

## X.

Aus dem Pharmakologischen Institut der Reichsuniversität Utrecht.

### Experimentelle Untersuchung über die Magen-Darmbewegungen bei akuter Peritonitis.

Von

Dr. K. Arai (Tokio).

(Mit 8 Kurven.)

Eingegangen am 22. III. 1922.

#### Inhalt.

	Seite
1. Einleitung . . . . .	149
2. Experimentelle Erzeugung von akuter Peritonitis . . . . .	151
a) Künstliche Erzeugung von akuter Peritonitis mit chemischen Stoffen . . . . .	151
b) Künstliche Erzeugung von akuter Peritonitis durch Bakterien . . . . .	156
3. Röntgenologische Untersuchung der Magen-Darmbewegungen bei der experimentellen Peritonitis . . . . .	165
a) Magen-Darmbewegungen bei chemischer Peritonitis . . . . .	166
b) Magen-Darmbewegungen bei bakterieller Peritonitis . . . . .	168
4. Versuche über das Wesen der Motilitätsstörung des Magen-Darmkanals bei akuter Peritonitis . . . . .	172
a) Ist die peritonitische Magen-Darmparese lokal bedingt? . . . . .	173
b) Die Abhängigkeit der Bewegungsstörung im Magen-Darmkanal von dem sympathischen Nervensystem . . . . .	175
1. Die Magen-Darmbewegungen bei normalen, splanchnikotomierten Katzen . . . . .	177
2. Magen-Darmbewegungen bei peritonitischen Katzen nach vollständiger Durchschneidung der Nn. splanchnici . . . . .	178
5. Wirkung des Cholins auf die Motilitätsstörung bei bakterieller Peritonitis . . . . .	185
6. Zusammenfassung . . . . .	187

#### 1. Einleitung.

Für alle experimentell-therapeutischen Untersuchungen ist es ein erstes Erfordernis, den betreffenden Krankheitszustand bei Tieren mit

absoluter Sicherheit und in quantitativ genau beherrschbarer Weise hervorrufen zu können. Bisher besaßen wir keine sichere Methode zur Erzeugung einer beherrschbaren experimentellen Peritonitis. Diese Aufgabe ist von mir<sup>1)</sup> in einer vorhergehenden Arbeit für die Jodperitonitis gelöst worden. Jetzt war vor allem noch zu untersuchen, ob sich dasselbe Ziel auch für bakterielle Peritonitis erreichen ließ. Dieses ist bisher nicht möglich gewesen, weil die Tiere entweder sehr schnell starben, oder überhaupt keine Peritonitis bekamen und nur in seltenen Fällen sich eine peritonitische Erkrankung von unbeherrschbarer Stärke und Dauer hervorrufen ließ.

Trotz der großen Fortschritte, welche die Pathologie der Peritonitis in den letzten Jahrzehnten gemacht hat, trotz der zahlreichen Einzelarbeiten vieler Bakteriologen und der häufigen Beobachtungen, welche man bei chirurgischen Eingriffen an Menschen machen konnte, ist es noch nicht gelungen, die Entstehungsweise der wichtigsten klinischen Symptome experimentell aufzuklären. Wie Notnagel<sup>2)</sup> schon in seinem Handbuch betont, und die meisten Kliniker bestätigen können, lehrt die klinische Beobachtung, daß akute Peritonitis meistens mit Obstipation einhergeht, welche sofort mit dem Einsetzen der Erkrankung beginnt und häufig so hartnäckig ist, daß auch ohne Opiumdarreichung 5—10 Tage lang Verstopfung herrscht.

Tierversuche über die Entwicklung des Krankheitsbildes fehlen fast völlig, nur Hotz<sup>3)</sup> beobachtete, wenn er bei Kaninchen den Darm durchtrennte und das zentrale Ende verschloß, das periphere aber offen in die Bauchhöhle versenkte, bei eingetretener Peritonitis nur Lähmung des verschlossenen und infolgedessen geblähten Darmes, während die benachbarten abführenden Schlingen, welche offen geblieben waren, und deren Serosa entzündet war, ohne daß die Schlingen gebläht wurden, keine Lähmung zeigten.

Woher kommt die Obstipation, welche bei Peritonitis so häufig beobachtet wird, sich manchmal zur hochgradigen Darmparalyse steigert und schließlich das ganze Krankheitsbild beherrscht? Zur Erklärung dieser funktionellen Störung sind verschiedene Theorien angegeben worden, aber sie stützten sich vielfach nur auf Hypothesen oder auf einzelne zusammenhangslose experimentelle Erfahrungen.

Es erscheint daher wünschenswert, auf experimentellem Wege festzustellen, ob man diese Funktionsstörung auch bei der künstlich

1) K. Arai, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 1922, Bd. 193, S. 359.

2) Notnagel, Erkrankung des Darmes und Peritoneum. Spez. Pathol. u. Ther. 1903, Bd. 17, S. 618.

3) G. Hotz, Mitt. aus d. Grenzgebieten d. Med. u. Chir. 1909, Bd. 20, S. 257.

erzeugten Peritonitis der Versuchstiere gerade so beobachten kann, wie bei der Peritonitis beim Menschen, und dann weiter zu studieren; wie dieselbe eigentlich zustande kommt.

## 2. Experimentelle Erzeugung von akuter Peritonitis.

Ich beschäftigte mich zunächst mit der künstlichen Erzeugung von akuter Peritonitis bei Katzen durch intraperitoneale Einspritzung chemischer Reizstoffe und verschiedener Bakterien.

Die intraperitoneale Einspritzung geschah in der gleichen Weise, wie sie von Heinz<sup>1)</sup> angegeben wurde. In leichter Chloräthylnarkose wurde bei der Katze ein etwa 1½ cm langer Hautschnitt seitlich von der Mittellinie gemacht und durch diesen eine Kanüle eingeführt. Die Öffnung und die Hautwunde wurden durch Naht geschlossen. Die Operation wurde stets unter strengsten aseptischen Kautelen ausgeführt, so daß in keinem Falle Phlegmone oder Abszesse entstanden.

Bei Verwendung dieses Verfahrens kann man nicht nur die eingespritzten Substanzen in sicherer Weise in die Bauchhöhle selbst hineinbringen, sondern auch jede Beschädigung des Darmes vermeiden, welche, wie schon Kolle<sup>2)</sup> in einigen Versuchen gezeigt hat, bei der gewöhnlichen Injektion zuweilen eintreten kann.

### a) Künstliche Erzeugung von akuter Peritonitis mit chemischen Stoffen.

Aus der großen Zahl chemischer Substanzen, welche bei Versuchstieren eine entzündliche Reizung der serösen Häute hervorrufen, wählte ich zur Erzeugung einer Peritonitis bei Katzen Terpentinöl und Jod, weil man nach den Angaben von Heinz<sup>3)</sup> mit Terpentinöl eine zirkumskript eitrige und mit Jodlösung eine adhäsive Entzündung der serösen Häute erwarten konnte.

### Künstliche Erzeugung der Peritonitis mit Jod.

Die Ergebnisse mit Jod waren sehr befriedigend, weil sowohl die klinischen Erscheinungen als die pathologisch-anatomischen Veränderungen, welche die Katzen nach der Jodeinspritzung ins Peritoneum zeigten, in allen Fällen gleichartig und quantitativ übereinstimmend waren. Da das Nähere schon in meiner vorbergehenden Arbeit über Cholinwirkung<sup>4)</sup> angegeben ist, soll hier nur das Wichtigste wiederholt werden.

1) Heinz, Virchows Archiv Bd. 155.

2) Kolle, Zeitschr. f. Hyg. 1894, Bd. 16, S. 329.

3) Heinz, a. a. O.

4) K. Arai, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 1922, Bd. 193, S. 359.

Zwei Katzen, welche beide 1,0 ccm pro Kilogramm 2% Lugolsche Jod-Jodkalilösung intraperitoneal erhalten hatten, sahen schon unmittelbar nach der Einspritzung sehr krank aus. Sie lagen gekrümmt oder platt auf dem Bauch, schrien jammernd und erbrachen mehrmals. Beide Tiere waren am folgenden Morgen tot. Bei der Sektion ließ sich eine typische serofibrinöse Peritonitis feststellen; 7 bzw. 15 ccm gelblichen leicht getrühten Exsudates fanden sich in der Bauchhöhle, starke Injektion des großen Netzes und Peritoneums mit zahlreichen punktförmigen subserösen Blutungen, lose Verwachsung und Fibrinauflagerung usw.

Die halbe Dosis, also 0,5 ccm pro Kilogramm derselben Jodlösung wird gut vertragen und ruft bei Katzen ausnahmslos eine mäßig starke Erkrankung mit typischen pathologisch-anatomischen Veränderungen des Peritoneums hervor. Die Tiere sind nach der Einspritzung krank, aber weniger als nach der großen Dosis, sie liegen ruhig und bewegungsunlustig da, fressen überhaupt nicht, aber erbrechen selten. Nur manchmal sieht man direkt nach der Einspritzung Stuhlgang. Die Krankheitserscheinungen dauern gewöhnlich 48 Stunden. Vom 3. Tage ab sehen die Tiere weniger krank aus, sind wieder munter und fressen gut. Wenn man die Bauchwand des Tieres am 2., 3. oder manchmal auch noch am 4. Tage betastet, so kann man gewöhnlich eine mehr oder weniger deutliche Spannung feststellen.

Tabelle 1.  
Versuche mit Jodlösung.

Nr.	Körpergewicht der Katze in kg	Dosis der Injektion ccm pro kg	Symptome nach der Injektion	Exitus	Sektionsbefund
1	1,9	1,0	stark	tot in der Nacht	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (15 ccm seröses Exsudat).
2	1,7	0,5	mäßig stark	—	—
3	2,0	0,5	»	getötet am 6. Tag	fibrinöse Peritonitis
4	1,3	0,5	»	» » 3. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (26 ccm)
5	2,4	1,0	stark	tot » 2. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (7 ccm)
6	1,6	0,5	mäßig stark	getötet » 2. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (9 ccm)
7	1,5	0,5	»	» » 4. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (35 ccm)
8	1,9	0,5	»	» » 2. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (6 ccm)
9	1,4	0,5	»	» » 5. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (5 ccm)
10	1,6	0,5	»	» » 3. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (25 ccm)

Nr.	Körpergewicht der Katze in kg	Dosis der Injektion cem pro kg	Symptome nach der Injektion	Exitus	Sektionsbefund
11	2,1	0,5	mäßig stark	getötet am 4. Tag	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (10 cem)
12	1,8	0,5	» »	» » 5. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (3 cem)
13	1,8	0,5	» »	» » 4. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (15 cem)
14	1,9	0,5	» »	» » 7. »	typisch fibrinöse Peritonitis
15	1,6	0,5	» »	» » 4. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (15 cem)
16	1,3	0,5	» »	» » 5. »	fibrinöse Peritonitis
17	2,1	0,5	» »	» » 7. »	typisch fibrinöse Peritonitis
18	1,5	0,5	» »	» » 6. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (3 cem)
19	1,7	0,5	» »	» » 10. »	typisch fibrinöse Peritonitis
20	2,4	0,5	» »	» » 6. »	typisch fibrinöse Peritonitis
21	1,5	0,5	» »	» » 3. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (12 cem)
22	2,1	0,5	» »	» » 3. »	typisch sero-fibrinöse Peritonitis (17 cem)

Entsprechend den klinischen Erscheinungen ließ sich auch pathologisch-anatomisch eine typische Veränderung in der Bauchhöhle bei den Katzen finden. Werden die Tiere 48 Stunden nach der Injektion getötet, so sieht man das große Netz und die Darmschlingen mäßig stark entzündet und miteinander verwachsen. Diese Verwachsung ist lose und findet sich meistens zwischen dem großen Netz und der Bauchwand, gewöhnlich in der Nähe der Injektionsstelle, und zwischen einander benachbarten Darmschlingen, sowie zwischen dem großen Netz und einzelnen Darmschlingen, so daß sich häufig ein Konglomerat bildet. Die Injektion tritt am deutlichsten am Netz und der Dünndarmserosa hervor, besonders im Ileumteil, manchmal auch am Kolon ascendens und transversum sowie an der Blase. Außerdem erscheint das Peritoneum selbst feucht, getrübt und glanzlos und ist meistens mit feinen Fibrinflocken bedeckt. Die Bauchhöhle enthält 12—26 cem sero-fibrinöser Flüssigkeit.

Schon am Ende des ersten Tages ist die Entzündung sehr deutlich, alle oben erwähnten Befunde können auch hier gemacht werden, wenn auch die Verwachsung noch nicht so deutlich ist, und der Flüssigkeitserguß nur 6—9 cem beträgt. Nach 72 Stunden ist das Bild ungefähr dasselbe wie nach 48 Stunden. Vom Ende des vierten Tages ab aber

scheint der Entzündungsprozeß allmählich abzuklingen. Die Injektion des großen Netzes und des Peritoneums wird immer geringer, die Flüssigkeitsansammlung nimmt ab, und schließlich ist vom siebenten Tage an fast keine Injektion und keine Flüssigkeit mehr in der Bauchhöhle zu finden. Dagegen ist Verwachsung des großen Netzes und der Darmschlingen untereinander immer noch deutlich und sogar noch fester als früher, so daß in einem Falle 10 Tage nach der Injektion eine sehr deutliche feste Verwachsung der genannten Organe zu sehen war.

Hieraus ergibt sich, daß es bei Katzen gelingt, mit der angegebenen Menge Jodlösung eine sichere und in ihrem Ablauf vollständig beherrschbare Peritonitis zu erzeugen. Die kurvenmäßige Darstellung des Verlaufs der Erkrankung findet man in meiner vorhergehenden Arbeit auf Abb. 2, S. 365.

