

XXI.

Zur Resorption des Blutes aus dem Bronchialbaum.

Von Prof. Dr. H. Nothnagel in Jena.

Das erhebliche Interesse, welches die Frage von der Aufnahme körperlicher Elemente von den Bronchialverzweigungen aus in das Lungengewebe bezw. in die Blut- oder Lymphbahnen besitzt, hat bekanntlich eine schon ziemlich beträchtliche Anzahl experimenteller Untersuchungen veranlasst. Es liegt mir fern, die Geschichte und die bekannten Ergebnisse dieser Forschungen hier zu wiederholen; nur ein weiterer kleiner Beitrag zu denselben soll im Folgenden gegeben werden.

Sehr häufig hatte ich bei Kaninchen, welche mittelst Durchtrennung beider Carotiden und der Trachea getödtet wurden, die Lungen in grösserer oder geringerer Ausdehnung blutig aussehend, blutgefüllt gefunden. Dieses Verhalten der Lungen erschien ganz selbstverständlich, weil doch immer Blut aus den Halsgefässen in die offene Trachea und den Bronchialbaum aspirirt werden musste. Da lehrte die einmal aus irgend einem Grunde vorgenommene mikroskopische Untersuchung, dass nicht nur im Bronchialbaume, sondern auch im interstitiellen Lungengewebe Blutkörperchen, und zwar in grossen Mengen sich fanden. Dies war überraschend, weil bis zum Tode des Thieres nur ganz kurze Zeit verging, das Blut also mit ausserordentlich grosser Geschwindigkeit in das Lungengewebe gelangt sein musste. Da das Hauptinteresse an diese Zeitverhältnisse sich knüpft, so müssen dieselben ein wenig genauer besprochen werden.

Die Trachea und Halsgefässe werden mit einem raschen Scheerenschnitt durchtrennt. Das Thier athmet lebhaft, und die Inspirationen werden sogar krampfhaft, wenn nach 30—45 Secunden die allgemeinen Verblutungskrämpfe ausbrechen. Etwa nach $1\frac{1}{2}$ —2 Minuten hören die Convulsionen auf, höchstens noch eine oder die andere tetanische Streckung mit gleichzeitiger Inspiration erfolgt. Das Herz zieht sich noch zusammen, aber sehr schwach; aus den Carotiden

kommt schon längst kein Blut mehr. Unmittelbar nach Aufhören der heftigen Convulsionen wird der Thorax schnell geöffnet, die Lunge herausgenommen und sofort in absoluten Alkohol geworfen. Von dem Augenblick der Halsdurchtrennung bis zu dem Einthun der Lungen in Alkohol vergehen, je nach der verschiedenen Schnelligkeit der Handgriffe, $3\frac{1}{2}$ —5 Minuten.

Wenn man auch annimmt, dass selbst nach dem Aufhören der Athmung der Lymphstrom in den Geweben noch einige Zeit andauert, so wird man doch wohl ohne Bedenken zugeben müssen, dass mit dem Eindringen des absoluten Alkohol in den Bronchialbaum und mit der Einwirkung desselben die Lebensvorgänge aufhören, d. h. also die in den Lungen vorhandenen Erscheinungen müssen sich in $3\frac{1}{2}$ —5 Minuten entwickelt haben.

Auch bei anders bewerkstelligter Aufnahme des Blutes in den Bronchialbaum kommen dieselben Erscheinungen zur Beobachtung. So verfuhr ich z. B. in folgender Weise: Die eine V. jugularis wird theilweise freipräparirt und das Blut aus ihr in eine Trachealwunde hineingeleitet. Nach $\frac{1}{2}$ —1 Minute wird die Trachea zugeklemmt und nun das Thier mittels Carotidenöffnung sofort getödtet und die Lunge herausgenommen. Der einzige Unterschied bei diesem Verfahren gegenüber dem erstgeschilderten besteht darin, dass nicht soviel Blut aspirirt wird und die Lungenveränderungen deshalb weniger hochgradig sind.

