Studien über den Energiewechsel und die Blutveränderungen bei eingeschränkter Atemfläche.

II.

Veränderung der Blutkonzentration bei eingeschränkter Atemfläche.

Von

Jusaburo Yoshida.

(吉田重三郎)

(Aus der Medizinischen Klinik von Prof. Dr. T. Kato an der
Kaiserlichen Universität zu Sendai.)

In der ersten Mitteilung habe ich¹⁾ bemerkt, dass Beschränkung der Atemfläche auf den Gasaustausch Einfluss ausübt. Dass Gas- und Wasseraustausch in innigem Zusammenhang miteinander stehen, das kann man auch aus der Betrachtung der Beziehungen der Lunge zum Wasseraustausch erkennen. Und weil die Lunge, wie die Leber, mit einem grossen Gefässsystem durchsetzt ist, das viel Blut enthält, kann man sich vorstellen, dass Kompression oder Bewegungsbeschränkung der Lunge auf die Wasserverschiebung im Blute irgendwie einwirkt. In der diesbezüglichen Literatur wird nichts Genaueres darüber berichtet, welchen Einfluss die beschränkte Atemfläche auf den Wasseraustausch ausübt. Deshalb habe ich in dieser Mitteilung bei normalen Tieren sowie bei solchen, die durch Nieren- bzw. Vornierengifte vergiftet waren und schon gestörten Wasseraustausch zwischen Gewebe und Blut bzw. Blut und Niere aufwiesen, diese Frage behandelt.

Methodik.

Zum Experiment habe ich Kaninchen verwendet. Über die die Einschränkung der Atemfläche betreffende Methodik habe ich schon in der ersten Mitteilung¹⁾ ausführlich gesprochen: Eine der Methoden ist Injektion von flüssigem Paraffin in die einseitige Pleu-

1) Yoshida, Tohoku Journ. Exp. Med., 1929, 15, 385.

rahöhle, die andere die Einschiebung einer Kanüle in den einseitigen Hauptbronchus zur Ausschaltung der anderen ganzen Lunge von der Atmung.

Zuerst habe ich, gleich nachdem ich das Blut der Kontrolle erhalten hatte, die Atemfläche lege artis beschränkt und dann je nach 1, 5, 10, 20, 30, 60, 90 und 120 Minuten mit der Tuberkulinspritze aus den beiderseitigen A. femoralis Blut entnommen, und zwar aus jeder 0,7–0,8 ccm. Von dem auf diese Weise entnommenen Blut habe ich den Hämoglobingehalt mit dem Fleischl-Miescherschen Hämometer, den Serumeiweissgehalt mit dem Pulfrichschen Eintauchrefraktometer und den Serumkochsalzgehalt nach der Rusznayákschen²⁾ Methode bestimmt.

In diesem Experiment habe ich, wie oben erwähnt, jedesmal nur die geringe Menge Blut (0,7–0,8 ccm) entnommen, um Anämie bei den Tieren möglichst zu vermeiden. Da aber nach der Art dieses Experiments die ganze Menge des neunmal entnommenen Bluts eines Tiers ca. 6–7 ccm beträgt, so fragt es sich, welchen Einfluss dies auf die Blutkonzentration ausübt. Ich habe zur Kontrolle 4 gesunden Kaninchen, in denselben Intervallen genau wie beim Hauptexperimente neunmal Blut entnommen und das Serumeiweiss-, Hämoglobin- und Serumkochsalzgehalt ermittelt. Wie in Tab. 1 und Fig. 1 gezeigt, tritt, wenn man die nur 0,7–0,8 ccm betragende Blutentnahme neunmal wiederholt hat, mässige Blutverdünnung ein, d. h. Eiweiss und Hämoglobin nehmen ab, ihre Kurven senken sich allmählich. Obwohl Hämoglobin und Serumeiweiss beide zusammen abnehmen, ist der Grad der Abnahme des ersteren grösser als der des letzteren. Dies wird wahrscheinlich dadurch hervorgerufen, dass mit der Zunahme der Anämie Bluteiweisskörper sich quantitativ und qualitativ verändern und auch die Permeabilität der Gefässwand für das Eiweiss u. a. sich verändert. Also jedenfalls verursacht die Wiederholung der Blutentnahme, mag sie auch an sich gering sein, unvermeidlich entsprechende Blutverdünnung, d. h. Abnahme des Hämoglobins und Serumeiweisses. Diese Tatsache zog ich bei der Ausführung des Hauptexperiments in Betracht.

Ausser der obigen Bestimmung habe ich noch das Gesamtblutvolum gemessen, um den Mechanismus der Blutveränderung zu untersuchen.

Zur Bestimmung des Gesamtblutvolums habe ich die Motekische³⁾ Modifikation von Feringa- und Crevelde'scher⁴⁾ Kongorotmethode angewandt. Die Hauptsache bei ihrer Abänderung besteht darin, dass man den Kontrollfarbstoff mit der das Plasma des Kaninchens enthaltenden, ca. 1%igen Stärkelösung und das den zu prüfenden Farbstoff enthaltende Plasma mit Aqua dest. verdünnt.

Als Störung des Wasseraustauschs hervorrufende Gift habe ich Uran und Cantharidin gewählt. Ich habe Kaninchen subkutan pro kg Körper-

2) Rusznayák, Biochem. Zeitschr., 1921, 114, 23.

3) Moteki, Nippon-Naika-Gakkai-Zasshi, 1925, 13, 121 (jap.).

4) Feringa und Creveld, Ref: Berichte über die ges. Physiol., 1922, 10, 246.

Tabelle 1.

Einfluss mehrmaliger Blutentnahme auf die Blutkonzentration.

