

原 著

## 20歳代から50歳代成人における肥満と皮膚との関係

Skin physiology and skin manifestations and relationship to degree of obesity in Japanese subjects aged between 20 and 59 years

須釜 淳子<sup>1, 2)</sup>, 繁田 佳映<sup>2)</sup>, 福田 汐里<sup>3)</sup>, 松尾 淳子<sup>1)</sup>  
北川 敦子<sup>2)</sup>, 紺家 千津子<sup>4)</sup>, 村澤 恵理<sup>5)</sup>, 瀬藤 美帆<sup>5)</sup>  
岡田 美幸<sup>6)</sup>, 松岡 奈緒美<sup>7)</sup>

Junko Sugama<sup>1)</sup>, Yoshie Shigeta<sup>2)</sup>, Shiori Fukuda<sup>3)</sup>, Junko Matsuo<sup>1)</sup>  
Atsuko Kitagawa<sup>2)</sup>, Chizuko Konya<sup>4)</sup>, Eri Murasawa<sup>5)</sup>, Miho Sedo<sup>5)</sup>  
Miyuki Okada<sup>6)</sup>, Naomi Matsuoka<sup>7)</sup>

1) 金沢大学医薬保健研究域保健学系臨床実践看護学講座

2) 金沢大学医薬保健研究域附属健康増進科学センター

3) 九州大学病院看護部, 4) 金沢医科大学看護学部, 5) 金沢大学附属病院

6) 新潟県立病院看護部, 7) 社会医療法人財団 慈泉会相澤病院看護部

1) Department of clinical nursing, institute of medical, pharmaceutical and health sciences, Kanazawa university

2) Wellness promotion science center, institute of medical, pharmaceutical and health sciences, Kanazawa university

3) Department of nursing, Kyusyu university hospital

4) Department of nursing, Kanazawa medical university

5) Department of nursing, Kanazawa university hospital

6) Department of nursing, Niigata prefectural hospital

7) Department of nursing, Aizawa hospital

### キーワード

肥満, 肌理 (きめ), マイクロスコープ, 皮膚バリア機能

### Key words

obesity, skin texture, microscope, stratum corneum barrier function

### 要 旨

肥満と皮膚の形態、生理機能との関連を明らかにするために、対象者の腹部皮膚の拡大画像の撮影、皮膚の生理機能 (pH、角質水量、経皮水分喪失) 測定、身体計測を行った。また、健康診査結果からメタボリックシンドローム関連血液生化学指標を収集した。対象者は20~50歳代の男女でかつ、2009年度の健康診査を受けた職業人、メタボリックシンドローム外来通院中の患者の計113名である。共分散分析の結

果、肥満に関する指標が高くなると角質水分量および凹みが低下することが明らかになった。以上より、肥満者の皮膚に対する保湿ケアの必要性が示唆された。

## Abstract

To identify the relationship of skin physiology and skin manifestations to degree of obesity, a cross-sectional, multisite study of 113 Japanese subjects aged between 20 and 59 years was conducted. Skin pH, water content of the stratum corneum, transepidermal water loss, and microscopic images were measured noninvasively of each patient's abdomen. Simultaneously, anthropometric measurements were collected, and biochemical data associated with metabolic syndrome were collected from the health records in 2009. On analysis of covariance, the degree of obesity was significantly correlated with water content of the stratum corneum and area of roughness. These results suggest that moisturizing is needed to keep skin healthy in obesity.

## はじめに

肥満はメタボリックシンドロームの第一要因というだけでなく、内部組織の機能や構造を変化させ、糖尿病、脳血管疾患、心疾患など健康を脅かす要因として一般に周知されている。肥満が皮膚に及ぼす影響としては、近年の海外研究により肥満に伴い皮膚のバリア機能が低下する<sup>1)</sup>ことや発汗量が増加すること<sup>2)</sup>、リンパ管の流れが不良になること<sup>1)</sup>など生理機能の変化が起こることが報告されている。一方、形態的变化では、足底部の過剰角化、黒色表皮腫、などの特異的な所見が報告されている<sup>3)</sup>。これら明らかな機能的変化や特異的な形態的变化が起こるのであれば、皮膚形態の基本構造である皮溝・皮丘にも変化があると考えられるが、明らかにはされていない。

