
Aus dem CharitéCentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Abteilung für zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und
Funktionslehre – Der medizinischen Fakultät Charite Universitätsmedizin
Berlin

DISSERTATION

**MRT-Auswertung bei Kindern und Jugendlichen
zwischen 7 und 21 Jahren**

Zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät der Charité –
Universitätsmedizin Berlin

von

Niuscha Klein

aus Berlin

Gutachter: 1. Prof. Dr. W. B. Freesmeyer
2. Priv.-Doz. Dr. med. C.ENZWEILER
3. Prof. Dr. B. KORDAß

Datum der Promotion: 21.11.2008

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einleitung und medizinische Grundlagen.....	1
1.1 Einleitung.....	1
1.2 Anatomische Grundlagen des Kiefergelenks.....	5
1.3 Stand der zahnmedizinischen Diagnostik des Kiefergelenks.....	15
2 Fragestellung.....	20
3 Material und Methode	22
3.1 Patientengut.....	22
3.2 Statistische Auswertung.....	23
3.3 Magnetomographische Untersuchung.....	23
3.4 2D-Befunde im MRT	25
3.4.1 Visuelle Analyse der Diskusposition	26
3.4.2 Visuelle Analyse der Pars posterior	30
3.4.3 Visuelle Analyse der bilaminären Zone.....	30
3.4.4 Visuelle Analyse der Kondylenposition und -form	31
3.5 3D-Befunde im MRT	32
3.5.1 Diskusposition	33
3.5.2 Pars posterior	37
3.5.3 Bilaminäre Zone	38
3.5.4 Kondylenposition und -form	38
4 Ergebnisse.....	40
4.1 Diskusposition.....	40
4.1.1 Diskusverlagerung bei geschlossenem Kiefer	40
4.1.2 Diskusreposition bei geöffnetem Kiefer.....	43
4.2 Pars posterior	46
4.2.1 Formen der Pars posterior bei geschlossenem Kiefer	47
4.2.2 Formen der Pars posterior bei geöffnetem Kiefer	49

4.3	Bilaminäre Zone.....	52
4.3.1	Fibrosierung	52
4.3.2	Fibrosierung und Diskusverlagerung	54
4.4	Kondylenposition und -form	58
4.4.1	Kondylenposition und Diskusverlagerung	58
4.4.2	Kondylenform und Diskusverlagerung	64
5	Diskussion.....	69
5.1	Diskusposition.....	70
5.2	Pars posterior	75
5.3	Bilaminäre Zone.....	79
5.4	Kondylenposition und -form	82
6	Zusammenfassung	91
7	Literaturverzeichnis	94
8	Anhang.....	103
8.1	Eidesstattliche Erklärung.....	103
8.2	Danksagung.....	104
8.3	Lebenslauf	105

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lokalisation des Kiefergelenks im menschlichen Schädel.....	5
Abb. 2: Schematische Darstellung des Kiefergelenks.....	6
Abb. 3: Positionen des Discus articularis bei Kieferöffnung.....	10
Abb. 4: Beispiel einer MRT-Aufnahme eines KG ohne Diskusverlagerung.....	28
Abb. 5: Beispiel einer MRT-Aufnahme eines KG mit diskreter Diskusverlagerung.	29
Abb. 6: Beispiel einer MRT-Aufnahme eines KG mit eindeutiger Diskusverlagerung.	29
Abb. 7: Unterteilung der Diskusverlagerung.....	34
Abb. 8: Unterteilung möglicher Diskusverlagerungen.	36
Abb. 9: Diskuspositionen in der untersuchten Stichprobe.....	40
Abb. 10: Diskusposition in den untersuchten Kiefergelenken.	41
Abb. 11: Diskuspositionen des rechten Kiefergelenks nach Geschlecht.....	41
Abb. 12: Unterteilung der Diskusverlagerungen in der Stichprobe (rechtes KG).	42
Abb. 13: Repositionsarten des rechten Kiefergelenks.....	44
Abb. 14: Repositionsarten in Abhängigkeit von einer Tendenz zur Diskusverlagerung (n=30) oder einer eindeutigen Diskusverlagerung (n=80).....	46
Abb. 15 Formen der Pars posterior.....	46
Abb. 16: Formen der Pars posterior nach untersuchter Schicht und Geschlecht.....	48
Abb. 17: Formen der Pars posterior ohne Diskusverlagerung und mit Diskusverlagerung (laterale Schicht des rechten KG).	49
Abb. 18: Veränderungen der Pars posterior bei geöffnetem Kiefer.....	50
Abb. 19: Veränderungen der Pars posterior bei geöffnetem Kiefer (Mädchen, rechtes Kiefergelenk).....	51
Abb. 20: Veränderungen der Pars posterior bei geöffnetem Kiefer (Jungen, rechtes Kiefergelenk).....	51
Abb. 21: Fibrosierung der bilaminären Zone des rechten Kiefergelenks in Abhängigkeit von der Anzahl der betroffenen Schichten.....	52
Abb. 22: Fibrosierung der bilaminären Zone in der zentralen Schicht.....	55
Abb. 23: Fibrosierung der bilaminären Zone in der zentralen Schicht bei DV (nach Geschlecht und Altersgruppe).	57
Abb. 24: Kondylenposition in der lateralen Schicht der rechten Kiefergelenke.	59
Abb. 25: Kondylenposition der lateralen Schicht getrennt nach Geschlecht.	59
Abb. 26: Kondylenposition in der zentralen Schicht der rechten Kiefergelenke.	60

Abb. 27: Kondylenposition der zentralen Schicht getrennt nach Geschlecht.	60
Abb. 28: Kondylenposition in der medialen Schicht der rechten Kiefergelenke.	61
Abb. 29: Kondylenposition der medialen Schicht getrennt nach Geschlecht.	61
Abb. 30: Kondylenpositionen ohne (n=232) und mit Diskusverlagerung (n=139) in der lateralen Schicht des rechten Kiefergelenks.	62
Abb. 31: Kondylenpositionen ohne (n=268) und mit Diskusverlagerung (n=154) in der zentralen Schicht des rechten Kiefergelenks.	63
Abb. 32: Kondylenpositionen ohne (n=246) und mit Diskusverlagerung (n=141) in der medialen Schicht des rechten Kiefergelenks.	63
Abb. 33 Knöcherner Veränderungen des Kondylus.	64
Abb. 34: Kondylenformen der rechten Seite nach Geschlecht und Gelenkanteil.	66
Abb. 35: Kondylenformen bei vorhandener Diskusverlagerung der rechten Seite nach Geschlecht und Gelenkanteil.	68
Abb. 36: Keilförmige Formen der Pars posterior in den Gelenkanteilen.	76

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Patientenverteilung innerhalb der Altersklassen.....	22
Tabelle 2: Untersuchungsparameter zur Erstellung der MRT-Aufnahmen.	24
Tabelle 3: Zweiter Teil des Befundbogens.	26
Tabelle 4: Befunde der Diskusposition in sagittaler Ebene bei geschlossenem Kiefer.	27
Tabelle 5: Befunde der Diskusposition in sagittaler Ebene bei geöffnetem Kiefer.	28
Tabelle 6: Visuelle Kriterien zur Bestimmung der Form der Pars posterior bei geschlossenem und geöffnetem Kiefer.	30
Tabelle 7: Visuelle Kriterien zur Bestimmung der Fibrosierung der bilaminären Zone.	31
Tabelle 8: Befunde der Kondylenposition bei geschlossenem Kiefer.....	31
Tabelle 9: Befunde der Kondylenform bei geschlossenem und geöffnetem Kiefer.	32
Tabelle 10: Tendenz zur Diskusverlagerung und eindeutige Diskusverlagerung getrennt nach Geschlecht und Alter.....	43
Tabelle 11: Mögliche Repositionen des Discus articularis nach Alter und Geschlecht..	45
Tabelle 12: Fibrosierung der bilaminären Zone des rechten Kiefergelenks nach Alter und Geschlecht.....	53
Tabelle 13: Prävalenz der Fibrosierung des rechten Kiefergelenks nach Alter und untersuchter Schicht.....	54
Tabelle 14: Prävalenz der Fibrosierung des rechten KG nach Alter und untersuchter Schicht in Abhängigkeit einer vorhandenen Diskusverlagerung.....	56
Tabelle 15: Kondylenform der zentralen Schicht nach Alter und Geschlecht.....	67

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ALPDV	Anterolaterale partielle Diskusverlagerung
AMPDV	Anteromediale partielle Diskusverlagerung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
CT	Computertomographie
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
DV	Diskusverlagerung
et al.	et alii
FOV	Field of view
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
KG	Kiefergelenk
KV	Kondylenverlagerung
KZV	Kassenzahnärztliche Vereinigung
L	links
m	männlich
M.	Musculus
mm	Millimeter
MRT	Magnetresonanztomographie
msec	Millisekunden
n	Anzahl
PDV	Partielle anteriore Diskusverlagerung
R	rechts
SDV	Seitliche Diskusverlagerung
TDV	Totale anteriore Diskusverlagerung
TE	Echozeit
TPDV	Tendenz zur partiellen Diskusverlagerung
TR	Repetitionszeit
TTDV	Tendenz zur totalen Diskusverlagerung
w	Weiblich

1 Einleitung und medizinische Grundlagen

1.1 Einleitung

Kieferorthopädische Behandlungen erfolgen üblicherweise bei Kindern und Jugendlichen in einem Alter zwischen 6 und 18 Jahren. Zur Aufgabe von Kieferorthopäden gehört es nicht nur, die Zahnstellung zu beeinflussen und die Okklusion zu korrigieren, sondern heutzutage gewinnt auch die Betrachtung des Kiefergelenks im Rahmen einer umfassenden Planung immer mehr an Bedeutung.

Grosfeld und Czarnecka untersuchten je 250 Kinder im Alter von 6 bis 8 Jahren und Jugendliche im Alter von 13 bis 15 Jahren und fanden bei rund 56% der jüngeren Kinder und bei rund 68% der Jugendlichen muskuläre Gelenkprobleme (Grosfeld und Czarnecka 1977). Motsch stellte verschiedene Studien zu kranio-mandibulären Funktionsstörungen an Kindern und Jugendlichen zusammen (Motsch 1985). Untersuchungen an polnischen Schulkindern ergaben, dass bei über 50% dieser Kinder mehr oder minder schwerwiegende Funktionsstörungen festgestellt werden konnten (Grosfeld und Czarnecka 1977, Wigdorowicz-Makowerowa, Grodzki, Panek et al. 1979). Nilner et al. kamen bei schwedischen Schulkindern zu dem Ergebnis, dass 36% bis 41% der Schul Kinder Symptome einer kranio-mandibulären Störung zeigten. Mehr als die Hälfte der untersuchten Kinder (64%) und Jugendlichen (55%) klagten über Beschwerden bei Palpation der Muskeln und 34% bzw. 39% hatten Schmerzen bei der Palpation des Kiefergelenks (Nilner 1981, Nilner und Lassing 1981). Egermark-Eriksson et al. konnten bei 33% der von ihnen untersuchten Kindern empfindliche Muskeln und bei 18% Geräusche des Kiefergelenks wahrnehmen (Egermark-Eriksson, Carlsson und Ingervall 1981). In einer Studie an schweizer Schulkindern zeigten 41% kranio-mandibuläre Funktionsstörungen (Geering-Gaerny und Rakosi 1971). Motsch fasste zusammen, dass in Querschnittstudien an Kindern und jungen Erwachsenen viele Autoren zu der eindeutigen Aussage kommen, dass bis zu 50% der Probanden mehr oder minder schwere Symptome der Myoarthropathie aufweisen. Hans et al. untersuchten 51 Jugendliche in kieferorthopädischer Behandlung und fanden bei rund 12% eine Diskusverlagerung vor. Nur die Hälfte der Probleme wurde am Klicken des Kiefergelenks oder durch Schmerzen erkannt (Hans, Lieberman, Goldberg et al. 1992). Daher empfehlen Hans et al., jeder kieferorthopädischen Behandlung eine Anamnese und eine klinische Untersuchung voranzustellen, um versteckte Probleme zu erkennen.

Bei näherer Analyse des Stands der Forschung zum kranio-mandibulären System bei Kindern und Jugendlichen lassen sich drei Besonderheiten erkennen:

1. Es existieren nur sehr wenige Studien, in denen Kinder und Jugendliche bis zur vollständigen Entwicklung nach der Pubertät untersucht werden (Kinniburgh, Major, Nebbe et al. 2000, Major, Kinniburgh, Nebbe et al. 2002, Ribeiro, Tallents, Katzberg et al. 1997). Die meisten Studien beschränken sich auf ein kleineres Altersspektrum, das ein Alter von 3 bis 4 Jahren umfasst (Bonjardim, Gaviao, Carmagnani et al. 2003, Bonjardim, Gaviao, Pereira et al. 2005, Bonjardim, Gaviao, Pereira et al. 2005, Egermark-Eriksson, Carlsson und Ingervall 1981, Grosfeld und Czarnecka 1977, Lieberman, Hans, Rozenzweig et al. 1992, List, Wahlund und Larsson 2001, List, Wahlund, Wenneberg et al. 1999, Wigdorowicz-Makowerowa, Grodzki, Panek, et al. 1979).
 2. Die bisherigen Studien beschäftigen sich zwar mit kranio-mandibulären Funktionsstörungen bei Kindern, aber sie beschränken sich auf mögliche Diskusverlagerungen mit oder ohne Reposition des Discus articularis und auf Klicken oder Schmerzen des Kiefergelenks. Isberg et al. geben an, dass es einen statistisch relevanten Höhepunkt beider Geschlechter bezüglich der Prävalenz zu symptomatischen Diskusverlagerungen während der Pubertät gibt. Das Risiko eine Diskusverlagerung zu entwickeln, ist während des Teenageralters vier mal so häufig, wie im späteren Leben. Weiterhin zeigt Isberg in ihrer Studie einen Unterschied zwischen den Geschlechtern auf. Mädchen im Teenageralter haben gemäß den Untersuchungen von Isberg ein drei mal so hohes Risiko, eine Diskusverlagerung zu entwickeln als Jungen in demselben Alter (Isberg, Hagglund und Paesani 1998). List et al. stellen in ihren Untersuchungen an Kindern und Jugendlichen auch eine Prävalenz der Mädchen in Bezug auf Kiefergelenkserkrankungen fest (List, Wahlund, Wenneberg, et al. 1999). Dagegen erkennen Widmalm et al. keinen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern (Widmalm, Westesson, Kim et al. 1994). Lediglich Bonjardim et al. stellen eine etwas höhere Empfindlichkeit des M. pterygoideus lateralis bei Mädchen fest (Bonjardim, Gaviao, Pereira, et al. 2005).
Insgesamt ist noch nicht systematisch untersucht worden, ob Diskusverlagerungen, vor allem in Hinblick auf die spezifischen Arten der Diskusverlagerungen, in
-

bestimmten Altersgruppen bei Kindern und Jugendlichen verstärkt auftreten. Keine der bisherigen Studien bei Kindern und Jugendlichen untersucht neben der Diskusverlagerung auch eine Tendenz zur Diskusverlagerung oder eine mögliche Veränderung der Form der Pars posterior. Nirgendwo sind Angaben über eine Fibrosierung der bilaminären Zone in so jungen Jahren zu finden und erst recht nicht differenziert nach den betroffenen Gelenkanteilen. Es gibt auch keine Angaben über die genauere Aufteilung der möglichen Kondylenpositionen (zentrisch, ventral, retral, kranial und kaudal) in der Fossa oder Veränderungen der Kondylenform. Die besondere Bedeutung dieser Fragestellungen wird in den folgenden Abschnitten erklärt.

3. Eine Vielzahl der Studien stützt sich auf Fragebögen (Bonjardim, Gaviao, Pereira, et al. 2005, List, Wahlund, Wenneberg, et al. 1999, Ott 1979, Wahlund, List und Dworkin 1998) oder es handelt sich um Untersuchungen klinischer Parameter. Dabei werden die Muskeln häufig auf Schmerzen bei Palpation untersucht (Bonjardim, Gaviao, Carmagnani, et al. 2003, Bonjardim, Gaviao, Pereira, et al. 2005, Carlsson, Magnusson und Egermark 2004, Grosfeld und Czarnecka 1977).

In der vorliegenden Studie werden Kinder und Jugendliche im Alter zwischen 7 und 21 Jahren ausgewählt, um ein möglichst breites Spektrum der Entwicklung zu analysieren. Auf der einen Seite soll untersucht werden, inwieweit verschiedene Formen der Diskusverlagerung in jungen Jahren zu beobachten sind und ob sie sich altersabhängig darstellen. Auf der anderen Seite gilt das Interesse der Reposition des Discus articularis bei der Kieferöffnung. Unter der Reposition des Discus ist sein Zurückgleiten in eine nicht vorverlagerte Position bei der Öffnungsbewegung des Kiefers zu verstehen. Die Form der Pars posterior sorgt für die Stabilität des Diskus-Kondylus-Komplexes. Adaptationen treten in einer Formveränderung – einer Abflachung der Pars posterior – auf. In Abhängigkeit der Überlastung kann diese Adaptation in die verschiedenen Grade bikonvex und biplanar oder keilförmig abgeflacht unterschieden werden. Dabei ist die bikonvexe Pars posterior die physiologische Form. In der vorliegenden Studie werden auch besonders die Formveränderungen der Pars posterior im Zusammenhang mit einer Kieferöffnungsbewegung und einer Diskusverlagerung betrachtet. 90% der Kiefergelenksschmerzen stammen aus der bilaminären Zone. Deswegen wird im

Rahmen dieser Studie die Adaptation der bilaminären Zone in Form einer Fibrosierung untersucht. Dabei wird den einzelnen Gelenkanteilen besondere Beachtung geschenkt. Bisher existieren keine Studien darüber, in welchen Gelenkanteilen von Kindern und Jugendlichen (lateral, medial oder zentral) die Fibrosierung häufiger auftritt. Weiterhin wird in dieser Studie die Altersabhängigkeit der Fibrosierung und der Zusammenhang mit einer Diskusverlagerung untersucht. Auch die genaue Position des Kondylus ist von Bedeutung, denn je nachdem in welche Richtung eine Verschiebung vorliegt, werden unterschiedliche umliegende Strukturen einer größeren Belastung ausgesetzt. Da sich die Form des Kondylus ebenfalls auf das kranio-mandibuläre System auswirkt, wird außerdem die Veränderung der Kondylusform betrachtet.

Um eine differenzierte Aussage über Richtung und Ausmaß etwaiger Diskusverlagerungen oder anderer Veränderungen des kranio-mandibulären Systems treffen zu können, bedarf es bildgebender Verfahren. Schon lange gilt die Magnetresonanztomographie (MRT) als der Goldstandard zur Beurteilung von Veränderungen am Kiefergelenk (Haiter-Neto, Hollender, Barclay et al. 2002, Harms, Wilk, Wolford et al. 1985, Westesson, Katzberg, Tallents et al. 1987). Sie ist darüber hinaus im Vergleich zu Fragebögen oder funktionsanalytischen Untersuchungen die weitaus objektivere Methode. Das ist damit zu begründen, dass Fragebögen sehr stark dem subjektiven Empfinden der Patienten unterliegen, was gerade bei Kindern und Jugendlichen zu weiteren Ungenauigkeiten des Ergebnisses führen kann. So kam Ott (Ott 1979) in seiner Untersuchung mittels Fragebögen zu dem Ergebnis, dass zum Beispiel die Beantwortung der Frage nach „Habits“ an sich schon problematisch ist und beim jugendlichen Patienten besonders unzuverlässig zu sein scheint. Die Schwäche funktionsanalytischer Untersuchungen zur Beurteilung des kranio-mandibulären Systems, liegt darin, dass das Ergebnis sehr von der Erfahrung des Behandlers abhängig ist (Stegenga, de Bont, van der Kuijl et al. 1992). Entscheidender Vorteil der MRT-Untersuchungen ist, dass sie eine hohe interindividuelle Reproduzierbarkeit (91%) in der Auswertung aufweisen (Tasaki und Westesson 1993) und somit ein möglichst objektives Ergebnis gewährleistet ist, welches nicht wie z.B. bei Fragebögen auf dem subjektiven Empfinden der Kinder beruht. Darüber hinaus ist die Magnetresonanztomographie sehr exakt in der Detailwiedergabe, besonders der Weichgewebe. Sie erlaubt eine genaue Darstellung und Beurteilung der untersuchten Strukturen der Kiefergelenke.

Schließlich gehört die Magnetresonanztomographie zu den noninvasiven Methoden, was gerade bei Kindern einen weiteren Vorteil darstellt.

Zur Untersuchung möglicher Veränderungen des Kiefergelenks wird in dieser Studie daher die Magnetresonanztomographie verwendet.

Über kranio-mandibuläre Funktionsstörungen bei erwachsenen Patienten ist zwar viel geforscht worden, aber es ist nur bedingt möglich, diese Erkenntnisse auf Kinder und Jugendliche zu übertragen. Das liegt daran, dass bei Kindern und Jugendlichen die Gelenkflächen noch im Wachstum sind und sich deren adaptive Veränderungen sehr von denen der Erwachsenen unterscheiden können (Major, Kinniburgh, Nebbe, et al. 2002). Um kranio-mandibuläre Funktionsstörungen besser zu verstehen, soll im Folgenden zunächst kurz auf den strukturellen Aufbau der beteiligten Gewebe des Kiefergelenks eingegangen werden.

1.2 Anatomische Grundlagen des Kiefergelenks

Das Kiefergelenk stellt die Verbindung des Unter- und Oberkiefers dar, genauer die Verbindung der Kondylen des Unterkiefers mit dem Os temporale (Schläfenbein) und ist für die Kaubewegung verantwortlich. Abb. 1 zeigt die Lokalisation des Kiefergelenks im menschlichen Schädel und in Abb. 2 ist eine schematische Darstellung des Kiefergelenks wiedergegeben.

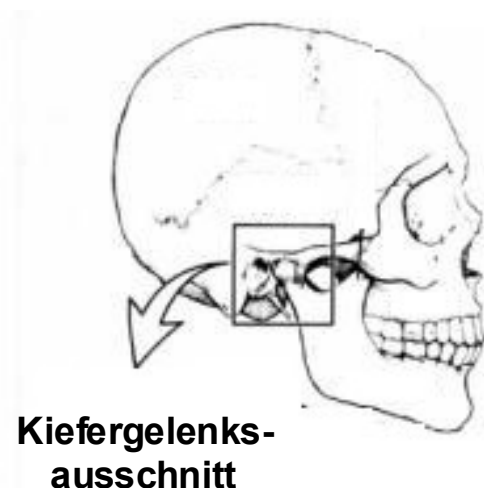


Abb. 1: Lokalisation des Kiefergelenks im menschlichen Schädel.
Abbildung in Anlehnung an (Team Clinic 2007).

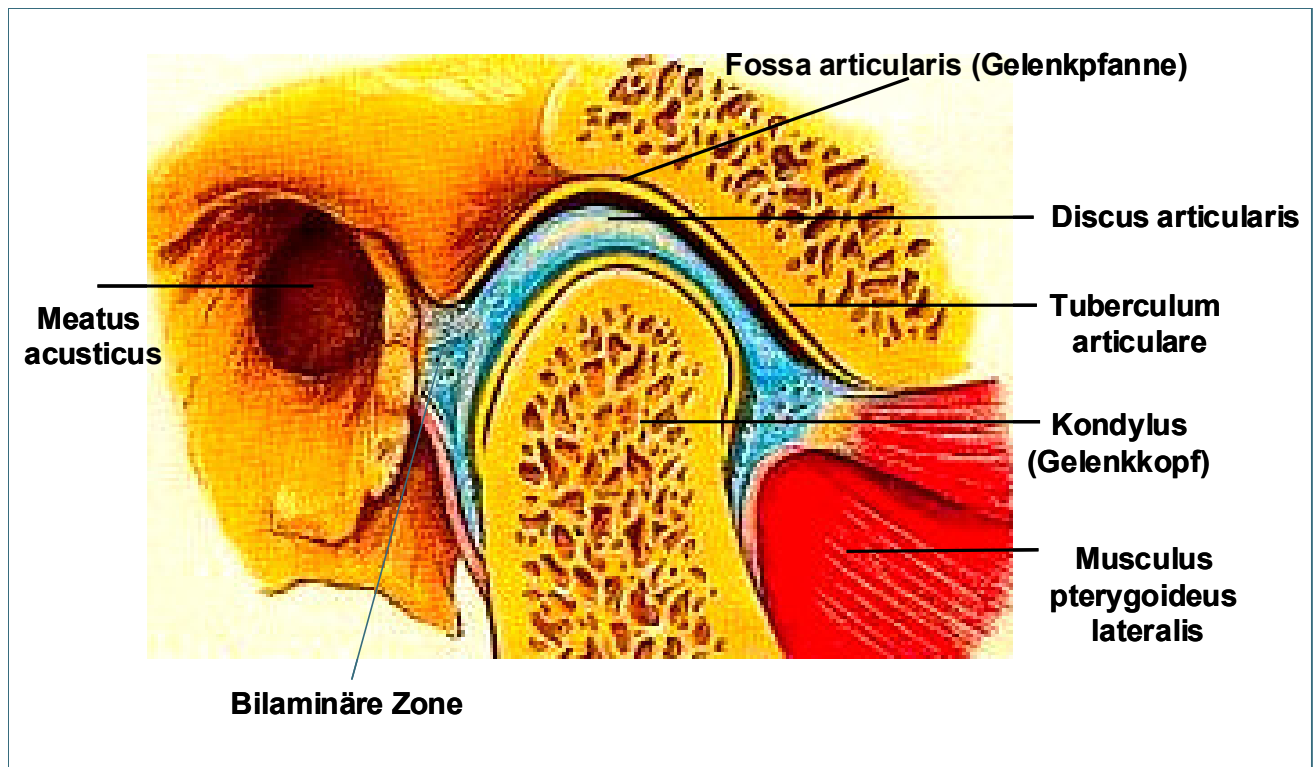


Abb. 2: Schematische Darstellung des Kiefergelenks.
 Der Discus articularis liegt dem Kondylus auf. Abbildung in Anlehnung an (dental-netz 2007).

Die Gelenkflächen befinden sich an der Gelenkpfanne und dem Gelenkkopf. Die Gelenkpfanne wird durch die Fossa articularis der Schläfenbeinschuppe (Pars squamosa) gebildet und vor ihr liegt eine kleine Knochenerhebung, das Gelenkhöckerchen (Tuberculum articulare). Der Gelenkkopf befindet sich am Gelenkfortsatz des Unterkiefers (Processus condylaris) und wird als Kondylenköpfchen (Caput mandibulae) oder Kondylus bezeichnet. Sein Krümmungsradius ist deutlich kleiner als derjenige der Fossa articularis. Eine faserknorpelige Gelenkscheibe, der Discus articularis, ist sowohl an der Gelenkkapsel als auch medial und lateral am Kondylus befestigt und teilt die Gelenkhöhle in zwei Kammern. Diese zwei Kammern, die zwei Teilgelenken entsprechen, stellen die erste Besonderheit des Kiefergelenks dar. Die zweite Besonderheit, die das Kiefergelenk von den übrigen menschlichen Gelenken unterscheidet, ist die Tatsache, dass die Gelenkflächen nicht aus hyalinem Knorpel bestehen, sondern aus einer Faserschicht überwiegend kollagenen Materials (de Bont und Stegenga 1993, Kaplan und Helms 1989, Vogl und Abolmaali 2001). Diese avaskuläre kollagene Schicht ist im Vergleich zum hyalinen Knorpel anderer Gelenke widerstandsfähiger gegenüber degenerativen Veränderungen (de Bont, Liem, Havinga

et al. 1985). Synovialflüssigkeit bedeckt die Gelenkflächen und ist essentiell für die Schmierung und die Ernährung, da der Knorpel des Kiefergelenks nicht durch den subchondralen Knochen ernährt wird (de Bont und Stegenga 1993).

Das Kiefergelenk ist nach retral, ventral, medial und lateral von einer dünnen, fibrösen Gelenkkapsel umgeben. Sie besteht aus lockerem Bindegewebe, das kollagenfaserreich und gut vaskularisiert ist. Die Gelenkkapsel umhüllt mit ihrem Ansatz am Hals des Caput mandibulae und ihrem Ursprung von der Fossa articularis bis zum Tuberkulum articulare das Kiefergelenk und wird durch zwei Bänder – das Ligamentum mediale und das Ligamentum laterale – verstärkt.

Der faserknorpelige, gefäßfreie Discus articularis sitzt auf dem Kondylus, wobei er mit seiner Pars intermedia im Bereich der kürzesten Distanz zwischen Kondyluskontur und Protuberantia articularis liegt (Bumann und Lotzmann 2000). Der verdickte Rand des Discus führt bei Bewegungen zu einem passiven Zurückgleiten und verhindert eine Verlagerung (Gernet und Rammelsberg 2000). Spitzer et al. beschreiben die vier Zonen des Discus, die vom lateralen zum medialen Pol des Kondylus verlaufen (Spitzer, Lenz und Sauter 1986) als ein anteriores mäßig dickes Band (Pars anterior) mit 2 bis 3 mm Dicke, eine intermediäre dünne Zone (Pars intermedia) mit nur 1 bis 2 mm Dicke, ein posteriores dickes Band (Pars posterior) und die bilaminäre Zone, die den retralen Abschnitt des Gelenkraumes ausfüllt. Im retralen Abschnitt beträgt die Dicke des Discus 3 bis 4 mm. Während bei Neugeborenen viele Fibroblasten zu finden sind, übernehmen mit zunehmendem Alter die Chondroblasten die Aufgabe, den Faserknorpel des Discus articularis zu bilden (de Bont, Liem, Havinga, et al. 1985). Im Laufe der Zeit wird er zellärmer und kollagendichter. Im Inneren des Discus sind die kollagenen Fasern miteinander verflochten und an der Oberfläche ziehen sie als Bündel in sagittaler Richtung. In der bilaminären Zone befindet sich die Mehrheit der elastischen Fasern, wobei am wenigsten elastische Fasern in der intermediären Zone zu finden sind. Auch zwischen dem medialen und lateralen Diskusanteil ist ein großer Unterschied festzustellen, denn der mediale Abschnitt des Discus articularis weist fast doppelt so viele elastische Fasern wie der laterale Anteil auf (Gross, Bumann und Hoffmeister 1999). Beek et al. untersuchten durch Belastungstests das dynamische Verhalten des Discus an drei unterschiedlichen Abschnitten von anterior bis posterior und stellten fest, dass die intermediäre Zone gegen Deformationen widerstandsfähiger ist, als die Pars anterior und die Pars posterior (Beek, Aarnts, Koolstra et al. 2001). Norer et al. untersuchten arthroskopisch und makroskopisch 288 Kiefergelenke von Leichen und

fanden bestimmte Prädilektionsstellen für Degenerationen des Discus articularis (Norer, Pomaroli und Dietze 1989). Sie beschreiben folgende Regionen des Discus als typische Bereiche für Umbauvorgänge. Zum einen die Region ventral lateral im faserknorpeligen Anteil, des weiteren den lateralen Anteil am Übergang zwischen faserknorpeligem und bilaminärem Abschnitt und schließlich den retralen zentralen Bereich in der bilaminären Zone.

Die Aufgabe des Discus articularis besteht darin, ein reibungsreduziertes Gleiten und die Verteilung und Dämpfung von Belastungen zu ermöglichen (Bumann und Lotzmann 2000). Dabei fungiert er als Puffer und Abstandshalter (Müller-Leisse, Augthun, Bauer et al. 1997). Auch Osborn nimmt an, dass die Funktion des Discus articularis während der Kieferöffnung bzw. Kaubewegung darin besteht, die auftretenden Kräfte zu verteilen und umzuwandeln (Osborn 1985). Bei allen physiologischen Bewegungen des Kondylus wird der Discus articularis vor allem durch die elastischen Fasern der bilaminären Zone und durch den direkt am Discus oder an der Gelenkkapsel ansetzenden M. pterygoideus lateralis so auf dem Kondylus positioniert, dass Inkongruenzen ausgeglichen und Druckbelastungen ausgehend vom Kondylus auf die knöcherne Gelenkstruktur an der Schädelbasis vermieden werden (Gernet und Rammelsberg 2000).

Verschiedene Formen der Diskusverlagerung sind die häufigsten Befunde, die man bei Patienten mit kranio-mandibulären Beschwerden findet (Paesani, Salas, Martinez et al. 1999). Dabei muss die Diskusverlagerung als Summationsbefund der verschiedenen Gelenkanteile (lateral, zentral und medial) gesehen werden (Bumann und Lotzmann 2000), da der Discus nicht immer in seiner Gesamtheit vorverlagert ist. Grundsätzlich kann man die verschiedenen Formen der Diskusverlagerung nach folgenden Kriterien unterscheiden:

1. Nach dem Grad der Verlagerung des Discus articularis: Tendenz zur Diskusverlagerung oder eindeutige Diskusverlagerung
 2. Nach den verlagerten Anteilen des Discus articularis: Partielle oder totale Diskusverlagerung
 3. Nach funktionellen Gesichtspunkten: Diskusverlagerung mit oder ohne Reposition
-

Als Unterscheidung nach dem Grad der Verlagerung liegt eine diskrete Diskusverlagerung vor, wenn die Pars posterior des Discus articularis oder auch nur ein Teil davon noch auf dem Kondylus liegt (Tendenz zur Diskusverlagerung) während bei einer eindeutigen Diskusverlagerung der gesamte Discus vor dem Kondylus liegt. Der Discus kann auch in der Frontalebene verlagert sein, also nach medial oder im Falle einer Diskusperforation auch nach lateral (Freesmeyer 1993). Dann spricht man von einer seitlichen Diskusverlagerung.

Werden die verlagerten Anteile des Discus betrachtet, so unterscheidet man partielle und totale Diskusverlagerungen. Im Falle einer partiellen Diskusverlagerung ist nur der mediale oder laterale Anteil des Discus vorverlagert und somit auch nur der entsprechende Teil der bilaminären Zone überdehnt. Partielle Diskusverlagerungen sind meist lateral zu beobachten (de Bont, Boering, Liem et al. 1986). Im Falle einer totalen Diskusverlagerung ist der gesamte Discus, das heißt in allen Schichten (lateral, zentral und medial) vor dem Kondylus zu finden.

Funktionell kann man nach Diskusverlagerungen mit oder ohne Reposition unterscheiden. Unter der Reposition versteht man, wie in Abb. 3 dargestellt, das Zurückgleiten des vorverlagerten Discus articularis auf den Kondylus bei der Kieferöffnungsbewegung. Ist bei geöffnetem Kiefer der Discus zurückgesprungen und eine physiologische Diskus-Kondylus-Relation vorzufinden, so entspricht das einer totalen Reposition. Wenn der Discus nicht komplett auf den Kondylus zurückspringt, sondern sich noch partiell in einer vorverlagerten Position befindet, handelt es sich um eine partielle Reposition. Beim Gleiten des Discus über den Kondylus hört man ein Knacken des Kiefergelenks. Die Diskusverlagerung mit Reposition scheint derjenigen ohne Reposition vorherzugehen (Bumann und Lotzmann 2000). Keine Reposition liegt vor, wenn der Verlust der Elastizität der bilaminären Zone so groß ist, dass der Discus nicht mehr in die Lage seiner normalen Position zurückkehren kann und vor dem Kondylus liegen bleibt. Die Folge ist, dass der Kondylus kontinuierlich die bilaminäre Zone zusammen presst, was zu Schmerzen führt (Kaplan und Helms 1989). Kurita et al. stellten fest, dass bei einer Diskusverlagerung ohne Reposition der Discus weiter anterior liegt, als wenn eine Reposition noch stattfindet (Kurita, Ohtsuka, Kobayashi et al. 2000). Kiefergelenke ohne Reposition zeigen oft flachere Eminentien und kleinere Kondylen und das auch noch nachdem die Diskusverlagerung therapiert und verbessert bzw. ganz behoben wurde (Kurita, Uehara, Yokochi et al. 2006).

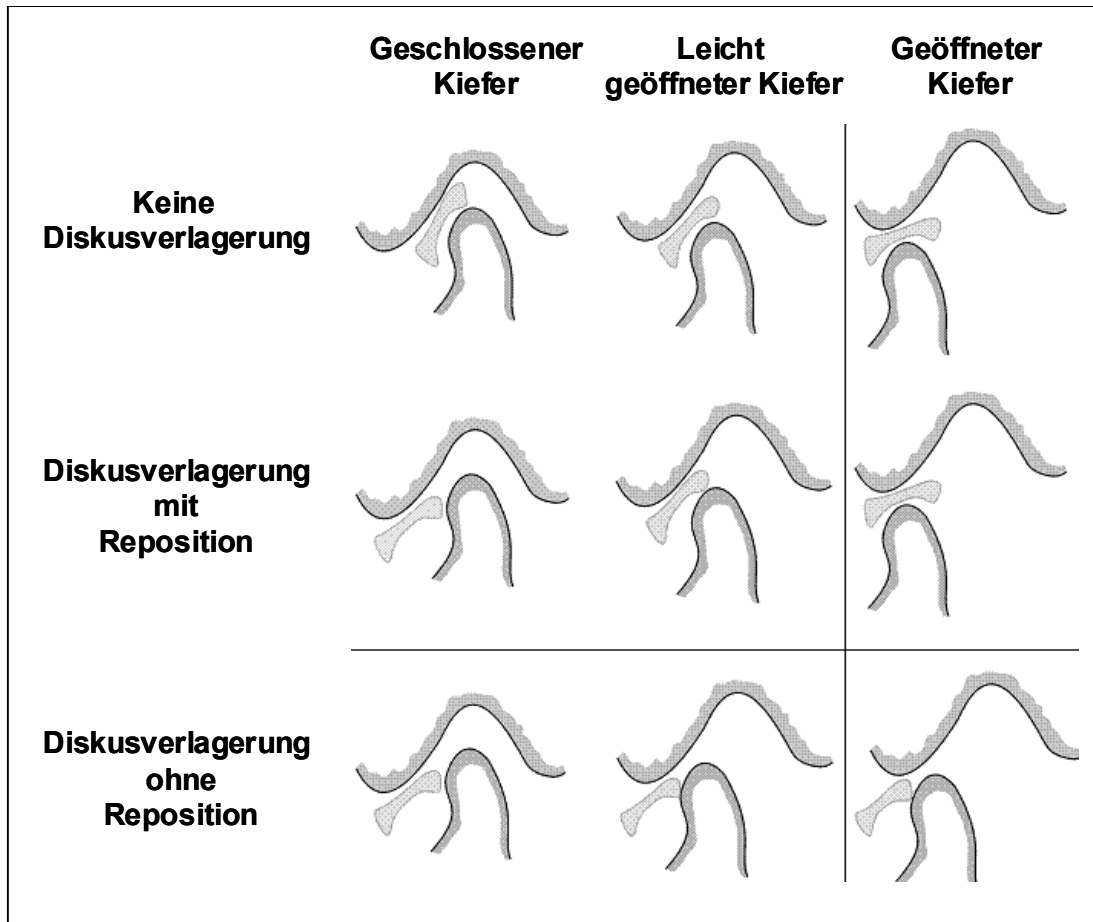


Abb. 3: Positionen des Discus articularis bei Kieferöffnung.

