

## Versuche über die Wirkung des Chloroforms.

### 1. Reihe.

Bei einer Anzahl Kaninchen wurden Chloroforminhalationen, mit der Vorsicht, dass die atmosphärische Luft Zutritt hatte, so lange fortgesetzt, bis die Thiere folgende Erscheinungen darboten. Sie lagen auf der Seite mit geöffneten Augen und weiter Pupille. Die Iris reagirte nicht mehr. Die Zahl der Athemzüge war bis zwischen 60 und 80 gesunken. Die Berührung der Conjunctiva bulbi und der Nasenschleimhaut erregte keine Reflexthätigkeit. In diesem Zustande wurden mehrere von Haaren entblöste Stellen der Haut, ferner blossgelegte Muskeln und Nerven mit rauchender Salpetersäure überstrichen, dann mit derselben Säure durchtränkte Charpiebündel auf diese Stellen gelegt; es trat keine Reflexerscheinung auf und die Thiere gaben kein Zeichen des Schmerzes von sich. Electricität auf die grösseren Nervenstämme (nerv. ischiadicus) geleitet, rief schwache Zuckungen der Muskeln hervor.

Mit diesen Resultaten stimmen die, welche Hirschfeld an Kaninchen und Fröschen erhalten, vollkommen überein. Oeffnet man Kaninchen, welche sich in diesem Zustande der Narkose befinden, die Trachea, und führt eine Canüle ein, so wird diese ohne Reaction ertragen.

Um Kaninchen in diesen Zustand überzuführen, gehört ein Zeitraum von 5—12 Minuten, während welcher man den Thieren die mit Chloroform befeuchtete Comresse vorhalten muss. Es ist dies anfangs nicht leicht auszuführen, indem die Thiere sich ungemein gegen die Inhalationen sträuben.

Eine andere Anzahl Kaninchen wurde in einen niederen Grad der Narkose übergeführt. Reizung der Haut und Muskeln blieb ohne Reaction. Reizung der grösseren Nervenstämme aber rief heftige Zuckungen des ganzen Gliedes, Reizung der Nasenschleimhaut, eine Bewegung des Kopfes, Reizen der Trachealschleimhaut, Husten hervor und auf Berührung der Cornea schlossen die Thiere die Augen.

In Betreff der Zeit, während welcher die Reizempfindlichkeit abnimmt, kam ich zu den Resultaten, dass, nachdem die Athemzüge bis auf 52 in der Minute gesunken, noch Reaction auf Reiz der Nasen- und Trachealschleimhaut statt fand, und dass die Augenlider auf Berührung des bulbus sich noch schlossen, wenn die Thiere bereits 1—3 Minuten durch die geöffnete Trachea das fast reine Chloroform eingathmet hatten.

Nach diesen Untersuchungen komme ich zu dem Schluss,

- 1) dass es ein Stadium der Chloroformnarkose gibt, in welchem alle Empfindung und alle Reflexthätigkeit vollständig aufgehoben sind und nur die Electricität noch Reaction hervorrufen kann;
- 2) Dass in den niederen Graden je nach der Reizempfänglichkeit der peripherischen Nervenendigungen die Empfindung und Reflexthätigkeit aufgehoben sind, d. h. dass diejenigen Nervenendigungen, welche am meisten zu Reflexerscheinungen disponirt sind, am längsten diese Fähigkeit behalten, also zu deren Aufhebung ein höherer Grad der Narkose erforderlich ist.

## 2. Reihe.

Eine Anzahl Kaninchen wurde bis zur vollständigen Anästhesie chloroformirt, darauf die Trachea geöffnet und eine Canüle eingeführt, was ohne eine reflectorische Erscheinung geschehen konnte.

Man muss hierbei indessen die Vorsicht gebrauchen, dass man die Thiere, sowie die Incision der Trachea gemacht ist, wieder von Neuem Chloroform einathmen lässt, weil die Dauer der Operation zum Theil eine Erholung des Thieres herbeigeführt hat; ohne diese Vorsicht erregt die Einführung der Canüle stets Husten.

Die Canüle, bestehend in einem elastischen Catheder, wurde an das Ohr des Thieres festgebunden und letzteres bis zur vollständigen Rückkehr aus der Narkose in einen Kasten gesetzt. Der Uebergang aus dem höheren Grade der Narkose in den niederen deutete sich durch die Wiederkehr der Sensibilität der Trachealschleimhaut (Husten) und durch die Beschleunigung der Respiration an.

Nach Verlauf von etwa zwei Stunden wurden die Thiere mit dem Apparate Nr. II. dergestalt in Verbindung gebracht, dass man das hervorstehende Ende der Canüle in die Oeffnung e des Schlauches d steckte und dadurch die Thiere zwang, die mit Chloroform gesättigte Luft einzuathmen. Jeder Athemzug brachte bedeutenden Husten hervor, so dass nur in Absätzen das Chloroform eingeathmet werden konnte. Nachdem ungefähr eine halbe Stunde lang auf diese Art die Inhalationen fortgesetzt worden waren, wurden die Thiere ruhig und athmeten nun auf vier Füßen sitzend das Chloroform ohne irgend welche Beschwerden ein. Nach weiteren 5—10 Minuten lang fortgesetzten Inhalationen wurde die Respiration seltener und sank bis auf etwa 50 Athemzüge in der Minute.