そこで、本研究の目的は皮膚に影響を及ぼすと考えられる肥満と皮溝・皮丘形態、ならびに皮膚生理機能との関係を明らかにすることにある。

## 研究方法

1. 研究デザイン：研究デザインは横断研究である。

2. 調査対象者：対象者は20～50歳代の男女でかつ、機縁法で協力の得られた以下の集団から本研究参加に書面にて同意した者とした。①A銀行健康保険管理組合が管轄する金沢市内の銀行に勤務する者、②B大学に勤務する教職員、③金沢市内の病院に開設されているメタボリックシンドローム外来通院者、④金沢市内の病院に勤務する事務職員と看護師である。対象者の選定にあたり測定部位に皮膚病変のある者を除外した。

### 3. 調査項目

調査項目は、肥満指標、皮膚の形態と機能、基

本属性である。肥満指標には、身体計測値と血液生化学データを用いた。皮膚の形態と機能に関する項目は、臍左横3センチの皮膚を測定部位とし、各指標を計測した。基本属性として性別と年齢区分を問診した。肥満指標、皮膚の形態と機能、基本属性は2009年10月～11月に調査したが、血液生化学データについては記録類から情報を収集した。メタボリックシンドローム外来通院者は身体計測日に最も近い日に採血したデータを診療録から収集した。それ以外の対象者については、2009年7月から10月に実施された健康診断データから情報を収集した。

### 4. 調査手順

1) 調査の説明と書面による同意取得後、基本属性に関する問診を行った。

2) 身体計測を身長、体組成、腹囲の順に行った。

3) 皮膚の生理機能の測定を経皮水分蒸散量、角質水分量、pHの順に行った。

4) マイクロスコープの画像解析用を正確にするために測定部位に水性黒絵具を塗布し、マイクロスコープで皮膚の撮影を行った。

5) 汎用超音波画像診断装置を用いて皮下脂肪厚を測定した。

以上、3～5)の測定項目については、3回ずつ測定した。

### 5. 測定用具

1) 皮膚の形態：120倍レンズのマイクロスコープ(i-Scope USB 2.0、株モリテックス)を使用した。光源は白色LED、有効画素数は1,280(H)×1,024(V)である。

2) 画像解析：画像解析ソフト(kobalab)を使用した。皮溝の状態をピクセルを用いて数値化

するプログラムである。具体的には、まずマイクロスコプのRGB画像をグレースケールに輝度変換をする。次に十字二値化を用いて画像内の皮溝に相当する部分を黒、それ以外を白に表示させる。最後に、黒に置換された点のデータを線、つまり皮溝として表示させるために、短直線マッチングを行い、主要皮溝を抽出する。このプログラムの信頼性と妥当性は検証されている<sup>4)</sup>。

3) 経皮水分蒸散量：VapoMeter (Delfin、フィンランド) を使用した。プローブの開口部を皮膚に押し当てることで、チャンバー内が閉鎖状態となり、皮膚表面から蒸散してくる水分によって絶対湿度が上昇する。この上昇する絶対湿度変化量より経皮水分蒸散量 (TEWL) を算出する。また、閉鎖チャンバー内容積を小さくすることで外気の変動による影響を抑え、誤差の少ない測定が可能であり、本機器の信頼性と妥当性は検証されている<sup>5)</sup>。

4) 角質水分量：Corneometer<sup>®</sup> CM825 (Courage+Khazaka、ドイツ) を使用した。角質水分量の測定深度は30~40  $\mu\text{m}$ の角質層である。原理は、静電容量法を基礎としており、皮膚の水分量変化に伴う誘電率の変化をとらえている。測定精度は $\pm 3\%$ 、数値は0~120の相対値表示であり、数値の目安としては20が乾燥、120が飽和状態である。更に、この方法による測定は瞬時にかつ無侵襲的な測定が可能である。また、様々な皮膚病変の角質水分量の測定に用いられており、信頼性と妥当性は検証されている<sup>6)</sup>。

5) pH：Skin-pH-meter<sup>®</sup> PH900 (Courage+Khazaka、ドイツ) を使用した。測定原理は測定電極と参照電極が一体化された混合電極がガラス膜に包まれ、それに隣接するイオン透過膜を介して皮膚表面に接続され、皮膚表面で直接pHの

