

성인남자 두피의 피부표면지방 조성에 관한 연구

이화여자대학교 의과대학 피부과학교실

명 기 범

= Abstract =

Skin Surface Lipid Composition of Scalp in Adult Males

Ki Bum Myung

Department of Dermatology, College of Medicine, Ewha Womans University

The composition of skin surface lipids of scalp was studied by thin-layer chromatography and photodensitometry in 10 normal adult males.

The results are as follows :

- 1) In each of the subjects, the scalp skin surface lipids were composed of cholesterol, free fatty acid, triglyceride, wax ester, steryl ester, squalene and saturated hydrocarbon.
- 2) The average value of cholesterol was $3.0 \pm 0.78\%$, and free fatty acid $26.9 \pm 6.61\%$, triglyceride $18.4 \pm 6.62\%$, wax ester $24.3 \pm 4.58\%$, steryl ester $3.2 \pm 2.64\%$, squalene $17.1 \pm 2.67\%$, hydrocarbon $6.6 \pm 12.54\%$.
- 3) Free fatty acid/triglyceride ratio was 1.68 ± 0.76 .
- 4) Epidermal lipid(cholesterol + steryl ester)/sebaceous lipid(wax ester + squalene) ratio was 0.15 ± 0.06 .

These data show the distinctive feature of scalp skin surface lipids, namely the high sebaceous lipids content and low concentration of epidermal lipids.

서 론

사람의 피부표면지방(skin surface lipid)은 피지선에서 분비된 피지(sebum)와 표피세포가 각질화하는 과정에서 생성된 표피지방(epidermal lipid)으로 이루어져있다. 피부표면지방의 대부분은 피지선에서 분비되고 표피지방은 적은 부분을 차지한다. 사람의 피부표면지방은 free fatty acid, triglyceride, squalene, wax ester, steryl ester, free sterol로 구성되 있으며 이들중 squalene과 wax ester는 피지선에서만 생성된다¹⁾.

피부표면지방에 관한 연구의 초창기에는 가검물

을 비누화하고 자유지방산과 비누화할 수 없는 지방을 분리하여 실험함으로써 정확한 조성을 알수 없었으나 1956년 Nicolaides와 Forster²⁾가 중성지방을 silica원주를 사용하여 분리함으로써 좀더 정확한 조성분석이 가능하였다. 그러나 이러한 방법을 사용할 경우 많은 양의 지방을 필요로하여 Downing³⁾이 thin-layer chromatography densitometry를 도입함으로써 적은 양의 가검물을 가지고 정확한 분석을 할 수 있게 되었다.

피부표면지방의 생물학적 기능은 주로 피부의 보호작용을 하는 것으로 알려져 있으나 최근 연구에 의하면 지루성피부염 및 여드름의 병인론적 요소

로서 피지가 중요한 역할을 하며 흔한 질환인 건선, 아토피피부염 및 어린선에서도 지방대사이상을 보인다⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾. 이러한 피부질환의 병인규명과 적절한 예방 및 치료에 피부표면지방 조성의 변화를 분석하는 것이 중요하므로 이에 앞서 정상인의 피부표면지방 조성을 연구하는 것이 필요하다.

저자는 정상 성인 남자 두피의 피부표면지방 조성을 알아보기 위하여 두피에서 비극성 용제인 ethyl ether로 지방을 추출하여 thin-layer chromatography와 photo-densitometer를 이용하여 각 지방을 정량측정 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

피지선 및 피지와 관계되는 질환이 없는 20대와 40대 사이의 성인남자 10명을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

1) 피부표면지방의 수집

머리를 비누로 감은 후 두발용 화장품을 사용하지 않고 하루가 경과한 후 1000ml의 ethyl ether를 두피와 모발에 부어 대야에 받아 피부표면의 지방을 추출하였다.

Ethyl ether세척액에서 각질세포등 불순물과 세균을 제거하기 위하여 Millipore[®]로 여과한 후 다시 여과공의 크기가 0.45 μ m인 Micropore[®]로 재차 여과하였다. Rotary evaporator로 45 $^{\circ}$ C에서 ethyl ether를 완전히 증발시킨 후 분석을 시행할 때까지 -20 $^{\circ}$ C의 냉동실에 보관하였다.

