(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin [Leiter: Prof. C. Flügge].)

Über die Desinfektion des tuberkulösen Auswurfs.

Von

Oberstabsarzt Dr. Schuster,
früher kommandiert zum Institut.

Mit 1 Textabbildung.

Eine der gefahrdrohendsten Folgeerscheinungen des langjährigen Weltkrieges ist sicherlich die Zunahme der Todesfälle an Lungentuberkulose. Zur Bekämpfung dieser gefährlichen Volksseuche gehört außer vielen anderen Maßnahmen die Vernichtung und Beseitigung des tuberkelbacillenhaltigen Auswurfs. Während es in den Krankenanstalten unschwer gelingt, eine Desinfektion des Sputums durchzuführen, stößt diese in der Wohnung des Kranken meist auf große Schwierigkeiten. Die in den Krankenanstalten benutzten Desinfektionsapparate sind im Privathaushalt nicht verwendbar; auch die kleinen von Bofinger, Kirstein u. a. vorgeschlagenen Sputumkochapparate haben wohl kaum in größerem Umfange Anwendung gefunden. Die meisten sonst für die Desinfektionspraxis geeigneten chemischen Desinfektionsmittel lassen bei der Sputumdesinfektion ebenfalls in Stich. Mit der Mehrzahl ist eine sichere Abtötung der Tuberkelbacillen überhaupt nicht zu erzielen; die wenigen, ihrer Wirksamkeit nach in Betracht kommenden Mittel sind zu teuer oder zu giftig oder erfordern eine zu lange Einwirkungsdauer. Auch die bisher wohl am meisten verwendete 5 promillige Sublimatlösung, mit der namentlich Steinitz günstige Resultate erzielte, erscheint wegen ihrer Giftigkeit für die Sputumdesinfektion im Privathaushalt nicht recht geeignet, wie auch Kirstein hervorgehoben hat. Die von verschiedenen Seiten empfohlenen neueren Präparate Sagrotan und Phobrol sind teuer und erfordern eine lange Einwirkungsdauer. So verlangt Schottelius für 5proz. Sagrotanlösungen eine Einwirkungsdauer von 8—10 Stunden, in späteren Arbeiten sogar 24 Stunden für die 10proz. Lösungen. Kirstein und ebenso Messerschmidt lehnen auf Grund ihrer Versuchsergebnisse das Sagrotan überhaupt ab und empfehlen Anwendung von 5proz. Phobrollösungen, die 10—12 Stunden einwirken sollen. — Uhlenhuth, Hailer und Jötten erklären auf Grund ausge-

dehnter vergleichender Untersuchungen neuerdings¹⁾ Alkali-Lysol und Parol für die brauchbarsten chemischen Desinfizientien zur Sputumdesinfektion; die ausführliche Mitteilung über dies Verfahren steht noch aus. Einstweilen kann das Problem der chemischen Sputumdesinfektion jedenfalls noch nicht als gelöst betrachtet werden.

Für die Verwendung in der Praxis ist an ein brauchbares Desinfektionsmittel die Forderung zu stellen, daß die Desinfektion einfach und schnell durchführbar ist; außerdem muß das Mittel billig, ungiftig und möglichst geruchlos sein.

Auf Veranlassung von Herrn Professor Flügge habe auch ich mich längere Zeit mit der Frage der Sputumdesinfektion beschäftigt. Bei meinen Versuchen habe ich mit Rücksicht auf die übereinstimmenden ungünstigen Versuchsergebnisse anderer Autoren von vornherein von der Verwendung der verschiedenen oben angeführten chemischen Mittel Abstand genommen. Nun hat schon vor längerer Zeit Kaiser vorgeschlagen, die beim Löschen des Kalkes frei werdende Hitze zur Vernichtung der Tuberkelbacillen im Sputum zu verwenden. Er stellt die mit Sputum gefüllten Spucknapfe in größere, durch einen Deckel gut verschließbare Gefäße, füllt dann so viel Ätzkalk hinein, daß der Spucknapf bedeckt ist, und schüttet 70—80° heißes Wasser darauf. Das Verhältnis von Wasser zu Kalk soll 1 : 3 sein. Wie er durch vergleichende Messungen feststellte, erreichte die Temperatur im Inneren des verschlossenen Gefäßes sehr schnell überall 100 Grad, so daß eine Abtötung der Tuberkelbacillen wohl sicher gewährleistet war. Speziell für Fürsorgezwecke hat er eine „Sputumdesinfektionsgarnitur“ angegeben. Das Vorrätighalten im Krankenzimmer oder das Mitführen einer derartigen, immerhin ziemlich umfangreichen Garnitur stößt aber in der Fürsorgepraxis doch auf größere Schwierigkeiten. Auch würden die Garnituren, namentlich in jetziger Zeit, nicht billig und nicht leicht zu beschaffen sein.

