

Typische, klinische Zeichen einer Lebererkrankung sind: (Skleren-)Ikterus, Foetor hepaticus, »flapping tremor«, »burning feet«, Bauchglatte, Palmarerythem, Spider nävi, Umgehungskreisläufe (Caput medusae), Aszites und Muskeltrophie (»Kartoffel auf Stelzen«).

6.1 Anatomie und Physiologie

6.1.1 Blutversorgung

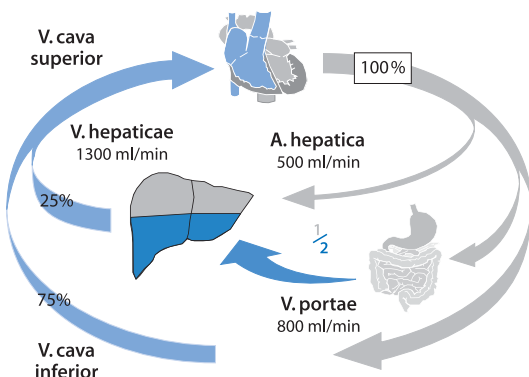
Die Leber ist eines der wenigen Organe, welche sowohl mit venösem als auch mit arteriellem Blut durchströmt werden. Über die V. porta fließt O₂-armes, an Spaltprodukten der Nahrung reiches Blut zur Leber. Dieses kann auch bakterielle Stoffwechselprodukte enthalten.

Die Versorgung mit O₂-reichem Blut erfolgt über die A. hepatica (▣ Abb. 6.1).

Beide Systeme der Blutversorgung, das venöse Niederdrucksystem und das arterielle Hochdrucksystem, konfluieren auf der Ebene der Sinusoide (▣ Abb. 6.2). Nach Passage der Sinusoide wird das Blut über die Lebervenen der V. cava inferior und damit dem Systemkreislauf wieder zugeführt.

! Der Blutfluss über das portalvenöse Niederdrucksystem und das arterielle Hochdrucksystem beträgt insgesamt 1300±300 ml/min (ca. 25% des Herzzeitvolumens). Ungefähr 2/3 davon entfallen auf die Pfortader. Obwohl der arterielle Zustrom nur ca. halb so groß ist wie der portalvenöse, deckt das arterielle Blut aufgrund seiner hohen O₂-Sättigung die Hälfte des O₂-Bedarfs der Leber. Portale und arterielle Durchblutung können sich jedoch bei der Versorgung der Leber mit Sauerstoff gegenseitig vollständig ersetzen.

Im Gegensatz zum Herzen kann die Leber bei einer Steigerung ihres O₂-Bedarfs nicht den gesamten Blutfluss erhöhen. Vielmehr nimmt die O₂-Extraktion aus dem Blut zu. Bei geringem Blutfluss kann Letztere fast vollständig sein. Unter physiologischen Bedingungen ist das O₂-Angebot nicht ausgenutzt, so dass die Leber eine O₂-Reserve besitzt, die das 2- bis 3fache des normalen Verbrauchs beträgt.



▣ Abb. 6.1. **Kreislaufsituation der Leber.** Der Bruchwert gibt das Verhältnis der Blutversorgung der Leber über die Arterie und die Pfortader an

6.1.2 Regulation des hepatischen Blutflusses

Pfortaderdurchblutung

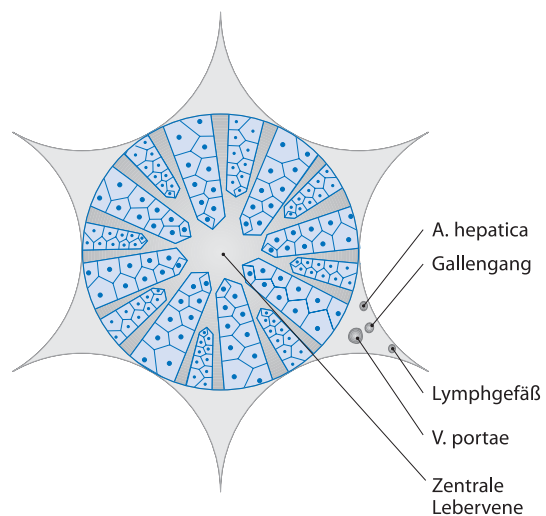
Der Druck in der Pfortader ist normalerweise 7–10 mmHg. Durch den im Vergleich zur V. cava inferior höheren Druck kann der Strömungswiderstand der Leber überwunden werden. Allerdings ist die Regulation des intrahepatischen Gefäßwiderstands für die Größe der portalvenösen Durchblutung der Leber weniger entscheidend. Vielmehr wird der venöse Fluss über die Pfortader durch die Summe der arteriellen Blutflüsse zu Magen, Milz, Pankreas, Dünn- und Dickdarm bestimmt, deren Perfusion hauptsächlich durch den Tonus der Arteriole in diesen Splanchnikusorganen reguliert wird (▣ Abb. 6.1).

Arterial Buffer Response

Im Gegensatz zur weitgehend druckpassiven portocavalen Durchblutung der Leber wird die arterielle Perfusion der Leber autoreguliert. Das Ziel ist, eine Beeinträchtigung der Pfortaderdurchblutung zu kompensieren. Dieses Phänomen wird auch als »arterial buffer response« bezeichnet [14]. Nimmt die Durchblutung der Leber über die Pfortader ab, steigt die Perfusion über die A. hepatica an. Die Autoregulation der arteriellen hepatischen Durchblutung beruht auf bis heute nicht vollständig geklärten myogenen, neurogenen und metabolischen Faktoren.

Nach der »Auswaschtheorie« wird mit konstanter Rate Adenosin gebildet, das als potenter Vasodilatator den Tonus der hepatischen Arteriolen reguliert. Bei Abnahme der portalvenösen Perfusion akkumuliert Adenosin mit der Folge einer Dilatation der Arteriolen und der Steigerung der arteriellen Leberdurchblutung. Bei Zunahme des portalvenösen Flusses wird der Vasodilatator stärker ausgewaschen und die Dilatation der arteriellen Gefäße nimmt wieder ab.

! Die »arterial buffer response«, die zur Abnahme der Pfortaderperfusion inverse Steigerung der arteriellen Durchblutung, trägt zur Aufrechterhaltung der Homöostase der Leber



▣ Abb. 6.2. **Schema des Periportalfeldes mit benachbarten Leberläppchen.** In den Sinusoiden konfluieren arterielles und portalvenöses Blut

und des gesamten Organismus bei. Ein konstanter Gesamtblutfluss durch die Leber sichert zum einen die O_2 -Versorgung des Organs und zum anderen die blutflussabhängige Elimination von Stoffwechselprodukten [15].

Voraussetzung für die kompensatorische Steigerung der arteriellen Perfusion der Leber ist jedoch ein ausreichender systemarterieller Druck.

6.1.3 Funktion der Leber als Blutreservoir

Der Gehalt der Leber an Blut beträgt normalerweise bis zu 500 ml und entspricht damit 10% des Blutvolumens. Für die Aufnahme und Abgabe von Blut aus der Leber hat das Lebervenenbett eine besondere Bedeutung. So kann bei Herzinsuffizienz mit Erhöhung des zentralen Venendrucks bis zu 1 l Blut zusätzlich in der Leber gespeichert werden. Umgekehrt werden bei Hypovolämie bis zu 350–500 ml Blut aus der Leber in den Kreislauf mobilisiert. Kontrolliert wird diese Reservoirfunktion der Leber durch das sympathische Nervensystem im Innervationsbereich von Th₃–Th₁₁.

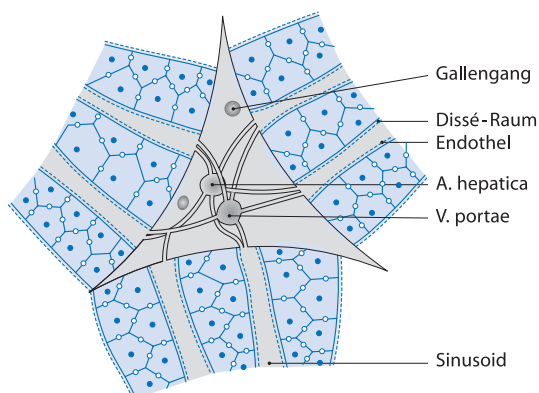
! Damit stellt die Leber ein wichtiges Organ für die Mobilisation von Blut bei akuter Hypovolämie dar.

6.1.4 Funktionelle und anatomische Einheiten der Leber

Periportalfelder

! Die funktionelle Einheit der Leber ist das von den zuführenden Gefäßen abhängige Periportalfeld mit den von ihm versorgten umliegenden Leberläppchen (■ Abb. 6.2 und 6.3).

Im Periportalfeld liegen neben den Gallengängen die Ausläufer der Pfortader sowie der A. hepatica und Lymphgefäße. Die Äste der Pfortader verzweigen sich weiter als septale Venolen und Einlassvenolen. Die Äste der A. hepatica teilen sich zu terminal hepatischen Arteriolen auf. Diese bilden mit den peripheren Abschnitten der septalen Venolen Anastomosen, bevor schließlich das portalvenöse und arterielle Blut in die Sinusoide der Leberläppchen gelangt [17].



■ Abb. 6.3. Schematische Darstellung eines Leberläppchens

Leberläppchen

! Das Leberläppchen (Azinus) stellt die kleinste anatomische Einheit der Leber dar.

Es enthält die eigentlichen Parenchymzellen, die Hepatozyten sowie Blutgefäße (Sinuskapillaren, Zentralvene) und Lymphgefäße, Zellen des retikuloendothelialen Abwehr- und Speichersystems und ableitende Gallenwege. Im Leberläppchen befinden sich die in Einzel- und Doppelzellschichten angeordneten Hepatozyten, die als Platten parallel zum Verlauf der Sinusoide und radiär zur Zentralvene in der Mitte des Läppchens angeordnet sind.

Dissé-Raum

Die beidseits der Hepatozytenplatten befindlichen Sinusoide bzw. Sinuskapillaren werden von Endothelzellen gebildet. Da die Sinusendothelzellen gefenstert sind und keine Basalmembran besitzen, können auch große Moleküle aus dem Blutplasma in den spaltförmigen Raum (Dissé-Raum) zwischen den Endothelzellen und den Leberzellen eindringen und die Hepatozyten direkt umspülen.

! Der Dissé-Raum ist der Ort des Stoffaustausches zwischen Leberzellen und Blut.

Das in den Disse-Raum abgegebene Ultrafiltrat hat Anschluss an Lymphgefäße. Aufgrund der makromolekularen Durchlässigkeit der gefensterten Sinusendothelzellen leiten diese eine sehr proteinreiche Lymphe ab. Die tägliche Produktion der Lymphe in der Leber beträgt ungefähr 3 l und macht ca. 1/3 der gesamten Lymphproduktion des Organismus aus.

Makrophagen

In den Sinusoiden spannen sich die *Kupffer-Sternzellen* aus. Sie gehören dem Makrophagen-Phagozyten-System als Teil des retikuloendothelialen Systems an. Als Makrophagen sind sie in der Lage, Makromoleküle, Toxine – insbesondere Endotoxin – sowie Mikroorganismen, die aus dem Darm bei erhöhter Permeabilität z.B. infolge eines Schockzustands in das portalvenöse Blut transloziert werden, durch Phagozytose aufzunehmen und abzubauen. Im Dissé-Raum befinden sich die sog. *Ito-Zellen* oder auch *Stellatumzellen*. Ito-Zellen sind mesenchymale Zellen, die Fett und fettlösliche Vitamine (z.B. Vitamin A) speichern. Ihre langen zytoplasmatischen Ausläufer sind zur Kontraktion fähig und umgeben die Sinusendothelien. Daher werden Ito-Zellen mit der Regulation des sinusoidalen Gefäßwiderstands in Zusammenhang gebracht [7].

Gallengänge

Zwischen 2 einander zugewandten Hepatozyten wird jeweils durch die Zytoplasmamembranen eine Gallengangskapillare gebildet, in die Hepatozyten ihre Galle abgeben. Die Gallengangskapillaren stehen mit den periportal Gallengängen in Verbindung, die sich zu größeren intrahepatischen Gallengängen vereinigen und die Galle über einen rechten und linken Hauptgallengang in den Ductus hepaticus ableiten.

Die makroanatomischen Strukturen der Leber und ihre Bedeutung für die Planung des chirurgischen Vorgehens werden in ► Kap. 70 und 51.3 beschrieben.