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit der Blutentnahme (Min.)	Hämoglobin d. art. Blutes		Serumeiweiß d. art. Blutes		Serum-NaCl d. art. Blutes
			g/dl	Differenz in %	g/dl	Differenz in %	
1	2,200 ♀	0	12,24		5,858		0,670
		1	12,24	± 0	5,858	± 0	0,670
		5	11,96	-2,3	5,815	-0,7	0,670
		10	11,96	-2,3	5,771	-1,5	0,664
		20	11,66	-4,7	5,684	-3,0	0,664
		30	11,66	-4,7	5,684	-3,0	0,663
		60	11,66	-4,7	5,684	-3,0	0,675
		90	11,36	-7,2	5,442	-7,1	0,701
		120	11,08	-9,5	5,401	-7,8	0,704
2	1,950 ♂	0	12,52		5,837		0,620
		1	12,52	± 0	5,837	± 0	0,620
		5	12,24	-2,2	5,749	-1,5	0,614
		10	11,96	-4,5	5,706	-2,2	0,604
		20	11,66	-6,9	5,662	-3,0	0,575
		30	11,66	-6,9	5,531	-5,2	0,577
		60	11,50	-8,1	5,488	-6,0	0,579
		90	11,36	-9,3	5,466	-6,4	0,587
		120	11,36	-9,3	5,488	-6,0	0,597
3	2,100 ♀	0	11,96		5,728		0,534
		1	11,96	± 0	5,706	-0,4	0,534
		5	11,81	-1,3	5,684	-0,8	0,523
		10	11,66	-2,5	5,619	-1,9	0,523
		20	11,36	-5,0	5,531	-3,4	0,522
		30	11,22	-6,2	5,488	-4,2	0,514
		60	11,22	-6,2	5,488	-4,2	0,517
		90	10,94	-8,5	5,444	-6,7	0,534
		120	10,94	-8,5	5,379	-6,1	0,534
4	1,850 ♂	0	13,36		6,336		0,554
		1	13,36	± 0	6,336	± 0	0,552
		5	13,08	-2,1	6,314	-0,3	0,549
		10	12,80	-4,2	6,206	-2,1	0,553
		20	12,52	-6,3	6,120	-3,4	0,554
		30	12,38	-7,3	6,120	-3,4	0,547
		60	12,38	-7,3	5,902	-6,8	0,549
		90	12,24	-8,3	5,924	-6,5	0,565
		120	12,24	-8,3	5,858	-7,5	0,565

gewicht 0,5 ccm 5%igen Uranyl-nitrats resp. 0,5 ccm 0,1%igen Cantharidin injiziert; bei Urankaninchen habe ich nach ca. 40 Stunden, bei Cantharidinkaninchen nach ca. 20 Stunden den Harn untersucht und nur mit

genügend vergifteten Fällen experimentiert (Tab. 1 und Fig. 1).

Versuchsergebnisse.

1. Bei künstlichem Paraffinothorax.

(a) Versuch im gesunden Zustand.

Hierzu wurden 7 Versuche ausgeführt. Als ich nach Injektion von 16–18 ccm Paraffinum fluidum pro kg Körpergewicht in die rechte Pleurahöhle des Kaninchens den Hämoglobin-, Serumeiweiss- und Serumkochsalzgehalt des Bluts nach je 1, 5, 10, 20, 30, 60, 90 und 120 Minuten untersuchte, fand ich in allen Versuchen im grossen und ganzen gleiche Resultate (Tab. 2).

Tabelle 2.

Veränderung der Blutkonzentration durch Anlegen des Paraffinothorax bei normalen Kaninchen.

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit vor od. nach d. Operation (Min.)	Hämoglobin d. art. Blutes		Serumeiweiss d. art. Blutes		Serum-NaCl d. art. Blutes
			g/dl	Differenz in %	%	Differenz in %	g/dl
1	2,000 ♂	Vor	14,52		6,379		0,540
		Nach 1	15,36	+5,8	6,660	+4,4	0,545
		" 5	15,22	+4,8	6,445	+1,0	0,547
		" 10	14,80	+1,9	6,422	+0,6	0,545
		" 20	14,52	± 0	6,336	−0,7	0,543
		" 30	14,38	−1,0	6,271	−1,7	0,546
		" 60	14,28	−1,7	6,120	−4,1	0,547
		" 90	14,09	−3,0	6,120	−4,1	0,547
		" 120	13,94	−4,0	6,055	−5,1	0,548
2	1,950 ♂	Vor	13,08		5,379		0,620
		Nach 1	13,79	+5,4	5,575	+3,6	0,620
		" 5	13,50	+3,2	5,531	+2,8	0,618
		" 10	13,36	+2,1	5,466	+1,6	0,623
		" 20	13,22	+1,1	5,401	+0,4	0,623
		" 30	12,80	−2,1	5,248	−2,4	0,626
		" 60	12,66	−3,2	5,161	−4,1	0,629
		" 90	12,52	−4,3	5,117	−4,9	0,629
		" 120	12,38	−5,4	5,074	−5,7	0,631
3	2,200 ♀	Vor	14,52		5,989		0,590
		Nach 1	15,36	+5,8	6,164	+2,9	0,595
		" 5	15,08	+3,9	6,098	+1,8	0,595
		" 10	14,94	+2,9	5,967	−0,4	0,610
		" 20	14,52	± 0	5,946	−0,7	0,612
		" 30	14,38	−1,0	5,902	−1,5	0,615
		" 60	14,24	−1,9	5,858	−2,2	0,615
		" 90	14,08	−3,0	5,706	−4,7	0,617
		" 120	13,64	−6,1	5,553	−7,3	0,620

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit vor od. nach d. Operation (Min.)	Hämoglobin d. art. Blutes		Serumeiweiss d. art. Blutes		Serum- NaCl d. art. Blutes
			g/dl	Differenz in %	%	Differenz in %	g/dl
4	2,100 ♀	Vor	13,36		6,898		0,565
		Nach 1	14,09	+5,5	7,135	+3,4	0,570
		" 5	13,79	+3,2	7,070	+2,5	0,568
		" 10	13,64	+2,1	7,006	+1,6	0,568
		" 20	13,36	± 0	6,768	-1,9	0,569
		" 30	13,08	-2,1	6,660	-3,5	0,573
		" 60	12,94	-3,1	6,638	-3,8	0,575
		" 90	12,80	-4,2	6,574	-4,7	0,579
		" 120	12,52	-6,3	6,422	-6,9	0,583
5	2,000 ♀	Vor	12,24		5,858		0,665
		Nach 1	12,94	+5,7	6,033	+3,0	0,665
		" 5	12,80	+4,6	6,011	+2,6	0,667
		" 10	12,52	+2,3	5,967	+1,9	0,664
		" 20	12,38	+1,1	5,815	-0,8	0,664
		" 30	11,96	-2,3	5,684	-3,0	0,662
		" 60	11,82	-3,4	5,640	-3,7	0,675
		" 90	11,66	-4,7	5,553	-5,2	0,677
		" 120	11,36	-7,2	5,466	-6,7	0,679
6	2,500 ♂	Vor	13,64		5,793		0,514
		Nach 1	14,38	+5,4	5,902	+3,6	0,523
		" 5	14,24	+4,4	5,880	+1,5	0,523
		" 10	14,09	+3,3	5,837	+0,8	0,520
		" 20	13,79	+1,1	5,684	-1,9	0,521
		" 30	13,50	-1,0	5,640	-2,6	0,512
		" 60	13,36	-2,1	5,619	-3,0	0,520
		" 90	13,08	-4,1	5,531	-4,5	0,526
		" 120	12,80	-6,2	5,488	-5,3	0,527
7	2,150 ♂	Vor	12,52		5,837		0,617
		Nach 1	13,22	+5,6	5,989	+2,6	0,619
		" 5	13,08	+4,5	5,967	+2,2	0,621
		" 10	12,80	+2,2	5,924	+1,5	0,621
		" 20	12,66	+1,1	5,858	+0,4	0,615
		" 30	12,52	± 0	5,706	-2,2	0,615
		" 60	11,96	-4,5	5,531	-5,2	0,625
		" 90	11,66	-6,9	5,379	-7,8	0,627
		" 120	11,66	-6,9	5,422	-7,1	0,631

Kurz, künstlicher Paraffinothorax ruft sofort vorübergehende Zunahme des Hämoglobins und Serumeiweisses hervor, und der Grad des ersteren ist stärker als der des letzteren; das erstere kehrt während innerhalb 10–20 Minuten nach der

Beschränkung der Atemfläche und das letztere noch früher zum Anfangswert zurück. Und das Serunkochsalz nimmt nach der Injektion des Paraffins mehr oder weniger zu, der Grad hierbei ist jedoch sehr geringfügig.

