

(Aus dem gerichtlich-medizinischen Institut der kgl. ung. Tisza István-Universität  
in Debrecen. — Vorstand: Prof. Dr. László Jankovich.)

## Über traumatische Veränderungen des elastischen Fasersystems der Lungen.

Von

Priv.-Doz. Dr. Sándor Ökrös.

Mit 3 Textabbildungen.

Die Differenzierung zwischen vital und postmortal entstandenen Verletzungen ist eine ebenso alte, wie wichtige Bestrebung in der gerichtlichen Medizin, ein jeder Schritt, der vorwärts führt, muß daher begrüßt werden. Die Bestimmung des Zeitpunktes, zu welchem eine fragliche Verletzung entstanden ist, wird besonders durch jene Zeichen gefördert, welche schon im Momente der Verletzung vorhanden, charakteristisch und doch leicht nachzuweisen sind. In den Lungen, als blutgefäßreichen Organen entstehen bei Verletzungen gewisse entweder durch den Blutkreislauf, oder die Atmung hervorgerufene vitale Zeichen, woran man die im Leben erlittene Verletzung als solche zu erkennen vermag, weil kleinste Kontinuitätstrennungen in den Lungen sofort blutige Infiltration oder Blutaspiration zur Folge haben. Findet man diese wichtige Merkmale, so kann der Zeitpunkt der Verletzung schon auf Grund des makroskopischen Befundes annähernd bestimmt werden. Nach mikroskopischen Veränderungen wird in der Praxis nur selten gefragt, da der makroskopische Befund zur Klärung der Sachlage meistens ausreicht. Es gibt natürlich auch Fälle, die erst durch eine Untersuchung nach vielen Richtungen hin gelöst werden können. Daher bleibt die histologische Untersuchung ebenfalls ein wichtiger Behelf, der im Wege der Analyse feinerer mikroskopischer Veränderungen der Aufdeckung der Sachlage dienlich ist.

Seit annähernd 4 Jahren befaße ich mich mit vitalen und postvitalen traumatischen Veränderungen der Lungen, gegenwärtig möchte ich nur die am *menschlichen Material beobachteten Veränderungen des elastischen Fasersystems* besprechen. Auf Grund mikroskopischer Befunde kam ich zu dem Ergebnis, daß wesentliche Unterschiede zwischen vitalen und postmortalen Verletzungen seitens des elastischen Fasersystems der Lungen bestehen, die aber jenen in anderen Organen ähneln. Vitale und postvitale traumatische Veränderungen des elastischen Fasersystems der Haut habe ich im 29. Band dieser Zeitschrift bekannt gemacht (1938). Nun habe ich in den Lungen ganz ähnliche Verhältnisse angetroffen, denke sie dennoch gesondert besprechen zu müssen, weil die Struktur des elastischen Fasersystems in den Lungen

eine ganz verschiedene ist, wie in der Haut, d. h. der ganze Lungenbau ist ein anderer. Außerdem fand sich in den Lungen noch andere vitale Zeichen, die in der Haut nicht vorkamen. Nach dieser Richtung hin wurde meines Wissens das elastische Fasersystem der Lungen noch nicht untersucht. Nur *Foerster* erwähnt als einziger im Bd. 21 dieser Zeitschrift, daß hochgradige Wärme in dem elastischen Fasersystem der Bronchien merkwürdige Veränderungen hervorrufe, die er für vitale Zeichen halte. An Leichen habe er solche niemals erzeugen können, weshalb er den Schluß zog, daß Wärmeschädigungen auf Grund des genannten Befundes unterschieden werden könnten, ob sie noch während des Lebens, oder nach dem Tode entstanden seien. Von anderen Gesichtspunkten aus haben sich mehrere Forscher mit dem elastischen Fasersystem der Lungen beschäftigt (*Merkel, Binser, Ottolenghi* u. a.) und festgestellt, daß bereits geatmete und noch nicht geatmete Lungen neben anderen Zeichen auch auf Grund des mikroskopischen Befundes des elastischen Fasersystems erkannt werden können.

