度検査のように精度は高いが高価な検査方法によることなく、比較的安価な血中ALP活性の測定で間に合うことが示唆された。

[BMI別にみた呼吸循環機能、血中脂質・リポ蛋白プロフィール]

本研究プロジェクトで対象となった閉経後の中高年女性を、BMIを基準として3グループに分けて呼吸循環機能、血中脂質・リポ蛋白プロフィールを検討した。表8に示すように、BMIの高い肥満傾向の中高年女性はPeakVo2が低く、トリグリセリドが高い傾向であり、HDL-コレステロールは低い水準であった。一方、BMIの低いやせぎみの中高年女

性はPeakVo2が高く、トリグリセリドは低い水準であり、HDL-コレステロールは高い傾向を示した。しかし、LDL-コレステロールには3グループ間に顕著な差は認められなかった。

これらのデータは中高年女性が肥満を解消することは、血中脂質・リポ蛋白プロフィールを抗動脈硬化の方向に向けるのに重要なファクターであることを示している。

[1年間のスイミングによるBMI、呼吸循環機能、血中脂質・リポ蛋白プロフィールの変化]

表9は閉経後の中高年女性において、1年間のスイミングトレーニングがBMIをどのように変化させたかを示している。平均出席回数が週あたり1.6回のAグループ、平均出席回数が週あたり1回のBグループ、平均出席回数が週あたり0.4回のCグループともトレーニングの前後においてBMIの変化は認められなかった。

表10は閉経後の中高年女性についてスイミングトレーニングの参加頻度別にみた1年間のトレーニングによる呼吸循環機能（最高酸素摂取量 (PeakVo2)、及び最大下 (2mMVo2) の酸素摂取量：乳酸性作業閾値）の変化を示している。

この表に示すようにPeakVo2はAグループのみがわずかな上昇を認めた。また、2mMVo2はいずれのグループも顕著な変化を示さなかった。1年間にわたってスイミングトレーニングを相対的に高い頻度で行っているAグループでも必ずしもすべてのメンバーが高い強度で長い距離を泳いでいるわけではないことがこのような結果となって表れたものと考えられる。

表11、表12は脂質代謝に関連する血液検査結果を示している。

総コレステロールはスイミングトレーニングの頻度が低いCグループのみ上昇する傾向を認めたが、A、B両グループは変化が観察されなかった。トリグリセリドはAグループが低下する傾向が伺われたが、他の2グループでは変化がみられなかった。HDL-コレステロール濃度はA、B両グループでトレーニング前に比べて平均値ではやや増加したが、有意な差ではなかった。

一方、LDL-コレステロール濃度はCグループで上昇が観察されたが、トレーニング参加頻度が週1回以上のグループでは変化がみられなかった。

本研究の参加者はほとんどが閉経していることから、加齢とともにLDL-コレステロールが上昇することが予測されたが、Aグループでその上昇が抑制されたことは、スイミングトレーニングの成人病（生活習慣病）予防効果を示唆していると考えられることである。

ろう。1年以上トレーニングを継続している中高年女性スイマーは、水泳技術の進歩とあ
いまって、1回のトレーニング量も増加してきているので、さらにトレーニングを継続す
れば、呼吸循環機能とともに血中脂質の改善効果が期待できる可能性がこの研究によって
示唆された。

[2年間のスイミングトレーニング参加者の呼吸循環機能、血中脂質・リポ蛋白プロフ ィールの変化]

スイミングトレーニングを2年間にわたって週2回程度行ってきた被検者（スイマー群）
と、ほとんどトレーニングに参加しなかった中高年女性（非トレーニング群）について呼
吸循環機能、血中脂質・リポ蛋白プロフィールの変化を比較検討した。

図10はPeakVo2の個人の値とグループ全体の平均値の変化を示している。スイマー群の
PeakVo2は全体として上昇する傾向がみられたが、非トレーニング群では顕著な変化が認
められなかった。2年間にわたってスイミングトレーニングに参加している中高年女性は
技術も上達し、長い距離を高い強度で泳ぐことができるようになっているため、呼吸循環
機能が上昇したものと考えられる。

図11は血中トリグリセリド濃度の変化を示しているが、両グループともバラツキが大き
く、グループとしては目立った変化がみられなかった。しかし、スイマー群で、トレーニ
ング当初に高い水準であった被検者では低下する傾向が伺われた。

図12に示したように、総コレステロールはいずれのグループともほとんど変化していな
かった。また、図13に示したように、LDL-コレステロール濃度はスイマーではやや低下す
る傾向が伺われ、非トレーニング群ではわずかに上昇する傾向であったが、いずれも統計
的には有意な変化ではなかった。

図14に示したように、HDL-コレステロールはスイマー群では2年間のトレーニングによ
って上昇する傾向が認められたが、非トレーニング群ではむしろ低下していた。

これらの結果は長期のスイミングトレーニングが閉経後の中高年女性の血中脂質・リポ
蛋白プロフィールを改善する効果があることを示唆している。

[2年間のスイミングトレーニング参加者の骨密度の変化]

一般に、スイミングはレジスタンス運動や各種球技系スポーツのように、骨密度を高
めたり、加齢に伴う低下を抑制したりする効果が少ないと考えられている。

表13に示したように、腰椎骨密度 (g/cm^2) は2年間のスイミングによって変化しなかったが、加齢に伴うその減少を考慮したZ値で見ると、スイマーはむしろ上昇する傾向を示した。一方、大腿骨頸部の骨密度は表14に示したように、変化が認められなかった。

ここでは示さなかったが、スイミングは脚伸展力など筋力を高める効果があることを示すデータを我々は得ている。このことを併せて考慮すると、スイミングは中高年女性の転倒防止、骨折予防にも有効であることが予想できる。

【まとめと今後の課題】

以上のデータは2年間という比較的長期な観察を行うと、スイミングトレーニングの健康効果が次第に顕著に表れてくる傾向があることを示している。本研究プロジェクトに被検者として協力しているほとんどの参加者が常勤的職業をもち、その多くが責任あるポジションで仕事をしているので、週3回オープンしているスイミング教室に2回/週の頻度で出席することは並大抵のことではない。

現在は、スイミング教室参加者には『華の会』NEWS LETTERなどによって、スイミングトレーニングの有効性について解説し、教室への参加頻度を高めるような啓蒙活動を行っている。また、年2回は全体会を開いて会員相互のコミュニケーションを図っている。

我々は今後も本研究プロジェクトを長期にわたって継続していく予定であるが、参加者の理解と相互交流により、楽しみながら行っていけるような工夫をさらにしていく必要があると考える。

【本研究に関連した学会発表】

- 1) 田畑 泉、樋口 満、吉武 裕、太田壽城、森下はるみ：中高年勤労女性の乳酸性作業閾値及び最高酸素摂取量に対する水泳トレーニングの影響。第51回日本体力医学会大会、1996年9月、広島
- 2) 樋口 満、田畑 泉、吉武 裕、石井恵子、太田壽城、森下はるみ：中高年女性の血中脂質プロフィールに及ぼす水泳トレーニングの効果。第51回日本体力医学会大会、1996年9月、広島
- 3) 石井恵子、長谷川いずみ、樋口 満、田畑 泉、吉武 裕、太田壽城：常勤的勤労中高年女性の栄養摂取状況。第43回日本栄養改善学会、1996年9月、東京
- 4) Higuchi M, Tabata I, Yoshitake Y, Tanaka A, Ohta T, Morishita H: Effect of

one-year swimming program on plasma lipoprotein concentrations in postmenopausal women. 44th Meeting of the American College of Sports Medicine.

