

Anatomiegerechte und atypische Leberresektionen

J. Scheele

Klinik und Poliklinik für Allgemeine und Viszerale Chirurgie (Direktor: Prof. Dr. J. Scheele) der Friedrich-Schiller-Universität, Jena

Anatomical and atypical liver resection

Abstract. Liver resection has evolved to an established treatment for various malignant primary and secondary hepatic tumours, some benign tumours, and other conditions. The anatomical approach, the preferred concept of the author, rests on knowledge of the intrahepatic segmentation according to the portal structure branching and the course of major hepatic veins. As most of the malignant tumours respect the corresponding intrahepatic boundaries this resectional approach offers superior tumour clearance and, probably, better long-term outcome. Besides the four standard resections along the main fissure and left intersectorial plane, respectively, there are less common sector-orientated procedures including central hepatectomies and operations along the right intersectorial plane. Segment-orientated resections are defined by additional use of the transverse boundary according to the cranially and caudally directed third-order ramification of the portal trunks. Despite the advantage of anatomical resections there are rational indications for non-anatomical procedures such as removal of small benign tumours, excision of HCC in liver cirrhosis, re-resection following major hepatectomies, an excision biopsy in a non-resectable situation, and liver trauma care. Irrespective of the resectional approach, routine use of intraoperative ultrasound, maintenance of a low central venous pressure during parenchyma transection, intermittent hilar clamping, and ischemic preconditioning all contribute to a safe and oncologically effective operation. In the future, augmentation of the liver remnant by preoperative portal vein embolisation, and multicentre trials on multidisciplinary strategies, may help to enhance resectability and to improve both safety and long-term outcome.

Keywords: Segmental liver anatomy – Liver resection – Prognosis.

Zusammenfassung. Die Leberresektion hat sich als Therapie verschiedener primärer und sekundärer maligner Tumore, einiger gutartiger Tumore und anderer

Konditionen etabliert. Das anatomiegerechte Vorgehen, das vom Autor konzeptionell bevorzugt wird, beruht auf der Kenntnis der intrahepatischen Segmentaufteilung entsprechend der Aufzweigung der portalen Strukturen und dem Verlauf der großen Lebervenen. Da die meisten malignen Tumore die entsprechenden intrahepatischen Grenzflächen respektieren bietet dieses Vorgehen eine überlegene Radikalität der Tumorentfernung und, vermutlich, bessere Langzeitergebnisse. Neben den 4 Standardresektionen entlang der Hauptgrenzspalte und der linken intersektorialen Fissur sind weniger gebräuchliche sektororientierte Verfahren einschließlich der zentralen Resektionen und Operationen entlang der rechten intersektorialen Fissur zu nennen. Die segmentorientierten Resektionen sind durch zusätzliche Nutzung der querverlaufenden Grenzzone definiert, die auf der Verzweigung 3. Ordnung der portalen Strukturen in cranial und caudal gerichtete Äste beruht. Trotz der Vorteile des anatomiegerechten Konzepts gibt es rationale Indikationen für atypische Resektionsverfahren, etwa die Exzision kleiner benignen Carcinomen in Cirrhose, Reresektionen nach ausgedehnten Ersteingriffen, eine Exzisionsbiopsie bei nicht-resektabler Gesamtsituation, oder die Versorgung des Lebertraumas. Unabhängig vom Resektionsprinzip tragen routinemäßiger Einsatz der intraoperativen Sonographie, Aufrechterhaltung eines niedrigen zentralen Venendrucks während der Parenchymdurchtrennung und intermittierendes Abklemmen des Leberhilus oder „ischemic preconditioning“ zu einer sicheren und onkologisch effizienten Operation bei. In Zukunft wird einer gezielter Vergrößerung der Restleber durch präoperative Pfortaderembolisation und der Entwicklung interdisziplinärer Behandlungsstrategien im Rahmen von Multizenterstudien eine zentrale Bedeutung bei der Ausweitung der Resektabilität und der Verbesserung von primärer Sicherheit und Langzeitergebnis zukommen.

Schlüsselwörter: Segmentale Leberanatomie – Leberresektion – Prognose.

Tabelle 1. Häufige Indikation für eine Leberresektion*Maligne Lebertumore*

Primär:

- Hepatocelluläres Carcinom
- Cholangiocelluläres Carcinom
- Cystadenocarcinom

Metastasen:

- Colorectales Carcinom
- Nicht-colorectale nicht-endokrine Malignome
- Endokrine Malignome

Direkte Tumorinvasion:

- Gallenblasencarcinom
- Hiläres Cholangiocarcinom
- Coloncarcinom
- Magencarcinom
- Nierencarcinom
- Nebennierencarcinom
- Retroperitoneale/V.cava-Sarkome

Benigne Erkrankungen

Lebertumore:

- Adenom
- Focal noduläre Hyperplasie
- Hämangiom
- Cystadenom

Nicht-tumoröse Konditionen:

- Lebercysten/polycystische Leberdegeneration
- Parasitäre Lebercysten (Echinokokkus)
- Intrahepatische Steine
- Caroli-Syndrom
- Rezidivierende Leberabszesse

*Lebertrauma**Leberlebendspende*

Resezierende Eingriffe an der Leber werden für sehr unterschiedliche Erkrankungen vorgenommen. Im Vordergrund des Indikationsspektrums stehen jedoch maligne Lebertumoren, gefolgt von benignen Tumoren, einigen nicht tumorösen benignen Konditionen und – als neuere Entwicklung der Transplantationschirurgie – der Leberlebendspende (Tabelle 1).

Gerade für Tumorerkrankungen beruht die heute breite Akzeptanz der Leberresektion auf 2 Faktoren: einer erheblichen Reduktion der operativen Letalität und Morbidität und der eindeutig belegten Prognoseverbesserung bei primären malignen Tumoren [3, 23, 31, 72] sowie bei Metastasen des colorectalen Carcinoms [2, 8, 22, 25, 52, 60, 65] und einiger anderer Primärtumore [13, 19, 26, 28, 37, 51].

Eine kompetente generelle Resektionsentscheidung und die Auswahl des individuell sinnvollsten Verfahrens erfordert Kenntnisse der Leberanatomie, des Spektrums daran orientierter Resektionsverfahren und des Wachstumsverhaltens der verschiedenen Malignome.

Anatomische Grundlagen

Aus dem Blickwinkel eines laparotomierenden Chirurgen erscheint die Leber durch das an der diaphragmalen Oberfläche verlaufende Lig. falciforme und das an der Unterseite im Bereich der Fissura umbilicalis einstrah-



Abb. 1. Leicht erkennbare anatomische Grenzflächen an der Leber: Linke intersektorale Fissur entlang der Lig. falciforme und teres hepatis und Hauptgrenzspalte nach probeweisem Abklemmen der nach rechts führenden Gefäße im Rahmen einer Leberlebendspende

lende Lig. teres in einen großen rechten und einen deutlich kleineren linken Lappen in einem Volumenverhältnis von etwa 80–85 % zu 15–20 % gegliedert. Nach Entnahme des Organs und Betrachtung von der Unterseite drängt sich demgegenüber eine nach rechts verschobene, durch die Lage der Gallenblase und den Verlauf der V.cava inferior bestimmte Teilung in eine 60–65 % des Volumens einnehmende rechte und eine 35–40 % einnehmende linke Leberhälfte auf (Abb. 1). Die beiden korrespondierenden intrahepatischen Grenzflächen, die linke intersektorale Fissur und die „Hauptgrenzspalte“ entsprechen den Durchtrennungsebenen der Leber bei den klassischen anatomiegerechten Resektionen.

Die funktionelle Gliederung der Leber wird durch die Aufzweigung der portalen Strukturen bestimmt. Diese 3 Gebilde, Pfortader, A. hepatica und Gallengang, zweigen sich nicht nur in der Leberpforte, sondern auch innerhalb des Parenchyms meist gleichsinnig auf, was histologisch in ihrer engen Nachbarschaft im Bereich des Glisson'schen Dreiecks zum Ausdruck kommt.

Durch den üblicherweise bestehenden rechten und linken Hauptast entstehen die 2 funktionellen Leberhälften, deren Versorgungsgebiet an der Hauptgrenzspalte, also der Resektionsebene bei der Hemihepatektomie, aneinander stoßen. Die nach rechts führenden Strukturen zweigen sich vor dem bzw. am Eintritt in die Leber in einen posterioren und anterioren Stamm für die gleichnamigen Sektoren auf, die nach weiteren 1–2 cm cranial und caudal gerichtete Äste entsenden. Durch diese Äste 3. Ordnung sind die Segmente der rechten Leberhälfte im Sinne von Couinaud definiert (Abb. 2).

