

Zum Nachweis des Ertrinkungstodes mittels ins Herzblut eingeschwemmter Raucherzellen

C. Reiter

Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Wien, Sensengasse 2, A-1090 Wien,
Österreich

Diagnosis of Drowning by Detection of Smoker Cells in Left Heart Blood

Summary. Post-mortem cytological examinations of left heart blood have established that in cigarette smokers drowning or aspiration of liquids cause smoker cells to be washed from the pulmonary alveoli into the heart blood. Cytochemical detection of smoker cells in the heart blood is recommended as a forensic test with regard to diagnosing the vitality of drowning.

Key words: Drowning, smoker cells in left heart blood – Intrapulmonary laceration, drowning

Zusammenfassung. Zytologische Untersuchungen von Blutproben aus der linken Herzkammer ergaben, daß es bei Inhalationsrauchern ausschließlich im Rahmen eines Ertrinkungskaktes oder bei Aspiration von dünnflüssigen Medien zur Einschwemmung der lungenspezifischen Raucherzellen vom Alveolarsystem ins Herzblut kommt. Der zytochemische Nachweis von Raucherzellen im Herzblut wird als forensische Untersuchungstechnik für die Diagnose der Vitalität des Ertrinkungsvorganges vorgeschlagen.

Schlüsselwörter: Ertrinkungstod, Raucherzellen im Herzblut – Intrapulmonale Zerreißungen, Ertrinken

Der Nachweis des Ertrinkungstodes kann in der täglichen gerichtsärztlichen Praxis bei faulen Wasserleichen oft erhebliche Schwierigkeiten bereiten. Die charakteristischen anatomischen-pathologischen Organbefunde beim Ertrinken im Süßwasser, wie etwa die Überblähung der Lungen, die relative Trockenheit der Lungenschnittfläche, die Anwesenheit von feinblasigem Schaum und fadenziehenden Schleim in den Luftröhrenästen sowie die Paltauf'schen Flecke unter dem Lungenfell können schon nach verhältnismäßig kurzer Liegezeit des Leichnams im Wasser durch Fäulnisvorgänge verändert werden [10]. Neben histologisch nachweisbaren Strukturveränderungen des Lungengewebes [1, 7, 16, 19, 21, 25] wird in der Praxis dem Nachweis des Ertrinkungsmediums selbst mit

Hilfe physikalischer und chemischer Untersuchungen [2, 6, 22, 29, 35, 36] des Blutes aus beiden Herzkammern und der Anwesenheit von Schwebestandteilen aus der Ertrinkungsflüssigkeit im Lungenabstrichsaft, im Blut der linken Herzkammer und in den Organen des großen Kreislaufes eine gewisse, wenn auch eingeschränkte Aussagekraft zugestanden [4, 12–15, 17, 24, 27, 34]. Karkola und Neittaanmäki [8] haben als Bestimmungsmethode für die Vitalität des Ertrinkungsvorganges den mikroskopischen Nachweis von spezifischen Lungenzellen (Alveolarmakrophagen) im Ausstrich des Blutes der linken Herzkammer vorgeschlagen.

Im Rahmen einer Studie über die Identifizierbarkeit von Zigarettenrauchern mit Hilfe von histologischen und zytologischen Untersuchungen des Lungengewebes [20] konnte nachgewiesen werden, daß ausschließlich in den Alveolen wie auch im Lungeninterstitium von Inhalationsrauchern in Makrophagen Chromolipidpigmente gespeichert sind. Diese raucherspezifischen zytoplasmatischen Einschlüsse sind trotz Lipidextraktion mit Hilfe von Fettfarbstoffen darzustellen und haben sich zudem als äußerst fäulnisresistent erwiesen. Es war daher naheliegend, mit dieser zytochemischen Methode zu klären, ob die Vitalität des Ertrinkungsvorganges bei Zigarettenrauchern durch die Anwesenheit von eingeschwemmten Raucherzellen im Blut der linken Herzkammer nachgewiesen werden kann.