(b) Versuch an Urankaninchen.

Nach der schon besprochenen Methode habe ich 5 Kaninchen Uranyl-nitrat injiziert und nach Injektion von Paraffinum fluidum an solchen mit

Tabelle 3.

Veränderung der Blutkonzentration durch Anlegen des Paraffinothorax bei Urankaninchen.

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit vor od. nach d. Operation (Min.)	Hämoglobin d. art. Blutes		Serumeiweiss d. art. Blutes		Serum-NaCl d. art. Blutes
			g/dl	Differenz in %	%	Differenz in %	g/dl
1	2,100 ♂	Vor	10,66		6,055		0,550
		Nach 1	11,36	+6,6	6,120	+1,1	0,557
		" 5	11,22	+5,3	6,098	+0,7	0,553
		" 10	10,94	+2,9	6,076	+0,3	0,554
		" 20	10,80	+1,3	6,055	± 0	0,554
		" 30	10,76	+0,9	5,967	-1,5	0,556
		" 60	10,52	-1,3	5,924	-2,2	0,558
		" 90	10,38	-2,6	5,858	-3,3	0,560
		" 120	10,24	-3,9	5,771	-4,7	0,560
2	2,650 ♂	Vor	12,52		5,967		0,580
		Nach 1	13,22	+5,6	6,055	+1,5	0,585
		" 5	13,08	+4,5	6,033	+1,1	0,580
		" 10	12,80	+2,2	6,011	+0,7	0,580
		" 20	12,80	+2,2	6,011	+0,7	0,580
		" 30	12,66	+1,1	5,967	± 0	0,583
		" 60	12,24	-2,2	5,814	-2,6	0,586
		" 90	12,10	-3,4	5,706	-4,4	0,588
		" 120	12,10	-3,4	5,684	-4,7	0,587
3	2,050 ♂	Vor	14,52		5,861		0,596
		Nach 1	15,36	+5,8	5,967	+1,8	0,601
		" 5	15,22	+4,8	5,924	+1,1	0,600
		" 10	15,08	+2,9	5,902	+0,7	0,605
		" 20	14,80	+1,9	5,861	± 0	0,610
		" 30	14,66	+1,0	5,861	± 0	0,610
		" 60	14,09	-3,9	5,597	-4,5	0,607
		" 90	14,09	-3,9	5,488	-4,7	0,610
		" 120	13,79	-5,9	5,466	-6,7	0,615
4	2,030 ♂	Vor	11,66		5,924		0,541
		Nach 1	12,38	+6,2	5,989	+1,1	0,545
		" 5	12,24	+5,0	5,967	+0,7	0,547
		" 10	12,24	+5,0	5,945	+0,4	0,545
		" 20	11,96	+2,6	5,945	+0,4	0,545
		" 30	11,81	+1,3	5,924	± 0	0,546
		" 60	11,36	-2,6	5,749	-3,0	0,549
		" 90	11,22	-3,8	5,684	-4,1	0,549
		" 120	10,94	-6,2	5,531	-6,6	0,553

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit vor od. nach d. Operation (Min.)	Hämoglobin d. art. Blutes		Serumeiweiss d. art. Blutes		Serum- NaCl d. art. Blutes
			g/dl	Differenz in %	%	Differenz in %	g/dl
5	1,870 ♂	Vor	13,36		6,055		0,572
		Nach 1	14,09	+5,5	6,228	+2,8	0,579
		5	13,94	+4,3	6,098	+0,7	0,579
		" 10	13,64	+2,1	6,076	+0,3	0,578
		" 20	13,50	+1,0	6,076	+0,3	0,576
		" 30	13,08	-2,1	5,837	-3,6	0,580
		" 60	12,94	-3,1	5,793	-4,3	0,582
		" 90	12,80	-4,2	5,771	-4,7	0,585
		" 120	12,52	-6,2	5,662	-6,5	0,589

deutlichen Symptomen der Vergiftung das Hämoglobin-, Serumeiweiss- und Serumkochsalzgehalt des Bluts zeitlich beobachtet (Tab. 3).

Bei der Übersicht der Tabelle kann man finden, dass die Veränderungen des Hämoglobin-, des Serumeiweiss- und des Serumkochsalzgehalts fast die gleiche Neigung haben, wenn sie auch quantitativ mehr oder weniger verschieden sind. Kurz, die Befunde an Urankaninchen sind denen an gesunden Kaninchen ähnlich, die Zunahme des Hämoglobins bei den ersteren aber ist stärker als die bei den letzteren und die des Serumeiweisses ist im Gegenteil geringer. Das vermehrte Hämoglobin kommt meist auch 30 Minuten noch nicht zum Anfangswert zurück, aber das ein wenig vermehrte Serumeiweiss kehrt während 10–20 Minuten nach und nach zum Anfangswert zurück.

(c) Versuch an Cantharidinkaninchen.

Lege artis injizierte ich 5 Kaninchen Cantharidin, und als Vergiftungssymptome deutlich wurden, entnahm ich das Blut; alles weitere ist ganz gleich wie bei (b). Die Resultate zeigen Tab. 4.

Aus der Tabelle geht hervor, dass bei den mit Paraffin injizierten Cantharidinkaninchen die Veränderungen des Hämoglobins, Serumeiweisses und Serumkochsalzes denen bei Urankaninchen ähnlich sind, nur dass die Zunahme des Hämoglobins bei jenen stärker als bei diesen, die Zunahme des Serumeiweisses aber bei jenen schwächer als bei Urankaninchen ist. Das Hämoglobin kommt meist noch nicht nach 30 Minuten, sondern erst nach 60 Minuten zum Anfangswert zurück. Das Serumeiweiss kehrt im allgemeinen nach 10–20 Minuten zum Anfangswert zurück.

Tabelle 4.

