

## Arsengehalt des menschlichen Organismus bei Vergifteten in klinischen und tödlichen Fällen

ÉVA GRUSZ-HARDAY

Landesinstitut für gerichtliche Chemie, Budapest, Ungarn  
(Direktor: J. ANTAL, M. D., Ph. D.)

Eingegangen am 17. Januar 1966

Zufällige oder absichtliche Arsenvergiftungen sind heutzutage seltener geworden, ihre Bedeutung kann man aber nicht ganz vernachlässigen. Um eine Arsenvergiftung festzustellen, ist es sehr wichtig — neben der Kenntnis der physiologischen Arsenwerte — die Verteilung des unter verschiedener Vergiftungsumständen in den Körper gelangten Arsens zu kennen. In dieser Arbeit habe ich seit vielen Jahren gesammelte Resultate zusammengefaßt. Mit unseren Ergebnissen möchte ich zu diesen Angaben beitragen. Einen kleinen Teil dieser Ergebnisse haben wir mit SZÉP vor einigen Jahren in ungarischer Sprache publiziert.

### Arbeitsweise

Von einem Verfahren zur Zerstörung biologischer Substanzen mit Salpeter- und Schwefelsäure berichteten wir in einer früheren Arbeit ausführlich. Abhängig von dem voraussichtlichen Wert des Arsens und der Menge der zu analysierenden Substanz wurden zu Untersuchungen 20—100 ml Urin, 1—2 g Haare, 0,1—0,2 g Nägel<sup>1</sup> bzw. 5—30 g zerkleinerte Organteile genommen. Die Zerstörung wurde in allen Fällen mit 40 Tropfen Schwefelsäure und mit der notwendigen Menge in kleinen Teilen zugesetzten Salpetersäure (spez. Gew. 1,40—1,42) durchgeführt. Durch Verwendung von Quarz-Kjeldahlkolben wurde die Möglichkeit des Arsenauslösens verhindert. Die bei der Zerstörung gewonnene konzentrierte Schwefelsäurelösung (ungefähr 1 ml) wird durch mehrmalige Eindunstung mit Wasser von Oxydationsmittelresten befreit. Diese Lösung, bzw. ein aliquoter Teil dieser Lösung, wird zur Bestimmung benutzt, so daß die Menge des Arsens zwischen 0,1—20 µg liege.

Das Arsen wurde in einem Apparat nach GANGL und SANCHEZ bestimmt, ebenso wurde die Titrierung des Arsenspiegels mit der von ihnen eingeführten Methode gemacht. Zur Reduktion des Arsens benützten wir aber schwammiges Zinn und Salzsäure. Beide wurden auf Grund der analytischen Mitteilung von TANANAEFF und PONOMARJEFF in toxikologischen Arsenbestimmungen durch BODNÁR, SZÉP und CIELESZKY verwendet. Der Gebrauch des Zinns und der Salzsäure ermöglicht es, den Blindversuch der Bestimmung praktisch bis auf 0 zu verringern, da das Zinn sich durch mehrmaliges Lösen mit Salzsäure und Ausscheidung auf Aluminiumdraht vom Arsen befreien läßt. Der minimale Blindwert wird durch den Umstand unterstützt, daß das zu einem Milliliter konzentrierte Untersuchungsmaterial zur vollständigen Reduktion im ganzen nur 3—5 g schwammiges

<sup>1</sup> Die Haare und Nägel wurden mit Seife, Wasser und Alkohol gewaschen und getrocknet.

Zinn (es hat eine viel größere Oberfläche als das pulverisierte Zink!) und 10 ml 1:1 Salzsäure braucht.

Die auf obige Weise durchgeführten Analysenergebnisse gebe ich im folgenden bekannt.

### Klinische Fälle

Die Vergifteten sind teilweise mit Symptomen einer Arsenvergiftung in der Klinik bzw. im Krankenhaus gewesen. Die Vergiftung hatte in manchen Fällen einen tödlichen Ausgang, und in dem aus der Obduktion stammenden Material haben wir auch das Arsen bestimmt (diese Ergebnisse s. im 2. Teil). Bei drei Personen bestimmten wir die Arsenwerte während bzw. nach einer Dimercaprolbehandlung. Wo es möglich war, wurden die Fälle nach dem Ursprung der Vergiftung zusammengestellt. Die Analysenergebnisse dieser Fälle sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Eine Familie von sechs Personen erkrankte Mitte September von Fleischsuppe. Nach ihren Erzählungen war das in der Suppe gekochte Grünzeug durch arsenhaltige Spritzmittel verunreinigt. Alle hatten Magenbeschwerden und Erbrechen. Bei der Mutter und bei einem Kind war die Krankheit leichter, die anderen Familienmitglieder (Nr. 1—4) wurden mit schweren Vergiftungssymptomen in der neurologischen Klinik gepflegt. Im schlechtesten Zustand war der Vater (Nr. 1). 2—3 Wochen nach der Vergiftung hatte er Gliedererstarrungen. Ende Oktober, bei der Aufnahme in die Klinik, hatte er Atmungsbeschwerden, Sensibilitätsstörungen, Schmerzen, Pigmentation auf der Haut des Rumpfes, sich schälende Haut, auf den Nägeln Meessche Bänder. Am 30. November starb er infolge Atemlähmung.