Material und Methode

Untersucht wurden 17 Ertrunkene – 10 Männer und 7 Frauen. Bezüglich des Lebensalters bestand eine ausgewogene Verteilung zwischen dem 18. und dem 83. Lebensjahr. Sieben der 17 Ertrunkenen rauchten bis kurz vor ihrem Tod – was durch polizeiliche Erhebungen nachträglich bestätigt wurde. In einem weiteren Fall hatte die Verstorbene 2 Jahre vor ihrem Ableben den Zigarettenkonsum vollständig eingestellt. Da die Ertrinkungslunge nur eine Sonderform des akuten obstruktiven Emphysems darstellt, wurden auch andere Entstehungsmöglichkeiten der akuten Lungenblähung ins Untersuchungsmaterial miteinbezogen. Zur Auswertung kamen zusätzlich 6 Todesfälle durch Speisebreiaspiration – 3 Raucher und 3 Nichtraucher – sowie 5 Astmatiker – 2 Raucher und 3 Nichtraucher –, bei denen der Tod als Folge eines akuten Asthmaanfalles eingetreten war. Zur Kontrolle wurden 20 Raucher untersucht, welche infolge coronarer Herzerkrankung gestorben waren.

Zu Beginn jeder Leichenöffnung wurde unter Wahrung extremer Reinlichkeit ca. 5ml Blut aus dem linken Herzabschnitt entnommen und mit ca. 5ml Aqua dest. versetzt. Knapp vor jeder Probeentnahme erfolgte eine zusätzliche Reinigung der zur Verwahrung und späteren Zentrifugation verwendeten Glasröhrchen mit destilliertem Aceton. Im Rahmen der Lungensektion wurde mit dem Hirnmesser von der Schnittfläche Gewebssaft abgestrichen und dieser mit gleicher Menge Aqua dest. verdünnt. Zusätzlich erschien es zur Quantifizierung der Raucherzellen vorteilhaft, von der frischen Lungenschnittfläche ein zytologisches Abklatschpräparat anzufertigen. Lungensaft und Herzblut wurden anschließend bei ca. 1000 × g zentrifugiert, der hämolytische Überstand abgekippt und der Rückstand sooft erneut mit Aqua dest. versetzt und sedimentiert, bis der Überstand klar und ungefärbt schien. Selbst bei faulem Leichenblut konnte dieser Zustand zumeist nach der 4. Waschung erzielt werden. Vor Anfertigung der mikroskopischen Präparate wurde dekantiert, das Zellsediment wieder gut aufgeschüttelt und – wie auch der Lungensatz – nach dem Auftröpfen auf Objekträger luftgetrocknet. Um eine selektive farbliche Darstellung des unlöslichen Chromolipides der Raucherzellen zu erzielen, gelangten die 3 Präparate – Zellsediment des Lungensaftes sowie des Herzblutes und der Lungensatz – zur Extraktion der löslichen Lipide für 15 min in Trichloräthylen. Nach Abdampfen des Extraktionsmittels erfolgte die Färbung des

Raucherpigmentes mit dem Fettfarbstoff „Fettrot 7B“ (1 g auf 100 ml 70%ig Äthanol) für 15–20 min. An die nachfolgende Wässerung kann eine Kernfärbung mit Eisenhämalaun angeschlossen werden. Eingedekkt wurden die gefärbten Präparate mit Gelatine – Glycerin. Die Durchmusterung der Abstriche erfolgte bei 100facher Vergrößerung.

Um Informationen über allfällige Möglichkeiten eines Übertrittes der Raucherzellen von den Alveolen ins arterielle Blut zu erhalten, wurden bei der Sektion der Lungen insbesondere auf überblähungsbedingte Zerreißungen bzw. Blutaustritte unter dem Lungenfell geachtet. Entnommene histologische Proben gelangten zur Fixierung in gepuffertes Formaldehyd, wurden in einer Druck-Vakuum-Retorte in Paraffin eingebettet und nach Anfertigung von Schnittpräparaten diversen Bindegewebsfärbungen (Goldner-Masson-Trichromfärbung, Elastikafärbung, Versilberung der argyrophilen Fasern nach Gomori) sowie der Raucherzellfärbung mit Fettrot 7B unterzogen.

Ergebnisse

Makroskopische Lungenbefunde

Bei den Ertrunkenen als auch bei den Astmatoten und den Fällen von letaler Speisebreiaspiration waren die Lungen erwartungsgemäß immer stark ballonierte, sodaß sich in einigen Fällen die Lungenränder nach Entfernung des Brustbeines auch vor dem Herzbeutel überlappten. Das Lungengewebe wies auf engstem Raum oft einen stark unterschiedlichen Luft- und Blutgehalt auf und zwar wechselten prominierende, überblähte und blaßrot gefärbte Abschnitte mit beeftörmig eingesunkenen, luftarmen und grauroten Herden ab. Die relative Überblähung der Ertrinkungslungen konnte auch noch nach fortgeschrittener Fäulnis wahrgenommen werden. Das Gewebe der Ertrinkungslungen war außerdem immer starrer und konsistenter als nach Speisebreiaspiration oder Status asthmaticus. Feinblasiger Schaum und fadenziehender Schleim in den Luftröhrenästen sowie die relative Trockenheit der Lungschnittfläche stellten nur bei verhältnismäßig frischen Wasserleichen obligate Befunde dar.