#### Künstliche Erzeugung der Peritonitis mit Terpentinöl.

1 ccm pro Kilogramm Terpentinöl ist tödlich. In einem Versuche sah die Katze nach der Injektion schon sehr krank aus, schrie fortwährend, erbrach mehrmals und starb in der Nacht. Bei der Autopsie war eine typische hämorrhagische Peritonitis vorhanden, die Bauchhöhle enthielt 15 ccm blutig getrübbten Exsudates, welches stark nach Terpentinöl roch. Großes Netz und Dünndarmserosa waren mäßig stark injiziert, das Peritoneum selbst war deutlich matt und glanzlos, aber nirgends waren Fibrinauflagerungen oder Verwachsungen zu sehen.

Zwei von drei Katzen, welche die halbe Dosis, also 0,5 ccm pro Kilogramm intraperitoneal erhalten hatten, zeigten ebenfalls schon kurz nach der Einspritzung Krankheitserscheinungen mäßiger Stärke. Sie lagen unglücklich und bewegungsunlustig da, erbrachen mehrmals und fraßen überhaupt nicht, während die andere nur eine leichte Beeinträchtigung der Beweglichkeit zeigte. Die Atemluft und das Erbrochene rochen stark nach Terpentin. Am folgenden Morgen aber sahen beide Tiere äußerlich fast vollständig normal aus. Bei den ersten beiden Tieren, welche die stärkeren Allgemeinerscheinungen gezeigt hatten, und 50 Stunden nach der Injektion sezirt wurden, fand sich pathologisch-anatomisch eine leichte Hyperämie des großen Netzes, des Peritoneum parietale, der Darmserosa usw. und allgemeine Trübung des Bauchfells. Freie Flüssigkeit war in der Bauchhöhle nicht vorhanden. Bei der dritten war dagegen auch bei der Sektion keine makroskopisch sichtbare Veränderung zu konstatieren.

0,7 ccm pro Kilogramm rief bei zwei Katzen eine verhältnismäßig heftige Allgemeinerkrankung hervor, sie hockten trübselig da und erbrachen mehrmals. Die Tiere erholten sich aber ziemlich schnell und bekamen schon 24 Stunden nach der Injektion Freßlust und bewegten sich lebhaft im Käfig. Außer einer leichten Spannung der Bauchdecken ließ sich keine nennenswerte lokale Veränderung bemerken. Beide Tiere wurden nach 53 Stunden durch Nackenschlag getötet und sezirt. Dabei zeigte die eine eine typische seröse Peritonitis mit 10 ccm serösem Exsudat, während die andere bloß leichte Hyperämie und Trübung des Peritoneums (parietale und viscerales) zeigte.

Stets war bei der Eröffnung der Bauchhöhle ein deutlicher Geruch nach Terpentinöl wahrzunehmen, woraus sich ergibt, daß das eingespritzte Öl mindestens 50 Stunden lang noch nicht vollständig resorbiert ist.

Um die Angabe von Opie<sup>1)</sup>, daß bei Hunden durch wiederholte Einspritzung von Terpentinöl sich eitrige Pleuritis hervorrufen läßt, bei Katzen am Peritoneum nachzuprüfen, habe ich ferner zwei Katzen im Intervall von 5 und 7 Tagen zwei Einspritzungen von Terpentinöl, jedesmal 0,5 ccm pro Kilogramm, gemacht.

Die eine Katze, welche 7 Tage nach der ersten Einspritzung die zweite Dosis von 0,5 ccm erhalten hatte, machte danach einen ebenso kranken Eindruck wie beim ersten Male und hatte am zweiten Tage eine mehr oder weniger deutliche Spannung und Druckempfindlichkeit(?) der Bauchwand. Bei der Eröffnung der Bauchhöhle dieser Katze, welche 49 Stunden nach der zweiten Injektion getötet wurde, fand sich ein sehr charakteristisches Bild. Die Bauchhöhle enthielt 15 ccm seröser Flüssigkeit, das Netz war mäßig stark injiziert und sein unteres Ende ziemlich fest mit der Bauchwand an der Injektionsstelle und außerdem mit dem rechten Horne des Uterus verwachsen. Die benachbart liegenden Dünndarmschlingen waren lose miteinander verklebt und bildeten ein Konglomerat. Magen und Dickdarm waren frei von Verwachsung; Peritoneum parietale und viscerale besonders am Dünndarm waren hyperämisch, gerötet, glanzlos und stellenweise mit Fibrin und zahlreichen punktförmigen subserösen Blutungsherden bedeckt. In den Furchen zwischen einzelnen verwachsenen Darmschlingen und auch in der Bauchhöhle selbst, besonders im kleinen Becken, fand sich eine große Menge dicken grünlich-gelben Eiters mit Klumpen vermischt. Dieser Eiter war von der Unterlage leicht abzutupfen und nach der bakteriologischen Untersuchung keimfrei. Magen und Darm waren etwas gebläht, die Schleimhaut zeigte weder Katarrh noch Blutung. Die Mesenterialgefäße waren injiziert, die mesenterialen Lymphdrüsen geschwollen.

Die andere Katze, welche nach einem Intervall von 5 Tagen die zweite Injektion bekommen hatte und am nächsten Morgen tot gefunden wurde, zeigte bei der Sektion ein ganz anderes Bild. Es ließ sich nämlich nur eine lose Verklebung zwischen dem Netz und den Dünndarmschlingen, sowie zwischen einigen benachbarten Darmschlingen feststellen und außerdem nur wenig freie Flüssigkeit in der Bauchhöhle. An der Dünndarmserosa und dem Netz war hie und da ziemlich starke Injektion mit kleinen subserösen Blutungsherden festzustellen. Nirgends war Eiter zu finden.

Aus diesen Versuchen ergibt sich also, daß die Reizwirkung des Terpentinöls bei Katzen ziemlich inkonstant ist, und daß sich dieses Mittel daher nicht zur Hervorrufung quantitativ beherrschbarer Peritonealerkrankungen eignet.

---

1) E. Opie, Studies from the Rockefeller Institute for medical Research. Vol. VII, 1907.

Tabelle 2.  
Versuche mit Terpentinöl.

Nr.	Körpergewicht der Katze in kg	Dosis der Injektion ccm pro kg	Symptome nach der Injektion	Exitus	Sektionsbefund
1	1,8	0,5	mäßig stark	getötet nach 50 Stunden	leichte Injektion des Netzes und Peritoneum parietale und viscerales, allgemeine Trübung d. Bauchfells
2	2,1	1,0	sehr stark	tot in der Nacht	starke Injektion des Netzes und Peritoneums, 15 ccm hämorrhagisches Exsudat
3	2,3	0,5	wenig	getötet nach 51 Stunden	keine sichtbare Veränderung
4	2,5	0,7	ziemlich stark	getötet nach 53 Stunden	mäßig starke Injektion des Netzes und der Darmserosa, 10 ccm seröses Exsudat
5	1,5	0,5	mäßig stark	getötet nach 49 Stunden	leichte Hyperämie des Netzes und Peritoneums, Trübung der Darmserosa
6	2,2	0,7	mäßig stark	getötet nach 53 Stunden	leichte Injektion des Netzes und Peritoneums, leichte Trübung der Darmserosa
7	2,3	0,5	wenig	getötet nach 49 Stunden	typische eitrige Peritonitis (aseptisch). 15 ccm Exsudat
8	nach 7 Tagen	0,5	mäßig stark		
	1,7	0,5	gering	tot in der Nacht	starke Injektion des Netzes und Peritoneums, Verwachsung der Darmschlingen
	nach 5 Tagen	0,5	sehr stark		

b) Künstliche Erzeugung der akuten Peritonitis durch Bakterien.

Bei der experimentellen Bearbeitung der Peritonitis kann man sich nicht ausschließlich auf die Hervorrufung dieser Erkrankung durch chemische Reizstoffe beschränken, denn bei letzteren bekommt man allein die Folgen der lokalen Reizwirkung, während bei den Bakterien erstens noch die Vermehrung der Krankheitserreger im Körper und zweitens die Resorption der von ihnen produzierten Gifte dazu kommt, welche in viel-



fältiger Weise die Folgen der örtlichen Veränderungen beeinflussen und verwickeln können. Auch bei experimentell therapeutischen Versuchen ist es ratsam, immer Experimente mit bakterieller Peritonitis hinzuzuziehen, da nicht von vorne herein sicher ist, daß jede therapeutische Wirkung, welche bei chemischer Peritonitis eintritt, auch bei der bakteriellen Erkrankung vom gleichen günstigen Erfolge begleitet wird.

In dieser Versuchsreihe wurden Bakterienarten verwendet, welche auch bei der menschlichen Peritonitis in Betracht kommen, und auf die oben erwähnte Weise in die Peritonealhöhle der Katze eingebracht: *Staphylococcus pyogenes aureus*, *Streptococcus pyogenes* und *Bacterium coli commune*. In einem Teil der Versuche benutzte ich 24 Stunden alte Bouillonkulturen, welche gleichmäßig geschüttelt und von denen abgemessene Mengen injiziert wurden, bei den meisten Versuchen dagegen wurden 24 Stunden alte Agarschräggkulturen verwendet, die in physiologischer Kochsalzlösung (0,8%ig) abgeschwemmt worden waren. Als Maßeinheit für die Agarkulturen wurde von mir diejenige Bakterienmenge benutzt, welche sich in 24 Stunden bei 37° C. in einem schrägen Agarrohr entwickelt hatte. Diese ganze Fläche wurde mit 5 ccm 0,8%iger Kochsalzlösung abgespült, wobei stets darauf geachtet wurde, daß die Bakterien sich gleichmäßig verteilten, und die Trübung der Aufschwemmung in allen Versuchen mit denselben Bakterienarten möglichst gleich war. Obgleich diese Art der Dosierung keineswegs Anspruch auf absolute Genauigkeit machen muß, erwies sie sich doch für meine Versuche als völlig ausreichend.

Da nach Injektion hochvirulenter Kulturen in die Bauchhöhle die Katzen häufig sehr schnell an allgemeiner Intoxikation sterben, ehe es zur Entwicklung lokaler peritonitischer Erscheinungen gekommen ist, habe ich vorwiegend mit jahrelang fortgezüchteten Kulturen gearbeitet. Die Bakterien stammten während der ganzen Versuchsdauer von denselben Kulturstämmen, welche Herr Dr. Bylsma im Zentrallaboratorium für die Volksgesundheit in Utrecht für mich besorgte, und ich möchte nicht versäumen, ihm auch bei dieser Gelegenheit für seine freundliche Unterstützung bestens zu danken.

### Versuche mit *Staphylococcus pyogenes aureus*.

Die Stammlösung wurde in der Weise hergestellt, daß eine 24stündige Schrägagarkultur des aus einem Menschenabszeß isolierten und seit mehreren Jahren auf gewöhnlichem Nähragar fortgezüchteten *Staphylococcus aureus* mit physiologischer Kochsalzlösung abgewaschen wurde.

1,0 ccm pro Kilogramm dieser Stammlösung rief bei den beiden zunächst injizierten Katzen starke Krankheitserscheinungen hervor. Etwa 1 Stunde nach der Einspritzung sahen die Tiere sehr unglücklich aus, lagen bewegungslos da und erbrachen mehrmals. Beide starben in der Nacht. Bei der Sektion fand sich eine typische hämorrhagische Peritonitis, 5—7 ccm dunkelrötliches Exsudat, starke Injektion des Netzes, allgemeine Trübung des Peritoneums usw. Die Darmserosa und das Peritoneum parietale zeigten nur wenig Injektion, nirgends war Eiter zu finden.

0,3—0,5 cem pro Kilogramm derselben Stammlösung machte die Tiere nur leicht krank, und rief in zwei Fällen pathologisch-anatomisch eine nur geringe Injektion des Netzes, in einem Falle sogar überhaupt keine makroskopisch sichtbare Veränderung hervor.

Tabelle 3.

Versuche mit Agarkultur von *Staphylococcus pyogenes aureus*.

Nr.	Körpergewicht der Katze in kg	Dosis der Injektion cem pro kg	Symptome nach der Injektion	Exitus	Sektionsbefund
1	1,3	0,3	gering	getötet nach 58 Stunden	leichte Injektion des Netzes, Trübung der Darmserosa
2	1,8	0,5	„	getötet nach 62 Stunden	mäßige Injektion des Netzes
3	1,5	1,0	stark	tot in der Nacht	starke Injektion des Netzes, etwa 5 cem hämorrhagisches Exsudat
4	1,8	1,0	„	tot in der Nacht	starke Injektion des Netzes, 7 cem hämorrhagisches Exsudat
5	1,0	0,5	gering	getötet nach 54 Stunden	keine makroskopische Veränderung

Aus diesen Versuchen ergibt sich, daß eine tödliche Dosis der Stammlösung hämorrhagische Peritonitis hervorruft, während eine kleinere nicht tödliche Dosis nur leichte und außerdem inkonstante Injektion des Netzes zur Folge hat.

Weiter wurde statt der Agarkultur eine 24stündige Bouillonkultur desselben Bakterienstammes angewendet. Die Ergebnisse waren aber genau die gleichen wie bei Agarkulturen.

Nach größeren Dosen (1,0—1,5 cem pro Kilogramm) starben die Tiere und zeigten hämorrhagische Peritonitis mit starker Injektion des Netzes, wobei das Peritoneum parietale und viscerale nur geringe Injektion zeigten und nur etwas getrübt und glanzlos aussahen, während nach der kleineren Dosis (0,5—1,0 cem pro Kilogramm) die Tiere am Leben blieben und nur eine leichte Injektion des Netzes oder gar keine Veränderungen aufwiesen.

Durch wiederholte Einspritzung der Bouillonkultur im Abstand von 3 und 4 Tagen wurde das Eintreten der Peritonitis weder begünstigt noch gehindert.

Tabelle 4.

Versuche mit Bouillonkultur von *Staphylococcus pyogenes aureus*.

