

Untersuchungen über die Haarstruktur bei Thalliumvergiftung*

D. Metter und R. Vock

Institut für Rechtsmedizin der Universität Würzburg, Versbacher Str. 3, D-8700 Würzburg, Bundesrepublik Deutschland

Investigations of Hair Structure in Thallium Intoxication

Summary. The alterations in the hair roots discovered by Widy in 1956 were interpreted as accumulations of pigment which form as a consequence of a catalytic action of the poison. The goal of the present investigation was to clarify the structure of these inclusions. Hair from the heads of six victims who were involved in the poisoning of Würzburg medical students in January 1983 was available as investigation material.

In the investigation in transmitted light and in polarized light, the black zones typical for thallium intoxication were found filling to varying extents the root and hair shaft near the root. Their intensity corresponded to the degree of severity of the intoxication. When examined under reflected light, the inclusions were shown up with a white color. They thus showed the same optical behavior as the air-filled medullary strand of normal hairs. This indicates that gaseous constituents are involved.

This hypothesis could be confirmed by further investigations. After mechanical damage to the hair (pressing under high pressure), the gaseous inclusions disappeared and with them the "thallium strip." The same effect was attained by the chemical action of various acids, embedding agents, and dye solutions. This process was especially rapid after exposure to thioglycolic acid; the escape of the gas bubbles can be directly observed here.

Scanning electron microscopic investigations on transverse sections of hair revealed a loosening of the spindle-shaped elements of the fiber layer as signs of structural disturbance. The gaseous constituents in thallium hair arise as the result of a trophic disorder in keratin formation. The structural alteration due to this leads to alopecia.

Key words: Thallium intoxication, microscopic investigation of the hair – Morphological features of the hair structure in thallium intoxication

Zusammenfassung. Die von Widy 1956 entdeckten Veränderungen in den Haarwurzeln wurden als Pigmentansammlungen gedeutet, die sich infolge

* Herrn Professor Dr. med. Wolfgang Schwerd zum 60. Geburtstag gewidmet

einer katalytischen Gifteinwirkung bilden. Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung bestand darin, die Struktur dieser Einschlüsse zu klären. Als Untersuchungsmaterial standen Haupthaare von 6 Personen zur Verfügung, die von dem Giftanschlag auf Würzburger Medizinstudenten im Januar 1983 betroffen waren.

Bei der Untersuchung im Durchlicht und im polarisierten Licht fanden sich die für Thalliumvergiftung typischen schwarzen Zonen, welche die Wurzel und den wurzelnahen Haarschaft in unterschiedlicher Ausdehnung ausfüllten. Ihre Intensität entsprach dem Schweregrad der Vergiftung. Bei Aufsichtsbetrachtung stellten sich die Einschlüsse in weißer Farbe dar. Sie zeigten somit optisch dasselbe Verhalten wie der luftgefüllte Markstrang normaler Haare. Dies sprach dafür, daß es sich um gasförmige Bestandteile handelt.

Durch weitere Untersuchungen konnte diese Vermutung bestätigt werden. Nach mechanischer Schädigung der Haare (Pressen unter hohem Druck) verschwanden die gasförmigen Einschlüsse und mit ihnen der „Thalliumstreifen“. Durch chemische Einwirkung mit verschiedenen Säuren, Einbettungsmitteln und Farblösungen wurde derselbe Effekt erzielt. Besonders rasch ging dieser Vorgang nach Einwirkung von Thioglykolsäure vonstatten; das Entweichen der Gasblasen kann hierbei direkt beobachtet werden.

Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an Haarquerschnitten erbrachten als Zeichen der Gefügestörung eine Auflockerung der spindelförmigen Elemente der Faserschicht. Bei den Einschlüssen in Thalliumhaaren handelt es sich somit entgegen der Lehrmeinung weder um Pigment noch um morphologisch erkennbares Thallium, sondern um Gasblasen. Sie entstehen infolge einer trophischen Störung bei der Keratinbildung. Die dadurch bedingte Strukturveränderung führt zum Haarausfall.

Schlüsselwörter: Thalliumvergiftung, Haarstruktur – Haarstruktur, bei Thalliumvergiftung

Das Schwermetall Thallium wurde 1861 von dem Engländer Crookes entdeckt und von dem französischen Chemiker Lamy in Paris näher untersucht. Lamy teilte 1863 mit, daß er nach längerem Arbeiten mit Thalliumverbindungen an ziehenden Schmerzen in den Gliedern und starkem Haarausfall gelitten habe. Seit dieser Zeit ist der Haarausfall als Leitsymptom der Thalliumvergiftung bekannt.

Thalliumacetat wurde jahrzehntelang als Enthaarungsmittel angewendet, wobei wiederholt Vergiftungen auftraten (Katzenellenbogen 1929; Karrenberg 1932). Die zentral-nervöse und gastrointestinale Wirkung von Thalliumverbindungen (insbesondere des als Rattengift angewendeten Thalliumsulfats) führte zu zahlreichen suizidalen und akzidentellen Vergiftungen (zusammenfassende Darstellungen bei Prick et al. 1955; Rauschke 1961; Bertran-Capella et al. 1972; Möllhoff et al. 1979; Moeschlin 1980). Das erste Tötungsdelikt mit Thallium wurde 1928 von Haberda beschrieben, in der Folgezeit erschienen weitere kasuistische Beiträge.

Chemisch-toxikologische Untersuchungen erbrachten die Feststellung erhöhten Thalliumgehaltes in Haut und Nägeln bei Thalliumvergiftungen (Weinig und Schmidt 1966). Da Thallium ein ubiquitär vorkommendes Spurenelement ist, sind quantitative Bestimmungen erforderlich. Der normale Thalliumgehalt menschlicher Haare wurde von Weinig und Zink (1967) massenspektrometrisch mit 5–15 ng/g ermittelt. Bei Vergiftungen liegen die Werte um 2–3 Zehnerpotenzen höher.