Es konnten die Athemzüge sehr leicht an dem im Glase befindlichen Chloroform abgezählt werden, da dieses bei jeder In- und Expiration sich bewegte. Das Chloroform hatte sich

während der Inhalationen mit einer trüben Oberfläche bedeckt, welche Trübung bei jeder Expiration zunahm. Trotz dem, dass die Zahl der Athemzüge immer abnahm, folglich auch eine Verminderung der durchströmenden expirirten Luft stattfand, nahm diese Trübung doch in bedeutenderem Grade zu, als anfangs bei der beschleunigteren Respiration.

Nachdem die Zahl der Athemzüge bis auf 40 in der Minute gesunken und auf dieser Stufe etwa eine Minute geblieben waren, fielen die Thiere um, und die Respiration begann sich wieder zu beschleunigen, ohne jedoch ihre normale Frequenz zu erreichen. Dann nahmen die Athemzüge wieder schnell ab um bald ganz aufzuhören. Die Inhalationen hatten im Mittel 20—30 Minuten gedauert.

Bei einer anderen Anzahl Kaninchen wurde die Chloroformirung nur bis zum Stadium der unvollkommenen Anästhesie getrieben, die Trachea geöffnet und eine Canüle eingeführt. Die Operation ging ohne eine Aeusserung der Empfindung von Statten — nur als die Canüle die Trachealschleimhaut berührte, trat Husten ein, welcher oft so stark war, dass er die Canüle wieder herauschleuderte. Ohne erst ein völliges Verschwinden der Narkose abzuwarten, wurden die Thiere auf die vorher beschriebene Art mit dem Apparate Nr. II. in Verbindung gebracht. Anfangs erregte die Inhalation des Chloroforms heftigen Husten, doch bald verminderte er sich, und nach einem Zeitraume von 1—3 Minuten wurde das Chloroform ohne alle Beschwerden ertragen. Nach etwa weiteren 40 Secunden bis 2 Minuten nahm die Frequenz der Athemzüge schnell ab, die Respiration wurde unregelmässig, bald darauf der Puls, die Pupille contrahirte sich sehr stark und die Thiere starben.

Drei Kaninchen wurde die Trachea geöffnet, und eine Canüle, welche an dem hervorstehenden Ende eine kleine Oeffnung hatte, in dieselbe eingeführt. Nachdem die Canüle durch eine um die Trachea herumgeführte Ligatur befestigt worden, wurden die Thiere mit dem Apparat Nr. II. wie vorher verbunden. Der Husten war gering, auch sträubten sich die Thiere weniger gegen die Inhalationen. Nach ungefähr 30—40 Minuten erfolgte der Tod.

Bei diesen sämtlichen bisher erwähnten Versuchen wurden sowohl während der Inhalationen durch den Apparat, sowie auch ehe die Trachea geöffnet war, Vergleiche angestellt, in wie weit man den Zutritt der Luft gänzlich abschliessen kann. Ich erwähnte bereits, dass die meisten Operationen in der Chloroformnarkose ausgeführt wurden. Comprimirte man nun die freigelegte Trachea, so erfolgte augenblicklich ein kräftiges Zucken des ganzen Körpers, so dass er fast aus den Händen

des Assistenten geschleudert wurde. War die Trachea geöffnet und kam Blut in diese Oeffnung, so dass dadurch der Eintritt der Luft behindert war, so arbeiteten alle Inspirationsmuskeln mit verdoppelter Kraft, um die nöthige Menge Luft aufzunehmen. Comprimirte man, nachdem die Thiere bereits 8 Minuten lang das Chloroform in kleinen Intervallen eingeathmet hatten und die Zahl der Athemzüge bis auf 88 in der Minute gesunken war, die Canüle, so erfolgte ein heftiges Sträuben und krampfhaftes Winden des Thieres. Selbst wenn die Athemzüge bis auf 50 in der Minute gesunken, die Respiration unregelmässig war, die Thiere ausgestreckt auf der Seite lagen, keine Reflexthätigkeit mehr erregt werden konnte, warfen sie sich noch mit einer krampfhaften Bewegung auf die andere Seite, wenn man die Canüle comprimirte.

Wurde in den letzten Versuchen die Canüle oberhalb der für das Eindringen der atmosphärischen Luft bestimmten Oeffnung comprimirt, so dass also der Zutritt derselben zu den Lungen nicht gehindert war, so suchten die Thiere, wenn sie bereits 8—10 Minuten lang Chloroform eingeathmet hatten, durch Bewegungen des Körpers und der Extremitäten dem Athmungshinderniss zu entfliehen oder es zu beseitigen. Comprimirte man aber bei vollständiger Narkose, so vermehrte sich nur die Anstrengung der Respirationsmuskeln, so dass die Luft durch die kleine Oeffnung mit hörbarem Geräusche in einer langen Inspiration eingezogen und ebenso in langer Expiration ausgestossen wurde; das Thier aber blieb sonst ruhig.

Zwei Kaninchen wurden den Chloroforminhalationen unter Zutritt der atmosphärischen Luft so lange unterworfen, bis sie starben. Der Tod trat nach etwa 20—30 Minuten ein.

