

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie  
- Direktor : Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. h. c. U. Joos -

**Nasopharyngeale Entwicklung  
bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten**

**INAUGURAL – DISSERTATION**

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät  
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

**Dr.med.dent. Wermker, Kai**

aus Osnabrück

2009

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen  
Wilhelms-Universität Münster

Dekan : Univ.-Prof. Dr. W. Schmitz

1. Berichterstatter : Univ.-Prof. Dr.med. Dr.med.dent. Dr.h.c. U. Joos

2. Berichterstatter : Priv.-Doz. Dr.med.dent. Th. Stamm

Tag der mündlichen Prüfung : 28.10.2009

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie  
- Direktor: Univ.-Prof. Dr.med. Dr.med.dent. Dr.h.c. U. Joos -  
Referent: Univ.-Prof. Dr.med. Dr.med.dent. Dr.h.c. U. Joos  
Koreferent: Priv.-Doz. Dr.med.dent. Th. Stamm

## **ZUSAMMENFASSUNG**

### **Nasopharyngeale Entwicklung bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten**

**Kai Wermker**

In einer retrospektiven röntgenkephalometrischen Studie sollten a) ein Normkollektiv als Datenbasis für zukünftige Studien, b) Einflussfaktoren auf naso- und velopharyngeale Konfiguration wie Geschlecht, Alter, Gesichtsschädelaufbau, Wachstumstyp, Schädelbasis- und Oberkiefer-Konfiguration und c) Unterschiede zwischen Patienten mit durchgehender einseitiger LKG-Spalte und gesunden Probanden analysiert werden.

Insgesamt wurden 189 laterale Fernröntgenseitenbilder von 66 Patienten mit einseitiger durchgehender Lippen-Kiefer-Gaumenspalte ( LKG-Gruppe ) und 123 gesunden Probanden ( Kontroll-Gruppe ) ausgewertet.

Die Analyse der Kontroll-Gruppe ergab, dass ihre Zusammensetzung ein ausreichendes Abbild einer Stichprobe aus einer Normpopulation liefert und sie somit als Vergleichs- und Normkollektiv geeignet ist.

Innerhalb des Normkollektives fanden sich altersabhängig zahlreiche und komplexe Zusammenhänge zwischen naso- und velopharyngealen Parametern einerseits und Schädelbasiskonfiguration, Gesichtsschädelaufbau und Oberkiefer-Position andererseits.

In der LKG-Gruppe fanden sich signifikante Unterschiede im Vergleich zur Kontroll-Gruppe. LKG-Patienten zeigten eine Retroposition der Maxilla, eine geringere Oberkieferlänge, einen mehr posterioren und kranialen Einbau des hinteren Oberkiefer-Komplexes, eine geringere anteriore Nasopharynxhöhe, einen mehr vertikalen nasopharyngealen Aufbau mit Verringerung sagittaler weichgewebiger und knöcherner nasopharyngealer Dimensionen, eine kürzere Velumlänge sowie eine ungünstigere „Need Ratio“. Die LKG-Gruppe zeigte vermehrt eine mandibuläre Retrognathie und eine mehr kaudale und anteriore Position des Zungenbeins. Gesichtsschädelaufbau und Wachstumstyp waren in der LKG-Gruppe mehr vertikal.

Die vorliegende Studie bildet eine Grundlage für zukünftige Studien. Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen Funktion, Sprache, Gesichtsschädelaufbau und kephalometrischen Parameter sowohl bei gesunden Probanden als auch bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.

Tag der mündlichen Prüfung : 28.10.2009

# **Inhaltsverzeichnis**

<b>1.</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Allgemeine Grundlagen der LKG – Spalten</b>	<b>1</b>
1.1.1	Epidemiologie	1
1.1.2	Normale Entwicklung des Kiefer-Gesichtsbereiches	2
1.1.3	Entstehungsmechanismen der LKG – Spalten während der Embryonalentwicklung	7
1.1.4	Kausale Ätiologie und Vererbung	10
1.1.5	Klassifikation, klinisches Erscheinungsbild und Morphologie der LKG – Spalten	12
<b>1.2</b>	<b>Überblick über Folgen und klinische Konsequenzen der LKG – Spaltbildung</b>	<b>15</b>
<b>1.3</b>	<b>Fragestellung und Ziele dieser Studie</b>	<b>19</b>
<b>1.4</b>	<b>Literaturüberblick</b>	<b>22</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>29</b>
<b>2.1</b>	<b>Studienpopulation ( Patientenkollektive )</b>	<b>29</b>
2.1.1	Spaltpatientenkollektiv ( LKG-Gruppe )	29
2.1.2	Vergleichskollektiv ( Kontroll-Gruppe )	30
<b>2.2</b>	<b>Technische Grundlagen des FRS und der Auswertung</b>	<b>30</b>

<b>2.3</b>	<b>Röntgenkephalometrische Auswertung</b>	<b>31</b>
2.3.1	Definition der Bezugspunkte	31
2.3.2	Definition der Messungen und Variablen	39
<b>2.4</b>	<b>Statistische Auswertung</b>	<b>50</b>
2.4.1	Ermittlung des Messfehlers	50
2.4.2	Deskriptive Statistik für beide Probandenkollektive	51
2.4.3	Überprüfung geschlechtsspezifischer Unterschiede	52
2.4.4	Überprüfung altersbedingter Zusammenhänge	52
2.4.5	Ermittlung wachstumstypbedingter Zusammenhänge	53
2.4.6	Ermittlung von Zusammenhängen zwischen der Schädelbasiskonfiguration und anderen Variablen	53
2.4.7	Ermittlung von Zusammenhängen zwischen Oberkieferposition und Nasopharynx-Konfiguration	54
2.4.8	Vergleich von LKG-Kollektiv und Kontroll-Kollektiv	54
<b>3.</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>55</b>
<b>3.1</b>	<b>Messfehler</b>	<b>55</b>
<b>3.2</b>	<b>Darstellung der Probandenkollektive</b>	<b>57</b>
3.2.1	LKG-Gruppe	57
3.2.2	Kontroll-Gruppe	61
<b>3.3</b>	<b>Geschlechtsspezifische Unterschiede</b>	<b>65</b>
<b>3.4</b>	<b>Altersbedingte Zusammenhänge und Unterschiede</b>	<b>71</b>
<b>3.5</b>	<b>Wachstumstypbedingte Zusammenhänge und Unterschiede</b>	<b>74</b>

<b>3.6</b>	<b>Zusammenhänge zwischen Schädelbasiskonfiguration und anderen FRS-Messwerten</b>	<b>79</b>
<b>3.7</b>	<b>Zusammenhänge zwischen Oberkiefer-Variablen und nasopharyngealen FRS-Messwerten</b>	<b>82</b>
<b>3.8</b>	<b>Vergleich der LKG-Gruppe mit dem Kontroll-Kollektiv</b>	<b>84</b>
3.8.1	Vergleich der kompletten Gruppen	84
3.8.2	Vergleich getrennt nach Altersgruppen	89
<b>4.</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>102</b>
<b>4.1</b>	<b>Messfehler und methodischer Fehler</b>	<b>102</b>
<b>4.2</b>	<b>Analyse des Normkollektives</b>	<b>104</b>
4.2.1	Eignung der Kontroll-Gruppe als „Normkollektiv“	104
4.2.2	Geschlechtsspezifische Unterschiede	107
4.2.3	Altersbedingte Zusammenhänge	109
4.2.4	Einflussfaktor Gesichtsschädelaufbau und Wachstumstyp	112
4.2.5	Einflussfaktor Schädelbasiskonfiguration	115
4.2.6	Stellenwert maxillärer Parameter für den Nasopharynx	116
<b>4.3</b>	<b>Vergleich von LKG- und Kontroll-Gruppe</b>	<b>117</b>
<b>4.4</b>	<b>Klinische Relevanz und Ausblick</b>	<b>121</b>

<b>5.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>127</b>
<b>6.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>130</b>
<b>7.</b>	<b>DANKSAGUNG</b>	<b>156</b>
<b>8.</b>	<b>LEBENS LAUF</b>	<b>157</b>
	<b>ANHANG</b>	<b>I</b>



# 1. EINLEITUNG

## 1.1 Allgemeine Grundlagen der LKG – Spalten

### 1.1.1 Epidemiologie

Lippen-Kiefer-Gaumenspalten ( LKG-Spalten ) faszinierten und beschäftigten, wie Plastiken und Masken aus verschiedenen Kulturen zeigen, die Menschen schon seit der Antike [ 48 ].

Nach den Anomalien der Knochen, Muskeln und Gelenke gehören die zu den kraniofazialen Dysplasien zählenden LKG-Spalten zu den häufigsten und bedeutungsvollsten angeborenen Fehlbildungen [ 68, 128 ]. Dabei versteht man unter Fehlbildungen dysontogenetisch bedingte Veränderungen der Normalstruktur, die während der Embryonalperiode entstehen.

Zwar sind Spalten des orofazialen Bereiches in allen ethnischen Bevölkerungsgruppen anzutreffen, jedoch mit deutlich unterschiedlichen Häufigkeiten [ 32, 36, 171 ]. So wurden z.B. bei nordamerikanischen Indianern und bei ostasiatischen Völkern höhere Inzidenzraten gefunden als bei Europiden und Negroiden, die die geringste Spaltfrequenz aufwiesen [ 6, 45, 66, 71, 84, 111, 112, 113 ]. Weltweit geht man derzeit von einer Inzidenz von ca. 1 : 700 Lebendgeburten aus [ 116 ].

Den Statistiken der mehr als 100 letzten Jahre zufolge hat sich die Häufigkeit der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten mehr als verdoppelt [ 46, 54, 103, 114, 168 ]. Während man um 1900 von einer Häufigkeit von ca. 1 : 1500 Geburten ausging, betrug sie bis zum ersten Drittel des 20. Jahrhunderts etwa 1 : 1000 Geburten. Allgemein wird z.Zt. für den europäischen Raum von einer Spaltfrequenz von 1 : 500 bis 1 : 700 Lebendgeburten ausgegangen [ 4, 29, 64, 71, 88, 100 ]. In einem Vergleich sechs europäischer Ländern ermittelte *Kozelj* 1996 eine Häufigkeit von 16,4 LKG-Spalten je 10.000 Lebendgeborenen ( entspricht einer Inzidenz von 1 : 610 ) mit einer jährlichen Steigerungsrate von statistisch 0,2 [ 87 ].

Einen Eindruck von der Häufigkeit der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten in der Region Nordrhein-Westfalen geben die Perinatalerhebungen der Ärztekammern Nordrhein und Westfalen-Lippe. Hiernach ergibt sich für die Jahre 1984 – 1999 eine Häufigkeit von 13,0 Spalten je 10.000 Lebendgeborenen, was einer Inzidenz von 1 : 770 entspricht. Allerdings dürfte die wirkliche Inzidenz noch etwas höher liegen, da die Möglichkeit besteht, dass die Perinatalerhebung nicht unbedingt alle Lebendgeborenen mit der Fehlbildung einer LKG-Spalte korrekt und vollständig erfasst.

### **1.1.2 Normale Entwicklung des Kiefer-Gesichtsbereiches**

In der Embryogenese ( 16. Tag nach der Befruchtung bis 75. intrauteriner Tag ) setzt die Kopfentwicklung mit dem Verschluss des Neuralrohres ein, wobei sich die Entwicklung des Gesichtes und später der Mundhöhle sowie des Gaumens von der 4. bis zur 10. Embryonalwoche vollzieht.

In diesen sechs Wochen wird von zwei Zentren der Kopf und das Relief der Gesichtsoberfläche modelliert [ 21, 56, 57, 105, 160 ] :

Das prosenzephalische Impulszentrum ( Vorderkopforisationsfeld ) ist für die Entstehung von Stirnhirn mit frontaler Schädelkapsel, Nasenrücken und Oberlippenmitte sowie Zwischenkiefer und Septum verantwortlich ( embryonale Vorderkopffregion ).

Das rhombenzephalische Zentrum ( Hinterkopforisationsfeld ) bildet den Hinterkopf sowie das seitliche Mittelgesicht und das untere Gesichtsdrittel ( embryonale Hinterseitenkopffregion ).

Zwischen diesen beiden großen Kopfarealen überlappen sich Entwicklungsimpulse in den Zwischenkopffregionen. Sie verlaufen von der Sella turcica über die Augenregionen, Nasenflügel und enden am Philtrum. ( Abb. 1, Seite 3 )

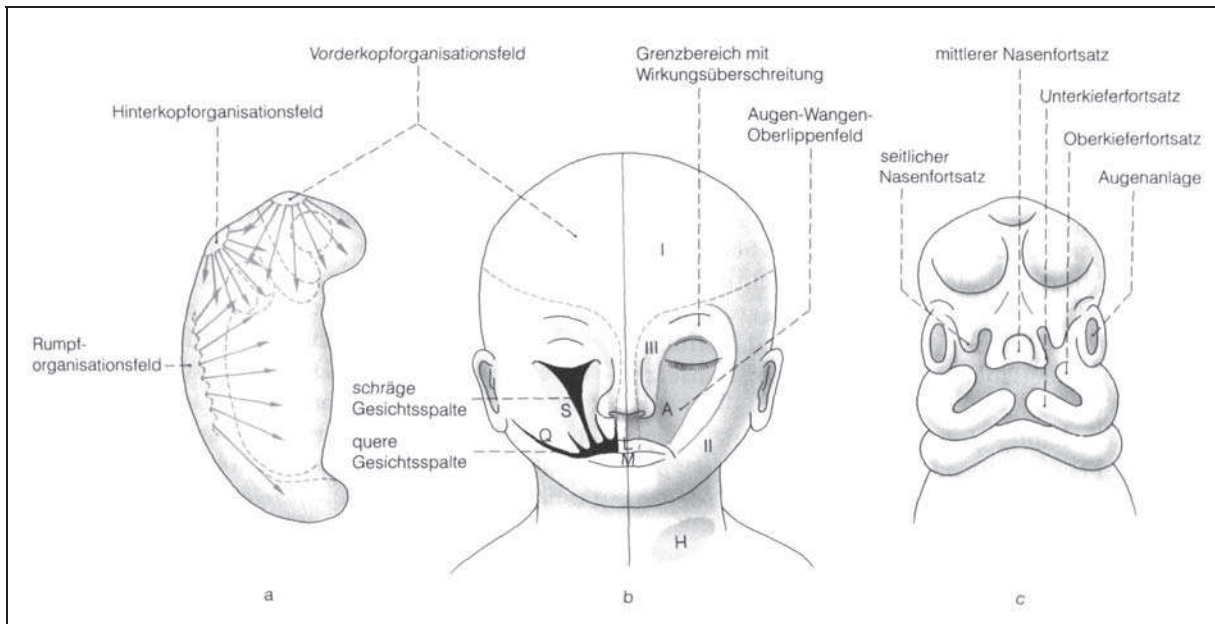


Abb. 1 : Entwicklung des menschlichen Kopfes und Gesichtes ( aus [ 61 ] )  
 a) Induktionszentren und -bereiche mit berschneidungen und Wirkungsgrenzen nach *Holtfreter* [ 59 ]  
 b) Embryonale Organisationsfelder und -grenzen ( I, II, III ) n. *Pfeifer* [ 121 ]  
 Gebiete mit häufigen Entwicklungsstörungen ( A, H ) sowie Prädilektionszonen für Spaltbildungen ( L, M, Q, S )  
 I = Vorderkopf - Organisationsfeld    II = Hinterkopf - Organisationsfeld  
 III = Grenzgebiet der Wirkungsberschneidung von I und II.  
 A = Augen-, Wangen- und Oberlippenfeld, H = seitliches Halsfeld,  
 L = laterale Spaltformen der Oberlippe, M = mediale Spaltformen,  
 Q = quere Gesichtsspalte, S = schräge Gesichtsspalte.  
 c) Gesichtsentwicklung nach *Töndury* [ 165 ]

Die Entwicklung der Branchialbögen beginnt in der 4. Woche mit der Auswanderung von zunächst dorsal liegenden Neuralleistenzellen in die zukünftige Kopf- und Nackenregion.

Durch ungleichmäßige Vermehrung des mit Epithel überzogenen Mesenchyms entstehen Gesichtswülste, die sich voneinander durch seichte Furchen abgrenzen : der mediane Stirnwulst sowie die bilateralen Ober- und Unterkieferwülste. Diese fünf Hauptwülste umschließen die primitive Mundbucht, das Stomadeum, das zum Entodermrohr, dem späteren Verdauungstrakt, hin durch eine dünne Zellschicht, die Membrana buccopharyngealis, abgeschlossen ist. Diese Membran hält mit dem Wachstum der sie umgebenden Strukturen nicht Schritt und reißt am 28. Schwangerschaftstag ein.

Die Unterkieferwülste verschmelzen zuerst miteinander ( 4. Woche ). Die Zellen des medianen Stirnnasenwulstes verdicken sich zu sog. Nasenplakoden, die sich zu Riechgruben umbilden. Hierdurch wird der Stirnnasenwulst beidseitig in einen medialen und einen lateralen Nasenwulst unterteilt. Die beiden medialen Nasenwülste werden – zum Teil erst nach ihrer gegenseitigen Annäherung – auch als Processus globularis bezeichnet. Aus ihm entstehen später Nasenspitze, Nasensteg, Philtrum und Lippenprominenz des Amorbogens [ 105 ].

In der 6. Woche ( 36. – 42. Tag ) erfolgen entscheidende Abläufe bei der Bildung des Oberlippenbereiches und des Zwischenkiefers : Nach *Töndury* [ 165 ] verschmelzen die Epithelien des lateralen und medialen Nasenwulstes. Der Verschmelzungsprozeß beginnt am Boden der Riechgrube und schreitet reißverschlußartig nach außen fort. Die dabei entstehende sogenannte Hochstetter'sche Epithelmauer, die vom Boden der Nasenhöhle zum Mundhöhlendach reicht, wird aufgelöst und durch Mesenchym ersetzt. Nach *Langman* [ 91 ] wachsen beim fünf Wochen alten Embryo die paarigen Oberkieferwülste zur Mitte des Gesichtes und drücken die medialen Nasenwülste aneinander. Diese verschmelzen daraufhin miteinander, verbinden sich aber auch seitlich mit den Oberkieferwülsten. Aus den vereinigten medialen Nasenwülsten entsteht das Zwischenkiefersegment, das aus Philtrum und primärem Gaumen (inkl. der späteren Schneidezähne ) besteht und dorsal vom Foramen incisivum begrenzt wird. ( Abb. 2 )

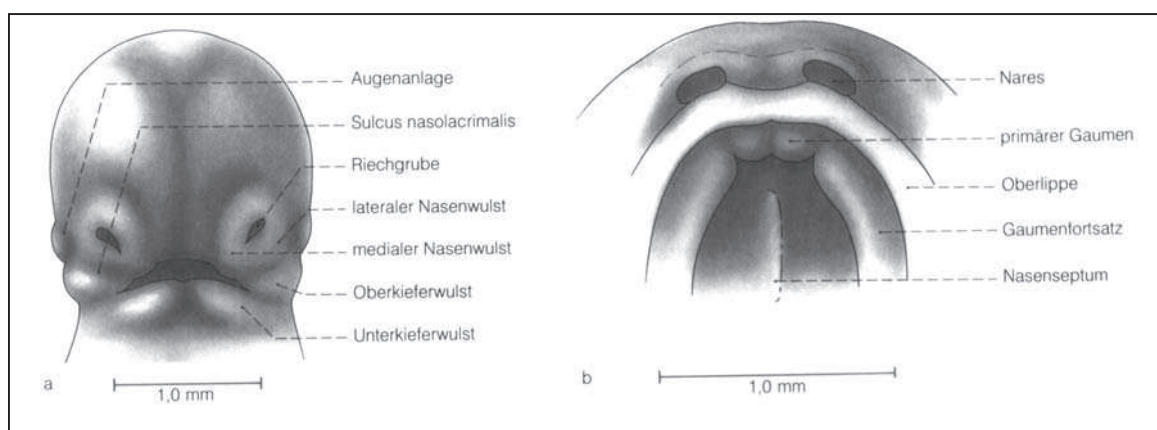


Abb. 2 : Frontalansicht (a) und Oberkieferaufsicht (b) eines sechs Wochen alten Embryos nach der Bildung des primären Gaumens ( aus [ 102 ] )

Der sekundäre Gaumen wird in der 7. – 8. Woche ( 49. – 58. Tag ) aus den untersten Abschnitten der paarigen Oberkieferwülste gebildet, die als sog. Gaumenplatten in der sechsten Woche auftreten und dann zunächst lateral der Zunge liegen und vertikal gestellt sind.

In der 7. Woche verlagert sich die Zunge nach unten, wobei dies nur möglich ist, weil die zunächst vorhandene embryonale Retrogenie in die embryonale Progenie umschlägt, so dass der sich nach ventro-kaudal entwickelnde Unterkiefer die Zunge nach kaudal verlagert [ 125 ]. Daneben wird auch ein rein mechanischer Vorgang diskutiert, wonach sich die Nackenbeuge des Embryos deutlich abschwächen und damit den Unterkiefer freigeben soll [ 72 ].

Während der 7. Woche richten sich die Gaumenplatten infolge intrazellulärer Hydratation in die Horizontalebene auf – auch das nach kaudal und lateral gerichtete Wachstum der Nasenhöhle soll einen aufrichtenden Effekt auf sie haben [ 40 ] – und verschmelzen in der 8. Woche miteinander. Dieser Vorgang beginnt nahezu unmittelbar hinter dem primären Gaumen und schreitet wiederum reißverschlussartig nach dorsal fort. Gleichzeitig verwachsen sie auch mit dem primären Gaumen sowie mit dem Nasenseptum, das blattartig von den miteinander verschmolzenen medialen Nasenfortsätzen in die Nasenhöhle hinein nach kaudal vorgewachsen ist [ 105 ] ( Abb. 3 und Abb. 4, Seite 6 ). Wiederum entsteht dabei eine Epithelmauer ( T- / Y-förmig ), die aufgelöst und durch Bindegewebe ersetzt wird.

Nach *Opitz und Otto* [ 117 ] existiert an jedem Gaumenfortsatz eine unsichtbare, von rostral nach pharyngeal verlaufende Differenzierungsgrenze zwischen potentiell oralem und nasalem Epithel. Zu einem genetisch determinierten Zeitpunkt werden beide Epithelarten voneinander getrennt, initial eine bestimmte Strecke verlagert und dadurch eine termingerechte „primäre“ mesenchymale Fusion ermöglicht. An der Anlage des harten Gaumens wird ein großer oraler Anteil des Kontaktepithels erst allmählich durch Epithelfraktionierung beseitigt, was zu einer verzögerten „sekundären“ mesenchymalen Fusion führt.

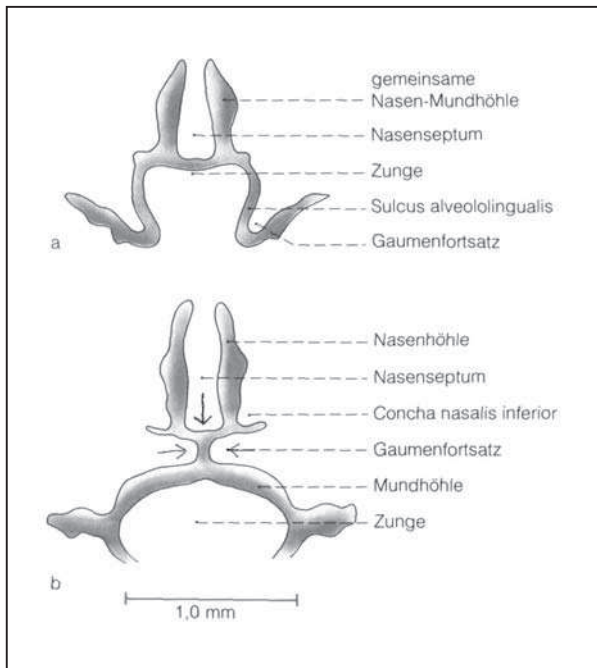


Abb. 3 :  
Schematischer Transversalschnitt durch den Nasen-Mundhöhlenbereich eines Embryos vor (a) bzw. nach (b) dem Aufrichten der Gaumenfortsätze ( aus [ 102 ] )

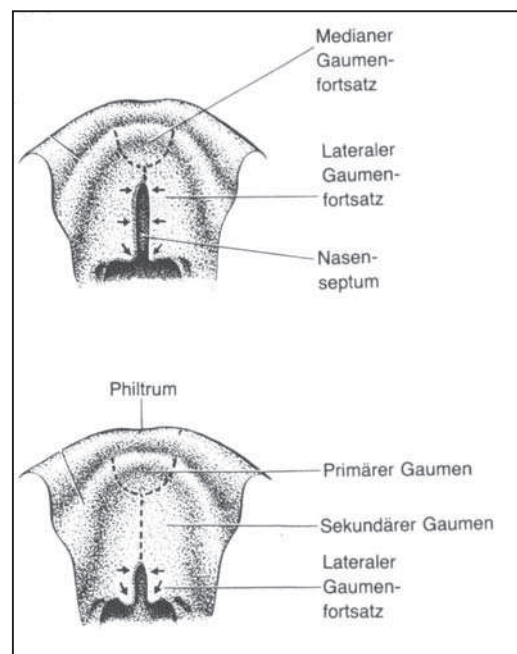


Abb. 4 :  
Schema der Gaumenentwicklung ( 7.- 9. Woche )  
( aus [ 105 ] )

Bis zur 10. Woche , nach Angaben einiger Autoren bis zur 12. Woche, ist der Verschmelzungsprozeß abgeschlossen. Der primäre Gaumen und die vorderen 2/3 des sekundären Gaumens verknöchern in der Folge und bilden den harten Gaumen, das hintere Drittel der Gaumenfortsätze bildet den weichen Gaumen.

### 1.1.3 Entstehungsmechanismen der LKG – Spalten während der Embryonalentwicklung

Nach den gegenwärtigen Auffassungen werden Gesichtsspaltenbildungen durch Störungen in den übergeordneten Organisationszentren ( Vorderkopf- und Hinterkopforganisator ) ausgelöst. Sie treten damit an morphogenetisch typischen Stellen auf [ 122 ]. Differenzen des Stoffwechselbedarfes, intensives Wachstum und komplizierte morphogenetische Vorgänge während der Kiefer-Gesichtsentwicklung sowie die Komplexität der durch die Organisationszentren auf genetischer und biochemischer Ebene gesteuerten Induktionsvorgänge bedeuten eine erhöhte Störanfälligkeit, gerade im Grenzbereich beider Organisationsfelder auch in Form von Überlagerungen. Fehlbildungen dieses Grenzbereiches sind insbesondere Lippen-Kiefer-(Gaumen)spalten sowie die isolierten Gaumenspalten [ 61 ].

Aus den Vorgängen während der Kiefer-Gesichtsentwicklung ( siehe Kap. 1.1.2 ) ergibt sich eine Phasenspezifität der Fehlbildungen. Das zeitliche Auftreten einer Schädigung ist für das Erscheinungsbild der Fehlbildung prägend, so dass eine sogenannte teratologische Determinationsperiode existiert, während der eine Störung eintreten muß, die dann eine klar zugeordnete Organschädigung hervorruft [ 79 ]. Je früher im Entwicklungsablauf die Schädigung einsetzt, desto schwerwiegender ist die resultierende Fehlbildung. Alle Fehlbildungen treten dabei in Abstufungen von morphologischen bzw. morphogenetischen oder auch teratologischen Reihen auf, wobei die Übergänge zwischen Gewebedefizit über „Normalzustand“ bis hin zum Gewebeüberschuß fließend sind [ 61, 79 ].

Die kritische Phase für die Entstehung der Lippen-Kiefer-(Gaumen)spalten liegt dabei in der 6. Embryonalwoche ( 36. – 42. Tag ), also während der entscheidenden Phase der Bildung des Oberlippenbereiches und des Zwischenkiefers ( siehe Kap. 1.1.2 ).

*Töndury* [ 165 ] mißt dabei dem lateralen Nasenwulst entscheidende Bedeutung bei : Kommt es bei der Bildung der Nasenhöhle, des primären Gaumens und der Oberlippe nicht zur Bildung der Hochstetter'schen Epithelmauer durch Aneinanderlagerung und Verschmelzung von medialem und lateralem Nasenwulst und somit in der Folge auch nicht zum Ersatz durch Mesenchym, so entsteht eine **primäre** Lippen- oder Lippen-

Kieferspalte. *Langman* [ 91 ] mißt dem von lateral nach medial wachsenden Oberkieferwulst die größere Bedeutung bei.

Als Ursache der zur **primären** Lippen-(Kiefer-)Spalte führenden Fusionsstörung werden ein unzureichendes Wachstum der beteiligten Gesichtsfortsätze ( insuffiziente Proliferation oder Matrixbildung ) sowie eine unzureichende Zelladhäsion nach programmgemäßer Anlagerung diskutiert, so dass eine komplette Trennung der Gesichtsfortsätze resultiert.

Erfolgt eine programmgemäße Bildung der Epithelmauer, deren Auflösung jedoch nicht oder gestört / partiell erfolgt ( Basalschicht und Basalmembran sistieren komplett oder teilweise ) und infolgedessen eine Störung der mesenchymalen Proliferation resultiert, so kann es während des weiteren Gesichtswachstums zur partiellen oder auch totalen Trennung des Epithels und damit der Gesichtsfortsätze kommen. Es resultiert hieraus eine **sekundäre** Lippen- oder Lippen-Kieferspalte.

Die entscheidende teratologische Determinationsperiode für Spalten des sekundären Gaumens liegt in der 8./9. Embryonalwoche ( 49. – 56./58. Tag ), also während der Phase der Bildung des sekundären Gaumens ( siehe Kap. 1.1.2 ). Infolge des Verschlussmechanismus sind Gaumenspalten nach dorsal offen. Manche Autoren unterscheiden dabei eine „Präfusionsstörung“ ( hypoplastische Gaumenfortsätze, deren gegenseitiger Kontakt unterbleibt – quasi analog zu Mechanismen bei den primären Lippen-Kieferspalten ) von einer „Postfusionsstörung“ ( normoplastische, bereits aneinandergelagerte Gaumenfortsätze weichen im Sinne einer sekundären „Rißbildung“ wieder auseinander – quasi analog zu Mechanismen bei den sekundären Lippen-Kieferspalten ) [ 60 ].

Da Lippen- und Gaumenbildung wie oben dargestellt nacheinander erfolgen und die dabei ablaufenden Verschlussmechanismen verschieden sind, werden beide Spaltarten als voneinander unabhängige Fehlbildungen angesehen.

Aufgrund der Mechanismen bei den Spaltbildungen resultieren verschiedenartige Ausprägungen sämtlicher Spaltformen im Lippen-, Kiefer- und Gaumenbereich : von breiten Spaltbildungen bis hin zu Mikroformen ( wie z.B. Lippenkerbe, okkulte Kieferspalte oder verdeckte und submuköse Spalten ).



*Pfeifer* [ 121 ] verdeutlicht dies in Form sogenannter teratologischer Fehlbildungsreihen, wie für einseitige LKG-Spalten in Abb. 5 dargestellt.

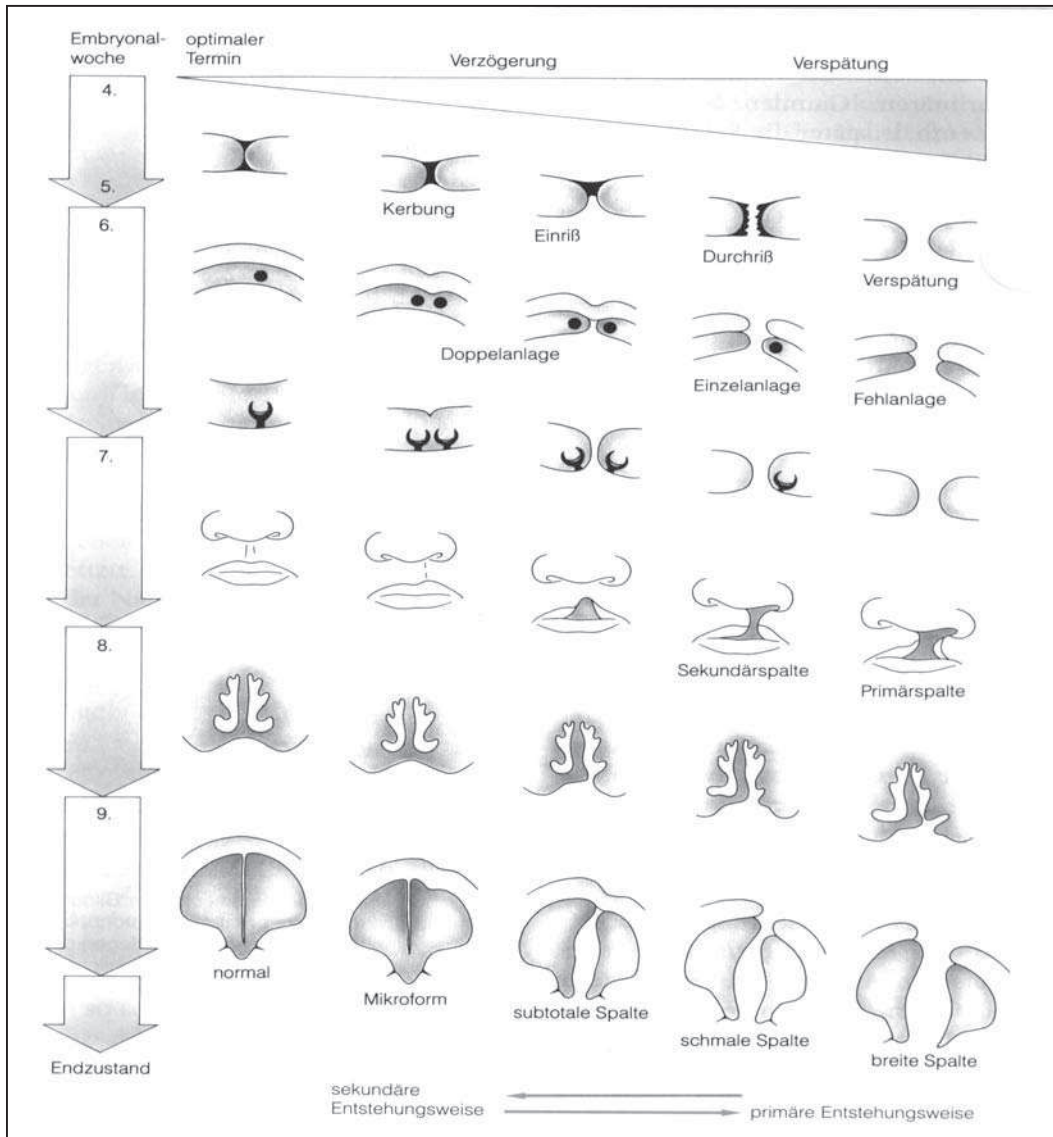


Abb. 5 : Teratologische Reihe der einseitigen LKG-Spalten in Ableitung von der Normalentwicklung des Mittelgesichtes nach *Pfeifer* ( Aus [ 61 ] )

### 1.1.4 Kausale Ätiologie und Vererbung

Hinsichtlich der Ätiologie der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten geht man aktuell von der Modellvorstellung eines sog. „multifaktoriellen genetischen System“ ( MFGS ) aus.

Dieses besagt, dass sowohl endogene, hereditäre Genschäden ( additive Polygenie ) als auch exogene Faktoren und Noxen, die während der entsprechenden teratologischen Determinationsperiode in der Embryonalentwicklung Einfluß nehmen, eine Rolle bei der Spaltentstehung spielen [ 142 ]. Zu einer genetischen Disposition können sich so Umwelteinflüsse „hinzuaddieren“, wobei es bei Überschreiten eines gewissen Schwellenwertes zur Ausprägung der Fehlbildung kommen kann.

Als exogene Faktoren werden eine ganze Reihe von Einflüssen diskutiert ( nach [ 61, 76 ] ) :

- Mangelernährung : u.a. Hyper- und Hypovitaminosen, vor allem der A-, E- und B-Gruppe ( Vit. B12 ) sowie von Folsäure und Homocystein [ 176 ]. In diesem Bereich setzen auch Präventionsstudien an, bei denen für die Gabe von B-Vitaminen und Polyvitaminpräparaten teratoprotektive Effekte festgestellt werden konnten [ 37, 52, 108, 141, 164 ].
- Sauerstoffmangel, Nikotinabusus ( erhöhte CO-Hb – Werte ), Alkoholabusus
- chemische und physikalische Noxen , z.B. Medikamente / teratogene Präparate ( Cytostatika, Kortikosteroide, Aminopterin, Thalidomid etc. ) und ionisierende Strahlung [ 183 ].
- Streß und psychische Traumen
- dysplastische Faktoren : Überreife des Eies, zu hohes bzw. zu niedriges Alter der Mutter, Störungen der Eierstockfunktion, Störungen im Bereich von Endometrium und Plazenta.
- Infektionen, Stoffwechselerkrankungen und endokrine Erkrankungen der Mutter

Als endogene, genetische Faktoren konnten inzwischen einige „major genes“ bzw. Kandidaten-Gene / Genloci identifiziert werden, wie *Wong et al.* [ 179 ] in einem Review 2004 darstellen : Zu nennen sind hier beispielsweise „T-box transcription factor-22“ ( TBX22, codiert für einen Transkriptionsfaktor, der in Zusammenhang mit der Gaumenplattenaufrichtung stehen soll ), „poliovirus receptor like-1 gene“ ( PVRL1 - das Proteinprodukt soll an Gaumenschleimhaut und Gesichtshaut eine Rolle als Zelladhäsionsmolekül spielen ) und „interferon regulator factor 6“ ( IRF6 ). Diese Genloci wurden vor allem bei syndromalen Spaltbildungen beschrieben. Auch für nicht im Rahmen von Syndromen auftretende LKG-Spalten wurden in diesen Genloci Veränderungen beschrieben, weiterhin wurden bei nichtsyndromalen orofazialen Spalten Abweichungen der Gene beschrieben, die für den „transforming growth factor-alpha“ ( TGF $\alpha$  ), „5,10-methylentetrahydrofolat-reductase“ ( MTHFR, Verbindung zum Folsäure-Stoffwechsel ! ), „transforming growth factor beta-3“ ( TGF $\beta$ 3 ) und andere Wachstumsfaktoren codieren.

Weiterhin konnten einige Studien eine Erhöhung des relativen Risikos einer Spaltbildung bei der Koinzidenz von genetischer Veränderung und exogenem Faktor wie Nikotinabusus und Folsäure- / Vitaminmangel zeigen [ 8, 81, 170 ]. Dies stützt das Modell des „multifaktoriellen genetischen Systems“.

Aufgrund familiärer Hinweise ( Stammbaumanalysen, Zwillingsforschung etc. ) schwanken die Angaben zur Erbllichkeit zwischen 15 % und 33 % .

Für humangenetische Untersuchungen und für die Familienberatung hinsichtlich des Wiederholungsrisikos sind dabei empirische Erbprognosezahlen vorhanden, z.B. aus den Untersuchungen von *Fogh-Andersen* [ 46 ] und *Tolarova* [ 163 ].

Je weiter entfernt die Verwandtschaft und je weniger ausgeprägt die Spalte ist, desto geringer ist das Risiko für ein Kind, mit einer Spalte geboren zu werden.

Bemerkenswert sind weiterhin geschlechtsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Spaltart : Mädchen sind für Gaumenspalten anfälliger, Jungen für Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, und zwar ungefähr im Verhältnis 2 : 1 [ 88 ]. Bei Jungen treten bevorzugt linksseitige Lippen-Kiefer- und Lippen-Kiefer-Gaumenspalten auf. Linksseitige Spalten treten insgesamt etwa doppelt so häufig wie rechtsseitige auf.

Schließlich soll noch kurz erwähnt werden, dass Spaltkinder im Vergleich zur Normalbevölkerung überdurchschnittlich häufig zusätzliche Fehlbildungen aufweisen, oft in syndromaler Verknüpfung. Die Anzahl der mit Spaltbildungen verknüpften Syndrome wird auf bis zu 400 geschätzt [ 152 ]. Als mit LKG-Spaltbildungen verknüpft seien beispielhaft z.B. nur das Pierre-Robin-Syndrom, das Van-der-Woude-Syndrom oder das velo-cardio-faziale Syndrom genannt.

### **1.1.5 Klassifikation, klinisches Erscheinungsbild und Morphologie der LKG – Spalten**

Seit dem 4. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Plastische und Wiederherstellungschirurgie in Rom 1967 werden Lippen-Kiefer-Gaumenspalten international wie folgt klassifiziert [ 156 ] :

- Gruppe 1 : Spaltformen des vorderen (primären) embryonalen Gaumens :
  - Lippe rechts und / oder links
  - Kiefer rechts und / oder links
- Gruppe 2 : Spaltformen des vorderen und hinteren (primären und sekundären) embryonalen Gaumens :
  - Lippe rechts und / oder links
  - Kiefer rechts und / oder links
  - harter Gaumen rechts und / oder links
  - weicher Gaumen median
- Gruppe 3 : Spaltformen des hinteren (sekundären) embryonalen Gaumens :
  - harter Gaumen rechts und / oder links
  - weicher Gaumen median
- Gruppe 4 : seltene Gesichtsspalten

Da die Patienten des in dieser Studie untersuchten Spaltpatientenkollektives allesamt durchgehende einseitige Lippen-Kiefer-Gaumenspalten ( Gruppe 2 ) aufwiesen, wird nur dieser Spalttyp in seinem klinischen und morphologischen Erscheinungsbild kurz dargestellt.

Einseitige Lippen-Kiefer-Gaumenspalten stellen mit 40 % die häufigste Spaltform dar. Lippe, Kiefer und Gaumen sind gespalten, so dass auf der Spaltseite der gesamte knöcherne Nasenboden fehlt. Die Nasenscheidewand mit dem Vomer ist zur gesunden Seite verzogen, wodurch die Symmetrie des Mittelgesichtskomplexes gestört ist. Der Nasenflügel ist auf der Spaltseite abgeflacht und nach lateral abgewichen.

Von besonderer Bedeutung sind die mit der Spaltbildung verbundenen anatomisch-topografischen Veränderungen im Vergleich zum Normalbefund. Dabei sind vor allem die Unterbrechungen der Muskelschlingen des Gesichtes ( periorale und perinasale Muskeln ), des Gaumens, des Pharynx und der Zunge von eminenter Bedeutung [ 77 ]. So prägen diese Veränderungen das Bild der Spalte, wie es zum Zeitpunkt der Geburt erscheint, und bedingen eine Reihe weiterer Folgen, auf die in Kap. 1.2 ( Seite 15 ff. ) näher eingegangen werden soll.

Die folgenden Abbildungen sollen die Unterschiede zwischen Normalbefund und der anatomisch-topografischen Situation beim Patienten mit LKG-Spalte verdeutlichen ( Abb. 6 - 8 ) :

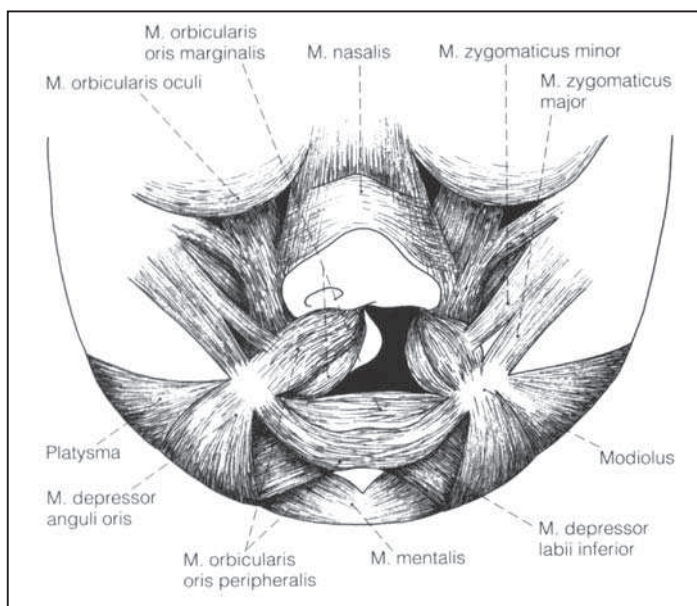


Abb. 6 :

Schematische Darstellung der perioralen Muskulatur bei einseitiger Lippen-Kiefer-Gaumenspalte. Die Muskelfasern des M. orbicularis oris z.B. ziehen am Spaltrand nach oben zum Naseneingang. ( Aus [ 60 ] )

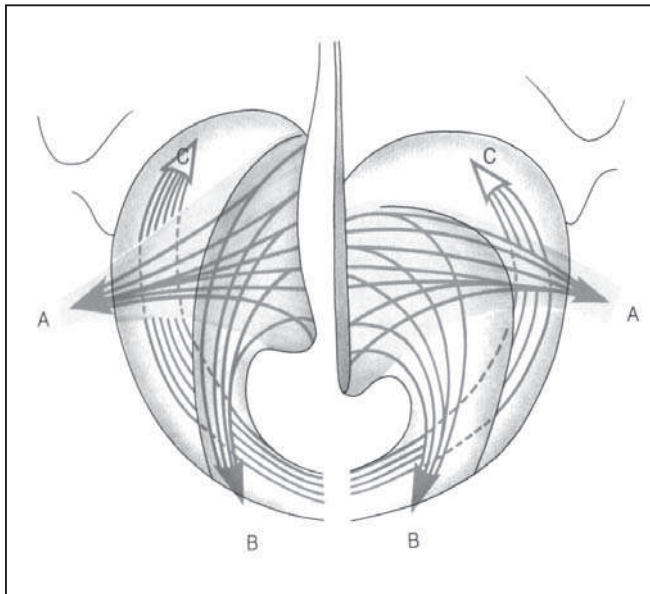


Abb. 7 :

Schematische Darstellung der Gaumen-Schlund-Muskulatur bei normalem (rechts) und gespaltenem (links) Gaumen nach *Kriens*. Die Musculi levator veli palatini (A) und palatopharyngeus (B) sind durch Verflechtung in der Mittellinie normalerweise an der Bildung der Gaumenaponeurose beteiligt und heben das Velum nach hinten oben. Beide Muskeln werden vom Schlundsnüerer (C) umgeben, der zugleich die Pharyngokonstriktion bewirkt.