2) 피부표면지방의 분석

각기 가검물을 hexane에 용해시켜 지방의 농도가 1mg/ml되게하여 지방의 조성을 thin-layer chromatography로 정량하였다. 25 μ m두께로 silica gel G를 입힌 20 \times 20cm의 유리판(E. Merk & Co., USA)을 125 $^{\circ}$ C에서 60분간 건조시켜 활성화시킨 후 6mm 간격으로 lane을 긋고 각 lane에 hexane에 녹인 피부표면지방을 5 μ l씩 떨어뜨렸다. 동시에 다른 lane에는 internal standard로 일정량의 methyl nerolate를 함유하고있는 hexane용액을 떨어뜨렸다. Chromatogram을 hexane과 toluene을 용매로하여 19cm 높이까지 차례로 chromatography하고 10분간씩 말린 후 hexane : ether : acetic acid(70 : 30 : 1)를 용매로하여 10cm 높이까지 두차례 반복하여 chromatography를 시행하였다. Chromatogram에 50% 황산용액을 뿌리고 말린다음, 220 $^{\circ}$ C에서 30분간 태워 생긴 띠(band)들을 photodensitometer(Photo-volt Co., USA)를 이용하여 정량분석 하였다.

Table 1. Composition of scalp skin surface lipid(percent of lipid)

Lipid Subject	CH	FFA	TG	WE	SE	SQ	HC
1	3.5	33.8	14.5	27.1	5.6	13.9	1.6
2	3.6	25.5	20.1	29.0	1.2	20.7	0
3	3.9	31.9	21.2	20.0	0	15.0	0
4	2.6	27.8	18.8	19.0	9.4	22.4	0
5	2.4	24.5	18.0	27.4	3.0	17.5	7.3
6	2.8	33.0	20.8	24.6	2.7	16.3	0
7	2.0	19.6	7.3	17.4	1.7	14.4	37.6
8	1.8	18.5	18.5	21.0	3.6	17.1	19.5
9	3.2	18.4	32.5	28.7	1.9	16.8	0
10	3.9	35.8	11.9	29.3	2.7	16.9	0
Mean	3.0	26.9	18.4	24.3	3.2	17.1	6.6
SD	0.78	6.61	6.62	4.58	2.64	2.67	12.54

CH : cholesterol
 TG : triglyceride
 SE : steryl ester
 HC : hydrocarbon
 FFA : free fatty acid
 WE : wax ester
 SQ : squalene

결 과

피부표면지방에서 cholesterol, free fatty acid, triglyceride, wax ester, steryl ester, squalene, hydrocarbon이 검출되었다.

추출한 피부표면지방의 조성은 cholesterol $3.0 \pm 0.78\%$, free fatty acid $26.9 \pm 6.61\%$, triglyceride $18.4 \pm 6.62\%$, wax ester $24.3 \pm 4.58\%$, steryl ester $3.2 \pm 2.64\%$, squalene $17.1 \pm 2.67\%$, hydrocarbon $6.6 \pm 12.54\%$ 이었다(Table 1).

Triglyceride에 대한 free fatty acid의 비율은 1.68 ± 0.76이었으며 wax ester와 squalene의 총량에 대한 cholesterol과 steryl ester총량의 비율은 0.15 ± 0.06 이었다(Table 2).

고 찰

피부표면에서 순수한 피지만을 채취할 수 없으므로 대부분의 피지에 관한 연구는 피지와 표피지방의 혼합체인 피부표면지방을 분석하는 경우가 많다. Free fatty acid, triglyceride, wax ester, squalene, steryl ester 및 cholesterol이 피부표면지방을 이루고 있으며 두피와 이마에는 피지선이 크고 숫적으로도 많아서 이들 부위에서 채취한 피부표면지방의 대

부분은 피지로 구성되어있는 것으로 알려져있으며 본 연구에서도 표피지방인 cholesterol과 steryl ester는 피부표면지방의 6.2%를 접하여 기존의 연구결과와 유사하다.

