

X.

Ein Beitrag zur Kenntnis des Ertrinkungstodes.

Nach experimentellen Untersuchungen.

Von

Dr. Eberhard Margulies, Arzt in Kolberg.

(Hierzu 2 Textfiguren.)

In einer im Juli 1903 in der Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen erschienenen Arbeit: „Die Caspersche Hyperaërie. Physiologische Betrachtungen über den Tod durch Ertrinken“ habe ich das Zustandekommen der starken Ausdehnung der Lungen Ertrunkener zu erklären versucht. Diese Erscheinung, die bei der Mehrzahl der Ertrunkenen (nach Paltauf bei mehr als 90% derselben) gefunden wird, beansprucht eine ganz besondere Beachtung; gilt sie doch nach der zurzeit herrschenden Ansicht, wo sie deutlich in Erscheinung tritt, als ein besonders wichtiges Kennzeichen stattgehabten Ertrinkungstodes.

Und so bildet denn auch der Befund an den Lungen den Kernpunkt der Obduktion eines angeblich Ertrunkenen. Der Brustkorb befindet sich bei den sogenannten „typischen“ Ertrinkungsfällen (Paltauf) im Stadium tiefer Inspiration. Nach Entfernung des Brustbeins fällt das vermehrte Volumen der Lungen auf; diese füllen den Brustkorb vollkommen aus und quellen, wenn sie frei sind, aus der Brusthöhle hervor, wobei sich ihre vorderen Ränder berühren oder teilweise decken; es kann durch sie sogar das Perikard vollkommen überdeckt werden.

Lesser hat nun diese „ballonartige Auftreibung der Lungen“ von der während des Ertrinkens sich einstellenden starken Schleimabsonderung in den Bronchien abgeleitet. Die kleineren Bronchien zumeist sollen durch den Schleim so vollkommen ausgefüllt werden, daß die Luft aus den Alveolen nicht entweichen könne und infolgedessen das Kollabieren der Lungen ausbleibe. Paltauf und Straßmann haben jedoch dieses Verhalten des Schleimes, ersterer in jedem, letzterer in vielen Fällen, vermißt und die Richtigkeit der Lesserschen Theorie angefochten.

Paltauf glaubt vielmehr, daß der Grund der Vergrößerung des Lungenvolumens in einem schon während des Ertrinkens stattfindenden Eindringen der Ertränkungsflüssigkeit aus den Alveolen in das Zwischengewebe zu suchen sei. Dieser Auffassung hält Straßmann die Tatsache entgegen, daß das Lungengewebe nicht selten auch in Fällen ungewöhnlich starker Ausdehnung der Lungen auf der Schnittfläche trocken erscheine.

Ich nehme ebenso wie Casper und Straßmann an, daß die starke Ausdehnung der Lungen Ertrunkener im wesentlichen durch abnorm starken Luftgehalt verursacht werde, daß es sich also um eine wirkliche „Hyperaërie“, wie Casper diese Erscheinung bezeichnet hat, handle.

Um das Zustandekommen der „Hyperaërie“ zu erklären, habe ich in der oben erwähnten Arbeit etwa folgende Betrachtungen angestellt:

Wenn der Stoff, der die starke Ausdehnung der Lungen verursacht, in der Tat Luft ist, muß diese Erscheinung dann am deutlichsten zum Ausdruck kommen, wenn das ertrunkene Individuum beim Hineingelangen ins Wasser reichlich Luft in den Lungen beherbergt hatte, d. h. nach tiefer Inspiration unter den Wasserspiegel gelangt war.

Nun glaube ich annehmen zu dürfen, daß der Ertrinkende in der Regel vor dem Untergehen eine tiefe Inspiration ausführt.

Schon die Reizwirkung des kalten Wassers dürfte eine Inspiration verursachen; je tiefer aber letztere ist, um so mehr Wasser wird von dem Körper verdrängt, um so leichter wird derselbe. Da nun die Differenz zwischen tiefster Inspiration und tiefster Expiration nach Hermann beim Erwachsenen ein Luftquantum von 3700 ccm umfaßt, wird ein Individuum, das nach tiefer Inspiration untergeht, mehr als sieben Pfund leichter sein als ein Individuum, das nach tiefster Expiration untergeht.

