

Acta Medica Okayama

Volume 2, Issue 1

1930

Article 3

AUGUST 1930

Ein Beitrag zur Diagnostik des Ertrinkungstodes.

Ryohei Nakai*

*Okayama University,

Copyright ©1999 OKAYAMA UNIVERSITY MEDICAL SCHOOL. All rights reserved.

Ein Beitrag zur Diagnostik des Ertrinkungstodes.*

Ryohei Nakai

Abstract

1) Es wurde mittels der Tierexperimente die Blutverdünnung beim Ertrinkungstode nachgewiesen, die durch Eindringen der Ertrankungsflüssigkeit in das Herz verursacht wird. Ihr Nachweis erfolgte auf chemischem Wege, indem der Gesamtstickstoff des Blutes und Papillarmuskels aus beiden Herzhalften sowohl bei Ertrankten wie auch bei anderweitig Gestorbenen bestimmt und verglichen wurde. Die Stickstoffmenge des linken Herzblutes und Papillarmuskels bei den Ertrankten war kleiner als die bei den an anderen Ursachen Gestorbenen, und zwar war bei den ersteren die aus der linken Herzseite stammende bedeutend geringer als die aus der rechten. Diese Differenz der Stickstoffmenge, die noch ziemlich lange Zeit nach dem Tode anhält, konnte bei geronnenem Blut und selbst bei leerem Herzen mit dem Papillarmuskel ebenfalls nachgewiesen werden und zeigte sich ohne Rücksicht auf die Art der Ertrankungsflüssigkeit immer in demselben Sinne, d. h. der Stickstoffgehalt war in der linken Herzhalfte immer kleiner als in der rechten. Diese Nachweismethode der chemischen Veränderung von Blut und Papillarmuskel kann praktisch als ein Hilfsmittel zur Diagnose des Ertrinkungstodes empfohlen werden (abgesehen von dem ertrankten neugeborenen Kinde). 2) Auf Grund des Ergebnisses der Tierversuche liesse sich weiter behaupten, dass, je länger der Kampf des Ertrinkenden gegen den Tod im Wasser dauert, desto deutlicher sich die Stickstoffdifferenz zeigen und desto früher die ertrankte Leiche zum Aufschwimmen an die Wasseroberfläche kommen muss, und dass die hypotonische Flüssigkeit leichter als die hypertonische durch die Lunge ins Herz eindringen kann.

(Aus dem gerichtsarztlichen Institut der medizinischen
Universität Okayama.)

Ein Beitrag zur Diagnostik des Ertrinkungstodes.

Von

Ryohei Nakai.

Eingegangen am 23. April 1930.

Einleitung.

Eine der wichtigsten Aufgaben des Arztes, der amtlich zugezogen wird zur Besichtigung einer im Wasser aufgefundenen Leiche, bei der die Todesursache unbekannt ist, ist die Entscheidung der Frage, ob der Verstorbene lebend oder tot ins Wasser gekommen ist. Bisher sind mehrere objektive, diagnostisch wichtige Leichenbefunde als Merkmale des Ertrinkungstodes festgestellt worden, unter denen die Veränderungen im Herzen als die interessantesten gelten können. Schon vor etwa 80 Jahren hatte *Döhne*¹⁾ das Eindringen der Ertrinkungsflüssigkeit ins Herz erwähnt. Kurz danach hatte einerseits *Falk*²⁾ diese Tatsache bewiesen auf Grund seiner Versuche, in denen er eine Stärkelösung als Ertrinkungsflüssigkeit und Jod als Reagens benutzte; andererseits hatte *Peiper*³⁾ das Verschwinden oder die Resorption der in die Lunge aspirierten Flüssigkeit experimentell untersucht und bestätigt. Dank dieser Resorption der Flüssigkeit durch die Lunge kommt es hauptsächlich im linken Herzen zu einer Blutverdünnung. Dieser wichtige, wenn auch mit der damaligen mangelhaften Methodik erzielte Befund für die Diagnose des Ertrinkungstodes blieb nicht ohne weitere Untersuchungen, die ja seither von mehreren Forschern sowohl qualitativ als auch quantitativ mit verschiedenen und exakten Methoden angestellt wurden. Zunächst wiesen *Brouardel* und seine Mitarbeiter, *Vibert*⁴⁾ und *Loye*⁵⁾ eine Verdünnung des linksseitigen Herzblutes bzw. arteriellen Blutes nach, indem sie die Menge des Trockenrückstandes des Blutes vor und nach dem Ertrinken ebenso wie die Zahl der roten Blutkörperchen des Blutes aus beiden Herzhälften verglichen. Zu einem ähnlichen Ergebnis führten die Untersuchungen *Paltaus*'s, der im Blute der linken Herzhälfte eine stärkere hämolytische Erscheinung als in dem der rechten beobachtete, diese mittels *Fleischl*'schen Hämometers kolorimetrisch bestimmte und den Übertritt chemisch auffindbarer Substanzen

