

## 4. Diskussion

Gd-EOB-DTPA ist ein leberspezifisches Kontrastmittel, das über die membranständigen Transporter OATP in die Hepatozyten aufgenommen wird und über die Galle ausgeschieden wird.

Hieraus ergibt sich die Fragestellung, ob sich Leberfunktionsstörungen auf die Kontrastierung der Leber und der Gallengänge nach Injektion von Gd-EOB-DTPA auswirken.

Ergebnisse anderer Arbeiten (21, 57) konnten zeigen, dass die Gallengänge bei gesunden Patienten schon 20 min nach Kontrastmittelinjektion ausreichend kontrastiert sind. Dies bestätigte sich auch in unserer Studie.

Eine Differenzierung zwischen Patienten mit Zirrhose, Cholestase, nach einer Chemotherapie und Patienten ohne Leberfunktionsstörung wurde bisher allerdings noch in keiner Untersuchung durchgeführt.

Um zusätzliche Informationen über die Aussage des MRT über die Leberfunktion zu erhalten, korrelierten wir die SI der Leber mit den Laborparameter  $\gamma$ -GT und AP.

### 4.1. Phantom

Es wurde sichergestellt, dass die Messungen nur im Bereich von 200 mm um die Schnitthöhe 0 der Spule vorgenommen wurden. Hier wurden jeweils mindestens 80% der SI der Schnitthöhe 0 erreicht. Dies wurde als ausreichend homogen eingestuft. Die Untersuchung wurde beispielhaft am MRT 3 (3 Tesla) mit den Sequenzen LAVA und FIRM durchgeführt.

Da bei einem höheren Magnetfeld häufiger Magnetfeldinhomogenitäten auftreten (38, 59), gehen wir davon aus, dass das Ergebnis, das am 3T-MRT ermittelt wurde, auch auf die 1,5T-Geräte übertragen werden kann.

## **4.2. Signalintensität der nativen Untersuchung**

Die Nativ-Werte der einzelnen Patientengruppen unterscheiden sich nicht signifikant. Es besteht also ein gleicher Ausgangswert für alle Gruppen, so dass das Enhancement der verschiedenen Gruppen verglichen werden kann.

Anhand der SI im nativen Bild kann man also keine Aussage über die Funktion der Hepatozyten treffen.

Die knotige Strukturveränderung bei Leberzirrhose ist allerdings auch in der nativen Aufnahme meist gut erkennbar (45).

## **4.3. Signalintensitätsdynamik aller Patientengruppen**

Die Gruppierung in drei Zeitintervalle entspricht in etwa den drei Phasen arterielle/venöse Phase, frühe Parenchymphase und späte Parenchymphase (60).

Der Boxplot zeigt aber, dass generell eine sehr große Schwankung der Daten um den Mittelwert besteht, was erklärt, dass in anderen Abbildungen deutlich sichtbare Unterschiede im Verlauf der Kurven nicht signifikant sind.

Die Darstellung des prozentualen Enhancement stellt die Ergebnisse allerdings genauer heraus.

## **4.4. Prozentuales Enhancement der Signalintensität und der Signal-to-Noise-Ratio**

### **4.4.1. Zirrhose**

Eine Leberzirrhose geht mit dem erhöhten Risiko eines HCC einher. 5-15% aller Patienten mit Leberzirrhose entwickeln ein HCC. Es ist anzunehmen, dass sich ein HCC stufenweise über Regeneratknoten und Borderlineknoten entwickelt (45).

Die Einschätzung der Leberfunktion ist für die Planung einer Resektion des HCC wichtig, damit ein postoperatives Leberversagen aufgrund von zu geringer Restkapazität vermieden werden kann (61).

In der vorliegenden Studie ist untersucht worden, in wie weit sich eine reduzierte Leberfunktion auf die SI nach Kontrastmittelgabe auswirkt.

Aus den vorliegenden Ergebnissen in der Gruppe der Zirrhosepatienten kann man schließen, dass keine Beeinträchtigung der Kontrastmittelausscheidung bei Zirrhose vorliegt. Weder die Aufnahme in die Hepatozyten noch die Exkretion in die Gallengänge scheint gestört zu sein, da sowohl die SI der Leber als auch die des DHC vergleichbar mit den Ergebnissen der Kontrollgruppe ansteigt.

Zwar zeigen die Graphen des prozentualen Enhancements der Leber sowohl beim SNR als auch bei der SI eine geringere Steigerung an, der Unterschied ist allerdings nicht signifikant.

