

ÜBERSICHTSARBEIT

Bildgebende Verfahren in der Kopf-Hals-Diagnostik

Florian Dammann, Friedrich Bootz, Mathias Cohnen, Stefan Haßfeld, Marcos Tatagiba, Sabrina Kösling

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund: Aufgrund der komplexen Anatomie ist die konventionelle Projektionsradiographie im Kopf-Hals-Bereich wenig zuverlässig und mit einem beträchtlichen Risiko für Fehldiagnosen verbunden. Infolge der schlechten Nutzen-Risiko-Relation wurde dieses Verfahren bis auf wenige Ausnahmen von der Schnittbild diagnostik abgelöst.

Methode: Es erfolgte eine selektive Literaturrecherche in PubMed. Die Suche schloss Publikationen aus dem Zeitraum Januar 1980 bis Mai 2013 ein, unter Berücksichtigung nationaler und internationaler Leitlinien.

Ergebnisse: Die bildgebende Diagnostik in der anatomisch anspruchsvollen Kopf-Hals-Region bedarf nach einer gründlichen klinischen Untersuchung der gezielten Indikationsstellung. Konventionelle Röntgenbilder sind einfach zu erstellen, können aber in vielen Fällen die Fragestellung nicht beantworten oder führen zu verwirrenden Fehlinformationen. Die Computertomographie (CT) bietet das beste Nutzen-Risiko-Profil mit hoher diagnostischer Aussagekraft, allerdings sind nicht überall Niedrigdosis-Protokolle etabliert. Die Magnetresonanztomographie (MRT) zeichnet sich durch die beste Knochen- und Weichteildiagnostik aus, ist aber aufwendiger. Bei der digitalen Volumentomographie handelt es sich ebenfalls um ein dreidimensionales Schnittbildverfahren mit hoher Ortsauflösung und mit meist niedriger, allerdings geräteabhängig unterschiedlicher Strahlenexposition und Bildqualität. Weichteile sind nicht beurteilbar. Die Sonographie kann im Kopf-Hals-Bereich zur Beurteilung oberflächiger Strukturen herangezogen werden. Bei Schilddrüsenerkrankungen und bei Krebserkrankungen können nuklearmedizinische Verfahren eingesetzt werden.

Schlussfolgerung: Entzündliche, traumatologische und tumoröse Erkrankungen werden gemäß leitliniengerechter Anwendung mit der Schnittbild diagnostik (CT, MRT) abgeklärt. Klassische Röntgenaufnahmen sollten nur noch in der Zahndiagnostik und in wenigen Ausnahmefällen erfolgen.

► Zitierweise

Dammann F, Bootz F, Cohnen M, Haßfeld S, Tatagiba M, Kösling S: Diagnostic imaging modalities in head and neck disease. Dtsch Arztebl Int 2014; 111: 417–23. DOI: 10.3238/arztebl.2014.0417

Institut für Radiologie und Nuklearmedizin, Alb Fils Kliniken, Klinik am Eichert, Göppingen: Prof. Dr. med. Dammann

Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde/Chirurgie, Universität Bonn: Prof. Dr. Dr. h. c. Bootz

Institut für klinische Radiologie, Städtische Kliniken Neuss – Lukaskrankenhaus – GmbH, Neuss: Prof. Dr. med. Cohnen

Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie – Plastische Operationen – Universität Witten/Herdecke, Klinikum Dortmund gGmbH, Klinikzentrum Nord: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Haßfeld

Klinik für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Tübingen: Prof. Dr. med. Tatagiba

Universitätsklinik für Diagnostische Radiologie, Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg Halle: Prof. Dr. med. Kösling

Zu Zeiten, als nur konventionelle Röntgenmethoden zur Verfügung standen, hatte die bildgebende Diagnostik bei einer Vielzahl von Erkrankungen der Kopf-Hals-Region einen geringen Stellenwert, weil sie bisweilen zu falschen Schlussfolgerungen führte (1). Erst die Einführung der modernen Schnittbildverfahren ermöglichte eine präzise, überlagerungsfreie und maßstabgetreue Darstellung der Anatomie mit hoher Orts- und Kontrastauflösung (2).

Neben der Ausbreitung von Erkrankungen zeigen Schnittbilder auch anatomisch bedingte Gefahrenpunkte für eine Operation, auf deren Grundlage eine valide Auswahl und genaue Planung des therapeutischen Vorgehens vorgenommen werden kann (3). Aus diesem Grund hat vor allem die Computertomographie (CT) wesentlich zur Entwicklung der endoskopischen und anderer minimal-invasiver Operationsverfahren beigetragen und ist daher heute unverzichtbarer Bestandteil jeder präoperativen Vorbereitung (4–7).

Die Ultraschall diagnostik hat aufgrund einer verbesserten Bildqualität inzwischen einen hohen Stellenwert bei der Diagnostik der Speicheldrüsen und der Halsweichteile erlangt.

In den letzten Jahren ist die digitale Volumentomographie (DVT) als weiteres röntgenbasiertes Schnittbildverfahren für Zahn- und Knochenstrukturen des Schädels hinzugekommen. Der klinische Wert der Methode ist im Bereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde sowie der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie für die Hochkontrast diagnostik anerkannt und wird derzeit für andere Fachgebiete noch evaluiert (8, 9).

Obschon die geringe Aussagekraft der klassischen Projektionsradiographie mit entsprechend irreführenden Interpretationsmöglichkeiten in wissenschaftlichen Publikationen seit drei Dekaden vielfach dokumentiert ist und Leitlinien aller Fachgesellschaften die konventionelle Röntgendiagnostik mit Ausnahme der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde nicht mehr oder nur noch mit erheblichen Einschränkungen enthalten, teils auch konkret davon abraten, werden in der Praxis immer noch zahlreiche Standard-Röntgenaufnahmen angefertigt. Zu den Gründen hierfür zählen möglicherweise die niedrige Strahlenexposition, die niedrigen Herstellungskosten und die scheinbare „Übersichtlichkeit“ der anatomischen Darstellung. Hierbei wird das Risiko der Täuschung durch Projektionseffekte auch für Geübte unterschätzt und das tatsächliche Nutzen-Risiko-Ver-

hältnis der heute verfügbaren diagnostischen Methoden nicht adäquat berücksichtigt (1, 9–28).

Auch der Verweis auf eine höhere Expositions-dosis bei der CT im Vergleich zur Projektionsradiographie beruht in der pauschalisierten Weise eher auf Situationen/Bedingungen, die der Vergangenheit angehören. Die Expositions-dosis der CT ist in einem weiten Regelbereich von der Fragestellung abhängig: Während zur Weichteildiagnostik mit intravenöser Kontrastmittelgabe eine Dosis verwendet wird, die mit aktueller Strahlenschutztechnik nur circa 30 % der Dosis von vor 15 Jahren beträgt, ist der Dosisbedarf zur reinen Hochkontrast-Diagnostik, zum Beispiel zur Untersuchung von Knochen, Nasennebenhöhlen oder Zähnen, heute ähnlich gering wie der einer herkömmlichen Röntgenuntersuchung (29–32).

In der Praxis kommt es immer wieder zu Anfragen, wann Röntgenaufnahmen in der Kopf-Hals-Region noch durchgeführt werden sollten. Der offensichtliche Informationsbedarf soll im vorliegenden Beitrag aufgegriffen werden (*Kasten, eTabelle*).

