

Diplomarbeit

**Möglichkeiten des autologen
Kiefergelenksersatzes**

**Von freier Knorpel-Knochen-Autoplastik bis zum
mikrovaskulären Gelenkersatz**

eingereicht von

Dr. med. univ. Thorsten Weißenböck

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Zahnheilkunde

(Dr. med. dent.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Institut / Klinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit

unter der Anleitung von Betreuer/innen

Priv. Doz. DDr. Zemmann Wolfgang

Graz, Datum 21.09.2016

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 21.09.2016

Dr. med. univ. Thorsten Weißböck eh

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Abstract.....	6
1. Einleitung	7
1.1 Das Kiefergelenk.....	9
1.2 Ätiologie	11
1.3 Ziel und Forschungsfrage	13
2. Methode	14
3. Ergebnisse	17
3.1 Costochondrales Transplantat	20
3.2 Sternoclaviculares Transplantat.....	22
3.3 Metatarsales Transplantat	23
3.4 Beckenkamm Transplantat	24
3.5 Fibula Transplantat	25
3.6 Autologe Transplantate aus der kiefernahen Region.....	26
3.6.1 Processus Coronoideus Mandibulae.....	26
3.6.2 Post border of ramus.....	27
3.6.3 Einsatz von ankylotischem Material	28
3.6.4 Distractionsosteogenese	28
3.6.5 Ersatz mittels künstlich hergestellter biologischer Gewebe.....	29
3.7 Therapiealgorithmus des autologen Kiefergelenkersatzes	30
4. Diskussion.....	41
5. Literaturverzeichnis	44

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 : Das Kiefergelenk	10
Abbildung 2 : Muskeln des Kiefergelenkes.....	10
Abbildung 3: Ursachen der Kiefergelenksstörungen	12
Abbildung 4: keywords	14
Abbildung 5: IMRaD-Format.....	15
Abbildung 6: Flow Chart der Studienauswahl.....	16
Abbildung 7: Metatarsale Kiefergelenksersatztherapie	23
Abbildung 8: Processus Coronoideus Mandibulae	26
Abbildung 9: Posteriorer Rand des Ramus	27
Abbildung 10: Distractionsosteogenese / Transportdistraction.....	29

Zusammenfassung

Das Kiefergelenk ist eines der in Funktion und Aufbau kompliziertesten Gelenke des menschlichen Körpers. Jahrzehntlang wurden destruierte Gelenke entfernt und damit funktionelle Einbußen sowie okklusale Diskrepanzen für Patientinnen und Patienten hingenommen. Dem entgegenzuwirken gibt es neben Ersatzmöglichkeiten aus alloplastischen Materialien wie Kunststoff und Metall, noch weitere Möglichkeiten in Form von autologen Kiefergelenkersatztherapien. Diesbezüglich bestehen jedoch in der Literatur Lücken, die eine evidente Versorgung und Vorgehensweise empfehlen.

Darum liegt das Ziel dieser Arbeit in der Erstellung eines Therapiealgorithmus mit der Darstellung der Therapiemöglichkeiten des autologen Kiefergelenkersatzes mittels einer Literaturrecherche.

Es wurde ersichtlich, dass sich die Möglichkeiten auf costochondrale, sternoclaviculare, metatarsale, dem Beckenkamm, der Fibula, dem Processus Coronoideus Mandibulae, dem Hinterrand des Ramus mandibulae, aus dem ankylotischem Material des Kiefers, der Distractionsosteogenese und dem „tissue engineering“ beziehen. Zusätzlich findet sich die Empfehlung, beim Erwachsenen nach Möglichkeit dem alloplastischen Kiefergelenkersatz den Vorzug zu geben.

Die Entscheidung im Rahmen des Therapiealgorithmus, welche der autologen Kiefergelenkersatzvarianten zum Einsatz kommen soll, ist nicht nur von klassischen medizinischen Kriterien abhängig, sondern auch von individuellen persönlichen Faktoren der Patientinnen und Patienten. Manche der im Therapiealgorithmus angeführten Methoden wiesen schlussendlich nur eine geringe Evidenz auf und können somit, trotz Therapiealgorithmus, nur bedingt empfohlen werden. Diese Behandlungsübersicht kann aber durchaus bei der Entscheidungsfindung unterstützend angewendet werden.

Abstract

The temporomandibular joint (TMJ) is one of the most complicated joint of the human body in function and construction. For decades destructed joints were removed. They accepted functional loss and occlusal discrepancies for patients. To counteract this, beside possibilities of replacements of alloplastic materials such as plastic and metal, there are more possibilities in the form of autologous TMJ replacement options. In this regard there are literature gaps, which recommend an evident supply and procedure.

Therefore the aim of this work is to create a treatment algorithm showing the therapeutic possibilities of autologous TMJ replacement by a literature review.

The results show therapy options using the costochondrale, sternoclaviculare, metatarsal bone, the iliac crest, the fibula, the coronoid mandibles, the posterior border of the ramus, anchyrotic material of the jaw, the osteo-distraction and "tissue engineering". Overall, there is a recommendation to use alloplastic TMJ replacement in adults.

The decision in context of the treatment algorithm, which autologous TMJ replacement variants should be used depends not only on classical medical criteria, but also of individual personal factors of the patients. Some of the listed treatment algorithm methods show only low evidence and can be therefore only conditionally recommended. But this treatment overview can be supportive in making decisions.

1. Einleitung

Epidemiologischen Berichten zufolge weisen bis zu 25% der Bevölkerung Kiefergelenksfunktionsstörungen auf. Nur ein geringer Teil der Betroffenen nehmen diesbezüglich eine Behandlung in Anspruch (Murphy et al. 2013).

Wobei das Besondere ist, dass das Kiefergelenk eines der in Funktion und Aufbau kompliziertesten Gelenke des menschlichen Körpers ist (Jung und Kleinheinz 2015). Es spielt eine essentielle Rolle bei der Verarbeitung täglicher Anforderungen wie das Kauen, Schlucken und Sprechen.

Degenerative muskuloskeletale Kiefergelenkserkrankungen gehen meist mit morphologischen und funktionellen Einschränkungen einher. Symptomatisch treten hierbei Gelenksgeräusche, motorische Einschränkungen und schmerzhafte craniale sowie muskuläre, orofaziale Schmerzen auf (Murphy et al. 2013).

Historisch betrachtet wurden Jahrzehnte lang destruierte Gelenke, vorwiegend nach Traumata, arthrotische Kiefergelenksveränderungen, Tumoren etc. operativ, in Form einer Resektion des Processus condylaris mandibulae behandelt. Folglich traten funktionelle Einbußen sowie okklusale Diskrepanzen für Patientinnen und Patienten auf.

Spätere Therapiemethoden wie costochondrale Transplantate zum Gelenkersatz waren zwar weit invasiver, ermöglichte den Patientinnen und Patienten allerdings eine weitgehende physiologische Gelenksfunktion.

In den vergangenen 15 Jahren wurden neben autogene Kiefergelenkersatz Therapien auch Gelenkpfannenersatz (aus Kunststoff) und Gelenkkopfersatz (aus Metall) in der operativen chirurgischen Rekonstruktion etabliert.

Neue chirurgische Rekonstruktionsverfahren des alloplastischen Kiefergelenkersatzes berücksichtigen, speziell für die Funktion des Kiefergelenkes, mittlerweile eine angepasste Materialkombination zum Ersatz des Condylus sowie auch der Fossakomponente und fängt Schwächen früherer rekonstruierender Methoden ab. Dies hat sich bereits seit vielen Jahren als Standardtherapie bei Totalendoprothesen bei Knie- und Hüftgelenkoperationen etabliert.

Viele Erkrankungen des Kiefergelenks können konservativ sowie auch minimalinvasiv therapiert werden. Oft besteht die Möglichkeit einer Schienentherapie. Diese Therapiemöglichkeit sollte zusätzlich analgetisch sowie auch physiotherapeutisch begleitet und behandelt werden um Funktionseinschränkungen und Belastungsschmerzen zu reduzieren bzw. auszuschalten. Bei Erkrankungen in einem fortgeschrittenen Stadium reicht jedoch eine konservative Therapieform nicht mehr aus um die strukturelle Integrität des Gelenks aufrechterhalten zu können. Sollte dies der Fall sein, kann eine Arthrozentese bis hin zu einem chirurgischen Eingriff einer Totalendoprothese angezeigt sein (Jung und Kleinheinz 2015).

Zwischenzeitlich liegen in der Literatur Langzeitergebnisse verschiedenster Gelenkersatzmethoden vor, sodass eine wissenschaftlich fundierte Reihung, anhand eines zu erstellenden Qualitätskataloges sowie ein Therapiealgorithmus, möglich ist.

Neben den Ersatzmöglichkeiten aus alloplastischen Materialien wie Kunststoff und Metall, liegen noch weitere Möglichkeiten, in Form eines autologen Kiefergelenkersatzes, vor. Dies beinhaltet chirurgische Methoden des Eigengewebe-transfers wie zum Beispiel der des costochondralen Transplantats und mikrovaskuläre Metatarsaltransplantate.

Eine Lücke in der Literatur und Versorgung dieser destruierten Gelenke liegt ebenso in der Verfügbarkeit von wissenschaftlich erstellten und akzeptierten Guidelines. Diese Guidelines könnten nach EBM (evidence based medicine) Kriterien eine strukturierte Vorgehens- und Therapieweise definieren, welche Methode des Gelenkersatzes, nach Prüfung aller relevanten Therapiemöglichkeiten, angewendet werden sollte. Dies würde alle gängigen sowie möglichen Therapieverfahren inkludieren (Fremdmaterial sowie auch autologen Therapiemöglichkeiten) (Saeed et al. 2002).

Informativ zu dieser Thematik wurden lt. Statistik Austria (2014) im Jahr 2014 in Österreich 88 Arthroplastiken des Kiefergelenks als medizinische Einzelleistung durchgeführt. Davon fielen 75 Einzelleistungen auf Frauen und 13 auf Männer.

Generell kann angemerkt werden, dass das Ziel einer Kiefergelenkersatztherapie in der Rekonstruktion beziehungsweise Restauration des Gelenkes liegt. Es wird

damit versucht, eine normale Funktion und Form wiederherzustellen. Auch gegebenenfalls um einen langwierigen Leidensprozess und ein Fortschreiten einer bestimmten Erkrankung zu verhindern (Saeed et al. 2002).

