

女子大学生を対象とした牛乳の健康増進等の機能性に関する実証調査 －肌の状態等を指標として－

武蔵野大学薬学部及び薬学研究所

大室 弘美

共同研究者 独立行政法人国立健康・栄養研究所

熊江 隆

横浜国立大学教育人間科学部

金子佳代子

大妻女子大学社会情報学部

大森佐與子

株式会社ノビア神戸研究所

奥村 秀信

要 約

牛乳の若年女性における健康増進効果について、都内某大学の朝食と夕食が提供される同一学生寮内で共同生活する女子大生を対象者とし、通常の食事に加え牛乳（1日 500mL）を飲用した群（牛乳群）と麦茶（1日 500mL）を飲用した群（対照群）に分けて比較・検討した。

本調査は、文書による同意を得た者を対象に6月から12月までの6ヶ月間の介入期間で実施し、6ヶ月間飲用を継続した牛乳群及び対照群各22名、計44名を解析対象とした。

牛乳の健康増進効果の客観的な指標として、皮膚の状態（角質水分量、経表皮水分蒸散量、皮脂量、メラニン量、キメ及び角質細胞面積の6項目）及びBMI値を用い、牛乳群及び対照群のそれぞれについて飲用開始前の値と飲用開始後1ヶ月及び飲用開始後6ヶ月（飲用終了時）の値を比較・検討した。また、アンケート調査により、対象者の栄養状態等に関する情報を収集し、両群の偏りの有無についても検討した。

主な結果は、以下のとおりであった。

（1）対象者の栄養状態等について

摂取エネルギー量は牛乳群が対照群に比べ高い値を示し、飲用開始後6ヶ月において牛乳群は対照群に比べ有意に高かった。肌の状態に影響するビタミンC及びトコフェロールについては牛乳群と対照群の群間、並びに牛乳飲用開始前と開始後にも有意な差はみられなかった。

（2）BMIについて

BMI値は牛乳群において、飲用開始前に比べ飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月に有意に高くなった。ただし、牛乳の飲用率60%未満の対象者を除いて解析した場合には、飲用後1ヶ月の増加は有意ではなかった。これらの牛乳群で観察されたBMI値の増加は正常の範囲内の軽度なものであり、また、飲用開始後6ヶ月の牛乳群と対照群のBMI値に有意差がなかったことから、牛乳を約6ヶ月間継続飲用することによるBMI値の増加は緩和なものと考えられた。

（3）皮膚の状態について

皮膚の状態について調査した6項目のうち、牛乳群と対照群に差が見られたのは、角質水分量、皮脂量及び角質細胞面積であった。

角質水分量は冬に向かって減少することが報告されており、本調査においても両群とも飲用前に比べ飲用開始後6ヶ月に有意な減少が観察された。また、対照群では飲用開始後1ヶ月にも有意な角質水分量の減少が観察された。なお、対照群の角質水分量が牛乳群に比べ飲用開始前に有意に高かったため、飲用開始前の値を100として減少率で比較したところ、対

照群の飲用開始後 1 ヶ月における減少率は牛乳群のそれに比べ有意に大きかった。牛乳の飲用率 60%未満の対象者を除いた場合も同様な結果であった。以上から、牛乳の飲用が季節変動に伴う角質水分量の低下を抑制する可能性が示唆された。

皮脂量については夏から冬に向かって減少することが知られており、本調査においても両群ともに飲用開始前と比べ皮脂量の減少又は減少傾向が観察された。有意な減少は牛乳群において飲用開始後 1 ヶ月及び 6 ヶ月に観察された。なお、両群の皮脂量を調査各時点において群間比較したところ有意差はなかった。また、牛乳の飲用率 60%未満の対象者を除いた場合には皮脂量の減少は有意ではなく減少傾向となったことから、この牛乳飲用による皮脂量の減少効果は非常に緩和なものと考えられた。

角質細胞面積は冬に向かって減少することが知られているが、対照群の飲用開始後 1 ヶ月及び 6 ヶ月、並びに牛乳群の飲用開始後 6 ヶ月において飲用開始前と比べ有意な細胞面積の増加が観察された。一方、牛乳群の飲用開始後 1 ヶ月には飲用前と比べ角質細胞面積の減少傾向が観察された。牛乳飲用率 60%未満の対象者を除いた場合には、牛乳群における飲用開始後 1 ヶ月の細胞面積の減少は有意であった。また、飲用開始前の両群の角質細胞面積には差がなかったが、飲用開始後 1 ヶ月時点で牛乳群の角質細胞面積は対照群に比べ有意に小さくなった。このため、対照群で観察された飲用開始後 1 ヶ月時点の角質細胞面積の増加は、牛乳飲用により抑制される可能性が強く示唆された。

以上のように、若年女性を対象とした牛乳飲用による水分の影響を除いた比較試験において、牛乳の 1 ヶ月及び 6 ヶ月間の飲用により栄養状態の改善効果が観察され、また、牛乳飲用による皮膚への影響として、季節変動に伴う角質水分量の低下を遅延させる可能性、皮脂量を低下させる可能性、並びに、細胞面積の増加（新陳代謝速度の低下）を遅延させる、つまり、新陳代謝を促進する可能性が示唆された。

キーワード：牛乳、若年女性、健康増進効果、肌の状態

I はじめに

我が国においては急速な高齢化や生活習慣の変化に伴って疾病構造が変化し、国民医療費の増大によって一次予防の重要性が再認識されてきている。そこで、国は健康づくりや疾病予防を積極的に推進することとし、平成 12 年に国民健康づくり運動「健康日本 21」を開始し「健康寿命（認知症や寝たきりにならない状態で生活できる期間）」の延伸等を目指すこととし、平成 14 年には健康増進法を公布した。健康増進法 第 2 条には、国民の責務として「国民は、健康な生活習慣の重要性に対する関心と理解を深め、生涯にわたって、自らの健康状態を自覚するとともに、健康の増進に努めなければならない。」とされている。一方、若年女性ではやせ願望が強く、将来における骨粗鬆発症のリスクが高くなることが懸念される。さらに、低出生体重児の増加傾向も報告されており、低出生体重児では成人後に生活習慣病発症のリスクが高いことも報告されている。したがって、若年女性には自身の健康問題だけではなく、次世代への影響を含めて健康な生活習慣の一つとして食習慣に対する関心と理解を深める機会を与えることは重要である。

本調査の最終的な目的は、生活習慣病の予防さらに健康増進のために食習慣の変容による健康への影響に関する科学的な情報を収集し、得られた情報を学術雑誌等で公開することである。こ

の目的のため本調査では、食習慣への介入として牛乳を約6ヶ月間継続飲用させることとした。牛乳は、通常の食事にアドオンして摂取が可能であり、また、経済的にも毎日摂取することが可能であると考えられ、かつ、様々な健康増進効果が示唆されている。さらに、本調査では若年女性として女子大学生を対象とし、無作為化比較対照条件にできる限り近づけた条件で、牛乳飲用群（牛乳群）と麦茶飲用群（対照群）に割り付けて6ヶ月間の継続飲用による健康増進効果を比較・検討することとした。

牛乳には良質のたんぱく質、脂質、吸収の良いカルシウム等が含まれていることから、牛乳は天然の機能性食品とも考えられる。牛乳成分の健康増進作用として一般的に広く知られているのは、含まれる乳糖、ビタミン（A、B₂）、機能性ペプチド、たんぱく質及びカルシウム等により、それぞれ整腸作用、皮膚の新陳代謝の促進や老化防止、不眠の防止、栄養状態の改善に伴う免疫力の強化及び健康な骨と歯を作る等である。しかし、牛乳そのものに対する適切なプラセボはなく、ヒトを対象とした研究で適切な対照群をおいた試験等により科学的にその効果が実証されているものは、非常に少ない。

研究代表者らは、高齢者を対象とし皮膚（肌）の状態及びBMI等を指標とした介入期間3ヶ月及び6ヶ月の2つの調査を実施し、牛乳飲用群と対照群（麦茶又はジュース飲用）を比較・検討することにより、牛乳の継続飲用が高齢者の栄養状態の改善及び肌の新陳代謝を促進すること、すなわち、牛乳の継続飲用が高齢者の健康状態を改善する効果があることを明らかにした。これは、牛乳の飲用により「健康寿命」が延伸する可能性を強く示唆するものである。

本調査では牛乳飲用期間を6ヶ月とし、ほぼ同一の生活習慣を有すると考えられる若年女性として、都内某大学の朝食と夕食が提供される同一学生寮内で共同生活する女子大生を対象者とし、無作為化比較対照条件にできる限り近づけた条件で牛乳飲用群（牛乳群）と対照群（麦茶飲用群）に分けて調査を実施した。本調査の検査項目は、①肌（主に顔面）の状態（角質細胞面積、メラニン量、水分量等）、②健康状態に関するアンケート調査、並びに③栄養調査等であり、これらの項目について牛乳群と対照群を比較・検討した。特に肌（主に顔面）の状態は、健康状態が改善された場合に効果が現れやすいと考えられ、健康状態の指標として適切である。さらに本調査で用いる測定方法は侵襲性もほとんどなく、かつ客観的で詳細な解析が可能である。

なお、本調査は、「女子大学生を対象とした牛乳の健康増進等の機能性に関する実証調査—体脂肪制御効果に関して—（以下、「体脂肪制御効果の研究」と略）との合同研究として実施された。

II 方法

1. 倫理的配慮

本研究は、ヘルシンキ宣言の精神にのっとり、疫学研究に関する倫理指針（文部科学省・厚生労働省 平成19年8月16日全部改正）その他の倫理指針に準じ、武蔵野大学薬学部・薬学研究所研究倫理委員会の承認を経て実施された。本研究の実施にあたっては、その趣旨と内容、同意の撤回が自由意志で可能なこと等について、以下2のとおり同意説明文書を用いて十分に説明した後に、対象者から文書による同意を得た。

