

Literatur.

- Bourgougnon: These de Paris, 1875, zit. nach Henschen.
 Buglioni: Ref. Zentrbl. f. Chir., 1892.
 Frisch: Wien. klin. Wochschr., 1907, Nr. 12.
 Henschen: Beitr. z. klin. Chir., Bd. 53, H. 3. Münchn. med. Wochschr., 1907, Nr. 38.
 Horzetzky: Deutsche militärärztl. Zeitschr., 1887, S. 385.
 Jerusalem: Wien. med. Wochschr., 1922, Nr. 8.
 Kirchmayer: Das österr. Sanitätswesen 1915, Arch. f. orthop. u. Unf. chir., Bd. 21, H. 1.
 Kocher: Grenzgebiete, 1896, Bd. 1.
 Küttner: Berl. klin. Wochschr., 1908, S. 586.
 Maydl: Deutsche Zeitschr. f. Chir., 1882, Bd. 17.
 Riedinger: Arch. f. Orthop. Mechanotherapie u. Unf. chir., Bd. VII.
 Sauer: Münchn. med. Wochschr., 1907, S. 1327.
 Schede: Verh. d. deutsch. Ges. f. Chir., X. Kongreß, 1881.
 Schulte: Deutsche militärärztl. Ztschr., XXXI, 1902.
 Simon: Fortschr. a. d. G. d. Röntgenstr., Bd. 14.
 Wagner u. Stolper: D. Chir., Lfg. 40.
 Wolff: Beitr. z. klin. Chir., Bd. 125, S. 245.

(Aus der medizinischen Universitäts-Poliklinik in Bonn.)

Die Anwendung des Baryum sulfuricum in der Medizin, besonders in der Röntgenologie mit Berücksichtigung der Toxikologie der Baryumsalze.

Von

Dr. Paul Krause und Dr. Kurt Käding.

Nach den bekannten Todesfällen durch Bismutum subnitricum, welches zur röntgenologischen Darstellung des Magendarmkanals in größeren Dosen empfohlen worden war, war das Bedürfnis nach einem ungiftigen Kontrastmittel größer als je zuvor. Ganz allgemein hat sich das chemisch reine Baryumsulfat in die röntgenologische Methodik eingeführt. Es ist ungiftig, geschmacklos, stört nicht nach Zusatz zu den Nahrungsmitteln durch seine Eigenfarbe, wie z. B. die Eisensalze oder Zinnober, beeinflusst gar nicht oder nur gering die Magen- und Darmtätigkeit; es ist billig. Krause und Schilling haben im Jahre 1913 in einer ausführlichen Arbeit in den Fortschritten die Vorzüge des reinen Baryumsulfates gegenüber den anderen Kontrastmitteln untersucht und darüber berichtet. Das Baryumsulfat ist seit der Zeit dann auch zum größten Teil nicht nur in Deutschland, sondern auch im Auslande als Kontrastmittel benutzt worden, weil es eben die oben aufgestellten Forderungen in weitestem Maße erfüllt. Um so mehr wurde unser Erstaunen erweckt, daß sich auf Grund eines Todesfalles bei Verwendung eines ungereinigten Baryumsulfatpräparates Aust und Kron zu der Annahme berechtigt glaubten, daß zahlreiche Vergiftungen mit Baryumsulfat vorlägen, jedoch nicht veröffentlicht worden seien. Wegen der sehr verbreiteten Anwendung des Baryum sulfuricum purissimum als Kontrastmittel, sahen wir uns veranlaßt, dieser Behauptung nachzugehen, um nicht nur uns, sondern auch vor allem der Allgemeinheit Gewißheit über diesen Punkt zu verschaffen. Wir fühlten uns hierzu nicht nur berechtigt, sondern auch verpflichtet, da das Baryum sulfuricum purissimum von der Medizinischen Poliklinik Bonn als Kontrastmittel in die Röntgenologie eingeführt worden ist. Daß Todesfälle nach Gebrauch von Baryum sulfuricum purissimum vorgekommen sind, ohne veröffentlicht zu werden, möchten wir stark bezweifeln, da es in diesen Fällen stets zu gerichtlichen Sektionen kommen muß. Aus der Verpflichtung heraus weiteren Vergiftungsfällen vorzubeugen, würden diese Fälle nicht nur von seiten des Gerichtsarztes, sondern auch des beobachtenden Arztes mitgeteilt worden sein. Wir haben aber trotzdem an eine größere Anzahl großer Institute Anfragen ergehen lassen, und zwar nicht nur in Deutschland und Oesterreich, sondern auch Amerika und Schweden. Es sind uns hierauf 31 Antworten eingegangen, die insgesamt über zirka 120 000 Röntgenuntersuchungen mit gereinigten Baryumsulfatpräparaten berichten. Wie aus der beifolgenden Tabelle hervorgeht, ist die Auswahl der Institute wahllos erfolgt, wir waren nur bedacht darauf, möglichst zahlreiche Erfahrungen mit Baryumpräparaten zu sammeln.

Tabelle I.

Anstalt	Arzt	Zahl der Durchleuchtungen				Antwort	Zusammen
		Baryum sulfuric.	mit Cito-Baryum	Eubaryt	Baradiol		
Med. Klinik Bonn	Hirsch	120	1030	20	—	ja	1220
Johanniter Krankenhaus Bonn . .	Bohland	300	250	—	—	ja	550
Lindenburg. Med. Klinik Köln . .	Eitel	500	50	25	—	ja	575
Bürger-Hospital Köln	Graefner	1000	75	—	—	ja	1075
St. Johannis-Hospital Bonn	Dorn	470	—	—	—	ja	470
St. Georg Hamburg	Lorenz	—	800 p. a.	—	—	ja sehr	3000
Krankenhaus l. d. Isar München	Rieder	Tausende	—	—	—	sehr zufrieden.	5000
Immelmann Berlin	—	—	ca. 700 p. a.	—	—	—	2000
Eppendorf Hamburg	Lorey	3000	1000	50	—	ja	4050
Lindenburg. Chir. Klinik Köln . .	Drugg	Hunderte	—	5	—	ja	50
Chir. Klinik Bonn	Fründ	ca. 2000	2500—3000	—	—	sehr zufrieden	4500
Bonn	Kemp	einige	400	6	30	ja	440
Chir. Klinik Frankfurt	Cramer	ca. 600 p. a.	—	—	—	ja	2000
Augusta-Hospital Köln	Kölbs	200	—	—	—	ja	200
Serafimer Lazarett Stockholm . .	Forssell	7000	—	—	—	sehr zufrieden	7000
Barmbeck Hamburg	Haenisch	1300	2940	—	—	ja	4240
I. Med. Klinik Berlin	His	300	5—6000	—	—	1) ja, 2) sehr	6000
Virchow-Krankenhaus Berlin . . .	Levy-Dorn	4500	ca. 500	—	ca. 100	ja	5500
Krankenhaus Moabit Berlin . . .	Cohn	Mehrere Hundert	100	—	—	ja	500
Med. Poli-Klinik Frankfurt . . .	Straßburger	3000	300	—	—	ja	3300
Krankenh. z. hl. Geist Frankfurt . .	Groedel	einige	ca. 10000	—	—	ja	10 000
II. Med. Klinik Berlin	Munk	viele Tausend	ca. 120	—	—	ja	5100
Med. Klinik Leipzig	ABmann	ca. 3000	—	—	—	ja	3000
Zentral-Röntgen-Institut Wien . .	Holzknacht	ca. 30000	ca. 500	ca. 30	—	ja	30 550
Chir. Klinik Göttingen	Stich	31 bei Duodenum	465	—	—	—	500
Zentral-Röntgen-Inst. Innsbruck .	Staunig	3000	2000	—	—	ja	5000
Med. Klinik Breslau	Bittorf	—	140	—	—	ja	140
Bonn	Richarz	300	60	5—6	50	ja	420
Krankenh. Johannesstadt Dresden	Rostoski	—	523	—	—	ja	520
III. Med. Klinik Berlin	Goldscheider	viele Tausende	—	—	—	ja sehr	5000
Med. Poli-Klinik Bonn	Krause	1700	100	30	—	ja	1830
Misericordia-Hosp. Philadelphia	Pfahler	Mellinkrodt's	Baryumsulfate	15000	—	ja	15 000
Zusammen							129 180

Die Anschrift unserer Rundfrage lautete: „Herr Medizinalrat Dr. Aust hat im vergangenen Jahre über einen Todesfall nach Verabreichung von Baryum als Kontrastmittel berichtet und warnt auch vor dem Gebrauch des reinen Merck'schen Baryumsulfats. Er glaubt, daß eine große Anzahl von Baryumvergiftungen nach Röntgendurchleuchtungen vorgekommen, aber nicht veröffentlicht worden sind. In seinem Falle ist der Tod durch Verunreinigung des aus einer Apotheke bezogenen Baryumsulfats mit Baryumkarbonat eingetreten. Die toxische Wirkung des Baryum sulfurosum, carbonicum usw. ist nun längst bekannt. Um uns ein abschließendes Urteil über die Häufigkeit der Vergiftungen mit Baryum sulfuricum purissimum Merck oder einem anderen patentierten Baryumpräparate erlauben zu können, möchte ich Sie höflichst um Ausfüllung des beifolgenden Fragebogens und um baldige Rücksendung bitten.“

Der Fragebogen enthielt folgende Fragen:

1. Welches Baryumpräparat haben Sie benutzt (Baryum sulfuricum purissimum Merck, Cito-baryum, Eubaryt, Baradiol, Barypural)?
2. Bei wieviel Untersuchungen?
3. Haben Sie Vergiftungserscheinungen beobachtet, die auf Baryumsulfatgenuß zurückzuführen waren und wieviele?
4. Unter welchen Erscheinungen?
5. Haben Sie Todesfälle?
6. Unter welchen Erscheinungen?

7. Halten Sie nach Ihrer Erfahrung eines der oben genannten Baryumpräparate zu diagnostischen Zwecken für gesundheitsschädlich?

8. Sind Sie mit dem Baryum sulfuricum als röntgenologischem Kontrastmittel zufrieden?

Nach den eingelaufenen Antworten haben die betreffenden Aerzte weder Todesfälle erlebt, noch überhaupt irgendwelche Vergiftungserscheinungen beobachtet. Die siebente Frage nach der Gesundheitsschädlichkeit wurde von sämtlichen mit „nein“ beantwortet. Die Beantwortung der achten Frage geht aus der Tabelle hervor. Auf die Todesfälle selbst soll weiter unten eingegangen werden.