( Aus [ 61 ] )

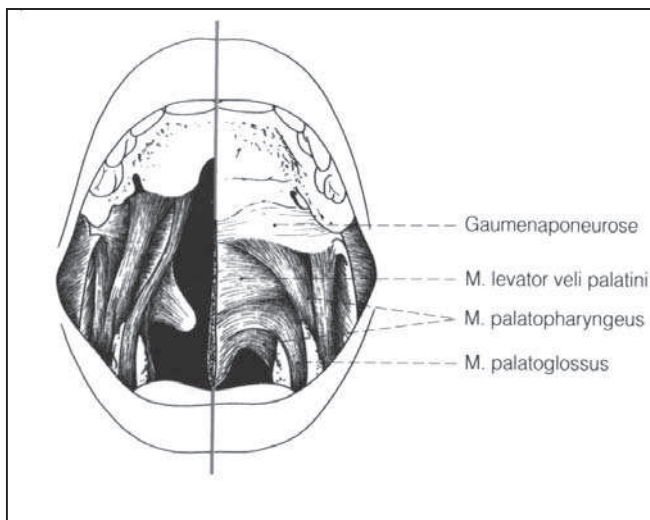


Abb. 8 :

Anatomisch-topographische Situation bei der Gaumenspalte (links) im Vergleich zum Normalbefund (rechts). Die Muskulatur weist eine Fehlstellung auf und inseriert am Hinterrand des harten Gaumens.

( Aus [ 60 ] )

## 1.2 Überblick über Folgen und klinische Konsequenzen der LKG – Spaltbildung

Lippen-Kiefer-Gaumenspalten stellen eine schwere Beeinträchtigung des Kindes sowohl in ästhetischer als auch in funktioneller Hinsicht dar. Umso wichtiger erscheint deshalb eine adäquate, kompetente Therapie, die wie nachfolgend dargestellt verschiedenste Aspekte berücksichtigen und umfassen muss.

Entscheidend für das normale Wachstum des Schädels, insbesondere des Mittelgesichtes, ist das Zusammenwirken von chondraler Matrix ( Schädelbasis und Knorpel der Nasenscheidewand ), desmaler Matrix ( über häutige Strukturen wie Dura mater und Periost z.B. mit der chondralen Matrix im Bereich der Schädelbasis verbunden ) und muskulärer Matrix ( nach Joos [ 77 ] , Abb. 9 ).

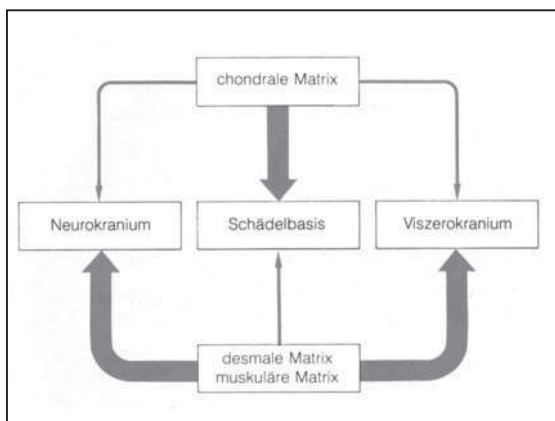


Abb. 9 :  
Einfluß der chondralen, desmalen und muskulären Matrix auf die verschiedenen Schädelregionen.  
( Aus [ 79 ] )

Im Bereich des Gesichtes wird dabei die Nasenkapsel mit dem Nasenseptum, die aus der chondralen Regio ethmoidea entstanden ist, als wichtiges primäres Wachstumszentrum, welches überwiegend endogenen Einflüssen unterliegt, betrachtet. Die Suturen des Gesichtes werden dagegen als sekundäre Wachstumszentren angesehen, die stark funktionellen Einflüssen unterliegen. Beide Bereiche – primäre und sekundäre Wachstumszentren – sind nicht isoliert voneinander sondern gerade über die muskuläre Matrix miteinander verbunden [ 77 ]. Dabei stellt z.B. die paranasale mimische Muskulatur, die in das Nasenseptum einstrahlt [ 86 ], eine Verbindung zu den

Suturen des Mittelgesichtes her ( z.B. zur Sutura zygomatico-maxillaris, an der sich das größte vertikale Wachstum im anterioren Gesicht vollzieht ).

Gerade diese Verknüpfung von primären und sekundären Wachstumszentren ist nun bei Spaltpatienten durch Unterbrechung der Muskelschlingen gestört, so dass es durch fehlerhafte und insuffiziente Muskelfunktion zu skelettalen Veränderungen in Form einer Retrognathie und Unterentwicklung des Oberkiefers, eines vertikalen Wachstumsdefizits und einer Unterentwicklung des Zwischenkiefers kommen kann. Als therapeutische Konsequenz ist hieraus abzuleiten, dass möglichst frühzeitig und funktionsorientiert alle muskulären Schlingen rekonstruiert werden müssen, um die komplexen Interaktionen der genannten Strukturen möglichst zu normalisieren und eine regelgerechte Entwicklung zu begünstigen.

Dabei gelten diese Überlegungen sowohl für den Lippen- und Kieferbereich als auch für den naso- und velopharyngealen Bereich. Dieses funktionell orientierte Konzept wurde in theoretischer und praktischer Hinsicht maßgeblich von *Delaire* [ 35 ] und *Joos* [ 76 ] entwickelt, deren Ergebnisse die Vorteile dieses Konzeptes in Bezug auf Wachstum und Funktion deutlich machen [ 3, 78, 95 ].

Auch im dentoalveolären Bereich kommen bei Spaltpatienten gehäuft Abweichungen von der Norm vor, die um so ausgeprägter sind, je mehr der Kiefer in die Spaltbildung miteinbezogen ist. So finden sich Zahnaplasien und -hypoplasien, Zahnspätanlagen, Milchzahndepressionen und verzögerter Zahndurchbruch ( zweite Dentition ), Zahndoppelanlagen und Zahnstellungsanomalien wie z.B. Dreh- und Kippzustände häufiger als in der übrigen Bevölkerung [ 60 ].

Weiterhin beeinträchtigen nicht selten entzündliche Erkrankungen wie Nasen- und Rachenkatarrhe, Bronchitiden und Aspirationspneumonien im Gefolge von Gaumenspalten die Entwicklung der Spaltkinder. Dabei werden Infekte unter anderem auch durch eine häufig anzutreffende Mundatmung infolge von Beeinträchtigung des Lippen-schlusses sowie vor allem infolge von Beeinträchtigungen der Nasenatmung ( Septum-deviationen, Adenoide ) begünstigt [ 61, 74, ] .



Besonders zu erwähnen sind weiterhin Belüftungsstörungen von Tube und Mittelohr durch eine Gaumenspalte. Ursächlich hierfür ist die Störung der Tubenfunktion und Tubenöffnung, welche normalerweise durch die Funktion der Gaumenmuskulatur ( v.a. Mm. tensor et levator veli palatini ) gewährleistet wird. So gehören Sero- oder Muko- tympanon zu häufigen hals-nasen-ohrenärztlichen Befunden beim Gaumenspalt- patienten. Auch vergrößerte Tonsillen und Adenoide sind nicht selten [ 61, 75, 109 ].

Diese HNO-Befunde begünstigen wiederum die Entwicklung einer Schalleitungs- schwerhörigkeit.

Ein mehr oder weniger beeinträchtigtes Gehör behindert aber konsekutiv wiederum das Erfassen des Lautbildes und die sprachliche Selbstkontrolle. Dies kann zu einer Sprach- entwicklungsstörung (SES) beitragen und die geistige und seelische Entwicklung negativ beeinflussen [ 14, 61 ].

Beim Patienten mit LKG-Spalte ergeben sich gehäuft typische Störungen der Sprachfunktion. So kann es vorkommen, dass aufgrund des gespaltenen Gaumens ein Luftabschluß zwischen Nasen- und Mundhöhle nicht adäquat erfolgt. Neben direkten „(Rest-)löchern“ spielt hierbei v.a. die Funktion des velopharyngealen Sphinkters ( weicher Gaumen und obere Pharynxmuskulatur ) eine maßgebliche Rolle, da dieser oralen und nasalen Raum trennt. Es entsteht die typische „Gaumenspaltensprache“ ( Palatolalie ), die durch ein offenes Näseln ( Rhinophonia aperta ) und eine Hyperrhinophonie charakterisiert ist und heute allgemein als hypernasale Resonanzstörung klassifiziert wird [ 22 ]. Weitere Probleme im sprachlichen Bereich bei Spaltpatienten können die Verlagerung wesentlicher oraler Artikulationsvorgänge in eine pharyngeale und laryngeale Lautersatzbildungszone, Störungen der Bildung von Verschuß-/ Explosiv- und Reibelauten, Behinderungen der linguodentalen Lautbildung, Sprechschwierigkeiten bei Zischlauten und Vorderzungenvokalen, Sigmatismen ( Lispelfehler ) und Dyslalien ( Stammeln ) sein [ 47, 182 ].

Auch hinsichtlich der Sprachentwicklung nimmt eine möglichst exakte physiologische Rekonstruktion der Gaumenmuskulatur eine entscheidende Rolle ein, da hierdurch

signifikant bessere hals-nasen-ohren-ärztliche und phoniatische Resultate erzielt werden können ( *Löhle* und *Joos* [ 95 ] ).

Probleme im Zusammenhang mit der Nahrungsaufnahme werden meist überschätzt. So gelingt z.B. beim Säugling mit LKG-Spalte eine normale Ernährung problemlos bei Verwendung eines etwas größeren Nuckels ( „cleft nuk“ ) [ 28 ].

Alle aufgeführten möglichen Probleme nehmen Einfluß auf die Entwicklung des Kindes mit LKG-Spalte sowohl in körperlicher und ästhetischer, geistiger als auch seelisch-psychischer Hinsicht.

Bezüglich der psychischen Entwicklung wurde z.B. bei Spaltpatienten eine geringere Frustrationstoleranz, ein vermindertes Konfliktbewältigungspotential und ein erhöhtes Risiko für mentale Retardation und Drogenmißbrauch gefunden [ 30, 143, 169, 180 ]. Auch das Umfeld des Patienten, vor allem natürlich die Eltern, ist durch die Fehlbildung des Kindes einer erhöhten psychischen Belastung ausgesetzt [ 5 ].

Trotz der vorgenannten, mit der Spaltbildung assoziierten Besonderheiten muss erwähnt werden, dass Spaltkinder über das gleiche Entwicklungspotential wie Gesundgeborene verfügen, sowohl im Hinblick auf ein normales Wachstumspotential [ 67, 118 ] als auch generell hinsichtlich ihrer geistigen und intellektuellen Fähigkeiten [ 49, 85, 162 ].

Es wird deutlich, dass aufgrund der Komplexität der Spaltbildung im Lippen-, Kiefer- und Gaumenbereich und ihrer Folgen eine ganze Reihe von Therapeuten und Beteiligten optimal im Rahmen eines interdisziplinären professionellen Konzeptes zusammenarbeiten müssen : Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen, Kieferorthopäden, Zahnärzte, Hals-Nasen-Ohrenärzte, Pädaudiologen, Phoniater und Logopäden, Hausärzte sowie letztlich auch Patienten und Angehörige selbst [ 13 ]. Nur eine gute und aufeinander abgestimmte Zusammenarbeit gewährleistet die bestmögliche Entwicklung und soziale Integration eines Spaltpatienten.

### **1.3 Fragestellung und Ziele dieser Studie**

Bei der Analyse von Fernröntgenseitenbildern bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten ist eine Betrachtung von z.B. nur mandibulären und maxillären sowie dentalen Parametern oder ästhetisch relevanten Variablen nicht ausreichend. Gerade im Hinblick auf die im vorhergehendem Kapitel beschriebenen multiplen und komplexen Zusammenhänge und Möglichkeiten einer Störung bei diesen Patienten sollte eine FRS-Analyse bei dieser Fehlbildung umfassender sein.

Von besonderer Bedeutung im Hinblick auf funktionelle Aspekte ( wie Sprache / Resonanzstörungen, Nasen bzw. Mundatmung, Tubenbelüftung etc. ) ist dabei der nasopharyngeale, oropharyngeale und velopharyngeale Bereich. Eine Analyse dieser Regionen sollte Bestandteil einer FRS-Analyse bei LKG-Patienten sein und sowohl Hartgewebe wie auch Weichgewebe berücksichtigen.

Die Analyse der naso-oro-velo-pharyngealen Region sollte somit den Schwerpunkt der vorliegenden retrospektiven röntgenkephalometrischen Studie bilden. Ziel ist dabei nicht nur die isolierte Beschreibung dieser anatomischen Region, sondern vor allem die Betrachtung auch im Zusammenhang mit Aspekten wie z.B. Schädelbasiskonfiguration, Wachstumstyp sowie skelettaler maxillärer und mandibulärer Parameter. Die FRS-Analyse sollte somit viele Bereiche miteinbeziehen und war dementsprechend umfangreich zu gestalten.

Dabei lässt sich die vorliegende Studie in zwei große Bereiche einteilen :

Zum einen sollte eine Kontroll-Gruppe gesunder Probanden ohne Spaltbildung quasi als „Normkollektiv“ analysiert werden, um auch für zukünftige Studien eine ausreichend umfangreiche und verlässliche Vergleichsdatenbasis zu erhalten.

Zum anderen sollte eine Gruppe weitgehend einheitlich therapierter Patienten mit einseitiger kompletter Lippen-Kiefer-Gaumenspalte mit eben diesem Kontroll-Kollektiv verglichen werden.

Bei der Betrachtung der gesunden Probanden ohne LKG-Spaltbildung sollten dabei folgende Aspekte mit überprüft und analysiert werden :

- Bestehen signifikante Differenzen zwischen männlichen und weiblichen Probanden ?
  
- Welche altersbedingten Zusammenhänge und Korrelationen sind erkennbar ?  
Ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen Patienten im Alter von 6-11 Jahren ( d.h. Kindern bis zu Beginn des maximalen Längenwachstums, Altersgruppe I ), Jugendlichen im Alter von >11-16 Jahren ( Phase des maximalen pubertären Längenwachstums, Altersgruppe II ) und Probanden älter als 16 Jahre ( d.h. Jugendliche und Erwachsene mit nur noch geringem Restwachstum, Altersgruppe III ) [ 155 ] ?
  
- Welche Zusammenhänge zwischen skelettalem Typ bzw. Wachstumstyp und den FRS-Messwerten anderer anatomischer Regionen wie z.B. dem Nasopharynx lassen sich erkennen ? Wie unterscheiden sich horizontaler, neutraler und vertikaler Gesichtsschädeltyp bzw. Wachstumstyp im Hinblick auf ihre Konfiguration des hart- und weichgewebigen Nasopharynx, im Hinblick auf oro- und velopharyngeale Messwerte und im Hinblick auf die Zungenbeinposition ?
  
- Welcher Einfluss der Schädelbasiskonfiguration auf die anderen Regionen ist erkennbar ? Welche Korrelationen zwischen FRS-Variablen der Schädelbasis und den übrigen FRS-Messwerten lassen sich finden ?
  
- Wie eng korrelieren Oberkiefer-Position und -Länge mit FRS-Messwerten, die die nasopharyngeale Konfiguration charakterisieren ?

Neben einer Überprüfung hinsichtlich geschlechtsspezifischer Unterschiede sollte die LKG-Gruppe, bestehend aus weitgehend einheitlich therapierten Patienten mit einseitiger durchgehender LKG-Spalte ( uCLP ) mit dieser Kontroll-Gruppe im Hinblick auf folgende Fragestellungen verglichen werden :

- Ergeben sich Differenzen zwischen LKG- und Kontroll-Gruppe im Bereich der Schädelbasis ?
- Welche Unterschiede hinsichtlich maxillärer, mandibulärer und wachstumstyprelevanter Messwerte lassen sich zwischen beiden Gruppen feststellen ?
- Welche signifikanten Differenzen fallen bei dem Vergleich der naso-, oro- und velopharyngealen Position zwischen LKG- und Norm-Kollektiv auf ?
- Unterscheidet sich die Position des Hyoids bei Patienten mit und ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalte ?

Dabei sollte der Vergleich beider Gruppen nicht nur für die jeweiligen Gesamtkollektive, sondern auch unterteilt nach den oben beschriebenen Altersgruppen durchgeführt werden, um eine eventuell mögliche Verzerrung der Ergebnisse durch Alterseinflüsse möglichst zu vermeiden.

Die gefundenen Ergebnisse sind im Hinblick auf ihre klinische und wissenschaftliche Relevanz und im Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren zu diskutieren.

## 1.4 Literaturüberblick

Im folgenden soll ein Überblick über bisherige Studien im Hinblick auf Fragestellung und Ziele der vorliegenden Studie gegeben werden.

Den Schwerpunkt bildet dabei der naso-, oro- und velopharyngeale Bereich, der als Teil des Luft- und Speiseweges für Nasen- bzw. Mundatmung, Sprache ( Resonanzstörungen wie Hypernasalität / „Näseln“ ), Hören ( über die Tubenbelüftung ), Schluckvorgang ( Abdichtung des oralen vom nasopharyngealen bzw. nasalen Bereich ) sowie nach der funktionellen Matrixtheorie nach *Moss* [ 106, 107 ] auch für das Wachstum der umliegenden knöchernen Strukturen, wie z.B. des posterioren maxillären Komplexes, Relevanz besitzt.

Für den Vergleich (naso-)pharyngealer FRS-Parameter bei gesunden männlichen und weiblichen Probanden ohne orofaziale Spaltbildung existiert eine ganze Reihe unterschiedlicher Studien mit z.T. gegensätzlichen Resultaten.

So konnten *Linder-Aronson & Henrikson* [ 93 ], *Jonas & Mann* [ 75 ], *Taylor et al.* [ 159 ] und *Niikuni et al.* [ 115 ] keine signifikanten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Studienteilnehmern feststellen. Auch *Tourne* [ 166 ] berichtet in seiner Arbeit, die Wachstum und mögliche Einflussfaktoren von Nasopharynx und Oropharynx beschreibt, nicht über signifikante geschlechtsspezifische Differenzen hinsichtlich der pharyngealen Konfiguration. Mögliche Differenzen in verschiedenen Altersstadien führt er auf das bei Jungen und Mädchen unterschiedliche Wachstumstempo zurück, so z.B. den zwar später einsetzenden dann aber länger anhaltenden pubertären Wachstumsschub bei Jungen. Auch *Smahel et al.* [ 150 ] führen Unterschiede hierauf zurück. Zwar wiesen in ihrer Studie erwachsene männliche Probanden im Vergleich zu adulten weiblichen Studienteilnehmerinnen bei linearen Messungen ca. 5-10 % ( fazialer Bereich ) bzw. 3-5 % ( Neurocranium ) größere Werte auf, relativer Gesichtsschädelaufbau, Winkelmessungen und Verhältniswerte zeigten aber keine geschlechtsspezifischen Unterschiede [ 150 ].

*Handelman & Osborne* [ 53 ] stellen dagegen an einer allerdings recht kleinen Stichprobe von n = 12 Patienten geschlechtsspezifische Differenzen fest. *Ceylan & Oktay* [ 26 ] stellten zwar beim Abstand des Zungenrückens von der posterioren

Pharynxwand und bei der Distanz Hyoid-Epiglottis signifikant geringere Werte bei weiblichen Probandinnen fest, im nasopharyngealen Bereich konnten aber auch sie keine signifikanten relevanten Differenzen zwischen den Geschlechtern nachweisen. *Jeans et al.* [ 69 ] fanden in einer longitudinalen Studie zur nasopharyngealen Entwicklung an 41 gesunden Probanden ab dem 13. Lebensjahr eine signifikant größere Fläche sowohl des gesamten Nasopharynx als auch des „freien“ nasopharyngealen Luftraumes bei ihren männlichen Studienteilnehmern. *Shen et al.* [ 144 ] fanden wiederum eine Vielzahl signifikanter Differenzen zwischen adulten männlichen und weiblichen Probanden ( n = 116 ) im naso-, oropharyngealen und hyoidalen Bereich. So ergaben sich zwar größere Werte für alle Längen- und Flächenmessungen ( Nasopharynx, Velum, Zunge ) bei Männern, ob sich aber z.B. die Morphologie des Nasopharynx ( Winkelangaben, Verhältnisangaben ) auch geschlechtsspezifisch unterscheidet, ist in dieser Studie nicht explizit analysiert worden und nicht ersichtlich [ 144 ]. *Samman et al.* [ 136 ] kommen bei einer Studie ( n = 74 Erwachsene ) zu ähnlichen Ergebnissen.

Über die Altersabhängigkeit linearer Messwerte im nasopharyngealen Bereich sowohl bei Patienten mit als auch ohne LKG-Spalten besteht weitgehend Konsens. So fanden nahezu alle Untersucher eine Zunahme mit steigendem Alter, wobei vertikale Längen etwas mehr als sagittale Variablen zunahmen ( *Linder-Aronson & Henrikson* [ 93 ], *Jeans et al.* [ 69 ], *Jonas et al.* [ 73 ], *Stellzig-Eisenhauer* [ 155 ] ). Winkelmessungen zur Bestimmung der sagittalen Tiefe des knöchernen Nasopharynx zeigten mit zunehmendem Alter eine Abnahme, Winkel die die vertikale Dimension des Nasopharynx erfassten hingegen eine Zunahme. Während die absoluten Flächen zunahmen, zeigte sich jedoch mit zunehmendem Alter eine Relationsveränderung hin zu einer Vergrößerung des freien nasopharyngealen Luftraumes, bedingt durch eine relative Involution des lymphatischen Gewebes ( Adenoide ) ( *Fiedler* [ 43 ] ).

Bisherige Studien, die bei gesunden Probanden Zusammenhänge zwischen Variablen, die den skelettalen Typ / Gesichtsschädelaufbau bzw. den Wachstumstyp charakterisieren, und röntgenkephalometrischen Messwerten des (naso-)pharyngealen Bereichs untersuchten, kamen zu folgenden Ergebnissen.

*Kerr* [ 83 ] fand bei einer Studie an 44 männlichen Probanden im Alter von 10 Jahren signifikante Korrelationen zwischen der gesamten vorderen Gesichtshöhe einerseits und der Höhe des Nasopharynx, der Distanz Hormion-Spina nasalis posterior, dem Dachwinkel des Nasopharynx ( Tiefe des knöchernen Nasopharynx, Winkel Ba-Ho-Spp, einzige negative Korrelation ), der Gesamtfläche des Nasopharynx und der Fläche der Adenoide andererseits. Die Korrelationen zwischen gesamter vorderer Gesichtshöhe und Höhe des Nasopharynx sowie nasopharyngealer Fläche liessen sich weiterhin auch im Alter von 5 und 15 Jahren nachweisen. *Kerr* [ 83 ] konnte ähnliche signifikante Korrelationen ebenso zwischen der vorderen unteren Gesichtshöhe und den vorgenannten nasopharyngealen Variablen finden. *Ceylan & Oktay* [ 26 ] fanden, dass mit zunehmendem ANB-Winkel, der die skelettale intermaxilläre Relation zwischen Ober- und Unterkiefer angibt, oropharyngeale Fläche und Distanz des Hyoids zur Pharynxvorderwand auf Höhe des 4. Halswirbels abnehmen. Für den nasopharyngealen Bereich stellten sie keine Korrelationen fest. *Joseph et al.* [ 80 ] konnten beim Vergleich von Patienten, die einen hyperdivergenten ( = vertikalen ) Gesichtsschädelaufbau aufwiesen, mit normodivergenten Patienten ( = neutraler Gesichtsschädeltyp ) feststellen, dass in ihrer Studie Patienten mit vertikalem / hyperdivergentem Typus engere sowohl naso- als auch oropharyngeale Räume aufwiesen. Bei der Gruppe mit hyperdivergentem Typ ergab sich zudem eine eher posteriore Lage von Maxilla und Mandibula sowie eine eher posterior-inferiore Lage des Hyoids bzw. des Zungengrundes [ 80 ]. *Akcam et al.* [ 1 ] stellten bei einem Vergleich von nach dem Rotationstyp ( anterior, normal, posterior ) des Unterkiefers klassifizierten Patienten fest, dass die Probanden mit nach posterior rotierter Mandibula ( eher dem vertikalen Gesichtsschädeltyp zuzuordnen ) zwar eine stärkere Abnahme des Winkels zwischen Velum und Palatinalplanum und eine größere Zunahme der absoluten Velumlänge als die Vergleichsgruppen aufwiesen, dass aber als klinisch wichtig erachtete Verhältnis von Velumlänge zum nasopharyngealen Raum ( Abstand zur Rachenhinterwand, „NeedRatio“ ) zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen [ 1 ].

*Jonas & Mann* [ 75 ] konnten ebenso wie auch schon andere Autoren [ 151, 172, 175 ] keine eindeutige Beziehung zwischen der vertikalen Gesichtsschädelentwicklung bzw. der sagittalen und vertikalen Kieferlagebeziehung und der Adenoid-Nasopharynx-Relation nachweisen.



Den Einfluss der Schädelbasis auf Wachstum, Morphologie und Konfiguration des Nasopharynx konnten mehrere Studien deutlich machen. So wird vor allem ein steilerer Schädelbasiswinkel ( N-S-Ba-Winkel ) mit einem mehr vertikalen Wachstum im Nasopharynx in Verbindung gebracht ( *Tourne* [ 166 ], *Bergland* [ 12 ], *Linder-Aronson & Woodside* [ 94 ], *Ricketts* [ 124 ] ). Hieraus resultiert eine größere Zunahme vertikaler nasopharyngealer Parameter im Vergleich zu sagittalen horizontalen Variablen ( z.B. Strecke Ba-Spp ). Ursächlich hierfür sei, so *Björk* [ 18 ], vor allem das enchondrale Wachstum in der spheno-occipitalen Synchronrose, die aufgrund ihrer Ausrichtung eine stärkere vertikale als horizontale Wachstumsrichtung begünstige [ 166 ]. Indirekt nehmen auch die vordere Schädelbasis sowie das Nasenseptum Einfluss auf die nasopharyngeale Entwicklung, da sie maßgeblich für das ventro-kaudale Wachstum der Maxilla verantwortlich sind [ 41 ]. Die trotzdem nur geringe Zunahme der sagittalen Tiefe des Nasopharynx wird unter anderem mit dem Längenwachstum des Oberkiefers im posterioren Bereich ( z.B. im Bereich der transpalatinalen Suture ) erklärt [ 19, 41, 42, 166 ]. Den Zusammenhang zwischen Inkliniation der Schädelbasis und nasopharyngealer Vertikalentwicklung fand auch *Jeffery* [ 70 ] bei der Betrachtung der fetalen Entwicklung ( n = 40 Feten, 10.- 29. SSW ).

Zahlreiche Studien vergleichen Wachstum, Morphologie und Aufbau des Gesichtsschädels bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten mit gesunden Probanden ohne orofaziale Spaltbildungen [ 16, 43, 33, 50, 89, 134, 146, 131, 132 ]. Im folgenden soll ein Überblick über die im Hinblick auf Fragestellung und Ziele dieser Studie wichtigsten relevanten Ergebnisse anderer Autoren gegeben werden.

Als Gründe für die abweichende Gesichtsschädelmorphologie bei Patienten mit LKG-Spalten im Vergleich zu gesunden Probanden werden drei Ursachenkomplexe z.T. kontrovers diskutiert :

- a) ein endogenes ( genetisch determiniertes ? ) Wachstumsdefizit, welches jedoch aufgrund entsprechender Studien, die für LKG-Patienten ein normales Wachstumspotenzial feststellen, zunehmend unwahrscheinlicher erscheint [ 27, 67, 118, 132, ].

- b) funktionelle Störungen, die Position und Wachstum skelettaler und weichgewebiger Strukturen beeinflussen. Zu denken ist hierbei vor allem an das schon intrauterin pathologische Funktionsdefizit aufgrund unterbrochener perioraler, paranasaler und velopharyngealer Muskelschlingen, die als Verknüpfung primärer und sekundärer Wachstumszentren aufgefasst werden [ 77 ]. Vorteile funktionell orientierter Behandlungskonzepte im Hinblick auf Wachstum und Funktion unterstützten die eminente Bedeutung dieses Ursachenkomplexes [ 3, 35, 76, 78, 95 ].
- c) iatrogene Einflüsse. Zu denken ist hierbei z.B. an postoperative Narbenzüge, die das Wachstum und die Funktion beeinträchtigen können. Manche Autoren sehen hierbei keine Beziehung zwischen Mittelgesichtswachstum und Operationstrauma [ 15, 17, 31, 101 ], andere geben an, durch postoperativen Narbenzug eine zeitweise oder permanente Wachstumsbehinderung festgestellt zu haben [ 99, 173 ]. Als weiterer wichtiger Faktor auf iatrogener Seite sind weiterhin Fähigkeit, Geschicklichkeit ( diffiziler Umgang mit den Weichgeweben -> weniger Narbenzug ) und Routine ( Erfahrung als Spaltchirurg ) des Operateurs zu nennen, wobei diese Faktoren im Rahmen von Studien nur schwer erfassbar sind [ 132 ].

Eine der umfangreichsten röntgenkephalometrischen Studien bei Patienten mit LKG-Spalten publizierte 1987 *Ross* [ 132 ]. In seiner 15 Zentren umfassenden Multicenter-Studie analysierte er 1600 FRS-Bilder von insgesamt 538 männlichen Patienten mit einseitiger durchgehender Lippen-Kiefer-Gaumenspalte ( uCLP ) und kam beim Vergleich mit einer gesunden Kontrollgruppe zu folgenden signifikanten Ergebnissen : Er fand eine Retroposition von knöcherner Nase(nspitze), Maxilla und Mandibula im Sinne einer schlechteren Mittelgesichtsentwicklung, unter anderem mitbedingt durch eine kürzere und mehr posterior positionierte Maxilla. Die mandibuläre Retrognathie war durch einen kürzeren Unterkiefer sowie einen größeren unteren Kieferwinkel gekennzeichnet. Weiterhin fand er eine reduzierte vordere maxilläre ( obere ) Gesichtshöhe, eine vergrößerte untere Gesichtshöhe und vergrößerte gesamte vordere Gesichtshöhe. Insgesamt fand sich im LKG-Kollektiv somit vermehrt eine Veränderung hin zu einem eher vertikalen Wachstumstyp bzw. Gesichtsschädelaufbau.

Diese Ergebnisse von *Ross* [ 132 ] stehen im Einklang mit zahlreichen anderen Studien [ 16, 33, 43, 50, 89, 130, 131, 133, 134, 137, 138, 146, 147, 149, 167, 148, 174, 181 ].

Bei einem Langzeitvergleich von Patienten mit einseitiger LKG-Spalte ( uCLP ) mit einem Nicht-Spalt-Kontrollkollektiv fanden *Jonas et al.* [ 73 ] und *Fiedler* [ 43 ] die folgenden signifikanten Differenzen zwischen beiden Gruppen : In der uCLP-Gruppe zeigte sich eine geringere sagittale Tiefe des Nasopharynx ( Strecke Ba-Spp ), eine reduzierte vordere Nasopharynxhöhe ( Distanz S-Spp ), sowie eine ungünstigeres Verhältnis von weichgewebigem zu knöchernem Nasopharynx. Obwohl das Wachstum des nasopharyngealen Bereiches in uCLP- und Kontroll-Gruppe ähnlich ist, sind die Unterschiede in allen Altersgruppen signifikant mit einer deutlich stärkeren vertikalen als sagittalen Wachstumstendenz bei der LKG-Gruppe [ 43, 73 ]. Die mehr posteriore und kraniale Position der Spina nasalis posterior bei den uCLP-Patienten zeigt eine schlechtere Absenkung des harten Gaumens und kann als Störung der Ventralplatzierung bzw. des ventro-kaudalen Wachstums der Maxilla gedeutet werden [ 73 ]. Weiterhin stellte *Fiedler* [ 43 ] bei einem Großteil der LKG-Patienten eine verkürzte Velumlänge ( Strecke Spp-U ) sowie eine ungünstigere „NeedRatio“ ( Verhältnis der Velumlänge Spp-U zum Abstand von der Rachenhinterwand Spp-ad4 ) fest. Die bei LKG-Patienten größeren nasopharyngealen Weichgewebe ( Adenoide ) können als Hinweis auf eine vermehrte und gestörte Nasenatmung interpretiert werden, zudem erfolgte bei Spaltpatienten die Altersinvolution der Adenoide verspätet [ 75, 73, 43 ]. Studien von *Satoh & Wada et al.* [ 137, 138, 140, 174 ] sowie von *Smahel et al.* [ 147, 148, 149 ] unterstützen diese Ergebnisse. Auch *Imamura et al.* [ 65 ] fanden vergrößerte nasopharyngeale Weichgewebe und einen reduzierten nasopharyngealen Luftraum bei Spaltpatienten.

Hinsichtlich der Position des Zungenbeins fanden *Kaduk et al.* [ 82 ] eine mehr kaudale und anteriore Lage im Vergleich zu Probanden ohne LKG-Spalte. Auch *Rose et al.* [ 130 ] bestätigen eine kaudalere Hyoid-Position bei Spaltpatienten und führen weiterhin aus, dass eine kaudalere Zungenbeinlage ein häufiger kephalometrischer Befund in mehreren Studien bei Patienten mit pathologischer Atmung während des Schlafes ( obstruktive Schlafapnoe ( OSA ), Schlafstörungen wie Schnarchen und Schlafunterbrechungen, Mundatmung ) sei [ 10, 90, 96, 97, 98, 119, 158 ]. Sie berichten weiterhin über Zusammenhänge zwischen Schlafstörungen / OSA / Schnarchen, einer maxillären und z.T. auch mandibulären Retroposition, vergrößerten Adenoiden und Tonsillen, z.T. eher vertikalem Gesichtsschädelaufbau sowie (naso- und oro-)pharyngealer Enge, wobei sie und andere Untersucher diese kephalometrischen Befunde in ihrer Studie auch bei LKG-Patienten feststellten [ 130, ].

## **2. MATERIAL UND METHODEN**

### **2.1 Studienpopulation ( Patientenkollektive )**

#### **2.1.1 Spaltpatientenkollektiv ( LKG-Gruppe )**

Insgesamt wurden 66 FRS-Bilder von 66 Patienten mit durchgehender einseitiger Lippen-Kiefer-Gaumenspalte ( uCLP ) analysiert. Alle Patienten waren komplett am Universitätsklinikum Münster an der Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie nach folgendem Konzept therapiert worden :

- Lippenplastik nach der von *Millard* [ 104 ] angegebenen Methode im Alter von 6 bis 8 Monaten
- einzeitiger Verschluss von Hart- und Weichgaumen nach *Campbell-Widmaier* [ 25, 178 ] im Alter von 12 bis 16 Monaten

Alle Operationen waren dabei in den Jahren 1980 bis 1990 erfolgt. Patienten, die unter einer syndromalen Spaltbildung litten und LKG-Patienten, die zum Zeitpunkt der Anfertigung des FRS-Bildes jünger als 6 Jahre alt waren, wurden von der Studie ausgeschlossen.

Ferner durften die LKG-Patienten bis zum Zeitpunkt der Anfertigung des FRS-Bildes keine Velopharyngoplastik erhalten haben, da dies die Lokalisierbarkeit z.B. der Velumspitze oder auch (naso-)pharyngeale Flächenmessungen zu stark beeinträchtigen könnte.

### **2.1.2 Vergleichskollektiv ( Kontroll-Gruppe )**

Als Vergleichsgruppe wurden 123 Fernröntgenseitenbilder von 123 Patienten aus dem Patientenpool der Klinik und Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Münster analysiert.

Voraussetzung zur Teilnahme an der Studie war ein Mindestalter von 6 Jahren zum Zeitpunkt der Anfertigung des FRS-Bildes, weiterhin durften weder erkennbare syndromale Erkrankungen oder Spaltbildungen ( inkl. Mikroformen ) vorliegen.

Das Kontrollkollektiv sollte also in etwa einer Stichprobe aus einer gesunden „Normpopulation“ entsprechen.

## **2.2 Technische Grundlagen des FRS und der Auswertung**

Da bei der Anfertigung eines Fernröntgenseitenbildes ein dreidimensionales Objekt, nämlich der menschliche Schädel, als ein zweidimensionales Bild dargestellt wird, ist prinzipiell mit dem Problem der Verzerrung und Vergrößerung der abzubildenden Strukturen zu rechnen. Für möglichst geringe Fehler ist eine gute Einstelltechnik von Bedeutung. Alle im Universitätsklinikum Münster angefertigten FRS-Bilder wurden unter standardisierten Bedingungen hergestellt ( Verwendung eines Kephalostaten, Ausrichtung des Zentralstrahles senkrecht zur Mediansagittalen, Film-Focus-Abstand 4,0 m und daraus resultierender Vergrößerungsfaktor 2 %, Belichtungseinstellungen : 32mAs sowie je nach Alter und Konstitution 72 kV bis 80 kV Röhrenspannung ).

Alle analogen Bilder wurden dann mit Hilfe eines Durchlichtscanners mit einer Minimalauflösung von 400 dpi digitalisiert und mit dem Programm „FRWIN®“ ( Computer konkret, Systemhaus Falkenstein, Falkenstein, Deutschland ) ausgewertet. Alle Flächenmessungen wurden mit dem Programm „Scion Image® 4.0.2“ ( Scion Corporation, Frederick, Maryland, USA ) durchgeführt. Die Skalierung des digitalen Bilder erfolgte anhand einer mitgeröntgen Millimeterskala.

## 2.3 Röntgenkephalometrische Auswertung

Die vorliegende Studie beinhaltet Elemente verschiedener vorheriger Auswertungen von FRS-Bildern basierend auf den Analysen nach *Ehmer* [ 39, 153 ], *Rakosi* [ 123 ], *Linder-Aronson* [ 92, 93 ], *Lowe et al.* [ 96 ], *Figueroa et al.* [ 44 ], *Rocabado* [ 126, 127 ] sowie Variablen aus einer Freiburger Dissertation von *Fiedler* [ 43 ].

Zeichneten sich links- und rechtslaterale Konturen einzelner Strukturen und Bezugspunkte auf dem Röntgenbild einzeln ab, so wurde der konstruierte Mittelwert als Referenzpunkt bzw. Referenzstruktur benutzt [ 161 ].

### 2.3.1. Definition der Bezugspunkte

Im folgenden sind die Bezugspunkte – geordnet nach röntgenanatomischen Regionen – tabellarisch in der Reihenfolge Abkürzung – Variable – Beschreibung / Erläuterung dargestellt.

#### a) Region : Schädelbasis

N	Nasion	der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis
S	Sella	die konstruierte Mitte der Fossa hypophysialis in der Median-Sagittalebene

Ba	Basion	Punkt am Vorderrand des Foramen occipitale magnum ( der posterior-kaudalste Punkt des Clivus ) in der Median-Sagittalebene
Pt	Pterygoid	Schnittpunkt der unteren Grenze des Foramen rotundum mit dem posterioren Rand der Fossa pterygopalatina
P	Porion	der oberste Punkt des Meatus acusticus externus
Or	Orbitale	der tiefste Punkt des knöchernen Orbitarandes

**b) Region : Maxilla**

A	Subspinale / A-Punkt	tiefster Punkt der äußeren Krümmung zwischen Oberkiefer-Basis und Alveolarfortsatz
Spa	Spina nasalis anterior	die am weitesten anterior gelegene Spitze der knöchernen Spina nasalis anterior
Spp	Spina nasalis posterior	der am weitesten posterior gelegene Punkt des Pars horizontale des Os palatinum / Schnittpunkt der vorderen Wand der Fossa pterygopalatina mit dem Nasenboden ( stellt die dorsale Begrenzung der OK-Basis dar )



**c) Region : Mandibula**

Ar	Articulare	Schnittpunkt zwischen dem Röntgenshatten des hinteren Randes des Ramus ascendens des Unterkiefers und dem äußeren Rand der Schädelbasis
Rt	Ramustangenten-Punkt ( vertikal )	der am weitesten dorsal gelegene Punkt des Ramus ascendens des Unterkiefers im Bereich des Kieferwinkels
hT	horizontaler Tangentenpunkt	unterster Punkt am Corpus mandibulae
Me	Menton	der kaudalste Punkt der äußeren Kontur der Symphyse ( anthropologisch Gnathion )
Po	Pogonion	der ventralste Punkt des knöchernen Kinns ( Kinnprominenz )
B	Supramentale / B-Punkt	der Scheitelpunkt der Krümmung des Unterkieferalveolarfortsatzes
RGN	Retrognathion	der posteriorste Punkt der knöchernen Unterkiefer-Symphyse ( Spina mentalis )
Gnk	Gnathion, konstr.	konstruierter Schnittpunkt der Mandibula-Corpus-Tangente ( durch Me und hT, Mandibularplanum ) und der Verbindung von N und Po ( Fazialplanum )

Go	Gonion, konstr.	konstruierter Schnittpunkt der Tangente an den UK-Körper ( Mandibularplanum durch Me und hT ) und der hinteren Ramuslinie ( durch Ar und Rt )
----	-----------------	---

**d) Region : Halswirbelsäule**

AA	Arcus anterior atlantis	der ventralste Punkt des Arcus anterior atlantis ( 1. Halswirbel, Vertebra cervicalis 1 )
C3	Vertebra cervicalis 3	der ventro-kaudalste Punkt des Körpers des 3. Halswirbels

**e) Region : Nasopharynx und Velum**

Ho	Hormion	dorsalster Schnittpunkt des Vomer mit dem Os sphenoidale
Ho1		konstruierter Hilfspunkt : Lot von Ho auf die Strecke Ba-Spp
Ho'		konstruierter Hilfspunkt : korrespondierender Punkt von Hormion auf der kaudalen Seite der Strecke Ba-Spp, konstruiert durch lotrechte Spiegelung von Ho an der Strecke Ba-Spp
ad1	Adenoide 1	konstruierter Schnittpunkt der Strecke Ba-Spp mit der hinteren Pharynxwand

ad2	Adenoide 2	konstruierter Schnittpunkt der Strecke Spp-Ho mit der hinteren Pharynxwand
ad3	Adenoide 3	konstruierter Schnittpunkt der Strecke Ba-Ho' mit der hinteren Pharynxwand
ad4	Adenoide 4	konstruierter Schnittpunkt der nach posterior verlängerten Strecke Spa-Spp ( Palatinalplanum ) mit der hinteren Pharynxwand
U	Uvula	kaudale Spitze des weichen Gaumens ( Uvula )

**f) Region : Hyoid / Pharynx**

H	Hyoid	der ventro-kranialste Punkt des Zungenbeinkörpers
H'		konstruierter Hilfspunkt : Lot von H auf die Strecke C3-RGN
Hmp		konstruierter Hilfspunkt : Lot von H auf die Strecke hT-Me ( Mandibularplanum )
Hpp		konstruierter Hilfspunkt : Lot von H auf die Strecke Spa-Spp ( Palatinalplanum )
Hhws		konstruierter Hilfspunkt : Lot von H auf die Strecke AA-C3 ( Halswirbelsäule )

aAw	anterior Airway	konstruierter Schnittpunkt der nach posterior verlängerter Strecke B-Go mit der hinteren Zungenkontur ( = vordere Begrenzung des Pharynx in Höhe des Zungenrückens / Zungengrundes )
pAw	posterior Airway	konstruierter Schnittpunkt der nach posterior verlängerter Strecke B-Go mit der hinteren Pharynxwand

Die folgenden Grafiken ( Abb. 10 und Abb. 11 ) verdeutlichen die Bezugspunkte :

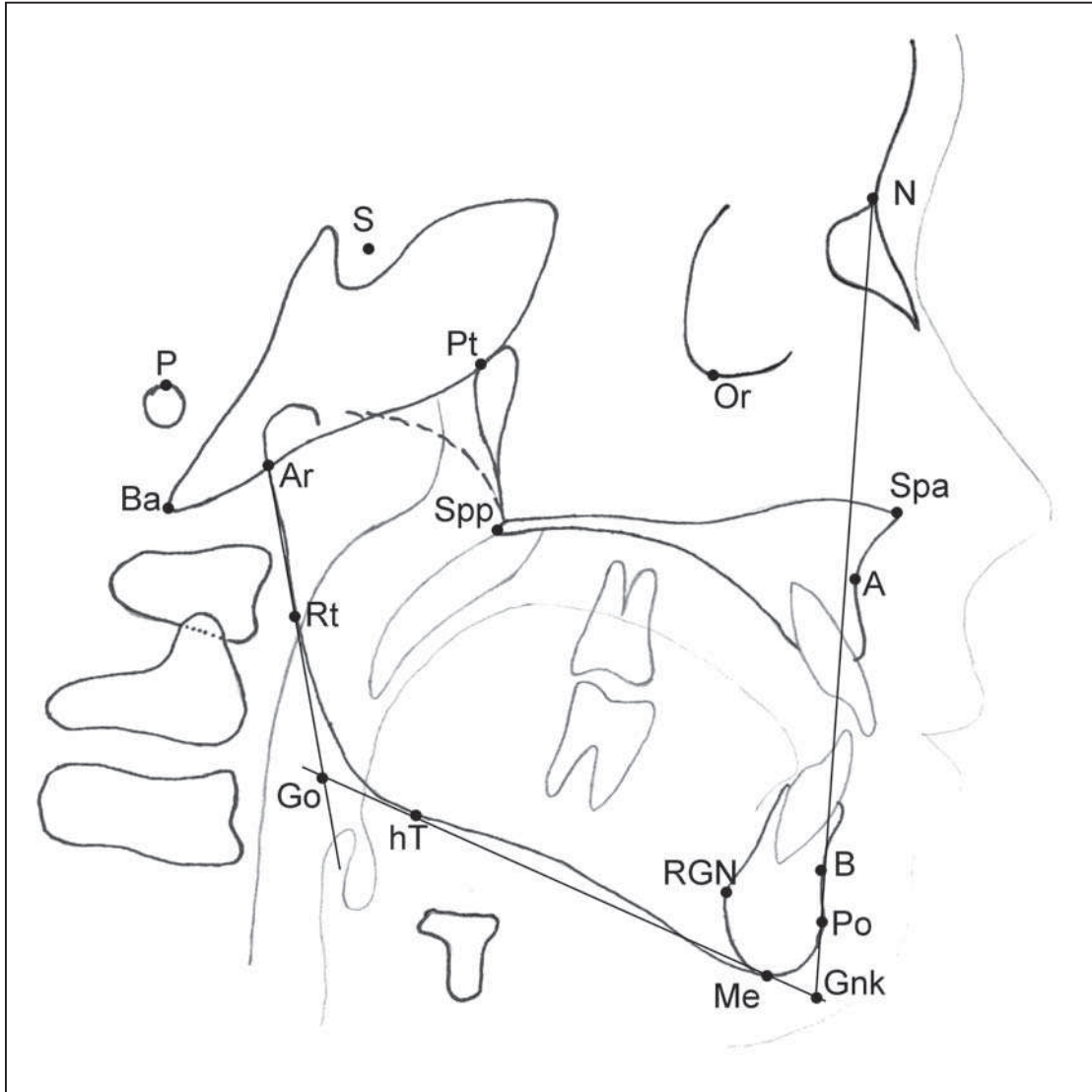


Abb.10 : Schematische Darstellung der Bezugspunkte des FRS-Analyse für die Regionen Schädelbasis, Maxilla und Mandibula

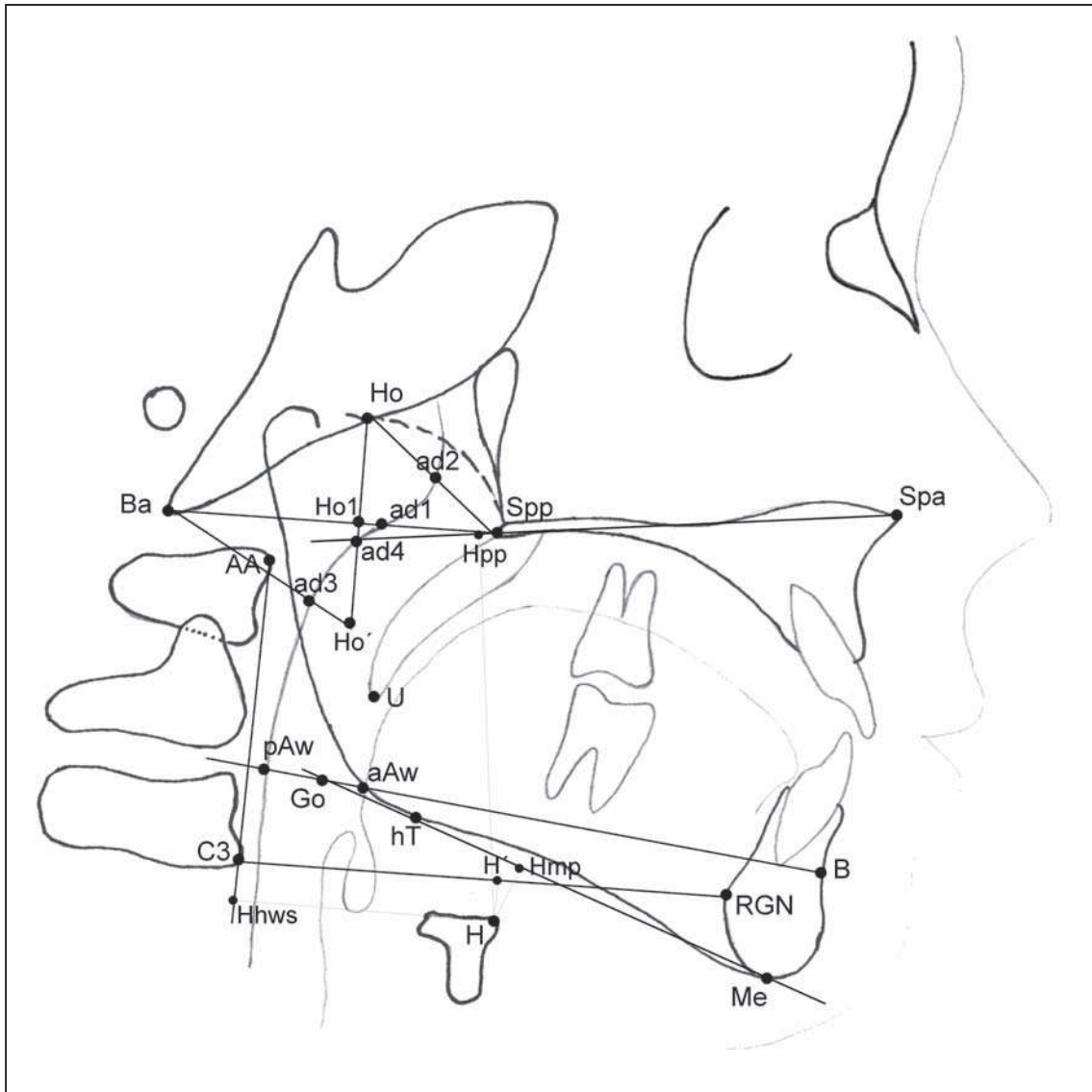


Abb. 11 : Schematische Darstellung der Bezugspunkte der FRS-Analyse für den nasopharyngealen, pharyngealen und hyoidalen Bereich

### 2.3.2 Definition der Messungen und Variablen

Die Darstellung der Messvariablen erfolgt wiederum getrennt nach verschiedenen röntgenanatomischen Regionen bzw. Bereichen.