Um von vornherein einem denkbaren Einwand zu begegnen, dass nemlich die „Lungenhämorrhagie“ in irgend einer Weise von den Verblutungskrämpfen abhinge, sei bemerkt, dass eine Reihe von Controllversuchen angestellt ist. Es wurden beide Carotiden durchschnitten, aber mit Schonung der Trachea: in diesen Fällen waren die Lungen stets ganz unverändert, es fand sich kein Blut in ihnen. —

Makroskopisch boten die Lungen im frischen Zustande, ehe sie in Alkohol kamen, folgendes Bild dar (ich wähle für die Schilderung die Fälle mit gleichzeitiger Durchschneidung der Carotiden und Trachea): in der Trachea und den grössten Bronchien blutiger Schaum, in den kleinen und kleinsten Bronchien Blut; diese Füllung war nicht ganz gleichmässig, verschiedene Aeste waren theilweise oder auch ganz frei. Offenbar hängt dies in erster Linie von der Menge des überhaupt aspirirten Blutes ab, theilweise auch wohl

von nicht bestimmbarⁿ Zufälligkeiten. — Schon von aussen durch die Pleura hindurch sehen die Lungen heller oder dunkler blutig-roth aus; oft scheinen blutige Suffusionen unmittelbar unter der Pleura zu liegen. Die blutigrothe Färbung ist stets am stärksten in der näheren oder fernerⁿ Umgebung des Hilus. Auf dem Durchschnitt bietet in hochgradigen Fällen die Schnittfläche ein gleichmässig braunrothes Aussehen dar, es sieht aus als sei die ganze Lunge mit Blut infiltrirt; in den querdurchschnittenen Bronchien sind Blutgerinnsel. Diese Beschaffenheit ist wieder am meisten in der Nachbarschaft des Hilus ausgeprägt; in einzelnen Fällen aber ist dieses gleichmässige blutigrothe Aussehen der Schnittfläche über eine ganze Lunge verbreitet. Gewöhnlich indess sieht man neben der erwähnten Beschaffenheit in der Nachbarschaft des Hilus über die anderen Abschnitte der Lunge — und zwar gelegentlich überall bis an die Oberfläche hin reichend — in dem normal beschaffenen Gewebe grössere oder kleinere Inseln von blutigrother Farbe verbreitet. In der Regel finden sich in beiden Lungen diese Veränderungen gleichmässig, doch kann gelegentlich auch die eine stärker betroffen sein als die andere. —

Mikroskopischer Befund¹⁾. Die Lungen wurden einfach in Alkohol erhärtet, und dann untersucht. Der betreffende Befund liess sich dabei schon mit vollkommener Sicherheit feststellen. Noch klarer treten die Verhältnisse hervor bei Behandlung mit Methylanilin und Eosin.

Die Alveolen sind zum Theil mit rothen Blutkörpern dichtgedrängt erfüllt; zum Theil ist die Mitte ihres Lumens frei und man sieht solche nur nahe den Scheidewänden. Andere Alveolen sind ganz blutfrei. Ein analoges Verhalten zeigen die feinsten Bronchien.

Das interstitielle Gewebe ist, sobald die Aspiration nur einigermaassen ausgiebig war, also an den schon makroskopisch gleichmässig roth erscheinenden Stellen, dichtgedrängt mit rothen Blutzellen gefüllt, und zwar bezieht sich dies sowohl auf die Alveolar- wie auf die Interlobularsepta.

¹⁾ Meine Herren Collegen Proff. W. Müller und Schwalbe hatten die Liebenswürdigkeit, einige Präparate zu untersuchen und zu controliren, ebenso Herr Prof. Cohnheim in Breslau. Alle drei Herren bestätigten den Befund der Anwesenheit sehr zahlreicher rother Blutzellen im interstitiellen Lungengewebe.

Hier liegt Blutkörperchen an Blutkörperchen, so dicht, dass die Structur des Lungengewebes selbst oft vollständig dadurch verdeckt ist. Wenn auch die einzelnen dünnen Alveolensepta gelegentlich keine Blutzellen in sich erkennen lassen, so sind solche doch regelmässig massenhaft in den Knotenpunkten der Septa, wo einige Alveolen zusammenstossen und das bindegewebige Gerüst etwas stärker entwickelt ist, angehäuft. Die Blutmenge im Lungengewebe kann so enorm gross sein, dass das mikroskopische Bild allein dem unbefangenen Beobachter den Eindruck machen kann, als handele es sich um eine interstitielle Hämorrhagie mit Durchbruch in die Alveolen.

An einzelnen Stellen hafteten rothe Blutkörper der Wand der Bronchien dergestalt an, dass sie langausgezogen (mit der Längsaxe radienförmig auf die Axe des Bronchus gestellt) gerade mit einer Spitze in die Bronchialschleimhaut sich einzubohren schienen.

War etwa an einer Stelle nur sehr wenig Blut — wie schon das makroskopische Aussehen, das Fehlen einer stärkeren Färbung zeigte — aspirirt, so fanden sich im Alveolarlumen rothe Zellen in mässiger oder geringer Menge, und an diesen Stellen liessen sich im interstitiellen Gewebe nur wenige oder auch gar keine von ihnen auffinden.

