

Gerhard Polzar

Dr. med. dent.

Adresse:

Vogelsbergstraße 1 + 3

63654 Büdingen

E-Mail: dr-polzar@t-online.de



MRT-Diagnostik des Kiefergelenks – Systematik, anatomische Strukturen und häufige pathologische Befunde

Die **Magnetresonanztomographie (MRT)** ermöglicht eine präzise, reproduzierbare, nicht invasive, visuelle Kiefergelenksdiagnostik. Dieses bildgebende Verfahren hat daher einen besonderen Stellenwert in der Diagnostik von Myoarthropathien des Kausystems. Wichtig ist allerdings, dass gerade auch die MRT des Kiefergelenks einer strengen Systematik folgt.

Der vorliegende Artikel zeigt, welche Vorgehensweisen und Aufnahmetechniken sich bei der MRT-Untersuchung der anatomischen Strukturen und funktioneller Störungen des Kiefergelenks bewährt haben. Dabei werden die anatomischen Strukturen unter physiologischen und pathologischen Bedingungen miteinander verglichen. (Kieferorthop 19: 203–216, 2005)

Indizes: Kiefergelenk, MRT-Diagnostik, Funktionsstörungen des Kiefergelenks, Kiefergelenksarthrose, Myoarthropathien des Kausystems

Einleitung

Mit der zunehmenden kieferorthopädischen Behandlung von Erwachsenen spielt die Diagnostik des Kiefergelenks eine immer bedeutendere Rolle³. Gleichzeitig ist zu erkennen, dass Myoarthropathien des Kausystems selbst bei Kindern und Jugendlichen viel häufiger vorliegen, als bisher angenommen wurde. Vielfach bestehen latente Myoarthropathien bei Kindern auch schon vor deren kieferorthopädischer Behandlung; sie werden aber oftmals nicht erkannt. Machen sich dann bei laufender Therapie Beschwerden im Kiefergelenk bemerkbar, so ist eine Klärung der Ursache kaum noch möglich. Allzu schnell werden die Kiefergelenksbeschwerden dann fälschlicherweise der kieferorthopädischen Behandlung zugeschrieben. Um ungerechtfertigten Vorwürfen entgegenzutreten, scheint daher vor einer kieferorthopädischen Behandlung eine Kiefergelenksdiagnostik sinnvoll. Nur so wird es möglich, die Therapie auf die Kiefergelenksfunktion abzustimmen und möglicherweise auftretende Beschwerden richtig einzuordnen.

Darüber hinaus ist die manuelle Funktionsdiagnostik¹ bei der Erstuntersuchung von entscheidender Bedeutung, um Myoarthropathien des Kausystems zu diagnostizieren. Dadurch werden die Vektoren erkannt, die das Kiefergelenk be- oder entlasten. Unter Berücksichtigung dieser

Vektoren kann die Therapie diagnostizierter Myoarthropathien des Kausystems in den kieferorthopädischen Behandlungsplan einbezogen werden.

Jedoch lässt sich nicht jede Myoarthropathie des Kausystems durch eine manuelle Funktionsdiagnostik richtig einordnen; das gilt vor allem für subklinische Befunde. Ist aber eine klare Aussage erforderlich, so werden bildgebende Verfahren notwendig, die die Pathologie der anatomischen Strukturen und des Bewegungsablaufes zeigen.

Methoden der Kiefergelenksdiagnostik

Die klassische Methode der bildgebenden Kiefergelenksdarstellung ist die transversale Schädelaufnahme nach Schüller. Die Strahlenbelastung durch diese Aufnahme ist jedoch relativ hoch. Zudem ist die Schüller-Aufnahme in ihrer diagnostischen Aussage eingeschränkt, so dass derartige Aufnahmen in der Praxis kaum noch angewendet werden. Neben ihrer Unschärfe und hohen Verzeichnung haben Schüller-Aufnahmen den Nachteil, dass sie die chondralen Strukturen kaum erfassen können.

Heute ist es möglich, mittels computertomographischer Aufnahmen die Strukturen des Kiefergelenks dreidimensional sehr exakt darzustellen.

Aber auch diese Aufnahmen können die Weichteilstrukturen einschließlich des Discus articularis nicht ausreichend genau wiedergeben.

Sonographische Aufnahmen sind dafür zwar besser geeignet, jedoch noch nicht genügend ausgereift, um ausreichend scharfe Bilder zu erzeugen. Hier könnte sich in Zukunft noch einiges verbessern, so dass einfache und kostengünstige Untersuchungen des Kiefergelenks möglich werden.

Zur Diagnostik der Kiefergelenksfunktion wird ferner die instrumentelle Axiographie eingesetzt. Computergestützte Axiographien (beispielsweise Condyl-Comp von Klett) zeichnen zwar den Bewegungsablauf des Unterkiefers sehr gut auf, sie erlauben jedoch nur indirekt Rückschlüsse auf Anomalien der anatomischen Strukturen.

Panoramaschichtaufnahmen stehen heute praktisch jedem Kieferorthopäden zur Verfügung. Deshalb wäre es gut, wenn diese Aufnahmen diagnostisch wertvolle Aussagen zuließen. Das ist jedoch leider nicht der Fall, denn der Discus articularis ist auf keiner Panoramaschichtaufnahme sichtbar, und wiederum lassen sich nur indirekt Rückschlüsse auf Arthropathien des Kiefergelenks ziehen. Zudem entstehen durch zufälliges Variieren der Rotationsachse des Röntgenstrahles zur Kollumachse sehr unterschiedliche Projektionen des Kiefergelenks, was zu falschen Interpretationen führen kann. In habitueller Interkuspitation ist der Gelenkspalt wegen Überlagerungseffekten generell nicht beurteilbar². Gravierende Kiefergelenksdegenerationen mit arthrotischen Abflachungen des Caput mandibulae können dagegen auf Panoramaschichtaufnahmen erkannt werden; sie machen weitere diagnostische Maßnahmen erforderlich.

Direkten Einblick in ein Kiefergelenk verschafft die Arthroskopie. Der Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch, dass die Gelenkkapsel perforiert werden muss. Da es sich hierbei um eine invasive Diagnostik handelt, sollte sie nur dann angewandt werden, wenn eine gleichzeitige chirurgische Therapie erwogen wird. Arthroskopische Chirurgie ist jedoch generell die letzte Intervention bei der Behandlung von Myoarthropathien des Kausystems, und sie bedarf einer strengen Indikation. Grundsätzlich sollte sie erst dann zum Einsatz kommen, wenn alle konservativen Maßnahmen erfolglos geblieben sind. Dennoch stellen Diskusrepositionen durch Kürzungen des Stratum superior mit Lasertechnik, arthroskopische Gelenkspülungen (Arthrozentesen) und Entfernungen pathologischer, entzündeter Weichgewebe heute keine extremen Eingriffe

mehr dar. Es ist jedoch zu bedenken, dass immer neue Operationstechniken angewandt werden, deren Langzeiteffekt noch nicht beurteilt werden kann.

