

食餌脂肪の皮膚排泄脂肪におよぼす影響

I. コーンオイル食の汗, 皮脂および血清脂肪酸におよぼす影響

谷 由美子・山 本命子

Effect of dietary fat on fatty acid composition of the cutaneous excretion in men

I. Effect of corn oil diets on fatty acid compositions of sweat, sebum and serum of women

Yumiko TANI and Nobuko YAMAMOTO

緒 言

皮脂腺からの排泄物は皮膚を滑らかにし, かつ水による湿潤, 浸透を防止していることは一般に知られている. 又生体にとって発汗は体温調節のための重要な現象であると考えられているが, 汗の成分中には有機, 無機の多くの物質が含まれているため単に放熱作用を行うのみならず, その他に何らかの生理的意義をもつことが推察される.

しかし, 従来の文献においては久野らの発汗の部位と発汗の動機に関する報告^{1)~4)}, 新田らの汗腺の脂肪分泌に関する組織学的研究⁵⁾ および皮脂分泌量と発汗量, 皮膚温, 性周期との関連の調整^{6)~8)}, 皮膚の排出機構についての猪飼の報告^{9) 10)}, 表皮脂質の脂肪酸組成などに関する研究^{11) 12)} のように組織学的生理学的な研究が多く皮膚排泄物の脂肪酸組成の分析に関しては猪飼が腋臭者の腋下の汗の低級脂肪酸を調査し酪酸以下の炭素数の少い脂肪酸が多く, これが体臭に関与しているとの報告¹³⁾ をしているが, 他にはあまりみられない.

即ち汗に脂肪が排泄されるか否かは不明な点が多い. 又食餌脂肪の皮膚排泄物への影響については, Wilkinson らの乾癬患者に高炭水化物食と高脂肪食を与えた時の表皮脂質と鱗屑の脂質の変化に関する研究がみられるのみである. そこで私共は, 汗腺の脂肪酸分泌機序並びに食餌脂肪との関係を明らかにするためにまず皮膚排泄物の採取法を検討し, さらに排泄量を個人別, 部位別, 季節別に比較するとともに精神刺激, 温熱刺激を負荷した時の皮膚排泄量の変化をしらべた. 又食餌脂肪としてコーンオイルを摂取した場合の皮膚排泄物並びに血清脂肪酸に及ぼす影響を究明することを目的として本実験を行った.

実 験 方 法

1) 皮膚排泄物の採取法

皮膚には皮脂腺ならびに汗腺のエクリン腺 (E腺) とアポクリン腺 (A) 腺が開孔している. 手掌には皮脂腺がなく, E腺は全身に分布しておりA腺は腋下に局在している. 即ち, 手掌排泄物はE腺の汗, 腋下排泄物はA腺, E腺の汗と皮脂, 上背部排泄物はE腺の汗と皮脂が主な成分である. 又手掌の発汗は精神刺激で促進され, 他の部位は温熱刺激で促進されるため採取に際してはこれら刺激の一方又は双方を負荷し, 部位別に排泄物を採取した.

採取法は、1%塩化アセチルコリン溶液の電流輸送によって被験部の自律神経や汗腺を刺激したり、ガーゼ肌着に排泄物を吸収させるなどいろいろ試みた結果、汙紙吸着法が最も簡便であり、成分分析に可能な汗量が採取できることを確認したため、今回の実験では皮膚排泄物の採取は汙紙吸着法によることとした。即ち、被験部をアセトンとエチルエーテルで清拭し、径5.5cmの恒量を測定した汙紙4枚を重ねて部位にあてその上をラップでおおい、セロテープで固定して排泄物を汙紙に吸着させ、30分後に汙紙重量の増加量を求め皮膚100cm²当たりの排泄量を算出した。

