

Aus der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Klinische Ergebnisse nach Transpalatinaldistraction

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Nicole Ernst

aus Karlsruhe

Datum der Promotion: 26.2.2016

Abkürzungsverzeichnis

ant.	anterior
Bone anchors	Kieferorthopädisches Verankerungselement
BSSO	Bisagittal split osteotomy (Operation zur Unterkieferverlagerung)
CFS	Craniofacial surgery
DICOM	Digital Imaging and Communication in Medicine
DLKG	Doppelseitige Lippen- Kiefer- Gaumenspalte
DO	Distraktionsosteogenese
DVT	Digitale Volumetomographie
Dysost. cc	Dysostosis cleidocranialis
HP	Hyperplasie
KFO	Kieferorthopädie
KFS	Kraniofaziales Syndrom
KG	Kiefergelenk
Le Fort I- Osteotomie	Operation am Oberkiefer zur Korrektur der Bisslage
LKG-Spalten	Lippen- Kiefer-Gaumen -Spalten
M	männlich
ME	Materialentfernung (Entfernung Distraktor)
NA	Nichtanlage
OK	Oberkiefer
OP	Operation
OPE	Operative Entfernung
Ost.	Osteotomie
OPMG/OPTG	Orthopantomogramm
RME	Rapid maxillary expansion
SARME	Surgical assisted rapid maxillary expansion Chirurgisch assistierte forcierte Oberkiefererweiterung
SARPE	Surgical assisted rapid palatinal expansion Chirurgisch assistierte forcierte Gaumennahterweiterung
SME	Slow maxillary Expansion
TMD	Transversales maxilläres Defizit
TPD	Transpalatinaldistraktor/Transpalatinaldistraktion
TTS	Trauma-Titan-Schiene
TJ-DO	Two jaw- Distraktion
TJS	Two jaw surgery (Operation in Unter- und Oberkiefer zur Bisslagekorrektur)
UK	Unterkiefer
W	weiblich
WS	Wachstumsstörung

Inhalt

1	Zusammenfassung.....	4
2	Abstract.....	6
3	Einleitung.....	8
3.1	Skelettale Anatomie und Entwicklung des Oberkiefers (Maxilla).....	8
3.2	Ätiologie von Dysgnathien und maxillären Defiziten.....	11
3.3	Historie und Entwicklungen zur Korrektur des transversalen maxillären Defizits (TMD).....	14
3.4	Zielsetzung der vorliegenden Arbeit.....	17
4	Material & Methodik.....	18
5	Ergebnisse.....	24
6	Diskussion.....	50
7	Schlußfolgerung.....	56
8	Abbildungsverzeichnis.....	57
9	Literatur.....	59
10	Eidesstattliche Versicherung.....	63
11	Lebenslauf.....	65
12	Danksagung.....	66

1 Zusammenfassung:

1999 wurde die Transpalatinaldistraktion als Variante der chirurgisch unterstützten Gaumennahterweiterung zur Therapie des transversalen maxillären Defizits (TMD) von Mommaerts eingeführt. Seit 2007 wurde diese Methode an der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie am Campus Virchow- Klinikum der Charité Universitätsmedizin Berlin eingesetzt.

Bei der vorliegenden Dissertationsschrift handelt es sich um eine retrospektive Analyse der Patienten, die von 2007 bis Mai 2015 durch Transpalatinaldistraktion (TPD) zur Korrektur des transversalen maxillären Defizits (TMD) behandelt wurden.

Ziel der Untersuchung war es, den Indikationsbereich für skelettal verankerte Expansionsgeräte präzisieren zu können, da es bisher keine einheitliche Empfehlung zur Differentialindikation von dental und skelettal verankerten Expansionsapparaturen zur Korrektur des TMD gibt.

Dazu wurden stationäre und ambulante Behandlungsunterlagen ausgewertet, wobei neben Distraktionsparametern (Distraktortyp, Latenzphase, Distraktionsstrecke/Diastemabreite, Konsolidierungszeit) begleitende Therapiemaßnahmen, Komplikationen und Nebenwirkungen ermittelt wurden. Zur Illustration der Ergebnisse wurde die vorliegende ausführliche Fotodokumentation eingesetzt.

Von Januar 2007 bis Mai 2015 wurden insgesamt 80 Transpalatinaldistraktionen bei Patienten mit TMD vorgenommen. Bei 79 von 80 Patienten konnte das vorbestehende TMD durch die eingesetzten Transpalatinaldistraktoren zuverlässig und stabil korrigiert werden. Nur in einem Fall kam es zum Misserfolg. Weitere kleinere Komplikationen waren gut beherrschbar. 42 weibliche und 38 männliche Patienten wurden von einem Behandlungsteam nach einem standardisierten Behandlungsprotokoll versorgt. Das durchschnittliche Alter betrug 25,6 Jahre wobei der jüngste Patient sechs Jahre alt und die älteste Patientin 51 Jahre alt war. Die mittlere Diastemabreite betrug 10,6mm mit einer Varianz von 5 - 23mm.

Zur besseren Darstellung der Ergebnisse wurden vier Patientengruppen gebildet.

In Gruppe 1 wurden Patienten zusammengefasst, die eine Transpalatinaldistraktion ohne weitere Bisslagekorrektur erhielten (n=14).

Bei Patienten der Gruppe 2 schlossen sich unterschiedliche Bisslagekorrekturen an die TPD oder sind im Anschluss noch ausstehend (n=36).

Zur Gruppe 3 (n=19) zählten Patienten mit komplexen skelettalen Fehlanlagen, in Gruppe 4 wurden pädiatrische Patienten mit TMD, die das 16. Lebensjahr noch nicht abgeschlossen hatten eingeschlossen (n=11). Bei diesen waren im Vorfeld rein kieferorthopädische Expansionsversuche frustan verlaufen.

Es zeigte sich, dass durch Anpassung verschiedener Parameter eine individuelle Korrektur des vorliegenden TMD möglich ist. Diese Individualisierbarkeit erwies sich vor allem bei komplexen Fehlbildungen und im pädiatrischen Patientengut als vorteilhaft. Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse kann die chirurgisch unterstützte Gaumennahterweiterung mit konfektionierten Transpalatinaldistraktoren zur individualisierten Korrektur des transversalen maxillären Defizits empfohlen werden.

Aufgrund des heterogenen Patientengutes mit einer Vielzahl von Variablen sind evidenzbasierte Aussagen zu Vor- und Nachteilen der verschiedenen Expansionstechniken und -apparaturen wohl auch im Rahmen prospektiver Untersuchungen problematisch.

2 Abstract:

In 1999 transpalatal distraction (TPD) has been implemented for the correction of transverse maxillary deficiency (TMD) by M. Mommaerts. Since 2007, this method has been used in the Department of Craniomaxillofacial Surgery, Campus Virchow Klinikum, Charité Universitätsmedizin Berlin for that purpose.

Within this thesis work a retrospective analysis of all patients that have been treated by transpalatal distraction from 2007 until May 2015 in order to correct their transverse maxillary deficiency (TMD) has been performed focusing on indications, limitations and drawbacks of bony anchored maxillary expansion devices. Currently there is a lack of evidence based data concerning that issue.

In- and out patient records of all patients were evaluated and parameters of distraction as well as concomitant therapies and side effects were recorded for descriptive statistic analysis. In order to illustrate the results extensive photo documentation of these patients was used.

From January until May 2015 80 transpalatal distraction procedures have been performed in order to correct a present TMD. In 79 of 80 procedures, the preexisting TMD could be corrected according to the preoperative surgical planning. Only one failure was documented, minor side effects that occurred proved to be manageable. 42 female and 38 male patients have been treated according to a standardized surgical procedure by the same surgical team. Mean age was 25,6 years, the youngest patient was 6 years of age when TPD was performed, the oldest patient was 51 years of age. Mean width of interdental diastema was 10,6mm, varying from 5-23mm.

In order to present the findings of the analysis properly four group of patients have been composed:

Group 1 - patients without further orthognathic surgery after TPD (n=14)

Group 2 - patients undergoing further orthognathic surgery after TPD (n=36)

Group 3 - patients affected by complex craniofacial anomalies (cleft-lip-and palate, craniofacial dysostosis) (n=19)

Group 4 - pediatric patients before 16 years of age (n=11) – in this group preceding orthodontic maxillary expansion had failed.

An evolution of the surgical technique allowing for the individual correction of the present TMD by transpalatal distraction could be documented by the extensive photo documentation of the series. According to these results TPD can be recommended for the individualized treatment of a present TMD. However due to the heterogeneity of variables evidence based statements regarding the different expansion techniques are impeded.

3 Einleitung:

3.1 Skelettale Anatomie und Entwicklung des Oberkiefers (Maxilla)

Die Maxilla ist paarig angelegt, bildet das zentrale Mittelgesicht und gliedert sich in einen Corpus, der den Sinus maxillaris beinhaltet sowie in vier Fortsätze, den Processus frontalis, den Processus palatinus, den Processus alveolaris und den Processus zygomaticus. Mit den jeweils angrenzenden Knochen ist sie über Suturen verbunden: über die Sutura zygomaticoalveolaris mit den Jochbeinen, über die Sutura frontalis mit dem Stirnbein. Nach posterior grenzt die Maxilla an das Os palatinum, mit dem sie über die Sutura palatina transversa verbunden ist. Die Sutura palatina media verbindet die linke und rechte Maxilla im Bereich des harten Gaumens. Im zentralen Bereich der Maxilla befindet sich die Apertura piriformis mit dem Cavum nasi, wobei die Spina nasalis anterior noch von der Maxilla gebildet wird. Im oberen Anteil grenzen die Augenhöhlen, im unteren die Mundhöhle, im seitlichen Anteil die Jochbeine, posterokranial schließt sich der Epipharynx an die Choanen an (Abb. 1, 2) [1].

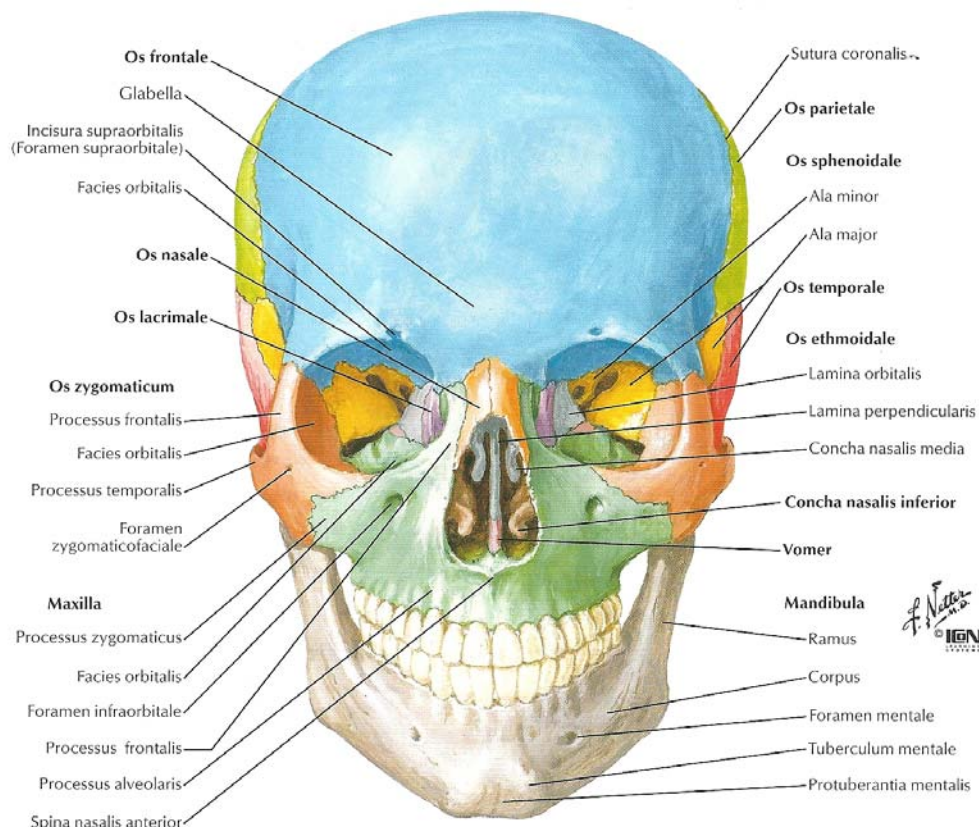


Abb. 1: Darstellung des menschlichen Schädels aus Netter [2]

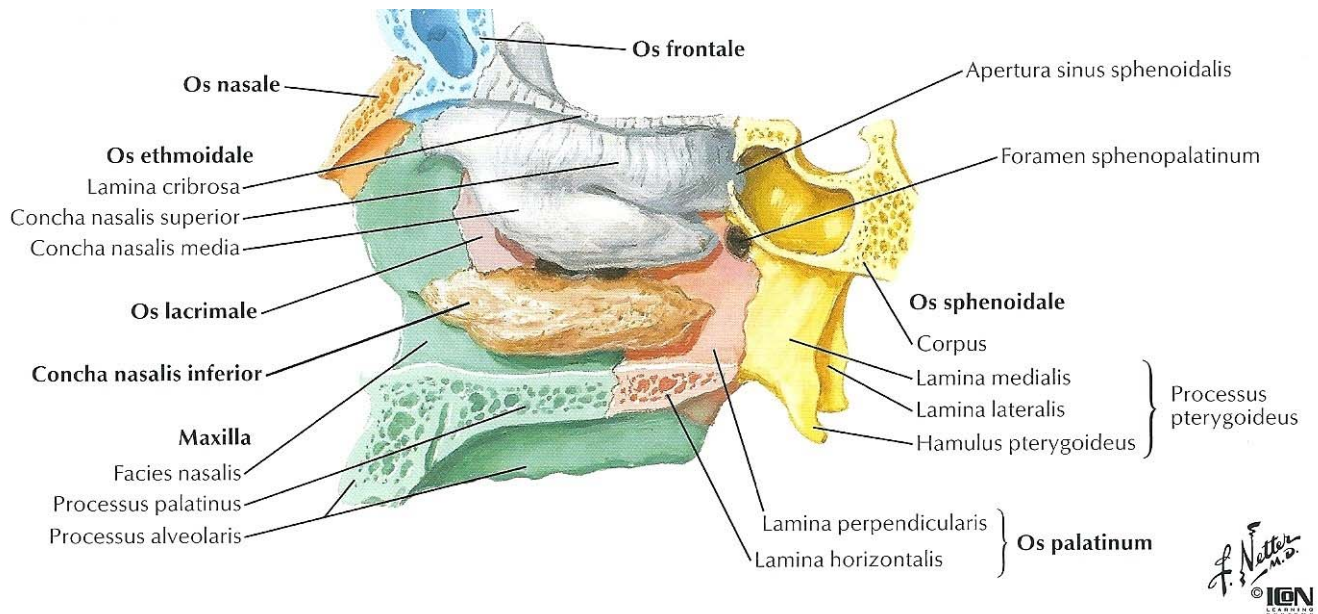


Abb. 2: Anatomie des Oberkiefers, sagittale Ansicht [2]

Anlage und Entwicklung des Gesichtsschädels (Viscerocranium) wurden von Enlow grundsätzlich beschrieben [3, 4]. Wesentlicher Aspekt dabei ist, dass bei der Geburt der Gesichtsschädel im Vergleich zum Hirnschädel (Neurocranium) relativ klein ist und sich erst im Verlauf des postpartalen Wachstums entwickelt, wobei multiple Faktoren diese Entwicklung steuern. Relevant ist eine physiologische Anlage und Entwicklung der Schädelbasis, insbesondere der vorderen Schädelgrube, die bestimmend für die Entwicklung des gesamten Mittelgesichts ist (Abb. 3a, b).

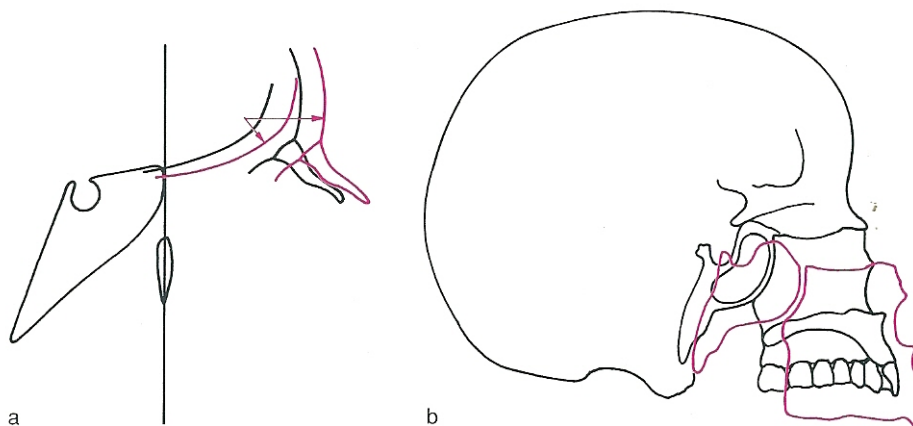


Abb. 3a, b: Darstellung des maxillären Wachstums nach Enlow [5]

In Bezug zur vorderen Schädelbasis erfolgt die Entwicklung des Gesichtsschädels dabei nach vorne und unten (ventrocaudal, Abb.5), wobei sich die Expansion in allen drei Ebenen des Raumes vollzieht (sagittal, transversal, vertikal). Verschiedene Wachstumszonen scheinen hierfür verantwortlich zu sein, als wichtige Struktur für die Entwicklung des Mittelgesichts wird der nasomaxilläre Komplex angesehen (Abb.4).

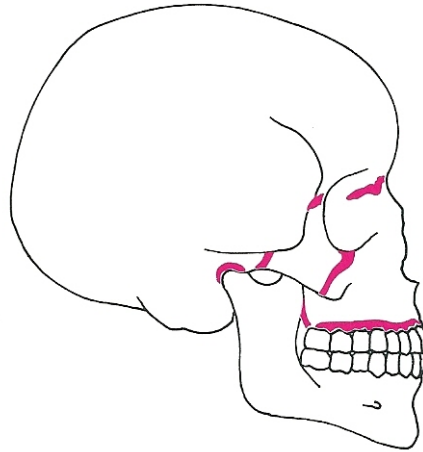


Abb. 4: Wachstumszonen des Mittelgesichts nach Enlow [6]

Typischerweise wird das Wachstum des Mittelgesichts als differenziertes Zusammenspiel von Appositions- und Resorptionsvorgängen des Knochens beschrieben, die über Remodellationsprozesse zur Verlagerung („Relokation/Translation“) des gesamten Komplexes beitragen. Hierbei spielen die beiden Dentitionen und die Pneumatisation der Nasennebenhöhlen eine wichtige Rolle (Abb.5).