Bei der Diskusverlagerung mit Reposition schnappt der Discus während der Kieferöffnungsbewegung auf den Kondylus zurück. Abbildung in Anlehnung an (Drace und Enzmann 1990).

Diskusverlagerungen treten auch oft bei asymptomatischen Patienten auf und sind nicht immer ein Zeichen kranio-mandibulärer Funktionsstörungen. Sie können bis zu einem gewissen Grad eine normale Variabilität darstellen. Nach verschiedenen Studien kann eine anteriore Diskusverlagerung medial von bis zu 15 Grad und lateral von bis zu 30 Grad als normal angesehen werden (de Bont, Boering, Liem, et al. 1986, de Bont, Dijkgraaf und Stegenga 1997, Rammelsberg, Pospiech, Jager et al. 1997). Doch Ribeiro et al. sehen, neben zahlreichen anderen Autoren, einen starken Zusammenhang zwischen Diskusverlagerungen und möglichen Beschwerden des Kiefergelenks. Sie stellten bei 34% der asymptomatischen Patienten zwischen 6 und 25 Jahren eine anteriore Diskusverlagerung fest. Unter den Patienten mit kranio-mandibulären Funktionsstörungen war sogar bei 86% eine anteriore Diskusverlagerung vorzufinden (Ribeiro, Tallents, Katzberg, et al. 1997). Die Diskusverlagerung verdient besondere Beachtung, da sie zu weiteren Problemen im kranio-mandibulären System führen kann.

Zum einen ist die Diskusmorphologie zum anderen sind aber auch umgebende Strukturen betroffen. Ein unphysiologisch gelegener Discus articularis steht nicht nur unter unphysiologischer Druckbelastung und Beanspruchung, sondern er kann auch seine Aufgabe der Kräfteverteilung nur noch bedingt bis gar nicht wahrnehmen, so dass Deformationen des Discus selber und seiner Umgebung, wie der Pars posterior, der bilaminären Zone oder der Kondylen die logische Konsequenz sind. Heffez et al. teilten mögliche Veränderungen der Diskusmorphologie in fünf Gruppen ein und erkannten die Diskusmorphologie als wichtigen Parameter der kranio-mandibulären Funktionsstörungen. Je größer die Diskusverlagerung war, desto größer war außerdem auch die Veränderung der Diskusmorphologie (Heffez und Jordan 1989). In anderen Studien konnten ebenfalls Zusammenhänge von Diskusverlagerungen und der Deformation des Discus articularis nachgewiesen werden. So stellten Wajima et al. eine Deformation des Discus articularis bei rund 58% der Patienten mit Diskusverlagerungen und Reposition und sogar bei 77% der Patienten mit Diskusverlagerung ohne Reposition fest (Wajima, Sannta, Yazaki et al. 1989). Mehrere Autoren weisen darauf hin, dass die initialen Remodellierungen im Zusammenhang mit einer Diskusverlagerung im temporalen Anteil des Gelenks stattfinden (de Bont, Boering, Liem, et al. 1986). Major et al. kamen zu dem Schluss, dass bei einer Diskusverlagerung die adaptive Kapazität zum einen und die Wachstumskapazität des Kiefergelenks zum anderen verändert wird. Bei einer heranwachsenden Person kann dies in einem Zerreißen und der Zerstörung der proliferativen Zellschichten enden, was die Entstehung und das Wachstum des Kondylus stören würde (Major, Kinniburgh, Nebbe, et al. 2002).

Für die Stabilität des Diskus-Kondylus-Komplexes ist die Morphologie der Pars posterior besonders wichtig (Bumann und Lotzmann 2000). Die Wulst, die durch die physiologische bikonvexe Form entsteht, hält den Discus articularis auf dem Kondylus. Doch durch anhaltende kraniale und dorsokraniale Belastungen kann die Pars posterior abflachen (Osborn 1985). Man unterscheidet zwischen der physiologischen bikonvexen Form und den Stadien der Adaptation der Pars posterior, die sich in biplanarer oder keilförmiger Abflachung zeigen. Es ist bewiesen, dass der Grad der Abflachung der Pars posterior in direktem Zusammenhang mit dem Grad der Diskusverlagerung steht (Heffez und Jordan 1989, Wajima, Sannta, Yazaki, et al. 1989). Allerdings wurde dieses Phänomen bisher nicht bei Kindern und Jugendlichen untersucht.

Mit seinen elastischen und kollagenen Fasern ist die bilaminäre Zone ebenfalls für die Stabilität des Diskus-Kondylus-Komplexes von großer Bedeutung. Als bilaminäre Zone

wird das retroartikuläre Polster des Kiefergelenks bezeichnet. Die bilaminäre Zone versorgt den gefäß- und nervenfreien Discus articularis. Sie besteht aus dem Stratum superius, einem lockeren Netzwerk aus elastischen und kollagenen Fasern, Fett und Gefäßen und dem Stratum inferius, das straffere kollagene Fasern beinhaltet. In dem Zwischenraum, der als Genu vasculosum bezeichnet wird, liegen zahlreiche Gefäße, Nerven und Fett (Benigno, Azeredo, Lemos et al. 2001). Die Fasern beider Strata strahlen in die Pars posterior ein und vernetzen sich dort mit den transversalen Fasern der Pars posterior und den sagittalen Fasern der Pars intermedia (Bumann und Lotzmann 2000). Das Stratum inferius inseriert an der Rückseite des Kondylus und ist für die Stabilisierung des Discus auf dem Kondylus zuständig. Nur wenn das Stratum inferius überdehnt wird, kann es zu einer anterioren Diskusverlagerung kommen, was eine Störung der Diskus-Kondylus-Fossa-Relation darstellt (Gernet und Rammelsberg 2000). Das Stratum superius indessen ist für die Rückholbewegung des Discus in der Schließphase des Kiefers verantwortlich und hat mit einer anterioren Diskusverlagerung wenig zu tun (Eriksson, Westesson, Macher et al. 1992).

Die bilaminäre Zone hat zwar eine große Adaptationsfähigkeit, aber es kann zur progressiven Adaptation (Fibrosierung) oder zur regressiven Adaptation, in Form von Entzündung und Überdehnung bis zur Perforation kommen. 90% der Schmerzen des Kiefergelenks kommen aus der bilaminären Zone (Bumann und Lotzmann 2000). Pereira et al. fanden mikroskopische Unterschiede in der bilaminären Zone zwischen schmerzenden und nicht schmerzenden Kiefergelenken (Pereira, Lundh, Eriksson et al. 1996). Die bilaminäre Zone des Kiefergelenks untergeht durch die Fibrosierung einer Remodellierung und kann sogar eine diskusähnliche Struktur, den sogenannten Pseudodiskus, bilden, um wie ein Discus zu funktionieren (Bumann und Lotzmann 2000, Gu, Hu, Feng et al. 2003). Mazza et al. sehen einen engen Zusammenhang zwischen der Fibrosierung der bilaminären Zone und kranio-mandibulären Funktionsstörungen (Mazza, Stasolla, Kharrub et al. 2004).

Die Kondylenposition stellt in der Zahnheilkunde ein kontrovers diskutiertes Thema dar. Bisher konnte keine einheitliche Position als die anatomisch und physiologisch gültige Position festgelegt werden. Bamber et al. aber auch McMillen stellten eine Differenz der Kondylenposition bei Bewusstsein und unter Vollnarkose bzw. unter Muskelrelaxantien fest, was auf eine muskuläre Positionierung des Kondylus deutet (Bamber, Abang, Ng et al. 1999, McMillen 1972). Die Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik der

Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) definierte 1992 die „zentrische Kondylenposition“ (Fressmeyer, Bumann, Fuhr et al. 1992). Demnach ist darunter die „kranioventrale nicht seitenverschobene Position beider Kondylen bei physiologischer Diskus-Kondylus-Relation und physiologischer Belastung der beteiligten Gewebe“ zu verstehen. Sie ist unabhängig von der Okklusion des Patienten. Die „habituelle Kondylenposition“ ist definiert als „gewöhnheitsmäßig eingenommene Lage des Kondylus an der Protuberantia articularis“ bei habitueller Okklusion. Sie ist somit abhängig von der statischen Okklusion des Patienten. Idealerweise stimmen zentrische und habituelle Kondylenposition überein. Die Positionierung der Kondylen in der kranioventralen Ebene erfolgt biomechanisch und über das neuromuskuläre System.

Stellungsänderungen des Kondylus entstehen durch okklusale Zwangsführungen. So führen vorzeitige Kontakte auf den Protrusionsfacetten der Molaren zum Beispiel zu einer retralen Kondylenverlagerung (Freesmeyer 1993). In der Literatur gibt es große Diskrepanzen darüber, ob eine Diskusverlagerung auch zu einer Veränderung der Position oder Morphologie der Kondylen führt. So konnten de Bont et al. die Veränderungen, die sie am Kondylenknorpel fanden, in keinen direkten Zusammenhang mit Diskusverlagerungen bringen (de Bont, Boering, Liem, et al. 1986). Auf der anderen Seite gibt es zahlreiche Studien, die eben diesen Zusammenhang nachweisen. So stellten Müller-Leisse et al. eine Deformierung und Verkleinerung des Kondylus durch Vorverlagerung des Discus articularis fest. Sie erklären dies mit der Überdehnung der bilaminären Zone und damit einer fehlenden ligamentären Stabilität. Dadurch wird eine retrale Lage des Kondylus in der Fossa temporalis begünstigt, was wiederum zu den Deformierungen führt (Müller-Leisse, Augthun, Bauer, et al. 1997). Ihrer Meinung nach können Veränderungen der Kondylusmorphologie manchmal der einzige Hinweis auf eine Diskusverlagerung bei asymptomatischen Patienten sein. Auch Gateno et al. wiesen eine höhere Prävalenz für posterior verlagerte Kondylen bei Patienten mit Diskusverlagerung nach (Gateno, Anderson, Xia et al. 2004). Pullinger verglich die Kondylenposition von Patienten mit asymptomatischen Kiefergelenken, die eine gesunde Population repräsentieren sollten, mit der Kondylenposition bei Patienten mit kranio-mandibulären Funktionsstörungen (Pullinger 1987). Dabei zeigten sich auch hier gravierende Unterschiede, die durchaus auf einen Einfluss der Diskusposition hindeuten. Waren in der asymptomatischen Gruppe, der durch Pullinger untersuchten Patienten, 43% der Kondylen in konzentrischer Position, 27% in posterior und 30% in anterior verlagert Position, so waren es bei den symptomatischen Patienten nur noch

29% der Kondylen, die sich in konzentrischer Position befanden, während aber 54% posterior und 17% anterior verlagert waren. Ronquillo stellte sogar 61% posterior positionierte Kondylen bei vorhandener Diskusverlagerung fest (Ronquillo, Guay, Tallents et al. 1988). Ren et al. unterschieden nach Diskusverlagerungen mit oder ohne Reposition, und stellten im Zusammenhang mit einer Diskusverlagerung ohne Reposition bei zwei Dritteln der untersuchten Kiefergelenke einen nach posterior verschobenen Kondylus fest (Ren, Isberg und Westesson 1995). Farrar und Blaschke et al. bezeichneten die posteriore Kondylenposition als ätiologischen Faktor bei der Entstehung von Kiefergelenkssymptomen (Blaschke, Solberg und Sanders 1980, Farrar 1972). Viele weitere Autoren beschrieben, dass eine Kondylenverlagerung zu Kiefergelenksbeschwerden führt (Costen 1997, Owen 1984, Perry 1969). Bei einer leichten Diskusverlagerung ist der Kondylus nach distal verschoben. Wird die anteriore Diskusverlagerung stärker, scheint der Kondylus in seine zentrische Position zurückzukehren (Kurita, Ohtsuka, Kobayashi et al. 2001, Ozawa, Boering, Kawata et al. 1999). Auch die Kondylenform wird in zahlreichen Studien mit einer Diskusverlagerung in Zusammenhang gebracht. Danach führt eine fortgeschrittene anteriore Diskusverlagerung zu einer Verkleinerung des Kondylenköpfchens (de Leeuw, Boering, van der Kuijl et al. 1996, Kurita, Ohtsuka, Kobayashi et al. 2002). Als Erklärung für diesen Vorgang wird entweder die Resorption des lateralen Pols angeführt (de Leeuw, Boering, van der Kuijl, et al. 1996, Kurita, Ohtsuka, Kobayashi et al. 2001) oder der Zug des vorverlagerten Discus articularis, der zu Remodellationen führt (Kurita, Ohtsuka, Kobayashi et al. 2003). Kikuchi et al. untersuchten gesunde Erwachsene und stellten fest, dass die Größe der Gelenkräume um die Kondylen signifikant durch die gesamte kraniofaziale Morphologie bedingt waren. Sie vermuten eine Beeinflussung der Kondylenposition durch kraniofaziale Wachstumsmuster (Kikuchi, Takeuchi, Tanaka et al. 2003). Bedenkt man, dass von der Geburt bis zum adulten Alter die Kondylusdimension in mediolateraler Richtung um den Faktor 2 bis 2,5 zunimmt (Bumann und Lotzmann 2000) und sich das gesamte Kiefergelenk im Wachstum befindet, erscheint es sehr wichtig, die Kondylenposition und -form im Zusammenhang mit Alter und möglicher Diskusverlagerung bei Kindern und Jugendlichen zu untersuchen.

Die Genauigkeit klinischer Untersuchungen reicht nicht aus, um die verschiedenen möglichen Diskusverlagerungen, Repositionen oder morphologischen Veränderungen des Kiefergelenks zu unterscheiden. Paesani et al. stellten fest, dass die klinische

Funktionsanalyse nur zu 43% mit der durch eine MRT-Aufnahme festgestellten Diagnose übereinstimmte und es zu etlichen falsch positiven Befunden kam. Aus diesem Grund sind bildgebende Verfahren zur zahnmedizinischen Diagnostik des Kiefergelenks notwendig (Paesani, Salas, Martinez, et al. 1999).

1.3 Stand der zahnmedizinischen Diagnostik des Kiefergelenks

Die ideale Technik zur Darstellung von kranio-mandibulären Funktionsstörungen sollte mit angemessenen finanziellen Mitteln Informationen über knöcherne Strukturen, den Discus articularis und dynamische Funktionen bieten (Kaplan und Helms 1989). Aufgrund der versteckten Lage des Doppelgelenkes an der Schädelbasis dorsal des Jochbogens, der Vielfalt von Bewegungsmöglichkeiten und der Variabilität der anatomischen Formen in den beiden Kiefergelenken gestaltet sich die Diagnostik des Kiefergelenks jedoch als schwierig. Die Möglichkeiten der zahnmedizinischen Diagnostik erstrecken sich grundsätzlich von Röntgenbildern, über die Axiographie, Phonognathographie, Fragebögen und manuellen klinischen Untersuchungen, bis hin zu den Tomographien, wie der Computertomographie oder der Magnetresonanztomographie. Im folgenden Abschnitt soll ein kurzer Überblick über die Verfahren der Kiefergelenksuntersuchung und -darstellung zur zahnmedizinischen Diagnostik geschaffen werden.

Das Kiefergelenk ist grundsätzlich mittels Röntgenbildern wie z.B. der Panoramaschichtaufnahme darstellbar. Doch ergeben konventionelle Röntgenbilder lediglich ein Summationsbild und genaueren Aufschluss über die knöchernen Strukturen erhält man erst über tomographische Verfahren (Randzio, Kellermann, Vogl et al. 1989). Weiterhin können Röntgenbilder nur knöcherne Strukturen aufzeigen und geben deswegen keinen Aufschluss über Lage oder Status des Discus articularis (Helms und Kaplan 1990). Panoramaschichtaufnahmen eignen sich gut zur Darstellung von fortgeschrittenen degenerativen Veränderungen am Kondylus und primären Gelenkerkrankungen wie Frakturen, Tumoren, Zysten und ähnlichen Befunden (Bumann und Lotzmann 2000).

Nur unzureichende Ergebnisse lassen sich mittels der Axiographie erzielen. In verschiedenen Studien konnten Bumann et al. nachweisen, dass nur 42% der Diskusverlagerungen, die mittels einer Magnetresonanztomographie ermittelt wurden, durch

die Axiographie darstellbar waren (Bumann und Landeweer 1991, Lochmiller, Bumann und Landeweer 1991). Dieselben Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass Befunde wie der Knackzeitpunkt, das Bewegungsausmaß und die Bewegungsirregularitäten klinisch erhoben werden können und die Axiographie keinen Informationsgewinn im Zusammenhang mit intrakapsulären Funktionsstörungen bringt.

Mittels der Phonognathographie sollen akustische Signale des Kiefergelenks, die durch Kavitationserscheinungen, ligamentäre Schwingungen und Knochenschwingungen entstehen, den Ursachen zugeordnet werden (Freesmeyer und Tobien 1989). Doch gibt es auch bei dieser Methode zahlreiche Unsicherheiten in der genauen Diagnostik.

Bei der Arthrographie handelt es sich um eine Darstellung der Gelenke mit Hilfe eines Kontrastmittels, das über eine kleine, steril in den Gelenkraum eingeführte, Nadel eingespritzt wird. Die Verteilung des Kontrastmittels lässt Aussagen zur Position des Discus articularis und zu Schädigungen am Discus und des Kapsel-Band-Apparates zu. Seitliche Verschiebungen des Discus und Rotationen können dabei nicht verlässlich beurteilt werden (Brooks, Brand, Gibbs et al. 1997). Die Arthrographie ist aber gut geeignet, um dynamische Bewegungen und Perforationen des Discus articularis darzustellen. Allerdings kam es in einer Studie von Helms und Kaplan auch zu 20% falschpositiven Ergebnissen (Helms und Kaplan 1990, Westesson, Katzberg, Tallents, et al. 1987). Das Kontrastmittel birgt die Gefahr einer allergischen Reaktion und die Injektion ins Kiefergelenk kann als sehr unangenehm empfunden werden. Die Bestrahlung des Patienten ist nicht hoch, hängt aber sehr von der Erfahrung des Behandlers ab (Helms und Kaplan 1990). Aus diesen Gründen wurde die minimalinvasive Arthrographie weitgehend von der noninvasiven Magnetresonanztomographie verdrängt.

Neben den verschiedenen Arten der Tomographien stehen noch Fragebögen und manuelle klinische Untersuchungen zur Verfügung. Fragebögen stellen sicherlich die preiswerteste Alternative der Kiefergelenksdiagnostik dar, doch bergen sie auch viele Quellen für Ungenauigkeiten. Die Beantwortung eines Fragebogens ist sehr subjektiv und darüber hinaus von der Auffassungsgabe und dem Verständnis des Patienten abhängig (Wahlund, List und Dworkin 1998). Manuelle klinische Untersuchungstechniken stammen aus der Orthopädie und wurden von Hansen et al. auf das Kausystem übertragen. Bumann und Landeweer entwickelten diese Technik weiter zur „manuellen Funktionsanalyse“ (Bumann und Landeweer 1991). Paesani et al. wiesen nur eine 43%-ige Übereinstimmung der Diagnosen mittels Funktionsanalyse und bildge-

benden Verfahren nach (Paesani, Westesson, Hatala et al. 1992). Sie kamen zu dem Schluss, dass bildgebende Verfahren zur zuverlässigen Beurteilung des kranio-mandibulären Systems unverzichtbar sind.

Die Computertomographie und die Magnetresonanztomographie verhalten sich weitgehend komplementär zu einander. Je nach untersuchter Fragestellung ist entweder das Computertomogramm (CT) in der Darstellung des Knochens viel präziser oder kann das Magnetresonanztomogramm (MRT) mehr Aufschluss über Kiefergelenkserkrankungen im Zusammenhang mit dem Weichgewebe geben (Bailly, Williams, Mattozza et al. 1990). Die Stärke der Computertomographie liegt, wie zahlreiche Studien belegen, im besseren Auflösungsvermögen der knöchernen Strukturen wie zum Beispiel Knochendeformationen, degenerative Veränderungen, Frakturen der Kondylen, Arthritiden, Ankylosen, Neoplasien oder Tumoren. Daher ist das CT das Mittel der Wahl zur Beurteilung jeglicher knöcherner Veränderungen (Brooks, Brand, Gibbs, et al. 1997, Chacon, Dawson, Myall et al. 2003, de Bont, van der Kuijl, Stegenga et al. 1993, De Mot, Casselman und Widelec 1997, Dixon 1991, Larheim 1995, Randzio, Kellermann, Vogl, et al. 1989, Spitzer, Lenz und Sauter 1986). Die Dichteauflösung der Weichgewebe ist jedoch nur unzureichend (Spitzer, Lenz und Sauter 1986) und aufgrund der Ähnlichkeit der Dichte des Discus articularis und seiner angrenzenden Weichgewebe können Schwierigkeiten in der Bestimmung der Diskusposition entstehen (Randzio, Kellermann, Vogl, et al. 1989). Somit wird das CT als ungeeignet zur Darstellung und Beurteilung des Discus articularis gewertet (Bailly, Williams, Mattozza, et al. 1990, de Bont, van der Kuijl, Stegenga, et al. 1993, Dixon 1991, van der Kuijl, de Bont, Stegenga et al. 1994). Bei der Computertomographie handelt es sich wie bei der Magnetresonanztomographie um eine noninvasive Methode, aber aus den vorher dargestellten Gründen wurde sie zur Beurteilung des Discus articularis und angrenzender Weichgewebe von der Magnetresonanztomographie verdrängt.

Die Magnetresonanztomographie ist eine diagnostische Technik zur Darstellung der inneren Organe, Gewebe und Gelenke mit Hilfe von Magnetfeldern. Ähnlich der Computertomographie erzeugt sie Schnittbilder des menschlichen Körpers, benötigt aber keine Röntgenstrahlen, sondern lediglich ein starkes Magnetfeld und Radiowellen. Das physikalische Prinzip ist seit 1946 bekannt und wird seit Beginn der 80er Jahre auch als diagnostisches Verfahren in der Medizin verwendet. Der Vorteil der Magnetresonanztomographie aus medizinischer Sicht ist zum einen die hohe Qualität der Weichteildarstellung und zum anderen, dass jede beliebige „Schnittebene“ dargestellt

werden kann, ohne den Patienten umlagern zu müssen (Spitzer, Lenz und Sauter 1986). Hochauflösende Bilder werden durch die Verwendung von Oberflächenspulen ermöglicht. Durch die Wahl geeigneter Aufnahmeparameter wird ein sehr guter Gewebekontrast erreicht, so dass auf die Anwendung von Kontrastmitteln verzichtet werden kann (Spitzer 1986). Man unterscheidet zwischen T1- und T2-gewichteten Aufnahmen. Bei T1-gewichteten Aufnahmen besitzt Fett eine hohe Signalstärke, während Wasser eine recht niedrige und Muskeln und Bindegewebe eine mittlere Signalstärke erzeugen. Bei T2-gewichteten Aufnahmen dagegen weisen Wasser und entzündetes Gewebe eine hohe Signalstärke auf, während Fett diesmal eine niedrige Signalstärke besitzt. Muskeln und Bindegewebe erzeugen auch hier eine mittlere Signalstärke. Knochen erscheint in beiden Fällen schwarz (Cirbus, Smilack, Beltran et al. 1987).

Larheim bestätigte in seiner Studie über die Rolle der Magnetresonanztomographie im Zusammenhang mit Diagnosen des Kiefergelenks (Larheim 2005), dass kranio-mandibuläre Funktionsstörungen nicht sicher mit klinischen Untersuchungsmethoden entdeckt werden können und die MRT-Aufnahmen Gelenksanomalien besser darstellen, als jedes andere bildgebende Verfahren. Wie Haiter-Neto et al. bezeichnen zahlreiche Autoren die Magnetresonanztomographie als den Goldstandard zur Beurteilung des Kiefergelenks inklusive der Diskusposition und der Morphologie der Kiefergelenksstrukturen (Bumann und Lotzmann 2000, de Bont, van der Kuijl, Stegenga, et al. 1993, Haiter-Neto, Hollender, Barclay, et al. 2002, Harms und Wilk 1987, Harms, Wilk, Wolford, et al. 1985, Larheim 1995, Larheim 2005, Randzio, Kellermann, Vogl, et al. 1989, Westesson, Katzberg, Tallents, et al. 1987). Die Magnetresonanztomographie erlaubt eine Charakterisierung der feinen Strukturen des Discus articularis und der posterioren Aufhängung (attachment), so dass normale von gestörten Kiefergelenken unterschieden werden können (Katzberg und Tallents 2005). Westesson et al. erreichten eine Übereinstimmung der Diagnose zur Diskusposition mittels MRT und Autopsie von 86% (Westesson, Katzberg, Tallents, et al. 1987). Haiter-Neto et al. und Tasaki et al. kamen jeweils auf eine 95%-ige Sensibilität, Spezifität und Genauigkeit im Hinblick auf die Diskusposition und -form (Haiter-Neto, Hollender, Barclay, et al. 2002, Tasaki und Westesson 1993). Sie stellten auch im Vergleich zur Arthrographie und Computertomographie eine relativ hohe Übereinstimmung der Auswertungen der MRT-Aufnahmen durch verschiedene Personen fest (Nebbe, Brooks, Hatcher et al. 2000). Die Magnetresonanztomographie ist kostenintensiver als die

Arthrographie, aber vergleichbar mit der Computertomographie und hat die beiden Verfahren zur zahnmedizinischen Diagnostik des Kiefergelenks weitgehend ersetzt.

2 Fragestellung

Wenn es um Funktionsstörungen des Kiefergelenks geht, denkt man in erster Linie an erwachsene Patienten. Bei Kindern wird davon ausgegangen, dass die Adaptionsfähigkeit des noch im Wachstum befindlichen Kiefergelenks kleine morphologische Varianten kompensiert (Ott 1979). Sicherlich ist dies ein Grund dafür, dass sich in der Literatur nicht genügend systematische Überprüfungen des kranio-mandibulären Systems bei Kindern und Jugendlichen finden lassen. Bei den vorhandenen Studien zu Kindern und Jugendlichen ist das Altersspektrum oft sehr klein und die Methoden nicht präzise genug. Fragebögen und klinische Untersuchungen finden sich in den meisten Studien, sind aber ungenau und subjektiv. Kriterien für eine kranio-mandibuläre Funktionsstörung scheinen oft nur Schmerzen, Knacken des Kiefergelenks oder in wenigen Fällen eine Diskusverlagerung zu sein. Dabei wurde allerdings die Art der Diskusverlagerung bisher nicht systematisch untersucht und auch nicht im Zusammenhang mit Alter und Geschlecht der Patienten betrachtet. Adaptionsvorgänge am jungen Kiefergelenk anhand der Pars posterior oder der bilaminären Zone wurden nicht untersucht. In keiner Studie wurde bisher auf die verschiedenen Gelenkanteile eingegangen. Veränderungen beginnen in der Regel nicht in allen Schichten des Kiefergelenks (lateral, zentral und medial) gleichzeitig. Es ist bisher nicht bekannt, inwieweit das im Wachstum befindliche Kiefergelenk Adaptionserscheinungen zeigt und ob diese sich in bestimmten Gelenkanteilen besonders beobachten lassen.

Die Erkennung von degenerativen Prozessen im Kindes- und Jugendalter ist insbesondere ein Ziel der vorliegenden Arbeit. Dabei steht die Beantwortung folgender Fragen im Mittelpunkt der Untersuchungen:

1. Zeigen sich bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 7 bis 21 Jahren schon Veränderungen der Diskusposition?

Die Studie befasst sich vor allem mit den Arten der Diskusverlagerungen in einer jungen Population und möglichen Veränderungen mit zunehmendem Alter. Die Prävalenz eines Geschlechtes zur Diskusverlagerung wird ebenso untersucht wie die Diskusreposition bei Kieferöffnung.

2. Welche Formen der Pars posterior des Discus articularis treten in einer jungen Population auf?

Besondere Beachtung findet die Frage im Hinblick auf eine mögliche Prävalenz der verschiedenen Gelenkanteile und des Geschlechts sowie im Zusammenhang mit dem Alter. Untersucht werden auch Veränderungen der Form der Pars posterior bei Kieferöffnung.

3. Wie verändert sich die Prävalenz der Fibrosierung der bilaminären Zone im Laufe des Wachstums?

Insbesondere Zusammenhänge zur Altersabhängigkeit, Geschlecht und der möglichen Prävalenz der verschiedenen Gelenkanteile werden in diesem Abschnitt untersucht, auch in Abhängigkeit einer Diskusverlagerung.

4. Wie gestaltet sich die Verteilung der Kondylenposition und die Form des Kondylenköpfchens?

In diesem Teil der Arbeit werden vor allem Zusammenhänge von Kondylenposition und -form zur Diskusverlagerung, Geschlecht und in Abhängigkeit vom Alter beleuchtet. Darüber hinaus wird analysiert, welcher Zusammenhang zwischen der Form des Kondylenköpfchens und einer vorhandenen Diskusverlagerung auftritt.

3 Material und Methode

3.1 Patientengut

Aus der Sammlung der Magnetresonanztomographie-Aufnahmen (MRT-Aufnahmen) von Prof. Dr. Bumann wurden Bilder von insgesamt 300 Kindern und Jugendlichen ausgewählt. Die Auswertung erfolgt anhand von Kriterien, die durch einen Radiologen festgelegt wurden.

Bei den Patienten handelt sich um Kinder und Jugendliche, die zum Zeitpunkt der Aufnahme zwischen 7 und 21 Jahre alt waren und aufgrund einer kieferorthopädischen Behandlung vorstellig wurden. Prätherapeutisch wurden MRT-Aufnahmen angefertigt, um existierende Befunde auszuschließen. Diese MRT-Aufnahmen liegen in parasagittaler Schichtebene sowohl in habitueller Okklusion als auch bei geöffnetem Kiefer vor. Darüber hinaus existieren MRTs in frontaler Schichtebene.

Alter	Jungen (n=122)	Mädchen (n=178)	Gesamt (n=300)
7-11	8,0% (n=24)	7,3% (n=22)	15,3%
12-15	20,3% (n=61)	16,7% (n=50)	37,0%
16-18	7,0% (n=21)	20,7% (n=62)	27,7%
19-21	5,3% (n=16)	14,7% (n=44)	20,0%
Ergebnis	40,7%	59,3%	100,0%

Tabelle 1: Patientenverteilung innerhalb der Altersklassen.
Kinder zwischen 12 und 15 Jahren sind mit 37% am stärksten vertreten.
Kinder im Alter von 7 und 11 Jahren sind mit rd. 15% die kleinste Gruppe.

Die 300 Kinder und Jugendlichen teilen sich in 178 weibliche und 122 männliche Patienten auf. Dabei ist der Anteil der Mädchen mit knapp 60% deutlich höher, als der

Anteil der Jungen mit rund 40%. Die Patienten wurden jeweils nach Jungen und Mädchen in 4 Altersgruppen eingeteilt, deren relative Häufigkeit in Tabelle 1 dargestellt ist. Hier fallen innerhalb der Altersklassen beider Geschlechter deutliche Unterschiede bezüglich der relativen Häufigkeit auf. Die Altersgruppe zwischen 12 und 15 Jahren ist mit 37% die größte Gruppe, während die Kinder zwischen 7 und 11 Jahren mit rund 15% insgesamt die kleinste Gruppe bilden.

3.2 Statistische Auswertung

Die Analyse der Stichprobe in dieser Arbeit erfolgt mit den Methoden der deskriptiven Statistik. Diese Methoden werden immer dann angewandt, wenn Grundgesamtheiten, Nichtzufallsstichproben oder sehr große Zufallsstichproben untersucht werden (Sachs 1984). Der überwiegende Teil des medizinischen Wissens begründet sich nicht auf theoretischen Überlegungen oder Experimenten, sondern resultiert aus Erfahrungen am kranken Menschen (Harms 1998).

Die Aufgabe der beschreibenden Statistik besteht darin, empirisch gewonnene Daten zu ordnen und zu klassifizieren, tabellarisch und graphisch darzustellen und durch Kennzahlen zu beschreiben. Die Übertragung des medizinischen Wissens, das anhand einer bestimmten Stichprobe gewonnen wurde, auf zukünftig zu behandelnde Patienten sowie auf die Grundgesamtheit aller Patienten mit einer speziellen Erkrankung ist nur mit Einschränkung möglich (Harms 1998).

3.3 Magnetomographische Untersuchung

Von jedem Probanden liegen sagittale MRT-Aufnahmen des rechten und linken Kiefergelenks vor, die bei geschlossenem Kiefer in T1-Gewichtung (habituelle Okklusion) und bei maximal geöffnetem Kiefer in T2-Gewichtung erstellt wurden. Des Weiteren liegen Aufnahmen vor, die zusätzlich die Frontalebene bei geschlossenem Kiefer in T1-Gewichtung darstellen.

Die T1-gewichteten Bilder wurden in der sogenannten Spin-Echo-Technik erstellt, während die T2-gewichteten Bilder als Gradienten-Echo-Aufnahmen in der Flash-2D-Technik angefertigt wurden (Bell, Jones, Miller et al. 1993, Kaplan und Helms 1989). Zur Erstellung der Magnetresonanztomogramme wurde ein 0,5 Tesla Magnetresonanztomograph des Typs GYREX V Dix (Firma Elscint, Wiesbaden) mit Hilfe einer Ober-

flächenspule (8 cm Durchmesser) als Empfangsspule verwendet. In Tabelle 2 sind die Untersuchungsparameter für die Erstellung der Magnetresonanztomogramme dargestellt.

Untersuchungszeit	ca. 5 Minuten
Schichtdicke	3 mm
Field of view (FOV)	14 x 14 cm
Matrix	256 x 256 Pixel
Flip-Winkel bei T1-gewichtet	45 °
Flip-Winkel bei T2-gewichtet	20 °
Geschlossener Kiefer, T1-gewichtet	Repetitionszeit (TR) 450 msec, Echozeit (TE) 25 msec
Geöffneter Kiefer, T2-gewichtet	Repetitionszeit (TR) ca. 450 msec, Echozeit (TE) ca. 20 msec

Tabelle 2: Untersuchungsparameter zur Erstellung der MRT-Aufnahmen.

Im Rahmen dieser Studie werden vier verschiedene Schichten der MRT-Aufnahmen genauer betrachtet, die sich in der sagittalen und frontalen Ebene befinden.

Sagittale Schichten:

In sagittaler Ebene werden mit der lateralen, medialen und zentralen Schicht drei Aufnahmen untersucht. Die zentrale Schicht zeichnet sich dadurch aus, dass der hintere Rand des aufsteigenden Astes des Unterkiefers deutlich zu erkennen sein sollte. Ausgehend von dieser Schicht wird zusätzlich eine laterale und eine mediale Schicht gewählt, auf der die zu beurteilenden Strukturen des Kiefergelenks gut zu erkennen sind.

Frontale Schicht:

Für die frontale Schicht wird die Schnittebene durch die Pars posterior gewählt, da sich die anderen Diskusanteile aufgrund ihrer Dicke schlechter abbilden und beurteilen lassen (Bumann und Lotzmann 2000).

3.4 2D-Befunde im MRT

Die MRT-Aufnahmen jedes Kiefergelenks werden einem zweistufigem Auswertungsverfahren unterzogen. Die erste Stufe entspricht einer visuellen Analyse nach Bumann in Form einer 2D-Befundung, da jede Schicht (lateral, medial, zentral sowie frontal) der Aufnahmen einzeln betrachtet wird. Dabei wird die Position oder Form der Strukturen beurteilt und festgehalten. Grundsätzlich handelt es sich bei jeder Beurteilung eines Röntgenbilds bzw. einer Schicht eines MRTs um eine 2D-Befundung. Dieser Begriff wird hier gewählt, um die zweite Stufe der Analyse verständlicher erklären zu können. Die zweite Stufe der Analyse entspricht einer 3D-Befundung der MRT-Aufnahmen, da dort die Ergebnisse der einzelnen Schichten zu einem dreidimensionalen Gesamtbild aller untersuchten Schichten der jeweiligen Struktur zusammengefügt werden.

Zunächst soll die erste Stufe, die visuelle Analyse nach Bumann in Form einer 2D-Befundung, erläutert werden. Die 2D-Befunde werden dadurch erfasst, dass jede Schicht der MRT-Aufnahmen untersucht und nach visuellen Kriterien beurteilt wird. Dabei gibt es drei verschiedene Aufnahmetypen der Magnetresonanztomogramme:

- 1. Sagittale Aufnahmen bei geschlossenem Kiefer in T1-Gewichtung**

Bei diesen Aufnahmen wird die Diskus-Kondylus-Beziehung, die Form der Pars posterior, die Fibrosierung der bilaminären Zone und die Kondylenposition beurteilt.

- 2. Sagittale Aufnahmen bei geöffnetem Kiefer in T2-Gewichtung**

Bei diesen Aufnahmen wird die Diskus-Kondylus-Beziehung und die Form der Pars posterior bestimmt.

- 3. Frontale Aufnahme bei geschlossenem Kiefer in T1-Gewichtung**

Die frontalen Aufnahmen geben Aufschluss über die Diskus-Kondylus-Beziehung in dieser Ebene.

Für jeden Patienten wurde ein Befundprotokoll angelegt. Im ersten Teil dieses Protokolls wurden das Geburtsdatum, das Datum der MRT-Aufnahme und der jeweilige Typ der MRT-Aufnahme festgehalten. Im zweiten Teil des Befundprotokolls wurden alle therapeutisch wichtigen Parameter, die Veränderungen am Discus articularis, der Pars

posterior, der bilaminären Zone oder den Kondylen beinhaltet, in einem Erhebungsbogen erfasst.

Alle Befunde werden sowohl nach Schichten der MRT-Aufnahme, als auch nach der Seite des Kiefergelenks (rechtes Kiefergelenk oder linkes Kiefergelenk) getrennt festgehalten. Der verwendete Erhebungsbogen ist in Tabelle 3 wiedergegeben. Die Kriterien für die visuelle Analyse (2D-Befundung) sollen im folgenden Teil erklärt werden.

	DV – SAGITTAL		DV- SAGITTAL		PARS POSTERIOR		PARS POSTERIOR		KV- SAGITTAL		FIBROSIE- RUNG	
	Kiefer geschlossen		Kiefer offen		Kiefer geschlossen		Kiefer offen		Kiefer geschlossen		Kiefer geschlossen	
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
Laterale Schicht												
Zentrale Schicht												
Mediale Schicht												

Tabelle 3: Zweiter Teil des Befundbogens.
Jeder einzelne Befund wurde getrennt nach Schicht und Kiefergelenksseite festgehalten.

