



Die  
**Athmungscurve**  
des  
**neugeborenen Menschen.**

Inaugural-Dissertation  
der medicinischen Facultät zu Jena

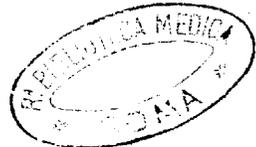
zur  
Erlangung der Doctorwürde  
in der  
**Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe**

vorgelegt  
von  
**Franz Rennebaum**  
aus Nürnberg.



(Mit 19 Abbildungen im Texte.)

**Jena 1884**  
Druck von A. Neuenhahn.



Genehmigt von der medicinischen Facultät zu Jena  
auf Antrag des zeitigen Decans derselben.

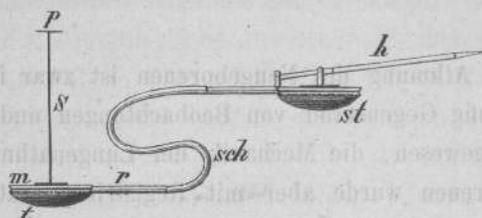
Jena, im November 1884.

Prof. Dr. **W. Preyer.**

Die Athmung des Neugeborenen ist zwar in letzter Zeit häufig Gegenstand von Beobachtungen und Experimenten gewesen, die Mechanik der Lungenathmung des Neugeborenen wurde aber mit Registrirapparaten noch nicht untersucht. Von Herrn Professor Preyer angeregt, unternahm ich es daher, die Athmung des neugeborenen Menschen nach Curven zu studiren und eventuelle Verschiedenheiten der Respirationcurven Neugeborener von denen Erwachsener zu ermitteln.

Die Hauptschwierigkeit dieser Aufgabe besteht in der richtigen Auswahl des zu benutzenden Apparates, da der nur einige Stunden oder Tage alte Thorax grosse Schonung beansprucht und ebensowenig im Stande ist, Widerstände, die sich seiner Ausdehnung entgegenstellen, zu überwinden, als er einer Compression ausgesetzt werden darf. Aus diesem Grunde ist der von Knoll modificirte Marey'sche Polygraph (von Roth in Prag) nicht verwendbar. Es wird dabei ein teilweis dehnbarer, grösstenteils aber lederner mit einer Gummiflasche versehener Gurt rings um die Brust so befestigt, dass bei der Ausdehnung des Thorax diese Flasche eine Compression erleidet und ihre Luftverdichtungen mittelst einer Marey'schen Schreibtrommel, die durch einen Schlauch mit der Gummiflasche in Verbindung steht, an einem berussten Cylinder zur Registrirung bringt. Herr Professor Preyer hat daher

den bereits modificirten Marey'schen Apparat in einer für den vorliegenden Zweck vorzüglich geeigneten Weise umgeändert. Der Apparat ist aus folgenden Bestandteilen zusammengesetzt:



Ein an seinem untern Ende mit einer kleinen Platte (p) versehenes ca. 12 cm. langes metallenes Stäbchen (s) trägt an seinem obern Ende eine Aluminiumplatte (a), mit der es an der Membran (m) einer Marey'schen Trommel (t) befestigt ist. Von dieser geht an der Seite ein Ansatzrohr (r) ab, das durch einen Schlauch (sch) mit einer Marey'schen Schreibtrommel (st) zusammenhängt, deren Hebel (h) alle Luftverdünnungen und -verdichtungen auf der beruhten Fläche eines rotirenden Cylinders in bekannter Weise registriert.

Wird nun obiges Stäbchen (s) mit seiner Platte (p), die etwa  $2\frac{1}{2}$  cm Durchmesser besitzt, auf den in liegender Stellung befindlichen Thorax aufgesetzt und ist das Ansatzrohr (r) vermittelst eines Statives fest gemacht, so wird jede Erhebung des Thorax eine Erhebung des registrirenden Hebels (h) und jede Thoraxsenkung ein entsprechendes Niedergehen zur Folge haben.

Man kann aber auch in anderer Weise verfahren. Setzt man nämlich die Marey'sche Trommel (t) mit ihrer convexen Fläche auf den Thorax auf, so muss das Stäb-

chen (s) durch das Stativ fest gemacht werden, und es wird also in diesem Falle bei der Inspiration die Trommel gegen das feststehende Stäbchen (s), im ersteren Falle dagegen das Stäbchen gegen die Membran (m) der feststehenden Trommel bewegt werden. Welche der beiden Methoden man benutzen will, ist für die vorliegende Frage gleichgültig, da ein Unterschied der Curven, die bald nach der einen, bald nach der andern Methode gewonnen wurden, nicht zu constatiren war. Jedoch ist praktisch im vorliegenden Falle die erstere immer dann vorzuziehen, wenn Mitbewegungen des Schlauches (sch) eintreten oder störend werden sollten. In beiden Fällen muss als ein Haupterforderniss ein gutes Stativ angesehen werden, das das Stäbchen resp. die Marey'sche Trommel unverrückbar festhält. Bei dem zu diesem Zwecke von mir benutzten Instrumente, dem Edelmann'schen Universalhalter, ist ein ca. 1 Meter langer Eisenstab von mittlerer Stärke an seinem unteren Ende in einen starken eisernen Dreifuss eingelassen; er trägt einen ca.  $\frac{1}{2}$  Meter langen horizontal gestellten Eisenstab, der an dem ersteren verschoben und durch Schrauben befestigt werden kann; an dem Querstabe ist eine stählerne Klemme derartig angebracht, dass sie sowohl um ihre eigene Axe wie um diejenige des sie tragenden Stabes gedreht und durch Schrauben in der nötigen Richtung befestigt werden kann. Sollte eine Klemme nicht hinreichen, das Stäbchen genügend festzuhalten, so würde zweckmässig noch eine zweite einige cm. von der ersten entfernt und parallel zu ihr angebracht, den gewünschten Zweck erfüllen.

Ferner sei bemerkt, dass eine etwaige Verschiebung des auf dem Thorax liegenden Stückes des Apparates, also

entweder der Platte (p) oder der Trommel (t), von seiner Unterlage immer auf eine fehlerhafte Anordnung zurückzuführen ist. Die Anordnung der Teile des Apparates ist nur dann eine richtige, wenn die Fläche des der Brustwand anliegenden Teiles parallel zur Thoraxwand liegt und das Stäbchen senkrecht hierauf gerichtet ist. Dass die Verschiebung der Platte (p) oder der Trommel (t) einen störenden Einfluss auf die Registrirung der Athembewegungen haben muss, ist selbstverständlich. Wie beim Knoll'schen Apparat ist auch hier ein schreibendes Pendel vorhanden, das die Zeit an der Trommel in Sekunden angibt.

In dieser seiner neuen Gestalt zeichnet sich der Apparat in 2 Hauptpunkten zu seinen Gunsten aus, die nicht nur für den vorliegenden Zweck in Betracht kommen, sondern auch für die Aufnahme von Curven Erwachsener volle Geltung besitzen.