Nr.	Körpergewicht der Katze in kg	Dosis der Injektion ccm pro kg	Symptome nach der Injektion	Exitus	Sektionsbefund
1	2,0	0,5	gering	getötet nach 56 Stunden	leichte Injektion des Netzes
2	1,2	1,0	sehr stark	tot in der Nacht	starke Injektion des Netzes, 6 ccm hämorrhagisches Exsudat
3	1,3	0,5	wenig	getötet nach 55 Stunden	keine sichtbare Veränderung
4	1,5	1,0	sehr stark	tot nach 28 Stunden	starke Injektion des Netzes und der Darmserosa, kein Exsudat
5	1,4	1,0	ziemlich stark	getötet nach 54 Stunden	leichte Injektion des Netzes, einige ccm serös-getrübbtes Exsudat
6	1,0	1,5	sehr stark	tot in der Nacht	starke Injektion des Netzes, minimale Menge hämorrhagisches Exsudat
7	0,9	1,0	wenig	getötet nach 56 Stunden	fast keine Veränderung
8	1,5	0,5	gering	getötet nach 56 Stunden	leichte Injektion des Netzes, leichte Trübung der Darmserosa
9	nach 3 Tagen	1,0	wenig	tot in der Nacht	starke Injektion des Netzes, leichte Injektion der Darmserosa, etwa 5 ccm hämorrhagisches Exsudat
	nach 4 Tagen	1,0	sehr stark		

Versuche mit *Streptococcus pyogenes*.

Der von mir verwendete Streptokokkenstamm war von einem bronchopneumonischen Herde eines an Hundestaupe gestorbenen Hundes gezüchtet, zweimal auf Glukosebouillon übergeimpft, und in Glukosebouillonkultur in der Kälte aufbewahrt. Jedesmal, wenn eine Kultur nötig war, wurde hieraus in 1%iger Glukosebouillon abgeimpft und nach 24 stündiger Bebrütung dieselbe zur Injektion benutzt. Die jeweils bei der Katze eingespritzte Kultur war daher immer nur viermal auf künstlichen Nährboden übergeimpft worden.

Das Resultat ist durchaus nicht konstant; bei einer Katze rief 0,5 ccm pro Kilogramm der 24 stündigen Bouillonkultur bereits leichte Injektion

des Netzes hervor, bei zwei anderen Katzen war aber 1,0 und 2,0 ccm pro Kilogramm ohne Erfolg. Überhaupt gelang es mir nicht, mit dieser Kultur Katzen zu töten. Tiere, welche 2,5—3,0 ccm pro Kilogramm, also fast die ganze Kultur erhalten hatten, machten nur einen leicht kranken Eindruck und zeigten auch bei der Sektion nur geringe Injektion des Netzes.

Tabelle 5.

Versuche mit Bouillonkultur von *Streptococcus pyogenes*.

Nr.	Körpergewicht der Katze in kg	Dosis der Injektion ccm pro kg	Symptome nach der Injektion	Exitus	Sektionsbefund
1	1,2	0,5	gering	getötet nach 54 Stunden	leichte Injektion des Netzes
2	1,5	1,0	"	getötet nach 54 Stunden	keine Veränderung
3	1,3	1,5	wenig	getötet nach 49 Stunden	sehr leichte Injektion des Netzes
4	1,4	2,0	ziemlich stark	getötet nach 49 Stunden	keine Veränderung
5	1,9	3,0	sehr stark	getötet nach 50 Stunden	leichte Injektion des Netzes
6	2,1	2,5	" "	getötet nach 50 Stunden	mäßig starke Injektion des Netzes, leichte Injektion des Peritoneum parietale, minimale Menge hämorrhagisches Exsudat

Versuche mit *Bacterium coli commune*.

Der verwendete Stamm von *Bacterium coli commune* war aus menschlichen Fäzes isoliert und seit einigen Jahren regelmäßig auf Agar fortgezüchtet.

Zwei Katzen, welchen je 1,0 ccm der aus einer 24 stündigen Schrägagarkultur dieses Kolibazillus bereiteten Stammlösung intraperitoneal eingespritzt wurde, zeigten starke Krankheitserscheinungen und wurden am folgenden Morgen tot gefunden. Beide Tiere hatten mäßig starke Injektion des Netzes und deutliche Trübung des Peritoneums. In einem Falle war geringes seröses Exsudat vorhanden.

Zwei Katzen, welche 0,5 und 0,7 ccm pro Kilogramm der gleichen Lösung erhalten hatten, zeigten klinisch bloß geringe Depression am Injektionstage und hatten pathologisch-anatomisch gar keine Veränderungen in der Bauchhöhle.

Tabelle 6.

Versuche mit *Bacterium coli commune*.

Nr.	Körpergewicht der Katze in kg	Dosis der Injektion cem pro kg	Symptome nach der Injektion	Exitus	Sektionsbefund
1	1,3	1,0	sehr stark	tot nach 26 Stunden	mäßig starke Injektion und leichte Verwachsung des Netzes, leichte Trübung der Darmserosa
2	1,5	0,5	wenig	getötet nach 48 Stunden	keine Veränderung
3	1,5	0,7	gering	getötet nach 49 Stunden	leichte Injektion des Netzes
4	1,8	1,0	sehr stark	tot in der Nacht	mäßig starke Injektion des Netzes, stellenweise Injektion des Peritoneum parietale und viscerales, leichte Trübung der Darmserosa
5	1,4	0,7	gering	getötet nach 50 Stunden	keine peritonitische Veränderung

#### Versuche mit einer Kombination von Staphylokokken und Colibakterien.

Da es in keiner der vorhergehenden Versuchsreihen gelungen war, mit den verwendeten Bakterienarten eine quantitativ beherrschbare Peritonitis bei Katzen künstlich zu erzeugen, wurde nunmehr Mischinfektion versucht, und zwar mit *Staphylococcus pyogenes* und *Bacterium coli commune*, welche bei der eitrigen Peritonitis des Menschen sehr häufig gemeinsam zu finden sind.

Die Stammlösung wurde in folgender Weise bereitet: Von den gleichen Stämmen wie in den früheren Versuchen wurden 24 stündige Agarkulturen hergestellt und mit je 5 cem physiologischer Kochsalzlösung abgewaschen. Die beiden Waschlösungen wurden dann in einer Glasschale gleichmäßig gemischt.

Aus Tabelle 7 ergibt sich, daß 9 von 13 Katzen, welche 0,5 cem pro Kilogramm dieser Stammlösung erhalten hatten, am Leben blieben und bei der Sektion eine mehr oder weniger deutliche pathologisch-anatomische Veränderung zeigten, während 0,3 cem ziemlich harmlos war, und Dosen von 0,7 cem und darüber meist tödlich wirkten und in zwei Fällen eine

Tabelle 7.

Versuche mit Kombination von Staphylokokken und Bacterium coli commune.

Nr.	Körpergewicht der Katze in kg	Dosis der Injektion cem pro kg	Symptome nach der Injektion	Exitus	Sektionsbefund
1	1,6	0,5	ziemlich stark	getötet nach 50 Stunden	mäßig starke Injektion des Netzes, geringe Hyperämie des Peritoneums
2	1,3	1,0	stark	tot nach 20 Stunden	starke Hyperämie des Netzes, 5 cem hämorrhagisches Exsudat
3	1,2	0,5	sehr stark	tot in der Nacht	starke Injektion des Netzes, minimales seröses Exsudat
4	1,5	0,5	ziemlich stark	getötet nach 48 Stunden	leichte Injektion des Netzes
5	1,5	0,7	gering	getötet nach 49 Stunden	» » » »
6	0,9	0,7	stark	tot in der Nacht	starke Injektion des Netzes, einige cem hämorrhagisches Exsudat
7	1,6	0,3	wenig	getötet nach 50 Stunden	keine Veränderung
8	1,3	0,5	mäßig stark	getötet nach 48 Stunden	mäßig starke Hyperämie des Netzes
9	1,3	0,5	gering	getötet nach 72 Stunden	leichte Injektion des Netzes, leichte Trübung der Darmserosa
10	1,4	0,5	stark	tot in der Nacht	starke Hyperämie des Netzes, geringe Menge hämorrhagisches Exsudat
11	1,7	0,5	mäßig stark	getötet nach 50 Stunden	leichte Injektion des Netzes
12	1,4	0,5	» »	tot in der Nacht	mäßig starke Injektion des Netzes
13	1,5	0,5	» »	getötet nach 76 Stunden	leichte Hyperämie des Netzes
14	1,2	0,5	gering	getötet nach 49 Stunden	mäßig starke Injektion des Netzes
15	1,2	0,5	mäßig stark	getötet nach 49 Stunden	mäßig starke Injektion des Netzes, einige Ekchymosen der Darmserosa
16	1,9	0,5	sehr stark	tot in der Nacht	starke hämorrhagische Peritonitis, 12 cem hämorrhagisches Exsudat
17	1,8	0,5	mäßig stark	getötet nach 51 Stunden	sehr leichte Injektion des Netzes

hämorrhagische Peritonitis verursachen. In keinem Falle aber war eine eitrige Entzündung zu konstatieren.

Wenn man 0,5 ccm pro Kilogramm der Stammlösung intraperitoneal einspritzt, so sieht man die Katzen ziemlich stark erkranken.  $\frac{1}{2}$  oder 1 Stunde nach der Injektion liegen sie unglücklich und bewegungslos im Käfig, schreien jammernd, aber erbrechen selten. Freßlust fehlt völlig. Am nächsten Tage geht es ihnen bereits besser, sie trinken aber meist nur Milch, am folgenden Tage ist das Tier äußerlich fast gesund, fängt an zu fressen und bewegt sich ziemlich lebhaft. In den meisten Fällen ist aber noch Bauchspannung vorhanden. Stuhlgang fehlt gewöhnlich, nur manchmal sieht man gleichzeitig beim Erbrechen eine geringe Entleerung auftreten.

Pathologisch-anatomisch findet man bei der Sektion der nach etwa 48 Stunden getöteten Tiere, daß das Netz fast ausnahmslos mehr oder weniger deutlich entzündet und manchmal von sulziger Beschaffenheit ist. Die Darmserosa und das übrige Peritoneum sind selten injiziert und getrübt. Man sieht dabei keine Verwachsung und keine freie Flüssigkeit in der Bauchhöhle. Stauung in den Mesenterialgefäßen ist inkonstant vorhanden, aber Schwellung der mesenterialen Lymphdrüsen stets festzustellen. Die Därme sind nicht merkbar gebläht, die Blase wird häufig maximal gefüllt gefunden, was auch bei den übrigen Fällen von experimenteller Peritonitis häufig der Fall ist.

Dieses Ergebnis läßt sich nur schwer mit den Angaben von Gál<sup>1)</sup> in Einklang bringen, welcher auf Grund von Versuchen mit Colibazillen-autolysaten behauptet, daß der Colibazillus bei der peritonealen Infektion eine schützende Rolle spielt. Man muß vielmehr annehmen, daß der Colibazillus hier auch ein sehr wichtiger Faktor beim Entstehen der Peritonitis ist.

Seitdem die Arbeiten von Wegner<sup>2)</sup> und Grawitz<sup>3)</sup> das mit den geltenden Anschauungen in starkem Widerspruch stehende Ergebnis gebracht haben, daß die Einspritzung pyogener Mikroben in die normale Bauchhöhle ebenso unschädlich sei, wie dasjenige von indifferenten Organismen, folgte eine ganze Reihe von experimentellen und klinisch-bakteriologischen Studien über die Ätiologie der Peri-

1) F. Gál, Wiener klin. Wochenschr. 1920, Nr. 40, S. 878.

2) Wegner, Arch. f. klin. Chir. 1877, Bd. 20, S. 64.

3) Grawitz, Charité-Annalen 1886, 11. Jahrg., S. 770 und Virchows Archiv 1889, Bd. 116, S. 116.

tonitis: Pawlowski<sup>1)</sup>, Reichel<sup>2)</sup>, Wallgren<sup>3)</sup> u. a. Nach der allgemeinen Auffassung kann eine Verschiedenheit der Virulenz der zu den Versuchen verwendeten Mikroorganismen von großer Bedeutung für den Ausgang der peritonealen Infektion sein.

Auch aus meinen oben geschilderten Versuchen, in welchen ich allerdings hauptsächlich lange fortgezüchtete Bakterienstämme verwendete, ergibt sich ebenfalls, daß das Peritoneum diesen Eindringlingen gegenüber außerordentlich widerstandsfähig ist. Man muß eine ungemein große Menge Bakterien intraperitoneal einspritzen, um ein Tier zu töten. Dann findet man meistens eine hämorrhagische Entzündung der Bauchhöhle. Verwendet man aber nicht-tödliche Bakterien Dosen, so sieht man entweder nur leichte Hyperämie des Netzes usw. oder gar keine makroskopisch bemerkbare Veränderungen in der Bauchhöhle. Dabei bleibt es in meinen Versuchen unentschieden, ob die eingespritzten Bakterien sich in der Bauchhöhle weiter vermehren, oder ob die beobachteten pathologisch-anatomischen Veränderungen nur durch die mit der Stammlösung eingespritzten Bakterien und ihre Toxine bewirkt wurden.

Hatten also die Versuche mit den verschiedenen einzelnen Bakterienstämmen nicht zu dem gewünschten Resultat, Erzielung einer sicheren Peritonitis mit nicht-tödlichem Ablauf, geführt, so sieht man im Gegensatz hierzu aus Tabelle 7, daß alle Tiere, welche eine große, jedoch nicht-tödliche Menge des Bakterien-gemisches (0,5 ccm pro Kilogramm der Staphylokokken-Colistamm-lösung) erhalten hatten und danach am Leben geblieben waren, ausnahmslos eine mehr oder weniger deutliche pathologisch-anatomische Veränderung des Netzes und manchmal auch des Peritoneums zeigten.