Bei drei Kindern dieser Familie (Nr. 2, 3, 4) waren ähnliche Symptome: Gliedererstarrung, die trockene Haut stellenweise sich schälend. Ein Kind (Nr. 2) hatte gut sichtbare Meessche Bänder auf den Nägeln der Hände. Im besten Zustand war das 14jährige Mädchen (Nr. 3).

Vor mehreren Jahren wurde auf dem Lande Anfang November in den Teig einer Bäckerei zufällig ein arsenhaltiges Spritzmittel gemischt. Infolgedessen kam es zu mehreren, in einigen Fällen zum Tod führenden Vergiftungen. Die in der Klinik behandelten fünf Personen (Nr. 5—9) hatten folgende Symptome: Erbrechen, Gliedererstarrung, trockene, sich abschälende Haut, beim 16jährigen Knaben (Nr. 9) auf den Fingernägeln Meessche Streifen. Die Vergiftung des 49jährigen Mannes (Nr. 5) endete im Januar mit dem Tode. Nr. 6 und 7 sind ein Ehepaar, beide hatten Syphilis. Zur Zeit der Vergiftung machten sie eine Salvarsankur, die der Arzt wegen der Arsenvergiftung unterbrechen mußte. Nr. 8 und 9 wurden auch vom Brot dieser Bäckerei krank.

Nr. 10—12 sind eine Familie, die von ungewaschenem Obst erkrankte. Alle hatten sich erbrochen, hatten Gliedererstarrung, trockene, rissige Haut, Ödem im Gesicht, bei der Mutter und dem Sohn waren auf den Fingernägeln Meessche Bänder. Bei Nr. 12 konnte man die Salvarsankur wegen der Arsenvergiftung nicht fortsetzen.

Nr. 13. Der Anfang der Krankheit reicht wahrscheinlich in den Oktober zurück. Der Ursprung der Vergiftung ist unbekannt. Symptome sind: Durchfall, Schwindelgefühl, Erstickung, Lähmung. Im darauffolgenden Juli erschienen die Meesschen Streifen auf den Nägeln der Hände.

Tabelle 1. *Arsengehalt in Harn, Haaren und Nägeln bei Arsenvergiftungen*

Nr.	Alter	Zeitpunkt der Be- stimmung	Harn Arsengehalt µg-%	Haare	Nägel	Nr.	Alter	Zeitpunkt der Be- stimmung	Harn Arsengehalt µg-%	Haare	Nägel
1	44	13. 11. 27. 11.	31,80 10,50	— 3500	— —	15	46	15. 11. 7. 3.	— 16,65	4085 —	940 —
2	12	13. 11. 27. 11. 29. 12.	22,50 34,05 —	— 5340 —	— — 2140	16	60	2. 2.	—	90	652
3	14	19. 11. 9. 12.	54,30 —	— 1132	— —	17	51	26. 6. 3. 7.	13,50 —	— 2238	— —
4	16	9. 12. 15. 12.	— 7,50	2205 —	— —	18	?	21. 7.	174,00	690	—
5	49	1. 12. 9. 12.	87,00 —	— 4905	— 210	19	40	10. 7. 11. 7.	85,00 74,10	8838 —	— —
6	33	11. 12. 29. 12. 18. 1. 21. 1. 13. 2.	102,75 — — — —	2580 — 4800* 5640 —	— 1742 1360 — 1508	20	48	13. 5. 17. 7.	209,30 —	— 2790	— —
7	26	28. 12. 10. 2.	60,00 —	3270 —	— 2459	21	40	30. 6.	—	2145	4798
8	46	15. 12. 29. 12. 16. 1. 19. 1.	14,25 — — —	— — — 2405	— 1293 2439 —	22	52	23. 9.	20,00	—	609
9	16	14. 1. 19. 1.	— 9,80	— 2001	849 —	23	51	21. 10.	61,60	5400	496
10	57	15. 8.	13,50	—	—	24	20	19. 1. 21. 1. 22. 1.	19,50 — 4,50	270 90 —	2580 — —
11	57	10. 9. 10. 11. 17. 12.	— — —	2513 — —	— 1203 1431	25	?	17. 2.	—	1043	225
12	19	14. 8.	37,50	—	—	26	20	15. 7.	21,00	1200	—
13	48	9. 6. 17. 6. 27. 6. 9. 7. 19. 8. 17. 11. 9. 12.	45,00 41,00 26,00 13,00 9,90 — —	— 405 — — — — —	— — — — — 8190 4014	27	22	15. 10. 10. 11. 15. 12. 12. 1.	405,00 — — 11,50	1770 — — —	— 1180 10359 —
14	?	17. 11. 9. 12.	60,60 —	— 1215	— —	28	37	1. 2.	—	3081	5400
						29	56	22. 8.	—	1440	1160
						30	34	12. 5. 2. 7. 28. 7. 17. 10.	1 — — 0,6	4740 480 60 60	3086 2400 818 260
						31	?		—	2833	1627
						32	21	24. 5. 14. 6. 24. 6. 3. 8.	48,00 4,50 — —	90 — — —	8451 — 4787 7220
						33	?		—	5570	10700
						34	?		—	2760	3481