2) 皮脂量の測定

皮脂の排出は個人差はもちろん、部位差があるが、一般に排泄量が多いのは胸と上背部である。私共は健康な女子3名を被験者として上背部からカップ法によって皮脂の採取を行った。即ち被験者の上背部をアセトンとエチルエーテルで清拭し、ガーゼでおおって1時間安静状態においた。次に筒状(大径10cm, 小径3cm)ポリカップを上背部に密着させ、カップ内の排泄物を石油エーテルに溶解して汙過し汙液を予め恒量を求めた秤量瓶に移し60°Cの湯浴中にて溶剤を除去した。次にこれを100°Cで乾燥、放冷をくり返し重量が次第に減少し、再び増加するまで行い最低値を皮脂量とした。

3) 皮膚排泄物の部位別、個人別、季節別変化

(1) 部位別皮膚排泄量

実験は健康な22才の女子5名を対象に行った。手掌の精神性発汗に対する運動負荷として右ききの者に左手でバドミントン及びボーリングを30分間実施させ、精神性温熱性両刺激を与えて発汗させ、汙紙吸着法で採取した。

その他表3に示すような各種の精神刺激や温熱刺激を負荷した場合の発汗量を求め安静30分間の不断発汗量と比較した。

腋下の精神性ならびに温熱性両発汗の誘発及び上背部の温熱性発汗の誘発には手掌と同様左手でバドミントン及びボーリングを30分間実施させて皮膚排泄量を秤量した。

(2) 皮膚排泄量と環境の関係

1年間を通じて毎月2回ずつバドミントンを30分間行いその間に汙紙吸着法によって上背部の皮膚排泄物を採取し、被験者4名の平均値を算出して皮膚排泄物と気温ならびに環境湿度との関係をしらべた。

(3) 皮膚排泄量の季節別個人差

上記(2)で測定した上背部の皮膚排泄量を個人別に四季にまとめて比較した。

(4) 飲水量及び尿量と皮膚排泄量の関係

皮膚排泄量は、季節によって変動するとともに著しい個人差が認められたためその原因を追求する目的で被験者4名の食餌を実験期間中一定にして飲水量、尿量及び皮膚排泄量を1カ月2日間ずつ11月、12月、1月の3カ月間測定し平均値を求めた。皮膚排泄量は実験2日目の午後バドミントン30分行った時の上背部の皮膚排泄物を汙紙吸着法で測定した。

4) 皮膚排泄物の脂質抽出と脂肪酸分析法

(1) GLC 用試料の調製

まず汙紙吸着法により採取した皮膚排泄物の抽出条件とGLC用試料調製の適当な条件の選定のため以下の3方法を検討してみた。

(i) エーテル・アセトン・ヘキサンによる抽出：汙紙より純水にて皮膚排泄物を抽出し、抽出液をpH 2~1.5に調整後エーテル：アセトン：ヘキサン(1:1:1)の混合液により脂質

を抽出しこれを窒素ガス中にて減圧濃縮して GLC 分析の試料とする。

(ii) Bloor 氏液による抽出と脂肪酸のメチル化：皮膚排泄物を吸着している沔紙を八ツ切にし三角フラスコに入れ Bloor 氏液（エタノール：エチルエーテル，3：1）15ml 加え，60°C に加温して1分間攪拌しながら脂質を抽出し，No.6の沔紙で沔過する。沔過残渣を再び抽出し沔過する。3回目は石油エーテル（b. p. 40°C 以下）15ml で同様に抽出し沔液を合わせる。この抽出液に 50% KOH 0.1ml，1% ハイドロキノン・アルコール溶液 0.2ml を加え，冷却管を付し80°C で40分ケン化する。これを約70°C の減圧下で蒸発乾固させ，純水 10ml に溶解し，N-HCl で中和する。これより石油エーテル20ml で3回脂肪酸を抽出し，約70°C にて窒素ガスを送りながら減圧下で溶媒を除去する。これに新調した2% 硫酸メタノール溶液を2ml 加え，冷却管を付し，70°C で1.5時間メチル化する。尚メチル化中液量が減少すればメタノールを追加する。メチル化終了後直ちに氷冷して反応を停止させ純水2ml を加え，石油エーテル（b. p. 40°C 以下）5ml で3回抽出する。抽出液に窒素ガスを送りながら約70°C で溶媒を除き，ヘキサン0.2ml に溶解して GLC 用試料とする。