2. 対象

都内某大学の朝食と夕食が提供される同一学生寮内で共同生活する女子大生のうち文書による同意を得た53名を対象に、6ヶ月間の介入期間で実施した。

被験者の選出は以下のように行った。

当該学生寮内に本調査の概要を記載したポスターを掲示し、本調査への参加者を募集した。参加者の条件は、調査期間中に退寮の予定が無く、運動部等に所属する等の特記すべき身体活動等がないこととした。本調査に興味を持った女子大生に対して本調査の詳細を説明するために、少人数での説明会を複数回学生寮内において開催した。

説明会においては、本調査への参加希望者に対し、本調査の同意説明文書及びプロトコールにより、研究の目的、実施内容、利益と不利益、自由意志での参加、途中棄権により不利益を被らないこと、個人情報の保護を充分に行うこと（被験者を特定できないようにコード化してデータを処理し、論文発表等においても十分な注意を払うこと等）等のインフォームドコンセントに必要な事項について十分に参加希望者の理解が得られるように説明し、質疑応答等を行った後に文書による同意を得た。また、調査に協力した場合は虚偽の申請を行わないこと、牛乳等の摂取記録を記載・報告する必要があることについても同意を得た。

3. 群分け及び介入の内容

対象者 53 名について、牛乳飲用群（以下、「牛乳群」という。）と牛乳の代わりに麦茶を飲用する群（以下、「対照群」という。）にそれぞれ割り付けた。対照群は、牛乳に含まれる成分のみによる健康増進効果を解析するために、牛乳と同量の水分を牛乳以外の飲料（本調査では麦茶）から摂取させるために設定した。両群への割り付けは、被験者の自由意志を尊重し希望した群とした。どちらの群でも良いとした対象者については、くじ等で無作為に割り付けた。

対象者には、「協力者番号」を振り、個人情報が漏れないように配慮し、データ管理者 1 名が当該番号を用いてすべてのデータを管理した。

牛乳飲用群は 1 日に 250mL のロングライフ牛乳 2 本（500mL/日）を飲用し、対照群は麦茶（500mL/日）を飲用した。なお、飲用時間（タイミング）や回数等は決めず、1 日当りの飲用量のみを規定した。牛乳又は麦茶の飲用の規定の順守については、アンケート調査から算出した。

牛乳の健康増進効果の客観的な指標としては、以下 4. で説明する皮膚の状態、体重及び BMI 値であり、飲用開始前と飲用開始後の値を牛乳群及び対照群で比較した。また、食事に関する事項（1 日の摂取カロリー、ビタミン量等）についても両群で比較した。それぞれの内容は、「4. 健康増進効果に関する評価項目」に記載した。

本調査の実施に関するフローチャートを図 1 に示す。

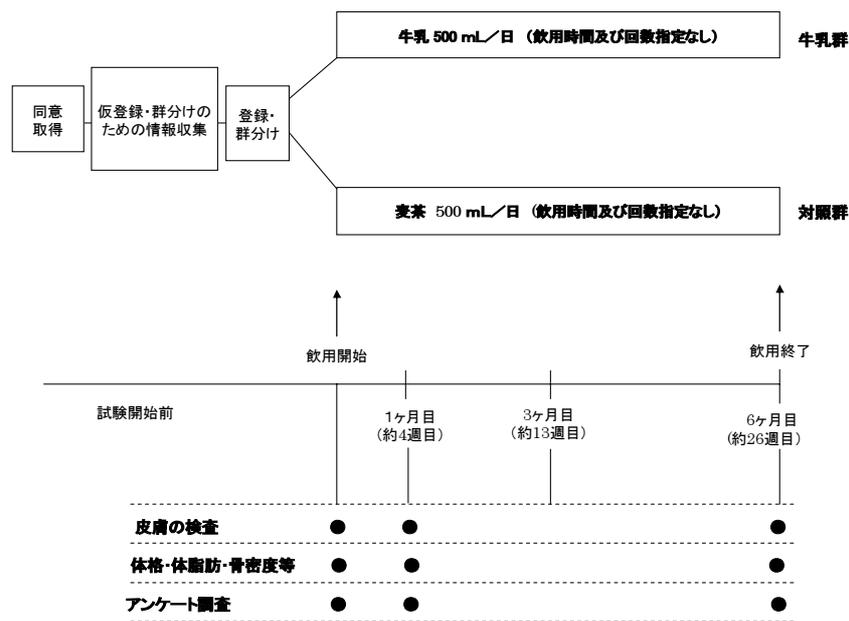


図1 調査の実施に関するフローチャート

(測定は、1ヶ月目及び6ヶ月とも数日のずれを許容)

4. 健康増進効果に関する評価項目

(1) 皮膚の状態

肌（主に顔面）の状態の変化の指標として、以下に示す項目について侵襲性がほとんどない方法により測定した。なお、皮膚の新陳代謝の周期は約28日であることから介入開始後1ヶ月に初回の測定を実施した。なお、介入開始後3ヶ月目は夏季休暇前後にあたり、夏季休暇中の自由な活動による日焼け等の影響やの乱れの影響等が懸念されるため、肌（主に顔面）の状態の変化に関する測定は行わないこととした。

測定時期：介入試験開始直前（開始前1週間以内）、飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月（終了時）

測定項目：① 角質水分量（測定機器：SKICON-200）

② 水分蒸散量（測定機器：Tewameter）

③ 皮脂量（測定機器：Sebumeter）

④ メラニン量（測定機器：Mexameter）

⑤ 角質細胞の面積によるターンオーバー（測定方法：テープストリップ法）

⑥ きめ（測定方法：レプリカ法）

対象者の胸に「協力者番号」をつけ、協力者番号ですべての情報を管理した。また、バイアスを排除し客観性を保つため、測定者には対象者の牛乳飲用に関する情報は与えなかった。測定は、株式会社ノエビア神戸研究所職員が実施した。さらに、当該研究所におけるデータ解析は、測定者以外のノエビア神戸研究所及び武蔵野大学薬学研究所の客員研究員等が行った。

対象者は測定前に洗顔料を用いて洗顔し、タオルで軽く押さえ水分を除いた。その後 10 分間程度、約 22℃の部屋で皮膚の状態を安定させた。

今回測定した以下の①から⑥の項目については、「皮膚の測定・評価マニュアル集」¹⁾及び「現場レベルでの皮膚測定・評価～トラブル事例・対策～」²⁾に記載されている手法を用いた。以下に、それぞれの測定内容について簡略に記載する。

①角質水分量の評価

角質層中の水分は電解成分を含有するため、存在する水分量に相関して電流が流れる。このときの抵抗の逆数である電気伝導度 (conductance) を測定し、水分量として換算する³⁾。皮膚に電流が流れた時の抵抗は主に角質層領域で生じる。角質層より下の組織では水分が飽和した状態であり抵抗が小さいため、角質層を電流が通過するときに生じる大きな抵抗が水分量として測定される。よって、ここで測定されるのは皮膚全体の伝導度であるが、角質層領域の水分量を反映していると考えられる^{1)・2)}。今回の試験は、上記のメカニズムを用いた測定機器 SKICON-200 (アイ・ビー・エム社製) を使用した。

この機器による測定値は、その値が高いほど水分量が多いことを示す。

②経表皮水分蒸散量 (TEWL : Trans-epidermal water loss) の評価

経表皮水分蒸散量測定装置 Tewameter TM210 (Courage-Khazaaka electronic GmbH, Cologne, Germany 社製) を用い測定した。装置のプローブは開放系のため筒型になっており、内部に 2 対の湿度センサーがついている。皮膚から蒸散した水分がこのセンサーを通過するときの湿度の差を計測することにより、皮膚の蒸散量を算出することができる⁴⁾。

この測定値は高いほど水分蒸散量が多いことを示し、低値であるほど水分蒸散量が少なくバリア機能が高いことを示す。

③皮脂量の評価

間接法として光透過法の原理を用いた測定機器 Sebumeter SM (Courage-Khazaaka electronic GmbH, Cologne, Germany 社製) を使用した。この装置は、片面がツヤ消し状態の半透明な樹脂テープを皮膚表面に圧着させ、皮脂の付着度合いにより、樹脂テープの光透過性が変化する性質を利用し、これを光学的に測定することにより脂質総量を定量する^{1)・2)}。

この測定値は光透過性が強いほど高くなり、皮脂量が多いことを示す。



Sebumeter SM8

④メラニン量の評価

皮膚の色に影響を与える色素はメラニンとヘモグロビンであり、ヘモグロビンは特徴的な分光吸収波長を持っている。波長領域からヘモグロビンの波長域を減算することでメラニン

を定量化 (MI:メラニンインデックス) することができる測定機器 MexameterMX16 を使用した。ランバート・ベール則によれば希釈溶液中の濃度は吸光度 ($=\log_{10}(1/\text{反射率})$) に比例する。また、赤色近傍波長を皮膚に照射した場合には、ヘモグロビンの吸収が少なく、メラニンの吸収光度が相対的に大きい。この原理を用いて赤色近傍波長での皮膚吸光度を計測し、指数としてメラニン量を算出することができる。MI の計算方法としては下記の計算式を用いた²⁾。

$$MI = [\log(R_{\lambda 700 \text{ nm}}) - \log(R_{\lambda 630 \text{ nm}})] \times 100$$

