

## XXVI.

## Ueber die arzneiliche Wirkungsweise des Jodkaliums und des Sublimats.

Von Dr. Hermann Kämmerer,  
Professor der Chemie an der Industrieschule in Nürnberg.

## I. Die Jodkalium-Wirkung.

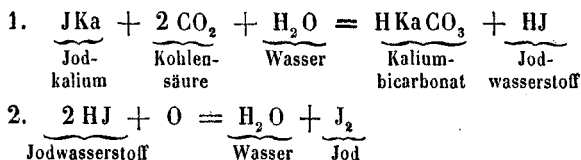
Während Physiologie und Pathologie schon seit vielen Jahren durch die stofflich gewaltig anschwellende chemische Wissenschaft in ergiebigster Weise befruchtet wurden, blieb ein anderer Theil der Medicin, die Wirkungsweise der Arzneimittel im Organismus, bis vor kurzer Zeit von chemischen Erklärungsversuchen fast völlig intact. Erst die neueste Zeit brachte überaus werthvolle Resultate in dieser Richtung: Hoppe-Seyler gelang es, die giftigen Eigenschaften verschiedener Gase, wie des Kohlenoxyds, der schwefligen Säure, auf bestimmte chemische Reactionen, welche dieselben im Blute bewirken, zurückzuführen, während Liebreich durch geistvolle chemische Speculation den Arzneischatz um ein treffliches Mittel bereicherte. Damit wurde denn auch das viel verbreitete Vorurtheil beseitigt, die Chemie werde niemals so complicirte Prozesse, wie die in dem lebenden Thierkörper vorgehenden, zu erklären vermögen, welches für den Fortschritt auf diesem Gebiete den lästigsten Hemmschuh bildete und alle rationellen Erklärungsversuche a priori verhinderte. —

Die Untersuchungen von Hoppe-Seyler ergaben, dass der Sauerstoff im Blute in einer überaus losen Verbindung mit den rothen Blutkörperchen stehe, jederzeit geneigt, wenn irgend chemische Kräfte von selbst nur geringer Intensität auf diese Verbindung einwirken, aus derselben zu scheiden, eine festere Gleichgewichtslage anzunehmen und desshalb ebensolche chemischen Reactionen hervorrufen zu können, wie wenn er im freien und activeren Zustande vorhanden wäre. Ob sich wirklich Ozon im Blute zuweilen oder permanent bilde, eine noch immer streitige Frage, bleibt für unseren Zweck gleichgültig. Uns genügt,

dass die erwiesenen Eigenschaften des „Blutsauerstoffs“ denen des Ozons überaus nahe kommen, und Reactionen, die ausserdem nur Ozon giebt, auch von jenem bewirkt werden können<sup>1)</sup>.

Die vorliegende Mittheilung bezweckt, den Aerzten eine Ansicht von der innerlichen Wirkungsweise des Jodkaliums zu unterbreiten, welche sich auf die Zersetzung des Jodkaliums durch den Sauerstoff des Blutes gründet und geeignet erscheint, alle physiologischen Wirkungen dieses wichtigen Arzneimittels in befriedigendster Weise zu erklären.

Es ist allgemein bekannt, dass Jodkalium und Stärkekleister zusammen eines der schärfsten Reagentien zur Erkennung des Ozons bilden, weil durch die Einwirkung des Ozons auf das Jodkalium sofort eine starke Jodausscheidung bewirkt wird, welche die Entstehung der überaus intensiv blau färbenden Jodstärke veranlasst. Ausser dem ozonisirten Sauerstoff vermag auch die Kohlensäure, wie Struve<sup>2)</sup> zeigte, das Jodkalium in sehr verdünnter wässriger Lösung in Jodwasserstoffsäure und saures kohlen-saures Kalium zu zerlegen. Die freie Jodwasserstoffsäure aber wird sehr leicht schon von gewöhnlichem, nicht ozonisirtem Sauerstoff unter Ausscheidung von Jod und Bildung von Wasser zersetzt. Nachstehende Formelgleichungen versinnlichen die beiden Reactionen:



Man kann diese Zersetzung des Jodkaliums häufig in Flaschen beobachten, in denen längere Zeit Jodkaliumlösung oder jodkaliumhaltige Mineralwässer (z. B. Tölzer Adelheidsquelle) ohne absolut dichten Verschluss aufbewahrt wurden. Häufig ist sogar der Kork an solchen Flaschen an der inneren Seite von ausgeschiedenem Jod gelbbraun gefärbt, völlig zerfressen und seine Masse so mürbe, dass man sie mit dem Finger leicht zerreiben kann, oder sie ist schmierig

<sup>1)</sup> Vergl. Schaer, Der thätige Sauerstoff und seine physiologische Bedeutung in Wittstein's Vierteljahresschrift Bd. 18, S. 1, und Lewisson, dieses Archiv Bd. XXXVI. S. 15.

