

Aus dem Pathologischen Institut der Universität Marburg a. d. Lahn
(Direktor: Prof. Dr. J. LINZBACH)

Über die Lebervergrößerung bei venösem Überdruck

Von

ERNST HENSEL und HANS-WALTER BUMM

Mit 5 Textabbildungen

(Eingegangen am 28. Februar 1958)

A. Einleitung

Während die Leberdurchblutung bei Mensch und Tier schon häufiger mit physiologisch-experimentellen Methoden unter verschiedenen Gesichtspunkten bearbeitet wurde (REIN u. a., zuletzt BOCK, GRAF und HENSEL), liegen bisher nur wenige quantitative anatomische Untersuchungen über den Blutgehalt der Leber vor (SCHÜTZ, DENEKE, DÖLLE, MDNERET). Der Blutgehalt ist aber eine wesentliche Ursache des Volumens und Spannungszustandes der Leber, wobei die Größe von Volumenänderungen von der Dehnbarkeit des Gewebes abhängt. Dabei kommt fast ausschließlich die Dehnbarkeit im Bereich solcher Drucke in Betracht, die unter physiologischen und pathologischen Bedingungen im intrahepatischen Teil der unteren Hohlvene vorherrschen.

Zweck der vorliegenden Untersuchung war festzustellen, in welchem Zusammenhange der Flüssigkeitsdruck im intrahepatischen Teil der unteren Hohlvene und das Lebervolumen stehen. Ferner sollte festgestellt werden, welchen Einfluß der innere Überdruck auf die Leberform und auf die Lage des unteren Leberrandes in situ hat. Schließlich sollten, soweit möglich, Anhaltspunkte über die Dehnungsmechanismen bei der Volumenvermehrung gewonnen werden. Mit den Untersuchungen sollte zugleich ein Beitrag zur Aufklärung der mechanisch-anatomischen Voraussetzungen klinischer Palpationsbefunde bei Stauungslebern geliefert werden.

B. Material und Methode

1. 55 Lebern von Erwachsenen (männlich und weiblich, 15—84 Jahre) wurden bei der Sektion im Zusammenhang mit rechter Nebenniere, einem handtellergroßen Zwerchfellstück und einem Stück der unteren Hohlvene unter sorgfältiger Schonung der Leberkapsel entnommen. Das Ausgangsgewicht dieser Lebern vor Füllungsbeginn lag zwischen 810 und 2640 g. Die Gefäßstümpfe wurden unterbunden und dann die Leber durch die untere Hohlvene mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllt. Dabei wurden meist stufenweise gesteigerte Drucke von 5 mm Hg bis 25 mm Hg angewendet. Mit einer besonders ausgerüsteten Waage (Abb. 1)

wurde das Gewicht vor Versuchsbeginn und das Gewicht nach Füllung unter verschiedenen Drucken bestimmt. Die erzielten Füllungen wurden in Prozent des Gewichtes jeder Leber vor Füllungsbeginn umgerechnet. Es wurden nur solche Druckstufen ausgewertet, bei denen die jeweils untersuchte Leber soweit abgedichtet werden konnte, daß nur wenig Flüssigkeit abtropfte. Durch eine geeignete Vorrichtung war dafür gesorgt, daß abgetropfte Flüssigkeit nicht mitgewogen wurde. Undichtere Lebern, von denen die Flüssigkeit im Strahl abließ, wurden ausgeschieden, so daß ein etwaiger Druckverlust immer unter Imm Hg lag. Das

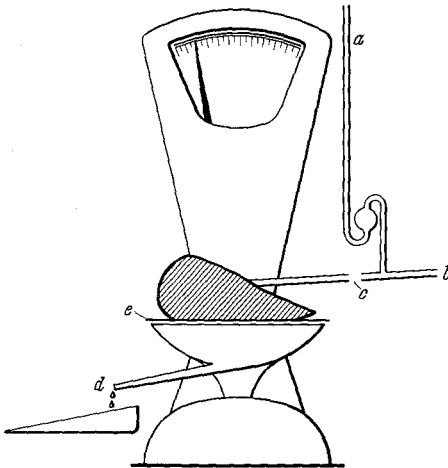


Abb. 1. Schematische Zeichnung von der benutzten Waage: *a* Manometer; *b* Zufluß; *c* Schlauchverbindung zwischen Zufluß und Leber, die beim Wägen abgeklemmt und vom Zuflußrohr gelöst wurde; *d* Ausflußrohr der Wiegeschale für abgetropfte Füllungsflüssigkeit; *e* Drahtrost

je Druckstufe erreichte Gewicht wurde abgelesen, wenn nach mehrmaliger Kontrolle in minütlichem Abstand keine Gewichtsänderung mehr festgestellt werden konnte. In den Druckstufen 5 und 10 mm Hg war Gewichtskonstanz nach 20–45 min, bei höheren Drucken nach 3–15 min erreicht. Ähnliche postmortale Füllungen der Leber wurden vor fast 100 Jahren von MONERET durchgeführt, allerdings mit Wasser als Füllmittel, ohne Angabe der verwendeten Drucke und ohne histologische Kontrolle der gefüllten Lebern.

2. Die unter Druck gefüllten Lebern wurden mit üblichen Routinefärbungen (Hämatoxylin-Eosin, van Gieson, Sudan-Hämatoxylin) histologisch untersucht.

3. Einige weitere Lebern wurden in ein Bassin mit physiologischer Kochsalzlösung eingebracht, dort unter Druck gefüllt und vor und nach der Füllung photographisch ausgemessen.

4. Einige andere Lebern wurden nach Abbinden der unteren Hohlvene und des Ligamentum hepatoduodenale in situ unter Druck gefüllt, wobei die Höhe des unteren Leberrandes vor und nach der Füllung photographisch gemessen wurde.

5. In mehreren Fällen wurde mit Punktionskanülen in die Pleurahöhlen Flüssigkeit eingefüllt und die Lage des unteren Leberrandes vor und nach der Füllung gemessen.

C. Ergebnisse und Besprechung

1. *Die Dehnbarkeit des Lebergewebes unter venösem Überdruck.* Die erzielten Füllungen (Mittelwerte) in Prozent des Ausgangsgewichtes von 55 untersuchten Lebern sind aus der beigefügten Tabelle zu ersehen. Die Mittelwertsdifferenzen zwischen den Druckstufen 5–10 mm Hg (*t*-Wert 6,22) und 10–25 mm Hg (*t*-Wert 6,20) sind signifikant. Ferner ist aus der Tabelle zu ersehen, daß bei jeder Leber mit dem Übergang zur nächsthöheren Druckstufe ein Füllungszuwachs eintritt. In fast allen Lebern wird schließlich der Füllungszuwachs mit jeder nächsthöheren Druckstufe kleiner. Dasselbe Verhalten zeigen folglich auch

Tabelle

	Füllungsdruck (mmHg)				
	5	10	15	20	25
Füllung in Prozent des Gewichtes jeder Leber vor Füllungsbeginn (Mittelwert) . .	29,13	43,38	52,04	57,88	61,80
Streuung (σ)	10,25	13,56	15,17	13,89	14,83
Mittlerer Fehler des Mittelwertes $\left(\frac{\sigma}{\sqrt{N}}\right)$. .	1,38	1,83	2,15	2,14	2,34
Anzahl der Fälle je Druckstufe (N)	55	55	51	42	40

die Mittelwerte der Füllungen (y), deren Anstieg mit dem Druck (x) eine errechnete Näherung 2. Grades ($y = -2,65x^2 + 30,10x - 24,43$) wiedergibt. Der dynamische Variabilitätskoeffizient (SOLTH) dieser Funktion liegt mit 7,5 weit unter 15, womit die Näherung als ausreichend und anwendbar ausgewiesen ist.

Die Näherung ist unter Verwendung des Nullpunktes anstelle eines weiteren gemessenen Mittelwertes errechnet. Die Verwendung des Nullpunktes ist berechtigt, da die eingefüllte Flüssigkeitsmenge stets Null (% des Ausgangsgewichtes) ist, bevor mit der Füllung begonnen wird. Die Näherung ergibt streng genommen keine Dehnungskurve. Von einer solchen müßte man erwarten, daß sie bis zum Platzen der Leber einem Grenzwert zustrebe, denn Dehnungen mit Füllungsdrucken bis 50 mm-Hg ergeben fast keine Gewichtszunahmen mehr, während die Lebern dabei zunehmend immer undichter werden, so daß Druck- und Gewichtsbestimmungen dann keine verwertbaren Ergebnisse mehr liefern. Eine Parabel kann das Streben nach einem Volumengrenzwert bei steigendem Füllungsdruck nicht versinnbildlichen. Man darf aber trotzdem annehmen, daß die Ähnlichkeit der Näherung mit der unbekannten Dehnungskurve im Bereich des untersuchten Druckintervalles so weitgehend ist, daß man einen Deutungsversuch an der Kurve machen kann. Die Deutung betrifft den Umstand, daß sowohl am Gesamtmaterial wie bei den „Normallebern“ die errechnete Kurve beim Überdruck 0 eine positive Ordinate hat, was darauf hinweist, daß bereits dem Überdruck 0 eine kleine Füllung zukommen müßte. Diese geringe Füllung entspricht größenordnungsmäßig der im anhängenden Hohlvenenstück und in den Lebervenenmündungen enthaltenen mitgewogenen Flüssigkeit. Diese Flüssigkeit ersetzt diejenige Blutmenge, die auch bei vorsichtiger Entnahme der Leber und baldmöglicher Weiterverarbeitung verlorenggeht. Sie ist ohne Anwendung eines Überdruckes einfüllbar. — Das in diesem Absatz Erläuterte gilt auch für die in Abb. 2 dargestellte Kurve, die das

2. Verhalten „normaler“ Lebern bei der Dehnung aufzeigt. Diese Kurve ist aus den Mittelwerten von „Normallebern“ berechnet, die

durch Ausscheidung aller Lebern mit krankhaften feingeweblichen Veränderungen (stärkere Verfettung, chronische Blutstauung, Cirrhose, Hepatitis, Nekrosen usw.) oder/und mit bereits mikroskopisch nachweisbaren Zeichen von Leichenfäulnis (Autolyse) ausgewählt wurden. Die relativen Füllungen liegen in jeder Druckstufe um einen geringen Betrag unter den entsprechenden Werten des Gesamtmaterials. Der Ge-

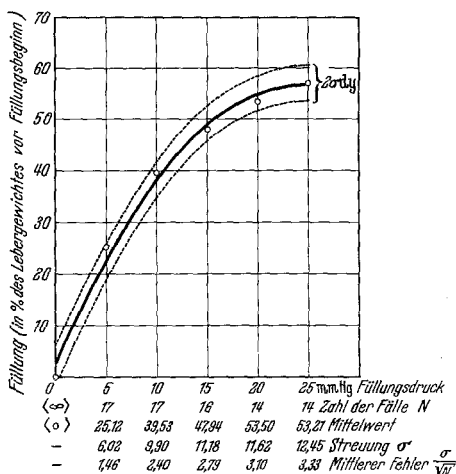


Abb. 2. Dehnung normaler Lebern. Kurvenmäßige Darstellung der Näherung 2. Grades für die Volumdehnung normaler Lebern.

$y = -2,35x^2 + 27,30x - 22,68$. Dynamische Streuung $\sigma dy = 1,70$, dynamischer Variabilitäts-

$$\text{koeffizient } \frac{100 \sigma dy}{2c \cdot k} = 6,13$$

wichts- bzw. Volumenzuwachs beträgt bei dem höchsten routinemäßig angewendeten Druck (25 mm Hg) im Mittel 57% des Ausgangsgewichtes, was bei einer 1500 g schweren Leber einer Vergrößerung um 855 g auf 2355 g entspricht. Der wirksame Füllungsdruck liegt dabei etwa so hoch wie die bei schwerer kardialer Stauung beobachteten Venendrucke. Noch höheren Drucken dürfte eine Leber in vivo nur unter sehr seltenen, extrem pathologischen Bedingungen ausgesetzt sein. Soweit also vom Leichenorgan auf die Verhältnisse während des Lebens rückgeschlossen werden kann, überschreitet der

größtmögliche Volumenzuwachs der Leber durch akute Blutstauung Beträge von 850—1000 cm³ nicht. Dabei ist noch unberücksichtigt, daß die Füllungen auf der Waage vom unphysiologisch niedrigen Überdruck 0 ausgehen, das Gewicht der entnommenen Lebern also ein wenig geringer ist als das Gewicht der gleichen Lebern in vivo. Die festgestellten Volumenzunahmen über das Druckintervall von 0 nach 25 mm Hg sind also sogar noch etwas größer als die, welche dem Intervall vom normalen Hohlvenendruck intravital in Leberhöhe bis zum Drucke von 25 mm Hg entsprechen. Der von MONORET erzielte Gewichtszuwachs durch Wasserfüllung „unter starkem Druck“ ist mit 1280 g größer als unserer Mittelwert. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß MONORET frühestens 24 Std nach der Sektion mit der Füllung begann, was den Anteil an faulen Lebern wesentlich erhöht haben dürfte und daß Wasser als Füllungsmittel verwendet wurde, so daß zusätzliche Quellungen möglich waren.

3. *Dehnung chronisch blutgestauter Lebern.* In Abb. 3 sind die Meßwerte von chronisch blutgestauten Lebern, soweit sie mikroskopisch

keinen Anhalt für Leichenfäulnis zeigten, mit dem Symbol \blacktriangle eingetragen. Zum Vergleich ist die aus Normallebern berechnete Kurve eingezeichnet. Man sieht, daß die chronisch blutgestauten Lebern bei geringem Füllungsdruck etwa ebensoviel, bei höheren Füllungsdrücken weniger Flüssigkeit aufnehmen als normale Lebern. Im Gegensatz zu den absoluten Ausgangsgewichten vor der Füllung unterscheiden sich ferner die absoluten Gewichte von Stauungslebern unter höheren Füllungsdrücken nicht vom absoluten mittleren Gewicht nicht gestauter Lebern unter demselben Füllungsdruck. Für den größtmöglichen Volumzuwachs während des Lebens ist also der gleiche Betrag wie für Normallebern anzunehmen, wenn man das Volumen vor Beginn der Blutstauung als Ausgangspunkt betrachtet. Vom gleichen inneren Überdruck wird eine Stauungsleber also nicht stärker gedehnt als eine normale Leber. Der von LINZBACH für den maximalen Volumenzuwachs der Leber durch Blutstauung geschätzte Wert kommt dem Ergebnis unserer Messungen an unter Druck gefüllten Leichenlebern sehr nahe.

Unbeschadet gleicher oder etwas geringerer Dehnbarkeit von Stauungslebern kann aber die gesamte, in den Blutgefäßen einer Stauungsleber befindliche Flüssigkeitsmenge (Blut + evtl. eingefüllter Salzlösung) wesentlich größer sein als die gesamte Flüssigkeitsmenge in den Blutgefäßen einer „Normalleber“ unter demselben Druck. Auch ohne künstliche postmortale Füllung enthält eine Stauungsleber, wie SCHÜTZ mittels Leerspülung aus dem spezifischen Gewicht und der Menge der Spülflüssigkeit gemessen und DÖLLE histometrisch gefunden hat, mehr Blut als eine nicht gestaute Leber. Nach diesen Autoren können bis zu 68% der Gesamtmasse einer blutgestauten Leichenleber aus Blut bestehen, wobei gleichzeitig eine meßbare Verminderung des Leberparenchyms vorliegen kann. Die in unseren Fällen meist geringere Dehnung von Stauungslebern ist jedoch aus dem vermehrten Blutgehalt nicht ohne nähere Erörterung der Dehnungsmechanismen erklärbar und soll darum erst später behandelt werden.

4. *Dehnung cirrhotischer Lebern.* Die wenigen zu Dehnungsversuchen verfügbaren cirrhotischen Lebern sind in Abb. 3 mit dem Zeichen \times

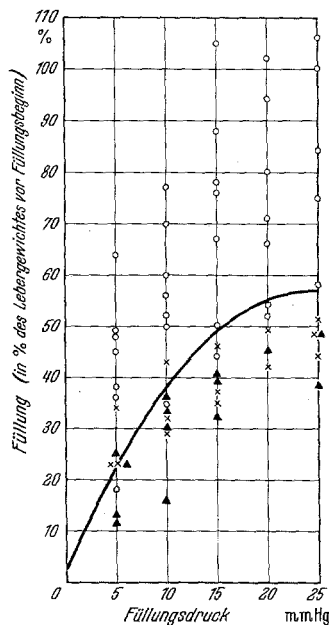


Abb. 3. Verhalten chronisch blutgestauter (\blacktriangle), cirrhotischer (\times) und fauler (\circ) Lebern im Verhältnis zum Verhalten normaler wohl erhaltener Lebern (Kurve) bei der Dehnung

eingetragen. Man sieht, daß sie sich ähnlich wie die blutgestauten Lebern verhalten: sie dehnen sich unter höherem Füllungsdruck etwas weniger, unter geringerem Füllungsdruck annähernd ebensoviel wie normale Lebern. Die geringen Unterschiede gegenüber Normallebern verblüffen zunächst, wenn man bedenkt, daß sich cirrhotische Lebern meist ziemlich hart anfühlen. Um diese Unstimmigkeit zu klären, wurden mit Waage und Planimetrie der Fingerabdrücke die Drucke ermittelt, die von 7 Obduzenten beim Palpieren zur Konsistenzprüfung auf Lebern ausgeübt werden. Die Palpationsdrucke schwanken beträchtlich zwischen 60 und 760 mm Hg, liegen aber durchwegs höher als die zur Füllung der Lebern benützten Drucke. Dieser Befund spricht dafür, daß die Konsistenzunterschiede zwischen normalen und cirrhotischen Lebern bei höheren Drucken deutlicher hervortreten und erst palpabel sind, wenn höhere Drucke angewendet werden als in unseren Dehnungsversuchen.

5. *Leichenfäulnis (Autolyse)*. Bei Lebern mit bereits mikroskopisch sichtbaren Zeichen von Leichenfäulnis fand sich meist eine gegenüber der Norm erhöhte Dehnbarkeit. Diese Lebern sind in Abb. 3 mit dem Zeichen ○ eingetragen. In einigen Fällen wurden fast verdreifachte Füllungen je Druckstufe gefunden. In Einzelfällen wurde ein ähnliches Verhalten bei solchen Lebern gefunden, die von zahlreichen frischen Parenchymnekrosen durchsetzt waren.

6. *Die Form der Leber bei der Dehnung*. Bei Füllung der Leber auf der Waage müssen gewisse Formänderungen durch den Auflagedruck in Kauf genommen werden. Diese Formänderungen sind nicht so groß, daß sie das Ausmaß der Volumendehnung innerhalb der angewendeten Drucke beeinflussen können. Um bessere Annäherung an physiologische Verhältnisse zu bekommen, muß die Dehnung jedoch unter weitgehender Vermeidung formändernder Bedingungen, den Füllungsdruck ausgenommen, durchgeführt werden. Nur so kann man feststellen, ob und in welchem Ausmaß die Leber allein durch Volumenvermehrung infolge inneren Überdruckes ihre urtümliche Form ändert. Als urtümliche Form darf strenggenommen nur die des in seinen natürlichen Zusammenhängen in der uneröffneten Bauchhöhle belassenen Organes bezeichnet werden. Um die Leber unter ähnlichen physikalischen Bedingungen von allen Seiten beobachten zu können, kann man sie in ein mit Salzwasser beschicktes Bassin einbringen, wo sie fast kein Gewicht hat und fast keinen Auflagedruck erzeugt. Im Bassin wird sie so fixiert, daß die Dehnung möglichst wenig behindert wird und trotzdem nur minimale Lageänderungen bei der Füllung auftreten. Diese Aufhängung in Salzwasser ähnelt den Verhältnissen in situ soweit, daß die Leber eine der urtümlichen sicher weitgehend entsprechende Form annehmen kann, wenn man sie unter einem geringen Überdruck, der ungefähr der

Höhe der Blutsäule zwischen rechtem Herzvorhof und Lebervenenmündungen entspricht (3—4 mm Hg), auffüllt. In diesen Versuchen ist der Flüssigkeitsspiegel im Bassin als Bezugsebene vom Überdruck 0 anzusehen. Beim Versuch werden von festgelegten Kamerastandpunkten aus Aufnahmen angefertigt und man kann dann mit Hilfe mitphotographierter Maßstäbe einander entsprechende Durchmesser in verschiedenen Dehnungszuständen vergleichen. Als Beispiel soll das Messungsergebnis an einer Leber (S.-Nr. 21/58) wiedergegeben werden:

Die entsprechenden Befunde von anderen unter Salzwasser gefüllten Lebern zeigen gegenüber diesem Beispiel nur geringfügige Differenzen der prozentualen Durchmesserverlängerung.

Größter Durchmesser	3 mm Hg	25 mm Hg	Zunahme (%)
Craniocaudal .	22,0 cm	23,7 cm	7,7
Dorsoventral .	14,0 cm	15,9 cm	13,6
Links — rechts	24,3 cm	25,3 cm	4,1

Die Form der Leber ändert sich also etwas unter der Dehnung. Ihre Länge nimmt weit weniger zu als der craniocaudale und besonders der dorsoventrale Durchmesser. Die prozentuale Verlängerung der Durchmesser ist bei der Volumdehnung, wie man erwarten muß, viel geringer als die prozentuale Zunahme des Volumens, worauf schon MONORET hingewiesen hat. Würde die Form der Leber bei der Dehnung unverändert bleiben, so könnte man den Durchmesserzuwachs aus dem Volumenzuwachs als dessen 3. Wurzel errechnen. Da man aber nicht sagen kann, ob das „Anfangsgewicht“ vor Füllungsbeginn oder das um etwa 20 % größere Lebergewicht nach Einfüllung von Flüssigkeit unter 3—4 mm Hg Überdruck dem wirklichen Lebervolumen während des Lebens besser entspricht, würde sich die Berechnung der Durchmesserzunahme aus dem auf der Waage im Druckintervall von 0 nach 25 mm Hg gemessenen Gewichtszuwachs für unsere Zwecke auch dann nicht eignen, wenn man den Fehler durch die mäßige Formänderung vernachlässigte. Der als 3. Wurzel aus dem Volumenzuwachs normaler Lebern von 0 nach 25 mm Hg (57 %) unter Vernachlässigung der Formänderung berechnete Zuwachs jedes beliebigen Durchmessers beträgt 16 %.

Die Formänderung läßt sich bei der Dehnung näher verfolgen: Beim Übergang vom Überdruck 0 auf 3 mm Hg nehmen zunächst der craniocaudale und dorsoventrale Durchmesser zu. Die Füllung des rechten Leberlappens ist dabei deutlicher als die des linken. Beim Übergang von 3 auf 12 mm Hg füllt sich auch der linke Lappen stärker und seine ventrale Fläche, die bis dahin nur wenig gekrümmt war, bekommt eine deutliche, nach ventral gerichtete Wölbung. Der dorsoventrale Durchmesser beider großer Lappen vergrößert sich weiterhin merklich, weniger der craniocaudale. Beim Übergang von 12 auf 25 mm Hg sind nur noch geringe Zunahmen der beiden kleineren Durchmesser zu

verzeichnen. Die ventrale Wölbung beider großer Lappen verstärkt sich noch etwas, wobei eine flache Schnürfurche am Ansatz des Mesohepaticum ventrale sichtbar wird. Die nach caudal gerichteten Concavitäten der Impressio renis und der Unterfläche des linken Lappens bleiben über alle Druckstufen erhalten und werden mit zunehmender Füllung sogar noch etwas deutlicher.

Ehe vom Verhalten der Leber bei der Füllung im Salzwasserbassin auf ihr Verhalten bei Venendrucksteigerung in vivo geschlossen werden kann, muß beachtet werden, daß die Leber in situ eine gewisse, durch ihre anatomischen Verankerungen begrenzte passive Beweglichkeit hat. Es ist darum denkbar, daß sie sich bei der Volumenvermehrung etwas verlagert. Eine Verlagerung ist dann zu erwarten, wenn die Vergrößerung durch Widerstände behindert wird. Einer Verlängerung des dorso-ventralen Durchmessers stünde in vivo der Rippenbogen im Wege. Weicht die Leber diesem Hindernis durch eine geringe Drehung um ihre Längsachse aus, so könnte sich damit für den neuen craniocaudalen Durchmesser eine etwas größere Zunahme ergeben als die Dehnungsversuche zeigen. Immerhin könnte selbst bei sehr hoch angesetzter Beweglichkeit der Leber der zusätzliche scheinbare Zuwachs nur Bruchteile eines Zentimeters betragen. Das Ergebnis von Leberfüllungen in situ spricht jedoch dafür, daß bei Einwirkung inneren Überdruckes keine nennenswerte Drehung der Leber eintritt. Auch eine plastische Verformung durch das Andrängen an Nachbarorgane ist dabei nicht zu erkennen. Daß eine solche bei chronischer Stauung eintreten könnte, läßt sich durch Dehnungsversuche jedoch nicht ausschließen. Derartige plastische Verformungen der Leber durch fortgesetzten Druck anliegender Organe, etwas in der Art von Zwerchfellfurchen, werden zumindest in so auffälliger Form als Folge chronischer Blutstauung des Organs jedoch nicht beobachtet. Die Vergrößerung des dorsoventralen Durchmessers wird sich also im wesentlichen durch ein Andrängen der Leber-vorderfläche an die vordere Bauchwand auswirken. Dieses Andrängen bei gleichzeitiger Konsistenzvermehrung sind während des Lebens palpatorisch erkennbare Folgen der Blutstauung des Lebergewebes. Demgegenüber kann das Tiefortreten des unteren Leberrandes bei Herzinsuffizienz nur bis zu einem relativ geringen Ausmaße auf die Blutstauung des Organs zurückgeführt werden.

7. *Das Verhalten des unteren Leberrandes bei der Volumendehnung der Leber.* Wie oben dargestellt, ist mit der Dehnung der Leber durch inneren Überdruck eine Verlängerung auch des craniocaudalen Durchmessers, von dem bei gleichbleibenden übrigen Bedingungen die Stellung des unteren Leberrandes abhängt, verbunden. Somit muß sich auch ein gewisses Tiefortreten des unteren Leberrandes beobachten lassen, wenn man die Leber in situ füllt. Die dabei registrierten Verlagerungen

des Leberunterrandes nach caudal liegen zwischen 1,0 und 2,0 cm (Abb. 4). Nur faule Lebern treten mit dem Unterrand noch tiefer. Eine Drehung der Leber um ihre Längsachse ist bei diesen Füllungen nicht zu beobachten. Soweit sich die Ergebnisse dieser Experimente

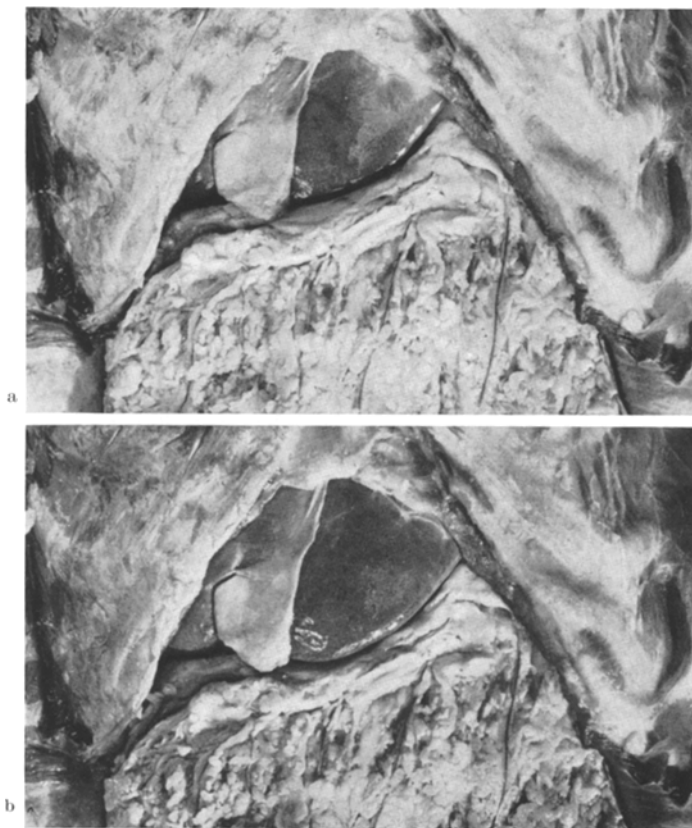


Abb. 4a u. b. Füllung einer Leber in situ: a Zustand vor der Füllung. b Zustand nach Füllung der Leber unter 25 mm Hg (bezogen auf die Höhe des rechten Herzvorhofes). Das Einfüllrohr wurde nach Fensterung des Thorax durch den rechten Vorhof eingeführt. Vor der Füllung wurden die untere Hohlvene dicht oberhalb der Nierenvenen und die Gefäße der Leberpforte unterbunden. In diesem Versuch trat der untere Leberrand um knapp 1 cm tiefer

auf die Verhältnisse in vivo bei Rechtsinsuffizienz des Herzens übertragen lassen, können Lageänderungen des unteren Leberrandes bis um 1—1½ Querfingerbreiten allein durch akute cardiale Stauung bedingt sein. Ein Tiefortreten des unteren Leberrandes um größere Beträge ist dagegen allein durch Volumenzunahme der Leber infolge inneren Überdruckes nicht erklärbar. Dabei ist zunächst davon abgesehen, daß im

Gefolge einer kardialen Insuffizienz miliare Nekrosen im Leberparenchym auftreten können (ROTHE), die die Dehnbarkeit des Lebergewebes vorübergehend erhöhen und hierdurch eine geringe zusätzliche Verlagerung des unteren Leberrandes nach caudal bewirken können. Wesentlicher für die Höhe des unteren Leberrandes als individuelle und krankhafte Änderungen der Dehnbarkeit des Lebergewebes sind bei Herzinsuffizienz aber Stauungsergüsse. Es liegt darum nahe, diese gegebenenfalls zur Erklärung eines tiefstehenden unteren Leberrandes mit heranzuziehen. Tatsächlich werden gerade dann, wenn die Klinik von weit unter dem Rippenbogen (3 Querfinger und mehr) tastbaren „Stauungslebern“ berichtet, nach dem Tode an Herzinsuffizienz sehr oft bei der Obduktion Ergüsse in den Pleurahöhlen gefunden.

Einige zur Prüfung der Beziehung zwischen Ergußmenge in den Pleurahöhlen und Lebertiefstand durchgeführte Pleurafüllungen an Leichen zeigen nun, daß mit Flüssigkeitsmengen, wie sie auch bei sog. Stauungsergüssen vorkommen, manchmal größere Lageänderungen des unteren Leberrandes erzielbar sind als mit der Füllung von Leichenlebern in situ unter hohem „Venendruck“. Dieser Befund spricht dafür, daß Stauungsergüsse in den Pleuren den klinischen Befund einer palpabel vergrößerten Stauungsleber verstärken und unter ungünstigen Umständen vielleicht auch vortäuschen können. Beim Tiefertreten der Leber infolge vorwiegend rechtsseitiger Pleurafüllung kommt es außerdem zu einer geringen Verlagerung der Leber nach links, kenntlich an einer Annäherung der Gallenblase an die Mittellinie. Bei Füllung der linken Pleurahöhle beschränkt sich das Tiefertreten im wesentlichen auf den linken Leberlappen.

Gelangte, z.B. wegen flächenhafter Pleuraverwachsungen, die eingefüllte Flüssigkeit nicht in die Pleurahöhlen, sondern in das Lungengewebe, so wurde hierdurch ein artefizielles „Lungenödem“ an der Leiche erzeugt. Auch dann treten Zwerchfellkuppe und Leber meist merklich tiefer (in einem Falle um 3 cm) (Abb. 5). Es ist denkbar, daß sich das Lungengewebe beim intravitalen Lungenödem ähnlich verhält wie beim artefiziellen Lungenödem an der Leiche. Das Tiefertreten des unteren Leberrandes würde dann nicht auf eine Rechtsinsuffizienz, sondern auf eine Linksinsuffizienz hinweisen. Jedenfalls scheint es nach diesem Befund sehr fraglich, ob bei Lungenödem der klinische Befund eines tiefstehenden Leberrandes als Kriterium für gleichzeitig bestehende Rechtsinsuffizienz verwendet werden kann.

8. *Dehnungsmechanismen bei der Volumzunahme der Leber infolge inneren Überdruckes.* Jede Dehnung kann grundsätzlich eine elastische oder eine plastisch-viscöse sein. Zur elastischen Dehnung gehört definitionsgemäß (FÖRPL), daß sich die bei ihr aufgewendete Formänderungsarbeit bei Umkehrung des Dehnungsvorganges vollständig zurück-

gewinnen läßt. Bei gemischt plastisch-elastischer Dehnung ist der Anteil der elastischen Dehnung an der Gesamtdehnung gleich dem reversibel gespeicherten Anteil an der gesamten aufgewendeten Formänderungs-

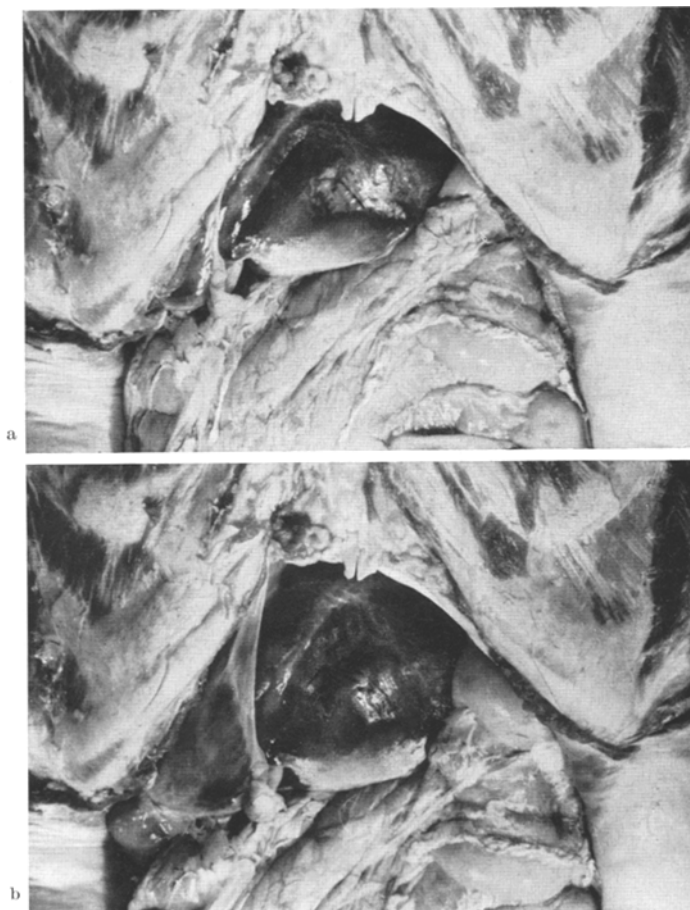


Abb. 5a u. b. Verhalten des unteren Leberrandes bei Flüssigkeitseinfüllung in den Brustraum. a Zustand vor Flüssigkeitseinfüllung. b Zustand nach Einfüllung von je 800 cm³ Flüssigkeit in beiden Lungen. In diesem Versuch trat der untere Leberrand um reichlich 2 cm tiefer

arbeit. Auf die Leberfüllung übertragen bedeutet dies, daß die Dehnung soweit elastisch ist, wie sich beim Übergang von der höheren zur niedrigeren Druckstufe das Gewicht wieder um denselben Betrag vermindert, um den es beim Druckanstieg in demselben Intervall zunimmt. Um das festzustellen, senkt man, was wir bei einigen der auf der Waage gefüllten Lebern getan haben, den Füllungsdruck stufenweise und

wartet jeweils das Konstantbleiben des Gewichtes in jeder Druckstufe ab. Dabei sind die Gewichtsabnahmen den Gewichtszunahmen zwischen 25—20—15 mm Hg Füllungsdruck annähernd gleich. Beim Übergang von 15 auf 10 mm Hg vermindert sich das Gewicht nur noch um einen Teil der im gleichen Druckintervall eingeflossenen Flüssigkeit. Beim Übergang von 10 auf 5 mmHg sinkt das Gewicht nicht einmal mehr auf den Wert, den es bei der Auffüllung unter einem Druck von 10 mm Hg erreicht. Nach Rückkehr zum Überdruck 0 bzw. beim Ablösen der Leber vom Einfüllschlauch entleert sich im Schwall die in dem dabei kollabierenden anhängenden Hohlvenenstück angestaute Flüssigkeit und die Leber verliert rasch an Gewicht, bis etwa 135—130% des Ausgangsgewichtes vor der Füllung erreicht sind. Von jetzt an läuft die Flüssigkeit nur noch tropfenweise ab und die nun in den Kühltank verbrachte Leber erreicht innerhalb von 12—18 Std ein Gewicht, welches noch um 100—150 g über dem Ausgangsgewicht vor der Füllung liegt. Die geringe verbliebene Restfüllung ist aber vorwiegend in der ödematös gequollenen Gallenblase abgelagert, während die Leber selbst ihr Ausgangsgewicht zu dieser Zeit annähernd wieder erreicht haben dürfte. Aus der Rückkehr des Gewichtes nahe an das Leergewicht kann man erkennen, daß die Ergebnisse durch mögliche Quellung, d. h. Flüssigkeitsaufnahme in die Leberzellen selbst, nicht wesentlich beeinflusst wurde.

Aus diesen Versuchen läßt sich schließen, daß sich die Leber bei der Volumendehnung in einem Druckintervall von etwa 12—25 mm Hg weitgehend elastisch verhält, während dies bei niedrigeren Drucken nicht der Fall ist. Die Dehnbarkeit der Leber innerhalb eines Druckintervalles von 0—12 mm Hg muß im wesentlichen andere Ursachen als die Elastizität des Gewebes haben. Irreversible Gefügeverschiebungen kommen nicht in Frage, da das betreffende Druckintervall zum Teil noch im Bereich physiologischer Druckschwankungen liegt und die histologische Kontrolle der gedehnten Lebern keinen Hinweis auf Gefügeverschiebungen ergibt, trotzdem solche wegen der verhältnismäßig komplizierten Architektur des Lebergewebes und besonders seiner Röhrensysteme wahrscheinlich an gröberen Dissociationen erkennbar wären. Es liegt demnach näher anzunehmen, daß bei fallendem Druck unter etwa 12 mm Hg nur noch geringe elastische Spannungen frei werden, während die Hauptmenge der dann noch austretenden Flüssigkeit nicht durch diese Spannungen ausgetrieben wird, sondern ihrer Schwerkraft folgend aus der Leber ausfließt, ähnlich wie das Wasser aus einem nassen Schwamm. Der umgekehrte Vorgang bei der Auffüllung läßt sich als eine Art von Entfaltung bezeichnen. Die bei der Auffüllung vom Überdruck 0 an aufwärts geleistete Formänderungsarbeit besteht anfangs darin, daß die einströmende Flüssigkeit in un-

vollständig gefüllte, gegebenenfalls auch in vor dem Tode nicht mehr durchblutete Gefäßstrecken einfließt und einige Capillargebiete dabei erst wieder eröffnet. Außerdem muß das höher als die Meßstelle — am Einfüllstutzen im caudalen Hohlvenenstumpf der flach auf der Waage gelagerten Leber — befindliche Gewebe bei diesem Vorgang angehoben werden. Gleichzeitig wird zunächst ein Lebervolumen hergestellt, welches ungefähr dem normalen geringen Spannungszustande der Leber während des Lebens zukommt. Ungeklärt bleibt der Dehnungs- bzw. Füllungsmechanismus in einem Druckintervall zwischen etwa 3 und 12 mm Hg. Innerhalb dieses Intervalles ist der Dehnungsmodus wegen der uneinheitlichen physikalischen Beschaffenheit des Lebergewebes mit den angewendeten relativ groben Methoden nicht analysierbar. Zum geringen Teil ist die Dehnung auch zwischen 3 und 12 mm Hg Füllungsdruck elastischer Natur.

Nur dadurch, daß erst von einem schon deutlich überhöhten Füllungsdruck an die Dehnung vorwiegend elastisch ist, wird es verständlich, daß akut blutgestaute Lebern noch nach dem Tode schwerer sein können als nicht blutgestaute. Wäre die Dehnung schon im Bereich geringer Überdrucke vorwiegend elastisch, so müßte das rückgestaute Blut nach dem Tode wieder vollständig aus der Leber ausgepreßt werden, was ja augenscheinlich nicht der Fall ist. Offensichtlich entleert sich die Stauungsleber in der Zeit zwischen Todeseintritt und Sektion nicht so weitgehend vom zusätzlich aufgenommenen Blute, daß sie bei postmortalen Füllungsversuchen entsprechend mehr aufnimmt als eine Normalleber. Eine solche übermäßig große postmortale Entleerung läge bei der von GERLACH geforderten „ausgelaufenen Stauungsleber“ vor. Auch wir nehmen an, daß aus der Leber nach dem Tode eine gewisse, unter anderem wohl auch von der Höhe des vor dem Tode vorherrschenden Venendruckes abhängige Blutmenge, ausfließen kann. Wir halten es aber für unwahrscheinlich, daß allein durch postmortalen Blutabfluß das Volumen einer Stauungsleber um soviel geringer werden kann, daß sich daraus das gelegentliche Mißverhältnis zwischen einer in vivo stark „vergrößerten“ und dann in tabula eher kleinen Leber erklären ließe. Diskrepanzen zwischen klinisch geschätzter und anatomisch gemessener Lebergröße erklären sich bei Herzinsuffizienz zumindest ungleich häufiger durch mit Zwerchfelltieftand einhergehenden Folgen der Herzinsuffizienz an den Thoraxorganen als durch den Blutabfluß nach dem Tode. Auch Formanomalien der Leber scheinen bei gleichzeitiger Konsistenzvermehrung des Lebergewebes erhebliche Lebervergrößerungen vortäuschen zu können.

Die geringere Dehnbarkeit blutgestauter Lebern ist nach den oben geschilderten Befunden folgendermaßen zu deuten: In diesen Lebern ist die Spanne zwischen dem Zustande vor der Füllung und dem

Zustände beim Eintritt in den Bereich der vorwiegend elastischen Dehnung eingeengt. Das muß in dem Maße so sein, in dem der vermehrte Blutgehalt nicht durch eine entsprechende Atrophie von Lebergewebe mit nachfolgender plastischer Erweiterung der Blutgefäße voll ausgeglichen ist. Erst nach Entwicklung eines Stauungsumbaues mit Fibrose kann die Dehnbarkeit auch durch Verstärkung des bindegewebigen Gerüsts vermindert sein.

Zusammenfassung

Die Wägung von 55 Leichenlebern nach Füllung unter Drucken zwischen 5 und 25 mm Hg sowie die Füllung weiterer Lebern unter Salzwasser und in situ ergaben:

Der Volumzuwachs nicht blutgestauter Lebern beim Füllungsdruck 25 mm Hg beträgt etwa 57% des Ausgangsgewichtes vor der Füllung. Bei der Füllung vergrößert sich die Leber nicht gleichmäßig, sondern vorwiegend in ihrem dorsoventralen und kraniocaudalen Durchmesser. Die durch Füllung unter 25 mm Hg Druck bewirkte Verschiebung des unteren Leberrandes nach caudal beträgt etwa 2 cm. Es ist daher anzunehmen, daß auch beim Lebenden Verschiebungen des unteren Leberrandes nach caudal um mehr als um 2 cm nicht allein durch Volumvermehrung der Leber infolge kardialer Stauung bedingt werden. Verschiebungen des unteren Leberrandes nach caudal um mehr als 2 cm bei Rechtsinsuffizienz des Herzens weisen auf einen gleichzeitig bestehenden Zwerchfelltiefstand hin.

Cirrhotische und chronisch blutgestaute Lebern dehnen sich bei Füllungsdrucken über 10 mm Hg weniger als normale Lebern.

Die Dehnung der Leber durch inneren Überdruck von über 12 mm Hg ist eine überwiegend elastische Dehnung, während bei Füllungsdrucken unter 12 mm-Hg der Anteil der elastischen Dehnung an der Gesamtdéhnung nur sehr gering ist.

Summary

55 livers were filled with saline solution under pressures ranging from 5 mm Hg to 25 mm Hg, and were weighed at each pressure level. Other livers were filled in situ.

By a pressure of 25 mm Hg normal livers enlarge approximately 57%. The enlargement is not uniform, but is found mainly in the kraniocaudal and the dorsoventral diameter. If the liver is filled under a pressure of 25 mm Hg, the margin shifts approximately 2 cm caudally. Therefore it may be assumed that in general intra vitam the margin is lowered only approximately 2 cm by congestion alone. Displacement of more than 2 cm in cases of heart disease indicates a concomitant lowering of the diaphragm.

Cirrhotic and chronically congested livers expand less than normal livers under pressures of more than 10 mm Hg.

The expansion of the liver under pressures of more than 12 mm Hg is mainly an elastic expansion. On the other hand, under pressures of less than 12 mm Hg the elastic part of the expansion is slight.

Literatur

BOCK, H. E., K. GRAF u. H. HENSEL: Fortlaufende Registrierung der Leberdurchblutung mit einer Wärmeleitsonde. *Klin. Wschr.* **1957**, 487. — DENEKE, H.: Blutmengenbestimmungen in Organen mit Hilfe des Pulfrich-Photometers. *Beitr. path. Anat.* **105**, 303 (1941). — DÖLLE, W.: Die Analyse der Gewichtsveränderungen der Leber mit Hilfe der relativen Histometrie. *Virchows Arch. path. Anat.* **325**, 15 (1954). — FÖPPL, A.: Vorlesungen über technische Mechanik, Leipzig und Berlin 1919. — GERLACH, W.: Die Kreislaufstörungen der Leber. In *Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie*, Bd. 5, Teil 1, S. 84. Berlin: Springer 1930. — LINZBACH, A. J.: Die pathologische Anatomie der Herzinsuffizienz. In *Handbuch der inneren Medizin*. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer. Im Druck. — MONERET, E.: De la congestion non inflammatoire du foie. *Arch. gén. Méd.* **17**, 545 (1861). — REIN, H.: Die Blutreservoirs des Menschen. *Klin. Wschr.* **1933**, 1. — ROTHE, G.: Beitrag zur Frage der zentralen Lebernekrose. *Frankfurt. Z. Path.* **51**, 1 (1938). — SCHÜTZ, W.: Experimentelle Untersuchungen über den Blutgehalt der Leichenlebern unter besonderer Berücksichtigung der Stauungslebern. *Virchows Arch. path. Anat.* **259**, 349 (1936). — SOLTHER, K.: Bestimmung der Tendenzbereitschaft und des Veränderungsgrades bei monovarianten biologischen Vorgängen. *Klin. Wschr.* **1954**, 179.

Dr. E. HENSCHER und Dr. H.-W. BUMM,
Pathologisches Institut der Universität Marburg a. d. Lahn,
Robert-Koch-Str. 5