Hingegen ließen sich bei allen 3 untersuchten Entstehungsvarianten des akuten obstruktiven Lungenemphysems sehr häufig subpleural gelegene Bläschenbildung und Blutungen nachweisen. Diese Veränderungen waren meist dezent in den Zwischenlappenspalten bzw. an den dorsalen oder kaudalen Flächen der Lungen ausgebildet. Es fanden sich sowohl gruppenförmig, oft perl schnurartig angeordnete Bläschen, als auch solitär stehende Blasen, welche die Pleura vorwölbten. Die größeren subpleuralen Luftansammlungen ließen mitunter einen mehr oder weniger intensiv gefärbten hämorrhagischen Rand saum erkennen. Die subpleural gelegenen Blutungen hatten immer einen dreidimensionalen Charakter und erstreckten sich oft mehrere Millimeter tief ins Lungengewebe. Sie können sowohl linsenartig gestaltet sein, aber auch eine Keilform annehmen. Beim Einschneiden in größere Blutungsherde konnten gelegentlich schon bei Betrachtung mit freiem Auge kleinste, zentral gelegene Hohlräume wahrgenommen werden. Eindeutig erkennbare subpleurale Blutungen oder Luftansammlungen ließen sich wieder nur bei relativ frischen Leichen nachweisen.

Histologische Befunde

Die feingewebliche Untersuchung der Lungen jener 3 Formen des akuten obstruktiven Lungenemphysems ergab nahezu übereinstimmende Befunde. Neben normal anmutenden Gewebsanteilen fanden sich 2 extreme Entfaltungsbilder der Alveolen:

Zum einen waren außerordentlich weite Alveolargruppen mit stark verdünnten Septen – insbesondere in der Gitterfaserfärbung – nachzuweisen, deren Kapillaren, wenn überhaupt erkennbar, oval ausgezogen erschienen und kaum rote Blutzellen enthielten. Sowohl die Elastikafärbung als auch die Imprägnation der argyrophilen Fasern konnte lokale Texturzerreißen zur Darstellung bringen. Besonders subpleural oder in der Nachbarschaft bindegewebiger Septen fanden sich häufig kettenartig aneinandergelagerte Hohlräume, welche offenbar durch Ruptur der Alveolarwände und Verschmelzung der Lungenbläschen entstanden waren. Gewebszerreißen oder Hohlraumbildungen waren jedoch vielleicht als Folge der relativen Blutarmut der überblähten Alveolarkapillaren, nicht immer mit lokalen Erythrozytenextravasaten verbunden. Zum anderen waren die Alveolen in unmittelbar benachbarten Gewebsabschnitten nur gering ausgedehnt oder zusammengefallen, die Septen erschienen gewellt oder gefaltet. Die Faserarchitektur der Alveolarwände war entweder normal oder wies zahlreiche Unterbrechungen auf. Die Kapillarnetze ragten in die Alveolarlumina vor, waren strotzend bluterfüllt und ausgeweitet. Die kollabierten Alveolen enthielten nahezu immer eosinophilen, feinkörnigen bis homogenen Inhalt mit zahlreichen losgelösten Alveolarepithelzellen. Extravasate waren sowohl in den überblähten als auch atelektatischen Lungenanteilen nachzuweisen und ausnahmslos mit Septenzerreißen vergesellschaftet.

