

## XXV.

**Ueber die physiologische Wirkung der Kali- und Natronsalze  
mit Rücksicht auf die Untersuchungen des Herrn  
Dr. Podcopaew in Petersburg.**

Von Dr. Paul Guttmann, prakt. Arzt in Berlin.

In dem 33. Bande dieses Archivs hat Herr Dr. Podcopaew in Petersburg die Ergebnisse „vergleichender Untersuchungen über die Wirkung des Chlorkalium und Chlornatrium auf den thierischen Organismus“ mitgetheilt, deren Einzelheiten ausführlich im Petersburger „Medicinalboten“ vom Jahre 1865 enthalten sind.

Noch bevor die betreffende Arbeit in diesem Archiv erschien, hatte ich über denselben Gegenstand unter dem Titel „Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Kali- und Natronsalze“ in der Berliner klinischen Wochenschrift 1865. No. 34, 35 u. 36 die Resultate meiner im biesigen physiologischen Laboratorium der Universität angestellten Versuche niedergelegt.

In der Arbeit des Herrn Dr. Podcopaew, die mir leider im ausführlichen Original nicht zu Gebote steht, stimmen nun zwar die Hauptpunkte mit meinen Resultaten überein, andere aber und namentlich die Deutung der physiologischen Wirkungen weichen so erheblich davon ab, dass ich bei der therapeutischen Wichtigkeit, namentlich der Kalisalze, um die es sich wesentlich handelt, eine Beleuchtung dieser Differenzen in unseren Beobachtungen für nothwendig erachte.

Der leichteren Uebersicht wegen will ich für die Leser, denen meine Mittheilungen darüber unbekannt geblieben sind, die Punkte meiner Untersuchungen, auf welche bei der Besprechung zum Theil zurückgekommen werden soll, in Kürze wiedergeben; ich vermeide dadurch eine Wiederholung dessen, worin beide Untersuchungen Uebereinstimmungen oder nur unwesentliche Differenzen ergeben haben:

- 1) Die Kalisalze sind sämmtlich für warm- und kaltblütige

Thiere gleich intensive Gifte; die verschiedenen Salze zeigen in ihrer toxischen Wirkung keine Intensitätsunterschiede, die Verbindung der Base mit der schwächsten Säure tödtet in derselben Zeit, wie die mit der stärksten. Augenblicklich tödten wenige Gran in die Jugularvene \*), in 20 Minuten 1—1½ Gramm subcutan injicirt Kaninchen mittlerer Grösse. Frösche werden durch subcutane Injection von 1—1½ Gran auf 1 Cem. Wasser in 10—20 Minuten vergiftet. In einer 2prozentigen Kalilösung sterben sie im Laufe von 24 Stunden.

2) Vom Magen aus tritt die Wirkung etwas später und nur in etwas verstärkter Dosis ein, beim Frosch nach ungefähr 2—3 Gran \*\*). Die Vergiftungserscheinungen sind aber dieselben wie nach subcutaner Injection \*\*\*).

3) Die Vergiftungssymptome sind bei Fröschen: eine zuerst an den hinteren Extremitäten beginnende Sensibilitäts- und Motilitätslähmung, die dann übergreift auf die vorderen Extremitäten,

\*) Nach Bernard und Grandjeau starben Kaninchen, noch bevor die Dosis von 0,5 Gramm vollständig in die Vene injicirt war; nach Traube tödten schon 5 Gran Kalí nitricum (auf 1 Gramm Wasser) in die Jugularvene injicirt, einen Hund mittlerer Grösse fast augenblicklich.

\*\*) Nachträglich fand ich, dass 3 Gramme Chlorkalium auf 18 Gramme Wasser in den Magen injicirt, ein mittelgrosses Kaninchen in 30 Minuten tödten. Vermuthlich würde aber schon eine geringere Dosis tödtliche Wirkung haben, wenn nicht der Magen dieser Thiere stets angefüllt wäre, wodurch der Resorption des Salzes bedeutende Hindernisse entgegenstehen.

\*\*\*) Die von Orfila in seiner Toxicologie mitgetheilten Vergiftungsfälle bei Menschen durch kohlensaures und salpetersaures Kali enthalten in ihrer Symptomatologie die grössten Verschiedenheiten je nach der schnelleren oder langsameren Wirkung, nach der Theilnahme der verschiedenen Organe an der Erkrankung und der Concentration, in der diese Salze in den Magen gelangt waren. Da nie sehr grosse Mengen durch Resorption in das Blut aufgenommen wurden, indem der Magen einen Theil des Giftes durch Brechen entleerte, der Tod also auch nicht rasch eintreten konnte, wurden natürlich die Haupterscheinungen durch die lokale Affection der Magen- und Darmschleimhaut hervorgerufen, daher sind in den Vergiftungsfällen stets Entzündungen dieser Organe, blutige Entleerungen u. s. w. angegeben, kurz Erscheinungen, wie sie bei einer grossen Zahl anderer Gifte, namentlich der Metallsalze, ebenfalls sich wiederholen. Grade von der eigenthümlichen Wirkung der Kalisalze auf das Herz findet sich in diesen Mittheilungen natürlich nichts; die gegentheilige Erwähnung eines „frequenten“ Pulses findet einfach ihre Erklärung als Fiebersymptom der Gastroenteritis.

zuletzt vollständige Unmöglichkeit jeder Bewegung, so dass das Thier platt auf dem Bauch liegt, sich jede Lage gefallen lässt und selbst auf den starken Essigsäurerereiz nicht mehr reagirt. Mit der zunehmenden Lähmung wird auch die Respiration immer schwächer, hört endlich auf und ebenso zeigt die Pupille keine Reaction mehr. Bei Säugethieren sieht man von diesen Lähmungserscheinungen kaum schwache Andeutungen. Nachdem die Thiere eine Zeit lang keine auffallende Veränderung in ihrem Wesen und ihren Bewegungen gezeigt, höchstens etwas ruhiger sind und auf Insulte weniger stark reagiren, fallen sie gewöhnlich ganz plötzlich auf die Seite und unter dyspnoëtischer Respiration, Erweiterung der Pupille und klonischen meist nur einmaligen Convulsionen tritt der Tod ein.

4) Die Kalisalze wirken sämmtlich und in gleicher Weise, sowohl bei Kalt- als Warmblütern auf das Herz, vermindern die Anzahl und schwächen die Stärke der Contractionen. In grösseren Dosen führen sie rasch Stillstand des Herzens in der Diastole herbei, in kleineren Dosen setzen sie die Herzthätigkeit nur vorübergehend herab. Der Stillstand des Herzens wird nicht verhindert, wenn bei eingetretener Verlangsamung der Herzthätigkeit beide Nervi vagi durchschnitten werden, oder die künstliche Respiration unterhalten wird.