測定ができるようになっている。このpH計の信頼性と妥当性は検証されている<sup>7)</sup>。

6) 体組成：マルチ周波数体組成計 (MC-190、株式会社タニタ社製) を使用した。この機器は、生体組織の電気抵抗値 (生体インピーダンス) を測定することで、体脂肪率などの体組成を推定する方法 (BIA法) を用いている。生体組織において、脂肪組織はほとんど電気を通さないが、筋肉などの電解質を多く含む組織は電気を通しやすい性質がある。電気抵抗を測ることで脂肪とその他の組織の割合を推測している<sup>8)</sup>。

7) 皮下脂肪厚：汎用超音波画像診断装置 (SSD-500, ALOKA CO., LTD) で、周波数7.5 MHz、接触子はリニア型を使用し、Bモードで観察した。この超音波と同機種を用いた皮下脂肪の損傷判定の有効性については紺家ら<sup>9)</sup>により報告されており、信頼性と妥当性は検証されている。

## 6. 分析方法

1) 数量データについては、はずれ値を除去後、3回の平均値を分析に使用した。基礎情報、肥満に関する調査項目は記述統計を行った。

2) 皮膚形態：画像解析プログラムを用いて、皮溝平均太さ、太さ分散、皮溝の間隔、皮溝の平行度を数値化した。さらに、皮膚表面上に絵具が付着し、画像解析後に皮丘上に黒く抽出された部分を皮膚表面上の凹みとしてとらえ本研究の変数とした。図1で示す独自の処理にしたがいピクセル数をAdobe Photoshop Elements 6.0を用いて計測し、凹みを算出した。それぞれの数値は大きくなるほど、皮溝が太く、間隔が広く、平行となり、皮丘上の凹みが多くなることを意味する。

### 3) 肥満と皮膚所見との関係

肥満指標と皮膚指標との関係をspearman順位

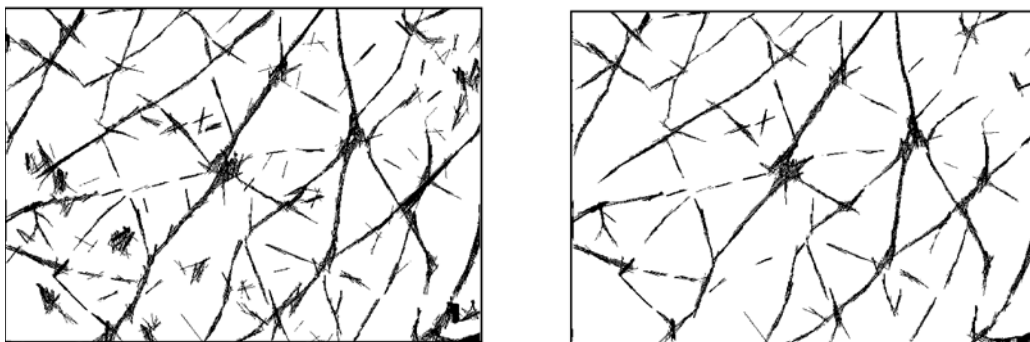


図1 凹みの数量化

左：皮溝と凹みのある2値化画像、右：左の画像から凹みを消去した2値化画像  
左右画像の黒色のピクセル数の差を凹みの数量値とした

相関により評価し、 $p < 0.15$ で相関している組み合わせを抽出した。次に、候補となった皮膚指標を従属変数、肥満指標を独立変数、年齢、性別を共変量とし共分散分析を行った。統計ソフトはJMP 8.0を用いて行い、有意水準は $p = 0.05$ とした。

### 7. 倫理的配慮

本研究は金沢大学医学倫理委員会の承認を受けて実施した (HS21-14-2)。

## 結 果

### 1. 対象者の基本属性と肥満指標

調査対象者は、銀行勤務者63名、②大学教職員43名、③メタボリックシンドローム外来通院者4名、④病院職員6名の計116名であった。分析にあたり不鮮明な画像で解析できなかった者を除外すると有効対象者数は113名であった。性別は男性59名 (52.2%)、女性54名 (47.5%)、年齢区分は20歳代36名 (31.9%) が最も多く、次いで40歳代30名 (26.5%) が多かった。またBMI25以上の者は、33名 (29.2%) であった (表1)。

