Die Verletzung, die Webber in seiner Untersuchung anspricht, ist also eine Verletzung im rot-weißen Bereich. Verletzungen in diesem Bereich haben tatsächlich eine relativ gute Heilungstendenz.

Dagegen zeigen Verletzungen im weiß-weißen Bereich keine Heilungsaktivität. Diese Teile werden meistens bei einer Operation entfernt.

Für die Wundheilung ist es wichtig, das heilende Gewebe regelmäßig physiologischen Belastungen auszusetzen. Patienten sollten das Kniegelenk in reduzierter Form bewegen und belasten. Ohne physiologische Reize dieser Art kann kein funktionsfähiges und belastungsstabiles Gewebe aufgebaut werden. Unterbleiben die physiologischen Belastungsreize, entsteht ein minderwertiges Ersatz- bzw. Narbengewebe. Eine optimale Belastung der Menisken erreicht man durch eine axiale Belastung, aber vor allem durch Rotationsbewegungen im rotierten Kniegelenk. Selbstverständlich muss man, wie immer, wenn die Wundheilung noch nicht abgeschlossen ist, auf die Belastungsintensität achten und sich an den Phasen der Wundheilung orientieren.

Zusammenfassung: Regeneration und Wundheilung der Menisken

Die Wundheilung des Meniskus findet vor allem im vaskulären Gebiet des Meniskus statt und durchläuft alle Phasen der Wundheilung. Sie wird mit der Entzündungsphase eingeleitet. Während der darauf folgenden Proliferationsphase wird die Wunde mit Hilfe eines Netzwerks aus dünnen Kollagenfasern vom Typ III geschlossen. In der anschließenden Umbauphase wird dieses Gewebe durch das belastungsstabile Kollagen des Typs I ersetzt. Obwohl im avaskulären Bereich des Meniskus keine Wundheilung stattfinden kann, kann man auch hier eine Regeneration des verletzten Gewebes feststellen. Dies sieht man in den sog. rot-weißen (mittleren) Bereichen. Verletzungen im inneren (weiß-weißen) Bereich zeigen dagegen keine Heilungsaktivität.

2.4 Intraartikuläre Disken

Ein Diskus oder *Discus articularis* ist eine intraartikuläre Struktur, zu der sich in der Literatur leider nur relativ wenige Angaben finden lassen. Der einzige Diskus, der etwas ausführlicher beschrieben wird, ist der Discus interarticularis des Kiefergelenks. Vereinzelt wird auch der Diskus im Handgelenk erwähnt. Im nachfolgenden Kapitel wird der Discus interarticularis am Beispiel des Diskus im Kiefergelenk besprochen.

2.4.1 Äußere Erscheinung

Der Discus interarticularis ist eine zumeist kleine, weiß glänzende, knorpelähnliche Struktur, die in ihrer Form von rund zu ellipsoid bis länglich variieren kann. Man findet diese Struktur nur in wenigen Gelenken, jedoch auch dort nicht immer. Im Kiefer- und im Handgelenk ist normalerweise ein Diskus vorhanden, im Akromioklavikular- und Sternoklavikulargelenk häufig, jedoch ebenfalls nicht immer.

2.4.2 Funktion

Der Discus interarticularis vergrößert die Kontaktflächen zwischen zwei artikulierenden Knochen und hält damit die Belastung pro Quadratzentimeter so gering wie möglich. Er gleicht vorhandene Gelenkinkongruenzen aus und vergrößert dadurch die Gelenkstabilität. Eine weitere Aufgabe besteht darin, Stöße zu dämpfen. Außerdem hat der Diskus sehr wahrscheinlich auch eine propriozeptive Funktion. Man vermutet außerdem, dass der Diskus im Kiefergelenk zusätzlich das Wachstum der Kondylen reguliert.

Auch die Aufgaben des Diskus werden wie die des Meniskus im Knie (Kap. 2.3) traditionell immer mit der Absorption von Druckbelastungen in Verbindung gebracht – eine naheliegende und plausible Erklärung für die Anwesenheit dieser Strukturen im Gelenk. Neuere histologische Untersuchungsmethoden zeigten jedoch, dass der Discus interarticularis genauso wie der Meniskus im Knie primär aus kollagenen Fasern aufgebaut ist, also eher eine zugabsorbierende Aufgabe besitzt.