この測定値は、高いほどメラニン量が多いことを示す。



MexameterMX16

⑤角質細胞の面積によるターンオーバー(新陳代謝)の評価

角質細胞は、ニチバンのセロハンテープを用いて皮膚から採取した(テープストリップ法)。角質の付着したテープを、塩化ビニル板に貼り付け、ヘキサソールに浸漬することによりスライドグラスに角質細胞を転写した。ゲンチアナバイオレットを用いて細胞を染色し、細胞面積を測定した。健康成人の頬部の細胞面積は $450 \sim 1250 \mu\text{m}^2$ であり、加齢に伴う新陳代謝の低下から角質細胞の面積が増加することが知られている。皮膚の新陳代謝を測定するに当たってダンシルクロライド法が良く知られているが、その手法と角質細胞面積との間には正の相関があることから、角質細胞面積は新陳代謝の指標として有用とされている¹⁾。

角質細胞面積は、大きいほど新陳代謝が遅いことを示す。

⑥キメの評価

キメについては、頬部のレプリカを採取し、投影法による 2 値化画像から解析した (アサヒバイオメッド社製)。画像解析の対象範囲は、レプリカ中の $6.5\text{mm}^2 \times 6.5\text{mm}^2$ である。その画像から、キメ体積率/全体積率の比率でキメの有効性の指標とした。キメ体積率は $\Sigma W'D'/XY$ (W' : キメとして判定された溝の幅 μm 、 D' : キメとして判定された溝の深さ μm 、 X : 四角形 (画像解析の対象範囲) の横幅、 Y : 解析ライン数) で求め、全体積率は $\Sigma WD/XY$ (W : すべての溝の幅 μm 、 D : すべての溝の深さ μm) で求める。

この数値が 1.0 に近いほど均一なキメであり、0 に近いほどキメが均一でないことを示す。

(2) 体格指標 (BMI 等) (「体脂肪制御効果の研究」と合同で実施)

検査時期: 飲用開始直前 (開始前 1 週間以内)、飲用開始後 1 ヶ月及び飲用終了時 (6 ヶ月後)

検査項目: ① 身長 (*「体脂肪制御効果の研究」と共有)

② 体重 (*「体脂肪制御効果の研究」と共有)

BMI の計算 $BMI = \text{体重}(\text{kg}) / \text{身長}(\text{m})^2$ (*「体脂肪制御効果の研究」と共有)

(3) アンケート調査（「体脂肪制御効果の研究」と合同で実施）

調査時期：飲用開始直前（開始前1週間以内）、飲用開始後1ヶ月及び飲用終了時（6ヶ月後）

調査内容：

a) 健康状態に関する調査（*「体脂肪制御効果の研究」と共有）

健康状態に関する以下の項目について、アンケート調査を行なう。

① 既往歴、ダイエット歴（飲用開始前のみ）

② 現在の健康状態（現病歴、投薬等）

b) 栄養調査（摂取量調査）

栄養素摂取状況等に関する以下の項目について、アンケート調査を行なう。

① アンケート調査への回答記入時点までの1週間に摂取した食事・食品に関する情報（種類、量、頻度、摂取期間等）

② 健康補助食品摂取の有無、その内容（商品名、量、頻度等）等

①及び②については、摂取エネルギー量及びビタミンC及びE（トコフェロール）の摂取量に関する調査結果のみを利用する。

③ 牛乳又は麦茶の飲用状況

5. 統計処理

統計処理は、SASを基本として開発されたエクセル統計プログラムを用いて行った。

1) 牛乳飲用群と対照群（麦茶飲用群）の2群で飲用開始前後での指標の変化について検討する場合

パラメトリックな検定として、Studentの t 検定又はWelch法による t 検定を行い、また、ノンパラメトリックな検定として、Mann-WhitneyのU検定又はWilcoxonの符号付順位和検定を行い、統計的有意差を検討する。

2) 牛乳飲用群と対照群の2群をさらにBMI等で群分けを行い、3群以上で飲用開始前後での指標の変化について検討する場合

調査時期と群での二元配置分散分析（ANOVA）を行い、群毎に6ヶ月間の変動を検定する際には、ANOVAのRepeated Measuresを行う。各測定項目別の群間の比較には一元配置分散分析（ANOVA）を用いる。

III 結果

1. 対象者数

飲用開始時点での被験者数は53名であったが、牛乳又は麦茶を6ヶ月間継続的に飲用したのは各群22名の計44名であった。

牛乳又は麦茶の1日500mLの飲用規定の順守については、アンケート調査から算出した。対照群（麦茶飲用群）では、22名中16名の飲用率は90%以上であり、飲用率の最も悪い対象者においても72.3%であった。一方、牛乳群では飲用率90%以上の対象者は22名中8名であり、最も飲用率の低い対象者は57.2%であった。このため、牛乳群については、全例解析に加え飲用率60%未満の対象者2名を除いた対象者についても解析も行った。

2. 対象者の栄養摂取状況

対象者は学生寮における食事以外にも自由に飲食が可能であることから、摂取エネルギー及びビタミン類等、健康状態や肌の状態へ影響する事項についてアンケート調査により情報を収集した。

(1) 牛乳群及び対照群の飲用した飲料のカロリー及び栄養成分

牛乳群の対象者は1日に500mLのロングライフ牛乳（明治北海道牛乳）、対照群の対象者は1日500mLの添加物なしの麦茶（六条麦茶）を飲用した。それぞれの飲料のカロリー及び栄養成分を以下に示した（表1）。

表1 牛乳及び麦茶のカロリー及び栄養成分

500mL 当り	エネルギー kcal	タンパク質 g	脂質 g	炭水化物 g	ナトリウム mg	カルシウム mg
牛乳	347.5	17	20	25	212.5	567.5
麦茶	0	0	0	0	30	0

(2) 摂取エネルギー

牛乳群及び対照群の1日の平均摂取エネルギーについて、図2に示した。対照群の飲用開始前、飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月の摂取エネルギーの平均値は、それぞれ1,845、1,796及び1,659 kcalであり、牛乳群については同様にそれぞれ1,814、2,015及び1,962 kcalであった。

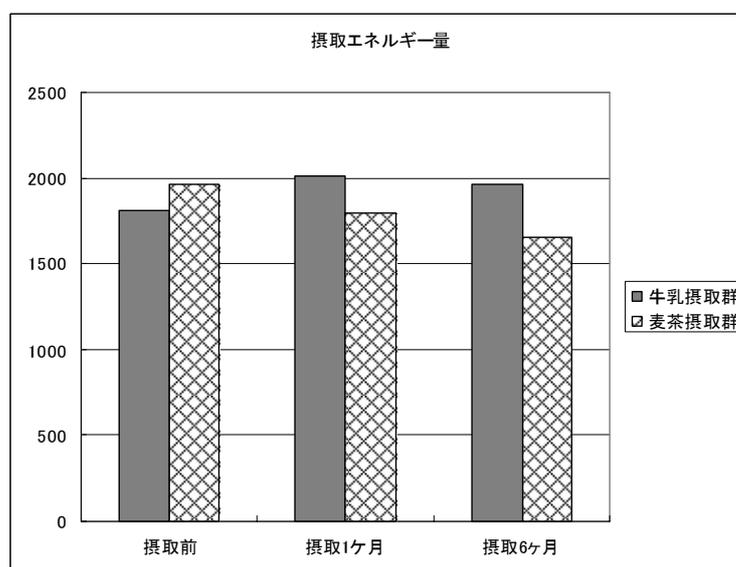


図2 牛乳群及び対照群（麦茶摂取群）の摂取エネルギー（1日量）の比較

各調査時点における両群の摂取エネルギーの値を調査各時点において群間比較したところ、開始前及び開始後 1 ヶ月では両群間に有意な差は見られなかったが、開始後 6 ヶ月において牛乳飲用群のエネルギー摂取量は、対照群に比べて有意に高かった。

牛乳又は麦茶飲用後の摂取エネルギーの変化を、各群内で飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月、飲用開始前と開始後 6 ヶ月（飲用終了時）について比較・検討した。対照群では、開始後 6 ヶ月において摂取エネルギーの減少傾向が認められた（表 2）。一方、牛乳群では、飲用開始前に比べ飲用開始後 1 ヶ月の時点で飲用開始前に比べて有意な摂取エネルギーの増加が認められたが、同 6 ヶ月では飲用前と比べて有意な増加は観察されなかった（表 3-1）。なお、牛乳の飲用率 60%未満の対象者を除いて解析した場合には、飲用開始後 1 ヶ月時点で観察された開始前に比べて有意な増加は観察されず、増加傾向となった（表 3-2）。

表 2 対照群の飲用開始前と飲用開始後の摂取エネルギーの平均値の差の検定
(2 群の母平均の差の検定：対応のある場合)

○ 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	0.73793
平均値	1845.356	1796.0659	49.29009	自由度	21
不偏分散	110788.32	134054.24		両側P値	0.4687
標本標準偏差	332.8488	366.13418		片側P値	0.2344

○ 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	2.012913
平均値	1845.356	1659.693	185.6629	自由度	21
不偏分散	110788.32	240598.01		両側P値	0.0571
標本標準偏差	332.8488	490.50791		片側P値	0.0286*

表 3-1 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後の摂取エネルギーの平均値の差の検定
(2 群の母平均の差の検定：対応のある場合)

○ 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	2.367803
平均値	1814.014	2015.0544	201.0404	自由度	21
不偏分散	120972.39	268856.43		両側P値	0.0276*
標本標準偏差	347.81085	518.51367		片側P値	0.0138*

○ 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	1.664523
平均値	1814.014	1962.6114	148.5974	自由度	21
不偏分散	120972.39	141556.17		両側P値	0.1109
標本標準偏差	347.81085	376.23951		片側P値	0.0554