Veränderung der Blutkonzentration durch Anlegen des Paraffinothorax
bei Kantharidinkaninchen.

Nr.	Körper- gewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit der Blut- entnahme (Min.)	Hämoglobin d. art. Blutes		Serumeiweiss d. art. Blutes		Serum- NaCl d. art. Blutes
			g/dl	Differenz in %	%	Differenz in %	g/dl
1	2,100 ♂	Vor	12,24		5,684		0,497
		Nach 1	13,36	+9,2	5,771	+1,5	0,502
		" 5	13,08	+6,9	5,728	+0,7	0,502
		" 10	12,94	+5,7	5,706	+0,4	0,503
		" 20	12,52	+2,3	5,684	± 0	0,503
		" 30	12,38	+1,1	5,597	-1,5	0,506
		" 60	12,24	± 0	5,575	-1,9	0,505
		" 90	11,96	-2,3	5,422	-4,6	0,510
		" 120	11,68	-4,6	5,401	-5,0	0,513
2	1,970 ♂	Vor	12,80		5,749		0,521
		Nach 1	13,94	+8,9	5,815	+1,1	0,526
		" 5	13,64	+6,6	5,771	+0,4	0,526
		" 10	13,36	+4,4	5,771	+0,4	0,525
		" 20	13,22	+3,3	5,749	± 0	0,524
		" 30	13,08	+2,2	5,728	-0,4	0,524
		" 60	12,80	± 0	5,706	-0,7	0,525
		" 90	12,52	-2,2	5,575	-3,0	0,527
		" 120	12,24	-4,4	5,488	-4,5	0,528
3	2,300 ♀	Vor	13,64		5,902		0,513
		Nach 1	14,66	+7,5	5,967	+1,1	0,517
		" 5	14,52	+6,5	5,946	+0,7	0,516
		" 10	14,09	+3,3	5,924	+0,4	0,516
		" 20	13,94	+2,2	5,924	+0,4	0,516
		" 30	13,64	± 0	5,837	-1,1	0,517
		" 60	13,22	-3,1	5,771	-2,2	0,518
		" 120	13,22	-4,1	5,640	-3,7	0,519
4	2,170 ♂	Vor	12,94		5,728		0,527
		Nach 1	13,79	+6,6	5,815	+1,5	0,529
		" 5	13,64	+5,4	5,771	+0,8	0,528
		" 10	13,50	+4,3	5,749	+0,4	0,527
		" 20	13,36	+3,2	5,749	+0,4	0,527
		" 30	13,08	+1,1	5,728	± 0	0,528
		" 60	12,94	± 0	5,706	-0,4	0,529
		" 90	12,52	-3,2	5,510	-3,8	0,533
		" 120	12,24	-4,6	5,444	-5,0	0,539
5	2,070 ♀	Vor	12,52		5,488		0,546
		Nach 1	13,36	+6,7	5,553	+1,2	0,550
		" 5	13,22	+5,6	5,531	+0,8	0,549
		" 10	13,08	+4,5	5,510	+0,4	0,548
		" 20	12,80	+2,2	5,466	-0,4	0,547
		" 30	12,66	+1,1	5,466	-0,4	0,549
		" 60	12,38	-1,1	5,401	-1,6	0,551
		" 90	12,24	-2,2	5,335	-2,8	0,553
		" 120	11,81	-5,6	5,139	-6,4	0,556

2. Bei der Ausschaltung der einseitigen Lunge.

(a) Versuch im gesunden Zustand.

Ich habe eine Kanüle in den rechten Hauptbronchus der Kaninchen eingeführt und die linke Lunge aus der Atmung ausgeschaltet und dann den Hämoglobin-, den Serumeiweiss- und den Serumkochsalzgehalt nach je

Tabelle 5.

Veränderung der Blutkonzentration durch Ausschaltung einer Lunge
bei normalen Kaninchen.

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit der Blut- entnahme (Min.)	Hämoglobin d. art. Blutes		Serumeiweiss d. art. Blutes		Serum- NaCl d. art. Blutes
			g/dl	Differenz in %	%	Differenz in %	g/dl
1	2,150 ♀	Vor	13,64		5,335		0,513
		Nach 1	14,38	+5,4	5,488	+2,9	0,514
		" 5	14,24	+4,4	5,444	+2,0	0,514
		" 10	13,94	+2,2	5,379	+0,8	0,513
		" 20	13,50	-1,0	5,204	-2,5	0,513
		" 30	13,36	-2,1	5,161	-3,3	0,515
		" 60	13,08	-4,1	5,074	-4,9	0,517
		" 90	12,80	-6,2	4,943	-7,3	0,520
		" 120	12,80	-6,2	4,943	-7,3	0,520
2	2,300 ♂	Vor	10,52		6,228		0,556
		Nach 1	11,08	+5,3	6,379	+2,4	0,567
		" 5	10,94	+4,0	6,293	+1,0	0,563
		" 10	10,80	+2,7	6,228	± 0	0,559
		" 20	10,52	± 0	6,163	-1,4	0,556
		" 30	10,38	-1,3	6,120	-1,7	0,556
		" 60	10,24	-2,7	6,011	-3,5	0,559
		" 90	10,10	-4,0	5,946	-4,5	0,568
		" 120	10,10	-4,0	5,924	-4,9	0,569
3	2,100 ♂	Vor	11,66		5,619		0,526
		Nach 1	12,24	+5,0	5,815	+3,5	0,529
		" 5	12,10	+3,8	5,640	+0,4	0,528
		" 10	11,96	+2,6	5,619	± 0	0,528
		" 20	11,36	-2,6	5,401	-3,9	0,529
		" 30	11,22	-3,8	5,379	-4,3	0,530
		" 60	11,08	-5,0	5,313	-5,4	0,530
		" 90	10,94	-6,2	5,248	-6,6	0,533
		" 120	10,94	-6,2	5,248	-6,6	0,533
4	1,950 ♂	Vor	12,80		5,728		0,547
		Nach 1	13,50	+5,5	5,837	+1,9	0,553
		" 5	13,36	+4,4	5,793	+1,1	0,555
		" 10	13,22	+3,3	5,749	+0,4	0,556
		" 20	12,94	+1,1	5,597	-2,3	0,553
		" 30	12,80	± 0	5,531	-3,4	0,554
		" 60	12,66	-1,1	5,466	-4,6	0,556
		" 90	12,24	-4,4	5,444	-5,0	0,559
		" 120	12,10	-5,5	5,379	-6,1	0,559

