

RETROPNEUMOPERITONEUM UND PNEUMOMEDIASTINUM

VON

PROF. DR. UMBERTO COCCHI

ZÜRICH

MIT EINEM GELEITWORT VON

PROF. DR. H. R. SCHINZ

ZÜRICH

MIT 142 ABBILDUNGEN

IN 285 EINZELDARSTELLUNGEN,

5 TABELLEN UND

44 ERLÄUTERNDEN ZEICHNUNGEN

19



57

GEORG THIEME VERLAG · STUTTGART

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

© Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1957 · Printed in Germany

Satz und Druck: Darmstädter Echo GmbH., Darmstadt

RETROPNEUMOPERITONEUM
UND PNEUMOMEDIASTINUM

FORTSCHRITTE AUF DEM GEBIETE DER RÖNTGENSTRAHLEN
UND DER NUKLEARMEDIZIN

DIAGNOSTIK, PHYSIK, BIOLOGIE, THERAPIE

HERAUSGEBER: R. GLAUNER, STUTTGART · R. GLOCKER, STUTTGART · H. HOLTHUSEN, HAMBURG
H. LANGENDORFF, FREIBURG (BR.) · H. R. SCHINZ, ZÜRICH

ERGÄNZUNGSBAND 79

ARCHIV UND ATLAS

DER NORMALEN UND PATHOLOGISCHEN ANATOMIE
IN TYPISCHEN RÖNTGENBILDERN

RETROPNEUMOPERITONEUM UND PNEUMOMEDIASTINUM

VON

PROF. DR. UMBERTO COCCHI

ZÜRICH

MIT EINEM GELEITWORT VON

PROF. DR. H. R. SCHINZ

ZÜRICH

MIT 142 ABBILDUNGEN

IN 285 EINZELDARSTELLUNGEN,

5 TABELLEN UND

44 ERLÄUTERNDEN ZEICHNUNGEN

19



57

GEORG THIEME VERLAG · STUTTGART

GELEITWORT

Mein erster Oberarzt Professor Dr. U. Cocchi hat in der vorliegenden schönen Monographie über das Retropneumoperitoneum und das Pneumomediastinum eine Lücke im deutschen Schrifttum vorzüglich ausgefüllt. Das Buch faßt auf Grund großer eigener Erfahrung und bewunderungswürdiger Literaturkenntnis das ganze Gebiet zusammen, stellt es sehr klar dar, zeigt das Anwendungsgebiet und bildet so einen gewissen Abschluß, auf dem die weitere Forschung aufbauen kann.

Eine gewisse Zurückhaltung ist in der Anwendung des Pneumomediastinum angezeigt. Was das Verfahren des Retropneumoperitoneum hingegen anbetrifft, so hat es offensichtlich mit Recht die älteren Techniken des Pneumoperitoneum und der perirenalen Gasfüllung verdrängt, da es aufschlußreicher und gefahrloser ist. Die neue Methode der Gasfüllung des Retroperitoneum kann bei richtiger Indikationsstellung zur Anwendung in den Kliniken empfohlen werden.

Als unentbehrlicher Wegweiser möge die vorliegende Monographie von Cocchi dienen.

Zürich, 15. Februar 1957

Hans R. Schinz

VORWORT

Acht Jahre sind vergangen, seitdem das Retropneumoperitoneum oder Pneumoretroperitoneum* Eingang in die Röntgendiagnostik der Abdominalorgane gefunden hat. Zahlreiche Einzelpublikationen und auch einzelne Monographien, wie die von Bonomini und Baccaglini sowie von Bétoulières und Latour, sind in den darauffolgenden Jahren in vielen Ländern der Alten und Neuen Welt veröffentlicht worden. Die meisten dieser Schriften sind allerdings in nur schwer oder überhaupt nicht zugänglichen, in der Welt verstreuten Zeitschriften erschienen, nicht selten auch in nichtröntgenologischen Fachzeitschriften. Hierdurch ist es dem sich mit dieser Untersuchungsmethode Befassenden oft unmöglich, sich ein einigermaßen umfassendes Bild über den Stand der verschiedenen Techniken und über die gesammelten Erfahrungen zu verschaffen. Irrtümlich falsch zitierte Arbeiten und Methoden sind deshalb mitunter die Folge dieser Schwierigkeiten gewesen.

Andererseits stößt man wiederum verschiedentlich auf eine Voreingenommenheit gegenüber dieser neuen Methode der retroperitonealen Gasfüllung, die noch von anderen, in einem früheren Zeitraum entwickelten Untersuchungsmethoden mit Gasfüllung des Bauchraumes herrührt, bei denen es zu vereinzelten ernsthaften Zwischenfällen kam. Bei exakt durchgeführter Technik und strikter Beachtung der Indikationsstellung sind jedoch die retroperitonealen Gasfüllungsmethoden nicht wesentlich gefährlicher als irgendeine der heutzutage ohne Bedenken durchgeführten intravenösen Kontrastfüllungen, wie diejenige der Nieren, Gallenblase, Blutgefäße usw. Auch hier kann es mitunter zu ernsthaften Zwischenfällen kommen, wie eine kürzlich in Frankreich vorgenommene Rundfrage (Coliez, Bernard, Arvay und Degand) über Komplikationen bei intravenösen Urographien ergab.