Als im Jahre 1910 von der Medizinischen Poliklinik das Baryumsulfat in die Röntgenologie eingeführt wurde, fand es zunächst nur Verwendung zur Magen-Darmdiagnostik. Es hat sich jedoch vor allem in den letzten Jahren auch eine weitere Anwendung auf anderen Zweigen der Röntgenologie erworben. Die Behauptung Stierlins in seinem Buche: Klinische Röntgen-diagnostik des Verdauungskanal, daß Kaestle das Baryum sulfuricum in die Röntgenologie eingeführt hat, ist unzutreffend. Kaestle hat in seiner Arbeit in der Münchn. Med. Wochenschrift 1908 das Baryumsulfat mit kurzen Worten als unbrauchbar abgelehnt, wie Käding auch auf dem Röntgenologenkongreß 1922 in Berlin in der Aussprache erwähnte. Erst auf die Anregung von Krause ist nach vorangegangener nochmaliger pharmakologischer Prüfung durch Bachem auf Grund der unter seiner Leitung erfolgten eingehenden Untersuchungen von Günther, das Baryum sulfuricum als Kontrastmittel eingeführt und hat seine weite Verbreitung gefunden. Die Möglichkeit der guten Kontrastbildung ist bedingt durch das hohe Atomgewicht 137, das spezifische Gewicht des Baryumsulfats beträgt 4,6. Das Baryum sulfuricum wird hergestellt aus dem Baryumchlorid oder aus dem Baryumkarbonat nach folgender Formel: $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{HCl} + \text{BaSO}_4$ oder $\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{BaSO}_4$. Das Baryumsulfat heißt in der Mineralogie Baryt, während in der Chemie der Ausdruck Baryterde für Baryumoxyd gebraucht wird. Infolge dieser verschiedenen Bezeichnung ist es auch einmal nach Schwarz zu einem bedauerlichen Irrtum gekommen, der jedoch weiter keine schädlichen Folgen gezeitigt hat. Dr. Bartenstein (Görlitz) hatte bei einer Engros-Chemikalienhandlung Baryt bestellt und Baryumoxyd mit der Signatur: Baryum oxydatum purissimum erhalten, das allerdings in dem Apothekerhandbuch als Gift geführt wird. Er hat es daher auch nicht angewandt; jedoch allein schon aus diesem einen Beispiel geht hervor, wie wichtig die genaue Bezeichnung Baryum sulfuricum purissimum ist. Auf die Wichtigkeit einer genauen Verschreibung des Baryumsulfates hat P. Krause schon von Anfang an hingewiesen. Zur Herstellung eines einwandfreien reinen Baryumsulfats hatte er sich mit der Firma Merck-Darmstadt in Verbindung gesetzt und von dieser ein wirklich reines Baryumsulfat erhalten. Wie ungenau in früheren Jahren einzelne Fabriken und Apotheker bei der Darstellung des reinen Baryumsulfats zu Werke gingen, geht aus der nachfolgenden Tabelle hervor, welche einer aus Veranlassung von P. Krause angefertigten Arbeit seines Schülers, des Chemikers Dr. Peyer, entnommen ist. Vor allem spricht schon der Preis der verschiedenen Präparate dafür, wie wenig sorgfältig stellenweise gearbeitet wurde. Die Preise schwankten pro kg zwischen 0,45 und 2,04 Mark. Auch das Aussehen des Pulvers läßt schon zum Teil die Unreinheit desselben erkennen. Peyer hatte aus verschiedenen Gegenden Deutschlands in Apotheken „reinstes Baryumsulfat zur innerlichen Darreichung bei Röntgenuntersuchungen“ bestellt und folgende Prüfung damit angestellt: „Das Präparat wurde zunächst mit heißem Wasser ausgeschüttelt, nach 10 Minuten filtriert und mit dem Filtrat die Reaktionen angestellt. Sind noch Verunreinigungen mit anderen Baryumsalzen vorhanden, so ergibt die Behandlung des Filtrats mit Schwefelsäure eine Ausfällung.“ Er fand unter 26 Proben 13 als ungeeignet, und zwar waren in dem Rückstand 1 bis 4 % lösliche Baryumverbindungen vorhanden. Wir haben jetzt nochmals aus verschiedenen Apotheken Berlins, Hamburgs, Breslaus, Bonns und Godesbergs, insgesamt an 35 verschiedenen Stellen, reines Baryumsulfat zum innerlichen Gebrauch verlangt, worauf uns überall mitgeteilt wurde, daß nur das Merck'sche Baryum sulfuricum purissimum oder Citobaryum vorhanden sei. Einige Male erhielten wir den Bescheid,

Tabelle II.

Peyers Tabelle über Untersuchungen von Baryumsulfat des Handels.

Nr.	Aussehen	Hydr.	Chlorid	Nitrat NO ₃	Carbon. CO ₂	Kontrolle	HCl Auszug
1	feines Pulver	—	—	—	—	—	—
2	"	—	—	—	—	—	+
3	"	—	Spur	—	—	+	+
4	"	—	—	—	—	—	—
5	grobes Pulver	—	—	+	—	+	+
6	"	—	—	—	—	—	—
7	feines Pulver	—	—	—	+	+	+
8	"	—	+	—	—	+	+
9	"	—	—	—	—	—	—
10	Stücke	—	—	—	—	—	—
11	"	—	+	—	—	+	+
12	grobes Pulver und Stücke	—	—	—	—	—	—
13	feines Pulver	+	—	—	—	+	+
14	"	—	—	—	—	—	—
15	"	—	—	—	—	—	—
16	"	—	—	—	Spur	+	+
17	graues Pulver	—	—	Baryum sulfuratum!	—	—	—
18	feines Pulver	—	—	—	—	—	—
19	"	—	—	—	—	—	—
20	gelbgraues Pulver	—	—	Baryum sulfuratum!	—	—	—
21	feines Pulver	—	—	—	—	—	—
22	"	—	—	Spur	—	+	+
23	"	—	—	—	—	—	—
24	"	—	—	—	—	—	+
25	"	—	—	—	—	—	—
26	grobes Pulver	—	+	—	—	+	+

daß das nicht von Merck stammende Baryumsulfat giftig und zu innerem Gebrauch nicht zu verwenden sei, es war jedoch in keiner der von uns besuchten Apotheken vorrätig. Wir sind also in den oben genannten Städten so weit, daß in den Apotheken nur das gereinigte Baryumsulfat vorrätig ist, was jedoch nicht in allen Städten der Fall ist, wie uns die Erfahrung gelehrt hat. Auf mehrfache Anträge von P. Krause an die zustelligen Behörden ist ihm am 18. 2. 22 vom Reichsministerium des Innern der Bescheid zugegangen, daß das chemisch reine Baryumsulfat in das Deutsche Arzneibuch, 6. Ausgabe, aufgenommen wird. Dieser Entsch. ist auf das freudigste zu begrüßen, und wir Röntgenologen wollen dafür unseren besonderen Dank aussprechen, die Vergiftungen durch Verwechslungen oder Verunreinigungen mit giftigen Baryumsalzen werden wohl dadurch fast gänzlich unmöglich gemacht.

II.

Bevor wir nun auf die Anwendung des Baryumsulfats näher eingehen, möchten wir zunächst kurz die

chemischen Eigenschaften der Baryumsalze

streifen. Das Baryum gehört bekanntlich zu den Metallen der alkalischen Erden, von denen das Baryum das höchste Atomgewicht hat: 137,37. Das Baryum ist im allgemeinen zweiwertig, es ist jedoch auch in einer einzigen Verbindung, nämlich dem Baryumsubchlorid BaCl , als einwertig sicher nachgewiesen. Es kommt hauptsächlich in der Natur vor in dem Schwerspat, in der Mineralogie Baryt genannt, BaSO_4 , und in dem seltneren Witherit BaCO_3 . Außerdem sind in vielen Silikatgesteinen kleine Mengen von Baryum enthalten. Für die Medizin von großem Interesse ist, „daß die Kreuznacher Elisabeth-Quelle wie den höchsten Strontian-, so auch den höchsten

Barytgehalt mit ebenfalls rund 0,05 g im Liter aufweist“ (Schulz). Das Baryum wurde zuerst 1808 von Davy dargestellt. Über die chemischen Eigenschaften des Baryums selbst ist nur wenig bekannt. Von den Baryumsalzen findet das Baryumsulfat Anwendung als weiße Farbe (Permanentweiß blanc fixe), als Zusatz zum Bleiweiß, und zwar selten als Ölfarbe, meistens als Wasserfarbe. Es wird besonders bei der Tapeten-, Buntpapier- und Kartenfabrikation benutzt. Reibt man das Barytweiß mit einer Bürste, so nimmt es eine haltbare Glanzfläche von blendend weißer Farbe an. Außerdem sind die Baryumsalze zur Herstellung von Rattengift und zur Erzeugung von Grünfeuer (Baryum nitricum) sehr beliebt. Vielfach wird das Baryum dem Mehl zugesetzt, um es schwerer zu machen.

Für den Arzt haben vor allem Interesse das Baryumsulfat, das Baryumkarbonat und das Baryumchlorid. Das Baryumchlorid ist ein weißes Pulver. Es ist in Wasser fast unlöslich. 1 Teil Baryumsulfat löst sich erst in 430 000 Teilen Wasser. Bei 18 Grad lösen sich 2,30 mg BaSO_4 im Liter Wasser. Setzt man zu der Lösung eines Baryumsalzes Schwefelsäure, so erhält man Baryumsulfat als weißen Niederschlag, worauf die Anwendung des Chlorbaryums in der Chemie zum Nachweis der Schwefelsäure und umgekehrt beruht. Durch Erhitzen wird das Baryumsulfat erst oberhalb 1400 Grad zersetzt, während das Baryumkarbonat bei 795 Grad schmilzt. Das Baryumkarbonat ist ebenfalls schwer löslich. Es lösen sich 24 mg bei 18 Grad in 1 Liter Wasser. Im Magen wird jedoch durch Zusammentreffen von Baryumkarbonat mit der Salzsäure Baryumchlorid gebildet. Ferner ist die Löslichkeit des Baryumkarbonats erhöht in Lösungen, die Kohlendioxyd enthalten.

Das reine Baryumsulfat ist infolge seiner schweren Löslichkeit ungiftig. Eine Vergiftungsgefahr besteht nur dann, wenn wir es mit durch andere Baryumsalze verunreinigtem Baryumsulfat zu tun haben. Von der Firma Merck ist deshalb dem Baryum sulfuricum purissimum eine Prüfungsvorschrift auf Verunreinigungen beigegeben. Sie lautet folgendermaßen: „10 ccm konz. Essigsäure (1,064) und 90 ccm Wasser werden mit 10 g Baryumsulfat zum Sieden erhitzt und filtriert. 50 ccm des Filtrates werden auf dem Wasserbade zur trockenen verdampft. Der Abdampfungsrückstand wird mit 20 ccm Wasser behandelt und die Lösung filtriert. Wird das Filtrat mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure versetzt, so darf innerhalb einer Stunde keine Abscheidung von Baryumsulfat eintreten.“ Für flüchtige Baryumverbindungen kann die Bunsenflamme zum Nachweis herangezogen werden und zwar beobachtet man hauptsächlich das Spektrum des Baryumoxyds, das eine große Zahl intensiver Bande im Grün, einige schwächere orangegelbe und ein blaues Band zeigt. Das Baryumoxyd reagiert mit Chlorwasserstoff unter Ausstrahlung eines roten Lichtes. Glüht man 5 Gewichtsteile Baryumsulfat mit einem Gewichtsteil Holzasche, so erhält man eine Masse, die dem Sonnenlichte ausgesetzt, im Dunkeln mit orangefarbenem Licht leuchtet. In Frankreich wird zur Feststellung der Reinheit des Baryumsulfats entweder Schwefelsäure oder Chrompottasche (D'Halluin) benutzt. Nach Deniges kann auch folgende Probe auf Baryumsalze gemacht werden: „Das Baryumsulfat muß vor der Prüfung mit Jodsäure in der nichtleuchtenden Bunsenflamme reduziert werden. Man kann die beiden Bestandteile des Salzes in der gleichen Probe nachweisen, indem man zunächst zur Feststellung des Sulfids, bzw. Sulfats, das Reduktionsprodukt mit einem Tropfen Nitroprussidnatrium anfeuchtet und darauf die Baryumreaktion mit Jodsäure vornimmt. Jodsäure gibt nämlich in 10prozentiger Lösung, je nach der Löslichkeit des untersuchten Salzes, momentan oder nach einem Zeitraum bis zu mehreren Minuten charakteristische, kristallinische Niederschläge. Jodate und Perjodate werden durch Erhitzen auf einer Platindrahtschleife in Jodide verwandelt, bevor die Reaktion mit Jodsäure ausgeführt wird. Baryumsalze geben nadelförmige Prismen, die häufig in gewundenen Bündeln gruppiert sind. Das Reagenz wird zum Schutze gegen Verunreinigung durch Kalk aus dem Glase zweckmäßig in paraffinierten Flaschen aufbewahrt.“ Diese letztere Methode ist jedoch für Untersuchungen auf Verunreinigung des Baryumsulfats mit andern Baryumsalzen nicht geeignet.

III.

Über die
Wirkung der Baryumsalze auf den menschlichen und tierischen
Organismus

liegen nicht sehr ausgedehnte Erfahrungen vor. Hauptsächlich kommt hier das Baryumchlorid in Betracht. Schulz berichtet über die Veränderungen, die das Baryum in nicht giftigen Dosen beim Gesunden hervorruft, folgendes:

Mit zunehmendem Gefühl von Müdigkeit und Angegriffensein im Kopfe verbindet sich die allgemeine Empfindung großer körperlicher und psychischer Mattigkeit und Leistungsunfähigkeit. Die Kopfschmerzen können einen unangenehmen Grad von Intensität annehmen, die Stimmung ist gedrückt, verdrießlich, ängstlich, jede Neigung zu irgendwelcher geistigen Beschäftigung schwindet. Die allgemeine Müdigkeit im Körper macht sich in der Muskulatur außerdem noch in der Weise geltend, daß sie verbunden ist mit allerlei schmerzhaften Empfindungen, krampfhaften Muskelkontrakturen, Zittern und Beben über den ganzen Körper hin und großer Neigung zum sogenannten Einschlafen der Extremitäten. Dazu tritt dann noch das Gefühl von auffallender Schläffheit der Gelenke, an denen sich starke neuralgische Beschwerden entwickeln können. Die sichtbaren Schleimhäute schwellen an, besonders deutlich wird dies an den Augen, deren Konjunktiva katarrhalisch gerötet erscheint. Auch die Augenlider sind geschwollen, die Meibomschen Drüsen sind entzündet. Die Schleimhaut des Gehörganges kann ebenfalls entzündlich verändert werden. Für beide Organe, Auge wie Gehör, ergeben sich daraus für ihre spezifische Tätigkeit die unausbleiblichen Folgen. Die Nasenschleimhaut wird hyperämisch, es soll Überempfindlichkeit des Geruches dabei beobachtet worden sein. Dazu tritt dann häufiges Nasenbluten, besonders nach dem Ausschrauben der Nase, letzteres bedingt durch die Anwesenheit reichlichen dünnflüssigen oder auch dicken gelben Sekretes. Die Stimme kann, infolge der Einwirkung des Baryums auf den Kehlkopf, anhaltend heiser werden, selbst völlige Aphonie sich herausbilden, morgens und abends treten Anfälle von bald trockenem, bald mit Schleimsekretion einhergehendem Husten auf. Kurzatmigkeit, besonders bei stärkerer Körperbewegung und schmerzhaft Stiche in der Brust fehlen auch nicht.