1.1 Das Kiefergelenk

Um einen umfassenden Einblick in die Thematik gewährleisten zu können, bedarf es hierzu einer Darstellung und Beschreibung des Kiefergelenkes und welche möglichen Ursachen die Auslöser für eine Notwendigkeit des autologen Kiefergelenkersatzes sind.

Das Kiefergelenk (*Articulatio temporomandibularis*) kann als eine Einheit angesehen werden, welches in komplexer und funktionaler Weise als Gegenpart funktioniert. Es ist umgeben von Muskeln und einem Bänderapparat der rotatorische, translationale sowie mahlende Bewegungen ausführt (Jung und Kleinheinz 2015).

Die Verbindung zwischen der Schädelbasis und den Unterkiefer erfolgt durch den *Discus Articularis* (Gelenksscheibe). Dadurch kann grob zwischen einem oberen und einem unteren Gelenkraum unterschieden werden. Dabei übernimmt der obere Gelenkraum Gleitbewegungen, der untere dabei die Drehbewegung (Undt 2015).

Der Gelenktypus kann als Doppelgelenk definiert werden. Dieses beinhaltet das *Caput mandibulae* (Gelenkkopf) und der *Fossa mandibularis* (Kiefergelenkgrube) und wird durch den *Discus articularis* getrennt (Schulte et al. 2014).

Grundsätze die die Bewegung des Kiefergelenkes beeinflussen sind in diesem Zusammenhang die vorherrschende Form der Gelenkflächen und der generelle Zustand des Gebisses. Im Genaueren noch die Form, die Zahnstellung, Muskulatur und deren Innervation.

Fehlen Teile dieser grundsätzlichen Einflussfaktoren, zum Beispiel fehlende Zähne, folgt zwangsläufig ein veränderter Bewegungsablauf.

Grundsätzlich kann angemerkt werden, dass die Mechanik des Kiefergelenks aus Abduktion und Adduktion (sich öffnenden und schließenden Bewegungen), aus

Pro- und Retrusion (das vor- und zurückschieben des Kiefers) und aus Medio- sowie Laterotrusion (seitliche beziehungsweise mahlende Bewegungen) besteht (Fanghänel et al. 2003).

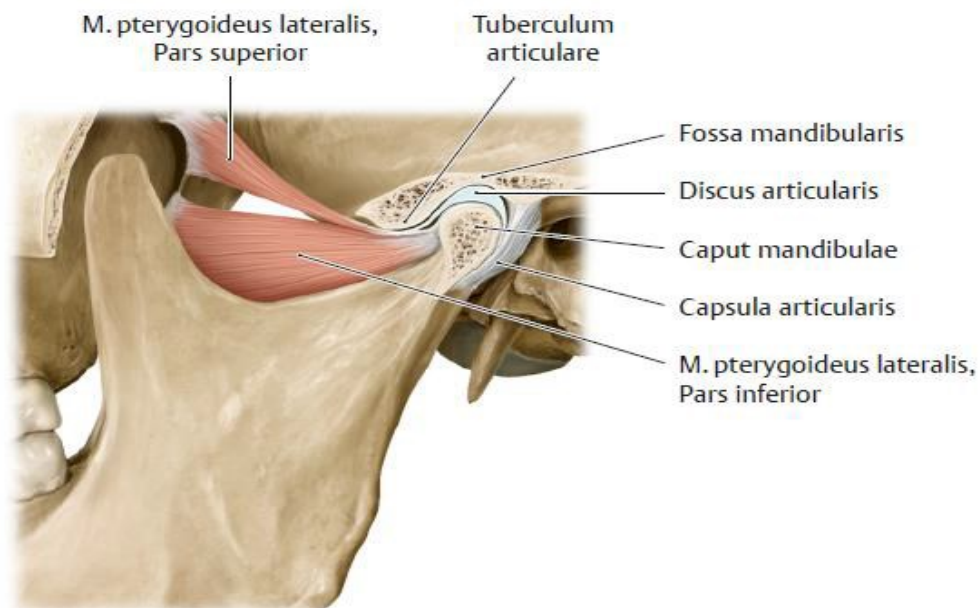


Abbildung 1 : Das Kiefergelenk

Um die Bewegungsabläufe im Kiefergelenk durchführen zu können, arbeiten verschiedene Muskelstränge zusammen (Schulte et al. 2014).

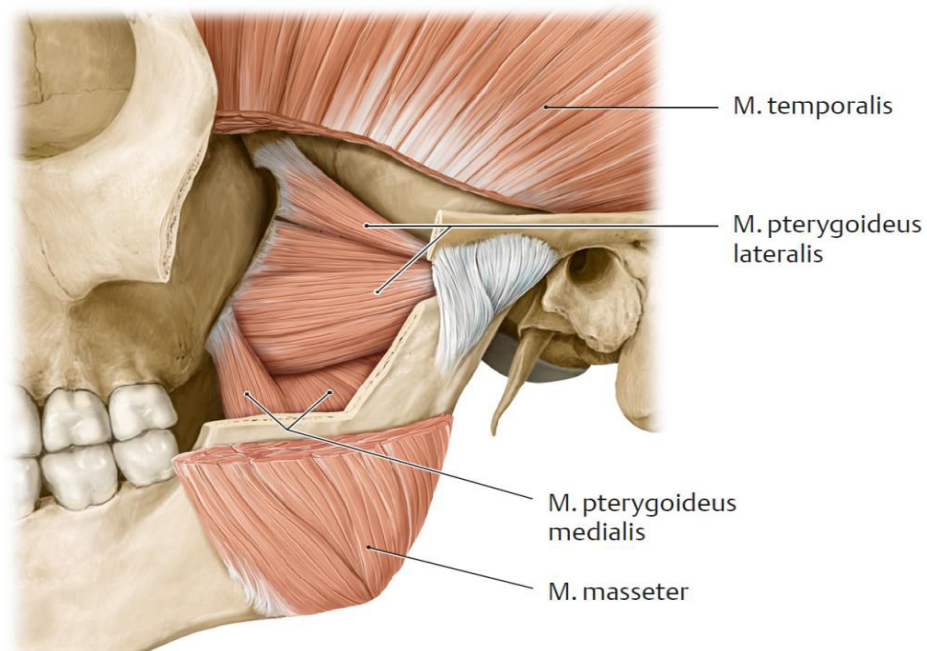


Abbildung 2 : Muskeln des Kiefergelenkes

1.2 Ätiologie

Abgesehen von Tumorerkrankungen oder Traumata, wo die Ursache klar zugewiesen werden kann, ist die Ätiologie von Kiefergelenksstörungen bislang unzureichend erforscht. Es handelt sich hierbei wahrscheinlich um multifaktorielle Ursachen. Gelenkscapselentzündungen, Schäden, Muskelschmerzen und Muskelkrämpfe können durch eine gestörte Okklusion, Parafunktion, hohe Belastungen oder Ängste verursacht werden.

So hat sich jedoch gezeigt, dass eine Verbesserung der Okklusion nicht zwingend ein Verschwinden der Symptome verursacht. Es kann eine gestörte Okklusion durchaus ein Auslöser sein, kann jedoch nicht als alleinige Ursache angesehen werden (Murphy et al. 2013).

Ebenso beschreibt Murphy et al. (2013), dass 70% der Patientinnen und Patienten an einer Fehlpositionierung des Knorpels leiden. Die genauen Ursachen der Entwicklungsstörungen können auch diesbezüglich nicht genau eruiert werden.

Es kann davon ausgegangen werden, dass es primär degenerative Prozesse wie eine Osteoarthritis bzw. Osteoarthrose sind, abhängig davon ob ein Entzündungszustand vorherrscht oder nicht, die hauptsächlich für ein Fortschreiten der Erkrankung des Kiefergelenkes verantwortlich sind. Charakteristische osteoarthritische Veränderungen können bezüglich der Form und der Größe der Gelenkskomponenten auftreten. Im Speziellen auch in der einer veränderten Artikulationsweise, dem Condylarvolumen und eines verdickten Discus mandibularis (Murphy et al. 2013).

Lt. Murphy et al. (2013) bestätigen klinische Beobachtungen die multifaktoriellen Ursachen von Kiefergelenkserkrankungen und deren Auswirkungen, die jedoch einer individueller Therapie bedürfen.

Diese multifaktoriellen Ursachen können genannt werden mit:

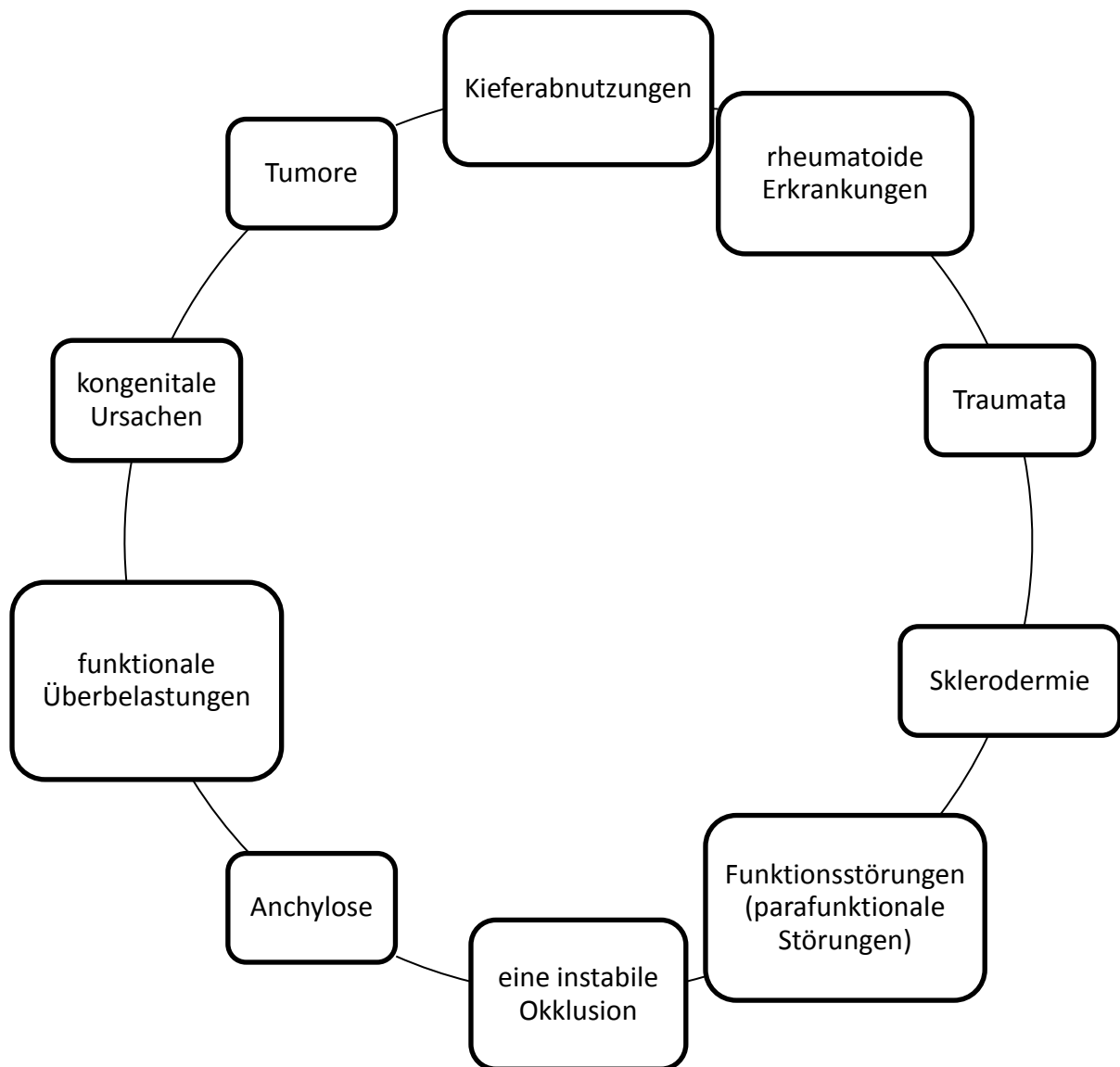


Abbildung 3: Ursachen der Kiefergelenksstörungen

Diese Ursachen spiegeln sich auch im Artikel von Saeed et al. (2002) die ebenfalls degenerative und rheumatoide Prozesse, Traumen, kongenitale Erkrankungen und eine Ankylose als Ursachen beschreiben.

Auch die Sklerodermie, eine systemische Erkrankung des Bindegewebssystems kann eine Ursache für eine Kiefergelenkserersatztherapie sein (MacIntosh et al. 2014).

Um diese Ursachen abklären zu können, bedarf es verschiedene diagnostische Verfahren wie klinische und radiologische Untersuchungen um das Ausmaß der

Schädigung feststellen zu können. So kann neben dem klassischen Dysfunktionsindex eine erweiterte Diagnose mittels Magnetresonanztomographien (MRT), Computertomographien (CT), Röntgenverfahren und Arthrographie notwendig sein. Am effektivsten erscheinen CT-Untersuchungen des Kiefergelenkes zur zusätzlichen Darstellung des Gewebes, der Gelenksscheibe und Kiefergelenksstellung (Murphy et al. 2013).

1.3 Ziel und Forschungsfrage

Zur Erfüllung des festgelegten Ziels, nämlich der Definition eines Therapiealgorithmus für den autologen Kiefergelenksersatzes, beschäftigt sich im Allgemeinen diese Diplomarbeit mit der Frage nach den autologen Möglichkeiten des Kiefergelenksersatzes die in der verfügbaren Literatur beschrieben werden.

2. Methode

Die Suchstrategie der Literaturrecherche zur Beantwortung der festgelegten Forschungsfrage zur Erstellung eines Therapiealgorithmus des autologen Kiefergelenkrsersatzes, fand im Zeitraum zwischen Dezember 2015 und Juli 2016 statt. Dazu wurde die Datenbank PubMed ausgewählt. Des Weiteren wurde eine allgemeine Internetrecherche zur Thematik durchgeführt sowie nach Literatur aus der Bibliothek der Medizinischen Universität, Graz gesucht.

Gesetzte Limitationen bei der Suche in der Datenbank traten bezüglich der Sprache in Form von englischer und deutschsprachiger Literatur auf. Der Abstract und das Erscheinungsjahr der Publikation sollten ebenfalls ersichtlich sein. Ebenso eingeschlossen wurden Studien die nicht älter als 15 Jahre waren (ab dem Jahr 2000) sowie Systematic Reviews und Metaanalysen.

Ausgeschlossen wurde Literatur die den Einschlusskriterien nicht entsprachen.

Die vorab generierten keywords (Suchwörter der Literaturrecherche in Datenbanken) wurden mit den Begrifflichkeiten AND, OR sowie * kombiniert um eine möglichst genaue Trefferquote unter Einbezug der Einschlusskriterien erzielen zu können.

keyword		keyword		keyword		keyword
pine	OR	temporomandibular (tmj)	AND	replacement	AND	autograft
temporomandibular	AND	replacement	AND	autograft		
temporomandibular	AND	replacement	OR	autograft		

Abbildung 4: keywords

Nach der Suche anhand der definierten keywords erfolgte eine Bewertung des Titels der gefundenen Studienartikel auf wissenschaftlich relevante Aspekte. Im Titel sollten als Mindestanforderung der Gegenstand der Forschung und die

untersuchte Population genannt sein. Zusätzlich das Konzept, die Methode sowie das Setting.

Bei Erfüllung der Kriterien zur Titelbewertung erfolgte anschließend eine Bewertung des Abstracts auf Vollständigkeit, folgend den Richtlinien von Davies und Logan (2008), bezüglich der enthaltenen Problemstellung, der Angabe des Ziels bzw. der Forschungsfragen, welche Methode angewandt wurde und ob Ergebnisse und eine abschließende Schlussfolgerungen dargestellt wurde.

Die allgemeine Bewertung der bis dahin noch inkludierten Forschungsartikel erfolgte unter Beachtung des IMRaD-Formates nach Glasman-Deal (2010).

I	-	Introduction	-	Weshalb die Studie durchgeführt wurde
M	-	Method	-	Wie wurde die Studie durchgeführt
R	-	Results	-	Welche Ergebnisse liegen vor
and				
D	-	Discussion	-	Was bedeutet diese Studie

Abbildung 5: IMRaD-Format

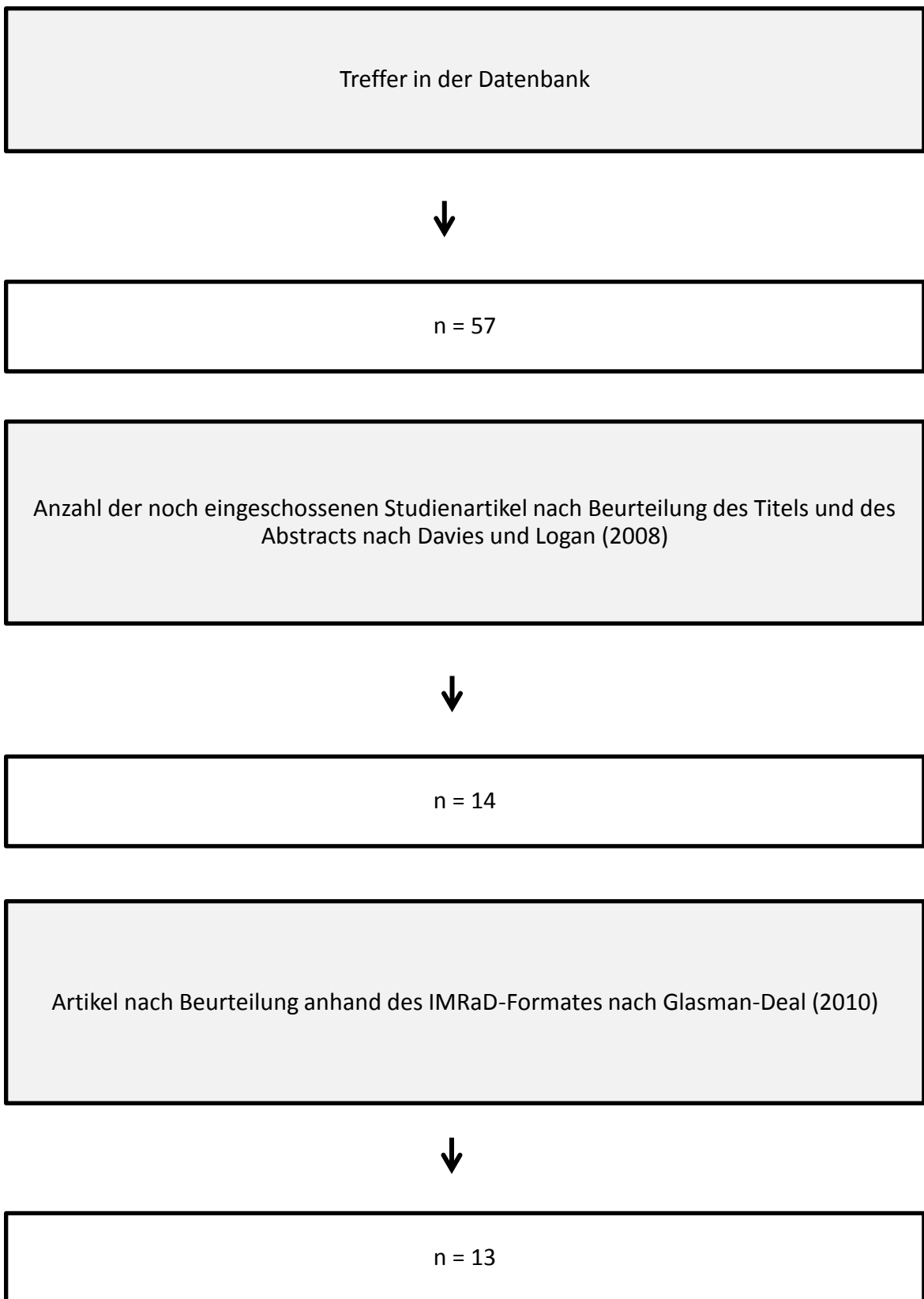


Abbildung 6: Flow Chart der Studiena Auswahl

3. Ergebnisse

Lt. Sidebottom (2013) zeigt sich der Goldstandard für die Rekonstruktion des Kiefergelenkes bei irreparablen Schäden des Gelenkes beim Erwachsenen im alloplastischen Ersatz. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass autologe Rekonstruktionen immer weiter zurückgedrängt werden und sich im Wesentlichen auf Kinder und Jugendliche beschränken werden. Der grundlegende Nachteil der autologen Rekonstruktion liegt darin, dass es bei der Entnahme des Transplantates zu Komplikationen, Narben und Funktionseinschränkungen kommen kann. Dieser entfällt naturgemäß beim alloplastischen Implantat.

Dies spiegelt sich auch im Artikel von Eckhardt et al. (2005) wieder. Autologe Rippentransplantate liefern demzufolge nur ein unzureichendes Angebot an Material für chirurgische Eingriffe am Kiefer von Erwachsenen.

