

## Nachweis des Todes durch Ertrinken mittels im Blut gefundener fremder Pflanzenelemente

### Ein präliminarer Bericht

M. MÖTTÖNEN und O. RAVANKO

Institut für Rechtsmedizin und Botanisches Institut der Universität Turku  
(Finnland)

Eingegangen am 3. Juli 1970

#### Foreign Vegetal Elements in the Blood as Evidence of Death by Drowning

*Summary.* A new method for demonstrating drowning as the cause of death is reported. The material consists of four bodies recovered from water and of four rats drowned while in anesthesia. Samples of blood were taken from the left and the right heart ventricle, abdominal aorta and lung fluid as well as from the pleural and the pericardial fluid of the purified bodies.

Samples were prepared with the Millipore method. The blood was filtrated through a filter of 5  $\mu\text{m}$ . The slides obtained were examined in a microscope. Diatoms were found in the left heart ventricle, abdominal aorta, and the lung fluid. Pollen grains of conifers and vegetable cell tissue, which could not be recognised more accurately, were found; the pollen grains were most frequent.

Foreign elements were not found in the other samples examined. The observation supports the view that those with foreign elements in arterial blood died from drowning.

*Zusammenfassung.* Zum Nachweis des Todes durch Ertrinken wird eine neue Methode dargelegt. Das Material umfaßt 4 Wasserleichen und 4 in Anaesthetie ertränkte Ratten. Die Untersuchung führte man mit Blut durch und die Proben wurden der linken Herzkammer, der rechten Herzkammer, der Bauchaorta, der Lungenflüssigkeit und bei Verwesten auch der Pleura- und Pericardiumflüssigkeit entnommen.

Die Proben wurden durch Filtrierung hergestellt unter Anwendung der Millipore-Methode. Das Blut wurde durch einen 5  $\mu\text{m}$  Filter filtriert. Die erhaltenen Präparate wurden mikroskopisch untersucht. Im Arterienblutkreislauf und der Lungenflüssigkeit wurden Diatomeen gefunden, nicht genauer identifizierte Pflanzengewebe und Blütenstaubpartikel von Nadelbäumen. Die letztgenannten sind der allgemeinste Fund. In anderen untersuchten Proben fand man keine fremden Elemente. Die Funde sprechen für den Tod durch Ertrinken.

*Key-Words:* Ertrinken, Nachweis — Vitale Reaktionen, Ertrinken — Millipore-Methode, Ertrinken.

Wenn auch die in den Leichen Ertrunkener angetroffenen Merkmale nicht völlig sicher und untrüglich sind, ist die von Casper (1862) dargelegte Ansicht über die Feststellung des Todes durch Ertrinken noch gültig. Er legte nämlich dar, daß die Schwierigkeiten überschätzt werden, vorausgesetzt, daß der Fäulnisprozeß keine Organveränderungen verursacht hat, wo die charakteristischen Kennzeichen für den Ertrunkenen im Organismus verlorengegangen sind (Polson, 1965). Bei Autopsien sind besonders die Atmungsorgane berücksichtigt worden. Die Lungen

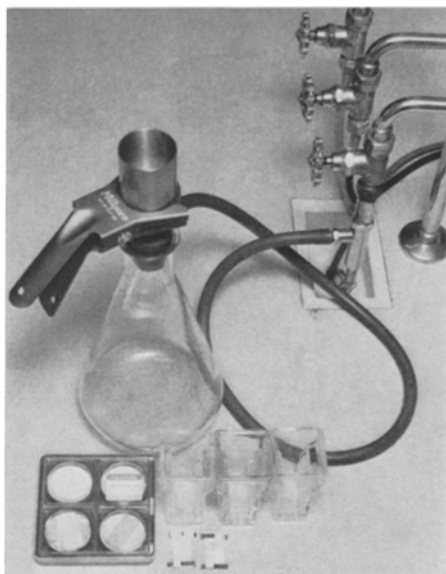


Abb. 1. Der Millipore-Apparat für das Filtrieren der Blutproben

sind groß und gedunsen, oft in dem Maße, daß ihre vorderen Ränder den Herzbeutel bedecken (Polson, 1965). Von Paltauf (1882) erstmals beschriebene, ziemlich ausgedehnte Blutungen des Lungensackes sieht man zuweilen, besonders unmittelbar unter der Pleura (Uotila, 1961).