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit der Blut- entnahme (Min.)	Hämoglobin d. art. Blutes		Serumeiweiss d. art. Blutes		Serum- NaCl d. art. Blutes
			g/dl	Differenz in %	%	Differenz in %	g/dl
5	2,150 ♀	Vor	13,94		6,033		0,524
		Nach 1	14,66	+5,2	6,142	+1,8	0,527
		" 5	14,52	+4,2	6,076	+0,7	0,527
		" 10	14,24	+2,2	6,055	+0,4	0,524
		" 20	14,09	+1,1	6,055	+0,4	0,525
		" 30	13,64	-2,2	5,880	-2,5	0,527
		" 60	13,64	-2,2	5,815	-3,6	0,529
		" 90	13,36	-4,2	5,749	-4,7	0,532
		" 120	13,22	-5,2	5,706	-5,7	0,534
6	2,000 ♀	Vor	11,96		5,728		0,531
		Nach 1	12,68	+6,0	5,858	+2,3	0,534
		" 5	12,52	+4,7	5,815	+1,5	0,532
		" 10	12,38	+3,5	5,793	+1,1	0,529
		" 20	12,24	+2,3	5,749	+0,4	0,529
		" 30	12,10	+1,2	5,531	-3,4	0,533
		" 60	11,66	-2,5	5,379	-6,1	0,536
		" 90	11,36	-5,0	5,292	-7,6	0,537
		" 120	11,08	-7,4	5,292	-7,6	0,539
7	2,230 ♂	Vor	13,36		6,336		0,563
		Nach 1	14,09	+5,5	6,509	+2,6	0,566
		" 5	13,94	+4,3	6,444	+1,7	0,567
		" 10	13,79	+3,2	6,379	+0,7	0,564
		" 20	13,64	+2,1	6,314	-0,3	0,565
		" 30	13,36	± 0	6,206	-2,1	0,566
		" 60	12,94	-3,1	6,120	-3,4	0,569
		" 90	12,80	-4,2	5,989	-5,5	0,571
		" 120	12,52	-6,2	5,880	-7,2	0,573

1, 5, 10, 20, 30, 60, 90 und 120 Minuten untersucht. Die Resultate sind an 7 Versuchen im grossen und ganzen ähnlich (Tab. 5).

Kurz, bei der Ausschaltung der einseitigen Lunge verändert sich auch Hämoglobin sowie Serumeiweiss qualitativ und quantitativ fast gleich wie bei künstlichem Paraffinothorax; hierbei ist auch die Zunahme des Serumeiweisses geringfügiger als die des Hämoglobins.

(b) Versuch an Urankaninchen.

5 Versuche ausgeführt. Die Zunahme des Hämoglobingehalts ist ausgesprochenener als im gesunden Zustand; hingegen ist beim Serumeiweissgehalt ist der Grad der Zunahme bedeutend kleiner. Serumkochsalz nimmt mehr oder weniger zu. Wenn man dies mit den Fällen der Paraffininjektion vergleicht, so ist die Zunahme des Serumeiweisses hierbei verhältnismässig kleiner als die des Hämoglobins (Tab. 6).

Tabelle 6.

Veränderung der Blutkonzantration durch Ausschaltung einer Lunge
bei Urankaninchen.

Nr.	Körper- gewicht (kg) u. Gesch- lecht	Zeit vor od. nach d. Operation (Min.)	Hämoglobin d. art. Blutes		Serumeiweiss d. art. Blutes		Serum- NaCl d. art. Blutes
			g/dl	Differenz in %	%	Differenz in %	g/dl
1	2,230 ♂	Vor	10,80		4,812		0,515
		Nach 1	11,51	+6,6	4,856	+0,9	0,521
		" 5	11,36	+5,2	4,834	+0,5	0,521
		" 10	11,22	+3,9	4,834	+0,5	0,522
		" 20	11,08	+2,6	4,812	± 0	0,521
		" 30	10,80	± 0	4,765	-1,0	0,519
		" 60	10,66	-1,3	4,725	-1,8	0,523
		" 90	10,52	-2,6	4,659	-3,2	0,525
		" 120	10,24	-5,2	4,550	-5,4	0,527
2	2,200 ♀	Vor	9,40		6,055		0,512
		Nach 1	9,96	+6,0	6,142	+1,4	0,512
		" 5	9,82	+4,5	6,120	+1,1	0,515
		" 10	9,54	+1,5	6,098	+0,7	0,514
		" 20	9,40	± 0	6,076	+0,3	0,515
		" 30	9,40	± 0	6,033	-0,4	0,513
		" 60	9,26	-1,5	5,989	-1,1	0,512
		" 90	9,12	-3,0	5,815	-4,0	0,517
		" 120	8,97	-4,6	5,728	-5,4	0,519
3	2,050 ♂	Vor	12,52		5,706		0,541
		Nach 1	13,22	+5,6	5,749	+0,8	0,548
		" 5	13,08	+4,5	5,749	+0,8	0,548
		" 10	13,08	+4,5	5,728	+0,4	0,544
		" 20	12,80	+2,2	5,728	+0,4	0,545
		" 30	12,52	± 0	5,619	-1,5	0,541
		" 60	12,38	-1,1	5,575	-2,3	0,543
		" 90	11,96	-4,5	5,488	-3,8	0,549
		" 120	11,81	-5,7	5,357	-6,1	0,550
4	2,100 ♀	Vor	11,08		6,076		0,533
		Nach 1	11,66	+5,2	6,120	+0,7	0,535
		" 5	11,51	+3,9	6,098	+0,4	0,529
		" 10	11,36	+2,5	6,098	+0,4	0,531
		" 20	11,22	+1,3	6,055	-0,3	0,528
		" 30	11,08	± 0	5,989	-1,4	0,529
		" 60	10,80	-2,5	5,902	-2,9	0,533
		" 90	10,66	-3,8	5,815	-4,3	0,535
		" 120	10,38	-6,3	5,684	-6,4	0,537
5	2,150 ♂	Vor	10,94		6,011		0,517
		Nach 1	11,51	+5,2	6,076	+1,1	0,517
		" 5	11,36	+3,8	6,055	+0,7	0,519
		" 10	11,36	+3,8	6,055	+0,7	0,517
		" 20	11,22	+2,6	6,033	+0,4	0,515
		" 30	11,08	+1,3	6,011	± 0	0,516
		" 60	10,80	-1,3	5,924	-1,5	0,520
		" 90	10,38	-5,1	5,684	-5,4	0,529
		" 120	10,24	-6,4	5,619	-6,5	0,531

(c) Versuch an Cantharidinkaninchen.

In sämtlichen Versuchen (im ganzen 5) konnte ich im grossen und ganzen gleiche Ergebnisse erhalten (Tab. 7).

Bei Cantharidinkaninchen ist der Grad der Zunahme des Hämoglobins ausgesprochener als bei Urankaninchen, der des Serumeiweisses aber

Tabelle 7.

Veränderung der Blutkonzentration durch Ausschaltung einer Lunge
bei Kantharidinkaninchen.