Eine Wiederherstellung von Kieferdefekten kann jedoch bei Kleinkindern beziehungsweise Säuglingen (4 – 6 Monate alt) angewendet werden. Vor allem dann, wenn eine Transplantatentnahme aus dem Beckenregion (Beckenkamm) oder der Fibula nicht möglich ist. Üblicherweise wird bei Erwachsenen die Transplantatentnahme aus dem Beckenkamm oder der Fibula bevorzugt und eine Entnahme aus dem Rippenbereich aufgrund einer unzureichenden Verfügbarkeit an Knochenmaterial nicht weiter fokussiert.

Als Risiko beziehungsweise als Komplikation kann in diesem Zusammenhang ein ungleichmäßiges Wachstum des Transplantats genannt werden. Dies ist durch Verlaufskontrollen wie Panoramaschicht- bzw. dreidimensionale CT-Aufnahmen diagnostizierbar. Einerseits in Form eines erhöhten Wachstums in vertikaler Betrachtungsweise, andererseits in transversaler Weise. Daraus kann sich eine okklusale Disharmonie zwischen Unter- und Oberkiefer ergeben.

Eine Teilresektion der Fibula zur Knochenrekonstruktion bei 5 – 9 jährigen inkludiert ebenso das Risiko einer Valgusdeformation bzw. Fehlbelastungen des Sprunggelenkes.

Zur chirurgischen Therapie mit autologen Rippentransplantaten bei Tumorerkrankungen bei Kindern und Säuglingen bedarf es zusätzlich als

therapiebegleitende Maßnahme jährliche klinische Verlaufskontrollen und eine kieferorthopädische Betreuung (Eckhardt et al. 2005).

Mit Beendigung des Gesichtsschädelwachstums werden lt. Eckhardt et al. (2005) wahrscheinlich operative chirurgische Folgebehandlungen, gegebenenfalls in Form einer Knochenaugmentation oder Osteodistraktion, notwendig sein.

Generell wird ersichtlich, dass rekonstruktive Operationsverfahren am Gesichtsschädel der noch im Wachstum ist viele Problematiken mit sich bringt, insbesondere wenn keine autologen Transplantate verwendet werden können. Dies ist auch abhängig davon, in welchem Alter sich die Patientin oder der Patient befindet beziehungsweise welche Transplantatgröße zur Verfügung stehen muss um die Knochendefekte behandeln zu können (Eckhardt et al. 2005).

Das Ziel eines rekonstruktiven Verfahrens bei Kieferdefekten liegt hierzu stets in der Wiederherstellung der Form, der Funktionalität und Sicherstellung des Wachstums (bei Kindern) sowie in der Reduktion und Verlangsamung von Erkrankungsprozessen, Kosten und Anzahl der Behandlungen abhängig von der Grunderkrankung (Sidebottom 2013).

Auch im Artikel von Sidebottom (2013) wird die autologe Rekonstruktion von Kiefererkrankungen am wachsenden Gesichtsschädel favorisiert. Bei Erwachsenen hingegen werden alloplastische chirurgische Methoden bevorzugt.

Bei Erkrankungen im Kindesalter kann es zu Wachstumsstörungen, Gelenkszusammenbrüchen oder ankylotische Veränderungen im Kiefergelenk kommen. Im Behandlungsprozess ist es daher essentiell, die Grunderkrankung beziehungsweise den pathologischen Werdegang der Erkrankung zu kennen.

Eine Ursache für die Notwendigkeit von Kiefergelenkersatztherapien liegt zum Teil in Traumen begründet. Primär liegt die Behandlungsmethode in der Reposition des Gelenkes um einen physiologischen okklusalen Schluss wiederherstellen zu können. Internale Fixationsmethoden von condylaren Frakturen werden dabei kontrovers diskutiert.

Die erste Wahl liegt in der Mobilisierung mit elastischen Bändern. Auch die vaskuläre Versorgung muss diesbezüglich sichergestellt werden damit es zu keinen Gelenkszusammenbrüchen oder Wachstumsfehlern kommt.

Grundsätzlich sollten orthognathische Methoden bis zum Wachstumsabschluss des Kindes vorrangig zum Einsatz kommen, sofern die Funktionalität des Kiefergelenkes vorhanden ist. Sollten jedoch Schmerzen, Funktionsstörungen oder eine Ankylose auftreten, kann eine Gelenkersatztherapie unumgänglich sein.

Auch rheumatoide Erkrankungen können starke Probleme in der frühen Kindheit verursachen. Jedoch ist die Kiefergelenksbeteiligung gering. Die grundsätzliche Therapiemaßnahme liegt auch hier in der Behandlung der Grunderkrankung durch einen Rheumatologen und konservativen klassischen entzündungshemmenden Methoden zusätzlich zur Arthrozentese und Schienentherapie zur okklusalen Stabilisierung.

Bei einem Zusammenbruch der Gelenkfunktion wird jedoch dieselbe Therapiemaßnahme wie bei Erwachsenen angeraten und führt zu einem alloplastischen Gelenkersatz da es immer wieder zu einem Neuauftritt von inflammatorischen Prozessen der Grunderkrankung kommen kann.

Die häufigste Ursache warum eine Kiefergelenkersatztherapie bei Kindern notwendig wird, ist jedoch die Ankylose (Sidebottom 2013).

Hierbei zeigt sich ein erschwertes Öffnen des Mundes und kann zu einem falschen Biss, einer unsymmetrischen Kiefergelenksstellung und Zahnproblemen führen. Die einzige Therapieform dieser Erkrankung liegt in der chirurgischen Behandlung und Rekonstruktion des erkrankten Gelenkes, entweder mit oder ohne Kondyle (Khadka und Hu 2012). Dabei ist zusätzlich die genaue chirurgische Planung, Durchführung und Kooperation mit Anästhesistinnen und Anästhesisten von ausschlaggebender Bedeutung (Sidebottom 2013).

Die Therapie kann generell mittels einer Spalt-Arthroplastik, einer Interpositionellen Arthroplastik und/oder Gelenksrekonstruktion mit autologem Material erfolgen (Khadka und Hu 2012). Dabei zeigt sich in diesem Zusammenhang, lt. Sidebottom (2013), die Durchführung einer Spalt-Arthroplastik als unzureichende Behandlungsmethode und kann zu einem hohen Wiederauftritt einer Ankylose führen. Auch besteht im Weiteren das Risiko des Zusammenbruchs der Okklusion bei dieser Vorgehensweise.

Ziel der Therapie ist die Wiederherstellung der vollen Funktionstüchtigkeit des Öffnens und Schließens des Mundes mit physiologischen Funktionen wie eine normale Artikulation sowie ein normales Wachstum des Transplantats. Dabei muss beachtet werden, dass die Therapiemethode abhängig von der Stärke und des Typs der Erkrankung ist. Im Weiteren gilt es, dass Alter der Patientinnen und Patienten zu beachten und den Zeitpunkt der Durchführung entsprechend zu planen und ob die Erkrankung einseitig oder beidseitig vorliegt (Khadka und Hu 2012).

So kann allgemein festgehalten werden, dass bei Patientinnen und Patienten die das Kieferwachstum noch nicht abgeschlossen haben, die Kiefergelenkersatztherapie nach Möglichkeit hinaus gezögert werden sollte um beim Zeitpunkt des chirurgischen Eingriffs ein abgeschlossenes Wachstum vorfinden zu können.

Als häufigste Komplikation nach dem operativen Verfahren kann eine eingeschränkte Öffnungsweite des Mundes genannt werden sowie ein Wiederauftreten der Grunderkrankung, im Schnitt 6 Monate nach der Operation. Auch besteht die Möglichkeit von Komplikationen in Form eines übermäßigen Zellwachstums bis hin zum Niedergang des Transplantats, die Möglichkeit von Frakturen am Transplantat und des Gelenkes sowie dystrophe Knochenformationen oder unzureichendes Wachstum (Khadka und Hu 2012).

3.1 Costochondrales Transplantat

Das costochondrale Implantat mittels Rippenstück ist lt. Sidebottom (2013) eine weitere Möglichkeit das Kiefergelenk chirurgisch bei Kindern zu ersetzen. Sie gilt derzeit als die am häufigsten verwendete Therapiemethode und sollte bevorzugt in der Behandlung bei Kiefergelenkserkrankungen eingesetzt werden (Khadka und Hu 2012).

Diese Therapiemethode, wobei die 6. oder 7. Rippe als Transplantat fungiert hat den Vorteil, dass der knorpelige Anteil des Transplantats gut an die Fossa (Gelenkspfanne) angepasst werden kann, wenig Zeit zum heilen benötigt und gut als Kondylenersatz (Gelenkspfannersatz) modelliert werden kann und

schlussendlich das Potenzial zum Wachstum besitzt wobei die stärkste Wachstumsrate nach dem 2. Jahr der Transplantation vorliegt. Dies jedoch individuell abhängig von der Patientin oder dem Patienten ist (Khadka und Hu 2012). Dieses Wachstumspotenzial macht dieses Therapieverfahren zur idealen Wahl bei Kindern. Auch zeigt sich die biologische Kompatibilität des Transplantats, die einfache Zugänglichkeit und die funktionale Adaptionsmöglichkeit als positiv sowie eine geringe Belastung für Patientinnen und Patienten. (Saeed et al. 2002).

Anzumerken wäre, dass ein Drittel davon problemlos als Ersatz fungiert, ein Drittel übermäßig stark wächst und das letzte Drittel gar nicht wächst beziehungsweise zu einer Ankylose neigt (Sidebottom 2013). Bei der Ankylose als Ursache für den Eingriff tritt lt. Khadka und Hu (2012) eine Reankylose zu 5 - 39% auf.

Dies deckt sich auch mit den Erkenntnissen von Saeed et al. (2002) wo das Therapieverfahren mittels costochondralen Transplantats bei mehr als einem Drittel der untersuchten Patientinnen und Patienten zu einer Reankylose führte.

Diesbezüglich zeigt sich bei Erwachsenen der alloplastische Einsatz als geeignetere Wahl da wachstumsbedingte und reankylotische Folgen dadurch Großteils ausgeschlossen werden können (Saeed et al. 2002).

Auch ein Nachteil liegt in der Wahrscheinlichkeit einer auftretenden Fraktur des Knochenstückes. Bei einem nochmaligen notwendigen chirurgischen Ersatz mit einem Rippensegment (vor allem mit einem nicht vaskulär versorgtem) besteht wieder die Möglichkeit dass es zu keiner ausreichenden Versorgung und somit zu keinem guten Ergebnis kommt. Dem kann, mittels eines Ersatzstückes das ausreichend vaskulär versorgt ist, vorgebeugt werden.