Diese Erwägungen gestatten meiner Ansicht nach die Annahme, daß der Ertrinkende in der Regel vor dem Untergehen — schon seinem Instinkte folgend — tief inspiriert.

Ich behaupte nun ferner, daß ein Individuum innerhalb des Wassers die in den Atemwegen befindliche Luft zum Teile nicht auszustoßen vermag.

Bei der vielfachen Verästelung des Bronchialbaumes schließt eine erhebliche Anzahl von Alveolen Bronchialverzweigungen ab, welche auf dem Wege von der Luftröhre bis zur Alveole an irgend einer Stelle nach oben oder schräg nach oben gerichtet sind. Der innerhalb des Wassers infolge ihres geringen spezifischen Gewichtes mit Macht nach oben drängenden Luft wird der Austritt aus solchen Alveolen naturgemäß erschwert.

Auch die Reibung der inspirierten Ertränkungsflüssigkeit an den Wandungen der feinsten Bronchien, verbunden mit der Adhäsion der Wasserteilchen, dürfte dem Entweichen der Luft aus den Alveolen entgegenwirken.

Nach meiner Meinung hängt also der Grad der Ausdehnung der Lungen bei Ertrunkenen von dem Respirationszustande ab, in welchem das Individuum unter den Wasserspiegel gelangt.

Geht z. B. ein Individuum nach tiefer Inspiration unter, so wird die Hyperaërie deutlich ausgeprägt sein. Da ich nun annehme, daß der Ertrinkende in der Regel vor dem Untergehen tief inspiriert, muß in der Mehrzahl der Ertrinkungsfälle auch eine Hyperaërie in Erscheinung treten. Und das stimmt ja mit den Tatsachen überein. Geht umgekehrt ein Individuum nach tiefer Expiration unter, so wird man eine erheblichere Ausdehnung der Lungen nicht erwarten dürfen. — Das Eindringen von Ertränkungsflüssigkeit, so führte ich aus, käme erst in zweiter Reihe in Betracht.

Diese Ausführungen entbehrten bisher einer Nachprüfung durch experimentelle Untersuchungen.

Nun habe ich durch das überaus liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Professor Dr. Puppe während eines vorübergehenden Aufenthaltes in Königsberg i. Pr. Gelegenheit gefunden, im dortigen Leichenschauhause die fehlenden Experimente nachzuholen.

Wir verfolgten die Absicht, Kaninchen, welche wir zu unseren Versuchen benutzen wollten, in möglichst verschiedenen Respirationsstadien ins Wasser zu bringen. Dabei gingen wir von der Annahme aus, daß ein Kaninchen, wenn wir mit der einen Hand seine Vorder-, mit der anderen seine Hinterpfoten erfaßten, umsomehr in eine Inspirationsstellung geriete, je mehr

wir Vorder- und Hinterpfoten voneinander entfernten, sich umgekehrt mehr einer Expirationsstellung näherte, je näher wir Vorder- und Hinterpfoten aneinander brächten; denn im ersteren Falle käme eine Ausdehnung, im letzteren eine Einengung der Brusthöhle zustande.

Am 1. Dezember 1903 machten wir mit zwei Kaninchen einen Versuch, indem wir das eine in Inspirationsstellung, das andere in Expirationsstellung unter Wasser brachten. Dieses benutzten wir so kalt, wie es an dem frostigen Tage von der Wasserleitung kam.

