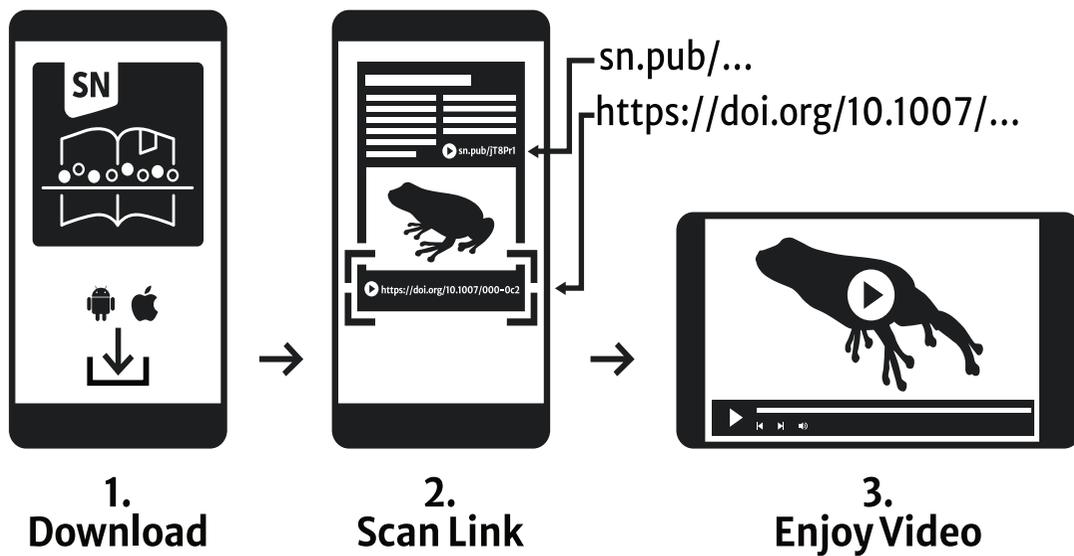


Praxisbuch Kontrastmittelsonografie

Springer Nature More Media App



Support: customerservice@springernature.com

Ulf Teichgräber
Thomas Fischer
Dirk-André Clevert
Hrsg.

Praxisbuch Kontrastmittelsonografie

Kursbuch des CEUS-Kurs-Zertifikats der DRG

Hrsg.

Ulf Teichgräber
Institut für Diagnostische und
Interventionelle Radiologie
Universitätsklinikum Jena
Jena, Deutschland

Thomas Fischer
Interdisziplinäres USZ
Klinik für Radiologie Charité, CCM
Universitätsmedizin Berlin
Berlin, Deutschland

Dirk-André Clevert
Klinik und Poliklinik für
Radiologie; Interdisziplinäres
Ultraschall-Zentrum
Klinikum der Universität München
München, Deutschland

Die Online-Version des Buches enthält digitales Zusatzmaterial, das durch ein Play-Symbol gekennzeichnet ist. Die Dateien können von Lesern des gedruckten Buches mittels der kostenlosen Springer Nature „More Media“ App angesehen werden. Die App ist in den relevanten App-Stores erhältlich und ermöglicht es, das entsprechend gekennzeichnete Zusatzmaterial mit einem mobilen Endgerät zu öffnen.

ISBN 978-3-662-61685-7 ISBN 978-3-662-61686-4 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-61686-4>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Umschlagabbildung © Thomas Fischer/Springer
Umschlaggestaltung deblik Berlin

Lektorat: Daniel Quinones

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

Die sonografische Diagnostik inklusive der farbkodierten Dopplersonografie sowie die sonografisch-gestützte interventionelle Therapie sind ein vollumfassender integraler Bestandteil der Weiterbildungsordnung (WBO) für das Fachgebiet Radiologie. Dies beinhaltet auch spezielle sonografische Anwendungen in den Teilgebieten der Kinder- und Neuroradiologie.