3.4.1 Visuelle Analyse der Diskusposition

Die visuelle Analyse der MRT-Aufnahmen in sagittaler Ebene bei geschlossenem Kiefer, also in habitueller Okklusion, gibt Aufschluss über eine mögliche anteriore Diskusverlagerung, während die sagittale Aufnahme bei geöffnetem Kiefer einen Hinweis auf eine Reposition bei vorhandener Diskusverlagerung gibt. Bei der Diskusverlagerung handelt es sich um eine Verlagerung der Diskusscheibe im Raum. Das heißt, der Discus bewegt sich nicht nur in eine Richtung, nämlich nach vorne, sondern nach vorne seitlich. Aus diesem Grund werden zur Bestimmung der Diskusposition alle drei Schichten (lateral, zentral und medial) der sagittalen MRT-Aufnahmen sowohl bei geschlossenem als auch bei geöffnetem Kiefer betrachtet. Die Position des Discus articularis wird in Abhängigkeit vom Kondylus beurteilt. In dieser Studie wurden vier verschiedene Befunde vorgefunden, die in den folgenden beiden Tabellen (Tabelle 4 und Tabelle 5) mit den jeweiligen visuellen Kriterien wiedergegeben sind. Beispiele für

MRT-Aufnahmen mit den Befunden der möglichen Diskusverlagerungen sind in Abb. 4 (Kiefergelenk ohne Diskusverlagerung), Abb. 5 (Kiefergelenk mit diskreter Diskusverlagerung) und Abb. 6 (Kiefergelenk mit eindeutiger Diskusverlagerung) wiedergegeben.

Die visuelle Analyse der MRT-Aufnahmen in frontaler Ebene dient ebenso der Beurteilung der Diskus-Kondylus-Beziehung. Die Kondylusmitte zwischen den beiden Kondyluspole wird als Referenzpunkt zur Beurteilung der Diskusposition verwendet. Befindet sich der Discus articularis symmetrisch in Relation zur Kondylusmitte, so besteht keine Diskusverlagerung. Weicht der Discus aber nach medial oder lateral ab, so stellt das eine Diskusverlagerung in der frontalen Ebene dar. Ist die Bildqualität zu schlecht, gilt die entsprechende Aufnahme als nicht beurteilbar.

Befund	Visuelle Kriterien
Keine Diskusverlagerung	Die Diskus-Kondylus-Beziehung ist physiologisch. Die Pars intermedia des Discus liegt dem Kondylus in dem Bereich an, dessen Abstand zur Fossa articularis am geringsten ist.
Diskrete Diskusverlagerung	Der Discus ist vorverlagert und nur die Pars posterior oder nur ein Teil davon sitzt auf dem Kondylus.
Eindeutige Diskusverlagerung	Der gesamte Discus liegt vor dem Kondylus.
Nicht beurteilbare Diskusposition	Aufgrund von schlechter Bildqualität ist die Diskusposition nicht beurteilbar.

Tabelle 4: Befunde der Diskusposition in sagittaler Ebene bei geschlossenem Kiefer. Dargestellt sind die möglichen Befunde und deren visuelle Kriterien. Die Position des Discus articularis wird immer in Abhängigkeit vom Kondylus beurteilt.

Befund	Visuelle Kriterien
Keine Diskusverlagerung (totale Reposition bei Kieferöffnung)	Der Discus articularis befindet sich zwischen Tuberkulum und Kondylus.
Diskrete Diskusverlagerung (partielle Reposition bei Kieferöffnung)	Nur die Pars posterior oder ein Teil der Pars intermedia des Discus articularis befinden sich auf dem Kondylus.
Eindeutige Diskusverlagerung (keine Reposition bei Kieferöffnung)	Der Discus articularis liegt vor dem Kondylus.
Nicht beurteilbare Diskusposition und -reposition	Aufgrund von schlechter Bildqualität ist die Diskusposition nicht beurteilbar.

Tabelle 5: Befunde der Diskusposition in sagittaler Ebene bei geöffnetem Kiefer. Dargestellt sind die möglichen Befunde und deren visuelle Kriterien. Auch bei geöffnetem Kiefer wird die Position des Discus articularis in Abhängigkeit vom Kondylus beurteilt.

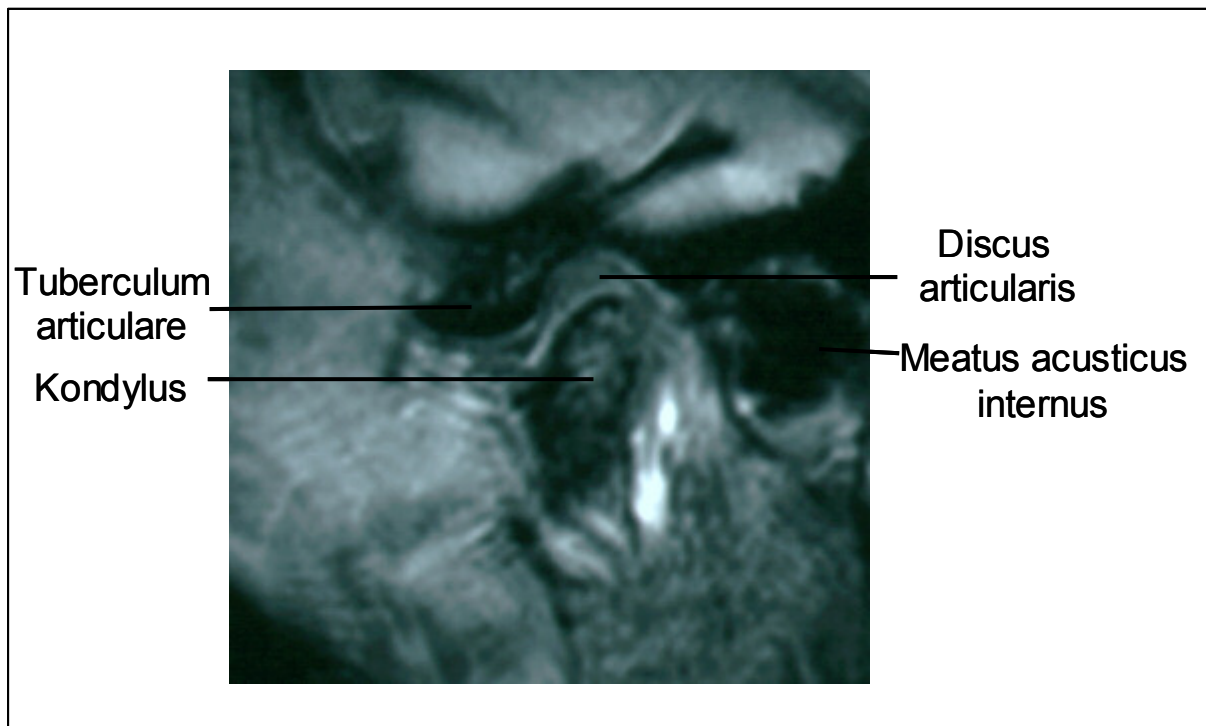


Abb. 4: Beispiel einer MRT-Aufnahme eines KG ohne Diskusverlagerung. Der Discus articularis befindet sich zwischen Tuberkulum und Kondylus.

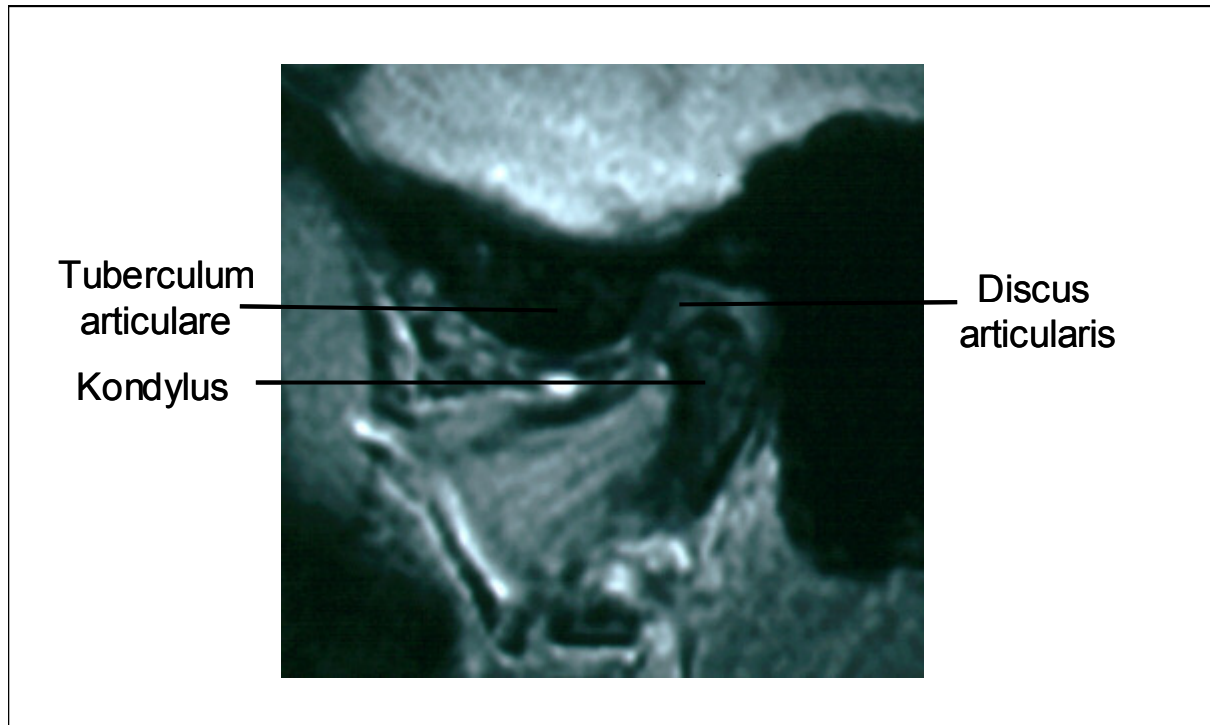


Abb. 5: Beispiel einer MRT-Aufnahme eines KG mit diskreter Diskusverlagerung. Nur die Pars posterior oder ein Teil der Pars intermedia des Discus articularis befinden sich auf dem Kondylus.

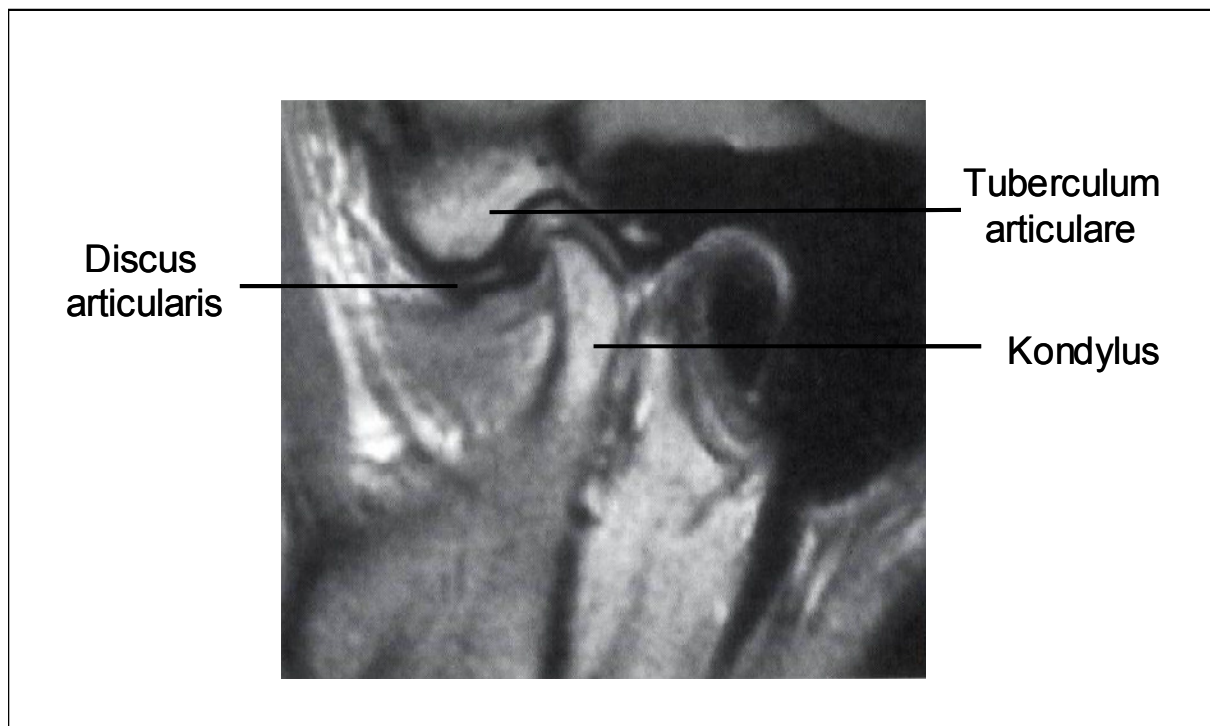


Abb. 6: Beispiel einer MRT-Aufnahme eines KG mit eindeutiger Diskusverlagerung. Der Discus articularis liegt vor dem Kondylus. Abbildung aus Bumann und Lotzmann 2000.

3.4.2 Visuelle Analyse der Pars posterior

Um das Adaptationsstadium der Pars posterior zu erfassen, wird jede Schicht der sagittalen MRTs in habitueller Okklusion und bei geöffnetem Kiefer visuell beurteilt. Es sind die vier Befunde bikonvexe Form, biplanare Form, keilförmige Form oder nicht beurteilbare Form der Pars posterior möglich, die sich mit ihren visuellen Kriterien in Tabelle 6 wiederfinden.

Befund	Visuelle Kriterien
Bikonvexe Form	Die Pars posterior stellt sich in der physiologischen Form dar.
Biplanare Form	Die obere und untere Grenzlinie der Pars posterior sind parallel zueinander.
Keilförmige Form	Die obere und untere Grenzlinie der Pars posterior laufen nach dorsal aufeinander zu.
Nicht beurteilbare Form der Pars posterior	Aufgrund von schlechter Bildqualität ist die Form der Pars posterior nicht beurteilbar.

Tabelle 6: Visuelle Kriterien zur Bestimmung der Form der Pars posterior bei geschlossenem und geöffnetem Kiefer.

3.4.3 Visuelle Analyse der bilaminären Zone

Zur Beurteilung der bilaminären Zone werden alle drei Schichten (lateral, zentral und medial) der sagittalen MRT-Aufnahmen untersucht. Die Diagnose einer Fibrosierung (progressive Adaptation) kann im MRT allerdings nur durch einen simultanen Nachweis von signalarmen Strukturen in T1- und T2-gewichteten Aufnahmen festgestellt werden (Bumann und Lotzmann 2000). Sind in beiden Gewichtungen lineare Strukturen mit verminderter Signalintensität zu sehen, so kann man auf eine Fibrosierung dieser Anteile der bilaminären Zone schließen, während eine einheitlich starke Signalintensität eine bilaminären Zone ohne Fibrosierung darstellt. Im Falle einer schlechten Bildqualität wird die Fibrosierung der bilaminären Zone in dieser Schicht als nicht beurteilbar eingestuft. Die visuellen Kriterien sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Befund	Visuelle Kriterien
Fibrosierung	Lineare Strukturen mit verminderter Signalintensität sowohl in der T1- als auch in der T2-gewichteten Aufnahme.
Keine Fibrosierung	Einheitlich starke Signalintensität.
Nicht beurteilbar	Aufgrund von schlechter Bildqualität ist die Fibrosierung der bilaminären Zone nicht beurteilbar.

Tabelle 7: Visuelle Kriterien zur Bestimmung der Fibrosierung der bilaminären Zone.

3.4.4 Visuelle Analyse der Kondylenposition und -form

Die Kondylen können Hinweise zu einer möglichen Adaptation des Kiefergelenks einerseits durch ihre Position und andererseits über eine knöcherne Veränderung der Form des Kondylenköpfchens geben. Zur Beurteilung der Kondylenposition in der Fossa articularis werden bei jedem Kiefergelenk alle drei Schichten (lateral, zentral und medial) der MRT-Aufnahmen in habitueller Okklusion betrachtet. Der zentrischen Lage des Kondylus wird der Befund „keine Kondylenverlagerung“ zugeordnet, wobei die zentrische Kondylenposition auch als Bezugspunkt gewählt wird, um eine eventuelle Kondylenverlagerung zu beurteilen. Die möglichen Abweichungen der Kondylenposition werden, wie in Tabelle 8 dargestellt, benannt.

Befund	Visuelle Kriterien
Keine Kondylenverlagerung	Der Kondylus liegt zentral in der Fossa.
Ventrale Kondylenverlagerung	Der Kondylus liegt näher an der Protuberantia.
Retrale Kondylenverlagerung	Der Kondylus liegt näher am retralen Fossaabhang.
Kraniale Kondylenverlagerung	Der Kondylus liegt näher zum Zenit der Fossa.
Kaudale Kondylenverlagerung	Der Kondylus liegt kaudal der zentrischen Kondylenposition.
Nicht beurteilbar	Aufgrund von schlechter Bildqualität ist die Kondylusposition nicht eindeutig beurteilbar.

Tabelle 8: Befunde der Kondylenposition bei geschlossenem Kiefer. Die Position des Kondylus wird in Abhängigkeit von der Fossa beurteilt.

Die knöchernen Veränderungen der Kondylenform wird immer sowohl bei T1-gewichteten Aufnahmen mit geschlossenem Kiefer als auch bei den T2-gewichteten Aufnahmen mit geöffnetem Kiefer beurteilt. Dabei wird das ungünstigste Stadium der Veränderung der Kondylenform für diese Schicht dokumentiert. Die jeweilige Form des Kondylus, das dazugehörige Stadium und die Auswirkungen auf die Knochendichte finden sich in Tabelle 9 wieder.

Stadien der Veränderungen	Form des Kondylenköpfchens	Knochendichte
Stadium 0	Konvex	Normal
Stadium I	Leichte Deviation	Leichte Sklerose
Stadium II	Milde bis moderate Deviation	Milde bis moderate Sklerose
Stadium III	Schwere Deviation	Schwere Sklerose

Tabelle 9: Befunde der Kondylenform bei geschlossenem und geöffnetem Kiefer. Dargestellt sind die Stadien der knöchernen Veränderungen am Kondylenköpfchen und die Veränderung der Knochendichte.

3.5 3D-Befunde im MRT

Ziel der zweiten Stufe der Analyse ist es, aus den gewonnenen zweidimensionalen Befunden der lateralen, medialen und zentralen Gelenkanteile ein dreidimensionales Bild der Form oder Position der einzelnen Kiefergelenksstrukturen zu konstruieren. Eine Schicht der MRT-Aufnahmen kann immer nur einen Ausschnitt aus dem Kiefergelenk wiedergeben. Dies soll anhand des Beispiels der Diskusverlagerung veranschaulicht werden, gilt aber ebenso für die anderen Strukturen der Kiefergelenks. Bei einer Diskusverlagerung muss der Discus articularis nicht immer in seiner Gesamtheit verlagert sein, sondern es ist auch nur eine partielle Diskusverlagerung möglich. Im Falle einer partiellen Diskusverlagerung ist entweder der laterale, oder der mediale Anteil des Discus articularis nach anterior verlagert, während der andere Anteil des Discus keine oder eine diskrete Verlagerung aufweist. Bumann et al. sowie de Bont et al. geben an (Bumann und Lotzmann 2000, de Bont, Boering, Liem, et al. 1986), dass bei einer partiellen Diskusverlagerung in 90% der Fälle der laterale Diskusanteil nach anterior verlagert ist (anteromediale partielle Diskusverlagerung), während in 10% der Fälle der mediale Anteil des Discus articularis verlagert ist. Die genauere Beschreibung der

Kriterien für verschiedene Arten der Diskusverlagerungen sind Abb. 7 und dem darauffolgenden Absatz zu entnehmen. Bei einer Beurteilung von nur einer Schicht der MRT-Aufnahmen könnten wichtige Befunde übersehen werden. Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung, die untersuchten Schichten zu einem Summationsbild zusammenzufügen, um ein Gesamtbild der Gelenkanteile zu erhalten. Dazu werden die zweidimensionalen Befunde aller Kiefergelenke in das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel übertragen, wobei eine Excel-Datei für alle rechten Kiefergelenke und eine separate Datei für die Befunde der linken Kiefergelenke erstellt wurde. Dadurch können für jede Fragestellung die spezifischen Befundkombinationen der einzelnen Gelenkschichten bestimmt und ausgewertet werden. Diese Befundkombinationen werden in den folgenden Absätzen zu jeder Fragestellung einzeln erläutert. Sowohl für das rechte als auch für das linke Kiefergelenk werden alle Befundkombinationen nach Altersgruppen und Geschlecht ausgewertet.

3.5.1 Diskusposition

Zur Bestimmung der Diskusposition werden die sagittalen und frontalen Aufnahmen bei geschlossenem Kiefer beurteilt. Entsprechend der visuell erfassten Lage des Discus articularis in zweidimensionaler Ebene werden die Befunde in den Erhebungsbögen eingetragen (der in Tabelle 3 dargestellt ist). Um die Kiefergelenke auch in der dreidimensionalen Ebene in Kiefergelenke ohne Diskusverlagerung, mit Diskusverlagerung oder Kiefergelenke mit nicht beurteilbarer Diskusposition einteilen zu können, werden bestimmte Kombinationen von Befunden der einzelnen Schichten definiert, die im Folgenden näher erklärt werden.

Zu den Kiefergelenken ohne Diskusverlagerung werden Kiefergelenke gezählt, die weder in sagittaler, noch in frontaler Ebene verlagert sind. Das bedeutet, dass in keiner Schicht (lateral, medial, zentral oder frontal) der zweidimensionalen Befunde eine Diskusverlagerung vorliegen darf. Darüber hinaus werden ebenfalls alle nicht auswertbaren Bilder ausgeschlossen. Eine Diskusverlagerung liegt vor, wenn mindestens in einer sagittalen (lateral, medial oder zentral) oder der frontalen Schicht eine diskrete oder eindeutige Diskusverlagerung festgestellt wird.

Die Kiefergelenke mit einer Diskusverlagerungen werden anhand der in Abb. 7 dargestellten Methode wie folgt weiter unterteilt:

1. Kiefergelenke mit einer Tendenz zur Diskusverlagerung und
2. Kiefergelenke mit einer eindeutigen Diskusverlagerung

Als Kiefergelenke mit nicht beurteilbarer Diskusposition werden alle diejenigen gewertet, die nicht bereits zu den Befundkombinationen der Kiefergelenke mit oder ohne Diskusverlagerung gehören.

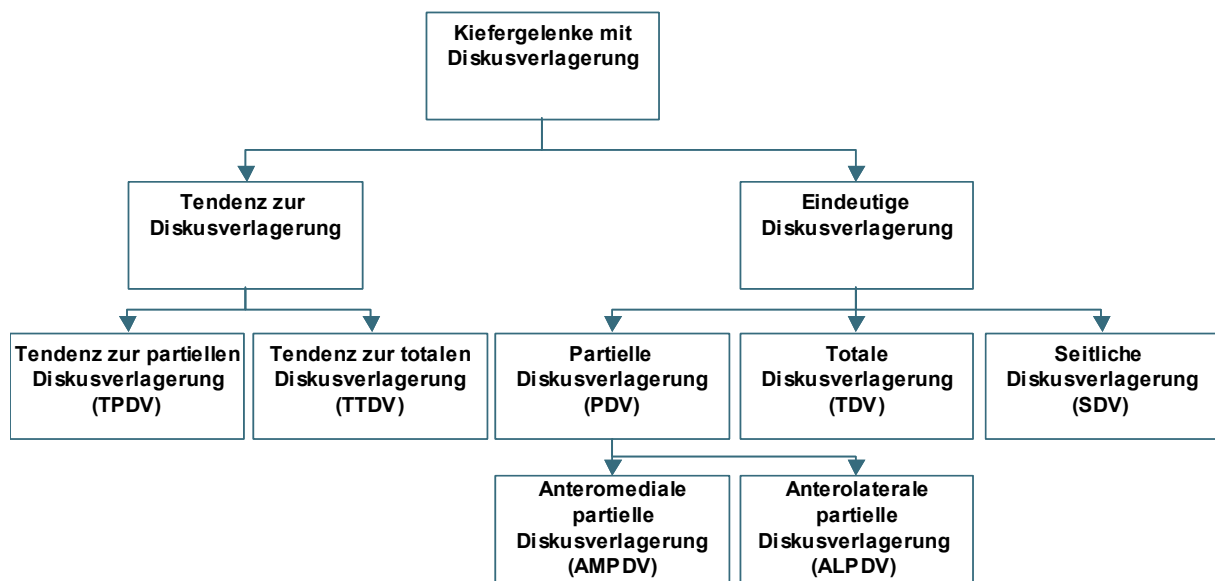


Abb. 7: Unterteilung der Diskusverlagerung. Tendenz zur Diskusverlagerung bzw. eindeutige Diskusverlagerung und deren Untergruppen.

1. In die Gruppe der Kiefergelenke mit einer **Tendenz zur Diskusverlagerung** gehören:
 - a) Gelenke mit einer **Tendenz zur partiellen Diskusverlagerung (TPDV)**. Das bedeutet, dass entweder in der lateralen oder in der medialen Schicht der sagittalen MRT-Aufnahmen eine diskrete Diskusverlagerung zu sehen ist, während die entsprechend andere Schicht keine Diskusverlagerung aufweist (Bild 3 und 4 in Abb. 8).
 - b) Gelenke mit einer **Tendenz zur totalen Diskusverlagerung (TTDV)**. Das bedeutet, dass die Gelenke in allen drei Schichten eine diskrete Diskusverlagerung aufweisen.

2. In die Gruppe der Kiefergelenke mit einer **eindeutigen Diskusverlagerung** gehören:
- a) Gelenke mit **partiellen anterioren Diskusverlagerungen (PDV)**, welche sich in zwei Untergruppen unterteilen. Auf der einen Seite handelt es sich um Kiefergelenke mit **anteromedialer partieller Diskusverlagerung (AMPDV)**. Bei dieser Untergruppe liegt der laterale Anteil des Discus in der lateralen Schicht der MRT-Aufnahme vor dem Kondylus, während der mediale Anteil keine oder nur eine diskrete Vorverlagerung zeigt. Auf der anderen Seite gibt es die Untergruppe der Kiefergelenke mit **anterolateraler partieller Diskusverlagerung (ALPDV)**, bei denen der mediale Anteil des Discus eine Vorverlagerung aufweist, während in der lateralen Schicht wiederum nur eine diskrete oder gar keine Diskusverlagerung zu finden ist (Bild 5 und 6 in Abb. 8).
 - b) Auch die Kiefergelenke mit **totalen anterioren Diskusverlagerungen (TDV)** gehören zu den Kiefergelenken mit eindeutiger Diskusverlagerung. Sie zeigen in allen drei Schichten der sagittalen MRT-Aufnahmen eine eindeutige Vorverlagerung des Discus articularis (Bild 2 in Abb. 8).
 - c) Als letzte Gruppe der möglichen eindeutigen Diskusverlagerungen schließt sich noch die **seitliche Diskusverlagerung (SDV)** an. Diese Kiefergelenke zeigen in den sagittalen MRT-Aufnahmen keine Verlagerung des Discus articularis, jedoch findet man bei der Betrachtung des frontalen MRTs eine Verschiebung nach medial oder lateral (Bild 7 und 8 in Abb. 8)

Die Prävalenz der Diskusreposition bei geöffnetem Kiefer wird an allen Kiefergelenken mit partiellen und totalen anterioren Diskusverlagerungen ausgewertet. Dabei werden die Kiefergelenke nach solchen mit totaler, partieller oder keiner Diskusreposition eingeteilt. Eine totale Diskusreposition liegt vor, wenn in allen drei Schichten (lateral, zentral und medial) der MRT-Aufnahmen bei geöffnetem Kiefer keine Diskusverlagerung mehr festzustellen ist. Eine partielle Diskusreposition kann durch zwei Befundkombinationen erfasst werden. Entweder zeigt der laterale Diskusanteil eine eindeutige oder diskrete Vorverlagerung, während beim medialen Anteil keine oder nur eine diskrete Diskusverlagerung zu sehen ist, oder es verhält sich genau umgekehrt. Dann ist in der lateralen Schicht der bei geöffnetem Kiefer aufgenommenen MRT-Aufnahme keine bzw. nur eine diskrete Diskusverlagerung zu beobachten, während in der medialen Schicht eine mindestens diskrete – wenn nicht sogar eindeutige – Diskusver-

lagerung auftritt. Keine Diskusreposition liegt vor, wenn sich der Discus articularis bei der Kieferöffnung in allen drei Schichten noch vor dem Kondylus befindet, also eine eindeutige Diskusverlagerung zu sehen ist. Sobald ein Kiefergelenk in der 2D-Befundung bezüglich der Diskusposition als nicht beurteilbar eingestuft wird, gilt dieses Kiefergelenk auch in der 3D-Befundung als Kiefergelenk mit nicht beurteilbarer Diskusreposition.

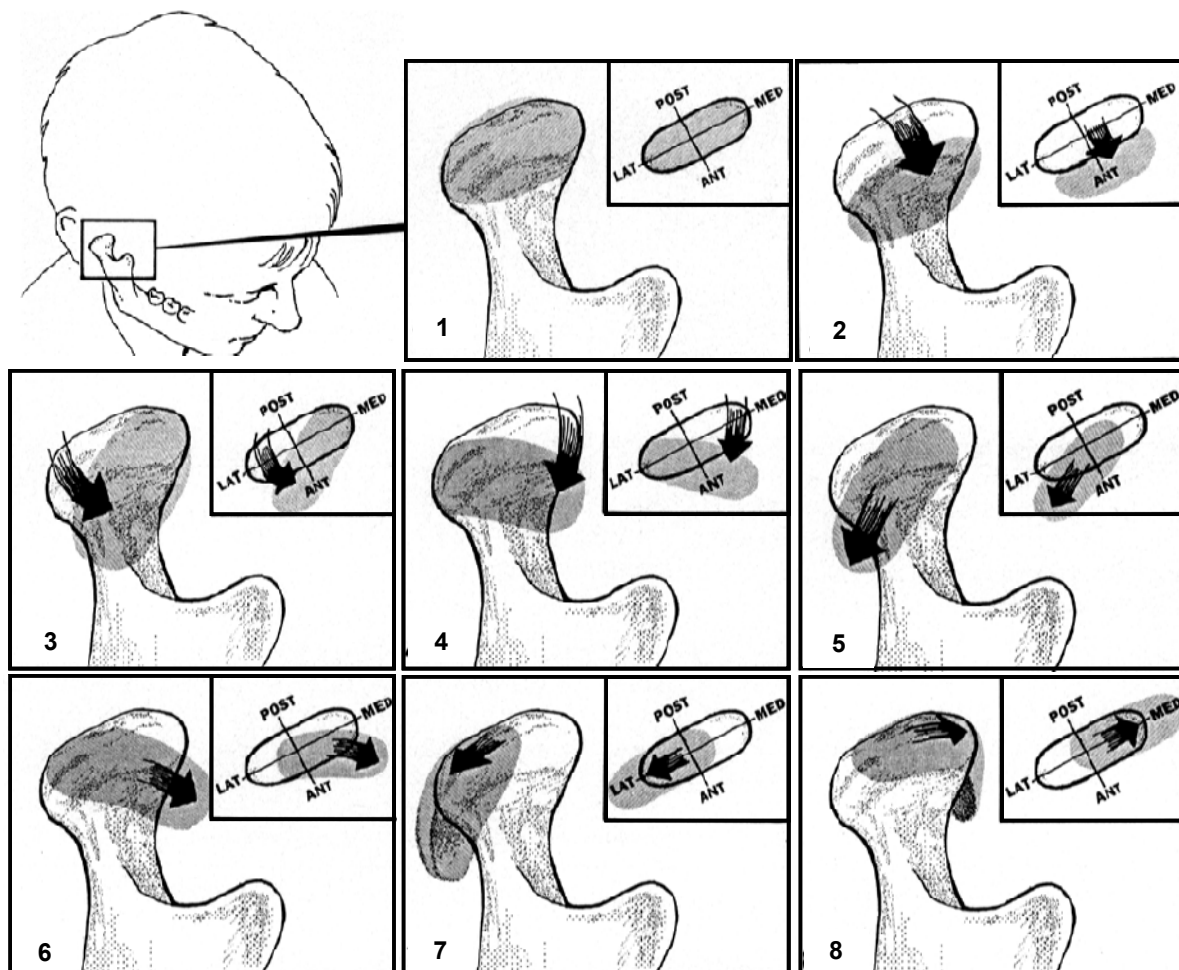


Abb. 8: Unterteilung möglicher Diskusverlagerungen.
 1. Bild: Keine Diskusverlagerung, 2. Bild: Totale Diskusverlagerung, 3. und 4. Bild: Tendenz zur partiellen Diskusverlagerung, 5. Bild: Anteromediale partielle Diskusverlagerung, 6. Bild: Anterolaterale partielle Diskusverlagerung und 7. und 8. Bild: Seitliche Diskusverlagerung. Abbildung in Anlehnung an (Tasaki, Westesson, Isberg et al. 1996).

3.5.2 Pars posterior

Um die Formen der Pars posterior zu beurteilen, wurde die Excel-Datei im Hinblick auf die verschiedenen Adaptationsstadien der Pars posterior (bikonvex, biplanar, keilförmig oder nicht beurteilbar) ausgewertet. Dafür wurden alle Schichten (lateral, zentral und medial) der Aufnahmen sowohl bei geschlossenem als auch bei geöffnetem Kiefer analysiert.

Die verschiedenen Formen der Pars posterior werden auch in Abhängigkeit von einer Diskusverlagerung in habitueller Okklusion bestimmt, wobei in dieser Studie nicht die Abhängigkeit der Form der Pars posterior von der spezifischen Diagnose der Diskusverlagerung im Vordergrund steht. Zum einen wird auf eine weitere Unterteilung der Diskusverlagerungen im Zusammenhang mit anderen Befunden verzichtet, weil sich diese Studie auf die Entwicklung der Symptome in Abhängigkeit des Alters und nicht in Abhängigkeit der spezifischen Diagnose der Diskusverlagerung konzentriert. Zum anderen sind einige Altersgruppen nicht sehr stark vertreten, wie zum Beispiel die Gruppe der Jungen zwischen 19 und 21 Jahren, die nur aus 16 Jugendlichen bzw. 5% des gesamten Patientenguts besteht (dies ist Tabelle 1 zu entnehmen). Zusätzlich gibt es bei den MRT-Aufnahmen der Kinder und Jugendlichen einige nicht beurteilbare Aufnahmen, was die auswertbare Anzahl weiter schmälert. Aus diesem Grund werden die Untergruppen teilweise zu klein, um sie noch nach verschiedenen Formen der Pars posterior in Abhängigkeit der spezifischen Diskusverlagerung zu unterteilen.

Bei der Kieferöffnung kann sich die Pars posterior in ihrer Form ändern. Diese Veränderungen werden für jede einzelne Schicht erfasst und es ergeben sich folgende drei Möglichkeiten:

1. Die Pars posterior des Discus articularis kann ihre Form bei der Kieferöffnung verbessern, von biplanar zu bikonvex bzw. von keilförmig zu biplanar oder bikonvex.
 2. Die Pars posterior kann ihre Form bei der Kieferöffnung aber auch von bikonvex zu biplanar oder keilförmig, sowie von biplanar zu keilförmig verschlechtern.
 3. Die Pars posterior kann ihre Form auch beibehalten. Das heißt, die Pars posterior des Discus articularis besitzt in habitueller Okklusion und bei geöffnetem Kiefer die gleiche Form.
-

3.5.3 Bilaminäre Zone

Bei der Fibrosierung der bilaminären Zone ist es von Interesse Informationen darüber zu gewinnen, ab welchem Alter wie viele der untersuchten Schichten der bilaminären Zone fibrosiert sind, also ab wann und in welchem Gelenkanteil die Adaptation beginnt. Daher wird jede Schicht der MRT-Aufnahmen (lateral, zentral und medial) sowohl in T1- als auch in T2-Gewichtung einzeln betrachtet und bei allen Kiefergelenken auf eine Fibrosierung hin untersucht.

Um die Prävalenz der Fibrosierung der bilaminären Zone insgesamt zu untersuchen, reicht es aus, wenn mindestens eine Schicht fibrosiert ist. Daher wird erst einmal erfasst, ob eine Schicht der zweidimensionalen Befunde eine Fibrosierung der bilaminären Zone aufweist. Die Kiefergelenke mit einer vorhandenen Fibrosierung werden dann in Abhängigkeit der Anzahl der fibrosierten Schichten in die folgenden drei Gruppen aufgeteilt:

1. Kiefergelenke mit einer Fibrosierung in einer Schicht
2. Kiefergelenke mit einer Fibrosierung in zwei Schichten
3. Kiefergelenke mit einer Fibrosierung in allen drei Schichten

Die Anzahl der Fibrosierungen der bilaminären Zone wird auch in Abhängigkeit von einer Diskusverlagerung untersucht. Dabei wird bei den Kindern und Jugendlichen auch hier kein Unterschied nach der Art der Diskusverlagerung gemacht.

3.5.4 Kondylenposition und -form

Zur Erfassung der Kondylenpositionsverteilung in dreidimensionaler Ebene wird jede Schicht (lateral, zentral und medial) einzeln ausgewertet. Die Excel-Datei wurde im Hinblick auf die verschiedenen möglichen Positionen der Kondylen untersucht. Die absolute Verteilung der Kondylenposition wird, wie alle Analysen, auch nach Alter und Geschlecht ausgewertet.

Die Kondylenposition wird ebenso in Abhängigkeit einer Diskusverlagerung bestimmt, wobei sich diese Studie auf eine vorhandene Diskusverlagerung beschränkt, und die Analyse nicht weiter nach der Art der Diskusverlagerung unterteilt wird. Es werden alle

drei Schichten (lateral, zentral und medial) der MRT-Aufnahmen in habitueller Okklusion untersucht.

Die Kondylenform ist bei Kindern und Jugendlichen sehr schwer zu beurteilen. Aufgrund der kleinen Strukturen, wird der Kondylus oft so ungünstig auf der MRT-Aufnahme angeschnitten, dass der Eindruck einer schweren Deformation entsteht. Bei zufällig ausgewählten Kindern und Jugendlichen ohne kranio-mandibuläre Funktionsstörungen, ist aber in der Regel nicht von schweren Deviationen des Kondylus auszugehen. Die Anzahl der Kinder und Jugendlichen mit dem Befund einer schweren Deviation sank mit zunehmendem Alter und damit zusammenhängend der Größenzunahme des Kondylus. Aus diesem Grund werden die Aufnahmen, die eine schwere Deformation des Kondylus vorweisen, zu den nicht beurteilbaren MRT-Aufnahmen gezählt.