An der linken Leberhälfte zeigt die Pfortader aus embryonalen Gründen eine andere zentrale Aufteilungscharakteristik als Leberarterie und Gallengang. Sie zieht zunächst zwischen Lobus quadratus und Lobus caudatus als Pars transversalis bis dorsal der Insertionsstelle des Lig. teres. Nach Abgabe des Asts für Segment II sowie eines kleinen Asts zum cranialen Anteil von Segment IV wendet sie sich als Pars umbilicalis (Recessus Rex) nach anterior und teilt sich schließlich in die

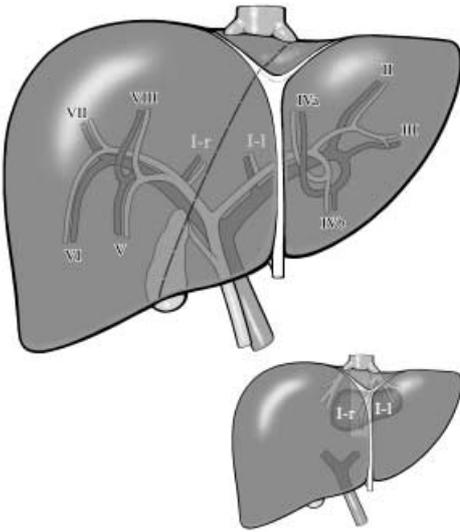


Abb.2. Segmentale Anatomie der Leber mit nahezu symmetrischer Gliederung innerhalb der beiden Leberhälften. Die kleinere Abbildung zeigt die Position von Sektor I in Bezug auf die hiläre Aufteilung der portalen Strukturen und die abführenden Lebervenen. Die Grenze zwischen den Segmenten I_r und I_l verläuft etwa entlang der mittleren Lebervene (reproduziert mit Erlaubnis von Scheele und Stangl, 2000 [61])

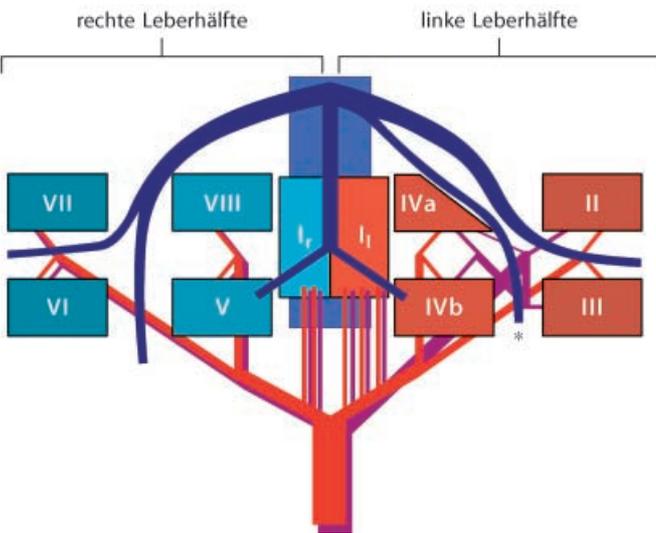


Abb.3. Schema der Gliederung der Leber in 2 Hälften, 5 Sektoren und 10 Segmente. Die Aufzweigung der Pfortader (violett) für die linke Leberhälfte weicht von jener für die A. hepatica (hellrot) und den (nicht gezeichneten) Gallengang ab. Zwischen dem medialen und lateralen Sektor der linken Leberhälfte verläuft die V. umbilicalis (*)

Äste für Segment III und IV auf. Demgegenüber gliedern sich Gallengang und Leberarterie zunächst in je einen Hauptast für den medialen und lateralen Sektor, die dann jeweils die auch für die rechte Leberhälfte typische wasserscheidenartige Aufzweigung in cranial und caudal gerichtete Äste vollführen.

Das sog. Segment I, das besser als ein ebenfalls aus 2 Segmenten zusammengesetzter Sektor betrachtet wer-

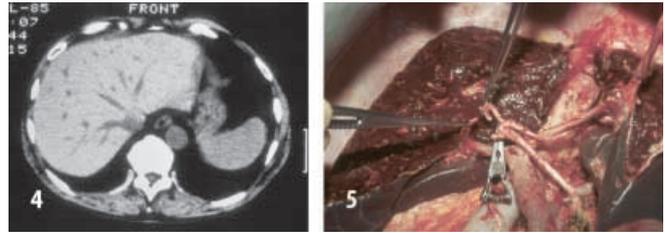


Abb.4. Lebervenen im CT. In nahezu sagittaler Richtung verläuft die V. umbilicalis (linke intersektorale Fissur), während die mittlere und rechte Lebervene um 45 bzw. 90 Grad nach rechts, die linke Vene um 30 Grad nach links gekippt erscheinen

Abb.5. Zentrale Leberresektion (anterioren Sektor, medialer Sektor und Sektor I) in Kombination mit einer Whipple'schen Resektion bei einem zentralen Gallengangscarcinom. Die rechte A. hepatica wurde wegen Tumorkontakt reseziert und wird zum Ast für den posterioren Sektor reanastomosiert. Die rechte Lebervene liegt an der Resektionsfläche langstreckig frei (reproduziert mit Erlaubnis von Scheele und Stangl, 2000 [61])

den sollte, kann keiner der beiden Leberhälften zugeordnet werden. Vorne wird es caudal von der hilären Aufzweigung der portalen Strukturen, weiter cranial von der Rückseite der mittleren und rechten Lebervene begrenzt. Dorsal liegt die V. cava. Neben dem links in die Bursa omentalis ragenden Lobus caudatus erstreckt er sich als Proc. caudatus auch nach rechts. Arterielle und portalvenöse Blutzufuhr werden für den L. caudatus aus den linken, für den Proc. caudatus aus den rechten Gefäßstrukturen gespeist. Auch der Galleabfluss zieht zu den entsprechenden Hauptgängen der jeweiligen Seite (Abb.2, kleinere Abb.), wobei das Parenchym von Sektor I dem Konfluenzbereich unmittelbar anliegt.

Aus dieser Aufzweigung resultiert meines Erachtens – in leichtem Gegensatz zur Couinaud'schen Klassifikation – eine weitgehend symmetrische Gliederung der Leber in 2 Hälften, 5 Sektoren und 10 Segmente (Abb.3).

Die Grenzflächen zwischen den einzelnen Segmenten werden nicht von stärkeren Ästen der portalen Strukturen durchzogen und stellen somit gefäßarme, für die chirurgische Parenchymdurchtrennung besonders vorteilhafte Zonen dar. In ihrer Tiefe – knapp anterior der portalen Hauptstämme – verlaufen lediglich die 4 großen Lebervenen, in die von den jeweils benachbarten Segmenten Seitenäste einstrahlen. Insgesamt entsteht so ein fächerförmiges Ineinandergreifen von portaler Aufzweigung und venösem Abfluss mit einer komplexen räumlichen Verzahnung. Als Orientierungshilfe mag die schematisierende Vereinfachung nützlich sein, dass die in der Körperlängsachse verlaufenden intersektorialen Grenzen durch den Verlauf abführender Venen (Abb.4), die in der Körperquerachse verlaufenden intersegmentalen Grenzen durch die Aufzweigung der portalen Strukturen definiert sind.

Eine Reihe spezieller Aufzweigungscharakteristika, die z.T. für die Operationsplanung von Bedeutung sind, wurden an anderer Stelle ausführlich beschrieben [56, 58, 61].

Tabelle 2. Klassifikation von Leberresektionen

Resektionsverfahren	Orientiert an der	Verfahren	Segmente
<i>Anatomiegerecht</i> Standardresektion	<i>intrahepatischen Gefäßanatomie</i> Hauptgrenzspalte <i>oder</i>	Hemihepatektomie rechts Hemihepatektomie links	(V–VIII) + I _r ^a (II–IV) ± I _l ^a
	linke intersektorale Fissur	Trisektorektomie rechts (links)laterale Sektorektomie	(IV–VIII) + I _r ± I _l II + III
Sektororientiert	rechte intersektorale Fissur <i>oder</i>	Trisektorektomie links (rechts)posteriore Sektorektomie	(II–V)+VIII + I _l ± I _r VI+VII
	2 intersektorale Fissuren	zentrale Resektionen	IVa+IVb / V+VIII ± I _{l/r} IV+V+VIII ± I _{l/r}
Segmentorientiert	(auch) querverlaufende Fissur	zahlreiche Kombinationen	
<i>Atypisch</i>	<i>Tumorausdehnung</i>	lokale Excisionen und Resektionen ohne Berücksichtigung der Segmentstruktur	

^a I_r = Rechte Hälfte von Sektor I, I_l = linke Hälfte von Sektor I, ± = entsprechender Anteil von Sektor I wird fallweise mitentfernt und gesondert vermerkt

Klassifikation der Resektionsverfahren

Leberresektionen lassen formal anatomiegerechte, d. h. an den beschriebenen intrahepatischen Grenzflächen orientierte Verfahren von atypischen, an der Ausdehnung eines pathologischen Befunds orientierte Resektionen trennen. Die letztgenannte Gruppe erlaubt allenfalls eine auf die Lokalisation und die Größe des späteren Resektats abhebende Spezifizierung, etwa die Unterscheidung einer lokalen Excision von einer atypischen Resektion, im eigenen Krankengut definiert anhand des maximalen Präparatedurchmessers von < bzw. ≥ 5 cm. Im Gegensatz hierzu erscheint beim anatomiegerechten Vorgehen eine Untergliederung in 3 große Gruppen sinnvoll (Tabelle 2).

Standardresektionen

Bei diesen 4 gebräuchlichsten Resektionsverfahren wird das Parenchym entweder in der Hauptgrenzspalte oder entlang der linken intersektoralen Fissur durchtrennt. Neben den beiden Hemihepatektomien handelt es sich also um die (links)laterale Sektorektomie und die rechtsseitige Trisektorektomie. Die evtl. Mitentfernung von Sektor I, sei es zur Hälfte oder komplett, bleibt nomenklatorisch unberücksichtigt und wird additiv vermerkt (z. B. Trisektorektomie rechts unter kompletter Mitentfernung von Sektor I).