Kernspintomographische (= magnetresonanztomographische) Aufnahmen ermöglichen unter Einsatz von Gelenkspulen und bei Verwendung von Kontrastmitteln mittlerweile hervorragende Darstellungen der Kiefergelenke⁴. Darüber hinaus kann der Bewegungsablauf mit Sequenzaufnahmen sehr gut aufgezeichnet werden. Zwar sind inzwischen sogar Echtzeitaufnahmen der Kieferbewegung möglich, doch ist deren diagnostischer Wert wegen zu geringer Wiedergabeschärfe begrenzt.

Der besondere Vorteil der MRT-Diagnostik des Kiefergelenks liegt in der guten Differenzierung der unterschiedlich mit Wasser gesättigten Gewebe. Zusätzlich steigert die synoviale Flüssigkeit den Kontrast zum Discus articularis, dessen Gewebe nur wenig Wasser enthält. Chondrale Strukturen können durch Anwendung unterschiedlicher Gewichtungen (siehe unten) präzise von den umgebenden Strukturen differenziert werden, was eine exakte Diagnose der Kiefergelenkspathologie erlaubt. Durch stereosymmetrische simultane Aufnahmen wird es sogar möglich, motorische Koordinationsstörungen zu diagnostizieren.

Systematik der MRT-Diagnostik

Zur vollständigen Erfassung des Kiefergelenks ist eine Darstellung in allen drei Raumebenen erforderlich. Erst das Zusammenführen der Befunde aus den drei einzelnen Schnittebenen unter Einbeziehung von Videosequenzen sichert eine präzise Diagnostik.

Die drei Raumebenen ergeben sich aus einer parasagittalen und einer parakoronaren Vertikal- sowie einer transversalen Horizontalschicht.

Verlauf und Bedeutung der Aufnahmeebenen

Die parasagittale Aufnahmeebene verläuft von dorsolateral nach medioventral als vertikale (annähernd) sagittale Schicht rechtwinklig zu einer Achse durch das Caput mandibulae. Die Aufnahmeschichten beginnen am lateralen Rand des Kiefergelenks und enden an der medianen Begrenzung der Fossa mandibularis. Die parasagittale Schnittebene ist die Hauptebene bei der magnetresonanztomographischen Diagnostik des Kiefergelenks. Auch die videomagnet-



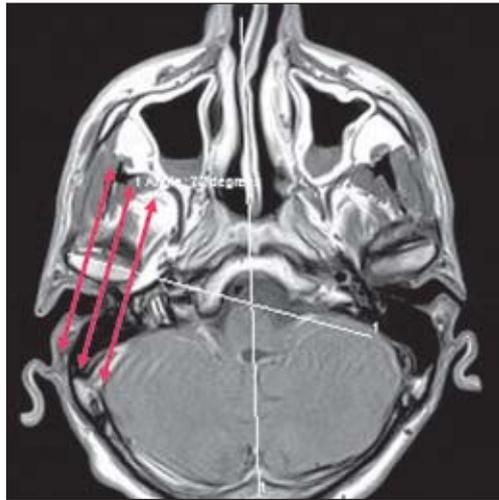


Abb. 1 Horizontale Übersichtsaufnahme durch beide Kiefergelenke zur Ermittlung der horizontalen Kondylenachse. Die Schnittebenen sind schematisch für das rechte Kiefergelenk rot eingezeichnet; die Schnittfolge verläuft von außen nach innen.



Abb. 2 Äußere parasagittale Aufnahme mit deutlich sichtbarem M. temporalis (a) und Ramus mandibulae (b).

resonanztomographische Darstellung von Bewegungsabläufen (= Video-MRT) erfolgt im zentralen Kiefergelenksbereich in der parasagittalen Darstellung.

Die parakoronale Aufnahmeebene verläuft senkrecht zur Parasagittalebene. Die einzelnen Schichten verlaufen parallel zur Rotationsachse des Caput mandibulae. Die parakoronale Aufnahme liefert, ergänzend zur parasagittalen Hauptebene, wichtige Hinweise über die anatomischen Strukturen des Kiefergelenks.

Die transversale Aufnahmeebene schneidet die Kiefergelenke horizontal. Sie verläuft senkrecht sowohl zur parasagittalen als auch zur parakoronalen Aufnahmeebene und dient vor allem der Einstellung des Winkels für die parasagittale Hauptebene (Abb. 1). Außerdem werden in dieser Aufnahmeebene anatomische und pathologische Details des Kiefergelenks sichtbar, die bei den anderen Darstellungen unerkannt bleiben.

Diagnostik in der parasagittalen Hauptebene

Um die parasagittale Schnittebene richtig einzustellen, wird an einer vorangehenden transversalen Schädelübersicht der geeignete Aufnahmewinkel ermittelt (vgl. Abb. 1). Parasagittale Schichtaufnahmen erlauben eine sehr gute Beurteilung der sagittalen Lage des Discus articularis. Sie sollten auch die Molaren darstellen, um kontrollieren zu können, ob der Patient während der Aufnahme zugebissen hatte. In der Regel werden für

jedes Kiefergelenk sechs bis acht parasagittale Schichtaufnahmen angefertigt.

Aufgrund der anatomischen Strukturen lässt sich leicht ermitteln, ob ein Schnitt weiter median oder weiter lateral liegt. So sind in den äußeren Schnitten der Musculus temporalis und der laterale Anteil des Processus coronoideus zu erkennen (Abb. 2). Weiter median tritt der Musculus pterygoideus lateralis in den Vordergrund (Abb. 3), während der Musculus temporalis vollständig verschwindet. Je weiter median die Schicht liegt, desto deutlicher wird der Musculus pterygoideus lateralis mit seiner am Discus articularis ansetzenden Pars superior abgebildet (Abb. 4).

Normalerweise befindet sich der obere Rand des Diskus (bei Betrachtung des linken Kiefergelenks von lateral) je nach Steilheit der Gelenkbahn in 11-Uhr- bis 12-Uhr-Position, bei flacher Gelenkbahn jedoch weiter kranial. Idealerweise sollte der Gelenkkopf mit seinem vorderen oberen Scheitel im Diskus eingebettet sein.

Eine partielle anteriore Verlagerung des lateralen Anteils ist die häufigste Abweichung des Discus articularis von seiner physiologischen anatomischen Lage. Im weiteren Verlauf einer derartigen Abweichung kommt es zu einer subtotalen Verlagerung des lateralen Diskus (Abb. 5 a und b), die letztlich in einer totalen anterioren Verlagerung des gesamten Diskus endet. Der laterale Diskusanteil wird dabei in Richtung des Musculus pterygoideus lateralis pars superior nach anteromedian gezogen, der Diskus also



Abb. 3 Mittlere parasagittale Aufnahme mit M. pterygoideus lateralis pars inferior (a); ferner sind die okkludierenden Molaren abgebildet.

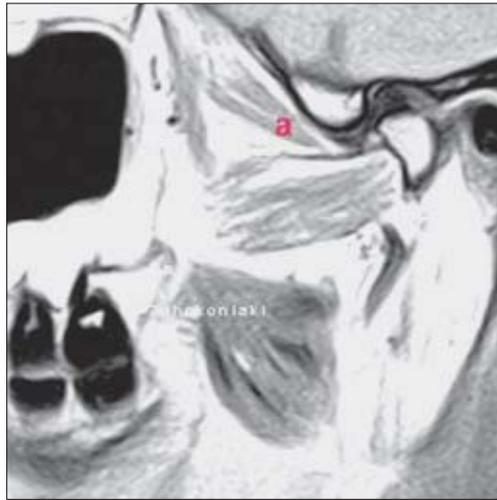


Abb. 4 Mediane parasagittale Aufnahme mit Ansatz des M. pterygoideus lateralis pars superior (a) am Discus articularis.