Wir haben uns deshalb die Aufgabe gestellt, sowohl dem praktisch und wissenschaftlich arbeitenden Röntgenologen als auch andererseits dem Chirurgen, Urologen, Internisten und Pädiater eine Darstellung der Entwicklung und der verschiedenen bisher veröffentlichten Techniken der retroperitonealen Gasfüllung zu geben. Zum Vergleich und zur Gegenüberstellung wird in der Einleitung auch noch kurz auf das Pneumoperitoneum und die perirenale Gasfüllung mit den hierbei angewandten Techniken, den als Kontraststoff verwendeten Gasen und den Komplikationen eingegangen. Ferner wird das normale und pathologische Bild der Abdominalorgane sowie die Abgrenzung der Indikationsgebiete auf Grund unserer eigenen Erfahrungen besprochen unter weitgehender Berücksichtigung der in der Weltliteratur erschienenen Publikationen. Diese sind am Schluß der Arbeit im Literaturverzeichnis aufgeführt, ohne daß jedoch auch wir, trotz der insgesamt 1000 Titel, einen Anspruch auf Vollständigkeit desselben erheben können. Das Verzeichnis soll nur einen Begriff von dem Ausmaß geben, das die Veröffentlichungen in den Jahren genommen haben.

Die zum größten Teil im Anschluß an die Durchführung des Retropneumoperitoneum auftretende Gasfüllung des vorderen und hinteren Mediastinum ließ es uns fernerhin als angezeigt erscheinen, auch

* In dieser Arbeit soll die ursprüngliche, von de Gennes und Mitarbeitern und Ruiz Rivas (s. S. 27) eingeführte, zwar nicht ganz exakte, aber sprachlich einfachere und auch heute noch sehr verbreitete Bezeichnung „Retropneumoperitoneum“ beibehalten werden.

noch diesen Vorgang, das Pneumomediastinum, das ebenfalls als diagnostische Untersuchungsmethode angewandt wird, im gleichen Sinne, wie wir es für das Retropneumoperitoneum getan haben, kurz zu behandeln.

Es ist mir nun eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. H. R. Schinz, Direktor des röntgenologischen Zentralinstitutes und der radiotherapeutischen Klinik der Universität Zürich, herzlichst zu danken für sein mir stets gezeigtes Verständnis und für die Möglichkeit, diese Arbeit durchzuführen.

Außerdem möchte ich meinen Dank abstaten den Herren Prof. Dr. A. Brunner, Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik Zürich, Prof. Dr. G. Fanconi, Direktor der Universitäts-Kinderklinik, Prof. Dr. W. Löffler, Direktor der Medizinischen Universitätsklinik, Prof. Dr. P. H. Rossier, Direktor der Medizinischen Universitätspoliklinik, Prof. Dr. L. Rüedi, Direktor der Otolaryngologischen Universitätsklinik, Prof. Dr. E. Uehlinger, Direktor des Pathologisch-Anatomischen Universitätsinstitutes, Prof. Dr. J. Minder, Zürich, Prof. Dr. L. Condorelli, Direktor des Istituto di Patologia Medica der Universität Rom, und Dr. A. Tedeschi, Prof. Dr. P. Bétoulières, Montpellier, Dr. N. Macarini und Prof. Dr. L. Oliva, Genua, Prof. Dr. A. de Maestri, Genua, P.-D. Dr. C. Maier, Chefarzt der Medizinischen Abteilung des Kreisspitals Männedorf, P.-D. Dr. E. Strehler, Zürich, P.-D. Dr. V. Buchtala, München, Dr. G. F. Cahill, New York, und der Leitung der „Radiology“, Detroit (USA), Dr. A. Prader, Universitäts-Kinderklinik Zürich, und der Leitung des Verlages Urban & Schwarzenberg, Berlin, für die lebenswürdige Erlaubnis der Einsichtnahme in die Krankengeschichten der gezeigten Fälle sowie für die Reproduktionen von Photographien und Röntgenbildern.

Auch meinen medizinischen und technischen Mitarbeitern im Universitäts-Röntgeninstitut Zürich bin ich zu Dank verpflichtet.

Dem Inhaber des Georg Thieme Verlages, Herrn Dr. med. h. c. Bruno Hauff, gebührt mein besonderer Dank für das weitgehende Entgegenkommen, das bei der Drucklegung und der Tradition seines Verlages getreuen großzügigen Ausstattung des Buches gezeigt wurde, und ebenso dem Hauptredakteur, Herrn Prof. Dr. R. Glauner, und den weiteren Herausgebern der „Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen“.

Zürich, im September 1956

Röntgendiagnostisches Zentralinstitut
und Radiotherapeutische Klinik der Universität

U. Cocchi

INHALTSVERZEICHNIS

Geleitwort	V
Vorwort	VII
Einleitung	1
a) Pneumoperitoneum.	3
b) Perirenale Gasfüllung	12
I. Retropneumoperitoneum	17
A. Topographisch-anatomische Bemerkungen über das Retroperi- toneum und Praeperitoneum	17
B. Spontane Gasfüllung des Retroperitoneum	23
C. Artefizielle Gasfüllung des Retroperitoneum	24
1. Die ersten Versuche von Rosenstein und Boriani	24
2. Die epidurale und peridurale Methode nach Ciarla	24
3. Die parasacro-coccygeale Methode nach Ruiz Rivas (1. präsakrale Gasfüllungs- methode)	26
Untersuchungstechnik	26
4. Die perineale Methode nach de Gennes, May, Simon, Herreman (2. präsakrale Gasfüllungsmethode).	27
a) Untersuchungstechnik	28
Vorbereitung, Lagerung und Gasfüllung	28
Röntgenuntersuchung	32
Kombinierte Untersuchungsmethoden	32
b) Die Gasverteilung im Retroperitoneum	35
c) Verträglichkeit und Nebenwirkungen	37
5. Das Exopneumoperitoneum, Suprapubische Methode nach Truc, Bétoulières, Paleirac und Marchal	44
6. Indikationen und Gegenindikationen	45
D. Das normale Röntgenbild beim Retropneumoperitoneum	47
1. Das allgemeine Abdomenübersichtsbild	47
2. Die einzelnen Organe des Abdomens	63
a) Leber, Zwerchfell und Gallenblase	63
b) Milz	67
c) Nieren	71
d) Nebennieren	71
e) Pankreas	73
f) Übrige Organe im Abdomen und im Becken	75
E. Das pathologische Röntgenbild beim Retropneumoperitoneum	77
1. Nieren	77
a) Kongenitale Mißbildungen	78
b) Übrige nichtmaligne Nierenprozesse	103
c) Maligne Nierentumoren.	112
2. Nebennieren	126
3. Pankreas	140
4. Übrige Abdominalorgane	144

