

Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie  
der Technischen Universität München  
Klinikum rechts der Isar  
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. (UMF Temeschburg) H.-H. Horch)

**Le-Fort-I Osteotomie und sekundäre Velopharyngoplastik in  
ihren Auswirkungen auf die velopharyngeale Funktion bei  
Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten  
Eine prospektive Studie mit Hilfe der  
Hochfrequenzröntgenvideokinematographie**

Florian Roithmeyer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität  
München zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Zahnheilkunde (Dr. med. dent.)  
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. Priv.-Doz. Dr. Dr. R. Sader
2. Univ.-Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. (UMF Temeschburg)  
H.-H. Horch

Die Dissertation wurde am 05.06.2000 bei der Technischen Universität München eingereicht  
und durch die Fakultät für Medizin am 08.11.2000 angenommen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>I.</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>THEORETISCHER TEIL.....</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>DIE LIPPEN-KIEFER-GAUMEN-SPALTE.....</b>	<b>5</b>
1.1	ÄTIOLOGIE UND PATHOGENESE .....	5
1.2	KLASSIFIKATION .....	7
1.3	HÄUFIGKEIT UND HEREDITÄRE WAHRSCHEINLICHKEIT VON LKG-SPALTEN .....	8
1.4	WACHSTUMSSTÖRUNGEN UND PROBLEME VON LKG-PATIENTEN.....	9
<b>2</b>	<b>BEHANDLUNGSKONZEPT BEI LKG-PATIENTEN AN DER KLINIK UND POLIKLINIK FÜR MUND-KIEFER-GESICHTSCHIRURGIE DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT MÜNCHEN .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>ANATOMIE DES PHARYNX .....</b>	<b>15</b>
3.1	NORMALE ANATOMIE .....	15
3.2	ANATOMISCHE BESONDERHEITEN BEI PATIENTEN MIT LKG-SPALTEN.....	18
<b>4</b>	<b>PHYSIO- UND PATHOPHYSIOLOGIE.....</b>	<b>20</b>
4.1	DER VELOPHARYNGEALE MECHANISMUS .....	20
4.2	DAS SCHLUCKEN.....	22
4.3	DAS SPRECHEN .....	23
4.4	VELOPHARYNGEALE INSUFFIZIENZ BEI LKG-PATIENTEN .....	26
4.5	BESCHREIBUNG UND DEFINITION DER DYSGNATHIE, DYSGNATHIE BEI LKG-PATIENTEN .	29
<b>5</b>	<b>CHIRURGISCHE KORREKTUREINGRIFFE.....</b>	<b>30</b>
5.1	HISTORISCHER ÜBERBLICK .....	30
5.2	LE FORT I OSTEOTOMIE .....	31
5.3	ÜBERBLICK ÜBER DIE SPRECHVERBESSERNDEN THERAPIEANSÄTZE .....	34
5.4	DIE SEKUNDÄRE VELOPHARYNGOPLASTIK NACH SANVENERO-ROSSELLI.....	36
<b>6</b>	<b>DIAGNOSTIK DER VELOPHARYNGEALEN FUNKTION.....</b>	<b>38</b>
6.1	ÜBERSICHT.....	38
6.2	DIE KINERADIOGRAPHIE UND DIE HOCHFREQUENZRÖNTGENVIDEOKINEMATOGRAFIE....	39

<b>III. PRAKTISCHER TEIL.....</b>	<b>41</b>
<b>1 DIE TECHNISCHEN VORAUSSETZUNGEN.....</b>	<b>41</b>
<b>2 UNTERSUCHUNGSTECHNIK.....</b>	<b>43</b>
<b>3 STRAHLENBELASTUNG.....</b>	<b>48</b>
<b>4 UNTERSUCHTE PATIENTENGRUPPEN.....</b>	<b>49</b>
<b>5 METHODIK DER AUSWERTUNG .....</b>	<b>51</b>
5.1 DIE LATERALE EBENE .....	53
5.2 DIE FRONTALE EBENE .....	59
5.3 DIE BASALE EBENE .....	62
<b>IV. ERGEBNISSE.....</b>	<b>65</b>
<b>1 LE FORT I PATIENTEN .....</b>	<b>65</b>
<b>2 VELOPHARYNGOPLASTIK BEI KINDERN.....</b>	<b>71</b>
<b>3 VELOPHARYNGOPLASTIK BEI ERWACHSENEN .....</b>	<b>78</b>
<b>4 WEITERE ERGEBNISSE.....</b>	<b>83</b>
<b>5 STATISTIK.....</b>	<b>87</b>
<b>V. DISKUSSION.....</b>	<b>88</b>
<b>VI. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>101</b>
<b>VII. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>103</b>
<b>VIII. ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>118</b>
<b>IX. TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>120</b>
<b>X. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>122</b>
<b>XI. DANKSAGUNG .....</b>	<b>123</b>
<b>XII. LEBENSLAUF .....</b>	<b>124</b>

# **I. Einleitung**

Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen (LKG)-Spalten sind von verschiedenen funktionellen und ästhetischen Beeinträchtigungen betroffen. Häufig müssen zur Korrektur der Störungen unterschiedliche chirurgische Eingriffe durchgeführt werden.

Eine dieser Störungen ist die mögliche Retroposition des Oberkiefers, die auf eine durch Narbenbildung an Gaumen und Velum bedingte Wachstumshemmung zurückzuführen ist.

Probleme in der Sprachbildung und mit der Schluckfunktion werden häufig durch eine velopharyngeale Fehlfunktion ausgelöst, die durch eine Verkürzung oder narbige Induration des Velums bedingt ist.

Heutzutage liegt die Therapie dieser beiden Symptome in einem chirurgischen Eingriff, wobei im Falle der Retroposition des Oberkiefers eine Le Fort I Osteotomie, und im Falle der velopharyngealen Fehlfunktion häufig eine Velopharyngoplastik durchgeführt wird. Beide Operationsmethoden stellen einen erheblichen Eingriff im Viszerocranium des Patienten dar, wobei vornehmlich Sprache, Schluck- und Kaufunktion, Ästhetik und allgemeines Wohlbefinden des Patienten beeinflusst werden.

Um das Risiko unerwünschter Folgen durch die Eingriffe zu minimieren und das operative Ergebnis zu optimieren, ist eine genaue präoperative Diagnostik nötig. Eine Methode, die sich besonders zur Darstellung der Morphologie und Funktion des velopharyngealen Mechanismus eignet ist die Hochfrequenzröntgenvideokinetographie. Sie ist eine hervorragende Hilfe bei der Operationsplanung, durch die sich Risiken und Besonderheiten in den angegebenen Bereichen dem Operateur zeigen.

In der vorgelegten prospektiven Studie sollen die Auswirkungen von Velopharyngoplastiken und Le Fort I Osteotomien auf die velopharyngeale Funktion bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten durch eine Auswertung von prä- und postoperativ durchgeführten hochfrequenzröntgenvideokinematographischen Untersuchungen dargestellt werden.

## **II. Theoretischer Teil**

### **1 Die Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte**

#### **1.1 Ätiologie und Pathogenese**

Als Faktoren für die Entstehung einer Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte spielen Fruchtschäden und Genschäden eine entscheidende Rolle. Als Genschäden gelten Veränderungen am Erbgut, wohingegen schädigende Einflüsse auf die Frucht während des intrauterinen Daseins als exogene Noxen angesehen werden (128). Angaben zur Häufigkeit der Heredität schwanken zwischen 14% und 33%. (48, 83, 91, 92).

Das bedeutet, daß bei Vorhandensein einer genetischen Störanfälligkeit in den überwiegenden Fällen von LKG-Spalten noch äußere Einflüsse hinzu kommen. Mangelernährung, vor allem Vitaminüber- und unterdosierung (Vitamin A, D und Riboflavin), Alkoholkonsum, Sauerstoffmangel, Medikamentenkonsum (Aminopterin und Thalidomid), und ionisierender Strahlung werden die größte Bedeutung beigemessen. Aber auch Streß, psychische Probleme und sogenannte 'dysplastische Faktoren' wie die Überreife des Eis, ein zu hohes oder zu niedriges Alter der Mutter stellen mögliche auslösende Ursachen dar. Am anfälligsten ist die Frucht dabei in den ersten zwei bis drei Schwangerschaftswochen, radiologi-

sche Untersuchungen sollten während der gesamten Frühschwangerschaft unterlassen werden (bis zur 8. Woche) (128).

Ein Vorhandensein von diesen Faktoren kann durch eine Störung der normalen Embryogenese zu einer Fehlbildung führen.

Die Entwicklung des Kopfes in diesem Zeitraum wird von einem Vorderkopf-Organisationsfeld und einem Hinterkopf-Organisationsfeld geleitet. Im Kontaktbereich dieser beiden Organisationszentren sind die Folgen induktiver Komplikationen die mögliche Ausbildung von LKG-Spalten und isolierten Spalten. Während der Embryogenese, die vom 16. Tag nach der Befruchtung bis zum 75. intrauterinen Tag dauert, entwickelt sich zunächst das Gesicht, später zwischen der 4. und der 10. Embryonalwoche die Mundhöhle und der Gaumen. Der sekundäre Gaumen entwickelt sich ab der 6. Woche (36.-42. Tag), am Ende steht sein Verschluss in der 8. Woche (49.-58. Tag) (297).

Töndury (1976) und Langmann (1972) untersuchten die Morphogenese des Viscerocraniums (168, 297, 298) und entdeckten, daß die Spaltentstehung in der Störung der Vereinigung der paarigen Oberkieferwülste mit den medialen und lateralen Nasenwülsten ihre Ursache hat. Töndury (1976) mißt dem lateralen Nasenwulst die entscheidende Rolle bei, wohingegen nach Langmann (1972) eine ungenügende Mesodermeinwanderung oder ein Gewebeabbau im Bereich der Furche zwischen Oberkieferwulst und dem medialen Nasenwulst ursächlich ist.

LKG-Spalten können primär und sekundär entstehen. Bei der primären Fehlbildung findet die mesenchymale Fusion nicht statt, bei der sekundären reißt nach einer anfänglichen Vereinigung der Fortsätze die Epithelmauer partiell oder total ein (129, 159). Die Fehlbildung ist dabei um so schwerer, je früher die Schädigung im Entwicklungsablauf stattfindet (282).

## 1.2 Klassifikation

1967 fand der 4. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Plastische- und Wiederherstellungschirurgie in Rom statt. Dort wurde eine Klassifikation für Spaltfehlbildungen nach dem Einteilungsprinzip von Fogh-Andersen und Kernham erstellt (84, 85). Es gibt 4 Hauptgruppen nach embryonalen Gesichtspunkten, die durch die Lokalisation der Spalte nochmals unterteilt werden.

Gruppe 1: Spaltformen des primären embryonalen Gaumens

- Lippe rechts und/oder links
- Kiefer rechts und/oder links

Gruppe 2: Spaltformen des 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 sekundären embryonalen Gaumens

- harter Gaumen rechts und/oder links
- weicher Gaumen median

Gruppe 4: Seltene Gesichtsspalten

- Mediane Spalte mit oder ohne Hypoplasie (Aplasie der Prämaxilla)
- schräge Spalte (ororbital)
- quere Gesichtsspalte (oraurikulär)
- Spalten der Unterlippe, der Nase oder andere seltene Spalten

**Tabelle 1 : Klassifikation der Spaltfehlbildung (128)**



### **1.3 Häufigkeit und hereditäre Wahrscheinlichkeit von LKG-Spalten**

Mit einer Inzidenz von 1:450 zählen Spaltbildungen im LKG-Bereich nach Gliedmaßenfehlstellungen und Herzfehlbildungen zu den häufigsten Fehlbildungen des Menschen (140, 152). Die Anzahl der Neugeborenen mit LKG-Spalten verdreifachte sich innerhalb der letzten hundert Jahre. Folgende Ausprägungsformen sind dabei möglich:

- Lippenspalten der Oberlippe einschließlich Nasengang,
- LK (Lippen-Kiefer)-Spalten bis zum foramen incisivum,
- LKG-Spalten im Lippen- und Zwischenkieferbereich seitlich verlaufend, im harten Gaumen hinter dem Zwischenkiefer nahezu medial neben den Septen und im weichen Gaumen genau in der Mittellinie. Der Vomer ist bei einseitig verlaufenden Spalten mit der gesunden Seite verbunden,
- isolierte Gaumenspalte durch eine beidseitige Spaltbildung des harten und weichen Gaumens,
- Velumspalten als Spalten des weichen Gaumens und der Uvula (77, 91).

All diese Spaltformen können vollständig oder unvollständig ausgebildet sein. Nicht erkennbar ist jedoch das Ausmaß der Spaltbildung bei der submukösen Velumspalte, die sich auf die Gaumenmuskulatur bei intakter nasaler und oraler Schleimhaut beschränkt.

Die Hälfte aller Spaltbildungen sind ein- oder doppelseitig auftretende totale LKG-Spalten, LKG-Spalten und isolierte Gaumenspalten treten in etwa gleich oft auf (85).

Männliche Neugeborene sind häufiger betroffen als weibliche, wobei isolierte Gaumenspalten bei Mädchen doppelt so oft auftreten wie bei Jungen. Die Wahrscheinlichkeit auf der linken Seite eine LKG-Spalte konnatal zu haben ist doppelt so hoch als auf der rechten.

Eltern, die bereits ein spaltbehaftetes Kind zur Welt gebracht haben, müssen bei ihrem zweiten Kind nach Fogh Anderson (1982) mit einer Wahrscheinlichkeit von 4-5% mit einer weiteren Spaltenerkrankung rechnen. Ist jedoch einer der Elternteile selbst spaltbehaftet, so beträgt das Risiko beim ersten Kind 4-5%; ist das erste Kind bereits mit einer Spalte geboren, so steigt das Risiko für das zweite auf 13-14%.

#### **1.4 Wachstumsstörungen und Probleme von LKG-Patienten**

Wachstum ist von drei Parametern abhängig: Zeit, Potential und Richtung. Solange Wachstum vorhanden ist, finden komplexe Appositions- und Resorptionsvorgänge statt.

Das Wachstum des Viscerocraniums hat im zweiten Lebensjahr ein Viertel und mit 8 Jahren die Hälfte des Endzustandes erreicht. Das Viscerocranium wächst dabei in Richtung vorne unten, das Wachstumspotential beim LKG-Patienten ist normal (211).

Im Spaltbereich finden sich Dysgnathien wie Kreuzbiß, vergrößerte Molarenabstände und rotierte bzw. gekippte Einzelzähne bei in der Regel normalem frontalem Überbiß.

Hat der Patient eine einseitige Totalspalte oder isolierte Gaumenspalte, so liegt der Oberkiefer im Verhältnis zur vorderen Schädelbasis im retrognathen Bereich, dabei kann der Oberkiefer kleiner oder normal entwickelt sein. Liegt jedoch eine doppelseitige Spalte vor, so ist der Oberkiefer postnatal im prognathen, beim Erwachsenen im orthognathen Bereich inkliniert. Hauptursache für das gestörte Oberkieferwachstum scheinen der primär bereits vorhandene Gewebsmangel im Spaltbereich und die postoperativ auftretenden, als bindegewebige Ankylosen bezeichneten, Narbenstränge zu sein (241). Von Bedeutung für die weitere Oberkieferentwicklung ist desweiteren der Zeitpunkt des operativen Verschlusses und die Operationstechnik (222). Der Unterkiefer kann normal oder zu kurz entwickelt sein, so daß er oftmals retrognath liegt.

Die Ursache von Sprachstörungen bei LKG-Patienten ist oftmals auf die Unfähigkeit, einen luftdichten Abschluß zwischen Nasen- und Rachenraum zu bilden, zurückzuführen. Dadurch neigen die Patienten zu nasalem Sprechklang und Sprechfunktionsstörungen. Ist bei den Patienten das Gaumensegel mit betroffen, so kann dies über eine gaumenspaltbedingte muskuläre Insuffizienz der für die Tubenöffnung zuständigen Gaumensegelmuskeln zu einer Hörstörung führen. Die Folge wäre eine auch dadurch gestörte Sprechentwicklung (316). Durch einen insuffizienten velopharyngealen Abschluß kommt es zu einer Rhinophonie und zur Ersatzlautbildung. Durch pathologische Kieferformen und Zahnstellungsanomalien ist die linguodentale Lautbildung beeinträchtigt, was als begleitende mechanische Dyslalie bezeichnet wird.

Oft sind Spaltkinder von akuten oder chronischen Mittelohrentzündungen betroffen, die ihre Ursache in der Belüftungsstörung des Mittelohrs durch eine Tubenfunktionsstörung haben und eine Hörstörung nach sich ziehen. Die chronischen Mittelohrentzündungen führen dazu, daß Spaltpatienten 30 mal häufiger von Cholesteatomen betroffen sind als die Normalbevölkerung (128). Daneben beeinträchtigen chronische Nasen- und Rachenkatarrhe, Bronchitiden und Aspirationspneumonien die Entwicklung der Kinder.

Durch Hörstörungen ist die Lautbilderfassung und die sprachliche Selbstkontrolle beeinträchtigt. Sprachliche Kommunikationsschwierigkeiten sind die Folge, die für eine normale Persönlichkeitsentwicklung nötige geistige und seelische Entwicklung wird dadurch gehemmt. Nach Koch u. Mitarb.(1973) haben 82% der Spaltpatienten ein herabgesetztes Hörvermögen (128).

Die ästhetischen Beeinträchtigungen durch die Spalterkrankung können psychische Folgen haben. Dies zeigt sich in psychosozialen Hemmungen, wenig Gelassenheit bei Konflikten und mangelndem Durchsetzungsvermögen (128).

Wenngleich nach Lewis (1961) ein beidseitiger Hörverlust von 20 dB zu einer Verringerung des Intelligenzquotienten führt (128), so sind Spaltpatienten nicht minder begabt als gesunde Kinder (259).

Ein Ziel bei der Behandlung von Lippen- Kiefer- Gaumenspaltpatienten ist, dem Kind gute Voraussetzungen für eine möglichst normale Entwicklung zu schaffen.

## **2 Behandlungskonzept bei LKG-Patienten an der Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie der Technischen Universität München**

Ziel der Behandlung von Patienten mit LKG-Spalten ist die vollständige anatomische und funktionelle Rehabilitation. Dies ist ein sich über die gesamte Wachstumsperiode hinweg erstreckender Vorgang, der so früh wie möglich begonnen werden sollte, um einen optimalen Einklang der wichtigsten Behandlungsziele gute Sprechfunktion, günstiges Wachstum mit normaler Gesichtsschädelentwicklung und Ästhetik, zu erreichen. Am besten wird die Komplextherapie an einem Spaltzentrum durchgeführt, da dieses ein interdisziplinäres Vorgehen ermöglicht. Folgende Fachgebiete sollen hierbei vorhanden sein: Geburtshilfe, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Kieferorthopädie, Sprachtherapie, Hals-Nasen-Ohrenheilkunde (Pädaudiologie, Phoniatrie), Pädiatrie, Psychotherapie, Kinderzahnheilkunde, Zahnerhaltung und Prothetik.(129) ,

Die Behandlung beginnt üblicherweise bereits in den ersten zwei Wochen nach der Geburt und dauert bis zum 20. Lebensjahr an, in Einzelfällen auch länger. Dabei sollen die einzelnen Behandlungsphasen so gewählt werden, daß eine möglichst frühzeitige ästhetische und funktionelle Wiederherstellung einerseits und eine Verhinderung von wachstumsschädlichen operativen Einflüssen andererseits einen möglichst guten Kompromiß ergeben. Am Ende der Behandlung sollen die Lippen ohne auffällige Narben gut beweglich sein, der Naseneingang symmetrisch ohne Nasenatmungsbehinderung, das Vestibulum tief ohne Perforation, die Frontzähne mit Überbiß, der harte Gaumen ohne Restperforation und der weiche Gaumen lang und gut beweglich für eine normale Sprache sein (128). Zum Schul-

beginn ist für eine normale Entwicklung eine befriedigende Ästhetik und eine gute Sprech- und Hörfunktion das Ziel.

Die Behandlungskonzepte an den einzelnen Spaltzentren sind durchaus unterschiedlich. Trotzdem werden mit den jeweilig angewendeten Techniken gute Ergebnisse erzielt, wenn die einzelnen Fachbereiche Erfahrung bei den Folgen, im besonderen der Operationsfolgen auf die Schädelentwicklung, und den einzelnen angewandten Techniken haben. Die folgende Tabelle zeigt das Behandlungsschema für LKG-Spalten am Spaltzentrum der Technischen Universität München Klinikum Rechts der Isar (127):

Alter	Behandlung
<i>Primärbehandlung</i>	
möglichst innerhalb der ersten 2 Lebenswochen	Vorstellung im LKG-Behandlungszentrum zur genauen Untersuchung und Operationsplanung. Falls erforderlich, Einleitung der kieferorthopädischen Behandlung (Gaumenplatte), Beginn der Kariesprophylaxe, Untersuchung der Hörfunktion mit kinderaudiometrischen Verfahren, Eß- und Trinkberatung
mit 3-6 Monaten	Erste Operation, Verschuß der einseitigen und doppelseitigen Lippenspalte, bei einseitigen Totalspalten auch der Verschuß der Kieferspalte (ohne Knochenverpflanzung) und falls möglich Verschuß des vorderen Anteils des harten Gaumens
mit 9-12 Monaten	Verschuß der isolierten Velumspalte (weicher Gaumen)

Mit 12-15 Monaten	Operativer Verschuß des harten und weichen Gaumens bei isolierten Gaumenspalten, bei doppelseitigen Totalspalten zusätzlich Verschuß der beiden Kieferspalten (ohne Knochenverpflanzung). Bei einseitigen Totalspalten Verschuß der Restgaumenspalte (bei bereits verschlossenem vorderen Anteil des harten Gaumens) oder vollständiger Verschuß des harten und weichen Gaumens einschließlich der Kieferspalte
ab 2. Lebensjahr	Überwachung des Zahndurchbruchs, kieferorthopädisch vorbeugende Maßnahmen, konservierende Behandlung der Milchzähne
ab 3. Lebensjahr	Beginn der Behandlung von Sprach-, Sprech- und Stimmstörungen durch den Phoniater und Logopäden
ab 4.-6. Lebensjahr	Sprechverbessernde Operationen, falls erforderlich
mit 5-6 Jahren (vor Schuleintritt)	Eventuell erforderliche Korrekturen an Lippe, Mundvorhof, Naseneingang und Nasensteg
<i>Sekundärbehandlung</i>	
Ab 8. Lebensjahr	Intensivierung und Fortführung der kieferorthopädischen Behandlung und der eventuell erforderlichen Sprechbehandlung
ab 8.-12. Lebensjahr	Verschuß der knöchern offenen Kieferspalte mit

	körpereigenem Knochen (sekundäre Kieferspal- tosteoplastik)
ab 15.-16. Lebensjahr	Korrekturoperationen an der knorpeligen und knöchernen Nase, falls erforderlich
<i>Spätbehandlung</i> (nach Abschluß des Wachstums)	
ab 18. Lebensjahr	Korrekturoperationen am Kiefer-Gesichtsskelett, ergänzende zahnärztlich-prothetische Maßnahmen, falls erforderlich
ab 20. Lebensjahr	Bei Patienten mit besonders ausgeprägten Gesichtsspalten und schweren Kieferanomalien werden die notwendigen Korrekturoperationen vom Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen durchgeführt. Endgültiger Zahnersatz, falls erforderlich

**Tabelle 2: Behandlungschronologie an der Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie der Technischen Universität München (Direktor: Univ. Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. H.-H. Horch)**

## 3 Anatomie des Pharynx

### 3.1 Normale Anatomie

Der Pharynx bildet die Verbindung von Mundhöhle und Speiseröhre bei der Nahrungsaufnahme. Als Teil der Atemwege verbindet er Nasenhöhle und Kehlkopf. Man unterscheidet einen Naso-, Oro- und Hypopharynx. Der Pharynx beinhaltet Rachenmandel, Ohrtrumpete und Tubentonsille. An der velopharyngealen Aktivität, also Sprech- und Schluckakt, sind hauptsächlich folgende Muskeln beteiligt: M. tensor veli palatini, M. levator veli palatini, M. uvulae und M. palatoglossus als Muskeln des Gaumensegels, M. constrictor pharyngis superior aus der Gruppe der Schlundschnürer, die Mm. palatopharyngeus und salpingopharyngeus als Schlundheber.

Der Musculus levator veli palatini entspringt an der Unterfläche der Felsenbeinpyramide vor der Apertura externa canalis carotici und dem Tubenknorpel. Von dorso cranial und lateral strahlt er in das Gaumensegel ein, zum Teil setzt er an der Gaumenaponeurose an und teilweise verflechten sich seine Fasern mit denen des gegenseitigen M. levator veli palatini und dem M. palatopharyngeus. Seine Funktion ist die Retraktion und Elevation des Velums. 1969 konnte Fritzel mittels elektromyographischen Untersuchungen zeigen, daß dieser Muskel der Wichtigste für den veloharyngealen Verschluss ist (89).

Der Musculus palatopharyngeus entspringt seitlich der Uvula an der Gaumenaponeurose und reicht nach lateral bis zum Hamulus pterygoideus, an dem seine am weitesten seitlich verlaufenden Fasern ihren Ursprung haben. Dabei bilden die medial der Aponeurosis palatina entspringenden Fasern, nach Luschka (1968) die „Pars pharyngopalatina“ (175), die Grundlage des Arcus palatopharyngeus und strahlen in den Hinterrand des Cartilago thyroidea ein. Die „Pars longitudinalis“ nach Kriens (1975) ziehen zum Schildknorpel und bilden den Levatoranteil, die



nach Kriens (1975) horizontal verlaufenden Anteile „Pars circularis“ bilden den M. sphincter palatopharyngeus (157, 214). Kontrahiert sich der M. palatopharyngeus dann wird der posteriore Anteil des weichen Gaumens in dorsokaudale Richtung gezogen, die seitlichen Wände des oberen Pharynx werden nach medial bewegt, der palatopharyngeale Isthmus verengt, Larynx und die Pharynxwände werden angehoben (242).

Nach Bosma und Fletcher (1962), Fritzel und Kriens (1967) ist der M. palatopharyngeus wesentlich am velopharyngealen Abschluß während Phonation und Deglutition beteiligt, Dickson (1975) hingegen sieht den Muskel eher an der Öffnung des Velopharynx beteiligt (28, 29, 59, 88, 156).

Der Musculus constrictor pharyngis superior hat seinen Ursprung am Hamulus pterygoideus ossis sphenoidales und der Raphe pterygomandibularis, Pars buccopharyngea. Seine Fasern, Pars pterygopharyngea, vereinigen sich mit der Gegenseite in der Raphe pharyngis der Rachenhinterwand. Die Pars mylopharyngea ist an der Innenseite der posterioren Mandibula fixiert, die Pars glossopharyngea setzt an der Zunge an (89). Kontrahiert sich der M. constrictor pharyngis superior, so verengt sich durch die seitlichen Rachenwände der obere Pharynx und die Rachenhinterwand bewegt sich nach anteromedial (214).

Der paarige M. uvula hat seinen Ursprung am Hinterrand des harten Gaumens, er verläuft in der Velummitte und inseriert an der Spitze der Uvula. Durch seine Kontraktion wird die Uvula verkürzt und verdickt (59).

Der M. palatoglossus zieht von der Gaumenaponeurose zum M. transversus der Zunge.

Er hebt den hinteren Teil der Zunge oder zieht den mittleren Teil des Gaumensegels nach kaudal und anterior und ist somit Antagonist des M. levator veli palatini.

Der Musculus tensor veli palatini entspringt in der Fossa scaphoidea, an der medialen Fläche der Lamina medialis processus pterygoidi und am Tubenknorpel. Er geht in Höhe der Fossa pterygoidea in seine Sehne über umbiegt den Hamulus pterygoideus und strahlt horizontal in die Gaumenaponeurose ein. Durch in den M. buccinator einstrahlende Sehnenfasern wird eine sogenannte Vertikalaponeu-

rose gebildet (214). Der anteriore Anteil des Velums wird durch die Tensor-muskeln abgesenkt, ihre Kontraktion zieht die laterale Kante des Tubenknorpels herab, wodurch es zu einer Öffnung der Ohrtrumpete kommt (59).

Der mediale Anteil des M. tensor veli palatini wird indirekt über den M. levator veli palatini angehoben. Dadurch wird bei seiner Kontraktion der sich ebenfalls kontrahierende und darüber verlaufende, am Tubenknorpel ansetzende M. salpingopharyngeus nach kranial bewegt.

Der M. salpingopharyngeus wird nur bei jedem zweiten Humanpräparat gefunden, seine Größe differiert erheblich. Er entspringt dem Tubenknorpel, setzt an der seitlichen Rachenwand an und besteht aus Fasern des M. palatopharyngeus. Nach Dickson (1975) ist seine Rolle fraglich, bis jetzt ist seine Funktion nicht eindeutig geklärt (59).

Durch Kontraktion von Muskelfasern, die horizontal um den Pharynx verlaufen und am Gaumen inserieren, wird der Passavantsche Wulst gebildet. Er wird beim Schlucken und Sprechen als Vorwölbung an der Rachenhinterwand auf Höhe des ersten Wirbelkörpers sichtbar. Keine einheitliche Meinung besteht diesbezüglich, ob er sich aus Fasern des M. constrictor pharyngis superior, des M. palatopharyngeus oder aus Beiden zusammensetzt (37, 59, 214).

Ein pharyngealer Nervenplexus, bestehend aus Fasern des N. glossopharyngeus, des N. vagus, teilweise des N. accessorius und sympathischen Fasern, innerviert die velopharyngeale Muskulatur. Der M. tensor veli palatini wird vom motorischen Anteil des N. mandibularis (vom N. trigeminus) innerviert, die sensorische Funktion vom N. glossopharyngeus übernommen. Weitere Ausnahmen sind der M. uvulae, nach Broomhead (1952) innerviert von Ästen des N. facialis, und der M. palatoglossus, der nach Dickson (1975) vom N. hypoglossus innerviert wird (32, 59).