Sehr bezeichnend für die Baryumwirkung ist das Verhalten des Herzens und des Gefäßsystems. Beginnt man die Baryumversuche mit kleinen Gaben, so tritt zunächst eine geringe Beschleunigung der Herztätigkeit auf, die Spannung der Gefäßwände erscheint vermehrt, hier und da kommt es zu Anfällen von Herzklopfen. Dann nimmt die Zahl der Pulse ab. Wenn gleich von vornherein größere Baryumgaben genommen wurden, geht die Zahl der Pulse sofort herab. Der Puls wird dabei klein und fadenförmig. Fieberanfälle treten auf, auch dann, wenn das Baryum in kleinen Gaben längere Zeit genommen wurde. Sie erscheinen als Frostschauder, die bis zum Schüttelfrost sich steigern können, dann tritt trockene Hitze ein und schließlich endet der Anfall mit allgemeinem Schweißausbruch. Es wird angegeben, daß die Fieberanfälle die Neigung besitzen, den Typus der Tertiana anzunehmen.

Die Verdauungsorgane reagieren auf das Baryum in der Art, daß an der Schleimhaut der Zunge und der Mundhöhle Entzündungen mit unter Schmerzen einhergehender Bläschenbildung sich entwickeln. Das Zahnfleisch zeigt auffallende Neigung zu Blutungen, die Zähne selbst erscheinen länger, sind bei Berührung schmerzhaft. Die Speichelsekretion ist gesteigert, während des Schlafes fließt der Speichel unwillkürlich aus dem Munde. Die weitergehende Entzündung der Mundschleimhaut ergreift die Gaumenböden und den Rachen und macht das Schlingen beschwerlich und schmerzhaft. Im Magen treten neben der deutlich herabgesetzten Eßlust schmerzhaft drückende Empfindungen auf. Zuweilen kommt es zum Erbrechen von schleimigen Massen. Die Darmbewegung ist vermehrt, kolikartige Schmerzen kommen und verschwinden wieder, die Bauchdecken werden empfindlich auf Druck. Der Stuhlgang wird meist deutlich vermehrt. Die Dejektionen sind breiig und durchfällig, hell gefärbt und können auch wohl einmal Blut mit sich führen. Dabei besteht Tenesmus. In allen Fällen ist der Stuhl angehalten und wird mit Mühe entleert, wobei ebenfalls wieder Blutungen eintreten können. Bemerkt wird dann noch, daß reichliche Entleerung von Askariden in einzelnen Fällen zur Beobachtung kam. Auch von seiten der Blasenschleimhaut machen sich Erscheinungen geltend, die als auf katarrhalischer Schwellung derselben beruhend zu deuten sind. Unter gleichzeitigem Harndrang werden geringe Mengen dunkel gefärbten Harns entleert, dabei ist das Urinieren selbst schmerzhaft. Nach größeren Baryumgaben soll die Diurese gesteigert sein. Bei Männern hat man deutlich gesteigerten sexuellen Trieb beobachtet. Bei Tieren, die mit größeren Dosen vergiftet wurden, schwand derselbe völlig. Weiter wurde unter dem Einflusse des Baryums das Auftreten von Schwellung

der Testikel beobachtet. Bei weiblichen Individuen zeigten sich Regelstörungen mit dem Gefühl von Druck und Schmerzen im Kreuz sowie im Uterus und seiner Nachbarschaft.

Die Haut wird während der Dauer der Baryumwirkung eigentümlich trocken, wie Pergament, und zeigt dabei Neigung, rissig zu werden und sich abzuschälen. Nagelgeschwüre und Rhagadenbildung an den Mundwinkeln werden ebenfalls bemerkt. Weiterhin entwickelt sich verbreitetes Hautjucken, das besonders nachts lästig wird. Dazu treten Ausschläge in Gestalt kleiner Papelchen, auch Akne auf.

Die Lymphdrüsen zeigen Neigung anzuschwellen. Diese Schwellung kann hier ebenso, wie auch an den eigentlichen Drüsen bis zur Entzündung sich steigern und diese in Eiterung übergehen.

Desto eigenartiger kommt es uns vor, daß von den alten Ärzten das Baryum gegen Skrofulose und deren Folgezustände angewandt wurde, vor allem gegen skrofulöse Augenleiden und bei Gelenkerkrankungen. Außerdem soll es gute Dienste bei Syphilis (Baryumsalze wurden überhaupt früher vielfach gegeben, etwa in derselben Weise wie jetzt Jod), bei chronischen Erkrankungen des Rückenmarks, wie multipler Sklerose, und auch bei Paralysis agitans geleistet haben, ferner bei Reizzuständen, wie Chorda bei Urethralblennorrhoeen und Satyriasis. Bei Herzerkrankungen spielt das Baryumchlorid eine Rolle wegen seiner digitalisähnlichen Wirkung. Als besondere Indikation werden Folgezustände bei chronischen Herzleiden, und zwar Herzklappenfehler, genannt, wobei es nicht nur bei älteren Individuen, sondern auch bei jungen eine gute Wirkung gezeigt haben soll. Außer diesen genannten Erkrankungen wird das Baryum in der Homöopathie auch noch bei Psoriasis, chronischem Ekzem, gewissen chronischen Magen- und Darmleiden und sexuellen Störungen angewandt.

Oberwinter hat die Wirkung des Baryumchlorids bei Hauswiederkäuern untersucht und dabei folgendes gefunden: Die Pansenstätigkeit wird bei Eingabe per os angeregt, die Darmfunktion dagegen nicht beeinflusst. Selbst nach wiederholten Eingaben von 10 g wurde bei hochträchtigen Kühen keine Frühgeburt hervorgerufen. Intravenös gegeben wirkt es sehr stark auf den Darm. In jeder Darreichungsweise zeigte es die Wirkung von Digitalis, das bei Wiederkäuern unwirksam ist. Es setzt die Pulsfrequenz herab und steigert den arteriellen Blutdruck, außerdem wurde Rückgang der Körpertemperatur beobachtet. Während auf kleine Dosen keine Änderung des Allgemeinbefindens eintrat, wurden nach großen Gaben tödlich endende Lähmungen beobachtet¹⁾.

In der Humanmedizin werden heute hauptsächlich nur noch das Baryumchlorid und das Baryumsulfat angewandt. Das Baryumchlorid kommt wegen seiner oben erwähnten Wirkung als Herzmittel in Betracht. Es wurde nach dem Vorbilde Oeffeles in England vielfach als Digitalisersatz angewandt und soll in derselben Weise noch heute in Amerika gegeben werden. Dort wird es jedoch auch als Abortivum gerühmt. In den letzten Jahren hat Franz nochmals die Wirkung der Baryumsalze auf den Uterus untersucht, und zwar Baryumchlorid, Baryumtartrat, Baryumbitartrat und Baryumkarbonat. Nach Injektion in die Portio lösen diese, besonders aber das Baryumchlorid, am schwangeren und am nichtschwangeren Uterus Wehen aus, die bei dem nichtschwangeren Uterus manchmal so schmerzhaft werden, daß Morphium zu Hilfe genommen werden muß. Intoxikationserscheinungen wurden bei Gaben bis zu 0,1 g nicht beobachtet, öfters jedoch Urindrang, bei dieser Art der Anwendung aber keine Blutdrucksteigerung. Als Herzmittel wird es in 0,1% oder in 1prozentiger Lösung gegeben²⁾.

Das Baryumsulfat ist mit gutem Erfolg von Galambos bei Magen- und Duodenalulkus, Ruhr, Enteritiden und Proktitiden angewandt worden. Krause hat im Felde bei Ruhr oder ruhrartigen Erkrankungen reines Baryumsulfat in Dosen von 10 g (täglich zwei- bis fünfmal) gegeben und damit gute Resultate erzielt. Da das Baryumsulfat fast unlöslich ist, übt es keine chemische oder desinfizierende Wirkung aus, sondern dient lediglich als Deckmittel.

¹⁾ Ba Cl₂ wurde in das Deutsche Arzneibuch IV. Aufl. aufgenommen, weil es gegen Kolik der Pferde (intravenös 0,4—1,3 in 10 ccm Wasser gelöst oder innerlich 10—12 g) empfohlen wurde.

²⁾ Ferner wurde es zu Verband- und Augenwassern benutzt.

1912 stellte Paton zunächst fest, daß Baryumsalze bei Vögeln unter gleichen Versuchsbedingungen nicht wie bei Säugetieren zu vermehrter Herzarbeit führten. Paton und Watson konnten jedoch bei Vögeln die durch Pituitrin bedingte Blutdrucksenkung durch BaCl_2 wieder steigern. Von großem Interesse sind auch die Versuche von Holzbach, der durch Baryt das infolge Veronalvergiftung in den Kapillaren angesammelte Blut wieder in Zirkulation brachte. Er bemerkte ferner, daß die Blutdrucksteigerung nach Baryt von viel längerer Dauer war als nach Adrenalingaben, was bei peritonitischen Blutdrucksenkungen, die gleichfalls durch Lähmung der Kapillaren zustandekommt, therapeutisch benutzt werden könnte, wenn der Ba. nicht so giftig wäre.

Durch Tierversuche ist im Jahre 1920 von mehreren Seiten die Wirkung der Baryumsalze studiert worden. Es sind hier vor allen Dingen zu nennen die Versuche von Le Fèvre de Arrie an Gänsen, die zu folgenden Ergebnissen führten: daß das Chlorbaryum in allen Verdünnungen zu einer systolischen Herzkontraktur führt, in großen Gaben jedoch einen endgültigen systolischen Stillstand bedingt, während mittlere nur einen vorübergehenden Stillstand, und kleine Gaben nur eine systolische Pause hervorrufen. Bei starken Verdünnungen kommt es zu einer Verlangsamung des Herzschlages und einer Steigerung der Schlaggröße, also zu der oben erwähnten Digitaliswirkung. Bei starken Konzentrationen dagegen tritt eine Dissoziation des Vorhofkammerrhythmus auf, die durch Auswaschen mit giftfreier Ringerlösung wieder rückgängig gemacht werden kann. Tournade und Marchand fanden nach intravaskulären oder intrapulmonalen Injektionen beim Hunde und beim Frosch, daß die vom übrigen Herzen isolierte Herzspitze rhythmisch weiterschlägt. Um festzustellen, ob die Wirkung des Baryumchlorids direkt auf die Muskulatur einwirkt, durchschnitten sie den Lumbalplexus und konnten bei der nach 25 bis 30 Tagen eingetretenen Degeneration der Beinnerven keine Erregung der Muskulatur mehr erzielen. Sie zogen daraus den Schluß, daß das Baryumchlorid erregend auf die zentrifugalen Nervenfasern einwirkt, und nehmen auch an, daß die rhythmisierende Wirkung auf die Herzspitze ebenfalls durch erregende Wirkung auf die Nervenendigungen des Myokards und nicht durch Einwirkung auf das Myokard selbst zustandekommt, während Handovsky und Pick die Wirkung der Baryumsalze für muskulär bedingt hielten. Bei ihren Versuchen beobachteten sie auch starke Gefäßkontraktion, die durch keines der vasodilatatorischen Mittel behoben werden konnte. Fühner beobachtete an Gastrokneien und Füßen von *Rana esculenta* unregelmäßige Zuckungen, die er ebenfalls mit Wahrscheinlichkeit als eine Reizwirkung auf die motorischen Nervenfasern zurückführte. Es folgte hierbei auf das Stadium der Reizung eine Lähmung. Er stellte außerdem fest, daß im Gegensatz zu der gesteigerten indirekten Erregbarkeit die direkte Reizbarkeit des Muskels herabgesetzt wird. Lumière und Couturier machten bemerkenswerte Versuche, indem sie mit sehr fein verteiltem Baryumsulfat von einer Teilchengröße von $2-4 \mu$ arbeiteten. Sie machten hiermit Aufschwemmungen in künstlichem Serum, so daß in jedem ccm 0,0265 g Baryumsulfat enthalten war. Spritzte man Hunden hiervon 10 ccm oder Meerschweinchen 1 ccm intravenös ein, so erlitten die Tiere einen typischen anaphylaktischen Schock. Bei langsamer Injektion oder nach vorherigen Gaben kleinerer Dosen wurde der Schock abgeschwächt. Nach Unterbinden der Karotiden wurde bei Einspritzungen in die linke Herzkammer keine Schockwirkung beobachtet. Die Sektion dieser Tiere ergab das übliche Bild eines Anaphylaxietodes: starke Blutfüllung des Gehirns, der Nieren, Leber usw., sowie Hämorrhagien.

