

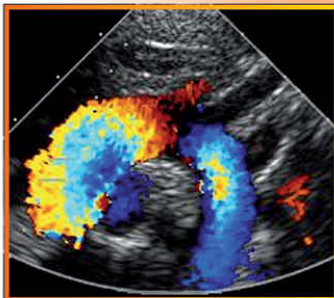
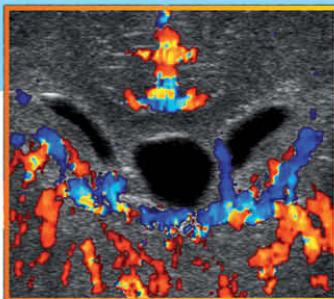
Ultraschalldiagnostik in Pädiatrie und Kinderchirurgie

Lehrbuch und Atlas

Karl-Heinz Deeg
Volker Hofmann
Peter F. Hoyer

 Online-Version in der eRef

5., unveränderte Auflage



 Thieme

Ultraschalldiagnostik in Pädiatrie und Kinderchirurgie

Lehrbuch und Atlas

Karl-Heinz Deeg
Volker Hofmann
Peter F. Hoyer

Unter Mitarbeit von

V. Aumann

J. A. Bönhof

A. Feldkamp

I. Gaßner

R. Graf

P. Haber

J. Jüngert

H.-J. Mentzel

K. Mohnike

M. Riccabona

G. Schweintzger

T. Spieß

U. Vester

L. von Rohden

D. Wiemann

5., unveränderte Auflage

3166 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Impressum

*Bibliografische Information
der Deutschen Nationalbibliothek*

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

1. Auflage 1989 (VEB Georg Thieme Leipzig)
2. Auflage 1996 (Georg Thieme Verlag Stuttgart)
3. Auflage 2005
4. Auflage 2014

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

© 1989, 2018 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
Deutschland
Telefon: +49/(0)711/8931-0
Unsere Homepage: www.thieme.de

Printed in Germany

Zeichnungen: Adrian Cornford, Reinheim-Zeilhardt;
Barbara Gay, Bremen
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlagfoto: Martin Kaiser, Essen
Satz: L42 AG, Berlin
gesetzt aus Arbortext APP
Druck: Firmengruppe APPL, aprinta druck, Wemding

DOI 10.1055/b-006-149288

ISBN 978-3-13-242466-1
Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-242467-8
eISBN (ePub) 978-3-13-242468-5

1 2 3 4 5 6

Geschützte Warennamen (Marken) werden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt. Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Widmung

Gewidmet den kranken Kindern und den ärztlichen Kollegen, die sie untersuchen und behandeln.

Vorwort zur 4. Auflage

„Mit der Einführung der Ultraschalldiagnostik in die klinische Praxis ist die bildhafte Darstellung von Organen, Geweben, ganzen Körperarealen und deren pathologische Veränderungen ohne Gefährdung des Patienten und ohne jedes diagnostische Risiko möglich geworden. Zu diesen entscheidenden Vorteilen kommen noch die schnelle und mobile Durchführbarkeit ohne Vorbereitung und das Sofortbild unabhängig von der jeweiligen Organfunktion. In einer Zeit, in der die Ambivalenz technischen Fortschritts sichtbar wird und neue diagnostische Methoden oft mit einer größeren Gefährdung oder Belastung des Patienten verbunden sind, gewinnt die Sonografie gerade für das Säuglings- und Kindesalter wegen der fehlenden Strahlenbelastung zunehmend an Bedeutung... Es wird in manchen Bereichen ein diagnostisches Umdenken die konsequente Folge sein...“ So stand es im Vorwort der ersten zusammenfassenden Darstellung der Sonografie im Kindesalter („Ultraschalldiagnostik (B-Scan) im Kindesalter“ VEB Georg Thieme Verlag Leipzig 1981) und dem ist auch 30 Jahre später nichts hinzuzufügen. Inzwischen hat dieses Umdenken stattgefunden und wir können feststellen, dass diese Methode inzwischen die am häufigsten eingesetzte bildgebende Untersuchung geworden ist und von der primären Vorfeld- über die Bedside- zur hoch spezialisierten Organdiagnostik und den damit verbundenen therapeutischen Konsequenzen zu den tief greifendsten Veränderungen in der Kinderheilkunde der letzten Jahrzehnte geführt hat. Sie ist heute aus der täglichen klinischen Praxis nicht mehr wegzudenken. Es muss aber auch konstatiert werden, dass sie in der Facharztausbildung noch längst nicht überall den dafür erforderlichen Stellenwert erhalten hat. Umso notwendiger erscheint uns die Verbesserung des Ausbildungsstands aller ambulant und stationär tätigen Kinderärzte, Kinderradiologen und Kinderchirurgen. Dazu soll dieses Buch eine unverzichtbare Hilfe sein.

Seit der letzten Auflage sind 8 Jahre vergangen. In dieser Zeit mussten 2 Nachauflagen gedruckt werden, die das große Interesse an der Sonografie des Kindes zeigen. Seit der 1. Auflage mit ihren 170 Seiten und 318 Bildern

ist das Buch ständig erweitert worden. Die einzige Kritik bestand in der Tatsache, dass wir das Herzkapitel aus Gründen des Buchumfangs herausgenommen hatten. In der Neuauflage wurde das Herzkapitel wieder aufgenommen und dazu noch einige neue Anwendungsbereiche.

Neu sind neben dem umfangreichen Abschnitt über das Herz die Kapitel Lymphknoten, Elastografie und Artefakte. Die alten Bilder sind an vielen Stellen durch neue ersetzt worden und zeigen den technischen Fortschritt besonders durch hochfrequente Schallköpfe und verbesserte Dokumentationsmöglichkeiten. Erstmals haben wir versuchsweise dort, wo es zum besseren Verständnis beiträgt, Videosequenzen eingefügt, die mit besonderen Zugangsdaten im Internet aufgerufen werden können. Die Sonografie ist ja keine Standbilddiagnostik, sondern gewinnt ihre Bedeutung aus dem „bewegten“, sich während der Untersuchung ständig verändernden Schnittbild. Das soll besonders denen helfen, die sich in die Methode einarbeiten wollen und auf diese Weise den Untersuchungsablauf detailliert nachvollziehen können.

So ist ein in weiten Teilen neues Lehrbuch entstanden. Wir sind glücklich über die hinzugekommenen Mitarbeiter und danken R. Graf, dem Erstbeschreiber der Hüftsonografie, dass er dieses Kapitel übernommen hat, J. A. Bönhof für das Kapitel über die Artefakte und vor allem I. Gaßner für seine unverzichtbare Mitarbeit an vielen Kapiteln und für sein einzigartiges Bildmaterial, das er uns zur Verfügung gestellt hat und das dem Buch ein neues Gesicht verleiht.

Diese umfassende Arbeit wäre nicht denkbar gewesen ohne den Zuspruch und die Unterstützung durch Herrn Dr. Christian Urbanowicz und die geduldige Verlagsarbeit von Frau Simone Blank. Möge das Werk allen denen, die mit kranken Kindern zu tun haben, den Kinderärzten, Kinderchirurgen, Kinderradiologen, Kinderorthopäden und Kinderurologen ein wertvoller täglicher Begleiter werden. Das wäre der schönste Dank an die Autoren.

Bamberg
Halle/Saale
Essen
im Frühjahr 2014

Karl-Heinz Deeg
Volker Hofmann
Peter Hoyer

Anschriften zur 4. Auflage

Herausgeber

Deeg, Karl-Heinz, Prof. Dr. med.
Sozialstiftung Bamberg
Klinik für Kinder und Jugendliche
Buger Straße 80
96049 Bamberg

Hofmann, Volker, Prof. Dr. med.
Amselweg 31
06110 Halle

Hoyer, Peter Friedrich, Univ.-Prof. Dr. med.
Universitätsklinikum Essen
Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin
Klinik Pädiatrie II
Hufelandstraße 55
45122 Essen

Mitarbeiter

Aumann, Volker, Dr. med.
Universitätskinderklinik Magdeburg
Arbeitsbereich Hämatologie Onkologie
Leipziger Straße 44
39120 Magdeburg

Bönhof, Jörg A., Dr. med.
Deutsche Klinik für Diagnostik
Aukammallee 33
65191 Wiesbaden

Feldkamp, Axel, Dr. med.
Klinikum Duisburg/Wedau-Klinik
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Zu den Rehwiesen 9
47055 Duisburg

Gaßner, Ingmar, Dr. med.
Karl-Innerebner-Straße 103
6020 Innsbruck
Österreich

Graf, Reinhard, Univ.-Prof. Prof. h.c. Dr.
Hagersiedling 7
8850 Murau
Österreich

Haber, Peter, Prof. Dr. med.
Universitätsklinik für Kinder-
und Jugendmedizin
Hoppe-Seyler-Straße 1
72076 Tübingen

Jüngert, Jörg, Dr. med.
Universitätsklinikum Erlangen
Kinder- und Jugendklinik
Ultraschallabteilung
Loschgestraße 15
91054 Erlangen

Mentzel, Hans-Joachim, Univ.-Prof. Dr. med. habil.
Universitätsklinikum Jena
Institut für Diagnostische u. Interventionelle Radiologie I
Zentrum für Radiologie/Sektion Pädiatr. Radiologie
Erlanger Allee 101
07747 Jena

Mohnike, Konrad, Dr. med.
Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin
Leipziger Straße 44
39120 Magdeburg

Riccabona, Michael, Univ.-Prof. Dr. med.
Lendplatz 45/III
8020 Graz
Österreich

Schweintzger, Gerolf, Dr. med.
Landeskrankenhaus Leoben
Kinderabteilung
Vordernberger Straße 42
8700 Leoben
Österreich

Spieß, Thomas, Dr. med.
LKH Stolzalpe / Haus I 3. Stock
Abteilung für Pädiatrie und Kinderheilkunde
Stolzalpe 38
8852 Stolzalpe
Österreich

Vester, Udo, Priv.-Doz. Dr. med.
Universitätsklinikum Essen
Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin
Klinik für Kinderheilkunde II
Hufelandstraße 55
45122 Essen

von Rohden, Ludwig, Priv.-Doz. Dr. med.
Jägerstieg 5
39291 Lostau bei Magdeburg

Wiemann, Dagobert, Dr. med.
Otto-von-Guericke-Universität
Universitätskinderklinik
Leipziger Straße 44
39120 Magdeburg

Inhaltsverzeichnis

1	Gehirn	19			
	<i>K.-H. Deeg</i>				
1.1	Einführung	19	1.8	Hirnblutungen	137
1.2	Untersuchungstechnik und Normalbefunde	19	1.8.1	Intrakranielle Blutungen des Frühgeborenen	138
1.2.1	Schnittebenen und Dokumentation	19	1.8.2	Subdurale, epidurale und subarachnoidale Blutungen des Frühgeborenen	159
1.2.2	Normale Anatomie	20	1.8.3	Intrazerebellare Blutungen	159
1.2.3	Koronarschnitte	20	1.8.4	Intrazerebrale Blutungen des Reifgeborenen	161
1.2.4	Sagittalschnitte	27	1.8.5	Pränatale Hirnmassenblutungen	161
1.3	Normvarianten	32	1.8.6	Peripartale Hirnmassenblutungen beim Reifgeborenen	161
1.3.1	Cavum septi pellucidi, Cavum Vergae und Cavum veli interpositi	32	1.8.7	Blutungen in die Basalganglien	166
1.3.2	Ventrikelsystem	34	1.8.8	Traumatisch bedingte Blutungen	168
1.3.3	Cisterna magna	37	1.9	Hypoxämisch-ischämische Parenchymläsionen	184
1.3.4	Periventrikuläre Keimlager (Germinalmatrix)	37	1.9.1	Hypoxämisch-ischämische Läsionen beim Frühgeborenen	185
1.3.5	Fissura Sylvii und Subarachnoidalraum ..	37	1.10	Hypoxämisch-ischämische Läsionen beim reifen Säugling und älteren Kind ..	185
1.3.6	Normale periventrikuläre Echogenitätsvermehrung	39	1.10.1	Periventrikuläre Leukomalazie	185
1.4	Zerebrale Doppler-Sonografie	40	1.10.2	Hypoxämisch-ischämische Parenchymläsionen beim Reifgeborenen	194
1.4.1	Gepulste Doppler-Sonografie	40	1.11	Intrakranielle zystische Läsionen	205
1.4.2	Farbkodierte Doppler-Sonografie	41	1.11.1	Physiologische Zysten	205
1.4.3	Normale Gefäßanatomie	42	1.11.2	Pathologische Zysten	205
1.4.4	Flussmessungen	56	1.12	Intrakranielle Tumoren	212
1.5	Zerebrale Fehlbildungen	70	1.12.1	Astrozytome	214
1.5.1	Neuralrohrdefekte	71	1.12.2	Primitive neuroektodermale Tumoren ..	214
1.5.2	Migrationsstörungen	88	1.12.3	Medulloblastome	214
1.5.3	Holoprosenzephalie	95	1.12.4	Plexuspapillom	215
1.6	Hydrozephalus	103	1.12.5	Teratome	216
1.6.1	Pathogenese	103	1.12.6	Kraniopharyngiome	216
1.6.2	Posthämorrhagischer Hydrozephalus	107	1.12.7	Balkenlipome	216
1.6.3	Hydrozephalus bei Arnold-Chiari-Syndrom	112	1.12.8	Intraoperative und postoperative Sonografie	217
1.6.4	Postmeningitischer Hydrozephalus	113	1.12.9	Transkranielle Sonografie	217
1.6.5	Shuntversorgter Hydrozephalus	114	1.13	Infektiöse ZNS-Erkrankungen	218
1.7	Erweiterungen der äußeren Liquorräume	131	1.13.1	Pränatale Infektionen	218
1.7.1	Ätiologie	132	1.13.2	Eitrige Meningoenzephalitiden	224
1.7.2	Sonografische Darstellung erweiterter äußerer Liquorräume	136			