Die kontrastverstärkte sonografische Untersuchung (englisch: „contrast-enhanced ultrasound“, CEUS) hat seit einigen Jahren Einzug in die Ultraschallroutineuntersuchung gehalten. Es existiert inzwischen eine Vielzahl von Indikationen, die zu einer Erweiterung des diagnostischen Spektrums im klinischen Ultraschall geführt haben. Für die erfolgreiche Anwendung von CEUS sind jedoch technische wie auch klinische Erfahrungen notwendig, welche bisher kein obligater Bestandteil des Weiterbildungscurriculums der Radiologie sind.

Ziel des vorliegenden Buches ist die Begleitung des Konzeptes zur Erlangung eines Fortbildungszertifikats für die kontrastmittelverstärkte Sonografie durch die Arbeitsgemeinschaft Ultraschall (AGUS) der Deutschen Röntgengesellschaft e. V. (DRG). Damit verbunden ist die Stärkung der Qualifikation von Nachwuchsradiologinnen und -radiologen in dieser speziellen sonografischen Technik und die Steigerung der Kompetenz in den Weiter- und Ausbildungsstätten.

Ulf Teichgräber
Thomas Fischer
Dirk-André Clevert

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	1
	<i>Christian Greis</i>	
1.1	Historischer Rückblick	2
1.2	Aufbau der Ultraschallkontrastmittel	3
1.3	Zubereitung und Administration	4
1.4	Pharmakologische Eigenschaften	6
1.5	Dosierung	7
1.6	Sicherheit von Ultraschallkontrastmitteln	9
1.7	Akustische Eigenschaften	9
1.8	Gerätetechnik	11
1.9	Untersuchungsprotokolle	13
1.10	Dokumentation	15
1.11	Quantifizierung	16
1.12	Zukünftige Entwicklungen	18
	Literatur	19
2	Kontrastmittelsonografie der Leber (JUNG EM)	21
	<i>Ernst Michael Jung</i>	
2.1	Kontrastmittelapplikation	25
2.2	Dosis	25
2.3	Technik	25
2.4	Untersuchungsablauf	26
2.5	Vaskuläre Diagnostik	27
2.6	Lebertransplantation	28
2.7	Charakterisierung von benignen oder malignen Leberläsionen	29
2.7.1	Lokale Fettverteilungsstörungen	30
2.7.2	Leberzysten	32
2.7.3	Infektionen und Leberabszess	32
2.7.4	Fokale noduläre Hyperplasie	35
2.7.5	Hämangiome und atypische Hämangiome	35
2.7.6	Leberadenome	38
2.7.7	Lebermetastasen	39
2.7.8	Hepatozelluläres Karzinom	41
2.7.9	Cholangiozelluläres Karzinom (CCC)	43
2.8	Leberinterventionen	44
2.9	Perfusionsauswertung bei Tumorbehandlung	46
2.10	Fusionsbildgebung	46
2.11	Intraoperative CEUS zur Tumorresektion	48
2.12	Zusammenfassung	48
	Literatur	49
3	Kontrastverstärkter Ultraschall des Pankreas	53
	<i>Dirk-André Clevert</i>	
3.1	Anatomie	54
3.2	Untersuchungstechniken	54
3.3	Farbkodierte Duplexsonografie und Power-Doppler	54

