Ueber die Ernährung des Säugethierherzens.

Zweite Abhandlung.¹

Von

Robert Tigerstedt.

(Aus dem physiologischen Laboratorium des Carolinischen medico-chirurgischen Instituts in Stockholm.)

1. In einer früheren Abhandlung habe ich gezeigt, dass man mittelst einer um die Vorhöfe gelegten, fest schliessenden Pincette beim Kaninchen die ganze Blutzufuhr nach den Kammern 5 Minuten lang abschneiden kann, ohne dass das Herz dadurch getödtet wird. Im Gegentheil fängt das Herz nach Entfernung der Pincette wieder an zu schlagen und der Kreislauf ist binnen Kurzem wieder ganz normal.²

Es bot ein gewisses Interesse dar, diesen Versuch am Hundeherzen zu wiederholen, weil dadurch die einander widerstreitenden Angaben über die nach Bindung der Kranzarterien beim Hundeherzen auftretenden Erscheinungen möglicherweise aufgeklärt werden könnten.³

Da, wie bekannt, das Hundeherz allen Eingriffen gegenüber viel empfindlicher als das Kaninchenherz ist, und es also zu erwarten war, dass die durch die Abklemmung hervorgerufenen Schädlichkeiten beim Hundeherzen schneller ihren deletären Einfluss ausüben sollten, fand ich es von vornherein angemessen, die abklemmende Pincette nicht allzu lange liegen zu lassen. Um nämlich zu zeigen, dass der Herzstillstand u. s. w., welcher in den Versuchen von Cohnheim und Anderen bei Bindung einzelner Aeste der grossen Kranzarterie aufgetreten ist, in der

¹ Der Redaction zugegangen den 4. December 1893.

² Tigerstedt, *Dies Archiv*, Bd. II, S. 394; 1890.

³ In Bezug auf diese Untersuchungen vgl. Tigerstedt, *Lehrbuch d. Physiologie des Kreislaufes*, Leipzig 1893, S. 190—193, und die später erschienenen Abhandlungen von Porter, *Journal of physiology*, XV, S. 121—138; 1893; — *Arch. f. d. ges. Physiol.*, LV, S. 366—371; 1893.

That nicht von dem Blutmangel eines umschriebenen Bezirkes des Herzmuskels, sondern von Nebenverletzungen bedingt gewesen ist, schien es mir vollkommen genügend, die Abklemmung der Vorhöfe nur etwa ebenso lange wie bei den Versuchen Cohnheim's die Kranzarterienligatur dauern zu lassen. Ich kann daher keine Angaben über die maximale Zeit mittheilen, während welcher das Hundeherz in der von mir geübten Weise ohne Blutzufuhr lebensfähig erhalten werden kann. Ich war gezwungen, meine Aufgabe in dieser Weise zu beschränken, weil Hunde geeigneter Grösse nur sehr spärlich zu meiner Verfügung standen.

2. In den beiden ersten jetzt mitzutheilenden Versuchen waren die Thiere nach Dastre und Morat durch subcutane Einspritzung von Morphin und Atropin (0.01 bezw. 0.001 g pro kg) anästesirt und dann durch Curare bewegungslos gemacht.

Versuch I. 20. Februar 1892. Hund, 2100^gmm. Morphin + Atropin + Curare in subcutaner Einspritzung.

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
1	0	23	35	31	33
2	10	23	35	31	33
3	20	24	35	31	33
4	30	23	35	17	26
5	40	24	29	17	23
6	50	21	23	17	25
7	70	—	20	5	12½

Die Abklemmung der Vorhöfe findet in der 70. Secunde statt und dauert bis zu der 185. Secunde incl., also 115 Secunden lang. Dabei beträgt der Blutdruck 6—8^{mm} Hg. Die Pincette wird bei 185 Secunden wieder fortgenommen.