1997年5月, Denver, USA.

- 5) 樋口 満、シンポジウムⅡ「運動処方基礎と実践—生理・生化学的観点から—」
脂質代謝異常. 第5回日本運動生理学会 1997年7月、つくば
- 6) 樋口 満: シンポジウム「体脂肪をめぐる諸問題—体力医学的側面より—」
2) 中高年スポーツ愛好者の体脂肪率—呼吸循環機能・脂質代謝との関連—.
第52回日本体力医学会大会 1997年9月、大阪
- 7) 田畑 泉、樋口 満、吉武 裕、太田壽城、山川 純、呉 堅: 水泳トレーニングが中高年勤労女性の腰椎の骨密度に及ぼす影響. 第52回日本体力医学会大会、1996年9月、大阪
- 8) 田畑 泉: 勤労中高年女性の腰椎及び大腿骨頸部の骨密度と血中骨代謝マーカー. 日本体育学会第48回大会、1997年10月、新潟

【謝辞】

私たちはこの3年間の全国牛乳普及協会の助成による牛乳栄養学術研究によって、中高年女性の健康増進・成人病（生活習慣病）予防に及ぼす運動・栄養指導の効果を明らかにするための多くの貴重なデータを得ることができた。ここに記して、貴協会に対して深い感謝の意を表する次第である。

