

Abb. 1.7 Landmarken im insulären sagittalen MRT. 1 Gyrus brevis anterior, 2 Gyrus brevis medius, 3 Gyrus brevis posterior, 4 Gyrus longus anterior, 5 Gyrus longus posterior. Pfeil: Sulcus centralis insulae; Doppelpfeil: Sulcus centralis; Stern: Heschl-Querwindung.

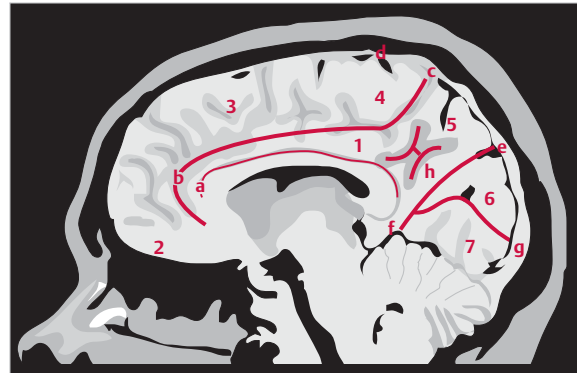


Abb. 1.8 Landmarken im medianen sagittalen MRT. a Sulcus callosus, b Sulcus cinguli, c Ramus marginalis des Sulcus cinguli, d Sulcus centralis (Kerbe im Lobulus paracentralis), e Sulcus parietooccipitalis, f Sulcus calcarinus anterior, g Sulcus calcarinus, h Sulcus subparietalis. 1 Gyrus cinguli, 2 Gyrus rectus, 3 Gyrus frontalis superior, 4 Lobulus paracentralis, 5 Praecuneus (Lobulus parietalis superior), 6 Cuneus (Gyrus occipitalis superior), 7 Gyrus occipitotemporalis medialis (Gyrus lingualis).

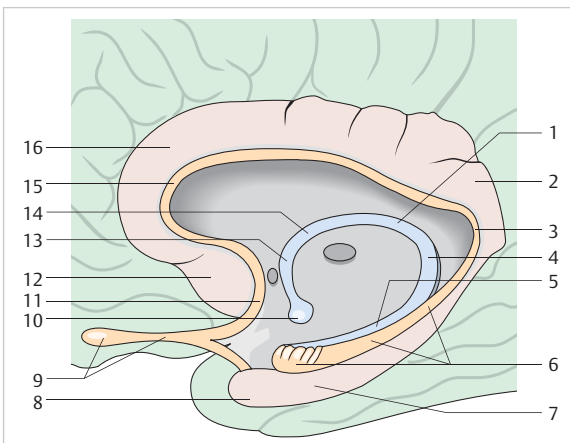


Abb. 1.9 Landmarken des limbischen Systems. Anteile des limbischen Systems: 1 Fornix (Commissur), 2 Gyrus cinguli (Isthmus), 3 Indusium griseum, 4 Fornix (Crus), 5 Fimbria hippocampi, 6 Hippocampus, 7 Gyrus parahippocampalis, 8 Uncus, 9 Tractus und bulbus olfactorius, 10 Corpus mamillare, 11 Gyrus paraterminalis, 12 Area subcallosa, 13 Fornix (Columna), 14 Fornix (Corpus), 15 Indusium griseum, 16 Gyrus cinguli.

Landmarken in der axialen basalen Ebene

- Die basale Fläche besteht aus Teilen des Frontal-, Temporal- und Okzipitallappens, wobei die Grenze zwischen frontal und temporal durch die Sylvische Fissur und mittig durch den Hirnstamm anatomisch gut abgrenzbar ist (► Abb. 1.10).

- Die Leitstruktur des Frontallappens ist der medial gelegenen Gyrus rectus, lateral davon sind die 4 Gyri orbitales (Gyrus frontoorbitalis medialis, anterior, lateralis und posterior) um einen H-förmigen Sulcus orbitalis angeordnet.
- An der basalen temporookzipitalen Fläche sind die Gyri und Sulci zwiebelschalenförmig um den Hirnstamm angeordnet (Gyri und Sulci s. u.), wobei der Gyrus parahippocampalis die innere Begrenzung darstellt.
- Der Übergang von temporal (Gyrus temporalis inferior) nach okzipital (Gyrus occipitalis inferior) wird durch eine kleine Kerbe, die Incisura praeoccipitalis, markiert. Verlängert man diese nach medial, so wird auch der Gyrus occipitotemporalis lateralis und medialis unterteilt.
- Zwischen dem Gyrus parahippocampalis und Gyrus occipitotemporalis lateralis liegt zungenförmig der Gyrus occipitotemporalis medialis (Gyrus lingualis).

Landmarken und Zeichen zur Lokalisierung des Sulcus centralis in der axialen und sagittalen Ebene

Naidich et al. [4], [5] und Yousry et al. [12] stellten detaillierte Schemata zur bildmorphologischen Lokalisation der Zentralregion vor, deren wichtigste Landmarken im Folgenden dargestellt werden (► Abb. 1.11).

Axiale Schichten

- **L-Zeichen.** Der sagittal verlaufende Sulcus frontalis superior trifft auf den quer verlaufenden Sulcus praecentralis, ein Sulcus dorsal hiervon befindet sich der Sulcus centralis (1).