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
8	186	16	11	3	7
9	196	14	53	5	29
10	206	15	45	25	35
11	216	18	63	35	49
12	226	24	97	59	78
13	236	28	109	91	100
14	246	29	119	103	111

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
15	256	29	121	111	116
16	266	29	117	101	109
17	276	29	107	89	98
18	286	29	95	83	89
19	296	29	89	79	84
20	306	29	85	75	80
21	316	29	81	69	75
22	326	28	77	67	72
23	336	28	83	65	74
24	346	28	75	61	68
25	356	27	71	59	65
26	366	27	69	59	64
27	376	26	67	57	62
28	386	26	66	55	60 ¹ / ₂
29	396	26	65	53	59
30	741	24	49	43	46
31	1161	24	39	33	36
32	1171	23	39	33	36
33	1181	24	41	33	37
34	1751	23	35	31	33
35	1761	23	35	31	33
36	1771	22	37	27	32

In der 1841. Sec. fängt eine neue Abklemmung der Vorhöfe an. Sie dauert 180 Sec. und dabei sinkt nach 50 Sec. der Blutdruck auf 5^{mm} Hg, welchen Werth er bis zur Lösung der Klemme beibehält. Die Pulsfrequenz war, wegen Insufficienz der Aortaklappen, an der Blutdruckcurve ersichtlich und betrug während der einzelnen Perioden von 10 Sec.: 22 — 21 — 19 — 18 — 14 — 7 — 1 — 2 — 3 — 2 — 1 — 2 — 2 — 1 — 2 — 1 — 1 — 2. In der 2021. Sec. wird die Abklemmung aufgehoben.

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
37	2021	3	—	—	7
38	2031	4	9	3	6
39	2041	9	16	7	11 ¹ / ₂
40	2051	9	17	11	14
41	2061	9	17	11	14
42	2071	9	16	11	13 ¹ / ₂
43	2081	9	16	11	13 ¹ / ₂
44	2091	8	16	11	13 ¹ / ₂

Der Blutdruck erhebt sich nicht mehr. Die Herzschläge sind aber vollkommen normal und zeigen keine Spur eines Deliriums. Ein solches wird aber durch Kneten des Herzens hervorgerufen und das Thier stirbt.

Versuch II. 5. März 1892. Hund 10,000 ^{grm}. Morphin + Atropin + Curare in subcutaner Einspritzung.

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
1	0	28	92	85	88 ¹ / ₂
2	10	29	94	85	89 ¹ / ₂
3	20	28	94	86	90
4	30	28	92	84	88
5	40	28	94	85	89 ¹ / ₂
6	50	28	98	85	91 ¹ / ₂

Zwischen der 60. und 70. Sec. wird die Pincette angelegt. Die Abklemmung beginnt in der 72. Sec. und dauert bis zu der 206. Sec., also 134 Sec. lang. Dabei beträgt der Blutdruck 30 ^{mm} Hg. In der 206. Sec. wird die Pincette fortgenommen.

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
7	206	17	140	30	—
8	215	27	178	132	155
9	225	30	182	164	173
10	235	30	182	161	171 ¹ / ₂
11	245	30	176	154	165
12	255	29	168	146	157
13	265	29	158	136	147
14	275	30	148	124	136
15	285	29	138	110	124
16	295	28	124	98	111
17	305	28	110	90	100
18	315	27	102	84	93
19	425	27	88	78	83
20	435	27	88	76	82
21	810	29	92	82	87
22	820	29	92	84	88
23	830	30	92	82	87

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
24	1230	29	96	82	89
25	1240	29	94	80	87
26	1540	30	86	78	82
27	1550	30	86	78	82
28	1560	31	87	78	82 $\frac{1}{2}$
29	1700	30	92	82	87
30	1710	30	92	82	87
31	1720	30	92	82	87
32	1730	30	92	82	87
33	1740	31	92	82	87
34	1750	30	92	82	87

In der 1760. Sec. wird die Pincette wieder angelegt. In Folge verschiedener Umstände dauert es bis zur 1818. Sec., bevor die Abklemmung ordentlich stattgefunden hat. Die Abklemmung dauert bis zu der 1974. Sec., also 156 Sec. lang. Dabei beträgt der Blutdruck 28^{mm} Hg, und die mittels eines elektrischen Signals angegebene Pulsfrequenz in 10 Sec. resp.: ? — 28 — 31 — 29 — 29 — 28 — 24 — 22 — 20 — 21 — 21 — 22 — 19 — 22 — ? — ?. In der 1974. Sec. wird die Pincette abgenommen.