Grundsätzlich kann hierzu angemerkt werden, dass iatrogenen Faktoren die am häufigsten auftretenden Gründe für eine Notwendigkeit des Kiefergelenkersatzes liefern und es dabei zu beachten gilt, dass häufigere Eingriffe an derselben Stelle zu steigenden Komplikationen wie einen Verlust der Vaskularität und Nervenschäden führen kann (Sidebottom 2013).

Auch besteht das Risiko bei der Entnahme des costochondralen Transplantates, dass die Pleura verletzt und chronische costochondrale Schmerzen verursacht werden (Sidebottom 2013). Des Weiteren können Komplikationen in Form eines

Pneumothorax, eines Pleuraergusses, Atelektasen und Pneumonien auftreten. Auch besteht die Möglichkeit einer lokalen Infektion des Kiefergelenkes, einer unzureichenden Knochenhärte, einer veränderten physiologischen Okklusion und einer Separation des Knorpels vom Knochenstück (Khadka und Hu 2012).

Als therapiebegleitende Maßnahmen werden laut Saeed et al. 2002 postoperative Physiotherapien und eine nächtliche intermaxillare Fixation für mindestens 3 Monate empfohlen.

3.2 Sternoclaviculares Transplantat

Eine weitere Methode des Kiefergelenkersatzes ist das sternoclaviculäre Transplantat welches gute Ergebnisse in der Rekonstruktion beziehungsweise im Ersatz des Kiefergelenkes liefert.

Ein großer Vorteil bei dieser Therapiemethode liegt darin, dass dieses Gelenk denselben endochondralen Ursprung hat wie das Kiefergelenk (Sidebottom 2013). Ebenso bestehen Anteile der Clavicula aus denselben Knorpellagen wie beim Kiefergelenk. Auch in funktionaler Betrachtungsweise bietet sich die Clavicula als Transplantat an da es zu keinen nennenswerten funktionalen Einbußen an der Entnahmestelle führt (Khadka und Hu 2012). Ein Nachteil liegt in der erhöhten Blutungsneigung an der Entnahmestelle sowie einer übermäßigen Narbenbildung im Entnahmefeld (Sidebottom 2013). Ebenso in der Komplexität des Operationsverfahrens sowie ein Verletzungsrisiko der umliegenden venösen Versorgung. Auch sollte postoperativ kein zu großer Druck auf das Transplantat einwirken da es dadurch zu Verletzungen an der Knochenstruktur beziehungsweise zu Frakturen kommen kann. Um eine Verletzung an der Entnahmestelle vorzubeugen empfiehlt es sich den Arm auf der Seite des Operationsgebietes für einige Zeit ruhig zu stellen. Auch das Heben und Tragen von schweren Gegenständen sowie das Abstützen des Körpers sollte vermieden werden (Khadka und Hu 2012).

Besonders hervorzuheben ist, dass bei einer rheumatoiden Grunderkrankung diese Therapiemethode nicht anwendbar ist da das Ersatzstück dieselben inflammatorischen Prozesse der Grunderkrankung durchlaufen wird (Sidebottom 2013).

3.3 Metatarsales Transplantat

Als weitere Methode beschreibt Sidebottom (2013) den Ersatz mittels eines vaskularisierten freien Lappens des Mittelfußes. Jedoch gibt es im Gegensatz zu Erwachsenen diesbezüglich beim Einsatz bei Kindern nur wenige dokumentierte Erfahrungen.

Dabei kann der Ersatz mittels eines Transplantats des Mittelfußknochens und anliegendem Knorpels gute Ergebnisse in der Rekonstruktion des Kiefergelenkes ein- oder beidseits erzielen (Khadka und Hu 2012). Dies wird auch mittels des Artikels von Borumandi et al. (2013) bestätigt und gilt als eine bereits ausreichend erprobte Möglichkeit.

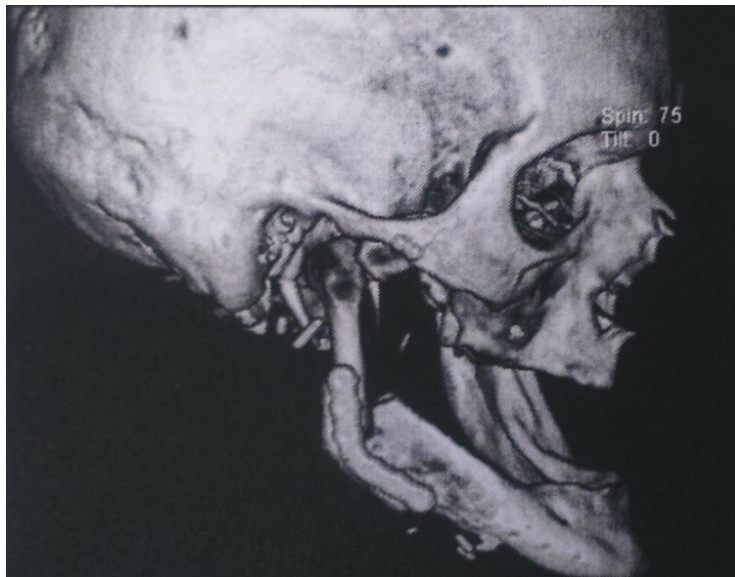


Abbildung 7: Metatarsale Kiefergelenksersatztherapie

Das Risiko degenerativer Prozesse oder das einer Ankylose zeigt sich bei dieser Therapiemethode als gering vor allem wenn es in vaskularisierter Form transplantiert wird. Auch der Epiphysenspalt am Transplantat unterstützt den normalen physiologischen Wachstumsprozess vor allem bei jungen Patientinnen und Patienten und ist auch in ästhetischer Hinsicht an der Entnahmestelle unauffälliger als andere Methoden (Khadka und Hu 2012). Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass sich das transplantierte Gewebe gut in das weiche Gewebe, welches nur unzureichend vaskulär versorgt ist, integrieren lässt (Sidebottom 2013). Auch zeigen bereits durchgeführte operative Kiefergelenksersatztherapien mittels

metatarsalem Transplantat gute Langzeitergebnisse und weisen eine hohe funktionale Zufriedenheit der Patientinnen und Patienten auf (Landa et al. 2003).

Auch konnte Landa et al. (2003), über einen Zeitraum von ca. 12 Jahren, keinen Knochenabbau oder daraus folgende degenerative Veränderungen, beziehungsweise eine Reankylose, beobachtet werden. Ein weiterer Vorteil liegt langzeitspezifisch (Beobachtung über 18 Jahre) in der allgemeinen Schmerzfreiheit und Funktionalität in der Okklusion des Kiefergelenkes (Bond et al. 2004).

Lt. Khadka und Hu (2012) ist das Operationsverfahren jedoch aufwändig, komplex und zeitintensiv und sollte bei einer bestehenden Ankylose nicht die erste Wahl sein.

Postoperative Nachteile für Patientinnen und Patienten können Störungen beim Bewegungsablauf des Fußes sein (Sidebottom 2013). Auch eine Absinken des Vorfußgewölbes konnte über einen Zeitraum von 18 Jahren beobachtet werden (Bond et al. 2004). Beim Kiefergelenk können durch die physiologischen Gegebenheiten des Transplantates nur eingeschränkte seitliche Bewegungen ausgeführt werden (Khadka und Hu 2012). Auch kann die Ästhetik durch das Fehlen eines Zehen kritisiert werden (Landa et al. 2003).

3.4 Beckenkamm Transplantat

Die Entnahme von Knochenmaterial aus dem Beckenkamm für den Kiefergelenkersatz ist vergleichsweise neu. Es stellt ein chondroossales Transplantat dar wobei ein Stück des Beckenkamms inklusive dem angelagerten Knorpelgewebe entnommen wird.

Der Vorteil des Materials liegt in der bevorzugten vertikalen Wachstumsrichtung und der Verhinderung des Risikos einer Reankylose bei Kindern. Dies wurde lt. Khadka und Hu (2013) jedoch nur über einen Zeitraum von 18 Monaten beobachtet, kann somit eine Reankylose nicht vollständig ausschließen. Ein weiterer Vorteil ist, dass das Entnahmegebiet gut mit Kleidung verdeckt werden kann. Auch zeigt sich die Entnahmestelle, bei Notwendigkeit eines größeren Transplantats, als ergiebig.

Nachteile zeigen sich in länger andauernden postoperativen Schmerzen, in einer gegebenenfalls veränderten Gangart, sensorische Nervenschäden, einer veränderten Knochenstruktur am Beckenkamm und verlangsamte Heilungsprozesse. Auch können postoperativ Hernien, Frakturen des Beckenkammes, eine Peritonitis und starke Hämatome auftreten (Khadka und Hu 2013).

3.5 Fibula Transplantat

Für den Kiefergelenksersatz kann auch die Therapiemethode des „free fibula flap“ eingesetzt werden. Ein Vorteil liegt darin, dass ein Stück der Fibula leicht in die fossa glenoidalis eingepasst werden kann und vor allem in vaskularisierter Form eine hohe Anwachs- und Überlebensrate aufweist. Auch besteht die Möglichkeit große Anteile aus der Fibula zu entnehmen und ermöglicht somit großflächige Osteotomien.

Ein Nachteil der auftreten kann ergibt sich im Bereich der Entnahmestelle, da diese Operationstechnik unvorteilhaft für die Kniestabilität sein kann. Daher braucht es eine stabile Fixation des kollateralen Fibulabandes an die Kondyle der Tibia. Der größte Nachteil gegenüber der sternoclavicularen, metatarsalen und costochondralen Methode ist jedoch das großteilige Fehlen des Gelenksknorpels der Fibula. Auch können folglich Kontrakturen am großen Zeh, Valgusdeformationen, eine Versteifung, Instabilität und Schwäche des Knöchels entstehen sowie eine Ischämie und Fußödeme. Des Weiteren gibt es keine einheitlichen Beobachtungen und Meinungen bezüglich des Wachstumsverlaufes des Transplantates im Kiefer.

Bis dato kann diese Methode bei einer Ankylose ausgeschlossen werden da es diesbezüglich noch keine evidente Datenlage gibt (Khadka und Hu 2013).

Alle diese beschriebenen Techniken benötigen lt. Sidebottom (2013) eine postoperative Versorgung mittels intermaxillarer Fixation (IMF).