Einmal ist die Empfindlichkeit des Apparates beträchtlich gesteigert, wie aus der grösseren Höhe der Curven hervorgeht, und auch daraus, dass an manchen Stellen des Thorax ausser den Athembewegungen auch die Herzschläge zur Registrirung gebracht werden.

Nebenbei sei hier noch bemerkt, dass in der nächsten Zeit eine Arbeit aus dem hiesigen physiologischen Institut erscheinen wird, die ihre Entstehung der ausserordentlichen Feinheit des Apparates zu reagiren, verdankt.

Der zweite Hauptvorteil der neuen Aenderung besteht darin, dass die betreffende Versuchsperson von dem anzustellenden Experimente fast nichts, ja ich möchte behaupten, meistens gar nichts merkt, und dass dadurch auch nicht das Athmen willkürlich und durch psychische Erregung

unwillkürlich beeinflusst wird. Bei dem Knoll'schen Apparate dagegen wird, wie oben erwähnt, mehr oder weniger fest, ein Gurt um die Brust befestigt, und bei der Hebung des Thorax während der Inspiration müssen die elastischen Kräfte der an der Brust fest anliegenden Gummiflasche überwunden werden, wodurch ein Gefühl von Beengung hervorgerufen wird, welches natürlich die freie Athmung stark beeinträchtigt und auf die Form der Curven einen störenden Einfluss ausübt.

Wer wie ich nach beiden Methoden viele Experimente anstellte und an sich selber vornehmen liess, wird unbedingt dem neuen Verfahren den Vorzug geben müssen.

Allerdings wird hiernach auch nur ein Punct des Thorax zur Registrirung benutzt, also auch nur ein Durchmesser in seiner Längenveränderung. Wählt man, wie ich es meistens getan habe, die Gegend des Epigastrium (in der Mitte) für das Aufsetzen des Stäbchens, so erhält man die Längenveränderung des Sagittaldurchmessers; benutzt man andere Stellen des Thorax, so fallen selbstverständlich die Curven anders aus.

Aber auch die Beschaffenheit der zu benutzenden Membran ist mehr oder weniger von einem bisher kaum genügend gewürdigten Einfluss auf die Gestaltung der Curven, wie sich bei Experimenten mit dem Knoll'schen Apparate ergab, die ich vielfach bei Erwachsenen anstellte, um mich in der Technik, Curven aufzunehmen, zu üben. Als nämlich die Membran der einen Marey'schen Schreibtrommel schadhaf geworden und sie durch eine neue, ganz ähnliche ersetzt war, erhielt ich ganz andere Curven. Ich musste sofort der neuen Membran die Schuld für das veränderte Aussehen der Curven geben, da alle Bedingungen

nach wie vor die gleichen waren (dieselbe Person und dieselbe Stelle des Thorax). Nun nahm ich die zweite Marey'sche Schreibtrommel, die sich noch im Apparate befand, und welche dieselbe Membran, wie die erste Trommel besass, und erzielte mit derselben mit den früheren übereinstimmende Curven. Dies stellte zweifellos fest, dass die Verschiedenartigkeit der Curven nur auf eine verschiedene Beschaffenheit der benutzten Membranen zurückzuführen war.

Einen Übelstand besitzt leider der Apparat in seiner jetzigen Gestalt, der sich nicht umgehen lässt, aber allerdings bei der Untersuchung Erwachsener weniger in's Gewicht fällt, als bei der Untersuchung von Säuglingen: Die betreffende Versuchsperson muss während des Experiments vollständig ruhig da liegen, da sonst die Körperbewegungen sich auf das Plättchen übertragen und an der Trommel mitregistriert würden. Nach vielen vergeblichen Versuchen an unruhigen wachen Neugeborenen stellte es sich heraus, dass ich, um brauchbare Atmungskurven zu erhalten, nur beim schlafenden oder saugenden Kinde Experimente anstellen durfte. Natürlich wird hierdurch die Untersuchung sehr erschwert, namentlich weil das Kind beim Ausziehen der Kleider (da das Stäbchen mit Zubehör auf den entblössten Leib aufgesetzt werden muss), so und so oft erwacht und dann mit dem Experimente bis zum nächsten Schlaf gewartet werden muss.

Einem Einwand, auf den man gefasst sein muss, nämlich betreffs der Anwendung von elastischen Röhren, will ich gleich hier entgegentreten. Es ist zuzugeben, dass die Druckschwankungen der Luft nicht allein auf die Membran der Marey'schen Schreibtrommel, sondern

auch auf die Wandungen des verbindenden Gummischlauches einwirken werden; jedoch werden die Fehler, welche hieraus resultiren, nur gering sein, da wenigstens die von mir benutzten elastischen Röhren eine verhältnismässig dicke und wenig dehnbare Wandung besaßen; da ausserdem bei jeder Curve die gleichen Fehler mitspielen, so darf man füglich ganz von ihnen absehen. Übrigens lassen sich die Kautschukschläuche durch Glasröhren ersetzen.

Bevor ich nun an die Besprechung der Curven gehe, wird es am Platze sein, die Punkte hervorzuheben, welche dabei zunächst in Betracht kommen. Dass von einer so gewonnenen Curve auf die absolute Grösse des Gasaustausches nicht geschlossen werden kann, versteht sich von selbst, und auch auf die relative Grösse der Athemzüge lässt sich ein sicherer Schluss nur bei grösseren Höhendifferenzen der Curven machen, da kleinere Niveauverschiedenheiten ihren Grund ebensowohl in der verschiedenen Tiefe der Athemzüge, als in einer nicht übereinstimmenden Spannung der Membran haben können.

Dagegen kann man mit Sicherheit aus den Curven das zeitliche Verhältniss zwischen der Dauer der In- und Expiration und derjenigen des ganzen Athemzuges bestimmen. Ausserdem ist die Athmungsfrequenz besser als durch directe Zählung und eine Veränderung derselben im Verlaufe der Respiration sehr genau aus den Curven zu ersehen. Dasselbe gilt für jede Änderung des Verlaufes einer einzelnen Athembewegung. Es bestand also meine Aufgabe darin, zunächst die genannten Punkte für jede einzelne Curve festzusetzen und in Bezug hierauf die verschiedenen Curven mit einander zu vergleichen und zu

beobachten, ob mit zunehmendem Alter eine Änderung in den Curven eintritt. Ferner war, wenn sich ein normaler Athmungstypus für den Neugeborenen festsetzen liess, zu prüfen, ob und in welchen Beziehungen derselbe Abweichungen vom normalen Typus des Erwachsenen darbietet. Bekanntlich geht der normale Athmungsprocess des Erwachsenen so vor sich, dass auf die Inspiration die Expiration ohne Pause folgt, dass dagegen in der Regel zwischen Expiration und Inspiration eine Pause, die Respirationspause, liegt.