aus der Ertränkungsflüssigkeit in das Herz nachwies. Die Verdünnung des Blutes durch die Ertränkungsflüssigkeit wurde aber durch die ausgezeichneten Untersuchungen von *Carrara*⁶⁾ in ganz einwandfreier Weise erwiesen: er bediente sich zuerst der Bestimmung des osmotischen Druckes mittels Kryoskopie. Seine Forschungsergebnisse sind von anderen Gelehrten, so namentlich *Revenstorff*⁷⁾, *Wachholz*⁸⁾, *Horoskiewicz*⁹⁾, *Stoenescu*¹⁰⁾, *Schmidt*¹¹⁾ und *Di Mattei*¹²⁾ bestätigt und ergänzt worden. *Carrara* ergänzte seine Studien über die Blutverdünnung bei Ertrunkenen auch durch die Bestimmung der Trockenrückstandes, des Wassergehaltes, der Asche, des Eisens, besonders der elektrischen Leitfähigkeit des Blutes und der Blutdichte mittels des Pyknometers. Sonst sind noch erwähnenswert: die vergleichende Untersuchung über den Silikat-Gehalt des Blutes der beiden Herzhälften von *Fränckel* und *Strassmann*¹³⁾, die Bestimmung der Blutdichte nach *Hammerschlag* von *Plazek*¹⁴⁾, die Bestimmung der Chloride von *Stockis*¹⁵⁾, von *Gettler*¹⁶⁾ sowie von *Yamakami*¹⁷⁾, die Refraktometrie des Blutserums aus beiden Herzkammern von *Szulislawska* und *Tobiczyk*¹⁸⁾ ebenso wie von *Cauto*¹⁹⁾; ferner besonders die Kalziumbestimmung des Blutes und der Papillarmuskeln von *Lochte*²⁰⁾.

Einige der oben beschriebenen Beweismethoden für die Blutverdünnung sind einmal kompliziert und bedürfen spezieller Apparatur, andererseits lassen sie sich nur bei frischen Leichen anwenden, weil sie z. B. bei geronnenem Blute oder bei leerem Herzen kaum Anwendung finden können, während dagegen im letzteren Falle die Papillarmuskelmethode von *Lochte* von grosser Bedeutung sein kann.

Deswegen hielten wir es für angebracht, noch eine andere exakte Beweismethode, die sich mit alleiniger Ausnahme allzu alter für sämtliche ertrunkenen Leichen anwenden lässt, hinzuzufügen.

Durch Eindringen der Ertränkungsflüssigkeit in das Herz wird das Blut, die Eiweissflüssigkeit, verdünnt und der Papillarmuskel verbleicht, infolgedessen muss dabei der Stickstoffgehalt des Blutes, Blutkoagulums und Muskels im linken Herzen einen niedrigeren Wert aufweisen als im rechten. Diese Überlegung führte mich zu den folgenden experimentellen Untersuchungen.

Experimenteller Teil.

A. Methodisches.

Als Versuchstiere wurde eine Reihe kräftiger Kaninchen und Hunde gebraucht, die durch Ertränken in Leitungswasser oder in etwa 3%igem Salzwasser, also in hypertonischer Lösung, getötet wurden. Nach verschieden langem Verweilen im Wasser oder in der Luft nach

dem Tode wurden auf dem Sektionstisch das Blut oder Blutkoagulum, wenn die Blutgerinnung schon eingetreten war, und die Papillarmuskeln aus beiden Kammern getrennt mit den gesäuberten getrockneten Injektionsspritzen ohne Nadeln oder Löffel bzw. mit der sauberen Schere herausgenommen und jede einzeln in die ebenfalls chemisch gereinigten, gut getrockneten, kleinen numerierten Wägefläschchen, deren Tara bereits bekannt waren, hineingebracht. Nach dem Abwiegen des Wägefläschchens samt Inhalt wurde letzterer in den *Kjeldahl*schen Kolben mit Hilfe der Spritzflasche quantitativ hineingelassen und der gesamte Stickstoff wie gewöhnlich bestimmt.

Bei der Entnahme des Bestimmungsmaterials ist darauf zu achten, dass möglichst wenig Luftblasen mit dem Blut in die Spritze eindringen und der Muskel von anhaftendem Blute mit Gaze befreit wird.

B. Eigene Versuche mit dem flüssigen Blute frischer Tierleichen.

1. Vorversuche (Tabelle 1).

Als Vorversuch zu diesen Untersuchungen wurde die Bestimmung des Gesamtstickstoffs des venösen und arteriellen Blutes aus den Kaninchenohr- und Hundeextremitätengefäßen vorgenommen. Dieser Versuch zeigte, dass der Gesamtstickstoffgehalt des arteriellen Blutes sich beinahe gleichgross oder etwas höher als der des venösen darstellt.

Tabelle 1.

Versuchs- tier Nr.	Venöses Blut		Arteriell. Blut		Gesamt-N in mg auf 100 g Blut berechnet		Differenz (A-V) in mg	
	entnomm. Blutmenge in g	Gesamt-N in mg	entnomm. Blutmenge in g	Gesamt-N in mg	venöses Blut	Arteriell. Blut.		
Kaninchen	1	1.7354	46.76	0.7790	21.70	2.6945	2.7159	-3
	2	0.7827	18.90	0.1542	3.92	2.4160	2.4215	-1
	3	0.3169	10.36	0.1480	8.84	3.2692	3.2461	2
	4	0.2052	6.09	0.3196	11.62	2.9678	2.9673	0
	5	0.9494	27.72	0.5730	22.40	2.9196	3.0092	-8
Hunde	6	0.1722	4.62	0.2156	5.88	2.67	2.72	-5
	7	0.2125	6.00	0.3556	10.43	2.82	2.90	-8

2. Ertränkungsversuch mit Kaninchen im Leitungswasser (Tabelle 2).

Bei 11 ertränkten Kaninchen wurde das Blut 20-30 Minuten nach dem Tode, wo das Herzblut stets noch flüssig war, aus dem Herzen entnommen und kjeldahlisiert. Bei diesem Versuche zeigt sich eine erhebliche Differenz zwischen dem gesamten Blutstickstoff beider Herzhälften, und zwar ist der Stickstoffgehalt des Blutes aus dem linken

Herzen deutlich niedriger als der des Blutes aus dem rechten.

