

Ueber den intrathoracalen Druck.

Von

J. Rosenthal.

(Vorgetragen am 14. Februar 1881).

Bekanntlich wird durch die elastische Dehnung der Lungen ein negativer Druck innerhalb des Thorax bedingt. Dies geht schon aus der einfachen Thatsache hervor, dass die Eröffnung der Pleurahöhlen auch an der Leiche ein sofortiges Zusammenfallen der Lungen unter Einsaugung von Luft zur Folge hat. Um diesen negativen Druck zu messen, haben Carson, Donders, Hutchinson, Harless u. A. ein indirectes Verfahren eingeschlagen, indem sie bei Leichen Manometer in die Trachea einbanden und dann beide Pleurahöhlen eröffneten. Donders¹⁾ fand so für die Ruhestellung des Thorax an der Leiche 6 mm. Hg., für die einer möglichst tiefen Inspiration entsprechende Ausdehnung der Lunge etwa 30 mm.; etwas grössere Werte fand Hutchinson²⁾, nämlich 13,5 bez. 37,6 mm. Hg.

Wir können also annehmen, dass bei der Ruhestellung des Thorax die Lunge etwa mit einem Druck von 7,6 mm. Hg, d. h. $\frac{1}{100}$ Atmosphäre sich zusammenzuziehen strebt. Dies entspricht einem Druck von 10 grm. auf den Quadratcentimeter. Alle nachgiebigen Thoraxwandungen, insbesondere also das Zwerchfell und die Rippen, werden soweit nach innen eingezogen werden, bis ihre eigene Spannung denselben Werth erreicht. Jede inspiratorische Kraft muss diesen Widerstand überwinden, wenn sie überhaupt eine Wirkung erzielen soll. Aber dieser Widerstand wächst noch in dem Maße, als die Lunge ausgedehnt wird, und die inspiratorischen Muskeln wirken also etwa in der Art wie Muskeln, die an einer Feder angreifen, die sie verbiegen müssen. Sobald daher die Muskelenergie nachlässt, werden die Thoraxwandungen durch die Federkraft der Lungen in ihre Normal-

1) Donders, Ztschr. f. rat. Med. Neue Folge III.

2) Hutchinson, Todd's Cycl. Art. Thorax. IV. 1058.

stellung zurückschnellen. Bei der Expiration durch Muskelwirkung, d. h. bei der Verkleinerung des Thorax unter seine Normalstellung kommt die Lungenelasticität den Muskelkräften zu Hilfe; aber hier wirken dann die Spannungen der Thoraxwände selbst als Widerstände, welche die Muskeln zu überwinden haben.

Die directe Messung des negativen Drucks am lebenden Menschen ist bis jetzt nicht ausgeführt worden. An Thieren haben meines Wissens zuerst Adamkiewics und Jacobson¹⁾ eine solche directe Bestimmung vorgenommen, indem sie bei Schafen, Hunden, Kaninchen einen Troicart im vierten Intercostralum links unmittelbar neben dem Sternum einstießen und flach unter dem Sternum fort in die Herzbeutelhöhle einführten; durch Zurückziehen des Stilets wurde dann das Lumen frei gemacht und die Verbindung mit dem Manometer hergestellt. Der negative Druck schwankte zwischen -3 und -5 mm. Hg und sank bei heftiger Dyspnoe eines Kaninchens auf -9 mm. Wenn man annimmt, dass die entsprechenden Werthe beim Menschen grösser ausfallen würden, so würde zwischen diesen Zahlen und den von Donders an der menschlichen Lunge gefundenen Werten von $6-30$ mm. Hg kein Widerspruch sein.

Die zu anderen Zwecken am lebenden Thier häufig vorgenommene Eröffnung einer Pleurahöhle ist meines Wissens von keinem Forscher zur Bestimmung des negativen Druckes in derselben benutzt worden. Es wäre nur nötig, in die Brustwunde eine Canüle, wie sie von Ludwig, Hering u. A. benutzt wurde, luftdicht einzufügen, mit dieser irgend eine Saugvorrichtung und ein Manometer zu verbinden und dann durch Aussaugen der Luft aus der Pleurahöhle die Lunge wieder zur Anlagerung an die Brustwand zu bringen; sobald dies erreicht ist, würde der Stand des Manometers den gesuchten Werth des negativen Druckes anzeigen.

