

牛乳・乳製品摂取と運動の習慣化がもたらす健康利益に関する横断研究 —脂質代謝と動脈スティッフネスに着目して—

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

【はじめに】

平成19年度国民健康・栄養調査によれば、40歳から74歳では、男性の2人に1人、女性の5人に1人はメタボリックシンドローム（以下Metsynと略す）を強く疑われる者、またはその予備軍に該当すると報告されている。Metsynは循環器系疾患の罹患リスクや死亡リスクと有意に関連することから、日本においてもMetsynが重大な問題となってきた。この背景には、食生活の変化と身体活動量の減少が大きく影響していると考えられる。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 study¹⁾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。45歳以上の米国女性10,066人を対象としたLiuらの研究²⁾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³⁾。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⁴⁾、また、男性においても同様の結果が得られている⁵⁾。

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⁶⁾、牛乳の代謝は欧米人と日本人では相違すると考えられる。つまり、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・研究が求められている。

健康度・老化度の有用な指標として、田中ら⁷⁾は活力年齢（vital age）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⁸⁾。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については明らかにされていない。

2型糖尿病の基本病変は肥満であり、肥満は内臓脂肪と密接に関連し、脂肪細胞を介した脂質・糖質の代謝異常を伴う。さらに、糖尿病は血管と血液の病気と言われ、とくに血管の硬さ（動脈スティッフネス）の指標としての脈波伝播速度（PWV）が注目されている⁹⁾。また、非侵襲的な動脈硬化の評価指標として血管の硬さ（血管スティッフネス）のPWVは心血管系疾患のリスクを的確に予測する指標としても注目を集めている。MetsynとPWVの関連については、年齢や血圧とは独立して、体重、腹囲、腹部皮下脂肪量、内臓脂肪量、総脂肪量などと有意に相関し¹⁰⁾、持久性運動によってPWVが減少することも明らかにされている¹¹⁾。同様に、心臓足首血管指数（cardio ankle vascular index: CAVI）も非侵襲的な動脈硬化の評価指標として血管の硬さ（動脈スティッフネス）を表わし、CAVI値は血圧の影響を受けずにPWVと良く相関すると報告さ

れている¹²⁾。

そこで、本報告の目的は、中高年を対象に牛乳・乳製品の摂取量や身体活動量の健康利益を、活力年齢に着目することで明らかにし、その要因としての動脈スティッフネスや血清脂質代謝状態の寄与を明らかにしようとするものである。

【本研究の特徴】

- I. 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Metsyn構成因子を測定することで、活力年齢⁸⁾を算出する。そして、牛乳・乳製品の摂取量や身体活動水準との関連性を明らかにする。
- II. 対象者の脈波伝播速度（PWV）や心臓足首血管指数（CAVI）、またCT法による内臓脂肪面積を測定することにより、動脈スティッフネスや内臓脂肪蓄積の程度をとらえ、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との関連性を明らかにする。
- III. 従来の糖・脂質関連項目だけでなく、血清脂質プロファイルにより血清脂質の全体の変化を調べ、詳細な脂質代謝動態を把握する。さらに、脂肪細胞変化の程度をアディポサイトカインから推測し、牛乳・乳製品の摂取量や身体活動水準との関連や活力年齢との関連を明らかにする。

【研究方法】

1. 対象者

本研究の対象者は、筑波大学田中研究室主催の減量教室、筑波大学における健康チェックイベント、茨城県筑西市主催の健康チェックイベント、千葉県袖ヶ浦市健康支援減量教室対象者および健康チェックイベントの参加者であった。対象者は、大学では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、保健師等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高年男女（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。候補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）。

対象候補者の内訳は、筑波大学における減量教室81名（男性74名、女性7名）、筑波大学における健康チェックイベント105名（男性60名、女性45名）、茨城県筑西市主催の健康チェックイベント83名（男性22名、女性61名）、千葉県袖ヶ浦市健康支援減量教室対象者156名（男性42名、女性114名）の合計425名（男性198名、女性227名）であった。このうち、データに不備があった30名（男性10名、女性20名）を除いた、395名（男性188名、女性207名）が一次測定項目を測定した最終的な対象者となった。一次測定項目を測定した対象者の性・年齢階級別の頻度を表1Aに示した。また、二次測定項目は、筑波大学での対象者から服薬のない男性120名を選定し測定および解析を施した。

2. 測定項目

本報告では測定項目を①基本情報、②分類項目、③一次測定項目および④二次測定項目の4つに分類した。①基本情報は、性、年齢、身長を、②分類項目は牛乳・乳製品摂取量および身体活

動水準（中高強度身体活動時間）を指す。③一次測定項目および④二次測定項目について、表1 Bに分類を示した。

A) 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（オムロン社製HBF-300）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。

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, N2システム社製) 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。

B) 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、血管病変存在の可能性が高くなると報告されている。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。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を表す。健康で同じ年齢・性別の人の「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値はフクダ電子（東京）製血圧脈波検査装置 (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。

C) 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 (828E, Monark社製) 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った後、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。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。

D) 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、ヤガミ製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。また、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。

E) 活力年齢

健康度、老化度の総合指標として田中ら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、有所見者では、活力年齢が暦年齢を上回っていること、運動習慣を持つ者は、活力年齢が暦年齢を下回っていることが報告されている。活力年齢の算出式を下に示した。

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:LDLC (mg/dl),

X₄:TG (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),

X_8 :閉眼片足立ち (秒), X_9 :1秒量 (L), X_{10} :ヘマトクリット (%)

【女性】

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

$$VS = 0.016X_1 + 0.011X_2 + 0.004X_3 + 0.004X_4 + 0.004X_5 + 0.034X_6 - 0.064X_7 - 0.012X_8 \\ - 0.037X_9 - 0.005X_{10} - 0.367X_{11} - 1.035$$

X_1 :腹位 (cm), X_2 :安静時収縮期血圧 (mmHg), X_3 :TC (mg/dl), X_4 :LDLC (mg/dl),

X_5 :TG (mg/dl), X_6 :ヘマトクリット (%), X_7 :乳酸性閾値に対する酸素摂取量 (ml/kg/min), X_8 :
乳酸性閾値の相当する心拍数 (拍/分), X_9 :反復横とび (回/20秒),

X_{10} :閉眼片足立ち (秒), X_{11} :1秒量 (L)

F) 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おこなった。記録方法や秤量法については、調査開始前の事前説明会にて詳細に説明した。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、秤量が困難な菓子類等については製造会社名とエネルギー分量を記入するよう求めた。総摂取エネルギー量、三大栄養素摂取量および牛乳・乳製品摂取量の計算には、五訂増補日本食品標準成分表¹³⁾を用いて、1日あたりの平均摂取量を算出した。牛乳・乳製品摂取量は牛乳100mlを103.2gと換算し、他の乳製品と合算し一日あたりの摂取量 (g) とした。

G) 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, 株式会社スズケン, 名古屋) を用いて測定した。対象者には、少なくとも1週間以上 (~2週間程度) 加速度計を腰部に装着するよう求めた。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 (600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指標は、中高強度活動時間 (分/週) であり、これは3 METs (代謝等量) 以上の活動に相当する。週あたりの中高強度活動時間は、平日の値×5と休日・祝日×2を足すことで算出した。

H) 炎症性反応および血清脂質プロファイル (二次測定項目)

炎症性反応の指標として、高感度C反応性たんぱく (high sensitivity C-reactive protein: hsCRP) と血清アミロイドA (serum amyloid A: SAA) を測定した。分析は (株) 江東微生物研究所 (つくば市) に委託した。血清脂質プロファイル法は [超低比重リポたんぱく (very low-density lipoprotein: VLDL) 低比重リポたんぱく (low-density lipoprotein: LDL) コレステロール, HDLコレステロールおよびカイロミクロン, VLDL3分画 (large, medium, small), LDL 4分画 (large, medium, small, very small), HDL 5分画 (very large, large, medium, small, very small)] はHPLC法にて測定した。なお、分析は (株) スカイライト・バイオテック (東

京)に委託した。レプチン, interleukin-6 (IL-6), tumor necrosis factor- α (TNF- α), アディポネクチンはELISA法 (R&D社 USA) により測定した。

3. 統計解析

各項目の測定結果は平均値 \pm 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、メタボリックシンドローム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、牛乳・乳製品摂取量および身体活動水準の中央値で各々2群に分けることで2 \times 2の4群を設定し、牛乳・乳製品の効果と身体活動水準の効果, およびその交互作用の有無を検討した。分析には、二元配置の分散分析を用いたが、暦年齢に群間差を認めたので暦年齢にて補正した。活力年齢や血管年齢と炎症性反応や血清脂質プロファイルの関係を検討するためにPearsonの積率相関係数 (r) を求めた。さらに、牛乳・乳製品摂取量の中央値にて高群・低群に分け、高牛乳・乳製品摂取群の中で身体活動量の高い者30名 (1標準偏差に相当) を高牛乳・乳製品摂取かつ高身体活動群、また、低牛乳・乳製品摂取群の中で身体活動量の低い者30名 (1標準偏差に相当) を低牛乳・乳製品摂取かつ低身体活動群と定義し、層別した。両群の平均値の比較には対応のないt検定を適用した。すべての統計解析にはSPSS 11.5 Jを用いた。

【結果と考察】

1. 牛乳・乳製品摂取量と身体活動量2群間での比較

牛乳・乳製品摂取量および身体活動量の効果を検討するために、それぞれの中央値で多い群少ない群に分割し比較した。

A) 牛乳・乳製品摂取量 (表2, 表4)

総摂取エネルギー量, たんぱく質摂取量, 脂質摂取量, Ca摂取量は男女とも牛乳・乳製品摂取量の多い群が, 少ない群に比べて有意に高値であった。男性においてレプチン, レプチン/アディポネクチン比は摂取量の多い群が有意に低値であり, 血清脂質プロファイルに有意差はなかった。女性において収縮期血圧, 拡張期血圧, インスリン, HOMA指数, LDLコレステロールは摂取量多い群で有意に低値であり, 逆にHDLコレステロールは有意に高値であった。男女とも牛乳・乳製品摂取量の多い群は総摂取エネルギーが有意に高いにもかかわらず, 体脂肪量や腹部脂肪面積が少ない傾向が認められた。このように, 牛乳摂取は血圧, インスリン抵抗性やHDLコレステロールに良好な効果が認められた。

B) 身体活動量 (表3, 表4)

男女とも, 除脂肪量のほか, 総摂取エネルギー量, たんぱく質摂取量, 脂質摂取量, 炭水化物摂取量は身体活動量が多い群で有意に高値であり, インスリンは有意に低値であった。男性は身体活動量が多い群ほどVLDL各亜分画は有意に低値であり, HDL亜分画は有意に高値, レプチン, レプチン/アディポネクチン比は有意に低値であった。これらのことから, 身体活動量の多い群は除脂肪量が多く, インスリンが低値であり, インスリン感受性の指標であるレプチン/アディポネクチン比やVLDL亜分画も低値であり, HDL亜分画が有意に高値である。すなわち, 健康関連指標全般において運動の効果が認められる。身体活動量の多い群は, 牛乳摂取と同様に, 総摂取エネルギーが有意に高いにもかかわらず, 体脂肪量や腹部脂肪面積は低い傾向にあった。

