

### Erklärung der Abbildungen auf Tafel XII:

- Fig. 3. Wohlausgebildete quergestreifte Fasern. Sie sind in ziemlich reichlicher Menge mitten im Bündel der typischen spindeligen Sarcomzellen nachgewiesen worden. Hämatoxylin-Eosin, Glycerin. Zeiss 4. D D.
- Fig. 4. Verschieden gestaltete Spindelzellen und Fasern mit Querstreifung. Zupfpräparat. Hämatoxylin-Eosin, Glycerin. Zeiss 4. D D.

### Berichtigung:

In meiner Arbeit „Ueber die Beziehungen der Myocarditis zu den Erkrankungen der Arterienwandungen“ dieses Archivs, Band 159, Heft 8.

S. 451, Zeile 17 ist zu setzen:

„in vier von seinen Fällen“ statt „in seinen 4 Fällen“.

S. 488, Zeile 7 von unten:

„Oestreich“ statt „Oesterreich“.



## XII.

### Der intrapleurale Druck beim lebenden, gesunden Menschen.

(Aus dem Krankenhause der jüdischen Gemeinde in Berlin. Dirigirender Arzt: Sanitätsrath Dr. Lazarus.)

Von

Dr. E. Aron, Assistenzarzt.

Vor einer Reihe von Jahren fand ich<sup>1)</sup> bei einer Patientin, welche wegen eines Empyems der Pleurahöhle mittelst der Bülow'schen Heberdrainage behandelt wurde, als Mittelzahlen für den intrapleuralen Druck am lebenden Menschen:

auf der Höhe der Inspiration — 4,0 der Expiration — 1,9 mm Hg  
im Liegen;

<sup>1)</sup> Dieses Archiv Bd. 126. 1891. p. 517. Ueber einen Versuch, den intrapleuralen Druck am lebenden Menschen zu messen.

auf der Höhe der Inspiration — 4,25 der Expiration — 2,5 mm Hg  
 beim Sitzen im Bett;  
 auf der Höhe der Inspiration — 5,1 der Expiration — 3,0 mm Hg  
 beim Sitzen auf einem Stuhle;  
 auf der Höhe der Inspiration — 7,61 der Expiration — 4,33 mm Hg  
 beim Sitzen auf einem Stuhl bei möglichst entfalteter Lunge.

In jener Arbeit habe ich die einschlägige Literatur, so weit dieselbe mir bekannt war, in Kürze angeführt und darf darauf wohl verweisen. Nur so viel möchte ich hier wiederholen, dass die von anderen Autoren an der Leiche gefundene Zahl des intrapleurales Druckes für die Mittelstellung der Lunge — 6 mm Hg beträgt. Für die lebende Lunge wurde als Mittelzahl des intrapleurales Druckes — 7,6 mm Hg als richtig angenommen.

In jener Arbeit schloss ich etwa folgendermaassen:

Bei dem uns zu unseren Versuchen zur Verfügung stehenden Individuum haben wir es mit einem hinsichtlich seiner Lungen nicht normalen zu thun. Aprioristisch hätte man nach den bisher bekannten Thatsachen vielleicht etwas grössere Zahlen bei Messungen des intrapleurales Druckes und auch wohl grössere Differenzen zwischen den Werthen der Höhe der In- und den der Expiration am lebenden Menschen erwarten dürfen. Wenn Donders bei seinen Leichen-Versuchen — 6 mm Hg als Mittelwerth des menschlichen intrapleurales Druckes erhalten hat, so mussten wir am lebenden Menschen etwas höhere Werthe voraussetzen, wenn wir berücksichtigen, dass die Retraktionskraft der lebenden Lunge eine grössere sein muss, als die der Leichenlunge. Zur Erklärung des Umstandes, dass die bei unserem Versuche sich ergebenden Zahlen theils kleiner, theils nicht beträchtlich grösser ausgefallen sind, als Donders sie gefunden hat, wird man in Erwägung ziehen müssen, dass wir es mit einer Patientin zu thun hatten, welche ein grösseres Pleuraexsudat bereits längere Zeit vor seiner Entleerung beherbergt hatte, deren Lunge füglich nicht mehr, wenigstens nicht bald nach Entleerung des Ergusses, völlig entfaltungsfähig war. Diese Fehlerquelle wird in geeigneteren Fällen von selbst fortfallen, beziehungsweise kleiner werden.