Hiermit ist das Ziel, das ich mir gestellt habe, im wesentlichen erreicht. Allerdings läßt sich die Infektion in den Bakterienversuchen nicht so quantitativ beherrschen, wie in den Versuchen mit Jodlösung, bei denen man mit Sicherheit eine nicht-tödliche schwere Erkrankung bekannter Stärke hervorrufen kann. Für meine Zwecke war es aber hinreichend, zu wissen, daß nach Einspritzung von 0,5 ccm der genannten Mischkultur von Staphylokokken und Colibakterien mit Sicherheit eine deutliche Peritonitis hervorgerufen werden kann, welche in der Mehrzahl der Fälle überlebt wird.

---

1) Pawlowski, Virchows Archiv 1889, Bd. 117, S. 469.

2) Reichel, Deutsche Zeitschr. f. Chirurg. 1890, Bd. 30, S. 1.

3) Wallgren, Zieglers Beiträge 1899, Bd. 25, S. 206.



Zum Schluß mag noch hervorgehoben werden, daß in allen Fällen meiner bakteriellen Peritonitis das Netz stärker entzündet war als die übrigen Bauchorgane. Es ist dieses verständlich, da nach den Angaben von Heger<sup>1)</sup>, Seifert<sup>2)</sup> u. a. das Netz das wichtigste Resorptionsorgan für korpuskuläre Elemente in der Bauchhöhle ist und nach Arima und Sakamura<sup>3)</sup> und nach Gál<sup>4)</sup> bei der Abwehr bakterieller Infektionen in der Bauchhöhle die wichtigste Rolle spielt.

### 3. Röntgenologische Untersuchung der Magen-Darmbewegungen bei der experimentellen Peritonitis.

Hotz<sup>5)</sup> ging bei seinen Untersuchungen in der Weise vor, daß er bei Kaninchen die Bauchhöhle im Kochsalzbade öffnete, und eine Dünndarmschlinge samt Mesenterium zur graphischen Registrierung einspannte. Diese Methode kann natürlich nur im beschränkten Maße Aufschluß über das Verhalten der Magen-Darmbewegungen bei Peritonitis geben; man muß den ganzen Ablauf dieser Bewegungen bei der experimentellen Peritonitis unter möglichst ungestörten Bedingungen untersuchen. Ich verwendete zu diesem Zwecke das Röntgenverfahren, welches zweifellos (neben dem Bauchfenster) die geeignetste Methode darstellt.

Als Versuchstiere dienten weibliche mittelgroße Katzen, welche vor der Durchleuchtung mindestens 24 Stunden gehungert hatten und mit 25 cem Kartoffelbrei und 10 g Bariumsulfat in einer Holzkiste mit dem Löffel gefüttert waren. Die Durchleuchtung geschah im Anfang stets halbstündlich, danach stündlich; die Bilder wurden in der üblichen Weise mit Schirmpausen festgelegt.

In den Normalversuchen sieht man  $\frac{1}{2}$  Stunde nach der Fütterung den Magen im Fundus- und Pylorusteil stark und gleichmäßig gefüllt und kann gewöhnlich deutliche Antrumperistaltik erkennen. Meistens sieht man 10—20 cm lange Schatten im Dünndarm. Dieser letztere füllt sich darauf schnell, und im Mittel nach 2 Stunden wird das Maximum seiner Füllung erreicht, die dann in den weiteren Beobachtungsstunden allmählich abnimmt, so daß nach 7 Stunden nur noch ein geringer Rest im Dünndarm vorhanden ist. Der Magen ist ungefähr  $3\frac{1}{2}$  Stunden nach der Fütterung leer. Der erste Schatten im Cökum tritt im Mittel nach  $2\frac{3}{4}$  Stunden auf, in den darauffolgenden Stunden füllt sich der Dickdarm

---

1) F. Heger, Archivio di Fisiologia 1904, Vol. II, S. 150 (Ref.).

2) E. Seifert, Bruns' Beiträge z. klin. Chir. 1920, Bd. 119, S. 249.

3) Arima und Sakamura, Zentralbl. f. Bakt. Bd. 72, S. 391.

4) F. Gál, Wiener klin. Wochenschr. 1920, Nr. 40, S. 878.

5) G. Hotz, Mitt. aus d. Grenzgebieten d. Med. u. Chir. 1909, Bd. 20, S. 257.

immer mehr, und 3 Stunden später ist der erste Schatten im distalen Kolon sichtbar. Innerhalb 24—30 Stunden nach der Fütterung erfolgt meistens 1—2 malige Kotentleerung.

a) Magen-Darmbewegungen bei chemischer Peritonitis.

Magen-Darmbewegungen bei Jodperitonitis.

In meiner kürzlich erschienenen Arbeit<sup>1)</sup> sind die Magen-Darmbewegungen bei der durch Jod hervorgerufenen Peritonitis genau geschildert. Es ergab sich dabei, daß sie sich von denen normaler Katzen deutlich unterscheiden. Man findet eine beträchtliche Verzögerung der Entleerung des Magens, Dünndarms und Dickdarms. In den ersten 3 Stunden nach der Fütterung nimmt die Magengröße allerdings deutlich ab, aber die Entleerung ist auch dann schon langsamer als in der Norm. In den folgenden Stunden dagegen ändert sich dann das Magenbild nur noch wenig, so daß man in den aufeinander folgenden Beobachtungsstunden kaum einen Unterschied feststellen kann, und man den Fundus kugelförmig und bewegungslos stundenlang in der Bauchhöhle liegen sieht. Etwa 2 Stunden später als in den Normalversuchen wird das Maximum der Dünndarmfüllung erreicht, welche im weiteren Verlaufe am ersten Tage weder zu- noch abnimmt, sondern bis zum Abend dieselbe Ausdehnung behält. Der Übergang des Futters vom Dünndarm ins Cökum wird ebenfalls deutlich verspätet, dagegen erfolgt die Passage durch das proximale Kolon viel schneller (1 Stunde). Die Kotentleerung ist deutlich verspätet. Überall im Verdauungstraktus bieten die Darm-schlingen ein eigentümliches Bild allgemeiner Schloffheit dar. Den allgemeinen Ablauf der Verdauungsbewegungen bei der Jodperitonitis erkennt man auf dem Diagramm Kurve 4 (+++).

Diese motorische Funktionsstörung bei der Jodperitonitis ist 24 und 48 Stunden nach der Einspritzung am deutlichsten ausgesprochen. Nach 72 Stunden kann man bereits eine Besserung sehen, indem die Dünndarmkurve wieder anfängt sich der Norm zu nähern und die Dickdarmfüllung verfrüht wird. 96 Stunden nach der Injektion ist die Störung viel geringer, und 120 Stunden nachher sieht man fast keine Störung mehr. Man kann also auf Grund dieser Versuche 24 bis 48 Stunden nach der Einspritzung den Höhepunkt der Erkrankung (vollständig parallel mit den obenerwähnten pathologisch-anatomischen Befunden) erwarten.

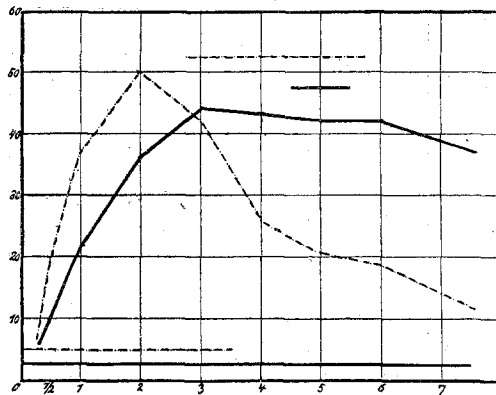
---

1) K. Arai, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 1922, Bd. 193, S. 359.

Wenn die Röntgenkurve wieder ganz normal geworden ist, findet man pathologisch-anatomisch in der Bauchhöhle immer noch Veränderungen (Verwachsungen u. dgl.). Dieses letztere Ergebnis stimmt mit der klinischen Beobachtung, daß bei chronischer Peritonitis meistens keine deutliche Obstipation mehr zu sehen ist.

#### Magen-Darmbewegungen bei Terpentinerperitonitis.

Bei vier Katzen, welche 2 Tage vorher intraperitoneal Terpentin erhalten hatten, und bei welchen nach der letzten Durchleuchtung bei der Sektion eine mehr oder weniger deutliche Peritonitis festgestellt werden konnte, war im Durchleuchtungsversuch eine deutliche Verzögerung der Magen-Darmbewegungen festzustellen (Kurve 1).

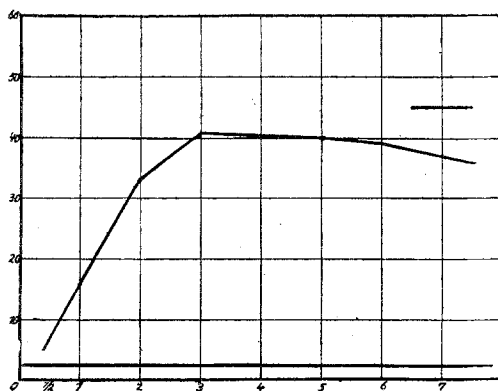


Kurve 1. .... Normalversuche. — Terpentinversuche. Die Kurven geben die Gesamtlänge der Dünndarmschatten in Zentimetern, die horizontalen Linien darunter die Dauer der Magenfüllung, die Horizontallinien oberhalb den Beginn der Füllung des proximalen und distalen Kolons an. Auf dieselbe Weise sind die übrigen Diagramme dieser Arbeit konstruiert.

Man sieht, daß der Magen stets schlaff ist und träge Bewegungen ausführt, und daß er 7 Stunden nach der Fütterung sich noch nicht vollständig entleert hat. Das Maximum der Dünndarmfüllung wird 1 Stunde später erreicht als normal, und die Entleerung des Dünndarms erfolgt außerordentlich langsam, so daß derselbe in den folgenden Stunden fast dieselbe Füllung behält und die Dünndarmkurve nahezu horizontal verläuft. Dabei sind rhythmische Segmentierung und Peristaltik, welche in den Normalversuchen regelmäßig beobachtet werden können, nur sehr selten zu sehen. Der Beginn der Kolonfüllung fällt im Mittel  $4\frac{1}{2}$  Stunden nach der Nahrungsaufnahme, 1 Stunde später ist bereits ein leichter Schatten im distalen

Kolonteil zu sehen. Antiperistaltik im proximalen, Peristaltik im distalen Kolon fehlen fast stets. Auf dem Röntgenschirm sieht man in allen Fällen, daß ein Teil der Dünndarmschlingen erweitert ist und unscharfe Konturen zeigt, und der Dickdarm ebenfalls schlaff und gesprenkelt aussieht.

In einem Falle, in welchem 0,5 ccm pro Kilogramm Terpentinöl zweimal in einem Abstand von 7 Tagen eingespritzt wurde, fand sich bei der Sektion eine deutliche, eitrige (aseptische) Peritonitis. Die Magen-Darmbewegungen waren ebenso stark beeinträchtigt wie bei den anderen nichteitrigen Terpentinperitonitiden; es fand sich kein wesentlicher Unterschied zu den Versuchen mit einmaliger Einspritzung.



Kurve 2. Eitrige Peritonitis durch zweimalige Einspritzung von Terpentinöl (0,5 ccm pro Kilogramm) in Abständen von 7 Tagen. Der Magen hat sich nach 8 Stunden noch nicht völlig entleert. Das Maximum der Dünndarmfüllung wird verspätet erreicht und hält sich danach während des ganzen Versuchstages nahezu auf der gleichen Höhe. Sehr verspäteter Eintritt der Füllung des proximalen Kolons, beschleunigter Durchgang durch das proximale Kolon.

#### b) Magen-Darmbewegungen bei bakterieller Peritonitis.

Diese Versuchsreihe besteht aus 14 Durchleuchtungsversuchen. Die Peritonitis wurde erzeugt: fünfmal durch Staphylokokken, einmal durch Colibazillen, viermal durch Streptokokken und viermal durch Mischinfektion mit Staphylokokken und Colibazillen. Alle Tiere wurden 48 Stunden nach der Bakterieneinspritzung durchleuchtet und nach der letzten Durchleuchtung seziiert. Nach meinen Erfahrungen zeigen bei Bakterienperitonitis alle Tiere, welche irgendwelche pathologisch-anatomischen Veränderungen besitzen, eine mehr oder weniger deutliche Be-

einträchtigung der Verdauungsbewegungen. Tiere dagegen, welche keine makroskopischen Veränderungen in der Bauchhöhle haben, zeigen nur inkonstante Abweichungen beim Röntgenversuch. Ein wesentlicher Unterschied in den Verdauungsbewegungen bei Peritonitis nach den verschiedenen Bakterienarten war nicht festzustellen. Aus diesem Grunde werden nur die Ergebnisse bei Tieren, bei welchen sich bei der Sektion makroskopisch wahrnehmbare pathologische Veränderungen am Netz, Peritoneum usw. fanden, hier zusammengefaßt.

Tabelle 8.

