若年女性の肌状態と栄養素等摂取、代謝、自律神経活動の関連

誌名	日本栄養・食糧学会誌 : Nippon eiyō shokuryō gakkaishi = Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science
ISSN	02873516
著者名	永井,成美 菱川,美由紀 三谷,信 中西,類子 脇坂,しおり 山本,百希奈 池田,雅子 小橋,理代 坂根,直樹 森谷,敏夫
発行元	日本栄養・食糧学会
巻/号	63巻6号
掲載ページ	p. 263-270
発行年月	2010年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

日本栄養・食糧学会誌　第63巻　第6号　263-270（2010）

報　文

若年女性の肌状態と栄養素等摂取，代謝，自律神経活動の関連

永井成美[*,1,2]，菱川美由紀[2]，三谷　信[3]
中西類子[3]，脇坂しおり[2,4]，山本百希奈[2]
池田雅子[2]，小橋理代[2]，坂根直樹[5]
森谷敏夫[6]

（2009年12月8日受付；2010年9月1日受理）

要旨：本研究の目的は，若年女性の肌状態に栄養，生理学的要因が関与するかどうかを検討することである。横断的研究として，肌状態，生理学的検査，2日間の食事調査，精神状態，ライフスタイルに関するデータを皮膚疾患のない54名（20-22歳）の女子学生より得た。肌状態と生理学的検査項目（体温，エネルギー消費量，自律神経活動）は非侵襲的手法により測定した。統計解析の結果，角層細胞面積とエネルギー代謝，角層水分量とビタミンA・B_1摂取量，交感神経活動指標に関連が認められた。バリア機能の指標である経皮水分蒸散量と炭水化物，ビタミンB_1，野菜摂取量にも関連が認められた。また，肌状態はメンタルな面や自宅での冷暖房使用とも関連していた。以上の結果から，若年女性の肌状態には栄養的な因子とともに活発な代謝と自律神経活動が関与することが示唆された。

キーワード：角層機能，食事調査，体温，安静時エネルギー代謝，自律神経

角層は表皮最外層10-20 μmのごく薄い部分であり，硬く平らな形をしたケラチノサイトが20-30層積み重なった構造をしている[1)2)]。ケラチノサイト間はセラミド，コレステロール，遊離脂肪酸からなる混合脂質で充填されており，角層はコンクリートを挟みながら積み上げたレンガさながらの強固な構造によって水の漏出や異物の侵入を防ぎ人体を保護している[1)2)]。

表皮の底で分裂したケラチノサイトが成熟しながら皮膚表層へ移動し角層構成後に剥離するまでのプロセスは，健康な皮膚では約4週間[3)]から6週間[1)]の一定の周期で繰り返されているとされる。そのため，この間の良好な栄養状態，エネルギー代謝，血行動態などの内的環境や温湿度などの外的環境，さらに心理状態などの諸要因が，ケラチノサイトの十分な成熟と良好な角層形成に関与するものと考えられる。しかし，栄養状態[4)]や外的環境[5)]と肌状態の関連を個々に検討した報告は散見されるものの，体温や代謝，自律神経活動も含めた総合的な検討は調べた限りにおいて見当たらない。

ところで20歳代女性では，やせ，朝食欠食，微量栄養素や食物繊維摂取量が少ないことなど，多くの栄養上の問題点が指摘されているが[6)]，その一方で美容への関心は高く，20歳代女性の約4割が“肌の調子が良いかどうか”で体調の良し悪しを判断しているとの報告がある[7)]。角層のターンオーバーが4-6週間であることから[1)3)]，肌状態は比較的最近の栄養状態や体調を反映していると考えられ，加えて，顔の肌状態の良し悪しは若い女性にとって美容上重要な関心事である[7)]。したがって，「美しい素肌づくり」という観点からなされる食生活を含む健康的なライフスタイルの提案は，若年女性にとって受容性が高く，行動変容のきっかけになる可能性が考えられる。

そこで本研究では，若年女性の健康的な肌状態を形成する要因を調べるために，表皮代謝，保湿機能，バリア機能の3種類の角層機能と，栄養素等摂取状況，心理状況，生活環境，エネルギー代謝，および皮膚の血行動態に影響を与えている自律神経活動との関連について検討

* 連絡者・別刷請求先（E-mail: nagai@shse.u-hyogo.ac.jp）
1 兵庫県立大学環境人間学部食環境栄養課程（670-0092 兵庫県姫路市新在家本町1-1-12）
2 岡山県立大学保健福祉学部栄養学科（719-1197 岡山県総社市窪木111）
3 ポーラ化成工業株式会社健康科学研究所（244-0812 神奈川県横浜市戸塚区柏尾町560）
4 兵庫県立大学大学院環境人間学研究科（670-0092 兵庫県姫路市新在家本町1-1-12）
5 独立行政法人国立病院機構京都医療センター臨床研究センター予防医学研究室（612-8555 京都市伏見区深草向畑町1-1）
6 京都大学大学院人間・環境学研究科応用生理学研究室（606-8501 京都市左京区吉田二本松町）

を行った。

方　法

1. 被験者

被験者は1）代謝性疾患を有さない，2）1か月以内に急激な日焼けをしていない，3）1か月以内に2kg以上の体重増減がない，の3条件を満たす若年女性54名で，岡山県立大学内の各学科より広く募集した。被験者の身体的特徴は表1に示した。本実験の実施にあたっては，被験者の個人情報保護や倫理的配慮を盛り込んだ実験計画書を作成し，岡山県立大学倫理委員会およびポーラ化成工業株式会社倫理委員会の承認を受けた。また，被験者全員にインフォームドコンセントを実施し，書面による同意を得た。なお，被験者の性周期を質問紙と問診により聞き取り，肌測定日と生理学検査日における低温期・高温期の人数に偏りが生じていないことを確認した。