Methoden

Dem Beitrag liegt eine selektive Literaturrecherche in PubMed zugrunde, die mehrere Tausend Treffer ergab. Die klinische Bedeutung der so gefundenen Publikationen wurde jeweils anhand des Journals, des Titels und des Abstracts eingestuft. Mangels randomisierter Studien oder Cochrane Reviews handelt es sich überwiegend um Beobachtungsstudien und um die derzeit aktuellen Leitlinien der am jeweiligen klinischen Thema beteiligten Fachgesellschaften, der Strahlenschutz-Kommission (SSK) und anderer deutscher und internationaler Institutionen.

Projektionsradiographie

Die Projektionsradiographie („konventionelles Röntgen“) ist heute – mit Ausnahme weniger Spezialindikationen und zur Diagnostik im Zahn- und Kieferbereich – als obsolet für Untersuchungen im Kopf-Hals-Bereich einzustufen und wurde durch Schnittbildverfahren ersetzt (9, 10, 33, 34).

Ob und welche bildgebende Diagnostik bei Erkrankungen im Kopf-Hals-Bereich indiziert ist, ist sowohl in Leitlinien internationaler und deutscher Fachgesellschaften als auch in den Empfehlungen der SSK weitgehend übereinstimmend definiert (8–10, 33–40).

Nasennebenhöhlen

Die Standard-Röntgenuntersuchung der Nasennebenhöhlen (NNH) umfasst je eine Aufnahme in okzipitofrontaler und okzipitomentaler Projektion. Sie ist zwar einfach und schnell durchzuführen, meist lassen sich jedoch pathologische Weichteilverschattungen nicht von Projektionseffekten der individuell sehr unterschiedlich geformten und pneumatisierten NNH unterscheiden. Die Aussagekraft der Aufnahmen ist deshalb sehr eingeschränkt und aufgrund potenziell irreführender Interpretationsmöglichkeiten mit einem unzureichenden Nutzen-Risiko-Verhältnis sowohl im Hinblick

auf den Ausschluss als auch die Diagnose – zum Beispiel einer Sinusitis – behaftet (*Abbildung 1*) (9–11, 13–23, e1). In aktuellen Leitlinien wird die konventionelle Röntgenuntersuchung der NNH deshalb als „nicht empfohlen“ klassifiziert (9, 10). Ist eine bildgebende Diagnostik notwendig, werden heute stattdessen moderne Schnittbildverfahren empfohlen (9, 10, 13, 19, 22, e2). Insbesondere zum „Screening“ – wie zum Beispiel zur Abklärung von Kopfschmerzen oder zystischer Fibrose bei Kindern (33, e3), Asthma oder Allergien (e4) – und zur Suche bei unklarer entzündlicher Symptomatik beziehungsweise zum Ausschluss eines Fokus bei Risikogruppen ist die Übersichtsaufnahme der Nasennebenhöhlen nicht indiziert (e5, e6).

Häufigste klinische Erkrankung der NNH und von erheblicher volkswirtschaftlicher Bedeutung ist die Rhinosinusitis. Die Diagnose einer akuten Rhinosinusitis wird nach der aktuellen Leitlinie der DGHNO (9, 10) anhand klinischer Kriterien gestellt, die in der Regel keiner Bestätigung durch bildgebende Verfahren bedarf. Bei vermuteten Komplikationen wie zum Beispiel Muko- und Pyozelen oder einer Ausdehnung über die Grenzen der NNH hinaus sind die Magnetresonanztomographie (MRT) für intrakranielle und die CT für lokale, zum Beispiel orbitale Komplikationen, primäre Methoden der Wahl (9, 10).

Bei der chronischen Rhinosinusitis ist die CT in Niedrigdosis-Technik die primäre bildgebende Methode der Wahl (9, 10). Wichtig ist, der CT-Untersuchung eine antibiotische Therapie vorzuschalten, die eventuelle akute Entzündungsanteile eliminiert. Die präoperative CT dokumentiert das Ausmaß und die Lokalisation der chronischen, auf konservative Therapie nicht ansprechende entzündlichen Veränderungen sowie anatomische Varianten, die Ursache einer Sinusitis oder auch Gefahrenpunkte für die heute übliche minimal-invasive endoskopische Operation sein können (4, 5, 41, e7).

Beim Einsatz der DVT für diese Indikation berichten erste Publikationen über die klinische Gleichwertigkeit zur CT bei Verwendung geeigneter Geräte und Einstellungen (e8, e9). Als alternatives Verfahren ohne ionisierende Strahlung kann die MRT verwendet werden. Bei Verdacht auf eine tumoröse oder granulomatöse Erkrankung ist die MRT mit Kontrastmittel Methode der ersten Wahl.

Schädel

Am häufigsten wurde die Projektionsradiographie des Schädels in der Traumadiagnostik angewendet. Bereits in den 1980er Jahren zeigten jedoch mehrere Studien übereinstimmend, dass bei dieser Indikation die Schädelübersichtsaufnahme sowie die Hinterhauptaufnahme keinen Nutzen hat, sondern das Risiko einer relevanten Fehlinformation birgt (1, 24–28). Wesentlicher Grund hierfür ist die geringe Korrelation einer projektionsradiographisch erkennbaren Kalottenfraktur mit einer intrakraniellen Verletzung (26), weil nicht die Kalottenfraktur als solche, sondern die intrakranielle Blutung die klinisch entscheidende Diagnose ist. Jend et al. fanden nur bei 40 % der Patienten mit Kalotten-

fraktur auch eine intrakranielle Verletzung, wohingegen bei 44 % der Patienten mit intrakranieller Verletzung keine Kalottenfraktur erkennbar war (26). Für den Fall der Notwendigkeit einer bildgebenden Diagnostik ist deshalb zwingend die CT die Methode der Wahl (27, e10, e11).

Als Ausnahmen mit weiterhin gerechtfertigter Indikation zur Durchführung von Projektionsaufnahmen gelten eine Ausschlussdiagnostik isolierter Frakturen des Jochbogens, des Kieferkörpers oder des Nasenbeins sowie Schädelröntgenaufnahmen zur Diagnostik von Anomalien und prämaternen Synostosen, zum Nachweis eines Pneumencephalons nach intracranialen Eingriffen, zur Suche nach möglichen metallischen Fremdkörpern vor einer MRT-Untersuchung und zur Einstellungskontrolle von Ventrikelshunts (34).

Orbita

Auch die Projektionsradiographie der Orbita wurde fast ausschließlich in der Traumadiagnostik eingesetzt. Die Methode weist jedoch eine Sensitivität von lediglich 15–50 % im Nachweis von Frakturen auf und kann deshalb falsche therapeutische Entscheidungen provozieren (1, 18, e12). Sie ist inzwischen vollständig von der Schnittbilddiagnostik abgelöst. Als Ausnahme kann sie alternativ zur Schädelröntgenaufnahme zum Ausschluss metallhaltiger Fremdkörper vor einer MRT-Untersuchung eingesetzt werden (1, 34). In den AWMF-Leitlinien ist die konventionelle Röntgenuntersuchung der Orbita nicht mehr aufgeführt und somit für die orbitale Diagnostik obsolet (9).

Bildgebende Methode der Wahl beim Trauma der Orbita beziehungsweise des Mittelgesichts einschließlich der Schädelbasis ist die Dünnschicht-CT (9). Aus dem Datensatz werden multiplanare und dreidimensionale Rekonstruktionen berechnet, die alle Details der häufig das gesamte Mittelgesicht betreffenden komplexen Frakturkonstellationen präzise und übersichtlich darstellen.

Bei der Abklärung von Sehstörungen werden als bildgebende Verfahren die MRT oder CT mit Erfassung der Orbita und des vollständigen Neurokraniums eingesetzt (9). Zur Tumordiagnostik ist nach augenärztlich durchgeführtem Ultraschall die MRT bildgebende Methode der ersten Wahl (9). Dies gilt insbesondere auch bei der endokrinen Orbitopathie (9). Die CT kann als weiterführende Methode zum Nachweis von Verkalkungen oder knöchernen Veränderungen hilfreich sein (9).