Bakterienart	Gesamtlänge der Dünndarmschatten in cm								I. Schatten im Kolon		Magen leer nach Stunden
	Stunden nach der Fütterung								nach Stunden		
	1/2	1	2	3	4	5	6	7	proximal	distal	
Staphylokokken (Agar)	10	35	40	45	47	46	44	43	5	6	> 7
	0	0	19	31	40	43	40	38	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	> 7
Staphylokokken (Bouillon)	8	19	32	37	41	40	38	29	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	6
	0	10	29	33	37	43	40	43	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	7	> 7
	11	25	31	36	42	45	44	40	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	> 7
Streptokokken (Bouillon)	0	16	28	31	38	35	40	44	4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	6	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	13	34	39	41	45	42	38	35	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	> 7
	4	20	33	42	44	39	41	38	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	> 7
	0	16	28	36	40	41	46	47	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	> 7
Bacterium coli (Agar)	0	13	32	39	42	47	42	40	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	> 7
Staphylokokken und Bacterium coli (Agar)	3	15	35	46	51	51	48	45	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	> 7
	9	23	37	42	50	49	45	44	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	> 7
	11	26	33	41	47	45	44	40	4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7
	7	29	34	43	41	38	39	36	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	> 7
Mittel	5	20	32	39	43	43	42	40	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	> 7

Die Magenentleerung dauerte in zwei Fällen 6 Stunden, in den übrigen Fällen über 7 Stunden, wobei der Magen stets deutlich schlaff war. Nur in den ersten 3 oder 4 Stunden sieht man träge peristaltische Bewegungen im Pylorusteil, welche danach aufhören, so daß der Magen in den folgenden Beobachtungsstunden bewegungslos und ohne an Größe abzunehmen in der Bauchhöhle liegt.

Das Diagramm Kurve 5 (S. 182) veranschaulicht deutlich das Verhalten der Schatten im Dünndarm aus dem Mittelwert sämtlicher Versuche berechnet. Die Kurve (+++) zeigt, daß auch bei bakterieller Peritonitis das Maximum der Dünndarmfüllung langsam und erst 4 Stunden nach der Nahrungsaufnahme erreicht wird. Die Entlee-

lung des Dünndarms ist beträchtlich verzögert, so daß die Kurve fast horizontal verläuft. In keinem Falle sah ich während der Durchleuchtung lebhafte rhythmische Segmentierung und Peristaltik, wie das bei normalen Katzen die Regel ist. Mehrere Dünndarmschlingen sind erweitert und lufthaltig und zeigen unscharfe Konturen, was unter normalen Umständen niemals vorkommt.

Der erste Schatten im proximalen Kolonteil tritt durchschnittlich etwas später auf als bei der chemischen, nicht-eitrigen Peritonitis:  $5\frac{1}{2}$  Stunden nach der Fütterung, während 1 Stunde später bereits Schatten im distalen Kolon deutlich wird. Im Dickdarm sieht man weder Antiperistaltik noch Peristaltik, das Dickdarmbild ist ungefähr dasselbe wie bei der chemischen Peritonitis.

Aus allen diesen Versuchen ergibt sich, daß die Magen-Darmbewegungen bei den verschiedenen Formen der Peritonitis bei Katzen stark verlangsamt sind, daß diese motorische Funktionsstörung ganz gesetzmäßig und gleichmäßig auftritt und von der Intensität der pathologisch-anatomischen Veränderungen in der Bauchhöhle nur wenig abhängt. Trotzdem bei Jodperitonitis eine hochgradige Veränderung zu finden ist, starke Injektion des Netzes und der Darmserosa, Verwachsung der Darmschlingen, Flüssigkeitsansammlung in der Bauchhöhle usw., während bei bakterieller Peritonitis in der Regel nur eine mäßige Injektion des Netzes zu sehen ist, läßt sich kein wesentlicher Unterschied im Verlaufe der Verdauungsbewegungen zwischen den beiden Versuchsreihen feststellen.

Nunmehr wurde in einer weiteren Versuchsreihe festgestellt, wie sich eine bakterielle Infektion der Bauchhöhle darstellt, wenn dieselbe nach vorhergegangener chemischer aseptischer Peritonitis erfolgt. Wir wissen schon, daß die Jodperitonitis sowohl pathologisch-anatomisch als auch funktionell einen ganz gesetzmäßigen Verlauf nimmt, so daß 96—120 Stunden nach der Jodeinspritzung die Magen-Darmbewegungen wieder normal geworden sind und die akuten Entzündungszeichen: die Injektion, Exsudation usw., abzuklingen beginnen, während die Verwachsungen bestehen bleiben und sogar fester werden. Auch hatten die Versuche ergeben, daß bei Einspritzung von Staphylokokken-Coligemisch bei vorher gesunden Tieren eine Peritonitis von verhältnismäßig konstanter Stärke eintritt. Es war daher möglich, zu untersuchen, wie sich diese beiden Krankheiten aufeinander superponieren.

Zu diesem Zwecke wurde bei Katzen, welche 3 Tage vorher 0,5 ccm pro Kilogramm Lugolsche Jodlösung erhalten hatten, 0,3

bis 0,5 ccm pro Kilogramm der Staphylokokken-Colistamlösung eingespritzt. 2 Tage nach dieser letzten Injektion wurden dann die Tiere durchleuchtet und am Abend nach der letzten Durchleuchtung seziiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 zusammengefaßt. Durch die Bakterieneinspritzung wird der pathologisch-anatomische Befund der Jodperitonitis nicht deutlich verstärkt, höchstens ist die Injektion des Netzes intensiver als ohne nachherige Bakterieneinspritzung. Die Funktionsstörung des Verdauungskanals ist dagegen stets sehr deutlich ausgesprochen und hat genau den gleichen Typus wie in den übrigen Peritonitisversuchen, während ohne Bakterieninjektion die funktionellen Folgen der Jodeinspritzung größtenteils abgeklungen sein müßten.

Tabelle 9.

Versuche mit Jod (0,5 ccm pro Kilogramm) und (2 Tage später)  
Staphylokokken-Colimischinfektion.

Nr.	Körpergewicht der Katze in kg	Dosis des Bakterien-gemisches ccm pro kg	Symptome nach der Injektion	Exitus	Sektionsbefund
1	1,6	0,3	gering	getötet nach 53 Stunden	leichte Injektion, Verwachsung, minimale Exsudation
2	0,8	0,5	"	tot in der Nacht	mäßig starke Injektion, minimale seröse Exsudation, Verwachsung
3	1,5	0,7	stark	tot in der Nacht	wie in Nr. 2, 11 ccm hämorrhagisches Exsudat
4	1,4	0,3	ziemlich stark	getötet nach 49 Stunden	leichte Injektion, Verwachsung, 3 ccm seröses Exsudat
5	1,2	0,5	ziemlich stark	getötet nach 55 Stunden	wie in Nr. 4
6	1,1	0,3	gering	tot nach 29 Stunden	hämorrhagisch-eitrige Peritonitis, 5 ccm Exsudat
7	1,4	0,5	stark	getötet nach 54 Stunden	leichte Injektion des Netzes und Peritoneums, einige ccm hämorrhagisches Exsudat

Wie die klinische Beobachtung lehrt, tritt bei einigen Fällen von akuter diffuser Peritonitis, bei der sogenannten »septischen Peritonitis«, fast regelmäßig Diarrhöe auf, und Grünbaum<sup>1)</sup> hat in seinen Tier-

1) Grünbaum, zitiert nach Nothnagels Handbuch 1903, Bd. 17, S. 620.

versuchen beobachtet, daß im Beginn der Peritonitis die Peristaltik gesteigert sein kann. In meinen Versuchen war dagegen in keinem Falle eine Beschleunigung der Magen-Darmbewegungen oder gesteigerte Peristaltik zu beobachten.

#### 4. Versuche über das Wesen der Motilitätsstörung des Magen-Darmkanals bei akuter Peritonitis.

Als Ursache der peritonitischen Bewegungsstörung wird von pathologischer Seite die entzündlich-ödematöse Durchtränkung angesehen, welche zu einer Art Parese der Darmmuskulatur führen soll (Stoke). Askanazy<sup>1)</sup> hat als die anatomische Grundlage der peritonitischen Darmlähmung eine Erweiterung der um die Darmwandganglienzellen gelegenen Lymphscheiden angesprochen; seine Angabe wurde von Walbaum<sup>2)</sup> bestritten und auf postmortale Veränderungen zurückgeführt, aber von Strehl<sup>3)</sup> an lebensfrisch fixierten Katzenmären bestätigt.

Nach der allgemeinen Annahme ist die Darmlähmung bei Peritonitis toxischen Ursprungs; die Bakterientoxine sollen auf die in der Darmwand gelegenen Ganglienzellen wirken und die Darmlähmung zur Folge haben. Außerdem soll die hiernach auftretende Auftreibung des Leibes und die Resorption des zersetzten Darminhaltes schädigend und schließlich tötend auf den Organismus einwirken. Im Gegensatz zu diesen allgemeinen Annahmen hatten die Versuche von Hotz gezeigt, daß bei Peritonitis eine Lähmung der Darmbewegungen nur in den geblähten Darmschlingen auftritt, während die nicht-geblähten aber ebenfalls entzündeten Darmschlingen eine fast normale Beweglichkeit behielten. Der Meteorismus des Darmes ist nach seiner Annahme durch die Zirkulationsstörung in der Bauchhöhle bedingt.

Aus dem Umstand, daß die Obstipation sofort mit dem Beginn der akuten Peritonitis einsetzt, und daß sie ferner bei vielen chronisch verlaufenden Peritoniden fehlt, ziehen Nothnagel<sup>4)</sup> und andere Autoren den Schluß, daß es bei der heftigen peritonitischen Reizung zu einer hiervon ausgehenden Erregung der Hemmungsnerven für den Darmkanal kommt. Außerdem wird angegeben<sup>5)</sup>, daß bei Peritonitis das Ganglion coeliacum entzündet sei und hierdurch die Darmlähmung

1) Askanazy, Wien. med. Wochenschr. 1900, Nr. 47, S. 2215.

2) Walbaum, Ebenda 1902, Nr. 37, S. 1742.

3) H. Strehl, Arch. f. klin. Chir. 1905, Bd. 75, S. 711.

4) Nothnagel, Spez. Pathol. u. Therap. Wien 1903, Bd. 17, S. 618.

5) Zitiert nach F. Rost, Pathologische Physiologie des Chirurgen. Leipzig 1920, S. 298.



hervorgerufen werde, welche dann weiter zu Meteorismus führt. Alle diese letztgenannten Annahmen sind aber bisher nicht experimentell erwiesen.

Da sich in meinen Versuchen tatsächlich eine deutliche Herabsetzung der Motilität des ganzen Magen-Darmkanals und eine deutliche Verzögerung der Entleerung bei akuter Peritonitis zeigte, konnte ich mit Erfolg an die Aufgabe herantreten, dem Wesen dieser Funktionsstörung näher zu kommen.

a) Ist die peritonitische Magen-Darmparese lokal bedingt?

In meiner vorhergehenden Arbeit<sup>1)</sup> konnte ich zeigen, daß bei Katzen mit Jodperitonitis der Cholingehalt des peritonitischen Darmes nicht vermindert ist, und daß daher die peritonitische Magen-Darmparese nicht auf dem Fehlen des normalen chemischen Reizes für die Darmbewegungen beruht. Außerdem kann man noch an die Möglichkeit denken, daß die Motilitätsstörung bei verschiedenen Peritonitisformen direkt durch die eingespritzte Jodlösung oder die Bakterientoxine verursacht wird. Für die Bakterientoxine ist diese Annahme bereits durch die Arbeit von Sogen<sup>2)</sup> widerlegt, welcher feststellen konnte, daß die verschiedenen Bakterientoxine, darunter die von *Staphylococcus aureus*, *Bacterium coli commune* und Streptokokken, also denselben Bakterien, welche in meinen Versuchen verwendet wurden, auf den isolierten überlebenden Kaninchendünndarm überhaupt keinen Einfluß haben oder sogar erregend wirken.

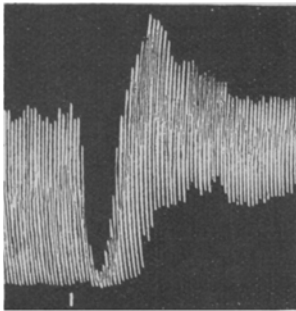
Ob ein direkter Einfluß der Jodlösung auf die Magen-Darmbewegungen vorhanden ist, habe ich selbst untersucht. Zu diesem Zwecke wurde der Einfluß der Jodlösung auf den isolierten überlebenden Kaninchendünndarm in Tyrodelösung in der üblichen Weise geprüft.

Man sieht auf Zusatz von 0,5 ccm von 0,2%iger Lugolscher Jodlösung eine minimale, und auf Zusatz von 1,0 ccm derselben Lösung auf 70 ccm Tyrodelösung eine deutliche Erregung des Darmes nach kurz vorübergehender Hemmung (Kurve 3a). Diese erregende Wirkung der Jod-Jodkaliumlösung beruht hauptsächlich auf der Wirkung von KJ, Zusatz von gesättigter, wässriger Jodlösung wirkt nur minimal erregend (Kurve 3b). Die Erregung nach Jodkalium ist nicht wesentlich von der Kaliumwirkung abhängig, denn eine äquimolekulare Lösung von Kaliumchlorid in entsprechender Dosis be-

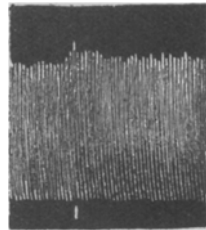
1) K. Arai, Archiv f. d. ges. Physiol. 1922, Bd. 193, S. 373.

2) J. Sogen, The Tohoku Journal of experimental Medicine 1920, Bd. 1, S. 339.

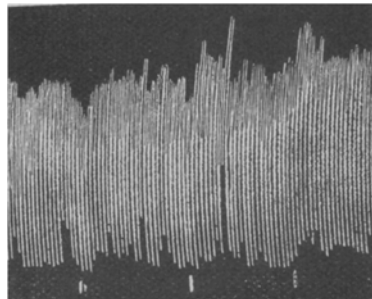
wirkt nur eine vorübergehende Hemmung (Kurve 3d), während erst die 5—10fache Menge erregend wirkt. Auf Kurve 3c sieht man nach 1 ccm 0,2%iger Jodkaliumlösung vorübergehende Hemmung mit nachfolgender Erregung auftreten.