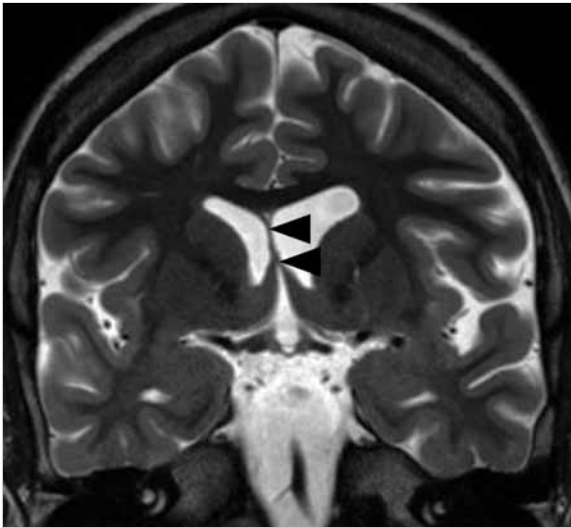


Abb. 1.19 Asymmetrie der Seitenventrikel. Im Bereich der Vorderhörner, mit bogenförmiger Verlagerung des Septum pellucidum (Pfeilköpfe) zur Gegenseite.

macht in der Regel keine Probleme, da zystische Entitäten, z.B. Kraniopharyngeome, Kolloidzysten, neuroepitheliale oder infektiöse Zysten, die beiden Blätter des Septum pellucidum nicht trennen oder aufspreizen.

Galarza et al. [1] untersuchten die Korrelation der Septum-pellucidum-Zyste mit der Schizophrenie und teilten das Cavum septi pellucidi wiederum nach neuroembryologischen Gesichtspunkten in 3 Typen ein (► Tab. 1.4).

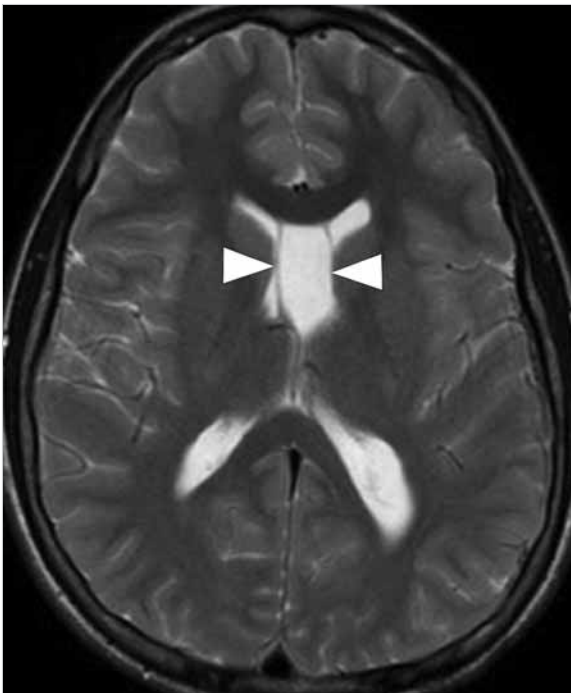


Abb. 1.20 Isoliertes Cavum septi pellucidi (Pfeilköpfe). Beim erwachsenen Patienten.

Eine signifikante Aussage zwischen Ausprägung des Cavum und dem Auftreten bzw. dem Ausmaß der Schizophrenie ließ sich allerdings nicht treffen.

Tab. 1.4 Einteilung der Septum-pellucidum-Zyste nach Galarza et al. [1].

| Typ | Beschreibung |
|-----|--|
| I | Die Zyste reicht vom vorderen Balkenknie 3 mm nach posterior und entspricht dem 7. Monat der Embryonalperiode. Dieser Typ ist der häufigste nach der Geburt. |
| II | Das Cavum reicht bis 7 mm nach posterior und entspricht dem 5. Monat der Embryonalperiode. |
| III | Vollständige Aufspreizung des Septum pellucidum ohne Cavum Vergae. |

Cavum septi pellucidi et Vergae

Das Cavum septi pellucidi et Vergae ist eine Erweiterung des Cavum septi pellucidi nach posterior hinter die Foramina Monroi (► Abb. 1.22). Der liquorgefüllte Hohlraum wird dort Cavum Vergae genannt und ist zwischen den Fornices lokalisiert. Das Cavum Vergae tritt im Gegensatz zum Cavum septi pellucidi so gut wie nie isoliert, sondern immer in Kombination auf, da die beiden Blätter des Septum pellucidum von posterior nach anterior fusionieren. Dadurch kann in der Regel auch ein Cavum Vergae von einem Cavum veli interpositi unterschieden werden. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal in sagittaler Schnitt-

