

2 Grundlagen

2.1 Anatomie des Kiefergelenks

Um eine MRT des Kiefergelenks korrekt auswerten zu können, sind Kenntnisse über dessen Aufbau und seine angrenzenden Strukturen unerlässlich.

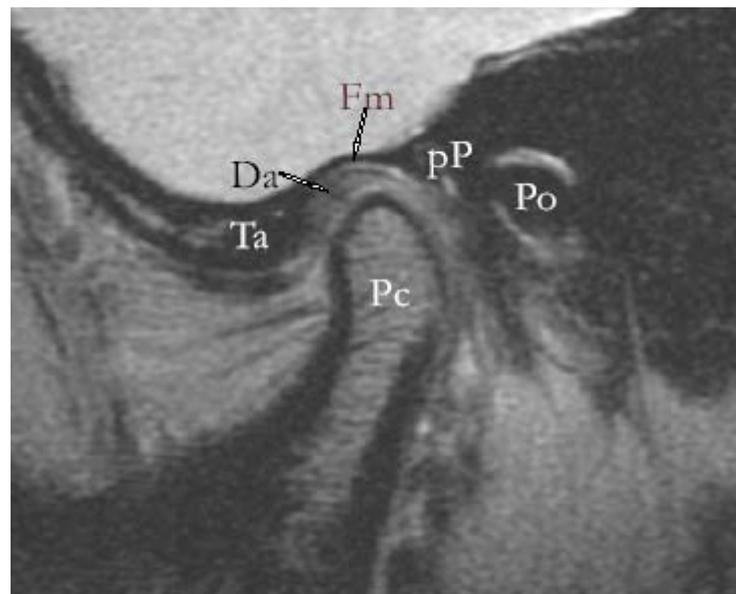


Abb. 2.1: Übersicht der Anatomie des Kiefergelenks und seiner umliegenden Strukturen (Pc: Processus condylaris, Ta: Tuberculum articulare, Da: Discus articularis, Fm: Fossa mandibularis, pP: postglenoidaler Processus, Po: Porus acusticus externus).

2.1.1 Knöcherne Strukturen

Das Kiefergelenk liegt im Os temporale direkt vor dem Porus acusticus externus und hinter dem Os zygomaticum. Die Fläche der pars squamosa ossis temporalis ist dabei mehr als doppelt so groß als die durch den Condylus gebildete Gelenkfläche (420 vs. 200 mm²) [Lang, 1977].

Bei Neugeborenen ist die Fossa mandibularis flach und die Eminentia articularis noch nicht vorhanden. In dieser Phase überwiegt eine Scharnierachsenbewegung. Im Zuge der Dentition kommt es zu

Umbauvorgängen im Kiefergelenk, wodurch sich die knöchernen Strukturen formen [Platzer, 1991; Waldeyer, 1986].

Der Condylus mandibularis liegt in Ruheposition in der Fossa mandibularis. Diese besteht im Zenit aus einer zarten Knochenstruktur und ist nicht zur Aufnahme von Druck geeignet. Das nach anterior angrenzende Tuberculum articulare wird dagegen aus einer massiven Knochenstruktur gebildet und stellt somit die eigentliche funktionelle Gelenkfläche dar.

Die knöchernen Gelenkflächen sind anders als in anderen Gelenken nicht mit Knorpel, sondern mit dickem fibrösem Bindegewebe überzogen [Schröder, 2000], das hauptsächlich aus Kollagen-Typ-I-Fasern besteht.

2.1.2 Gelenkkapsel

Das das Kiefergelenk fest umschließende und von Synovialmembran ausgekleidete Gewebe ist an der Schädelbasis und am Unterkiefer im Bereich des Caput mandibulae befestigt. In diesen Bereichen geht die Gelenkkapsel medial und lateral in derbes Bindegewebe über. In die Kapsel inserierende Strukturen sind der Musculus pterygoideus lateralis pars superior von ventral und Faserbündel des unteren Teils des Musculus masseter pars profunda von anterior lateral.

Die Kapsel bildet zusammen mit dem Discus articularis das disco-kapsuläre System und wird lateral durch das Ligamentum laterale verstärkt [Benner, 1993]. Bewegungshemmende und gelenksichernde Strukturen sind das Ligamentum sphenomandibulare, stylomandibulare und laterale.

2.1.3 Discus articularis

Diese gefäßfreie Gelenkzwischenscheibe kompensiert die Inkongruenz zwischen der Form und Größe der Condylen und der temporalen Gelenkflächen [DuBrul, 1988]. Somit fungiert der Diskus als eigentliche Gelenkpfanne. Die Struktur ist bikonkav (verdünnt sich vom dickeren Rand zur Mitte hin) und mit der Gelenkkapsel verwachsen.

Man unterteilt sie in drei Abschnitte: pars anterior, -intermedia und -posterior. Der Diskus besteht aus Typ-I-Kollagen für den elastischen Widerstand und Proteoglycanen für die viscoelastischen Eigenschaften [Tanaka, 2003]. Er hat einen hohen Wassergehalt und heterogen verteilte Fibrozyten, Fibroblasten und Fibrochondrozyten (anterior und posterior mehr als intermediär).