Zusammenfassung: Äußere Erscheinung und Funktion der intraartikulären Disken

Der intraartikuläre Diskus ist eine weiße, meistens längliche bis ellipsoide Struktur, die man in einigen Gelenken unseres Körpers vorfinden kann. Ihre Funktion ist:

- Vergrößerung der Kongruenz der Gelenkflächen
- Vergrößerung der Stabilität
- Absorption von Kompressionskräften – aufgrund des histologischen Aufbaus der Disken allerdings eher fragwürdig
- Absorption von Zugkräften

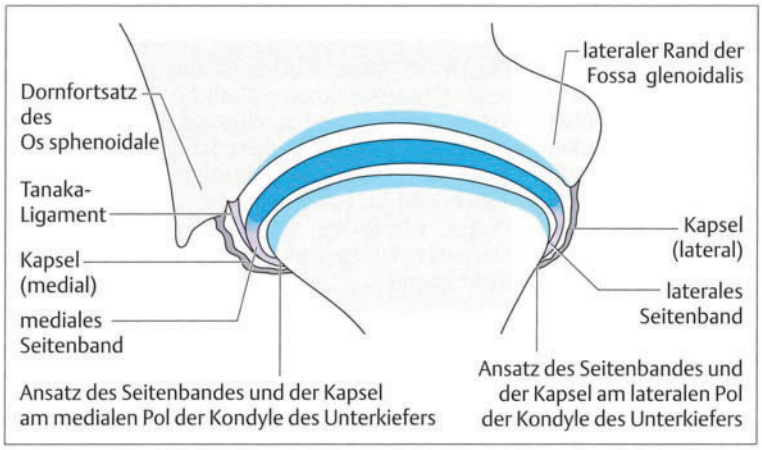


Abb. 2.**59** Frontalschnitt durch das Kiefergelenk.

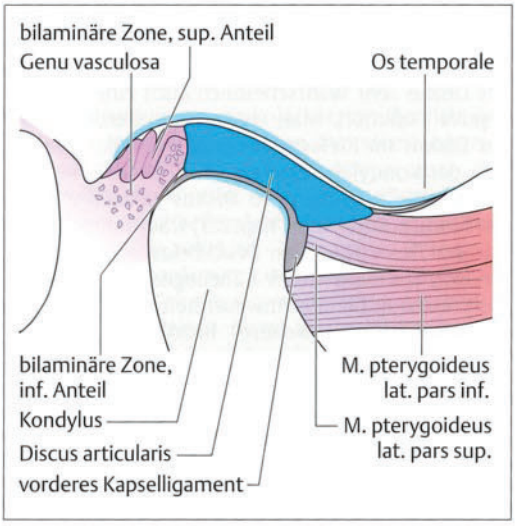


Abb. 2.**60** Sagittalschnitt durch das Kiefergelenk.

2.4.3 Aufbau

Disken sind deutlich kleiner und kompakter als Menisken, mit denen sie sich aber aufgrund ihres histologischen Aufbaus am ehesten vergleichen lassen. Der Diskus des Kiefergelenks ist ellipsoid, im posterioren Bereich am dicksten und in der Mitte am dünnsten. Griffin (Griffin et al. 1975) beschreibt zusätzlich, dass der Diskus auf der medialen Seite dicker ist als auf der lateralen Seite.

Der mediolaterale Durchmesser ist deutlich größer als der anteroposteriore (Abb. 2.**59** u. Abb. 2.**60**).

Der Diskus ist durch kollaterale Bänder seitlich auf dem Caput mandibulae fixiert, die – verglichen mit dem Kniegelenk – dort als meniskotibiale Bänder oder als Coronary Ligaments bezeichnet werden. Auf der medialen Seite hat der Diskus eine Verbindung zum Os temporale durch das Tanaka-Ligament, das dann mit dem meniskofemoralen Band im Kniegelenk, auch bekannt als Humphrey- oder Wrisberg-Ligament, vergleichbar wäre. Außerdem ist das Lig. sphenomandibulare an der posterior-superior-medialen Seite mit der Kapsel und dem Diskus verbunden (Griffin et al. 1975).

An der Hinterseite besitzt der Diskus durch das bilaminäre oder posteriore Ligament eine bindegewebige Verbindung zum Os temporale und zum Caput mandibulae (Abb. 2.**60**).

In der bilaminären Zone verlaufen sehr viele Nerven und Gefäße, die für die Durchblutung und Innervation des Diskus, des Unterkiefers und des Ohrs verantwortlich sind. Zudem findet man in diesen Bereichen viel Fettgewebe, wodurch der Druck auf die Nerven reduziert wird (Khan et al. 2008).