Eine Erklärung dafür liefert der Boxplot aller Patientengruppen. Dieser zeigt an, dass die Streuung der Werte insgesamt sehr groß ist.

Dieses Ergebnis spiegelt allerdings den klinischen Alltag wieder. Es werden verschiedene Geräte mit unterschiedlichen Sequenzen verwendet. Theoretisch besteht also ein Unterschied zwischen Patienten ohne Anhalt für eine Leberfunktionsstörung und Zirrhosepatienten, eine Relevanz für die klinische Anwendung lässt sich aber nicht erkennen.

Da Patienten mit einer Leberzirrhose erhöhte Bilirubinwerte aufweisen, die auf eine Exkretionsstörung zurückgeführt werden, wurde in dieser Studie überprüft, ob auch die Ausscheidung von Gd-EOB-DTPA vermindert ist.

Dass in unserer Studie kein Nachweis auf eine Störung der Exkretion erbracht wurde, führe ich zum Teil darauf zurück, dass hauptsächlich Patienten mit leichteren Zirrhosen Stadium Child A (11 Patienten) und B (4 Patienten) eingeschlossen wurden. Deshalb kann die Aussage über die Leberfunktion nur begrenzt auf schwere Zirrhosen Stadium Child C (1 Patient in dieser Studie) übertragen werden, da hier eventuell eine sichtbare Exkretionsstörung auftreten könnte. Zum anderen findet sich aber auch in der Literatur kein Hinweis auf eine Kontrastmittelexkretionsstörung bei Leberzirrhose.

Bollow et. al konnten zeigen, dass die Übersättigung des Transportsystems OATP beim Menschen bei Konzentrationen bis 100  $\mu\text{mol/kg}$  noch nicht erreicht sei (21). Die Plasmahalbwertszeiten bei verschiedenen Konzentrationen von 10 bis 100  $\mu\text{mol/kg}$  unterscheiden sich nicht signifikant.

Da in unserer Studie hauptsächlich Patienten mit leichter Zirrhose (Stadium A) eingeschlossen wurden, ist es möglich, dass eine genügend große Restkapazität an Hepatozyten vorhanden war, um eine Dysfunktion der anderen Zellen auszugleichen.

In einer Studie an Rattenlebern wurde histologisch in zirrhotischen Lebern ein Downregulation der OATP in den Hepatozyten festgestellt (62). Diese wirkte sich jedoch nicht auf die hepatozytäre Aufnahme von Gd-BOPTA aus. Gd-BOPTA wird zu ca. 6% über die Galle ausgeschieden. Auch hier scheint der Transportmechanismus nicht gesättigt zu sein.

Die Möglichkeit einer Leberfunktionsdiagnostik (Funktion der Hepatozyten) mit Primovist bei Patienten mit Zirrhose ist noch nicht geklärt. Hier stellt sich der Ansatz zu weiteren Studien.

Den Schädigungsgrad der Kupffer-Zellen nachzuweisen, ist bereits in einer Studie geglückt. Mit Hilfe von SPIO konnten Hinweise auf die Phagozytoseaktivität der Kupffer-Zellen gefunden werden. Allerdings zeigte sich auch hier, dass nicht alle Sequenzen gleichermaßen zum Nachweis geeignet waren (63).

#### **4.4.2. Chemotherapie**

Die kontrastmittelgestützte MRT stellt eine wichtige Maßnahme im follow-up von Tumorpatienten nach einer Chemotherapie dar. Aktuell geht es hauptsächlich darum, den Erfolg der Chemotherapie zu überprüfen, die Tumorgöße im Zeitverlauf zu beobachten und Rezidive auszuschließen. Da verschiedene Chemotherapeutika auch in gesunden Zellen Schaden anrichten können, ist eine resultierende Funktionsminderung zum Beispiel in der Leber möglich.

In dieser Studie sollte untersucht werden, ob es einen Unterschied in der SI der Leber und des DHC bei Chemotherapiepatienten und der Kontrollgruppe nach Kontrastmittelgabe gibt.

Der prozentuale Anstieg der SI bei Chemotherapiepatienten ist nach 10 und 20 min signifikant geringer als bei der Kontrollgruppe. Betrachtet man aber die SNR ist der Unterschied nicht mehr signifikant. Auch im Vergleich zu den Zirrhosepatienten liegt weder bei SI noch bei SNR zu irgend einem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied vor.

