

## Zur pathologischen Anatomie der Lungenverletzungen.

Von

Dozent Dr. L. M. Eidlin,

Vorstand des Lehrstuhls der gerichtlichen Medizin des Medizinischen Instituts zu Woronesch.

Meine Untersuchungen beziehen sich teils auf an Lungenverletzungen Verstorbene, die im gerichtlich-medizinischen Institut der Saratowschen Universität zur Sektion kamen, teils auf Versuchstiere, denen Lungenverletzungen zugefügt wurden. Im ganzen untersuchten wir 13 Menschenleichen und 7 Tiere. Alle ergaben in der Hauptsache gleichartige Befunde.

Die Art der Lungenverletzungen entspricht im allgemeinen der in anderen Organen: Es handelt sich teils um scharfe, teils um stumpfe Verletzungen mit oder ohne Zusammenhangtrennung, sowie um typische Schnitt- oder richtiger Schnitt-Stichwunden mit glatten Rändern, spitzen Winkeln, keilförmigem Profil und glattwandigem Kanal. In der Regel klaffen die Wunden nicht, weil die verletzte Lunge gewöhnlich zusammenfällt. Nur bei Verwachsung der Lunge mit der Brustwand kommt stärkeres Klaffen vor.

Die genauere Bestimmung des schneidenden oder stechenden Werkzeugs nach Größe und Form ist im Gegensatz zu Haut- und Knochenwunden aus den Lungenverletzungen allein selten möglich. Nur einmal haben wir an dem einen Winkel einer linienförmigen Wunde zwei unbedeutende Einrisse gesehen, welche dem Rücken der Klinge entsprachen und an den Hautwunden deutlich ausgeprägt waren. Aus der Länge und Tiefe der Verletzung kann man nur mit großer Vorsicht auf die Größe der Waffe schließen, weil die Stärke des Stoßes, die Bewegungen der Lunge und die der Waffe sie mit bedingen. Die Waffe wird beim Eindringen in den Brustkorb ziemlich stark an den knochig-knorpeligen Teilen festgehalten, so daß Verschiebungen des Griffes hauptsächlich auf das im Brustkorb befindliche Ende der Waffe übertragen werden.

Schußwunden kennzeichnen sich durch ihren Wundkanal mit faserigen Rändern, zwischen denen bei der Annäherung ein Defekt bleibt. In der Regel ist die Ausschußöffnung etwas größer als die des Einschusses, bei Schüssen aus nächster Nähe aber kann der Einschuß eine durch Sprengwirkung mehr oder weniger vergrößerte Platzwunde sein. Beide Öffnungen sind rundlich und etwas größer als das Geschoß.

Stumpfe Verletzungen werden gewöhnlich durch die Enden der gebrochenen Rippen verursacht, haben unregelmäßige Form und ver-

schiedene Größe, je nach der Kraft und Form des auftreffenden stumpfen Gegenstandes. Bei stumpfen Gewalten mit großer Wirkungsebene und großer Kraft kommt es zum Abreißen der Lungen von der Luftröhre, von den Bronchien, zu großen Zerreißungen und sogar Zerquetschungen einzelner Lappen usw.

Allen diesen Verletzungen sind Blutunterlaufungen ihrer Ränder und Blutergüsse in die Brusthöhle gemeinsam, die bei stumpfer Gewalt und Schuß größer, bei scharfen Verletzungen kleiner sind. Das Vorhandensein von Blut in den Pleurahöhlen hängt erstens ab von der Tiefe der Verletzung, den getroffenen Gefäßen usw., und zweitens von der Größe der Brustwunde. Wenn sie dem Blut hinreichenden Abfluß nach außen erlaubt, so bleibt in der Brusthöhle nicht besonders viel Blut zurück, etwa 400—500 ccm. In solchen Fällen fällt die Lunge nicht durch Gewebskollaps auf und ist häufig auf dem Durchschnitt dunkelrot. Wenn aber der Blutaustritt aus der Pleurahöhle erschwert ist, so kann die Menge dort bedeutend sein, 1100—1700 ccm betragen. Die Lunge ist dann zusammengefallen, blutarm, grau, zuweilen in einigen Abschnitten luftleer.