Unmittelbar nach dem Untertauchen dirigierten wir die Tiere in ein unter Wasser umgestülptes (also luftleeres) Glasgefäß. So konnten wir sowohl bei diesen beiden als auch bei den späteren Versuchen die Tatsache feststellen, daß nur in den ersten Sekunden größere Mengen Luft nach oben stiegen (wohl aus Nase, Mund und den oberen Atemwegen; denn um zu verhüten, daß Luft in den Haaren der Tiere mit unter Wasser gelangte, hatten wir dieselben vor Beginn des Versuches intensiv angefeuchtet), daß aber im weiteren Verlaufe des Ertrinkungsvorganges nur ganz vereinzelt kleine Luftbläschen oder (in drei Fällen) geringe Mengen von Schaum ausgestoßen wurden.

Nach etwa 5 Minuten wurden die Tiere aus dem Wasser gezogen und nach etwa 15 Minuten seziert. Schon nach Eröffnung der Bauchhöhle zeigte es sich, daß das Zwerchfell bei dem Kaninchen, welches in Inspirationsstellung untergetaucht war, sich von der Bauchhöhle aus praller anfühlte, als bei dem andern Tiere.

Dann wurden nach Unterbindung der Luftröhre die Brustorgane im Zusammenhange herausgenommen, die Lungen sorgfältig freipräpariert, und einerseits die Größenverhältnisse, andererseits die Gewichtsverhältnisse der letzteren bestimmt.

Bei dem Inspirationstier betrug das Lungenvolumen 37 ccm, das Lungengewicht 17,95 g, bei dem Expirationstier das Lungenvolumen 30 ccm, das Lungengewicht 19,4 g.

Bei beiden Tieren zeigten die Lungen die ausgesprochenen Erscheinungen eines Lungenemphysems, doch waren dieselben bei dem Inspirationstier noch prägnanter als bei dem Expirationstier.

Nach unseren theoretischen Ausführungen mußten wir wohl erwarten, daß das Inspirationstier eine größere Lunge haben würde; es überraschte uns aber, daß die kleinere Lunge des Expirationstieres ein größeres Gewicht hatte. Leider hatten wir es unterlassen, bei diesem Vorversuch das Gewicht der Tiere festzustellen; wir wissen nur, daß die Tiere ziemlich gleiche Größe hatten und etwa drei Pfund schwer waren.

Am 3. Dezember 1903 machten wir zwei weitere Doppelversuche; diesmal erwärmten wir das Wasser vor Beginn der Versuche auf 15° C.

Den ersten dieser beiden Doppelversuche führten wir mit etwas großen Tieren aus, die schwer zu handhaben waren. Er gab auch wenig bemerkenswerte Resultate:

Bei dem Inspirationstier betrug das Lungenvolumen 27 ccm, das Lungengewicht 19,72 g; bei dem Expirationstier das Lungenvolumen 26 ccm, das Lungengewicht 20,5 g; das Inspirationstier wog 1892 g, das andere 2032 g.

Die Lungen unterschieden sich anatomisch wenig voneinander.

Außerst prägnant fiel aber der letzte Doppelversuch aus, der mit kleineren, besser zu regierenden Tieren angestellt wurde.

Hier betrug bei dem Inspirationstier das Lungenvolumen 30 ccm, das Lungengewicht 18,4 g, bei dem Expirationstier das Lungenvolumen 21 ccm, das Lungengewicht 17,3 g; das Inspirationstier hatte 1537 g, das andere 1402 g gewogen.

Die Lungen dieser beiden Tiere wurden unmittelbar nach der Sektion durch den Königsberger Zeichenlehrer Braune gemalt. Auf den Figuren erkennt man schon an Form und Aussehen an der größeren Lunge des fünften Versuchstieres die ausgesprochenen Erscheinungen eines Lungenemphysems, die bei der kleineren Lunge fast völlig fehlen.

Alle diese Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle I.

Versuchstier No.	1	2	3	4	5	6
Respirationsstellung	In.*	Ex.	In.	Ex.	In.	Ex.
Lungenvolumen in Kubikzentimetern	37	30	27	26	30	21
Gewicht der Lungen in Gramm	17,95	19,4	19,72	20,5	18,4	17,3
Gewicht der Versuchstiere in Gramm	?	?	1892	2032	1537	1402
sp. G. der Lungen	0,485	0,647	0,730	0,788	0,613	0,826

* In. = Inspirationsstellung; Ex. = Expirationsstellung.