(Seltene) sektororientierte Resektionen

Bei diesen Verfahren wird die Leber entweder entlang der rechten intersektoralen Fissur durchtrennt, was zur (rechts)posterioren Sektorektomie bzw. zur linksseitigen Trisektorektomie führt. Auch hier wird die partielle oder totale Mitentfernung von Sektor I gesondert angegeben. Alternativ werden 2 intersektorale Grenzflächen genutzt, woraus sich die 3 zentralen Resektionen des anterioren Sektors (Segmente V + VIII) des medialen Sek-

tors (Segmente IV a + IV b) bzw. die kombinierte Entfernung beider Sektoren ergibt. Fallweise wird eine Hälfte oder der gesamte Sektor I mitentfernt (Abb. 5).

Segmentorientierte Verfahren

Bei den segmentorientierten Resektionen werden zusätzlich zu den in der Körperlängsachse verlaufenden intersektoralen Grenzflächen auch die in der Querachse verlaufenden Trennlinien als Resektionsebene genutzt. Neben den verschiedenen Monosegmentektomien sind in Form der Entfernung mehrerer miteinander verbundener Einzelsegmente Bi- oder Polysegmentektomien sowie Mehrfachsegmentektomien, also die simultane Durchführung von segmentorientierten Resektionen auf beide Leberhälften zu unterscheiden. Als klinisch relevant hat sich in der eigenen Erfahrung die segmentorientierte Modifikation klassischer Resektionen erwiesen, besonders die um das Segment IV a erweiterte Hemihepatektomie rechts. Bei großen, der mittleren Lebervene unmittelbar anliegenden Tumoren in Segment VIII, besonders in Kombination mit weiteren rechtsseitigen Herden, erlaubt diese Modifikation im cranialen Anteil einen der rechten Trisektorektomie entsprechenden Sicherheitsabstand, vergrößert durch den Erhalt von Segment IV b, jedoch die postoperative funktionelle Reserve (Abb. 6, ausführliche Darstellung in [56]).

Onkologische Grundlagen

Sowohl metastatische als auch die meisten primären Lebertumore wachsen – mit Ausnahme besonders aggressiver und dann einer onkologisch sinnvollen Resektion ohnehin kaum zugänglicher Malignome – expansiv und damit auf ihr Segment begrenzt. Auch bei sehr großen Tumoren wird die Segmentgrenze vom Tumor eher verschoben als durchbrochen.

Neben dieser kontinuierlichen Ausbreitung verursachen maligne Lebertumoren auch eine diskontinuierliche

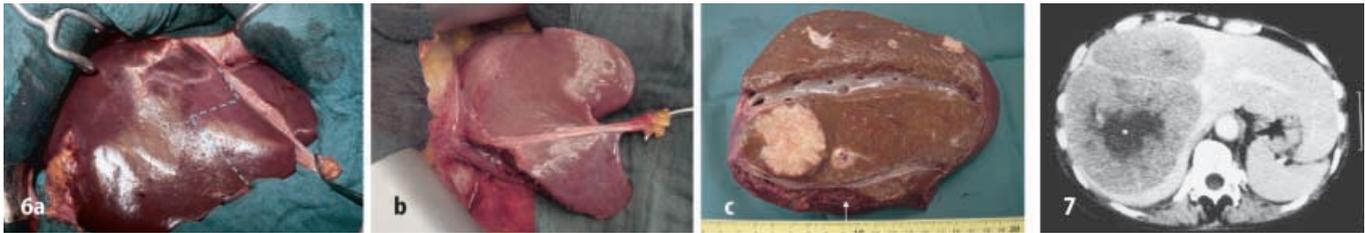


Abb. 6. a–c Stufenförmige Erweiterung der rechtsseitigen Hemihepatektomie durch Mitresektion des durch den Tumor komprimierten Segment Iva (inklusive der mittleren Lebervene). **a** Zwei große Lebermetastasen in Segment VI und VIII, letztere direkt an der mittleren Lebervene (gestrichelte Linie = Verlauf der Resektionsebene); **b** Restleber bei ähnlicher Ausgangssituation mit Erhalt von Segment IV b; venöser Abfluss via V, umbilicalis, daher keine venöse Stauung; **c** Resektat von **b** mit 6 cm großer Metastase in Segment VIII, der mittleren und rechten Lebervene jeweils anliegend, Zweitmetastase in Segment VI; dank Stufenresektion Sicherheitsabstand 9 mm (↑ = Bereich des Zusammenflusses von rechter und linker anteriorer Vene zur mittleren Lebervene)

Abb. 7. Kompensatorische Hypertrophie des lateralen Sektors bei 2 großen Metastasen eines Leiomyosarkoms der rechten Leberhälfte. Sektor IV ist komprimiert. Kein wesentliches funktionelles Risiko bei rechtsseitiger Trisektorektomie (reproduziert mit Erlaubnis von Scheele und Stangl, 2000 [61])

che intra- und extrahepatische Streuung. Die extrahepatische Aussaat – lymphogene in die Knoten der Leberpforte, hämatogen nach Einbruch in eine Lebervene zu anderen Organen – schließt für die meisten Tumore eine kurative Resektion aus. Demgegenüber ist eine umschriebene intrahepatische hämatogene Dissemination zwar prognostisch ungünstig, jedoch nicht grundsätzlich deletär. Sie basiert auf einem Tumoreinbruch in Pfortaderäste und konsekutive Verschleppung in benachbarte Seitenregionen. Die dadurch bedingten Satellitenmetastasen sind – zumindest in der Anfangsphase der intrahepatischen Streuung – auf das gleiche Segment begrenzt. Sie wurden in der eigenen Serie colorectaler Lebermetastasen im Rahmen einer konventionellen histologischen Aufarbeitung bei 17 % der R0-resezierten Patienten gefunden [60]. Bei gezielter Untersuchung der Präparate beschrieben andere Autoren derartige im Median 3 bzw. 7,5 mm (max. 38 mm) vom Haupttumor entfernte Micrometastasen bei 31 % (52/168) bzw. 56 % (14/25) ihrer Patienten [4, 45].

Individuelle Resektionsentscheidung und Verfahrenswahl

Für die Grenzbestimmung der Resektabilität und die operative Verfahrenswahl sind 2 gegensätzliche Aspekte bedeutsam: Die postoperative funktionelle Leberreserve und die Radikalität der Tumorentfernung.

Postoperative funktionelle Leberreserve

Eine nicht cirrhotische gesunde Leber kann eine bis zu 80%ige Parenchymresektion tolerieren und dank ihrer

immensen Regenerationsfähigkeit innerhalb weniger Wochen weitgehend kompensieren [11, 39]. Ein Jahr nach solch ausgedehnten Resektionen erreicht das Lebervolumen etwa 75 % des Ausgangswerts [43]. Ein derartig günstiger Verlauf darf jedoch keinesfalls grundsätzlich unterstellt werden. Zwar kann bei einer Reduktion des funktionellen Leberparenchyms um weniger als 50 % eine klinisch relevante Leberinsuffizienz auch bei einem leichteren Parenchymschaden ausgeschlossen werden [56]. Bei gesundem Parenchym scheint es ausreichend, ein Drittel des Lebervolumens zurückzulassen [39, 64]. Darüber hinausgehende Resektionen erhöhen jedoch sprunghaft das Risiko einer klinisch relevanten Leberinsuffizienz.

Dieser Aspekt der postresektionalen Leberreserve ist von besonderer Bedeutung, wenn das gesamte Gewebe rechts vom Lig. falciforme reseziert werden soll (rechte Lobektomie nach Bismuth, rechte Trisegmentektomie nach Starzl, rechte Trisektorektomie in der eigenen Terminologie). Sofern das gesamte Präparat durch einen großen Tumor ersetzt ist, kann das funktionelle Risiko praktisch vernachlässigt werden. Bei diesen Patienten hat sich regelhaft eine kompensatorische Hypertrophie des linkslateralen Sektors entwickelt, so dass der eigentliche Parenchymverlust gering ist (Abb. 7). Eine vergleichbare Resektion für multiple ungünstig gelegene kleinere Tumore beinhaltet hingegen ein erhebliches funktionelles Risiko.

Bei der Lebercirrhose sind neben der reduzierten Ausgangssituation auch die Toleranz gegenüber einem operativen Eingriff und die Regenerationsfähigkeit der Leber erheblich gemindert. Da in der Tat das postoperative Leberversagen bzw. ein nachfolgendes Multiorganversagen die häufigste Todesursache cirrhotischer Patienten darstellt, ist hier generell eine sehr restriktive Indikationsstellung und sparsame Parenchymentfernung geboten.