표피지방이 피부표면지방의 5%정도를 접하는 소량이지만 표피의 이상각화를 특징으로 하는 피부질환들에서는 표피지방의 변화가 중요한 의미를 가지므로 간과할 수는 없다. 표피지방은 표피세포내 lamellar body에서 유래하며 주로 cholesterol로 존재하는 sterols가 주성분이고 특히 sterol ester는 표피의 살아있는 세포보다 각질층에서 더 현저하며 유리 sterol과 esterified sterol은 표피세포가 분화함에 따라 증가한다⁹⁾¹⁰⁾.

피부표면지방의 대부분을 이루고있는 피지의 조성은 종사이에 차이를 보이며¹¹⁾, 이들조성은 피부표면지방의 수집방법¹²⁾, 개인¹³⁾, 연령¹⁴⁾, 신체부위¹⁵⁾에 따라 차이가 있다.

피지선은 손바닥, 발바닥 및 발등을 제외한 모든 피부에서 발견되며 특히 안면과 두피에 많아 그 수가 단위면적당 $400/\text{cm}^2 \sim 900/\text{cm}^2$ 에 이른다¹⁶⁾. 피지선의 변연부위에서 피지가 생성되기 시작하여 피지선포(sebaceous acini)의 중심부에 도달하는 때는 20~25일이 소요되며 이때 triglyceride, wax ester와 squalene은 발견되나 cholesterol과 steryl ester는 발견되지 않는다¹⁷⁾¹⁸⁾. Squalene과 wax ester는 피지선에서만 생성되며 cholesterol과 steryl ester는 표피에서만 생성된다¹⁹⁾. 그러나 Stewart등²⁰⁾은 사람의 피지선에서도 극소량의 cholesterol과 steryl ester가 존재함을 증명하였다.

갓 형성된 포유동물의 피지에는 단지 소량의 free fatty acid가 발견되며 대부분의 피부표면지방의 free fatty acid는 triglyceride의 지방분해 산물이며, 지방분해는 모낭내의 상재균으로 존재하는 coagulase음성의 호기성 구균과 혐기성 디프테로이드인 *Propionibacterium acnes*의 지방분해효소에 의하여 이루어지며 지방친화성 효모균인 *Pityrosporum*도 부분적으로 관여한다²¹⁾. Triglyceride와 free fatty acid는 표피세포가 각화하는 과정에서도 소량 생산된다⁹⁾.

Downing등²²⁾이 보고한 바에 의하면 이마 피부표면지방 중에서 triglyceride와 free fatty acid가 개 인간에 큰 차이를 보여주며 이는 triglyceride가 free

Table 2. Relative ratio between lipid components

Ratio Subject	FFA/TG	CH + SE/WE + SQ
1	2.33	0.22
2	1.27	0.10
3	1.51	0.09
4	1.48	0.29
5	1.35	0.12
6	1.59	0.13
7	2.67	0.12
8	1.00	0.14
9	0.57	0.12
10	3.01	0.15
Mean	1.68	0.15
SD	0.76	0.06

FFA : free fatty acid TGO : triglyceride
 CH : cholesterol SE : steryl ester
 WE : wax ester SQ : squalene

fatty acid로 가수분해되는 정도에 기인한다고 하였다. 본 연구에서도 free fatty acid와 triglyceride의 개인차가 심하였다. 본 연구에서 free fatty acid/triglyceride 비율이 1.68 ± 0.76 으로 Lewis와 Hayward²³⁾ 및 Nicolaides와 Forster²⁾의 각기 0.93과 1.1에 비해 높은 수준이었다.

피지분비기능은 연령과 성에 따라 차이가 있어 어린이에서 피지분비량이 낮으나 androgen의 영향으로 10대중반에서 증가하기 시작하여 10대후반까지 지속되며, 10대후반이 되면 노년까지 큰 변화 없이 지속되어 남자에서는 피지분비량이 80세까지 거의 변화가 없으나 여자에서는 폐경기이후에는 별 변화없다²⁴⁾.