Tabelle 2.

Versuchstier Nr.	postmort. Zeit in MT.	Beschaffen- heit d. Blutes beider Herz- kammern	abgewogene Blutmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Blut berechnet		Differenz (R-L) in mg
			L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	30	dunkelrötlich und flüssig	0.1588	0.4722	0.004	0.015	0.255	0.314	59
2	„		0.3781	0.4408	0.010	0.015	0.259	0.330	71
3	„	„	0.2440	0.2716	0.004	0.009	0.139	0.324	185
4	„	„	0.2648	0.2628	0.006	0.008	0.246	0.295	49
5	„	„	0.1542	0.1349	0.004	0.005	0.242	0.371	129
6	„	„	0.1995	0.3169	0.004	0.010	0.196	0.321	125
7	„	„	0.3720	0.0974	0.010	0.003	0.263	0.324	61
8	20	„	0.2260	0.0980	0.004	0.003	0.195	0.300	105
9	„	„	0.0805	0.1014	0.002	0.004	0.192	0.286	84
10	„	„	0.1721	0.1308	0.004	0.004	0.210	0.290	80
11	„	„	0.1066	0.1509	0.002	0.004	0.223	0.278	55

3. Kontrollversuch mit Kaninchen, die anderweitig gewaltsam getötet wurden (Tabelle 3).

Die Versuchstiere wurden durch Erhängen, Erdrosseln, Kohlenoxydvergiftung, Luftembolie etc. umgebracht, ihr Blut wurde aus beiden Herzhälften getrennt entnommen und kjeldahlisiert. Man ersieht aus diesem Versuche, dass der Stickstoff des linken Herzblutes im Falle der anderweitig getöteten Kaninchen einen mehr oder weniger höheren Wert aufweist als der Stickstoff des rechten.

Tabelle 3.

Versuchstier Nr.	Todesur- sache	Postmort. Zeit in MT.	Beschaffen- heit d. Blutes beider Herz- kammern	abgewogene Blutmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Blut berechnet		Differenz (R-L) in mg
				L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	Verblutung	20	beiderseits flüssig	0.1509	0.1023	0.004	0.003	0.278	0.267	-9
2	CO-vergif- tung	„	„	0.1440	0.3556	0.004	0.010	0.296	0.287	-9
3	Pneumo- thorax	„	„	0.0805	0.1014	0.002	0.004	0.296	0.286	-10
4	Luftembo- lie	„	„	0.2697	0.2456	0.007	0.006	0.269	0.261	-8
5	„	„	„	0.2123	0.2169	0.006	0.006	0.290	0.275	-15
6	Erhängen	„	„	0.1864	0.2140	0.005	0.006	0.267	0.265	-2
7	„	„	„	0.2232	0.1962	0.006	0.005	0.285	0.280	-5
8	Schlagen auf d. Kopf	„	„	0.1018	0.1522	0.003	0.004	0.295	0.263	-32
9	Distomiasis heptica	„	„	0.1262	0.2569	0.004	0.003	0.344	0.340	-4

4. Ertränkungsversuch mit Hunden im Leitungswasser (Tabelle 4).

Das Blut des ertränkten Hundes bleibt ziemlich lange Zeit nach dem Tode flüssig, daher eignet es sich zur Untersuchung des Herzblutes des Ertrunkenen in flüssigem Zustand zu postmortal verschiedener Zeit. 10 Hunde, die 6 bis 16 kg schwer waren, wurden in Leitungswasser ertränkt. Der Unterschied zwischen der Stickstoffmenge des Blutes der linken und rechten Herzseite ist ebenfalls sehr deutlich.

Tabelle 4.

Versuchstier Nr.	postmort. Zeit. in St.	Wassertemperatur in C	Beschaffenheit d. Blutes beider Herzkammern	abgewogene Blutmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Blut berechnet		Differenz (R-L) in mg
				L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	6	12—15	dunkelrötlich u. flüssig	0.4962	0.5278	0.012	0.016	0.241	0.304	63
2	12	„	„	0.4239	0.3092	0.007	0.009	0.165	0.281	116
3	20	„	„	0.5702	0.2160	0.007	0.009	0.125	0.328	203
4	24	„	„	0.7099	0.3561	0.011	0.008	0.152	0.211	59
5	28	„	„	0.3772	0.3624	0.006	0.007	0.152	0.182	30
6	36	12—17	„	0.4098	0.6874	0.007	0.022	0.149	0.314	165
7	48	„	„	1.6167	1.1130	0.022	0.027	0.137	0.240	103
8	72	„	„	0.3538	0.9470	0.005	0.030	0.150	0.319	169
9	96	„	„	0.3859	0.4150	0.008	0.012	0.206	0.284	78
10	120	„	„	0.7169	1.2219	0.005	0.049	0.074	0.335	261
11	144	„	„	0.6129	0.7830	0.012	0.021	0.202	0.269	67
12	168	„	„	0.8900	0.7522	0.019	0.018	0.214	0.247	33
13	192	„	„	0.5760	0.5485	0.011	0.013	0.194	0.238	44
14	216	„	„	0.4169	0.5439	0.010	0.015	0.235	0.286	51
15	240	„	„	0.1706	0.2666	0.001	0.008	0.073	0.301	228
16	264	„	„	0.8892	0.6971	0.015	0.017	0.170	0.266	96
17	384	12—18	„	0.4944	0.5294	0.010	0.019	0.203	0.361	158
18	960	„	„	0.4513	0.4571	0.009	0.014	0.220	0.312	92

