

XVIII.

**Einige Versuche über künstliche Abkühlung und Erwärmung
warmblütiger Thiere.**

Von Dr. Nasaroff.

(Aus dem Laboratorium für experimentelle Pathologie des Herrn
Prof. Paschutin zu St. Petersburg.)

In letzter Zeit fand, Dank der Arbeit Rosenthal's (Zur Kenntniss der Wärmeregulirung bei den warmblütigen Thieren. Erlangen, 1872), die Ansicht, dass das Wesentliche bei der Erkältung in der schädlichen Wirkung des Temperaturwechsels der inneren Organe in Folge des Zuflusses des in der Haut plötzlich abgekühlten Blutes besthe, eine grössere Aufnahme. Besonders stark ist die Wärmeentziehung der inneren Organe in dem Falle, wenn die Haut im Zustande starker Hyperämie einer plötzlichen Abkühlung unterworfen wird, d. h. wenn in einem bestimmten Zeitraum eine möglichst grosse Menge Blutes sich in der Haut abkühlt. Die eben angeführte Ansicht über das Wesen der Erkältung fand ihre Bekräftigung in den Arbeiten von Afanassjeff (Journ. für norm. und pathol. Histologie und klin. Medic., 1876, Petersburg), und Lassar (dieses Archiv, 1880, Bd. 79). Der erstere stellte seine Versuche an Kaninchen an, und beobachtete bei plötzlicher Abkühlung an Thieren einen deutlichen ausgeprägten parenchymatösen Prozess in den inneren Organen. Der zweite aber, der zu seinen Versuchen Kaninchen und trächtige Hunde benutzte, bemerkte gleichfalls eine Alteration der inneren Organe, jedoch nicht parenchymatösen, sondern interstitiellen Charakters. —

Da die Thiere, um die Hyperämie hervorzurufen, in einen warmen Raum gesetzt wurden, wobei ihre Eigentemperatur mehr oder weniger stieg, so bemühte ich mich erst die Folgen plötzlicher Erwärmung der Thiere, und dann die Folgen plötzlicher Abkühlung sowohl normaler, als auch vorher erwärmer Thiere kennen zu lernen.

I.

Behufs der Erwärmung wurden die Thiere in Luftkammern von 38°—55° C. gehalten. Eine solche Kammer wurde während des Versuches gründlich ventilirt. Im übrigen entsprach sie fast vollkommen dem Apparat, den Claude Bernard zu seinen Arbeiten (*Leçons sur la chaleur animale*. Paris 1876, pag. 363) anwandte. Meine Versuche zeigten, dass wenn auch die Steigerung der Temperatur der Thiere von der Temperatur der Kammer abhing, so doch der Grad der Temperatursteigerung nicht für alle Thiere derselbe ist, und der herrschenden Meinung, dass kleinere Thiere mehr Zeit zum Erwärmen gebrauchten, als grosse, nicht entspricht. (Claude Bernard, *Leç. sur la chal. an.* pag. 348.)

Als Beweis dafür können meine folgenden Versuche dienen (4 an Kaninchen und 9 an Hunden).

Thiergegattung.	Gewicht des Thieres in Grm.	Temperatur d. Luftkammer.	Dauer der Erwärmung in Minuten.	Temperatur des Thieres vor dem Versuche.	Temperatur des Thieres zu Ende des Versuchs.	Mittlere Zunahme d. Körpertemp. in d. Minute währ. d. Versuchs.
No. 1. Kaninchen	1417	42° C.	60	38,7° C.	40,3° C.	0,0266°
No. 2. -	1580	42	60	39,9	42,0	0,035
No. 3. Junges Kaninch.	899	45	30	39,3	42,3	0,1
No. 4. Kaninchen	1420	45	30	39,4	42,3	0,0966
No. 1. Einige Monate alter Hund	2240	40	20	38,8	40,4	0,08
No. 2. Erwachs. Hund	2500	42	20	38,6	40,6	0,1
No. 3. - Hündin	3220	42	20	39,2	39,7	0,025
No. 4. - Hund	5650	40	20	38,0	39,4	0,07
No. 5. - Hündin	5870	40	20	38,0	39,7	0,085
No. 6. - Hund	3390	47	20	38,2	40,6	0,12
No. 7. - Hündin	5800	47	20	39,0	40,3	0,065
No. 8. - -	6000	49	20	39,1	42,0	0,145
No. 9. - Hund	7900	49	20	38,7	41,0	0,115

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass die Körpergrösse der Thiere einer und derselben Gattung keinen besonderen Einfluss auf die Schnelligkeit der Körpererwärmung in warmer, nicht mit Wasserdämpfen gesättigter Luft ausübt. Leider habe ich nicht immer das Alter der von mir benutzten Thiere angemerkt. Unter ihnen waren sehr wenige nicht erwachsene. Wie es scheint, erwärmen

sich solche unerwachsene Thiere in der Luftkammer schneller, als erwachsene.

Ferner hat auf die Schnelligkeit der Erwärmung des Körpers auch der Ernährungszustand der Thiere einen Einfluss; je mehr ausgehungert ein Thier ist, desto schneller erwärmt es sich. So z. B. wurde ein Hund von 6150 g an anfänglichem Gewicht dreimal der Erwärmung in der Luftkammer von 42° C. 45 Min. lang unterworfen. Hiebei erwies sich, dass:

am 4. Hungert., als der Gewichtsverl.	6,99 pCt. war, die T. um	3,7° C.
- 8. - - - -	11,87 - - - -	3,8 -
- 10. - - - -	16,09 - - - -	5,4 -

gestiegen war.