Um Schlußfolgerungen aus diesen Ergebnissen zu ziehen, muß man erst wissen, wie sich Lungengewicht und Lungenvolumen bei außerhalb des Wassers gestorbenen Kaninchen verhält.

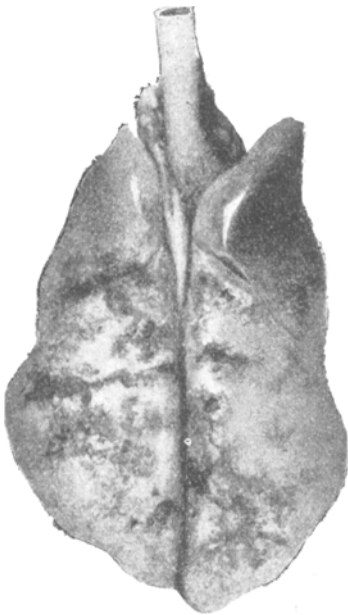
Ich habe daher bei drei durch Nackenschlag getöteten Kaninchen folgende Befunde erhoben (am 14. April 1904):

Tabelle II.

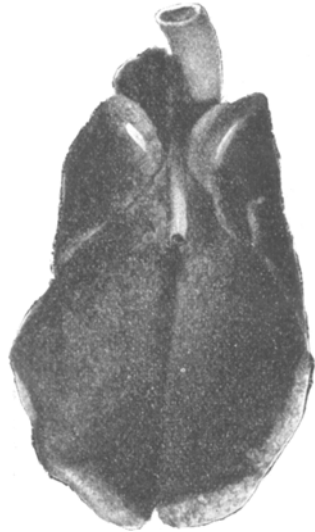
Versuchstier No.	1	2	3
Körpergewicht in Gramm	1941	1714	1306
Gewicht der Lungen in Gramm	12,2	11,2	6,8
Lungenvolumen in Kubikzentimeter	16	13	12
sp. G. der Lungen	0,762	0,861	0,567

Nun kann man aus den Ergebnissen unserer Versuche folgende bemerkenswerten Schlußfolgerungen ziehen:

Besonders auffallend sind bei den ertrunkenen Tieren die erheblichen Schwankungen des Lungenvolumens gegenüber den geringfügigen Schwankungen des Lungengewichtes.



Versuchstier No. 5.
Lungenvolumen 30 ccm,
Lungengewicht 18,4 g.



Versuchstier No. 6.
Lungenvolumen 21 ccm,
Lungengewicht 17,3 g.

Vergleichen wir z. B. die beiden extremsten Fälle miteinander, nämlich die Lungen des ersten und des letzten Versuchstieres der Tabelle I, so besteht bei ihnen eine Größendifferenz von 16 ccm gegenüber einer Gewichts-differenz von nur 0,65 g.

Die Größendifferenz wird also vorwiegend durch einen gewichtslosen Stoff verursacht, der nichts anderes sein kann als Luft und zwar Luft, die vor dem Untertauchen eingeatmet sein muß.

Daß Luftgehalt in erster Reihe die starke Ausdehnung der Lungen bei Ertrunkenen verursacht, wird besonders schön

auch durch den anatomischen Befund veranschaulicht, wie er auf der Abbildung naturgetreu dargestellt ist.

Der Vergleich der Gewichtsverhältnisse der Lungen in Tabelle I und in Tabelle II ergibt aber, daß auch Ertränkungsflüssigkeit nicht unerheblich zur Vergrößerung der Lungen beiträgt. Doch scheint die in die Lungen eindringende oder — vielleicht ist es richtiger zu sagen — die in den Lungen Ertrunkener vorhandene Flüssigkeit nicht so großen Schwankungen unterworfen zu sein als der Luftgehalt in denselben.