\* Haut

Von Nr. 14 wissen wir nichts Näheres. In der neurologischen Klinik war sie mit der Diagnose: Polyneuritis.

Nr. 15. Ende August hat die Krankheit angefangen. Symptome waren: Erstarrung der Beine, später Lähmung.

Nr. 16. Seit April Erstarrung der Beine, später war der Kranke gehunfähig.

Nr. 17. Am 24. April wurde ihm plötzlich schlecht. Nachher erbrach er sich 6 Tage lang häufig. Später hatte er trockene, auf den Fußsohlen sich in dicken Schichten abschälende Haut, auf den Nägeln Meessche Bänder und noch weiterhin Lähmung.

Nr. 18 wurde in der neurologischen Klinik behandelt. Weiteres ist unbekannt.

Nr. 19. Anfang Juni ist er krank geworden. Die Symptome sind: verdorbener Magen, Erbrechen, später Hände- und Beineerstarrung.

Nr. 20. Von Weichseluppe ist er am 30. März erkrankt. 5 Tage lang hat er sich oft erbrochen. Er hatte später Hände- und Beineerstarrung, an den Fingernägeln Meessche Bänder.

Nr. 21. Die Krankheit hat mit verdorbenem Magen angefangen. Die Symptome sind sich schälende Haut auf dem Rumpf, dem Bauch und den Fußsohlen. An den Nägeln sind die Meesschen Bänder sichtbar.

Nr. 22. Sie ist am 27. August von der inneren medizinischen Klinik in die neurologische Klinik gekommen und hatte Erstarrung und Schmerzen.

Nr. 23. Am 20. Oktober wurde der Kranke in kläglichem Zustand in die neurologische Klinik eingeliefert. Anfang September erkrankte er von Mohnnudeln, die mit arsenikhaltigem Staubzucker bestreut worden waren. Als er in die Klinik aufgenommen wurde, war er bewegungsunfähig. Die Haut der Hände und Beine schälte sich, die Nägel hatten keine Meesschen Streifen. Am 10. November ist er gestorben.

Nr. 24. Anfang Dezember erstarrten die Hände und Beine. Ungefähr 6 Monate früher hatte er ein ähnliches Gefühl. Er hatte mehrmals auch Durchfall. Die Diagnose war hier auch Polyneuritis.

Nr. 25. Eine innere medizinische Klinik hat um die Bestimmung gebeten. Die Vergiftungsumstände sind unbekannt.

Nr. 26. Anfang der Krankheit Ende März. Symptome sind: Brechreiz, Erbrechen, Hände- und Beineerstarrung, Schmerzen, Lähmung, 15 kg Gewichtsabnahme. Ende Juli starb die Kranke.

Nr. 27. Die Krankheit begann wahrscheinlich Ende Juli. Der Kranke erbrach sich täglich 7—8mal, später, im September und im Winter hatte er ähnliche Klagen. Im nächsten Juni, als er in die Klinik gekommen war, wußte man noch nicht, daß er die Krankheit wegen einer Arsenvergiftung hatte. Er bekam als Medikament Fowler-Lösung, davon erbrach er sich. Die Symptome erscheinen immer wieder, als er auf dem Lande zu Hause lebte. Während seines Aufenthaltes im Studentenheim verschwanden die Symptome. In der Zeit der Arsenbestimmung hatte er noch als Symptome sich schälende Haut, Gliedererstarrung und Meessche Streifen.

Nr. 28. Er beschäftigte sich seit einem Jahr mit der Berieselung. Seit einem halben Jahr hatte er Durchfall, Erbrechen, später Muskelschmerzen, Lähmung. Die Arsenbestimmungen wurden im 6. bis 7. Monat vom Anfang der Krankheit an gemacht.

Nr. 29. 2 Monate vorher ist dem Betreffenden während einer Berieselung arsenhaltiges Spritzmittel in den Mund gekommen. Die Schleimhaut wurde aufgeätzt, am nächsten Tag hatte er Durchfall, nach 1—2 Wochen traten Symptome einer Polyneuritis auf. Da auch andere zu Polyneuritis führende Ursachen in Betracht kommen konnten, wurden zur Aufklärung der Quelle der Vergiftung die Haare und Nägel auf Arsen untersucht.