2. 方　法

2.1 顔の肌状態の測定　対象が若年女性であるため，肌状態測定項目で加齢と関連の深い表面形態（キメ，皮丘）やメラニン量などは評価項目から除外し，角層機能は①表皮代謝（角層細胞面積），②保湿機能（角層水分量），③バリア機能（経皮水分蒸散量）の3機能を測定した。肌状態の測定は，5月中の連続した2日間に室温21℃，湿度40-45%に保持した大学実験室内で行った。各被験者は実験担当者の指示のもと，クレンジングと洗顔料を用いたダブル洗顔を決められた手順に従って行い，安静15分後に経皮水分蒸散量測定，20分後に角層水分量測定，25分後に角層細胞面積測定のための角層採取を行った。

経皮水分蒸散量は，Tewameter TM300（Courage and Khazaka, Germany）を用い，右目尻から垂直に下ろした線と鼻中心から地面に平行に伸ばした線との交点を1分間測定した。測定原理は，皮膚表面から空気中へ水分がFickの法則によって拡散すると仮定し，皮膚上数ミリの2点の蒸気圧を求め表皮から蒸散する水分量を算出した。経皮水分蒸散量は正常な角層部分では値は低く、アトピー性皮膚炎などで高値を示すことから，角層バリア機能の指標として用いた[8]。

角層水分量は，Corneometer CM825（Courage and Khazaka, Germany）を用い，右頬同部位を測定した。測定原理は，水の誘電定数とその他の物質の誘電定数との違いを利用して角質層を介した静電容量を測定するもので，水分量が多いと静電容量が大きくなり測定値（演算後の相対値）は高値を示すことから，角層保湿機能の指標として用いた[8]。

角層細胞面積は，ダブル洗顔後に右頬中央部より2×2cmのテープ面によるテープストリッピング法（粘着テープを皮膚に貼りつけ，それをはがすことで角層細胞をテープに写し取る手法）で皮膚最外層の細胞を採取した。得られた細胞をスライドガラスに転写し，粘着剤を除去した上で1%ゲンチアナバイオレットと0.5%ブリリアントグリーンの混合液で染色し標本作製した。得られた標本をコンピュータ制御の顕微鏡で拡大し，各評価項目の評価の観点で平均的な値を示す視野を撮影したのち，1標本あたり30個以上をランダムに選択し画像解析ソフトで平均角層細胞面積を算出した[9]。角層細胞面積は表皮新陳代謝の指標として用いた[9]。

肌状態の測定と角層細胞採取は，ポーラ化成工業株式会社健康科学研究所研究員が行い，検査と解析は同社の分析機関（アペックス・アイ肌分析センター）で行った。

2.2 生活習慣調査および栄養素等摂取状況調査　生活習慣調査は，食事，飲酒・喫煙，運動，休養（睡眠），心理状態，体調，生活環境，化粧・スキンケアに関する調査票を作成し（付表）全被験者より回答を得た。食事調査は，個別に記入方法を説明したうえで自記式の食事記録用紙を手渡し，普段の生活に近い平日2日間の食事記録を依頼した。肌測定当日に，面接による聴き取りで内容を補足しながら回収し，栄養計算ソフト（エクセル栄養君，建帛社）と市販食品栄養成分表を用いて栄養素等摂取量を計算した。

2.3 生理学的検査　肌測定の前後1週間の午前中に生理学的検査を実施した。各被験者には検査日前日にカフェイン，香辛料，かんきつ類，油の多い食事，激しい運動を避けること，および前夜10時からの絶食と実験開始2時間前からの水分摂取禁止を依頼した。被験者はトイレを済ませたあと室温25-26℃の代謝測定室に来室し，体組成測定（Biospace Co., InBody, Korea）を行い，15分間座位安静後に血圧（2回），婦人体温計による口腔内体温（5分間）を測定した。続いて，呼気ガスと心電図を既報[10)11)]に基づく方法で同時に10分間サンプリングし，エネルギー消費量，心拍数，自律神経活動指標を算出した。各自律神経活動指標は，心電図より得たR-R間隔の8分間の連続データをフーリエ変換したのち，各周波数成分に分離して得たパワースペクトルから，先行研究[10-13)]に基づいて各神経活動を反映する次の4指標を算出した。順に，超低周波数帯域（Very-low frequency component, 0.007-0.035 Hz）をVLF成分（体温・

表1　被験者の身体的特徴

	$n=54$
年齢（yrs）	20.4±0.1
身長（cm）	157.4±0.7
体重（kg）	49.5±0.9
BMI（kg/m^2）	19.9±0.3
体脂肪率（%）	25.7±0.6
除脂肪体重（kg）	36.7±0.5
収縮期血圧（mmHg）	99.7±1.1
拡張期血圧（mmHg）	64.1±0.8
口腔内体温（℃）	36.5±0.1
安静時エネルギー消費量（kcal/日）	1298±23
エネルギー摂取量（kcal/日）	1630±45

平均±標準誤差。

熱産生に関わる交感神経活動を反映)，低周波数帯域(Low-frequency component, 0.035-0.15 Hz)をLF成分(主に交感神経活動を反映)，高周波数帯域（High-frequency component, 0.15-0.5Hz）をHF成分（副交感神経活動を反映)，および0.007-0.05Hz間の総和を総自律神経活動として，各周波数帯域の面積（パワー）を求めて評価に用いた（図1)。