対象者の肥満およびメタボリックシンドローム関連指標を表2に示した。HDL、TG、血圧、血糖値はメタボリックシンドローム基準に該当しな

かった。(表2)。

### 2. 対象者の皮膚の形態とバリア機能

マイクロスコープ画像をもとに数値化された皮膚形態指標および皮膚バリア機能指標の記述統計を表3に示した。皮膚バリア機能の各変数においてドライスキンを示すものはなかった。

表2 対象者の肥満およびメタボリックシンドローム関連指標 N=113

指標		平均値 (標準偏差)
BMI	kg/m <sup>2</sup>	22.6 ( 4.4)
体脂肪率	%	23.7 ( 7.3)
脂肪量	kg	15.3 ( 7.8)
部位別脂肪率	%	23.5 ( 7.8)
腹囲	cm	80.0 (13.2)
脂肪厚	mm	10.1 (10.0)
収縮期血圧	mmHg	120.1 (16.2)
拡張期血圧	mmHg	76.5 (12.7)
HDL	mg/dL	64.3 (16.4)
LDL	mg/dL	115.3 (30.9)
TG	mg/dL	89.8 (67.1)
血糖	mg/dL	92.3 (17.3)
HbA1c	%	5.2 ( 0.5)

表1 対象者の基本属性 N=113

変数	分類	N (%)
性別	男	59 (52.2)
	女	54 (47.5)
年齢区分 (歳)	20-29	36 (31.9)
	30-39	26 (23.0)
	40-49	30 (26.5)
	50-59	21 (18.6)
BMI区分 (kg/m <sup>2</sup> )	≤18.4	19 (16.8)
	18.5-24.9	61 (54.0)
	25.0-29.9	28 (24.8)
	≥30	5 ( 4.4)

表3 対象者の皮膚の形態およびバリア機能

皮膚形態		平均値 (標準偏差)
皮膚形態		
皮溝太さ		7.3 ( 1.3)
皮溝太さ分散		31.2 ( 12.0)
皮溝間隔		30.5 ( 6.3)
皮溝平行度		21.7 ( 4.1)
凹み		6648.5 (3832.9)
TEWL	g · m <sup>-2</sup> · h <sup>-1</sup>	11.0 ( 5.6)
角質水分量		32.5 ( 9.8)
pH		5.0 ( 0.5)

表4 肥満指標 (全身関連) と皮膚バリア機能・形態指標との関連

	TEWL		角質水分量		pH		太さ		太さ分散		間隔		平行		凹み	
	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$
BMI	0.058	0.539	-0.230	0.014	-0.148	0.115	-0.068	0.477	-0.067	0.483	0.220	0.020	0.227	0.016	-0.196	0.038
体脂肪率	0.028	0.771	-0.167	0.078	0.192	0.039	0.043	0.653	0.010	0.914	0.171	0.072	0.180	0.059	-0.179	0.057
脂肪量	0.039	0.681	-0.195	0.038	0.011	0.909	-0.010	0.913	-0.026	0.788	0.194	0.041	0.216	0.023	-0.211	0.025
HDL	0.005	0.958	0.180	0.077	0.033	0.742	-0.059	0.566	-0.015	0.884	-0.130	0.206	0.080	0.440	0.209	0.039
LDL	-0.156	0.125	-0.115	0.258	0.156	0.102	0.028	0.790	-0.014	0.895	0.081	0.430	-0.005	0.958	-0.188	0.064
TG	-0.029	0.782	-0.184	0.071	-0.105	0.298	0.072	0.487	0.065	0.533	0.103	0.320	-0.057	0.586	-0.168	0.100
HbA1c	0.021	0.850	-0.050	0.652	-0.020	0.859	-0.034	0.766	-0.047	0.679	-0.053	0.637	-0.050	0.657	-0.204	0.065

表5 肥満指標（局所関連）と皮膚バリア機能・形態指標との関連

	TEWL		角質水分量		pH		太さ		太さ分散		間隔		平行		凹み	
	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$
部位別脂肪率	0.011	0.915	-0.152	0.121	0.154	0.121	0.003	0.973	-0.030	0.763	0.156	0.115	0.161	0.102	-0.129	0.198
脂肪厚	0.031	0.747	-0.294	0.002	0.107	0.254	-0.039	0.685	-0.067	0.483	0.052	0.585	0.212	0.026	-0.076	0.422
腹囲	0.058	0.541	-0.193	0.041	-0.192	0.039	-0.028	0.770	-0.029	0.762	0.190	0.046	0.125	0.191	-0.133	0.159