Zwecks Vermeidung von Wiederholungen werde ich die traumatischen Veränderungen des elastischen Fasersystems in den Lungen auf Grund nur je eines Falles besprechen, vorher aber kurz die *Methodik* darstellen: Um gesunde und verletzte elastische Fasern unterscheiden zu können, müssen die Lungen in erweitertem Zustand fixiert werden. Zu diesem Behufe haben wir sie durch die leeren Bronchien hindurch mit absolutem Alkohol prall ausgefüllt. Durch den Alkohol wurde das Lungengewebe sofort gehärtet und kurz darauf hat man aus ihm entsprechende Teilchen zur mikroskopischen Bearbeitung herauszuschneiden können.

#### *Stichverletzung.*

27 jähriger Mann hat sich mit einem Taschenmesser in die Brust gestochen. Der Tod erfolgte 16 Stunden nachher infolge Verblutung. Das Messer hat in dem linken oberen Lungenlappen einen 8 cm langen Stichkanal zurückgelassen, dessen Wand blutig infiltriert, etwas verdichtet, bzw. geschrumpft war und sich mangelhaft mit Alkohol füllen ließ. Hier wurde also eine verhältnismäßig frische Wunde mikroskopisch untersucht. Die Sektion erfolgte 8 Stunden nach dem Tode, gleichzeitig versetzte ich eine experimentelle Stichverletzung, die aber keinen Füllungsunterschied bei der Alkoholfüllung zeigte.

*Mikroskopischer Befund* der vital erlittenen Lungenwunde: in der Wandung des Stichkanals ist die Gewebsstruktur verschwommen, in den tieferen Schichten sind die Alveolen vollkommen zusammengefallen, an einzelnen Stellen erstreckt sich das auf ungefähr 5—10 Alveolen. Das den Alveolen bzw. Septen angehörende zerstörende elastische Fasersystem ist in größeren Knäueln an der inneren Wundfläche angehäuft (Abb. 1 b). Man trifft sie hier zum größeren Teil aus ihrem ursprünglichen Zusammenhang herausgerissen in einem zerrissenen, zusammengeballten, fragmentierten, aufgefaseren Zustand an. Der

Verletzung zufolge erfahren mithin die elastischen Fasern solche schweren Veränderungen, daß sie ihre für die Lungen charakteristische Faserstruktur ganz verloren hatten. An manchen Stellen waren dagegen leichtere Veränderungen zu finden, weil manche dem Stichkanal parallel verlaufenden Faserbündel nicht zerrissen, sondern ihren geraden Verlauf beibehaltend untereinander liegende Parallelschichten bildeten. An den Endstümpfen der durchtrennten *Blutgefäße* sind die elastischen Fasern derselben etwas aufgefäsert, oder spiralförmig gewunden. Das

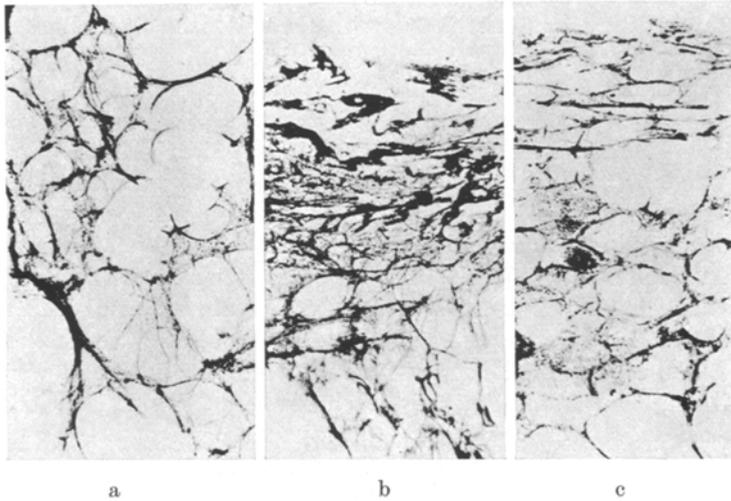


Abb. 1. *Veränderungen durch Messerstich.* a = gesundes Lungengewebe; b = Wandpartie der Wunde. Oben ist die Struktur des Lungengewebes verschwommen, die elastischen Fasern sind verfilzt; unten normale Verhältnisse; c = Wandpartie des postmortalen Stichkanals. Die oberen 5 Alveolenschichten sind etwas abgeflacht. Die Struktur ist aber selbst da erhalten (Orceinfärbung; Vergr. 1:100).