Mittels der vorher erwähnten Veränderungen ist es im allgemeinen möglich, bei der Sektion das Ertrinken festzustellen. Die Lage wird jedoch erschwert, wenn es sich um eine in Fäulnis übergegangene Wasserleiche handelt. Dann sind zusätzliche Untersuchungen vorzunehmen. Revenstorff (1904) wies in den Lungen Ertrunkener Diatomeen nach, indem er die Säuredigestionstechnik anwendete. Die nur mit Lungenflüssigkeit durchgeführte Untersuchung hat nur begrenzten Wert, obgleich man einen hohen Gehalt an Diatomeen auch für einen Beweis des Ertrinkungstodes halten kann (Polson, 1965). Nach heutigen Begriffen können jedoch Diatomeen in die Lungen gelangen in stark strömendem Wasser auch nach dem Tode (Uotila, 1961). Somit reichen die von den Lungen gemachten Untersuchungen allein nicht aus. Mueller und Gorgs (1949) wiesen Diatomeen im Blut und in den Organen gerade Ertrunkener nach. Tamáska (1961) hat ein systematisches Verfahren entwickelt zum Nachweis von Diatomeen im Knochenmark.

Weil jedoch die früheren Verfahrensweisen verhältnismäßig langsam und mühsam sind und sich auf die Identifizierung der Kieselalgen gründen, ging man daran, eine neue, sich auf Blutuntersuchung gründete Methode zu entwickeln. Ausgangspunkt war der Gedanke, daß man, wenn beim Ertrinken die Lungen-capillaren reißen und Wasser in die linke Herzkammer und in den Arterienblutkreislauf gelangt, bei von hier genommenen Proben möglicherweise im Wasser vorhandene verschiedene fremde Elemente mikroskopisch nachweisen kann.

### Material und Methoden

Als Untersuchungsmaterial wurden 4 Wasserleichen verwertet, an denen man im Laufe des Frühlings 1970 in dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Turku die Autopsie vornahm. Zusätzlich wurden 4 Ratten untersucht, die in einem Wassergraben unter leichter Nembutalanaesthesia ertränkt worden waren. Ein Teil der Wasserleichen war in Fäulnis übergegangen.

Die Wasserleichen wurden unter Beachtung größter Vorsicht geöffnet zur Vermeidung von Kontamination. Instrumente und Handschuhe wurden oft gewechselt. Für die Untersuchung entnahm man in sterile Röhrchen Blut aus der linken Herzkammer, Bauchaortablut, Blut aus der rechten Herzkammer, aus den Längsschnittflächen der Lungen gepreßte Flüssigkeit und aus in Fäulnis übergegangenen Wasserleichen zusätzlich Lungensack- und Herzbeutelflüssigkeit, von jedem 2—4 cm<sup>3</sup>. Den Ratten entnahm man nur Aortablut. Die Proben von 2 Versuchstieren wurden vereinigt wegen der Knappheit der Blutmenge.

Die entnommenen Blutproben wurden mit sterilem destilliertem Wasser hämolysiert und durch einen 5 µm Filter filtriert. Das Filtrieren ging unter Anwendung negativen Saugens vor sich. Das angewendete Millipore-Verfahren (Techniques for Exfoliative Cytology, 1966) ist seit langem in der klinischen Cytologie in Anwendung in den Pathologischen Instituten bei den Untersuchungen von Krebszellen (Juniper and Chester, 1959; Järvi et al., 1963). Das Filterpapier wurde am Objektträger mit Metallklammern befestigt und für 10 min in 96%igen Alkohol, für 2 min in absoluten Alkohol gelegt, wurde getrocknet und in eine Xylol-Lösung gelegt bis das Papier durchsichtig wurde. Danach wurde das Papier mit DePeX an dem Objektträger befestigt und das Deckglas aufgelegt. Die so erhaltenen Proben wurden mikroskopisch untersucht, indem man fremde Elemente auf der Fläche suchte, wo zersetzte oder erhaltene rote Blutkörperchen beobachtet wurden. Ein Färben der Proben wurde nicht durchgeführt, weil man die gesuchten Elemente am leichtesten morphologisch identifizieren kann auf Grund ihrer Feinstruktur. Dazu könnten sich im Zusammenhang mit dem Färben möglicherweise erhalten gebliebene Blutzellenelemente färben und nur die Deutung der Proben erschweren.