Sämtliche linearen Streckenmessungen sind adjustiert an die Gesamtlänge der Schädelbasis ( Strecke N-Ba ) als „internes“ Maß. Wurde also z.B. eine Gesamtschädelbasislänge N-Ba von 95,3 mm und eine Streckenlänge S-Spp von 38,4 mm gemessen, so beträgt dann die relative = adjustierte Streckenlänge S-Spp =  $( 38,4 \text{ mm} / 95,3 \text{ mm} ) * 100 \% = 40,3 \%$  ( von N-Ba ). Alle linearen Messungen in dieser Studie mit Ausnahme der Referenzstrecke N-Ba selbst ( adjustiert wäre sie immer 100 % ) sind als diese adjustierten Strecken angegeben.

Das Verfahren, lineare Messungen an der internen Referenzstrecke N-Ba wie oben beschrieben zu adjustieren, wurde u.a. auch schon von *Ross* bei seinen Multicenter-Vergleichen angewandt [ 132 ]. Dadurch wird auch der Vergleich nach verschiedenen Techniken angefertigter FRS-Bilder ermöglicht und die Notwendigkeit einer entsprechenden Korrektur unterschiedlicher Vergrößerungsfehler entfällt. Die Strecke N-Ba hat dabei die Vorteile, entsprechend lang genug zu sein und vom Bereich der Spaltbildung selbst weit genug entfernt und somit durch diese nicht beeinflusst zu sein [ 132 ].

Die Darstellung erfolgt tabellarisch in der Form „Variable (Abkürzung) – Variablenbezeichnung / Beschreibung / Erläuterung“ sowie anhand der Abbildungen 12 bis 17.

**a) Schädelbasis, Wachstums- und Gesichtsschädeltyp :**

FACAX	Facial Axis : Winkel nach hinten gemessen zwischen Ba-N und Pt-Gnk zur Bestimmung des Wachstumstyps bzw. des skelletalen Typs
N-Ba	Länge des gesamten Schädelbasis
S-Ba	Länge der hinteren Schädelbasis
N-S	Länge der vorderen Schädelbasis
N-S-Ba	Schädelbasiswinkel / Flexion der Schädelbasis, Winkel zwischen N-S und S-Ba nach vorne unten gemessen
S-Spp	hintere obere Gesichtshöhe
N-A	vordere obere Gesichtshöhe
A-Me	vordere untere Gesichtshöhe
N-Me	(gesamte) vordere Gesichtshöhe
S-Go	(gesamte) hintere Gesichtshöhe
GSHVER	Gesichtshöhenverhältnis : Quotient von hinterer zu vorderer Gesichtshöhe ( N-Me / S-Go )



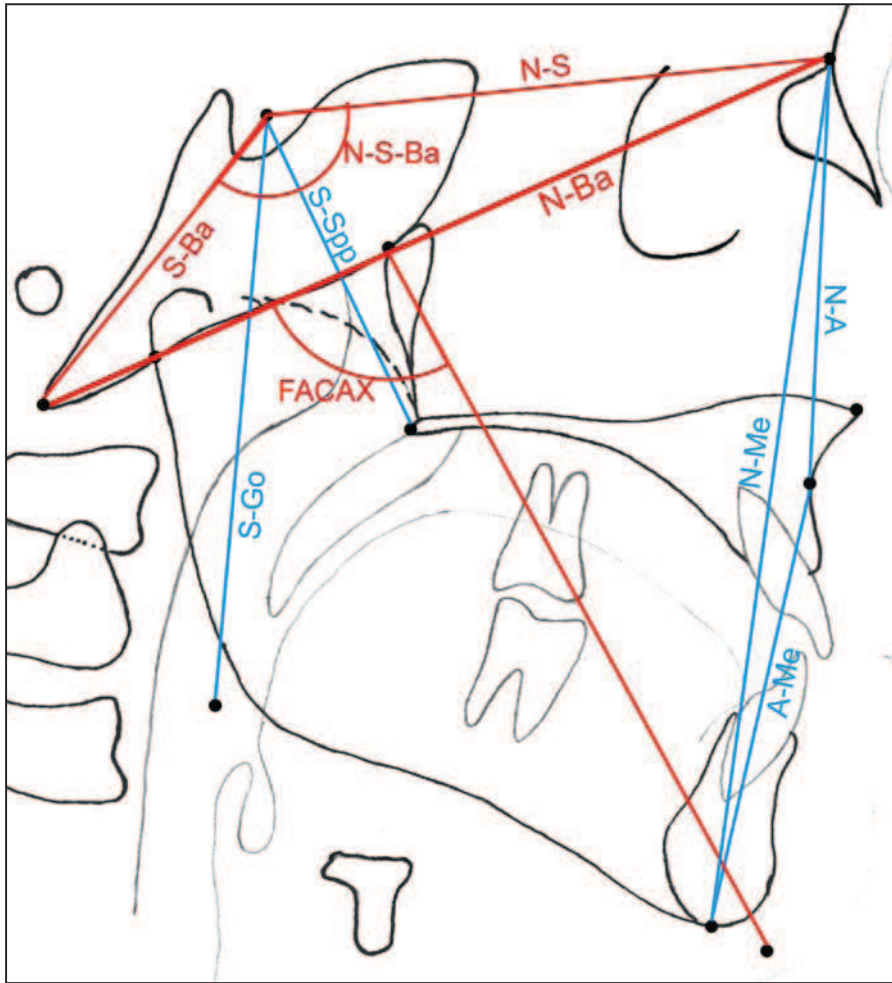


Abb. 12 : Schematische Darstellung der FRS-Messungen im Bereich der Schädelbasis und bezügl. des Wachstumstyps bzw. skelettalen Typs

**b) Maxilla :**

Spp-A	Länge der Oberkiefer-Basis
Spp-Spa	Länge des knöchernen Nasenbodens bzw. der Oberkiefer-Grundebene ( Palatinalplanum PP )
S-N-A	relative Position des Oberkiefers zur vorderen Schädelbasis, Winkel zwischen S-N und N-A nach hinten unten gemessen
Ba-N-A	Maxillaposition : Winkel nach hinten unten gemessen zwischen Ba-N und N-A
Conv-A	Convexity of Point A : linear gemessen zwischen A und N-Po senkrecht zu N-Po

**c) Mandibula :**

S-N-B	relative Position des Unterkiefers zur vorderen Schädelbasis, Winkel zwischen S-N und N-B nach hinten unten gemessen
Ar-Go-Me	Kieferwinkel, Winkel nach vorne gemessen zwischen Ar-Go und Go-Me
N-Go-Me	unterer Kieferwinkel, Winkel nach vorne gemessen zwischen N-Go und Go-Me

FACDEP	Facial Depth, Gesichtstiefe : Winkel nach hinten gemessen zwischen P-Or ( Frankfurter Horizontale FH ) und N-Po
MANPLA	Mandibular Plane, Mandibularplanumwinkel : Winkel nach vorne gemessen zwischen P-Or ( FH ) und hT-Me ( Mandibularplanum MP )

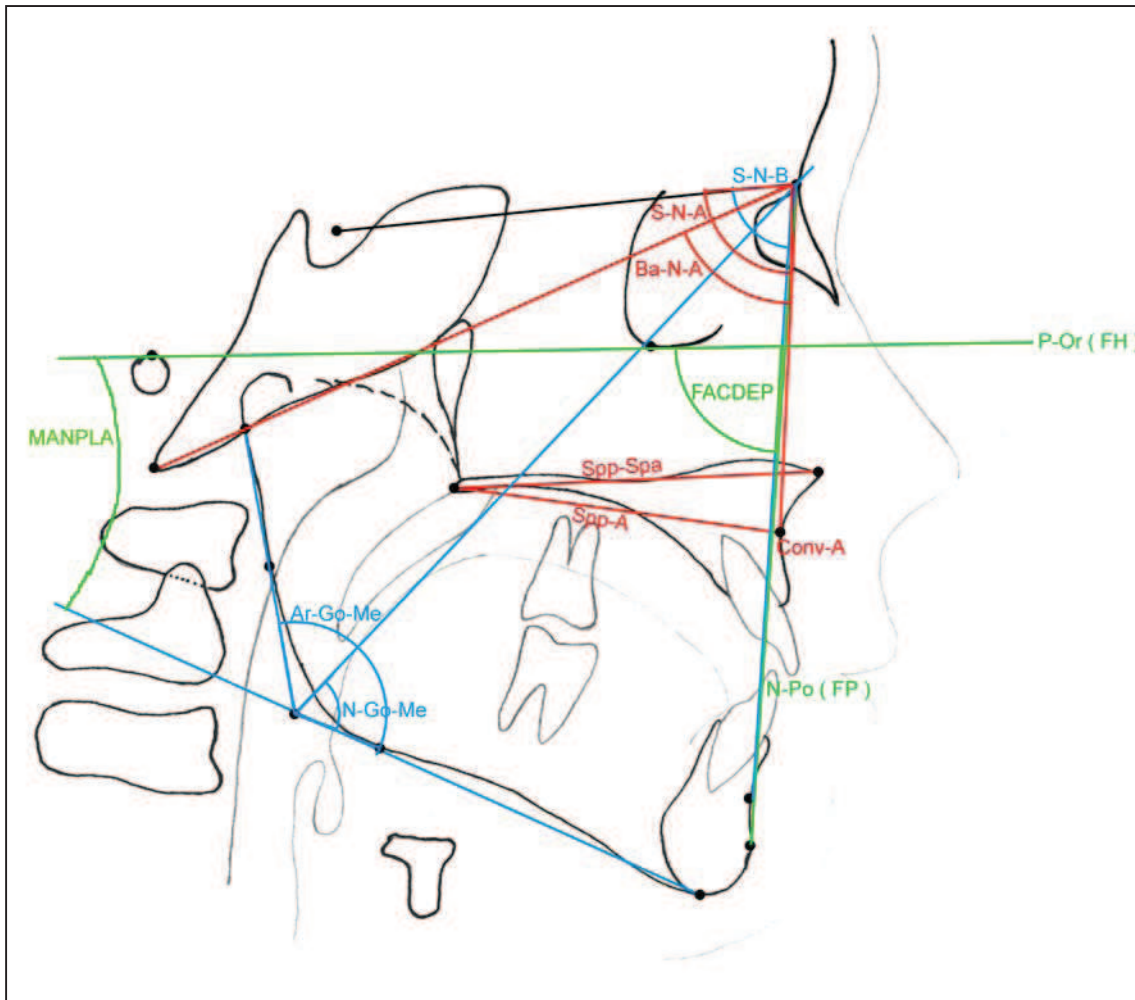


Abb. 13 : Schematische Darstellung der gemessenen FRS-Variablen der maxillären und mandibulären Region

**d) nasopharyngealer Bereich :**

S-AA	hintere Höhe des Nasopharynx ( vertikal )
Ho-Ho1	Höhe des knöchernen Nasopharynx ( vertikal )
Ba-Spp	Tiefe des knöchernen Nasopharynx ( sagittal )
AA-Spp	Tiefe des Nasopharynx ( sagittal )
TkNph1	Tiefe des knöchernen Nasopharynx I : Winkel nach unten gemessen zwischen Ba-S und S-Spp
TkNph2	Tiefe des knöchernen Nasopharynx II : Winkel nach vorne gemessen zwischen Ho-Ba und Ba-ad1
TkNph3	Tiefe des knöchernen Nasopharynx III ( Atlasbereich ) : Winkel nach unten gemessen zwischen AA-S und S-Spp
NphF1	Fläche des oberen knöchernen Nasopharynx : Fläche in mm <sup>2</sup> , gebildet durch die Punkte Spp-Ho-Ba-Spp
NphF2	Fläche des gesamten Nasopharynx I : Fläche in mm <sup>2</sup> , gebildet durch die Punkte Spp-Ho-Ba-Ho'-Spp
AdF1	Fläche der Adenoide I : Fläche in mm <sup>2</sup> , gebildet durch die Punkte ad2-Ho-Ba-ad1-ad2

AdF2	Fläche der Adenoide II : Fläche in $\text{mm}^2$ , gebildet durch die Punkte ad2-Ho-Ba-ad3-ad1-ad2
AdF3	Fläche der Adenoide III : Fläche in $\text{mm}^2$ , gebildet durch Vermessung des Weichgewebepolsters im Nasopharynx ( siehe Abb.16 )
LRNph	nasopharyngealer Luftraum : Fläche in $\text{mm}^2$ , gebildet durch Vermessung des weichgewebsfreien Raumes ( Luftraum ) im Nasopharynx ( siehe Abb. 16 )
NphF3	Gesamtfläche des Nasopharynx II : summarische Fläche in $\text{mm}^2$ , gebildet durch Addition von AdF3 und LRNph ( siehe Abb. 16 )
Ad:kNph	Anteil der Adenoide im kranialen knöchernen Nasopharynx : Flächenverhältnis, gebildet durch den Quotienten ( AdF1 / NphF1 ) * 100 in %
Ad:Nph1	Anteil der Adenoide im gesamten Nasopharynx I : Flächenverhältnis, gebildet durch den Quotienten ( AdF2 / NphF2 ) * 100 in %
Ad:Nph2	Anteil der Adenoide im Nasopharynx II : Flächenverhältnis, gebildet durch den Quotienten ( AdF3 / NphF3 ) * 100 in %

**e) oro- und velopharyngealer Bereich :**

Spp-U	Länge des Velums
Spp-ad4	Abstand der Spina nasalis posterior zur hinteren Pharynxwand, Maß für die Tiefe des weichgewebigen Pharynx im velopharyngealen Bereich
VelPP	Velumwinkel, Winkel des Velums mit dem Palatinalplanum, nach unten gemessener Winkel zwischen Spa-Spp ( PP ) und Spp-U
VF	Velumfläche, Fläche des weichen Gaumens in mm <sup>2</sup> ( siehe Abb. 16 )
NeedRat	„Need Ratio“ : Verhältnis zwischen dem Abstand der Rachenhinterwand von der Spina nasalis posterior zur Velumlänge, gebildet durch den Quotienten ( Spp-ad4 / Spp-U ) * 100 in %
OphF	(Teil-) Fläche des Oropharynx in mm <sup>2</sup> ( siehe Abb. 16 )
PhFV	pharyngeales Flächenverhältnis von Oro- zu Nasopharynx, gebildet durch den Quotienten ( OphF / NphF3 ) * 100 in %
LRFV	pharyngeales Luftraumverhältnis : Verhältnis des oropharyngealen Raumes zum nasopharyngealen Luftraum, gebildet durch den Quotienten ( OphF / LRNph ) * 100 in %



Abb. 14 : Schematische Darstellung der FRS-Messungen im nasopharyngealen und velopharyngealen Bereich

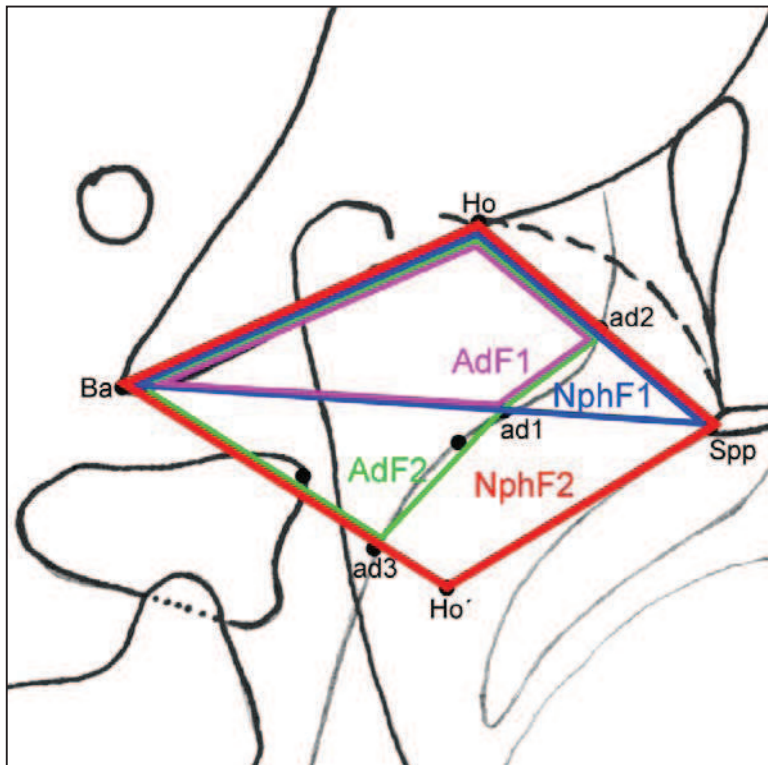


Abb. 15 : Schematische Darstellung nasopharyngealer Flächenmessungen

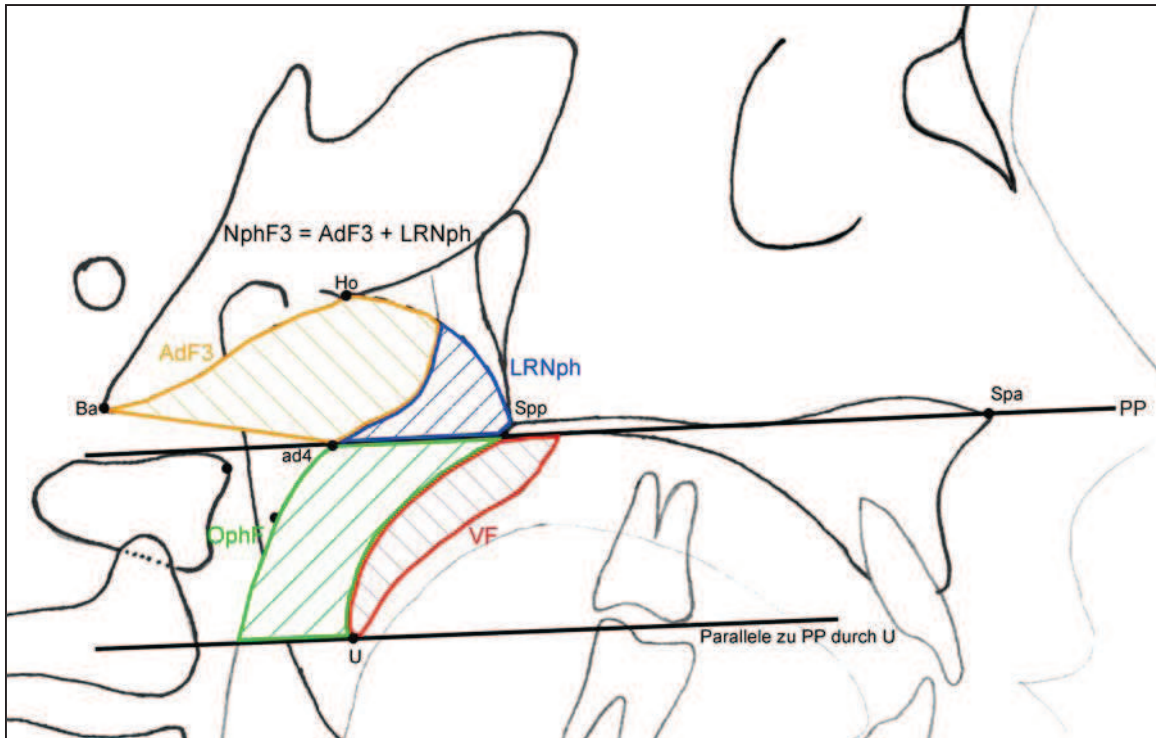


Abb. 16 : Schematische Darstellung weiterer Flächenmessungen im naso-, oro- und velopharyngealem Bereich

**f) Zungenbereich :**

AIRW	Airway, Enge des weichgewebigen Pharynx in Höhe der Linie B-Go : Strecke aAw-pAw
H-RGN	anteriore Hyoid-Position : Abstand des Zungenbeins zum UK ( Retrognathion )
H-C3	posteriore Hyoid-Position : Abstand des Zungenbeins zum 3. Halswirbel ( C3 )
H-H'	vertikale Hyoid-Position : Abstand des Zungenbein zur Ebene C3-RGN



H-S	Abstand des Zungenbeins zur Sella
S-N-H	Hyoid-Position zur anterioren Schädelbasis, Winkel nach hinten gemessen zwischen S-N und N-H
H-MP	Abstand des Hyoids zum Mandibularplanum ( hT- Me ), Strecke H-Hmp
H-PP	Abstand des Hyoids zum Palatinalplanum ( Spa- Spp ), Strecke H-Hpp
H-HWS	Abstand des Hyoids zur Halswirbelsäule ( AA- C3 ), Strecke H-Hws

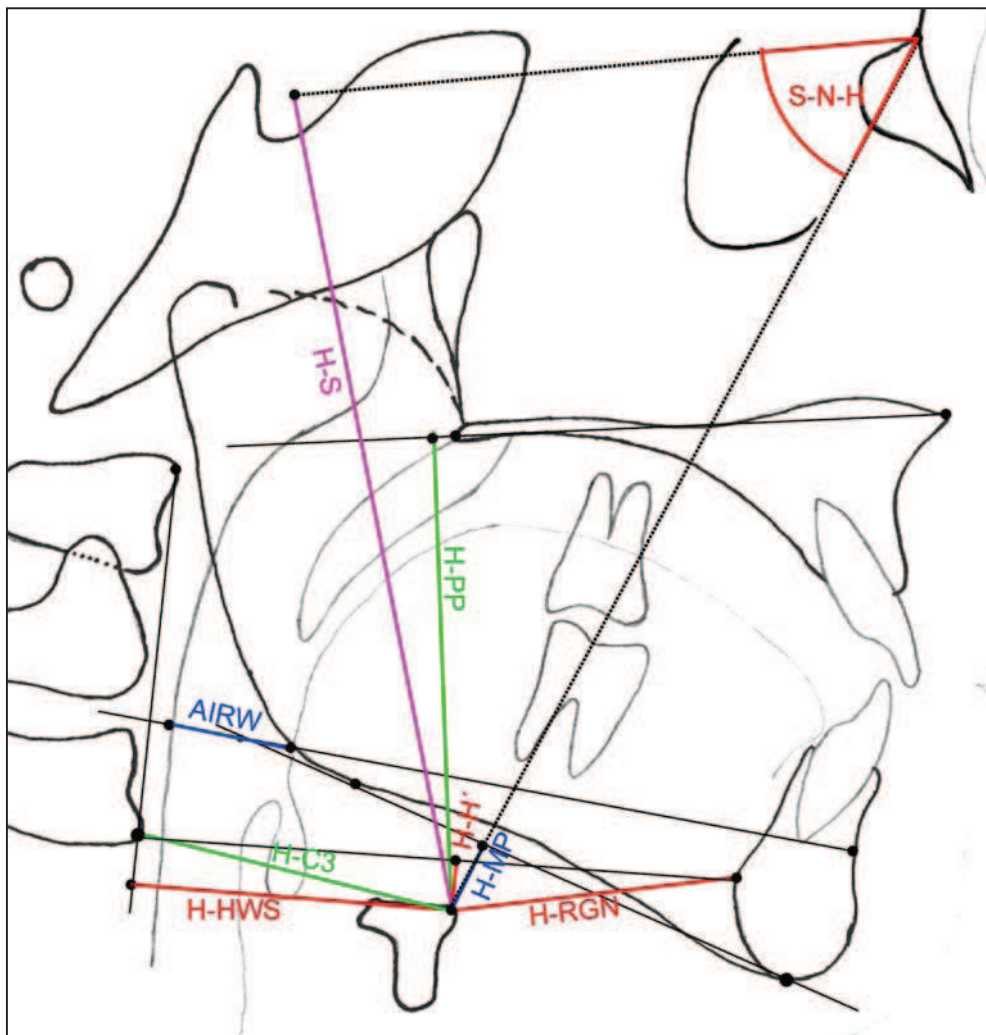


Abb. 17 :  
gemessene  
Variablen  
im  
Zungen-  
bereich

## 2.4 Statistische Auswertung

Die Daten und Messwerte wurden mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS 11.5 für Windows® ausgewertet.

Im folgenden wird das Vorgehen für die einzelnen Teilbereiche der vorliegenden Studie beschrieben.

### 2.4.1 Ermittlung des Messfehlers

Zur Bestimmung individueller Messfehler bei der Bestimmung der Landmarken und Messung der FRS-Variablen wurden 30 zufällig ausgewählte Fernröntgenseitenbilder in einem Abstand von mindestens 2 Wochen zweimal von demselben Untersucher ( Dr. Kai Wermker ) vermessen.

Neben den Mittelwerten ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichungen ( $s$ ) für die Differenzen der beiden Messreihen wurde ferner der Zufallsfehler einer Messung ( $s / \sqrt{2}$ ) nach *Houston* [ 63 ] bestimmt. Die Größe des kombinierten Methodenfehlers, der sowohl den systematischen als auch den zufälligen Fehler umfasst, wurde entsprechend den Angaben von *Dahlberg* [ 34 ] berechnet.

Zur Testung eines systematischen Fehlers wurden t-Tests für verbundene Stichproben zwischen den jeweiligen Messserien durchgeführt.

Die Übereinstimmung zwischen den zweifach durchgeführten Messungen wurde weiterhin mit der Methode nach *Bland & Altman* [ 20 ] überprüft. Hierbei wird von den Wertepaaren der zweifach durchgeführten Messungen die Differenz ( $d$ ) gebildet und der Durchschnitt der Messungen ( $m$ ) berechnet. Von einer hohen Übereinstimmung wird ausgegangen, wenn in einem md-Plot mehr als 95% der Punktwolke innerhalb eines Intervalls liegen, das die zweifache Standardabweichung (2SD) des Mittelwertes der Differenzen umfasst.

## 2.4.2 Deskriptive Statistik für beide Probandenkollektive

Jeweils getrennt nach LKG-Kollektiv und Kontrollgruppe wurden folgende statistische Methoden angewandt :

- Beschreibung beider Kollektive mittels Kreuztabellen nach Geschlecht, Altersgruppe und Wachstumstyp. Die Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden wurden mittels Chi-Quadrat ( $\chi^2$ )-Test auf Signifikanz überprüft [ 135 ]. Die Einteilung der Altersgruppen erfolgte in Anlehnung an eine Studie von *Stellzig-Eisenhauer* [ 155 ] ( Tab. 1 ). Die Einteilung in Wachstumstypen erfolgte anhand der gemessenen Fazialachse ( Variable FACAX ) in Anlehnung an die Normwertangabe von  $90^\circ \pm 3^\circ$  aus der XX-Punkte-Analyse nach *Ehmer* [ 39, 153 ] ( Tab. 2 ).

Alter zum Zeitpunkt der FRS-Bild Anfertigung	Altersgruppe
6 – 11 Jahre	I
> 11 – 16 Jahre	II
> 16 Jahre	III

Tabelle 1 : Definition der Altersgruppen

FACAX : Facial Axis	Wachstumstyp / skelettaler Typ
< $87^\circ$	vertikal
$87^\circ - 93^\circ$	neutral
> $93^\circ$	horizontal

Tabelle 2 : Definition der Wachstumstypen bzw. des skelettalen Typs

- Darstellung der ermittelten und gemessenen Variablen durch arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) bzw. ggf. Median, Standardabweichung ( *s*, SD ) und 95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert  $\bar{x}$ .

### **2.4.3 Überprüfung geschlechtsspezifischer Unterschiede**

Sowohl für die LKG-Gruppe als auch für die Kontroll-Gruppe wurden männliche und weibliche Probanden miteinander verglichen. Der Vergleich hinsichtlich Altersgruppen und Wachstumstyp erfolgte bereits im Rahmen der deskriptiven Statistik ( siehe Kap. 2.4.2 , Seite 51 ).

Für alle röntgenkephalometrischen Variablen wurden arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) jeweils nach Geschlechtern getrennt berechnet. Die Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern wurden mit Hilfe des T-Testes für 2 unabhängige Stichproben [ 135 ] auf Signifikanz überprüft.

### **2.4.4 Überprüfung altersbedingter Zusammenhänge**

Die Ermittlung von Zusammenhängen zwischen dem Alter und röntgenkephalometrischen Messwerten wurde nur für die Kontroll-Gruppe ( „Normkollektiv“ ) durchgeführt.

Durch eine Korrelationsanalyse nach Spearman wurde überprüft, ob Korrelationen zwischen dem Alter der Patienten einerseits und den ermittelten Variablen der FRS-Auswertung andererseits bestehen [ 135 ].

Für alle gemessenen FRS-Variablen wurden arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) jeweils nach den drei Altersgruppen ( Einteilung siehe Tab. 1 , Seite 51 ) getrennt berechnet.

Nach Durchführung des Levene-Tests erfolgte die Bewertung der Gruppendifferenzen auf Signifikanz durch einfaktorielle Varianzanalyse ( ANOVA ) unter Verwendung der Scheffé-Prozedur als Post-Hoc-Test bei Varianzunterschieden  $< 10 \%$ , bei Varianzunterschieden  $> 10\%$  wurde als robustes Testverfahren der Test nach Welch und Brown-Forsythe durchgeführt [ 135 ].

### **2.4.5 Ermittlung wachstumstypbedingter Zusammenhänge**

Folgende statistische Analysen wurden für das „Normkollektiv“ ( Kontroll-Gruppe ) durchgeführt :

Durch eine Korrelationsanalyse nach Spearman wurde überprüft, ob Korrelationen zwischen den FRS-Variablen FACAX ( Facial Axis ) und GSHVER ( Gesichtshöhenverhältnis ), die beide zur Beurteilung des Wachstumstypes bzw. bei Erwachsenen des skelettalen Types herangezogen werden können [ 39, 153, 123 ], einerseits und den übrigen röntgenkephalometrischen Messwerten andererseits bestehen.

Für alle gemessenen FRS-Variablen wurden arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) jeweils nach Wachstumstyp ( Einteilung anhand FACAX , siehe Tab. 2 , Seite 51 ) getrennt berechnet.

Nach Durchführung des Levene-Tests erfolgte die Bewertung der Gruppendifferenzen auf Signifikanz durch einfaktorielle Varianzanalyse ( ANOVA ) unter Verwendung der Scheffé-Prozedur als Post-Hoc-Test bei Varianzunterschieden  $< 10\%$ , bei Varianzunterschieden  $>10\%$  wurde als robustes Testverfahren der Test nach Welch und Brown-Forsythe durchgeführt.

### **2.4.6 Ermittlung von Zusammenhängen zwischen der Schädelbasiskonfiguration und anderen Variablen**

Für die Kontroll-Gruppe wurde durch eine Korrelationsanalyse nach Spearman überprüft, ob Korrelationen zwischen der FRS-Variablen N-S-Ba ( Schädelbasiswinkel, Flexion der Schädelbasis ) einerseits und den übrigen röntgenkephalometrischen Messwerten andererseits bestehen.

### **2.4.7 Ermittlung von Zusammenhängen zwischen Oberkieferposition und Nasopharynx-Konfiguration**

Für die Kontroll-Gruppe wurde durch eine Korrelationsanalyse nach Spearman überprüft, ob Korrelationen zwischen den FRS-Variablen Ba-N-A ( Maxillaposition ), S-N-A ( relative Position des Oberkiefers zur vorderen Schädelbasis ), Conv-A ( Convexity of Point A ), Spp-A ( OK-Länge ) und Spp-Spa ( Länge der OK-Grundebene ) einerseits und den nasopharyngealen röntgenkephalometrischen Messwerten andererseits bestehen.

### **2.4.8 Vergleich von LKG-Kollektiv und Kontroll-Kollektiv**

Für alle röntgenkephalometrischen Variablen wurden arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) jeweils für die LKG-Gruppe und die Kontroll-Gruppe getrennt berechnet. Die Unterschiede zwischen LKG-Gruppe und Kontroll-Gruppe wurden mit Hilfe des T-Testes für 2 unabhängige Stichproben auf Signifikanz überprüft.

Weiterhin wurden innerhalb der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe jeweils drei wie oben beschriebene Untergruppen nach dem Alter gebildet. Für jede Altersgruppe wurden Unterschiede zwischen LKG-Gruppe und Kontroll-Gruppe mit Hilfe des T-Testes für 2 unabhängige Stichproben auf Signifikanz überprüft.

### 3. ERGEBNISSE

In den folgenden Tabellen und Grafiken bedeuten :

- $\bar{x}$  : arithmetischer Mittelwert ( mean )
- s : Standardabweichung ( standard deviation, SD )
- Sign. : statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen
- :  $p > 0,05$  , kein statistisch signifikanter Unterschied
- \* :  $p < 0,05$  , statistisch signifikanter Unterschied auf dem 5%-Niveau
- \*\* :  $p < 0,01$  , statistisch signifikanter Unterschied auf dem 1%-Niveau
- \*\*\* :  $p < 0,001$  , statistisch signifikanter Unterschied auf dem 0,1%-Niveau

#### 3.1 Messfehler

Die Tabelle A1 im Anhang ( Seite I ) stellt Mittelwert und Standardabweichung für die Differenz beider Messreihen (  $n = 30$  doppelt ausgewertete FRS-Bilder ), den Zufallsfehler nach *Houston* [ 63 ] und den kombinierten Methodenfehler nach *Dahlberg* [ 34 ] ausführlich dar.

Die zur Testung eines systematischen Fehlers durchgeführten T-Tests für verbundene Stichproben zwischen den jeweiligen Messserien konnten keinen solchen systematischen Fehler nachweisen (  $p > 0,05$  ).

Nach Durchführung des Bland-Altman-Verfahrens [ 20 ] zeigten sich gute Übereinstimmungen zwischen beiden Messreihen für fast alle gemessenen Variablen. Lediglich für die Messwerte OphF ( Fläche des Oropharynx ) und LRFV ( pharyngeales Luft-  
raumverhältnis ) befanden sich 2 ( 6,7 % ) bzw. 3 ( 10 % ) Differenzen zwischen beiden Messungen ausserhalb des Bereiches der doppelten Standardabweichung.

Exemplarisch für die nach dem Bland-Altman-Verfahren durchgeführten Überprüfungen steht Abb. 18, die das Ergebnis für den Messwert FACAX (Facial Axis) darstellt.

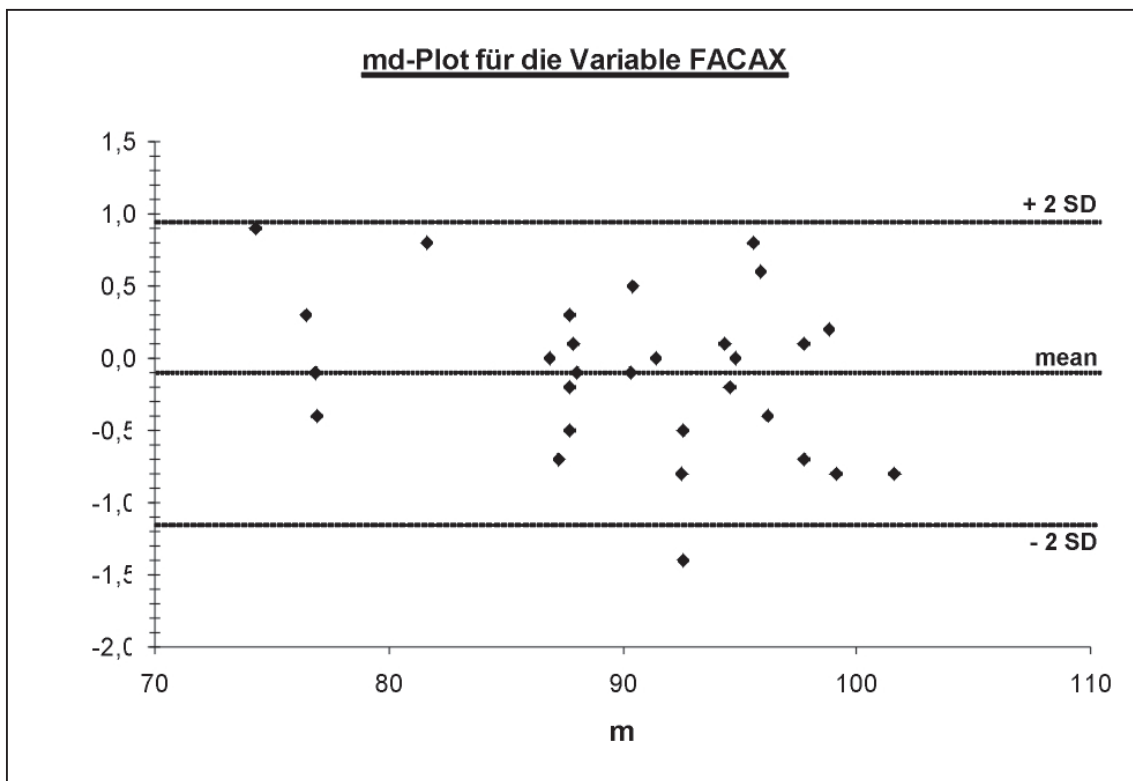


Abb. 18 : Verfahren nach *Bland & Altman* [ 20 ] : md-Plot für die Variable FACAX  
( n = 30 doppelt vermessene FRS-Bilder )  
x-Achse : Mittelwert beider Messungen ( m )  
y-Achse : Differenz beider Messungen ( d )  
( siehe auch Kap. 2.4.1, Seite 50 )



### 3.2 Darstellung der Probandenkollektive

#### 3.2.1 LKG-Gruppe

Die 66 Patienten mit einseitiger durchgehender Lippen-Kiefer-Gaumenspalte ( uCLP ) wiesen zum Zeitpunkt der Anfertigung des FRS-Bildes einen Altersmedian von 16,4 +/- 4,1 Jahren auf.

Die geschlechtsspezifische Verteilung innerhalb der wie oben beschriebenen drei Altersgruppen ( siehe Kap. 2.4.1 , Seite 51 ) und innerhalb der anhand der gemessenen Fazialachse in drei Wachstumstypen bzw. skelletale Typen gebildeten Gruppen ( siehe Kap. 2.4.1 , Seite 51 ) verdeutlichen die Tabellen 3 und 4. Die Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen LKG-Patienten sind in beiden Tabellen nicht signifikant (  $\chi^2$ -Test :  $p > 0,05$  ).

Altersgruppe	Geschlecht				Gesamt	
	weiblich		männlich		n	%
	n	%	n	%		
I ( 6-11 J. )	4	6,1 %	8	12,1 %	12	18,2 %
II ( >11-16 J. )	8	12,1 %	10	15,2 %	18	27,3 %
III ( > 16 J. )	11	16,7 %	25	37,9 %	36	54,5 %
<b>Gesamt</b>	23	34,8 %	43	65,2 %	66	100,0 %

Tabelle 3 : LKG-Kollektiv nach Altersgruppen und Geschlecht  
(  $\chi^2$ -Test :  $p = 0,60$  )

Wachstumstyp <sup>1)</sup>	Geschlecht				Gesamt	
	weiblich		männlich		n	%
	n	%	n	%		
vertikal	7	10,6 %	18	27,3 %	25	37,9 %
neutral	11	16,7 %	15	22,7 %	26	39,4 %
horizontal	5	7,6 %	10	15,2 %	15	22,7 %
<b>Gesamt</b>	<b>23</b>	<b>34,8 %</b>	<b>43</b>	<b>65,2 %</b>	<b>66</b>	<b>100,0 %</b>

Tabelle 4 : LKG-Kollektiv nach Wachstumstyp bzw. skelettalem Typ und Geschlecht  
( $\chi^2$ -Test : p = 0,56)

<sup>1)</sup> Einteilung anhand der Variable FACAX ( Facial Axis ) :  
 FACAX < 87° : vertikaler Typ  
 FACAX 87° - 90° : neutraler Typ  
 FACAX > 93° : horizontaler Typ

Tabelle 5 stellt für die LKG-Gruppe ( n = 66 ) die gemessenen FRS-Variablen dar.

Variable	Einheit	$\bar{x}$	S	95 % Konfidenzintervall von $\bar{x}$	
				Untergrenze	Obergrenze
<b>FACAX</b>	°	88,1	6,8	86,5	89,8
<b>N-Ba</b>	mm	101,2	6,2	99,7	102,8
<b>S-Ba</b>	mm	42,3	2,7	41,6	42,9
<b>N-S</b>	mm	67,2	2,3	66,6	67,7
<b>N-S-Ba</b>	°	131,1	5,2	129,8	132,3
<b>S-Spp</b>	mm	43,9	3,1	43,1	44,7
<b>N-A</b>	mm	55,0	4,7	53,8	56,1
<b>A-Me</b>	mm	59,7	4,7	58,6	60,9
<b>N-Me</b>	mm	113,8	7,0	112,1	115,5
<b>S-Go</b>	mm	72,7	5,8	71,3	74,1
<b>GSHVER</b>	%	64,0	5,6	62,7	65,4

Tabelle 5 : Röntgenkephalometrische Messwerte der LKG-Gruppe

Variable	Einheit	$\bar{x}$	S	95 % Konfidenzintervall von $\bar{x}$	
				Untergrenze	Obergrenze
<b>Spp-A</b>	mm	43,5	3,5	42,6	44,3
<b>Spp-Spa</b>	mm	47,2	3,3	46,4	48,0
<b>S-N-A</b>	°	76,7	4,5	75,6	77,8
<b>Ba-N-A</b>	°	58,2	4,8	57,1	59,4
<b>Conv-A</b>	mm	-0,6	4,0	-1,6	0,4
<b>S-N-B</b>	°	76,0	4,3	74,9	77,0
<b>Ar-Go-Me</b>	°	129,1	6,9	127,5	130,8
<b>N-Go-Me</b>	°	76,5	6,8	74,9	78,2
<b>FACDEP</b>	°	83,6	5,6	82,3	85,0
<b>MANPLA</b>	°	30,1	9,0	27,9	32,4
<b>S-AA</b>	mm	51,3	5,9	49,9	52,7
<b>Ho-Ho1</b>	mm	17,5	2,2	17,0	18,1
<b>Ba-Spp</b>	mm	41,3	4,1	40,2	42,3
<b>AA-Spp</b>	mm	33,4	4,5	32,3	34,4
<b>TkNph1</b>	°	58,1	5,8	56,7	59,5
<b>TkNph2</b>	°	37,7	5,2	36,4	39,0
<b>TkNph3</b>	°	39,8	5,0	38,6	41,0
<b>NphF1</b>	mm <sup>2</sup>	375,4	69,9	358,3	392,6
<b>NphF2</b>	mm <sup>2</sup>	750,8	139,7	716,5	785,2
<b>AdF1</b>	mm <sup>2</sup>	231,2	44,4	220,3	242,2
<b>AdF2</b>	mm <sup>2</sup>	363,2	76,6	344,4	382,0
<b>AdF3</b>	mm <sup>2</sup>	233,9	68,1	217,2	250,7
<b>LRNph</b>	mm <sup>2</sup>	180,3	70,3	163,0	197,6
<b>NphF3</b>	mm <sup>2</sup>	414,2	102,9	389,0	439,5
<b>Ad:kNph</b>	%	62,1	8,2	60,1	64,1
<b>Ad:Nph1</b>	%	48,9	8,3	46,8	50,9
<b>Ad:Nph2</b>	%	56,9	10,6	54,3	59,5

( Fortsetzung Tab. 5 )

Variable	Einheit	$\bar{x}$	S	95 % Konfidenzintervall von $\bar{x}$	
				Untergrenze	Obergrenze
<b>Spp-U</b>	mm	29,1	5,0	27,9	30,4
<b>Spp-ad4</b>	mm	22,9	3,7	22,0	23,8
<b>VelPP</b>	°	137,7	8,2	135,7	139,7
<b>VF</b>	mm <sup>2</sup>	188,2	41,3	178,0	198,3
<b>NeedRat</b>	%	80,8	18,8	76,2	85,4
<b>OphF</b>	mm <sup>2</sup>	263,2	82,1	243,0	283,3
<b>PhFV</b>	%	66,8	26,0	60,4	73,2
<b>LRFV</b>	%	163,0	74,5	144,7	181,3
<b>AIRW</b>	mm	12,7	3,8	11,8	13,6
<b>H-RGN</b>	mm	39,7	8,0	37,8	41,7
<b>H-C3</b>	mm	34,4	4,7	33,2	35,5
<b>H-H´</b>	mm	6,5	5,2	5,2	7,8
<b>H-S</b>	mm	101,6	8,6	99,5	103,7
<b>S-N-H</b>	°	53,3	4,4	52,2	54,4
<b>H-MP</b>	mm	19,0	6,1	17,5	20,5
<b>H-PP</b>	mm	60,5	7,3	58,7	62,3
<b>H-HWS</b>	mm	32,9	4,4	31,8	34,0

( Fortsetzung Tab. 5 )

### 3.2.2 Kontroll-Gruppe

Für die 123 Patienten der Kontrollgruppe, die als Stichprobe aus einer Grundgesamtheit quasi ein „Normkollektiv“ abbilden sollten, ergab sich zum Zeitpunkt der Anfertigung des Fernröntgenseitenbildes ein Altersmedian von 15,4 +/- 6,9 Jahren.