Das Ligament ist unterschiedlich aufgebaut: Die Anteile, die zum Diskus ziehen, bestehen überwiegend aus elastischen Fasern, wohingegen diejenigen, die am Unterkiefer ansetzen, aus Kollagen bestehen, vor allem aus Kollagen Typ I (Khan et al. 2008). Der elastische Anteil kann als Antagonist des M. pterygoideus lateralis betrachtet werden, der den Diskus bei Kontraktionen nach vorne zieht. Auf der Oberfläche des Diskus liegt eine ganz dünne Schicht, die ausschließlich aus Proteoglykanen besteht und die Reibung zwischen Diskus und Gelenkflächen des Kiefergelenks reduziert.

Abb. 2.**59** Frontalschnitt durch das Kiefergelenk.

kollaterale Bänder seitlich
lae fixiert, die – verglichen
ort als meniskotibiale Bän-
Ligaments bezeichnet wer-
Seite hat der Diskus eine
nporale durch das Tanaka-
it dem meniskofemoralen
ch bekannt als Humphrey-
t, vergleichbar wäre. Au-
nomandibulare an der pos-
n Seite mit der Kapsel und
(Griffin et al. 1975).
sitzt der Diskus durch das
ore Ligament eine bindege-
n Os temporale und zum
2.**60**).
Zone verlaufen sehr viele
für die Durchblutung und
des Unterkiefers und des
nd. Zudem findet man in
Fettgewebe, wodurch der
eduziert wird (Khan et al.

erschiedlich aufgebaut: Die
ziehen, bestehen überwie-
sern, wohingegen diejeni-
ansetzen, aus Kollagen be-
Kollagen Typ I (Khan et al.
Anteil kann als Antagonist
teralis betrachtet werden,
raktionen nach vorne zieht.
es Diskus liegt eine ganz
chließlich aus Proteoglyka-
bung zwischen Diskus und
rgelenks reduziert.

Zusammenfassung: Aufbau der intraartikulären Disken

Der Diskus des Kiefergelenks ist ellipsoid, im posterioren Bereich am dicksten und in der Mitte am dünnsten. Er wird seitlich durch kollaterale Bänder auf dem Caput mandibulae stabilisiert. Auf der medialen Seite gibt es eine Verbindung zum Os temporale durch das Tanaka-Ligament. In der bilaminären Zone verlaufen viele Nerven und Gefäße, die das Gelenk, den Diskus, aber auch das Ohr versorgen.

2.4.4 Komponenten

Über die Zusammensetzung der verschiedenen Komponenten eines Diskus sind bis auf den Diskus des Kiefergelenks nur wenige Angaben verfügbar.

Zellen

Die Zellen des Diskus im Kiefergelenk setzen sich aus Fibroblasten bzw. Fibrozyten und Chondrozyten zusammen. Aus diesem Grund spricht man immer öfter auch von Fibrochondrozyten.

Zu welchem Zelltyp sich die Zellen in den unterschiedlichen Bereichen des Diskus ausdifferenzieren, ist von der dort vorherrschenden Belastung und Durchblutungssituation abhängig. In den durchbluteten anterioren und posterioren Anteilen findet man demzufolge mehr Fibroblasten bzw. fibroblastenähnliche Zellen, im avaskulären, mittleren Bereich dominieren dagegen Chondrozyten bzw. chondrozytenähnliche Zellen. Detamore (Detamore et al. 2006) beschriebt, dass das Verhältnis zwischen Fibroblasten und Chondroblasten 2,35 zu 1 beträgt. Mehrere Autoren postulieren auch, dass die Verschiebung des Zelltyps von Fibroblasten zu mehr Chondroblasten mit dem Alterungsprozess zusammenhängt. Dazu passt, dass einige Autoren meinen, dass die Struktur des Diskus ursprünglich eher einer Sehne bzw. einem Ligament ähnelt, die sich dann im Laufe der Zeit zu einer faserknorpeligen Struktur umbaut. Andere Autoren sind dagegen der Meinung, dass Chondroblasten bzw. chondroblastenähnliche Zellen nur bei pathologischen Zuständen im Diskus zu finden sind (Berkovitz und Pacy 2002).

Einige Autoren erwähnen grundsätzlich nur Fibrochondrozyten im Bereich des Diskus. Alle genannten Zelltypen können die notwendigen Matrixkomponenten wie kollagene Fasern, Proteoglykane und Glykosaminoglykane sowie nichtkollagene Proteine produzieren. Je nach vorherrschender Matrixkomponente kann der Diskus unterschiedlichen Funktionen nachkommen und ist unterschiedlich stark belastbar.

Die Zellen besitzen intrazellulär Aktinketten, die ein Zusammenziehen der Zelle ermöglicht. Des Weiteren bestehen zwischen den Zellen Gap junctions aus Connexin 43, die einen Austausch von Nährstoffen und Information zwischen den Zellen (auch in den nichtdurchbluteten Bereich) ermöglichen (Berkovitz und Becker 2003).

