

Tierexperimentelle röntgenkinematographische Untersuchungen bei Druckveränderungen im Brustraum.

Von Prof. Dr. R. JANKER

(Leiter der Röntg.-Abtlg. der Chirurg. Univ.-Klinik Bonn
[Direktor: Prof. Dr. v. Redwitz]).

(Mit 3 Abbildungen).

Es ist bekannt, daß Veränderungen des normalen Druckes im Brustraum einen wesentlichen Einfluß auf Herz und Atmung ausüben. Eine eingehende Darstellung dieser Dinge findet sich z. B. in der „Chirurgie der Brustorgane“ von SAUERBRUCH (Bd. 1, 3. Auflage, Julius Springer-Berlin).

Im vorliegenden Film wurden diese Dinge im Tierexperiment an narkotisierten Katzen mittels der Röntgenkinematographie dargestellt. Unter gleichzeitiger Beobachtung wurde das Leuchtschirmbild kinematographisch aufgenommen (vergl. JANKER, Die technischen Grundlagen der Röntgenkinematographie, Film und Bild, 1936, Heft 2).

Der Film zeigt zunächst ein normal atmendes Tier. Der linke Herzrand erscheint im Bild links, der rechte rechts. In die linke Brusthälfte wird eine Hohlnadel eingestoßen. Die dabei auftretende Druckveränderung hat eine ungleichmäßige Belastung des Mittelfeldes zur Folge; es kommt zu einem leichten Pendeln des Herzens. Das Tier hat zu Beginn des Versuches bereits eine Maske aufgesetzt bekommen, die nun während der Aufnahme durch eine entsprechende Vorrichtung mit einer Sauerstoffflasche gekuppelt wird, so daß das Tier etwas gegen (regulierbaren) Überdruck zu atmen hat. Dadurch werden die Druckschwankungen ausgeglichen, und das Herz wird wieder mittelständig.

Das Herzpendeln wird bei folgender Anordnung besonders deutlich und eindrucksvoll.

Es wird der Brustkorb auf der linken Seite breit eröffnet und mit einem Wundspreizer offen gehalten. Dadurch kommt es

zu einem weitoffenen linksseitigen Pneumothorax, auf dessen Seite in allen Atmungsphasen der Druck der äußeren Luft herrscht. „Auf der anderen“ (zit. nach SAUERBRUCH) „bewirkt Zug der sich blähenden Lunge immer „Drucksenkung“. Sie nimmt in der Inspiration zu und vermindert sich in der Expiration. Es gibt also das Mittelfeld während der Inspiration der stärkeren Belastung von der eröffneten Seite her nach und wird auf die gesunde Seite herübergedrängt. In der folgenden kräftigen Expiration verkleinert sich dieser (= der Brustraum der gesunden Seite) und mit ihm seine Lunge. Dieses Mal ist ein stärkerer Druck auf der uneröffneten Seite. Das Mittelfeld weicht aus und wölbt sich in die eröffnete Brustfellhälfte vor.“ (Abb. 1.)

Das Mediastinalflattern kann dadurch beseitigt werden, daß die Brustkorbwunde verschlossen wird. Im Experiment geschieht dies einfach durch Anlegung zweier Klemmen, die das Fell der Katze über der Wunde zusammenhalten. Dadurch kommt es sofort zu einem gewissen Ausgleich der Druckschwankungen und zu einem Aufhören des Mediastinalflatterns. Werden die Klemmen entfernt, tritt sofort wiederum der vorige Zustand ein. Bei längerem Bestand zeitigt das Mediastinalflattern katastrophale Folgen für das Leben des Tieres: die Atmung wird langsamer und hört schließlich ganz auf, ebenso der Herzschlag. Das Tier scheint tot. Gibt man in diesem Zustand längere Zeit Überdruck — durch diesen wird, ähnlich wie durch das Anlegen der Klemmen, ein Ausgleich der Druckschwankungen herbeigeführt, — dann sieht man, wie ganz allmählich der Herzschlag wieder beginnt und schließlich immer kräftiger wird; auch die Atmung setzt wieder ein; schließlich erholt sich das Tier völlig. Läßt man jetzt die Überdruckatmung erneut weg, dann tritt sofort wieder das lebensbedrohliche Flattern ein.