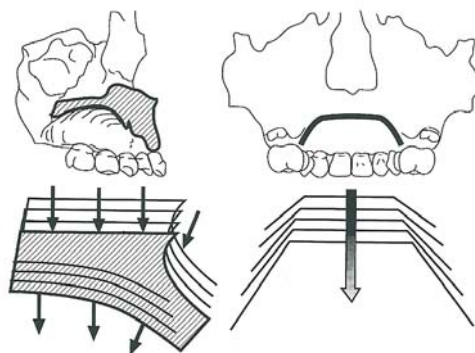


Abb. 5a: Remodellationsprozesse der Maxilla nach Enlow [6]

3.2 Ätiologie von Dysgnathien und maxillären Defiziten

Wenn Anlage und Gesichtsentwicklung ungestört verlaufen und auch funktionell keine Beeinträchtigungen des Kauorgans bestehen, resultiert eine reguläre Verzahnung (Normokklusion) mit physiologischer Lagebeziehung von Ober- und Unterkiefer. Dies wird kieferorthopädisch als Idealzustand angesehen und als Eugnathie bezeichnet. Jede Abweichung davon wird im Gegensatz dazu als Dysgnathie bezeichnet. Ihre Ursache kann in Anlage und/oder Entwicklung von Ober- und/oder Unterkiefer liegen, wobei leichtere Formen als dentoalveoläre Dysgnathien von schwereren Formen (skelettale Dysgnathien) unterschieden werden. Dysgnathien entstehen durch multifaktorielle Einflüsse und können in ihrer Ausprägung sehr variieren [5, 7]. Für chirurgische Zwecke hat sich die Einteilung der verschiedenen Dysgnathieformen nach Angle in drei verschiedene Klassen bewährt (Klasse I-Neutralbiss; Klasse II-Distalbiss, Klasse III Mesialbiss).

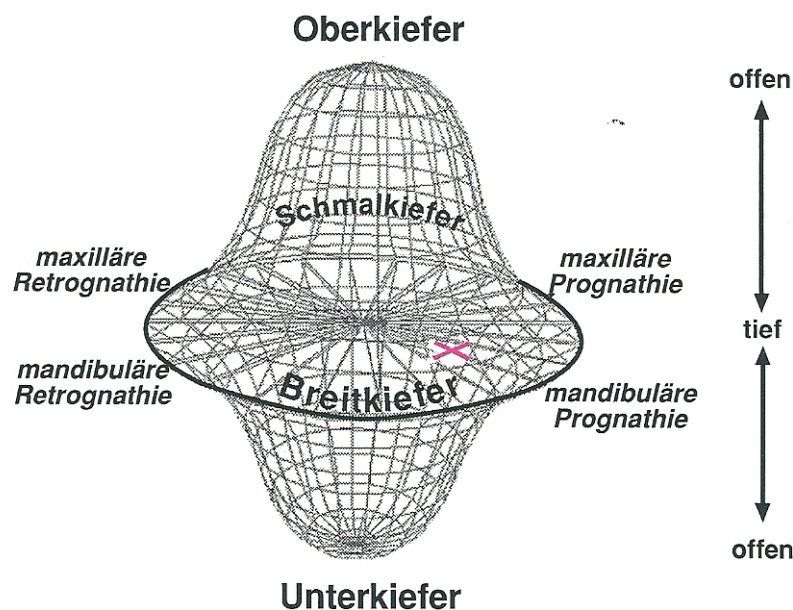


Abb. 6: Dysgnathiemodell nach Harzer, welches die Vielfalt und fließenden Übergänge von Dysgnathieformen erklärt [5]. Als Beispiel stellt das rote Kreuz einen Deckbiss dar mit den Symptomen Breitkiefer, maxilläre Prognathie und Tiefbiss.

Die Korrektur dentoalveolärer Dysgnathien gelingt im Allgemeinen mit kieferorthopädischer Therapie, z.B. durch herausnehmbare und festsitzende Apparaturen.

Die Therapie der skelettalen Dysgnathien erfolgt in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Kieferorthopädie und Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und erfordert meist

zusätzlich zur orthodontischen Therapie operative Bisslagekorrekturen („kieferorthopädische Chirurgie“) [8-11].

Maxilläre Defizite können angeboren oder erworben sein und in allen drei Dimensionen des Raumes vorliegen (sagittal, transversal, vertikal). Der Ausprägungsgrad hängt maßgeblich vom Zeitpunkt des Einwirkens, der Dauer der Exposition und der individuellen Gewebereaktion ab, so dass das Feld von Normvariante bis zur komplexen Fehlbildung reichen kann. Die Maxilla ist während ihres Wachstums multifaktoriellen Einflüssen ausgesetzt, die angeborene oder erworbene Unterentwicklungen zusätzlich modifizieren können (Habits, Ernährung, Dyskinesien).

Erworbene maxilläre Defizite können anamnestisch erfasst werden. Dabei können Traumata im Bereich der zahntragenden Abschnitte, Infektionen und vorzeitiger Zahnverlust eine Rolle spielen.



Abb. 7: Typische klinische Situation bei posttraumatischem maxillärem Defizit nach Frontzahntrauma (Verlust Zahn 11) während der Wachstumsphase bei 15-jähriger Patientin (Pat. Nr. 68)

Angeborene maxilläre Defizite können bei syndromaler Grunderkrankung (Dysostosen), Spaltbildung von Lippe, Kiefer und Gaumen, Störungen der Odontogenese (Amelogenesis imperfecta, Anodontie, Nichtanlage von Zähnen) vorliegen. Bei der maxillären Hypoplasie besteht häufig eine familiäre Komponente mit variabler Ausprägung.



Abb. 8: Angeborenes maxilläres Defizit in allen drei Dimensionen bei Apert Syndrom- massiver Engstand der Zähne im Bereich der Oberkieferfront bei syndromaler Unterentwicklung der Maxilla und des Alveolarfortsatzes. (Pat. Nr. 25)

3.3 Historie und Entwicklungen zur Korrektur des transversalen maxillären Defizits (TMD)

Defizite im maxillären Wachstum können bereits im Milchgebiss, im Wechselgebiss oder später nach Abschluss der Dentition auffallen. Bei therapiebedürftigen Befunden wird dann typischerweise eine kieferorthopädische Vorstelligung folgen, um eine entsprechende Therapie einzuleiten. Diese hängt im Wesentlichen vom Alter und vom Ausprägungsgrad des Defizits ab.

Typischerweise kann das transversale Wachstum der Maxilla bei noch nicht verknöcherten Sutura palatina (im Allgemeinen vor Wachstumsabschluss) durch Einsatz kieferorthopädischer Apparaturen mit sogenannten Dehnschrauben stimuliert werden (kieferorthopädische Gaumennahterweiterung). Diese Technik wurde bereits 1860 von Angell beschrieben [12]. Zu diesem Zweck wurden unterschiedliche Expansionsapparaturen mit mittiger Schraubenkonstruktion (z.B. mit Hyrax[®]-Schraube) zur schrittweisen Erweiterung entwickelt. Diese werden entweder mukosal oder dental fixiert und können herausnehmbar oder festsitzend konstruiert werden. Je nach Konstruktion haben sie unterschiedliche Expansionseffekte (dentale und/oder skelettale Wirkung) [13]. Ist die Nachentwicklung der Maxilla durch diese Form der alleinigen kieferorthopädischen Therapie nicht erfolgreich, wird die sogenannte chirurgisch unterstützte Gaumennahterweiterung (surgical assisted rapid palatal / maxillary expansion / SARPE / SARME) notwendig. Im Rahmen eines operativen Eingriffs werden dabei die Sutura palatina und/oder weitere maxilläre Strukturen geschwächt, um die transversale Dimension anschließend mit entsprechenden Apparaturen nachentwickeln zu können [14-16]. Diese ursprünglich von Haas angegebene Methode [17] wurde von verschiedenen Autoren weiterentwickelt und modifiziert, so dass gegenwärtig unterschiedliche Verfahren existieren, um ein vorliegendes transversales maxilläres Defizit mit chirurgischer Unterstützung zu korrigieren [15, 18-23]. Prinzipiell wird dabei die ursprünglich zur Therapie schlecht heilender Extremitätenfrakturen und später zur Extremitätenverlängerung von dem russischen Chirurgen G.A. Ilizarov entwickelte Technik der Distractionsosteogenese eingesetzt [24-26].

Nach Osteotomie des Knochens und Fixation eines entsprechenden Distractionsapparates, kann der Osteotomiespalt nach einer Latenzphase schrittweise expandiert werden. Der im Osteotomiespalt befindliche Kallus, der sich während der Latenzphase entwickelt hat und das umliegende Gewebe folgen dieser Expansion. In der sich anschließenden Konsolidierungsphase findet dann die Mineralisation des Kallus mit späterem Remodelling

statt. Dieses Prinzip wird im Bereich des gesamten kraniofazialen Skeletts erfolgreich eingesetzt [27, 28].

Die Nachentwicklung des Oberkiefers im Rahmen der chirurgisch unterstützten Gaumennahterweiterung kann durch dental gelagerte oder skelettal verankerte Apparaturen vorgenommen werden, beide unterscheiden sich in ihren Expansionseffekten [29].

Werden skelettal verankerte Apparaturen eingesetzt, spricht man typischerweise von „Transpalatinaldistraktoren“, deren Entwicklung auf Maurice Mommaerts zurückgeht.

Die folgenden Abbildungen (Abb.9) zeigen typische dental gelagerte Expansionsapparaturen, die im Allgemeinen patientenspezifisch im zahntechnischen Labor gefertigt werden. Als nachteilig können die hierbei auftretenden orthodontischen und parodontalen Effekte (unerwünschte Zahnbewegungen und mögliche Wurzelresorptionen) angesehen werden, die nicht immer vermeidbar sind oder aber gezielt in die Therapieplanung mit einbezogen werden können [29, 30].



Abb. 9: Zahntechnisch gefertigte Expansionsapparaturen mit Hyrax® Dehnschraube
a) mit Bändern an den Molaren und Prämolaren zementiert
b) Kappenschiene (okklusaler Splint) über Molaren und Prämolaren zementiert
c) Individuell gegossene dental gelagerte Apparatur

Um diese Nachteile zu überwinden wurden skelettal verankerte Apparaturen entwickelt. 1999 veröffentlichte M. Mommaerts im British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery eine „Technical Note“ mit der Konstruktionszeichnung (Abb.10) einer skelettal gelagerten Expansionsapparatur, die er mit der belgischen Firma Surgitec entwickelt hatte [31].

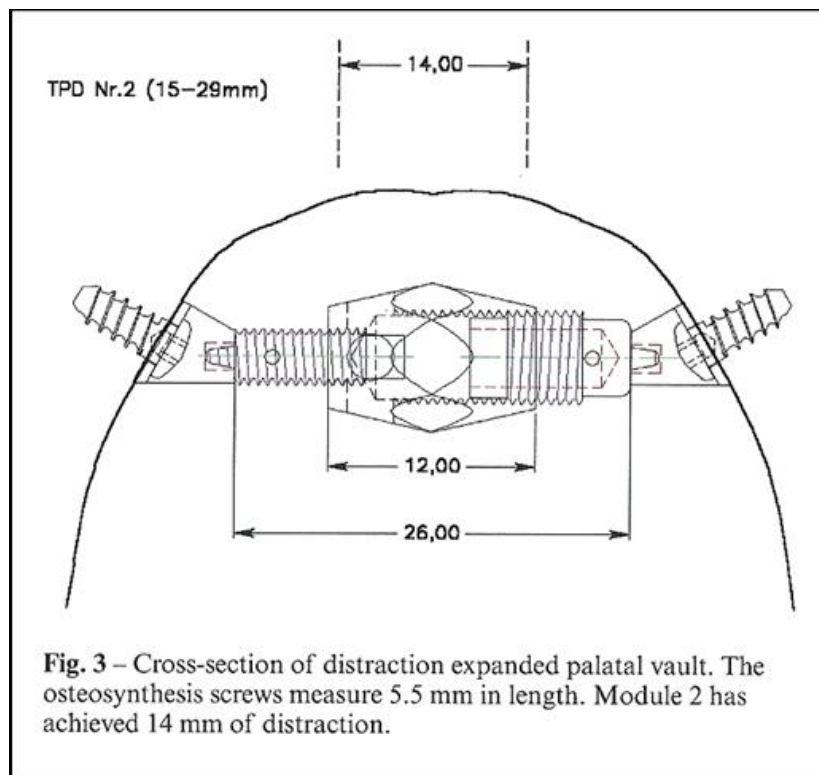


Abb. 10: Konstruktionszeichnung eines Transpalatinaldistraktors nach Mommaerts, aus Originalpublikation [31]

Im Unterschied zu den dental gelagerten Expansionsgeräten können solche Transpalatinaldistraktoren auch eingesetzt werden, wenn keine dentale Abstützung möglich ist. Dies kann z.B. bei parodontal geschädigtem Gebiss, im Wechselgebiss oder im Lückengebiss der Fall sein. Ein weiterer Vorteil von skelettal verankerten Expansionsapparaturen ist, dass die Kraftübertragung der Dehnschraube direkt am Knochen erfolgt und so effektiv die skelettale Basis erweitert wird. Bauartabhängig sind im Vergleich zu dental gelagerten Expansionsapparaturen außerdem größere Distractionsstrecken möglich. Mit beiden Techniken können grundsätzlich transversale maxilläre Defizite suffizient behandelt werden [32].



Abb. 11: Skelettal verankerte Apparaturen; Transpalatinaldistraktoren
 a) Transpalatinaldistraktor der Firma Surgitec, Typ "All in one"
 b) „Smile Distraktor“ mit auswechselbarer Spindel, Firma Titamed
 c) Hybrid Konstruktion mit einer skelettal verankerten Hyrax® Schraube

Alle Hersteller kranio-maxillofazialer Implantatsysteme haben Transpalatinaldistraktoren im Programm, die sich in Design und Handling durchaus unterscheiden können (Abb. 11).

Dies betrifft sowohl OP-Technik als auch Expansionsoptionen, da z.B. auch modulare Geräte mit auswechselbaren Expansionseinheiten verfügbar sind, die in anspruchsvollen anatomischen Ausgangssituationen eingesetzt werden können.

3.4 Zielsetzung der vorliegenden Arbeit:

Es sollte anhand der eigenen seit 2007 durch Transpalatinaldistraktion behandelten Patienten untersucht werden, bei welchen Patientengruppen, Indikationen und skelettalen Konstellationen die Methode erfolgreich eingesetzt wurde. Die Breite und Stabilität der skelettalen Erweiterung, Nebeneffekte und Komplikationen und gegebenenfalls erforderliche Folgetherapien sollten ermittelt werden, um den Indikationsbereich für den Einsatz skelettal verankerter maxillärer Expansionsgeräte präzisieren zu können. Diese Fragestellung erscheint vor dem Hintergrund der Tatsache relevant, dass es mangels evidenzbasierter Daten keine einheitlichen Empfehlungen zur Differentialindikation von dental und skelettal verankerten Expansionsapparaturen zur Korrektur des transversalen maxillären Defizits gibt [23].

4 Material & Methodik:

Typischerweise erfolgte die Indikationsstellung zur TPD über die interdisziplinäre Sprechstunde für kieferorthopädische Chirurgie in Absprache mit den mitbehandelnden kieferorthopädischen Kollegen. Die Korrektur des transversalen maxillären Defizits stand dabei häufig am Anfang einer interdisziplinär kieferorthopädisch- kieferchirurgisch geführten Therapie skelettaler Dysgnathien. Neben den typischen Behandlungsunterlagen (aktuelle Gipsmodelle, Fotos, Röntgen: FRS, OPTG) wurden für jeden Patienten Distraktionsprotokolle angelegt und bis zum Abschluss der Therapie geführt.

Die Auswahl von Distraktortyp und Größe erfolgte grundsätzlich am Gipsmodell, gelegentlich im Zusammenhang mit einer Modelloperation, um die bestmögliche Passung im Hinblick auf die vorliegenden anatomischen Verhältnisse zu erreichen (Abb.12, 13,14).

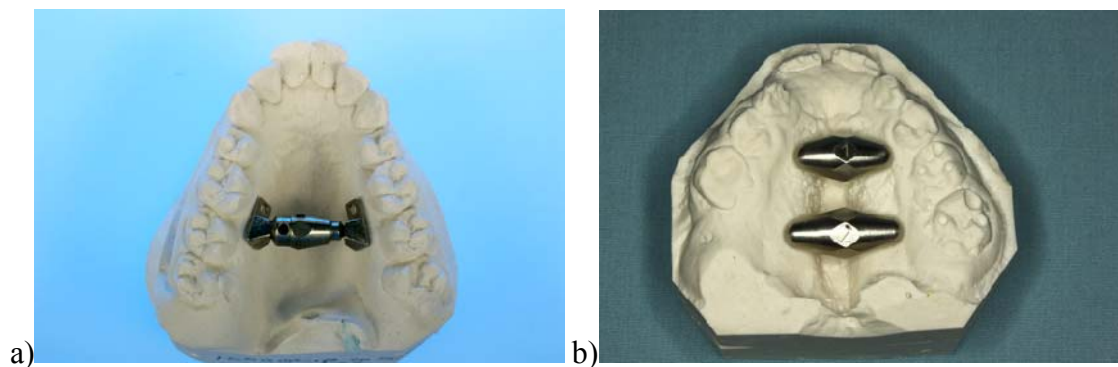


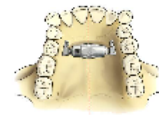
Abb. 12: Typische Auswahl eines konfektionierten Distraktors am patientenspezifischen Gipsmodell, a) mit einem originalen Distraktor, b) mit herstellerspezifischen Dummies








Abb. 13: Modelloperation bei prothetischer Indikation und Auswahl eines modularen Systems mit während der Distraction austauschbarer Spindel, um die Distaktionsstrecke zu vergrößern (Firma Titamed, Belgien).








Trans Palatal Distractor

TPD All-in-One All titanium



Catalog No.	Description	Dimensions
03-901A	Module 1  13.5 mm	Distraction 9 mm
03-902A	Module 2  18.5 mm	Distraction 15 mm
03-925A	Module 2,5  21.5 mm	Distraction 20 mm
03-903A	Module 3  24.5 mm	Distraction 27 mm
03-904A	Module 4  29.5 mm	Distraction 33 mm
70 707S	Self-drilling osteosynthesis screw	Ø 2 mm length 7 mm
99-100S	Blocking screw	

Instruments

Catalog No.	Description
03-706W	TPD forceps 
03-950S	Patient wrench 
03-951A	Hinge key 
99-101A	Screwdriver for blocking screw 
99-901A	Screwdriver hand piece 
99-909G	Insert 1,1 mm internal pentagon 
99-910S	Insert 3,3 mm external pentagon 

© Surgi-Tec. All rights reserved

SURGI-TEC
THE ART OF SHAPING TEETH

Abb. 14: Auswahl an konfektionierten Transpalatinaldistraktoren am Beispiel des Systems „All-in-one“ der Firma Surgitec, Belgien

In allen Fällen wurde ein standardisiertes Behandlungsprotokoll realisiert. Die Insertion der Distraktoren erfolgte unter stationären Bedingungen in Allgemeinanästhesie mit einem Aufenthalt von im Durchschnitt fünf Tagen. Jeder Patient erhielt eine perioperative Antibiotikaphylaxe durch Penicillin G nach den Vorgaben der Hersteller (bei Penicillinunverträglichkeit alternativ Clindamycin) sowie eine Schwellungsprophylaxe mit Cortison. Nach Positionierung und Fixation der TPD's am Gaumen wurde die Mobilisation der Maxilla in einer nach Betts modifizierten Technik [14] mit medianer Spaltung in der Regel ohne Lösung der pterygomaxillären Verbindung vorgenommen. Wesentlicher Aspekt

dabei war die bereits intraoperative probatorische Aktivierung der Distraktoren bis zum Erreichen des voraussichtlichen Distraktionszieles unter Resektion von Knochen im Bereich der fazialen Kieferhöhlenwand sowie der zygomaticoalveolären Pfeiler, um eine interferenzfreie maxilläre Expansion zu gewährleisten. Diese Technik wurde je nach vorliegender Situation uni- oder bilateral eingesetzt (Abb.15a, b, 16a, b).