Durch den Discus articularis wird das Kiefergelenk in eine obere und eine untere Kammer geteilt. Dabei führt die Articulatio discotemporalis (obere Kammer) die Gleit- und Schiebebewegungen aus und die Articulatio discomandibularis (untere Kammer) die Drehbewegungen.

Die habituelle Kieferöffnung ist eine kombinierte Rotation und Translation, wodurch eine wandernde Gelenkachse entsteht [Ferrario, 1996; Lindauer, 1995; McMillan, 1989; Salaorni, 1994].

2.1.4 Bilaminäre Zone

Dorsal des Discus articularis liegt lockeres, stark vaskularisiertes retrodiscales Bindegewebe, das als bilaminäre Zone bezeichnet wird. Es besteht aus dem Stratum superius, dem Genu vasculosum und dem Stratum inferius [Ide, 1991; Rees, 1954]. Das Stratum superius ist dorsal am Processus postglenoidalis, am knöchernen und knorpeligen Gehörgang, an der Fascie der Glandula parotidea [Bumann, 1991], sowie an der Fissura squamotympanica befestigt [Rees, 1954]. Es besteht im Wesentlichen aus elastischen und kollagenen Fasern. Das Stratum inferius inseriert an der Dorsalfläche des Condylus und besteht aus straffem kollagenem Bindegewebe. Es dient der Stabilisierung des Diskus auf dem Condylus [Bumann, 2000]. Bei der Unterkieferbewegung übt der Condylus eine Pumpfunktion auf diesen Bereich aus. Der dadurch entstehende physiologische Wechsel des Innendrucks ist eine wichtige Voraussetzung für das störungsfreie Gleiten der Gelenkoberflächen und ein wesentlicher Faktor für den Gelenkstoffwechsel [Graber, 1991].

Bei einer anterioren Diskusverlagerung wird diese Zone belastet, wodurch sie oft hyalinisiert und einen Pseudodiskus aus festem Bindegewebe ausbildet. In diesem Zustand ist die Vaskularisation des Gewebes stark verringert, wodurch es nicht mehr für den Stoffwechsel des Kiefergelenks sorgen kann. Somit entsteht

eine höhere Anfälligkeit für arthrotische Erkrankungen [Griethe, 2005; Lemke, 2005].

2.1.5 Muskulatur

Die Kaumuskulatur soll an dieser Stelle mit aufgeführt werden, da sie die Bewegungen des Unterkiefers ausführt und zum temporo-mandibulären Komplex gehört. Sie wird in der klinischen Funktionsanalyse untersucht und kann an einer Störung des Kiefergelenks maßgeblich beteiligt sein.

Musculus temporalis: Er ist ein Kaumuskel mit großer Kraftentfaltung und füllt die Schläfengrube aus [Schiebler, 1997]. Sein anteriorer Bereich wird vor allem beim Pressen in der Interkuspidationsposition (IKP) beansprucht. Seine hinteren Fasern dienen dem Zurückziehen des Unterkiefers und werden beim Reiben auf okklusale Interferenzen (Retrusionsfacetten) kontrahiert. Dieser Muskel ist in erster Linie für die Stellung des Unterkiefers verantwortlich. Er reagiert empfindlich auf okklusale Interferenzen und kann zu muskulären Spannungskopfschmerzen führen [Ash, 1995].

Musculus masseter: Er besteht aus einer schräg verlaufenden Pars superficialis, der besonders beim Bruxismus eine Rolle spielt und einer senkrecht absteigenden Pars profunda, die beim Pressen in IKP in Mitleidenschaft gezogen wird. Der M. masseter fungiert als Heber der Mandibula und führt Seitwärtsbewegungen und Protrusionen aus.

Musculus pterygoideus medialis: Er liegt dem Unterkiefer von innen an und entwickelt zusammen mit dem M. temporalis und M. masseter eine sehr hohe Kontraktionskraft [Schiebler, 1997]. Seine Hauptfunktion ist die Abduktion der Mandibula. Im Zusammenspiel mit dem M. pterygoideus lateralis ist er an der Laterotrusion des Unterkiefers beteiligt.

Musculus pterygoideus lateralis: Zieht den Unterkiefer nach vorn und ermöglicht damit die Kieferöffnung und Mahlbewegungen. Die Pars superior stabilisiert das Kiefergelenk bei Unterkieferbewegungen, wodurch sich der Discus articularis langsamer bewegt als der Condylus. Es wird diskutiert, dass dieser Muskel eine ätiologische Komponente bei der Entstehung der Diskusverlagerung darstellen könnte. Ist die Muskelaktivität der Pars superior nicht genau auf die der

Pars inferior abgestimmt, kann es zu einer Subluxation des Diskus kommen [Klett, 1986].