Es bedarf aber gar nicht so eingreifender Operationen, um diesen Wert zu finden, da man auf bequemerem Wege, ja sogar ganz ohne Verletzung Zugang zum inneren Thoraxraum finden kann, nämlich durch den Oesophagus. Führt man durch diesen ein Rohr in den hinteren Mediastinalraum und verbindet

1) Adamkiewicz u. Jacobson, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1873 S. 483.

dasselbe mit dem Manometer, so sieht man Schwankungen, welche den Respirationsbewegungen entsprechen. Bei jeder Inspiration sinkt das Manometer, bei jeder Expiration steigt es, entsprechend der Abnahme oder Zunahme, welche der intrathoracale Druck mit der Vergrößerung und Verkleinerung des Lungenvolums erfährt. Benutzt man statt des Manometers eine Marey'sche Schreibkapsel, so ist dies eine der besten Methoden, den Verlauf und die Stärke der Atembewegungen aufzuzeichnen. Als solche ist sie von Luciani¹⁾ und von mir²⁾ benutzt worden. Der Nullpunkt, um welchen herum die Schwankungen des Manometers oder des Schreibhebels der Marey'schen Kapsel erfolgen, hängt dabei ganz von dem Moment ab, in welchem die Verbindung mit der Schlundsonde erfolgt. Stellt man diese her, während der Thorax in der Normalstellung ist, also in der Atempause, so sind die Ausschläge directe Messungen des Grades der Ausdehnung bezw. der activen Verengerung des Thorax.

Auf diese Weise messen wir aber nicht den absoluten Wert des intrathoracalen Druckes, sondern nur seine Schwankungen. Wenn man jedoch ähnlich verfährt, wie Adamkiewicz und Jacobson mit dem Herzbeutel es gethan, d. h. die Sonde geschlossen durch den Oesophagus in den Thorax einführt und dann die Communication mit einem Manometer herstellt, ohne dass eine Verbindung mit der Atmosphäre eintritt, so zeigt das Manometer den negativen Druck direct an. Ich habe derartige Bestimmungen an Kaninchen gemacht und den Druck gleich höchstens -40 mm. Wasser, also etwa gleich -4 mm. Hg gefunden, was mit den Angaben von Adamkiewicz und Jacobson übereinstimmt. Er kann aber bei tiefen Inspirationen viel grösser werden; und diese niedersten Werthe hängen nicht blos von den Erweiterungen des Thoraxraumes, sondern auch von der Weite der Respirationsöffnung ab. Ist diese weit, so kann der Druck in den Alveolen niemals tief sinken, er beträgt nur wenige Millimeter Wasser. Ist aber die Lunge nur durch eine enge Oeffnung mit der Atmosphäre verbunden oder gar ganz abgeschlossen, dann wird bei der Inspiration der intraalveoläre Druck stark negativ, und der intrathoracale Druck muss sich von diesem noch um den Betrag der Lunganelasticität unterscheiden.

1) Luciani, Archivio per le scienze mediche. II. p. 177. 1878.

2) Rosenthal, Arch. f. Physiol. 1880. Suppl.-Bd. S. 34.

Unter diesen Umständen habe ich bei Kaninchen negative Drucke von 250 mm. Wasser und darüber also bis zu -20 mm. Hg gesehen. Bei der Expiration ist das Verhältniss analog: der durch die Lungenelasticität bedingte negative Druck zieht sich von dem positiven intralveolären ab, und da dieser bei verengter oder gar geschlossener Ausgangsöffnung erhebliche Werte erreichen kann, so kann die algebraische Summe dann, trotz der Lungenelasticität, positive Werthe annehmen.