表 3-2 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後の摂取エネルギーの平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合。20例での解析)

- 飲用開始前と飲用開始後1ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	20			統計量:t	2.001135
平均値	1832.471	2011.212	178.7411	自由度	19
不偏分散	124012	296408.1		両側P値	0.0599
標本標準偏差	352.1534	544.4337		片側P値	0.0299*

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	20			統計量:t	1.42569
平均値	1832.471	1971.691	139.22	自由度	19
不偏分散	124012	140815.7		両側P値	0.1702
標本標準偏差	352.1534	375.2542		片側P値	0.0851

(3) 摂取したビタミン類等

本調査の主要評価項目である「肌の状態」へ影響する可能性のあるビタミン類等のうち、影響が大きいと考えられるビタミンC及びトコフェロールの摂取状況について検討した。

(a) ビタミンC

対照群及び牛乳群のビタミンC摂取量(mg)の平均値を調査各時点において群間比較したところ、いずれの調査時点においても両群間に有意な差はみられなかった。また、以下の表4(対照群)及び表5(牛乳群)に示すように、各群内の飲用開始前と飲用開始後を比較した場合にも、有意な変化は見られなかった。なお、牛乳群について飲用率60%未満の対象者を除いて解析した場合にも、対照群と牛乳群の各調査時点における群間比較、並びに各群内の飲用開始前と飲用開始後の比較ともに有意な変化は見られなかった。

以上のように、牛乳群及び対照群のビタミンC摂取量には差はみられなかった。

表 4 対照群の飲用開始前と飲用開始後のビタミンC摂取量の平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後1ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	0.756678
平均値	61.80072	56.74465	5.056077	自由度	21
不偏分散	707.4686	627.1616		両側P値	0.4576
標本標準偏差	26.59828	25.04319		片側P値	0.2288

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	0.344961
平均値	61.80072	64.2032	2.402481	自由度	21
不偏分散	707.4686	967.5478		両側P値	0.7336
標本標準偏差	26.59828	31.10543		片側P値	0.3668

表5 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後のビタミンC摂取量の平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

○ 飲用開始前と飲用開始後1ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	1.120393
平均値	67.3814	60.82948	6.551919	自由度	21
不偏分散	500.8895	721.6177		両側P値	0.2752
標本標準偏差	22.38056	26.86294		片側P値	0.1376

○ 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	0.624442
平均値	67.3814	63.24928	4.132114	自由度	21
不偏分散	500.8895	697.2087		両側P値	0.5391
標本標準偏差	22.38056	26.40471		片側P値	0.2695

(b) α -トコフェロール当量

牛乳群及び対照群の α -トコフェロール当量(mg)の平均値を各調査時点において群間比較したところ、飲用開始前、飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月のいずれの時点においても両群間に有意な差はなかった。また、対照群内で飲用開始前と開始後を比較した場合には、飲用開始後6ヶ月では飲用前に比べて低い傾向が見られた(表6)。一方、牛乳群内では、いずれの時点においても飲用開始前と比較して有意な変化は見られなかった(表7)。なお、 α -トコフェロール当量の牛乳群について飲用率60%未満の対象者を除いて解析した場合にも、対照群と牛乳群の各調査時点における群間比較、並びに各群内の飲用開始前と飲用開始後の比較ともに全例解析の場合と同様の結果であった。

α -トコフェロール当量(mg)の算出は以下のように行った。

$$\begin{aligned} \alpha\text{-トコフェロール当量(mg)} &= \alpha\text{-トコフェロール(mg)} \\ &\quad + 40/100 \beta\text{-トコフェロール(mg)} \\ &\quad + 10/100 \gamma\text{-トコフェロール(mg)} \\ &\quad + 1/100 \delta\text{-トコフェロール(mg)} \end{aligned}$$

表6 対照群の飲用開始前と飲用開始後 α -トコフェロール当量の平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

○ 飲用開始前と飲用開始後1ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	0.573973
平均値	13.32663	13.10324	0.223391	自由度	21
不偏分散	3.185832	2.608082		両側P値	0.5721
標本標準偏差	1.78489	1.614956		片側P値	0.2860

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量.t	1.797771
平均値	13.32663	12.49947	0.827155	自由度	21
不偏分散	3.185832	2.753311		両側P値	0.0866
標本標準偏差	1.78489	1.65931		片側P値	0.0433*

表7 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後 α - トコフェロール当量の平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後1ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量.t	0.119926
平均値	13.20793	13.25512	0.047193	自由度	21
不偏分散	2.857972	5.610179		両側P値	0.9057
標本標準偏差	1.690554	2.368582		片側P値	0.4528

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量.t	0.031897
平均値	13.20793	13.22268	0.014748	自由度	21
不偏分散	2.857972	3.645156		両側P値	0.9749
標本標準偏差	1.690554	1.909229		片側P値	0.4874

トコフェロールの摂取量については α - トコフェロール当量のデータのみ示したが、参考までに以下に α - トコフェロールの摂取量及び β - トコフェロールの摂取量について以下に示す。

牛乳群及び対照群の各測定時点での α - トコフェロール摂取量の平均値は、以下のとおりであった。

	牛乳群	対照群
介入前	3.1830	3.4800
介入後1ヶ月	3.2928	3.2574
介入後6ヶ月	3.1457	2.9266

牛乳群及び対照群の α - トコフェロール摂取量 (mg) の平均値を調査各時点において群間比較したところ、飲用開始前、飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月のいずれの調査時点においても両群間に有意な差はみられなかった。また、各群内の飲用開始前と飲用開始後の平均値を比較した場合にも、いずれの時点においても有意な変化は見られなかった。

牛乳群及び対照群の各測定時点での β - トコフェロール摂取量の平均値は、以下のとおりであった。

	牛乳群	対照群
介入前	13.208	13.327
介入後1ヶ月	13.255	13.103
介入後6ヶ月	13.223	12.499

牛乳群及び対照群のβ - トコフェロール摂取量(mg)の平均値を調査各時点において群間比較したところ、飲用開始前、飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月のいずれの時点においても両群間に有意な差はなかった。また、各群内で飲用開始前と飲用開始後の平均値を比較した場合にもいずれの時点においても有意な変化は見られなかったが、対照群において飲用開始後6ヶ月では飲用前に比べて低い傾向が見られた。

なお、牛乳群のα及びβ - トコフェロール摂取量について飲用率60%未満の対象者を除いて解析した場合にも、対照群と牛乳群の各調査時点における群間比較、並びに各群内の飲用開始前と飲用開始後の比較ともに全例解析の場合と同様の結果であった。

以上のように、トコフェロール摂取量に関して牛乳群及び対照群に差はみられなかった。

3. 体格指標 (BMI)

牛乳群及び対照群のBMIの平均値を図3に示した。対照群の飲用開始前、飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月（飲用終了時）のBMIの平均値は、それぞれ21.21、21.12及び21.20であり、牛乳群については同様にそれぞれ20.07、20.20及び20.43であった。

牛乳群及び対照群のBMIの平均値を調査各時点において群間比較したところ、飲用開始前の時点で対照群は牛乳群に比べ高い傾向があったが、飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月時点では両群間に有意差はなかった。

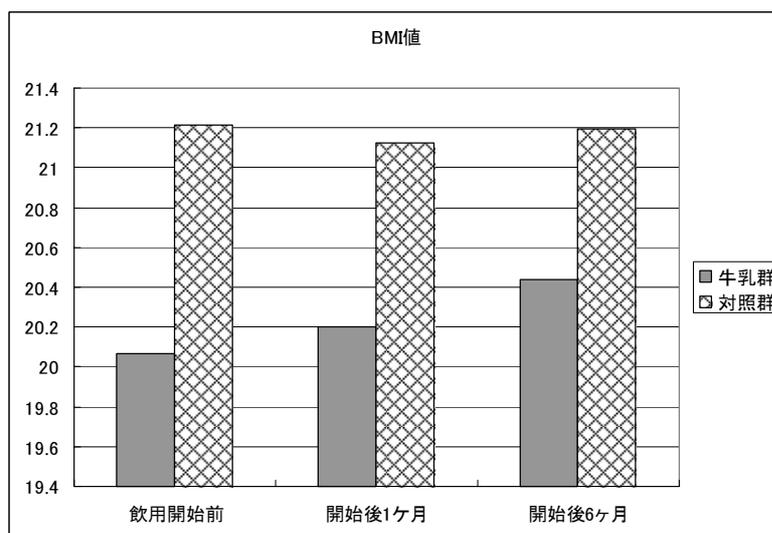


図3 牛乳群及び対照群 (麦茶摂取群) のBMI値(平均値)の比較

牛乳又は麦茶飲用によるBMIへの影響を、各群内で飲用開始前と飲用開始後1ヶ月、飲用開始前と飲用開始後6ヶ月（飲用終了時）において比較・検討した。

対照群では、開始後1ヶ月及び6ヶ月とも飲用開始前と比べて差は見られなかった(表8)。一方、牛乳群では飲用開始前に比べ、飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月とも、BMIは有意に増加していた(表9-1)が、変化は軽度なものであった。なお、牛乳群について、飲用率60%未満の対象者を除いて解析した場合には、飲用開始後1ヶ月で観察されたBMIの増加は有意なものではなく増加傾向となったが、6ヶ月では全例解析と同様に有意な増加であった(表9-2)。

以上から、牛乳の6ヶ月間の継続飲用によりBMIが増加すること、つまり、栄養状態が改善されたことが明らかになった。ただし、増加は正常値の範囲内の軽度なものであり、飲用開始後6ヶ月の牛乳群と対照群のBMI値の平均値に有意差がなかったことから、牛乳を約6ヶ月間継続飲用することによるBMI値の増加は緩和なものと考えられる。