Die geschlechtsspezifische Verteilung innerhalb der wie oben beschriebenen drei Altersgruppen ( siehe Kap. 2.4.1 , Seite 51 ) und innerhalb der anhand der gemessenen Fazialachse in drei Wachstumstypen bzw. skeletale Typen gebildeten Gruppen ( siehe Kap. 2.4.1 , Seite 51 ) verdeutlichen die Tabellen 6 und 7.

Altersgruppe	Geschlecht				Gesamt	
	weiblich		männlich		n	%
	n	%	n	%		
I ( 6-11 J. )	11	8,9 %	14	11,4 %	25	20,3 %
II ( >11-16 J. )	20	16,3 %	22	17,9 %	42	34,1 %
III ( > 16 J. )	44	35,8 %	12	9,8 %	56	45,5 %
<b>Gesamt</b>	75	61,0 %	48	39,0 %	123	100,0 %

Tabelle 6 : Kontroll-Kollektiv nach Altersgruppen und Geschlecht

Wachstumstyp <sup>1)</sup>	Geschlecht				Gesamt	
	weiblich		männlich		n	%
	n	%	n	%		
vertikal	23	18,7 %	4	3,3 %	27	22,0 %
neutral	33	26,8 %	25	20,3 %	58	47,2 %
horizontal	19	15,4 %	19	15,4 %	38	30,9 %
<b>Gesamt</b>	75	61,0 %	48	39,0 %	123	100,0 %

Tabelle 7 : Kontroll-Gruppe nach Wachstumstyp bzw. skeletalem Typ und Geschlecht

<sup>1)</sup> Einteilung anhand der Variable FACAX ( Facial Axis ) :

FACAX < 87° : vertikaler Typ

FACAX 87° - 90° : neutraler Typ

FACAX > 93° : horizontaler Typ

Tabelle 8 stellt für die Kontroll-Gruppe ( n = 123 ) die gemessenen FRS-Variablen dar.

Variable	Einheit	$\bar{x}$	S	95 % Konfidenzintervall von $\bar{x}$	
				Untergrenze	Obergrenze
<b>FACAX</b>	°	90,7	4,7	89,8	91,5
<b>N-Ba</b>	mm	97,9	6,7	96,7	99,1
<b>S-Ba</b>	mm	41,7	2,0	41,3	42,0
<b>N-S</b>	mm	68,3	2,6	67,8	68,8
<b>N-S-Ba</b>	°	129,4	5,6	128,5	130,4
<b>S-Spp</b>	mm	46,4	4,8	45,6	47,3
<b>N-A</b>	mm	54,0	4,0	53,3	54,7
<b>A-Me</b>	mm	58,1	4,9	57,3	59,0
<b>N-Me</b>	mm	111,6	7,1	110,3	112,8
<b>S-Go</b>	mm	73,2	5,7	72,2	74,3
<b>GSHVER</b>	%	65,8	5,3	64,8	66,8
<b>Spp-A</b>	mm	44,9	2,8	44,4	45,4
<b>Spp-Spa</b>	mm	48,3	2,9	47,7	48,8
<b>S-N-A</b>	°	82,0	3,9	81,3	82,7
<b>Ba-N-A</b>	°	63,4	3,6	62,7	64,0
<b>Conv-A</b>	mm	2,2	2,9	1,7	2,7
<b>S-N-B</b>	°	78,5	4,7	77,7	79,4
<b>Ar-Go-Me</b>	°	125,9	7,8	124,5	127,3
<b>N-Go-Me</b>	°	72,5	5,3	71,5	73,4
<b>FACDEP</b>	°	85,6	4,0	84,9	86,4
<b>MANPLA</b>	°	26,3	6,0	25,2	27,4

Tabelle 8 : Röntgenkephalometrische Messwerte der Kontroll-Gruppe

Variable	Einheit	$\bar{x}$	S	95 % Konfidenzintervall von $\bar{x}$	
				Untergrenze	Obergrenze
<b>S-AA</b>	mm	49,1	4,5	48,2	49,9
<b>Ho-Ho1</b>	mm	16,2	1,5	15,9	16,5
<b>Ba-Spp</b>	mm	44,8	3,6	44,2	45,5
<b>AA-Spp</b>	mm	35,3	3,2	34,8	35,9
<b>TkNph1</b>	°	61,1	4,6	60,2	61,9
<b>TkNph2</b>	°	38,4	4,8	37,5	39,2
<b>TkNph3</b>	°	43,1	4,6	42,3	43,9
<b>NphF1</b>	mm <sup>2</sup>	349,7	56,7	339,6	359,8
<b>NphF2</b>	mm <sup>2</sup>	698,9	119,0	677,6	720,1
<b>AdF1</b>	mm <sup>2</sup>	212,4	45,0	204,3	220,4
<b>AdF2</b>	mm <sup>2</sup>	335,8	76,7	322,2	349,5
<b>AdF3</b>	mm <sup>2</sup>	240,9	56,9	230,7	251,1
<b>LRNph</b>	mm <sup>2</sup>	190,1	63,8	178,7	201,4
<b>NphF3</b>	mm <sup>2</sup>	431,0	71,9	418,1	443,8
<b>Ad:kNph</b>	%	61,0	9,9	59,2	62,7
<b>Ad:Nph1</b>	%	48,6	10,6	46,7	50,5
<b>Ad:Nph2</b>	%	56,3	11,7	54,3	58,4
<b>Spp-U</b>	mm	31,8	3,4	31,2	32,4
<b>Spp-ad4</b>	mm	27,5	3,3	26,9	28,1
<b>VelPP</b>	°	136,7	6,1	135,7	137,8
<b>VF</b>	mm <sup>2</sup>	177,5	29,8	172,2	182,9
<b>NeedRat</b>	%	87,3	13,2	84,9	89,6
<b>OphF</b>	mm <sup>2</sup>	261,9	65,9	250,2	273,7
<b>PhFV</b>	%	61,6	15,7	58,8	64,4
<b>LRFV</b>	%	150,9	55,6	141,0	160,8

( Fortsetzung Tab. 8 )

Variable	Einheit	$\bar{x}$	S	95 % Konfidenzintervall von $\bar{x}$	
				Untergrenze	Obergrenze
<b>AIRW</b>	mm	11,8	3,2	11,2	12,4
<b>H-RGN</b>	mm	39,7	7,0	38,5	41,0
<b>H-C3</b>	mm	32,4	4,5	31,5	33,2
<b>H-H'</b>	mm	5,7	5,1	4,8	6,7
<b>H-S</b>	mm	100,4	7,6	99,1	101,8
<b>S-N-H</b>	°	54,6	4,7	53,8	55,4
<b>H-MP</b>	mm	17,0	5,6	16,0	18,0
<b>H-PP</b>	mm	58,0	6,5	56,9	59,2
<b>H-HWS</b>	mm	30,8	4,2	30,1	31,6

( Fortsetzung Tab. 8 )



### 3.3 Geschlechtsspezifische Unterschiede

Tabelle 9 stellt für die röntgenkephalometrischen Messungen statistisch signifikante Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden innerhalb der LKG-Gruppe dar ( Darstellung aller Variablen : s. Tabelle A2 , Anhang S. II ).

Variable	Einheit		Geschlecht		Sign.
			weiblich	männlich	
	Anzahl n =		23	43	
<b>N-BA</b>	mm	$\bar{x}$	98,4	102,7	**
		s	5,7	6,0	
<b>S-Ba</b>	mm	$\bar{x}$	41,1	42,9	**
		s	2,4	2,6	
<b>N-Me</b>	mm	$\bar{x}$	111,1	115,3	*
		s	7,2	6,6	
<b>S-AA</b>	mm	$\bar{x}$	47,7	53,2	***
		s	5,2	5,3	
<b>AA-Spp</b>	mm	$\bar{x}$	31,1	34,5	**
		s	5,1	3,6	
<b>NphF1</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	347,1	390,6	*
		s	55,3	72,6	
<b>NphF2</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	694,2	781,1	*
		s	110,6	145,3	

Tabelle 9 : Röntgenkephalometrische Messwerte bei weiblichen und männlichen Probanden der LKG-Gruppe

Variable	Einheit	Geschlecht		Sign.	
		weiblich	männlich		
	Anzahl n =	23	43		
<b>AdF1</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	206,8	244,3	**
		s	34,6	43,9	
<b>AdF2</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	331,1	380,3	*
		s	53,5	82,0	
<b>AdF3</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	198,4	252,9	**
		s	27,7	75,6	
<b>NphF3</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	377,4	433,9	*
		s	73,4	111,4	
<b>H-C3</b>	mm	$\bar{x}$	31,3	35,9	***
		s	3,5	4,5	
<b>H-S</b>	mm	$\bar{x}$	98,0	103,5	*
		s	7,2	8,7	
<b>S-N-H</b>	°	$\bar{x}$	51,4	54,4	**
		s	3,6	4,5	
<b>H-PP</b>	mm	$\bar{x}$	57,7	62,0	*
		s	6,0	7,6	
<b>H-HWS</b>	mm	$\bar{x}$	30,0	34,5	***
		s	2,7	4,3	

( Fortsetzung Tab. 9 )

Weibliche Patientinnen mit einseitiger Lippen-Kiefer-Gaumenspalte wiesen gegenüber männlichen Probanden mit einseitiger LKG-Spalte eine statistisch signifikant kürzere Gesamtschädelbasislänge ( N-Ba ), signifikant kürzere hintere Schädelbasislänge ( S-Ba ) und signifikant geringere gesamte vordere Gesichtshöhe ( N-Me ) auf.

Im nasopharyngealen Bereich waren hintere vertikale Höhe des Nasopharynx ( S-AA ), horizontale Tiefe des Nasopharynx ( AA-Spp ) sowie die nasopharyngealen Flächenmessungen NphF1, NphF2, NphF3, AdF1, AdF2 und AdF3 mit Ausnahme des nasopharyngealen Luftraumes ( LRNph ) bei weiblichen LKG-Patienten statistisch signifikant geringer als bei männlichen.

Ebenfalls signifikant geringer bei den weiblichen LKG-Probandinnen waren posteriore Hyoid-Position ( H-C3 ), der Abstand des Zungenbeines zur Sella ( H-S ), die Hyoid-Position zur anterioren Schädelbasis ( S-N-H ), der Abstand des Zungenbeines zum Palatinalplanum ( H-PP ) sowie zur Halswirbelsäule ( H-HWS ).

Tabelle 10 stellt für die röntgenkephalometrischen Messungen die signifikanten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden innerhalb der Kontroll-Gruppe dar ( Darstellung aller Variablen : s. Tabelle A3 , Anhang S. VII ) .

Variable	Einheit	Geschlecht		Sign.	
		weiblich	männlich		
	Anzahl n =	75	48		
<b>A-Me</b>	mm	$\bar{x}$	59,1	56,7	**
		s	5,0	4,5	
<b>N-Me</b>	mm	$\bar{x}$	112,7	109,8	*
		s	7,1	6,8	
<b>GSHVER</b>	%	$\bar{x}$	64,9	67,3	*
		s	5,1	5,5	
<b>Spp-A</b>	mm	$\bar{x}$	45,5	43,9	*
		s	2,6	2,8	
<b>Spp-Spa</b>	mm	$\bar{x}$	48,9	47,2	*
		s	2,8	2,8	
<b>Conv-A</b>	mm	$\bar{x}$	2,8	1,2	*
		s	2,8	2,8	
<b>S-N-B</b>	°	$\bar{x}$	77,3	80,4	**
		s	4,2	4,7	

Tabelle 10 : Röntgenkephalometrische Messwerte bei weiblichen und männlichen Probanden der Kontroll-Gruppe

Variable	Einheit		Geschlecht		Sign.
			weiblich	männlich	
<b>FACDEP</b>	°	$\bar{x}$	84,7	87,2	**
		s	3,8	4,0	
<b>MANPLA</b>	°	$\bar{x}$	27,4	24,5	*
		s	5,9	5,8	
<b>S-AA</b>	mm	$\bar{x}$	49,8	47,9	*
		s	4,2	4,9	
<b>Ba-Spp</b>	mm	$\bar{x}$	43,9	46,2	**
		s	3,8	2,7	
<b>AA-Spp</b>	mm	$\bar{x}$	34,9	36,0	*
		s	3,3	3,0	
<b>TkNph3</b>	°	$\bar{x}$	42,3	44,4	*
		s	4,2	5,0	
<b>NphF1</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	337,7	368,4	*
		s	50,0	61,9	
<b>NphF2</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	674,6	736,8	*
		s	110,0	123,7	
<b>AdF1</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	205,2	223,5	*
		s	41,2	48,8	

( Fortsetzung Tab. 10 )

Variable	Einheit	Geschlecht		Sign.	
		weiblich	männlich		
<b>AdF2</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	323,8	354,6	*
		s	70,5	82,8	
<b>S-N-H</b>	°	$\bar{x}$	53,7	56,0	**
		s	4,6	4,5	
<b>H-MP</b>	mm	$\bar{x}$	18,1	15,4	*
		s	5,8	4,9	

( Fortsetzung Tab. 10 )

In der Kontroll-Gruppe wiesen weibliche Probandinnen statistisch signifikant größere Messwerte für die vordere untere Gesichtshöhe ( A-Me ), die gesamte vordere Gesichtshöhe ( N-Me ), die Länge der OK-Basis ( Spp-A ) und der OK-Grundebene ( Spp-Spa ), die Variable Conv-A, für den Mandibularplanumwinkel ( MANPLA ), die hintere vertikale Nasopharynxhöhe ( S-AA ) sowie für den Abstand des Hyoids zum Mandibularplanum ( H-MP ) auf.

S-N-B-Winkel, Facial Depth ( FACDEP ), horizontale Tiefe des knöchernen Nasopharynx ( Ba-Spp ), horizontale Tiefe des Nasopharynx ( AA-Spp ), Tiefe des knöchernen Nasopharynx III ( TkNph3 ), die Flächen NphF1, NphF2, AdF1 und AdF2, sowie S-N-H-Winkel waren hingegen bei den männlichen Probanden der Kontroll-Gruppe statistisch signifikant größer.

### 3.4 Altersbedingte Zusammenhänge und Unterschiede

Tabelle 11 stellt die Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman dar.

Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>FACAX</b>	<b>N-Ba</b>	<b>S-Ba</b>	<b>N-S</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,184 *	0,379 **	0,046	-0,098
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>N-S-Ba</b>	<b>S-Spp</b>	<b>N-A</b>	<b>A-Me</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,083	-0,022	0,248 **	0,407 **
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>N-Me</b>	<b>S-Go</b>	<b>GSHVER</b>	<b>Spp-A</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,419 **	0,343 **	-0,004	0,418 **
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>Spp-Spa</b>	<b>S-N-A</b>	<b>Ba-N-A</b>	<b>Conv-A</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,375 **	0,001	0,003	0,125
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>S-N-B</b>	<b>Ar-Go-Me</b>	<b>N-Go-Me</b>	<b>FACDEP</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,215 *	-0,148	0,256 **	-0,125
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>MANPLA</b>	<b>S-AA</b>	<b>Ho-Ho1</b>	<b>Ba-Spp</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,164	0,288 **	0,157	-0,474 **
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>AA-Spp</b>	<b>TkNph1</b>	<b>TkNph2</b>	<b>TkNph3</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,321	-0,381 **	0,092	-0,479 **

Tabelle 11 : Korrelationen nach Spearman zwischen dem Alter und den Variablen der FRS-Analyse  
 ( \* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,05 signifikant (2-seitig) ,  
 \*\* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,01 signifikant (2-Seitig) )

Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>NphF1</b>	<b>NphF2</b>	<b>AdF1</b>	<b>AdF2</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,195 *	0,177	-0,171	-0,165
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>AdF3</b>	<b>LRNph</b>	<b>NphF3</b>	<b>Ad:kNph</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,226 *	0,592 **	0,337 **	-0,481 **
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>Ad:Nph1</b>	<b>Ad:Nph2</b>	<b>Spp-U</b>	<b>Spp-ad4</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,400 **	-0,560 **	0,004	0,055
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>VeIPP</b>	<b>VF</b>	<b>NeedRat</b>	<b>OphF</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,131	0,267 **	0,092	0,279 **
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>PhFV</b>	<b>LRFV</b>	<b>AIRW</b>	<b>H-RGN</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,075	-0,411 **	0,006	0,224 *
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>H-C3</b>	<b>H-H'</b>	<b>H-S</b>	<b>S-N-H</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,245 **	0,200 *	0,476 **	0,046
Korrelation zw. <b>Alter</b> und	<b>H-MP</b>	<b>H-PP</b>	<b>H-HWS</b>	
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,386 **	0,436 **	0,197 *	

( Fortsetzung Tab. 11 )

Die statistisch deutlichsten Zusammenhänge mit einem Korrelationskoeffizienten  $|r_s| > 0,55$  zeigen sich zwischem dem Alter einerseits und der Fläche des nasopharyngealen Luftraumes ( LRNph, Zunahme mit steigendem Alter ) sowie des Anteils der Adenoide im Nasopharynx II ( Ad:Nph2, Flächenverhältnis AdF3 / NphF3, Abnahme mit zunehmendem Alter ) andererseits.



Mittlere Korrelationen mit  $0,4 < |r_s| < 0,5$  bzw. ergeben sich zwischen dem Alter einerseits und den folgenden Variablen : vordere untere Gesichtshöhe ( A-Me ), gesamte vordere Gesichtshöhe ( N-Me ), Länge der OK-Basis ( Spp-A ), Tiefe des knöchernen Nasopharynx ( Ba-Spp ), Tiefe des knöchernen Nasopharynx III ( TkNph3 ), Anteil der Adenoide im kranialen knöchernen Nasopharynx ( Ad:kNph ) und im gesamten Nasopharynx I ( Ad:Nph1 ), Abstand Hyoid-Sella ( H-S ) und Abstand des Zungenbeins zum Palatinalplanum ( H-PP ).

Die übrigen gefundenen Korrelationen sind mit  $|r_s| < 0,4$  als schwächer und somit weniger aussagekräftig einzustufen.

Tabelle A4 im Anhang ( Seite XI ) stellt die gemessenen FRS-Variablen in den drei Altersgruppen der Kontroll-Gruppe dar.

Lediglich für die Messung des nasopharyngealen Luftraumes ( LRNph ) zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) zwischen allen drei Altersgruppen. Dabei zeigte sich eine kontinuierliche signifikante Zunahme des nasopharyngealen Luftraumes mit zunehmendem Alter. Bei allen anderen FRS-Messwerten waren die Differenzen nicht zwischen allen drei Altersgruppen statistisch signifikant. Jeweilige einzelne signifikante Unterschiede ( z.B. zwischen Altersgruppe I und III ) sind in Tab. A4 ( Abhang, S. XI ) in der Spalte „Sign.“ gekennzeichnet und in der Legende erläutert.

### 3.5 Wachstumstypbedingte Zusammenhänge und Unterschiede

Die Tabellen A5 und A6 im Anhang ( Seite XVI und XVII ) stellen ausführlich die Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman für die Kontroll-Gruppe ( n = 123 ) dar.

Betrachtet man die Korrelationen zwischen den Variablen FACAX ( Facial Axis ) und GSHVER ( Gesichtshöhenverhältnis ) einerseits und den anderen gemessenen FRS-Variablen andererseits, so fällt auf, dass sich statistisch signifikante deutliche Korrelationen mit  $|r_s| > 0,4$  überwiegend bei FRS-Messwerten der drei Bereiche „Schädelbasis/Wachstum“, „Mandibula“ und „Maxilla“ ergeben. Dies überrascht nicht, wenn man bedenkt, dass sowohl die zur Berechnung der Fazialachse als auch des Gesichtshöhenverhältnisses notwendigen röntgenkephalometrischen Bezugspunkte gerade in diesen Bereichen liegen.

Für den nasopharyngealen Bereich ergibt sich eine statistisch signifikante Korrelation mittlerer Stärke mit  $r_s = 0,439$  lediglich zwischen der Fazialachse ( FACAX ) und der horizontalen Tiefe des knöchernen Nasopharynx ( Ba-Spp ).

Für die hyoidale Region fand sich nur zwischen Gesichtshöhenverhältnis ( GSHVER ) und Zungenbein-Position zur vorderen Schädelbasis ( S-N-H-Winkel ) eine ähnlich deutliche Korrelation von  $r_s = 0,459$ .

Die übrigen zahlreich gefundenen Korrelationen sind mit  $|r_s| < 0,4$  als eher schwächer einzustufen.

Tabelle 12 stellt signifikante Ergebnisse der FRS-Analyse in den nach der Fazialachse in drei skelettale Gesichtsschädeltypen bzw. Wachstumstypen eingeteilten Probanden ( siehe Kap. 2.4.1, Seite 51 ) des Normkollektives vergleichend dar ( Darstellung aller Variablen : s. Tabelle A7 , Anhang S. XVIII ) .

Variable	Einheit		Wachstumstyp			Sign.
			vertikal	neutral	horizontal	
		n =	27	58	38	
FACAX	°	$\bar{x}$	84,2	90,4	95,7	***
		s	2,9	1,7	2,3	
N-A	mm	$\bar{x}$	56,9	53,6	52,4	*1)
		s	3,5	3,6	3,9	
A-Me	mm	$\bar{x}$	63,1	58,1	54,7	**
		s	2,9	3,8	4,6	
N-Me	mm	$\bar{x}$	119,0	111,3	106,7	**
		s	4,2	4,9	7,3	
GSHVER	%	$\bar{x}$	61,9	65,3	69,3	**
		s	5,0	4,5	4,6	
S-N-A	°	$\bar{x}$	80,0	81,6	84,1	*2)
		s	3,6	3,4	3,9	
Ba-N-A	°	$\bar{x}$	61,6	62,7	65,6	*2)
		s	3,3	3,0	3,4	

Tabelle 12 : Röntgenkephalometrische Messwerte getrennt nach Wachstumstyp / skelettalem Typ innerhalb der Kontroll-Gruppe.

Spalte „Sign.“ : statistisch signifikante Differenzen mit  $p < 0,05$  :

- \*<sup>1)</sup> zwischen vertikalem und neutralem Typ sowie vertikalem und horizontalem Typ
- \*<sup>2)</sup> zwischen horizontalem und vertikalem Typ sowie horizontalem und neutralem Typ
- \*<sup>3)</sup> zwischen vertikalem und neutralem Typ
- \*<sup>4)</sup> zwischen vertikalem und horizontalem Typ
- \*<sup>5)</sup> zwischen neutralem und horizontalem Typ

Variable	Einheit		Wachstumstyp			Sign.
			vertikal	neutral	horizontal	
<b>Conv-A</b>	mm	$\bar{x}$	5,1	1,8	0,6	*1)
		s	1,8	2,2	3,1	
<b>S-N-B</b>	°	$\bar{x}$	73,8	78,3	82,2	***
		s	2,7	2,9	4,8	
<b>N-Go-Me</b>	°	$\bar{x}$	77,1	72,2	69,7	*
		s	5,2	3,6	5,4	
<b>FACDEP</b>	°	$\bar{x}$	81,3	85,5	88,9	***
		s	2,7	2,3	4,0	
<b>MANPLA</b>	°	$\bar{x}$	32,5	26,3	21,9	***
		s	5,4	4,3	4,8	
<b>S-AA</b>	mm	$\bar{x}$	51,5	48,9	47,6	*1)
		s	3,9	4,5	4,4	
<b>Ba-Spp</b>	mm	$\bar{x}$	43,3	44,4	46,6	*2)
		s	1,8	4,3	2,5	
<b>TkNph1</b>	°	$\bar{x}$	58,9	60,6	63,4	*2)
		s	3,7	4,3	4,8	
<b>TkNph3</b>	°	$\bar{x}$	41,4	42,5	45,2	*2)
		s	4,1	4,3	4,8	

( Fortsetzung Tab. 12 )

Variable	Einheit		Wachstumstyp			Sign.
			vertikal	neutral	horizontal	
<b>AdF3</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	202,7	251,8	251,4	*1)
		s	49,1	56,2	52,7	
<b>Ad:Nph2</b>	%	$\bar{x}$	50,8	57,5	58,5	*1)
		s	11,8	11,3	11,2	
<b>PhFV</b>	%	$\bar{x}$	70,7	56,0	63,6	*3)
		s	15,6	15,2	13,1	
<b>H-RGN</b>	mm	$\bar{x}$	40,3	38,1	41,9	*5)
		s	7,5	6,8	6,5	
<b>H-S</b>	mm	$\bar{x}$	103,5	100,2	98,6	*4)
		s	8,3	6,3	8,5	
<b>S-N-H</b>	°	$\bar{x}$	51,9	55,2	55,7	*1)
		s	4,6	3,8	5,4	
<b>H-PP</b>	mm	$\bar{x}$	61,4	57,6	56,2	*1)
		s	7,2	5,5	6,5	
<b>H-HWS</b>	mm	$\bar{x}$	29,2	30,7	32,2	*4)
		s	4,7	3,4	4,6	

( Fortsetzung Tab. 12 )

Hochsignifikante ( $p < 0,001$ ) Differenzen zwischen allen drei skelettalen Typen fanden sich bei den FRS-Parametern FACAX ( Facial Axis ), S-N-B-Winkel ( relative Position des Unterkiefers zur anterioren Schädelbasis ), FACDEP ( Facial Depth ) und MANPLA ( Mandibularplanumwinkel ).

Auf dem 1% - Niveau ( $p < 0,01$ ) statistisch signifikante Gruppendifferenzen fanden sich bei vorderer unterer ( A-Me ) und gesamter vorderer ( N-Me ) Gesichtshöhe sowie beim Gesichtshöhenverhältnis ( GSHVER ).

Die Unterschiede zwischen allen drei Wachstumstypen beim unteren Kieferwinkel ( N-Go-Me ) sind auf dem 5% - Niveau ( $p < 0,05$ ) signifikant.

Bei allen anderen FRS-Messwerten waren die Differenzen nicht zwischen allen drei skelettalen Typen statistisch signifikant. Jeweilige einzelne signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Wachstumstypen sind in der Tabelle 12 in der Spalte „Sign.“ gekennzeichnet und in der Legende zu dieser Tabelle erläutert.

### 3.6 Zusammenhänge zwischen Schädelbasiskonfiguration und anderen FRS-Messwerten

Tabelle 13 stellt die Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman dar.

Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>FACAX</b>	<b>N-Ba</b>	<b>S-Ba</b>	<b>N-S</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,182 *	0,176	-0,163	-0,645 **
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>S-Spp</b>	<b>N-A</b>	<b>A-Me</b>	<b>N-Me</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,723 **	0,143	-0,024	0,034
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>S-Go</b>	<b>GSHVER</b>	<b>Spp-A</b>	<b>Spp-Spa</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,401 **	0,414 **	0,075	0,171
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>S-N-A</b>	<b>Ba-N-A</b>	<b>Conv-A</b>	<b>S-N-B</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,344 **	0,067	0,294 **	-0,537 **
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>Ar-Go-Me</b>	<b>N-Go-Me</b>	<b>FACDEP</b>	<b>MANPLA</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,112	0,101	-0,017	0,094
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>S-AA</b>	<b>Ho-Ho1</b>	<b>Ba-Spp</b>	<b>AA-Spp</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,346 **	-0,322 **	0,056	-0,024
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>TkNph1</b>	<b>TkNph2</b>	<b>TkNph3</b>	<b>NphF1</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,518 **	-0,472 **	0,336 **	-0,016

Tabelle 13 : Korrelationen nach Spearman zwischen der Flexion der Schädelbasis ( N-S-Ba ) und den FRS-Messwerten innerhalb der Kontroll-Gruppe  
 ( \* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,05 signifikant (2-seitig) ,  
 \*\* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,01 signifikant (2-Seitig) )

Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>NphF2</b>	<b>AdF1</b>	<b>AdF2</b>	<b>AdF3</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,043	0,096	0,065	-0,048
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>LRNph</b>	<b>NphF3</b>	<b>Ad:kNph</b>	<b>Ad:Nph1</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,044	-0,106	0,133	0,098
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>Ad:Nph2</b>	<b>Spp-U</b>	<b>Spp-ad4</b>	<b>VeIPP</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,000	-0,133	-0,077	0,102
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>VF</b>	<b>NeedRat</b>	<b>OphF</b>	<b>PhFV</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,090	0,004	0,072	0,121
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>LRFV</b>	<b>AIRW</b>	<b>H-RGN</b>	<b>H-C3</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,056	0,038	0,117	-0,071
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>H-H´</b>	<b>H-S</b>	<b>S-N-H</b>	<b>H-MP</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,005	-0,342 **	-0,535 **	0,067
Korrelation zw. <b>N-S-Ba</b> und	<b>H-PP</b>	<b>H-HWS</b>		
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,123	-0,051		

Forts. Tab. 13 : Korrelationen nach Spearman zwischen der Flexion der Schädelbasis ( N-S-Ba ) und den FRS-Messwerten innerhalb der Kontroll-Gruppe  
 ( \* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,05 signifikant (2-seitig) ,  
 \*\* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,01 signifikant (2-Seitig) )



Die stärksten statistisch signifikanten Korrelationen zeigten sich mit  $|r_s| > 0,6$  zwischen der Flexion der Schädelbasis einerseits und der Länge der vorderen Schädelbasis ( N-S ) sowie der hinteren oberen Gesichtshöhe ( S-Spp ) andererseits. Mit zunehmenden Schädelbasiswinkel ( N-S-Ba ) waren dabei diese beiden linearen adjustierten Streckenmessungen kleiner (  $r_s$  negativ ).

Deutliche signifikante Korrelationskoeffizienten  $|r_s| > 0,5$  ergaben sich zwischen Schädelbasiswinkel einerseits und relativer Position des Unterkiefers zur Schädelbasis ( S-N-B-Winkel ), der Tiefe des knöchernen Nasopharynx I ( TkNph1, Winkel Ba-S-Spp ) und der Hyoid-Position zur anterioren Schädelbasis ( S-N-H-Winkel ) andererseits.

Mittlere statistisch signifikante Korrelationen mit  $0,4 < |r_s| < 0,5$  konnten zwischen Schädelbasiskonfiguration ( N-S-Ba ) einerseits und den Variablen S-Go ( gesamte hintere Gesichtshöhe ), GSHVER ( Gesichtshöhenverhältnis ) und TkNph2 ( Tiefe des knöchernen Nasopharynx II, Winkel Ho-Ba-ad1 ) andererseits.

Die übrigen gefundenen Korrelationen sind mit  $|r_s| < 0,4$  als schwächer und somit weniger aussagekräftig einzustufen.

### 3.7 Zusammenhänge zwischen Oberkiefer-Variablen und nasopharyngealen FRS-Messwerten

Die Tabelle 14 stellt die Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman dar.

und	Korrelationskoeffizient $r_s$ zwischen				
	Ba-N-A	S-N-A	Conv-A	Spp-A	Spp-Spa
<b>S-AA</b>	-0,145	0,057	0,038	0,159	0,222 *
<b>Ho-Ho1</b>	-0,156	0,097	-0,218	0,032	-0,019
<b>Ba-Spp</b>	0,516 **	0,450 **	0,026	-0,250 **	-0,271 **
<b>AA-Spp</b>	0,291 **	0,225 *	0,111	-0,193 *	-0,097
<b>TkNph1</b>	0,358 **	0,025	0,123	-0,245 **	-0,196 *
<b>TkNph2</b>	0,174	0,057	-0,236 **	0,184 *	0,145
<b>TkNph3</b>	0,254 **	0,020	0,099	-0,369 **	-0,303 **
<b>NphF1</b>	-0,070	0,056	-0,047	-0,167	-0,159
<b>NphF2</b>	-0,093	0,043	-0,072	-0,195 **	-0,192 **
<b>AdF1</b>	0,107	0,144	-0,042	-0,081	-0,104
<b>AdF2</b>	0,150	0,196 *	-0,064	0,005	-0,047
<b>AdF3</b>	0,167	0,187 *	-0,146	0,037	0,057
<b>LRNph</b>	0,093	0,120	0,030	0,230 *	0,190 *
<b>NphF3</b>	0,163	0,233 **	-0,080	0,171	0,149
<b>Ad:kNph</b>	0,152	0,099	-0,052	-0,030	-0,040
<b>Ad:Nph1</b>	0,218 *	0,166	-0,034	0,097	0,048
<b>Ad:Nph2</b>	0,000	-0,009	-0,119	-0,150	-0,120

Tabelle 14 : Korrelationen nach Spearman zwischen der Oberkiefer-Variablen und nasopharyngealen Messwerten in der Kontroll-Gruppe  
 ( \* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,05 signifikant (2-seitig) ,  
 \*\* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,01 signifikant (2-Seitig) )

und	Korrelationskoeffizient $r_s$ zwischen				
	Ba-N-A	S-N-A	Conv-A	Spp-A	Spp-Spa
<b>Spp-U</b>	0,070	0,119	0,108	0,071	0,069
<b>Spp-ad4</b>	0,064	0,054	0,076	-0,104	-0,024
<b>VelPP</b>	0,029	-0,020	0,052	-0,164	-0,074
<b>VF</b>	0,194 *	0,184 *	0,051	0,335 **	0,284 **
<b>NeedRat</b>	0,019	-0,009	-0,017	-0,120	-0,078
<b>OphF</b>	0,139	0,080	0,123	0,098	0,108
<b>PhFV</b>	0,028	-0,076	0,229 *	-0,014	0,012
<b>LRFV</b>	0,038	-0,028	0,093	-0,123	-0,081

Forts. Tab. 14 : Korrelationen nach Spearman zwischen der Oberkiefer-Variablen und nasopharyngealen Messwerten in der Kontroll-Gruppe

(\* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,05 signifikant (2-seitig) ,

\*\* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,01 signifikant (2-Seitig) )

Die deutlichste statistisch signifikante Korrelation mit  $|r_s| > 0,5$  zeigte sich zwischen der Maxillaposition ( Winkel Ba-N-A ) und der horizontalen Tiefe des knöchernen Nasopharynx ( Ba-Spp ).

Zwischen dem S-N-A-Winkel ( relative Position des Oberkiefers zur anterioren Schädelbasis ) und der Strecke BA-Spp ergab sich eine signifikante Korrelation mittlerer Stärke (  $0,4 < |r_s| < 0,5$  ).

Mit Korrelationskoeffizienten von  $0,35 < |r_s| < 0,4$  stellten sich die Zusammenhänge zwischen Maxillaposition und Tiefe des knöchernen Nasopharynx I ( TkNph1, Winkel Ba-S-Spp ) sowie zwischen Länge der Oberkieferbasis ( Spp-A ) und Tiefe des knöchernen Nasopharynx III ( TkNph3, Winkel AA-S-Spp ) etwas schwächer dar.

Die übrigen gefundenen Korrelationen sind mit  $|r_s| < 0,35$  als schwach und somit weniger aussagekräftig einzustufen.

### 3.8 Vergleich der LKG-Gruppe mit dem Kontroll-Kollektiv

#### 3.8.1 Vergleich der kompletten Gruppen

Tabelle 15 stellt die statistisch signifikanten Ergebnisse des Vergleiches der 66 Patienten mit einseitiger durchgehender LKG-Spalte ( LKG-Gruppe ) mit der aus 123 Probanden bestehenden Kontrollgruppe dar ( Darstellung aller Variablen : s. Tabelle A8 , Anhang S. XXII ) .

Variable	Einheit		Gruppe		Sign.
			LKG	Kontrolle	
	Anzahl n =		66	123	
<b>FACAX</b>	°	$\bar{x}$	88,1	90,7	**
		s	6,8	4,7	
<b>N-BA</b>	mm	$\bar{x}$	101,2	97,9	**
		s	6,2	6,7	
<b>N-S</b>	mm	$\bar{x}$	67,2	68,3	*
		s	2,3	2,6	
<b>S-Spp</b>	mm	$\bar{x}$	43,9	46,4	***
		s	3,1	4,8	
<b>A-Me</b>	mm	$\bar{x}$	59,7	58,1	*
		s	4,7	4,9	
<b>N-Me</b>	mm	$\bar{x}$	113,8	111,6	*
		s	7,0	7,1	

Tabelle 15 : Röntgenkephalometrische Messwerte bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe ( komplette Gruppen )

Variable	Einheit		Gruppe		Sign.
			LKG	Kontrolle	
<b>GSHVER</b>	%	$\bar{x}$	64,0	65,8	*
		s	5,6	5,3	
<b>Spp-A</b>	mm	$\bar{x}$	43,5	44,9	**
		s	3,5	2,8	
<b>Spp-Spa</b>	mm	$\bar{x}$	47,2	48,3	*
		s	3,3	2,9	
<b>S-N-A</b>	°	$\bar{x}$	76,7	82,0	***
		s	4,5	3,9	
<b>Ba-N-A</b>	°	$\bar{x}$	58,2	63,4	***
		s	4,8	3,6	
<b>Conv-A</b>	mm	$\bar{x}$	-0,6	2,2	***
		s	4,0	2,9	
<b>S-N-B</b>	°	$\bar{x}$	76,0	78,5	***
		s	4,3	4,7	
<b>Ar-Go-Me</b>	°	$\bar{x}$	129,1	125,9	**
		s	6,9	7,8	
<b>N-Go-Me</b>	°	$\bar{x}$	76,5	72,5	***
		s	6,8	5,3	

( Fortsetzung Tab. 15 )

Variable	Einheit	Gruppe		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
FACDEP	°	$\bar{x}$	83,6	85,6	*
		s	5,6	4,0	
MANPLA	°	$\bar{x}$	30,1	26,3	**
		s	9,0	6,0	
S-AA	mm	$\bar{x}$	51,3	49,1	**
		s	5,9	4,5	
Ho-Ho1	mm	$\bar{x}$	17,5	16,2	***
		s	2,2	1,5	
Ba-Spp	mm	$\bar{x}$	41,3	44,8	***
		s	4,1	3,6	
AA-Spp	mm	$\bar{x}$	33,4	35,3	**
		s	4,5	3,2	
TkNph1	°	$\bar{x}$	58,1	61,1	**
		s	5,8	4,6	
TkNph3	°	$\bar{x}$	39,8	43,1	***
		s	5,0	4,6	
NphF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	375,4	349,7	*
		s	69,9	56,7	

( Fortsetzung Tab. 15 )

Variable	Einheit	Gruppe		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
<b>NphF2</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	750,8	698,9	*
		s	139,7	119,0	
<b>AdF1</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	231,2	212,4	*
		s	44,4	45,0	
<b>AdF2</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	363,2	335,8	*
		s	76,6	76,7	
<b>Spp-U</b>	mm	$\bar{x}$	29,1	31,8	***
		s	5,0	3,4	
<b>Spp-ad4</b>	mm	$\bar{x}$	22,9	27,5	***
		s	3,7	3,3	
<b>NeedRat</b>	%	$\bar{x}$	80,8	87,3	*
		s	18,8	13,2	
<b>H-C3</b>	mm	$\bar{x}$	34,4	32,4	**
		s	4,7	4,5	
<b>H-MP</b>	mm	$\bar{x}$	19,0	17,0	*
		s	6,1	5,6	
<b>H-PP</b>	mm	$\bar{x}$	60,5	58,0	*
		s	7,3	6,5	
<b>H-HWS</b>	mm	$\bar{x}$	32,9	30,8	**
		s	4,4	4,2	

Forts. Tab. 15 : Röntgenkephalometrische Messwerte bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe ( komplette Gruppen )

Beim Vergleich der kompletten Kollektive zeigt sich bei der LKG-Gruppe eine statistisch hochsignifikant geringere hintere obere Gesichtshöhe ( S-Spp,  $p < 0,001$  ).

Auch bei den Messwerten für die Winkel S-N-A und Ba-N-A ( relative OK-Position zur anterioren Schädelbasis und Maxillaposition ) konnten ebenso wie bei der Variable Conv-A ( Convexity of Point A ) hochsignifikant geringere Werte in der LKG-Gruppe als im Kontrollkollektiv gefunden werden.

Auch für den mandibulären Bereich zeigten sich mit einem kleineren S-N-B-Winkel und einem größeren unteren Kieferwinkel ( N-Go-Me ) hochsignifikante Differenzen.

Im nasopharyngealen Bereich waren die vertikale Höhe ( Ho-Ho1 ) und horizontale Tiefe ( Ba-Spp ) des knöchernen Nasopharynx sowie die Tiefe des knöchernen Nasopharynx III ( TkNph3, Winkel AA-S-Spp ) bei den Spaltpatienten statistisch hochsignifikant (  $p < 0,001$  ) vermindert gegenüber der Kontroll-Gruppe.

Ebenfalls auf dem 0,1 %-Niveau signifikant kürzer als im Normkollektiv waren Velumlänge ( Spp-U ) und Abstand der Spina nasalis posterior zur hinteren Pharynxwand ( Spp-ad4 ) bei LKG-Patienten.

Die weiteren gefundenen statistisch auf dem 1%- und 5%-Niveau signifikanten Unterschiede zwischen LKG- und Kontroll-Gruppe sind Tabelle 15 zu entnehmen.



### 3.8.2 Vergleich getrennt nach Altersgruppen

Um einen eventuellen Einfluß des Alters entsprechend zu berücksichtigen, wurden LKG-Gruppe und Kontroll-Gruppe jeweils getrennt für alle drei Altersgruppen ( Definition der Altersgruppen siehe Seite 51, Kap. 2.4.1 ) miteinander verglichen.

Tabelle 16 stellt signifikante Ergebnisse für den Vergleich beider Gruppen für Patienten im Alter zwischen 6 und 11 Jahren ( Altersgruppe I ) dar ( Darstellung aller Variablen : s. Tabelle A9 , Anhang S. XXVII ) .

Variable	Einheit	Altersgruppe I		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
	Anzahl n =	12	25		
<b>S-Spp</b>	mm	$\bar{x}$	42,9	46,9	**
		s	3,2	2,3	
<b>S-N-A</b>	°	$\bar{x}$	77,9	81,6	*
		s	5,0	4,1	
<b>S-N-B</b>	°	$\bar{x}$	74,6	79,3	**
		s	2,8	4,6	
<b>N-Go-Me</b>	°	$\bar{x}$	76,3	71,2	*
		s	7,1	5,3	
<b>FACDEP</b>	°	$\bar{x}$	81,9	85,7	*
		s	4,9	2,9	

Tabelle 16 : Röntgenkephalometrische Messwerte in der Altersgruppe I bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe

Variable	Einheit	Altersgruppe I		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
<b>Ba-Spp</b>	mm	$\bar{x}$	43,4	46,5	**
		s	2,3	2,6	
<b>TkNph3</b>	°	$\bar{x}$	43,1	46,3	*
		s	2,4	4,2	
<b>Spp-ad4</b>	mm	$\bar{x}$	23,7	27,0	*
		s	6,0	3,2	
<b>S-N-H</b>	°	$\bar{x}$	51,6	54,8	*
		s	3,6	3,5	

Forts. Tab. 16 : Röntgenkephalometrische Messwerte in der Altersgruppe I bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe

Tabelle 17 stellt statistisch signifikante für die Altersgruppe II, die Probanden im Alter zwischen 11 und 16 Jahren umfasst, den Vergleich von Patienten mit LKG-Spalte mit dem Kontrollkollektiv dar ( Darstellung aller Variablen : Tabelle A10 im Anhang auf Seite XXXI ) .