Ebenso werden die Verhältnisse bei dem einseitigen Pneumothorax dargestellt. Zuerst sieht man das normal atmende Tier, dann wird eine Hohlzahn auf der linken Seite eingestoßen und langsam durch Luftzublasen ein Spannungspneumothorax erzeugt. Herz und Mittelfeld werden dadurch immer mehr nach der rechten Seite verdrängt, das linke Zwerchfell tritt dabei sehr tief. Schließlich ist das Herz ganz an der

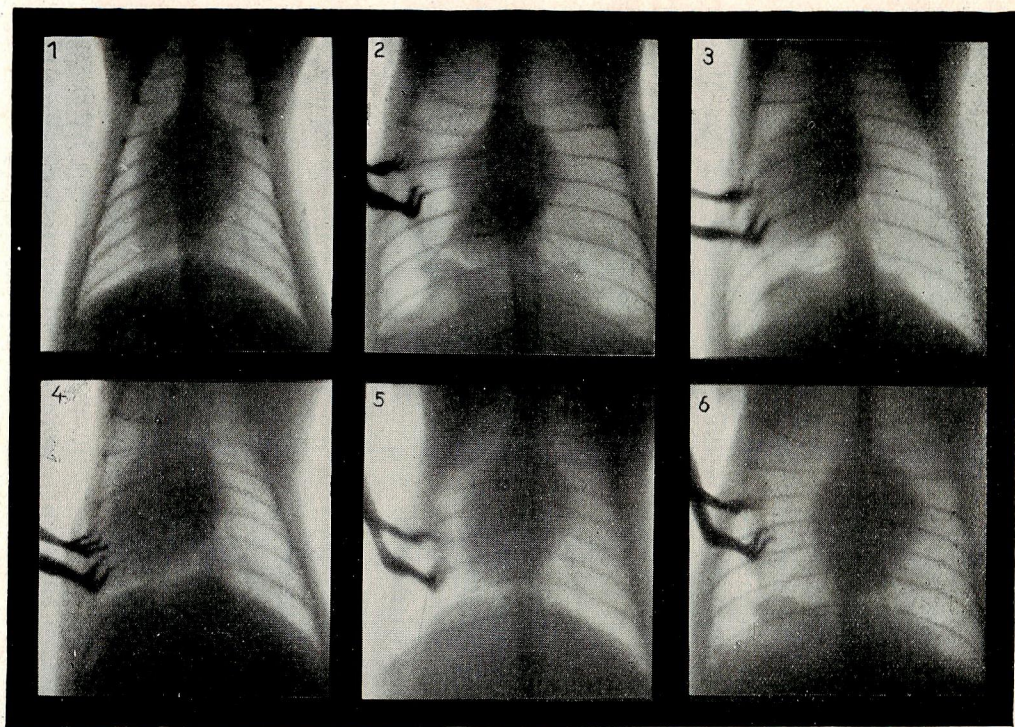


Abb. 1. Mediastinalflattern. 1 zeigt die normale Lage des Herzens, in 2 ist der Brustkorb eröffnet, durch einen Wundspreizer wird er offen gehalten. 3, 4 Ausatmung (Zwerchfell steigt höher), das Herz schlägt zur eröffneten Brustkorbseite. 5, 6 Einatmung (Zwerchfell wandert tiefer), Herz wird zur Gegenseite geschleudert. Diese Bewegungen sind sehr rasch, die 6 Einzelbilder sind in ganz kurzen Abständen aus dem Film entnommen.

rechten Brustwand. Der Herzschlag verändert sich dabei völlig, die großen Gefäße werden verlagert und abgknickt. Abb. 2. Das Herz ist wegen der Behinderung des Blutzustromes klein. Gibt man die Hohnadel frei und gibt man gleichzeitig Überdruck, so wird dadurch der Spannungspneumothorax beseitigt und das Herz wandert wieder in die Mitte. Dann wird das ganze Experiment mit dem gleichen Erfolg wiederholt.

Im folgenden Abschnitt wird bei einem anderen narkotisierten Tier erst wieder die normale Atmung gezeigt, dann wieder links eine Hohnadel eingestoßen und wieder Luft zugeblasen. Zunächst kann man beobachten, wie das Herz etwas nach rechts verlagert wird, dann aber mit einem plötzlichen Ruck wieder zur Mitte zurückkehrt. In diesem Augenblick ist das Mittelfell irgendwie eingerissen, und die Luft, die links die Druckerhöhung bewirkt, strömt auch zur rechten Seite. Es kommt zum d o p p e l s e i t i g e n S p a n n u n g s p n e u m o t h o r a x. Dabei kann man beobachten, wie sich das Herz, fast mit jedem Schlag mehr, etwa bis auf die Hälfte seiner Größe verkleinert. Auch der beiderseitige Spannungspneumothorax wird dann durch Überdruckatmung bei offener Kanüle beseitigt und das Herz wird wieder normal groß. Abb. 3. Dieser Vorgang wird noch zweimal wiederholt.