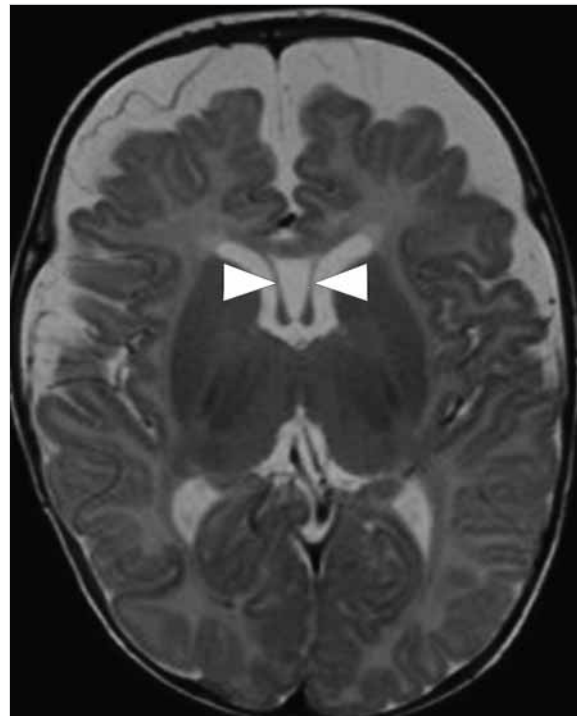


Abb. 1.21 Isoliertes Cavum septi pellucidi (Pfeilköpfe). Beim Kind. Gleichzeitige Erweiterung der frontalen Subarachnoidalräume.

führung ist der Bezug zu den Fornices. Das Cavum Vergae liegt innerhalb bzw. über den Fornices, das Cavum veli interpositi darunter. Das Cavum septi pellucidi et Vergae ist ebenfalls eine Normvariante, auch wenn einzelne Fälle mit Obstruktion der Foramina Monroi und konsekutivem Hydrozephalus beschrieben wurden.

Cavum veli interpositi

Das Cavum veli interpositi liegt im Gegensatz zum Cavum Vergae unterhalb der Fornices zwischen Corpus callosum und Diencephalon und wird durch Blätter der Pia mater begrenzt (► Abb. 1.23, ► Abb. 1.24). Das Cavum veli interpositi gilt als Subarachnoidalraum und beinhaltet Liquor und Blutgefäße. Die Konfiguration ähnelt der eines Dreiecks, wobei die Basis nach posterior durch das Splenium des Balkens begrenzt wird und die Spitze zu den Foramina Monroi zeigt. Das Cavum lässt sich sehr häufig – in bis zu 34% – bei Kindern unter 2 Jahren darstellen, bei Erwachsenen wird die Häufigkeit mit 5–7% der Fälle angegeben. Eine Assoziation mit neuropsychiatrischen Störungen, wie beim Cavum septi pellucidi, ist nicht beschrieben. Die klinische Relevanz besteht in der Differenzierung von Zysten der Glandula pinealis, von Arachnoidalzysten der Cisterna quadrigemina, vom Cavum Vergae und von der Ventrikelkonfiguration bei der septooptischen Dysplasie.

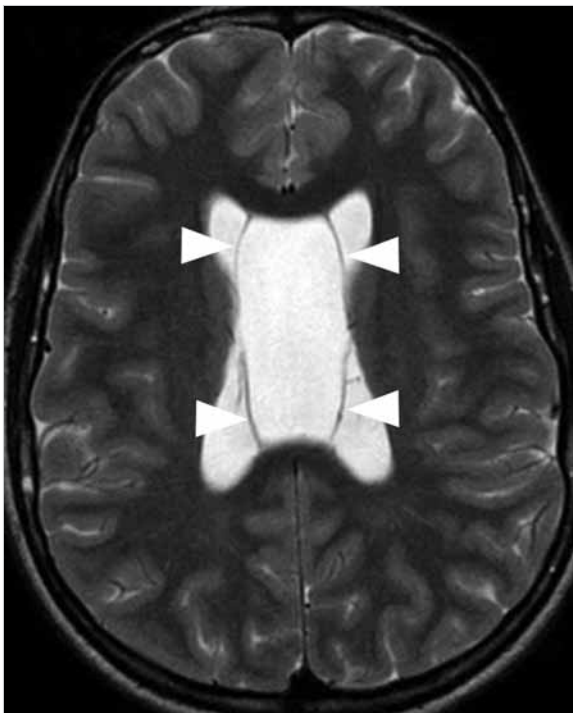


Abb. 1.22 Cavum septi pellucidi et Vergae (Pfeilköpfe).

Ventriculus terminalis

Der Ventriculus terminalis, auch 5. Ventrikel genannt, ist ein seltener Befund im Rückenmark von Erwachsenen (► Abb. 1.25). Der Hohlraum ist ähnlich wie die zerebralen Ventrikel mit Ependym ausgekleidet und wird gelegentlich im pädiatrischen Patientengut im Alter unter 5 Jahren gefunden. Ein Persistieren bis in das Erwachsenenalter ist eine Seltenheit. Der Befund ist im Bereich des unteren Rückenmarks auf Höhe des 11. und 12. Brustwirbels gelegen und weist typischerweise ein liquorisointenses Signal, keine Kontrastmittelaufnahme und eine unauffällige Darstellung des umgebenden Myelons auf. Im Falle klinischer Symptome, bei Septen innerhalb des zystischen Befundes oder umgebendem Ödem sollte differenzialdiagnostisch unbedingt an eine intramedulläre Neoplasie wie ein spinale Astrozytom gedacht werden. Weitere Differenzialdiagnosen zystischer Läsionen im Bereich des Conus medullaris umfassen eine posttraumatische, vaskuläre posthämorrhagische Ursache oder eine Genese im Rahmen einer mechanischen Kompression. Im Einzelfall kann die Diagnose bei asymptomatischen Befunden im Verlauf mit repetitiver MR-Bildgebung oder bei symptomatischen Befunden mit progredienter, neurologischer Symptomatik mittels histologischer Begutachtung der ependymalen Auskleidung nach operativer Materialgewinnung gestellt werden..