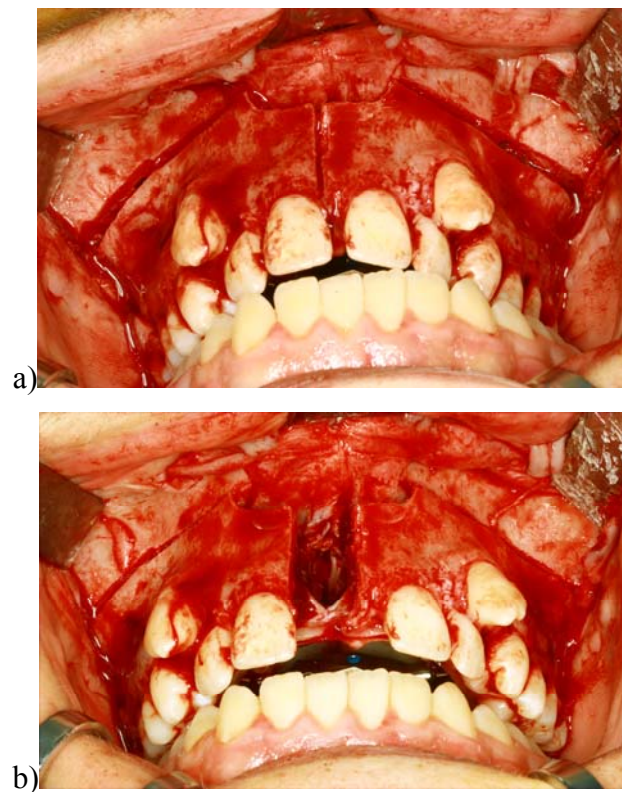


Abb. 15: OP-Technik zur symmetrischen bilateralen maxillären Expansion durch
a) Ostektomie im Bereich der Crista zygomaticoalveolaris bds. sowie der fazialen Kieferhöhlenwände zur interferenzfreien Expansion beider Maxillae
b) intraoperative Aktivierung bis zu einem Diastema von 14mm zur späteren Einordnung der Zähne 13 und 23 und Korrektur des vorbestehenden bilateralen Kreuzbisses TPD (Pat. Nr.79)

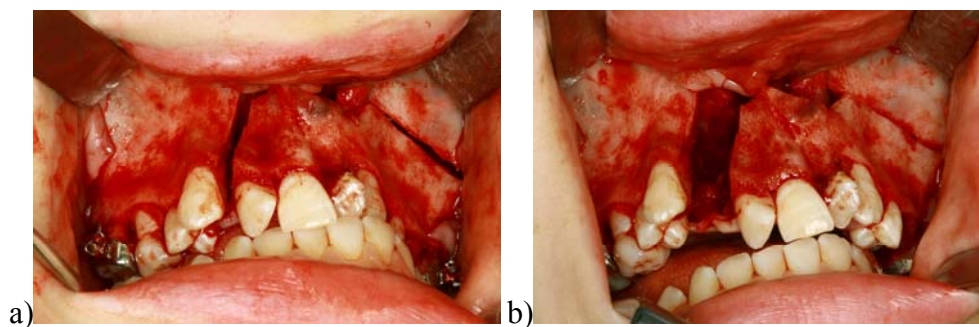


Abb. 16: OP-Technik zur unilateralen maxillären Expansion bei linksseitiger LKG-Spalte – die Osteotomie ist bewusst spaltfern rechts paramedian gewählt, um lagerstarken Knochen zu distrahieren (Pat. 74). a) Osteotomie mit Ostektomie im Bereich faziale Kieferhöhlenwand und Crista zygomaticoalveolaris b) intraoperative Aktivierung zur interferenzfreien Expansion

Obwohl bei der probatorischen Aktivierung mit Bedacht vorgegangen wurde, um die Gaumenschleimhaut entsprechend zu schonen, ist je nach Distraktionsbedarf regelmäßig die Gaumenschleimhaut entlang der Osteotomielinie während der intraoperativen Aktivierung eingerissen. Diese wurde am Ende der Operation nach Rückstellen der Distraktoren mit Einzelknopfnähten versorgt und nach einer Latenzphase von 5 bis 7 Tagen traten im folgenden Distraktionsintervall in keinem Fall Dehiszenzen auf.

Nach der Latenzphase wurde in Abhängigkeit vom individuellen Gewebefeedback, überwiegend in täglichen Intervallen durch das OP-Team graduell bis zum Erreichen des Distraktionszieles aktiviert und die Distraktoren dann für die sich anschließende Konsolidierungsphase arretiert. Die Distraction erfolgte in der Regel mit einem Millimeter pro Tag, wobei hier, wie schon erwähnt, interindividuelle Unterschiede abhängig von der Geweberesilienz gemacht wurden. So wurde z.B. wie im abgebildeten Distraktionsprotokoll ersichtlich (Abb. 17) nicht tägl., sondern mit einem oder zwei Tagen Pause und je nach Geweberesilienz, die sich zum einen im Kraftaufwand beim Aktivieren des Distraktors bemerkbar machte und zum andern in der Durchblutung der Schleimhaut, auch bis zu zwei Millimeter am Tag distrahirt. Nach erreichtem Distraktionsziel wurde die Arretierungsschraube am Distraktor festgestellt, um ein Zurückstellen z.B. durch die Zungenaktivität zu verhindern.

Auf den Distraktionsprotokollen sind neben den Patientendaten sämtliche Distraktionsparameter (Diagnose, Indikation, OP-Datum, Distraktortyp, Latenzphase, Aktivierungszeitraum, Distraktionsgeschwindigkeit, intraoperatives und später erreichtes Diastema, Konsolidierungsphase, Materialentfernung, Folgetherapien und Besonderheiten) dokumentiert und standen für die Evaluation zur Verfügung.

Sechs Wochen nach Ende der aktiven Distraction und Erreichen des Distraktionszieles, begann in der Regel der kieferorthopädische Lückenschluss. Die Distraktorentfernung erfolgte nach Abschluss der Konsolidierungszeit von sechs Monaten.

Überwiegend kamen Distraktoren vom Typ TPD „All-in-one“ der Firma Surgitec (9051-Sint-Denijs-Westrem, Belgien) in verschiedenen Größen zum Einsatz (Abb.14)

Die Dokumentation dieser Parameter erfolgte therapiebegleitend unter ambulanten und stationären Bedingungen zusätzlich zur konventionellen Dokumentation in den jeweiligen Patientenakten. Separat dazu erfolgte die Fotodokumentation von intra- und extraoraler Patientensituation zu Therapiebeginn, im Verlauf der Distraction und kieferorthopädischen Nachbehandlung sowie nach Therapieabschluss. Von den Patienten, die wiedererkennbar in dieser Dissertationsschrift abgebildet wurden, war im Vorfeld eine Einverständniserklärung für die Verwendung ihrer Datensätze für wissenschaftliche Zwecke eingeholt worden.

Das Follow-up der Patienten erfolgte im Rahmen der interdisziplinären Sprechstunde für kieferorthopädische Chirurgie. Als Besonderheit muss dabei angeführt werden, dass seit 2007 ein Behandlungsteam aus Facharzt und Weiterbildungsassistentin für die Planung, operative Umsetzung sowie postoperative Nachkontrolle dieser Patienten verantwortlich war und dadurch ein einheitlicher Behandlungsablauf mit entsprechender Dokumentation gewährleistet werden konnte.

Es erfolgte eine retrospektive Auswertung der Patientenakten und Planungsunterlagen aller seit 2007 an der Klinik für MKG-Chirurgie des Campus Virchow Klinikum, Charité, Universitätsmedizin Berlin, durch Transpalatinaldistraction behandelter Patienten.

Ausgewertet und tabellarisch erfasst wurden Daten aus ambulanten und stationären Patientenakten, Distaktionsprotokollen, Fotodokumentationen, Operationsberichten, Gipsmodellen sowie vorhandenen Röntgendokumentationen. Nach Sichtung dieser Daten erfolgte zunächst die Einteilung der Patienten in verschiedene typische Behandlungsgruppen, um einen besseren Überblick über das heterogene Patientengut erhalten zu können.

Dabei ließen sich vier wesentliche Gruppen zusammenfassen.

1. Patienten nach TPD ohne weitere Bisslagekorrektur
2. Patienten nach TPD mit anschließender Bisslagekorrektur
 - a. maxilläre Korrektur (Le Fort I-Ebene)
 - b. mandibuläre Korrektur (BSSO)
 - c. mandibulomaxilläre Korrektur (TJS)
3. Patienten nach TPD mit komplexen skelettalen Fehlanlagen (LKG-Spalten, Syndrome, Traumafolgen) und weiteren Folgeeingriffen
4. Pädiatrische Patienten nach TPD

5 Ergebnisse:

Bis zum Jahr 2007 waren in der Klinik für MKG-Chirurgie des Campus Virchow Klinikum, Charité, Universitätsmedizin Berlin ausschließlich chirurgisch assistierte Gaumennahterweiterungen mit dental gelagerten Expansionsapparaturen vorgenommen worden. Die erste eigentliche Transpalatinaldistraktion mit einem knochenverankerten Distraktor wurde 2007 in der Klinik bei einer pädiatrischen Spaltpatientin durchgeführt, bei der im Wechselgebiss keine Verankerungsmöglichkeit für eine dental gelagerte Apparatur vorhanden war. Bei der zweiten Patientin mit extremer maxillärer Kompression und Unmöglichkeit der prothetischen Versorgung musste ebenfalls eine knöcherne Expansionsmöglichkeit gewählt werden. Nach diesen beiden erfolgreichen Eingriffen wurde die Methode am Standort implementiert. Die zugrundeliegende gemeinsame Indikation für die Transpalatinaldistraktion war jeweils ein manifestes transversales maxilläres Defizit (TMD) mit oder ohne zusätzliche Diskrepanz der Kieferbasen in sagittaler, bzw. vertikaler Dimension.

Insgesamt wurden in dem Beobachtungszeitraum bei 80 Patienten Transpalatinaldistraktionen vorgenommen, bei zwei Patienten wurde die TPD wegen des erheblichen Platzbedarfs wiederholt, in einem Fall (Pat. Nr. 14) noch innerhalb der Konsolidierungsphase, dieser Patient wurde als ein Fall behandelt, beim zweiten Patienten (Pat. Nr. 15 und 58) wurde die Transpalatinaldistraktion im Abstand von drei Jahren wiederholt. Dieser Patient wurde in der Tabelle zweimal angelegt und als zwei eigenständige Distraktionen gewertet. In den Jahren 2007 - 2009 wurden nur drei Transpalatinaldistraktionen vorgenommen. Nach diesen ersten erfolgreichen Insertionen zeigte sich dann ein deutlicher Aufwärtstrend in den Fallzahlen ab 2010.

Tabelle 1 stellt eine Übersicht über die seit 2007 am Campus Virchow-Klinikum durch Transpalatinaldistraktion behandelten Patienten mit den verschiedenen Parametern dar.

Die gewünschte transversale Erweiterung konnte mit einer Ausnahme planungsgemäß unter simultaner Expansion der mukosalen Gewebe erreicht werden.

Tabelle 1: Übersicht über alle Patienten, die von 2007 bis Mai 2015 durch Transpalatinadistraktion behandelt wurden

Jahr	Nr	M/ W	Alter	Manifestation des TMD	Angle Klasse	TPD Typ & Größe	Insertion	ME	Diastema OP	Diastema Ende DO	Konsolidierung	Besonderheiten	Folge OP
------	----	---------	-------	-----------------------	--------------	-----------------	-----------	----	-------------	------------------	----------------	----------------	----------

2007	1	W	8	DLKG	III	TPD 2,5	03.05.07	07.07.07		9mm	2 Mo		keine
2008	2	W	44	Lückengebiss	III	Titamed	04.03.08	25.08.08		14mm	5 Mo	prothetische Indikation	TJS
2009	3	W	51		II	TPD 2,5	02.04.09	14.09.09		9mm	6 Mo	parodontalgesch. Gebiss	BSSO

2010	4	M	22	offener Biss	III	TPD 2,5	25.06.10	20.04.11	10mm	12mm	8 Mo	Rezidiv offener Biss	TJS / Re-TJS
	5	W	18	offener Biss	II	TPD 3	16.07.10	05.12.10	11mm	7mm	5 Mo		TJS
	6	W	37	Keuzbiss bds.	II	TPD 2,5	23.07.10	21.03.11	17mm	13mm	28 Wo		keine
	7	M	18	offener Biss	I	TPD 2,5	08.09.10	10.10.12	12mm	13mm	25 Mo		TJS
	8	W	14	Kreuzbiss bds. Engstand	I	TPD 2	11.11.10	07.03.11	11mm	15 mm	20 Wo	Extraktion 15	keine
	9	W	18	Gaumen-spalte	III	TPD 3	01.12.10	28.03.12	6mm	12mm	15 Mo		TJS

Gruppe 1 keine weitere OP n= 14

Gruppe 2 mit OP n=36

2a mit OK n=9

2b mit UK n=8

2c OK und UK n=10

Bei 9 Patienten ist die Bisslagekorrektur noch ausstehend.

Gruppe 3 skeletale Fehlanlagen n=19 (1x Distraktorverlust)

Gruppe 4 Kinder n=11

Klasse I = 17 Patienten

Klasse II= 21 Patienten

Klasse III= 38 Patienten

4 Patienten nicht gruppierbar

2011	10	W	23	Kreuzbiss bds.	III	TPD 2,5	05.01.11	10.01.13	14mm	11mm	24 Mo		TJS
	11	W	47	Kreuzbiss bds.	III	TPD 2,5	31.03.11	29.09.11	14mm	12mm	24 Mo		LeFort I
	12	M	17	komb. LKG und Tessier 7	II	TPD 3	21.04.11	11.01.12	8mm	9mm	9 Mo	unilateral, OPE 17,36, 37	TJS
	13	W	26	offener Biss/ cranio- frontona- sale Dysplasie	I	TPD 2,5	12.05.11	28.11.12	10mm	12mm	18 Mo	unilateral	TJS
	14	M	6	Crouzon Max. Kompress.	III	TPD 2	13.05.11 31.08.11	10.2.2012	12mm 13mm	12mm 10mm	9 Mo	Re- Insertion TPD	andere CFS
	15	M	18	KG Ankylose	-	TPD 2	13.07.11	26.03.2014	12mm	12mm	32 Monate	unilateral Resektions- arthroplastik, Kieferdehnung 2. TPD 26.03.2014 (Pat. Nr. 58)	andere mandibu- lomax. DO 2014
	16	W	17	Kreuzbiss bds.	II	TPD 3	15.07.11	29.8.12	12mm	7mm	13 Mo		BSSO
	17	M	18	Scheren- biss	III	TPD 3	27.07.11	04.02.15	16mm	14mm	43 Mo		Le Fort I
	18	W	18	offener Biss	III	TPD 2,5	29.09.11	05.09.12	11mm	11mm	12 Mo		Le Fort I
	19	W	30	ant. max. Kompres- sion	II	TPD 2	04.10.11	20.11.12	10mm	9mm	13 Mo		TJS
	20	M	20	bds. Kreuzbiss	III	TPD 2,5	27.10.11	In situ	12mm	10mm			keine
	21	M	40	bds. Kreuzbiss	II	TPD 2,5	03.11.11	05.03.14	11mm	10mm	29 Mo		BSSO
	22	W	16	DLKG	III	TPD 2,5	13.12.11	25.07.14		nicht messbar	31 Mo	sek. Osteoplastik	Le Fort I

2012	23	M	22	bd. Kreuzbiss	I	TPD 2,5	01.02.12	18.07.12	10mm	11mm	5,5 Mo	DO OK und UK	Keine
	24	W	20	bd. Kreuzbiss	III	TPD 4	16.2.2012	16.1.2013	12mm	12mm	11 Mo	OPE 18-48	Le Fort I
	25	W	20	Apert	III	TPD 2	06.03.12	15.11.12	17mm	11mm	8 Mo		Le Fort I
	26	W	29	einseitiger Kreuzbiss	I	TPD 2,5	07.03.12	09.07.14	10mm	12mm	28 Mo	unilaterale OPE 36, 46, 14, Mesiodens Nasenboden	keine
	27	M	45	bd. Kreuzbiss	III	TPD 2,5	12.04.12	27.03.13	14mm	12mm	11 Mo		Le Fort I
	28	M	23	bd. Kreuzbiss.	I	TPD 2,5	08.05.12	06.09.2013	18mm	18mm	16 Mo		keine
	29	M	26	offener Biss Long Face	III	TPD 2,5	16.05.12	18.09.14	12mm	12mm	28 Mo	OK zu breit, bei TJS verschmälert	TJS
	30	W	18	bd. Kreuzbiss Long Face	III	TPD 3	18.07.12	18.10.2013	10mm	11mm	15 Mo		Le Fort I
	31	W	27	Kreuzbiss bd.	II	TPD 4	27.09.12	15.07.2015	8mm	6mm	34 Mo		BSSO
	32	M	25	unilat. mand. HP	III	TPD 2,5	31.10.12	18.06.14	12mm	12mm	20 Mo	Kondylektomie re., OPE 28, 38	TJS
	33	M	38	LKG rechts	I	TPD 2,5	07.11.12	in situ	10mm	12mm		unilaterale Osteotomie distal 12	keine
	34	M	27	Kreuzbiss bd.	III	TPD 3	08.11.12	21.04.15	22mm	10mm	29 Mo		TJS
	35	M	21	postradio- gene WS	-	TPD 2,5	14.11.12	04.02.14		nicht messbar	15 Mo	unilaterale Osteotomie distal 12	andere