Mit der Herabsetzung der Herzthätigkeit sinkt der Druck im Aortensystem; bei selbst noch nicht auffallend verminderter Zahl der Herzcontraktionen ist die Energie derselben schon so geschwächt, dass die Triebkraft des Ventrikels nicht mehr ausreicht, um die feineren Arterien mit Blut zu füllen — der Kreislauf steht still (Beobachtung an der Froschschwimmhaut). — Mechanische Reizung des stillstehenden Herzens ruft beim Frosch nur ganz kurze Zeit schwache, gewöhnlich nur einmalige Contractionen hervor, bei Warmblütern contrahirt sich das Herz nach subcutaner Vergiftung schon ganz kurze Zeit nach dem Tode gewöhnlich auch auf elektrischen Reiz nicht mehr. Es bleibt unentschieden, ob die Muskelsubstanz des Herzens oder die Nervencentra desselben durch die Kalisalze afficirt werden; eine Beteiligung der Vagi bleibt ausgeschlossen, da der Herzstillstand auch eintritt, wenn vorher die Vagusendigungen im Herzen durch grosse Dosen Curare gelähmt sind.

5) Mit der rapide sinkenden Herzthätigkeit sinkt beträchtlich die Temperatur, nur wenig hingegen bei einer vorübergehenden Verminderung der Pulsfrequenz nach kleinen Dosen; die Wirkung auf die Temperatur überdauert dann aber die auf das Herz.

6) Die Kalisalze wirken intensiv schwächend auf die Centralorgane des Nervensystems, aber evident nur bei den Kaltblütern. Alle durch diese Wirkung bedingten Erscheinungen der Sensibilitäts- und Motilitätslähmung treten gleichzeitig mit der Wirkung auf das Herz ein. Sie sind keine Folge des aufgehobenen Kreislaufs und ebensowenig durch eine örtliche Wirkung auf die Muskeln zu erklären.

7) Die Kalisalze wirken im Blute circulirend nur schwach auf die Muskeln, gar nicht auf die Nerven, äusserst deletär aber auf beide Gewebe ausserhalb des Körpers selbst in nur einprozentigen Lösungen. Der Nervus ischiadicus verliert in einer einprozentigen Chlorkaliumlösung nach 20 — 30 Minuten vollständig seine Erregbarkeit, ebenso rasch dünne Muskeln wie der Sartorius. Der Herzmuskel stellt in einer solchen Lösung schon nach wenigen Minuten seine Contractionen ein. Die rasche Vernichtung der Nerven- und Muskelreizbarkeit in Kalilösungen wird durch die Wasserentziehung nicht erklärt, denn in Natronlösungen desselben Prozentgehalts bleibt sie intakt. Die Einwirkung der Kalilösung auf Muskel- und Nervengewebe muss also eine chemische sein.

Ist die Erregbarkeit der Muskeln und Nerven durch die Einwirkung dieser Lösungen vernichtet, so wird sie in destillirtem Wasser oder in schwacher Kochsalzlösung nicht wieder hergestellt; nur der Herzmuskel kann sich in einer Kochsalzlösung wieder erholen, sobald die Kalilösung nicht lange eingewirkt hat, und zwar auch nur die Vorhöfe, nie der Ventrikel.

8) Der Tod nach Injection eines Kalisalzes wird bei Säugethieren hervorgerufen durch die rapide sinkende Herzthätigkeit und den schliesslichen Stillstand des Herzens. Diese Verlangsamung der Herzthätigkeit hat ganz charakteristische Erscheinungen zur Folge, dyspnoëtische Respiration, wegen des vermindernten Gaswechsels im Blut und klonische Convulsionen wegen der vermindernten Zufuhr arteriellen Blutes zum Gehirn. Bei Kaltblütern kann die Herzlärmung allein nicht Ursache des Todes sein, da

selbst entherzte Frösche eine Zeit lang noch ganz energische willkürliche Bewegungen verrichten, sondern es kommt bei ihnen hinzu die Lähmung der Centralorgane des Nervensystems.

9) Bei Sectionen nach Kalivergiftung sieht man Blutreichthum in allen unter einem niedrigen Blutdruck stehenden Organen, das Blut überall flüssig, in den Hohlvenen und dem rechten Herzen etwas dunkler gefärbt als normal, aber im linken Ventrikel deutlich vom rechten durch hellröhre Färbung unterschieden, die Muskelsubstanz des Herzens welk und blass. Blutkörperchen und Muskelfasern des Herzens zeigen keine mikroskopische Veränderung; erst concentrirtere Kalilösungen direct dem Blute zugesetzt bringen Schrumpfung der Blutkörperchen hervor und machen im Muskelgewebe durch Trübung des Inhalts die Querstreifung undeutlich.

10) Die Natronsalze sind in derselben Dosis, wo Kalisalze tödtlich sind, subcutan oder in die Venen injicirt, ganz indifferent, in 2 — 3 Mal stärkeren haben sie nur eine vorübergehende Hinfälligkeit, in noch grösseren aber den Tod zur Folge. Der Tod tritt sowohl bei Kalt- als Warmblütern unter ganz anderen Erscheinungen ein, wie bei den Kalisalzen (bei Fröschen häufig Muskelzuckungen, niemals Lähmung, bei Säugethieren grosse Muskel schwäche, lange Agonie, beim Chlornatrium Convulsionen).

11) Die Natronsalze haben selbst in grossen Dosen keine Wirkung auf das Herz und auf die Temperatur. (Bei den Versuchen mit salpetersaurem Natron schlug das Herz fast bis zum Tode mit normaler Frequenz und Stärke fort).

12) Es mangelt ihnen ferner jede Wirkung auf die Nerven centra, Muskeln und peripherischen Nerven; selbst ausserhalb des Körpers sind sie in verdünnten Lösungen mindestens ganz indifferent, ja fast conservirend für die Muskel- und Nervenerregbarkeit. Erst in concentrirteren Natronlösungen nimmt die Erregbarkeit dieser Gewebe ab, aber viel langsamer als in Kalilösungen desselben Prozentgehalts.

---

Zwei Erscheinungsreihen der Kaliwirkung sind es, die in dem Folgenden als die physiologisch wichtigsten eingehender besprochen werden sollen, die Lähmungserscheinungen bei den Kaltblütern und die Herz wirkung mit ihrem Symptomencomplex bei Säugethieren.

Herr Dr. Podcopaew beginnt seine Abhandlung mit den Versuchen an Fröschen, schildert übereinstimmend mit mir die Vergiftungsscheinungen nach subcutaner Injection des Chlorkalium (Lähmung der Extremitäten bis zur vollständigen Bewegungslosigkeit) und fährt dann fort: „Nach 30—45 Minuten sind die Muskeln durch den Inductionsstrom nicht mehr reizbar. Wurde um eine Extremität eine Ligatur en masse gelegt, so erhielt sich hier die Muskelreizbarkeit 3 — 4 Mal länger als in dem nicht unterbundenen Bein.“

Die Lähmungsscheinungen sind also nach Herrn Podecopaew durch eine intensive Muskelwirkung bedingt, welche die Contractionsfähigkeit derselben rasch vernichtet.