図1 会員数の変化

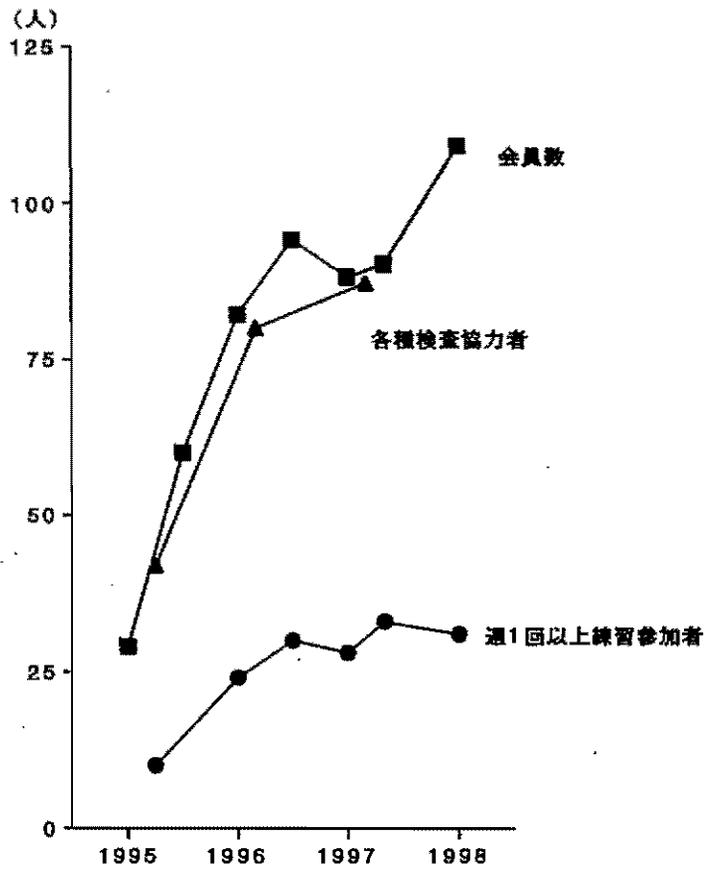


図2 Number of Different Classes of Swimmers

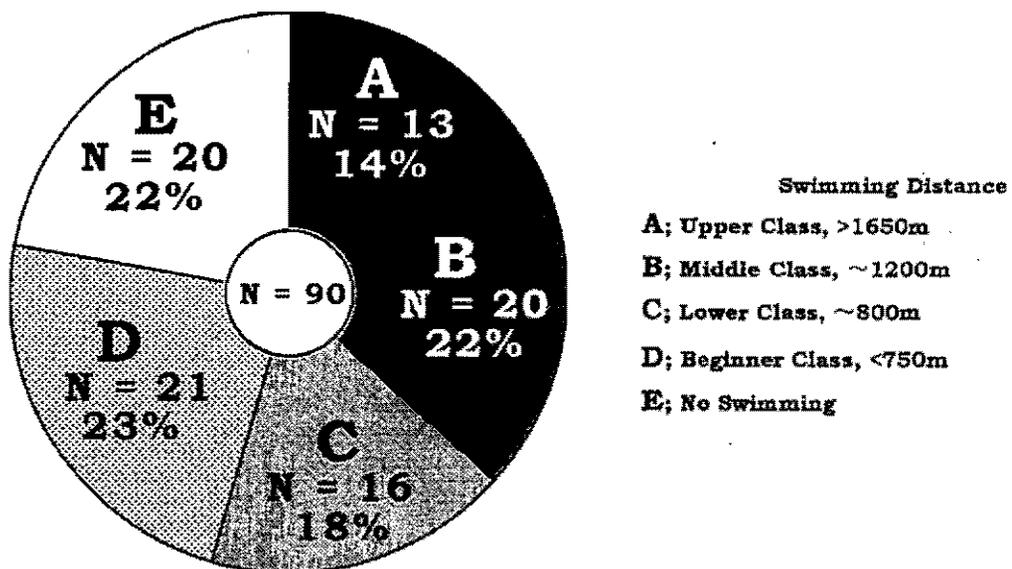


表1 トレーニング開始期の水泳トレーニングメニュー

第 1 回のトレーニングメニュー	第 1 1 回のトレーニングメニュー	第 2 1 回のトレーニングメニュー	第 3 1 回のトレーニングメニュー
Aグループ (初心者) 水中運動 いきこらえ 呼吸法 けのびからの立ち方 ビート板キック 面浸けキック 面浸けクロール 背面浮きとそれからの立ち方 背面キック	Aグループ (初心者) 水中歩行 腰掛けキック いきこらえ 呼吸法 壁キック ビート板キック 25m×1回 面浸けキック 12.5m×6回 面浸けクロール 12.5m×6回 呼吸付きビート板 12.5m×6回 クロール 25m×2回 背面キック 25m×2回 水中懸け足りレー	Aグループ (初心者) 水慣れ 腰掛けキック いきこらえ10秒 呼吸法 壁キック ポビング けのび ビート板キック 12.5m×4回 面浸けキック 12.5m×4回 呼吸付きビート板 12.5m×4回 自由水泳 25m×3回 ポビング 25m×1回	Aグループ (初心者) 水慣れ各種 面浸けバタ足 休みながら 25m×2回 ビート板キック 25m×3回 面浸けクロール 呼吸なし 12.5m×4回 ビート板あり片手クロール 12.5m×4回 ビート板なし片手クロール 12.5m×3回 クロールコンビ できるところまで×4回 背けのび 2回 気付けキック 12.5m×3回 手付きコンビ 出来るところまで 4回
総泳距離 0m	総泳距離 350m	総泳距離 250m	総泳距離 400m
Bグループ クロール 25m×10回 バックキック 25m×2回 クロール 50m×1回	Bグループ 水中歩行 25m×2回 ビート板キック 25m×2回 ビート板面浸けキック 25m×4回 片手プル 25m×4回 コンビ 25m×4回 バックきおつけキック 25m×4回 バックコンビ 25m×4回 プレストコンビ 25m×4回 バタフライ説明 バタフライキック練習 25m×2回	Bグループ 水中歩行 壁キック ビート板キック 25m×6回 ビート板面浸けキック 25m×4回 面かぶり片手スイム 25m×2回 面かぶり片手クロール 25m×2回 クロール 25m×8回 バックキック 25m×4回 バック コンビ 25m×4回 プレストキック 25m×4回 プレストコンビ 25m×4回 バタフライキック練習 25m×2回	Bグループ ビート板キック 25m×8回 クロール (1分30秒間隔) 25m×10回 バックキック 25m×2回 バック コンビ 25m×4回 プレスト 25m×6回 バタフライキック 25m×2回 バタフライコンビ 25m×2回 クールダウン 25m×2回
総泳距離 400m	総泳距離 750m	総泳距離 800m	総泳距離 860m

表2 トレーニング開始1年後の水泳トレーニングメニュー

	Dグループ：初心者	Cグループ	Bグループ	Aグループ
ト レ ー ニ ン グ 内 容	①水慣れ	①ビート板キック	①ビート板キック	①ビート板キック
	②壁キック	50m × 4	50m × 4	50m × 4
	③ボビング	②クロール	②クロール	②クロール
	④ビート板キック	25m × 20	50m × 18	50m × 20
	25m × 4	③背泳	③背泳	③背泳
	⑤面かぶりキック	50m × 4	50m × 4	50m × 4
	25m × 4	④平泳ぎ	④平泳ぎ	④平泳ぎ
	⑥けのび 4回	50m × 4	50m × 4	50m × 4
	⑦面かぶりクロール		⑤バタフライ	⑤バタフライ
	25m × 4		25m × 4	25m × 4
⑧片手クロール				
12m × 4				
⑨スイム				
25m × 4~6				
⑩背泳				
けのび 2回				
ビート板キック 2回				
⑪ビート板なしキック				
総泳距離	総泳距離 1,100 m	総泳距離 1,600 m	総泳距離 1,700 m	

表3 中高年女性被検者のトレーニング前の身体的特徴と呼吸循環機能 (平均±SD)

グループ	N	年齢 (歳)	BMI (kg/m ²)	PeakVo ₂ (ml/kg/分)	2mMV _{o2} (ml/kg/分)
全体	51	56 ± 7	22.4 ± 2.5	31.7 ± 4.9	25.4 ± 3.7
閉経前	9	46 ± 3	23.2 ± 3.8	35.7 ± 6.3	26.2 ± 3.5
〃期	5	52 ± 8	23.9 ± 2.0	31.8 ± 2.6	24.4 ± 4.2
〃後	37	59 ± 5	22.0 ± 2.2	30.7 ± 4.4	25.3 ± 3.8

表4 中高年女性被検者のトレーニング前の血中脂質・リポ蛋白プロフィール (平均±SD)

グループ	N	トリグリセリド (mg/dl)	コレステロール		
			総 (mg/dl)	HDL (mg/dl)	LDL (mg/dl)
全体	51	85±53	220±33	71±20	132±28
閉経前	9	63±26	181±27	67±15	101±21
〃期	5	81±24	207±17	54±11	137±20
〃後	37	86±51	225±38	71±19	137±29

表5 中高年女性被検者のエネルギー源栄養素の摂取状況 (平均±SD)

人数	総エネルギー (kcal)	蛋白質 (g)	脂肪 (g)	蛋白質エネルギー比 (%)	脂肪エネルギー比 (%)	糖質エネルギー比 (%)
63	1926±293	83±12	63±16	17±2	29±3	50±6

表6 中高年女性被検者の各種ミネラル、ビタミン摂取量 (平均±SD)

N	カルシウム	鉄 (mg)	ビタミンB1 (mg)	B2 (mg)	C (mg)	E (mg)
63	685±187	11.7±2.8	1.12±0.22	1.66±0.385	139±45	8.4±2.2

表7 中高年女性被検者の食品群別摂取量 (平均±SD)

N	穀類 (g)	肉類 (g)	魚類 (g)	牛乳・乳製品 (g)	卵類 (g)	野菜類 (g)
63	214±40	73±34	95±36	236±125	35±19	291±114