gleiche Bild zeigten auch die in den durchtrennten Septen verlaufenden elastischen Elemente. Diese schweren Veränderungen konnten in der Wand des Stichkanals ungefähr in zehn untereinander liegenden Alveolen verfolgt werden. An manchen Stellen waren die gleichschweren Veränderungen in einem schmälern Bezirk, nur auf 1—2 Alveolen beschränkt sichtbar. Bei näherer Betrachtung hat sich herausgestellt, daß diese schmälern und breiteren Bezirke einander immer gegenüber liegen. Die Erklärung dieses merkwürdigen Befundes ist in der strukturellen Gegebenheit des Lungengewebes zu suchen. Man muß nämlich annehmen, daß es aus einzelnen selbständigen, umgrenzten, aus mehreren Alveolen bestehenden Maschen mosaikartig zusammengesetzt ist und ein jedes umgrenztes Gebiet eigentlich eine größere Masche bildet, in welcher eine Kettenreihe kleinerer Maschen aufgehängt ist. Das verletzende Instrument dringt nun gewöhnlich nicht in die Mitte

einer größeren Masche ein, sondern verursacht an irgendeinem anderen Punkt Kontinuitätstrennung, teilt dadurch das statisch vorher einheitliche Kraftfeld in zwei ungleiche Teile. Die Wand des Stichkanals war übrigens von geschichtetem, thrombenartigem Blutgerinnsel bedeckt, das auch Leukocyten reichlich enthielt. Die oberflächlichen Schichten der Wunde waren blutig und fibrinös infiltriert.

*Nach dem Tode gesetzte Stichwunde:* Die Alveolen im Bereiche des Wundkanals waren trotz ihres verzerrten Zustandes erkennbar. Die charakteristische Struktur des Lungengewebes war an einem jeden

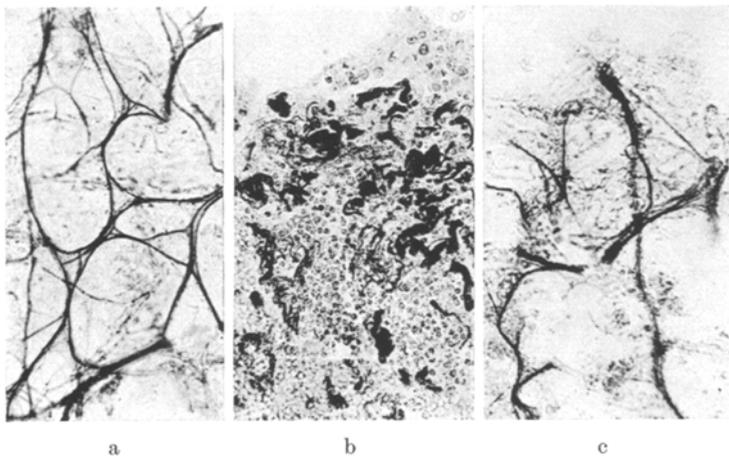


Abb. 2. *Elastisches Fasersystem* von verletzten und nicht verletzten Lungenpartien. a = unverletztes elastisches Netz; b = Innenfläche des *Schußkanals*: die elastischen Fasern sind verfilzt, fragmentiert, zerrissen, bilden eng beieinander liegende Faserknäule (Vitalreaktion); c = postmortale *Schußverletzung*. Innenfläche des *Schußkanals*: die Alveolenwände sind zerrissen, die Fasern verlaufen aber gerade, oder leicht gebogen, sind glasstabartig zerbrochen. (Vergr. 1:800.)

Punkt der Wunde erhalten geblieben. Die Stümpfe der durchtrennten elastischen Fasern waren scharf abgesetzt, gerade, oder etwas gebogen und geknickt, zeigten durchweg den gewöhnten geraden, oder leicht gebogenen Verlauf (Abb. 1c).