Literatur

- [1] Galarza M, Merlo AB, Ingrassia A et al. Cavum septum pellucidum and its increased prevalence in schizophrenia: a neuroembryological classification. *J Neuropsychiatr Clin Neurosci* 2004; 16 (1): 41–46
- [2] Kiroğlu Y, Karabulut N, Oncel C et al. Cerebral lateral ventricular asymmetry on CT: how much asymmetry is representing pathology? *Surg Radiol Anat* 2008; 249–255
- [3] Saba L, Anzidei M, Raz E et al. MR and CT of brain's cava. *J Neuroimaging* 2013; 326–335

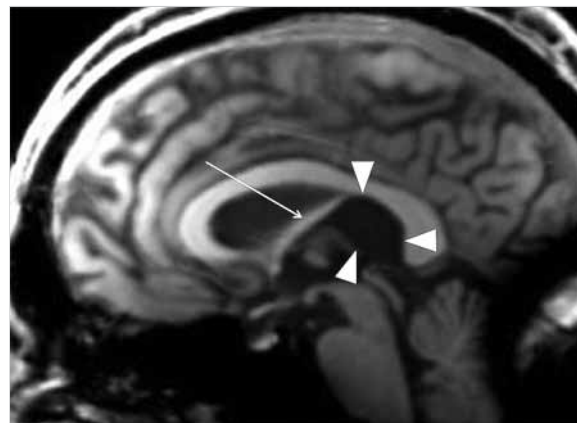
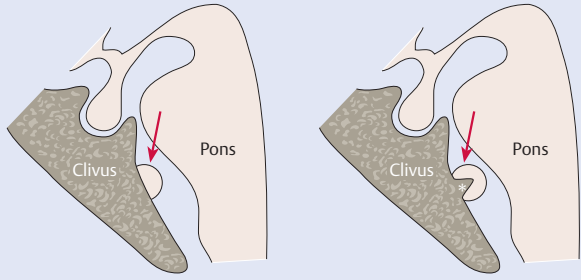
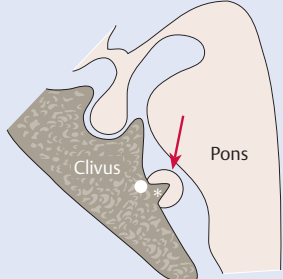
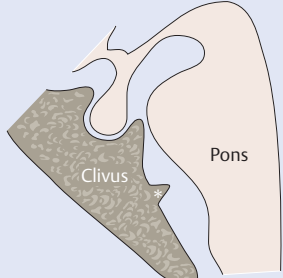
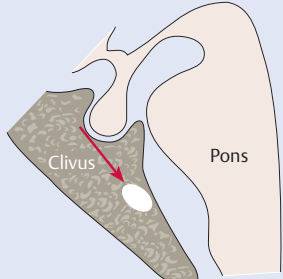


Abb. 1.24 Cavum veli interpositi (Pfeilköpfe). Lokalisation unterhalb der Fornices (Pfeil) im Gegensatz zum Cavum Vergae – sagittale T1w.

Tab. 1.10 Einteilung der Echordosis physaliphora.

| Typ | Schemazeichnung | Beschreibung |
|---|---|--|
| Klassische Echordosis physaliphora | | |
| Typ A |  | in T2w hyperintense zystoide Komponente an den dorsalen Anteilen des Klivus (Pfeil) mit oder ohne hypointensem Sporn (Stern) |
| Typ B |  | in T2w hyperintense zystoide Komponente (Pfeil) plus hyperintense Läsion innerhalb des Klivus |
| Mögliche Echordosis physaliphora | | |
| unvollständig |  | in T2w hypointense Protrusion des Klivus (Stern) |
| Variante |  | lediglich hyperintense Läsion im Klivus (Pfeil) |

Literatur

- [1] Chihara C, Korogi Y, Kakeda S et al. Echordosis physaliphora and its variants: proposed new classification based on high-resolution fast MR imaging employing steady-state acquisition. *Eur Radiol* 2013; 23 (10): 2854–2860

1.2.2 Fehlbildungen des Corpus callosum

Fehlbildungen des Corpus callosum können singulär oder in Begleitung anderer Fehlbildungen des Gehirns vorkommen. Malformationen der kommissuralen Fasern wurden in weit über 100 Syndromen beschrieben. Besonders häufig sind Familien betroffen, in denen Blutsver-