*a*

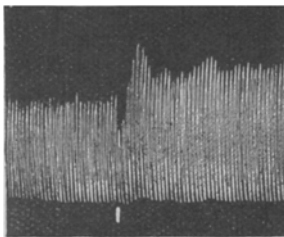
↑  
1,0 ccm 0,2%ige Lugolsche  
Jodlösung

*b*

↑  
1,0 ccm gesättigte wässrige  
Jodlösung

*d*

↑                    ↑                    ↑  
1,0 ccm    5,0 ccm    10,0 ccm  
0,18%ige KCl-Lösung

*c*

↑  
1,0 ccm 0,4%ige Jodkali-  
lösung

Kurve 3. Wirkung von Lugolscher Jodlösung auf den isolierten überlebenden Kaninchendünndarm in 70 ccm Tyrodelösung.

Dieser Versuch wurde zweimal mit demselben Ergebnis wiederholt. Es ergibt sich also, daß die Jodlösung selbst an der Magen-Darmparese nach Jodperitonitis nicht beteiligt ist, sie besitzt höchstens erregende Wirkung. Außerdem wird bekanntlich Jodkalium aus der Bauchhöhle so schnell resorbiert, daß unmöglich die Bewegungsstörung

nach 2 und 3 Tagen auf dem Vorhandensein von Jodkalium in der Bauchhöhle beruhen kann.

Es bleibt also nur die Frage, ob der Entzündungsprozeß als solcher die Bewegungsstörung lokal hervorruft, oder ob es sich um reflektorische Einflüsse handelt. Ein direkter Einfluß des resorbierten Giftes auf das Zentralnervensystem kommt bei der Jodeinspritzung wohl kaum in Betracht, während bei der Bakterienperitonitis auch an diese Möglichkeit gedacht werden muß, wie z. B. die bekannte Wirkung der Bakterientoxine auf das vasomotorische Zentrum usw. lehrt.

b) Die Abhängigkeit der peritonitischen Bewegungsstörung im Magen-Darmkanal von dem sympathischen Nervensystem.

Um zwischen den soeben angedeuteten Möglichkeiten zu unterscheiden, mußten zunächst Versuche angestellt werden, in welchen der nervöse Zusammenhang der Bauchorgane mit dem Zentralnervensystem unterbrochen wird. Für manche Symptome, die sich bei Peritonitis der Tiere und des Menschen entwickeln, ist ein inniger Zusammenhang mit dem Nervensystem wahrscheinlich gemacht oder bewiesen. Kappis<sup>1)</sup> und Friedländer<sup>2)</sup> haben bereits aus ihren Versuchen geschlossen, daß die Schmerzempfindung der Baucheingeweide auf dem Wege des Splanchnicus und Sympathicus vermittelt wird, und daß der Schmerz bei der Peritonitis ebenfalls auf diesem Wege übertragen wird. Hoffmann<sup>3)</sup> hat in sorgfältigen Experimenten die Bedingungen studiert, unter denen bei Peritonitis Bauchdeckenspannung zustande kommt, und dabei gefunden, daß dieselbe reflektorisch bedingt wird, und zwar im wesentlichen von der Bauchwand selber aus (durch Vermittelung der Nervi lumbosacrales und unter bestimmten Bedingungen auch der intercostales).

Daß reflektorische hemmende Einflüsse eine bedeutsame Rolle beim Ablauf der Magen-Darmbewegungen spielen können, geht schon aus den bekannten Untersuchungen von Pawlow, Cohnheim, Bayliss und Starling, Cannon und Murphy u. a. hervor. Nothnagel hat bereits die Vermutung ausgesprochen, daß die motorische Funktionsstörung bei Peritonitis vom autonomen Nervensystem abhängig ist, und daß die wesentliche Ursache der initialen Obstipation bei Peritonitis in einer von der heftigen peritonitischen Reizung aus-

---

1) Kappis, *Mittel. aus d. Grenzgebieten* 1913, Bd. 26.

2) G. Friedländer, *Arch. f. klin. Chir.* 1904. Bd. 72, S. 196.

3) A. Hoffmann, *Bruns' Beiträge* 1910, Bd. 69, S. 701.

gehenden Erregung der Hemmungsnerven gesucht werden muß. Mit dieser Auffassung läßt sich auch meine Beobachtung gut in Einklang bringen, daß nämlich die Funktionsstörung bei den verschiedensten Formen der Peritonitis, wie ich sie mit chemischen Reizstoffen und Bakterien bei Katzen künstlich erzeugen konnte, ganz gleichmäßig ist und einen gesetzmäßigen Verlauf nimmt.

Ich habe daher bei Katzen die splanchnischen Hemmungsnerven für den Magen und Dünndarm vollständig durchtrennt, danach bei ihnen Peritonitis hervorgerufen und festgestellt, wie sich die Magen-Darmbewegungen hiernach verhalten.

### Splanchnikotomie.

Der Magen-Darmkanal bezieht seine Hemmungsfasern vom Sympathicus. Die Fasern zum Magen und Dünndarm verlassen den Grenzstrang im unteren Thoraxteil (N. splanchnicus major) bzw. etwas tiefer (Nn. splanchnici minores) und verlaufen zum Ganglion coeliacum und mesentericum superius. Von diesen Ganglien aus verteilen sich die feinen Nervenfasern zum Magen und zum ganzen Dünndarm längs der Gefäße.

Um die Hemmungsfasern für den Magen-Darmkanal auszuschalten, bieten sich drei Wege:

1. Durchschneidung aller postganglionären Fasern (Magnus<sup>1)</sup>).
2. Vollständige Exstirpation des Ganglion coeliacum, mesentericum superius und inferius (Popielski<sup>2)</sup>, Strehl<sup>3)</sup> u. a.).
3. Durchschneidung der präganglionären Fasern.

Bei den zwei ersten Methoden wird gleichzeitig auch ein Teil der Vagusfasern mit durchschnitten, bei dem letzteren Verfahren dagegen nur die Bahn der sympathischen Nerven. Ich habe in meinen Versuchen die Splanchnici vollständig durchtrennt und dabei auf die Ausschaltung der Hemmungsnerven für den Dickdarm verzichtet. Das Ergebnis war auch so eindeutig genug.

Zu diesem Zwecke wurde mit einigen Abänderungen das von Asp<sup>4)</sup> angegebene Verfahren der retroperitonealen Splanchnikotomie angewandt. Man geht an der Grenze der langen Rückenmuskeln und der queren Bauchmuskeln dicht unter der letzten Rippe in die Tiefe, verfolgt die V. lumbalis I bis zur Nebenniere, schiebt diese mit einem kleinen stumpfen Häkchen etwas zur Seite, und sieht dann im suprarenalen Fettgewebe das

1) R. Magnus, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 1903, Bd. 115, S. 324.

2) L. Popielski, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1903, S. 338.

3) H. Strehl, Langenbecks Archiv f. klin. Chir. 1905, Bd. 75, S. 771.

4) Asp, Arbeiten a. d. physiol. Anstalt Leipzig 1867, Bd. 2, S. 132.

Ganglion coeliacum und dicht daneben das Ganglion mesentericum superius, zu denen der N. splanchnicus major und die Nn. splanchnici minores verlaufen. Die Nerven werden mit einem Häkchen angehakt und mit einer gekrümmten feinen Schere durchtrennt. Es ist nicht nötig, die Nebenniere dabei anzufassen und ebensowenig die Arteria und V. lumbalis abzubinden. Bei der Durchschneidung der Nerven erfolgte stets eine lebhaft Zuckung selbst des tief narkotisierten Tieres, ein Beweis dafür, daß der Eingriff gelungen ist. Die Nerven liegen links tief im Zwerchfellwinkel; rechts muß die Leber etwas nach oben geschoben werden. Die Wunde wurde in zwei Etagen geschlossen. Die ganze doppelseitige Operation kann in 25 Minuten vollendet werden, sie wurde stets in Meltzerscher Insufflationsnarkose unter streng aseptischen Kautelen durchgeführt. Die Katzen vertragen den immerhin schweren Eingriff gut, erholen sich rasch und wurden in den ersten 2 Tagen nach der Operation nur mit Milch gefüttert. Vom 3. Tage an fraßen sie gut und waren munter.

Unter sieben nach diesem Verfahren im Mai operierten Katzen starben zwei, die eine an Verblutung aus der A. lumbalis auf dem Operationstische, die andere an Wundinfektion.

Unter vierzehn im Januar operierten Tieren gingen vier nach 2—4 Tagen zugrunde, und zwar jedesmal an Pneumonie.

### 1. Magen-Darmbewegungen bei normalen, splanchnikotomierten Katzen.

Die alte Angabe von Pflüger, daß der Splanchnikus der Hemmungsnerv der Darmbewegung ist, wurde durch die sorgfältige Arbeit von Bayliss und Starling<sup>1)</sup> bestätigt. Mit dem Röntgenverfahren fand aber Cannon<sup>2)</sup>, daß nach beiderseitiger Splanchnikusdurchschneidung die Tätigkeit des Verdauungskanales verhältnismäßig wenig beeinträchtigt wird. Nur nach Eiweißnahrung war die Passage vom Pylorus zur Ileocökalklappe beschleunigt. Bei der dekapitierten Katze, bei welcher der Vagustonus beträchtlich erhöht ist, konnte dagegen Klee<sup>3)</sup> eine beschleunigte Magenentleerung und verstärkte Pylorusperistaltik nach doppelseitiger Durchschneidung der Splanchnici majores beobachten, während in einem Falle, in welchem auch die Splanchnici minores durchtrennt waren, ein schneller Übertritt des Futters vom Dünndarm ins Kolon auftrat. Meine eigenen Beobachtungen über den Erfolg der Splanchnikusdurchschneidung ergaben folgendes:

An neun Katzen, welchen in der oben geschilderten Weise alle Nn. splanchnici majores und minores durchtrennt waren, wurde nach vollständiger Erholung, also 7—13 Tage nach der Operation, in üb-

1) Bayliss und Starling, Journal of Physiology 1901, Bd. 26, S. 138.

2) W. B. Cannon, American Journal of Physiology 1906, Bd. 17, S. 429.

3) Ph. Klee, Archiv f. d. ges. Physiol. 1912, Bd. 145, S. 557.

licher Weise der Röntgenversuch angestellt. Stets waren bei der ersten Aufnahme peristaltische Pylorusbewegungen im Magen und beginnende Füllung des Duodenums zu sehen. Der Magen war stets gleichmäßig gefüllt und entleerte sich im Durchschnitt in 2 Stunden, also  $1\frac{1}{2}$  Stunden früher als in den Normalversuchen. Im Dünndarm waren deutliche rhythmische Segmentierung, manchmal auch peristaltische Wellen zu sehen. Die Entleerung des Dünndarms erfolgt unter dem Einfluß der Splanchnikotomie schneller und vollständiger; die Dünndarmkurve verläuft dadurch etwas steiler. Der Beginn der Kolonfüllung fällt im Mittel aus neun Versuchen  $2\frac{1}{4}$  Stunden nach der Nahrungsaufnahme und nach weiteren 2 Stunden ist der erste Schatten im distalen Kolon sichtbar. Auch dieses bedeutet eine Beschleunigung gegen die Norm. In vier Fällen war Antiperistaltik des proximalen Kolons deutlich zu sehen. Bei fast allen Katzen fand sich in der Nacht einmalige Kotentleerung, in welcher weder Blut noch Schleim zu sehen war. Auf Kurve 4 (S. 180) ist das Mittel aus diesen Versuchen (--- Kurve) wiedergegeben im Vergleich zu den Normalversuchen (- - - Kurve).

Aus diesen Versuchen ergibt sich also, daß durch vollständige Durchschneidung aller Splanchnikusäste bei normalen Katzen eine etwas schnellere Entleerung sowohl des Magens als auch des Dünndarmes zustande kommt. Die schnellere Passage des Futters durch den proximalen Kolonteil beruht wahrscheinlich auf dem schnelleren Nachschub vom Dünndarm her, da bei diesen Versuchen ein direkter Einfluß der Splanchnikotomie auf den Dickdarm wenig wahrscheinlich ist.

## 2. Magen-Darmbewegungen bei peritonitischen Katzen nach vollständiger Durchschneidung der Nn. splanchnici.

Über den Einfluß des Nervensystems auf die Motilität des peritonitischen Magen-Darmkanals ist bisher nur sehr wenig bekannt, im Gegensatz zu anderen Symptomen der Peritonitis. Hotz hat beobachtet, daß der Dünndarm peritonitischer Kaninchen, welchen er die Bauchhöhle im Kochsalzbade eröffnet hatte, sich lokalen Reizen gegenüber wie ein normales Organ verhält, daß sich dagegen auf dem Wege des Splanchnikus keine Hemmungsreflexe vom Peritoneum und anderen Körperstellen aus auf den Darmkanal auslösen lassen.

Ich habe nun bei den splanchnikotomierten Katzen teils mit Jod, teils mit Bakterien Peritonitis hervorgerufen, und die Magen-Darmbewegungen danach genau studiert. Die Jod- bzw. Bakterieninjektion wurde 2—3 Wochen nach der Splanchnikotomie vorgenommen, nachdem die Tiere sich erholt hatten.

Voraussetzung dieser vergleichenden Versuchsreihe ist, daß eine Dosis zur Peritonitiserzeugung eingespritzt wird, welche sicher zur Erkrankung führt. Bei Jod läßt sich das leicht erreichen, aber auch bei Bakterienperitonitis haben die oben mitgeteilten Versuchsreihen hierfür eine zuverlässige Basis geschaffen.