(iii) 石油エーテルによる抽出と脂肪酸のメチル化：石油エーテルにて沔紙中の脂質を抽出し，以下(ii)と同様にケン化，メチル化して GLC 用試料とする。

以上3方法のうち(ii)の Bloor 氏液により抽出する方法が GLC による脂肪酸分析に最適で明確なクロマトグラムが加えられたため，以下この方法により GLC 用試料の調製を行うこととした。

尚皮膚排泄物の採取と同時に採血した血液については常法により血清を分離し，0.2ml 使用して上記(ii)の方法により GLC 試料の調製を行った。

(2) GLC 測定条件

測定条件は下記のとおりで，0.2ml のヘキサンに溶解した試料 0.2~0.5 μ l を注入し，感度は $10^{-10} \times 8 \sim 10^{-10} \times 2$ mA で40分間作動させた。

装置：日本電子 JRC-1100

Recorder は J R-251A を使用

Column : Stainless steel 2 m \times 3 mm

Liquid phase : PEGS 20%

Carrier : Chromosorb W (AW-DMCS) 80~100 Mesh.

Column temp. : 180°C

Injection temp. : 230~280°C

Detection (FID) temp. : 250~280°C

Carrier gas N₂ flow rate : 1.0kg/cm²

H₂ press : 0.7kg/cm²

Air press : 2.0kg/cm²

(3) 脂肪酸の同定と定量

標準脂肪酸の R_t (分) から求めた検量線より各々のピークについて脂肪酸を同定した。

定量は各脂肪酸のピーク面積を半値巾法で求め，その面積比から脂肪酸組成の百分率を算出した。

5) コーンオイルの摂取方法

被験者は，健康な青年女子4名で実験前日の夕食及び実験当日の朝食は脂肪含量の多い食品

を除いた食事をし、午前中に手掌及び腋下の安静時の排泄物を30分間濾紙吸着法で採取し、同時に採血を行った。昼食はとうもろこしから分離した純粋なコーンオイル20gを野菜、パンとともに調理して摂取し、4時間経過後手掌及び腋下の安静時の排泄物の採取と採血を行い、上記4)により脂肪酸組成の分析を行った。

実験結果及び考察

1) 皮脂排泄量

健康な22才の女性3名の皮脂排泄量は表1に示すとおり、皮膚100cm²1時間当たり0.2~7.2mgと著しい個人差が認められた。これらはいずれも冬期に測定したものであるが、※印のものは暖房室における測定結果で環境温度が高いと排泄量も増加する傾向がある。これは皮脂の融点が約30°Cであり温度の上昇により粘度が若干低下するためではないかと思われる。

表1 皮脂排泄量 (mg/100cm²/hour)

被験者	M. A	K. M	Y. H	平均値
測定年月日				
48. 12. 4※	7.2	5.7	7.0	6.6
48. 12. 7	1.5	0.7	2.3	1.5
48. 12. 12※	7.0	5.0	3.8	5.3
48. 12. 24	2.0	0.2	0.7	1.0
平均値	4.4	2.9	3.5	3.6

※は暖房室 (13±1°C)

2) 皮膚排泄物の部位別、個人別、季節別変化

(1) 部位別皮膚排泄量

被験者5名について、実験直前、安静状態30分間の皮膚排泄量を対照とし、左手バドミントン及びボーリング30分間実施時の手掌排泄量を測定して両者を比較した結果を表2に示す。個人差は著しいが左手バドミントンの場合、安静時における皮膚排泄量の2倍以上となり左手ボーリングでは約1.5倍となっている。

表2 精神性刺激による手掌排泄量 (mg/100cm²/30分)

被験者	対照 (不断発汗)	手 掌	
		左手でバドミントン30分実施	左手でボーリング30分実施
M. K	45.5	211.5	60.8
Y. T	68.5	148.0	128.5
Y. H	52.5	110.5	77.5
M. T	74.0	97.0	91.3
S. I	75.5	180.5	117.8
平均値	63.2	149.4	95.2