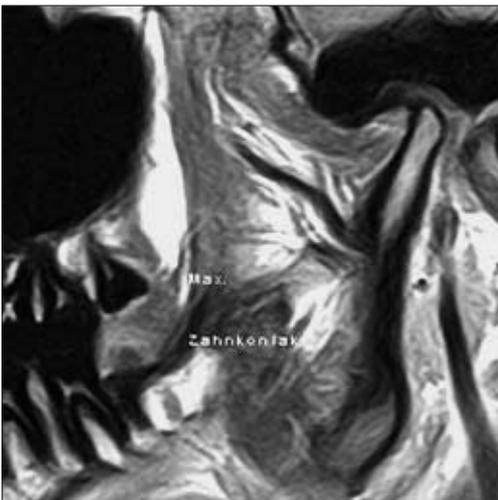


Abb. 5 a Äußerer parasagittaler Anschnitt des Diskus in subtotal verlagert Position.

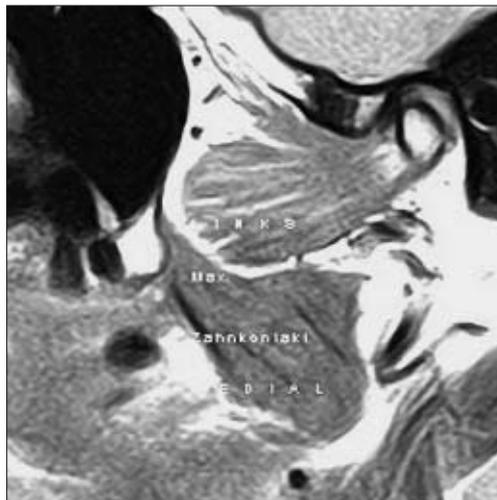


Abb. 5 b Innerer parasagittaler Anschnitt des Diskus, der regelrecht über dem Kondylus liegt.

nach median verlagert. Eine partielle mediane Diskusverlagerung beschreibt demnach die Verlagerung des lateralen Anteils in medianer Richtung, wobei sich der mediane Diskusanteil noch in regelrechter Position befindet (Abb. 5 b). Bei Öffnungs- oder Ventralbewegungen des Unterkiefers kommt es in der Regel zu einer vollständigen Reposition des Diskus, wobei meist ein dezentes initiales Knackgeräusch ausgelöst wird. Bei kranialer oder lateraler Kräfteinwirkung verklemt sich der laterale Diskusanteil, und es kommt zu einer verspäteten Reposition. Während der manuellen Funktionsanalyse ist dann bei dynamischer Translation nach lateral oder bei dynamischer Kompression ein verspätetes, aber

deutlicheres Knacken hörbar. Durch eine dynamische Kompression nach median kann das Knackgeräusch verschwinden, da der Kondylus dann nur über den medianen, regelrecht liegenden Diskusanteil gleitet. Bei partiellen anterioren Diskusverlagerungen ist das Stratum superior der bilaminären Zone in seiner Elastizität reduziert, wodurch der antero-median ansetzende Musculus pterygoideus lateralis den Diskus in Richtung seines Ursprungs ziehen kann. Die Symptome der betroffenen Patienten sind dann meist subklinisch. Häufig fällt ein derartiger Befund erst bei manueller Funktionsdiagnostik auf; grundsätzlich besteht keine Indikation zu einer Therapie. Dorsokra-



Abb. 6 a Parasagittale Aufnahme mit regelrechter Lage des Discus articularis.



Abb. 6 b Parasagittale Aufnahme mit partieller Verlagerung des Discus articularis nach anterior.

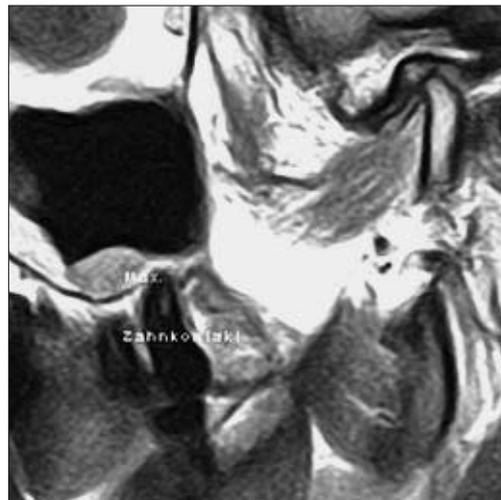


Abb. 6 c Parasagittale Aufnahme mit subtotaler Verlagerung des Discus articularis nach anterior.

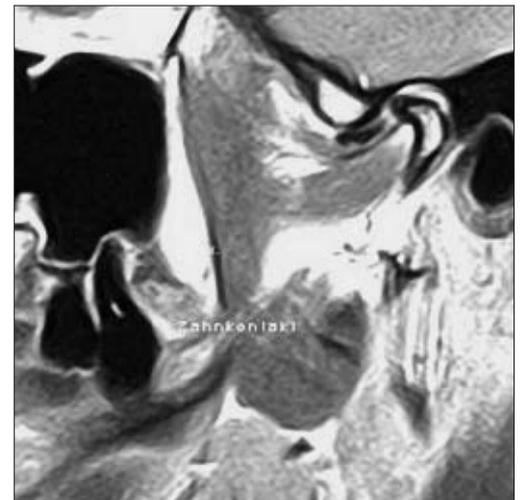


Abb. 6 d Parasagittale Aufnahme mit totaler Verlagerung des Discus articularis nach anterior bei dorsaler Kompression des Gelenkspaltes.

niale Belastungsvektoren (zum Beispiel Klasse III-Gummizüge oder Kopf-Kinn-Kappen) sollten bei diesen Patienten vermieden werden, um die Gelenksituation nicht zu verschlechtern. Vektoren in ventrokaudaler Richtung (beispielsweise Aktivatoren und Herbst-Scharniere) wirken dagegen entlastend und sind somit erwünscht. Bei ungünstigem Verlauf geht eine partielle Diskusverlagerung mit oder ohne Reposition in eine totale Diskusverlagerung ohne Reposition über (Abb. 6 a bis d).

Bei einer totalen Diskusverlagerung ohne Reposition ist das Stratum superior der bilaminären Zone erheblich geschwächt oder abgerissen; das gilt auch für das Stratum inferior, das vom

dorsokaudalen Rand des Diskus zum dorsalen Rand des Kondylus verläuft (Abb. 7 a und b). Vermutlich ist die dorsale Kondylenposition mit dorsaler oder dorsokranieler Kompression des Gelenkspaltes die zweithäufigste subpathologische oder pathologische Diagnose. Eine derartige Kompression des Kiefergelenks manifestiert sich magnetresonanztomographisch als zu schmaler hinterer Gelenkspalt, wobei der Diskus regelrecht liegt (Abb. 8 a) oder anterior verlagert ist (Abb. 8 b). Ursache einer kranialen Gelenkkompression kann ein stressbedingter Hypertonus des Musculus temporalis sein; besteht die Kompression fort, führt dies zu einer schmerzhaften Arthritis. Therapeutisch sollte an-



Abb. 7 a Patientin mit anteriorer Diskusverlagerung nach Einsetzen eines Bissregistrates, das zu einer Diskusreposition führt. Ursache der Diskusverlagerung ist eine Ruptur des Stratum inferior der bilaminären Zone (Pfeil).