#### Jodperitonitis.

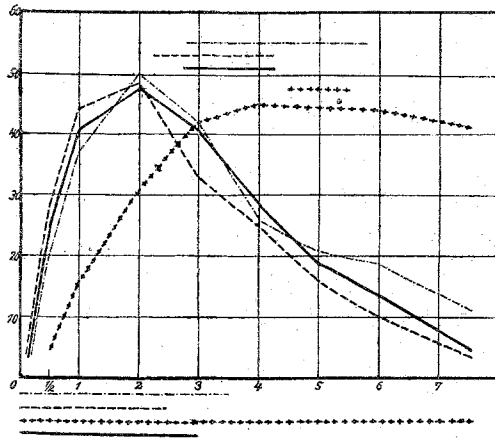
Die Katzen erhielten stets 2 Tage vor der Röntgendurchleuchtung 0,5 cem pro Kilogramm 2%ige Lugolsche Jodlösung intraperitoneal. Ihr subjektives Verhalten wich nicht wesentlich von den peritonitischen Katzen mit erhaltenem Splanchnikus ab.

Bei der Röntgendurchleuchtung stellte sich nun das interessante Ergebnis heraus, daß die splanchnikotomierten Katzen bei der Jodperitonitis keine Verzögerung der Magen-Darmbewegungen bekommen. Die peristaltischen Wellen liefen im Pylorusteil mit großer Regelmäßigkeit ab, meistens zeigten sich 2—5 tiefe Einschnürungen. Sie fehlten in keinem Falle und dauerten so lange, als der Magen noch Inhalt aufwies, während bei erhaltenen Splanchnicis die Magenbewegungen sehr träge sind und 3—4 Stunden nach der Fütterung aufhören. Auch die Verzögerung der Magenentleerung fehlt vollständig. Durch die mächtigen Kontraktionen des Pylorusteiles wird der Mageninhalt ununterbrochen ins Duodenum übergeführt, so daß schon 3 Stunden nach der Fütterung der Magen praktisch leer geworden ist, also nur wenig später als bei gesunden splanchnikotomierten Katzen, und schneller als bei gesunden normalen Katzen. Dagegen ist bei peritonitischen Katzen mit erhaltenem Splanchnikus der Magen 7 Stunden nach der Fütterung immer noch gefüllt.

Auch die Dünndarmbewegung der peritonitischen Tiere erfolgte nach der Splanchnikotomie sehr viel stärker und schneller. Sowohl die Pendelbewegungen wie die Peristaltik sind ebenso deutlich zu sehen, wie bei normalen Tieren. Die peristaltischen Wellen waren in großer Ausdehnung zu sehen und durchliefen manchmal große Strecken des Dünndarmes, dabei erhebliche Mengen des Bariumbreies vor sich her schiebend. Dementsprechend geht die Passage des Futters ebenfalls viel schneller vor sich als bei Peritonitistieren mit erhaltenem Splanchnikus. Geradeso wie bei den Normaltieren erreicht der Dünndarm schon 2 Stunden nach der Fütterung das Maximum seiner Füllung. Infolge der beschleunigten Dünndarmbewegungen erreicht der Dünndarminhalt den Anfangsteil des Kolons wesentlich schneller und ungefähr zu derselben Zeit wie bei den gesunden Normaltieren. Die Dünndarmkurve fällt denn auch ungefähr ebenso

steil ab, wie bei den Tieren ohne Peritonitis, und in der letzten Beobachtungsstunde ist im Dünndarm fast kein Schatten mehr zu sehen, so daß die Dünndarmentleerung sehr viel vollständiger ist als in der Norm, während peritonitische Tiere mit erhaltenem Splanchnikus dann noch fast maximale Dünndarmfüllung zeigen.

Alle diese Verhältnisse sieht man aus nachstehendem Diagramm (Kurve 4), welches vergleichsweise die Magen-Darmbewegungen bei gesunden Normaltieren, gesunden Tieren mit durchschnittenem Splanchnikus, und nach Jodperitonitis bei Tieren mit erhaltenem und durchschnittenem Splanchnikus zeigt.



Kurve 4. --- Normalversuche. --- Gesunde Tiere mit durchschnittenem Splanchnikus. +++ Jodperitonitis an Tieren mit erhaltenem Splanchnikus. — Jodperitonitis an Tieren mit durchschnittenem Splanchnikus.

Bei den Tieren mit durchschnittenem Splanchnikus sieht man auf dem Röntgenschirm, geradeso wie bei den Versuchen mit intaktem Splanchnikus, abnorme Weite und unscharfe Kontur der Dünndarmschatten.

Ein Einfluß der Splanchnikotomie auf den Dickdarm war in keinem Falle zu beobachten; die beschleunigte Passage des Futters durch das proximale Kolon und das erweiterte und gesprenkelte Bild des ganzen Dickdarmes waren immer noch zu sehen. Eine Steigerung der Dickdarmbewegungen war nicht zu beobachten. Es entspricht das der Erwartung, da ja die Splanchnici inferiores bzw. die Bahnen zum Ganglion mesentericum inferius bei meinen Versuchen nicht durchtrennt worden sind.



Es ergibt sich also aus dieser Versuchsreihe, daß die Hemmung der Magen-Darmbewegungen bei Jodperitonitis nach Durchschneidung der Splanchnici nicht mehr zustande kommt.

#### Bakterielle Peritonitis.

Es bleibt nun festzustellen, ob sich dasselbe Verhalten auch bei der bakteriellen Peritonitis nachweisen läßt, denn a priori ist es ja durchaus möglich, daß Bakterientoxine außerdem noch einen direkten Einfluß auf die Magen-Darmwand selbst ausüben. Dagegen schien allerdings zu sprechen, daß Sogen am isolierten Darm keine hemmende Wirkung mit Bakterientoxinen erzielen konnte.

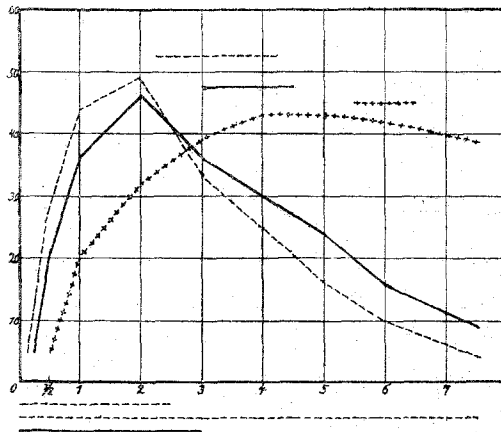
Injiziert wurde, um wirklich sichere Schlüsse ziehen zu können, eine Bakteriendosis, nach welcher die Tiere mit intaktem Splanchnikus sicher erkrankten, und ein Teil von ihnen starb. Wie aus Tabelle 7 (siehe oben S. 162) ersichtlich ist, ruft 0,5 ccm pro Kilogramm der von mir verwendeten Staphylokokken-Colistammlösung in allen Fällen eine mehr oder weniger deutliche Peritonitis bei Katzen hervor, wobei unter dreizehn Katzen vier starben. Aus diesem Grunde habe ich im ganzen zehn splanchnikotomierten Katzen dieselbe Dosis der Stammlösung eingespritzt, wonach drei in der Nacht starben, die sieben überlebenden Katzen dienten zum Versuche.

Ebenso wie bei der Jodperitonitis zeigte sich kein großer Unterschied in dem äußeren Verhalten der splanchnikotomierten und nicht-splanchnikotomierten Katzen bei der peritonealen Mischinfektion. Alle Tiere machten an den ersten beiden Tagen einen mäßig kranken Eindruck und erholten sich am dritten Tage anscheinend gut. Bei den drei gestorbenen Katzen trat ein- bis zweimaliges Erbrechen ein. Hieraus ergibt sich also, daß bei der Bakterienperitonitis nach Splanchnikotomie noch Erbrechen erfolgen kann, während Klee<sup>1)</sup> nach Beobachtungen an dezerebrierten Tieren angibt, daß nach Splanchnikotomie sich durch Vagusreizung kein Erbrechen mehr auslösen läßt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dieser Unterschied auf dem bei dezerebrierten Tieren stark gesteigerten Vagustonus beruht.

In sechs Versuchen, in welchen die Splanchnikotomie vollständig gelungen war, ergaben sich dieselben Resultate wie bei der Jodperitonitis. Im Gegensatz zu den peritonitischen Tieren mit intaktem Splanchnikus war die Antrumperistaltik des Magens deutlich verstärkt und die Magenentleerung beträchtlich beschleunigt. Schon gegen Ende der 2. Stunde erreicht, gradeso wie bei den Normaltieren,

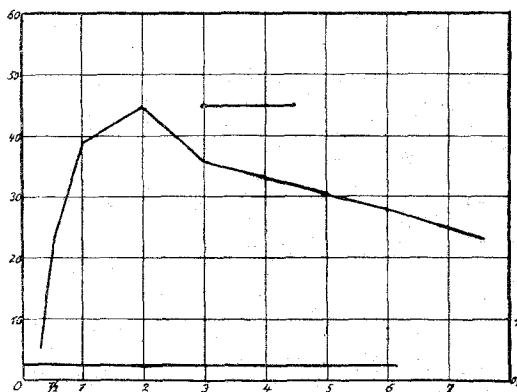
1) Ph. Klee, Dtsch. Arch. f. klin. Med. 1919, Bd. 128. S. 204.

die Dünndarmfüllung ihr Maximum und nimmt danach verhältnismäßig schnell ab, so daß am Ende der Beobachtungszeit nach 7 Stunden der Dünndarm nur einen geringen Rest enthält. Die Bewegungen des Dünndarmes sind lebhaft und verhalten sich ungefähr genauso wie in der Norm. Der erste Schatten erscheint schon nach 3 Stunden im Cökum und 1½ Stunden später im distalen Kolon. Ein Einfluß auf den Dickdarm war nicht zu beobachten.



Kurve 5. --- Gesunde Tiere mit durchschnittenen Splanchnicus. +++ Bakterienperitonitis bei erhaltenen Splanchnicus. — Bakterienperitonitis nach Splanchnikotomie.

In einem Versuche war der linksseitige Splanchnikus intakt geblieben und deshalb nur ein geringer Einfluß der vorhergehenden



Kurve 6. Bakterienperitonitis. Bei der Splanchnikusdurchschneidung war der linksseitige Splanchnikus nicht durchschnitten worden.

Operation zu sehen. Der Magen blieb bis zum Ende der 6. Stunde gefüllt, und nach 3 Stunden hörte die Pylorusperistaltik auf. Die Dünndarmfüllung nahm sehr langsam ab, sodaß bei der letzten Durchleuchtung noch über 20 cm lange Schatten zu sehen waren (Kurve 6).

Alle Tiere, sowohl die mit Jod- als die mit Bakterienperitonitis, wurden nach der letzten Durchleuchtung durch Nackenschlag getötet und sezziert. In allen Fällen wurde dabei eine mehr oder weniger deutliche pathologisch-anatomische Veränderung des Netzes und des Peritoneums festgestellt, und außerdem die vollständige Durchschneidung beider Splanchnici kontrolliert. Ein Einfluß der Splanchnikotomie auf den Tonus des Magens und Darmes, auf die Füllung der Mesenterialgefäße usw. war nicht festzustellen. Nachfolgende Tabelle 10 gibt eine Übersicht über die Sektionsbefunde.

Tabelle 10.

Nr.	Körpergewicht der Katze in kg	Dosis der Injektion ccm pro kg	Symptome nach der Injektion	Exitus	Sektionsbefund
Splanchnikotomie + 2%ige Lugolsche Jodlösung.					
1	1,7	0,5	mäßig stark	getötet am 4. Tage	typisch sero-fibrinöse Peritonitis
2	1,9	0,5	» »	getötet am 4. Tage	typisch sero-fibrinöse Peritonitis
3	1,9	0,5	» »	getötet am 4. Tage	typisch sero-fibrinöse Peritonitis
4	2,2	0,5	» »	getötet am 3. Tage	typisch sero-fibrinöse Peritonitis
5	1,6	0,5	» »	getötet am 3. Tage	typisch sero-fibrinöse Peritonitis
Splanchnikotomie + Staphylokokken-Colimischinfektion.					
1	2,1	0,5	mäßig stark	getötet nach 49 Stunden	mäßig starke Injektion des Netzes, Trübung des Peritoneums
2	1,3	0,5	stark	tot in der Nacht	sehr starke hämorrhagische Peritonitis, 8 ccm Exsudat
3	2,2	0,5	mäßig stark	getötet nach 49 Stunden	mäßig starke Injektion des Netzes, minimales Exsudat
4	1,4	0,5	» »	getötet nach 48 Stunden	leichte Injektion des Netzes, einige Ekchymosen der Darmserosa
5	1,6	0,5	stark	getötet nach 50 Stunden	mäßig starke Injektion des Netzes und leichte Injektion der Darmserosa

Nr.	Körpergewicht der Katze in kg	Dosis der Injektion cem pro kg	Symptome nach der Injektion	Exitus	Sektionsbefund
6	1,2	0,5	mäßig stark	getötet nach 48 Stunden	fast wie in Nr. 5, minimales Exsudat
7	2,5	0,5	stark	tot in der Nacht	starke Injektion des Netzes und der Darmserosa, Ekchymosen
8	1,7	0,5	"	tot in der Nacht	fast wie in Nr. 7, minimales hämorrhagisches Exsudat
9	1,9	0,5	mäßig stark	getötet nach 49 Stunden	mäßig starke Injektion des Netzes, leichte Injektion des Peritoneums
10	1,2	0,5	" "	getötet nach 48 Stunden	leichte Injektion des Netzes

Hierdurch ist bewiesen, daß auch bei der bakteriellen Peritonitis die Motilitätsstörung des Magens und Dünndarmes durch Durchschneidung der zum Magen und Dünndarm führenden splanchnischen Hemmungsnerven vollständig beseitigt werden kann. Es ist also die Mitwirkung dieser Hemmungsfasern für die peritonitische Magen-Darmparese bei Katzen notwendig. Weder die direkte chemische Einwirkung der Peritonitis erzeugenden Stoffe (Jod, Terpentinöl, Bakterientoxine), noch das Auftreten der pathologisch-anatomischen (entzündlichen) Veränderungen des Peritoneums und der Verdauungsorgane selbst vermag also durch eine direkte Lokalwirkung das Entstehen der peritonitischen Magen-Darmparese zu erklären. Bei der Jodperitonitis ist es durchaus unwahrscheinlich, daß resorbiertes Jod oder Jodkalium einen direkten toxischen Einfluß auf das Zentralnervensystem ausübt. Hier ist also der sichere Schluß erlaubt, daß es sich ausschließlich um reflektorische Einflüsse handelt. Bei der Bakterienperitonitis ist dieses keineswegs selbstverständlich, da aber die Störung in allen Einzelheiten und quantitativ derjenigen bei der Jodperitonitis gleicht, wird es sehr wahrscheinlich, daß es sich auch hier im wesentlichen nur um reflektorische Einflüsse handelt, und daß eine direkte Vergiftung des Zentralnervensystemes durch die Bakterientoxine keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielt. Diese reflektorischen Einflüsse verlaufen, wenigstens was Magen und Dünndarm angeht, durch den Splanchnikus. Hierdurch ist ein direkter Beweis für die Anschauung von Nothnagel gebracht, daß die bei akuter Peritonitis

auftretende Obstipation an die Splanchnici gebunden ist. Daß der efferente Weg dieses Reflexes durch die Splanchnici geht, ist ohne weiteres verständlich, da dieser ja der Hemmungsnerv für die Magen-Darmbewegungen ist. Ob die afferente Bahn ausschließlich oder überwiegend durch die Splanchnici geht, läßt sich natürlich nicht mit Sicherheit sagen, da wir nicht wissen, ob vom Peritoneum parietale durch zerebrospinale sensible Nerven der Reflex vermittelt wird, oder ob er überwiegend von den Baueingeweiden auf dem Wege des Splanchnikus übertragen wird, oder ob beide Bahnen eine Rolle spielen.