Die Arteria palatina minor, die Arteria palatina ascendens und kleine Äste aus der Arteria pharyngea ascendens sorgen für die Blutzufuhr des weichen Gaumens (32, 96).

### **3.2 Anatomische Besonderheiten bei Patienten mit LKG-Spalten**

Luschka (1968) und Veau (1931) führten erste richtungsweisende Untersuchungen über die Anatomie des gespaltenen Gaumens durch (175, 305). Kriens (1975) und Dickson (1972) ihrerseits fanden heraus, daß beim Spaltpatienten die vordere Gaumenaponeurose nicht vorhanden ist. Im vorderen Drittel des gespaltenen Gaumens sind Muskelfasern in Längsrichtung angeordnet, die dem Musculus palatopharyngeus und dem Musculus levator veli palatini zugeschrieben werden (60, 157). Veau (1931) bezeichnete diese Muskelfasern, die beidseitig am Hinterrand des harten Gaumens und der Spina nasalis posterior ansetzen, als Spaltmuskel. Die Kürze des gespaltenen Gaumens wird dem Fehlen der aponeurotischen Schicht im vorderen Drittel zugeschrieben, dazu ist der M. levator veli palatini hypoplastisch, wohingegen der M. tensor veli palatini normal entwickelt ist (157). Drei Hauptmuskelschlingen wurden von Kriens (1969) unterschieden (156).

1. Der palatopharyngeale Sphinkter mit dem kranialen Anteil des M. constrictor pharyngeus superior und die Pars circularis des M. palatopharyngeus
2. M. levator veli palatini
3. Die Pars longitudinalis des M. palatopharyngeus.

Der M. palatopharyngeus hat seinen Ursprung am Rudiment des harten Gaumens, dabei ist jedoch der Ursprung der Fasern von medial nach lateral verlagert. Der für den palatopharyngealen Verschluss entscheidende Muskelring wird geöffnet und durch den Zug der horizontalen Sehne des M. tensor veli palatini wird die bestehende Öffnung nochmals vergrößert (214). Der M. levator veli palatini vermischt sich mit Fasern der Pars longitudinalis des M. palatopharyngeus und setzt nach ventrolateral verlagert am Rand der Spalte und an der Spina nasalis posterior an. Dadurch ist sowohl Ursprung als auch Ansatz auf derselben Seite, was zur Folge hat, daß eine Kontraktion eine kranio-antero-laterale Bewegung nach sich zieht und die Tuba auditiva verschlossen wird. Darin liegt auch die Ursache der

immer wieder auftretenden Otitis media, ausgelöst durch die mangelhafte Belüftung.

Der M. palatoglossus und der M. salpingopharyngeus sind nach Papp (1979) größer ausgebildet (214).

Zusammenfassend hat dies folgende Konsequenzen:

- Die muskulären Ursprünge sind normal, die Ansätze jedoch nach ventrolateral verlagert.
- Die Muskelspannung im weichen Gaumen führt zu einer weiteren Verkürzung der ohnehin zu kleinen Gaumenanlage, was die Funktion des Gaumensegels beeinträchtigt.
- Ein nasopharyngealer Verschluss ist nicht vollständig möglich, da die sphinkterartig wirkenden und zirkulär verlaufenden Fasern des M. palatopharyngeus unterbrochen sind (156, 214).

Innervation und Blutversorgung unterscheiden sich kaum von Menschen ohne LKG-Spalte (32).

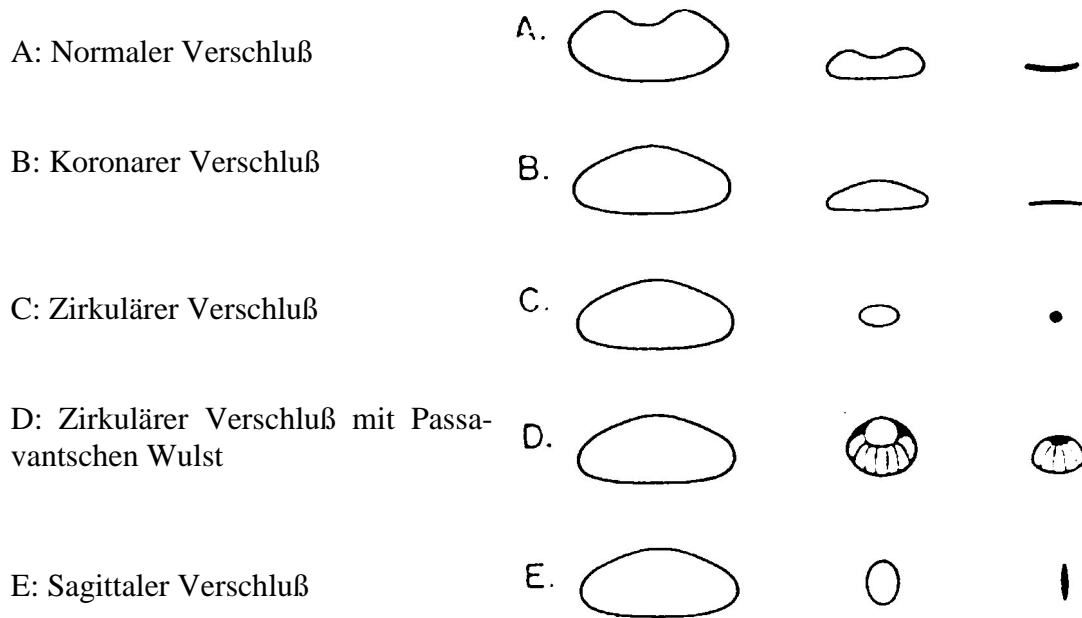
## 4 Physio- und Pathophysiologie

### 4.1 Der velopharyngeale Mechanismus

Aus dem geordneten Zusammenspiel der Muskelgruppen entsteht der velopharyngeale Sphinkter, der die Hauptaufgabe hat einen dichten Abschluß zwischen Naso- und Oropharynx herzustellen. Notwendig ist dies beim Sprechen von Explosivlauten, beim Schlucken und beim Blasen, dabei hebt sich das Velum und legt sich an die Rachenhinterwand an (108). Der Sphinkterverschluß stellt einen Bewegungsablauf dar:

Der weiche Gaumen bewegt sich nach superior und posterior, die hintere Rachenwand nach anterior und die seitlichen Pharynxwände nach medial (295). Der Sphinkter setzt sich aus einer velaren, stehend für die Elevation, posterioren Elongation und Vorderrandformung und einer nasopharyngealen, eine alle Bewegungen der nasopharyngealen Wände beinhaltende, Komponente zusammen. Skolnick u. Mitarb. (1973) betrachteten dies als Sphinkter-Aktivität (271). Durch verschiedene Anteile von velaren und pharyngealen Komponenten beim Verschluß des Sphinkters entstehen viele verschiedene Verschlußmuster, die in ihrer Isthmuskonfiguration differieren. Skolnick u. Mitarb. (1971) beurteilten dies mittels radiologischer Untersuchungen, analog dazu unterteilten Croft u. Mitarb. (1981) das Verschlußmuster in vier verschiedene Typen: koronarer Typ, sagittaler Typ, zirkulärer Typ und zirkulärer Typ mit Passavantschen Wulst (53, 153, 272, 275). Von Croft u. Mitarb. (1981) wurde die Existenz weiterer Verschlußmuster nicht ausgeschlossen (53). Engelke folgerte auf eine 1990 durchgeführte Studie, daß auch in solchen Fällen ein Passavantscher Wulst auftreten kann, wenn ein koronar

orientierter Verschuß vorliegt. Kategorisiert wurde dies von ihm als “koronar mit Passavantschem Wulst“ (70).



**Abbildung 1: Verschußmuster nach Croft (53)**

Alle beschriebenen Verschußmuster sollten nur als Teil eines kontinuierlichen Spektrums betrachtet werden, welches aus dem Zusammenspiel von Gaumen und Pharynxbewegungen hervorgeht. Zwischen den relativen Anteilen von Velum und Pharynxwänden am Verschußmechanismus bestehen fließende Übergänge (53, 80).

Croft u. Mitarb. (1981) folgerten, daß der velopharyngeale Abschluß zu den anatomischen Voraussetzungen auch einem Lernprozeß unterliegt (53).

Sprache und Blasen ähneln sich in ihrem Verschußmuster, wohingegen sich Sprache und Schlucken deutlich unterscheiden (82, 134, 182, 261). Zurückgeführt wird dies auf die verschiedenen Reflexbögen (239).

## 4.2 Das Schlucken

Für die Durchführung eines normalen Schluckaktes ist ein suffizienter velopharyngealer Mechanismus notwendig. Das Wesentliche daran ist die Bildung einer reversiblen Barriere zwischen Naso- und Oropharynx, damit ein Eintreten von Nahrung in den Nasopharynx verhindert wird. Das Eindringen von Nahrung durch einen nicht dichten Verschluss wird als Regurgitation bezeichnet (108, 330).

Die Einleitung des Schluckakts geschieht willkürlich, die weitere Durchführung ist reflexgesteuert. Er ist im Ganzen in drei Phasen differenzierbar, eine orale, eine pharyngeale und eine ösophageale (108).

Nach Aufnahme des Bissens in den Mund wird dieser in der präparatorischen Phase zerkleinert, anschließend folgt die Entleerungsphase. Dabei wird der geformte Bolus auf die Zungenspitze geladen, durch eine Rollbewegung der Zunge gegen den harten Gaumen gedrückt und somit in Richtung Oropharynx transportiert (239). Der Bolus gelangt durch die Zunge zu den Triggerarealen und löst dort unter physiologischen Bedingungen durch die gleichzeitige Berührung größerer Schleimhautareale im Sinne einer Reizsummierung den Schluckakt aus (108). Der N. glossopharyngeus und die oberen laryngealen Anteile des N. vagus leiten die afferenten Impulse. Bei einer Stimulation der medulla oblongata läuft der komplexe Schluckvorgang reflektorisch ab. Die pharyngeale Schluckperistaltik wird durch ein Zusammenwirken von Zungenmuskulatur, supra- und infrahyoidaler Muskulatur, weichem Gaumen und dem Musculus constrictor pharyngis superior ausgelöst. Durch das Anheben des weichen Gaumens gegen den Passavantschen Wulst wird in der pharyngealen Phase ein dichter Verschluss zum Nasenraum gebildet und somit einer Regurgitation vorgebeugt. Der M. constrictor pharyngis superior konvergiert mit seinen zentralen Anteilen gleichzeitig nach ventral und medial. Die dorsal-kaudal Bewegung des Zungengrundes treibt den Bolus wie durch einen Stempel aus dem Oropharynx. Im Zusammenspiel mit der Larynx-elevation wird somit der Epiglottisschluss und der Boluseintritt in den Hypopharynx erleichtert (108). Die peristaltische Schluckwelle des Pharynx setzt sich so

durch alle Pharynxkonstriktoren oralwärts fort (108). Durch die vom Schluckreflex getriggerten Peristaltik wird in der ösophagealen Phase der Nahrungsbolus zum Magen transportiert (108, 239, 261).

### 4.3 Das Sprechen

Für eine klare Artikulation ist ein dichter velopharyngealer Abschluß des Oropharynx gegen die Nasenhöhle von fundamentaler Bedeutung. Die Dauer des velopharyngealen Verschlusses richtet sich dabei nach den Anforderungen des phonetischen Kontextes, den Druckanforderungen von bestimmten Sprachklangsequenzen und dem Grad der tolerierbaren nasalen Resonanz (280). Sprache, Pfeifen und Blasen benötigen einen Luftstrom der auf einem pneumatischen Verschlussmechanismus mit ähnlichen Verschlussmustern basiert (183). Der Luftstrom entweicht dem Mund kanalisiert, dazu muß der untere Anteil des Pharynx genügend geöffnet sein. Damit keine Luft über die Nase entweicht, sollte das Velum durch Elevation die velopharyngeale Pforte ausfüllen und die seitlichen Rachenwände sich auf Höhe des Velums verengen (272).

Die im Stimmapparat erzeugten teiltonreichen Klänge werden in der Mundhöhle modifiziert, indem bestimmte Teiltöne durch Resonanz verstärkt werden. Das ergibt in Abhängigkeit von der Form der Mundhöhle für jeden Sprachlaut das jeweilige charakteristische Klangspektrum. Voraussetzung ist ein funktionell korrekter Abschluß zwischen Nase und Mundhöhle, so daß ein Mitklingen des suprapalatalen Raumes verhindert wird (64).

Nur die Konsonanten „m, n und ng“ werden in der hochdeutschen Sprache nasalisiert. Vokale sind orale Laute die ohne nasale Färbung ausgesprochen werden, dazu ist jedoch wiederum ein funktioneller Abschluß des pharyngealen Isthmus notwendig (10, 183). Spezifische Sprachumstände wie die Schnelligkeit, die Tonlage der Vokale und nasale bzw. nicht-nasale Laute, führen zu einem velopharyngealen Verschluss, der in Grad, Stärke und Muster variiert. Ebenso passen sich Grad und Niveau der Bewegung der seitlichen Rachenwände und die Anzahl und



das Timing der Bewegungen von Velum und Zunge den jeweiligen Sprachaktivitäten an (134, 146, 160).

Bell-Berti (1973) beschrieb die Rolle der Muskeln während der sprachlich velopharyngealen Aktivität. Demnach sorgt der M. levator veli palatini für die anteriore Anspannung des Velums, und der M. uvulae für die Posteriore. Der M. levator veli palatini ist somit einer der wichtigsten Muskeln für den velopharyngealen Verschluss (16).

In Höhe des Ostium pharyngeum der Tuba auditiva findet die maximale mesiale Bewegung während des velopharyngealen Verschlusses statt (264). Die maximale mediale Exkursionsbewegung der seitlichen Rachenwände auf Höhe des harten Gaumens kommt durch die Kontraktion der oberen Fasern des M. constrictor pharyngis superior und des M. levator veli palatini zustande. Übereinstimmung herrscht darüber, daß eine Vielzahl von Verschlussmustern existiert, wobei jedoch bei einer velopharyngealen Inkompetenz nochmals eine höhere Variabilität gefunden wird (16, 219, 261, 264, 272, 341).

Der zum Sprechen und Blasen notwendige velopharyngeale Verschluss ist eine erworbene Fähigkeit, Spaltpatienten mit chirurgisch verschlossener Spalte können lernen, den Verschluss über die Sprachgestaltung zu steuern.

Die Bildung von Vokalen bereitet dabei die größten Schwierigkeiten, sie werden in der Gaumenspaltsprache offen oder gemischt nasaliert ausgesprochen. Am auffälligsten werden die Vokale „u“ und „i“ genäselt, da bei diesen beiden der velopharyngeale Abschluß am stärksten sein muß. „O“ und „e“ klingen gewöhnlich weniger genäselt, das „a“ bereitet die wenigsten Probleme und klingt daher in der Regel gut. Zur Bildung der plosiven „p, b, t, d, k und ng“ und frikativen „f, s, sch, ß und w“ Laute ist ein relativ hoher intraoraler Druck nötig, der dann nicht aufgebaut werden kann, wenn die Atemluft über die Nase entweicht. Diese Laute können somit nicht korrekt gebildet werden (9, 15, 109, 117, 208).

Bei einem bestehenden Gaumendefekt ist es für Gaumenspaltpatienten nicht möglich Reibe- und Plosivlaute in den davor liegenden Artikulationszonen zu bilden. Dies wird von den Patienten dergestalt versucht zu kompensieren, daß sie

die Lautbildung nach zentral oder unterhalb des undichten Gaumens verlagern, was dann als „zentripetale Artikulationsverlagerung“ bezeichnet wird (9). Explosiv- und Reibelaute werden nunmehr zwischen Zungengrund und Rachenhinterwand, im Glottisbereich oder am Kehlkopfeingang gebildet. Die Folge der in den Meso-Hypopharynx und laryngealen Bereich verlagerten Artikulationszonen sind die Bildung von pharyngealen bzw. laryngealen Ersatzlauten (9, 15). Der übermäßige Luftverbrauch bedingt oft die Bildung unverständlicher Ersatzgeräusche.

Aufgrund der individuellen Unterschiede und dem niemals einheitlichen akustischen Eindruck geht man davon aus, daß die gesamten Luftwege an der Sprachbildung beteiligt sind (9, 15, 141). Die hohe suprapalatale Resonanz führt zu einer Sprachklangveränderung mit nasaler Perflation. Durch den Versuch, ein übermäßiges Entweichen von Phonationsluft zu kompensieren, kann sich eine hyperfunktionelle Stimmstörung entwickeln. Das bedeutet, daß aufgrund des hohen supraglottischen Druckabfalls, ausgelöst durch die velopharyngeale Insuffizienz, die Lautbildung mit einem pathologisch erhöhten Stimmeinsatz stattfindet (338). Die zentripetale Artikulationsstörung im Pharynx- und Larynxbereich bedingt bei Spaltpatienten eine rauhe und oftmals heisere Stimme, häufige Laryngitiden und vermehrt gebildete Stimmknötchen sind die Folge (329).

Hirschberg (1986) sieht in der Mitbeteiligung der mimischen Muskulatur während des Sprechens bei Patienten mit velopharyngealer Insuffizienz einen möglichen Kompensationsmechanismus. Dabei wird versucht den nasalen Luftstrom durch eine Verengung der vorderen Nasenflügel einzuschränken. Nishio u. Mitarb. (1976) deuteten dieses „Grimassieren“ als besondere Stimulation des Nervus facialis, der den Musculus levator veli palatini innerviert (121, 205).

Somit kennzeichnen folgende vier Charakteristika die Gaumenspaltssprache:

- Klangfärbung der Vokale im Sinne der Nasalierung
- Durchschlagen der Explosiv- und Reibelaute
- Zentripetale Artikulationsverlagerung
- Veränderte Mimik

Desweiteren treten bei Spaltpatienten häufiger als bei gesunden Menschen zentralbedingte Sprachentwicklungsstörungen wie Stammeln, Agrammatismus, verzögerte Sprachentwicklung, Sprechscheuheit und Sprechverlust auf. Hirschberg (1986) sah 33,7% von 700 Patienten mit velopharyngealer Insuffizienz in ihrer Sprachentwicklung gestört.

Immer wieder müssen LKG-Patienten trotz optimaler Versorgung mit einer velopharyngealen Insuffizienz zurecht kommen. Gestörte Sprache und Kommunikation bedeuten für viele Patienten ein größeres Handicap als eine unbefriedigende Gesichtsästhetik (231).

#### **4.4 Velopharyngeale Insuffizienz bei LKG-Patienten**

Nach Hirschberg (1986) bedeutet velopharyngeale Insuffizienz die Unfähigkeit der Velum- und Pharynxmuskulatur unter Funktion den für Schlucken und Sprechen optimalen Verschluss zwischen Naso- und Oropharynx herbeizuführen (121). Die velopharyngeale Insuffizienz besteht aus einer Kombination struktureller Inadäquatheit und funktioneller Inkompetenz (86, 301). Bei der velopharyngealen Inkompetenz zeigen die Patienten eine herabgesetzte Beweglichkeit der velaren und pharyngealen Verschlusskomponenten. Jedoch verfügen manche Patienten über eine gute Elongation und Elevation des Velums, in diesen Fällen wird ein guter sphinkterartiger Abschluss durch die mangelnde Beweglichkeit der pharyngealen Komponente erschwert. In Abhängigkeit von der Sprache und den Anstrengungen kann eine velopharyngeale Insuffizienz ständig oder auch nur teilweise vorhanden sein (270, 272).

Nach Minami u. Mitarb. (1975) erstellte Hirschberg (1986) eine Klassifikation der velopharyngealen Insuffizienz (121, 192).

Form	Untergruppe	häufigste/wichtigste Ursache		
		angeboren	erworben	
I organisch	dynamisch <ul style="list-style-type: none"> <li>zentral</li> <li>peripher</li> </ul>	suprabulbär bulbär	n Enzephalopathie e Kernoplasie (Morbus Meckel) u Rudimentäre Pese (Dyslaxie) r o g e n	Tumor Gefäßveränderung Entzündung Degenerative Veränderung Polyneuritis Kompression Operatives Trauma Poliomyelitis Neurosensukuläre Atrophie
		skeletal muskulär	Spaltbildung submuköses Gaumenpalte zu hartes Velum tiefer Nasopharynx (Wirbelsäulenmangel) anatomische Dysproportion	Myositis Myasthenia gravis Myopathien
II funktionell	aktiv passiv	geistige Retardierung Hypacusis	Gehörverlust Neurone Postoperativer Schmerz Irritation "Habit"	
III kombiniert		anatomische Dysproportion und dynamische Störung	Narbenbildung und funktionelle VPI	

**Abbildung 2: Kategorie der velopharyngealen Insuffizienz nach Hirschberg (121)**

Seltener ist eine velopharyngeale Insuffizienz neurogenen oder myogenen Ursprungs, dennoch sollte dies in unklaren Fällen in Betracht gezogen und differentialdiagnostisch ausgeschlossen werden. Gaumenspalten und anatomische Dysproportionen sind die überwiegenden der anatomisch strukturellen Ursachen. Für weitere dysfunktionelle Velum-Pharynx Beziehungen können auch entzündliche, degenerative, iatrogene, trauma- und tumorbedingte Veränderungen ursächlich sein. Funktionell bedingte velopharyngeale Insuffizienzen führen beim Sprechen zu einer Rhinophonia aperta, die sich hier nur auf die Vokale auswirkt und nicht auf Plosive und Frikative. Beim Schlucken und Blasen wird hingegen ein guter Abschluß zwischen Oro- und Nasopharynx gefunden. Im Falle der kombinierten Form sind alle soeben aufgeführten Kombinationen als Ursache für den schlechten Abschluß zwischen Naso- und Oropharynx denkbar (121).

Von wesentlicher Bedeutung für die Schwere und Erscheinungsform der dadurch induzierten Symptome ist die Größe und Lage des Defektes, sowie die Fähigkeit des Patienten Kompensationsmechanismen zu entwickeln und einzusetzen. Dies birgt oftmals Überraschungen durch Diskrepanzen zwischen objektivem Befund und beobachtbarer Störung (121).

Das häufigste Problem ist die Störung der Sprachentwicklung. So läßt jede Verbindung zwischen Naso- und Oropharynx die größer als 10 mm<sup>2</sup> ist, wahrnehmbare Resonanzen in der Nase entstehen (308). Als Folge wird sodann ein Zischen, Blubbern oder Schnauben hörbar, was durch Größe der Öffnung, Septumdeviation, Hypertrophie der unteren Nasenmuschel oder Nasenloch-Stenosen nochmals modifiziert wird. Auch die Adenoide beeinflussen die nasale Resonanz, da dieses Symptom bei Kindern mit einem von den Adenoiden verengten Nasopharynx weniger ausgeprägt auftritt als bei Erwachsenen mit atrophierten Adenoiden.

Die Hypernasalität ist eine deutlich wahrnehmbare Resonanz in der Nase, die auftritt, wenn der Oro- und Nasopharynx bei der Bildung von Orallauten akustisch durch einen inkompetenten velopharyngealen Sphinkter verbunden sind (162). Nasaler Luftaustritt ist als deutlich hörbarer Luftausstrom durch einen inkompetenten Sphinkter definiert, was einen aperiodischen Klang erzeugt und als eine Verzerrung der Konsonanten wahrnehmbar ist (78). Die Intensitätsunterschiede reichen von nicht hörbarem nasalem Luftaustritt bis zu stark hörbaren nasalen Turbulenzen (188), die mit der Hypernasalität einhergehen können (162).

Die Rhinophonia aperta, Hyperrhinophonie oder auch offenes Näseln ist eine Störung des Stimmklangs, die durch eine verstärkte Resonanzbeteiligung der suprapalatinalen Räume verursacht wird (188, 285).

Als Rhinolalia aperta wird eine Artikulationsstörung bezeichnet, bei der einzelne Laute näselsnd ausgesprochen werden.

## **4.5 Beschreibung und Definition der Dysgnathie, Dysgnathie bei LKG-Patienten**

Dysgnathie ist der Folgezustand einer anormalen Kieferentwicklung. Diese kann genetisch bedingt sein, durch innere Einflüsse ausgelöst oder auch sekundär durch äußere Einflüsse ausgelöst sein. Die Folgen sind Abweichungen von der normalen Lagebeziehung der Kieferbasen zueinander und bzw. oder von der normalen Okklusion (Verzahnung) und Zahnfehlstellungen. Bei einem Teil der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Patienten sind die verkehrten Lagebeziehungen der Kieferbasen, also die skelettale Dysgnathie die oft eine dento-alveoläre Dysgnathie bedingt, der Grund für die Operation. Bei der skelettalen Dysgnathie handelt es sich um craniofaciale Fehlbildungen, die neben einer ästhetischen Beeinträchtigung auch funktionelle Beschwerden auslösen können. Eine Lageveränderung in der sagittalen Ebene beeinträchtigt die velopharyngeale Funktion am stärksten, weniger eine Abweichung in der Transversalen oder Vertikalen. Eine ausgeprägte Rücklage des Oberkiefers (maxilläre Retrognathie) kann obstruktive Probleme im velopharyngealen Bereich auslösen, eine Rücklage des Unterkiefers (mandibuläre Retrognathie) verlegt möglicherweise im Schlaf durch einen zurückgefallenen Zungengrund die Atemwege (obstruktive Schlafapnoe).

Bei LKG-Patienten gelten bindegewebige Ankylosen, also Narbenzüge nach Gaumenspaltverschlüssen, als Hauptursache für das gestörte Oberkieferwachstum mit konsekutiver Dysgnathie (241). Zeitpunkt des operativen Verschlusses und Operationstechnik sind dabei von besonderer Bedeutung (222).

## 5 Chirurgische Korrekturingriffe

### 5.1 Historischer Überblick

Die Anfänge der craniofacialen Chirurgie gehen bis ins späte Mittelalter zurück. William Harvey veröffentlichte 1651 eine Arbeit zum Thema Lippenspalten und Makrostomie, Soemmering versuchte im 18. Jahrhundert Gesichtsspalten zu klassifizieren (110). Im 19. und 20. Jahrhundert folgten Arbeiten von Rudolph Virchow, Rene Le Fort, Sir Harold Gillies und Paul Tessier (311). Rene Le Fort, geb. 1869 in Lille, veröffentlichte 1901 eine Arbeit in der er Leichenköpfe verschiedenen Kräfteinwirkungen an unterschiedlichen Stellen aussetzte und drei „große Linien der Schwäche“ beschrieb (169). Auf diesen drei Frakturlinien basieren bis heute Planung und Durchführung der operativen Wiederherstellung nach Traumen und Umstellungsosteotomien bei craniofacialen Fehlbildungen.

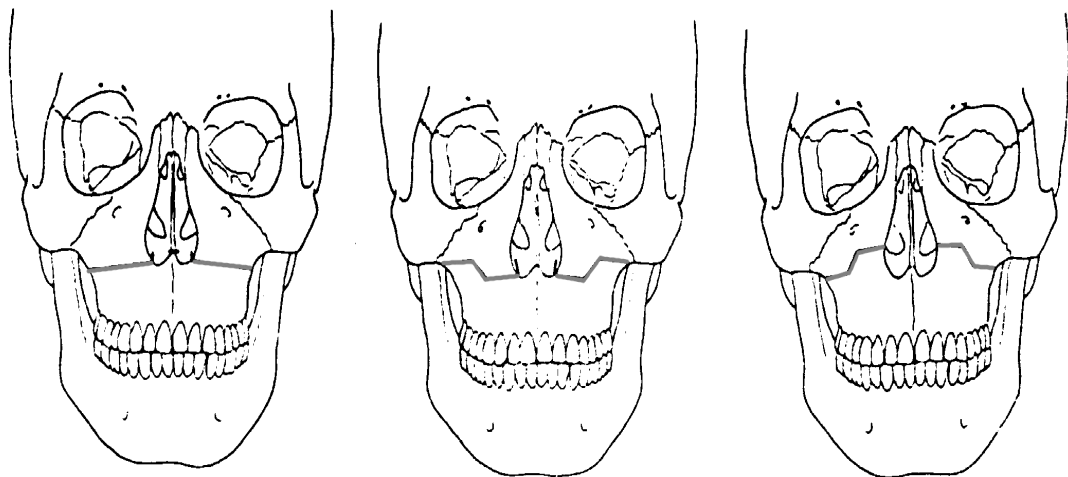


Abbildung 3: Bruchlinien nach Le Fort (169)

Langenbeck beschrieb 1859 erstmals die Mobilisation des Oberkiefers (66), Wassmund führte 1927 eine LeFort I Osteotomie durch, um eine Kieferfehlstellung mit frontal offenem Biß zu korrigieren, löste dabei jedoch den Oberkiefer nicht vollständig vom Pterygoid ab (315). Axhausen trennte 1934 erstmals den Oberkiefer komplett vom Pterygoid (66, 315) und forderte 1939 für die Behandlung der Mittelgesichtsrücklage bei LKG-Patienten die komplette Mobilisation und Vorverlagerung des Oberkiefers (66). Später wurde dieser Eingriff mit diversen weiteren Arbeiten modifiziert und weiterentwickelt bis Obwegeser zwischen 1962 und 1970, Hogeman und Wilmar 1967, Perko 1969 und Pfeifer 1969 routinemäßig den Oberkiefer bei Dysgnathie-Operationen mobilisierten (66, 315). In den vergangenen 15 Jahren wurde die Le Fort I Osteotomie zum Standardeingriff, der nach Untersuchungen von Bell zwischen 1975 und 1985 nunmehr weltweit nach dessen Methodik durchgeführt wird (17, 18, 19, 20).