Heute gilt die Atomabsorptionsspektroskopie als die Nachweismethode der Wahl. Henke und Bohn (1969) sowie Hagedorn-Götz und Stoeppler (1975) haben die Thalliumverteilung in Haaren und Nägeln abschnittsweise untersucht. Zur Anwendung gelangte dabei auch die Neutronenaktivierungsanalyse, die besonders empfindlich ist, aber eine aufwendige Probenvorbereitung verlangt. Nach den vorliegenden Ergebnissen kann als gesichert gelten, daß Thallium in Haaren und Nägeln gespeichert wird. Kijewski und Lange (1977) haben nachgewiesen, daß auch Metallionen exogener Herkunft in das Haar einwandern können und dort angereichert werden. Diese Milieuabhängigkeit muß bei Haaruntersuchungen beachtet werden.

Morphologischen Veränderungen, welche die Haut und ihre Anhangsgebilde unter Thalliumeinwirkung zeigen, ist weniger Aufmerksamkeit geschenkt worden. Nachdem Mees (1919) bei Arsenvergiftung die nach ihm benannten weißen Querstreifen der Nägel beschrieben hatte, zeigte sich später, daß solche Nagelbänder auch bei der Thalliumvergiftung vorkommen (Klemperer 1934).

Widy (1956, 1959) war der erste, der in den Haarwurzeln vergifteter Personen schwarze Einschlüsse beobachtete und ihre pathognomonische Bedeutung erkannt hat. Sie treten frühestens 4 Tage nach der Vergiftung in Erscheinung und bilden sich nur in Papillenhaaren, die noch im Wachstum begriffen sind, nicht aber in Kolbenhaaren. Widy vertrat die Auffassung, daß diese Einlagerungen ein Melanin darstellen, das sich infolge einer katalytischen Gifteinwirkung bildet. Diese These hat bis heute als Lehrmeinung allgemeine Anerkennung gefunden.

Es gab aber auch kritische Stimmen. E. Ludwig hat bereits 1961 den Verdacht geäußert, daß es sich bei den Einschlüssen um „Luft“ handelt. Kijewski (1983) hat auf das optische Verhalten von Thalliumhaaren hingewiesen, welches demjenigen normaler Haare ähnelt. Es erschien daher zweckmäßig, die Struktur von Thalliumhaaren mit verschiedenen Methoden zu untersuchen.

Material und Methodik

Kasuistische Mitteilungen zum Untersuchungsgut

Am 31. Januar 1983 fanden Würzburger Medizinstudenten nach einer Vorlesung vor dem Hörsaal 12 Flaschen Bier und Saft vor. Daneben lag ein Zettel mit folgendem Text: „Liebe Kommilitonen! Dies sind die Reste unserer Faschingsfeier. Großherzig wie wir sind, spenden wir sie unserem lieben Erstsemester.“ Am selben Tag fand ein Student im Wohnheim vor seiner Zimmertür 1 Flasche Bier. Später entdeckten Studenten in einem anderen Wohnheim weitere Flaschen. Der Täter hatte insgesamt 20 Flaschen abgelegt, von denen 13 mit Thallium vergiftet waren. Nach der Giftbeibringung hatte er die Flaschen mit neuen Kronenkorken wieder verschlossen. Die Getränke enthielten kein Rattengift oder eine andere handels-

Tabelle 1. Verlaufsbeobachtung bei 7 Thalliumvergiftungen. Messung der Tl-Konzentration mittels Atomabsorptionsspektroskopie (Nachweisgrenze: 0,01 µg/ml). Die Haupthaare der Patienten 1-6 sind in Abb. 1 dargestellt

Patienten	Krankheitsverlauf	Tl-Konzentration (µg/ml)			
		Therapiebeginn		Therapieende	
		Harn	Plasma	Harn	Plasma
1	Nach 8 Tagen verstorben	42	6,0	—	—
2	Entlassung nach 1 Monat	31	1,82	0,01	0
3	Entlassung nach 1 Monat	24,7	1,10	0,02	0
4	Entlassung nach 1 Monat	10	0,67	0	0
5	Entlassung nach 1 Monat	7,80	0,61	0	0
6	Entlassung nach 1 Monat	4,25	0,13	0	0
7	Seit 5½ Monaten in stationärer Behandlung	43	5,26	0	0
				Stuhl: 0,5	

Tabelle 2. Verhalten von Thalliumhaaren bei chemischer Einwirkung

	20 min	2 h	24 h	48 h	72 h
Thioglykolsäure	+++				
Ammoniumthioglykolat (10%)	+++				
Thioglycerin	++	+++			
H ₂ SO ₄ -Konzentrat	0	++	+++		
H ₂ SO ₄ -Verdünnung	0	+	++	+++	
Handelsübliche Blondierungsmittel (H ₂ O ₂ -haltig)	0	++	+++		
Handelsübliche Haarfärbemittel	0	++	+++		
Paraffin (flüssig)	0	0	++	++	++
Glycerin	0	0	++	++	++
Silikonöl	0	0	++	+++	
Einschlußmittel (Caedax, Eukitt)	0	0	0	+	++
H ₂ O	0	0	0	0	0

0 keine Reaktion; + schwache, ++ deutliche, +++ vollständige Aufhellung der Widyschen Streifen

übliche Thalliumverbindung, sondern Thallium(I)sulfat (Tl₂SO₄). Auf diese Weise war der Flascheninhalt nach Farbe, Geschmack und Geruch unauffällig. Der Täter bzw. der Täterkreis konnten trotz eines außerordentlichen Aufwandes an kriminalpolizeilichen Maßnahmen nicht ermittelt werden.

Von der Vergiftung betroffen waren 7 Personen. Ein 24-jähriger Student, der als erster eine vergiftete Flasche Orangensaft ausgetrunken hatte, wurde 12 h später mit stärksten Schmerzen sowie Paraesthesien an Händen und Füßen stationär aufgenommen. Nach einem Tag traten eine Facialisparesie und Schluckstörungen, nach zwei Tagen Bewußtseinsstörungen hinzu. Während der eingeleiteten Hämodialyse traten noch eine Koagulopathie und ein paralytischer Ileus auf. Der Mann starb 8 Tage nach der Vergiftung. Bei der gerichtlichen Sektion ergab sich als wesentlicher morphologischer Hinweis auf eine Thalliumvergiftung die leichte Ausziehbarkeit der Haupthaare. Die übrigen Befunde waren unspezifisch.