<sup>2)</sup> Zeitschrift für Chemie. 1869. S. 275.

und in Wasser löslich, Humus nicht unähnlich. Die Veränderung der Holzfaser der Korkmasse in ihren verschiedenen Stadien liefert ein treues Bild von der Einwirkung des Jods auf die Epidermis oder Fibrinkörperchen überhaupt.

Der von Struve beobachteten Reaction kann ich noch eine zweite hinzufügen, die für unsere weiteren Betrachtungen gleichfalls nicht ohne Interesse ist. Versetzt man nemlich eine verdünnte Lösung von doppelt kohlensaurem Kalium mit einer verdünnten Lösung von Jod in Jodkalium, so verschwindet das Jod nicht, es entwickelt sich keine Spur von Kohlensäure. Nach heftigem Umschütteln und längerem Stehen zeigt Stärke auch dann noch freies Jod an, wenn dessen Menge so gering ist, dass es der Flüssigkeit keine bemerkbare Färbung ertheilt, und die Menge des doppelt kohlensauren Kaliums mehrere Gramme beträgt, dieses also in sehr bedeutendem Ueberschusse vorhanden ist.

Verfolgen wir nun die chemischen Veränderungen, welche das Jodkalium während seines Kreislaufes im Organismus nothwendig erleidet, und die Wirkungen, welche es auf die Stoffe, mit denen es während desselben in Berührung kommt, auszuüben vermag respective ausüben muss.

Zunächst in dem Magen kann das Jodkalium wohl keine Veränderungen erleiden, da die äusserst verdünnte Salzsäure, die hier darauf einwirken könnte, es nicht zu zersetzen vermag, wie neuerdings durch mannichfache Versuche erwiesen wurde. Eine Oxydation des Jodkaliums durch den Sauerstoff im Sinne der oben mitgetheilten Gleichung ist hier nicht gut denkbar, denn wir wissen, dass im Magen selbst ein so leicht oxydirbarer Körper wie Phosphor nicht oxydirt, sondern theilweise in Phosphorwasserstoffgas verwandelt wird, wahrscheinlich durch den bei dem Verdauungsprozesse nascirenden Wasserstoff.

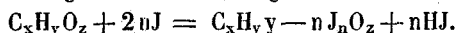
Da ferner das Jodkalium mit den Eiweissstoffen, mit Zucker, Stärkemehl u. s. w., den Salzen und den anderen gewöhnlichen Bestandtheilen unserer Nahrungsmittel weder Zersetzungen eingeht, noch Fällungen derselben bewirkt, im Gegentheile auf einige derselben lösend einwirkt, ohne dadurch selbst verändert zu werden, so muss es unzweifelhaft unverändert als solches durch Diffusion in das Blut gelangen.

Nähme man aber selbst eine Zersetzung des Jodkaliums durch

die Salzsäure des Magens an, so würde statt des Jodkaliums Jodwasserstoffsäure in das Blut transigiren, was für die weitere Entwicklung unserer Ansichten im Wesentlichen gleich ist. Die reichlichen Mengen Kohlensäure, welche fortwährend im Blute entstehen, werden sofort auf das in äusserster Verdünnung in dasselbe gelangende Jodkalium in der von Struve nachgewiesenen Weise einwirken müssen. Diese Zersetzung wird unter dem hohen Drucke, der in den Blutgefässen herrscht, ungleich intensiver und leichter eintreten, als unter gewöhnlichen Bedingungen. Es wird also im Blute Jodwasserstoff frei unter Bildung von doppelt kohlensaurem Kalium. Da schon der gewöhnliche Sauerstoff der Luft die Jodwasserstoffsäure überaus leicht zersetzt, muss die Zersetzung derselben durch den Blutsauerstoff um so rascher und leichter erfolgen. Wenn selbst die Zersetzung des Jodkaliums durch die Kohlensäure aus irgend welchen Gründen nicht Statt fände, so würde durch Einwirkung des Blutsauerstoffs auf Jodkalium allein ebenfalls Jod frei werden müssen, und wir sehen damit die räthselhafte Wirkung des Jodkaliums zurückgeführt auf die allbekannte und erklärliche Wirkungsweise des freien Jods, es wird nun leicht begreiflich, warum Jodkalium innerlich genommen dieselben Wirkungen auszuüben vermag, wie sie äusserlich angewandt freies Jod erzeugt, während es vorher geradezu unbegreiflich schien, wie zwei so grundverschiedene Körper, wie Jod, ein mit den intensivsten Verwandtschaften begabtes Element, und Jodkalium, ein völlig gesättigtes, neutrales Salz, mit gleichen Wirkungen sollten begabt sein können. Sehen wir nun zu, wie das freigewordene Jod auf die Stoffe des Blutes wirken muss. Was dessen anorganische Bestandtheile betrifft, so ist auf diese eine Wirkung des Jods nicht wohl anzunehmen. Das doppelt kohlensaure Alkali erleidet davon keine Zersetzung, wie ich oben nachgewiesen habe. Zwischen phosphorsaurem Kalium und Jod könnte endlich noch eine Reaction unter Bildung einer niedrigen Jodsauerstoffverbindung (unterjodiger Säure analog der unterbromigen — und unterchlorigen Säure) eintreten. Die Wirkung einer solchen äusserst leicht reducirbaren, deshalb kräftig oxydirenden Substanz würde in einer raschen Zerstörung respective Verbrennung organischer Substanz unter Freiwerden von Jod bestehen und daher im Wesentlichen mit der des freien Jods zusammenfallen, die sogleich eingehender erörtert werden soll. —