Als Erklärung des unterschiedlichen Ergebnisses kann auch hier der Boxplot aller Patientengruppen heran gezogen werden. Eine durchweg hohe Standardab-

weichung, bedingt durch die unterschiedlichen Geräte und Sequenzen, deutet auf ein eher zufälliges Ergebnis, das sich im klinischen Alltag nicht bestätigt.

Dennoch muss in Betracht gezogen werden, dass eine Chemotherapie schädigende Wirkung auf die Hepatozyten haben kann, die sich auch auf die Exkretionsfunktion auswirken kann.

Allerdings muss beachtet werden, dass die onkologischen Erkrankungen, die in dieser Studie zu Grunde lagen, verschiedener Genese waren (Pankreaskarzinom 7, Kolonkarzinom 4, Gallengangskarzinom 5, Mammakarzinom 1, Lymphom 1, Rektumkarzinom 1, unbekannter Primärtumor 1). Somit stellen sie unterschiedliche Krankheitsbilder dar, die mit jeweils angepassten Therapieschemata behandelt werden (siehe Tabelle 6). Der Einfluss auf die Leberfunktion ist deswegen auch als sehr heterogen anzusehen.

Dies bedeutet aber, dass Gd-EOB-DTPA für die Rezidivkontrolle bei Chemotherapie eingesetzt werden kann. Denn eine Kontrastminderung ist hier nicht zu erwarten.

#### **4.4.3. Cholestase**

Bei Cholestase ist die Ausscheidung des Kontrastmittels gestört.

Die Patienten dieser Gruppe wurden zusätzlich unterteilt in Patienten mit kompletter Obstruktion, bei denen die SI des DHC erst nach 60 min ansteigt und mit inkompletter Obstruktion, bei denen sich ein Anstieg der SI des DHC bereits früher, vergleichbar mit den anderen Gruppen, jedoch in geringerer Intensität, zeigt (6).

Die SI und die SNR der Leber und des DHC der Cholestasepatienten sind signifikant niedriger als die vergleichbaren Werte in den übrigen untersuchten Patientengruppen.

Die Exkretionsstörung, die bei Cholestase vorliegt, lässt sich also in der Untersuchung darstellen.

Da auch die SI des Leberparenchyms bei Cholestasepatienten niedriger ist als bei den anderen drei Gruppen, ist vermutlich bereits die Aufnahme von Gd-EOB-DTPA in die Hepatozyten herab gesetzt.

Dies lässt sich mit der Hyperbilirubinämie, die bei Cholestasepatienten aufgrund von verminderter Ausscheidung bestehen kann, erklären. Es besteht ein erhöhtes Angebot an Substraten für den Transporter OATP, wodurch es zur kompetitiven Hemmung der Aufnahme von Gd-EOB-DTPA in die Zellen kommen kann (21).

Muhler et al. vermuten darüber hinaus, dass Gd-EOB-DTPA von den Hepatozyten eventuell ebenfalls über OATP wieder zurück in die Blutbahn abgegeben wird (64). In diesem Falle würde der renale Exkretionsweg die biliäre Störung kompensieren (64). Der Nachweis am Menschen steht allerdings noch aus.

Außerdem können durch die Stauung der Galle die Zellen beschädigt werden, wodurch Transportsysteme wie OATP zusätzlich downreguliert werden und in geringerem Umfang für den Transport zur Verfügung stehen. Im Tierexperiment konnte eine solche Downregulierung der OATP unter Einfluss von hohen Dosen an Gallensäure bereits gezeigt werden (65, 66).

#### **4.5. Zeitfenster der leberspezifischen Kontrastgebung**

Eine andere Studie (21) konnte zeigen, dass für die Darstellung der Gallengänge bei Patienten ohne Cholestase eine geringere Dosis 10  $\mu\text{mol/kg}$  Körpergewicht anstatt die für die Leberdiagnostik üblichen 25  $\mu\text{mol/kg}$  günstiger ist. Bei Cholestasepatienten ist jedoch die normale Dosis vorteilhafter (67), da der Anteil der Niere an der Exkretion des Kontrastmittels zunimmt (6).

Da in unserer Studie aber ein Vergleich der Kontrastierung der Gallengänge zwischen Cholestase Patienten und Patienten ohne Cholestase gezogen werden sollte, wurde eine Dosierung von 25  $\mu\text{mol/kg}$  gewählt.