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
71	1974	20	136	28	—
72	1983	26	148	130	139
73	1993	29	156	138	147
74	2003	29	156	148	152
75	2013	27	156	144	150
76	2023	28	152	142	147
77	2033	30	150	136	143
78	2043	29	144	126	135
79	2053	28	134	114	124
80	2063	27	122	102	112
81	2073	27	110	92	101
82	2083	28	99	84	91 $\frac{1}{2}$
83	2093	28	91	80	85 $\frac{1}{2}$
84	3003	28	88	76	82
85	3013	29	84	76	80
86	3023	29	84	75	79 $\frac{1}{2}$

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
87	3700	29	84	78	81
88	3710	29	85	78	81 ¹ / ₂
89	3720	29	84	77	80 ¹ / ₂
90	4420	28	88	80	84
91	4430	28	87	80	83 ¹ / ₂
92	4440	28	88	80	84
93	4660	28	87	80	83 ¹ / ₂
94	4670	27	86	80	83
95	4680	28	86	78	82
96	4690	28	86	78	82
97	4700	28	86	78	82
98	4710	27	86	78	82
99	4720	28	86	80	83
100	4730	28	88	80	84
101	4740	28	88	78	83
102	4750	27	86	78	82

Zwischen der 4760. und 4770. Sec. wird die Pincette angelegt. Die vollständige Abklemmung beginnt um die 4771. Sec. und dauert 192 Sec. lang bis zu der 4963. Sec. Dabei ist der Blutdruck 26^{mm} Hg und die elektrisch signalisirte Pulsfrequenz in 10 Sec.: ? — ? — 27 — 23 — 21 — 23 — 20 — 19 — 13 — 13 — 14 — 14 — 14 — 13 — 14 — 14 — 15 — 10 — ?.

In der 4963. Sec. wird die Pincette weggenommen. Der Blutdruck erhebt sich sogleich, ist aber bis zu der 4993. Sec. nicht messbar, weil das Manometer nicht gut schreibt. Darnach finden wir:

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
103	4994	24	144	128	136
104	5004	25	143	131	137
105	5014	25	137	122	129 ¹ / ₂
106	5024	26	128	112	120
107	5034	26	116	102	109
108	5044	26	103	94	101
109	5054	25	99	85	92
110	5064	24	90	76	83
111	5074	24	83	70	76 ¹ / ₂
112	5084	24	76	64	70
113	5094	24	70	60	65

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
114	5470	27	78	72	75
115	5480	27	78	72	75
116	5490	26	80	74	77
117	5830	27	88	82	85
118	5840	28	88	80	84
119	5850	27	86	80	83
120	5860	28	86	82	84

Im Versuch I ist der mittlere Druck vor der Abklemmung, wahrscheinlich wegen der Narcose, sehr niedrig, 25—33 mm Hg. Während der ersten Abklemmung, welche 115 Sec. lang dauert, sinkt der Druck auf 6—8 mm herab, erhebt sich aber nach wieder hergestellter Blutcirculation auf 116 mm Hg (Nr. 15) und sinkt dann wieder allmählich herab, so dass er vor der zweiten Abklemmung nur etwa 32 mm beträgt. Die zweite Abklemmung dauert 180 Sec. lang; 50 Sec. nach dem Beginn derselben ist der Blutdruck auf 5 mm Hg herabgesunken. Nach Fortnahme der Pincette schlägt das Herz nur langsam, der mittlere Blutdruck erhebt sich nicht höher als auf 13 mm Hg, die Herzschläge sind aber vollkommen normal und zeigen keine Spur eines Deliriums.

Im Versuch II ist vom Anfang an der mittlere Blutdruck etwa 90 mm Hg. Bei der ersten, 134 Sec. lang dauernden Abklemmung sinkt der Druck auf 30 mm Hg, und erhebt sich nach Fortnahme der Pincette auf 171 mm (Per. 10), um darnach wieder auf etwa den ursprünglichen Werth herabzusinken. Eine zweite Abklemmung von 156 Sec. Dauer zeigt ganz dasselbe: Herabsinken des Blutdruckes auf 28 mm Hg, Steigerung des mittleren Blutdruckes nach beendeter Abklemmung auf 152 mm Hg mit darauffolgender Druckabnahme auf 82 mm. Auch eine dritte Abklemmung von 192 Sec. Dauer giebt ganz dieselben Resultate.

Im Versuch I schlug das Herz nach dem Ende der ersten Abklemmung vollständig regelmässig und normal 24 Minuten, bis die zweite Abklemmung stattfand und sogar nach dieser zeigte sich das Herz fortwährend leistungsfähig. Die erste Abklemmung hat also, trotzdem der Blutdruck während derselben auf 6—8 mm Hg herabgesunken war, an und für sich keine merkbare Beschädigung des Herzens ausgeübt, was vielleicht am Besten daraus hervorgeht, dass der Blutdruck nach dem Ende der Abklemmung einen verhältnissmässig hohen Werth erreicht hat. Diese Blutdrucksteigerung ist aller

Wahrscheinlichkeit nach von einer durch die asphyctische Reizung der Gefässcentren hervorgerufenen Gefässcontraction bedingt. Bei einem wenig leistungsfähigen Herzen hätte aber diese Gefässcontraction keine derartige Drucksteigerung hervorrufen können.

Der Versuch II ist in einer gewissen Beziehung nicht gut ausgefallen: Während der Abklemmung sinkt der Blutdruck nicht genügend tief herab. Wenn trotz der um die Vorhöfe gelegten Pincette der Aortadruck 25—30^{mm} Hg beträgt, so wird natürlich eine Blutströmung durch die Kranzgefässe stattfinden können und dieser Versuch ist also in Bezug auf die uns hier beschäftigende Frage ganz bedeutungslos. Ich habe denselben hier mitgeteilt, um zu zeigen, in einem wie hohen Grade die Reizung der Vasoconstrictoren, welche durch die Aufhebung des Kreislaufes hervorgerufen ist, das Hinüberströmen des Blutes aus den Arterien nach den Venen verhindern kann und wie in Folge dessen die Arterien, trotzdem sie keine Zufuhr aus dem Herzen erhalten, dennoch von Blut gefüllt bleiben können.

3. Im folgenden Versuch habe ich den Kreislauf nach dem Vorgange von Stefani in der Weise aufgehoben, dass ich mittels einer in das Pericardium eingebundenen Canüle Salzwasser unter einem so hohen Drucke in die Pericardialhöhle eingegossen habe, dass die Blutzufuhr nach dem Herzen aus den Venen unterbrochen worden ist. Das Thier erhielt nur Curare, weil es ja möglich wäre, dass Morphin und Atropin in irgend einer Weise die Resultate der früheren Versuche beeinflusst hätten.

Versuch III. 13. April 1892. Hund 6700 ^{grm}. Allein Curare in subcutaner Einspritzung.

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
1	0	25	176	160	168
2	10	25	178	160	169
3	20	30	173	154	163 ¹ / ₂
4	30	?	166	132	149
5	40	31	156	130	143
6	50	31	156	146	151

In der 60. Sec. wird die Blutzufuhr zu dem Herzen durch Erhöhung des intrapericardialen Druckes allmählich aufgehoben. Der minimale Blutdruck beträgt in der 60.—70. Sec.: 48, in der 70. bis 80 Sec.: 28, von der 80. bis zum Ende der Absperrung 22^{mm} Hg Von der 90. Sec. an zeichnet das Manometer keine Blutdrucks-

schwankungen mehr. Der intrapericardiale Druck beträgt 23^{cm} Wasser. Die Absperrung dauert 146 Sec. lang und wird an der 236. Sec. aufgehoben.

Zwischen der 236. und 359. Sec. schreibt das Manometer schlecht, so dass die Pulsfrequenz nicht gezählt werden kann. An der 259 Sec. ist der Blutdruck auf 198^{mm} Hg gestiegen. Von der 359. Sec. an begegnen wir folgenden Werthen:

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
7	359	11	158	108	133
8	369	15	144	110	127
9	379	18	140	112	126
10	389	21	136	122	129
11	399	23	130	117	123 ^{1/2}
12	409	27	126	114	120
13	419	28	122	112	117
14	429	27	122	112	117
15	439	27	122	110	116
16	449	28	122	108	115
17	459	28	122	113	117
18	810	30	108	100	104

Es wird noch zweimal die Blutzufuhr zu dem Herzen in derselben Weise und mit demselben Ergebniss abgesperrt. Das Herz fährt dessenungeachtet fort ganz normal zu schlagen.

Am Ende des Versuches finden wir

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
18	3030	30	100	94	97
19	3390	30	108	100	104
20	3810	30	110	104	107

Die Compression des Herzens durch Erhöhung des intrapericardialen Druckes hat 146 Sec. lang gedauert; schon nach 30 Sec. zeigten sich am Manometer keine pulsatorischen Druckschwankungen mehr: die Blutzufuhr zum Herzen war also zu dieser Zeit aufgehoben. Dennoch sinkt der Blutdruck nur auf etwa 22^{mm} Hg herab — was ganz wie

im Versuch II von einer durch den Erstickungsreiz bewirkten Gefäß-contraction bedingt sein muss.