Anders wird sich das Jod zu den organischen Bestandtheilen des Blutes verhalten. Diesen gegenüber wird es seine intensiven Verwandtschaften, die noch gesteigert sind, weil es im Entstehungsmomente zur Wirkung kommt, vollständig zur Geltung bringen, und zwar werden seiner zerstörenden Einwirkung die complicirtesten Verbindungen, als die leichtest angreifbaren am ehesten unterliegen. Zu dieser Körperklasse zählen zunächst etwa im Blute vorhandene miasmatische Stoffe und Fermente; ihnen werden sich die Fibrin- und diesen die Eiweisskörper zunächst anschliessen. Am schwierigsten werden die Fette zerstört werden.

Ehe ich in meinem Erklärungsversuche weiter gehe, dürfte es zweckmässig sein, an die Art der Einwirkung des Jods auf diese Körper zu erinnern. Dieselbe beruht bekanntlich, wie die des Chlors und Broms, auf dem Bestreben des Jods, Wasserstoff zu entziehen und gleichzeitig an die Stelle dieses Wasserstoffes in das Molecül der organischen Verbindung einzutreten. Der austretende Wasserstoff verbindet sich im Entstehungsmomente stets mit einem andern Theile des freien Jods zu Jodwasserstoff. Wir können die Reaction durch folgendes Schema allgemein ausdrücken:



Ob die Verbindung auch stickstoff- und schwefelhaltig sei, bleibt für uns gleichgültig, die aufgestellte Formelgleichung drückt den Prozess aber nur ideal aus, denn in der Wirklichkeit wird das Resultat ein wesentlich verschiedenes, da die Substitutionsproducte des Jods, die dabei entstehen müssten, nicht existiren können und sofort wieder zerfallen. Dadurch wird der Verband der einzelnen Atome in den Molecülen der organischen Verbindung gelockert, und ihre Verbrennung durch Schaffung günstiger Angriffspunkte für den Sauerstoff ungemein erleichtert. Wirken aber mehrere Molecüle Jod auf ein Molecül einer complicirten organischen Verbindung zugleich ein (d. h. ist  $n$  in der Gleichung nicht gleich 1), so wird dies einer völligen Zerstörung nahe kommen, indem ein grosser Theil des Wasserstoffes an das Jod tritt, worauf Kohlenstoff und Stickstoff sich in den Rest des Wasserstoffes und Sauerstoffes theilen und mit diesen einfachere Verbindungen bilden.

Es kommt somit gar nicht zur Entstehung einer eigentlichen Jodverbindung; die Function des Jods beschränkt sich auf die Entziehung von Wasserstoff und dadurch bedingter Zerstörung der

complicirt zusammengesetzten organischen Verbindungen, Zerfallen derselben in einfachere, die theils, leicht oxydirbar, zu Kohlensäure und Wasser verbrannt, oder durch die verschiedenen Secretionsorgane aus dem Körper entfernt werden. Das Jod aber ist nach seiner ersten Reaction wieder in Jodwasserstoffsäure übergegangen zu denken, und diese wird durch den Sauerstoff abermals Zersetzung erleiden, das frei werdende Jod wieder auf protoplastische Stoffe in der obengedachten Weise einwirken, und diess wird sich so lange wiederholen, bis die Elimination des Jods durch die Secretionsorgane erfolgt, es wird mithin ein und dasselbe Molecül Jod eine unverhältnissmässig grosse Anzahl von Molecülen organischer Substanzen zu zerstören vermögen, und damit das Missverhältniss erklärt, in welchem die sehr kleinen Jodkaliummengen oft zu den von ihnen zerstörten Massen organischer Substanz (Fibrin) stehen, obwohl diese Wirkungen streng nach den Proportionen der chemischen Atomzahlen erfolgen, und das Atomgewicht des Jods ein sehr hohes  $= 127$  ist.