Schläfenbein

Die wichtigsten projektionsradiographischen Untersuchungen des Schläfenbeins sind als Aufnahmen nach Schüller oder Stenvers bekannt. Die Stenvers-Aufnahme wird heute noch zur Dokumentation der Lage des Elektrodenträgers nach Cochlea-Implantat verwendet. Für jede andere Indikation ist sie obsolet. Aufnahmen nach Schüller erlauben eine grobe Abschätzung des Pneumatisationsgrades des Mastoids. Ob jedoch eine reduzierte Pneumatisation durch eine Fehlbildung, eine Tympanosklerose oder eine blande oder aggressive chronische

KASTEN

Wesentliche Vor- und Nachteile der bildgebenden Untersuchungsmethoden im Kopf-Hals-Bereich

● Sonographie

- + breite Verfügbarkeit
- + keine Exposition durch ionisierende Strahlen
- auf oberflächliche Regionen beschränkt
- die diagnostische Aussagekraft hängt vom Untersucher ab

● Nuklearmedizinische Verfahren

- + Ganzkörper-Diagnostik
- + funktionelle Diagnostik
- eingeschränkte morphologische Information
- malignomspezifischer Wert der Positronenemissionstomographie (PET) nicht allgemein anerkannt

● Röntgen

- + niedrige Kosten
- + geringe Strahlenexposition
- schlechtes Nutzen-Risiko-Profil aufgrund hoher diagnostischer Unsicherheit durch Projektionseffekte
- deshalb beschränkt auf bestimmte Indikationen (zum Beispiel Zahndiagnostik)

● Computertomographie (CT)

- + 3-D-Schnittbildverfahren mit hoher Diagnosekraft
- + breite Verfügbarkeit
- + bestes Nutzen-Risikoprofil für Regelversorgung
- Niedrigdosis-Protokolle noch nicht überall etabliert

● Digitale Volumentomographie (DVT)

- + 3-D-Schnittbildverfahren
- + hohe Ortsauflösung
- + meist niedrige Strahlenexposition (jedoch: geräte- und bedienerabhängig)
- Beurteilbarkeit von Weichteilen nicht möglich, daher unter anderem keine Tumordiagnostik

● Magnetresonanztomographie (MRT)

- + 3-D-Schnittbildverfahren mit der höchsten diagnostischen Aussagekraft
- + beste Weichteildiagnostik
- + keine Strahlenexposition
- hohe Geräteanforderungen

Entzündung verursacht ist, kann nicht unterschieden werden. Die heute bisweilen noch anzutreffende Durchführung einer Schüller-Aufnahme bei Mastoiditisverdacht oder chronischer Mittelohrentzündung ist deshalb medizinisch nicht zu rechtfertigen (e13, e14).

Schläfenbeinröntgenaufnahmen sind ebenfalls ungeeignet für die präoperative Darstellung individueller anatomischer Verhältnisse. Operationstechnisch relevante Normvarianten sind aufgrund von Projektionseffekten nicht hinreichend sicher identifizierbar und quantifizierbar (*Abbildung 2*). Völlig ungeeignet sind Projektionsradiographien zur Diagnostik beim Schläfenbeintrauma, von Fehlbildungen und Tumoren. Sie

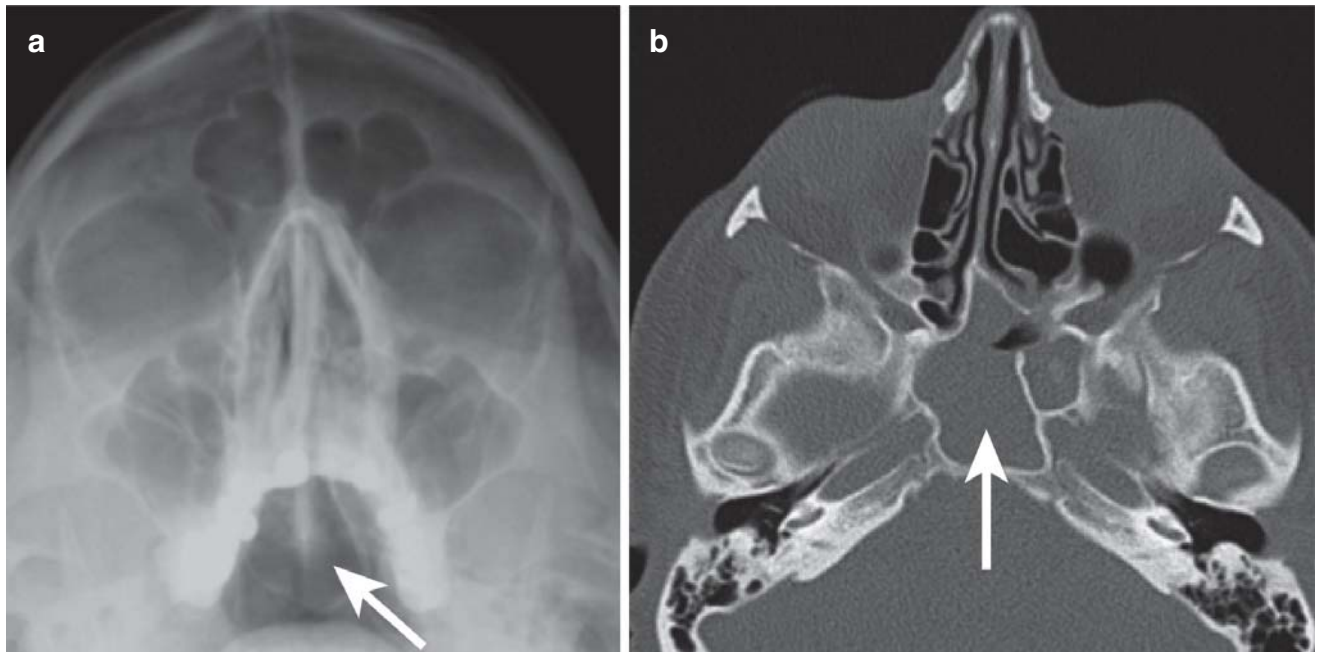


Abbildung 1: Nasennebenhöhlen-Untersuchung. a) Röntgen in okzipito-mentaler Projektion. b) zeitnah angefertigtes axiales Computertomogramm (CT) desselben Patienten. Die CT weist eindeutig eine Verschattung des Sinus sphenoidalis mit leichter Wandsklerose nach (Pfeil), die Röntgenaufnahme dagegen zeigt trotz guter technischer Qualität fälschlich einen unauffälligen Befund.

sind hier von der Schnittbilddiagnostik abgelöst, die indikationsabhängig mit der CT, DVT oder der MRT erfolgt (9, 10, 34, e13, e15, e16).

Die CT ist zur Traumadiagnostik, zur Diagnostik aggressiver entzündlicher Erkrankungen oder anderer extrakranieller Prozesse, bei der Abklärung von Schallleitungs- oder kombinierter Schwerhörigkeit und zur Planung von Implantaten und anderen operativen Eingriffen zu bevorzugen. Die alternative Nutzung der DVT anstelle der CT ist vereinzelt bei der Planung einer Cochlear-Implantation beschrieben (e8, e17). Eine abschließende Bewertung der DVT für die genannte Indikation ist jedoch noch nicht möglich.

Bei Anomalien des Innenohrs, bei Schallempfindungsschwerhörigkeit und Taubheit sowie zur Abklärung von Schwindelerkrankungen und intrakraniellen Prozessen ist die MRT Methode der Wahl.