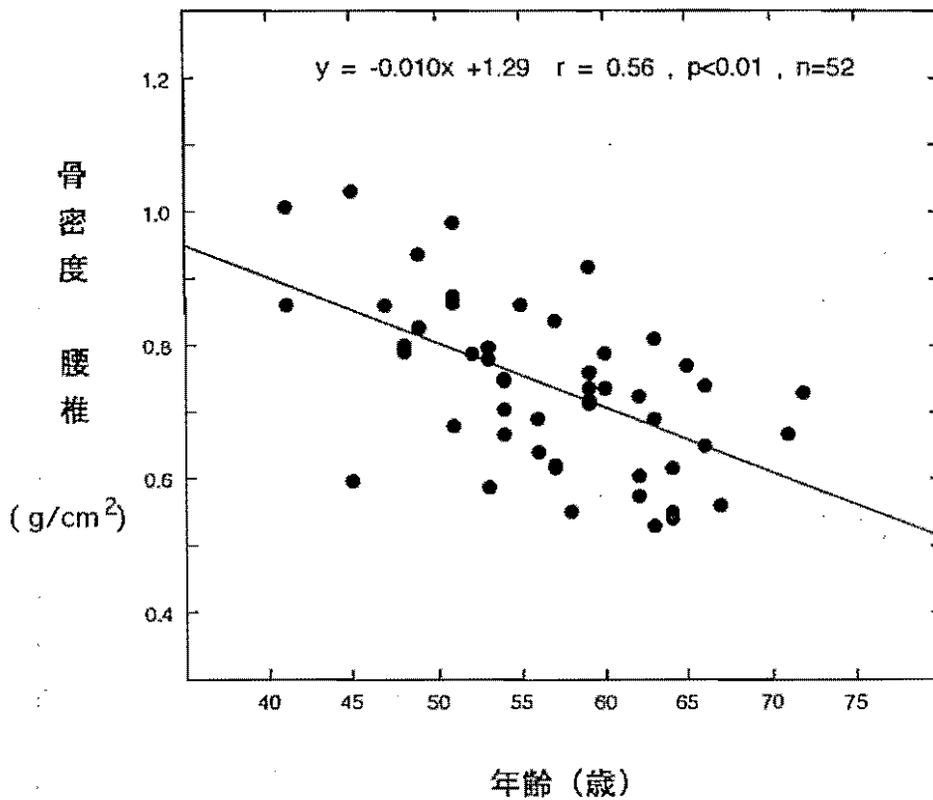


図3 勤労中高年女性の骨密度の加齢変化 (腰椎)

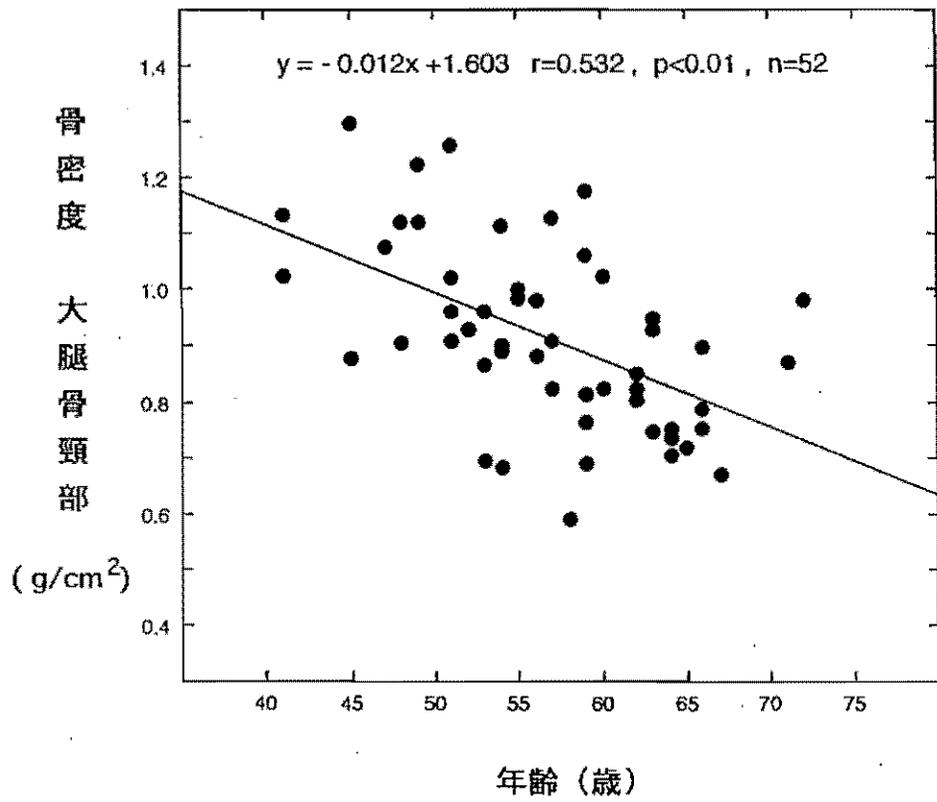


図4 勤労中高年女性の骨密度の加齢変化 (大腿骨頸部)