Zunächst einige Curven von Erwachsenen. Leider ist es mir nicht gelungen, Curven an schlafenden Personen aufzunehmen, wie es zur Vergleichung mit den Curven von schlafenden Säuglingen erwünscht gewesen wäre. Es erwachte nämlich bei jedem Versuche, wenn der Apparat zu functioniren begann, die betreffende Person durch das Geräusch, welches das den berussten Cylinder treibende Uhrwerk verursachte, aus dem Schlafe.

Dass der Schlaf eine wesentliche Änderung in der Respiration herbeiführt, hat vor einiger Zeit Mosso<sup>1)</sup> durch Curven bewiesen, die er an schlafenden Personen aufnahm. Er kam zu dem neuen und interessanten Ergebniss, dass im Schlafe die Brustathmung über die Zwerchfellathmung prävalirt, eine Erscheinung, welche Mosso als „Wechsel im Athemtypus“ bezeichnet. Er lässt sie nicht bloß auf der absolut verstärkten Thätigkeit der Thoraxheber, sondern auch auf der absolut geschwächten Energie der Contraction des Zwerchfells beruhen. Die

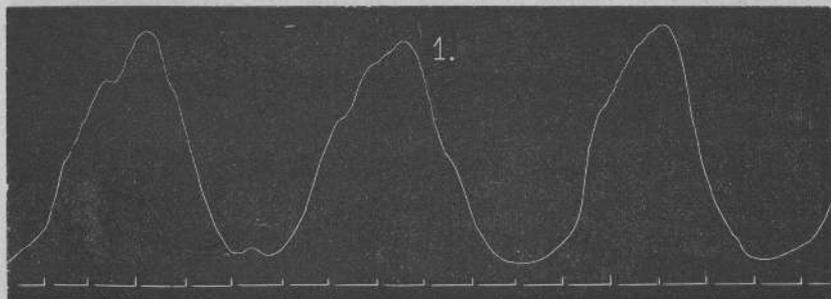
---

1) Ueber die gegenseitigen Beziehungen der Bauch- und Brustathmung von Prof. Angelo Mosso in Turin. Archiv für Physiologie. Jahrgang 1878 pag. 441.

Athembewegungen registrirte er theils mit dem Marey'schen Pneumographen und Vierordt'schen Sphygmographen, theils benutzte er ein Verfahren, das von Paul Bert<sup>1)</sup> zuerst angewendet worden war und welches dem von mir benutzten ähnlich, nach der unvollständigen Beschreibung aber nicht so zuverlässig wie dieses zu sein scheint.

In Ermangelung von Curven schlafender erwachsener Personen muss ich mich daher weiter unten darauf beschränken, die Curven der schlafenden Säuglinge mit den Curven von nicht schlafenden Personen zu vergleichen.

Die bis auf zehntel Secunden berechneten Zeitbestimmungen können auf absolute Richtigkeit keinen Anspruch erheben, können vielmehr trotz der grossen darauf verwendeten Sorgfalt nur als erste Annäherungswerthe angesehen werden, denn der Übergang der einzelnen Respirationsstadien ist hier und da ein sehr allmählicher, so dass es manchmal der Willkür überlassen bleibt, die Grenzen der einzelnen Respirationsphasen zu bestimmen.



Die Curve No. 1 und die drei nächsten Curven sind

1) P. Bert, *Leçons sur la physiologie comparée de la respiration*. Paris 1870, pag. 209.

an einem 26jährigen, gesunden und kräftig gebauten Manne aufgenommen worden. Das Stäbchen mit Zubehör war auf die Gegend des Epigastrium aufgesetzt, was auch für die übrigen Curven gilt, wenn nicht besonders eine andere Stelle angegeben ist.

Fig. 1. Drei Respirationen innerhalb 16,3 Secunden.

Dauer der 3 Inspirationen 6 Sec.

„ „ 3 Expirationen 6,9 Sec.

„ „ Respirationspausen 3,4 Sec.

Verhältniss der Inspirationsdauer zur ganzen Respirationsdauer 6 : 16,3. Verhältniss der Insp. zur Exspir. 6 : 6,9.

Zeit der Aufnahme Nachmittags 3 Uhr.

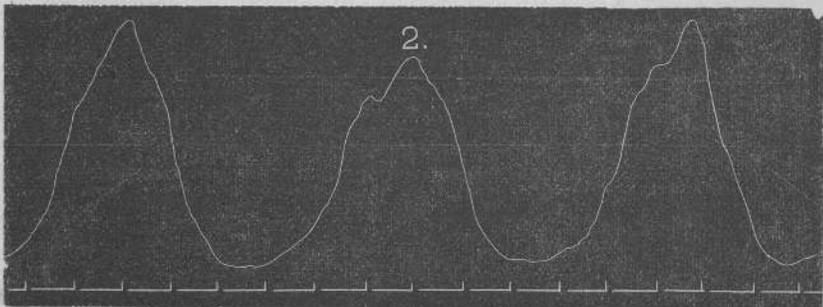


Fig. 2. Drei Respir. in 16,5 Secunden.

Dauer der 3 Inspir. 7,2 Sec.

„ „ 3 Exspir. 6,8 Sec.

„ „ 3 Respirationspausen 2,5 Sec.

Verhältniss der Inspir. zur Respir. wie 7,2 : 16,5.

„ „ Inspir. zur Exspir. wie 7,2 : 6,8.

Aufnahmezeit Nachmittags 3 Uhr.

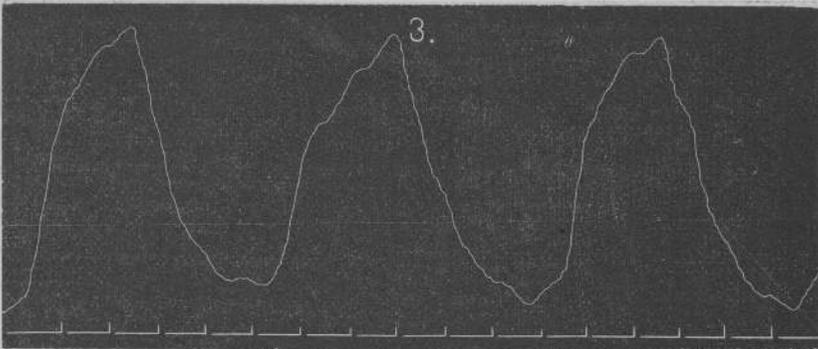


Fig. 3. Drei Respir. innerhalb 17,6 Sec.

Dauer der 3 Inspir. 7,1 Sec.

„ „ 3 Exspir. 7,1 Sec.

„ „ 3 Respirationsp. 2,4 Sec.



Verhältniss der Inspir. zur Respir. wie 7,1 : 17,6.

„ „ Inspir. zur Exspir. wie 7,1 : 7,1.

od. 1 : 1.