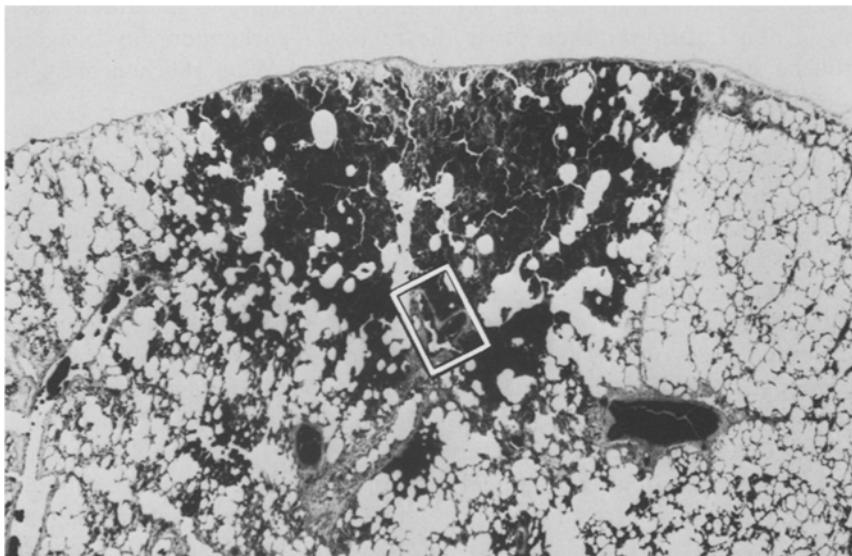


Abb. 1. Ertrinkungslunge mit subpleuraler Blutung als Folge intrapulmonaler Zerreißungen. Ausschnitt: Abführende Lungenvenen (siehe Abb. 2) Goldner-Masson (13,5 \times)

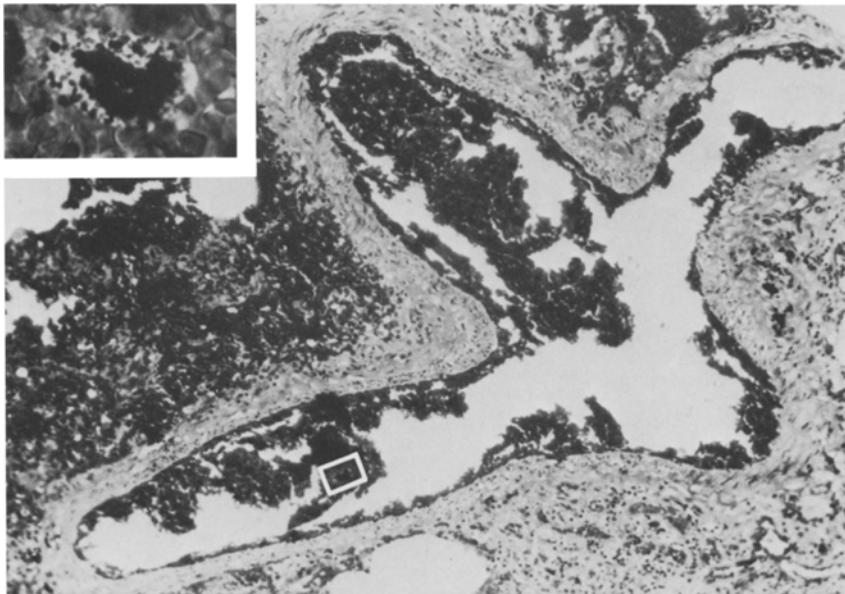


Abb. 2. Abführende Vene (Detail aus Abb. 1) mit Raucherzelle (Ausschnitt) im Blutstrom. Goldner-Masson (90 \times bzw. 900 \times)

Fanden sich Blutungen knapp unter der Bindegewebsplatte der Pleura, so ließ sich gelegentlich eine Zerschichtung der Kollagenbündel des Lungenfelles nachweisen – das Bild der von Paltauf beschriebenen „Blutbeule der Pleura“. Alle diese beschriebenen feingeweblichen Alveolarbefunde konnten sowohl bei den Ertrunkenen, nach akutem Asthmaanfall als auch nach Speisebreiaspiration nachgewiesen werden. Eine Verbreiterung der Interlobulärsepten mit Auflockerung des Bindegewebes war jedoch nur bei den Ertrinkungslungen und in einem Fall angedeutet, wo nach enormen Bierkonsum (8 l) eine Aspiration des dünnflüssigen Mageninhaltes im Brechakt stattfand. Bei den Asthmafällen oder nach Einatmung dickflüssigen Speisebreies waren die Zerreißungen der Alveolartextur umfänglicher als bei den Ertrinkungslungen, atelektatische Veränderungen im Lungengewebe jedoch nach Ertrinken oder nach der Bieraspiration ausgeprägter.

Bei der Serienschnittuntersuchung eines Paltauf'schen Fleckes eines ertrunkenen Rauchers (20 Stück/Tag) gelang in der Randzone einer keilförmigen subpleuralen Blutung im Blut einer abführenden Vene der Nachweis einer eingeschwemmten Raucherzelle (Abb. 1, 2). Das Zentrum dieser Blutung wies ebenfalls deutliche Zerreißungen der Alveolarwände auf.