Mich interessirte es im höchsten Maasse, diese Untersuchungen fortzusetzen, um so gelegentlich mehr reelle Zahlen zu erhalten. Doch

sind hierfür geeignete Fälle sehr selten, und es bot sich mir bisher noch immer kein Fall, welcher vor dem damals zur Untersuchung benutzten besondere Vorzüge hatte. Ich beschloss daher diese Frage in anderer Weise zu lösen. Man kann vielleicht darüber streiten, ob man zu einem solchen Experiment, wie ich es am lebenden, gesunden Menschen auszuführen vorhatte, berechtigt sei. Bauend jedoch auf die Zuverlässigkeit der heutigen A- und Antiseptik entschloss ich mich dazu, nachdem ich ein geeignetes Individuum gefunden hatte, dem ich auseinandersetzte, was ich mit ihm vorzunehmen beabsichtigte. Um ihm nach Möglichkeit jeglichen Schmerz zu ersparen, und da ja Schmerzen die Athmung auch zu verändern im Stande sind, injicirte ich ihm vorher 0,02 Cocain an der Stelle, wo ich einstechen wollte. Dann stiess ich im 6. rechten Intercostalraum in der vorderen Axillarlinie einen luftdicht schliessenden, gut ausgekochten Fräntzel'schen Troikar von 2 mm Dicke in die Pleurahöhle ein. Derselbe war mit einem Glycerin-Manometer luftdicht verbunden. Das Manometer war mit Schwimmer und Zeichenfeder armirt. Wurde der Stachel des Troikars nunmehr zurückgezogen, so gab das Manometer sofort einen negativen Ausschlag, und es war jetzt ein Leichtes, die Druckänderungen in der Pleurahöhle während der Athmung auf einem rotirenden Papierstreifen in Form einer Curve sich aufzeichnen zu lassen. Als sich das Canülen-Fenster verlegte, gelang es anfangs durch erneutes Verschieben des Stachels des Troikars dieses wieder frei zu machen und die unterbrochene Curve fortzusetzen. Dann versagte dies jedoch. Wie sich beim Herausziehen des Troikars aus der Brusthöhle herausstellte, war eine gröbere Gerinnung von Blut im Kanülen-Fenster eingetreten und hatte die weitere Curvenzeichnung unmöglich gemacht. Sonst hätte man den Versuch längere Zeit fortführen können. Nach vorsichtiger Entfernung des Instrumentes wurde die Stichöffnung verschlossen, und das betreffende Individuum ging sofort wieder an seine Arbeit als Hausdiener, als wäre nichts mit ihm passiert. Nachmittags stellten sich bei der Athmung vorübergehend etwas Schmerzen ein, welche jedoch sehr bald wieder verschwanden.

Bei der Anstellung eines solchen Experimentes ist selbstredend die allergrösste Vorsicht am Platze, und öfters diesen Versuch zu wiederholen, habe ich nicht recht den Muth gehabt,

