

牛乳・乳製品摂取と生活習慣病危険因子に関する検討 —活力年齢、血管年齢、骨密度に着目して—

筑波大学大学院人間総合科学研究科スポーツ医学専攻 田中 喜代次

要約

本年度は昨年度に引き続き、横断研究データのさらなる収集追加をおこなうとともに、日常生活習慣介入による縦断研究を遂行し、(1)健康度指標である活力年齢と牛乳・乳製品の摂取量との関連性、(2)生活習慣病危険因子の改善に及ぼす牛乳・乳製品効果について検討した。昨年度および本年度で収集したデータを合わせると、解析対象者は男性252名、女性267名、総計519名であった。

男女とも牛乳・乳製品摂取量(Ca換算量)に基づき、全対象者を4分位に分けて解析した。男性は内臓脂肪面積とLDL-Cに有意あるいは有意傾向が認められ、女性は活力年齢、活力度、皮下脂肪面積、最大酸素摂取量、HDL-Cに有意あるいは有意傾向が認められた。ロジステック回帰分析において第一4分位(牛乳・乳製品非摂取群)を基準としたオッズ比を比較すると、女性では牛乳・乳製品摂取群は非摂取群に比べ、活力度が約3倍良好であることが示されたが、男性にそのような明らかな傾向は認められなかった。重回帰分析の結果、女性における牛乳・乳製品摂取量は総運動時間とともに活力度に貢献していることが示唆された。

生活習慣介入による縦断研究では、12週間にわたる運動実践介入(男性)と運動実践と食事改善による減量介入(女性)をおこなった。解析対象者(男性56名、女性48名)を牛乳・乳製品摂取群(1日あたりの摂取牛乳・乳製品由来カルシウム換算量198 mg以上、男性11名、女性11名)、牛乳・乳製品非摂取群(男性20名、女性20名)に層別し、二元配置分散分析にて解析した。男性では中性脂肪と最大酸素摂取量に有意な交互作用が認められたが、女性ではすべての測定項目に有意な交互作用は認められなかった。

はじめに

前年度において申請者らは、横断調査(425名)により、牛乳・乳製品摂取と生活習慣病危険因子(活力年齢、内臓脂肪面積、血清脂質、動脈伸展性)の関係について探索的な調査をおこなった。その結果、牛乳・乳製品摂取量や身体活動量は活力年齢、動脈伸展性、内臓脂肪に好ましい影響を及ぼし、特に、心臓足首血管指数(cardio ankle vascular index: CAVI)は、牛乳・乳製品高摂取者において低く、牛乳・乳製品摂取は動脈伸展性に良好な影響を与えることが示唆された。しかし、これらの結果の有意水準は10%以下であり、統計学的有意水準とされる5%を満たさなかった。その要因は、「牛乳・乳製品高摂取群」と「牛乳・乳製品非摂取群」の対象者数の不足に起因すると考えられた。また、牛乳・乳製品摂取と運動実践の効果を分離して検討できなかったことも反省点であった。そのため、本年度は横断調査データのさらなる収集追加とともに、生活習慣介入による縦断研究を遂行し、牛乳・乳製品摂取が生活習慣病危険因子の改善に及ぼす効果について検討した。

本年度調査目標

健康度・老化度の有用な指標として、田中らは活力年齢（vital age）を提唱してきた¹⁻³⁾。活力年齢は「ヒトの老化過程で生命を短縮させる作用をもち、種々の疾病の要因となる血液・血中脂質・体脂肪などの情報に加え、ヒトの健康度や老化度を反映する運動時の生理的応答や体力構成要素を説明変数に利用して求められるもの」と定義されている。活力年齢は、健康度・老化度をより包括的に表す概念であるが、牛乳・乳製品の摂取との関連性については明らかにされていない。

そのため、横断調査として、昨年度のデータに本年度のデータを加え

1. 対象者の牛乳・乳製品の摂取量や日々の身体活動水準を科学的に定量するとともに、最大酸素摂取量などの体力指標や血中脂質などのメタボリック・シンドローム（MetSyn）構成因子を測定することで、活力年齢（活力度）を算出し、牛乳・乳製品の摂取量との関連性を明らかにする。
2. 対象者の心臓足首血管指数（CAVI）、またcomputed tomography（CT）法による内臓脂肪面積、音響的測定法による骨強度を測定することにより、これら数値の程度をとらえ、牛乳・乳製品の摂取量や身体活動水準との関連性や活力年齢（活力度）との関連性を明らかにする。

さらに、縦断研究として「牛乳・乳製品高摂取群」と「牛乳・乳製品非摂取群」を対象に、男性には運動実践介入を、女性には食事改善と運動実践を中心とする減量介入おこない、牛乳・乳製品摂取習慣の有無が、健康関連指標に及ぼす影響を検討する。

研究方法

1. 対象者

昨年度調査対象者に加え、本年度は、筑波大学田中研究室主催の減量教室の参加者を募集した。対象者は、大学の地域情報誌やダイレクトメールにより、自治体では広報誌やポスター掲示、保健士等の職員の勧めにより自ら集まった者であった。参加条件は、肥満または肥満傾向の中老年男女（団塊の世代中心）としたが、この範囲から少々逸脱した対象者であっても本人の希望により参加を受け入れた。参加希望者には事前説明会で、研究目的や研究内容などについて、口頭および文書にて十分に説明した上で、書面にて研究参加への同意を得た。これら一連の研究遂行手続きについては、筑波大学大学院人間総合科学研究科に属する倫理委員会の承認を得た（承認番号：21-2385）。

2. 介入研究

2-1. 運動実践教室（男性）

対象者は90分間／回の運動実践プログラムを3回／週、12週間実践した。プログラム内容はウォーキングやジョギングなどの有酸素性運動（60分間）を中心に、その前後にウォーミングアップ、クーリングダウン（それぞれ15分間）から構成されるものである。教室に参加しない日も自宅でできるだけウォーキングやジョギングを実践するように支援した。運動強度は、最初は運動に慣れることを目標に、その後徐々に強度を上げ、最終的には拍数予備（HR reserve）の50%～70%、もしくは自覚的運動強度13（ややきつい）を目標にした。運動時間は、運動初期は20～30分程度に抑え、整形外科系の障害を起こさぬよう配慮した。その後教室を重ねるごとに運動時間

を延ばし、教室終了時には40分～60分のウォーキングやジョギングを習慣化させた。

2-2. 食事改善・運動実践による減量教室（女性）

運動実践プログラムは男性と同様に、90分間／回、3回／週で12週間提供された。食事改善プログラムは、4群点数法（香川、2002）を用いて、栄養バランスを考慮した食事を摂取するように指導し、2時間／回、1回／週で12週間提供された。具体的には、一食あたり約400 kcal、1日で約1200 kcalを目標に、第1群（乳・乳製品／卵）から1点（80 kcal）、第2群（魚介・肉類／豆・豆製品）から1点（80 kcal）、第3群（野菜／芋類／果物／きのこ／海藻）から1点（80 kcal）、第4群（穀物／砂糖／油脂／その他嗜好品）から2点（160 kcal）の範囲内で食品を選んで摂取するように指導した。対象者には1食ごとの食事内容を記録するよう求め、各教室参加時に提出していただいた。その記録をもとに摂取エネルギー量や食事バランスを確認し、管理栄養士が食習慣などについて指導した。

測定項目

1. 形態と身体組成

身長は0.1 cm単位、体重は0.1 kg単位で計測した。その際、着衣分の目安重量（下着のみの場合は0.1 kg、下着以外の着衣がある場合は0.5～1.0 kg）を計測値から差し引いて測定値とした。BMIは体重／身長²（kg/m²）として算出した。身体組成は、生体電気抵抗法に基づいた体脂肪計を用いて測定した。また、体重に体脂肪率を乗じることで体脂肪量を、体重から体脂肪量を引くことで除脂肪量を算出した。腹囲はメジャーを用いて0.1 cm単位で測定した。測定部位は臍囲とし、立位呼息時に2度測定し、その平均値を採用した。その際、対象者の前方および側方からメジャーが水平であることを確かめた。

2. 腹部脂肪面積

腹部脂肪の指標として、内臓脂肪面積および皮下脂肪面積を測定した。腹部脂肪はcomputed tomography (CT) 画像を専用ソフト (FatScan version 3.0) により分析することで算出した。CT画像はCTスキャンにより、仰臥位姿勢で臍高位を基準位置として撮影した。なお、CTを用いた内臓脂肪の測定は、信頼性と妥当性が報告されており、日本肥満学会が標準的な方法として推奨している。また、1枚のCT画像から算出した内臓脂肪面積が内臓脂肪全体をよく反映することも報告されている。腹部脂肪の測定に際しては、測定の2時間前から飲食を控えるように指示した。

3. 心臓足首血管指数 (cardio ankle vascular index: CAVI)

心臓から大動脈に血液が駆出された時に血管壁に波動が発生する。脈波伝播速度 (pulse wave velocity: PWV) は、この波動が血管壁を伝わる速度を示し、値が高いほど動脈硬化が進行しており、血管病変存在の可能性が高くなると報告されている⁴⁾。非侵襲的で簡便な方法であり、今日、動脈硬化の評価法の一つとして確立されている。同様に、CAVIは頸動脈エコー等で測定されるスティフネスパラメータβ法に基づき算出され、血圧に依存されない血管固有の硬さ（動脈伸展性）を表す⁵⁾。健康で同じ年齢・同性の人の「CAVI」平均値を比較することで「血管年齢」を知ることができる。CAVI値は血圧脈波検査装置 (VaSera VS-1500E) にて2度測定し、その平均値を採用した。血管年齢は測定装置に内蔵しているソフトによりCAVI値から求めた。

4. 最大酸素摂取量

全身持久性体力の指標である最大酸素摂取量を、1) 漸増負荷テストによる直接法、2) 漸増負荷テストによる間接法、3) 質問紙法のいずれかで測定した。

直接法の測定にはcycle ergometerを用いた。サドル高は対象者の脚長に合わせて調節し、ペダルが最下部に達したときに膝関節が大きく曲がらないように設定した。運動中の呼気ガスは自動呼気ガス分析器を用いて分析した。呼気ガス指標はbreath-by-breath法により測定したが、データの安定性を重視し、解析には30秒ごとの平均値を用いた。測定プロトコルとしては、摩擦抵抗をかけない状態（0 kp）で2分間のウォーミングアップをおこなわせて後、症候性限界に達するまで毎分0.25 kpずつ段階的に負荷を高める多段階漸増負荷法を採用した⁶⁾。負荷テスト中におけるペダルの回転数（revolutions per minute: rpm）は、電子メトロノームを用いて60 rpmで一定とした。症候性限界は、1) 酸素摂取量のレベリングオフ（ひとつ前の負荷段階と比べた酸素摂取量の上昇が150 mL/min以下）、2) 呼吸交換比が1.10以上、3) 運動時の心拍数が予測最大心拍数（220-暦年齢）の90%以上、の3つの基準のうち2つ以上満たしていることを条件として決定した。