Das Ausmaß der Veränderungen wird in dieser Studie auch in Abhängigkeit einer Diskusverlagerung beurteilt.

4 Ergebnisse

In der vorliegenden Studie wurden alle Kiefergelenke sowohl der rechten als auch der linken Seite ausgewertet. Da dabei die Kiefergelenke der rechten Seite weniger nicht beurteilbare MRT-Aufnahmen aufwiesen (33% zu 36%), wurden im Folgenden die Ergebnisse der rechten Seite dargestellt. Gab es auffallende Abweichungen zwischen den Ergebnissen der rechten und linken Kiefergelenke, so wurden beide Seiten gegenübergestellt.

4.1 Diskusposition

4.1.1 Diskusverlagerung bei geschlossenem Kiefer

Die Diskusverlagerung wurde bei geschlossenem Kiefer in der Sagittal- und in der Frontalebene untersucht. Von den insgesamt 600 untersuchten Kiefergelenken, wurde bei 319 (53,2%) eine Diskusverlagerung festgestellt, während bei nur 73 (12,2%) Kiefergelenken keine Diskusverlagerung vorlag. Den Rest bildeten mit 208 (34,6%) Kiefergelenke mit nicht eindeutig beurteilbaren Diskuspositionen. Dies ist in Abb. 9 dargestellt.

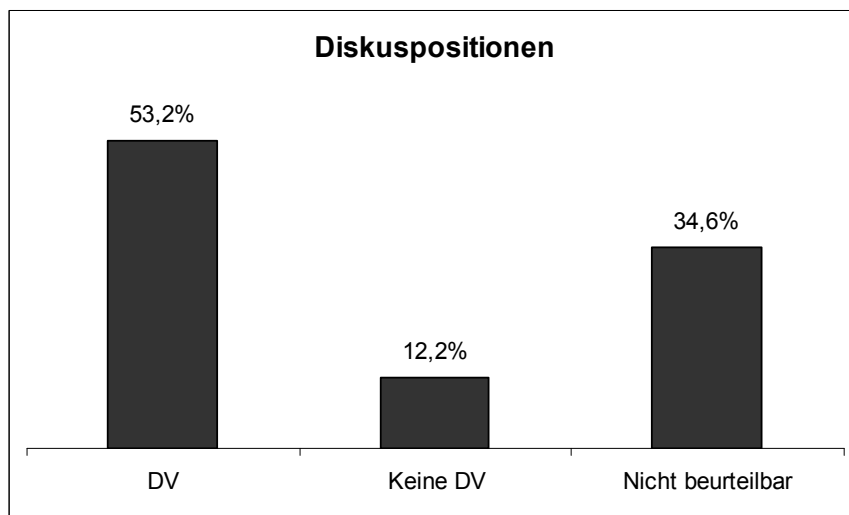


Abb. 9: Diskuspositionen in der untersuchten Stichprobe. Über die Hälfte der untersuchten Kinder und Jugendlichen zeigten eine Diskusverlagerung (n=600).

Bei einem Vergleich der Ergebnisse beider Seiten, fielen keine großen Unterschiede auf. Allerdings wiesen die Kiefergelenke der linken Seite eine etwas höhere Anzahl an

nicht beurteilbaren Aufnahmen und eine etwas niedrigere Anzahl an Kiefergelenken mit Diskusverlagerung auf. Aus diesem Grund wurde die rechte Seite zur Bestimmung anderer Kriterien in Abhängigkeit einer Diskusverlagerung verwendet. Die Diskuspositionen der rechten und linken Seite sind in Abb. 10 gegenübergestellt.

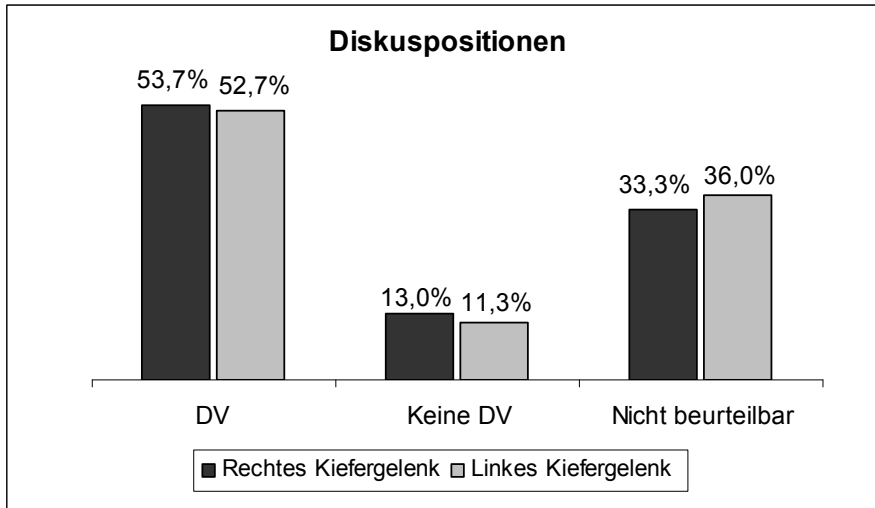


Abb. 10: Diskusposition in den untersuchten Kiefergelenken. Es ist kein großer Unterschied der Diskusposition zwischen den Seiten zu erkennen (n=300 je Seite).

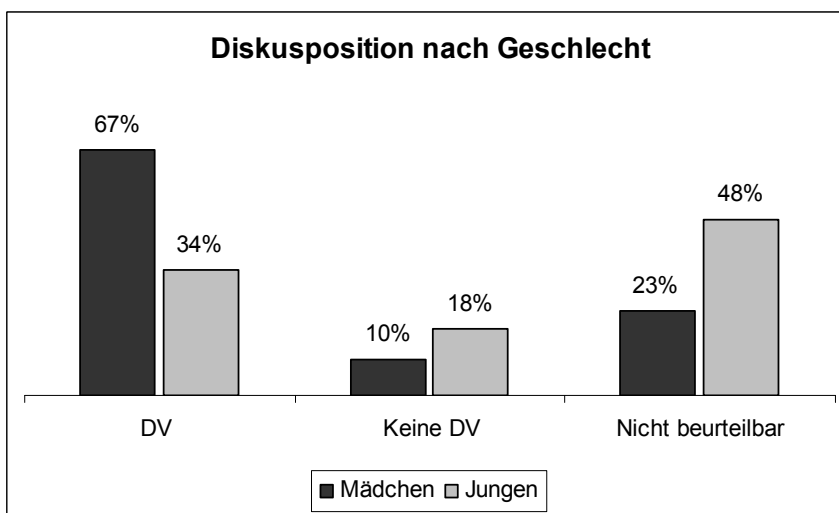


Abb. 11: Diskuspositionen des rechten Kiefergelenks nach Geschlecht. Die Mädchen (n=178) wiesen mit 67% deutlich mehr Diskusverlagerungen auf, während bei Jungen (n=122) 48% der Kiefergelenke nicht beurteilbar waren.

Bei Mädchen kam die Diskusverlagerung mit rund 67% deutlich häufiger vor als bei Jungen mit rund 34%. Doch wie Abb. 11 zeigt, war fast die Hälfte der Aufnahmen der Kiefergelenke der Jungen bezüglich der Diskusposition nicht beurteilbar.

Anhand des rechten Kiefergelenks soll die weitere Unterteilung der Diskusverlagerungen in ihre Typen gezeigt werden. In Abb. 12 ist die Verteilung der Diskusverlagerungen inklusive der spezifischen Typen dargestellt. Von den 300 rechten Kiefergelenken der Stichprobe ist, wie in Abb. 10 dargestellt wurde, bei 53,7% eine Diskusverlagerung vorzufinden, was 161 Kindern und Jugendlichen entspricht. Von diesen 161 Kiefergelenken zeigte sich bei 30 (18,6%) Kiefergelenken eine Tendenz zur Diskusverlagerung und bei 80 (49,7%) eine eindeutige Diskusverlagerung. 51 (31,7%) der Kiefergelenke konnten keinem der spezifischen Befunde zugeordnet werden, weil einzelne MRT-Schichten nicht auswertbar waren. Die Tendenz zur Diskusverlagerung konnte weiter in 19 (11,8%) Kiefergelenke mit einer Tendenz zur partiellen Diskusverlagerung und 11 (6,8%) Kiefergelenke mit einer Tendenz zur totalen Diskusverlagerung unterteilt werden. Bei der weiteren Unterteilung der eindeutigen Diskusverlagerung zeigten sich 14 (8,7%) Kiefergelenke mit einer eindeutigen partiellen Diskusverlagerungen, 62 (38,5%) Kiefergelenke mit einer eindeutigen totalen Diskusverlagerungen und nur 4 (2,5%) Kiefergelenke mit einer seitlichen Diskusverlagerung.

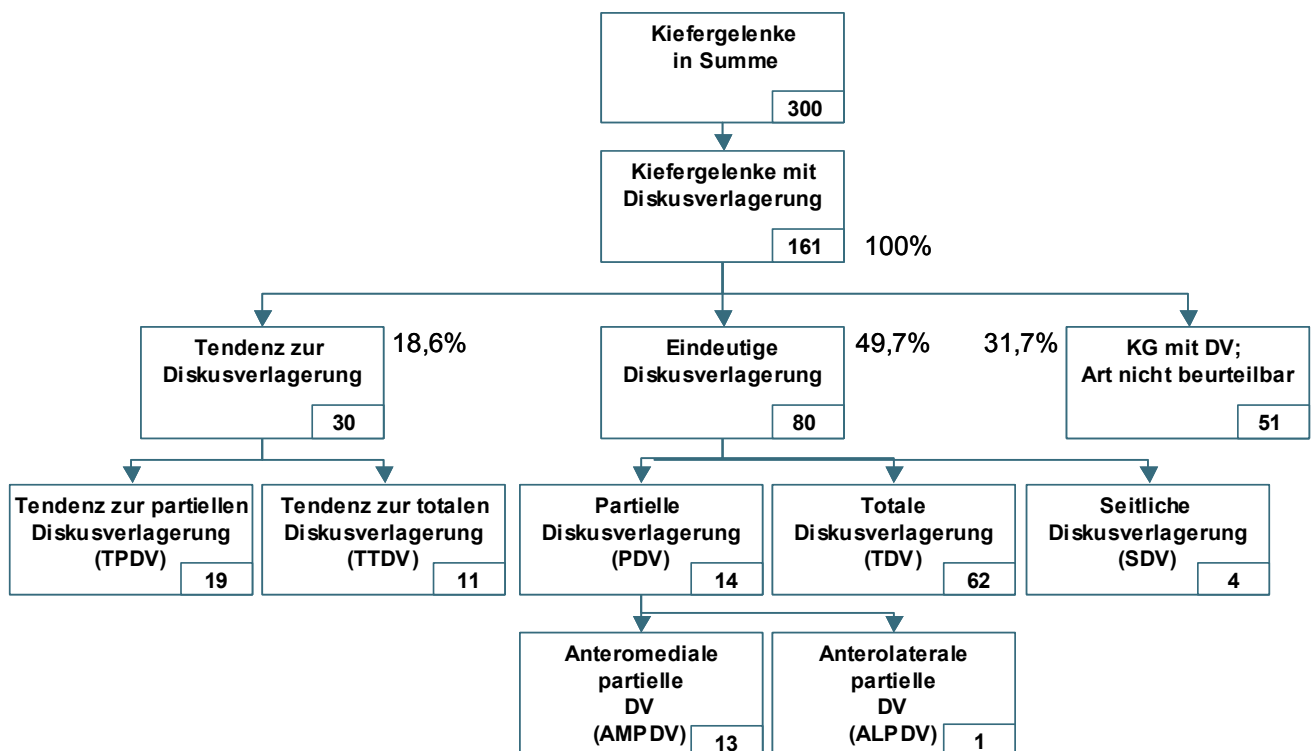


Abb. 12: Unterteilung der Diskusverlagerungen in der Stichprobe (rechtes KG).

Rund 50% der Diskusverlagerungen gehören zu den eindeutigen Diskusverlagerungen, während eine Tendenz zur Diskusverlagerung mit 30 Kiefergelenken bei rund 19% vorliegt (n=300).

Eine eindeutige Diskusverlagerung wurde bei Mädchen mit rund 53% deutlich häufiger vorgefunden als bei Jungen mit rund 40%. Tendenzen zur Diskusverlagerung dagegen traten bei Jungen mit 24% häufiger auf als bei Mädchen mit 17%. Wie auch in Tabelle 10 zu erkennen ist, nimmt die eindeutige Diskusverlagerung mit steigendem Alter bei beiden Geschlechtern zu.

		Tendenz zur DV	Eindeutige DV	Art der DV nicht beurteilbar	Summe
Alter	Geschlecht				
07-11	w	25%	38%	38%	100%
12-15	w	13%	33%	54%	100%
16-18	w	18%	55%	27%	100%
19-21	w	16%	66%	18%	100%
Summe	w	17%	53%	30%	100%

		Tendenz zur DV	Eindeutige DV	Art der DV nicht beurteilbar	Summe
Alter	Geschlecht				
07-11	m	60%	20%	20%	100%
12-15	m	6%	19%	75%	100%
16-18	m	40%	50%	10%	100%
19-21	m	18%	73%	9%	100%
Summe	m	24%	40%	36%	100%

Tabelle 10: Tendenz zur Diskusverlagerung und eindeutige Diskusverlagerung getrennt nach Geschlecht und Alter.
Es ist eine Zunahme der eindeutigen Diskusverlagerungen mit steigendem Alter bei beiden Geschlechtern zu erkennen (Mädchen n=178; Jungen n=122).

Bei den weiteren Unterteilungen der Tendenzen und der eindeutigen Diskusverlagerungen wurde auf die Trennung nach Geschlecht und Alter aufgrund der zum Teil sehr kleinen Altersgruppen verzichtet.

4.1.2 Diskusreposition bei geöffnetem Kiefer

Die Diskusreposition bei der Kieferöffnung wurde an allen Kiefergelenken mit einer Diskusverlagerung (n=161) untersucht. Dabei wurde zwischen „totaler Reposition“, „partieller Reposition“ und „keiner Reposition“ des Discus articularis unterschieden. Von den 85 (52,8%) Kiefergelenken mit einer Reposition des Discus, zeigten 82 (50,9%)

eine vollständige Reposition (totale Reposition) und nur 3 (1,9%) Kiefergelenke wiesen eine partielle Diskusreposition auf. Bei 33 (20,5%) der untersuchten Kiefergelenke war keine Reposition festzustellen. Das heißt dass der Discus sich auch nach der Kieferöffnung in einer anterior verlagerten Position befand. 43 (26,7%) der Kiefergelenke waren bezüglich der Reposition nicht auswertbar. Die Verteilung der Repositionsarten ist in Abb. 13 dargestellt.

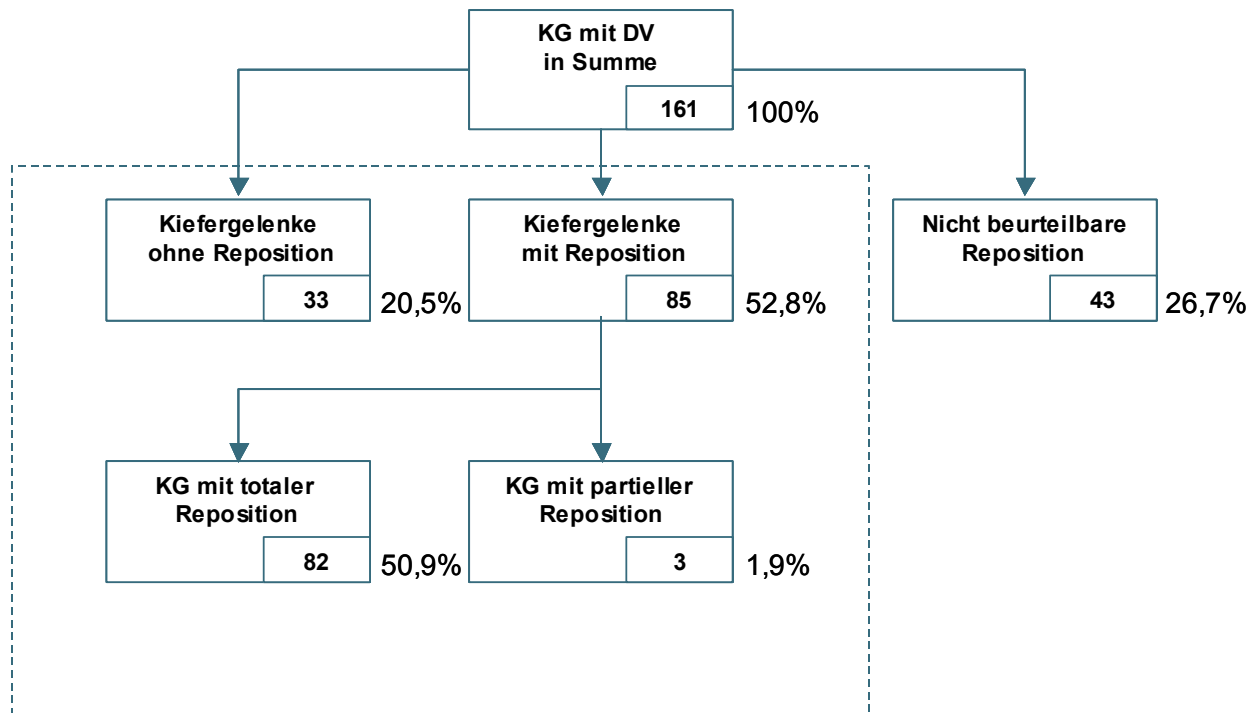


Abb. 13: Repositionsarten des rechten Kiefergelenks.
Rund 53% der Kiefergelenke reponierten bei Kieferöffnung und davon fast alle in Form einer totalen Reposition (n=161).

Hinsichtlich der totalen Reposition wiesen die Jungen mit 57,1% eine deutlich höhere Anzahl auf, als die Mädchen, die nur zu 48,7% vollständig reponierten. Dagegen lag die Anzahl der Diskusverlagerungen ohne Reposition bei Mädchen mit 24,4% mehr als doppelt so hoch wie bei Jungen mit 9,5%. Wie in Tabelle 11 dargestellt, fiel bei beiden Geschlechtern ein deutlicher Anstieg der nicht reponierenden Kiefergelenke in der Altersgruppe der 16- bis 18-Jährigen auf. Partielle Repositionen traten nur bei den weiblichen Patienten ab 12 Jahren auf. Der Anteil der nicht beurteilbaren MRT-Aufnahmen lag mit insgesamt 24,4% bei Mädchen und 33,3% bei Jungen hoch.

		Summe der Mädchen mit DV=n	Totale Diskusreposition	Partielle Diskusreposition	Keine Diskusreposition	Nicht beurteilbare Diskusreposition
Alter	Geschlecht					
07-11	w	8	62,5%	0,0%	12,5%	25,0%
12-15	w	24	50,0%	4,2%	8,3%	37,5%
16-18	w	49	51,0%	2,0%	22,4%	24,5%
19-21	w	38	42,1%	2,6%	39,5%	15,8%
Summe	w	119	48,7%	2,5%	24,4%	24,4%

		Summe der Jungen mit DV=n	Totale Diskusreposition	Partielle Diskusreposition	Keine Diskusreposition	Nicht beurteilbare Diskusreposition
Alter	Geschlecht					
07-11	m	5	40,0%	0,0%	0,0%	60,0%
12-15	m	16	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%
16-18	m	10	70,0%	0,0%	10,0%	20,0%
19-21	m	11	63,6%	0,0%	27,3%	9,1%
Summe	m	42	57,1%	0,0%	9,5%	33,3%

Tabelle 11: Mögliche Repositionen des Discus articularis nach Alter und Geschlecht. Während hinsichtlich der Reposition ein deutlicher Unterschied zwischen den Geschlechtern festzustellen ist, zeigt sich in der Entwicklung beider Geschlechter die Tendenz zu einem Anstieg der nicht reponierenden Disci ab 16 Jahren (Mädchen n=119; Jungen n=42).

Als nächstes wurde die Reposition des Discus articularis in Abhängigkeit der speziellen Art der Diskusverlagerung – einer Tendenz oder eindeutigen Diskusverlagerung – untersucht. Dabei konnte, wie in Abb. 14 dargestellt, eine deutliche Abweichung der Kiefergelenke ohne Reposition des Discus articularis von 0% bei einer Tendenz zur Diskusverlagerung auf 37,5% bei einer eindeutigen Diskusverlagerung festgestellt werden. Während bei einer Tendenz zur Diskusverlagerung 90% aller untersuchten Kiefergelenke bei der Kieferöffnung vollständig reponieren, sind es bei einer eindeutigen Diskusverlagerung nur noch 50% der untersuchten Kiefergelenke. Der Anteil an partiell reponierenden Kiefergelenken ist gering, sinkt aber auch von 3,3% bei einer Tendenz auf 2,5% bei einer eindeutigen Diskusverlagerung. Es konnten keine Unterschiede zur linken Seite festgestellt werden.

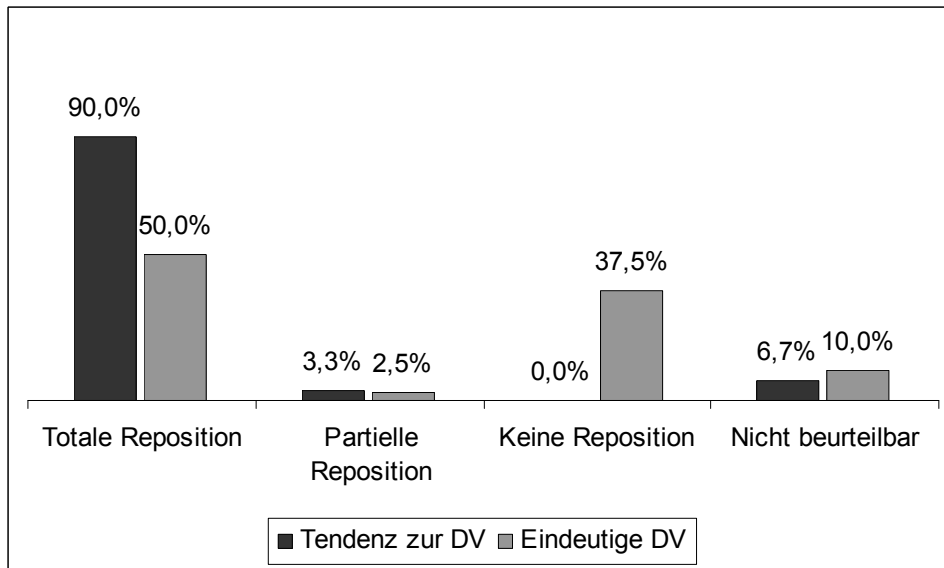


Abb. 14: Repositionsarten in Abhängigkeit von einer Tendenz zur Diskusverlagerung (n=30) oder einer eindeutigen Diskusverlagerung (n=80).
Bei einer eindeutigen Diskusverlagerung stieg der Anteil an Kiefergelenken ohne Reposition des Discus articularis auf 37,5% beachtlich an.

4.2 Pars posterior

Die Formen der Pars posterior wurden in jeder Schicht sowohl bei geschlossenem als auch bei geöffnetem Kiefer untersucht. Die Formen, die die Pars posterior aufgrund von Adaptationen annehmen kann, sind in der Abb. 15 dargestellt.

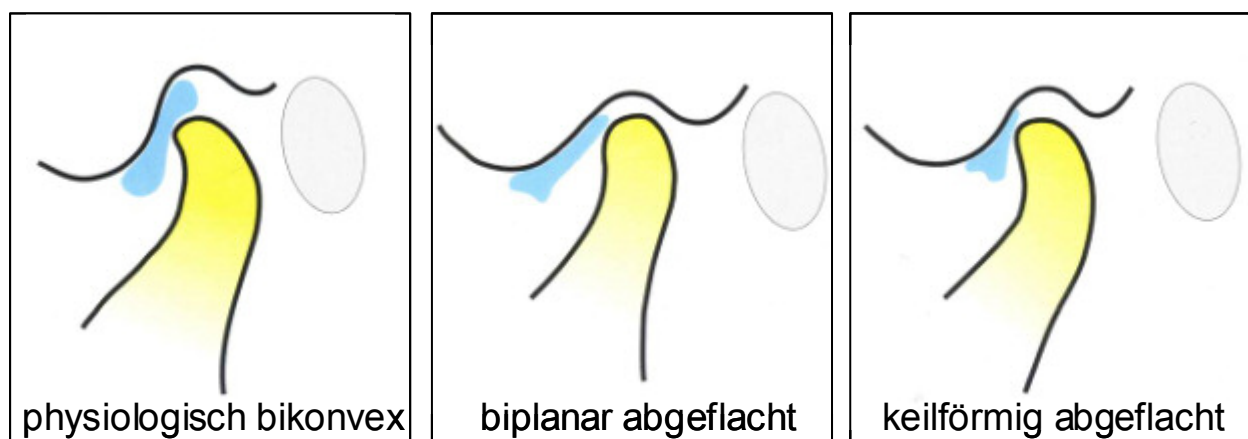


Abb. 15 Formen der Pars posterior.
Abbildung aus Bumann und Lotzmann 2000.

4.2.1 Formen der Pars posterior bei geschlossenem Kiefer

Bei der Gegenüberstellung der einzelnen Schichten und des Geschlechts wurden nur die Kiefergelenke, die bezüglich der Form der Pars posterior beurteilbar waren, betrachtet. Dabei fiel auf, dass unabhängig vom Geschlecht die Mehrheit der Kiefergelenke, die bezüglich der Pars posterior beurteilbar waren, in jeder Schicht eine bikonvexe – also physiologische – Form der Pars posterior vorweisen konnte. Der Anteil einer bikonvexen Form der Pars posterior lag bei Mädchen zwischen 49,1% in der lateralen Schicht und 53,8% in der medialen Schicht. Bei Jungen lag der Anteil an bikonvex geformten Pars posteriores mit 57,1% bis zu 67,3% deutlich höher. Bei Mädchen war weiterhin ein Anstieg des Anteils an physiologisch geformten Pars posteriores von lateral nach medial zu beobachten. Der prozentuale Anteil der beiden adaptierten Formen der Pars posterior sank, wie in Abb. 16 dargestellt, von lateral nach medial deutlich ab. Bei Jungen lag diese Entwicklung hinsichtlich der keilförmigen Form der Pars posterior auch vor, während die bikonvexe und biplanare Form von der lateralen zur zentralen Schicht auch diese Entwicklung zeigten. Allerdings war in der medialen Schicht wieder ein Anstieg des Anteils an biplanaren Formen der Pars posterior festzustellen, der zu Lasten der physiologischen Form ging. Die Mädchen wiesen im Vergleich zu Jungen in allen drei Schichten höhere prozentuale Anteile der keilförmig abgeflachten Form der Pars posterior auf. Hinsichtlich der Altersgruppen und den Kiefergelenken der linken Seite konnten keine signifikanten Unterschiede im Adaptationsgrad der Pars posterior festgestellt werden.

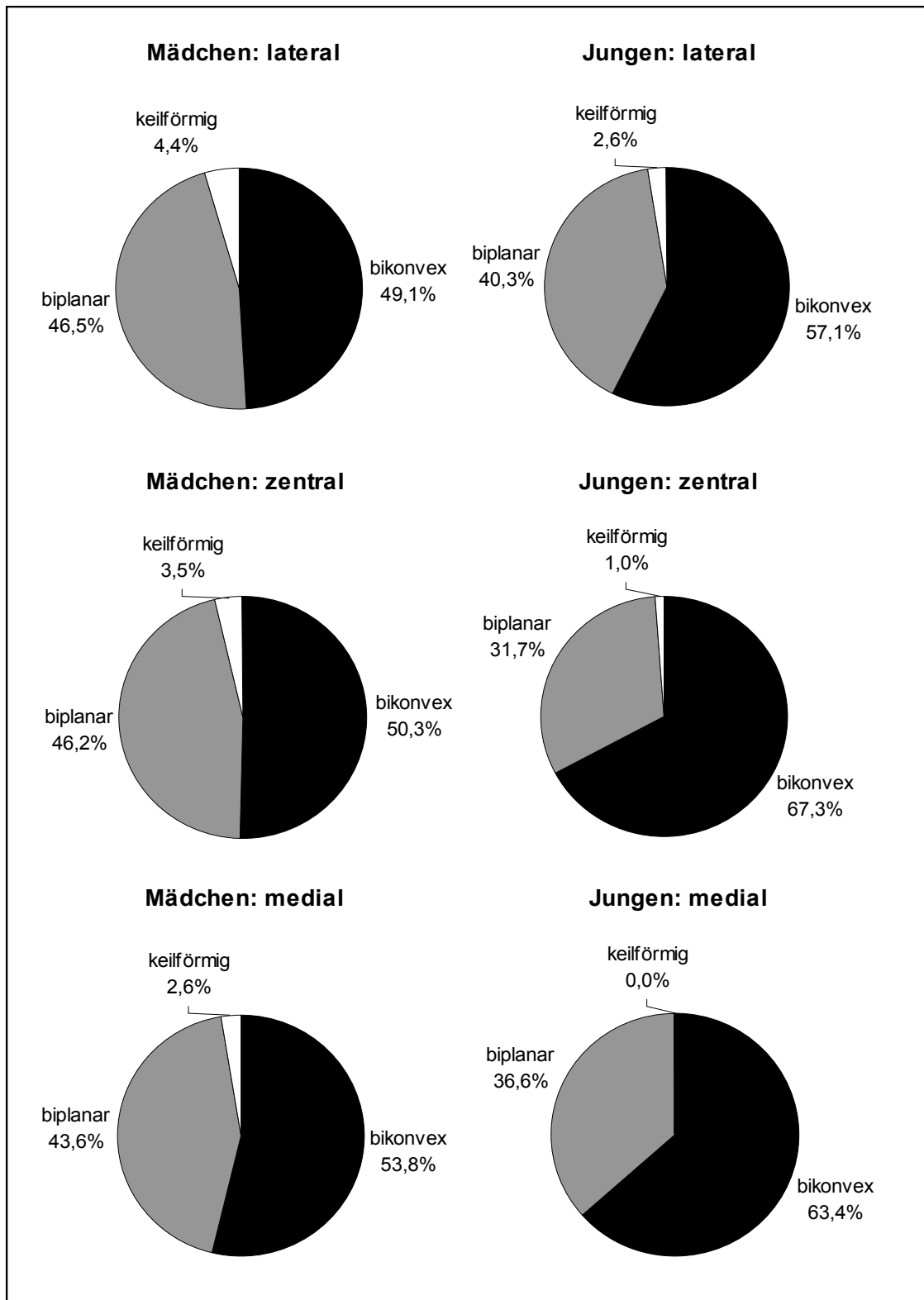


Abb. 16: Formen der Pars posterior nach untersuchter Schicht und Geschlecht. Unabhängig vom Geschlecht war eine Abnahme der keilförmigen Form der Pars posterior von lateral nach medial zu beobachten (Mädchen: n=114 lateral, n=143 zentral und n=117 medial, Jungen: n=77 lateral, n=98 zentral und n=71 medial).

Die Form der Pars posterior des Discus articularis wurde auch in Abhängigkeit einer vorhandenen Diskusverlagerung untersucht. Dabei ließ sich in allen Schichten und unabhängig vom Geschlecht ein niedrigerer prozentualer Anteil an bikonvexen Formen der Pars posterior bei vorhandener Diskusverlagerung feststellen. Die Adaptationsformen, also die biplanar abgeflachte und die keilförmig abgeflachte Form, dagegen waren in allen Schichten bei einer vorliegenden Diskusverlagerung höher. Zur besseren Übersicht wird in Abb. 17 nur die laterale Schicht dargestellt, die auch die höchsten Werte an adaptierten Formen der Pars posterior vorwies. Der Abbildung ist die genaue prozentuale Verteilung zu entnehmen. Hinsichtlich des Alters konnte auch in Abhängigkeit einer Diskusverlagerung kein Einfluss auf die Form der Pars posterior festgestellt werden.

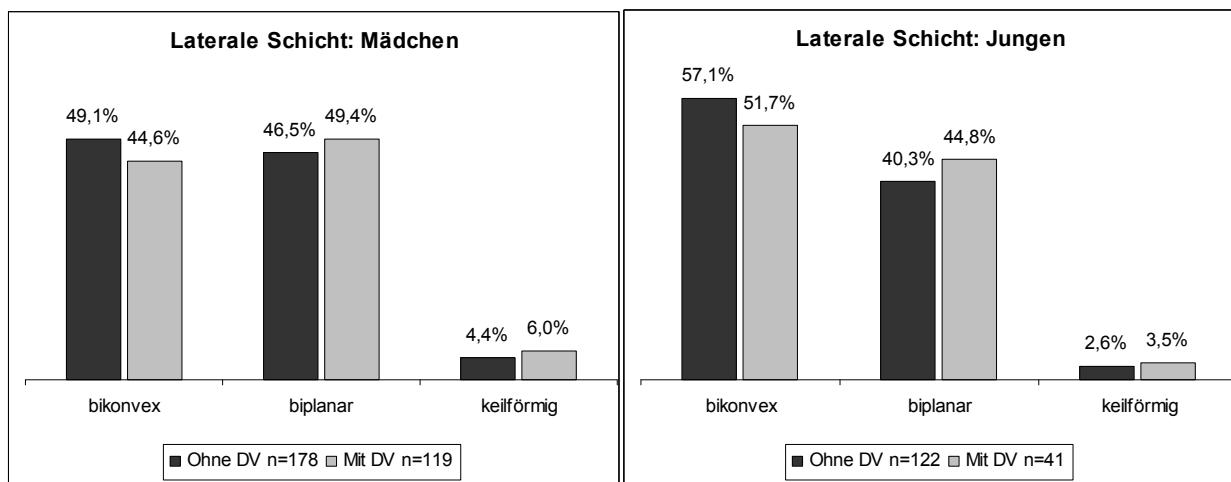


Abb. 17: Formen der Pars posterior ohne Diskusverlagerung und mit Diskusverlagerung (laterale Schicht des rechten KG).

Es ist ein deutlicher Abfall der bikonvexen Form und ein Anstieg der beiden adaptierten Formen im Zusammenhang mit einer Diskusverlagerung zu beobachten.

4.2.2 Formen der Pars posterior bei geöffnetem Kiefer

Die Pars posterior kann bei der Kieferöffnungsbewegung und der damit geänderten Kondylenposition ihre Form verändern. Sie kann bei geöffnetem Kiefer sowohl eine verbesserte Form als auch eine verschlechterte Form aufweisen. Alle Schichten der MRT-Aufnahmen von sämtlichen Kiefergelenken wurden dahingehend überprüft. Insgesamt fiel auf, dass unabhängig vom untersuchten Gelenkanteil die meisten Kiefergelenke mit 57,7 bis 61,8% keine Veränderung der Form der Pars posterior vorwiesen. Die Verbesserung der Form erreichten zwischen 32,9% und 36,9%, je nach unter-

suchter Schicht. Die genaueren relative Häufigkeiten sind in Abb. 18 dargestellt. Eine Verschlechterung und damit (weitere) Abflachung der Pars posterior war in 5,3% bzw. 5,4% der untersuchten Fälle festzustellen. Die zentrale und mediale Schicht ähnelten sich sehr, während in der lateralen Schicht weniger Kiefergelenke ohne Veränderung der Pars posterior vorlagen und dafür mehr Kiefergelenke eine Verbesserung der Form nach der Kieferöffnung zeigten.

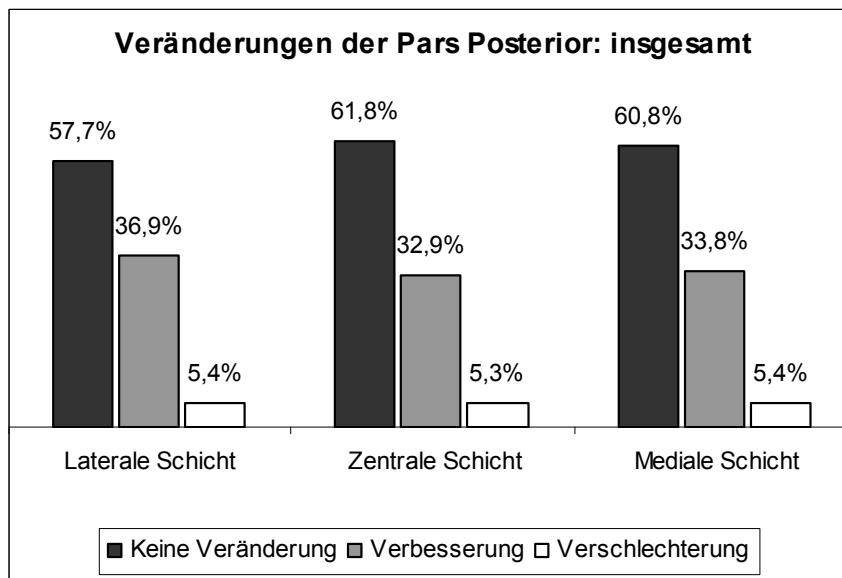


Abb. 18: Veränderungen der Pars posterior bei geöffnetem Kiefer.

Dargestellt sind alle untersuchten Kiefergelenke der rechten Seite. Bei rund 58 bis 62% kommt es zu keiner Veränderung der Form der Pars posterior (n=300).

Bei der weiteren Untersuchung getrennt nach Geschlecht wie in Abb. 19 und Abb. 20 dargestellt, fiel auf, dass die Jungen mit Anteilen an unveränderten Kiefergelenken von rund 60%-67% in allen untersuchten Schichten einen deutlich höheren Anteil an unveränderten Kiefergelenken nach der Kieferöffnung vorwiesen als die Mädchen (Anteile von rund 56%-58%). Dabei zeigten die Mädchen sowohl bei einer verbesserten als auch bei einer verschlechterten Form der Pars posterior höhere prozentuale Anteile an veränderten Kiefergelenken als die Jungen. In der lateralen Schicht zeigte sich bei Mädchen mit 7,1% der höchste prozentuale Anteil an Verschlechterungen der Pars posterior bei der Kieferöffnung, während bei Jungen in der zentralen Schicht mit 4,5% der höchste Anteil vorlag.