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit vor od. nach d. Operation (Min.)	Hämoglobin d. art. Blutes		Serumeiweiss d. art. Blutes		Serum-NaCl d. art. Blutes
			g/dl	Differenz in %	%	Differenz in %	g/dl
1	2,120 ♂	Vor	11,08		5,030		0,537
		Nach 1	11,96	+7,9	5,074	+0,9	0,539
		" 5	11,66	+5,2	5,052	+0,4	0,541
		" 10	11,51	+3,9	5,052	+0,4	0,539
		" 20	11,51	+3,9	5,030	± 0	0,541
		" 30	11,22	+1,3	4,943	-1,7	0,543
		" 60	10,94	-1,4	4,921	-2,2	0,543
		" 90	10,80	-2,5	4,856	-3,5	0,546
		" 120	10,52	-5,1	4,725	-6,1	0,549
2	2,200 ♀	Vor	12,24		5,902		0,560
		Nach 1	13,08	+6,9	5,946	+0,7	0,563
		" 5	12,80	+4,6	5,924	+0,4	0,563
		" 10	12,80	+4,6	5,924	+0,4	0,561
		" 20	12,52	+2,3	5,902	± 0	0,561
		" 30	12,38	+1,1	5,749	-2,6	0,562
		" 60	12,24	± 0	5,728	-2,9	0,561
		" 90	11,96	-2,3	5,684	-3,7	0,565
		" 120	11,66	-4,7	5,531	-6,3	0,571
3	2,100 ♂	Vor	13,94		5,292		0,550
		Nach 1	14,80	+6,2	5,335	+0,8	0,556
		" 5	14,66	+5,2	5,313	+0,4	0,554
		" 10	14,52	+4,2	5,292	± 0	0,558
		" 20	14,24	+2,2	5,204	-1,7	0,554
		" 30	13,94	± 0	5,139	-2,9	0,559
		" 60	13,64	-2,2	5,117	-3,3	0,562
		" 90	13,64	-2,2	5,117	-3,3	0,562
		" 120	13,36	-4,2	5,030	-5,0	0,566
4	2,050 ♂	Vor	13,36		6,941		0,532
		Nach 1	14,24	+6,6	7,006	+0,9	0,534
		" 5	14,09	+5,5	6,984	+0,6	0,535
		" 10	13,64	+2,1	6,962	+0,3	0,533
		" 20	13,64	+2,1	6,962	-0,3	0,533
		" 30	13,50	+1,0	6,896	-0,9	0,539
		" 60	13,36	± 0	6,790	-2,2	0,541
		" 90	12,80	-4,2	6,552	-5,6	0,548
		" 120	12,66	-5,2	6,552	-5,6	0,550

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit vor od. nach d. Operation (Min.)	Hämoglobin d. art. Blutes		Serumeiweiss d. art. Blutes		Serum- NaCl d. art. Blutes
			g/dl	Differenz in %	%	Differenz in %	g/dl
5	1,960 ♀	Vor	14,24		5,989		0,591
		Nach 1	15,08	+5,9	6,055	+1,1	0,597
		5	14,94	+4,9	6,033	+0,7	0,593
		10	14,80	+3,9	6,011	+0,4	0,593
		20	14,66	+2,9	6,011	+0,4	0,594
		30	14,38	+1,0	5,989	± 0	0,609
		60	13,94	-2,1	5,815	-2,9	0,610
		90	13,94	-2,1	5,815	-2,9	0,617
		120	13,78	-3,2	5,749	-4,0	0,619

schwächer. Und ungeachtet wiederholter Blutentnahmen sinken Hämoglobin und Serumeiweiss etwas langsamer als im gesunden Zustand. Das Hämoglobin kehrt meist nach 60 Minuten, frühestens nach 30 Minuten, zum Anfangswert zurück und nimmt langsam ab. Das Serumeiweiss kehrt nach 20–30 Minuten zum Anfangswert zurück und nimmt dann auch langsam ab. Wenn man diese Ergebnisse mit denen bei Paraffininjektion vergleicht, so ist der Zunahmegrad des Serumeiweisses noch kleiner als der des Hämoglobins. Das Serumkochsalz hat Neigung, mehr oder minder zuzunehmen.

*Einfluss der Einschränkung der Atemfläche auf das
Gesamtblutvolum.*

Um den Grund der Zunahme des Hämoglobins resp. des Serumeiweisses, die man oben gleich nach der Einschränkung der Atemfläche beobachtete, klar zu stellen, habe ich das Gesamtblutvolum vor und nach derselben Operation bestimmt (Tab. 8 a u. b).

Tabelle 8 a.

Veränderung des Gesamtblutvolums durch Anlegen des Paraffinothorax.

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit vor od. nach d. Operation (Min.)	Gesamtblutvolum	
			ccm	Differenz in %
1	1,750 ♂	Vor	80,0	
		Nach 5	68,5	-14,3
2	1,850 ♂	Vor	98,8	
		Nach 5	85,4	-13,5

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit vor od. nach d. Operation (Min.)	Gesamtblutvolum	
			ccm	Differenz in %
3	1,790 ♂	Vor Nach 5	89,2 78,0	— 12,6
4	1,800 ♂	Vor Nach 10	89,8 77,9	— 13,3
5	1,760 ♂	Vor Nach 10	86,4 78,6	— 9,0
6	1,830 ♂	Vor Nach 10	97,9 86,9	— 11,2
7	1,800 ♀	Vor Nach 10	92,3 84,3	— 8,7
8	1,740 ♂	Vor Nach 30	82,3 72,7	— 11,7
9	1,780 ♂	Vor Nach 30	90,9 80,6	— 11,3
10	1,700 ♂	Vor Nach 30	80,8 69,0	— 14,6
11	1,770 ♂	Vor Nach 30	88,0 73,1	— 16,9
12	2,390 ♀	Vor Nach 120	146,7 122,0	— 16,8
13	2,360 ♀	Vor Nach 120	120,3 107,6	— 10,6
14	2,700 ♀	Vor Nach 120	139,1 113,0	— 18,8

Tabelle 8 b.

Veränderung des Gesamtblutvolums durch Ausschaltung einer Lunge.