Nach Ende der Absperrung steigt der Blutdruck sofort an, und zu gleicher Zeit kommt eine ausgesprochene Vagusreizung zum Vorschein — was bezeugt, dass auch das Vaguscentrum durch das Aufheben des Kreislaufes gereizt worden ist.

Es wurde noch zweimal die Blutzufuhr zu dem Herzen mit demselben Resultate aufgehoben. Trotz derselben schlägt jedoch das Herz noch ganz normal mehr als 1 Stunde nach der ersten Abklemmung.

4. Auch in diesem Versuche sank der mittlere Blutdruck nicht so tief herab, dass aus demselben eindeutige Schlüsse in Bezug auf die Bedeutung der Blutzufuhr gezogen werden könnten.

Um bestimmte Resultate zu erhalten, ging ich bei den folgenden Versuchen in einer anderen Weise zu Wege, und zwar schnitt ich gleich nach Anlegung der Pincette die eine Carotis durch; als nun das Blut frei ausströmen konnte, sank der Blutdruck auf einen sehr niedrigen Werth oder auf Null herab, und die Kranzarterien konnten also keine Blutzufuhr mehr erhalten. Die Thiere waren nur mit Curare bewegungslos gemacht.

Versuch IV. 12. September 1893. Hund, 7500 ^{grm}. Nur Curare in subcutaner Einspritzung. Manometer in der linken Carotis; die rechte Carotis abgebunden.

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
1	0	24	102	82	92
2	10	25	106	92	99

Jetzt werden die Vorhöfe durch eine fest zugeschraubte Pincette abgeklemmt und gleich nachher die rechte Carotis durchschnitten. Die Abklemmung und Blutung dauern bis zu der 137 Sec., also 117 Sec. lang. Nach 15 Sec. beträgt der Blutdruck 20 ^{mm}, nach 30 Sec. 16 ^{mm} und am Ende der Abklemmung 6 ^{mm}. Die Pincette wird in der 137 Sec. abgenommen und die rechte Carotis abgebunden. S. Tabelle S. 11.

In der 1570. Sec. werden die Vorhöfe abgeklemmt und die rechte Carotis gelüftet. Die Abklemmung und Blutentziehung dauern 146 Sec., also bis zur 1716. Sec. 15 Sec. nach der Abklemmung beträgt der Druck 14 ^{mm}, nach noch 15 Sec. ist er auf 12 ^{mm} herabgesunken. Dann finden wir an der 45. Sec.: 11 ^{mm}, an der 60. Sec.: 11, an der 75. Sec.: 10¹/₂,

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
8	137	11	80	—	—
9	142	26	182	144	163
10	152	21	178	134	156
11	162	20	170	138	154
12	172	16	174	116	145
13	182	13	170	—	—
14	192	13	168	—	—
15	202	14	160	104	132
16	212	17	144	106	125
17	222	17	140	106	123
18	232	19	126	102	114
19	242	20	118	98	108
20	252	20	112	92	102
21	262	21	110	90	100
22	272	22	110	94	102
23	282	22	110	94	102
24	292	24	110	96	103
25	302	25	114	100	107
26	312	25	114	102	108
27	322	26	112	102	107
28	332	26	112	102	107
29	342	27	112	102	107
30	352	27	112	102	107
31	362	28	116	108	112
32	372	28	116	106	111
33	382	28	114	106	110
34	392	28	114	104	109
35	402	29	112	104	108
36	412	29	112	102	107
37	422	29	108	102	105
38	432	29	108	102	105
39	850	31	84	76	80
40	1150	32	82	74	78
41	1450	32	86	70	78
42	1570	31	86	76	81

an der 90. Sec.: 9, an der 105. Sec.: 8, an der 120. Sec.: 7 und am Ende der Abklemmung 6^{mm} Hg. Die Pincette wird an der 1716. Sec. abgenommen und die rechte Carotis abgebunden.