Das sind in Kürze die grob anatomischen Befunde, die mit denen der anderen Beobachter übereinstimmen.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt bemerkenswerte Befunde. Aus der Lunge wurden Stückchen herausgeschnitten und in Formol-, Müller- oder Zenkerlösung fixiert, nach dem Auswaschen durch Alkohol von steigender Stärke durchgeführt und in Paraffin eingeschlossen. Die Schnitte wurden mit Hämatoxylin-Eosin nach *Nocht* und zuweilen auf Eisen gefärbt.

Zunächst fallen zahlreiche große Zellen auf, die teils mit dunkelbräunlichem oder mitunter auch schwärzlichem Pigment angefüllt, teils frei von solchem sind. Diese vereinzelt oder in Gruppen liegenden Zellen befinden sich meist in den Lungenbläschen, aber auch zwischen den Scheidewänden. Welcher Art sind diese Zellen? Zunächst wurden sie für gewöhnliche Staub- oder Herzfehlerzellen gehalten, welche so oft in den Lungen angetroffen werden, und konnten daher nicht in Zusammenhang mit der Verletzung gebracht werden. Allein mit der Zunahme der Zahl untersuchter Leichen begann ein bestimmter Zusammenhang zwischen diesen Zellen und der Lungenverletzung sich aufzudrängen. Es ergab sich, daß sie sehr zahlreich an den Stellen von Blutaustritten waren, wobei sie stellenweise wie eine Schranke die Blutung umgaben. Dabei fällt auf, daß sie ganz am Rande der Verletzung, dort wo das Gewebe unmittelbar von der Gewalt betroffen wurde, fehlen, in einiger Entfernung von der verletzten Stelle aber erscheinen und am meisten an dem den gesunden Lungenstellen zugewandten Rande des Blutergusses gefunden werden. Zuweilen umgeben diese Zellen ringförmig Gruppen von roten Blutkörperchen, was in den erweiterten Alveolen besonders

bemerkbar ist. Beim weiteren Studium zeigte sich, daß diese Zellen z. T. rote Blutzellen enthalten, welche sich deutlich vom Körper der Zelle abheben. Dies beweist überzeugend, daß das oben beschriebene Bild ein Detail der Reaktion des lebenden Organismus auf die Verletzung ist. Es sind Zellen vom Typus der Makrophagen im Zustande der Aufsaugung des ausgetretenen Blutes. Waren nun diese Zellen schon vor der Verletzung vorhanden oder entstehen sie erst unter dem Einfluß der Blutung? Das Vorkommen eines dunkelbräunlichen und teilweise schwarzen Pigments in ihnen kann, wie es scheint, für die erste Annahme sprechen, d. h. daß gewöhnliche Staubzellen bei Blutergüssen in das Lungengewebe die roten Blutzellen aufnehmen. Eine ausführliche Durchmusterung der Präparate zeigte jedoch, daß sehr viele dieser Zellen keinen Kohlenstaub enthalten, einen runderen und regelmäßigeren Umriß und eine geringere Größe haben.

Wir versuchten die gestellte Frage durch Tierversuche zu lösen. Einem Hunde wurde in den rechten Lungenunterlappen, nicht weit von der Wurzel, 1 ccm Hühnerblut eingespritzt. Nach 3 Stunden Tötung des Hundes und sofortige Leichenöffnung. Entnahme von Stückchen aus beiden Lungen zur mikroskopischen Untersuchung.

Mikroskopischer Befund: Bedeutender Unterschied zwischen rechter und linker Lunge. In der rechten, verletzten Lunge eine bedeutende Menge (in jedem Gesichtsfelde einige) runder, großer Zellen, welche stellenweise frei in den Bläschen lagen, stellenweise sich längs der Scheidewände niedergelassen hatten. In einigen dieser Zellen wurden Hühnererythrocyten gefunden. In der linken Lunge gewöhnlich nur einige, frei in den Alveolen liegende, große, runde Zellen sichtbar, aber weniger als in der rechten Lunge. Dieser Unterschied berechtigt zu dem Schluß, daß der Anstoß zur Entwicklung der großen, Hühnerblutzellen aufnehmenden Zellen von dem in die rechte Lunge eingespritzten Hühnerblut ausging. Es ist selbstverständlich, daß die Einspritzung mit einer Verwundung der Lunge und Bluterguß verbunden war.