## **5.2 Le Fort I Osteotomie**

Die Le Fort I Osteotomie des Oberkiefers ist heutzutage eine Standardmethode zur Korrektur von skelettalen Dysgnathien und Mittelgesichtshypoplasien. Sie ermöglicht es, den Oberkiefer in allen drei Ebenen des Raumes neu einzustellen. Angewandt wird dieser Eingriff auch bei der Entfernung von Tumoren des Nasopharynx, der Halswirbelsäule, der Schädelbasis und den jeweils angrenzenden Gebieten (327). Ferner werden Osteotomien zur Behandlung der obstruktiven Schlafapnoe bei mandibulärer Retro- oder Mikrognathie als sogenannte bimaxilläre Operation durchgeführt (122, 123). Darunter versteht man eine gleichzeitige Stellungskorrektur von Ober- und Unterkiefer. Zur Behandlung der skelettalen Dysgnathie besteht hiermit die Möglichkeit den gesamten Gesichtsschädel dreidimensional zu korrigieren.



Bei der Korrekturplanung von Kiefer- und Gesichtsanomalien gilt als wichtigster Grundsatz, daß die Lage der Basen der einzelnen Gesichtsdrittel zueinander der Schlüssel zur Profilart des Gesichtes ist (206).

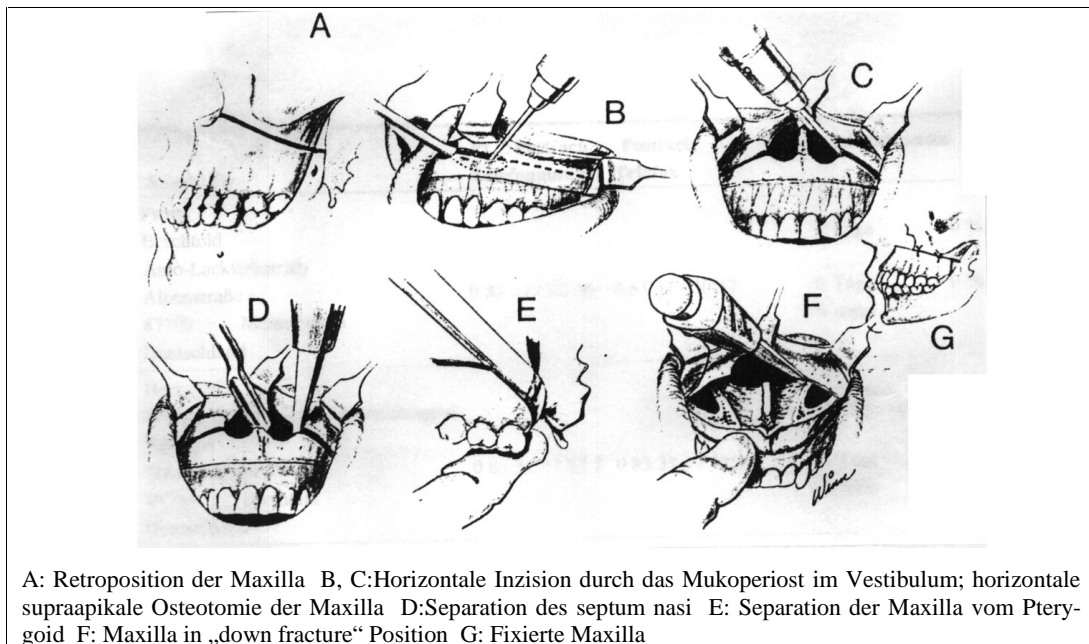
Maßgeblich für den Erfolg der Behandlung ist eine gute interdisziplinäre Zusammenarbeit von Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie und Kieferorthopädie. Vor der Operation stellt der Kieferorthopäde die Zähne in normaler Position zur Kieferbasis ein, so ergibt sich nach der operativen Realisierung der skelettalen Zielbeziehung eine ideale okklusale Einstellung (286).

Die Planung beginnt mit der Einstellung der regelrechten Lage der Kieferbasen die aus einem Fernröntgenseitenbild ermittelt wird. An Modellen wird die Okklusion eingestellt und diese Situation mittels der Herstellung eines Arbeitssplintes fixiert (113). Dann wird die Stellung der Oberkieferfront aus ästhetischer Sicht beurteilt.. Nur wenn der Unterkiefer der Vorverlagerung mit einer normalen Gelenkköpfchen – Gelenkpfanne Relation folgen kann und ein befriedigendes Äußeres zu erzielen ist, kann der Eingriff isoliert nur am Oberkiefer durchgeführt werden, ansonsten ist eine bimaxilläre Operation angezeigt. Finden sich ausgeprägte okklusale Interferenzen, so kann eine zusätzliche Segmentosteotomie nötig werden.

Die Operation beginnt mit einer horizontalen Inzision durch das bukkolabiale Mukoperiost über der mukogingivalen Grenze zwischen den beiden zweiten Molaren. Der Mukoperiostlappen wird abgeschoben, dadurch lassen sich die lateralen Wände des Oberkiefers, die Foramina infraorbitalis und die Apertura piriformis darstellen. Anschließend wird 3-5mm cranial der Apices eine Osteotomielinie von der Apertura piriformis über die Fossa canina bis zu Fissura pterygomaxillaris beidseitig durch Verwendung einer oszillierenden Säge gezogen. Mit einem Septummeißel wird das Septum nasi vom oberen Teil des Oberkiefers abgetrennt, etwas oberhalb des Nasenbodens wird die seitliche Nasenwand osteotomiert und der Oberkiefer vom Flügelfortsatz abgesetzt. Zum Schluß wird der Oberkiefer im Sinne einer „down fracture“ durch eine nach kaudal gerichtete Kraft vom Gesichtsschädel weggebrochen (112).

Das gesamte, den dento-alveolären Bereich des Oberkiefers bedeckende Mukoperiost wird mobilisiert, so daß in dieser nach unten geklappten Position der Oberkiefer jetzt komplett vom Pterygoid und Os palatini getrennt werden kann. Dadurch wird der Oberkiefer nunmehr ausschließlich über die palatinalen Weichteile ernährt. Durch die kollaterale Zirkulation im Oberkiefer mit den angrenzenden Weichgeweben und einer Menge an vaskulären Anastomosen sind etliche Variationen der sog. „down fracture“ Technik möglich (20, 227, 228, 252). So kann ohne die Trophik zu gefährden der Oberkiefer auch sagittal oder transversal in bis zu vier Segmente durch Osteotomie geteilt werden (112). In Tierexperimenten und klinischen Versuchen konnten Bell (1975) sowie Epker und Wolford (1975) nachweisen, daß ein total osteotomierter Oberkiefer über die palatinale Mukosa und die labiobukkale Gingiva bei minimaler vaskulärer Ischämie und minimaler Osteonekrose ausreichend vaskularisiert ist (18).

Abschließend wird der Oberkiefer durch die Verwendung eines interokklusalen Splints (eine Kunststoffschiene), der vor der Operation an Modellen mit einer idealen Lagebeziehung hergestellt wurde, räumlich neu eingeordnet. Die letztliche Fixierung des Oberkiefers wird mit individuell angepaßten Miniplatten übungstabil vorgenommen (65).



**Abbildung 4: OP-Technik der Le Fort I Osteotomie (20)**

### 5.3 Überblick über die sprechverbessernden Therapieansätze

Aufgrund der Mißerfolge bei den Versuchen Gaumenspalten operativ zu versorgen, basierten die sprechverbessernden Maßnahmen in der Vergangenheit weitgehend auf der Verwendung von Obturatoren. So schlug Pierre Franco 1556 vor, luetische Gaumenspalten durch Watte zu verschließen (87), es folgten Obturatoren aus Gold und Silber (215) und im 17. Jahrhundert hatte Pierre Fauchard die Idee, einen Obturator an einem künstlichen Gebiß zu fixieren (77). Ein Meilenstein in der Versorgungsmöglichkeit von Gaumenspalten war 1852 durch die Verwendung von Hartkautschuk geschaffen worden. Norman Kingsley 1859 und Friedrich Wilhelm Süersen 1876 setzten dieses Material in Obturatoren ein (148, 293). Trotz dieses unbestreitbaren Fortschrittes war die Sprechqualität immer noch mit einem Stigma behaftet. Gustav Passavant konnte dieses Rätsel 1865 klären, indem er herausfand, daß der Schlundverschluß durch das Zusammenspiel von Gaumensegel, Medialbewegung der seitlichen Pharynxmuskeln und Vorwärtsbewegung der hinteren Rachenwand zustande kommt (217). Martin (1889) und Guerini (1894) konstruierten aufgrund dieser Erkenntnis Obturatoren aus Weichgummi, die sich der Bewegung anpaßten und in modifizierter Form teilweise heute noch Verwendung finden (79, 104, 177, 178, 320, 326, 331).

Die ersten erfolgreichen Operationen am weichen Gaumen wurden von Graefe 1816 und Roux 1819 durchgeführt, der eigentliche Durchbruch gelang 1861 Bernhard von Langenbeck der mit einem mukoperiostalen Brückenlappen den harten und weichen Gaumen verschloß (99, 165, 166, 167). 1922 schuf Veau eine Methode den Gaumen operativ mit einem Stiellappen zu verlängern und somit der Rachenhinterwand anzunähern (305). Ernst kombinierte eine Hoch- Rückverlagerung der Gaumenbedeckung mit einer Einengung des Mesopharynx (74) und Dorrance entwickelte eine Technik (sog. „push back“) zur Rückverlagerung des Gaumens (61, 62, 63). Es folgten diverse Modifikationen bis Kriens (1967) den für die Sprachqualität sehr wesentlichen Sachverhalt nachwies, daß eine Rekon-

struktion der velaren Muskelschlinge bereits beim primären Gaumenspaltverschluß für die Funktion entscheidend ist (154, 155, 156, 158).

Gustav Passavant deutete 1865 darauf hin, daß für die Sprechqualität neben einem Verschluß des Gaumens auch dessen Verlängerung entscheidend ist (217). Er belegte dies durch ausführliche Studien der Pharynx- und Velumfunktion 1869 (216). Drei Vorgehensweisen hielt er bei einer operativen Therapie für möglich:

#### Die Rachenhinterwandvorwölbung

Zunächst zielten die Bestrebungen darauf, ein Implantat einzubringen und dadurch eine Vorwölbung zu erreichen. Eckstein (1902) versuchte dies durch Paraffininjektionen, wodurch jedoch Paraffinome entstanden (67, 240). Gaza verwendete 1926 dazu ein freies Fettimplantat aus dem lateralen Halsdreieck (93), desweiteren gab es Versuche mit Knorpel- und Silikonunterlegungen (26, 107, 119). Heynes u. Mitarb. (1951) schufen durch einen Muskelrotationslappen aus der seitlichen Rachenwand eine lokale Augmentation. (131, 319).

#### Die Velopharynxverbindung

Animiert von Trendlenburg und auf Passavant`s Idee basierend schuf Schönborn 1874 eine Velopharynxverbindung, indem er einen kaudal gestielten Schleimhautmuskellappen mit der oralen Fläche des Gaumensegels verband (239).

Später verbanden Veau (1931), Sercer (1935) und Sanvenero-Rosselli (1955) unabhängig voneinander die nasale Velumfläche mit einem cranial gestielten Pharynxlappen (251, 258, 305). Indem sie den Ansatz am Velum variierten, modifizierten Edgerton (1965), Massengill (1974) und Walker (1977) diese Technik (68, 181, 307). Von Stellmach wurde 1974 eine mit dem primären Gaumenverschluß einhergehende cranial gestielte Velopharyngoplastik als Velopharynxadhäsion propagiert (283, 284). Die nachfolgend entwickelten Ergänzungsoperationen zur Velopharyngoplastik zielten hauptsächlich auf die Narbenproblematik. Herfert präparierte 1955 einen Umkehrlappen aus dem Gaumensegel bei der kaudal gestielten Velopharyngoplastik (118) und Owsley und Blackfield (1965) benutzten einen Umkipplappen aus der nasalen Fläche des weichen Gaumens für die cranial gestielte Velopharyngoplastik (24, 25, 212, 213), der 1973 von Hogan noch verbessert wurde (125). Ren und Wang verlagerten 1993 die Stielung des Pharynx-

lappens Richtung cranial und schufen so reichlich Diskussionsstoff über die geeignetste Lokalisation des Pharynxstiels (236, 237).

#### Die Rachenverengung

Trauner vereinigte 1953 Gaumensegel und Rachenhinterwand, dabei belie es für den Luftstrom ein zentrales Loch (299). Orticochea schuf einen dynamischen nasooralen kontraktiven Muskelsphinkter, indem er aus den hinteren Gaumenpfeilern zwei cranial gestielte Schleimhautmuskellappen präparierte und diese hinter einen kaudal gestielten Pharynxlappen nähte (210). Bei beiden Techniken kommt es zu einer Verbindung zwischen Velum und Pharynx, trotzdem war die Grundidee, eine Verbesserung durch eine Verengung zu erzielen.

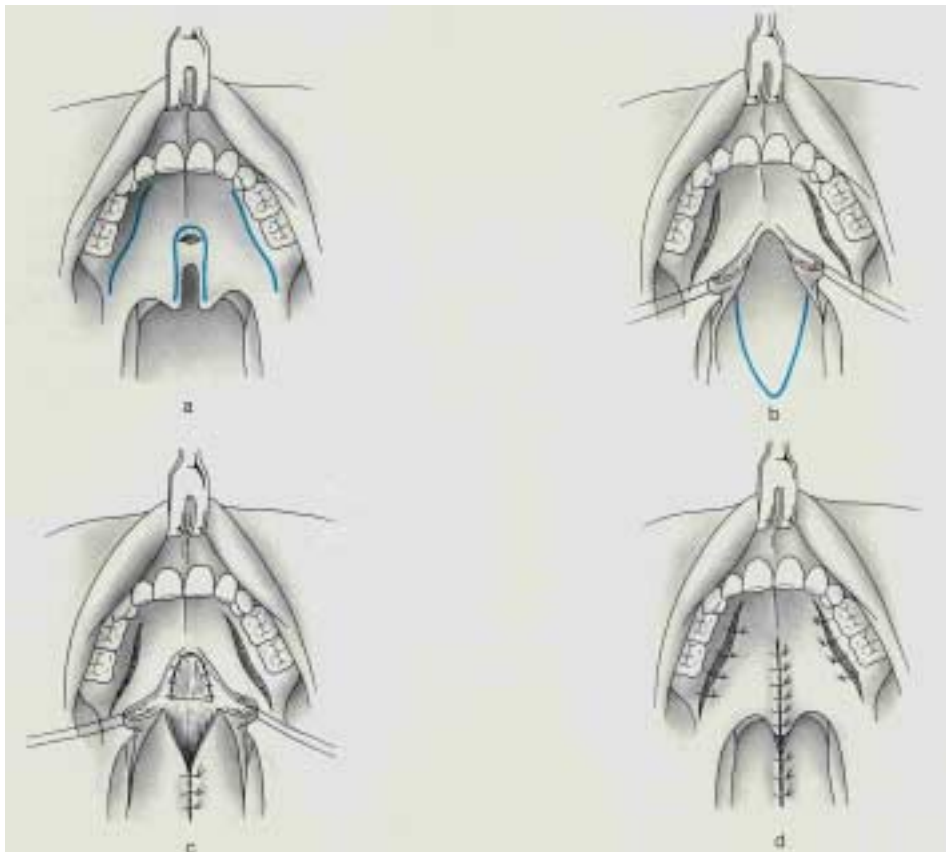
### **5.4 Die sekundäre Velopharyngoplastik nach Sanvenero-Rosselli**

Die Velopharyngoplastik nach Sanvenero-Rosselli hat sich gegenüber den anderen Techniken behauptet (111, 138, 147, 198, 200, 202, 231, 249, 250, 251, 254, 277, 281, 289, 292, 304, 313, 317, 338) und ist heutzutage die bevorzugte Operationsmethode. Sie kann als primäre und sekundäre Velopharyngoplastik durchgeführt werden (128).

Bei der Velopharyngoplastik nach Sanvenero-Rosselli wird ein cranial gestielter Pharynxlappen mit einer ausreichenden Größe von der Fascia prävertebralis abpräpariert. Er setzt sich aus Fasern des Musculus constrictor pharyngeus superior und Schleimhaut zusammen. Seine Ausdehnung sollte so gewählt werden, daß er ohne Schwierigkeiten auf die nasale Gaumenfläche gelegt werden kann und dort genügend weit nach anterior reicht. In der Regel ist dazu ein Grundmaß von 2 cm Breite und 5 cm Länge ausreichend. Dann wird er entweder in das nasale Blatt eines offenen oder wiedereröffneten Velums eingenäht oder mit seiner Rückseite auf einem durch vorherige Entepithelialisierung geschaffenen Wundbett fixiert (5, 6). Der zungenförmige Lappen wird so in die nasale Schicht des Velums eingenäht, daß durch die daraus entstandenen beidseitig seitlich vom Lappen liegenden Öffnungen ein ausreichend großer Zugang zum Nasenraum bestehen bleibt. In-

dem die Lappenwurzel nun zu einem Teil des interchoanal Septums wird, reduziert sie den Resonanzraum über dem Gaumen.

Von Andrä (1982) wird die sekundäre Velopharyngoplastik als funktionell vollwertige sprechverbessernde Operation beschrieben. Sie sollte für ein optimales Ergebnis idealerweise vor dem siebten Lebensjahr durchgeführt werden (221). Nach Lentrodt (1982) ist es aber auch noch bei Patienten mit einem höheren Alter als 18 Jahren möglich, die momentane Sprachqualität durch eine Velopharyngoplastik zu verbessern (170, 333). Heiner zeigte 1981, daß es nach Durchführung einer Velopharyngoplastik zu einer spontanen Sprechverbesserung kommt. Wesentlich trägt dazu die Reduzierung der rhinophonen Komponente bei (114). Trotzdem ist für ein gutes Ergebnis ein postoperativer Sprechunterricht unverzichtbar (4, 128, 335). Ferner werden nach Velopharyngoplastiken eine zum Teil deutlich verbesserte Tubenfunktion vorgefunden (221).



a: Schnittführung am weichen Gaumen b: Schnittführung an der Rachenhinterwand  
c: Lappenpräparation d: Nahtverschluß

**Abbildung 5: OP-Technik der Velopharyngoplastik (128)**

## 6 Diagnostik der velopharyngealen Funktion

### 6.1 Übersicht

Für eine objektive präoperative Darstellung des velopharyngealen Verschlussmechanismus kommen heutzutage folgende Techniken zum Einsatz: Fernröntgenseitenbild, Kinematographie, Multiview-Videofluoroskopie, Sonographie, Elektromyographie, Endoskopie, Elektroartikulographie und X-Ray-Mikrobeamtechnik (246). Generell sind jedoch statische Untersuchungsmethoden eher ungünstig, da der velopharyngeale Mechanismus ein dynamischer Vorgang ist und somit eine ausreichend übersichtliche Darstellung der am Verschluss beteiligten Komponenten nur durch endoskopische- oder Durchleuchtungstechniken möglich ist (55).

Gegenüber den statischen Untersuchungsmethoden setzt sich die Hochfrequenzröntgenvideokinematographie durch, da sie eine Analyse der Oropharynxmorphologie und der dynamischen Bewegungsabläufe durch Einzelbilder und Bewegungsstudien ermöglicht (55). Eine Bildsequenz von 200 Bildern pro Sekunde ermöglicht bei einer Bild zu Bild Analyse eine hohe zeitliche Auflösung (108), die Verwendung von hochempfindlichen feinkörnigen 35 mm Filmen sorgt für eine entsprechend hohe Ortsauflösung. Für die Analyse der Sprechfunktion bei LKG-Patienten ergibt sich somit eine durch andere Methoden nicht erreichbare Sensitivität.

In dem stark lufthaltigen Raum des Pharynx konnten sich Ultraschallverfahren zur Analyse der Gaumensegelbewegung nicht durchsetzen (274). Die X-Ray-Mikrobeam Technik mit ihrer rechnergestützten Auswertung der Bewegung von mit Bleikügelchen markierten Punkten auf Velum und Zungenrücken hinterläßt wegen der Beschränkung auf diese Punkte ein weniger anschauliches Bild (90). Dieselbe nachteilige Reduktion findet man auch bei der elektromagnetischen Ar-

tikulographie bei der durch Minisensoren und Magnetfeldspulen die Bewegungen der Oberflächenstrukturen erfaßt werden kann (69).

Die Nasendoskopie ermöglicht eine sehr gute Veranschaulichung der velopharyngealen Verschlussbewegung einschließlich des Zusammenspiels mit den seitlichen Rachenwänden durch direkte Aufsicht (80, 115, 225).

Gemeinsam ist der X-Ray-Mikrobeamtechnik und der Nasendoskopie, daß sie durch ihre Invasivität den Bewegungsablauf behindern oder manipulieren und von Kleinkindern oft nur schwer toleriert werden.

## **6.2 Die Kineradiographie und die Hochfrequenzröntgenvideokinematographie**

Durch eine verbesserte Synchronisation von Röntgengenerator und Bilder gelang es Carrell 1952 in seinen kineradiographischen Studien des weichen Gaumens die Strahlenbelastung während einer sechs Sekunden dauernden Aufnahme mit 15 Bildern pro Sekunde auf 18 Röntgen zu verringern. Daraus schloß er, daß eine kineradiographische Untersuchung als diagnostisches Hilfsmittel zur Beurteilung der velopharyngealen Funktion und zur Darstellung der Auswirkungen von Operationen sinnvoll ist (43). In weiteren Arbeiten, unter anderem von Cooper und Hoffmann (1955), Ardran und Kemp (1951), Cooper und Hoffmann (1955), Millard (1957), Björk und Mylen (1961), Kirkpatrick und Olmstead (1959) und Moll (1965) wurde aufgezeigt, wie wichtig die Kinderadiographie zur Beurteilung der velopharyngealen Funktion ist und somit Carrells Forderung bestätigt (7, 23, 43, 51, 149, 191, 195). Aufgrund der technischen Weiterentwicklung wurden diverse kinematographische Untersuchungen in der velopharyngealen Region durchgeführt, die Erkenntnisse bezüglich der Physiologie und Anatomie erbrachten.

1897, ein Jahr nach Entdeckung der Röntgenstrahlung führte Mac Intyre Versuche zur kinematographischen Darstellung von Bewegungsabläufen mit direkt durch die Röntgenstrahlen belichteten Filmen durch. Kraus (1912) schaffte mit einer Plattenwechsellvorrichtung bei einer Untersuchung der Ösophagusbewegung eine



Bildfrequenz von 0,6 Bilder pro Sekunde. Die hohe Strahlenbelastung sorgte dafür, daß sich die Bildschirmkinematographie als diagnostisches Verfahren nicht etablieren konnte. So betrug die Hautdosis bei einer 1946 von Holmgren durchgeführten kinematographischen Untersuchung bei einer Bildfrequenz von 16 Bildern pro Sekunde 18 Röntgen in einer Sekunde (229). Durch die Entwicklung von elektronischen Bildverstärkern änderte sich dies. Coltmann verwendete 1948 den ersten brauchbaren Bildverstärker mit Verstärkungsfaktor 500. Es dauerte bis in den Anfang der sechziger Jahre, daß sich die Kinematographie mit Bildverstärker als diagnostisches Verfahren etablieren konnte (229). Das Auflösungsvermögen und der Verstärkungsfaktor konnten durch die technisch weiterentwickelten Bildverstärker verbessert werden. Die Weiterentwicklung der Bildverstärker, der Einsatz von Kameras mit kurzen Bildwechselzeiten und der Einzelpulsbetrieb der Röntgenröhre sorgten für eine weitere Verringerung der Strahlenbelastung des Patienten durch die Untersuchung (33, 43, 108).

Sader u. Mitarb. setzten zur dynamischen Velopharynxdarstellung 1994 die Hochfrequenzröntgenvideokinematographie ein. Die Zeichnung feinsten Schleimhautstrukturen und die hohe Ortsauflösung ermöglichten eine genaue Analyse auch von komplexen velopharyngealen Bewegungsabläufen (246).

Durch die Hochfrequenzröntgenvideokinematographie, den fortschreitenden technischen Möglichkeiten und den gesteigerten Auswertungsmöglichkeiten konnte der Informationsgehalt des Bildmaterials nachhaltig verbessert werden. Der Einsatz moderner Geräte ließ auch die Strahlenbelastung verglichen mit früheren Röntgentechniken sinken.

### **III. Praktischer Teil**

#### **1 Die technischen Voraussetzungen**

Zur objektiven Beurteilung des velopharyngealen Bereichs wird am Spaltzentrum der Technischen Universität München seit 1987 auf die Hochfrequenzröntgenvideokinematographie als Untersuchungsmethode zurückgegriffen.

Bei der Aufnahme kommen folgende Geräte zum Einsatz: Das Philips Diagnost 76, eigentlich ein Durchleuchtungsgerät für gastroenterologische Diagnostik, kombiniert mit dem Digital Spot Image System von Philips, ein Super VHS- Videosystem und eine 35mm Arritechno- Filmkamera. Durch die rasche Bildfolge von 50 bis zu 200 Einzelbildern pro Sekunde ermöglicht die Hochfrequenzvideokinematographie eine genaue Analyse auch von sehr schnell ablaufenden Bewegungsvorgängen. Im Gerät wird die Bildfolge digitalisiert und in einem Zwischenspeicher abgelagert. Jedes dieser digitalen Bilder hat 1024 x 1024 Bildpunkte und jeder dieser Bildpunkte kann wiederum 82 verschiedene Grautöne annehmen. Der Zwischenspeicher ermöglicht eine nachträgliche Bearbeitung der Bildsequenz wodurch sich die Qualität der Aufnahme verbessern läßt. Nachbesserungsmöglichkeit besteht in der Abstimmung des Bildkontrasts, der Bildhelligkeit und des sog. Edge-Enhancement, einer Kontrastverbesserung von feinzeichnenden Oberflächenstrukturen z.B. der Schleimhaut (244).

Das entstandene Signal wird am Ausgangsschirm des Bildverstärkers mittels eines Lichtverteilers aufgeteilt und sowohl der Kinokamera als auch der Fernsehkamera mit angeschlossenem Monitor zur simultanen Durchleuchtungsbeobachtung zuge-

führt. Ein automatischer Dosisabgleich durch eine photoelektrische Meßeinrichtung gewährleistet eine gleichmäßige Schwärzung des 35 mm Films (108).

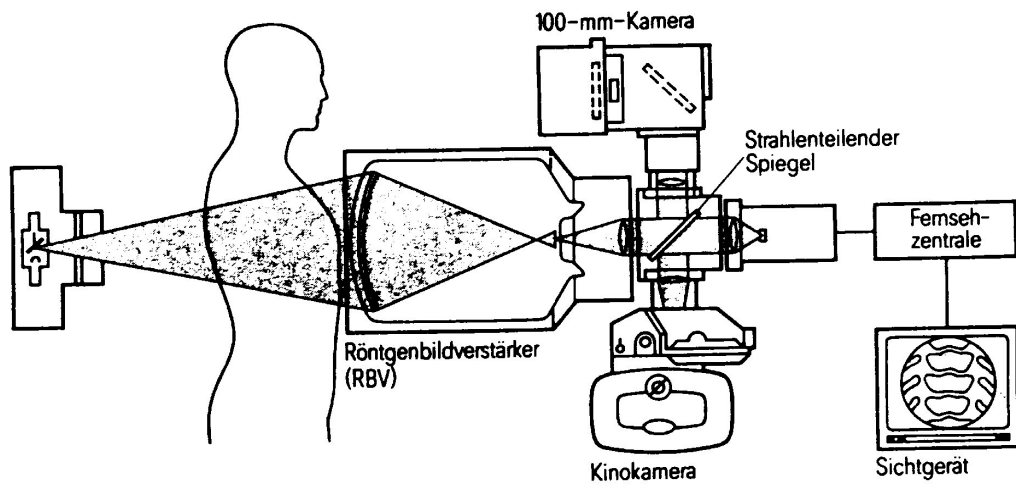


Abbildung 6: Schema der Hochfrequenzröntgenkinematographie (108)

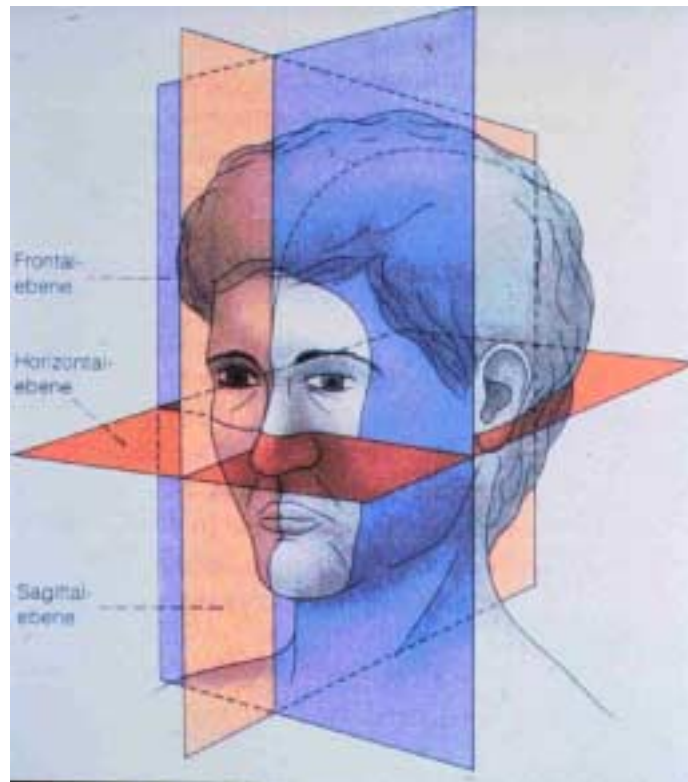
## 2 Untersuchungstechnik

Das Ziel der Aufnahme ist eine gute Beurteilbarkeit der velopharyngealen Strukturen. Der dafür nötige Kontrast an der Schleimhautoberfläche wird durch die kurz vor Beginn der Aufnahme durchgeführte Instillierung von jeweils 2 ml Micropaque flüssig ® in jedes Nasenloch geschaffen. Dazu ist der Kopf nach hinten geneigt und der Patient atmet durch die Nase ein, somit wird die Schleimhaut des Nasopharynx und des weichen Gaumens benetzt. Um auch die oropharyngealen Strukturen dynamisch erfassen zu können, schluckt der Patient während der laufenden Aufnahme 20 ml des selben Kontrastmittels. Diese Menge liegt unter dem von Hannig 1994 untersuchten Volumen eines Einzelschluckes von 24,18 ml und dürfte somit keine Schwierigkeiten bereiten (108). Micropaque flüssig ® ist eine dünnflüssige, hochvisköse Bariumsuspension, die einen schönen gleichmäßigen Film auf der Schleimhaut erzeugt und dadurch auch sehr feine Schleimhautveränderungen sichtbar macht (47). Nach der für jede Projektionsebene unterschiedlichen Positionierung des Patienten und der Einnahme des Kontrastmittels spricht dieser die folgenden einfachen Wörter: „Tick Tack, Coca Cola, Marmelade, der Papagei aus Afrika“

Über eine Betonung der Frikative, Plosive und Vokale eignen sich diese besonders zur Darstellung des velopharyngealen Mechanismus.