Onslow kochte reines Tryptophan mit Barytlauge und beobachtete dabei eine Zerstörung desselben unter Indolbildung, welches nicht eintrat, wenn das Tryptophan zusammen mit anderen freien Aminosäuren oder Eiweiß in 10prozentiger Barytlauge sogar bis zu 80 Stunden gekocht wurde. Bei der Hydrolyse mit Natronlauge trat diese Schutzwirkung der anderen Aminosäuren jedoch nicht auf. Es zeigte sich überhaupt, daß die Eiweißkörper mit einem großen Gehalt von Natronsalzen bei Hydrolyse mit Barytlauge viel Tryptophan verloren.

Ebenfalls hierhergehörend sind die Versuche von Wolff, der auf Grund von Untersuchungen an 260 Leichenseren nach der Wassermannschen Reaktion glaubte, daß die weder

durch die Vorgeschichte, noch den klinischen oder autoptischen Befund erklärten Hemmungen, die er auf lipoide Substanzen zurückführte, sich durch Baryumsulfat beseitigen ließen. Marg. Stern konnte diese Angaben nicht bestätigen, sie fand vielmehr, daß unspezifische Hemmungen bei Leichenseren nur zum geringen Teil von Baryumsulfat aufgehoben werden, daß aber auch spezifische Hemmungen von der Baryumsulfatwirkung nicht verschont blieben. Nach Blumental und Hercz wird durch die Behandlung der verdünnten Seren mit Baryumsulfat nach Wechselmann die Empfindlichkeit der Wa. R. erhöht, wozu allerdings eine vorherige Erhitzung notwendig ist, da sonst die Spezifität der Reaktion leidet.

Ob bei diesen Versuchen stets chemisch reines Baryumsulfat verwandt worden ist, entzieht sich unserer Beurteilung, ist aber von der größten Wichtigkeit, da sonst wohl die Wirkung auf die Verunreinigungen zurückzuführen sein wird und nicht auf das BaSO_4 .

IV.

Nachdem wir so die von uns in der Literatur vorgefundene Anwendung in der Medizin kurz berücksichtigt haben, soll jetzt die

Anwendung des Baryumsulfats in der Röntgenologie

besprochen werden. Gleich von vornherein möchten wir bemerken, daß wir allgemein nur vom Baryumsulfat sprechen und darunter stets das chemisch reine Baryumsulfat verstehen oder eines der Präparate, deren Anwendung als Kontrastmittel eben auf dem Gehalt an reinem Baryumsulfat beruht. Es ist nicht unsere Absicht, auf die einzelnen kleinen Vor- oder Nachteile der einzelnen Baryumsulfatpräparate einzugehen, da es uns hier nur darauf ankommt, zu zeigen, daß sich das Baryumsulfat in der Röntgenologie gut bewährt hat, und in reinem Zustande infolge seiner Unlöslichkeit nicht giftig wirkt. Ebenso wenig wollen wir Vergleiche mit andern Kontrastmitteln anstellen, da dieses schon ausführlich in der Arbeit von Krause und Schilling geschehen ist und seit der Zeit nichts wesentlich Neues hinzugekommen ist.

Das Baryumsulfat wird in der Röntgenologie hauptsächlich verwandt:

1. Zur Untersuchung des gesamten Verdauungstraktus.
2. Zur Diagnostik von Harnröhrenkrankungen.
3. Zur Daktyloskopie in der Kriminalistik.
4. Als Schutzmittel gegen Röntgenstrahlen.

Schon bald nach der Einführung des Baryumsulfats in die Magen-Darmdiagnostik wurden Patentmittel in den Handel gebracht, um Verwechslungen mit verunreinigtem Baryumsulfat vorzubeugen. Als erster hat Bachem das Baradiol eingeführt, das jedoch, soweit uns bekannt ist, keine weite Verbreitung gefunden hat. Aus demselben Grunde schlug Schwarz für das Baryum sulfuricum purissimum den Namen Skiabaryt vor und verlangte seine Aufnahme in das Deutsche Arzneibuch. Das Baradiol wurde auch von uns abgelehnt, weil die Patentierung lediglich zur Verteuerung des Präparates geführt hätte. Es erschienen dann ferner im Handel das Citobarium, Eubaryt, Barypural und in Amerika das Mellinckrodt'sche Baryumsulphate. Ein großer Unterschied zwischen den einzelnen Präparaten besteht nicht, da eben das in ihnen enthaltene Kontrastmittel dasselbe ist. Es kommen in erster Linie hierbei die Sedimentierung und der Geschmack in Frage. Von letzterem hängt es natürlich ab, ob ein Kontrastmittel gern genommen wird oder nur mit Widerwillen. Vogt hat bei der Untersuchung des Magen-Darmkanals von Neugeborenen Citobarium und Baryum sulfuricum verwandt, und stellte fest, daß es mit Vorteil und ohne Schaden angewandt werden konnte. Er gab es als Kontrastmahlzeit mit abgesaugter Muttermilch oder mit verdünnter Kuhmilch vermischt in der Flasche. Der Appetit und das Allgemeinbefinden wurden in keiner Weise beeinflusst. Er bevorzugte allerdings auch das Citobarium, dessen Vorteile vor den anderen Baryumsulfat-Kontrastmahlzeiten von Holzknecht, Spiegel, Immelmann, Kienböck, Bauermeister, Wiesern und anderen her-

vorgehoben sind. Für eine Kontrastmahlzeit bei Neugeborenen verwandte Vogt 20—30 g Citobaryum. Was die Sedimentierung anbetrifft, so haben auch wir gefunden, daß sie beim Citobaryum am geringsten ist. Jedoch ist die Angabe Baermeisters wohl etwas zu weitgehend, wenn er meint, daß bei Verwendung von Baryum sulfuricum purissimum- oder Eubarytkontrastmahlzeit man nicht mehr entscheiden könne, ob es sich bei der Ansammlung von Flüssigkeit oberhalb des Kontrastspiegels um Sekretionsschicht oder aus der Kontrastmahlzeit abgeschiedenes Wasser handle. Wir haben bei unseren sehr zahlreichen Magen-Darm-Untersuchungen nur in den Fällen, wo auch klinisch eine Magensaftschrift zu erwarten war, eine solche vorgefunden. Vor dem Schirm selbst ist uns bei der von uns gehandhabten Zusammensetzung ein Sedimentieren des Baryumsulfats nicht aufgefallen. Richtig ist, daß in der Tasse das Baryumsulfat bei längerem Stehen sedimentiert, vor allem, wenn der Kontrastbrei erkaltet. Deshalb soll vor dem Eingeben des Breis stets nochmals gut umgerührt werden. Durch die ständige Bewegung des Magens und die Beförderung des Kontrastbreies in den Dünndarm kann es im Magen selbst nicht so leicht zum Absetzen wie in den Trinkgefäßen kommen.

Um die richtige Konsistenz zu erhalten, muß bei der Wahl des Mittels auch besonders Rücksicht auf den Geschmack genommen werden. Es wurde daher in der Bonner Medizinischen Poliklinik das Baryumsulfat in den verschiedensten Zusammensetzungen ausprobiert, als Baryumbrei unter Zusatz von Mondamin, Griesbrei, Haferflocken usw., als Baryummilch, Baryumbrot, Baryumwurst besonders bei Tierversuchen, Baryumaufschwemmung mit geschlagenem Hühnerweiß und Baryumpillen. Der jetzt noch übliche Brei ist folgendermaßen zusammengesetzt: Baryum sulfuricum purissimum 150,0, Mondamin 20,0, Kakao 15,0, Zucker 10,0 werden auf 400,0 Wasser aufgefüllt und aufgeköcht. Die geringere Sedimentierung des Citobaryums ist darauf zurückzuführen, daß durch ein patentiertes Verfahren das Baryumsulfuricum purissimum mit Paraffin und Tragantgummi derartig in Verbindung gebracht ist, daß eine Substanz entsteht, die in Wasser nicht zu Boden sinkt, sondern sich darin gleichmäßig zu einer längere Zeit beständigen Suspension verteilt, wie uns von Merck-Darmstadt mitgeteilt wurde. Auf diesem Gehalt des Citobaryums an Paraffin beruht unseres Erachtens nach auch die schnellere Entleerung des Magens, wie sie von mehreren Seiten beobachtet worden ist, gegenüber der gewöhnlichen Baryumsulfatmahlzeit.

Auch neuerdings sind von uns nochmals Versuche über die Zusammensetzung der Kontrastmahlzeit bezüglich des Geschmacks angestellt worden. Wir erzielten dabei folgende Ergebnisse:

1. 75 g Baryum sulfuricum purissimum wurden in 200 cem Malzkaffee angerührt; von dieser Mischung wurden 3 Eßlöffel in eine Lösung von Natr. bicarb. gegeben und zwar 2 Teelöffel auf eine halbe Tasse Wasser. Die Versuchsperson trank zunächst dieses Gemisch, darauf eine Lösung von einem Teelöffel Ac. tartaricum auf eine halbe Tasse Wasser. Das Baryumsulfat sedimentierte, der Magen schien stark gebläht, so daß wir ein unbefriedigendes Resultat vor uns hatten.

2. Je 10 cem einer 10prozentigen Lösung von Gummi arabicum, bzw. Lycopodium wurde mit einer Baryumaufschwemmung von je 20 g in je 100 cem Wasser verrührt. Es setzte sich im Spitzglase ab:

Baryumsulfat mit Lycopodium			Baryumsulfat mit Gummi arabicum		
nach	1 Stunde	1,9 cm		0,6 cm	wässerige Schicht
"	5 "	2,0 "	2,8 "	"	"
"	7 "	2,0 "	2,8 "	"	"
"	21 "	2,0 "	2,8 "	"	"

3. Kontrastmahlzeit mit Hafermehl und Kakao: Obwohl sie mit Kakao angesetzt ist, erregt sie Widerwillen. Die Versuchsperson ist nur durch wiederholtes Zureden zu bewegen, sie vollständig zu nehmen. Der Schatten ist deutlich und kräftig.

4. Kontrastmahlzeit mit Stärke, Kakao, Zucker: 150,0 g Baryum sulfuricum puriss., 15 g Kakao, 10 g Stärke, 10 g Zucker. Mahlzeit wird ohne Widerwillen genommen.

5. Kontrastmahlzeit mit Hafermehl, Kakao, Zucker: Wird als sehr schmackhaft empfunden.

6. 150 g Baryumsulfat werden mit 15 g Zucker in 400 cem Wasser kalt verrührt. Diese Kontrastmahlzeit hat den Nachteil, daß sie zu dünnflüssig ist und ein kräftiger Schatten in der Speiseröhre nicht deutlich wird. Der Magenschatten ist zu Beginn gut und kräftig; bei längerer Durchleuchtung ist ein Absetzen der Metallsalze, wie schon vorher in der Tasse, nun auch im Magen deutlich.