Variable	Einheit	Altersgruppe II		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
	Anzahl n =	18	42		
<b>FACAX</b>	°	$\bar{x}$	85,9	91,1	**
		s	6,2	3,7	

Tabelle 17 : Röntgenkephalometrische Messwerte in der Altersgruppe II bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe

Variable	Einheit	Altersgruppe II		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
<b>N-BA</b>	mm	$\bar{x}$	100,0	96,7	*
		s	4,5	6,3	
<b>N-S</b>	mm	$\bar{x}$	66,4	68,3	**
		s	1,5	2,6	
<b>S-Spp</b>	mm	$\bar{x}$	43,5	46,8	***
		s	2,9	3,1	
<b>N-Me</b>	mm	$\bar{x}$	114,6	111,1	*
		s	6,3	5,6	
<b>GSHVER</b>	%	$\bar{x}$	62,2	66,1	*
		s	5,3	4,2	
<b>Spp-A</b>	mm	$\bar{x}$	43,1	44,8	*
		s	2,7	2,4	
<b>S-N-A</b>	°	$\bar{x}$	76,0	82,4	***
		s	3,5	3,5	
<b>Ba-N-A</b>	°	$\bar{x}$	57,8	63,6	***
		s	4,4	3,2	
<b>S-N-B</b>	°	$\bar{x}$	74,3	79,1	***
		s	4,0	3,9	

( Fortsetzung Tab. 17 )

Variable	Einheit	Altersgruppe II		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
<b>Ar-Go-Me</b>	°	$\bar{x}$	130,8	126,6	*
		s	5,2	6,4	
<b>N-Go-Me</b>	°	$\bar{x}$	78,2	72,1	**
		s	6,5	3,8	
<b>FACDEP</b>	°	$\bar{x}$	82,7	85,7	*
		s	5,5	3,4	
<b>MANPLA</b>	°	$\bar{x}$	31,7	26,1	*
		s	8,9	4,9	
<b>Ho-Ho1</b>	mm	$\bar{x}$	17,8	16,2	**
		s	2,2	1,4	
<b>Ba-Spp</b>	mm	$\bar{x}$	41,3	45,4	***
		s	2,8	2,5	
<b>TkNph1</b>	°	$\bar{x}$	58,1	61,5	*
		s	5,8	4,6	
<b>TkNph3</b>	°	$\bar{x}$	39,6	43,3	*
		s	5,8	4,3	
<b>AdF3</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	210,3	249,9	*
		s	58,8	56,6	

( Fortsetzung Tab. 17 )

Variable	Einheit	Altersgruppe II		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
<b>NphF3</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	371,2	422,7	**
		s	65,3	64,8	
<b>Spp-U</b>	mm	$\bar{x}$	28,8	32,6	**
		s	5,0	3,4	
<b>Spp-ad4</b>	mm	$\bar{x}$	22,3	27,4	***
		s	3,4	3,9	
<b>H-C3</b>	mm	$\bar{x}$	34,1	31,5	*
		s	4,3	3,8	

Forts. Tab. 17 : Röntgenkephalometrische Messwerte in der Altersgruppe II bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe

Tabelle 18 stellt die Ergebnisse des Vergleiches zwischen Spaltpatienten und Kontroll-Gruppe für Probanden, die über 16 Jahre alt sind ( Altersgruppe III ), dar ( Darstellung aller Variablen : Tabelle A11 , Anhang Seite XXXVI ) .

Variable	Einheit	Altersgruppe III		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
	Anzahl n =	36	56		
<b>N-BA</b>	mm	$\bar{x}$	103,8	100,5	*
		s	6,1	5,8	

Tabelle 18 : Röntgenkephalometrische Messwerte in der Altersgruppe III bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe

Variable	Einheit	Altersgruppe III		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
<b>Spp-A</b>	mm	$\bar{x}$	43,7	46,0	**
		s	3,8	2,6	
<b>Spp-Spa</b>	mm	$\bar{x}$	47,3	49,4	**
		s	3,6	2,8	
<b>S-N-A</b>	°	$\bar{x}$	76,6	81,9	***
		s	4,8	4,1	
<b>Ba-N-A</b>	°	$\bar{x}$	58,0	63,4	***
		s	5,1	3,6	
<b>Conv-A</b>	mm	$\bar{x}$	-2,3	2,4	***
		s	3,8	3,2	
<b>Ho-Ho1</b>	mm	$\bar{x}$	17,8	16,3	***
		s	2,0	1,5	
<b>Ba-Spp</b>	mm	$\bar{x}$	40,6	43,6	**
		s	4,9	4,2	
<b>TkNph1</b>	°	$\bar{x}$	56,8	59,7	*
		s	5,7	4,2	
<b>TkNph3</b>	°	$\bar{x}$	38,8	41,5	**
		s	4,8	4,3	

( Fortsetzung Tab. 18 )

Variable	Einheit	Altersgruppe III		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
<b>NphF1</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	396,5	362,7	*
		s	70,8	54,8	
<b>NphF2</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	793,0	726,2	*
		s	141,5	110,0	
<b>AdF1</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	241,3	205,2	***
		s	45,5	45,7	
<b>AdF2</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	385,8	323,2	***
		s	80,1	76,7	
<b>Ad:kNph</b>	%	$\bar{x}$	61,3	56,3	**
		s	8,1	7,3	
<b>Ad:Nph1</b>	%	$\bar{x}$	49,1	44,3	**
		s	8,4	6,6	
<b>Ad:Nph2</b>	%	$\bar{x}$	56,1	50,1	**
		s	10,2	9,0	
<b>Spp-U</b>	mm	$\bar{x}$	29,0	31,4	*
		s	5,4	3,4	
<b>Spp-ad4</b>	mm	$\bar{x}$	22,9	27,7	***
		s	2,7	3,0	

( Fortsetzung Tab. 18 )

Variable	Einheit		Altersgruppe III		Sign.
			LKG	Kontrolle	
NeedRat	%	$\bar{x}$	81,6	89,1	*
		s	17,6	11,7	
LRFV	%	$\bar{x}$	156,7	128,4	*
		s	75,3	39,7	
H-PP	mm	$\bar{x}$	63,2	60,2	*
		s	6,5	6,9	
H-HWS	mm	$\bar{x}$	34,7	31,7	**
		s	4,7	4,9	

Tabelle 18 : Röntgenkephalometrische Messwerte in der Altersgruppe III bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe



Die deutlichsten statistisch signifikanten Unterschiede zwischen der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe über alle drei Altersgruppen hinweg sind bei den Variablen S-N-A-Winkel ( Prognathiewinkel des Oberkiefers, Relation der Maxilla zur vorderen Schädelbasis ), Ba-Spp ( sagittale Tiefe des knöchernen Nasopharynx ) , TkNph3 ( Tiefe des knöchernen Nasopharynx III, Winkel AA-S-Spp ) und Spp-ad4 ( Abstand der Spina nasalis posterior von der weichgewebigen posterioren Rachenhinterwand in Höhe des Palatinalplanums ) festzustellen.

Die Abbildungen 19 bis 22 verdeutlichen für diese vier FRS-Variablen die Differenzen zwischen LKG- und Kontroll-Gruppe jeweils für alle drei Altersgruppen.

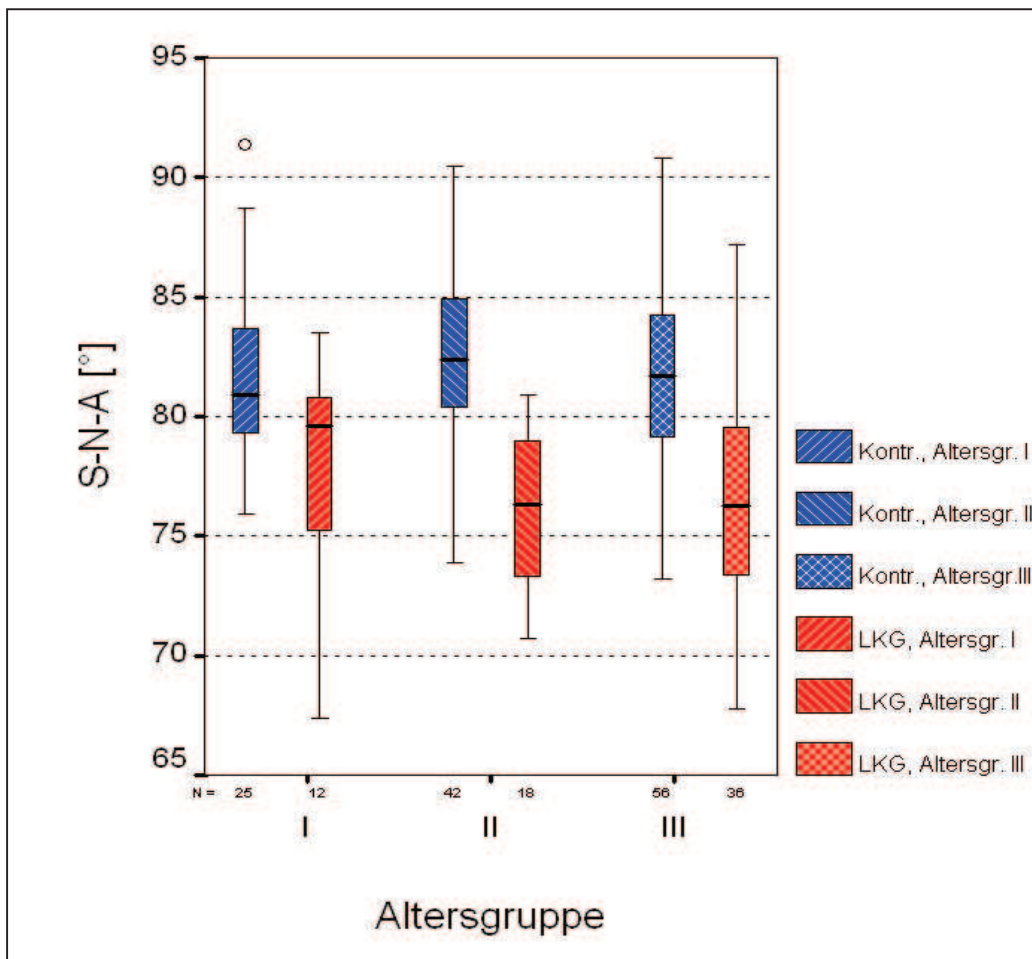


Abb. 19

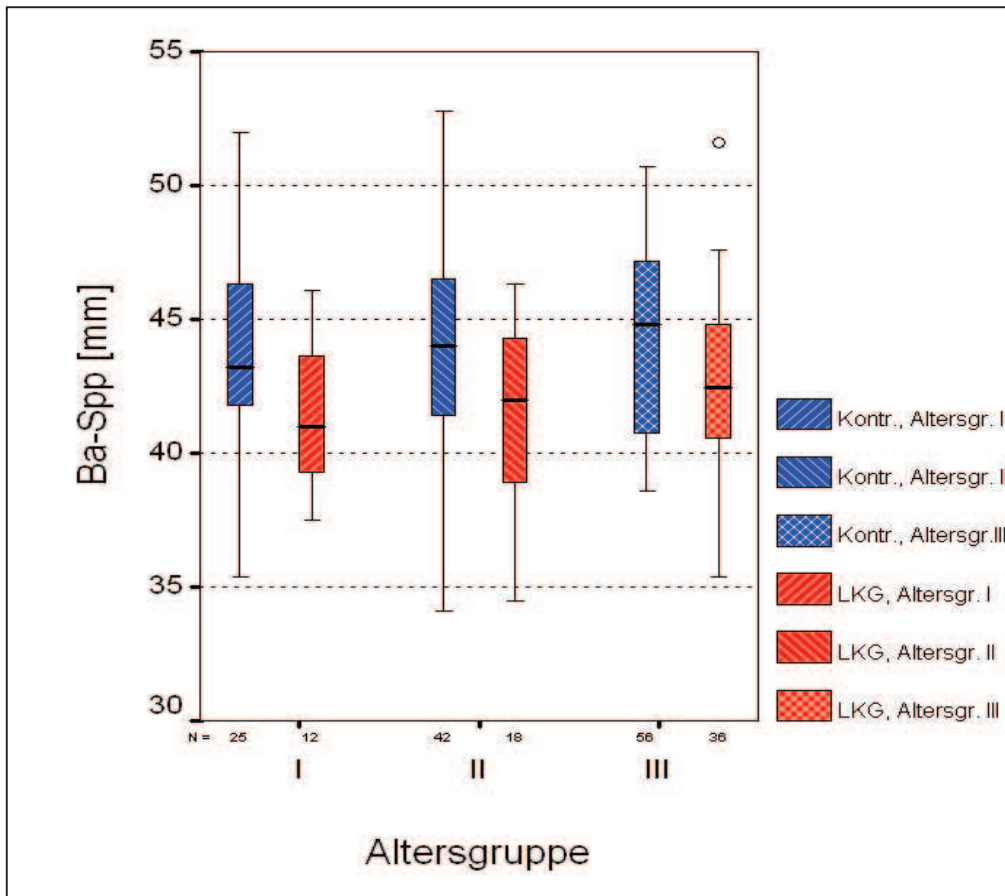


Abb.20

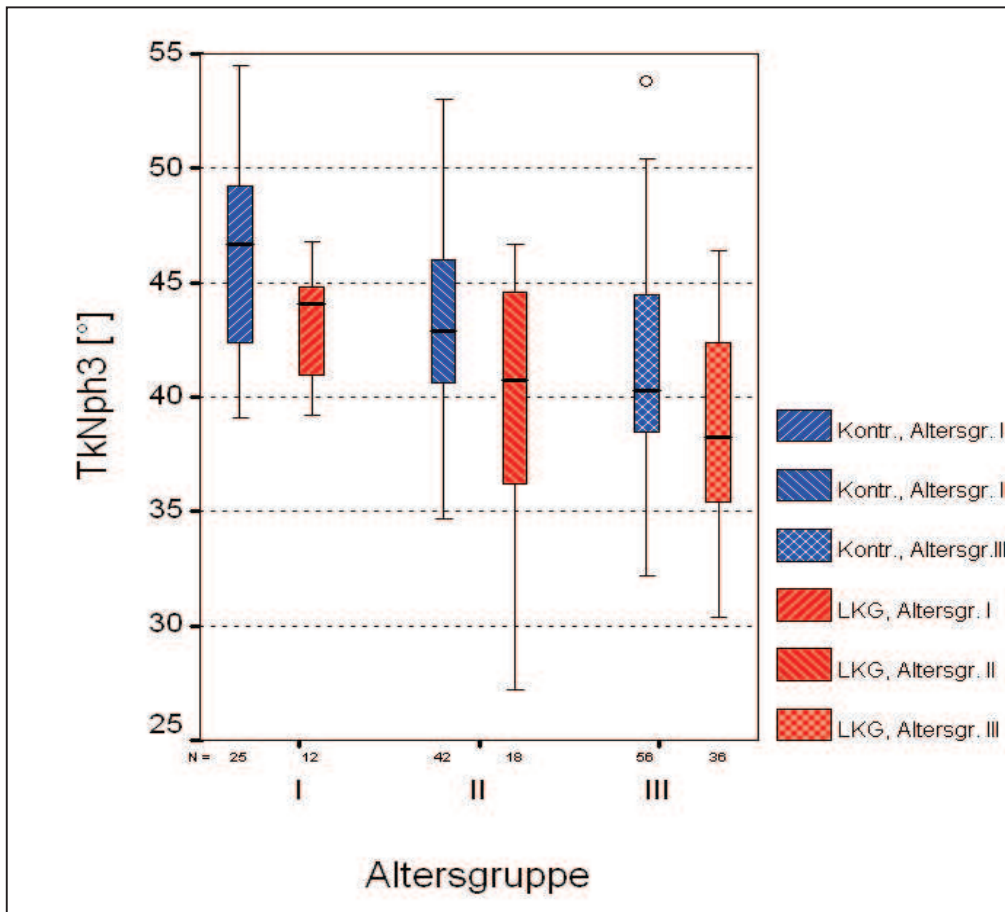


Abb.21

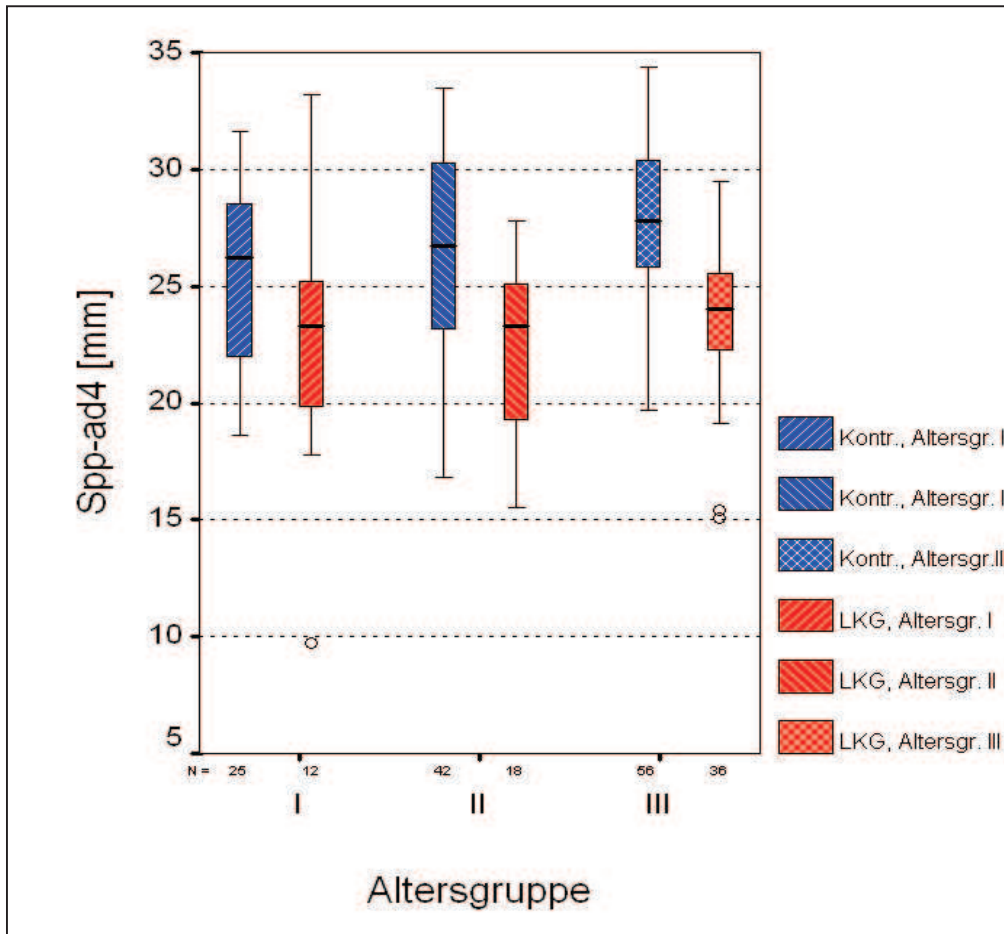


Abb.22

In allen drei Altersgruppen ergeben sich signifikante deutliche Unterschiede im maxillären und nasopharyngealen Bereich zwischen den in der vorliegenden Studie untersuchten uCLP – Patienten und gesunden Probanden.

Die Abbildungen 23 bis 25 auf den folgenden zwei Seiten sollen graphisch die Unterschiede im Bereich der Maxilla und des Nasopharynx illustrieren.

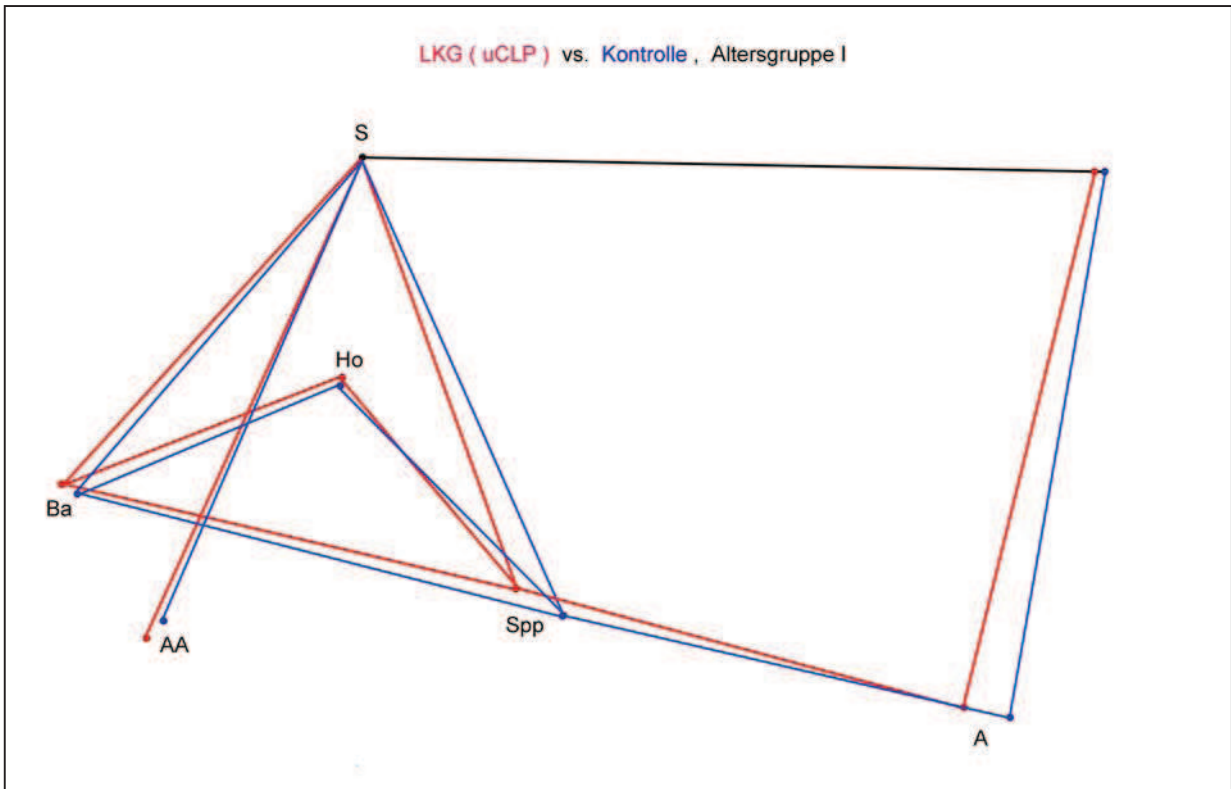


Abb. 23 : graphischer Vergleich LKG vs. Norm, Altersgruppe I

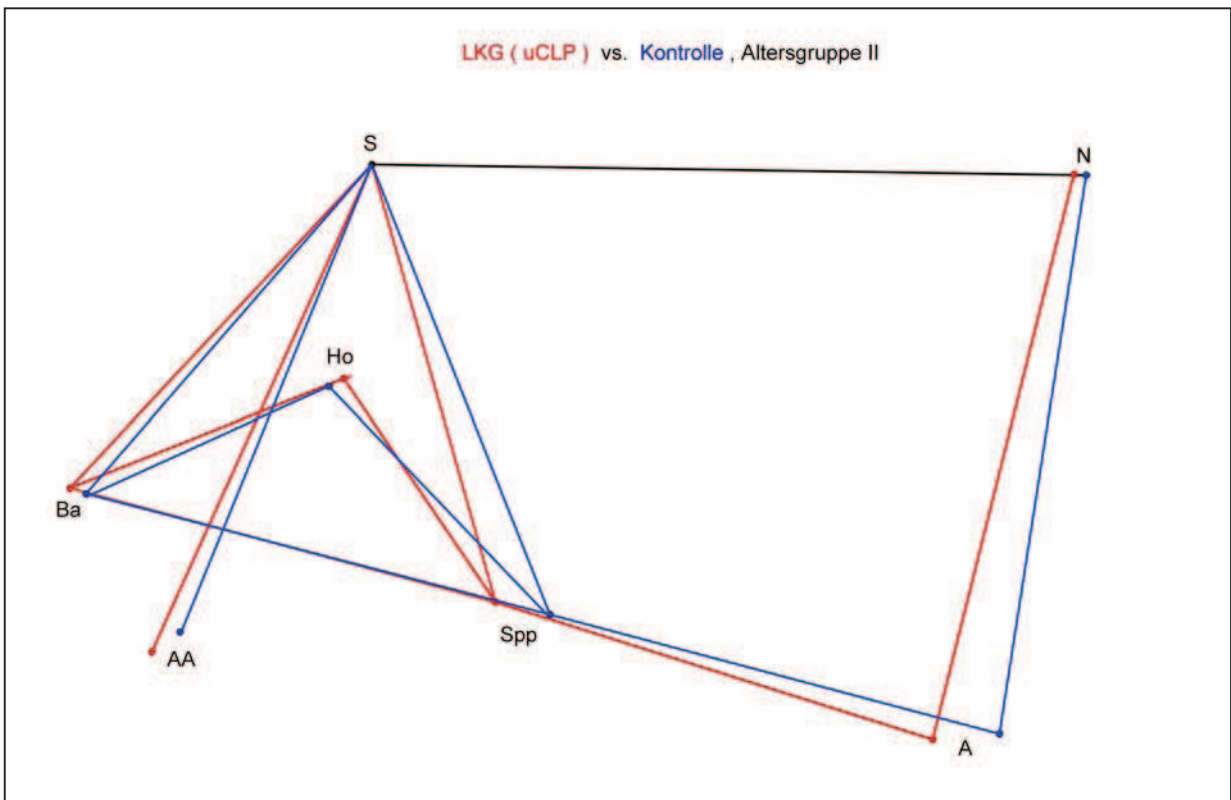


Abb. 24 : graphischer Vergleich LKG vs. Norm, Altersgruppe II

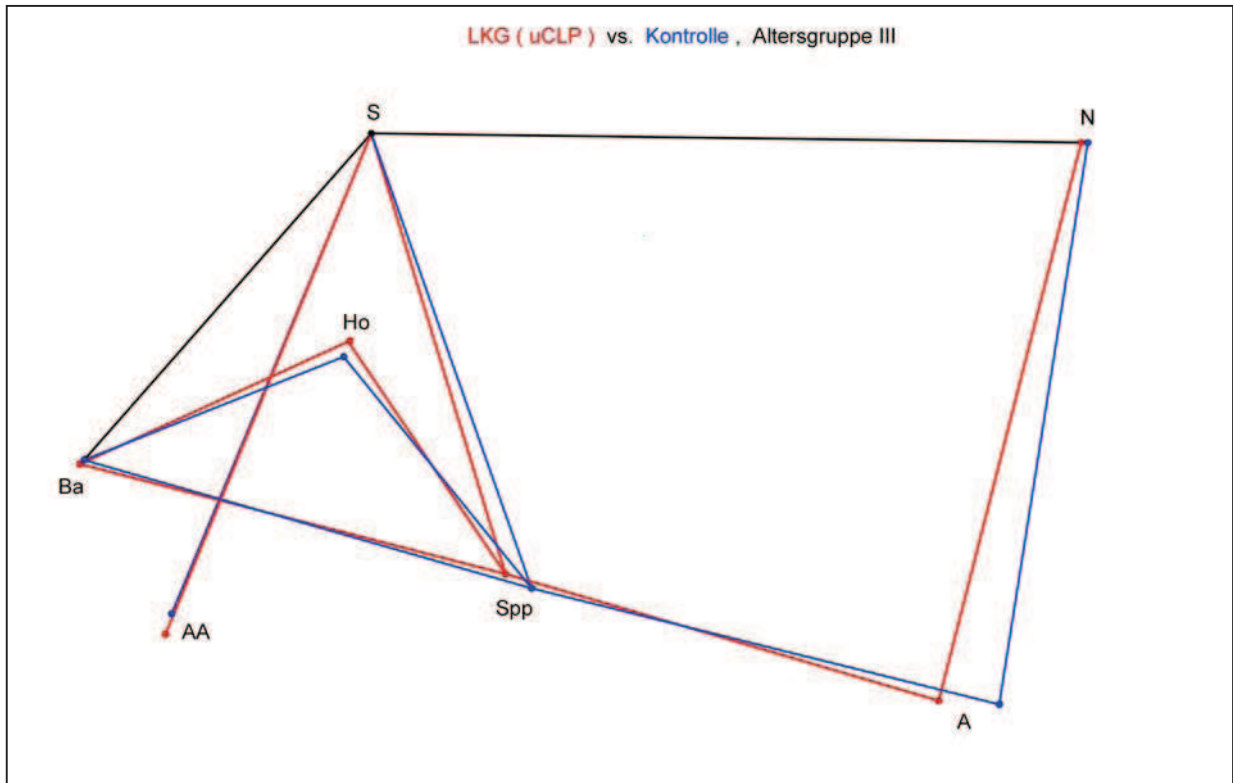


Abb. 25 : graphischer Vergleich LKG vs. Norm, Altersgruppe III

## 4. DISKUSSION

### 4.1 Messfehler und methodischer Fehler

Grundsätzlich ist die Bestimmung kephalometrischer Bezugspunkte fehlerbehaftet [ 2, 23, 24, 38 ]. Dabei kann man zwischen folgenden Fehlerarten unterscheiden [ 7 ] :

- Radiographische Fehler, die röntgentechnisch und projektorisch bedingt sind ( Parallaxenfehler, Verzerrungsfehler und Vergrößerungsfehler )
- Identifikationsfehler, die durch fehlerhafte Interpretation der anatomischen Strukturen bedingt sein können. Hier spielen Identifizierbarkeit der Bezugspunkte und Übungsgrad der Untersucher ebenfalls eine Rolle [ 38 ].
- Messfehler, die z.B. durch fehlerhaftes Ablesen eines Lineals entstehen können. Durch die computerunterstützte Auswertung digitalisierter FRS-Bilder wurde in der vorliegenden Studie versucht, diesen Fehler auf ein Minimum zu reduzieren.

Auch in der vorliegenden Studie ist nicht auszuschließen, das geringe Unterschiede bei der Einstelltechnik ( Abstand, Kopfhaltung ) bei Anfertigung des Fernröntgen-seitenbildes existieren. Dies kann über einen veränderten Vergrößerungsfaktor gerade lineare Messungen beeinflussen und erschwert zudem auch den Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren. Um diese Fehlerquelle möglichst zu minimieren, wurden sämtliche linearen Messungen an den patienteninternen Maßstab der Gesamtschädel-basislänge N-Ba adjustiert, wie dies auch *Ross* in seinen Multicenter-Studien praktizierte [ 131, 132, 133 ].

Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Doppelmessungen von 30 zufällig ausgewählten FRS-Bildern bestätigten eine hohe Messgenauigkeit für fast alle erfassten Variablen. Für sämtliche Strecken- und Winkelmessungen ergaben sich nur geringe Differenzen und Standardabweichungen der Differenz zwischen beiden Messreihen von durchweg unter  $0,8^\circ$  bei Winkelmessungen bzw. unter 0,8 mm bei linearen Messungen. Zu beachten ist, dass bei Flächenmessungen eine höhere Standardabweichung der Differenz zwischen beiden Messreihen festzustellen war.

Flächenmessungen können somit als eher messfehleranfällig eingeschätzt werden. Diese erhöhte Varianz bei Flächenmessungen stellte auch *Fiedler* in seiner Studie fest [ 43 ].

Auch für den Zufallsfehler der Messung nach *Houston* [ 63 ] ergaben sich niedrige Werte, die mit der oben genannten Einschätzung gut korrelieren. Die sehr geringe Abweichung zwischen Zufallsfehler nach *Houston* [ 63 ] und kombiniertem Methodenfehler nach *Dahlberg* [ 34 ], der sowohl den systematischen als auch den zufälligen Fehler umfasst, kann dahingehend interpretiert werden, dass ein systematischer Fehler quasi nicht zu ermitteln war. Auch der t-Test für verbundene Stichproben konnte keinen systematischen Fehler nachweisen.

Die Überprüfung der Übereinstimmung beider Messreihen nach der von *Bland & Altman* [ 20 ] beschriebenen Methode bestätigte insgesamt die hohe Messgenauigkeit. Lediglich für die Flächenmessungen des Oropharynx ( OphF ) und des Luftraumflächenverhältnisses ( LRFV ) konnte die erforderliche 95% - Grenze nicht erreicht werden.

Insgesamt ist die Messgenauigkeit in der vorliegenden Studie als gut einzuschätzen und liegt in der gleichen Größenordnung wie in vergleichbaren kephalometrischen Studien ( *Stellzig-Eisenhauer* [ 155 ] ).

Kritisch anzumerken bleibt, dass retrospektive Studien grundsätzlich mit dem Problem einer schlechteren Datenqualität als z.B. bei prospektiven Studien behaftet sein können [ 135 ].

## 4.2 Analyse des Normkollektives

### 4.2.1 Eignung der Kontroll-Gruppe als „Normkollektiv“

Die Kontroll-Gruppe gesunder Probanden ohne LKG-Spaltbildung der vorliegenden Studie soll als Vergleichsdatenbasis auch für zukünftige Studien nutzbar sein und insofern quasi als eine Art „Normkollektiv“ dienen.

Voraussetzung hierfür ist sicherlich eine ausreichende Fallzahl in Bezug auf männliche und weibliche Probanden, verschiedene Altersgruppen sowie unterschiedliche skelettale Gesichtsschädel- bzw. Wachstumstypen. Mit insgesamt  $n = 123$  Probanden ( 61,0 % weiblich, 39,0% männlich ), der Berücksichtigung von drei Altersgruppen sowie einer Verteilung von 22,0 % Probanden mit vertikalem, 47,2 % neutralem und 30,9 % horizontalem Wachstumstyp, wird die vorliegende Studie den Anforderungen an ausreichende Fallzahl für ein Vergleichskollektiv gerecht.

Sinnvoll ist zudem der Vergleich mit Kontroll-Gruppen aus anderen Studien.

Tabelle 19 vergleicht soweit möglich für eine Reihe ausgewählter Variablen, die wesentliche Aspekte des Gesichtsschädelaufbaus charakterisieren, das Kontroll-Kollektiv dieser Studie ( Kontrollgruppe „MS“ ) mit den Kontroll-Gruppen aus den Studien von *Fiedler* [ 43 ] ( Kontrollgruppe „FIE“ ) und *Ross* [ 132 ] ( Kontrollgruppe „RO“ ) sowie mit den Angaben für Normwerte von *Ehmer* [ 39, 153 ] ( Kontrollgruppe „EHM“ und *Rakosi* [ 123 ] ( Kontrollgruppe „RAK“ )



Variable	Einheit		Kontrollgruppe				
			MS	FIE <sup>1)</sup>	RO	EHM	RAK
<b>FACAX</b>	°	mean	90,7	/	/	90,0	/
		SD	4,7	/	/	3,0	/
<b>N-S-Ba</b>	°	mean	129,4	131,2 – 131,6	128,4	/	130,0
		SD	5,6	4,3 – 4,8	/	/	6,0
<b>GSHVER</b>	%	mean	65,8	63,5 – 65,5	/	/	63,5
		SD	5,3	3,2 – 5,6	/	/	1,5
<b>Ba-N-A</b>	°	mean	63,4	/	61,8	64,0	/
		SD	3,6	/	/	2,0	/
<b>S-N-A</b>	°	mean	82,0	78,2 – 80,2	81,5	/	81,0
		SD	3,9	3,0 – 3,8	/	/	3,0
<b>S-N-B</b>	°	mean	78,5	/	78,8	/	79,0
		SD	4,7	/	/	/	3,0
<b>Ar-Go-Me</b>	°	mean	125,9	123,8 – 127,6	/	/	126,0
		SD	7,8	5,6 – 6,8	/	/	7,0
<b>N-Go-Me</b>	°	mean	72,5	71,9 – 76,5	/	/	72,5
		SD	5,3	4,6 – 7,7	/	/	3,0
<b>FACDEP</b>	°	mean	85,6	/	/	87,0	/
		SD	4,0	/	/	3,0	/
<b>MANPLA</b>	°	mean	26,3	/	/	26,0	/
		SD	6,0	/	/	4,0	/

Tabelle 19 : Vergleich der Kontrollgruppe dieser Studie mit den Kontrollgruppen und Normwertangaben anderer Autoren ( siehe Text )

<sup>1)</sup> Angabe des Bereiches über alle Altersgruppen hinweg ( Gruppe „FIE“ )  
 / = keine Angabe

Variable	Einheit		Kontrollgruppe				
			MS	FIE <sup>1)</sup>	RO	EHM	RAK
TkNph1	°	mean	61,1	57,8 – 63,0	/	/	/
		SD	4,6	4,3 – 5,4	/	/	/
TkNph2	°	mean	38,4	35,9 – 40,8	/	/	/
		SD	4,8	4,8 – 6,0	/	/	/
TkNph3	°	mean	43,1	40,7 – 45,6	/	/	/
		SD	4,6	5,0 – 4,5	/	/	/

Forts. Tab. 19 : Vergleich der Kontrollgruppe dieser Studie mit den Kontrollgruppen und Normwertangaben anderer Autoren ( siehe Text )

<sup>1)</sup> Angabe des Bereiches über alle Altersgruppen hinweg ( Gruppe „FIE“ )

/ = keine Angabe

Beim Vergleich der Kontroll-Gruppe mit den jeweiligen Normwertangaben bzw. den anderen Kontroll-Gruppen ergeben sich nur minimale Unterschiede. Bei allen Parametern liegt die hier analysierte Kontroll-Gruppe innerhalb der Normbereiche.

Hieraus kann geschlossen werden, dass die in dieser Studie analysierte Gruppe 123 gesunder Probanden ohne Spaltbildung als Vergleichsgruppe im Sinne einer Stichprobe aus einem Normkollektiv sowohl in dieser Studie als auch für zukünftige Untersuchungen geeignet ist. Damit steht eine solide Datenbasis, die ausführlich mehrere anatomische Regionen ( Schädelbasis, Wachstum, maxillärer und mandibulärer Bereich, naso-, oro- und velopharyngeale Region, Hyoid ) beinhaltet, zur Verfügung.

#### 4.2.2 Geschlechtsspezifische Unterschiede

In dieser Studie gefundene Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Probanden der Kontrollgruppe bei linearen Messwerten sind vor dem Hintergrund zu betrachten, dass die weibliche Kontrollgruppe mit im Durchschnitt 17,3 Jahren deutlich älter war als die männliche Kontrollgruppe mit durchschnittlich 12,9 Jahren.

Trotz der Betrachtung von an der Strecke N-Ba adjustierten linearen Parametern ergibt sich somit für den Gesichtsschädelbereich bei vorderer unterer und gesamter vorderer Gesichtshöhe für die männlichen Probanden ein geringerer Wert. Erklärbar ist dies dadurch, dass ein Großteil der männlichen Probanden den pubertären Wachstumsschub noch nicht abgeschlossen hat. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von *Smahel et al.* [ 150 ], die für lineare Variablen im anterioren fazialen Bereich das stärkste Wachstum feststellten, welches jedoch bei Jungen später einsetzte und später abgeschlossen war. Hinsichtlich des Gesichtsschädelaufbaus ergaben sich bei Betrachtung aller Wachstumsvariablen nur geringere Unterschiede, wobei insgesamt die männlichen Probanden eine Tendenz zu mehr vertikalem Typus zeigten.

Für den nasopharyngealen Bereich ergab sich – im Einklang mit den Ergebnissen anderer Untersucher [ 75, 93, 115, 150, 159 ] – bei zwei Winkelmessungen, die die sagittale und vertikale Tiefe des knöchernen Nasopharynx beschreiben ( Variablen TkNph1 und TkNph2 ) kein geschlechtsspezifischer Unterschied. Lediglich die Variable TkNph3, die als Winkel AA-S-Spp die sagittale Dimension des Nasopharynx auf Höhe des ersten Halswirbel erfasst, zeigte bei männlichen Probanden einen signifikant größeren Wert. Hierzu passt auch die größere Strecke für die sagittale Tiefe des knöchernen Nasopharynx Ba-Spp. Die relativ kürzere vertikale Strecke S-AA bei männlichen Probanden kann auf den bereits oben erläuterten Alters- bzw. Wachstumseffekt zurückgeführt werden.

Übereinstimmend mit den Ergebnissen von *Jeans et al.* [ 69 ], *Shen et al.* [ 144 ] und *Samman et al.* [ 136 ] konnten auch in der vorliegenden Kontrollgruppe bei männlichen Probanden insgesamt größere Werte bei Flächenmessungen festgestellt werden

( signifikant für die Flächen des kranialen Nasopharynx ( NphF1 ) und des gesamten Nasopharynx ( NphF2 ) sowie der Adenoide I und II ( AdF1, AdF2 ) ).

Betrachtet man jedoch Verhältnis von weichgewebigem zu knöchernem Nasopharynx sowie die Fläche des zur Verfügung stehenden Luftraumes ( LRNph ), so ergeben sich keine Differenzen zwischen den Geschlechtern. Zahlreiche andere Studien kommen zu ähnlichen Ergebnissen [ 26, 69, 93, 115, 136, 144, 159 ].

Während für den oro- und velopharyngealen Bereich keine signifikanten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Studienteilnehmern der Kontrollgruppe festgestellt werden konnten, zeigten männliche Probanden eine tendentiell etwas kranialere und mehr anteriore Hyoid-Position. So waren der Winkel S-N-H signifikant größer und die Distanz H-MP ( Abstand des Hyoids vom Mandibularplanum ) signifikant kleiner als bei weiblichen Studienteilnehmerinnen. *Shen et al.* [ 144 ] fanden übereinstimmend hierzu zwar auch eine mehr anteriore Zungenbeinposition bei Männern, jedoch ebenfalls eine eher inferiore Hyoidlage.

Abschließend kann man festhalten, dass – wie schon von *Tourne* [ 166 ] und *Smahel et al.* [ 150 ] beschrieben – die Hauptunterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden auf eine unterschiedliche zeitliche Wachstumskinetik zurückzuführen sind. Große signifikante geschlechtsspezifische Differenzen bezüglich Wachstumstyp, Gesichtsschädelaufbau, nasopharyngealer Konfiguration und entsprechender Verhältniswerte zwischen Hart- und Weichgewebe sowie gravierende Unterschiede im velopharyngealen Bereich existieren nicht.

### 4.2.3 Altersbedingte Zusammenhänge

Die Korrelationsanalyse zeigte deutliche Zusammenhänge zwischen dem Alter einerseits und FRS-Variablen andererseits auf.

Zum einen fanden sich signifikante positive Korrelationen zwischen Alter und linearen Variablen, d.h. eine Zunahme der jeweiligen Strecke mit steigendem Alter. Besonders deutlich wurde dies für die vordere untere und die gesamte vordere Gesichtshöhe ( A-Me und N-Me ) sowie die Länge der OK-Basis ( Spp-A ). Verhältniswerte und Winkel, die Gesichtsschädelaufbau und Wachstumstyp charakterisieren ( Fazialachse, Gesichtshöhenverhältnis, Maxilla- und Mandibulaposition, Kieferwinkel und Mandibularplanumwinkel ) zeigen dagegen nur eine geringe Korrelation mit dem Alter.

Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den gängigen Annahmen zum Schädelwachstum und den Ergebnissen anderer Untersucher [ 18, 19, 41, 42, 124, 150 ].

Für den nasopharyngealen Bereich zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen steigendem Alter einerseits und einer Zunahme der Fläche des nasopharyngealen Luftraumes ( LRNph ) andererseits. Der Anteil der Adenoide sowohl im kranialen als auch im gesamten Nasopharynx, ausgedrückt durch die Flächenverhältnisvariablen Ad:kNph, Ad:Nph1 und Ad:Nph2, nahm im Gegenzug mit zunehmendem Alter ab.

Ebenso zeigte sich eine relative Abnahme sagittaler nasopharyngealer Parameter ( Distanz Ba-Spp und Winkel TkNph3 ( AA-S-Spp )).

Diese Beobachtungen stimmen mit den Ergebnissen anderer Studien ( *Linder-Aronson & Henrikson* [ 93 ], *Jeans et al.* [ 69 ], *Jonas et al.* [ 73 ], *Fiedler* [ 43 ], *Stellzig-Eisenhauer* [ 155 ] ) überein und lassen sich dahingehend interpretieren, dass der Grossteil der Zunahme des pharyngealen Luftweges zum einen durch eine relative Involution des adenoiden Weichgewebes und zum anderen durch ein stärkeres vertikales Wachstum im nasopharyngealen Bereich bedingt ist.

Hinsichtlich der Zungenbeinposition zeigten sich signifikante deutliche positive Korrelationen nur zwischen den Abständen des Zungenbeins zur Sella ( S-H ) und zum Palatinalplanum ( H-PP ), andere Korrelationen für diese Region waren zwar ebenfalls positiv, jedoch eher schwach ausgeprägt.

Um den Einfluss des Alters auf die kephalometrischen Variablen zu berücksichtigen, wurde das Normkollektiv daraufhin in 3 Altersgruppen unterteilt ( Altersgruppe I : 6-11 Jahre ( Kindern bis zu Beginn des maximalen Längenwachstums ) , Altersgruppe II : >11-16 Jahre ( Phase des maximalen pubertären Längenwachstums ) , Altersgruppe III : > 16 Jahre ( Jugendliche und Erwachsenen mit nur noch geringem Restwachstum ) , siehe Kap. 2.4.1 , Seite 51 ) und diese miteinander verglichen.

Vorweg ist kritisch anzumerken, dass Probandenanzahl und Anzahl der FRS-Bilder sowie die verhältnismäßig grobe Unterteilung in nur drei Altersgruppen keine Aussagen im Sinne einer detaillierten Wachstumsanalyse erlauben. Trotzdem lassen sich klare Tendenzen erkennen.

Bei diesem Altersgruppenvergleich ( Tabelle A4 im Anhang , Seite XI ) wurden die schon in der Korrelationsanalyse vermuteten Zusammenhänge verifiziert.

Statistisch signifikant waren die Unterschiede zwischen allen drei Altersgruppen nur bei der Zunahme des freien nasopharyngealen Luftraumes ( LRNph ) mit steigendem Alter. Die folgenden Unterschiede bei der Betrachtung der einzelnen anatomischen Regionen waren teilweise nur zwischen einzelnen Altersgruppen signifikant.

Bei der Schädelbasiskonfiguration zeigten sich keine altersspezifischen Differenzen. Im Bereich des Gesichtsschädels nahmen lineare Variablen wie hintere Gesichtshöhe ( S-Go ) und vordere obere, untere und gesamte Gesichtshöhe ( N-A, A-Me, N-Me ) über alle Altersgruppen hinweg zu, wobei sich Gesichtsschädelaufbau ( Gesichtshöhenverhältnis GSHVER ) und Wachstumstyp ( Fazialachse FACAX, Facial Depth FACDEP ) nicht signifikant unterschieden und in allen 3 Altersgruppen im Normbereich lagen.

Im maxillären Bereich zeigte sich eine Zunahme der Länge der OK-Basis ( Spp-A ) und der Länge des Palatinalplanums ( Spp-Spa ). Die Position der Maxilla im Verhältnis zur Schädelbasis ( Winkel S-N-A und Ba-N-A ) differierte nicht zwischen den Altersgruppen und verblieb in allen drei Altersgruppen der Kontrollgruppe im Normbereich. Ebenso liessen sich keine altersgruppenspezifischen Unterschiede für den Bereich der Mandibula finden.

Im nasopharyngealen Bereich zeigte sich von Altersgruppe I über II bis hin zu III eine Zunahme vertikaler Parameter ( hintere Höhe des Nasopharynx S-AA, vertikale Höhe des knöchernen Nasopharynx Ho-Ho1 ), wohingegen in Relation hierzu Variablen, die die sagittale Dimension dieses Bereiches beschreiben ( Ba-Spp, AA-Spp, TkNph1 ( Winkel Ba-S-Spp ), TkNph3 ( Winkel AA-S-Spp ) ), zurückbleiben. Auch dies bestätigt die schon erwähnte vermehrte vertikale Entwicklungstendenz des nasopharyngealen Raumes. Bei insgesamt zunehmender nasopharyngealer Fläche zeigte sich eine Abnahme der Adenoide und somit mit zunehmendem Alter eine Vergrößerung zugunsten des freien nasopharyngealen Luftraumes.