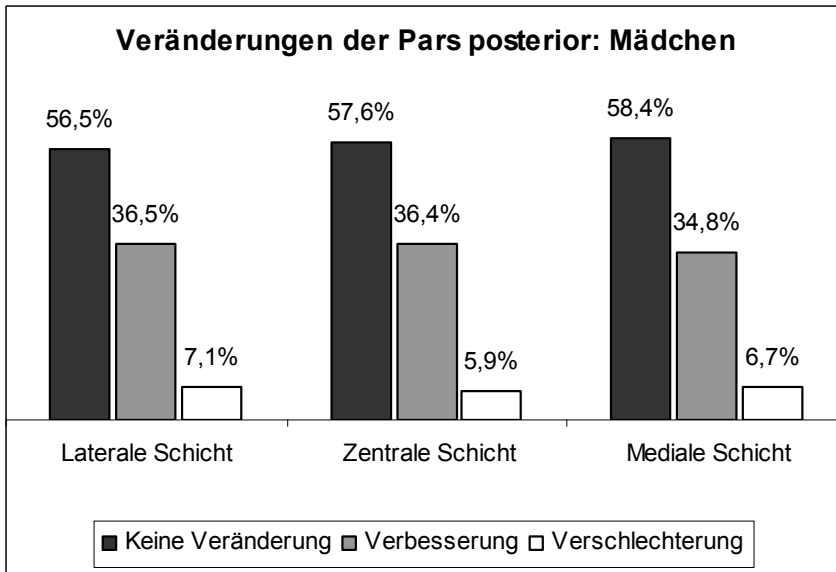


Abb. 19: Veränderungen der Pars posterior bei geöffnetem Kiefer (Mädchen, rechtes Kiefergelenk).

In der lateralen Schicht ist der höchste prozentuale Anteil sowohl an Verbesserungen als auch an Verschlechterungen der Pars posterior (n=178).

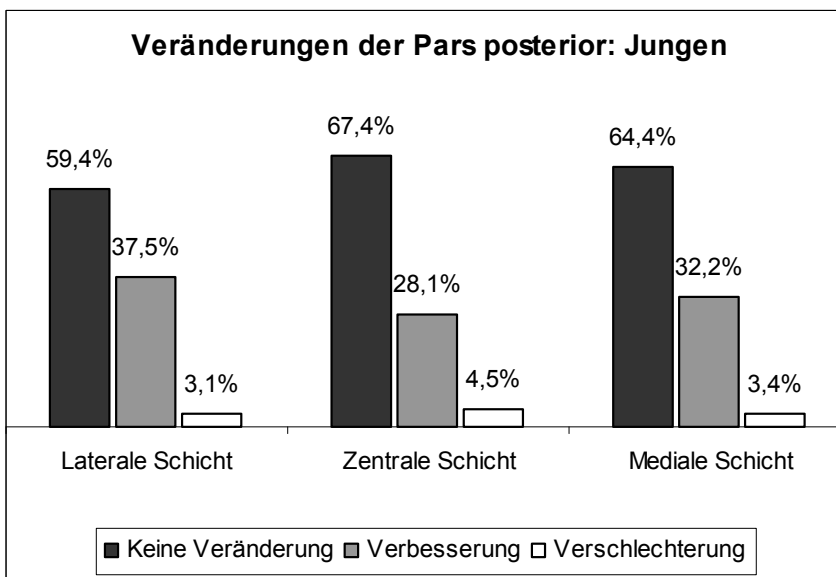


Abb. 20: Veränderungen der Pars posterior bei geöffnetem Kiefer (Jungen, rechtes Kiefergelenk).

Die Jungen zeigten einen deutlich höheren Anteil an Kiefergelenken ohne Veränderung der Pars posterior bei Kieferöffnung als die Mädchen (n=122).

4.3 Bilaminäre Zone

4.3.1 Fibrosierung

Die sagittalen MRT-Aufnahmen bei habitueller Okklusion jedes Kiefergelenks wurden auf eine Fibrosierung hin untersucht. Einleitend wurde anhand der Schichten der MRT-Aufnahmen analysiert, wie viele Anteile des Kiefergelenks eine Fibrosierung zeigten. Dabei stellte sich heraus, dass bei 68% der rechten Kiefergelenke eine visuell erfassbare Fibrosierung in mindestens einer Schicht festzustellen war. Diese 68% teilten sich in rund 16% mit einer Fibrosierung in nur einer Schicht sowie 23% mit einer Fibrosierung in zwei Schichten und in rund 30% mit einer Fibrosierung in allen drei untersuchten Schichten der MRT-Aufnahmen (lateral, zentral und medial). Die Fibrosierung nach Anzahl der betroffenen Schichten ist zusammenfassend in Abb. 21 dargestellt. Auffällig ist, dass bei den Kindern der Anteil an Kiefergelenken mit Fibrosierungen in zwei oder drei Schichten (Gelenkanteilen) höher ist als der Anteil der Kiefergelenke mit einer Fibrosierung in nur einer Schicht.

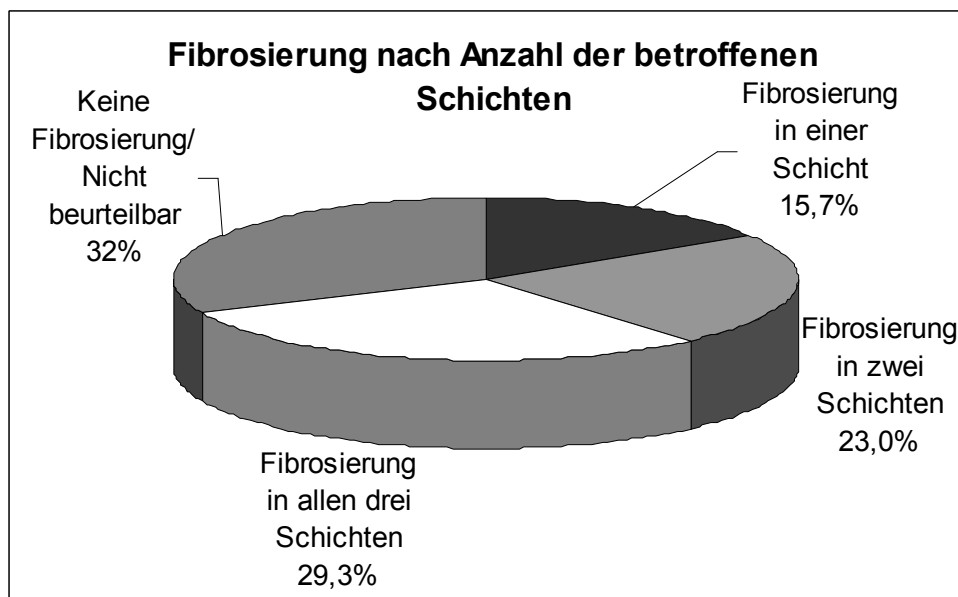


Abb. 21: Fibrosierung der bilaminären Zone des rechten Kiefergelenks in Abhängigkeit von der Anzahl der betroffenen Schichten.

Ein Drittel der Kinder zeigte eine Fibrosierung in allen drei Schichten (n=300).

Wie in Tabelle 12 zu sehen, ist bei einem Vergleich der Altersgruppen und des Geschlechts zu beobachten, dass die Mädchen in allen Altersgruppen mehr Kiefergelenke mit Fibrosierung aller drei Gelenkanteile vorwiesen als die Jungen. Bei

Jungen zeigten insgesamt etwas mehr Kiefergelenke eine Fibrosierung von nur zwei Schichten. Bei beiden Geschlechtern war mit steigendem Alter eine deutliche Erhöhung des Anteils der Kiefergelenke mit Fibrosierungen aller drei Schichten zu bemerken. Sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen zeigte sich eine Erhöhung des prozentualen Anteils der Kiefergelenke mit einer Fibrosierung der bilaminären Zone, die alle drei Gelenkanteile betraf, auf mehr als das Doppelte. Die Altersgruppe der 7- bis 11-jährigen Mädchen zeigte zu 18,2% diesen Befund, während er bei Jungen bei 16,7% lag. In der Altersgruppe der 19- bis 21-Jährigen lag der Anteil der Mädchen mit Fibrosierung in allen drei Schichten schon bei 43,2% gegenüber 37,5% bei den Jungen.

		Fibrosierung in einer Schicht	Fibrosierung in zwei Schichten	Fibrosierung in allen drei Schichten
Alter	Geschlecht			
07-11	w	18,2%	22,7%	18,2%
12-15	w	12,0%	24,0%	20,0%
16-18	w	12,9%	17,7%	40,3%
19-21	w	11,4%	15,9%	43,2%
Summe	w	12,9%	19,7%	32,6%

		Fibrosierung in einer Schicht	Fibrosierung in zwei Schichten	Fibrosierung in allen drei Schichten
Alter	Geschlecht			
07-11	m	16,7%	12,5%	16,7%
12-15	m	21,3%	31,1%	19,7%
16-18	m	23,8%	28,6%	38,1%
19-21	m	12,5%	37,5%	37,5%
Summe	m	19,7%	27,9%	24,6%

Tabelle 12: Fibrosierung der bilaminären Zone des rechten Kiefergelenks nach Alter und Geschlecht.

Unabhängig vom Geschlecht stieg der Anteil an Kiefergelenken bei denen alle drei Gelenkanteile der bilaminären Zone von einer Fibrosierung betroffen waren mit zunehmendem Alter deutlich an (Mädchen n=178; Jungen n=122).

4.3.2 Fibrosierung und Diskusverlagerung

Es ist nicht nur interessant, wie viele Schichten der untersuchten MRT-Aufnahmen eine Fibrosierung der bilaminären Zone vorwies, sondern auch wie sich die Fibrosierung auf die drei Schichten bzw. Gelenkanteile verteilte und bei welcher der drei Schichten eine höhere Prävalenz zu beobachten war. Tabelle 13 ist zu entnehmen, dass in der zentralen Schicht der höchste prozentuale Anteil an Kiefergelenken mit einer Fibrosierung vorlag. Des Weiteren erhöht sich der Anteil der Fibrosierungen in allen drei untersuchten Schichten deutlich mit zunehmendem Alter.

Fibrosierung - rechts ohne DV	7-11	12-15	16-18	19-21	Summe
lateral					
Fibrosierung	22%	41%	54%	57%	45%
keine Fibrosierung	30%	23%	27%	25%	25%
nicht beurteilbar	43%	34%	18%	17%	28%
zentral					
Fibrosierung	46%	59%	67%	70%	62%
keine Fibrosierung	26%	20%	22%	15%	20%
nicht beurteilbar	24%	18%	10%	13%	16%
medial					
Fibrosierung	37%	32%	54%	53%	43%
keine Fibrosierung	28%	20%	23%	25%	23%
nicht beurteilbar	30%	45%	22%	20%	31%

Tabelle 13: Prävalenz der Fibrosierung des rechten Kiefergelenks nach Alter und untersuchter Schicht.

Zentral lagen mit 62% deutlich mehr Kiefergelenke mit fibrosierter bilaminärer Zone vor als lateral und medial (n=300).

Zur Vereinfachung wurde die Gegenüberstellung der Geschlechter in Abb. 22 nur anhand der zentralen Schicht der rechten Kiefergelenke dargestellt. Die laterale und mediale Schicht zeigen die gleiche Tendenz und auch hinsichtlich der linken Seite gab es keine Auffälligkeiten. Es ist festzuhalten, dass die Mädchen nur im Alter von 7 bis 11 Jahren einen höheren prozentualen Anteil von Fibrosierungen vorwies. Danach erhöht sich der Anteil bei den Mädchen im Laufe der Entwicklung zwar von 50% auf rund 64%, aber die Jungen zeigen eine deutlich stärkere Erhöhung der Fibrosierungen von rund 42% in der Altersgruppe der 7- bis 11-Jährigen bis zu rund 88% in der

Altersgruppe der 19- bis 21-Jährigen. Insgesamt zeigen die Kiefergelenke der Jungen um 6% häufiger Fibrosierungen der zentralen Schicht (60,7% zu 66,7%).

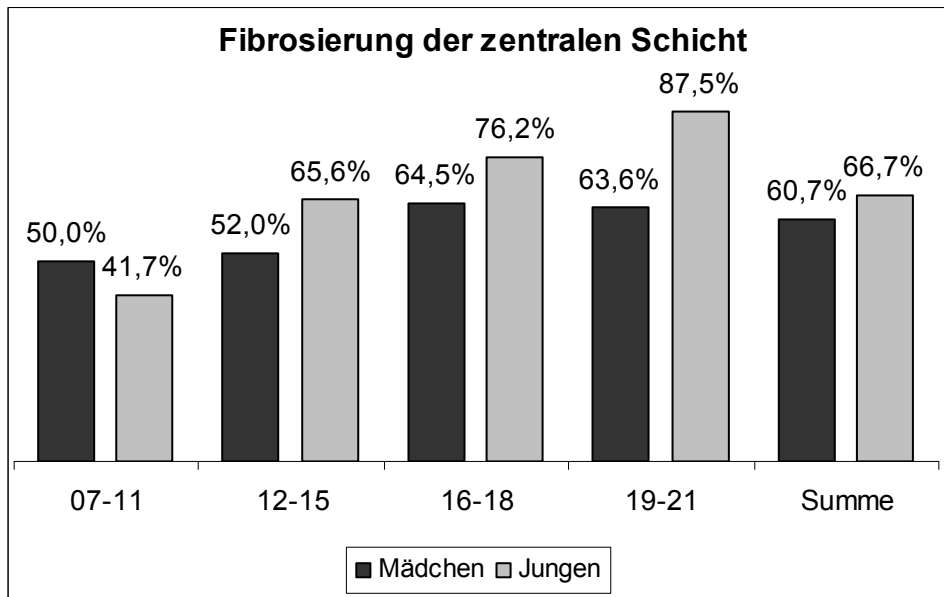


Abb. 22: Fibrosierung der bilaminären Zone in der zentralen Schicht.

Die Kiefergelenke der Jungen zeigten in Summe um 6% häufiger Fibrosierungen der zentralen Schicht (Mädchen n=178; Jungen n=122).

Weiterhin wurden die Kiefergelenke in Abhängigkeit einer vorhandenen Diskusverlagerung auf eine Fibrosierung hin untersucht. Unabhängig von der Altersgruppe fiel in allen drei Gelenkanteilen bei einer Diskusverlagerung eine höhere Prävalenz zur Fibrosierung auf. Dabei zeigten sich die höchsten Werte wieder in der zentralen Schicht, was in Tabelle 14 verdeutlicht wird.

Fibrosierung - rechts mit DV	7-11	12-15	16-18	19-21	Summe
lateral					
Fibrosierung	23%	48%	59%	59%	53%
keine Fibrosierung	38%	23%	29%	27%	27%
nicht beurteilbar	38%	30%	12%	14%	19%
zentral					
Fibrosierung	38%	73%	69%	73%	69%
keine Fibrosierung	38%	15%	24%	16%	20%
nicht beurteilbar	23%	13%	7%	10%	11%
medial					
Fibrosierung	38%	38%	59%	55%	51%
keine Fibrosierung	38%	20%	25%	27%	25%
nicht beurteilbar	23%	43%	15%	18%	24%

Tabelle 14: Prävalenz der Fibrosierung des rechten KG nach Alter und untersuchter Schicht in Abhängigkeit einer vorhandenen Diskusverlagerung. In allen drei Schichten stieg der prozentuale Anteil der Kiefergelenke mit Fibrosierung im Vergleich zu Kiefergelenken ohne Diskusverlagerung (n=161).

Bei der Gegenüberstellung der Geschlechter anhand der zentralen Schicht der MRT-Aufnahmen wurde deutlich, dass beide Geschlechter in allen Altersgruppen bei einer vorhandenen Diskusverlagerung einen höheren Anteil an fibrosierten Kiefergelenken vorwiesen. Die einzige Ausnahme war die Altersgruppe der Jungen zwischen 7 und 11 Jahren. Diese bestand aus 5 Kindern, von denen zwei nicht beurteilbar waren und drei keine Fibrosierung zeigten, so dass in dieser Altersgruppe sich keine Fibrosierung feststellen ließ. Abgesehen von dieser Abweichung fiel auf, dass die Kiefergelenke der Mädchen, die eine Fibrosierung der zentralen Schicht zeigten, von rund 63% auf rund 69%, also um rund 6% stiegen, während die Kiefergelenke der Jungen auch bei einer Diskusverlagerung mit steigendem Alter eine stärkere Zunahme der Fibrosierung, nämlich von rund 10% (von rund 81% auf rund 91%) zeigten. Interessant sind die sehr hohen prozentualen Anteile der Jungen mit einer Fibrosierung der bilaminären Zone, die in den beiden älteren Altersgruppen rund 90% ausmachen.

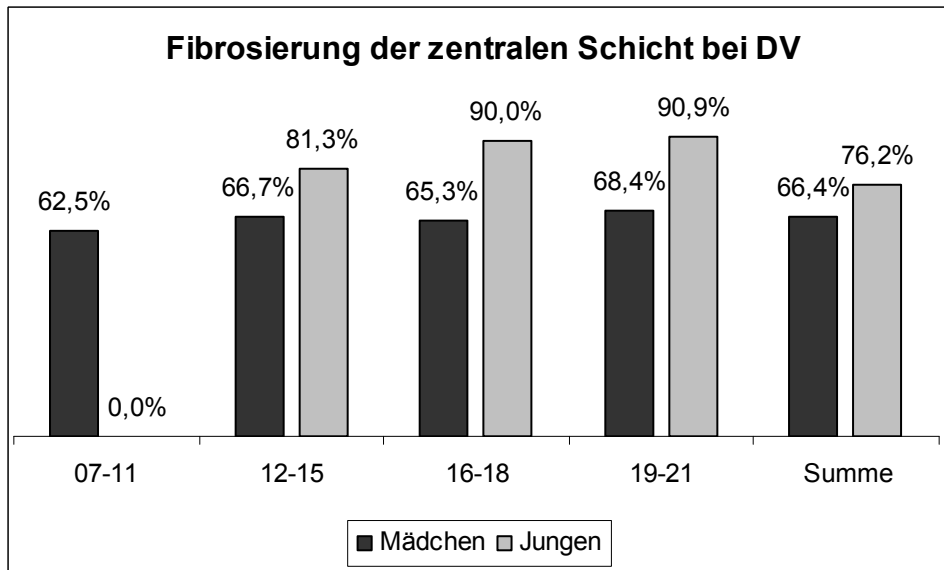


Abb. 23: Fibrosierung der bilaminären Zone in der zentralen Schicht bei DV (nach Geschlecht und Altersgruppe).

Die Kiefergelenke der Jungen zeigten in Summe um rund 10% häufiger Fibrosierungen der zentralen Schicht (Mädchen n=119; Jungen n=42).

In der lateralen und medialen Schicht war der Anteil an Fibrosierungen unabhängig vom Geschlecht weitaus geringer. So zeigten Mädchen in der lateralen Schicht einen prozentualen Anteil an Fibrosierungen zwischen 25% in der jüngsten Altersgruppe und 60,5% in der ältesten Altersgruppe. Der Anteil an Fibrosierungen der Jungen lag zwischen 20% und 72,7%. In der medialen Schicht wiesen Mädchen zwischen 37,5% und 57,9% Fibrosierungen auf, während der prozentuale Anteil der Fibrosierungen bei Jungen zwischen 0% und 72,7% lag. Im Vergleich der Geschlechter zeigten sich die gleichen Tendenzen wie in der zentralen Schicht. In der Altersgruppe der 7- bis 11-Jährigen zeigten die Mädchen im Vergleich zu Jungen höhere prozentuale Anteile der Fibrosierung. Ab der Altersgruppe der 12- bis 15-Jährigen kehrte sich das Verhältnis, wie auch in der zentralen Schicht um. Als Fazit kann für alle drei Gelenkanteile festgehalten werden, dass die Jungen in der jüngsten Altersgruppe weniger Fibrosierungen der bilaminären Zone zeigten, aber dann ab ca. 12 Jahren einen Sprung machten und weit höhere Anteile an Fibrosierungen vorwies als die Mädchen.

4.4 Kondylenposition und -form

4.4.1 Kondylenposition und Diskusverlagerung

Bei jedem Kiefergelenk der rechten und linken Seite wurde die Kondylenposition aller Gelenkanteile (lateral, zentral und medial) einzeln anhand der MRT-Aufnahmen visuell bestimmt. Die relative Verteilung der Kondylenpositionen in den einzelnen Schichten ist in Abb. 24, Abb. 26 und Abb. 28 dargestellt. Unabhängig von der untersuchten Schicht zeigten über die Hälfte der Kiefergelenke (lateral 60,8%, zentral 53,0% und medial 56,1%) keine Kondylenverlagerung (KV). Bei vorhandener Kondylenverlagerung zeigten sich in ihrer Häufigkeit deutliche Unterschiede zwischen den Schichten, so war in der zentralen Schicht mit 47,0% die Häufigkeit einer Kondylenverlagerung am größten, während in der medialen Schicht 43,9% und in der lateralen Schicht 39,2% der Kiefergelenke eine Kondylenverlagerung aufwiesen. Bei der weiteren Unterteilung der vorhandenen Kondylenverlagerungen in ventrale, retrale, kraniale oder kaudale Kondylenverlagerungen überwog der Anteil an retralen Kondylenverlagerungen (lateral 14,7%, zentral 17,9% und medial 17,1%) in allen Schichten knapp gegenüber den ventralen Kondylenverlagerungen (lateral 13,4%, zentral 17,5% und medial 16,7%). Die kranialen und kaudalen Kondylenverlagerungen kamen mit maximal 8,1% bzw. 3,7% augenfällig seltener vor. Die Betrachtung der Kondylenposition getrennt nach Geschlecht zeigte deutliche Unterschiede in der Unterteilung der Richtung der Kondylenverlagerungen. Während bei Mädchen in allen drei Gelenkanteilen die retrale Kondylenverlagerung am häufigsten auftrat, überwog bei Jungen in allen Gelenkanteilen klar die ventrale Kondylenverlagerung. Die Gegenüberstellungen der Mädchen und Jungen sind Abb. 25, Abb. 27 und Abb. 29 zu entnehmen. Interessant war vor allem, dass sich in Bezug auf die ventrale und retrale Kondylenverlagerung sehr starke Unterschiede zwischen den Geschlechtern herauskristallisierten, die sich durch alle Gelenkanteile zogen. Dies galt sowohl für den prozentualen Anteil, der oft bei der doppelten Menge des anderen Geschlechts lag als auch hinsichtlich der Richtung der Verlagerung. Dagegen lagen weder in Bezug auf die kraniale noch auf die kaudale Kondylenverlagerung große Unterschiede zwischen den Geschlechtern vor und keine dieser beiden letztgenannten Kondylenpositionen konnte damit eindeutig einem Geschlecht zugeordnet werden.

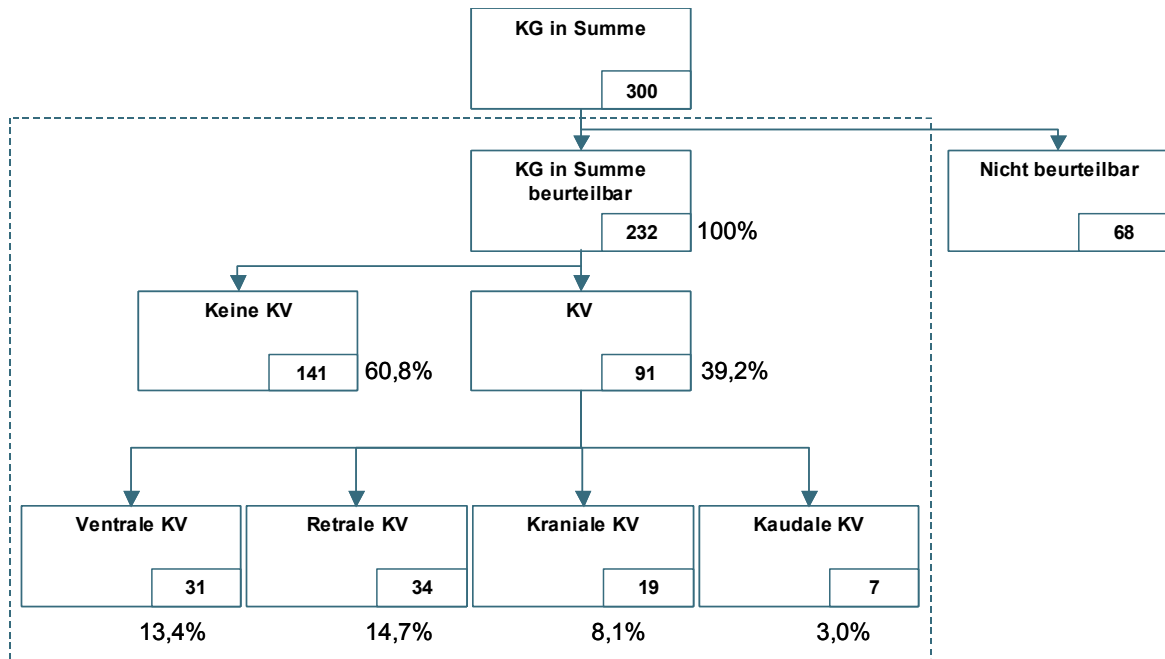


Abb. 24: Kondylenposition in der lateralen Schicht der rechten Kiefergelenke. Rund 40% der beurteilbaren Kiefergelenke zeigte eine Kondylenverlagerung, davon die meisten eine retrale Verlagerung (n=232).

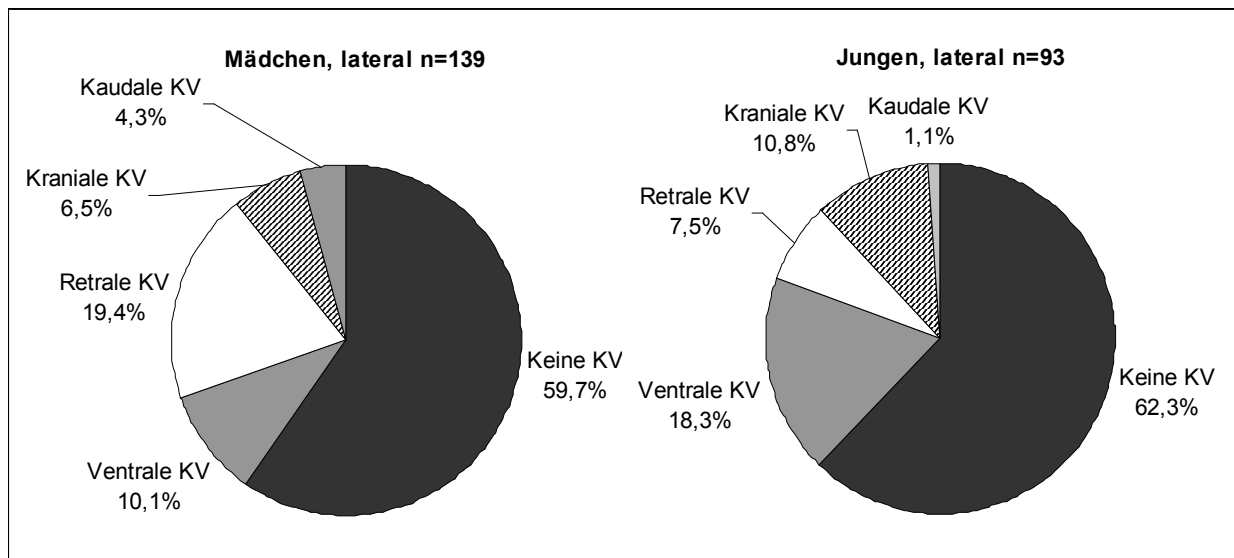


Abb. 25: Kondylenposition der lateralen Schicht getrennt nach Geschlecht. Unabhängig vom Geschlecht zeigten rund 60% keine Kondylenverlagerung, bei Mädchen mit rund 19% gefolgt von retraler und bei Jungen mit rund 18% von ventraler Verlagerung des Kondylus (Mädchen n=139; Jungen n=93).

In der zentralen Schicht war der prozentuale Anteil der ventralen und retralen Kondylenverlagerungen sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen deutlich höher als in der lateralen oder medialen Schicht. Dagegen war der Anteil an kranialen und kaudalen

Kondylenverlagerungen in allen Schichten sehr ähnlich. In Bezug auf das Alter ließen sich keine Auffälligkeiten feststellen.

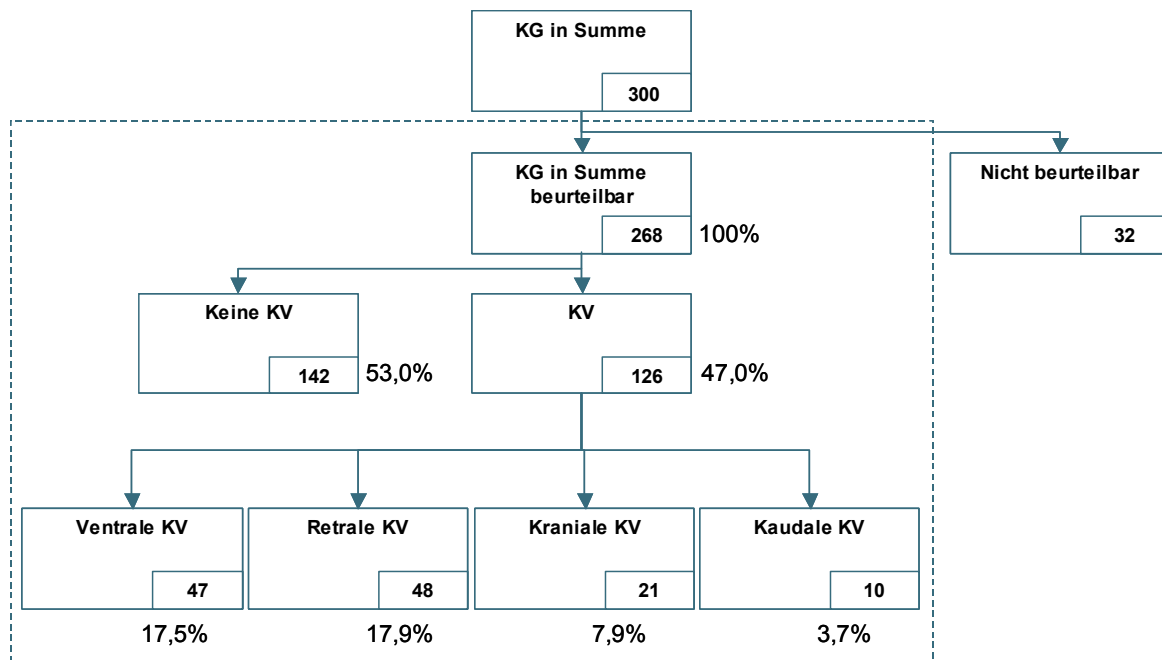


Abb. 26: Kondylenposition in der zentralen Schicht der rechten Kiefergelenke. In dieser Schicht waren mit 47% deutlich mehr Kiefergelenke mit einer Kondylenverlagerung zu beobachten als in der lateralen Schicht (n=268).

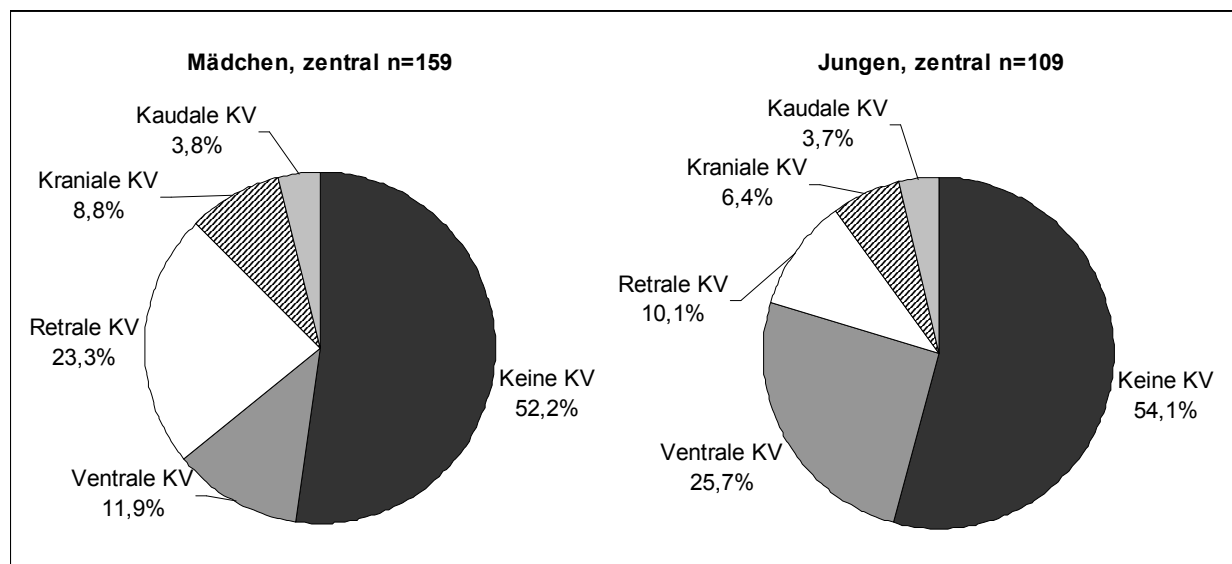


Abb. 27: Kondylenposition der zentralen Schicht getrennt nach Geschlecht. Über die Hälfte zeigte keine Kondylenverlagerung, bei Mädchen mit rund 23% gefolgt von retraler und bei Jungen mit rund 26% von ventraler Verlagerung des Kondylus – ein Anstieg gegenüber der lateralen Schicht (Mädchen n=159; Jungen n=109).

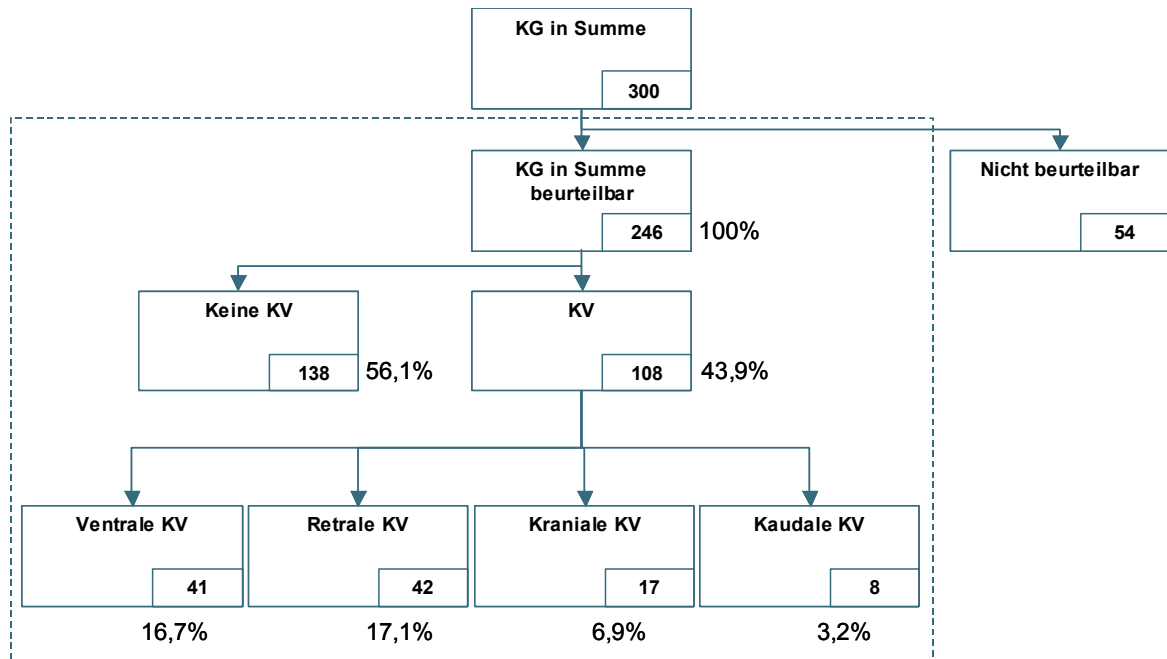


Abb. 28: Kondylenposition in der medialen Schicht der rechten Kiefergelenke.
Auch in dieser Schicht zeigten über die Hälfte der Kiefergelenke keine Kondylenverlagerung (n=246).

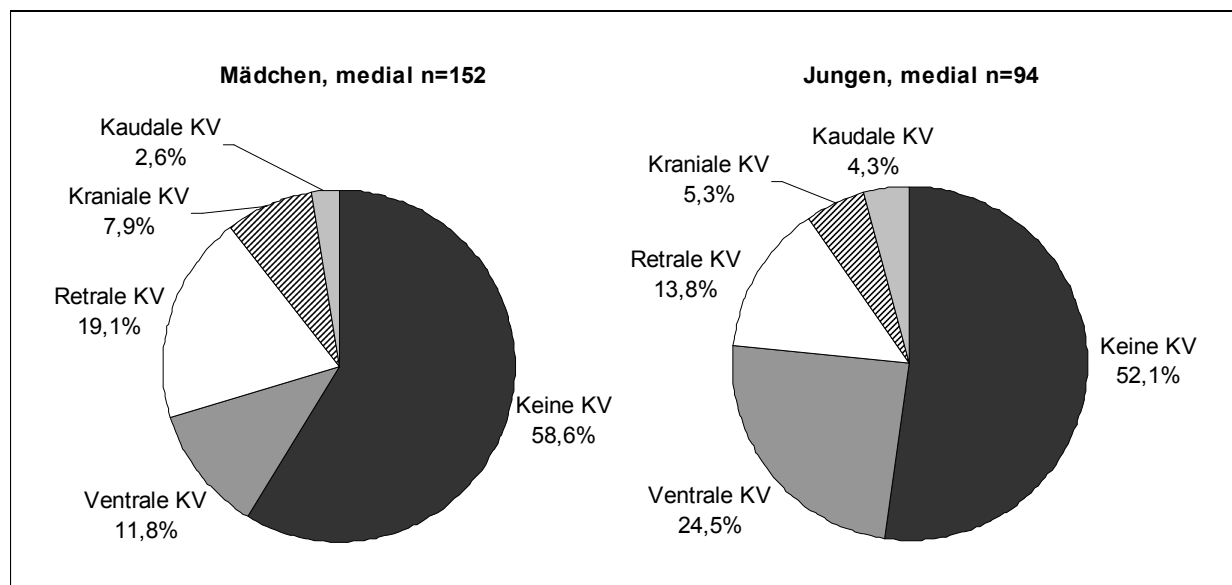


Abb. 29: Kondylenposition der medialen Schicht getrennt nach Geschlecht.
In der medialen Schicht war auch bei den Kiefergelenken ohne Kondylenverlagerung ein deutlicher Unterschied zwischen den Geschlechtern festzustellen (Mädchen n=152; Jungen n=94).