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit vor od. nach d. Operation (Min.)	Gesamtblutvolum	
			ccm	Differenz in %
1	1,700 ♂	Vor Nach 5	86,0 75,4	— 12,3
2	2,605 ♀	Vor Nach 5	106,7 89,0	— 11,0
3	2,700 ♂	Vor Nach 5	120,1 100,3	— 16,5

Nr.	Körpergewicht (kg) u. Geschlecht	Zeit vor od. nach d. Operation (Min.)	Gesamtblutvolum	
			ccm	Differenz in %
4	1,750 ♀	Vor Nach 10	86,4 77,0	— 10,9
5	1,850 ♂	Vor Nach 10	93,0 84,9	— 8,7
6	2,000 ♀	Vor Nach 30	96,2 87,9	— 8,6
7	1,860 ♂	Vor Nach 30	99,4 86,1	— 13,4
8	1,880 ♂	Vor Nach 30	118,8 106,0	— 10,8
9	2,100 ♀	Vor Nach 120	110,5 93,6	— 15,3
10	2,450 ♂	Vor Nach 120	130,6 115,7	— 11,4
11	3,200 ♀	Vor Nach 120	187,8 155,1	— 17,4

Wie aus Tab. 8 erhellt, findet man bei künstlichem Paraffinothorax resp. bei der Ausschaltung der einseitigen Lunge nach je 5, 10, 30 und 120 Min. in jedem Falle ausnahmslos Abnahme des Gesamtblutvolums, d. h. Einschränkung der Atemfläche ruft Abnahme des Gesamtblutvolums bzw. der Kapazität des Gefäßes hervor.

Zusammenfassung und kritische Besprechung.

Alles oben Beschriebene sei folgendermassen zusammengefasst. Bei der Injektion von Paraffinum fluidum in die Pleurahöhle normaler Kaninchen nehmen Hämoglobin- und Serumeiweissgehalt sofort nach der Einspritzung zu. Dies beweist die Eindickung des Bluts gleich nach der Operation, die sich aber allmählich wiederherstellt, und später wird das Blut im Gegenteil verdünnt. Das Serumeiweiss hat einen relativ geringeren Grad der Zunahme als das Hämoglobin. Auch bei der Ausschaltung der einseitigen Lunge haben beide fast die gleiche Neigung, nur dass auch hier das Serumeiweiss weit weniger zunimmt.

Wenn man diese Verhältnisse an Uran- und Cantharidinkaninchen beobachtet, so nimmt Hämoglobin bei künstlichem Paraffinothorax auf-

fallend zu, während die Zunahme des Serumeiweisses bedeutend kleiner ist. Und ungeachtet wiederholter Blutentnahmen besteht die Steigerung der Hämoglobin- und Serumeiweisskonzentration etwas länger als bei Kaninchen in gesundem Zustand. Auch bei Ausschaltung der einseitigen Lunge findet man ähnliche Verhältnisse, aber im Vergleich mit den Fällen bei künstlichem Paraffinothorax ist der Grad der Zunahme des Serumeiweisses noch kleiner als der des Hämoglobins. Bei Uran- und Cantharidinkaninchen ist die Zunahme des Hämoglobins auffallender als bei gesunden Kaninchen, während die des Serumeiweisses relativ kleiner ist. Besonders diese Verhältnisse sind bei Cantharidintieren ausgesprochener.

Die Veränderungen des Serumkochsalzes sind gering; gleich nach Beschränkung der Atemfläche nimmt es ein wenig zu, und später, mit der Abnahme des Hämoglobins, neigt es mehr oder minder zur Zunahme.

Wenn man nun die Veränderungen des Gesamtblutvolums bei Einschränkung der Atemfläche beobachtet, so nimmt es sowohl bei künstlichem Paraffinothorax als auch bei Ausschaltung der einseitigen Lunge ausnahmslos ab.

Also wird nach Einschränkung der Atemfläche das Blut zuerst eingedickt und dann allmählich verdünnt. Diese Verdünnung sollte man, wie bei der methodischen Betrachtung der Kontrollfälle, als die Folge der Anämie durch die neunmaligen Blutentnahmen betrachten. Deshalb wäre die eigentliche Veränderung, die durch Einschränkung der Atemfläche eintritt, in dieser Bluteindickung zu sehen.

Was den Mechanismus der Bluteindickung überhaupt anbetrifft, so muss er hauptsächlich im Verlust des im Blut enthaltenen Wassers aus dem Gefäss hinaus bestehen, mag dies ins Gewebe hinein, oder direkt aus dem Körper hinaus treten. Ausserdem wäre noch daran zu denken, dass sich im Blut Blutelemente Neubilden oder aus einem sogenannten Blutreservoir, wie der Milz, ins zirkulierende Blut treten. Stäubli,⁵⁾ Wanner,⁶⁾ Seyderhelm,⁷⁾ Kaulen,⁸⁾ Hirschlaf,⁹⁾ Hasselbach,¹⁰⁾ Detre,¹¹⁾ Detre und Mirgay,¹²⁾ Kuhn¹³⁾ u. a. meinen, dass bei O₂-Mangel das Knochen-

5) Stäubli, Verhandlungen des Kongress. f. innere Med., 1910, **27**, 695.

6) Wanner, Correspondenz-Blatt f. Schweizer Aerzte, 1913, **43**, 941.

7) Seyderhelm, Deutsch. med. Wochenschr., 1916, 1245.

8) Kaulen, Deutsch. med. Wochenschr., 1917, 1562.

9) Hirschlaf, Berl. klin. Wochenschr., 1917, 1562.

10) Hasselbach, Biochem. Zeitschr., 1916, **74**, 48.

11) Detre, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med., 1927, **56**, 76.

12) Detre und Mirgay, Med. Klinik, 1928, 1628.

13) Kuhn, Münch. med. Wochenchr., 1907, 1713.

mark gereizt und Polycythämie hervorgerufen wird. Wenn man aber die oben erwähnten Ursachen der Bluteindickung betrachtet, so muss die Blutmenge bei der ersteren Ursache abnehmen, während sie bei der letzteren unverändert bleiben oder im Gegenteil ein wenig zunehmen muss. Bei der Untersuchung des Gesamtblutvolums fand ich in allen Versuchen ausnahmslos Verminderung. Daraus folgt, dass diese Bluteindickung nicht durch die letztere, sondern durch die erstere Ursache hervorgerufen werden muss. Aus der in der folgenden Mitteilung zu erörternden Tatsache, dass man dabei keine junge Form der Erythrozyten finden kann, folgt überdies, dass dies unwichtig sein muss, mag auch der Einfluss solches Faktors vorhanden sein.

Von dem Mechanismus, durch den in meinem Experimente das Gefäss Wasser verliert, kommen hauptsächlich zwei Faktoren in Betracht, Asphyxie und Einschränkung des kleinen Kreislaufs. Dazu muss man noch die Steigerung der Verdunstung des Blutwassers aus der Lunge wegen Dyspnoë rechnen.