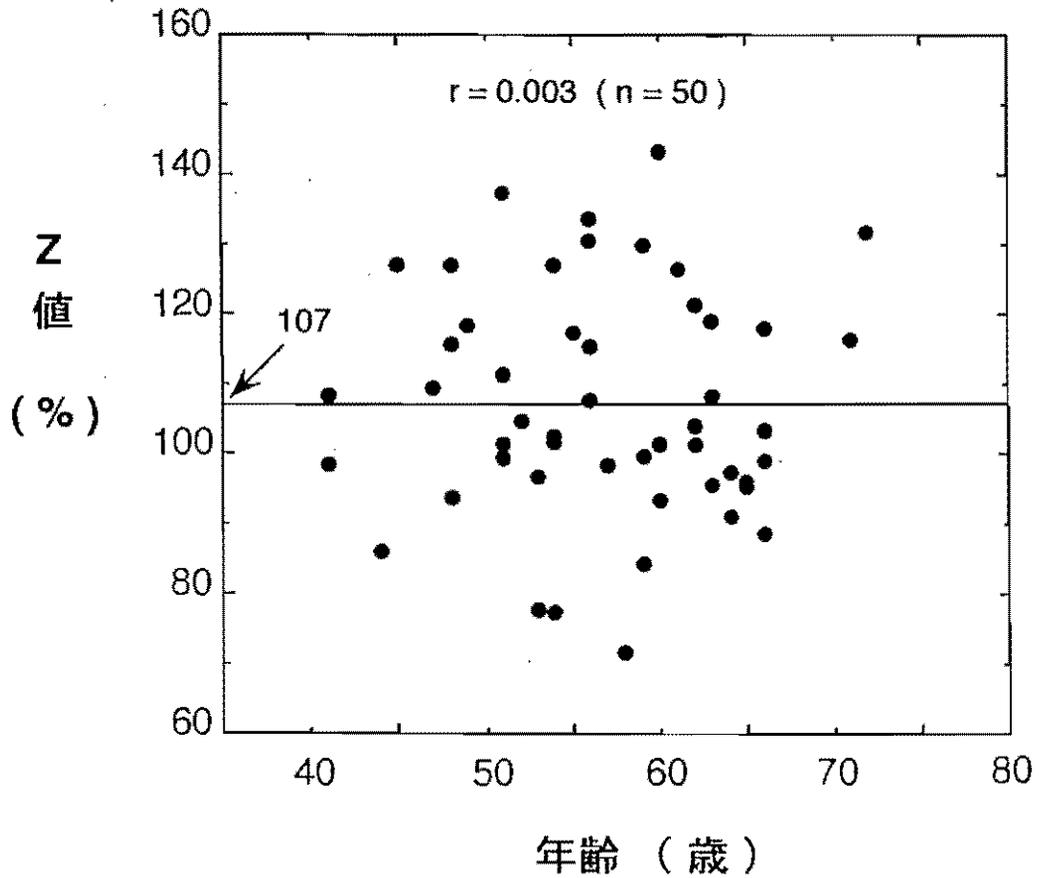


図5 勤労中高年女性の骨密度のZ値

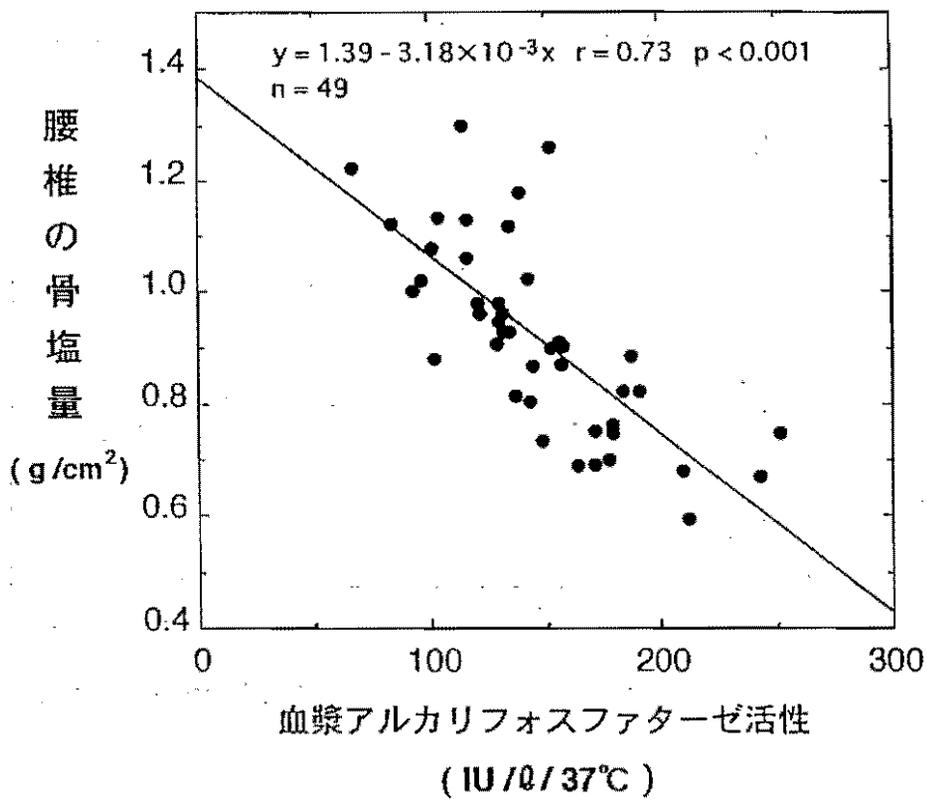


図6 勤労中高年女性の骨密度（腰椎）と血漿アルカリフォスファターゼ活性との関係

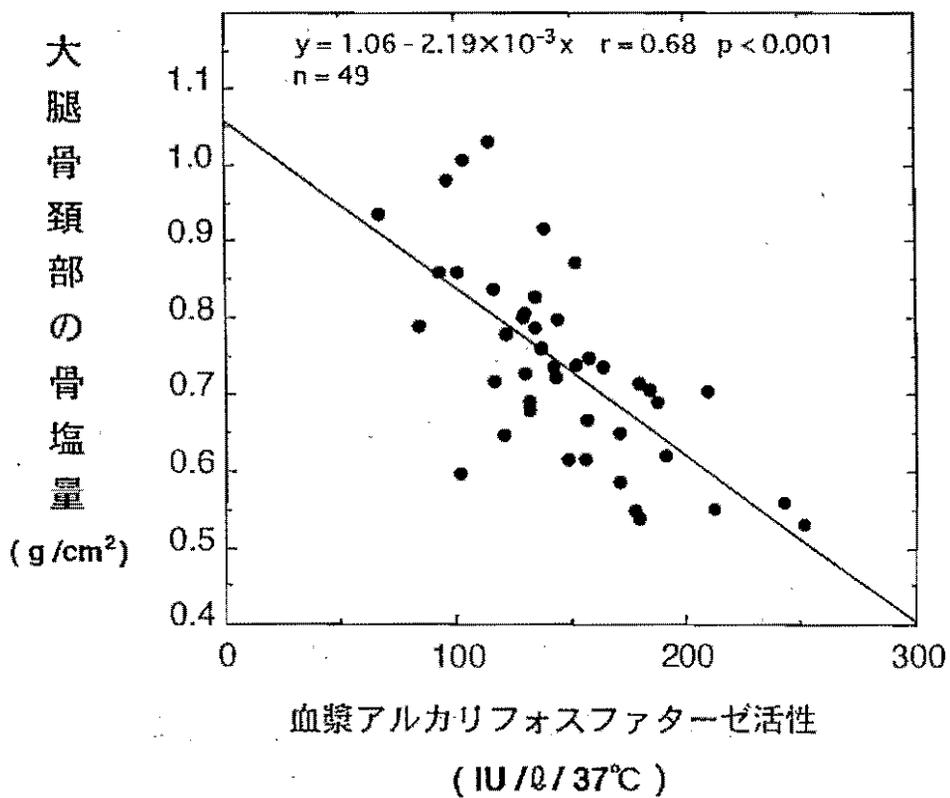


図7 勤労中高年女性の骨密度（大腿骨頸部）と血漿アルカリフォスファターゼ活性との関係

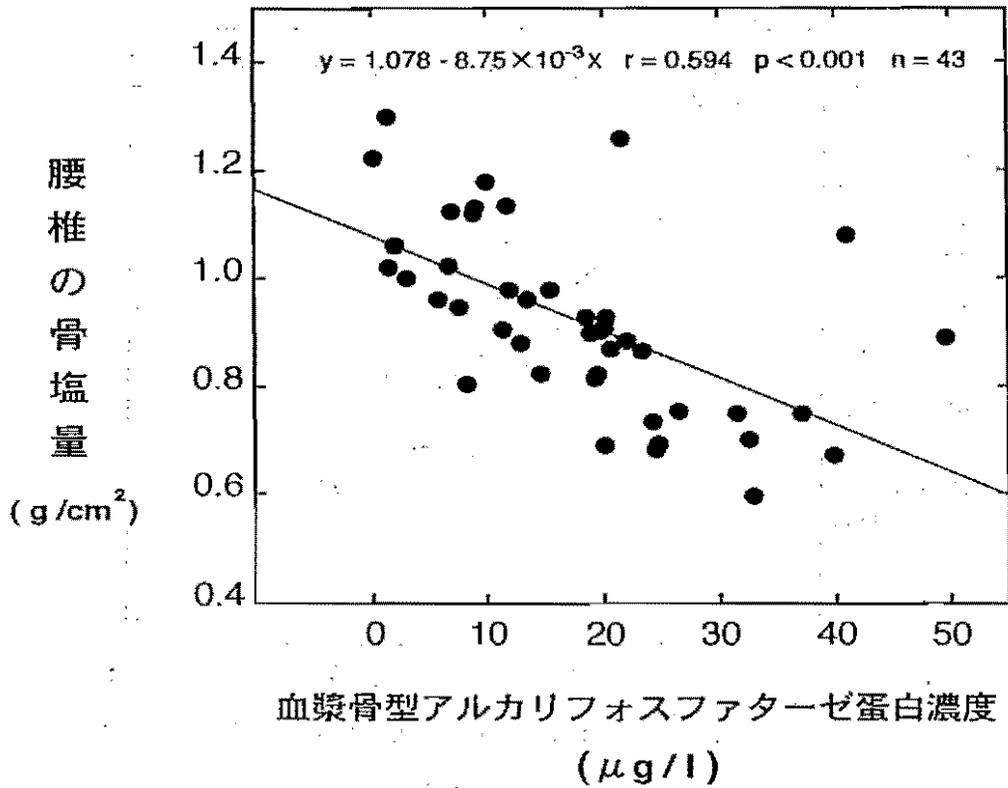


図8 勤労中高年女性の骨密度（腰椎）と血漿骨型アルカリフォスファターゼ蛋白濃度との関係

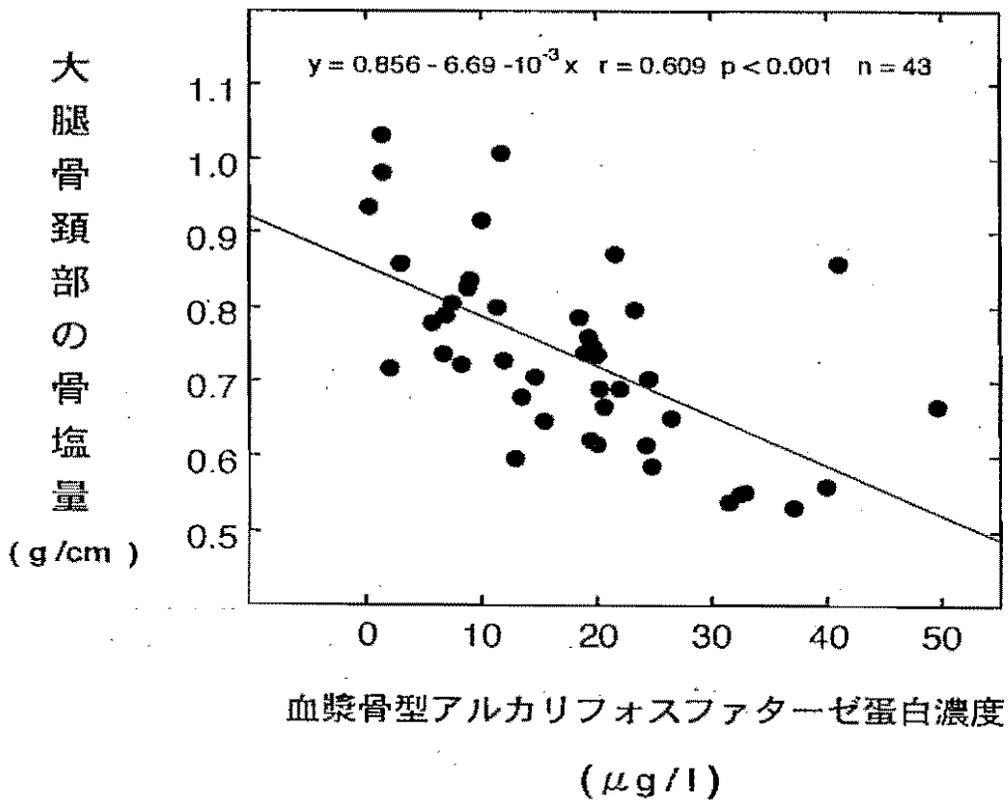


図9 勤労中高年女性の骨密度（大腿骨頸部）と血漿骨型アルカリフォスファターゼ蛋白濃度との関係

表8 中高年女性のBMI別にみた呼吸循環機能、血中脂質・リポ蛋白プロフィール
(平均±SD)

グループ	N	年齢	BMI (kg/m ²)	PeakVo2 (ml/kg/min)	トリグリセリド (mg/dl)	コレステロール		
						総 (mg/dl)	HDL (mg/dl)	LDL (mg/dl)
肥満ぎみ	9	59±4	25.3±1.1	28±4	131±70	230±26	61±17	142±23
普通	30	59±6	21.9±1.0	31±4	80±51	227±40	73±17	137±34
やせぎみ	5	55±5	18.8±0.6	35±7	61±32	235±27	78±21	145±27

表9 1年間のスイミングトレーニングによるBMIの変化(平均±SD)

グループ	N	年齢 (歳)	BMI (kg/m ²)	
			トレーニング前	トレーニング後
A	10	60±5	23.1±1.7	23.0±1.6
B	14	60±7	21.1±2.4	21.2±2.3
C	13	58±4	22.1±1.9	22.4±1.9