Unmöglich wäre es, diese Zerstörungen durch die Löslichkeit der angestauten (Fibrin)Massen in Jodkalium erklären zu wollen, wie es früher eine Erklärungsweise versuchte, denn bei der ausserordentlichen Verdünnung des Jodkaliums im Blute ist diese Löslichkeit, wenn sie überhaupt existirt, jedenfalls nahezu  $= 0$  und wird um so geringer werden, je compacter organisirt die zu lösende Materie ist. Die Wirkungsweise des Jodkaliums aber einzig von der Zufuhr des Kaliums in das Blut abzuleiten, wie es Kletzinski gethan, wird kein logisch denkender Arzt mögen, der jemals durch äusserliche Anwendung von Jodlösungen dieselben Resultate erzielte, wie durch innerlichen Jodkaliumgebrauch, ein bei der jetzt vielfach üblichen Methode der localen Behandlung häufig genug beobachteter Fall.

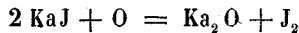
Wäre das Kalium das wirksame Element des Jodkaliums, so müssten sich mit anderen Kaliumsalzen dieselben Resultate erzielen lassen; alle bisherigen Erfahrungen setzten dieser Annahme ein bestimmtes Dementi entgegen.

Doch sind wir mit der Wirkung des Jodkaliums noch nicht am Ende unserer Betrachtungen, die von der Zersetzung des Jodkaliums im Blute durch Sauerstoff und Kohlensäure ausgingen und bisher nur allein die Metamorphosen des einen dieser Zersetzungsproducte, des Jods, nicht aber die des Kaliums verfolgten.

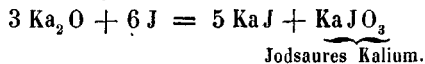
Wenn wir die Zersetzung des Jodkaliums durch Kohlensäure, welche neuerdings von v. Gorup-Besanez in Frage gestellt ist, annehmen dürften, so wäre die Verwandlung des Kaliums in Kaliumcarbonat, resp. Bicarbonat unzweifelhaft, und die Folge eine erhöhte Alkalescenz des Blutes.

Nehmen wir an, die Zersetzung des Jodkaliums erfolge durch den Sauerstoff, so suchen wir in der Literatur vergeblich eine zuverlässige Angabe, was aus dem Kalium in diesem Falle werde. Constatirt ist nur, dass bei längerer Einwirkung von Ozon auf Jodkalium das erst ausgeschiedene Jod unter Bildung von Kaliumjodat wieder verschwindet. Die Form, in der sich das Kalium, während der Anwesenheit von freiem Jod, befindet, ist, wie es scheint, noch gar nicht Gegenstand der Untersuchung gewesen.

Die directe Entstehung von Kaliumoxyd, etwa im Sinne der Gleichung



können wir unmöglich annehmen, da bekanntlich Kalilösung unter Entfärbung das Jod sofort auflöst und je nach dem Concentrationsgrade damit eine bleichende, den unterchlorigsauren Salzen ähnliche Flüssigkeit, oder einfach Jodkalium und jodsaures Kalium im Sinne nachstehender Gleichung bildet.



Es kann sich aus dem Kalium unzweifelhaft nur ein Körper bilden, auf den das Jod nicht einwirkt. Da aber Sauerstoff und Kalium gewöhnlich nur zwei Verbindungen bilden (das Quadrantoxyd Rose's kann hier füglich unberücksichtigt bleiben; ebenso das Superoxyd Harcourt's, das in Gegenwart von Wasser nicht existiren kann), so muss unbedingt die zweite dieser Verbindungen, das Kaliumsuperoxyd, das andere Zersetzungsproduct des Jodkaliums sein.