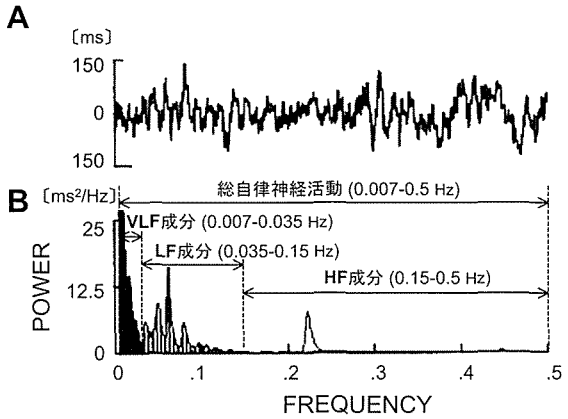

図1　心拍変動パワースペクトル解析による各自律神経活動指標の評価方法
A：8分間のR-R間隔の連続データ（心拍の加速と減速)，B：Aのデータを周波数解析して得られたパワースペクトル。スペクトルのうち0.007-0.035 Hzの超低周波数帯域をVLF成分(体温・熱産生に関与する交感神経活動を反映)，0.035-0.15 Hzの低周波数帯域をLF成分（主に交感神経活動を反映)，0.15-0.5 Hzの高周波数帯域をHF成分（副交感神経活動を反映)，および，0.007-0.5 Hzを総自律神経活動として，各周波数帯域の面積（パワー）を求めて各神経活動の評価に用いた[10-13]。

3. 統計解析

データは平均±標準誤差で表した。統計解析にはSPSS（SPSS for Windows ver.17.0）を用いた。2変量の差の検定には独立2群のt検定を用いた。2変量の相関の検定にはPearsonの相関係数を用いた。統計学的有意水準は$p<0.05$とした。

結　　果

1. 肌状態と栄養素等摂取状況

被験者54名の平均角層細胞面積は656±7 μm^2，平均角層水分量は48.3±2.2 AU，平均経皮水分蒸散量は17.9±0.6 g/m²/hrであり，いずれも正規分布を示した。同年代女性の標準値がないため，各角層機能測定値の平均値以上と平均値未満で2群に分け，栄養素等摂取状況を比較した（表2)。

角層細胞面積が平均値以上(656-802 μm^2, $n=26$)の"面積大群"と平均値未満（570-655 μm^2，$n=28$）の"面積小群"の比較では，各栄養素等の摂取状況に差は認められなかった。角層水分量が平均値以上（48.3-76.3 AU，$n=29$）の"水分多群"は，平均値未満（17.9-48.2 AU，$n=25$）の"水分少群"に比べて，ビタミンA，ビタミンB_1摂取量が有意に多かった（$p<0.05$)。経皮水分蒸散量が平均値未満（11.0-17.8 g/m²/hr，$n=31$）の"蒸散少群"は，平均値以上（17.9-30.7 g/m²/hr，$n=23$）の"蒸散多群"に比べて，炭水化物エネルギー比率，炭水化物，ビタミンB_1，野菜摂取量（栄養素ではないが参考値として算出した）が有意に高く（$p<0.05$)，脂質エネルギー比率は有意に低かった（$p<0.05$)。

2. 肌状態と体温，エネルギー代謝，自律神経活動

表3は，各角層機能測定値の平均値以上と平均値未満

表2　角層機能指標と栄養素等摂取状況[a]

項　目	角層機能指標								
	角層細胞面積[b]			角層水分量[b]			経皮水分蒸散量[b]		
	面積大群 ($n=26$)	面積小群 ($n=28$)	p 値[c]	水分多群 ($n=29$)	水分少群 ($n=25$)	p 値[c]	蒸散少群 ($n=31$)	蒸散多群 ($n=23$)	p 値[c]
エネルギー (kcal)	1614±65	1646±64	0.727	1678±64	1575±64	0.266	1653±60	1599±71	0.560
タンパク質エネルギー比率 (%)	13.7±0.5	14.5±0.5	0.318	13.9±0.4	14.4±0.6	0.515	13.9±0.4	14.4±0.6	0.530
脂質エネルギー比率 (%)	27.1±1.2	29.8±1.2	0.114	28.0±1.3	29.1±1.2	0.548	26.7±1.2	31.0±1.1	0.014
炭水化物エネルギー比率 (%)	57.6±1.4	54.0±1.4	0.070	56.1±1.5	55.3±1.3	0.699	57.9±1.3	52.8±1.4	0.012
タンパク質 (g)	54.8±2.6	58.7±2.3	0.260	57.7±2.3	55.9±2.7	0.605	57.2±2.5	56.4±2.4	0.832
脂質 (g)	49.5±3.5	54.7±3.2	0.280	53.4±3.7	50.8±2.8	0.583	50.0±3.2	55.1±3.4	0.284
炭水化物 (g)	230±8	222±10	0.522	232±8	218±10	0.298	237±8	211±10	0.043
カルシウム (mg)	396±30	416±43	0.701	433±37	376±37	0.284	380±28	442±49	0.279
鉄 (mg)	5.6±0.6	6.0±0.3	0.560	6.1±0.5	5.5±0.3	0.378	5.9±0.5	5.8±0.4	0.960
ビタミンA (レチノール当量μgRE)	661±70	639±74	0.828	765±79	516±49	0.010	692±52	593±96	0.336
ビタミンE (mg)	5.3±0.4	6.5±0.5	0.094	6.3±0.6	5.5±0.4	0.255	6.0±0.5	6.0±0.5	0.984
ビタミンB_1 (mg)	0.63±0.04	0.72±0.04	0.152	0.74±0.04	0.61±0.04	0.029	0.73±0.04	0.61±0.04	0.043
ビタミンB_2 (mg)	0.85±0.06	0.97±0.07	0.168	0.94±0.06	0.88±0.07	0.514	0.87±0.04	0.98±0.09	0.221
ビタミンC (mg)	66±8	92±25	0.348	95±25	62±6	0.235	91±23	65±7	0.342
食物繊維 (g)	8.5±0.6	9.6±0.7	0.262	9.3±0.5	8.9±0.9	0.662	9.9±0.6	8.1±0.7	0.070
食塩相当量 (g)	6.8±0.5	7.1±0.5	0.680	7.4±0.6	6.4±0.3	0.139	7.2±0.5	6.6±0.4	0.407
野菜摂取量 (g)	189±15	209±25	0.516	206±18	192±25	0.633	226±21	163±17	0.033