### 5. Wirkung des Cholins auf die Motilitätsstörung bei bakterieller Peritonitis.

Nach der Feststellung von Le Heux<sup>1)</sup>, daß die von Weiland gefundene Peristaltik erregende Wirkung des Darmdialysates auf Cholin beruht, und daß das Cholin die Bewegungen des Magens und Dünndarmes bei normalen Katzen deutlich steigert, wurde weiter im hiesigen Institut durch v. Kühlewein<sup>2)</sup> und mich<sup>3)</sup> eine Reihe von Untersuchungen über die therapeutische Wirkung des Cholins bei verschiedenen Formen der Magen-Darmlähmung ausgeführt. Es ergab sich hierbei, daß die schwere Motilitätsstörung des Magens und Darmes, wie sie nach tiefer Chloroformnarkose, nach Laparotomie mit Eventration des Darmes und bei Jodperitonitis eintritt, durch intravenöse Einspritzung von salzsaurem Cholin sich so gut wie völlig aufheben läßt. Besonders von klinischer Seite wurde uns die Frage vorgelegt, ob diese Feststellungen auch für die bakterielle Peritonitis gelten, und ich habe daher über diesen Punkt noch eine besondere Versuchsreihe angestellt.

Zu diesem Zwecke erhielten neun Katzen 48 Stunden vorher die sicher Peritonitis erzeugende Dosis von 0,5 ccm pro Kilogramm der Staphylokokken-Colistamlösung intraperitoneal; drei davon starben, sechs überlebten und dienten zum Versuch. Alle Tiere wurden nach der letzten Durchleuchtung seziiert und zeigten deutliche Hyperämie des großen Netzes usw.

An dem Tage des Röntgenversuches erhielten die Tiere 20—25 Minuten nach der Fütterung 10 mg pro Kilogramm Cholin-HCl direkt in die Vena saphena eingespritzt; die Flüssigkeitsmenge betrug 1 ccm, die Injektionsdauer 50—90 Sekunden.

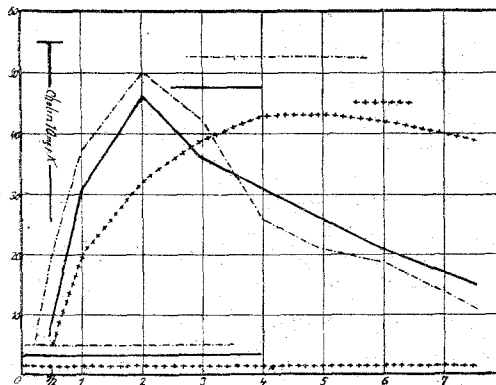
1) J. W. le Heux, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 1918, Bd. 173, S. 8.

2) M. v. Kühlewein, Ebenda 1921, Bd. 191, S. 99.

3) K. Arai, Ebenda 1922, Bd. 193, S. 359.

Nach der Einspritzung des Cholins verhalten sich die Magen-Darmbewegungen durchaus anders als bei den unbehandelten Peritonitistieren. Schon kurz nach der Injektion sieht man, daß der Magen nicht mehr schlaff ist und daß er deutliche Peristaltik zeigt von großer Regelmäßigkeit und mit tiefen Einschnürungen, selbst tiefer als bei gesunden Tieren. Vollständige Magenentleerung wurde frühestens nach  $2\frac{1}{2}$ , durchschnittlich 4 Stunden nach der Fütterung beobachtet, so daß das Maximum der Dünndarmfüllung schon nach 2 Stunden wie unter normalen Bedingungen erreicht wird. Auch im Dünndarm sieht man unter dem Einfluß des Cholins eine deutliche Zunahme der Bewegungen, stets ist rhythmische Segmentierung deutlich und häufig auch Peristaltik zu sehen. Auch die Fortbewegung durch den Dünndarm ist beträchtlich beschleunigt, so daß nach 7 Stunden, nach welcher Zeit bei unbehandelten Peritonitiskatzen der Dünndarm noch fast maximal gefüllt ist, bei den mit Cholin injizierten Tieren der Dünndarm bis auf einen geringen Rest entleert ist, wie in den Normalversuchen.

Die beschleunigten Dünndarmbewegungen führen zu einer verfrühten Füllung des Dickdarmes, welche im Mittel  $2\frac{1}{2}$  Stunden nach der Fütterung beginnt, also 3 Stunden früher unter dem Einfluß des Cholins als ohne dasselbe. Nach weiteren  $1\frac{1}{2}$  Stunden ist bereits der erste Schatten im distalen Kolonteil sichtbar. Die Passage durch das proximale Kolon ist also etwas langsamer als in den Peritonitis-



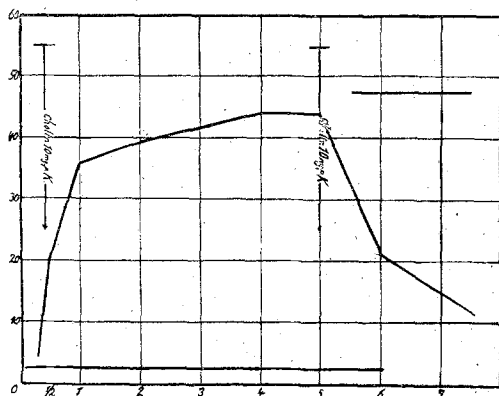
Kurve 7. --- Normalversuche. +++ Bakterienperitonitis (Mischinfektion).  
— Bakterienperitonitis, intravenöse Cholinbehandlung.

versuchen, und etwas schneller als in den Normalversuchen. Außer dieser, wenn auch geringen Verlangsamung der Passage des Futters

durch den proximalen Kolonteil, sieht man keine deutlich sichtbare Veränderung der Dickdarmbewegung nach den verwendeten Cholin-dosen. Nach meinen früheren Versuchen mit Jodperitonitis ist zu erwarten, daß nach 15 mg pro Kilogramm Cholin sich in unmittelbarem Anschluß an die Einspritzung auch ein Einfluß auf den Dickdarm wird konstatieren lassen. Das charakteristische verwaschene Bild der Dünn- und Dickdarmschatten nach Peritonitis wurde durch Cholineinspritzung wenig beeinflusst.

Auf Kurve 7 sieht man vergleichsweise die Magen-Darmbewegungen bei Normaltieren, bei Peritonistieren und bei der Bakterienperitonitis nach der Cholinbehandlung.

Ein Versuch, in welchem die Wirkung des Cholins auffallenderweise zunächst vorübergehend war, soll hier noch besonders beschrieben werden. Auch in diesem Falle war der Einfluß der Cholineinspritzung etwa  $1\frac{1}{2}$  Stunden lang nach der Injektion deutlich zu sehen. Dagegen änderte sich das Magenbild in den folgenden Stunden nur wenig. Die Antrumperistaltik hörte auf und der Dünndarm behielt fast dieselbe Füllung bis zu  $4\frac{1}{2}$  Stunden nach der Fütterung. Als aber nunmehr dieselbe Dosis Cholin nochmals eingespritzt wurde, trat ein deutlicher Einfluß auf. Nach einer weiteren Stunde war der Magen fast vollständig leer, die Dünndarmschatten hatten bis zu 20 cm abgenommen und das Colon ascendens war deutlich gefüllt. Kurve 8 veranschaulicht dieses Verhalten.



Kurve 8. Bakterienperitonitis, Cholintherapie. 25 Minuten und 5 Stunden nach der Fütterung werden je 10 mg pro Kilogramm Cholin-HCl intravenös eingespritzt.

## 6. Zusammenfassung.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung, in welcher die experimentelle Erzeugung von Peritonitis und das Verhalten der Magen-

Darmbewegungen bei dieser Erkrankung studiert wurden, sind folgende:

1. In der vorhergehenden Arbeit<sup>1)</sup> konnte ich zeigen, daß intraperitoneale Einspritzung von 0,5 ccm pro Kilogramm 2%ige Lugolsche Jodlösung bei Katzen eine typische sero-fibrinöse Peritonitis hervorruft, welche sich nicht nur pathologisch-anatomisch, sondern auch röntgenologisch durch große Regelmäßigkeit des Verlaufes auszeichnet, und sich daher für experimentell-therapeutische Versuche besonders gut eignet. Die Erkrankung erreicht anatomisch zwischen 48—72 Stunden ihr Maximum und heilt nach einer Woche spontan, wobei geringe Verwachsungen der Därme und des Peritoneums zurückbleiben. Die Motilitätsstörung des Magen-Darmkanals bei dieser Peritonitis ist zwischen 24—48 Stunden nach der Jodeinspritzung am deutlichsten nachzuweisen, wird darauf geringer und ist nach 4—5 Tagen zum größten Teil geschwunden.

2. Das Ergebnis der Versuche mit Terpentinöl ist im Gegensatz hierzu nicht so konstant. Die tödliche Dosis des Terpentinöls rief bei einer Katze eine typische hämorrhagische Peritonitis hervor. Kleinere Dosen erzeugen seröse Peritonitis oder nur eine leichte Hyperämie des Netzes und geringe Trübung des Peritoneums. Durch wiederholte Einspritzung von Terpentinöl ließ sich in einem Falle eine typische aseptische, eitrige Peritonitis hervorrufen.

3. In Versuchen mit 24stündigen Kulturen von *Staphylococcus pyogenes aureus*, *Streptococcus pyogenes* und *Bacterium coli commune* ergab sich, daß die Tiere nach einer tödlichen Bakteriendosis eine ausgesprochene hämorrhagische Peritonitis bekommen, während nach einer nicht-tödlichen Dosis entweder nur leichte Hyperämie des Netzes usw. oder überhaupt keine makroskopisch sichtbare Veränderung in der Bauchhöhle eintritt.

Dagegen rief Mischinfektion mit 0,5 ccm pro Kilogramm einer Mischung aus Staphylokokken- und Colikultur bei Katzen ein konstanteres Ergebnis hervor. Etwa 30% der Katzen starben. Die überlebenden Tiere zeigten ausnahmslos mehr oder weniger deutliche pathologisch-anatomische Veränderungen der Bauchhöhle, so daß sich dieser Infektionsmodus für weitere Röntgenversuche und experimentelle Analyse als sehr zweckmäßig erwies.

4. Ebenso wie bei der Jodperitonitis ließ sich auch in allen Durchleuchtungsversuchen an Katzen, welche durch intraperitoneale Einspritzung von Terpentinöl eine mehr oder weniger deutliche Peri-

---

1) K. Arai, Pfügers Archiv 1922, Bd. 193, S. 359.



tonitis bekommen hatten, eine beträchtliche Verzögerung der Magen-Darmbewegungen nachweisen. Auch in einem Falle von eitriger Peritonitis fand sich dasselbe Bild der Funktionsstörung.

5. Auch bei der Bakterienperitonitis ergab sich dasselbe Bild der verzögerten Magen-Darmbewegungen; ebenso, wenn man nach vorhergegangener Jodperitonitis durch Bakterieninjektion von neuem die Erkrankung hervorruft.

6. Lugolsche Jod-Jodkaliumlösung wirkt auf den überlebenden isolierten Kaninchendarm in Tyrodelösung nicht hemmend, sondern erregend. Die Motilitätsstörung bei Jodperitonitis kann also nicht von einer direkten örtlichen, chemischen Wirkung der Lugolschen Lösung bedingt sein.

7. Nach vollständiger Durchschneidung aller Splanchnikusäste bei gesunden Katzen kommt eine etwas schnellere Entleerung sowohl des Magens als auch des Dünndarmes zustande als bei intakten Splanchnici.

8. Sowohl bei Jodperitonitis als auch bei Bakterienperitonitis ließ sich zeigen, daß nach Durchschneidung der zum Magen und Dünndarm führenden splanchnischen Hemmungsnerven die Motilitätsstörung des Magens und des Dünndarmes so gut wie vollständig beseitigt werden kann.

9. Auch bei der Bakterienperitonitis läßt sich die therapeutische Wirkung des Cholins auf die Magen-Darmparese deutlich nachweisen.

---