Beim nächsten Tier ist vor der Filmaufnahme durch Einspritzung von Thorotrast in die Vena femoralis nach der Methode von BÖHME eine Darstellung der Gefäße vorgenommen worden. Man sieht deutlich die kontrastblutgefüllten Zweige der Arteria pulmonalis. Es wird nun wieder eine Kanüle eingestoßen und begonnen Luft zuzublasen. Das Herz wird wiederum zunächst nach der rechten Seite verdrängt, die beiden kontrastgefüllten Hohlvenen wandern mit. Plötzlich reißt das Mittelfell wieder ein, der Spannungspneumothorax wird doppelseitig, die beiden Hohlvenen werden kontrastblutleer. Das Herz verändert sich in seiner Tätigkeit, es schlägt langsamer, unregelmäßiger. Die kollabierten, dabei noch kontrastblutgefüllten Lungen heben sich von dem Pneumothorax gut ab. Durch Überdruckatmung hat sich nach einiger Zeit die Lunge wieder ausgedehnt, Herzschlag und Atmung kommen regelrecht in Gang, das Tier hat sich erholt.

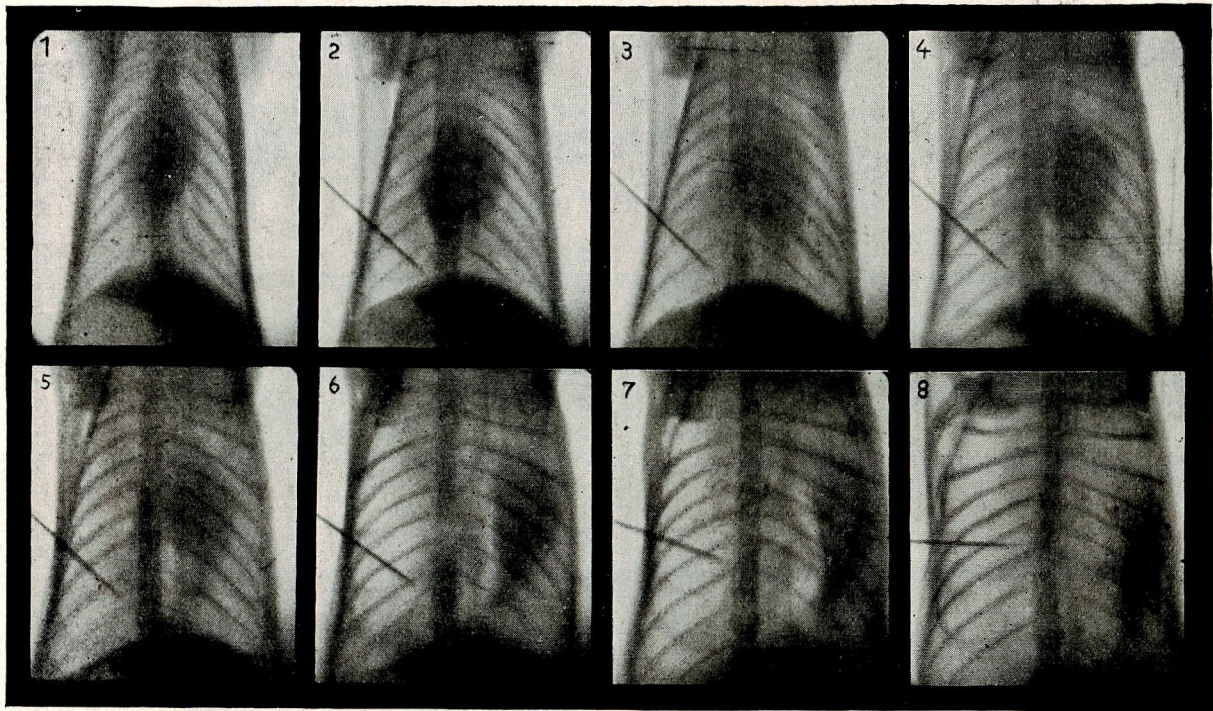


Abb. 2. Einseitiger Spannungspneumothorax (= Druckerhöhung in einer Brustraumhälfte). Aus dem Film sind Einzelbilder entnommen. Die Bilder zeigen links oben (1) die Normallage des Herzens, dann fortschreitend die zunehmende Verdrängung infolge der Druckerhöhung, die durch Einblasen von Luft durch die Hohnadel hervorgerufen wird. Rechts unten ist das Herz ganz an die Brustwand gedrängt (8).