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
43	1716	12	178	—	—
44	1726	24	192	162	177
45	1736	22	174	116	145
46	1746	17	164	132	148
47	1756	19	152	126	139
48	1766	15	156	94	125
49	1776	12	138	—	—
50	1786	12	100	—	—
51	1796	13	102	—	—
52	1806	17	104	80	92
53	1816	21	96	78	87
54	1826	22	88	74	81
55	1836	23	84	70	77
56	1846	23	82	70	76
57	1856	24	80	70	75
58	1866	25	78	68	73
59	1876	26	80	68	74
60	1886	26	82	72	77
61	1896	26	82	74	78
62	1906	27	84	74	79
63	1916	26	88	80	84
64	1926	27	88	80	84
65	1936	27	86	76	81
66	1946	27	84	76	80
67	1956	27	84	76	80
68	1966	28	88	78	83
69	1976	28	88	80	84
70	1986	28	92	80	86
71	2350	31	76	68	72
72	2360	30	86	74	80
73	2370	30	90	76	83

Während der 72. Periode fängt eine Erstickung an, welche 60 Sec. lang dauert. Dabei erreicht der Blutdruck den maximalen Werth von 260 mm Hg. Nach dem Ende der Erstickung fanden wir

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
74	2440	30	176	134	155
75	2450	30	144	120	132
76	2460	29	132	112	122
77	2470	30	120	108	114

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
78	2480	30	116	104	110
79	2490	30	112	102	107
80	2500	30	108	100	104
81	2510	30	108	100	104
82	2600	30	94	90	92
83	2610	30	94	88	91
84	2620	30	94	88	91
85	2630	30	92	88	90
86	2930	30	76	68	72
87	2940	31	78	68	73
88	2950	30	80	72	76

Jetzt wird in die Pericardialhöhle 0.04^{grm} Cocain in 1^{ccm} physiologischer Kochsalzlösung eingegossen. Der Blutdruck beginnt sofort anzusteigen und erreicht einen sehr hohen Werth. Nach 540 Sec. finden wir:

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
89	3490	28	188	176	182
90	3500	28	186	174	180
91	3510	28	182	170	176

An der 4270 Sec. nach dem Beginn des Versuches wird wieder dieselbe Menge von Cocainlösung in die Pericardialhöhle eingegossen. Der Druck erhebt sich noch weiter und wir finden in der 4500. Secunde die folgenden Werthe:

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
92	4500	24	202	192	197
93	4510	25	200	188	194
94	4520	24	196	180	188
95	4530	24	190	180	185
96	4540	24	186	176	181

Dann werden die Vorhöfe nochmals abgeklemmt und die rechte Carotis gelüftet. Die Abklemmung und Blutung dauern 128 Sec., bis zur 4668. Sec. Der Blutdruck beträgt nach 15 Sec.: 16, nach 30 Sec.: 14, nach 45 Sec.: 12, nach 60 Sec.: 11, nach 75 Sec.: 10, nach 90 Sec.

10, nach 105 Sec.: 10, nach 120 Sec.: 10, und am Ende der Abklemmung 10 mm Hg. Darnach finden wir

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
97	4668	11	62	—	—
98	4713	12	82	—	—
99	4723	15	94	—	—
100	4733	17	126	—	—
101	4743	21	132	116	124
102	4753	23	136	124	130
103	4763	24	140	128	134
104	4773	24	142	132	137
105	4783	24	140	130	135
106	4793	24	138	128	133
107	4803	25	136	122	129
108	4813	25	132	118	125
109	4823	24	126	114	120
110	4833	25	122	110	116

Das Thier erhält jetzt Atropin in die Pericardialhöhle, was jedoch keine Einwirkung ausübt. In der 5130. Sec. wird das Thier erstickt.

Die Pulsfrequenz hält sich dabei um 21—22 pro Sec. und der Blutdruck erhebt sich auf den Werth von 182 mm Hg. 135 Sec. nach dem Beginn der Erstickung finden wir folgende Werthe:

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
111	5265	24	162	138	150
112	5275	24	144	114	129

Der Versuch wird jetzt unterbrochen.

Versuch V. 17. November 1893. Hund, 5000 g^{mm}. Nur Curare in subcutaner Einspritzung. Manometer in der linken Carotis; die rechte Carotis abgebunden.

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
1	0	34	158	142	150
2	10	34	149	139	144

Jetzt werden die Vorhöfe durch eine fest zugeschraubte Pincette abgeklemmt und unmittelbar nachher die rechte Carotis durch-

schnitten. Die Abklemmung und Blutung dauern bis zu der 170 Sec., also 150 Sec. lang.