[a] 平均±標準誤差。[b] 各角層機能測定値の平均値以上と平均値未満で2群に分類した。[c] t検定（独立2群)。

表3　角層機能指標と口腔内体温，安静時エネルギー消費量，および自律神経活動指標

項　目	角層機能指標								
	角層細胞面積[b]			角層水分量[b]			経皮水分蒸散量[b]		
	面積大群 ($n=26$)	面積小群 ($n=28$)	p 値[c]	水分多群 ($n=29$)	水分少群 ($n=25$)	p 値[c]	蒸散少群 ($n=31$)	蒸散多群 ($n=23$)	p 値[c]
口腔内体温（℃）	36.64±0.05	36.38±0.10	0.033	36.53±0.08	36.48±0.10	0.743	36.50±0.08	36.52±0.10	0.886
安静時エネルギー消費量（kcal/日）	1337±41	1261±28	0.097	1276±24	1323±41	0.306	1301±30	1294±36	0.885
自律神経活動指標[d]									
総自律神経活動（ln ms^2）	7.59±0.16	7.65±0.15	0.768	7.81±0.12	7.40±0.18	0.056	7.64±0.15	7.59±0.15	0.815
交感神経活動（体温・熱産生）（ln ms^2）	5.12±0.19	5.11±0.14	0.986	5.31±0.14	4.89±0.18	0.067	5.12±0.17	5.12±0.15	0.991
主に交感神経活動（ln ms^2）	6.58±0.16	6.59±0.13	0.937	6.77±0.12	6.36±0.16	0.040	6.61±0.15	6.55±0.13	0.760
副交感神経活動（ln ms^2）	6.85±0.19	7.00±0.20	0.623	7.12±0.16	6.70±0.22	0.123	6.93±0.19	6.91±0.19	0.945

[a] 平均±標準誤差。[b] 各角層機能測定値の平均値以上と平均値未満で2群に分類した。[c] t 検定（独立2群）。[d] 心拍変動パワースペクトル解析による。各測定値は自然対数で表した。

の2群で，口腔内体温，安静時エネルギー代謝，自律神経活動を比較したものである。角層細胞面積との関連では，“面積大群”は“面積小群”に比べて口腔内体温が有意に高く（$p<0.05$），安静時エネルギー代謝も高い傾向が認められた（$p<0.1$）。角層水分量との関連では，“水分多群”は“水分少群”に比べて自律神経活動指標の1つであるLF（主に交感神経活動）が有意に高く，VLF（体温・熱産生に関与する交感神経活動）とTP（総自律神経活動）も高い傾向が認められた（$p<0.1$）。経皮水分蒸散量との関連では，“蒸散多群”と“蒸散少群”で各生理学的指標に有意な差は認められなかった。各角層機能測定値で分類した2群において，体格，エネルギー摂取量にはいずれも差は認められなかった。

低体温が疑われる36℃未満の者（$n=7$）では，36℃以上の者（$n=47$）と比べて角層細胞面積は低値傾向（624±7 vs. 661±8 μm^2, $p<0.1$），角層水分量は有意に低値を示した（36.6±5.3 vs. 50.1±2.3 AU, $p<0.05$）。経皮水分蒸散量には体温による差は認められなかった。

3．ビタミンA摂取量と角層水分量

被験者のビタミンA（レチノール当量）の平均摂取量は650±51 μgRE/日であり，59 μgRE/日から1,994 μgRE/日までの範囲で分布していた。

表2で，各角層機能測定値と有意な関連が認められた栄養素について角層機能との相関を検討したところ，ビタミンA摂取量（レチノール当量）と角層水分量に有意な正の相関が認められた（$r=0.32$, $p<0.05$，図2）。

4．肌状態と心理状態

質問紙の「毎日楽しい気分で過ごしていますか」という質問に対し「はい」と答えた者（$n=25$）は，「いいえ」と答えた者（$n=7$）と比べて，角層水分量が有意に高く（53.6±2.7 vs. 39.7±5.4 AU, $p<0.05$），経皮水分蒸散量が低い傾向が認められた（16.1±0.7 vs. 21.4±2.4 g/m^2/hr, $p<0.1$）。角層細胞面積も高値を示したが，統計的に有意ではなかった（668±10 vs. 635±12 μm^2, $p=0.116$）。