1.14	Intrakranielle Echogenitätsvermehrungen und Verkalkungen	243	1.17	Arteriovenöse Malformation der V. Galeni magna	265
1.14.1	Metabolisch bedingte Verkalkungen	243	1.17.1	2-dimensionales Schnittbild	265
1.14.2	Vaskulär bedingte Verkalkungen	243	1.17.2	Farb-Doppler	266
1.14.3	Hämorrhagisch und asphyktisch bedingte Verkalkungen	244	1.17.3	Gepulste Doppler-Sonografie	266
1.14.4	Seltene Ursachen intrakranieller Verkalkungen	244	1.18	Dopplersonografische Flussmessung zur Erfassung eines erhöhten SIDS-Risikos	270
1.15	Vaskuläre Erkrankungen	246	1.18.1	Methode	270
1.15.1	Arterielle Verschlüsse	246	1.18.2	Pathophysiologische Erklärung	278
1.15.2	Venöse Verschlüsse	253	1.18.3	Bewertung auffälliger oder pathologischer Blutströmungen	279
1.16	Subclavian-Steal-Phänomen	264	1.18.4	Vorgehen bei auffälligem oder pathologischem Doppler	280
			1.18.5	Ergebnisse	282
2	Rückenmark	283			
	<i>I. Gaßner</i>				
2.1	Untersuchungstechnik und Anatomie	283	2.4	Kaudales Regressionssyndrom	302
2.2	Sonografischer Normalbefund und anatomische Varianten	283	2.5	Neoplasma	303
2.3	Spinale Dysrhapthien	288	2.6	Rückenmark- und Hirnstammtrauma bei Neugeborenen	303
2.3.1	Entwicklung des Rückenmarks	288	2.7	Iatrogene Läsionen	305
2.3.2	Spinale Dysrhapthien mit nicht häutig überdeckter Weichteilmasse am Rücken	290	2.8	Spinale subdurale Hämorrhagie bei Schütteltrauma	306
2.3.3	Spinale Dysrhapthien mit häutig überdeckter Weichteilmasse am Rücken	294			
2.3.4	Okkulte spinale Dysrhapthien	297			
3	Bulbus oculi und Orbita	309			
	<i>I. Gaßner</i>				
3.1	Einleitung	309	3.5.4	Pathologie der Sehnervenpapille	320
3.2	Entwicklung des Auges	309	3.5.5	Tumoren des Bulbus oculi	321
3.3	Untersuchungstechnik	310	3.6	Pathologien der Orbita	324
3.4	Sonografischer Normalbefund	311	3.6.1	Prä- und postseptale Infektionen	324
3.5	Pathologien des Bulbus oculi	312	3.6.2	Myositis	327
3.5.1	Kongenitale Malformationen	312	3.6.3	Endokrine Orbitopathie	327
3.5.2	Katarakt	316	3.6.4	Tumoren der Orbita	327
3.5.3	Erkrankungen des Glaskörpers und der Retina	317	3.7	Fremdkörper – Trauma	332
			3.8	Dakryozystozele	333

4	Halsweichteile	335		
	<i>P. Haber und V. Hofmann</i>			
4.1	Untersuchungstechnik und Normalbefund	335	4.4	Glandula parotidea und Glandula submandibularis
4.2	Schilddrüse	339	4.5	Gefäße
4.2.1	Fehlbildungen	340	4.6	Raumforderungen
4.2.2	Diffuse Schilddrüsenerkrankungen	341	4.6.1	Halszysten
4.2.3	Fokale Schilddrüsenveränderungen	343	4.6.2	Solide Raumforderungen
4.2.4	Feinnadelbiopsie	346		
4.3	Nebenschilddrüse	346		
5	Herz	357		
	<i>K.-H. Deeg</i>			
5.1	Einleitung	357	5.7	Komplexe Herzfehler
5.1.1	Time-Motion-Verfahren (M-Mode)	357	5.7.1	Herzfehler mit überreitender Systemarterie.
5.1.2	2-dimensionales Schnittbild	357	5.7.2	Herzfehler mit Fehlabgang der großen Arterien.
5.1.3	Doppler-Sonografie.	357		
5.2	Normale sonografische Anatomie	358	5.8	Herzfehler mit Ventrikelhypoplasie ...
5.2.1	Parasternale Schnittebenen	359	5.8.1	Hypoplastisches-Linksherz-Syndrom.
5.2.2	Apikale Schnittebenen	370	5.8.2	Totale Lungenvenenfehleimündung.
5.2.3	Subkostale Schnittebenen	374	5.8.3	Trikuspidalklappenatresie
5.2.4	Suprasternale Schnittebenen.	381		
5.3	Untersuchungsablauf	385	5.9	Univentrikuläres Herz
5.4	Shuntvitien	385	5.9.1	Echokardiografische Diagnose.
5.4.1	Ductus arteriosus Botalli	385	5.10	Einflussbahnostruktionen
5.4.2	Vorhofseptumdefekte	400	5.10.1	Mitralstenose.
5.4.3	Aortenseptumdefekt (aortopulmonales Fenster).	411	5.10.2	Trikuspidalklappenstenose
5.4.4	Ventrikelseptumdefekte	413	5.11	AV-Klappenprolaps – AV-Klappeninsuffizienz
5.4.5	Atrioventrikularklappen-Defekte (Endokardkissen-Defekte)	427	5.11.1	Mitralklappenprolaps/Mitralklappeninsuffizienz.
5.5	Klappenstenosen	433	5.11.2	Trikuspidalklappenprolaps/Trikuspidalinsuffizienz.
5.5.1	Pulmonalstenosen	433		
5.5.2	Aortenstenosen	451	5.12	Ebstein'sche Anomalie der Trikuspidalklappe
5.6	Aortenisthmusstenose (Koarktationssyndrom)	462	5.13	Marfan-Syndrom
5.6.1	2-dimensionales Schnittbild	462	5.14	Erkrankungen der Koronararterien ...
5.6.2	Farbkodierte Doppler-Sonografie	464	5.14.1	Bland-White-Garland-Syndrom
5.6.3	Beurteilung der hämodynamischen Relevanz	465	5.14.2	Kawasaki-Syndrom
5.6.4	Postoperative Kontrolluntersuchung	465		

5.15	Kardiomyopathien	529	5.17	Intrakardiale Thromben	541
5.15.1	Dilatative Kardiomyopathie	529	5.18	Endokarditis	541
5.15.2	Hypertrophe Kardiomyopathie	532	5.19	Intrakardiale Fremdkörper	541
5.16	Herztumoren	536	5.20	Perikardergüsse	542
5.16.1	Rhabdomyome	536	5.21	Akzessorische Sehnenfäden	546
5.16.2	Fibrome	537			
5.16.3	Teratome	537			
5.16.4	Myxome	540			
6	Thorax	548			
	<i>A. Feldkamp</i>				
6.1	Allgemeines zur Thoraxsonografie	548	6.5.2	Hiatushernie	562
6.2	Mediastinum	549	6.5.3	Zwerchfellparese/Relaxatio diaphragmatica	562
6.2.1	Thymus	549	6.6	Lunge	563
6.2.2	Herznahe Gefäße	554	6.6.1	Pneumonie	564
6.2.3	Ösophagus	554	6.6.2	Atelektasen	564
6.2.4	Trachea	554	6.6.3	Respiratory-Distress-Syndrom (RDS)	565
6.3	Thoraxwand	555	6.6.4	Lungensequester	565
6.3.1	Vaskuläre Veränderungen	555	6.6.5	Zystisch-adenomatoide Malformation	566
6.3.2	Zystische Veränderungen	556	6.6.6	Solide Raumforderungen	566
6.3.3	Solide Veränderungen	556	6.6.7	Zystische Raumforderungen	567
6.3.4	Erkrankungen der Muskulatur	557	6.7	Brustdrüse	567
6.3.5	Erkrankungen der Knochen	557		<i>J. Jüngert</i>	
6.4	Pleura	558	6.7.1	Entwicklung und Anatomie	567
6.4.1	Pleuraerguss	558	6.7.2	Untersuchungstechnik	568
6.4.2	Solide Veränderungen	560	6.7.3	Klinische Indikationen	569
6.4.3	Pneumothorax	560	6.7.4	Sonoanatomie der Brust	569
6.5	Zwerchfell	561	6.7.5	Wesentliche Merkmale von Raumforde- rungen	572
6.5.1	Zwerchfellhernie	562	6.7.6	Entwicklungsstörungen und Varianten ...	572
			6.7.7	Raumforderungen	575
7	Leber	581			
	<i>P.F. Hoyer und U. Vester</i>				
7.1	Untersuchungstechnik und Normalbefunde	581	7.2	Fehlbildungen und Formvarianten	594
7.1.1	Untersuchungsvorbereitung	581	7.3	Diffuse Leberparenchymveränderungen	595
7.1.2	Normale Anatomie	582	7.3.1	Akute Hepatitis	595
7.1.3	Besonderheiten bei Frühgeborenen und Neugeborenen	589	7.3.2	Fettleber	596
7.1.4	Morphometrie der Leber	591	7.3.3	Stauungsleber	597
			7.3.4	Leberzirrhose	598

7.3.5	Portale Hypertension	600	7.6	Fokale Leberveränderungen	623
7.3.6	Prähepatischer Block	606			
7.3.7	Intrahepatischer Block	609	7.6.1	Leberzysten	623
7.3.8	Posthepatischer Block	610	7.6.2	Leberabszesse	624
7.3.9	Luft im Portalsystem	614	7.6.3	Echinokokkuszysten	626
			7.6.4	Intrahepatische Verkalkungen	626
7.4	Leberveränderungen bei zystischer Nephropathie	615	7.7	Lebertumoren	627
7.5	Leberveränderungen bei Stoffwechselerkrankungen	618	7.7.1	Benigne Lebertumoren	628
			7.7.2	Maligne Lebertumoren	637
7.5.1	Zystische Fibrose	618	7.8	Lebertransplantation	649
7.5.2	Glykogenose Typ I	619			
7.5.3	Tyrosinämie Typ I	619	7.8.1	Vorbereitung	649
7.5.4	Morbus Wilson	620	7.8.2	Postoperative Sonografien	649
7.5.5	Alpha-1-Antitrypsin-Mangel	621			
7.5.6	Fruktoseintoleranz	621			
7.5.7	Morbus Niemann-Pick	621			
7.5.8	Biliäre Zirrhose	621			
8	Gallenblase und Gallenwege	663			
	<i>V. Hofmann und I. Gaßner</i>				
8.1	Untersuchungstechnik und Normalbefund	663	8.3	Erkrankungen der Gallenblase	672
8.2	Normvarianten und kongenitale Anomalien	664	8.3.1	Cholezystitis – Cholangitis	677
			8.3.2	Cholezystolithiasis – Choledocholithiasis	677
8.2.1	Gallenblase	664	8.4	Tumoren der Gallenblase und der Gallenwege	680
8.2.2	Angeborene Erkrankungen der Gallenwege	665	8.5	Seltenerer sonografische Befunde der Gallenwege	681
9	Pankreas	682			
	<i>V. Hofmann</i>				
9.1	Untersuchungstechnik und Normalbefund	682	9.4	Akute Pankreatitis	688
9.2	Kongenitale Fehlbildungen	684	9.4.1	Stumpfes Bauchtrauma	693
9.3	Kongenitale Systemerkrankungen	685	9.5	Chronische Pankreatitis	699
9.3.1	Zystische Fibrose	685	9.6	Pankreastumoren	700
9.3.2	Shwachmann-Bodian-Diamond-Syndrom	686	9.7	Stellenwert der Sonografie	701
9.3.3	Kongenitaler Hyperinsulinismus	686			