Die Zellen sind rund und besitzen ein großes endoplastischem Retikulum, was auf eine hohe Proteinsynthese (Kollagen) hinweist. Ferner besitzen die Zellen viele Mitochondrien, Golgi-Apparate, Ribosomen und Transportvesikel.

Im Alter wandeln sich die Zellen dann eher zu chondroblastenähnlichen Zellen um und besitzen dann, deutlicher als bei jüngeren Zellen, eine perizelluläre Matrix. Diese Zellen sind eher typisch für den sog. Faserknorpel, unterscheiden sich aber sehr deutlich von den Zellen des hyalinen Gelenkknorpels (Berkovitz und Pacy 2002). Im äußeren Bereich des Diskus findet man längliche Zellen, die eher den Zellen einer Sehne ähneln (Berkovitz und Pacy 2002).

Matrix

Die Zusammensetzung der Matrix stimmt nicht mit der des Gelenkknorpels überein. Daraus lässt sich schließen, dass die Absorption von Kompression sicherlich nicht die wichtigste Aufgabe des Diskus ist. Die Zusammensetzung der Matrix entspricht eher denjenigen Geweben, die primär unter Zugbelastung stehen und sich daher stark verformen müssen.

Zunächst besteht der Diskus aus einem Netzwerk von ungeformtem straffem faserigem Bindegewebe, das sich dann im Laufe der Jahre immer mehr zu Faserknorpel umbildet (Berkovitz und Pacy 2000).

Kollagene und elastische Fasern

Die kollagenen Fasern bilden ca. 56 % des Trockengewichts des Diskus. Es sind überwiegend kollagene Fasern der Typen I und III. Es sind jedoch auch geringe Mengen der Kollagene Typ VI und IX vorhanden. Die Fasern richten sich im hinteren und vorderen Bereich vor allem mediolateral aus, im mittleren Bereich dagegen mehr anteroposterior. Im mittleren Bereich des Diskus kommen auch kollagene Fibrillen vom Kollagen Typ II vermehrt vor.

Der durchschnittliche Durchmesser der kollagenen Fasern beträgt ca. 43,9 nm, obwohl auch Fasern mit einen Durchmesser von 100 bis 135 nm gefunden werden.

Dass im gesamten Bereich zusätzlich elastische Fasern zu finden sind, erklärt vermutlich die große Verformbarkeit des Diskus. Die elastischen Fasern verlaufen im äußeren Bereich des Diskus parallel zu den kollagenen Fasern, im inneren Bereich dagegen mehr schräg dazu.

Grundsubstanz

Die Grundsubstanz des Diskus besteht aus Proteo- und Glykosaminoglykanen. Sie ist zu ca. 5,6% aus Hyaluronsäure, zu ca. 69,9% aus Chondroitin-4-Sulfat und Chondroitin-6-Sulfat, zu ca. 24,5% aus Dermatansulfat und in ganz geringen Mengen aus Keratansulfat zusammengesetzt.

Mit steigendem Alter sieht man, dass sich in dem Diskus immer deutlicher eine perizelluläre Matrix bildet, die aber nicht so klar begrenzt ist wie im hyalinen Gelenkknorpel (Berkovitz und Pacy 2000).

Nichtkollagene Proteine

Die wichtigsten nichtkollagenen Proteine des Diskus sind Fibronektin und Integrin. Im Bereich der Ansätze bzw. der Übergänge vom Diskus zum M. pterygoideus lateralis im anterioren Teil und zur bilaminären Zone im posterioren Teil findet man zusätzlich etwas Tenaskin. Laminin ist vor allem in der Basalmembran der Gefäße vorhanden, die innerhalb des Diskus verlaufen.

Die nichtkollagenen Proteine sind für die Verbindungen zwischen den einzelnen Gewebekomponenten wie den Zellen, den kollagenen Fasern, den Proteo- und Glykosaminoglykanen verantwortlich und damit für die Stabilität des Gewebes. Wie überall werden die Eiweißketten mit ihren Glykosaminoglykanketten durch ein Linkprotein an die Hyaluronsäureketten gebunden.