表3 手掌発汗量の発汗動機による変化 (mg/100cm²/30分)

被験者	M. K	Y. T
発汗動機		
安 静	45.5	52.5
写 本 (左手)	48.2	55.1
痛覚刺激 (針)	57.0	68.4
痛覚刺激 (毛髪)	38.6	69.7
ポーリング (左手)	60.8	77.5
バドミントン (右手)	81.0	120.3
バドミントン (左手)	211.5	110.5

なお2名については上記の他、各種の精神刺激や温熱刺激を負荷した場合の手掌の排泄量を表3に示すが、右ききの者が左手でバドミントンをし、精神、温熱両刺激を与えた時の右手掌の排泄量が最も多く、次いで左手掌、左手ポーリング、痛覚刺激の時の排泄量が多かった。

手掌の実験と同様、運動刺激による腋下と上背部の皮膚排泄量は表4のとおりである。

被験者 M. T の排泄量は異常に高値であり、これを除いた平均値でみると安静時に対し左手バドミントンの時は腋下で8倍、ポーリングでは3.6倍になり、上背部では安静時の皮膚排泄はみられなかったのに対して運動負荷時には手掌、腋下に比較してさらに多量の排泄がみられた。すなわち運動による温熱、精神刺激で皮脂をはじめ、A腺、E腺からの排泄量が増大することがわかる。

表4 精神性及び温熱性刺激による腋下と上背部の排泄量 (mg/100cm²/30分)

被験者	腋 下			上 背 部		
	対 照	左手でバドミントン30分実施	左手でポーリング30分実施	対 照	左手でバドミントン30分実施	左手でポーリング30分実施
M. K	99.0	1341.5	481.1	/	1753.5	—
Y. T	86.0	1046.5	288.5		—	479.5
Y. H	70.0	559.5	337.0		—	517.0
M. T	※ 940.0	※ 993.0	※ 797.3		※ 967.0	—
S. I	154.0	253.0	361.0		738.0	—
平均値	102.3 (269.8)	800.1 (838.7)	366.9 (452.9)		1245.8 (1152.8)	498.3

() は※を加えた平均値

(2) 皮膚排泄量の個人別、季節別変化

1年を通じて毎月2回ずつバドミントンによる運動負荷をし、上背部の皮膚排泄量を測定し被験者4名の平均値と気温と環境湿度の関係を図1に示した。皮膚排泄量の最も多い月は7～9月で平均5g/100cm²前後で最も少い月は1～2月で0.5g/100cm²以下となっており気温と皮膚排泄量は相関性を示し、湿度も若干影響することを認めた。

運動負荷時の上背部の皮膚排泄量の個人差を季節別に表示したのが表5で個人差は著しい

が、四季を通じて排泄量の多い S.K と Y.H は常に多く、少ない K.M は少ないと、常に同じ傾向を示している。

表5 運動負荷による皮膚排泄量の季節的変動 (g/100cm²)

測定時期	被験者	M. A	Y. H	K. M	S. K	平均値
春季 (5, 6月平均)		2.28	3.77	1.26	4.31	2.91
夏季 (7~9月平均)		4.10	5.44	2.82	7.21	4.89
秋季 (10, 11月平均)		1.44	2.59	1.21	2.88	2.03
冬季 (12, 1月平均)		0.19	2.72	1.02	1.82	1.44