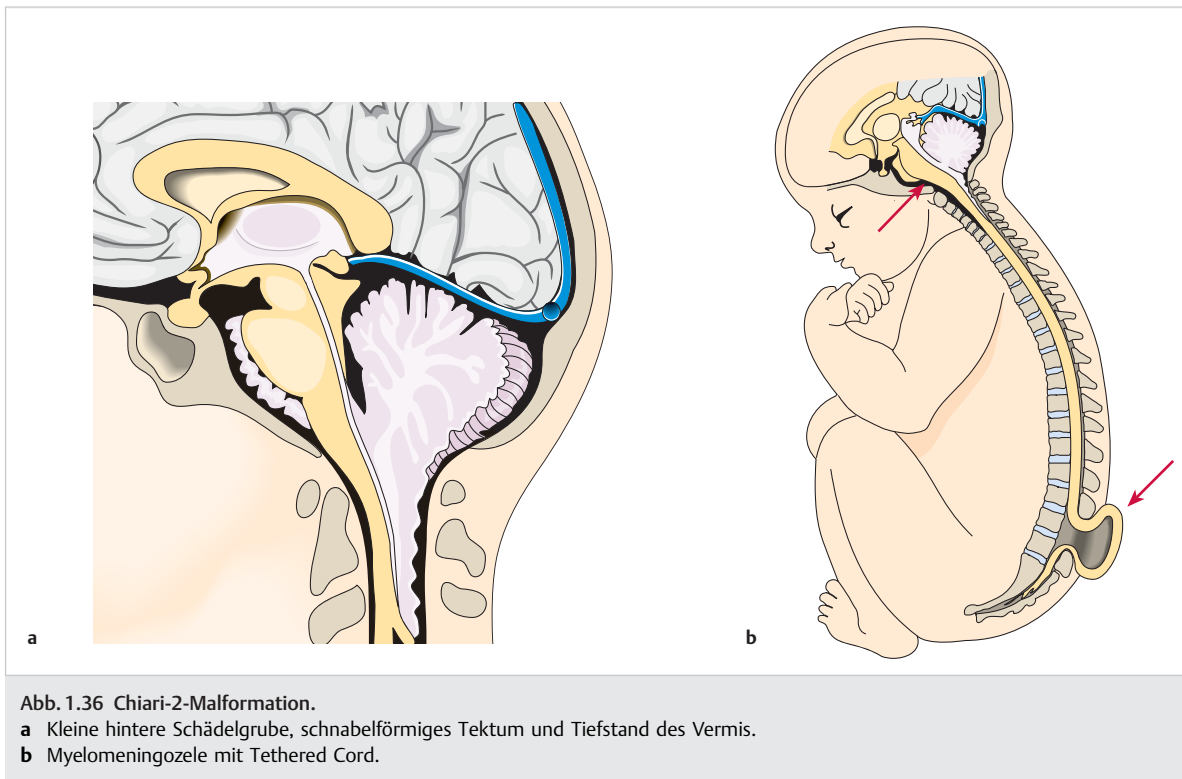


Abb. 1.36 Chiari-2-Malformation.

- a Kleine hintere Schädelgrube, schnabelförmiges Tektum und Tiefstand des Vermis.
 b Myelomeningozele mit Tethered Cord.

dazugehörigen Meningen. Diese reichen von der klassischen Dandy-Walker-Malformation bis hin zur Megacisterna magna als mildeste Variante des Dandy-Walker-Spektrums. Die Fehlbildungen sind von Arachnoidalzysten der hinteren Schädelgrube abzugrenzen.

► **Dandy-Walker-Malformation.** Die klassische Dandy-Walker-Malformation besteht aus einer Erweiterung des vierten Ventrikels, der mit einer großen dorsalen Zyste kommuniziert (► Abb. 1.37). Der Vermis ist volumengemindert und nach superior rotiert. Die hintere Schädelgrube ist vergrößert. Gleichzeitig inseriert das Tentorium weit apikal mit konsekutiver Verlagerung des Confluentium nach oben. In der Folge verlaufen die Sinus transversus steil nach kaudal. Die Fehlbildung führt häufig zu einem Hydrozephalus. Weitere Fehlbildungen wie Balkenagenese oder -dysplasie, Heterotopien, Polymikroglyrien und Spaltbildungen des Gehirns können mit der Dandy-Walker-Malformation assoziiert sein.

► **Hypoplasie des Vermis cerebelli mit Rotation.** Diese Form der Fehlbildung wurde früher als Dandy-Walker-Variante bezeichnet. Auch hier findet sich eine Hypoplasie des Vermis cerebelli mit einer Rotation nach oben in unterschiedlichem Ausmaß. Im Gegensatz zur klassischen Dandy-Walker-Malformation ist die hintere Schädelgrube jedoch nicht vergrößert.

► **Blake-Pouch-Zyste.** Die Blake-Pouch-Zyste zeigt keine Hypoplasie des Vermis. Es findet sich jedoch eine zystenartige Protrusion des vierten Ventrikels von den kaudalen Anteilen des Ventrikels unterhalb des Vermis, wodurch dieser nach apikal rotiert. Die hintere Schädelgrube ist in diesem Fall ebenfalls normal groß.

► **Megacisterna magna.** Bei der Megacisterna magna handelt es sich um eine erhebliche Erweiterung der Cisterna magna mit konsekutiver Erweiterung auch der hinteren Schädelgrube. Vermis, vierter Ventrikel und die supratentoriellen Hirnanteile sind dabei normal konfiguriert.

► **Retrozerebelläre Arachnoidalzyste.** Manche Autoren zählen zum Dandy-Walker-Spektrum zusätzlich noch die retrozerebelläre Arachnoidalzyste. Hier findet sich eine mit Arachnoidea ausgekleidete Zyste in der Mittellinie hinter dem Vermis und dem vierten Ventrikel ohne Kommunikation mit Letzterem. Es finden sich weder assoziierte Fehlbildungen noch ein Hydrozephalus. Im Gegensatz zur Megacisterna magna liegen innerhalb der Zyste keine Gefäße oder Anteile der Falx cerebelli.