Auch im oro- und velopharyngealen Bereich zeigte sich eine Zunahme der linearen Variablen und der Flächenmessungen. Das Verhältnis von Velumlänge zum Abstand von der Rachenhinterwand, die sogenannte „NeedRatio“ ( Spp-ad4 / Spp-U ) zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen allen drei Altersgruppen der Kontroll-Gruppe.

Insgesamt stimmen die beim Vergleich der drei Altersgruppen gefundenen Resultate mit mehreren anderen Studien überein [ 43, 53, 69, 73, 93, 155 ].

Abschließend bleibt festzuhalten, dass zahlreiche Zusammenhänge zwischen Alter und kephalometrischen Variablen bestehen. Somit ist es bei allen kephalometrischen Vergleichsstudien wichtig, den Einflussfaktor „Alter“ mit zu berücksichtigen und nach Möglichkeit unter Kontrolle zu halten [ 155 ]. Durch die Unterteilung des hier analysierten Normkollektives in drei Altersgruppen bietet sich auch für zukünftige Untersuchungen die Möglichkeit einer altersadjustierten Analyse.

#### 4.2.4 Einflussfaktor Gesichtsschädelaufbau und Wachstumstyp

Betrachtet man die Korrelationen zwischen den Variablen FACAX ( Facial Axis ) und GSHVER ( Gesichtshöhenverhältnis ) einerseits und den anderen gemessenen FRS-Variablen andererseits, so fällt auf, dass sich statistisch signifikante deutliche Korrelationen überwiegend bei FRS-Messwerten der drei Bereiche „Schädelbasis / Wachstum“, „Mandibula“ und „Maxilla“ ergeben. Dies überrascht nicht, wenn man bedenkt, dass sowohl die zur Berechnung der Fazialachse als auch des Gesichtshöhenverhältnisses notwendigen röntgenkephalometrischen Bezugspunkte gerade in diesen Bereichen liegen.

Für den nasopharyngealen Bereich ergibt sich eine statistisch signifikante Korrelation mittlerer Stärke lediglich zwischen der Fazialachse ( FACAX ) und der horizontalen Tiefe des knöchernen Nasopharynx ( Ba-Spp ). Mit zunehmender Fazialachse und somit mehr horizontalem Wachstum nimmt also auch die sagittale Tiefe des Nasopharynx zu. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit *Joseph et al.* [ 80 ], die ähnliche Abhängigkeiten zwischen Gesichtsschädelaufbau und nasopharyngealer Konfiguration feststellten.

Für die hyoidale Region fand sich nur zwischen Gesichtshöhenverhältnis ( GSHVER ) und Zungenbein-Position zur vorderen Schädelbasis ( S-N-H-Winkel ) eine deutliche positive Korrelation.

Im Rahmen dieser Studie wurde das Kontrollkollektiv anhand der gemessenen Fazialachse in die drei Wachstumstypen „vertikal“ ( Facial Axis  $< 87^\circ$  ), „neutral“ ( Facial Axis  $87^\circ - 93^\circ$  ) und „horizontal“ ( Facial Axis  $> 93^\circ$  ) eingeteilt ( siehe Kap. 2.4.1, Seite 51 ). Der Vergleich dieser drei Wachstumstypen zeigte folgende Ergebnisse.

Im Schädelbasisbereich ergaben sich keine signifikanten Differenzen zwischen den verschiedenen Wachstumstypen.



Im Bereich des Gesichtschädels ergaben sich die zwischen vertikalem, neutralem und horizontalem Wachstumstyp erwarteten Differenzen im Einklang mit den etablierten Studien zu Gesichtsschädelaufbau und Wachstum [18, 19, 38, 39, 41, 42, 102, 123, 124, 153 ]. Vordere obere, vordere untere und gesamte vordere Gesichtshöhe ( N-A, A-Me, N-Me ) sowie unterer Kieferwinkel ( N-Go-Me ) und Mandibularplanumwinkel waren in der vertikalen Gruppe signifikant am größten und in der Gruppe mit horizontalem Wachstum signifikant am geringsten. Gesichtshöhenverhältnis ( GSHVER, N-Me / S-Go ), Maxillaposition ( Ba-N-A und S-N-A ), UK-Position zur Schädelbasis ( S-N-B ) und Fazialtiefe ( Facial Depth, FACDEP ) waren dementsprechend umgekehrt in der vertikalen Gruppe signifikant am kleinsten und in der Gruppe mit horizontalem Gesichtsschädeltypus am größten.

Im nasopharyngealen Bereich zeigte sich zwar für keine der gemessenen Variablen ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen allen drei selettalen Typen. Größere Messwerte für lineare vertikale Strecken ( z.B. S-AA ) sowie kleinere Werte für sagittale Strecken ( Ba-Spp, AA-Spp ) und Winkel, die das sagittale Ausmaß des Nasopharynx beschreiben ( Tiefe des knöchernen Nasopharynx I ( Ba-S-Spp ) und III ( AA-S-Spp ) ) bei Probanden mit vertikalem Wachstumstyp unterstützen jedoch Ergebnisse von *Joseph et al.* [ 80 ] und *Kerr et al.* [ 83 ], die ebenfalls vergleichbare Zusammenhänge zwischen Wachstumstyp und nasopharyngealen Parametern fanden.

Diese Ergebnisse sind ebenfalls gut vereinbar mit den Studien von *Tourne* [ 166 ] und *Jeans et al.* [ 69 ], die den Einfluß der mehr vertikalen Wachstumsrichtung in der Synchronosis spheno-occipitalis sowohl auf nasopharyngeales als auch faziales Wachstum betonen.

Übereinstimmend mit *Jonas & Mann* [ 75 ] und anderen Untersuchern [ 151, 172, 175 ] fanden sich in dieser Studie keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen vertikalem, neutralem und horizontalem Gesichtsaufbau bei sämtlichen naso- und oropharyngealen Flächenmessungen. Ebenso fanden sich keine signifikanten Unterschiede in der Adenoid-Nasopharynx-Relation ( Ad:kNph, Ad:Nph1, Ad:Nph2 ) und alle Wachstumstypen zeigten trotz der erwähnten unterschiedlichen nasopharyngealen Konfiguration einen ähnlich großen nasopharyngealen Luftraum.

Das Verhältnis des Abstands des posterioren OK-Bereiches von der Rachenhinterwand ( Spp-ad4 ) zur Velumlänge ( Spp-U ), die sogenannte „NeedRatio“ ( Spp-ad4/Spp-U ), wird als klinisch relevant im Hinblick auf die velopharyngeale Funktion und eine mögliche Hyperrhinophonie erachtet [ 43, 154, 155 ]. Bei der „Need Ratio“ zeigten sich keine vom skelettalen Typ bzw. Wachstumstyp abhängigen Unterschiede. Dies stimmt mit den Ergebnissen von *Akcam et al.* [ 1 ] überein.

*Joseph et al.* [ 80 ] stellten bei Patienten mit vertikalem Gesichtsschädelaufbau eine im Vergleich zum neutralen Typ mehr posteriore und inferiore Lage des Zungenbeins fest. Wenn auch nicht für alle Variablen signifikant, so konnte dies tendentiell auch im Rahmen dieser Studie bestätigt werden. Der im Vergleich zu den beiden anderen Wachstumstypen signifikant kleinere S-N-H-Winkel sowie der tendentiell kleinere Abstand des Hyoids zur Halswirbelsäule ( H-C3, H-HWS ) bei der vertikalen Gruppe zeigen die mehr posteriore Hyoid-Position. Ein tendentiell größerer Abstand Hyoid-Mandibularplanum ( H-MP ) sowie ein größerer Wert für die vertikale Hyoid-Position ( H-H' ) deuten auf eine mehr inferiore Zungenbeinpositionierung hin.

*Lowe et al.* [ 96 ] stellte ebenfalls einen mehr vertikalen Gesichtsschädelaufbau und eine mehr posterior-inferiore Hyoid-Position bei Patienten mit obstruktiver Schlafapnoe fest. Inwieweit aber eine mehr posterior-inferiore Zungenbeinposition im Hinblick auf eine pathologische Schlafatmung ( Schnarchen, Schlafapnoe ) relevant ist – wie von mehreren Untersuchern behauptet [ 90, 96, 97, 98, 119, 158 ] – muss im Rahmen der vorliegenden Studie offen bleiben.

#### 4.2.5 Einflussfaktor Schädelbasiskonfiguration

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde mittels einer Korrelationsanalyse nach Zusammenhängen zwischen der Schädelbasiskonfiguration, ausgedrückt durch den Winkel N-S-Ba, und den übrigen FRS-Variablen innerhalb des Normkollektives gesucht.

Im fazialen Bereich fand sich dabei eine statistisch signifikante inverse Korrelation zwischen N-S-Ba-Winkel einerseits und den linearen vertikalen Variablen S-Spp, S-Go und dem S-N-B-Winkel andererseits. Eine zunehmende Steilstellung der Schädelbasis ging also mit der Vergrößerung der hinteren oberen Gesichtshöhe ( die auch als anteriore vertikale Nasopharynxdimension im choanalen Bereich angesehen wird [ 73 ] ) sowie der gesamten hinteren Gesichtshöhe einher. Diese Ergebnisse unterstützen die Ergebnisse und Interpretationen von *Björk* [ 18 ], *Enlow* [ 41 ] und *Ricketts* [ 124 ], nach denen ein stärkeres vertikales Wachstum im Bereich der spheno-occipitalen Synchronrose massgeblichen Anteil an der Vertikalentwicklung des Gesichtsschädels im posterior-kraniellen Bereich hat. Korrespondierend hierzu fand sich eine signifikante positive Korrelation zwischen zunehmender Flexion der Schädelbasis und einem kleineren Gesichtshöhenverhältnis im Sinne eines eher vertikalen Gesichtsschädelaufbaus.

Für den nasopharyngealen Bereich zeigten sich signifikante positive Korrelationen zwischen N-S-Ba-Winkel und Variablen, die die sagittale Tiefe des knöchernen Nasopharynx charakterisieren ( TkNph1 ( Winkel Ba-S-Spp ) und TkNph3 ( Winkel AA-S-Spp ) ). Signifikante negative ( inverse ) Korrelationen fanden sich zwischen N-S-Ba-Winkel und den vertikalen nasopharyngealen Parametern ( TkNph2 ( Winkel Ho-Ba-ad1 ), hinterer Nasopharynxhöhe S-AA, anteriorer vertikaler Nasopharynxdimension S-Spp ( s.o. ) und Höhe des Nasopharynx Ho-Ho1 ).

Übereinstimmend mit einer Reihe anderer Autoren ( *Bergland* [ 12 ], *Jefferey* [ 54 ], *Linder-Aronson & Woodside* [94 ], *Ricketts* [ 124 ], *Tourne* [ 166 ] ) zeigte sich auch im in der vorliegenden Studie analysierten Kontrollkollektiv gesunder Patienten, dass eine stärkere Inklination und Steilstellung der Schädelbasis mit einem stärkeren

vertikalen nasopharyngealen Typus einhergeht. Maßgeblicher Einflussfaktor im Hinblick auf die Vertikalentwicklung des Nasopharynx dürfte nach *Björk* [ 18 ] die spheno-occipitale Synchondrose als primäres enchondrales Wachstumszentrum sein.

#### **4.2.6 Stellenwert maxillärer Parameter für den Nasopharynx**

Die trotz der ventro-kaudalen Verlagerung des nasomaxillären Komplexes im Vergleich zur vertikalen Dimension deutlich geringere Zunahme sagittaler Maße im nasopharyngealen Bereich während des Wachstums erklären einige Autoren durch das Längenwachstum der Maxilla, vor allem auch im posterioren Bereich [ 19, 41, 42, 166 ].

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde die Kontrollgruppe deshalb daraufhin überprüft, inwieweit sich Zusammenhänge zwischen Oberkieferposition und –länge und nasopharyngealen Parametern finden ließen. Dabei zeigte sich, dass die Lage der Maxilla in Relation zur Schädelbasis ( Variablen „Maxillaposition“ (Ba-N-A-Winkel) und „OK-Position“ (S-N-A-Winkel) ) die stärkste Korrelation zur sagittalen Nasopharynxdimension ( Variablen Ba-Spp und TkNph1 (Ba-S-Spp-Winkel) ) aufwies. Je weiter anterior die Maxillaposition war ( je größer also die Winkelmaße Ba-N-A und S-N-A waren ), desto größere Werte ergaben sich auch für die sagittale Tiefe des knöchernen Nasopharynx ( längere Distanz Ba-Spp und größerer Ba-S-Spp-Winkel ). Erst an zweiter Stelle scheint die absolute Länge des Oberkieferbereiches ( Variablen „Länge der OK-Basis“ (Spp-A) und „Länge der OK-Grundebene“ (Palatinalplanum, Spp-Spa) Einfluss auf die Sagittalentwicklung des Nasopharynx zu haben. Dabei bestätigte sich der vermutete Zusammenhang, dass eine größere OK-Länge mit einer kleineren sagittalen Tiefe des knöchernen Nasopharynx korreliert.

Der Einfluss der OK-Längenwicklung [ 19, 41, 42, 166 ] konnte also bestätigt werden, wie aber auch *Mießig & Pröschel* [ 110 ] und *Stellzig & Komposch* [ 154 ] feststellten, kommt dem Einbau des maxillären Komplexes in Relation zur Schädelbasis eine noch größere Bedeutung zu.

### 4.3 Vergleich von LKG- und Kontroll-Gruppe

Übereinstimmend mit den Ergebnissen von *Ross* [ 132 ] sowie einer Vielzahl anderer Untersucher [ 16, 33, 43, 50, 89, 130, 131, 133, 134, 137, 138, 146, 147, 148, 149, 167, 174, 181 ] konnten auch in der vorliegenden Studie in allen Altersgruppen eine Reihe signifikanter Differenzen beim Vergleich des Gesichtsschädelaufbaus von Patienten mit einseitiger Lippen-Kiefer-Gaumespalte ( uCLP ) mit gesunden Probanden festgestellt werden.

Das Problem einer schlechteren Mittelgesichtsentwicklung bei uCLP-Patienten im nasomaxillären Bereich wird durch signifikant kleinere Winkel S-N-A und Ba-N-A ( Maxillaposition ) im Sinne einer maxillären Retrognathie, einer Rücklage des A-Punktes ( „Convexity of Point A“ verringert ) sowie einer verkürzten Länge von Oberkiefer ( Spp-A ) und Palatinalplanum ( Spp-Spa ) verdeutlicht.

Ebenso wie bei den vorgenannten Autoren war auch in dieser Studie anhand der signifikant kleineren Winkel S-N-B und „FACDEP“ ( Facial Depth ) ein eher retrognather Unterkiefer in der LKG-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe festzustellen. Übereinstimmend mit *Ross* [ 132 ] waren Kieferwinkel ( Ar-Go-Me ) und unterer Kieferwinkel ( N-Go-Me ) sowie vordere untere ( A-Me ) und gesamte vordere Gesichtshöhe ( N-Me ) bei Patienten mit uCLP signifikant vergrößert.

Die Tendenz hin zu einem mehr vertikalen Wachstumstyp und dolichocephalen Gesichtsschädelaufbau bei der LKG-Gruppe zeigte sich in signifikant kleineren Messwerten für Fazialachse ( FACAX ) und Gesichtshöhenverhältnis ( GSHVER ) sowie einem größeren Mandibularplanumwinkel ( MANPLA ).

Für den nasopharyngealen Bereich zeigte sich ein ebenfalls stärker vertikal ausgeprägter Typ bei Patienten mit einseitiger LKG-Spalte im Vergleich zu gesunden Probanden.

So waren sagittale Variablen wie die Distanz Ba-Spp ( sagittale Tiefe des knöchernen Nasopharynx ) und die sagittale Tiefe des Nasopharynx auf Höhe des Atlas ( AA-Spp ) signifikant kleiner. Vertikale hintere Höhe ( S-AA ) und Höhe des Nasopharynx ( Ho-Ho1 ) zeigten sich signifikant vergrößert. Auch die signifikant spitzeren Winkel „Tiefe des knöchernen Nasopharynx 1 und 3“ ( TkNph1 (Ba-S-Spp) und TkNph3 (AA-S-Spp)) verdeutlichen den stärker vertikalen nasopharyngealen Aufbau bei den uCLP-Patienten.

Diese Ergebnisse stimmen mit den Ergebnissen von *Jonas et al.* [ 73 ] und *Fiedler* [ 43 ] überein und ebenso wie in ihren Untersuchungen fiel auch in dieser Studie eine mehr posteriore und kraniale Position der Spina nasalis posterior in der Spaltgruppe auf. Die Distanz S-Spp, die als hintere obere Gesichtshöhe gleichzeitig auch die vordere vertikale Nasopharynxhöhe im Choanenbereich reflektiert, zeigte sich bei Patienten mit uCLP gegenüber dem Normkollektiv signifikant verkürzt. Dies kann als Störung der Ventralplatzierung und des ventro-kaudalen Wachstums des nasomaxillären Komplexes aufgefasst werden. Auch hier ergibt sich eine Übereinstimmung mit anderen Untersuchern ( *Satoh & Wada et al.* [ 137, 138, 140, 174 ], *Smahel et al.* [ 147, 148, 149 ] ).

Bei Betrachtung der Flächen für knöchernen kranialen und gesamten Nasopharynx sowie für die Weichgewebe ( Adenoide ) des nasopharyngealen Bereichs konnten keine statistisch signifikanten Differenzen zwischen LKG- und Kontroll-Gruppe gefunden werden. Ein ungünstigeres Verhältnis von weichgewebigem zu knöchernem Nasopharynx bei Patienten mit einseitiger LKG-Spalte – wie von anderen Untersuchern berichtet [ 43, 73 ] – zeigte sich in der vorliegenden Studie lediglich beim Vergleich beider Kollektive in der Altersgruppe III der über 16 Jahre alten Probanden. Zwar zeigte sich beim Vergleich der uCLP-Patienten mit der Kontrolle tendentiell ein kleinerer Luftraum in der Spaltgruppe in den Altersgruppen II und III sowie im Gesamtkollektiv, im Gegensatz zu *Imamura et al.* [ 65 ] war dieser Unterschied aber nicht statistisch signifikant.

Detailliertere Aussagen über Wachstum und Altersinvolution nasopharyngealer Strukturen sind im Rahmen dieser Studie bei einer Beschränkung auf drei Altersgruppen und aufgrund der Probandenanzahl nicht möglich.

Die von *Fiedler* [ 43 ] bei Patienten mit uCLP gefundene verkürzte Länge des weichen Gaumens ( Spp-U ), eine reduzierte Distanz Spp-ad4 sowie ein ungünstigeres Verhältnis von Abstand zur Rachenhinterwand zur Velumlänge ( „Need Ratio“ ) fanden sich auch in dieser Studie. Trotz eines in allen Altersgruppen signifikant geringeren Abstandes der Spina nasalis posterior von der Rachenhinterwand ( Spp-ad4 ) bei LKG-Patienten verblieb die „Need Ratio“ ( Spp-ad4/Spp-U ) in allen Altersgruppen mit 79,7-81,6 % gegenüber 85,1-89,1 % in der Kontrollgruppe bei der LKG-Gruppe ungünstiger.

Dem Verhältnis von Velumlänge zum Abstand von der Rachenhinterwand kommt dabei als ursächlicher Kofaktor im Rahmen einer velopharyngealen Insuffizienz eine klinische Bedeutung zu [ 110, 154, 155 ].

In Bezug auf die Hyoid-Position liessen sich in dieser Studie Hinweise darauf finden, dass verglichen mit gesunden Studienteilnehmern bei Patienten mit einseitiger Lippen-Kiefer-Gaumenspalte das Zungenbein tendentiell eine mehr kaudale und anteriore Lage einnimmt. So weisen beim Gesamtvergleich beider Kollektive Spaltpatienten einen signifikant größeren Abstand des Hyoids zur Halswirbelsäule ( Variablen H-C3 und H-HWS ) und signifikant größere Abstände des Zungenbeins von Palatinalplanum ( H-PP ) und Mandibularplanum ( H-MP ) auf. Diese Ergebnisse stimmen mit denen von *Kaduk et al.* [ 82 ] und *Rose et al.* [ 130 ] überein.

In der Literatur wird in mehreren Studien eine kaudale Zungenbeinlage mit nächtlichen Atemstörungen wie Schnarchen und obstruktiver Schlafapnoe ( OSA ) in Verbindung gebracht. In einigen dieser Studien zeigte sich zudem, dass Patienten mit OSA gehäuft eine maxilläre und mandibuläre Retrognathie, vergrößerte Tonsillen und Adenoide sowie insgesamt einen eher vertikalen Schädelaufbau verbunden mit einer Enge im (naso-)pharyngealen Bereich aufwiesen [ 10, 90, 96, 97, 98, 119, 158 ]. Von einigen Autoren wird angenommen, dass die kaudalere Zungenbeinposition einen habituellen Adaptationsmechanismus an den engeren pharyngealen Raum darstellt ( *Behlfelt et al.* [ 9, 10, 11 ] ).

*Rose et al.* [ 129, 130 ] stellten bei Patienten mit LKG-Spalte neben diesen kephalometrischen Befunden auch eine erhöhte Inzidenz von Schnarchen, Schlafunterbrechungen und Mundatmung fest und werten diese als „Mikrosymptome“ einer möglichen späteren ernsthaften Schlafpathologie.

Die LKG-Patienten mit uCLP in dieser Studie zeigten zwar im Vergleich zur Kontrollgruppe z.T. die oben bei OSA-Patienten aufgeführten Charakteristika im Gesichtsschädelaufbau und in der Zungenbeinlage, eine Enge der Luftwege fand sich aber nur auf Höhe des Palatinalplanums ( kürzere Distanz Spp-ad4 ). Nasopharyngealer Luftraum und Luftweg in Höhe des Zungengrundes ( Variable „Airway“ (AIRW) ) waren jedoch nicht signifikant verringert.

Da Schlafstörungen und Atmungstyp im Rahmen dieser Studie nicht erfasst wurden und weiterhin zu bedenken ist, dass für obstruktive Schlafstörungen eine Vielzahl weiterer Ursachen von Bedeutung sein können ( z.B. Übergewicht, Medikamente ), kann über die klinische Bedeutung der bei den hier untersuchten uCLP-Patienten gefundenen Charakteristika des hyoidalen Bereichs keine abschließende Beurteilung stattfinden.



#### 4.4 Klinische Relevanz und Ausblick

Vorweg ist eine wichtige Frage, ob zweidimensionale Fernröntgenseitenbilder zur Bestimmung knöcherner und weichgewebiger Parameter des dreidimensionalen nasopharyngealen Raumes genügend Aussagekraft besitzen. *Holmberg & Linder-Aronson* [ 58 ] fanden in einer Studie mit lateralen und frontalen Röntgenbildern und klinischen Vermessungen, dass das laterale FRS-Bild allein ausreichende Informationen über den nasopharyngealen Bereich liefert und hinreichend aussagekräftig ist.

Auch darf vorbemerkt im Hinblick auf funktionelle und morphologische Aspekte und deren klinische Relevanz z.B. für die Sprache nicht unerwähnt bleiben, dass in der FRS-Analyse transversale Parameter sowie physiologische Faktoren ( z.B. Streckfähigkeit des Velums, Art und Ausmaß des velopharyngealen Verschlussmusters unter Berücksichtigung posteriorer und lateraler Pharynxwände, Einfluss evtl. vorhandener Narbenzüge, Störungen im Bereich des nasalen Luftweges bzw. nasalen Resonanzraumes in Form von Septumdeviationen oder Behinderungen der Nasenpassage ) unberücksichtigt bleiben [ 155 ].

Trotzdem stellt die Kephalmetrie heutzutage die am weitesten verbreitete Methode zur Vermessung der anatomischen Strukturen des naso- und velopharyngealen Raumes dar, da die Weichgewebe des Nasopharynx eindeutig mit den knöchernen Landmarken des Gesichts und des Schädels in Verbindung gesetzt werden können [ 55, 58, 145 ]. Zudem bietet das FRS-Bild den Vorteil einer kostengünstigen und nahezu standardmäßig angefertigten Routineuntersuchung z.B. im Rahmen der üblichen kieferorthopädischen Diagnostik.

Weiterhin stellt sich die Frage, welche FRS-Variablen des velo- und nasopharyngealen Bereichs sowie welche Aspekte der Gesichtsschädelmorphologie hinsichtlich funktioneller Aspekte von Bedeutung sind.

*Mießig & Pröschel* [ 110 ] untersuchten 1993 die Qualität des velopharyngealen Abschlusses in Abhängigkeit von der Gesichtsmorphologie bei LKG-Spalten. Sie stellten fest, dass bei großen Werten für die Neigung des Clivus ( großer N-S-Ba-Winkel,

nach Ansicht der Autoren mit dolichocephalem Schädeltypus und tieferem sagittalen skelettalen Pharynxaufbau verbunden ) sowie bei stark anteriorer Neigungsdysharmonie der Maxilla ( anteriore Schwenkung der Oberkieferbasis, das angehobene Velum könne sich dann nicht mehr an die weiter kranial liegenden adenoiden Polster anlegen ) vermehrt schlechtere Velopharynxfunktionen vorlagen. In ihrer Studie besaß überraschenderweise die metrische Erfassung von Velumlänge ( Spp-U ) und Tiefe des Weichteilnasopharynx ( Spp-ad4 ) sowie deren Verhältnis zueinander ( „Need Ratio“ ) hinsichtlich der velopharyngealen Verschlussqualität keinerlei Aussagekraft [ 110 ] .

*Stellzig & Komposch* [ 154 ] stellten dagegen 1994 in einer Studie zu Hyperrhinophonie und Gesichtsschädelaufbau bei LKG-Patienten fest, dass vor allem das Verhältnis von sagittaler Tiefe des Weichteilnasopharynx zur Velumlänge, also die klassische „Need Ratio“, für die Sprache der Spaltpatienten im Hinblick auf das „Näseln“ ( Synonyme Hypernasalität, Hyperrhinophonie, Rhinophonia aperta ) statistisch signifikante Bedeutung besitzt. Bei vermehrter Hyperrhinophonie fiel ein verkürztes Velum auf. Auch Prognathiegrad des Oberkiefers und Schwenkung der Oberkieferbasis waren für die Sprache von Bedeutung. In ihrer Studie wiesen nasal sprechende Patienten mit LKG-Spalte einen größeren S-N-A-Winkel und größere Retroinklination der OK-Basis auf als nichtnasal sprechende Spaltpatienten auf [ 154 ] .

*Stellzig-Eisenhauer* [ 155 ] ermittelten 2001 an 137 Spaltpatienten signifikante Zusammenhänge zwischen kephalometrischen Variablen und dem Nasalitätsgrad der Sprache, objektiviert durch eine computerisierte apparative Nasalanzmessung. Von massgeblicher Bedeutung waren auch hier die Verhältnisse zwischen Länge des Gaumensegels und der sagittalen Tiefe des nasopharyngealen Luftweges. Auch diese Studie konnte Hinweise auf ungünstigere Vorraussetzungen im Hinblick auf Resonanzstörungen wie die Hypernasalität bei verstärktem dolichofazialen (vertikalem) Wachstums und einer Anteinklination des Oberkiefers aufzeigen.

Die Veränderungen bei den in dieser Studie untersuchten Patienten mit einseitiger Lippen-Kiefer-Gaumenspalte zeigen die gleichen Charakteristika wie die in den Studien von *Mießig & Pröschel* [ 110 ], *Stellzig & Komposch* [ 154 ] und *Stellzig-Eisenhauer* [ 155 ] und vielen anderen Studien untersuchten Spaltkollektive.

Ebenso wie das Gesichtsschädelwachstums von einer Reihe von Faktoren beeinflusst wird, so wird auch der Nasalitätsgrad der Sprache bei LKG-Patienten von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Hierzu zählen Spalttyp und Ausmaß der Gaumenspalte, Zeitpunkt und Operationstechnik des Gaumenspaltverschlusses, Länge und Beweglichkeit des Gaumens und eben auch Wachstum und Morphologie des naso- und velopharyngealen Bereiches sowie des gesamten Gesichtsschädels [ 155 ].

Ein signifikantes Problem bei Spaltpatienten stellt dabei unter anderem der mehr posteriore und kraniale Einbau der posterioren Maxilla sowie die gestörte ventrokaudale Entwicklung des nasomaxillären Komplexes dar. Im Zusammenhang mit dem Schwerpunktbereich „Nasopharynx“ dieser Studie soll noch kurz auf die signifikant mehr posteriore und kraniale Lage der Spina nasalis posterior sowie die stärkere vertikale Konfiguration mit Verminderung sagittaler Maße des Nasopharynx bei Patienten mit LKG-Spalte eingegangen werden.

Welche Faktoren führen nun zu dieser typischen Morphologie und welche therapeutischen Konsequenzen können hieraus abgeleitet werden ?

Als wesentliche ätiologische Faktoren sind zum einen eine Behinderung der Nasenatmung [ 75 ] sowie der Effekt postoperativer Narbenzüge und zum anderen vor allem die Beeinträchtigung der Funktion velopharyngealer Muskelschlingen zu nennen [ 76, 77, 95 ]. Neben einer möglichen iatrogen bedingten postoperativen Wachstumshemmung durch z.B. ungünstige Narbenzüge im velopharyngealen dorsalen Oberkieferbereich sollte berücksichtigt werden, dass bei Patienten schon intrauterin nicht nur paranasale und periorale, sondern auch velopharyngeale Muskelschlingen unterbrochen sind. Zu denken ist hierbei an die *Mm. tensor veli palatini*, *levator veli palatini*, *palatopharyngeus* und *palatoglossus* sowie den *M. uvulae*.

Es ist gut vorstellbar, dass ebenso wie im anterioren nasomaxillären Bereich auch im naso- und velopharyngealen Bereich über diese Muskelschlingen funktionelle Wirkungen auf das Wachstum gerade im Bereich sekundärer Wachstumszentren wie den Suturen vermittelt werden. Die velopharyngealen Muskeln wirken so z.B. auf die transpalatinale Sutur, die als sekundäres Wachstumszentrum im Bereich der posterioren Maxilla betrachtet werden kann [ 19, 41, 42, 166 ]. Das in diesem Bereich vorhandene Wachstum hat dabei einen mehr sagittalen Einfluss auf die Längenentwicklung des Oberkiefers. Als primäres, mehr endogen gesteuertes Wachstumszentrum ist für den nasopharyngealen Bereich die Synchondrosis speno-occipitalis zu erwähnen. Die Verknüpfung beider Wachstumszentren ist zum einen über den funktionellen Einfluss der Nasenatmung denkbar, zum anderen aber auch über die (velo-)pharyngeale Muskulatur, die ja unter anderem z.T. auch an der Schädelbasis entspringt bzw. inseriert.

Neben dem im anterioren nasomaxillären Bereich zu beobachtenden Defizit der ventrokaudalen Entwicklung der Maxilla, wobei hierfür die funktionelle Verknüpfung der primären Wachstumszentren der Schädelbasis und des Nasenseptums mit den sekundären Wachstumszentren z.B. im Bereich der Sutura zygomatico-maxillaris über paranasale und periorale Muskelschlingen maßgeblicher Einflussfaktor ist [ 77, 78 ], ist die im posterioren OK-Bereich festzustellende mangelhafte Absenkung des harten Gaumens auch durch ein entsprechendes funktionelles Defizit mit unzureichender Verknüpfung der Wachstumsregionen erklärbar.

Welche Muskeln können nun auf die Kaudalentwicklung im posterioren Bereich besonders Einfluss ausüben ?

Zu denken ist hierbei in erster Linie auch an die Muskeln, die einen abwärts gerichteten Zug ausüben können, also die Mm. palatopharyngeus und palatoglossus.

In dem in dieser Studie untersuchten Spaltpatienten-Kollektiv, bei dem die primären Verschlussoperationen der Lippe und des Gaumens vor 1992 am Universitätsklinikum Münster durchgeführt wurden, wurde die Rekonstruktion des weichen Gaumens – wie

bei vielen anderen Konzepten – nicht unter besonderen Berücksichtigung dieser Muskeln durchgeführt.

Möglicherweise ist die mehr posteriore und kraniale Position der Spina nasalis posterior bei LKG-Patienten auch auf einen schwächeren funktionellen Reiz durch nicht optimal rekonstruierte Mm. palatoglossi mitbedingt. Auch die kaudalere und mehr anteriore Hyoidposition bei Spaltpatienten könnte hierdurch mitbeeinflusst sein, da die Mm. palatoglossi den Zungengrund auch mit anhebenden können.

Seit 1992 wird nach dem Behandlungskonzept von Prof. Joos bei der Rekonstruktion des weichen Gaumens auch der in anderen Konzepten oft vernachlässigte M. palatoglossus mitberücksichtigt und mitrekonstruiert. Die Vorteile dieses funktionell orientierten Konzeptes auf die Sprache konnte sowohl in Bezug auf sprechsprachliche und hals-nasen-ohrenärztliche Befunde ( *Löhle et al.* [ 95 ] ) als auch in Bezug auf Hypernasalität und objektive Nasalanzmessung ( *Wermker* [ 177 ] ) bestätigt werden. Durch die Rekonstruktion sämtlicher beteiligter velopharyngealer Muskelschlingen einschliesslich des M. palatoglossus kann eine bessere Entwicklung des posterioren maxillären und auch des naso- und velopharyngealen Bereiches erwartet werden.

Für die Therapie bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten kann somit geschlussfolgert werden, dass ein funktionell orientiertes Behandlungskonzept, dass möglichst frühzeitig alle beteiligten paranasalen, perioralen und velopharyngealen Strukturen möglichst physiologisch rekonstruiert, anzustreben ist. Nur so kann ein möglichst normales Wachstum des gesamten Gesichtsschädelbereich unter Berücksichtigung nicht nur des nasomaxillären, sondern auch des naso- und velopharyngealen sowie mandibulären und hyoidalen Bereiches erreicht werden.

Ein solches Konzept, wie es maßgeblich von *Delaire* und *Joos* entwickelt wurde [ 3, 35, 76, 78, 95 ] verfolgt das Ziel, bei Patienten mit LKG-Spalte in einem interdisziplinären Team eine bestmögliche Entwicklung in Bezug auf Wachstum, Funktion, Sprache und Ästhetik zu ermöglichen.

Für die Zukunft ist in weiteren Studien der Zusammenhang zwischen Gesichtsschädelaufbau, funktionellen Aspekten wie velopharyngealem Verschlussmuster, Sprache und Sprachentwicklung unter Miteinbeziehung objektiver Analysemethoden wie z.B. der computerisierten Nasalanzmessung und Therapiekonzept weiter zu erforschen. Dies gilt dabei nicht nur für Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte. Auch die komplexen Zusammenhänge z.B. zwischen Gesichtsschädelmorphologie und Hypernasalität und Velopharynxfunktion bei gesunden Probanden zeigen weiteren Forschungsbedarf auf. Ziel ist dabei, nach Möglichkeit eine Gewichtung und Quantifizierung unterschiedlicher Einflussfaktoren zu erreichen.

Für zukünftige Studien kann dabei in Bezug auf die röntgenkephalometrische Beurteilung des naso-, oro- und velopharyngealen Bereiches mit der vorliegenden Studie auf eine ausreichende Datenbasis zurückgegriffen werden.

Für Vergleichsstudien bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten kann dabei nicht nur auf das hier analysierte Normkollektiv zurückgegriffen werden. Es steht hiermit auch eine weitgehend einheitlich nach einem älteren Konzept therapierte LKG-Gruppe mit einseitiger durchgehender LKG-Spalte ( uCLP ) als Vergleichs-LKG-Kollektiv zur Verfügung.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Zielsetzung der vorliegenden Studie war zum einen die Analyse eines Normkollektives ( Kontroll-Gruppe ), um eine Datenbasis für zukünftige Vergleichsstudien zu erhalten. Innerhalb des Normkollektives sollten Einflussfaktoren auf naso- und velopharyngeale Konfiguration wie Geschlecht, Alter, Gesichtsschädelaufbau und Wachstumstyp, Schädelbasiskonfiguration und Oberkiefer-Position und –Länge evaluiert werden. Zum anderen sollten einheitlich therapierte Patienten mit durchgehender einseitiger LKG-Spalte ( uCLP, LKG-Gruppe ) mit eben dieser Kontroll-Gruppe verglichen werden.

In dieser retrospektiven Studie wurden insgesamt 189 laterale Fernröntgenseitenbilder von 66 Patienten mit einseitiger durchgehender Lippen-Kiefer-Gaumenspalte ( LKG-Gruppe ) und 123 gesunden Probanden ( Kontroll-Gruppe ) analysiert. Pro FRS-Bild wurden insgesamt 56 röntgenkephalometrische Variablen des gesamten Gesichtsschädelbereiches bis zum Zungengrundbereich erfasst und ausgewertet. Den Schwerpunkt dieser Studie bildete dabei die naso- und velopharyngeale Region.

Die Analyse der Kontroll-Gruppe ergab, dass ihre Zusammensetzung ein ausreichendes Abbild einer Stichprobe aus einer Normpopulation liefert und sie somit als Vergleichs- und Normkollektiv geeignet ist. Damit steht für zukünftige Studien eine ausreichende Datenbasis zur Verfügung, die eine Vielzahl röntgenkephalometrischer Variablen aus den Bereichen Schädelbasis, Maxilla, Mandibula, Gesichtsschädelaufbau und Wachstumstyp, Nasopharynx, velopharyngeale und hyoidale Region enthält.

Innerhalb des Normkollektives fanden sich zahlreiche und komplexe Zusammenhänge zwischen naso- und velopharyngealen Parametern einerseits und Schädelbasiskonfiguration, Gesichtsschädelaufbau und Oberkiefer-Position andererseits. Zudem darf der Einflussfaktor Alter nicht unberücksichtigt bleiben, so dass eine altersabhängige Analyse und die Einteilung in Altersgruppen gerade für Vergleichsstudien notwendig erscheint.

Bei Patienten mit uCLP fanden sich signifikante Unterschiede im Vergleich zur Kontroll-Gruppe. Als Ausdruck eines schlechteren ventro-kaudalen Wachstums im nasomaxillären Bereich fand sich eine Retroposition des Oberkiefers, verbunden mit einer geringeren Oberkieferlänge und ein mehr posteriorer und kranialer Einbau des hinteren Oberkiefer-Komplexes im Bereich der Spina nasalis posterior. Verbunden hiermit war eine geringere anteriore Nasopharynxhöhe. In der LKG-Gruppe war ein mehr vertikaler nasopharyngealer Aufbau mit Verringerung sagittaler weichgewebiger und knöcherner nasopharyngealer Dimensionen festzustellen. Bei geringerer sagittaler Tiefe auch des weichgewebigen Nasopharynx und kürzerer Velumlänge ergab sich eine ungünstigere „Need Ratio“ als Verhältnis dieser beiden zueinander.

Diese maxilläre, velo- und nasopharyngeale Konfiguration erschwert die Bildung eines kompetenten velopharyngealen Abschlusses mit und begünstigt neben anderen morphologischen und funktionellen Faktoren die Ausbildung einer Hypernasalität.

Weiterhin liessen sich in der LKG-Gruppe vermehrt eine mandibuläre Retrognathie und eine mehr kaudale anteriore Position des Zungenbeins finden. Insgesamt zeigten die uCLP-Patienten der LKG-Gruppe einen mehr vertikalen Gesichtsschädelaufbau und Wachstumstyp.



Ein massgeblicher Einfluss auf diese morphologischen Besonderheiten in der LKG-Gruppe kann funktionellen Aspekten zugebilligt werden. Von eminenter Bedeutung ist dabei die möglichst frühzeitige funktionell orientierte Rekonstruktion aller beteiligten Strukturen. Gerade der velopharyngealen Muskulatur einschliesslich des M. palatoglossus kommt im Hinblick auf Funktion und Sprache sowie im Hinblick auf die Entwicklung von Nasopharynx, Oro- und Velopharynx sowie Hyoid-Position eine wichtige Bedeutung zu.

Die vorliegende Studie bildet eine Grundlage für zukünftige Studien. Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen Funktion, Sprache, Gesichtsschädelaufbau und kephalometrischen Parameter sowohl bei gesunden Probanden als auch bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Der Einfluss unterschiedlicher Therapiekonzepte und Operationstechniken bei Spaltpatienten auf diese komplexen Zusammenhänge ist Gegenstand weiterer Forschung.