10	Milz	704		
	<i>V. Hofmann und I. Gaßner</i>			
10.1	Untersuchungstechnik und Normalbefund	704	10.4	Raumfordernde Prozesse
10.2	Normvariante, Lageanomalie, Fehlbildung	706	10.4.1	Milzzysten
10.3	Splenomegalie	708	10.4.2	Milzabszesse
			10.4.3	Milztumoren
			10.5	Erkrankungen der Milzgefäße
			10.6	Milzverletzungen
11	Abdominale Gefäße	726		
	<i>P.F. Hoyer und U. Vester</i>			
11.1	Vorbemerkung	726	11.4.2	Gefäßverschlüsse
11.2	Normale Anatomie	726	11.4.3	Aneurysmen
11.3	Untersuchungsgang	731	11.5	Gefäßstenosen
11.4	Pathologische Befunde	732	11.5.1	Gefäßthrombosen
11.4.1	Fehlbildungen	732	11.5.2	Gefäßkollateralen
12	Magen-Darm-Trakt	746		
	<i>P. Haber und V. Hofmann</i>			
12.1	Vorbemerkungen	746	12.5.3	Invagination
12.2	Untersuchungstechnik und Normalbefunde	746	12.5.4	Ileus
12.2.1	Ösophagus	747	12.6	Entzündungen
12.2.2	Magen	751	12.6.1	Appendizitis
12.2.3	Darm	754	12.6.2	Enteritis
12.3	Pathologische Befunde	759	12.6.3	Nekrotisierende Enterokolitis
12.4	Fehlbildungen	761	12.7	Andere Darmerkrankungen
12.4.1	Atresien des Verdauungstrakts	761	12.7.1	Chronisch entzündliche Darmerkrankung
12.4.2	Kongenitale Zwerchfellhernie	767	12.7.2	Mukoviszidose
12.4.3	Omphalozele – Gastroschisis	768	12.7.3	Intestinale Graft-versus-Host-Erkrankung
12.4.4	Malrotation/Volvulus	769	12.7.4	Polyphen
12.4.5	Morbus Hirschsprung/neuronale intestinale Dysplasie	774	12.7.5	Obstipation
12.4.6	Meckel-Divertikel	775	12.7.6	Fremdkörper und Parasiten
12.4.7	Zystische Malformation	776	12.8	Tumoren des Magen-Darm-Trakts
12.5	Passagestörungen des Darms	777	12.9	Flüssigkeitsansammlung in der Bauchhöhle
12.5.1	Gastroösophagealer Reflux und Hiatushernie	777	12.9.1	Aszites
12.5.2	Hypertrophe Pylorusstenose	780	12.9.2	Intraperitoneale Hämatome
			12.9.3	Intraperitoneale Abszesse
			12.10	Stellenwert der Sonografie

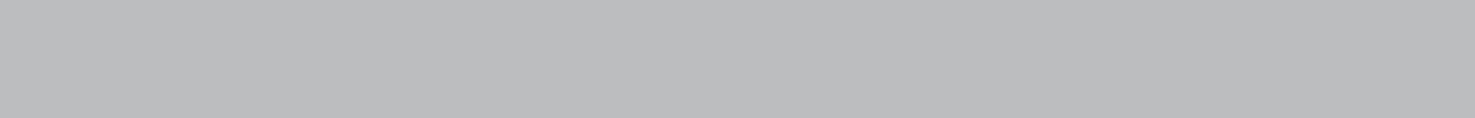
13	Intraabdominale und retroperitoneale Raumforderungen	825		
	<i>V. Hofmann</i>			
13.1	Zystische Raumforderungen	825	13.2.2	Maligne Tumoren
				833
13.2	Tumoren des Bauchraums	830	13.3	Stellenwert der Sonografie
				836
13.2.1	Benigne Tumoren	830		
14	Stumpfes Bauchtrauma			838
	<i>V. Hofmann und G. Schweintzger</i>			
14.1	Vorbemerkung	838	14.2	Untersuchungstechnik
				838
15	Niere			849
	<i>P.F. Hoyer und U. Vester</i>			
15.1	Vorbemerkungen	849	15.8	Nierenparenchym-Erkrankungen
				877
15.2	Untersuchungstechnik	849	15.8.1	Bakteriell entzündliche Nierenerkrankungen.
				877
15.3	Untersuchungsvorbereitung	850	15.8.2	Glomeruläre Erkrankungen.
				881
15.4	Normale Anatomie	850	15.8.3	Hämolytisch-urämisches Syndrom.
				883
15.4.1	Ureter	851	15.8.4	Akutes Nierenversagen/Schockniere
15.4.2	Harnblase	852		886
15.4.3	Morphometrie	852	15.8.5	Stoffwechselerkrankungen
				887
15.5	Doppler-Sonografie	853	15.8.6	Nephrokalzinose
				890
15.5.1	Power-Doppler-Sonografie	855	15.9	Urolithiasis
				894
15.6	Fehlbildungen	856	15.10	Renale Gefäßerkrankungen
				897
15.6.1	Ektopie und Malrotation, Formvarianten .	856	15.10.1	Renale Hypertonie.
15.6.2	Nierenagenesie	857		897
15.6.3	Nierenhypoplasie und Nierendysplasie ...	858	15.10.2	Nierenvenenthrombose
				900
15.7	Zystische Nierenerkrankungen	864	15.11	Erkrankungen der ableitenden Harnwege
				902
15.7.1	Autosomal-rezessive polyzystische Nierenerkrankung.	865	15.11.1	Harntransportstörungen (HTS)
15.7.2	Autosomal dominante polyzystische Nierenerkrankung.	871		902
15.7.3	Juvenile Nephronophthise und Medullary-cystic-Disease-Komplex	874	15.11.2	Erkrankungen mit Megaureter
15.7.4	Medullär-zystische Nierenerkrankung ...	875		908
15.7.5	Zystische Nephropathien bei Fehlbildungssyndromen.	876	15.12	Postoperative Befunde nach Eingriffen an den Harnwegen
15.7.6	Singuläre Nierenzysten	876		921
15.7.7	Multilokuläre Zysten.	877		<i>V. Hofmann</i>
15.7.8	Erworbene Nierenzysten	877	15.12.1	Postoperative Befunde nach Nierenbeckenplastik.
				921
			15.12.2	Kontrolle nach Eingriffen bei distaler Ureterstenose.
				925
			15.12.3	Kontrolle nach Antirefluxoperationen ...
				927
			15.12.4	Kontrolle nach Heminephrektomie
				927
			15.12.5	Kontrolle bei Urolithiasis
				928

15.13 Nierentumoren	929	15.14 Nierentransplantation	939
<i>P.F. Hoyer</i>		<i>P. F. Hoyer</i>	
15.13.1 Wilms-Tumor	929	15.14.1 Bewertung dopplersonografischer	
15.13.2 Noduläres renales Blastom		Befunde bei Transplantatnieren	943
(Nephroblastomatose)	935		
15.13.3 Multilokuläres zystisches Nephrom	935	15.15 Nierenbiopsie	951
15.13.4 Nierentumoren bei tuberöser Sklerose ...	936	<i>P.F. Hoyer</i>	
15.13.5 Hypertrophie der Columna renalis	936	15.16 Nierenverletzungen	952
15.13.6 Nierenbeteiligung bei lympho-		<i>V. Hofmann</i>	
proliferativen Erkrankungen	938		
16 Nebenniere	961		
<i>V. Hofmann und I. Gaßner</i>			
16.1 Untersuchungstechnik, Normalbefund,		16.6 Nebennierentumoren	970
kongenitale Anomalien	961	16.6.1 Neuroblastom, Ganglioneuroblastom und	
16.2 Nebennierenblutung	963	Ganglioneurom	970
16.3 Nebennierenhyperplasie	968	16.6.2 Phäochromozytom	979
16.4 Nebennierenhypoplasie	968	16.6.3 Nebennierenrinden-Tumoren	981
16.5 Nebennierenzysten	968	16.7 Stellenwert der Sonografie	983
17 Harnblase	984		
<i>V. Hofmann</i>			
17.1 Untersuchungstechnik und		17.5 Verletzungen	1000
Normalbefund	984	17.6 Blasensteine	1000
17.2 Fehlbildungen	988	17.7 Postoperative Befunde	1001
17.3 Entzündungen	995	17.8 Raumfordernde Prozesse des kleinen	
17.4 Tumoren	997	Beckens	1003
18 Weibliches Genitale	1011		
<i>V. Hofmann, P. Haber und I. Gaßner</i>			
18.1 Vorbemerkung	1011	18.5 Entzündungen	1025
18.2 Untersuchungstechnik	1011	18.6 Störungen der Pubertätsentwicklung .	1026
18.3 Normalbefunde	1011	18.6.1 Vorzeitige Pubertätsentwicklung	1026
18.3.1 Uterus und Vagina	1011	18.6.2 Verspätete oder ausbleibende	
18.3.2 Ovarien	1016	Pubertätsentwicklung	1028
18.4 Fehlbildungen	1018	18.6.3 Amenorrhö	1030
18.4.1 Embryologie	1018	18.7 Ovarialtorsion	1030
18.4.2 Sonografische Untersuchungstechnik bei		18.8 Ovarialzysten	1032
Fehlbildungen	1018	18.9 Ovarialtumoren	1039
18.4.3 Anomalien der Müller-Gänge	1020		
18.4.4 Malformationen des Sinus urogenitalis ...	1024		

19	Männliches Genitale	1045		
	<i>V. Hofmann und K.-H. Deeg</i>			
19.1	Untersuchungstechnik und Normalbefund	1045	19.5.2	Epididymitis – Orchitis.
19.2	Retentio testis	1047	19.5.3	Idiopathisches Skrotalödem
19.3	Hydrocele testis et funiculi	1048	19.5.4	Hodentorsion – Hydatidentorsion
19.4	Varikozele	1051	19.5.5	Hodentrauma.....
19.5	Akutes Skrotum	1052	19.6	Tumoren
19.5.1	Inkarzerierte Leistenhernie	1052	19.7	Penis und Urethra
20	Säuglingshüfte	1076	19.8	Stellenwert der Sonografie
	<i>R. Graf und Th. Spieß</i>			
20.1	Einführung	1076	20.5.1	Typ I.....
20.1.1	Definition und Terminologie	1076	20.5.2	Typ II
20.1.2	Ätiologie und Risikofaktoren für Hüftreifungsstörungen.....	1076	20.5.3	Typ III
20.1.3	Klinik und klinische Diagnostik	1077	20.5.4	Typ IV
20.2	Hüftsonografische Untersuchungstechniken	1078	20.6	Befundstandard, Beschreibung, Messtechnik
20.3	Andere bildgebende Verfahren am Säuglingshüftgelenk	1078	20.6.1	Formaler und sonografischer Standard ...
20.4	Hüftsonografie	1079	20.6.2	Messtechnik.....
20.4.1	Technische Ausrüstung und Bildprojektion	1079	20.6.3	Feintypisierung – Sonometer
20.4.2	Anatomie/Identifizierung der anatomischen Strukturen im Sonogramm (Checkliste 1).....	1081	20.7	Untersuchungstechnik
20.4.3	Brauchbarkeitsprüfung (Checkliste 2) ...	1085	20.7.1	Technische Ausrüstung
20.5	Sonografische Hüfttypen	1088	20.7.2	Vorbereitung und Handling von Mutter und Kind.....
21	Erkrankungen der Skelettmuskulatur und der Gelenke	1108	20.7.3	Untersuchung
	<i>L. von Rohden und D. Wiemann</i>		20.7.4	Kippfehler.....
21.1	Skelettmuskulatur (Myosonografie) ...	1108	20.8	Sonografiegesteuerte Therapie
21.1.1	Ultraschallphysikalischer und klinischer Hintergrund	1108	21.1.5	Befunde bei myogenen und neurogenen Muskelerkrankungen, bei Myotonie, metabolischen Störungen; Strukturanomalien und Myasthenie, Ionenkanalerkrankungen, inflammatorischen und traumatischen Läsionen und Varia.....
21.1.2	Standardisierung der Myosonografie.....	1109	21.1.6	Stellenwert der Myosonografie.....
21.1.3	Beurteilung der Skelettmuskel-Sonogramme	1109		
21.1.4	Indikationen bei Verdacht auf neuromuskuläre Erkrankungen	1112		

21.2	Gelenke	1130	21.2.2	Normale Anatomie	1131
21.2.1	Untersuchungstechnik	1131	21.2.3	Tumoren	1136
22	Lymphknoten	1138			
	<i>L. von Rohden, V. Aumann, K. Mohnike</i>				
22.1	Vorbemerkungen	1138	22.3	Bildatlas der Lymphknoten- schwellungen	1144
22.2	Lymphknoten-anatomie und -topografie	1139	22.4	Stellenwert der Sonografie	1159
23	Interventionelle Sonografie	1160			
	<i>V. Hofmann</i>				
23.1	Vorbemerkung	1160	23.4.1	Patientenvorbereitung	1162
23.2	Endosonografie	1160	23.4.2	Punktionstechnik	1162
23.3	Intraoperative Sonografie	1161	23.4.3	Diagnostische Punktion	1163
			23.4.4	Therapeutische Punktionen	1165
23.4	Ultraschallgesteuerte und -gezielte Punktion und Drainage	1162	23.4.5	Perkutane ultraschallgesteuerte Drainage	1168
24	Kontrastverstärkter Ultraschall	1180	23.5	Ultraschallgesteuerte Devagination ...	1175
	<i>M. Riccabona</i>				
24.1	Einleitung	1180	24.3.2	Sonstige intrakavitäre Kontrastmittel-	ultraschall-Anwendungen
24.2	Grundlagen	1180	24.3.3	Intravenöse signalverstärkergestützte	Untersuchungen im Kindesalter
24.3	Anwendungen des Kontrastmittel- ultraschalls im Kindesalter	1181	24.4	Stellenwert des Kontrastmittelultraschalls	1191
24.3.1	Kontrastmittelgestützte Urosonografie ...	1181			
25	3-D-Ultraschall	1192			
	<i>M. Riccabona</i>				
25.1	Einleitung	1192	25.3.1	Transfontanelläre neonatale	Schädelsonografie
25.2	Grundlagen: Wie funktioniert der 3-D-Ultraschall?	1192	25.3.2	Transtemporale 3-D-Farb-Doppler-	Sonografie im Kindesalter
25.2.1	Akquisition	1192	25.3.3	Kindlicher Urogenitaltrakt	1200
25.2.2	Rekonstruktion	1193	25.3.4	3-D-Ultraschall von „small parts“	1202
25.2.3	Darstellungsmöglichkeiten, Beurteilung	und Dokumentation	25.3.5	Muskuloskelettale Anwendungen des	3-D-Ultraschalls
		1193	25.3.6	Sonstige 3-D-Ultraschallanwendungen ...	1204
25.3	Klinische Anwendungen des 3-D-Ultraschalls im Neugeborenen- und Kindesalter	1195	25.4	Grenzen, Artefakte, Zukunftsperspek- tiven und derzeitiger Stellenwert des 3-D-Ultraschalls	1205