Das Wichtige bei der Kontrastmahlzeit ist also, wie auch aus diesen Versuchen hervorgeht, die Konsistenz derselben. Die Hafermehlmahlzeit, die gern genommen wurde und auch gute Bilder gab, ist jedoch deshalb ungeeignet, weil sie mit dem Löffel gegessen werden muß, und nicht jedem Kranken zugemutet werden kann, soviel dicken Brei zu schlucken. Die übliche dicksämige Kontrastmahlzeit, die mit Mondamin angesetzt ist, kann jedoch getrunken werden und wird deshalb auch gut von den Kranken genommen. Bei einigen Kranken stößt manchmal die Menge auf Widerstand, der jedoch in der Regel auf gutes Zureden leicht überwunden wird. Die Konsistenz des Kontrastbreis spielt bei den verschiedenen Abschnitten des Verdauungstraktusses insofern noch eine weitere Rolle, als es in bestimmten Fällen darauf ankommt, die Weiterbeförderung des Kontrastbreis etwas zu verzögern, um dadurch eine genaue Beobachtung während eines längeren Zeitraums zu ermöglichen. Wir denken hier besonders an die Untersuchung des Oesophagus und des Duodenums. In diesen Fällen wird daher auch von mehreren Röntgenologen, die sonst das Citobaryum verwenden, wieder auf die Baryumsulfatkontrastmahlzeit zurückgegriffen. Dieses ist für viele auch ein Grund, nicht die Citobaryummahlzeit zu gebrauchen, da sie dann häufig gezwungen sind, nebenher auch noch die Baryumsulfatkontrastmahlzeit vorrätig zu halten.

Von Wichtigkeit ist weiter noch: Wie wird die Motilität des Magens durch die Kontrastmahlzeit beeinflusst? Es ist doch unbedingt erforderlich, daß wir einigermaßen normale Werte haben, an die wir uns halten können, um zu entscheiden, ob die Entleerungszeit des Magens normal ist oder ob eine Beschleunigung oder eine Verzögerung vorliegt. Best und Cohnheim haben darauf hingewiesen, daß Baryumsulfat auf die Dauer der Entleerung keinen Einfluß hat, während bei Wismutmahlzeiten dieselbe verzögert ist.

Während die Mehrzahl der Autoren auf dem Standpunkt steht, daß die Entleerungszeit für Citobaryum kürzer ist als für Baryumsulfatmahlzeit, scheint Groedel in seiner letzten Auflage der Röntgendiagnostik dieser Tatsache keinen Wert beizulegen; wenigstens gibt er die Entleerungszeit für Baryumsulfat und Citobaryum gleichmäßig auf 1—2 Stunden an, während sie für Bismut allgemein auf 2—4 Stunden gerechnet wird. Wir haben nun selbst auch diese Frage untersucht und haben dabei folgende Zahlen gefunden:

Magen leer bei Durchleuchtungen mit:					
Citobaryum (63 Fälle)			Baryumsulfat (119 Fälle)	Eubaryt (20 Fälle)	
nach 1	Std.	4 = 6,3 %	7 = 5,8 %	—	
" 1 1/2	"	2 = 3,1 "	3 = 2,5 "	2 =	
" 2	"	10 = 15,8 "	18 = 15,1 "	6 =	
" 2 1/2	"	7 = 11,1 "	8 = 6,7 "	2 =	
" 3	"	20 = 31,6 "	46 = 38,7 "	6 =	
" 3 1/2	"	1 = 1,6 "	7 = 5,8 "	2 =	
" 4	"	1 = 1,6 "	3 = 2,5 "	1 =	
" 5	"	1 = 1,6 "	3 = 2,5 "	1 =	
" 6	"	7 = 11,1 "	6 = 5,0 "	—	
" 7	"	4 = 6,3 "	5 = 4,2 "	1 =	
" 8	"	4 = 6,3 "	8 = 6,7 "	—	
" 9	"	1 = 1,6 "	3 = 2,5 "	—	
" 24	"	1 = 1,6 "	2 = 1,7 "	—	

Dieses sind Vergleichszahlen bei Magen-Darm-Gesunden und -Kranken. Um ein abschließendes Urteil zu bekommen, dazu sind die Versuchsreihen viel zu klein. Trotzdem sehen wir aus dieser kleinen Zahl, daß bei Citobaryummahlzeiten der Prozentsatz einer Entleerungszeit bis zu 2 1/2 Stunden etwas größer ist als bei Baryumsulfatmahlzeiten, nämlich 36,3% gegen 30,1%, während bei einer Entleerungszeit bis 3 Stunden das Verhältnis besteht: 31,6 gegen 38,7%. Aus diesen kleinen Zahlen ergibt sich auch schon, daß die Austreibungszeit des Citobaryums eine kürzere ist als beim Baryumsulfat, was eben unseres Erachtens auf die Beimengung von Paraffin zurückzuführen ist.

Wir würden aus unserer kleinen Versuchszahl nicht wagen, die kürzere Dauer der Magenentleerung bei Citobaryumgebrauch zu folgern, glauben jedoch, uns hiermit dem Urteil anderer Autoren anschließen zu müssen. Als Normalaustreibungszeit für Citobaryum rechnen wir beim Gesunden 2, für Baryumsulfatmahlzeit $2\frac{1}{2}$ Stunden.

Ein Vorteil, der dem Citobaryum auch noch nachgerühmt wird, nämlich die Zubereitungsmöglichkeit mit kaltem Wasser, ist nicht so schwerwiegend, um das Baryumsulfat aus seiner Stellung verdrängen zu können. Soll plötzlich ein Kranker durchleuchtet werden, so muß der Arzt sich auch erst adaptieren, während welcher Zeit die Kontrastmahlzeit schon zurechtgemacht werden kann. Allerdings ist hierzu eine Kochvorrichtung erforderlich; diese wird aber in jedem Laboratorium zu den nötigen Urinuntersuchungen vorhanden sein müssen. Außerdem ist zu bedenken, daß durch Zufuhr kalter Speisen die Motilität des Magens auch verändert wird. Nach den Untersuchungen von Weitz und Sterkel wirkt Kälteapplikation von außen tonussteigernd auf die Magenmotilität, während nach der Einnahme von kalten Getränken eher eine lähmende Wirkung aufzutreten scheint. Im übrigen soll ja auch das Citobaryum am besten mit warmem Wasser angerührt werden¹⁾. Diese Frage sollte jedoch nur kurz gestreift werden. Die Hauptsache ist für uns die, daß das Baryumsulfat oder eines der Patentpräparate, die Baryumsulfat als kontrastgebendes Mittel enthalten, sich für die Röntgendiagnostik des Magen-Darmkanals völlig bewährt hat.

Hier soll noch erwähnt werden, daß zur Darstellung des Dickdarms mittels Klysmas die Zusammensetzung eine andere ist. Sie hat sich wohl in folgender Form am besten eingeführt: 300 Baryum sulfuricum purissimum, 150 Bolus alba auf 1000 Wasser.

Für die

Darstellung des Urogenitalapparates

Ist das Baryumsulfat früher nicht herangezogen worden, da man wohl nicht mit Unrecht befürchtete, daß das Baryumsulfat nicht restlos ausgespült würde, sondern zur Steinbildung Veranlassung geben könnte. In jüngster Zeit hat nun Kurtzahn über die Füllung der Harnröhre mit Baryumsulfat berichtet und sehr befriedigende Resultate damit erzielt. Er benutzt dazu eine Aufschwemmung von 1 Teil Baryum sulfuricum purissimum auf 3 Teile Wasser. Diese Aufschwemmung wird unter langsamen Druck in einen Nélatonkatheter eingespritzt, der nur ein kurzes Stück in die Urethra eingeführt ist. Als Anwendungsgebiet empfiehlt er besonders sogenannte alte falsche Gänge, Harnröhrenfisteln, Divertikel, Strikturen vor und nach der Operation usw. Bei frischen entzündlichen Prozessen ist vor dieser Methode zu warnen, da dadurch nicht nur eine lokale Verschlimmerung, sondern auch eine Verschleppung der Krankheitskeime an noch gesunde Stellen bedingt werden kann. Zur Darstellung des hinteren Teiles der Harnröhre, der Pars prostatica, hält K. das Verfahren nicht geeignet. Wohl ist es möglich gewesen, dadurch, daß der vordere Teil der Harnröhre sich als normal erwies, den Krankheitsprozeß in den hinteren Abschnitt lokalisieren zu können.

Wegen der vermeintlichen Gefahr der Retention von Baryumsulfat in der Harnblase sollen noch die Beobachtungen über das Eindringen von Kontrastbrei in die Trachea und die Bronchien erwähnt werden, obwohl hier andere Verhältnisse vorliegen. Merkwürdigerweise wird das Baryumsulfat ohne nachteilige Folgen aspiriert und auch meistens sogleich wieder ausgehustet, ohne überhaupt schwerere Atemnot oder Beklemmungen hervorzurufen. Nur in dem Falle von Sons wurde der Kontrastbrei in den Bronchien zurückgehalten, aber auch hier wurden keine Atembeschwerden bemerkt. Jedenfalls wurden auch in diesem Falle, wo das Baryumsulfat längere Zeit in den Bronchien verblieb, keine Intoxikationserscheinungen beobachtet. Der Tod des infolge seines Ösophaguskarzinoms sehr kachektischen Mannes erfolgte an Herzschwäche und an Pneumonie. Dieser Kranke kollabierte während der Durchleuchtung, was vom Verfasser auf die Herzschwäche und nicht auf die Verstopfung der Bronchien zurückgeführt wurde. Er erholte sich

¹⁾ Der Vorteil der Zubereitungsmöglichkeit mit kaltem Wasser ist somit also hinfällig.

nach der Durchleuchtung auch rasch wieder. Andere Autoren (Rösler, Ziegler, Reiche, Stierlin, Mühlmann und viele andere) haben nichts von unangenehmen Zwischenfällen bei Aspiration von Kontrastbrei beobachtet.

Bisher noch nicht angewandt scheint das Baryumsulfat zur

Darstellung von Fisteln.

Es würde hier die Becksche Wismutpaste doch auch sehr gut ersetzen können. Und zwar schlagen wir eine Baryumsulfataufschwemmung 1 : 5 vor. Soll die Paste jedoch längere Zeit in der Fistel verbleiben, so empfehlen wir eine Zubereitung mit Paraffinum liquidum, in dem das Baryumsulfat sehr gut suspendiert wird, wie nicht nur das Citobaryum ergeben hat, sondern auch eine von uns zur röntgenographischen Darstellung der Fingerlinien angefertigte Salbe.

Im vorigen Jahre hatte Rothbart die

röntgenographische Darstellung der Fingerlinien

mit Bleisalbe vorgeschlagen, um gleichzeitig damit eine röntgenologische Festlegung der Maße der Fingerendglieder und hierdurch eine Vereinfachung der Registrierung in den Verbrecheralbums zu erzielen. Die Länge des Fingerendgliedes schwankt nämlich zwischen 3 und 12 mm. Diese Zahl wird von der Länge des 2. Endgliedes abgezogen, wodurch nur Werte in geringen Grenzen erhalten werden, die zwischen 14 und 21 mm schwanken. Hierdurch kann die Registerzahl ganz bedeutend verringert werden. Rothbart verwandte eine 60prozentige Plumbum carbonicum-Vaseline. Wegen der Intoxikationsgefahr für den Beamten, der stets mit der Bleisalbe die Einreibung vorzunehmen hat, ist auf Anweisung von P. Krause in der Bonner medizinischen Poliklinik an Stelle der Bleisalbe eine **Baryumsulfatsalbe** hergestellt worden, die Cru x mehrmals modifizierte und dabei folgende Zusammensetzung als die beste herausfand: Baryum sulfuricum 40,0, Paraffinum liquidum 10,0 und Oleum olivarum 5,0. Die Aufnahmen mit dieser Salbe zeigten, daß hiermit eine wenigstens ebenso gute Zeichnung wie an dem mit der oben angegebenen Bleisalbe eingeriebenen Kontrollfinger erzielt wurde. Die Aufnahmen wurden ohne Verstärkungsschirm, der sich bei keinem Versuch bewährte, am klarsten. Diese Methode hat vielleicht eine sehr aussichtsreiche Zukunft vor sich, da durch absichtliche Vernichtung der Fingerlinien mittels des Röntgenverfahrens doch auch stets die Maße der knöchernen Teile festgelegt sind.