Fünf Patienten wurden nach einem Krankenhausaufenthalt von einem Monat entlassen. Der Höhepunkt des Haarausfalls wurde jeweils nach 3 Wochen festgestellt. Betroffen waren lediglich die Haupthaare, nicht hingegen die Körper- bzw. Schamhaare oder die Augenbrauen. Die Patienten 2–6, mit denen wir 3½ Monate nach der Vergiftung ein Gespräch führten, wiesen schwach ausgeprägte Nagelbänder auf.

Untersuchungsmethoden

Von den Patienten 1–6 (s. Tabelle 1) standen Haupthaare für Untersuchungszwecke zur Verfügung. Nach der orientierenden Befunderhebung mit einer Handlupe und unter dem Stereomikroskop wurden von den Haaren Deckglaspräparate hergestellt, als Einbettungsmittel dienten Caedax und Eukitt. Die Präparate wurden im Durchlicht, im polarisierten Licht und bei Auflicht untersucht. Ein Teil der Haare wurde vor diesen Untersuchungen unter hohem Druck gepreßt, wie dies auch bei der Vorbereitung zur Gruppenbestimmung geschieht. Verwendet wurde der Apparat der Firma Paul Krause (Stuttgart). 15 to. genügten, um eine Quetschung mit ca. 3facher Verbreiterung der Haare herzustellen. Ein weiterer Teil der Haare wurde vor der mikroskopischen Untersuchung verschiedenen Lösungen ausgesetzt, um das Verhalten des Widyschen Streifens unter chemischer Einwirkung zu prüfen (Tabelle 2).

Weiterhin wurden Haupthaare mit der kombinierten rasterelektronenmikroskopischen und röntgenspektroskopischen Methode im Fraunhofer-Institut für Silikatforschung (Würzburg) auf ihre Feinstruktur untersucht.

Ergebnisse

Die Widyschen Streifen, die bei einiger Übung mit bloßem Auge als schwarze Punkte erkennbar sind, zeigten unter dem Stereomikroskop eine graue, pulver-schmauchartige Farbe. Bei der mikroskopischen Betrachtung von eingebetteten Deckglaspräparaten traten die in der Wurzel und im wurzelnahen Haarschaft gelegenen Einschlüsse in schwarzer Farbe hervor.¹ Zwischen ihrer Intensität und dem Schweregrad der Vergiftung konnten Beziehungen nachgewiesen werden. Der nach 8 Tagen verstorbene Patient, dessen Haar in der obersten Reihe liegt, wies starke Einlagerungen auf. Die übrigen Personen zeigten graduell abgestuft geringere Veränderungen (Abb. 1, Tabelle 1). Der am leichtesten betroffene Patient, dessen Haar in der unteren Reihe abgebildet ist, wies nur diskrete punktförmige Einschlüsse auf. Er war der einzige, bei welchem kein nennenswerter Haarausfall bestand. Die in Tabelle 1 angegebenen Thalliumkonzentrationen wurden in der Medizinischen Klinik der Universität Würzburg ermittelt.²

Unter starker Vergrößerung trat der „Thalliumstreifen“ als kolben- bzw. spindelförmige Auftreibung hervor. Hierbei bestand der Eindruck, daß die Rindenschicht des Haares von den Veränderungen nicht vollständig eingenommen wird. Dies zeigte sich auch bei Untersuchung im polarisierten Licht (Abb. 2; 3a, b).

Wenn man die Thalliumstreifen mit dem lufthaltigen Markstrang gesunder Personen vergleicht, erweist sich, daß beide im Durchlicht schwarz aussehen. Bei Anwendung der Auflichtmikroskopie sind sowohl der Thalliumstreifen als auch das Haarmark von weißer Farbe (Abb. 3a, b; 4).

Da sich die Einlagerungen optisch wie der lufthaltige Markstrang verhalten, war zu vermuten, daß es sich um gasförmige Bestandteile handelt. Wenn dies

1 Herrn Alois Reinelt danken wir für die Reproduktion der fotografischen Aufnahmen

2 Herrn Priv.-Doz. Dr. Keller danken wir für die Überlassung der Analysenergebnisse

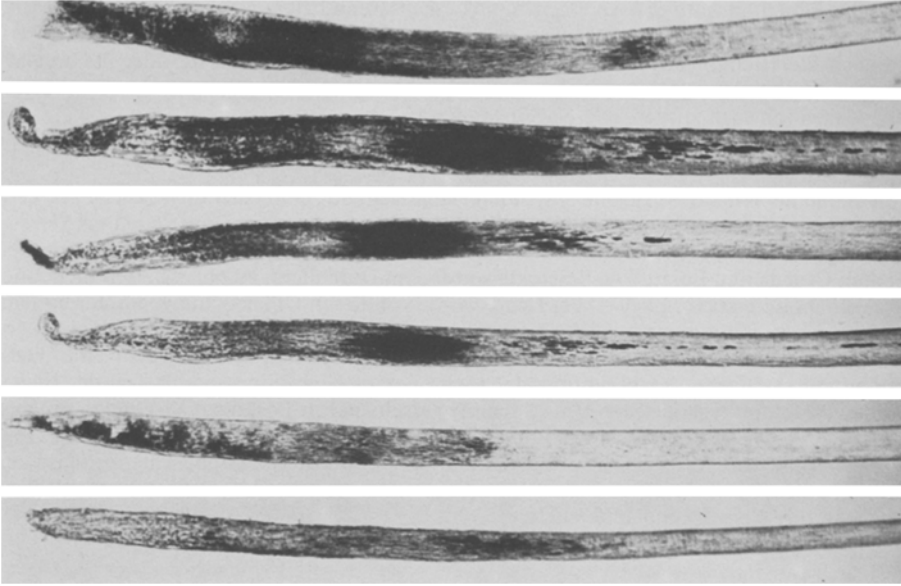


Abb. 1. Haupthaare von 6 Thalliumvergifteten. Aufnahme im Durchlicht. Die Anordnung erfolgte nach dem Schweregrad der Vergiftung (s. Tabelle 1)