他の心理状態に関する質問項目（時間のゆとり，イライラ，心配ごと）については，各角層機能測定値との関連は認められなかった。

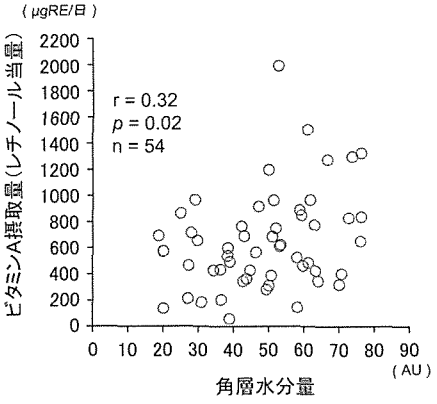

図2　1日のビタミンA摂取量と角層水分量の関係
角層水分量は皮膚静電容量より演算した相対値（AU; arbitrary unit[4]）で示した。18–29歳女性のビタミンA推奨量は650 μgRE/日，耐容上限量は2,700 μgRE/日である[15]。耐容上限量を超える摂取は潜在的な健康障害のリスクを高めるため，適正範囲内での摂取が必要である。

5．肌状態と生活環境

生活環境に関する質問の中で，「いつも自室で冷暖房（空調）を使用する」と答えた者（$n=39$）は，「使用しない」と答えた者（$n=6$）に比べて口腔内体温が有意に低く（36.45±0.07 vs. 36.73±0.06℃，$p<0.01$），角層細胞面積は低値傾向にあり（651±8 vs. 696±32 μm^2, $p=0.061$），経皮水分蒸散量は有意に高値を示した（18.0±0.7 vs. 14.9±0.6 g/m^2/hr, $p<0.01$）。角層水分量は低値を示したが，統計的に有意ではなかった（48.7±2.8 vs. 54.8±4.7 AU, $p=0.414$）。

他の生活環境に関する質問項目（受動喫煙，紫外線）については，各角層機能測定値との関連は認められなかった。

6．肌状態とその他の生活習慣，化粧・スキンケア

付表中の食事，飲酒・喫煙，運動，休養（睡眠），化粧・スキンケアに関する各項目については，各角層機能測定値との関連は認められなかった。

考　　察

本研究で得られた主要な知見は次の4つである。1) 表皮新陳代謝の指標である角層細胞面積と体温，安静時エネルギー代謝に関連が認められた，2) 保湿機能の指標である角層水分量とビタミンA・B_1摂取量，自律神経活動指標に関連が認められた，3) バリア機能の指標である経皮水分蒸散量と炭水化物エネルギー比率・脂質エネルギー比率・炭水化物・ビタミンB_1・野菜摂取量に関連が認められた，4) 肌状態はメンタルな面（毎日楽しいか）や自宅での冷暖房使用有無とも関連していた。

1．角層機能と栄養素等摂取状況

本研究では，角層保湿機能の指標である角層水分量とビタミンA摂取量に正の相関が認められた。ビタミンAは，皮膚の“ノーマライザー（正常化）ビタミン”とも言われ，皮膚表皮細胞中の代謝酵素の発現調節により，皮膚のバリア機能維持による皮膚の恒常性維持，保湿性維持作用を発揮するなど角層機能との関連が深い栄養素である[14]。オランダ人女性を対象とした既報では[4]，血清中のビタミンA濃度が高値であるほど右前腕のpHが低く肌状態が良好であったことが報告されており，測定部位は異なるものの本研究結果との一致が認められる。ビタミンAは通常，肝臓での蓄積があるために経口摂取量が減少しても血漿レチノール濃度が保たれることや[15]，食事調査における誤差が大きいことが知られているため[16]，結果を慎重に解釈する必要はあるものの，日本人若年女性においても，ビタミンA摂取量が角層保湿機能と関連する可能性が示唆された点は興味深い。ただし，18～29歳女性のビタミンA推奨量は650 μgRE/日，耐容上限量は2,700 μgRE/日である[15]。耐容上限量を超える摂取は潜在的な健康障害のリスクを高めるため，適正範囲内での摂取が必要である。

次に，角層バリア機能の指標である経皮水分蒸散量と，炭水化物エネルギー比率・脂質エネルギー比率・炭水化物・ビタミンB_1・野菜摂取量に関連が認められたことについて考察する。炭水化物と脂質の摂取比率（エネルギー比率）の角層機能への影響については，既報[4]では総脂質摂取量の増加と角層機能の低下（右前腕のpH上昇と角層水分量減少）に関連があったことが報告されている。しかし，脂質は角層形成物質の一つであり，本研究の被験者の脂質摂取量は既報[4]と比べて多いとはいえない。脂肪酸の中には多価不飽和脂肪酸やn-3系脂肪酸など肌への良い効果が報告されているものもあることを考えると[17]，脂質摂取量が少ないことよりも，むしろ炭水化物摂取量が多いことが肌状態に影響しているのではないかと考えられる。その理由の一つに，炭水化物の主要な給源である米や小麦に植物性セラミドが含まれることがあげられる[18]。セラミドは角層のケラチノサイト間の細胞間物質を作り，細胞の凝集力を高めることにより表皮バリアを強化することが知られているが，経口摂取時の効果も報告されている[18]。さらに，経皮水分蒸散量にはビタミンB_1と野菜摂取量も関連していることから，セラミドのみでなく他の栄養素や食品成分の作用も含めた総合的な効果であることも考えられる。

なお，本被験者の栄養素等摂取状況は，国の調査結果と同様に[6]，エネルギーをはじめ各栄養素の摂取量が少なく，カルシウム，鉄，ビタミンE，B_1，B_2，C，食物繊維の平均摂取量は，日本人の食事摂取基準の推奨量を下回っている。栄養素等の摂取状況が良好とは言えない者が多く含まれる中での検討であることに留意する必要がある。