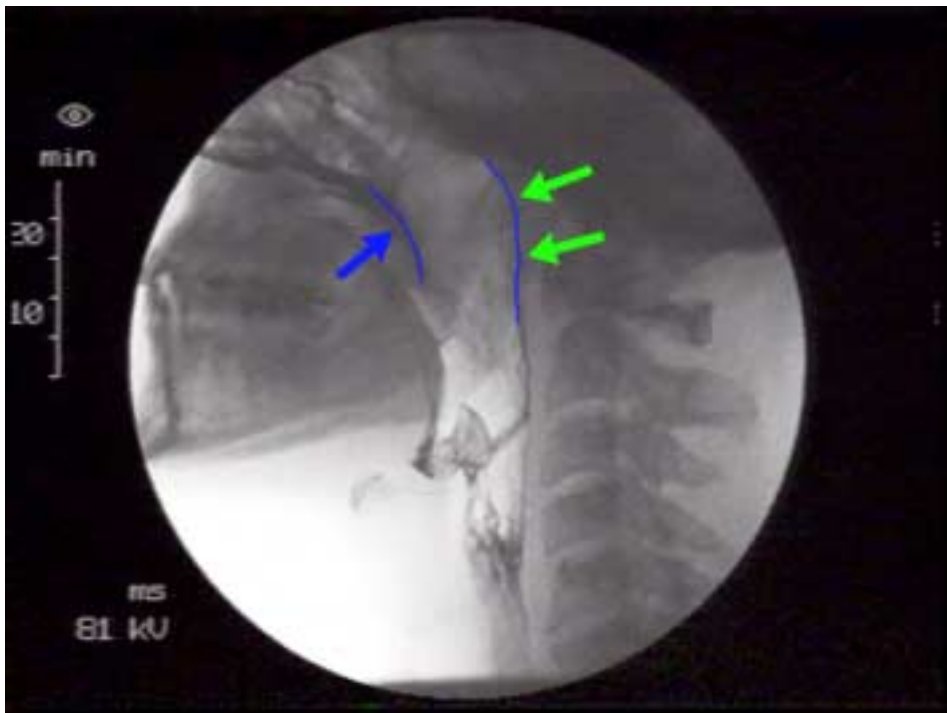
Die stärkste Velumaktivität und Bewegung der seitlichen Rachenwände findet bei der Phonation von isolierten Lauten statt, jedoch ist bei der Aussprache ganzer Worte die Exkursionsbewegung noch größer (276). Desweiteren zeigen sich bei der Phonation zusammenhängender Worte eventuell vorhandene Kompensationsmechanismen des velopharyngealen Abschlusses wie z.B. Velumelevation oder Passavantischer Wulst, was bei der Aussprache einzelner Laute verborgen bliebe (276).

Der velopharyngeale Bereich des Patienten wird in allen drei Raumebenen, (lateral, frontal und basal) dynamisch aufgezeichnet.



**Abbildung 7: Erfassung der drei Raumebenen (128)**

Die laterale Projektion erlaubt eine Beurteilung des Velums und der hinteren Rachenwand bezüglich ihrer Größe, Morphologie und Kompatibilität, z.B. beim Sprechen. Während die Aufnahme im Stehen erfolgt wird die Kopfhaltung so ausgerichtet, daß die Verbindungslinie Spina nasalis anterior zu Spina nasalis posterior in etwa horizontal ist.



**Abbildung 8: Laterale Ansicht Ruhestellung; Velum (blauer Pfeil), hintere Rachenwand (grüne Pfeile)**



**Abbildung 9: Laterale Ansicht in Phonationsstellung; Velum (gelb) und Passavant-scher Wulst (blau) in deutlicher Exkursionsstellung**

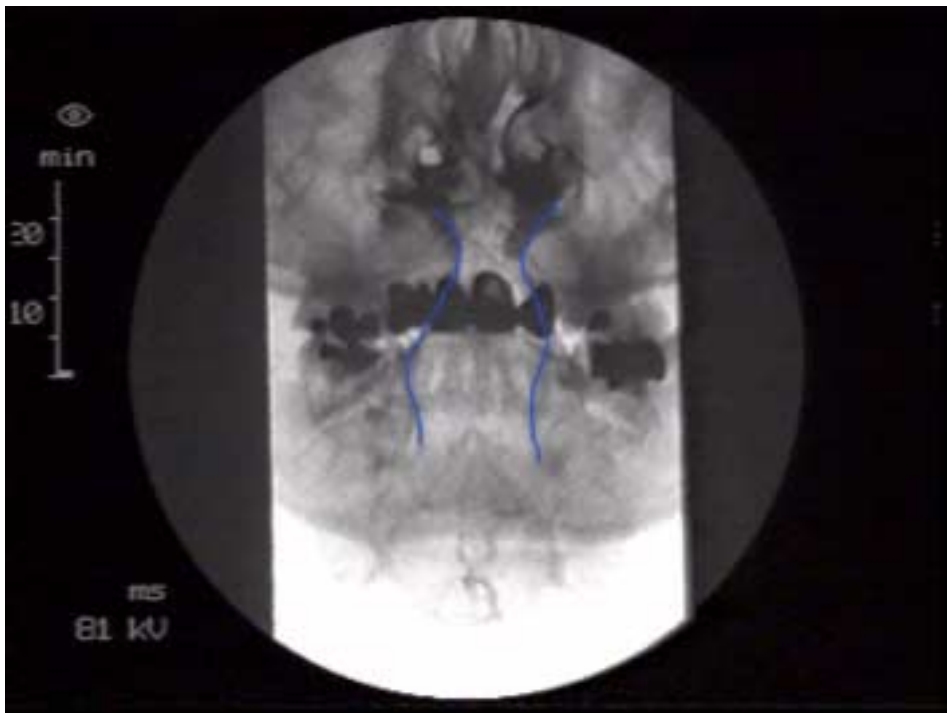
Man sieht deutlich die Länge des relativ kurzen Velums, dessen Beweglichkeit und Elevation sowie die Abläufe an der hinteren Rachenwand. Der Passavantische Wulst ist hervorragend erkennbar.

Da eine ausschließlich laterale Aufzeichnung die Bewegung der seitlichen Rachenwände als wesentlichen Bestandteil des sphinkterartigen Verschlusses und die seitlichen Aspekte des Velums nicht erfaßt, erfolgen zusätzliche Aufzeichnungen von frontal und von basal (276, 288).

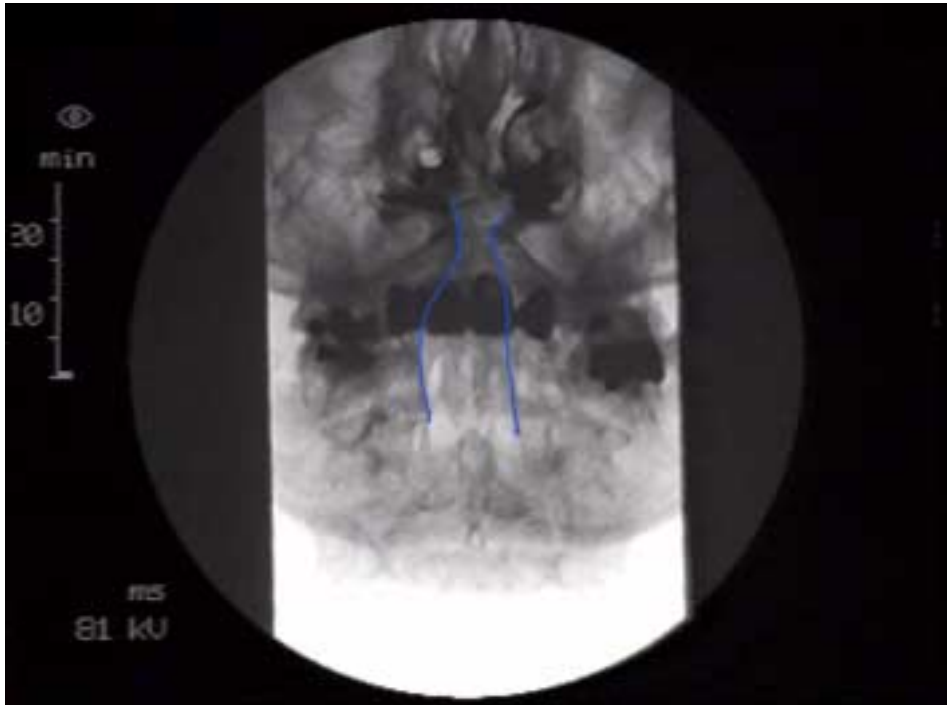
Die frontale Ansicht zeigt die Abläufe bei der Kontraktion der seitlichen Rachenwände und deren Relation zum Velum bei dessen maximaler Elevation. Ferner stellt sich somit an den seitlichen Teilen des Sphinkters die vertikale Ausdehnung dar (225).

Auch hier erfolgt die Aufnahme im Stehen, dabei wird der Kopf so weit nach hinten geneigt, daß sich die Unterkante der Mandibula mit dem Os occipitale überdeckt, wodurch sich der weiche über den harten Gaumen projiziert (242).

In der vertebrosubmentalen Projektion werden die Aktivitäten aller an der velopharyngealen Pforte beteiligten Strukturen und die Sphinkterartigkeit des Verschlusses dargestellt (276). Diese Aufnahme erfolgt in Bauchlage, wobei der Patient eine Art „Sphinx Position“ einnimmt und den Kopf so weit nach hinten neigt, daß eine gedachte Linie vom Mundwinkel zum äußeren Gehörgang horizontal verläuft (242, 276). Idealerweise wird dadurch die velopharyngeale Pforte „en face“ abgebildet. In der sich als mit bariumumränderten Oval darstellenden Pforte entspricht der vordere Anteil dem weichen Gaumen, der hintere Anteil der posterioren Rachenwand und die seitlichen Begrenzungen den lateralen Pharynxwänden (242).

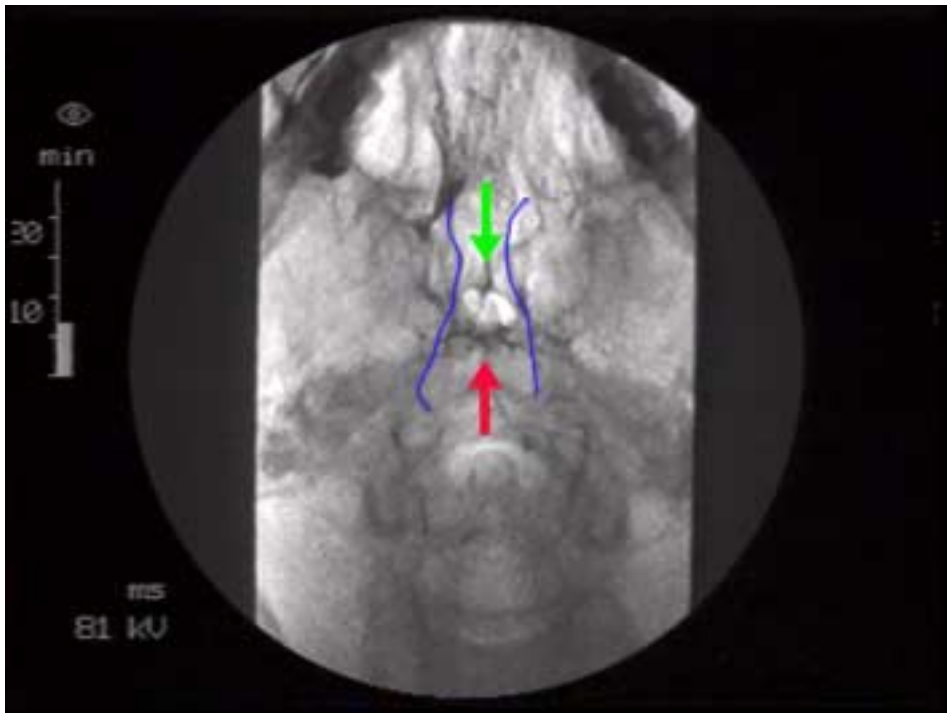


**Abbildung 10: Frontale Ansicht in Ruhestellung; Verlauf der seitlichen Rachenwände (blaue Markierung)**



**Abbildung 11: Frontale Ansicht in Phonationsstellung; Verlauf der seitlichen Rachenwände (blaue Markierung)**





**Abbildung 12: Basale Ansicht; Verlauf seitliche Rachenwände (blaue Linien), Velum (grüner Pfeil), hintere Rachenwand (roter Pfeil)**

Es zeigen sich die Bewegungen der seitlichen Rachenwände, des seitlichen Velumrandes und die Beziehung der seitlichen und hinteren Rachenwände zum Velum.

### **3 Strahlenbelastung**

Ein Pulsgenerator an der Röntgenröhre, der auf die Öffnungszeit der Blende eingestellt ist, und die Verwendung einer hochauflösenden strahlensensiblen Matrix reduzieren die Strahlenbelastung zusammen mit dem oben beschriebenen Dosisabgleich um 72 % verglichen mit dem Dauerbetrieb (33).

Eine 15 Sekunden dauernde Aufzeichnung in Kinotechnik verursachte ein meßbares Hautoberflächendosisprodukt von durchschnittlich 752 cGy/cm<sup>2</sup> was einer Wirkdosis von 7,5 mSv entspricht.

Während der videokinematographischen Untersuchung von 4-7 jährigen Kindern wurde bei dieser Patientengruppe eine Hautoberflächendosis von 91 cGy/cm<sup>2</sup> entsprechend 0,91 mSv gemessen. Dies stellt eine geringere Belastung als ein Fernröntgenseitenbild dar und entspricht in etwa der Belastung eines Transatlantikfluges oder eines Tages Aufenthaltes im Hochgebirge auf über 3000 Meter Höhe (33, 108, 244).

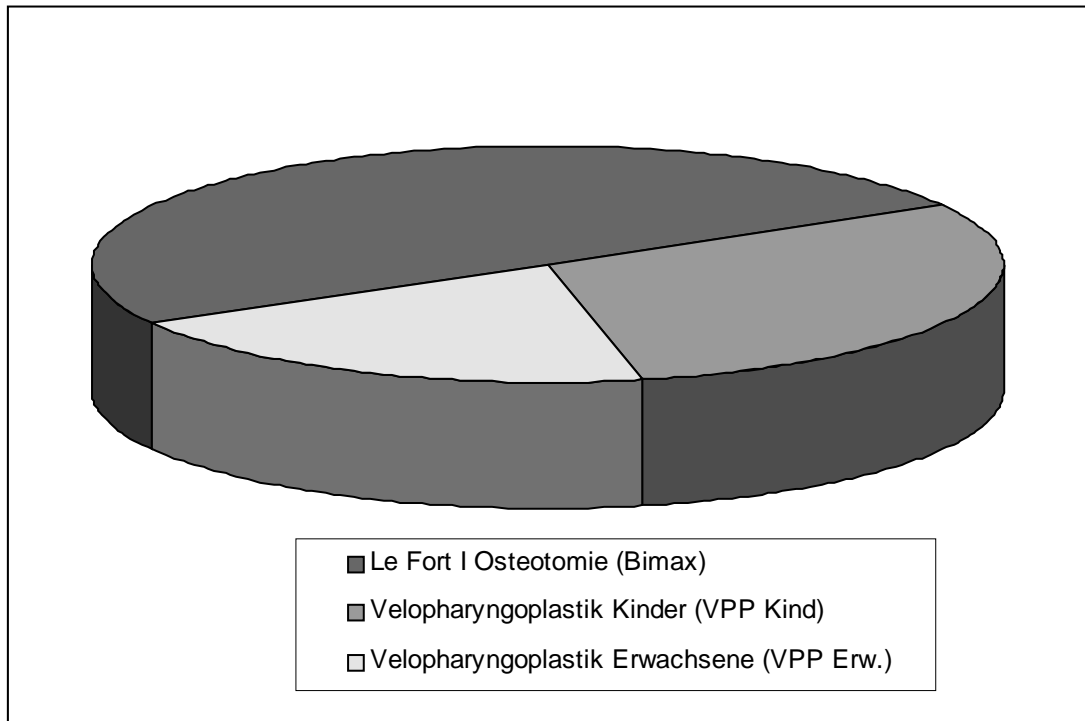
## **4 Untersuchte Patientengruppen**

Es wurden 20 Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten radiologisch untersucht. Alle Patienten unterzogen sich an der Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (Direktor: Univ. Prof. Dr. Dr. Dr. h.c. Horch) einem chirurgischen Korrekturingriff, nämlich entweder einer Le Fort I Osteotomie oder einer Velopharyngoplastik. Vor und nach der Operation wurde bei diesen Patienten der velopharyngeale Mechanismus durch die Hochfrequenzvideokinematographie dargestellt und ausgewertet. Ausgehend vom Alter der Patienten und der Art des durchgeführten Eingriffs läßt sich diese Gruppe in die folgenden drei Untergruppen unterteilen (siehe auch Abbildung 13):

- Le Fort I Operationen: 10 Patienten
- Velopharyngoplastik nach Sanvenero Rosselli bei Kindern: 6 Patienten
- Velopharyngoplastik nach Sanvenero Rosselli bei Erwachsenen: 4 Patienten

Das Durchschnittsalter bei der Operation betrug 19,15 Jahre wobei deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen existieren. Der jüngste Patient war

drei Jahre wohingegen der Älteste 48 Jahre alt war. Die Geschlechtsverteilung ist mit 10 weiblichen und 10 männlichen Patienten ausgeglichen.



**Abbildung 13: Prozentuale Aufteilung der Patientengruppe nach Art des Eingriffes und Alter**

Die Art der Spaltbildung gliedert sich folgendermaßen auf:

- LKG-Spalte bilateral 4 Patienten
- LKG-Spalte unilateral 10 Patienten
- LKG-Spalte unilateral, Lippenspalte 1 Patient
- Velumspalte 1 Patient
- Gaumenspalte 4 Patienten

## 5 Methodik der Auswertung

Seit Anfang 1994 ging man im Institut für Röntgendiagnostik (Direktor: Dr. Dr. h. c. P. Gerhardt ) des Klinikums Rechts der Isar zunehmend dazu über, neben dem herkömmlichen 35 mm Film die Aufzeichnung auch auf VHS Videobändern zu speichern. Dadurch kamen zwei unterschiedliche Apparate für die Auswertung des Filmmaterials zum Einsatz. Die älteren Aufnahmen wurden am ARRI Cine-Analyzer der Firma Arnold und Richter KG München betrachtet und ausgewertet (siehe Abbildung 14). Das neuere Filmmaterial wurde an einem digitalen Videoschneidetisch der Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie des Klinikums Rechts der Isar (Direktor: Univ. Prof Dr. Dr. Dr. h.c. H.-H. Horch) analysiert.



Abbildung 14: ARRI Cine Analyzer

Der Cine-Analyzer ermöglicht eine Betrachtung von maximal 200 Bildern pro Sekunde, die Bildfrequenz ist zudem stufenlos bis zur Einzelbildbetrachtung regelbar. Ein Einzelbildzähler ermöglicht eine genaue Bildauswahl und verschafft so eine Kontrollmöglichkeit durch reproduzierbare Betrachtungen des Auswertungsbereiches.



**Abbildung 15: digitaler Videoschneidetisch**

Um Meßwerte in den üblichen Längenmaßeinheiten zu erhalten wurden den Patienten vor der Aufnahme Metallkugeln mit 3 mm Durchmesser in den äußeren Gehörgang eingeführt. Diese Kugeln werden mit einem auf Klarsichtfolie kopierten Millimeterpapier mehrfach vermessen. Aus dem Mittelwert der beiden Kugeln kann somit der Vergrößerungsfaktor errechnet werden. Bei den Kinematographien betrug dieser 2,2 und im Falle der Videokinematographien 1,5. Dieser Faktor wird

nun herangezogen, um auf eine Klarsichtfolie die nun den Projektionsfaktor von Strahlenquelle zu Film und Film zu Bildschirm ausgleichende Millimetereinheit zu kopieren. Dieses 1:1 Millimeterraster bewirkt, daß die auf dem Bildschirm ermittelten Meßwerte ohne Umrechnung direkt abgelesen werden können. Die Gegenüberstellung von prä- und postoperativem Wert erfolgte am Ende der Auswertung.

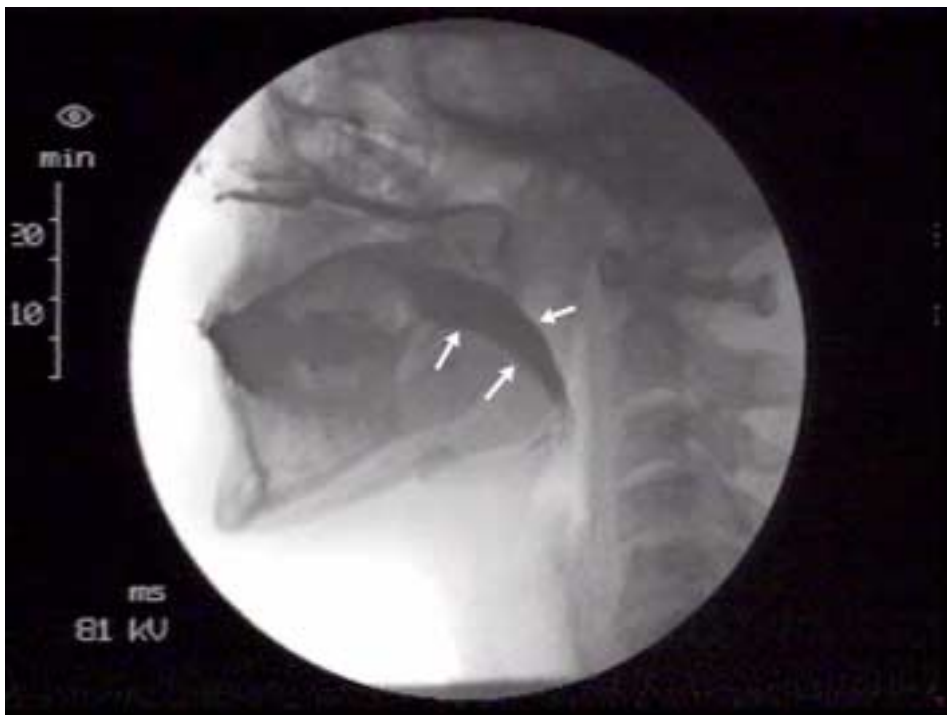
Die Auswertung erfolgte nach den von einer multidisziplinären internationalen Arbeitsgemeinschaft unter der Leitung von Karen J. Golding-Kushner (1990) erarbeiteten Richtlinien (98). Ziel dieser Arbeitsgruppe war es u. a., allgemeingültige Richtlinien bei der Befunderhebung und Beurteilung des velopharyngealen Sphinkters zu schaffen (98). Um eine Reduktion der Strahlenbelastung zu erzielen, wurde von der Expertenkommission postuliert, das Bestrahlungsfeld durch Blenden auf das notwendige Gebiet einzugrenzen und die Untersuchungsdauer auf maximal 2 Minuten zu beschränken (132). Karen J. Golding-Kushner (1990) erachtete die laterale und frontale Projektion bei der Hochfrequenzröntgenvideo-kinematographie als unerlässlich (98). Desweiteren wurden Richtlinien für eine standardisierte Beurteilung der vertebrosubmentalen Projektion durch diese im Dezember 1988 in New York zusammengekommene Arbeitsgemeinschaft erarbeitet.

## **5.1 Die laterale Ebene**

Die laterale Ansicht erschließt dem Betrachter den Raum von Spina nasalis anterior bis in die Region des Tuberculum atlantis in sagittaler Richtung und von der Schädelbasis bis zum Larynx in vertikaler Richtung. Im Zentrum der Betrachtung stehen somit hauptsächlich oropharyngeale Strukturen. Grad, Kontur und Bewegungsrichtung des Velums und der Rachenhinterwand und eventuell vorhandene Kompensationsmechanismen velarer, lingualer und pharyngealer Strukturen lassen sich so gut beurteilen.

Durch das Schlucken des Kontrastmittels Micropaque flüssig® zu Beginn der laufenden Aufnahme läßt sich die Funktionsfähigkeit des velopharyngealen Abschlusses als Barriere gegen das Eindringen von Nahrung wie folgt beurteilen:

- sehr guter Abschluß ohne Penetration
- mäßiger Abschluß ohne Penetration
- mäßiger Abschluß mit leichter Penetration
- mäßiger Abschluß mit starker Penetration
- schlechter Abschluß mit starker Penetration



**Abbildung 16: Schluckakt, sehr guter Verschluss, keine Penetration in Nasopharynx, weiße Pfeile zeigen auf Kontrastmittel**

Aus der Ruheposition in dieser Ebene werden 7 Strecken, angelehnt an die Untersuchungen von Mazaheri und Hoopes, vermessen (126, 185).

Länge des weichen Gaumens	Abstand von der Spina nasalis posterior (SNP) zur Spitze der Uvula
Dicke des weichen Gaumens	Eine Linie senkrecht zur Verbindungslinie SNP –Velumspitze (VS) an der dicksten Stelle des Velums
Tiefe des Nasopharynx	Verbindungslinie Spina nasalis anterior (SNA)-SNP verlängert zur hinteren Rachenwand (HRW), Abstand von SNP zu HRW
Tiefe der velopharyngealen Lücke	Abstand Velumspitze-HRW als Parallele zu SNA-SNP
Abstand der Velumspitze zum Zungen- grund	Strecke von Velumspitze zum Zungen- grund als Parallele zu SNA-SNP
Position des Tuberculum atlantis	Länge des Lots vom ventralsten Punk- tes des Tuberculum atlantis (TA) auf die verlängerte Linie von SNA-SNP
Bezug des Velums zum Tuberculum atlantis	Abstand zweier zu SNA-SNP paralleler Linien durch Velumspitze und ventralsten Punkt des Tuberculum at- lantis





Abbildung 17: Meßpunkte laterale Projektion in Ruhestellung ; T.a. = Tuberculum atlantis, SNP = Spina nasalis posterior, VS = Velumspitze



Abbildung 18: Meßpunkte laterale Projektion in Phonationsstellung Abkürzungen s. Abbildung 17

Die Linie durch die Punkte SNA-SNP dient als Referenzlinie. Schon bei der Aufnahme wird darauf geachtet, daß diese in etwa horizontal verläuft. So wird bei der Abstandsmessung zwischen zwei Punkten in der Regel die Strecke zwischen den Loten der jeweiligen Punkte auf die Referenzlinie bestimmt.

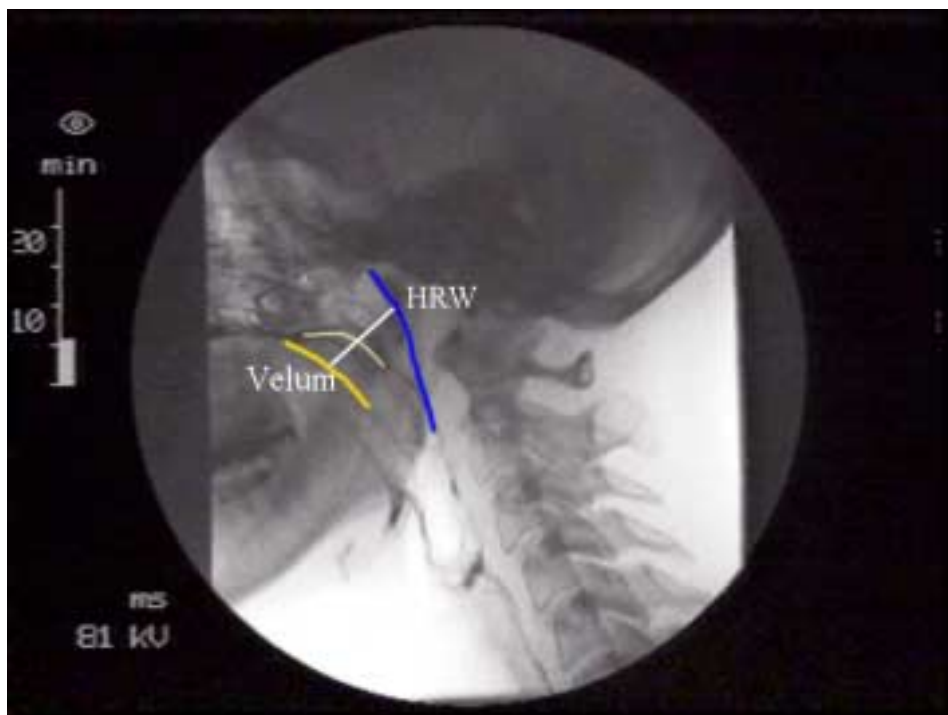
Anschließend wird aus dem Bewegungsmuster die maximale Exkursionsstellung, die normalerweise während der Aussprache des Vokals „i“ eingenommen wird, herausgesucht (71). Diese wird dann nach den Richtlinien von Golding-Kushner beurteilt (98).