5. Ertränkungsversuch mit Hunden in der hypertonischen Flüssigkeit (Tabelle 5).

Bei diesem Versuche wurden 5 Hunde und 2 Kaninchen ertränkt, bei zweien dieser Hunde blieb das Herzblut ganz flüssig, bei den übrigen Versuchstieren war das Blut mehr oder weniger koaguliert, weshalb das

Herzblut der 2 flüssigen Fälle kjeldahlisiert wurde.

Tabelle 5.

Versuchstier Nr.	postmort. Zeit in St.	Beschaffen- heit d. Blutes beider Herz- kammern	abgewogene Blutmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Blut berechnet		Differenz (R-L) in mg
			L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	48	dunkelrötlich flüssig	0.3160	0.3452	0.011	0.013	0.358	0.375	17
2	84	„	0.1133	0.1946	0.003	0.006	0.255	0.286	31

Hier kann man einen deutlichen, aber im allgemeinen etwas kleineren Unterschied in der Stickstoffmenge des linken und rechten Herzblutes beobachten als bei Leitungswasser.

6. Kontrollversuch mit Hunden, die anderweitig gewaltsam getötet wurden (Tabelle 6).

Als Kontrolle wurden Versuchstiere durch Erhängen getötet. Aus Tabelle 6 ersieht man, dass die Stickstoffmenge des linken Herzblutes gleich gross oder etwas grösser ist als die des rechten.

Tabelle 6.

Versuchstier Nr.	Todes- ursache	postmort. Zeit in St.	Beschaffen- heit d. Blutes beider Herz- kammern	Abgewogene Blutmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Blut berechnet		Differenz (R-L) in mg
				L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	Erhän- gen	Sofort	dunkelrötlich flüssig	0.5154	0.5432	0.015	0.015	0.290	0.280	-10
2	„	48	„	0.6234	0.9618	0.020	0.026	0.327	0.272	-55
3	„	96	„	0.5023	0.3767	0.026	0.019	0.523	0.509	-14
4	„	120	„	0.1211	1.1358	0.028	0.034	0.388	0.366	-22
5	„	144	„	0.3427	0.3944	0.012	0.013	0.359	0.339	-20
6	„	192	„	0.2474	0.1687	0.011	0.008	0.438	0.453	-15
7	„	504	„	0.8281	0.7217	0.036	0.029	0.434	0.401	-33

C. Eigene Versuche mit Blutkoagulum aus dem Herzen der ertränkten Tierleiche.

7. Ertränkungsversuch mit Kaninchen in Leitungswasser (Tabelle 7).

Das Herzblut des Kaninchens koaguliert bald selbst nach dem Tode durch Ertrinken. Nach verschieden langem Verweilen des ertränkten Tieres im Wasser wurde das Blutkoagulum getrennt aus beiden Herzkammern herausgenommen und sein zentraler Teil für die Stickstoffbestimmung kjeldahlisiert.

Tabelle 7.

Versuchs- tier Nr.	postmort. Zeit in St.	Wasser- tempe- ratur in C	Beschaffen- heit d. Blutes beider Herz- kammern	abgewogene Blutmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Blut berechnet		Differenz (R-L) in mg
				L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	6	13—15	dunkelrötlich koaguliert	0.2869	0.0570	0.009	0.002	0.300	0.391	91
2	12	13—17	„	0.0927	0.0980	0.002	0.003	0.249	0.354	115
3	24	„	„	0.2878	0.1838	0.007	0.007	0.238	0.388	150
4	36	„	„	0.2052	0.3976	0.004	0.015	0.211	0.373	161
5	72	„	„	0.0537	0.0569	0.002	0.003	0.417	0.618	201
6	84	13—20	„	0.3684	0.5299	0.009	0.019	0.250	0.360	114
7	108	„	„	0.1849	0.2265	0.005	0.007	0.266	0.348	82
8	132	„	„	0.2006	0.3721	0.004	0.009	0.219	0.255	36
9	144	„	„	0.1227	0.1010	0.005	0.005	0.442	0.499	57

8. Kontrollversuch mit anderweitig gewaltsam getöteten Kaninchen
(Tabelle 8).

Als Kontrolle wurde der Gesamtstickstoff des Blutkoagulums ge-
trennt aus beiden Herzkammern der Versuchstiere, die anderweitig, z. B.
durch Erhängen, Erdrosseln, Kohlenoxydvergiftung, Verblutung, Luft-
embolie, Schlagen auf den Kopf, Anaphylaxie gewaltsam getötet wurden,
bestimmt.

Tabelle 8.

