



Hartmut Peter Burmeister, Hans-Joachim Mentzel, Martin Stenzel

Lachen, Eis essen, Balancieren – Verbesserte Bildgebung der Hirnnerven bei 3 Tesla

Der Sommer dieses Jahres neigt sich dem Ende zu, und wir wollen hoffen, dass möglichst viele Kinder die Gelegenheit zum Lachen, Eis essen, Balancieren und Geschichten am Lagerfeuer hören gehabt haben. Diese Dinge sind für viele Kinder – und vielleicht für zu wenige Erwachsene – selbstverständlich. Leider gibt es aber Kinder, für die infolge von Erkrankungen im Bereich des Schläfenbeines diese Dinge nicht selbstverständlich sind.

In einer der kompaktesten Strukturen des menschlichen Körpers – dem Schläfenbein – befindet

Mehrzeilen-Spiral-Technik in der Lage, auch die ganz feinen ossären Strukturen (Gehörknöchelchen) in

diesem Bereich abzubilden. Allerdings können mit der CT relevante Weichteilstrukturen nicht ausreichend dargestellt werden. Zudem basiert diese Methode auf der Anwendung von Röntgenstrahlung, die es insbesondere bei Kindern sehr restriktiv anzuwenden gilt.

Die Darstellung der Hirnnerven und des Vestibulocochlearapparates ist eine Domäne der Magnetresonanztomographie (MRT), allerdings gelingt das heute noch nicht ganz perfekt. Dieser Beitrag konzentriert sich auf die Verbesserung der Darstellung der Hirnnerven mittels MRT bei 3 Tesla und ist somit eher neuroanatomisch-darstellend als klinisch-pathologisch orientiert.

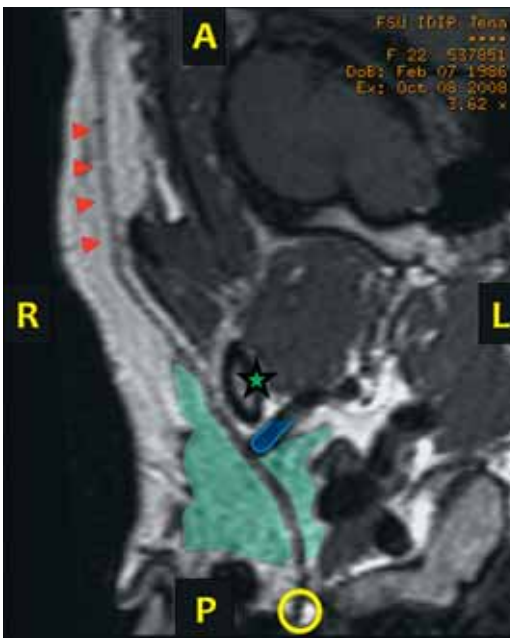
Lachen – Nervus facialis

Für die Innervation der mimischen Muskulatur ist der motorische Nervus facialis zuständig. Er tritt neben dem Nervus vestibulocochlearis aus dem Hirnstamm aus und zieht durch den Kleinhirnbrückenwinkel zum Schläfenbein. Im Schläfenbein zieht er zunächst durch den inneren Gehörgang. In Höhe der Gehörschnecke tritt er in den Fallop'schen Kanal (labyrinthärer Abschnitt) und biegt im Bereich des Ganglion geniculi (äußeres Facialisknie) nach dorsal ab. Der nächste Abschnitt liegt frei im Mittelohr (tympanaler Abschnitt), bevor der Nervus facialis im petrosalen Abschnitt (Felsenbein) nach vertikal umschwenkt (mastoidaler Abschnitt). Er verlässt das Schläfenbein an der Schädelbasis durch das Foramen stylomastoideum und teilt sich in der Ohrspeicheldrüse in die verschiedenen muskulären Äste auf, die zu den Muskeln der mimischen Gesichtsmuskulatur weiterziehen. Bislang war mit der MRT lediglich der Hauptstamm des Nervus faci-

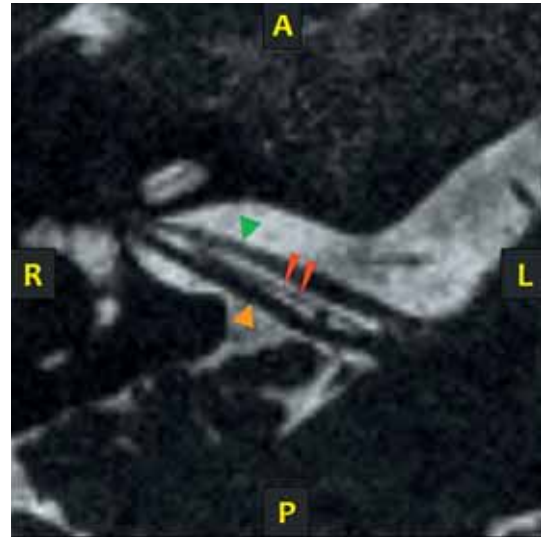


■ Abb. 1: Verlauf des Nervus facialis durch das Felsenbein sowie Abgang des Nervus stapedius in der T1w-Sequenz bei parasagittaler Schichtführung.