Zahn-/Kiefer-Bereich

Primäres bildgebendes Verfahren für eine Untersuchung der Zähne und des Kiefers ist die Projektionsradiographie in Form intraoraler Zahnaufnahmen oder der (extraoralen) Panoramaschichtaufnahme (Orthopantomogramm, OPG). Die intraorale Zahnaufnahme erlaubt bei endodontalen und parodontalen Erkrankungen eine Diagnostik mit hoher Ortsauflösung und minimaler Strahlenexposition. Das OPG bietet eine übersichtliche Darstellung des gesamten Zahnstatus einschließlich des zugehörigen Kieferknochens mit geringer Dosis. Zahnaufnahmen und OPG werden neben der Diagnostik entzündlicher Erkrankungen bislang auch noch bei kieferorthopädischen Fragen, zur Traumadia-

gnostik, bei unklarer klinischer Symptomatik und zur Initialdiagnostik bei der Planung von Zahnimplantaten verwendet; Fernröntgen-Seitaufnahmen werden fakultativ bei der orthognathen Chirurgie genutzt.

Bei ausgedehnten Zysten und anderen benignen oder malignen Kieferläsionen ist eine Schnittbilddiagnostik indiziert (8, 9, 38). Gleiches gilt für die Traumadiagnostik, wenn weitere Bereiche des Mittelgesichts mitbetroffen sein könnten (8, 9, 38). Auch zur Implantatplanung wird zunehmend die Schnittbilddiagnostik verwendet (8, 9, 38). Diese erlaubt im Vergleich zur Projektionsradiographie eine genauere Beurteilung der Knochensubstanz, eine exakte Vermessung nicht nur der Kieferhöhe sondern auch der Kieferbreite, eine dreidimensionale Lokalisation des Nervenkanals im Unterkiefer und die Beurteilung der Lagebeziehung der Kieferhöhlen im Oberkiefer sowie dort möglicherweise vorhandener Entzündungen.

Bei dentalen Traumata ist die DVT der konventionellen Röntgendiagnostik mit Zahnfilm und Panoramaschichtaufnahme überlegen (e18).

Zur Schnittbilddiagnostik wird vorzugsweise die CT oder die DVT eingesetzt. Beide Methoden unterliegen aus strahlenhygienischen Gründen den gleichen Einschränkungen (8, 38).

Bei der Abklärung im Hinblick auf eine Osteomyelitis, tumoröse Veränderungen oder bei der Diagnostik einer Osteonekrose der Kiefer sind im Hochkontrastbereich die CT und die DVT der konventionellen Diagnostik überlegen (8, 38). Die MRT ist bei diesen Erkrankungen allerdings als bildgebende Methode mit der höchsten diagnostischen Aussagekraft zu bevorzugen (9).

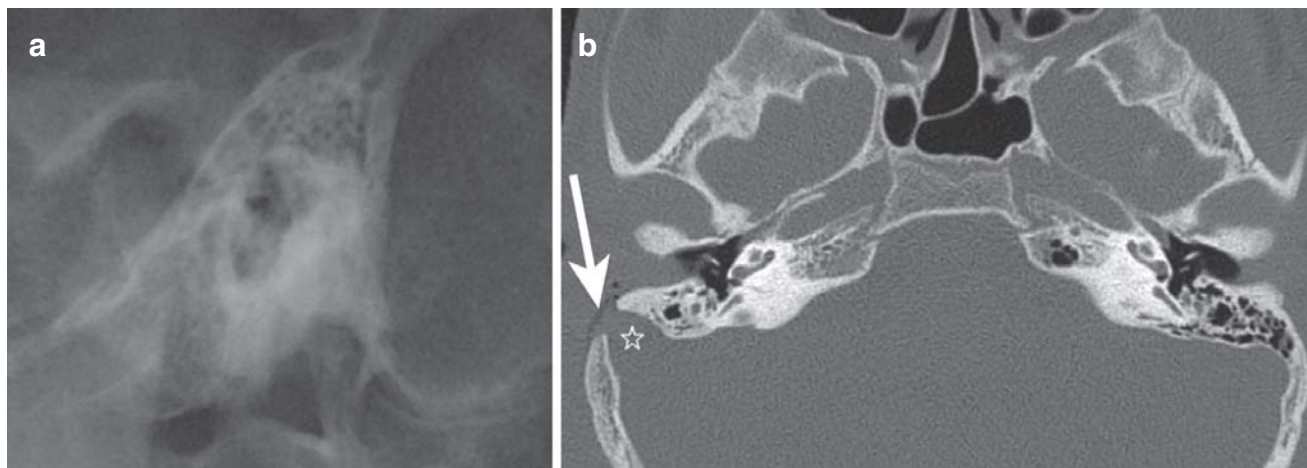


Abbildung 2: Untersuchung des Felsenbeins. a) Projektionsaufnahme nach Schüller. b) axiale Computertomographie (CT). Die wegen Mastoiditisverdachts angefertigte präoperative Röntgenaufnahme zeigt lediglich einen geringen Pneumatisationsgrad des Schläfenbeins. Zu Beginn des Mastoidabträsens wurde eine pulsierende bläuliche Struktur sichtbar. Die Operation wurde daraufhin abgebrochen. Die anschließend zur Klärung durchgeführte CT zeigte als Normvariante einen stark lateralierten Sinus sigmoideus (Stern) mit einer operationsbedingten knöchernen Dehiszenz (Pfeil). Diese relevante Normvariante ist auch bei erneuter Analyse des Röntgenbildes nicht erkennbar.

Andere bildgebende Verfahren

Sonographie

Der diagnostische Wert der Sonographie im Kopf-Hals-Bereich liegt vor allem in der Beurteilung oberflächlicher Regionen. Hierzu zählen insbesondere die Untersuchung der Speicheldrüsen, der Schilddrüse, der großen Blutgefäße und oberflächlich gelegener vergrößerter Lymphknoten und anderer pathologischer Läsionen (9, 10, 34, e19).

Ein Sekretspiegel oder ein Empyem der Kieferhöhle als fakultatives Zeichen einer akuten Sinusitis kann mittels Sonographie (B-Mode) nur erschwert darstellbar sein (10). Die Sinus ethmoidales und sphenoidalis sind der Sonographie anatomisch bedingt nicht zugänglich. Insgesamt ist die Wertigkeit des Ultraschalls in der Diagnostik der Rhinosinusitis damit sehr eingeschränkt und hängt stark von der Erfahrung des Untersuchers ab (10). Bei chronischer Sinusitis ist die Sonographie nicht indiziert (9, 10, 34).

Nuklearmedizinische Diagnostik

Nuklearmedizinische Methoden haben einen hohen Stellenwert in der Diagnostik von Schilddrüsenerkrankungen. Die Knochenszintigraphie kann eingesetzt werden, wenn im Rahmen chronischer entzündlicher oder maligner Erkrankungen nach einer Beteiligung des Gesichtsschädels oder weiterer Skelettanteile gesucht wird. Einen diagnostischen Zugewinn kann die PET oder PET-CT beziehungsweise PET-MRT im Staging und in der Verlaufskontrolle maligner Kopf-Hals-Tumoren liefern (34). Nach Einschätzung des Instituts für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) ist allerdings eine hinreichend deutliche Verbesserung der Diagnostik durch die PET anhand der verfügbaren wissenschaftlichen Publikationen nicht belegbar (e20), so dass keine generelle Kostenübernahme durch die gesetzliche Krankenversicherung erfolgt.