Nach 25 Sec. beträgt der Blutdruck 2 mm Hg, nach 70 Sec. 1 mm Hg, nach etwa 85 Sec. ist er auf 0 mm Hg herabgesunken.

Die Pincette wird in der 170. Sec. abgenommen und die rechte Carotis abgebunden. Der Blutdruck steigt sofort an und erreicht innerhalb 14 Sec. den Werth von 184 mm Hg. Darnach finden wir

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
3	185	36	194	166	175

Nun zeigt sich zuerst eine 50 Sec. lang dauernde Retardation der Herzschläge (Vagusreizung), nach welcher das Herz arhythmisch schlägt, indem die Herzschläge mit einer gewissen Periodicität umwechselnd frequent und langsam sind. Einige Minuten später ist die Herzthätigkeit wieder ganz regelmässig und wir erhalten

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
4	450	31	114	106	110
5	460	30	110	100	105
6	470	30	102	94	98
7	480	31	96	90	93
8	490	30	92	87	89 $\frac{1}{2}$

In der 550. Sec. wird die künstliche Athmung unterbrochen. Der Druck steigt an und erreicht an der 595. Sec. den maximalen Werth von 234 mm Hg.

Bei der in der 600. Sec. wieder eingeleiteten Athmung stellen sich folgende Werthe dar:

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
9	600	20	216	168	192
10	610	29	174	144	159
11	620	32	147	126	136 $\frac{1}{2}$
13	660	34	118	112	115
14	670	33	116	110	113
15	920	33	75	71	73
16	930	33	75	70	72 $\frac{1}{2}$

Dann wird das Thier während 130 Sec. erstickt, wobei die Verhältnisse sich ganz wie bei der früheren Erstickung verhalten. 270 Sec. nach dem Ende dieser Erstickung finden wir:

Nr.	Laufende Zeit; Secunden	Puls in 10 Secunden	Blutdruck in der A. car.; mm Hg		
			Max.	Min.	Mittel
17	1330	30	126	122	124
18	1340	31	123	120	121 $\frac{1}{2}$

Die Pincette wird nun zum zweiten Mal angelegt und die rechte Carotis durchschnitten. Die Abklemmung dauert 200 Sec. Nach Lösung derselben stellt sich sofort Herzdelirium ein und das Thier stirbt.

Im Versuche IV dauert die erste Abklemmung und Blutung 117 Sec. Dabei ist der Blutdruck nach 30 Sec. auf 16 ^{mm} und am Ende der Abklemmung auf 6 ^{mm} Hg herabgesunken. Nach Ende derselben erreicht der Blutdruck einen sehr hohen Werth und sinkt dann wieder herab.

Die zweite Abklemmung und Blutung dauert 146 Sec., wobei der Druck nach 30 Sec. auf 12 ^{mm}, nach 45 Sec. auf 11, nach 90 Sec. auf 9 und am Ende der Abklemmung auf 6 ^{mm} Hg herabgesunken ist. Bei wiederhergestelltem Kreislauf stellen sich die Verhältnisse ganz wie nach der ersten Abklemmung dar.

Eine 60 Sec. lang dauernde Erstickung treibt den Blutdruck auf den hohen Werth von 260 ^{mm} und in der 2950 Sec. (2800 Sec. nach dem Ende der ersten Abklemmung und Blutung) ist der mittlere Druck noch 76 ^{mm} hoch. Die beiden Abklemmungen haben also — trotz des dabei stattfindenden niedrigen Druckes — die Leistungsfähigkeit des Herzens gar nicht herabgesetzt.

In der 2960. Sec. wird in der Pericardialhöhle 0.04 ^{grm} Cocain in 1 ^{ccm} Salzwasser eingegossen, in Folge dessen der Blutdruck erheblich ansteigt. Bei jetzt in der 4550. Sec. vom Beginn des Versuches an gerechnet stattfindender, 128 Sec. lang dauernder, Abklemmung und Blutung finden wir den Blutdruck nach 30 Sec. auf 14, nach 75 Sec. auf 10 ^{mm} Hg herabgesunken. Nachdem der Kreislauf wieder hergestellt worden ist, steigt der Druck wieder auf einen ziemlich hohen Werth an. 5138 Sec. nach dem Ende der ersten Abklemmung und Blutung wird der Versuch unterbrochen, der mittlere Blutdruck ist dabei noch 129 ^{mm} Hg.