Bei normal genährten Thieren bemerkt man im Gegentheil bei jeder neuen Erwärmung eine Verminderung in der Schnelligkeit der Temperaturzunahme, oder wenigstens kein Wachsthum derselben, wie bei hungernden Thieren. So z. B. erhielten wir bei einem normal genährten Hunde, dessen Gewicht während der Verluste zwischen 4370—4420 schwankte, und der 3 mal der Erwärmung in einer Luftkammer von 44° C. 23 Min. lang unterworfen wurde, folgende Resultate:

Am 1. Tage erwärmte sich das Thier um	3,5° C.
- 3. - - - -	3,3 -
- 5. - - - -	2,9 -

Von grossem Einfluss auf das Resultat der Erwärmung ist die Zeitdauer, während welcher das Thier im erwärmten Zustande erhalten wird, wie sich das auch a priori voraussetzen liess. So zeigen die unten angeführten Beispiele, dass das Thier, wenn es sich rasch erwärmt hat und gleich nach Erlangung des höchsten Temperaturgrades aus der Luftkammer entfernt wird, am Leben bleibt, auch nach einer Erwärmung von über 44° C. Nach Entfernung eines solchen Thieres aus der Luftkammer fällt die Temp. desselben gewöhnlich unter die Norm, nach einigen Stunden jedoch erlangt sie wiederum die normale Höhe; hiebei wird manchmal eine vorübergehende Albuminurie beobachtet. Wenn jedoch die Erwärmung allmählich steigt, so dass der Körper verhältnissmässig lange Zeit eine erhöhte Temp. besitzt, so tritt der Tod, wenn die Erwärmung die genannte Temp. erreicht hat, unausbleiblich ein. So. z. B.

Thiergattung und Gewicht in g.	Temperatur d. Luftkammer.	Dauer der Erwärmung in Minuten.	Höchste Körpertemperatur.	Bemerkungen.
No. 5. Kaninchen, 1934	48° C.	50	44,3° C.	Nach Entfernung aus der Kammer fiel die Temp. allmählich; nach 2 Stunden war sie 36,8°. Am folgenden Morgen war die Temp. normal.
No. 6. Kaninchen, 1700	43	119	44,8	Entfernt ohne Lebensanzeichen.
No. 10. Hund, 6530	44	30	44,5	Nach Entfernung des Thieres fiel die Temp. allmählich; nach 2 Stunden fiel sie bis auf 37,2°. Am folgenden Morgen war die Temp. normal. Albuminurie hielt 2 Tage an.
No. 11. Hund, 4250	42	74	44,4	Starb nach 4 Std. 40 Min. bei allmählichem Sinken der Temp.

Die Erwärmung von Hunden und Kaninchen bis 43,5° C. im Verlauf der von mir angewandten Zeit, d. h. nicht über 70 Min., wurde sehr leicht ertragen, nur beobachtete man ein nachfolgendes schnell vorübergehendes Fallen der Temperatur auf $2\frac{1}{2}$ ° unter Norm.

Bemerkenswerth ist, dass während des Aufenthaltes der Thiere in der Luftkammer anfangs ihre Temperatur allmählich steigt; sobald sie aber circa 43° C. erreicht hat, fängt sie immer rascher und rascher an zu steigen.

Beispiele:

Thiergattung und Gewicht in g.	Temperatur der Luftkammer.	Perioden der Erwärmung in Minuten.	Temperatursteigerung in recto.	Körpererwärmung in 1 Minute.
No. 8. Hündin 6000	49	20	39,1—42,0	0,145
		9	42,0—43,5	0,166
		10	43,5—45,4	0,19
No. 7. Hündin 5800	47	58	38,8—42,6	0,065
		15	42,6—43,9	0,0866
No. 3. Hündin 3300	42	72	39,0—40,6	0,0222
Dieselbe am 2. Tage 3240	42	120	38,8—44,5	0,0475
No. 10. Hund 5740	43	30	39,4—43,1	0,1233
Derselbe am 3. Tage 5690	43	40	39,4—45,4	0,15

In den Versuchen an den beiden letzten Thieren wurde blos die summarische Schnelligkeit der Erwärmung bis zu mässigen und

höheren Temperaturen verglichen. Trotzdem ist auch hier zu bemerken, dass die Schnelligkeit der Erwärmung in der Minute im letzten Falle schneller zunimmt, als im ersten. Bei diesen Versuchen waren die Hunde dem Hunger nicht ausgesetzt, somit musste also das wiederholte Erwärmen die Schnelligkeit desselben vermindern und nicht steigern.

Die Gewebe der nach der Erwärmung gestorbenen oder getöteten Thiere wurden von mir einer mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Uebrigens untersuchte ich blos das Herzfleisch und die anderen quergestreiften Muskeln, die Leber und die Nieren.

Bei einem 5 Wochen alten Hunde, der im Verlauf von 20 Min. bis $40,6^{\circ}$ C. erwärmt und gleich darauf durch einen Stich in das verlängerte Mark getötet worden war, und bei einem Hunde, der im Verlauf von 31 Min. bis 41° C. erwärmt und auf dieselbe Weise getötet war, fanden sich gar keine Veränderungen in den erwähnten Organen. Bei einem anderen jungen Hunde, der in einer Luftkammer von 52° C. 20 Min. lang erwärmt wurde, und der in derselben starb, als die Temp. in recto auf 45° C. stieg, war der quergestreifte Charakter der Muskeln stellenweise nicht deutlich zu unterscheiden; in der Leber war stellenweise das Protoplasma der Zellen trübe und stark körnig; stellenweise waren die Capillargefäße der Leber mit Blutkörperchen angefüllt; in den Nieren bemerkte man eine Hyperämie der Malpighischen Körper und das Epithel der gewundenen Nierenkanälchen war stark körnig. Bei einem Hunde, der in einer Luftkammer von 45° C. 48 Min. lang erwärmt und bei 46° in recto gestorben war, sowie bei einem anderen Hunde, der in einer Luftkammer von 42° nach 65 Min. gestorben war, als die Temperatur in recto auf $45,8^{\circ}$ gestiegen war, fanden sich dieselben Veränderungen, wie bei den vorhergehenden Thieren; nur waren sie hier umfangreicher und intensiver. Dasselbe fand sich auch bei einem Kaninchen, das in einer Luftkammer von 43° 1 Stunde 59 Min. erwärmt und bei der Steigerung der Temperatur in recto auf $44,8^{\circ}$ gestorben war. Bei einer Hündin, die in einer Luftkammer von 42° C. im Verlauf von 74 Min. bis $44,4^{\circ}$ in recto erwärmt worden, und die 4 Stunden 40 Min. nach der Entfernung aus der Kammer bei allmählichem Fallen der Temperatur gestorben war, war der parenchymatöse Prozess in den genannten Organen stärker und umfangreiche-