da ja doch wohl gelegentlich mal ein unbeabsichtigter und unvorhergesehener Zufall, wie bei jedem chirurgischen Eingriff, sich ereignen könnte. Die Athmung war, so lange der Troikar in der Pleurahöhle sich befand, in keiner Weise tangirt. Der Mann athmete ruhig und gleichmässig ohne jegliche Beschwerde weiter. Als ich ihn jedoch aufforderte, möglichst tiefe Respirationen auszuführen, war ihm dies nicht möglich, worauf ich selbstredend davon Abstand nahm. Die bei tieferen Athmungen sich stärker bewegende Lungen-Oberfläche musste dabei natürlich an der Canüle in heftiger Weise reiben, ein Umstand, der mit unangenehmen, schmerzhaften Sensationen verbunden war. Ich habe also nur eine Curvenzeichnung und Messungen des intrapleurales Druckes bei gewöhnlicher, ruhiger Respiration anstellen können. Immerhin dürften die Ergebnisse dieses Experimentes wohl einiges Interesse bieten.

Was die Gefahren anlangt, welche ein solches Vorgehen eventuell in sich birgt, so kann man eine Infection der Pleura wohl einigermaassen sicher vermeiden, nicht so sicher vielleicht, dass eine kleine Blutung dabei erfolgt, und vielleicht auch einige Tropfen Blutes in die Brusthöhle fliessen. Für ein gesundes Brustfell dürfte dies wohl kaum etwas auf sich haben. Das Blut wird wohl sehr schnell wieder resorbirt werden, da ja die gesunde Pleura alle Qualitäten einer serösen Membran besitzt, und als solche sicherlich zur Resorption von etwas Blut im höchsten Grade geeignet ist. Eine andere Gefahr, die eines etwaigen Lufteintrittes in die Brusthöhle, lässt sich wohl mit einiger Vorsicht sicher ganz ausschliessen. Sollte schliesslich beim Einstossen des Troikars die Lunge selbst verletzt werden, worauf man wohl vorbereitet sein muss, so hat dies wohl kaum eine ernste Bedeutung, vorausgesetzt, dass das Instrument sauber war. Um überhaupt ein derartiges Anspießen der Lunge womöglich zu vermeiden, besonders da dann der Versuch der Druckmessungen misslingen würde, darf man nicht zu schnell und auch nicht zu tief, sondern mehr sondirend einstechen, nachdem man erst die Haut durchdrungen hat. Stösst man dann den Troikar langsam vor, so hat die Lunge Zeit und Gelegenheit auszuweichen. Zudem wird man die Canüle mittelst des Zeigefingers derart fixiren, dass es unmöglich ist, mit einem Ruck

zu tief in die Brusthöhle hineinzugerathen. Bei Punctionen zu diagnostischen Zwecken passirt es unzählige Male, dass man mit dem Instrument in die Lunge hineinkommt, ohne dass man davon böse Folgen zu sehen Gelegenheit hat. Um wie viel weniger würde dies einer gesunden Lunge schaden können!

Am 6. Juni 1896 führte ich bei einem 34jährigen, 165 cm grossen, gesunden, mässig kräftigen Manne Fr. F. diese Punction aus. Der Brustumfang desselben betrug in der Höhe der Mamma auf der Höhe der Inspiration 89 cm, auf der Höhe der Expiration 85 cm, die vitale Capacität der Lunge 3950 cbcm. Der Eingriff selbst wurde ohne irgend welche Consequenzen überstanden. Ich habe den Mann des öfteren nachher noch untersucht, und konnte weder objectiv irgend welche Anhaltspunkte finden, welche eine schädliche Wirkung der Punction erwiesen hätten, noch gab derselbe selbst nachträglich irgend welche subjektiven Beschwerden an, welche er hierauf bezog.

Sobald der Stachel aus dem Troikar zurückgezogen, und die Oeffnung der Canüle frei gemacht war, ergab das Glycerin-Manometer einen negativen Ausschlag. Setzten wir unsere Kymographion-Trommel nunmehr in Bewegung, so erhielten wir eine Curve, welche ein getreues Abbild der Druckänderungen darstellte, wie sie bei der Athmung in der rechten Brusthöhle unseres Mannes statt hatten.

