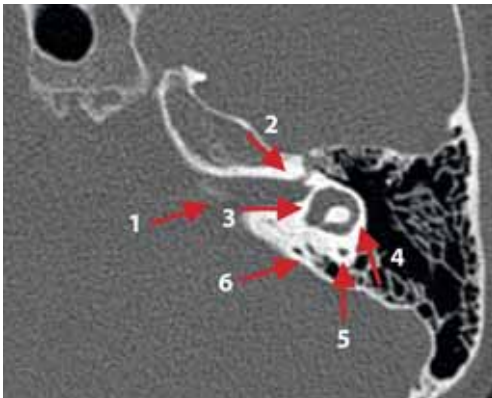


Swetlana Krohmer, Ina Sorge, Wolfgang Hirsch

CT-Bildgebung des Felsenbeines bei Kindern

Obwohl die MRT auch in der bildgebenden Diagnostik von Schädelbasisstrukturen bei Kindern zunehmend eingesetzt wird, behält die Computertomographie eine wichtige Rolle bei bestimmten Fragestellungen bezüglich der Felsenbeinpathologie.



■ Abb.1: Innerer Gehörgang (1); Canalis facialis (2); Vestibulum (3); Canalis semicircularis lateralis (4); Canalis semicircularis posterior (5); Ductus endolymphaticus (6).

Die Computertomographie ist nach wie vor die geeignetste Methode zur Darstellung der komplexen anatomischen Verhältnisse des Felsenbeines. Die modernen Computertomographen erlauben eine hochauflösende überlagerungsfreie Abbildung der Felsenbeinstrukturen in Dünnschichttechnik. Die primäre transversale Schichtführung in der infraorbito-suprameatalen Transversalebene führt zur anatomischen Darstellung des Mittel- und Innenohres, sowie der äußeren und inneren Gehörgänge. Durch coronare Sekundärrekonstruktion wird die cranio-caudale Dimension der ge-

nannten Strukturen deutlich. Die Mehrebenenarstellung erbringt einen verständlichen Einblick in die komplexen räumlichen Gegebenheiten der Felsenbeinanatomie.

Da es sich dabei um Darstellung sehr kleiner Strukturen handelt, sollte die Computertomogra-

phie des Felsenbeines bestimmte technische Voraussetzungen erfüllen. Dazu gehören: minimale Schichtdicke von # 1mm, großer Zoomfaktor, hochauflösender Algorithmus, Verwendung einer genügend großen Matrix (512 x 512), weites Knochenfenster, Erzeugung einer Sekundärrekonstruktion.

Normale Felsenbeinanatomie

Das Ohr als Organ wird in folgende Abschnitte unterteilt:

1. das äußere Ohr mit der Ohrmuschel und dem äußeren Gehörgang
2. das Mittelohr

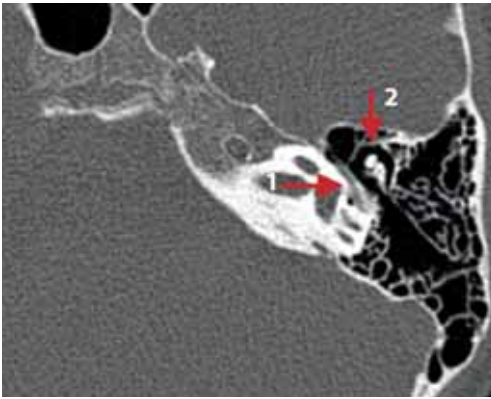
3. das Innenohr mit der Cochlea, dem Vestibulum, Bogengängen und dem inneren Gehörgang.

Der äußere Gehörgang verläuft leicht schräg von vorne unten nach hinten oben. Er verengt sich nicht von außen nach innen, sondern weist ungefähr eine gleichbleibende Lumenweite auf. Der äußere Gehörgang endet mit dem Trommelfell, welches in der CT oft nur als eine sehr dünne weichteildichte Struktur erkennbar ist. Das Trommelfell stellt die Grenze zum Mittelohr dar.