Kurz vor dem Tode pflegen die meisten Kaninchen ein leises Wimmern hören zu lassen. Ich habe dieses so oft wahrgenommen, dass ich dasselbe für das Zeichen des herannahenden Todes zu betrachten gewohnt bin. Unterbricht man bei diesem Wimmern die Inhalationen, so kehren die Thiere wieder zum Leben zurück. Bei fortgesetztem Chloroformiren treten bald mastikatorische Krämpfe, Zähneknirschen, Schwimmbewegungen, besonders mit den vorderen Extremitäten auf; der Kopf wird häufig noch ein Paar mal nach hinten geworfen, worauf die Thiere rasch zu Grunde gehen. Beim Auftreten der Krämpfe, oft auch schon vorher, wird die Respiration unregelmässig, dann der Puls. Constant geht die Unregelmässigkeit der Respiration der Unregelmässigkeit des Pulses voraus und die Re-

spiration hört auf, während das Herz noch einige Secunden pulsirt. Bei einer Katze schlug das Herz noch 40 Secunden nach Sistirung der Respiration. Stellte ich die Belebungsversuche während dieser Zeit, wo das Herz noch schlug, durch Lufteinblasen an, so gelang es mir in der Regel, die Respiration wieder in Gang zu bringen. Um die künstliche Respiration zu bewirken, wurde das Ende c des Schlauches d (Apparat Nr. II.) mit einem Blasbalg verbunden. Ein Assistent handhabte diesen, während ich durch Druck auf den Bauch und die Brustwandung die Exspiration besorgte.

*Sectionsbefunde.* Die Todesstarre hatte, wo sie eingetreten war, die gewöhnlichen Eigenschaften. Die Substanz des Gehirns und der medulla spin. war meistens blutarm, während die Venen der Hirnhäute und die venösen Sinus mit dunklem Blute strotzend gefüllt waren. Die Schleimhaut des Kehlkopfs war oft etwas injicirt, oft normal; ebenso verhielt sich die Schleimhaut der Trachea und der Bronchien. Die Lungen zeigten, je nach der Stärke der Lufteinblasungen einen höheren oder geringeren Grad von Emphysem an den Rändern; im Uebrigen boten sie bald eine mehr blasse, bald eine mehr rothe Farbe dar. Das Herz machte in der Regel noch Zuckungen. — Wo es regungslos in der Brusthöhle lag, konnten diese Zuckungen, die sich oft bis zu vollständigen Contractionen steigerten, durch leise Berührung des Herzmuskels hervorgerufen werden. Die Höhlen des rechten Herzens, sowie die grossen Venen waren mit dunklem Blute gefüllt, welches je nachdem die Section früher oder später gemacht wurde, flüssig oder coagulirt war. Das linke Herz und die Arterien waren leer. Zweimal fand ich Luftblasen im Blute des rechten Vorhofes. Da bei diesen beiden Thieren forcirte Lufteinblasungen stattgefunden hatten, so ist ihr Dasein nur einem mechanischen Ursprunge zuzuschreiben. In keinem anderen Falle wurden Luftblasen beobachtet. Der Herzbeutel enthielt nur eine fast unmerkliche Quantität Flüssigkeit. Das in den Herzbeutel eingegossene Chloroform verminderte weder die Contractionen, noch vermochte es die durch Berührung hervorgebrachten zu verhindern. Die Gedärme lagen ruhig in der Bauchhöhle. Bei Berührung trat der motus peristalticus auf. Der Urin enthielt keinen Zucker. In dem Blute des rechten Herzens und der grösseren Venen wurde das Chloroform mittelst des Apparates Nr. I. nachgewiesen. Ein anderes Phänomen zeigte sich hierbei, nämlich die dunkle Farbe des venösen Blutes wurde durch die Berührung mit der atmosphärischen Luft allmählig heller.

Ein Vergleich dieser auf drei verschiedene Arten angestellten Versuche führt zu dem Resultate, *dass die Dauer von der ersten Inhalation bis zum Tode dieselbe ist, ob man die Inhalationen durch den Kehlkopf oder durch die geöffnete Trachea anwendet, mithin ein Hinderniss im Kehlkopf als Todesursache nicht vorliegen kann.* Wenn im Einzelnen auch ein kleiner Unterschied in der Dauer stattfindet, so gleicht er sich im Mittel doch aus, und rührt er daher, dass man den Zutritt der atmosphärischen Luft bei Anwendung der Leinwandcompresse nie controlliren kann, da die Thiere mit aller Macht den Inhalationen des Chloroforms zu entgehen suchen.

### 3. Reihe.

Bei einer Anzahl Kaninchen wurde die Trachea geöffnet, eine Canüle eingeführt und dieselbe durch eine Ligatur in der Trachea befestigt. Darauf wurde das Thier festgebunden, überdiess noch von einem Assistenten gehalten und die Canüle mit dem Schlauche des Apparates Nr. II. in Verbindung gebracht. Der Zutritt der atmosphärischen Luft war insofern abgeschlossen, als nur diejenige eingethmet werden konnte, welche den Apparat durchzogen hatte. Die ersten Inhalationen erregten einen furchtbaren Husten. Nachdem die Respiration bis auf 56 Züge in der Minute gesunken war, wozu durchschnittlich eine drei Minuten lange Inhalation gehörte, schlossen sich die Augenlider noch auf Berührung des bulbus. Nach ungefähr 5 Minuten lang fortgesetzter Einathmung machten die Thiere Schwimmbewegungen, besonders mit den vorderen Extremitäten, knirschten mit den Zähnen, bekamen Convulsionen, warfen sich meistens auf die linke Seite, streckten die Extremitäten von sich und starben, nachdem kurz vorher die eben beschriebenen Symptome nachgelassen hatten. Der Tod erfolgte nach 14 Minuten.