Nr. 30. Während der klinischen Behandlung ist in den Haaren und Nägeln mehrmals Arsengehalt bestimmt worden. Der Beginn und die Quelle der Vergiftung ist unbekannt.

Nr. 31. Seit Anfang Oktober hatte er Durchfall, verdorbenen Magen, dann Schmerzen in den Gliedern. Am 20. November erschienen Meessche Bänder. Die Erhebungen ergaben — aufgrund der chemischen Analysenergebnisse —, daß seine Frau ihm ein calciumarsenathaltiges Spritzmittel in den Kaffee gemischt hatte.

Nr. 32. Sie wurde im Krankenhaus behandelt. Auf den Nägeln hatte sie Meessche Bänder, andere Vergiftungsumstände sind unbekannt.

Nr. 33. 10 Jahre lang hatte er Psoriasis, während dieser Zeit wurde er ständig mit arsenhaltigen Medikamenten behandelt, ausgenommen die letzten 3 Wochen, seit die Vergiftungssymptome aufgetreten sind.

Nr. 34. In einem Krankenhaus war er in medizinischer Behandlung. Weitere Umstände sind unbekannt.

In Tabelle 2 und 3 sind Analysenergebnisse aufgeführt, die im Urin und Blut während bzw. nach einer Dimercaprol-Behandlung gefunden wurden.

Tabelle 2  
*Arsenausscheidung im Urin  
während Dimercaprol-  
Behandlung (Fall Nr. 35)*

Zeitpunkt der Bestimmung	Arsengehalt im Harn ( $\mu\text{g}\cdot\%$ )
30. 9.	1716
1. 10.	936
2. 10.	684
3. 10.	462
5. 10.	237
7. 10.	69
10. 10.	54
13. 10.	10,5

Nr. 35. Bei einer, an akuter Arsenvergiftung leidenden Kranken, welche in der neurologischen Klinik gepflegt worden war, wurde der Harn während einer Dimercaprol-Behandlung auf Arsen geprüft. Weitere Einzelheiten der Vergiftung sind unbekannt. Die Ausscheidung des Arsens durch den Urin ist in Tabelle 2 zusammengestellt.

Nr. 36—37. In zwei Fällen, wo die Kranken wegen einer Salvarsandermatitis mit Dimercaprol behandelt wurden, habe ich die Arsenausscheidung im Urin untersucht und auch im Blut Arsenbestimmungen gemacht. Die Kranken sind binnen 4—5 Wochen genesen. Die Ergebnisse der Bestimmungen sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

In den Publikationen, die in den letzten 15—20 Jahren erschienen sind, sind die physiologischen Arsenwerte niedriger bezeichnet als früher. Dieser Unterschied zwischen früheren und späteren Ergebnissen stammt teilweise aus der Empfindlichkeitserhöhung der Untersuchungsmethoden. Bei der Bewertung der Ergebnisse eines Vergiftungsfalles soll man aber auch andere Gesichtspunkte berücksichtigen. In den meisten Fällen bekommt man einige Zentimeter lange Haare zur Untersuchung. Der Arsengehalt dieser Haare zeigt nicht den wahren Arsenwert dieses Zeitpunktes, sondern einen Durchschnittswert um so eher, je länger die Haare sind. Das Arsen scheidet sich mit den Haaren und Nägeln so schnell aus, wie schnell diese wachsen. Natürlich ist es auch nicht gleichgültig, ob man das Arsen aus einigen zehntel Gramm oder aus einigen Gramm Haaren bestimmt. Man muß die Arsenwerte möglichst bei gleichen Untersuchungsumständen feststellen bzw. beim Auswerten der Ergebnisse auch die Umstände in Betracht ziehen. Es ist zweckmäßig, in der Praxis nicht zu niedrige physiologische Werte anzunehmen. Das heißt, daß man bei wenig gesteigerten Arsenwerten eine Vergiftung nicht feststellen, sondern nur den Verdacht der Vergiftung haben darf. So ist es empfehlenswert, „eine Verdachtzone“ zwischen physiologischen und

Tabelle 3. *Arsengehalt im Harn und Blut während Dimercaprolbehandlung wegen einer Salvarsandermatitis (Fälle 36 und 37)*

Nr. 36					Nr. 37				
Tage	Arsen- gehalt µg- %	Harn		Blut Arsen- gehalt µg- %	Tage	Arsen- gehalt µg- %	Harn		Blut Arsen- gehalt µg- %
		ml	As µg				ml	As µg	
		täglich ausgeschie- den					täglich ausgeschie- den		
Vor Dimercaprolbehandlung					Vor Dimercaprolbehandlung				
0	129	640	830	13,33	0	197	840	1660	6,63
Während und nach Dimercaprol- behandlung					Während und nach Dimercaprol- behandlung				
1	242,17	482	1160	31,42	1	155,70	1830	2850	20,53
2	86,32	654	550	17,92	2	82,50	2200	1820	22,28
3	90,00	880	810	12,79	3	87,00	1700	1480	10,56
4	42,00	2100	880	7,25	4	57,00	2150	1230	14,20
5	50,40	1350	680	6,45	5	48,00	2470	1110	7,20
6	43,50	1030	450	2,07	6	21,00	3000	630	5,73
7	37,50	1040	390	—	7	41,40	2050	850	5,14
8	46,95	650	350	—	8	29,40	2640	780	3,83
9	49,50	630	310	—	9	33,90	1790	610	—
10	30,00	1470	440	—	10	30,90	1490	460	—
11	13,20	1740	200	<2	11	30,90	1400	430	—
12	13,50	2180	300	<2					
13	8,25	910	80	<2					
14	1,50	825	12	—					