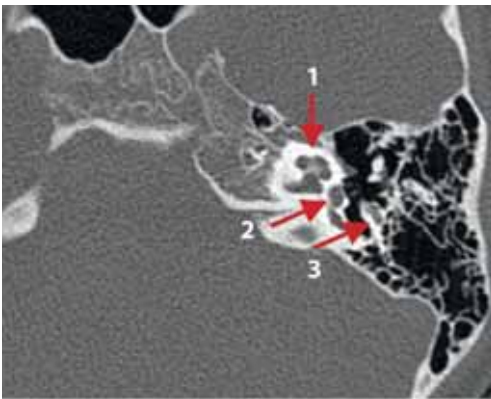
Das Mittelohr (Cavum tympani) kann in 3 Teile gegliedert werden:

1. Epitympanon – vom Tegmen tympani kranialseitig bis in Höhe des Scutum
2. Mesotympanon – nach kaudal vom Epitympanon bis zum unteren Rand des knöchernen äußeren Gehörgangs
3. Hypotympanon – bis zum Boden des Tympanons.

Die vordere Wand der Paukenhöhle bildet die Paries caroticus, in welcher sich der Kanal der A. carotis interna befindet. Die hintere Wand



■ Abb.2: Canalis facialis (1); Articulatio incudomallearis (2).



■ Abb.3: Cochlea (1); Stapes (2), Canalis facialis (3).

ist die Paries mastoideum mit dem Processus mastoideum. Nach unten grenzt die Paukenhöhle an die Fossa jugularis mit dem Bulbus V. jugularis und nach medial an das Labyrinth. Das Tegmen tympani trennt die Paukenhöhle von der mittleren Schädelgrube und bildet die obere Wand. Das Trommelfell (Paries membranaceus) bildet die laterale Wand. Das Cavum tympani und das pneumatische System sind von Schleimhaut ausgekleidet. Die Schallleitung erfolgt vom Trommelfell über den Malleolus (Hammer) zum Incus (Amboss) und von dort

zum Stapes (Steigbügel), der mit seiner Fussplatte den Schall auf das ovale Fenster überträgt (Abb. 2, 3). Die Gehörknöchelchen sind miteinander durch straffe Gelenke verbunden und durch Muskeln (M. tensor tympani, M. stapedius) und Bänder in der Paukenhöhle befestigt. Das ovale und das runde Fenster liegen zwischen Mittel- und Innenohr. Die Stapesfussplatte sitzt im ovalen Fenster (Abb. 3). Dahinter befindet sich das Vestibulum des Innenohres. Das runde Fenster trennt die perilymphhaltige Scala tympani der Hörschnecke vom Mittelohr.

Das Innenohr (vgl. Abb. 1, 3, 4) besteht aus dem Hörorgan (Cochlea) und dem Gleichgewichtsorgan. Das häutige Labyrinth, welches in das knöchernerne eingebaut ist, besteht aus den

drei Bogengängen (Ductus semicircularis), dem Vorhof (Vestibulum) mit Sacculus und Utriculus. Es ist mit Endolymphe gefüllt und wird von Perilymphe umspült. Der innere Gehörgang ist ein ca. 3-6 mm weiter ossärer Kanal und verbindet den Kleinhirnbrückenwinkel mit dem Innenohr.

drei Bogengängen (Ductus semicircularis), dem Vorhof (Vestibulum) mit Sacculus und Utriculus. Es ist mit Endolymphe gefüllt und wird von Perilymphe umspült. Der innere Gehörgang ist ein ca. 3-6 mm weiter ossärer Kanal und verbindet den Kleinhirnbrückenwinkel mit dem Innenohr.

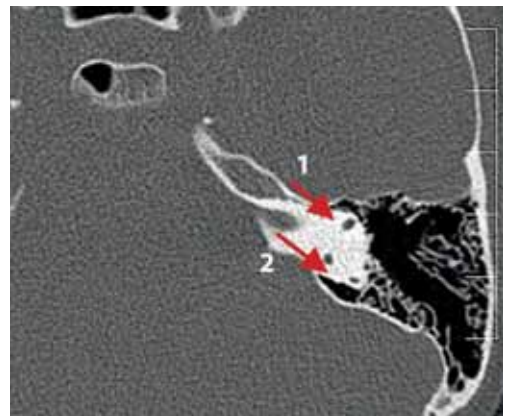
Indikationen für die HRCT-Untersuchung des Felsenbeines sind:

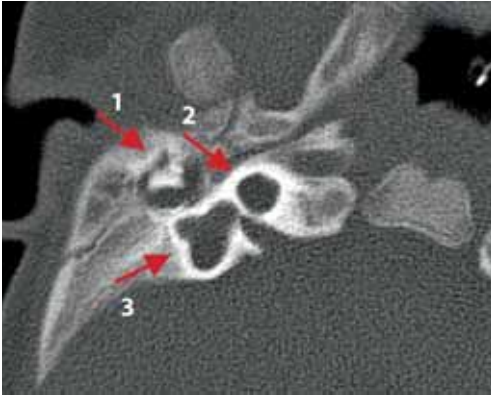
- Missbildungen
- traumatische Läsionen
- Raumforderungen im Bereich des äußeren Gehörganges und des Mittelohres
- postoperativ nach Mittelohroperationen
- Komplikationen einer akuten oder chronischen Otitis media
- Cochleaimplantationsdiagnostik

Kongenitale Veränderungen

Malformationen des äußeren Ohrs, des äußeren Gehörganges und des

■ Abb.4: Canalis semicircularis anterior (1); Canalis semicircularis posterior (2).





■ *Abb. 5: Komplexe Fehlbildung des Mittel- und Innenohres bei einem 6 Mo. jungen Kind. Deutl. verkleinertes nicht pneumatisiertes Cavum tympani (1); rundlich formierte dysplastische Schnecke ohne erkennbare Windungen (2); verplumpte und erweiterte Bogengänge des Labyrinths (3).*

Mittelohrs sowie auch der knöchernen Strukturen des Innenohrs werden sehr gut mit der Computertomographie (HRCT) dargestellt.

Die Fehlbildungen des Außen- und Mittelohres sind oft mit Missbildungen der Ohrmuschel kombiniert. Die Ohrmuschel ist hierbei deutlich kleiner und deformiert. Der äußere Gehörgang kann komplett fehlen oder nur enggestellt sein.

Die Fehlbildungen des äußeren Gehörganges sind oft mit denen des Mittelohres, die sehr variantenreich sind, kombiniert. In vielen Fällen findet man eher ein kleines Cavum tympani (Abb. 5).

In einem solchen Raum können die Gehörknöchelchen rudimentär oder nicht angelegt sein. Bei dysplastischer Anlage sind diese z. T. miteinander oder mit Wänden des Cavum tympani fusioniert. Der N. facialis

kann dann atypisch verlaufen. Darüber hinaus sind Fälle einer Hypo- bzw. Aplasie des N. facialis bekannt.

Der Schweregrad einer Fehlbildung des Innenohres ist mit dem Zeitpunkt der embryonalen Entwicklungsstörung verbunden, die schwersten

Missbildungen entstehen in einer früheren Entwicklungsperiode.

Die ausgeprägteste Missbildung des Innenohrs ist die sog. Michel-Deformität. Diese Fehlbildung ist sehr selten und äußert sich in einem kompletten Fehlen des Innenohrs.

Bei der gemeinsamen Höhlenbildung (common cavity) sind die Cochlea und Labyrinth voneinander nicht differenzierbar. Eine weitere schwere Fehlbildung ist das komplette Fehlen der Cochlea bei normal oder dysplastisch angelegten Vestibulum und Bogengängen.

Die Cochleamissbildung ist als eine Mondini-Dysplasie bekannt (Abb. 5). Die Schnecke besitzt dann nur 1,5 statt 2,5 Windungen bzw. es können die interskalaren Septen fehlen. Bei vielen dieser Patienten liegt neben der Cochleapathologie auch eine Missbildung des Gleich-

gewichtsorganes vor. Bei Fehlen der knöchernen Trennplatte zwischen der Cochlea und dem inneren Gehörgang handelt es sich um das sog. Gusher-Syndrom. Der hohe Druck des Liquors im inneren Gehörgang kann sich dann ungehindert in die Cochlea fortsetzen und zu Hörstörungen führen.

Eine weitere Fehlbildung ist der weite Ductus und Saccus endolymphaticus (large vestibular aqueduct syndrome). Die Patienten haben dabei eine Schallempfindungsstörung. Der erweiterte (mehr als 1,5 mm) D. endolymphaticus ist in der HRCT als ein prominenter Gang dorso-medial des hinteren Bogenganges zu sehen. Diese Fehlbildung kann ebenso mit anderen Missbildungen des Innenohres kombiniert sein.