Dazu werden die Konturen von Spina nasalis posterior, weichem Gaumen, HRW und Tuberculum atlantis auf die „maßstabsgetreue“ Millimeterfolie durchgezeichnet. Bei maximaler Exkursionsstellung wird der Film angehalten und die maximale Velumexkursion eingezeichnet nachdem die Fixpunkte (SNP und Tuberculum atlantis) auf Film und Folie zur Deckung gebracht wurden. Nun wird eine Linie vom ruhenden Velum durch den maximalen Exkursionspunkt zur HRW eingezeichnet. Diese Linie wird nun wie eine Verhältnisskala eingeteilt, wobei der Schnittpunkt mit dem ruhenden Velums den Wert 0,0 auf dieser Skala einnimmt und der Schnittpunkt mit der hinteren Rachenwand den Wert 1,0. Anhand dieser beiden Werte wird nun der Grad der maximalen Exkursion bestimmt. Die Beurteilung der Bewegungsrichtung des Velums orientiert sich an der Linie SNA-SNP, wobei die Exkursion dazu posterior, superior, posterosuperior oder „tip hing“ (d. h. es hebt sich nur die Velumspitze ohne daß sich das Velum in sich selbst krümmt) gerichtet sein kann.

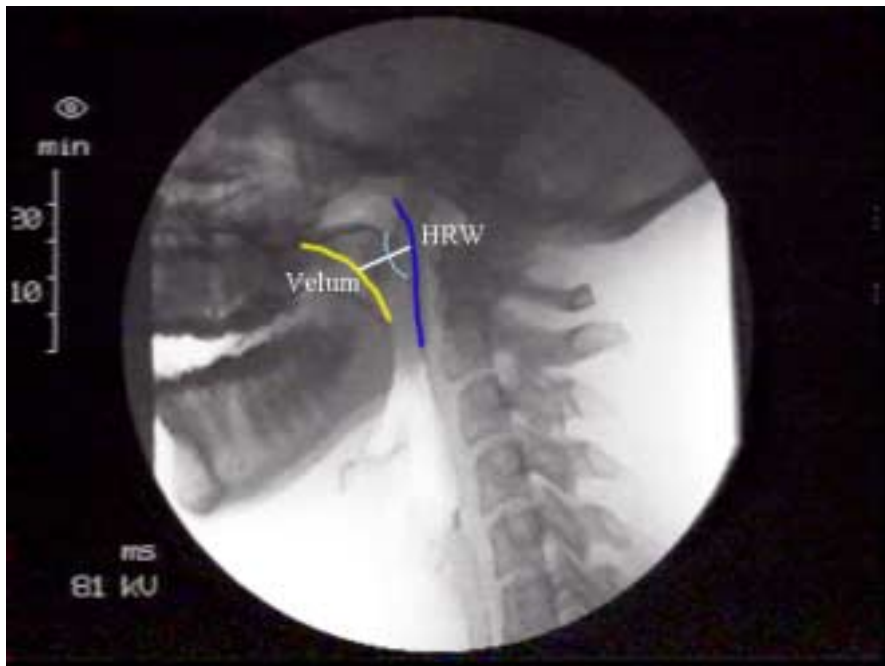
Die Bestimmung des Ausmaßes der Bewegung der HRW oder, falls vorhanden, des Passavantschen Wulstes geschieht analog der Bestimmung der Velumexkursion. Am Ort der maximalen Konstriktion wird der Mittelpunkt der sich bewegenden HRW oder des Passavantschen Wulstes (PW) zusammen mit der Kontur der HRW, des Velums, SNP und Tuberculum atlantis auf Folie aufgezeichnet. Die bereits vorher verwendete Folie mit den Strukturen in Ruhe wird wiederum deckungsgleich mit den Fixpunkten angelegt und eine Linie durch die Punkte der

Ruhenden bzw. aktiven HRW zum Velum eingezeichnet. Der Punkt, an dem die Trajektorlinie die ruhende HRW, schneidet wird mit 0,0 bedacht, der Berührungspunkt mit dem ebenfalls ruhenden Velum mit 1,0. Der Grad der Bewegung der HRW oder des Passavantschen Wulstes nimmt somit wiederum eine Zahl zwischen diesen beiden Werten ein.

Bei Vorhandensein eines Passavantschen Wulstes wird dessen Dicke und Länge gemessen und seine Bewegungsrichtung mit anterior oder anterosuperior bezeichnet. Sein Abstand zum Tuberculum atlantis wird als Abstand einer den Punkt mit maximaler Exkursion schneidenden Parallelen zur Referenzlinie gemessen (46). Bei Verbleiben einer Lücke zwischen HRW bzw. Passavantschen Wulst und Velum wird schließlich noch diese Strecke vermessen.



**Abbildung 19: Ausmaß der Velumbewegung auf Referenzlinie (weiß); Velum in Ruhe (dunkelgelb), Velum in Bewegung (hellgelb); Rachenhinterwand in Ruhe (blau); Bewegungstrajektor hier 0,4**



**Abbildung 20: Ausmaß der Bewegung des Passavantschen Wulstes (hellblau dünn) auf Referenzlinie (weiß); Velum in Ruhe (gelb); hintere Rachenwand in Ruhe (dunkelblau) Bewegungstrajektor hier 0,4 (vgl. Abbildung 19)**

## **5.2 Die frontale Ebene**

Die Betrachtung der frontalen Projektionsebene zeigt die Bewegungsabläufe der seitlichen Rachenwände. Zunächst werden die Konturen der beiden seitlichen Pharynxwände in Ruhe auf einer Klarsichtfolie nachgezeichnet. Anschließend wird die anatomische Mittellinie zu den beiden Rachenwänden bestimmt und eingezeichnet, dann wird das Einzelbild mit der maximalen Exkursion der Rachenwände während des Sprechens gesucht. Dieser Verlauf wird ebenfalls auf der Klarsichtfolie eingezeichnet und der medialste Punkt auf beiden Seiten markiert.

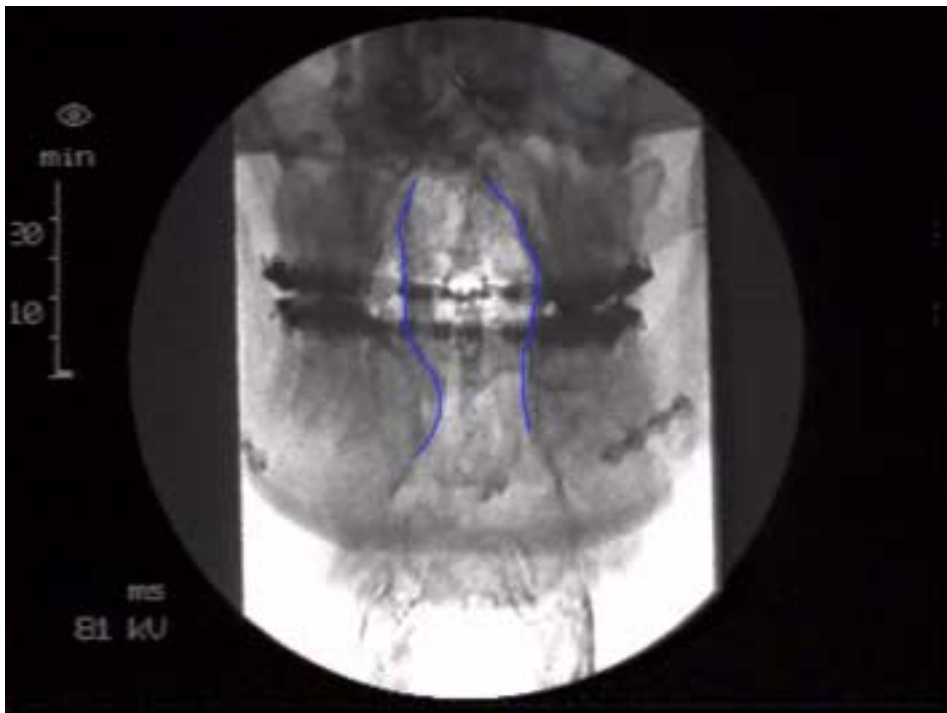


Abbildung 21: Frontale Ansicht; blau:Verlauf seitl. Rachenwand in Ruhe

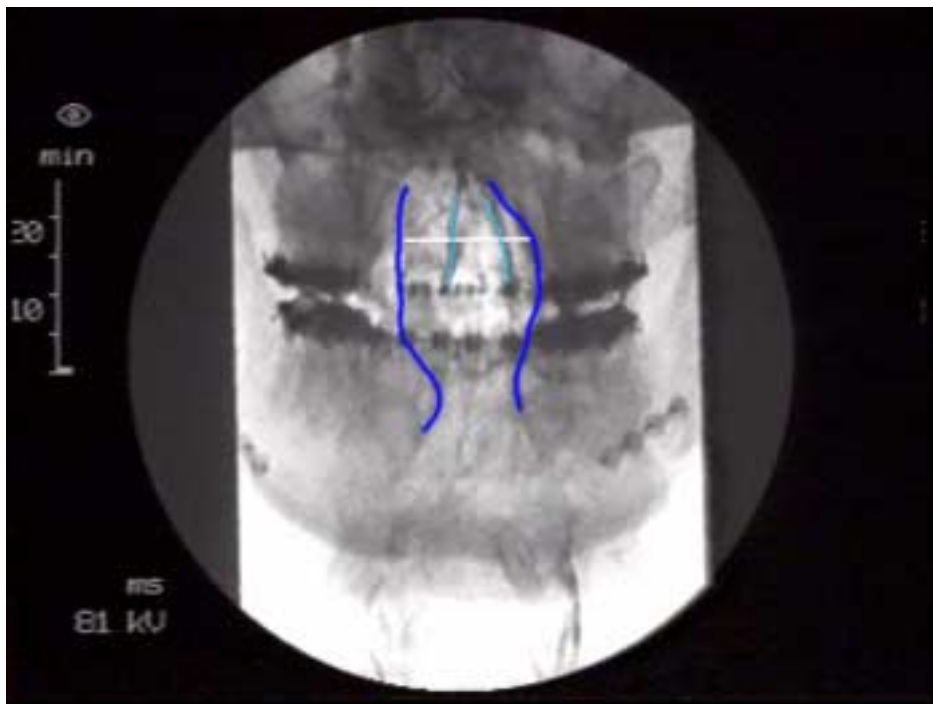
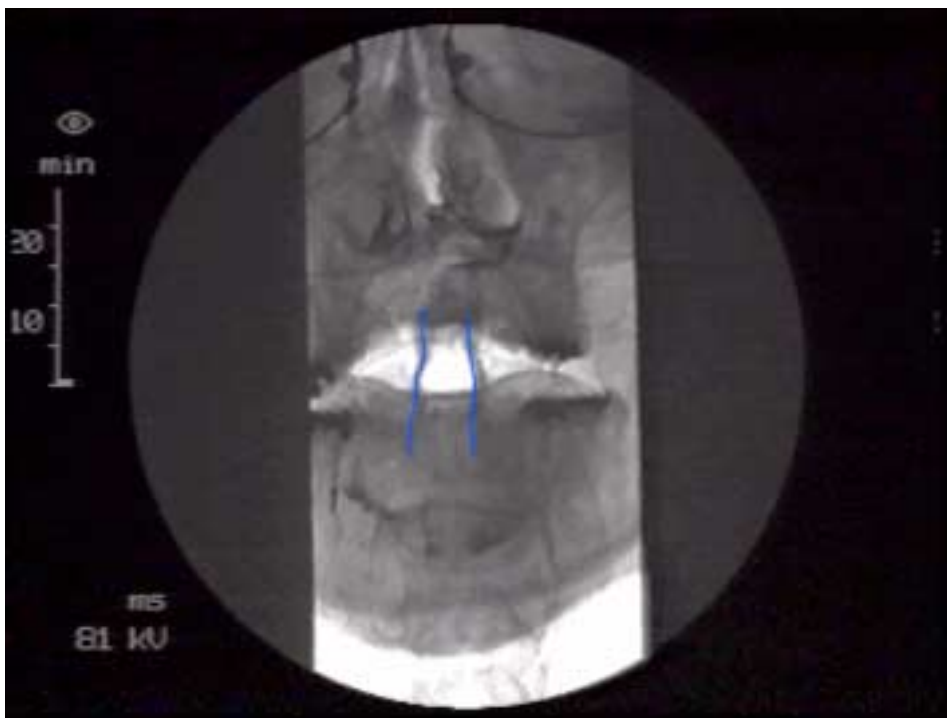


Abbildung 22: Ausmaß der Bewegung der seitl. Rachenwände entlang der Referenzlinie (weiß); Ruhestellung (dunkelblau); Exkursionsstellung (hellblau); Bewegungstrajektor hier: linke Seite 0,2 [ratio]; rechte Seite 0,4 [ratio];

Eine Linie, die durch diesen Punkt senkrecht zur anatomischen Mittellinie verläuft wird nun wieder von 0,0 bis 1,0 skaliert und zwar so, daß der Schnittpunkt mit der zu analysierenden Wand in Ruhe den Wert 0,0 annimmt und der Schnittpunkt mit der Gegenseite den Wert 1,0.

Zuletzt wird die Form der Bewegung der seitlichen Rachenwände beschrieben, wobei „shelf“ für eine grazile, umschriebene „Ausbeulung“ steht. Geht die Bewegung von einer breiteren Basis, aus so wird sie als „ballon“ bezeichnet, bewegt sich die gesamte Wand dann ist die Bewegungsform „vertikal“. Alle davon abweichenden Bewegungsmuster erhalten die Bezeichnung „irregulär“.



**Abbildung 23: Bewegungsmuster der seitlichen Rachenwände (blau); hier: ballonförmig**

### 5.3 Die basale Ebene

Die basale Projektion zeigt die velopharyngeale Pforte und das Zusammenspiel beim Verschlussmechanismus zwischen Velum, hinterer Rachenwand und seitlichen Rachenwänden. Bei Ruhestellung wird zunächst der Abstand von hinterer Rachenwand zu Velum und zwischen den seitlichen Rachenwänden gemessen. Die Bewegung des Velums wird analysiert und ein Vektor anhand der Bewegungsrichtung konstruiert. Der Schnittpunkt dieses Vektors mit der Ausgangsstellung des Velums bekommt den Wert 0,0, der Schnittpunkt mit der hinteren Rachenwand den Wert 1,0. Der relative Grad der Velumexkursion wird an dieser Skala einfach abgelesen.

Genauso wird verfahren, um die Bewegung der hinteren Rachenwand oder des Passavantschen Wulstes quantitativ zu analysieren. In Ruhe wird eine Linie konstruiert, die den Mittelpunkt des Velums schneidet und zur hinteren Rachenwand zieht. Der Schnittpunkt mit der ruhenden hinteren Rachenwand bekommt den Wert 0,0, der mit dem ruhenden Velum 1,0.

Die Auswertung der Bewegung der seitlichen Rachenwände geschieht analog der des Velums und der hinteren Rachenwand. Die medialsten Punkte der seitlichen Rachenwände in Ruhe werden miteinander verbunden. Bei 1,0 schneidet die seitliche Rachenwand mit maximaler Exkursion die Gegenseite. Mit 0,0 wird der Schnittpunkt auf der eigenen Seite definiert.

Der velopharyngeale Verschluss wird ebenso mit Werten zwischen 0,0 und 1,0 bedacht, wobei 1,0 für einen vollständigen Verschluss steht und 0,0 Ausdruck der Ruheposition bei Nasenatmung ist. Die Gestalt des Verschlusses wird nach Skolnick 1973 als koronal, sagittal oder zirkulär definiert (siehe auch Kap 4.1). Die Lokalisation der Restöffnung kann zentral, nach links bzw. rechts verschoben oder bilateral sein.



Abbildung 24: Ruhezustand basale Ebene blau: Verlauf seidl. Rachenwände

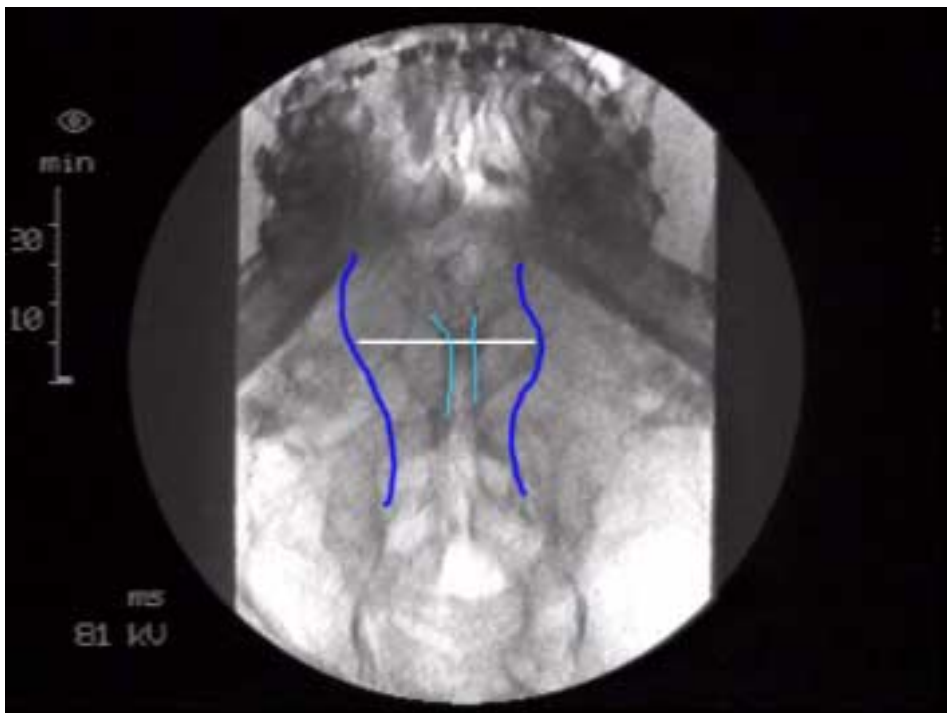
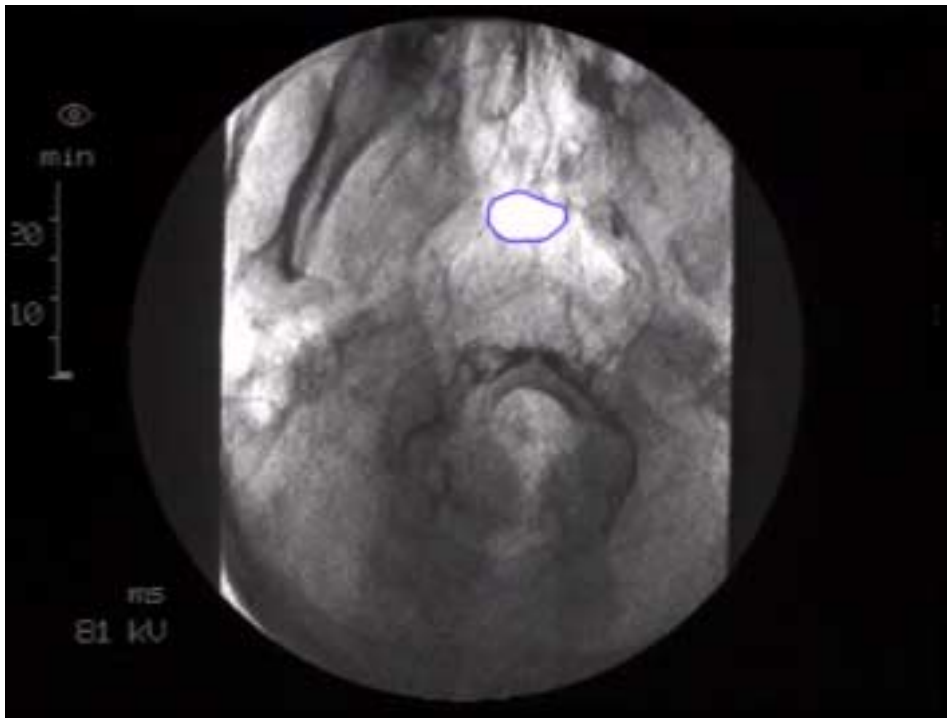
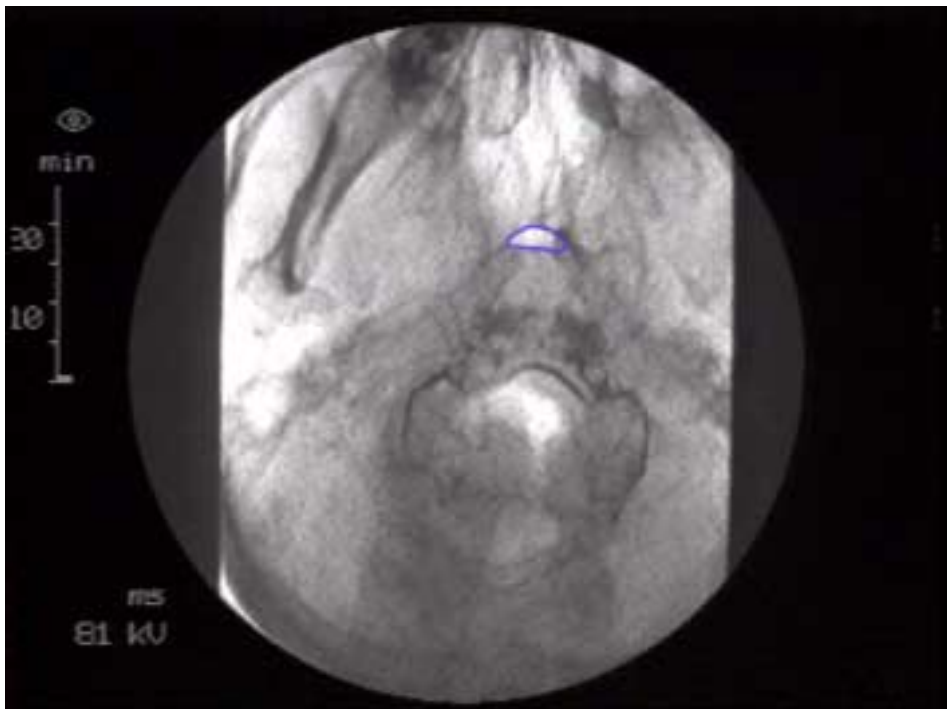


Abbildung 25: Ausmaß der Bewegung der seidl. Rachenwände (hellblau) an der Referenzlinie (weiß) in der basalen Projektion; Ruheposition dunkelblau; hier: rechte Wand 0,5 ; linke 0,3 :





**Abbildung 26: Basale Ebene Ruhezustand; blau: velopharyngeale Pforte**



**Abbildung 27: Basale Ebene ; blau: Restöffnung ; koronares Verschlussmuster**

## IV. Ergebnisse

### 1 Le Fort I Patienten

Bezüglich der Art der Spalte und ihrer Lokalisation zeigt sich für die 10 Patienten aus dieser Gruppe jenes Bild:

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| - LKG beidseitig | 1 Patient   |
| - LKG links      | 4 Patienten |
| - LKG rechts     | 5 Patienten |

Bei sieben der zehn Patienten wurde zur Stellungskorrektur im Oberkiefer eine Le Fort I Osteotomie kombiniert mit einer beidseitigen Spaltung des Unterkiefers nach Dal Pont Obwegeser durchgeführt. Bei drei Patienten reichte zur Korrektur ein alleiniger Eingriff am Oberkiefer aus.

Das Durchschnittsalter bei den Eingriffen lag bei 27 Jahren mit großen Abweichungen zwischen 17 und 48 Jahren.

Vom Zeitpunkt der Operation bis zur kinematographischen Nachuntersuchung vergingen in dieser Gruppe durchschnittlich 18,4 Monate mit Minimum von einem Monat und einem Maximum von 34 Monaten Abstand

Der Oberkiefer wurde dabei im Mittelwert [MW] 4,4 mm nach anterior verlagert Standardabweichung [STABW]: 1,16; Minimum [Min]: 3mm, Maximum[Max]: 7mm ). Bei den sieben Patienten, die zur Stellungskorrektur im Oberkiefer zu-

sätzlich einer Unterkieferkorrektur bedurften, wurde die Mandibula an beiden aufsteigenden Ästen gespalten und nach vorne versetzt, in einem Fall sogar um 15 mm.

Tabelle 3 zeigt die Veränderungen im Nasopharynx, die durch die bi- oder monomaxilläre Operation ausgelöst wurden.

Die Veränderung der sagittalen Tiefe des Nasopharynx ist Ausdruck der Vorverlagerung des Oberkiefers im Rahmen der Le Fort I Osteotomie. Die Abstandsvergrößerung betrug wie aus Tabelle 3 erkennbar 4,6 mm, was dem, in den Operationsberichten angegebenen und daraus errechneten Mittelwert von 4,4 mm sehr nahe kommt.

Ferner ist erkennbar daß die Velumdicke operationsbedingt abnimmt, seine Länge sich jedoch vergrößert.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Länge des weichen Gaumens [mm]	MW	32,9	38
	STABW	9,64	10,69
	MIN MAX	23-55	23-62
Dicke des weichen Gaumens [mm]	MW	6,2	4,7
	STABW	2,13	1,34
	MIN MAX	4-10	3-7
Sagittale Tiefe des Nasopharynx [mm]	MW	23,4	28
	STABW	6,69	6,26
	MIN MAX	14-28	21-44
Abstand Velumspitze zur Pharynx- hinterwand [mm]	MW	10,8	9,2
	STABW	5,26	3,89
	MIN MAX	5-22	6-20

**Tabelle 3: Meßwerte des Nasopharynx bei Le Fort I Patienten (Bimax)**

Für die vertikale Lagebeziehung der Spina nasalis posterior zum Tuberculum atlantis ist festzustellen, daß bei allen Patienten bezüglich der Referenzlinie die Spina nasalis posterior höher gelegen ist. In einem Fall wurde um eine optimale räumliche Zuordnung von Ober- zu Unterkiefer zu erlangen, der Oberkiefer intraoperativ nach kranial versetzt.

Bei einem anderen Patienten, der zugleich die umfangreichsten räumlichen Umstellungen am skelettalen Teil des Viscerocraniums der gesamten Patientengruppe erfuhr, wurde zusätzlich neben Ober- und Unterkieferverlagerung in sagittaler Richtung der Oberkiefer nach unten verlagert.

Insgesamt wurde der Oberkiefer leicht nach cranial versetzt.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Abstand SNP- Tub. atlantis [mm]	MW	10,11	10,9
	STABW	5,25	5,50
	MIN MAX	1-16	2-19

**Tabelle 4: Vertikale Relation SNP-Tuberculum atlantis bei Bimax.**

Die vertikale Lage der Velumspitze in Bezug zum Tuberculum atlantis wurde durch die Operation nur geringfügig beeinflusst.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Abstand Velumspitze-Tub. atlantis [mm]	MW	18	17
	STABW	8,60	9,56
	MIN MAX	7-39	7-42

**Tabelle 5: Vertikaler Abstand Velumspitze - Tuberculum atlantis bei Bimax.**

Der sagittale Abstand der Velumspitze verringerte sich nach dem Eingriff von 10,8 auf 9,2 mm (s. Tabelle 3). Das bedeutet, daß trotz der Vorverlagerung des Oberkiefers um diese nicht unerhebliche Strecke (im Durchschnitt 4,4 mm) die

Velumspitze relativ weiter dorsal zu finden ist. Ein Ansatzpunkt für eine Erklärung liegt in der Längenzunahme des Velums nach der Operation.

Simpson und Austin (1972) bezeichneten den Quotienten aus der sagittalen Tiefe des Nasopharynx und der Länge des Velums als „need ratio“ (267).

Der Kehrwert dieser Relation gibt die relative Länge des weichen Gaumens nach Hoopes an (126).

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Need Ratio nach Simpson und Austin [ratio]	MW	0,72	0,75
	STABW	0,14	0,14
Relative Länge weicher Gaumen nach Hoopes [ratio]	MW	1,43	1,35
	STABW	0,33	0,26

**Tabelle 6: Need ratio und relative Länge des weichen Gaumens bei Bimax.**

Die relative Länge des weichen Gaumens erscheint auf den ersten Blick verkleinert, bei genauerer Betrachtung der Meßwerte kann man jedoch feststellen, daß die Zunahme der Velumlänge in Ihrem absoluten Betrag größer ist als der Wert der Vorverlagerung des Oberkiefers ( siehe Tabelle 3). Allerdings ist dies nicht in dem Maße der Fall das erforderlich wäre, um den Quotienten nicht zu verändern.

Für die Ermittlung der Velumexkursion wurde zunächst ein Lot von der Linie SNP-Velumspitze zum Punkt der maximalen Auslenkung des Velums konstruiert. Die Strecke auf diesem Lot vom Schnittpunkt mit dem weichen Gaumen zum maximalen Exkursionspunkt gemessen ergibt die Velumexkursion (vgl. Kap III 5.1).

Trotz der Streckung des Velums durch die Operation zeigt sich in puncto Beweglichkeit postoperativ eine Verbesserung.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Velumexkursion	MW	7,7	9,5
[mm]	STABW	2,14	2,97

**Tabelle 7: Velumexkursion Bimax.**

Postoperativ unterstützte ein auftretender Passavantscher Wulst bei allen Patienten den velopharyngealen Verschluss. Vor der Operation verfügten nur 80% der Patienten aus Gruppe „Bimax“ über diese Struktur. Die relative Beteiligung des Passavantschen Wulstes an einem möglichen Verschluss, betrug vor der Operation nach Golding-Kushner im Durchschnitt 0,23 und postoperativ 0,2. Trotz des Eingriffes konnten alle Patienten einen velopharyngealen Abschluß bilden.

