2433 局所乾燥下での皮膚の非侵襲計測

Non-invasive measurement of the skin under the local drying condition

○ 煙山健仁 (芝浦工大) 中野敏生 (芝浦工大) 正 米田隆志 (芝浦工大) 正 小山浩幸 (芝浦工大)
 山本紳一郎 (芝浦工大) 舟久保熙康 (芝浦工大) 田上八朗 (東北大)

Takehito KEMURIYAMA, Takao NAKANO, Takashi KOMEDA, Hiroyuki KOYAMA, Shin-ichiroh YAMAMOTO,
 Hiroyasu FUNAKUBO, Shibaura Institute of Technology, 307 Fukasaku, Saitama
 Hachiro TAGAMI, Tohoku University

Key words : Drying Condition, Skin Hardness, Water Content, Atopic Dermatitis

1. はじめに

現在、皮膚の疾患は社会的な問題となっており、高齢者層では老人性乾皮症のような老化による様々な皮膚疾患が頻発し、若年者層では生活環境に皮膚が過敏に反応するアトピー性皮膚炎が急増している。アトピー性皮膚炎や老人性乾皮症は、温度変化や湿度変化などの環境変化によっても痒みが発症するといわれ、これまでに角層水分量を変化させた角層水和実験によって健康者とアトピー性皮膚炎者の水分量変化と皮膚硬さ変化について報告してきた¹⁾。

本報告では温度や湿度などの環境変化に着目し、局所的に皮膚を 15%以下の乾燥状態にしたときの皮膚性状を非侵襲に計測し、環境変化に対する皮膚挙動を比較することを目的とした。今回は、皮膚の非侵襲計測として角層水分量、皮膚硬さを計測した。

2. 方法

対象は 20 代の健康者とアトピー性皮膚炎者で、合計 10 名とした。測定部位は前腕屈側中央部とし、皮膚硬さの計測は手関節部を固定して行なった。計測は恒温恒湿室内で行ない、温度 23℃、湿度 30%に設定した。

局所的な乾燥状態は被験者の前腕部をグローブバックで覆い、内部に窒素ガスを注入することでグローブバック内の湿度を 15%以下とした。このとき、角層水分量と皮膚硬さの計測プローブをグローブバック内に挿入し、乾燥 10 分後に皮膚を非侵襲に計測した。

角層水分量の計測には静電容量測定法を用いた Corneometer CM820 (C+K 社製)を、皮膚硬さの計測には Venustron (AXIOM 社製)を使用した。Venustron は物質の音響インピーダンスの違いから求めた周波数変化量と押し込み荷重から皮膚硬さの評価ができる²⁾。計測プローブは触覚センサ、荷重センサ、および変位センサで構成され、直径は 4 mm である。プローブの動作は 57kHz で振動しながら皮膚を押し込み、押し込み荷重、変位と周波数変化量を計測する。押し込み速度は 3 mm/sec、押し込み深さは 3 mm に設定した。

3. 結果

局所的に皮膚を乾燥させたときの角層水分量、押し込み荷重と周波数変化量の代表例を図 1 から図 3 に示す。図 1 は男性健康皮膚、図 2 は女性健康皮膚、図 3 は男性アトピー

性皮膚の計測結果である。押し込み荷重曲線と周波数変化量曲線はヒステリシスカーブとなり、下側が戻り過程を示している。

局所的に乾燥させた 10 分後の皮膚は、通常時に比べて静電容量測定法を用いた角層水分量は変化しなかった。

局所乾燥 10 分後の皮膚は、通常時に比べて皮膚押し込み荷重は増加した。周波数変化量は変わらなかった。

男性健康皮膚、女性健康皮膚、アトピー性皮膚を比較すると、皮膚押し込み荷重は女性皮膚より男性皮膚が大きい傾向があった。

物質の音響インピーダンスの違いから求めた周波数変化量は減少するほど皮膚がやわらかく、周波数変化量がかわらないと皮膚が硬いと考えられる²⁾。周波数変化量を比較すると男性健康皮膚、女性健康皮膚、アトピー性皮膚の順でアトピー性皮膚が硬い傾向にあった。

男性健康皮膚は、押し込み荷重を指標とすると女性健康皮膚より硬く、周波数変化量を指標とすると女性健康皮膚よりやわらかいことが示された。

4. 考察

局所的に皮膚を乾燥させた場合、角層の水分が蒸散するため角層水分量は変化すると考えていたが、角層水分量は変化しなかった。今回使用した角層水分量計は静電容量測定法を用いており、角層表面ではなく、さらに深部を計測する可能性がある。このため、10 分間乾燥では角層水分量に変化があらわれなかったと考えられる。

局所乾燥後の皮膚押し込み荷重に違いがあらわれた。この現象は角層の水分が減少したことで皮膚が硬くなったと考えられ、角層水分量は変化しなかったが角層の水分は 10 分間乾燥によって蒸散したことが示唆される。

男性健康皮膚とアトピー性皮膚を比較すると、周波数変化量に差があらわれた。周波数変化量は物質によって減少率が異なるため、男性健康皮膚とアトピー性皮膚では皮膚の構成物質の割合が異なると考えられる。アトピー性皮膚のような乾燥皮膚は表皮由来の脂質であるセラミドが減少していることが報告されており³⁾、このことを非侵襲に計測できることが示唆された。また、男性健康皮膚と女性健康皮膚においても周波数変化量が異なることから、プローブ先端部と皮膚表面の張力や摩擦などの関係が周波数変化量に影響を与える可能性も示唆された。

Fig.1 Load-displacement curve and frequency change-displacement curve of healthy skin (male)

Fig.2 Load-displacement curve and frequency change-displacement curve of healthy skin (female)

Fig.3 Load-displacement curve and frequency change-displacement curve of atopic skin (male)

5. まとめ

局所的に湿度を 15%以下に低下させたときの皮膚挙動を非侵襲に計測する手法を考案し、静電容量測定法による角層水分量、皮膚押し込み荷重、音響インピーダンスの違いから求めた周波数変化量を計測した。

角層水分量は乾燥 10 分によって変化しなかったが、皮膚押し込み荷重が大きくなり、皮膚は局所的な乾燥によって硬くなることが示された。

男性健常皮膚とアトピー性皮膚で周波数変化量が異なることが示され、周波数変化量を指標とすることで角層の脂質の減少を非侵襲に計測できる可能性が示唆された。

謝辞

本研究の一部は文部科学省科学技術振興調整費「日常生活においてひふを守る総合研究」ならびに NEDO 産業技術フェローシップ事業によった。

参考文献

- 1) 小山浩幸、米田隆志ほか：皮膚の角層水分量と硬さの計測に関する研究 (第 2 報), 日本機械学会第 13 回バイオエンジニアリング講演会論文集, 218/219 (2001)
- 2) 尾股定夫、本岡則幸ほか：皮膚硬化度測定の進歩, 自己免疫疾患の臨床, 157/165 (1998)
- 3) 芋川玄爾：湿疹・皮膚炎群に対する外用剤の基礎と臨床, 日本臨床皮膚科医学会雑誌, 87/96 (1998)