2. 牛乳・乳製品摂取量と活動量が健康指標に及ぼす影響

牛乳・乳製品の摂取や運動の習慣化が身体の活力に及ぼす影響を調べるため、牛乳・乳製品摂取量と身体活動度を主効果とする二元配置の分散分析をおこない、これらの効果が身体の活力に及ぼす影響の強さを検討した。男性における牛乳・乳製品摂取の有意な主効果は、脂質摂取量、Ca摂取量、レプチン、レプチン/アディポネクチン比に認められた。身体活動量の有意な主効果は、拡張期血圧、総摂取エネルギー量、たんぱく質摂取量、脂質摂取量、炭水化物摂取量、VLDLおよびparticle sizeを除く各VLDL亜分画、HDLおよびlarge HDL亜分画に認められた。女性における牛乳・乳製品摂取の有意な主効果は、収縮期血圧、HDLコレステロール、総摂取エネルギー量、たんぱく質摂取量、脂質摂取量、炭水化物摂取量、Ca摂取量に認められた。身体活動量の有意な主効果は除脂肪量、LDLコレステロール、血糖、総摂取エネルギー、たんぱく質摂取量、脂質摂取量、炭水化物摂取量、Ca摂取量に認められた。

しかしながら、これらの主効果と身体の活力指数としての活力年齢、血管年齢や腹部脂肪面積との関連性は認められなかった。さらに、すべての項目において交互作用は認められなかった。このことから、牛乳・乳製品摂取量と身体活動度は独立した因子としてこれらの項目に作用すると考えられる。(表5A, B, C)

3. 牛乳・乳製品摂取量と一次測定項目および活力年齢および血管年齢と二次測定項目との相関

牛乳・乳製品摂取量と身体活動量の主効果は活力年齢、血管年齢や腹部脂肪面積を従属変数とした場合、有意ではなかった(二元配置分散分析)。そのため、牛乳・乳製品摂取量と一次評価項目の関連性を単相関分析にて検討した。(表6)

男性はたんぱく質摂取量、脂質摂取量、Ca摂取量のみ有意な正の相関を示したが、女性は活力年齢-暦年齢、血管年齢-暦年齢、血圧、インスリン、HOMA指数に有意な負の相関、総摂取エネルギー、たんぱく質摂取量、脂質摂取量、炭水化物摂取量、Ca摂取量と有意な正の相関を示した。さらに、活力年齢、血管年齢と二次評価項目との関連性を調べるため、同様に単相関を検討した。活力年齢はhsCRP、レプチン、レプチン/アディポネクチン比、CM、VLDLおよびparticle sizeを除く各VLDL亜分画と有意な正の相関を示した。一方、血管年齢はレプチンと負の相関、very large HDLとHDL particle sizeと有意な正の相関を示した。(表7)

牛乳・乳製品摂取量が女性の活力年齢-暦年齢、血管年齢-暦年齢と有意に相関し、活力年齢や血管年齢がレプチン、レプチン/アディポネクチン比や血清脂質プロファイルと相関することから、これらの因子は活力年齢、血管年齢や腹部脂肪面積などの健康指標に関連していると考えられた。

4. 高牛乳・乳製品摂取かつ高活動群と低牛乳摂取かつ低活動群の比較

牛乳摂取量や身体活動度は活力年齢、血管年齢や腹部脂肪面積などの健康指標に関連することが明らかとなった。これらの関連性を検討するため、高牛乳・乳製品摂取かつ高身体活動群と低牛乳・乳製品かつ低身体活動群の平均値の差を比較した。

男性において活力年齢、体脂肪率、体脂肪量、内臓脂肪面積、総摂取エネルギー量、たんぱく質摂取量、脂質摂取量、Ca摂取量、レプチン、レプチン/アディポネクチン比、VLDL、large

VLDL, very small HDL, HDL particle sizeに有意あるいは有意傾向が認められた。女性において活力年齢-暦年齢, 血管年齢-暦年齢, 体脂肪量, 収縮期血圧, 拡張期血圧, HDLコレステロール, HOMA指数, 総摂取エネルギー量, たんぱく質摂取量, 脂質摂取量, 炭水化物摂取量, Ca摂取量に有意あるいは有意傾向が認められた。(表8A, B)

またこれらの関係は, 図1にグラフ化した。

【まとめ】

1. 高牛乳・乳製品摂取者や身体活動量が高い人は, 活力年齢が低く, 血管年齢が若い傾向にあった。
2. 高牛乳・乳製品摂取者や身体活動量が高い人は, 摂取エネルギー, 摂取たんぱく量, 摂取炭水化物量, あるいは摂取脂質量が多くても, 体脂肪量や内臓脂肪は低い傾向にあった。
3. 高牛乳・乳製品摂取者はインスリンやHOMA指数が低く, インスリン抵抗性が改善していることが示唆される。このことは, レプチン/アディポネクチン比やVLDL亜分画量が低いことから支持された。
4. 牛乳乳製品摂取量は, 炎症性マーカー (hsCRP, SAA, IL-6, TNF α) とは有意な関係にないものの, 高身体活動量群で低い傾向が認められた。
5. 高牛乳・乳製品摂取者や身体活動量が高い人は, 各VLDL亜分画が低い傾向にあり, large HDL亜分画は高い傾向にあった。

これらのことから、牛乳・乳製品摂取量や身体活動量は、活力年齢、血管年齢、内臓脂肪に好ましい影響を及ぼし、摂取エネルギーや摂取たんぱく量や摂取炭水化物量や摂取脂質量が多くても体脂肪や内臓脂肪は低い傾向にあった。さらに、牛乳・乳製品摂取量や身体活動量はインスリン抵抗性や血圧、血清脂質代謝にも有効な関連性が示唆され、Metsynの罹患リスク低減への有効性が示唆された。

5. 牛乳・乳製品摂取と血管伸展性 (CAVIとPWV)

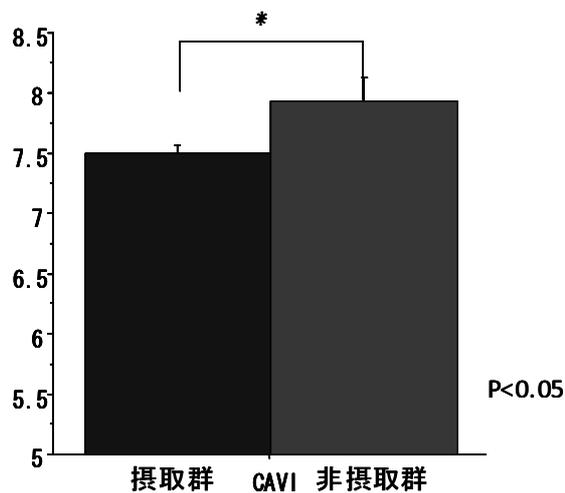
結果

CAVI データ

A) 男女

牛乳・乳製品摂取群 (N=336, CAVI: 7.63 ± 1.11)

非摂取群 (N=50, CAVI: 7.97 ± 1.05)

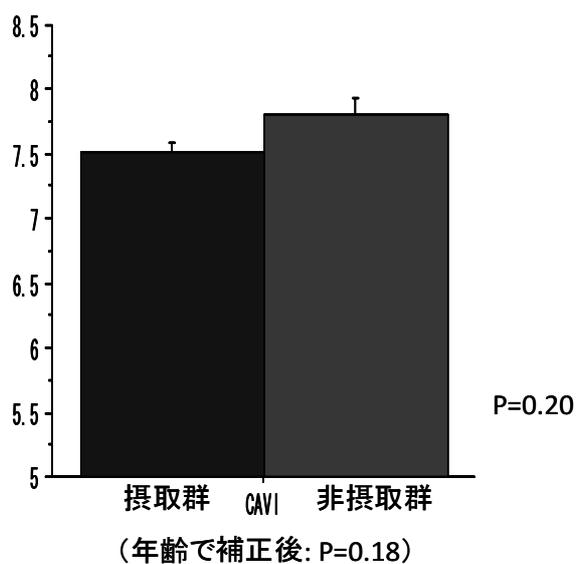


摂取群でCAVI値が低い=血管が柔らかい

B) 男女 (喫煙者、服薬者を除く)

牛乳・乳製品摂取群 (N=196, CAVI: 7.50 ± 1.08)

非摂取群 (N=24, CAVI: 7.79 ± 0.68)

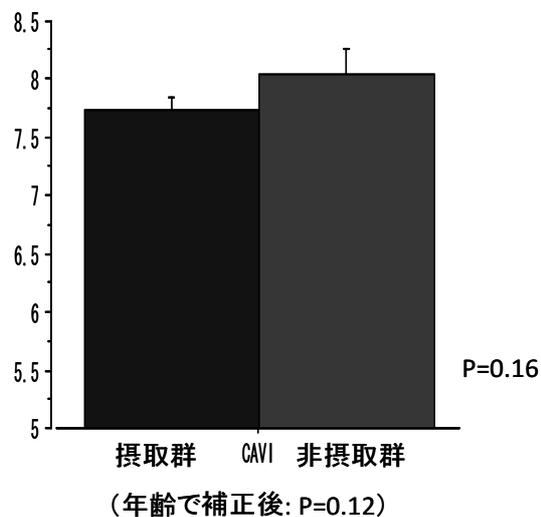


摂取群でCAVI値が低い傾向。牛乳・乳製品非摂取群の半数以上が喫煙・服薬者であり、それは摂取群よりも大きい割合であった

C) 男性のみ

牛乳・乳製品摂取群 (N=151, CAVI: 7.74±1.15)

非摂取群 (N=33, CAVI: 8.05±1.18)

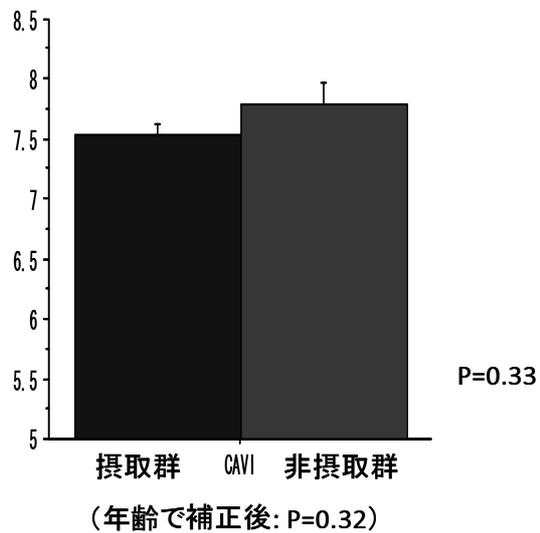


摂取群でCAVI値が低い傾向

D) 女性のみ

牛乳・乳製品摂取群 (N=185, CAVI: 7.54±1.05)

非摂取群 (N=17, CAVI: 7.79±0.73)



摂取群でCAVI値が低い傾向

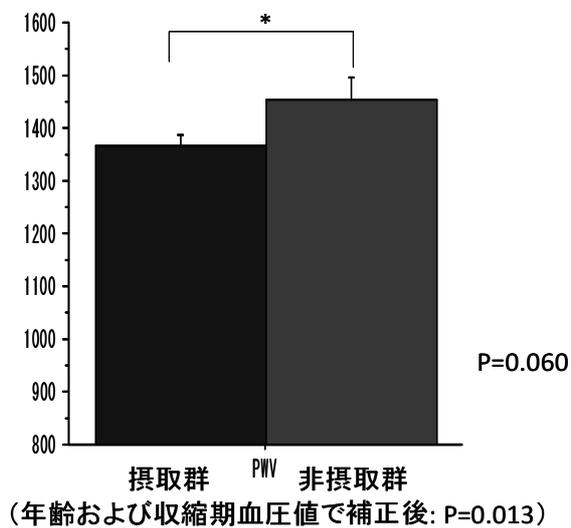
* 牛乳・乳製品非摂取者のN数が少なくこれ以上解析不可。

【PWVデータ】

A) 男女

牛乳・乳製品摂取群 (N=139, PWV:1368±213)

非摂取群 (N=26, PWV: 1454±212)