26	Elastografie in der Pädiatrie	1207		
	<i>H.J. Mentzel</i>			
26.1	Vorbemerkungen	1207	26.4	Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen der Elastografie
26.2	Methodische Grundlagen	1207	26.4.1	Charakterisierung fokaler Läsionen
26.3	Elastische Eigenschaften künstlicher Materialien und biologischer Gewebe .	1210	26.4.2	Charakterisierung diffuser Organveränderungen
			26.5	Stellenwert der Elastografie
				1214
27	Artefakte	1215		
	<i>J. Bönhof</i>			
27.1	Einführung	1215	27.5.3	Ungleichmäßige Verteilung der Schallintensität im Schallfeld.
27.1.1	Definition	1215		
27.1.2	Grundlagen	1215	27.6	Abweichungen von der angenommenen Schallleitungsgeschwindigkeit. 1227
27.1.3	Bedeutung	1217	27.6.1	Axiale Fehlplatzierungen – Verlagerungen auf der x-Achse
27.1.4	Benennung der Artefakte.....	1217	27.6.2	Fehlplatzierungen durch Brechung und akustische Linsen
27.2	Artefakte durch die Vernachlässigung der wahren Ausmaße von Schallkeulen 1217		27.6.3	Brechung als Ursache für Schatten und Verstärkung
27.2.1	Schichtdickenartefakte	1217	27.7	Rolle der Zeit und Geschwindigkeit. ... 1230
27.2.2	Artefakte durch die Schallkeulenbreite – Bogenartefakte.	1218	27.7.1	Zeitliche Auflösung
27.2.3	Tiefenartefakte – Range Ambiguities	1219	27.7.2	Bewegungsartefakte bei der B-Mode-Sonografie
27.3	Spiegelungen	1219	27.8	Artefakte bei Farb- und Spektral-Doppler-Sonografie
27.3.1	Schalldurchlässigkeit des Spiegels	1220	27.8.1	Farb- und Spektral-Doppler-Artefakte homolog zum B-Mode
27.3.2	Winkel zwischen Schallstrahl und Spiegel- fläche – axiale und nicht axiale Spiegelung 1221		27.8.2	Zeitliche Auflösung bei Farb-Doppler- Sonografie
27.4	Schweifartefakte – Sonderform von Wiederholungsechos und andere Arten der Echosignalverlängerung	1224	27.8.3	Bewegungsartefakte bei Doppler- Verfahren
27.4.1	Comet-Tail-Artefakt – Kometenschweif- Artefakt.	1224	27.8.4	Aliasing
27.4.2	Ring-down-Artefakt	1224	27.8.5	Ureteraler Jet
27.5	Relativität der Echostärke – Schatten, Verstärkung, Anisotropie und andere Ursachen	1225	27.8.6	Twinkling-Artefakt – Schweifartefakt bei der Farb-Doppler-Sonografie.
27.5.1	Schatten und Verstärkung	1225	27.8.7	Perivaskuläres Gewebeschwirren.....
27.5.2	Anisotropie – Richtungsabhängigkeit der Echostärke	1226	27.9	Artefakte bei der Sonografie mit Kontrastmitteln.
				1234
	Sachverzeichnis	1235		
	Literatur			
	Eine Auflistung der Literatur zu diesem Werk finden Sie im Internet unter www.thieme.de/deeg/paediatric/ultraschalldiagnostik			



1 Gehirn

K.-H. Deeg

1.1 Einführung

Die offenen Fontanellen und Schädelnähte des Frühgeborenen, Neugeborenen und Säuglings können als akustische Fenster für die sonografische Untersuchung des Säuglingsgehirns benutzt werden. Neben der vorderen und hinteren Fontanelle eignet sich auch die vordere und hintere Seitenfontanelle zur sonografischen Darstellung der intrakraniellen Anatomie.

Die vordere Fontanelle schließt sich normalerweise zwischen dem 9. und 30. Lebensmonat [334], im Durchschnitt bei Jungen mit 16,3 Monaten und bei Mädchen mit 18,8 Monaten [5]. Demgegenüber erfolgt der Schluss der hinteren Fontanelle bereits im Alter von 6 Monaten [327]. Über den Schluss der Seitenfontanellen liegen keine verlässlichen Werte vor.

Mithilfe der 2-dimensionalen Ultraschalldiagnostik können die intrakraniellen anatomischen Strukturen dargestellt werden. Mit der farbkodierten Doppler-Sonografie lassen sich die Hirngefäße abbilden und mit der gepulsten Doppler-Sonografie kann man die Blutströmung in den Hirngefäßen erfassen und quantifizieren.

1.2 Untersuchungstechnik und Normalbefunde

► **Schallköpfe.** Für die sonografische Untersuchung des Gehirns werden Sektorschallköpfe benutzt, die bei kleiner Ankopplungsfläche auf der Haut einen großen Bildausschnitt in der Tiefe ermöglichen und so den anatomischen Gegebenheiten des Säuglingsschädels am besten gerecht werden. Bei weit offener Fontanelle eignen sich auch hochauflösende Linearschallköpfe vor allem zur Darstellung im Nahbereich. Mit ihrer Hilfe kann eine exzellente Detailauflösung erzielt werden.

► **Schallfrequenzen.** Die Untersuchung erfolgt in der Regel mit 3,5-, 5-, 7,5- oder 10-MHz-Schallköpfen.

- **Hochfrequente Schallköpfe** von 15 MHz haben eine sehr gute Detailauflösung, allerdings nur eine begrenzte Eindringtiefe. Sie kommen vor allem zur Darstellung im Nahbereich und bei Frühgeborenen zur Anwendung.
- Demgegenüber haben **niederfrequente Schallköpfe** eine höhere Eindringtiefe, jedoch ein geringeres Auflösungsvermögen. Sie kommen vor allem bei der transkraniellen Sonografie und bei größeren Kindern zur Anwendung.

Das Gehirn von kleinen Frühgeborenen und Neugeborenen wird am besten mit 8- oder 10-MHz-Schallköpfen untersucht. Bei jungen Säuglingen kommen 7,5-MHz-

Schallköpfe zur Anwendung, während die anatomischen Strukturen bei älteren Säuglingen oft bereits einen 5- oder 3,5-MHz-Schallkopf erfordern.

Untersuchungen jenseits des Säuglingsalters sind auch *nach Fontanellenschluss* möglich. Sie können durch die dünne temporale Schädelkalotte erfolgen. Die *transkranielle Sonografie* beim älteren Kind erfordert niederfrequente 3- oder 2-MHz-Schallköpfe, die eine größere Penetranz und Eindringtiefe besitzen. Allerdings ist das Auflösungsvermögen schlechter als bei hochfrequenten Schallköpfen.

► **Vorbereitung.** Eine Vorbereitung des Kindes ist nicht erforderlich. Die Untersuchung kann in Rücken-, Seiten- oder Bauchlage erfolgen. Unruhige ältere Säuglinge können durch Fütterung während der Untersuchung beruhigt werden. Eine Sedierung ist nicht erforderlich.

1.2.1 Schnittebenen und Dokumentation

Bei offenen Fontanellen sollte die Untersuchung durch diese „akustischen Fenster“ erfolgen. Routinemäßig werden dabei **Sagittal-** und **Koronarschnitte** durchgeführt (► Abb. 1.1, ► Abb. 1.10).

Nach Fontanellenschluss erfolgt die Untersuchung transkraniell durch die dünne temporale Schädelkalotte. Dabei werden **axiale** und **koronare Schnitte** durchgeführt.

► **Vordere Fontanelle.** Von der vorderen Fontanelle werden Sagittal- und Koronarschnitte durchgeführt. In der *sagittalen Schnittebene* wird der Schallkopf nach links und rechts gekippt, wobei die gesamte linke und rechte Hemisphäre beurteilt wird. Im *Koronarschnitt* wird der Schallkopf kontinuierlich von frontal nach okzipital gekippt. Hierbei wird das Frontalhirn, Parietal- und Okzipitalhirn und der Inhalt der hinteren Schädelgrube beurteilt.

► **Hintere Fontanelle.** Durch die okzipitale Fontanelle können Sagittal- und Axialschnitte durchgeführt werden. Im *Sagittalschnitt* wird der Schallkopf – ähnlich wie bei der Einstellung der Sagittalschnitte durch die vordere Fontanelle – zur Seite gekippt, wodurch die beiden Hemisphären und die angrenzenden Ventrikel sowie Basalganglien beurteilt werden. In den *axialen Schnittebenen* wird der Schallkopf nach kranial oder kaudal verschoben bzw. gekippt.

► **Hintere Seitenfontanelle.** Die Seitenfontanelle, die von Os temporale, Os occipitale und Os parietale gebildet wird, eignet sich vor allem zur Beurteilung der hinteren

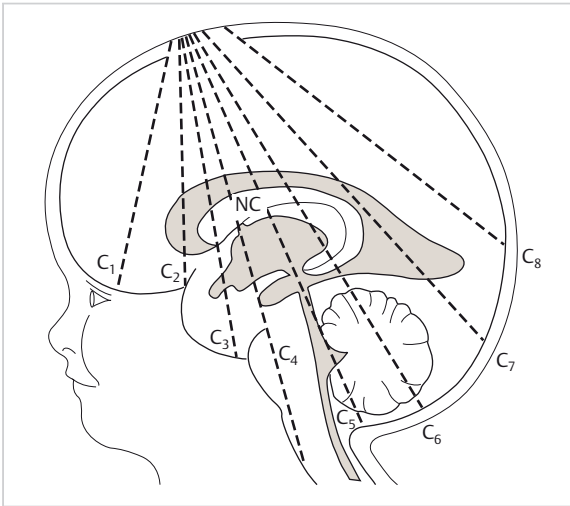


Abb. 1.1 Schematische Darstellung der Koronarschnitte (nach Rumack u. Johnson 1984 [342]). C₁ = vorderer Koronarschnitt vor den Seitenventrikel-Vorderhörnern; C₂ = vorderer Koronarschnitt durch die Seitenventrikel-Vorderhörner; C₃ = mittlerer Koronarschnitt durch die Seitenventrikel-Vorderhörner und den III. Ventrikel; C₄ = hinterer Koronarschnitt durch die Pedunculi cerebri; C₅ = hinterer Koronarschnitt durch den IV. Ventrikel; C₆ = hinterer Koronarschnitt durch Kleinhirn und Cisterna quadrigemina; C₇ = hinterer Koronarschnitt durch die Seitenventrikel-Hinterhörner; C₈ = hinterer Koronarschnitt oberhalb der Seitenventrikel; NC = Nucleus caudatus.

Schädelgrube. Insbesondere können Kleinhirn, IV. Ventrikel, Aquädukt und der Sinus transversus beurteilt werden.

► **Transkraniale Sonografie.** Durch die temporale Schädelkalotte können axiale (horizontale) und koronare Schnitte durchgeführt werden. Im *Axialschnitt* wird der Schallkopf entlang der Koronarhaft nach kranial oder kaudal verschoben bzw. gekippt. Man erhält dann Horizontalschnitte durch das Gehirn, die den Schnittebenen der kranialen Computertomografie entsprechen. Die *Koronarschnitte* von transtemporal entsprechen den Koronarschnitten durch die offene Fontanelle.

► **Dokumentation.** Bei jeder Ultraschalluntersuchung des ZNS müssen *mindestens 6 Schnittebenen* dokumentiert werden:

- ein medianer Sagittalschnitt,
- je ein Sagittalschnitt durch den linken bzw. rechten Seitenventrikel, wobei die entsprechende Seite gekennzeichnet werden muss,
- ein vorderer Koronarschnitt durch die Vorderhörner (C₂),
- ein mittlerer Koronarschnitt in Höhe des III. Ventrikels und der Foramina Monroi (C₃),
- ein hinterer Koronarschnitt durch das Kleinhirn (C₆),

Pathologische Strukturen sollten gegebenenfalls auf zusätzlichen Schnittebenen abgebildet werden. Sie müssen immer in mindestens 2 senkrecht aufeinanderstehenden Ebenen dargestellt werden; gegebenenfalls sollten hochauflösende Linearschallköpfe verwendet werden.

1.2.2 Normale Anatomie

Bevor die normale Schnittbildanatomie näher besprochen wird, soll kurz auf die *relative Echogenität* der verschiedenen intrakraniellen Strukturen eingegangen werden:

- **stark echogene Strukturen:** Die Knochen der Schädelkalotte und der Schädelbasis, der Kleinhirnwurm, der Plexus chorioideus, die multiplen Fissuren und Sulci und die darin verlaufenden arteriellen Gefäße sind stark echogen. Erstaunlicherweise erscheinen die Cisterna interpeduncularis und quadrigemina ebenfalls echogen, wahrscheinlich bedingt durch Pulsationen darin verlaufender, größerer Venen sowie zahlloser arachnoidaler Trabekel [194] [277].
- **echoarme Strukturen:** Das Parenchym der Großhirn- und Kleinhirn-Hemisphären sowie der Hirnstamm weisen ein relativ homogenes, echoarmes Binnenreflexmuster auf. Auch die Basalganglien sind echoarm, wobei die Echogenität etwas höher als die der Großhirn-Hemisphären ist.
- **echofreie Strukturen:** Echofrei erscheinen die Cisterna magna sowie Liquoransammlungen in den Seitenventrikeln und im IV. Ventrikel. Demgegenüber ist der III. Ventrikel so schmal, dass er nicht echofrei, sondern echoarm erscheint. Seine Echogenität entspricht der der Großhirn-Hemisphären.