Als **Schutzmittel** wurde das Baryumsulfat zuerst von Hoffmann (Coblenz) schon im Jahre 1911 zur Abdeckung der umgebenden Partien bei Hautbestrahlungen verwandt. Er stellte Messungen mit den Baryumcyanürtabletten des Bordierschen Chromoradiometers an, wobei sich eine völlig gleichmäßige Absorption der Röntgenstrahlen durch einen 5 mm dicken Wismut- und einen 5 mm dicken Baryumsulfatbrei ergab. Der Baryumbrei läßt sich nachher leicht wieder mit Benzin entfernen. Die Anwendung des Baryumsulfats als Deckmittel bei Bestrahlungen der Haut ist deshalb besonders bei unregelmäßig-konturierten Geschwüren oder dergleichen zu empfehlen, da die sonst gebräuchlichen Abdeckmittel dann nicht mit dem infektiösen Material in Verbindung kommen und Übertragungen von Krankheiten so eher vermieden werden können. Hier liegt der Nutzen des Baryumsulfats auf hygienischem Gebiet.

Eine weitere Anwendungsweise des Baryumsulfats in der Röntgenologie ist die Verarbeitung des Baryumsulfats mit Zement zu Röntgenschutzwänden, die von Lorey und v. Dechend in die Praxis eingeführt worden sind. Es hat sich gezeigt, daß diese Baryumwände in einer Dicke von 6 cm der Schutzwirkung einer Bleiwand von 6,5 mm entsprechen. Bei der immer noch steigenden Forderung nach noch härteren Strahlen und der großen Intensität der Elektronenröhren ist ein sicherer Schutz der das Röntgenzimmer umgebenden Räume unbedingt erforderlich. Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß die Baryumsulfatwände infolge ihres kolossalen Gewichtes baulich große Schwierigkeiten bereiten, wie uns von bautechnischer Seite mitgeteilt wurde. Andererseits wurde uns von der Firma Müller-Hamburg, die diese Wände herstellt, berichtet, daß eine Dicke von 3 cm vollauf genüge, wie sie durch neue Versuche festgestellt hätten. Auch in der Bonner Medizinischen Poliklinik sind schon Versuche

von Beaucamp zur Herstellung von Baryumbetonschutzwänden im Gange, die leider noch nicht infolge Schwierigkeit bei der Materialbeschaffung zum Abschluß gebracht werden konnten.

Die auf der Fluoreszenz beruhende Anwendung des Baryums zum Baryumplatincyanschilder und -Tabletten soll nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden.

V.

Wenn wir nun auf die

Vergiftungsfälle

eingehen wollen, die nach Gebrauch von Kontrastmitteln, die Baryumsalze enthielten, beobachtet worden sind, so ist es erforderlich, zunächst die Vergiftungsfälle mit den Baryumsalzen überhaupt zu analysieren, da ja das Baryumsulfat wegen seiner nahezuen Unlöslichkeit selbst nicht giftig ist und die Vergiftungsfälle auf Beimengungen mit anderen Baryumsalzen zurückzuführen waren, die leicht löslich sind. Da die leichtlöslichen Baryumsalze mit zu den stärksten Giften gerechnet werden, hat P. Krause schon gleich bei Einführung des Baryumsulfats in die röntgenologische Magen-Darm-Diagnostik aufs schärfste betont, daß nur ganz reines Baryumsulfat zur Röntgenuntersuchung verwandt werden dürfte. Wie leichtfertig auch von seiten der chemischen Fabriken und der Apotheker zu Beginn der Baryumsulfatanwendung in der Röntgenologie vorgegangen wurde, dafür spricht schon die aus der Tabelle von Peyer hervorgehende große Verschiedenheit der Preise für reines Baryumsulfat. Wenn Krause damals empfahl, das Baryumsulfat möglichst von der Firma Merck-Darmstadt zu beziehen, so war dieser Vorschlag nur zu berechtigt, wie einige Beispiele gleich beweisen. So schreibt Kröber 1912 folgendes: „Eine unter der Bezeichnung Baryum sulfuricum purissimum im Handel befindliche Zubereitung ergab in der Nachprüfung einen Gehalt von 0,3% Baryumphosphat. Ein anderes unter der Bezeichnung ‚phosphor- und salpetersäurefrei für Röntgenuntersuchungen‘ zum vierfachen Preise gehandeltes Präparat hatte noch 0,0053% Baryumphosphatgehalt!“ Die Entscheidung darüber, ob solche geringen Mengen löslicher Baryumsalze noch toxisch wirken, überläßt K. dem Kliniker, da ja das Baryumchlorid in kleinen Mengen als Herzmittel Verwendung findet. Ebenso hatte Faulhaber von der Verwendung des Baryumsulfats als Kontrastmittel abgeraten, da er nach Gebrauch desselben oft stundenlang anhaltendes Uebelsein beobachtet hatte. Er hatte aber Baryum sulfuricum purum verwandt, das man allerdings auch für frei von Verunreinigungen halten sollte. Nach Gebrauch des Merckschen Baryum sulfuricum purissimum sind auch bei Faulhaber diese üblen Nebenwirkungen fortgefallen. Auf unsere Umfrage über Vergiftungen mit Baryumsulfat bei Röntgenuntersuchungen teilte uns Forssell brieflich mit, daß er auf seiner Reise in Amerika im vorigen Jahre gehört habe, daß nach Gebrauch von amerikanischem Baryumsulfat Vergiftungserscheinungen aufgetreten seien, die man dort auf Verunreinigungen mit Fluor zurückführte, weswegen zu den Baryumsulfatmahlzeiten Natr. bicarb. hinzugesetzt würde. Forssell hat diese Angaben selbst nicht kontrollieren können; aus der Literatur ist hierüber auch nichts bekannt. 1919 haben Mayrhofer und Meixner die Vergiftungsfälle gesammelt, die auf Verwendung mit Baryumsalzen, allerdings nicht zu Röntgenzwecken, beruhten. Da nun die Giftwirkung der Baryumsulfatmahlzeit auf Verwechslung oder auf Verunreinigungen mit anderen Baryumsalzen beruht, so dürfte es als zweckmäßig erscheinen, wenn wir das von Mayrhofer und Meixner geschilderte Krankheitsbild hier wiedergeben. „Bei Menschen setzen die Vergiftungserscheinungen meist sehr rasch ein, selten später als eine halbe Stunde nach der Einnahme des Giftes. Sie beginnt meist mit Erbrechen und Magenschmerzen, wozu sich bald starke Durchfälle gesellen. Im Falle Reincke (Baryumkarbonat) haben mehrere Frauen als erste Erscheinungen eine eigentümliche Spannung der Gesichtshaut empfunden. Die eigentümlichste Erscheinung der Baryumkarbonatvergiftung ist eine hochgradige Hinfälligkeit infolge zunehmender Muskelschwäche. In den Berichten ist vielfach von Lähmungen, auch von aufsteigender Lähmung die Rede. Die Schwäche macht sich

jedenfalls zuerst in den Beinen bemerkbar, um schließlich auch die Sprachmuskeln zu ergreifen. Die Stimme wird tonlos, oft können die Kranken sich überhaupt nicht mehr verständlich machen. Meist sind auch Schlingbeschwerden vermerkt. Die Vergifteten leiden im allgemeinen an argem Kältegefühl. Das Gesicht ist stark blau, die Haut mit Schweiß bedeckt und kühl. Mehrfach sind Muskelzuckungen, vereinzelt auch Krämpfe verzeichnet, letztere besonders bei rasch tödenden Vergiftungen. Über die Hautempfindungen liegen nur spärliche Beobachtungen vor. Reincke fand sie erhalten, während sie Eschricht etwas herabgesetzt erschien. Das Bewußtsein bleibt bis zum Schlusse erhalten. Die Giftwirkung haftet an der Base, die Säure spielt nur insofern eine Rolle, als sie die Löslichkeit bedingt.“

Mayrhofer und Meixner teilten mit, daß in das Wiener pharmakologische Institut Proben von Bismutum sulfuricum eingesandt worden waren, bei deren Verwendung zur Röntgenuntersuchung Vergiftungserscheinungen aufgetreten waren. Die Proben stellten sich als mit Baryum carbonicum verunreinigt heraus. „Im Falle Sterns war ein Mann dem schlechten Scherz eines Mitarbeiters zum Opfer gefallen, der ihn veranlaßte, von einer Chlorbaryumlösung einen Schluck zu trinken.“ Reincke und Hugonnet haben Vergiftungsfälle durch Verunreinigung von Mehl mit Baryumsalzen mitgeteilt, letzterer eine ganze Reihe, jedoch nur einen Todesfall. Hierbei enthielten die verschiedenen Mehlproben 5—21% Baryumkarbonat. In diesem Jahre hat Higier mehrere Vergiftungsfälle in Warschau beobachtet, die ebenfalls auf Verunreinigungen des Mehls mit Baryumsalzen zurückzuführen waren. Ein Kranker starb innerhalb 24 Stunden. Bei den meisten traten Lähmungserscheinungen an den Extremitäten auf, die jedoch schon nach einigen Stunden wieder verschwanden. Bei einem Kranken fand Higier eine fast völlige schlaffe Lähmung der oberen und unteren Extremitäten vor, wobei die elektrische Erregbarkeit vollkommen aufgehoben war. H. gab neben Kampfer Pilokarpin subkutan. Als H. den Kranken nach 24 Stunden wiedersah, war von der Lähmung fast nichts mehr nachweisbar. Nach Higier tritt die toxische Wirkung beim löslichen Baryumchlorid schon nach Minuten ein, bei den schwerlöslichen jedoch bedeutend später. Er faßt die Vergiftungssymptome folgendermaßen zusammen:

1. Gefühl des Ekels, Nausea, Speichelfluß, Erbrechen, Leibschnitten, Koliken und Durchfälle;
2. digitalinartige Beeinflussung der Nerven und Gefäße, sich äußernd in Verlangsamung und Hartwerden des Pulses, Kontraktion sämtlicher peripheren Gefäße, Praekordialangst, seltener Herzklopfen;
3. Kontraktion der glatten Darmmuskulatur;
4. Schwindel, Ohrensausen, Verdunkelung des Sehvermögens, Gefühl von Spannung und Ameisenlaufen in der Haut, die möglicherweise ebenfalls durch Kontraktion der Haut-, Ohren- und Netzhautgefäße verursacht sind.

Die Lähmungen sind nach seiner Ansicht bedingt durch Ischaemien, die durch Krampf in den kleinsten Gefäßen zustandekommen, weniger in den großen Gefäßen.

Wie aus den oben erwähnten Tierversuchen hervorgeht, ist die tödliche Wirkung durch Baryumsalze bedingt durch starke Gefäßkontraktion, die eben unseres Erachtens auch in den Koronararterien in hohem Maße auftritt. Hierfür sprechen die Untersuchungsergebnisse von Baum, Ogier und Socquet und Stern, die nach Baryumvergiftungen die Hauptmengen von Baryum im Herzblut, dann in den Lungen, Nieren, Leber und Milz, kaum etwas im Magen und noch weniger im Darm vorfanden. Jaksch meint, daß die Baryumsalze die Schwefelsäureverbindungen im Plasma zersetzen und daselbst unlösliche Salze bilden, während Kunkel glaubt, daß gerade im Muskel viel Schwefelsäure praeformiert vorkommt, die durch das Baryum chemisch gebunden wird.

Auch in der Röntgenologie sind die dem Baryumsulfat zur Last gelegten Vergiftungen lediglich auf Verwechslungen oder Verunreinigungen zurückzuführen. Die ersten Fälle teilte Becker im Jahre 1911 mit: Im einen Falle war Baryum-

karbonat, im anderen Baryumsulfid anstatt Baryumsulfat gegeben worden. Bei den beiden Freiburger Vergiftungsfällen lag ebenfalls eine Verwechslung vor. Wie der leitende Arzt schriftlich uns mitteilte, „wurde durch Versehen der Apothekenschwester und Nachlässigkeit des Assistenten Baryumsulfurat bestellt. Als dann Baryumsulfat ordiniert wurde, nahm die Schwester das Sulfurat, welches tödlich wirkte“. In diesen Fällen hat es sich also einwandfrei um Verwechslungen gehandelt, die der Unschädlichkeit des Baryumsulfats keineswegs zur Last gelegt werden können. Weitere Vergiftungsfälle stammen aus Prag. Der behandelnde Arzt schrieb Krause: „Die Vergiftung erfolgte durch Verabreichung eines Präparates, das aus ungefähr $\frac{3}{5}$ in Salzsäure löslicher (Baryumkarbonat) und $\frac{2}{5}$ in Salzsäure unlöslicher Barytverbindung bestand. Das Präparat erhielten gleichzeitig 2 Damen. Die ersten Vergiftungserscheinungen traten ungefähr 8–10 Stunden nach der Verabreichung ein und bestanden anfänglich nur in heftigem Erbrechen, ziehenden Schmerzen im Magen und Leib, Kopfschmerzen und später auch Brustbeklemmungen. Ich wurde 2 Stunden nach der Vergiftung gerufen und fand das Bild einer multiplen Nervenlähmung bei der einen Frau. Die oberen und unteren Extremitäten waren fast vollständig gelähmt, ebenso die Gesichts-, Hals- und Nackenmuskulatur, der Kopf hing vornüber herunter und konnte von der Kranken nicht mehr gehoben werden. Auch die Zunge und die Schlingmuskeln sind partiell gelähmt. Augenmuskellähmungen sind nicht vorhanden, die Pupillenreaktion ist träge. Die Herz-tätigkeit ist sehr beschleunigt, zwischen 100 und 108, arrhythmisch und inaequal. Der Urin enthält keine abnormen Bestandteile. Trotz aller Gegenmittel, Ausspülungen mit Bitterwasser, Injektionen usw., ging die Frau nach 5 Stunden zugrunde unter den Erscheinungen einer zunehmenden Herzschwäche. — Die andere Frau hatte gleich nach Verabreichung des Baryumpräparates den größten Teil erbrochen, so daß die Vergiftungserscheinungen in geringerem Maße auftraten, aber auch hier bestand das Bild der peripheren Nervenlähmung mit sensiblen Reizerscheinungen, Unregelmäßigkeit und Schwäche der Herztätigkeit. Die Kranke genas nach zirka 14 Tagen.“ Hier handelte es sich also um eine starke Verunreinigung des Baryumsulfats mit dem löslichen und giftigen Baryumkarbonat.