Literatur

- [1] Ertl-Wagner B, Koerte J. Fehlbildungen der hinteren Schädelgrube. Radiologie up2date 2012; 12 (1): 75–87
- [2] Osborn AG. Osborn's brain. Imaging, pathology, and anatomy. Salt Lake City, Utah: Amirsys; 2013

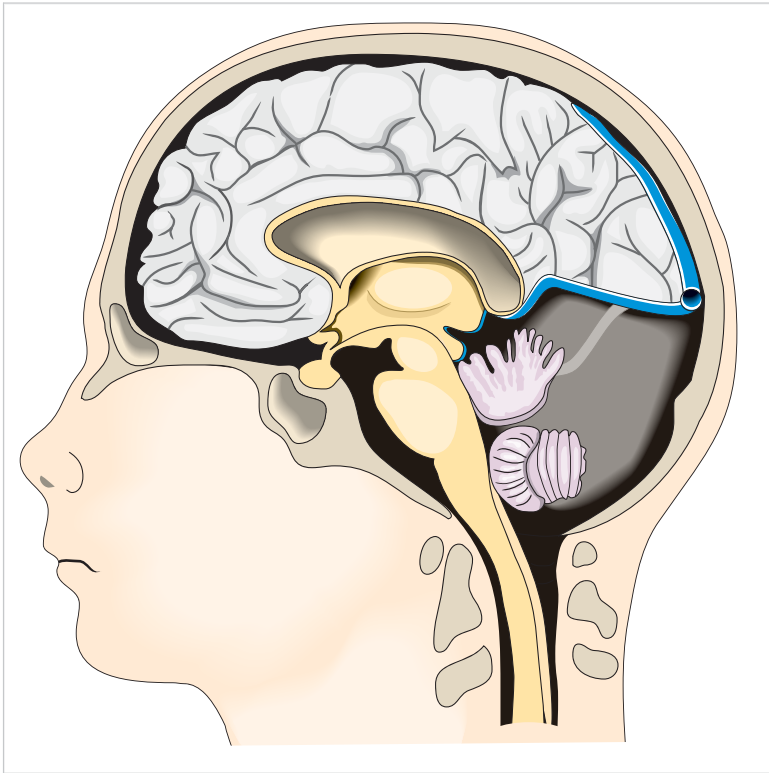


Abb. 1.37 Dandy-Walker-Malformation. Angehobener Sinus transversus, nach superior rotierter Vermis und Hydrozephalus.

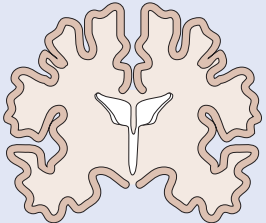
1.2.5 Parenchymläsionen bei Frühgeborenen

Schädigungen des Hirnparenchyms sind ein häufiger Befund beim Frühgeborenen. Die noch nicht abgeschlossene Reifung des Gehirns prädisponiert diese Kinder für hämorrhagische und ischämische Läsionen. Diese können zu spastischen Paresen führen, die häufig mit mentaler Retardierung oder einer Beeinträchtigung des Sehvermögens verbunden sind. Die häufigsten Mechanismen sind intraventrikuläre Hämorrhagien mit oder ohne Parenchymbeteiligung, die zystische periventrikuläre Leukomalazie sowie fokale Infarkte.

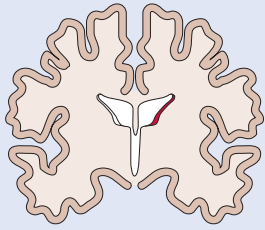
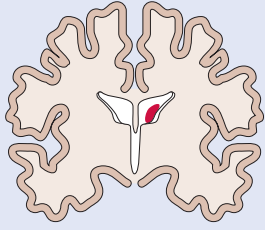
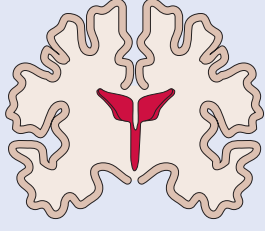
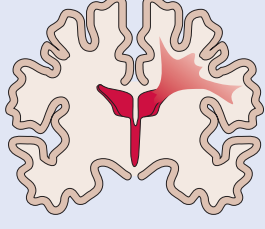
Hirnblutung

Für die Diagnose von intrakraniellen Blutungen sowie für ihr Screening wird bei Frühgeborenen in der Regel der transkranielle Ultraschall durch die Fontanelle verwendet. Die gebräuchlichste Einteilung wurde von Papile et al. [5] zwar anhand von CT-Untersuchungen etabliert, kann aber analog für den Ultraschall verwendet werden (► Tab. 1.18). Sie ist weithin verbreitet, allerdings werden die Grad-4-Blutungen mit Beteiligung des extraventrikulären Hirnparenchyms mittlerweile als venöse oder hämorrhagische Infarkte bezeichnet.