Bei der Beschreibung der bei diesem Versuche erhaltenen Curve müsste ich vielerlei wiederholen, was ich seiner Zeit in meiner früheren<sup>1)</sup> Arbeit des Näheren ausgeführt habe. Ich darf wohl, um Wiederholungen zu vermeiden, auf dieselbe hiermit verweisen. Wenn wir die beiden Curven, welche wir bei den Experimenten von damals und dem jetzigen erhalten haben, miteinander vergleichen, so fällt zunächst in die Augen, dass die Athmung bei unserem gesunden Versuchsobjecte langsamer von Statten geht, als bei jener Frau des ersten Versuches. Sowohl die In-, wie auch die Expiration theiligt sich an dieser Verlangsamung der Respiration, ein Unterschied, der sich darin markirt, dass sowohl der absteigende Schenkel der Curve, welcher der Inspiration entspricht, schräger verläuft, als auch dass der aufsteigende und auch der mehr horizontale Schenkel

<sup>1)</sup> a. a. O. S. 520.

der Curve, welcher der Expiration angehört, weiter ausgezogen erscheint. Das sind quantitative Unterschiede, welche nicht ganz so überraschend sind. Ein lungengesundes Individuum wird wohl im Allgemeinen ruhiger, langsamer und gleichmässiger athmen, als ein solches, welches ein Pleura-Empyem überstanden hat.

Das Wichtigste von Allem bei diesem Experimente war mir die Messung des intrapleuralen Druckes selbst. Eine absolut gültige Zahl für diesen Werth anzugeben, ist unmöglich, da der intrapleurale Druck von der Tiefe der Athmung abhängig ist, und die Respiration sich fast nie ganz gleich bleibt. Bei allen Messungen, welche die Athmung betreffen, wird man nie absolut richtige und gültige Zahlen erhalten können, nicht einmal bei einem Individuum, geschweige denn berechtigt sein, diese ohne Weiteres auf ein anderes zu übertragen. Jedes Individuum wird hinsichtlich seines intrapleuralen Druckes seine eigenen Werthe aufweisen, ebenso wie jedes seine eigene, ihm adaequate vitale Lungen-Capacität besitzt. Um jedoch Zahlen zu erhalten, welche einigermaassen frei von ganz groben Fehlerquellen sind, wird man sich damit begnügen müssen, Mittelzahlen zu berechnen. Um bequem Vergleiche mit den in der Physiologie bekannten Werthen anstellen zu können, haben wir unsere Zahlen, welche das Glycerin-Manometer ergeben hat, in Quecksilberdruck umgerechnet. Bei 36 Messungen erhielten wir als Mittelzahlen für den intrapleuralen Druck auf der Höhe der Inspiration — 4,64, und auf der Höhe der Expiration — 3,02 mm Hg bei ruhiger Athmung. Diese Zahlen mögen vielleicht etwas klein erscheinen im Vergleiche zu den Werthen von Donders und denen, welche wir selbst seiner Zeit erhalten haben. Vielleicht aber dürften sie sich dennoch mehr den normalen Werthen nähern, wenn man mehr in Betracht zieht, als dies bisher geschehen zu sein scheint; dass bei völliger Körperruhe im Allgemeinen oberflächlicher geathmet wird, und daher auch die Werthe des intrapleuralen Druckes kleiner sich erweisen, als man dies bisher wohl angenommen hat. In wie hohem Grade aber schon die kleinsten Aenderungen der Lage des Versuchsobjectes allein im Stande sind, die Athmung und damit die Werthe des intrapleuralen Druckes zu verändern, haben wir in jener früheren Arbeit gesehen.

Nebenbei möchte ich noch bemerken, dass der grösste Werth des intrapleurale Drucks bei ruhiger Athmung für die Inspiration — 5,09 und der kleinste — 4,23 mm Hg betragen hat, während der grösste Werth für die Expiration — 3,29, und der kleinste — 2,54 mm Hg ausmachte. Alle diese Zahlen haben nur für die ruhige, gewöhnliche Athmung Gültigkeit.