Versuchs- tier Nr.	Todes- ursache	postmort. Zeit in St.	Beschaffen- heit d. Blutes beider Herz- kammern	abgewogene Blutmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Blut berechnet		Differenz (R-L) in mg
				L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	Verblutung	6	dunkelrötlich koaguliert	0.0932	0.1190	0.004	0.005	0.465	0.469	4
2	Luftembo- lie	24	„	0.0906	0.0966	0.003	0.004	0.409	0.384	-25
3	CO-vergif- tung	36	„	0.2970	0.1787	0.012	0.004	0.419	0.403	-16
4	Luftembo- lie	36	„	0.2540	0.1572	0.006	0.005	0.395	0.365	-30
5	Erhängen	48	„	0.1580	0.2073	0.006	0.008	0.407	0.391	-16
6	CO-vergif- tung	60	„	0.0988	0.1019	0.004	0.004	0.410	0.421	11
7	Erhängen	64	„	0.2074	0.2685	0.006	0.008	0.325	0.306	-11
8	Schlagen auf d. Kopf	72	„	0.2232	0.1962	0.006	0.005	0.285	0.280	-5
9	Anaphy- laxie	96	„	0.1509	0.1023	0.004	0.003	0.278	0.267	-9
10	Erdrosseln	124	„	0.2020	0.2030	0.010	0.010	0.554	0.551	-3

9. Ertränkungsversuch mit Kaninchen und Hunden in der hyper-tonischen Flüssigkeit (Tabelle 9).

Für diesen Versuch standen die 6 Fälle (Hunde 4 und Kaninchen 2) des Versuches 5, wo das Herzblut mehr oder weniger koagulierte, zur Verfügung.

Tabelle 9.

Versuchs- tier Nr.	postmort. Zeit in St.	Beschaffenheit d. Blutes beider Herzkammern	abgewogene Koagulamen- ge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Koag- ula berechnet		Differenz (R-L) in mg	
			L.	R.	L.	R.	L.	R.		
Kaninchen	1	Sofort	halb koaguliert	0.5404	1.4213	0.012	0.038	0.226	0.262	36
	2	24	koaguliert	0.1227	0.1010	0.005	0.005	0.442	0.499	57
Hunde	3	24	halb koaguliert	0.4690	0.9230	0.011	0.029	0.230	0.322	94
	4	48	koaguliert	0.1732	0.2167	0.008	0.010	0.452	0.465	13
	5	60	„	0.0995	0.1648	0.004	0.008	0.450	0.509	59
	6	192	„	0.2474	0.1687	0.011	0.008	0.438	0.453	15

Aus Tabelle 9 kann man ersehen, dass sich bei diesem Versuche ein ziemlich deutlicher, aber im allgemeinen etwas geringerer Unterschied zwischen dem Stickstoff im Blutkoagulum der beiden Herzhälften zeigt als bei Leitungswasser.

D. Eigene Versuche mit dem Papillarmuskel aus dem Herzen der ertränkten Tierleiche.

In dieser Versuchsreihe wurde nur der Papillarmuskel des Hundes verwandt, weil der Papillarmuskel des Kaninchens zu klein ist, um ihn herauschneiden und zur Stickstoffbestimmung benützen zu können.

10. Ertränkungsversuch mit Hunden in Leitungswasser (Tabelle 10).

Tabelle 10.

Versuchs- tier Nr.	postmort. Zeit in St.	Wassertempe- ratur bis Sek- tion in C	abgewogene Papillarmus- kelmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Papillar- muskel berechnet		Differenz (R-L) in mg
			L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	6	15	0.3974	0.1080	0.008	0.003	0.211	0.246	35
2	12	13—15	0.1218	0.1590	0.003	0.005	0.224	0.308	84
3	24	13—16	0.1220	0.1210	0.003	0.004	0.245	0.318	73
4	48	„	0.4893	0.1818	0.011	0.006	0.289	0.343	54
5	72	„	0.5418	0.1790	0.016	0.006	0.297	0.344	47
6	96	13—17	0.2949	0.1396	0.006	0.003	0.208	0.240	32
7	120	12—17	0.2361	0.1555	0.003	0.005	0.124	0.398	274
8	192	„	0.1481	0.1797	0.004	0.005	0.226	0.280	54
9	960	„	0.2027	0.1406	0.007	0.003	0.362	0.418	56

11. Ertränkungsversuch mit Hunden in der hypertonischen Flüssigkeit (Tabelle 11).

Tabelle 11.

Versuchstier Nr.	postmort. Zeit in St.	abgewogene Papillarmuskelmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Papillarmuskel berechnet		Differenz (R-L) in mg
		L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	24	0.6296	0.8195	0.013	0.019	0.213	0.240	27
2	48	0.2143	0.3316	0.005	0.009	0.261	0.268	7
3	60	0.2992	0.2500	0.008	0.007	0.262	0.296	34
4	84	0.1930	0.1536	0.006	0.005	0.311	0.328	17
5	192	0.2501	0.1759	0.007	0.006	0.296	0.331	5

12. Kontrollversuch mit anderweitig gewaltsam getöteten Hunden (Tabelle 12).

Tabelle 12.