sich der Vestibulocochlearapparat und es verläuft eine Reihe von Nerven durch diesen Knochen. Die Strukturen des Schläfenbeines sind aufgrund ihrer Kleinheit und des teilweise diffizilen Aufbaus nur sehr schwer mit bildgebenden Verfahren darzustellen. Die Computertomographie (CT) ist mit der heutigen



■ Abb. 2: Verlauf des Nervus facialis nach dem Austritt aus dem Foramen stylomastoideum durch die Glandula parotis und Übergang in den Ramus frontalis in einer T1w-Sequenz bei paratransversal-gekrümmter Schichtführung.



■ Abb. 3.: Transversale Schicht einer CISS-Sequenz mit Darstellung des Nervus facialis, Nervus intermedius und Nervus vestibulocochlearis im Kleinhirnbrückenwinkel und im inneren Gehörgang.

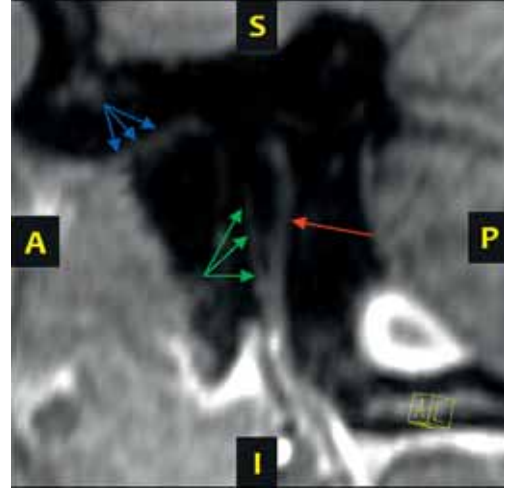
alis (Abb. 1, grüne Pfeilspitzen) in seinem Verlauf bis zum Foramen stylomastoideum (Abb. 1+2, gelber Kreis) darstellbar. Bei 3 Tesla sind mit T1 gewichteten Sequenzen erstmalig auch kleinere Äste im Felsenbein abgrenzbar. Hierzu gehört z.B. der kleinste menschliche Nerv, der Nervus stapedius (Abb. 1, rote Pfeilspitze, 1-2mm Länge), der den gleichnamigen Muskel versorgt und zur Regulierung der Schallübertragung im Mittelohr beiträgt. Insbesondere bei komplexen Operationen im Mittelohr kann eine präzise Darstellung des Nervus facialis für den HNO-Arzt von Vorteil sein. Eine komplette Darstellung der Aufzweigungen der Äste in der Ohrspeicheldrüse (Abb. 2, hellgrünes Areal) gelingt zwar auch bei 3 Tesla nicht in jedem Fall, jedoch ist der Haupt-

stamm und in einigen Fällen auch die kontinuierliche Darstellung einzelner muskulärer Hauptäste, wie zum Beispiel des Ramus frontalis möglich (Abb. 2, rote Pfeilspitzen). Insbesondere die Abgrenzung zu wichtigen Landmarken wie der retromandibulären Vene (Abb. 2, blaue Markierung) und dem Ramus mandibulae (Abb. 2, grüner Stern) sind bei 3 Tesla möglich. Bei chronisch entzündlichen Veränderungen oder tumorösen Raumforderungen kann eine präzise Abgrenzung des Nerven präoperativ eine Schonung des gesamten Facialis oder einzelner Nervenäste im Rahmen einer erforderlichen Operation bewirken.

Eis essen – Nervus intermedius

Neben dem motorischen Nervus facialis dient der Nervus intermedius

der Innervation der Tränendrüse sowie der Speicheldrüsen und über die Chorda tympani ist er des Weiteren zuständig für die Innervation der vorderen 2/3 der Zunge. Bei 3 Tesla ist in der CISS-Sequenz der Nervus intermedius (Abb. 3, rote Pfeilspitzen) erstmals vom Nervus facialis (Abb. 3, grüne Pfeilspitze) und Nervus vestibulocochlearis (Abb. 3, orangene Pfeilspitze) separat abgrenzbar. Die beiden ersten Äste des Nervus intermedius sind der Nervus petrosus major (Abb. 4, grünes Dreieck) und der Nervus petrosus minor (Abb. 4, orangener Stern). Der Nervus petrosus major innerviert mit seinen parasympathischen Fasern die Tränendrüse, die Drüsen der Nasenschleimhaut und des Gaumens sowie des Epipharynx. Seine sensorischen Fasern in-



■ Abb. 4: Abgang des Nervus petrosus major et minor in der transversalen T1w-Sequenz.