#### *Schußwunde.*

18jähriger Mann schoß sich mit einem 6 mm Flaubert in die Brust. Das Bleigeschoß durchdrang den oberen Lappen der linken Lunge. Der Tod erfolgte 3 Stunden nachher infolge innerer Verblutung. *Histologischer Befund* des *Schußkanals*: Das Lumen wurde von geschichtetem, von Leukocyten reichlich durchsetztem Thrombus erfüllt. In der Wand des Kanals war die Struktur des Lungengewebes nicht erkennbar, weil es zerrissen und zerstört in Blutgerinnsel eingebettet erschien. An einzelnen Punkten war auf 15 Alveolen sich erstreckender Lungenbezirk zusammengesunken, was einem ungefähr  $\frac{1}{2}$  cm breiten Saum

entspricht. An diesen Stellen rissen die elastischen Fasern aus der Umgebung heraus, verfilzten sich, bildeten kleinere oder größere Häufchen und waren mancherorts zersplittert (Abb. 2b). In den tieferen Schichten des Wundkanals waren die Veränderungen schon leichtere, hier konnte man die Alveolen bzw. Alveolengänge schon erkennen. Auch das elastische Fasersystem der verletzten Blutgefäße zeigte schwere Veränderungen, seine Fasern waren zerrissen und aufgesplittert.

*Nach dem Tode versetzte Schußwunde:* Ebenfalls mit 6 mm Flaubert 4 Stunden nach dem Tode. In histologischen Schnitten sah man, daß der Schußkanal ungefähr 3 Alveolenschichten zerstörte, seine Wandbezirke füllten sich jedoch der vital erlittenen Wunde gegenüber sehr gut mit Alkohol. Die elastischen Fasern waren wohl fragmentiert, zerrissen, an manchen Stellen spiralförmig gewunden, die meisten Bündel behielten aber ihren geraden, oder leicht gebogenen Verlauf bei, die Alveolenwände waren überhaupt nicht geschrumpft und auch das blutige Infiltrat fehlte (Abb. 2c).

#### *Rißwunde.*

Ein 14-jähriger Knabe wurde von einer umfallenden Lehmmauer überschüttet. In dem in der rechten Brusthälfte befindlichen  $\frac{1}{2}$  l freien Bluterguß schwammen 12 erbsen- bis haselnußgroße, aus ihrer Umgebung vollständig herausgerissene Lungenstückchen (Abb. 3a). Die seitlichen Partien des rechten oberen Lungenlappens waren an einer kindhandtellergroßen Stelle mit der Brustwand bindegewebig verlötet und das Lungengewebe wurde hier zwischen die querzerbrochenen Rippenstümpfe eingekleimt. Die oberflächlichsten Lungenschichten sind auf der Seite fast überall zerfetzt, als wir die Wundränder wieder vereinigten, blieb ein sternförmiger Riß zurück, aus dessen Mitte der früher erwähnte Lungengewebetritus fehlte. Den Grund bildete ein gleichartig zertrümmertes Lungengewebe, da allenthalben erbsen- bis nußgroße abgerissene, nur durch einige zähere Fasern mit dem Lungengewebe noch zusammenhängende Gewebspartikelchen herumlagen. Die Oberfläche der verletzten Lungenpartie war konsistenter, entschieden steifer und etwas getrübt. Diese seltene Verletzung der rechten Lunge kann eigentlich als eine Rißwunde, zum Teil als eine Explosionsverletzung aufgefaßt werden, welche dadurch entstanden ist, daß der Brustkorb infolge einer außergewöhnlichen Gewalteinwirkung zusammenbrach, das Lungengewebe an der Verwachsungsstelle zwischen die frakturierten Rippen gezerrt bzw. eingeknickt wurde und infolge der gleichzeitigen gewaltigen Druckeinwirkung in kleine Stückchen zerfallen ist. Die *histologische Untersuchung* ergab nun außer einer mäßigen blutigen Infiltration eine Schrumpfung der oberflächlichen Lungenschichten und Verschwinden der charakteristischen Struktur,

weil in einem 3—10 Alveolen entsprechenden streifenförmigen Bezirk in dem zertrümmerten Lungengewebe die elastischen Faserbündel aus der Umgebung herausrissen, sich verfilzten und auffaserten. Die Verletzung des größeren Balkenwerkes ist auffallender, schon bei kleinerer Vergrößerung sichtbar (Abb. 3b). In den tieferen Lungenschichten war das elastische Fasersystem unversehrt.