Es erschien mir daher zweckmäßiger, zu versuchen, möglichst ohne jede größere Apparatur auszukommen. Namentlich durch die Feststellungen von Forster wissen wir, daß bei in Flüssigkeiten suspendierten Tuberkelbacillen die Abtötung erfolgt

bei 60° C in	1 Stunde,
„ 65° „ „	15 Minuten,
„ 70° „ „	10 „
„ 80° „ „	5 „
„ 90° „ „	2 „
„ 95° „ „	1 „
„ 100° „ „	sofort.

Beim Sputum muß man allerdings damit rechnen, daß die Tuberkelbacillen namentlich im Innern größerer Sputumballen der Ein-

¹⁾ Med. Klin. S. 285. 1921.

wirkung höherer Temperaturgrade längere Zeit Widerstand leisten. Ich suchte daher zunächst nach einem möglichst einfachen und schnell wirkenden Homogenisierungsmittel. Dabei schied das Antiformin von vornherein wegen seines hohen Preises aus. Versuche mit Kali- und Natronlaugen in verschiedenen Konzentrationen führten zu keinem befriedigenden Ergebnis, da die Homogenisierung in den gebräuchlichen Sputumgläsern ohne festen Verschluß vorgenommen werden sollte und stärkeres Umschütteln, das vielleicht noch zum Ziele geführt hätte, aus diesem Grunde nicht möglich war. Außerdem wären die Laugen wegen ihrer ätzenden Wirkungen für die Praxis kaum in Frage gekommen. Als einfaches und sicher wirkendes Homogenisierungsmittel erwies sich mir dagegen die Kalkmilch. Wenn man das trocken oder in etwas Wasser aufgefangene Sputum mit etwa der doppelten Menge Kalkmilch (ungefähr 20 proz.), die vorher umgeschüttelt werden muß, versetzt und die Mischung leicht umschwenkt, so ist schon nach kurzer Zeit das ganze Sputum homogenisiert. Nur bei zähen, stark geballten Sputumproben dauert es etwas länger; zweckmäßig schüttelt man die Mischung öfters leicht um. Spätestens nach 1 Stunde war bei meinen Versuchen auch das sehr stark geballte Sputum auf diese Weise homogenisiert. Kurz erwähnen möchte ich, daß sich, wenn ich die homogenisierten Sputa längere Zeit stehen und absitzen ließ, die größte Anzahl der Tuberkelbacillen in der oben stehenden Flüssigkeit fanden.

Dem homogenisierten Sputum wurde nun, nachdem es leicht umgeschüttelt war, so viel frischer Ätzkalk (Marmorkalk) in kleinen, höchstens walnussgroßen Stücken zugesetzt, daß die Stücke bis zum Flüssigkeitsspiegel reichten. Um festzustellen, ob die beim „Löschen“ des Kalkes eintretende Erhitzung zur sicheren Abtötung der Tuberkelbacillen genügt, wurden an verschiedenen Stellen des Gemisches fortlaufend Temperaturmessungen vorgenommen. Nach Eintritt der ziemlich stürmisch einsetzenden Reaktion stieg die Temperatur innerhalb der zu Calciumhydroxyd zerfallenden Kalkmassen, von denen die gesamte Flüssigkeit sehr bald aufgesogen wurde, rasch auf 100—102°, um dann sehr langsam wieder abzusinken. Die Temperatur hält sich, nachdem sie rasch ihren höchsten Punkt erreicht hat, während der ersten 5 Minuten auf über 95° und sinkt erst allmählich ab. Ich glaube daher unter Berücksichtigung der oben angeführten Forsterschen Zahlen zu der Annahme berechtigt zu sein, daß bei Anwendung dieses Verfahrens sämtliche Tuberkelbacillen mit Sicherheit abgetötet werden. Von Tierversuchen habe ich Abstand genommen, um so mehr, als eine Isolierung der Tuberkelbazillen aus den Kalkmassen sicherlich nur mit großen Schwierigkeiten möglich gewesen wäre.