Bei diesen 3 Curven sind kleine secundäre Erhebungen bemerkbar, welche von Erschütterungen herrühren, bedingt durch den Herzstoss. Wurde der Athem angehalten, so erhielt man kleine Herzcurven verzeichnet. Die folgende Curve erhielt ich von der Gegend unterhalb der rechten Brustwarze; wo die Erschütterungen viel geringer sind; daher fehlen hier die kleine Erhebungen.

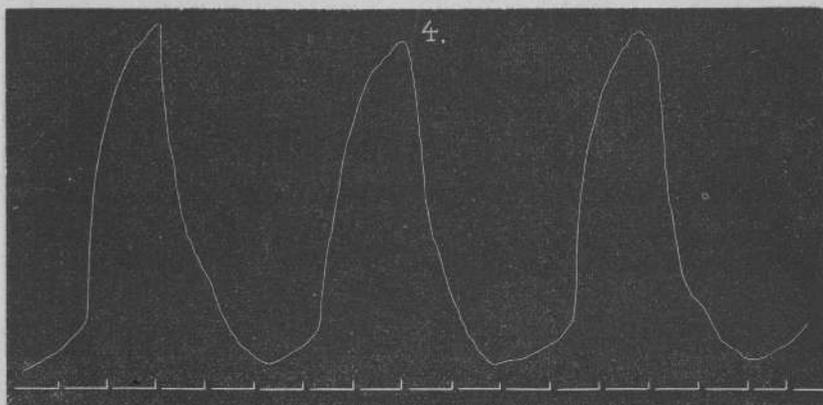


Fig. 4. Drei Respir. innerhalb 14,5 Sec.

Dauer der Inspir. 5,2 Sec.

„ „ Exspir. 6,3 Sec.

„ „ Respirationsp. 3,0 Sec.

Verhältniss der Inspir. zur Respir. wie 5,2 : 14,5.

„ „ Inspir. zur Exspir. wie 5,2 : 6,3.

Zeit der Aufnahme Nachmittags 4 Uhr.

Die nächsten beiden Curven nahm Herr cand. med. Stroschein an mir auf. Ich spreche ihm bei dieser Gelegenheit für seinen freundlichen Beistand bei den technischen Ausführungen dieser Arbeit meinen besten Dank aus.

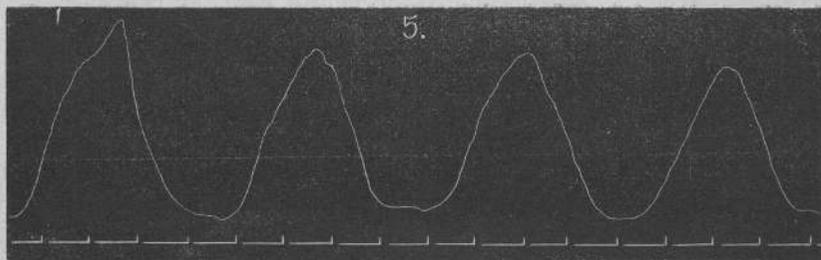


Fig. 5. Vier Respir. innerhalb 17,5 Sec.

Dauer der 4 Inspir. 7,0 Sec.

„ „ 4 Exspir. 7,1 Sec.

„ „ 4 Respirationsp. 3,4 Sec.

Inspir. : Respir. = 7,0 : 17,5.

Inspir. : Exspir. = 7,0 : 7,1.

Aufnahme Nachmittags 5 Uhr.



Fig. 6. Drei Respir. in 13,7 Sec.

Dauer der 3 Inspir. 3,0 Sec.

„ „ 3 Exspir. 5,5 Sec.

„ „ 3 Respirationsp. 5,2 Sec.

Inspir. : Respir. = 3,0 : 13,7.

Inspir. : Exspir. = 3,0 : 5,2.

Zeit der Aufnahme Nachts 1 Uhr. Obwohl ich 0,02 Morphium genommen hatte, erwachte ich während der Vorbereitung.

Betrachten wir die bisherigen Curven, so bemerken wir, dass an die Inspiration sich sofort die Expiration ohne Pause anschliesst, dass aber nach jeder Expiration eine deutliche Pause vorhanden ist, ganz dem Normalen entsprechend.

Die Inspiration dauert in No. 2, 3, 5 beinahe gleich lang, wie die Expiration, in No. 1, 4, 6 ist sie etwas kürzer, wie es nach Ludwig die Regel sein soll.

Die bisherigen Zahlen zusammengenommen ergeben:

19 Respir. in 95,1 Secunden. Davon fallen

auf die Inspir. 35,5 Sec.

„ „ Exspir. 39,7 Sec.

„ „ Respirationsp. 19,9 Sec. oder beiläufig

das Verhältniss: Inspir. : Exspir. = 9 : 10.

Inspir. : Pause = 9 : 5.

Exspir. : Pause = 2 : 1.

Inspir. : Respir. = 3 : 8.

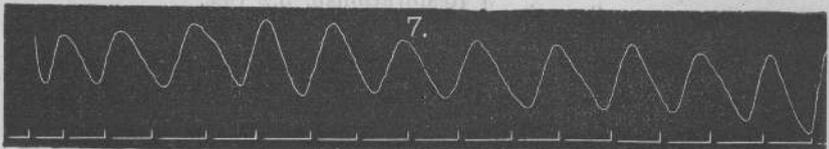
Exspir. : Respir. = 5 : 12.

Pause : Respir. = 5 : 24.

Auf die Minute kommen durchschnittlich 13 Respirationen.

Ganz anders die an Neugeborenen erhaltenen Curven.

Sämmtliche untersuchte Kinder waren vollständig ausgetragen, gut entwickelt und gesund.



Die Curve Fig. 7 stammt von einem 1 Stunde alten, ruhig schlafenden Mädchen. Der Übergang der Inspiration zur Expiration, und der Expiration zur Inspiration findet ohne Pause statt.

11 Respir. in 15 Sec.

Dauer der Inspirationen 6,4 Sec.

„ „ Expirationen 8,6 Sec.

Inspir. : Respir. = 6,4 : 15,0.

Inspir. : Exspir. = 3,2 : 4,3.

Frequenz : 44 Respir. in der Minute.

Vorliegende Curve bietet noch anderweitiges Interesse. Herr Professor Preyer<sup>1)</sup> machte mich nämlich auf die ausserordentliche Unregelmässigkeit bei der ersten Athmung des eben geborenen Kindes aufmerksam, indem er bemerkte, dass beschleunigte und langsame, bald tiefe, bald flache, stürmische dann wieder ruhige Athemzüge in der allerersten Lebenszeit mit einander abwechseln. Die vorliegende überraschend gleichmässige Curve beweist also, dass bei diesem Kinde schon innerhalb der ersten Stunde sich der Athemmechanismus consolidirt hat.