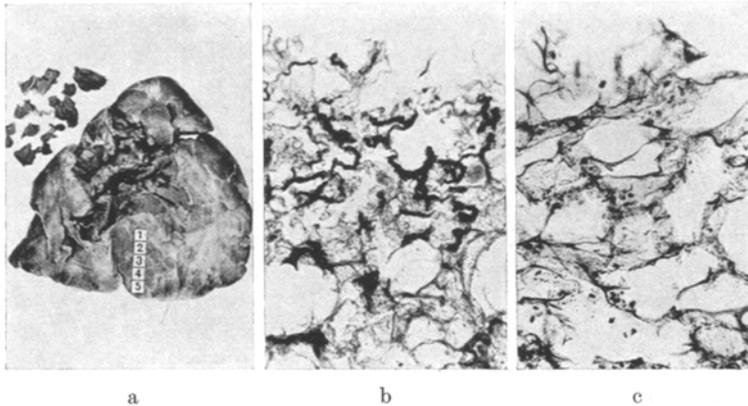


Abb. 3. *Lungenquetschung*. a = verletzte rechte Lunge mit herausgerissenen Gewebepartikelchen; b = Übersichtsbild. Die elastischen Fasern sind verfilzt, die Alveolen zusammengesunken, es blieben nur die Alveolengänge; c = Wandpartie der postmortalen Quetschung. Die Alveolen sind ziemlich gut erhalten; die elastischen Fasern verlaufen gerade, oder leicht gebogen, sind nur an der Oberfläche zerrissen. (Orceinfärbung; Vergr. 1:100.)

#### *Quetschwunde.*

Derselbe Fall: An der Vorderfläche des linken oberen Lungenlappens war eine faustgroße, prominente Anschwellung zu sehen. 1 cm unterhalb des blutig infiltrierten Brustfells befand sich hier ein hühnereigroßer, von Blut und Luft erfüllter Hohlraum mit zerfetzter Wandung, der von zäheren Bindegewebsfasern durchdrungen war. In der Wandung war das Lungengewebe etwas blutig infiltriert. In der linken Lunge befand sich also eine solche Quetschwunde, die mit dem Brustraum keine Kommunikation besaß. Auch diese erlitt der Verunglückte bei derselben Gelegenheit. Die Veränderungen des elastischen Fasersystems waren von den vorher Besprochenen ganz gleich.

*Lungenquetschung nach dem Tode:* Nach Quetschung der herausgenommenen Lunge mit einem stumpfen Objekt entstand in ihr ein sternförmiger Riß, in dessen Wänden die Alveolen sich durchweg gut füllten und die elastischen Fasern, abgesehen von der Kontinuitätstrennung, einen direkten, oder leichtgebogenen Verlauf zeigten ohne Verfilzung und Auffaserung (Abb. 3c). Das Lungengewebe verriet keine Schrumpfung.

Bei vitalen Verletzungen — wie es gezeigt werden konnte — erfährt das elastische Fasersystem der Lungen stets schwere Veränderungen. Die schwersten findet man zweifellos bei Schußwunden, was durch ihren Entstehungsmechanismus vollkommen erklärt wird. Das Geschoß trennt nämlich nicht nur die Kontinuität des getroffenen Gewebes durch, sondern zerrt und zermalmt es gleichzeitig. Damit die charakteristischen Veränderungen des elastischen Elementes in den Lungen verstanden werden können, muß man annehmen, daß das elastische Fasersystem der Lungen bereits im Momente der Verwundung zerspringt, aus seiner Umgebung zum Teil herausreißt, sich verfilzt, aufsplittert, Im gleichen Augenblick wird aber auch das Gleichgewicht der ganzen Lungenstatik aufgehoben und infolge der plötzlichen mechanischen Änderung reagieren nunmehr auch die nachbarlichen Alveolen bzw. ihr ganzes elastisches System. Die eben genannten typischen Veränderungen sind an sämtlichen elastischen Faserarten des Lungengewebes anzutreffen. In den histologischen Befunden habe ich die einzelnen Faserarten nicht gesondert besprochen, weil sehr häufig wegen der Verfilzung nicht festzustellen war, aus welchen Fasern eigentlich der Faserknäuel bestand. Der Gänze halber will ich anführen, daß *Orsós* 8 Faserarten im Lungengewebe unterscheidet, die er in 3 Gruppen (respiratorische, zirkulatorische, endlich Septen- und Pleurabalken) einteilte. Mithin wird das ganze Lungengewebe von dem elastischen Fasersystem durchdrungen, das aus verschiedenen dicken und auch strukturell differenten Fasern besteht. Die feinsten Fasern liegen zweifellos in den Alveolenwänden, die dickeren begleiten größere Gebilde, wie Gefäße, Bronchien usw. Es steht außer Zweifel, daß das elastische Fasersystem stets das Lumen der Alveolen zu verringern trachtet. Es wird durch kollagene und argyrophile Bündeln fixiert und gegen mechanische Einwirkungen geschützt; reißen die Fasern aus irgendeinem Grunde aus ihrer Umgebung, dann drehen sie sich spiralförmig zusammen kraft ihrer eigenen potentiellen Energie. Diese Fähigkeit besitzen sie in hohem Maße im Lebenden, in der Leiche kann sie in bezug auf die feineren Fibrillen nicht nachgewiesen werden, die gröberen behalten sie gewissermaßen bei. Auf diese Eigenschaft der gröberen elastischen Fasern hat *Orsós* schon früher aufmerksam gemacht.