Zusammenfassung: Zellen und Matrix der intraartikulären Disken

Die Zellen der intraartikulären Disken sind Fibroblasten und Chondroblasten bzw. Fibrochondrozyten. Sie sind alle in der Lage, die notwendigen extrazellulären Bestandteile der intraartikulären Disken zu produzieren. Die kollagenen Fasern werden vom Kollagen der Typen I, II und III gebildet. Zudem findet man größere Mengen elastische Fasern. Die Fasern verlaufen im anterioren und posterioren Bereich mediolateral, im mittleren Bereich mehr anteroposterior. Die Grundsubstanz besteht aus Hyaluronsäure, Chondroitin-4- und -6-Sulfat und Dermatansulfat. Die nichtkollagenen Proteine sind die Vernetzungsproteine Fibronektin und Integrin sowie etwas Tenaskin und die Verbindungsproteine (Linkproteine) der Proteoglykanaggregate.

2.4.5 Durchblutung und Innervation

Durchblutung

Nur der vordere und hintere Bereich des Diskus wird durchblutet, der mittlere Teil normalerweise nicht (Detamore et al. 2006). Die Gefäße erreichen den Diskus über den M. pterygoideus lateralis und über die bilaminäre Zone.

Pränatal und bei Junggeborenen ist der Diskus in seine Gesamtheit durchblutet, die Gefäße verschwinden danach aber zum Teil (Linns und Möller 2007).

Innervation

Der anteriore und posteriore Teil des Diskus wird über Äste des N. auriculotemporale, N. masseter (anteriorer Bereich), N. temporalis (tiefer Ast) und den 5. Hirnnerv (N. trigeminus) innerviert. Diese Nerven gelangen über das perikapsuläre Gewebe zum Diskus. Der mittlere Teil des Diskus wird nach heutigem Kenntnisstand nicht innerviert. Der posteriore Teil wird besser innerviert als der anteriore, die äußeren Bereiche besser als die inneren (Khan et al. 2008, Schwab und Funk 1998, Wink et al. 1992, Asaki et al. 2006). Im Diskus sind außerdem verschiedene Rezeptoren wie Ruffini-Endungen bzw. Ruffini-Rezeptoren, Pacini-Körperchen und Golgi-Rezeptoren vorzufinden. Auch hier findet man die meisten im äußeren Bereich des Diskus (Wink et al. 1992). Außerdem enthält das Diskusgewebe freie Nervenendigungen und vegetative Fasern. Demnach ist der Diskus sensibel und propriozeptiv innerviert. Neben Schmerzen können auch Informationen über Zug- und Druckverhältnisse innerhalb des Diskus weitergeleitet werden (Asaki et al. 2006).

Haeuchi (Haeuchi et al. 1999) beschreibt, dass die Neurpeptide – Calcitonin gene-related peptide (CGRP), Substanz P (SP), Vasoactive intestinal polypeptide (VIP) und die Neuropeptide Y (NPY) – alle in dem Diskus nachgewiesen werden können. All diese Neuropeptiden spielen bei der Schmerzentstehung und bei der Durchblutungsregulation eine wichtige Rolle.

Zusammenfassung: Durchblutung und Innervation der intraartikulären Disken

Durchblutet und innerviert werden nur der anteriore und posteriore Bereich, nicht aber der dünnere mittlere Bereich. Der Diskus wird nicht nur sensorisch, sondern auch propriozeptiv innerviert.

2.4.6 Physiologie: Anpassung an Belastungen

Bei Kieferbewegungen wie dem Öffnen und Schließen des Mundes und den Kaubewegungen wird der Diskus sehr stark komprimiert und verformt. Beim Öffnen und Schließen ist die Verformung und damit die Zugbelastung größer als beim Kauen, bei dem die Kompressionsbelastung vorherrscht. Beim Kauen und Beißen auf harten und/oder sehr großen Nahrungsbrocken können die Kompressionsbelastungen extrem hoch werden.

Beim normalen Kauvorgang und anderen Kieferbewegungen werden die hinteren Strukturen und der M. pterygoideus lateralis regelmäßig be- und entlastet bzw. ge- und entspannt. Dadurch ist die Durchblutung dieser Strukturen sehr gut und beeinflusst auch die Durchblutung der anterioren und posterioren Anteile des Diskus positiv. Der posteriore und anteriore Anteil des Diskus wird durchblutet, während der mittlere Teil seine Nährstoffe und Sauerstoff nur über den Prozess der Diffusion und Osmose erhält. Für diesen Prozess ist regelmäßige Be- und Entlastung des Diskus notwendig. Die Nährstoffe werden aus den anterioren und posterioren Diskusbereichen und aus der Synovialflüssigkeit zum mittleren Teil transportiert. Im Laufe der Zeit können bei der Okklusion, also der Art und Weise, wie die Zähne der Maxilla und Mandibula beim Mundschluss aufeinandertreffen, langsam Veränderungen entstehen. Dabei sieht man, dass der Diskus sich auf veränderte Belastungen einstellen kann, und zwar durch die Ausrichtung der kollagenen Fasern und die Zusammensetzung und Menge der Bestandteile der Grundsubstanz.