Bei allen Patientengruppen, ausgenommen der Cholestasepatienten mit kompletter Obstruktion, stellte sich 20 min nach Kontrastmittelgabe als bester Zeitpunkt zur Darstellung des DHC heraus.

Zu diesem Zeitpunkt nimmt die Differenz der Werte des Leberparenchyms und des DHC den höchsten positiven Wert an. Dieses Ergebnis stimmt mit Ergebnissen anderer Studien überein (9, 21).

Runge et al. beschreiben in einem Zeitraum von 20-45 min post injektionem die beste Kontrastierung (68).

Bei allen Gruppen nimmt die Differenz der SI ungefähr den gleichen Wert an. Es konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Allerdings kann von diesen Werten nicht direkt auf die Höhe der SI der Leber oder des DHC geschlossen werden. Sie zeigen lediglich das Verhältnis dieser beiden Werte an. Dass der Wert für Cholestasepatienten mit 522,59 am höchsten ist, kann damit erklärt werden, dass nicht nur die SI der Leber niedriger ist, sondern auch die des DHC.

Es ist nicht auszuschließen, dass der Kontrast im weiteren Zeitverlauf noch zunimmt. Der nach 20 min erreichte Kontrast ist allerdings bereits ausreichend, um die Gallengänge zu beurteilen.

Für die Cholestasepatienten mit inkompletter Obstruktion lässt sich vermuten, dass der Kontrast im weiteren Verlauf noch stärker wird, da die Ausscheidung des Kontrastmittels geringer ausgeprägt ist. In unserer Studie lagen aber nicht genügend Messungen nach diesem Zeitpunkt (20 min nach Kontrastmittelinjektion vor).

Bei Cholestasepatienten mit kompletter Obstruktion kann es zu einem Anstieg der SI des DHC über die des Leberparenchyms nach ca. 1h kommen. Auf Grund der geringen Fallzahl musste auf die entsprechende statistische Darstellung verzichtet werden.

Aus diesem Grund konnte auch der Zeitpunkt, an dem die SI von Leber und DHC einander entsprechen, für diese Patientengruppe nicht ermittelt werden.

Für alle anderen Patientengruppen war dies möglich. Der Wert lässt Rückschlüsse auf die Fähigkeit zur Exkretion des Kontrastmittels in die Gallengänge zu.

Für die Kontrollgruppe ist der Wert nach 7,73 min erreicht, was den frühesten Zeitpunkt im Vergleich mit den anderen Gruppen darstellt. Cholestasepatienten (inkomplette Obstruktion) erreichen diesen Wert erwartungsgemäß am spätesten (10,51 min). Hier zeigt sich die später einsetzende Exkretion des Kontrastmittels in die Gallengänge.

Für Zirrhosepatienten wird der Wert nach 9,67 min und Chemotherapiepatienten nach 8,49 min erreicht.

Da aber der Unterschied zwischen den Werten nicht signifikant ist und die Darstellung der CNR eine andere Reihenfolge der Zeitpunkte ergibt, lässt sich eine klinische Relevanz der Unterschiede nicht feststellen.

Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Petersein et al., die mit der leberspezifischen Bildgebung nach 8-10 min begannen.

Die Kontrastierung der Gallengänge setzt also bei allen Gruppen nach ca. 10 min ein und erreicht den besten Kontrast nach ca. 20 min.

#### **4.6. Laborwerte**

$\gamma$ -GT und AP sind Laborwerte, die typischerweise bei Patienten mit Cholestase erhöht sind. Da Cholestase mit einem geringeren Anstieg der SI der Leber und des DHC einhergeht, sollte nun untersucht werden, ob eine Korrelation zwischen niedrigen SI-Werten im Kontrastmittelgestützten MRT und hohen  $\gamma$ -GT und AP-Werten besteht.

Eine Korrelation zwischen den leberspezifischen Laborwerten  $\gamma$ -GT und AP und der SI der Leber oder des DHC wurde nicht festgestellt.

Mit hohen Laborwerten geht also nicht zwangsläufig eine niedrige SI des DHC oder der Leber einher. Der Leberzellschaden, wie er sich in den Labordaten zeigt, ist demnach nicht direkt mit der Höhe der SI korreliert.

Dieses Ergebnis entspricht den Erwartungen, da mit den Werten  $\gamma$ -GT und AP nur selektiv zwei Werte ausgewählt wurden, die spezifisch z.B. bei Cholestase erhöht sind. Diese beiden Werte müssen immer im klinischen Kontext und im Zusammenhang mit anderen leberspezifischen Laborwerten gesehen werden und sagen allein stehend nichts über die Funktion der Leber aus.