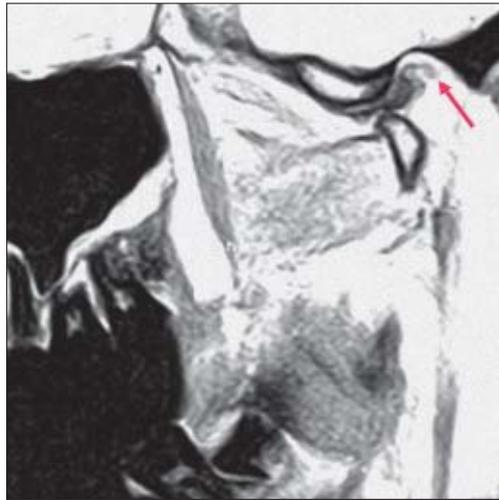


Abb. 7 b Dieselbe Patientin mit einem eingesetzten zweiten Registrat, das ebenfalls eine Diskusreposition bewirkt; nun wird auch eine Ruptur des Stratum superior der bilaminären Zone sichtbar (Pfeil).

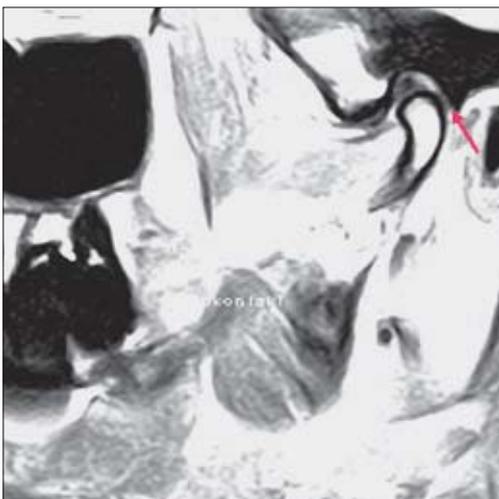


Abb. 8 a 57-jährige Patientin mit dorsal verlagertem Kondylus. Der Gelenkspalt ist posterior im Sinne einer Gelenkkompression verschmälert (Pfeil); der Discus articularis befindet sich in regelrechter Position.



Abb. 8 b Kraniale Gelenkkompression (Pfeil) bei totaler anteriorer Diskusverlagerung.

gestrebt werden, Stress zu vermeiden oder zu bewältigen, unter Umständen in Verbindung mit einer Entlastungsschiene und eventuell nachfolgender Okklusionsumstellung.

Arthrotische Veränderungen des Kiefergelenks machen sich durch eine Unterbrechung der Kompaktakontinuität oder in einer Deformation der Kompakta des Kiefergelenkkopfes bemerkbar; sie weisen auf eine schon lange bestehende Myoarthropathie des Kausystems hin (Abb. 9). Bei Kondylusdeformationen finden sich exophytische Ausläufer in unterschiedlichen Berei-

chen des Caput mandibulae (Abb. 10). Da eine Arthrose kurativ praktisch nicht zu therapieren ist, sind palliative Maßnahmen indiziert.

Die parasagittale Schnittebene eignet sich auch dazu, fehlerhafte Funktionen darzustellen. Dazu werden Aufnahmen in drei Unterkieferpositionen angefertigt: in entspannter habitueller Okklusion, bei Unterkieferöffnung/-vorschub um 2 mm bis maximal 4 mm und bei submaximaler Öffnung (Abb. 11 a bis c). Bei der ersten Aufnahme ist darauf zu achten, dass der Patient nicht zu fest zu beißt, da sonst der Eindruck einer falschen Kon-

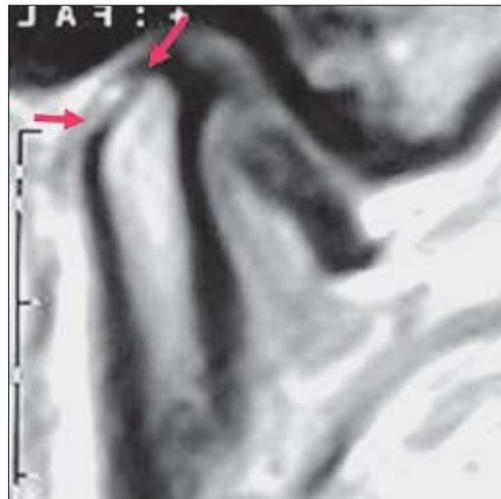


Abb. 9 Arthrose mit distokranieler Resorption der Kompakta des Kondylus (Pfeile).

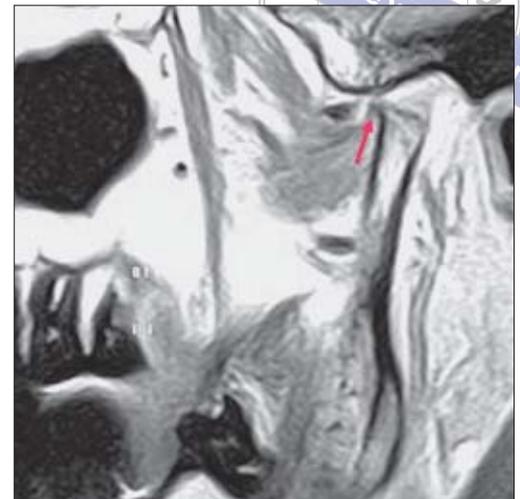


Abb. 10 Exophytenbildung am anterioren Rand des Caput mandibulae (Pfeil) durch eine chronische degenerative schmerzhafte Arthritis. Die kraniodorsale Begrenzung des Kondylus ist nicht mehr sichtbar, da die Kompakta hier resorbiert wurde.

Abb. 11 a Parasagittaler Ausschnitt in habitueller Okklusion mit entsprechendem Modell. Es besteht eine totale anteriore Diskusverlagerung, der Kondylus ist im dorsokranielen Bereich resorbiert, und es haben sich Exophyten am anterioren Rand des Caput mandibulae gebildet; in 12-Uhr-Position ist der Gelenkspalt komprimiert.

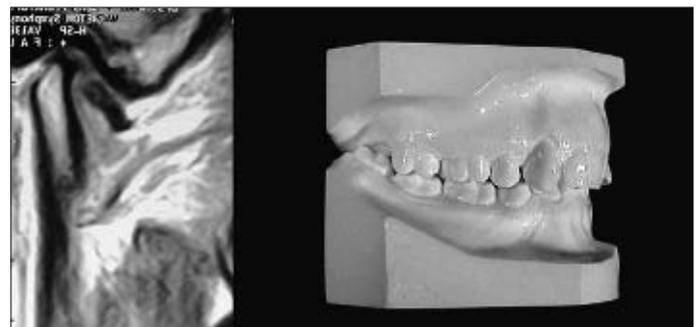


Abb. 11 b Parasagittaler Ausschnitt mit Modell und Bissregistrator I. Der Kondylus liegt weiterhin anterior, das heißt, es ist zu keiner Diskusreposition gekommen.