Das Interesse vorstehender Beobachtung scheint mir darin zu liegen, dass sie zeigt mit wie überraschend grosser Geschwindigkeit unter bestimmten Verhältnissen Blutzellen aus dem Bronchialbaum in das interstitielle Lungengewebe übertreten können. Wenige Minuten genügen, um letzteres mit rothen Blutkörpern anzufüllen.

Allerdings wissen wir bereits aus früheren Untersuchungen, dass der Uebergang von körperlichen Partikeln in das Lungengewebe in kurzer Zeit erfolgen kann. So fand v. Ins¹⁾ gelegentlich seiner Untersuchungen über Kieselstaubinhalationen schon nach 6 bis 12 Stunden an sehr vielen Knotenpunkten der Alveolensepta Zinnober vor — den Modus des Eindringens desselben haben wir hier nicht zu erörtern — und vereinzelte Körnchen bereits in den Bronchialdrüsen. v. Ins bemerkt, dass diese „Raschheit höchst auffallend“

¹⁾ v. Ins, Experimentelle Untersuchungen über Kieselstaubinhalation. Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharmacol. Bd. V.

sei; nun, angesichts unserer Beobachtung verliert die seinige, welche übrigens mit der unserigen in gutem Einklange steht, jedes Auffällige.

Directe Aufschlüsse darüber, auf welchen Wegen die Blutzellen in das Gewebe gelangen, habe ich aus meinen Präparaten nicht entnehmen können. Am wahrscheinlichsten und am meisten nahelegend ist die Annahme, dass von den Anfängen der Lymphbahnen aus die Aufnahme stattfindet. Die Blutkörper würden in diese einwandern, eindringen, eingepresst werden. Da ich jedoch Positives und Neues in dieser Beziehung nicht vorbringen kann, so verzichte ich auf eine Wiederholung bekannter Dinge und beschränke mich auf den Hinweis, dass nach den Ergebnissen verschiedener Untersucher, unter denen namentlich Wymodzoff und E. Klein, ferner v. Wittich und Küttner genannt seien, die Lymphbahnen in unmittelbarer Communication mit dem Hohlraum eines der Alveolen und Bronchien zu stehen scheinen.

Nur möchte ich hervorheben, dass nemlich unsere Befunde den Schluss nahelegen, dass diese Communicationen, seien ihre genaueren histologischen Details wie immer beschaffen, ausserordentlich zahlreich und bedeutend sein müssen, um einer so enormen Menge zelliger Gebilde in Zeit von wenigen Minuten den Eintritt zu ermöglichen. Freilich darf dabei eines nicht übersehen werden. Die bedeutendste Blutanhäufung im interstitiellen Gewebe fand sich überall da, wo auch die Alveolen und Bronchiolen am stärksten mit Blut gefüllt waren ¹⁾; während da wo letztere nur wenig davon enthielten, auch in ersterem nur wenig getroffen wurde. Dieser Umstand legt die Vermuthung nahe, dass vielleicht die durch die starke Blutanfüllung im Bronchialbaum bewirkte intrabronchiale — um diesen Ausdruck zu gebrauchen — Drucksteigerung auch die Stigmata oder Stomata der in das Gewebe führenden Lymphbahnen erweitert habe.

Möglich, dass auch durch die Blutbahnen die Aufnahme zum Theil vor sich geht. Da aber keine directen Anhaltspunkte dafür vorliegen, sei diese Möglichkeit hier nur angedeutet. — Auf eine weitere Durcharbeitung und Verfolgung des Gegenstandes musste ich im Augenblick aus äusseren Gründen verzichten; weitere Unter-

¹⁾ Dass, wie oben erwähnt, zwischen den blutgefüllten Bronchiolen und Alveolen auch ganz oder fast ganz blutfreie sich fanden, erklärt sich wohl durch einfaches mechanisches Entferntwerden des Inhaltes bei Herstellung der mikroskopischen Präparate.

suchungen werden vielleicht lehren, ob und in welcher Zeit das Blut das interstitielle Gewebe wieder verlässt, wann es etwa in den Bronchialdrüsen erscheint u. s. w. —

Ich sehe davon ab, mich in weitläufigen Betrachtungen darüber zu ergehen, welche Folgerungen aus den vorstehenden Ergebnissen abgeleitet werden können hinsichtlich der Aufnahme körperlicher Gebilde aus der eingeathmeten Luft in den Organismus. Dieselben sind so ungemein naheliegend, dass Jedermann sie sofort selbst anstellen kann.