参加頻度別グループ：A：1.6±0.2 回/週、B：1.0±0.1 回/週、C：0.4±0.2 回/週

表10 1年間のスイミングトレーニングによる呼吸循環機能の変化（平均±SD）

グループ	N	PeakVo2 (ml/kg/分)		2mMVo2 (ml/kg/分)	
		トレーニング前	トレーニング後	トレーニング前	トレーニング後
A	10	29.6±4.7	31.2±4.1*	26.7±3.1	26.0±3.2
B	14	32.7±5.0	32.9±5.0	26.2±4.7	26.1±4.5
C	13	29.5±2.6	29.6±4.2	23.4±2.2	24.6±1.7

参加頻度別グループ：A：1.6±0.2 回/週、B：1.0±0.1 回/週、C：0.4±0.2 回/週

* P<0.05

表11 1年間のスイミングトレーニングによる血中総コレステロール、トリグリセリドの変化（平均±SD）

グループ	N	総コレステロール (mg/dl)		トリグリセリド (mg/dl)	
		トレーニング前	トレーニング後	トレーニング前	トレーニング後
A	10	227±41	231±25	107±69	75±19
B	14	232±27	230±30	82±51	78±36
C	13	216±45	231±41*	75±31	84±39

参加頻度別グループ：A：1.6±0.2 回/週、B：1.0±0.1 回/週、C：0.4±0.2 回/週

* P<0.05

表12 1年間のスイミングトレーニングによる血中HDL-, LDL-コレステロールの変化 (平均±SD)

グループ	N	HDL-コレステロール (mg/dl)		LDL-コレステロール (mg/dl)	
		トレーニング前	トレーニング後	トレーニング前	トレーニング後
A	10	66±26	71±24	139±32	145±29
B	14	74±16	78±36	142±21	144±30
C	13	71±16	71±16	130±35	142±35