2013	36	W	33	einseitiger Kreuzbiss	II	TPD 2	08.01.12	10.04.14	11mm	10mm	27 Mo		BSSO
	37	W	16	Dysost. cc	III	TPD 2,5	05.02.13	02.10.13	6mm	6mm	8 Mo	Anschlingen: 33,34,35,43,45	TJS
	38	W	30	offener Biss	I	TPD 3	14.2.2013	In situ	16mm	10mm		OPE 38,28,44,15	(BSSO)
	39	W	32	max. Kompression	II	TPD 2,5	21.2.2013	08.04.15	20mm	10mm	26 Mo		TJS
	40	W	10	dentoalv. Engstand	II	TPD 2,5	25.3.2013	16.10.13	15mm	15mm	7 Monate	Prämolaren Extraktion	keine
	41	M	28	Kreuzbiss bds. Engstand	III	TPD 3	03.04.2013	13.01.15	11mm	10mm	27 Mo		(LeFort I)
	42	M	25	zirkulärer Kreuzbiss	III	TPD 2,5	10.4.2013	27.11.14	12mm	10mm	21 Mo	Abrasionsgebiss	Le Fort I
	43	M	21	KG-Spalte	III	TPD 3	18.4.2013	27.11.13	7mm	7mm	7 Mo		LeFort I Septorhinoplastik
	44	M	22	Kreuzbiss bds.	III	TPD 2,5	12.06.2013	23.05.14	11mm	10mm	11 Mo		Le Fort I
	45	W	20	LKG	III	TPD 2,5	09.07.2013	22.04.14	7mm	7mm	9 Mo	zusätzliche Insertion von Bone anchors	LeFort I
	46	M	17	einseitiger Kreuzbiss	III	TPD 3	5.9.2013	In situ	10mm	10mm		unilaterale Osteotomie, OPE 18, 38, 48+Anschlingen des verlagerten Zahns 13	keine
	47	M	38	Engstand	I	TPD 2,5	10.10.2013	In situ	8mm	10mm		OPE 28	keine
	48	W	30	Schmal- kiefer OK/JUK	II	Rapid Palatal Expander	6.11.2013	18.11.14	8mm	8mm	12 Mo		keine
	49	W	22	KFS mit Hyperostosen	I	TPD 2,5	7.11.2013	15.05.14	15mm	12mm	6 Mo	TJ-DO	Andere
	50	W	17	NA 12,22	I	TPD 2,5	13.11.2013	In situ	11mm	10mm			keine
	51	M	21	offener Biss	III	TPD 2,5	19.11.2013	In situ	25mm	12mm		OPE 38, 48	offen

2014	52	M	41	bd. Kreuzbiss	II	TPD 3	9.1.2014	17.11.15	13mm	9mm	22 Mo	OPE 48	BSSO
	53	W	12	Tessier 7 Spalte	-	TPD 2,5	5.2.2014	07.08.14	15mm	15mm	18 Mo	TJ-DO	komplexe Korrektur
	54	M	28	DLKG	III	TPD 2,5	17.2.2014	Verlust			Verlust TPD	TTS-Schiene, Conchotomie	Prothese
	55	M	26	Engstand UK	I	TPD 2,5	18.2.2014	In situ	15mm	10mm			offen
	56	W	23	anteriore max. Kompres- sion	II	TPD 2	19.2..2014	In situ	15mm	13mm		OPE 18, 28, 48	offen
	57	M	34	LKG re.	III	TPD 3	14.04.2014	In situ	nicht messbar			unilaterale Ost. distal 22, TTS- Schiene, Beckenkamm- augmentation	Le Fort I Septorhin oplastik
	58	M	21	KG- Ankylose	-	TPD 2,5	26.3.2014	In situ	10mm	15mm		TJ-DO 2xDO OK KG Endoprothese	offen
	59	W	20	offener Biss, Kreuzbiss bd.	II	TPD 2,5	28.5.2014	In situ	17mm	14mm		OPE 48	offen
	60	M	28	NA 12,22,15, 25	III	TPD 2,5	15.7./25.8.14	30.09.15	20mm	23mm	14 Mo	Umpositionierung TPD bei 17mm	Le Fort I
	61	M	33	Kreuzbiss bd.	I	TPD 2,5	09.09.14	In situ	18mm	10mm		OPE 18, 28	keine, KFO
	62	M	25	Kreuzbiss bd.	II	TPD 4	16.09.14	(09/2015)	10mm	5mm	(12 Mo)	OPE 18-48	BSSO
	63	M	21	Engstand, Kreuzbiss bd., offener Biss	III	TPD 2,5	18.09.14	In situ	14mm	12mm			TJS
	64	M	17	LKG	III	TPD 3	02.10.14	07.07.2015	7mm	7mm	9 Mo	unilaterale Ost. distal 12	Le Fort I
	65	W	16	Engstand	I	TPD 3	15.10.14	In situ	12mm	14mm		OPE 18-48	KFO
	66	W	27	offener Biss	II	TPD 2,5	21.10.14	In situ	11mm	12mm		OPE 18, 28	offen

2014	67	W	22	bds. Kreuzbiss	II	TPD 2,5	21.10.14	20.05.15	14mm	8mm	7 Mo	BSSO
	68	W	15	traum. Zahnverl., offener Biss	III	TPD 2,5	13.11.14	in situ	20mm	22mm		offen
	69	W	39	Schmal- kiefer OK/UK	II	TPD2,5	25.11.14	26.06.15	10mm	11mm	7 Mo	(BSSO/TJS)
	70	W	38	Engstand OK/UK	II	TPD 3	27.11.14	in situ	10mm	12mm		keine

2015	71	W	23	Crouzon	III	TPD 2,5	13.01.15	(10/2015)	8mm	6mm	(6 Mo)	Le Fort III DO vor TPD	KFO
	72	M	16	DLKG	III	TPD 2,5	15.01.15	in situ	7mm	8mm		OPE 22, Anschlingen 23	(Le Fort I)
	73	M	45	posttrau- matisch verl. 12	I	TPD 3	03.02.15	in situ	8mm	8mm		unilaterale Osteotomie li. distal 11	keine, Prothetik
	74	W	13	LKG links		TPD 2	18.02.15	in situ	10mm	11mm		unilaterale Osteotomie li.	(offen)
	75	M	19	DLKG	III	TJS-TPD 3	17.02.15	in situ	Stabili- sierung Spalte	(3mm)		gleichzeitig TJS, TPD zur Stabilisierung der Spalte	(sek. Korrektur Le Fort I+LKG)
	76	M	39	Engstand	II	TPD 2,5	24.02.15	in situ	18mm	8mm		Ausgleichs extraktion KFO	keine
	77	W	16	offener Biss	I	TPD 3	26.03.15	in situ	10mm	10mm			keine
	78	W	17	Kopfbiss, Engstand	III	TPD 3	01.04.15	in situ	10mm	8mm			keine
	79	M	13	Engstand Fehlstel- lung 3er OK	III	TPD 2,5	05.05.15	in situ	14mm	14mm			(offen)
	80	W	36	Kreuzbiss bds.	III	TPD 2,5	03.06.15	in situ	21mm	14mm		Fraktur Tuber regio 28- Osteosynthese	(Le Fort - I/TJS)

Bei 79 von 80 Patienten konnte die geplante transversale Erweiterung unter simultaner Expansion der umgebenden Weichgewebe erreicht werden. Nur in einem Fall gelang dies nicht.

Die retrospektive Analyse der Daten zeigte ein heterogenes Patientenkollektiv bei vergleichbarer Geschlechtsverteilung von 42 weiblichen und 38 männlichen Patienten. Das mittlere Lebensalter bei Distraktorinsertion betrug 25,6 Jahre bei einer Varianz von 6 bis 51 Jahren. 14 Patienten waren über 35 Jahre alt, der überwiegende Anteil der behandelten Patienten (n=46) war zwischen 18 und 35 Jahren, insgesamt 19 Patienten waren unter 18, 11 davon hatten das 16. Lebensjahr noch nicht vollendet. Der jüngste Patient war zum Zeitpunkt der TPD-Insertion sechs Jahre alt, die Indikationsstellung erfolgte bei ausgeprägtem maxillärem Defizit im Zusammenhang mit der zweiten Dentition bei M. Crouzon. Bei diesem Knaben konnte die Distraction innerhalb eines Jahres schrittweise unter Verwendung des gleichen Distraktors zwei Mal vorgenommen werden, um den erforderlichen Platz zu schaffen (Abb. 39-41). Die Distraktoren wurden von den Patienten überwiegend problemlos toleriert, nur in einem Fall kam es bei eingeschränkter Compliance zum Infekt mit Verlust des Distraktors und Teilen der Prämaxilla. Im Rahmen der aktiven Distraction traten partiell Missempfindungen (Spannung, leichte Schmerzen) auf, die durch nicht steroidale Antiphlogistika und physikalische Maßnahmen auch bei den pädiatrischen Patienten gut beherrschbar waren.

In der Regel wurden die Distraktoren bei einer Folge-OP (Bisslagekorrektur) in Allgemeinnarkose entfernt. Grundsätzlich ist die Entfernung der Distraktoren auch in Lokalanästhesie unproblematisch möglich, war in unserem Patientengut jedoch kaum notwendig. Dadurch ergaben sich sehr variable Zeiten bis zur Distraktorentfernung von sechs Monaten bis zu über vier Jahren. Das Follow-up nach Abschluss der Distraction beträgt bei 70 Patienten mehr als sechs Monate, alle Patienten aus dem Jahr 2015 befinden sich noch in der Konsolidierungsphase.

Die mittlere Diastemabreite als Marker der transversalen Expansion am Ende der Aktivierungsphase betrug dabei 10,6mm mit einer Varianz von 5 - 23mm.

Dabei wurde eine Patientin nicht in die Wertung mit einbezogen, da hier ein traumatischer Zahnverlust (Zahn 11) vorlag und die bestehende Lücke mit in die Messung der Diastemabreite (angrenzende mesiale Schneidezahnkanten) einbezogen wurde. Die definitiv erreichte Erweiterung lag damit nicht bei 20mm.

Typischerweise erfolgte der orthodontische Lückenschluß ab der vierten bis sechsten Woche nach Abschluss der aktiven Distraktionsphase. Die Zeitdauer bis zum vollständigen Lückenschluß variierte interindividuell erheblich und konnte nicht sinnvoll erfasst werden. Auffallend war bei einigen pädiatrischen Patienten ein spontaner Lückenschluss schon vor Beginn der kieferorthopädischen Therapie (Abb. 37).

Der Distraktor vom Typ „TPD-All-in-one“ der Firma Surgitec mit dem Modul 2,5 und einer maximalen Distraktionsstrecke von 20mm (Cat-No. 03-925a) erwies sich insgesamt als der am vielseitigsten einsetzbare und wurde 46-mal inseriert. Baugleiche Typen mit Modulen der Größe 3 wurden bei 20 Patienten, Module der Größe 2 bei 8 Patienten und Module der Größe 4 bei vier Patienten inseriert. Einmal wurde aufgrund der individuell besseren Passung und des erheblichen Expansionsbedarfs ein Smile Distractor der Firma Titamed mit auswechselbarer Distraktionsspindel (2550-Kontich, Belgien) (Abb. 11b, 13, 26), bei einer weiteren Patientin ein Rapid Palatal Expander (KLS Martin, Tuttlingen) inseriert.

Mit Ausnahme von zwei Patienten mit sehr spezifischen Indikationen wurden bei allen 78 anderen Patienten die Transpalatinaldistraktionen als erster Schritt im Rahmen kombinierter orthodontisch-mkg-chirurgischer Therapiekonzepte vorgenommen. In 20 Fällen war bislang keine weitere Bisslagekorrektur erforderlich, bei 15 Patienten erfolgte eine bignathe Korrektur, in 15 Fällen war eine Le Fort I Osteotomie erfolgt, bei 8 Patienten wurde eine BSSO geplant, bei fünf Patienten erfolgten andere chirurgische Maßnahmen, bei den restlichen Patienten (n=14) ist die Art der folgenden Korrektur noch nicht abschließend festgelegt. Bei dem Patienten mit Distraktorverlust erfolgte die Revision im Oberkiefer mit Stabilisierung und Spongiosaplastik, die eigentlich geplante Therapie wurde aufgrund der ungenügenden Compliance abgebrochen.

Am häufigsten erfolgte die Insertion bei skelettaler Klasse III (n=38), bei Klasse II mit maxillärem Defizit wurden in 21 Fällen Distraktoren inseriert, bei 17 Patienten bestand eine Klasse I. Folgende vier Patienten konnten nicht sinnvoll nach Angle klassifiziert werden, Patient Nr. 35 mit postradiogener Wachstumsstörung des Gesichtsschädels, Patient Nr. 15 und 58 mit posttraumatischer Wachstumsstörung des Gesichtsschädels und eine Patientin mit querer Gesichtsspalte. Bei 43 Patienten ist die kombinierte orthodontisch-mkg-chirurgische Therapie bereits abgeschlossen, 33 Patienten befinden sich nach Transpalatinaldistraktion noch in Therapie.

Aufgrund der sehr heterogenen Zusammensetzung des Patientenguts ergab sich eine sinnvolle Einteilung der Patienten in vier verschiedene Gruppen. Exemplarisch sollen im Folgenden repräsentative klinische Resultate für jede der vier Patientengruppen dargestellt werden.

Gruppe 1 (Patienten nach TPD ohne weitere Bisslagekorrektur, n=14).

Zu dieser Gruppe zählten Patienten mit ausgeprägtem Engstand ohne größere Diskrepanz der Kieferbasen. Hier war im Allgemeinen durch die TPD vermittelte Expansion und die anschließende orthodontische Therapie eine ausreichende Korrektur der initialen Dysgnathien zu erzielen.

Eine typische Kasuistik, bei der nach TPD keine weitere Bisslagekorrektur erforderlich wurde zeigt Abb. 18.



Abb. 18: (Pat. Nr. 20) keine OP nach TPD

a) Initiale Vorstellung des Patienten vor kombinierter Therapie

b) Situation nach TPD und kurz vor Therapieabschluss

Gruppe 2 (Patienten nach TPD mit anschließender Bisslagekorrektur, n=36; bei 9 Patienten steht diese noch aus)

Gruppe 2a (Patienten nach TPD mit nachfolgender Oberkieferverlagerung, n=9)

Bei insgesamt 16 Patienten wurde nach TPD und orthodontischer Ausformung der Zahnbögen eine Bisslagekorrektur mit Ventralverlagerung des Oberkiefers vorgenommen. Allerdings gehören 7 dieser 16 Patienten anlagebedingt in die Gruppe 3 und werden dort aufgeführt.

Im Falle von nachfolgenden Le Fort I Verlagerungen fanden sich klinisch bei den „regulären“ Patienten vollständig konsolidierte Gaumenplatten, bei noch laufender KFO-Therapie gelegentlich mit typischer fibröser Zwischenzone im Bereich des Alveolarkamms (Abb. 19c).

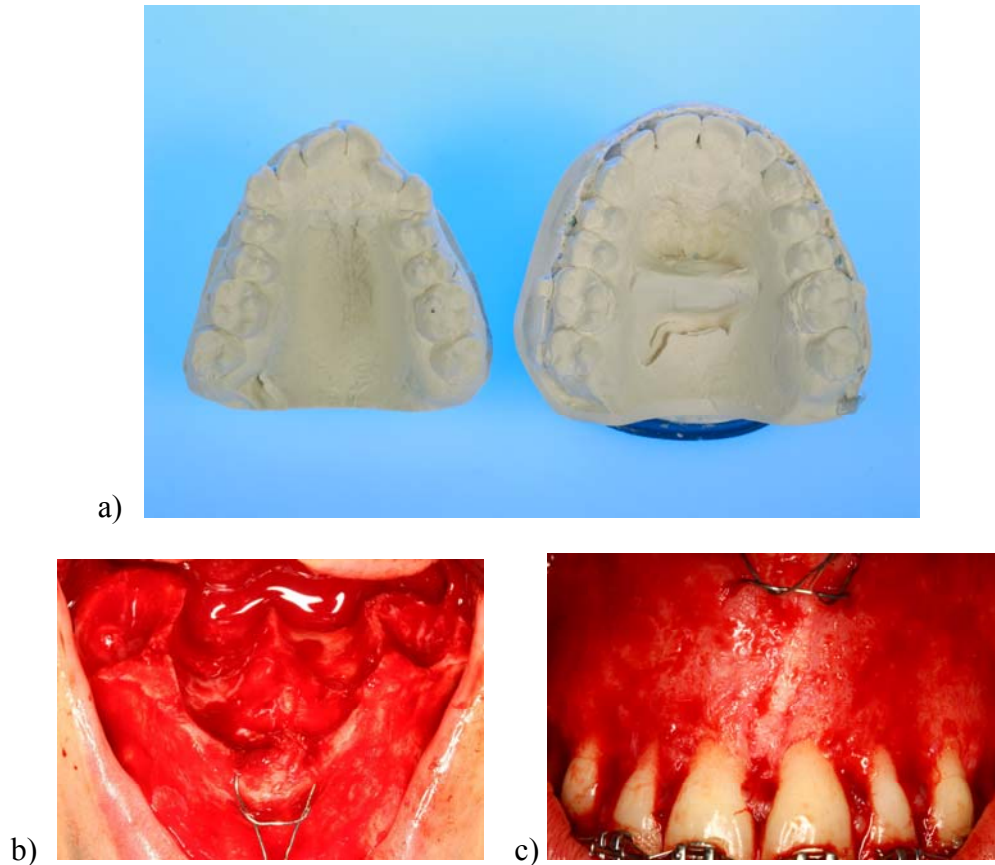


Abb. 19 a-c: (Pat. Nr. 18)

- a) Modellsituation vor und nach TPD
- b) korrespondierende klinische Situation im Rahmen der folgenden Bisslagekorrektur mit vollständig konsolidierter Gaumenplatte (Ansicht von cranial auf den Gaumen) und
- c) noch vorhandener fibröser Zwischenzone im ehemaligen Distraktionsbereich des Alveolarkamms bei noch laufender orthodontischer Therapie; Konsolidierungszeitraum nach Distraction 12 Monate

Die Abbildungen 20, 21, 22 zeigen eine typische Situation bei einem 22-jährigen Patienten mit skelettaler Klasse III und transversalem maxillärem Defizit. Zunächst erfolgte die Korrektur der transversalen Dimension, im Anschluss an den orthodontischen Lückenschluss erfolgte die Ventralverlagerung des Oberkiefers zur definitiven Bisslagekorrektur. Daraus resultierte eine funktionelle und subjektive Verbesserung der Ausgangssituation.