Zytologische Ergebnisse

Die Auswertung aller Lungenabklatschpräparate und Ausstriche der Lungenäfte ergab sowohl bei den Ertrunkenen als auch bei den Kontrollfällen nur dann einen positiven Chromolipidnachweis, wenn es sich bei dem Verstorbenen

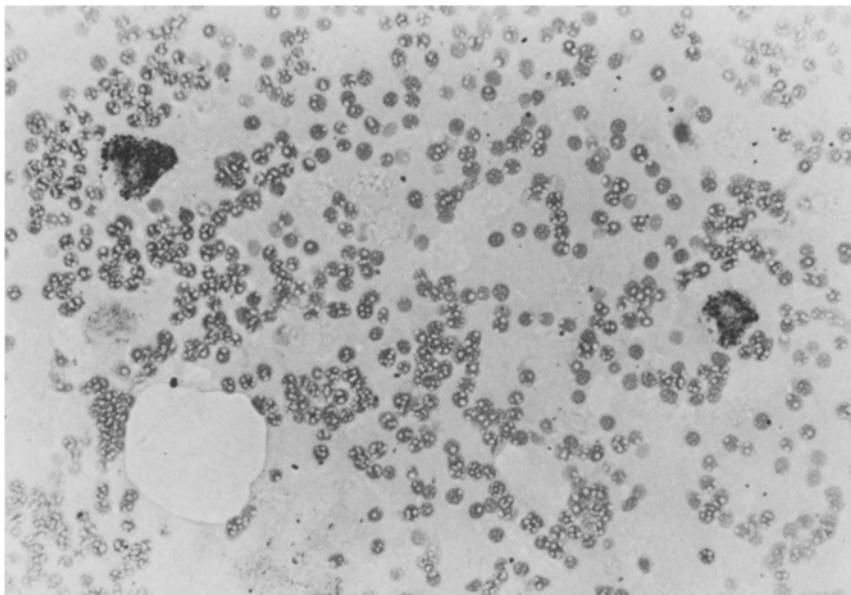


Abb.3. 2 Raucherzellen im Zellsediment des Blutes der linken Herzkammer eines ertrunkenen Rauchers (20 Stk./Tag). Fettrot 7B nach Fetteextraktion, ohne Kernfärbung (288 ×)

um einen Zigarettenraucher gehandelt hat. Die Häufigkeit der Raucherzellen im Lungensaft und im Imprint ging parallel mit der zu Lebzeiten konsumierten Zahl der Zigaretten einher, sodaß es möglich war, bis auf etwa eine Packung genau, das Rauchverhalten abzuschätzen. Der Abstrichsaft und der Abklatsch aus der Lunge jener Raucherin, welche bis 2 Jahre vor ihrem Tod ca. 25 Zigaretten konsumiert hatte, enthielt hingegen nur vereinzelt Raucherzellen.

Die Zellsedimente der Blutproben aus der linken Herzkammer jener 7 ertrunkenen Raucher enthielten in 5 Fällen Alveolarmakrophagen, in deren Zytoplasma die rotangefärbten Chromolipidkörnchen deutlich zu erkennen waren. Unter Heranziehung der 100fachen Vergrößerung im Lichtmikroskop konnten in diesen Fällen maximal drei Raucherzellen pro Blickfeld wahrgenommen werden (Abb. 3). Auffällig war, daß nur dann bei den frischen Leichen der ertrunkenen Raucher der Chromolipidnachweis im Herzblut gelang, wenn auch im Rahmen der Leichenöffnung Blutaustritte unter der Pleura festzustellen waren. Die wesentlichsten erhobenen Befunde der 7 ertrunkenen Zigarettenkonsumenten und der Exraucherin sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Bei den 2 Rauchern, welche im Rahmen eines Status asthmaticus verstorben waren sowie nach Aspiration von dickflüssigem bzw. bröckeligem Mageninhalt (2 Fälle) ließen sich Raucherzellen im Herzblut nicht nachweisen. Jedoch im Sediment des Herzblutes aus der linken Kammer jenes Rauchers (40 Stück/Tag), welcher nach extremem Bierkonsum infolge Einatmung des dünnflüssigen Mageninhaltes verstorben war, konnten einzelne Raucherzellen vorgefunden werden. Zur Kontrolle herangezogene Zellsedimente des Herzblutes von 20 Herzodesfällen – wobei es sich hierbei ausschließlich um ein Raucher-

Tabelle 1.