Von einer solch energischen Wirkung auf die Muskeln habe ich aber in meinen vielfältigen Versuchen nichts gesehen und daher in meinen Schlussfolgerungen den Satz ausgesprochen, dass die Muskeln im lebenden Körper durch ein kalihaltiges Blut nur schwach afficirt werden, während diese Einwirkung eine ausserordentlich intensive ist, sobald man einen vom Körper getrennten Muskel in eine selbst ganz verdünnte Kalilösung bringt. Während unsere beiderseitigen Beobachtungen also die Muskelwirkung an und für sich constatiren, divergiren sie sehr erheblich, was die Intensität dieser Wirkung, und was den Zusammenhang betrifft, in welchem die Muskelwirkung mit den Lähmungsscheinungen stehen soll.

In Bezug auf die Dauer und die Stärke der Muskelreizbarkeit nach Kalivergiftung habe ich, da dieser Punkt in meiner früheren Arbeit nur kurz berührt ist, nachträglich eine Reihe von Versuchen angestellt, die wiederum das bestätigten, was ich früher ausgesprochen hatte.

Ich vergiftete Frösche subcutan durch  $\frac{1}{10}$  Gramm Chlorkalium oder salpetersaures Kali, brachte sie dann unter eine Glasglocke, wo sie durch feuchtes Fliesspapier vor Verdunstung geschützt waren und fand die Oberschenkelmuskeln noch nach 24 Stunden, die Unterschenkelmuskeln noch nach 30 Stunden auf mittelstarke Ströme sowohl auf directen als auf Nervenreiz sehr gut reagirend; nach 48 Stunden selbst contrahirte sich noch ein Gastrocnemius auf sehr starke Ströme. Controllversuche, die zu gleicher Zeit an rasch getöteten Thieren angestellt wurden, ergaben eine Muskelreiz-

barkeitsdauer von etwas über 72 Stunden bei einer Zimmertemperatur von ungefähr 12° R. — In meinen früheren Versuchen während des vergangenen heissen Sommers habe ich allerdings nie nach Kalivergiftung ein so langes Andauern der Muskelreizbarkeit, wie eben angegeben, beobachtet, aber auch normale Muskeln verloren in jener Zeit ihre Erregbarkeit sehr rasch. Jedenfalls geht aus meiner Versuchsreihe hervor, dass der Unterschied in der Reizbarkeitsdauer normaler und durch Kalisalze vergifteter Muskeln in nicht sehr weiten Grenzen schwankt. Dass Herr Podcopiae seine Versuche mit der doppelten Dosis des Chlorkalium angestellt hat, wie ich die meinigen, erklärt die grosse Differenz in unseren Zeitangaben der Reizbarkeitsdauer nicht; denn ich habe selbst bei noch grösseren Dosen die Erregbarkeit der Muskeln 6—7 Stunden lang sich erhalten sehen. Aber nicht allein, dass die vergifteten Muskeln so lange ihre Erregbarkeit behalten, so wird auch die Stärke der Contractionen nicht sehr erheblich beeinträchtigt; die Muskeln antworten, wenigstens eine Zeit lang nach dem Tode des Thieres schon auf ganz schwache elektrische Ströme und bisweilen bei derselben Rollenentfernung des du Bois-Reymond'schen Schlittenmagnetelektrometers wie ganz normale Muskeln. Wenn demnach weder in der Dauer noch in der Stärke der Contractionen auf elektrische Reize sehr auffallende Unterschiede zwischen vergifteten und normalen Muskeln hervortreten, so kann man die Kalisalze wenigstens nicht als intensive Muskelgifte bezeichnen. — Es heisst aber in der citirten Stelle zweitens: „In der durch eine Ligatur vom Blutstrom abgeschnittenen Extremität erhielt sich die Muskelreizbarkeit 3 bis 4 Mal länger als in dem nicht unterbundenen Bein.“

Ich hatte ebenfalls verschiedene derartige Versuche gemacht, aber nie so auffallende Differenzen erhalten, ja in einem speciell mitgetheilten Versuch ergaben sich gar keine Unterschiede in der Erregbarkeitsdauer beider Extremitäten, doch kann man immerhin dagegen geltend machen, dass in diesem Falle durch Herstellung des Collateralkreislaufes der unterbundenen Extremität vergiftetes Blut zugeführt wurde. Um diese Fehlerquelle möglichst zu eliminiren, unterband ich Arterie und Vene.

Der folgende Versuch mag als Beleg für den Grad der Erregbarkeitsdifferenz in normalen und vergifteten Muskeln dienen.

Mittelgrosser Frosch. Unterbindung der Arteria iliaca sinistra und der Vena femoralis. Darauf Injection von 1 Ccm. einer 20prozentigen Kali nitricum-Lösung unter die Bauchhaut.

20 Minuten nach der Injection liegt der Frosch ohne Reaction auf dem Rücken. Vor der vollständigen Vergiftung reagierte er auf mechanische Insulte mit der unterbundenen Extremität wenig stärker, als mit der anderen.

Prüfung der Muskelreizbarkeit mittelst des du Bois'schen Schlittenmagnet-elektromotors. (Die Rollenentfernung von 0 Millimeter ist der stärkste Strom.)

Zeit der Reizung von der Injection des Kalisalzes ab gerechnet	Unterschenkelmusken der vergiftenen Extremität reizbar bei einer Rollen- entfernung von	Unterschenkelmusken der unterbundenen Extre- mität reizbar bei einer Rollenentfernung von
1 Stunde 20 Minuten	190 Mm.	200 Mm.
1 - 30 -	190 -	200 -
1 - 40 -	185 - (schwach)	200 - (sehr schwach)
1 - 50 -	180 -	200 -
2 Stunden —	160 - (starke Zuckung)	190 - (stark)
2 - 10 -	160 -	190 -
2 - 20 -	120 -	180 -
2 - 30 -	100 -	180 - (schwach)
2 - 40 -	80 -	160 - (starke Zuckung)
2 - 50 -	60 - (schwache Zckg.)	160 - (schwache - )
3 - — -	40 -	160 - (sehr schwach)
3 - 10 -	20 -	140 -
3 - 20 -	0 -	130 -
3 - 30 -	0 - nicht mehr reizbar.	110 -
3 - 40 -	—	110 -
3 - 50 -	—	100 -
4 - — -	—	80 -
4 - 10 -	—	70 -
4 - 20 -	—	40 -
4 - 40 -	—	0 - nicht mehr reizbar.