Auch die Missbildungen des inneren knöchernen Gehörganges können mit der HRCT festgestellt werden. Die Beurteilung der darin verlaufenden nervalen Strukturen erfolgt allerdings mittels einer hochauflösenden MRT.

Entzündliche/tumoröse Prozesse
Bei entzündlichen oder neoplastischen Erkrankungen der Schädelbasis ist die Magnetresonanztomographie zur Abklärung der Ausdehnung und evtl. Charakterisierung des Geschehens in der heutigen Zeit unverzichtbar. Um das genaue Ausmaß der knöchernen Destruktionen einschätzen zu können, wird weiter-

hin die Computertomographie hinzugezogen. Die Computertomographie dient zur exakten Darstellung der knöchernen Beteiligung/Destruktionen im Schädelbasisbereich einschließlich des Felsenbeines bei Kindern mit tumorösen Veränderungen (z. B. eosinophiles Granulom) oder entzündlichen Prozessen (Otitis, Cholesteatom). Die relativ seltene Felsenbeinapizitis kann zu einem Gradenigo-Syndrom (mit Irritationen des N. trigeminus und N. abducens) führen (Abb. 8, 9).

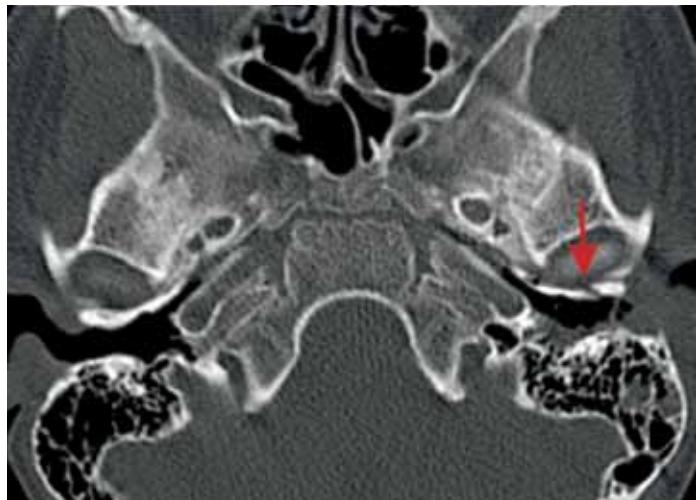
Traumatische Läsionen

Nach wie vor gilt die HRCT als Goldstandard bei Abklärung der traumatischen Läsionen der Schädelbasis einschließlich der evtl. vorliegenden Felsenbeinverletzungen. Die Ausdehnung der Frakturierung kann dabei sehr genau beurteilt werden. Die Felsenbeinfrakturen werden gewöhnlich in Längs- und Querfrakturen bzw. gemischte Typen eingeteilt.

Die Längsfrakturen (Abb. 6, 7) sind 5mal häufiger als Querfrakturen und entstehen durch einen Schlag gegen die Temporalregion. Die Fraktur zieht parallel zu der Felsenbeinachse. Es wird zusätzlich in eine anteriore (vom vorderen Anteil der Temporalis zum Tegmen tympani und zur Pyramidenspitze) und posteriore (vom hinteren Anteil der Temporalis zum Foramen lacerum) unterschieden. Das Trommelfell ist oft zerrissen. Die Querfraktur ver-



■ Abb. 6: Anteriore Längsfraktur des linken Felsenbeines mit Einblutung mehrerer Felsenbeinzellen bei einem 9-jährigen Jungen.