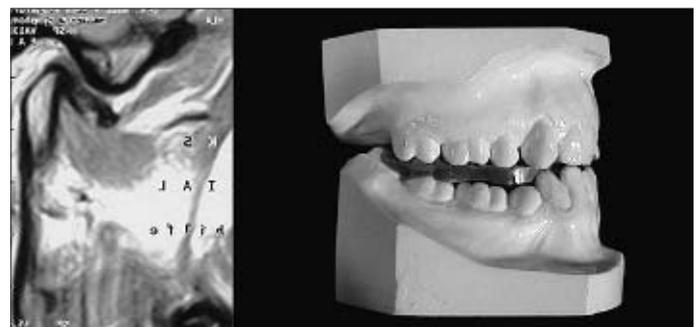


Abb. 11 c Parasagittaler Ausschnitt mit Modell und Bissregistrator II. Der Kondylus liegt unter dem Tuberculum articulare, aber dennoch reponiert sich der Diskus nicht.

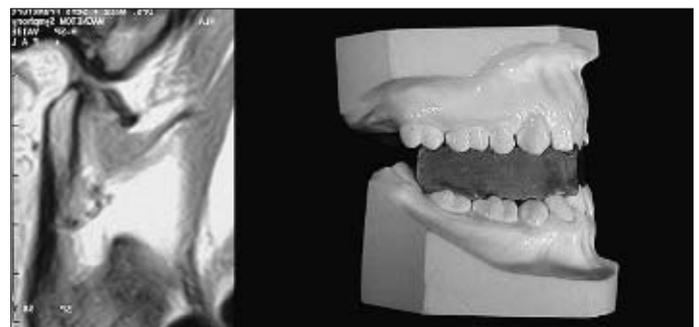




Abb. 12 Abbildungen aus einer Stereovideosequenz bei mittlerer Protrusion. Deutlich sichtbar ist eine Asymmetrie der Kieferbewegung durch eine rechtsseitige Limitation (vergleiche Längen der rot eingezeichneten Linien). Diese Bewegungslimitation ist durch eine Diskusadhäsion bedingt.



Abb. 13 Transversale Übersichtsaufnahme zur Bestimmung der parakoronalen Aufnahmeebene (rote Linien) und des Verlaufs der Schnittrichtung (weiße Linien).

dylenposition entstehen kann (vgl. Abb. 8 a). Die zweite Aufnahme erfolgt in der angestrebten therapeutischen Position. Soll der Biss durch prothetische Maßnahmen eingestellt werden, so wird die gewünschte neue Unterkieferlage mit einem Registrat (= Bissregistrat I) bestimmt, das dem Patienten für seine MRT-Aufnahme mitgegeben wird. Das Registratmaterial ist weniger entscheidend – wichtig ist nur, dass der Patient gleichmäßig darauf beißen kann. Ebenso wichtig ist es, dass der Patient vor dem Einsetzen des Registrates seinen Mund weit öffnet. Hierdurch wird erreicht, dass bei einer Diskusverlagerung mit initialer Reposition der Diskus über dem Kondylus liegt. Nun kann beurteilt werden, ob der Diskus wieder zurückgleitet oder in seiner neuen Position zu halten ist.

Bei der dritten Aufnahme sollte sich der Patient nicht verkrampfen, das heißt, er sollte seinen Mund nur so weit öffnen, wie er das gewohnheitsmäßig tut. Auch hierbei muss das Registrat nach maximaler Kieferöffnung eingesetzt und gleichmäßig mit beiden Zahnreihen belastet werden. Am besten geeignet für ein entsprechendes Registrat sind Bisswälder aus Wachs, wie sie bei der Konstruktionsbissnahme für Aktivator verwendet werden. Auf keinen Fall sollte der Biss nur frontal gesperrt werden, da dies durch den passiven Gewebe- und Muskelzug eine nicht unerhebliche kraniale Kompression beider Kiefergelenke bewirkt (vgl. Abb. 8 b); es wäre dann mit einer falschen Diagnose zu rechnen.

Video-MRT-Diagnostik

Zusätzlich zu den vorstehend geschilderten drei parasagittalen Aufnahmen mit unterschiedlichen Positionen der Mandibula geben Video-MRT-Aufnahmen wertvolle Hinweise über die Kiefergelenksfunktion. Während es in den Anfängen der MRT-Video-Aufnahmetechnik nur möglich war, die Kiefergelenksbewegungen einzeln aufzuzeichnen, können heute die Bewegungen beider Kiefergelenke simultan aufgenommen werden. Dabei verlaufen die Schnittebenen durch die Mitten beider Kondylen entlang der jeweiligen Parasagittalebene. Videosequenzen entstehen aus 10 bis 15 Einzelaufnahmen, deren sequenzielles Projizieren den Eindruck eines Bewegungsablaufes vermittelt. Dabei muss jeder Bewegungsschritt vom Patienten 20 Sekunden gehalten werden, um ein scharfes Einzelbild zu gewinnen. Diese Einzelschritte werden sowohl bei Kieferöffnung als auch bei

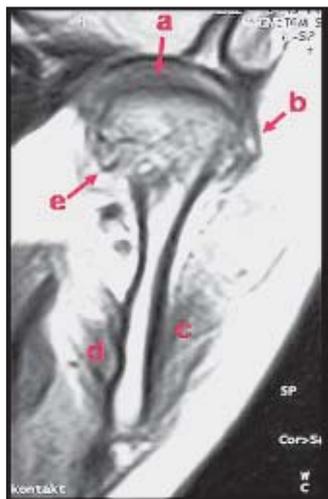


Abb. 14 Intaktes Kiefergelenk mit ventralem Anschnitt durch das Collum mandibulae: physiologischer Gelenkspalt (a), Ligamentum laterale (b), M. masseter (c), M. pterygoideus medialis (d) und Ansatz des M. pterygoideus lateralis am Kollum (e).



Abb. 15 39-jährige Patientin mit lateraler Verlagerung des Diskus (a), Kondylusarthrose mit Resorption im lateralen Bereich des Caput mandibulae (b) und medio-kranialer Gelenkkompression (c).

Abb. 16 62-jähriger Patient mit fortgeschrittener Kondylusarthrose, die sich klinisch mit Schmerzen und einem Gelenkerguss bemerkbar macht.

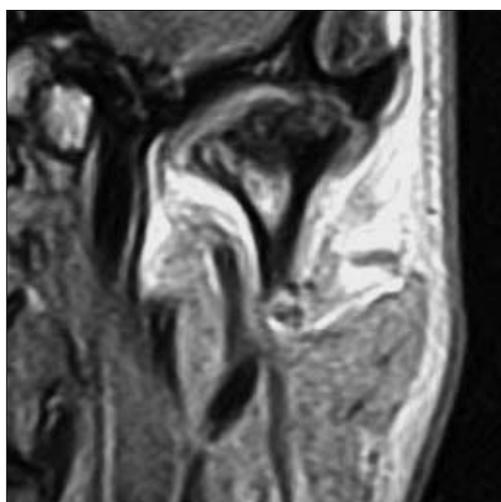


Abb. 17 Patientin mit dorsomedialer Diskusverlagerung. Dieser eher seltene Befund ist häufig mit einer schmerzhaften Blockade der Kieferöffnung verbunden oder führt zu einer schnappenden Reposition des Diskus. Bei totaler dorsomedialer Diskusverlagerung ohne Reposition ist eine Diskektomie indiziert; a = lateral komprimierter Gelenkspalt, b = dorsomedial liegender Diskus.