間接法では、直接法とおなじプロトコルを用い、脚部の主観的運動強度と体脂肪率（%fat）から推定する計算式により個人の最大酸素摂取量を算出した。質問紙法には、全身持久力簡易評価のための質問紙を用いた。この質問紙は、全身持久性体力に関連する現在の急歩能力、子どもの頃の長距離走能力、最近の運動実践頻度、現在の心肺機能水準、体脂肪率の5項目によって構成されており、安全性や経済性、妥当性に優れた有用な方法である。これらの質問から得られた合計得点に基づき、最大酸素摂取量の換算表から測定値を推定した。

5. 血圧および血液検査

安静時の収縮期血圧と拡張期血圧は10分以上の安静座位後、水銀血圧計を用いて、熟練したスタッフが計測した。2度測定し、低い値を採用した。血液は、12時間以上の絶食状態で正中肘静脈から採血し、血清を分離後測定まで-80℃にて保存した。中性脂肪、総コレステロール、HDLコレステロール、LDLコレステロール、遊離脂肪酸、血糖、インスリン、ヘモグロビンA1c（HbA1c）を測定した。これらの測定はすべて（株）江東微生物研究所（つくば市）に依頼した。なお、血糖およびインスリンを用いて、インスリン抵抗性の指標であるHOMA指数を算出した。HOMA指数の算出式は血糖（mg/dL）× インスリン（μU/mL）/405であった。

6. 骨密度

骨密度は二重エネルギーX線吸収法（DXA法）または超音波骨指標にて測定した。

7. 活力年齢

健康度、老化度の総合指標として田中ら¹⁻³⁾が考案した活力年齢を算出した。活力年齢は、「ヒトの老化過程で生命を短縮させる作用をもち、種々の疾病の要因となる血圧・血中脂質・体脂肪などの情報に加え、ヒトの老化を如実に反映する運動時の生理的応答や体力水準」をもとに算出され、健康度の指標として用いられている。活力年齢は、健康な一般成人では暦年齢と一致するように作成されている。また、有疾患者では、活力年齢が暦年齢を上回ること、運動習慣を

持つ者は、活力年齢が暦年齢を下回ることが報告されている。活力年齢の算出式を以下に示す。

活力年齢の算出

VA：活力年齢（歳）、VS：活力指標、CA：暦年齢（歳）

【男性】

$$VA = 15.16VS + 0.201CA + 39.06$$

$$VS = 0.024X_1 + 0.011X_2 + 0.002X_3 + 0.002X_4 - 0.046X_5 - 0.013X_6 - 0.025X_7 - 0.008X_8 \\ - 0.241X_9 - 0.008X_{10} + 2.22$$

X₁:肩甲骨下部皮下脂肪厚 (mm)、X₂:安静時収縮期血圧 (mmHg)、X₃:LDL-C (mg/dL)、

X₄:中性脂肪 (mg/dL)、X₅:乳酸性閾値に対する酸素摂取量 (mL/kg/min)、

X₆:乳酸性閾値に相当する心拍数 (拍/分)、X₇:反復横とび (回/20秒)、

X₈:閉眼片足立ち (秒)、X₉:1秒量 (L)、X₁₀:ヘマトクリット (%)

【女性】

$$VA = 8.90VS + 0.330CA + 32.83$$

$$VS = 0.016X_1 + 0.011X_2 + 0.004X_3 + 0.004X_4 + 0.004X_5 + 0.034X_6 - 0.064X_7 - 0.012X_8 - \\ 0.0037X_9 - 0.005X_{10} - 0.367X_{11} - 1.035$$

X₁:腹位 (cm)、X₂:安静時収縮期血圧 (mmHg)、X₃:TC (mg/dL)、X₄:LDLC (mg/dL)、

X₅:TG (mg/dL)、X₆:ヘマトクリット (%)、X₇:乳酸性閾値に対する酸素摂取量 (mL/kg/min)、X₈:

乳酸性閾値の相当する心拍数 (拍/分)、X₉:反復横とび (回/20秒)、

X₁₀:閉眼片足立ち (秒)、X₁₁:1秒量 (L)

また、活力度は、暦年齢と活力年齢の差と定義した。

8. 食事調査

食事調査は、3日間（平日2日＋休日1日）の自記式食事記録による秤量法により調査した。記録方法や秤量方法については、調査開始前の事前説明会で詳細に説明した。対象者にはデジタルクッキングスケールを用いるよう、また、秤量が困難な既製品等については製造会社名とエネルギー分量などをわかる範囲で記入するよう求めた。総摂取エネルギー量、総摂取カルシウム量、牛乳・乳製品摂取量および三大栄養素摂取量の計算には、五訂増補日本食品標準成分表を用いて、1日あたりの平均摂取量を算出した。また、牛乳・乳製品由来のカルシウム摂取量 (mg) は牛乳・乳製品摂取量から計算した。

9. 身体活動水準

身体活動水準は、メモリ機能を持つ1軸加速度計 (Lifecorder) を用いて測定した。横断研究の場合は測定前少なくとも1～2週間、縦断研究場合は測定前と介入中の少なくとも1～2週間、加速度計を腰部に装着するよう対象者に求めた。加速度計を回収後、コンピュータに加速度データ

をダウンロードし、1日ごとの装着時間を独自のスプレッドシートを用いて算出した。このとき、連続20分以上活動強度の記録がなかった場合、その時間を不装着時間とし、1日24時間から不装着時間を引くことで装着時間を算出した。本研究では、10時間（60分）以上装着していた日のデータを採用し、平日と休日・祝日を別々に算出した。本報告で用いる身体活動量は、中高強度活動時間（min/週）であり、これは3 METs（代謝当量）以上の活動に相当する。週あたりの総運動時間は、平日の値×5と休日・祝日×2を足すことで算出した。

統計解析

各項目の測定結果は平均値（標準偏差）で表した。本研究は牛乳・乳製品の摂取や運動の習慣化は身体の活力を高め、MetSynのリスクを軽減するという仮説を活力年齢、血管年齢、内臓脂肪・脂質代謝の側面から横断的に明らかにしようとするものである。そのため、横断研究の解析対象者は、牛乳・乳製品摂取量（Ca含量 mg）にて4分位し、縦断研究においては2グループに層別した。交絡因子の調整のため、すべての解析は男女別におこなった。さらに、共分散分析とロジステック回帰分析においては、年齢、総運動時間、総エネルギー摂取量にて調整した。年代別、喫煙、服薬者（降圧剤、高脂血清改善剤、高血糖改善剤の常用者）の割合の比較はカイ二乗検定をおこなった。牛乳・乳製品摂取量と個々の測定値項目との関連については、一元配置分散分析と共分散分析により検討した。Post-hoc testはボンフェローニ多重検定をおこなった。ロジステック回帰分析は活力度を従属変数に、牛乳・乳製品第一4分位（牛乳・乳製品非摂取群）を基準カテゴリーとしたオッズ比、95%信頼区間、Walt係数、有意確率を求めた。さらに、活力度に対する牛乳・乳製品摂取量と運動時間の寄与を比較するため重回帰分析を施した。縦断研究において、介入前後の測定値の群間比較は、時間×牛乳・乳製品摂取量（Ca換算量）グループの二元配置分散分析によって検定した。すべての統計解析にはSPSS ver12.0 Jを用い、有意確率を5%以下とした。

結果

1. 解析対象者

横断研究解析対象者の詳細を表1a～1cに示す。昨年度解析対象者は395名（男性188名、女性207名）であり、本年度解析対象者は124名（男性64名、女性60名）であった。最終的な解析対象者総計は519名（男性252名、女性267名）である。年代別分布は20代～70代に分布し、男女間の分布に有意差はなかった。喫煙は男性で17.5%、女性で4.1%であり、服薬（降圧剤、高脂血清改善剤、高血糖改善剤）は男性で53.2%、女性で39.7%であった。喫煙と服薬を加えると男性で70.6%、女性で43.8%を占めた。服薬者数が多く、カイ二乗検定で差を認めなかったことから、解析には喫煙・服薬を排除しなかった。別途、喫煙や服薬状況が強く影響される項目として、活力度は喫煙者を省いて、CAVI値、血管年齢、血圧は喫煙・降圧剤服薬者を省いた分析データも加えた。

縦断研究対象者は、中年肥満者104名（男性56名、女性48名）であった。教室参加前に、牛乳・乳製品由来のカルシウム摂取状況を調査し、1日に牛乳1杯（180 mL）に相当するCa量（198 mg）以上を摂取する牛乳・乳製品摂取群（男性12名、女性12名）と牛乳・乳製品を摂取しない牛乳・乳製品非摂取群（男性21名、女性22名）の2群に層別した。

2. 牛乳・乳製品摂取分布

図1に男女別に牛乳・乳製品摂取量（Ca換算量）のヒストグラムを示した。男性は、平均値 109.7 ± 120.8 mg（最大660.0 mg、最小 0 mg）女性は、平均値 123.1 ± 119.8 mg（最大 678.3 mg、最小 0 mg）であり、女性はわずかに摂取量が多い傾向が認められた。分布は男女とも非摂取群が多く（男性：69名、女性：54名）、300 mg以上の高摂取群は少ない同様な正規分布を示した。そのため、男女とも4分位にて解析を試みた。4分位 各カテゴリーにおける牛乳・乳製品摂取平均値、人数、平均年齢を表2aと表2bに示した。男女とも各カテゴリーにおける人数、年齢構成に有意差は認められなかった。

3. 牛乳・乳製品摂取4分位における各測定項目の平均値

各測定項目を表3に、その結果を表4aと表4bに示した。

一元配置分散分析において、牛乳・乳製品摂取カテゴリーにおける平均年齢は、男女とも有意差はなかった。男性は牛乳・乳製品摂取量、総摂取カルシウムにおいて、女性は牛乳・乳製品摂取量、総運動時間、総摂取エネルギー、総摂取カルシウムにおいて有意差が認められた。

牛乳・乳製品摂取カテゴリーにおける各測定項目の平均値の差は、暦年齢、総運動時間、総摂取エネルギー量で補正した共分散分析にて比較した。男性では、内臓脂肪面積において有意傾向が認められ、牛乳・乳製品摂取量が増えると内臓脂肪面積の減少する傾向が認められた。LDL-Cに有意差が認められ、摂取群は非摂取群に比べて減少する傾向が認められた。女性では、活力年齢、活力度、皮下脂肪面積、最大酸素摂取量に有意差が認められ、HDL-Cに有意傾向が認められた。活力年齢において、摂取群は非摂取群に比べ有意に減少、活力度は有意に増加した。皮下脂肪面積は有意に減少、最大酸素摂取量は有意に増加した。HDL-Cは増加傾向であった。しかし、CAVI値、血管年齢、血圧、血糖関連指数、骨密度には男女とも有意差は認められなかった。

4. 活力年齢・活力度の比較

牛乳・乳製品摂取カテゴリーにおける、男女別の活力年齢、活力度を表5a、表5bに示し、図2にグラフ化した。また、牛乳・乳製品摂取量と活力度の関係を定量化するために、従属変数を活力度とするロジスティック回帰分析を試み、結果を表6に示した。

その結果、女性において活力年齢は牛乳・乳製品摂取量が増加するに従い有意に減少し、活力度は有意に増加した。しかし、男性においてその傾向は認められなかった。ロジスティック回帰分析において第一4分位（牛乳・乳製品非摂取群）を基準としたオッズ比を比較すると、女性において牛乳・乳製品摂取群は非摂取群に比べ、活力度が約3倍良好であることが示された。男性にはそのような有意傾向は認められなかった。

5. 生活習慣病危険因子関連項目

a. 喫煙、服薬

表8aと8bに、牛乳・乳製品摂取4分位カテゴリーにおける喫煙者、服薬者分布を示した。喫煙者、服薬者とも各カテゴリー間に有意な分布差は認められなかった。

血管年齢（CAVI値）や血圧に対して、喫煙や降圧剤の服用は大きな影響を及ぼすことが報告されている^{7, 8)}。そこで、血管年齢、収縮期血圧、拡張期血圧について、男女別に共分散分析をほ

どこし、すべての解析対象者群と非喫煙・非降圧剤服薬者群を比較検討した。結果は表9a～9cに示した。男女とも喫煙者と降圧剤服用者を除いても有意差は認められなかった。男性における喫煙の影響を調べるために、非喫煙男性を対象としたロジステック回帰分析を試みたが、有意傾向は認められなかった（表7）。

b. 総運動時間

表10aに、牛乳・乳製品摂取カテゴリーにおける総運動時間の平均値を示した。図3にグラフ化した。女性においては、牛乳・乳製品摂取群は非摂取群に比較し、有意に総運動時間は長かった。男性においては、その傾向は認められなかった。

c. 総エネルギー摂取量

表10bに、牛乳・乳製品摂取カテゴリーにおける総エネルギー摂取量の平均値を示した。図4にグラフ化した。女性においては、牛乳・乳製品摂取群は非摂取群に比較し、有意に総エネルギー摂取量は多く、牛乳・乳製品摂取量の増加にしたがって総エネルギー摂取量も増加する傾向であった。男性においては、その傾向は認められなかった。

d. 総カルシウム摂取量

表10cに、牛乳・乳製品摂取カテゴリーにおける総カルシウム摂取量の平均値を示した。図5にグラフ化した。牛乳・乳製品摂取群は非摂取群に比較し、男女ともに有意に総カルシウム摂取量は多く、牛乳・乳製品摂取量の増加にしたがって総カルシウム摂取量も増加した。図6に、牛乳・乳製品摂取量と総カルシウム摂取量の相関図を示す。両者の関係は $R^2 = 0.382$ となり、牛乳・乳製品非摂取群をのぞいて、男女とも高い相関を示した。このことはカルシウム摂取に関して牛乳・乳製品の果たす役割の大きいことが示唆された。

6. 活力度に及ぼす、牛乳・乳製品と総運動時間

活力度に対する牛乳・乳製品摂取量と総運動時間の貢献度を比較するため、活力度を従属変数とし、牛乳・乳製品摂取量と総運動時間を独立変数とする重回帰分析の結果を図11aと図11bに示す。女性において $R^2 = 0.11$ がみられ、牛乳・乳製品摂取量と総運動時間で活動度の全分散の11%を説明できることが示された。標準化係数 β は牛乳・乳製品摂取量で0.18、総運動時間で0.26を示し、牛乳・乳製品摂取量は総運動時間とともに、活力度にプラスに貢献することが示唆された。

7. 縦断研究

介入研究における各測定項目について、介入前（pre）介入後（post）その変化量を表12a～12c（男性）表13a～13c（女性）に示し、牛乳・乳製品摂取群と非摂取群との2元配置分散分析の交互作用の危険率を示した。女性は減量介入により、摂取群で約6 kg、非摂取群で約8 kg減量した。両群とも有意に活力年齢は若返り、活力度は改善した。さらに、CAVI値は有意に減少し、血管柔軟度は改善した。体脂肪量、内臓脂肪面積、血圧、血清脂質、血糖は有意に減少し、減量介入の効果が認められるが、両群の交互作用は認められなかった。

男性は運動実践のみの介入により、摂取群、非摂取群でともに1.5 kg減量し、その変化量は女性の減量介入と比較すると小さいが、両群とも活力年齢は有意に若返り、活力度は改善した。さらに、CAVI値は有意に減少し、血管柔軟度は改善した。体脂肪量、内臓脂肪面積は有意に減少し、

運動実践介入の効果が明らかに認められる。中性脂肪において非摂取群は摂取群より有意に減少、最大酸素摂取量に関しては、摂取群は非摂取群より有意に増加し交互作用が認められた。

考察

食事としての牛乳・乳製品の摂取とMetSynの関連性については、欧米においてよく研究されている。米国若年男女5,000人以上が参加したCARDIA study⁹⁾によると、乳製品摂取量の増加に伴い、肥満、耐糖能、高血圧、高脂血症の罹患リスクが減少するとされている。欧米人以外ではイラン人においても、乳製品摂取量の増加はMetSyn罹患リスクを減少させると報告されている¹⁰⁾。45歳以上の米国女性10,066人を対象としたLiuらの研究¹¹⁾では、牛乳・乳製品の摂取の増加にしたがってMetSyn罹患リスクが減少すると報告されている。さらに、10年間の追跡調査を行い、乳製品の摂取量が多いほど2型糖尿病の罹患リスクが小さいこと、また、男性においても同様の結果が得られている¹²⁾。乳糖の分解能はアジア人より欧米人で高く、人種差があり¹³⁾、牛乳の代謝は欧米人と日本人では相違すると考えられ、牛乳・乳製品摂取が及ぼす健康利益が、日本人においても当てはまるか否かは不明である。現状では、アジア人とくに日本人を対象とした報告¹⁴⁾は少なく、なかでも中高年を対象とした報告は皆無である。したがって、牛乳・乳製品摂取の健康利益に関して、日本の中高年を対象とした調査・研究が求められる。

健康度・老化度の有用な指標として、田中らは活力年齢 (vital age) の概念を提唱してきた。活力年齢は「ヒトの老化過程で生命を短縮させる作用をもち、種々の疾病の要因となる血液・血中脂質・体脂肪などの情報に加え、ヒトの健康度や老化度を反映する運動時の生理的応答や体力構成要素を説明変数に利用して求められるもの」と定義されている¹⁾。活力年齢は、健康度・老化度をより包括的に表す指標であるが、牛乳・乳製品の摂取との関連については明らかにされていない。

一元配置分散分析において、牛乳・乳製品摂取カテゴリにおける平均年齢は、男女とも有意差はなく、男性は牛乳・乳製品摂取量、総カルシウム摂取量において、女性は牛乳・乳製品摂取量、総運動時間、総エネルギー摂取量、総カルシウム摂取量において有意差が認められた。そのため、共分散分析、ロジステック回帰分析においては、交絡因子となりうる可能性のある暦年齢、総運動時間、総摂取エネルギー量にて補正した。

昨年度と同様、男性は内臓脂肪面積に有意傾向が認められ、牛乳・乳製品摂取量が増えると内臓脂肪面積が減少する傾向が認められた。LDL-Cに有意差が認められ、牛乳・乳製品摂取群は非摂取群に比べ、減少する傾向が認められた。これらのことは、牛乳・乳製品摂取がMetSynリスク低減に関与していることを示している。さらに、男性における喫煙の影響を調べるために、非喫煙男性を対象に、活力度を従属変数としたロジステック回帰分析を試みたが、有意傾向は認められなかった。

女性においては、活力年齢、活力度、皮下脂肪面積、最大酸素摂取量に有意差が認められ、HDL-Cに有意傾向が認められた。活力年齢は、牛乳・乳製品摂取群は非摂取群に比べ有意に減少、活力度は有意に増加した。皮下脂肪面積は有意に減少、HDL-Cは増加傾向であった。これらのことは、女性においても牛乳・乳製品摂取がMetSynリスク低減に関与していることを示唆するものである。さらに、女性において、牛乳・乳製品摂取群は非摂取群に比較し、総運動時間が有意に長く、最大酸素摂取量やHDL-Cは有意に高かった。これらのことは、牛乳・乳製品摂取者は非摂

取者に比べ健康意識が高く、運動が良好に習慣化されている現実を裏付けているのかもしれない。

女性において活力年齢は、牛乳・乳製品摂取量が増加するに従い有意に減少し、活力度は有意に増加した。ロジステック回帰分析において第一四分位（牛乳・乳製品非摂取群）を基準としたオッズ比を比較すると、牛乳・乳製品摂取群は非摂取群に比べ、活力度が約3倍良好であることが示された。さらに、活力度に対する牛乳・乳製品摂取量と総運動量の貢献度を比較するために重回帰分析をおこなった結果、 $R^2 = 0.11$ がみられ、標準化係数 β は牛乳・乳製品摂取量で0.18、総運動時間で0.26であった。牛乳・乳製品摂取量は総運動時間とともに、活力度に貢献していることが示唆された。

しかし、男女とも、血管年齢、血圧、血糖関連指数、骨密度には有意差は認められなかった。昨年度有意傾向があった血管年齢、収縮期血圧、拡張期血圧についても喫煙者と降圧剤服用者を除いて解析しても、有意差は認められなかった。これら昨年度との結果の相違は、全体の解析対象者が増えたこと、とくに牛乳・乳製品非摂取者の増加（男性：32名→69名 女性17名→65名）に起因するのかもしれない。

男女とも、牛乳・乳製品摂取量が増えるとともに総カルシウム摂取量も増加し、牛乳・乳製品摂取量と総カルシウム摂取量が高い相関を示した。このことはカルシウム摂取において牛乳・乳製品の果たす役割の重要性を示唆している。

縦断研究において、男性の運動実践介入は女性の減量介入に比較して減量の程度は小さいが、牛乳・乳製品摂取群、非摂取群とも有意に活力年齢が若返り、活力度は改善した。さらに、CAVI値は有意に減少、血管柔軟度は改善した。さらに、MetSynの要因である体脂肪量、内臓脂肪量は有意に減少し、運動実践介入の効果が明らかに認められる。調査した解析対象者が少ないため、牛乳・乳製品摂取効果は明らかに出来なかったものと考えられる。

今後の課題

昨年度、本年度の横断調査により特に女性において、牛乳・乳製品摂取の効果を示すことが出来た。しかし、縦断調査においては牛乳・乳製品摂取の顕著な効果を明らかにすることが出来なかった。要因は解析対象者数の絶対的不足が考えられる。

今後は今年の介入研究を継続することと、牛乳・乳製品摂取と運動の効果を明らかにするために、牛乳・乳製品非摂取者を3グループに分け、1群はコントロールグループ（牛乳・乳製品摂取および運動なし）、2群は牛乳・乳製品摂取群（牛乳・乳製品摂取のみ、運動なし）、3群は運動・牛乳・乳製品摂取群（牛乳・乳製品摂取および運動）の3群で比較検討する。研究期間は6ヶ月程度とする。

文献

- 1) 田中喜代次ら（1990）主成分分析による成人の活力年齢の推定。体育学研究 35；121-131.
- 2) 田中喜代次ら（1992）冠動脈硬化性心疾患患者の活力年齢および院内個別監視型運動療法の効果。動脈硬化 20；597-603.
- 3) Tanaka K. et al (2004) Health benefits associated with exercise habituation in older Japanese men. Health benefits associated with exercise habituation in older Japanese men. *Aging Clin Exp Res*16:53-9.