Computertomographie

Die CT ist die zurzeit für alle Indikationen meistgenutzte bildgebende Modalität der Kopf-Hals-Region (9, 10). Bei Verwendung des Spiral-CT-Modus wird hierzu nur noch ein dünnschichtiger axialer Volumendatensatz akquiriert, aus dem Schnittbilder ohne weitere Strahlenexposition in allen erforderlichen Ebenen ohne Qualitätsverlust sekundär berechnet werden (e7, e21–e24).

Intravenös verabreichte Kontrastmittel verbessern die Abgrenzbarkeit von Weichteilpathologien und haben eine entscheidende diagnostische Bedeutung bei Verdacht auf maligne Tumoren und entzündliche Komplikationen.

Bei der CT-Diagnostik von Hochkontraststrukturen wie der Beurteilung von Knochen, der Nasennebenhöhlen oder der Schläfenbein- und Dental-Diagnostik ist ein im Vergleich zur Weichteildiagnostik höheres Bildrauschen ohne relevante Beeinträchtigung der diagnostischen Bildqualität akzeptabel. Für diese Indikationen wird deshalb eine Niedrigdosis-Technik eingesetzt (e25), deren Exposition im Bereich bis Faktor 10 oberhalb, teils auch in ähnlich niedriger Höhe liegt wie bei konventionellen Röntgenaufnahmen der Region (29–32, e23, e26).

Digitale Volumentomographie

Die digitale Volumentomographie (DVT; synonym: „cone beam CT“, CBCT) ist ein CT-ähnliches Röntgenschnittbildverfahren, das aufgrund der kleinen Untersuchungsvolumina zunächst auf die Dentaldiagnostik beschränkt war. Technische Weiterentwicklungen ermöglichen heute einen größeren Untersuchungsbereich, so dass das Verfahren jetzt auch am Gesichtsschädel und Schläfenbein für Fragestellungen im Hochkontrastbereich alternativ zur CT eingesetzt wird (e8, e9, e17, e27, e28).

Als Vorteile der DVT gelten eine hohe Ortsauflösung, eine der Niedrigdosis-CT vergleichbare geringe Strahlenexposition und reduzierte Metallartefakte. Zur Weichteildiagnostik ist die DVT aufgrund des hohen Bildrauschens nicht geeignet. Mit Ausnahme der Hochkontrastdiagnostik im Zahn- und Kieferbereich, wo das Verfahren klinisch gut validiert ist, ist eine abschließende klinische Bewertung, insbesondere als Differenzialindikation zur CT, heute noch nicht möglich. In den gültigen Leitlinien ist die DVT deshalb im Einzelfall als mögliche Alternative zur CT benannt, jedoch noch ohne konkrete Anwendungsempfehlung (8, 10, 38, 40).

Magnetresonanztomographie

Die MRT ist das bildgebende Verfahren, mit dem derzeit Weichteile am besten differenziert werden können. Vorteilhaft gegenüber der CT ist die fehlende Strahlenexposition, nachteilig die wesentlich längere Untersuchungszeit, während der sich der Patient nicht bewegen sollte. Bei nicht kooperationsfähigen Patienten muss eine Sedierung oder Narkose erfolgen.

In der Kopf-Hals-Region wird die MRT hauptsächlich in der prä- und posttherapeutischen Tumordiagnostik und bei Verdacht auf intrakranielle entzündliche Komplikationen eingesetzt. Weitere seltene Indikationen sind Innenohrfehlbildungen und die präoperative Diagnostik bei Cochlear-Implantaten (9, 10, 40, e29). Alternativ zur CT kann die MRT als primäre bildgebende Modalität genutzt werden, wenn die Anwendung ionisierender Strahlung vermieden werden soll. Zu diesen Indikationen zählen zum Beispiel die präoperative Diagnostik der NNH (e30–e34), die NNH-Diagnostik bei zystischer Fibrose (e35) oder allgemein Untersuchungen bei Kindern. Kontraindikationen zur MRT-Untersuchung bestehen für Träger von Herzschrittmachern (e36) und fallweise auch anderen aktiven Implantaten sowie ferromagnetischen Fremdkörpern. Klaustrophobie ist eine relative Kontraindikation, deren Überwindung durch eine Sedierung oder Narkose klinisch im Einzelfall abzuwägen ist.

Fazit

Die bildgebende Diagnostik in der anatomisch anspruchsvollen Kopf-Hals-Region bedarf nach einer gründlichen klinischen Untersuchung der gezielten Indikationsstellung. Obschon konventionelle Röntgenbilder einfach zu erstellen sind, können sie in vielen Fällen die Fragestellung nicht beantworten oder führen im Gegenteil zu verwirrenden Fehlinformationen. Daher sind heute bei leitliniengerechter Anwendung entzündliche, traumatologische und tumoröse Erkrankungen mit einer auf die Fragestellung abgestimmten Schnittbilddiagnostik abzuklären. Klassische Röntgenaufnahmen werden nur noch in der Zahndiagnostik und wenigen Ausnahmefällen, deren Stellenwert differenziert erläutert wurde, angewendet.

KERNAUSSAGEN

- Die bildgebende Diagnostik der Kopf-Hals-Region beruht heute im Wesentlichen auf den Schnittbildverfahren Computeromographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT).
- Konventionelle Projektionsröntgenverfahren sind weiterhin Methode der ersten Wahl in der Dentaldiagnostik, mit wenigen Ausnahmen jedoch obsolet in den anderen Bereichen der Kopf-Hals-Diagnostik.
- Die CT wird zur Weichteildiagnostik mit Normaldosis und i.v. Kontrastmittelgabe durchgeführt. Zur fokussierten Diagnostik im Hochkontrastbereich (zum Beispiel Knochen) erfolgt die CT in Niedrigdosis-Technik.
- Eine Alternative zur Niedrigdosis-CT kann mit beschränktem Untersuchungsbereich die digitale Volumentomographie (DVT) sein. Der klinische Wert der DVT ist heute jedoch, mit Ausnahme der Anwendung im Zahn- und Kieferbereich, noch nicht abschließend beurteilbar.
- Andere bildgebende Untersuchungsverfahren (zum Beispiel Sonographie, nuklearmedizinische Verfahren einschließlich Positronenemissionstomographie) sind auf spezielle Indikationen beschränkt.

Interessenkonflikt

Prof. Häbfield wurde Studienunterstützung (Drittmittel) zuteil von der Firma Sirona. Prof. Dammann, Prof. Bootz, Prof. Cohnen, Prof. Tatagiba und Prof. Köstling erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Manuskriptdaten

eingereicht: 24. 7. 2013, revidierte Fassung angenommen: 8. 4. 2014.

LITERATUR

1. Sanders R, MacEwen CJ, McCulloch AS: The value of skull radiography in ophthalmology. *Acta Radiol* 1994; 35: 429–33.
2. Mödder U: Nasennebenhöhlenerkrankungen – Möglichkeiten und Grenzen der Radiologie. *Röntgenblätter* 1989; 42: 166–9.
3. DeLano MC, Fun FY, Zinreich SJ: Relationship of the optic nerve to the posterior paranasal sinuses: a CT anatomic study. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996; 17: 669–75.
4. Klimek L, Kainz J, Reul J, Mosges R: Vermeidung vaskulärer Komplikationen bei der endonasalen Nasennebenhöhlenchirurgie. Teil II: Prä- und intraoperative Bildgebung. *HNO* 1993; 41: 582–6.
5. Mafee MF, Chow JM, Meyers R: Functional endoscopic sinus surgery: anatomy, CT screening, indications, and complications. *AJR Am J Roentgenol* 1993; 160: 735–40.
6. Sonkens JW, Harnsberger HR, Blanch GM, Babbel RW, Hunt S: The impact of screening sinus CT on the planning of functional endoscopic sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1991; 105: 802–13.
7. Wayoff M: Medicolegal implications of sinus surgery. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1992; 46: 343–50.
8. AWMF: Dentale Volumentomographie. Leitlinien der Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK). AWMF Leitlinienregister Nr. 083–005. www.awmf.de (last accessed on 2 January 2014).