Nur von diesem Körper unter den hier möglichen allein können wir uns denken, dass Jod nicht auf ihn einwirken werde, denn viele Superoxyde widerstehen der Einwirkung der freien Halogene, oder entstehen sogar in deren Gegenwart. Wir finden in diesem Superoxyde neben dem kräftig zerstörenden Jod noch einen zweiten Körper, der überaus leicht oxydirend auf organische Substanzen einwirkt, indem er durch diese zu Kali reducirt wird, also den Stoffwechsel erhöht und eine vollkommenere Consumption der Blut-

bestandtheile durch den Organismus bewirkt, während das durch Reduction des Superoxydes entstehende Kali sich mit Kohlensäure zu kohlensaurem Kalium verbindet und somit dasselbe Endproduct liefert, das auch bei der Annahme der Zersetzung des Jodkaliums durch Kohlensäure entstehen müsste.

Nachdem wir unsere Vorstellungen von der Wirkungsweise des Jodkaliums dargelegt haben, drängt sich zunächst die Frage auf, ob die Wirkungen des Jodkaliums mit denselben übereinstimmen. Diese Wirkungen bestehen wesentlich zunächst in einer Steigerung der Blutwärme und in Abmagerung. Beide erklären sich in meinen oben gegebenen Ausführungen durch Erhöhung der Verbrennung im Blute vollständig. Die toxischen Erscheinungen müssen daher vornehmlich die der Anämie sein. Als Bestätigung für die Annahme, diese würden nur durch freies Jod hervorgerufen, kann ich einen Vergiftungsfall anführen, den ich mir durch fortgesetztes Einathmen von Bromdämpfen als Student, während ich eine Arbeit über Bromsäure in einem schlecht ventilirten, niedrigen Privat-Laboratorium ausführte, zugezogen habe, und der nach übereinstimmender Aussage verschiedener hervorragender Aerzte vollkommen den Charakter einer sehr hochgradigen Anämie zeigte und, wie der verstorbene Prof. Pfeufer in München mir bemerkte, mit den durch Jodkalium hervorgerufenen identische Erscheinungen bot. In meinem Falle aber konnte nur freies Brom durch die Lungen in das Blut gelangt sein.

Einer unter den Aerzten allgemein verbreiteten Ansicht zufolge sollte die Wirkung des Jodkaliums nur auf einer Stimulirung der Nerven beruhen, wodurch die Functionen aller, besonders der drüsigen Organe gesteigert, der Verbrennungsprozess im Blute erhöht und dadurch eine Abmagerung, Resorption einzelner pathologischer Ablagerungen etc. erzielt werden soll.

Dieser Annahme stehen zwei beweiskräftige Momente entgegen:

1) Müssten darnach alle dem Jodkalium analogen Salze, insbesondere Chlorkalium und Chlornatrium dieselben Wirkungen auf den Organismus sogar in stärkerem Grade, als dieses, ausüben.

2) Lässt sich damit die unzweifelhafte Identität der Wirkungen des Jodkaliums und des freien Jods nicht wohl in Einklang bringen. Damit soll jedoch keineswegs die Möglichkeit der Stimulirung des Nervensystems durch Einführung des Jodkaliums in den Organismus



gelläugnet werden, ich bestreite nur, dass die specifischen Wirkungen des Jodkaliums dadurch hervorgerufen und damit erklärt werden können.

Das Resultat der vorliegenden Mittheilung lässt sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Die Wirkung des freien Jods als Arzneimittel beruht auf der directen Zerstörung damit in Berührung gebrachter Körpertheile.

2) Die allgemeine Wirkung des Jodkaliums auf den Organismus ist völlig identisch mit der localen des freien Jods. Diese Identität beider lässt sich nur durch die Annahme einer Zersetzung des Jodkaliums im Blute unter Ausscheidung von Jod erklären, und wird ferner gestützt durch die völlige Identität dieser Wirkung mit den innerlichen Wirkungen des freien Broms auf den Organismus.

## II. Ueber die Wirkungsweise der Calomeleinstäubungen in das Auge.

Als ich während längerer Zeit Calomel in eines meiner Augen einstäubte, benutzte ich die Gelegenheit, um wo möglich die streitige Frage zu entscheiden, ob bei diesen Einstäubungen der Calomel einzig nur als mechanisches Reizmittel, oder ob er auch durch Resorption (natürlich als Sublimat) innerlich wirke.