Wenn das Auftreten von Erythrophagen von dem Bluterguß abhängt, so fragt sich, wie schnell nach der Verletzung sie erscheinen. Zur Aufklärung dieser Frage wurde 4 Hunden eine Emulsion fixierter menschlicher roter Blutzellen in die Lunge eingespritzt. 1, 2, 4 und 6 Stunden nach der Einspritzung wurden die Hunde getötet. In allen Fällen fanden wir eine große Anzahl von Erythrophagen. Aber rote Blutzellen konnten nur in einem kleinen Teil von ihnen nachgewiesen werden. Die meisten großen, runden Zellen enthielten keine deutlich differenzierten Erythrocyten. Es ist demnach anzunehmen, daß die aufgenommenen Erythrocyten sehr schnell zerstört werden. Hierbei wird die Hülle sofort gleichsam zerrissen und der Erythrocyt im Protoplasma der Zelle, die ihn aufgenommen hat, aufgelöst, wofür der gleich-

mäßige Hämoglobinton des Erythrophagenprotoplasma beim Färben mit Eosin und das Fehlen der Eisenreaktion sprechen.

Die Anzahl der aufgenommenen Erythrocyten kann 5—8 und mehr betragen. Zuweilen umgeben sie den Kern des Erythrophagen wie eine Rosette, zuweilen sind sie an dem einen Zellpol zusammengehäuft, während der Kern am anderen Pol liegt. Man bekommt den Eindruck, daß der Erythrophag selbst durch die Übersättigung mit den aufgenommenen Erythrocyten zugrunde geht. So gelingt es bei einigen, besonders großen und mit zahlreichen Erythrocyten angefüllten Zellen nicht, den Kern zu erkennen. Es ist jedoch möglich, daß er von der dicken Protoplasmaschicht verdeckt ist.

Unsere Versuche tun also dar, daß schon 1 Stunde nach einer Lungenverletzung sich das Bild einer deutlich ausgeprägten Erythrophagocytose durch die sich neben der Verletzung schnell vermehrenden großen Freßzellen beobachten läßt.

Das Leben ergänzte unsere Experimente mit für die Lösung der gestellten Frage sehr wichtigen Beobachtungen. Ein Selbstmörder, 29 Jahre alt, durchschoß sich die Lunge und den Aortenbogen und starb sehr schnell. Ein 10jähriger Knabe verstarb ebenfalls sehr rasch nach einer Kopfschußwunde mit Zertrümmerung der Schädelbasis und der Hirnbasis. Bei der Obduktion wurde Eindringen von Blut in die Lungen gefunden. In diesen beiden Fällen beobachteten wir, obgleich der Tod wenige Minuten nach der Verletzung erfolgte, bei der Untersuchung eine deutlich ausgeprägte Anhäufung zahlreicher, frei im Lumen der Alveolen liegender großer Zellen, von denen einige deutlich hervortretende Erythrocyten enthielten. Die Erythrophagen erscheinen also außerordentlich schnell, in den nächsten Minuten nach der Verletzung, und beginnen sofort fremdartige Formelemente in sich aufzunehmen.

Somit haben sowohl das Leichenmaterial als auch die Experimente erwiesen, daß bei Lungenverwundungen das in das Lungengewebe ergossene Blut sich mit Hilfe der schnell auftauchenden Phagocyten sehr schnell aufzusaugen beginnt. Nach der Menge und Form derselben kann man mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit über die Schnelligkeit des Todeseintritts urteilen. Wenn sie nur nahe der Verletzung liegen, wenn die meisten von ihnen eine runde Form und ein durchsichtiges Protoplasma haben, und wenn sich neben ihnen keine polymorphekernigen Leukocyten befinden, so ist der Tod außerordentlich schnell eingetreten. Wenn sie aber die ganze verletzte Lunge besäen, wenn ihre Form unregelmäßig ist, wenn das Protoplasma eine dunkelbräunliche Pigmentierung hat, so hat das Leben nach der Verletzung mindestens einige Stunden angedauert. Längere Überlebenszeiten sind dann aus der Anhäufung polymorphekerniger Leukocyten, aus Organisationsvorgängen usw. erkennbar.