ausgeprägt; außerdem befanden sich auch die Muskeln der Extremitäten und des Bauches im ersten Stadium des parenchymatösen Prozesses. Bei einem Hunde, der im Verlauf von 9 Tagen 4 mal erwärmt war, das erste Mal im Verlauf von 25 Min. bis $41,1^{\circ}$ in recto, das zweite Mal im Verlauf von 30 Min. bis $44,5^{\circ}$, das dritte Mal im Verlauf von 30 Min. bis $43,1^{\circ}$, und das vierte Mal im Verlauf von 40 Min. bis $45,4^{\circ}$ und der bald nach der letzten Erwärmung bei allmählichem Sinken der Temp. gestorben war, zeigte sich der parenchymatöse Prozess bedeutend intensiver und umfangreicher, als bei den vorhergehenden Thieren. Hieraus folgt, dass bei Thieren, die in Folge von Erwärmung gestorben sind, immer ein parenchymatöser Prozess beobachtet werden kann, und dass derselbe bei denjenigen Thieren intensiver ausgeprägt ist, welche der Erwärmung längere Zeit ausgesetzt waren.

II.

Die Abkühlung der Thiere wurde gewöhnlich in kaltem Wasser von $0,2^{\circ}$ — 12° vorgenommen, wobei die Temp. in recto oft bis auf 14° sank.

Die Schnelligkeit der Abkühlung hängt, abgesehen von der Temp. des Wassers, meinen Beobachtungen zu Folge, von vielen rein individuellen Bedingungen ab und steht nicht in strengem Zusammenhange mit dem Umfange des Thieres. Hier einige Beispiele aus meinen Versuchen, die ich sowohl an jungen, als an alten Thieren anstellte:

Thiergattung.	Gewicht in g.	Grad der Abkühlung in 10 Min. in 32400 ccm Wasser von 5°C .
No. 12. Erwachsener Hund	9150	2,4
No. 13. - -	7000	5,2
No. 14. - -	4610	3,0
No. 15. - -	3900	6,8
No. 16. Junger Hund	7090	8,8
No. 17. - -	6240	7,7

Auch aus diesen Versuchen geht hervor, dass junge Thiere weniger im Stande sind, ihre Eigentemperatur zu erhalten, als erwachsene. Die leichte Abkühlung neugeborener Thiere ist schon längst constatirt worden.

Ebenso kann ich constatiren, dass eine einmalige Abkühlung von erwachsenen Thieren, von Hunden bis 18° C., von Kaninchen und Katzen bis 20° sehr leicht ertragen wird. Nur manchmal findet sich bei ihnen in Folge der Abkühlung Eiweiss im Harn. Ausserdem beobachtet man noch einen Gewichtsverlust, der jedoch in 4—5 Tagen vollständig verschwindet. Eine einmalige Abkühlung erwachsener Hunde bis 14° , von Kaninchen und Katzen bis 16° führt unausbleiblich zum Tode.

Sobald die Abkühlung täglich wiederholentlich gemacht wird, so kommt das Thier zuletzt um, wenn seine Eigentemperatur auch nicht bis auf 14° — 16° C. fällt. Hunger schwächt sehr die Widerstandsfähigkeit des Organismus gegen Wirkung der Abkühlung. Bei hungernden Hunden trat in meinen Versuchen der Tod bei viel mässigerer Abkühlung ein, als bei gut genährten. Je länger das Thier dem Hunger ausgesetzt ist, desto leichter fällt seine Eigentemperatur unter dem Einfluss des kalten Wassers und der Tod tritt bei viel mässigerer Abkühlung ein. Hier ein Beispiel: Ein dem Hunger ausgesetzter Hund mit anfänglichem Gewicht von 4390 g wurde 2 mal in 32400 cem thauenden Schneewassers jedesmal 20 Min. lang abgekühlt.

Am 3. Hungertage bei

$38,3^{\circ}$ in recto (Gewichtsverl. 5,24 pCt.) Sinken d. T. um $8,3^{\circ}$
am 6. Hungertage bei

$38,3^{\circ}$ in recto (Gewichtsverl. 13,44 pCt.) Sinken d. T. um $10,8^{\circ}$. Er starb nach einigen Minuten bei allmählichem Sinken der Temp. bis 24° C. in recto. Ein anderer hungernder Hund, mit anfänglichem Gewicht von 5690 g, wurde am 7 Hungertage im Verlauf von 25 Min. in 32400 cem thauenden Schneewassers abgekühlt; die Temp. in recto sank auf 13° niedriger als vorher; das Thier starb (am 7. Hungertage), nachdem es nur 22,42 pCt. an Gewicht verloren hatte. Somit konnten die hungernden Hunde nicht einmal ein Sinken der Temp. bis 24° C. ertragen.

Ganz anders verhält es sich, wenn wiederholte Abkühlungen an normal genährten Thieren ausgeführt werden. Hiebei erhalten wir dieselben Resultate, wie bei wiederholtem Erwärmen normaler Thiere. Das Thier acclimatisirt sich gewissermaassen und bemüht sich, der Abkühlung zu widerstehen, so dass mit jeder folgenden Abkühlung das Sinken der Temp. immer schwächer wird, wie das an folgenden Beispielen zu sehen ist:

Thiergattung. Versuchstag.	Gewicht der Thiere in g.	Grad der Abkühlung im Verlauf von 10 Min. in 32400 ccm Wasser von 5° C.
1) No. 12. Erwachsener Hund.		
Am 1. Tage	9150	2,4
- 3. -	9040	2,2
- 5. -	9000	0,9
2) No. 13. Erwachsener Hund.		
Am 1. Tage	7000	5,2
- 2. -	6920	4,2
- 6. -	7110	3,2
3) No. 14. Erwachsener Hund.		
Am 1. Tage	4610	3,0
- 2. -	4650	1,9
- 4. -	4670	1,2
4) No. 17. Junger Hund.		
Am 1. Tage	6240	7,7
- 4. -	6170	5,9
- 6. -	6120	4,6
5) No. 18. Junger Hund.		Grad der Abkühlung im Verlauf von 10 Min. in 18000 ccm Wasser bei 5,6° C.
Am 1. Tage	4940	4,2
- 2. -	4920	2,8
- 3. -	4890	2,6

Die calorimetrischen Messungen¹⁾ an Thieren (in der folgenden Tabelle angeführt) zeigten, dass die Accomodation des thierischen Organismus an die wiederholte Kältewirkung hauptsächlich in der progressiv zunehmenden Wärmeproduction bestehe, wobei der Wärmeverlust bei erwachsenen Thieren in Folge wiederholter Abkühlungen abnimmt (No. 12, 13, 14), bei jungen Thieren im Gegentheil sogar ein wenig zunimmt (No. 17, 18). Dieser Wärmeverlust aber wird sowohl bei jungen als auch bei alten Thieren immer reichlicher durch erhöhte Wärmeproduction ersetzt.

¹⁾ Die calorimetrischen Messungen in meinen Versuchen sind zwar nicht völlig genau im Sinne von absoluten Ziffern, vollständig überzeugend aber im Sinne von vergleichenden Versuchen, da die Bedingungen ihrer Ausführung dieselben waren, d. h. bei derselben Wassertemperatur der Calorimeter, bei derselben Quantität des Wassers und derselben Lufttemperatur. Als Calorimeter diente uns ein Zinkgefäß, das in Matten eingewickelt und bis zu einer bestimmten Höhe mit Wasser gefüllt war. Die Zinkmasse ist bei der Berechnung auf das entsprechende Gewicht des Wassers gemäss der specifischen Wärmecapacität übergeführt.

Thiergattung. Versuchstag. Gewicht in g ¹⁾ .	Summarische Quantität der Calorien, die 1 g Körpers in 10 Min. dem Calorimeter abgiebt.	Die Quantität der Calorien, die 1 g des Körpers in 10 Min. verliert, d. h. das Sinken der Temp. des Körpers während des Versuches, durch Calorien ausgedrückt.	Quantität der Calorien, die 1 g des Körpers in 10 Minuten entwickelt.
1) No. 12. Erwachsener Hund. Am 1. Tage 9150 - 3. - 9040 - 5. - 9000	7,160 6,884 5,823	1,992 1,826 0,747	5,168 5,058 5,076
2) No. 13. Erwachsener Hund. Am 1. Tage 7000 - 2. - 6920 - 6. - 7110	8,891 8,506 8,279	4,316 3,486 2,656	4,575 5,020 5,623
3) No. 14. Erwachsener Hund. Am 1. Tage 4610 - 2. - 4650 - 4. - 4670	8,527 7,747 7,716	2,49 1,577 0,996	6,037 6,170 6,720
4) No. 17. Junger Hund. Am 1. Tage 6240 - 4. - 6170 - 6. - 6120	10,499 10,618 10,704	6,391 4,897 3,818	4,108 8,721 6,886
5) No. 18. Junger Hund. Am 1. Tage 4940 - 2. - 4920 - 3. - 4890	7,565 7,598 7,644	3,486 2,324 2,158	4,079 5,274 5,486

Bei Thieren jedoch, deren Ernährungszustand mangelhaft ist, tritt keine Accommodation bei wiederholten Abkühlungen ein, wie wir das auch bei dem Erwärmungsprozess hungernder Thiere gesehen haben. Hier die Tafel:

Thiergattung. Versuchstag. Gewicht in g.	Summarische Quantität, die 1 g des Körpers in 10 Min. dem Calorimeter abgiebt.	Die Quantität der Calorien, die 1 g des Körpers in 10 Min. verliert.	Die Quantität der Calorien, die 1 g d. Körpers in 10 M. entwickelt.	Bemerkungen.
1) No. 15. Hund. Am 1. Tage 3900 - 2. - 3840 - 4. - 3750	11,729 10,237 10,483	5,664 5,727 5,727	6,085 4,510 4,756	Quantität d. Wassers im Calorimeter 32400 ccm Temp. 5° C.
2) No. 18. Junger Hund. Am 1. Tage 4660 - 2. - 4620 - 3. - 4520	6,016 6,877 6,202	2,49 2,656 2,739	3,526 4,221 3,463	18000 ccm Wasser, Temp. 6,5° C.

¹⁾ Die Quantität des Wassers im Calorimeter in den 4 ersten Versuchen war 32400 Cm., die Temp. 5° C., in dem 5. Versuche 18000 Cm., die Temp. 5° C.

Der Hund No. 15 wurde vor dem Versuch im Verlauf von 4—5 Tagen fast ohne Nahrung gehalten; während des Versuchs bekam er eine Nahrung, die sehr arm an Eiweiss und Fett war. Der Hund No. 18, der schon Abkühlungsversuchen unterworfen war (siehe oben), hungrte in letzterem Falle 2 Tage lang vor dem Versuch; während des Versuches erhielt er dieselbe Nahrung wie No. 15.

Das Herzfleisch und die quergestreiften Muskeln, die Leber und die Nieren der nach der Abkühlung gestorbenen oder mittelst eines Stiches in das verlängerte Mark getöteten Thiere wurden mikroskopisch untersucht.

Bei einem Hunde, der im Verlauf von 40 Min. bis 34,5° C. in recto abgekühlt und darauf sofort getötet worden war, sah man die Capillargefässer der Leber und die Gefässer der Malpighi'schen Körper stellenweise mit Blutkörperchen überfüllt; in der Leber fanden sich ausserdem noch leicht gequollene und körnige Zellen. Bei einem anderen Hunde, der im Verlauf von 85 Min. bis 27,9° C. abgekühlt und gleichfalls getötet worden war, bemerkte man eine Blutüberfüllung einzelner Capillargefässer der Leber und der Gefässer der Malpighischen Körper; in der Leber waren die Zellen stellenweise gequollen, ihre Contouren abgerundet, das Protoplasma stark körnig; in den Nieren bemerkte man eine schwache Trübung des Epithels der gewundenen Kanälchen.