Auf Grund histologischer Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß infolge vitaler Verletzungen sämtliche elastische Elemente der Lungen in breitem Bezirke schwere Veränderungen erleiden, und zwar auf eine ganz charakteristische Weise. Bei postmortalen Verletzungen werden diese Zeichen vermißt, man kann also auf Grund der beschriebenen Veränderungen die beiden Verletzungsarten unterscheiden. Diese Zeichen ergänzen andere vitale und postvitale traumatische Merkmale der Lungen und reihen sich wohl an die üblichen

vitalen Zeichen, wie Blutinfiltration, Blutaspiration usw. Besonders kann man sich ihrer bei dem Fäulnis schon anheimgefallenen Leichen gut bedienen, als anderweitige Zeichen schon im Stiche lassen. Laut der Literatur (*Ottolenghi, Rossi, Walcher* u. a.) verfaulen die elastischen Fasern erst ungefähr nach 3 Wochen, innerhalb dieser Zeitspanne können sie also zur Entscheidung herangezogen werden.

Die verschiedene Qualität der Verletzungen am Leben und nach dem Tode kann man leicht erklären: Bei den größeren vitalen Verletzungen wird man allerdings die Retraktionsfähigkeit, Spontanschädigungen der verletzten Alveolen in Betracht ziehen, die durch Luftausströmen in den Wundkanal gefördert werden. Auch zur Kontraktion der tieferliegenden Alveolen ist Gelegenheit geboten, weil die Alveolen und Alveolengänge miteinander bekanntlich kommunizieren. Das Zusammensinken des Lungengewebes wird noch gefördert durch die Verfilzung des elastischen Fasersystems, weil infolge Aufhebung des statischen Gleichgewichtes das elastische Fasersystem an Stelle der Verletzung entspannt wird. Auch die Druckverminderung infolge Kreislaufstörung bzw. der Druck des den Wundkanal ausfüllenden Blutgerinnsels können zur Schrumpfung des unmittelbar betroffenen Lungengewebes beitragen.

#### *Zusammenfassung.*

1. Die Wundenränder des durch Trauma verletzten Lungengewebes fallen zusammen, werden atelektatisch und erweitern sich kaum bei der nachherigen Füllung mit Alkohol. Nach postmortalen Verletzungen dagegen fehlen die obigen Erscheinungen.

2. Die netzartige Struktur des elastischen Fasersystems des Lungengewebes ist in intravitalem Verletzungen an der Einwirkungsstelle zerfetzt, demgegenüber verändert es sich kaum bei den postmortalen Einwirkungen.

3. Seitens der elastischen Fasern der Lungen kann man mikroskopisch die folgenden vitalen Reaktionsmerkmale nachweisen: Auf-faserung, Zerreißen oder Ausreißen und knotenförmiges Zusammenballen der Fasern. Diese Veränderungen des elastischen Fasersystems erstrecken sich 6—15 Alveolen breit in die Tiefe der Wand der Wunde, sie fehlen aber bei den postmortalen Einwirkungen.

4. Die schwersten und ausgiebigsten Veränderungen findet man bei Schußverletzungen.

5. Vitale und postmortale Verletzungen der Lungen kann man daher auch auf Grund des erwähnten histologischen Befundes der elastischen Fasern voneinander gut unterscheiden.

---