3.6 Autologe Transplantate aus der kiefernahen Region

Autologe Transplantate aus dem umliegenden Areal des Kiefers stellen eine weitere Möglichkeit des Kiefergelenksersatzes dar (Khadka und Hu 2013).

Dies kann mittels des Processus Coronoideus Mandibulae, dem distalem Anteil des Ramus Mandibulae, dem Wiedereinsatz ankylotisch veränderten Gewebes, der Osteogenese beziehungsweise der „transport distraction“ sowie dem „tissue engineering“ erfolgen.

Wobei das „tissue engineering“ nicht im klassischen Sinne als autologes Therapieverfahren bezeichnet werden kann (Khadka und Hu 2013).

3.6.1 Processus Coronoideus Mandibulae

Bereits 1969 wurde diese Therapiemethode als Kiefergelenksersatztherapie vorgestellt und wurde bereits oftmals bei Defekten im maxillofazialen Gebieten (orbitale und nasale Defekte sowie Mittelgesichtsaugmentationen) durchgeführt. Auch kann diese Methode für Knorpelrekonstruktionen eingesetzt werden. Diese Knorpeltransplantationen gelten als sicher und zeigen nur wenige Risiken vor allem wenn eine Ankylose den Defekt verursacht hat.

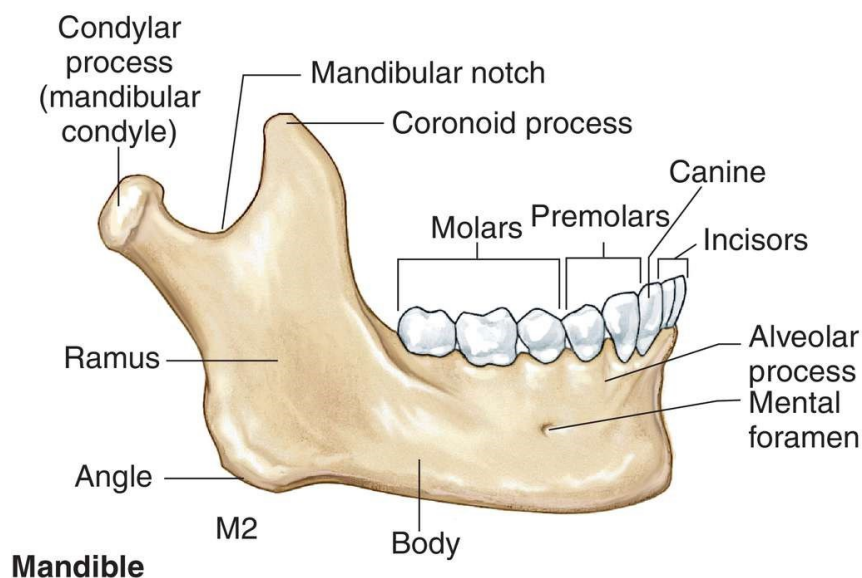


Abbildung 8: Processus Coronoideus Mandibulae

Vorteilhaft erweist sich die langzeitige Stabilität des Transplantats, dadurch eine dauerhafte Stabilität des Kieferbogens und nur eine geringe Abweichung in der Öffnungsweite des Kiefers und erleichtert somit die interne Fixation. Auch passt sich das kiefernahe Transplantat gut an die Anforderungen an indem das transplantierte knorpelige Gewebe die physiologische Rolle übernehmen kann.

Ein großer Nachteil dieser kiefergelenksnahen Transplantatentnahme liegt darin, dass bei einer Ankylose der Processus Coronoideus Mandibulae mitbefallen sein kann und somit nicht als Ersatz in Frage kommt. Auch eine Schwierigkeit stellt sich in Form der Anpassung an die Fossa dar (Khadka und Hu 2013).

Schlussendlich muss Lt. Khadka und Hu (2013) noch beachtet werden, dass es derzeit noch keine follow-up Langzeitstudien über den Einsatz des Processus Coronoideus Mandibulae gibt.

3.6.2 Post border of ramus

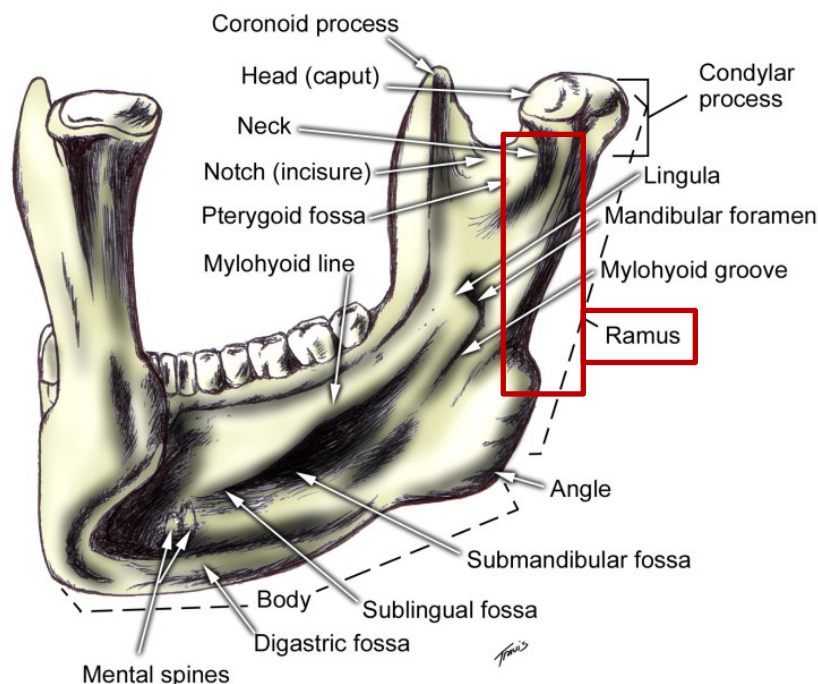


Abbildung 9: Posteriorer Rand des Ramus

Das Therapieverfahren mittels Ersatzstück aus dem posterioren Rand des Ramus kann im Rahmen einer Kondylektomie bei fibrotischer Ankylose angewandt werden.

Der Vorteil liegt in der adäquaten Größe und Form des Transplantats für den Knorpel, auch aufgrund der sehr ähnlichen Knochencharakteristiken. Zwar kann damit kein anatomisch optimales Ergebnis erzielt werden, gilt jedoch als funktional und stabil. Das Risiko einer Knochennekrose, Resorption oder des Transplantatversagens kann als gering angesehen werden vor allem wenn es mit dem pterygoideus medialis und Periost verbunden ist.

Nachteilig ergibt sich daraus eine veränderte Kontur des Kiefers. Auch gilt hier aufgrund einer beobachteten unzureichenden Wachstumsrate, der Einsatz bei Kindern nicht als das Mittel der Wahl sondern sollte bei Erwachsenen, die eine simple funktionale Kondyle benötigen, durchgeführt werden. Auch bei Patientinnen und Patienten die eine Schädigung durch eine Ankylose oder einen Tumorgeschehen am Knorpel besitzen kann dieses Therapieverfahren angewandt werden (Khadka und Hu 2012).

3.6.3 Einsatz von ankylotischem Material

Es besteht auch die Möglichkeit ankylotisches Material (kleine Transplantate) als Gelenkskopfersatz wiederzuverwenden. Dabei sollte das ankylotische Material aus einem dichten Knochen und einer glatten kortikalen Oberfläche mit einer ausreichenden Länge zur Fixation an der Transplantatstelle bestehen. Jedoch besteht nicht immer die Möglichkeit der Entnahme aufgrund der nahen Versorgungsstrukturen des umliegenden Knochens wie arteria maxillaris sowie Gesichtsnerven (Khadka und Hu 2013).

Aufgrund der noch unzureichenden Datenlage gilt lt. Khadka und Hu (2013) diese Methode jedoch als nicht ausreichend erprobt und liefert dazu noch keine evidenten Langzeitergebnisse.

3.6.4 Distractionsosteogenese

Dieses Therapieverfahren kann für den Wiederaufbau und die gleichzeitige Korrektur von sekundären Deformitäten des Kiefergelenkskopfes und bei einer Ankylose angewendet werden.

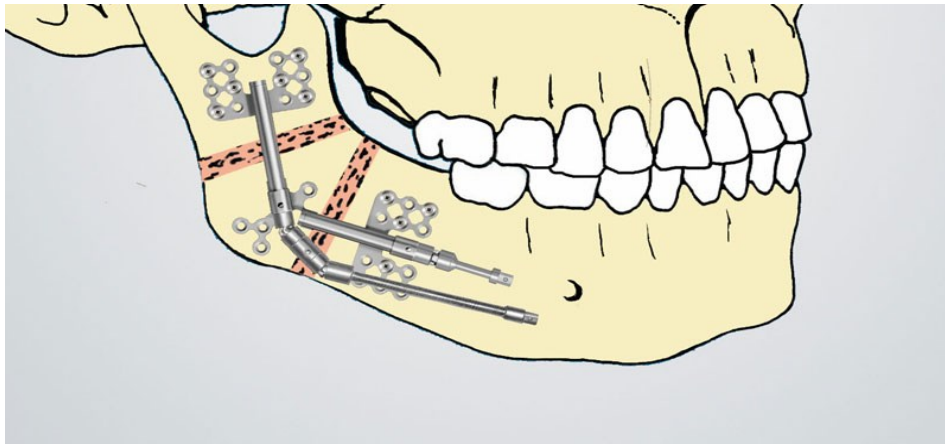


Abbildung 10: Distractionsosteogenese / Transportdistraction

Dabei zeigt sich diese Arthroplastik mittels bidirektionaler Transporttechnik des Knochens als eine effektive therapeutische Option. Ebenso zur Behandlung von Asymmetrien des Gesichts.

Ein großer Vorteil dieses Therapieverfahrens liegt darin, dass damit ein voll funktionales Kiefergelenk erstellt werden kann ohne den Einsatz von zwischenliegenden Knochenmaterialien. Auch der Aufwand der Operationstechnik zeigt sich gering. Für Patientinnen und Patienten ergibt sich der weitere Vorteil, dass auch nach der Operation beziehungsweise innerhalb der Therapiezeit der Kiefer vollständig geöffnet und geschlossen werden kann. Reankyrotische Prozesse wurden bis dato keine dokumentiert.

Nachteilig zeigen sich mögliche „pin-tract“ Infektionen, folglich Infektionen des Knochens und psychosoziale Problematiken für Patientinnen und Patienten. Auch besteht ein erhöhtes Risiko einer Pseudoarthrose (Khadka und Hu 2013).