II. Pneumomediastinum	167
A. Topographisch-anatomische Bemerkungen	167
B. Spontanes Pneumomediastinum	173
C. Artefizielles Pneumomediastinum	175
1. Das vordere und hintere Mediastinum. Methode nach Condorelli	175
a) Technik zur Darstellung des vorderen Mediastinum	175
b) Technik zur Darstellung des hinteren Mediastinum	176
2. Das hintere Pneumomediastinum. Methode nach Paolucci und Giacobini	177
3. Die peridurale Methode nach Ciarla	178
4. Die zervikale Methode nach Tricomi und Capaldo	178
5. Die retroperitoneale Methode	178
6. Die epigastrische retroxiphoidale Methode	179
a) nach Baccaglini und Rossello	179
b) nach Balmes und Thévenet	179
7. Die parasternale Methode nach Sansone	180
8. Die transsternale Methode nach Sansone	180
9. Die transbronchiale Methode	181
10. Röntgenuntersuchung	181
11. Die Gasverteilung im Mediastinum	181
12. Verträglichkeit und Nebenwirkungen	182
13. Das normale Röntgenbild beim Pneumomediastinum	185
14. Indikationen und Gegenindikationen	190
Schrifttum	204
Sachregister	224

E I N L E I T U N G

Im Verlaufe der letzten vier Jahrzehnte wurden im Bestreben, die Röntgendiagnostik der Abdominalorgane, vor allem der Nieren und Nebennieren, zu verbessern, zwei Wege eingeschlagen:

1. die Anwendung von Kontrastmitteluntersuchungen mit schattengebenden Substanzen und
2. die Anwendung von Kontrastmitteluntersuchungen mit gasförmigen Substanzen.

Die erste Gruppe umfaßt die allgemein bekannten Untersuchungsmethoden zur Darstellung der Hohlräume des Verdauungstraktes, des Gallenwegsystems, des männlichen und weiblichen Urogenitalsystems und neuerdings der Vasographien (Aortographie und Spleno- oder Lieno-Portographie).

In der zweiten Gruppe haben wir es dagegen mit Untersuchungsmethoden zu tun, bei denen mittels Einführung von Gasen, wie Luft, Sauerstoff usw., in den Bauchraum die äußeren Konturen der Abdominalorgane zur Darstellung gebracht werden sollen. Je nach dem gasgefüllten Abdominalteil unterscheiden wir hierbei eine intraperitoneale Füllung, das Pneumoperitoneum, und eine extraperitoneale, hauptsächlich retroperitoneale, Füllung, die sogenannte perirenale Gasfüllung und das Retropneumoperitoneum, die eine größere Durchsichtigkeit der diese Organe umgebenden Weichteile bewirken.

Ein weiterer Versuch zur Darstellung von Abdominal- und auch Thoraxorganen stellt die Füllung des intrafaszialen Raumes mit einem positiven Kontrastmittel dar, die „técégraphie“ nach Moniz. Die Methode hat sich allerdings nicht durchzusetzen vermocht und soll hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Als Kontrastmittel wurde Lipiodol verwendet, das sich an der Pleura, Aorta, Leber, am Zwerchfell, an den Darmschlingen, Bursae und nach einiger Zeit auch um den Magen und an den Halsfaszien ausbreitete (Saldanha).

In chronologischer Hinsicht stellen das Pneumoperitoneum und die perirenale Gasfüllung die Vorläufer des Retropneumoperitoneum dar, obgleich es sich um zwei verschiedene anatomische Füllungsgebiete handelt und wir dementsprechend bei der intraperitonealen Füllung auch ein anderes Bild zu sehen bekommen als bei der extraperitonealen.

Bringen wir uns kurz noch einmal die anatomischen Verhältnisse des Peritoneum in Erinnerung, so haben wir hier einen allseitig geschlossenen, aus zwei Blättern bestehenden Sack vor uns, der einzig bei der Frau im Bereich der beiden abdominalen Tubenenden eine Öffnung aufweist.

Das parietale Blatt, Peritoneum parietale, überzieht die innere Fläche der vorderen, seitlichen und hinteren Bauchwand und die untere Fläche des Zwerchfelles sowie weite Teile der Wände des kleinen Beckens. Das Peritoneum viscerale stellt die Umhüllung der Eingeweide dar.

Der Peritonealsack umschließt eine Reihe von Organen, die sich in die Bauchhöhle vorstülpen, wie die Leber und Milz, Magen, Dünn- und Dickdarm, mit Ausnahme der unteren zwei Drittel des Duodenum und des größten Teils des Rektum. Diese Organe sind durch Bauchfellbänder an die hintere Bauchwand befestigt. In der Bauchhöhle selbst befinden sich keine Organe. Ferner sind im weiblichen kleinen Becken Uterus, Tuben und Ovarien vom Peritoneum bekleidet.