Die relative Verteilung der Kondylenpositionen wurde in jedem Gelenkanteil auch in Abhängigkeit einer vorhandenen Diskusverlagerung untersucht. Die Ergebnisse sind in Abb. 30, Abb. 31 und Abb. 32 gegenübergestellt. In allen Schichten konnte eine

Abnahme des prozentualen Anteils an ventral verlagerten Kondylen festgestellt werden. Im lateralen Gelenkanteil entsprach dies einer Verringerung von 13,4% ohne Diskusverlagerung auf 5,8% mit Diskusverlagerung bzw. einer Abnahme um 7,6%. Auch im zentralen und medialen Gelenkanteil konnte eine Abnahme in der gleichen Größenordnung festgestellt werden. Der prozentuale Anteil an kaudalen Kondylenverlagerungen fiel ebenfalls in allen drei Gelenkanteilen. Dagegen kamen sowohl die retrale als auch die kranial liegenden Kondylen unter den Kiefergelenken mit einer vorhandenen Diskusverlagerung verstärkt vor. Während bei der retralen Kondylenposition in der lateralen Schicht ein deutlicher Anstieg von 14,7% ohne Diskusverlagerung auf 20,1% mit Diskusverlagerung um 5,4%, und um 8,1% in der zentralen Schicht und 6,3% in der medialen Schicht vorlag, bewegte sich der prozentuale Anstieg der kranial positionierten Kondylen zwischen 0,5% und 1,8%. Auffällig war auch die Veränderung des Anteils an Kiefergelenken ohne eine Kondylenverlagerung im Zusammenhang mit einer Diskusverlagerung. In den lateralen und medialen Gelenkanteilen war eine leichte Zunahme der Kiefergelenke ohne Kondylenverlagerung zu verzeichnen, während sich in der zentralen Schicht eine Abnahme zeigte.

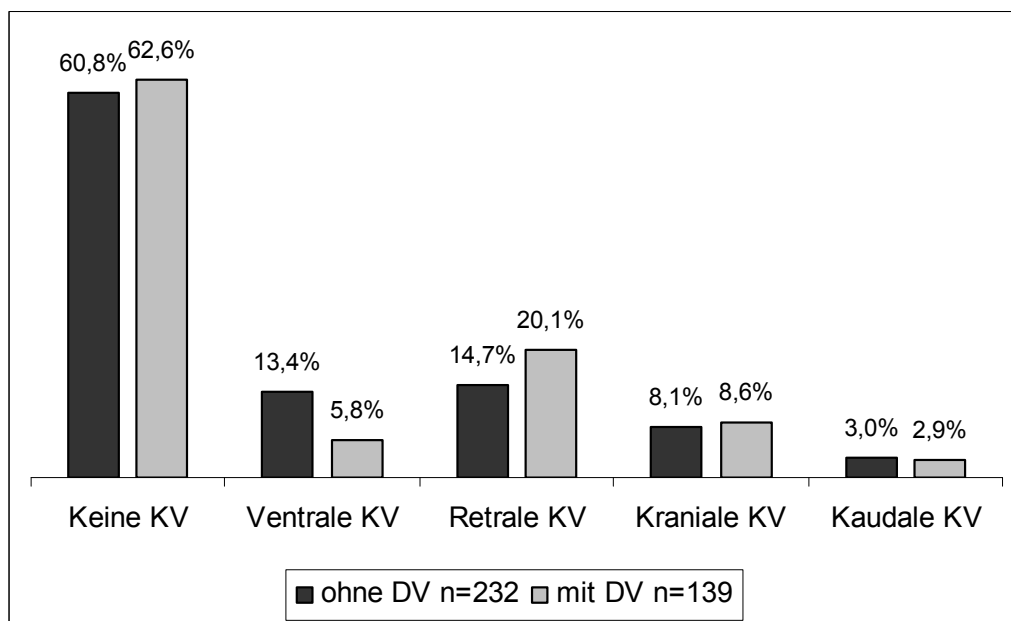


Abb. 30: Kondylenpositionen ohne (n=232) und mit Diskusverlagerung (n=139) in der lateralen Schicht des rechten Kiefergelenks.

Bis auf die ventrale und kaudale Kondylenverlagerung lag ein Anstieg aller Arten der Kondylenverlagerung vor. Auch der prozentuale Anteil der Kiefergelenke ohne Kondylenverlagerung stieg an.

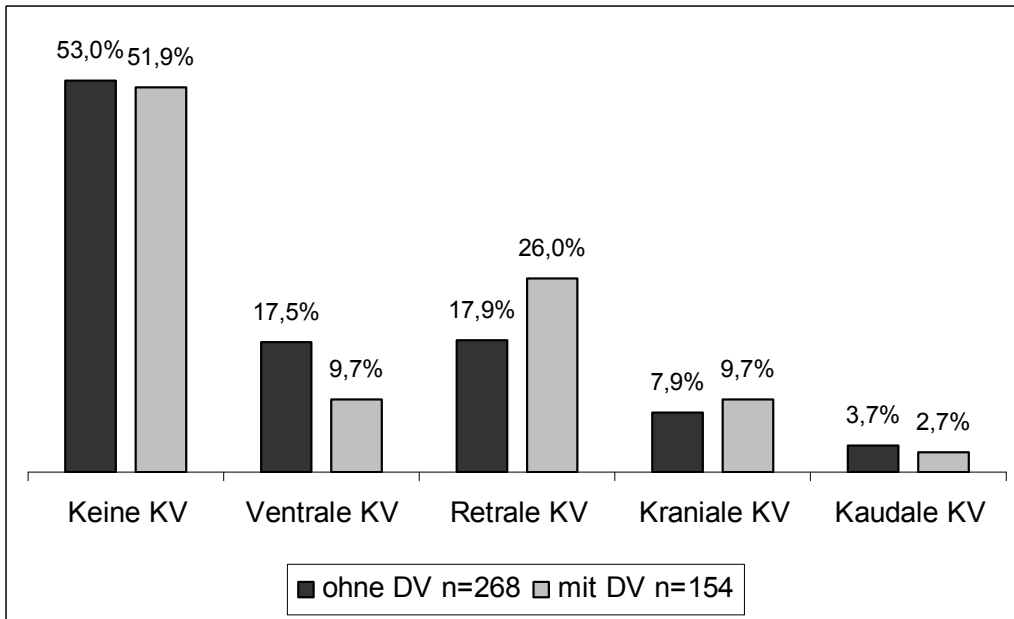


Abb. 31: Kondylenpositionen ohne (n=268) und mit Diskusverlagerung (n=154) in der zentralen Schicht des rechten Kiefergelenks.
Vor allem die retrale Kondylenverlagerung zeigte einen starken Anstieg.

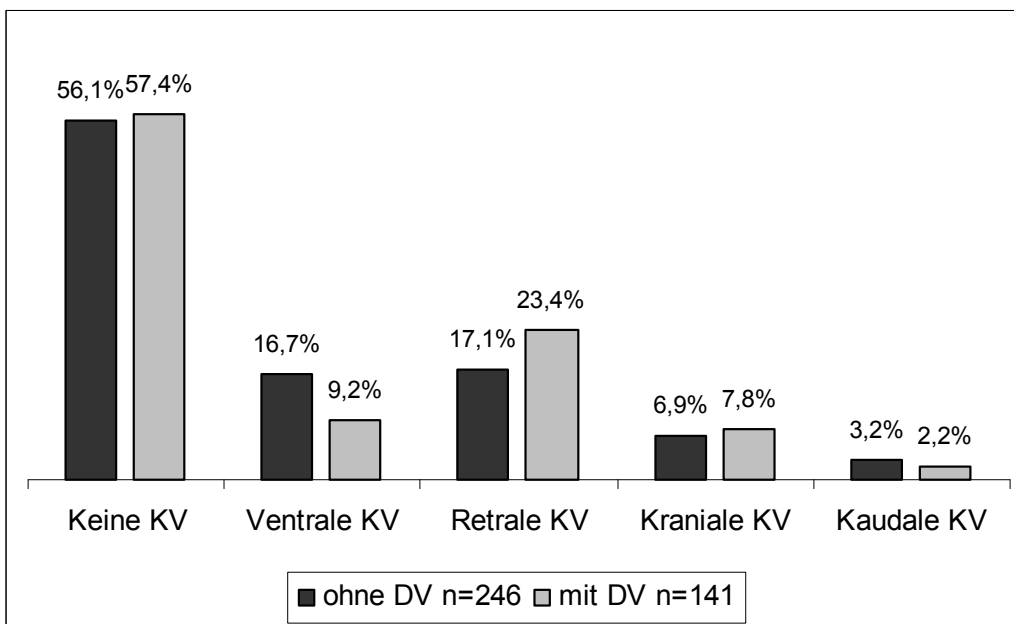


Abb. 32: Kondylenpositionen ohne (n=246) und mit Diskusverlagerung (n=141) in der medialen Schicht des rechten Kiefergelenks.
Der Anteil an ventralen und kaudalen Kondylenverlagerungen sank, während der Anteil an retralen, kranialen und Kiefergelenken ohne Kondylenverlagerung stieg.

4.4.2 Kondylenform und Diskusverlagerung

Bei jedem Kiefergelenk der rechten und linken Seite wurde die Form des Kondylus aller Gelenkanteile (lateral, zentral und medial) einzeln anhand der MRT-Aufnahmen visuell bestimmt. Wie bereits in Kapitel 3 (Material und Methode) beschrieben, führen die kleinen Strukturen der Kinder und Jugendlichen im Hinblick auf die Form des Kondylus in einem MRT-Schnitt leicht zu dem Eindruck einer Deformation. Aus diesem Grund wurde der Kondylus danach beurteilt, ob er sich konvex darstellte oder eine leichte bzw. moderate Deviation der Form zu erkennen war. Eine schwere Deviation wurde zu den nicht beurteilbaren Aufnahmen gezählt und nicht weiter berücksichtigt. Die Darstellung der knöchernen Veränderungen des Kondylus sind in Abb. 33 dargestellt.

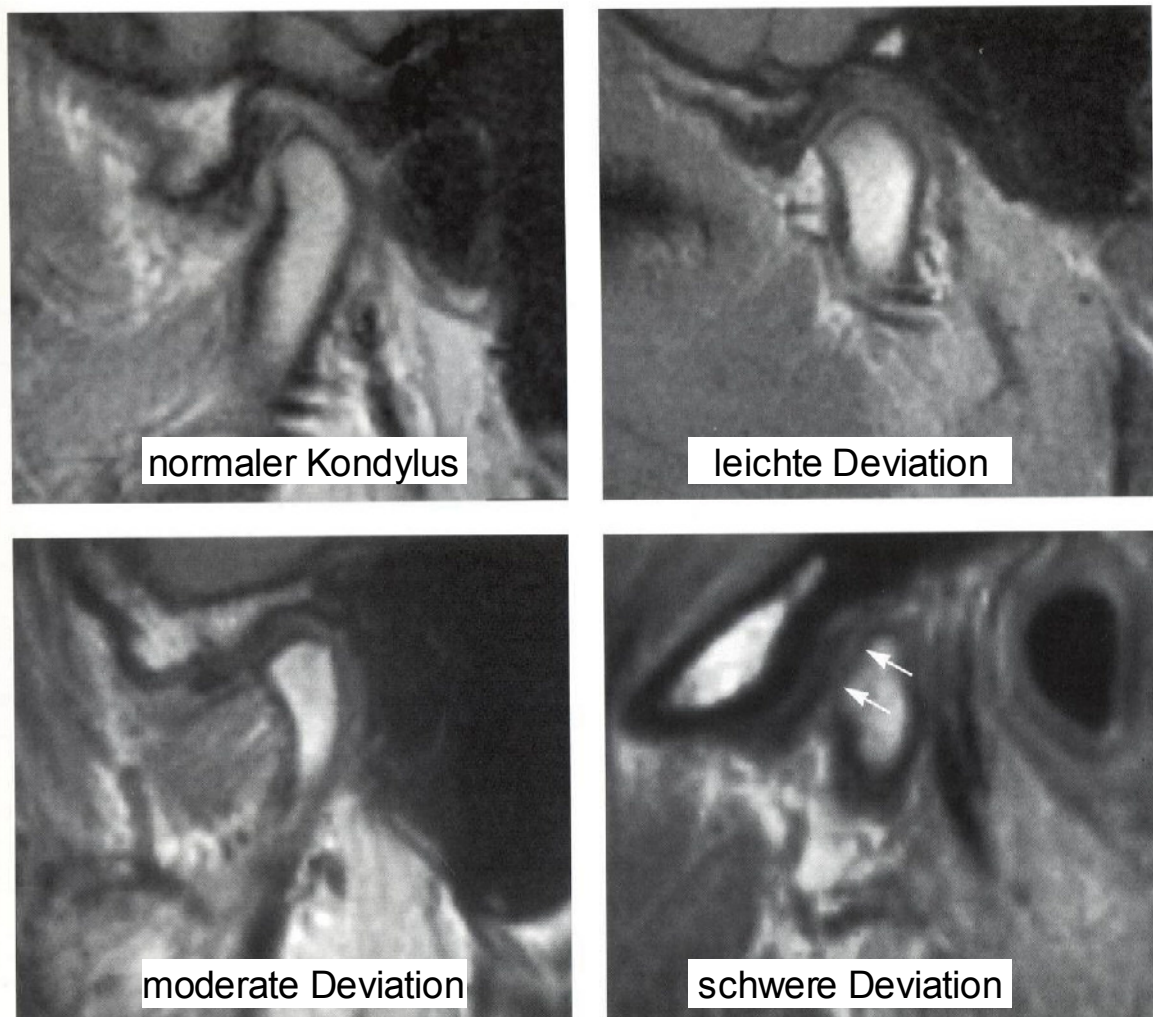


Abb. 33 Knöchernen Veränderungen des Kondylus.
Abbildung aus Bumann und Lotzmann 2000.

Wie in Abb. 34 zu sehen ist, fällt bei der Gegenüberstellung der Geschlechter auf, dass die Mädchen eindeutig mehr Kondylen mit einer Deviation vorwiesen als die Jungen. Die Tendenz der Kondylenform von lateral nach medial war bei beiden Geschlechtern ähnlich. Im zentralen Gelenkanteil trat der geringste prozentuale Anteil an Kondylen mit einer konvexen (gesunden) Form auf, während in den lateralen und medialen Gelenkanteilen der Anteil deutlich höher lag (medial mit 40,8% bei Mädchen und 55,4% bei Jungen noch höher als lateral). Die Kondylen mit einer leichten Deviation sanken sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen von lateral (Mädchen 52,7% und Jungen 45,3%) nach medial kontinuierlich bis auf 50% bei Mädchen und sogar 34,8% bei Jungen ab. Nur im Hinblick auf die moderate Deviation unterschieden sich die Gelenkanteile der Mädchen und Jungen. Lateral zeigten beide noch den geringsten prozentualen Anteil an Kondylen mit einer moderaten Deviation. Während die Mädchen zentral den höchsten prozentualen Anteil vorwiesen, wurde bei Jungen medial der höchste prozentuale Anteil an moderaten Deviationen festgestellt. Durch alle Schichten zeigten die Mädchen mehr Kondylen mit einer Veränderung der Form.

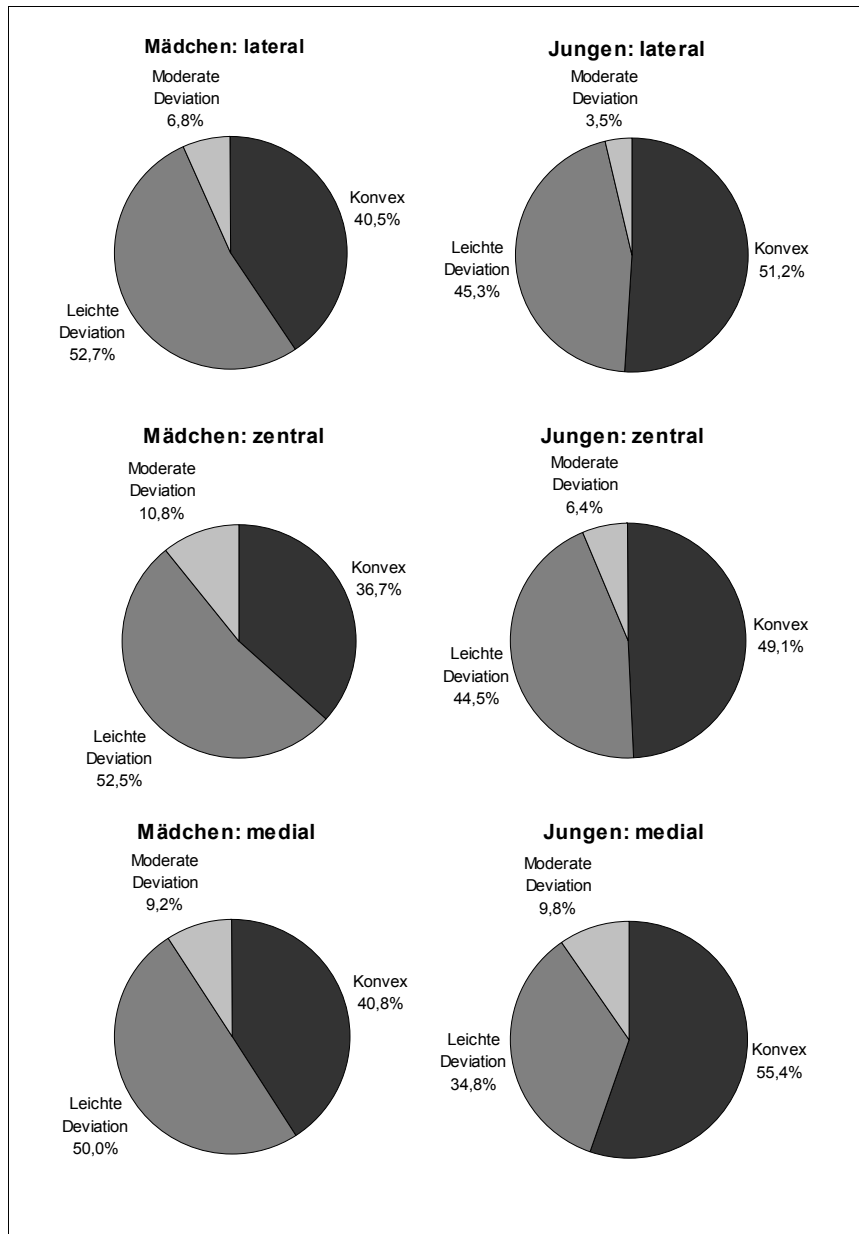


Abb. 34: Kondylenformen der rechten Seite nach Geschlecht und Gelenkanteil.

Bei Mädchen sind eindeutig mehr Kondylen mit einer Deviation feststellbar als bei Jungen (Lateral Mädchen n= 131; Jungen n= 86, zentral Mädchen n= 158; Jungen n= 110, medial Mädchen n= 142; Jungen n= 92).

Die Entwicklung der Kondylenform im Zusammenhang mit dem Alter soll auf Grund der Übersichtlichkeit in Tabelle 15 nur anhand der zentralen Schicht des rechten Kiefergelenks verdeutlicht werden. Die laterale und mediale Schicht sowie das linke Kiefergelenk entsprachen in ihrer Entwicklung dem dargestellten Gelenkanteil.

Alter	Geschlecht	Konvexe Kondylenform	Leichte Deviation	Moderate Deviation
07-11	w	66,7%	27,8%	5,6%
12-15	w	51,2%	46,3%	2,4%
16-18	w	32,2%	57,6%	10,2%
19-21	w	15,0%	62,5%	22,5%
Summe	w	36,7%	52,5%	10,8%

Alter	Geschlecht	Konvexe Kondylenform	Leichte Deviation	Moderate Deviation
07-11	m	70,0%	30,0%	0,0%
12-15	m	46,3%	46,3%	7,4%
16-18	m	42,9%	52,4%	4,8%
19-21	m	40,0%	46,7%	13,3%
Summe	m	49,1%	44,5%	6,4%

Tabelle 15: Kondylenform der zentralen Schicht nach Alter und Geschlecht. Mit fortschreitendem Alter war ein drastischer Abfall der konvexen Kondylenformen zu beobachten. Sowohl die leichte Deviation als auch die moderate Deviation nahmen zu (Mädchen n=158; Jungen n=110).

Auch wenn sich die prozentualen Anteile bei Mädchen und Jungen unterschieden, so war die Tendenz der Entwicklung trotzdem gleich. Der Anteil an konvexen Kondylen sank mit zunehmendem Alter, während der Anteil an Kondylen mit leichter oder moderater Deviation stetig weiter stieg.

Im Zusammenhang mit einer Diskusverlagerung wurde unabhängig vom Geschlecht und des untersuchten Gelenkanteils ein Anstieg der prozentualen Anteile der veränderten Kondylenformen festgestellt.

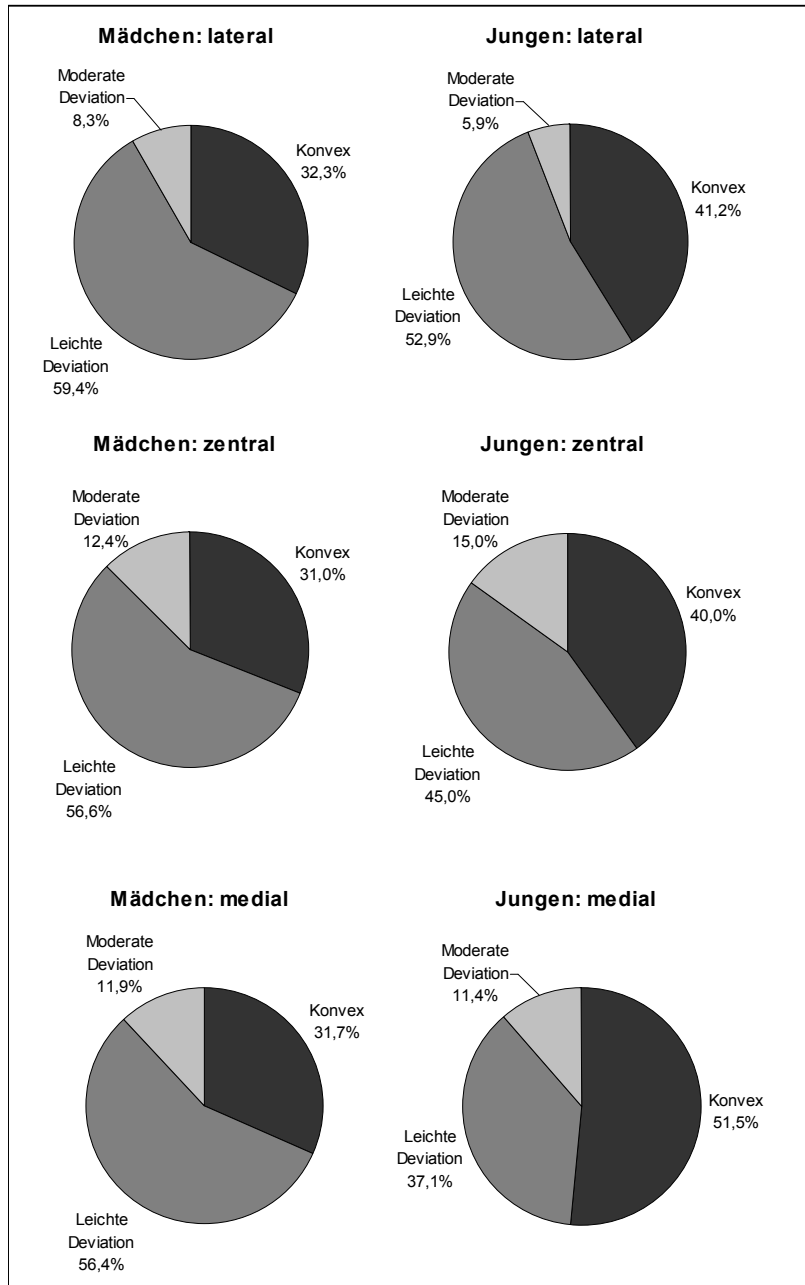


Abb. 35: Kondylenformen bei vorhandener Diskusverlagerung der rechten Seite nach Geschlecht und Gelenkanteil.

Bei Mädchen sind eindeutig mehr Kondylen mit einer Deviation feststellbar als bei Jungen (Lateral Mädchen n= 96; Jungen n= 34, zentral Mädchen n= 113; Jungen n= 40, medial Mädchen n= 101; Jungen n= 35).

In allen untersuchten Gelenkanteilen war bei Mädchen ein geringerer prozentualer Anteil an konvexen Kondylen festzustellen. Der Anteil an leichten oder moderaten Deviationen war bei Mädchen höher als bei Jungen.

5 Diskussion

Adaptationsvorgänge des im Wachstum befindlichen Kiefergelenks sind bisher nicht systematisch untersucht worden. Daher sind die vorhandenen Kenntnisse über die Diskusposition, die Pars posterior, die bilaminäre Zone sowie über spezifische Kondylenpositionen oder Umbauvorgänge des Kondylus im Kindes- und Jugendalter gering. Die detaillierte Kenntnis über Adaptationsvorgänge des im Wachstum befindlichen Kiefergelenks ist aber von außerordentlicher Bedeutung, da kranio-mandibuläre Funktionsstörungen zum Beispiel im Zusammenhang mit einer kieferorthopädischen Behandlung frühzeitig korrigiert bzw. therapiert werden können.

In der vorliegenden Studie wurde der Fokus auf die Erkennung von adaptiven und degenerativen Prozessen des Kiefergelenks im Kindes- und Jugendalter gelegt. Dabei wurden MRT-Aufnahmen sowohl für die rechte als auch für die linke Seite von Kiefergelenken ausgewertet. Aufgrund des geringen Unterschieds, der zwischen den beiden Seiten festgestellt werden konnte und da rechts weniger nicht beurteilbare Fälle auftraten, wurden in der vorliegenden Studie die Ergebnisse anhand der rechten Seite dargestellt. Die geringe Diskrepanz der beiden Seiten stimmt mit den Untersuchungen durch Widmalm et al. überein. Sie untersuchten 248 Kiefergelenke mittels Autopsie und konnten keine signifikante Diskrepanz zwischen den Veränderungen am rechten und am linken Kiefergelenk der jeweiligen Personen feststellen (Widmalm, Westesson, Kim, et al. 1994).

Der Anteil an nicht beurteilbaren Kiefergelenken in der vorliegenden Studie war relativ hoch. Bei spezifischen Fragestellungen, die eine Kombination verschiedener Merkmale wie z.B. eine Fibrosierung der bilaminären Zone in Abhängigkeit von einer Diskusverlagerung betrafen, potenzierten sich die Anteile von nicht beurteilbaren Kiefergelenken. Der hohe Anteil an nicht beurteilbaren Kiefergelenken erklärt sich dadurch, dass die Magnetresonanztomographie zwar als der Goldstandard zur Beurteilung des Kiefergelenks gilt, aber keine sehr kindgerechte Art der Untersuchung ist, obwohl sie noninvasiv ist und ohne ionisierende Strahlung auskommt, was beides für eine Anwendung bei Kindern spricht. Aber wie schon Funk et al. festhielten, hängt die Kooperation der untersuchten Kinder sehr von ihrem jeweiligen Entwicklungsstand ab (Funk, Horauf, Held et al. 1997). Funk et al. zufolge zwingen die Dauer der MRT-Untersuchung, der Lärm des Gerätes, das minutenlange stille Liegen in einem engen Raum und die weiteren Umstände wie z.B. der wirtschaftliche Betrieb eines solchen

Großgerätes, eigentlich zu einer tiefen Sedierung jüngerer Kinder, um eine konstant hohe Bildqualität zu erreichen.

In der vorliegenden Studie wurden die Kinder und Jugendlichen vor der Anfertigung der MRT-Aufnahmen nicht sediert. Es konnte festgestellt werden, dass der prozentuale Anteil der nicht beurteilbaren MRT-Aufnahmen in den beiden jüngeren Altersgruppen also der 7- bis 11-Jährigen und 12- bis 15-Jährigen deutlich höher lag als in den beiden älteren Altersgruppen der 16- bis 18-Jährigen und 19- bis 21-Jährigen, was mit der Studie von Funk et al. im Einklang steht. Es zeigt sich also, dass man älteren Kindern den Ablauf und die Umstände einer MRT-Untersuchung eher erklären kann und es für sie dann einfacher ist, die Untersuchung durchzuhalten.

Dennoch sind MRT-Aufnahmen für eine Diagnostik des Kiefergelenks grundsätzlich unumgänglich (Paesani, Westesson, Hatala, et al. 1992), was auch anhand der vorliegenden Studie deutlich wird. Durch den technischen Fortschritt gibt es zudem immer mehr offene und leisere MRT-Geräte, die Kindern weniger Angst machen und das bewegungslose Liegen vereinfachen. Nach den Erfahrungen der vorliegenden Studie, empfiehlt sich die Anwendung solcher neuerer Geräte gerade bei jüngeren Kindern.

5.1 Diskusposition

In der Literatur wurde bisher die spezifische Diskusposition bei Kindern und Jugendlichen nicht untersucht. Wenn sie in bisherigen Studien überhaupt betrachtet wurde, dann nur in Form einer anterioren Diskusverlagerung. Weder andere Arten der Diskuspositionen noch eine dreidimensionale Sicht des Discus articularis wurden berücksichtigt. Auch die Reposition des Discus articularis wurde bisher nicht innerhalb der Entwicklungsperiode des Kiefergelenks analysiert.

Sowohl bei den Kiefergelenken der rechten als auch der linken Seite zeigten mehr als die Hälfte der Kinder und Jugendlichen eine Diskusverlagerung (rechts rund 54% und links rund 53%). Bei der genaueren Betrachtung der Kiefergelenke getrennt nach Geschlecht fiel allerdings ein deutlicher Unterschied zwischen Mädchen und Jungen auf. Während Mädchen auf der rechten Seite zu rund 67% eine Diskusverlagerung aufwiesen, zeigten Jungen nur zu 34% eine Diskusverlagerung. Bei dieser Feststellung ist darauf hinzuweisen, dass bei Mädchen rund 23% der Kiefergelenke nicht auswertbar

waren, während dieser Anteil bei Jungen mit rund 48% knapp die Hälfte der Gruppe betraf.

In der Literatur dominieren Studien, in denen weibliche Patienten deutlich mehr und auch fortgeschrittenere Störungen des kranio-mandibulären Systems zeigen als die männlichen Patienten desselben Alters. Major et al. untersuchten Kinder und Jugendliche in etwa der gleichen Altersgruppe wie in der vorliegenden Studie von 7 bis 20 Jahren (Major, Kinniburgh, Nebbe, et al. 2002). Nach dieser Studie konnten signifikante Unterschiede bezüglich der Diskusverlagerung zwischen den Geschlechtern festgestellt werden. Major et al. bestimmten dabei nicht die Anzahl der vorhandenen Diskusverlagerungen, sondern den Abstand, um den der Discus articularis nach anterior verlagert war. Sie stellten bei Mädchen eine Verlagerung von durchschnittlich 2,59 mm und bei Jungen von durchschnittlich 1,04 mm fest.

Bei der Studie von Widmalm et al. hingegen wurden Diskusverlagerungen von Frauen und Männern im Alter von 65 bis 84 Jahren untersucht (Widmalm, Westesson, Kim, et al. 1994). Nach dieser Studie konnte in der Altersgruppe bis 80 Jahre kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern in Bezug auf das Auftreten einer Diskusverlagerung festgestellt werden (Diskusverlagerungen bei Männer in 54,7% und bei Frauen in 57,6% der Fälle). Ab einem Alter von 80 Jahren waren dagegen auch in der Studie von Widmalm et al. in der weiblichen Gruppe deutlich mehr Diskusverlagerungen (74,3%) als bei den Männern (51,4%) zu beobachten.

In der vorliegenden Studie wurden die vorhandenen Diskusverlagerungen weiter nach verschiedenen Formen unterteilt. Von den 161 Kiefergelenken der rechten Seite mit Diskusverlagerung zeigten, wie in Abb. 12 im Kapitel 4.1.1 (Ergebnisse zur Diskusposition) dargestellt ist, 18,6% eine Tendenz zur Diskusverlagerung und 49,7% eine eindeutige Diskusverlagerung. Während bei Jungen mehr Tendenzen zur Diskusverlagerung vorlagen, überwog bei Mädchen deutlich der Anteil an eindeutigen Diskusverlagerungen. Die Tabelle 10 im Kapitel 4.1.1 (Ergebnisse zur Diskusposition) ist dessen ungeachtet mit steigendem Alter bei beiden Geschlechtern eine eindeutige Zunahme des Anteils an eindeutigen Diskusverlagerungen zu entnehmen, wobei die Mädchen aber insgesamt eine höhere Prävalenz zur eindeutigen Diskusverlagerung zeigten.

Bei der eindeutigen partiellen Diskusverlagerung war die weitere Unterteilung der 14 Kinder (8,7%) besonders interessant. Die 14 Kinder teilten sich in 13 Kinder mit einer

anteromedialen partiellen Diskusverlagerung (dies entspricht 92,8% der Gruppe mit einer eindeutigen partiellen Diskusverlagerung) und in nur ein Kind mit einer anterolateralen partiellen Diskusverlagerung (7,2%) auf. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Studien von Bumann et al. und de Bont et al. (Bumann und Lotzmann 2000, de Bont, Boering, Liem, et al. 1986). Auch in diesen Studien tritt bei einer partiellen Diskusverlagerung zu 90% die anteromediale Diskusverlagerung und nur zu 10% die anterolaterale Diskusverlagerung auf.

In der vorliegenden Studie lagen sowohl die einzige anterolaterale partielle Diskusverlagerung als auch die vier seitlichen Diskusverlagerungen bei Mädchen vor. Die Annahme, dass Diskusverlagerungen bei Mädchen häufiger und fortgeschrittener vorliegen, konnte also auch in der vorliegenden Studie beobachtet werden.

Die oben erläuterten Ergebnisse zum Auftreten der verschiedenen Arten der Diskusverlagerung sind vor allem deshalb wichtig, um bereits bei der Diagnose von Veränderungen des kranio-mandibulären Systems bei Kindern und Jugendlichen rechtzeitig eingreifen zu können.

Aufgrund des relativ hohen Anteils an nicht in allen Schichten beurteilbaren Bildern ergaben sich teilweise sehr kleine Untergruppen. So bestand beispielsweise die Gruppe der Jungen aus der jüngsten Altersgruppe (7 bis 11 Jahre) aus 24 Jungen, bei denen in fünf Fällen eine Diskusverlagerung visuell erfasst werden konnte. Diese fünf Jungen teilten sich in drei Kinder mit einer Tendenz zur Diskusverlagerung und ein Kind mit einer eindeutigen Diskusverlagerung auf. Bei einem der fünf Jungen konnte die festgestellte Diskusverlagerung keiner Untergruppe eindeutig zugeordnet werden. Eine solche Verteilung konnte auch in den anderen Altersgruppen festgestellt werden. Es zeigte sich nämlich, dass Jungen deutlich häufiger eine Tendenz zur Diskusverlagerung aufwiesen als eindeutige Diskusverlagerungen auftraten. Für eine weitergehende Analyse wäre dennoch eine größere Stichprobe mit einer größeren Anzahl auswertbarer MRT-Aufnahmen hilfreich gewesen.

Diskusverlagerungen können danach eingeteilt werden, ob es bei Kieferöffnung zu einer partiellen oder totalen Reposition des Discus articularis kommt oder nicht. Partielle Repositionen bei Erwachsenen wurden von anderen Autoren kaum beschrieben und es findet sich bisher keine Studie, die sich mit partiellen Repositionen bei Kindern und Jugendlichen systematisch auseinandersetzt. Dies wurde in der vorliegenden Studie zum ersten Mal systematisch analysiert. Die Reposition des Discus articularis wurde

einerseits unabhängig von der Form der Diskusverlagerung und andererseits in Abhängigkeit der verschiedenen Formen der Diskusverlagerung untersucht (spezifische Diagnose).

In Bezug auf die Diskusreposition wurde unabhängig von der Form der Diskusverlagerung festgestellt, dass 52,8% (85 Kiefergelenke) der Kinder und Jugendlichen mit einer Diskusverlagerung auch eine Diskusreposition vorwiesen, davon fast alle (83 Kiefergelenke) sogar vollständig reponierten. Nur bei drei Kindern kam es zu einer partiellen Diskusreposition. In einer der wenigen Studien, die sich mit der partiellen Reposition des Discus articularis beschäftigt, stellte Papadopoulos partielle Repositionen im Zusammenhang mit einer Diskusverlagerung bei Erwachsenen auch nur zu einem sehr geringen Anteil von 4% fest (Papadopoulos 2004).

Bei der getrennten Betrachtung der Ergebnisse der vorliegenden Studie nach Geschlecht, war ein deutlicher Unterschied zu erkennen. Dies ist in Tabelle 11 in Kapitel 4.1.2 (Ergebnisse zur Diskusreposition) dargestellt. Die Jungen wiesen zu 57,1% eine vollständige bzw. totale Reposition vor, während sie bei Mädchen nur in 48,7% der Fälle auftrat. Unter den drei festgestellten partiellen Repositionen befanden sich nur Mädchen. Interessant war auch der Anteil an Kiefergelenken ohne Diskusreposition, welcher unabhängig vom Geschlecht, mit zunehmendem Alter deutlich anstieg. Trotzdem gab es dabei deutlich mehr Mädchen ohne Diskusreposition als Jungen. Foucart et al. beschrieben in ihrer Untersuchung von 545 Patienten eine Häufigkeitsverteilung von nur 26% der Kiefergelenke mit einer Diskusverlagerung mit Reposition und 52% der Kiefergelenke mit einer Diskusverlagerung ohne Reposition (Foucart, Carpentier, Pajoni et al. 1998). Diese Ergebnisse weichen stark von den Ergebnissen der vorliegenden Studie ab. Es gilt allerdings zu bedenken, dass es sich bei den durch Foucart et al. untersuchten Patienten um am Kiefergelenk erkrankte Erwachsene handelte. In der sehr jungen Altersgruppe der 7- bis 21-Jährigen, die im Rahmen dieser Studie untersucht wurden, ist mit zunehmendem Alter schon eine deutliche Zunahme der Kiefergelenke ohne Reposition vorzufinden. Bei Mädchen erreicht der Anteil der nicht reponierenden Disci 39,5% und bei Jungen 27,3%.

