頭髮の伸長に伴う総水銀含有量の減少について¹⁾

中村 優, 堀田桂子, 富野和子, 原 周司

福岡大学薬学部²⁾Decrease of Total Mercury Content of Human Head Hair with Its Elongation¹⁾

MASARU NAKAMURA, KEIKO HORITA, KAZUKO TOMINO and SHUJI HARA

Faculty of Pharmaceutical Sciences, Fukuoka University²⁾

(Received March 22, 1977)

It was found that the total mercury content of human growing hair had a tendency to decrease with the lapse of time. Long hair samples obtained from 252 females and 64 males, which were cut off at their scalp ends, were cut into 5 cm segments. Each segment was washed, dried, weighed, and its total mercury content was measured with a Zeeman-effect mercury analyzer.

Distributions of total mercury along length of hair showed various patterns but, generally, the mean values of mercury content of the corresponding segments decreased in the order of scalp ends to the tips of hairs, regardless of sex or age.

In order to clarify whether mercury escaped from growing hair with the lapse of time or whether mercury contamination of human body was progressing, which resulted in the increase of mercury content in the hair, hair samples obtained from 4 fixed persons were treated as above and stored, and then new hair samples from the same persons were obtained after the hair grew 5 cm, and the mercury content of the stored and new hair samples was compared. Its results indicated that mercury escaped from the growing hair with the lapse of time.

From these facts measurement of the total mercury content in human hair should be carried out with samples cut at the scalp end and of a definite length.

Keywords—mercury; human hair; Zeeman-Effect mercury analyzer; escape of mercury from hair; sampling of human hair

ヒト頭髮中の総水銀含有量は、水銀による人体の汚染度の指標として重要であるため、その分析例は狐塚ら、高橋ら、Nord らの研究³⁾ など、多数報告されている。

頭髮の根元から毛先にかけての総水銀の分布を測定した例としては、星野ら、Bate ら、Jakubczak ら、および Al-Shahristani らの報告⁴⁾ があるが、これらでは水銀で汚染されたヒトの頭髮の分析例が中心である。

著者らは水銀非汚染地区の居住者 316 人の頭髮を根元から切り取って得た試料を 5 cm 間隔で切断し、その各フラクション中の総水銀含有量を測定することにより、新しい知見を得たので報告する。

実 験 の 部

試料 試料は 60 才未満の女性および 20—30 才の男性で、同一居住地に 1 年以上継続して居住している者から、1975 年 4 月より 1976 年 3 月にかけて採取した。被検者の居住地は大部分が福岡市およびその近郊である (Table I)。

1) 第 13 回化学関連支部合同九州大会で発表, 福岡, 1976 年 7 月。

2) Location: Nanakuma, Fukuoka.

3) 狐塚 寛, 磯野秀夫, 角田紀子, 丹羽瀨壁, 衛生化学, **18**, 1 (1972); 高橋泰子, 辻 キヨ, 岡野真治, 衛生化学, **22**, 296 (1976); P.J. Nord, M.P. Kadaba, J.R.J. Sorenson, *Arch. Environ. Health*, **27**, 40 (1973).

4) a) 星野乙松, 丹沢圭子, 寺尾允男, 浮田忠之進, 衛生化学, **12**, 94 (1966); b) L.C. Bate, F.F. Dyer, *Nukleonik*, **23**, 73 (1965); c) T.G. Jakubczak, G.G. Berg, *Arch. Environ. Health*, **28**, 139 (1974); d) H. Al-Shahristani, K.M. Shihab, *ibid.*, **28**, 342 (1974).

TABLE I. Number of Hair Donors by Sex and Area of Their Residences

Prefecture	Female	Male	Prefecture	Female	Male
Fukuoka	197	59	Ehime	1	0
Saga	9	1	Hyogo	1	0
Nagasaki	9	2	Osaka	3	0
Oita	4	0	Nara	1	0
Kumamoto	10	0	Aichi	1	0
Miyazaki	0	1	Kanagawa	2	0
Kagoshima	5	0	Chiba	1	0
Yamaguchi	1	1			
Tottori	1	0			
Hiroshima	6	0	Total	252	64

頭髮の伸長速度は一般に 1 月当り 0.9—1.5 cm で、年少者ほど大きく、成人では 1.0 cm 程度であることが知られている。^{4d,5)}

日本人の頭髮中の総水銀含有量の季節的変動の有無については報告されていないが、その可能性も考慮に入れて、試料は 1 年間に伸長する長さ以上の頭髮を集めた。

頭髮は頭頂部のものを根元から切り取りポリエチレン製の袋に入れ、氏名、生年月日、年令、頭髮採取日、職業、住所、居住期間を付記して提出するよう依頼した。

試料の前処理 頭髮 10 本を根元から 5 cm 間隔で切断し、各フラクション別にシャンプー（ライオン油脂製エメロンシャンプー、ジャスミン）2 ml と水 20 ml の混液中で、40° で 10 分間振とうしたのち、アセトン 10 ml 中にとぎどぎ振りまぜながら 10 分間浸漬後、アセトンを取りかえてさらに 10 分間浸漬し、ガラスフィルターでろ取し、風乾後 70° で 7 時間乾燥⁶⁾ した。これを秤量し水銀含量測定のための試料とした。

測定法 試料をボート型試料容器に入れ、日立 501 型ゼーマン水銀分析計で、酸素圧 2 kg/cm²、酸素流量 500 ml/min, scale 0—20 で測定した。標準液としては水銀標準液 (50 ppm, 林純薬工業製) を 0.40 N HNO₃ で 0.25 ppm に希釈したものを用い、マイクロシリンジで 40 μ l をとり分析した。