Leiche	Alter	S, NS*	Stück/ Tag	Raucher- zellen im Herzblut	Algen im Herzblut	Paltauf- Flecke	Emphysema aquosum	Liegezeit im Wasser
M.Z.	29	S	20	—	—	—	+++	Minuten
J.G.	39	S	15	—	—	—	++	2 h
S.R.	40	NS	20	+	—	+	++	mehrere h
K.M.	34	NS	10	++	+	++	++	1–2 Tage
G.F.	61	S	10	+	—	+	++	1 Tag
B.L.	21	S	40	++	—	+	+++	ca. 4 Tage
J.P.	28	S	20	+	—	?	++	2 Wochen
H.G.	50	NS	Ex25	—	—	+	++	ca. 2 Tage

* S = Schwimmer; NS = Nichtschwimmer

Tabelle 2

Raucher (n)	Raucherzellen im Herzblut	
	positiv	negativ
Ertrinken (7)	5	2
Speisebreiasp.		
dünndlüssig (1)	1	0
dickflüssig (2)	0	2
Asthma (2)	0	2
Herztod (20)	0	20

kollektiv handelte – enthielten in keinem Fall chromolipidbeladene Makrophagen. Die Ergebnisse der Herzblutuntersuchungen bei allen in die Studie einzbezogenen Rauchern sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Die Suche nach Raucherzellen im Herzblut bei allen Nichtrauchern verlief – trotz mehrfach angefertigter Ausstriche – negativ, sodaß eine Verunreinigung oder Artefakte ausgeschlossen werden konnten.

Diskussion

Bei der Obduktion einer im Wasser aufgefundenen Leiche werden an den Gerichtsarzt zwei wesentliche Fragen herangetragen: Erstens soll er zur Klärung der Identität beitragen und zum Zweiten ist zu beantworten, ob der Verstorbene noch zu Lebzeiten ins Ertrinkungsmedium geriet. Der anhand eines Lungenabklatschpräparates einfach durchzuführende Nachweis von Raucherzellen ermöglicht es zur Agnosierung hilfreich beizutragen, indem relativ rasch eine Stellungnahme zum Rauchverhalten des Verstorbenen abgegeben werden kann. Ergibt die zytologische Untersuchung, daß der im Wasser aufgefundene Tote Raucher war, erscheint es angezeigt, eine anschließende mikroskopische Untersuchung des kernhaltigen Blutsedimentes der linken Herzkammer vorzunehmen, um durch die Anwesenheit von eingeschwemmten Raucherzellen die

Vitalität der Flüssigkeitsaspiration zu beweisen. Das Fehlen von chromolipidbeladenen Makrophagen im Herzblut kann jedoch, wie das Ergebnis der gegenständlichen Untersuchungen aufzeigt, einen stattgefundenen Ertrinkungsvor-
gang keineswegs ausschließen.

Die von Stockis empfohlene Methode [33] zum Nachweis des Ertrinkungstodes mit Hilfe aufgefunder Sandteilchen im Herzblut sowie das Aufsuchen von Kieselalgen im Herzblut und den Organen beruhen auf dem Gedankengang, daß es beim Einatmen von Flüssigkeiten zur Einschwemmung von korpuskulären Bestandteilen aus dem Ertrinkungsmedium über die Lunge ins Herzblut kommt. Die Methode Stockis birgt die unüberbrückbare Problematik der Verunreinigung im Zuge der Entnahme und Verarbeitung der Blutproben in sich [3, 14, 23]. Der Diatomeennachweis wird vielfach als unbrauchbar erachtet [18, 28, 30, 32].