2.1.6 Bänder

Ligamentum laterale: Es zieht vom Processus zygomaticus zum Collum mandibulae und inseriert in die Gelenkkapsel. Die Struktur verhindert eine zu starke Auslenkung des Condylus nach dorsal und lateral.

Ligamentum stylomandibulare: Es befindet sich zwischen dem Processus styloideus und dem Angulus mandibulae.

Ligamentum sphenomandibulare: Dieses Band zieht von der Spina ossis sphenoidalis zur Innenseite des Ramus mandibulae.

2.2 Erkrankungen des Kiefergelenks

Auch dieses Thema soll hier aufgegriffen werden, da es für das Verständnis der MRT-Aufnahmen und die Relevanz der Diagnostik mittels MRT notwendig ist, einen Überblick der möglichen Abweichungen von der Norm zu haben. Die verschiedenen Formen der Veränderungen des Kiefergelenks werden nach dem Klassifikationsschema der Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders RDC/TMD dargestellt [Dworkin, 1992].

Gruppe I: myogene Erkrankungen

I a: Myofaszialer Schmerz

Die Patienten klagen über Schmerzen im Kiefer-Gesichtsbereich in Ruhe oder bei Belastung und Schmerzen auf Palpation.

I b: Myofasziärer Schmerz mit limitierter Kieferöffnung

Eine schmerzfreie aktive Kieferöffnung hat hier eine geringere Schneidekantendifferenz als 40 mm. Bei der passiven Kieferöffnung ist diese Differenz dagegen mindestens fünf mm größer, als bei der aktiven.

Gruppe II: Diskusverlagerungen

II a: Diskusverlagerung mit Reposition

Es besteht ein reziprokes Kiefergelenkknacken, das bei mindestens zwei von drei aufeinander folgenden Kieferöffnungen auftreten muss oder während der Laterotrusion und Protrusion. Zur magnetresonanztomographischen Untersuchung des Discus articularis ist eine T1-Gewichtung anzuwenden. Am häufigsten wird hier das „Uhrzeigermodell“ angewendet, wonach eine anteriore Diskusverlagerung mit Reposition Grad I besteht, wenn der posteriore Diskuspol zwischen 11 - 10 Uhr steht. Handelt es sich um eine 10 - 9 Uhr - Position, wird die Diskusverlagerung in Grad II eingeteilt. Sollte in der MRT erkennbar sein, dass der Diskus vor dem Condylus liegt und der posteriore Diskuspol keinen Kontakt zur condylären Artikulationsfläche hat, handelt es sich um eine komplette anteriore Diskusverlagerung.

II b: Diskusverlagerung ohne Reposition mit limitierter Kieferöffnung

Der Patient gibt in diesem Fall eine plötzliche Kieferöffnungseinschränkung an. Die maximale aktive Kieferöffnung beträgt ≤ 35 mm und kann passiv um bis zu vier mm erweitert werden. Kontralateral besteht eine Exkursivbewegung von weniger als sieben mm und/oder eine Deflexion zur selben Seite. Zudem bestehen entweder keine Kiefergelenksgeräusche, oder die bestehenden Geräusche entsprechen nicht den Beschreibungen unter II a.

In den Aufnahmen der MRT kann man die Position des Diskus vor der posterior-inferioren Artikulationsfläche der Eminentia articularis ausmachen. Bei der Kieferöffnung wird der Diskus mit nach anterior bewegt, ohne dass er sich auf den Condylus reponiert.

II c: Diskusverlagerung ohne Reposition ohne limitierte Kieferöffnung

Auch hier gibt der Patient eine plötzlich eingetretene Kieferöffnungseinschränkung an. Die maximale aktive Kieferöffnung geht aber über 35 mm hinaus. Passiv lässt sie sich um mindestens fünf mm erweitern. Die kontralateralen Exkursivbewegungen überschreiten die sieben mm und es bestehen ebenfalls entweder keine Kiefergelenksgeräusche oder diese entsprechen nicht den Beschreibungen unter II a.

In der MRT ist erkennbar, dass sich das posteriore Band des Diskus vor der 12 Uhr - Position befindet und auch bei maximaler Kieferöffnung vor der 12 Uhr - Position verbleibt. In vielen Fällen ist bereits eine Formveränderung des Diskus eingetreten.

Gruppe III

Arthralgie

Neben Schmerzen auf Palpation des lateralen Condyluspols und/oder des posterioren Attachments bei einem oder beiden Kiefergelenken bestehen folgende Befunde: Schmerzen im Bereich der Kiefergelenke, Schmerzen bei maximaler aktiver und passiver Kieferöffnung und Schmerzen in den Kiefergelenken bei Exkursivbewegungen. Es sind keine Reibegeräusche an den Kiefergelenken feststellbar.

Arthritis

Kommen zu den Kriterien der Arthralgie Reibegeräusche im Kiefergelenk hinzu, könnte es sich um eine Arthritis handeln. Dann sollten bildgebende Verfahren zur Anwendung kommen. Im Falle einer Arthritis sind dort Erosionen der kortikalen Strukturen, eine Sklerosierung des Condylus und am Tuberculum articulare, eine Abflachung der Gelenkoberfläche oder gar eine Osteophytenbildung erkennbar.