- 4) Catherine Å. Knut P. Lars L. et al. (2008) Pulse wave analysis on fingertip arterial pressure: effects of age, gender and stressors on reflected waves and their relation to brachial and femoral artery blood flow. *Clin Physiol Funct Imaging* 28: 86 - 95.
- 5) Satoh N, Shimatsu A, Kato Y et. al. (2008) Evaluation of the cardio-ankle vascular index, a new indicator of arterial stiffness independent of blood pressure, in obesity and metabolic syndrome. *Hypertens Res* 31:1921-30.
- 6) Berber W N. Wasserman K. Whispp B J. (1985) Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *J Appl Physiol* 59; 1936-1940.
- 7) Jean-Jacques M. (2008) The evolution of systolic blood pressure as a strong predictor of cardiovascular risk and the effectiveness of fixed-dose ARB/CCB combinations in lowering levels of this preferential target. *Vasc Health Risk Manag* 4: 1315-1325.
- 8) Frank B. Hu M. Walter C. et al. (2002) Optimal diets for prevention of coronary heart disease . *JAMA* 288: 2569-2578
- 9) Mark A. David R. Jacobs Jr. et al. (2002) Dairy consumption, obesity, and the Insulin resistance syndrome in young Adults. *JAMA* 287: 2081-2089.
- 10) Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A, Azizi F. (2005) Dairy consumption is inversely associated with the prevalence of the metabolic syndrome in Tehranian adults. *Am J Clin Nutr* 82:523-30.
- 11) Liu S. Manson JE. Stampfer MJ. et al., (2005) Whole-grain consumption and the metabolic syndrome: a favorable association in Tehranian adults. *Eur J Clin Nutr* 59: 353-62.
- 12) Jing L. Scott M. Grundy MD. (2007) Ten-year risk of cardiovascular incidence related to diabetes, prediabetes, and the metabolic syndrome. *Am Heart J* 153: 552-558.
- 13) Simoons FJ. (1978) The geographic hypothesis and lactose malabsorption. A weighing of the evidence. *Am J Dig Dis* 23: 963-80.
- 14) Uenishi K. Tanaka S. Ishida H. Hosoi T. et al. (2010) Milk, dairy products and metabolic syndrome : a cross-sectional study of Japanese. *J Jpn Soc Nutr Food Sci* 63: 151-159.

表1a 解析対象者人数 (名)

	2009年	2010年	総人数
男女	395	124	519
男性	188	64	252
女性	207	60	267

表1b 年代別解析対象者 (名)

年代別	性別	
	男性	女性
20代	3	0
30代	15	24
40代	74	42
50代	76	98
60代	79	98
70代	5	5

表1c 解析対象者 (喫煙・服薬人数)

	解析対象者 (名)	喫煙人数 (%)	服薬人数 (%)	喫煙+服薬人数 (%)
男女	519	55 (10.5)	240 (49.2)	295 (56.8)
男性	252	44 (17.5)	134 (53.2)	178 (70.6)
女性	267	11 (4.1)	106 (39.7)	117 (43.8)

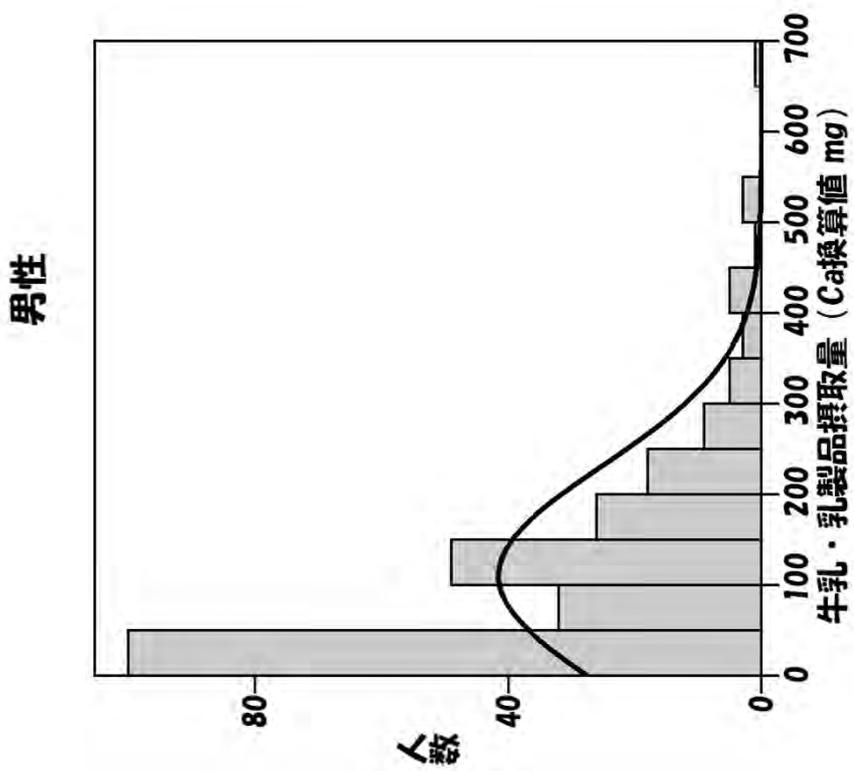
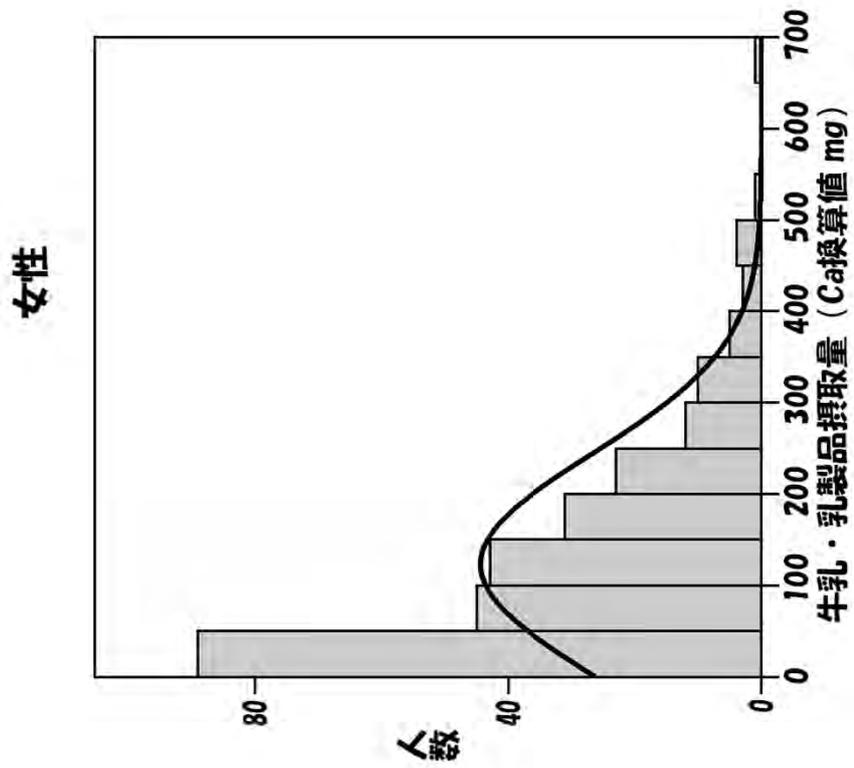


图1 牛乳・乳製品摂取量分布

表2a 牛乳・乳製品摂取4分位 (平均値および人数)

性別	牛乳・乳製品摂取4分位	平均値 (含有Ca mg)	標準偏差	人数 (名)
男性	1	0.0	0.0	69
	2	40.6	29.8	57
	3	125.5	19.7	63
	4	276.5	107.8	63
	合計	109.7	120.8	252
女性	1	0.8	2.3	65
	2	60.6	23.0	68
	3	138.2	24.4	67
	4	290.0	97.4	67
	合計	123.1	119.8	267

表2b 牛乳・乳製品摂取4分位 (平均年齢)

性別	牛乳・乳製品摂取4分位	平均値 (歳)	標準偏差
男性	1	53.1	10.9
	2	53.1	8.0
	3	53.3	9.6
	4	54.4	9.0
	合計	53.5	9.5
女性	1	52.9	10.4
	2	55.2	8.8
	3	55.5	8.2
	4	56.5	9.3
	合計	55.0	9.2

表3 測定項目

活力年齢	総コレステロール
活力度 (暦年齢-活力年齢)	中性脂肪
CAVI 値	HDLコレステロール
血管年齢	LDLコレステロール
血管柔軟度 (暦年齢-血管年齢)	血糖
体重	HbA1c
BMI	インスリン
体脂肪量	HOMA-R
内臓脂肪面積	骨密度
皮下脂肪面積	牛乳・乳製品摂取量 (カルシウム換算量)
収縮期血圧	総摂取エネルギー量
拡張期血圧	総運動時間
最大酸素摂取量	

表4a 牛乳・乳製品摂取4分位平均値 (男性)

	I		II		III		IV		P1	P2
	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)		
牛乳・乳製品摂取力テコリー 平均値 (標準偏差)										
暦年齢 (yr)	53.1 (10.9)	53.1 (8.0)	53.3 (9.6)	54.4 (9.0)					0.24	
牛乳・乳製品摂取量 (mg/day)	0.0 (0.0)	40.6 (29.8)	125.5 (19.7)	276.5 (107.8)					0.00***	
総運動時間 (min/week)	171.0 (120.4)	154.9 (129.4)	177.1 (109.9)	184.6 (118.8)					0.24	
総摂取エネルギー (Kcal/day)	2112.8 (428.1)	2316.6 (572.8)	2171.2 (438.0)	2226.4 (459.9)					0.11	
総摂取カルシウム (mg/day)	384.0 (137.7)	518.6 (194.4)	521.1 (130.7)	691.2 (251.8)					0.00***	
活力年齢 (yr)	62.4 (11.0)	61.4 (9.7)	60.7 (9.8)	61.7 (8.5)					0.82	0.81
活力度 (yr)	-9.3 (13.8)	-8.3 (10.3)	-7.4 (11.3)	-7.3 (10.4)					0.74	0.81
CAVI 値	7.7 (1.2)	7.8 (1.1)	7.4 (1.0)	7.8 (1.5)					0.25	0.16
血管年齢 (yr)	48.9 (14.2)	49.4 (12.9)	46.4 (13.5)	48.9 (15.5)					0.62	0.39
血管柔軟度 (yr)	4.1 (9.6)	3.7 (10.8)	7.0 (11.4)	5.5 (13.4)					0.37	0.45
体重 (kg)	81.0 (16.3)	81.4 (17.0)	80.4 (15.2)	78.9 (13.5)					0.83	0.98
BMI (kg/m ²)	28.3 (4.5)	28.3 (4.9)	27.9 (4.6)	27.4 (4.0)					0.71	0.87
体脂肪量 (kg)	23.0 (7.5)	23.1 (8.1)	22.3 (7.1)	21.2 (5.7)					0.39	0.57
内臓脂肪面積 (cm ²)	148.3 (62.0)	130.1 (56.1)	145.8 (59.0)	141.7 (59.5)					0.10*	0.08*
皮下脂肪面積 (cm ²)	216.5 (108.3)	203.8 (95.3)	202.9 (95.3)	180.6 (71.2)					0.23	0.27
収縮期血圧 (mmHg)	131.5 (17.6)	131.9 (17.3)	126.2 (16.9)	127.9 (18.4)					0.20	0.18
拡張期血圧 (mmHg)	81.9 (15.1)	84.6 (12.9)	81.3 (11.9)	81.2 (11.4)					0.45	0.58
最大酸素摂取量 (mL/kg/min)	31.0 (3.9)	30.9 (3.6)	31.3 (4.0)	31.6 (3.7)					0.71	0.61
コレステロール (mg/dL)	209.6 (35.4)	201.9 (30.7)	205.2 (32.2)	210.0 (29.5)					0.45	0.44
中性脂肪 (mg/dL)	150.9 (85.6)	140.4 (80.1)	173.0 (152.2)	161.2 (189.8)					0.59	0.44
LDL-C (mg/dL)	131.2 (32.5)	120.4 (27.6)	123.1 (28.8)	128.9 (30.2)					0.05**	0.05**
HDL-C (mg/dL)	49.0 (10.3)	53.7 (14.9)	48.6 (11.6)	50.3 (15.8)					0.14	0.10
血糖 (mg/dL)	103.9 (28.4)	101.8 (25.3)	114.3 (45.2)	105.6 (29.7)					0.17	0.18
ヘモグロビンA1c (%)	5.5 (0.9)	5.6 (1.1)	5.8 (1.4)	5.6 (1.0)					0.35	0.36
インスリン (μU/mL)	8.8 (6.3)	10.2 (11.1)	9.8 (6.9)	8.3 (7.2)					0.55	0.61
HOMA-R	2.4 (2.3)	2.5 (2.5)	3.0 (3.1)	2.2 (2.2)					0.40	0.42
骨密度	2.9 (0.5)	2.8 (0.4)	2.9 (0.4)	2.9 (0.4)					0.26	0.34

P1: 一元配置分散分析

P2: 年齢、運動量、摂取エネルギーで補正した共分散分析

* P < 0.10 ** P < 0.05 *** P < 0.01

表4b 牛乳・乳製品摂取4分位平均値 (女性)

牛乳・乳製品摂取力テゴリー 平均値 (標準偏差)	I		II		III		IV		P1	P2
	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)	AV (SD)		
暦年齢 (yr)	52.9 (10.4)	55.2 (8.8)	55.5 (8.2)	56.5 (9.3)	0.15					
牛乳・乳製品摂取量 (mg/day)	0.8 (2.3)	60.6 (23.0)	138.2 (24.4)	290.0 (97.4)	0.00***					
総運動時間 (min/week)	98.6 (82.8)	171.0 (106.9)	179.0 (103.0)	174.2 (121.4)	0.00***					
総摂取エネルギー (kcal/day)	1688.9 (308.5)	1748.8 (354.4)	1815.6 (288.2)	1916.3 (347.5)	0.00***					
総摂取カルシウム (mg/day)	377.3 (139.2)	473.5 (173.9)	553.2 (164.6)	689.3 (180.9)	0.00***					
活力年齢 (yr)	58.2 (7.4)	56.9 (8.7)	58.0 (8.5)	55.6 (8.9)	0.11					0.00***
活力度 (yr)	-5.4 (7.0)	-1.7 (8.4)	-2.5 (7.6)	0.8 (8.7)	0.00***					0.00***
CAVI 値	7.2 (1.0)	7.4 (1.2)	7.4 (1.2)	7.4 (1.0)	0.35					0.80
血管年齢 (yr)	45.4 (15.5)	48.9 (15.4)	48.6 (14.6)	49.9 (13.1)	0.62					0.39
血管柔軟度 (yr)	7.5 (11.9)	6.3 (15.0)	6.9 (13.1)	6.5 (10.2)	0.38					0.92
体重 (kg)	62.4 (11.8)	58.5 (12.2)	60.9 (10.7)	59.6 (11.2)	0.23					0.54
BMI (kg/m ²)	25.9 (4.0)	24.7 (4.5)	25.2 (4.3)	24.9 (4.0)	0.32					0.79
体脂肪量 (kg)	21.5 (6.3)	19.2 (6.5)	20.7 (6.1)	20.5 (6.5)	0.23					0.52
内臓脂肪面積 (cm ²)	88.5 (46.7)	73.5 (43.6)	74.7 (41.6)	75.9 (41.5)	0.28					0.88
皮下脂肪面積 (cm ²)	238.7 (94.1)	187.0 (87.4)	203.3 (84.0)	209.8 (88.9)	0.03**					0.02**
収縮期血圧 (mmHg)	129.1 (16.4)	127.8 (19.2)	126.2 (18.9)	125.8 (16.8)	0.70					0.76
拡張期血圧 (mmHg)	80.5 (11.1)	78.4 (10.7)	77.2 (10.1)	77.0 (10.7)	0.22					0.70
最大酸素摂取量 (mL/kg/min)	24.4 (2.9)	24.6 (3.8)	24.3 (4.3)	25.7 (4.1)	0.13					0.03**
コレステロール (mg/dL)	220.7 (32.8)	220.5 (37.3)	231.8 (39.0)	217.6 (31.6)	0.10					0.06*
中性脂肪 (mg/dL)	113.8 (100.9)	105.0 (54.0)	104.1 (61.0)	98.2 (56.0)	0.65					0.75
LDL-C (mg/dL)	139.4 (28.6)	137.3 (35.3)	144.8 (35.8)	133.8 (28.7)	0.25					0.17
HDL-C (mg/dL)	59.0 (17.0)	62.2 (16.0)	66.1 (18.4)	64.1 (13.2)	0.08*					0.09*
血糖 (mg/dL)	98.3 (20.7)	99.2 (28.7)	96.8 (14.1)	96.1 (18.7)	0.82					0.95
ヘモグロビンA1c (%)	5.4 (0.8)	5.6 (1.1)	5.5 (0.7)	5.4 (0.7)	0.53					0.64
インスリン (μU/mL)	6.9 (3.9)	6.1 (3.8)	6.6 (4.6)	5.6 (3.7)	0.23					0.59
HOMA-R	1.7 (1.2)	1.6 (1.5)	1.6 (1.2)	1.4 (1.1)	0.41					0.71
骨密度	2.6 (0.4)	2.5 (0.3)	2.6 (0.4)	2.5 (0.3)	0.24					0.53

P1: 一元配置分散分析

P2: 年齢、運動量、摂取エネルギーで補正した共分散分析

* P < 0.10 ** P < 0.05 *** P < 0.01

表5a 活力年齢平均値

性別	牛乳・乳製品摂取4分位	平均値 (歳)	標準偏差	P-1	P-2
男性	1	62.4	11.0		
	2	61.4	9.7		
	3	60.7	9.8		
	4	61.7	8.5		
	合計	61.6	9.8	0.816	0.808
女性	1	58.2	7.4		
	2	56.9	8.7		
	3	58.0	8.5		
	4	55.6	8.9		
	合計	57.2	8.4	0.010	0.007

P-1: 一元配置分散分析 (補正なし)

P-2: 共分散分析 (年齢、運動時間、総摂取エネルギー量にて補正)

表5b 活力度平均値

性別	牛乳・乳製品摂取4分位	平均値 (歳)	標準偏差	P-1	P-2
男性	1	-9.3	13.8		
	2	-8.3	10.3		
	3	-7.4	11.3		
	4	-7.3	10.4		
	合計	-8.1	11.6	0.735	0.808
女性	1	-5.4	7.0		
	2	-1.7	8.4		
	3	-2.5	7.6		
	4	0.8	8.7		
	合計	-2.2	8.2	0.000	0.007

P-1: 一元配置分散分析 (補正なし)

P-2: 共分散分析 (年齢、運動時間、総摂取エネルギー量にて補正)

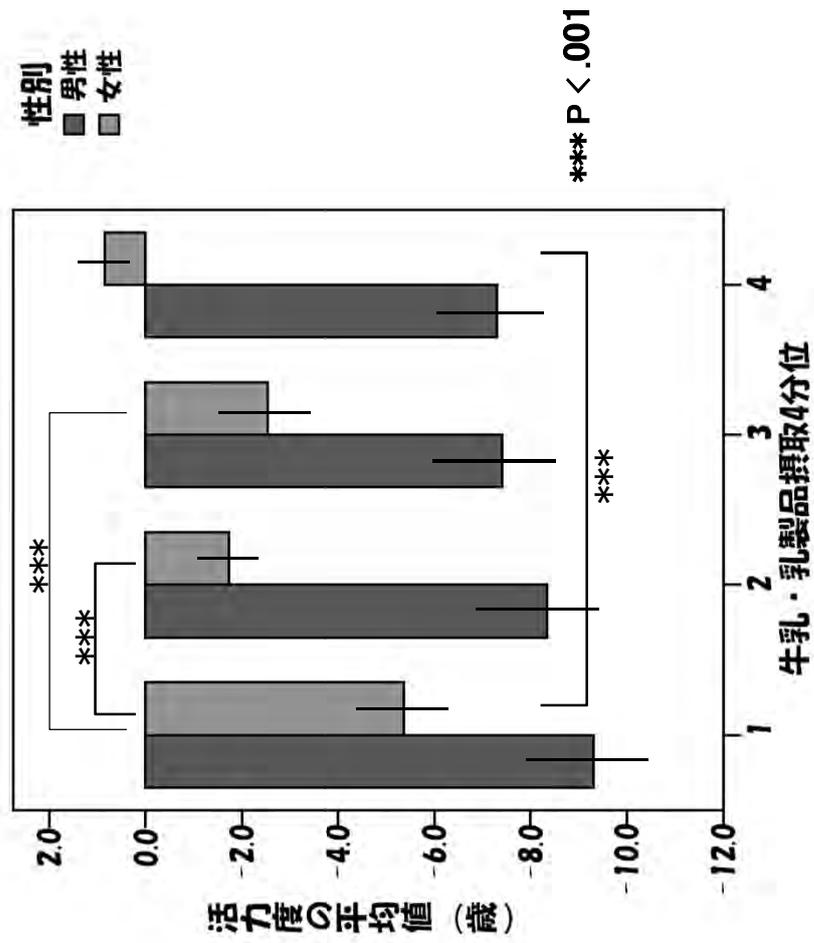


图2 活力度平均值

表6 ロジスティック回帰分析 (従属変数：活力度 年齢、運動時間、摂取エネルギーで補正)

性別	牛乳・乳製品摂取量4分位	B	標準誤差	Wald	有意確率	Exp(B)の信頼区間	
						Exp(B)	下限 上限
男性							
	milK4G			0.11	0.99		
	milK4G(1)	-0.12	0.47	0.07	0.80	0.89	0.36 2.21
	milK4G(2)	-0.03	0.44	0.00	0.95	0.98	0.41 2.31
	milK4G(3)	-0.12	0.45	0.07	0.79	0.89	0.37 2.13
	暦年齢	0.11	0.02	26.05	0.00	1.12	1.07 1.16
	運動時間	0.00	0.00	8.26	0.00	1.00	1.00 1.01
	摂取エネルギー	0.00	0.00	0.13	0.72	1.00	1.00 1.00
	定数	-7.53	1.58	22.69	0.00	0.00	
女性							
	milK4G			7.87	0.05		
	milK4G(1)	1.09	0.43	6.32	0.01	2.98	1.27 6.97
	milK4G(2)	1.03	0.44	5.56	0.02	2.80	1.19 6.60
	milK4G(3)	1.03	0.45	5.30	0.02	2.80	1.17 6.74
	暦年齢	0.13	0.02	36.75	0.00	1.14	1.10 1.19
	運動時間	0.00	0.00	5.62	0.02	1.00	1.00 1.01
	摂取エネルギー	0.00	0.00	0.09	0.76	1.00	1.00 1.00
	定数	-8.57	1.65	27.09	0.00	0.00	

表7 ロジスティック回帰分析 喫煙の影響 (男性：活力度)

性別	牛乳・乳製品4分位	B	標準誤差	Wald	有意確率	Exp (B)	Exp(B)の信頼区間		
							下限	上限	
男性 (全体) N = 252	milK4G			0.11	0.99				
	milK4G(1)	-0.12	0.47	0.07	0.80	0.89	0.36	2.21	
	milK4G(2)	-0.03	0.44	0.00	0.95	0.98	0.41	2.31	
	milK4G(3)	-0.12	0.45	0.07	0.79	0.89	0.37	2.13	
	暦年齢	0.11	0.02	26.05	0.00	1.12	1.07	1.16	
	運動時間	0.00	0.00	8.26	0.00	1.00	1.00	1.01	
	摂取エネルギー	0.00	0.00	0.13	0.72	1.00	1.00	1.00	
	定数	-7.53	1.58	22.69	0.00	0.00			
	男性 (非喫煙群) N = 208	milK4G			0.47	0.93			
		milK4G(1)	0.22	0.49	0.20	0.65	1.24	0.48	3.24
milK4G(2)		0.31	0.51	0.38	0.54	1.37	0.51	3.69	
milK4G(3)		0.07	0.50	0.02	0.89	1.07	0.41	2.83	
暦年齢		0.11	0.02	20.14	0.00	1.11	1.06	1.16	
運動時間		0.00	0.00	6.36	0.01	1.00	1.00	1.01	
摂取エネルギー		0.00	0.00	0.12	0.73	1.00	1.00	1.00	
定数		-8.04	1.81	19.62	0.00	0.00			

年齢、運動時間、摂取エネルギーで補正

表8a 牛乳・乳製品摂取4分位と喫煙の有無 (名)

		牛乳・乳製品摂取4分位			
		1	2	3	4
男性	非喫煙者	59	46	51	52
	喫煙者	10	11	12	11
女性	非喫煙者	61	67	64	64
	喫煙者	4	1	3	3

表8b 牛乳・乳製品摂取4分位と服薬の有無 (名)

		牛乳・乳製品摂取4分位			
		1	2	3	4
男性	非服薬者	40	35	39	35
	服薬者	28	22	24	28
女性	非服薬者	43	45	48	46
	服薬者	22	22	19	21

表9a 喫煙・降圧剤の効果(血管年齢)

性別	N 数	F 値	有意確率
男性	252	0.999 ^a	0.394 ^a
	145	0.109 ^b	0.954 ^b
女性	267	0.171 ^a	0.916 ^a
	196	0.051 ^b	0.985 ^b

a: 総解析対照群 (血管年齢, 年齢, 運動時間, 総摂取エネルギーで補正)
 b: 非喫煙・非降圧剤群 (血管年齢, 年齢, 運動時間, 総摂取エネルギーで補正)

表9b 喫煙・降圧剤の効果(収縮期血圧)

性別	N 数	F 値	有意確率
男性	252	1.658 ^a	0.177 ^a
	145	0.418 ^b	0.741 ^b
女性	267	0.395 ^a	0.757 ^a
	196	0.329 ^b	0.804 ^b

a: 総解析対照群 (血管年齢, 年齢, 運動時間, 総摂取エネルギーで補正)
 b: 非喫煙・非降圧剤群 (血管年齢, 年齢, 運動時間, 総摂取エネルギーで補正)

表9c 喫煙・降圧剤の効果(拡張期血圧)

性別	N 数	F 値	有意確率
男性	252	0.652 ^a	0.583 ^a
	145	0.113 ^b	0.953 ^b
女性	267	0.479 ^a	0.697 ^a
	196	1.371 ^b	0.253 ^b

a: 総解析対照群 (血管年齢, 年齢, 運動時間, 総摂取エネルギーで補正)
 b: 非喫煙・非降圧剤群 (血管年齢, 年齢, 運動時間, 総摂取エネルギーで補正)

表 10a 総運動時間

性別	牛乳・乳製品摂取4分位	平均値 (min/week)	標準偏差
男性	1	171.0	120.4
	2	154.9	129.4
	3	177.1	109.9
	4	184.6	118.8
	合計	172.3	119.4
女性	1	98.6	82.8
	2	171.0	106.9
	3	179.0	103.0
	4	174.2	121.4
	合計	156.2	109.1

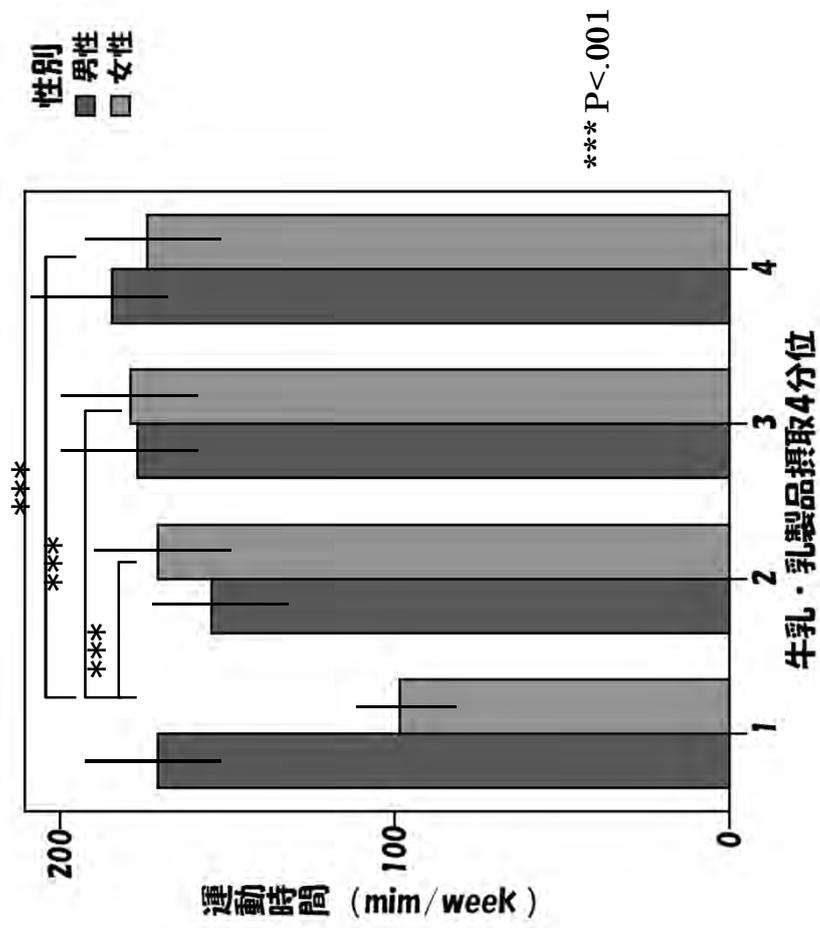


图3 運動時間

表10b 摂取エネルギー量

性別	牛乳・乳製品摂取4分位	平均値 (cal/day)	標準偏差
男性	1	2112.8	428.1
	2	2316.6	572.8
	3	2171.2	438.0
	4	2226.4	459.9
	合計	2201.9	477.5
女性	1	1688.9	308.5
	2	1748.8	354.4
	3	1815.6	288.2
	4	1916.3	347.5
	合計	1793.0	335.0