Bei einem Hunde, der im Verlauf von 150 Min. bis 18,3° C. abgekühlt und am folgenden Tage bei normaler Körpertemperatur getötet worden war, hatte die grösste Zahl der Leberzellen eine polygonale Form, nur hin und wieder waren die Contouren abgerundet und das Protoplasma körnig; in den Nieren aber war das Epithel der gewundenen Kanälchen stark körnig. Bei einem anderen Hunde, der im Verlauf von 196 Min. bis 17° C. abgekühlt und nach einer Stunde und 40 Min. in einem kalten Zimmer (circa 6°) bei allmählichem Sinken der Temp. bis auf 13,5° C. gestorben war, fand man Folgendes: stellenweise Trübung der Muskelfasern des Herzens und der Extremitäten; die Contouren der Leberzellen abgerundet und das Protoplasma stark körnig; die Capillaren der Leber stellenweise mit Blutkörperchen überfüllt; das Epithel der Malpighischen Körper stark körnig und die Gefässer mit Blut überfüllt. Bei einem Kaninchen, das während einer Abkühlung von 73 Min. Dauer beim Sinken der Eigentemperatur bis auf 15,6° in

recto gestorben war, fanden sich dieselben Veränderungen, wie bei dem vorhergehenden Hunde, nur mit dem Unterschiede, dass die Muskeln des Herzens und der Extremitäten ihren quergestreiften Charakter bewahrt hatten.

Aus diesem Resultate der mikroskopischen Untersuchungen geht offenbar hervor, dass die Hauptveränderungen unter dem Einfluss hochgradiger Abkühlung in der Leber anzutreffen und verschieden ausgeprägt sind: bei einem Thiere, das in Folge der Abkühlung gestorben, ist die Alteration stärker ausgeprägt, als bei einem während der Abkühlung getöteten Thiere. Bei einem sehr stark abgekühlten Thiere, das dennoch am Leben geblieben ist und erst am folgenden Tage getötet wird, ist die Leberalteration sehr unbedeutend. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass sich die Veränderungen in den Leberzellen proportional dem Grade der Abkühlung verhalten, und dass sie leicht verschwinden, wenn nur das Thier die Abkühlung überlebt.

III.

Gehen wir jetzt zu den Abkühlungsversuchen an vorher erwärmten Thieren über.

Schon a priori lässt sich erwarten, dass wenn ein Thier, das vorher bis zu einem bestimmten Grade erwärmt worden war, im kalten Wasser gehalten wird, das stärker erwärmte Thier in jeder Zeiteinheit mehr Wärme an das Wasser abgeben wird, als das weniger erwärmte, in Folge des grösseren Unterschiedes zwischen der Temp. des Wassers und derjenigen des Thieres. Dazu kommt noch, dass bei mehr erwärmten Thieren die Haut stärker hyperämisch ist, und somit die Peripherie eines solchen Thieres mehr zur Abgabe fähige Wärme enthält als ein weniger erwärmtes. Die folgenden Versuche bestätigen dies:

Thiergattung. Versuchstag. Gewicht in g.	Temp. des Thieres vor der Ab- kühlung.	Quantität des abkühlenden Wassers, seine Temperatur.	Zeitdauer der Ab- kühlung in Minut.	Temp. des Thie- res in recto nach Entfernung aus dem Wasser.
1) No. 7. Kaninchen. Am 1. Tage 1270 - 6. - 1117	41,5	5000 ccm 2°	4	34,6° C.
	41,1	5000 ccm 2°	4	34,7
2) No. 4. Kaninchen. Am 1. Tage 1420 - 3. - 1400	42,3	26400 ccm 2,2°	10	29,8
	42,7	26400 ccm 2,2°	10	27,2

Thiere, die einer kurzen und nicht hochgradigen Erwärmung (bis 42,5°) in der Luftkammer und darauf der Abkühlung in kaltem Wasser ausgesetzt waren, erwärmtten sich bei wiederholter Erwärmung am folgenden Tage in derselben Luftkammer weniger rasch, als vorher, wie wir das an den Erwärmungsversuchen der Thiere auch ohne folgende Abkühlung gesehen haben. Bei den gegenwärtigen Versuchen tritt die Accomodation der Thiere an die erwärmte Luft sogar besser ein als bei den Thieren, die nur der Erwärmung unterworfen worden. Hier die Tafel der Versuche mit wiederholter Erwärmung bei folgender Abkühlung:

Thiergattung. Versuchstag. Gewicht in g.	Dauer der Erwärmung in der Luftkammer in Min. bei 40°.	Grad der Steigerung d. Körpertemperat. in 1 Min.	Bemerkungen.
1) No. 1. Jünger Hund. Am 1. Tage 2240 - 2. - 2240	35	0,08°	Nach Entfernung aus d. Luftkammer, bei der ersten Erwärmung, b. auf 29° C. (in recto) abgekühlt.
	35	0,066	
2) No. 5. Erwachs. Hund. Am 1. Tage 5870 - 2. - 5920 - 3. - 5820	40	0,085	Nach Entfernung aus d. Luftkammer abgekühlt: bei der ersten Erwärmung bis auf 29,8° C., bei der zweiten bis auf 31° C.
	40	0,055	
	40	0,038	
3) No. 19. Erwachs. Hund. Am 1. Tage 6050 - 2. - 6090 - 3. - 6040 - 4. - 6000	30	0,08	Nach Entfernung aus der Luftkammer abgekühlt: bei der ersten Erwärmung bis auf 36,5, bei der zweiten bis auf 37° C., bei der dritten bis auf 37,2° C.
	30	0,05	
	30	0,043	
	30	0,043	