Abb. 20: Gruppe 2a, klinische Situation bei skelettaler Klasse III bei maxillärer Hypoplasie vor interdisziplinärer Therapie (Pat. Nr. 44)



a)



b)



c)

Abb. 21: klinische Situation im Verlauf der Transpalatinaldistraktion (Pat. Nr. 44)

- a) Ende der aktiven Distraktion mit einer Diastemabreite von 10mm
- b) während des kieferorthopädischen Lückenschlusses mit eingeschliffenem Dummy-Zahn
- c) Situation mit ausgeformtem Zahnbogen vor Le-Fort I Osteotomie



Abb. 22: Klinische Situation nach Abschluss der interdisziplinären Therapie

Gruppe 2b (Patienten mit Verlagerung des Unterkiefers nach TPD, n=8)

Bei einer der ersten Patientinnen (51 Jahre), die in unserer Klinik mit einer Transpalatinaldistraktion behandelt wurden, bestand die Indikation zu einer ossär verankerten Dehnapparatur bei parodontal geschädigtem Gebiss. Nach initialer maxillärer Expansion, ohne nachteilige parodontaler Effekte, erfolgte die Bisslagekorrektur der vorliegenden Angle Klasse II durch spätere Unterkiefervorverlagerung.

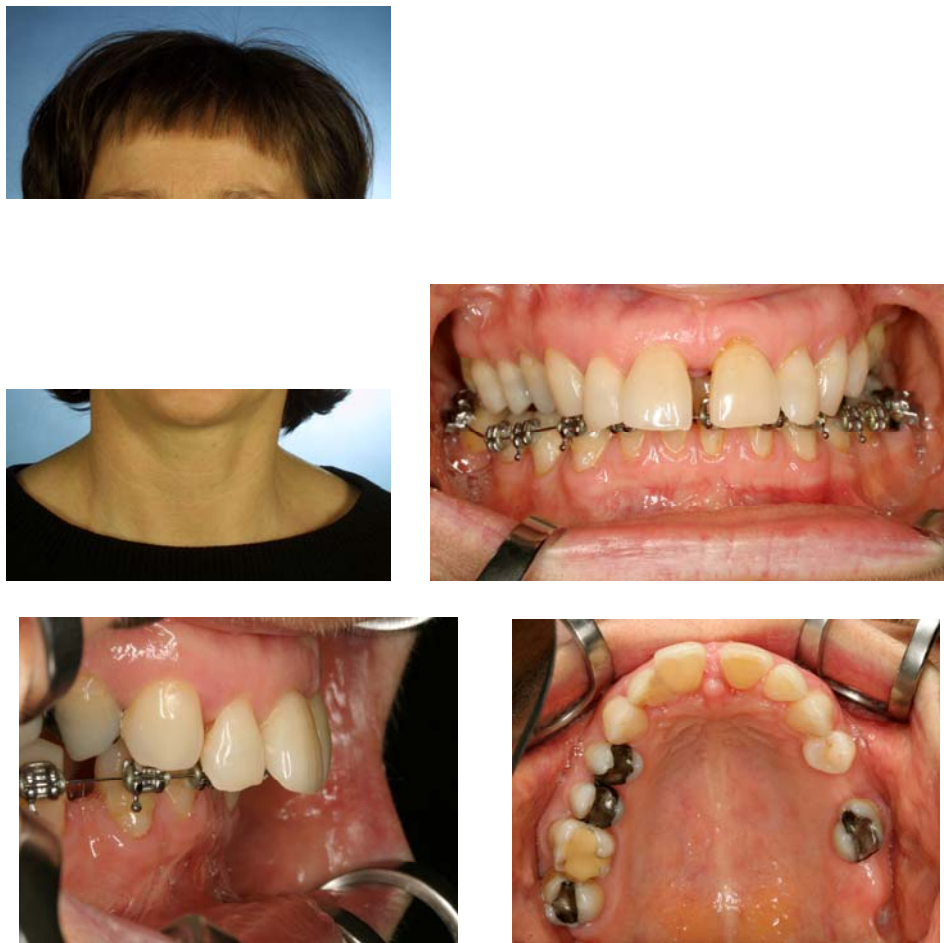


Abb. 23a: Gruppe 2b, klinische Situation bei skelettaler Klasse II mit transversalem maxillärem Defizit und parodontal geschädigtem Gebiss (Pat. Nr. 3)



Abb. 23b: Korrespondierendes OPTG mit parodontalem Knochenabbau (Pat. Nr. 3)



Abb. 24.: Klinische Situation nach Ende der Distraction und nach Abschluss der interdisziplinären Therapie. Im Folgenden wurde die Lückensituation 15 prothetisch versorgt. Als Besonderheit wurde hier von der üblichen marginalen Schnittführung abgewichen, um das Parodont nicht zusätzlich zu kompromittieren.

Gruppe 2c (Patienten mit mandibulomaxillärer Umstellung der Bisslage nach TPD, n=10)

Als Beispiel für die Gruppe 2c, die nach Transpalatinaldistraktion eine kombinierte mandibulomaxilläre Bisslagekorrektur erhielten, ist in den Abbildungen 25, 26, 27 ebenfalls eine der ersten Patientinnen dieser Serie gezeigt. Die Vorstellung in der Sprechstunde für kieferorthopädische Chirurgie erfolgte aus dem Umstand heraus, dass eine konventionelle prothetische Versorgung nicht möglich war. Bei erheblichem maxillärem transversalem Platzbedarf wurde hier ein Distraktor (Firma Titamed) gewählt, dessen Spindel während der Distraktion in eine größere ausgetauscht werden konnte, um das Distraktionsziel zu erreichen. Nach orthodontischem Lückenschluß im Frontzahnbereich war eine suffiziente prothetische Versorgung möglich. Die mandibulomaxilläre Umstellung erfolgte zur Bisslagekorrektur mit Mittellinieneinstellung.



Abb. 25: Klinische Situation skelettaler Klasse III mit maxillärer Hypoplasie und prothetisch nicht versorgbarer Situation (Pat. Nr. 2)



Abb. 26: Klinische Situation im Verlauf der Transpalatinaldistraktion (Pat. Nr. 2)



Abb. 27: Klinische Situation nach Ende der Distraction und nach Abschluss der interdisziplinären Therapie mit prothetischer Versorgung

Gruppe 3 [Patienten nach TPD mit komplexen skelettalen Fehlanlagen (LKG-Spalten, Syndrome, Traumafolgen) und weiteren Folgeeingriffen, n=19]

Fast ein Drittel aller durch Transpalatinaldistraction behandelter Patienten wurde in diese Gruppe eingeordnet. Charakteristisch war bei dieser Patientengruppe die Komplexität ihrer skelettalen Fehlanlagen, die typischerweise ein mehrzeitiges operatives Vorgehen erforderlich machte.

Das erste Beispiel dieser Gruppe (Abb. 28, 29, 30) ist ein ausländischer Patient, der im Alter von ca. zwei Jahren ein Trauma des Unterkiefers erlitten hatte und bei dem damals keine weitere Abklärung und Therapie erfolgt war. Im Folgenden kam es zur Ankylose des linken Kiefergelenks mit Unmöglichkeit der Mundöffnung und konsekutiver Beeinträchtigung des Wachstums im Mittel- und Untergesicht der betroffenen Seite. Die Erstvorstellung in unserer Klinik erfolgte 2004 im Alter von 11 Jahren nachdem die Familie nach Deutschland umgesiedelt war. Zunächst wurde der linke Ramus ascendens distrahiert, um überhaupt eine Mundöffnung zu erreichen. Im Anschluss erfolgte die Arthrolyse und Arthroplastik mit einer patientenspezifischen Gelenkpfanne aus Titan. Dadurch konnte für etwa sieben Jahre eine stabile Situation erreicht werden. Die Wiedervorstellung erfolgte erst sieben Jahre später mit Re-Ankylose und maxillärer Konstriktion. Daher wurde 2011 in einer Sitzung zunächst der Muskelfortsatz reseziert und zeitgleich die linke Maxilla mobilisiert, um hier eine asymmetrisch linksseitige Distraction der Maxilla erreichen zu können. Zur adäquaten Nachentwicklung des hypoplastischen Mittelgesichts war allerdings eine weitere

symmetrische Distraction erforderlich, die dann 2014 in Kombination mit gleichzeitiger Distraction auch im Unterkiefersymphysenbereich vorgenommen wurde. Aktuell befindet sich der Patient noch in kieferorthopädischer Nachbehandlung. Dies ist einer von zwei Patienten der Serie, bei dem aufgrund des erheblichen Platzbedarfs zweimal distrahert werden musste.

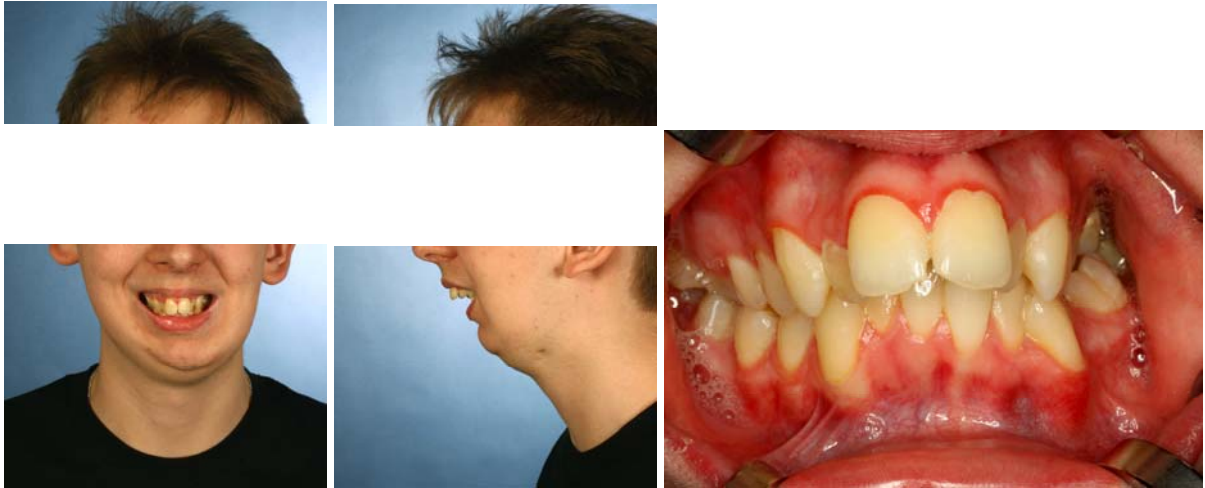


Abb. 28. Klinische Situation bei Schmal kiefer im Ober- und Unterkiefer mit Kiefergelenksankylose links (Pat. Nr. 15)

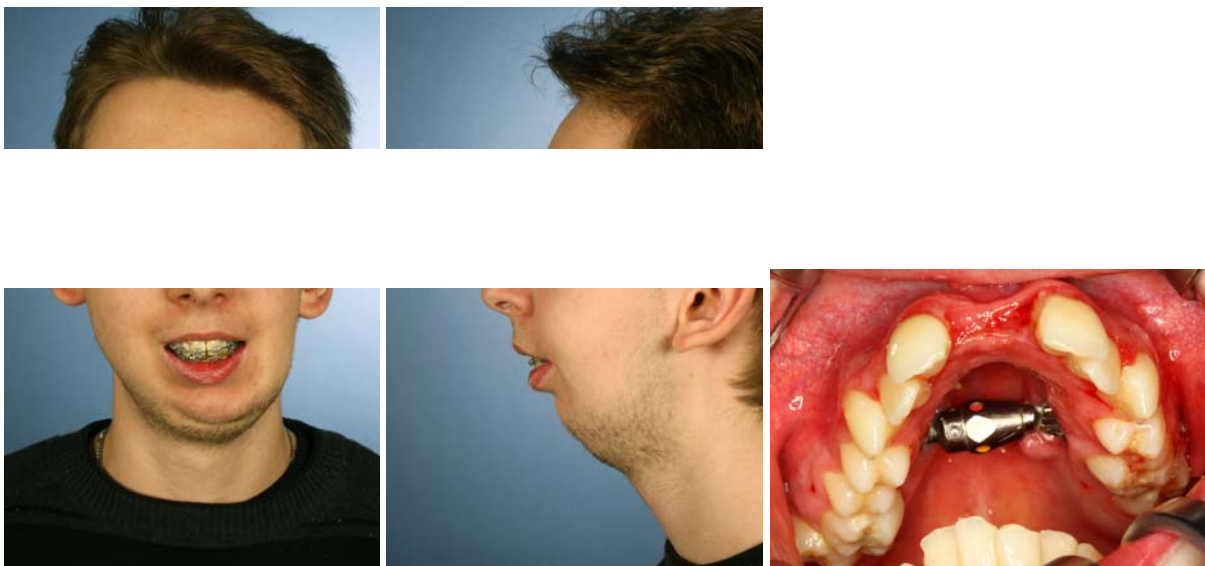


Abb. 29: Klinische Situation nach TPD und unzureichender transversaler Breite (Pat. Nr. 15)



Abb. 30: Klinische Situation nach erneuter Distraction im Oberkiefer mit gleichzeitiger Distraction im Symphysenbereich des Unterkiefers unter laufender KFO-Therapie (Pat. Nr. 58)

Durch dieses abgestufte Vorgehen konnte eine relevante Nachentwicklung des traumabedingten Wachstumsdefizites mit funktioneller Verbesserung erreicht werden. Möglicherweise sind weitere Korrekturschritte erforderlich.

Ein weiteres Beispiel in dieser Gruppe sind Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Die folgenden Abbildungen 31, 32, 33 zeigen einen bei Therapiebeginn 21-jährigen Patienten mit einer Gaumenspalte nach diversen Voroperationen im Kindesalter. In diesem Fall führte der Narbenzug am Gaumen zur Unterentwicklung der Maxilla. Bei dieser Kasuistik wird der positive Effekt der Transpalatinaldistraction auf die palatinalen Weichgewebe besonders deutlich (graduelle Expansion). Im Anschluss an die orthodontische Ausformung der Zahnbögen erfolgte die Le-Fort I Osteotomie mit Ventralverlagerung der Maxilla. Nach knöcherner Konsolidierung und anschließender Materialentfernung wurde bei noch bestehender Nasenatmungsbehinderung eine abschließende Septorhinoplastik vorgenommen. Im Rahmen dieser komplexen Therapie stellte die TPD die erste Maßnahme zur nachhaltigen Korrektur des eigentlich spaltbedingten maxillären Defizits dar.

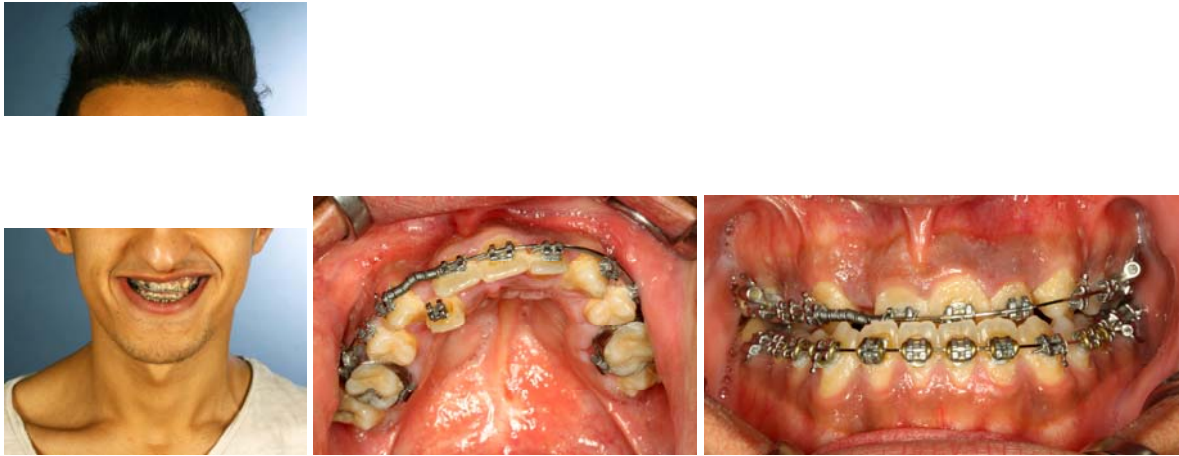


Abb. 31: Klinische Situation Patient mit voroperierter Gaumenspalte und am ehesten narbig verursachter maxillärer Konstriktion (Pat. Nr. 43)

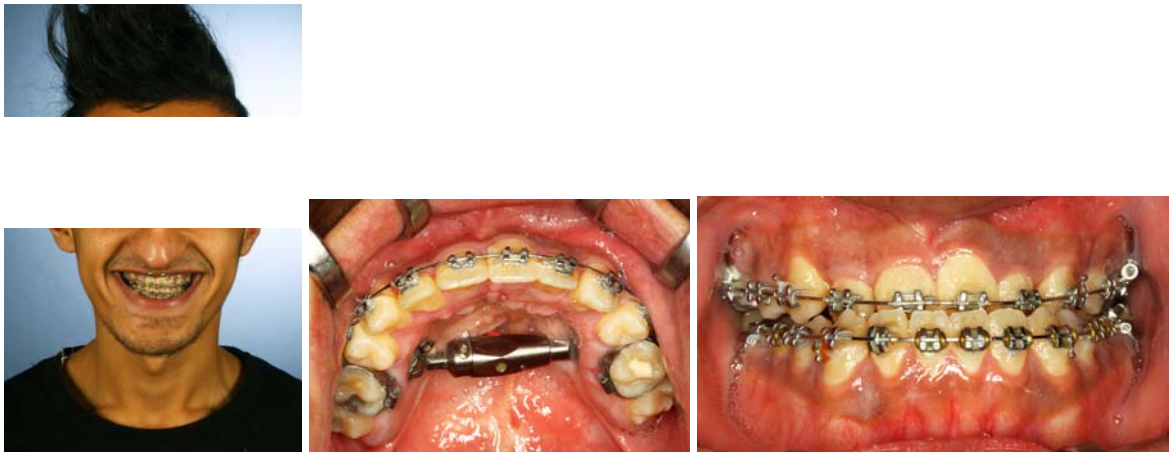


Abb. 32: Gleicher Patient nach erfolgter TPD und kieferorthopädischer Ausformung der Zahnbögen



Abb. 33: Klinische Situation nach Abgeschlossener Behandlung TPD, Le Fort I Osteotomie mit Vorverlagerung der Maxilla und nach Septorhinoplastik

Eine typische Vertreterin dieser Gruppe mit syndromaler Grunderkrankung stellt diese 20-jährige Patientin mit Apert Syndrom dar (Abb. 34, 35). Nach diversen kraniofazialen Voroperationen bestand dieses skelettale maxilläre Defizit mit erheblicher Beeinträchtigung von Artikulation, Mastikation und Nasenatmung.