Organe, die nur zum Teil vom Bauchfell bedeckt sind, sind die Nieren, wo das Peritoneum vor denselben hinwegzieht. Es ist mit den Nieren durch die Fascia subperitonealis verbunden. Weiterhin die Harnblasenhinterwand, die zum größten Teil vom Bauchfell überzogen ist, und die vordere Fläche des Pankreas.

Die schmale, mit lockerem Bindegewebe ausgefüllte Schicht zwischen der hinteren Wand des Peritonealsackes und der Wirbelsäule resp. Fascia abdominis interna und Rückenmuskulatur nennen wir den Retroperitonealraum, das Retroperitoneum (s. S. 17), und die Schicht zwischen Peritoneum und Bauchmuskulatur den präperitonealen Raum, das Praeperitoneum (Abb. 1).

1 Cocchi, Retropneumoperitoneum

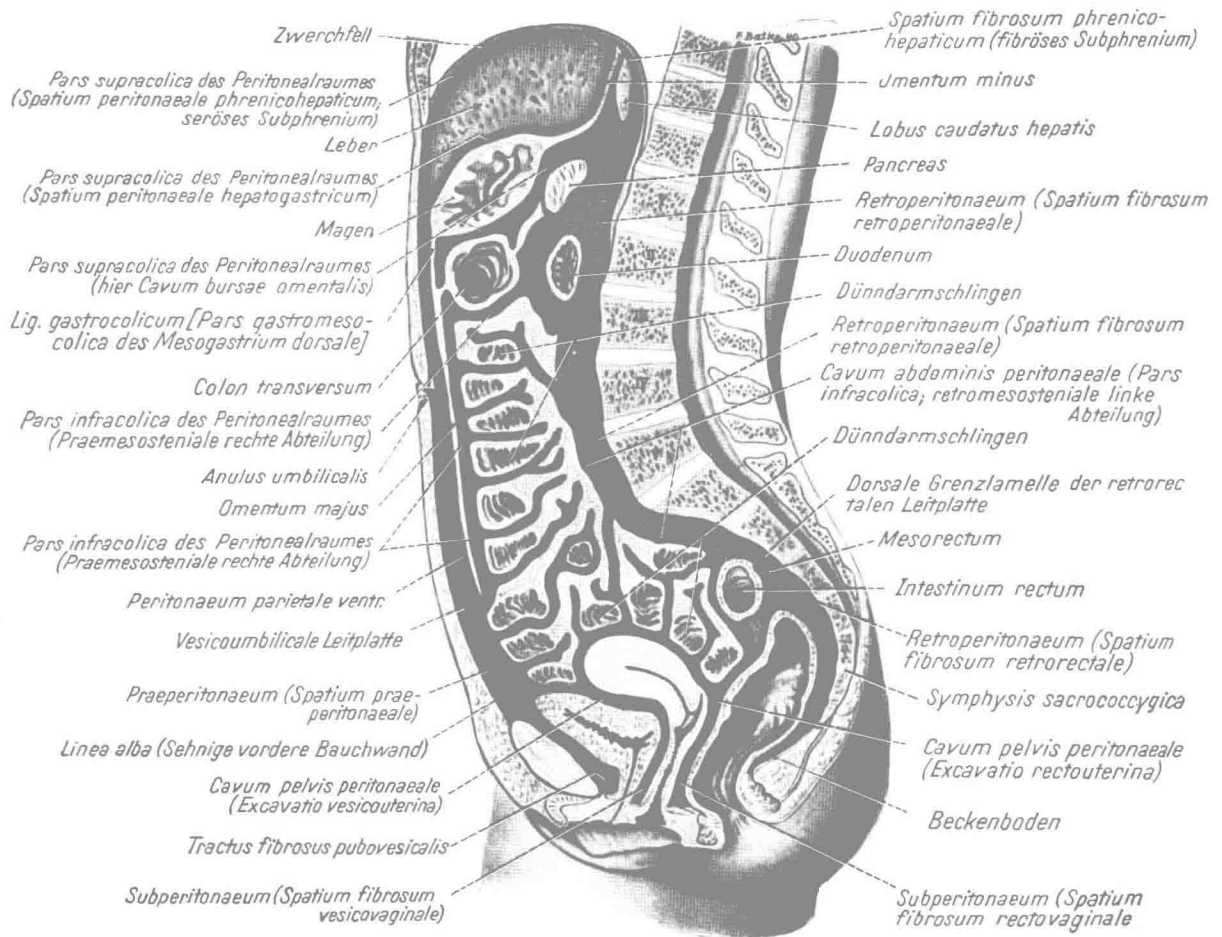


Abb. 1

Medianschnitt durch Bauch und Becken (Darstellung des Intra- und Extraperitoneum).

(aus Pernkopf, Topographische Anatomie des Menschen; Urban & Schwarzenberg, Wien)

Wird nun Gas in den intraperitonealen Raum eingeblasen, also ein Pneumoperitoneum angelegt, so umgibt das Gas die vom Peritoneum eingehüllten Organe völlig, ebenso aber auch infolge Aufblähung durch das Gas die nur teilweise vom Peritoneum bedeckten Organe, wie Nieren, Nebennieren und Pankreas. Die Aufblähung bedingt dabei aber auch eine mehr oder weniger kräftige Lageveränderung der Organe, die hauptsächlich medianwärts und kaudalwärts gerichtet ist. Dadurch wird die genaue Betrachtung sämtlicher Konturen der einzelnen Organe auf einem Bild oder eine Gesamtbetrachtung derselben ziemlich erschwert, und die Gasfüllung erlaubt meistens nur eine Betrachtung einzelner Organabschnitte und die Beziehung derselben zur Bauchwand und dem Zwerchfell.