表8 対照群の飲用開始前と飲用開始後のBMIの平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後1ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	1.545825
平均値	21.21448	21.12329	0.091197	自由度	21
不偏分散	5.319733	5.284029		両側P値	0.1371
標本標準偏差	2.306455	2.298702		片側P値	0.0685

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	0.157428
平均値	21.21448	21.19709	0.017398	自由度	21
不偏分散	5.319733	5.888893		両側P値	0.8764
標本標準偏差	2.306455	2.426704		片側P値	0.4382

表9-1 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後のBMIの平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後1ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	2.180846
平均値	20.06893	20.20185	0.132915	自由度	21
不偏分散	2.388377	2.580892		両側P値	0.0407*
標本標準偏差	1.545438	1.606515		片側P値	0.0204*

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	2.377382
平均値	20.06893	20.43635	0.367418	自由度	21
不偏分散	2.388377	4.152954		両側P値	0.0270*
標本標準偏差	1.545438	2.03788		片側P値	0.0135*

表9-2 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後のBMIの平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合。20例での解析)

- 飲用開始前と飲用開始後1ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	20			統計量:t	2.0523
平均値	20.12895	20.26659	0.137636	自由度	19
不偏分散	2.549111	2.750313		両側P値	0.0542
標本標準偏差	1.596594	1.658407		片側P値	0.0271*

○ 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
				統計量:t	
サンプル対	20			2.659157	
平均値	20.12895	20.55703	0.428085	自由度	19
不偏分散	2.549111	4.415		両側P値	0.0155*
標本標準偏差	1.596594	2.10119		片側P値	0.0077**

3. 皮膚の状態

対象者は測定前に洗顔料を用いて洗顔し、タオルで軽く押さえ水分を除いた。洗顔後、10分経過後に測定を開始した。各測定時の温度は、いずれの測定時とも約22℃であった。湿度については飲用開始前（2009年6月）及び飲用開始後1ヶ月（2009年7月）はそれぞれ約64%及び約63%であったが、飲用開始後6ヶ月（2009年12月）は約35%であった。

対象者について、飲用開始前、飲用開始後1ヶ月及び飲用開始後6ヶ月（飲用終了時）に、皮膚(顔面)の状態の変化に関する評価項目である(1)角質水分量、(2)経表皮水分蒸散量(TEWL)、(3)皮脂量、(4)シミ部及び肌色部のメラニン量、(5)角質細胞面積、並びに(6)キメの測定及び評価を行った。

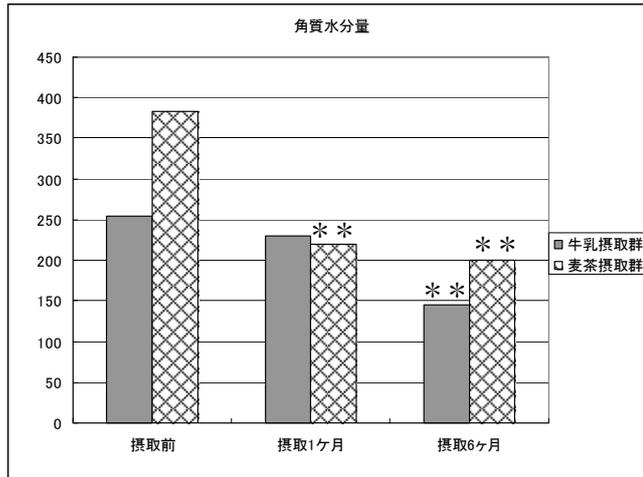
(1) 角質水分量

角質水分量は、牛乳群及び対照群ともに飲用前に比べ飲用後に減少した。牛乳群と対照群の角質水分量の平均値を調査各時点において群間比較したところ、飲用開始前の時点で対照群の角質水分量は牛乳群に比べ有意に高く、飲用開始後1ヶ月では有意差はなくなったが、飲用開始後6ヶ月（飲用終了時）においては牛乳群より有意に高かった。

牛乳又は麦茶飲用による角質水分量への影響を、各群内で飲用開始前と飲用開始後約1ヶ月、飲用開始前と飲用開始後6ヶ月について比較・検討した。対照群では飲用前に比べ1ヵ月後及び6ヶ月後とも有意な減少が観察された（表10）。しかし、牛乳群では飲用開始後1ヶ月では開始前と殆ど変わらず、同6ヶ月でのみ有意な減少が観察された（表11）。

角質水分量については飲用開始前の両群の値に有意な差があったため、分かりやすいように図に示した(図4-1)。また、それぞれの群の飲用開始前の値を100%として示した(図4-2)。いずれの群においても角質水分量は低下したが、対照群の飲用開始後1ヶ月の減少率は牛乳群のそれに比べ有意に大きかった（図4-2）。

なお、牛乳の飲用率60%未満の対象者2名及び本項目のみの欠測者1名を除いて解析した場合にも、対照群と牛乳群の各調査時点における群間比較、並びに各群の飲用開始前と飲用開始後の比較ともに全例での解析結果と同様であったため、全例での解析結果のみを示した。



(**は飲用前値に対して有意な差があることを示す。)

図 4-1 角質水分量の変化

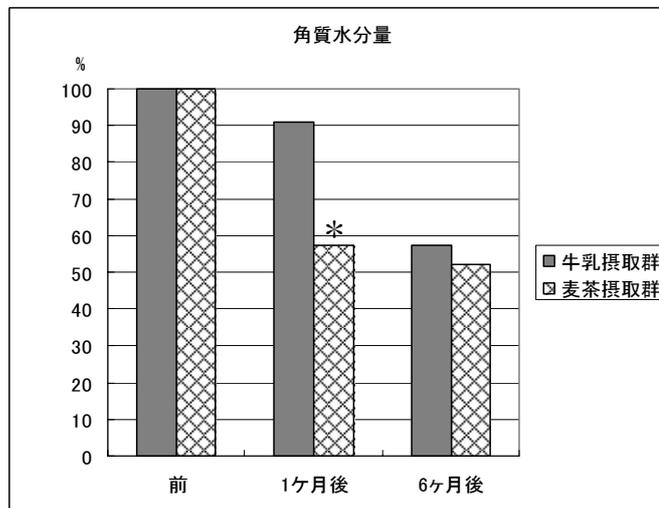


図 4-2 角質水分量の変化

(飲用開始前を 100%として表示)

(* : フィッシャーの直接確率計算により牛乳群の減少に比べ対照群の減少が有意に大きいことを示す。)

表 10 対照群の飲用開始前と飲用開始後の角質水分量の平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

○飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定		
サンプル対	107			統計量:t	6.95882	
平均値	383.757	219.757	164	自由度	106	
不偏分散	40736.81	19339.45		両側P値	0.0000	**
標本標準偏差	201.8336	139.0664		片側P値	0.0000	**

○飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定		
サンプル対	107			統計量:t	6.861356	
平均値	383.757	193.9533	189.8037	自由度	106	
不偏分散	40736.81	28963.2		両側P値	0.0000	**
標本標準偏差	201.8336	170.1858		片側P値	0.0000	**

表 11 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後の角質水分量の平均値の差の検定

(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

○飲用開始前と飲用開始後1ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定		
サンプル対	104			統計量:t	1.405225	
平均値	255.3173	230.5096	24.80769	自由度	103	
不偏分散	28561.29	16997.03		両側P値	0.1630	
標本標準偏差	169.0008	130.3727		片側P値	0.0815	

○飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定		
サンプル対	105			統計量:t	6.12012	
平均値	253.5905	145.3905	108.2	自由度	104	
不偏分散	28599.76	12736.01		両側P値	0.0000	**
標本標準偏差	169.1146	112.8539		片側P値	0.0000	**

(2) 経表皮水分蒸散量 (TEWL)

経表皮水分蒸散量 (g/m²/h) を牛乳群と対照群の各調査時点において群間比較したところ、飲用開始前及び飲用開始後1ヶ月では両群間に有意差はなかったが、同6ヶ月時（飲用終了時）において牛乳群が対照群より高い傾向がみられた。

牛乳又は麦茶飲用による経表皮水分蒸散量への影響を、各群内で飲用開始前と飲用開始1ヶ月、飲用開始前と飲用開始後6ヶ月について比較・検討した。その結果、牛乳群及び対照群とも、飲用開始前に比べると6ヶ月の継続飲用により経表皮水分蒸散量は有意に増加した（表12及び13）。なお、牛乳の飲用率60%未満の対象者を除いて解析した場合にも、対照群と牛乳群の各調査時点における群間比較、並びに各群内の飲用開始前と飲用開始後の比較ともに全例での解析結果と同様であったため、全例での解析結果のみを示した。

以上のように経表皮水分蒸散量については牛乳群と対照群に差がなかったことから、牛乳飲用による影響は殆どないと考えられた。

表 12 対照群の飲用開始前と飲用開始後の経表皮水分蒸散量の平均値の差の検定

(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

○ 飲用開始前と飲用開始後1ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	0.533684
平均値	12.56136	13.17273	0.611364	自由度	21
不偏分散	15.89475	17.52017		両側P値	0.5992
標本標準偏差	3.986821	4.185711		片側P値	0.2996

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	2.977999
平均値	12.56136	14.82273	2.261364	自由度	21
不偏分散	15.89475	11.91803		両側P値	0.0072 **
標本標準偏差	3.986821	3.45225		片側P値	0.0036 **

表 13 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後の経表皮水分蒸散量の平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	0.509719
平均値	12.60909	12.88864	0.279545	自由度	21
不偏分散	8.871342	2.189746		両側P値	0.6156
標本標準偏差	2.97848	1.479779		片側P値	0.3078