Typische MRT-Befunde der Arthritis sind: Flüssigkeitsansammlung (bei T2 - Sequenz), Synovialproliferation und Destruktionen artikulärer Gelenkstrukturen (s. oben).

Arthrose

Es besteht eine Abwesenheit aller Kriterien der Arthralgie, wohingegen Reibegeräusche feststellbar sind oder folgende Befunde der MRT: Erosionen der kortikalen Strukturen, Sklerosierung des Condylus und am Tuberculum articulare, Abflachung der Gelenkoberfläche, Osteophytenbildung.

2.3 Bisherige Bildgebung

2.3.1 konventionelles Röntgen

Dieses Verfahren nahm in den vergangenen Jahren in der Kiefergelenksdiagnostik einen geringen Stellenwert ein. Die harten Röntgenstrahlen sind nicht in der Lage, den Discus articularis darzustellen, der als entscheidendes Kriterium in der Diagnostik einer Diskusverlagerung anzusehen ist. Eine eventuelle Verlagerung des Diskus kann nur indirekt über die Beurteilung der Gelenkspaltbreite erkannt werden. Gelenkspaltbreiten sind aber aus einem zweidimensionalen Röntgenbild nicht sicher zu bestimmen bzw. auszuwerten. Die Röntgendiagnostik ist in der Lage, bereits entstandene knöcherne Veränderungen darzustellen. Es stehen dabei verschiedene Verfahren der Technik zur Verfügung. Bei der Aufnahme nach Schüller ist das Kiefergelenk in der sagittalen Ebene dargestellt. Sie zeigt den Condylus, die Fossa articularis und das Tuberculum articulare. Bei dieser Aufnahme wird bei entsprechender klinischer Symptomatik und einer sichtbaren dorsalen Verschmälerung des Gelenkspaltes auf eine anteriore Diskusverlagerung geschlossen. Das Verfahren birgt mehrere Nachteile. Zunächst führt es zu einer starken Strahlenbelastung des Patienten. Außerdem kommt es zu einer schlechten Reproduzierbarkeit, da das Ergebnis der Technik sehr stark von der Ausrichtung des Tubus abhängig ist. Des Weiteren steht zur Beurteilung einer Gelenkspaltverschmälerung nur der Vergleich der Gegenseite zur Verfügung. Abhängig aber von einer möglichen Verlagerung des Unterkiefers bei der Aufnahme bzw. durch Asymmetrien in der Anatomie der Gelenke können Gelenkspaltbreiten unterschiedlich ausfallen, ohne Relevanz für das klinische Bild zu haben.

Zur Abklärung einer eventuellen Collumfraktur wird die Clementschitsch-Aufnahme herangezogen. Um die Condylen frei darstellen zu können und nicht vom Jochbogen überlagern zu lassen, muss der Patient die maximale Kieferöffnung einnehmen. Arthrotische Prozesse sind mit dieser Aufnahme kaum zu erkennen.

Die Orthopantomographie (OPTG) wird häufig zur Kiefergelenksdiagnostik herangezogen, da sie unproblematisch in der Praxis angefertigt werden kann. John et al. führten eine vergleichende Studie durch und fanden heraus, dass es keine Korrelation zwischen dem klinischen Befund und der OPTG-Aufnahme gibt [John, 1999]. Die einzige sichere Diagnose, die durch ein OPTG gestellt werden kann, ist eine ausgeprägte Arthrose (fortgeschrittene Form der Gelenkdestruktion).

Auch Fallon et al. beschäftigten sich mit der Rolle der OPTG in der Kiefergelenksdiagnostik. Sie ermittelten die Form und Stellung des Condylus articularis an acht menschlichen Schädeln. Die wahre Gestalt und Stellung des Condylus konnte aber an keiner der 8 Aufnahmen erkennbar gemacht werden [Fallon, 2006]. Bei der OPTG handelt es sich also um kein geeignetes Hilfsmittel in der Kiefergelenksdiagnostik, allenfalls um ein Screeningverfahren um knöcherne Destruktionen oder ossäre Neoplasien zu erkennen.

2.3.2 Computertomographie

Hierbei handelt es sich um eine sehr stark weiterentwickelte Untersuchungstechnik, die im Aufbau der MRT ähnelt. In einem Tunnel werden eine Vielzahl von Röntgenröhren und Detektoren angeordnet, die an ein Computersystem angeschlossen sind. Die entstehenden Daten können zu einer dreidimensionalen Ansicht verarbeitet werden. Bei dieser Technik kommt es zu einer besonders starken Strahlenbelastung des Patienten. Auch dieses Verfahren lässt hauptsächlich ossäre Strukturveränderungen erkennen.