Die Curve Fig. 8 ist die eines 9 Stunden alten, ruhig schlafenden Mädchens. Aufnahme Vormittags 11 Uhr.

Inspirations- und Exspirationspause fehlen auch hier.

14 Respirationen in 22,2 Sekunden.

Dauer der Inspir. 8,9 Sec.

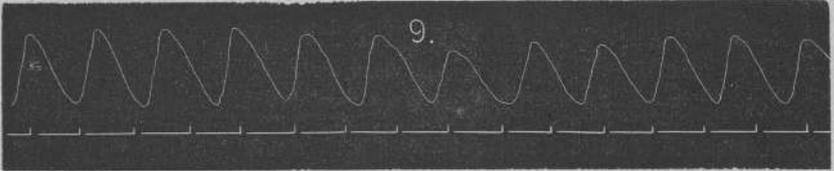
„ „ Exspir. 13,3 Sec.

Inspir. : Respir. = 8,9 : 22,2.

Inspir. : Exspir. = 8,9 : 13,3.

Frequenz : 40 Respir. in der Minute.

1) Preyer, specielle Physiologie des Embryo. Leipzig 1884 pag. 173, 180.



Die Curve Fig. 9 wurde an einem 17 Stunden alten Knaben, ebenfalls im Schlafe aufgenommen, und zwar Vormittags 11 Uhr, 2 Stunden nach dem Bade.

15 Respirationen in 19,6 Secunden.

Dauer der Inspir. 7,2 Sec.

„ „ Exspir. 12,4 Sec.

Inspir. : Respir. = 7,2 : 19,6 = 1,8 : 4,9.

Inspir. : Exspir. = 7,2 : 12,4 = 1,8 : 3,1.

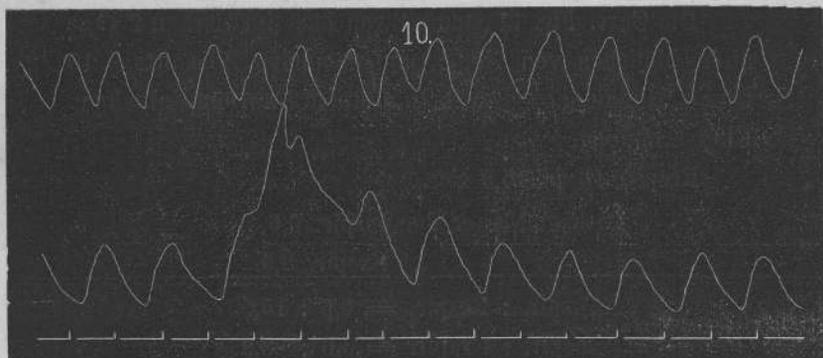
Frequenz : 46 Resp. in der Minute.

Beim Vergleich dieser 3 Curven bemerkt man sogleich die Übereinstimmung betr. ihrer Frequenz; bei allen 3 kommen auf die Minute 40 bis 44 Respirationen, was auch mit den Angaben Anderer übereinstimmt.

Die Inspiration dauert durchschnittlich bei der 1. Curve 0,6 Sec., bei der 2. 0,6—0,7 Sec., bei der 3. 0,5 Sec.

Die Exspir. beträgt bei der 1. 0,7—0,8 Sec., bei der 2. 0,9—1,0 Sec., bei der 3. 0,8 Sec.

Keine der Curven zeigt eine Inspirations- oder Exspirationspause.



Die Curve Fig. 10 lieferte ein 32 Stunden altes, schlafendes Mädchen. Aufnahme Vormittags 10 Uhr, 1 Stunde nach dem Bade und nach der Nahrungs-Aufnahme. Die 2. Reihe ist durch eine plötzliche Bewegung des Kindes wertlos.

15 Respir. in 16 Sec. Also etwas über die Norm erhöhte Frequenz.

Dauer der Inspir. 6,8 Sec.

„ „ Exspir. 9,2 Sec.

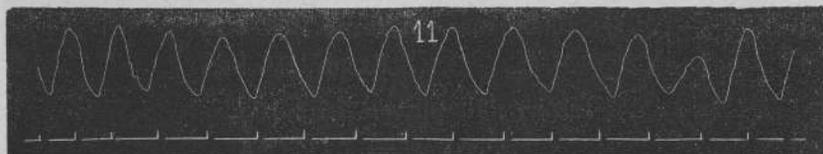
Inspir. : Respir. = 6,8 : 16,0 = 1,7 : 4,0.

Inspir. : Exspir. = 6,8 : 9,2 = 1,7 : 2,3.

Durchschnittszeit einer Inspir. : 0,4 bis 0,5 Sec.

„ „ Exspir. : 0,6 „ 0,7 Sec.

Continuirlicher Übergang von der Inspiration zur Expiration.



Die Curve Fig. 11 stammt von dem inzwischen 2 Tage alten Mädchen von No. 8, aufgenommen Vormittags 10 Uhr, 1 Stunde nach dem Bade und der Nahrungsaufnahme. Kind schlafend.

Respir. 13 in 15,5 Sec.

Gesamtdauer der Inspir. 6,6.

„ „ Exspir. 8,9.

Inspir. : Respir. = 6,6 : 15,5.

Inspir. : Exspir. = 6,6 : 8,9.

Einzeldauer der Inspir. 0,5 Sec.

„ „ Exspir. 0,7—0,8 Sec.

„ „ Respir. 1,2—1,3 Sec.

Frequenz: 52 Respir. in der Minute.

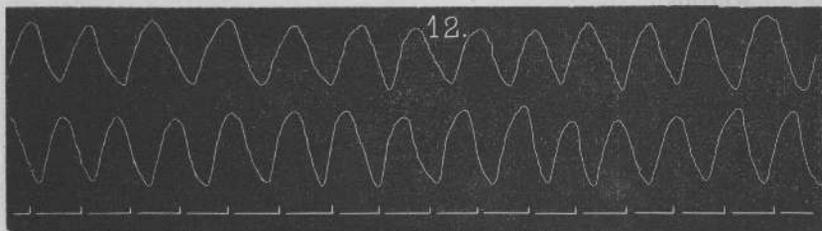


Fig. 12 zeigt die Curve eines 2 Tage alten schlafenden Knaben, aufgenommen Nachmittags 2 Uhr, 1½ Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme.

Obere Reihe:

Respir. 13 in 15,7 Sec.

Gesamtdauer der Inspir. 7,1 Sec.

„ „ Exspir. 8,6 Sec.

Inspir. : Respir. = 7,1 : 15,7.

„ : Exspir. = 7,1 : 8,6.

Einzeldauer der Inspir. 0,5—0,6 Sec.

„ „ Exspir. 0,6—0,7 Sec.

„ „ Respir. 1,2—1,3 Sec.

Frequenz: 53 Respir. in der Minute.

Untere Reihe:

14 Respir. in 16 Sec.

Gesamtdauer der Inspir. 7,1 Sec.