Es ist bemerkenswerth, dass diejenigen Thiere, die vor jeder wiederholten Abkühlung erwärmt wurden, nicht die Fähigkeit gewannen, der Abkühlung zu widerstehen, wie das bei gut genährten Thieren bei wiederholter Abkühlung der Fall ist. Man beobachtete im Gegentheil das Umgekehrte, nehmlich wenn die Abkühlung mit vorhergehender Erwärmung an einem und demselben Thiere oft wiederholt wird (nach einigen Stunden oder über einen Tag), so tritt endlich der Moment ein, wo das Thier nicht einmal die allerge ringste Abkühlung zu ertragen im Stande ist. Hierin erinnern uns die Thiere, die wiederholten Abkühlungen nach vorhergehender Erwärmung unterworfen worden, an das, was schon von hungernden Thieren hinsichtlich wiederholter Abkühlungen bekannt ist. Das ersieht man aus den folgenden Beispielen, bei denen den Thieren die Quantität des Futters freigestellt wurde: Ein junger Hund von

2400 g Gewicht wurde im Verlauf von 6 Tagen 7 mal erwärmt und abgekühlt, wobei die letzte Abkühlung $31,2^{\circ}$ erreichte; er konnte in gewöhnlicher Luft seine normale Temperatur nicht wieder erlangen, sondern im Gegentheil seine Eigentemperatur sank immer mehr und mehr und er starb, als dieselbe $24,8^{\circ}$ erreicht hatte. Das Gewicht des Hundes vor dem letzten Versuche war gleich 1800 g (in 7 Tagen 25 pCt. Verlust). Eine Hündin, 5580 g an Gewicht, wurde im Verlauf von 3 Tagen 6 mal erwärmt und abgekühlt und starb in Folge der letzten Abkühlung bis $24,8^{\circ}$. Das Gewicht des Thieres vor dem letzten Versuche war gleich 5520 (in 3 Tagen 1,075 pCt. Verlust). Eine Hündin von 5870 g Gewicht wurde im Verlauf von 5 Tagen 7 mal erwärmt und abgekühlt, starb in Folge der letzten Abkühlung, welche bis 25° ging. Das Gewicht vor dem letzten Versuche war gleich 5690 (in 5 Tagen 3,066 pCt. Verlust). Ein Hund von 6240 g Gewicht wurde im Verlauf von 16 Tagen 24 mal erwärmt und abgekühlt und starb in Folge der letzten Abkühlung bis 28° . Das Gewicht war vor dem letzten Versuche gleich 5020 g (in 16 Tagen 19,55 pCt. Verlust). Wenn auch in allen diesen Fällen ein Hungerzustand bemerkt wurde, denn die Thiere verloren an Gewicht ungeachtet der ihnen reichlich gebotenen Nahrung, so war der Hungerzustand doch nur in 2 Fällen stark ausgeprägt, wo nehmlich der Gewichtsverlust während des Versuches 19,5 pCt. — 25 pCt. erreichte. In den beiden anderen Fällen war der Gewichtsverlust so gering (1 pCt. — 3 pCt.), dass man ihn vollständig ignoriren kann. Man muss auf Grund der letzten beiden Fälle voraussetzen, dass das wiederholte Abkühlen vorher erwärmter Thiere schon an und für sich, ohne Einwirkung des Hungerzustandes, die Resistenzfähigkeit des Körpers gegen die Abkühlung schwächt. Mit Ausnahme dieses letzten Moments sind alle übrigen Veränderungen im Thierorganismus in diesem Falle unbedeutend. So bemerkte man bei Thieren, die nach vorhergehender Erwärmung bis 43° C., bis 27° oder 24° C. abgekühlt wurden, weder Albuminurie noch Fieber, sondern nur einen Gewichtsverlust, bei einigen auch Durchfall oder Verstopfung.

Mikroskopisch wurden auch bei diesen Thieren die Muskeln des Herzens und der Extremitäten, der Leber und Nieren untersucht und beobachtete ich dabei Folgendes: Bei einem Hunde, der bis $41,5^{\circ}$ erwärmt und bis 35° abgekühlt und gleich darauf vermittelst eines

Stiches in das verlängerte Mark getötet worden war, hatten die Leberzellen ihre polygonale Form meistentheils beibehalten, nur stellenweise fanden sich Zellen, deren Protoplasma trübe und körnig war; stellenweise waren die Lebercapillaren mit Blutkörperchen überfüllt; in einigen gewundenen Nierenkanälchen war das Epithel stark körnig. Bei einem Kaninchen, das zuerst bis $42,5^{\circ}$ erwärmt, hernach bis 36° abgekühlt, und am 3. Tage getötet worden war, fanden sich in der Leber Zellen mit feinkörnigem Protoplasma; das Epithel der Nierenkanälchen war körnig. Bei einem Kaninchen, das in 27 Tagen 5 mal abgekühlt worden war und zwar bis $31,4^{\circ}$ — $31,5^{\circ}$ — $33,5^{\circ}$ — $33,5^{\circ}$ — 32° (erwärmte es bis $40,2^{\circ}$ — $41,2^{\circ}$ — $41,5^{\circ}$ — $41,1^{\circ}$ — $41,9^{\circ}$), und das am dritten Tage nach der letzten Abkühlung getötet war, fanden sich in der Leber stark körnige Zellen mit tropfenähnlichen Körperchen¹⁾, die weder auf Alkohol noch Aether noch Essigsäure reagirten. Das Epithel der Nierenkanälchen war körnig und an vielen Stellen waren die Grenzen der Zellen unkenntlich. Bei einem Kaninchen, das im Verlauf von 4 Tagen 4 mal der Abkühlung unterworfen worden war (nachdem es vorher bis $42,3^{\circ}$ — $39,8^{\circ}$ — $42,7^{\circ}$ — $40,9^{\circ}$ erwärmt war), und zwar bis $29,8^{\circ}$ — $32,2^{\circ}$ — $27,2^{\circ}$ — $28,5^{\circ}$, und das nach der letzten Abkühlung bei allmählichem Sinken der Temperatur gestorben war, fand man, dass die Herzmuskeln ihren quergestreiften Charakter stellenweise eingebüßt hatten und dass sich statt dessen punctirte Linien vorfanden; in der Leber waren die Zellen meistentheils gequollen, ihre Contouren rund, auch fanden sich Zellen mit stark körnigem Protoplasma und mit dem obenerwähnten glänzenden runden Körperchen; das Epithel der gewundenen Nierenkanälchen war stellenweise stark körnig; in der Leber waren einige Capillaren, in den Nieren die Gefässe der Malpighischen Körper mit Blutkörperchen überfüllt. Bei den 4 oben erwähnten Hunden, die nach vorhergehenden Erwärmungen mehrere Mal abgekühlt und bei allmählichem Sinken der Temperatur während ihres Aufenthaltes in gewöhnlicher Luft gestorben waren, war der quergestreifte Charakter der Muskelfasern des Herzens stellenweise durch die eben erwähnten punctirten Linien ersetzt; zwischen diesen Punkten fanden sich auch hin und