Seitdem die Chirurgen in letzter Zeit anscheinend mit etwas mehr Erfolg das schwierige Capitel der Lungen-Krankheiten unter gewissen, besonders günstigen Bedingungen zu erobern beginnen, wird sich vielleicht öfters Gelegenheit bieten, intrapleurale Druckmessungen am lebenden Menschen vorzunehmen, freilich nur bei Lungenkranken. Sapiejko (Kiew) scheint dies des öfteren schon ausgeführt zu haben. Die hierbei von ihm gefundenen besonderen Werthe sind mir unbekannt geblieben. Die auf diese Art und Weise gewonnenen Zahlen der Chirurgen werden jedoch selbstredend von den von uns am gesunden Menschen erhaltenen Werthen sich nicht unwesentlich unterscheiden müssen. Wenn ich an dieser Stelle vielleicht einschalten darf, obwohl es nicht unmittelbar zu meinem Thema gehört, so möchte ich glauben und behaupten, dass das von Sapiejko construirte oder (richtiger gesagt) angewendete Instrument nicht immer den diagnostischen Werth besitzt, den ihm Sapiejko vindicirt. Es wird mit demselben sicherlich passiren, dass man mit der Nadel, auch wenn die Lunge nicht mit der Costalwand verwachsen ist, direct in die Lunge hineingelangt und nicht in die freie Pleurahöhle. Dann wird man nicht einen negativen Druck erhalten können, ohne dass an der betreffenden Stelle Verwachsungen vorhanden sind. Man wird also, wenn man Sapiejko folgt, unter Umständen zu einer falschen Diagnose kommen, welche bei weiterem, ev. operativen Vorgehen sogar verhängnissvoll werden kann. Mit Hülfe dieses Armentariums kann man nach meiner Ansicht nur aussagen, dass, wenn das Manometer einen negativen Druck anzeigt, man sich mit der Hohlnadel in der freien Brusthöhle befindet, dass also die Lunge an dieser Stelle mit der Brustwand nicht verwachsen ist. Man ist aber nicht auch berechtigt zu behaupten, dass, wenn der Manometer-Ausschlag ein positiver ist, wenn man sich mit der Hohlnadel also in der Lunge be-

findet, die Lunge an dieser Stelle mit der Brustwand verwachsen sein muss, wenn ich natürlich auch nicht bestreiten will, dass sie unter Umständen hier verwachsen sein kann<sup>1)</sup>).

Neuerdings hat Murphy<sup>2)</sup> eine Ausheilung und Obliteration von Cavernen zu erreichen versucht, indem er die betreffende Lunge ausser Function setzte. Dies erzielte er dadurch, dass er in die betreffende Pleurahöhle 50—200 cbcm Stickstoff injicirte, bis auf der betreffenden Seite kein Athemgeräusch mehr zu hören war. Das Gas soll nun Monate lang (3—6 Monate) in der Brusthöhle verbleiben, ohne dass es sich wesentlich resorbire. — Gegen diese Art der Behandlung möchte ich einige, wie mir scheint, gewichtige Bedenken geltend machen. Zunächst möchte ich erwähnen, dass es nach Experimenten<sup>3)</sup>, welche freilich an Kaninchen angestellt worden sind, recht gefährlich ist, in eine Pleurahöhle so viel Luft zu injiciren, bis die betreffende Lunge nicht mehr athmet. Die Bedenklichkeit der Situation erkennen wir deutlich an der Blutdruck-Curve, welche dann sehr beträchtliche Schwankungen aufweist. Beeilen wir uns nicht, den intrapleuralen Druck schleunigst wieder zu erniedrigen, so geht das Thier unter allgemeinen Krämpfen sehr schnell zu Grunde. Möglicherweise könnten jedoch in dieser Hinsicht beim Menschen die Dinge etwas anders liegen, wenn mir dies freilich auch recht unwahrscheinlich erscheint. — Eine fernere, nicht minder wichtige Erwägung, welche auf alle Fälle zu beachten sein wird, besteht darin, dass nach unseren sonstigen Erfahrungen es geradezu unmöglich ist, dass eine Lunge, welche 3—6 Monate collabirt gewesen ist, noch functionstüchtig sein kann. Wir wissen vielmehr, dass bereits nach vier Wochen etwa der Zeitpunkt gekommen ist, wo wir spätestens für eine Wiederentfaltung der betreffenden Lunge Sorge tragen müssen, wenn dieselbe nicht unrettbar verloren gehen soll. — Drittens möchte ich glauben, dass es nicht zutrifft, dass der in die Pleurahöhle injicirte Stickstoff Monate lang in der That unresorbirt in der Brusthöhle verbleibt. Nach