Zusammenfassung: Anpassung an Belastungen der intraartikulären Disken

Alle Kieferbewegungen verursachen einen ständigen Wechsel von Be- und Entlastung des Diskus. Beim Öffnen und Schließen des Mundes sind die Verformungen und damit die Zugbelastungen auf den Diskus vorherrschend, bei Kauaktivitäten hingegen dominieren die Druckbelastungen. Solange sich diese Belastungen im physiologischen Bereich bewegen, ist die optimale Ernährung und Syntheseaktivität des Diskus gewährleistet. Seine normale Funktion und Belastbarkeit bleiben erhalten. Bei langsam entstehenden Veränderungen der Belastung kann sich der Diskus daran anpassen.

2.4.7 Pathophysiologie: Degeneration und Traumen

Pathophysiologische Prozesse innerhalb des Diskus können als physiologische Degeneration während des Alterungsprozesses oder aber durch veränderte Belastungen entstehen. Sie treten auch z. B. nach Traumen des Unterkiefers bzw. eines oder beider Kiefergelenke auf.

Khan et al. (2008) beschrieben, dass ca. 28 % der erwachsenen Bevölkerung unter Kiefergelenksproblemen leidet. Betroffen sind überwiegend Frauen zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr, die meistens 3 bis 5 Jahre Symptome haben. Das Verhältnis Männer zu Frauen beträgt 1 zu 10.

Es handelt sich vor allem um Frauen mit einer generalisierten Laxität des Kapsel-Band-Apparates, in Kombination mit einer anterioren Position des Kopfes. Die Symptome sind meistens ein Knacken im Kiefergelenk bei Kieferbewegungen, manchmal begleitet von lokale Schmerzen sowie Nacken- und Kopfschmerzen.

Degeneration

Degenerative Veränderungen entstehen während des physiologischen Alterungsprozesses wie auch durch lang anhaltende Veränderungen der Belastungen der Disken. Während der degenerativen Prozesse verringert sich die Menge der Matrixkomponenten. Die Menge der kollagenen Fasern, der Proteoglykane, Glykosaminoglykane und nichtkollagenen Proteine nimmt ab. Vor allem der Verlust von Proteo- und Glykosaminoglykanen hat sehr negative Auswirkungen auf die Belastbarkeit des Diskus. Zudem können makrophagenähnliche Zellen aus dem Synovium in den Diskus gelangen und das Gewebe angreifen. Unter dem Einfluss dieser Zellen werden Enzyme wie Kollagenasen und Proteinasen freigesetzt, die für den Abbau von Kollagen und anderen Eiweißen verantwortlich sind.

Untersuchungen haben gezeigt, dass sich innerhalb des Diskus Rezeptoren befinden, die auf Hormone wie Testosteron und Östrogen reagieren. Die Degeneration des Diskus wird offensichtlich durch eine erhöhte Aktivierung der Östrogenrezeptoren beschleunigt. Bei einer Osteoarthrose des Kiefergelenks entstehen neben degenerativen Veränderungen im Bereich des Knorpels auch sehr große Degenerationserscheinungen im Diskus.

Veränderte Belastung

Veränderte und/oder vermehrte Kauaktivitäten können zu einer chronischen Überbelastung der Disken führen. Dies betrifft sicherlich nicht nur das ständige Kaugummikauen, sondern vor allem die pathologischen Kauveränderungen wie Bruxismus (Knirschen) und Clenching (dauerhaftes Beißen), bei denen die Zähne und Disken über längere Zeit und mit erhöhter Kompression belastet werden. Die Durchblutung verschlechtert sich dann wesentlich.

Eine geringe Überbelastung, die auf Dauer ebenfalls traumatisierend wirkt, kann durch eine veränderte Körperhaltung entstehen, die man heutzutage bei sehr vielen Menschen beobachten kann: Die Haltung ist durch eine Anteroposition des Kopfes gekennzeichnet, die zu einer Verlängerung bzw. Dehnung der anterioren Muskeln wie Platysma und supra- und infrahyoidale Muskulatur führt. Durch die erhöhte Spannung dieser Muskeln wird der Unterkiefer nach unten gezogen und damit der Mund geöffnet. Um dem vorzubeugen, müssen jetzt die Kaumuskeln eine erhöhte Aktivität entwickeln, durch die der Mund weiter geschlossen gehalten werden kann. Die ständige Aktivität der Kaumuskeln hat auf Dauer einen negativen Einfluss auf die Disken des Kiefergelenks, da diese jetzt unter einem dauerhaft erhöhten Druck stehen.

Bei einer veränderten Okklusion, die ebenfalls sehr oft durch diese Haltungsänderung provoziert wird, kommt es zu einer Bewegung zwischen Diskus und Caput mandibulae, durch die eine Diskusverlagerung nach anterior entsteht (Abb. 2.**61**).

Durch diese Positionsänderung wird der Diskus bei jeder Kiefer- und Kaubewegung unter vermehrte Belastung gebracht. Bei einer anterioren Verlagerung des Diskus, bei der er sich gegenüber dem Caput mandibulae nach anterior bewegt, kommt es zu einer vermehrten Druckbelastung auf die hinteren stabilisierenden Strukturen. Die bilaminäre Zone wird vermehrt komprimiert und baut sich histologisch um. Die erhöhte Kompressionsbelastung bewirkt hier eine schlechtere Durchblutung, wodurch sich auch der pH-Wert verändert. Es entsteht ein Milieu, das jetzt mehr mit dem von Knorpel vergleichbar ist. Die bilaminäre Zone wird zu einer mehr diskusähnlichen Struktur. Die Zellen wandeln sich von Fibroblasten in chondrozytenähnliche Zellen um, die faserigen Komponenten enthalten mehr Kollagen Typ II. Die Proteoglykanaggregate verändern sich ebenfalls. Die posterioren Strukturen können durch die erhöhte Belastung ebenfalls irritiert und geschädigt werden.

Eine Immobilisation des Kiefergelenks wird nur in sehr seltenen Fällen durchgeführt, überwiegend nach komplizierten Frakturen im Bereich des Unterkiefers, manchmal auch bei komatösen Patienten. Immobilisation verursacht immer eine gesenkte Kollagen- und Grundsubstanzsynthese, wodurch die Belastbarkeit der Struktur sinkt. Auch die Be-

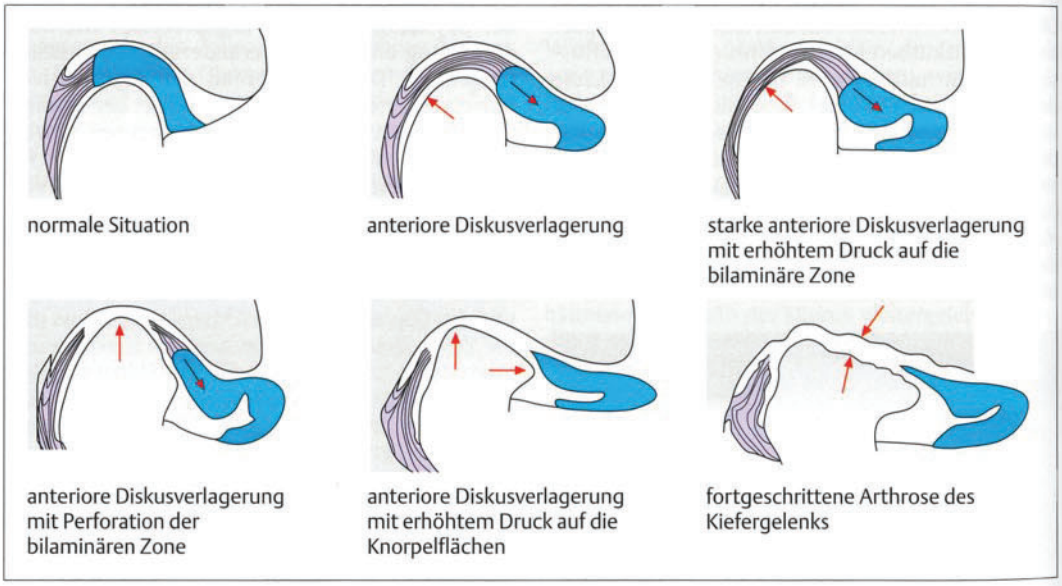


Abb. 2.**61** Anteriore Diskusverlagerung und deren pathologische Konsequenzen für den Diskus und die bilaminäre Zone.

weglichkeit des Diskus gegenüber den Gelenkflächen wird geringer, so dass die Belastungen des Diskus bei Bewegungen des Unterkiefers und beim Kauen deutlich steigen.