Versuchstier Nr.	Todesur- sache	postmort. Zeit in St.	abgewogene Papillarmuskelmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Papillarmuskel berechnet		Differenz (R-L) in mg
			L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	Erhängen	Sofort	0.3944	0.3668	0.013	0.012	0.339	0.336	-3
2	„	24	0.3427	0.3944	0.012	0.013	0.359	0.339	-20
3	„	48	0.0965	0.0768	0.003	0.002	0.311	0.328	17
4	„	120	0.3668	0.4392	0.012	0.014	0.336	0.320	-16
5	„	144	0.2625	0.1217	0.010	0.004	0.394	0.343	-51
6	„	192	0.3050	0.2276	0.008	0.006	0.272	0.278	-7
7	„	504	0.5936	0.1497	0.015	0.003	0.257	0.248	-9

Aus diesen Versuchen (10, 11 und 12) wird ersichtlich, dass sich der Stickstoffgehalt der Papillarmuskeln aus der linken und rechten Herzhälfte der ertränkten Tiere im Grossen und Ganzen verhält wie der des Blutes bei den vorigen Ertränkungsversuchen.

Ergebnisse.

1. Bei dem Ertränkungsversuche in Süsswasser beträgt die Differenz im Stickstoff des linken und rechten flüssigen Herzblutes 49-185 mg beim Kaninchen (Tabelle 2), 30-261 mg beim Hunde (Tabelle 4) pro 100 g Blut. Was das Blutkoagulum und den Papillarmuskel anbetrifft, so beträgt der Stickstoffunterschied 36-201 mg pro 100 g Koagula beim Kaninchen (Tabelle 7), bzw. 32-274 mg pro 100 g Muskeln beim Hunde (Tabelle 10).

2. Beim Ertränkungsversuche in der hypertonen Flüssigkeit beträgt der Stickstoffunterschied des flüssigen Blutes aus der linken und rechten Herzkammer 17–31 mg pro 100 g Blut beim Hunde (Tabelle 5), der des Blutkoagulums sowie Papillarmuskels aus der linken und rechten Herzhälfte 36–57 mg beim Kaninchen, bzw. 13–94 mg beim Hunde pro 100 g Koagula (Tabelle 9) und 5–27 mg pro 100 g Hundepapillarmuskel (Tabelle 11).

3. Im allgemeinen ist die Stickstoffdifferenz in denjenigen Fällen besonders gross, bei denen die Versuchstiere eine verhältnismässig lange Zeit im Süsswasser am Leben blieben, wie z. B. Nr. 3, 5, 6 und 8 von Tabelle 2.

4. Bei allen ertränkten Versuchstieren zeigt der Stickstoffgehalt des Blutes, Koagulums und Papillarmuskels aus der linken Herzkammer immer einen niedrigeren Wert als der des Blutes usw. aus der rechten, während bei den anderweitig getöteten Tieren das obige Verhältnis beider Stickstoffmengen fast gleich oder, wenn auch in geringerem Grade, gerade umgekehrt ist.

5. Auf Grund dieser Tatsachen kann man wohl überzeugt sein davon, dass beim Ertrinken oder Ertränken die Flüssigkeit durch die Lungen in die linke Herzkammer eindringt, also immer mehr verdünntes Blut in ihr aufgewiesen wird, und dass die hypotonische Flüssigkeit im stande ist, leichter durch die Lunge ins Herz einzurücken als die hypertone. Letztere Annahme stimmt gut mit dem histologischen Befunde des Papillarmuskels überein, dessen Veränderung beim Ertränken in der hypotonischen Flüssigkeit stärker zum Vorschein kommt.

Kasuistischer Teil.

Ich möchte nur kurz über 4 Fälle von Ertrinkungstod beim Menschen berichten, in denen der Gesamtstickstoffgehalt des Blutes bzw. des Papillarmuskels aus beiden Herzkammern bestimmt wurde.

Fall 1. Obduktion am 25. Nov. 1926. Gerichtliche Sektion. 74 jährige Frau, Selbstmord durch Ertrinken. Verblieb ca. 5 Tage im Teichwasser. Leiche ziemlich gut erhalten. Oedema aquosum der Lunge ziemlich deutlich. Nachweis der im Wasser befindlichen Mikroorganismen in der Lungenflüssigkeit positiv. Blutfarbe der linken Kammer etwas heller als die der rechten.

Fall 2. Obduktion am 3. Nov. 1927. Gerichtliche Sektion. 68 jährige Frau, Selbstmord durch Ertrinken. Verblieb ca. 6 Tage im Flusswasser. Leichte Mazeration der ganzen Oberhaut. An der oberen Brustwand waren Sand und einige Algen vorhanden, ebenso hie und da mehrere kleine Hautabschürfungen und einige ähnliche, aber etwas

Tabelle 13.

Fall Nr.	Todesursache	Geschlecht und Alter	postmort. Zeit in Tagen	Beschaffenheit d. Blutes beider Herzkammern	abgewogene Blutmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Blut berechnet		Differenz (R-L) in mg
					L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	Ertrinkungstod	71 j. Frau	3	dunkelrötlich u. flüssig	0.8307	0.7130	0.019	0.023	0.221	0.317	196
2	"	63 j. Frau	3-6	"	0.4779	0.5238	0.008	0.013	0.176	0.243	67
3	"	7 j. Mädchen	ca. 20	"	1.1583	0.4386	0.040	0.019	0.277	0.432	155

Tabelle 14.

Fall Nr.	Todesursache	Geschlecht und Alter	postmort. Zeit in Tagen	abgewogene Papillarmuskel- menge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Papillarmuskel- menge berechnet		Differenz (R—L) in mg
				L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	Ertrinkungstod	22 j. Mann	1	0.3617	0.1204	0.015	0.007	0.414	0.615	199
2	„	71 j. Frau	3	0.4735	0.1151	0.011	0.004	0.242	0.358	116
3	„	7 j. Mädl.	ca. 20	0.1716	0.0586	0.004	0.002	0.261	0.299	38

Tabelle 15.