表6 共分散分析結果

	TEWL		角質水分量		pH		間隔		平行		凹み	
	F	$P$	F	$P$	F	$P$	F	$P$	F	$P$	F	$P$
BMI			1.620	0.060	0.674	0.925	0.728	0.871	1.240	0.249	0.455	0.998
体脂肪率			0.733	0.844	0.930	0.612	0.498	0.998	1.000	0.526	1.205	0.323
脂肪量			1.447	0.222			0.771	0.772	0.868	0.673	2.028	0.068
HDL			0.855	0.705							1.026	0.468
LDL	0.613	0.953			0.824	0.750					1.517	0.105
TG			0.734	0.852							2.038	0.016
HbA1c											0.868	0.617
部位別脂肪率			1.338	0.301	0.691	0.833	0.639	0.877	1.163	0.418		
脂肪厚			1.094	0.385					0.984	0.533		
腹囲			3.623	0.038	1.087	0.516	0.292	0.996				

### 3. 肥満指標と皮膚との関連

肥満指標（全身関連）と皮膚との順位相関を表4に示した。p < 0.15で皮膚バリア機能と相関していた指標は、TEWLとLDL、角質水分量とBMI、体脂肪率、脂肪量、HDL、TG、pHとBMI、体脂肪率、LDLであった。また、p < 0.15で皮膚形態と相関していた指標は、間隔とBMI、体脂肪率、脂肪量、平行とBMI、体脂肪率、脂肪量、凹みとBMI、体脂肪率、脂肪量、HDL、LDL、TG、HbA1cであった。

肥満指標（局所関連）と皮膚との順位相関を表5に示した。p < 0.15で皮膚バリア機能と相関していた指標は、角質水分量と部位別脂肪率、脂肪厚、腹囲、pHと部位別脂肪率、腹囲であった。また、p < 0.15で皮膚形態と相関していた指標は、間隔と部位別脂肪率、腹囲、平行と部位別脂肪率、脂肪厚であった。

上述から抽出された指標に対し、独立変数を肥満指標（全身関連または局所関連）、従属変数を皮膚バリア機能または形態指標、共変量を性別・年齢として共分散分析を行った（表6）。角質水分量は腹囲と有意に相関し（p = 0.038）、BMIと関連する傾向を示した（p = 0.060）。また、凹みはTGと有意に相関し（p = 0.016）、脂肪量と関連する傾向を示した（p = 0.068）。

### 考 察

成人を対象に肥満と皮膚の形態および生理機能との関連を検討した。その結果、肥満の程度と角質水分量、皮丘の凹みが有意に関連していた。肥満と皮膚生理機能との関係については、肥満者はドライスキンであるという報告<sup>1)</sup>があり、今回の角質水分量の低下と一致している。今回初めてBMI25~39の肥満者の皮膚の形態をマイクロ스코プにて画像を獲得し、数量化を試み、肥満の程度が増すほど、皮膚の凹みが減少することが明らかになった。つまり痩せているほど増加することになる。皮膚表層に黒色絵具が残る程度の微細な傷があることが考えられるが、120倍のマイクロスコプを使用しても、明らかな傷は実証できなかった。今回は独自に考案したパラメータのため、今後さらなる検討が必要である。一方、肥満になると生じる皮溝・皮丘の形態変化は明らかとはならなかった。肥満と皮膚の形態との関係については、減量手術を受けたBMIが40以上の肥満者の腹部皮膚の組織学的所見において膠原線維と弾性線維の変性を報告するものがある<sup>11, 12)</sup>。本調査の肥満者33名のうち28名のBMIは25.0 - 29.9であり、過去の文献と比較し程度が軽度であった。この違いが今回の結果に影響したと考える。

本研究の結果から、肥満指標増加に伴い角質水分量が低下するということが示唆された。皮膚の最外層である角層がバリアとして水分保持機能を

発揮して初めて身体内部の乾燥を防ぎ、細胞の生命活動を活性化させている<sup>13)</sup>ので、肥満者のスキンケアにおいては十分な保湿が重要であるといえる。さらに、近年男性では肥満者が10年前と比べて増加し、女性では20歳代の2割が低体重ということ<sup>14)</sup>より、脂肪増加や減少が皮膚の形態を変化させるという事実を肥満者の減量の動機付けや、低体重者の適正体重維持への意識変容に繋げていくことができると考える。