Die Deutung der Funde geschah, indem man die Feinstruktur der im Blut gefundenen fremden Elemente mikroskopisch identifizierte. Die Fachkenntnisse des Botanischen Institutes der Universität Turku leistete Hilfestellung.

### Ergebnisse

#### *Fall 1*

Ein alter Mann, der in den äußeren Schären Südwest-Finnlands gefunden wurde in fortgeschrittenem Verwesungsstadium. War etwa 6 Monate unauffindbar gewesen. In der linken Herzkammer war nur etwa 2 cm<sup>3</sup> Blut. In den davon gemachten Filterpräparaten wurden drei gut erhaltene und deutlich zu identifizierende Kieselalgen gefunden. Im Blut der rechten Herzkammer konnten keine Kieselalgen oder andere fremde Elemente nachgewiesen werden.

#### *Fall 2*

Ein junger Mann, der im Hafenbecken der Stadt Turku gefunden wurde in fortgeschrittenem Verwesungsstadium. War etwa 2 Monate unauffindbar gewesen. In den Blutproben der linken Herzkammer und im unteren Teil der Bauch-aorta nahm man Pflanzenzellgewebe wahr, deren genaue Art man nicht bestimmen konnte. Zusätzlich wurden in beiden erwähnten Proben und in der aus den Lungen gepreßten Flüssigkeit Fichtenblütenstaubpartikel gefunden. Fremde Elemente wurden weder im Blut der rechten Herzkammer noch in der Pleuraflüssigkeit oder der Pericardiumflüssigkeit angetroffen.



Abb. 2. Ein Diatomeenbefund im Blut der linken Herzkammer. Fall 1. Vergr.  $250\times$

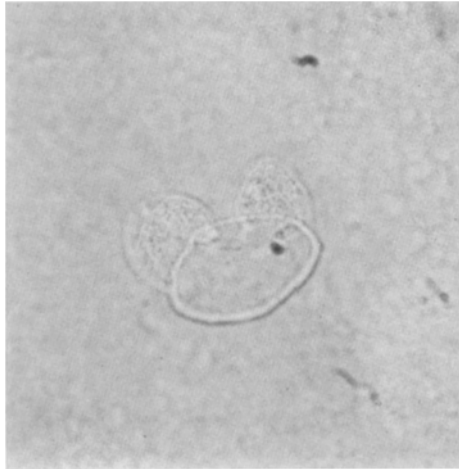


Abb. 3. Eine Fichtenblütenstaubpartikel im Blut der Baucharterie. Fall 2. Vergr.  $250\times$

### Fall 3

Ein alter Mann, der im Uferwasser neben seinem Boot in leichtem Verwesungsstadium gefunden wurde. War 2—3 Tage unauffindbar gewesen. Anzeichen für den Tod durch Ertrinken waren bei der Autopsie nicht erkennbar. Proben wurden beiden Herzkammern, der Lungenflüssigkeit, der Baucharterie und dem Lungen- sack entnommen. Fremde Elemente konnten nicht nachgewiesen werden. Dagegen wurde in der rechten Kranzschlagader eine etwa 2 cm große Thrombose festgestellt, der die Ader vollständig verstopfte. An der hinteren Wand der linken Herzkammer stellte man einen frischen Infarkt fest.