1.2.3 Koronarschnitte

Die koronaren Schnittebenen verlaufen in der Frontalebene parallel zur Koronarhaft. Wird der Schallkopf um die koronare Schnittebene gekippt, so kann man das gesamte Gehirn von ventral nach okzipital durchmustern. Die Koronarschnitte ermöglichen einen direkten Seitenvergleich. Mit ihrer Hilfe können *Mittellinienverschiebungen* am besten erkannt werden.

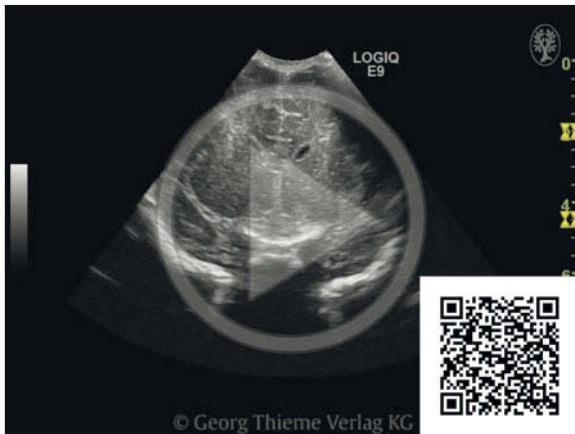
Merke

Seitenorientierung

Das koronare Schnittbild wird nach allgemeiner Übereinkunft von vorn betrachtet, sodass rechtsseitige Strukturen auf der linken Bildseite und linksseitige im rechten Bildabschnitt dargestellt werden.

Routinemäßig sollten 3 koronare Schnittebenen eingestellt werden:

- eine mittlere (C₃, C₄),
- eine vordere (C₂),
- eine hintere (C₆, C₇).



Video 1.1 Normaler Koronarschnitt bei einem reifen Neugeborenen. Schwenk von frontal nach okzipital.

Die Untersuchung beginnt immer mit einem mittleren Koronarschnitt (► Abb. 1.2). Anschließend wird der Schallkopf kontinuierlich nach vorn gekippt, sodass die rostralen Gehirnteile abgebildet werden. Anschließend wird der Schallkopf sukzessive nach hinten gekippt, sodass die okzipitalen Hirnteile zur Darstellung kommen (► Abb. 1.1).

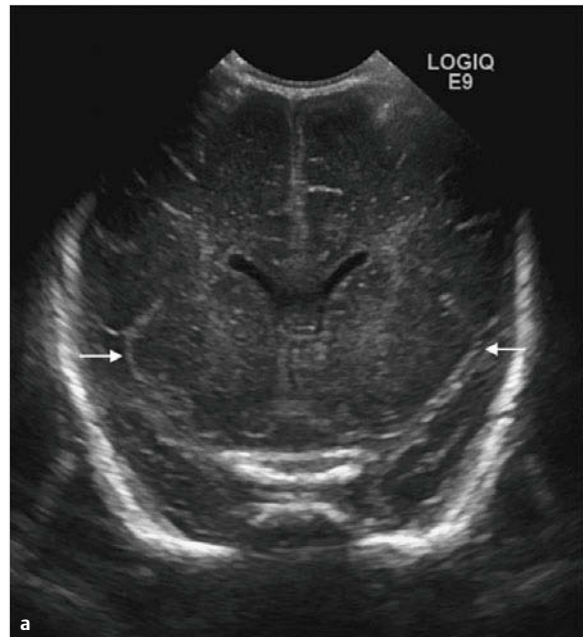
Mittlere koronare Schnittebene

Schnittebene C₃ in Höhe der Sella turcica

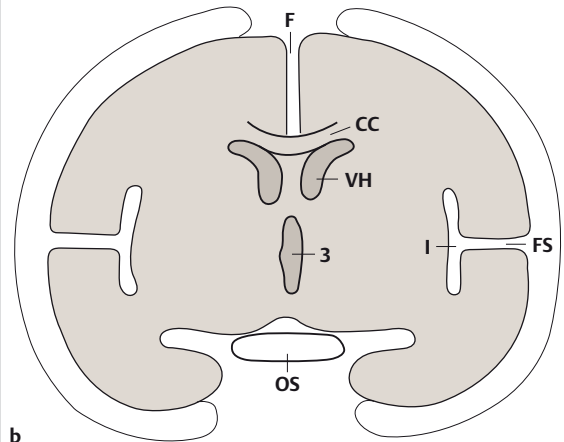
Wird der Schallkopf senkrecht auf der Fontanelle aufgesetzt, so erhält man eine Schnittebene in Höhe der Bifurkation der A. carotis interna. Im mittleren kaudalen Bildabschnitt kommt echogen die Sella turcica zur Darstellung (► Abb. 1.2). Seitlich daneben verläuft die A. carotis interna, die jedoch im 2-dimensionalen Schnittbild nicht dargestellt werden kann, da die Schallwellen tangential auf der Gefäßwand auftreten. Demgegenüber wird die Gefäßwand der A. cerebri media unter einem Winkel von nahezu 90° getroffen, sodass sie im 2-dimensionalen Schnittbild als echogene Doppelkontur abgebildet werden kann. Während der Real-Time-Untersuchung können die Pulsationen des Gefäßes eindeutig dargestellt werden. Die A. cerebri media verläuft zur Insel, die sich echogen darstellt. Die Insel bildet zusammen mit der echogenen Fissura Sylvii eine mercedessternförmige Struktur, die in den seitlichen Bildabschnitten zur Darstellung kommt (► Abb. 1.2).

Kranial der Fissura Sylvii werden das Parietalhirn, medial die Basalganglien abgebildet. Kaudal der Fissura Sylvii und der A. cerebri media kommt das Temporalhirn zur Darstellung.

Die **Basalganglien** stellen sich echoarm dar. Leider lassen sich die einzelnen Basalganglien sonografisch nicht eindeutig voneinander abgrenzen. Von lateral nach medial handelt es sich um das Claustrum, die Capsula externa,



a



b

Abb. 1.2 Mittlerer Koronarschnitt.

a Mittlerer Koronarschnitt (C₃) in Höhe der Seitenventrikel-Vorderhörner.

b Schematische Darstellung. CC = Corpus callosum; F = Falx cerebri und Interhemisphärenspalt; I = Insel; OS = Os sphenoidale; FS = Fissura Sylvii; Pfeile = Insel mit A. cerebri media; VH = Vorderhorn; 3 = III. Ventrikel.

den Nucleus lentiformis, die Capsula interna sowie den Nucleus caudatus kranial und den Thalamus kaudal. Der Nucleus lentiformis wiederum setzt sich aus dem Putamen (lateral) und dem Globus pallidus (medial) zusammen. Die mediale Begrenzung der Basalganglien wird vom Thalamus und Hypothalamus (mediokaudal) gebildet. Kranial wird der Thalamus vom Boden des Seitenventrikels begrenzt. Die laterale Begrenzung des Seitenventrikels wird vom Nucleus-caudatus-Kopf gebildet.

Beide Thalamuskern sind durch die Adhaesio interthalamica oder die Massa intermedia miteinander verbunden. Sie lassen sich jedoch nur darstellen, wenn der III. Ventrikel leicht erweitert ist.

► **Ventrikelsystem.** Im mittleren Koronarschnitt werden der III. Ventrikel sowie die Korpora der Seitenventrikel abgebildet. Der III. Ventrikel wird seitlich von Thalamus und Hypothalamus begrenzt, die sich häufig in sein Lumen vorwölben, sodass der nicht erweiterte III. Ventrikel sich in der Regel nicht echofrei darstellt. Im Bereich des Dachs des III. Ventrikels stellt sich der Plexus chorioideus als reflexreiche Struktur dar. Er tritt durch die Foramina interventricularia Monroi aus den Seitenventrikeln in den III. Ventrikel. Gelegentlich können die Foramina Monroi zusammen mit dem echogenen Plexus dargestellt werden. Wird der Schallkopf gering nach vorn gekippt, so kann die Schnittebene vor dem III. Ventrikel verlaufen, der dann nicht mit abgebildet ist. In dieser Schnittebene kommen die beiden Plexus chorioidei nicht zur Darstellung.

Die *Seitenventrikel* haben eine bumerangähnliche Konfiguration. In Abhängigkeit vom Liquorgehalt stellen sie sich echoarm (wenig Liquor) oder echofrei (mehr Liquor) dar. Oft liegen die Wände des Seitenventrikels so nahe beieinander, dass nur die Grenzflächen der Seitenventrikel echogen ohne dazwischenliegenden echofreien Liquor abgebildet werden. Am Boden der Seitenventrikel kommt medial der echogene Plexus chorioideus zur Darstellung, der durch die Foramina Monroi ins Dach des III. Ventrikels verläuft. Der Boden des Seitenventrikels wird vom Thalamus, die laterale Begrenzung vom Nucleus caudatus, das Dach vom Balken und die mediale Wand vom Septum pellucidum gebildet.

Vor allem beim Frühgeborenen, aber auch beim Neugeborenen kann zwischen dem linken und rechten Anteil des Septum pellucidum ein physiologischer Hohlraum, das Cavum septi pellucidi, dargestellt werden (► Abb. 1.15a).

Das Dach der Seitenventrikel wird vom Corpus callosum gebildet, das sich selbst echoarm darstellt. Die echogene Begrenzung kommt durch den Impedanzunterschied zu den angrenzenden Großhirn-Hemisphären kranial und dem Seitenventrikel kaudal zustande. Weiterhin wird sie von der A. pericallosa, die als echogene pulsierende Struktur über dem Balken verläuft, gebildet.

Im kranialen Bildabschnitt kommt unmittelbar unter der Fontanelle die **Falx cerebri** und der Interhemisphärenspalt als echogene Mittelstruktur zur Darstellung. Normalerweise kann die Falx cerebri nicht vom benachbarten Frontalhirn abgegrenzt werden. Nur wenn die äußeren Liquorräume erweitert sind, kann die Falx cerebri als echogene Linie von der angrenzenden medianen Oberfläche der Frontallappen abgegrenzt werden. Im kranialen Anteil der Falx cerebri kommt der Sinus sagittalis superior als dreieckige Struktur zur Darstellung.

Wie bereits erwähnt, stellt sich das Großhirn homogen echoarm dar. Im Bereich der Hirnoberfläche kommen die Sulci als echogene Strukturen zur Darstellung. Im Vergleich zum Großhirn erscheinen die Basalganglien geringfügig echogener als die Großhirn-Hemisphären.

Vordere koronare Schnittebenen

Schnittebene C₂ in Höhe der Keilbeinflügel

Wird der Schallkopf leicht nach vorn gekippt, so erhält man eine Schnittebene vor dem III. Ventrikel. Sie verläuft durch die Seitenventrikel-Vorderhörner, die sich wie in der mittleren koronaren Schnittebene bumerangähnlich darstellen. Der einzige nennenswerte Unterschied zur mittleren Schnittebene besteht im Fehlen des Plexus chorioideus am Boden des Seitenventrikels.



Merke

Eine Echogenitätsvermehrung am Boden des Seitenventrikels in dieser Schnittebene ist somit *immer pathologisch* und kann nicht durch die physiologische Struktur des Plexus chorioideus bedingt sein.

Der Boden des Seitenventrikels wird vom Nucleus-caudatus-Kopf lateral und vom Thalamus medial gebildet.

Das Dach des Seitenventrikels wird durch das Rostrum corporis callosi gebildet. Oberhalb des Balkens kommen der Interhemisphärenspalt, die Falx, das Parietalhirn und der Sulcus cinguli als echogene Linie zur Darstellung (► Abb. 1.3). Der zugehörige Gyrus cinguli stellt sich echoarm zwischen dem Sulcus cinguli und dem Balken dar. Die besondere Bedeutung des Sulcus cinguli besteht darin, dass er zur Diagnosestellung einer Agenesie des Balkens herangezogen werden kann: Im Fall einer Balkenagenesie können der Sulcus und Gyrus cinguli nicht dargestellt werden. Die kaudale Bildbegrenzung erfolgt in dieser Schnittebene von den echogenen Keilbeinflügeln, die den Boden der vorderen Schädelgrube bilden (► Abb. 1.3). Kaudal des Os sphenoidale kommen die rostralen Anteile des Temporallappens zur Darstellung.

Schnittebene C₁ in Höhe der Orbitadächer

Wird der Schallkopf noch weiter nach vorn gekippt, so erhält man eine Schnittebene durch die vordere Schädelgrube und das Frontalhirn. Im kaudalen Bildabschnitt kommen die Orbitadächer echogen zur Darstellung. Die Schnittebene verläuft vor dem Genu corporis callosi, sodass der Interhemisphärenspalt bis zur Schädelbasis durchgeht (► Abb. 1.3a). Seitlich neben dem Interhemisphärenspalt kommen im unteren Bildabschnitt die beiden Sulci olfactorii echogen zur Darstellung. Sie begrenzen medial den Gyrus rectus und lateral den Gyrus orbitalis (► Abb. 1.3a). Vor den nicht mehr abgebildeten Seitenven-

trikel-Vorderhörnern kann eine echogene Zone dargestellt werden, die durch Gefäße der weißen Substanz und die Aufspreizung der Balkenfasern gebildet wird.