Fall Nr.	Todesursache	Geschlecht und Alter	postmort. Zeit in Tagen	Beschaffenheit d. Blutes beider Herzkammern	abgewogene Blutmenge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Blut berechnet		Differenz (R-L) in mg
					L.	R.	L.	R.	L.	R.	
1	Erwürgen	Neugeborenen	2	dunkelrötlich u. flüssig.	0.1353	0.1566	0.005	0.006	0.398	0.386	-12
2	Erdrosseln	16 j. Mäd.	2	halbflüssig	0.2527	0.4953	0.008	0.015	0.320	0.305	-15
3	Erwürgen	23 j. Frau	1½	Halbdünnpflüssig	1.5380	0.9734	0.053	0.032	0.350	0.329	-21
4	Schocktod	23 j. ♂	3-4	dünnpflüssig	0.4589	0.5134	0.010	0.010	0.227	0.212	-15
5	♂	76 j. ♂	1½	dünnpflüssig	0.3952	0.1196	0.010	0.003	0.262	0.274	12
6	Commotio cerebri.	41 j. ♂	1½	halb flüssig	0.3768	0.3366	0.014	0.012	0.382	0.378	-4
7	Verblutung	35 j. Mann	1	dünnpflüssig	0.3570	0.2657	0.011	0.008	0.321	0.301	-20
8	Meningitis tub.	32 j. ♂	3	halb konguliert	0.3685	0.2022	0.012	0.006	0.323	0.315	-8
9	Inanitionstod	18 j. Mäd.	2	hell dickflüssig	0.4766	0.5567	0.012	0.010	0.210	0.215	5
10	Hiebunden am Gehirn	57 j. Mann	1½	halb konguliert	0.2907	0.3069	0.011	0.012	0.390	0.385	-5

Tabelle 16.

Fall Nr.	Todesursache	Geschlecht und Alter	Postmort. Zeit in Tagen	abgewogene Papillarmuskel- menge in g		Gesamt-N in g		Gesamt-N in mg auf 100 g Papillarmuskel berechnet			Differenz (R-L) in mg
				L.	R.	L.	R.	L.	R.	R.	
1	Verblutung	38 j. Mann	1	0.2636	0.2205	0.007	0.005	0.265	0.246		-19
2	„	31 j. „	1½	0.4584	0.6153	0.022	0.029	0.473	0.467		-6
3	Erstickung	20 j. Frau	„	0.2434	0.1395	0.007	0.004	0.276	0.281		5
4	Erdrösseln	16 j. Mäd.	2	0.2527	0.2911	0.008	0.009	0.320	0.307		-13
5	Hiebzwunde am Gehirn	56 j. Mann	1½	0.6371	0.2412	0.015	0.006	0.242	0.235		-7
6	Commotio cerebr.	41 j. Frau	„	0.2091	0.1600	0.006	0.004	0.301	0.280		-21
7	Meningitis tub.	32 j. Mann	3	0.4190	0.2316	0.012	0.006	0.284	0.275		-9
8	Schocktod	22 j. Frau	3-4	0.3459	0.2258	0.008	0.008	0.235	0.226		-9
9	„	76 j. „	1	0.3952	0.1316	0.010	0.003	0.262	0.250		-12
10	Erstickung	Neugeborenen	2	0.1132	0.0713	0.002	0.002	0.198	0.177		-21
11	„	„	„	0.3944	0.3668	0.013	0.012	0.339	0.336		-3
12	Inanitionstod	18 j. Mäd.	„	0.2690	0.2474	0.007	0.006	0.265	0.230		-35

grössere Bissverletzungen der Weichteile durch Fische. Oedema aquosum pulmonum sehr deutlich. Nachweis der im Ertränkungswasser befindlichen Mikroorganismen in dem Lungensaft positiv. Farbdifferenz zwischen dem linken und rechten Herzblute wenig deutlich.

Fall 3. Obduktion am 31. Juni 1928. Gerichtliche Sektion. 23 jähriger Mann, Selbstmord durch Ertrinken in Seewasser. Ca. $\frac{1}{2}$ Tag am Landungspaltz der Luft ausgesetzt nach ca. eintägigem Verbleiben im Wasser. Gigantisches Aussehen und Oedema aquosum der Lunge ziemlich deutlich. Der Nachweis der im Meerwasser befindlichen Mikroorganismen in dem Lungensaft positiv. Ganz leeres Herz, Papillarmuskel etwas erweicht.

Fall 4. Obduktion am 9. März 1930. Gerichtliche Sektion. 7 jähriges Mädchen, Lustmord durch Ertränken in der Badewanne, darauffolgend etwa 3 Wochen langes Verweilen in Brunnenwasser. Emphysema aquosum pulmonum noch bemerkbar, dickflüssiges dunkles Blut in beiden Herzkammern vorhanden, Papillarmuskel ziemlich erweicht.

In diesen kasuistischen Fällen war der Stickstoffgehalt des Blutes bzw. des Papillarmuskels aus der linken Herzseite deutlich niedriger als der des Blutes aus der rechten (Tabelle 13 und 14).