2.4 Technische und physikalische Grundlagen der MRT

Um den Kenntnisstand über die Kiefergelenksdiagnostik zu erweitern sind in vorangegangenen Studien, neben der klinischen Untersuchung und der Obduktion an Leichen, auch bildgebende Verfahren zur Anwendung gekommen. Dazu zählt die magnetresonanztomographische Untersuchung, bei der es sich um ein nicht invasives Verfahren handelt, das ohne Strahlenbelastung des Patienten qualitativ hochwertige Bilder erzeugt. Aus diesen Gründen hat sich diese Technik in der Kiefergelenksdiagnostik durchgesetzt und ist auch in der Forschung unerlässlich geworden. Anders als bei Röntgenaufnahmen werden die Knochenkompakta und mit Luft gefüllte Hohlräume dunkel (signalarm) dargestellt und Knochenmark hell (signalreich). Auch der retrocondyläre Raum ist durch die Vaskularisation und Fetteinlagerungen als signalreicher Bereich erkennbar [Kordaß, 1990].

Bei der MRT handelt es sich um eine Kombination aus statischen und dynamischen Magnetfeldern, welche durch entsprechende Spulen erzeugt werden.

Atomkerne mit ungerader Protonen- und/oder Neutronenzahl (Wasser) haben die Eigenschaft, um die eigene Achse zu rotieren, was als Kernspin bezeichnet wird [Frahm, 1985; Lauterbur, 1973]. Diese Rotation der positiven Ladungen des Kerns erzeugt einen elektrischen Ringstrom, wodurch ein magnetisches Feld entsteht. Die magnetischen Felder der Atomkerne verteilen sich statisch in alle Richtungen im Raum. Ihre Beträge kompensieren sich zu Null. Wird aber ein äußeres Magnetfeld dazugebracht, richten sich die Kerne parallel oder antiparallel zum Magnetfeld aus. Die parallele Anordnung hat ein niedrigeres Energieniveau als die Antiparallele, welche mehr Energie erfordert. Da diese Magnetisierung entlang des externen Magnetfeldes verläuft, nennt man sie auch Longitudinalmagnetisierung. Sie kann nicht direkt gemessen werden, da ihr Vektor längs des Magnetfeldvektors des Patienten verläuft.

Zusätzlich bewegen sich die Kerne phasensynchron um die Magnetfeldachse, was auch als präzedieren bezeichnet wird. Die Frequenz der Präzession ist dabei abhängig von der Magnetfeldstärke und dem Atomkern.

Durch eine Energiezufuhr in Form von hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung, nehmen die Kerne wieder ihre Ausgangsposition ein, welche ein energetisch niedrigeres Niveau hat. Dafür wird ein Hochfrequenzimpuls ausgestrahlt, der dieselbe Frequenz haben muss, wie die Protonen. Die im externen Magnetfeld ausgerichteten, präzedierenden Protonen werden gestört und es kommt zu einem Energieaustausch. Die Protonen nehmen einen Teil der Energie der Radiowellen auf, was als Resonanz bezeichnet wird. Dadurch entsteht ein Magnetvektor, der in die Richtung zeigt, in die auch die präzedierenden Protonen zeigen und somit quer zum angelegten Magnetfeld verläuft. Da der Vektor sich in ständiger Bewegung befindet, erzeugt er einen elektrischen Strom. Diese Magnetisierung nennt sich Transversalmagnetisierung. Dessen Strom kann mit Hilfe von Empfangsspulen erfasst werden.

Da bei der Untersuchung eines Patienten ein Magnetfeld angewendet wird, das an jedem Punkt des Körperquerschnitts unterschiedlich stark ist, weisen die Protonen an den verschiedenen Körperstellen unterschiedliche Präzessionsfrequenzen auf. Sie produzieren also Signale unterschiedlicher Frequenzen. Somit kann über die Frequenz eines Signals letztlich ein Punkt im Körperquerschnitt zugeordnet werden. Verlauf und Geschwindigkeit der Spinrelaxation wird durch Empfangsspulen gemessen und ausgewertet [Ehrlicke, 1990; Frahm, 1986].

2.5 Reliabilität der MRT

Zur Beurteilung der diagnostischen Genauigkeit, der Sensitivität und Spezifität der MRT des Kiefergelenks, führten Tasaki et al. Untersuchungen an Leichen durch. Dabei wurde festgestellt, dass die MRT zu 95% die Diskusposition und -form und zu 93% die knöchernen Veränderungen exakt wiedergegeben hat. Führt man zusätzlich zur sagittalen Schichtaufnahme noch Aufnahmen in coronarer Schnittrichtung durch, kann man eine falsch-negative Diagnose in Bezug auf die Diskuslage und -form in 13% der Kiefergelenke vermeiden [Tasaki, 1993]. Auf eine zusätzliche coronare Schichtaufnahme sollte also bei einer Durchführung

der MRT niemals verzichtet werden, da ein relativ geringer Mehraufwand ein hohes Maß an Zusatzinformationen liefert.