Über einen Todesfall, der nach Verabreichung von reinem Baryumsulfat eintrat, jedoch von dem Verfasser nicht auf das Baryumsulfat zurückgeführt wurde, berichtete 1914 Crone. Der Vorgang war folgender: Bei einem Kinde von $3\frac{1}{2}$ Jahren traten ungefähr 24 Stunden nach einem Kontrastklysma (200 g Baryum sulfuricum purissimum Merck), das fast zur Hälfte spontan wieder entleert wurde, starke Zyanose, stertoröses Atmen und Krämpfe auf. Die Krämpfe waren zeitweise nur einseitig (rechts); nach zirka 30 Stunden trat der Exitus ein. Die Annahme, daß der Tod durch eine Baryumintoxikation herbeigeführt sei, wurde durch die chemische Untersuchung widerlegt. Sowohl Reste des angewandten Baryumsulfats als auch die noch im Darm vorhandenen Reste zeigten sich frei von löslichen Baryumsalzen. Das im Darm noch befindliche Baryumsulfat erwies sich als völlig unzersetzt. Die Sektion ergab, daß es sich bei dem Kinde um einen Status thymo-lymphaticus, Schluckpneumonie und Gehirnodem im Gefolge einer Kreislaufstörung (Herzdilatation) handelte. Crone nimmt an, daß der Baryumeinlauf durch seine Masse und Schwere ähnlich wie kleinere operative Eingriffe, hydrotherapeutische Maßnahmen usw., beim Status lymphaticus einen plötzlichen und unerwarteten Tod herbeiführen könne.

Aust und Kron endlich berichten über einen Todesfall nach einer Magen-Darm-Untersuchung. Das Standgefäß, dem das Pulver entnommen war, zeigte die Aufschrift: Baryum sulfuricum praecipitatum purum. Dieses Pulver bestand aus 88,04% Baryumsulfat und 10,07% Baryumkarbonat. Die Sektion ergab als wesentlichen Befund folgendes: Idiopathische Erweiterung des Magens, dessen Schleimhaut an der großen Kurvatur wie gequollen aussah und sichtbare Spuren von Baryum nicht enthielt; ferner eine auffallende Zusammenziehung des ganzen Dünndarms, der bei unversehrter Schleimhaut nur wenig mit graugelbem Brei vermischte Flüssigkeit enthielt und eine ebenso auffallend geringe Füllung des zusammengesunkenen Dickdarms mit wenig gelblichem Brei (Baryum) wohl infolge der als Giftwirkung angenommenen Zusammenziehung der glatten Darmmuskulatur, ferner eine venöse Überfüllung des Gehirns, flüssige Be-

schaffenheit des Herzblutes, aber keinerlei subseröse Petechien an Lunge und Herz. Die gerichtschemische Untersuchung ergab in Speiseröhren-, Magen- und Darminhalt 10 v. H. des vorhandenen Baryums als Baryumkarbonat (32,2 : 3,343 g).

Auch in diesem Falle hat es sich um eine Verunreinigung des Baryumsulfats gehandelt, das in reinem Zustande bisher noch keinerlei Schaden angerichtet hat.

Nach den Angaben Higiers erfolgt der Tod bei größeren Gaben von Baryumchlorid innerhalb 2 bis 20 Stunden, bei Baryumkarbonat in 1 bis 3 Tagen. Es mögen hier einige genaue Zahlen angegeben werden: In einem Falle von Wach trat der Tod nach Verabreichung von 15 g Baryumchlorid in weniger als 20 Stunden, bei Orfila nach 30 g Baryumchlorid binnen weniger als einer Stunde, bei Ogier und Socquet nach ungefähr 20 g Baryumchlorid in 5½ Stunden, bei Tidy nach 15 g Baryumnitrat in 6½ Stunden ein. Nach Böhm wurden ausgewachsene Katzen durch auf mehrere Einspritzungen verteilte Gaben von 0,04 bis 0,06 g im Verlauf von meist weniger als einer halben Stunde getötet. Eine 7800 g schwere Hündin ging nach Einspritzung von 0,21 g Baryumchlorid in 7 Teilgaben binnen 22 Minuten zugrunde. Bei den Sektionen werden im allgemeinen Stauung der parenchymatösen Organe mit subserösen Blutungen gefunden und besonders eine schnurartige Zusammenziehung des Dünndarms, weniger des Dickdarms.

Die Therapie der Baryumvergiftungen ist bisher wenig von Erfolg gekrönt gewesen. Nach dem Bericht von Higier (Warschau) waren fast alle an Baryumvergiftung Erkrankten ohne jegliche Behandlung wieder gesund geworden. Ob daher in dem einen Falle das Pilokarpin lebensrettend gewirkt hat, ist schwer zu entscheiden. Die Wahrscheinlichkeit ist jedoch sehr groß, da ja bei allen Baryumvergiftungen schwerste Gefäßkrämpfe auftreten, die durch subkutane Pilokarpin-Injektionen sicherlich günstig beeinflusst werden können. In erster Linie kommen möglichst gründliche Magen- und Darmausspülungen mit Natriumsulfat in Betracht, wodurch das lösliche Baryumsalz in das unlösliche Baryumsulfat umgewandelt wird. Außerdem würden wir noch Rizinusöl von oben verordnen, um wirklich auch eine völlige Entleerung des Dünndarms zu erzielen. Von Exzitantiën würden wir im Anfang abraten, da ja die herzanregende Wirkung der Baryumsalze schon an sich genügend stark ist, eher würden wir Atropin- oder Pilokarpin-Injektionen empfehlen bzw. Morphinum.

Wir haben die Vergiftungserscheinungen absichtlich etwas ausführlicher behandelt und gleichzeitig alle bisher wenigstens uns bekanntgewordenen Vergiftungsfälle nach „Baryumsulfat“ angeführt. Dabei ist einwandfrei festgestellt, daß dem chemisch reinen Baryumsulfat bisher noch kein Mensch zum Opfer gefallen ist, so daß wir es auch weiter mit gutem Gewissen als ein sehr brauchbares Kontrastmittel empfehlen können. Die Vergiftungen in der Röntgenologie sind zum Teil auf Verwechslungen und Verunreinigungen, zum Teil auf fahrlässige Abkürzung bei der Rezeptur zurückzuführen, Punkte, die dem reinen Baryumsulfat nicht zur Last gelegt werden können. Aber auch in andere Zweige der Röntgenologie hat es sich Eingang verschafft, wie oben gezeigt, und wird vielleicht noch infolge seines billigen Preises berufen sein, das teure Wismut nicht nur aus der Röntgenologie, sondern auch aus der Magen-Darmbehandlung zu verdrängen. In Deutschland ist das chemisch reine Baryumsulfat in das neue Arzneibuch aufgenommen, also die Gefahr von Vergiftungen noch geringer geworden als vorher. Sehr wesentlich ist auch die von uns gemachte Feststellung, daß in den von uns aufgesuchten Apotheken nur Baryum sulfuricum purissimum Merck gehandelt wurde. Es ist unbedingt zu verlangen, daß bei der Verordnung stets der volle Name ausgeschrieben wird.

Literatur.

1. Aust u. Kron, Die Vergiftungsgefahr bei Verwendung des Baryums als Kontrastmittel bei Röntgendurchleuchtungen. *Ärztl. Sachverst.-Ztg.* 1921, Nr. 12.
2. Bachem, Baryumsulfat als schattenbildendes Kontrastmittel bei Röntgenuntersuchungen. *Ndrh. Ges. f. Nat.- u. Hlkd.* Bonn, 23. 1. 1911.

3. Bachem, Baryumsulfat als Diagnostikum in der Röntgenkunde. B. kl. W. 1912, Nr. 30.
4. Bachem u. Günther, Baryumsulfat als schattengebendes Kontrastmittel bei Röntgenuntersuchungen. Zschft. f. Röntgkde. 1910, Bd. 12.
5. Bauermeister, Über Citobaryum (Merck), ein neues Röntgenkontrastmittel. D. m. W. 1915, Nr. 26.
6. Bauermeister, Über Röntgenkontrastmittel. D. m. W. 1920, Nr. 48.
7. Bauermeister, Zur Eubarylitteratur. D. m. W. 1921, Nr. 3.
8. Baum, 2 Fälle von fahrlässiger Tötung durch salpetersauren Baryt. Zschft. f. Med.-Beamte 1896.
9. Becker, 2 Vergiftungsfälle mit schwefelsaurem Baryum. Zschft. f. Med.-Beamte 1911.
10. Beeler, (Kontrastmittel in den Bronchien bei luetischem Ulkus im Ösophagus). The journal of the Amer. med. Assoc. 1915, Nr. 14.
11. Bensaude et Ronneaux, (Die Verwendung des Baryumsulfats in der Radiologie). Presse méd. 1911.
12. Best-Cohnheim, M. m. W. 1911, Nr. 51.
13. Blumenthal u. Hercz, Untersuchungen zur Verschärfung der Wassermannschen Reaktion. Dermat. Zschft. 1912, Nr. 19.
14. Chevalier, Sur un cas d'empoisonnement par l'acétate de baryte. Annal. d'Hyg. publ. 1873.
15. Böhm, Über die Wirkung der Baryumsalze auf den Tierkörper. Arch. f. exper. Pathol. und Pharmacol. 1875.
16. Crone, Über Baryumsulfat in der Röntgendiagnostik des Magen-Darmtrakts. M. m. W. 1914, Nr. 19.
17. Crux, Röntgenologische Daktyloskopie. Fortsch. d. Röntgstr. 1921, Bd. 28.
18. von Dechend, Über Schutzmittel gegen Röntgenstrahlen, insbesondere röntgenstrahlenundurchlässige Baumaterialien. Strahlenther. 1920.
19. Deniges, L'acide iodique réactif microchimique des combinaisons solubles et insolubles du calcium, du strontium et du baryum. Cpt. rend. hebdom. des séances de l'acad. d. scienc. 1920.
20. Edwards, Vergiftung mit Baryumchlorid. Journ. of amer. Ass. 1901.
21. Espeut, Eubaryt, ein neues Schattenmittel für die Röntgenuntersuchung des Magendarmkanals. D. m. W. 1920, Nr. 49.
22. Espeut, Zur Eubarytfrage. D. m. W. 1921, Nr. 11.
23. Faulhaber, Die Röntgendiagnostik der Magendarmkrankheiten. 1912.
24. Faulhaber, M. m. W. 1913, Nr. 17.
25. Fauquez, (Kontrastbrei im Bronchialbaum). Bull. d. Soc. Méd. 1914.
26. Felletar, 3 Fälle von Intoxikation mit Baryumkarbonat. Pester med.-chir. Presse 1892, Nr. 45.
27. Frank, (Kontrastbrei im Bronchialbaum). Arch. f. Verdauungskr. Bd. 20.
28. Frankl, Die Kontrastmittel in der Magenradiologie. Fortsch. d. Röntgstr. 1919—21, Bd. 27.
29. Franz, Wehenerregende Wirkung der Baryum- und Kalziumsalze. W. kl. W. 1919, Nr. 11.
30. Eschricht, (Vergiftung). Schmidts Jahrbücher 1881.
31. Fühner, Über den Synergismus von Giften. Guanidin-Barytmischungen. Arch. f. exper. Path. u. Pharmacol. 1920, Bd. 88.
32. Galambos, Die Anwendung des Baryumsulfats bei der Behandlung des Magen- und Duodenalgeschwürs. W. kl. W. 1921, Nr. 7.
33. Groedel u. Levi, Über intermittierenden Sanduhrmagen. Fortsch. d. Röntgenstr. 1911, Bd. 17.
34. Groedel, The influence of various contrastsubstances on the motility of the intestinal canal. Arch. of the Röntgen ray 1911, Bd. 17.
35. Groedel, Röntgendiagnostik in der inneren Medizin. München 1921.
36. Günther, Baryumsulfat als kontrastbildendes Mittel bei Magen- und Darmuntersuchungen. Verhdl. d. Deutsch. Röntg.-Ges. 1911, Bd. 7.
37. Günther, Baryumsulfat als schattengebendes Kontrastmittel bei Röntgenuntersuchungen. Ndrh. Ges. f. Nat. u. Hlkde. Bonn, 12. 12. 1910.
38. Guttmann u. Held, (Kontrastbrei im Bronchialbaum). Med. Record 1916.
39. d'Halluin et Raquet, (Radiologie des Verdauungstrakts). Arch. d'Electr. et de Physiother. 1921.
40. Higier, Zur paroxysmalen Lähmung sämtlicher Glieder als Brotvergiftungserscheinung (Bariumintoxikation) und deren Pathogenese. D. Zschr. f. Nervhkd., Bd. 73, H. 5—6.
41. Handvoski u. Pick, Untersuchungen über die pharmakologische Beeinflussbarkeit des peripheren Gefäßtonus des Frosches. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmacol. 1913, Bd. 71.
42. Hoffmann, Ein Ersatzmittel für Wismuth in der Röntgentherapie. Mthft. f. prakt. Dermatol. 1911, Bd. 53.
43. Holst-Schlesinger, M. m. W. 1912, Nr. 6.