Vergiftungswerten zu halten und nur nach späteren Untersuchungen die letzte Meinung zu sagen. Nach unseren Erfahrungen sind die physiologischen Arsenwerte:

Urin 0—10  $\mu\text{g-}\%$  As

Haare 0—100  $\mu\text{g-}\%$  As

Nägel 0—200  $\mu\text{g-}\%$  As

In der Tabelle 1 sahen wir, daß es in manchen Arsenvergiftungsfällen möglich ist, beinahe physiologische Arsenwerte zu finden, aber nur entweder im Urin oder in den Haaren oder in den Nägeln. Wenn man das Arsen in allen drei Untersuchungsmaterialien bestimmt, und nicht nur zu einem einzigen Zeitpunkt, ist es beinahe unmöglich, sich in der Feststellung einer Arsenvergiftung zu irren. Die gesteigerten Arsenwerte sind im Harn innerhalb einiger Tage, in den Haaren nur nach 4—5 Wochen, in den Nägeln nach Monaten, vom Vergiftungsanfang an gerechnet, auffällig. Im folgenden gebe ich ein Schema bekannt, um auf den Zeitpunkt der Arsenaufnahme zu schließen:

1. Der Arsengehalt des Urins ist erhöht bzw. sehr hoch, der der Haare und Nägel normal: die Arsenaufnahme ist etwa 7—10 Tage im Gange.

2. Der Arsengehalt des Urins und der Nägel ist normal bzw. wenig erhöht, der der Haare hoch: die Arsenaufnahme war vor 4—6 Wochen, aber nicht früher als vor 2 Monaten.

3. Der Arsengehalt des Urins und der Haare ist normal bzw. wenig erhöht, der der Nägel aber hoch: die Arsenaufnahme reicht mehr als 2 Monate zurück.

In den meisten Fällen ist die Auswertung viel komplizierter. Wenn man aber die Analysenergebnisse, die vorangehenden Angaben und die klinischen Symptome mit großer Umsicht erwägt, ist es möglich, durch die chemischen Arsenbestimmungen eine Arsenvergiftung zu beweisen. Es ist auch wichtig, alle die die Arsenwerte beeinflussenden Umstände zu kennen, wie z.B. in Fällen, wo das Arsen durch Dicapitolbehandlung mobilisiert worden ist, die Arsenergebnisse also extrem groß sein können. Oder auch in Fällen, wo die zu untersuchende Person früher mit arsenhaltiger Arznei behandelt worden war, können die Arsenwerte eine Erhöhung zeigen. Die Arsenwerte des Urins, der Haare und Nägel müssen mit den Vergiftungsumständen und anderen vorangegangenen Angaben übereinstimmen.

Wie ich erwähnte, wurden in einigen unserer Fälle, wo die Kranken die Vergiftung nicht überlebt hatten, auch die Leichenteile auf Arsen

Tabelle 4. *Arsengehalt in mg-%*

Nr.	Alter	Magen	Darm	Einge- weide	Leber	Milz	Niere	Lun- gen	Herz
1	44	10	13,5	16,5	—	—	—	—	—
5	49	12	18	—	58	11	18	9	6
23	51	—	25	23,3	30	19,5	22,5	18	21
38	57	—	—	—	—	—	—	—	—
39	59	204	360	—	4200	1650	—	—	—
40	34	66,6	—	—	454	583	—	—	—
41	35	13600	13500	—	5030	2330	—	—	—
42	78	—	—	—	720	—	—	—	—
43	?	21840	19290	—	—	—	—	—	—
44	2	11700	2880	—	216	270	—	—	—
45	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	9750	—	660	—	—	—	—
46	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2250	4020	—	264	240	—	—	—
47	3	7200	2220	—	264	300	—	—	—
48	9	—	1910	—	277	—	—	—	—
49	3	216	4560	—	180	192	—	—	—
50	1	5100	3300	—	432	—	—	—	—

\* Diese Ergebnisse s. später.

untersucht. Diese Ergebnisse und noch weitere tödliche Fälle enthält der zweite Teil.

### Tödliche Fälle

In der Tabelle 4 sind die Fälle, die entweder durch absichtliche oder durch zufällige Arsenvergiftung gestorben waren, zusammengestellt.