„ „ Exspir. 8,9 Sec.

Inspir. : Respir. = 7,1 : 16,0.

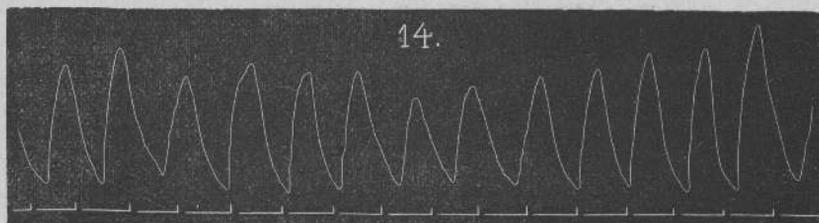
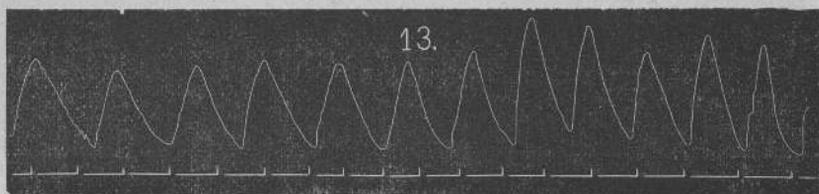
Inspir. : Exspir. = 7,1 : 8,9.

Einzeldauer der Inspir. 0,5 Sec.

„ „ Exspir. 0,7 Sec.

„ „ Respir. 1,1—1,2 Sec.

Frequenz: 53 Respir. in der Minute.



Die beiden Curven Fig. 13 und 14 gehören zusammen. Sie sind an einem 2 Tage alten Knaben aufgenommen worden, der anfangs sehr unruhig war. Als

ihm darauf die Flasche gereicht wurde, lag er vollkommen ruhig, so dass der Aufnahme der Curve nichts mehr im Wege stand. Zeit: Vormittags 10 Uhr, 1 Stunde nach dem Bade.

Fig. 13.

12 Respir. in 18,2 Sec.

Gesamtdauer der Inspir. 6,9 Sec.

„ „ Exspir. 11,3 Sec.

Inspir. : Respir. = 6,9 : 18,2.

Inspir. : Exspir. = 6,9 : 11,3.

Einzeldauer der Inspir. 0,6 Sec.

„ „ Exspir. 0,8—0,9 Sec.

„ „ Respir. 1,4—1,5 Sec.

Frequenz: 40 Respir. in der Minute.

Fig. 14.

13 Respir. in 15,5 Sec.

Gesamtdauer der Inspir. 6,0 Sec.

„ „ Exspir. 9,5 Sec.

Inspir. : Respir. = 6,0 : 15,5.

Inspir. : Exspir. = 6,0 : 9,5.

Einzeldauer der Inspir. 0,5 Sec.

„ „ Exspir. 0,7—0,8 Sec.

„ „ Respir. 1,2 Sec.

Frequenz: 52,5 Respir. in der Minute.

Die beiden Curven zeichnen sich durch ihre bedeutende Höhe unter den bisherigen aus; Pausen fehlen auch hier gänzlich. Ob sich die Vertiefung der Athemzüge, die sich in der grösseren Höhe der Curven kundgibt, auf die Saugbewegung allein zurückführen lässt, wage ich

nicht zu entscheiden, da mir andere diesbezügliche Curven fehlen. Es ist aber nicht unwahrscheinlich.

Im Ganzen hatten wir 80 Respirationen in 96,9 Sec.; auf die Minute kommen durchschnittlich 48 bis 49 Respir.

Davon fallen wieder auf die

Gesamtinspiration 40,5 Sec.

Gesamtextpiration 56,4 Sec.

Inspir. : Respir. = 40,5 : 96,9 = 13,5 : 32,3.

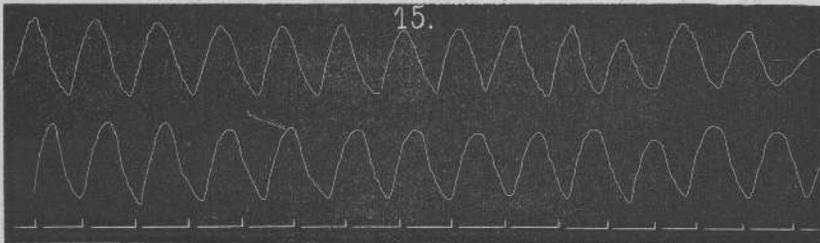
Inspir. : Exspir. = 40,5 : 56,4 = 13,5 : 18,8.

Einzeldauer der Inspir. 0,5 Sec.

„ „ Exspir. 0,7 Sec.

„ „ Respir. 1,2 Sec.

Frequenz: 50 Respir. in der Minute.



Die Curven Fig. 15 stammen von demselben Mädchen wie No. 2 und 5; im Schläfe Nachmittags 2 Uhr,  $\frac{1}{2}$  Stunde nach dem Stillen aufgenommen. Kind 2 Tage alt.

13 Respir. in 15,2 Sec.

Gesamtdauer der Inspir. 6,4 Sec.

„ „ Exspir. 8,8 Sec.

Inspir. : Respir. = 6,4 : 15,2 = 8 : 19.

Inspir. : Exspir. = 6,8 : 8,8 = 8 : 11.

Einzeldauer der Inspir. 0,5 Sec.

„ „ Exspir. 0,7 Sec.

„ „ Respir. 1,2 Sec.

Frequenz: 52 Respir. in der Minute.

Untere Reihe.

13 Respir. in 15 Sec.

Gesamtdauer der Inspir. 6,7 Sec.

„ „ Exspir. 8,3 Sec.

Inspir. : Respir. = 6,7 : 15,0.

Inspir. : Exspir. = 6,7 : 8,3.

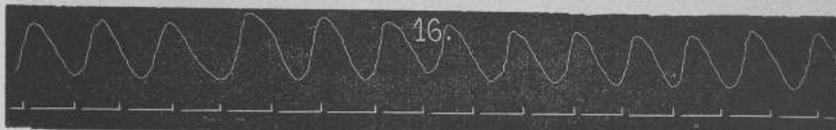
Einzeldauer der Inspir. 0,5 Sec.

„ „ Exspir. 0,7 Sec.

„ „ Respir. 1,2 Sec.

Frequenz: 52 Respir. in der Minute.

Bemerkenswert in der untern Reihe ist, dass die Inspiration und Expiration z. Th. allmählich in einander übergehen ohne dass aber eine Inspirationspause entstände.



Die Curve Fig. 16 wurde von einem 3 Tage alten, schlafenden Knaben erhalten, aufgenommen Vormittags 11 Uhr, 1 $\frac{1}{2}$  Stunde nach dem Bade und nach der Nahrungsaufnahme.

13 Respir. in 17,2 Sec.

Gesamtdauer der Inspir. 6,9 Sec.