Was die Asphyxie betrifft, so hat Okada¹⁴⁾ in unserer Klinik Abnahme des osmotischen Drucks des Blutkolloids gefunden, indem er Kaninchen Luft mit 8% Sauerstoffgehalt einatmen liess und den osmotischen Druck des Blutkolloids bei konstantem O₂-Mangel bestimmte. Diese Erscheinung kann man da wahrnehmen, wo Wasser aus dem Gefässe ins Gewebe tritt. Folglich könnte man auch mein Experiment dahin erklären, dass die Zunahme des Hämoglobins und Serumeiweisses durch das Heraus-treten des Wassers aus dem Gefässe ins Gewebe hervorgerufen wird. Er hat sich herausgestellt, dass die Zunahme des Serumeiweisses im Vergleich zu der des Hämoglobins relativ gering ist. An dieser Tatsache kann man erkennen, dass das Eiweiss, dessen Molekül kleiner ist, durch die Gefässwand hinaustritt, und der Eiweisskörper, dessen Molekül relativ grösser ist, im Blut bleibt, folglich der kolloidosmotische Druck sinkt.

In Bezug auf die Durchlässigkeit der Gefässwand für das Serumeiweiss hat Naito¹⁵⁾ u. a. durch Tierexperiment bestätigt, dass Eiweisskörper durch die beschädigte Kapillarwand lebhaft ein- und austreten, auch haben Morawitz und Denecke¹⁶⁾ durch Untersuchung der Gefässfunktionen verschiedener Nierenleiden, des Scharlachs u. a. gefunden, dass die Kranken verschiedene Durchlässigkeit der Gefässe für Eiweisskörper besitzen. Mag-

14) Okada, Nippon-Naika-Gakkai-Zasshi, 1929, 17, 170.

15) Naito, Tohoku Journ. Exp. Med., 1924, 5, 351.

16) Morawitz und Denecke, Münch. med. Wochenschr., 1921, 659.

nus,¹⁷⁾ Nonnenbruch,¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾ Samson,²¹⁾ Gottschalk und Nonnenbruch²²⁾ u. a. meinen, dass auch normale Kapillaren, unter gewissen Bedingungen, für Eiweisskörper durchlässig sein können. Dass sich durch Asphyxie des peripheren Gewebes die Permeabilität der Gefässwand verändert, ist allgemein anerkannt (Loeb,²³⁾ Fischer,²⁴⁾ Yamaguchi²⁵⁾). In meinen Experimenten muss durch plötzliche Verkleinerung der Atemfläche in den Zellen des Gewebes oder noch dazu in denen der Gefässwand augenblicklich mehr oder minder starke Asphyxie hervorgerufen werden können, wodurch die Permeabilität verändert wird, folglich das Blut sowohl Wasser als auch Eiweisskörper ins Gewebe verliert. Dass die Zunahme des Hämoglobins grösser als die des Serumeiweisses ist, beweist, dass nicht nur Wasser, sondern auch mehr oder weniger Serumeiweiss aus dem Gefässe tritt. Übrigens ruft das Komprimieren der betreffenden Lunge oder das Erschweren der Blutdurchströmung bei künstlichem Paraffin thorax resp. bei der Ausschaltung der einseitigen Lunge Abnahme der Kapazität des Gefässes hervor, wodurch sich natürlich der Filtrationsdruck steigert, was zusammen mit der gesteigerten Durchlässigkeit der Gefässwand Bluteindickung verursacht.

Durch Dyspnoë steigert sich sowohl die Atemzahl als auch die Atemgrösse und vermehrt sich die Verdunstung des Wassers aus der Lunge; dies ist auch eine Ursache der Bluteindickung. Aber die Tatsache, dass die Zunahme der Serumeiweisses kleiner als die des Hämoglobins ist, weist darauf hin, dass Blut nicht nur Wasser, sondern auch Eiweisskörper aus sich verliert, also auch, dass die Bluteindickung nicht nur aus der Verdunstung des Wassers aus der Lunge herkommt. Da sich in meinen Experimenten die Atemfläche rasch beinahe bis zur Hälfte verkleinert, so dürfte wohl der Mechanismus der Bluteindickung durch Verdunsten nicht in Betracht kommen.

Die Ursache, warum bei Uran- und Cantharidinkaninchen die Zunahme des Hämoglobins bedeutender ist, während die des Serumeiweisses ausgesprochen kleiner ist als bei normalen Kaninchen, muss darin liegen,

17) Magnus, Arch. f. exp. Pathol. und Pharm., 1900, **44**, 68.

18) Nonnenbruch, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharm., 1921, **91**, 218 u. 332.

19) Ders., Klin. Wochenschr., 1922, 2046.

20) Ders., Zeitschr. f. d. ges. exp. Med., 1922, **29**, 547.

21) Samson, Biochem. Zeitschr., 1921, **118**, 55.

22) Gottschalk und Nonnenbruch, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharm., 1923, **96**,

115.

23) Loeb, Pflügers Arch., 1898, **71**, 459.

24) Fischer, Oedema and Nephritis, New York 1915.

25) Yamaguchi, Tohoku Journ. Exp. Med., 1927, **8**, 449.

dass vermöge jener Gifte die Veränderung der Permeabilität der Gefässwand für Wasser sowie für Eiweisskörper und auch die Veränderung der Eigenschaft des Gewebes selbst noch deutlicher wird. Dies ist nach den Experimenten Naitos und Yamaguchis in unserer Klinik sicher.

1. Einschränkung der Atemfläche (Anlegen künstliches Paraffinothorax oder Ausschaltung der einseitigen Lunge) bei normalen Kaninchen ruft Bluteindickung hervor. Bei Einschränkung der Atemfläche des Uran- und Cantharidinkaninchens ist die Blutveränderung ähnlich, aber ihr Grad etwas höher.

Beim Vergleich der Veränderung der Konzentration des Hämoglobins mit der des Serumeiweisses findet sich auffallende Zunahme des ersteren, jedoch geringe des letzteren. Besonders bei Uran- und Cantharidinkanin sind diese Verhältnisse deutlich. Und die prozentuelle Zunahme des Serumeiweisses bei Ausschaltung der einseitigen Lunge ist niedriger als bei künstlichem Paraffinothorax.

Obgleich die Veränderung des Serumkochsalzes kleiner ist, so nimmt es doch gleich nach der Einschränkung der Atemfläche ein wenig zu, später hat es bei Abnahme des Hämoglobins die Neigung, mehr oder weniger zuzunehmen.

Nach der Einschränkung der Atemfläche kann man die Abnahme des Gesamtblutvolums in allen Fällen nachweisen.

2. Die obige Veränderung der Blutkonzentration erfolgt hauptsächlich durch die Veränderung der Permeabilität der Gefässwand infolge der Atemstörung, teils aber auch durch die Zunahme des Filtrationsdrucks im Blutkreislauf durch Einschränkung des kleinen Kreislaufs. Diese Veränderung der Blutkonzentration ist bei solchen Tieren besonders stark, deren Gefässpermeabilität oder Körpergewebe vorher durch Nieren- bzw. Vornierengift verändert worden ist.