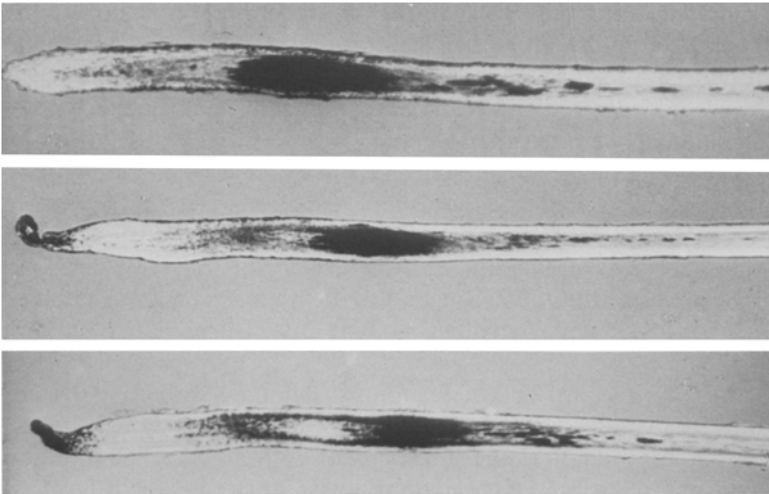


Abb. 2. Thalliumhaare im polarisierten Licht

zutritt, so müssen sich die Einschlüsse durch eine mechanische Schädigung des Haares entfernen lassen. Daher haben wir die Haare unter hohem Druck gepreßt, wie dies auch bei der Vorbereitung zur Gruppenbestimmung geschieht. Wie die anschließende mikroskopische Kontrolle ergab, sind nach diesem Vorgang keine Einschlüsse mehr nachweisbar (Abb. 5).

Der nächste Schritt bestand darin, einen direkten Nachweis von Gasblasen zu versuchen. Das Keratin des Haares stellt ein schwefelreiches Skleroprotein

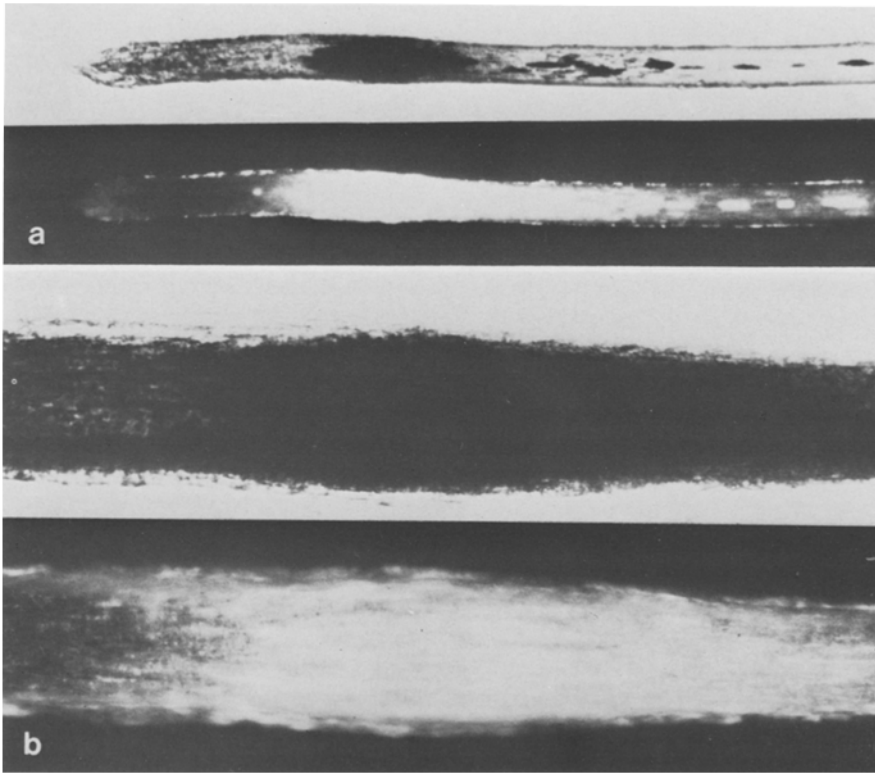


Abb. 3. **a** Thalliumhaar im Durchlicht und Auflicht. Der Widalsche Streifen erscheint im Durchlicht schwarz, bei Auflichtbetrachtung weiß. **b** Detailvergrößerung der Thalliumzone, die als umschriebene Auftreibung hervortritt

dar, welches schlecht löslich ist. Es kam also darauf an, keratolytische Reaktionen anzuwenden, die das Haar nicht zerstören, es aber durchlässig machen, so daß Luft entweichen kann. Hierzu eignen sich insbesondere die Thioglykolsäure und ihre Salze. Solche Thiosalze sind in den Lösungen vorhanden, die der Friseur zur Herstellung von Dauerwellen verwendet. Sie dringen rasch in das Haar ein und füllen die Hohlräume des Markes aus. Der in Abb. 6 dargestellte Vorgang dauerte bis zum Verschwinden der Einschlüsse nur 10 bis 14 min. Während der Einwirkung entwichen kleine Gasblasen, die teils am Haar hafteten, aber auch in die umgebende Lösung abwanderten. Wir haben geprüft, ob auch andere Stoffe dazu in der Lage sind und verschiedene Substanzen auf Thalliumhaare einwirken lassen. Die Ergebnisse sind aus Tabelle 2 ersichtlich.

Auch indifferente Stoffe wie Paraffin und Glycerin führen zu einer Aufhellung, nur dauert es hier länger, bis der gasförmige Inhalt aus dem Haar vertrieben wird und die Schwärzung schwindet. Lediglich Wasser führt auch nach Tagen keine Veränderung herbei. Bei Einwirkung von Gemischen aus Thioglykolaten und Farbstoffen kann eindrucksvoll nachgewiesen werden, wie die Farblösung in die ehemals lufthaltigen Hohlräume eindringt.