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	5.398864
平均値	12.60909	17.16818	4.559091	自由度	21
不偏分散	8.871342	15.80608		両側P値	0.0000 **
標本標準偏差	2.97848	3.975686		片側P値	0.0000 **

(3) 皮脂量

皮脂量(sebumeter 値)を牛乳群と対照群の調査各時点において群間比較したところ、飲用開始前、飲用開始後 1 ヶ月及び 6 ヶ月（飲用終了時）のいずれの時点においても両群間に有意な差はなかった。

牛乳又は麦茶飲用による皮脂量への影響を、各群内で飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月、飲用開始前と飲用開始後 6 ヶ月について比較・検討した。いずれも群においても皮脂量の平均値は減少していたが、対照群において飲用開始後 1 ヶ月の平均値は飲用開始前に比べ減少傾向であり、6 ヶ月後に観察された減少も有意な差はなかった（表 14）。一方、牛乳群において開始後 1 ヶ月及び 6 ヶ月に観察された皮脂量の減少は、飲用開始前に比べ有意なものであった（表 15-1）。なお、牛乳の飲用率 60%未満の対象者を除いて解析した場合には、いずれの減少も飲用開始前に比べ有意なものではなく、減少傾向となった（表 15-2）。

皮脂量については、夏から冬にかけて減少することが報告されており⁵⁾、本調査においても同様の傾向が観察された。

以上の結果から、牛乳の継続飲用により、対照群に比べ皮脂量が減少又は減少傾向を示す可能性が示されが、対照群の値とは有意差がなく、また、正常の範囲内での減少であった。

表 14 対照群の飲用開始前と飲用開始後の皮脂量の平均値の差の検定

(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	1.851723
平均値	20.045455	15.63636	4.409091	自由度	21
不偏分散	353.37879	419.7662		両側P値	0.0782
標本標準偏差	18.798372	20.4882		片側P値	0.0391*

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	1.318273
平均値	20.045455	15.18182	4.863636	自由度	21
不偏分散	353.37879	388.8225		両側P値	0.2016
標本標準偏差	18.798372	19.71858		片側P値	0.1008

表 15-1 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後の皮脂量の平均値の差の検定

(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	2.115086
平均値	23.590909	16.31818	7.272727	自由度	21
不偏分散	349.87229	67.94156		両側P値	0.0465*
標本標準偏差	18.704874	8.242667		片側P値	0.0233*

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	2.301573
平均値	23.590909	14.27273	9.318182	自由度	21
不偏分散	349.87229	29.7316		両側P値	0.0317*
標本標準偏差	18.704874	5.452669		片側P値	0.0158*

表 15-2 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後の皮脂量の平均値の差の検定

(2群の母平均の差の検定：対応のある場合。20例の解析)

- 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	20			統計量:t	1.837042
平均値	22.55	15.6	6.95	自由度	19
不偏分散	367.4184	63.2		両側P値	0.0819
標本標準偏差	19.16816	7.949843		片側P値	0.0409*

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	20			統計量:t	1.956919
平均値	22.55	13.9	8.65	自由度	19
不偏分散	367.4184	30.30526		両側P値	0.0652
標本標準偏差	19.16816	5.505022		片側P値	0.0326*

(4) メラニン量

牛乳群と対照群の肌色部分及びシミ部分のメラニン量（メラニンインデックス）の平均値を調査各時点において群間比較したところ、飲用開始前、飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月のいずれの時点においても両群間に有意な差はなかった。

牛乳又は麦茶飲用によるメラニン量への影響を、各群内で飲用開始前と飲用開始後1ヶ月、飲用開始前と飲用終了時について比較・検討した。

対照群の肌色部分のメラニン量は飲用開始前と比較して飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月とも増加していたが、有意な増加は飲用開始後1ヶ月後でのみ観察され、6ヶ月後は増加傾向となった（表16-1）。一方、シミ部分のメラニン量についてはいずれの時点においても変化はみられなかった（表16-2）。

牛乳群の肌色部分のメラニン量も対照群と同様に飲用開始前に比べ飲用開始後1ヶ月に有意な増加が観察され（表17-1）、シミ部分のメラニン量についてはいずれの時点においても変化はみられなかった（表17-2）。なお、牛乳の飲用率60%未満の対象者を除いて解析した場合にも、対照群と牛乳群の各調査時点における群間比較、並びに各群内の飲用開始前と飲用開始後の比較ともに全例での解析結果と同様であったため、全例での解析結果のみを示した。

肌色部分のメラニン量は、紫外線の増加に伴い4月から8月にかけて増加することが報告されており⁹⁾、本調査結果も同様であった。なお、シミ部分のメラニン量については、対象となった若年女性にシミがなかったため、適切な解析が行われなかった可能性が考えられた。

以上のように、牛乳群及び対照群とも肌色部分のメラニン量が飲用開始前に比べ1ヶ月後に有意に増加したが、その増加は季節的なものと考えられた。また、飲用開始後6ヶ月後に対照群で観察されたメラニン量の増加傾向は、牛乳群では見られなかった。

表 16-1 対照群の肌色部分のメラニン量の飲用開始前と飲用開始後の平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後1ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	44			統計量:t	6.19091
平均値	458	462.9091	4.909091	自由度	43
不偏分散	106.2326	113.7125		両側P値	0.0000**
標本標準偏差	10.30692	10.66361		片側P値	0.0000**

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	44			統計量:t	1.900134
平均値	458	459.9545	1.954545	自由度	43
不偏分散	106.2326	72.463		両側P値	0.0641
標本標準偏差	10.30692	8.51252		片側P値	0.0321*

表 16-2 対照群のシミ部分のメラニン量の飲用開始前と飲用開始後の平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	44			統計量:t	0.415384
平均値	471.6364	470.7955	0.840909	自由度	43
不偏分散	141.3996	274.1665		両側P値	0.6799
標本標準偏差	11.89116	16.55797		片側P値	0.3400

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	44			統計量:t	0.535493
平均値	471.6364	470.8636	0.772727	自由度	43
不偏分散	141.3996	125.5624		両側P値	0.5951
標本標準偏差	11.89116	11.20546		片側P値	0.2975

表 17-1 牛乳群の肌色部分のメラニン量の飲用開始前と飲用開始後の平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	44			統計量:t	5.091023
平均値	460.0455	463.7273	3.681818	自由度	43
不偏分散	78.50951	80.62156		両側P値	0.0000**
標本標準偏差	8.860559	8.978951		片側P値	0.0000**

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	44			統計量:t	1.483279
平均値	460.0455	459	1.045455	自由度	43
不偏分散	78.50951	65.67442		両側P値	0.1453
標本標準偏差	8.860559	8.103975		片側P値	0.0726

表 17-2 牛乳群のシミ部分のメラニン量の飲用開始前と飲用開始後の平均値の差の検定
(2群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	44			統計量:t	0.319138
平均値	471.2045	470.6591	0.545455	自由度	43
不偏分散	104.4921	232.695		両側P値	0.7512
標本標準偏差	10.22214	15.25434		片側P値	0.3756

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	44			統計量:t	0.311872
平均値	471.2045	470.8409	0.363636	自由度	43
不偏分散	104.4921	85.62526		両側P値	0.7566
標本標準偏差	10.22214	9.253392		片側P値	0.3783

(5) 角質細胞面積

牛乳群と対照群の角質細胞面積 (μm^2) の平均値を調査各時点において群間比較したところ、飲用開始前には両群間に有意な差がなかったが、飲用開始後 1 ヶ月には牛乳群の角質細胞面積の平均値が対照群に比べて有意に小さかった。ただし、6 ヶ月の時点においては両群の平均値に有意な差は見られなかった。

牛乳又は麦茶の飲用による角質細胞面積への影響を、各群内で飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月、飲用開始前と飲用終了時について比較・検討した。

対照群では、飲用開始前に比べ開始後 1 ヶ月及び 6 ヶ月とも角質細胞面積が有意に増加した (表 18)。一方、牛乳群では、対照群とは逆に飲用開始前に比べ飲用開始後 1 ヶ月に減少傾向となったが、飲用開始後 6 ヶ月においては対照群と同様に角質細胞面積の有意な増加が観察された (表 19-1)。ただし、牛乳飲用率 60%未満の対象者を除いた場合には、飲用開始後 1 ヶ月の細胞面積の減少は有意なものであった (表 19-2)。なお、いずれの群においても、観察された細胞面積の変化は正常の範囲内の変動であった。

角質細胞面積は、冬に向かって減少することが報告されており⁷⁾、また、高齢者を対象に研究代表者が実施した調査においても、当該角質細胞面積の減少が観察されている^{8,9)}。しかし、本調査においては、逆に対照群の飲用開始後 1 ヶ月及び 6 ヶ月、並びに牛乳群の飲用開始 6 ヶ月において角質細胞面積の増加が観察された。

以上の結果から、対照群で観察された飲用開始後 1 ヶ月時点の角質細胞面積の有意な増加は、牛乳の飲用により抑制されたと考えられる。

表 18 対照群の飲用開始前と飲用開始後の角質細胞面積の平均値の差の検定
(2 群の母平均の差の検定：対応のある場合)

○ 飲用開始前と飲用開始後約 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	176			統計量:t	3.780688
平均値	657.8663	706.5177	48.65148	自由度	175
不偏分散	13028.84	20888.39		両側P値	0.0002**
標本標準偏差	114.1439	144.5282		片側P値	0.0001**

○ 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	176			統計量:t	3.337346
平均値	657.8663	699.0992	41.23295	自由度	175
不偏分散	13028.84	14581.75		両側P値	0.0010**
標本標準偏差	114.1439	120.7549		片側P値	0.0005**