Im Gegensatz dazu sind die Raucherzellen – chromolipidbeladene Alveolarmakrophagen – lungen spezifische Gebilde, sodaß bei Einhaltung der erforderlichen Reinlichkeit im Verlauf der Probenentnahme eine Kontamination des Herzblutes mit Raucherzellen nicht vorkommen kann. Der positive Nachweis von Raucherzellen im Blut der linken Herzkammer nach Einatmung von dünnflüssigen Medien in die Luftwege, gestützt durch das Resultat der geführten histologischen Untersuchungen, bestätigt die Annahme, daß beim Ertrinken zelluläre Elemente und daher auch entsprechend große korpuskuläre Bestandteile des Ertrinkungsmediums aus den Alveolen in die Blutbahn überreten können. Seit Paltauf [16] haben zahlreiche Autoren [3–5, 9, 14, 23, 33] die Einschwemmung von größeren Schwebestoffen aus dem Ertrinkungsmedium in die Blutbahn mit Hilfe der beobachteten Gewebszerreibungen im Lungengewebe zu erklären versucht. Auf denselben Mechanismus wird auch das Eindringen von Luft ins Herzblut [5, 9] sowie der Übertritt von aspiriertem Speisebrei in die Lungenkapillaren [26] zurückgeführt. Wie Spitz und Schmidt [31] darauf hinwiesen, haben die Kapillaren der Alveolen nur einen mittleren Durchmesser von 10–12 µm, während bei Ertrunkenen Kieselalgen bis zu einer Größe von 90 µm im Blut bzw. in den Organen aufgefunden werden können. Da die Raucherzellen einen Durchmesser von 15–47 µm (durchschnittlich 25 µm) aufweisen, dürften sie auf Grund ihrer Zelldimensionen nicht über die Alveolar-
kapillaren in die Blutbahn gelangt sein. Das Ergebnis der histologischen Untersuchungen zeigt, daß die im arterialisierten Lungenblut vorgefundene Raucherzelle im Areal eines Paltauf'schen Flecks vom Alveolarraum ins Gefäßsystem übergetreten war. Daß die Paltauf'schen Flecke mit ihren Gewebszerreibungen die Übertrittspforte zwischen dem Alveolar- und Gefäßsystem darstellen, wird auch durch unsere Beobachtung untermauert, daß bei den frischen Leichen der ertrunkenen Raucher nur dann Raucherzellen im Blut der linken Herzkammer nachzuweisen waren, wenn gleichzeitig subpleurale Blutungen bestanden haben. Die Häufigkeit der eingeschwemmten Raucherzellen im Herzblut steht offenbar nicht nur mit der Anzahl der zu Lebzeiten konsumierten Zigaretten im Zusammenhang, sondern dürfte, wie Schneider [28] auch für Diatomeen annahm, von der Heftigkeit der Flüssigkeitsaspiration abhängen. Dies würde auch erklären, warum ein ertrunkener Nichtschwimmer, welcher 10 Zigaretten täglich geraucht hatte, etwa ebensoviele Raucherzellen im Herzblut aufwies,

wie ein ertrunkener Schwimmer, dessen Zigarettenkonsum 40 Stück pro Tag betrug.

Der Nachweis des Ertrinkungstodes mit Hilfe der Raucherzellen erscheint zudem besonders wertvoll, da sich das bei Zigarettenrauchern in Makrophagen gespeicherte Chromolipidpigment außerordentlich resistent gegenüber Fäulnis-einflüssen verhält und selbst nach weitgehendem Verlust der Gewebs- und Zellstrukturen noch mit Hilfe der angegebenen Fettfärbung nachgewiesen werden kann. Solange daher aus dem linken Herzabschnitt noch Blut gewonnen werden kann – dieses ist bei Ertrunkenen vom Anfang an zumeist gerinnselfrei und flüssig [16, 21, 36] – ist die hier beschriebene Methode vor allem auch bei faulem Leichenmaterial durchführbar. Bei Ertrunkenen, welche aus natürlichen Gewässern geborgen werden, sollte sie als zusätzlicher Beweis neben der Revenstorff'schen Probe angewendet werden; bei Tod in der Badewanne und in jenen Gewässern, wo keine Fremdkörper in der Ertrinkungsflüssigkeit nachzuweisen sind, erscheint sie besonders wichtig, da erst durch ihre Anwendung aussagekräftige Ergebnisse zum Nachweis der Vitalität des Ertrinkungsgeschehens erzielt werden können.