Die vertikale Lagebeziehung des Passavantschen Wulstes zum Tuberculum atlantis ist Tabelle 8 zu entnehmen. Es handelt sich hierbei um den Abstand zweier zu der Referenzlinie Parallelen die den maximalen Exkursionspunkt des Pass. Wulstes und den anteriorsten Punkt des Tub. Atlantis schneiden.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Passavantscher Wulst- Tub. atlantis	MW	1,37	2,9
[mm]	STABW	4,63	5,41
Dicke des Passavantschen Wulstes	MW	3,12	3,6
[mm]	STABW	0,92	1,62
Länge des Passavantschen Wulstes	MW	10,62	12,5
[mm]	STABW	4,92	3,93

**Tabelle 8: Passavantscher Wulst Bimax.**

Die seitlichen Rachenwände, Ihre Abstände in Ruhe und Aktion und ihre relative Bewegung, beurteilt nach den Richtlinien von Golding-Kushner, sind in Tabelle 9 dargestellt. Nachdem der Abstand in Ruhe um 2,5 mm zunimmt und dies in Bewegung bis auf verbleibende 0,6 kompensiert wird, läßt sich durch eine verglei-

chende Berechnung daraus folgern, daß postoperativ die Beweglichkeit in Richtung Verbesserung tendiert.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Abstand seitl. Rachenwand in Ruhe [mm]	MW	27,33	29,8
	STABW	4,69	9,13
Abstand seitl. Rachenwand in Bewegung [mm]	MW	10,33	10,9
	STABW	2,94	5,43
Bewegung rechte seitliche Wand [ratio]	MW	0,32	0,33
	STABW	0,04	0,10
Bewegung linke seitliche Wand [ratio]	MW	0,32	0,34
	STABW	0,04	0,06

**Tabelle 9: Seitliche Rachenwände Bimax.**

Ein Vergleich der in den Operationsberichten die maxilläre Vorverlagerung betreffenden Werte mit den oben aufgeführten Meßwerten zeigten, daß bei einer Vorverlagerung des Oberkiefers um maximal 7 mm die Restlücke durch eine Zunahme der Beweglichkeit der velopharyngealen Strukturen bei allen Patienten kompensiert wird. Zwei Patienten, die präoperativ nicht in der Lage waren, einen velopharyngealen Abschluß zu bilden, hatten postoperativ einen suffizienten velopharyngealen Verschuß.

## 2 Velopharyngoplastik bei Kindern

Sechs Kinder mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten wurden mit Velopharyngoplastiken versorgt. Bei der Art und Lokalisation der Spalte zeigt sich in dieser Patientengruppe folgendes Bild:

- LKG beidseitig: 2 Patienten,
- LKG links und Lippenspalte: 1 Patient,
- Velumspalte: 1 Patient,
- Gaumenspalte: 2 Patienten.

Zum Zeitpunkt der Operation betrug das durchschnittliche Alter der Patienten 4,8 Jahre, wobei der jüngste Patient 3 Jahre alt war und der Älteste 8.

Die kinematographische Nachuntersuchung wurde durchschnittlich 33,5 Monate nach der Operation durchgeführt, frühestens nach fünf, spätestens nach 45 Monaten.

Die Vermessung des Nasopharynx in der lateralen Projektion ergab für diese Patientengruppe folgende Ergebnisse:



		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Länge des weichen Gaumens [mm]	MW	36,17	31,83
	STABW	8,74	8,64
	MIN MAX	24-49	20-44
Dicke des weichen Gaumens [mm]	MW	4,2	5,16
	STABW	2,13	8,64
	MIN MAX	2-8	2-10
Sagittale Tiefe des Nasopharynx [mm]	MW	20,83	22,33
	STABW	3,71	4,15
	MIN MAX	16-26	17-28
Abstand Velumspitze zur Pharynx- hinterwand [mm]	MW	13	6
	STABW	5,59	3,78
	MIN MAX	5-20	1-13

**Tabelle 10 : Meßwerte des Nasopharynx bei Kindern mit Velopharyngoplastik (VPP Kind)**

Bei der Bestimmung der Lagebeziehung des Tuberculum atlantis zur Referenzlinie ergab sich in einem Fall eine vertikale Iso-Position, alle anderen Patienten zeigten eine höhere Inklination der Spina nasalis posterior.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Abstand SNP- Tub. atlantis [mm]	MW	11,8	13,1
	STABW	8,58	7,66
	MIN MAX	0-19	3-23

**Tabelle 11: Vertikale Relation SNP-Tub. Atlantis VPP Kind**

Der Abstand der Velumspitze zum Tuberculum atlantis änderte sich durch die Operation deutlich. In allen Fällen kam es zu einer Annäherung der beiden Strukturen in der vertikalen Relation. Auch in der sagittalen Ebene kam es zu ei-

ner Annäherung zwischen Velumspitze und Pharynxhinterwand. Durch die Verbindung des Gaumensegels über einen präparierten Pharynxlappen mit der hinteren Rachenwand verringerte sich der Abstand von 13 auf 6 mm (vgl. Tabelle 10).

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Abstand Velumspitze-Tub. atlantis [mm]	MW	10,5	7,6
	STABW	6,3	3,0
	MIN MAX	5-19	2-11

**Tabelle 12: Lage der Velumspitze VPP Kind**

Da es sich beim Tuberculum atlantis um einen Fixpunkt handelt, bedeutet dies, daß durch die über den Lappen gebildete Verbindung die Velumspitze relativ nach oben verlagert wurde, und zwar im Durchschnitt um annähernd 3 mm (siehe Tabelle 12).

Der nach Simpson und Austin definierte Quotient „need ratio“ ist in Tabelle 13 dargestellt (267).

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Need Ratio nach Simpson und Austin [ratio]	MW	0,60	0,68
	STABW	0,14	0,11

**Tabelle 13: Need Ratio VPP Kind**

Der Kehrwert dieser Relation gibt die relative Länge des weichen Gaumens nach Hoopes an (126). Der Mittelwert des Quotienten der Länge des weichen Gaumens und der Tiefe des Nasopharynx beträgt präoperativ 1,66 und postoperativ 1,47.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Velumexkursion	MW	5,5	5,8
[mm]	STABW	3,2	2,4

**Tabelle 14: Velumexkursion VPP Kind**

Wie Tabelle 14: Velumexkursion zu entnehmen ist beeinflusst die Velopharyngoplastik die Beweglichkeit des Velums nicht negativ, im Gegenteil, tendentiell deutet sich sogar eine leichte Verbesserung der velaren Beweglichkeit an.

Ein Passavantscher Wulst trat bei fünf der sechs Patienten auf. Weitere spezielle Werte des Pass. Wulstes sind Tabelle 15 zu entnehmen

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Passavantscher Wulst- Tub. atlantis	MW	6,75	4,5
[mm]	STABW	4,81	7,9
Dicke des Passavantschen Wulstes	MW	3,00	3,6
[mm]	STABW	1,89	0,48
Länge des Passavantschen Wulstes	MW	11	13,6
[mm]	STABW	1	2,72

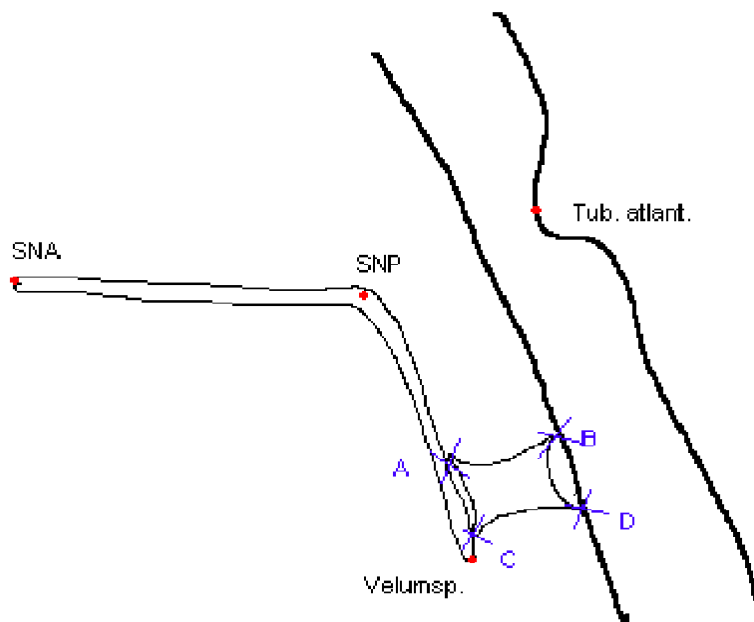
**Tabelle 15: Werte des Passavantschen Wulstes VPP Kind**

Das Ausmaß der Kontraktion, beurteilt nach den Richtlinien von Golding-Kushner, ergab für den Pass. Wulst 0,25 postoperativ bzw. 0,27 präoperativ. Die ebenfalls nach Golding-Kushner bewerteten Bewegungen der seitlichen Rachenwände in der frontalen Projektion sind u. a. in Tabelle 16 aufgeführt.

		Präoperativ	Postoperativ
Abstand seitr. Rachenwand in Ruhe [mm]	MW	26	32,8
	STABW	3,28	5,81
Abstand seitr. Rachenwand in Bewegung [mm]	MW	13,4	17
	STABW	2,57	6,41
Bewegung rechte seitliche Wand [ratio]	MW	0,2	0,21
	STABW	0,08	0,03
Bewegung linke seitliche Wand [ratio]	MW	0,22	0,23
	STABW	0,07	0,04

**Tabelle 16: Vermessung der seitlichen Rachenwände VPP Kind**

Zur Erfassung der Dimension des Pharynxlappens gelten folgende Regeln:



**Abbildung 28 : Schema Pharynxlappenvermessung**

Die Dicke des Pharynxlappens ist definiert als die Summe der beiden Strecken AB und CD die vom Ansatz zum Ursprung ziehen geteilt durch 2. Die Länge be-

rechnet sich  $(AC+BD):2$ . Der Abstand zum Tuberculum atlantis ist die Strecke zwischen zwei Parallelen zur Referenzlinie SNA-SNP, die den anteriorsten Punkt des Tub. Atlantis und den cranialsten Punkt des Pharynxlappens schneiden ( hier Punkt B). Analog dazu ist der Abstand zur Velumspitze der zwischen dem kau- dalsten Punkt (hier Punkt C) des Lappens und der Velumspitze.

Der operativ gebildete und anschließend Gaumensegel und Rachen verbindende Pharynxlappen hatte durchschnittlich folgende Dimensionen:

Dicke des Pharynxlappen [mm]	MW	6,8
	STABW	1,93
	MIN MAX	4-9
Länge des Pharynxlappen [mm]	MW	4,5
	STABW	1,11
	MIN MAX	3-6
Abstand des Pharynxlappens zu Tub. atlantis [mm]	MW	1,8
	STABW	0,77
	MIN MAX	0-3
Abstand des Pharynxlappens zur Velumspitze [mm]	MW	2,4
	STABW	1,01
	MIN MAX	1-4

**Tabelle 17: Ausmaße des Pharynxlappens VPP Kind**



**Abbildung 29: Laterale Ebene Z.n. Velopharyngoplastik; Pharynxlappen mit Pfeil markiert, Kontur mit blauen Punkten gekennzeichnet**

### 3 Velopharyngoplastik bei Erwachsenen

Bei vier Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten im Erwachsenenalter wurde zwecks Sprechverbesserung eine Velopharyngoplastik durchgeführt. Die Spalterkrankung differenziert sich bei diesen Patienten folgendermaßen:

- LKG beidseitig: 1 Patient,
- LKG links: 1 Patient,
- Gaumenspalte: 2 Patienten.

Die vier Patienten wiesen am Tag der Operation ein durchschnittliches Alter von 20,75 Jahren auf, mit Schwankungen zwischen 12 und 34 Jahren. Kurioserweise sind alle vier Patienten weiblichen Geschlechts, wohingegen bei den anderen Patientengruppen zwischen den Geschlechtern ein annähernd ausgewogenes Verhältnis herrscht.

75 Monate vergingen im Durchschnitt vom Zeitpunkt des Eingriffes bis zur kinematographischen Nachuntersuchung, wobei die Abstände zwischen 31 Monaten und fast neun Jahren variierten.

Die Vermessung des Nasopharynx in der lateralen Projektion ergab für diese Patientengruppe folgende Ergebnisse:

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Länge des weichen Gaumens [mm]	MW	26,25	33,5
	STABW	2,49	5,55
	MIN MAX	23-30	28-40
Dicke des weichen Gaumens [mm]	MW	2,75	4
	STABW	0,43	0,71
	MIN MAX	2-3	3-5
Sagittale Tiefe des Nasopharynx [mm]	MW	24,5	27,25
	STABW	4,03	5,97
	MIN MAX	20-29	20-36
Abstand Velumspitze zur Pharynx- hinterwand [mm]	MW	12	6,75
	STABW	2,55	1,92
	MIN MAX	8-15	5-10

**Tabelle 18: Nasopharynx bei Erwachsenen mit Velopharyngoplastik (VPP Erw.)**

Die Spina nasalis posterior ist in dieser Gruppe bei allen Patienten höher gelegen als das Tuberculum atlantis.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Abstand SNP- Tub. atlantis [mm]	MW	7,5	10
	STABW	0,87	3,24
	MIN MAX	7-9	6-15

**Tabelle 19: Vertikale Inklination Tub. atlant. und SNP**

Die vertikale Relation zwischen der Velumspitze und dem Tuberculum atlantis änderte sich durch die Operation scheinbar nicht. In der Sagittalen kam es zu einer Annäherung zwischen Velumspitze und Pharynxhinterwand (vgl. Tabelle 18).



		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Abstand Velumspitze-Tub. atlantis [mm]	MW	13	13
	STABW	1,22	4,95.
	MIN MAX	12-15	5-18

**Tabelle 20: Vertikale Relation Velumspitze - Tuberculum atlantis VPP Erw.**

Der „need ratio“ nach Simpson und Austin (1972) in Tabelle 21.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Need Ratio nach Simpson und Austin [ratio]	MW	0,92	0,80
	STABW	0,10	0,07

**Tabelle 21: Need ratio VPP Erw.**

Nach Hoopes (1970) (Kehrwert dieser Relation) ergibt das einen präoperativen Wert von 1,08 und einen Postoperativen von 1,25. Das bedeutet, daß die relative Länge des weichen Gaumens zunahm.

Die Velumexkursion war nach der Operation geringfügig kleiner als präoperativ.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Velumexkursion [mm]	MW	6,75	6
	STABW	0,43	1,58

**Tabelle 22: Velumexkursion VPP Erw.**

Drei Patienten bildeten während der Aktionsphase des velopharyngealen Systems einen Passavantschen Wulst. Tabelle 23 zeigt dessen Lokalisation und Ausmaße.

		<b>Präoperativ</b>	<b>Postoperativ</b>
Passavantscher Wulst- Tub. atlantis [mm]	MW	1,33	3,66
	STABW	4,18	4,92
Dicke des Passavantschen Wulstes [mm]	MW	4,66	4,33
	STABW	1,70	0,94
Länge des Passavantschen Wulstes [mm]	MW	11,33	14,33
	STABW	0,94	3,29

**Tabelle 23: Passavantscher Wulst VPP Erw.**

Der Anteil des Passavantschen Wulstes an einem zustand gekommenen velopharyngealen Verschluss, wiederum nach den Richtlinien von Golding-Kushner beurteilt, ergibt für diese Patientengruppe vor der Operation einen Wert von 0,23. Nach dem Eingriff betrug dieser 0,33. Daraus lässt sich ableiten, daß der Passavantsche Wulst postoperativ einen relativ größeren Anteil am velopharyngealen Verschluss beisteuert, was gleichbedeutend mit einer Verbesserung seiner Beweglichkeit ist.

Die seitlichen Rachenwände konnten nur postoperativ ausgewertet werden. Der Vollständigkeit wegen sind in Tabelle 24 die Meßwerte dieser angegeben.

Abstand seitliche Rachenwände in Ruhe [mm]	MW	31,33
	STABW	4,49
Abstand seitliche Rachenwände in Bewegung [mm]	MW	9,66
	STABW	5,31
Bewegung rechte seitliche Wand [ratio]	MW	0,35
	STABW	0,04
Bewegung linke seitliche Wand [ratio]	MW	0,38
	STABW	0,08

**Tabelle 24: Postoperative Werte seitliche Rachenwände VPP Erw.**

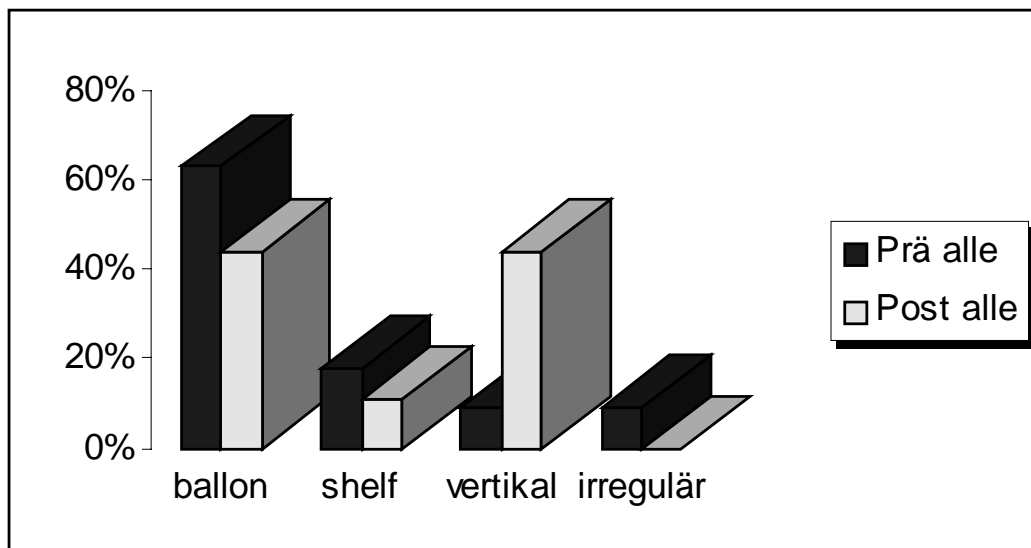
Der Pharynxlappen der bei den erwachsenen Patienten mit Velopharynxadhäsion das Gaumensegel mit der hinteren Rachenwand verbindet war im Durchschnitt 8,5 mm dick und 11,5 mm lang. Für seine räumliche Einordnung und die Ermittlung der weiteren Meßwerte gelten die Regeln in Kapitel VI. 1.2.

Dicke des Pharynxlappen [mm]	MW	8,5
	STABW	1,11
	MIN MAX	7-10
Länge des Pharynxlappen [mm]	MW	11,5
	STABW	3,90
	MIN MAX	8-18
Abstand des Pharynxlappens zu Tub. atlantis [mm]	MW	11
	STABW	3,31
	MIN MAX	8-16
Abstand des Pharynxlappens zur Velumspitze [mm]	MW	5,75
	STABW	3,49
	MIN MAX	1-10

**Tabelle 25: Pharynxlappendimension und Lokalisation VPP Erw.**

## 4 Weitere Ergebnisse

Die Form der Kontraktion der seitlichen Rachenwände in der frontalen Projektionsebene, und ihre prä- und postoperative Häufigkeit sind der folgenden Abbildung zu entnehmen. Die Angaben betreffen hier alle untersuchten Patienten.

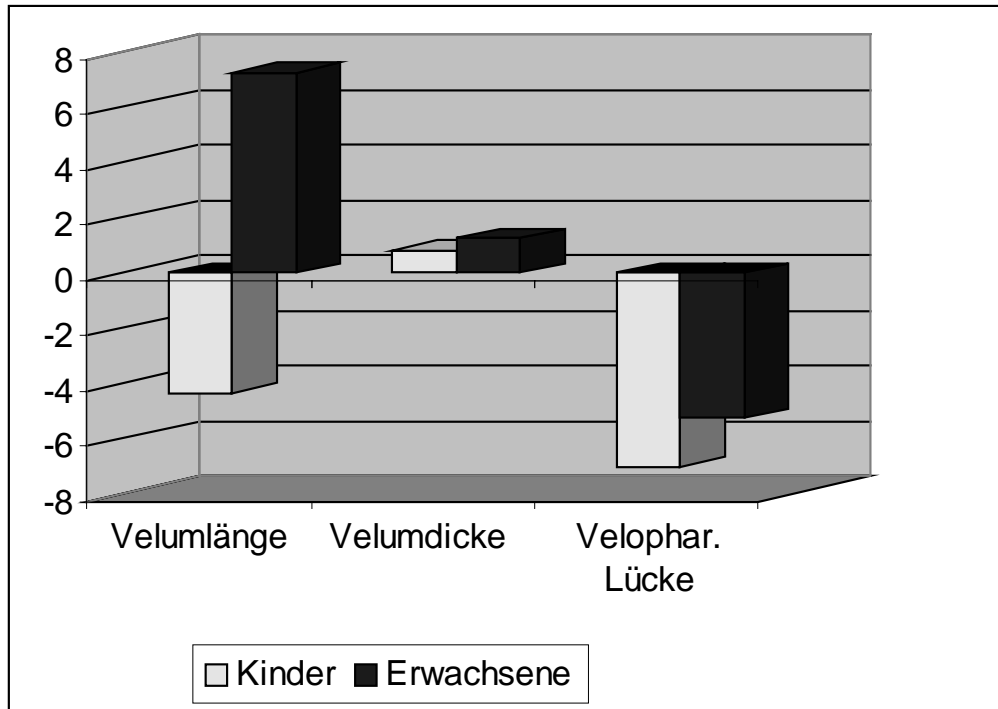


**Abbildung 30: Konstriktionsmuster seitl. Rachenwände**

Der Abstand von der Velumspitze zur Zunge (gemessen wird der Abstand Velumspitze und erster Berührungspunkt einer Parallelen zur Referenzlinie am Zungenrücken) vergrößerte sich bei allen VPP Patienten minimal um 0,66 mm.

Die Veränderungen der Velumexkursion waren in den Gruppen VPP Kind und VPP Erw. geringfügig unterschiedlich. So verringerte sich diese bei den Erwachsenen um 0,75 mm, bei den Kindern nahm sie um 0,3 mm zu.

Der vertikale Abstand der Velumspitze zum Tuberculum atlantis bei den Patienten mit Velopharyngoplastik veränderte sich bei den Erwachsenen nicht, bei den Kindern hingegen näherten sich die beiden anatomischen Strukturen um 5mm an.



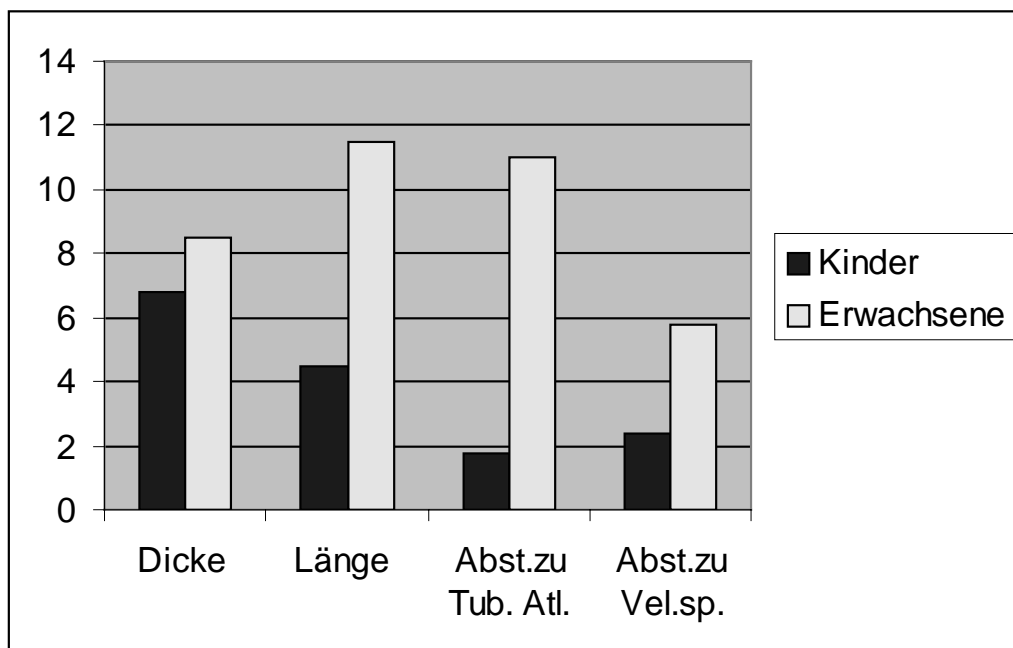
**Abbildung 31: Gegenüberstellung VPP Erwachsene - Kinder**

Da der „need ratio“ direkt mit der Velumlänge korreliert ist ergibt sich für diesen eine demgemäße Entwicklung. Die Velumlänge geht in den Quotienten als Nenner ein, die Folge der Veränderung der Velumlänge ist, daß der „need ratio bei den Patienten VPP Kind von 0,60 auf 0,68 zunimmt. Die Erwachsenengruppe verzeichnet dagegen einen Rückgang von 0,92 auf 0,80.

Der Passavantsche Wulst ging bei den erwachsenen Patienten mit Velopharyngoplastik aus einer größeren Basis hervor, d.h. seine Länge nahm zu und zwar um 3 mm. Sowohl die Dicke bei den Erwachsenen als auch Dicke und Länge bei den Kindern blieben mit einer Durchschnittsveränderung von jeweils 0,33 mm praktisch unverändert.

Die Unterschiede des operativ gebildeten Pharynxlappens sind in Abbildung 32 zu entnehmen.

Es zeigt sich, daß die Dimension dieses Lappens dem Alter des Patienten bzw. seiner Körpergröße angepaßt ist. Der Lappen, der bei den Kindern das Velum mit der Pharynxhinterwand verbindet, ist deutlich kleiner.



**Abbildung 32: Unterschiede Pharynxlappendimension**

Die Symmetrie der Bewegung der seitlichen Rachenwände sind Tabelle 26 zu entnehmen.

	<b>Symmetrisch</b>	<b>Asymmetrisch</b>
VPP Erw. post	66 %	33 %
VPP Kind prä	40 %	60 %
VPP Kind post	84 %	16 %
Bimax prä	50 %	50 %
Bimax post	10 %	90 %

**Tabelle 26: Symmetrie seitlicher Rachenwände**

In der gesamten Patientengruppe bewegten sich die seitlichen Rachenwände bei Patienten mit einer lateral gelegenen Spalte immer asymmetrisch aufeinander zu. Bei Patienten mit einer beidseitigen LKG-Spalte betrug der Anteil mit einem symmetrischen Bewegungsmuster 60%. Die Patienten mit Gaumen- oder Velumspalten hatten allesamt sich symmetrisch bewegende seitliche Pharynxwände. Die Bewegung der hinteren Rachenwand nach den Richtlinien von Golding-Kushner und die sagittale Bewegung des Velums aus der basalen Projektion hatten postoperativ folgende Dimension:

	<b>VPP Erw.</b>	<b>VPP Kind</b>	<b>Bimax</b>
Bewegung hintere Rachenwand [ratio]	0,33	0,18	0,38
Bewegung Velum [ratio]	0,2	0,33	0,17

**Tabelle 27: Hintere Rachenwand und Velum, basale Projektion**

Die postoperativ verbliebene Restlücke aus der submento-vertebralen Projektion, ebenso nach den Richtlinien von Golding-Kushner beurteilt Tabelle 28:

	<b>VPP Erw.</b>	<b>VPP Kind</b>	<b>Bimax</b>
Verbliebene Restlücke [ratio]	0,46	0,52	0,43

**Tabelle 28: Restlücke postoperativ**

## 5 Statistik

Nachdem für alle Meßwerte in allen Gruppen der Wilcoxonsche Vorzeichen Test durchgeführt wurde sind in Tabelle 29 die signifikanten Veränderungen aufgeführt. Der Grund für die Durchführung des Vorzeichentests liegt in der Fragestellung ob durch die Eingriffe gewisse Veränderungen immer eintreten, diese also in die Operationsplanung mit einbezogen werden können.

Zur besseren Übersichtlichkeit ist in Klammern angegeben was sich signifikant verändert hat, gemeint sind dabei die Abstände zwischen den Punkten oder die Meßwerte der anatomischen Strukturen.

	<b>VPP Erw.</b>	<b>VPP Kind</b>	<b>Bimax</b>
<b>SNP-hintere Rachenwand</b>			0,00391 (Vergrößerung)
<b>Velopharyng. Lücke</b>	0,0625 (Verkleinerung)	0,0625 (Verkleinerung)	
<b>Velumdicke</b>			0,01563 (Verkleinerung)

**Tabelle 29: Signifikanz, Wilcoxonscher Test**



## V. Diskussion

Zur Darstellung des velopharyngealen Verschlussmechanismus kommen heutzutage verschiedene Untersuchungsmethoden zum Einsatz. Kinematographie und Endoskopie eignen sich dabei im Gegensatz zu statischen Untersuchungsmethoden besonders zur Darstellung des dynamischen Bewegungsmusters.

Die Nasopharyngoskopie ermöglicht eine genaue Beurteilung der velopharyngealen Bewegung, die Beziehung zur Exkursion der seitlichen Pharynxwände kommt dabei gut zur Geltung (80, 115, 116, 184, 193, 223, 224, 225, 226, 233, 234, 238, 268, 328, 339) . Sie ist jedoch abhängig vom Untersucher, nicht reproduzierbar und läßt kaum eine quantitative Analyse zu (55). Der Bezug des Passavantschen Wulstes zum Velum, Länge und Ausmaß der seitlichen Rachenwände und der Kontakt zwischen Velum und Rachenwand werden endoskopisch nicht erfaßt (145).

Die Lateralebene bei der kinematographischen Untersuchung des Patienten zeigt dem Untersucher hingegen diese Strukturen.

Der besondere Stellenwert der Kinematographie zur Beurteilung des velopharyngealen Verschlusses ist in zahlreichen Publikationen erwähnt (7, 11, 14, 23, 36, 38, 39, 43, 51, 126, 142, 143, 144, 149, 150, 151, 160, 180, 189, 195, 196, 197, 204, 229, 230, 271, 278, 306, 309, 314, 336, 340).

Die Kinematographie ist ein nicht invasives Verfahren zur objektiven Beurteilung der velopharyngealen Strukturen, sie birgt die höchste Sensitivität bei der Analyse gestörter Sprechfunktionen (69, 90, 108, 269, 271).

Der in dieser Arbeit ermittelte Wert der Oberkiefervorverlagerung in der Patientengruppe Bimax (4,6 mm) im Vergleich zu dem aus den Operationsberichten

errechneten (4,4 mm), veranschaulicht die ausgezeichnete Realitätsnähe der Hochfrequenzröntgenvideokinematographie.

Weitere Vorteile dieser Technik sind die direkte Darstellung, Validität, Reliabilität, die gute Patientencompliance und quantitative Auswertungsmöglichkeit (244). Demgegenüber stehen die Strahlenbelastung und der hohe Anschaffungspreis.