Ich sammelte zu diesem Zwecke meinen Harn zwei Male von je einer Woche, säuerte denselben in einer grossen Flasche stark mit Salzsäure an und liess an einem Platindraht ein mit Stanniol umwickeltes Goldblättchen, wie man es zur Nachweisung von Spuren von Quecksilber in organischen Massen benutzt, in der Flüssigkeit während 14 Tage hängen. Darauf wurde das Goldblättchen vorsichtig getrocknet, wobei eine Entfärbung durch Amalgamation in den zwei Versuchen, welche ich mit meinem eigenen Harn anstellte, nicht sicher erkennbar war. Das Goldblättchen wurde dann in einem engen, trockenen, an einem Ende zugeschmolzenen Glasrohre geglüht, wodurch ein sehr schwaches Sublimat erhalten wurde, in dem unter der Loupe die Quecksilberkügelchen deutlich zu erkennen waren. Das Sublimat wurde dann in bekannter Weise durch vorsichtiges Erhitzen mit Jod in Jodquecksilber verwandelt, und dieses durch seine charakteristische gelbe Färbung sehr leicht identificirt. Ausserdem hatte Herr Dr. Engelhard dahier die Güte,

mir den Wochenharn von zwei Mädchen aus seiner Augenheilanstalt im Alter von 14—16 Jahren, die Calomeleinstäubungen gebrauchten, zur Verfügung zu stellen. In beiden Harnen wurde es mir sehr leicht, Quecksilber in derselben Weise nachzuweisen. Im einen Falle schon durch die Verfärbung des Goldblättchens. Es kann nach diesen Resultaten nicht mehr zweifelhaft sein, dass der fein zertheilte Calomel in Berührung mit der schleimigen Flüssigkeit des Auges wenigstens theilweise in Sublimat übergeht, als solcher von der Schleimhaut des Auges resorbirt wird und auch chemisch auf die Flüssigkeiten und Gewebe des Auges einwirkt, seine Wirkung also keinesfalls nur auf mechanischer Reizung beruht.

### III. Ueber die Einwirkung von Sublimat auf Eiweisslösungen.

Die in vielen Beziehungen analogen Wirkungen der Quecksilberpräparate resp. des Sublimates, in den Calomel und metall. Quecksilber vor ihrer Resorption übergehen müssen, mit denen des Jods resp. Jodkaliums veranlassten mich, einige Versuche anzustellen, die, wie ich hoffte, wenigstens einen Fingerzeig für Erklärungsversuche dieser Wirkungen geben konnten.

Ich habe zunächst von dem Verhalten des Eiweisses zu Sublimat bei einer der Temperatur des menschlichen Körpers nahe kommenden Temperatur und bei Concentrationsgraden, wie sie bei arzneilichen Verordnungen üblich sind, Aufschluss zu erhalten gehofft und zu diesem Behufe derart verdünnte Lösungen von gewöhnlichem filtrirtem Hühnereiweiss und Sublimat vermischt, dass keine Coagulirung des Eiweisses eintrat, aber ein grosser Ueberschuss von Eiweiss vorhanden war. Diese Lösungen setzte ich in einem Wasserbade Temperaturen zwischen 30—40° C. aus und hatte die Genugthuung, in 5 Versuchen übereinstimmend nach 6—12 stündiger Digestion bei dieser Temperatur durch Zusatz von Ammoniak jenen schwarzen Niederschlag zu erhalten, der für Quecksilberoxydulverbindungen, resp. Calomel so charakteristisch ist. Es wird demnach der Sublimat von Eiweiss reducirt. Das eine Chloratom des Sublimates kann nur durch Entziehung von Wasserstoff zerstörend, oder durch Wasserzersetzung oxydirend auf das Albumin gewirkt haben. Aehnlich werden sich voraussichtlich die anderen verwandten Körper,

besonders die Fibrinogene verhalten <sup>1)</sup>), und es wäre damit auch eine Analogie der Wirkungsweise zwischen Sublimat und Jodkalium erwiesen, und zwar müsste man von dem Sublimate in dem Blute nicht minder, wie von dem Jodkalium, eine continuirliche Wirkung in der Weise annehmen, dass es fortwährend Chlor an organische Körper abgebe und dadurch reducirt, der entstandene Calomel aber auch sofort unter dem Einfluss des Sauerstoffs und des Chlornatriums des Blutes wieder zu Sublimat regenerirt würde.

Ich war leider nicht in der Lage, diese Versuche fortsetzen und weiter ausdehnen zu können, glaube aber jenen, die sich für diesen hochwichtigen Gegenstand der Heilkunde interessiren, das Resultat derselben mittheilen zu sollen.