参加頻度別グループ: A: 1.6±0.2 回/週、B: 1.0±0.1 回/週、C: 0.4±0.2 回/週

図10 peak VO₂

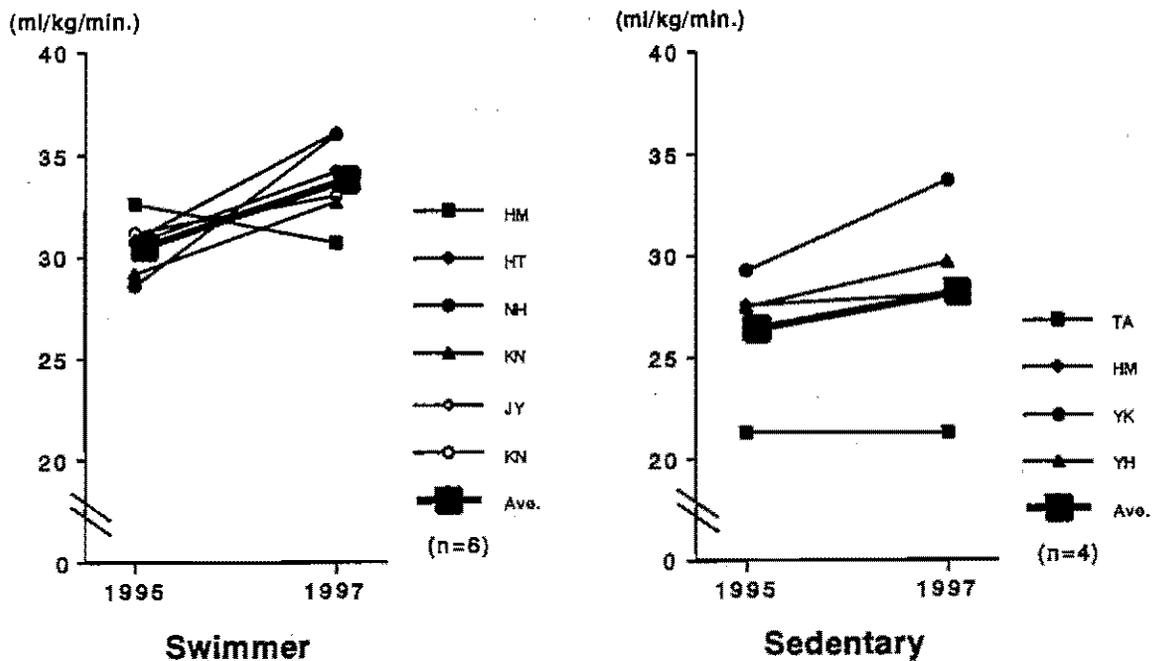


图11 Triglyceride

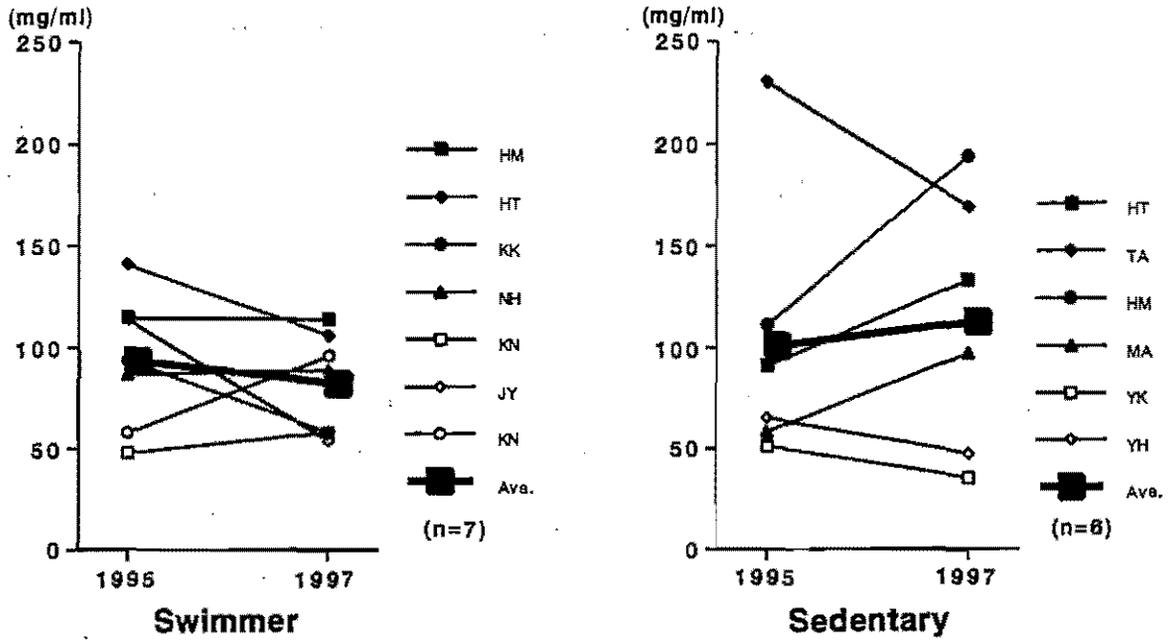


图12 Total cholesterol

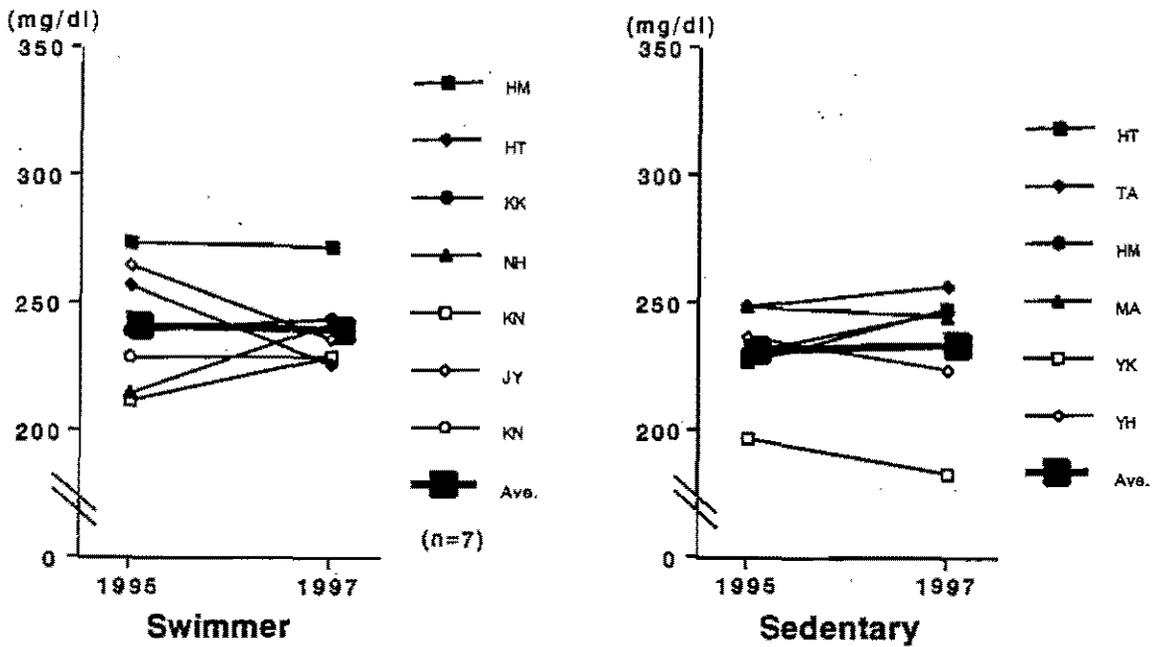


図13 LDL-Cholesterol

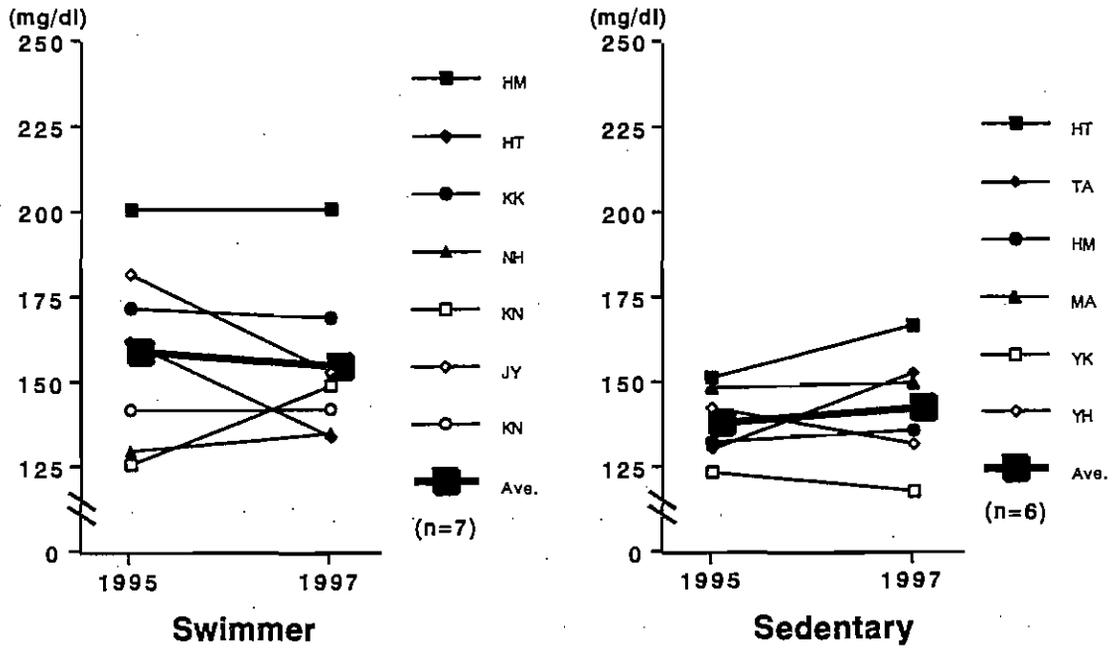


図14 HDL-Cholesterol

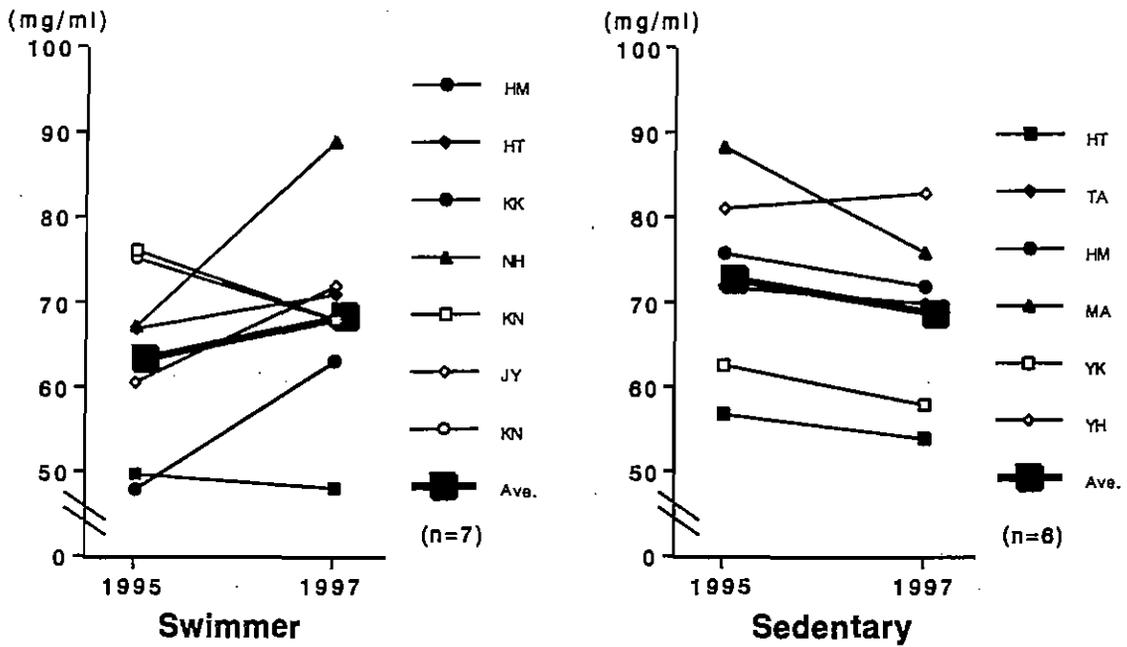


表13 2年間のスイミングトレーニングによる腰椎の骨密度の変化（平均±SD）

グループ	N	腰 椎 骨 密 度			
		(g/cm ²)		(Z 値)	
		トレーニング前	トレーニング後	トレーニング前	トレーニング後
トレーニング群	12	0.837±0.136	0.841±0.133	100.2±15.6	102.7±15.9**
対照群	10	0.874±0.146	0.880±0.165	109.8±16.0	112.4±18.9

参加頻度別グループ：トレーニング群：1.1±0.3 回/週、対照群：0.25±0.20 回/週

** P<0.01

表14 2年間のスイミングトレーニングによる大腿骨頸部の骨密度の変化（平均±SD）

グループ	N	大 腿 骨 頸 部	
		(g/cm ²)	
		トレーニング前	トレーニング後
トレーニング群	12	0.720±0.109	0.736±0.102
対照群	10	0.690±0.107	0.699±0.100

参加頻度別グループ：トレーニング群：1.1±0.3 回/週、対照群：0.25±0.20 回/週