測定精度の検討 Sorenson らの方法⁷⁾ で標準頭髮を調製した。5 cm の頭髮 10 本の重量は通常 2—6 mg であるので、標準頭髮 2, 4 および 6 mg を ± 0.1 mg の範囲内で各 10 組とり、0.01 mg の桁まで秤量し総水銀含有量を測定したところ、平均値はそれぞれ 1.87, 1.87 および 1.88 ppm であり、変動係数はそれぞれ 10.08, 4.87 および 2.58% であった。また同一日以内に水銀標準液中の水銀 10 ng を繰り返し分析した際の変動係数は、10 日間の平均値で 2.86% であり、最大値でも 4.00% 以下であった。なお上記水銀分析計を 1 回作動させた際の水銀標準液の分析回数は 16—36 回であった。

総水銀含有量の経時変化の検討 3 人から頭髮 50 本ずつを採取し、10 本ずつの各 5 組とし、前処理後秤量し、デシケーター中に保存した。頭髮が 5 cm 伸長したのち、同じ 3 人からさらに 50 本ずつを採取し、前処理後秤量し、保存していた頭髮と同一日に同一条件で分析し、対応する部分の総水銀含有量を比較した。同様に 1 人から、頭髮が 2 cm 伸長する前後に採取した頭髮各 150 本を、50 本ずつの各 3 組とし、1 cm 間隔で切断し分析した。

結果および考察

頭髮を根元から 5 cm 間隔で切断した各フラクション中の総水銀含有量の変化は、個人により異なり各種のパターンを示すが、男女別、年令別に各フラクションの総水銀含有量の平均値を求めグラフに表わすと、女性の 10 才未満を除いて、一様に根元から毛先に向かって減少している (Fig. 1)。

また、この傾向は年令が高くなる程顕著になり、10 才未満と 30 代を除いて、相隣るフラクションの総水銀含有量の平均値間に有意の差があった。⁸⁾ 高令者ほど、総水銀含有量の平均値が根元から毛先に向かって減少する割合が大きい原因の 1 つとしては、年令の増加と共に、頭髮が伸長する速度が小さくなることが考えられる。

5) 狐塚 寛, 丹羽瀬鑒, 磯野秀夫, 角田紀子, 衛生化学, 17, 280 (1971)。

6) この乾燥条件では頭髮中の水銀は失なわれない。乾燥条件の検討については別に報告する。

7) J.R.J. Sorenson, E.G. Melby, P.J. Nord, H.G. Petering, *Arth. Environ. Health*, 27, 36 (1973)。

8) 平均値の差の検定は t -検定を用い、危険率 5% で計算して行なった。

以上の結果だけでは、頭髪中の総水銀含有量が頭髪の伸長に伴って減少して行くのか、あるいは水銀による人体の汚染が増大しているのか、明らかでない。これを解明するため、頭髪が 5 cm 伸長する期間の前後に、同一人物から採取した試料を同一条件で分析し、対応する部分の総水銀含有量を比較した (Fig. 2)。

Fig. 2 の頭髪 A, B, C において、まえに採取した頭髪の総水銀含有量よりも、あとで採取した頭髪の含有量の方が小さく、対応する平均値間に、頭髪 A の 1 対を除いて、有意の差が見られた。

また、2 cm 伸長する前後に採取し、1 cm 間隔で切断した頭髪 D においても、同様にあとで採取した頭髪の総水銀含有量の方が小さく、先端部の対応する 7 対の平均値間で、それぞれ有意の差が見られた。したがって、頭髪のある部分の総水銀含有量は、頭髪が伸長してその部分が先端に移動するにつれて、次第に減少すると推定された。

なお、Fig. 2 の頭髪 A, B, C および D において、総水銀含有量が毛先ほど高い傾向を示しているのは、頭髪提供者が、頭髪採取の約 1 年前に、ある期間相当多量の魚類を摂取したのが原因と考えられる。

頭髪中の総水銀含有量は、人体の水銀汚染度に応じて変化するため、長い頭髪をフラクションに分けて測定し、過去における水銀汚染の状況を推定することが行なわれているが、上に述べた結果から、頭髪の先端ほど、水銀含有量が過去の値より低くなっている可能性を、考慮に入れねばならぬと考えられる。

また、頭髪中の総水銀含有量の分析は、一般に還元気化法が広く用いられ、放射化分析法やゼー マン法に比し多量の頭髪を必要とするため、頭髪の先端部のみを試料としたり、あるいは根元から先端までを 1 試料として分析したりすることがあるが、上記の理由により、汚染度の指標としての正しい値が得られないことになる。

したがって、頭髪中の総水銀含有量を分析する際は、根元から切り取った一定の長さの試料を用いることが望ましいと考えられる。

Fig. 1. Difference of the Distributions of Total Mercury in Human Hairs along Length by Age and Sex

Each plot is an average of the total mercury contents of corresponding segments of hairs.

a) female, b) age, c) number of hair donors, d) male.

●—●: a significant difference was observed between the two average values.

○---○: a significant difference was not observed between the two average values.

Fig. 2. Variations in Total Mercury Contents of Hairs with the Lapse of Time

A, B, C and D were hairs of 4 individuals, whose ages were 9, 12, 38 and 49, respectively. They were male, male, female and male, respectively, and formed a family.

Each plot is an average of five determinations in A, B, C and of three determinations in D.

a) total mercury contents of the hair samples which were obtained before the period in which hair grew 5 cm.

b) total mercury contents of the hair samples which were obtained after the period in which hair grew 5 cm.

↑↓: a significant difference was observed between the pointed two average values.

謝辞 本報投稿に際し御指導を賜りました九州大学薬学部の大倉洋甫教授, 頭髪を提供された多数の方々, および実験に協力された学生諸君に深謝いたします.