소아기에서 피지분비가 증가하기 시작하면서 성인이 될 때까지 피지선에서 분비되는 wax ester와 squalene의 양이 증가하여 상대적으로 표피지방인 sterol과 steryl ester의 비율은 감소한다¹⁴⁾.

Ramasasthy¹⁴⁾이 hexane을 이용한 swab 방법으로 이마에서 채취한 피부표면지방의 분석결과를 종합하여 보면 2~4세에서 sterol+steryl ester/squalene+wax ester비율이 0.92이던 것이 점차 감소하여 18~40세 성인에서는 0.1로 감소하였다. 어린이와 성인에서 피부표면지방의 조성 차이가 있을뿐만 아니라 신체부위에 따라서도 차이가 있어 Greene¹⁵⁾이 hexane을 이용한 cup방법으로 성인의 신체 여러부위에서 행한 피부표면지방 조성검사에 의하면 피지분비가 많은 안면에서 sterol+steryl ester/squalene+wax ester의 비율이 0.11인데 반하여 피지분비가 적은 하지에서는 비율이 0.39로 높았다. 본 연구에서 cholesterol+steryl ester/squalene+wax ester비율이 0.15로 피지지방에 비해 표피지방이 점유하는 율이 낮음을 알 수 있으며 Greene¹⁵⁾이 이마에서 얻은 1.1과 차이를 보이는 것은 역시 신체부위에 따른 차이로 생각되며 또한 지방수집 방법의 차이와도 유관한 것으로 생각한다.

연구대상 10명중 4명에서 saturated hydrocarbon이 발견되었으나 이는 모발세제나 모발용화장품등에서 기인한 것으로 생각된다. Lewis²⁵⁾은 피부표면에서 발견되는 saturated hydrocarbon등 전적으로 외부에서 기원한다고 하였으나 Jacob²⁶⁾에 의하면 조류의 uropygial선 분비물내에 다량의 hydrocarbon이 발견되므로 사람의 피지에도 소량의 hydro-

carbon이 포함되었을 가능성도 있다고 할 수 있다.

피부의 병적인 상태로 피부표면지방의 조성변화를 일으킬 수 있다. 여드름⁷⁾에서 triblyceride가 감소하고 free fatty acid가 증가하며 지루성피부염⁴⁾에서는 피지의 생성율은 증가하지 않으나 cholesterol ester, triglyceride 및 saturated hydrocarbon의 상대적 양이 감소하며, 어린선²⁷⁾에서는 중성지방(주로 triglyceride)가 증가하며, X-염색체에 의하여 유전되는 어린선²⁸⁾에서는 free sterol이 감소한다.

병적 상태외에 정상인에서 피부표면지방 조성에 영향을 미칠 수 있는 인자로서는 음식물, 월경, 체온등이 있다.

Nikkari²⁹⁾에 의하면 cholesterol은 피부를 통하여 분비되며 피부표면 cholesterol의 약 30%는 음식물에서 유래한 것이다. 음식물 섭취의 제한도 피부표면지방에 영향을 미친다. Downing³⁰⁾은 5일간 금식한 사람에서 피부표면지방의 조성에 뚜렷한 변화가 있어 squalene을 제외한 모든 지방의 피지선내 함성이 감소함을 관찰하였다. 피지선내에서 지방의 주요 전구물질은 포도당이므로 혈액내 포도당치가 피지선의 지방형성에 큰 영향을 미친다.

Macdonald와 Clarke³¹⁾에 의하면 월경주기 동안 triglyceride가 계속 증가하며 cholesterol치는 월경중간주기에 증가한다고 보고하고 있으나 아직 정확히 규명되지 않고 있다.

Williams³²⁾의 연구에 의하면 체온 상승이 피부표면지방의 분비율과 조성에 영향을 미친다. 체온이 낮을 때 squalene 농도가 낮아지나 다른 지방의 조성에는 변화가 없었다. 이러한 변화는 피지의 점도와 분비율의 변화에 기인한다.