#### *Fall 4*

Ein junger, geisteskranker Mann, der an seinem Sterbetag in einem Wassergraben gefunden wurde, Kopf und Schulter unter der Wasseroberfläche, Körper und Beine schräg nach oben auf dem Erdboden. In den Lungen konnte man die Merkmale des Todes durch Ertrinken konstatieren. Im Blut der linken Herzkammer, im Blut der Bauchaorta und in der Lungenflüssigkeit wurden Nadelbaumblütenstaubpartikel gefunden. Im Blut der rechten Herzkammer waren keine fremden Elemente wahrnehmbar.

#### *Versuchstiere*

In beiden Aortablutproben wurden Nadelbaumblütenstaubpartikel gefunden.

#### **Kontrolluntersuchungen**

Die bei der Autopsie gebrauchten Instrumente wurden in Leitungswasser und Waschmittellösung gereinigt. Jedesmal beim Durchgehen durch eine neue Körperschicht wurden sowohl Handschuhe als Instrumente gewechselt. In Verbindung mit allen angeführten Fällen, auch bei den Versuchstier-Autopsien, wurden von der erwähnten Waschmittellösung zur Kontrolle entsprechende Millipore-Präparate gemacht, in denen mikroskopisch keine fremden Pflanzenelemente beobachtet werden konnten.

Das sterile destillierte Wasser, das zum Hämolisieren der Proben verwendet wurde, untersuchte man mehrmals mit der Millipore-Methode, aber erwähnte Elemente sind nicht gefunden worden.

Bei jeder Autopsie wurde auch das Blut der rechten Herzkammer untersucht. Pflanzenelemente wurden nicht gefunden. Da die in dem Arterienblut gefundenen Elemente so groß waren, daß sie nicht durch das Capillarsystem hindurchkommen, kann man annehmen, daß in diesen Fällen das Entnehmen der Proben geglückt ist, mit anderen Worten, von der Haut der Leiche sind keine Pflanzenelemente ins Blut gelangt bei Durchführung der Autopsie.

Fremde Pflanzenelemente wurden weder in der Pleura- noch in der Perikardflüssigkeit angetroffen, was auch die gemachte Beobachtung erhärtet, daß die Pflanzenelemente im Zusammenhang mit dem Ertrinken in den Blutkreislauf gelangt sind und nicht von der Haut bei der Autopsie.

Bei 4 im Krankenhaus auf natürliche Weise Verstorbenen wurden im Sommer entsprechende Untersuchungen ausgeführt. Pflanzenelemente fand man weder im Arterien- noch im Venenblut. Zusätzlich wurden von 2 Wasserleichen, die noch nicht verwest waren, und bei denen in den Lungen deutliche Anzeichen für Tod durch Ertrinken vorlagen, Millipore-Präparate gemacht aus Proben, die man durch Spülen und Abschaben der Hautoberfläche erhalten hatte. In beiden wurden besonders reichlich Kieselalgen und andere Pflanzenelemente beobachtet.

#### **Diskussion**

Die erhaltenen Resultate erhärten die Annahme, nach der die fremden Elemente beim Ertrinken in den Arterienblutkreislauf gelangen. Theoretisch könnte man denken, daß die verschiedenen Pflanzenteile mit der Verwesung durch die Lungencapillaren gelangen, aber es ist ziemlich sicher, daß sie nicht ohne Herztätigkeit in die linke Herzkammer und die Bauchaorta gelangen. Das wird besonders durch Fall 4 bekräftigt, wo die Beine höher lagen als das Herz, und wo der Ertrunkene noch nicht in Verwesung übergegangen war. Zusätzlich spricht Fall 3 für die Tauglichkeit der Methode, wo eine sichere natürliche Todesursache gefunden wurde, aber weder Anzeichen für den Tod durch Ertrinken noch fremde Elemente im Blutkreislauf.