„ „ Exspir. 10,3 Sec.

Inspir. : Respir. = 6,9 : 17,2.

Inspir. : Exspir. = 6,9 : 10,3.

Einzeldauer der Inspir. 0,5 Sec.

„ „ Exspir. 0,7—0,8 Sec.

„ „ Respir. 1,2—1,3 Sec.

Frequenz: 45 Respir. in der Minute.

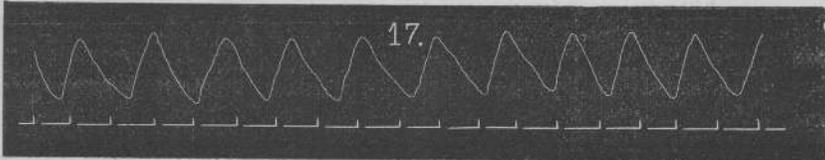


Fig. 17: Curve eines 4tägigen, ruhig schlafenden Mädchens; aufgenommen Nachmittags 3 Uhr; 1½ Stunden vorher Nahrungsaufnahme.

10 Respir. in 16 Sec.

Gesamtdauer der Inspir. 6,0 Sec.

„ „ Exspir. 10,0 Sec.

Inspir. : Respir. = 6,0 : 16,0 = 3 : 8.

Inspir. : Exspir. = 6,0 : 10,0 = 3 : 5.

Einzeldauer der Inspir. 0,6 Sec.

„ „ Exspir. 1,0 Sec.

„ „ Respir. 1,6 Sec.

Frequenz: 38 Respir. in der Minute.

In den letzten 3 Curven vom 3. und 4. Tag waren im Ganzen verzeichnet:

49 Respir. in 63,4 Sec.

Gesamtdauer der Inspir. 26,0 Sec.

„ „ Exspir. 37,4 Sec.

Inspir. : Respir. = 26,0 : 63,4 = 13 : 31,7.

Inspir. : Exspir. = 26,0 : 37,4 = 13 : 18,7.

Einzeldauer der Inspir. 0,5—0,5 Sec.

Einzeldauer der Exspir. 0,7—0,8 Sec.

„ „ Respir. 1,3—1,4 Sec.

Frequenz: 47 Respir. in der Minute.

Für die 3 Curven vom 1. Tag ist noch nachzutragen:

Im Ganzen waren verzeichnet: 40 Respir. in 56,8 Sec.

Davon fallen auf die

Gesamtdauer der Inspir. 22,5 Sec.

„ „ Exspir. 34,3 Sec.

Also Inspir. : Respir. = 22,5 : 56,8.

Inspir. : Exspir. = 22,5 : 34,3.

Einzeldauer der Inspir. 0,5—0,6 Sec.

„ „ Exspir. 0,8—0,9 Sec.

„ „ Respir. 1,4 Sec.

Frequenz: 42 Respir. in der Minute.

Überraschend ist die beinahe völlige Übereinstimmung der Dauer der einzelnen Respirationsphasen. Wir finden bei den bisherigen Curven für die Einzeldauer der Inspiration fast durchweg 0,5 Sec., für diejenige der Expiration 0,7—0,8 und für die ganze Respiration 1,2—1,4 Sec.

Summiren wir die Zahlen aller bisherigen Curven, so bekommen wir: 169 Respir. in 217,0 Sec., daran beteiligt sich die Gesamtinspiration mit 89 Sec., die Gesamtexpiration mit 128 Sec.

Inspir. : Respir. = 89 : 217.

Inspir. : Exspir. = 89 : 128.

oder rund die Verhältnisse:

Inspir. : Respir. = 9 : 22.

Inspir. : Exspir. = 9 : 13.

Exspir. : Respir. = 13 : 22.

Die Durchschnittsfrequenz von sämtlichen Curven

beträgt: 46 Respir. in 1 Minute. Die durchschnittliche absolute Einzeldauer

von allen Curven einer Inspir. = 0,527 Sec.

„ „ „ „ Exspir. = 0,75 Sec.

„ „ „ „ Respir. = 1,27 Sec.

Ferner ist die wichtige Thatsache zu constatiren, dass Inspiration und Exspiration auf einanderfolgen, ohne dass eine Pause eintritt. Bei keiner einzigen Curve war eine Pause verzeichnet.

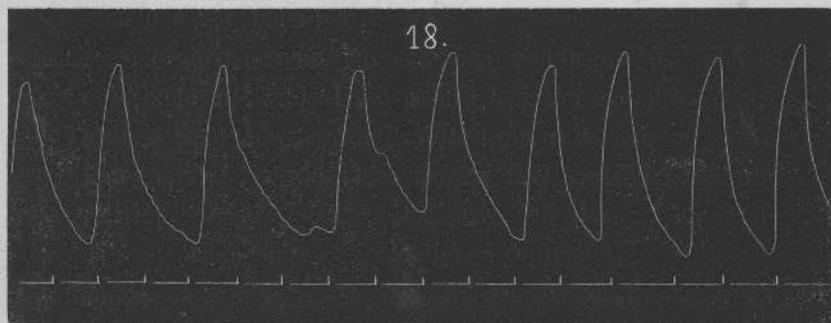


Fig. 18: Curve eines 4 Wochen alten, ruhig schlafenden Knaben, aufgenommen 10 Uhr Vormittags, letzte Nahrungsaufnahme  $\frac{3}{4}$  Stunde vorher.

9 Respir. in 18,1 Sec.

Gesamtdauer der Inspir. 5,6 Sec.

„ „ Exspir. 11,9 Sec.

„ „ Respirationsp. 0,6 Sec.

Einzeldauer der Inspir. 0,6—0,7 Sec.

„ „ Exspir. 1,3 Sec.

„ „ Respir. 2,0 Sec.

Inspir. : Respir. = 5,6 : 18,1.

Inspir. : Exspir. = 5,6 : 11,9.

Frequenz: 30 Athemzüge in 1 Minute.

Man bemerkt sofort den Unterschied dieser Curve gegenüber den übrigen, der sich in einer Erhöhung der Curve, in einer Verlängerung der Expiration und in einer Verminderung der Frequenz der Athemzüge kund gibt. Offenbar ist hier bei dem 4wöchentlichen Kinde die Athmung bereits eine andere geworden und man wird in der Annahme nicht fehlgehen, dass in dieser Curve mehr oder minder der Uebergang des Respirationstypus des Neugeborenen in den des Erwachsenen repräsentirt ist.

Es ist unschwer, sich aus dem Bisherigen den normalen Athmungstypus beim Säugling zu construiren.

Wir haben gesehen, dass die Inspiration ohne eine Pause zu machen in die Expiration übergeht, dass erstere durchweg kürzere Zeit beansprucht, als die letztere und dass auch nach der Expiration keine Pause eintritt; ferner ist die Athmung im Allgemeinen eine flache und es kommen auf die Minute durchschnittlich 44 bis 46 Respirationen.