#### IV. Ueber die Zerstörung von Synechien und Hornhautflecken durch Jodkalium.

Während einer heftigen und sehr langwierigen Hornhautentzündung bildeten sich auf einem meiner Augen dicke, speckig aussehende, centrale und seitliche Hornhautflecken, welche das fast vollständige Erblinden dieses Auges zur Folge hatten und eine breite Verwachsung der Iris mit der Hornhaut an der inneren Seite verursachten, die allen Lösungsversuchen durch die stärksten Atropindosen, die anderthalb Jahre lang unausgesetzt gebraucht wurden, hartnäckigen Widerstand leistete. Nach Ausspruch der tüchtigsten Aerzte war diese Synechie die Ursache der vielen, zum Theil sehr schmerzhaften Augenentzündungen, welche mir im Laufe zweier Jahre fast ohne Unterbrechung jede Thätigkeit unmöglich machten. Früher hatte ich im gleichen Falle mit sehr gutem Erfolge Calomeleinstäubungen gegen die Hornhautflecken angewandt. Jetzt konnte ich diese wegen der überaus grossen Reizbarkeit des Auges nicht mehr ertragen.

Herr Geh. Med.-Rath Dr. Weber in Darmstadt hatte mir zur Zerstörung der Hornhautflecken eine mässig concentrirte Lösung von Jodkalium zum Einträufeln in das Auge empfohlen und die Unmöglichkeit, die Synechie anders als mit Gefahr operativ beseitigen zu können, bestätigt. Ich habe das Jodkalium anzuwenden versucht,

<sup>1)</sup> Für andere organische Körper war diese Wirkungsweise des Sublimates schon früher bekannt.

dabei aber eine eigenthümliche Beobachtung gemacht. Während die frisch eingetragene Lösung keinerlei heftige Reizungen verursachte, entstanden nach mehreren (4—5) Stunden plötzlich die heftigsten Schmerzen, die jedesmal leichte Entzündungen zur Folge hatten. Es konnten diese Entzündungen nicht wohl durch das Jodkalium selbst, sondern nur durch Zersetzungsproducte desselben hervorgerufen worden sein. Das einzige Zersetzungsproduct des Jodkaliums, von dem eine derartige Wirkung erwartet werden darf, konnte unter diesen Verhältnissen nur freie Jodwasserstoffsäure sein, die wahrscheinlich durch Einwirkung der Kohlensäure, vielleicht auch des Lichtes, oder beider auf Jodkalium frei geworden sein musste.

Ich war damals genöthigt, die Anwendung der Jodkaliumlösung ganz aufzugeben und habe erst anderthalb Jahre später, nachdem alle bekannten Mittel vergeblich angewandt waren, versucht, dasselbe als das nach meinem Dafürhalten zur Zerstörung organischer Massen rationellste Mittel wieder anzuwenden, aber in einer Weise, welche das Auftreten von Reizungen, falls dieselben von frei werdender Jodwasserstoffsäure herrührten, unmöglich machen würde. Ich glaubte diess dadurch sicher zu erreichen, dass ich meiner Jodkaliumlösung eine alkalische Substanz zusetzte, welche die etwa entstehende Jodwasserstoffsäure sofort neutralisiren müsste. Freie Alkalien und deren einfache Carbonate waren wegen ihrer stark ätzenden Eigenschaften bei der grossen Reizbarkeit des Auges nicht anwendbar. Es schienen nur die Bicarbonate von Kali, von Natron als zu diesem Zwecke geeignet. Ich habe zunächst eine Lösung hergestellt, welche 2 Grm. Jodkalium und 1 Grm. Natron bicarbonicum in 50 Grm. Wasser gelöst enthielt, und tröpfelte von dieser mit einem Pinsel alle zwei Stunden in's Auge. Der Erfolg war ein überraschender. Ich spürte, während ich diese Lösung eine Woche lang anwandte, eine bedeutende Verminderung der Reizbarkeit meines Auges und niemals das gefährliche Brennen, welches die reine Jodkaliumlösung nach einigen Stunden hervorrief. Durch den glücklichen Erfolg meines ersten Versuches ermuthigt, verdoppelte ich den Concentrationsgrad meiner Lösung (4 Grm. Kalijod., 2 Grm. Natr. bicarbon.) und suchte sie dadurch noch viel wirksamer zu machen, dass ich freies Jod bis zur starken Rothfärbung darin auflöste. Ich war sehr erstaunt zu beobachten, dass freies Jod von dem Auge in dieser

allerdings sehr starken Verdünnung ganz vortrefflich ertragen wurde, und setzte meine Einträufelungen mit dem Pinsel etwa  $2\frac{1}{2}$  Monate hindurch fort, wobei ich eine sehr schwache, aber stetig zunehmende Aufhellung des Auges unzweifelhaft wahrnehmen konnte. Als ich in dieser Zeit von einem leichten Augenkatarrh befallen wurde, wandte ich auf Anrathen meines Arztes sofort Atropin an. Als die Wirkung desselben eingetreten war, konnte ich auf der stark erweiterten Pupille keine Spur der Synechie mehr wahrnehmen, die zwei Jahre lang die Quelle so vieler ernster Fatalitäten für mich war, und die jemals los zu werden ich kaum mehr hoffen konnte. Eine Untersuchung mit dem Augenspiegel durch meinen Arzt Herrn Dr. Doederlein dahier, dem ich zu grossem Danke verpflichtet bin, bestätigte das vollständige Verschwinden der Synechie.