Im Vergleich zu den früheren Methoden kann man bei der nun dargelegten ihre leichte Durchführbarkeit und Schnelligkeit für einen Vorteil halten. Man

muß jedoch auch hier ganz besonders sorgfältig bei der Autopsie vorgehen zur Vermeidung der Kontamination durch möglicherweise von der Haut kommende Pflanzenelemente. So verhält es sich jedoch auch mit dem Säuredigestionsverfahren (Uotila, 1961). Theoretisch schiene es möglich bei sorgfältiger Untersuchung in besonders zahlreichen Fällen von Ertrinken fremde Elemente im Blutkreislauf klar zu bekommen. Dann wäre man nicht allein abhängig von dem Kieselalgeengehalt des Wassers. Bei der Diagnose können auch die erwähnten Blütenstaubpartikel angewendet werden, die laut Experten in finnischen Gewässern das ganze Jahr hindurch (Ravanko) vorkommen. Die Voraussetzung für die Anwendung der Methode ist die mikroskopische Identifizierung der verschiedenen Pflanzenelemente. Solche können außer im Wasser auch in der Luft auftreten und schon normalerweise im menschlichen Atem und im Auswurf (Möttönen). Von hier gelangen sie beim Ertrinken in den Arterienblutkreislauf.

Die nun dargelegte Verfahrensweise gründet sich auf besonders geringes Untersuchungsmaterial. Die erhaltenen Erfahrungen waren jedoch positiv. Die Methode kann möglicherweise neben den früheren angewendet werden. Wenn keine gesuchten Elemente gefunden werden, kann man die Möglichkeit des Ertrinkens nicht ausschließen. Wenn Elemente gefunden werden, ist das Ertrinken sehr wahrscheinlich, vorausgesetzt, daß größte Sorgfältigkeit bei Entnahme der Proben eingehalten wurde. Das dargelegte Verfahren ist erfolgreich angewendet worden beim Nachweisen von Fruchtwasserembolie (Möttönen und Isomäki, 1971).

### Literatur

- Casper, J. L.: Handbook of forensic medicine, 3rd ed., vol. 2. London: G. W. Balfour 1862.
- Järvi, O. H., Hormia, M. S., Autio, J. V. K., Siuko, H. O. A., Kangas, S. S., Tilvis, P. K.: Keuhkosityövän toteamisesta eritteiden solututkimusten avulla. Duodecim (Helsinki), Suppl. 42, 1 (1963).
- Juniper, K., Chester, C. L.: A filter membrane technique for cytological study of exfoliated cells in body fluids. Cancer (Philad.) 12, 278 (1959).
- Möttönen, M.: Persönliche Observation.
- Isomäki, A. M.: Amniotic fluid embolism, diagnosed by a new method. Med. Sci. Law 1, 35 (1971).
- Mueller, B., Gorgs, D.: Studien über das Eindringen von corpusculären Wasserbestandteilen aus den Lungenalveolen in den Kreislauf während des Ertrinkungsvorganges. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 39, 715 (1949).
- Paltauf, A.: Über den Tod durch Ertrinken, Wien (1882). Cit. by Polson, C. J. In: The essentials of forensic medicine, p. 385, sec. ed. Oxford: Pergamon Press 1965.
- Polson, C. J.: In: The essentials of forensic medicine, ed. by Polson, C. J., pp. 375—401, sec. ed. Oxford: Pergamon Press 1965.
- Ravanko, O.: Persönliche Kommunikation.
- Revenstorf: Der Nachweis der aspirierten Ertränkungsflüssigkeit als Kriterium des Todes durch Ertrinken. Vjschr. gerichtl. Med. III. F. 27, 274 (1904). Ref. von Otto, H.: Über den Nachweis von Diatomeen in menschlichen Lungenstäuben. Frankfurt. Z. Path. 71, 176 (1961).
- Tamáška, L.: Über den Diatomeennachweis im Knochenmark der Wasserleichen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 51, 398 (1961).
- Techniques for Exfoliative Cytology, Copyright Millipore Corporation (1966).
- Uotila, U.: Hukumiskuoletta (Ertrinken), In: Oikeuslääketiede (Gerichtliche Medizin), ed. Uotila, U., pp. 265—270. WSOY, Porvoo 1961.

Dr. M. Möttönen  
Institut für Rechtsmedizin der Universität  
Turku