## 6. LITERATURVERZEICHNIS

1. Akcam MO, Toygar TU, Wada T (2002) :  
Longitudinal investigation of soft palate and nasopharyngeal airway relations in different rotation types.  
Angle Orthod 72(6) : 521-526
2. Altuna G, Freisfeld M, Schmuth G (1970) :  
The application of the computer for the calculation of individual errors in roentgen cephalometrics.  
Europ Orthodont Soc Trans 46 : 519
3. Anastassov GE, Joos U (2001) :  
Comprehensive management of cleft lip and palate deformities.  
J Oral Maxillofac Surg 59 (9) : 1062-75
4. Andrä A, Neumann HJ (1989) :  
Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, Ätiologie, Morphologie, Klinik, komplexe Rehabilitation.  
Barth, Leipzig 1989
5. Bacher M, Klosinski G, Koppenburg P, Dausch-Neumann D, Schwenger N (1990) :  
Behandlung von Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten - ein Beitrag zur psychosozialen Rehabilitation.  
Fortschr Kieferorthop 51 : 366
6. Bardanoue VT (1969) :  
Cleft palate in Monbana : a ten year report.  
Cleft Palate J 6 : 213
7. Baumrind S, Frantz RC (1971) :  
The reliability of head film measurements. 1. landmark identification.  
Am J Orthodont 60 : 111

8. Beaty TH, Hetmanski JB, Zeiger JS, et al. (2002) :  
Testing candidate genes for non-syndromic oral clefts using a case – parent trio design.  
*Genet Epidemiol* 22 : 1-11
9. Behlfelt K (1990) :  
Enlarged tonsils and the effect of tonsillectomy. Characteristics of the dentition and facial skeleton. Posture of the head, hyoid bone and tongue. Mode of breathing.  
*Swed Dent J Suppl* 72 : 1–35
10. Behlfelt K, Linder-Aronson S, McWilliam J, Neander P, Laage-Hellman J (1990) :  
Cranio-facial morphology in children with and without enlarged tonsils.  
*Eur J Orthod* 12 : 233–243
11. Behlfelt K, Linder-Aronson S, Neander P (1990) :  
Posture of the head, the hyoid bone, and the tongue in children with and without enlarged tonsils.  
*Eur J Orthod* 12 : 458–467
12. Bergland O (1963) :  
The bony nasopharynx.  
*Acta Odontol Scand* 21(supp35) : 1-137
13. Bergland O, Semb G (1986) :  
Die Organisation einer Teamarbeit für die umfassende Rehabilitation von Spaltpatienten.  
*Fortschr Kieferorthop* 47 : 586-591
14. Biesalski P (1986) :  
Phoniatische und pädaudiologische Gesichtspunkte bei der Behandlung und Rehabilitation von Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
*Fortschr Kieferorthop* 47 : 446-450

15. Bishara SE (1973) :  
Cephalometric evaluation of the facial growth in operated and nonoperated individuals with isolated clefts of the palate.  
Cleft palate J 10 : 239-246
16. Bishara SE (1979) :  
A longitudinal cephalometric study on unilateral cleft lip and palate subjects.  
Cleft Palate J 16 : 59
17. Bishara SE, Krause CJ, Olin WH, Weston D, van Ness J, Felling C (1976) :  
Facial and dental relationships of the individuals with unoperated clefts of the lip and / or palate.  
Cleft Palate J 13 : 238-252
18. Björk A (1955) :  
Cranial base development.  
Am J Orthod 41 : 198-225
19. Björk A, Skieller V (1977) :  
Roentgencephalometric growth analysis of the maxilla.  
Trans Eur Orthod Soc 1977 : 53-61
20. Bland JM, Altman DG (1986) :  
Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement.  
Lancet 8 : 307-310
21. Blechschmidt E (1982) :  
Die Entwicklungskinetik des Gesichtsschädels.  
In : Pfeifer G (Hrsg.) Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, S. 234, Thieme, Stuttgart – New York 1982

22. Bressmann T, Sader R (2000) :  
Nasalität und Näseln  
Logopädie, 8 (1) : 22-33
23. Broadway ES, Healy M, Poyton HG (1966) :  
The accuracy of tracings from cephalometric lateral skull radiographs.  
Dent Pract 12 : 422
24. Buschang PH, Tanguay R, Patterson DK, Demirjian A (1984) :  
Cephalometric reliability : a comparison of two assessment methods.  
Am J Phys Anthropol 63 : 142
25. Campbell A (1926) :  
The closure of congenital clefts of the hard palate.  
Br J Surg 13 : 715
26. Ceylan I, Oktay H (1995) :  
A study on the pharyngeal size in different skeletal patterns.  
Am J Orthodont Dentofac Orthop 108 : 69-75
27. Chatzistavrou E, Ross RB, Tompson BD, Johnston MC (2004) :  
Predisposing factors to formation of cleft lip and palate : Inherited craniofacial skeletal morphology.  
Cleft Palate Craniofac J 41 : 613-620
28. Choi BH, Kleinheinz J, Joos U, Komposch G (1991) :  
Sucking efficiency of early orthopaedic plate and teats in infants with cleft lip and palate.  
Int J Oral Maxillofac Surg , 20 : 167-169
29. Christensen K (1999) :  
The 20th century Danish facial cleft population – epidemiological and genetic-epidemiological studies  
Cleft Palate Craniofac J, 36 (2) : 96-104

30. Christensen K, Mortensen PB (2002) :  
Facial clefting and psychiatric diseases : a follow-up of the Danish 1936-87  
Facial Cleft Kohort.  
Cleft Palate Craniofac J, 39 (4) : 392-6
31. Crapp JJ, Foster TD (1977) :  
Growth defects in unrepaired unilateral cleft lip and palate.  
Oral Surg 44 : 329-335
32. Croens LA, Shaw GM, Wasserman CR, Tolarova MM (1998) :  
Racial and ethnic variations in the prevalence of orofacial clefts in California,  
1983-92.  
Am J Med Genetics 79 : 42-47
33. Dahl E (1970) :  
Craniofacial morphology in congenital clefts of the lip and palate.  
Acta Odont Scand 28 (Suppl. 57) : Part I
34. Dahlberg G (1940) :  
Statistical methods for medical and biological students. New York : Interscience  
Publ., 1940
35. Delaire J (1978) :  
Theoretical Principles and Technique of Functional Closure of the Lip and Nasal  
Aperture.  
J Maxillofac Surg 6 : 109-116
36. Derijcke A, Eerens A, Carels C (1996) :  
The incidence of oral clefts : a review  
Br J Oral Maxillofac Surg , 34 (6) : 488-94
37. Dostal M, Schubert J (1990) :  
Further studies on protective effects of vitamins in cyclophosphamide-induced  
cleft palate.  
Int J Oral Maxillofac Surg 19 : 308

38. Drescher D (1994) :  
Kephalemetrie und Profilanalyse.  
In : Schmuth G (Hrsg.) Praxis der Zahnheilkunde, Band 11 , 3. Aufl., S. 95-128,  
Urban & Schwarzenberg, München – Wien – Baltimore 1994
39. Ehmer U, Wegener H, Mende C, Dörr-Neudeck K (1992) :  
Eine systematische XX-Punkte Fernröntgenseitenbildanalyse. Einführungskurs  
mit praktischen Übungen. Spezialseminar 38. Frühjahrstagung der ZÄK WL in  
Bad Salzuflen 1992
40. Enlow DH (1982) :  
Handbook of facial growth.  
Saunders, Philadelphia – London – Toronto 1982
41. Enlow DH (1975) :  
Handbook of facial growth.  
WB Saunders, Philadelphia, 1975 : 56-57
42. Enlow DH, Bang S (1965) :  
Growth and remodelling of the human maxilla.  
Am J Orthod 51 : 446
43. Fiedler F (1990) :  
Die Entwicklung im nasopharyngealen Bereich bei Patienten mit einseitigen  
Lippen-, Kiefer- und Gaumenspalten – eine röntgenkephalometrische  
Langzeitstudie.  
Med. Dissertation Freiburg i. Br. , 1990
44. Figueroa AA, Glupker TJ, Fitz MG, Begole EA (1991) :  
Mandible, tongue, and airway in Pierre Robin Sequence : a longitudinal  
cephalometric study.  
Cleft Palate Craniofac J 28 : 425-435

45. Fogh-Andersen P (1971) :  
Epidemiology and etiology of Clefts  
Birth Defects 7 : 50
  
46. Fogh-Andersen P (1982) :  
Ätiologie und Epidemiologie der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
In : Pfeifer G (Hrsg.) : Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten, S. 13. Thieme, Stuttgart  
– New York 1982
  
47. Fritzell B (1969) :  
The velopharyngeal muscles in speech. An electromyographic and  
cineradiographic study.  
Acta Otolaryngol (Suppl.) : 250
  
48. Gabka J (1986) :  
Ätiologie der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
Österr. Zahnärzte Z ,37 (11) : 48-53
  
49. Gabka J, Weber H (1983) :  
Intelligenzuntersuchungen bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
Dtsch Z Mund Kiefer GesichtsChir 7 : 69
  
50. Graber TM (1954) :  
The congenital cleft palate deformity.  
J Am Dent Assoc 48 : 375
  
51. Grabowski R, Gebert HJ, Fischer J (1994) :  
Metrische Untersuchungen des Pharynx bei Patienten mit Lippen-Kiefer-  
Gaumenspalten und deren Stellenwert für die Nasenatmung.  
Fortschr Kieferorthop 55 : 157-163
  
52. Gundlach KKH, Abou Tara N, v.Kreybig T (1986) :  
Tierexperimentelle Ergebnisse zur Entstehung und Prävention von kraniofazialen  
Anomalien.  
Fortschr Kieferorthop , 47 : 356



53. Handelman CS, Osborne G (1976) :  
Growth of the nasopharynx and adenoid development from one to eighteen years.  
Angle Orthod 46(3) : 243-259
54. Haym J (1950) :  
Über die Häufigkeit der Lippen-Gaumenspalte.  
Zahnärztl Rdsch 59 : 360
55. Henriksson CO, Linder-Aronson S, Westborg B (1975) :  
Roentgenological changes in anteroposterior nasopharyngeal dimensions in 6 to  
15vyear olds.  
Dentmaxfac Radiol 4 : 19-24
56. Hinrichsen K (1985) :  
The early development of morphology and patterns of the face in the human  
embryo. Advances in anatomy, embryology and cellbiology 98. Springer,  
Heidelberg – New York – Tokyo 1985
57. Hochstetter F (1994) :  
Über die Art u. Weise, in welcher sich bei Säugetieren u.beim Menschen aus der  
sog. Riechgrube die Nasenhöhle entwickelt.  
Z Anat Entwicklungsgesch 113 : 105
58. Holmberg H, Linder-Aronson S (1979) :  
Cephalometric radiographs as a mean of evaluating the capacity of the nasal and  
nasopharyngeal airway.  
Amer J Orthodont 76 : 479-490
59. Holtfreter J (1933) :  
Einige menschl. Mißbildungen im Licht neuerer Amphibienexperimente.  
Ber Ges Morphol Physiol 42 : 78

60. Holtgrave EA (1994) :  
Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
In : Schmuth G (Hrsg.) Praxis der Zahnheilkunde, Band 11, 3. Aufl., S. 239-298,  
Urban & Schwarzenberg, München – Wien – Baltimore 1994
61. Horch HH (1998) :  
Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
In : Horch HH (Hrsg.) Praxis der Zahnheilkunde, Band 10/II , 3. Aufl., S. 19-128,  
Urban & Schwarzenberg, München – Wien – Baltimore 1998
62. Horswell BB, Levant BA (1988) :  
Craniofacial growth in unilateral cleft lip and palate: Skeletal growth from eight  
to eighteen years.  
Cleft Palate J 25 : 114-121
63. Houston WJB (1983) :  
The analysis of errors in orthodontic measurement.  
Am J Orthodont 83 : 382-390
64. Ideberg M (1989) :  
Assessment of 392 cleft lip, alveolus and palate in newborn babies as to forms,  
seasons and distribution of associated malformations.  
In : Kriens O (ed.) : What is a cleft lip and palate ? A multidisciplinary update. p.  
40 , Thieme, Stuttgart – New York 1989
65. Imamura N, Ono T, Hiyama S, Ishiwata Y, Kuroda T (2002) :  
Comparison of the sizes of adenoidal tissues and upper airways of subjects with  
and without cleft lip and palate.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 122(2) : 189-194
66. Irgebulem LM (1982) :  
The incidence of cleft lip and palate in Nigeria.  
Cleft Palate J 19 : 201

67. Isiekwe MC, Sowemimo GO (1984) :  
Cephalometric findings in a normal Nigerian population sample and adult Nigerians with unrepaired clefts.  
Cleft Palate J 21 : 323
68. Ivy RH (1966) :  
Incidence and etiology of clefts of lip, alveolus and palate in humans.  
In : Schuchardt K (ed.) : Treatment of patients with clefts of lip, alveolus and palate, p. 10, Thieme , Stuttgart 1966
69. Jeans WD, Fernando DC, Maw AR, Leighton BC (1981) :  
A longitudinal study of the growth of the nasopharynx and its contents in normal children.  
Br J Radiol 54(638) : 117-121
70. Jeffery N (2005) :  
Cranial base angulation and growth of the human fetal pharynx.  
The Anatomical Record Part A 284A : 491-499
71. Jensen BL, Kreiborg S, Dahl E, Fogh-Andersen P (1989) :  
Epidemiology and variability of cleft lip and palate in Denmark.  
In : Kriens O (ed.) : What is a cleft lip and palate ? A multidisciplinary update. p. 42 , Thieme, Stuttgart – New York 1989
72. Jirasek JE (1983) :  
Atlas of human prenatal morphogenesis. Martinus Nijhoff Publ. , Boston 1983
73. Jonas I, Joos U, Mann W, Fiedler F, Schilli W, Rakosi T (1990) :  
Nasopharyngeal growth following surgical treatment in unilateral cleft lip and palate cases : a long-term study on lateral cephalometric radiographs. In : Pfeifer G (Hrsg.) : Craniofacial abnormalities and clefts of lip, alveolus and palate – 4th International Symposium in Hamburg. Thieme, Stuttgart 1990, p. 258-261

74. Jonas I, Mann W (1985) :  
Orofaziale Dyskinesien und Veränderungen der nasalen, naso- und oropharyngealen Luftwege.  
Fortschr Kieferorthop 46 : 113-126
75. Jonas I, Mann W (1988) :  
Zur Bedeutung der Adenoide bei kieferorthopädischen Patienten.  
Fortschr Kieferorthop 49 : 239-251
76. Joos U (1987) :  
The importance of muscular reconstruction in the treatment of cleft lip and palate.  
J Plast Reconstr Surg 21 : 109
77. Joos U (1995) :  
Die Behandlung kranio-fazialer Anomalien.  
Dtsch Z Mund Kiefer GesichtsChir 19 : 165-173
78. Joos U (1995) :  
Skeletal growth after muscular reconstruction for the cleft lip, alveolus, and palate.  
Brit J Oral Maxillofac Surg 33 : 139
79. Joos U (1997) :  
Klinisch relevante Syndrome im Kopfbereich.  
In : Horch HH (Hrsg.) Praxis der Zahnheilkunde, Band 10/I , 3. Aufl., S. 371-402,  
Urban & Schwarzenberg, München – Wien – Baltimore 1997
80. Joseph AA, Elbaum J, Cisneros GJ, Eisig SB (1998) :  
A cephalometric comparative study of the soft tissue airway dimensions in persons with hyperdivergent and normodivergent facial patterns.  
J Oral Maxillofac Surg 56 : 135-140

81. Jugessur A, Lie RT, Wilcox AJ, et al. (2003) :  
Cleft palate, transforming growth factor alpha gene variants, and maternal exposures : assessing gene – environment interactions in case – parent triads.  
Genet Epidemiol 25 : 367-374
82. Kaduk W, Grabowski R, Gundlach K (2003) :  
Position of the hyoid bone in cleft lip, alveolus and palate : variation of normal anatomy or sign accompanying the malformation ?  
Cleft Palate Craniofac J 40 : 1-5
83. Kerr WJ (1985) :  
The nasopharynx, face height, and overbite.  
Angle Orthod 55(1) : 31-36
84. Kim S, Kim WJ, Oh C, Kim JC (2002) :  
Cleft lip and palate incidence among the live births in the Republic of Korea.  
Korean Med Sci , 17 (1) : 49-52
85. Kisse B (1985) :  
Berufliche Sozialisation von Patienten mit Lippen-, Lippen-Kiefer-, Lippen-Kiefer-Gaumenspalten sowie deren Vätern.  
Dtsch Z Mund Kiefer GesichtsChir 9 : 113
86. Kleinheinz J, Weingart D, Joos U (1995) :  
Darstellung der zirkumoralen und paranasalen mimischen Muskulatur mit der Kernspintomographie.  
Dtsch Z Mund Kiefer GesichtsChir 19 : 95
87. Kozelj V (1996) :  
Epidemiology of orofacial clefts in Slovenia, 1973-1993: comparison of the incidence in six European countries.  
J CranioMaxillofacSurg 24 : 378-382

88. Kriens O (1989) :  
Incidence, number and sex distribution of the various forms of cleft lip, alveolus and / or palate.  
In : Kriens O (ed.) : What is a cleft lip and palate ? A multidisciplinary update. p. 44 , Thieme, Stuttgart – New York 1989
89. Krogman WM, Mazahery M, Harding RC, Ishiguro K, Bariana G, Meier J, Canter H, Ross P (1975) :  
A longitudinal study of the craniofacial growth pattern in children with clefts as compares to normal, birth to six years.  
Cleft Palate J 12 : 59-84
90. Kulnis R, Nelson S, Strohl K, Hans M (2000) :  
Cephalometric assessment of snoring and nonsnoring children.  
Chest 118 : 596–603
91. Langman J (1972) :  
Medizinische Embryologie. 2. Aufl. Thieme, Stuttgart – New York 1972
92. Linder-Aronson S (1970) :  
Adenoids : Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition.  
Acta Otolaryng Suppl 265, Stockholm 1970
93. Linder-Aronson S, Henrikson CO (1973) :  
Radiocephalometric analysis of the anteroposterior nasopharyngeal dimensions in 6- to 12-year-old mouth breathers compared with nose breathers.  
ORL 35(1) : 19-29
94. Linder-Aronson S, Woodside DG (1977) :  
The growth in the sagittal depth of the bony nasopharynx in relation to some other facial variables.  
Trans Eur Orthod Soc 1977 : 69-83

95. Löhle E, Joos U, Göz G (1991) :  
Phoniatics results following reconstruction of Palatoglossus and  
Palatopharyngeus muscles.  
In : Pfeifer G (ed.) : Craniofacial Abnormalities and Clefts of the Lip, Alveolus  
and Palate. Thieme, Stuttgart 1991
96. Lowe AA, Ono T, Ferguson KA, Pae EK, Ryan CF, Fleetham JA (1996) :  
Cephalometric comparisons of craniofacial and upper airway structure by skeletal  
subtype and gender in patients with obstructive sleep apnea.  
Am J Orthodont Dentofac Orthop 110 : 653-664
97. Lowe AA, Ozbek MM, Miyamoto K, Pae EK, Fleetham JA (1997) :  
Cephalometric and demographic characteristics of obstructive sleep apnea : an  
evaluation with partial least squares analysis.  
Angle Orthod 67(2) : 143-153
98. Lyberg T, Krogstad O, Djupesland G (1989) :  
Cephalometric analysis in patients with obstructive sleep apnea syndrome : II.  
Soft tissue morphology.  
J Laryngol Otol 103(3) : 293-297
99. Mapes AH, Mazahery M, Harding RL, Meier JA, Canter HE (1974) :  
A longitudinal analysis of the maxillary growth increments of cleft lip and palate  
patients.  
Cleft Palate J 11 : 450-462
100. Markovic MD (1992) :  
At the crossroads of oral facial genetics.  
Europ J Orthodontics 14 : 469-481
101. Mazahery M, Krogman WM, Harding RL, Millard RT, Metha S (1977) :  
Longitudinal analysis of growth of the soft palate nasopharynx from six month to  
six years.  
Cleft palate J 14 : 52-62

102. Miethke RR (1994) :  
Schädelentwicklung.  
In : Schmuth G (Hrsg.) Praxis der Zahnheilkunde, Band 11 , 3. Aufl., S. 49-82,  
Urban & Schwarzenberg, München – Wien – Baltimore 1994
  
103. Milde H (1973) :  
Zur Frage der Heredität bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten im Krankengut der  
Zahn-, Mund- und Kieferklinik Würzburg.  
In : Schuchardt K, Steinhardt G, Schwenger N (Hrsg.) : Fortschritte der Kiefer-  
und Gesichtschirurgie, Bd. 16/17, S. 7, Thieme, Stuttgart 1973
  
104. Millard DR (1958) :  
Columella lengthening by a forked flap.  
Plast Reconstr Surg 22 : 454-457
  
105. Moore KL, Persaug TVN, Lütjen-Decroll E (Übers.) (1996) :  
Embryologie. 4. Aufl. , Schattauer, Stuttgart 1996
  
106. Moss ML (1968) : The primary of functional matrices in orofacial growth.  
Trans Brit Soc Orthodont 19 : 65-73
  
107. Moss ML (1973) :  
Funktionelle Schädelanalyse und die funktionelle Matrix.  
Fortschr Kieferorthop 34 : 48-63
  
108. MRC Vitamin Study Research Group,  
Lancet 1991, 338 : 132-137
  
109. Münker G (1982) :  
Gaumenspalte und Ohr.  
In : Pfeifer G (Hrsg.) : Lippen- Kiefer-Gaumenspalten. S. 181 , Thieme, Stuttgart  
– New York 1982



110. Müßig D, Pröschel U (1993) :  
Die Qualität des velopharyngealen Abschlusses in Abhängigkeit von der  
Gesichtsmorphologie bei LKG-Spalten.  
Fortschr Kieferorthop 54 : 101-107
111. Natsume N, Kawai T, Kohama G, Teshima T, Kochi S, Ohashi Y, Enomoto S,  
Ishii M, Nakano Y, Matsuya T, Kogo M, Yoshimura Y, Ohishi M, Katsuki T,  
Goto M, Shimizu M, Yanagisawa S, Mimura T, Sunakawa H,  
Nakamura N (2000) :  
Incidence of cleft lip or palate in 303738 Japanese babies born between 1994 and  
1995.  
Br J Oral Maxillofac Surg , 38 (6) : 605-607
112. Natsume N, Suzuki T, Kawai T (1987)  
Prevalence of cleft lip and palate in the Japanese.  
Oral Surg 63 : 421
113. Neel JV (1958) :  
A study of major congenital defects in Japanese infants.  
Am J Human Genet 10 : 398
114. Neumann D, Koberg W, Frank A (1973) :  
Die Häufigkeit der LKG-Spalte.  
In : Schuchardt K, Steinhardt G, Schwenzler N (Hrsg.) : Fortschritte der Kiefer-  
und Gesichtschirurgie, Bd. 16/17, S. 2, Thieme, Stuttgart 1973
115. Niikuni N, Nakajima I, Akasaka M (2004) :  
The relationship between tongue-base position and craniofacial morphology in  
preschool children.  
J Clin Pediatr Dent 28(2) : 131-134
116. Olasoji HO, Ukiri OE, Yahaya A (2005) :  
Incidence and aetiology of oral clefts : a review.  
Afr J Med Med Sci 34(1) : 1-7

117. Opitz C, Otto HD (1989) :  
Die normale und die pathologische Entwicklung des sekundären Gaumens – eine neue Konzeption.  
Zahn Mund Kieferheilkd 77 : 167
118. Ortiz-Monasterio F, Serrano A, Barrera G, Rodriguez-Hoffman H, Vinageras E (1966) :  
A study of untreated adult cleft palate patients.  
Plast Reconstr Surg 38 : 36
119. Ozbek MM, Miyamoto K, Lowe AA, Fleetham JA (1998) :  
Natural head posture, upper airway morphology and obstructive sleep apnoea severity in adults.  
Eur J Orthod 20(2) : 133-143
120. Park S, Omori M, Kato K, Nitta N, Kitano I, Masuda T (2002) :  
Cephalometric analysis in submucous cleft palate : comparison of cephalometric data obtained from submucous cleft palate patients with velopharyngeal competence and incompetence.  
Cleft Palate Craniofac J 39(1) : 105-109
121. Pfeifer G (1968) :  
Entwicklungsstörungen und Anomalien der Zähne, des Mundes und der Kiefer.  
In : Opitz H, Schmidt F (Hrsg.) : Handbuch der Kinderheilkunde, Bd. 9, S. 347.  
Springer, Berlin 1968
122. Pfeifer G (1986) :  
Die Craniogenese aus teratologischer Sicht.  
Nova Acta Leopoldina NF 58 : 343
123. Rakosi T (1988) :  
Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse. 2. Aufl. , Hanser ,  
München-Wien 1988

124. Ricketts RM (1954) :  
The cranial base and soft structures in cleft palate speech and breathing.  
Plast Reconstr Surg 14 : 47-61
125. Ritter W (1989) :  
Interdependence between tongue and palatal shelves before palatal closure.  
In : Kriens O (ed.) : What is a cleft lip and palate ? A multidisciplinary update. p.  
44 , Thieme, Stuttgart – New York 1989
126. Rocabado M (1983) :  
Biomechanical relationship of the cranial, cervical and hyoid regions.  
J CranioMand Pract 1 : 61-66
127. Rocabado M, Tapia V (1987) :  
Radiographic study of the craniocervical relation in patients under orthodontic  
treatment and the incidence of related symptoms.  
J CranioMand Pract 5 : 37-42
128. Rösch C, Steinbicker V, Röse I (1998) :  
Häufigkeit oraler Spaltbildungen in der Region Magdeburg.  
Mund Kiefer Gesichts Chir 2 : 5-10
129. Rose E, Staats R, Otten JE, Schmelzeisen R, Jonas I (2002) :  
Sleep-related obstructive disordered breathing in cleft palate patients after  
palatoplasty.  
Plast Reconstr Surg 110 : 392–396.
130. Rose E, Thissen U, Otten JE, Jonas I (2003) :  
Cephalometric assessment of the posterior airway space in patients with cleft  
palate after palatoplasty.  
Cleft Palate Craniofac J 40 : 498-503
131. Ross RB (1986) :  
Growth prediction in cleft lip and palate. In : Transactions of the British  
Craniofacial Society International Conference , 1986

132. Ross RB (1987) :  
Treatment variables affecting growth in cleft lip and palate : part 1-7.  
Cleft Palate J 24 : 1-79
133. Ross RB (1995) :  
Growth of the facial skeleton following the Malek repair for unilateral cleft lip  
and palate.  
Cleft Palate Craniofac J 32 : 194-198
134. Ross RB, Johnston MC (1972) :  
Cleft lip and palate. Williams and Wilkins, Baltimore 1972
135. Sachs L (1999) :  
Angewandte Statistik : Anwendung statistischer Methoden. 9. Aufl. , Springer ,  
Berlin – Heidelberg 1999
136. Samman N, Mohammadi H, Xia J (2003) :  
Cephalometric norms for the upper airway in a healthy Hong Kong Chinese  
population.  
Hong Kong Med J 9 : 25-30
137. Satoh K, Wada T, Tachimura T, Fukuda J (2005) : Velar ascent and  
morphological factors affecting velopharyngeal function in patients with cleft  
palate and noncleft controls : a cephalometric study.  
Int J Oral Maxillofac Surg 34(2) : 122-126
138. Satoh K, Wada T, Tachimura T, Sakoda S, Shiba R (1998) :  
A cephalometric study by multivariate analysis of growth of the bony  
nasopharynx in patients with clefts and non-cleft controls.  
J CranioMaxillofac Surg 26(6) : 394-399

139. Satoh K, Wada T, Tachimura T, Sakoda S, Shiba R (1999) :  
A cephalometric study of the relationship between the level of velopharyngeal closure and the palatal plane in patients with repaired cleft palate and controls without clefts.  
Br J Oral Maxillofac Surg 37(6) : 486-489
140. Satoh K, Wada T, Tachimura T, Shiba R (2002) :  
The effect of growth of nasopharyngeal structures in velopharyngeal closure in patients with repaired cleft palate and controls without clefts : a cephalometric study.  
Br J Oral Maxillofac Surg 40(2) : 105-109
141. Schubert J, Schmidt R, Raupach HW (1990) :  
New findings explaining the mode of action in prevention of facial clefting and first clinical experience.  
J CranioMaxillofacSurg 18 : 434
142. Schulze C (1986) :  
Über genetische Faktoren bei der Ätiologie von Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
Fortschr Kieferorthop 47 : 346-355
143. Sergl HG, Korn K (1986) :  
Soziographische Untersuchungen über die Stellung des Kindes mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte in d. Klassengemeinschaft.  
Fortschr Kieferorthop 47 : 574-577
144. Shen GF, Samman N, Qiu WL, Tang YS, Xia J, Huang YL (1994) :  
Cephalometric studies on the upper airway space in normal Chinese  
Int J Oral Maxillofac Surg 23 : 243-247
145. Simpson RK, Austin AA (1972) :  
A cephalometric investigation of velar stretch.  
Cleft Palate J 9 : 341-51

146. Smahel Z, Brejcha M (1983) :  
Differences in craniofacial morphology between complete and incomplete unilateral cleft lip and palate in adults.  
Cleft Palate J 20 : 113
147. Smahel Z, Kasalova P, Skvarilova B (1991) :  
Morphometric nasopharyngeal characteristics in facial clefts.  
J Craniofac Genet Dev Biol 11(1) : 24-32
148. Smahel Z, Müllerova I (1992) :  
Nasopharyngeal characteristics in children with cleft lip and palate.  
Cleft Palate Craniofac J 29(3) : 282-286
149. Smahel Z, Müllerova Z (1986) :  
Craniofacial morphology in unilateral cleft lip and palate prior to palatoplasty.  
Cleft Palate J 23 : 225-231
150. Smahel Z, Sabik D, Tomanova M, Müllerova Z (1998) :  
Basic Characteristics of the Postnatal Development of the Human Cranium.  
Anthropologie 36 : 235-249
151. Sosa FA, Graber TM, Muller TP (1982) :  
Postpharyngeal lymphoid tissue in Angle class I and class II malocclusions.  
Am J Orthodont 81 : 299-309
152. Sphrintzen RJ (1989) :  
Syndroms of clefting : up-date.  
In : Kriens O (ed.) : What is a cleft lip and palate ? A multidisciplinary update. p.  
57 , Thieme, Stuttgart – New York 1989
153. Stamm TH (2000) : Skript zur Vorlesung Kieferorthopädie I und II, Poliklinik für  
Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Münster. 4. Aufl. , Münster 2000

154. Stellzig A, Komposch G (1994) :  
Hyperrhinophonie und Gesichtsschädelaufbau – kephalometrische Analyse.  
Fortschr Kieferorthop 55 : 181-185
155. Stellzig-Eisenhauer A (2001) :  
The influence of cephalometric parameters on resonance of speech in cleft lip and  
palate patients. An interdisciplinary study.  
J Orofac Orthop 62(3) : 202-223
156. Subcommittee for approach by the delegates of the 4<sup>th</sup> Congress of the  
International Confederation for Plastic Surgery. Rome 1967.  
Classification of clefts of lip, alveolus and palate.  
In : Transaction of the 4<sup>th</sup> International Congress of Plastic and Reconstructive  
Surgery. Excerpta Medica, Amsterdam 1969
157. Subtelny DA (1957) :  
A cephalometric study of the growth of the soft palate.  
Plast Reconstr Surg 19 : 49-62
158. Tangugsorn V, Skatvedt O, Krogstad O, Lyberg T (1995) :  
Obstructive sleep apnoea : a cephalometric study. Part II. Uvulo-  
glossopharyngeal morphology.  
Eur J Orthod 17(1) : 57-67
159. Taylor M, Hans MG, Strohl KP, Nelson S, Broadbent BH (1996) :  
Soft tissue growth of the oropharynx.  
Angle Orthod 66(5) : 393-400.
160. Thorogood P, Ferretti P (1992) :  
Heads and tails : recent advances in cranio-facial development.  
Brit Dent J 173 : 301
161. Thurow RC (1951) :  
Cephalometric methods in research and private practise.  
Angle Orthodont 21 : 104-115.

162. Tindlund RS, Holmefjord A (1997) :  
Functional results with the team care of cleft lip and palate patients in Bergen,  
Norway.  
Folia Phoniatr Logop 49 : 168
  
163. Tolarova M (1991) :  
Etiology of clefts of lip and / or palate : 23 years of genetic follow-up in 3660  
individual cases.  
In : Pfeifer G (ed.) : Craniofacial Abnormalities and Clefts of the Lip, Alveolus  
and Palate. p. 150, Thieme, Stuttgart 1991
  
164. Tolarova M, Harris J (1995) :  
Reduced recurrence of orofacial clefts after periconceptional supplementation  
with high-dose folic acid and multivitamins.  
Teratology 51 : 71-78
  
165. Töndury F (1976) :  
Zur Genese der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
Z KinderChir 19 (Suppl.) : 5
  
166. Tourné LP (1991) :  
Growth of the pharynx and its physiologic implications.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 99(2) : 129-139
  
167. Treutlein C, Bertin JL, Swennen G, Brachvogel P (2003) :  
Comparative cephalometric study of 10-year-old patients with complete unilateral  
cleft lip and palate. A cross-sectional study of the Hannover-concept.  
J Orofac Orthop 64: 27-39
  
168. Tünte W (1969) :  
Is there a secular increase in the incidence of cleft lip and palate ?  
Cleft Palate J 6 : 430



169. Uhlemann T, Zschiesche T, Ziegeler G (1986) :  
Soziale Erfahrungen von Kindern und Jugendlichen mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten.  
Fortschr Kieferorthop 47 : 568-573
170. van Rooij IA, Wegerif MJ, Roelofs HM, et al. ( 2001) :  
Smoking, genetic polymorphisms in biotransformation enzymes, and nonsyndromic oral clefting : a gene – environment interaction.  
Epidemiology 12 : 502-507
171. Vanderas AP (1987) :  
Incidence of cleft lip, cleft palate and cleft lip and palate among races : a review.  
Cleft Palate J, 24 : 216
172. Vig PS (2002) :  
Respiratory mode and morphological types : some thoughts and preliminary conclusions.  
In : McNamara JA : Naso-respiratory function and craniofacial growth.  
Monograph Nr. 9, Craniofacial
173. Wada T, Miyazaki T (1975) :  
Growth and changes in maxillary arch from complete unilateral cleft lip and cleft palate children.  
Cleft Palate J 12 : 115-130
174. Wada T, Satoh K, Tachimura T (1997) :  
Comparison of nasopharyngeal growth between patients with clefts and noncleft controls.  
Cleft Palate Craniofac J 34(5) : 405-409
175. Watson RM, Warren DW, Fischer D (1968) :  
Nasal resistance, skeletal classification and mouthbreathing in orthodontic patients. Am J Orthodont 54 : 367-379

176. Weingärtner J, Bienengraber V, Fanghänel J, Gundlach KKH (2002) :  
The influence of folic acid, vitamin B12 and homocystein on palatal fusion – an animal study.  
Poster Presentation, XVI<sup>th</sup> Congress of the EACMFS, Sep. 2002, Münster / Germany
177. Wermker K (2004) :  
Eine klinische prospektive Studie zur objektiven Hypernasalitätsdiagnostik mit dem NasalView®-System bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
Med. Dissertation Münster 2004
178. Widmaier W (1959) :  
Ein neues Verfahren zum Verschluss der Gaumenspalten.  
Chirurg 30 : 274-278
179. Wong FK, Hägg U (2004) :  
An update on the aetiology of orofacial clefts.  
Hong Kong Med J 10 : 331-336
180. Wriedt S, Serogl HG (1986) :  
Untersuchungen über die Frustrationstoleranz von jugendlichen und erwachsenen Patienten mit LKG-Spalten.  
Fortschr Kieferorthop 47 : 578-585
181. Wu JT, Huang GF, Huang CS, Noordhoff MS (1996) :  
Nasopharyngoscopic evaluation and cephalometric analysis of velopharynx in normal and cleft palate patients.  
Ann Plast Surg 36(2) : 117-122
182. Wulff J, Wulff H (1981) :  
Sprachliche, funktionelle und psychosoziale Entwicklungsschäden bei Patienten mit LKG-Spaltformen und ihre Beseitigung.  
In : Pfeifer G (Hrsg.) : LKG-Spalten. Chirurgische, otologische und sprachliche Behandlung. E.Reinhard-Verlag, München 1981

183. Zieglowski V, Hemprich A. (1999) :  
Facial cleft birth rate in former East Germany before and after the reactor  
accident in Chernobyl.  
Mund Kiefer GesichtsChir , 3 (4) :195-199

## **7. DANKSAGUNG**

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. Dr. Dr.h.c. U. Joos für die Überlassung des Themas und die freundliche und engagierte Unterstützung, Förderung und Betreuung dieser Arbeit von der Planung bis hin zur Niederschrift sehr herzlich danken.

Herzlich danken möchte auch Herrn Priv.-Doz. Dr. Th. Stamm für die Übernahme des Koreferates.

Mein Dank gilt ferner Frau em. Prof. Dr. U. Ehmer und Herrn Priv.-Doz. Dr. Th. Stamm für die freundliche Bereitstellung von FRS-Bildern aus der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Münster sowie für die mögliche Nutzung des Equipments der Abteilung zur Digitalisierung und Analyse der Bilder.

Insbesondere möchte ich mich bei meiner Frau Nadine und bei meinen Eltern für die Unterstützung auf meinem bisherigen beruflichen und privaten Lebensweg bedanken.

## 8. LEBENSLAUF

Name : Wermker  
Vorname : Kai  
Geburtsdatum : 25.04.1974  
Geburtsort : Osnabrück

Eltern : Katharina Wermker, geb. Götz, Hausfrau  
Karl-Peter Wermker, Betriebswirt

Familienstand : verheiratet mit Nadine Wermker, geb. Wiegand,  
Physiotherapeutin

Kinder : Katharina Wermker, geb. 15.06.2007  
Dominik Wermker, geb. 25.05.2009

1980 – 1984 Grundschule Widukindland, Osnabrück  
1984 – 1986 Orientierungsstufe Dom, Osnabrück  
1986 – 1993 Gymnasium Carolinum, Osnabrück  
10.05.1993 allgemeine Hochschulreife (Abitur)

01.07.1993 – 30.06.1994 Wehrdienst  
01.10.1994 – 31.03.1995 Aushilfe im kaufmännischen Bereich bei der  
Westfalen AG, Münster

Sommersemester 1995 – Studium der Zahnmedizin an der  
Wintersemester 1999 / 2000 Westfälischen Wilhelms-Universität Münster  
20.03.1996 naturwissenschaftliche Vorprüfung ( Vorphysikum )  
23.09.1997 Zahnärztliche Vorprüfung ( Physikum Zahnmedizin )  
25.07.2000 Studienabschluß mit dem Staatsexamen  
08.08.2000 Approbation als Zahnarzt

Sommersemester 2000 – Studium der Humanmedizin an der  
Sommersemester 2005 Westfälischen Wilhelms-Universität Münster  
05.09.2001 Ärztliche Vorprüfung ( Physikum Humanmedizin )  
19.09.2002 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung  
24.08.2004 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung  
29.11.2005 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung  
05.12.2005 Approbation als Arzt

19.01.2004 Promotion zum Dr. med. dent. an der WWU Münster

seit 01.12.2005 wissenschaftlicher Angestellter / Assistenzarzt in der Weiterbildung zum Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen in der Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie ( Direktor : Univ.-Prof. Dr.med. Dr.med.dent. Dr.h.c. U. Joos ) am Universitätsklinikum Münster

Osnabrück, den 20.07.2009

## ANHANG

Variable	Differenz beider Messreihen		Fehler	
	$\bar{x}$	s	n. Houston	n. Dahlberg
FACAX	-0,10	0,53	0,37	0,38
N-Ba	0,09	0,58	0,41	0,41
S-Ba	0,12	0,58	0,41	0,42
N-S	-0,05	0,50	0,36	0,36
N-S-Ba	-0,12	0,58	0,41	0,42
S-Spp	-0,04	0,60	0,42	0,42
N-A	0,10	0,60	0,42	0,43
A-Me	0,01	0,69	0,49	0,49
N-Me	-0,05	0,60	0,42	0,43
S-Go	-0,06	0,65	0,46	0,46
GSHVER	-0,05	0,68	0,48	0,48
Spp-A	0,23	0,58	0,41	0,44
Spp-Spa	0,18	0,44	0,31	0,33
S-N-A	-0,31	0,61	0,43	0,48
Ba-N-A	-0,21	0,66	0,47	0,49
Conv-A	-0,17	0,59	0,42	0,44
S-N-B	0,11	0,61	0,43	0,44
Ar-Go-Me	-0,05	0,58	0,41	0,41
N-Go-Me	0,03	0,61	0,43	0,44
FACDEP	0,34	0,48	0,34	0,42
MANPLA	-0,10	0,58	0,41	0,41
S-AA	0,14	0,59	0,42	0,43
Ho-Ho1	0,01	0,58	0,41	0,41
Ba-Spp	0,13	0,55	0,39	0,40
AA-Spp	-0,09	0,55	0,39	0,40
TkNph1	-0,15	0,43	0,30	0,32
TkNph2	0,02	0,43	0,30	0,30
TkNph3	-0,06	0,48	0,34	0,34
NphF1	0,63	13,18	9,32	9,33
NphF2	1,26	26,41	18,67	18,70
AdF1	-0,23	10,14	7,17	7,17
AdF2	-0,22	13,97	9,88	9,88
AdF3	0,09	9,01	6,37	6,37
LRNph	-0,42	7,25	5,13	5,14

Tabelle A1 : Ergebnisse der Messfehlerbestimmung für die 30 zufällig ausgewählten und doppelt vermessenen FRS-Bilder

Variable	Differenz beider Messreihen		Fehler	
	$\bar{x}$	s	n. Houston	n. Dahlberg
NphF3	-0,37	11,12	7,86	7,86
Ad:kNph	-0,06	3,21	2,27	2,27
Ad:Nph1	-0,10	2,24	1,59	1,59
Ad:Nph2	0,07	1,32	0,93	0,93
Spp-U	-0,08	0,42	0,30	0,30
Spp-ad4	-0,10	0,46	0,32	0,33
VeIPP	-0,19	0,70	0,49	0,51
VF	-0,24	5,61	3,97	3,97
NeedRat	-0,20	1,83	1,30	1,30
OphF	0,24	4,82	3,41	3,41
PhFV	0,05	1,91	1,35	1,35
LRFV	-0,71	8,03	5,68	5,70
AIRW	-0,08	0,49	0,35	0,35
H-RGN	0,11	0,55	0,39	0,40
H-C3	-0,02	0,59	0,41	0,41
H-H'	-0,11	0,48	0,34	0,35
H-S	0,22	0,65	0,46	0,48
S-N-H	0,01	0,53	0,38	0,38
H-MP	-0,02	0,40	0,28	0,28
H-PP	0,11	0,60	0,42	0,43
H-HWS	-0,09	0,53	0,38	0,38

( Fortsetzung Tab. A1 )

Variable	Einheit		Geschlecht		Sign.
			weiblich	männlich	
		Anzahl n =	23	43	
FACAX	°	$\bar{x}$	89,4	87,5	-
		s	5,9	7,3	
N-BA	mm	$\bar{x}$	98,4	102,7	**
		s	5,7	6,0	
S-Ba	mm	$\bar{x}$	41,1	42,9	**
		s	2,4	2,6	
N-S	mm	$\bar{x}$	67,5	66,9	-
		s	1,6	2,5	

Tabelle A2 : Röntgenkephalometrische Messwerte bei weiblichen und männlichen Probanden der LKG-Gruppe



Variable	Einheit	Geschlecht		Sign.	
		weiblich	männlich		
N-S-Ba	°	$\bar{X}$	132,7	130,2	-
		s	3,7	5,6	
S-Spp	mm	$\bar{X}$	42,9	44,5	-
		s	2,7	3,3	
N-A	mm	$\bar{X}$	53,7	55,6	-
		s	5,0	4,5	
A-Me	mm	$\bar{X}$	58,8	60,2	-
		s	4,6	4,7	
N-Me	mm	$\bar{X}$	111,1	115,3	*
		s	7,2	6,6	
S-Go	mm	$\bar{X}$	71,8	73,2	-
		s	5,3	6,0	
GSHVER	%	$\bar{X}$	64,8	63,6	-
		s	5,5	5,7	
Spp-A	mm	$\bar{X}$	43,4	43,5	-
		s	3,0	3,8	
Spp-Spa	mm	$\bar{X}$	47,7	47,0	-
		s	2,6	3,7	
S-N-A	°	$\bar{X}$	75,6	77,3	-
		s	4,0	4,7	
Ba-N-A	°	$\bar{X}$	58,0	58,4	-
		s	4,7	4,9	
Conv-A	mm	$\bar{X}$	-0,8	-0,4	-
		s	4,3	3,9	
S-N-B	°	$\bar{X}$	75,0	76,5	-
		s	3,3	4,7	

( Fortsetzung Tab. A2 )

Variable	Einheit		Geschlecht		Sign.
			weiblich	männlich	
Ar-Go-Me	°	$\bar{X}$	128,4	129,5	-
		s	6,0	7,4	
N-Go-Me	°	$\bar{X}$	75,2	77,2	-
		s	6,6	6,9	
FACDEP	°	$\bar{X}$	83,6	83,6	-
		s	3,5	6,4	
MANPLA	°	$\bar{X}$	28,5	31,0	-
		s	7,3	9,8	
S-AA	mm	$\bar{X}$	47,7	53,2	***
		s	5,2	5,3	
Ho-Ho1	mm	$\bar{X}$	17,2	17,7	-
		s	2,2	2,2	
Ba-Spp	mm	$\bar{X}$	41,7	41,0	-
		s	2,7	4,7	
AA-Spp	mm	$\bar{X}$	31,1	34,5	**
		s	5,1	3,6	
TkNph1	°	$\bar{X}$	59,6	57,3	-
		s	5,8	5,8	
TkNph2	°	$\bar{X}$	37,4	37,9	-
		s	4,8	5,4	
TkNph3	°	$\bar{X}$	39,6	39,9	-
		s	5,7	4,6	
NphF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	347,1	390,6	*
		s	55,3	72,6	
NphF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	694,2	781,1	*
		s	110,6	145,3	

( Fortsetzung Tab. A2 )

Variable	Einheit	Geschlecht		Sign.	
		weiblich	männlich		
AdF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	206,8	244,3	**
		s	34,6	43,9	
AdF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	331,1	380,3	*
		s	53,5	82,0	
AdF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	198,4	252,9	**
		s	27,7	75,6	
LRNph	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	179,1	181,0	-
		s	74,3	69,0	
NphF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	377,4	433,9	*
		s	73,4	111,4	
Ad:kNph	%	$\bar{x}$	60,1	63,2	-
		s	7,3	8,9	
Ad:Nph1	%	$\bar{x}$	48,3	49,2	-
		s	7,3	8,9	
Ad:Nph2	%	$\bar{x}$	54,0	58,5	-
		s	10,7	10,4	
Spp-U	mm	$\bar{x}$	27,6	29,9	-
		s	5,0	4,9	
Spp-ad4	mm	$\bar{x}$	22,9	22,8	-
		s	3,5	3,8	
VELPP	°	$\bar{x}$	137,2	138,0	-
		s	6,1	9,1	
VF	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	164,4	200,9	-
		s	26,8	42,3	
NeedRat	%	$\bar{x}$	85,7	78,2	-
		s	21,3	17,0	

( Fortsetzung Tab. A2 )

Variable	Einheit		Geschlecht		Sign.
			weiblich	männlich	
OphF	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	242,5	274,2	-
		s	38,1	77,5	
PhFV	%	$\bar{x}$	64,7	67,9	-
		s	21,0	28,5	
LRFV	%	$\bar{x}$	147,7	171,2	-
		s	60,8	80,3	
AIRW	mm	$\bar{x}$	11,6	13,3	-
		s	4,1	3,5	
H-RGN	mm	$\bar{x}$	41,5	38,8	-
		s	7,4	8,2	
H-C3	mm	$\bar{x}$	31,3	35,9	***
		s	3,5	4,5	
H-H'	mm	$\bar{x}$	5,7	6,9	-
		s	4,8	5,4	
H-S	mm	$\bar{x}$	98,0	103,5	*
		s	7,2	8,7	
S-N-H	°	$\bar{x}$	51,4	54,4	**
		s	3,6	4,5	
H-MP	mm	$\bar{x}$	18,3	19,3	-
		s	6,1	6,2	
H-PP	mm	$\bar{x}$	57,7	62,0	*
		s	6,0	7,6	
H-HWS	mm	$\bar{x}$	30,0	34,5	***
		s	2,7	4,3	

( Fortsetzung Tab. A2 )

Variable	Einheit	Anzahl n =	Geschlecht		Sign.
			weiblich	männlich	
			75	48	
FACAX	°	$\bar{x}$	89,8	92,0	-
		s	4,7	4,3	
N-BA	mm	$\bar{x}$	97,6	98,4	-
		s	6,1	7,6	
S-Ba	mm	$\bar{x}$	41,4	42,1	-
		s	2,0	2,0	
N-S	mm	$\bar{x}$	68,2	68,5	-
		s	2,7	2,4	
N-S-Ba	°	$\bar{x}$	130,3	128,0	-
		s	5,3	5,7	
S-Spp	mm	$\bar{x}$	45,8	47,2	-
		s	5,6	2,7	
N-A	mm	$\bar{x}$	54,3	53,5	-
		s	4,1	3,9	
A-Me	mm	$\bar{x}$	59,1	56,7	**
		s	5,0	4,5	
N-Me	mm	$\bar{x}$	112,7	109,8	*
		s	7,1	6,8	
S-Go	mm	$\bar{x}$	72,9	73,8	-
		s	5,3	6,2	
GSHVER	%	$\bar{x}$	64,9	67,3	*
		s	5,1	5,5	
Spp-A	mm	$\bar{x}$	45,5	43,9	*
		s	2,6	2,8	

Tabelle A3 : Röntgenkephalometrische Messwerte bei weiblichen und männlichen Probanden der Kontroll-Gruppe

Variable	Einheit		Geschlecht		Sign.
			weiblich	männlich	
<b>Spp-Spa</b>	mm	$\bar{X}$	48,9	47,2	*
		s	2,8	2,8	
<b>S-N-A</b>	°	$\bar{X}$	81,5	82,8	-
		s	3,8	3,9	
<b>Ba-N-A</b>	°	$\bar{X}$	63,3	63,6	-
		s	3,2	4,1	
<b>Conv-A</b>	mm	$\bar{X}$	2,8	1,2	*
		s	2,8	2,8	
<b>S-N-B</b>	°	$\bar{X}$	77,3	80,4	**
		s	4,2	4,7	
<b>Ar-Go-Me</b>	°	$\bar{X}$	125,3	126,9	-
		s	8,1	7,3	
<b>N-Go-Me</b>	°	$\bar{X}$	73,0	71,6	-
		s	5,4	5,1	
<b>FACDEP</b>	°	$\bar{X}$	84,7	87,2	**
		s	3,8	4,0	
<b>MANPLA</b>	°	$\bar{X}$	27,4	24,5	*
		s	5,9	5,8	
<b>S-AA</b>	mm	$\bar{X}$	49,8	47,9	*
		s	4,2	4,9	
<b>Ho-Ho1</b>	mm	$\bar{X}$	16,0	16,4	-
		s	1,3	1,7	
<b>Ba-Spp</b>	mm	$\bar{X}$	43,9	46,2	**
		s	3,8	2,7	
<b>AA-Spp</b>	mm	$\bar{X}$	34,9	36,0	*
		s	3,3	3,0	

( Fortsetzung Tab. A3 )

Variable	Einheit		Geschlecht		Sign.
			weiblich	männlich	
TkNph1	°	$\bar{X}$	60,4	62,1	-
		s	4,2	5,1	
TkNph2	°	$\bar{X}$	38,6	38,0	-
		s	4,4	5,5	
TkNph3	°	$\bar{X}$	42,3	44,4	*
		s	4,2	5,0	
NphF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	337,7	368,4	*
		s	50,0	61,9	
NphF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	674,6	736,8	*
		s	110,0	123,7	
AdF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	205,2	223,5	*
		s	41,2	48,8	
AdF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	323,8	354,6	*
		s	70,5	82,8	
AdF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	240,0	242,3	-
		s	58,3	55,3	
LRNph	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	190,6	189,3	-
		s	64,8	62,8	
NphF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	430,6	431,5	-
		s	71,4	73,5	
Ad:kNph	%	$\bar{X}$	61,1	60,8	-
		s	10,4	9,1	
Ad:Nph1	%	$\bar{X}$	48,8	48,3	-
		s	11,8	8,5	
Ad:Nph2	%	$\bar{X}$	56,2	56,6	-
		s	12,1	11,0	

( Fortsetzung Tab. A3 )

Variable	Einheit		Geschlecht		Sign.
			weiblich	männlich	
<b>Spp-U</b>	mm	$\bar{X}$	31,4	32,5	-
		s	3,6	3,1	
<b>Spp-ad4</b>	mm	$\bar{X}$	27,3	27,8	-
		s	3,5	3,1	
<b>VELPP</b>	°	$\bar{X}$	137,3	135,9	-
		s	6,1	5,9	
<b>VF</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	175,5	180,6	-
		s	23,8	37,4	
<b>NeedRat</b>	%	$\bar{X}$	88,0	86,0	-
		s	14,1	11,8	
<b>OphF</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	262,7	260,7	-
		s	63,6	70,0	
<b>PhFV</b>	%	$\bar{X}$	62,3	60,4	-
		s	17,0	13,5	
<b>LRFV</b>	%	$\bar{X}$	153,4	147,0	-
		s	61,7	44,8	
<b>AIRW</b>	mm	$\bar{X}$	12,0	11,5	-
		s	3,4	3,0	
<b>H-RGN</b>	mm	$\bar{X}$	40,6	38,4	-
		s	7,1	6,9	
<b>H-C3</b>	mm	$\bar{X}$	32,3	32,5	-
		s	3,8	5,5	
<b>H-H'</b>	mm	$\bar{X}$	5,7	5,9	-
		s	5,1	5,1	
<b>H-S</b>	mm	$\bar{X}$	100,7	100,0	-
		s	7,9	7,2	

( Fortsetzung Tab. A3 )



Variable	Einheit		Geschlecht		Sign.
			weiblich	männlich	
S-N-H	°	$\bar{x}$	53,7	56,0	**
		s	4,6	4,5	
H-MP	mm	$\bar{x}$	18,1	15,4	*
		s	5,8	4,9	
H-PP	mm	$\bar{x}$	56,8	57,0	-
		s	8,2	8,7	
H-HWS	mm	$\bar{x}$	30,6	31,3	-
		s	3,5	5,1	

( Fortsetzung Tab. A3 )

Variable	Einheit		Altersgruppe			Sign.
			I ( 6-11 J. )	II ( >6-11 J. )	III ( > 11 J. )	
		n =	25	42	56	
FACAX	°	$\bar{x}$	91,3	91,1	90,1	-
		s	4,7	3,7	5,3	
N-BA	mm	$\bar{x}$	94,1	96,7	100,5	* <sup>1)</sup>
		s	7,1	6,3	5,8	
S-Ba	mm	$\bar{x}$	41,3	41,9	41,7	-
		s	2,1	2,0	2,1	
N-S	mm	$\bar{x}$	69,1	68,3	68,0	-
		s	1,9	2,6	2,9	

Tabelle A4 : Röntgenkephalometrische Messwerte getrennt nach Altersgruppen innerhalb der Kontroll-Gruppe.