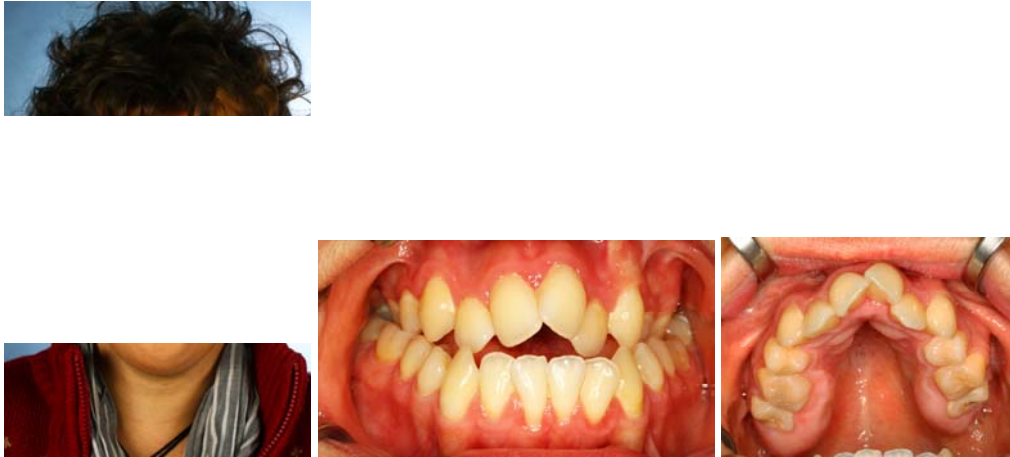


Abb. 34: Patientin mit Apert Syndrom, skelettaler Klasse III und maxillärer Hypoplasie Vor Beginn der kombinierten Therapie (Pat. Nr. 25)

Ein Jahr nach TPD, orthodontischer Therapie und hoher Le Fort I Osteotomie zeigte sich eine deutlich verbesserte ästhetische und funktionelle Situation.

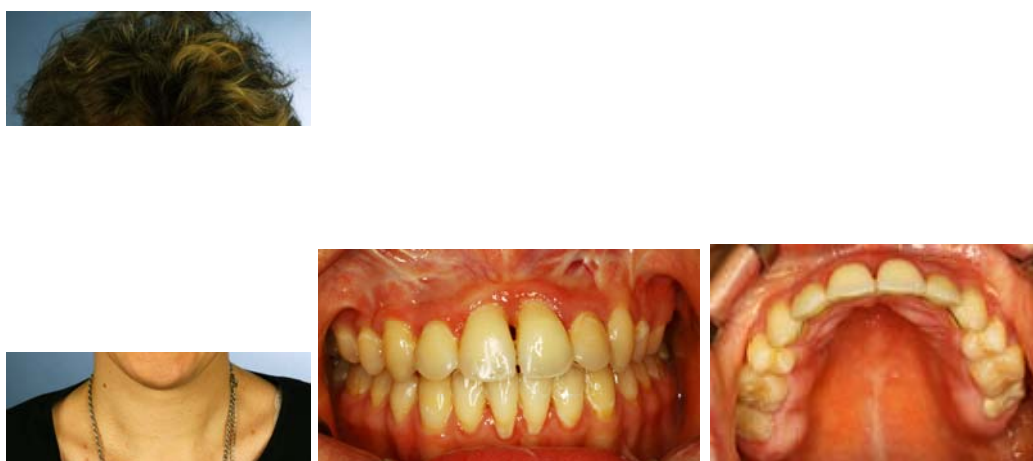


Abb. 35: Gleiche Patientin nach Therapie mit TPD und Ventralverlagerung des Oberkiefers

Gruppe 4 (Pädiatrische Patienten nach TPD, n=11)

In diese Gruppe wurden Patienten vor Vollendung des 16. Lebensjahres eingeordnet, bei denen eine skelettale Nachentwicklung der transversalen maxillären Dimension vor Wachstumsabschluß erforderlich wurde. Konventionelle kieferorthopädische Therapieversuche waren entweder frustan verlaufen oder erschienen aufgrund der individuellen Situation von vornherein nicht aussichtsreich.

Das erste Beispiel (Abb. 36, 37, 38) stellt eine 14- jährige Patientin dar, bei der es trotz dental gelagertem Transpalatinalbogen nicht zu einer Expansion der anterioren Maxilla gekommen war. Im Rahmen der Distraktorinsertion zeigten sich dysostotische Verhältnisse im Bereich der Sutura mediana, die chirurgisch gelöst werden mussten, um die erforderliche Expansion zu ermöglichen.



Abb. 36: Ausgangssituation bei 14- jähriger Patientin mit transversalem maxillärem Defizit, Zustand nach frustrierender kieferorthopädischer Therapie. (Pat. Nr. 8)

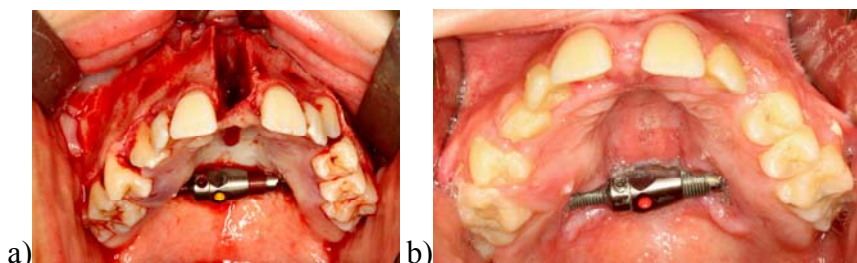


Abb. 37: Intraoperativer Situs nach Distraktorinsertion und Aktivierung. Die dysostotische Formation im Bereich der Prämaxilla wurde gelöst. Das durch die Distraction geschaffene Diastema schließt sich bereits spontan während der Konsolidierungsphase.



Abb.38: Gleiche Patientin 12 Wochen später mit bereits geschlossenem Diastema ohne orthodontische Therapie. Der palatinal stehende Zahn 15 wurde aufgrund kieferorthopädischer Indikationsstellung bei der Entfernung des Distraktors extrahiert. Bei der inzwischen 19- jährigen Patientin war keine weitere chirurgische Maßnahme erforderlich.

Der jüngste Patient (Abb. 39, 40, 41), der im Rahmen eines individuellen Heilversuches einen Transpalatinaldistraktor erhielt, war zum Zeitpunkt der Insertion sechs Jahre alt. Im Alter von zwei Jahren war bereits bei ausgeprägtem Crouzon Syndrom eine kraniofaziale Distraction zur Korrektur des Wachstumsdefizites im Mittelgesicht vorgenommen worden. Im Rahmen der zweiten Dentition war es nicht zu einer adäquaten Nachentwicklung der Maxilla in transversaler Richtung gekommen. Verschiedene kieferorthopädische Versuche der Nachentwicklung waren gescheitert. Vor diesem Hintergrund wurde die Indikation zur Transpalatinaldistraction gestellt. Aufgrund des massiven transversalen Defizites wurde in einem Zeitraum von sieben Monaten und einmaliger Umpositionierung des Distraktors der benötigte Platzbedarf mit einer Diastemabreite von insgesamt über 20mm erreicht.



Abb. 39: 6- jähriger Patient mit Morbus Crouzon und Z.n. kraniofazialer Distraction. Maxilläre Unterentwicklung bei kraniofazialen Dysostosen (Pat. Nr. 14)

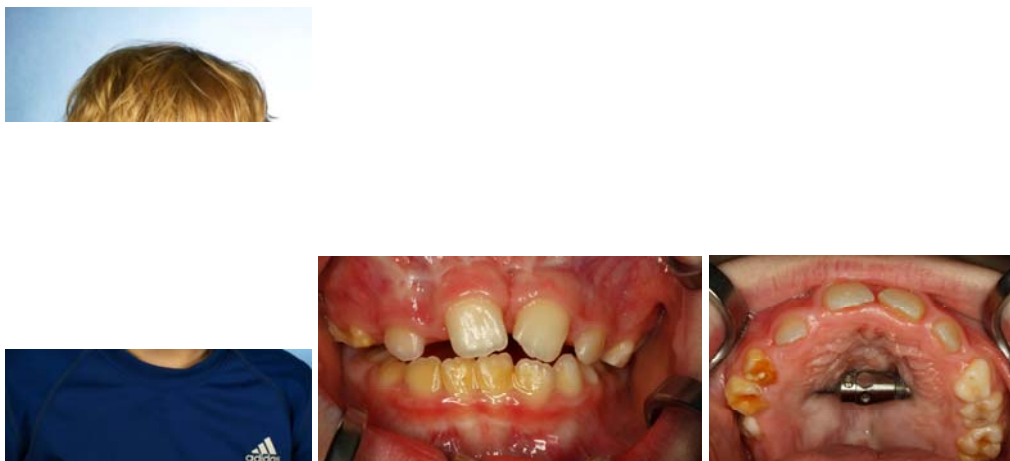


Abb. 40: Gleicher Patient nach zweimaliger TPD im Abstand von fünf Monaten, spontaner Lückenschluß ohne orthodontische Therapie

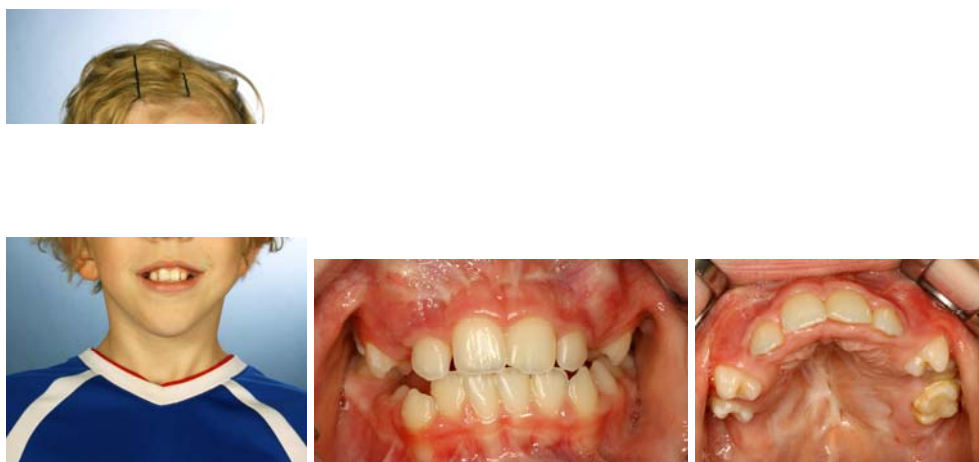


Abb. 41: Verlaufskontrolle 2014 mit stabiler palatinaler Situation im späten Wechselgebiss

Bei den Patienten der Gruppen 3 und 4 kann zum Großteil noch nicht abschließend beurteilt werden, inwiefern weitere Folgekorrekturen erforderlich sind, da das Wachstum entweder noch nicht abgeschlossen ist oder so komplexe Varianten vorlagen, dass im Allgemeinen mehrzeitige Korrekturschritte erforderlich werden. Hierbei erfolgte keine weitere Differenzierung bezüglich der Folgetherapie. Bei all diesen Patienten war die TPD zur Verbesserung der skelettalen Ausgangssituation erfolgreich vorgenommen worden.

Verschiedene kasuistische Besonderheiten wurden im Rahmen der Evaluation der Gesamtpatientengruppe ermittelt.

Die transversale Expansion führte bei allen Patienten zu einer subjektiven Verbesserung der Nasenatmung. Eine Objektivierung des Effekts durch Rhinomanometrie, die ab 2012 routinemäßig prä- und postoperativ durchgeführt wurde, gelang bislang jedoch nicht.

Bei zwei Spaltpatienten mit insuffizienter Stabilität im Bereich des Alveolarkamms musste im Zusammenhang mit der späteren Bisslagekorrektur bei deutlich verbesserter Weichgewebssituation eine tertiäre Osteoplastik vorgenommen werden. Dieses Vorgehen wurde von Vyas und Koautoren entsprechend beschrieben. Die TPD führt hier zu einer adäquaten Entwicklung der Weichgewebe, so dass im Anschluss im Spaltbereich die klassische Osteoplastik mit autologem Knochen vorgenommen werden konnte [33]. Im eigenen Krankengut konnte diese Osteoplastik teilweise sogar durch modifizierte, spaltferne Osteotomien des Alveolarkamms vermieden werden, um das vorhandene Knochenangebot für die Distraction optimal nutzen zu können (Abb. 16).

Bei insgesamt 12 Patienten wurden unilaterale Expansionen des Oberkiefers nach Swennen und Roelofs vorgenommen [34, 35]. Bei 7 Patienten wurden simultane transversale Distractionen (two-jaw distraction) in Ober- und Unterkiefer vorgenommen, um ein transversales mandibulomaxilläres Defizit zu korrigieren. Bei diesen Patienten bestanden Engstände bei gesundem Zahnstatus, so dass eine konventionelle Extraktionstherapie nicht indiziert war.

Bei vier Patienten wurden trotz Transpalatinaldistraction, aus kieferorthopädischen Überlegungen, aufgrund des erheblichen Platzbedarfs zusätzliche Extraktionen von Prämolaren notwendig. In einem Fall (Pat. Nr.4) war der tatsächliche Platzbedarf unterschätzt worden, so dass bei der folgenden Bisslagekorrektur die noch erforderliche transversale Breite durch Segmentierung der Maxilla hergestellt werden musste. Bei keinem Patienten kam es zu einem Rezidiv des ursprünglichen transversalen Defizits.

Während der aktiven Distraction traten gelegentlich leichte ziehende Schmerzen auf, die unter Gabe von nicht steroidalen Antiphlogistika 30 Minuten vor Aktivierung gut beherrschbar waren. Schleimhautdehiszenzen im Bereich des Diastemas traten vereinzelt auf, heilten aber bis auf eine Ausnahme alle komplikationslos ab. Bei dieser Ausnahme handelte es sich um einen geistig retardierten Patienten mit doppelter LKG-Spalte. In diesem Fall infizierte sich bei einer kleinen Schleimhautdehiszenz nach digitaler Manipulation im Spaltbereich das Operationsgebiet, so dass es im Folgenden zum Abbruch der Distraction mit Entfernung des Distraktors kam (Pat. Nr. 54). Bei einer Patientin mit Mundatmung führte der Distraktor bei witterungsbedingt sehr geringen Außentemperaturen während der Wintermonate zu Missempfindungen am Gaumen. Die Konsolidierungszeit war zu diesem Zeitpunkt bei fünf Monaten und der TPD wurde knapp vor dem regulären Zeitintervall entfernt. Im weiteren Verlauf der Therapie ergaben sich keine Unregelmäßigkeiten.

Intraoperative Komplikationen traten ebenfalls nur vereinzelt auf. Bei einem Spaltpatienten (Pat. Nr. 57) wurde zur Stabilisierung der spaltnahen Zähne eine Trauma-Titanschiene inseriert, bei einer anderen Patientin (Pat. Nr. 80) kam es bei reduziertem Knochenangebot (Alveolarkammatrophy) nach Zahnverlust zur Fraktur des Tuber maxilla links. Nach entsprechender Stabilisierung durch Osteosynthese konnte die Distraction planungsgemäß durchgeführt werden.

Vor allem bei erwachsenen Patienten stellte das Diastema gelegentlich eine Belastung dar, die durch reduzierbare Dummyzähne an der MB-Apparatur deutlich abgemildert werden konnte.



Abb.42: Dummyzahn im Bereich des Diastemas, sukzessive eingeschliffen (Pat. Nr. 36)

Bei den Patienten mit anschließender Bisslagekorrektur wurden DVT's vor Beginn und nach Abschluss der operativen Therapie angefertigt und evaluiert. Grundsätzlich korrelierte die skelettale Situation mit dem klinischen Ergebnis. Allerdings blieb der Versuch frustan, verlässliche Messpunkte zu bestimmen, mit Hilfe derer die effektive skelettale Veränderung

objektivierbar gewesen wäre. Anhand der DVT-Datensätze wurde versucht, reproduzierbare skelettale Messpunkte zu finden, um die Ausgangssituation mit der Situation nach der Konsolidierungsphase zu vergleichen und so, unabhängig von orthodontischen Bewegungen, die effektive palatinale Distractionsstrecke zu ermitteln. Dies gelang allerdings nicht, da unter anderem aus aufnahmetechnischen Gründen (unterschiedliche Patientenpositionierung) keine reproduzierbaren Messpunkte identifizierbar waren. Der neu gebildete Knochen konnte trotz verschiedener Segmentierungen in den DVT's nach erfolgter Bisslagekorrektur nicht vom initial vorhandenen Knochen unterschieden werden. Aus Gründen des Strahlenschutzes wurden keine DVT's nach Abschluss der aktiven Distraction angefertigt (ALARA-Prinzip). Auch die Modellanalyse erwies sich als wenig hilfreich, da der Vergleich von Ausgangs- und Verlaufsmodellen immer auch orthodontische Veränderungen ergab, so dass zahnbezogene Messungen zur Evaluation der effektiven skelettalen Expansion nicht sinnvoll waren. Die photographische Dokumentation der klinischen Resultate erwies sich als wesentlich hilfreicher.

6 Diskussion:

Die Transpalatinaldistraktion, bzw. der Einsatz skelettal verankerter Expansionsapparaturen konnte sich seit ihrer Einführung durch Mommaerts im Jahre 1999 im Bereich der orthognathen Chirurgie zunehmend etablieren [31]. Mit klassischen Segmentosteotomien und autologer Knochentransplantation sind größere transversale Defizite nicht zuverlässig stabil zu korrigieren, da die Weichgewebe dies nicht wie bei gradueller Expansion zulassen [36]. Außerdem muss die zusätzliche Entnahmemorbidität bedacht werden. Allerdings herrschen aktuellen Publikationen zufolge immer noch kontroverse Einschätzungen bezüglich Indikationen, Effekten und Limitationen der Methode im Vergleich zu den klassischen dental gelagerten Expansionsgeräten vor. Zur Klärung dieser Diskussion wurden prospektive Untersuchungen vorgeschlagen [21, 37]. Obwohl es sich im eigenen Krankengut um ein sehr heterogenes Patientenkollektiv handelt, das evidenzbasierte Aussagen erschwert, liegt ein wesentlicher Vorteil der Analyse darin, dass behandlerabhängige Fehlerquellen weitgehend ausgeschlossen werden konnten. Von der Indikationsstellung über die Operation, Dokumentation und Nachsorge wurden alle Patienten vom gleichen Team (zwei Behandler) im Rahmen eines standardisierten Protokolls betreut. Dies kann bei den geforderten prospektiven Multicenterstudien nur schwer garantiert werden [14]. Günbay und Mitarbeiter berichteten 2008 von ähnlich guten Erfolgen nach Transpalatinaldistraktion bei 10 Patienten und betonten in Ihrer Veröffentlichung die Notwendigkeit der engmaschigen Nachsorge durch die operierenden Kollegen um verlässliche Resultate zu erzielen [38].

Die retrospektive Analyse des eigenen Patientengutes ergab folgende wesentliche Ergebnisse. Es handelt sich um eine repräsentative Gruppe von Patienten (n=80) bei denen das transversale maxilläre Defizit durch Transpalatinaldistraktion behandelt wurde. Innerhalb des eigenen Patientengutes stellt die Transpalatinaldistraktion die Hauptanwendung der Distraktionsosteogenese mit mehr als 60% aller Distraktionsfälle dar [39]. Seit der ersten TPD an unserer Klinik im Jahre 2007 stiegen die Fallzahlen stetig an. Gegenwärtig werden ca. 20 TPD's pro Jahr inseriert. Dieser Trend erklärt sich durch die zunehmende Akzeptanz der Methode im Kreise der zuweisenden Kieferorthopäden, da durch das angegebene Vorgehen mit einer Ausnahme zuverlässig stabile Ergebnisse erreicht werden konnten. Dies wird so zwar auch beim Einsatz von dental gelagerten Apparaturen angegeben, allerdings hat die TPD einige relevante Vorteile, die auch von anderen Autoren so beschrieben wurden.