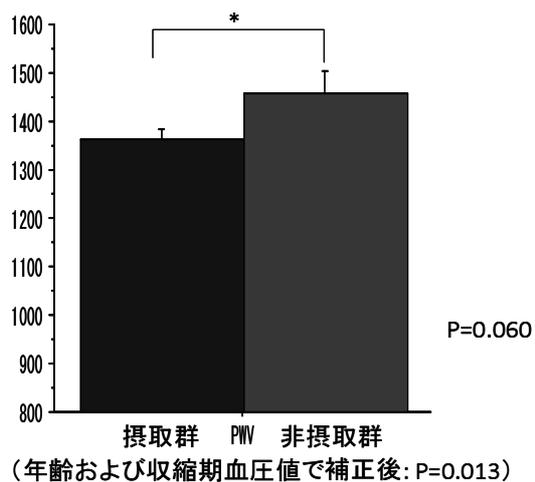


摂取群でPWV値が低い

B) 男女 (喫煙者除く)

牛乳・乳製品摂取群 (N=120, PWV:1363±212)

非摂取群 (N=22, PWV: 1457±215)

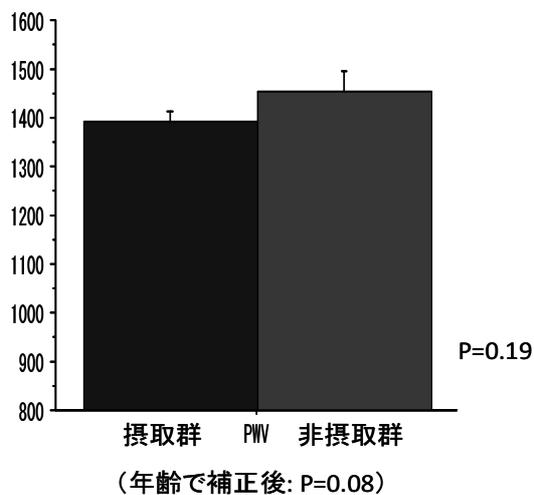


摂取群でPWV値が低い

C) 男性のみ

牛乳・乳製品摂取群 (N=100, PWV: 1390±220)

非摂取群 (N=26, PWV: 1453±212)

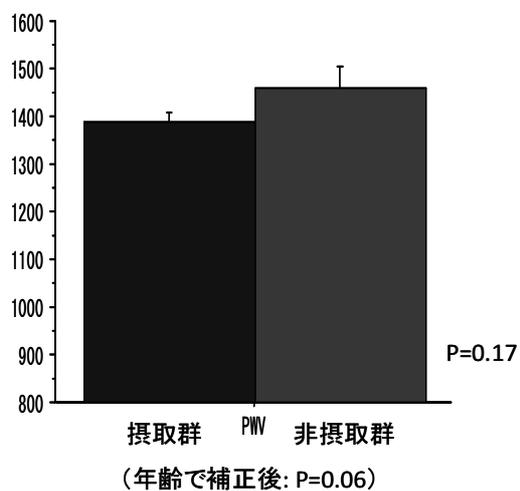


摂取群でPWV値が低い

D) 男性 (喫煙者除く)

牛乳・乳製品摂取群 (N=83, PWV: 1385±221)

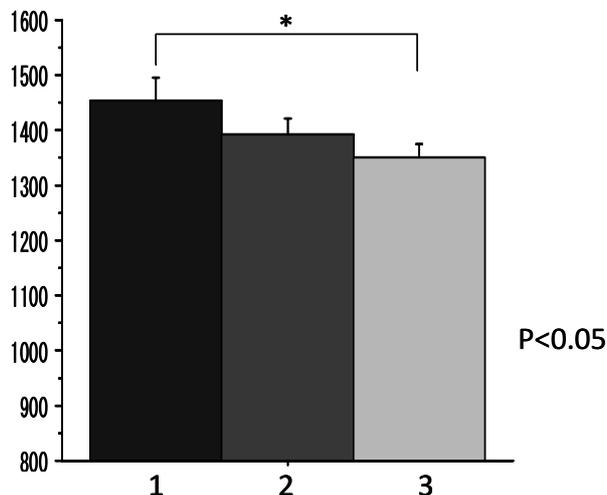
非摂取群 (N=22, PWV: 1457±214)



摂取群でPWV値が低い

E) 牛乳・乳製品摂取量の検討 (男女165名)

- 牛乳・乳製品摂取 1. ~ 0 g/day (N=26, PWV: 1454±212)
2. 0 ~ 100 g/day (N=58, PWV: 1390±217)
3. 100 g/day ~ (N=81, PWV: 1351±209)



3群が1群と比べて有意に低いPWV。このことは乳摂取100 g/day以上で血管への影響が期待出来る可能性を示す。

【今後の課題】

本研究はあくまでも横断研究であり、この中で確かな結論を導くためには対象者数が少なく、さらに人数を増やす必要がある。とくに、高牛乳・乳製品摂取群と非牛乳・乳製品摂取群の人数を増やした上での検討が必要と考えられる。最終的には、横断研究によって得られた知見を介入（縦断）研究によってエビデンス化し、牛乳・乳製品を摂取することの健康利益をさらに強固なものにする必要がある。

表1A 対象者の人数と年齢

	男性	女性
人数	188人	207人
年齢	54.9 ± 8.7 (37歳 ~ 76歳)	56.1 ± 8.2 (31歳 ~ 75歳)
30代	5人	12人
40代	56人	19人
50代	57人	81人
60代	65人	90人
70代	5人	5人

表1B 測定項目の詳細

一次測定項目 (n = 395)	二次測定項目 (n = 120)
活力年齢	SAA
活力年齢と暦年齢の差	hsCRP
血管年齢	IL-6
血管年齢と暦年齢の差	TNF- α
体重	レプチン
BMI	アディポネクチン
体脂肪率	レプチン/アディポネクチン比
体脂肪量	CM
除脂肪量	VLDL
腹囲	LDL
内臓脂肪面積	HDL
皮下脂肪面積	VLDL Large
収縮期血圧	VLDL Medium
拡張期血圧	VLDL Small
最大酸素摂取量	VLDL particle size
中性脂肪	LDL Large
総コレステロール	LDL Medium
HDLコレステロール	LDL Small
LDLコレステロール	LDL Very small
遊離脂肪酸	LDL particle size
血糖	HDL Very large
インスリン	HDL Large
HOMA-IR	HDL Medium
総摂取エネルギー量	HDL Small
たんぱく質摂取量	HDL Very small
脂質摂取量	HDL particle size
炭水化物摂取量	
カルシウム摂取量	

表2 牛乳乳製品摂取量2群間での各測定項目の比較(一次測定項目)

牛乳乳製品摂取量	男性		群間差	女性		群間差
	多い群 n = 94	少ない群 n = 94		多い群 n = 103	少ない群 n = 104	
年齢 (歳)	55.6 ± 8.3	54.2 ± 9.0	N.S	58.3 ± 7.2	56.0 ± 8.9	N.S
牛乳乳製品摂取量 (g/d)	193.9 ± 144.1	25.2 ± 28.2	**	225.0 ± 113.0	48.3 ± 35.1	**
身体活動量 (mins/w)	230.2 ± 109.6	210.3 ± 89.3	*	188.3 ± 93.2	176.6 ± 78.9	*
活力年齢 (歳)	61.3 ± 9.6	62.8 ± 10.0	N.S	59.2 ± 7.3	58.5 ± 8.7	N.S
血管年齢 (歳)	51.3 ± 13.3	49.0 ± 13.5	N.S	51.8 ± 13.5	50.7 ± 13.5	N.S
体重 (kg)	77.3 ± 13.1	80.3 ± 16.9	N.S	57.2 ± 8.9	58.2 ± 9.2	N.S
BMI (kg/m ²)	27.2 ± 4.1	27.5 ± 4.9	N.S	24.0 ± 3.5	24.6 ± 3.5	N.S
体脂肪率 (%)	27.0 ± 4.1	27.5 ± 4.8	N.S	33.0 ± 4.8	33.0 ± 4.3	N.S
体脂肪量 (kg)	21.1 ± 6.0	22.5 ± 8.0	N.S	19.2 ± 5.4	19.4 ± 4.9	N.S
除脂肪量 (kg)	56.2 ± 8.3	57.8 ± 10.5	N.S	38.0 ± 4.5	38.8 ± 5.3	N.S
腹囲 (cm)	94.6 ± 10.3	95.0 ± 12.3	N.S	85.6 ± 9.8	86.4 ± 9.2	N.S
内臓脂肪面積 (cm ²)	129.6 ± 52.7	131.0 ± 53.9	N.S	67.4 ± 38.3	67.0 ± 35.1	N.S
皮下脂肪面積 (cm ²)	178.1 ± 79.5	194.4 ± 93.2	N.S	179.7 ± 61.4	183.7 ± 65.1	N.S
収縮期血圧 (mmHg)	128.5 ± 17.8	130.9 ± 17.5	N.S	124.9 ± 19.0	130.2 ± 18.4	**
拡張期血圧 (mmHg)	80.7 ± 11.3	81.7 ± 14.6	N.S	76.1 ± 11.5	78.8 ± 10.5	*
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	30.7 ± 5.2	29.4 ± 5.5	N.S	24.4 ± 3.8	24.5 ± 3.7	N.S
中性脂肪 (mg/dl)†	157.2 ± 162.7	139.7 ± 84.3	N.S	98.3 ± 56.9	150 ± 47.5	N.S
総コレステロール (mg/dl)	208.0 ± 30.5	206.4 ± 32.6	N.S	221.5 ± 32.3	224.8 ± 47.5	N.S
HDLコレステロール (mg/dl)	52.1 ± 15.7	50.1 ± 11.2	N.S	66.8 ± 16.1	62.0 ± 16.4	**
LDLコレステロール (mg/dl)	125.6 ± 29.3	128.8 ± 30.0	N.S	135.1 ± 29.7	142.8 ± 36.2	*
遊離脂肪酸 (mEq/l)	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.3	N.S	0.7 ± 0.2	0.7 ± 0.2	N.S
血糖 (mg/dl)	105.1 ± 29.8	105.7 ± 28.3	N.S	94.5 ± 16.0	97.9 ± 18.7	N.S
インスリン (μU/ml)	8.8 ± 10.1	7.5 ± 6.4	N.S	5.2 ± 3.2	6.0 ± 3.6	*
HOMA-IR	2.4 ± 3.1	2.3 ± 2.1	N.S	1.2 ± 0.9	1.5 ± 1.1	*
総摂取エネルギー量 (kcal/d)	2260.5 ± 508.9	2155.2 ± 458.5	*	1860.0 ± 293.8	1686.1 ± 310.1	**
蛋白質摂取量 (g/d)	82.7 ± 20.5	60.6 ± 18.2	**	71.0 ± 12.9	62.3 ± 13.2	**
脂質摂取量 (g/d)	65.7 ± 18.5	60.6 ± 18.2	*	55.6 ± 13.2	47.9 ± 15.4	**
炭水化物摂取量 (g/d)	295.8 ± 76.0	284.2 ± 72.7	N.S	265.4 ± 47.6	244.5 ± 50.8	**
Ca摂取量 (mg/d)	643.0 ± 234.5	446.0 ± 152.3	**	653.8 ± 179.0	437.5 ± 156.7	**

BMI: body mass index, HDL: high-density lipoprotein, LDL: low-density lipoprotein,

HOMA-IR: homeostasis model assessment insulin resistance, protein,

N.S.: not significant

†中性脂肪の統計解析には対数変換値を用いたが、表中には測定値に戻した値を示した。

* $P < 0.1$, ** $P < 0.05$ (各測定項目の介入による変化が有意であったかを分析)