本研究の限界は、対象全体のBMIに偏りがあることで、測定した皮膚画像の数値化と対象者の属性を一般化することには限界があった。今後は、対象者を増やし、BMIの偏りがないようにする必要がある。また、血液採取日と皮膚指標採取日とに時間差があるためメタボリックシンドロームとの関連性についても言及できない。さらに、皮膚の形態または機能に影響を与える可能性がある要因として被験者の腹部に皮膚線状を生じさせる妊娠歴、肌の手入れ状況などの情報も含めた詳細な検討が今後は必要と考える。

## 結 論

20歳代から50歳代成人における肥満と皮膚の形態的特徴および生理機能を計測し、関係を分析した。その結果、肥満に関する指標が高くなると皮膚凹みが低下すること、また角質水分量が低下することが明らかになった。以上より、肥満者のスキンケアにおいて保湿の必要性が示唆された。

## 謝 辞

本研究の調査を行うにあたり、快く調査にご協力下さいました対象者の皆様、研究実施にあたりサポートいただきました各施設調査担当者各位に心より感謝申し上げます。また、データ収集、分析に協力した金沢大学医学部保健学科11期生五十嵐由香里さん、岡本綾子さん、高山直樹さん、山田真衣さんに深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) Yosipovitch G, DeVore A, Dawn A, et al. : Obesity and the skin : Skin physiology and skin manifestations of obesity. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 56 ( 6 ), 901 - 916, 2007
- 2) Löffler H, Aramaki JU, Effendy I : The influence of body mass index on skin susceptibility to sodium lauryl sulphate. *Skin Research*

*Technology*, 8, 19. 22, 2002

- 3) Garcia-Hidalgo L, Orozco-Topete R, Gonzalez-Barranco J, et al : Dermatoses in 156 obese adults. *Obes Res*. 7 ( 3 ), 299 - 302, 1999
- 4) Tanaka H, Nakagami G, Sanada H, et al. : Quantitative evaluation of elderly skin based on digital image analysis. *Skin Research Technology*, 14 ( 2 ), 192 - 200, 2008
- 5) De Paepe K, Houben E, Adam R, et al. : Validation of the VapoMeter, a closed unventilated chamber system to assess transepidermal water loss vs. the open chamber Tewameter. *Skin Research Technology*, 11, 61 - 69, 2005
- 6) 田上八郎 : 皮膚表面における水分計測—角層の機能検査—。 *皮膚臨床*, 25 ( 2 ), 151 - 158, 1983
- 7) Ehlers C, Lvens UI, Senderovitz T, et al. : Comparison of two pH meters used for skin surface pH measurement : the pH meter 'pH900' from Courage & Khazaka versus the pH meter '1140' from Mettler Toledo. *Skin Research Technology*, 7 ( 2 ), 84 - 89, 2001
- 8) 甲斐義浩, 村田伸, 大田尾浩他 : 地域在住高齢者女性の身体組成と身体機能との関係。 *理学療法科学*, 23 ( 6 ), 811 - 815, 2008
- 9) 紺家千津子, 真田弘美, 須釜淳子, 他 : 超音波画像による褥瘡の深度判定の有効性。 *日本褥瘡学会誌*, 1, 249 - 253, 1999
- 10) 今西修平 : はりとたるみのメカニズム、アンチエイジングシリーズ2 皮膚の抗老化最前線, 76 - 83, NTS, 東京, 2006
- 11) Light D, Arvanitis GM, Abramson D, et al. : Effect of weight loss after bariatric surgery on skin and the extracellular matrix. *Plastic and reconstructive Surgery*, 125 ( 1 ), 343 - 351, 2010
- 12) Orpheu SC, Coltro PS, Scopel GP, et al : Collagen and elastic content of abdominal skin after surgery weight loss. *Obes Surg*, 20, 480 - 486, 2010
- 13) 田上八郎 : 皮膚表面, 角層からみた皮膚科学。 *東北医誌*, 115, 7 - 12, 2003
- 14) 伊藤雅治, 上田響, 吉田易範, 他 : 保健と医療の動向, 財団法人 厚生統計協会編 : 国民衛生の動向, 55 ( 9 ), 82, 2008