Derselbe Versuch mit Reizung der Oberschenkelmusken beider Extremitäten.

Zeit der Reizung von der Injection ab gerechnet	Vergiftete Extremität reiz- bar bei einer Rollen- entfernung von	Unterbundene Extremität reizbar bei einer Rollen- entfernung von
1 Stunde 30 Minuten	150 Mm. (starke Zuckung)	150 Mm. (starke Zuckung)
1 - 50 -	150 - (schwache Zckg. beim Einstechen der Electroden)	150 - (schwach beim Einstechen der Electro- den)
2 Stunden —	100 Mm. (starke Zuckung bei oberflächlicher Be- rührung mit d. Electroden)	120 Mm. (bei oberfläch- licher Berührung mit den Electroden)
2 - 30 -	80 Mm. stark	110 Mm. schwach
2 - 50 -	80 - stark	110 - schwach

Zeit der Reizung von der Injection ab gerechnet	Vergiftete Extremität reiz- bar bei einer Rollen- entfernung von	Unterbundene Extremität reizbar bei einer Rollen- entfernung von
3 Stunden 20 Minuten	110 Mm. (schwach beim Einstechen der Electro- den in die Muskeln)	(Beim Einstechen der Electroden in die Mus- keln) bei
3 - 40 -	70 Mm. (schwach bei oberflächlicher Berüh- rung mit d. Electroden)	110 Mm. stark
3 - 50 -	60 Mm. { oberflächliche 4 - — - 50 - } Berührung der 4 - 10 - 30 - 30 - Electroden	90 - { oberflächliche 80 - } Berührung der 70 - } Electroden
4 - 30 -	40 - (Einstechen der Electroden)	60 - (Einstechen der Electroden)
4 - 40 -	0 - Spuren von Reiz- barkeit	20 - (Spuren)
4 - 45 -	— Reizbarkeit erlosch.	0 - (Spuren)
4 - 50 -	—	← Reizbarkeit vollstän- dig erloschen.

In diesem Versuche erhielt sich also die Reizbarkeit in den Unterschenkelmuskeln der unterbundenen Extremität nur eine Stunde länger als in der vergifteten, die Oberschenkelmuskeln zeigten dagegen nur in der Stärke der Beantwortung elektrischer Reize eine Differenz, die Reizbarkeit selbst erhielt sich in beiden Extremitäten fast gleich lange Zeit. In 2 Controllversuchen, wo ich die Reizbarkeit 3 Stunden hindurch alle 10 Minuten prüfte, war die Differenz auch nicht erheblich, gewöhnlich 30—50 Millimeter zu Gunsten der unterbundenen Extremität. — Dass in dem mitgetheilten Versuch die Muskelreizbarkeit gegen meine oben mitgetheilten Angaben verhältnissmässig so früh erloschen war, erklärt sich zum Theil aus der doppelten Dosis des Kalisalzes, zum Theil aus der fortduernden elektrischen Reizung, welche die Muskeln bekanntlich ermüdet.

Wenn ich demnach diese Beobachtungen zusammenfasse, die nach Kalivergiftung den Tod zuweilen selbst 48 Stunden überdauernde Muskelreizbarkeit, die kurze Zeit nach dem Tode schon auf schwache elektrische Ströme erfolgende Contraction der Muskeln, den nicht sehr auffallenden Unterschied in der Reizbarkeit zwischen vergifteten und vom Blutstrom abgeschnittenen Muskeln, so entsteht die Frage: Sind die nach Kaliinjection eintretenden Lähmungserscheinungen allein durch die Wir-

kung auf die Muskeln zu erklären? Gewiss nicht! Wenn eine Wirkung auf die Muskeln auch vorhanden ist, so ist sie doch, so lange das Thier noch reagirt, so schwach, dass in dieser geringen Leistungsverminderung der Muskeln der Grund der Lähmung nicht gesucht werden kann. Die Lähmung müsste vor Allem ausbleiben, wenn die Zufuhr des kalihaltigen Blutes zu den hinteren Extremitäten durch Unterbindung der Aorta abdominalis aufgehoben wird; sie tritt aber trotz der Unterbindung ein, mag man die Kalilösung subcutan oder in den Magen injiciren, wie ich diess in meiner Arbeit angegeben habe. Stets bleibt in unterbundenen Extremitäten, wenn sonst ein Mittel die motorischen Nerven und die Centralorgane des Nervensystems intakt lässt, die Beweglichkeit vollständig erhalten. Wenn also die Extremitäten vom Blutstrom abgeschnitten dennoch gelähmt werden, so müssen wir die Ursache dieser Erscheinung entweder in einer Wirkung auf die Nervenstämme, insoweit sie noch von dem vergifteten Blut umspült werden können, oder in einer Wirkung auf die Centralorgane suchen. Da nun eine Wirkung auf die motorischen Nerven ausgeschlossen werden muss, indem Durchschneidung, mechanische und elektrische Reizung des Ischiadicus Zuckung der von ihm beherrschten Muskeln hervorrufen, so kann die Ursache dieser Lähmung nur in einer Wirkung der Kalisalze auf die Centralorgane des Nervensystems liegen. Die Muskeln sind contractionsfähig, sowohl auf directen, als auf Nervenreiz, der Frosch kann aber keine selbständigen Bewegungen machen, weil seine Nervencentra geschwächt sind. Dass von allen diesen Lähmungerscheinungen beim Säugethier fast gar nichts zu beobachten ist, erklärt sich aus der Schnelligkeit, mit der die Herzverlangsamung zum Tode führt, so dass andere Wirkungen gar nicht mehr zur Beobachtung kommen können.

Eine zweite Abweichung von meinen Beobachtungen findet sich in der Schilderung der Vergiftungerscheinungen bei Säugethieren, wo hervorgehoben wird, dass nach Injection eines Kalisalzes die Respiration tiefer und seltner werde, der Tod ohne Krämpfe eintrete. Es heisst ausdrücklich (S. 511): „Etwa eine Stunde nach dem Beginn des Experiments (Injection von 4—5 Drachmen Chlorkalium in den Magen eines Hundes) trat der Tod rubig ohne Krämpfe ein,“ und ebenso bald darauf: „Krämpfe kommen nicht