Es handelte sich nunmehr noch darum, das Verfahren für die Praxis

nutzbar zu machen. Von vornherein schien es mir hierfür deshalb besonders geeignet, weil es keinerlei kostspielige Geräte erfordert. Ich habe bei sämtlichen Versuchen die in den meisten Berliner Krankenhäusern benutzten hohen Sputumgläser verwandt. Ein Zerspringen der Gläser habe ich fast nie beobachtet; um es ganz zu verhüten, empfiehlt es sich, einen Löffel oder einen anderen metallenen Gegenstand hineinzustellen. Zur Sicherheit kann man die Gläser auch während der Ausführung der Desinfektion in einen trockenen Eimer oder ein sonstiges hochwandiges Gefäß stellen.

Eine Schwierigkeit für die praktische Verwendung meines Verfahrens ergab sich jedoch daraus, daß Marmorkalk nicht überall im Handel zu haben ist. Da ich selbst aus äußeren Gründen zu Versuchen mit verschiedenen Kalksorten nicht in der Lage war, hatten die Herren Dr. Hartwich und Liese, Assistenten am hygienischen Institut, die Freundlichkeit, diese noch auszuführen. Sie verwendeten namentlich den leicht erhältlichen „Würfelkalk“ der Berginspektion Rüdersdorf bei Berlin, der in walnuß- bis apfelgroßen Stücken zum Preise von 20 M. pro Zentner verkauft wird.

Es wurde zunächst versucht festzustellen, in welchem Volumverhältnis dieser Kalk zu der Flüssigkeit zugesetzt werden muß, um mit einer möglichst geringen Menge eine unter allen Umständen zuverlässige Wirkung zu erzielen. Wie die obestehende Figur zeigt, wurden die für den vorliegenden Zweck besten Ergebnisse erzielt, wenn das Verhältnis von Kalkmilch zu Kalk wie 1 : 2 genommen wurde.

Bei Verwendung von etwas über walnußgroßen Stücken wurden die höchsten Temperaturen (150—169°) in kurzer Zeit (10—15 Min.) erreicht. Bei Verwendung kleinerer Stücke (etwa haselnußgroß) verzögerte sich der Ablauf der Reaktion um etwa 10 Minuten und erreichte auch nicht dieselbe Höchsttemperatur. Noch weniger günstig war die Verwendung gepulverten Kalkes, indem dann der Eintritt der Reaktion zunächst sehr stark verzögert wurde, dann aber explosionsartig einsetzte, so daß der Kalkstaub aus dem Gefäß ausgeschleudert wurde und das Glas infolge der zu plötzlichen Erhitzung zersprang.

Temperaturkurve bei Verwendung verschiedener Kalkmengen.

— 100 H₂O + 100 CaO = 1 : 1
 100 " + 150 " = 1 : 1,5
 - - - 100 " + 200 " = 1 : 2

Bei einem Verhältnis von Kalkmilch zu Kalk wie 1 : 1 $\frac{1}{2}$ bzw. 1 : 1 wurden manchmal noch geeignete Resultate erzielt, d. h. 100° in den ersten Minuten nach Hineinwerfen des Kalkes erreicht. Jedoch ist der Ablauf der Reaktion nicht immer zuverlässig, weil die Kalkmenge der Flüssigkeitsmenge gegenüber zu gering ist.

Versuche mit älterem Kalk, der vor dem zersetzenden Einfluß der Atmosphärien einigermaßen geschützt gewesen war, lieferten ebenfalls brauchbare Ergebnisse. Dagegen fielen die Versuche ganz abweichend aus, wenn man Kalk benutzte, der viel Beimengungen an Sand und Magnesiumverbindungen aufwies. Zuweilen wurden auch hierbei in ziemlich kurzer Zeit Temperaturen von 90° erreicht, zuweilen stieg die Temperatur aber nur auf etwa 50°.