■ Abb. 5: Abgang der Chorda tympani sowie die Glaser'sche Spalte in der sagittalen T1w-Sequenz.

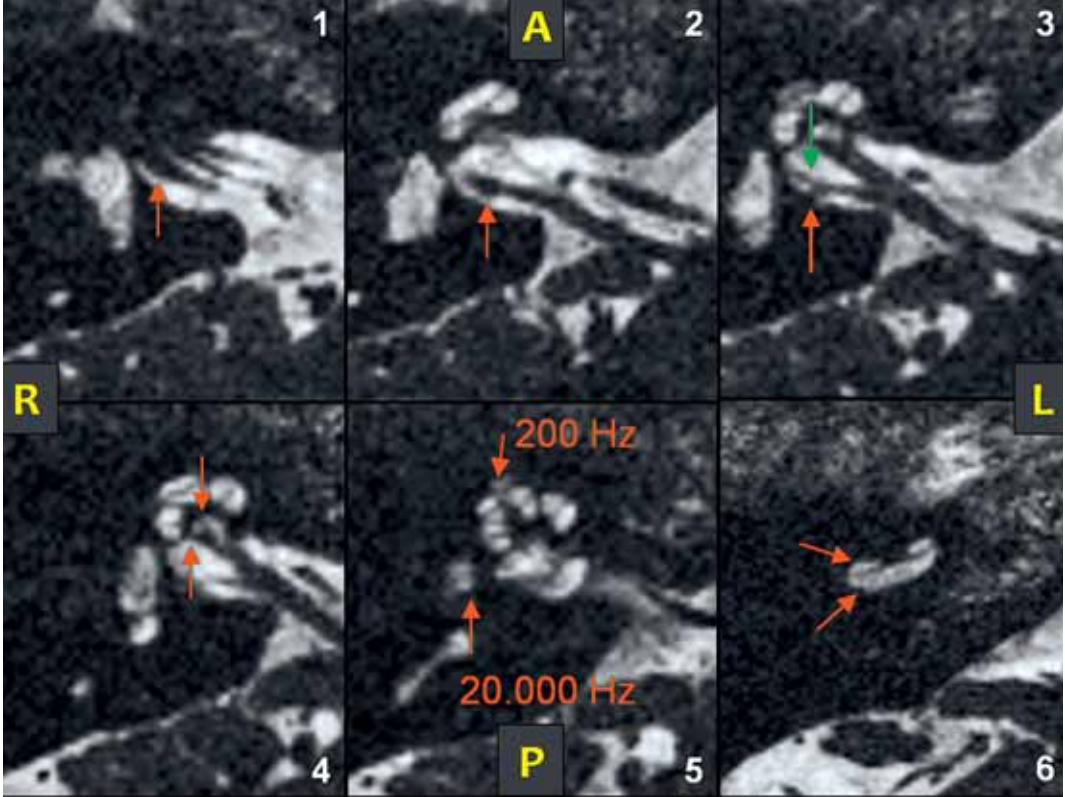
nerveren die Geschmacksknospen des weichen Gaumens. Der Nervus petrosus major ist bereits auch bei 1,5 Tesla darstellbar gewesen. Sein kleiner Bruder, der Nervus petrosus minor, der mit seinen parasympathischen Fasern die Ohrspeicheldrüse versorgt, ist bei 3 Tesla in der T1 gewichteten Sequenz zusätzlich abgrenzbar. Als letzter Ast, der erstmals mit 3 Tesla abgrenzbar wird, sei die Chorda tympani erwähnt. Kurz bevor der Nervus intermediofacialis (Abb. 5, roter Pfeil) aus dem Foramen stylomastoideum austritt, zweigt die Chorda tympani ab (grüne Pfeile). Sie zieht durch das Mittelohr zwischen Hammer und Amboss hindurch und verlässt durch die Glaser'sche Spalte (Abb. 5, blaue Pfeile, Fissura petrotympanica) die Schädelbasis. Die Chorda tympani führt parasympathische Fasern für die Sekretion der Unterkiefer- und Unterzungendrüsen (Glandula submandibularis und Glandula sublingualis) und leitet sensorische Geschmacksreize und sensible Reize der vorderen 2/3 der Zunge. Die

Bildgebung des Nervus intermedius und seiner Nervenäste könnte in Zukunft nicht nur unter dem Aspekt der verbesserten präoperativen Bildgebung vor Operationen im Kleinhirnbrückenwinkel relevant sein. Dem Radiologen wenig bekannt, jedoch dem versierten HNO-Arzt vertraut sind zum Beispiel Abgangsvariationen der Chorda tympani, die in seltenen Fällen bei der Mittelohr-Chirurgie relevant werden.