3.6.5 Ersatz mittels künstlich hergestellter biologischer Gewebe

Wie bereits angemerkt, ist das „tissue engineering“ keine klassische Methode des Kiefergelenksersatzes, scheint jedoch zukünftig ein großes Potenzial zu besitzen.

Das Prinzip liegt in der Erstellung eines Gerüsts worin sich Zellen mittels eines Stimulators ansiedeln können und somit fehlendes Gewebe ersetzen sollen.

Die Herausforderung am Kiefergelenk liegt in der unterschiedlichen Art des Gewebes (Knorpel und Knochen) welches mittels Chondrozyten und Osteoblasten zum Wachsen gebracht werden muss. Der Einsatz von mesenchymalen

Stammzellen, die sich dem geforderten Gewebe nach entwickeln, wäre eine weitere Möglichkeit.

Der Nachteil ergibt sich in der Immobilität des Kiefers während des Wachstums- und Heilungsprozesses. Auch ist es fraglich, ob der Einsatz bei Kindern aufgrund des wachsenden umliegenden Gewebes und Knochens möglich wäre (Khadka und Hu 2013).

Mittlerweile wurden lt. Khadka und Hu (2013) bereits enorme Fortschritte in diesem Therapieverfahren gemacht. Diese Methode steht aber generell noch am Anfang der Entwicklung.

3.7 Therapiealgorithmus des autologen Kiefergelenksersatzes

Aus den Erkenntnissen der Literaturrecherche kann nun ein Therapiealgorithmus des autologen Kiefergelenksersatzes erstellt werden. Da aus der von mir erhobenen Literatur eine klare Empfehlung hervorgeht, bei Erwachsenen dem alloplastischen Kiefergelenksersatz den Vorzug zu geben, bezieht sich die Einteilung hierbei zu großen Teilen auf Kinder und Jugendliche.

Methode	Grunderkrankung / Anwendbarkeit	Vorteile	Nachteile, Komplikationen / Risiken	Therapiebegleitende Maßnahmen
Costochondraler Kiefergelenksersatz	<ul style="list-style-type: none"> • Rheumatische Erkrankungen (-) 	<ul style="list-style-type: none"> • evidente Datenlage • häufige Anwendung • bereits vorhandene Knorpelanteile • Wachstumspotenzial • einfacher operativer Zugang am Rippenbogen • anatomisch vergleichbar mit Kiefergelenkskopf 	<ul style="list-style-type: none"> • eingeschränkte Transplantatqualität möglich • unberechenbares Wachstum • mögliche Rippenfellverletzungen • Pleuraerguss • Pneumothorax • Atelektasen • Emphysem... 	<ul style="list-style-type: none"> • Postoperative intermaxillare Fixation (nächtlich für mind. 3 Monate) • Schmerztherapie • Physiotherapie
	<ul style="list-style-type: none"> • Tumor groß (+) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Trauma groß (+) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Ankylose (-) 			

Methode	Grunderkrankung / Anwendbarkeit	Vorteile	Nachteile, Komplikationen / Risiken	Therapiebegleitende Maßnahmen
Sternoclaviculärer Kiefergelenkersatz	<ul style="list-style-type: none"> • Rheumatische Erkrankungen (-) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gelenk denselben endochondralen Ursprung wie Kiefergelenk • keine nennenswerten funktionalen Einbußen an der Entnahmestelle 	<ul style="list-style-type: none"> • erhöhte Blutungsneigung an der Entnahmestelle • übermäßige Narbenbildung im Entnahmefeld • Komplexität des Operationsverfahrens • Verletzungsrisiko der umliegenden venösen Versorgung bei Transplantatentnahme 	<ul style="list-style-type: none"> • Zur Frakturvermeidung Arm an der Seite des Operationsgebietes für einige Zeit ruhig zu stellen. • Postoperative intermaxillare Fixation • Schmerztherapie • Physiotherapie
	<ul style="list-style-type: none"> • Tumor groß (+) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Trauma groß (+) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Ankylose (-) 			

Methode	Grunderkrankung / Anwendbarkeit	Vorteile	Nachteile, Komplikationen / Risiken	Therapiebegleitende Maßnahmen
Metatarsaler Kiefergelenksersatz	<ul style="list-style-type: none"> • Rheumatische Erkrankungen (+/-) (keine Langzeitergebnisse) 	<ul style="list-style-type: none"> • ästhetisch gut zu verdeckende Entnahmestelle • gute Langzeitergebnisse • hohe funktionale Zufriedenheit der Patientinnen und Patienten 	<ul style="list-style-type: none"> • Operationsverfahren aufwändig, komplex und zeitintensiv • Absenken des Vorfußgewölbes • nur eingeschränkte laterale Bewegungen des Kiefers 	<ul style="list-style-type: none"> • Postoperative intermaxillare Fixation • Schmerztherapie • Physiotherapie
	<ul style="list-style-type: none"> • Tumor groß (-) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Trauma groß (-) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Ankylose (+) (nur mit vaskularisiertem Material) 			

Methode	Grunderkrankung / Anwendbarkeit	Vorteile	Nachteile, Komplikationen / Risiken	Therapiebegleitende Maßnahmen
Kiefergelenkersatz mittels Beckenkamm	<ul style="list-style-type: none"> • Rheumatische Erkrankungen (-/+) (keine Langzeitergebnisse) 	<ul style="list-style-type: none"> • ergiebige und gut zugängliche Entnahmestelle • vertikale Wachstumsrichtung des Transplantats • Entnahmegebiet gut mit Kleidung verdeckbar 	<ul style="list-style-type: none"> • länger andauernde postoperative Schmerzen • ev. veränderte Gangart • Frakturen des Beckenkammes • Peritonitis 	<ul style="list-style-type: none"> • Postoperative intermaxillare Fixation • Schmerztherapie • Physiotherapie
	<ul style="list-style-type: none"> • Tumor groß (+) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Trauma groß (+) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Ankylose (-/+) keine Langzeitergebnisse) 			

Methode	Grunderkrankung / Anwendbarkeit	Vorteile	Nachteile, Komplikationen / Risiken	Therapiebegleitende Maßnahmen
Kiefergelenkersatz mittels Fibula	<ul style="list-style-type: none"> Rheumatische Erkrankungen (-/+) (keine Langzeitergebnisse) 	<ul style="list-style-type: none"> ergiebige und gut zugängliche Entnahmestelle leicht einzupassende Fibula in die fossa glenoidalis vor allem in vaskularisierter Form hohe Anwachs- und Überlebensrate 	<ul style="list-style-type: none"> Knieinstabilität größteiliges Fehlen des Gelenksknorpels der Fibula Valgusdeformationen Fußödeme unklarer Wachstumsverlauf des Transplantats im Kiefer 	<ul style="list-style-type: none"> stabile Fixation des kollateralen Fibulabandes an die Kondyle der Tibia Postoperative intermaxillare Fixation Schmerztherapie Physiotherapie
	<ul style="list-style-type: none"> Tumor groß (+) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> Trauma groß (+) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> Ankylose (-) (geringe Evidenz) 			

Methode	Grunderkrankung / Anwendbarkeit	Vorteile	Nachteile, Komplikationen / Risiken	Therapiebegleitende Maßnahmen
Kiefergelenkersatz mittels Processus Coronioideus Mandibulae	<ul style="list-style-type: none"> Rheumatische Erkrankungen (-/+) (geringe Evidenz) 	<ul style="list-style-type: none"> Methode gilt als sicher nur wenige Risiken bei Eingriff gute Langzeitstabilität des Transplantats nur eine geringe Abweichung in der Öffnungsweite des Kiefers 	<ul style="list-style-type: none"> Schwierigkeit bei Anpassung des Transplantates an die Fossa nur begrenztes Transplantatmaterial 	<ul style="list-style-type: none"> Postoperative intermaxillare Fixation Schmerztherapie Physiotherapie
	<ul style="list-style-type: none"> Tumor groß (-) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> Trauma groß (-) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> Ankylose (+) 			

Methode	Grunderkrankung / Anwendbarkeit	Vorteile	Nachteile, Komplikationen / Risiken	Therapiebegleitende Maßnahmen
Kiefergelenkersatz mittels Hinterrand des Ramus mandibulae	<ul style="list-style-type: none"> Rheumatische Erkrankungen (-) 	<ul style="list-style-type: none"> sehr ähnliche Knochencharakteristiken funktional gutes und stabiles Ergebnis geringes Risiko einer Knochennekrose, Resorption oder eines Transplantatversagens 	<ul style="list-style-type: none"> veränderte Kontur des Kiefers unzureichende Wachstumsrate 	<ul style="list-style-type: none"> Schmerztherapie Physiotherapie <p>*aufgrund des unzureichenden Wachstumstendenz nur bedingt einsetzbar</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Tumor groß (-) klein (-/+)* 			
	<ul style="list-style-type: none"> Trauma groß (-) klein (-/+)* 			
	<ul style="list-style-type: none"> Ankylose (+) 			

Methode	Grunderkrankung / Anwendbarkeit	Vorteile	Nachteile, Komplikationen / Risiken	Therapiebegleitende Maßnahmen
Kiefergelenkersatz mittels ankylotischem Material aus dem Kiefer	<ul style="list-style-type: none"> Rheumatische Erkrankungen (-/+) (geringe Evidenz) 	<ul style="list-style-type: none"> Transplantatgewebe aus unmittelbarer Umgebung kein zweites Operationsareal notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> Entnahme aufgrund der nahen Versorgungsstrukturen des umliegenden Knochens nur eingeschränkt möglich keine evidenten Langzeitergebnisse 	<ul style="list-style-type: none"> Schmerztherapie Physiotherapie
	<ul style="list-style-type: none"> Tumor groß (-) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> Trauma groß (-) klein (+) 			
	<ul style="list-style-type: none"> Ankylose (+) 			

Methode	Grunderkrankung / Anwendbarkeit	Vorteile	Nachteile, Komplikationen / Risiken	Therapiebegleitende Maßnahmen
Kiefergelenksersatz mittels Distractionosteogenese	<ul style="list-style-type: none"> • Rheumatische Erkrankungen (-) 	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung eines voll funktionellen Kiefergelenks möglich • Aufwand der Operationstechnik gering • innerhalb der Therapiezeit kann Kiefer vollständig geöffnet und geschlossen werden 	<ul style="list-style-type: none"> • „pin-tract“ Infektionen • psychosoziale Problematiken • erhöhtes Risiko einer Pseudoarthrose 	<ul style="list-style-type: none"> • Schmerztherapie • Physiotherapie <p style="margin-top: 20px;">* keine Evidenz</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Tumor groß (-) klein (*) 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Trauma groß (-) klein (*) 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Ankylose (+) 			

Methode	Grunderkrankung / Anwendbarkeit	Vorteile	Nachteile, Komplikationen / Risiken	Therapiebegleitende Maßnahmen
Kiefergelenkersatz mittels „tissue engineering“	<ul style="list-style-type: none"> • Rheumatische Erkrankungen* 	<ul style="list-style-type: none"> • keine aufwendige Knochen und Gewebsentnahme mehr notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> • Immobilität des Kiefers während des Wachstums- und Heilungsprozesses • fraglicher Einsatz bei Kindern aufgrund des wachsenden umliegenden Gewebes und Knochens 	<ul style="list-style-type: none"> • Schmerztherapie • Physiotherapie
	<ul style="list-style-type: none"> • Tumor* groß klein 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Trauma* groß klein 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Ankylose* <p>*Verfahren noch in Entwicklung</p>			

4. Diskussion

Ursachen für Kiefergelenkserkrankungen sind bei Erwachsenen vergleichbar mit denen von Kindern und Jugendlichen. Jedoch sind nach Auswertung der von mir verwendeten Studienartikel verschiedene Therapieformen anzuwenden.