Protrusion aufgezeichnet. Damit die Aufnahmen besser gelingen, sollte der Kieferorthopäde seinen Patienten schon vor der MRT-Aufnahme diese 15 Einzelschritte üben lassen. Asymmetrische Bewegungsabläufe, verspätete Diskusrepositionen sowie Luxationen der Kiefergelenke werden in Video-MRTs deutlich sichtbar. Abbildung 12 zeigt Video-MRT-Ausschnitte einer rechtsseitigen Diskusadhäsion.

Diagnostik in der parakoronalen Aufnahmeebene

Zur Ermittlung der parakoronalen Schnittebene und -folge ist eine transversale Übersichtsaufnahme in Höhe des Caput mandibulae erforderlich (Abb. 13). Zwischen dem vorderen und dem hinteren Rand des Kondylus werden etwa 15 Schnittbilder hergestellt, die sich durch den Korpus, den Ramus und das Caput mandibulae ziehen.

In der parakoronalen Schnittebene ist die Neigung des Ramus zur Kondylenachse zu erkennen. Am äußeren unteren Rand des Ramus setzt der Musculus masseter an. Ihm etwa gegenüber befindet sich auf der inneren Seite des Ramus der Ansatz des Musculus pterygoideus medialis. Dem aufsteigenden Ast folgend wird auf der Außenseite die Gelenkkapsel mit dem Ligamentum laterale sichtbar, auf der Innenseite dagegen die knöcherne Fovea pterygoidea. Hier und am darüberliegenden Discus articularis setzt der Musculus pterygoideus lateralis an (Abb. 14). Parakoronale Aufnahmen eignen sich besonders zur Beurteilung des Gelenkspaltes. Kompressionen lassen sich selbst dann gut diagnostizieren, wenn sie nur im medianen Bereich liegen. Ebenso werden laterale oder mediane Diskusverlagerungen und Arthrosen des Kiefergelenks deutlich abgebildet (Abb. 15 bis 17).

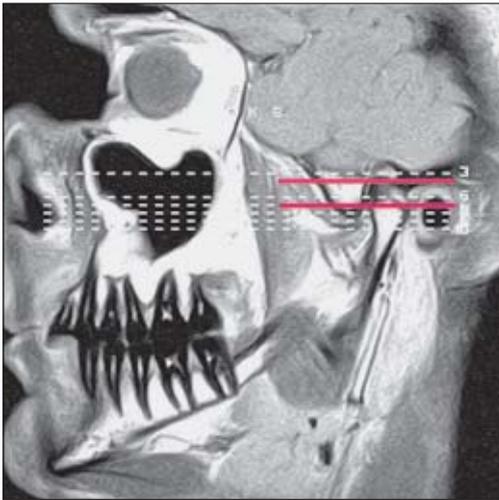


Abb. 18 Parasagittale Übersichtsaufnahme zur Ermittlung der horizontalen Höhe der transversalen Schnittebenen; vgl. auch Legende Abbildung 13.



Abb. 19 Transversale Schicht durch das Collum mandibulae; die Pars anterior des Diskus liegt gleichmäßig vor dem Kollum (Pfeile); a = M. temporalis, b = M. pterygoideus lateralis pars superior.

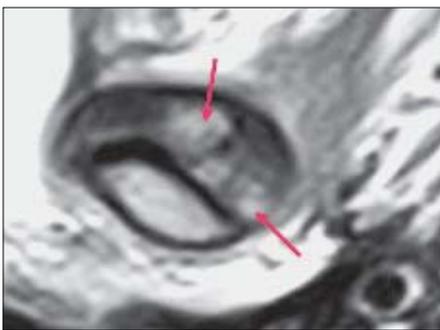


Abb. 20 Transversale Aufnahme mit längs angeschnittenem Diskus; die hellen runden Bereiche (Pfeile) weisen auf eine Kontinuitätstrennung hin. Der Diskus liegt vollständig vor dem Kollum, er ist also total nach anterolateral verlagert. Der gesamte Kondylus und dessen durchgehende Kompaktabdeckung sind sichtbar.



Abb. 21 a und b Parasagittale Aufnahmen derselben Patientin mit zwei Bisregistraten unterschiedlicher Höhe. Bei vollständiger Kieferöffnung klappen die beiden getrennten Segmente des Diskus gegeneinander (b) und verursachen ein terminales Knacken.



Diagnostik in der transversalen Aufnahmeebene

Um die horizontalen Schichten zu bestimmen und den Aufnahmebereich festzulegen, muss zunächst eine parasagittale Schädelübersichtsaufnahme angefertigt werden (Abb. 18). Bei horizontalen Schichten bildet der Jochbogen die äußere Begrenzung. Nach median folgend setzt der Musculus temporalis am Processus coronoideus an. Es folgt der Musculus pterygoideus lateralis, der mit seiner Pars superior in den vorderen Rand des Discus articularis einstrahlt. Teilweise im „Schatten“ des Diskus erstreckt sich der relativ helle Kondylus in dorsolateraler Richtung (Abb. 19). Hinter dem Kiefergelenk ist der

äußere Gehörgang sichtbar, der von dorsolateral nach ventromedian zum Innenohr verläuft. Transversale MRT-Aufnahmen geben sehr deutlich die horizontale Neigung des Kiefergelenksköpfchens und seine Form wieder. Sie lassen zudem Perforationen (Abb. 20) oder Stauungen (Abb. 21 a und b) des Diskus sicher diagnostizieren. Bei einem Vergleich von Aufnahmen mit leicht protrudierter mäßiger und submaximaler Kieferöffnung wird das pathologische Geschehen deutlich sichtbar: An der Rupturlinie kommt es zu einem Zusammenklappen der getrennten Segmente. Klinisch ist dann ein deutliches Knacken zu hören. Der Diskus reponiert jedoch nicht, sondern fällt nur in sich zusammen.

MRT-Gewichtungen

Die Magnetresonanztomographie macht sich die elektromagnetischen Eigenschaften von Protonen zu Nutze. Daraus resultiert, dass alle mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten angereicherten Gewebe besser dargestellt werden, da in ihnen eine spezifische Protonenresonanz erzeugt wird.

Starke magnetische Felder bewirken eine gleichmäßige Ausrichtung der Protonen, die als „Spin“ bezeichnet wird. Durch zusätzliche Radioimpulse wird der Spin in eine definierte Richtung geändert. Bei Unterbrechung der Radioimpulse schwenken die Protonen wieder zurück in die Ausrichtung des Magnetfeldes. Bei diesem Vorgang senden sie schwache elektromagnetische Wellen aus, die mit hoch sensitiven Detektoren gemessen werden. Die gemessenen rückläufigen Resonanzradiowellen sind die Grundlage zur Berechnung von Magnetresonanztomogrammen. Da diese Methode die Dichteverteilung der H₂O-Anteile ausnutzt, ist sie besonders geeignet, Weich- und Knorpelgewebe darzustellen.