Dagegen möchte ich nicht unterlassen auf einige Verhältnisse hinzuweisen, welche für die klinische Medicin Wichtigkeit haben. Das eine bezieht sich auf die Resorption der Infiltrate bei *Pneumonia crouposa*. Es ist eine jedem Kliniker geläufige und täglich am Krankenbett festzustellende Erfahrung, dass bei der Lösung der croupösen Pneumonie nur ein verschwindender Bruchtheil des Infiltrates durch die Expectoration entfernt wird; die weit überwiegende Menge desselben muss resorbirt werden. Die gewöhnliche Annahme ist nun die, dass der Inhalt der Alveolen und Bronchiolen (weisse und rothe Blutkörperchen, Fibrin) einer fettigen (bezw. schleimigen) Degeneration anheimfalle und in diesen Zustand resorbirt werde. Die vorstehenden Beobachtungen legen aber die Frage nahe, ob nicht die zelligen Gebilde des Infiltrates zum Theil auch wieder als solche in die Circulation zurückkehren können. Freilich stehen einer bejahenden Beantwortung dieser Frage vorderhand noch wichtige Bedenken entgegen: einmal handelt es sich hier um Gebilde, welche schon seit einer längeren Zeit die Circulation verlassen haben; und dann hat Cordua¹⁾ zunächst nur bei flüssigem Zustande von Extravasaten die Rückkehr rother Blutzellen in unverändertem Zustande in die Circulation nachgewiesen. Trotzdem scheint mir die Berechtigung der ausgesprochenen Vermuthung nicht ganz von der Hand gewiesen werden zu können.

Bedeutungsvoller sind die Versuchsergebnisse für eine andere klinische Frage, nemlich die der *Phthisis ex Haemoptoe*. Die Geschichte derselben ist bekannt. Es sei mir gestattet bei dieser Gelegenheit anzuführen, dass ich im Jahre 1865 bereits, durch Traube dazu angeregt, eine experimentelle Lösung derselben versuchte. Ich unternahm damals im pathologischen Institute zu

¹⁾ Ueber den Resorptionsmechanismus von Blutergüssen. Berlin 1877.

Königsberg, welches jener Zeit unter Leitung des Herrn v. Recklinghausen stand, eine grössere Versuchsreihe mit Injection und Aspiration von Blut in den Bronchialbaum von Kaninchen. Die Versuche wurden nicht veröffentlicht, weil ihr Ergebniss ein rein negatives zu sein schien, d. h. wenn die Thiere getödtet wurden, sei es nach Tagen sei es nach Wochen, konnte niemals eine käsige Pneumonie — die ich damals noch erwartete — oder sonst irgend eine Veränderung in den Lungen, noch überhaupt Blut in den Bronchialverzweigungen gefunden werden, trotzdem Kaninchen bekanntlich nicht husten und nicht expectoriren. Jene Versuche heut noch näher mitzuthellen, erscheint durchaus überflüssig, da seitdem dieselbe Frage durch verschiedene Forscher, namentlich durch Perl und Lipmann¹⁾, und durch Sommerbrodt²⁾ in Angriff genommen worden ist. Auch Perl und Lipmann konnten niemals eine entzündliche Affection der Lungen nachweisen, während Sommerbrodt zu dem Resultat kam, dass unter bestimmten Verhältnissen eine Lungenblutung vermittels Anregung einer katarrhalischen Pneumonie Phthisis veranlassen könne. Abgesehen jedoch von diesen etwaigen späteren Veränderungen, auf deren Erörterung es hier nicht ankommt, geht aus den Mittheilungen der genannten Untersucher übereinstimmend hervor, dass auch bei ihren Experimenten der Inhalt der Bronchien schon nach ganz kurzer Zeit ein spärlicher war. Allerdings spricht Sommerbrodt nur von einer raschen Resorption des flüssigen Antheils des injicirten Blutes; und auch bei der mikroskopischen Untersuchung ist die Gegenwart von Blutzellen im interstitiellen Gewebe, ebenso wie bei Perl und Lipmann, nicht erwähnt. Es mag dahin gestellt bleiben, ob es sich hier um ein Uebersehen handelt oder ob etwa, wenn einige Stunden nach der Injection bezw. Aspiration getödtet wird, der grössere Theil des eingewanderten Blutes bereits wieder aus dem interstitiellen Gewebe verschwunden ist.

Jedenfalls scheint mir die in diesen Zeilen mitgetheilte Beobachtung wenigstens nicht direct für die Annahme einer Phthisis ex Haemoptoe zu sprechen.

¹⁾ Cf. Dieses Archiv Bd. 51.

²⁾ Cf. Dieses Archiv Bd. 55. — Man vergl. ausserdem die Darstellung bei Hertz, in Ziemssen's Handbuch Bd. V, Abschnitt über Hämorrhagien der Lunge.