Zwei Kaninchen wurden mittelst Chloroform in der Art getödtet, dass eine mit der genannten Flüssigkeit durchtränkte Leinwandcompresse so auf Maul und Nase gelegt wurde, dass der Zutritt der atmosphärischen Luft so viel wie möglich abgeschlossen war. Der Tod erfolgte nach 10 resp. 16 Minuten, nachdem dieselben Erscheinungen, wie sie vorher erwähnt wurden, vorausgegangen waren.

Vergleicht man die Resultate beider Untersuchungsarten, so ist die Zeitdifferenz von der ersten Inhalation bis zum Tode, wenn die atmosphärische Luft so viel wie möglich abgeschlossen ist, ebenfalls als Null zu betrachten, *mithin ein Respirationshinderniss im Larynx nicht nachzuweisen*; denn wäre man geneigt, ein solches

bei der Inhalation durch den Kehlkopf anzunehmen, so müsste dieses bei der Respiration durch die geöffnete Trachea aufgehoben werden. —

Die Sectionen ergaben dieselben Erscheinungen, wie sie oben beschrieben sind.

#### 4. Reihe.

Eine grosse starke Katze wurde bis zu dem Stadium, in welchem sich auf Berührung des bulbos die Augenlider nicht mehr schlossen, chloroformirt, und dann die Trachea geöffnet. Schon bei den ersten Inhalationen bemerkte man eine Vermehrung der Speichelsecretion. Die Operation wurde ohne eine Aeusserung des Schmerzes von Seiten des Thieres ausgeführt. Als ich mit einer gekrümmten Sonde, die ich zum Durchziehen der Ligatur unter der Trachea hergeschoben hatte, letztere aufhob und dadurch etwas comprimirt, bewegte sich das Thier; und als bei Durchschneidung der Trachea Blut in dieselbe eingedrungen war, so bemühten sich verdoppelte Respirationsanstrengungen dasselbe herauszuschaffen. Nach Befestigung der Canüle, deren Einführung heftigen Husten erregte, wurde dem Thiere Zeit zur Erholung gelassen. — Nach Verlauf von zwei Stunden wurde die Katze mit dem Apparate Nr. II. in der gewöhnlichen Weise verbunden. Drei Minuten nachher lag das Thier ausgestreckt ohne alle Reaction auf Stechen, Kneifen und Brennen. Der Speichel floss aus dem geschlossenen Maule. Als nach 6 Minuten die Canüle comprimirt wurde, zogen die Inspirationsmuskeln mit aller Kraft die neben der Canüle eindringende Luft in die Lungen. Die Canüle war nämlich etwas zu dünn, so dass ein kleiner Raum zwischen ihr und der inneren Wand der Trachea blieb. Da nun die Ligatur etwa in der Mitte des Einschnittes um die Trachea lief, so blieb der untere Theil desselben frei und bot so dem Einströmen der Luft eine kleine Oeffnung. Nach 8 Minuten traten mastikatorische Krämpfe auf, Schwimmbewegungen mit den vorderen Extremitäten, dann wurden die Athembewegungen unregelmässig, einige krampfartige Inspirationen erfolgten und nach 10 Minuten, von der ersten Inhalation an gerechnet, hörte die Respiration auf, das Herz aber pulsirte noch, wenn auch höchst unregelmässig und kaum fühlbar. Sofortiges angestelltes Luftenbläsen brachte die bereits aufgehobene Respiration wieder in Gang. Die künstliche Respiration hatte 20 Secunden nach Sistirung der normalen begonnen.

Um die Zeitgrenzen zu bestimmen, in welchen die künstliche Respiration von Erfolg sei, wurden verschiedene Versuche an Katzen

angestellt. Es gelang mir hierbei, die normale Respiration wieder herzustellen, wenn sie bereits 1 Minute und 20 Secunden sistirt hatte, ehe die künstliche begonnen wurde. Man darf nur nicht zu früh mit der künstlichen Respiration aufhören und muss solche oft eine Viertelstunde bis 20, 25 Minuten fortgesetzt werden. An einem speciellen Falle werde ich später dieses noch näher berühren.

Section. Ausser den mit dunklem Blute strotzend gefüllten Venen und rechten Herzen wiesen die nach einer halben Stunde angestellten Sectionen derjenigen Thiere, bei denen die Belebungsversuche ohne Erfolg blieben, nichts Bemerkenswerthes nach. In einem Falle konnten Herzcontraction durch Berührung des Herzmuskels noch nach 40 Minuten (vom Tode an gerechnet) hervorgebracht werden.

Ich muss hier auf ein Phänomen aufmerksam machen, welches ich oft bei den Sectionen bemerkte. Ich fand nämlich, selbst wenn ich die Section eine Stunde nach dem Tode machte, dass manche Muskeln, besonders die Bauch- und Brustmuskeln, auf Berührung der zu ihnen gehenden Nerven zuckten.