Tab. 1.18 Papile-Klassifikation der intrakraniellen Blutungen beim Frühgeborenen.

| Grad | Beschreibung | Schema |
|--------|-------------------------|---|
| normal | keine Blutung |  |
| 1 | subependymale Blutungen | |

Tab. 1.18 Fortsetzung

| Grad | Beschreibung | Schema |
|------|---|---|
| | |  |
| 2 | Blutung mit Ventrikeleinbruch (<50% des Ventrikels betroffen) ohne Erweiterung des Ventrikels |  |
| 3 | Blutung mit Ventrikeleinbruch (>50% des Ventrikels betroffen) mit Erweiterung des Ventrikels |  |
| 4 | intraventrikuläre und gleichzeitig parenchymatöse Blutung |  |

Periventrikuläre Leukomalazie

Der periventrikulären Leukomalazie (PVL) liegt eine prä-, peri- oder postnatale chronische Hypoxie oder Hypoperfusion zugrunde, die sich aufgrund der vaskulären Architektur beim Frühgeborenen in den Grenzstromgebieten der perforierenden Arterien im Unterschied zum älteren Kind oder zum Erwachsenen vorwiegend an den Foramina Monroi und in der Region des Trigonums manifestieren. Die fokalen, bilateralen, immer symmetrischen Läsionen wandeln sich innerhalb weniger Wochen in Zysten um, so dass man auch von einer zystischen PVL spricht.

De Vries et al. [3] haben eine Graduierung vorwiegend anhand der Ausdehnung der Zysten vorgenommen, welche in der Regel mittels Ultraschall oder MRT im Verlauf erhoben werden kann (► Tab. 1.19).

Tab. 1.19 De-Vries-Klassifikation der periventrikulären Leukomalazie im transkranialen Ultraschall [3].

| Grad | Beschreibung |
|------|---|
| 1 | transiente periventrikuläre Hyperechogenitäten, über mindestens 7 Tage persistierend |
| 2 | transiente periventrikuläre Hyperechogenitäten, die sich zu kleinen, lokalisierten frontoparietalen Zysten entwickeln |
| 3 | transiente periventrikuläre Hyperechogenitäten, die sich zu ausgedehnten periventrikulären zystischen Läsionen entwickeln |
| 4 | Hyperechogenitäten mit Ausdehnung in das tiefe Marklager, die sich zu ausgedehnten subkortikalen zystischen Läsionen entwickeln |

Fokale Infarkte – Einteilung nach de Vries

De Vries [4] teilte die territorialen Infarkte im Stromgebiet der mittleren Hirnarterie bei Frühgeborenen sowie

Tab. 2.5 Die Siphonkonfigurationen wird in 4 Typen eingeteilt.

| Typ | Beschreibung |
|-----|--|
| I | Zeichnet sich durch eine offene Konfiguration der Winkel aus, wobei bei Typ IA der Winkel des hinteren Genu über 90° beträgt, bei Typ IB genau 90°. |
| II | Ist gekennzeichnet durch eine geschlossene Konfiguration des vorderen Knies, was sich in einem spitzeren Winkel des vorderen Knies manifestiert.. |
| III | Weist eine zunehmende Knickbildung des hinteren Knies auf mit deszendierendem Verlauf des eigentlich horizontalen Abschnitts. |
| IV | Entspricht der Konfiguration des Simmons-Katheters, der Bogen des hinteren Knies liegt dabei oberhalb der Ebene des vorderen Knies. In der Folge kann es im Rahmen der Flow-Diverter-Platzierung auch zu einem Simmons-Effekt kommen mit paradoxer Rückwärtsbewegung des Materials beim Vorschieben des Katheters nach distal. |

Die Summe der Winkel betrug bei Typ I im Durchschnitt ca. 123°, bei Typ IV ca. 32°, das Verhältnis D/AP bei Typ I 0,006–0,0096, bei Typ II–III 0,071–0,376 und bei Typ IV 0,189–1,346. Mit zunehmendem Typ stieg die durchschnittliche Durchleuchtungszeit.

Zusätzliche Indikatoren für die Komplexität des Platzierens eines Flow Diverters wie intraprozedurales Entfernen eines Instruments, Verwendung eines Ballons nach Platzierung des Flow Diverters oder erfolglose Versuche, den Flow Diverter zu platzieren, waren bei Typ IV mit

35% signifikant am häufigsten, gefolgt von Typ II und III (28%) und schließlich Typ I (4%).

A. choroidea anterior

Segmenteinteilung

Die A. choroidea anterior ist der wichtigste Ast der supra-klinoidealen ACI vor dem Karotis-T. Auch wenn viele Varianten des Gefäßes existieren, versorgt die A. choroidea anterior in der Regel den **Uncus gyri parahippocampalis** (Ammonsfalte = das hakenförmige vordere Ende des Gyri parahippocampalis), die lateralen Anteile des Corpus geniculatum, den hinteren Kapselschenkel und den Plexus choroideus des Seitenventrikels, von dem sich der Name der Arterie ableitet.

Es existieren mehrere Einteilungen der Abschnitte der A. choroidea anterior, die jedoch eher die neurochirurgische Sichtweise auf das Gefäß widerspiegeln. In der Routinebildgebung im MRT und CT ist sie in den meisten Fällen nicht sicher abgrenzbar. In der DSA ist sie in der Regel eindeutig zu identifizieren, eine Differenzierung in mehrere Abschnitte ist aus neuroradiologischer Sicht normalerweise jedoch nicht erforderlich. Vollständigkeitshalber seien hier jedoch 2 Klassifikationen des Gefäßes erwähnt:

- Rhoton et al. [13] teilten die A. choroidea anterior in 2 Abschnitte, zum einen in das zisternale Segment vom Ursprung bis zur Fissura choroidea und das Plexussegment, welches sich von der Fissura choroidea bis zum