3.4	Kontrastmittelunterstützte Sonografie	55
3.5	Dosis	55
3.6	Kontrastmittelphasen	55
3.7	Indikationen	55
3.7.1	Adenokarzinom	55
3.7.2	Neuroendokrine Tumoren	58
3.7.3	Seröses Zystadenom	59
3.7.4	Pseudozysten	59
3.7.5	Pankreasmetastasen	64
3.7.6	Pankreatitis	66
3.7.7	Pankreastransplantation	66
3.8	Fazit für die Praxis	68
	Literatur	70
4	Kontrastmittel-verstärkte Milzsonographie	73
	<i>Ulf Teichgräber und Thomas Benter</i>	
4.1	Indikationsstellung	74
4.2	Morphologie und physiologische Funktion	74
4.2.1	Form und Größe	74
4.2.2	Topografie und Echostruktur	74
4.2.3	Histologie	74
4.2.4	Gefäßversorgung und Perfusion	75
4.2.5	Physiologische Funktion	75
4.2.6	Größenbestimmung und Volumetrie	76
4.2.7	Lagebestimmung	76
4.3	Nebenzmilz	76
4.4	Einsatz der kontrastunterstützten Sonografie	77
4.5	Untersuchungstechnik	77
4.6	Technische Voraussetzungen	79
4.7	Pathologische Milzveränderungen	79
4.7.1	Splenomegalie	79
4.7.2	Hyposplenismus	80
4.7.3	Fokale und diffuse parenchymatöse Milzläsionen	80
4.7.4	Benigne Milzläsionen	80
4.7.5	Maligne Milzläsionen	87
5	Kontrastverstärkter Ultraschall des Urogenitaltrakts	91
	<i>Thomas Fischer und Markus Lerchbaumer</i>	
5.1	Niere	93
5.1.1	Hintergrund	93
5.1.2	Untersuchungstechnik	93
5.1.3	Ischämie und Niereninfarkt	93
5.1.4	Entzündung	93
5.1.5	Nierenzysten	94
5.1.6	Kategorie I: Simple, benigne Zysten	96
5.1.7	Fokale Nierenläsionen und Pseudotumoren	101
5.1.8	Nierenzellkarzinom und solide Nierentumoren (■ Abb. 5.13, 5.14 und 5.15)	102
5.1.9	Cavazapfen und Tumorinvasion	104
5.2	Nierentransplantat	105

5.2.1	Hintergrund	105
5.2.2	Untersuchungsablauf	105
5.2.3	Spezielle Gefäßpathologien des Transplantats	106
5.2.4	Raumforderung, Entzündung	107
5.3	Harnblase	108
5.3.1	Hintergrund	108
5.3.2	Untersuchungstechnik	108
5.3.3	Charakterisierung intramuraler Läsionen	109
5.3.4	Limitationen	109
5.4	Prostata	110
5.4.1	Hintergrund	110
5.4.2	Untersuchungstechnik TRUS	111
5.4.3	Untersuchungstechnik (MRT/TRUS-Fusionsbiopsie)	111
5.4.4	Prostatitis und postentzündliche Veränderungen	111
5.4.5	Prostatakarzinom (■ Abb. 5.22)	112
5.4.6	Postinterventionelle Kontrolle	113
5.4.7	Limitationen	113
5.5	Hoden	113
5.5.1	Hintergrund	113
5.5.2	Untersuchungstechnik	114
5.5.3	Trauma	114
5.5.4	Ischämie und Infarkt	114
5.5.5	Entzündliche Veränderungen	117
5.5.6	Zystische Hodenläsionen	117
5.5.7	Charakterisierung solider Hodenläsionen	119
6	Erfassung und Detektion von Aortenpathologien unter Verwendung des kontrastverstärkten Ultraschalls	125
	<i>Dirk-André Clevert</i>	
6.1	Ultraschalltechnik	126
6.1.1	Farbkodierte Duplexsonografie und Spektraldoppler	126
6.1.2	Kontrastmittelunterstützte Sonografie	126
6.2	Normalbefunde Aorta abdominalis	127
6.3	Pathologische Veränderungen der Aorta	128
6.3.1	Abdominelles Aortenaneurysma	128
6.3.2	Inflammatorisches Aortenaneurysma	134
6.3.3	Aortendissektion	135
6.3.4	Endovaskuläre Aneurysmaoperation und Follow-up	145
6.4	Fazit für die Praxis	149
	Literatur	153
7	Kontrastmittelsonografie bei Patienten mit abdominellem Trauma	157
	<i>Tilman Gräter</i>	
7.1	Einleitung	158
7.2	Welche Organschäden sind bei einem stumpfen Bauchtrauma zu erwarten?	158
7.3	Schweregrade eines Unfalltraumas	159
7.4	Bildgebung beim schweren Polytrauma (Hochenergetrauma)	159