Bei der perirenaln Gasfüllung — und ebenso beim Retroperitoneum — wird das Gas in das retroperitoneale Zellgewebe eingeblasen, und das derart verteilte Gas umgibt die einzelnen Organe, ohne, wie das freie Gas in der Bauchhöhle, die Lage derselben wesentlich zu verändern. Das Röntgenbild entspricht mehr dem anatomischen Bild.

Bevor auf das Retroperitoneum eingegangen wird, sollen kurz diese Vorläufer dieser Untersuchungsmethode besprochen werden und auf den Unterschied zwischen Pneumoperitoneum und Retroperitoneum in Bild und Indikationsstellung hingewiesen werden.

a) Pneumoperitoneum

Nachdem schon 1902 Kelling versucht hatte, zu diagnostischen Zwecken, bei der sogenannten Zöloskopie zur besseren Darstellung der Abdominalorgane, Luft in den Bauchraum von Asciteskranken einzublasen und diese Technik später auch, unabhängig von Kelling, von Jacobaeus (1910) bei ascitesfreier Bauchhöhle bei Laparoskopien methodisch durchgeführt wurde, war es 1912 Lorey, der als erster diese Untersuchungsmethode in die Röntgenologie einführte. Lorey nahm an, daß die Punktion nur bei Vorhandensein eines Ascites ausführbar sei; er ersetzte deshalb nach Ablassen des Ascites diesen durch Luft („Hydropneumoperitoneum“), durchleuchtete den Patienten und machte Aufnahmen.

Auf Grund von Tier- und Leichenversuchen machte dann 1913 Weber in Kiew den Vorschlag, diese Untersuchungen auch bei ascitesfreien Patienten durchzuführen. Obgleich von Lorey, Meyer-Betz sowie Rautenberg, die hauptsächlich ihre Untersuchungen noch bei Asciteskranken vornehmen, 1914 schon zaghafte Versuche in dieser Richtung durchgeführt werden, erlangte die Methode bei ascitesfreier Bauchhöhle erst nach den Veröffentlichungen von Goetze (1918/1919) in Deutschland, dann auch in Frankreich 1919 von Mallet und Baud, Ribadeau-Dumas, Coliez, in Italien Alessandrini und in den USA von Stewart und Stein ziemlichliche Verbreitung. Von den später veröffentlichten Arbeiten möchte ich noch die im Rahmen dieser „Ergänzungsbände“ erschienene Monographie von Pratsch erwähnen, ferner den Atlas von Stein und Stewart und neuerdings u. a. den Beitrag von Teschendorf.

Was die *Technik* der Anlegung des Pneumoperitoneum anbetrifft, so hängt dieselbe vor allem von den intra-abdominellen Verhältnissen ab. Meistens wurde als Einstichstelle das obere Drittel der Linea alba, etwas unterhalb des Nabels, gewählt, nicht selten aber auch die Mitte der Verbindungslinie zwischen Nabel und der linken Spina iliaca anterior inferior. Zur Verhütung des Anstechens von Darmschlingen und Fernhalten derselben von der Einstichstelle wurde von Goetze Beckenhochlagerung des Patienten bis zu 45 Grad empfohlen.

Mittels Trokart oder Lumbalpunktionsnadel wird langsam eine Gasmenge von etwa 1–3 Liter eingeblasen, bei schneller resorbierbaren Gasen mitunter auch bis 4 Liter. Die Insufflation geschieht unter Verwendung eines Pneumothoraxapparates oder anderen Spezialapparaturen mit Manometer.

Als Gas wurde zunächst atmosphärische Luft verwendet, die sich aber infolge ihres hohen Stickstoffgehaltes durch eine relativ geringe Resorbierbarkeit auszeichnet und noch 6–8 Tage nach Durchführung des Pneumoperitoneum im Bauchraum beobachtet werden kann; Pratsch berichtet sogar über Luftvorkommen nach 10 Tagen. Aus diesem Grunde muß nach Beendigung der Untersuchung ein zweites Mal punktiert werden, um die Luft aus der Bauchhöhle wieder zu entfernen.

Ferner besteht bei der Verwendung von Luft die Gefahr der Luftembolie durch Eindringen des Gases in das Gefäßsystem, und zwar vornehmlich in das Lungenvenensystem und von hier aus in das Herz mit anschließender Blockierung des Ausflusses aus dem rechten Ventrikel. Schon Injektion von 10–15 ccm Luft kann letale Folgen aufweisen. So berichtete 1907 Jacobsohn über zwei Todesfälle bei Kniegelenkfüllungen, wobei aber nur in einem Fall Luft verwendet wurde, im anderen Fall hingegen Sauerstoff. Simpson konnte dieses Vorkommen zweimal bei Bluttransfusionen und zweimal bei Kochsalztransfusionen beobachten und berichtet über weitere 56 Fälle aus der Literatur.

Die Wahl eines schneller resorbierbaren Gases erschien deshalb notwendig. Wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist, variiert die Resorptionszeit der verschiedenen Gase stark. Am langsamsten wird, neben Helium, das in den USA versuchsweise angewandt wurde (Smith und Mitarbeiter), Stickstoff resorbiert, am schnellsten Schwefelwasserstoff, Äthylchlorid und Äther. Schwefelwasserstoff führt aber schon in geringen Mengen zum Tode. Ziemlich schnell werden auch Kohlensäure und Stickoxydul resorbiert, Kohlensäure mitunter schon während der Untersuchung, ebenso Narcylen, bei dem aber Explosionsgefahr besteht. Auch der Sauerstoff zeigt im Vergleich zur Luft noch eine bedeutend schnellere Resorbierbarkeit. Nach den Untersuchungen von Smith und Mitarbeitern an Hunden waren 18 Stunden nach Injektion von 10 ccm, 40 ccm und 150 ccm Sauerstoff/kg Körpergewicht 70% resorbiert, nach 6 Tagen nur noch Spuren vorhanden, während vom Helium nach 6 Tagen noch 80% im retroperitonealen Gewebe vorhanden war.