Bei der Reposition des Discus articularis in Abhängigkeit von den verschiedenen Formen der Diskusverlagerung (spezifische Diagnose) zeichnete sich eine deutliche Verschlechterung der Reposition bei einer eindeutigen Diskusverlagerung im Vergleich zur Tendenz zur Diskusverlagerung ab. Während bei einer eindeutigen Diskusverlagerung nur noch 50% der Kiefergelenke eine totale Reposition bei der Kieferöffnung vorwiesen und 37,5% gar keine Diskusreposition mehr zeigten, waren es bei einer Tendenz zur Diskusverlagerung noch 90% der Kiefergelenke, die eine totale Reposition vorwiesen. Die restlichen 10% waren nicht beurteilbar. Kiefergelenke ohne Reposition oder mit partieller Reposition kamen bei einer Tendenz zur Diskusverlagerung gar nicht vor. Die deutlich voneinander abweichenden Ergebnisse der Repositionsarten im Zusammenhang mit dem Typ der Diskusverlagerung stehen im Einklang mit den Ergebnissen von Kurita et al.. Die Autoren stellten in ihrer Studie fest, dass es einen direkten Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Diskusverlagerung und dem Vermögen einer Diskusreposition gibt (Kurita, Ohtsuka, Kobayashi, et al. 2000). Sie kamen zu dem Ergebnis, dass bei einer Diskusverlagerung ohne Reposition der Discus articularis weiter anterior liegt als bei einer Diskusverlagerung mit Reposition. Foucart et al. stellten zudem eine Zunahme der degenerativen Veränderungen bei der Diagnose der Diskusverlagerung ohne Reposition fest (Foucart, Carpentier, Pajoni, et al. 1998). De Leeuw et al. stellten ebenfalls fest, dass die Pars posterior des Discus articularis bei Kiefergelenken mit Diskusverlagerung und Reposition oft noch physiologisch geformt ist und bei Diskusverlagerungen ohne Reposition dann häufiger in ihrer Form verändert ist (de Leeuw, Boering, van der Kuijl, et al. 1996). Wajima et al. konnten in 58,3% der Fälle einer Diskusverlagerung mit Reposition eine Deformation des Discus articularis nachweisen und in 77,3% der Fälle einer Diskusverlagerung ohne Reposition (Wajima, Sannta, Yazaki, et al. 1989). Diese Studien verdeutlichen die Dringlichkeit schon in jungen Jahren eine Diskusverlagerung zu erkennen und zu therapieren um damit das Vermögen der Reposition aufrecht zu erhalten und um dadurch die Pars posterior vor adaptiven und degenerativen Folgen zu schützen.

5.2 Pars posterior

Die Morphologie der Pars posterior des Discus articularis ist für die Stabilität des Diskus-Kondylus-Komplexes von entscheidender Bedeutung. Durch die bikonvexe Form sorgt sie für den Halt des Discus articularis auf dem Kondylus. Durch Adaptationsvorgänge aufgrund kranialer und dorsokranialer Belastungen kann die Pars posterior abflachen (Bumann und Lotzmann 2000, de Bont, Boering, Liem, et al. 1986, Gallo 2005). Die Abflachung entwickelt sich von biplanar zu keilförmig. Bei Kindern und Jugendlichen wurde die Form der Pars posterior bisher nicht untersucht. Doch gerade im Zusammenhang mit der Entwicklung des gesamten kranio-mandibulären Systems und therapeutischen Maßnahmen wie der kieferorthopädischen Behandlung, sollten Kenntnisse über mögliche Missstände vorhanden sein. Bei rein retraler Belastung kann ein verlagertes Discus articularis trotzdem seine physiologische Form behalten. Auch das Ausmaß der Reposition spielt, wie im vorherigen Abschnitt der Studie beschrieben, im Hinblick auf die Veränderung der Pars posterior eine Rolle. Die Kondylenposition und -form beeinflussen die Pars posterior ebenfalls.

Unabhängig von einer vorhandenen Diskusverlagerung wurden in den untersuchten Altersgruppen bei Mädchen je nach untersuchter Schicht zwischen rund 50% und 54% physiologisch geformte Pars posteriores festgestellt, während bei Jungen sogar zwischen rund 57% und 67% physiologisch bikonvexe Pars posteriores vorlagen. In allen drei untersuchten Schichten der MRT-Aufnahmen wurden im Vergleich der Geschlechter bei Mädchen ein höherer Anteil an abgeflachten Formen festgestellt als bei Jungen. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Studien von Bumann et al., de Bont et al. und Gallo (Bumann und Lotzmann 2000, de Bont, Boering, Liem, et al. 1986, Gallo 2005), traten Veränderungen und Degenerationen des Kiefergelenks zuerst im lateralen Gelenkanteil auf. Sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen zeigte sich in der lateralen Schicht der höchste Anteil an keilförmigen Pars posteriores und verringerte sich sukzessiv bis zur medialen Schicht. Diese Entwicklung ist in Abb. 36 zusammenfassend dargestellt.

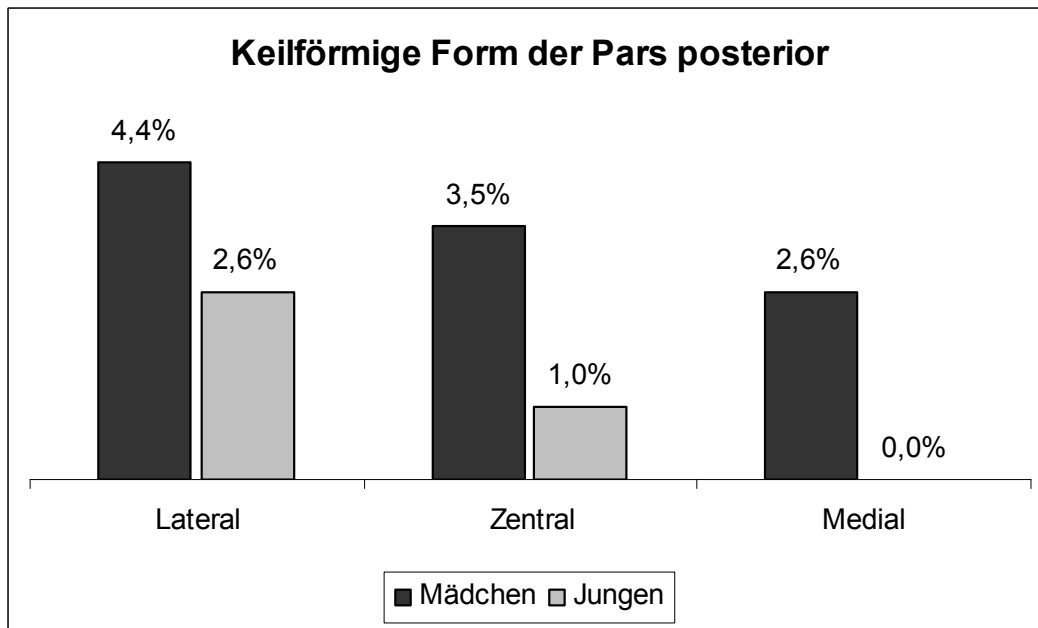


Abb. 36: Keilförmige Formen der Pars posterior in den Gelenkanteilen.
Bei beiden Geschlechtern war eine deutliche Abnahme von der lateralen zur medialen Schicht zu beobachten (Mädchen n=178; Jungen n=122).

Auch der Anteil an biplanaren Formen der Pars posterior lag bei beiden Geschlechtern in der lateralen Schicht mit ca. 46% bzw. 40% am höchsten, wie auch in Abb. 16 im Kapitel 4.2.1 (Ergebnisse zur Pars posterior) dargestellt ist. Bei Mädchen verringerte sich der Anteil an biplanaren Pars posteriores zur zentralen und medialen Schicht, während er sich bei Jungen vom lateralen zum zentralen Gelenkanteil ebenfalls verringerte, aber im medialen Gelenkanteil wieder anstieg.

Zusammenfassend konnte bezüglich der Form der Pars posterior festgestellt werden, dass schon bei den untersuchten Kindern und Jugendlichen, ungeachtet der guten Anpassungsfähigkeit, der laterale Gelenkanteil besonders von degenerativen Veränderungen betroffen ist. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass bei dieser jungen Altersgruppe auch ohne eine vorhandene Diskusverlagerung schon bis zu 46% der Mädchen und bis zu 40% der Jungen eine biplanar abgeflachte Form der Pars posterior und bis zu 4,4% der Mädchen und 2,6% der Jungen eine keilförmige Form der Pars posterior aufwiesen. Dieser hohe Anteil an adaptierten Formen der Pars posterior auch ohne Diskusverlagerung deutet darauf hin, dass eine unphysiologische Belastung vorlag, die jedoch noch nicht zur Überdehnung des Stratum inferius und damit zu einer Verlagerung des Discus articularis ausreichte.

Flores-Mir et al. stellten fest, dass eine Abnormalität des Discus articularis häufig entsteht, wenn der Unterkieferast sich im Laufe des Wachstums nicht ausreichend nach unten bewegt, so dass der Kondylus Druck auf die Pars posterior ausübt (Flores-Mir, Nebbe, Heo et al. 2006).

Interessant war auch die Feststellung, dass in der vorliegenden Studie Mädchen weit häufiger adaptierte Formen der Pars posterior – vor allem die keilförmige Form – zeigten. Dies unterstützt nochmals die These, dass kranio-mandibuläre Adaptationen in der weiblichen Population vermehrt auftreten.

Bei Vorliegen einer Diskusverlagerung war der prozentuale Anteil an degenerativen Veränderungen der Pars posterior bei beiden Geschlechtern höher. In allen drei untersuchten Gelenkanteilen fiel der Anteil an bikonvexen Formen der Pars posterior und stieg der Anteil der biplanar oder keilförmig abgeflachten Formen der Pars posterior. Dafür kann als Erklärungsansatz angeführt werden, dass gerade bei einer Tendenz zur Diskusverlagerung, bei der die Pars posterior dem Kondylus noch aufsitzt, zwar die Belastung der knöchernen Gelenkanteile durch die Pars posterior abgedämpft wird, aber diese Mehrbelastung Deformationen der Pars posterior begünstigt. Auch bei Vorliegen einer Diskusverlagerung konnte im Rahmen dieser Studie bei Mädchen ein höherer prozentualer Anteil an abgeflachten Formen der Pars posterior gegenüber Jungen festgestellt werden. Ebenso war bei beiden Geschlechtern der laterale Gelenkanteil auch bei einer Diskusverlagerung stärker von Veränderungen betroffen als die beiden anderen untersuchten Gelenkanteile.

Es bleibt in zukünftigen Studien zu untersuchen, womit die je nach Geschlecht unterschiedliche Häufigkeit an adaptierten Formen der Pars posterior zusammenhängt. Da nur kraniale und dorsokraniale Belastungsvektoren zu einer Abflachung des Discus articularis führen (Bumann und Lotzmann 2000), erscheint es möglich, dass bei Mädchen die Muskeln oder Bänder, die zu kranialen und dorsokraniellen Belastungen führen, stärker sind. Bonjardim et al. stellten bei den von ihnen untersuchten Kindern bei Mädchen eine höhere Empfindlichkeit des M. pterygoideus bei Palpation fest (Bonjardim, Gaviao, Pereira, et al. 2005). Dies könnte über die Positionierung des Kondylus indirekt zu einer Überlastung und damit zu Adaptationen der Pars posterior führen. Ob andere Muskeln oder Bänder auch unterschiedlich reagieren und welche Auswirkungen das haben könnte, muss noch intensiver erforscht werden.

Die Kiefergelenke der Kinder und Jugendlichen wurden in der vorliegenden Studie schließlich dahingehend untersucht, ob sich die Form der Pars posterior bei geöffnetem gegenüber geschlossenem Kiefer und damit bei Veränderung der Kondylenposition veränderte. Mehr als die Hälfte der untersuchten Kiefergelenke veränderte sich nicht. Im Fall einer Veränderung nach Kieferöffnung, war der laterale Gelenkanteil häufiger davon betroffen als der zentrale oder mediale Gelenkanteil. Das ist deshalb interessant, da Adaptationen der Form der Pars posterior ebenfalls vornehmlich im lateralen Gelenkanteil zu beobachten waren. Es kann vermutet werden, dass bei Kieferöffnung eine größere Belastung des Kondylus im lateralen Gelenkanteil vorliegt, die dann zur Veränderung der Form der Pars posterior führt.

Bei einer getrennten Betrachtung der Geschlechter zeigten sich zunächst gleiche Tendenzen, da die meisten Pars posteriores keine Veränderung nach der Kieferöffnung aufwiesen. Aber bei näherer Betrachtung war ein deutlicher Unterschied zu beobachten. Dies wird in Abb. 18 und Abb. 19 im Kapitel 4.2.2 (Ergebnisse zur Form der Pars posterior bei geöffnetem Kiefer) deutlich. Während die Jungen eindeutig mehr Kiefergelenke ohne Veränderung der Pars posterior zeigten als die Mädchen, lag bei Mädchen sowohl der Anteil der verbesserten als auch der verschlechterten Formen der Pars posterior höher als bei Jungen. Es konnte festgestellt werden, dass bei der Kieferöffnung die Pars posteriores der Mädchen anders reagieren als die der Jungen. Dies kann an unterschiedlichen anatomischen Verhältnissen von Mädchen und Jungen liegen.

So stellten Ren et al. bei Frauen einen um 4 bis 5 Grad reduzierten Winkel der Eminentia articularis fest (Ren, Isberg und Westesson 1995). Dies kann zu einer anderen Kondylenposition bei Kieferöffnung führen als bei Männern und somit auch einen anderen Druck auf die Pars posterior ausüben. Die Autoren Lubsen et al. verglichen den Aufbau von Kondylen bei Männern und Frauen im Alter von 18 bis 36 Jahren (Lubsen, Hansson, Nordstrom et al. 1987). Sie konnten keinen Unterschied im Aufbau der „reifen“ Kondylen feststellen. Aber bei den untersuchten Männern lagen im höheren Alter noch Kondylen im „unreifen“ Stadium vor. Das „unreife“ Stadium der Kondylen zeigte sich in einer dickeren Schicht der Weichgewebe und einer reduzierten Knochenquantität und -dicke. Unterschiede in der Kondylenform von Mädchen und Jungen können ebenfalls zu unterschiedlichen Belastungen der Pars posterior führen. Freesmeyer et al. stellten eine Beeinflussung der Kondylenbewegung bei Kieferöffnung durch das Ligamentum laterale fest (Freesmeyer und Stehle 1988). Aber auch

okklusale Verhältnisse, wie zum Beispiel ein tiefer Biss, verändern die Bewegungsbahn des Kondylus und seine Position bei Kieferöffnung. Die Ursache für die unterschiedliche Reaktion der Pars posterior bei Mädchen und Jungen auf die Kieferöffnung muss in weiteren Studien noch detaillierter untersucht werden.

In der vorliegenden Studie konnte mit steigendem Alter kein starkes Fortschreiten der Adaptationen der Pars posterior beobachtet werden und zwar weder unabhängig vom Vorliegen einer Diskusverlagerung, noch bei vorhandener Diskusverlagerung oder in Abhängigkeit von der Kieferöffnung. Die Adaption der Pars posterior nimmt nicht erst mit zunehmendem Alter und mit zunehmender Dauer einer Überbelastung zu, sondern die Überbelastung scheint schnell zu Formveränderungen zu führen.

Zusammenfassend unterstreichen die Ergebnisse die Notwendigkeit, bei Kindern und Jugendlichen verstärkt auf das Kiefergelenk zu achten und frühzeitig präventiv einzugreifen, um auch die Pars posterior zu schützen.

5.3 Bilaminäre Zone

Fibrosierungen der bilaminären Zone sind progressive Adaptationserscheinungen und weisen auf eine verstärkte funktionelle Belastung hin. Bei Kindern und Jugendlichen gibt es bisher keine systematische Untersuchung über die Prävalenz zur Fibrosierung. In der Literatur existieren weder Aussagen dazu, ob Fibrosierungen in bestimmten Gelenkanteilen verstärkt auftreten, noch ob alle Gelenkanteile davon zeitgleich betroffen sind.

In der vorliegenden Studie wurden die Kiefergelenke der Kinder und Jugendlichen systematisch auf eine Prävalenz zur Fibrosierung untersucht. Dabei wurde der Fokus auf die von einer Fibrosierung betroffenen Gelenkanteile gelegt. Zunächst wurde unabhängig von einer Diskusverlagerung geprüft, wie viele Gelenkanteile in der untersuchten Altersgruppe eine Fibrosierung aufwiesen. Des Weiteren wurde analysiert, welche Gelenkanteile besonders von Fibrosierungen betroffen waren.

In der vorliegenden Studie stellte sich heraus, dass 68% der Kiefergelenke in mindestens einer Schicht Fibrosierungen aufwiesen. Ein Drittel der Kiefergelenke (29,3%) zeigte eine Fibrosierung aller drei untersuchten Schichten. Bei der getrennten Betrachtung der Geschlechter und der Altersgruppen, fiel unabhängig vom Geschlecht ein starker Anstieg der bilaminären Zonen mit Fibrosierung aller drei Schichten mit

zunehmendem Alter auf. Gerade zwischen den Altersgruppen der 12- bis 15-Jährigen und der 16- bis 18-Jährigen war ein deutlicher Sprung zu beobachten. Der Anteil an Fibrosierungen in allen drei Schichten stieg bei Mädchen von 20,0% auf 40,3% und bei Jungen von 19,7% auf 38,1%, was jeweils ungefähr einer Verdopplung entspricht. Isberg et al. kamen im Rahmen ihrer Studien zu dem Ergebnis, dass es für beide Geschlechter einen statistisch relevanten Höhepunkt in der Prävalenz zu kranio-mandibulären Störungen während der Pubertät gibt (Isberg, Hagglund und Paesani 1998). Darüber hinaus konnten Isberg et al. zeigen, dass Mädchen im Teenageralter sogar ein viermal so hohes Risiko haben, eine Diskusverlagerung und Schmerzen der bilaminären Zone zu entwickeln als später in ihrem Leben.

Dibbets et al. stellten drei Phasen von Wachstumsschüben und Verlagerungen des Unterkiefers fest (Dibbets und Dijkman 1997). Danach erfolgt der erste Wachstumsschub parallel zur Dentition des ersten bleibenden Frontzahnes, der zweite parallel zur Dentition des ersten bleibenden Molaren und der dritte zeitgleich mit der Dentition des zweiten bleibenden Molaren. Der zweite bleibende Molar bricht bei Kindern im Alter von ca. 12 Jahren durch und es kommt zu einer Verlagerung des Unterkiefers. Durch die damit zusammenhängenden neuen Bewegungsabläufe kann es zu einer Überlastung der bilaminären Zone kommen, die sich dann in dem festgestellten sprunghaften Anstieg der Fibrosierung bei den 16- bis 18-Jährigen zeigt.

In der vorliegenden Studie war die Prävalenz zur Fibrosierung aller drei Gelenkanteile bei Mädchen deutlich höher als bei Jungen. Die Jungen dagegen zeigten häufiger eine Fibrosierung von zwei Schichten. Erstaunlich war, dass die Fibrosierung mehrerer Gelenkanteile unabhängig vom Geschlecht häufiger auftrat, als die Fibrosierung in nur einer Schicht.

Weiterhin wurde untersucht, welcher Gelenkanteil überhaupt eine höhere Prävalenz zur Fibrosierung zeigte. Dabei stellte sich klar die zentrale Schicht als der Gelenkanteil mit der höchsten Prävalenz zur Fibrosierung heraus. Dies entspricht den Ergebnissen von Norer et al., die degenerative Veränderungen der bilaminären Zone vor allem im zentralen Drittel entdeckten (Norer, Pomaroli und Dietze 1989).

Bei der Betrachtung der Fibrosierung von einzelnen Schichten getrennt nach Geschlecht waren zwei Besonderheiten zu beobachten. Erstens stieg der prozentuale Anteil der Kiefergelenke mit Fibrosierung bei beiden Geschlechtern mit zunehmendem Alter an. Während die Mädchen insgesamt einen Anstieg um rund 13% zeigten, war er

bei Jungen mit rund 46% deutlich höher. In Summe wiesen die Jungen gegenüber Mädchen eine um 6% höhere Prävalenz zur Fibrosierung der zentralen Schicht auf.

Zweitens zeigten Mädchen nur in der Altersgruppe der 7- bis 11-Jährigen eine höhere Prävalenz zur Fibrosierung als die Jungen. In den anderen Altersgruppen wiesen die Jungen einen höheren Anteil an Fibrosierungen auf.

Die Fibrosierung zeigt als einzige Fragestellung in der vorliegenden Studie mit zunehmendem Alter eine Änderung der Prävalenz zwischen den Geschlechtern. Diese Ergebnisse konnten ebenso in der lateralen und medialen Schicht beobachtet werden.

Die Fibrosierung der bilaminären Zone wurde auch in Abhängigkeit einer Diskusverlagerung untersucht. Bei einer vorliegenden Diskusverlagerung zeigten alle drei untersuchten Gelenkanteile unabhängig von Alter und Geschlecht eine erhöhte Prävalenz zur Fibrosierung.

Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von Gu et al., die bei einer vorhandenen Diskusverlagerung den Verlust von Funktion und Anordnung der elastischen Fasern in der bilaminären Zone feststellten (Gu, Wu, Feng et al. 2002). In der vorliegenden Studie lag auch bei vorhandener Diskusverlagerung die höchste Prävalenz zur Fibrosierung der bilaminären Zone in der zentralen Schicht. Außerdem zeigten wiederum die Mädchen in der jüngsten Altersgruppe eine höhere Prävalenz zur Fibrosierung, während in allen anderen Altersgruppen die Jungen einen höheren Anteil an Fibrosierungen der bilaminären Zone aufwiesen.

In der medialen und zentralen Schicht zeigten die Jungen in der jüngsten Altersgruppe bei vorhandener Diskusverlagerung keine Fibrosierung, während sie in den anderen Altersgruppen Anteile an Fibrosierungen zwischen 50% und 91% vorwiesen. Dies ist möglicherweise auf die geringe Anzahl an Jungen in der Altersgruppe der 7- bis 11-Jährigen zurückzuführen. In dieser Gruppe gab es nur 5 Kinder mit einer Diskusverlagerung, wovon drei keine Fibrosierung zeigten und zwei bezüglich einer Fibrosierung nicht beurteilbar waren.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stimmen mit denen von Mazza et al. überein, dass Fibrosierungen der bilaminären Zone eng mit dem Ausmaß des „internal derangements“ zusammenhängen (Mazza, Stasolla, Kharrub, et al. 2004). Bei einer vorhandenen Diskusverlagerung war bei den untersuchten Kindern und Jugendlichen eine deutliche Erhöhung des prozentualen Anteils an Kiefergelenken mit Fibrosierung der bilaminären Zone festzustellen. Auch Müller-Leise et al. gaben an, dass es bei der

Vorverlagerung des Discus articularis neben anderen Problemen auch zu einer Überdehnung und Ausdünnung der bilaminären Zone kommt (Müller-Leisse, Augthun, Bauer, et al. 1997, Müller-Leisse, Augthun, Roth et al. 1996).

Eine Funktion der bilaminären Zone ist es, die Gelenkflächen zur Ernährung und Schmierung mit Synovialflüssigkeit zu versorgen. Im Falle einer Diskusverlagerung und Überdehnung der bilaminären Zone geschieht das nur noch bedingt bis gar nicht. Das kann bei einer heranwachsenden Person zum Zerreißen und dem Untergang der proliferativen Zellen führen, was wiederum das Wachstum der Kondylen und der knöchernen Eminentia stören kann (Major, Kinniburgh, Nebbe, et al. 2002).

Interessant ist der sprunghafte Anstieg der Fibrosierung bei Jungen ab der Altersgruppe der 12- bis 15-Jährigen. Das kann eventuell mit dem präpubertären Wachstumsschub zusammenhängen, der bei Jungen zwischen 12 und 13 Jahren einsetzt, während er bei Mädchen bereits mit ca. 10 Jahren eintritt. Außerdem neigen Jungen ab einem Alter von 12 Jahren insgesamt deutlich eher zu Fibrosierungen als Mädchen. Allerdings fällt auf, dass sofern eine Fibrosierung in mindestens einer Schicht vorliegt, bei Mädchen häufiger alle drei Gelenkanteile von einer Fibrosierung betroffen sind als bei Jungen. Weitere, unter anderem auch mikroskopische Studien, müssen klären, ob eventuell ein Unterschied im Aufbau der bilaminären Zone oder welche anderen denkbaren Faktoren zu der unterschiedlichen Anpassungsfähigkeit der bilaminären Zone zwischen den Geschlechtern führen.

5.4 Kondylenposition und -form

In zahlreichen Studien wird der Zusammenhang zwischen der Kondylenposition und kranio-mandibulären Störungen, vor allem einer Diskusvorverlagerung, hergestellt (Blaschke, Solberg und Sanders 1980, Bonilla-Aragon, Tallents, Katzberg et al. 1999, Gateno, Anderson, Xia, et al. 2004, Incesu, Taskaya-Yilmaz, Ogutcen-Toller et al. 2004, Kinniburgh, Major, Nebbe, et al. 2000, Kurita, Ohtsuka, Kobayashi, et al. 2001, Pullinger 1987, Rammelsberg, Jager und Duc 2000, Ronquillo, Guay, Tallents, et al. 1988). Ob dabei die veränderte Kondylenposition durch die Diskusverlagerung bedingt wird, oder andersherum die veränderte Kondylenposition eine Diskusverlagerung begünstigt, ist noch nicht abschließend geklärt (Kinniburgh, Major, Nebbe, et al. 2000, Kurita, Ohtsuka, Kobayashi, et al. 2003). Bei Kindern und Jugendlichen wurde ferner noch nicht untersucht, in welche Richtung der Kondylus sich verlagern kann. So wurden kaudale

und kraniale Kondylenverlagerungen zum Beispiel gar nicht berücksichtigt. Dies kann aber wichtige Hinweise auf die Entwicklung der Kondylenposition und des gesamten kranio-mandibulären Systems geben. Olmos et al. stellten fest, dass die Kondylenposition die Kopfposition beeinflusst (Olmos, Kritz-Silverstein, Halligan et al. 2005). Daher ist es von Bedeutung, schon in früher Kindheit die wahre dreidimensionale Kondylenposition genau zu kennen. Eine unphysiologische Kopfposition wirkt sich wiederum auf die Wirbelsäule sowie auf die gesamte Haltung und Muskulatur des Kindes aus und kann zu den bekannten Folgeschäden führen.

In der vorliegenden Studie zeigte sich unabhängig von einer Diskusverlagerung eine Abweichung von der konzentrischen Kondylenposition mit 47% vor allem im zentralen Gelenkanteil. Die Ergebnisse sind in Abb. 24, Abb. 26 und Abb. 28 im Kapitel 4.4.1 (Ergebnisse zur Kondylenposition) dargestellt. Dabei gab es deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Während Mädchen, wie in Abb. 25, Abb. 27 und Abb. 29 im Kapitel 4.4.1 dargestellt, in allen drei Gelenkanteilen vor allem retral (posterior) verlagerte Kondylen vorwiesen, zeigten Jungen vor allem ventral (anterior) verlagerte Kondylen.

Die vom Geschlecht abhängige unterschiedliche Kondylenposition deckt sich mit den Ergebnissen von Kinniburgh et al., die ebenfalls Kinder und Jugendliche im Alter von 7 bis 20 Jahren untersuchten (Kinniburgh, Major, Nebbe, et al. 2000) und dabei Unterschiede in der Kondylenposition der Geschlechter fanden. Mögliche weitere Erklärungen bieten die Studien von Lubsen et al. und Ren et al. Die Autoren Lubsen et al. stellten bei den von ihnen untersuchten Männern eine vermehrte Anzahl an Kondylen mit einem „unreifen“ Stadium fest (Lubsen, Hansson, Nordstrom, et al. 1987). Das „unreife“ Stadium der Kondylen zeichnete sich durch eine dickere Schicht der Weichgewebe und einer reduzierten Knochenquantität und -dicke aus. Dies kann zu einer anderen Kondylenposition als bei den Frauen führen. Eine weitere Erklärung könnte die Gesamtgröße der Kondylen und der Fossa temporalis sein. Ren et al. kamen zu dem Ergebnis, dass der Winkel der Eminentia bei Frauen um 4 bis 5 Grad reduziert ist, was auch zu einer anderen Kondylenposition gegenüber der Kondylenposition der Männer führen kann (Ren, Isberg und Westesson 1995). Die Ergebnisse beider Studien geben Erklärungen für eine Kondylenposition der Frauen, die sich mehr superior befand als die der Männer.

In der vorliegenden Studie konnte kein wesentlicher Unterschied in der kranialen (superioren) Kondylenposition zwischen den Geschlechtern festgestellt werden. Der

Gegensatz zwischen den Geschlechtern zeigte sich vor allem in ventroretroaler Richtung, wo in allen drei untersuchten Gelenkanteilen klare geschlechtsspezifische Kondylenpositionen erkennbar waren. Die Mädchen neigten deutlich zu retral positionierten und die Jungen zu ventral positionierten Kondylen. Pullinger et al. stellten bei symptomlosen Frauen ebenfalls mehr distal positionierte Kondylen fest als bei den von ihnen untersuchten Männern (Pullinger, Hollender, Solberg et al. 1985). Die neuromuskuläre Positionierung des Kondylus lässt bei Mädchen und Jungen einen unterschiedlich starken Zug der Muskeln und Bänder am Kondylus vermuten. Eine weitere Erklärung wären unterschiedliche kraniofaziale Wachstumsmuster der Mädchen und Jungen. Kikuchi et al. nehmen an, dass die Kondylenposition vom kraniofazialen Wachstumsmuster beeinflusst wird (Kikuchi, Takeuchi, Tanaka, et al. 2003). Weitere Studien sind notwendig um die Ursachen im Detail erforschen zu können.

In Bezug auf das zunehmende Alter konnte keine besondere Entwicklung der Kondylenposition festgestellt werden.

Interessant war die erhöhte Prävalenz einer Kondylenverlagerung in der zentralen Schicht. Dies kann ein Grund für den höheren Anteil an Fibrosierungen der bilaminären Zone in der zentralen Schicht sein. In welchem Umfang dieser Zusammenhang zutrifft, muss durch weitergehende Studien untersucht werden.

Im Zusammenhang mit einer vorhandenen Diskusverlagerung fand sich in allen drei untersuchten Gelenkanteilen eine Erhöhung des prozentualen Anteils an retral und kranial verlagerten Kondylen, während der Anteil an ventral und kaudal verlagerten Kondylen sank. Der Anteil von Kondylen in konzentrischer Position verhielt sich in den untersuchten Schichten unterschiedlich. Er stieg im lateralen und medialen Gelenkanteil und zeigte dagegen in der zentralen Schicht einen leicht verminderten Anteil. Die Gegenüberstellung der Kondylenposition unabhängig von einer Diskusverlagerung und mit vorhandener Diskusverlagerung sind Abb. 30, Abb. 31 und Abb. 32 im Kapitel 4.4.1 zu entnehmen.

Die gewonnenen Erkenntnisse stehen im Einklang mit den Ergebnissen von Gateno et al. und Rammelsberg et al., die unter Kiefergelenken mit einer anterioren Diskusverlagerung einen größeren Anteil an retral und kranial verlagerten Kondylen feststellten (Gateno, Anderson, Xia, et al. 2004, Rammelsberg, Jager und Duc 2000). Dabei kam die retrale Verlagerung meist 2,4 mal so häufig vor, wie die kraniale Verlagerung. Dieser Zusammenhang konnte in der vorliegenden Studie in der lateralen

Schicht bestätigt werden. Kraniale Kondylenverlagerungen traten zu 8,6% auf und 2,4 mal so häufig (20,1%) kamen die retralen Kondylenverlagerungen vor. In der zentralen und medialen Schicht wiesen die untersuchten Kiefergelenke einen etwas erhöhten prozentualen Anteil an retral positionierten Kondylen auf. Die Autoren Gateno et al. gaben nicht an, auf welchen Gelenkanteil sich ihre Untersuchung bezog. Sie sprachen auch davon, dass sich dieses Verhältnis meist einstellte, aber nicht immer. Pullinger stellte bei einem Vergleich der Kondylenposition einmal ohne und einmal mit Diskusverlagerung auch einen deutlichen Rückgang der anterior verlagerten Kondylen von 30% auf 17% und einen deutlichen Anstieg der retral verlagerten Kondylen von 27% auf 54% fest (Pullinger 1987).

Diese Tendenz konnte in der vorliegenden Studie ebenfalls in allen Altersgruppen und allen Gelenkanteilen festgestellt werden, wenn die prozentualen Anteile auch weitaus geringer (ca. immer die Hälfte) ausfielen. Das mag am Alter der untersuchten Patienten gelegen haben, da Kinder und Jugendliche tendenziell noch weniger verlagerte Kondylen aufweisen. Allerdings stellte Pullinger bei einer Diskusverlagerung auch einen deutlichen Rückgang der konzentrisch positionierten Kondylen von 43% auf 29% fest, was in der vorliegenden Studie nicht festgestellt werden konnte. In der Studie liegt in der zentralen Schicht zwar ein leichter Rückgang vor, doch in der lateralen und medialen Schicht steigt der Anteil an konzentrisch positionierten Kondylen. Eine mögliche Erklärung könnten die Ergebnisse von Kurita et al. bieten (Kurita, Ohtsuka, Kobayashi, et al. 2001), die feststellten, dass die Kondylenposition sehr vom Ausmaß der Diskusverlagerung abhängt. Bei einer leichten Diskusverlagerung ist der Kondylus oft nach retral verschoben. Wird die Diskusverlagerung stärker, kehrt der Kondylus in seine konzentrische Position zurück.

Über die kaudale Kondylenverlagerung im Zusammenhang mit einer Diskusverlagerung liegen gerade bei Kindern und Jugendlichen in der Literatur keine Studien vor. In der vorliegenden Studie konnte im Zusammenhang mit einer Diskusverlagerung eine Verringerung des prozentualen Anteils in allen untersuchten Gelenkanteilen beobachtet werden. Dies zeigt, dass bei Kindern und Jugendlichen der Kondylus bei vorhandener Diskusverlagerung auch eher retral oder kranial verlagert ist.

Wie schon Bonilla-Aragon et al. feststellten, wurde auch im Rahmen der vorliegenden Studie eine enge Beziehung zwischen einer Diskusverlagerung und vermehrt verlagerten Kondylen festgestellt. Aber im Fall einer veränderten Kondylenposition kann

nicht generell auf eine Diskusverlagerung geschlossen werden (Bonilla-Aragon, Tallents, Katzberg, et al. 1999). In der Literatur werden verschiedene Erklärungen für die im Zusammenhang mit einer Diskusverlagerung vermehrt nach retral positionierten Kondylen diskutiert (Ren, Isberg und Westesson 1995):

1. Die Kondylen sind aufgrund des limitierten Platzes nach der Diskusverlagerung nach retral verschoben.
2. Die Kondylen sind posterior positioniert und stellen einen prädisponierenden Faktor für eine Diskusverlagerung dar.
3. Die Kondylen adaptieren sich in der posterioren Position aufgrund des knöchernen Umbaus nach der Diskusverlagerung.

Im Hinblick auf die junge untersuchte Population erscheinen die ersten beiden Punkte als Erklärungsansätze denkbar. Ein knöcherner Umbau, der zu einer posterioren Kondylenposition führt, ist bei den Kindern und Jugendlichen aber nicht vorauszusetzen. Es bedarf weiterer (longitudinaler) Studien mit Kindern und Jugendlichen, um den Zusammenhang und die mögliche Prädisposition zwischen einer Diskusverlagerung und der Kondylenposition besser verstehen zu können.

Unabhängig von einer Diskusverlagerung werden in der Literatur auch vorzeitige Kontakte im Molarenggebiet auf Protrusionsfacetten genannt, die die Kondylen in eine retrale Position zwingen (Freemeyer 1993). Da es sich bei den untersuchten Kindern und Jugendlichen um Personen handelt, die zur kieferorthopädischen Beratung vorstellig wurden, ist eine unphysiologische Okklusion mit solchen Vorkontakten gut als Erklärung denkbar.

Bei der Einzelfallbetrachtung waren in den drei untersuchten Gelenkanteilen verschiedene Diagnosen bezüglich der Kondylenverlagerung festzustellen. So kam es vor, dass der Kondylus eines Kindes zum Beispiel in der lateralen MRT-Aufnahme eine nach distal verlagerte Position aufwies, in der zentralen Schicht nicht verlagert war und in der medialen Schicht eine anterior verlagerte Position feststellbar war. Daher ist eine wichtige Erkenntnis dieser Studie, dass die Bestimmung einer Kondylenverlagerung mittels MRT-Aufnahmen unbedingt anhand aller Gelenkanteile erfolgen muss. Es ist nicht möglich, von einer verlagerten Kondylenposition zu sprechen, so lange nur eine Schicht untersucht wurde.

Die Kondylenform wurde bisher bei Kindern und Jugendlichen weder systematisch noch in allen Gelenkanteilen untersucht. Sie ist für die gesamte Dynamik des Kiefergelenks bedeutend, weil der Discus articularis lateral und medial am Kondylus anheftet (Kurita, Ohtsuka, Kobayashi et al. 2003). Kommt es zum Beispiel als Folge einer Arthritis zu einer Verkürzung des Gelenkkopfes und damit zu einem Verlust der vertikalen Abstützung durch den Kondylus, kann sogar ein frontal offener Biss auftreten (Mahan 1983). Eine veränderte Form des Kondylus beeinflusst auch seine eigene Bewegungsbahn. So stellten Tsuruta et al. im Zusammenhang mit einer veränderten Form des Kondylenköpfchens eine höhere Mobilität des Kondylus bei Kieferöffnung fest (Tsuruta, Yamada, Hanada et al. 2004). Dies äußert sich in einer Deviation bei Kieferöffnung.

In dieser Studie wurde die knöcherne Form des Kondylus in allen drei Gelenkanteilen betrachtet. Während sowohl in der älteren als auch in der neueren Literatur die Deformation des Kondylus meist lateral beginnt (Hansson und Oberg 1977, Kurita, Ohtsuka, Kobayashi, et al. 2003), konnte dies in der vorliegenden Studie bei Kindern und Jugendlichen nicht so eindeutig festgestellt werden. Die unabhängig von einer Diskusverlagerung beobachteten Kondylenformen sind in der Abb. 34 im Kapitel 4.4.2 (Ergebnisse der Kondylenform) dargestellt. Die Ergebnisse der leichten Deviation stimmten mit den vorgestellten Studien überein. Sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen wies die laterale Schicht den höchsten prozentualen Anteil an leichten Deviationen auf, welcher sich in der zentralen und medialen Schicht verringerte. Anders sah es bezüglich der moderaten Deviation des Kondylenköpfchens aus. Diese trat bei Mädchen in der zentralen Schicht und bei Jungen in der medialen Schicht am häufigsten auf. Es kann also im Zusammenhang mit der leichten Deviation, also der beginnenden Adaptation, durchaus eine Prävalenz des lateralen Gelenkanteils gesehen werden, was aber bei der weiter adaptierten moderaten Deviation nicht mehr gilt.

Bezüglich des Alters war bei Mädchen und Jungen die gleiche Tendenz zu erkennen. Mit zunehmendem Alter sank der Anteil konvexer Kondylen und der Anteil an leichten und moderaten Deviationen stieg drastisch. Dies ist in Tabelle 15 im Kapitel 4.4.2 (Ergebnisse zur Kondylenform) dargestellt.