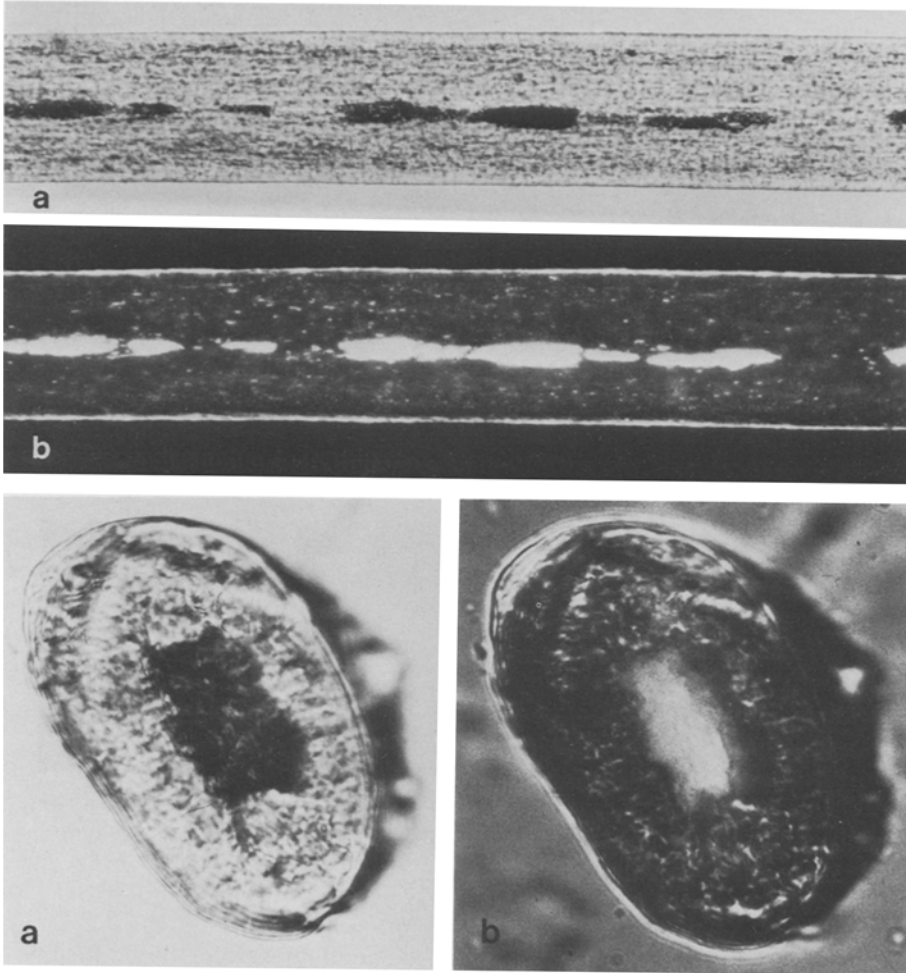


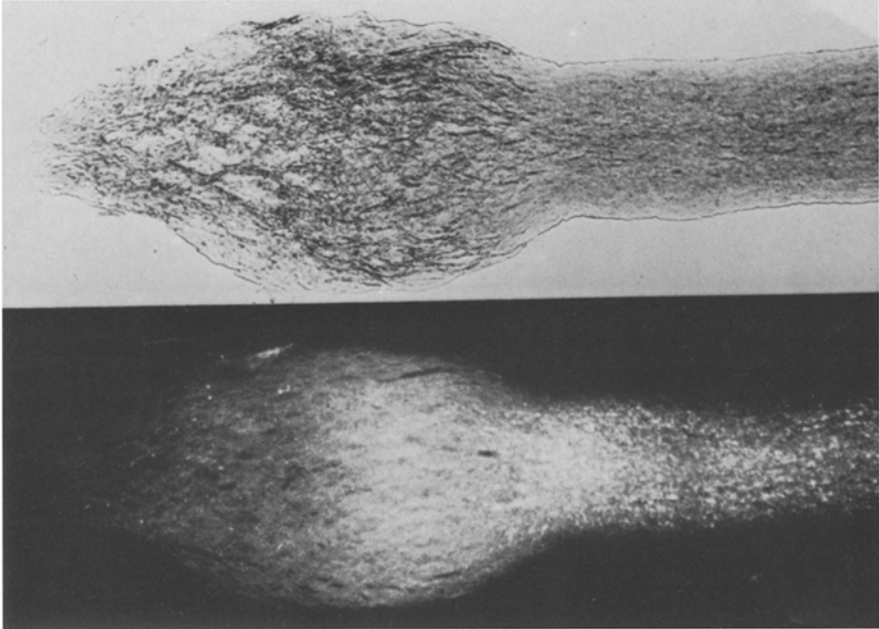
Abb. 4a, b. Normale Haare (Längs- und Querschnitt) **a** im Durchlicht und **b** im Auflicht. Das optische Verhalten des Markstrangs entspricht dem der Thalliumzonen

Für die Untersuchung der Feinstruktur bot sich das Rasterelektronenmikroskop an, welches Aufnahmen mit einer optimalen Tiefenschärfe gestattet. Bei der Oberflächenbetrachtung des Haares konnten in den bisher vorgenommenen Untersuchungen keine Auffälligkeiten gegenüber gesunden Haaren festgestellt werden. An Haarquerschnitten fiel eine Auflockerung der spindelförmigen Elemente der Rindenschicht auf (Abb. 7).