### 5. Reihe.

Mit Chloroform gesättigte Luft wurde durch den Apparat Nr. III. auf den blosgelagerten nervus ischiadicus eines Kaninchens applicirt. Alle in dieser Weise angestellte Versuche blieben ohne Resultat, obgleich in einigen die Application eine Viertelstunde lang fortgesetzt wurde. Bald zuckte der Fuss auf Reiz, bald zuckte er nicht. Bewegt wurde er in allen Fällen.

Auf den blosgelagerten nerv. ischiadicus eines Kaninchens wurden fünf Tropfen Chloroform gegossen und verdunsten lassen. Die Erscheinungen, welche darauf eintraten, waren folgende: Das Bein wurde beim Gehen etwas nachgezogen; hob man das Kaninchen bei den Ohren in die Höhe, so wehrte es sich nur mit dem gesunden Beine, auch vermochte es nicht die Krallen des kranken Fusses auszuspreizen. Ob die Sensibilität gelitten hatte, konnte ich bei keinem Versuche entscheiden, da die Thiere oft ohne ein Zeichen von Schmerz von sich zu geben, bedeutende Verletzungen des gesunden Beines ertrugen.

Man könnte diesen Versuchen den Einwurf machen, dass durch die bedeutende Verletzung, wie eine solche doch jedenfalls ist, wenn man den nerv. ischiadicus nahe an seiner Austrittsstelle aus dem Becken blolegt, die krankhaften Erscheinungen bedingt seien. Diesen Einwürfen kann ich durch zwei Beispiele ant-

worten. An zwei Kaninchen nämlich gelang es mir nicht, die Nerven an dem rechten Beine blozulegen. Um die Operation auszuführen, bediente ich mich eines länglichen Kastens, welcher an der schmalsten Seite eine Oeffnung hatte. In diesen Kasten setzte ich das Thier, nachdem ich zuvor das zu operirende Bein durch die Oeffnung in der Seite gesteckt hatte, und umwickelte dann den Kasten mit einem Tuche. Auf diese Art zwingt man das Thier zum Stillhalten. Bei beiden Thieren hatte ich das linke Bein durch die Oeffnung gesteckt und es dem Assistenten zum Halten gegeben. Durch einen Ruck hatten die Thiere ihre Beine befreit, und der Assistent hatte anstatt des linken nun das rechte Bein durch die Oeffnung gezogen, woher es kam, dass, als ich hernach, ohne genau nachzusehen, die Incision machte, ich durch die schlechte Lage des Beines in dem Blozlegen des nerv. ischiadicus gehindert wurde. Es wurde hierauf der Nerv am linken Beine blozgelegt. Mit dem rechten Beine, an welchem die Wunde durch das vergebliche Suchen nach dem Nerven viel bedeutender war, als am linken Beine, machten die Thiere alle Bewegungen, so dass eine Beeinträchtigung der Function desselben nicht zu bemerken war, — das linke Bein aber schleppten sie nach.

Aus diesen Versuchen ziehe ich den Schluss, dass das Chloroform die Function der Nerven, auf deren Stämme es applicirt wird, zu beeinträchtigen vermag.

### 6. Reihe.

Es wurde mehreren Kaninchen Chloroform per anum applicirt. Ein dreifacher Erfolg konnte je nach der Quantität des Chloroforms wahrgenommen werden.

- a) War die Quantität nicht über 10 Tropfen, so konnte man in den meisten Fällen gar keine Wirkung bemerken, in anderen nur eine unbedeutende Unruhe.
- b) Betrug die Quantität des injicirten Chloroforms eine Drachme, so liefen die Thiere bald nach der Injection unruhig hin und her und begannen schliesslich zu taumeln. Mit dem gestörten Gleichgewichte trat zugleich eine Schwäche der hinteren Extremitäten ein. Von Unruhe getrieben, taumelten die Thiere ungefähr eine halbe Stunde von einem Orte zum anderen, dann fingen sie an, sich zu erholen, und nach Verlauf einer Stunde war jede Erscheinung verschwunden.

c) Complicirter sind die Erscheinungen, wenn man zwei bis drei Drachmen Chloroform injicirt.

Ich fand bei fünf Versuchen Folgendes:

Die erste Wahrnehmung der Wirkung begann, nachdem ungefähr 23 Minuten seit der Injection verflossen waren. Die Thiere, welche bis dahin unruhig, mit aufgerichteten Ohren hin und her gerannt waren, fingen an zu taumeln, leckten sich die Brust, sassen einige Secunden auf den Hinterbeinen, wobei der Schwanz den Boden nicht berührte, liessen den Kopf langsam zwischen die ausgespreizten Vorderbeine fallen und fuhren dann, wenn das Kinn im Begriff war, die Brust zu berühren, plötzlich mit dem Kopfe in die Höhe, taumelten an einen anderen Ort und wiederholten dort dasselbe. Die Störung des Gleichgewichts war das erste Symptom, das deutlich hervortrat. So dauerte der Zustand bis 50 Minuten nach der Injection. Die Schwäche der Extremitäten hatte während dieser Zeit so zugenommen, dass die Thiere sich platt auf den Bauch und die Brust legten. Die Vorderbeine waren nach Vornen ausgestreckt, die Hinterbeine gekrümmt. Wenn die Thiere in dieser Lage einige Minuten ausgehalten hatten, so rafften sie sich plötzlich in die Höhe, stürzten vorwärts, als wollten sie einer feindlichen Gewalt entfliehen, und fielen dann wieder auf den Bauch nieder. Die vorderen Extremitäten waren dem Willen nicht mehr unterthan, so oft sich die Thiere auf dieselben stützen wollten, glitten sie zur Seite auseinander, so dass die Thiere platt mit der Brust zwischen den nach der Seite gerichteten Armen auf dem Boden lagen. Die hinteren Extremitäten wurden bei den Bewegungen mühsam nachgeschleppt. Die Thiere respirirten ungefähr 56mal in der Minute. Der Puls konnte nicht gezählt werden, indem die Reizbarkeit der Thiere schon so zugenommen hatte, dass die leiseste Berührung heftiges Zusammenfahren verursachte. Die Augen waren halb geschlossen, der Urin ging in kleinen Quantitäten ab. Von Zeit zu Zeit stiessen die Thiere ein klägliches Wimmern aus. War es den Thieren nach vielen Anstrengungen gelungen, sich auf die Vorderfüsse aufzurichten, so bewegten sie den Oberkörper in längeren Schwingungen hin und her, und strebten so das Gleichgewicht zu behaupten. Dieser Zustand währte ungefähr 3 bis 5 Stunden, worauf Ruhe eintrat. Die Thiere legten sich mit angezogenen Füßen und Ohren und geschlossenen Augen nieder. Näherte man sich ihnen, so fuhren sie gewöhnlich rasch empor und wankten auf eine andere Stelle; oft blieben sie aber auch sitzen und liessen sich streicheln. Wollte man den Herzschlag durch die aufgelegten Finger unter-

suchen, so sträubten sie sich dagegen. Nachdem die Thiere in diesem Zustande etwa 2—3 Stunden ausgehalten hatten, liefen sie wieder umher, und es schien, als ob jede Wirkung des Chloroforms verschwunden sei. Doch bald sollte sich die Scene noch grässlicher wiederholen. Kaum dass sich die Meinung an das Verschwinden des Chloroformeinflusses festgesetzt hatte, begannen die Thiere zu zittern, liefen ängstlich hin und her, die Respiration wurde keuchend, die Thiere stürzten vorn nieder, erhoben sich dann rasch, stürzten wieder hin und so wiederholte sich dieses, bis sie zuletzt mit ausgestreckten Beinen auf der Seite liegen blieben. Es traten dann mastikatorische Krämpfe auf, Schwimmbewegungen der Extremitäten, bes. der vorderen, Tetanus, Trismus, heftigeres Zittern der Extremitäten und des ganzen Körpers, Hin- und Herschlagen des Kopfes, Wälzung des Körpers um die Längsachse, und nachdem dieser in seinen Erscheinungen rasch wechselnde Zustand ungefähr eine Viertelstunde gedauert hatte, erfolgte der Tod.

*Section.* Die 12 Stunden nach dem Tode angestellten Untersuchungen ergaben eine Entzündung der Schleimhaut des Rectum, welche sich mehr oder weniger weit in den Dickdarm erstreckte. In zwei Fällen enthielt die Urinblase Blut. Die Venen waren mit schwarzem, theils flüssigem, theils coagulirtem Blute gefüllt. Das Herz normal, ebenso das Gehirn und die Hirnhäute. Der Urin enthielt, mit Ausnahme der Fälle, wo sich Blut in der Urinblase fand, constant Zucker. In einem Falle enthielt auch der früher abgegangene Urin Zucker.

Die Erscheinungen, welche sich in diesen Versuchen bemerkbar machten, waren: Störungen des Gleichgewichts, Störungen in der Function der medulla spinalis, Vermehrung der Urinsecretion und Zucker im Urin. In wie weit die Empfindung aufgehoben war, konnte nicht constatirt werden, da die Reizbarkeit der Thiere keine Schlüsse hierüber zuliess.

### 7. Reihe.

Aehnlich, wie in der vorher erwähnten Versuchsreihe, verhalten sich die Thiere, wenn man denselben Chloroform unter die Haut bringt. Ist die Quantität des Chloroforms gering, so erfolgt entweder gar keine Reaction, oder nur eine geringe Unruhe. Bei einer grösseren Quantität können Zufälle, wie sie weiter unten beschrieben werden, für kurze Zeit eintreten, doch erholt sich leicht das Thier von denselben wieder; meistens aber ist ausser den Symptomen des gestörten Gleichgewichtes und der Schläfrigkeit nichts weiter wahrzu-

nehmen. Beträgt die Quantität des angewandten Chloroforms zwei Drachmen oder darüber, so erfolgt der Tod unter folgenden Erscheinungen.

Einem Kaninchen wurde  $\frac{3}{16}$  Chloroform auf der rechten Seite der Wirbelsäule zwischen der 8. und 9. Rippe unter die Haut gespritzt. Zu Anfang war das Thier ruhig und lief wie gewöhnlich umher.

Nach 15 Minuten fing es an mit der Zunge zu lecken und heftiger zu athmen.

Nach 19 Minuten strich es das Maul abwechselnd mit den Vorderfüßen, klopfte in zitternder Bewegung den Boden mit denselben und knirschte dabei mit den Zähnen. Der Kopf sinkt mit halbgeschlossenen Augen zwischen die Vorderfüße, wird dann aber heftig wieder in die Höhe geschleudert, worauf die vorher geschilderten Bewegungen von Neuem beginnen. Die Ohren sind in die Höhe gerichtet.

25 Minuten nach Application des Chloroforms sass das Thier auf den Hinterbeinen, wobei es den Vorderkörper auf die Vorderfüße stützte, zuckte mit den Lippen, warf unruhig den Kopf hin und her. Der herabsinkende Kopf wurde, wie vorher, in die Höhe geschleudert.

Nach 27 Minuten versucht das Thier vergebens sich aufrecht zu erhalten. So oft es sich auf die Vorderbeine erhoben hat und einen Versuch macht, sich fortzubewegen, stürzt es auf den Bauch und die Brust nieder, wobei sich die Vorderfüße nach Aussen legen. Die Hinterfüße liegen gekrümmt am Bauche angezogen. Die Zahl der Athemzüge in der Minute beträgt 60. Die Pupille zeigt keine Veränderung.

Nach Verlauf von 30 Minuten liegt das Thier mit Bauch und Brust auf dem Boden, die Vorderfüße sind nach Aussen gestreckt, die Hinterfüße angezogen. Alle Versuche, sich zu erheben, misslingen. Der Kopf wird heftig hin- und hergeschleudert, die Ohren liegen auf dem Rücken.

Nach 35 Minuten liegt das Thier, wie vorher, auf dem Boden. Der Kopf liegt zwischen den Vorderfüßen auf der linken Seite. Von Zeit zu Zeit wird der ganze Körper des Thieres heftig in die Höhe geschnellt. Die leiseste Berührung ruft solche tetanische Zuckungen hervor. Das Herz pulsirt höchst unregelmässig; Nasal- und Abdominalrespiration.

Nach 40 Minuten ist noch derselbe Zustand. Nach dem heftigen Emporschnellen wird der Kopf mit lautem Schläge auf den Boden geworfen. Von Zeit zu Zeit erhebt das Thier den Kopf und macht noch Versuche, sich auf die Vorderbeine aufzurichten. Die Hinterbeine liegen ausgestreckt und sind gelähmt. Während der Beobach-

tung wirft sich das Thier auf die linke Seite, streckt die Vorderfüsse von sich, knirscht mit den Zähnen und bewegt in leisen Krämpfen von Zeit zu Zeit die Extremitäten. Der Herzpuls ist nicht zu zählen. In der Minute werden 60 Athemzüge beobachtet. Die Berührung ruft tetanische Krämpfe hervor.

Nach Verlauf von 45 Minuten treten Schwimmbewegungen der vorderen Extremitäten auf. Das Thier leckt sich die Brust, knirscht mit den Zähnen, zittert zuletzt mit dem Kopf, während die Schwimmbewegungen heftiger werden.

Nach 50 Minuten haben alle Symptome ihren Höhepunkt erreicht. Das Thier wird von den heftigsten mastikatorischen Krämpfen gequält, welche auf Augenblicke von lautem Zähneknirschen unterbrochen werden. Der Kopf wird heftig und schnell hin- und hergeworfen, dann mit einem Ruck in den Nacken gezogen, wobei sich die Extremitäten ausstrecken, dann wieder nach vorn gebogen, so dass das Kinn die Brust berührt, in deren Haaren sich die Zähne festzubeissen suchen. Die Schwimmbewegungen, welche sich auf alle Extremitäten erstrecken, werden mit unzählbarer Geschwindigkeit ausgeführt. Mitunter wird der ganze Körper in eine heftig zitternde Bewegung versetzt. Kein Muskel des Körpers scheint zu ruhen. Die Augen sind geschlossen. Die Pupille ist contrahirt.

Nach 55 Minuten hat die Heftigkeit der Erscheinungen etwas nachgelassen. Die Schwimmbewegungen werden nur mit den Vorderfüssen ausgeführt, die Hinterfüsse sind an den Bauch herangezogen. Heftiges Zittern des ganzen Körpers. 76 Athemzüge in der Minute; das Herz schlägt unzählbar schnell.

Nach 60 Minuten bestehen noch heftiges Zittern des ganzen Körpers und mastikatorische Krämpfe. Die an den Bauch herangezogenen Hinterfüsse zucken hin und wieder, während die Vorderfüsse langsame Schwimmbewegungen ausführen. Es erfolgen in der Minute 76 Athemzüge und 120 Herzschläge.

Nach 65 Minuten haben alle Krämpfe aufgehört. Das Thier liegt auf der linken Seite. Bei der Berührung fängt es an zu zittern.

Nach 70 Minuten haben die Athemzüge an Frequenz zugenommen; es werden derselben 136 in der Minute gemacht. Der Kopf ist stark in den Nacken gezogen. Von Zeit zu Zeit stellen sich Schwimmbewegungen der vorderen Extremitäten ein.

Nach Verlauf von 100 Minuten liegt das Thier ganz ruhig und nur die Berührung ruft Convulsionen hervor. Berührung der Nasenschleimhaut erregt heftiges Zittern. Die Temperatur ist bedeutend gesunken.