Hintere koronare Schnittebenen C₄–C₈

Schnittebene C₄ in Höhe der Cisterna interpeduncularis

Siehe hierzu ► Abb. 1.4, ► Abb. 1.5.

Wird der Schallkopf aus der mittleren koronaren Schnittebene C₃ leicht nach hinten gekippt, so erhält man eine Schnittebene tangential zur Schädelbasis, wobei die echogene Cisterna interpeduncularis als Landmarke dienen kann.

Unterhalb der Zisterne kann der Pons und der proximale Anteil der Medulla oblongata homogen echoarm dargestellt werden. Seitlich davon stellen sich die Pedunculi cerebri ebenfalls echoarm dar. Weiterhin kann in dieser Schnittebene gelegentlich der Stamm der A. cerebri media wie in der mittleren koronaren Schnittebene als pulsierende echogene Doppelkontur, die sich im Bereich der Insel Y-förmig aufteilt, abgebildet werden.

Die Seitenventrikel, das Corpus callosum und die angrenzenden Basalganglien sowie Großhirn-Hemisphären werden wie in der mittleren koronaren Schnittebene dargestellt.

Auch der III. Ventrikel kommt zur Darstellung; er ist jedoch so schmal, dass sein Lumen in dieser Schnittebene oft nicht abgebildet werden kann.

Innerhalb der Cisterna interpeduncularis können die Pulsationen der A. basilaris in der Real-Time-Untersuchung und mit dem Farb-Doppler dargestellt werden. Verfolgt man die A. basilaris weiter nach kaudal, so kann auch der Zusammenfluss der beiden Vertebralarterien mit der farbkodierten Doppler-Sonografie dargestellt werden (► Abb. 1.20d). Bei minimalem Einfallswinkel eignet sich diese Schnittebene auch für dopplersonografische Flussmessungen.

Schnittebene C₅ in Höhe des IV. Ventrikels

Siehe hierzu ► Abb. 1.6.

Wird der Schallkopf weiter nach okzipital gekippt, so erhält man eine Schnittebene durch den IV. Ventrikel, der sich im unteren Bildabschnitt als rautenförmige echoarme oder -freie Struktur in der Mittellinie darstellt. Unterhalb des IV. Ventrikels bilden sich als bandförmige echogene Struktur die inferioren Anteile des Kleinhirnwurms ab. Das echofreie Areal distal des Kleinhirnwurms und kranial des echogenen Os occipitale wird von der Cisterna magna gebildet. Seitlich neben dem echogenen Kleinhirnwurm kommen die Kleinhirn-Hemisphären echoarm zur Darstellung (► Abb. 1.6). Lateral der Kleinhirn-Hemisphären stellt sich das Tentorium cerebelli und die Fissura chorioidea echogen dar.

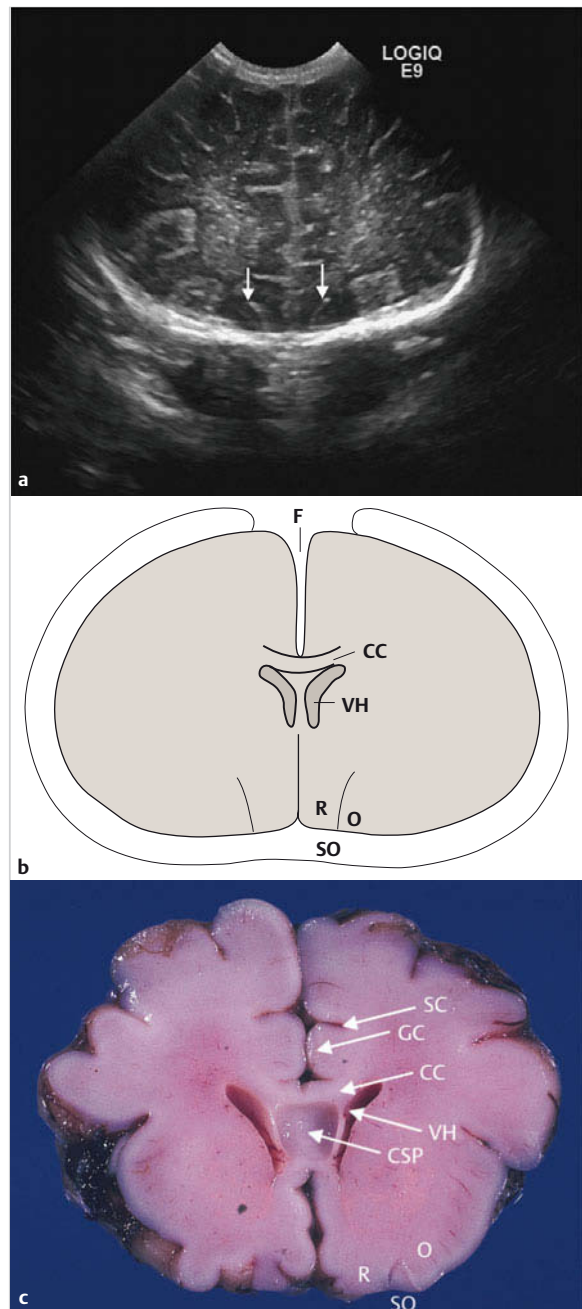
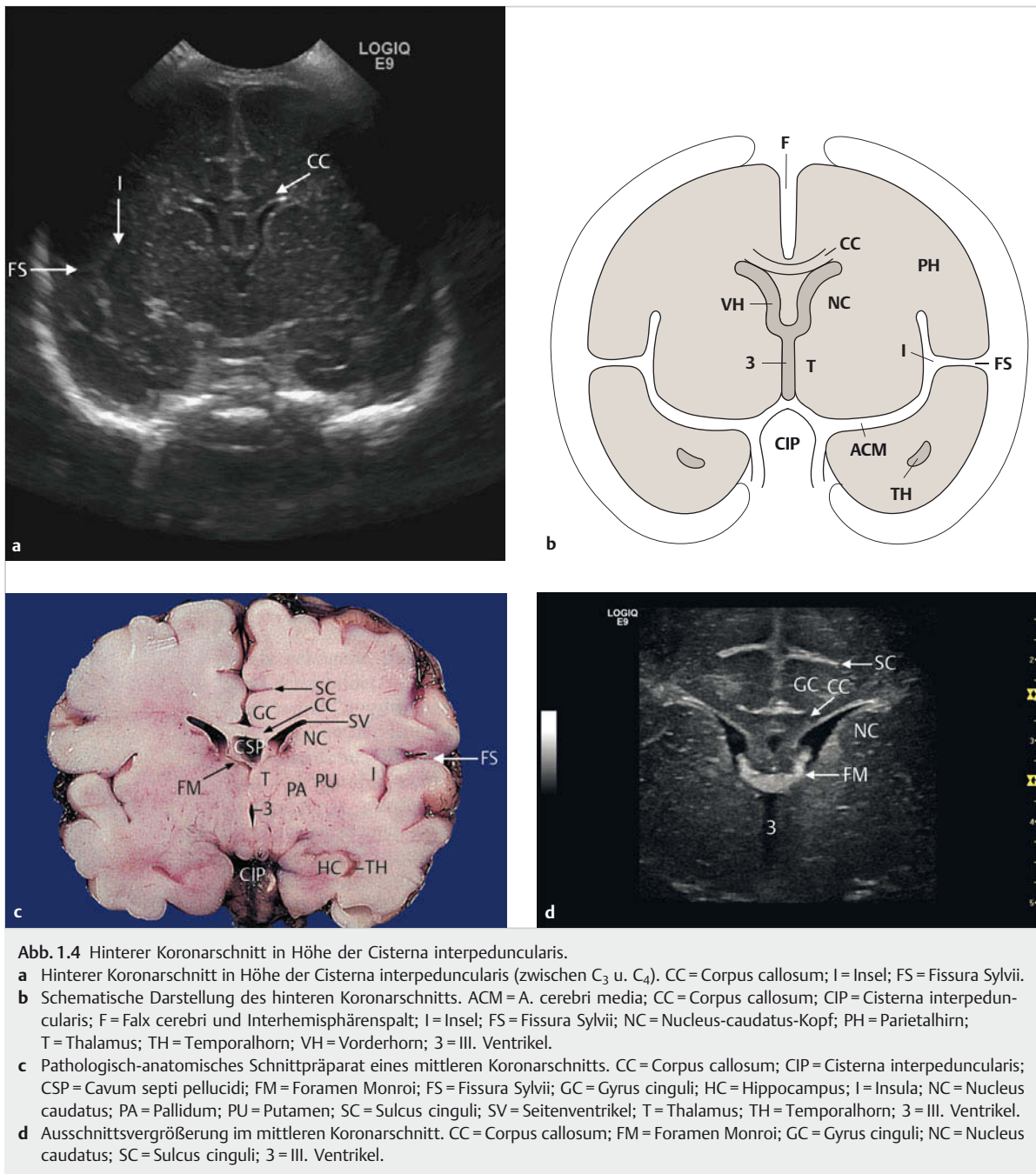


Abb. 1.3 Vorderer Koronarschnitt in Höhe der Vorderhörner und des Frontalhirns (C₁–C₂).

- a** Koronarschnitt C₁ vor den Seitenventrikel-Vorderhörnern. Pfeile: Sulcus olfactorius.
- b** Schematische Darstellung. CC = Corpus callosum; F = Falx cerebri und Interhemisphärenspalt; O = Gyrus orbitalis; R = Gyrus rectus; SO = Sulcus olfactorius; VH = Vorderhorn.
- c** Pathologisch-anatomisches Schnittpräparat. SC = Sulcus cinguli; GC = Gyrus cinguli; CC = Corpus callosum; VH = Vorderhorn; CSP = Cavum septi pellucidi; R = Gyrus rectus; SO = Sulcus olfactorius; O = Gyrus orbitalis.



Die Fissura chorioidea setzt sich als schneckenförmige echogene Struktur nach kranial und lateral fort und bildet die Hippokampusformation und das Temporalhorn des Seitenventrikels.

Im oberen Bildabschnitt werden das Parietal- und Temporalhorn sowie die Basalganglien und die Seitenventrikel wie in den vorherigen Koronarschnitten abgebildet. Der III. Ventrikel und der Aquädukt sind so schmal, dass ihr Lumen nicht dargestellt werden kann.

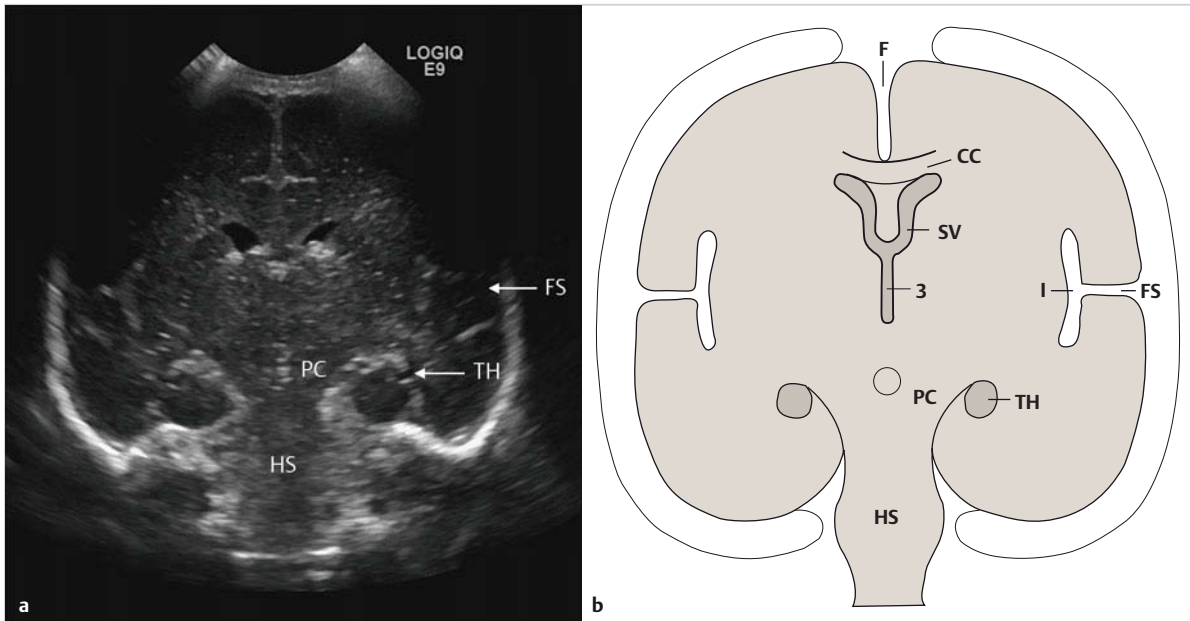


Abb. 1.5 Hinterer Koronarschnitt in Höhe der Pedunculi cerebri.

- a** Hinterer Koronarschnitt in Höhe der Pedunculi cerebri. HS = Hirnstamm; PC = Pedunculi cerebri; FS = Fissura Sylvii; TH = Temporhorn und Hippokampusformation.
- b** Schematische Darstellung des hinteren Koronarschnitts. CC = Corpus callosum; F = Falx cerebri und Interhemisphärenspalt; HS = Hirnstamm; I = Insel; PC = Pedunculi cerebri; FS = Fissura Sylvii; SV = Seitenventrikel; TH = Temporhorn und Hippokampusformation; 3 = III. Ventrikel.