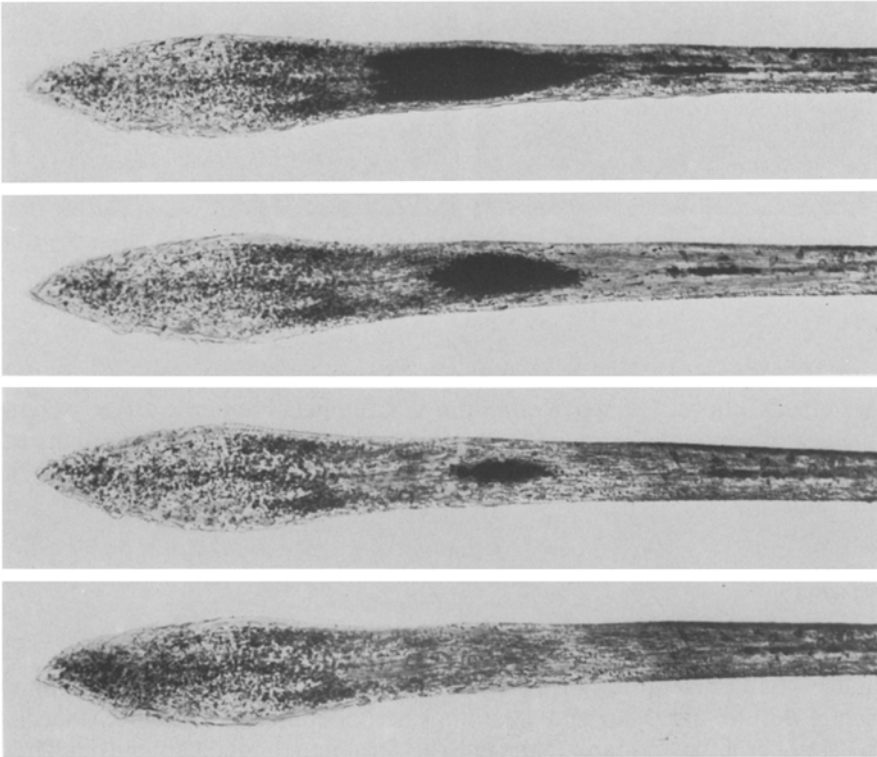
Dem Elektronenmikroskop war eine Röntgenspektraleinrichtung angeschlossen, mit der anorganische Elemente nachgewiesen werden können. Das

Abb. 5. Thalliumhaar nach mechanischer Schädigung (Quetschung). Der Thalliumstreifen ist nicht mehr nachweisbar. Bei dem schwarzhaarigen Patienten tritt nur noch die natürliche Pigmentierung hervor

Abb. 6. Thalliumhaar nach chemischer Einwirkung (hier mit Thioglykolsäure). Die Einschlüsse verschwinden dabei langsam und sind schließlich nicht mehr vorhanden



5



6

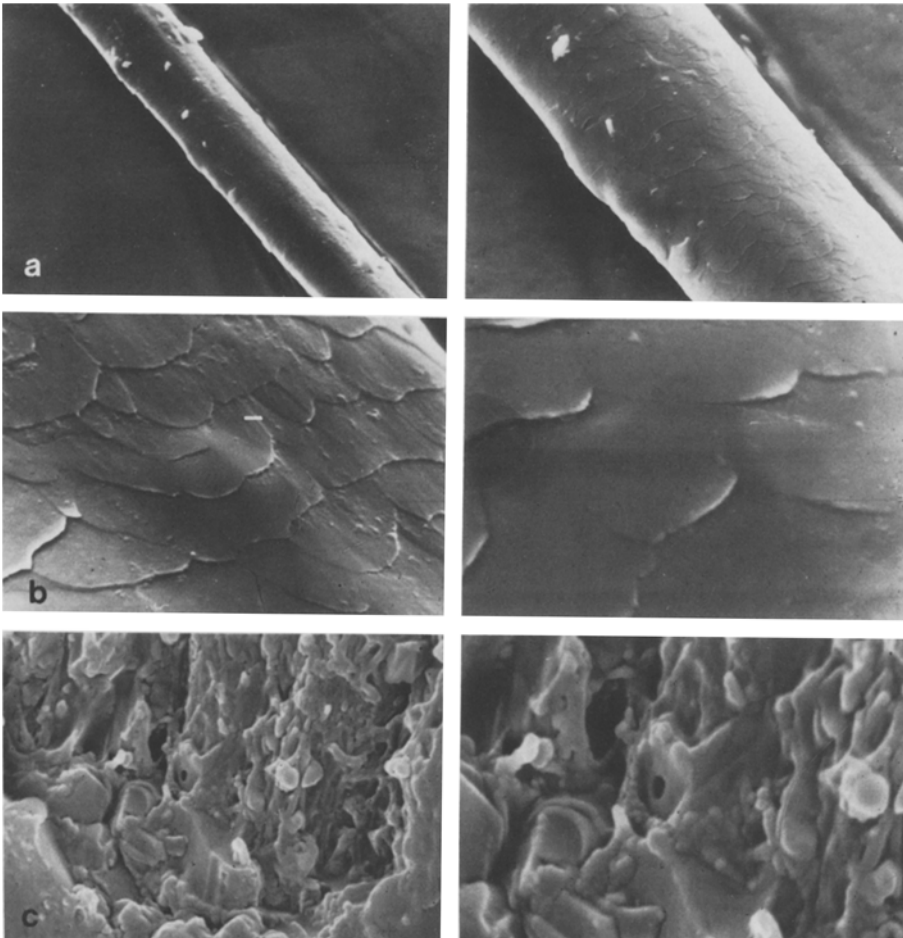


Abb. 7a-c. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung. **a, b** Haaroberfläche mit Struktur der Kutikula. **c** Haarquerschnitt mit Auflockerung der spindelförmigen Elemente der Rindenschicht

Keratin des Haares ist eine schwefelreiche Substanz, so daß sich ein großer Schwefelpeak ergibt. Bei der Verteilung der übrigen Elemente treten schon normalerweise erhebliche individuelle Unterschiede auf. Thallium war nicht nachzuweisen, was an der mangelnden Empfindlichkeit der Methode liegen dürfte (Abb. 8).

Diskussion

Der Haarausfall, welcher bereits beim Lebenden ein charakteristisches Symptom der Thalliumvergiftung ist, stellt an der Leiche den wichtigsten morphologischen Befund dar. Man muß allerdings berücksichtigen, daß eine Alopecie auch bei fieberhaften Erkrankungen auftritt, ferner nach medikamentöser The-

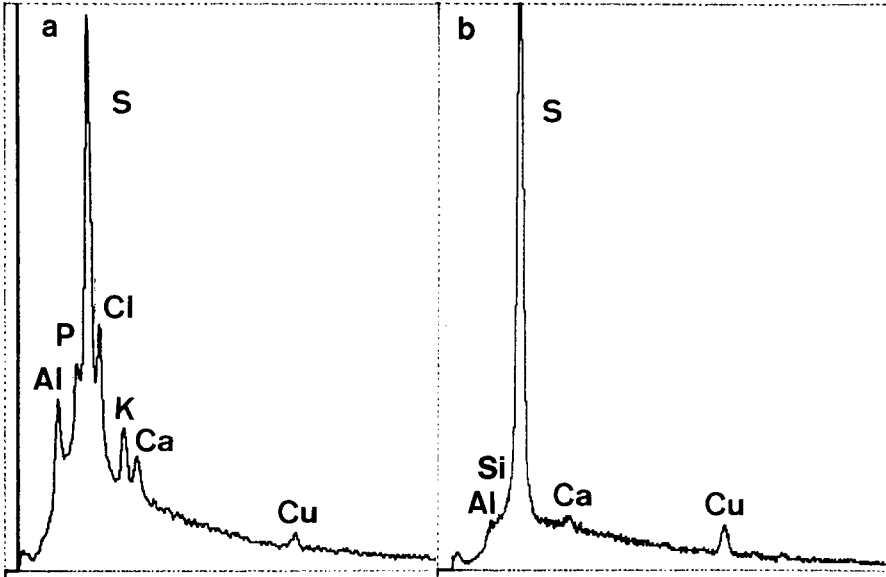


Abb. 8a, b. Röntgenspektroskopische Untersuchung von Thalliumhaaren am Querschnitt (a) und an der Haaroberfläche (b). Thallium ist mit dieser Methode nicht nachweisbar

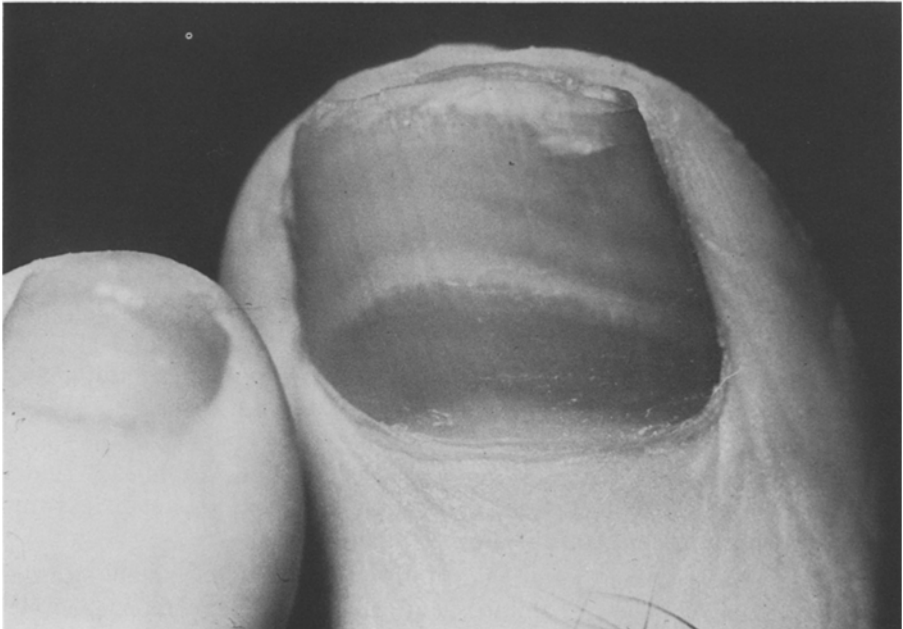


Abb. 9. Meessches Nagelband der Großzehe bei einer 6 Monate überlebten Thalliumvergiftung

rapie (insbesondere mit Cytostatica und Antikoagulantien). Wir selbst haben einen Fall gesehen, in dem aufgrund eines dem Tode vorausgegangenen Haarausfalls eine anonyme Anzeige erstattet und die Exhumierung veranlaßt wurde. Todesursächlich war eine eitrige Myokarditis. Schließlich ist Haarausfall als postmortale Erscheinung bei Leichenfäulnis zu beachten. Deshalb genügt seine Feststellung nicht, sondern die Haare müssen mikroskopisch untersucht werden.

Die Haut reagiert auf Thalliumeinwirkung mit trophischen Schäden (Sistieren der Schweißbildung, Schuppung und entzündlichen Veränderungen). Der Haarausfall beschränkt sich in der Regel auf die Haupthaare; er beginnt nach etwa 10 Tagen und erreicht mit Ablauf der 3. Krankheitswoche seinen Höhepunkt. Dies bestätigte sich auch bei unseren Fällen. Bei schweren und länger überlebten Vergiftungen kommt es zum Ausfall der Körper- und Schamhaare sowie der lateralen Augenbrauen. Die nachwachsenden Haare sind häufig pigmentlos, manchmal tritt im Anschluß an die Vergiftung eine Überbehaarung auf.

Die Meesschen Nagelbänder sind an den Fingernägeln (bei einem Wachstum von ca. 0,1 mm/Tag) frühestens nach 3–4 Wochen erkennbar, an den Zehennägeln (bei einem Wachstum von 0,03 mm/Tag) entsprechend später. Abbildung 9 zeigt das Nagelband bei einer 6 Monate überlebten (hier nicht referierten) Thalliumvergiftung.

Diese Nagelbänder galten zunächst als spezifische Folge der Arsen- und Thalliumvergiftung (Klemperer 1934). Es zeigte sich aber, daß sie auch bei verschiedenen neurologischen und internen Erkrankungen, nach schweren Schädeltraumen und Geburten vorkommen. Die weißen Querstreifen sind deshalb als die ätiologisch unspezifische Folge einer vegetativ-trophischen Störung des Nagelwachstums anzusehen (Schliack 1964). Von dermatologischer Seite wurde auf Ähnlichkeiten zwischen den Meesschen Bändern und der Leukonychie (fleckförmigen weißen Nagelveränderungen) hingewiesen. Die Leukonychie kommt durch Einlagerung von Luftbläschen in die Hornsubstanz des Nagels zustande.