또한 신체적인 조건외에 피부표면지방의 수집방법에 따라 조성의 차이를 보일 수 있다. 지방추출 용제를 사용할 경우 용제가 표피투과력이 있어 각질층내부와 모낭관내 지방도 추출해내므로 진정한 의미의 피부표면지방보다 과량이 수집된다³³⁾. 용제의 투과력은 극성(polarity)이 강할수록 증가한다. Chloroform과 methanol혼합물은 극성이 매우 강하여 피부표면지방 연구의 용제로는 부적합하며 비교적 비극성인 hexane, acetone, ether등이 적합하다.

그러나 극성이 거의 없는 용제라도 흡수용종이를

사용하여 지방을 수집할 때보다 free fatty acid와 sterol치가 약간 높을 수 있으며 triglyceride, wax ester와 squalene치는 약간 낮게 나타난다¹²⁾.

지방의 수집방법에 따라 다른 조성을 보일 수 있으므로 모든 자료는 수집방법을 고려하여 평가하여야 한다.

사람의 피부표면지방에 관한 많은 연구에도 불구하고 아직 그 조성에 관하여 자세한 설명은 불완전하므로 앞으로도 지속적인 연구가 요구된다.

결 론

정상 성인 남자의 두피에서 추출한 피부표면지방의 조성을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 연구대상 10명 모두에서 cholesterol, free fatty acid, triglyceride, wax ester, steryl ester, squalene이 검출되었으며, 4명에서 hydrocarbon이 검출되었다.

2) 지방의 조성은 cholesterol $3.0 \pm 0.78\%$, free fatty acid $26.9 \pm 6.61\%$, triglyceride $18.4 \pm 6.62\%$, wax ester $24.3 \pm 4.58\%$, steryl ester $3.2 \pm 2.64\%$, squalene $17.1 \pm 2.67\%$, hydrocarbon $6.6 \pm 12.54\%$ 이었다.

3) Free fatty acid/triglyceride비율은 1.68 ± 0.76 이었다.

4) (Cholesterol+steryl ester)/(wax ester+squalene)비율은 0.15 ± 0.06 이었다.

이상의 결과로 정상 성인 남자 두피의 피부표면지방의 대부분은 피지에서 유래한 것이며 소량만이 표피지방이고, 지방조성에 개인적인 차이가 있음을 알 수 있었다.

References

- 1) Nicolaides N : *Skin lipids : their biochemical uniqueness. Science* 1974 : 186 : 19-26
- 2) Nicolaides N, Forster RC : *Esters in human hair fat. J Am Oil Chemists Soc* 1956 : 33 : 404-409
- 3) Downing DT : *Photodensitometry in the thin-layer chromatographic analysis of neutral lipids. J Chromatography* 1968 : 38 : 91-99
- 4) Barton JL, Pye RJ : *Skin surface lipids in seborrheic dermatitis. Br Med J* 1983 : 286 : II 69
- 5) Kligman AM, Katz AG : *Pathogenesis of acne vulgaris. Arch Dermatol* 1968 : 98 : 53-57
- 6) Strauss JS, Pochi PE, Downing DT : *Acne : perspective. J Invest Dermatol* 1974 : 62 : 321-325
- 7) Downing DT, Stewart ME, Wertz PW, et al : *Essential fatty acid and acne. J Am Acad Dermatol* 1986 : 14 : 221-225
- 8) Downing DT, Stewart ME, Wertz PW, et al : *Skin lipid : an update. J Invest Dermatol* 1987 : 88 : 25-65
- 9) Freinkel RK : *Lipids of the epidermis. In Dermatology in General Medicine, 2nd ed, Fitzpatrick TE, et al (eds), NY, McGraw-Hill Book Co* 1979 : p122
- 10) Elias PM : *Lipids and the epidermal permeability barrier. Arch Derm Res* 1981 : 270 : 95-117
- 11) Nicolaides N, Fu HC, Rice GR : *The skin surface lipids of man compared with those of eighteen species of animals. J Invest Dermatol* 1968 : 51 : 83-89
- 12) Cunliffe WL, Cotterill JA, Williamson B : *Variations in skin lipid composition with different sampling techniques. Br J Dermatol* 1971 : 85 : 40-45
- 13) Wheatly VR : *The chemistry of sebum. In the Physiology and Pathophysiology of the Skin. Vol 9, Jarrett (ed), London, Academic Press* 1986 : pp2840-2841
- 14) Ramasastry P, Downing DT, Pochi PE, Strauss JS : *Chemical composition of human skin surface lipids from birth to puberty. J Invest Dermatol* 1970 : 54 : 139-144
- 15) Greene RB, Downing DT, Pochi PE : *Strauss : Anatomical variation in the amount and composition of human surface lipid. J Invest Dermatol* 1970 : 54 : 240-247
- 16) Cunliffe WJ, Perera WDH, Thackray P, et al : *Pilo-sebaceous duct physiology III. Observations on the number and size of pilo-sebaceous ducts in acne vulgaris. Br J Derm* 1976 : 95 : 153-156
- 17) Plewig G, Christophers E : *Renewal rate of human sebaceous glands. Acta Derm Venereol* 1974 : 54 : 177-182
- 18) Kellum RE : *Human sebaceous gland lipids : Analysis by thin-layer chromatography. Arch Dermatol* 1967 : 95 : 218-220
- 19) Downing DT, Strauss JS, Norton LA, et al : *The time course of lipid formation in sebaceous glands. J Invest Dermatol* 1977 : 69 : 407-412
- 20) Stewart ME, Downing DT, Pochi PE, Strauss JS : *The fatty acids of human sebaceous gland phosphatidyl choline. Biochem Biophys Acta* 1978 : 529 : 380-386