7.5	Bildgebung beim Niedrigenergietrauma	160
7.6	Einsatz von CEUS beim abdominellen Trauma	161
7.6.1	Untersuchungsablauf	161
7.6.2	Typische Befunde der Traumadiagnostik mit CEUS	162
7.7	Fazit für die Praxis	164
	Literatur	164
8	CEUS-gestützte Interventionen	165
	<i>Timm Kleffel</i>	
8.1	Einführung	166
8.2	Technische Grundlagen	166
8.2.1	Intravenöse Gabe	166
8.2.2	Endokavitäre Gabe	166
8.2.3	Anwendungszulassung und Nebenwirkungen	167
8.3	Einsatzgebiete	167
8.3.1	Intravenöse Kontrastmittelgabe	167
8.3.2	Endokavitäre Kontrastmittelgabe	170
8.4	Vergleich mit anderen bildgebenden Methoden	183
8.4.1	Computertomografie.....	183
8.4.2	Durchleuchtung	183
8.5	„Verschiedenes“	184
8.5.1	Fusion mit Needle Tracking	184
8.5.2	Nur Luft verwenden	184
8.6	Pitfalls und Limitationen	186
8.7	Zusammenfassung	186
	Literatur	187
9	Kontrastverstärkter Ultraschall (CEUS) der Brust	189
	<i>Markus Lerchbaumer und Thomas Fischer</i>	
9.1	Hintergrund	190
9.2	Untersuchungstechnik	190
9.3	Benigne Läsionen	190
9.3.1	Sklerosierende Adenose.....	190
9.3.2	Intraduktales Papillom.....	190
9.3.3	Zystische Läsionen	191
9.3.4	Fibroadenom	191
9.3.5	Carcinoma in situ.....	192
9.4	Maligne Läsionen	192
9.5	Praxistipp	192
9.6	Neoadjuvante Therapie	195
9.7	Sentinel-Lymphknoten, Metastasen	195
9.8	Limitationen	195
	Literatur	196
10	Pädiatrische CEUS-Anwendungen	197
	<i>Hans-Joachim von Mentzel und Jörg Detlev Moritz</i>	
10.1	Einsatz von Kontrastmitteln in der pädiatrischen Sonografie	198
10.2	Historie	198
10.3	Safety	199
10.4	Off-Label-Use	200

10.5	Intrakavitäre Kontrastmittelapplikation	200
10.5.1	Durchführung der Miktionsurosonografie	201
10.5.2	Dokumentation und Befunde der MUS	203
10.6	Intravenöse Kontrastmittelapplikation	205
10.6.1	Dokumentation und Befunde	208
10.6.2	Trauma	208
10.6.3	Tumoren	210
10.6.4	Entzündung	213
10.6.5	Weitere Anwendungen	216
10.7	Zusammenfassung	216
	Literatur	227
11	Kontrastmittelsonografie des muskuloskeletalen Systems	229
	<i>Marc-André Weber, Martin Krix und Christian Fischer</i>	
11.1	Grundlagen der CEUS-Anwendung am Bewegungsapparat	231
11.2	Qualitative Bewertung der Dynamik von Ultraschallkontrastmitteln	231
11.3	Quantitative Analyse von Signalintensitäts-Zeit-Kurven	231
11.4	Wiederanflutungskinetiken	232
11.5	Praktische Implikationen der speziellen Eigenschaften der Skelettmuskelperfusion	234
11.6	Spezielle CEUS-Methoden	235
11.6.1	Periphere arterielle Verschlusskrankheit	236
11.6.2	Diabetes mellitus	238
11.6.3	Zusammenfassende Einschätzung	240
11.7	Perioperative Diagnostik	240
11.7.1	Frakturen und Pseudarthrosen (ausbleibende Knochenheilung nach Fraktur)	240
11.7.2	Gewebetransplantationen	241
11.7.3	Schulteroperation (muskuläre Determinanten für das OP-Ergebnis)	244
11.8	Entzündliche, degenerative und neoplastische muskuloskeletale Pathologien	246
11.8.1	Entzündliche rheumatische und artverwandte Erkrankungen	246
11.8.2	Gonarthrose	246
11.8.3	Chronische Tendinopathie	247
11.8.4	Entzündliche Myopathien	247
11.8.5	Weichteiltumoren	248
11.9	Grundlagenforschung zur Physiologie der Muskelperfusion und zu Trainingseffekten	251
11.10	Beispiele von muskuloskeletalen CEUS-Anwendungen in der klinischen Routine	256
11.10.1	Grundlagen	256
11.10.2	Vorbereitungen zur Kontrastmitteluntersuchung	256
11.10.3	Technische Aspekte	257
11.10.4	CEUS-Untersuchungsverfahren	257
11.11	Praxisbeispiel: Perioperative Beurteilung von Frakturen und Pseudarthrosen	258
11.11.1	Vorbereitung, B-Bild-Beurteilung und primäre Scanebene	258
11.11.2	CEUS-Verfahren	258