Bei rheumatoiden Erkrankungen ist dem alloplastischen Ersatz bei Erwachsenen der Vorzug zu geben da die Grunderkrankung das Transplantat erneut inflammatorisch belasten würde. Ähnliches Bild zeigt sich bei ankylotischen Erkrankungen.

So kann bei Erwachsenen in den meisten Fällen eine klare Empfehlung für einen alloplastischen Kiefergelenksersatz gegeben werden da sich in den letzten Jahren eine deutliche Besserung in den verwendeten Materialien gezeigt hat. Diese Verbesserung der angewendeten synthetischen Ersatzmaterialien fängt Schwächen früherer rekonstruierender Methoden ab. Die Erkenntnisse die zur dieser Verbesserung führten, kamen vor allem aus dem Bereich der Totalendoprothetik bei Knie- und Hüftgelenksoperationen. Auch sind die anfänglich höheren Kosten der alloplastischen Methode durch eine raschere Belastung des Kiefers und eine höhere Erfolgsquote mit weniger Nachoperationen dem autologen Kiefergelenksersatz überlegen. So sind beim autologen Ersatz häufiger Nachoperationen zu beobachten.

Nichts desto trotz wird in vielen Ländern weiterhin auch bei Erwachsenen dem autologen Kiefergelenksersatz der Vorzug gegeben. So kann auch allgemein beobachtet werden, dass die angewendeten und bevorzugt eingesetzten Methoden von Land zu Land stark variieren.

Ein Bereich der nach wie vor klar von der autologen Kiefergelenksersatztherapie dominiert wird ist der Bereich bei Kindern und Jugendlichen. Hier zeigt sich die größte Schwäche des alloplastischen Verfahrens bei dem es naturgemäß kein mitwachsen geben kann.

So bezieht sich der von mir erstellte Therapiealgorithmus für den autologen Kiefergelenksersatz in erster Linie auf Kinder und Jugendliche.

Was zusammenfassend gesagt werden kann ist, dass für die Entscheidungsfindung welche der autologen Kiefergelenksersatzvarianten zum Einsatz kommen kann neben den klassischen medizinischen Kriterien, auch individuelle persönliche Faktoren von Patientinnen und Patienten eine entscheidende Rolle spielen. So stellt das Transplantat der metatarsalen Therapieform einen großen Eingriff in das ästhetische Befinden der Patientinnen und Patienten dar, individuell abhängig ob die betroffene Person den Verlust einer Gliedmaße akzeptieren kann. Auch das sternoclaviculare Transplantat, dass nach Recherche der Ersatz der ersten Wahl des autologen Kiefergelenksersatzes sein sollte, kann im sichtbaren Bereich (Dekolleté) eine sehr prominente Narbe hinterlassen, über die der Patient oder die Patientin im Vorfeld aufgeklärt werden muss. Diese Wahl ergibt sich aus dem gemeinsamen endochondralen Ursprungs des sternoclavicularen Gelenks und des Kiefergelenkes. Des Weiteren in der höheren Knochenqualität die dem costochondralen Transplantat überlegen ist. Ebenso muss in der Regel nur der superiore Anteil des costochondralen Gelenkes entnommen werden. In der Literatur wurde teils eine vollständige Regeneration des Gelenkes beschrieben.

Als Nachteil hat sich, wie zuvor erwähnt, eine deutliche Narbenbildung gezeigt, ebenso ist die Entnahme operationstechnisch aufwändiger und risikobehafteter. Dies mag ein Grund für die häufiger angewendete Methode des costochondralen chirurgischen Therapieverfahrens sein.

Im Allgemeinen zeigt sich eine deutliche Verbesserung der Integration des Transplantats bei Methoden die eine Gefäßintegration mit einbeziehen. Vor allem bei größeren Defekten sollte diesen Therapiemethoden der Vorzug gegeben werden.

Die weiteren von mir im Behandlungsalgorithmus angeführten Methoden weisen zum Teil eine geringe Evidenz auf und können somit nur bedingt empfohlen werden.

Eine sehr vielversprechende Behandlungsmethode scheint der Kiefergelenksersatz, mittels künstlich hergestelltem biologischen Gewebe („tissue engineering“), zu sein die schon in einem sehr frühen Stadium der Erkrankung zum Einsatz kommen könnte. Leider ist diese Methode zum jetzigen Zeitpunkt

noch nicht gänzlich einsetzbar und ausreichend erprobt. Sollte sie sich aber als zielführend erweisen, besitzt sie ein großes Potenzial die Kiefergelenkersatztherapie zu revolutionieren.

Abschließend kann gesagt werden, dass die Erstellung eines Behandlungsalgorithmus nur bedingt möglich ist da sehr viele verschiedene Faktoren die Auswahl der für die Patientinnen und Patienten bestmöglichen Behandlung beeinflussen, dieser aber durchaus bei der Entscheidungsfindung unterstützend angewendet werden kann.

Schlussendlich scheint es, dass Kiefergelenkersatztherapien in Österreich (2014) eher selten durchgeführt werden (88 Einzelleistungen laut Statistik Austria) In erster Linie dürfte auf altbewährte Methoden wie das costochondrale Transplantat zurückgegriffen werden.

5. Literaturverzeichnis

Bond, S.E; Saeed, N.R; Cussons, P.D; Watt-Smith, S.R (2004): Reconstruction of the temporomandibular joint by the transfer of the free vascularised second metatarsal. In: *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 42 (3), S. 241–245.

Borumandi, Farzad; Bürger, Heinz; Gaggl, Alexander (2013): Combined second metatarsophalangeal joint and extended dorsalis pedis flap for reconstruction of temporomandibular joint and oral mucosa. In: *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 51 (4), S. e54.

Davies, Barbara; Logan, Jo (2008): Reading research. A user-friendly guide for nurses and other health professionals. 4. Aufl. Toronto: Mosby Elsevier.

Eckardt, A.; Swennen, G.; Brachvogel, P. (2005): Das autologe Rippentransplantat zur Überbrückung von Kontinuitätsdefekten des Unterkiefers. In: *Mund Kiefer GesichtsChir* 9 (2), S. 66–70.

Glasman-Deal, Hilary (©2010): Science research writing for non-native speakers of English. London, Hackensack, NJ: Imperial College Press; Distributed by World Scientific Pub.

Khadka, A.; Hu, J. (2012): Autogenous grafts for condylar reconstruction in treatment of TMJ ankylosis: current concepts and considerations for the future. In: *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 41 (1), S. 94–102.

Jung, S.; Kleinheinz, J. (2015): Indikationen zum alloplastischen Kiefergelenkersatz. In: *ZWR* 124 (03), S. 92–95.

Landa, Leopoldo E.; Gordon, Christopher; Dahar, Nicolas; Sotereanos, George C. (2003): Evaluation of long-term stability in second metatarsal reconstruction of the temporomandibular joint. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 61 (1), S. 65–71.

MacIntosh, Robert Bruce; Shivapuja, Prasanna-Kumar; Naqvi, Rabia (2015): Scleroderma and the Temporomandibular Joint: Reconstruction in 2 Variants. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 73 (6), S. 1199–1210.

Meghan K. Murphy, B. Regina F. MacBarb BS Mark E. Wong DDS Kyriacos A. Athanasiou PhD PEE (2013): Temporomandibular Joint Disorders: A Review of Etiology, Clinical Management, and Tissue Engineering Strategies: The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants (28 (6)).

Saeed, N.R; Hensher, R.; McLeod, N.M.H; Kent, J.N (2002): Reconstruction of the temporomandibular joint autogenous compared with alloplastic. In: *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 40 (4), S. 296–299.

Schulte, Erik; Schumacher, Udo; Schünke, Michael (2014): Prometheus - LernAtlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem ; 183 Tabellen. 4. Aufl. Stuttgart [u.a.]: Thieme.

Sidebottom, Andrew J. (2013): Alloplastic or autogenous reconstruction of the TMJ. In: *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* 3 (3), S. 135–139.

Waldeyer, Anton (2003): Waldeyer - Anatomie des Menschen. [45 Tabellen]. 17. Aufl. Hg. v. Jochen Fanghänel. Berlin [u.a.]: De Gruyter (De Gruyter Reference Global).

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/stationaere_aufenthalte/medizinische_leistungen/index.html (17.08.2016)

<http://www.kiefergelenk.at/de/kiefergelenkerkrankungen/das-kiefergelenk.html> (21.08.2016)

Abbildungen:

Abbildung 1; 2:

Schulte, Erik; Schumacher, Udo; Schünke, Michael (2014): Prometheus - LernAtlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem ; 183 Tabellen. 4. Aufl. Stuttgart [u.a.]: Thieme.

Abbildung 6:

Borumandi, Farzad; Bürger, Heinz; Gaggl, Alexander (2013): Combined second metatarsophalangeal joint and extended dorsalis pedis flap for reconstruction of

temporomandibular joint and oral mucosa. In: *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 51 (4), S. e54.

Abbildung 7:

<http://medicaldictionary.thefreedictionary.com/processus+coronoideus+mandibule>
(30.08.2016)

Abbildung 8:

<http://oralmaxillo-facialsurgery.blogspot.co.at/2010/05/facial-bone-anatomy.html>
(30.08.2016)

Abbildung 9:

<http://www.klsmartin.com/products/distraction-devices/mandibula/bidirectional-mandibular-distraction/?L=2> (30.08.2016)