Das früher von Fühner empfohlene Pentan, einer schnell verdampfenden Flüssigkeit, deren Siedepunkt unter der Körpertemperatur liegt und nur in kleinen Mengen in die Bauchhöhle injiziert zu werden braucht, um ein großes Gasvolumen zu entwickeln, hat sich praktisch infolge der zu plötzlich und stoßweise entstehenden Gasentwicklung nicht bewährt.

Tabelle I

Resorptionzeiten von je 100 ccm in die Bauchhöhle des Kaninchens injizierten Gasen
(nach Teschendorf)

Absorp- tions- koeffi- zient a bei 0°	Dichte d bei 0°	$\frac{a}{\sqrt{d}}$	Gas	Absorp- tions- koeffi- zient a bei 40°	Dichte d ¹⁾ bei 40°	$\frac{a}{\sqrt{d}}$ 40°	Beobachtete Resorptions- zeit von 100 ccm in der Bauch- höhle des Kaninchens	Beobachtete Resorptions- zeit von 600 ccm in der Pleura des Hundes in Stunden
0,02340	0,97026	0,0238	Stickstoff	0,01183	0,9689	0,018048	3— 4 Tage	20—26
0,0489	1,1053	0,0466	Sauerstoff	0,02306	1,1055	0,02195	20—24 Stdn.	10—12
0,02148	0,069255	0,0816	Wasserstoff	0,1644	0,06965	0,063853	22—24 „	7—10
0,03537	0,96715	0,03596	Kohlenoxyd	0,07175	0,9672	0,018048	16—18 „	6— 8
0,0946	1,0367	0,09468	Äthan	0,02915	1,04939	0,0284	7— 9 „	2— 3
1,3052	1,5229	1,0576	Stickoxydul	0,54435	1,52065	0,4414	1— 1 ½ „	½— 1
1,7967	1,5198	1,4574	Kohlensäure	0,530	1,520	0,4293	45—90 Min.	—
1,73	0,89829	1,8248	Acetylen	0,711	0,89884	0,8809	25—30 „	—
4,670	1,17664	4,0293	Schwefel- wasserstoff	1,042	1,1777	1,513	3— 5 „	—

¹⁾ Die Dichte bei 40° wurde bezogen auf die Dichte von Luft bei 40°. Die Berechnung ergibt sich nach der Formel:

$$d_{40^\circ} = \frac{\text{Gewicht 1 l Gas bei } 0^\circ - \text{Gewicht 1 l desselben Gases bei } 0^\circ \cdot \frac{40}{273}}{\text{Gewicht 1 l Luft bei } 0^\circ - \text{Gewicht 1 l Luft bei } 0^\circ \cdot \frac{40}{273}}$$

Schon Goetze entschied sich deshalb für die Verwendung des Sauerstoffes, der nach 40—72 Stunden völlig resorbiert wird. Auch ist hierbei die Gefahr der Gasembolie, wie schon die 1902 von Gaertner und später von Boeminghaus; Durant, Long und Oppenheimer; Rist sen. und jr.; Russ und Mitarbeiter sowie Sanders und Isoe durchgeführten Tierversuche zeigen konnten, äußerst gering. Injiziert man Hunden in die Vene langsam mehrere ccm Sauerstoff, so besteht keine Gefahr, da das Blut Zeit genug hat, den Sauerstoff zu binden; wird hingegen das Gas sehr schnell und unter Druck (9 ccm/min) injiziert, so vermag das Blut den Sauerstoff nicht zu binden. Der größte Teil der in die rechte Herzhälfte gelangenden Gasblasen ist noch ziemlich groß und führt bei Eintritt in die kleinen Lungengefäße zur Blockierung des kleinen Kreislaufes mit arterieller Hypoxämie und systematischer Hypoxie und in 50% der Tiere innerhalb einer Minute zum Exitus.

Auch kleine Luftmengen, die nicht imstande sind, den kleinen Kreislauf zu blockieren, können letal wirken, indem sie nach Passieren der Lungenkapillaren in die arterielle Herzseite gelangen, was eventuell auch durch ein offenes Foramen ovale geschehen kann, und zu Embolie in den Hirnarterien oder in den Koronararterien führen.

Wie Durant und Mitarbeiter zeigen konnten, spielt bei der Entstehung der Gasembolie nicht nur die Schnelligkeit der Injektion eine Rolle, sondern auch die Lage des Tieres. Lag das Tier auf der linken Körperseite, so trat keine Blockierung des Abflusses aus dem rechten Herzen resp. Blockierung des kleinen Lungenkreislaufes auf und somit keine Gasembolie. Demgegenüber berichtet Gadermann, auch nach langsamer Insufflation von $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ ccm Sauerstoff in die Schwanzvene von Ratten infarkt-ähnliche EKG-Bilder, AV-Blockierung, mitunter auch Kammerflattern und schließlich Exitus beobachtet zu haben.