¹⁾ Solche runde Körperchen fand ich überhaupt im Leber- und Nierengewebe hungernder Thiere.

wieder ebensolche glänzende runde Körperchen, deren wir bereits oben erwähnt haben; in der Leber waren die Zellen meistentheils abgerundet, ihr Protoplasma körnig, mit glänzenden runden Körperchen; dasselbe konnte man auch stellenweise im Epithel der gewundenen Kanälchen bemerken. Ausserdem waren in der Leber die kleineren Gefässe der Malpighischen Körper stellenweise mit Blut überfüllt.

Somit stellt sich also heraus, dass die Abkühlung vorher erwärmter Thiere, die folglich eine stark hyperämische Haut besitzen, durchaus keine stärker ausgeprägten functionellen oder pathologisch-anatomischen Veränderungen im Vergleich mit der einfachen Abkühlung hervorruft, mit Ausnahme vielleicht der Veränderung der Resistenzfähigkeit des Organismus gegen Abkühlung und Entwicklung der glänzenden runden Körperchen, die bei einfacher Abkühlung nicht beobachtet wurden. Ich muss aber bemerken, dass bei den Abkühlungsversuchen ohne vorhergehende Erwärmung, die Abkühlungen nicht so zahlreich und nicht so häufig waren.

Jedenfalls ist aus meinen Versuchen ersichtlich, dass reicher Zufluss von abgekühltem Blut zu den inneren Organen, selbst wenn die Abkühlung des Blutes sehr bedeutend ist, nicht diejenigen Folgen hervorruft, die ihm von vielen Gelehrten zugeschrieben werden.

IV.

Um mich aber von dieser letzten Schlussfolgerung noch mehr zu überzeugen, stellte ich eine Reihe von Versuchen mit direkter Abkühlung der inneren Organe an. Zu diesem Zwecke machte ich in der Mittellinie des Bauches einen kleinen Einschnitt und nachdem das Bauchfell zerschnitten war, führte ich in die Bauchhöhle durch ein ziemlich langes Glasrohr eine kalte Lösung (1 bis 7° C.) von NaCl (0,7 pCt.) in grosser Menge ein, so jedoch, dass sie ungehindert aus der Bauchhöhle abfliessen konnte. Indem nun diese chemisch indifferente, aber stark abkühlende Flüssigkeit in der Bauchhöhle circulirte, rief sie einen sehr schnellen Temperaturwechsel der inneren Organe hervor, weil die Kälte in diesem Falle direct auf das Gewebe wirkte. Diese Art der Abkühlung versuchte ich sowohl an normalen, wie auch an erwärmten Thieren. Hier die Tabelle:

Abkühlung durch die Bauchhöhle, ohne vorhergehende Erwärmung.

Thiergattung. Gewicht in g. Versuchstag.	Temp. in °C. vor d. Versuch.	Quantität des eingeführten Wassers, seine Temp.	Dauer der Ein- führung in Min.	Grad der Abkühlung.	Temp. in recto. Die Zeit wird von Ende der Einspritzung be- rechnet. Nach dem Versuche blieben die Thiere in gewöhn- licher Luft.
1) No. 20. Hund. 9410 Ders. am 17. Tage 9508	38,5 38,4	2420 6 2120 2	10 9	1,0 (37,5) 1,5 (36,9)	Nach 30 Min. T. 38,5° C. - 30 - - 37,7 - - 2 Std. - 38,3 -
2) No. 21. Hund. 7750	39	2300 4,5	15	5,8 (33,2)	270 ccm blieben in der Bauch- höhle; nach 1 St. 18 Min. stieg die Temp. bis 36,3; getötet.
3) No. 22. Hund. 4480	39,1	2460 2	14	9,8 (29,3)	Nach 60 Min. stieg die T. bis 36,9. - 90 - - - - 37,5. - 150 - - - - 38,3.
4) No. 23. Hund. 4070	39,5	2600 5	16	3,8 (35,7)	Nach 30 Min. stieg die T. bis 38,7. - 1 Std. - - - - 39,5.
5) No. 24. Hund. 2536 Ders. am 19. Tage 2134	39 38	1800 3 1720 2	6 8	2,4 (36,6) 7 (31)	Nach 30 Min. T. 37,5. - 60 - - 39. Nach 30 Min. T. 34,2. - 2 Std. 25 Min. T. 38.
6) No. 8. Kaninch. 1334	38,4	1980 6	10	12,8 (25,6)	Nach 70 Min. T. 26,5.

Abkühlung durch die Bauchhöhle vorher erwärmer Thiere.