Die Mädchen zeigten unabhängig von der untersuchten Schicht eine höhere Anzahl an veränderten Formen der Kondylen als die Jungen. Das könnte einerseits an der bekannten und in der vorliegenden Studie immer wiederkehrenden höheren Prävalenz der Mädchen zu kranio-mandibulären Störungen liegen. Andererseits ist davon

auszugehen, dass die Kondylen der Mädchen im Vergleich zu denen der Jungen in der gleichen Altersgruppe kleiner sind und sich dadurch häufiger als deformiert darstellen. Diese Erklärung dürfte vor allem bei den jüngeren Altersgruppen zutreffen, da mit steigendem Alter auch bei Mädchen der Kondylus eine beurteilbare Größe einnehmen müsste.

Buschang et al. stellten zwischen Jungen und Mädchen einen Unterschied in der Richtung und Geschwindigkeit des Wachstums der Kondylen fest (Buschang und Santos-Pinto 1998). Aber auch das Alter veränderte die Richtung des Kondylenwachstums. Jungen zeigten demnach ein signifikant mehr superiores Wachstum des Kondylus während der Pubertät als während der Kindheit. Inwieweit das Wachstum sich auf die Adaptation auswirkt, sollte Gegenstand weiterer Studien sein.

Durch einen vorverlagerten Discus articularis wird seine Anheftung am Kondylus überdehnt und die veränderte Gelenkdynamik sowie ein damit scherender Stress kann zu Remodellationen führen. Wenn sich der Körper nicht mehr anpassen kann, kann es zur Osteoarthritis kommen (Kinniburgh, Major, Nebbe, et al. 2000). Es konnte in der vorliegenden Studie festgestellt werden, dass auch bei Kindern und Jugendlichen, das noch wachsende Kiefergelenk bei einer Diskusverlagerung vermehrt mit einer Veränderung der Kondylenform reagiert. Wie auch bei Kindern und Jugendlichen ohne Diskusverlagerung waren bei Mädchen deutlich mehr Kondylen mit einer Deviation der Form vorzufinden als bei Jungen.

Ob es sich bei den Kindern und Jugendlichen eher um adaptive oder gar degenerative Veränderungen der Kondylenform handelt, sollte in weiteren Studien untersucht werden.

Die Schwierigkeit bei der Untersuchung der Kondylenform von Kindern und Jugendlichen liegt zum einen darin, den Kondylus mit einer MRT-Schicht so zu treffen, dass eine aussagefähige Beurteilung möglich ist. Es kann dazu kommen, dass sich ein Kondylus zwar als deformiert darstellt, aber dabei nur ungünstig angeschnitten ist. Zum anderen befindet sich bei Kindern und Jugendlichen der den Kondylus kontinuierlich umgebende Knochen noch im Wachstum und ist nicht vor dem 20. Lebensjahr vollständig entwickelt (Ingervall, Carlsson und Thilander 1976), so dass die Beurteilung des Kondylus weiter erschwert wird. Des Weiteren stellten Thilander et al. (Thilander, Carlsson und Ingervall 1976) bis zu einem Alter von 15 Jahren eine relativ dicke proliferative knorpelige Zone am Kondylus fest, deren Dicke später abnahm. Diese

dicke knorpelige Schicht mag die Form des Kondylus auch im MRT verändert erscheinen lassen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie konnte festgestellt werden, dass Diskusverlagerungen auch schon bei Kindern und Jugendlichen verschiedene Symptome der kranio-mandibulären Funktionsstörungen begünstigen. Alle untersuchten Teilbereiche und Adaptionen zeigten in der Gruppe der Kinder mit Diskusverlagerung einen höheren prozentualen Anteil bzw. eine fortgeschrittene Adaptation. Oft fiel der Vergleich mit bekannten Studien schwer, da die Altersgruppe der 7- bis 21-jährigen Kinder und Jugendlichen bisher nicht systematisch und detailliert untersucht wurde.

Durch diese systematische Untersuchung konnte festgestellt werden, dass bekannte kranio-mandibuläre Funktionsstörungen sich schon in frühen Jahren abzeichnen und Entwicklungen zu den bekannten Ergebnissen bei Erwachsenen im frühen Stadium des wachsenden Kiefergelenks festzustellen sind. Aber nicht immer sind alle Gelenkanteile gleichermaßen von Adaptationen betroffen. Aufgrund der hohen Anzahl an Befunden im Rahmen der vorliegenden Studie muss der Schluss gezogen werden, dass bei Kindern und Jugendlichen vermehrt auf das Kiefergelenk geachtet werden muss, auch unter Verwendung von MRT-Aufnahmen, um alle Gelenkanteile beurteilen zu können.

Eine höhere Prävalenz der Mädchen für Störungen wurde in allen untersuchten Bereichen der vorliegenden Studie, mit Ausnahme der Fibrosierung festgestellt. In der Literatur finden sich mehrere Erklärungsansätze für diese Prävalenz. Zum Beispiel wird ein Zusammenhang zwischen psychosozialen Faktoren und Kiefergelenksproblemen genannt. Offenbar spielt bei Kindern und Jugendlichen in der Entwicklung von kranio-mandibulären Funktionsstörungen psychischer und physischer Stress eine größere Rolle als dentale Faktoren (Bonjardim, Gaviao, Pereira, et al. 2005, List, Wahlund und Larsson 2001). In wie weit Mädchen mit mehr psychosozialen Stress belastet sind, konnte in der vorliegenden Studie nicht differenziert werden. Isberg et al. stützen durch ihre Studie einen Höhepunkt in der Prävalenz zu symptomatischen Diskusverlagerungen während der Pubertät und ein höheres Risiko der Mädchen (Isberg, Hagglund und Paesani 1998). Weitere mögliche Gründe wie unterschiedlich starke Bänder bzw. Muskeln und der mikroskopische oder makroskopische Aufbau des Kiefergelenks wurden in dieser Studie schon eingehend beschrieben. Entscheidend für die Behandlung von Kindern und Jugendlichen ist es, diese Prävalenz zu kennen. Dadurch

kann gerade bei Mädchen eine erhöhte Aufmerksamkeit auf Veränderungen des Kiefergelenks hinweisen und zu rechtzeitigem Handeln führen.

6 Zusammenfassung

Ausgangspunkt der vorliegenden Studie war die Erkenntnis, dass es bisher nur eine unzureichende Anzahl an Studien gibt, die das Kiefergelenk von Kindern und Jugendlichen in Bezug auf adaptive und degenerative Prozesse umfassend untersuchen. Es existiert keine systematische Analyse über die verschiedenen Arten von Diskusverlagerungen, die den häufigsten Befund bei kranio-mandibulären Funktionsstörungen darstellen. Als weitere Adaptionerscheinungen treten vor allem Veränderungen der Form der Pars posterior, Fibrosierungen der bilaminären Zone oder Veränderungen der Kondylenposition und -form auf. Ziel dieser Arbeit war die Analyse von adaptiven und degenerativen Prozessen des Kiefergelenks im Kindes- und Jugendalter von 7 bis 21 Jahren anhand einer Stichprobe von 300 Kindern und Jugendlichen.

Viele der existierenden Studien bei Kindern und Jugendlichen zu dieser Thematik stützen sich auf Fragebögen oder Untersuchung klinischer Parameter wie zum Beispiel die Palpation der Muskeln. Diese Methoden lassen aber nur eine unzureichende Beurteilung der untersuchten Strukturen des Kiefergelenks zu. In der vorliegenden Studie wurde daher als Verfahren zur Diagnostik des Kiefergelenks die Magnetresonanztomographie gewählt. Als bildgebendes Verfahren wird sie als „Goldstandard“ zur Beurteilung von Veränderungen des Kiefergelenks und insbesondere des Discus articularis bezeichnet. Die Magnetresonanztomographie zeichnet sich durch eine hohe interindividuelle Reproduzierbarkeit aus und benötigt keine ionisierende Strahlung.

In der vorliegenden Studie wurde ein systematisches zweistufiges Auswertungsverfahren der Kiefergelenke angewandt. Die erste Stufe dieses Verfahrens entsprach einer visuellen 2D-Befundung nach Bumann und in der zweiten Stufe wurden die Ergebnisse zu einem dreidimensionalen Gesamtbild zusammengefügt. Dabei wurden die verschiedenen Arten von Diskusverlagerungen jeweils in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht systematisch untersucht. Weiterhin wurde ein möglicher Einfluss von Diskusverlagerungen auf andere Strukturen des Kiefergelenks wie auf die Pars posterior, auf die bilaminäre Zone oder auf den Kondylus analysiert.

In der untersuchten Stichprobe wurde ein hoher Anteil an Diskusverlagerungen festgestellt. Dabei zeigte sich allerdings ein deutlicher Unterschied zwischen den Geschlechtern. Mädchen zeigten zu 67% eine Diskusverlagerung und Jungen zu 34%. In den meisten Studien, die sich mit kranio-mandibulären Funktionsstörungen beschäftigen,

wird eine höhere Prävalenz von Frauen bei kranio-mandibulären Funktionsstörungen im Vergleich zu Männern festgestellt.

In dieser Studie steig der Anteil an Kindern ohne Reposition des Discus articularis mit zunehmendem Alter an, wobei auch hier bei Mädchen häufiger adaptierte Befunde auftraten. Die Anzahl an reponierenden Disci verschlechterte sich bei der Gegenüberstellung von Kiefergelenken mit einer Tendenz zu Diskusverlagerung und denen mit einer eindeutigen Diskusverlagerung.

Bezüglich der Form der Pars posterior konnte in Übereinstimmung mit anderen Studien festgestellt werden, dass der laterale Gelenkanteil besonders von Adaptationserscheinungen betroffen war. Eine erhöhte Anzahl an adaptierten Formen der Pars posterior wurde bei Mädchen im Vergleich zu Jungen festgestellt. Bei einer vorhandenen Diskusverlagerung wiesen die untersuchten Kinder und Jugendlichen vermehrt adaptierte Formen der Pars posterior auf.

Mit zunehmendem Alter nahm der Anteil an Fibrosierungen der bilaminären Zone zu. Als Besonderheit in Bezug auf das Geschlecht war festzustellen, dass Fibrosierungen die einzige Adaptationsform darstellten, bei der Jungen eine höhere Prävalenz zu Adaptationen zeigten als Mädchen.

Bei den Kondylenverlagerungen, die in der vorliegenden Studie auch zu einem hohen Prozentsatz festgestellt wurde, konnten große geschlechtsspezifische Unterschiede in der Richtung der Kondylenverlagerung beobachtet werden. Während Mädchen in erster Linie zur retralen Kondylenverlagerung tendierten, zeigten Jungen vor allem ventral verlagerte Kondylen. Bei vorhandener Diskusverlagerung konnten vermehrt retral und kranial verlagerte Kondylen festgestellt werden.

Mit fortschreitendem Alter stieg der Anteil an Kondylen mit Veränderungen der Form des Kondylenköpfchens stark an. Mädchen zeigten unabhängig vom untersuchten Gelenkanteil oder Alter eine höhere Prävalenz als Jungen. Im Zusammenhang mit einer Diskusverlagerung wurden erhöhte Anteile an veränderten Kondylenformen festgestellt. In der vorliegenden Studie konnte festgestellt werden, dass sich Funktionsstörungen des Kiefergelenks bereits im Kindes- und Jugendalter abzeichnen. Diskusverlagerungen scheinen weitere Adaptationen des Kiefergelenks zu begünstigen. Aus diesem Grund ist ihre frühzeitige Erkennung wichtig. Die häufig höhere Prävalenz bei kranio-mandibulären Funktionsstörungen von Mädchen gegenüber Jungen sollte in weiteren Untersuchungen vertiefend analysiert werden. Dabei sollte die Erforschung möglicher Ursachen im Mittelpunkt stehen.

Summary in English: MRT-Analysis of the Temporomandibular Joint (TMJ) at the age childhood and adolescence

Magnet resonance images (MRI) of the temporomandibular joint (right and left side) from 300 children and adolescents which were moment of recording at the age between 7 and 21 years have been studied. The MRIs have been analyzed in a two-stage evaluation procedure. The first stage corresponded to the visual analysis according to Bumann in the form of 2D-diagnostic findings. As second stage 3D-diagnostic findings of the MRIs have been accomplished in order to merge the results of the individual layers into a 3D-overall picture of the respective structure. Especially the articular disk position, shaping of the pars posterior, possible fibrosis of the bilaminar zone, the condyle position and deformations of the condyle have been analyzed.

Regarding all research questions a high number of diagnostic findings for the children and adolescents analyzed could be identified. In doing so significant differences between the male and female gender emerged. Girls showed more adaptations of the TMJ than boys. With increasing age of the children and adolescents the adaptations rose in numbers. Especially the increase of additional diagnostic findings of children and adolescents with disc displacement was striking.

In all analyzed TMJs differences between the male and female gender could be found. Apart from the fibrosis of the bilaminar zone girls more often adapted structures of the TMJ. With increasing age the percentage of TMJ with adaptations rose for both genders. With existing disc displacements more adaptations of additional TMJ structures could be identified. The high amount of diagnostic findings shows the necessity to observe in a more intense manner beginning degenerations of the TMJ at the age of childhood and adolescence.

7 Literaturverzeichnis

Bailly, A. L., Williams, M., Mattozza, F., et al., Imagerie de l'articulation temporo-mandibulaire., *Ann Radiol (Paris)*, 1990, 33, 7-8: 398-407

Bamber, M. A., Abang, Z., Ng, W. F., et al., The effect of posture and anesthesia on the occlusal relationship in orthognathic surgery, *J Oral Maxillofac Surg*, 1999, 57, 10: 1164-72; discussion 1172-4

Beek, M., Aarnts, M. P., Koolstra, J. H., et al., Dynamic properties of the human temporomandibular joint disc, *J Dent Res*, 2001, 80, 3: 876-80

Bell, K. A., Jones, J. P., Miller, K. D., et al., The added gradient echo pulse sequence technique: application to imaging of fluid in the temporomandibular joint, *AJNR Am J Neuroradiol*, 1993, 14, 2: 375-81

Benigno, M. I., Azeredo, R. A., Lemos, J. L., et al., The structure of the bilaminar zone in the human temporomandibular joint: a light and scanning electron microscopy study in young and elderly subjects, *J Oral Rehabil*, 2001, 28, 2: 113-9

Blaschke, D. D., Solberg, W. K., Sanders, B., Arthorgraphy of the temporomandibular joint: review of current status, *J Am Dent Assoc*, 1980, 100, 3: 388-95

Bonilla-Aragon, H., Tallents, R. H., Katzberg, R. W., et al., Condyle position as a predictor of temporomandibular joint internal derangement, *J Prosthet Dent*, 1999, 82, 2: 205-8

Bonjardim, L. R., Gaviao, M. B., Carmagnani, F. G., et al., Signs and symptoms of temporomandibular joint dysfunction in children with primary dentition, *J Clin Pediatr Dent*, 2003, 28, 1: 53-8

Bonjardim, L. R., Gaviao, M. B., Pereira, L. J., et al., Anxiety and depression in adolescents and their relationship with signs and symptoms of temporomandibular disorders, *Int J Prosthodont*, 2005, 18, 4: 347-52

Bonjardim, L. R., Gaviao, M. B., Pereira, L. J., et al., Signs and symptoms of temporomandibular disorders in adolescents, *Pesqui Odontol Bras*, 2005, 19, 2: 93-8

Brooks, S. L., Brand, J. W., Gibbs, S. J., et al., Imaging of the temporomandibular joint: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1997, 83, 5: 609-18

Bumann, A., Landeweer, G. G., Reziproke Knackphänomene. Zuverlässigkeit der Axiographie., *Phillip J*, 1991, Vol. 8, No. 6: 377-9

Bumann, A., Lotzmann, U., Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien - Band 12 Farbatlant der Zahnmedizin, Stuttgart, New York, Thieme Verlag, 2000

Buschang, P. H., Santos-Pinto, A., Condylar growth and glenoid fossa displacement during childhood and adolescence, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1998, 113, 4: 437-42

Carlsson, G. E., Magnusson, T., Egermark, I., Prediction of demand for treatment of temporomandibular disorders based on a 20-year follow-up study, *J Oral Rehabil*, 2004, 31, 6: 511-7

Chacon, G. E., Dawson, K. H., Myall, R. W., et al., A comparative study of 2 imaging techniques for the diagnosis of condylar fractures in children, *J Oral Maxillofac Surg*, 2003, 61, 6: 668-72; discussion 673

Cirbus, M. T., Smilack, M. S., Beltran, J., et al., Magnetic resonance imaging in confirming internal derangement of the temporomandibular joint, *J Prosthet Dent*, 1987, 57, 4: 488-94

Costen, J. B., A syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of the temporomandibular joint. 1934, *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1997, 106, 10 Pt 1: 805-19

de Bont, L. G., Boering, G., Liem, R. S., et al., Osteoarthritis and internal derangement of the temporomandibular joint: a light microscopic study, *J Oral Maxillofac Surg*, 1986, 44, 8: 634-43

de Bont, L. G., Dijkgraaf, L. C., Stegenga, B., Epidemiology and natural progression of articular temporomandibular disorders, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1997, 83, 1: 72-6

de Bont, L. G., Liem, R. S., Havinga, P., et al., Fibrous component of the temporomandibular joint disk, *Cranio*, 1985, 3, 4: 368-73

de Bont, L. G., Stegenga, B., Pathology of temporomandibular joint internal derangement and osteoarthrosis, *Int J Oral Maxillofac Surg*, 1993, 22, 2: 71-4

de Bont, L. G., van der Kuijl, B., Stegenga, B., et al., Computed tomography in differential diagnosis of temporomandibular joint disorders, *Int J Oral Maxillofac Surg*, 1993, 22, 4: 200-9

de Leeuw, R., Boering, G., van der Kuijl, B., et al., Hard and soft tissue imaging of the temporomandibular joint 30 years after diagnosis of osteoarthrosis and internal derangement, *J Oral Maxillofac Surg*, 1996, 54, 11: 1270-80; discussion 1280-1

De Mot, B., Casselman, J., Widelec, J., L'imagerie de l'articulation temporo-mandibulaire., *Rev Belge Med Dent*, 1997, 52, 1: 283-303

dental-netz, Kiefergelenk, 2007, <http://www.dental-netz.de/links/gifs/kiefergelenk.jpg>, Stand 23.7.2007

Dibbets, J. M., Dijkman, G. E., The postnatal development of the temporal part of the human temporomandibular joint. A quantitative study on skulls, *Ann Anat*, 1997, 179, 6: 569-72

Dixon, D. C., Diagnostic imaging of the temporomandibular joint, *Dent Clin North Am*, 1991, 35, 1: 53-74

-
- Drace, J. E., Enzmann, D. R.**, Defining the normal temporomandibular joint: closed-, partially open-, and open-mouth MR imaging of asymptomatic subjects, *Radiology*, 1990, 177, 1: 67-71
- Egermark-Eriksson, I., Carlsson, G. E., Ingervall, B.**, Prevalence of mandibular dysfunction and orofacial parafunction in 7-, 11- and 15-year-old Swedish children, *Eur J Orthod*, 1981, 3, 3: 163-72
- Eriksson, L., Westesson, P. L., Macher, D., et al.**, Creation of disc displacement in human temporomandibular joint autopsy specimens, *J Oral Maxillofac Surg*, 1992, 50, 8: 869-73
- Farrar, W. B.**, Differentiation of temporomandibular joint dysfunction to simplify treatment, *J Prosthet Dent*, 1972, 28, 6: 629-36
- Flores-Mir, C., Nebbe, B., Heo, G., et al.**, Longitudinal study of temporomandibular joint disc status and craniofacial growth, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2006, 130, 3: 324-30
- Foucart, J. M., Carpentier, P., Pajoni, D., et al.**, MR of 732 TMJs: anterior, rotational, partial and sideways disc displacements, *Eur J Radiol*, 1998, 28, 1: 86-94
- Freesmeyer, W. B.**, Zahnärztliche Funktionstherapie, München, Wien, Hanser- Verlag, 1993
- Freesmeyer, W. B., Stehle, C. M.**, Zur Biomechanik der Kiefergelenkbewegung., *Dtsch Zahnärztl Z*, 1988, 43, 2: 199-208
- Freesmeyer, W. B., Tobien, M.**, Phonognathographie in der Kiefergelenkdiagnostik., *Dtsch Zahnärztl Z*, 1989, 44, 3: 169-72
- Freesmeyer, W., Bumann, A., Fuhr, K., et al.**, Nomenklaturvorschläge der Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik innerhalb der DGZMK, *Dtsch Zahnärztl Z*, 1992, 47, 347-347
- Funk, W., Horauf, K., Held, P., et al.**, Anästhesie zur Magnetresonanztomographie bei Neonaten, Säuglingen und Kleinkindern., *Radiologe*, 1997, 37, 2: 159-64
- Gallo, L. M.**, Modeling of temporomandibular joint function using MRI and jaw-tracking technologies--mechanics, *Cells Tissues Organs*, 2005, 180, 1: 54-68
- Gateno, J., Anderson, P. B., Xia, J. J., et al.**, A comparative assessment of mandibular condylar position in patients with anterior disc displacement of the temporomandibular joint, *J Oral Maxillofac Surg*, 2004, 62, 1: 39-43
- Geering-Gaerny, M., Rakosi, T.**, Initialsymptome von Kiefergelenksstörungen bei Kindern im Alter von 8-14 Jahren, *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd*, 1971, 81, 8: 691-712
- Gernet, W., Rammelsberg, P.**, Kiefergelenkserkrankungen und Funktionsstörungen, in: **N. u. E. Schwenzer, M. (Hrsg.): Zahnärztliche Chirurgie 3**; Stuttgart; Thieme Verlag; Seite 263-309, 2000
-

Grosfeld, O., Czarnecka, B., Musculo-articular disorders of the stomatognathic system in school children examined according to clinical criteria, *J Oral Rehabil*, 1977, 4, 2: 193-200

Gross, A., Bumann, A., Hoffmeister, B., Elastic fibers in the human temporomandibular joint disc, *Int J Oral Maxillofac Surg*, 1999, 28, 6: 464-8

Gu, Z., Wu, H., Feng, J., et al., Adaptive alterations of elastic fibers in the bilaminar zone of rabbit temporomandibular joint following disc displacement, *Chin Med J (Engl)*, 2002, 115, 12: 1772-6

Gu, Z. Y., Hu, J. A., Feng, J. Y., et al., Disc-like changes and type II collagen mRNA expression in the bilaminar zone of rabbit temporomandibular joint following disc displacement, *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, 2003, 38, 4: 292-4

Haiter-Neto, F., Hollender, L., Barclay, P., et al., Disk position and the bilaminar zone of the temporomandibular joint in asymptomatic young individuals by magnetic resonance imaging, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2002, 94, 3: 372-8

Hans, M. G., Lieberman, J., Goldberg, J., et al., A comparison of clinical examination, history, and magnetic resonance imaging for identifying orthodontic patients with temporomandibular joint disorders, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1992, 101, 1: 54-9

Hansson, T., Oberg, T., Arthrosis and deviation in form in the temporomandibular joint. A macroscopic study on a human autopsy material, *Acta Odontol Scand*, 1977, 35, 3: 167-74

Harms, S. E., Wilk, R. M., Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint, *Radiographics*, 1987, 7, 3: 521-42

Harms, S. E., Wilk, R. M., Wolford, L. M., et al., The temporomandibular joint: magnetic resonance imaging using surface coils, *Radiology*, 1985, 157, 1: 133-6

Harms, V., *Biomathematik Statistik und Dokumentation*, 7. Auflage, Kiel, Harms Verlag, 1998

Heffez, L., Jordan, S., A classification of temporomandibular joint disk morphology, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1989, 67, 1: 11-9

Helms, C. A., Kaplan, P., Diagnostic imaging of the temporomandibular joint: recommendations for use of the various techniques, *AJR Am J Roentgenol*, 1990, 154, 2: 319-22

Incesu, L., Taskaya-Yilmaz, N., Ogutcen-Toller, M., et al., Relationship of condylar position to disc position and morphology, *Eur J Radiol*, 2004, 51, 3: 269-73

Ingervall, B., Carlsson, G. E., Thilander, B., Postnatal development of the human temporomandibular joint. II. A microradiographic study, *Acta Odontol Scand*, 1976, 34, 3: 133-9

- Isberg, A., Hagglund, M., Paesani, D.,** The effect of age and gender on the onset of symptomatic temporomandibular joint disk displacement, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1998, 85, 3: 252-7
- Kaplan, P. A., Helms, C. A.,** Current status of temporomandibular joint imaging for the diagnosis of internal derangements, *AJR Am J Roentgenol*, 1989, 152, 4: 697-705
- Katzberg, R. W., Tallents, R. H.,** Normal and abnormal temporomandibular joint disc and posterior attachment as depicted by magnetic resonance imaging in symptomatic and asymptomatic subjects, *J Oral Maxillofac Surg*, 2005, 63, 8: 1155-61
- Kikuchi, K., Takeuchi, S., Tanaka, E., et al.,** Association between condylar position, joint morphology and craniofacial morphology in orthodontic patients without temporomandibular joint disorders, *J Oral Rehabil*, 2003, 30, 11: 1070-5
- Kinniburgh, R. D., Major, P. W., Nebbe, B., et al.,** Osseous morphology and spatial relationships of the temporomandibular joint: comparisons of normal and anterior disc positions, *Angle Orthod*, 2000, 70, 1: 70-80
- Kurita, H., Ohtsuka, A., Kobayashi, H., et al.,** The relationship between the degree of disk displacement and ability to perform disk reduction, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2000, 90, 1: 16-20
- Kurita, H., Ohtsuka, A., Kobayashi, H., et al.,** Resorption of the lateral pole of the mandibular condyle in temporomandibular disc displacement, *Dentomaxillofac Radiol*, 2001, 30, 2: 88-91
- Kurita, H., Ohtsuka, A., Kobayashi, H., et al.,** A study of the relationship between the position of the condylar head and displacement of the temporomandibular joint disk, *Dentomaxillofac Radiol*, 2001, 30, 3: 162-5
- Kurita, H., Ohtsuka, A., Kobayashi, H., et al.,** Alteration of the horizontal mandibular condyle size associated with temporomandibular joint internal derangement in adult females, *Dentomaxillofac Radiol*, 2002, 31, 6: 373-8
- Kurita, H., Ohtsuka, A., Kobayashi, H., et al.,** Relationship between increased horizontal condylar angle and resorption of the posterosuperior region of the lateral pole of the mandibular condyle in temporomandibular joint internal derangement, *Dentomaxillofac Radiol*, 2003, 32, 1: 26-9
- Kurita, H., Ohtsuka, A., Kobayashi, H., et al.,** Resorption of the postero-superior corner of the lateral part of the mandibular condyle correlates with progressive TMJ internal derangement, *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2003, 32, 4: 363-7
- Kurita, H., Uehara, S., Yokochi, M., et al.,** A long-term follow-up study of radiographically evident degenerative changes in the temporomandibular joint with different conditions of disk displacement, *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2006, 35, 1: 49-54
- Larheim, T. A.,** Current trends in temporomandibular joint imaging, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1995, 80, 5: 555-76
-

Larheim, T. A., Role of magnetic resonance imaging in the clinical diagnosis of the temporomandibular joint, *Cells Tissues Organs*, 2005, 180, 1: 6-21

Lieberman, J. M., Hans, M. G., Rozenzweig, G., et al., MR imaging of the juvenile temporomandibular joint: preliminary report, *Radiology*, 1992, 182, 2: 531-4

List, T., Wahlund, K., Larsson, B., Psychosocial functioning and dental factors in adolescents with temporomandibular disorders: a case-control study, *J Orofac Pain*, 2001, 15, 3: 218-27

List, T., Wahlund, K., Wenneberg, B., et al., TMD in children and adolescents: prevalence of pain, gender differences, and perceived treatment need, *J Orofac Pain*, 1999, 13, 1: 9-20

Lochmiller, W., Bumann, A., Landeweer, G., Zur Wertigkeit der elektronischen Axiographie in der klinischen Funktionsdiagnostik., *Fortschr Kieferorthop*, 1991, 52, 5: 268-73

Lubsen, C. C., Hansson, T. L., Nordstrom, B. B., et al., Histomorphometry of age and sex changes in mandibular condyles of young human adults, *Arch Oral Biol*, 1987, 32, 10: 729-33

Mahan, P. E., Normale und Anormale Funktion des Kiefergelenkes, in: **W. K. Solberg and G. T. Clark (Hrsg.)**: *Das Kiefergelenk*; Berlin; Quintessenz; 33-43, 1983

Major, P. W., Kinniburgh, R. D., Nebbe, B., et al., Tomographic assessment of temporomandibular joint osseous articular surface contour and spatial relationships associated with disc displacement and disc length, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2002, 121, 2: 152-61

Mazza, D., Stasolla, A., Kharrub, Z., et al., MRI evaluation of morpho-structural alterations of the retrodiscal tissue in condylo-meniscal incoordination of the TMJ: usefulness of individualised T2-weighted TSE sequences, *Radiol Med (Torino)*, 2004, 107, 3: 261-8

McMillen, L. B., Border movements of the human mandible, *J Prosthet Dent*, 1972, 27, 5: 524-32

Motsch, A., Epidemiologie funktioneller Störungen., *Dtsch Zahnärztl Z*, 1985, 40, 3: 147-55

Müller-Leisse, C., Augthun, M., Bauer, W., et al., Kiefergelenkmorphologie und morphometrische Befunde in Abhängigkeit vom Grad der Diskusverlagerung. Vergleichende magnetresonanztomographische Untersuchungen., *Radiologe*, 1997, 37, 2: 152-8

Müller-Leisse, C., Augthun, M., Roth, A., et al., Diskusvorverlagerung des Kiefergelenks: Korrelation von Magnetresonanztomographie und klinischem Untersuchungsbefund., *Rofo*, 1996, 165, 3: 264-9

- Nebbe, B., Brooks, S. L., Hatcher, D., et al.**, Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint: interobserver agreement in subjective classification of disk status, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2000, 90, 1: 102-7
- Nilner, M.**, Prevalence of functional disturbances and diseases of the stomatognathic system in 15-18 year olds, *Swed Dent J*, 1981, 5, 5-6: 189-97
- Nilner, M., Lassing, S. A.**, Prevalence of functional disturbances and diseases of the stomatognathic system in 7-14 year olds, *Swed Dent J*, 1981, 5, 5-6: 173-87
- Norer, B., Pomaroli, A., Dietze, O.**, Zu den Degenerationsvorgängen am Discus articularis des Kiefergelenkes., *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir*, 1989, 13, 4: 278-82
- Olmos, S. R., Kritz-Silverstein, D., Halligan, W., et al.**, The effect of condyle fossa relationships on head posture, *Cranio*, 2005, 23, 1: 48-52
- Osborn, J. W.**, The disc of the human temporomandibular joint: design, function and failure, *J Oral Rehabil*, 1985, 12, 4: 279-93
- Ott, K.**, Funktionsstörungen im jugendlichen Kauorgan., *Dtsch Zahnärztl Z*, 1979, 34, 2: 130-2
- Owen, A. H., 3rd**, Orthodontic/orthopedic treatment of craniomandibular pain dysfunction. Part 2: posterior condylar displacement, *J Craniomandibular Pract*, 1984, 2, 4: 333-49
- Ozawa, S., Boering, G., Kawata, T., et al.**, Reconsideration of the TMJ condylar position during internal derangement: comparison between condylar position on tomogram and degree of disk displacement on MRI, *Cranio*, 1999, 17, 2: 93-100
- Paesani, D., Salas, E., Martinez, A., et al.**, Prevalence of temporomandibular joint disk displacement in infants and young children, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1999, 87, 1: 15-9
- Paesani, D., Westesson, P. L., Hatala, M. P., et al.**, Accuracy of clinical diagnosis for TMJ internal derangement and arthrosis, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1992, 73, 3: 360-3
- Papadopoulos, V.**, Systematische visuelle MRT-Analyse zur qualitativen Beurteilung therapeutisch-relevanter Parameter des Kiefergelenkes, 2004, Universität Kiel, Kiel
- Pereira, F. J., Lundh, H., Eriksson, L., et al.**, Microscopic changes in the retrodiscal tissues of painful temporomandibular joints, *J Oral Maxillofac Surg*, 1996, 54, 4: 461-8; discussion 469
- Perry, H. T., Jr.**, Relation of occlusion to temporomandibular joint dysfunction: the orthodontic viewpoint, *J Am Dent Assoc*, 1969, 79, 1: 137-41
- Pullinger, A.**, The significance of condyle position in normal and abnormal joint function, in: **G. C. a. W. Solberg (Hrsg.)**: *Perspectives in Temporomandibular Disorders*; Chicago; Quintessence Publishing Co.; 89-103, 1987
-

- Pullinger, A. G., Hollender, L., Solberg, W. K., et al.**, A tomographic study of mandibular condyle position in an asymptomatic population, *J Prosthet Dent*, 1985, 53, 5: 706-13
- Rammelsberg, P., Jager, L., Duc, J. M.**, Magnetic resonance imaging-based joint space measurements in temporomandibular joints with disk displacements and in controls, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2000, 90, 2: 240-8
- Rammelsberg, P., Pospiech, P. R., Jager, L., et al.**, Variability of disk position in asymptomatic volunteers and patients with internal derangements of the TMJ, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1997, 83, 3: 393-9
- Randzio, J., Kellermann, O., Vogl, T., et al.**, Ergebnisse der Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT) bei 100 Kiefergelenken., *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir*, 1989, 13, 6: 454-61
- Ren, Y. F., Isberg, A., Westesson, P. L.**, Condyle position in the temporomandibular joint. Comparison between asymptomatic volunteers with normal disk position and patients with disk displacement, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1995, 80, 1: 101-7
- Ren, Y. F., Isberg, A., Westesson, P. L.**, Steepness of the articular eminence in the temporomandibular joint. Tomographic comparison between asymptomatic volunteers with normal disk position and patients with disk displacement, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1995, 80, 3: 258-66
- Ribeiro, R. F., Tallents, R. H., Katzberg, R. W., et al.**, The prevalence of disc displacement in symptomatic and asymptomatic volunteers aged 6 to 25 years, *J Orofac Pain*, 1997, 11, 1: 37-47
- Ronquillo, H. I., Guay, J., Tallents, R. H., et al.**, Tomographic analysis of mandibular condyle position as compared to arthrographic findings of the temporomandibular joint, *J Craniomandib Disord*, 1988, 2, 2: 59-64
- Sachs, L.**, *Angewandte Statistik*, 6. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, 1984
- Spitzer, W. J.**, Die Sichtbarmachung des Discus articularis im Kiefergelenk mittels der Kernspintomographie., *Quintessenz*, 1986, 37, 10: 1727-31
- Spitzer, W. J., Lenz, M., Sauter, R.**, Darstellung des Discus articularis der Kiefergelenke mit Hilfe der Kernspintomographie - vorläufige Mitteilung, *Dtsch Zahnärztl Z*, 1986, 41, 7: 693-6
- Stegenga, B., de Bont, L. G., van der Kuijl, B., et al.**, Classification of temporomandibular joint osteoarthritis and internal derangement. 1. Diagnostic significance of clinical and radiographic symptoms and signs, *Cranio*, 1992, 10, 2: 96-106; discussion 116-7
- Tasaki, M. M., Westesson, P. L.**, Temporomandibular joint: diagnostic accuracy with sagittal and coronal MR imaging, *Radiology*, 1993, 186, 3: 723-9
-

Tasaki, M. M., Westesson, P. L., Isberg, A. M., et al., Classification and prevalence of temporomandibular joint disk displacement in patients and symptom-free volunteers, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1996, 109, 3: 249-62

Team Clinic, Jaw Pain/TMJ, 2007, http://www.teamclinic.com/aches_jaw.htm, Stand vom 23.7.2007

Thilander, B., Carlsson, G. E., Ingervall, B., Postnatal development of the human temporomandibular joint. I. A histological study, *Acta Odontol Scand*, 1976, 34, 2: 117-26

Tsuruta, A., Yamada, K., Hanada, K., et al., The relationship between morphological changes of the condyle and condylar position in the glenoid fossa
Comparison of condylar positions at intercuspal and reference positions in patients with condylar bone change, *J Orofac Pain*, 2004, 18, 2: 148-55

van der Kuijl, B., de Bont, L. G., Stegenga, B., et al., Histologic evaluation of computed tomographic TMJ articular disk visualization, *Cranio*, 1994, 12, 2: 100-9

Vogl, T. J., Abolmaali, N., Magnetresonanztomographie des Temporomandibulargelenkes: Untersuchungstechnik, Ergebnisse, Indikationsstellung., *Rofo*, 2001, 173, 11: 969-79

Wahlund, K., List, T., Dworkin, S. F., Temporomandibular disorders in children and adolescents: reliability of a questionnaire, clinical examination, and diagnosis, *J Orofac Pain*, 1998, 12, 1: 42-51

Wajima, K., Sannta, M., Yazaki, A., et al., Analysis on deformity of disk associated with internal derangement of TMJ, *Nihon Ago Kansetsu Gakkai Zasshi*, 1989, 1, 1: 139-50

Westesson, P. L., Katzberg, R. W., Tallents, R. H., et al., CT and MR of the temporomandibular joint: comparison with autopsy specimens, *AJR Am J Roentgenol*, 1987, 148, 6: 1165-71

Widmalm, S. E., Westesson, P. L., Kim, I. K., et al., Temporomandibular joint pathosis related to sex, age, and dentition in autopsy material, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1994, 78, 4: 416-25

Wigdorowicz-Makowerowa, N., Grodzki, C., Panek, H., et al., Epidemiologic studies on prevalence and etiology of functional disturbances of the masticatory system, *J Prosthet Dent*, 1979, 41, 1: 76-82

8 Anhang

8.1 Eidesstattliche Erklärung

„Ich, Niuscha Klein, erkläre an Eides statt, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „MRT-Auswertung bei Kindern und Jugendlichen zwischen 7 und 21 Jahren“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Die vorliegende Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und ist auch noch nicht veröffentlicht.

Berlin, den 21.11.2008

Niuscha Klein

8.2 Danksagung

Ich möchte mich hiermit bei Herrn Prof. Dr. Freesmeyer für die Möglichkeit zur wissenschaftlichen Arbeit und für seine Hilfsbereitschaft bedanken. Außerdem möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. Bumann bedanken, der mich auf meinem wissenschaftlichen Weg begleitet und motivierend unterstützt hat.

Mein Dank gilt darüber hinaus Frau Cornelia Haass, die durch viele hilfreiche fachliche Tipps zum Entstehen der Arbeit beigetragen hat. Meiner Mutter danke ich für ihren Beistand in allen Lebenslagen. Mein innigster Dank gilt meinem Mann Herrn Dr. Johannes Klein für die permanente und geduldige Hilfe bei EDV-Fragen und für seine Unterstützung bei der Strukturierung der vorliegenden Arbeit.

8.3 Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht