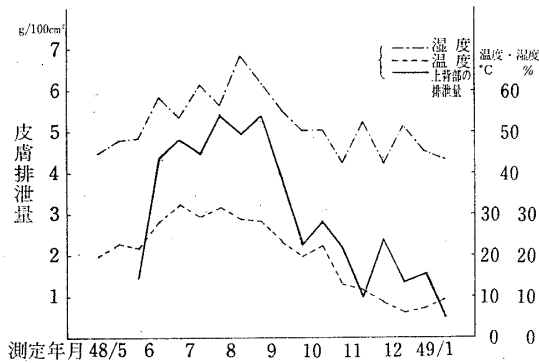


図1 皮膚排泄量に及ぼす環境の影響

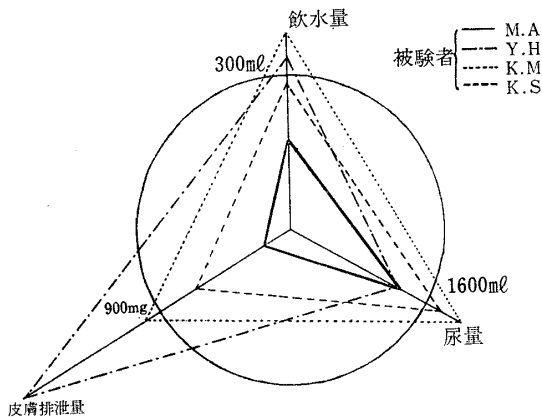


図2 飲水量尿量皮膚排泄量の関連性

(3) 飲水量および尿量と皮膚排泄量との関係

被験者の食事を一定にして各人の飲水量と尿量を測定し、皮膚排泄量との関係を図2に示した。これによると飲水量の少ない者は尿量、皮膚排泄量とも少ないが、飲水量がほぼ同量の場合は皮膚排泄量、尿量は逆相関を示す傾向がある。

3) 皮膚排泄物の脂肪酸組成

部位別皮膚排泄物及び血清の脂肪酸組成を各々5名の平均値と標準偏差で示した。(図3)

E腺のみ存在する手掌の場合、C₁₀₌₀ が最も多く、次に C₁₈₌₂, C₁₈₌₁, C₁₈₌₀ の順に多く、C₁₈₌₂ は多く存在するがかなりばらつきがみられる。

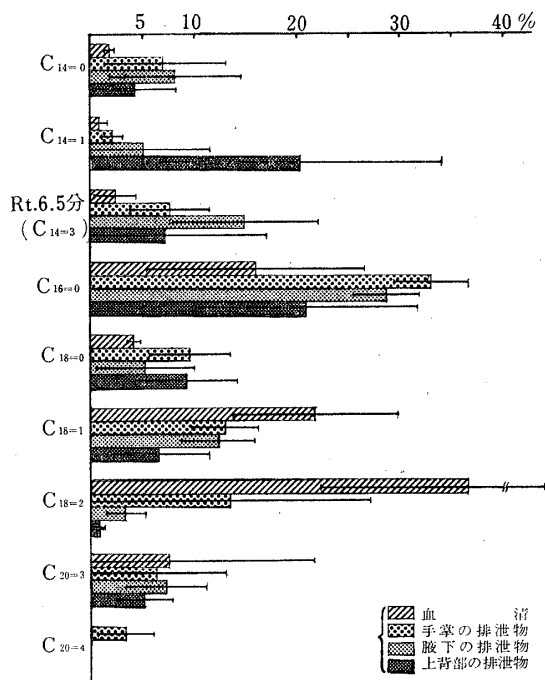


図3 血清および皮膚排泄量の脂肪酸組成

E腺, A腺, 皮脂腺の存在する腋下の場合 $C_{16=0}$ が最も多く, 次に $C_{14=3}$ (前記 GLC 測定条件において Rt 6.5分を示す脂肪酸で検量線から $C_{14=3}$ と推定した.) $C_{18=1}$ の順で $C_{18=2}$ は手掌に比べるとかなり少い. E腺と皮脂腺の存在する上背部はばらつきが大きい, $C_{16=0}$ と $C_{14=1}$ が最も多く, 次に $C_{18=0}$, $C_{14=3}$, $C_{18=1}$ の順で $C_{18=2}$ は非常に少い. 血清の場合は個人差が少く $C_{18=2}$ が最も多く $C_{18=1}$, $C_{16=0}$ の順で $C_{18=0}$ は少く, $C_{20=4}$ が少いが存在する. 即ち皮膚排泄物の脂肪酸組成は個人差が大きい, 手掌, 腋下, 上背部とも $C_{16=0}$, $C_{18=0}$, $C_{18=1}$ が多く, 特に手掌には $C_{18=2}$ が, 腋下には $C_{14=3}$ が上背部には $C_{14=1}$ が多いのが特異である. 血清には, 皮膚排泄物にはみられなかった $C_{20=4}$ が存在し, 興味深い. 手掌に $C_{18=2}$ の多い点は血清に類似しているが全般に必須脂肪酸は血清に多く, 皮膚排泄物中に少いという結果を得た. 又比較的純粋に汗のみ採取できるとされる手掌に種々の脂肪酸の存在が確認できたことは, その出現の機構は不明だが意義深いと思われる.

4) コーンオイル添食の皮膚排泄物及び血清脂肪酸への影響

被験者 4 名について各部位の皮膚排泄物及び血清の脂肪酸組成を普通食とコーンオイル添食の場合について比較し図示した. (図 4~7)

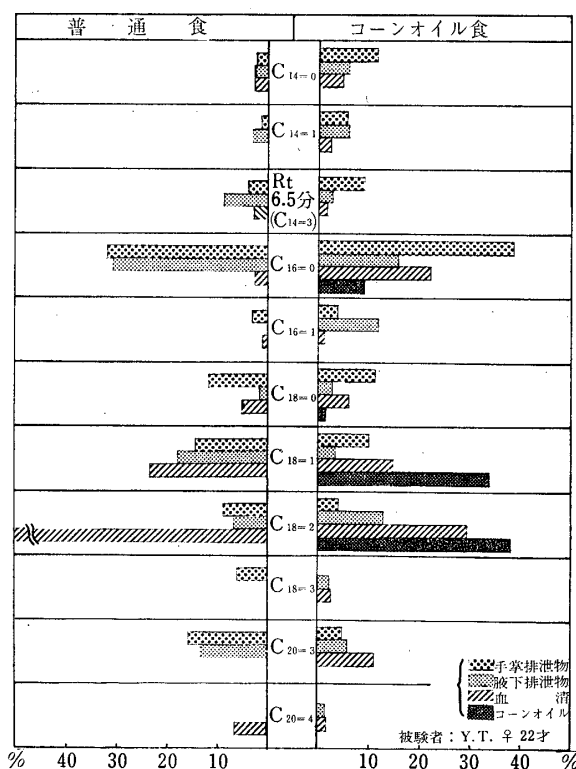


図 4 コーンオイル食の皮膚排泄物及び血清の脂肪酸組成に及ぼす影響

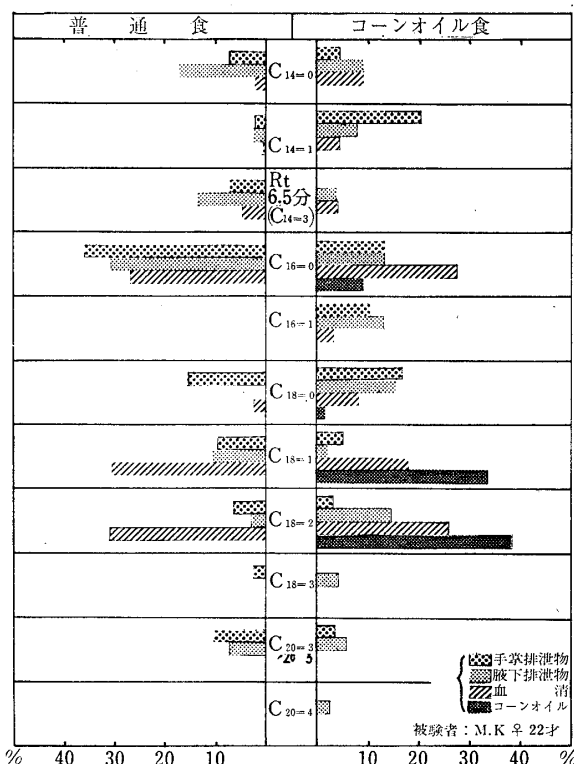


図 5 コーンオイル食の皮膚排泄物及び血清の脂肪酸組成に及ぼす影響

図 4 の被験者 Y.T. の場合, コーンオイル摂取により血清の $C_{16=0}$ が増加し, 腋下の $C_{18=1}$ が減少して $C_{18=2}$ の増加がみられる. 図 5 の被験者 M.K. の場合同じく血清の $C_{16=0}$ と $C_{18=0}$ が増加し, 腋下の $C_{18=1}$ が減少して $C_{18=0}$ と $C_{18=2}$ が増加している. 被験者 N.Y. の場合は普通食とコーンオイル食の間にはほとんど差がみられない.