Thiergattung. Gewicht in g. Versuchstag.	Grad d. Erwä- rmung i. d. Luft.	Quantität des eingeführten Wassers, seine Temp.	Dauer der Ein- führung in Min.	Grad der Abkühlung der Temp. in recto.	Temp. in recto. Die Zeit wird von Ende der Einspritzung be- rechnet. Nach dem Versuche blieben die Thiere in gewöhn- licher Luft.
1) No. 25. Hund. 9410	2,9	3800 6	20	6,3 (35)	Zu Ende des Versuchs getötet.
2) No. 26. - 8410	2,8	2600 1	10	8,2 (32,6)	Nach 60 Min. T. 37,4°; - 2 Std. T. 38,4.
3) No. 27. - 7900	4,7	3350 4	18	13,4 (30)	- 2 Std. 25 Min. T. 38,4.
4) No. 28. - 6680 Ders. am 15. Tage 5390	2,7 0,3	2460 2 3060 4	10 15	6,6 (34,8) 11,7 (27,2)	- 30 Min. T. 38,5. - 1 Std. 50 Min. T. 37,4.
- - 29. - 5360	1,5	3000 7	10	8,9 (31,2)	- 50 Min. T. 38,3.
- - 39. - 5000	1,4	2200 7	10	7,9 (32,5)	- 50 Min. T. 38.
5) No. 9. Kaninch. 1417	3,4	1030 2	6	9,5 (32,6)	- 3 Std. 42 Min. T. 37,2.

Auf diese Art der Abkühlung reagirten die Thiere ebenso, wie auf die vorhergehenden Versuche, nur zuweilen traten rasch vorübergehende Albuminurie (2—3 Tage), Verstopfungen oder Durchfälle ein; Fieber wurde nicht beobachtet.

Alle eben angeführten Thiere, mit Ausnahme zweier, die gleich nach der Abkühlung getötet worden, erholten sich und wurden

erst hernach getötet, um das Gewebe mikroskopisch zu untersuchen, wobei besonders die Muskeln des Herzens und die anderen quer-gestreiften Muskeln, die Leber und Nieren berücksichtigt wurden.

Die pathologisch-anatomischen Veränderungen waren analog denjenigen, die sich bei den durch die Haut abgekühlten Thieren vorfanden, und entsprachen dem Grade der Abkühlung. Die Veränderungen waren durchaus nicht intensiver als die früheren, wenn auch die Temp. einiger inneren Organe tiefer sank als bei den vorhergehenden.

Auf Grund meiner Versuche erlaube ich mir folgende Schlüsse zu machen:

1) Bei Thieren einer und derselben Gattung ist auf den Temperaturwechsel des Körpers beim künstlichen Erwärmen oder Abkühlen das Alter des Thieres von Bedeutung, die Körpergrösse spielt dabei keine entscheidende Rolle.

2) Normal genährte Thiere gewöhnen sich immer mehr und mehr sowohl an das wiederholte Abkühlen, als auch an das wiederholte Erwärmung und behaupten hartnäckiger ihre normale Eigen-temperatur: bei hungernden Thieren ist eher das Umgekehrte der Fall. Hungernde Thiere sterben schon bei einem viel geringeren Grade der Abkühlung.

3) Bei wiederholter Erwärmung und darauf folgender Abkühlung der Thiere gewöhnen sich dieselben, ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Erwärmung zu entwickeln, was betreffs der Abkühlung nicht zu bemerken ist. Im Gegentheil, solche Thiere sterben in Folge von Abkühlung viel schneller und ohne dass ihre Temperatur hiebei tief unter das Niveau fiele.

4) Die Abkühlung der Thiere vermittelst Einführung einer Lösung von NaCl (0,7 pCt.) in die Bauchhöhle unterscheidet sich im Wesentlichen gar nicht von der Hautabkühlung.

5) Die pathologisch-anatomischen Veränderungen der Muskeln, der Leber und Nieren tragen bei der Erwärmung und Abkühlung der Thiere und auch bei den combinierten Versuchen einen parenchymatösen Charakter an sich, mit Ueberfüllung einzelner Capillaren mit Blutkörperchen (Stasis). Diese Veränderungen sind um so deutlicher ausgeprägt, je mehr die Temp. von der normalen abweicht, in welcher Richtung es auch immer sei, und auch je zahlreicher die Wiederholung dieser Abweichung ist.

6) Die rasche Abkühlung der inneren Organe hat bei ihnen so wenig Störungen zur Folge, dass Rosenthal's Theorie nicht ausreichend ist zur Erklärung der gewöhnlichen Erkältungskrankheiten beim Menschen^{1).}

XIX.

Weitere Untersuchungen über die „*Rhinitis chronica atrophica foetida*“ (Ozaena simplex).

Von Dr. med. Eugen Fraenkel,
pract. Arzt und Prosector.

Nachdem uns die letzten Jahre in der Erkenntniss derjenigen Erkrankungen, welche man bislang unter dem Sammelnamen der Ozaena zu begreifen pflegte, wesentlich gefördert und uns an der Hand klinischer Beobachtungen, wie insbesondere anatomischer Befunde davon überzeugt haben, dass von den mit Ulcerationen der Nasenschleimhaut oder Zerstörungen des knöchernen Nasengerüsts einhergehenden, von Fötör begleiteten Affectionen der Nase eine andere Krankheitsgruppe scharf getrennt werden müsse, welche, unabhängig von Geschwürsbildung an der Mucosa und ohne Läsion des knöchernen Nasengerüsts irgend welcher Art, als chronisch entzündlicher, in seinen Endstadien zur Atrophie der Schleimhaut sowohl als der Muscheln und demgemäß zur Erweiterung der Nasenhöhle führender, gleichfalls von Fötör begleiteter Prozess aufgefasst werden muss, erschien es nicht unangebracht, dieser letzteren, anatomisch und klinisch gleich gut charakterisierten, durchaus eigenartigen Erkrankung auch nach der experimentellen Seite hin etwas näher zu treten, um so vielleicht in ätiologischer und prophylactischer Beziehung neue Anhaltspunkte zu gewinnen. Von

¹⁾ Meine Versuche über das Wesen der Erkältung begann ich im Laboratorium für experimentelle Pathologie auf Vorschlag des Herrn Prof. L. Popoff, der das Laboratorium zeitweilig verwaltete. Die grösste Anzahl der Versuche aber führte ich unter Anleitung des Herrn Prof. Paschutin aus. Ich halte es daher für meine Pflicht, beiden genannten Herren Professoren meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.