2．角層機能と代謝，自律神経活動

角層機能と代謝の関連では，角層細胞面積と体温，安静時エネルギー代謝に関連が認められた。角層細胞面積が大きいのは，十分に成熟したケラチノサイトが皮膚最外層にあるためで，表皮新陳代謝が良好であることを示している[8)9)]。本結果からは，活発な全身のエネルギー代謝が上皮細胞の成熟にも良い影響を及ぼしたものと推察される。逆に，表皮新陳代謝が良好でない場合は，未熟な角層細胞が最外層に現れるため平均角層細胞面積は小さくなる。本被験者の13％にあたる体温36℃未満の者では，36℃以上の者と比べて角層細胞面積が小さい傾向が認められており，低い体温は表皮新陳代謝においてマイナス要因である可能性が示された。我々がこれまでに行った若年女性への運動介入試験では[19]，被験者全員に同じ食事を提供しながら運動量を増加させると（普段の歩数＋5,000歩/日），2週間後に深部体温の有意な上昇を認めている。本結果と併せて考えると，習慣的運動には体温を上昇させ間接的に表皮新陳代謝を高める効果が期待できるのではないかと考えられる。

次に，角層水分量と自律神経活動指標に関連が認められたことについては，皮膚の熱放散（血管運動反応と発汗反応）は中枢性の体温調節を受けており，自律神経が末梢循環系の調節に関与していることからも[20]，活発な自律神経活動が角層機能に良好な影響を及ぼした可能性が考えられる。一方で，若い女性の半数以上が，日常的に四肢などに冷え感を自覚している，いわゆる“冷え性”であることが報告されており[21)22)]，その一因として，温度受容体が分布する皮下組織の慢性的な血流低下が示唆されている[23]。皮膚の末梢循環系は皮膚組織や細胞への酸素・栄養の供給と老廃物除去を担っていることからも，若年女性の肌状態や冷え感などの健康問題の解決には，今後は皮膚末梢循環系の血行動態も含めた検討が必要と考えられる。

3．角層機能とメンタル，冷暖房使用

角層機能はメンタルな面（毎日楽しいか）や自宅での冷暖房使用有無とも関連していた。若年成人を対象とした既報では，医・歯・薬学部学生の皮膚角層をテープストリッピング法で一時的に壊す試験を行い，ストレスの大きい定期試験期間中では，試験の前後と比べて皮膚角

層バリア回復が遅延したことが報告されている[24]。そのメカニズムとしては，心的ストレスがストレスホルモン（グルココルチコイド）を介して皮膚角層のバリア機能に影響することが動物実験で確かめられている[25]。本研究では，心的ストレス指標として血中グルココルチコイド量を測定しておらず主観的評価のみの結果であるが，若い女性の心の状態が角層機能に影響している可能性が示されたのは興味深い。

さらに，冷暖房使用と肌状態に関連が認められたことについて，冷暖房で制御する温度と湿度の両面から考察したい。温度については，テープストリッピング法で角層を剥がした前腕にヒーターで皮膚表面温を一定に保ち回復を調べた既報では，34℃よりも36–40℃で角層バリア機能の回復が促進されていた[26]。また，湿度については，角層機能が環境湿度の変化に順応するには約1週間かかることが知られており，急性的な湿度の低下は皮膚バリアの恒常性を損なうことが報告されている[27]。したがって，恒常的な冷房使用による皮膚表面温低下や，エアコントロールされた室内と外の移動の繰り返しで急激な環境湿度の変化が起こることが，角層機能の恒常性維持に影響を及ぼしている可能性が考えられ，冷暖房の過使用を避けることが望ましいと考えられる。

本結果からは，良好な角層形成には，栄養素等の摂取や体温・代謝，血行動態などの内的（生体）環境，情動的要因などが複雑に絡み合い影響を及ぼしているものと考えられた。ただし，以上は女子学生という限定された集団を対象とした横断的な研究結果であり，加えて，肌状態と関連が深いと考えられている睡眠や喫煙，化粧やスキンケアとの関連については不明のままである。今後は，より多様なライフスタイルを有する女性集団を対象とした研究とともに介入研究等による検証が望まれる。