Radikalität der Tumorentfernung

Bei den meisten Tumoren werden Langzeiterfolge nur nach einer R0-Resektion beobachtet. Besonders klar ist dies dank hoher Fallzahlen für Metastasen des colorectalen Carcinoms belegt (Tabelle 3). Dabei ist die Tatsache des tumorfreien Resektionsrands wesentlich wichtiger als das Ausmaß des Sicherheitsabstands. Gerade in neueren Untersuchungen wurden auch bei geringem Sicherheitsabstand gleichwertige Ergebnisse erzielt [18, 25, 42, 60], was im eigenen Krankengut auf die Bevorzugung anatomiegerechter Resektionsverfahren mit Nutzung der Barrierenfunktion intrahepatischer

Tabelle 3. Einfluss der R-Klassifikation auf die Prognose nach Resektion colorectaler Metastasen

Autor	Jahr	R-Klassifikation	Patienten	5-Jahresüberleben (%)	Med. Überleben (Monate)
Ringe et al. [54]	1990	0	119	27	35,1
		1/2/X	38	0	18,4
Sugihara et al. [65]	1993	0 ^b	109	47,9	46 ^a
		1	17	0	17 ^a
Henne-Bruns et al. [29]	1993	0	66	37	31
		1/2	16	0	–
Gayowski et al. [25]	1994	0	187	37 ^c	–
		1/2	17	0	–
Rees et al. [52]	1997	0	89	37	–
		1/2	18	6	–
Jenkins et al. [34]	1997	0	107	30	36 ^a
		1/2	27	0	21 ^a
Beckurts et al. [8]	1997	0	119	15	–
		1/2	7	0	–
Fong et al. [22]	1999	0	895	37	45
		1/2	106	20	23
Scheele et al. [60]	(im Druck)	0	473	41	43,5
		1/2	109	0	15,2

^a Geschätzt von Grafik, ^b R0 = kein extrahepatischer Tumor, ^c geschätzt von Tabelle

Grenzflächen zurückzuführen sein könnte, möglicherweise auch auf die subtilere instrumentelle Parenchymdurchtrennung, etwa mittels Ultraschalldissektoren [49]. Auch das scheinbar widersprüchliche Resultat von Fong et al., die bei 106 R1-Resektionen eine 5-Jahresüberlebensrate von 20% beobachtet haben [22], mag in einer nicht den Regeln der UICC entsprechenden Klassifikation von Resektaten mit knappen Sicherheitsabständen seine Erklärung finden. In dieser Untersuchung wurden alle Resektate mit einem Sicherheitsabstand von unter 5 mm als R1-Resektion gewertet (Y. Fong, persönliche Mitteilung).

Verfahrenswahl

Unter den onkologischen Aspekten von kontinuierlicher Tumorausbreitung und diskontinuierlicher intrahepatischer Satellitenmetastasierung bietet eine an entsprechenden anatomischen Grenzflächen orientierte Resektionsmethode ein Optimum an Radikalität. Aus Gründen der hepatischen Funktionsreserve sollte das optimale Resektionsverfahren einen tumorfreien Schnittrand garantieren, ohne das Ausmaß der Parenchymentfernung unnötigerweise in den Risikobereich zu steigern. Dies favorisiert eine variantenreiche Anwendung anatomieorientierter Resektionen. Wenngleich zahlreiche Publikationen keinen Effekt des Resektionsverfahrens auf die Prognose gefunden haben [67], zeigte sich gerade in neueren größeren Serien resezierter colorectaler Lebermetastasen sowohl uni- als auch multivariat ein signifikant besseres Ergebnis nach anatomiegerechter Tumorentfernung [16, 33, 48, 60].

Trotz dieser theoretisch nachvollziehbaren und inzwischen statistisch belegten Vorteile des an intrahepatischen Grenzflächen orientierten Resektionskonzepts

bestehen weiterhin Indikationen für ein atypisches Vorgehen. Im Wesentlichen sind hier 6 Situationen anzuführen:

- Die Entfernung sicher benignen Veränderungen (Exzision kleiner Tumore, Ausschälung eines Hämangioms, Reduktionsresektion bei polyzystischer Leberdegeneration)
- Die diagnostische Exzision bei eindeutiger R2-Situation
- Das Debridement beim Lebertrauma
- Die kontralaterale Tumorexcision bei ausgedehnter Resektion einer Leberhälfte, etwa bei einer rechtsseitigen Hemihepatektomie mit zusätzlichen Läsionen der Gegenseite.
- Die Reresektion beim Tumorrezidiv nach ausgedehnter Erstresektion.
- Die Tumorsektion bei Lebercirrhose (Abb. 8).

Die Gefahr einer lokal unradikalen Tumorentfernung ist naturgemäß bei solchen atypischen Resektionen höher. Dies gilt besonders, wenn das Resektionsausmaß durch die Palpation bestimmt wird. In der eigenen früheren Erfahrung lag die Rate (vermeidbar) unradikaler Resektionen bei nicht-anatomiegerechter Entfernung colorectaler Metastasen bei 35%. Die Prognose entsprechender Patienten war gegenüber unbehandelten resektablen Metastasen nicht verbessert [24, 62]. Auch nach Kenntnis dieses Problems lag die Rate nach atypischen Resektionen weiterhin bei 20% [56]. Daher muss gerade beim atypischen Vorgehen die Resektions-ebene zwingend durch intraoperative Sonographie bestimmt und an kritischen Stellen während der Parenchymdurchtrennung kontrolliert werden.

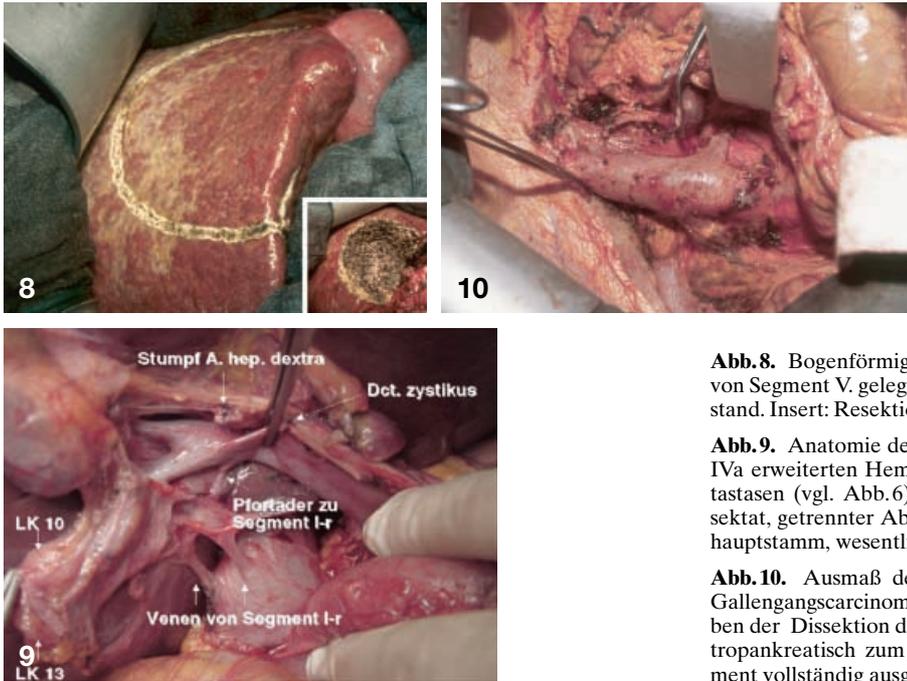


Abb. 8. Bogenförmige atypische Resektion eines an der Vorderkante von Segment V. gelegenen HCC in Cirrhose mit ca. 2 cm Sicherheitsabstand. Insert: Resektionsfläche nach Argon-Gas-Coagulation

Abb. 9. Anatomie der Hilusstrukturen im Rahmen einer um Segment IVa erweiterten Hemihepatektomie rechts bei colorectalen Lebermetastasen (vgl. Abb. 6). Links das en-bloc belassene Lymphknotendissektat, getrennter Abgang von anteriorem und posteriorem Pfortaderhauptstamm, wesentliche Gefäßstrukturen bezeichnet

Abb. 10. Ausmaß der Lymphknotendisektion bei einem zentralen Gallengangscarcinom, hier Therapie mittels Lebertransplantation. Neben der Dissektion des T. coeliacus und der A. hepatica ist auch das retropankreatisch zum interaortocavalen Bereich ziehende Kompartement vollständig ausgeräumt

Operative Strategie

Leberresektionen werden vorzugsweise in leicht überstreckter Rückenlagerung vorgenommen. Die früher von uns favorisierte knapp unterhalb des Rippenbogens verlaufende quere Oberbauchlaparotomie haben wir inzwischen verlassen. Für linksseitige Resektionen und kombinierte abdominale Eingriffe bevorzugen wir die mediane Laparotomie, für alleinige rechtsseitige Resektionen die Kombination einer medianen Oberbauchlaparotomie mit einer knapp oberhalb des Nabels quer nach rechts ziehenden Erweiterung (L-Schnitt). Die häufig für die Lebertransplantation empfohlene „Chevron“ bzw. „Mercedesstern“-Incision bleibt wegen der erhöhten Herniegefahr speziellen Indikationen vorbehalten. Sehr voluminöse rechtsseitige Tumore mit Zwerchfellinfiltration erfordern gelegentlich eine rechtsthorakale Erweiterung, die am sinnvollsten durch bogenförmige Fortführung des L-Schnitts in den 8.–10. ICR erfolgt.

In Ergänzung zur präoperativen bildgebenden Diagnostik ist nach der Laparotomie zunächst die R0-Resektabilität nochmals zu überprüfen. Hierzu dient neben der Exploration der Bauchhöhle und Palpation der Leber besonders die systematisch durchgeführte intraoperative Sonographie. Bekannte Herde werden in ihrer Beziehung zu den intrahepatischen Gefäßstrukturen lokalisiert, das für den Erhalt vorgesehene Restparenchym wird hinsichtlich zusätzlicher Tumorknoten untersucht. Anhand der Distanz zwischen Tumorrand und intrahepatischen Gefäßstrukturen lässt sich der voraussichtliche Sicherheitsabstand abschätzen und das für den Einzelfall adäquate Resektionsverfahren definitiv festlegen.

Als nächster Schritt empfiehlt sich bei ausgedehnten Resektionen die Präparation der Hilusstrukturen.

Je nach Tumorentität erfolgt hierbei eine unterschiedlich ausgedehnte Lymphknotendisektion. Bei der Leberlebenspende oder sicher benignen Läsionen werden die Lymphbahnen möglichst in Längsrichtung auseinandergedrängt und nur in dem für die Resektion unvermeidlichen Umfang durchtrennt. Im Falle von Metastasen führen wir eine auf die zu resezierende Seite begrenzte (Abb. 9), im Falle von primären Lebertumoren eine systematische Dissektion aller Lymphknoten des Lig. hepatoduodenale, der A. hepatica communis und ggf. des T. coeliacus durch. Besonders beim Gallenblasen- und Gallengangscarcinom wird auch das retroduodenal und retropankreatisch zu den interaortocavalen Lymphknoten ziehende Kompartement ausgeräumt (Abb. 10). Im Rahmen dieser Dissektion werden bei Standardresektionen die zum Resektat führende Leberarterie und der entsprechende Pfortaderhauptast durchtrennt, was sich bei der rechtsseitigen Hemihepatektomie durch die vorhergehende Ligatur eines sehr regelhaft aus dem zentralen Bereich des rechten Pfortaderhauptasts in Richtung Segment I-r ziehenden Seitenasts erleichtern lässt (Abb. 9). Den Gallengang durchtrennen wir in den meisten Fällen erst im Rahmen der Parenchymdurchtrennung, da der Konfluens meist sehr parenchymnah oder bereits partiell intraparenchymatös liegt und eine präliminäre Präparation mit einer gewissen Blutungsneigung verbunden sein kann. Zudem bestehen bei etwa einem Drittel der Patienten 2 getrennte von rechts mündende Gallengänge, von denen einer etwas tiefer im Parenchym eingebettet sein kann. Während der Parenchymphase ist die präzise Darstellung der entsprechenden Anatomie wesentlich erleichtert und die Gefahr einer Verletzung des Gallengangkonfluenz minimiert.

Nach dieser Hilusphase erfolgt die Mobilisation der entsprechenden Leberhälfte bis zur V. cava. Anschlie-



Abb. 11. Perisegmentale Erweiterung einer Hemihepatektomie rechts im Bereich von Segment IVb wegen des hier an die Resektionsebene unmittelbar heranreichenden Tumors. Segment IVa wird wie in Abb. 6 komplett mitentfernt

End wird der gleichseitige Anteil von Sektor I von der Cava abpräpariert, wobei häufig zahlreiche kleinere Venen zu versorgen sind. Bei der rechtsseitigen Hemihepatektomie streben wir in allen Fällen an, die rechte Lebervene und ggf. zusätzliche retrohepatische Venen vor der eigentlichen Parenchymdurchtrennung zu präparieren und zu durchtrennen. Gerade bei nahe an der Venenmündung gelegenen Tumoren hat sich die Verwendung eines Vascular-Staplers bewährt, da auch präparateseitig ein sicherer Venenverschluss resultiert, der das Auslaufen tumorzellhaltigen Bluts in die freie Bauchhöhle verhindert und die Gefahr ausschließt, bei einer etwaigen Übernähung des Venenstumpfs in den Tumor hineinzustechen. Alternativ wird die Mündung der rechten Lebervene cavaseitig mit Prolene 5-0 doppelt fortlaufend übernährt, präparateseitig mit einer in 8er Form gelegten Durchstichligatur verschlossen.

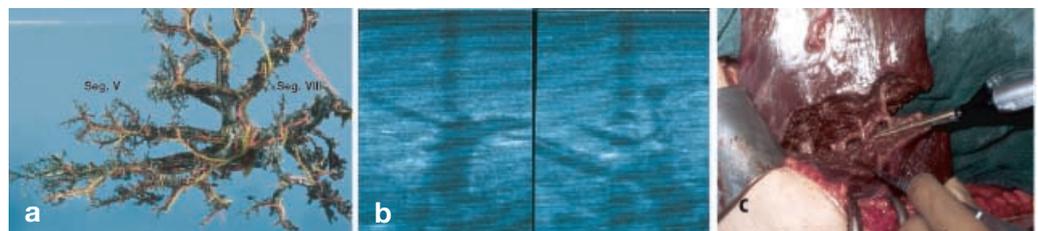
Die eigentliche Parenchymdurchtrennung sollte möglichst präzise in der anatomischen Grenzlinie erfolgen (Abb. 1), da in dieser Ebene nur sehr wenige portale Strukturen zu ligieren sind. Lediglich die aus dem jeweiligen Resektat in die mittlere Lebervene einstrahlenden Äste werden gezielt versorgt. Den gleichseitigen Anteil von Sektor I entfernen wir bei der Hemihepatektomie rechts stets, bei der linksseitigen Resektion in den meisten Fällen. Die gelegentliche Empfehlung, die Resektionsebene 1 cm in den avasculären Bereich zu verlagern führt nicht nur zu einer technischen Erschwernis infolge zahlreicher zu unterbindender portaler Strukturen, sondern gibt auch den oben beschriebenen onkologischen Vorteil einer anatomiegerechten Resektion unnötig preis. Zudem entsteht ein Saum schlecht vascularisierten Leberparenchyms mit der Gefahr nachfolgender Nekrosen und entzündlicher Komplikationen.

Sofern Tumoren sehr nahe an die vorgesehene Grenzfläche heranreichen, sollte die Resektionsebene im Sinne einer perisegmentalen Erweiterung um ca. 1 cm ins Nachbarsegment verlagert werden. So wird die onkologische Barrierefunktion der intrahepatischen Grenzflächen ideal genutzt [57, 59]. Im Falle der rechtsseitigen Hemihepatektomie ist dies vergleichsweise problemlos möglich (Abb. 11). Als Erweiterung der linksseitigen Hemihepatektomie hat sich die ultraschall-gestützte Mitentfernung der linken Hälfte des anterioren Sektors mit kompletter Freilegung der portalen Hauptstrukturen bewährt.

Für die beiden die linke intersektorale Fissur nutzenden Standardresektionen wird zunächst die Leberparenchymbrücke zwischen Segment IV b und Segment III durchtrennt. Dadurch lässt sich der nach vorne verlaufende Bereich des Rec. Rex darstellen. Für die laterale Sektorektomie werden nun die nach links abgehenden portalen Strukturen entweder präliminär oder während der eigentlichen Parenchymdurchtrennung unterbunden. Für die rechtsseitige Trisektorektomie wird die vorstehend beschriebene Hiluspräparation durch eine zusätzliche präliminäre Präparation der nach rechts in die Segmente IV a und b einstrahlenden portalen Strukturen ergänzt. Bei dieser Operation sollte im Rahmen der Hiluspräparation auch die Darstellung des Gallengangs mit Unterbindung von rechts sowie vom medialen Sektor einstrahlender Zuflüsse erfolgen. Meist wird bei der rechtsseitigen Trisektorektomie auch der Sektor I komplett mitentfernt, da dies entweder – etwa beim Klatskintumor – onkologisch erforderlich ist oder da Galleabfluss und Gefäßversorgung ohnehin unterbrochen sind. Lediglich im äußersten links-cranialen Bereich versuchen wir, eine kleine Parenchymmanschette um den Mündungsbereich der linken Lebervene zu belassen, um deren Abknicken und damit ein venöses Abflussproblem der Restleber zu verhindern.

Die weniger gebräuchlichen sektororientierten Resektionen lassen sich bei Entfernung des (links)medialen Sektors (Segmente IV a + IV b) durch Kombination der beiden beschriebenen Trennebenen realisieren. In den anderen Fällen wird isoliert oder zusätzlich die

Abb. 12. a-c Aufzweigung der portalen Strukturen zum anterioren Sektor. **a** Korrosionspräparat mit dem typischen schrittweisen Abgehen nach cranial und caudal gerichteter Äste, Blick von der Hauptgrenzspalte; **b** Darstellung in der intraoperativen Sonographie zur Festlegung der Resektionsebene; **c** Freipräparation mittels Ultraschalldissektor (reproduziert mit Erlaubnis von Scheele 1989 [57])



Grenze zwischen anteriorem und posteriorem Sektor genutzt (Abb. 5). Für die Freilegung dieser Resektions-ebene kann zum einen der sonographisch festgelegte Verlauf der rechten Lebervene als Orientierung dienen, zum anderen eine präliminäre Präparation des jeweils zu diesen Sektoren ziehenden Äste von rechter Arterie und rechter Pfortader. Die Aufzweigung der rechten Leberarterie liegt regelhaft extrahepatisch, die Aufzweigung der rechten Pfortader lässt sich ebenfalls entweder bereits extrahepatisch auffinden, oder durch eine sparsame Parenchympräparation exponieren. Gelegentlich entspringen die Pfortaderäste für den anterioren und posterioren Sektor auch separat (Abb. 9)

Die quer verlaufende Resektionsebene der segmentorientierten Verfahren wird nach unserer Erfahrung am sinnvollsten durch die intraoperative Sonographie festgelegt. Als Orientierungspunkte dienen der Zusammenfluss von rechter und linker anteriorer Vene zur mittleren Lebervene, daneben die nach vorne gerichteten Hauptstämme der portalen Strukturen gerade des anterioren Sektors (Abb. 12). Eine Hiluspräparation im vorstehend beschriebenen Ausmaß ist eigentlich nur bei den segmentorientierten Erweiterungen von Standardresektionen erforderlich, besonders bei der um die Entfernung von Segment IV a erweiterten Hemihepatektomie rechts. Alle anderen segmentorientierten Verfahren verzichten – wie auch die atypischen Resektionen – auf eine präliminäre Unterbindung der hilären Pedikel.

Als Alternative des beschriebenen Vorgehens wurde von Bernhard Launois der sog. posteriore intrahepatische Zugang zu den portalen Strukturen beschrieben. Hierbei werden durch Abpräparation des hilären Parenchyms unter Belassen der Glisson'schen Kapsel die jeweiligen zu einem Sektor bzw. Segment führenden Pedikel zirkulär freidisziert und en bloc durchtrennt [38]. In der eigenen Erfahrung scheint dies für die Präparation der zu einer Leberhälfte führenden Strukturen realisierbar, ebenso für die Präparation der zu einem Sektor führenden Strukturen. Die nach cranial bzw. caudal gerichtete Aufzweigung innerhalb eines Sektors verläuft jedoch häufig schrittweise (Abb. 12), so dass das Launoische Verfahren hier zumindest nicht regelhaft anwendbar erscheint.

Parenchymdurchtrennung

Die Parenchymdurchtrennung wurde in der Anfangsphase der resezierenden Leberchirurgie relativ grob als sog. „finger fracture technique“ vorgenommen. Damals schien es wesentlich, die Durchtrennungsphase auf einen möglichst kurzen Zeitraum zu begrenzen. Aus eigener Erfahrung kennt der Autor noch Operationen, bei denen die eigentliche Parenchymdurchtrennung für die rechtsseitige Hemihepatektomie weniger als 10 Min. in Anspruch nahm. Infolge der groben Technik traten gehäuft nekrotische Parenchymreste an der Resektions-ebene, Nachblutungen, Gallefisteln sowie im späteren Verlauf subphrenische Abszesse und konsekutive septische Probleme auf.

Die Durchtrennungszeit ist heute dank verbesserter Anaesthetieverfahren, einer kontrollierten Steuerung von Blutdruck und zentralem Venendruck und des damit sehr geringen Blutverlusts weitgehend bedeutungslos. Aktuelle Operationsstrategien sollten auf die Präzision, nicht auf die Schnelligkeit dieses Operations-schritts achten. Hierbei bleibt es dem einzelnen überlassen, ob er das Gewebe mit feinen Instrumenten wie Metzenbaumschere oder Klemmchen oder mittels apparativer Hilfsmittel wie Ultraschalldissektor oder Hydrojetdissektor durchtrennt. Im eigenen Programm hat sich bei der nicht cirrhotischen Leber besonders die Ultraschalldissektion bewährt, in neuerer Zeit ergänzt durch gleichwertige Resultate mit der Hydrojetpräparation. Bei der fibrotischen oder gar cirrhotischen Leber bevorzugen wir hingegen die von Makuuchi angewandte Technik einer Parenchymzerquetschung mittels einer Pean'schen Klemme. Die Exposition der intrahepatischen Venen gelingt mit dieser Technik in besonders präziser Weise.

Kreuzende Gefäße werden von vielen Gruppen mit Metallclips versorgt. Wir selbst verwenden solche Clips nur auf der Resektatseite, während am verbleibenden Parenchym trotz des etwas höheren Zeitaufwands Ligaturen mit Vicryl 4-0, bei sehr kräftigen Strukturen 3-0, erfolgen. Eventuelle Blutungen, kleinere Veneneröffnungen oder durchtrennte kleinste Gallengänge werden mit Prolene 5-0 bzw. 6-0 versorgt. Dank dieses Vorgehens werden Gallefisteln aus der Resektionsfläche praktisch nicht mehr beobachtet. Auch Metallartefakte auf postoperativen CT-Aufnahmen sind ausgeschlossen.

Blutungskontrolle

Die wichtigste Maßnahme zu einer Reduzierung des intraoperativen Blutverlusts bei größeren Leberresektionen ist die rigorose Limitierung des zentralvenösen Drucks und die Vermeidung einer PEEP-Beatmung [12, 53]. Wir selbst führen die Leberresektion stets ohne jeden PEEP durch, so dass lediglich der Auto-PEEP des Narkosegeräts von ca. 3 mmHg wirksam wird. Der ZVD wird durch eine restriktive Flüssigkeitspolitik bis zur Beendigung der Parenchymdurchtrennung, ggf. ergänzt durch einen Nitroprussidnatrium-Perfusor, auf Werte zwischen 1 und 3 mmHg eingestellt. Durch diese Maßnahme lässt sich – wie die Erfahrung bei der Leberlebendspende zeigt – selbst ohne Anwendung der Hilusocclusion der resektionsbedingte Blutverlust bei schlanken Patienten auf 100–200 ml, bei etwas adipöseren Patienten auf Werte um 500 ml limitieren. Im Falle von Tumorsektionen bevorzugen wir jedoch neben der strikten Einhaltung eines niedrigen venösen Ausflusswiderstands eine hiläre Gefäßabklemmung, da so die Präzision der Präparation erhöht und auch bei sehr geringen Sicherheitsabständen eine R0-Resektion begünstigt wird. Zudem wird der resektionsbedingte Blutverlust weiter minimiert und die Dauer der Parenchymdurchtrennung, etwa für die rechtsseitige Hemihepatektomie, auf ca. 25–35 Min. begrenzt. Auch von anderen Autoren wurden bei Abklemmzei-

ten unter 2 Std. ähnliche Vorteile gegenüber der Leberresektion ohne Hilusocclusion beschrieben [40].

In verschiedenen experimentellen Untersuchungen und randomisierten klinischen Studien hat sich gezeigt, dass der Ischämie-/Reperfusionsschaden nach intermittierender Hilusocclusion mit 15minütigen Abklemmphasen und jeweils 5–10minütiger Reperfusion geringer ist als nach kontinuierlicher Abklemmung [9, 68, 69]. Diese Vorteile werden besonders nach ausgedehnten Resektionen oder bei einem vorbestehenden Parenchymschaden relevant. Auch sekundäre pulmonale Veränderungen werden gemindert [36]. Mit derartigen Unterbrechungen wurde klinisch eine kumulative Abklemmzeit von über 6 Std. überlebt [55]. Gleichartige Resultate scheinen, zumindest bei den üblichen Gesamtabklemmzeiten, durch das sog. „ischemic preconditioning“ erreichbar, also eine initial auf 10 Min. limitierte Abklemmphase mit anschließender 5–10minütiger Reperfusion, gefolgt von einer einmaligen Abklemmung bis zum Ende der eigentlichen Resektion [15, 27, 46, 71]. Da der Zeitbedarf für die Parenchymdurchtrennung bei einer Hemihepatektomie in der Regel um 30 Min. liegt und auch bei komplexeren Resektionen kaum je 60 Min. übersteigt, hat sich in unserer Routine die prinzipielle Anwendung des „ischemic preconditioning“ (10 Min.) und, bei einer absehbaren gesamten Ischämiezeit von über 1 Std., die zusätzliche Einhaltung einer zweiten Reperfusionphase nach 40 Min. etabliert. In besonderen Fällen lässt sich dieses Verfahren durch eine auf bestimmte Resektionsphasen begrenzte Hilusocclusion bzw. eine unilaterale Ischämie der rechten oder linken Leberhälfte modifizieren.

Resektionsflächenversorgung

Bei Anwendung der genannten Durchtrennungsmethoden besteht in den meisten Fällen am Ende der Operation eine trockene Resektionsfläche ohne Hinweis auf Restblutung oder Gallefistel. Letzteres wird durch Aufdrücken eines weissen Tuchs unter Kompression der Leber überprüft. Eine routinemäßige Resektionsflächenversorgung ist daher sicher entbehrlich. Bei bestehender Restblutung stehen in Form der Argoncoagulation (Abb. 8, Insert), im Einzelfall auch der Fibrinklebung unter Zuhilfenahme eines Kollagenträgers, effiziente und sichere Verfahren zur Verfügung. Evtl. vorliegende kleinere Gallefisteln müssen hingegen immer durch eine feine Naht verschlossen werden.

Ausblick

Die resezierende Leberchirurgie hat in den vergangenen 3 Jahrzehnten einen außergewöhnlichen Aufschwung erlebt. Sie hat sich von einer risikobeladenen, auf Einzelfälle begrenzten Ausnahmeoperation, zu einem weit verbreiteten, sicheren und in seiner Effizienz gut belegten Therapiekonzept entwickelt.