Balancieren und Geschichten hören – Nervus vestibulocochlearis

Die Innervation des Gleichgewichtsorganes und des Hörorganes erfolgt über den Nervus vestibularis superior und inferior sowie über den Nervus cochlearis. Die Darstellung der Hauptstämme dieser drei Nerven gelingt bei 1,5 Tesla durch Akquisition einer CISS-Sequenz. Aufgrund der höheren Auflösung ermöglicht die verbesserte Darstellung bei 3 Tesla jetzt auch die Darstellung des Ganglion vestibulare (Scarpa's Ganglion) und der basalen Anteile des Ganglion spirale (Corti). Das Gan-

glion vestibulare superior (Innervation von Utriculus, oberem und lateralem Bogengang) ist nicht nur vom Ganglion vestibulare inferior abgrenzbar (Abb. 6, obere Reihe, Bild 1 + 2). Auch der aus dem Ganglion vestibulare inferior nach ventral abgehende Nervus saccularis (Abb. 6, obere Reihe, Bild 3, grün) ist vom Nervus ampullaris posterior unterscheidbar (Abb. 6, obere Reihe, Bild 3, rot). Das Ganglion spirale ist in seinen basalen Anteilen (Abbildung 6, untere Reihe, Bild 4) ebenso gut zu differenzieren wie die apikale und basale Windung der Cochlea (Abb. 6, untere Reihe, Bild 5). Somit werden die Regionen für das gesamte Hörspektrum von 200Hz bis 20.000Hz in den drei Windungen der Gehörschnecke lokalisierbar (Abb. 6, untere Reihe, Bild 5). Des Weiteren lässt sich die Scala vestibuli (oben) von der Scala tympani (unten) präzise unterscheiden (Abb. 6, untere Reihe, Bild 6). Eine Abgrenzung der Scala media und des Corti'schen Organs ist bislang nicht möglich. Eine genaue



■ Abb. 6: Darsellung von Nervus vestibularis superior et inferior, Nervus cochlearis sowie deren Ganglien und der Cochlea in transversaler Schichtführung einer CISS-Sequenz.

bildgebende Diagnostik des Nervus vestibulocochlearis und auch des Vestibulocochlearapparates ist bei Kindern mit angeborener oder erworbener Hör- beziehungsweise Gleichgewichtsstörung besonders wichtig und kann die weiterführende Therapie maßgeblich beeinflussen. Insbesondere liefert der Hinweis auf eine Fehlbildung entscheidende Hinweise auf das weitere Prozedere bei der Planung einer Versorgung mit einem Innenohrhörgerät (Cochlear-Implant). Die Durchführung einer MRT Untersuchung bei Kindern ist, abgesehen von den bekannten Kontraindikationen gegen eine MRT Untersuchung, an weitere, erschwerte Bedingungen gebunden. Die altersbedingt ent-

sprechend begrenzte Kooperation der kleinen Patienten erfordert eine möglichst kurze Untersuchungsdauer. Mit jeweils 8 Minuten Dauer für die Akquisition der T1 gewichteten Sequenz sowie der CISS Sequenz wird bei einer Schichtdicke von 0,6 mm beziehungsweise 0,4 mm ein absolutes Höchstmaß an das „Still-liegenbleiben-Vermögen“ der Kinder gefordert. Dies ist mitunter nur in Narkose oder bei optimaler Vorbereitung und Betreuung der Kinder zu erreichen. Die Ergebnisse der ersten Erfahrungen der Verbesserung der Bildgebung von Nervus vestibulocochlearis und Nervus intermediofacialis sowie des Vestibulocochlearapparates bei 3 Tesla bedürfen weiterer wissen-

schaftlicher Evaluation sowie einer Optimierung der Untersuchungszeit. Es muss die Anstrengung der radiologischen Forschung in diesem Bereich sein, dies bis zum routinemäßigen Einsatz der 3 Tesla MRT für die kleinsten unserer Patienten zu erreichen, damit möglichst viele von ihnen in der Zukunft lachen, Eis essen, balancieren und Geschichten hören können.

► Dr. med.
Hartmut Peter Burmeister, u.a.
Institut für Diagnostische
und Interventionelle Radiologie
Universitätsklinikum Jena
Erlanger Allee 101
D-07740 JENA