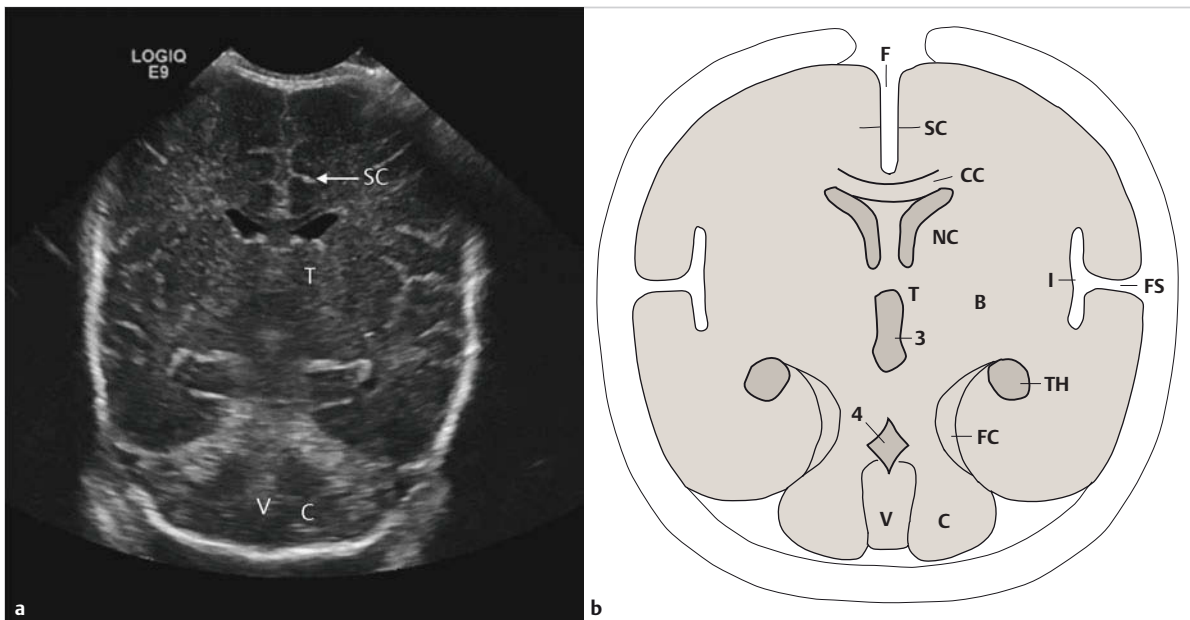


Abb. 1.6 Hinterer Koronarschnitt in Höhe der Kleinhirn-Hemisphären.

- a** Hinterer Koronarschnitt in Höhe des IV. Ventrikels und der Kleinhirn-Hemisphären. C = Kleinhirn-Hemisphären; SC = Sulcus cinguli; T = Thalamus; V = Kleinhirnwurm.
- b** Schematische Darstellung. B = Basalganglien; C = Kleinhirn-Hemisphären; CC = Corpus callosum; F = Falx cerebri und Interhemisphärenspalt; I = Insel; NC = Nucleus-caudatus-Kopf; SC = Sulcus cinguli; FC = Fissura chorioidea; FS = Fissura Sylvii; T = Thalamus; TH = Temporhorn und Hippokampusformation; V = Kleinhirnwurm; 3, 4 = III., IV. Ventrikel.

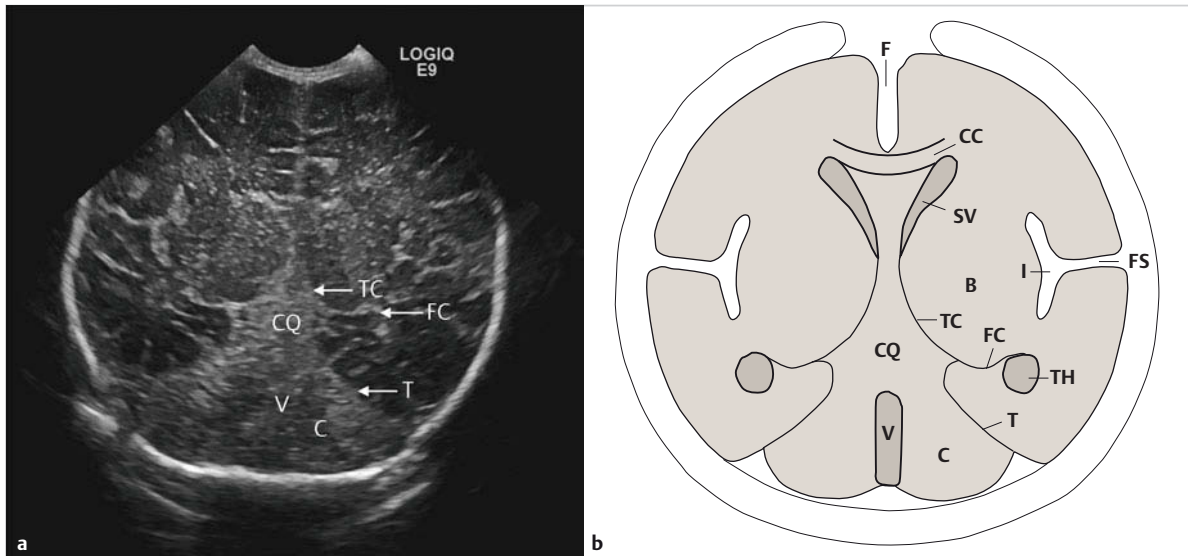


Abb. 1.7 Hinterer Koronarschnitt in Höhe des Kleinhirns.

- a** Koronarschnitt in Höhe der Kleinhirn-Hemisphären. C = Kleinhirn-Hemisphären; CQ = Cisterna quadrigemina; FC = Fissura chorioidea; T = Tentorium; TC = Tela chorioidea; V = Kleinhirnwurm.
- b** Schematische Darstellung. B = Basalganglien; C = Kleinhirn-Hemisphären; CC = Corpus callosum; CQ = Cisterna quadrigemina; F = Falx cerebri; FC = Fissura chorioidea; FS = Fissura Sylvii; I = Insel; SV = Seitenventrikel; T = Tentorium; TC = Tela chorioidea; TH = Temporalhorn und Hippokampusformation; V = Kleinhirnwurm.

Schnittebene C₆ durch Vierhügelplatte und die Kleinhirn-Hemisphären

Siehe hierzu ► Abb. 1.7.

In dieser halbaxialen Schnittebene ist die Leitstruktur ein echogenes sternförmiges oder christbaumähnliches Gebilde im mittleren Bildabschnitt. Es wird durch die echogene Cisterna quadrigemina im Zentrum gebildet. Manchmal lassen sich Colliculus superior und inferior als echoarme rechteckige Gebilde im Zentrum der Echogenitätsvermehrung nachweisen. Der vordere Anteil des Sterns wird von der Tela chorioidea gebildet, die aus dem Plexus des III. Ventrikels und mehreren größeren Venen besteht. Die seitlichen Anteile oder die „Arme“ des Sterns entsprechen der Fissura chorioidea und dem inferioren Anteil des Glomus des Plexus chorioideus. Die „Beine“ des echogenen Sterns werden vom Tentorium cerebelli gebildet, das die hintere Schädelgrube vom Temporalhirn abgrenzt.

Bei der in der Mittellinie lokalisierten Echogenitätsvermehrung der hinteren Schädelgrube handelt es sich um den Kleinhirnwurm. Die seitlich davon lokalisierten Kleinhirn-Hemisphären stellen sich demgegenüber relativ echoarm dar. Eine große Cisterna magna kann in dieser Schnittebene oft ebenfalls abgebildet werden.

Merke

Im anglo-amerikanischen Bereich wird diese Schnittebene auch als „Pentagon view“ bezeichnet.



Schnittebene C₇ durch das Trigonum der Seitenventrikel

Siehe hierzu ► Abb. 1.8.

Wird der Schallkopf noch weiter nach okzipital gekippt, so erhält man eine Schnittebene durch das Trigonum der Seitenventrikel. Beide Seitenventrikel divergieren nach okzipital und sind physiologischerweise nahezu gleich weit. Die mediale Wand des Seitenventrikels wird vom echogenen Plexus chorioideus gebildet, der glatt begrenzt sein sollte. Neben dem Plexus können geringe Mengen echofreien Liquors nachweisbar sein.

Lateral der Seitenventrikel sollte die normale periventriculäre Echogenitätsvermehrung beurteilt werden. Sie ist im Normalfall immer weniger echogen als der angrenzende Plexus und der Knochen der Schädelkalotte. Medial der beiden Seitenventrikelkorpora kann eine horizontale echoarme Struktur, die dem Splenium corporis callosi entspricht, nachgewiesen werden. Der Interhemisphärenspalt erscheint als echogene Mittellinienstruktur, die sich bis zum Splenium corporis callosi erstreckt. Im Bereich der Fissura Sylvii finden sich multiple echogene Sulci, die von der echogenen Schädelkalotte nach medial verlaufen.

Schnittebene C₈ oberhalb der Seitenventrikel

Siehe hierzu ► Abb. 1.9.

Wird der Schallkopf noch weiter nach okzipital gekippt, so erhält man eine Schnittebene oberhalb der Seitenventrikel. Von anterior nach posterior verläuft in der Mittellinie der Interhemisphärenspalt, der sich echogen dar-

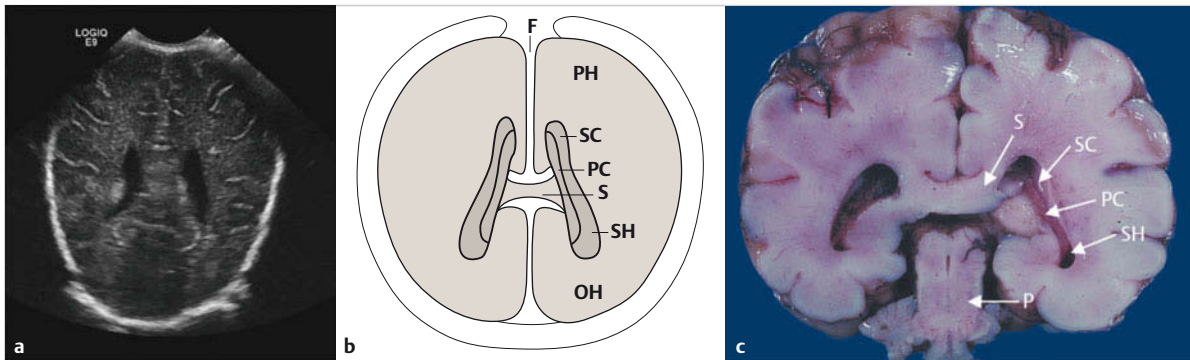


Abb. 1.8 Hinterer Koronarschnitt in Höhe der Seitenventrikel.

a Koronarschnitt in Höhe der Seitenventrikel-Hinterhörner.

b Schematische Darstellung. F = Falx cerebri und Interhemisphärenspalt; OH = Okzipitalhirn; PC = Plexus chorioideus; PH = Parietalhirn; S = Splenum corporis callosi; SC = Seitenventrikelkorpus; SH = Seitenventrikel-Hinterhorn.

c Pathologisch-anatomisches Schnittpräparat eines hinteren Koronarschnitts. S = Splenum corporis callosi; SC = Seitenventrikelkorpus; PC = Plexus chorioideus; SH = Seitenventrikel-Hinterhorn; P = Pedunculi cerebri.

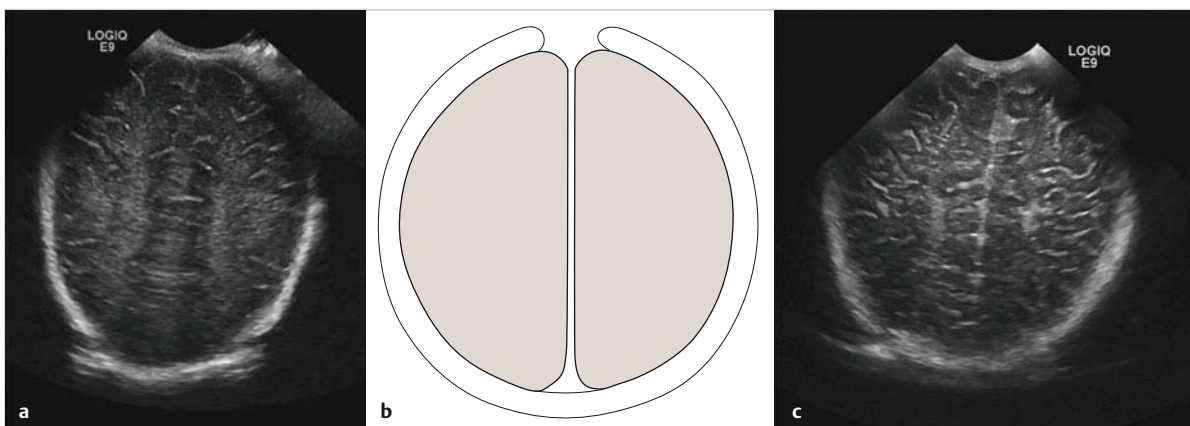


Abb. 1.9 Hinterer Koronarschnitt.

a Koronarschnitt oberhalb der Seitenventrikel. Paramedian stellt sich der normale periventrikuläre „Halo“ als feine, symmetrische Echogenitätsvermehrung dar.

b Schematische Darstellung des Koronarschnitts oberhalb des Seitenventrikels.

c Hinterer Koronarschnitt durch die Hirnoberfläche. Diese Schnittebene zeigt die multiplen Gyri und Sulci der Hirnoberfläche und eignet sich hervorragend zur Beurteilung der Gyrierung und damit zum Nachweis von Migrationsstörungen.

stellt. In dieser Schnittebene durch das Parietookzipitalhirn ist die weiße Substanz großflächig angeschnitten. Sie erscheint als unregelmäßig begrenzte diskrete Echogenitätsvermehrung paramedian. Obwohl es beträchtliche Variationsmöglichkeiten bezüglich Größe, Abgrenzbarkeit und Echointensität gibt, stellt dieser periventrikuläre „Halo“ einen Normalbefund dar, der von der periventrikulären Leukomalazie abgegrenzt werden muss (s. dort) [190].