Im Vergleich zu dental gelagerten Hyrax[®]- Apparaturen sind parodontale und dentoalveoläre Nebenwirkungen geringer [29, 37]. Ein weiterer Vorteil sind die je nach Distraktortyp

grundsätzlich größere Aktivierungsmöglichkeit sowie die Option, bereits während der Konsolidierungsphase die erforderliche orthodontische Therapie einzuleiten, da nicht die Entfernung von dental gelagerten Apparaturen nach Abschluss der typischerweise sechsmonatigen Konsolidierungszeit abgewartet werden muss. Die damit mögliche Verkürzung der Gesamtbehandlungszeit erwies sich für die Patienten als deutliche Verbesserung der Lebensqualität. In unserem Patientengut erfolgte die orthodontische Therapie typischerweise bereits ab der sechsten Woche nach Abschluss der Aktivierungsphase. Die Dauer des orthodontischen Lückenschlusses variierte im eigenen Patientengut erheblich und ist von vielen verschiedenen Faktoren abhängig (Alter, Diastemabreite, Knochenqualität, kieferorthopädische Technik), so dass diesbezüglich keine abschließende Beurteilung möglich ist.

Zur besseren Darstellung der Resultate wurden die Patienten in vier Gruppen eingeteilt.

In der ersten Gruppe wurden Patienten zusammengefasst, bei denen nach Korrektur des maxillären Defizits durch TPD und anschließender Distraktorentfernung keine weitere chirurgische Korrektur erforderlich wurde. Bei diesen Patient erfolgte die TPD typischerweise als erste Maßnahme vor der sich anschließenden orthodontischen Therapie. In der zweiten Gruppe wurden Patienten zusammengefasst, bei denen anschließend eine zusätzliche Bisslagekorrektur vorgenommen wurde. In beiden Gruppen kann die initiale Transpalatinaldistraktion als ein Vorgehen im Sinne des „Surgery First“- Konzeptes verstanden werden, bei dem aufgrund verschiedener Einflüsse mit einer Verkürzung der Behandlungszeit gerechnet werden kann [32].

Der spontane Lückenschluss ohne orthodontische Therapie bei pädiatrischen Patienten stellte eine interessante kasuistische Beobachtung dar und dürfte auf den Effekt der orolabialen Muskulatur, transseptaler Fasern und die natürlichen Mesialdrift der Zähne zurückzuführen sein [40, 41].

Erwähnenswert erscheint die Tatsache, dass die verwendeten Distraktoren deutlich mehr Stabilität aufwiesen, als dental gelagerte Apparaturen, bei denen es nach eigener Erfahrung zu Verwindungen der Verbindung von aktivem Element und dentaler Fixierung kommen kann, wodurch der effektive Expansionsweg reduziert wird. Vor allem im Zusammenhang mit problematischen palatinalen Schleimhautverhältnissen erwiesen sich die skelettal abgestützten Distraktoren als sehr zuverlässig. Die Expansion der mukosalen Gewebe gelang problemlos, auch bei schwierigen Ausgangssituationen, wie z. B. massivem Narbenzug nach Voroperationen, z.B. bei bereits erfolgter Spaltkorrektur. Hier scheinen die eingesetzten

soliden TPD's den dental gelagerten Apparaturen gegenüber einen klaren Vorteil zu haben. Dies wurde auch von anderen Autoren so angegeben [33, 42].

Bei Patienten mit transversalem maxillärem Defizit, bei denen keine dentale Verankerungsmöglichkeit besteht, ist die skelettale Verankerung von Expansionsgeräten alternativlos [43]. Ähnliches gilt für die Patienten mit syndromal- oder spaltbedingten maxillären Defiziten, bei denen entweder erhebliche Distanzen korrigiert werden müssen oder problematische Weichgewebsverhältnisse vorliegen, die eine adäquate Expansion bzw. Stabilität des erreichten Ergebnisses beeinträchtigen. Diese Patienten wurden in Gruppe 3 zusammengefasst. In dieser Gruppe bewährten sich die eingesetzten Distraktoren besonders, da die herausfordernden Ausgangssituationen nachhaltig verbessert werden konnten. Dies wird auch von anderen Autoren als besonderer Vorteil der TPD angesehen [44].

Diskutabel ist sicherlich der Einsatz der Transpalatinaldistraktion im pädiatrischen Patientengut vor dem eigentlichen Wachstumsabschluss. Hierzu existiert gegenwärtig kaum Literatur. Die Rationale dafür bestand in dem manifesten transversalen Defizit mit im Vorfeld bereits frustriertem konservativem Expansionsversuch. Aufgrund der eigenen erfolgreichen Verlaufsbeobachtungen erscheint dieser Ansatz bei manifestem oder zu erwartendem Wachstumsdefizit im Rahmen individueller Heilversuche durchaus gerechtfertigt [45]. Die Anwendung piezochirurgischer Techniken erscheint in diesem Zusammenhang besonders vielversprechend [46].

Eine entscheidende Komponente für die erfolgreiche Anwendung der TPD ist sicherlich das beschriebene operative Vorgehen mit entsprechender Fotodokumentation.

Aufgrund der intraoperativen Aktivierung konnte das Therapieziel direkt kontrolliert und dokumentiert werden. Durch Distraktorauswahl und Positionierung sowie Art und Weise der durchgeführten Osteotomie ist eine gezielte Erweiterung der Maxilla zur individuellen Korrektur des vorliegenden Defizits möglich. Nach Seeberger kann auf die Trennung der pterygomaxillären Verbindung, wie sie von Bell und Epker ursprünglich angegeben worden war [47] ohne Nachteil für die maxilläre Expansion verzichtet werden, wobei sich dann eine anterior betonte V-förmige Erweiterung ergibt [48]. Allerdings waren in dieser Untersuchung palatinale Distraktionswerte von kleiner als 10mm beschrieben worden. Typischerweise wurde im eigenen Krankengut ebenfalls keine pterygomaxilläre Lösung vorgenommen, mit Ausnahme der Patienten, die einen deutlich größeren Expansionsbedarf als 10mm hatten. In diesen Fällen musste diese posteriore Widerstandszone vollständig getrennt werden, um eine interferenzfreie parallele Erweiterung zu ermöglichen. In der Mehrzahl der Fälle genügte der

durch die V-förmige Erweiterung zusätzlich geschaffene Platz im Bereich des anterioren Alveolarkamms zur Korrektur des vorbestehenden maxillären Defizits. Das haptische Gewebefeedback durch die intraoperative Aktivierung der Distraktoren ermöglichte außerdem eine individuelle Schwächung des vorhandenen Widerstandszentrums, das in unterschiedlichen Bereichen der Maxilla gefunden wurde - median im Bereich der Suturen aber auch posterior im Bereich der Choanen, bzw. der Lamina perpendicularis und horizontalis des Os palatinum (Abb. 2). Im Verlauf des Beobachtungszeitraums wurde die beschriebene OP-Technik weiter modifiziert. Durch unterschiedliche Platzierung der Distraktoren weiter anterior oder posterior am Gaumen, weiter am Gaumendach oder näher am Alveolarkamm, parallel oder schräg zur Zahnreihe, durch unterschiedlich gesetzte Osteotomielinien, z.B. einseitig auf verschiedenen Höhen oder auch unterschiedlich große Osteotomien im Bereich der zygomatikoalveolären Pfeiler, konnte die Expansion gezielt in Abhängigkeit von den individuellen Anforderungen gesteuert und im Rahmen der intraoperativen Aktivierung kontrolliert werden. Dies ist so nur bei einem offenen operativen Vorgehen möglich und steht damit im Widerspruch zu minimal invasiven Techniken, wie sie von anderen Autoren vorgeschlagen werden [49]. Durch diese zunehmende Individualisierung der operativen Technik erweiterte sich gleichzeitig auch das Anwendungsgebiet der TPD. Landes und Pereira hatten bereits auf die Möglichkeit der individuell adaptierten transversalen Erweiterung hingewiesen [19, 29]. Über positive Erfahrungen mit der unilateralen maxillären Expansion wurde auch von anderen Autoren berichtet [50].

Anzumerken ist, dass die intraoperativ gemessene Diastemabreite nicht gleich zu setzen ist mit der effektiven Erweiterung der skelettalen Basis, da die Messung der Schneidekantendistanz durchaus Fehlermöglichkeiten birgt. So wird je nach individueller Anatomie und Distraktorposition gegebenenfalls eine trapezförmige Erweiterung stattfinden (z.B. je weiter entfernt vom Gaumendach der Distraktor inseriert wird), wobei die effektive palatinale Distraktionsstrecke dann deutlich kleiner ausfällt als die alveoläre Expansion, was mitunter gewünscht sein kann. Die intraoperativ gemessene Diastemabreite ist daher neben der Zahnstellung ein Kontrollkriterium für die postoperative Aktivierungsphase und das Expansionsziel.

Anhand der Tabelle 1 wird ersichtlich, dass die intraoperativen Diastemabreiten postoperativ meistens erreicht wurden, in manchen Fällen das Diastema aufgrund des erhöhten Platzbedarfs vergrößert wurde. Bei einigen Patienten war dies allerdings auch umgekehrt, wobei nicht ausgeschlossen werden kann, dass bereits während der Aktivierungsphase ein spontaner Lückenschluß einsetzte. Interessant war außerdem die Beobachtung, dass es gerade

bei ausgeprägten Defiziten nach Beginn der Aktivierung zu einer rascheren Expansion kam, als rechnerisch plausibel. Hierfür dürfte sicherlich die linguale Aktivität verantwortlich sein. Ein erfreulicher subjektiver Nebeneffekt zeigte sich bei allen Patienten, die initial eine Nasenatmungsbehinderung vorwiesen. Dies wird als typischer positiver funktioneller Nebeneffekt der palatinalen Erweiterung auch von anderen Autoren so beschrieben [48, 51, 52]. Seit 2012 wurden im eigenen Patientengut ebenfalls routinemäßig prä- und postoperative Rhinomanometrien durchgeführt, eine aussagekräftige Auswertung konnte anhand dieser Daten bisher allerdings nicht erfolgen. Der Versuch, die TPD-bedingten Veränderungen mit Hilfe der DICOM-Datensätze aus den DVT-Untersuchungen zu objektivieren verlief aufgrund methodischer Schwierigkeiten frustan.

Als typische Komplikation der Transpalatinaldistraktion wurden von Neyt und Koautoren Distraktorlockerungen angegeben [53]. Allerdings waren diese Beobachtungen an der ersten Modellserie des Surgitec-Distraktors mit modularem Aufbau beschrieben worden. Die in unserer Patientenserie verwendeten Distraktoren waren bereits überarbeitet worden, so dass Lockerungen nur in Ausnahmefällen ohne Auswirkungen auf den Therapieablauf oder das Therapieergebnis auftraten und somit nicht als Komplikationen gewertet wurden.

Aus technischer Sicht erscheint das Design der zur Verriegelung des All-in-one-Distraktors verwendeten Interferenzschraube verbesserbar, da diese sich nicht ganz unproblematisch einbringen lässt, bzw. Fehlinsertionen unbemerkt bleiben können, wodurch die Stabilität des Systems gefährdet wird. Dieses Problem wurde bereits an den Hersteller kommuniziert.

Bei kritischer Betrachtung der Patientengruppen ist einzuräumen, dass bei einem Teil der Patienten sicherlich auch dental verankerte Expansionsapparaturen vergleichbare Resultate geliefert hätten. Dies konnte von Nada und Mitarbeitern in einer prospektiven Untersuchung nachgewiesen werden [32]. Die Entscheidung über die Art der Expansionsapparatur war im Vorfeld interdisziplinär erfolgt. Im gleichen Zeitraum waren auf ausdrücklichen kieferorthopädischen Wunsch auch chirurgisch unterstützte Gaumennahterweiterungen mit dental gelagerten Apparaturen (n=16) vorgenommen worden, die allerdings nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit waren.

Im Verlauf der Anwendungszeit hatten sich bei Verwendung der Transpalatinaldistraktoren auch von kieferorthopädischer Seite drei relevante Vorteile gezeigt:

- ein verbesserter perioperativer Workflow ohne Notwendigkeit der zahntechnischen Herstellung des Expansionsgerätes und damit erhöhter Komfort für Patienten und Behandler
- die Möglichkeit der früheren orthodontischen Therapie ab der sechsten Woche nach Distraktionsende

- die zuverlässige und stabile transversale Erweiterungen bei erheblichem Platzbedarf (> 10mm)

Am meisten profitierten Patienten der Gruppen 3 und 4 vom Einsatz der Transpalatinaldistraktoren. Bei diesen insgesamt 30 Patienten (fast 40% der seit 2007 in der Klinik für Mund,- Kiefer- und Gesichtschirurgie Campus Virchow Klinikum Universitätsmedizin Berlin durch Transpalatinaldistraktion behandelten Patienten) war der Einsatz eines skelettal verankerten Expansionsgerätes aufgrund der Ausgangsbedingungen alternativlos:

Entweder lagen so ungünstige anatomische Verhältnisse vor, dass eine dental gelagerte Apparatur nicht einzusetzen war oder aber ein vorhergehender Versuch war bereits erfolglos verlaufen, bzw. die erforderliche Expansionsstrecke lag über der durch Hyrax[®]-Schrauben erreichbaren Distanz (12mm laut Herstellerangaben /Dentaurum). Bei insgesamt 33 von 80 Patienten war eine Distraktionsstrecke von ≥ 12 mm erforderlich.

Die eigenen Erfahrungen und klinischen Ergebnisse nach Transpalatinaldistraktion stimmen insgesamt gut mit den Literaturangaben überein. Die Transpalatinaldistraktion gilt als verlässliche Methode mit vorhersehbaren Erfolgen und einer geringen Inzidenz an Nebenwirkungen [38, 51, 54]. Mit einer Ausnahme konnte bei 79 Patienten das transversale maxilläre Defizit durch die angegebene Technik korrigiert werden. Die von Koudstaal mit bis zu 60% angegebene Komplikationsrate [44] war in der eigenen Nachuntersuchung nicht nachvollziehbar, was möglicherweise auf die Verwendung des überarbeiteten Distraktordesigns und der engen Patientenführung zurückzuführen ist.

Die skelettal verankerten „Devices“ zur Transpalatinaldistraktion ergänzen die klassischen dental gelagerten Expansionsapparaturen. Durch individuelle Distraktorauswahl und Distraktorpositionierung sowie entsprechendes Osteotomiedesign kann das vorliegende transversale maxilläre Defizit auch bereits vor Abschluss der skelettalen Reife korrigiert und somit die Ausgangsbedingung für später ggf. noch erforderliche orthognathe Korrekturen verbessert werden.

Evidenzbasierte Aussagen zu Vor- und Nachteilen der verschiedenen Expansionstechniken und -apparaturen lassen sich aus dieser Nachuntersuchung nicht ableiten, erscheinen aber auch im Rahmen der vorgeschlagenen prospektiven Untersuchungen aufgrund des ebenfalls zu erwartenden heterogenen Patientengutes mit einer Vielzahl von Variablen nicht unproblematisch [21, 37].

7 Schlussfolgerung:

Die chirurgisch unterstützte Gaumennahterweiterung stellt seit Jahrzehnten ein wertvolles Instrument zur Korrektur des transversalen maxillären Defizits (TMD) dar. Obwohl dies grundsätzlich sowohl mit dental gelagerten als auch mit skelettal gelagerten Expansionsapparaturen möglich ist, haben die skelettal verankerten Transpalatinaldistraktoren, die 1999 von Mommaerts eingeführt wurden gegenüber den dental gelagerten Apparaturen verschiedene Vorteile.

Im Rahmen der retrospektiven Untersuchung des eigenen behandelten Patientengutes konnte gezeigt werden, dass durch Transpalatinaldistraktion eine zuverlässige und stabile individuelle Korrektur des vorliegenden transversalen maxillären Defizits realisierbar ist.

Dies wurde ermöglicht durch:

- Auswahl und an die vorliegende Pathologie adaptierte Positionierung eines optimal passenden Distraktors
- durch die beschriebene Operationstechnik mit individuellem Osteotomiedesign
- durch intraoperative Aktivierung der Distraktoren mit direkter Kontrolle der gewünschten Distraktionsstrecke
- durch Fotodokumentation von Ausgangs-, Verlaufs- und Endsituationen
- durch ein standardisiertes Behandlungsprotokoll innerhalb eines Behandlerteams mit entsprechend enger Patientenführung

Dieses Vorgehen ermöglichte ein vorhersehbares Therapieergebnis bei niedriger Komplikationsrate, insbesondere auch bei Patienten mit problematischen und herausfordernden Ausgangssituationen (Wechsel- und Lückengebiss, narbige Strikturen nach Voroperationen, Syndrome und Dysostosen).

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse und der achtjährigen Erfahrung mit der Methode kann die chirurgisch unterstützte Gaumennahterweiterung mit konfektionierten Transpalatinaldistraktoren zur individualisierten Korrektur des transversalen maxillären Defizits empfohlen werden.