Drei Stunden nach der Application des Chloroforms lag das Thier noch in demselben Zustande. Der Urin war mehrmals abgegangen und zwar in bedeutenden Quantitäten. Der zuletzt (2½ Stunde nach der Appl. d. Chlorf.) abgegangene Urin war zuckerhaltig. 60 Athemzüge wurden in der Minute gezählt. Die auf den Bauch des Thieres gelegte Hand rief Schwimmbewegungen der vorderen Extremitäten, Zucken der hinteren, Opistotonus und mastikatorische Krämpfe hervor.

Nach 6 Stunden war noch dieselbe Reizbarkeit. Das Herz pulsirte 160 mal in der Minute, die Zahl der Athemzüge war gleich 44. Die Extremitäten sind kalt.

Vier und zwanzig Stunden nach der Injection des Chloroforms konnte man die sehr langsamen Athemzüge noch an den Nasenflügeln abzählen. Das Herz pulsirte kaum fühlbar, doch so unregelmässig, dass es unmöglich war, die einzelnen Schläge desselben zu zählen. Bei Berührung des Thieres begann die obenliegende vordere Extremität zu zittern. In der 26. Stunde erfolgte der Tod. Der zuletzt gelassene Urin war zuckerhaltig.

*Section.* Die sogleich nach dem Tode vorgenommene Section ergab Folgendes. Die Haut ist an ihrer Innenfläche, welche mit dem Chloroform in Berührung gekommen, stark geröthet. Das subcutane Zellgewebe ist geröthet, serös infiltrirt und voller Luftblasen. Die Venen enthalten dunkles Blut, die Arterien etwas helleres. Der Herzbeutel enthält keine Flüssigkeit. Das Herz ist normal und pulsirt noch. Das Gehirn in allen Theilen mehr anämisch, die Hirnhäute hyperämisch. Die venösen Sinus strotzend mit Blut gefüllt. In den tieferen Bronchien etwas Schleim. Bemerkenswerth war die dunklere Farbe des venösen, sowie des arteriellen Blutes.

Das oben beschriebene Experiment wurde an 8 Kaninchen wiederholt mit dem Unterschiede, dass bald auf der rechten Seite der Wirbelsäule, bald auf der linken Seite derselben das Chloroform injicirt wurde. Die Resultate waren mit wenigen Differenzen dieselben. Die Hauptdifferenz lag nur in dem früheren oder späteren Auftreten der Symptome und des Todes. Ob diese Differenz in der grösseren oder geringeren Reizbarkeit der Thiere ihren Grund hat, lasse ich unentschieden, bemerken muss ich noch, dass die Männchen durchschnittlich länger dem schädlichen Einflusse widerstanden.

Das Ergriffenwerden der Centralorgane des Nervensystems in einer gewissen Reihenfolge — Aufhebung des Gleichgewichtes, Paralyse der Extremitäten, Abnahme der Respiration und Wärme, vermehrte Urinsecretion, Zucker im Urin — waren die Erscheinungen während des Lebens; das dunkle Blut die Erscheinung der Section.

Die dunkle Farbe des Blutes kann durch verminderte Aufnahme von Sauerstoff bedingt sein, da die Respiration seltener wurde und das Blut erst nach dem Tode zur Untersuchung kam — oder sie kann ihren Grund in der durch die Gegenwart des Chloroforms beeinträchtigten Oxydation des Blutes haben. Noch muss ich bemerken, dass die Temperaturabnahme selten mit der Abnahme des Pulses harmonirte, wohl aber mit dem Sinken der Respiration.

Diese Versuche zeigen ausserdem, dass dem Chloroform neben der betäubenden Wirkung, noch eine andere mehr das Rückenmark treffende, zukommt, wie man sie bei Strychninvergiftungen und bei den Vergiftungen durch Picrotoxin\*) zu sehen pflegt. Diese verschiedene Wirkungen werden nur durch die Dauer des Chloroformeinflusses bedingt. Während eine schnell vorübergehende Berührung der medulla spinalis mit dem Chloroform die durch Strychnin erzeugte tetanische Krämpfe aufzuheben vermag\*\*), werden dieselben Krämpfe hervorgerufen, wenn das Rückenmark längere Zeit dem Einflusse des Chloroforms ausgesetzt ist; woher es auch kommt, dass diese Erscheinungen erst später auftreten, als dies bei den oben erwähnten Substanzen geschieht.

### 8. Reihe.

Um nachzuweisen, dass das Chloroform durch die Lungen wieder ausgeathmet würde, wurde einem Kaninchen, in dessen Trachea man vorher eine Canüle geführt hatte, Chloroform per anum applicirt und dasselbe, nachdem die Zahl der Athemzüge soweit vermindert war, dass man sie bequem überwachen konnte, mit dem Apparate Nr. IV. verbunden. Die resp. Stellungen des Krahnens liessen die expirirte Luft durch den Apparat und erlaubten der atmosphärischen den Zutritt zu den Lungen. Obleich der Geruch der expirirten Luft das Chloroform zur Genüge nachweisen konnte, so glaubte ich doch der Genauigkeit halber diesen Versuch anstellen zu müssen. — Das Chloroform wurde natürlich auch durch den Apparat nachgewiesen.

\*) Dr. Falk's Versuche. Göschen's deutsche Klinik, 1853, Nr. 47 u. ff.

\*\*) Morgan und Youatt fanden eine ähnliche Wirkung in der Voorare.