In Abhängigkeit davon, wann die Messung nach dem Unterbrechen der Radioimpulse erfolgt, ergeben sich verschieden starke Resonanzen, die zu sehr unterschiedlichen Bildern mit gewebe-spezifischen Grauwerten führen. Diese Eigenschaft kann genutzt werden, um bestimmte Gewebe besonders gut darzustellen. Die Einstellmöglichkeiten zur individuellen Gewebewiedergabe werden als Gewichtung bezeichnet. Für die Kiefergelenksdiagnostik kommen vor allem die T1- und T2- sowie die Protonengewichtung (Abb. 22 a bis c) in Frage; ferner ist die fettsupprimierte T2-Gewichtung in Betracht zu ziehen. Sämtliche Aufnahmen können durch den Einsatz von Kontrastmitteln unterstützt werden.

T1-gewichtete Aufnahmen dienen zur Übersicht, geben sie doch sämtliche anatomischen Strukturen exakt wieder. T2-gewichtete Aufnahmen dienen speziell zum Nachweis von Infektionen, Ödemen und Gelenkergüssen, denn Flüssigkeiten werden hierbei sehr hell dargestellt. Der Diskus und die Knochen sind dagegen sehr dunkel und erlauben keine genaue Zustandsbeschreibung. Protonengewichtete Aufnahmen liegen zwischen T1- und T2-gewichteten Darstellungen. Flüssigkeiten werden hier – ähnlich wie Muskeln – mit einem mittleren Grauwert abgebildet. Der Diskus setzt sich hiervon mit einer deutlich dunkleren Zeichnung ab. Daher sind diese Aufnahmen besonders gut für die Kiefergelenksdiagnostik geeignet.

Fettsupprimierte T2-Aufnahmen stellen Flüssigkeiten (und das Gehirn) sehr hell dar, während

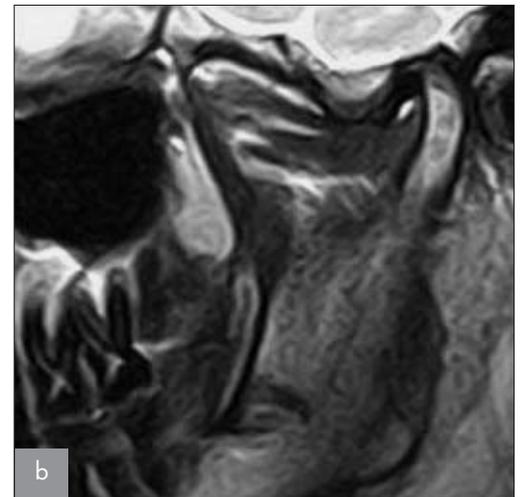


Abb. 22 a bis c Parasagittale Aufnahmen derselben Patientin mit unterschiedlicher Aufnahmeeinstellung; a = T1-Gewichtung, b = T2-Gewichtung und c = Protonengewichtung.



alle anderen Gewebe sehr dunkel erscheinen. Ergüsse werden ebenso deutlich (hell) wiedergegeben wie die arteriovenösen Geflechte um das Kiefergelenk herum (Abb. 23 a und b). Als Kontrastmittel dienen bei MRT-Aufnahmen Substanzen mit paramagnetischen Eigenschaften wie beispielsweise Magnevist, das aus einem Gadolinium-DTPA-Komplex besteht und nach Infusion zu einer Resonanzsteigerung bei den stärker durchbluteten Geweben führt. Schlecht durchblutete Gewebe erscheinen somit dunkler. Die Abbildungen 24 a und b zeigen eindrucksvoll, welche Wiedergabesteigerung sich durch ein Kontrastmittel erzielen lässt.

Befunderhebung in drei Raumebenen

Erst eine Darstellung in allen drei Raumebenen ermöglicht eine genaue Beschreibung der pathologischen Befunde, wie beispielsweise einer Diskusverlagerung, und ist Voraussetzung für eine präzise Diagnose und eine sinnvolle Therapie (Abb. 25 a bis d). Fehlt dem versierten Kieferorthopäden diese Information, so kann er nicht erkennen, ob seine kieferorthopädische Therapie einem Spaziergang im Hyde-Park oder dem Durchwandern eines Minenfeldes gleicht. Es ist sicherlich immer von Vorteil zu wissen, in welchem anatomischen Umfeld eine kieferorthopädische Behandlung erfolgt. Zumindest beugt man so eventuellen bösen Überraschungen vor.

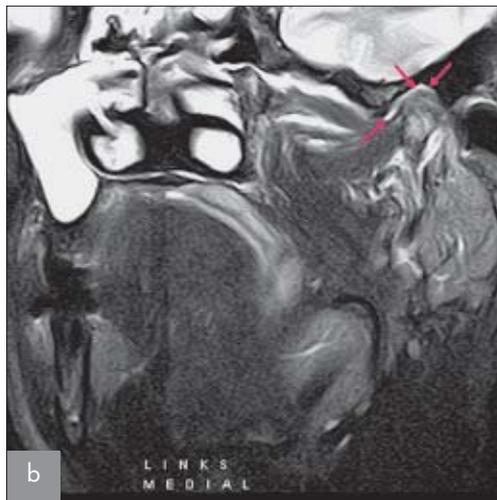
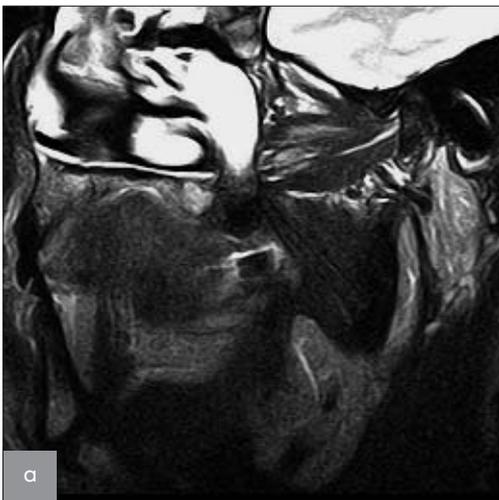


Abb. 23 a und b Fettsupprimierte T2-gewichtete Aufnahme des rechten Kiefergelenks ohne Gelenkerguss (a). Das linke Kiefergelenk weist dagegen eine fortgeschrittene Arthrose und eine Arthritis des Stratum superior mit synovialen Gelenkerguss (Pfeile) über dem Kollum auf (b). Schmerzen mit starken Reibegeräuschen veranlassten den Patienten zu einer Untersuchung.