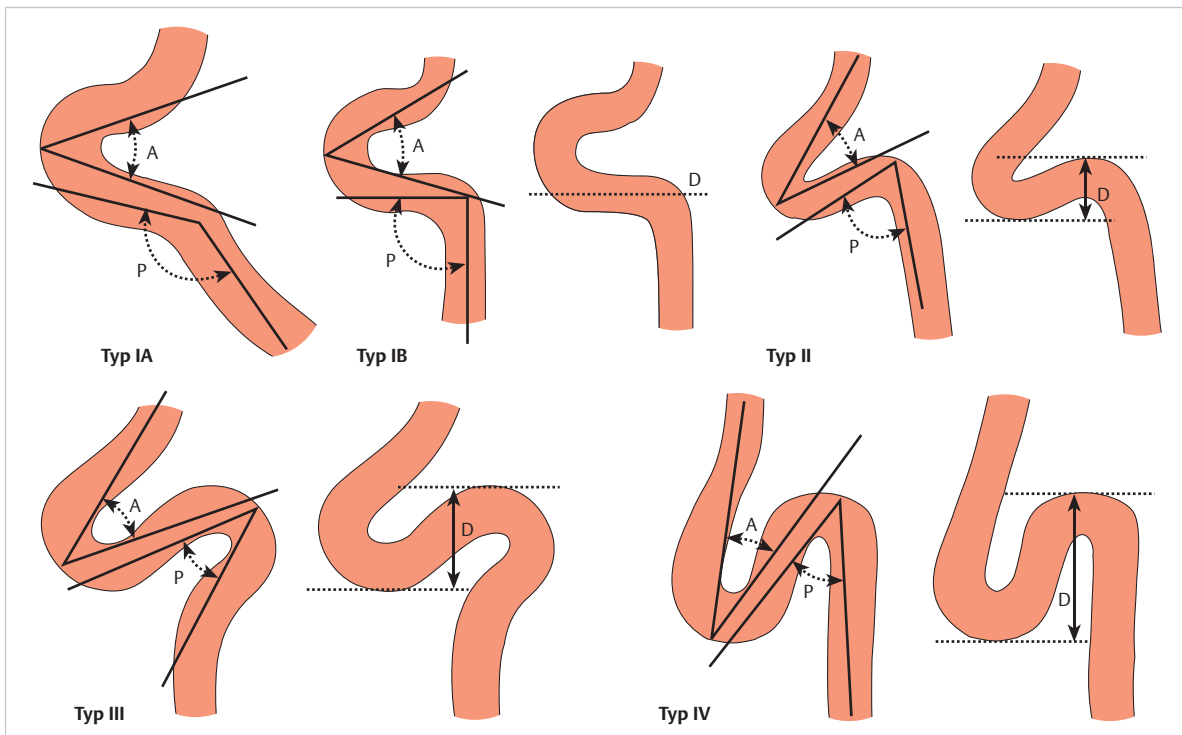


Abb. 2.4 Messung der Tortuosität des Karotissiphons. Winkel und Abstände.

Eintritt in den Plexus choroideus des Temporalhorns erstreckt.

- Hussein et al. [5] unterschieden 3 Segmente, das erste verläuft vom Ursprung bis zum Tractus opticus, das zweite medial des Tractus opticus bis zum Corpus geniculatum laterale und das dritte Segment von der erneuten Kreuzung des Tractus opticus bis zum Plexus choroideus des Temporalhorns.

Varianten

Die A. choroidea anterior zeichnet sich durch zahlreiche Varianten aus. Auch wenn sie in allen Fällen vorhanden ist und stets aus der ACI entspringt, kann ihr Abgang distal der A. communicans posterior liegen oder aus einem gemeinsamen Stamm der beiden Arterien erfolgen. Es bestehen allerdings ontogenetisch zahlreiche Anastomosen, insbesondere mit Ästen der A. cerebri posterior, die zu zahlreichen Varianten des Versorgungsgebiets des Gefäßes führen.

Takahasi et al. [15] teilten die Varianten der Arterie in 4 Typen ein, die sich jeweils durch einen ungewöhnlich

prominenten Ast auszeichnen, der sich hinsichtlich der Versorgung mit dem Territorium der hinteren Hirnarterie überschneidet. Berichtete Fälle einer fehlenden A. choroidea anterior entsprechen vermutlich einer hyperplastischen Variante, in welcher das Gefäß große Teile des Territoriums der A. cerebri posterior übernimmt. Die Kenntnis und Identifikation der Varianten ist sowohl für den Interventionalisten als auch für den Chirurgen von entscheidender Bedeutung, da die Arterie trotz ihrer geringen Größe hochsensible Areale versorgt und ein Verschluss zu erheblich beeinträchtigenden Infarkten führen kann.

Die Gruppe um Takahashi untersuchte anhand von 216 Angiogrammen die verschiedenen Varianten der A. choroidea anterior. Sie unterschieden in 3 % der Fälle die Hypoplasie des Gefäßes mit fehlender Versorgung des Plexussegments sowie 4 hyperplastische Varianten, die entsprechend den oben erwähnten Anastomosen verschiedene Anteile des Posteriorstromgebiets übernahmen (► Tab. 2.6).

Tab. 2.6 Einteilung der Varianten der A. choroidea anterior nach Takahashi.

| Bezeichnung | Beschreibung | Schema |
|-------------|--|--------|
| Hypoplasie | fehlende Versorgung des Plexussegments | |
| Hyperplasie | Typ 1 | |
| | Typ 2 | |