<sup>1)</sup> Man kann, auch ohne dass eine Verwachsung besteht, mit der Canüle, besonders aber, wenn dieselbe scharf ist, direct in die Lunge kommen.

<sup>2)</sup> C. Wood: New-York med. Journ., 30., XII., 1899.

<sup>3)</sup> Aron: Experimentelle Studien über den Pneumothorax. Dieses Archiv Bd. 145. 1896 u. Tafel XI, Inj. der 9. 10 cbcm.



unseren eigenen Beobachtungen bei einem Falle von Pneumothorax<sup>1)</sup> bei einem Menschen wissen wir in Folge wiederholter Druckmessungen in der Brusthöhle ganz exact, dass schon nach 14 Tagen der grösste Theil des ausgetretenen Gases wieder resorbiert war; nach 4 Wochen war bereits alles Gas durch Resorption entfernt. Da nun die Atmosphären-Luft, wie sie beim Pneumothorax in die Pleurahöhle austritt, zu 79 Volumen-Procent aus N besteht, so werden wir keinen so wesentlichen Unterschied zwischen Austritt von Atmosphären-Luft in die Brusthöhle und Injection von reinem Stickstoff in die Pleurahöhle annehmen können. — Schliesslich möchte ich noch erwähnen, dass es mir zum Mindesten zweifelhaft erscheint, ob die Inactivität einer tuberculösen Lunge in der That so überaus zweckentsprechend für die Ausheilung des Krankheits-Processes sein kann. Wir haben ja gerade darin eine Haupt-Ursache für das primäre Erkranken der Lungenspitzen erkannt, dass diese bei der Respiration relativ ruhig stehen. Dasselbe Agens soll also bald die Ursache für die häufige und primäre Erkrankung dieser Theile abgeben, bald hinwiederum soll es in therapeutischer Beziehung zur Ausheilung dieser bereits erkrankten Abschnitte herangezogen werden. Wenn Murphy anführt, dass wir in jenen Fällen, welche wir klinisch als ausgeheilte Lungen-Phthise bezeichnen, oft einen Collaps der betreffenden Seite constatiren können, und hierin eine Stütze für seine Methode der chirurgischen Behandlung von Lungen-Cavernen sucht, so scheint er mir Ursache und Folge miteinander zu verwechseln. Die Erkrankung heilt nicht aus, weil die betreffende Seite schrumpft, sondern doch wohl, weil der Heerd ausheilt, schrumpft dieselbe Seite. Das Narbengewebe retrahirt sich erst secundär.

Die Erforschung des intrapleurales Druckes hat nicht nur wegen seiner Bedeutung für die Respiration selber besondere Wichtigkeit, sondern steht bekanntlich auch in inniger Beziehung zu der Blut- und Lymph-Bewegung, und verlangt auch aus diesem Grunde unser ganz besonderes Interesse.

<sup>1)</sup> Aron: Zur Behandlung des Pneumothorax. Deutsche Medicinische Wochenschrift, 1896, No. 36.