Die ersten drei Fälle sind die, die schon während ihrer klinischen Behandlung, um die Diagnose festzustellen, auf Arsen geprüft worden waren.

In dieser Tabelle 4 sind auch Vergiftungsfälle von Kindern (Nr. 44—50) zusammengestellt. Diese Kinder starben durch Strychnotonindragées. Strychnotin enthält als Wirkstoff je Stück 3 mg Calciummethylarsonat und 0,5 mg Strychnin. Das durch ein einziges Dragée in den Körper gelangende Arsen beträgt ungefähr 1,3 mg As. Die Vergiftung zeigt sich durch Krämpfe, der Tod erfolgt im allgemeinen binnen 1—2 Std.

Die Fälle Nr. 1, 5 und 23 habe ich schon im ersten Teil dieser Veröffentlichung besprochen.

Nr. 38. Die Frau hat zur Pilzsuppe und später auch noch zu anderen Speisen calciumarsenathaltiges Spritzmittel beigemischt, um ihren Mann zu töten. Die Vergiftung wurde als Pilzvergiftung behandelt. Der Mann starb ungefähr binnen 1 Monat. 2—3 Wochen nach dem Tode wurde die Leiche exhumiert und die Organe auf Arsen geprüft.

Nr. 39. Schon seit Jahren waren wegen irgendwelcher Krankheit seine Beine gelähmt. Schwiegermutter hat zwischen dem 27. März und 7. April fünfmal seinem Tee kleinere Mengen calciumarsenathaltiges Spritzmittel beigemischt. Der Kranke hatte mehrmals Durchfall, aber er wollte nicht ins Krankenhaus gehen. In schwerem Zustand ist er am 7. April in die Klinik eingeliefert worden, wo er nach 7 Std starb. In den Leichenteilen wurden sehr große Arsenwerte gefunden. Auf Grund dieser

#### bei tödlichen Arsenvergiftungen

Blut	Gehirn	Harn	Haare	Nägel	Haut der Zehe	Haut des Fußes	Haut der Sohle	Haut der flachen Hand	Ge- mischte Organe
6	—	32	—	—	—	—	—	—	—
6	3	40,5	1365	1834	2872	3150	2118	1665	—
—	1	—	264	*	—	—	—	2520	—
126	—	—	1980	5077	—	—	—	—	102
96	1104	—	221	*	—	—	—	—	—
—	—	—	108	78	—	—	—	—	—
285	1470	690	—	—	—	—	—	—	—
222	—	—	210	480	—	—	—	—	405
39	—	—	—	—	—	—	—	—	2100
144	84	—	—	—	—	—	—	—	—
240	—	—	—	—	—	—	—	—	—
114	6	—	—	—	—	—	—	—	—
144	—	300	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
108	48	387	—	—	—	—	—	—	—
—	—	800	—	—	—	—	—	—	—



Analysenergebnisse suchte man den Ursprung der Arsenvergiftung, und so ist der Mord aufgedeckt worden.

Nr. 40. Sie hatte Syphilis. Am 15., 18. und 25. Februar hat sie 0,45—0,45 g Neosalvarsan bekommen. Sie erkrankte von arsenhaltigen Injektionen, aber es war schon zu spät, als sie am 6. März in die Klinik kam. Am 8. März starb sie.

Nr. 41. Dieser Mann hatte zwecks Selbstmord eine unbekannte Menge Spritzmittel eingenommen. Im Krankenhaus bekam er eine Magenausspülung und Dicapitolbehandlung. Nach 2 Tagen starb er.

Nr. 42. Die alte Frau wurde wegen Verdachtes einer Vergiftung exhumiert. In den Leichenteilen wurden gesteigerte Arsenwerte gefunden.

Nr. 43. Diese Person hatte Arsentrioxid zwecks Selbstmord eingenommen. Im Krankenhaus wurde eine Magenausspülung gemacht und Dicapitolbehandlung durchgeführt. Sie hatte Durchfall und Erbrechen. Am nachfolgenden Tag starb sie.

Nr. 44. Die Großmutter hatte ihre Arznei unter dem Kissen versteckt. Das 2jährige Mädchen fand die Dragées, schluckte eine unbekannte Menge davon. Der Tod erfolgte unter Krämpfen.

Nr. 45. Das ohne Aufsicht gebliebene  $3\frac{1}{2}$ jährige Mädchen hatte viel Strychnonin (60 Stück ?) gegessen. Die Arznei hatte der Arzt dem Kinde verordnet, und weil sie süß war, hatte die Kleine sie gern. Das Kind beobachtete, wohin seine Mutter die Arznei legte, und als es allein geblieben war, suchte es sie und aß sie. Während der Einlieferung ins Krankenhaus starb das Kind.

Nr. 46. Der  $2\frac{1}{2}$ jährige Knabe hatte eine unbekannte Arznei geschluckt. Den Symptomen nach war es ein Nervengift, wahrscheinlich Strychnin. Bei der Untersuchung wurden in Leichenteilen neben minimalem Strychnin große Arsenwerte gefunden.