図 7 の被験者 Y.T. の場合普通食では腋下に $C_{18=2}$ はほとんどみられないがコーンオイルの摂取により $C_{18=2}$ が顕著に増加している.

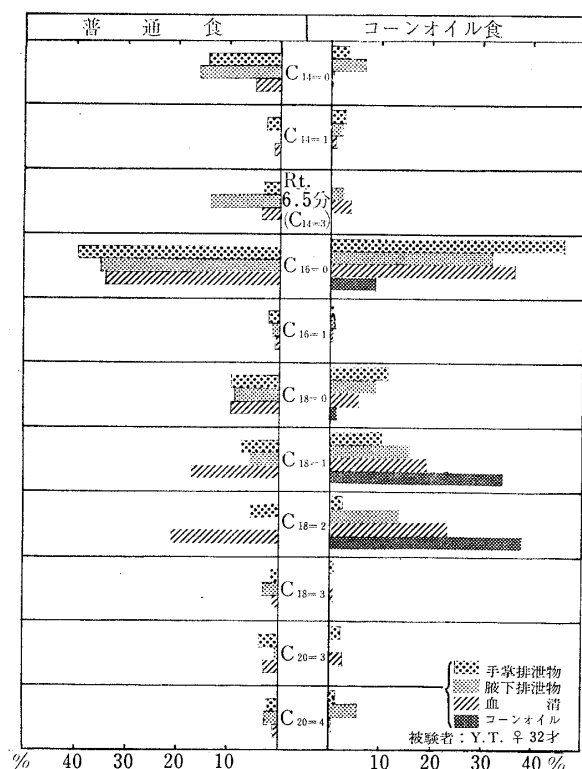


図6 コーンオイル食の皮膚排泄物及び血清の脂肪酸組成に及ぼす影響

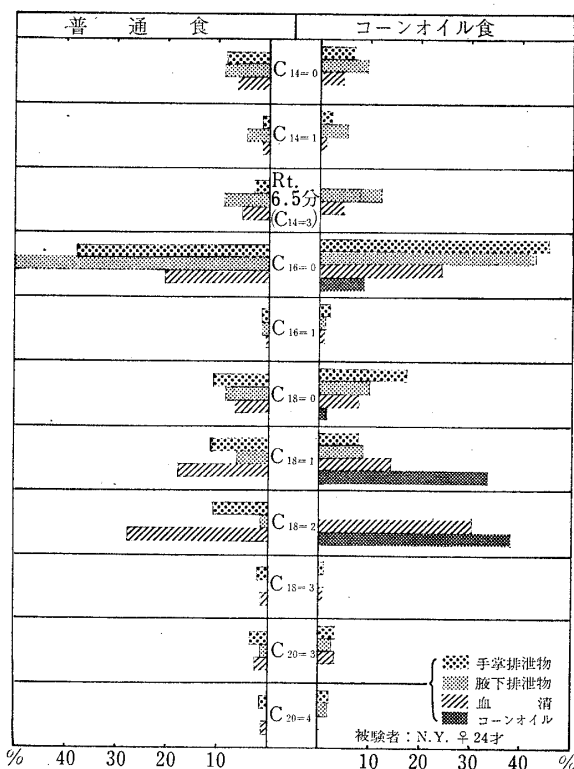


図7 コーンオイル食の皮膚排泄物及び血清の脂肪酸組成に及ぼす影響

以上より手掌の排泄物と血清脂肪酸は食餌脂肪の影響を顕著にうけないが、腋下排泄物の脂肪酸組成はコーンオイルの摂取によって4例中3例まで $C_{18=2}$ の含有率が増加した。即ち血清リノール酸は個人差が少く常に20%以上存在するが、コーンオイルの摂取によってさらに増加することは認められず生化学的に重要なリノール酸ももし血清で飽和に達した場合、皮脂として排泄されるのではないかと推定される。この点さらに被験者を増加して追試検討する予定である。