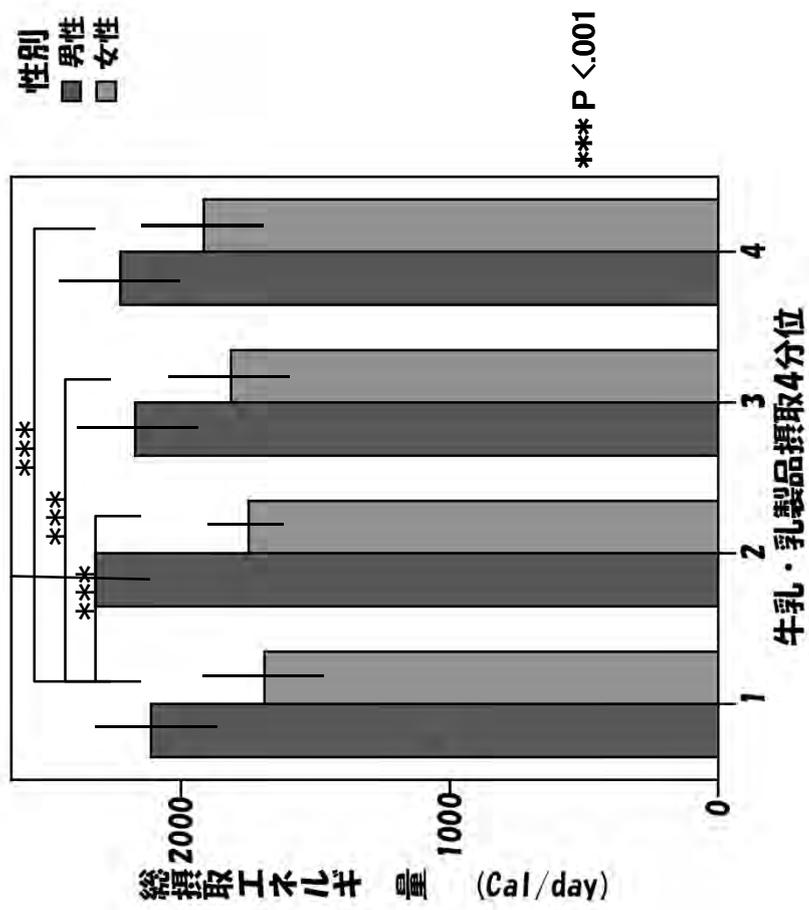


图4 総摂取エネルギー

表10c 総摂取カルシウム

性別	牛乳・乳製品摂取4分位	平均値 (mg/day)	標準偏差
男性	1	384.0	137.7
	2	518.6	194.4
	3	521.1	130.7
	4	691.2	251.8
	合計	525.5	214.2
女性	1	377.3	139.2
	2	473.5	173.9
	3	553.2	164.6
	4	689.3	180.9
	合計	524.2	200.3

性別
■ 男性
■ 女性

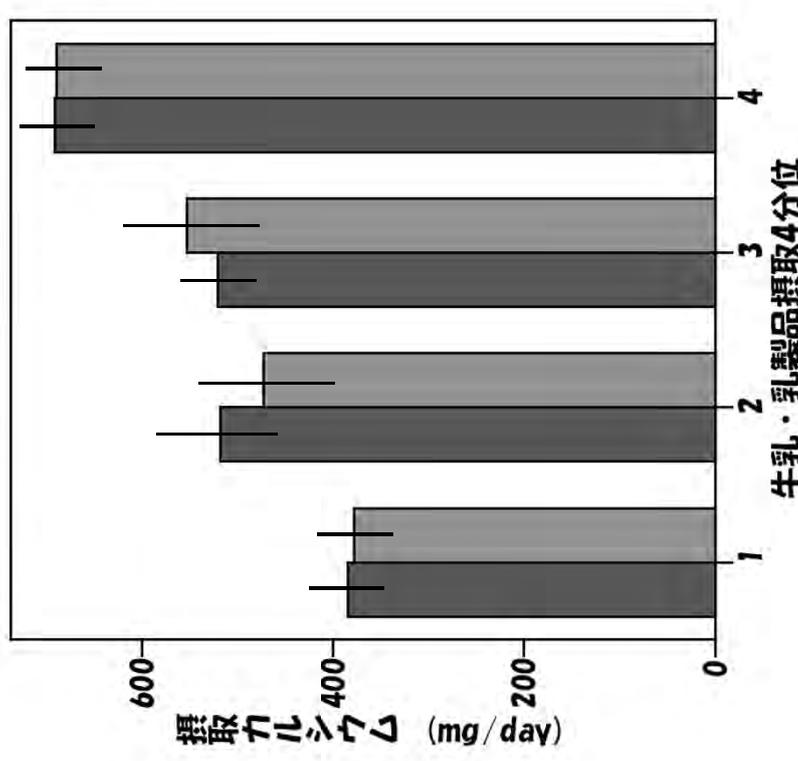


図5 総摂取カルシウム

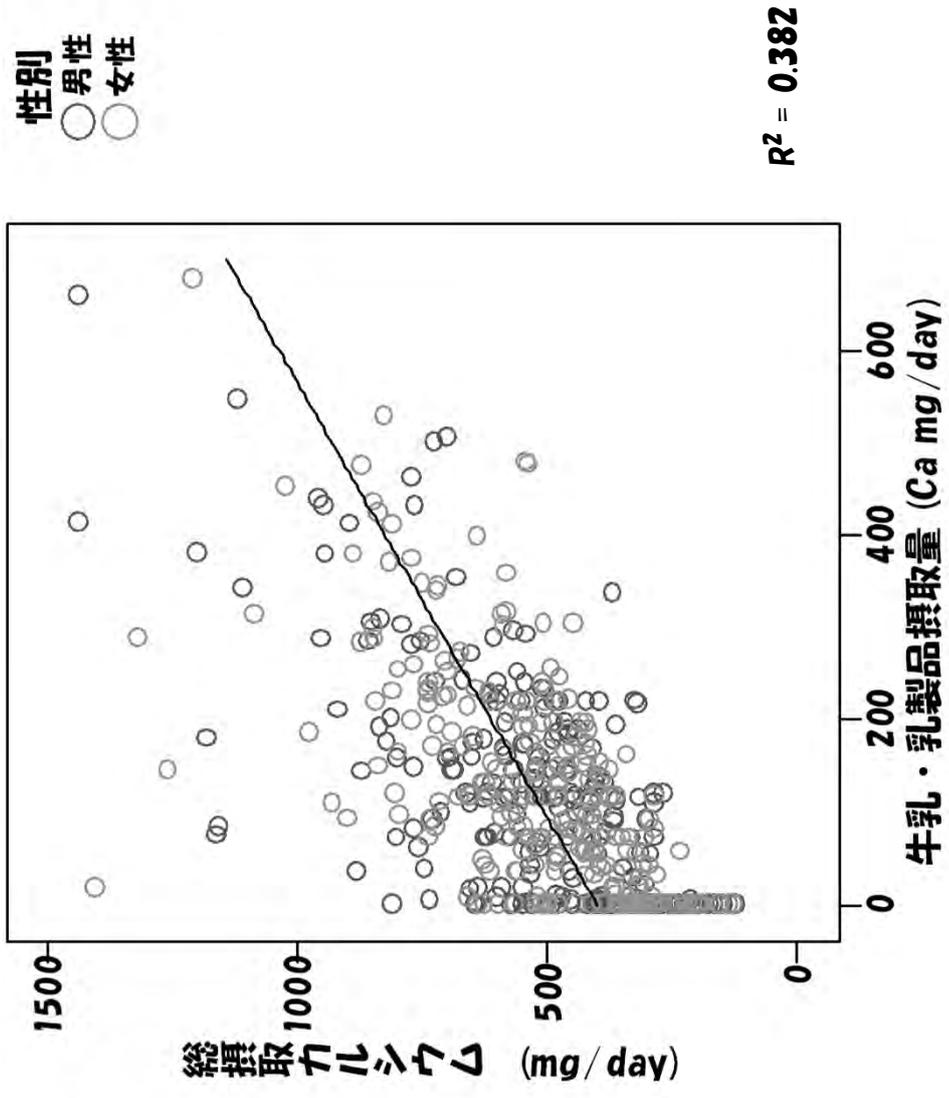


図6 牛乳・乳製品摂取量と総摂取カルシウム量の関係

表11a 重回帰分析モデル集計

性別	R	R ² 乗	調整済み R ² 乗	推定値の標準誤差
男性	0.22	0.05	0.04	11.35
女性	0.34	0.11	0.11	7.76

1. 予測値: (定数)、総運動時間、牛乳摂取量。

表11b 重回帰分析モデル係数

性別		非標準化係数		標準誤差	標準化係数	t	有意確率
		B	標準誤差				
男性	(定数)	-12.09	1.39			-8.68	0.00
	牛乳・乳製品摂取量 総運動時間	0.00	0.01	0.04	0.66	0.51	
女性	(定数)	-6.71	0.92	0.21	3.43	0.00	
	牛乳・乳製品摂取量 総運動時間	0.01	0.00	0.18	-7.32	0.00	
		0.02	0.00	0.26	3.04	0.00	
					4.40	0.00	

1. 従属変数: 活力度

表12a 介入研究における各項目の変化 (男性)

	牛乳・乳製品摂取群 n = 11		牛乳・乳製品非摂取群 n = 20		(P値)
暦年齢 (yr)	48.4 ± 7.4	48.0 ± 11.6			
牛乳摂取量 (mg/day)					
pre	194.3 ± 135.1	0.0 ± 0.0			
post	176.0 ± 237.5	7.3 ± 22.6			
change	-15.8 ± 139.8	7.3 ± 22.6			0.79
総運動時間 (min/wk)					
pre	39.7 ± 19.7	39.0 ± 18.9			
post	73.9 ± 29.0	64.2 ± 19.9			
change	34.2 ± 18.6	25.2 ± 23.8			0.41
総エネルギー摂取量 (kcal/day)					
pre	2239 ± 563	2166 ± 599			
post	2272 ± 605	2094 ± 711			
change	34 ± 529	-72 ± 657			0.66
総摂取カルシウム (mg/day)					
pre	309.5 ± 133.6	0.0 ± 0.0			
post	266.0 ± 245.9	9.8 ± 25.4			
change	-50.3 ± 190.7	9.8 ± 25.4			0.17
活力年齢 (yr)					
pre	62.9 ± 6.7	65.7 ± 10.6			
post	59.4 ± 7.0	59.9 ± 11.1			
change	-3.6 ± 2.7	-5.8 ± 6.0			0.26
活力度 (yr)					
pre	-14.6 ± 7.5	-19.6 ± 9.0			
post	-10.5 ± 8.1	-13.4 ± 10.9			
change	4.1 ± 2.8	6.2 ± 6.1			0.32
CAVI値					
pre	7.52 ± 1.91	7.60 ± 1.74			
post	7.21 ± 1.55	7.21 ± 1.23			
change	-0.25 ± 0.71	-0.34 ± 0.70			0.72
血管年齢 (yr)					
pre	44.5 ± 17.3	45.0 ± 17.7			
post	40.5 ± 18.0	41.7 ± 16.0			
change	-3.2 ± 6.5	3.8 ± 8.9			0.95
血管柔軟度 (yr)					
pre	3.7 ± 12.1	2.0 ± 8.7			
post	8.2 ± 11.8	5.6 ± 9.7			
change	3.7 ± 6.4	3.8 ± 9.0			0.98