Ein 1988 zusammengekommener multizentrischer Arbeitskreis unter der Leitung von Golding-Kushner empfiehlt die routinemäßige Anwendung von Kinematographie zur Darstellung der Morphologie und Nasenpharyngoskopie für eine präoperative Veranschaulichung des Operationsbereiches durch den Operateur (22, 98, 187, 225, 275, 287).

Golding-Kushner (1990) erachtet eine Auswertung der frontalen und lateralen Projektionsebene durch den Behandler als eine „conditio sine qua non“ (98).

Eine gewisse Problematik besteht bei der Auswertung der vertebrosubmentalen Projektion, da sich bei diesem Strahlengang oropharyngeale Strukturen in ihrer Bewegung übereinander projizieren und somit bei unkritischer Betrachtung eine falsche Zuordnung getroffen werden kann.

Zusätzlich zu diesen Untersuchungsmethoden ist eine sprechfunktionelle Analyse des Patienten sehr wichtig (1, 34, 42, 54, 57, 105, 106).

Bei Patienten, die an einer Hypernasalität leiden, wird diese häufig mit einer velopharyngealen Restöffnung assoziiert. Im Mittelpunkt der Überlegungen steht dabei die Fläche der Restöffnung.

Nach Mason u. Mitarb. (1980) besteht die Gefahr einer klinisch nachweisbaren Hypernasalität ab einer Restöffnung von 3 mm<sup>2</sup> (179). Eine Restöffnung mit einer Fläche zwischen 3,5 und 7 mm<sup>2</sup> ist nach Subtelny 1961 ein kritischer Wert, nach Isshiki u. Mitarb. (1968) ist dieser bei 5 mm<sup>2</sup> erreicht, Warren (1975/1993) rechnet ab 10 mm<sup>2</sup> Restöffnung mit einer verschlechterten velopharyngealen Kompetenz (135, 290, 308, 310).

Carney (1970) kommt zu einem ähnlichem Ergebnis, das er jedoch selbst mit dem Argument einschränkt, daß die kritische Größe der Restöffnung individuell in

jedem Fall anders ist und somit ein diesbezüglich geschaffener Zusammenhang zwischen Größe der Restöffnung und Hypernasalität wenig sinnvoll ist (41).

In dieser Arbeit wurde die Restlücke postoperativ nach den Richtlinien von Golding-Kushner beurteilt, die Werte sind Tabelle 28 zu entnehmen.

Nach Golding-Kushner ist das Risiko einer Sprechverschlechterung nach einer Le Fort Operation mit einer maximalen Vorverlagerung bis 7 mm niedrig wenn der aus der basalen Projektion präoperativ beurteilte ratio kleiner als 0,6 ist und der präoperative Hypernasalitätsgrad zwischen 0 und 1 liegt (98).

Durch die Le Fort I Osteotomie kann sich die Artikulation verbessern, was auf einer Normalisation der Okklusionsverhältnisse mit einer dadurch besseren Erzeugung jener Laute die einen bilabialen, linguadentalen, alveolären oder labiodentalen Ursprung haben (161, 186, 243, 257, 302, 323).

Bei der Le Fort I Osteotomie wird neben dem Oberkiefer auch der posterior gelegene Gaumen bewegt, wodurch sich die Frage stellt, ob die Veränderung der Beziehung zwischen Velum, posteriorer und lateraler Pharynxwand den Verschlußmechanismus beeinflusst (30, 50, 253, 321).

Ist der präoperative Verschluß grenzwertig so haben Patienten mit LKG-Spalten ein erhöhtes Risiko postoperativ eine velopharyngeale Insuffizienz zu entwickeln (72).

Diesbezüglich ist ein präoperatives Aufklärungsgespräch nötig. Zwischen den funktionellen und ästhetischen Zielen auf der einen Seite und einer möglichen Sprechverschlechterung mit nachfolgender sprechverbessernder Operation und anschließender logopädischer Weiterbehandlung auf der anderen sollte genau abgewogen werden.

Patienten mit einem normalen weichen Gaumen und ohne präoperative Hypernasalität haben dagegen ein relativ geringes Risiko eine postoperative Hypernasalität zu entwickeln.

Die Kompensationsmechanismen bei LKG-Patienten sind begrenzt, dadurch wird ein präoperatives Screening nötig, welches das individuelle Risiko einer postoperativen Verschlechterung der Sprachqualität analysiert. Hierbei sollte die Velum-

beweglichkeit, der Hypernasalitätsgrad, ein eventuell auftretender Passavantscher Wulst, der Okklusionsindex und die Restöffnung beurteilt werden.

Nach Epker und Watford (1976) bilden Patienten dann eine velopharyngeale Insuffizienz aus, wenn der Verschluss bereits präoperativ grenzwertig war und die Vorverlagerung mehr als 10 mm betrug (72).

Schwarz und Gruner untersuchten 1976 u. a. 31 Patienten mit LKG Spalten. 26 bildeten postoperativ eine verstärkte Hypernasalität aus, dabei korrelierte der Schweregrad auch mit dem Betrag der Vorverlagerung (257).

1989 untersuchte Witzel bei 50 LKG-Patienten den velopharyngealen Verschluss nach Le Fort I Osteotomie. 15 Patienten hatten präoperativ einen grenzwertigen velopharyngealen Verschluss, 11 davon entwickelten postoperativ eine velopharyngeale Insuffizienz. Hieraus forderte Witzel den präoperativen Verschluss besonders zu beachten, vor allem bei den Patienten, die bereits vor dem Eingriff einen grenzwertigen Verschluss hatten (220). Okazaki (1993) unterstützte diese Aussage von Witzel (209, 220).

Zusammen mit Munro berichtete Witzel 1977 von einem 16 Jahre alten LKG-Patienten der nach einer Vorverlagerung von 10 mm eine velopharyngeale Insuffizienz ausbildete. Bei diesem Patienten wurde sechs Monate nach der Oberkieferverlagerung eine sprechverbessernde Operation durchgeführt (321).

1981 analysierte Witzel den prä- und postoperativen Verschluss bei 70 Patienten. 11 von Diesen zeigten eine Verschlechterung nach der Le Fort I Osteotomie (325).

1988 stellten Sugano u. Mitarb. einen Fall postoperativer Hypernasalität bei präoperativer Symptomlosigkeit eines Patienten mit LKG vor (294).

Mason u. Mitarb. (1980) fanden denselben Verlauf nach Le Fort I Osteotomie bei LKG-Patienten. Diese wurden deswegen mit einer Velopharyngoplastik versorgt (179).

Zahlreiche andere Studien zeigen jedoch auch Fälle mit diesbezüglich unkomplizierten Verläufen.

Darunter finden sich Arbeiten u. a. von Obwegeser 1969 der nur geringfügige Auswirkungen durch die Le Fort I Osteotomie auf die Sprache und den velopharyngealen Verschluss sieht. Bei den von ihm untersuchten Patienten fand er sogar eine Verbesserung von Artikulation und Hypernasalität (207).

Dez Pres und Kiehn (1974) bestätigten dieses Ergebnis (58).

Mc Carthy u. Mitarb. (1979) fanden bei 14 LKG-Patienten keinen Unterschied zwischen prä- und postoperativer velopharyngealer Verschlussfunktion (186).

Schendel u. Mitarb. (1979) untersuchten 21 Patienten nasendoskopisch, mit FRS und logopädisch, auch sie fanden keine Veränderung am velopharyngealen System (253).

Bei den zehn Patienten, die im Rahmen dieser Arbeit nach Le Fort I Osteotomie untersucht wurden, konnte ebenfalls keine Veränderung im negativen Sinn am velopharyngealen Mechanismus festgestellt werden.

Allerdings wurde bei keinem dieser Patienten der kritische Wert bei einer Vorverlagerung von mehr als 7 mm überschritten. In den Fällen, die zur Einstellung der sagittalen Diskrepanz einer Vorverlagerung des Oberkiefers von mehr als 7 mm bedurft hätten, wurde eine bimaxilläre Operation durchgeführt.

Generell sollte der Wert bei einer Vorverlagerung 7mm nicht überschreiten. Jedoch ist dieser Wert nicht absolut zu sehen, ein durch das präoperative Screening gewonnene Bild der individuellen Gegebenheiten des Patienten hilft jene Patienten herauszufinden, deren Sprachqualität sich durch den Eingriff verschlechtern könnte.

Da bei der maxillären Vorverlagerung bis zu 7 mm ein zu erwartender negativer Einfluß auf die Funktionsfähigkeit des velopharyngealen Mechanismus nicht zwangsläufig bzw. je nach Verfasser selten bis nie auftritt, stellt sich die Frage, welche Mechanismen diese räumliche Veränderung kompensieren.

Watzke (1990) kam nach ihren Studien zu dem Ergebnis, daß LKG-Patienten individuell unterschiedliche Fähigkeiten zur Kompensation der Vorverlagerung des Oberkiefers besitzen (312).

Eine Zunahme der Velumlänge und Abnahme der Velumdicke wurde nach der Operation von einigen Autoren beobachtet, darunter Pruzansky (1962), Bzoch (1968) und Simpson (1972) (35, 232, 267).

Nach einer Le Fort Operation beobachteten Schendel u. Mitarb. (1979), Kummer u. Mitarb. (1989) und Mc Carthy (1989) unabhängig voneinander eine Verlängerung des Velums bei gleichzeitiger Abnahme seiner Dicke (186, 253).

Auch in dieser Arbeit ergaben der prä- und postoperative Vergleich eine Zunahme der Velumlänge und Abnahme der Dicke. Die Veränderungen der gemessenen Werte waren signifikant (s. Tabelle 29).

Doch nicht nur der direkte Einfluß auf den weichen Gaumen mit dem sog. „velar stretch“ ist hier von Interesse, vielmehr muß zur Beurteilung der velopharyngealen Funktion die velopharyngeale Muskulatur im Ganzen beurteilt werden.

So beobachteten Kummer u. Mitarb. (1980) in einigen Fällen bei Patienten mit einer Oberkieferverlagerung, daß sich die Bewegung der seitlichen Rachenwände durch diesen Eingriff verändert hat (265).

Coffey untersuchte 1993 eine Gruppe mit verstärkter Hypernasalität. Er fand eine gesteigerte Mobilität der seitlichen Rachenwände und der Velumelevation, die er als den Versuch der Patienten, die velopharyngeale Insuffizienz zu kompensieren, deutete (46).

Der Ort der maximalen Kontraktion der seitlichen Rachenwände liegt nach Skolnick (1975) und Glaser (1979) in einer 1-2 cm dicken Region zwischen Spina nasalis posterior und Tuberculum atlantis (97, 273).

Schendel u. Mitarb. (1979) kamen zu dem Ergebnis, daß sich die Bewegung der seitlichen Rachenwände durch die Vorverlagerung nicht verändert. Diese Aussage basiert auf den Ergebnissen von nasenpharyngoskopischer und kinematographischer Untersuchungen die jeweils keine signifikanten Veränderungen zeigten (253).

In dieser Arbeit konnte kein Einfluß der Le Fort I Osteotomie auf die Beweglichkeit der seitlichen Rachenwände gefunden werden (s. Tabelle 9).

In einer Untersuchung fanden Ysunza u. Mitarb. (1992), daß eine Sprachtherapie bei LKG-Patienten deutlich die Bewegung von Velum und seitlichen Rachenwän-

den aktivierte. Die velopharyngeale Restlücke verkleinerte sich durch die Therapie, die hintere Rachenwand schien dagegen unbeeinflusst (334).

Die Vorverlagerung des Oberkiefers steigert das Bedürfnis nach einer vermehrten Aktivität der hinteren Rachenwand, um einen Teil der vergrößerten Distanz dadurch zu kompensieren. Diverse Autoren berichten von einer Aktivitätssteigerung der posterioren Pharynxwand nach einer Oberkiefervorverlagerung durch den Frank Starling-Mechanismus (133, 253).

Die posteriore Rachenwand gestaltet die Öffnung der velopharyngealen Pforte nach den gerade gestellten Anforderungen wie Sprache oder Schlucken.

Einen besonderen Stellenwert am velopharyngealen Mechanismus nimmt dabei der Passavantsche Wulst ein.

Nach einer Studie von Glaser (1979) stellt der Passavantsche Wulst einen Kompensationsmechanismus für die Sprache dar. In dieser Studie und einer weiteren von Berry (1983) wurde die These erstellt, daß der Passavantsche Wulst eine Hypernasalität reduziert, indem er sich synchron zum Velum bewegt und die velopharyngeale Pforte dadurch verengt oder verschlossen wird (21, 97, 133).

Darüberhinaus fand Glaser (1979) in seiner Studie, daß der Passavantsche Wulst eine Hypernasalität zusätzlich dadurch verbessert, indem er ein Hindernis, in Abhängigkeit von seiner eigenen Größe für den Luftstrom während des Sprechens darstellt.

Aus dieser Studie geht auch hervor, daß der Passavantsche Wulst keine reine Mittellinienstruktur ist. Er setzt sich vielmehr aus Anteilen der lateralen und dorsalen Pharynxwände zusammen (97).

Durch den Passavantschen Wulstes oder dessen Vergrößerung fand Isberg (1990) bei Patienten mit Hypernasalität eine Verbesserung der Sphinkterfunktion. Wesentlichen Einfluß auf das Auftreten und die Morphologie des Passavantschen Wulstes haben die funktionellen Rahmenbedingungen, z.B. die Suffizienz des Verschlusses (133).

Schendel u. Mitarb. (1979) stellten den Fall eines Patienten vor, den sie vor und nach der maxillären Vorverlagerung untersuchten. Sie fanden eine Zunahme der

Dicke des Passavantschen Wulstes um vier auf postoperative 9mm um die entstandene Hypernasalität und velopharyngeale Insuffizienz zu kompensieren (253). Keinen Einfluß des Passavantschen Wulstes auf die velopharyngeale Funktion während der Sprache fanden Calnan (1957) und Croft (1981) in ihren Arbeiten (37, 53).

Auch Shprintzen (1990) verneint in seinen Studien einen Kompensationseffekt durch den Passavantschen Wulst (266).

Die Angaben zur Häufigkeit des Auftretens eines Passavantschen Wulstes schwanken in der Literatur zwischen 25 und 30 % (53, 271, 324). Die diesbezüglichen Zahlen in dieser Studie ergeben ein gänzlich anderes Bild.

Die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Patienten, bei denen eine Vorverlagerung des Oberkiefers durchgeführt wurde, verfügten zu 80 % präoperativ über einen Passavantschen Wulst. Postoperativ unterstützte in 100 % der Fälle dieser den velopharyngealen Mechanismus.

Die Patienten, die sich einer Velopharynxadhäsion unterzogen und in dieser Studie untersucht wurden, zeigen ein ähnliches Zahlenbild. Präoperativ hatten 66 bzw. 75% der Patienten einen Passavantschen Wulst. Jedoch gab es in diesen Patientengruppen keine so hohe Steigerungsrate postoperativ.

Diese Zahlen im Vergleich zu denen der internationalen Literatur können bedeuten, daß nur die Hochfrequenzkinematographie die nötige Qualität und Genauigkeit in der Detailwiedergabe besitzt, um so feine Strukturen wie eben den Passavantschen Wulst zweifelsfrei darzustellen.

Durch die Oberkieververlagerung nahm die Dicke des Passavantschen Wulstes postoperativ geringfügig um 0,5 mm zu, seine Länge um 2 mm s. Tab. 22.

Sofern die Patienten über einen Passavantschen Wulst verfügen, ist dieser jedenfalls ein guter Kompensationsmechanismus, um eventuelle velopharyngeale Defizite auszugleichen.

Auch die Adenoide können kompensatorisch genutzt werden. Damit das Velum mit den Adenoiden einen Verschuß bilden kann, muß das Velum gut beweglich sein, vor allem eine hohe Elevation ist dabei besonders wünschenswert. Sollte



nicht eine ständig rezidivierende Otitis media deren Entfernung nötig machen, kommt es besonders LKG-Patienten zu Gute, wenn diese erhalten werden, und dem Patienten so eine veloadenoidale Verschlulbildung ermöglichen (36, 322).

Da die Adenoide bis ins Erwachsenenalter erhalten bleiben, kann der Operateur versuchen, im Zuge der Vorverlagerung des Oberkiefers zusätzlich nach cranial zu bewegen, um so einen veloadenoidalen Abschluß zu schaffen.

Das Verschwinden der Adenoide ab der Pubertät veranschaulicht außerdem das hohe Potential von LKG-Patienten, sich an neue Gegebenheiten im velopharyngealen Bereich anzupassen, indem das durch den Abbau der Adenoide nötige Umschwenken von einem veloadenoidalen Abschluß zu einem velopharyngealen ohne sprachliche Verschlechterung von statten geht (95, 199, 291).

Jedoch kann nach einer Studie von Kummer u. Mitarb. (1989) die Verlagerung des Oberkiefers die Elevation des Velums im Bezug zur Referenzlinie SNA-SNP verringern. Acht von ihnen untersuchte Patienten zeigten postoperativ diese Symptomatik (163).

Bei den beiden im Rahmen dieser Studie untersuchten Patienten mit sagittaler und vertikaler Verlagerung des Oberkiefers zeigte sich die hier ermittelte Velumexkursion im Vergleich zu den Patienten mit ausschließlich sagittaler Veränderung am Oberkiefer unauffällig. Die Meßwerte beider Patienten lagen im Bereich der Standardabweichung.

Die Kompensationsmöglichkeiten des LKG-Patienten nach durchgeführten mono- oder bimaxillären Operationen sind vielfältig und individuell unterschiedlich. Jedoch ist eine velopharyngeale Insuffizienz nicht immer vermeidbar. Als Maß für diese dient beispielsweise der „need ratio“ nach Austin und Simpson.

In ihren Studien assoziierten Simpson und Austin einen „need ratio“ größer als 1,0 mit einer velopharyngealen Insuffizienz (267).

Schendel u. Mitarb. (1979) stellten in Ihren Studien hingegen fest, daß die Bewegungen der seitlichen Rachenwände vom „need ratio“ nicht berücksichtigt werden, da dieser aus der lateralen Projektion ermittelt wird, und der „need ratio“ somit nicht allseits als Maß zur Beurteilung einer velopharyngealen Insuffizienz nutzbar ist.

Die verbleibende velopharyngeale Lücke bleibt bei lateralem Strahlengang verborgen, nur die vertebrosubmentale Projektion zeigt das Zusammenspiel aller velopharyngealer Strukturen (253).

Andere Autoren benutzen den „need ratio“ für eine Vorhersage über das operative Ergebnis. Nach Simpson und Austin (1972) und Schendel u. Mitarb. (1979) ist der „need ratio“ ein Kriterium zur Vorhersage einer postoperativ auftretenden velopharyngealen Insuffizienz wenn er größer als 1,0 war (253, 267).

Watzke (1990) erachtet den „need ratio“ dagegen als ungeeignet, um über die velopharyngeale Funktion postoperativ eine Vorhersage zu treffen (312).

Da der „need ratio“ aus einem Fernröntgenseitenbild hervorging, ist er als Kriterium zur Vorhersage einer velopharyngealen Insuffizienz fragwürdig. Nicht berücksichtigt werden nämlich die Kompensationsmöglichkeiten der lateralen und posterioren Rachenwände, die dieser Aufnahmetechnik verborgen bleiben.

Der in dieser Arbeit ermittelte „need ratio“ vergrößert sich von prä- zu postoperativ nur unwesentlich. Daraus ist erkennbar, daß der weiche Gaumen durch sein „velar stretch“ schon einen großen Beitrag zur Kompensation der Vorverlagerung leistet.

Steigt der Betrag des „need ratio“ postoperativ an, ist dies ein Indiz für eine eingeschränkte Kompensation durch den weichen Gaumen.

Er zeigt die Notwendigkeit zur Kompensation des zu kurzen weichen Gaumens durch andere Strukturen.

Nach einer Stellungskorrektur am Oberkiefer kann die Sprache zunächst hypernasal sein, was sich im weiteren Verlauf bessert, wenn die velopharyngealen Mechanismen sich aneinander adaptieren. Um diese Adaptation zu stimulieren, kann eine logopädische Anschlußbehandlung hilfreich sein.

Trotz der oben beschriebenen vielfältigen Möglichkeiten zur Kompensation genügen diese nicht immer. Sind die sprachlichen Defizite zu groß oder spricht der Patient auf eine konservative Therapie nicht im erhofften Maße an, ist dies häufig eine Indikation für eine sprechverbessernde Operation.

Dies gilt selbstverständlich nicht nur für Patienten, bei denen zuvor bereits eine Stellungskorrektur am Oberkiefer durchgeführt wurde. Die LKG-Patienten in dieser Studie, die sich einer sprechverbessernden Operation unterzogen, hatten alle- samt keine Le Fort I Operation vorher durchführen lassen. Die Indikation für die Velopharyngoplastik ging also aus der Problematik des LKG-Patienten bzw. der angeborenen sprachlich- velopharyngealen Konstellation hervor.

Wenn bei einem Patienten nach durchgeführter Oberkieferverlagerung eine Hypernasalität auftritt, die eine sprechverbessernde Operation erforderlich macht, so sollte dieser Eingriff frühestens nach einem halben, besser noch erst nach ei- nem Jahr Wartezeit erfolgen (179).

Daß die Sprechqualität des Spaltpatienten durch einen operativen Eingriff verbes- sert werden kann, ist die Aussage zahlreicher Untersuchungen (1, 34, 42, 54, 57, 105, 106).

Denkbare chirurgische Interventionsmöglichkeiten bei sprachverbessernden Ein- griffen liegen in der Velumverlängerung oder der Verbesserung der Beweglich- keit von Velum, der seitlichen oder hinteren Rachenwände.

Die besten sprechfunktionellen Ergebnisse wurden mit der sekundären Velopha- ryngoplastik nach Sanvenero-Roselli erzielt (3, 5, 6, 52, 56, 75, 102, 103, 111, 201, 300, 338).

Das optimale Operationsalter wird mit 4-6 Jahren angegeben (76, 128).

Maßgeblich für den Erfolg des Eingriffes ist eine anschließende logopädische Behandlung, wodurch der Patient lernt mit seiner neuen velopharyngealen Mor- phologie umzugehen. Die Technik der Operation spielt für den Erfolg nur eine untergeordnete Rolle (256).

Angestrebt wird eine indirekte Verlängerung des Velums durch eine Verkleine- rung des mittleren velopharyngealen Raumes. Die offenen seitlichen Räume sol- len so durch die lateralen Pharynxwände verschließbar werden (8, 12, 40, 78).

Als positiver Nebeneffekt kommt es über das mit der hinteren Rachenwand durch die Operation verbundene Velum zu einer Verengung an der velopharyngealen Pforte.

Oft diskutiert, um größere Erfolge bei der Velopharyngoplastik zu erzielen, ist es diese den individuellen Gegebenheiten angepaßt durchzuführen. Notwendig ist hierzu eine genaue präoperative Analyse, die sich auf endoskopische, röntgenologische und sprechfunktionelle Untersuchungsergebnisse stützt (44, 49, 328). Dadurch werden auch die Erfolgsaussichten kalkulierbar.

Shprintzen u. Mitarb. (1979) führten Mißerfolge bei der Velopharyngoplastik auf in der Operation nicht berücksichtigte asymmetrische Bewegungen von Velum und Pharynx zurück und forderten deren Berücksichtigung.

Eine variable Lappenhöhe, seitliche oder vertikale Versetzung sind Möglichkeiten den Eingriff an die jeweiligen individuellen Gegebenheiten des Patienten anzupassen (2, 27, 31, 35, 73, 81, 94, 101, 114, 139, 164, 172, 174, 176, 190, 194, 203, 218, 245, 247, 248, 260, 262, 263, 279, 296, 332, 337). Auch die Kombination mit anderen Techniken wie Z-Plastik nach Furlow oder Pharyngoplastik können dazu führen, daß die Operation den individuellen Erfordernissen zu genüge kommt (45, 130, 137, 173, 189, 210).

Die im Rahmen dieser Studie untersuchten Patienten die sich einer Velopharynxadhäsion unterzogen wurden in zwei Gruppen unterteilt. Der Grund dafür war der hohe Altersunterschied der in der Gruppe der Patienten mit Le Fort I Osteotomie so nicht bestand, da es sich hierbei durchweg um erwachsene Patienten handelte.

Diese Differenzierung ermöglicht eine Gegenüberstellung einiger Meßwerte, d.h. es stellt sich die Frage ob sich die zwei verschiedenen Altersklassen in Ihren Veränderungen durch den Eingriff, die mit Hilfe der Hochfrequenzvideokinematographie dargestellt werden können, unterscheiden.

Kein Unterschied besteht in der Funktionsfähigkeit des velopharyngealen Abschlusses, der bei allen Mitgliedern beider Gruppen postoperativ suffizient war.

In Abbildung 31 sind die unterschiedlichen Veränderungen durch die Velopharyngoplastik bei Kindern und Erwachsenen zu sehen. Eine gegensätzliche Entwicklung zeigt sich nur bezüglich der Velumlänge die bei den Erwachsenen zu- und bei den Kindern abnimmt. Eine mögliche Ursache für die unerwartete Ab-

nahme der Velumlänge bei den Kindern ist, daß in dieser Studie der Einfluß durch Wachstum nicht meßbar ist. Velumdicke und der Abstand der Velumspitze zur hinteren Rachenwand tendieren in denselben Größenordnungen, wenngleich die Distanzverringernng der velopharyngealen Lücke bei Kindern größer ist.

Bei einem Patienten dieser Arbeit aus der Gruppe „VPP Kind“ wurden in einem Zuge mit der Velopharyngoplastik auch die Tonsillen entfernt. Bei der Vermessung des Patienten ergaben sich im Vergleich zu den Kindern ohne Tonsillektomie keine Auffälligkeiten, Sprechen und Schlucken wurden nicht negativ beeinträchtigt. Die präoperative kinematographische Untersuchung gewährleistete dieses Ergebnis.

Shprintzen u. Mitarb. (1980) beobachteten eine Zunahme der Bewegung der seitlichen Rachenwände nach Velopharyngoplastik (265). In dieser Arbeit ergaben sich in beiden Patientengruppen keine Hinweise auf eine Veränderung der Beweglichkeit der seitlichen Rachenwände.

Als Komplikationen der Velopharyngoplastik, einer eigentlich unphysiologischen Operation, werden obstruktive Schlafapnoen, Hyponasalität und Hemmung des Mittelgesichtswachstums diskutiert (13, 100, 120, 124, 171, 235, 272, 303, 318).

## **VI. Zusammenfassung**

Die Oberkiefervorverlagerung nach Le Fort I birgt für Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten das Risiko eine postoperative velopharyngeale Insuffizienz zu entwickeln. Um diese Gefahr und auch das individuelle Potential zur Kompensation besser abschätzen zu können, ist ein präoperatives Screening nötig.

Die Hochfrequenzröntgenvideokinematographie zusammen mit einer sprechfunktionellen Analyse sind dafür bewährte und aussagekräftige Techniken.

Die Ergebnisse dieser Arbeit basieren auf der Auswertung von hochfrequenzröntgenvideokinematographisch gewonnenen Bildmaterial. Die Auswertung der Morphologie wurde im wesentlichen nach den Vorschlägen einer internationalen Arbeitsgruppe um Golding-Kushner durchgeführt.

Untersucht wurden prospektiv 20 Patienten die entweder mit einer Velopharyngoplastik oder einer Le Fort I Osteotomie versorgt wurden.

Bei der Operationsplanung der Le Fort I Osteotomie wurde der Betrag der Oberkiefervorverlagerung besonders berücksichtigt. Wäre für ein optimales Ergebnis eine Vorverlagerung von mehr als 7mm nötig gewesen so wurde statt dessen die sagittale Diskrepanz durch eine gleichzeitige Spaltung des Unterkiefers und seine Versetzung nach dorsal korrigiert.

Weiterhin von Bedeutung für das Operationsergebnis ist eine Beurteilung der Mobilität des Velums, das Vorhandensein eines Passavantschen Wulstes und die verbleibende Restlücke durch den Chirurgen mittels der Hochfrequenzröntgenvideokinematographie.

Keiner der Patienten die sich einer Oberkiefervorverlagerung unterzogen hatten entwickelte postoperativ eine velopharyngeale Insuffizienz. Das präoperative Screening sicherte dieses Behandlungsergebnis.

Eine Zunahme der Velumlänge bei gleichzeitiger Abnahme der Dicke, eine verbesserte Velumbeweglichkeit und eine kleinere velopharyngeale Lücke sind die in dieser Arbeit gefundenen Kompensationsmechanismen die so bereits in anderen Studien beschrieben wurden.

Für den Passavantschen Wulst konnte nachgewiesen werden, daß er im Gegensatz zu der in Literatur beschriebenen Häufigkeit von ca 30 % hier in bis zu 100 % der Fälle als konstante anatomische Struktur auftrat.

Bei den Patienten die mit einer Velopharyngoplastik versorgt wurden zeigten sich entsprechend den in anderen Arbeiten gefundene Veränderungen. Die velopharyngeale Lücke wurde kleiner, das Velum lag postoperativ höher und der Passavantsche Wulst steigerte seine Aktivität.

Die Hochfrequenzröntgenvideokinematographie ermöglicht eine Individualisierung der Vorgehensweise im Falle einer anstehenden sprechverbessernden Operation. Die Häufigkeit von durch Nichtbeachtung individueller Gegebenheiten entstandener Mißerfolge läßt sich so reduzieren

Die durch die Hochfrequenzvideokinematographie erfaßbaren Auswirkungen des Eingriffes zeigen bei allen 10 Patienten ein positives Ergebnis. Auch die parallele Tonsillektomie bei einem Patienten hatte dadurch keine negativen Auswirkungen auf das Operationsergebnis.

Da es sich bei der Velopharyngoplastik eigentlich um einen Eingriff handelt der unphysiologische anatomische Verhältnisse schafft, sollte das Bestreben neue Operationsmethoden zu entwickeln auch darauf abzielen diesen Eingriff physiologischer zu gestalten. Denkbar wäre hierbei das Augenmerk mehr auf eine Rekonstruktion des velopharyngealen Sphinkters und eine Verbesserung der Beweglichkeit der seitlichen Rachenwände zu richten.