Nr. 47. Das 3jährige Mädchen hat statt Zucker ungefähr 30 Stück Strychnonin geschluckt. In Krämpfen wurde es zum Arzt gebracht, aber es war keine Hilfe mehr möglich. Nach einigen Stunden ist es gestorben.

Nr. 48. Als der 9jährige Knabe von der Schule nach Hause kam, tat ihm der Magen weh. Angeblich brachte er von seiner Tante irgendwelche Arznei mit und hatte mehrere Stück davon geschluckt. Ungefähr nach einer Stunde starb der Knabe.

Nr. 49. Ein 3jähriges Mädchen hatte ungefähr 30—40 Stück Strychnonin geschluckt, binnen einer kurzen Zeit bekam es Krämpfe. Es wurde ins Krankenhaus eingeliefert, dort bekam es eine Magenspülung. Das Mädchen starb nach 2 Std.

Bei einer Leichenuntersuchung haben wir mehr Möglichkeiten, die geeigneten Materialien zur Feststellung der Arsenvergiftung auszuwählen, als in klinischen Fällen. Am leichtesten ist eine Arsenvergiftung zu erkennen, wenn man den Arsengehalt des Magens, der Leber, des Urins, des Blutes, der Haare und der Nägel bestimmt. Wenn alle diese Ergebnisse negativ sind bzw. der Arsengehalt unter dem physiologischen Wert ist, können wir eine Vergiftung praktisch ausschließen. Ist eine akute Vergiftung vorhanden, so zeigt es sich an den Arsenwerten des Magens, der Leber und des Blutes. Bei subakuter und chronischer Vergiftung steigt der Arsengehalt der Leber und anderer innerer Organe, während der Arsengehalt des Magens und des Blutes schon dem physiologischen Werte nahe ist. Es ist aber möglich, daß man die Untersuchungen in einem solchen Zeitpunkt des Vergiftungsverlaufs vornimmt, wenn die Eingeweide nur mehr einen dem physiologischen Grenz-

wert nahen Arsengehalt haben (Nr. 1, 5, 23) und nur die Arsenwerte der Haare und Nägel auf Arsenvergiftung zeigen.

Die sieben Kindervergiftungsfälle wurden durch Strychnotin verursacht. Das Strychnin konnte man in allen sieben Fällen nur durch den physiologischen Versuch am Frosch nachweisen. Die Kinder hatten alle vor ihrem Tode auf Strychnin hinweisende Krämpfe. Die Arsenwerte waren höher, der Zusammensetzung der Arznei und der Empfindlichkeit der Analysenmethode entsprechend. Diese Vergiftungsfälle sind binnen 7 Jahren gesammelt worden. In den einzelnen Organteilen fand man die Arsenwerte in derselben Größenordnung. Diese Ergebnisse zeigen, daß unter ähnlichen Vergiftungsbedingungen (die Art und Zeitdauer der Vergiftung usw.) die gleichartigen Untersuchungsmaterialien auch einen ähnlichen Arsengehalt haben.

Unserer Erfahrung nach zeigt der dem physiologischen Wert gemäß erhöhte Arsengehalt des Blutes bei übereinstimmenden Analysenergebnissen, Vergiftungsumständen und anderen vorangehenden Angaben auf eine vor kurzem (vor einigen Tagen, eventuell einigen Stunden) in den Körper hineingelangene größere Arsenmenge. Der erhöhte Arsengehalt des Urins, des Magens und der Leber weist ebenfalls auf vor kurzem (vor einigen Tagen) hineingelangtes Arsen, also auf akute oder subakute Vergiftung hin. In chronischen Fällen steigt ungefähr nach einigen Wochen der Arsengehalt der Haare, nach 1—2 Monaten derjenige der Nägel. In tödlichen Fällen können wir den steigenden Arsengehalt der Nägel früher als nach 1—2 Monaten bemerken, wenn man das Nagelbett gesondert untersucht. Im Fall Nr. 23 hatten die in drei Teile zerkleinerten Finger- und Zehennägel und im Fall Nr. 39 die in zwei Teile zerschnittenen Fingernägel die folgenden Arsenwerte in  $\mu\text{g.}\%$  As:

	Nr. 23		Nr. 39
	Fingernägel	Zehennägel	Fingernägel
Nagelbett	6126	5382	2550
Mittlerer Teil	2409	1101	—
Oberer Teil	3280	863	1188

In den Zehennägeln erscheint das Arsen im allgemeinen später als in den Fingernägeln.