In Bezug auf die Reproduzierbarkeit der MRT kann anhand mehrerer Studien nachgewiesen werden, dass es sich auch bei der Untersuchung durch mehrere Auswerter um eine zuverlässige und reliable Form der Befundung handelt. So stellten Nebbe et al. bei der Untersuchung von 57 Kiefergelenken fest, dass besonders bei der Vermessung der Diskuslänge und der Bestimmung der Diskusverlagerung eine gute Übereinstimmung mehrerer Auswerter besteht [Nebbe, 1998]. Ähnliche Ergebnisse erhielten Tasaki et al. beim Vergleich zweier Auswerter. Bei der Festlegung der Diskusposition konnte eine 90%ige, bei der Bestimmung der Diskuskonfiguration eine 89%ige und bei der Erkennung von knöchernen Veränderungen des Kiefergelenks eine 94%ige Übereinstimmung erreicht werden [Tasaki, 1993]. Bei der MRT handelt es sich also um eine verlässliche und gut reproduzierbare Darstellung von harten und weichen Geweben [Orsini, 1997].

2.6 Vergleich klinischer Daten mit MRT-Befunden

Anhand zahlreicher Studien kann nachgewiesen werden, dass die Ergebnisse der klinischen Diagnosen nicht immer mit den MRT-Befunden korrelieren und die MRT somit eine in vielen Fällen unerlässliche Hilfestellung gibt.

Bei dem Vergleich der klinischen Untersuchung mit MRT-Befunden an 242 Patienten mit internal derangement erhielten Marguelles-Bonnet et al. für 287 Kiefergelenke eine Übereinstimmung beider Befunde ($p < 0,01$). Falsch-positive klinische Diagnosen wurden für 142 Gelenke gestellt und falsch-negative für 72 Gelenke. Die beste Übereinstimmung zwischen klinischer Diagnose und MRT-Befunden zeigte die Arthrose. Ebenfalls gute Übereinstimmungen wurden in folgender Reihenfolge mit absteigender Korrelation ermittelt: bei der Diagnose des normalen Kiefergelenks, der anterioren Diskusverlagerung mit Reposition (ADDR), der Diskusadhäsion und der anterioren Diskusverlagerung ohne Reposition (ADD). Als Resultat wird in dieser Studie geschlussfolgert, dass eine klinische Untersuchung allein nicht genügt, um über den tatsächlichen Zustand eines Kiefergelenks zu entscheiden [Marguelles-Bonnet, 1995].

Barclay et al. fanden bei der Untersuchung von 78 Kiefergelenken bei 39 Patienten eine Übereinstimmung zwischen der klinischen Analyse und dem MRT-Befund von 53,8%. Die geringe Übereinstimmung resultiert in erster Linie aus der hohen Anzahl von falsch-negativen klinischen Diagnosen bei den asymptomatischen Gelenken. Bei nur 33% der klinisch asymptomatischen Gelenke war eine normale Diskusposition feststellbar. Schlussfolgernd ist die MRT-Untersuchung in der Diagnostik genauer als die klinische Analyse und daher als Goldstandard in der Kiefergelenksdiagnostik anzusehen [Barclay, 1999]. Diese Studie regt dazu an, die Grenzen zwischen normalem Kiefergelenk und Anomalien neu zu überdenken.

Augthun et al. untersuchten 20 Kiefergelenke mit anteriorer Diskusverlagerung ohne Reposition (ADD) bei 15 Patienten und stellten fest, dass eine ADD klinisch nicht immer auffällig ist. Nur bei 8 von 15 Fällen wäre diese Diagnose nach der klinischen Funktionsanalyse gestellt worden. In 30% der Fälle waren beide Kiefergelenke betroffen, daher ist immer eine beidseitige MRT anzufertigen [Augthun, 1994]. Auch Gibbs et al. kamen bei ihren Untersuchungen zu vergleichbaren Ergebnissen und schlussfolgern, dass MRT-Aufnahmen grundsätzlich ausschließlich bilateral angefertigt werden sollten, da mehr als 90% der Patienten mit internal derangement bilaterale Befunde zeigen [Gibbs, 1998]. Auch in der Studie von Peroz et al. lagen trotz unilateraler Beschwerden bei 75% der Patienten bilaterale Diskusverlagerungen vor [Peroz, 1998]. Die axiographischen und klinisch manuellen Untersuchungstechniken wurden in mehreren Studien in Bezug auf die Diagnostik verschiedener Diskusverlagerungen als kritisch oder nicht aussagekräftig bewertet [Bumann, 1991; Lückerrath, 1988; Rammelsberg, 1990]. Die MRT wird als ein zuverlässiges Verfahren in der Kiefergelenksdiagnostik angesehen [Lückerrath, 1988].

In besonderem Hinblick auf die Korrelation von MRT - Befunden zu den klinischen Untersuchungen von Patienten mit Kiefergelenksschmerzen haben Emshoff et al. 55 Schmerzpatienten mit unilateraler ADD und eine Kontrollgruppe, bestehend aus 58 schmerzfreien Probanden, untersucht. Es wurden sowohl sagittale, als auch coronare Schichtaufnahmen mithilfe der MRT angefertigt. Dabei konnte ein signifikanter ($p < 0,01$) Zusammenhang zwischen der

Schmerzanamnese der Patienten und der MRT-Diagnose „internal derangement“ und der Art der Diskusverlagerung festgestellt werden. Die diagnostische Übereinstimmung zwischen der klinischen Diagnose und dem MRT-Befund beträgt hier 78,8% [Emshoff, 2002].