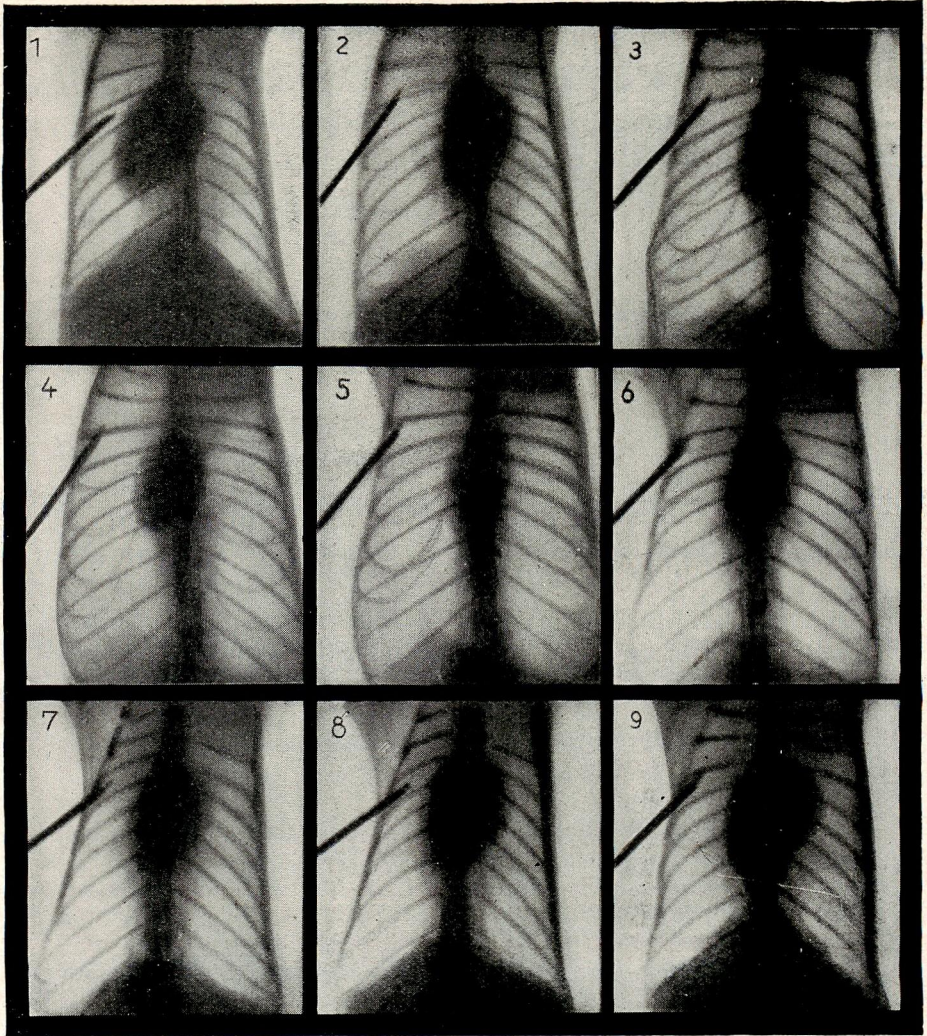


Abb. 3. Doppelseitiger Spannungspneumothorax. Aus dem Film sind an den typischen Stellen Einzelbilder entnommen. Lücken im Gewebe des Mittelfells verursachen bei Lufteinblasung eine beiderseitige Druckerhöhung. Das Herz wird (bis zu Bild 5) immer kleiner, dann wird Überdruckatmung angewandt, und das Herz wird wieder bei gleichzeitigem Verschwinden des Spannungspneumothorax normal groß. Zwerchfellstand!

Bei einer andern Katze — die kleine Schrotkugel ist ein Zufallsbefund — wird zunächst auf der linken Seite mittels Kontrastmittels ein Erguß nachgeahmt (ganz interessant ist dabei übrigens das Verhalten des Interlobärspaltes). Dann wird auf der rechten Seite der Brustkorb breit eröffnet, und nun ist infolge einer gewissen Versteifung des Mediastinums durch den vorhandenen Erguß selbst bei tiefer Atmung nur ein verhältnismäßig geringes Mediastinalflattern vorhanden.

Beim nächsten Tier wird durch die Vena femoralis Thorotrast eingespritzt. Man sieht es durch die Vena cava inferior zuströmen. (Das die auf der linken Seite des Tieres bereitgelegte Hohnadel vorübergehend durch Zufall aus dem Bild verschwindet, darf nicht irritieren.)

Durch Injektion von Kontrastmittel in das Mediastinum nach REHN wird dieses versteift. Dadurch wird erreicht, daß nach Brustkorberöffnung das Mediastinalflattern weniger ausgesprochen ist, als es sonst der Fall wäre.

Der letzte Filmstreifen zeigt den Einfluß der Druckveränderungen auf die Gefäße. Zunächst wird wieder in die Vena femoralis Thorotrast injiziert. Dadurch lassen sich an der unteren Hohlvene je nach Phase von Atmung und Herzschlag deutliche Kaliberschwankungen nachweisen. Nach Eröffnung des Brustkorbes werden diese aber wesentlich weniger und verschwinden schließlich ganz.

Der beschriebene Film versucht, dem Studenten der Medizin den Einfluß der Änderungen des Druckes im Brustkorb auf Atmung, Herz und Gefäße zu zeigen und dadurch die für die Behandlung ähnlicher Veränderungen beim Menschen notwendigen Maßnahmen verständlich zu machen.