44. Holzbach, Experimentelle pharmakologische Studie zur Frage der Behandlung der peritonitischen Blutdrucksenkung mit spezieller Berücksichtigung der die Kapillaren und kleinen Arterien beeinflussenden Gifte: Arsen, Adrenalin, Baryt und Veronal. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1912, Bd. 70.
45. Holzknecht, Über Citobaryum und die Vorzüge eines schnell bereiten wohlgeschmeckenden Kontrastmittels für viele Phasen der Röntgenuntersuchung des Verdauungstraktes. Sonderabdruck.
46. Horner, (Kontrastbrei im Bronchialbaum). M. m. W. 1907.
47. Hugonnet, (Vergiftung). Annal. d. falsific. 1914, H. 7.
48. Immelmann, Die Röntgenuntersuchung des Magen-Darmkanals mittels der Citobaryumkontrastmahlzeit. M. m. W. 1919, Nr. 45.
49. Janssen, Urologische Röntgendiagnostik. M. m. W. 1922, Nr. 11.
50. Kaestle, Zirkonoxyd oder Baryumsulfat als Kontrastmittel bei röntgenologischen Untersuchungen. Zschrft. f. Röntgkde. 1911, Bd. 13.
51. Kaestle, Kritische Bemerkungen über die erhöhte Strahlenabsorption kontrastbildender Mittel. Fortschr. d. Röntgstr., Bd. 15.
52. Kaestle, Zur vergleichenden Röntgenphysiologie der Magenbewegung. Fortschr. d. Röntgenstrahlen, Bd. 26.
53. Katsch u. von Friedrich, Über die funktionelle Bedeutung der Magenstraße. Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 1921, Bd. 34.
54. Kobert, Über d. Beeinflussung d. peripheren Gefäße durch pharmakologische Agentien. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1887.
55. Kochmann, Quantitative Untersuchungen des Magnesium-, Kalk- und Baryumsulfatantagonismus. Bioch. Zschrft. 1920, Bd. 112.
56. Kopp, Zinnober als Kontrastmittel bei der Röntgendiagnostik von Magen- und Darmkanal und Blutgefäßsystem. Ned. tijdschr. v. geneesk. 1920, Bd. 20.
57. Krause u. Schilling, Die röntgenologischen Untersuchungsmethoden zur Darstellung des Magen- und Darmkanals mit besonderer Berücksichtigung der Kontrastmittel. Fortschr. f. Röntgstr. 1913, Bd. 20.
58. Krause, Baryumsulfat als Kontrastmittel. Kritik der Vergiftungsfälle mit Baryumpräparaten bei Röntgenuntersuchungen. Bonner Röntg.-Vereinigung, 19. 12. 1921.
59. Krause, Vergiftungsfälle mit Baryumpräparaten. D. m. W. 1922, Nr. 10.
60. Krause u. Käding, Die Anwendung des Baryumsulfats in der Röntgenologie mit Berücksichtigung der Vergiftungsfälle bei röntgenologischen Magen-Darmuntersuchungen. Deutsch. Röntgenkongreß Berlin 1922.
61. Kienböck, Über Citobaryum. M. m. W. 1919, Nr. 50.
62. Kröber, Pharmak. Praxis. 1912. (Beckurts Jahresber. f. Pharmazie 1912.)
63. Kurtzahn, Veränderungen der männlichen Harnröhre im Röntgenbild nach Kontrastfüllung. Fortschr. f. Röntgstr. 1921, Bd. 28.
64. Lebon, Über die Verwendung des Baryumsulfats. Bull. et Mem. d. radiol. de Paris 1911, Bd. 27.
65. Le Fèvre de Arrie, De l'action du chlorure de baryum sur le cœur de tortue in situ et sur son mode de l'arrêt. Arch. internat. de pharmacodyn. et de therap. 1920, Bd. 35.
66. Lenk, Eubaryt, ein neues Kontrastmittel für Röntgenuntersuchungen. M. m. W. 1920, Nr. 27.
67. Llevelin L. Jones, Baryumdiagnostik. Amer. Journ. of Roentgen. 1916.
68. Levy-Dorn, (Kontrastmittel im Bronchialbaum). Deutsch. Röntg.-Ges. 1913.
69. Lorey, Über Schutzmaßregeln im Röntgenbetriebe. M. m. W. 1921, Nr. 37.
70. Lumiere et Couturier, Sur le choc provoqué par l'introduction de substances insolubles dans la circulation. Cpt. hebdom. des séances de l'acad. des sciences 1920, Bd. 171.
71. Mayrhofer u. Meixner, Ein Fall von Vergiftung durch kohlensaures Baryum. W. kl. W. 1919, Nr. 44.
72. Mühlmann, Füllung der Bronchien mit Baryumsulfatsuppe. Fortschr. d. Röntgstr., Bd. 26.
73. Neumann, Verbleiben der in den tierischen Körper eingeführten Baryumsalze. Pflüg. Arch. 1885, Nr. 36.
74. Nieten, Kohlensäureaufblähung des Magens zwecks Röntgenuntersuchung und ihre Gefahren. D. m. W. 1911, Nr. 32.
75. Oberwinter, Berl. tierärztl. Wochschrft. 1909.
76. Obgier et Soepet, Empoisonnement par le chlorure de baryum. Annales d'Hyg. publ. 1891.
77. Onslow: On the stability of tryptophan in baryte hydrolysis. Biochem. Journ. 1921, Bd. 15.
78. Paton, On the extrinsic nerves of the heart of the bird. Journ. of physiol. 1912, Bd. 45.

79. Paton and Watson, The action of pituitrin, adrenalin and barium on the circulation of the bird. *Ebenda*, Bd. 44.
80. Peyer, Das Bariumsulfat des Handels und seine Verwendbarkeit als schattenbildendes Mittel bei Röntgenuntersuchungen. *Zschrft. f. Röntgkde.* 1912.
81. Reiche, (Kontrastmittel im Bronchialbaum). *M. m. W.* 1917, Nr. 19.
82. Reincke, Ein Fall mehrfacher Vergiftung durch kohlensauren Baryt. *Vierteljahrsschrift. f. gerichtl. Med.* 1878, Nr. 28.
83. Rösler, Baryumbronchialbaumschatten beim Menschen in vivo vor dem Röntgensschirm. *M. Kl.* 1920, Nr. 12.
84. Schneider, Vergleichende röntgenologische Untersuchungen über Form und Lage des Magens nach Aufblähung mit Kohlensäure und nach Eingabe der Baryumsulfatmahlzeit mit besonderer Berücksichtigung der Perkussion des aufgeblähten Magens. *Fortschr. d. Röntgenstr.*, Bd. 22.
85. Schwarz, (Kontrastmittel im Bronchialbaum). *Dtsch. Röntg.-Ges.* 1911.
86. Schwarz, Über Röntgenuntersuchung des Darmes auf Grund einer Kontrastnormaldiät. *D. m. W.* 1912, Nr. 28.
87. Schwarz, Neue Beiträge zur Röntgenuntersuchung des Digestionstraktes. *B. kl. W.* 1912, Nr. 49.
88. Schwarz, Warnung und Aufklärung in Sachen des Baryumsulfats. *B. kl. W.* 1912, Nr. 30.
89. Schwarz, Über Röntgendurchleuchtung des Dickdarms während des Einlaufs als Hilfsmittel zur Diagnose stenosierender Bildungen. *W. m. W.* 1912.
90. Schwarz, Kurze Mitteilungen über Baryt als Kontrastmittel. *Verhandl. der Deutschen Röntg.-Ges.* 1911.
91. Schwarz, Kontrastmittelkonkremente im Dickdarm Röntgenuntersucher. *Therapeutische Monatsh.* 1918, Nr. 9.
92. Seidel, Ein Fall von tödlicher Vergiftung mit Baryumkarbonat. *Verhandlung für gerichtl. Medizin* 1887.
93. Sgalitzer, Über den röntgenologischen Nachweis schattengebender Fremdkörper in Epyemhöhlen. *Fortschr. d. Röntgenstrahlen* 1921, Bd. 28.
94. Sons, Kontrastbrei im Bronchialbaum. *Fortschritte d. Röntgenstrahlen* 1921, Bd. 28.
95. Spiegel, Verbesserte Röntgendiagnostik des Magen-Darm-Traktus mit Citobaryum als Kontrastmittel. *D. L. W.* 1919, Nr. 36.
96. Stern, Vergiftung mit Chlorbarium. *Zeitschrift f. Med.-Beamte* 1896.
97. Stern, Marg., Über die Brauchbarkeit der Baryumsulfatbehandlung von Leichenseren zwecks serodiagnostischer Untersuchung. *Zeitschrift f. Immunitätsforschung* 1912, Bd. 13.
98. Stierlin, Klinische Diagnostik des Verdauungskanal. Wiesbaden 1916.
99. Süßdorf, Neue Röntgenkontrastmittel. *M. Kl.* 1921, Nr. 25.
100. Tournad et Marchand, Le chlorure de Baryum, excitant chimique de la contraction, exerce-t-il son action sur le muscle ou le nerv moteur? *Cpt. rend. Hebdom. des séances de la société de biologie* 1920, Bd. 83.
101. Vogt, Zur Röntgendiagnostik des Magen-Darmkanals der Neugeborenen. *Fortschritte der Röntgenstrahlen* 1912, Bd. 28.
102. Wach, Henkes *Zeitschrift für Staatsarzneikunde* 1835.
103. Weingärtner, Wismuth im Bronchialbaum bei Osophagus-Ca. ohne Perforation nach dem Luftwegen. *Fortschritte d. Röntgenstrahlen*, Bd. 22.
104. Weitzu, Sterkel, Über den Einfluß der Kälte auf die Gestalt des Magens. *M. Kl.* 1920, Nr. 38.
105. Wiesern, Das Röntgenkontrastmittel Citobaryum. *W. m. W.* 1921, Nr. 11.
106. Wissing, Vergleichende Untersuchungen über die Motilität des Magens nach klinischer Probemahlzeit und Baryumbrei. *Ugeschrift. f. läger* 1921, Nr. 27.
107. Wolf, Der Einfluß verschiedener Kontrastmittel und deren Konsistenz auf d. Entleerung des Magens. *B. kl. W.* 1921, Nr. 6.
108. Ziegler, Kontrastpeise im Bronchialbaum. *Fortschritte der Röntgenstrahlen*, Bd. 27.
109. Zimmern, (Kontrastbrei im Bronchialbaum). *Zentralblatt f. Laryng.* 1911.