zur Beobachtung. Der Tod gibt sich zuerst durch vollkommenen Herzstillstand kund.“ — Ich habe constant den Tod unter kurz dauernden Convulsionen eintreten sehen und sie nur einmal vermisst, wo kleine Dosen kohlensauren Kali's in Zwischenräumen injicirt wurden und die Herzthätigkeit sehr allmählich sank. Ich habe diese Convulsionen deshalb hervorgehoben, weil sie in Zusammenhang mit der Herzirkulation zu bringen sind; sie werden durch die in Folge der rapiden Herabsetzung der Herzthätigkeit verminderde Zufuhr arteriellen Blutes zum Gehirn auf gleiche Weise hervorgerufen, wie auch in den bekannten Kussmaul-Tenner-schen Versuchen die Compression der Kopfarterien sofort Convulsionen erzeugt, die wieder aufhören, sobald die Compression aufgehoben wird. Nicht erwähnt finde ich ferner die dyspnoëtischen Erscheinungen, die zugleich mit der Wirkung auf das Herz eintreten. In der Schilderung der Vergiftungerscheinungen heisst es nur: „das Athmen wird tiefer und seltener.“ Ob unter dem tieferen Athmen das dyspnoëtische verstanden sein soll, geht aus der Schilderung nicht hervor; in der That aber ist letztere Respiration von ersterer ganz verschieden. So wie die Herzthätigkeit rapide zu sinken beginnt, fangen accessorische Respirationsmuskeln ihre Thätigkeit an, zuerst die des Thorax, dann des Halses und selbst des Kopfes, und diese dyspnoëtische Respiration ist gerade am allerreinsten zu beobachten, wenn durch eine künstlich eingeleitete Respiration jede die Beobachtung störende Respirationsbewegung von Seiten des Thieres ausgeschlossen wird, wenn also nach vorheriger Tracheotomie dem Thiere so viel atmosphärische Luft durch künstliche Respiration zugeführt wird, dass es gar keine selbständigen Athembewegungen mehr macht, also ganz apnoisch ist. Wird der Versuch in dieser Weise angestellt und erst nach vollständiger Apnoë des Thieres das Kalisalz injicirt, so treten mit dem Sinken der Herzthätigkeit trotz fortduernder Luftpuffuhr selbständige Athembewegungen des Thieres auf, die accessorischen Respirationsmuskeln treten in der eben geschilderten Reihenfolge in Thätigkeit, Nasenhöhlen und Maul werden weit geöffnet, wiewohl durch diese Oeffnungen ja gar keine Luft aufgenommen werden kann und klonische Convulsionen schliessen die Scene. Diese Athembewegungen trotz regelmässiger, reichlicher Luftpuffuhr habe ich dadurch erklärt, dass durch die verlangsamte Herzthätigkeit

der Gaswechsel in den Lungen vermindert wird, das Blut sich also mit Kohlensäure überladet, welch letztere ein abnormer Reiz für das Respirationsszentrum im verlängerten Mark ist und somit reflectorisch abnorme Athembewegungen auslöst. Wie ich mich nachträglich bei Injection der Kalisalze in den Magen überzeugt habe, sind diese Folgeerscheinungen der Herzirkung ganz die nämlichen.

Dass bei den kaltblütigen Thieren weder Dyspnoë noch Convulsionen eintreten, erklärt sich aus der Unabhängigkeit, in welcher bei diesen Thieren die verschiedenen vitalen Apparate von einander stehen. Die Abhängigkeit der Respiration von der Circulation zeigt sich nur darin, dass mit dem Sinken der Herzthätigkeit die Respiration zuerst seltener und schwächer wird und dann mit dem Stillstand des Kreislaufs aufhört.

In der therapeutisch wichtigsten Wirkung der Kalisalze auf das Herz und die Temperatur stimmen die Beobachtungen des Herrn Dr. Podcopaew mit den meinigen überein, ebenso darin, dass die Natronsalze die Pulsfrequenz nicht vermindern. Dagegen wird aber angegeben, dass sich ein Einfluss des Chlornatrium auf die Temperatur bei gleichgebliebener Anzahl der Herzschläge gezeigt habe; die Temperatur sank in dem angegebenen Versuch um 0,6 Cels. So gering diese Wirkung im Vergleich zu der des Chlorkalium ist, wonach in einem Parallelversuch die Temperatur um 2,1 C. sank, will ich hier doch noch erwähnen, dass ich in meinen Versuchen mit salpetersaurem Natron durchaus keine Herabsetzung der Temperatur habe nachweisen können. Selbst nach subcutaner Injection von  $1\frac{1}{2}$  Gramm ganz wasserfreien salpetersauren Natrons (bei Kaninchen) und der Wiederholung dieser Dosis nach einer halben Stunde blieb die Eigenwärme sich vollständig gleich. — So constant nun die Wirkung der Kalisalze auf das Herz sowohl bei Kalt- als Warmblütern ist, indem sie in grossen Dosen raschen Herzstillstand erzeugen, so hält Herr Dr. Podcopaew diese Wirkung dennoch für keine specifische, sondern für eine Theilerscheinung der allgemeinen Lähmung der quergestreiften Muskulatur. Er kommt auf diese Frage bei Besprechung der von Traube aufgestellten Aehnlichkeit in der Wirkung des Kalnitricum und der Digitalis auf das Herz und stellt diesen Vergleichen unter Anderem entgegen: „Digitalis tödet den Herzmuskel, ob in den Verdauungskanal eingeführt, in die Haut oder in die

Venen injicirt, die Kalisalze afficiren das Herz auf diese Weise nur, wenn sie direct ins Blut injicirt werden. Dass das Herz bei Injection des Salzes in die Venen so rasch getötet wird, findet darin seine Erklärung, dass es der erste und zwar thätige Muskel ist, den das mit Kalisalzen imprägnirte Blut auf seiner Bahn antrifft. Welche Veränderungen, heisst es weiter, werden in den Muskeln anderer Körpertheile erzeugt, wenn denselben ebenso verändertes Blut zufliest, wie das bei Veneninjection zum Herzen gelangende?“ Er machte daher folgendes Experiment.

In die Arteria femoralis dextra eines Hundes wurde eine Röhre eingeführt, oben eine Serre fine angelegt, unterhalb der Röhre dann 25 Gran Chlorkalium in der zehnfachen Menge Wasser gelöst injicirt und nach der Injection durch Wegnahme der Serre fine und rasches Nachuntenrücken der Röhre die Circulation wieder hergestellt. Nach dem Tode waren nun die Muskeln des der Injection unterworfenen Schenkels nur schwach reizbar, ebenso das Herz, nach 10 Minuten hörte die Reizbarkeit auf, die übrigen Körpermuskeln waren vollkommen reizbar. — Man erkennt, was durch dieses Experiment bewiesen werden soll, — dass nämlich alle Muskeln, welche mit einer Kalilösung in Berührung kommen, ebenso gelähmt werden, wie das Herz, dass somit die Wirkung auf das Herz nur eine Theilerscheinung der Muskelwirkung ist. Meiner Ansicht nach aber lässt das Resultat des Experiments durchaus nicht diesen Schluss zu. Es hat in dem Versuch eine, wenn auch durch die rasch wiederhergestellte Circulation verdünnte, so doch immer noch concentrirtere Kalilösung auf ein begrenztes Muskelgebiet eingewirkt, und dass die Kalisalze selbst in einprozentiger Verdünnung bei directer Einwirkung intensive Muskelgifte sind, habe ich ja gezeigt. Diese Verhältnisse, wie sie in dem mitgetheilten Versuch für die Muskeln sich ergeben, gelten aber durchaus nicht für das Herz. Niemals kommt bei der subcutanen Injection einer Kalilösung das Mittel so concentrirt in das Herz, wie in dem mitgetheilten Fall in die Muskeln. Ebe z. B. beim Frosch ein Cubikcentimeter einer 10prozentigen Kalilösung resorbiert ist, vergehen 5 Minuten und mehr, in der Zeiteinheit werden nur minimale Mengen aufgenommen und auch diese nach der Resorption wieder verdünnt, so dass die in der Zeiteinheit in das Herz gelangende Menge des Kalisalzes sehr gering und sehr