Endlich kommen wir zur schwierigsten Frage, woher die eben beschriebenen Erythrophagen stammen. Drei Quellen kommen in Betracht: 1. das Lungenepithel, 2. das Gefäßendothel und 3. das Blut.

Bevor wir unsere Erwägungen über diese Frage aussprechen, wollen wir einen kurzen Blick auf das Schrifttum werfen. Die Frage von den „Schutzreaktionen“ der Lunge ist in einer Reihe von Experimentalarbeiten erforscht und im letzten Jahrzehnt im Zusammenhang mit dem Tuberkuloseproblem besonders eifrig untersucht worden. Bei der Experimentalerforschung wurden mehrere Verfahren angewendet, welche in intravenöser und intratrachealer Einführung von Farbenlösungen, Eiweißstoffen, Hühner- und Kuherythrocyten und Bakterien bestanden. Es ist interessant zu vermerken, daß manchmal die Autoren, die eine gleichartige Methode anwendeten, zu genau entgegengesetzten Folgerungen kamen.

*Watanabe* hielt schon 1902 das Lungenepithel für eine Quelle der großen Lungenfreßzellen und begründete diese Ansicht mit ihrem schnellen Erscheinen und der zu beobachtenden Schwellung der Epithelzellen, die ihrer Ausscheidung vorangeht.

Für den Epithelursprung der Lungenphagocyten sprachen sich auch *Aschoff* (1926), *Grofs* (1927), *Kageyama* (1925), *Seemann* (1925) und *Westhues* (1922) aus. *Seemann* beobachtete Erscheinungen der Phagocytose 10 Minuten nach dem Eindringen fremdartiger Teilchen in die Lungen. *Westhues* sah Phagocytose im überlebenden Lungengewebe. Einige von diesen Autoren wiesen zwar die Hauptrolle dem Lungenepithel zu, schlossen aber die Möglichkeit nicht aus, daß ein Teil der Phagocyten aus Histiozyten oder aus *Maksmous* Polyblasten entstehen kann; eine Beteiligung des Gefäßendothels an der Bildung der Phagocyten wurde von ihnen jedoch verneint.

*Domagk*, *Foot*, *Oeller* hielten das Capillarendothel für eine Quelle der Phagocyten, beschrieben seine Anschwellung und die nachfolgende Proliferation beim Eindringen fremdartiger Teilchen. Durch die vermerkte Quellung des Endothels erklärte *Domagk* den Tod beim anaphylaktischen Shock. Mit einem Wort, diese Forscher beobachteten die Erscheinungen, die von den vorhergenannten Autoren geleugnet wurden.

Anhänger der dritten Ansicht waren endlich *Anthony* und die japanische Schule (*Nakanoin*, *Sakamoto* und *Naschima*). Der erste erblickte die Quelle der Phagocyten in den polymorphkernigen Leukocyten und den großen Mononucleären, die japanische Schule aber in den Histiocyten.

Diese flüchtige Übersicht über das Schrifttum zeigt also, daß bis jetzt keine Einstimmigkeit in der Frage vom Ursprung der Lungenfreßzellen besteht. Auch unser Material erlaubt nicht, sie endgültig zu entscheiden, gibt aber einige Grundlagen zur Beurteilung der angeführten Meinungen.

In allen unseren Fällen beobachteten wir eine Anschwellung der Lungenepithelzellen, welche zunächst an Umfang etwas zunehmen, dann, allmählich sich abrundend, die Verbindung mit der Alveolarwand verlieren und endlich, nachdem sie sich von der Wand gelöst haben, frei

im Lumen der Alveolen liegen. Zellen vom Typus der Erythrophagen beobachteten wir jedoch nicht nur im Lumen und an den Wänden der Alveolen, sondern auch in der Dicke der alveolaren Scheidewände. Dieser Umstand läßt eine freilich nebensächliche Rolle auch der Histiozyten bei der Entstehung der Lungenfresszellen anerkennen. Dagegen haben wir Bilder, welche vom Übergang des Capillarendothels in Phagozyten zeugen, in unseren Fällen nicht beobachtet.