Sauerstoff ist somit das am meisten verwendete Gas geworden, während Luft nur noch von vereinzelten Autoren weiter benutzt wurde. Wegen seiner schnellen Resorbierbarkeit und der noch geringeren

Gefahr der Gasembolie ist hauptsächlich von amerikanischer Seite (Alvarez; Stein und Stewart) Kohlensäure zur Insufflation verwendet worden. Ribadeau-Dumas und Mallet benutzten ein Gemisch von $\frac{4}{5}$ Kohlensäure und $\frac{1}{5}$ Sauerstoff, das schon nach 40–45 Minuten, bei einer Menge von $2\frac{1}{2}$ –3 Liter, fast völlig resorbiert war. Eine etwas langsamere Resorbierbarkeit findet man bei dem von Teschendorf empfohlenen Stickoxydul oder Lachgas, das nach Injektion von etwa $1\frac{1}{2}$ Liter in 2–3 Stunden aus der Bauchhöhle verschwunden ist.

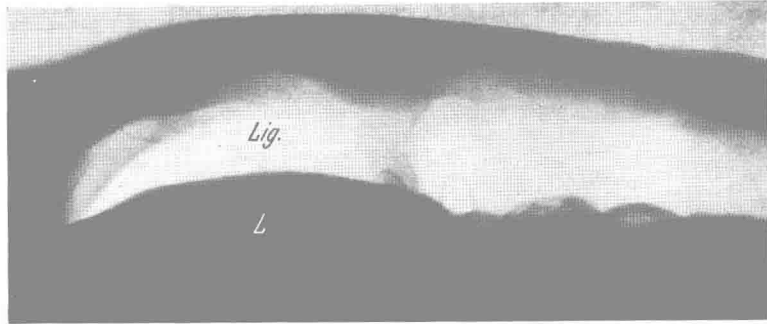


Abb. 2a

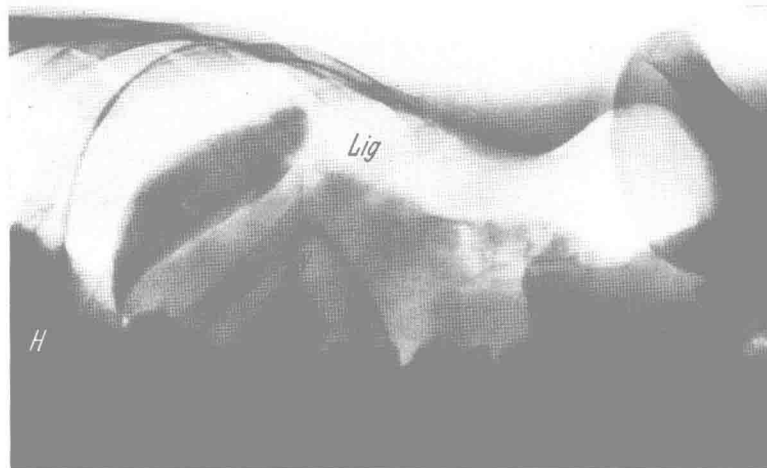


Abb. 2b

Für die Röntgenuntersuchungen, Durchleuchtungen und Aufnahmen, müssen die Patienten in verschiedene Lagerungen gebracht werden:

1. in Rückenlage bei seitlichem Strahlengang zur Darstellung der vorderen Leberpartie, des vorderen Zwerchfellabschnittes und der vorderen Bauchwand (Abb. 2a).

2. in rechter Seitenlage zur Darstellung der Milz und der linken Niere. Letztere allerdings kann bei zu hastiger und totaler Seitendrehung nach medial in das Schattenkonvolut der Wirbelsäule, Rückenmuskulatur und Darmschlingen rücken (Abb. 2b).

3. in linker Seitenlage zur Darstellung des rechten Leberlappens und der rechten Niere, während Pankreas und Gallenblase nur selten deutlich erkennbar sind, da sie meist von der nach abwärts gleitenden Leber und rechten Niere verdeckt werden. Für eine bessere Darstellung der Gallenblase empfahl Lurä Schräglagerung des Patienten (Abb. 2c).

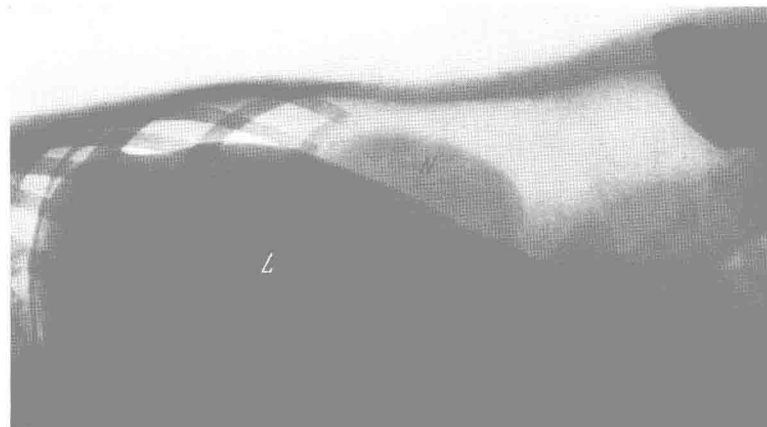


Abb. 2c

Abb. 2. Normales Pneumoperitoneum.

- a = Aufnahme in Rückenlage. Vordere Leberkante mit Lig. falciforme hepatis (Lig.)
- b = Aufnahme in rechter Seitenlage mit Lig. phrenico-colicum (Lig.)
- c = Aufnahme in linker Seitenlage. Rechter Leberlappen und rechte Niere
- d = Aufnahme in Bauchlage
- e = Aufnahme im Sitzen

Zeichen auf sämtlichen Bildern: L = Leber, M = Milz, N = Niere.