8 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Darstellung des menschlichen Schädels aus Netter [2]
- Abb. 2: Anatomie des Oberkiefers, sagittale Ansicht aus Netter [2]
- Abb. 3a, b: Darstellung des maxillären Wachstums nach Enlow [6]
- Abb. 4: Wachstumszonen des Mittelgesichts nach Enlow [6]
- Abb. 5: Remodellationsprozesse der Maxilla nach Enlow [6]
- Abb. 6: Dysgnathiemodell nach Harzer, welches die Vielfalt und fließenden Übergänge von Dysgnathieformen erklärt.[5].
- Abb.7: Typische klinische Situation bei posttraumatischem maxillärem Defizit nach Frontzahntrauma (Pat. Nr. 68)
- Abb. 8: Angeborenes maxilläres Defizit in allen drei Dimensionen bei Apert Syndrom (Pat. Nr.25)
- Abb. 9: Zahntechnisch gefertigte Expansionsapparaturen mit Hyrax[®] Dehnschraube
- Abb. 10a, b: Konstruktionszeichnung eines Transpalatinaldistraktors nach Mommaerts, aus Originalpublikation [31]
- Abb. 11a, b: skelettal verankerte Apparaturen- Transpalatinaldistraktoren
- Abb. 12: Typische Auswahl eines konfektionierten Distraktors am patientenspezifischen Gipsmodell
- Abb. 13: Modelloperation und Auswahl eines modularen Systems mit während der Distraction austauschbarer Spindel
- Abb. 14: Auswahl an konfektionierten Transpalatinaldistraktoren am Beispiel des Systems „All-in one“ der Firma Surgitec, Belgien
- Abb. 15a, b: OP-Technik zur symmetrischen bilateralen maxillären Expansion (Pat. Nr.79)
- Abb. 16: OP-Technik zur unilateralen maxillären Expansion bei linksseitiger LKG-Spalte (Pat. Nr. 74)
- Abb. 17: Patientenspezifisches Distaktionsprotokoll
- Abb. 18: keine OP nach TPD (Pat. Nr. 20)
- Abb. 19 a-c: (Pat. Nr. 18) a) Modellsituation vor und nach TPD b) korrespondierende klinische Situation mit vollständig konsolidierter Gaumenplatte und c) noch vorhandener fibröser Zwischenzone
- Abb. 20: Beispiel Gruppe 2a (Pat. Nr. 44)
- Abb. 21a-c: Gruppe 2a, klinische Situation im Verlauf der Transpalatinaldistraction (Pat. Nr. 44)

- Abb. 22: Gruppe 2a, klinische Situation nach Abschluss der interdisziplinären Therapie (Pat. Nr. 44)
- Abb. 23a: Beispiel Gruppe 2b, (Pat. Nr. 3)
- Abb. 23b: OPTG mit parodontalem Knochenabbau (Pat. Nr. 3)
- Abb. 24: Gruppe 2b, Klinische Situation am Ende der Distraction und nach Abschluss der interdisziplinären Therapie (Pat. Nr. 3)
- Abb. 25: Beispiel Gruppe 2c (Pat. Nr. 2)
- Abb. 26: Gruppe 2c, Klinische Situation im Verlauf der Transpalatinaldistraction (Pat. Nr. 2)
- Abb. 27: Gruppe 2c Klinische Situation am Ende der Distraction und nach Abschluss der interdisziplinären Therapie mit prothetischer Versorgung (Pat. Nr. 2)
- Abb. 28: Beispiel Gruppe 3 (Pat. Nr. 15)
- Abb. 29: Gruppe 3, Klinische Situation nach TPD und unzureichender transversaler Breite (Pat. Nr. 15)
- Abb. 30: Gruppe 3, (Pat. Nr. 58) Klinische Situation nach erneuter Distraction im Oberkiefer mit gleichzeitiger Distraction im Symphysenbereich des Unterkiefers
- Abb. 31: Gruppe 3, Patient mit voroperierter Gaumenspalte (Pat. Nr. 43)
- Abb. 32: Gruppe 3, nach erfolgter TPD (Pat. Nr. 43)
- Abb. 33: Klinische Situation nach abgeschlossener Behandlung (Pat. Nr. 43)
- Abb. 34: Gruppe 3, Patientin mit Apert Syndrom (Pat. Nr. 25)
- Abb. 35: Gruppe 3, Patientin mit Apert Syndrom nach Therapie mit TPD und Ventralverlagerung des Oberkiefers (Pat. Nr. 25)
- Abb. 36: Gruppe 4, Ausgangssituation bei 14- jähriger Patientin mit transversalem maxillärem Defizit, Zustand nach frustraner kieferorthopädischer Therapie (Pat. Nr. 8)
- Abb. 37: Gruppe 4, Intraoperativer Situs nach Distraktorinsertion und Aktivierung und spontaner Lückenschluss während der Konsolidierungsphase (Pat. Nr. 8)
- Abb. 38: Gruppe 4, 12 Wochen später (Pat. Nr. 8)
- Abb. 39: Gruppe 4, 6- jähriger Patient mit Morbus Crouzon (Pat. Nr. 14)
- Abb. 40: Gruppe 4, nach zweimaliger TPD spontaner Lückenschluss (Pat. Nr. 14)
- Abb. 41: Verlaufskontrolle 2014 (Pat. Nr. 14)
- Abb. 42: Dummyzahn im Bereich des Diastemas, sukzessive eingeschliffen (Pat. Nr. 36)

9 Literatur:

1. Wexler, A., *Craniofacial Anatomy*, in *Craniofacial Surgery*, S.R. Thaller, J.P. Bradley, and J.I. Garri, Editors. 2008, Informa Healthcare: New York. p. 7-40.
2. Netter, F.H., *Knochen und Bänder*, in *Atlas der Anatomie des Menschen*, F.H. Netter, Editor. 2004, Elsevier, Urban und Fischer: Philadelphia. p. 1-144.
3. Enlow, D.H. and J.A. McNamara, Jr., *The neurocranial basis for facial form and pattern*. Angle Orthod, 1973. 43(3): p. 256-70.
4. Enlow, D.H., *A morphogenetic analysis of facial growth*. Am J Orthod, 1966. 52(4): p. 283-99.
5. Harzer, W., *Ätiologie und Genese von Dysgnathien*, in *Lehrbuch der Kieferorthopädie*, W. Harzer, Editor. 1999, Carl Hanser Verlag: München, Wien. p. 34-48.
6. Harzer, W., *Biologische Grundlagen der Schädelentwicklung*, in *Lehrbuch der Kieferorthopädie*, W. Harzer, Editor. 1999, Carl Hanser Verlag: München, Wien. p. 7-33.
7. Adolphs, N. *Klinische Schwerpunkte - Kieferorthopädische Chirurgie*. 2007 [cited 2015 15.6.2015]; Available from: http://mkg.charite.de/klinik/klinische_schwerpunkte/kieferorthopaedische_chirurgie/.
8. Steinhauser, E.W., *Historical development of orthognathic surgery*. J Craniomaxillofac Surg, 1996. 24(4): p. 195-204.
9. Brachvogel, P., *Orthopädische Chirurgie*, in *Curriculum Mund-Kiefer- und Gesichtschirurgie*, J.E. Hausamen, et al., Editors. 2003, Quintessenz Verlags GmbH: Berlin. p. 199-245.
10. Mast, G. and M. Ehrenfeld, *Chirurgische Kieferorthopädie*, in *Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie*, S. N and E. M, Editors. 2002, Georg Thieme Verlag: Stuttgart. p. 234-260.
11. Hoffmeister, B., *Chirurgie der Dysgnathien*, in *Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie*, H. HH, Editor. 2007, Urban und Fischer Elsevier GmbH: München p. 554-605.
12. Timms, D.J., *The dawn of rapid maxillary expansion*. Angle Orthod, 1999. 69(3): p. 247-50.
13. Agarwal, A. and M. Rinku, *Maxillary Expansion*. Int J Clin Ped Dent, 2010. 3(3): p. 139-146.
14. Betts, N.J., et al., *Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency*. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg, 1995. 10(2): p. 75-96.
15. Haas, A.J., *Rapid palatal expansion: A recommended prerequisite to Class III treatment*. Trans Eur Orthod Soc, 1973: p. 311-8.
16. Haas, A.J., *Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion*. Angle Orthod, 1980. 50(3): p. 189-217.

17. Haas, A.J., *The Treatment of Maxillary Deficiency by Opening the Midpalatal Suture*. Angle Orthod, 1965. 35: p. 200-17.
18. de Freitas, R.R., et al., *Surgically assisted maxillary expansion in adults: prospective study*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2008. 37(9): p. 797-804.
19. Pereira, M.D., et al., *Strategies for surgically assisted rapid maxillary expansion according to the region of transverse maxillary deficiency*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2012. 41(9): p. 1127-30.
20. Goddard, R. and H. Witherow, *Surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE)*. Br J Oral Maxillofac Surg, 2011. 49(1): p. 65-6.
21. Koudstaal, M.J., et al., *Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2005. 34(7): p. 709-14.
22. Turvey, T.A., *Maxillary expansion: a surgical technique based on surgical-orthodontic treatment objectives and anatomical considerations*. J Maxillofac Surg, 1985. 13(2): p. 51-8.
23. Steinhauser, E.W., *Midline splitting of the maxilla for correction of malocclusion*. J Oral Surg, 1972. 30(6): p. 413-22.
24. Ilizarov, G.A., *The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction*. Clin Orthop Relat Res, 1989(239): p. 263-85.
25. Ilizarov, G.A., *The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation*. Clin Orthop Relat Res, 1989(238): p. 249-81.
26. Glatzel, U., H. Heppert, and A. Wentzensen, *Kallusdistraction*. Trauma Berufskrankh, 2002. 4: p. 404-412.
27. Bell, H.W. and C.A. Guerrero, eds. *Distraction Osteogenesis of the facial skeleton*. 2007, BC Decker Inc.
28. McCarthy, J.G., ed. *Distraction of the Craniofacial Skeleton*. 1st ed. 1999, Springer: New York.
29. Landes, C.A., et al., *Comparison of tooth- and bone-borne devices in surgically assisted rapid maxillary expansion by three-dimensional computed tomography monitoring: transverse dental and skeletal maxillary expansion, segmental inclination, dental tipping, and vestibular bone resorption*. J Craniofac Surg, 2009. 20(4): p. 1132-41.
30. Zemann, W., et al., *Dentoalveolar changes after surgically assisted maxillary expansion: a three-dimensional evaluation*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2009. 107(1): p. 36-42.
31. Mommaerts, M.Y., *Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion*. Br J Oral Maxillofac Surg, 1999. 37(4): p. 268-72.
32. Nada, R.M., et al., *Three-dimensional prospective evaluation of tooth-borne and bone-borne surgically assisted rapid maxillary expansion*. J Craniomaxillofac Surg, 2012. 40(8): p. 757-62.

33. Vyas, R.M., et al., *Bone-borne palatal distraction to correct the constricted cleft maxilla*. J Craniofac Surg, 2009. 20(3): p. 733-6.
34. Swennen, G.R., et al., *Segmental unilateral transpalatal distraction in cleft patients*. J Craniofac Surg, 2003. 14(5): p. 786-90.
35. Roelofs, J., et al., *[Unilateral surgically assisted rapid maxillary expansion using a transpalatal distractor]*. Ned Tijdschr Tandheelkd, 2010. 117(2): p. 87-91.
36. Phillips, C., et al., *Stability of surgical maxillary expansion*. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg, 1992. 7(3): p. 139-46.
37. Verstraaten, J., et al., *A systematic review of the effects of bone-borne surgical assisted rapid maxillary expansion*. J Craniomaxillofac Surg, 2010. 38(3): p. 166-74.
38. Gunbay, T., et al., *Transpalatal distraction using bone-borne distractor: clinical observations and dental and skeletal changes*. J Oral Maxillofac Surg, 2008. 66(12): p. 2503-14.
39. Adolphs, N., et al., *Significance of distraction osteogenesis of the craniomaxillofacial skeleton - a clinical review after 10 years of experience with the technique*. J Craniomaxillofac Surg, 2014. 42(6): p. 966-75.
40. Schumacher, G., *Allgemeine Anatomie der Zähne*, in *Odontographie - Anatomie der Zähne und des Gebisses*, G. Schumacher, Editor. 1995, Hüthig GmbH: Heidelberg. p. 1-32.
41. HE, S., *Umbauvorgänge bei Zahnbewegungen*, in *Orale Strukturbioogie*. 2000, Georg Thieme Verlag: Stuttgart. p. 262-289.
42. Scolozzi, P., et al., *Maxillary expansion using transpalatal distraction in patients with unilateral cleft lip and palate*. Plast Reconstr Surg, 2007. 119(7): p. 2200-5.
43. Fernandez-Sanroman, J., et al., *Transverse maxillary distraction in patients with periodontal pathology or insufficient tooth anchorage using custom-made devices*. J Oral Maxillofac Surg, 2010. 68(7): p. 1530-6.
44. Koudstaal, M.J., K.G. van der Wal, and E.B. Wolvius, *Experience with the transpalatal distractor in congenital deformities*. Mund Kiefer Gesichtschir, 2006. 10(5): p. 331-4.
45. Adolphs, N., et al., *Transpalatal distraction for the management of maxillary constriction in pediatric patients*. Ann Maxillofac Surg, 2015(5): p. 44-48.
46. Vercellotti, T., *Piezoelectric surgery in implantology: a case report--a new piezoelectric ridge expansion technique*. Int J Periodontics Restorative Dent, 2000. 20(4): p. 358-65.
47. Bell, W.H. and B.N. Epker, *Surgical-orthodontic expansion of the maxilla*. Am J Orthod, 1976. 70(5): p. 517-28.
48. Seeberger, R., et al., *Long term effects of surgically assisted rapid maxillary expansion without performing osteotomy of the pterygoid plates*. J Craniomaxillofac Surg, 2010. 38(3): p. 175-8.
49. Anttila, A., et al., *Feasibility and long-term stability of surgically assisted rapid maxillary expansion with lateral osteotomy*. Eur J Orthod, 2004. 26(4): p. 391-5.

50. Shintaku, Y., et al., *Maxillary Expansion and Midline Correction by Asymmetric Transverse Distraction Osteogenesis in a Patient With Unilateral Cleft Lip/Palate: A Case Report*. Cleft Palate Craniofac J, 2014.
51. Aras, A., et al., *Dimensional changes of the nasal cavity after transpalatal distraction using bone-borne distractor: an acoustic rhinometry and computed tomography evaluation*. J Oral Maxillofac Surg, 2010. 68(7): p. 1487-97.
52. Mitsuda, S.T., et al., *Effects of surgically assisted rapid maxillary expansion on nasal dimensions using acoustic rhinometry*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2010. 109(2): p. 191-6.
53. Neyt, N.M., et al., *Problems, obstacles and complications with transpalatal distraction in non-congenital deformities*. J Craniomaxillofac Surg, 2002. 30(3): p. 139-43.
54. Verlinden, C.R., P.G. Gooris, and A.G. Becking, *Complications in transpalatal distraction osteogenesis: a retrospective clinical study*. J Oral Maxillofac Surg, 2011. 69(3): p. 899-905.

10 Eidesstattliche Versicherung

Ich, Nicole Ernst versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Klinische Ergebnisse nach Transpalatinaldistraktion“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -www.icmje.org) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o.) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Betreuer/in, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o.) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Anteilerklärung an erfolgten Publikationen

Nicole Ernst hatte Anteil an den folgenden Publikationen:

Publikation 1:

Adolphs, N., Ernst, N., Menneking, H., Hoffmeister, B

Significance of distraction osteogenesis of the craniomaxillofacial skeleton - a clinical review after 10 years of experience with the technique. Journal of Craniomaxillofacial Surgery, 2014 Jan; 42 (6): 966-975.

Mitbehandlung und Dokumentation/Datenerhebung der in der Publikation erwähnten Patienten im Rahmen der fachärztlichen Aus- und Weiterbildung

Publikation 2:

Adolphs, N., Ernst N, Menneking H, Hoffmeister B

Transpalatal Distraction - state of the art for the individual management of transverse maxillary deficiency - a review of 50 consecutive cases. Journal of Craniomaxillofacial Surgery, 2014 Dec; 42 (8): 1669-74

Mitbehandlung und Dokumentation/Datenerhebung der in der Publikation erwähnten Patienten im Rahmen der fachärztlichen Aus- und Weiterbildung - Mitgestaltung des Manuskripts

Publikation 3:

Adolphs, N., Ernst N, Hoffmeister B, Raguse JD

Transpalatal distraction for the management of maxillary constriction in pediatric patients. Ann Maxillofac Surg, 2015(5): p. 44-48.

Mitbehandlung und Dokumentation/Datenerhebung der in der Publikation erwähnten Patienten im Rahmen der fachärztlichen Aus- und Weiterbildung - Mitgestaltung des Manuskripts

Die in der Dissertation evaluierten Patientendaten fanden Eingang in alle drei genannten Publikationen. Die im Rahmen der Dissertation durchgeführte retrospektive Analyse und Aufarbeitung des beschriebenen Patientengutes und der Methodik ist im Hinblick auf Fallzahl und Aufschlüsselung wesentlich umfangreicher als die drei genannten Publikationen.

Vorträge und Poster:

2012

XXI. Congress of the European Association of Craniomaxillofacial Surgery (EACMFS), Dubrovnik, Kroatien

11.09. -15.09.2012 - Vortrag

Nicolai Adolphs, Nicole Ernst, Horst Menneking, Bodo Hoffmeister

Significance of distraction osteogenesis in craniomaxillofacial surgery – 10 years of experience of one centre

16. ÖGMKG Bad Hofgastein

31.01.-03.02.2012 - Poster mit Vortrag

Adolphs N, Ernst N, Menneking H, Hoffmeister B

Unilaterale subtotale LeFort I Osteotomie und Transpalatinaldistraktion - ein Erfahrungsbericht

2013

17. Jahrestagung der ÖGMKG- Bad Hofgastein

29.01.-01.02.2013 - Vortrag

Nicolai Adolphs, Nicole Ernst, Horst Menneking

Stellenwert der Distraktionsosteogenese zur Rekonstruktion von skelettalen Defiziten des Schädels – eine klinische Einschätzung nach 10-jährigem Einsatz der Technik

63. DGMKG, Essen

22.05.-25.5.2013 - Vortrag

Nicolai Adolphs, Nicole Ernst, Hannes Haberl, Horst Menneking, Bodo Hoffmeister

Stellenwert der Distraktionsosteogenese zur Rekonstruktion von skelettalen Defiziten des Schädels – eine klinische Einschätzung nach 10-jährigem Einsatz der Technik

2015

65. DGMKG, Stuttgart

10.06.-13.6.2015 - Vortrag

Adolphs N, Ernst N, Raguse JD, Hofmeister B

„Transpalatinaldistraktion zur individuellen Korrektur des transversalen maxillären Defizits- eine retrospektive Analyse von 65 Patienten“

Unterschrift, Datum und Stempel des betreuenden Hochschullehrers/der betreuenden Hochschullehrerin

Unterschrift des Doktoranden/der Doktorandin

11 Lebenslauf

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

12 Danksagung

Zunächst bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. Dr. B. Hoffmeister, unter dessen Leitung ich meine klinische Ausbildung absolvieren durfte, für die freundliche Überlassung meines Promotions-Themas.

Mein tiefer Dank gilt meinem Betreuer und Oberarzt Herrn PD Dr. Dr. Nicolai Adolphs für die hervorragende Betreuung während des Entstehens dieser Arbeit sowie das Vertrauen, mich an der Behandlung und Betreuung der kieferorthopädischen Patienten mitwirken zu lassen. Die jahrelange kontinuierliche Förderung und Motivation war Grundbaustein der vorliegenden Arbeit. Die ambulante, stationäre und operative Betreuung dieser Patienten war nur durch die gute Interaktion der verschiedenen Abteilungen der Klinik möglich. Hier gilt mein Dank stellvertretend für die Poliklinik Frau Regina Rhode, für die Station Herrn Lothar Kliemann und für den OP Frau Marion Martell.

Weiterhin möchte ich mich bei all meinen ärztlichen Kollegen der Klinik für Mund,- Kiefer- und Gesichtschirurgie am Campus Virchow Klinikum der Charité Universitätsmedizin Berlin für das langjährige, freundschaftliche und gute Miteinander bedanken.

Für die fabelhafte Fotodokumentation gilt mein Dank Herrn Franz Hafner.

Für die grenzenlose Geduld und Nachsicht gilt mein besonderer Dank meinem Mann Markus und meinen Töchtern Lilly, Charly und Polly.