表3 活動量2群間での各測定項目の比較（一次測定項目）

活動量	男性		群間差	女性		群間差
	多い群 n = 94	少ない群 n = 94		多い群 n = 103	少ない群 n = 104	
年齢 (歳)	52.9 ± 8.7	56.9 ± 8.3	**	56.6 ± 8.5	57.6 ± 7.8	N.S.
牛乳乳製品摂取量 (g/d)	108.6 ± 103.1	108.7 ± 158.0	N.S.	155.3 ± 112.1	118.3 ± 128.3	*
身体活動量 (mins/w)	283.6 ± 120.3	92.8 ± 38.3	**	208.7 ± 83.3	84.2 ± 29.9	**
活力年齢 (歳)	60.3 ± 9.5	63.8 ± 9.8	N.S.	58.0 ± 7.9	59.6 ± 8.1	N.S.
血管年齢 (歳)	49.4 ± 13.4	50.9 ± 13.5	N.S.	50.4 ± 14.3	52.0 ± 12.6	N.S.
体重 (kg)	81.5 ± 15.3	76.2 ± 14.6	*	59.3 ± 9.3	56.2 ± 8.6	N.S.
BMI (kg/m ²)	28.2 ± 4.7	27.0 ± 4.3	N.S.	24.7 ± 3.7	23.9 ± 3.2	N.S.
体脂肪率 (%)	27.2 ± 4.7	27.4 ± 4.3	N.S.	33.0 ± 4.5	33.0 ± 4.6	N.S.
体脂肪量 (kg)	22.5 ± 7.8	21.1 ± 6.2	N.S.	19.8 ± 5.4	18.7 ± 4.7	N.S.
除脂肪量 (kg)	58.9 ± 8.9	55.1 ± 9.7	**	39.4 ± 4.8	37.5 ± 4.9	**
腹囲 (cm)	96.9 ± 12.1	93.6 ± 9.7	N.S.	86.5 ± 9.8	85.5 ± 9.3	N.S.
内臓脂肪面積 (cm ²)	126.5 ± 52.1	134.0 ± 54.2	N.S.	62.8 ± 32.8	70.0 ± 38.6	N.S.
皮下脂肪面積 (cm ²)	196.0 ± 91.5	176.6 ± 81.3	N.S.	179.0 ± 59.1	183.8 ± 67.1	N.S.
収縮期血圧 (mmHg)	130.6 ± 17.0	128.9 ± 18.4	N.S.	127.2 ± 11.5	127.7 ± 18.0	N.S.
拡張期血圧 (mmHg)	83.5 ± 12.9	78.9 ± 12.9	N.S.	77.5 ± 19.7	77.5 ± 10.7	N.S.
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	30.4 ± 5.9	29.6 ± 4.8	N.S.	24.6 ± 3.8	24.3 ± 3.8	N.S.
中性脂肪 (mg/dl)†	137.5 ± 94.5	158.9 ± 155.5	N.S.	102.4 ± 59.9	95.9 ± 43.7	N.S.
総コレステロール (mg/dl)	205.3 ± 30.9	209.1 ± 155.5	N.S.	219.0 ± 33.6	227.4 ± 38.0	*
HDLコレステロール (mg/dl)	50.9 ± 14.3	51.4 ± 13.0	N.S.	64.9 ± 16.9	64.0 ± 16.0	N.S.
LDLコレステロール (mg/dl)	127.2 ± 29.3	127.2 ± 30.0	N.S.	133.6 ± 16.9	144.3 ± 16.0	**
遊離脂肪酸 (mEq/l)	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.3	N.S.	0.7 ± 0.2	0.7 ± 0.2	N.S.
血糖 (mg/dl)	101.2 ± 21.1	109.5 ± 34.6	*	93.1 ± 9.1	99.0 ± 22.5	*
インスリン (μU/ml)	9.0 ± 7.1	8.4 ± 9.5	N.S.	5.5 ± 3.5	5.7 ± 3.4	N.S.
HOMA-IR	2.3 ± 2.0	2.4 ± 3.2	N.S.	1.3 ± 0.9	1.5 ± 1.0	N.S.
総摂取エネルギー量 (kcal/d)	2411.7 ± 514.0	2004.1 ± 356.0	**	1905.4 ± 292.1	1641.4 ± 279.3	**
蛋白質摂取量 (g/d)	86.3 ± 19.7	75.5 ± 16.9	**	70.2 ± 13.3	63.2 ± 13.3	**
脂質摂取量 (g/d)	70.2 ± 18.4	56.0 ± 15.6	**	55.5 ± 14.3	48.3 ± 14.2	**
炭水化物摂取量 (g/d)	322.1 ± 81.2	257.9 ± 49.4	**	276.4 ± 46.4	233.1 ± 44.5	**
Ca摂取量 (mg/d)	561.5 ± 213.2	527.5 ± 227.6	N.S.	593.0 ± 208.4	499.4 ± 179.4	*

BMI: body mass index, HDL: high-density lipoprotein, LDL: low-density lipoprotein,
HOMA-IR: homeostasis model assessment insulin resistance, SAA: serum amyloid A, hsCRP: high sensitivity C-reactive protein,
IL-6: interleukin-6, TNF-α: tumor necrosis factor-α,

N.S.: not significant

†中性脂肪の統計解析には対数変換値を用いたが、表中には測定値に戻した値を示した。

* $P < 0.1$, ** $P < 0.05$

表4 牛乳乳製品摂取量および身体活動量における2群間での各測定項目の比較(二次測定項目)

	牛乳乳製品摂取量			活動度		
	多い群 n = 60	少ない群 n = 60	群間差	多い群 n = 60	少ない群 n = 60	群間差
年齢(歳)	54.8 ± 8.1	51.9 ± 8.6	*	53.4 ± 9.0	53.3 ± 8.0	N.S
牛乳乳製品摂取量(g/d)	194.6 ± 151.5	24.2 ± 27.7	**	112.2 ± 106.9	106.8 ± 163.6	N.S
身体活動量(mins/w)	121.7 ± 41.3	127.9 ± 38.6	N.S	157.6 ± 64.3	89.6 ± 31.9	**
SAA(μg/ml)	10.7 ± 29.2	9.1 ± 17.9	N.S	7.1 ± 7.8	12.6 ± 32.8	N.S
hsCRP(mg/dl)†	1.0 ± 1.3	1.0 ± 1.1	N.S	0.9 ± 1.2	1.1 ± 1.2	N.S
IL-6(pg/ml)	1.3 ± 1.5	1.8 ± 1.6	N.S	1.6 ± 1.7	1.6 ± 1.5	N.S
TNF-α(pg/ml)	0.7 ± 0.7	1.0 ± 1.0	N.S	0.8 ± 0.8	1.0 ± 0.9	N.S
Leptin(ng/ml)	2.6 ± 1.8	5.3 ± 5.5	**	3.2 ± 3.0	4.6 ± 5.2	*
Adiponectin(μg/ml)	3.6 ± 1.4	3.8 ± 1.5	N.S	3.8 ± 1.4	3.6 ± 1.6	N.S
Leptin/Adiponectin比	0.8 ± 0.6	1.6 ± 1.6	**	1.0 ± 1.0	1.4 ± 1.4	*
CM(mg/dl)	15.7 ± 19.1	13.3 ± 16.1	N.S	12.8 ± 15.6	16.1 ± 19.4	N.S
VLDL(mg/dl)	78.5 ± 45.2	73.8 ± 48.4	N.S	63.6 ± 35.6	88.1 ± 52.8	*
LDL(mg/dl)	105.6 ± 20.5	104.8 ± 24.5	N.S	104.7 ± 20.3	105.7 ± 24.6	N.S
HDL(mg/dl)	50.4 ± 12.6	49.7 ± 8.3	N.S	52.1 ± 12.2	48.1 ± 8.5	*
VLDL large(mg/dl)	56.2 ± 37.2	52.5 ± 39.0	N.S	44.5 ± 28.8	63.9 ± 43.3	**
medium(mg/dl)	16.2 ± 7.1	15.7 ± 8.0	N.S	14.2 ± 6.1	17.7 ± 8.3	**
small(mg/dl)	6.0 ± 2.2	6.1 ± 2.3	N.S	5.6 ± 2.1	6.5 ± 2.3	*
particle size(nm)	46.0 ± 2.0	45.8 ± 1.9	N.S	45.7 2.1	46.2 ± 1.8	N.S
LDL large(mg/dl)	23.8 ± 5.9	23.7 ± 7.1	N.S	23.3 ± 5.8	24.3 ± 7.1	N.S
medium(mg/dl)	45.0 ± 9.3	43.9 ± 10.7	N.S	44.6 ± 9.3	44.3 ± 8.7	N.S
small(mg/dl)	25.6 ± 7.0	25.6 ± 7.8	N.S	25.5 ± 6.8	25.7 ± 8.0	N.S
very small(mg/dl)	11.2 ± 3.3	11.4 ± 3.7	N.S	11.1 ± 3.0	11.5 ± 4.0	N.S
particle size(nm)	25.0 ± 0.3	25.0 ± 0.3	N.S	25.0 0.3	25.0 0.4	N.S
HDL very large(mg/dl)	3.2 ± 1.3	3.0 ± 3.0	N.S	3.2 ± 1.3	2.9 ± 0.7	*
large(mg/dl)	9.3 ± 5.8	8.6 ± 3.7	N.S	9.9 ± 5.7	7.9 ± 3.6	**
medium(mg/dl)	16.8 ± 4.5	16.6 ± 3.6	N.S	17.4 ± 4.5	16.1 ± 3.5	*
small(mg/dl)	13.7 ± 2.6	13.7 ± 2.2	N.S	13.8 ± 2.2	13.6 ± 2.6	N.S
very small(mg/dl)	7.5 ± 1.5	7.8 ± 1.6	N.S	7.7 ± 1.3	7.6 ± 1.7	N.S
particle size(nm)	10.6 ± 0.2	10.6 ± 0.2	N.S	10.6 ± 0.2	10.6 ± 0.2	N.S

SAA: serum amyloid A, hsCRP: high sensitivity C-reactive protein, IL-6: interleukin-6, TNF-α: tumor necrosis factor-α, CM: chomicron, VLDL: very low-density lipoprotein, LDL: low-density lipoprotein, HDL: high-density lipoprotein,

N.S.: not significant

†hsCRPの統計解析には対数変換値を用いたが、表中には測定値に戻した値を示した。

* P < 0.1, ** P < 0.05

表5 牛乳乳製品摂取量と身体活動量が健康指標に及ぼす影響

A: 一次測定項目 (男性)