9. AWMF: Radiologische Diagnostik im Kopf-Hals-Bereich. Leitlinien der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG). AWMF Leitlinien-Register 039–022 bis 039–090. www.awmf.de (last accessed on 2 January 2014).
10. AWMF: Rhinosinusitis. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf und Halschirurgie. AWMF Leitlinienregister Nr. 017–049. www.awmf.de (last accessed on 2 January 2014).
11. Burke TF, Guertler AT, Timmons JH: Comparison of sinus x-rays with computed tomography scans in acute sinusitis. *Acad Emerg Med* 1994; 1: 235–9.
12. Croft CB, Whittet HB, Fisher EW, Lloyd GA, Wright A: Polytomographic radiology in the diagnosis and management of maxillary antral disease as determined by antroscopy. *Clin Otolaryngol* 1991; 16: 62–9.
13. Garcia DP, Corbett ML, Eberly SM, Joyce MR, Le HT, Karibo JM, et al.: Radiographic imaging studies in pediatric chronic sinusitis. *J Allergy Clin Immunol* 1994; 94: 523–30.
14. Iinuma T, Hirota Y, Kase Y: Radio-opacity of the paranasal sinuses. Conventional views and CT. *Rhinology* 1994; 32: 134–6.
15. Innis W, Byrne P, Tufano RP: Image-guided osteoplastic frontal sinusotomy. *Am J Rhinol* 2005; 19: 430–4.
16. Klose KC, Elies W, Sondermann U: Treffsicherheit der Nativradiologie im Nachweis von Verschattungen der pneumatisierten Räume des Schädels – Vergleich mit der Computertomographie. *Fortschr Röntgenstr* 1991; 155: 199–206.
17. McAlister WH, Lusk R, Muntz HR: Comparison of plain radiographs and coronal CT scans in infants and children with recurrent sinusitis. *AJR Am J Roentgenol* 1989; 153: 1259–64.
18. Moseley IF: The plain radiograph in ophthalmology: a wasteful and potentially dangerous anachronism. *J R Soc Med* 1991; 84: 76–80.
19. Schuknecht B, Simmen D: Stellenwert radiologischer Bildgebung der Nasennebenhöhlen. *Laryngorhinologie* 2002; 81: 126–46.
20. Vestring T, Erlemann R, Wiesmann W, Bongartz G, Adolph J, Classen U, et al.: Die diagnostische Sicherheit der okzipitomen-talen Nasennebenhöhlenaufnahme. Korrelation mit der Magnet-resonanztomographie. *Radiologe* 1991; 31: 545–9.
21. Vogl TJ, Mack MG, Balzer J: Chronische Infektionen der Nasennebenhöhlen. *Radiologe* 2000; 40: 500–6.
22. Yousem DM: Imaging of sinonasal inflammatory disease. *Radiology* 1993; 188: 303–14.
23. Zinreich SJ: Imaging of chronic sinusitis in adults: X-ray, computed tomography, and magnetic resonance imaging. *J Allergy Clin Immunol* 1992; 90: 445–51.
24. Feuerman T, Wackym PA, Gade GF, Becker DP: Value of skull radiography, head computed tomographic scanning, and admission for observation in cases of minor head injury. *Neurosurgery* 1988; 22: 449–53.
25. Gibson TC: Skull X-rays in minor head injury. A review of their use and interpretation by casualty officers. *Scott Med J* 1983; 28: 132–7.
26. Jend HH, Helkenberg G: Über den Wert der konventionellen Schädelaufnahmen nach Kopfverletzungen. *RöFo* 1995; 162: 7–12.
27. Lloyd DA, Carty H, Patterson M, Butcher CK, Roe D: Predictive value of skull radiography for intracranial injury in children with blunt head injury. *Lancet* 1997; 349: 821–4.
28. Masters SJ, McClean PM, Arcarese JS, Brown RF, Campbell JA, Freed HA, et al.: Skull x-ray examinations after head trauma. Recommendations by a multidisciplinary panel and validation study. *N Engl J Med* 1987; 316: 84–91.
29. Cohnen M, Fischer H, Hamacher J, Lins E, Kotter R, Mödder U: CT of the head by use of reduced current and kilovoltage: relationship between image quality and dose reduction. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000; 21: 1654–60.
30. Cohnen M, Kemper J, Mobes O, Pawelzik J, Mödder U: Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol* 2002; 12: 634–7.
31. Diederichs CG, Engelke WG, Richter B, Hermann KP, Oestmann JW: Must radiation dose for CT of the maxilla and mandible be higher than that for conventional panoramic radiography? *AJNR Am J Neuroradiol* 1996; 17: 1758–60.
32. Lorenzen M, Wedegartner U, Weber C, Lockemann U, Adam G, Lorenzen J: Dosisoptimierung der Mehrzeilen-Spiral-CT (MSCT) des Mittelgesichts. *Fortschr Röntgenstr* 2005; 177: 265–71.
33. AWMF: Kopfschmerz bei Kindern – Bildgebende Diagnostik. Leitlinien der Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie (GPR). AWMF Leitlinien-Register 064–011. www.awmf.de (last accessed on 2 January 2014).
34. Strahlenschutzkommission (SSK): Orientierungshilfe für bildgebende Untersuchungen. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der 231. Sitzung der SSK am 09./10.12.2008. *BAnz.* 2010; Nr. 5a vom 12.01.2010.
35. American College of Radiology (ACR): ACR Appropriateness Criteria. www.acr.org/Quality-Safety/Appropriateness-Criteria (last accessed on 2 January 2014).
36. AWMF: Diagnostik und apparative Zusatzuntersuchungen bei Kopfschmerzen. Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN). AWMF Leitlinienregister Nr. 030–110. www.awmf.de (last accessed on 2 January 2014).
37. European Commission: Radiation Protection 118: Referral guidelines for imaging. Update Mars 2008. http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/118_update_en.pdf (last accessed on 2 January 2014).
38. European Commission: Radiation Protection 172: Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology. Evidence based guidelines. http://www.sedentext.eu/files/radiation_protecti_on_172.pdf (last accessed on 2 January 2014).
39. AWMF: Kopfschmerz – Bildgebende Diagnostik. Leitlinie der Ges. f. Pädiatrische Radiologie. AWMF Leitlinienregister Nr. 064–011. www.awmf.de (last accessed on 2 January 2014).
40. Strahlenschutzkommission (SSK): Zusammenfassung und Bewertung der Jahrestagung 2010 der Strahlenschutzkommission: Medizinischer Fortschritt und Strahlenschutz. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet in der 248. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 14./15. April 2011. *BAnz.* 2011; Nr. 168 vom 09.11.2011.