Diese Tatsachen bildeten den Ausgangspunkt unserer Überlegungen über die Struktur der Thalliumhaare. Da die Haare ebenso wie die Nägel Hautanhangsgebilde sind, war zu vermuten, daß den Veränderungen ein ähnlicher Mechanismus zugrunde liegt.

In unseren Untersuchungen konnten wir zunächst feststellen, daß die Haare im Gegensatz zu den Mitteilungen von Ludwig (1961) und Arnold et al. (1964) nur selten im Follikel abbrechen. Wir fanden in über 90% erhaltene Haarwurzeln, wie sie auch in den Abb. 1–7 dargestellt sind.

Wenn die Haare keinen intrafollikulären Bruch erleiden, so stellt sich die Frage, weshalb sie ausfallen. Thallium ist ein Zellgift. Nachdem schon Galewsky (1932) Epithelschädigungen am Haarbalg mitgeteilt hatte, fand Zollinger (zit. bei Moeschlin 1980) reichlich Pyknosen in den äußeren Schichten der Haarzwiebel. Es kann davon ausgegangen werden, daß Thallium mit dem Blutstrom über die Haarpapille in die noch unverhornten Zellen eindringt und hier Schäden verursacht, die zu einer Störung der Keratinbildung führen.

Für solche Strukturveränderungen, die eine Verminderung der Festigkeit des Haares zur Folge haben, sprechen auch die Ergebnisse unserer Untersuchungen. Das optische Verhalten der Thalliumhaare ließ bereits vermuten, daß sie gasförmige Bestandteile enthalten. Dies bestätigte sich nach der mechanischen und chemischen Einwirkung. Von praktischer Bedeutung ist die Tatsache, daß zahlreiche Substanzen in das Haar eindringen und zu einer Aufhellung des Widyschen Streifens führen. Nach einer Beobachtung von König (1983) ist auch die Klebmasse von Folien dazu in der Lage; nach längerem Verwahren von Thalliumhaaren in Klebefolien waren die vorher vorhandenen Streifen nicht mehr feststellbar. Angesichts dieser Milieuabhängigkeit ist damit zu rechnen, daß bei Exhumierungen vergifteter Personen Haare gefunden werden, welche die typischen Einschlüsse nicht mehr aufweisen.

Literatur

- Arnold W, Herzberg JJ, Ludwig E, Sturde H (1964) Die Dynamik des Haarausfalls bei Thallium-Vergiftung. *Arch Klin Exp Dermatol* 218 : 396-414
- Bertran-Capella A, Hernandez F, Gutierrez I, Corbella J (1972) Intoxication au thallium. Masson, Paris
- Galewsky E (1932) Erkrankungen der Haare und des Haarbodens. In: Jadassohn (Hrsg) *Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten*, Bd XII/1. Springer, Berlin
- Haberda A (1928) Giftmord durch Thallium. *Beitr Gerichtl Med* 7 : 1-10
- Hagedorn-Götz H, Stoeppler M (1975) Zum forensischen Nachweis von Thallium in menschlichen Haaren durch flammenlose Atomabsorptionsspektrometrie. *Arch Toxicol* 34 : 17-26
- Henke G, Bohn G (1969) Zum Nachweis einer zweimaligen Thalliumvergiftung durch aktivierungsanalytische Untersuchung von Haaren und Nägeln. *Arch Toxicol* 25 : 48-56
- Karrenberg CL (1932) Thalliumsalz-Vergiftungen, medizinale. Fühner-Wielands Sammlung von Vergiftungsfällen 3 : C9 (S 17)
- Katzenellenbogen J (1929) Beitrag zur Frage der Thalliumepilation. *Dermatol Wochenschr* 89 : 1947-1951
- Kijewski H, Lange J (1977) Die Beurteilung des Spurenelementgehaltes von Haaren in Kriminalistik, Toxikologie und Umweltschutz. Untersuchungen zur Wanderungskinetik von Metallionen in Keratin. *Z Rechtsmed* 80 : 79-106
- Kijewski H (1983) Möglichkeiten und Grenzen der Metallanalysen in der forensischen Chemie. 3. Symposium der Gesellschaft für Toxikologische und Forensische Chemie, Mosbach
- Klemperer E (1934) Die Natur des Mees'schen Nagelbandes bei Thallium-Polyneuritis. *Dtsch Z Ges Gerichtl Med* 23 : 192-193
- König HG (1983) persönliche Mitteilung
- Lamy A (1863) Sur les effets toxique du thallium. *J Pharm Chim* 44 : 285
- Ludwig E (1961) Pathognomonische Haarbefunde bei Thalliumvergiftung und deren Deutung. *Hautarzt* 12 : 456-459
- Mees RA (1919) The nails with arsenical polyneuritis. *Ned Tijdschr Geneesk* 1 : 391 [Ref in: *JAMA* 72 : 1337 (1919)]
- Moeschlin S (1980) *Klinik und Therapie der Vergiftungen*, 6. Aufl. Thieme, Stuttgart
- Möllhoff G, Schmidt GG, Bösche J (1979) Thalliumvergiftungen. Nervenärztliche und rechtsmedizinische Aspekte. *Arch Kriminol* 163 : 1-13
- Prick JG, Smith WG, Muller L (1955) *Thallium poisoning*. Elsevier, Amsterdam
- Rauschke J (1961) *Studien über Thalliumvergiftung*. Habilitationsschrift, Heidelberg
- Schliack H (1964) Über die Meesschen Nagelbänder nach akuten Hirnkrankheiten. *Med Bild Dienst Roche* 2 : 3-11

- Weinig E, Schmidt GG (1966) Zur Verteilung des Thalliums im Organismus bei tödlichen Thalliumvergiftungen. Arch Toxicol 21 : 199-215
- Weinig E, Zink P (1967) Über die quantitative massenspektrometrische Bestimmung des normalen Thallium-Gehalts im menschlichen Organismus. Arch Toxicol 22 : 255-274
- Widy W (1956) Early diagnosis of thallium poisoning with the spectral method and the microscopic hair examination. Pol Tyg Lek 690-692
- Widy W (1959) Die Pigmentsansammlungen in den Haarwurzeln bei Thalliumvergiftungen. Hautarzt 10 : 216-218

Eingegangen am 3. August 1983