	牛乳乳製品摂取量 大		牛乳乳製品摂取量 小		主効果		交互作用
	活動量 大	活動量 小	活動量 大	活動量 小	牛乳乳製品	活動量	
活力年齢(歳)	60.5 ± 9.3	62.3 ± 9.9	60.0 ± 9.9	65.1 ± 9.5	0.13	0.33	0.59
血管年齢(歳)	50.0 ± 13.0	52.9 ± 13.7	48.6 ± 14.1	49.4 ± 13.2	0.26	0.49	0.49
BMI (kg/m ²)	27.6 ± 3.0	26.8 ± 5.2	29.0 ± 6.2	27.2 ± 3.5	0.39	0.42	0.82
腹囲 (cm)	96.0 ± 9.1	93.0 ± 11.6	97.9 ± 15.0	94.0 ± 9.5	0.66	0.32	0.84
体脂肪率	27.3 ± 3.8	26.7 ± 4.5	27.1 ± 5.7	27.9 ± 4.0	0.45	0.82	0.29
体脂肪量	21.6 ± 4.6	20.6 ± 7.3	23.7 ± 10.5	21.5 ± 5.1	0.28	0.56	0.87
除脂肪量	57.1 ± 6.8	55.0 ± 9.8	61.1 ± 10.7	55.2 ± 9.7	0.36	0.16	0.46
収縮期血圧 (mmHg)	130.8 ± 17.7	125.7 ± 17.8	130.3 ± 16.3	131.4 ± 18.6	0.23	0.23	0.31
拡張期血圧 (mmHg)	82.5 ± 11.6	78.4 ± 10.8	84.7 ± 14.4	79.4 ± 14.4	0.52	0.05	0.91
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	30.7 ± 5.5	30.6 ± 4.9	30.0 ± 6.4	28.8 ± 4.7	0.09	0.63	0.58
総コレステロール (mg/dl)	203.2 ± 29.5	213.8 ± 31.0	207.8 ± 32.6	205.4 ± 32.9	0.56	0.22	0.21
中性脂肪 (mg/dl)†	143.0 ± 113.5	174.5 ± 207.6	131.0 ± 65.1	146.6 ± 96.9	0.18	0.07	0.87
LDL-C (mg/dl)	123.7 ± 29.5	127.8 ± 29.1	131.5 ± 28.9	126.6 ± 30.9	0.52	0.88	0.35
HDL-C (mg/dl)	51.5 ± 16.1	52.9 ± 15.5	50.1 ± 12.0	50.2 ± 10.7	0.46	0.77	0.56
遊離脂肪酸 (mEq/l)	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.3	0.6 ± 0.2	0.7 ± 0.3	0.53	0.19	0.07
血糖 (mg/dl)	100.0 ± 15.8	111.2 ± 40.3	102.5 ± 26.4	108.2 ± 29.7	0.91	0.12	0.42
インスリン (μU/ml)	8.7 ± 7.2	8.8 ± 12.9	9.4 ± 7.1	8.0 ± 5.8	0.74	0.87	0.77
HOMA	2.2 ± 2.0	2.6 ± 4.1	2.4 ± 1.9	2.3 ± 2.3	0.75	0.48	0.68
内臓脂肪面積 (cm ²)	125.3 ± 51.6	134.9 ± 54.4	128.0 ± 53.4	133.3 ± 54.7	0.94	0.20	0.97
皮下脂肪面積 (cm ²)	185.0 ± 66.0	169.5 ± 93.7	209.6 ± 115.0	182.3 ± 70.4	0.30	0.77	0.78
総摂取エネルギー量 (kcal/c)	2426.8 ± 553.5	2058.6 ± 362.5	2393.2 ± 467.4	1959.1 ± 347.7	0.22	0.00	0.74
蛋白質摂取量 (g/d)	87.6 ± 21.4	76.8 ± 17.9	84.6 ± 17.6	74.5 ± 16.1	0.22	0.00	0.74
脂質摂取量 (g/d)	71.0 ± 19.1	59.2 ± 15.7	69.4 ± 17.8	53.4 ± 15.2	0.04	0.00	0.64
炭水化物摂取量 (g/d)	325.4 ± 81.4	259.9 ± 49.6	318.1 ± 81.8	256.2 ± 49.6	0.57	0.00	0.84
Ca摂取量 (mg/d)	658.5 ± 222.7	624.3 ± 249.6	443.7 ± 124.8	447.8 ± 172.8	0.000	0.22	0.71

*暦年齢で補正。平均値(標準偏差)で示した。P <0.05を表わす。

表5 牛乳乳製品摂取量と身体活動量が健康指標に及ぼす影響

B: 一次測定項目 (女性)

	牛乳乳製品摂取量 大		牛乳乳製品摂取量 小		主効果		交互作用
	活動量 大	活動量 小	活動量 大	活動量 小	牛乳乳製品	活動量	
活力年齢(歳)	59.1 ± 7.0	59.3 ± 7.7	56.5 ± 8.7	59.8 ± 8.4	0.58	0.29	0.83
血管年齢(歳)	52.8 ± 13.4	50.6 ± 13.7	47.4 ± 15.1	53.0 ± 11.7	0.95	0.63	0.23
BMI (kg/m ²)	24.3 ± 3.9	23.7 ± 2.9	25.2 ± 3.5	24.1 ± 3.5	0.27	0.09	0.80
腹囲 (cm)	85.8 ± 10.5	85.4 ± 9.0	87.5 ± 8.7	85.5 ± 9.7	0.65	0.44	0.75
体脂肪率	33.2 ± 4.9	32.8 ± 4.7	32.8 ± 4.0	33.0 ± 4.5	0.80	0.80	0.99
体脂肪量	19.5 ± 5.7	18.7 ± 4.8	20.3 ± 5.0	18.7 ± 4.7	0.77	0.13	0.76
除脂肪量	38.4 ± 4.8	37.5 ± 4.0	40.8 ± 4.5	37.4 ± 5.5	0.46	0.00	0.40
収縮期血圧 (mmHg)	123.6 ± 18.8	126.5 ± 19.5	132.0 ± 20.1	128.6 ± 17.0	0.02	0.80	0.13
拡張期血圧 (mmHg)	75.4 ± 12.5	77.1 ± 9.9	80.3 ± 9.3	77.7 ± 11.3	0.10	0.83	0.21
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	24.4 ± 4.0	24.4 ± 3.7	24.9 ± 3.6	24.2 ± 3.9	0.93	0.64	0.78
総コレステロール (mg/dl)	219.2 ± 33.0	224.7 ± 31.4	218.7 ± 34.8	229.4 ± 42.4	0.58	0.13	0.74
中性脂肪 (mg/dl)†	100.3 ± 64.5	95.5 ± 45.3	105.3 ± 53.6	96.1 ± 42.9	0.74	0.36	0.81
LDL-C (mg/dl)	132.1 ± 31.4	139.1 ± 26.9	135.6 ± 31.8	148.1 ± 38.8	0.12	0.05	0.74
HDL-C (mg/dl)	67.0 ± 17.3	66.5 ± 14.5	62.1 ± 16.1	62.1 ± 16.9	0.04	0.97	0.83
遊離脂肪酸 (mEq/l)	0.7 ± 0.2	0.7 ± 0.2	0.7 ± 0.2	0.7 ± 0.2	0.49	0.51	0.41
血糖 (mg/dl)	92.5 ± 9.2	97.2 ± 21.9	93.8 ± 9.0	100.4 ± 22.9	0.35	0.02	0.69
インスリン (μU/ml)	5.1 ± 3.3	5.3 ± 3.1	6.0 ± 3.7	6.1 ± 3.7	0.16	0.67	0.73
HOMA	1.2 ± 0.8	1.3 ± 1.0	1.4 ± 1.1	1.6 ± 1.1	0.16	0.24	0.73
内臓脂肪面積 (cm ²)	66.5 ± 36.2	68.6 ± 41.9	56.4 ± 25.4	70.9 ± 36.7	0.82	0.21	0.57
皮下脂肪面積 (cm ²)	179.7 ± 60.5	179.7 ± 63.7	177.8 ± 57.8	186.5 ± 69.8	0.75	0.71	0.77
総摂取エネルギー量 (kcal/d)	1956.3 ± 270.8	1730.8 ± 275.8	1837.2 ± 308.4	1574.8 ± 265.0	0.00	0.00	0.94
蛋白質摂取量 (g/d)	73.2 ± 12.6	68.1 ± 12.8	66.2 ± 13.3	59.5 ± 12.5	0.00	0.00	0.56
脂質摂取量 (g/d)	57.4 ± 12.9	53.2 ± 13.3	53.0 ± 15.8	44.6 ± 13.8	0.00	0.00	0.83
炭水化物摂取量 (g/d)	284.5 ± 44.0	239.7 ± 39.7	265.6 ± 47.9	228.2 ± 47.5	0.02	0.00	0.57
Ca摂取量 (mg/d)	671.9 ± 194.2	629.5 ± 155.2	487.4 ± 179.5	402.3 ± 127.7	0.000	0.01	0.27

*暦年齢で補正。平均値(標準偏差)で示した。P <0.05を表わす。

表5 牛乳製品摂取量と身体活動量が炎症性反応および脂質代謝指標に及ぼす影響

C: 二次測定項目 (男性)

	牛乳製品摂取量 大		牛乳製品摂取量 小		主効果		交互作用
	活動量 大	活動量 小	活動量 大	活動量 小	牛乳製品	活動量	
SAA (µg/ml)	8.3 ± 10.3	13.2 ± 40.8	5.8 ± 3.0	12.0 ± 24.2	0.90	0.21	0.99
hsCRP (µg/l)	1.0 ± 1.3	1.0 ± 1.3	0.8 ± 1.0	1.1 ± 1.2	0.77	0.49	0.31
IL-6 (pg/ml)	1.6 ± 2.1	1.1 ± 0.5	1.6 ± 1.2	2.0 ± 1.8	0.14	0.96	0.22
TNF-α (pg/ml)	0.6 ± 0.6	0.9 ± 0.7	0.9 ± 1.0	1.1 ± 1.0	0.18	0.18	0.98
Leptin (ng/ml)	2.4 ± 1.2	2.9 ± 2.2	4.2 ± 3.9	6.2 ± 6.5	0.00	0.09	0.26
Adiponectin (µg/ml)	3.8 ± 1.5	3.3 ± 1.4	3.7 ± 1.3	3.9 ± 1.7	0.18	0.59	0.40
Leptin /Adiponectin 比	0.7 ± 0.5	1.0 ± 0.7	1.3 ± 1.3	1.8 ± 1.8	0.01	0.08	0.45
CM (mg/dl)	15.1 ± 19.2	16.3 ± 19.2	10.2 ± 9.5	15.9 ± 19.8	0.15	0.25	0.30
VLDL (mg/dl)	69.6 ± 41.2	88.0 ± 48.1	56.7 ± 26.8	88.2 ± 57.5	0.18	0.00	0.27
LDL (mg/dl)	105.6 ± 19.1	105.6 ± 22.2	103.6 ± 21.8	105.9 ± 26.9	0.77	0.79	0.79
HDL (mg/dl)	53.5 ± 14.1	47.0 ± 9.9	50.5 ± 9.6	49.1 ± 7.1	0.76	0.03	0.29
VLDL large (mg/dl)	48.8 ± 33.6	64.1 ± 39.8	39.7 ± 22.1	63.7 ± 46.9	0.20	0.00	0.36
medium (mg/dl)	14.9 ± 6.6	17.7 ± 7.3	13.3 ± 5.6	17.8 ± 9.2	0.38	0.01	0.44
small (mg/dl)	5.9 ± 2.3	6.2 ± 2.1	5.3 ± 1.9	6.7 ± 2.4	0.85	0.04	0.15
particle size (nm)	45.8 ± 2.3	46.3 ± 1.8	45.7 ± 1.9	46.0 ± 1.9	0.17	0.18	0.98
LDL large (mg/dl)	24.2 ± 6.0	23.5 ± 5.9	22.3 ± 5.5	25.0 ± 8.1	0.92	0.39	0.19
medium (mg/dl)	44.9 ± 8.8	45.1 ± 9.9	44.2 ± 10.0	43.6 ± 11.4	0.52	0.91	0.84
small (mg/dl)	25.4 ± 6.9	25.8 ± 7.1	25.6 ± 6.7	25.6 ± 8.8	0.76	0.90	0.95
very small (mg/dl)	11.2 ± 3.3	11.2 ± 3.4	11.0 ± 2.6	11.7 ± 4.5	0.98	0.58	0.49
particle size (nm)	25.0 ± 0.3	25.0 ± 0.3	24.9 ± 0.2	25.0 ± 0.4	0.90	0.72	0.49
HDL very large (mg/dl)	3.5 ± 1.5	2.8 ± 0.8	3.0 ± 0.9	3.0 ± 0.7	0.75	0.07	0.13
large (mg/dl)	10.8 ± 6.7	7.6 ± 4.1	9.0 ± 4.2	8.2 ± 3.1	0.92	0.02	0.25
medium (mg/dl)	17.8 ± 5.0	15.7 ± 3.8	17.0 ± 4.0	16.3 ± 3.2	0.74	0.07	0.44
small (mg/dl)	13.7 ± 2.6	13.6 ± 2.7	13.8 ± 1.8	13.7 ± 2.6	0.96	0.78	0.97
very small (mg/dl)	7.7 ± 1.6	7.2 ± 1.4	7.6 ± 1.0	7.9 ± 2.0	0.34	0.70	0.22
particle size (nm)	10.7 ± 0.2	10.6 ± 0.2	10.6 ± 0.2	10.6 ± 0.2	0.88	0.09	0.30