Wir müssen aber bemerken, daß die von uns angewandte Methode des Einschließens in Paraffin nicht in allen Beziehungen den Forderungen der Erforschung der Entstehung der Zellenelemente entspricht, weil sie eine Verschiebung dieser zuläßt, was bei der Einbettung in Celloidin nicht der Fall ist. Eine negative Eigenschaft dieses Verfahrens besteht dafür in der Schwierigkeit, Schnitte von 2—3  $\mu$  Dicke zu gewinnen.

Wir betonen abermals, daß wir uns nicht erdreisten, die Frage vom Ursprung der Lungenphagocyten endgültig zu entscheiden, sondern nur die von uns beobachteten Tatsachen mitteilen, welche mit voller Augenscheinlichkeit das Auftreten von Phagocyten im Gefolge von Reizung und seine Schnelligkeit beweisen.

Die Erythrophagen zeichnen sich nicht durch besondere Empfindlichkeit gegen Autolyse und Fäulnis aus. Typische Erythrophagen mit deutlich erhaltenen Erythrocyten wurden nicht nur bei den Versuchen beobachtet, wo die Lunge vor der Entwicklung der Erscheinungen der Fäulnis und Autolyse untersucht wurde, sondern auch an Material, wie es dem Gutachter in der täglichen Praxis unter die Augen kommt. Wir konnten sie in den Lungen von Leichen sehen, welche am 2., 3. und sogar 4. Tage nach dem Tode seziert wurden.

Hat die beschriebene Erscheinung der Phagocytose eine praktische Bedeutung oder ist sie nur eine theoretische Einzelheit in der großen Lehre von den Lungenverletzungen? Die nachgewiesene reaktive Fähigkeit des Lungengewebes, welche im Laufe der ersten Minuten, beinahe „momentan“, hervortritt, hat große praktische Bedeutung, weil sie alle Todesfälle, deren Ursache eine Verletzung oder nur Reizung des Lungengewebes bewirkt, von einem neuen Gesichtspunkte aus betrachten läßt. An die erste Stelle sind hier die Todesarten mit Eindringen fremder Stoffe in die Lungen zu stellen, vor allem das Ertrinken.

Die „momentan“ morphologisch ausgeprägte Lungenreaktion spricht dafür, daß man bei solchen Todesarten wieder zu dem schon vernachlässigten morphologischen Lungenbild zurückkehren soll. Alles, was Nikolsky, Koljumna-Gatowsky u. a. in den letzten Jahren des vergangenen Jahrhunderts über das Ertrinken geschrieben haben, was aus diesen Arbeiten in den Lehrbüchern der gerichtlichen Medizin bis zur

letzten Zeit zitiert worden war, erscheint nach dem von uns beigebrachten Beweise der Schnelligkeit des Auftretens der Phagocyten und der Phagocytose in einem neuen Lichte und muß umgewertet werden.

Unsere theoretischen Annahmen, welche sich an einigen Ertrinkungsfällen bestätigten, bereichern unsere Kenntnis von solchen Todesarten (Ertrinken, Ersticken durch erbrochene Massen) und führen, wie es scheint, zur alten Form zurück — zur Lungenmorphologie. Aber die alte, mit neuem, bereichertem Inhalt angefüllte Form wird ein neues Glied in der Kette der diagnostischen Entwicklung der zu erforschenden medizinischen Probleme sein.