Anschrift für die Verfasser

Prof. Dr. Florian Dammann
 Institut für Radiologie und Nuklearmedizin
 Klinik am Eichert
 Eichertstraße 3
 73075 Göppingen
florian.dammann@af-k.de

Zitierweise

Dammann F, Bootz F, Cohnen M, Haßfeld S, Tatagiba M, Kösling S: Diagnostic imaging modalities in head and neck disease. *Dtsch Arztebl Int* 2014; 111: 417–23. DOI: 10.3238/arztebl.2014.0417



Mit „e“ gekennzeichnete Literatur:
www.aerzteblatt.de/lit2314 oder über QR-Code



eTabelle:
www.aerzteblatt.de/14m0417 oder über QR-Code

The English version of this article is available online:
www.aerzteblatt-international.de

ÜBERSICHTSARBEIT

Bildgebende Verfahren in der Kopf-Hals-Diagnostik

Florian Dammann, Friedrich Bootz, Mathias Cohnen, Stefan Haßfeld, Marcos Tatagiba, Sabrina Kösling

eLITERATUR

- e1. Zinreich SJ, Kennedy DW, Rosenbaum AE, Gayler BW, Kumar AJ, Stammberger H: Paranasal sinuses: CT imaging requirements for endoscopic surgery. *Radiology* 1987; 163: 769–75.
- e2. Schwickert HC, Cagil H, Kauczor HU, Schweden F, Riechelmann H, Thelen M: CT und MRT der Nasennebenhöhlen [CT and MRT of the paranasal sinuses]. *Aktuelle Radiol* 1994; 4: 88–96.
- e3. Eggesbo HB, Sovik S, Dolvik S, Eiklid K, Kolmannskog F: Proposal of a CT scoring system of the paranasal sinuses in diagnosing cystic fibrosis. *Eur Radiol* 2003; 13: 1451–60.
- e4. Ramadan HH, Fornelli R, Ortiz AO, Rodman S: Correlation of allergy and severity of sinus disease. *Am J Rhinol* 1999; 13: 345–7.
- e5. Borman KR, Brown PM, Mezera KK, Jhaveri H: Occult fever in surgical intensive care unit patients is seldom caused by sinusitis. *Am J Surg* 1992; 164: 412–5.
- e6. Oberholzer K, Kauczor HU, Heussel CP, Derigs G, Thelen M: Klinische Relevanz der NNH-CT vor Knochenmarktransplantation. *Fortschr Röntgenstr* 1997; 166: 493–7.
- e7. Koitschev A, Baumann I, Remy CT, Dammann F: Rationelle CT-Diagnostik vor Operationen an den Nasennebenhöhlen. *HNO* 2002; 50: 217–22.
- e8. Knörger M, Brandt S, Kösling S: Qualitätsvergleich digitaler 3D-fähiger Röntgenanlagen bei HNO-Fragestellungen am Schläfenbein und den Nasennebenhöhlen. *RöFo* 2012; 184: 1153–60.
- e9. Zoumalan RA, Lebowitz RA, Wang E, Yung K, Babb JS, Jacobs JB: Flat panel cone beam computed tomography of the sinuses. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2009; 140: 841–4.
- e10. Fischer B, Wit J: Das Schädel-Hirn-Trauma des Kindes in der Notfallambulanz. *Unfallchirurg* 2007; 110: 226–32.
- e11. AWMF: S3 – Leitlinie Polytrauma/ Schwerverletzten-Behandlung. Leitlinien der Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. AWMF Leitlinienregister Nr. 012–019. www.awmf.de (last accessed on 2 January 2014).
- e12. Langen HJ, Daus HJ, Bohndorf K, Klose K: Konventionelle Röntgenuntersuchung und Computertomographie bei der Diagnostik von Orbitafrakturen. *RöFo* 1989; 150: 582–7.
- e13. Kösling S, Brandt S, Neumann K: Bildgebung des Schläfenbeins. *Radiologe* 2010; 50: 711–34.
- e14. Lemmerling MM, De FB, Verbist BM, VandeVyver V: Imaging of inflammatory and infectious diseases in the temporal bone. *Neuroimaging Clin N Am* 2009; 19: 321–37.
- e15. Brunner E, Turk R, Swoboda H, Imhof H, Schratler M: Die Bedeutung der Computertomographie für die Mittelohrdiagnose. *Laryngol Rhinol Otol*. Stuttgart: 1986; 65: 327–30.
- e16. Struffert T, Grunwald IQ, Papanagiotou P, Politi M, Roth C, Reith W: Diagnostik des Felsenbeins. Ein Überblick. *Radiologe* 2005; 45: 816–27.
- e17. Dalchow CV, Weber AL, Yanagihara N, Bien S, Werner JA: Digital volume tomography: radiologic examinations of the temporal bone. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 186: 416–23.
- e18. Bornstein MM, Wolner-Hanssen AB, Sendi P, von AT: Comparison of intraoral radiography and limited cone beam computed tomography for the assessment of root-fractured permanent teeth. *Dent Traumatol* 2009; 25: 571–7.
- e19. AWMF: Obstruktive Sialadenitis. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf und Halschirurgie. AWMF Leitlinienregister Nr. 017–025. www.awmf.de (last accessed on 2 January 2014).
- e20. IQWiG – Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen: Abschlussbericht D06–01B – PET und PET/CT bei Kopf- und Halstumoren. [www.2011; https://www.iqwig.de/download/D06-01B_Kurzfassung_AB_PET_und_PET-CT_bei_Kopf-Halstumoren.pdf](https://www.iqwig.de/download/D06-01B_Kurzfassung_AB_PET_und_PET-CT_bei_Kopf-Halstumoren.pdf) (last accessed on 2 January 2014).
- e21. Alder ME, Deahl ST, Matteson SR: Clinical usefulness of two-dimensional reformatted and three-dimensionally rendered computerized tomographic images: literature review and a survey of surgeons' opinions. *J Oral Maxillofac Surg* 1995; 53: 375–86.
- e22. Bernhardt TM, Rapp-Bernhardt U, Fessel A, Ludwig K, Reichel G, Grote R: CT scanning of the paranasal sinuses: axial helical CT with reconstruction in the coronal direction versus coronal helical CT. *Br J Radiol* 1998; 71: 846–51.
- e23. Dammann F, Bode A, Heuschmid M, Kopp A, Georg C, Pereira PL, et al.: Mehrschicht-Spiral-CT der Nasennebenhöhlen: Erste Erfahrungen unter besonderer Berücksichtigung der Strahlenexposition. *Fortschr Röntgenstr* 2000; 172: 701–6.
- e24. Lang S, Jäger L, Grevers G: Zur Aussagefähigkeit koronarer Sekundärrekonstruktionen computertomographischer Sequenzen der Nasennebenhöhlen. *Laryngorhinotologie* 2002; 81: 418–21.
- e25. Deutsche Röntgengesellschaft: Empfehlungen CT-Untersuchungsprotokolle. <http://www.ag-kopf-hals.drg.de/seite/295/stellungnahmen-und-empfehlungen> (last accessed on 2 January 2014).
- e26. Kropil P, Cohnen M, Andersen K, Heinen W, Stegmann V, Mödler U: Bildqualität in der Multidetektor-CT der Nasennebenhöhlen: Potenzial zur Dosisreduktion bei Anwendung eines adaptiven Nachverarbeitungsfilters. *Fortschr Röntgenstr* 2010; 182: 973–8.
- e27. Guldner C, Diogo I, Windfuhr J, Bien S, Teymoortash A, Werner JA, et al.: Analysis of the fossa olfactoria using cone beam tomography (CBT). *Acta Otolaryngol* 2011; 131: 72–8.
- e28. Peltonen LI, Aarnisalo AA, Kaser Y, Kortensniemi MK, Robinson S, Suomalainen A, et al.: Cone-beam computed tomography: a new method for imaging of the temporal bone. *Acta Radiol* 2009; 50: 543–8.
- e29. Abolmaali N, Hummel T, Damm M: Moderne bildgebende Diagnostik bei Riechstörungen. *Laryngorhinotologie* 2009; 88: 10–6.
- e30. Antila J, Sonninen P, Grenman R: MRI and plain radiographics in acute frontal sinus infections. *Rhinology* 1993; 31: 145–9.
- e31. Boeddinghaus R, Whyte A: Current concepts in maxillofacial imaging. *Eur J Radiol* 2008; 66: 396–418.