- 21) Marples PR, Kligman AM, Lantis LR, Downing DT : *The role of the aerobic microflora in the genesis of fatty acids in human surface lipids. J Invest Dermatol 1970 : 55 : 173-178*
- 21) Marples PR, Kligman AM, Lantis LR, Downing DT : *The role of the aerobic microflora in the genesis of fatty acids in human surface lipids. J Invest Dermatol 1970 : 55 : 173-178*
- 22) Downing DT, Strauss JS, Pochi PE : *Variability in the chemical composition of human skin surface lipids. J Invest Dermatol 1969 : 53 : 322-327*
- 23) Lewis CA, Hayward B : *Human skin surface lipids. In Modern Trends in Dermatology, Vol 4, London, Bulterworths, 1986 : pp89-121*
- 24) Pochi PE, Strauss JS, Downing DT : *Age-related changes in sebaceous gland activity. J Invest Dermatol 1979 : 73 : 108-111*
- 25) Lewis CA, Hayward BJ, MacKenna RMB : *Saturated hydrocarbons in skin surface lipids. Br J Derm 1965 : 77 : 303-308*
- 26) Jacob J : *Hydrocarbon and multibranched ester waxes from the uropygial gland secretion of grebes. J Lipid Res 1978 : 19 : 148-153*
- 27) Chanarin T, Patel A, Slavin G : *Neutral lipid storage disease : a new disorder of lipid metabolism. Br Med J 1975 : 1 : 553-555*
- 28) William ML, Elias PM : *Stratum corneum lipids in disorders of cornification. J Clin Invest 1981 : 68 : 1404-1410*
- 29) Nikkari T, Schreiberman RH, Ahrens EH Jr : *Isotope kinetics of human cholesterol secretion. J Exp Med 1975 : 141 : 620-635*
- 30) Downing DT, Strauss JS, Pochi PE : *Changes in skin surface lipid composition induced by severe caloric restriction in man. Am J Clin Nutr 1972 : 25 : 365-367*
- 31) MacDonald I, Clarke G : *Variations in the levels of cholesterol and triglyceride in the skin surface fat during the menstrual cycle. Br J Derm 1970 : 83 : 473-476*
- 32) Williams M, Cunliffe WJ, Williamson B, et al : *Effect of local temperature change on sebum excretion rate and forehead surface lipid composition. Br J Derm 1973 : 88 : 257-262*
- 33) Schmid P, Chelf B : *Influence of lipophilic substances on fungi infection of human skin I. What constitutes a good lipid extractant ? Dermatologica 1976 : 15 : 23-32*