(注：対照群では各対象者とも 8 つの細胞面積値が得られていたため、サンプル対数は 176 とした。)

表 19-1 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後の角質細胞面積の平均値の差の検定
(2 群の母平均の差の検定：対応のある場合)

- 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	132			統計量:t	1.324935
平均値	664.3386	642.6714	21.66712	自由度	131
不偏分散	18397.77	16054.52		両側P値	0.1875
標本標準偏差	135.6384	126.7064		片側P値	0.0937

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	132			統計量:t	2.779696
平均値	664.3386	707.7915	43.45295	自由度	131
不偏分散	18397.77	11675.06		両側P値	0.0062**
標本標準偏差	135.6384	108.0512		片側P値	0.0031**

(注:牛乳群では各対象者とも6つの細胞面積値が得られていたため、サンプル対数は132とした。)

表 19-2 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後の角質細胞面積の平均値の差の検定
(2 群の母平均の差の検定：対応のある場合。20 例の解析)

- 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	120			統計量:t	2.087882
平均値	671.1172	636.7002	34.417	自由度	119
不偏分散	16773.94	16285.47		両側P値	0.0389*
標本標準偏差	129.5143	127.6145		片側P値	0.0195*

- 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	120			統計量:t	2.833392
平均値	671.1172	715.9562	44.839	自由度	119
不偏分散	16773.94	11501.96		両側P値	0.0054**
標本標準偏差	129.5143	107.2472		片側P値	0.0027**

(6) キメ

牛乳群と対照群のキメの均一性に関する測定値の平均値を調査各時点において群間比較したところ、飲用開始前、飲用開始後 1 ヶ月及び 6 ヶ月のいずれの時点においても両群間に有意な差はみられなかった。なお、この数値は 1.0 に近いほど均一なキメであり、0 に近いほどキメが均一でないことを示している。

牛乳又は麦茶の飲用によるキメへの影響を、各群内で飲用開始前と飲用開始約 1 ヶ月、飲用開始前と飲用開始後 6 ヶ月（飲用終了時）について比較・検討した。

対照群では開始後 1 ヶ月で増加傾向がみられたが、それ以外には両群とも変化はみられなかった(表 20 及び 21)。なお、牛乳飲用率 60%未満の対象者 2 名を除いた場合も全例の解析と同様の結果であったため、全例の解析データのみを示した。

以上のように、キメの均一性については牛乳群及び対照群ともに有意な差はみられなかった。

表 20 対照群の飲用開始前と飲用開始後のキメの均一性に関する測定値の平均値の差の検定（2群の母平均の差の検定：対応のある場合）

○ 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	0.363128
平均値	0.752588	0.76117	0.008581	自由度	21
不偏分散	0.013389	0.01376		両側P値	0.7201
標本標準偏差	0.115713	0.117304		片側P値	0.3601

○ 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	1.981516
平均値	0.752588	0.798592	0.046004	自由度	21
不偏分散	0.013389	0.011993		両側P値	0.0608
標本標準偏差	0.115713	0.109513		片側P値	0.0304*

表 21 牛乳群の飲用開始前と飲用開始後のキメの均一性に関する測定値の平均値の差の検定（2群の母平均の差の検定：対応のある場合）

○ 飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月

変数	前	1ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	1.07042
平均値	0.765728	0.741469	0.024259	自由度	21
不偏分散	0.016511	0.01816		両側P値	0.2966
標本標準偏差	0.128495	0.134759		片側P値	0.1483

○ 飲用開始前と飲用終了時

変数	前	6ヶ月後	差	T検定	
サンプル対	22			統計量:t	0.617866
平均値	0.765728	0.775582	0.009854	自由度	21
不偏分散	0.016511	0.020202		両側P値	0.5433
標本標準偏差	0.128495	0.142133		片側P値	0.2717

（注：以上の牛乳群の皮膚の状態に関する項目の解析は、全例（22例）及び牛乳飲用率 60%以上の対象者（20例）に関する結果を示した。その他に、角質水分量の欠測のあった対象者 1名を除いた 19例についての解析も行なったが、19例の解析結果はすべて 20例の解析結果と同様であった。）

IV 考察

本調査は、若年女性における牛乳の健康増進効果を科学的に解析するために、①牛乳群と対照群（麦茶飲用群）の 2群を比較することにより牛乳の成分のみによる効果を観察することができるようにし、②主要評価項目として BMI 及び皮膚の状態等の客観的指標を用い、③それらの評価項目の測定を盲検下で行った。

対象者の栄養状態が結果に及ぼす可能性があるため、摂取エネルギーやビタミン等の摂取量について調査した結果を踏まえて、主要評価項目ごとに考察する。

1. BMI について

BMI 値 18.5 未満は低体重、18.5 以上 25 未満は普通体重、25 以上 30 未満は肥満 1 度とされている。

本調査の対象者の飲用開始前の BMI の平均値は対照群及び牛乳群でそれぞれ 21.21 及び 20.07 であり、正常の範囲であった。対照群では飲用期間を通じ BMI 値の変化は見られなかった。一方、牛乳群の飲用開始後 1 ヶ月及び 6 ヶ月（飲用終了時）の BMI はそれぞれ 20.20 及び 20.43 であり、飲用開始前に比べ軽度であるが有意な増加が観察された。また、牛乳の飲用率 60%未満の対象者を除いて解析した場合には、飲用開始後 1 ヶ月の増加は有意ではなかった。これらの牛乳群で観察された BMI 値の増加は正常の範囲内の軽度なものであり、さらに、飲用開始後 6 ヶ月の牛乳群と対照群の BMI 値の平均値に有意差がなかったことから、牛乳を約 6 ヶ月間継続飲用することによる BMI 値の増加は緩和なものと考えられた。この結果は、平成 19 年度及び平成 20 年度に研究代表者らが実施した高齢者を対象とした介入試験の結果と同様の結果であった^{8,9)}。

本調査の牛乳群の対象者の飲用開始前の平均摂取エネルギーは 1,814 kcal であり、牛乳 500mL 分のエネルギー量 347.5 kcal はその 19.2%にあたる。このため、牛乳群はそれぞれの総エネルギーの 19%程度を上乗せしたことになる。しかし、牛乳の飲用開始後 1 ヶ月及び 6 ヶ月の平均摂取エネルギー量はそれぞれ 2,015 及び 1,962 kcal であり、実際の上乗せはそれぞれ 11.1%及び 8.2%であった。これらの結果から、牛乳群では牛乳飲用により通常の食事が減少した可能性が考えられた。また、牛乳群と対照群の摂取エネルギー量の群間比較で有意差がみられたのは飲用開始後 6 ヶ月のみであり、それには対照群のエネルギー摂取量の減少傾向も関与していると考えられる。

若い女性が 1 日約 200mL の牛乳を飲用しても太らないのは、牛乳 200 mL のエネルギーが女性平均の 1 日の摂取エネルギー約 1,800 kcal の 7%程度であるためとされている。また、中年を対象とした試験では牛乳飲用により BMI が低下するという報告もある¹⁰⁾。本研究では、1 日の摂取エネルギーに占める割合が 7%より高かったこと、また、ほとんどの対象者が積極的に運動していないことから軽度の BMI 値の上昇が観察されたとも考えられる。柴田らは、牛乳飲用により高齢者の BMI 値が少し高くなり、健康状態が改善したことを報告している¹¹⁾。本調査の結果も高齢者の場合と同様に BMI 値が軽度であるが上昇したこと等から、牛乳の継続飲用により若年女性の健康状態が改善された可能性が示唆された。

2. 皮膚の状態について

牛乳には整腸効果並びに含まれるたんぱく質、ビタミン A やビタミン B₂ 等により、皮膚の新陳代謝の促進等の効果があると考えられている。このような皮膚への効果はチーズ等を含めた乳製品を用い比較的若い女性で検討されているが¹²⁾、牛乳のみの効果について若年女性を対象に検討した報告はなかった。ただし、高齢者を対象として牛乳の皮膚への効果を検討したも

のとして平成 19 年度及び 20 年度の介入試験がある^{8,9)}。また、皮膚の状態を指標にした試験において対照群と群間比較した試験は、平成 19 年度及び 20 年度の介入試験と本調査のみである。

なお、本調査においては平成 20 年度に実施した介入試験⁹⁾により得られた「適切に測定を行なうために必要な条件」を順守して実施した。即ち、①皮膚（肌）への影響が考えられるビタミン C 及びトコフェロールの摂取量に関して牛乳群及び対照群で差がないことを確認し、②皮膚の測定条件を順守し、また、③測定前に説明を十分に行なう等により対象者をリラックスさせた上で測定を行なった。

(1) 角質水分量

角質水分量については両群とも飲用開始前に比べ減少し、対照群では飲用開始前に比べ飲用開始後 1 ヶ月後及び 6 ヶ月後ともに有意な減少が観察された。一方、牛乳群では有意な減少は飲用開始後 6 ヶ月後のみ観察された。また、飲用開始前の対照群の角質水分量が牛乳群のそれに比べ有意に高かったため、それぞれの群の飲用開始前の値を 100 として減少率を算出し比較したところ、飲用開始後 1 ヶ月時点の対照群の減少率は牛乳群のそれに比べ有意に大きかった。

角質水分量については冬に向かって減少することが報告されており^{13~16)}、本調査において両群で観察された角質水分量の減少も季節変動が影響していると考えられる。ただし、飲用開始後 1 ヶ月時点での角質水分量の減少率は対照群が牛乳群に比べ有意に大きかったことから、牛乳の飲用が季節変動に伴う角質水分量の低下をある程度抑制する可能性が示唆されたと考える。

(2) 経表皮水分蒸散量 (TEWL)