Die künftige Entwicklung wird – gerade bei malignen Tumoren – 2 Hauptziele verfolgen: die Auswei-

tung der Resektabilitätsgrenze und die Etablierung multimodaler Strategien.

Die günstige Prognose nach R0-Resektion und die Aussichtslosigkeit anderer Therapieoptionen bei zahlreichen Tumorentitäten hat zu massiven Anstrengungen geführt, die Grenzen resezierender Eingriffe immer mehr zu erweitern [23, 42]. Das damit steigende Risiko eines postoperativen Leberversagens erfordert neben der Reduktion des Ischämie-/Reperfusionsschadens Maßnahmen, das verbleibende Lebervolumen zu steigern. Neben der auch von uns in Einzelfällen geübten Aufteilung bilateraler Leberresektionen auf 2 Operationen mit einer dazwischen geschalteten Regenerationsphase [1], ist die präoperative Pfortaderembolisation ins Zentrum des Interesses gerückt [5, 21, 32, 47, 66]. Übereinstimmend wurde innerhalb von 6–8 Wochen eine Volumenzunahme der Restleber beobachtet. Allerdings scheint, vermutlich durch Freisetzung intrahepatischer Wachstumsfaktoren, auch die Volumenzunahme des Tumors gefördert zu werden, evtl. sogar überproportional [20, 63].

Besondere Bedeutung kommt dieser Maßnahme im Zusammenhang mit einer rechtsseitigen Trisektorektomie zu, sei es wegen multipler Metastasen, sei es in der Behandlung eines Klatskintumors. Für die erstgenannte Situation wurde in neueren Untersuchungen zunehmend bestätigt, dass die Metastasenzahl im Gegensatz zu einer früher fast dogmatisch formulierten Kontraindikation im Falle einer R0-Resektion ohne wesentliche Bedeutung ist [6, 34, 35, 42, 49, 60, 65]. Beim zentralen Gallengangscarcinom, dessen Behandlung neben der kompletten Entfernung von Sektor I sehr häufig eine rechtsseitige Trisektorektomie erfordert, ist die Situation infolge der chronischen Cholestase zusätzlich belastet. Hier sollte die Pfortaderembolisation möglichst nicht nur die rechte Leberhälfte sondern zusätzlich den (links)medialen Sektor ausschalten [44]. Sofern darüber hinaus lediglich das linksseitige Gallengangssystem durch Stents entlastet wird lässt sich die Volumenumverteilung in Richtung des (links)lateralen Sektors weiter verstärken.

Die Entwicklung multimodaler Konzepte hat durch die erfolgreiche Anwendung einer neoadjuvanten Chemotherapie bei 330 Patienten mit zunächst nicht resektablen Metastasen Auftrieb erfahren. 53 Patienten (16 %) wurden nach dieser Vorbehandlung reseziert und erzielten mit einer 5-Jahresüberlebensrate von 40 % ein primär resektablen Tumoren gleichwertiges Ergebnis [10]. Substanzielle Fortschritte sind nur durch Multizenterstudien möglich, die adjuvante und neoadjuvante Protokolle mit neuen Chemotherapeutika und Applikationsschemata, immuntherapeutische Strategien [50], eine präoperative Chemoembolisation, die sog. „radioimmuno-guided surgery“ [7], oder die Kombination von Resektion und lokaler Tumordestruktion [17, 30] interdisziplinär untersuchen.

Die resezierende Leberchirurgie wird sich auch an derzeit in Entwicklung stehenden weniger invasiven Verfahren messen müssen, etwa der MRI-kontrollierten interstitiellen Lasertherapie [41, 70], einer perkutanen Radionukleidinjektion [67], oder der laparoskopischen

Durchführung bestimmter resezierender Eingriffe [14]. Nur die unvoreingenommene gemeinschaftliche Analyse wird es erlauben, den generellen Stellenwert und wesentliche konzeptionelle Details der resezierenden Leberchirurgie dem wachsenden Kenntnisstand und der Entwicklung im Umfeld der Chirurgie anzupassen.

Literatur

- Adam R, Laurent A, Azoulay D, Castaing D, Bismuth H (2000) Two-stage hepatectomy: a planned strategy to treat irresectable liver tumors. *Ann Surg* 232: 777
- Adson MA (1987) Resection of liver metastases – when is it worthwhile? *World J Surg* 11: 511
- Adson MA, Weiland LH (1981) Resection of primary solid hepatic tumors. *Am J Surg* 141: 18
- Ambiru S, Miyazaki M, Isono T, Ito H, et al (1999) Hepatic resection for colorectal metastases: analysis of prognostic factors. *Dis Colon Rectum* 42: 632
- Azoulay D, Castaing D, Smail A, Adam R, et al (2000) Resection of nonresectable liver metastases from colorectal cancer after percutaneous portal vein embolization. *Ann Surg* 231: 480
- Bakalagos EA, Kim JA, Young DC, Martin EWJ (1998) Determinants of survival following hepatic resection for metastatic colorectal cancer. *World J Surg* 22: 399
- Bakalagos EA, Young DC, Martin EWJ (1998) Radioimmuno-guided surgery for patients with liver metastases secondary to colorectal cancer. *Ann Surg Oncol* 5: 590
- Beckurts KT, Holscher AH, Thorban S, Bollschweiler E, Siwert JR (1997) Significance of lymph node involvement at the hepatic hilum in the resection of colorectal liver metastases. *Br J Surg* 84: 1081
- Belghiti J, Noun R, Malafosse R, Jagot P, et al (1999) Continuous versus intermittent portal triad clamping for liver resection: a controlled study. *Ann Surg* 229: 369
- Bismuth H, Adam R, Levi F, Farabos C, et al (1996) Resection of nonresectable liver metastases from colorectal cancer after neoadjuvant chemotherapy. *Ann Surg* 224: 509
- Blumgart LH, Leach KH, Karran SJ (1971) Observations on liver regeneration after right hepatic lobectomy. *Gut* 12: 922
- Chan AC, Blumgart LH, Wuest DL, Melendez JA, Fong Y (1998) Use of preoperative autologous blood donation in liver resections for colorectal metastases. *Am J Surg* 175: 461
- Chen H, Pruitt A, Nicol TL, Gorgulu S, Choti MA (1998) Complete hepatic resection of metastases from leiomyosarcoma prolongs survival. *J Gastrointest Surg* 2: 151
- Cherqui D, Husson E, Hammoud R, Malassagne B, et al (2000) Laparoscopic liver resections: a feasibility study in 30 patients. *Ann Surg* 232: 753
- Clavien PA, Yadav S, Sindram D, Bentley RC (2000) Protective effects of ischemic preconditioning for liver resection performed under inflow occlusion in humans [see comments]. *Ann Surg* 232: 155
- DeMatteo RP, Palese C, Jarnagin WR, Sun RL, et al (2000) Anatomic segmental hepatic resection is superior to wedge resection as an oncologic operation for colorectal liver metastases. *J Gastrointest Surg* 4: 178
- Dwerryhouse SJ, Seifert JK, McCall JL, Iqbal J, et al (1998) Hepatic resection with cryotherapy to involved or inadequate resection margin (edge freeze) for metastases from colorectal cancer. *Br J Surg* 85: 185
- Elias D, Cavalcanti A, Sabourin JC, Lassau N, et al (1998) Resection of liver metastases from colorectal cancer: the real impact of the surgical margin. *Eur J Surg Oncol* 24: 174
- Elias D, Cavalcanti dA, Eggenpieler P, Plaud B, et al (1998) Resection of liver metastases from a noncolorectal primary: indications and results based on 147 monocentric patients. *J Am Coll Surg* 187: 487
- Elias D, de Baere T, Roche A, Ducreux M, et al (1999) During liver regeneration following right portal embolization the growth rate of liver metastases is more rapid than that of the liver parenchyma. *Br J Surg* 86: 784–8
- Elias D, Debaere T, Roche A, Bonvallet S, Lasser P (1998) Preoperative selective portal vein embolizations are an effective means of extending the indications of major hepatectomy in the normal and injured liver. *Hepatogastroenterology* 45: 170
- Fong Y, Fortner J, Sun RL, Brennan M, Blumgart LH (1999) Clinical score for predicting recurrence after hepatic resection for metastatic colorectal cancer: analysis of 1001 consecutive cases. *Ann Surg*: 230 (3) 309–321
- Fong Y, Sun RL, Jarnagin WR, Blumgart LH (1999) An analysis of 412 cases of hepatocellular carcinoma in a Western center. *Ann Surg* 229: 790
- Gall FP, Scheele J (1986) Die operative Therapie von Lebermetastasen. In: Schildberg FW (Hrsg) *Chirurgische Behandlung von Tumormetastasen*. Bibliomed, Melsungen, S 223
- Gayowski TJ, Iwatsuki S, Madariaga JR, Selby R, et al (1994) Experience in hepatic resection for metastatic colorectal cancer: analysis of clinical and pathologic risk factors. *Surgery* 116: 703
- Hamy AP, Paineau JR, Mirallie EC, Bizouarn P, Visset JP (2000) Hepatic resections for non-colorectal metastases: forty resections in 35 patients [In Process Citation]. *Hepatogastroenterology* 47: 1090
- Hardy KJ, McClure DN, Subwongcharoen S (1996) Ischaemic preconditioning of the liver: a preliminary study. *Aust N Z J Surg* 66: 707
- Hemming AW, Sielaff TD, Gallinger S, Cattral MS, et al (2000) Hepatic resection of noncolorectal nonneuroendocrine metastases. *Liver Transpl* 6: 97
- Henne-Bruns D, Vogel I, Schröder S, Schreiber HW, Kremer B (1993) Resektion von Lebermetastasen colorectaler Carcinome. Ergebnisse und prognostische Faktoren. *Chirurg* 64: 283
- Hewitt PM, Dwerryhouse SJ, Zhao J, Morris DL (1998) Multiple bilobar liver metastases: cryotherapy for residual lesions after liver resection. *J Surg Oncol* 67: 112
- Holbrook RF, Koo K, Ryan JA (1996) Resection of malignant primary liver tumors. *Am J Surg* 171: 453
- Imamura H, Shimada R, Kubota M, Matsuyama Y, et al (1999) Preoperative portal vein embolization: an audit of 84 patients. *Hepatology* 29: 1099
- Jatzko G, Wette V, Muller M, Lisborg P, et al (1991) Simultaneous resection of colorectal carcinoma and synchronous liver metastases in a district hospital. *Int J Colorectal Dis* 6: 111
- Jenkins LT, Millikan KW, Bines SD, Staren ED, Doolas A (1997) Hepatic resection for metastatic colorectal cancer. *Am Surg* 63: 605
- Kawasaki S, Makuuchi M, Kakazu T, Miyagawa S, et al (1994) Resection for multiple metastatic liver tumors after portal embolization. *Surgery* 115: 674
- Kimura N, Muraoka R, Horiuchi T, Tabo T, et al (1998) Intermittent hepatic pedicle clamping reduces liver and lung injury. *J Surg Res* 78: 11
- Lang H, Nussbaum KT, Weimann A, Raab R (1999) Ergebnisse der Resektion nichtcolorectaler nichtneuroendokriner Lebermetastasen. *Chirurg* 70: 439
- Launois B, Jamieson GG (1992) The posterior intrahepatic approach for hepatectomy or removal of segments of the liver. *Surg Gynecol Obstet* 174: 155
- Lin TY, Lee LS, Chen CC, Llan KY, Lin WSJ (2000) Regeneration of human liver after hepatic lobectomy studied by repeat liver scanning and repeated needle biopsy. *Ann Surg* 190: 48
- Man K, Fan ST, Ng IO, Lo CM, et al (1999) Tolerance of the liver to intermittent pringle maneuver in hepatectomy for liver tumors. *Arch Surg* 134: 533
- Masters A, Steger AC, Lees WR, Walmsley KM, Bown SG (1992) Interstitial laser hyperthermia: a new approach for treating liver metastases. *Br J Cancer* 66: 518