表12b 介入研究における各項目の変化 (男性)

	n = 11		n = 20		(P値)
	牛乳・乳製品摂取群	牛乳・乳製品非摂取群	牛乳・乳製品摂取群	牛乳・乳製品非摂取群	
体重 (kg)					
pre	88.2 ± 12.5	86.2 ± 15.5	86.2 ± 15.5	86.2 ± 15.5	
post	86.7 ± 13.0	84.7 ± 15.9	84.7 ± 15.9	84.7 ± 15.9	
change	-1.5 ± 2.7	-1.5 ± 4.1	-1.5 ± 4.1	-1.5 ± 4.1	0.98
BMI (kg/m ²)					
pre	29.2 ± 3.2	29.6 ± 4.2	29.6 ± 4.2	29.6 ± 4.2	
post	28.7 ± 3.3	29.1 ± 4.4	29.1 ± 4.4	29.1 ± 4.4	
change	-0.5 ± 0.9	-0.5 ± 1.5	-0.5 ± 1.5	-0.5 ± 1.5	0.92
体脂肪量 (kg)					
pre	21.8 ± 5.3	23.2 ± 7.3	23.2 ± 7.3	23.2 ± 7.3	
post	20.6 ± 5.2	21.7 ± 7.5	21.7 ± 7.5	21.7 ± 7.5	
change	-1.2 ± 0.9	-1.4 ± 1.8	-1.4 ± 1.8	-1.4 ± 1.8	0.75
内臓脂肪面積 (cm ²)					
pre	183 ± 49	171 ± 66	171 ± 66	171 ± 66	
post	164 ± 49	147 ± 49	147 ± 49	147 ± 49	
change	-18 ± 19	-24 ± 39	-24 ± 39	-24 ± 39	0.64
皮下脂肪面積 (cm ²)					
pre	225 ± 58	274 ± 123	274 ± 123	274 ± 123	
post	216 ± 60	250 ± 130	250 ± 130	250 ± 130	
change	-9 ± 14	-24 ± 32	-24 ± 32	-24 ± 32	0.16
収縮期血圧 (mmHg)					
pre	119 ± 14	130 ± 20	130 ± 20	130 ± 20	
post	118 ± 14	127 ± 14	127 ± 14	127 ± 14	
change	-1 ± 4	-3 ± 9	-3 ± 9	-3 ± 9	0.45
拡張期血圧 (mmHg)					
pre	80 ± 12	86 ± 14	86 ± 14	86 ± 14	
post	80 ± 10	84 ± 9	84 ± 9	84 ± 9	
change	0 ± 6	-2 ± 9	-2 ± 9	-2 ± 9	0.48
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)					
pre	27.9 ± 5.2	29.3 ± 2.7	29.3 ± 2.7	29.3 ± 2.7	
post	32.3 ± 3.9	30.8 ± 3.4	30.8 ± 3.4	30.8 ± 3.4	
change	4.4 ± 3.0	1.5 ± 2.9	1.5 ± 2.9	1.5 ± 2.9	0.02

表12c 介入研究における各項目の変化 (男性)

	牛乳・乳製品摂取群 n = 11		牛乳・乳製品非摂取群 n = 20		(P値)
コレステロール (mg/dL)					
pre	200 ± 35	207 ± 34			
post	207 ± 22	202 ± 39			
change	7 ± 18	-5 ± 19			0.11
中性脂肪 (mg/dL)					
pre	150 ± 72	187 ± 108			
post	158 ± 77	122 ± 48			
change	8 ± 62	-65 ± 100			0.02
LDL-C (mg/dL)					
pre	125 ± 31	124 ± 25			
post	126 ± 25	126 ± 32			
change	1 ± 16	2 ± 22			0.97
HDL-C (mg/dL)					
pre	45 ± 11	48 ± 13			
post	49 ± 11	52 ± 14			
change	4 ± 6	5 ± 7			0.71
血糖 (mg/dL)					
pre	98 ± 7	110 ± 45			
post	98 ± 8	106 ± 46			
change	0 ± 6	-5 ± 20			0.49
ヘモグロビンA1c (%)					
pre	5.13 ± 0.41	5.81 ± 1.35			
post	5.13 ± 0.29	5.63 ± 1.41			
change	0.00 ± 0.17	-0.19 ± 0.79			0.45
インスリン (μU/mL)					
pre	10.33 ± 5.18	10.27 ± 5.55			
post	7.76 ± 4.75	7.42 ± 4.34			
change	-2.56 ± 3.21	-2.85 ± 3.28			0.82
HOMA-R					
pre	2.51 ± 1.29	2.77 ± 1.61			
post	0.61 ± 0.35	1.03 ± 0.94			
change	-1.91 ± 1.05	-1.75 ± 1.61			0.78

表13a 介入研究における各項目の変化 (女性)

	牛乳・乳製品摂取群 n = 11		牛乳・乳製品非摂取群 n = 20		(P値)
暦年齢 (yr)	49.9 ± 9.4	44.3 ± 8.3			
牛乳摂取量 (mg / day)					
pre	224.3 ± 61.9	0.0 ± 0.0			
post	192.3 ± 119.4	38.3 ± 77.6			
change	-32.0 ± 152.4	38.3 ± 77.6			0.10
総運動時間 (min / wk)					
pre	26.9 ± 25.9	11.1 ± 13.7			
post	46.3 ± 22.1	40.8 ± 16.2			
change	19.3 ± 15.5	29.8 ± 17.2			0.60
総エネルギー摂取量 (Kcal / day)					
pre	2039 ± 518	1779 ± 366			
post	1162 ± 159	1126 ± 224			
change	-876 ± 518	-653 ± 411			0.20
総摂取カルシウム (mg / day)					
pre	343.4 ± 149.1	0.0 ± 0.0			
post	322.1 ± 170.0	80.8 ± 125.0			
change	-21.2 ± 250.0	80.8 ± 125.0			0.14
活力年齢 (yr)					
pre	56.1 ± 7.2	54.7 ± 7.0			
post	50.7 ± 6.8	48.0 ± 6.6			
change	-5.4 ± 3.9	-6.7 ± 4.1			0.41
活力度 (yr)					
pre	-5.1 ± 5.6	-10.0 ± 5.9			
post	0.6 ± 5.6	-3.1 ± 6.1			
change	5.7 ± 3.9	6.8 ± 4.1			0.50
CAVI値					
pre	6.9 ± 0.8	6.5 ± 1.1			
post	6.3 ± 0.7	6.3 ± 0.6			
change	-0.1 ± 0.6	-0.1 ± 1.0			0.88
血管年齢 (yr)					
pre	41.3 ± 15.2	32.9 ± 16.6			
post	31.3 ± 13.8	31.2 ± 8.6			
change	-2.0 ± 9.8	0.0 ± 14.4			0.70
血管柔軟度 (yr)					
pre	3.8 ± 2.5	11.8 ± 17.0			
post	13.8 ± 1.1	13.5 ± 11.3			
change	2.4 ± 9.8	0.1 ± 14.4			0.65

表13b 介入研究における各項目の変化（女性）

	牛乳・乳製品摂取群 n = 11		牛乳・乳製品非摂取群 n = 20		交互作用 (P値)
体重 (kg)					
pre	68.0 ± 12.3	73.8 ± 9.9			
post	62.2 ± 11.5	66.0 ± 8.2			
change	-5.8 ± 2.9	-7.9 ± 4.9			0.21
BMI (kg / m ²)					
pre	27.7 ± 4.1	29.6 ± 3.4			
post	25.3 ± 3.7	26.4 ± 2.8			
change	-2.4 ± 1.2	-3.2 ± 1.9			0.21
体脂肪量 (kg)					
pre	23.7 ± 6.7	25.8 ± 5.3			
post	19.2 ± 5.7	20.4 ± 5.0			
change	-4.5 ± 2.5	-5.3 ± 4.9			0.63
内臓脂肪面積 (cm ²)					
pre	107 ± 39	120 ± 37			
post	78 ± 43	84 ± 30			
change	-29 ± 24	-35 ± 28			0.54
皮下脂肪面積 (cm ²)					
pre	283 ± 86	313 ± 81			
post	226 ± 58	245 ± 68			
change	-57 ± 45	-67 ± 44			0.55
収縮期血圧 (mmHg)					
pre	133 ± 17	124 ± 11			
post	125 ± 17	119 ± 13			
change	-8 ± 11	-5 ± 10			0.54
拡張期血圧 (mmHg)					
pre	83 ± 8	82 ± 10			
post	77 ± 7	79 ± 9			
change	-6 ± 7	-3 ± 12			0.50
最大酸素摂取量 (ml / kg / min)					
pre	24.6 ± 3.6	23.7 ± 3.4			
post	27.8 ± 5.1	27.0 ± 3.3			
change	3.2 ± 4.1	3.3 ± 3.2			0.92

表13c 介入研究における各項目の変化（女性）

	牛乳・乳製品摂取群 n = 11		牛乳・乳製品非摂取群 n = 20		交互作用 (P値)
	pre	post	pre	post	
コレステロール (mg/dL)					
pre	228 ± 33	217 ± 30	217 ± 30	217 ± 30	
post	216 ± 38	194 ± 28	194 ± 28	194 ± 28	
change	-12 ± 16	-22 ± 34	-22 ± 34	-22 ± 34	0.34
中性脂肪 (mg/dL)					
pre	117 ± 49	126 ± 49	126 ± 49	126 ± 49	
post	89 ± 55	83 ± 31	83 ± 31	83 ± 31	
change	-29 ± 51	-43 ± 33	-43 ± 33	-43 ± 33	0.60
LDL-C (mg/dL)					
pre	149 ± 33	138 ± 28	138 ± 28	138 ± 28	
post	139 ± 36	121 ± 22	121 ± 22	121 ± 22	
change	-10 ± 14	-16 ± 30	-16 ± 30	-16 ± 30	0.51
HDL-C (mg/dL)					
pre	56 ± 10	54 ± 10	54 ± 10	54 ± 10	
post	60 ± 14	57 ± 9	57 ± 9	57 ± 9	
change	4 ± 5	3 ± 6	3 ± 6	3 ± 6	0.54
血糖 (mg/dL)					
pre	98 ± 14	104 ± 30	104 ± 30	104 ± 30	
post	91 ± 8	100 ± 31	100 ± 31	100 ± 31	
change	-7 ± 11	-4 ± 12	-4 ± 12	-4 ± 12	0.39
ヘモグロビンA1c (%)					
pre	5.59 ± 1.21	5.49 ± 1.31	5.49 ± 1.31	5.49 ± 1.31	
post	5.34 ± 0.47	5.35 ± 1.35	5.35 ± 1.35	5.35 ± 1.35	
change	-0.25 ± 0.82	-0.14 ± 0.16	-0.14 ± 0.16	-0.14 ± 0.16	0.55
インスリン (μU/mL)					
pre	9.15 ± 5.94	9.73 ± 3.83	9.73 ± 3.83	9.73 ± 3.83	
post	4.91 ± 3.48	6.95 ± 4.36	6.95 ± 4.36	6.95 ± 4.36	
change	-4.24 ± 4.02	-2.78 ± 4.77	-2.78 ± 4.77	-2.78 ± 4.77	0.40
HOMA-R					
pre	2.27 ± 1.65	2.54 ± 1.41	2.54 ± 1.41	2.54 ± 1.41	
post	1.13 ± 0.85	1.80 ± 1.37	1.80 ± 1.37	1.80 ± 1.37	
change	-1.14 ± 1.18	-0.74 ± 1.33	-0.74 ± 1.33	-0.74 ± 1.33	0.40