11.12	Praxisbeispiel: Perioperative Beurteilung des Supraspinatusmuskelgewebes	258
11.12.1	Untersuchungsvorbereitung.....	258
11.12.2	Voruntersuchung mittels B-Mode-Ultraschall und primäre Scanebene	258
11.12.3	CEUS-Verfahren	259
11.13	Fazit für die Praxis	259
	Literatur	259
	Serviceteil	
	Stichwortverzeichnis	269

Autorenverzeichnis

Thomas Benter Klinik für Innere Medizin - Gastroenterologie, Hämatologie, Onkologie und Abhängigkeitserkrankungen, DRK Kliniken Berlin Mitte, Berlin, Deutschland
t.benter@DRK-Kliniken-Berlin.de

Dirk-André Clevert Klinik und Poliklinik für Radiologie; Interdisziplinäres Ultraschall-Zentrum, Klinikum der Universität München, München, Deutschland
Dirk.Clevert@med.uni-muenchen.de

Christian Fischer Orthopädie und Unfallchirurgie, Leitung Ultraschallzentrum, Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
Arcus Sportklinik, Schulter- und Ellenbogenchirurgie, Pforzheim, Deutschland
Christian.Fischer@sportklinik.de

Thomas Fischer Interdisziplinäres USZ Klinik für Radiologie Charité, CCM, Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland
thom.fischer@charite.de

Tilmann Gräter Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Ulm, Ulm, Deutschland
tilmann.graeter@uniklinik-ulm.de

Christian Greis Bracco Imaging Deutschland GmbH, Konstanz, Deutschland
christian.Greis@bracco.com

Ernst Michael Jung Institut für Röntgendiagnostik, Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg, Deutschland
ernst-michael.jung@ukr.de

Timm Kleffel Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie und Neuroradiologie, Universitätsklinikum Augsburg, Augsburg, Deutschland
tim.kleffel@uk-augsburg.de

Martin Krix Medical Leader X-ray & Ultrasound, Europe Asia, Bracco Global Medical & Regulatory Affairs, Bracco Imaging Deutschland GmbH, Konstanz, Deutschland
martin.krix@bracco.com

Markus Lerchbaumer Campus Mitte: Institut für Radiologie, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland
markus.lerchbaumer@charite.de

Hans-Joachim von Mentzel Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Jena, Jena, Deutschland
Hans-Joachim.Mentzel@med.uni-jena.de

Jörg Detlev Moritz Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Kinderradiologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Kiel, Deutschland
JoergDetlev.Moritz@uksh.de

Ulf Teichgräber Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Jena, Jena, Deutschland
Ulf.Teichgraeber@med.uni-jena.de

Marc-André Weber Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Kinder- und Neuroradiologie, Universitätsmedizin Rostock, Rostock, Deutschland
marc-andre.weber@med.uni-rostock.de