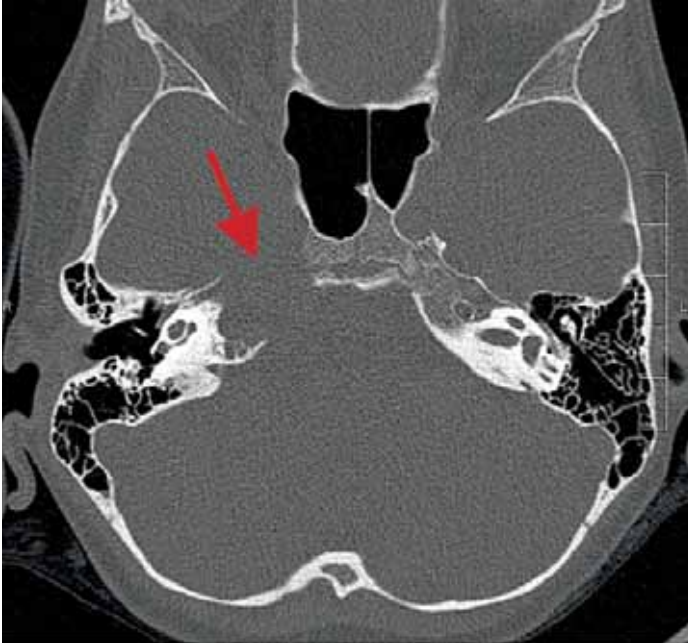


■ Abb. 7: Das gleiche Kind wie Abb. 6. Frakturbeteiligung der Vorderwand des äußeren Gehörganges.

läuft senkrecht zu der Felsenbein-Längsachse. Es gibt mediale (Fraktur durch den inneren Gehörgang) und laterale (durch das knöcherne Labyrinth) Felsenbein-Querfrakturen. Das Trommelfell bleibt intakt. Die Felsenbein-Querfrakturen ge-

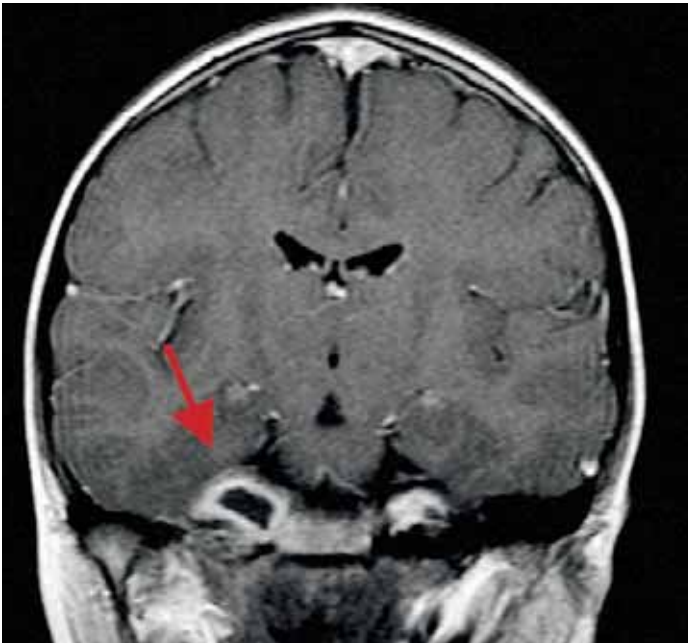
hen meist mit einem sensorischen Hörverlust einher.

Zu den seltenen Verletzungen des Felsenbeines gehört eine isolierte Mastoidfraktur sowie auch eine Beteiligung der Vorderwand des



■ Abb. 8: Ausgedehnte Knochendestruktion im Bereich der rechten Felsenbeinpyramidenspitze i. S. eines Gradenigo-Syndroms bei einem 9-jährigen Mädchen.

■ Abb. 9: T1-SE nach KM-Gabe bei dem Mädchen mit Gradenigo-Syndrom (Abb. 8).



äußeren Gehörganges bei Unterkieferfraktur. U. U. kann es zu Ossikelläsionen kommen, welche sich in Luxationen, Dislokationen bzw. Frakturen äußern. In diesen Fällen kann eine Diagnosestellung schwierig werden, in Fällen einer Schalleitungstörung sollte eine Tympanoskopie erfolgen.

Fazit

Aufgrund der exzellenten räumlichen Auflösung spielt die Computertomographie bei der Darstellung der feinen Strukturen des Gehörganges weiterhin eine wichtige Rolle und wird bei mehreren Fragestellungen heute noch auch bei Kindern eingesetzt. Sie eignet sich am besten zur Darstellung der knöchernen Strukturen des Labyrinths, des Mittelohres sowie des äußeren Ohrs und des pneumatischen Systems. Sie erlaubt exzellent, knöchernen Veränderungen, welche durch einen entzündlichen oder tumorösen Prozess hervorgerufen sind, zu erkennen. Auch bei der Abklärung der angeborenen Abnormitäten des Schläfenbeines nimmt sie eine zentrale Rolle ein.

► Dr. med. Swetlana Krohmer, u.a.
Klinik für Diagnostische
Radiologie der Universität Leipzig
Abteilung Pädiatrische Radiologie
Oststraße 21-25
D - 04103 LEIPZIG