経表皮水分蒸散量は、牛乳群及び対照群とも飲用開始前と飲用開始後 1 ヶ月で差は見られなかったが、飲用開始後 6 ヶ月では両群ともに飲用開始前に比べ有意に増加した。経表皮水分蒸散量は、秋から冬にかけて増加することが報告されていることから¹⁷⁾、両群で観察された増加は季節的な変化によるものと考えられ、牛乳飲用はその変化に影響を与えないと考えられた。なお、参考までに、高齢者と比較すると若年者の経表皮水分蒸散量は高いことが報告されており、本調査の結果においても経表皮水分蒸散量は高齢者と比較して高い値を示した。なお、若年者の経表皮水分蒸散量が高齢者に比して高い理由は、細胞の代謝が早いいため角質肥厚が起これないためとされている¹⁷⁾。

(3) 皮脂量

牛乳群及び対照群とも飲用開始前に比べ、飲用開始後の各測定時において皮脂量は減少していた。皮脂量については夏から冬にかけて減少することが報告されており⁵⁾、本調査において観察された皮脂量の減少も季節的な変動によるものが大きいと考えられる。ただし、対照群において観察された減少には有意差がなかったが、牛乳群において観察された開始後 1 ヶ月及び 6 ヶ月の皮脂量の減少は、飲用開始前に比べ有意なものであった。なお、牛乳の飲用率 60%未満を除いて解析した場合には、いずれの減少も飲用開始前に比べ有意なものではなく、減少傾向となった。この結果から、牛乳の継続飲用により、対照群に比べ皮脂量が減少又は減少傾向になる可能性が示されたが、対照群との有意差はなく正常の範囲内での減少であったため、非常に緩和な作用と考えられた。

この牛乳による緩和な皮脂量の低下作用については、皮脂量が過剰な場合における脂顔の抑制、ニキビの発症や症状の緩和等をもたらす可能性が期待される。

(4) メラニン量

肌色部分のメラニン量は、紫外線の増加に伴い4月から8月にかけて増加することが報告されており⁶⁾、本調査結果も同様であった。即ち、対照群及び牛乳群とも肌色部分のメラニン量は飲用開始前と比較して飲用開始後1ヶ月後には有意な増加が観察されたことから、この増加は季節変動と考えられた。一方、飲用開始後6ヵ月には対照群でのみ増加傾向が観察されたが、小さな変化であり、牛乳飲用がメラニン量へ影響することを示唆する明確な結果は得られなかった。シミ部分のメラニン量については、両群ともに飲用開始前と飲用開始後で変化が観察できなかった。この理由として、対象となった若年女性にシミがなかったため、適切な解析が行われなかった可能性が考えられた。

(5) 角質細胞面積

牛乳群では飲用開始後1ヶ月には飲用開始前に比べ角質細胞面積の減少傾向が観察され、牛乳飲用率60%未満の対象者を除いた場合には、飲用開始後1ヶ月の細胞面積の減少は有意なものであった。一方、対照群では飲用開始後1ヶ月に逆に有意な細胞面積の増加が観察された。飲用開始前には両群間に差は見られなかったが、飲用開始後1ヶ月の牛乳群の値は対照群に比べ有意に小さかったことから、対照群で観察された飲用開始後1ヶ月時点の角質細胞面積の増加が牛乳の飲用により抑制された可能性、つまり、牛乳飲用が皮膚の新陳代謝を促進した可能性が強く示唆された。

角質細胞面積は、冬に向かって減少することが報告されており⁷⁾、また、高齢者を対象に研究代表者が実施した調査においても、当該角質細胞面積の減少が観察されている^{8,9)}。しかし、本調査では、飲用開始後1ヶ月及び6ヶ月の対照群、並びに飲用開始後6ヶ月の牛乳群において、角質細胞面積の有意な増加が観察された。飲用開始後6ヶ月は12月であったが、対象者が個別の空調設備がある比較的小さな居室(4m×5m)に各2名ずつ居住し、冬でも薄着で過ごせる環境に生活していたことが関係している可能性が考えられた。また、睡眠時間が短い等の生活習慣や嗜好品によっても影響を受けるため¹⁰⁾、若年女性の生活習慣等が反映された可能性も考えられた。なお、通常、細胞面積は年齢、個体差、季節による違いはあるが、健康成人の顔の場合は450~1250 μm^2 とされており、今回観察された細胞面積の変化は正常な範囲内での変動である⁷⁾。

以上のように、対照群で観察された飲用開始後1ヶ月における角質細胞面積の増加について、牛乳の飲用により抑制されることが強く示唆された。なお、本調査の対象者の角質細胞面積の測定結果は対象者の肌が良好な新陳代謝を行っていることを示しており、それ以上に新陳代謝を促進する必要はない状態であるとも考えられる。このため、健康な若年女性を対象に牛乳の健康増進効果を肌の状態を指標として調査する場合には、新陳代謝の衰えている時期に実施する等、より観察がしやすい条件で実施することにより、さらに明確な結果が得られると考える。

(6) キメ

キメの均一性については牛乳群及び対照群ともに有意な差はみられなかった。このため、牛乳の飲用はキメの均一性に影響を及ぼさないと考えられた。ただし、本調査の対象者のキメの測定結果は対象者の肌のキメが細かいことを示しており、このような対象者について牛乳飲用により更に細かいキメとすることは難しいと考えられた。

以上のように、本調査において若年女性においても牛乳による皮膚の新陳代謝の促進効果等を示唆する結果を得ることができた。このため、皮膚の状態の変化を健康増進効果の指標に用いることは、非侵襲性かつ客観的であることも含めて、非常に有用であると考え。ただし、より明確な結果を得るためには、対象者の年齢層及び試験実施時期等を適切に選択する必要があると考える。

V まとめ

本調査により、若年女性においても健康増進のため、ひいては「健康寿命」の延伸のために、牛乳が有用であることが示唆された。研究代表者らが高齢者を対象とし、牛乳飲用量 200mL、BMI や肌の状態を指標として介入期間 6 ヶ月で実施した調査⁹⁾では、牛乳の継続飲用が高齢者の健康増進に有用であることが強く示されている。本調査において肌の状態に関して当該介入試験と同等の成績が得られなかった理由として、20 代前半の若年女性の角質細胞面積が非常に小さかったこと、新陳代謝が比較的活発な時期に実施したこと、牛乳飲用率が昨年度の介入試験ではほぼ 100%であったが本調査ではそれに比べて低い飲用率であったこと等が考えられる。このため、若年女性を対象にしてさらに明確な結果を得るためには、若年女性として 20 代後半を対象とする、肌の新陳代謝の低下している時期を選択する等が必要と考える。また、牛乳の飲用率をさらに上げるためには、研究の目的と内容の理解度をより深めることが可能な対象、例えば医療従事者又はその候補者を対象とする等が必要と考える。

謝 辞

本調査にご協力いただいた対象者の方々、並びに独立行政法人国立健康・栄養研究所、横浜国立大学教育人間科学部、大妻女子大学社会情報学部、株式会社ノエビア神戸研究所及び武蔵野大学薬学部の研究協力者に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 皮膚の測定・評価マニュアル集、技術情報協会、2003
- 2) 現場レベルでの皮膚測定・評価～トラブル事例・対策～、サイエンス&テクノロジー、2007
- 3) 赤崎秀一、“角層の水分含有量と水分損失量”、COSMETIC STAGE、1、1、1-6、2006
- 4) 芋川玄爾、“皮膚成分の刺激による変動と測定法”、COSMETIC STAGE、1、1、40-54、2006
- 5) 皮膚科診療プラクティス 14 機器を用いたスキニングクリニック、文光堂、145-149
- 6) 皮膚の測定・評価マニュアル集、技術情報協会、35-41、2003
- 7) 皮膚の測定・評価マニュアル集、技術情報協会、208-212、2003
- 8) 大室弘美、倉科周介、奥村秀信、“「健康寿命」の延長と食生活—皮膚の変化等を指標とした牛乳の高齢者に対する健康増進作用の検討—”、平成 19 年度牛乳栄養学術研究会委託研究報告書、91-120、2008
- 9) 大室弘美、倉科周介、松井一郎、奥村秀信、“高齢者の健康増進のための牛乳の機能性に関する実証調査”、平成 20 年度牛乳・乳製品の機能性等に関する調査研究及び牛乳・乳製品の機能

性等に関する実証調査報告書、65-96、2010

- 10) Marques-Vidal P, Gonçalves A, Dias CM Milk intake is inversely related to obesity in men and in young women: data from the Portuguese Health Interview Survey 1998-1999 Int J Obes (Lond). 30 (1) :88-93 , 2006
- 11) 柴田寛、“血清アルブミンが左右する元気で長生き”、メディアミルクセミナー No15
- 12) 吉木伸子、“肌の乾燥、くすみ、キメへの牛乳・乳製品の効果”、メディアミルクセミナー No12
- 13) 曾根俊郎ら、「画像解析による皮膚表面形態の季節変化と肌荒れに関する研究」、化粧品会誌、15 No.2、pp.60-65、1991
- 14) 現場レベルでの皮膚測定・評価～トラブル・事例対策～、サイエンス&テクノロジー社、pp.22-31、2007
- 15) 大野盛秀ら、「皮膚生理機能に及ぼす気温、湿度、季節及び洗顔の影響」、日本皮膚科学会誌、97 (8) 、953-964、1987
- 16) 化粧品の開発プロセス全集、技術情報協会、44-48、2007
- 17) 化粧品の開発プロセス全集、技術情報協会、53-56、2007
- 18) 宮崎博隆、“女性の肌状態と喫煙”、日本禁煙学会雑誌、4巻、4号、109-115、2009