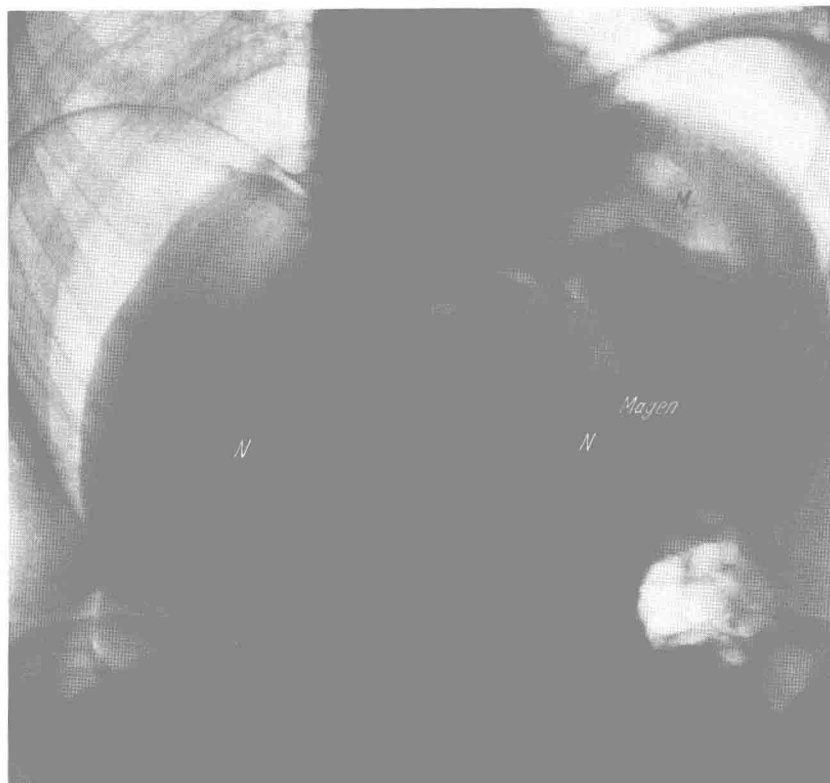


Abb. 2d



Abb. 2e

4. in *Bauchlage* bei d.-v. Strahlengang zur Übersicht von Nieren, Leber und Milz, eventuell der Gallenblase und des Pankreas (Abb. 2d).

5. im *Sitzen oder Stehen* zur Beurteilung des Subphrenium (Abb. 2e).

Die Untersuchungen können mit anderen Kontrastmitteluntersuchungen, wie Urographie, Cholezystographie, Zystographie oder Hysterosalpingographie und mit der Tomographie (Grilli) kombiniert werden.

Als *Indikationen* seien erwähnt: intraabdominelle, hauptsächlich postoperative Adhäsionen (Abb. 3) und Abszeßbildungen, diaphragmale und subdiaphragmale Tumorbildungen, Erkrankungen der Nieren, auch hier hauptsächlich Tumoren (Abb. 4), der Leber (Abb. 5) und der Milz zur Feststellung allfällig vorhandener Adhäsionen (Abb. 6), Beckenaffektionen und Bauchwandprozesse (Abb. 7), sowie retroperitoneale Tumoren. Krautwald und Renger empfahlen kürzlich diagnostische Verwertung des Pneumoperitoneum als Voruntersuchung zur Laparoskopie.

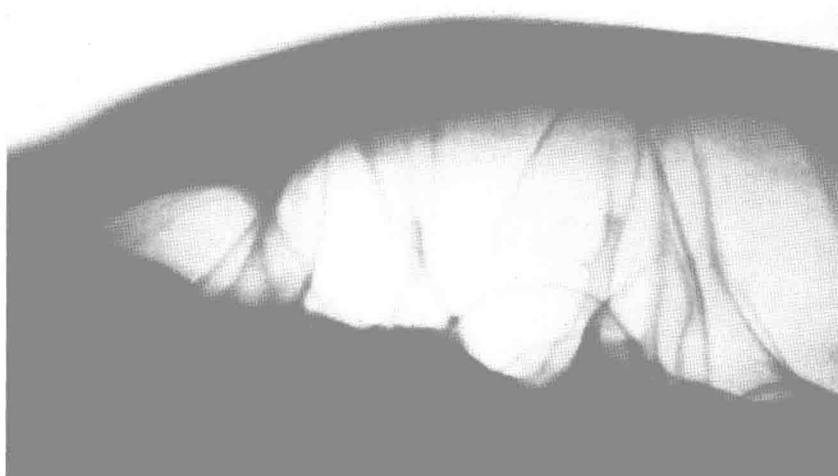


Abb. 3. Pneumoperitoneum. Aufnahme in Rückenlage. Multiple Adhäsionen mit der Bauchwand nach Colonresektion. 41 jährige Frau.



Abb. 4. Pneumoperitoneum. Aufnahme in rechter Seitenlage. Großer Nierentumor links mit Adhäsion an der Bauchwand. Operation: Hypernephrom. 27 jähriger Mann.

Zu Abb. 5:

Aufnahme in Rückenlage. Flache Vorwölbung an der vorderen Wand des rechten Leberlappens. 17 jähriges Mädchen. Anamnese seit 4 Wochen Magenschmerzen, dann Palpation einer Vorwölbung unter dem rechten Rippenbogen. Seit 1 Woche Erbrechen. Die Operation zeigt multiple Knotenbildungen in der Leber, die wie Metastasen aussehen. Histologisch: Carcinoma solid. simpl. pt. cylindrocellulare. Exitus letalis 2 Monate später. Die Autopsie ergibt als Primärtumor ein Karzinom des Pankreasschwanzes.



Abb. 5. Pneumoperitoneum.