Hat man bei Kaninchen auf die angegebene Weise sehr hohe negative Werthe des intrathoracalen Drucks erzeugt, so kehrt das Manometer nicht wieder zu der Normalstellung zurück sondern bleibt auf dem erreichten Minimum stehen. Die Erklärung dieser Erscheinung ist sehr einfach. Wenn so hohe negative Werthe vorhanden waren und wenn dann der Druck im Mediastinalraum wieder steigt, so wird der dünne Oesophagus des Kaninchens unterhalb der Canüle zusammengepresst und schliesst die Canüle und damit das Manometer ventilartig ab. Man hat also dann ein Minimummanometer, welches die höchsten erreichten negativen Werthe dauernd anzeigt. Es genügt, die Verbindung zwischen Sonde und Manometer zu unterbrechen und Luft in die Sonde eintreten zu lassen, um bei erneuter Verbindung wieder die ganze Reihe von Erscheinungen ablaufen zu sehen.

Man kann auch die mit dem Manometer durch einen Gummischlauch verbundene Sonde einfach offen in den Oesophagus einführen. Sowie ihre Mündung durch die obere Thoraxapertur durchdringt, steigt das Wasser in dem geschlossenen Schenkel in die Höhe und stellt sich innerhalb kurzer Zeit auf die Stelle ein, auf der es bei normaler Athmung bleibt und an der es die geringen, von den Athembewegungen abhängigen Schwankungen macht.

Ich habe dieselben Versuche auch an Hunden und Katzen gemacht und bei ihnen ungefähr dieselben Werthe für den intrathoracalen Druck gefunden; bei Hunden ist er zuweilen etwas grösser, bis zu -50 mm. Wasser, und die Athemschwankungen sind bei ihnen bedeutender als beim Kaninchen.

Beim Menschen sind meine Versuche, auf dieselbe Weise den intrathoracalen Druck zu bestimmen, anfänglich ohne Erfolg geblieben. Bei Anwendung einer gewöhnlichen Schlundsonde wurde kein genügender Abschluss im Oesophagus erzielt; bei

einer dickeren Sonde war dies der Fall, aber die fortwährend stattfindenden Bewegungen des Oesophagus interferirten mit den von Lungen und Respirationsbewegungen veranlassten Manometerstellungen und machten jede Messung unmöglich. Sobald die Sonde in den Magen kam, stellte sich das Manometer auf einen geringen positiven Wert ein (intraabdomineller Druck) und dieser stieg regelmäßig bei jeder Inspiration wegen der Verkleinerung der Bauchhöhle durch das herabtretende Zwerchfell.

Neuerdings aber habe ich bei zwei Personen, welche ich mit meinem Freunde Leube sondirte, bessere Erfolge erzielt. Der Oesophagus dieser Personen ist durch häufiges Sondiren so unempfindlich geworden, dass er beim Einführen der Sonde ganz ruhig bleibt. Man kann die Messung am leichtesten vornehmen, wenn man die Sonde offen in den Magen einführt, sie dann mit dem Manometer verbindet und nun langsam zurückzieht. Sowie die Sondenöffnung durch das Zwerchfell durchgetreten ist und sich im Thoraxraum befindet, springt das Wasser plötzlich im geschlossenen Manometerschenkel in die Höhe und zeigt den negativen intrathoracalen Druck an, zeigt auch dann jede Inspiration durch eine negative Schwankung an, während diese Schwankung positiv ist, so lange die Sondenöffnung im Magen liegt. Man sieht dies besonders bei forcirten Inspirationen. Dazwischen findet man eine Lage der Sonde, wo das Wasser in beiden Schenkeln gleich hoch steht und undeutliche Schwankungen zeigt. Diese Lage entspricht offenbar der Cardia. Der negative Druck belief sich auf 40—60 mm. Wasser, also auf einen etwas höheren Wert wie bei Kaninchen; die gewöhnlichen Atembewegungen bewirken nur Schwankungen von wenigen Millimetern. Wenn man aber etwas tief einatmen lässt, so erhebt sich der Druck auf — 100—120 mm.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen
Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1878-1880

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Rosenthal Josef

Artikel/Article: [Ueber den intrathoracalen Druck. 19-23](#)