*暦年齢で補正. 平均値(標準偏差)で示した P < 0.05を表わす

表6 牛乳乳製品摂取量と一次測定項目の相関

	男性(N = 188)	女性(N = 207)
身体活動量 (mins/w)	0.05	0.08
活力年齢 (歳)	-0.01	-0.04
活力年齢-暦年齢 (歳)	-0.01	-0.14 *
血管年齢 (歳)	-0.05	-0.08
血管年齢-暦年齢 (歳)	-0.10	-0.16 *
体重 (kg)	0.02	-0.04
BMI (kg/m ²)	0.03	-0.08
体脂肪率 (%)	-0.02	-0.06
体脂肪量 (kg)	0.02	-0.04
除脂肪量 (kg)	0.02	-0.02
腹囲 (cm)	0.03	0.03
内臓脂肪面積 (cm ²)	0.09	-0.11
皮下脂肪面積 (cm ²)	0.02	-0.06
収縮期血圧 (mmHg)	-0.10	-0.16 *
拡張期血圧 (mmHg)	-0.07	-0.17 *
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	0.00	0.03
中性脂肪 (mg/dl)	0.04	-0.03
総コレステロール (mg/dl)	0.05	-0.04
HDLコレステロール (mg/dl)	-0.01	-0.05
LDLコレステロール (mg/dl)	0.04	0.07
遊離脂肪酸 (mEq/l)	0.01	0.05
血糖 (mg/dl)	-0.01	-0.12
インスリン (μU/ml)	0.05	-0.14 *
HOMA-IR	0.06	-0.15 *
総摂取エネルギー量 (kcal/d)	0.11	0.29 **
蛋白質摂取量 (g/d)	0.22 **	0.35 **
脂質摂取量 (g/d)	0.19 *	0.28 **
炭水化物摂取量 (g/d)	0.03 *	0.21 **
Ca摂取量 (mg/d)	0.66 **	0.59 **

BMI: body mass index, HDL: high-density lipoprotein, LDL: low-density lipoprotein

HOMA-IR: homeostasis model assessment insulin resistance, protein,

N.S.: not significant

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

表7 活動年齢および血管年齢と二次測定項目との相関
(N = 120)

項目	活力年齢	血管年齢
SAA (μg/ml)	0.03	0.01
hsCRP (mg/dl)†	0.24 *	-0.08
IL-6 (pg/ml)	0.08	0.08
TNF-α (pg/ml)	0.10	-0.11
Leptin (ng/ml)	0.30 **	-0.21 *
Adiponectin (μg/ml)	0.10	0.07
Leptin /Adiponectin 比	0.28 **	-0.17
CM (mg/dl)	0.21 *	-0.12
VLDL (mg/dl)	0.27 **	-0.13
LDL(mg/dl)	0.16	-0.03
HDL (mg/dl)	-0.01	0.10
VLDL large (mg/dl)	0.25 **	-0.14
medium (mg/dl)	0.30 **	-0.08
small (mg/dl)	0.38 **	-0.01
particle size (nm)	0.14	-0.17
LDL large (mg/dl)	0.13	0.03
medium (mg/dl)	0.12	-0.03
small (mg/dl)	0.13	-0.06
very small (mg/dl)	0.15	-0.05
particle size (nm)	-0.03	0.07
HDL very large (mg/dl)	0.08	0.20 *
large (mg/dl)	-0.02	0.15
medium (mg/dl)	-0.03	0.10
small (mg/dl)	-0.02	-0.07
very small (mg/dl)	0.03	-0.05
particle size (nm)	-0.01	0.19 *

SAA: serum amyloid A, hsCRP: high sensitivity C-reactive protein,
IL-6: interleukin-6, TNF-α: tumor necrosis factor-α,
CM: chylomicron, VLDL: very low-density lipoprotein,
LDL: low-density lipoprotein, HDL: high-density lipoprotein,
N.S.: not significant
* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

表 8 A 高牛乳製品摂取量かつ高身体活動量群と低牛乳摂取量かつ低身体活動量群との比較
(一次測定項目)

牛乳製品摂取量*活動量	男性		群間差	女性		群間差
	高値群 n = 30	低値群 n = 30		高値群 n = 30	低値群 n = 30	
年齢 (歳)	56.2 ± 6.6	56.3 ± 9.6	N.S	58.8 ± 6.8	57.1 ± 8.2	N.S
牛乳製品摂取量 (g/d)	309.8 ± 178.0	0.0 ± 0.0	**	225.0 ± 113.0	7.4 ± 10.1	**
身体活動量 (mins/w)	338.4 ± 130.9	184.0 ± 50.2	**	287.2 ± 82.0	129.4 ± 30.8	**
活力年齢 (歳)	62.3 ± 9.9	65.3 ± 9.7	*	58.2 ± 7.3	60.8 ± 8.0	N.S
活力年齢-暦年齢	6.2 ± 10.1	9.1 ± 9.7	N.S	-0.6 ± 7.0	3.7 ± 6.0	*
血管年齢 (歳)	49.0 ± 13.3	51.3 ± 13.5	N.S	49.9 ± 15.3	53.1 ± 11.8	N.S
血管年齢-暦年齢	-7.3 ± 18.0	-4.9 ± 10.7	N.S	-8.9 ± 21.9	-4.0 ± 15.1	*
体重 (kg)	79.2 ± 15.1	82.0 ± 20.8	N.S	55.9 ± 8.4	56.4 ± 6.9	N.S
BMI (kg/m ²)	27.7 ± 5.0	28.8 ± 5.8	N.S	23.3 ± 3.2	24.1 ± 2.7	N.S
体脂肪率 (%)	26.6 ± 5.1	28.8 ± 4.6	*	31.8 ± 4.0	32.8 ± 3.8	N.S
体脂肪量 (kg)	21.5 ± 7.4	24.1 ± 9.8	*	17.9 ± 4.5	18.6 ± 3.8	*
除脂肪量 (kg)	57.7 ± 9.0	57.9 ± 12.2	N.S	38.0 ± 4.7	37.8 ± 4.0	N.S
腹囲 (cm)	95.7 ± 11.5	98.6 ± 14.6	N.S	83.7 ± 9.7	85.6 ± 8.5	N.S
内臓脂肪面積 (cm ²)	132.9 ± 58.1	148.0 ± 58.8	*	58.8 ± 33.0	63.4 ± 40.8	N.S
皮下脂肪面積 (cm ²)	185.0 ± 85.3	202.6 ± 98.8	N.S	178.8 ± 55.3	186.0 ± 51.4	N.S
収縮期血圧 (mmHg)	132.7 ± 19.7	132.2 ± 18.2	N.S	122.7 ± 18.3	134.4 ± 18.9	*
拡張期血圧 (mmHg)	81.9 ± 12.0	79.1 ± 16.1	N.S	74.7 ± 10.9	81.6 ± 11.8	*
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	30.4 ± 5.2	28.9 ± 5.3	N.S	25.2 ± 3.1	24.3 ± 3.1	N.S
中性脂肪 (mg/dl)†	174.0 ± 25.0	133.9 ± 61.5	N.S	89.1 ± 32.1	99.3 ± 39.1	N.S
総コレステロール (mg/dl)	211.9 ± 27.4	207.5 ± 36.9	N.S	217.4 ± 28.7	224.8 ± 38.7	N.S
HDLコレステロール (mg/dl)	51.2 ± 16.4	47.7 ± 7.6	N.S	62.4 ± 12.4	59.5 ± 13.2	*
LDLコレステロール (mg/dl)	128.4 ± 30.6	133.1 ± 34.9	N.S	137.1 ± 29.1	145.2 ± 35.2	N.S
遊離脂肪酸 (mEq/l)	0.6 ± 0.3	0.6 ± 0.2	N.S	0.7 ± 0.2	0.7 ± 0.2	N.S
血糖 (mg/dl)	108.7 ± 33.8	102.8 ± 19.2	N.S	91.9 ± 8.3	98.8 ± 19.7	N.S
インスリン (μU/ml)	10.1 ± 9.7	9.3 ± 6.9	N.S	4.6 ± 2.9	5.9 ± 2.9	N.S
HOMA-IR	3.1 ± 4.0	2.5 ± 2.8	N.S	1.1 ± 0.9	0.7 ± 0.3	*
総摂取エネルギー量 (kcal/d)	2269.5 ± 444.4	2011.7 ± 362.6	*	1910.8 ± 287.4	1588.6 ± 293.1	**
蛋白質摂取量 (g/d)	86.3 ± 18.7	72.9 ± 14.6	*	74.1 ± 13.2	57.7 ± 13.3	**
脂質摂取量 (g/d)	68.0 ± 17.4	51.9 ± 13.7	**	59.0 ± 12.5	43.0 ± 14.2	**
炭水化物摂取量 (g/d)	291.5 ± 64.4	277.5 ± 73.9	N.S	266.6 ± 42.5	372.1 ± 51.1	*
Ca摂取量 (mg/d)	757.9 ± 253.4	376.5 ± 145.7	**	735.5 ± 143.7	437.5 ± 135.7	**

BMI: body mass index, HDL: high-density lipoprotein, LDL: low-density lipoprotein,

HOMA-IR: homeostasis model assessment insulin resistance, protein,

N.S.: not significant

†中性脂肪の統計解析には対数変換値を用いたが、表中には測定値に戻した値を示した。

* $P < 0.1$, ** $P < 0.05$

表 8 B 高牛乳製品摂取量かつ高身体活動量群と低牛乳摂取量かつ低身体活動量群との比較
(二次測定項目)