Im Versuche V sinkt der mittlere Blutdruck bei der ersten Abklemmung und Blutung innerhalb 25 Sec. auf 2 ^{mm} Hg und später, nach etwa 60 Sec., auf 0 ^{mm} Hg herab. Die Abklemmung und

Blutung dauern 150 Sec. Gleich nach dem Ende derselben erhebt sich der Blutdruck wieder und erreicht innerhalb 14 Sec. den Werth von 184^{mm} Hg. 1180 Sec. nach dem Ende der Abklemmung schlägt das Herz vollkommen normal; der mittlere Blutdruck ist dabei noch etwa 122^{mm} Hg.

5. Ich stelle die Versuche übersichtlich zusammen:

Versuch	Mittlerer Blutdruck vor der ersten Abklemmung; mm Hg	Dauer der ersten Abklemmung; Sekunden	Druckmin. während der ersten Abklemmung; mm Hg	Druckmax. nach der ersten Abklemmung; mm Hg	Das Herz bleibt nach der ersten Abklemmung leistungsfähig wenigst. Sec.	Mittlerer Blutdruck am Ende des Versuches; mm Hg
I	33—25	115	6	121	1596	32
II	88—92	134	30	182	5664	84
III	143—169	146	22	158	3584	107
IV	92—99	117	6	260	5138	129
V	144—150	150	0	234	1180	122

In Cohnheim's und v. Schulthess-Rechberg's Versuchen über die Folgen der Kranzarterienverschliessung für das Herz, welche Versuche die Lehre von der Wirkung eines wirklichen Herzgiftes, das sich während des Verschlusses des Kranzarterienastes gebildet hätte, begründeten, hat der steile Abfall des Blutdruckes und der Herztod bei Verschluss der grösseren Kranzarterienäste in 4 Versuchen in den folgenden Zeiträumen stattgefunden:

1. Vers. vom 18. März 1881. Die Ligatur am R. descend. cor. sin. 10^{mm} vom Ursprung aus der Aorta. Der steile Abfall erfolgt 95 Sec. nach der Ligatur.

2. Vers. vom 7. März 1881. Ligatur des R. descend. 18^{mm} vom Ursprung. Herzstillstand nach 125 Sec.

3. Vers. vom 5. Februar 1881. Ligatur des R. desc. und der ihn begleitenden Venen. Herzstillstand nach 90 Sec.

4. Vers. vom 14. Februar 1881. Ligatur des R. circumflexus 12^{mm} vom Ursprung. Herzstillstand nach 75 Sec.

Die Zeit, innerhalb welcher die Ligatur eines grösseren Kranzarterienastes zum Herzstillstand führte, schwankt also zwischen 75 und 125 Sec. oder beträgt „durchschnittlich kaum zwei Minuten“ (Cohnheim und v. Schulthess-Rechberg).

Bei meinen Versuchen war der ganze Kreislauf 115—150 Sec. lang vollständig aufgehoben und in keinem einzigen Falle trat das Herzelirium ein, weder während noch nach der Abklemmung, trotz

dem das Thier mindestens 1180 Sec. darnach beobachtet wurde. Die Versuche II und III sind zwar, wie schon oben bemerkt ist, von keiner Bedeutung in dieser Hinsicht, die anderen Versuche sind aber um so beweisender.

Man könnte allerdings bemerken, dass der mittlere Blutdruck im Versuch I sehr niedrig ist und dass also, wie schon Cohnheim und v. Schulthess-Rechberg hervorheben, dies hypothetische Herzgift, wegen zu schwacher Herzcontractionen, in einer zu geringen Menge gebildet worden sei. Diese Bemerkung trifft aber für die Versuche IV und V nicht zu: hier ist der Druck vor der Abklemmung 92—99, bezw. 144—150^{mm} hoch, und doch ist das Herz, nach einer 117 bezw. 150 Sec. dauernden Abklemmung, vollständig leistungsfähig. Und in diesen Versuchen sinkt während der Abklemmung der mittlere Blutdruck schnell auf einen sehr niedrigen Werth herab.

Ich kann daher nichts anderes finden, als dass diese Versuche, wie übrigens Untersuchungen von mehreren früheren Autoren ganz bestimmt zeigen, dass derjenige Herzstillstand, den Cohnheim und v. Schulthess-Rechberg beobachtet haben, nicht durch die Anämie eines umschriebenen Theiles der Herzwand, sondern durch Nebenverletzungen bedingt ist.