Auch Taskaya-Yilmaz et al. schlussfolgern aus ihrer klinischen Studie mit 131 Kiefergelenken von 73 Patienten mit internal derangement, dass die MRT-Befunde gut mit den klinischen Daten korrelieren und die MRT in der Kiefergelenksdiagnostik besonders in der chirurgischen Planungsphase und bei schwer zu diagnostizierenden Fällen eingesetzt werden sollte [Taskaya-Yilmaz, 2002].

Ähnlich wie in dieser Studie haben Kircos et al. Untersuchungen an 21 asymptomatischen Freiwilligen durchgeführt [Kircos, 1986]. Es wurden aber ausschließlich die Diskusposition und knöcherne Veränderungen analysiert. Kircos et al. schlussfolgern aus ihrer Studie, dass mehr asymptomatische Probanden untersucht werden sollten, da auch sie zu 10 bis 32% „internal derangement“ (ID) aufweisen. Somit handelt es sich bei ID vielleicht eher um eine anatomische Variation des normalen Kiefergelenks, als um eine eigentliche Erkrankung. Auch Schmitter et al. untersuchten Probanden. Hier war der Probandenstamm größer (N = 30), das Alter der Probanden variierte zwischen 22 und 79 Jahren [Schmitter, 2005]. Es wurden nur Vermessungen in coronarer Schnittführung angefertigt und ausgewertet. Sie stellten fest, dass bei den Probanden eine mediane Diskusverlagerung häufiger nachzuweisen ist, als eine laterale.

Befundung der MRT-Aufnahmen

Um die MRT optimal als diagnostisches Hilfsmittel zu nutzen, wurden viele unterschiedliche Vorgehensweisen der Befundung mittels MRT entwickelt. Vogl et al. schlagen eine Einteilung der Diskusverlagerungen vor, die mithilfe der MRT vorgenommen werden kann (s. Anhang Tab. 9.1) [Vogl, 2001]. Dabei wird anhand des posterioren Diskuspols nach dem „Uhrzeigermodell“ eine 0-11Uhr Position des Diskus festgelegt, wodurch die anteriore, posteriore oder transversale Diskusverlagerung in verschiedene Grade eingeteilt wird.

Orsini et al. versuchten genauer festzulegen, anhand welcher Kriterien man eine „normale“ Diskusposition erkennen kann und an welchen Strukturen des Kiefergelenks man sich am ehesten orientieren sollte. Dabei wurde festgestellt, dass sich die intermediäre Zone des Discus articularis besonders gut als Anhaltspunkt eignet. Sowohl bei der Interkuspitationsposition, als auch bei maximaler Kieferöffnung, kann der Diskus als „normal positioniert“ angesehen werden, wenn die intermediäre Zone zwischen dem Condylus und dem Tuberculum articulare liegt [Orsini, 1999].

Dagegen empfanden Akermann et al. es als schwierig, die Lage der dünnen intermediären Zone des Diskus genau zu bestimmen, als sie diese in Bezug zu Condylus und Tuberculum setzten, um eine Positionsbestimmung des Diskus durchzuführen [Akermann, 1987]. In anderen Studien wurde die Lage des posterioren Randwulstes zur Positionsbestimmung des Diskus herangezogen [Katzberg, 1988; Palacios, 1990; Westesson, 1991]. Es stellte sich als Problem heraus, dass die genaue Identifizierung nicht immer möglich war. Besonders bei Patienten mit langjährigen Symptomen führen Umbauvorgänge im retrodiscalen Bindegewebe (Remodelling-Phänomen) zu Abgrenzungsschwierigkeiten des posterioren Randwulstes [Heffez, 1988]. Durch Kircos et al. wurde auch der anteriore Randwulst zur Positionsbestimmung des Diskus verwendet. Aber auch hier stellen sich Abgrenzungsschwierigkeiten heraus. Die sehnigen Strukturen im Ansatzgebiet des Musculus pterygoideus laterales sind oft schwer vom anterioren Randwulst zu differenzieren [Kircos, 1986].

Um eine Vereinheitlichung der verschiedenen Auswertungsmethoden vorzunehmen, stellen Kordaß et al. allgemeine Leitkriterien zur Diagnostik von

MRT-Aufnahmen des Kiefergelenks auf [Kordaß, 1990]. Nach diesen Kriterien sollen folgende Punkte beurteilt werden:

1. Lagebeziehung des Diskus-Condylus-Komplexes,
2. Diskusform,
3. Struktur des retrocondylären Raumes,
4. Anheftung von Diskus und retrocondylärem Gewebe an knöchernen Strukturen,
5. Konfiguration der knöchernen Strukturen und
6. Lagebeziehung der knöchernen Strukturen zueinander.