42. Minagawa M, Makuuchi M, Torzilli G, Takayama T, et al (2000) Extension of the frontiers of surgical indications in the treatment of liver metastases from colorectal cancer: long-term results of our experience. *Ann Surg* 231: 487
43. Miyagawa S, Kawasaki S, Noike T, Nomura K, et al (1999) Liver regeneration after extended right hemihepatectomy in patients with hilar or diffuse bile duct carcinoma. *Hepatogastroenterology* 46: 364
44. Nagino M, Kamiya J, Kanai M, Uesaka K, et al (2000) Right trisegment portal vein embolization for biliary tract carcinoma: technique and clinical utility. *Surgery* 127: 155
45. Nanko M, Shimada H, Yamaoka H, Tanaka K, et al (1998) Micrometastatic colorectal cancer lesions in the liver. *Surg Today* 28: 707
46. Nilsson B, Friman S, Gustafsson BI, Delbro DS (2000) Preconditioning protects against ischemia/reperfusion injury of the liver. *J Gastrointest Surg* 4: 44
47. Nimura Y, Kamiya J, Kondo S, Nagino M, et al (2000) Aggressive preoperative management and extended surgery for hilar cholangiocarcinoma: Nagoya experience. *J Hepatobiliary Pancreat Surg* 7: 155
48. Nuzzo G, Giuliani F, Giovannini I, Tebala GD, et al (1997) Resection of hepatic metastases from colorectal cancer. *Hepatogastroenterology* 44: 751
49. Ohlsson B, Stenram U, Tranberg KG (1998) Resection of colorectal liver metastases: 25-year experience. *World J Surg* 22: 268
50. Okuno K, Yasutomi M, Hida J, Kayama H, et al (1998) Long-term effects of hepatic arterial interleukin-2-based immunotherapy after potentially curative resection of colorectal liver metastases. *J Am Coll Surg* 187: 271
51. Raab R, Nussbaum KT, Behrend M, Weimann A (1998) Liver metastases of breast cancer: results of liver resection. *Anticancer Res* 18: 2231
52. Rees M, Plant G, Bygrave S (1997) Late results justify resection for multiple hepatic metastases from colorectal cancer. *Br J Surg* 84: 1136
53. Rees M, Plant G, Wells J, Bygrave S (1996) One hundred and fifty hepatic resections: evolution of technique towards bloodless surgery. *Br J Surg* 83: 1526
54. Ringe B, Bechstein WO, Raab R, Meyer HJ, Pichlmayr R (1990) Leberresektion bei 157 Patienten mit colorectalen Metastasen. *Chirurg* 61: 272
55. Sakamoto Y, Makuuchi M, Takayama T, Minagawa M, Kita Y (1999) Pringle's maneuver lasting 322 min. *Hepatogastroenterology* 46: 457
56. Scheele J (1989a) Die segmentorientierte Leberresektion: Grundlagen, Technik, Ergebnisse. *Chirurg* 60: 251
57. Scheele J (1989b) Segment-orientated resection of the liver: rationale and technique. In: Lygidakis NJ, Tytgat GNJ, van der Heyde MN, Kremer B, et al (eds) *Hepatobiliary and pancreatic malignancies: diagnosis, medical and surgical therapy*, 1st edn. Thieme, Stuttgart, p 219
58. Scheele J (1990) Die gefäßorientierte Segmentresektion der Leber. *Langenbecks Arch Chir* 375: 308
59. Scheele J, Altendorf-Hofmann A (2000) Surgical treatment of liver metastases. In: Blumgart LH (ed) *Surgery of the liver and biliary tract*, 3rd edn. Livingstone, Edinburgh London Madrid, p 1475
60. Scheele J, Altendorf-Hofmann A, Grube T, Hohenberger W, et al (im Druck) Resektion colorektaler Lebermetastasen: Welche Prognosefaktoren bestimmen die Patientenselektion? *Chirurg* 72
61. Scheele J, Stangl R (2000) Segment-orientated anatomical liver resections. In: Blumgart LH, Fong Y (eds) *Surgery of the liver and biliary tract*, 3rd edn. W.B.Saunders, London Edinburgh New York, p 1743
62. Scheele J, Stangl R, Altendorf-Hofmann A (1990) Hepatic metastases from colorectal carcinoma: impact of surgical resection on the natural history. *Br J Surg* 77: 1241
63. Seymour K, Manas D, Charnley RM (1999) During liver regeneration following right portal vein embolization the growth rate of liver metastases is more rapid than that of the liver parenchyma. *Br J Surg* 86: 1482
64. Soyer P, Roche A, Elias D, Levesque M (1992) Hepatic metastases from colorectal cancer: influence of hepatic volumetric analysis on surgical decision making. *Radiology* 184: 695
65. Sugihara K, Hojo K, Moriya Y, Yamasaki S, et al (1993) Pattern of recurrence after hepatic resection for colorectal metastases. *Br J Surg* 80: 1032
66. Tanaka H, Hirohashi K, Kubo S, Shuto T, et al (2000) Preoperative portal vein embolization improves prognosis after right hepatectomy for hepatocellular carcinoma in patients with impaired hepatic function. *Br J Surg* 87: 879
67. Tian JH, Xu BX, Zhang JM, Dong BW, et al (1996) Ultrasound-guided internal radiotherapy using yttrium-90-glass microspheres for liver malignancies. *J Nucl Med* 37: 958
68. Uchinami M, Muraoka R, Horiuchi T, Tabo T, et al (1998) Effect of intermittent hepatic pedicle clamping on free radical generation in the rat liver. *Surgery* 124: 49
69. Van Wagenveld BA, van Gulik TM, Gelderblom HC, Scheepers JJ, et al (1999) Prolonged continuous or intermittent vascular inflow occlusion during hemihepatectomy in pigs. *Ann Surg* 229: 376
70. Vogl TJ, Muller PK, Mack MG, Straub R, et al (1999) Therapiemöglichkeiten bei nicht resektablen Lebermetastasen: percutane radiologische Interventionen. *Chirurg* 70: 133
71. Yoshizumi T, Yanaga K, Soejima Y, Maeda T, et al (1998) Amelioration of liver injury by ischaemic preconditioning. *Br J Surg* 85: 1636
72. Zhou XD, Tang ZY, Yu YQ, Yang BH, et al (1996) Long-term results of surgery for small primary liver cancer in 514 adults. *J Cancer Res Clin Oncol* 122: 59

Prof. Dr. J. Scheele
 Klinik für Allgemeine und Viszerale Chirurgie
 Friedrich-Schiller-Universität
 Bachstraße 18
 07740 Jena
 E-Mail: scheele@bach.med.uni-jena.de