牛乳製品摂取量*活動量	男性		群間差
	高値群 n = 30	低値群 n = 30	
年齢 (歳)	54.8 ± 8.1	53.2 ± 8.6	N.S
牛乳製品摂取量 (g/d)	194.6 ± 151.5	24.2 ± 27.7	**
身体活動量 (mins/w)	267.5 ± 110.0	98.3 ± 26.1	**
SAA (µg/ml)	9.0 ± 12.1	8.6 ± 9.4	N.S
hsCRP (mg/dl)†	1.2 ± 1.5	0.9 ± 0.8	N.S
IL-6 (pg/ml)	0.9 ± 0.4	1.6 ± 1.5	N.S
TNF-α (pg/ml)	0.8 ± 0.7	0.9 ± 1.0	N.S
Leptin (ng/ml)	2.8 ± 1.9	5.1 ± 5.5	**
Adiponectin (µg/ml)	3.6 ± 1.4	3.7 ± 1.0	N.S
Leptin /Adiponectin 比	0.8 ± 0.5	1.4 ± 1.2	**
CM (mg/dl)	11.7 ± 12.3	11.6 ± 14.8	N.S
VLDL (mg/dl)	65.1 ± 31.0	76.3 ± 45.5	*
LDL (mg/dl)	108.0 ± 19.3	103.8 ± 25.5	N.S
HDL (mg/dl)	49.3 ± 10.9	47.4 ± 7.1	N.S
VLDL large (mg/dl)	44.8 ± 24.7	53.3 ± 34.8	*
medium (mg/dl)	14.4 ± 5.4	17.5 ± 8.7	N.S
small (mg/dl)	5.8 ± 2.1	6.6 ± 2.8	N.S
particle size (nm)	45.7 ± 2.0	45.6 ± 1.7	N.S
LDL large (mg/dl)	25.0 ± 5.1	23.3 ± 8.2	N.S
medium (mg/dl)	46.8 ± 8.8	43.8 ± 11.4	N.S
small (mg/dl)	25.4 ± 6.6	25.3 ± 7.2	N.S
very small (mg/dl)	10.8 ± 2.7	10.8 ± 3.1	N.S
particle size (nm)	25.1 ± 0.3	25.0 ± 0.3	N.S
HDL very large (mg/dl)	3.2 ± 0.7	2.9 ± 0.8	N.S
large (mg/dl)	9.2 ± 3.9	8.1 ± 3.4	N.S
medium (mg/dl)	16.4 ± 4.0	15.8 ± 2.9	N.S
small (mg/dl)	13.2 ± 3.1	13.3 ± 2.2	N.S
very small (mg/dl)	7.28 ± 1.7	7.18 ± 1.0	*
particle size (nm)	10.7 ± 0.2	10.6 ± 0.2	*

SAA: serum amyroid A, hsCRP: high sensitivity C-reactive protein,

IL-6: interleukin-6, TNF-α: tumor necrosis factor-α,

CM: chomicron, VLDL: very low-density lipoprotein,

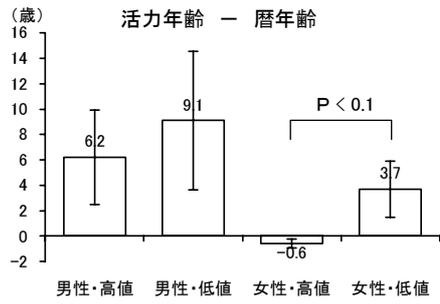
LDL: low-density lipoprotein, HDL: high-density lipoprotein,

N.S.: not significant

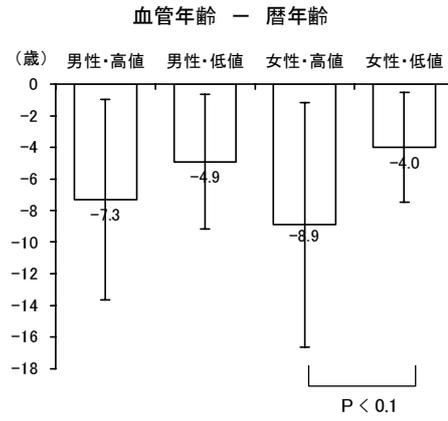
* $P < 0.1$, ** $P < 0.01$

図 1 高牛乳乳製品摂取かつ高身体活動群と低牛乳乳製品摂取かつ低身体活動群の比較

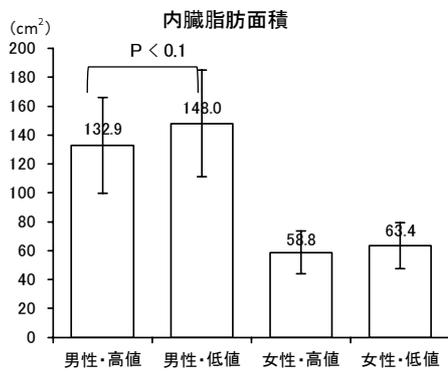
A



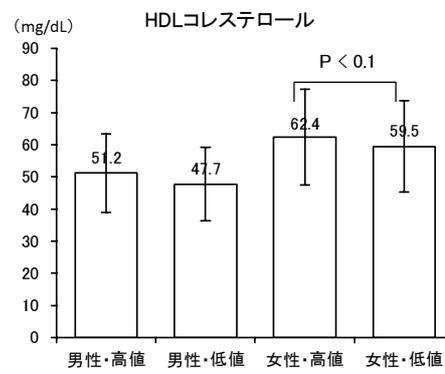
B



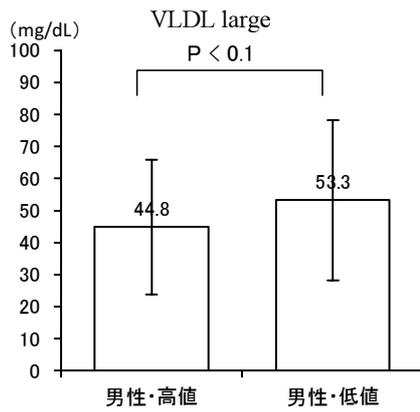
C



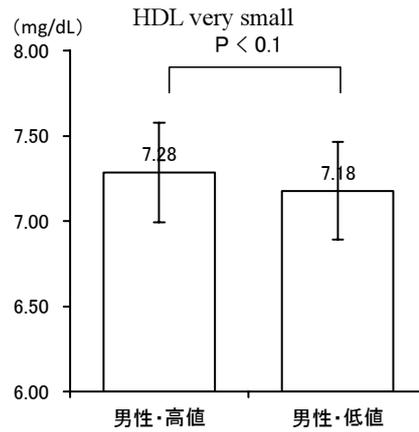
D



E



F



参考文献

- 1) Mark A. David R. Jacobs Jr. et al. (2002) Dairy consumption, obesity, and the Insulin resistance syndrome in young Adults. JAMA 287: 2081-2089.
- 2) Frank B. Hu M. Walter C. et al. (2002) Optimal diets for prevention of coronary heart disease . JAMA 288: 2569-2578
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) Hyon K. Karen A. Elizabeth W. et al. (2005) Obesity, weight change, hypertension, diuretic use, and risk of gout in men. The health professionals follow-up study. Arch Intern Med 165: 742-748.
- 6) Simoons FJ. (1978) The geographic hypothesis and lactose malabsorption. A weighing of the evidence. Am J Dig Dis 23: 963-80.
- 7) Tanaka K, Kim HS. Wakita M. Hazam T. Maeda K. (1989) Effect of aerobic conditioning plus caloric restriction in obese middle-aged women. Jpn J Appl Physiol 19: 495-504.
- 8) Tanaka K. Takeshima N. Kato T. Niihata S. Ueda K. (1990) Critical determinants of endurance performance in middle-aged and elderly endurance runners with heterogeneous training habits. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 59: 443-449.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) Kaneki M, Hosoi T , Ouchi Y, Orimo H (2006) Pleiotropic actions of vitamin K: protector of bone health and beyond? Nutrition 22: 845-852.
- 12) Alan R. Ehtasham Q. Mara B. et al. (2006) Peripheral arterial responses to treadmill exercise among healthy subjects and atherosclerotic patients. Circulation 103: 2084-2089.
- 13) 独立行政法人 国立健康・栄養研究所「健康・栄養情報基盤データベース」(平成7年国民栄養調査)
- 14) Okazaki M. Komoriya N. et al. (1998) Quantitative detection method of triglycerides in serum lipoproteins and serum-free glycerol by high-performance liquid chromatography. J Chromatogr B Biomed Sci Appl 709: 179-87.

(補冊)

1. 「高牛乳摂取量かつ高活動群」及び「低牛乳摂取量かつ低活動群」を男女それぞれ30名に分割した根拠

群分割の根拠

男女とも、牛乳・乳製品摂取量の中央値にて高群・低群に分け、高牛乳・乳製品摂取群の中で身体活動量の高い者30名（1標準偏差に相当）を高牛乳・乳製品摂取かつ高身体活動群、また、低牛乳・乳製品摂取群の中で身体活動量の低い者30名（1標準偏差に相当）を低牛乳・乳製品摂取かつ低身体活動群と定義し、層別した。

人数の根拠

データの分布が正規分布になることを仮定して、平均値 $\pm 1\sigma$ の範囲外の部分（図のAとD）を比較した。

男性A, D群：総数188名 $\times 15.87\% = 30$ 名

女性A, D群：総数207名 $\times 15.87\% = 33$ 名

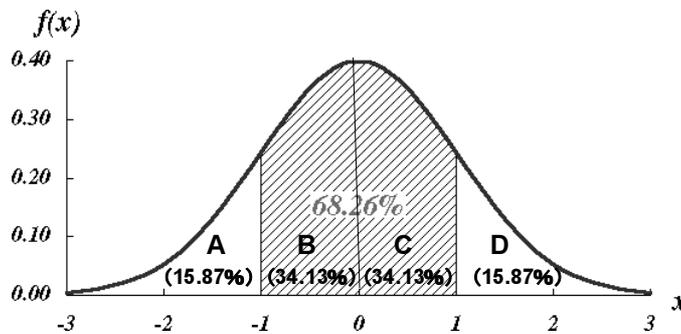


図 平均値 $\pm 1\sigma$ の範囲に含まれる範囲

・図は正規分布と仮定した時の牛乳・乳製品牛乳摂取者の人数分布を示している。

2. 「牛乳・乳製品摂取群」と「牛乳・乳製品非摂取群」との比較（表9参照）

男性においては、BMI, 体脂肪率, 体脂肪量, 腹囲, 内臓脂肪面積, HDLCに有意 ($P < 0.05$) または有意傾向 ($P < 0.10$) が認められた。(5%水準で有意であるのは内臓脂肪, 体脂肪量のみ) 身体活動量で補正しても、有意確率には大きな変化はなかった。

女性においては活力年齢, HDLC, 血圧に有意または有意傾向がみとめられた。

(有意であるのは活力年齢, HDLCのみ)。身体活動量で補正しても、有意確率には大きな変化は

なかった。

3. 来年度の調査研究に関して (図3参照)

牛乳・乳製品摂取が各因子に好影響を与えている傾向がみられたものの、明言できるまでには至らなかった。この原因は、「牛乳・乳製品非摂取群」および「牛乳・乳製品高摂取群」の対象者数が少ないことに起因すると考えられる。そこで2010年も横断調査を継続し、データ収集を積み重ねる必要がある。効率的にデータを集計するために、牛乳・乳製品摂取が正規分布すると仮定して1σの範囲が最低60名必要と計算された。すなわち「牛乳・乳製品高摂取群」(牛乳・乳製品摂取量が200g/日以上)の追加参加者が男性25名および女性10名程度、「牛乳・乳製品非摂取群」(牛乳・乳製品摂取量10g/日以下)の追加参加者が男性25名および女性40名程度は必要と考えられる。