- e32. Grindle CR, Curry JM, Kang MD, Evans JJ, Rosen MR: Preoperative magnetic resonance imaging protocol for endoscopic cranial base image-guided surgery. *Am J Otolaryngol* 2011; 32: 451–4.
- e33. Hähnel S, Ertl-Wagner B, Tasman AJ, Forsting M, Jansen O: Relative value of MR imaging as compared with CT in the diagnosis of inflammatory paranasal sinus disease. *Radiology* 1999; 210: 171–6.
- e34. Weiss F, Habermann CR, Welger J, Knaape A, Metternich F, Steiner P, et al.: MRT in der präoperativen Diagnostik der chronischen Sinusitis im Vergleich mit der CT. *RöFo* 2001; 173: 319–24.
- e35. Eggesbo HB, Ringertz S, Haanaes OC, Dolvik S, Erichsen A, Stiris M, et al.: CT and MR imaging of the paranasal sinuses in cystic fibrosis. Correlation with microbiological and histopathological results. *Acta Radiol* 1999; 40: 154–62.
- e36. Bovenschulte H, Schluter-Brust K, Liebig T, Erdmann E, Eysel P, Zobel C: Kernspintomographie bei Schrittmacherpatienten – Überblick und prozedurales Management. *Dtsch Arztebl Int* 2012; 109: 270–5.

eTABELLE

Indikation bildgebender Verfahren in der Kopf-Hals-Diagnostik

Indikation	primär	alternativ/weiterführend
Schläfenbein		
V. a. Komplikationen akuter Entzündungen des äußeren und Mittelohrs		
– extrakraniell, lokal	CT	
– intrakraniell	MRT	
Chronische Otitis media		
– unklar, V.a. Osteodestruktion	CT	(DVT?); MRT
Entzündungen: Labyrinthitis		
– unklare klinische Situation	MRT	CT
Traumafolgen	CT	MRT
Neoplasie		
– äußerer Gehörgang, Mittelohr	CT	MRT
– Innenohr, innerer Gehörgang, Kleinhirnbrückenwinkel	MRT	CT
– Foramen jugulare	CT + MRT	DSA + Embolisation
andere		
– Schalleitungsschwerhörigkeit, Fehlbildung äußeres Ohr	CT (DVT?)	
– kombinierte oder unklare Schwerhörigkeit	CT (DVT?)	MRT
– Schallempfindungsschwerhörigkeit, Taubheit	MRT	CT (DVT?)
– Cochlea-Implantat-Planung	MRT + CT (DVT?)	
postoperativ		
– rezidivierende Mittelohrentzündung, Prothesendislokation	CT (DVT?)	MRT
– intrakranielle Komplikation, Tumorverlauf, -rezidiv	MRT	(CT)
– Komplikationen nach Stapes-OP: Frühphase	keine Bildgebung	(CT, MRT)
– Komplikationen nach Stapes-OP: Spätphase	CT (DVT?)	MRT
– nach Cochlea-Implantat	CT (DVT?)	
Isolierte nichttraumatische periphere Fazialisparese		
– akuter Beginn ohne Besserung innerhalb von 6 Wochen	MRT	
– protrahierter Beginn: Läsion vermutlich in Parotis	Sono	MRT
– protrahierter Beginn: Läsion vermutlich zisternal, Pars petrosa	MRT	
– protrahierter Beginn: Läsion vermutlich Mittelohr, Mastoid	CT	MRT
Tinnitus		
– subjektiv, nicht pulsatil, nicht progressiv, keine weiteren Symptome	keine Bildgebung	
– Trommelfell pathologisch	CT	MRT
– Trommelfell unauffällig, vaskuläre Risikofaktoren	Doppler-Sono	
– Trommelfell unauffällig, keine vaskuläre Risikofaktoren	MRT	
Kauapparat		
– Karies – Parodontalstatus	Zahnaufnahme, OPG	
– endodontale oder parodontale Entzündung – Kieferorthopädie – Trauma	Zahnaufnahme, OPG	CT, DVT
– Zyste oder andere benigne Läsion – Status vor i.v. Bisphosphonat-Therapie	OPG	CT, DVT
– Osteonekrose – Kieferläsion unklarer Dignität	CT, (DVT?)	MRT
– Planung orthognate OP	Femröntgen	CT
– Implantat-Planung, Komplikation – Planung Extraktion 3. Molar	OPG	CT, DVT
– Kiefergelenk: Trauma	OPG	CT, DVT
– Kiefergelenk: internal Derangement, Raumforderung, Entzündung	MRT	

Indikation	primär	alternativ/weiterführend
Pharynx, Mundhöhle, Larynx		
– Neoplasie Nasopharynx, weicher Gaumen, Mundhöhle	MRT	CT, Sono, DSA + Embolisation
– Neoplasie Larynx, Hypopharynx, sonstiger Oropharynx	CT oder MRT	Sono, DSA + Embolisation
– Entzündung: akut mit V.a. Komplikation	Sono	CT, MRT
– Entzündung: chronisch mit unklarer Dignität	s. Neoplasie	
Dysphagie		
– V.a. Neoplasie, Entzündung	s. Neoplasie, Entzündung	
– Schilddrüsenerkrankung	Sono, internistische Diagnostik	
– funktionell, „Globus“-Gefühl, Fremdkörper, Divertikel	Durchleuchtung (KM-Schluck ggf. mit Kinematographie)	Röntgen HWS bei V.a. ventrale Spondylophyten
– V.a. zentrale Ursache	MRT	(CT)
Speicheldrüsen		
– Entzündung, Sialolithiasis	Sono	Endoskopie, MRT, CT
– Neoplasie	Sono	MRT bei unklarer Dignität
– Sjögren-Syndrom	Sono	MRT
Gesichtsschädel (z. B. Nasennebenhöhlen)		
– Entzündung akut, dentogen	Zahnaufnahme, OPG	CT, DVT
– Entzündung akut, nicht dentogen	keine Bildgebung	CT, MRT bei Komplikationen
– Entzündung chronisch	CT (DVT?)	MRT
– Entzündung chronisch, unklare Dignität	MRT	
– Traumafolgen	Röntgen Spezialaufn. (Jochbogen, Nasenbein), sonst CT	MRT bei intrakranieller Komplikation
– Neoplasie	CT	MRT bei Malignität oder unklarer Dignität; DSA + Embolisation
– Gefäß Malformationen	Sono	MRT, (DSA + Embolisation)
Riechstörung		
– Entzündung	CT	MRT
– Neoplasie, benigne	CT	MRT, DSA + Embolisation
– Neoplasie, unklar, maligne	MRT	CT, DSA + Embolisation
– nach Trauma	CT	MRT
Epistaxis		
– unstillbare Blutung	DSA mit Embolisation	
– klinisch stabil, Hypertonus/Gerinnungsstörung	internistische Diagnostik	
– klinisch stabil, sonstige	CT	MRT, DSA+Embolisation
Hals		
– Trauma	CT	MRT, DSA + Embolisation
– Gefäßpathologie	Sono	MRT- oder CT-Angiographie
– Neoplasie	MRT	CT; Sono evtl. zur ergänzenden Lymphknotendiagnostik
Orbita		
– Myositis, endokrine Orbitopathie	Sono	MRT
– Abszess, Phlegmone	CT oder MRT	
– Retrobulbärneuritis	MRT	
– Trauma	CT	MRT
– Neoplasie	Sono; retrobulbär: MRT	MRT, CT
– Protrusio bulbi	Sono	CT nach Trauma, sonst MRT

V. a., Verdacht auf; CT, Computertomographie; MRT, Magnetresonanztomographie; DVT, digitale Volumetomographie; DSA, digitale Subtraktionsangiographie; Sono, Sonographie; OPG, Orthopantomographie