verdünnt ist. Ist schliesslich Alles resorbirt und die Kalilösung in der Blutmasse gleich vertheilt, dann wirkt eine gleiche Verdünnung des Mittels auf alle Gewebe. Und doch ist die Wirkung auf das Herz so energisch, auf alle anderen Muskeln so schwach und bei warmblütigen Thieren gar nicht nachweisbar.

Dass das Herz bei Veneninjection der erste und zwar thätige Muskel ist, den das mit Kalisalzen imprägnirte Blut auf seiner Bahn antrifft, erklärt die energische Wirkung des Mittels, ja man kann noch hinzufügen, es wirkt auf den Herzmuskel in der Zeiteinheit eine grössere Menge dieses kalihaltigen Blutes als auf irgend einen anderen Muskel desselben Volumens ein, da ausser dem Blute der eigenen Ernährungsgefässen des Herzens noch das Blut der Herzhöhlen durch das Endocardium hindurch auf die Muskelsubstanz wirken kann. Dass die übrigen Körpermuskeln in dem oben erwähnten Versuche vollkommen reizbar waren, ist ganz natürlich, da die in die Femoralarterie injicirte Lösung sich bald mit der Gesamtmenge des Blutes gemischt und alle anderen Körpermuskeln daher mit einer sehr verdünnten Kalilösung in Berührung gekommen sind, die eben unwirksam ist. — Die Wirkung auf das Herz ist überhaupt eine so energische und tritt selbst bei Fröschen bisweilen schon zu einer Zeit ein, wo auf die Muskeln eine Wirkung noch gar nicht nachweisbar ist, dass die Frage entsteht, ob die Kalisalze die Muskelsubstanz oder die Nervenapparate des Herzens afficiren? Wir besitzen kein Mittel diese Frage zu entscheiden und nur aus dem Mangel jeglicher Wirkung der Kalisalze auf die Muskeln der Säugethiere sprach ich es als Vermuthung aus, dass wohl die Ganglienapparate im Herzen durch die Kalisalze afficirt werden möchten.

Man könnte somit, da alle quergestreiften Muskeln der Säugethiere unbetheilitgt bleiben, die Kalisalze für reine Herzgifte erklären, indem alle dem Tode vorangehenden Erscheinungen lediglich die Folgen der Herzwirkung sind, wenn nicht eben bei den Kaltblütern sich noch andere Wirkungen äusserten, welche bei reinen Herzgiften fehlen.

Das Herz scheint sich überhaupt betreffs der Einwirkung giftiger Stoffe ganz anders wie der quergestreifte Muskel zu verhalten; ich habe bei der Untersuchung mit einem anderen toxischen Stoffe wiederholt die Beobachtung gemacht, dass das Herz sich

noch contrahirte, während die Muskeln selbst auf starke elektrische Ströme nur noch äusserst schwach reagirten, umgekehrt gibt es Gifte, die lediglich Herzstillstand erzeugen, ohne die Spur einer Wirkung auf die quergestreifte Muskulatur zu äussern.

Herr Dr. Podcopaew behauptet ferner, dass die Kalisalze nur dann Herztod erzeugen, wenn sie direct ins Blut injicirt werden.

In dem citirten Experiment einer Chlorkaliuminjection in den Magen ist der Wirkung auf das Herz keine Erwähnung gethan und nur angeführt, dass eine Stunde nach der Injection von 4—5 Drachmen die Temperatur um 3° C. gesunken und der Tod eingetreten war, dass das Herz sich noch 15 Minuten nach dem Tode auf elektrische Reize contrahirte. — Offenbar wird auf diese Erhaltung der Herzthätigkeit Gewicht gelegt, indem bei Injection des Kalisalzes in die Venen das Herz nach dem Tode vollkommen stillstand und auf Inductionsströme nur der rechte, nie mehr der linke Ventrikel sich contrahirte. — Dass eine durch die Vene rasch in das Herz aufgenommene 10prozentige Kalilösung viel vernichtender auf die Muskelsubstanz desselben wirken muss, als eine durch Resorption nach subcutaner Injection allmäthig und nur verdünnt aufgenommene, ist ja klar. Daher beobachtet man auch bei subcutaner Injection nach dem Tode noch bisweilen schwache spontane Contractionen, wenigstens einzelner Theile des Herzens namentlich der Vorhöfe und der Herzohren. Ob aber nach dem Tode das Herz absolut still steht oder noch in einzelnen Theilen zuckt und auf elektrischen Reiz sich zusammenzieht, darauf kommt es bei der Beurtheilung der Herzirkulation gar nicht an. Allein beweisend für diese Wirkung der Kalisalze ist es, wenn wir bei eröffnetem Thorax und künstlicher regelmässig unterhaltener Respiration zeigen, dass, von welchem Ort auch immer die Kalilösung in das Blut aufgenommen wird, stets eine baldige Unregelmässigkeit der Herzthätigkeit, Verlangsamung und Erschwerung der Contractionen bis zur Lähmung des Herzens die Folge ist.

Bei den Kaltblütern hatte ich bereits früher gezeigt, dass die Wirkung vom Magen aus ganz gleich der subcutanen ist; nachträglich habe ich diess auch für die Säugethiere vollständig bestätigt gefunden, wie die folgenden Versuche lehren.

Mittelgrosses Kaninchen; Puls und Temperatur ergeben bei wiederholter Prüfung keine Schwankung; Puls 22 in 5 Sekunden, Temperatur im Innern des Ohres  $38,6^{\circ}$  C.