Wird der Schallkopf noch weiter nach okzipital gekippt, erhält man eine Schnittebene durch die Hirnoberfläche (► Abb. 1.9c). Multiple oberflächliche Sulci erstrecken sich von medial nach lateral und umgekehrt. Diese Schnittebene ist sehr hilfreich zur Beurteilung der Gyrierung und damit von Migrationsstörungen.

1.2.4 Sagittalschnitte

Siehe hierzu ► Abb. 1.10.

Wird der Schallkopf aus der koronaren Schnittebene um 90° gedreht, so erhält man eine Schnittebene, die parallel zur Sagittalnaht verläuft. Prinzipiell können 4 Sagittalschnitte unterschieden werden:

- mittlerer Sagittalschnitt
- Parasagittalschnitte durch die beiden Seitenventrikel
- Parasagittalschnitt neben dem Seitenventrikel, zwischen Seitenventrikel und Insel
- Parasagittalschnitte durch die Inselregion.

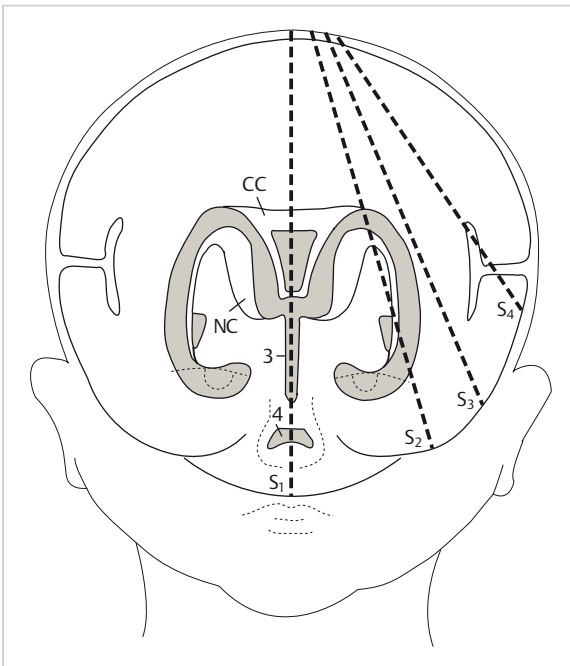


Abb. 1.10 Schematische Darstellung der Sagittalschnitte (nach Rumack u. Johnson 1984 [342]). S_1 = mittlerer Sagittalschnitt durch den III. und IV. Ventrikel; S_2 = Parasagittalschnitt durch den Seitenventrikel und Insel; S_3 = Parasagittalschnitt zwischen Seitenventrikel und Insel; S_4 = Parasagittalschnitt durch die Inselregion; CC = Corpus callosum; NC = Nucleus caudatus; 3 = III. Ventrikel; 4 = IV. Ventrikel.



Video 1.2 Parasagittalschnitt bei einem Frühgeborenen der 25. SSW und einem Geburtsgewicht von 720 g am Tag 6. Schwenk von der Insel bis zum Seitenventrikel.

Merke

Seitenorientierung

Frontale Strukturen werden links im Bild dargestellt, okzipitale Strukturen kommen rechts zur Darstellung.

Mittlerer Sagittalschnitt S_1 durch III. und IV. Ventrikel

Siehe hierzu ▶ Abb. 1.11.

Wird der Schallkopf im mittleren Sagittalschnitt senkrecht auf der Fontanelle aufgesetzt so erhält man ein Schnittbild durch die Mittellinienstrukturen. Die zentralen Leitstrukturen sind Balken, III. und IV. Ventrikel und Kleinhirnwurm.

Der Balken stellt sich sonografisch als echoarmes Band im oberen Bildabschnitt dar (▶ Abb. 1.11). Typischerweise hat der Balken im medianen Sagittalschnitt die Form einer Frisbeescheibe. Die Oberkante des Balkens wird von der echogenen A. pericallosa und dem Sulcus pericallosus gebildet. Kaudal schließt sich das Cavum septi pellucidi an. Der Balken besteht aus 4 Anteilen: Rostrum, Genu, Corpus und Splenium corporis callosi.

Oberhalb des Balkens lässt sich der Sulcus cinguli als echogenes Band nachweisen. Zwischen Sulcus cinguli und Balken liegt der Gyrus cinguli, der sich echoarm darstellt. Die besondere Bedeutung des Sulcus und Gyrus cinguli liegt darin begründet, dass er bei der Agenesie des Corpus callosum fehlt. Vor allem zum Nachweis einer partiellen Agenesie ist die Darstellung der Sulcus cinguli besonders hilfreich.

Unterhalb des Balkens kommt bei Früh- und Neugeborenen das Cavum septi pellucidi zur Darstellung (▶ Abb. 1.14a, ▶ Abb. 1.14b, ▶ Abb. 1.14c). Nach kaudal schließt sich der III. Ventrikel an, der aufgrund seines schmalen Querdurchmessers häufig nicht echofrei abgebildet werden kann. Seitlich wölben sich die Thalamuskern, die immer mit angeschnitten werden, in den III. Ventrikel.

Im Dach des III. Ventrikels kann die Tela chorioidea nachgewiesen werden, die aus den Seitenventrikeln durch die Foramina Monroi in den III. Ventrikel verläuft.

Einige Millimeter vor dem III. Ventrikel lässt sich als echogene pulsierende Struktur die A. cerebri anterior darstellen. Mit der farbkodierten Doppler-Sonografie kann das Gefäß noch besser abgebildet werden (▶ Abb. 1.19a). In diesem Bereich besteht kein nennenswerter Winkel zwischen der Gefäßachse und der Doppler-Linie, sodass dopplersonografische Flussmessungen mit der Duplexsonografie erfolgen können.

Kaudal des III. Ventrikels schließt sich ventral die echogene Cisterna interpeduncularis an. Dorsal und kaudal des III. Ventrikels bildet sich echoarm die Vierhügelplatte (Tectum) mit dem Colliculus superior und inferior ab. Die Lamina tecti wird nach hinten von der echogenen Cisterna quadrigemina begrenzt.

Die zentrale Leitstruktur im Bereich der hinteren Schädelgrube ist der Kleinhirnwurm, der als echogenes ovales Gebilde zur Darstellung kommt. Ventral schließt sich der schmale, dreieckige echofreie Spalt des IV. Ventrikels an. Dieser und das Kleinhirn haben die Form einer umgestürzten Linde, wobei der IV. Ventrikel den Stamm der Linde darstellt.

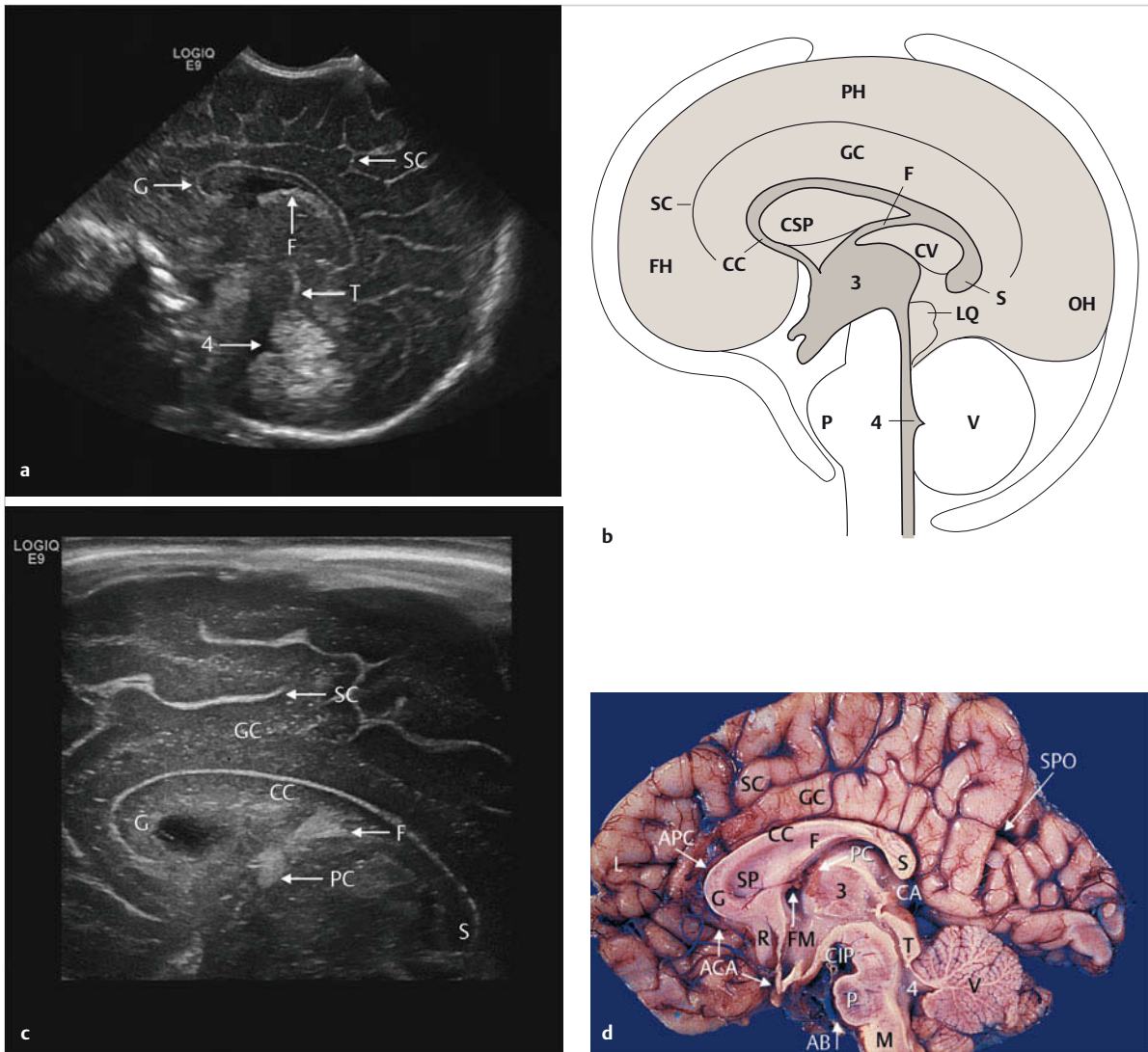


Abb. 1.11 Medianer Sagittalschnitt durch den Balken.

a Mittlerer Sagittalschnitt durch den Balken. G = Genu corporis callosi; SC = Sulcus cinguli; 4 = IV. Ventrikel; F = Fornix; T = Tectum.

b Schematische Darstellung des Sagittalschnitts durch den Balken. CC = Corpus callosum; CSP = Cavum septi pellucidi; CV = Cavum Vergae; GC = Gyrus cinguli; LQ = Lamina quadrigemina; P = Pons; S = Splenium corporis callosi; SC = Sulcus cinguli; V = Kleinhirnwurm; 3 = III. Ventrikel; 4 = IV. Ventrikel; F = Fornix; FH = Frontalhirn; PH = Parietalhirn; OH = Okzipitalhirn.

c Mittlerer Sagittalschnitt durch den Balken. CC = Corpus callosum; F = Fornix; G = Genu corporis callosi; GC = Gyrus cinguli; PC = Plexus chorioideus; S = Splenium corporis callosi; SC = Sulcus cinguli.

d Pathologisch-anatomisches Schnittpräparat eines mittleren Sagittalschnitts. AB = A. basilaris; ACA = A. cerebri anterior; APC = A. pericallosa; CA = Cisterna ambiens; CC = Corpus callosum; CIP = Cisterna interpeduncularis; F = Fornix; FM = Foramen Monroi; G = Genu corporis callosi; GC = Gyrus cinguli; M = Medulla oblongata; P = Pons cerebri; PC = Plexus chorioideus; R = Rostrum corporis callosi; S = Splenium corporis callosi; SC = Sulcus cinguli; SPO = Sulcus parietooccipitalis; T = Tectum; V = Vermis cerebelli; 3 = III. Ventrikel; 4 = IV. Ventrikel.

Kaudal des Kleinhirnwurms kommt das Os occipitale echogen zur Darstellung. Zwischen Kleinhirn und Os occipitale stellt sich echofrei eine mehr oder minder große Cisterna magna dar. Ventral des IV. Ventrikels kommt der Pons echogen und kaudal davon die Medulla oblongata echoarm zur Darstellung.

Zwischen dem echogenen Clivus der Schädelbasis und der echogenen Pons kann pulsierend die A. basilaris abgebildet werden. Mit der farbkodierten Doppler-Sonografie kann die Blutströmung in der A. basilaris rot dargestellt werden (► Abb. 1.20). Aufgrund des geringen Einfallswinkels ist es möglich, die Blutströmung in diesem Bereich mit der Duplexsonografie zu quantifizieren.