Weiterhin ist auch zwischen der Höhe der Laborwerte und dem klinischen Ausmaß einer Cholestase keine direkte Korrelation festzustellen.

Außerdem muss bedacht werden, dass ein Zeitfenster von bis zu einer Woche zwischen der MR-Bildgebung und Labordatenerhebung eine Ungenauigkeit bedeuten kann.

Zwar ergibt sich aus der Tatsache, dass auch für diese Darstellung verschiedene Sequenzen verwendet wurden, eine erhöhte Inhomogenität der SI-Werte zu den

verschiedene Zeitpunkten, allerdings ist auch bei Verwendung von Daten aus lediglich einer Sequenz aus den oben genannten Gründen keine Korrelation zu erwarten.

Yoshikawa et al. haben eine mögliche Korrelation zwischen AP und Ergebnissen von MRCP und ERCP in Patienten nach Cholecystektomie untersucht (69). Es stellte sich eine geringe Spezifität (27,3%) für Gallengangserkrankungen heraus. AP war bei den meisten der Patienten (77,8%) erhöht.

#### **4.7. Limitationen**

Eine Limitation ergibt sich dadurch, dass Untersuchungen, die an drei verschiedenen Geräten durchgeführt wurden, direkt verglichen wurden. Die direkte Vergleichbarkeit von Untersuchungen an einem 3 Tesla und einem 1,5 Tesla MRT wurde somit voraus gesetzt.

Der Gebrauch dreier verschiedener Magnetresonanztomographen hat zur Folge, dass verschiedene, jeweils für das Gerät spezifische Untersuchungsprotokolle angewendet wurden. Dies führte zu einer größeren Zahl verschiedener Sequenzen. Die Verwendung von SNR und CNR machte diese jedoch gut vergleichbar.

Außerdem entspricht die Nutzung verschiedener Geräte dem Alltag in der Klinik. Zeitliche Abweichungen von dem vorgegebenen Untersuchungsprotokoll kommen in der täglichen Routine immer wieder vor und waren während unserer Studie nicht auszuschließen. Es ist möglich, dass dadurch eine vertretbare Ungenauigkeit entstand.

## 4.8. Zusammenfassung

Mit Gd-EOB-DTPA steht seit dem ersten Quartal 2005 ein neues leberspezifisches Kontrastmittel für die MRT zur Verfügung. Die Kontrastmittelkinetik bei Patienten ohne eindeutige Leberfunktionsstörung ist in mehreren Studien bereits untersucht worden. Ziel dieser Studie war es, zu untersuchen, ob Patienten mit Leberzirrhose, Patienten, die eine Chemotherapie erhalten haben oder Patienten mit Cholestase ein differentes Kontrastmittelverhalten zeigen.

Im Zeitraum vom Juli 2004 bis Mai 2005 wurden 80 Patienten in der Klinik für Strahlenheilkunde der Charité mit dem leberspezifischen Kontrastmittel Gd-EOB-DTPA im MRT untersucht.

Nach einem Standarduntersuchungsprotokoll zur Beurteilung der Leber erhielten die Patienten eine Untersuchung an einem 3 Tesla oder 1,5 Tesla MRT.

Die Messungen wurden nativ (vor Kontrastmittelinjektion), in der arteriellen (nach 20 Sekunden) und in der venösen Phase (nach einer Minute), nach 10 und 20 Minuten (Parenchymphase) durchgeführt.

Es wurden Patienten mit und ohne Leberfunktionsstörung in die Studie aufgenommen und in 4 Gruppen eingeteilt (Gruppe 1: Patienten ohne bestehende Leberfunktionsstörung/Kontrolle; Gruppe 2: Patienten mit Leberzirrhose; Gruppe 3: Patienten, die innerhalb des letzten halben Jahres vor der MRT eine Chemotherapie erhalten hatten; Gruppe 4: Patienten mit Cholestase).

Zur Auswertung der MRT-Bilder wurde eine Workstation Centricity RA 600 (GE Medical Systems) verwendet. Die Signalintensität (SI) wurde mit ROI (Region-of-Interest) gemessen. Unter Umgehung von Artefakten und Läsionen wurde in der Leber (ROI-Größe 130 mm<sup>2</sup>), im Muskelgewebe des M. transversospinalis (100 mm<sup>2</sup>) und im DHC gemessen.