実験ボランティアの皆様に心より感謝します。本研究の一部は，科学研究費補助金基盤研究（C）（課題番号21500786）の助成により行われた。

文　　献

1) エレイン N. マリーブ（2007）人体の構造と機能，p. 99–100．医学書院，東京．
2) 傳田光洋（2008）皮膚は考える，p. 6–14．岩波書店，東京
3) 堺　章（2007）新訂目でみるからだのメカニズム，p. 166．医学書院，東京．
4) Boelsma E, van de Vijver L-PL, Goldbohm RA, Klöpping-Ketelaars IAA, Hendriks HFJ, Roza L（2003）Human skin condition and its associations with nutrient concentrations in serum and diet. *Am J Clin Nutr* **77**: 348–55.
5) 平井義和，二川朝世（2007）乾燥環境が皮膚に及ぼす影響．日本香粧品学会誌 **31**, 312–7.
6) 健康局総務課生活習慣病対策室（2009）平成19年国民健康・栄養調査結果の概要，p. 25–32. http://www.mhlw.go.jp/houdou/2008/12/dl/h1225-5d.pdf
7) OCN ブリエ（2008）ブリエ白書「健康に関するレポート」，http://briller.ocn.ne.jp/hakusho/health_05/
8) 武田克之，原田昭太郎，安藤正典監修（2001）化粧品の有用性 評価技術の進歩と将来展望，p. 92–94. 薬事日報社，東京．
9) 岩崎泰夫（2008）化粧品の将来と課題．科学と生物 **46**, 346–51.
10) 永井成美，坂根直樹，森谷敏夫（2005）朝食欠食，マクロニュートリエントバランスが若年健常者の食後血糖値，満腹感，エネルギー消費量，及び自律神経活動へ及ぼす影響．糖尿病 **48**, 761–70.
11) Nagai N, Sakane N, Fujishita A, Fujiwara R, Kimura T, Kotani K, Moritani T（2007）The −3826 A→G variant of the uncoupling protein-1 gene diminishes thermogenesis during acute cold exposure in healthy children. *Obes Res Clin Pract* **1**: 99–107.
12) Matsumoto T, Miyawaki C, Ue H, Kanda T, Yoshitake Y, Moritani T（2001）Comparison of thermogenic sympathetic response to food intake between obese and non-obese young women. *Obes Res* **9**: 78–85.
13) 永井成美，坂根直樹，森谷敏夫（2008）レモン，グレープフルーツが自律神経活動動態に及ぼす効果．肥満研究 **14**, 17–24.
14) 末木一夫（2004）脂溶性ビタミン：美容食品の開発と展望（猪居　武監修），p. 80–84. シーエムシー出版，東京．
15) 厚生労働省（2009）日本人の食事摂取基準（2010年版）．p. 118–123, http://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/05/dl/s0529-4i.pdf
16) 佐々木敏，等々力英美（2002）EBN 入門―生活習慣病を理解するために―（第2版）．p. 17–20，第一出版，東京．
17) Boelsma E, Hendriks HFJ, Roza L（2003）Nutritional skin care: health effects of micronutrients and fatty acids. *Am J Clin Nutr* **73**: 853–64.
18) エリアン・ラティ（1995）植物性セラミドとその応用の現状．*Fragrance Journal* **23**, 81–9.
19) 永井成美，川勝祐美，村上智子，小橋理代，有田美知子，坂根直樹，森谷敏夫（2008）食事の改善と運動が若年女性の体組成と冷え感に及ぼす効果．肥満研究 **14**, 235–43.
20) Robertson D（2007）高橋　昭，間野忠明監訳，ロバートソン自律神経学，原著第二版，p. 131–3，エルゼビア・ジャパン，東京．
21) 宮本教雄，青木貴子，武藤紀久，井奈波良一，岩田弘敏（1995）若年女性における四肢の冷え感と日常生活の関係．日本衛生学雑誌 49, 1004–12.
22) 三浦友美，交野好子，住本和博，金山尚裕（2001）青年期女性の「冷え」の自覚とその要因に関する研究．母性衛生 42, 784–9.
23) Sadakata M, Yamada Y（2007）Perception of foot temperature in young women with cold constitution: Analysis of skin temperature and warm and cold sensation thresholds. J Physiol Anthropol 26: 449–57.
24) Garg A, Chren MM, Sands LP, Matsui MS, Marenus KD, Feingold KR, Elias PM.（2001）Psychological stress perturbs epidermal permeability barrier

homeostasis: implications for the pathogenesis of stress-associated skin disorders. *Arch Dermatol* **137**: 53–9.

25) Choi EH, Demerjian M, Crumrine D, Brown BE, Mauro T, Elias PM, Feingold KR (2006) Glucocorticoid blockade reverses psychological stress-induced abnormalities in epidermal structure and function. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* **291**: R1657–62.

26) Denda M, Sokabe T, Fukumi-Tominaga T, Tominaga M (2007) Effects of skin temperature on epidemal permeability barrier homeostasis. *J Invest Dermatol* **127**: 654–9.

27) Sato J, Denda M, Chang S, Elias PM, Feingold KR (2002) Abrupt decreases in environmental humidity induce abnormalities in permeability barrier homeostasis. *J Invest Dermatol* **119**: 900–4.

付表　生活習慣調査項目[a, b]