Seit nun zwei Jahren habe ich die Anwendung der Lösung mit Unterbrechungen und nicht sehr regelmässig fortgesetzt und bin seit dieser Zeit völlig von jeder neuen Augenentzündung verschont geblieben. Die anfangs dicken, von weiter Ferne sichtbaren, speckig aussehenden Flecken sind bis auf einen dünnen, nur bei näherer Betrachtung bemerkbaren, diaphan erscheinenden Ueberzug zusammengeschrumpft, meine Sehkraft so weit gewachsen, dass ich fette Schrift wieder zu lesen vermag, die ich vorher nicht einmal sehen konnte. Einige schwache Hornhautflecken, welche in der letzten Zeit meiner Erkrankungen auf dem rechten Auge entstanden waren, sind nach Versicherung des Herrn Dr. Doederlein schon nach halbjährigem Gebrauche der Lösung völlig verschwunden gewesen.

Ich glaube daher diese Combination des Jodkaliums als ein vorzügliches, wenn auch langsam, doch sicher wirkendes Mittel zur Beseitigung von Synechien und Hornhautflecken empfehlen zu dürfen. Die Concentration der Lösung, der Gehalt derselben an freiem Jod, dürfte lediglich durch den Grad der Reizbarkeit des damit zu behandelnden Auges bestimmt werden, doch ist wohl stets mit sehr verdünnten, etwa 2procentigen Lösungen zu beginnen und der Concentrationsgrad allmählich zu steigern.

Schliesslich noch einige Notizen für die Praxis.

Der Zusatz des freien Jods geschieht am besten in Form einer sehr concentrirten Lösung von Jod in Jodkalium, die man tropfenweise, am besten aus einer kleinen Pipette, in die Lösung des Jodkaliums und Bicarbonates bis zur gewünschten Färbung giesst. Da

die Lösung am Lichte sich allmählich verändert, so ist anzurathen, stets nur kleine Mengen, die in längstens 8 Tagen verbraucht werden, zu ordiniren. Lösungen von Jodkalium und doppelt kohlen-saurem Natron ohne freies Jod schimmeln während des Sommers sehr leicht. Doppelt kohlen-saures Kali kann eben so gut angewandt werden, wie die entsprechende Natriumverbindung. Von letzterem ist wegen des kleineren Atomgewichtes des Natriums eine kleinere Menge nothwendig; ausserdem ist es weniger alkalisch, milder, als doppelt kohlen-saures Kali.

---

## XXVII.

### Ueber die reflectorische Beeinflussung der Piaarterien.

Von Dr. F. Krauspe zu Insterburg.

---

Es liegen bisher zwei specielle Versuchsreihen vor über die Erscheinungen, welche an den arteriellen Gefässen der Pia auf Reizung sensibler Nerven sichtbar werden. Die erste von Nothnagel veröffentlichte Arbeit<sup>1)</sup> zieht aus zahlreichen, zum grössten Theil an nicht narcotisirten Kaninchen angestellten Experimenten den Schluss, dass auf Reizung sensibler Nerven, speciell des N. cruralis, eine reflectorische Verengerung der Piaarterien auftrete. Im Widerspruch damit veröffentlichten Riegel und Jolly eine Experimentaluntersuchung<sup>2)</sup>, aus der hervorzugehen schien, dass die von Nothnagel gefundene Thatsache der Verengerung nicht als reflectorischer Vorgang zu deuten, sondern nur als eine Folge verschiedener, in Nothnagel's Versuchsmethode nachweisbarer Fehlerquellen aufzufassen sei. Diese Arbeit der Würzburger Experimentatoren hat jedoch unseres Erachtens durchaus keine endgültige Entscheidung herbeigeführt; denn zur Vermeidung der von Noth-

<sup>1)</sup> Dr. H. Nothnagel, Die vasomotorischen Nerven der Gehirngefässe. Beitrag zur Lehre von der Epilepsie. Dieses Archiv Bd. XL. S. 203—213.

<sup>2)</sup> Dr. Franz Riegel und Dr. Friedrich Jolly, Ueber die Veränderungen der Piagefässe in Folge von Reizung sensibler Nerven. Dieses Archiv Bd. LII. Separatabdruck.