図3 2010年解析に必要な追加人数

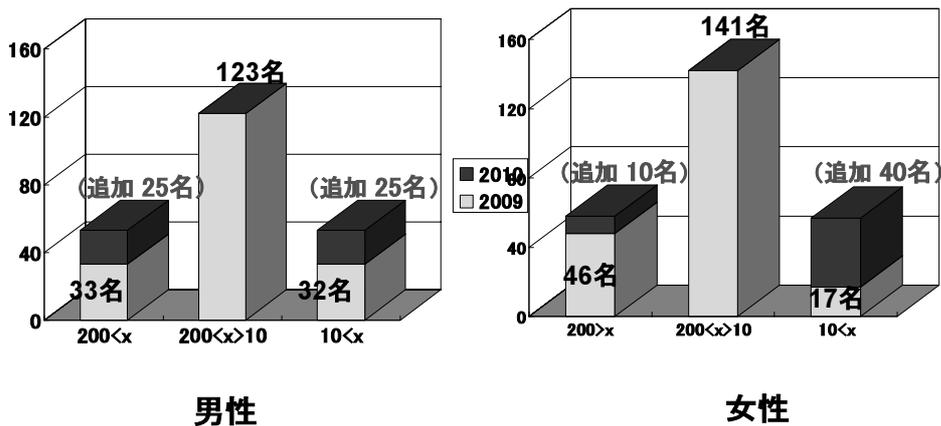


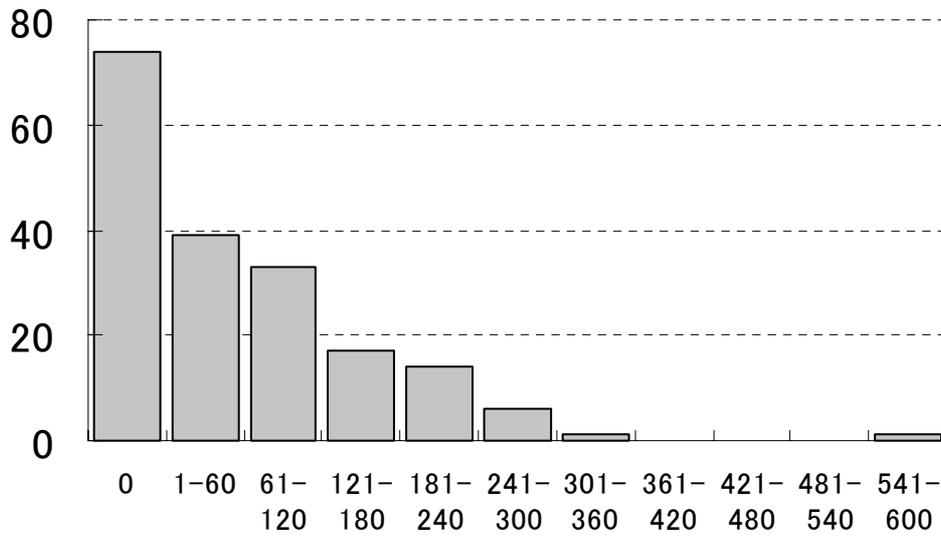
表9 牛乳・乳製品摂取量2群間での各測定項目の比較 (身体活動量で補正)

	男性			女性			有意確率 補正(活動量)
	多い群 n = 155	少ない群 n = 33	有意確率 補正(活動量)	多い群 n = 190	少ない群 n = 17	有意確率 補正(活動量)	
牛乳乳製品摂取量							
年齢(歳)	54.7 ± 8.4	57.0 ± 9.4	N.S.	56.9 ± 8.4	59.0 ± 7.1	N.S.	
牛乳乳製品摂取量(g/d)	132.2 ± 110.9	0.0 ± 0.0	0.00	153.7 ± 115.6	1.8 ± 2.8	0.00	
身体活動量(mins/w)	183.6 ± 127.3	184.2 ± 151.2	N.S.	178.9 ± 109.1	122.6 ± 92.1	N.S.	
活力年齢(歳)	60.7 ± 9.8	63.0 ± 11.1	N.S.	57.3 ± 8.6	62.2 ± 7.8	0.01	0.05
CAVI値	7.8 ± 1.2	8.2 ± 1.2	0.16	7.5 ± 1.1	7.8 ± 0.7	N.S.	
体重(kg)	77.8 ± 13.1	81.5 ± 21.4	N.S.	58.0 ± 9.2	56.4 ± 6.7	N.S.	
BMI(kg/m ²)	27.3 ± 4.2	28.7 ± 5.9	0.10	24.4 ± 3.5	24.1 ± 2.4	N.S.	
体脂肪率(%)	27.1 ± 4.3	28.7 ± 4.7	0.07	33.0 ± 4.6	33.8 ± 3.5	N.S.	
体脂肪量(kg)	21.3 ± 5.9	23.9 ± 10.0	0.05	19.4 ± 5.2	19.2 ± 3.7	N.S.	
腹囲(cm)	94.3 ± 10.0	98.3 ± 15.0	0.07	86.2 ± 9.6	85.7 ± 7.8	N.S.	
内臓脂肪面積(cm ²)	126.0 ± 49.6	147.8 ± 59.8	0.04	67.0 ± 35.8	70.4 ± 36.9	N.S.	
皮下脂肪面積(cm ²)	182.0 ± 79.9	201.4 ± 100.2	N.S.	180.7 ± 66.0	196.0 ± 43.4	N.S.	
収縮期血圧(mmHg)	129.0 ± 16.4	133.1 ± 18.2	N.S.	126.9 ± 19.0	133.4 ± 19.0	0.10	0.15
拡張期血圧(mmHg)	81.6 ± 12.0	80.1 ± 15.8	N.S.	77.3 ± 10.8	80.8 ± 12.6	0.07	0.09
最大酸素摂取量(ml/kg/min)	30.3 ± 5.5	29.3 ± 5.2	N.S.	24.5 ± 3.8	24.0 ± 3.5	N.S.	
中性脂肪(mg/dl)†	149.8 ± 143.9	136.2 ± 62.6	N.S.	100.1 ± 55.0	108.1 ± 37.3	N.S.	
総コレステロール(mg/dl)	206.8 ± 30.2	206.0 ± 37.4	N.S.	223.2 ± 35.2	222.5 ± 37.5	N.S.	
HDLコレステロール(mg/dl)	51.5 ± 14.3	47.3 ± 7.6	0.10	65.6 ± 16.9	55.4 ± 10.6	0.01	0.02
LDLコレステロール(mg/dl)	126.3 ± 28.2	131.4 ± 35.3	N.S.	137.6 ± 32.7	145.4 ± 33.8	N.S.	

BMI: body mass index, HDL: high-density lipoprotein, LDL: low-density lipoprotein, CAVI: cardio ankle vascular index

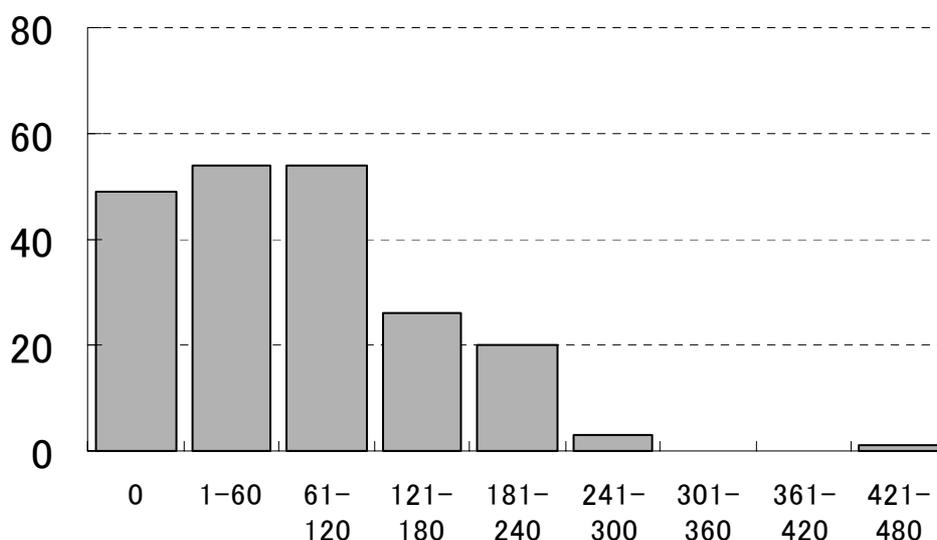
N.S.: not significant

男性 牛乳摂取量



男性	なし群 (0 ml)		あり群 (180 ml 以上)		P value
	n = 74		n = 22		
暦年齢, yr	55.4 ± 8.9		55.2 ± 7.9		0.90
活力年齢, yr	61.4 ± 10.5		59.1 ± 8.9		0.33
活力 - 暦, yr	6.0 ± 11.5		4.0 ± 9.8		0.43
CAVI 値	7.9 ± 1.2		8.1 ± 1.3		0.47
血管年齢, yr	50.9 ± 13.0		53.9 ± 13.9		0.34
身体活動量, kcal/d	284.3 ± 161.2		285.1 ± 102.0		0.98
エネルギー摂取量, kcal/d	2139.5 ± 431.1		2179.9 ± 430.9		0.69
体重, kg	80.4 ± 17.1		75.9 ± 15.4		0.25
BMI, kg/m ²	28.0 ± 4.8		26.7 ± 4.5		0.23
体脂肪率, %	27.6 ± 4.4		25.5 ± 5.1		0.05
体脂肪量, kg	22.5 ± 7.8		19.8 ± 7.2		0.13
腹囲, cm	96.3 ± 12.2		92.6 ± 11.1		0.19
VFA, cm ²	135.6 ± 51.4		127.1 ± 54.8		0.51
SFA, cm ²	192.0 ± 86.4		167.3 ± 84.8		0.25
SBP, mmHg	131.0 ± 19.0		133.1 ± 19.3		0.63
DBP, mmHg	80.8 ± 14.6		82.0 ± 12.9		0.72
VO ₂ max, ml/kg/min	29.2 ± 5.7		32.6 ± 4.8		0.01
TG, mg/dl	133.0 ± 65.7		182.6 ± 256.7		0.13
TC, mg/dl	206.2 ± 35.5		220.7 ± 31.8		0.07
HDLC, mg/dl	51.4 ± 13.0		51.4 ± 18.2		0.99
LDLC, mg/dl	128.4 ± 33.1		135.1 ± 32.9		0.39

女性 牛乳摂取量



女性	なし群 (0 ml)	あり群 (180 ml 以上)	P value
	n = 49	n = 24	
暦年齢, yr	57.4 ± 7.7	57.8 ± 8.2	0.83
活力年齢, yr	61.2 ± 7.2	56.1 ± 7.9	0.01
活力 - 暦, yr	3.7 ± 5.8	-1.8 ± 7.7	0.001
CAVI 値	7.7 ± 0.9	7.7 ± 1.0	0.91
血管年齢, yr	53.7 ± 11.7	52.2 ± 13.4	0.64
身体活動量, kcal/d	211.3 ± 131.7	194.0 ± 63.3	0.54
エネルギー摂取量, kcal/d	1667.6 ± 329.9	1924.3 ± 326.4	0.002
体重, kg	57.6 ± 7.8	57.1 ± 7.8	0.81
BMI, kg/m ²	24.6 ± 3.1	23.8 ± 3.4	0.32
体脂肪率, %	33.7 ± 4.0	32.6 ± 4.9	0.28
体脂肪量, kg	19.5 ± 4.2	18.9 ± 5.2	0.54
腹囲, cm	87.1 ± 8.7	84.8 ± 10.1	0.31
VFA, cm ²	68.5 ± 39.9	62.7 ± 32.2	0.59
SFA, cm ²	192.3 ± 65.2	182.1 ± 41.3	0.53
SBP, mmHg	134.4 ± 19.8	121.6 ± 13.8	0.01
DBP, mmHg	78.9 ± 12.4	74.7 ± 12.1	0.17
VO ₂ max, ml/kg/min	23.7 ± 3.2	25.4 ± 3.9	0.05
TG, mg/dl	106.7 ± 44.4	84.2 ± 32.9	0.03
TC, mg/dl	224.2 ± 39.4	213.5 ± 31.8	0.23
HDLC, mg/dl	57.6 ± 10.7	65.6 ± 11.3	0.003
LDLC, mg/dl	145.3 ± 35.4	131.1 ± 31.5	0.09

・なし群, あり群の設定は, 牛乳摂取量から牛乳を飲まない人 (0 ml/day) を「なし群」, 1日コップ一杯の牛乳を飲む人 (180 ml/day) を「あり群」とした。

・あり群の設定には, 日本人を対象とした牛乳摂取量と血清脂質 (Nagaya et al., 1996) や肝機能指標 (Yoshida et al., 1995) の関係を検討した先行研究を参考にした。