項　目	質　問	回答方法(選択肢または記述)
食事	1. 食事について。欠かさず食べる食事には○，時々抜ける食事には△，いつも食べない食事には×，わからないものには？を記入してください。	1. (1) 平日：朝食(　)，昼食(　)，夕食(　) (2) 休日：朝食(　)，昼食(　)，夕食(　)
	2. 平日の食事時間を記入してください。	2. 朝食：〔 〕時くらい，昼食：〔 〕時くらい，夕食：〔 〕時くらい
	3. アルバイトなどで夕食が不規則になることがありますか？	3. ①ある，②ない，③どちらともいえない，④わからない (①については頻度を回答)
	4. 間食と夜食[c]について。(　)に，毎日食べる場合には○，時々食べる場合には△，食べない場合には×，わからない場合は？を記入してください。	4. (1) 平日の間食(　)，夜食(　) (2) 休日の間食(　)，夜食(　) (○，△については，具体的な食品名を回答)
	5. ファーストフードやテイクアウトを利用することがありますか？	5. ①利用する，②利用しない，③どちらともいえない，④わからない (①については頻度と具体的な食品名を回答)
飲酒・喫煙	1. お酒を飲みますか？	1. ①飲む，②飲まない，③どちらともいえない，④わからない (①についてはアルコールの種類，頻度，量を回答)
	2. タバコを習慣的に吸っています(いました)か？	2. ①吸っている，②以前吸っていた，③吸っていない，④どちらともいえない，⑤わからない (①，②については頻度と本数を回答，②についてはやめてからの年・月数を回答)
運動	1. 運動の習慣はありますか？(※通学の自転車・徒歩は含みません)	1. ①ある，②ない，③どちらともいえない，④わからない (①については頻度と運動の種類・1回あたり時間を回答)
	2. 休日に体を動かすことが多いですか？	2. ①はい，②いいえ，③どちらともいえない，④わからない
	3. 通学手段と時間を教えてください(片道)	3. 徒歩〔 〕分，自転車〔 〕分，バス〔 〕分，電車〔 〕分
休養(睡眠)	1. 睡眠時間はどのくらいですか？	1. (1) 平日：平均〔 〕時間〔 〕分， (2) 休日：平均〔 〕時間〔 〕分
	2. 睡眠は充分とれていると感じていますか？	2. ①はい，②いいえ，③どちらともいえない，④わからない
	3. 就寝時間は何時くらいですか？	3. (1) 平日：午前・午後〔 〕時〔 〕分， (2) 休日：午前・午後〔 〕時〔 〕分
	4. 徹夜・半徹夜をすることがありますか？	4. ①ある，②ない，③どちらともいえない，④わからない (①については頻度を回答)
心理状態	1. 生活に時間のゆとりがありますか？	1. ①はい，②いいえ，③どちらともいえない，④わからない
	2. 毎日楽しい気分で過ごしていますか？	2. ①はい，②いいえ，③どちらともいえない，④わからない
	3. イライラすることがありますか？	3. ①はい，②いいえ，③どちらともいえない，④わからない
	4. 現在何か不安(心配)なことがありますか？	4. ①はい，②いいえ，③どちらともいえない，④わからない
体調	1. 性周期(月経)は規則的ですか？	1. ①規則的，②ほぼ規則的，③やや不規則，④不規則，⑤わからない
	2. アレルギー体質と医師に診断されたことはありますか？	2. ①はい，②いいえ，③どちらともいえない，④わからない (①については，何のアレルギーかを回答)
	3. お通じは毎日ありますか？	3. ①毎日ある，②毎日ではないが定期的にある，③時々便秘をする，④わからない
生活環境	1. たばこの煙を吸う(受動喫煙する)場所にいることが多いですか？	1. ①はい，②いいえ，③どちらともいえない，④わからない
	2. 冷房または暖房のきいたところにいることが多いですか？	2. (1) 家の外(大学・アルバイト先など)：①はい，②いいえ，③どちらともいえない，④わからない (2) 家の中(主に自室)：①はい，②いいえ，③どちらともいえない，④わからない
	3. 日中，紫外線を浴びることがありますか。	3. ①ある，②ない，③どちらともいえない，④わからない (①については，1日に何分くらい浴びているかを回答)
化粧・スキンケア	1. ファンデーション(パウダー、リキッドなど)を使うのはどのくらいの頻度ですか？	1. ①毎日，②2～3日に1度，③週に1度まで，④使わない，⑤特別な日だけ，⑥わからない
	2. 1日に何回洗顔をしますか？	2. ①朝のみ，② 夜のみ，③朝と夜，④しない，⑤わからない
	3. 洗顔後のスキンケアをしていますか？	3. ①朝のみ，② 夜のみ，③朝と夜，④しない，⑤わからない (①～③については，ケアの方法を回答；例：化粧水のみ，化粧水＋乳液)
	4. エステまたはマッサージに通っていますか？	4. ①はい，②いいえ，③どちらともいえない，④わからない

[a] 最近の1か月間の生活について回答するよう依頼した。
[b] 学生のみが対象であるため，平日とは「学校に行く日」，休日とは「学校に行かない日」と定義した。
[c] 間食は「朝食と昼食の間または昼食と夕食の間に口にする飲食物」，夜食は，「夕食から寝るまでに口にする飲食物」と定義した。

J Jpn Soc Nutr Food Sci **63**: 263–270 (2010)

Original Paper

Skin Condition and Its Associations with Nutrient Intake, Energy Expenditure and Autonomic Nervous System Activity in Young Women

Narumi Nagai,*[,1,2] Miyuki Hishikawa,[2] Nobu Mitani,[3] Ruiko Nakanishi,[3] Shiori Wakisaka,[2,4] Yukina Yamamoto,[2] Masako Ikeda,[2] Riyo Kobashi,[2] Naoki Sakane,[5] and Toshio Moritani[6]

(Received December 8, 2009; Accepted September 1, 2010)

Summary: The objective of this cross-sectional study was to evaluate whether nutritional and physiological factors are associated with the skin condition of young women. Data on skin condition, physiological measurements, dietary intake of nutrients (2 days), mental condition, and lifestyle were obtained from 54 female students (aged 20–22 yr) without coexisting skin disease. Skin condition and physiological parameters (body temperature, energy expenditure, and autonomic nervous system [ANS] activity) were measured using noninvasive techniques. Statistically significant associations were found between area of epidermal corneocytes and energy metabolism and between the degree of hydration and dietary intake of vitamins A and B_1, and the activity of the sympathetic nervous system. Associations were also observed between barrier function measured as transepidermal water loss and dietary intake of carbohydrate, vitamin B_1, and vegetables. Mental condition and the use of air conditioners were also associated with skin condition. Our data suggest that nutritional factors as well as a higher level of metabolism and ANS activity affect skin condition in young women.

Key words: epidermal function, food record, body temperature, resting energy expenditure, autonomic nervous system

* Corresponding author (E-mail: nagai@shse.u-hyogo.ac.jp)
[1] Department of Food Science and Nutrition, School of Human Science and Environment, University of Hyogo, Hyogo 670–0092, Japan
[2] Department of Nutritional Science, Facility of Health and Welfare, Okayama Prefectural University, Okayama 719–1197, Japan
[3] Health Science R&D Laboratories, Pola Chemical Industries Inc., Yokohama 244–0812, Japan
[4] Graduate School of Human Science and Environment, University of Hyogo, Hyogo 670–0092, Japan
[5] Division of Preventive Medicine, Clinical Research Institute, National Hospital Organization Kyoto Medical Center, Kyoto 612–8555, Japan
[6] Laboratory of Applied Physiology, Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Kyoto 606–8501, Japan