Der bei einer etwaigen ausgedehnten Anwendung dieses Desinfektionsverfahrens zu benutzende Kalk muß daher von einer zuverlässigen Bezugsquelle in größerem Vorrat beschafft und in geschlossenen Behältern aufbewahrt werden. Bei neuen Bezugsquellen ist in Anlehnung an ein in der Technik übliches Verfahren eine Prüfung folgendermaßen vorzunehmen: Man füllt in ein Becherglas 100 cm Wasser, steckt ein Thermometer hinein und wirft nun auf einmal 200 g des zu untersuchenden Kalkes hinein. Dann muß innerhalb der ersten 12 Minuten eine Temperatur von 100° erreicht werden. Wesentliche Unterschiede bei Verwendung von Wasser anstatt Kalkmilch ergaben sich nicht, ebenso zeigten sich bei Verwendung von Sputum keine irgendwie ins Gewicht fallenden Unterschiede.

Da der in den Apotheken vorrätige Kalk nicht immer den Vorschriften entspricht, wird zweckmäßig ein guter, z. B. von Rüdersdorf bezogener Kalk von der Fürsorgestelle aus an die Schwestern oder Kranken abgegeben. Für die Ausführung gilt folgende

Instruktion.

1. Man gießt in das Sputumglas Wasser in 1 bis höchstens 2 Finger dicker Schicht und läßt es nur so lange benützen, bis die Flüssigkeit noch einmal so hoch gestiegen ist.

2. Zur Desinfektion stellt man das Gefäß auf Zeitungspapier, Pappe oder dgl., wirft so viel gebrannten Kalk hinein, daß etwa ebensoviel Kalk über der Flüssigkeit vorhanden ist als in derselben.

3. Nach Beendigung der Desinfektion, die unter Dampfentwicklung und starker Erwärmung des Gefäßes vor sich geht, läßt man das Ganze vollständig erkalten und schüttet den (nun völlig gefahrlosen) Inhalt auf ein Blatt Papier, das auf den Müll geworfen werden kann. Das Gefäß wird mit warmem Wasser nachgespült.

4. Der Kalk ist stets sorgfältig verschlossen an trocknen Orten aufzubewahren.

5. Bei zähem Sputum empfiehlt es sich, statt des Wassers Kalkmilch in gleicher Menge ins Glas zu gießen, welche das Sputum völlig löst.

Die Kalkmilch kann aus der Lungenfürsorgestelle (oder einer Apotheke) bezogen werden. (Herstellung: Etwa 100 Volumteile gebrannter Kalk werden mit 60 Teilen Wasser gelöscht und von dem entstandenen Pulver 1 l mit 4 l Wasser gemischt.)

Das beschriebene Desinfektionsverfahren hat vor allen bisherigen Methoden auch den Vorzug der Billigkeit. Eine Kostenberechnung für die Desinfektion von 150 ccm Sputum durch verschiedene Desinfektionsmittel ergibt:

Sublimat in Substanz 100 g = 15 M, mithin 150 ccm 10‰ Lösung 22 Pf.

in Pastillen zu 1 g, 100 St. = 30 M, mithin 150 ccm 10‰ Lösung 45 Pf.

Phobrol 1 kg = 20 M, mithin 150 ccm 10% Lösung 30 Pf.

Sagrotan 1 kg = 33,60 M, mithin 150 ccm 10% Lösung 50 Pf.

Liq. cresoli sapon. 1 kg = 24 M, mithin 150 ccm 10% Lösung 36 Pf.

Alkali-Lysol kostet pro kg. 12,75 M., Parol 40 M., arbeiten also ebenfalls sehr teuer.

Kalk (in passenden Stücken erster Qualität einschl. Verpackung und Transport von Rüdersdorf nach Berlin) 1 kg = 40 Pf., d. h. für 150 ccm Sputum höchstens 12 Pf.

Die Versuche sind zunächst, wie erwähnt, mit hohen Sputumgläsern durchgeführt, und auf diese bezieht sich die Instruktion. Bei der Benutzung kleinerer, becherartiger Gefäße läßt sie sich unter entsprechender Verminderung der Flüssigkeits- und Kalkmenge ebenfalls anwenden. Nur wenn ein Deckel zum Verschuß des Gefäßes dient, entstehen für dessen Desinfektion insofern Schwierigkeiten, als eine Abtötung der an seiner Außenseite haftenden Bakterien nicht mit Sicherheit angenommen werden kann. In diesen Fällen ist der Deckel in einem besonderen Gefäß mit Wasser und Ätzkalk zu behandeln.