Dieselbe Arbeitsgruppe stellte drei Jahre später ein Auswertungsschema für sagittale Kernspintomogramme auf [Hugger, 1993].

Eine einheitliche und effiziente Methode, um die Kiefergelenksdiagnostik mithilfe der MRT zu standardisieren steht aber noch aus.

2.7 Durchführung der MRT-Aufnahmen

Nun stellt sich die Frage, wie man am besten bei der Analyse und Anfertigung der MRT-Aufnahmen vorgeht, um möglichst viele relevante Informationen zur Kiefergelenksdiagnostik zu erhalten. Dabei ist die Entscheidung bestimmter Wichtungen und Sequenzen von großer Bedeutung. Auch die Anwendung eines Kontrastmittels will gut überlegt sein. Held et al. stellen durch ihre Studie fest, dass zur optimalen Differenzierung der bilaminären Zone und des Plexus vascularis, sowie bei der Diagnostik entzündlicher Reaktionen die T1-Wichtung am besten geeignet ist. Hyaliner Knorpel kann mit dieser Sequenz allerdings nicht identifiziert werden [Held, 1996].

Es ist heute üblich, zunächst eine T1-Wichtung bei Interkuspitationsposition (IKP) und bei maximaler Kieferöffnung (max. KÖ) und zusätzlich eine T2-Wichtung bei IKP jeweils in sagittaler Schnittrichtung anzuwenden. Auch coronare Schichtaufnahmen sollten bei der Fragestellung der Richtung der DV zur Anwendung kommen, da zahlreiche vorangegangene Studien gezeigt haben, dass eine Beurteilung von medialen oder lateralen DV ausschließlich anhand von sagittalen Schichtaufnahmen nicht möglich ist [Harms, 1987; Katzberg, 1986; Westesson, 1987; M Donlon, 1987; Kaplan, 1987; Schellhaus, 1988]. Sowohl bei

der coronaren, als auch bei der sagittalen Aufnahme hat sich herausgestellt, dass eine Angulierung der Schichten und somit eine Senkrecht- bzw. Parallelstellung zur Längsachse des Condylus (vgl. Abb. 4.1 und 4.2) zu einer erheblichen Zunahme der Bildqualität führt. Es können somit mehr Informationen aus dem Bildmaterial gewonnen und genauere Vermessungen angefertigt werden.

2.8 Relevanz der MRT-Aufnahmen für die Therapie

Der Einfluss der MRT auf die danach gestellte Diagnose und somit auf die Therapiemaßnahme ist nicht zu unterschätzen. Bei genaueren Untersuchungen dazu stellten Vahlensieck et al. nach der Auswertung von 51 MRT-Untersuchungen zu 56% eine Änderung des ursprünglichen Therapieplans fest und können somit einen messbaren Einfluss der MRT auf das therapeutische Vorgehen bei internal derangement nachweisen [Vahlensieck, 2002]. Auch durch eine Longitudinalstudie von Chiba et al. kann die hohe klinische Relevanz der MRT dargestellt werden. In einem Zeitraum von 11 Jahren wurden jeweils vor und nach einer manuellen Repositionierung von Diskusverlagerungen ohne Reposition MRTs angefertigt. Diese Aufnahmen konnten den Therapieerfolg bzw. –misserfolg dokumentieren [Chiba, 2005].

Ohnuko et al. untersuchten mithilfe der MRT, welche messbaren Erfolge vier verschiedene Therapiemöglichkeiten auf die Diskusposition, den Grad der Diskusverlagerung, die Diskusmobilität und die Diskusmorphologie haben. Zu den Behandlungen gehörten die konservative Schientherapie, manuelle Therapie (pumping manipulation) und die chirurgische Behandlung mithilfe der Arthroskopie. Vor der Therapie hatten alle 85 Patienten eine anteriore Diskusverlagerung (DV) ohne Reposition. Keine der aufgeführten Therapien führte zu einer signifikanten Abnahme der Zahl der DV, des Grades der DV oder zu einer Verbesserung der Diskusmorphologie. Eine signifikante Verbesserung der Diskusmobilität konnte bei allen Behandlungen nachgewiesen werden. Im Laufe der Behandlungsphase verschwanden bei allen Kiefergelenken die klinischen Symptome. Demgegenüber steht, dass sich nur bei 10% der Kiefergelenke durch die Therapie eine anteriore DV mit Reposition ausbildete. Es lässt sich schlussfolgern, dass keine der Therapiemöglichkeiten eine befriedigende Erfolgsrate in Bezug auf die oben aufgeführten messbaren

Parameter des Discus articularis zeigten. Da die Diskusmobilität als einziger Wert messbare Besserungen im Zuge der Therapie erfahren hat, kann nur hier ein Zusammenhang zu den Erfolgen bezüglich der subjektiven Beschwerden der Patienten gesehen werden. Die Diskusmobilität und die klinischen Symptome scheinen also eine stärkere Abhängigkeit voneinander zu haben, als der Grad der DV oder die DV mit bzw. ohne Reposition [Ohnuki, 2006].