- 4 Uhr 30 Min. Injection von 3 Gramme Chlorkalium auf 18 Gramme Wasser in den Magen. — Nach der Injection keine erheblichen Erscheinungen, das Thier bleibt ruhig.
- 4 - 40 - Herzschläge schwächer. Respiration etwas tiefer.
- 4 - 50 - Herzschläge unregelmässig, sehr geschwächt. Temperatur auf  $37,8^{\circ}$  C. gesunken.
- 4 - 52 - Nach kurzer Unruhe fällt das Thier plötzlich auf die Seite, bekommt Convulsionen, die etwa 10 Sekunden andauern. Die Pupille ist erweitert, die Respiration dyspnoetisch.
- 4 - 53 - Das Thier erholt sich etwas, richtet sich auf, fällt aber bald wieder auf die Seite; nochmalige Convulsionen, Herzschläge außerordentlich unregelmässig, sehr verlangsamt und schwach; zeitweise sind sie zu zählen (10—12 in 5 Sekunden), Temperatur  $36,5^{\circ}$  C.
- 4 - 55 - Alle Augenblicke kurze klonische Krämpfe. Herzschlag nur selten zu fühlen.
- 4 - 57 - Das Thier liegt ganz auf der Seite. Herzschlag gar nicht mehr zu fühlen. Temperatur  $36,1^{\circ}$  C.
- 5 - - - Kopfdyspnoe.
- 5 - 4 - Letzter Atemzug.

Die sofortige Eröffnung des Thorax ergibt: Das Herz steht vollkommen still, ebenso die Herzhoren, auf mechanische Reizung erfolgt keine Contraction. Im linken Ventrikel hellrothes, im rechten dunkles, flüssiges Blut. Magenschleimhaut an der Cardia und kleinen Curvatur geröthet, an einzelnen Stellen kleine Blutextravasate. Der Dünndarm macht nur auf directe Reize schwache peristaltische Bewegungen, der Magen nicht.

#### 2ter Versuch. Directe Beobachtung des Herzens bei eröffnetem Thorax.

Mittelgrosses Kaninchen. Tracheotomie. Beide Nervi vagi werden blosgelegt. 1 Uhr 30 Min. Injection von 3 Gramme Chlorkalium auf 21 Gramme Wasser in den Magen.

- 1 - 40 - Eröffnung der Thoraxhöhle. Künstliche Respiration.
- 1 - 53 - Beginnende Herzverlangsamung
- 1 - 55 - Beide Vagi werden durchschnitten
- 1 - 56 - Geringe Vermehrung der Pulsfrequenz
- 1 - 58 - Herz steht still in der Diastole\*).
- Trotz fortgesetzter künstlicher Respiration keine Erholung des Herzens.
- Convulsionen u. dyspnoetische Respiration trotz des vorherigen ganz apnoischen Zustandes d. Thieres; zuletzt Kopfdyspnoe.

\*) Die Herabsetzung der Herzthätigkeit nach Injection des Kalisalzes ist nicht eine rhythmische, sondern ganz unregelmässige Verlangsamung. Die Con-

Herzohren und rechter Ventrikel zeigen schwache Contractionen noch eine halbe Stunde lang. Auf elektrische Reizung des linken Ventrikels (bei 100 Min. Rollenentfernung) nur Spuren von Contraction. Alle Muskeln dagegen sind schon bei schwachen Strömen stark reizbar.

Blase und Dickdarm ziehen sich auf elektrischen Reiz schwach zusammen. Der Dünndarm macht gar keine peristaltischen Bewegungen und contrahirt sich ebenso wenig wie der Magen auf elektrische Reize\*). Im Magen diffuse Röthe.

Aus diesen Experimenten geht also evident hervor, dass die Kalisalze vom Magen aus ebenso auf das Herz wirken, wie bei subcutaner Injection, dass mit der rapiden Herzverlangsamung die gleichen charakteristischen Symptome, Convulsionen und dyspnoetische Respiration zur Erscheinung kommen. Die Durchschneidung der Vagi hat nur eine vorübergehende Beschleunigung der Herz-contractionen zur Folge; kurz darauf sinkt die Herzthätigkeit rapide bis zum Stillstand. — Die in dem zweiten Versuch den Tod eine halbe Stunde überdauernde Reizbarkeit des Herzens beweist durchaus nicht eine schwächere Wirkung der Kalisalze vom Magen aus; in dem ersten oben mitgetheilten Versuche stand das Herz nach dem Tode vollkommen still, selbst die Herzohren; im Gegensatz dazu sieht man selbst nach subcutaner Injection bisweilen auch nicht vollkommenen Stillstand des Herzens.

Herr Dr. Podcopaew führt nun für seine Behauptung, dass die Wirkung auf das Herz eine Theilerscheinung der Wirkung auf

tractionen werden immer erschwerter, gleichsam als ob die Ventrikel dabei ein grosses Hinderniss zu überwältigen hätten; bisweilen sieht man Wellenbewegungen als Ausdruck der Contractionen mehrerer Muskelpartien nach einander, grade wie es bei Fröschen zu beobachten ist; dadurch verlängert sich jede einzelne Systole; in der Diastole blähen sich die Ventrikel enorm auf, weil die Vorhöfe bei ihnen ziemlich rhythmischen Contractionen ihr Blut noch vollständig entleeren. Bei den letzten dem Herzstode vorangehenden Contractionen reicht die Kraft der Ventrikel nicht mehr für die auszutreibende Blutmasse aus, die Ventrikel bleiben zum Theil gefüllt, endlich stehen sie in der Diastole still.

\*) Dass Magen und Dünndarm ihre Reizbarkeit auf elektrische Ströme verlieren, erklärt sich aus der lähmenden Wirkung, welche concentrirtere Kalilösungen auf die Muskeln üben. Bei der Injection der Flüssigkeit in den mitgetheilten Versuchen war das Verhältniss des Salzes zum Wasser wie 1 : 6 und 7. — Ebenso gelähmt werden bei subcutaner Injection die mit der Lösung in Berührung kommenden Muskeln. Diese lähmende Wirkung auf die Magen- und Darmmuskulatur ist vielleicht hauptsächlich die Ursache der Verdauungsstörungen nach längerem Gebrauch der Kalisalze. In den gewöhnlichen Verordnungen ist der Gehalt der Kali-Arznei zwischen 2 und 3 pCt., also immerhin ein Concentrationsgrad, bei dem wir eine nachtheilige Einwirkung auf die Verdauung begreifen können.

die quergestreifte Muskulatur ist, auch die Beobachtung an, dass bei Fröschen die Lähmung der Extremitäten früher eintritt, als die des Herzens.