Vor der Bearbeitung der Patientenbilder wurde an einem Phantom die Homogenität der SI innerhalb der Oberflächenspule untersucht. Beispielhaft wurden die Sequenzen LAVA (TR 3,4 TE 1,5) und FIRM (TR 9,5 TE 2,1) im 3T MRT (MRT 3) gemessen. Diese Untersuchung des Phantoms zeigte, dass in einem zentralen Bereich von 171,7 mm (Sequenz: TR 3,4 TE 1,5) bzw. 237 mm (Sequenz TR 9,5 TE 2,1) mindestens 80% der SI der Schnitthöhe 0 (Zentrum der Spule) erreicht wurde. Damit wurde belegt, dass in den zentralen Bereichen der Spule eine ausreichende Homogenität der SI besteht.

Die SI des Leberparenchyms in der nativen Untersuchung sind nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Patientengruppen.

Die Kontrollgruppe hatte nach 10 und 20 min eine signifikant höhere SI als die Gruppe der Chemotherapiepatienten. Die SI der Leber war bei Cholestasepatienten signifikant geringer als bei den anderen 3 Gruppen.

Stellt man die SNR des Leberparenchyms der Zirrhosepatienten nach 20 min dar, zeigt sich ein signifikant geringerer Wert als für Patienten der Kontrollgruppe.

Zwischen den Gruppen 1-3 ergaben sich keine weiteren signifikanten Unterschiede. Die Werte für Cholestasepatienten sind allerdings signifikant geringer als für die ersten drei Gruppen.

Bei Patienten ohne gesicherte Leberfunktionsstörung steigt die SI des DHC nach 4 min um 365%, nach 10 min um 940% und nach 20 min um 1570% an. Der SI-Wert für Chemotherapiepatienten ist für den Zeitpunkt 10 min post injectionem signifikant geringer als für die Kontrollgruppe. Der 4 min-Wert für Zirrhosepatienten ist sowohl bei SI als auch bei SNR signifikant niedriger als bei der Kontrollgruppe.

Cholestasepatienten mit inkompletter Obstruktion zeigen eine Zunahme der SI um nur ca. 87% nach 4 min, um ca. 277% nach 10 min und um ca. 518% nach 20 min. Besteht eine komplette Obstruktion wird nach 4 min eine Steigerung um 74%, nach 10 min um 105% und nach 20 min von 129% erreicht. Vergleichbare Werte wurden für die SNR errechnet.

Der Zeitpunkt der stärksten Kontrastierung zwischen Leber und Gallengängen ist bei allen Patientengruppen, ausgenommen Patienten mit kompletter Obstruktion der Gallengänge, nach 20 min erreicht.

Eine Korrelation zwischen den Laborwerten  $\gamma$ -GT und AP und den SI-Werten der Leber oder des DHC konnte nicht festgestellt werden.

Der optimale Zeitpunkt zur Beurteilung der Gallengänge ist nach 20 min erreicht.

Da eine hohe Standardabweichung der SI und der SNR besteht, kann man insgesamt von einem nicht signifikanten Unterschied in der Kontrastierung der Leber zwischen Patienten mit Leberzirrhose, Patienten nach Chemotherapie und der Kontrollgruppe ausgehen.

Eine geringere Steigerung des Enhancements lässt sich für Cholestasepatienten beschreiben. Die SI der Leber und des DHC erreichen signifikant geringere Werte als in den anderen Patientengruppen.

In wie weit das Ausmaß der Obstruktion mit dem Signalanstieg in der Leber korreliert, konnte in der vorliegenden Studie nicht definitiv geklärt werden. Hier stellt sich ein Ansatz für weiterführende Untersuchungen dar.

Es hat sich herausgestellt, dass zwischen der Höhe der Laborwerte  $\gamma$ -GT und AP auf der einen Seite und der Höhe der SI-Werte der Leber und des DHC auf der anderen Seite kein direkter Zusammenhang besteht.

Für die Anwendung lässt sich zusammen fassen, dass eine Vorschädigung der Leber die Kontrastierung mit Gd-EOB-DTPA nicht in relevantem Maße beeinflusst. Somit ist auch die Detektion von Leberläsionen in der vorgeschädigten Leber nicht vermindert. Es besteht keine Einschränkung für die Nutzung von Gd-EOB-DTPA für einzelne Patientengruppen, da die Kontrastmittelkinetik mit den erzielten SI- und SNR-Werten nicht wesentlich differiert.