Hiermit ergibt sich als Endresultat, dass die Athmung des Neugeborenen mit derjenigen des Erwachsenen darin übereinstimmt, dass die Inspiration ohne Pause in die Expiration übergeht, und diese jene an Dauer übertrifft, dagegen sich von ihr durch das Fehlen der Respirationspause, durch die erhöhte Frequenz und geringere Tiefe der Athemzüge wesentlich unterscheidet.

Der besseren Uebersicht halber seien hier zum Schluss die bei der Athmung der Erwachsenen und bei derjenigen des Neugeborenen gewonnenen Mittelwerte nebeneinander gestellt.

A. Athmungsverhältnisse beim Erwachsenen.

13 Respirationen in der Minute.

Inspir. : Exspir. = 9 : 10.

Inspir. : Pause = 9 : 5.

Inspir. : Respir. = 9 : 24.

Exspir. : Pause = 2 : 1.

Exspir. : Respir. = 5 : 12.

Pause : Respir. = 5 : 24.

Summe der registrierten Respir. 19 in 95,1 Sec. Davon kommen auf die Inspir. 35,5 Sec.

„ „ Exspir. 39,7 Sec.

„ „ Pausen 19,9 Sec.

B, Athmungsverhältnisse beim Neugeborenen:

46 Respir. in der Minute.

Inspir. : Exspir. = 9 : 13.

Inspir. : Respir. = 9 : 22.

Exspir. : Respir. = 13 : 22.

Summe der registrierten Respirationen 169 in 217 Sec., wovon auf die Inspir. 89 Sec.,

„ „ Exspir. 128 Sec. kommen.

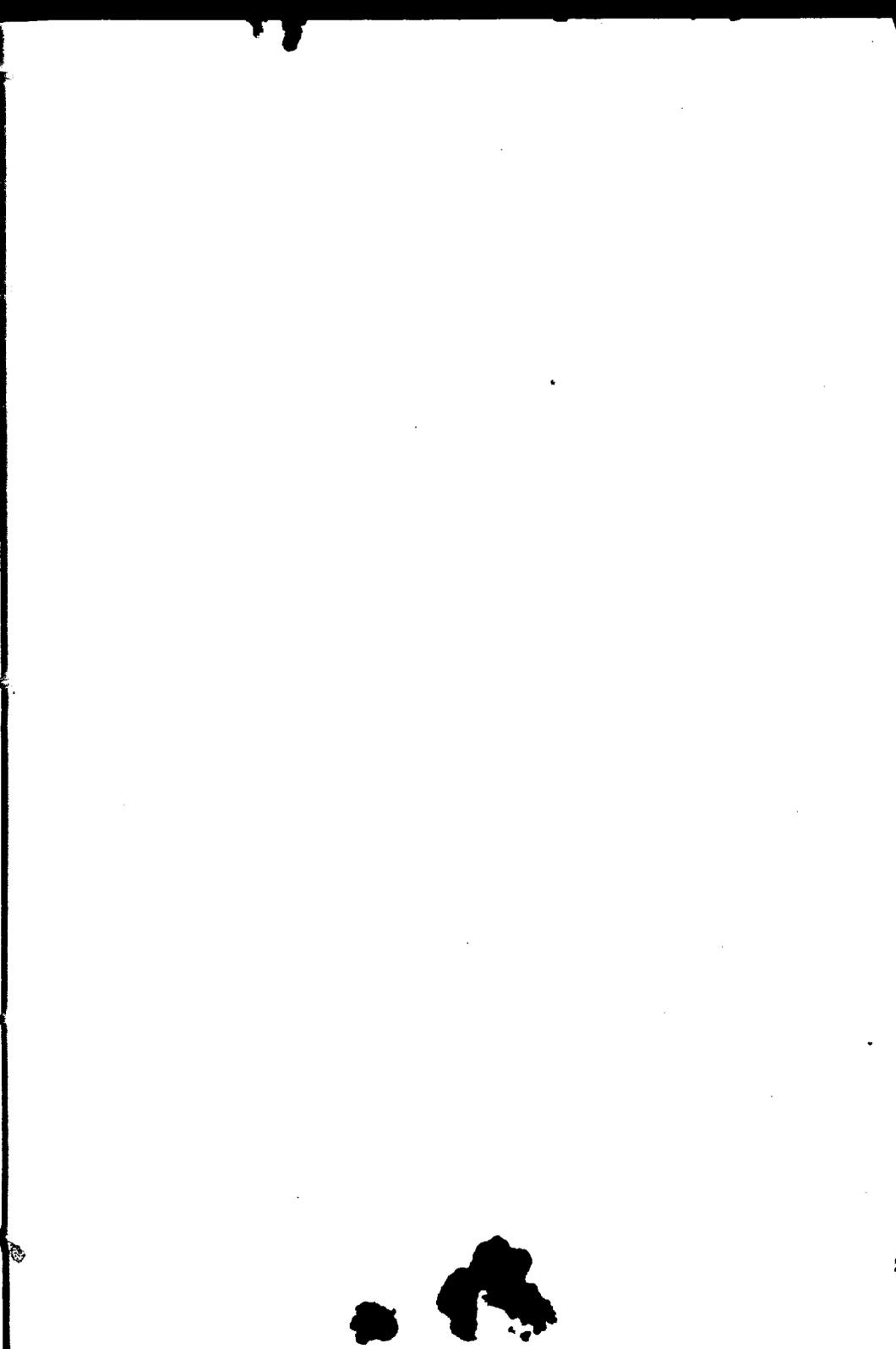
Die hierdurch festgestellten Verschiedenheiten des Athmungsmodus Neugeborener und Erwachsener finden wahrscheinlich ihre Erklärung 1) in der grösseren Nachgiebigkeit des kindlichen Thorax, welcher den Volumänderungen der Lunge leichter und schneller folgt, als beim Erwachsenen, 2) in der geringen Energie der Zwerchfellcontractionen, 3) der kürzeren Dauer des Blutkreislaufs und 4) der anfangs noch (nach L. Hermann) fehlenden oder geringen Thoraxaspiration.

Mit 1) hängt die relativ kürzere Dauer der Expiration wahrscheinlich zusammen, mit 2) die relativ geringere Tiefe der Athemzüge, mit 3) deren grössere Frequenz und mit 4) das Fehlen der Respirationspause.

Indem ich meine Arbeit beschliesse, erfülle ich eine angenehme Pflicht, indem ich Herrn Professor Preyer für die freundliche Unterstützung, die er mir während der Anfertigung der Arbeit zu Theil werden liess, meinen herzlichen Dank auch öffentlich ausspreche.

Ebenso fühle ich mich verpflichtet, Herrn Geheimen Hofrath Professor Dr. Schultze für die gütige Ueberlassung des Materials aus der geburtshülflichen Klinik bestens zu danken.

---



10852