Ich bemerke hierzu, dass ich in den Fällen, wo vor der Injection das Herz durch Wegnahme des Sternum blosgelegt ward, stets auf das Herz die allererste Wirkung beobachtet habe; aber selbst zugestanden, dass die Lähmung der Extremitäten früher als die des Herzens eintritt, so ist nach dem, was im Eingange dieser Abhandlung geltend gemacht ist, diese Lähmung keine durch Muskelwirkung bedingte. Ich habe ferner bei meinen früheren Versuchen gesehen, dass wenn es gelingt, das Herz durch eine grosse Dosis eines Kalisalzes rasch zum Stillstand zu bringen, die gewöhnlichen Lähmungserscheinungen fast gar nicht eintreten. Der Frosch macht dann, gerade wie bei den reinen Herzgiften, bei vollständig stillstehendem Herzen noch eine Zeit lang kräftige Muskelbewegungen. Die Erklärung dieses Phänomens ist wohl darin zu suchen, dass durch den rasch aufgehobenen Kreislauf das Mittel auf die Centralorgane des Nervensystems fast gar nicht hat wirken können. — Die Beobachtungen des Herrn Dr. Podcopaew über die directe Einwirkung der Kali- und Natronsalze auf Muskeln und Nerven sind mit den meinigen übereinstimmend; während die Kalisalze deren Reizbarkeit rasch vernichten, sind die Natronsalze in einprozentigen Lösungen conservativ für sie, so wie es auch, heisst es weiter, bisweilen gelungen ist, die unter Einwirkung von Kalilösungen eingebüsstre Muskelreizbarkeit in einprozentigen Kochsalzlösungen wieder herzustellen. Ich habe allerdings auch den in einer Kalilösung gelähmten Herzmuskel sich in einer einprozentigen Chlornatriumlösung erholen sehen, aber nur die Vorhöfe, nie den Ventrikel und auch nur dann, wenn die Kalilösung nicht lange eingewirkt hatte. Beim Sartorius und Gastrocnemius habe ich eine Wiederherstellung der Reizbarkeit in Chlornatriumlösung nicht beobachtet.

Herr Dr. Podcopaew hat ferner die Einwirkung des Chlor-kalium und Chlornatrium auf die Muskelfaser und auf das Blut untersucht. Der Muskelinhalt soll durch Chlorkalium nach einiger Zeit getrübt, durch Chlornatrium aber heller werden. Ich kann diess für 25procentige Lösungen dieser Salze vollkommen bestätigen, dagegen muss ich die Angabe, dass die Querstreifung unter

Einwirkung beider Salze schwinden, die Längsstreifung deutlicher werden solle, in Abrede stellen.

Ich hatte früher angegeben, dass die bei subcutaner Injection einer 10prozentigen Kalilösung damit in Berührung kommenden Muskeln eine etwas undeutliche Querstreifung zeigen. Nachträglich habe ich diese Einwirkung nochmals an den Muskeln des Frosches, Kaninchens und Rindes geprüft. Ich brachte Muskelfleisch dieser Thiere fein zertheilt in eine 20prozentige Chlorkaliumlösung, liess es 24 Stunden, ja selbst 3 Tage darin und fand auch dann noch die Querstreifung erhalten; wo sie anscheinend fehlte, war sie durch die Trübung des Inhalts verdeckt, konnte aber durch Veränderung des Focus auch an diesen Stellen nachgewiesen werden. Einzelne Muskelfasern zeigten die Querstreifung so deutlich, wie daneben gehaltene ganz frische Muskelfasern. Ebensowenig wird das Muskelgewebe durch Chlornatrium verändert.

In der Einwirkung auf das Blut sollen sich Chlorkalium und Chlornatrium verschieden verhalten.

Wurde arterielles Hundeblut mit Chlorkalium (1 Theil auf 6 Theile Wasser) so gemischt, dass 2 Theile Blut auf 1 Theil der Lösung kamen, so wurde dieses Blut heller, als das mit der auf gleiche Weise bereiteten Chlornatriumlösung gemischte; nach 24 Stunden waren die Blutkörperchen der Kalimischung zackig und bis zu  $\frac{1}{3}$  ihrer normalen Grösse verkleinert, während die Blutkörperchen der Chlornatriummischung sich nur wenig verändert zeigten.

Ich habe in ganz derselben Weise venöses menschliches, eben aus der Ader gelassenes Blut mit Chlorkalium und Chlornatrium gemischt und fand weder erhebliche Verschiedenheiten in der Farbe noch in der Einwirkung auf die Blutkörperchen. Sie wurden in der Chlornatriummischung sogleich ebenso zackig und verkleinert als in der Chlorkaliummischung und zeigten auch nach 24 Stunden ganz dasselbe Verhalten. In einer Mischung von arteriellem Kaninchen- und Hundeblut mit Chlornatrium wurden die Blutkörperchen ebenfalls sofort zackig.

Im lebenden Körper werden diese Veränderungen der Blutkörperchen niemals erzeugt; selbst nach Injection gesättigter Kalium- und Natronlösungen in viel grösseren als zur Vergiftung nöthigen Mengen fanden sich die Blutkörperchen des Frosches ganz unver-

sehrt. Sie können eben nicht schrumpfen, weil der Verlust an Wasser im Blut, sobald diese Salze in grösserer Menge darin circuliren, durch Aufnahme von Wasser aus den Geweben wieder ausgeglichen wird.

In ihrem Einfluss auf die Flimmerbewegung zeigen sich die Kali- und Natronsalze auch nicht verschieden; sie regen sie an in verdünnter und zerstören sie in concentrirter Lösung.

Schliesslich möchte ich auch an dieser Stelle noch einmal hervorheben, dass der eminente Unterschied in der physiologischen Wirkung der Kali- und Natronsalze auch therapeutisch seine Würdigung finden sollte.

Ich habe nachgewiesen, dass das salpetersaure Natron, welches in den letzten Jahrzehnten dem Kalisalpeter als pulsverminderndes Mittel vorgezogen wurde, gar keine Wirkung auf das Herz und auf die Temperatur hat. Es ist selbst für kleinere Säugethiere in den Dosen, wie sie beim Menschen zur Anwendung kommen, noch indifferent. Seine fernere Anwendung ist durch nichts gerechtfertigt. Will man bei den betreffenden Indicationen dem salpetersauren Salz einen Vorzug vor den anderen Verbindungen geben, obgleich alle gleich intensiv wirken, so sollte man zum Kali nitricum zurückkehren, welches schon in kleinen Dosen die Herzthätigkeit und Temperatur sicher herabsetzt.

Berlin, im October 1865.

---

## XXVI.

### Kleinere Mittheilungen.

---

#### 1.

#### Medizinisch-naturwissenschaftlicher Nekrolog des Jahres 1865.

Zusammengestellt von Dr. Wilhelm Stricker,  
pract. Arzte in Frankfurt a. M.

---

Januar.

7. Nürnberg. Dr. J. W. Sturm, geb. 1808, Botaniker, Fortsetzer des Werkes:  
„Deutschlands Flora“. (Flora No. 2.)
8. Strasburg. Dr. Ch. Ph. H. Stöss, 76 Jahre alt.