Als Kontrolle wurde der Gesamtstickstoff des Blutes und Papillarmuskels aus beiden Herzhälften von anderweitig gewaltsam getöteten Leichen bestimmt, wobei das linke Herzblut bzw. der linke Papillarmuskel im Grossen und Ganzen stickstoffreicher war als auf der rechten Seite, abgesehen von einigen umgekehrten Fällen, bei denen die Differenz zwischen beiden Stickstoffmengen jedoch ganz klein war (Tabelle 15 und 16).

Das Ergebnis dieser, zur Zeit noch sehr wenig zahlreichen kasuistischen Fälle stimmt mit dem der tierexperimentellen Versuche gut überein.

Abschliessende Zusammenfassung.

1) Es wurde mittels der Tierexperimente die Blutverdünnung beim Ertrinkungstode nachgewiesen, die durch Eindringen der Ertränkungsflüssigkeit in das Herz verursacht wird. Ihr Nachweis erfolgte auf chemischem Wege, indem der Gesamtstickstoff des Blutes und Papillarmuskels aus beiden Herzhälften sowohl bei Ertränkten wie auch bei anderweitig Gestorbenen bestimmt und verglichen wurde. Die Stickstoffmenge des linken Herzblutes und Papillarmuskels bei den Ertränkten war kleiner als die bei den an anderen Ursachen Gestorbenen, und zwar war bei den ersteren die aus der linken Herzseite stammende

bedeutend geringer als die aus der rechten. Diese Differenz der Stickstoffmenge, die noch ziemlich lange Zeit nach dem Tode anhält, konnte bei geronnenem Blut und selbst bei leerem Herzen mit dem Papillarmuskel ebenfalls nachgewiesen werden und zeigte sich ohne Rücksicht auf die Art der Ertränkungsflüssigkeit immer in demselben Sinne, d. h. der Stickstoffgehalt war in der linken Herzhälfte immer kleiner als in der rechten.

Diese Nachweismethode der chemischen Veränderung von Blut und Papillarmuskel kann praktisch als ein Hilfsmittel zur Diagnose des Ertrinkungstodes empfohlen werden (abgesehen von dem ertränkten neugeborenen Kinde).

2) Auf Grund des Ergebnisses der Tierversuche liesse sich weiter behaupten, dass, je länger der Kampf des Ertrinkenden gegen den Tod im Wasser dauert, desto deutlicher sich die Stickstoffdifferenz zeigen und desto früher die ertränkte Leiche zum Aufschwimmen an die Wasseroberfläche kommen muss, und dass die hypotonische Flüssigkeit leichter als die hypertonische durch die Lunge ins Herz eindringen kann.

Literatur.

- ¹ *Döhne*, Inaug.-Dissert., Murburg 1857. zit. nach Wolter Pecksen: Friedreichs Bl. f. ger. Med. 57, S. 423, 1903. — ² *Faik*, zit. nach Wolter Pecksen: Friedreichs Bl. f. ger. Med. 60, S. 125, 1909. — ³ *Peifer*, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 8, S. 293, 1884. — ⁴ *Vivert*, Annal. d'hygiène publiq. et de med. légul. Tom. 3. zit. nach Vierteljahrschr. f. ger. Med. 3. Folge Bd. 25, S. 14, 1903. — ⁵ *Loye*, Arch. de physiol. normale et pathologiq. 1889. zit. nach Vierteljahrschr. f. ger. Med. 3. Folge Bd. 25, S. 13, 1903. — ⁶ *Carrara*, Vierteljahrschr. f. ger. Med. 3. Folge Bd. 24, S. 236, 1902. — ⁷ *Revenstorff*, Münch. med. Wochenschr. Nr. 45, S. 1880, 1902. — ⁸ *Wachholz*, Vierteljahrschr. f. ger. Med. 3. Folge Bd. 32, S. 96, 1906. — ⁹ *Wachholz* und *Horoskiewicz*, ebenda Bd. 28, S. 218, 1904. — ¹⁰ *Stoenescu*, Annal. d'hygiène publiq. et de med. légul. Tom. 49. zit. nach Wolter Pecksen: Friedreichs Bl. f. ger. Med. 59, S. 423, 1908. — ¹¹ *Schmidt*, Ärztl. Sachverst. Ztg. Nr. 1, S. 1, 1904. — ¹² *Di Mattei*, zit. nach Hofmanns Lehrbuch d. ger. Med. 2. Teil, S. 603, 1923. — ¹³ *Fränckel* und *Strassman*, Vierteljahrschr. f. ger. Med. 3. Folge, Bd. 47, Supplement Heft, S. 334, 1914. — ¹⁴ *Plazek*, ebenda Bd. 25, S. 13, 1903. — ¹⁵ *Stockis*, Annal. de la Soc. med. lég. de belg. 1909. zit. nach Szulislawska und Tobiczky: Deut. Zeitschr. f. ges. ger. Med. Bd. 9, S. 13, 1927. — ¹⁶ *Gettler*, Jour. of Amer. med. Assoc. Nr. 77, p. 1650, 1921. — ¹⁷ *Yamakami*, Tohoku Jour. of exp. Med. Nr. 1, S. 88, 1923. — ¹⁸ *Szulislawska* und *Tobiczky*, Deut. Zeitschr. f. ges. ger. Med. Bd. 9, S. 13, 1927. — ¹⁹ *Cauto*, ebenda, Bd. 11, S. 72, 1928. — ²⁰ *Lochte*, ebenda, Bd. 3, S. 550, 1923.