Bei chronischer Arsenvergiftung ist auch die Haut ein sehr brauchbares Untersuchungsmaterial. In dem Fall Nr. 23 stammten die Leichenteile aus einer Obduktion nach einer Exhumierung. Die Oberhaut war als dünnes Häutchen gut isolierbar, und so konnten wir dessen Arsengehalt bestimmen. Diese Untersuchungen zeigten, daß der Arsengehalt dieses dünnen Häutchens viel größer ist als der des unteren Teiles der Haut. Wir haben im oberen Häutchen der Beine 2238  $\mu\text{g.}\%$  As, im

übrigen Teil der Haut nur 15  $\mu\text{g}\cdot\%$  As und in denselben Teilen der Bauch- und Brusthaut 288 bzw. 27  $\mu\text{g}\cdot\%$  As bestimmt. Auf diesem Gebiet haben wir noch keine weiteren Erfahrungen, aber es scheint, daß das Arsen auf der ganzen Oberfläche des menschlichen Körpers ausgeschieden wird und man deshalb bei Vergiftungen stark erhöhte Arsenwerte in Haaren und Nägeln und auch in der Oberhaut bekommt.

Unsere Erfahrungen stimmen im allgemeinen mit den Ergebnissen anderer Verfasser überein. Wo es Meinungsverschiedenheiten in der Literatur gibt, ergeben sich diese in den meisten Fällen aus der Verschiedenheit der Methoden. Untersuchen wir beim Vergleich der Ergebnisse erst die Methoden und die anderen Analysenbedingungen kritisch, bevor wir über die Möglichkeit des Vergleiches entscheiden.

### Zusammenfassung

In der Veröffentlichung wird über mehr als 250 Arsenbestimmungsergebnisse berichtet, die in 50 Vergiftungsfällen durchgeführt worden sind.

Die in demselben Zeitpunkt durchgeführten Arsenbestimmungen im Urin, in den Haaren und Nägeln können, übereinstimmend mit allen anderen Umständen, bei der Feststellung der klinischen Diagnose eine entscheidende Hilfe leisten. Die zum Tode führenden Arsenvergiftungen können wir durch die Untersuchung des Magens, des Blutes, der Leber, des Urins sowie der Haare, Nägel und Epidermis gewiß aufdecken.

Die normalen Arsenwertgrenzen dürfen bei der Erwägung einer Vergiftungsmöglichkeit nicht starr zu niedrig gehalten werden.

In klinischen Fällen und bei tödlichen Arsenvergiftungen müssen die chemischen Ergebnisse mit den vorangegangenen Angaben — Quelle und Zeitpunkt der Vergiftung, Symptome, klinische Behandlungsweise usw. — vollkommen übereinstimmen, nur in diesem Fall darf man auf Arsenvergiftung folgern bzw. die Vergiftung ausschließen.

### Literatur

- BODNÁR, J., Ö. SZÉP u. V. CIELESZKY: Eine einfache und schnelle Methode zur genauen Bestimmung von sehr kleinen Arsenmengen in biologischen Substanzen. Hoppe-Seylers Z. physiol. Chem. **264**, 1—22 (1940).  
— — u. ÉVA GRUSZ: Neue Gesichtspunkte bei der Feststellung der Arsenvergiftung [Ungarisch]. Orv. Hetil. **90**, 631 (1949).  
GANGL, I., u. J. VÁZQUEZ SÁNCHEZ: Der Verlauf der Arsenspiegelbildung in Marshschen Apparat und eine quantitative Bestimmung kleiner Arsenmengen. Z. anal. Chem. **98**, 81 (1934).  
GRUSZ, ÉVA: Experimentelle Untersuchung der Zerstörung durch Schwefelsäure und Salpetersäure zur qualitativen und quantitativen Bestimmung der Metallgifte. Neue Beiträge zum Arsengehalt des Urins, der Haare und Nägel in Vergiftungsfällen [Ungarisch]. Diss. Univ. Debrecen (Ungarn) 1947.

- GRUSZ, ÉVA, u. M. SIMON: Der Arsengehalt des Urins, des Blutes und der Haare nach Neosalvarsanbehandlung und dessen toxikologische Bedeutung [Ungarisch]. Orv. Hetil. **91**, 1107 (1950).
- LOCKEMANN, G.: Zur Frage des physiologischen Arsens und der Verwendung des Kjeldahlkolbens zu seinem Nachweis. Z. anal. Chem. **100**, 20 (1935).
- SZÉP, Ö., u. ÉVA GRUSZ: Die Zerstörung organischer Substanzen durch Schwefelsäure und Salpetersäure zwecks mikroanalytischer Untersuchungen [Ungarisch]. Magy. Kém. Folyóirat **56**, 318—323 (1950).
- — Beiträge zum chemischen Nachweis des arsenischen Ursprungs von Polyneuritis [Ungarisch]. Acta pharm. hung. B **31**, 61—66 (1961).
- TANANAEFF, N. A., u. W. D. PONOMARJEFF: Nachweis von Arsen in Gegenwart von Antimon. Z. anal. Chem. **101**, 183 (1935).

Dr. ÉVA GRUSZ-HARDAY  
Landesinst. für gerichtl. Chemie  
Budapest I. Gyöző utca 11. Ungarn