Traumen

Traumen im Unterkieferbereich entstehen durch Gewalteinwirkung, beispielsweise durch einen Schlag gegen den Unterkiefer wie beim Boxen, aber auch durch Stürze und Autounfälle. Sie können auch bei zahnärztlichen Behandlungen auftreten, z. B. beim Ziehen von Zähnen, insbesondere der Weisheitszähne des Unterkiefers. Auch Wurzelkanalbehandlungen, bei denen der Patient den Mund über einen längeren Zeitraum maximal geöffnet halten muss, können an den Kiefergelenken und den Disken ein Trauma auslösen. Nach Traumatisierungen kommt es häufig zu Rissen im Diskus, die vor allem im dünnen mittleren Teil des Diskus zu finden sind.

Zusammenfassung: Traumen und Degeneration der intraartikulären Disken

Pathologische Veränderungen im Kiefergelenk entstehen als degenerative Erscheinungen während des physiologischen Alterungsprozesses, bei veränderter Belastung und nach Traumen. Bei degenerativen Erscheinungen, sei es durch langandauernde chronische Überbelastung oder im Alter, verändert sich vor allem die Zusammensetzung der Matrix, wodurch die Belastbarkeit abnimmt. Schädigungen des Diskus verursachen vor allem Risse im mittleren Teil des Diskus. Haltungsfehler und/oder veränderte Kaubewegung sind häufig Ursache einer erhöhten Belastung. Eine Unterbelastung durch Immobilisation tritt selten auf.

2.4.8 Regeneration und Wundheilung

Nach Verletzungen des Diskus sieht man vor allem im durchbluteten anterioren und posterioren Bereich Heilungsvorgänge ablaufen wie in jeder anderen Bindegewebsform auch. Die Heilung beginnt mit der Entzündungsphase, in der unter dem Einfluss von Makrophagen, Leukozyten usw. Entzündungs- und Schmerzmediatoren freigesetzt werden. Nach einigen Tagen geht diese Phase in die Proliferationsphase über. Hier werden mithilfe von Fibroblasten und Myofibroblasten große Mengen kollagener Fasern, vor allem vom Typ III, und in geringeren Mengen elastische Fasern, Fibronektin, Proteoglykane und Glykosaminoglykane synthetisiert. In der nachfolgenden Umbauphase wird dann das Reparaturgewebe in ein funktionsfähiges und belastungsstabiles Gewebe umgewandelt, das von seiner Zusammensetzung her dem eigentlichen Diskusgewebe gleicht.

Die Funktionalität und Belastbarkeit des Gewebes nach einer Wundheilung ist von der Anzahl physiologischer Belastungsreize während der Wundheilung abhängig: je weniger Belastung, desto minderwertiger ist das Gewebe, je mehr physiologische Belastung, desto besser und funktioneller wird das neu entstehende Gewebe aufgebaut.

Im Bereich des Diskus des Kiefergelenks kann – wie beim Meniskus des Kniegelenks – nach einer Entfernung erneut eine fast normale Diskusstruktur aufbaut werden.

Wird der Diskus überbelastet und verletzt, steigt üblicherweise die Zahl der Zellen wie Fibroblasten, Chrondrozyten und Myofibroblasten. Gleichzeitig ist aber zu erkennen, dass jetzt auch der mittlere Anteil des Diskus durchblutet und innerviert wird. Er entwickelt verstärkt regenerative Kapazitäten. Auch der mittlere Teil des Diskus ist hierdurch in der Lage, nach einer Schädigung zu regenerieren bzw. zu heilen.

Basterzi et al. (2009) konnten nachweisen, dass Infiltrationen mit Hyaluronsäure den Schmerz bei Patienten mit Kiefergelenksproblemen deutlich lindern können. Außerdem konnten die Autoren zeigen, dass diese Infiltrationen auch das Knacken bei einer anterioren Diskusverlagerung reduzieren.

Zusammenfassung: Regeneration und Wundheilung der intraartikulären Disken

Nach einer Schädigung des Diskus findet im vaskularisierten Bereich eine normale Wundheilung statt. Die Wundheilung durchläuft alle Stadien: Entzündungs-, Proliferations- und Umbauphase. Wichtig ist, dass während der Wundheilung physiologische Reize auf die heilende Struktur einwirken, damit das neue Gewebe seine normale Belastbarkeit zurückbekommt. Obwohl der mittlere Teil des Diskus nicht durchblutet wird, finden nach einer Verletzung auch hier regenerative Prozesse statt.

2.5 Meniskoiden

Die Meniskoiden sind *interartikuläre Strukturen* in den Facettengelenken der Wirbelsäule, die sich mit den Menisken und Disken in anderen Gelenken vergleichen lassen. Die ersten Aussagen zu den Meniskoiden machte Henle bereits 1855. Seitdem findet man immer wieder vereinzelte Angaben zu diesen Strukturen. Kos und Wolf beschreiben sie schließlich im Jahre 1972 ausführlicher und erhe-