総 括

1. 皮膚排泄物の採取法を検討した結果最も簡便でしかも脂質分析に可能な量が採取できる沓紙吸着法を採用した。
2. 皮脂排泄量は上背部よりの排泄をカップ法により測定した結果、皮膚 100cm^2 1時間当たり $0.2\sim 7.2\text{mg}$ と著しい個人差を認めた。
3. 左手バドミントン、左手ボーリングの運動負荷時の手掌、腋下、上背部の皮膚排泄量は安静時の1.5倍～8倍以上と増加し、運動による温熱、精神刺激で皮脂をはじめ、A腺、E腺からの排泄量が増大することが認められた。
4. 皮膚排泄量は、気温と相関性をもち、個人別には年間を通じて、排泄量の多い者、少ない者はそれぞれ常に同じ傾向を示し、又皮膚排泄量は飲水量と尿量に左右され皮膚排泄量の多い者は飲水量に対する尿量の比率が少い。
5. 皮膚排泄物の脂質抽出と脂肪酸分析法について検討した結果沓紙吸着法により皮膚排泄物 50mg あれば Bloor 氏液により抽出し、ケン化、メチル化して良好なガスクロマトグラムが

えられることを確認した。

6. 皮膚排泄物の脂肪酸組成は個人差が大きい、手掌、上背部とも $C_{16=0}$, $C_{18=0}$, $C_{18=1}$ が多い

即ち皮脂腺の存在しない手掌からも種々の脂肪酸が検出されたことより汗腺からの脂質の分泌が推定される。一方血清の脂肪酸組成は個人差が少く、全般に必須脂肪酸が多く存在しており、特に $C_{20=4}$ は血清のみにみられた。

7. コーンオイル摂取により手掌の排泄物と血清の脂肪酸組成はほとんど影響をうけないが腋下排泄物の脂肪酸組成は $C_{18=2}$ の含有率が著しく増加した。

本稿の内容は、第27回家政学会総会にて発表したものである。なお一部分愛知医科大学医学会雑誌に投稿中である。

本実験を御指導頂いた新田初雄教授並びに青木みか教授と実験に協力頂いた青山道子、水谷加枝子、林幸江、金木美也子、高橋順子様へ感謝の意を表します。

文 献

- 1) 久野寧：汗，養徳社，奈良（1946）
- 2) Kuno, Y: Human Perspiration, J&A, Churchill, London, (1934)
- 3) Kuno, Y: Physiology of Human Perspiration, Charles, C. Thomas, Springfield, Ill., (1956)
- 4) 久野寧：汗の話 7版. 光生館，東京（1971）
- 5) 高木俊蔵，新田初雄：日本生理誌，9：504（1944）
- 6) 猪飼公郎，新田初雄：名市大医誌，11：482（1960）
- 7) Ikai, K. & Nitta, H. : Arch. Dermatol, 88 : 734 (1964)
- 8) 梶江勇：名市大医誌，13：1（1962）
- 9) 猪飼公郎：名市大医誌，8(4)：237~239（1957）
- 10) 猪飼公郎：名市大医誌，9(2)：127~130（1958）
- 11) Boughton, B. and V. R. Wheatley : J. Invest. Dermatol., 33 : 49~54 (1959)
- 12) Coon, W. et al. : J. Invest. Dermatol., 41 : 259~264 (1963)
- 13) 猪飼公郎：名市大医誌，4：138（1953）
- 14) Wilkinson, D. T. : J. Invest. Dermatol., 47(3) : 185~192 (1966)