#### *Schlußfolgerungen.*

1. Die makroskopischen Lungenveränderungen bei Verwundungen unterscheiden sich nicht wesentlich von Verletzungen der anderen Gewebe.
2. Die mikroskopische Untersuchung der verletzten Lunge zeigt eigentümliche Besonderheiten des Lungengewebes.
  - a) Am Orte der Verletzung oder der Blutung erscheinen im Lungengewebe große erythrocytenfressende Zellen;
  - b) die großen Freßzellen erscheinen sofort nach der Verletzung, und ihre Menge nimmt dann allmählich zu;
  - c) gut erhaltene Erythrophagen mit deutlich differenzierten Erythrocyteneinschlüssen kamen in Leichen 24—48 und mehr Stunden nach dem Tode vor; sie sind also ziemlich widerstandsfähig gegen Einflüsse der Leichenzersetzung.
3. Unsere Befunde lassen annehmen, daß die Lungenphagocyten aus dem Alveolarepithel entstehen und daß die Histiozyten an dieser Entstehung weniger beteiligt sind. Wir haben keinen Übergang von Gefäßendothelen in Erythrophagen beobachtet.
4. Die Fähigkeit des Lungengewebes, durch „momentane“ Erythrophagocytose auf Reizung bzw. Bluterguß zu reagieren, ist von großem Interesse sowohl in biologischer Hinsicht (die Schnelligkeit der morphologisch ausgeprägten Reaktion) als auch in gerichtlich-medizinischer, als praktisch wichtiges Kennzeichen zur Diagnose einiger Todesarten.

---

#### *Literaturverzeichnis.*

- <sup>1</sup> *Aschoff, L.*, *Z. exper. Med.* **50**, 52 (1926). — <sup>2</sup> *Anthony, A.*, *Z. exper. Med.* **63**, 1 (1928). — <sup>3</sup> *Domagk, G.*, *Virchows Arch.* **253**, 594 (1924). — <sup>4</sup> *Domagk, G.*, *Verh. dtsch. path. Ges.* **1925**, 280. — <sup>5</sup> *Domagk, G.*, u. *C. Neuhaus*, *Virchows Arch.* **264**, 522 (1927). — <sup>6</sup> *Foot, H.*, *J. of exper. Med.* **32**, 513 (1920). — <sup>7</sup> *Foot, H.*, *J. of. exper. Med.* **32**, 533 (1920). — <sup>8</sup> *Foot, H.*, *J. of exper. Med.* **34**, 625 (1921). — <sup>9</sup> *Foot, H.*, *J. of exper. Med.* **36**, 607 (1922). — <sup>10</sup> *Foot, H.*, *J. of exper. Med.* **37**, 138 (1923). — <sup>11</sup> *Groß, F.*, *Beitr. path. Anat.* **76**, 374 (1927). —

- <sup>12</sup> *Kageyama, S.*, Beitr. path. Anat. **74**, 356 (1925). — <sup>13</sup> *Koch, W.*, Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie **3**, 2. — <sup>14</sup> *Koljumna-Gattowsky, J. K.*, Zur Frage von den anatomischen Veränderungen in den Lungen Ertrunkener. Inaug.-Diss. (russ.) 1894. — <sup>15</sup> *Loeschke, H.*, Beitr. path. Anat. **68**, 213 (1921). — <sup>16</sup> *Lintuvarjew, J.*, Russ. Klin. **8**, 341 (1927) (russ.). — <sup>17</sup> *Nikolsky, S.*, Inaug.-Diss. (russ.) 1895. — <sup>18</sup> *Oeller*, Dtsch. med. Wschr. **1924**, Nr 11, 537. — <sup>19</sup> *Seemann, G.*, Beitr. path. Anat. **74**, 345 (1925). — <sup>20</sup> *Seemann, G.*, Beitr. path. Anat. **79**, 1 (1927). — <sup>21</sup> *Seemann, G.*, Beitr. path. Anat. **79**, 16 (1927). — <sup>22</sup> *Siegmund, H.*, Z. exper. Med. **50**, 73 (1926). — <sup>23</sup> *Watanabe, R.*, Beitr. path. Anat. **31**, 367 (1902). — <sup>24</sup> *Westhues, H.*, Beitr. path. Anat. **70**, 223 (1922). — <sup>25</sup> *Westhues, H.*, u. *M. Westhues*, Beitr. path. Anat. **74**, 342 (1925).