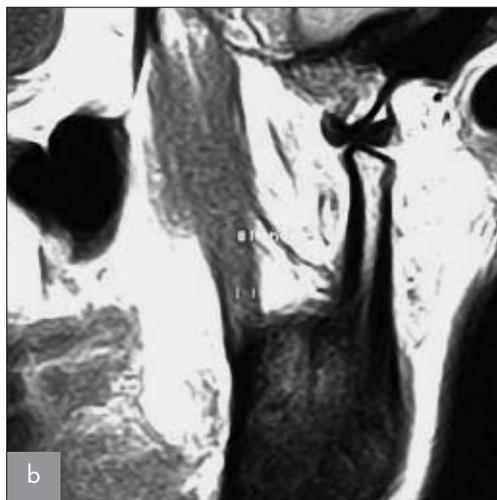


Abb. 24 a und b Parasagittale Aufnahme ohne Kontrastmittel (a), die den Diskus kaum von der Gelenkbahn und vom Kondylus abgrenzt. Nach Kontrastmittelgabe ist bei vorgeschobenem Unterkiefer das interstitielle Gewebe fast weiß, und sowohl Diskus als auch Kondylus heben sich hervorragend hiervon ab (b).

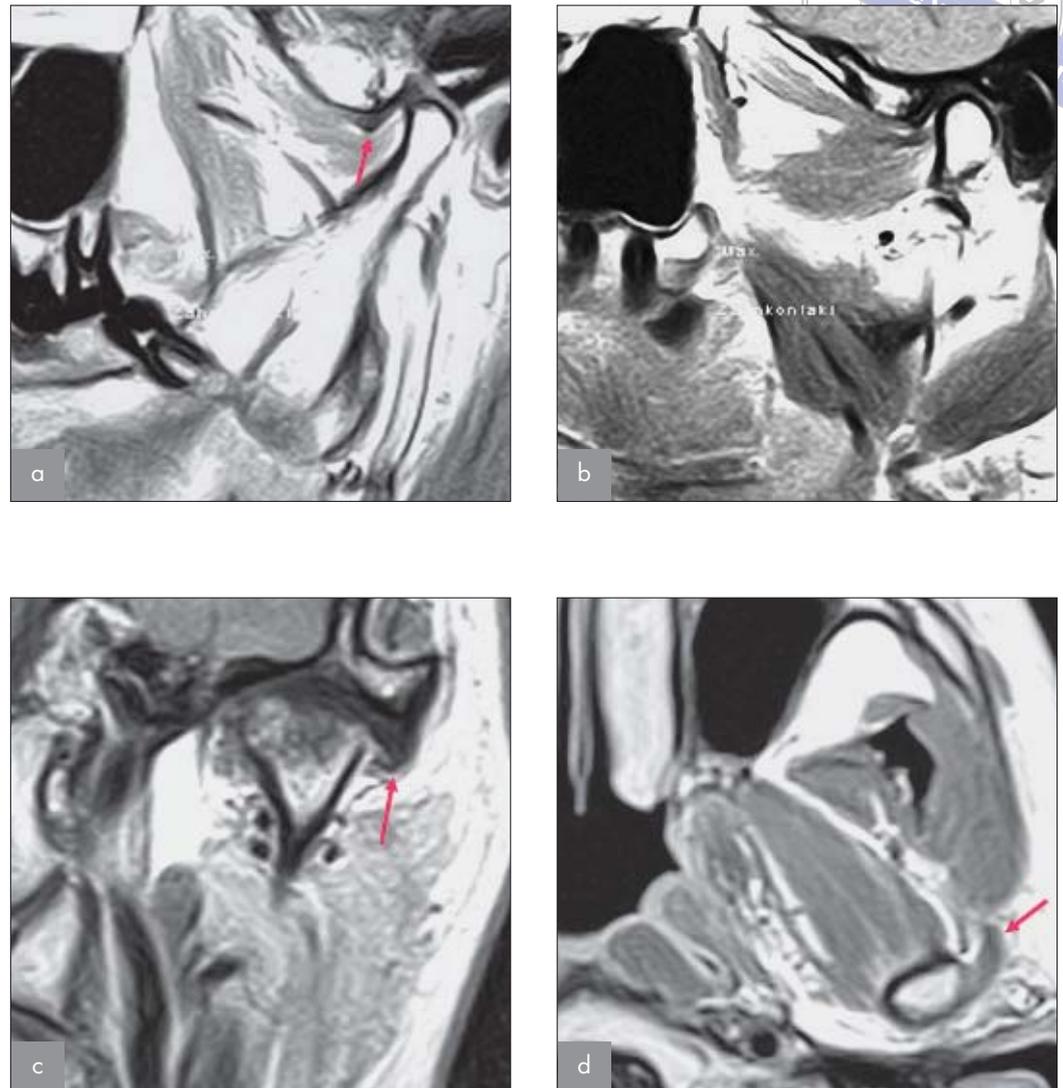


Abb. 25 a bis d Vergleich verschiedener Aufnahmen bei anterolateraler Diskusverlagerung. Bei parasagittaler lateraler Darstellung liegt der vordere Rand des Diskus (Pfeil) weit vor dem Tuberculum articulare und vor dem Kondylus (a). In einer weiter medianen Schicht liegt der Diskus auf dem Kondylus (b). In der parakoronalen Schicht ist eine deutliche Lateralverschiebung des Diskus (Pfeil) zu erkennen (c). Die transversale Horizontalaufnahme bestätigt die Diskusverschiebung nach lateral (Pfeil; d).

Zusammenfassung

Pathologische Prozesse des Kiefergelenks können nur durch systematisch angefertigte MRT-Aufnahmen in allen drei Raumebenen vollständig erfasst werden. MRT-Aufnahmen sind wichtig zur Einschätzung chronischer Erkrankungen der Kiefergelenke, und sie gewinnen durch die zunehmenden kieferorthopädischen Behandlungen erwachsener Patienten sowohl aus forensischer als auch aus therapeutischer Sicht an Bedeutung. MRT-Aufnahmen erlauben eine sichere Diagnostik von Myoarthropathien des Kiefergelenks und ermöglichen

es somit, ein komplexes Therapiekonzept aufzustellen.

Danksagung

Dr. med. *Markus Sens*, Facharzt für Radiologie, danke ich ganz besonders für die Bereitstellung aller hier veröffentlichten MRTs, von denen einige allein deshalb angefertigt wurden, um die Aufnahmetechnik zu erläutern. Ebenso danke ich dem Kollegen *Douglas Toll*, der mir mit seinem unermüdlichen Bestreben um die MRT-Diagnostik einen Impuls gegeben hat, eigene Studien zu betreiben.

Schrifttum

1. *Bumann A, Lotzmann U*: Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien. Farbatlanten der Zahnmedizin Bd 12. Thieme, Stuttgart, 2000.
2. *Düker J*: Kiefergelenkerkrankungen. Röntgendiagnostik mit der Panoramaschichtaufnahme. Hüthig, Heidelberg, 1992, pp 432-464.
3. *Polzar G, Toll D E, Sens M*: MRT-Diagnostik des Kiefergelenkes. Selbstverlag, Freiburg, 2004.
4. *Schächner H*: Die Darstellung des Kiefergelenkes mit Hilfe der Magnetischen Resonanztomographie (im Niederfeld) unter besonderer Berücksichtigung des Discus articularis. Med Diss, Freiburg, 1988.

MRI diagnostic of the temporomandibular joint – Systematic, anatomic structures, and common pathological findings

Summary

A systematic MRI (**m**agnet resonance **i**maging) diagnosis allows a three dimensional evaluation of the anatomic structures and to describe the pathology of the temporomandibular joint. MRIs reveal important information about chronic pathological findings. With the increasing number of adult patients, MRIs are important forensically, as well as for comprehensive treatment planning.