Auffallend sind die großen Lungen bei den beiden ersten Versuchtieren (Tabelle I) gegenüber den kleineren Lungen der übrigen ertränkten Tiere. Nur die Lunge des fünften Tieres, das in Inspirationsstellung untergetaucht wurde, erreicht die Größe des zweiten Tieres, das in Expirationsstellung unterging. Ich sehe darin eine Bestätigung von der inspiratorischen Reizwirkung des kalten Wassers; sind doch die beiden ersten Tiere unter sonst gleichen Verhältnissen in erheblich kälterem Wasser ertränkt worden, als die übrigen Tiere.

Schließlich ergeben die Experimente folgende Tatsachen, die den von mir eingangs aufgestellten Behauptungen entsprechen:

1. Die in den Atemwegen befindliche Luft kann innerhalb des Wassers zum Teil nicht ausgestoßen werden.
2. Die starke Ausdehnung der Lungen Ertrunkener wird im wesentlichen durch Luft verursacht.
3. Der Grad der Ausdehnung ist von dem Respirationszustande abhängig, in welchem der Ertrinkende sich befand, ehe er unter den Wasserspiegel gelangte.

Hat die Hyperaërie bisher in der gerichtlichen Medizin als ein Kennzeichen stattgehabten Ertrinkungstodes gegolten, so verschiebt sich durch obige Ausführungen und Untersuchungen ihre Deutung — und damit auch ihre Bedeutung, ihr diagnostischer Wert — ganz erheblich. Denn da die in den Atemwegen befindliche Luft aus denselben innerhalb des Wassers zum Teile nicht zu entweichen vermag, wird man bei einem Individuum, das nach tiefer Inspiration untergegangen ist, eine Hyperaërie auch dann finden müssen, wenn dasselbe

nicht ertrunken, sondern infolge einer anderweitigen Todesursache innerhalb des Wassers gestorben ist.

Die Hyperaërie ist demnach nur ein Zeichen dafür, daß der Tod im Wasser erfolgt ist, aber nicht dafür, daß es sich unbedingt um Tod durch Ertrinken gehandelt habe.

Zum Schluß erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Puppe und Herrn Dr. Schmidt für ihre freundlichen Ratschläge und für ihre bereitwillige Unterstützung bei der Ausführung meiner Versuche auch an dieser Stelle herzlich zu danken.

XI.

Kleinere Mitteilungen.

1.

Das Verhalten der Ossa sesamoidea an den Spaltgliedern bei Hyperdakytie des Menschen.

Von

Prof. Dr. med. E. Ballowitz
an der Universität Münster i. W.

Bei meinen Untersuchungen über die anatomischen Verhältnisse des Skeletts und der Weichteile der hyperdakytylen Extremitäten vom Menschen wurde ich auch auf die Sesamknöchelchen an den Spaltgliedern aufmerksam.

Diese Gebilde sind an den normalen menschlichen Extremitäten lange stiefmütterlich behandelt worden. Erst die umfassenden statistischen Erhebungen Pfitzners¹⁾ ließen ihnen auch für das menschliche Skelett die gebührende Würdigung zu teil werden. Thilenius²⁾ hat sodann ihre

¹⁾ W. Pfitzner, Beiträge zur Kenntnis des menschlichen Extremitätenskeletts II, Abteilung IV. Die Sesambeine des menschlichen Körpers. Morphologische Arbeiten, herausgegeben von Schwalbe. Bd. I, Heft 4, 1892.

²⁾ Thilenius, Die metacarpophalangealen Sesambeine menschlicher Embryonen. Anatomischer Anzeiger Bd. IX, Nr. 14, 1894, S. 425. Derselbe, Zur Entwicklungsgeschichte der Sesambeine der menschlichen Hand. Morphologische Arbeiten, herausgegeben von Schwalbe, Bd. V, 1896, S. 309. Derselbe, Untersuchungen über die morphologische Bedeutung accessorischer Elemente am menschlichen Carpus und Tarsus. Ebendas. S. 462.