Literatur

1. Brinkmann B, Fechner G, Püschel K (1983) Zur Ultrastrukturpathologie des Alveolarapparates beim experimentellen Ertrinken. *Z Rechtsmed* 91: 47–60
2. Foroughi E (1971) Serum Changes in Drowning. *J Forensic Sci* 16: 269–282
3. Fraenkel P, Strassmann G (1914) Zur Diagnostik des Ertrinkungstodes. *Vierteljahresschr Gerichtl Med Oeff Sanitaetswes* 47: 334–343
4. Incze G, Tamáska L, Gyöngyösi J (1955) Zur Blutplanktonfrage beim Tod durch Ertrinken. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 43: 517–523
5. Ipsen C (1914) Untersuchungen zum Tode durch Ertrinken. *Vierteljahresschr Gerichtl Med Oeff Sanitaetswes* 47: 167–180
6. Isayev YS (1971) Zur Dynamik postmortaler Veränderungen optischer Eigenschaften des Blutes. *Ref Zbl Gesamte Rechtsmed* 1972: 102
7. Janssen W (1977) Forensische Histologie. Arbeitsmethoden der medizinischen und naturwissenschaftlichen Kriminalistik 10: 262–269
8. Karkola K, Neittaanmäki H (1981) Diagnosis of drowning by investigation of left heart blood. *Forensic Sci* 18: 149–153
9. Leers O (1907) Luftembolie beim Tod durch Ertrinken. *Ärztl Sachv Z* 21: 442–444
10. Lesser A (1884) Über die wichtigsten Sectionsbefunde bei dem Tode durch Ertrinken in dünnflüssigen Medien. *Vierteljahresschr Gerichtl Med Oeff Sanitaetswes* 40: 1–29
11. Möttönen M, Ravanko O (1971) Nachweis des Todes durch Ertrinken mittels im Blut gefundener fremder Pflanzelemente. *Z Rechtsmed* 68: 261–266
12. Mueller B (1952) Zur Frage der Diagnostik des Ertrinkungstodes. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 41: 400–404
13. Mueller B (1963) Zur Frage des Vorkommens von Diatomeen in Organen von Leichen, die nicht im Wasser gelegen haben. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 54: 267–272
14. Mueller B, Gorgs D (1949) Studien über das Eindringen von corpuskulären Wasserbestandteilen aus den Lungenalveolen in den Kreislauf während des Ertrinkungsvorganges. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 39: 715–725
15. Naeve W (1956) Zur praktischen gerichtsmedizinischen Anwendung des Diatomeennachweises im „großen Kreislauf“. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 45: 364–369
16. Paltauf A (1888) Über den Tod durch Ertrinken. *Urban & Schwarzenberg, Wien Leibzig*
17. Peterson F (1963) Diatomeenbefunde bei Wasserleichen. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 54: 376–378

18. Reh H (1968) Zur Diatomeenfrage. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 63:131–133
19. Reh H (1968) Neue Untersuchungsmethode beim Ertrinkungstod. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 63:134–141
20. Reiter C (1983) Chromolipidspeicherung in Alveolarmakrophagen: Ein Agnoszierungsmerkmal für Zigarettenraucher. *Z Rechtsmed* 91:37–46
21. Reuter F (1907) Anatomische Diagnose des Ertrinkungstodes. *Vierteljahrsschr Gerichtl Med Oeff Sanitaetswes* 33:20–41
22. Revenstorff (1904) Der Nachweis der aspirierten Ertränkungsflüssigkeit als Kriterium des Todes durch Ertrinken. *Vierteljahrsschr Gerichtl Med Oeff Sanitaetswes* 27:274–299
23. Rosanoff WN (1929) Die Stockissche Methode in der Diagnostik des Ertrinkens. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 13:473–479
24. Scheibe E, Schwarz R, Glaw K (1961) Vergleichende Untersuchungen zum Nachweis des Ertrinkungstodes. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 51:395–398
25. Schmidt HKW (1904) Zur Würdigung der Blut- und Lungenbefunde beim Ertrinkungstod. *Ärztl Sachv Z* 1:1–8
26. Schmidt O (1936) Über Aspirationsbefunde. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 26:311–316
27. Schneider V (1967) Versuche zum Beweiswert des Diatomeennachweises beim Ertrinkungstod. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 59:188–195
28. Schneider V (1969) Versuch einer Wertung der Diatomeenprobe. *Beitr Gerichtl Med* 26:92–99
29. Seki S (1957) Studies on the dilution and concentration of blood after drowning. *Ref Dtsch Z Gerichtl Med* 1958:102
30. Spitz WU (1963/64) Diagnose des Ertrinkungstodes durch den Diatomeen-Nachweis in Organen. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 54:42–48
31. Spitz WU, Schmidt H (1966) Weitere Untersuchungen zur Diagnostik des Ertrinkungstodes durch Diatomeennachweis. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 58:195–204
32. Staak M (1968) Kritische Bemerkungen zur Spezifität des Diatomeen-Nachweises. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 63:122–126
33. Stockis E (1909) Recherches sur le diagnostic médico-légal de la mort par submersion. Dissertation: Liège
34. Tamáska L (1961) Über den Diatomeennachweis im Knochenmark der Wasserleichen. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 51:398–403
35. Wachholz L (1906) Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Ertrinkungstod. *Vierteljahrsschr Gerichtl Med Oeff Sanitaetswes* 32:96–115
36. Wachholz L, Horoskiewicz ST (1904) Experimentelle Studien zur Lehre vom Ertrinkungstod. *Vierteljahrsschr Gerichtl Med Oeff Sanitaetswes* 28:219–283

Eingegangen am 5. März 1984