Spalte „Sign.“ : statistisch signifikante Differenzen mit  $p < 0,05$  :

\*<sup>1)</sup> zwischen Altersgruppe I und III sowie II und III

\*<sup>2)</sup> zwischen Altersgruppe I und III

\*<sup>3)</sup> zwischen Altersgruppe I und II sowie I und III

Variable	Einheit		Altersgruppe			Sign.
			I ( 6-11 J. )	II ( >6-11 J. )	III ( > 11 J. )	
<b>N-S-Ba</b>	°	$\bar{X}$	127,9	129,2	130,3	-
		s	3,7	6,4	5,6	
<b>S-Spp</b>	mm	$\bar{X}$	46,9	46,8	45,9	-
		s	2,3	3,1	6,3	
<b>N-A</b>	mm	$\bar{X}$	51,9	54,1	54,8	*2)
		s	3,1	3,8	4,2	
<b>A-Me</b>	mm	$\bar{X}$	55,7	57,5	59,7	*2)
		s	3,9	3,8	5,6	
<b>N-Me</b>	mm	$\bar{X}$	107,1	111,1	114,0	*2)
		s	4,6	5,6	8,0	
<b>S-Go</b>	mm	$\bar{X}$	69,9	73,3	74,7	*3)
		s	5,3	4,7	5,9	
<b>GSHVER</b>	%	$\bar{X}$	65,5	66,1	65,7	-
		s	6,1	4,2	5,8	
<b>Spp-A</b>	mm	$\bar{X}$	42,7	44,8	46,0	*3)
		s	2,4	2,4	2,6	
<b>Spp-Spa</b>	mm	$\bar{X}$	46,1	48,1	49,4	*3)
		s	2,5	2,6	2,8	
<b>S-N-A</b>	°	$\bar{X}$	81,6	82,4	81,9	-
		s	4,1	3,5	4,1	
<b>Ba-N-A</b>	°	$\bar{X}$	62,8	63,6	63,4	-
		s	4,2	3,2	3,6	
<b>Conv-A</b>	mm	$\bar{X}$	1,8	2,1	2,4	-
		s	2,5	2,8	3,2	
<b>S-N-B</b>	°	$\bar{X}$	79,3	79,0	77,8	-
		s	4,6	3,9	5,1	

( Fortsetzung Tab. A4 )

Variable	Einheit		Altersgruppe			Sign.
			I ( 6-11 J. )	II ( >6-11 J. )	III ( > 11 J. )	
Ar-Go-Me	°	$\bar{X}$	127,6	126,6	124,6	-
		s	8,1	6,4	8,5	
N-Go-Me	°	$\bar{X}$	71,2	72,1	73,3	-
		s	5,3	3,8	6,1	
FACDEP	°	$\bar{X}$	85,7	85,7	85,6	-
		s	2,9	3,4	4,9	
MANPLA	°	$\bar{X}$	25,5	26,1	26,8	-
		s	5,7	4,9	7,0	
S-AA	mm	$\bar{X}$	47,2	48,6	50,2	*2)
		s	3,5	4,6	4,6	
Ho-Ho1	mm	$\bar{X}$	15,8	16,2	16,3	-
		s	1,6	1,4	1,5	
Ba-Spp	mm	$\bar{X}$	46,5	45,4	43,6	*1)
		s	2,6	2,5	4,2	
AA-Spp	mm	$\bar{X}$	36,8	35,3	34,7	*2)
		s	2,7	3,2	3,3	
TkNph1	°	$\bar{X}$	63,2	61,5	59,7	*2)
		s	4,8	4,6	4,2	
TkNph2	°	$\bar{X}$	37,4	38,9	38,4	-
		s	4,5	4,9	4,9	
TkNph3	°	$\bar{X}$	46,3	43,3	41,5	*3)
		s	4,2	4,3	4,3	
NphF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	329,1	344,6	362,7	*2)
		s	55,5	56,7	54,8	
NphF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	666,2	681,8	726,2	-
		s	117,1	126,1	110,0	

( Fortsetzung Tab. A4 )

Variable	Einheit		Altersgruppe			Sign.
			I ( 6-11 J. )	II ( >6-11 J. )	III ( > 11 J. )	
AdF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	220,3	217,1	205,2	-
		s	44,0	44,4	45,7	
AdF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	349,3	344,7	323,2	-
		s	81,2	73,1	76,7	
AdF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	254,9	249,9	227,9	-
		s	57,7	56,6	55,0	
LRNph	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	138,3	172,8	226,1	*
		s	52,2	56,3	52,0	
NphF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	393,3	422,7	454,0	* <sup>2)</sup>
		s	69,5	64,8	70,7	
Ad:kNph	%	$\bar{x}$	67,4	63,4	56,3	* <sup>1)</sup>
		s	10,5	9,7	7,3	
Ad:Nph1	%	$\bar{x}$	53,0	51,7	44,3	* <sup>1)</sup>
		s	10,8	12,7	6,7	
Ad:Nph2	%	$\bar{x}$	65,1	59,4	50,1	* <sup>1)</sup>
		s	10,8	10,9	9,0	
Spp-U	mm	$\bar{x}$	31,4	32,6	31,4	-
		s	3,3	3,4	3,4	
Spp-ad4	mm	$\bar{x}$	27,0	27,4	27,7	-
		s	3,2	3,9	3,0	
VELPP	°	$\bar{x}$	137,9	136,2	136,6	-
		s	4,4	7,2	5,9	
VF	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	157,6	180,4	184,3	* <sup>3)</sup>
		s	22,9	30,5	28,6	
NeedRat	%	$\bar{x}$	86,6	85,1	89,1	-
		s	11,1	15,9	11,7	

( Fortsetzung Tab. A4 )

Variable	Einheit		Altersgruppe			Sign.
			I ( 6-11 J. )	II ( >6-11 J. )	III ( > 11 J. )	
OphF	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	237,0	256,2	277,4	*2)
		s	69,7	64,4	62,2	
PhFV	%	$\bar{x}$	60,4	61,1	62,4	-
		s	14,6	15,3	16,7	
LRFV	%	$\bar{x}$	188,2	158,8	128,4	*1)
		s	71,2	50,3	39,7	
AIRW	mm	$\bar{x}$	12,1	11,1	12,2	-
		s	3,0	2,8	3,6	
H-RGN	mm	$\bar{x}$	37,1	38,9	41,6	*2)
		s	6,8	6,7	7,0	
H-C3	mm	$\bar{x}$	30,6	31,5	33,8	*1)
		s	3,5	3,8	5,1	
H-H'	mm	$\bar{x}$	5,1	5,3	6,3	-
		s	3,3	4,8	5,9	
H-S	mm	$\bar{x}$	95,8	99,4	103,2	*1)
		s	6,5	6,0	8,1	
S-N-H	°	$\bar{x}$	54,8	54,6	54,6	-
		s	3,5	5,3	4,7	
H-MP	mm	$\bar{x}$	14,8	15,9	18,9	*1)
		s	3,8	6,0	5,4	
H-PP	mm	$\bar{x}$	54,7	57,0	60,2	*1)
		s	5,2	5,5	6,9	
H-HWS	mm	$\bar{x}$	29,8	30,4	31,7	-
		s	3,1	3,6	4,9	

( Fortsetzung Tab. A4 )

Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>GSHVER</b>	<b>N-Ba</b>	<b>S-Ba</b>	<b>N-S</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,521 **	-0,136	-0,108	0,248 **
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>N-S-Ba</b>	<b>S-Spp</b>	<b>N-A</b>	<b>A-Me</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,182 *	0,150	-0,455 **	-0,599 **
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>N-Me</b>	<b>S-Go</b>	<b>Spp-A</b>	<b>Spp-Spa</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,657 **	0,077	0,088	0,007
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>S-N-A</b>	<b>Ba-N-A</b>	<b>Conv-A</b>	<b>S-N-B</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,434 **	0,457 **	-0,553 **	0,716 **
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>Ar-Go-Me</b>	<b>N-Go-Me</b>	<b>FACDEP</b>	<b>MANPLA</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,057	0,516 **	0,690 **	-0,612 **
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>S-AA</b>	<b>Ho-Ho1</b>	<b>Ba-Spp</b>	<b>AA-Spp</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,317 **	-0,104	0,439 **	0,128
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>TkNph1</b>	<b>TkNph2</b>	<b>TkNph3</b>	<b>NphF1</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,315 **	-0,050	0,230 *	-0,053
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>NphF2</b>	<b>AdF1</b>	<b>AdF2</b>	<b>AdF3</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,049	0,113	0,176	0,243 **
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>LRNph</b>	<b>NphF3</b>	<b>Ad:kNph</b>	<b>Ad:Nph1</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,019	0,123	0,185 *	0,235 **
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>Ad:Nph2</b>	<b>Spp-U</b>	<b>Spp-ad4</b>	<b>VeIPP</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,153	-0,080	0,096	0,013
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>VF</b>	<b>NeedRat</b>	<b>OphF</b>	<b>PhFV</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,034	0,040	-0,019	-0,136
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>LRFV</b>	<b>AIRW</b>	<b>H-RGN</b>	<b>H-C3</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,011	0,073	0,147	0,141
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>H-H'</b>	<b>H-S</b>	<b>S-N-H</b>	<b>H-MP</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,021	-0,158	0,334 **	0,184
Korrelation zw. <b>FACAX</b> und	<b>H-PP</b>	<b>H-HWS</b>		
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,201 *	0,180 *		

Tabelle A5 : Korrelationen nach Spearman zwischen der Fazialachse ( FACAX ) und den Messwerten der FRS-Analyse innerhalb der Kontroll-Gruppe

\* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,05 signifikant (2-seitig)

\*\* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,01 signifikant (2-Seitig)

Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>FACAX</b>	<b>N-Ba</b>	<b>S-Ba</b>	<b>N-S</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,521 **	0,046	0,339 **	0,070
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>N-S-Ba</b>	<b>S-Spp</b>	<b>N-A</b>	<b>A-Me</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,414 **	0,307 **	-0,292 **	-0,409 **
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>N-Me</b>	<b>S-Go</b>	<b>Spp-A</b>	<b>Spp-Spa</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,417 **	0,699 **	0,093	-0,030
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>S-N-A</b>	<b>Ba-N-A</b>	<b>Conv-A</b>	<b>S-N-B</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,406 **	0,171	-0,384 **	0,571 **
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>Ar-Go-Me</b>	<b>N-Go-Me</b>	<b>FACDEP</b>	<b>MANPLA</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,465 **	-0,692 **	0,343 **	-0,791 **
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>S-AA</b>	<b>Ho-Ho1</b>	<b>Ba-Spp</b>	<b>AA-Spp</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,035	0,082	0,069	-0,098
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>TkNph1</b>	<b>TkNph2</b>	<b>TkNph3</b>	<b>NphF1</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,191 *	0,134	-0,158	0,141
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>NphF2</b>	<b>AdF1</b>	<b>AdF2</b>	<b>AdF3</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,164	0,168	0,224 *	0,236 **
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>LRNph</b>	<b>NphF3</b>	<b>Ad:kNph</b>	<b>Ad:Nph1</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	-0,011	0,128	0,096	0,139
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>Ad:Nph2</b>	<b>Spp-U</b>	<b>Spp-ad4</b>	<b>VeIPP</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,138	0,137	-0,044	-0,167
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>VF</b>	<b>NeedRat</b>	<b>OphF</b>	<b>PhFV</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,215	-0,110	0,033	-0,069
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>LRFV</b>	<b>AIRW</b>	<b>H-RGN</b>	<b>H-C3</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,049	-0,201 *	0,022	0,032
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>H-H'</b>	<b>H-S</b>	<b>S-N-H</b>	<b>H-MP</b>
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,115	0,141	0,459 **	0,231 *
Korrelation zw. <b>GSHVER</b> und	<b>H-PP</b>	<b>H-HWS</b>		
Korrelationskoeffizient $r_s$	0,048	0,078		

Tabelle A6 : Korrelationen nach Spearman zwischen dem Gesichtshöhenverhältnis ( GSHVER ) und den FRS-Messwerten innerhalb der Kontroll-Gruppe

\* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,05 signifikant (2-seitig)

\*\* = Korrelation ist auf dem Niveau 0,01 signifikant (2-Seitig)

Variable	Einheit	n =	Wachstumstyp			Sign.
			vertikal	neutral	horizontal	
			27	58	38	
FACAX	°	$\bar{x}$	84,2	90,4	95,7	***
		s	2,9	1,7	2,3	
N-BA	mm	$\bar{x}$	99,0	98,4	96,4	-
		s	7,2	6,4	6,6	
S-Ba	mm	$\bar{x}$	42,0	41,6	41,5	-
		s	1,9	2,1	2,0	
N-S	mm	$\bar{x}$	67,3	68,7	68,4	-
		s	1,8	2,9	2,7	
N-S-Ba	°	$\bar{x}$	130,9	128,6	129,7	-
		s	4,2	5,4	6,5	
S-Spp	mm	$\bar{x}$	44,5	47,0	46,9	-
		s	8,1	3,0	3,3	
N-A	mm	$\bar{x}$	56,9	53,6	52,4	* <sup>1)</sup>
		s	3,5	3,6	3,9	
A-Me	mm	$\bar{x}$	63,1	58,1	54,7	**
		s	2,9	3,8	4,6	
N-Me	mm	$\bar{x}$	119,0	111,3	106,7	**
		s	4,2	4,9	7,3	
S-Go	mm	$\bar{x}$	73,6	72,7	73,9	-
		s	5,1	5,7	6,1	

Tabelle A7 : Röntgenkephalometrische Messwerte getrennt nach Wachstumstyp / skelettalem Typ innerhalb der Kontroll-Gruppe.

Spalte „Sign.“ : statistisch signifikante Differenzen mit  $p < 0,05$  :

- \*<sup>1)</sup> zwischen vertikalem und neutralem Typ sowie vertikalem und horizontalem Typ
- \*<sup>2)</sup> zwischen horizontalem und vertikalem Typ sowie horizontalem und neutralem Typ
- \*<sup>3)</sup> zwischen vertikalem und neutralem Typ
- \*<sup>4)</sup> zwischen vertikalem und horizontalem Typ
- \*<sup>5)</sup> zwischen neutralem und horizontalem Typ



Variable	Einheit		Wachstumstyp			Sign.
			vertikal	neutral	horizontal	
<b>GSHVER</b>	%	$\bar{x}$	61,9	65,3	69,3	**
		s	5,0	4,5	4,6	
<b>Spp-A</b>	mm	$\bar{x}$	45,3	44,4	45,3	-
		s	3,0	2,6	2,8	
<b>Spp-Spa</b>	mm	$\bar{x}$	48,9	47,8	48,5	-
		s	3,4	2,6	3,0	
<b>S-N-A</b>	°	$\bar{x}$	80,0	81,6	84,1	*2)
		s	3,6	3,4	3,9	
<b>Ba-N-A</b>	°	$\bar{x}$	61,6	62,7	65,6	*2)
		s	3,3	3,0	3,4	
<b>Conv-A</b>	mm	$\bar{x}$	5,1	1,8	0,6	*1)
		s	1,8	2,2	3,1	
<b>S-N-B</b>	°	$\bar{x}$	73,8	78,3	82,2	***
		s	2,7	2,9	4,8	
<b>Ar-Go-Me</b>	°	$\bar{x}$	126,1	125,7	126,0	-
		s	10,2	6,3	8,1	
<b>N-Go-Me</b>	°	$\bar{x}$	77,1	72,2	69,7	*
		s	5,2	3,6	5,4	
<b>FACDEP</b>	°	$\bar{x}$	81,3	85,5	88,9	***
		s	2,7	2,3	4,0	
<b>MANPLA</b>	°	$\bar{x}$	32,5	26,3	21,9	***
		s	5,4	4,3	4,8	
<b>S-AA</b>	mm	$\bar{x}$	51,5	48,9	47,6	*1)
		s	3,9	4,5	4,4	

( Fortsetzung Tab. A7 )

Variable	Einheit		Wachstumstyp			Sign.
			vertikal	neutral	horizontal	
Ho-Ho1	mm	$\bar{x}$	16,2	16,3	15,9	-
		s	1,4	1,4	1,7	
Ba-Spp	mm	$\bar{x}$	43,3	44,4	46,6	*2)
		s	1,8	4,3	2,5	
AA-Spp	mm	$\bar{x}$	34,9	34,9	36,4	-
		s	3,2	3,3	3,0	
TkNph1	°	$\bar{x}$	58,9	60,6	63,4	*2)
		s	3,7	4,3	4,8	
TkNph2	°	$\bar{x}$	38,3	39,3	37,0	-
		s	4,6	4,5	5,2	
TkNph3	°	$\bar{x}$	41,4	42,5	45,2	*2)
		s	4,1	4,3	4,8	
NphF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	346,7	354,2	345,0	-
		s	57,4	56,4	57,7	
NphF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	681,8	711,8	691,2	-
		s	134,2	113,9	116,3	
AdF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	197,5	216,9	216,0	-
		s	33,7	49,9	43,0	
AdF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	303,0	346,4	343,0	-
		s	57,6	83,3	73,2	
AdF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	202,7	251,8	251,4	*1)
		s	49,1	56,2	52,7	
LRNph	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	200,5	189,2	184,0	-
		s	64,2	61,3	67,8	
NphF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	403,2	441,0	435,3	-
		s	62,6	68,0	80,1	

( Fortsetzung Tab. A7 )

Variable	Einheit		Wachstumstyp			Sign.
			vertikal	neutral	horizontal	
Ad:kNph	%	$\bar{x}$	57,5	61,4	62,9	-
		s	7,9	10,7	9,4	
Ad:Nph1	%	$\bar{x}$	46,0	49,0	49,8	-
		s	14,0	10,2	8,1	
Ad:Nph2	%	$\bar{x}$	50,8	57,5	58,5	*1)
		s	11,8	11,3	11,2	
Spp-U	mm	$\bar{x}$	32,7	31,4	31,9	-
		s	3,7	3,0	3,7	
Spp-ad4	mm	$\bar{x}$	27,3	27,0	28,3	-
		s	2,6	3,7	3,1	
VELPP	°	$\bar{x}$	136,4	136,5	137,4	-
		s	6,0	6,7	5,3	
VF	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	181,3	175,0	178,8	-
		s	27,3	33,0	26,7	
NeedRat	%	$\bar{x}$	84,8	86,8	89,6	-
		s	13,6	13,4	12,6	
OphF	mm <sup>2</sup>	$\bar{x}$	279,8	244,7	275,5	-
		s	47,2	67,3	69,8	
PhFV	%	$\bar{x}$	70,7	56,0	63,6	*3)
		s	15,6	15,2	13,1	
LRFV	%	$\bar{x}$	153,2	139,8	166,2	-
		s	52,8	46,6	66,9	
AIRW	mm	$\bar{x}$	11,1	11,7	12,5	-
		s	3,7	3,0	3,2	
H-RGN	mm	$\bar{x}$	40,3	38,1	41,9	*5)
		s	7,5	6,8	6,5	

( Fortsetzung Tab. A7 )

Variable	Einheit		Wachstumstyp			Sign.
			vertikal	neutral	horizontal	
H-C3	mm	$\bar{x}$	31,4	31,8	33,8	-
		s	4,1	4,2	5,1	
H-H'	mm	$\bar{x}$	6,8	5,5	5,3	-
		s	6,1	4,8	4,8	
H-S	mm	$\bar{x}$	103,5	100,2	98,6	*4)
		s	8,3	6,3	8,5	
S-N-H	°	$\bar{x}$	51,9	55,2	55,7	*1)
		s	4,6	3,8	5,4	
H-MP	mm	$\bar{x}$	19,1	16,7	16,2	-
		s	5,7	5,7	5,0	
H-PP	mm	$\bar{x}$	61,4	57,6	56,2	*1)
		s	7,2	5,5	6,5	
H-HWS	mm	$\bar{x}$	29,2	30,7	32,2	*4)
		s	4,7	3,4	4,6	

( Fortsetzung Tab. A7 )

Variable	Einheit		Gruppe		Sign.
			LKG	Kontrolle	
		Anzahl n =	66	123	
FACAX	°	$\bar{x}$	88,1	90,7	**
		s	6,8	4,7	
N-BA	mm	$\bar{x}$	101,2	97,9	**
		s	6,2	6,7	
S-Ba	mm	$\bar{x}$	42,3	41,7	-
		s	2,7	2,0	

Tabelle A8 : Röntgenkephalometrische Messwerte bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe ( komplette Gruppen )

Variable	Einheit		Gruppe		Sign.
			LKG	Kontrolle	
<b>N-S</b>	mm	$\bar{X}$	67,2	68,3	*
		s	2,3	2,6	
<b>N-S-Ba</b>	°	$\bar{X}$	131,1	129,4	-
		s	5,2	5,6	
<b>S-Spp</b>	mm	$\bar{X}$	43,9	46,4	***
		s	3,1	4,8	
<b>N-A</b>	mm	$\bar{X}$	55,0	54,0	-
		s	4,7	4,0	
<b>A-Me</b>	mm	$\bar{X}$	59,7	58,1	*
		s	4,7	4,9	
<b>N-Me</b>	mm	$\bar{X}$	113,8	111,6	*
		s	7,0	7,1	
<b>S-Go</b>	mm	$\bar{X}$	72,7	73,2	-
		s	5,8	5,7	
<b>GSHVER</b>	%	$\bar{X}$	64,0	65,8	*
		s	5,6	5,3	
<b>Spp-A</b>	mm	$\bar{X}$	43,5	44,9	**
		s	3,5	2,8	
<b>Spp-Spa</b>	mm	$\bar{X}$	47,2	48,3	*
		s	3,3	2,9	
<b>S-N-A</b>	°	$\bar{X}$	76,7	82,0	***
		s	4,5	3,9	
<b>Ba-N-A</b>	°	$\bar{X}$	58,2	63,4	***
		s	4,8	3,6	

( Fortsetzung Tab. A8 )

Variable	Einheit	Gruppe		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
Conv-A	mm	$\bar{X}$	-0,6	2,2	***
		s	4,0	2,9	
S-N-B	°	$\bar{X}$	76,0	78,5	***
		s	4,3	4,7	
Ar-Go-Me	°	$\bar{X}$	129,1	125,9	**
		s	6,9	7,8	
N-Go-Me	°	$\bar{X}$	76,5	72,5	***
		s	6,8	5,3	
FACDEP	°	$\bar{X}$	83,6	85,6	*
		s	5,6	4,0	
MANPLA	°	$\bar{X}$	30,1	26,3	**
		s	9,0	6,0	
S-AA	mm	$\bar{X}$	51,3	49,1	**
		s	5,9	4,5	
Ho-Ho1	mm	$\bar{X}$	17,5	16,2	***
		s	2,2	1,5	
Ba-Spp	mm	$\bar{X}$	41,3	44,8	***
		s	4,1	3,6	
AA-Spp	mm	$\bar{X}$	33,4	35,3	**
		s	4,5	3,2	
TkNph1	°	$\bar{X}$	58,1	61,1	**
		s	5,8	4,6	
TkNph2	°	$\bar{X}$	37,7	38,4	-
		s	5,2	4,8	
TkNph3	°	$\bar{X}$	39,8	43,1	***
		s	5,0	4,6	

( Fortsetzung Tab. A8 )

Variable	Einheit		Gruppe		Sign.
			LKG	Kontrolle	
NphF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	375,4	349,7	*
		s	69,9	56,7	
NphF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	750,8	698,9	*
		s	139,7	119,0	
AdF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	231,2	212,4	*
		s	44,4	45,0	
AdF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	363,2	335,8	*
		s	76,6	76,7	
AdF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	233,9	240,9	-
		s	68,1	56,9	
LRNph	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	180,3	190,1	-
		s	70,3	63,8	
NphF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	414,2	431,0	-
		s	102,9	71,9	
Ad:kNph	%	$\bar{X}$	62,1	61,0	-
		s	8,2	9,9	
Ad:Nph1	%	$\bar{X}$	48,9	48,6	-
		s	8,3	10,6	
Ad:Nph2	%	$\bar{X}$	56,9	56,3	-
		s	10,6	11,7	
Spp-U	mm	$\bar{X}$	29,1	31,8	***
		s	5,0	3,4	
Spp-ad4	mm	$\bar{X}$	22,9	27,5	***
		s	3,7	3,3	
VELPP	°	$\bar{X}$	137,7	136,7	-
		s	8,2	6,1	

( Fortsetzung Tab. A8 )

Variable	Einheit		Gruppe		Sign.
			LKG	Kontrolle	
VF	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	188,2	177,5	-
		s	41,3	29,8	
NeedRat	%	$\bar{X}$	80,8	87,3	*
		s	18,8	13,2	
OphF	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	263,2	261,9	-
		s	82,1	65,9	
PhFV	%	$\bar{X}$	66,8	61,6	-
		s	26,0	15,7	
LRFV	%	$\bar{X}$	163,0	150,9	-
		s	74,5	55,6	
AIRW	mm	$\bar{X}$	12,7	11,8	-
		s	3,8	3,2	
H-RGN	mm	$\bar{X}$	39,7	39,7	-
		s	8,0	7,0	
H-H'	mm	$\bar{X}$	6,5	5,7	-
		s	5,2	5,1	
H-S	mm	$\bar{X}$	101,6	100,4	-
		s	8,6	7,6	
S-N-H	°	$\bar{X}$	53,3	54,6	-
		s	4,4	4,7	
H-MP	mm	$\bar{X}$	19,0	17,0	*
		s	6,1	5,6	
H-PP	mm	$\bar{X}$	60,5	58,0	*
		s	7,3	6,5	
H-HWS	mm	$\bar{X}$	32,9	30,8	**
		s	4,4	4,2	

( Fortsetzung Tab. A8 )



Variable	Einheit	Altersgruppe I		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
	Anzahl n =	12	25		
FACAX	°	$\bar{X}$	88,5	91,3	-
		s	6,2	4,7	
N-BA	mm	$\bar{X}$	95,4	94,1	-
		s	4,1	7,1	
S-Ba	mm	$\bar{X}$	41,6	41,3	-
		s	3,0	2,1	
N-S	mm	$\bar{X}$	67,7	69,1	-
		s	2,1	1,9	
N-S-Ba	°	$\bar{X}$	131,3	127,9	-
		s	5,3	3,7	
S-Spp	mm	$\bar{X}$	42,9	46,9	**
		s	3,2	2,3	
N-A	mm	$\bar{X}$	51,8	51,9	-
		s	5,4	3,1	
A-Me	mm	$\bar{X}$	57,3	55,7	-
		s	4,3	3,9	
N-Me	mm	$\bar{X}$	108,5	107,1	-
		s	5,8	4,6	
S-Go	mm	$\bar{X}$	67,2	69,9	-
		s	3,2	5,3	
GSHVER	%	$\bar{X}$	62,2	65,5	-
		s	4,6	6,1	
Spp-A	mm	$\bar{X}$	43,4	42,7	-
		s	4,0	2,4	

Tabelle A9 : Röntgenkephalometrische Messwerte in der Altersgruppe I bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe

Variable	Einheit	Altersgruppe I		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
<b>Spp-Spa</b>	mm	$\bar{X}$	47,2	46,1	-
		s	3,7	2,5	
<b>S-N-A</b>	°	$\bar{X}$	77,9	81,6	*
		s	5,0	4,1	
<b>Ba-N-A</b>	°	$\bar{X}$	59,7	62,8	-
		s	4,6	4,2	
<b>Conv-A</b>	mm	$\bar{X}$	2,3	1,8	-
		s	3,8	2,5	
<b>S-N-B</b>	°	$\bar{X}$	74,6	79,3	**
		s	2,8	4,6	
<b>Ar-Go-Me</b>	°	$\bar{X}$	132,8	127,6	-
		s	7,5	8,1	
<b>N-Go-Me</b>	°	$\bar{X}$	76,3	71,2	*
		s	7,1	5,3	
<b>FACDEP</b>	°	$\bar{X}$	81,9	85,7	*
		s	4,9	2,9	
<b>MANPLA</b>	°	$\bar{X}$	31,0	25,5	-
		s	9,3	5,7	
<b>S-AA</b>	mm	$\bar{X}$	49,5	47,2	-
		s	6,7	3,5	
<b>Ho-Ho1</b>	mm	$\bar{X}$	16,2	15,8	-
		s	2,6	1,6	
<b>Ba-Spp</b>	mm	$\bar{X}$	43,4	46,5	**
		s	2,3	2,6	
<b>AA-Spp</b>	mm	$\bar{X}$	34,7	36,9	-
		s	3,9	2,7	

( Fortsetzung Tab. A9 )

Variable	Einheit	Altersgruppe I		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
TkNph1	°	$\bar{X}$	61,9	63,2	-
		s	5,0	4,8	
TkNph2	°	$\bar{X}$	34,3	37,4	-
		s	4,2	4,5	
TkNph3	°	$\bar{X}$	43,1	46,3	*
		s	2,4	4,2	
NphF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	320,7	329,1	-
		s	60,9	55,5	
NphF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	641,4	666,2	-
		s	121,9	117,1	
AdF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	206,1	220,3	-
		s	44,4	44,0	
AdF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	311,2	349,3	-
		s	58,1	81,2	
AdF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	214,5	254,9	-
		s	61,9	57,7	
LRNph	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	145,0	138,4	-
		s	61,7	52,2	
NphF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	359,6	393,3	-
		s	74,0	69,5	
Ad:kNph	%	$\bar{X}$	64,8	67,4	-
		s	9,5	10,5	
Ad:Nph1	%	$\bar{X}$	49,6	53,0	-
		s	9,8	10,8	
Ad:Nph2	%	$\bar{X}$	59,9	65,1	-
		s	12,2	10,8	

( Fortsetzung Tab. A9 )

Variable	Einheit	Altersgruppe I		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
<b>Spp-U</b>	mm	$\bar{X}$	30,3	31,4	-
		s	4,4	3,3	
<b>Spp-ad4</b>	mm	$\bar{X}$	23,7	27,0	*
		s	6,0	3,2	
<b>VELPP</b>	°	$\bar{X}$	142,3	137,9	-
		s	8,5	4,4	
<b>VF</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	175,2	157,6	-
		s	33,3	22,9	
<b>NeedRat</b>	%	$\bar{X}$	79,7	86,6	-
		s	21,3	11,2	
<b>OphF</b>	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	222,0	237,0	-
		s	80,3	69,7	
<b>PhFV</b>	%	$\bar{X}$	64,3	60,4	-
		s	24,9	14,6	
<b>LRFV</b>	%	$\bar{X}$	168,2	188,2	-
		s	82,7	71,2	
<b>AIRW</b>	mm	$\bar{X}$	14,1	12,9	-
		s	2,8	3,0	
<b>H-RGN</b>	mm	$\bar{X}$	37,2	37,1	-
		s	7,1	6,8	
<b>H-C3</b>	mm	$\bar{X}$	30,3	30,6	-
		s	2,3	3,5	
<b>H-H'</b>	mm	$\bar{X}$	4,8	5,1	-
		s	4,9	3,3	
<b>H-S</b>	mm	$\bar{X}$	94,1	95,8	-
		s	7,6	6,5	

( Fortsetzung Tab. A9 )

Variable	Einheit	Altersgruppe I		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
<b>S-N-H</b>	°	$\bar{x}$	51,6	54,8	*
		s	3,6	3,5	
<b>H-MP</b>	mm	$\bar{x}$	17,6	14,8	-
		s	7,6	3,8	
<b>H-PP</b>	mm	$\bar{x}$	55,0	54,7	-
		s	6,8	5,2	
<b>H-HWS</b>	mm	$\bar{x}$	29,5	29,8	-
		s	2,6	3,1	

( Fortsetzung Tab. A9 )

Variable	Einheit	Altersgruppe II		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
	Anzahl n =	18	42		
<b>FACAX</b>	°	$\bar{x}$	85,9	91,1	**
		s	6,2	3,7	
<b>N-BA</b>	mm	$\bar{x}$	100,0	96,7	*
		s	4,5	6,3	
<b>S-Ba</b>	mm	$\bar{x}$	42,5	41,9	-
		s	2,5	2,0	
<b>N-S</b>	mm	$\bar{x}$	66,4	68,3	**
		s	1,5	2,6	
<b>N-S-Ba</b>	°	$\bar{x}$	132,1	129,2	-
		s	5,1	6,4	
<b>S-Spp</b>	mm	$\bar{x}$	43,5	46,8	***
		s	2,9	3,1	

Tabelle A10 : Röntgenkephalometrische Messwerte in der Altersgruppe II bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe

Variable	Einheit		Altersgruppe II		Sign.
			LKG	Kontrolle	
<b>N-A</b>	mm	$\bar{X}$	56,2	54,1	-
		s	4,3	3,8	
<b>A-Me</b>	mm	$\bar{X}$	58,8	57,5	-
		s	4,3	3,7	
<b>N-Me</b>	mm	$\bar{X}$	114,6	111,1	*
		s	6,3	5,6	
<b>S-Go</b>	mm	$\bar{X}$	71,1	73,3	-
		s	5,2	4,7	
<b>GSHVER</b>	%	$\bar{X}$	62,2	66,1	*
		s	5,3	4,2	
<b>Spp-A</b>	mm	$\bar{X}$	43,1	44,8	*
		s	2,7	2,4	
<b>Spp-Spa</b>	mm	$\bar{X}$	47,1	48,1	-
		s	2,7	2,6	
<b>S-N-A</b>	°	$\bar{X}$	76,0	82,4	***
		s	3,5	3,5	
<b>Ba-N-A</b>	°	$\bar{X}$	57,8	63,6	***
		s	4,4	3,2	
<b>Conv-A</b>	mm	$\bar{X}$	0,9	2,1	-
		s	2,8	2,8	
<b>S-N-B</b>	°	$\bar{X}$	74,3	79,1	***
		s	4,0	3,9	
<b>Ar-Go-Me</b>	°	$\bar{X}$	130,8	126,6	*
		s	5,2	6,4	
<b>N-Go-Me</b>	°	$\bar{X}$	78,2	72,1	**
		s	6,5	3,8	

( Fortsetzung Tab. A10 )

Variable	Einheit	Altersgruppe II		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
FACDEP	°	$\bar{X}$	82,7	85,7	*
		s	5,5	3,4	
MANPLA	°	$\bar{X}$	31,7	26,1	*
		s	8,9	4,9	
S-AA	mm	$\bar{X}$	51,4	48,6	-
		s	5,4	4,6	
Ho-Ho1	mm	$\bar{X}$	17,8	16,2	**
		s	2,2	1,4	
Ba-Spp	mm	$\bar{X}$	41,3	45,4	***
		s	2,8	2,5	
AA-Spp	mm	$\bar{X}$	32,9	35,3	-
		s	5,2	3,2	
TkNph1	°	$\bar{X}$	58,1	61,5	*
		s	5,8	4,6	
TkNph2	°	$\bar{X}$	37,0	38,9	-
		s	4,9	4,9	
TkNph3	°	$\bar{X}$	39,6	43,3	*
		s	5,8	4,3	
NphF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	369,7	344,6	-
		s	53,5	56,7	
NphF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	739,4	681,8	-
		s	106,9	126,1	
AdF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	227,9	217,1	-
		s	36,6	44,4	
AdF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	352,5	344,7	-
		s	62,9	73,1	

( Fortsetzung Tab. A10 )

Variable	Einheit	Altersgruppe II		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
AdF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	210,3	249,9	*
		s	58,8	56,6	
LRNph	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	160,9	172,8	-
		s	49,5	56,3	
NphF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	371,2	422,7	**
		s	65,3	64,8	
Ad:kNph	%	$\bar{X}$	62,0	63,4	-
		s	7,7	9,7	
Ad:Nph1	%	$\bar{X}$	48,0	51,7	-
		s	7,6	12,7	
Ad:Nph2	%	$\bar{X}$	56,5	59,4	-
		s	10,7	10,9	
Spp-U	mm	$\bar{X}$	28,8	32,6	**
		s	5,0	3,4	
Spp-ad4	mm	$\bar{X}$	22,3	27,4	***
		s	3,4	3,9	
VELPP	°	$\bar{X}$	138,5	136,2	-
		s	6,9	7,2	
VF	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	184,7	180,4	-
		s	38,1	30,5	
NeedRat	%	$\bar{X}$	80,1	85,1	-
		s	20,5	15,9	
OphF	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	254,4	256,2	-
		s	68,4	64,4	
PhFV	%	$\bar{X}$	71,2	61,1	-
		s	26,4	15,3	

( Fortsetzung Tab. A10 )



Variable	Einheit		Altersgruppe II		Sign.
			LKG	Kontrolle	
LRFV	%	$\bar{x}$	172,0	158,8	-
		s	70,1	50,3	
AIRW	mm	$\bar{x}$	12,2	11,1	-
		s	3,9	2,8	
H-RGN	mm	$\bar{x}$	38,1	38,9	-
		s	6,8	6,7	
H-C3	mm	$\bar{x}$	34,1	31,5	*
		s	4,3	3,8	
H-H'	mm	$\bar{x}$	5,2	5,3	-
		s	6,1	4,8	
H-S	mm	$\bar{x}$	99,2	99,4	-
		s	7,8	6,0	
S-N-H	°	$\bar{x}$	51,9	54,6	-
		s	17,9	15,9	
H-MP	mm	$\bar{x}$	17,9	15,9	-
		s	6,3	6,0	
H-PP	mm	$\bar{x}$	58,8	57,0	-
		s	6,8	5,5	
H-HWS	mm	$\bar{x}$	31,6	30,4	-
		s	2,8	3,6	

( Fortsetzung Tab. A10 )

Variable	Einheit		Altersgruppe III		Sign.
			LKG	Kontrolle	
	Anzahl n =		36	56	
FACAX	°	$\bar{x}$	89,2	90,1	-
		s	7,2	5,3	
N-BA	mm	$\bar{x}$	103,8	100,5	*
		s	6,1	5,8	
S-Ba	mm	$\bar{x}$	42,4	41,7	-
		s	2,7	2,1	
N-S	mm	$\bar{x}$	67,3	68,0	-
		s	2,6	2,9	
N-S-Ba	°	$\bar{x}$	130,4	130,3	-
		s	5,2	5,6	
S-Spp	mm	$\bar{x}$	44,4	45,9	-
		s	3,2	6,3	
N-A	mm	$\bar{x}$	55,4	54,8	-
		s	4,4	4,2	
A-Me	mm	$\bar{x}$	61,0	59,7	-
		s	4,6	5,6	
N-Me	mm	$\bar{x}$	115,2	114,0	-
		s	7,1	8,0	
S-Go	mm	$\bar{x}$	75,3	74,7	-
		s	5,2	5,9	
GSHVER	%	$\bar{x}$	65,6	65,7	-
		s	5,7	5,8	
Spp-A	mm	$\bar{x}$	43,7	46,0	**
		s	3,8	2,6	

Tabelle A11 : Röntgenkephalometrische Messwerte in der Altersgruppe III bei Probanden der LKG-Gruppe und der Kontroll-Gruppe

Variable	Einheit		Altersgruppe III		Sign.
			LKG	Kontrolle	
<b>Spp-Spa</b>	mm	$\bar{X}$	47,3	49,4	**
		s	3,6	2,8	
<b>S-N-A</b>	°	$\bar{X}$	76,6	81,9	***
		s	4,8	4,1	
<b>Ba-N-A</b>	°	$\bar{X}$	58,0	63,4	***
		s	5,1	3,6	
<b>Conv-A</b>	mm	$\bar{X}$	-2,3	2,4	***
		s	3,8	3,2	
<b>S-N-B</b>	°	$\bar{X}$	77,3	77,8	-
		s	4,5	5,1	
<b>Ar-Go-Me</b>	°	$\bar{X}$	127,1	124,6	-
		s	6,9	8,5	
<b>N-Go-Me</b>	°	$\bar{X}$	75,8	73,3	-
		s	6,9	6,1	
<b>FACDEP</b>	°	$\bar{X}$	84,7	85,6	-
		s	5,7	4,9	
<b>MANPLA</b>	°	$\bar{X}$	29,1	26,8	-
		s	9,1	7,0	
<b>S-AA</b>	mm	$\bar{X}$	51,8	50,2	-
		s	5,8	4,6	
<b>Ho-Ho1</b>	mm	$\bar{X}$	17,8	16,3	***
		s	2,0	1,5	
<b>Ba-Spp</b>	mm	$\bar{X}$	40,6	43,6	**
		s	4,9	4,2	
<b>AA-Spp</b>	mm	$\bar{X}$	33,1	34,7	-
		s	4,2	3,3	

( Fortsetzung Tab. A11 )

Variable	Einheit	Altersgruppe III		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
TkNph1	°	$\bar{X}$	56,8	59,7	*
		s	5,7	4,2	
TkNph2	°	$\bar{X}$	39,2	38,4	-
		s	5,1	4,9	
TkNph3	°	$\bar{X}$	38,8	41,5	**
		s	4,8	4,3	
NphF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	396,5	362,7	*
		s	70,8	54,8	
NphF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	793,0	726,2	*
		s	141,5	110,0	
AdF1	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	241,3	205,2	***
		s	45,5	45,7	
AdF2	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	385,8	323,2	***
		s	80,1	76,7	
AdF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	252,2	227,9	-
		s	70,5	55,0	
LRNph	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	201,8	226,1	-
		s	75,5	52,0	
NphF3	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	454,0	454,0	-
		s	110,7	70,7	
Ad:kNph	%	$\bar{X}$	61,3	56,3	**
		s	8,1	7,3	
Ad:Nph1	%	$\bar{X}$	49,1	44,3	**
		s	8,4	6,6	
Ad:Nph2	%	$\bar{X}$	56,1	50,1	**
		s	10,2	9,0	

( Fortsetzung Tab. A11 )

Variable	Einheit		Altersgruppe III		Sign.
			LKG	Kontrolle	
Spp-U	mm	$\bar{X}$	29,0	31,4	*
		s	5,4	3,4	
Spp-ad4	mm	$\bar{X}$	22,9	27,7	***
		s	2,7	3,0	
VELPP	°	$\bar{X}$	135,8	136,6	-
		s	8,2	5,9	
VF	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	194,3	184,3	-
		s	44,9	28,6	
NeedRat	%	$\bar{X}$	81,6	89,1	*
		s	17,6	11,7	
OphF	mm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	281,3	277,4	-
		s	85,2	62,2	
PhFV	%	$\bar{X}$	65,5	62,4	-
		s	26,7	16,7	
LRFV	%	$\bar{X}$	156,7	128,4	*
		s	75,3	39,7	
AIRW	mm	$\bar{X}$	12,4	12,2	-
		s	4,0	3,6	
H-RGN	mm	$\bar{X}$	41,3	41,6	-
		s	8,6	7,0	
H-C3	mm	$\bar{X}$	35,9	33,8	-
		s	4,8	5,1	
H-H'	mm	$\bar{X}$	7,7	6,3	-
		s	4,6	5,9	
H-S	mm	$\bar{X}$	105,3	103,2	-
		s	7,3	8,1	

( Fortsetzung Tab. A11 )

Variable	Einheit	Altersgruppe III		Sign.	
		LKG	Kontrolle		
<b>S-N-H</b>	°	$\bar{x}$	54,6	54,6	-
		s	4,3	4,7	
<b>H-MP</b>	mm	$\bar{x}$	19,9	18,9	-
		s	5,5	5,4	
<b>H-PP</b>	mm	$\bar{x}$	63,2	60,2	*
		s	6,5	6,9	
<b>H-HWS</b>	mm	$\bar{x}$	34,7	31,7	**
		s	4,7	4,9	

( Fortsetzung Tab. A11 )