## VII. Literaturverzeichnis

- 1 Ainoda, N, Okazaki, K: Results of Systematic Speech Sound Monitoring in Children with Cleft Palate; *Folia Phoniatr Logop*; 48; (1996); 86-91
- 2 Alberty, EH, Bennett, JA, Pigott, RW, Simmons, RM: The results of 100 operations for velopharyngeal incompetence – selected on the findings of endoscopic and radiological examination; *Br J Plast Surg*; 35; (1982); 118-126
- 3 Andrä, A, Heerdt, I: Die Velo Pharyngo Plastik als sprachverbessernde Operation bei Spaltbildungen im Kiefer Gesichts Bereich; *Dtsch Stomat*; 17; (1967); 908-915
- 4 Andrä, A.; Lippen-Kiefer-Gaumenspalten: Ätiologie, Morphologie, Klinik, komplexe Rehabilitation; J.A. Barth Leipzig; 1989
- 5 Andrä, A: Über Morphologie und Funktion des operierten Velums bei Lippen Kiefer Gaumenspalten; *Dtsch Stomat*; 17; (1967); 778-784
- 6 Andrä, A: Zur Indikation von primärer und sekundärer Velopharyngoplastik; *StomatolDDR*; 31; (1981); 95-100
- 7 Ardran, GM, Kemp, FH: The mechanism of swallowing; *Proc Roy Soc Med*; 44; (1951); 1038
- 8 Argamaso, RV, Shprintzen, RJ, Strauch, B, Lewin, ML, Daniller, AI, Ship, AG, Croft, ChB: The role of lateral pharyngeal wall movement in pharyngeal flap surgery; *Plast Reconstr Surg*; 66; (1980); 214-219
- 9 Arnold, GE: Die Sprache und ihre Störungen; *Lehrbuch der Stimm und Sprachheilkunde*, 2 Teil, Springer Verlag, Wien; (1970);
- 10 Ashley, FL, Sloan, RF, Hahn, E, Hanafee, W, Miethke, J: Cinefluorographic study of palatal incompetency cases during deglutition and phonation; *Plast Reconstr Surg*; 28; (1961); 347-364
- 11 Ashley, F.L., Sloan, R.F., Hahn, E., Hanafee, W.; Cinefluorographic studies of deglutition and phonation; *Am J Surg.*; 100; (1960); 864-868
- 12 Astley, R: The movement of the lateral walls of the nasopharynx: A cineradiographic study; *Brit J Radiol*; 29; (1956); 325-328
- 13 Barot, LR, Cohen, MA, LaRoassa, D: Surgical indications and techniques for posterior pharyngeal flap revision; *Ann Plast Surg*; 16; (1986); 527-531
- 14 Barr, LL, Hayden, CK, Hill, LC, Swischuk, LE: Radiographic evaluation of velopharyngeal incompetence in childhood; *Am J Roentgenol*; 153; (1989); 811-814
- 15 Bauer, H: Klinik der Sprachstörungen; in Biesalsky, P: *Phoniatrie und Pädaudiologie*; Thieme Verlag, Stuttgart; ; (1973); 104-164
- 16 Bell-Berti, F: The velopharyngeal mechanism: a electromyographic study; *Haskins Labs, Status report on Speech research, Suppl*; ; (1973);
- 17 Bell, R, Kiyak, A, Joondeph, DR, McNeill, RW, Wallen, TR: Perceptions of facial profile and their influence on the decision to undergo orthognathic surgery; *Am J Orthod*; 88; (1985); 323-332
- 18 Bell, WH, Fonseca, R, Kennedy, JW, Levy, BM: Bone healing and revascularisation after total maxillary osteotomy; *J Oral Surg*; 33; (1975); 253-260



- 19 Bell, WH, McBride, KL: Correction of the long face syndrome by Le Fort I osteotomy; *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*; 44; (1977); 493-520
- 20 Bell, WH: Le Fort I osteotomy for correction of maxillary deformities; *J Oral Surg*; 33; (1975); 412-426
- 21 Berry, QC, Rood, SR, Schram jr, VL: Pharyngeal wall motion in prosthetically managed cleft palate adults; *Cleft Palate J*; 20; (1983); 7-17
- 22 Bishop, S: Radiographic investigation of palatal incompetence; *Radiography*; 50; (1984); 239-243
- 23 Björk, L, Nylen, B: Cineradiography with synchronized sound spectrum and analysis; *Plast Reconstr Surg*; 27; (1961); 397-412
- 24 Blackfield, H.M., Owsley, J.Q., Miller, E.R.: Cinefluorographic analysis of the surgical treatment of cleft palate. *Plast Reconstr Surg*; 31; (1963); 542-53
- 25 Blackfield, HM, Miller, ER, Owsley, JQ, Lawson, LI: Comparative evaluation of diagnostic techniques in patients with cleft palate speech; *Plast Reconstr Surg*; 29; (1961); 153-158
- 26 Blocksma, R.: Correction of velopharyngeal insufficiency by silastic pharyngeal implant. *Plast Reconstr Surg*; 31; (1963); 268-73
- 27 Boormann, GJ, Sommerland, BC: Levator palati and palatal dimples: their anatomy, relationship and clinical significance; *Br J Plast Surg*; 38; (1985); 326-332
- 28 Bosma, JF, Fletcher, SG: The upper pharynx: A review Part II: Physiology; *Ann Otol*; 71; (1962); 134
- 29 Bosma, JF, Donner, MW, Tanaka, E, Robertson, D: Anatomy of the pharynx; *Dysphagia*; 1; (1986); 23-33
- 30 Bralley, RC, Schoeny, ZG: Effects of maxillary advancement on speech of a sub mucosal cleft palate patient; *Cleft Palate J*; 14; (1977); 98-101
- 31 Broadbent, TR, Swinyard, CA: The dynamic pharyngeal flap; *Plast Reconstr Surg*; 23; (1979); 301-312
- 32 Broomhead, IW: The nerve supply of the soft palate; *Br J Plast Surg*; 10; (1952); 81-88
- 33 Brühlmann, WF: Die röntgenkinematographische Untersuchung von Störungen des Schlußaktes; Hans Huber Verlag; 60; (1985)
- 34 Byrne, M.C., Shelton, R.L., William, M.D.: Articulatory skill, physical management, and classification of children with cleft palates; *J Speech Hear Dis*; 26; (1961); 326-333
- 35 Bzoch, KF: Variations in velopharyngeal valving: The factor of vowel changes; *Cleft Palate J*; 5; (1968); 211-218
- 36 Calnan, J: Diagnosis, prognosis, and treatment of palatopharyngeal incompetence with special reference to radiographic investigations; *Br J Plast Surg*; 8; (1955); 265-282
- 37 Calnan, J: Modern views on passavant's ridge; *Br J Plast Surg*; 10; (1957); 89-113
- 38 Calnan, J: Movements of the soft palate ; *Br J Plast Surg*; 5; (1953); 286-296
- 39 Calnan, J: Submucous cleft lip; *Br J Plast Surg*; 6; (1954); 264-282
- 40 Calnan, J: The mobility of the soft palate: A radiological and statistical study; *Br J Plast Surg*; (1959); 33-38
- 41 Carney, P, Morris, HL: Structural correlates of nasality; *Cleft Palate J*; 7; (1970); 307-321
- 42 Carney, P.J., Sherman, D.; Severity of nasality in three selected speech tasks; *J Speech Hear Res*; 14; (1971); 396-407
- 43 Carrell, J: A cineradiographic technique for the study of velopharyngeal closure; *J Speech Hear Dis*; 17; (1952); 224-225
- 44 Chase, RA.: An objective evaluation of palatopharyngeal competence; *Plast Reconstr Surg*; 26; (1966); 23-38
- 45 Chen, PhK T, Wu, JTH, Chen, Y R, Noordhoff, MS : Correction of secondary velopharyngeal

- insufficiency in cleft palate patients with the furrow palatoplasty; *Plast Reconstr Surg*; 94; (1994); 933-943
- 46 Coffey, JP, Hamilton, D, Fitzsimons, M, Freyne, PJ: Image processing of videofluoroscopy of patients with velopharyngeal insufficiency and hypernasal speech; *Clin Radiology*; 48; (1993); 260-263
- 47 Cohn, ER, Rood, SR, McWilliams, BJ, Skolnick, ML, Abdelmalek, LR: Barium sulphate coating of the nasopharynx in lateral view videofluoroscopy; *Cleft Palate J*; 21; (1984); 7-17
- 48 Coninck, Ade, Vanwijck, R, Cateux, N: Etiological and genetic factors in cleft lip and palate; in Kriens, O (ed): *What is a cleft lip and palate? A multidisciplinary update*; Thieme, Stuttgart New York; 53; (1989)
- 49 Conley, SF, Gosain, AK, Marks, SM, Larson, DL: Identification and Assessment of Velopharyngeal Inadequacy; *Am J Otolaryngol*; 18; (1997); 38-46
- 50 Converse, JM, Wood Smith, D, Coccaro, PJ: Surgical positioning of the maxilla (Georgiade, N.G(ed)); Presented at: Symposium on management of cleft lip and palate and associated deformities, St Louis, CV Mosby; ; (1974); 228-237
- 51 Cooper, HK, Hoffmann, FA: The application of cineradiography with image intensification in the field of plastic surgery, dentistry and speech; *Plast Reconstr Surg*; 16; (1955); 135
- 52 Cox, JB, Silverstein, B: Experience with the posterior pharyngeal flap for correction of the velopharyngeal insufficiency; *Plast Reconstr Surg*; 27; (1961); 40-48
- 53 Croft, CB, Shprintzen, RJ, Rakoff, S: Patterns of velopharyngeal valving in normal and cleft palate subjects: a multi view videofluoroscopic and nasendoscopic study; *Laryngoscope*; 91; (1981); 265-271
- 54 Dalston, RM, Warren, DW, Smith, LR: The aerodynamic characteristics of speech produced by normal speakers and cleft palate speakers with adequate velopharyngeal function; *Cleft Palate J*; 27; (1990); 393-401
- 55 Dalston, RM, Warren, DW: The diagnosis of velopharyngeal inadequacy; *Clin Plast Surg*; 12; (1985); 686-695
- 56 Denmark, van DR, Hardin, MA: Longitudinal evaluation of articulation and velopharyngeal competence of patients with pharyngeal flaps; *Cleft Palate J*; 22; (1985); 163-173
- 57 Denmark, van DR: Diagnostic Value of Articulation Tests with Individuals Having Clefts; *Folia Phoniater Logop*; 49; (1997); 147-157
- 58 DesPrez, J.D., Kiehn, C.L.; Surgical positioning of the maxilla; Georgiade, N.G.(ed.): Symposium on management of cleft lip and palate and associated deformities, Chapter XXXVIII, C.V. Mosby Company, St. Louis; (1974); 222
- 59 Dickson, DR: Anatomy of the normal velopharyngeal mechanism; *Clin Plast Surg*; 2; (1975); 235-247
- 60 Dickson, DR: Normal and cleft palate anatomy; *Cleft Palate J*; 9; (1972); 280-293
- 61 Dorrance, G.M.: Lengthening the soft palate in cleft palate operations. *Ann Surg*; 82; (1925); 208-211
- 62 Dorrance, G.M., Bransfield, J.W.: The push-back-operation for repair of cleft palate. *Plast Surg Baltimore*; 1; (1946); 145
- 63 Dorrance, G.M.: The operative story of cleft palate. Philadelphia, W.B Saunders; (1933)
- 64 Doubek, F: Die Prüfung der Sprachfunktion bei Gauumenspaltopoperationen; *Fortschr Kiefer Gesichtschir*; 2; (1955); 104-111
- 65 Drommer, R, Luhr, H G: The stabilization of osteomized maxillary segments with Luhr miniplates in secondary cleft surgery; *J Maxillofac Surg*; 9; (1981); 166-169
- 66 Drommer, RB: The history of the Le Fort I osteotomy; *J Maxillofac Surg*; 14; (1986); 119-121
- 67 Eckstein, H.: Über subcutane und submucöse Hartparaffinprothesen. *Berl. Klein Wschr*; 38; (1902); 315-6

- 68 Edgerton, M.: The island flap push-back and the suspensory pharyngeal flap in surgical treatment of the cleft palate patient. *Plast Reconstr Surg*; 36; (1965); 591-602
- 69 Engelke, W, Schönle, P: Elektromagnetische Artikulographie: Eine neue Methode zur Untersuchung von Bewegungsfunktionen des Gaumensegels; *Folia Phoniatr Logop*; 43; (1991); 147-152
- 70 Engelke, W: Die videoendoskopische Diagnostik velopharyngealer Verschlussmuster; *Sprache Stimme Gehör*; 14; (1990); 153
- 71 Engelke, W: Videoendoskopische Untersuchungen des velopharyngealen Sphinkters bei Gesunden und bei Gaumenspaltpatienten; *Dtsch Z Mund Kiefer GesichtsChir*; 18; (1994); 190-195
- 72 Epker, BN, Wolford, LM: Middle third facial osteotomies: Their use in the correction of congenital dentofacial and craniofacial deformities; *Plast Reconstr Surg*; 44; (1976); 1-8
- 73 Epker, BN, Wu, J: The modified superior based pharyngeal flap/ Part 1 Surgical technique; *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*; 70; (1990); 247-250
- 74 Ernst, F.: Zur Frage der Gaumenplastik. *Zbl Chir*; 52; (1925); 464-470
- 75 Eufinger, H, Bremerich, A, Eggeling, V, Gellrich, NC: Speech Results and Velopharyngeal Morphology following 151 Cranially Based Velopharyngoplasties; *Folia Phoniatr Logop*; 47; (1995); 193-198
- 76 Eufinger, H, Eggeling, V: Should velopharyngoplasty and tonsillectomy in cleft palate child be performed simultaneously?; *J Oral Maxillofac Surg*; 52; (1994); 927-930
- 77 Fauchard, P.: *Le chirurgien dentiste, ou traite des dents. Tome 2*; Mariette, Paris; (1728); 257-93
- 78 Finkelstein, Y, Bar Ziv, J, Nachmani, A, Berger, G, Ophir, D: Peritonsillar abscess as a cause of transient velopharyngeal insufficiency; *Cleft Palate Craniofac J*; 30; (1993); 421-428
- 79 Finkelstein, Y, Shifman, A, Nachmani, A, Ophir, D: Prosthetic management of velopharyngeal insufficiency induced by uvulopalatopharyngoplasty; *Otolaryngol Head Neck Surg*; 113; (1995); 611-616
- 80 Finkelstein, Y, Talmi, YP, Nachmani, A, Hauben, DJ, Zokar, Y: On the variability of velopharyngeal valve anatomy and function: A combined peroral and nasendoscopic study; *Plast Reconstr Surg*; 89; (1992); 631-639
- 81 Fischer Brandies, E, E, Nejedlo, I: A modification of the Sanvenero rosseli velopharyngoplasty; *J Craniomaxillofac Surg*; 21; (1993); 19-21
- 82 Flowers, CR, Morris, HL: Oral pharyngeal movements during swallowing and speech; *Cleft Palate J*; 10; (1973); 181-191
- 83 Fogh Andersen, P: Recent statistics of facial clefts frequency, heredity, mortality; *Internat Symp, Huber, Bern*; (1964); 44
- 84 Fogh-Andersen, P: Genetic and non genetic factors in the etiology of facial clefts; *Scand J Plast Reconstr Hand Surg*; 1; (1967); 22-29
- 85 Fogh-Andersen, P: Incidence of cleft lip and palate: Constant or increasing; *Acta Chir Scan*; 122; (1961); 106-111
- 86 Folkins, JW: Velopharyngeal nomenclature: Incompetence, inadequacy, insufficiency, and dysfunction; *Cleft palate J*; 25; (1988); 413-417
- 87 Franco, P.: *Levre fendu de nativite*; Payan, Lyon; (1556);
- 88 Fritzell, B: Palatal function; Hinchliffe, H: *Scientific foundation of otolaryngology*, Heine-mann, London; (1976)
- 89 Fritzell, B: The velopharyngeal muscles in speech: An electromyographic study; *Acta Otolaryngologica; Suppl 250*; (1969); 1-81
- 90 Fujimuura, O: Modern methods of investigation in speech production; *Phonetica*; 37; (1980); 38-54

- 91 Gabka, J: Hasenscharten und Wolfsrachen; de Gruyter, Berlin; 2Auflage; (1964)
- 92 Gabka, J: Zur Ätiologie der LKG Spalten; Fortschr Kiefer GesichtsChir; 1; (1955); 9-15
- 93 Gaza, V.W.: Über freie Fettgewebstransplantation in den retropharyngealen Raum bei Gaumenspalten. Arch klein Chir; 142; (1926); 590-598
- 94 Georgantopoulou, AA, Thatte, MR, Razell, RE, Watson, ACH: The effect of sphincter pharyngoplasty on the range of velar movement; Br J of Pl Surg; 49; (1996); 358-362
- 95 Gereau, SA, Shprintzen, RJ: The role of adenoids in the developement of normal speech following palate repaire; Laryngoscope; 98; (1988); 299-302
- 96 Girgis, I.H.: Blood supply of the uvula and ist surgical importance. J Laryngol Otol; 80; (1966); 397-402
- 97 Glaser, ER, Skolnick, ML, McWilliams, BJ, Shprintzen, RJ: The dynamics of Passavants Ridge in subjects with and without velopharyngeal insufficiency: A multiview videofluoroscopic study; Cleft Palate J; 16; (1979); 24-33
- 98 Golding Kushner, KJ: Standardization for the reporting of nasopharyngoscopy and multiview videofluoroscopy : A report from an international reporting group; Cleft Palate J; 27; (1990); 337-349
- 99 Graefe, C. F. v.: Die Gaumennaht, ein neu entdecktes Mittel gegen angeborene Fehler der Sprache. J Chir Augenheilk; 1; (1820); 1-54
- 100 Graham, WP, Hamilton, R, Randall, P, Winchester, R, Stool, S: Complications following posterior pharyngeal flap surgery; Presented at: 29<sup>th</sup> annual meeting of the American Cleft Palate Assosiation, Pittsburgh; ; (1971); 176-180
- 101 Graivier, MH, Cohen, SR, Kawamoto, HK, Formwiller, S: A new operation for velopharyngeal insufficiency: The palatoglossus myomucosal pharyngoplasty; Plast Reconstr Surg; 90; (1972); 707-710
- 102 Gray, GH, Jones, HW: Experience with the posterior pharyngeal flap in repair of the Cleft palate; American J Surg; 95; (1958); 304-308
- 103 Grimm, G., Suttner, J.: Evaluation of speech after velopharyngoplasty.; Stomatol DDR; 31; (1981); 846-50
- 104 Guerini, V.: Demonstration über einen künstlichen weichen Gaumen. Österr Ungar Vierteljahrsschr Zahnheilk; 10; (1894); 166-167
- 105 Gutzmann, H: Die Aufgaben des Stimm und Spracharztes bei der Behandlung von Gaumenspalten vor und nach der Operation; Fortschr Kiefer GesichtsChir; IV; (1958); 173-181
- 106 Hagerty, R., Hoffmeister, F.S.; Velo-pharyngeal closure; an index of speech; Plast Reconstr Surg; 43; (1954); 290-298
- 107 Hagerty, R.F., Hill, M.J.: Cartilage pharyngoplasty in cleft palate patient. Surg Gynec Obstet; 112; (1961); 350-356
- 108 Hannig, Ch: Radiologische Funktionsdiagnostik des Pharynx und des Ösophagus; Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York; ; (1995)
- 109 Harding, A., Grunwell, P.; Characteristics of cleft palate speech; Eu J Dis Communications; 31; (1996); 331-357
- 110 Härle, F, Lamcke, I: Historischer Abriß der Sprachverbesserung durch Obturatoren und Operationen bei Gaumenspalten; Fortschr Kieferorth; 55; (1994); 141-151
- 111 Härtel, J, Dieckmann, O, Gundlach, KKH: Spätergebnisse nach Velopharyngoplastik Datenvergleich der zwei Spaltzentren Hamburg und Rostock; Fortschr Kieferorth; 55; (1994); 186-190
- 112 Hausamen, JE, Brachvogel, P: Die Oberkieferosteotomie in der Le Fort I Ebene, ein weiteres Indikationsspektrum zur Korrektur verschiedener skelettaler Dysgnathien; Fortschr Kieferorth; 52; (1991); 8-14
- 113 Hausamen, JE, Tränkmann, J: Planung und Durchführung einer kombinierten kieferorthopä-

- disch chirurgischen Behandlung in Spätfällen von LKG Spalten; Fortschr Kieferorth; 47; (1986); 547
- 114 Heiner, H., Schumann, D., Erler, U.: Endoscopy and electromyography in the evaluation of the velopharyngeal function in the cleft patient. Stomatol DDR; 31; (1981); 819-27
- 115 Hemprich, A: Nasoendoskopie eine Methode zur Planung und Analyse des Erfolges der Velopharyngoplastik; Dtsch Z Mund Kiefer GesichtsChir; 16; (1992); 158-160
- 116 Hemprich, A.: Untersuchungen zur objektiven Beurteilung der velopharyngealen Insuffizienz mit Hilfe von Nasoendoskopie und Frequenzanalyse. Habil.-Schr. Med.Fak. Rheinisch-Westfälische Universität Münster; (1989)
- 117 Hennigsson, GE, Iseberg, AM: Velopharyngeal movement patterns in patients alternating between oral and glottal articulation: A clinical and cineradiographical study; Cleft Palate J; 23; (1985); 1-9
- 118 Herfert, O.; Zur Technik der Pharynxplastik; Fortschr Mund Kiefer GesichtsChir; Bd.I; (1955); 82-83
- 119 Hill, M.J., Hagerty, R.F.; Speech following pharyngoplasty in postoperative cleft palate subjects; J Speech Hear Dis; 5; (1962); 179-184
- 120 Hirschberg, J, Rehak, G: Flap Surgery: Experience with 1030 Operations and Cephalometric Investigation; Folia Phoniater Logop; 49; (1997); 201-208
- 121 Hirschberg, J: Velopharyngeal insufficiency; Folia Phoniater Logop; 38; (1986); 221-276
- 122 Hochban, W, Lachner, J, Brandenburg U: Erste Ergebnisse nach gesichtsskelettverlagernden Eingriffen bei obstruktiver Schlafapnoe; Vortrag beim 41 Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Mund Kiefer GesichtsChir, Würzburg; (1991)
- 123 Hochban, W, Hallfeldt, U, Brandenburg, U : Die chirurgische Behandlung der obstruktiven Schlafapnoe durch gesichtsskelettverlagernde Eingriffe unter Berücksichtigung zephalometrischer Parameter; Pneumologie; 47, Suppl 1; (1993); 194-200
- 124 Hoffman, S.: Correction of lateral port stenosis following a pharyngeal flap operation. Cleft Palate J; 22; (1985); 51-5
- 125 Hogan, M.V.: A clarification of the surgical goals control in cleft palate speech and the introduction of the lateral port control pharyngeal flap. Cleft Palate J; 10; (1973); 331-345
- 126 Hoopes, JE, Dellon, AL, Fabrikant, JI, Edgerton, MT, Soliman, AH: Cineradiographic definition of functional anatomy and pathology of the velopharynx; Cleft Palate J; 7; (1970); 443-454
- 127 Horch, H.-H.; Die Behandlung von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten; Eine Informationsbroschüre aus dem Behandlungszentrum für Lippen-Kiefer-Gaumenspalten im Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München; (1995); 12-13
- 128 Horch, H H: Lippen-Kiefer-Gaumenspalten; in Praxis der Zahnheilkunde 10/II, Mund-Kiefer-GesichtsChirurgie II, H H Horch (Hrsg); Urban & Schwarzenberg: München Wien Baltimore; 3. Auflage (1998); 19-128
- 129 Horch, H.-H.; Lippen-Kiefer-Gaumenspalten; in: Schwenzer, N., Grimm, G. (Hrsg.): Zahn-, Mund-, Kiefer-Heilkunde, Bd.2: Spezielle Chirurgie; (1990) ; 3-85
- 130 Hudson ,DA, Grobbelaar, AO, Fernandes DB, Lentin, R: Treatment of Velopharyngeal Incompetence by the Furlow Z Plasty; Ann Plast Surg; 34; (1995); 23-26
- 131 Hynes, W.: Pharyngoplasty by muscle transplantation. Brit J Plast Surg; 3; (1951); 128-135
- 132 Isberg, A, Julin, I, Kraepelien, T, Henriksen, CO: Absorbed doses and energy imparted from radiographic examination of velopharyngeal function during speech; Cleft Palate J; 26; (1989); 105-109
- 133 Isberg, AM, Henningson, GE: Intraindividual change in the occurrence of Passavants Ridge due to the change in velopharyngeal sphinkter function: A videofluoroscopic study; Cleft Palate J; 27; (1990); 253-255
- 134 Isshiki, N Honjow, I, Morimoto, M: Cineradiographic analysis of movement of the lateral

- pharyngeal wall; *Plast Reconstr Surg*; 44; (1969); 357-363
- 135 Isshiki, N, Honjow, I, Morimoto, M: Effects of velopharyngeal incompetence upon speech; *Cleft Palate J*; 5; (1968); 297-310
- 136 Jackson, IT, McGlynn, MJ, Huuskie, CF: Velopharyngeal incompetence in the absence of cleft palate: results of treatment in 20 cases; *Plast Reconstr Surg*; 66; (1980); 211-213
- 137 James, NK, Twist, M, Turner, MM, Milward, TM: An audit of velopharyngeal incompetence treated by the Orticochea pharyngoplasty; *Br J Plast Surg*; 49; (1996); 197-201
- 138 Jarvis, BL, Trier, WC: The effect of intravelar veloplasty on velopharyngeal competence following pharyngeal flap surgery; *Cleft Palate J*; 25; (1988); 389-395
- 139 Johns, DF: The self lined superiorly based pull through velopharyngoplasty: Plastic surgery speech pathology interaction in the management of velopharyngeal insufficiency; *Plast Reconstr Surg*; 94; (1994); 436-445
- 140 Jörgensen, G: Humangenetische Aspekte angeborener Erkrankungen im HNO Bereich; *HNO*; 33; (1985); 241-254
- 141 Karnell, MP, Folkins, JW, Morris, HL: Relationship between the perception of nasalization and speech movements in speakers with cleft palate; *J Speech Hear Res*; 28; (1985); 63-72
- 142 Karnell, MP, Morris, HL: Multiview videoendoscopic evaluation of velopharyngeal physiology in 15 normal speakers; *Ann Otol Rhinol Laryngol*; 94; (1985); 361
- 143 Karnell, MP, Seaver, MP: Integrated endoscopic/photodetector evaluation of velopharyngeal function; *Cleft Palate Craniofac J*; 30; (1993); 337-342
- 144 Kent, R.D., Moll, K.L.; Cinefluorographic analyses of selected lingual consonants; *J Speech Hear Res*; 15; (1972); 453-473
- 145 Kent, R.D., Moll, K.L.; Tongue body articulation during vowel and diphthong gestures; *Folia Phoniatr.*; 24; (1972); 278-300
- 146 Kent, RD, Carney, PJ, Severeid, LR: Velar movement and timing: Evaluation of a model for binary control; *J Speech Hear Res*; 17; (1974); 470-488
- 147 Khitrov, FM, Ananian, SG, Bezrucov, V M: Surgical treatment of the residual velopharyngeal insufficiency following velopharyngealplasty; *Acta Chir Plast*; 28; (1996); 90-95
- 148 Kingsley, N.: Über alte und moderne Obturatoren. *Correspondenzbl Zahnärzte*; 7; (1878); 90-103 und 159-166
- 149 Kirkpatrick, JA, Olmstead, RW: Cinefluorographic study of pharyngeal function related to speech; *Radiology*; 73; (1959); 557
- 150 Kirkpatrick, J.A.: Cinefluorographic study of pharyngeal function related to speech. *Radiology*; 73; (1959); 557
- 151 Kirkpatrick, J.A.: Roentgen evaluation of velopharyngeal closure. *Cleft Palate J*; 1; (1964); 388-90
- 152 Kittel, G, Saller, K, Bussmann, H: Die kausale Problematik bei Spalten der Lippe, des Kiefers und des Gaumens; *Folia Phoniatr Logop*; 19; (1967); 259-280
- 153 Kogo, M, Hamaguchi, M, Matsuya, T: Observation of Velopharyngeal Closure Patterns Following Isolated Stimulation of Levator Veli Palatini and Pharyngeal Constrictor Muscles; *Cleft Palate Craniofac J*; 33; (1996); 273-276
- 154 Kriens, O., Bertzbach, P.; Oberkiefer-Modellanalyse bei Neugeborenen mit einseitiger Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte; *Fortschr.Kieferorthop.*; 47; (1986); 385-390
- 155 Kriens, OB: An anatomical approach to veloplasty; *Plast Reconstr Surg*; 43; (1969); 29-40
- 156 Kriens, OB: Anatomische Untersuchungen am gespaltenen weichen Gaumen; *Chir Plast*; 4; (1967); 14-32
- 157 Kriens, OB: Anatomy of the velopharyngeal area in cleft palate; *Clin Plast Surg*; 2; (1975); 261-282
- 158 Kriens, OB: Fundamental anatomic findings for an intravelar veloplasty; Presented at: 1969

- International Congress on Cleft Palate, Houston; ; (1969); 27-36
- 159 Krüger, E: Lehrbuch der chirurgischen Zahn , Mund und Kieferheilkunde; Quintessenzverlag, Berlin, Chicago, London, Sao Paolo, Tokio ; 7 Auflage; (1993); 223-276
- 160 Kuehn, DP: A cineradiographic investigation of velar movement variables in two normals; Cleft Palate J; 13; (1976); 88-103
- 161 Kummer, AW, Billmire, DA, Myer, ChM: Hypertrophic tonsils: The effect on resonance and velopharyngeal closure; Plast Reconstr Surg; 91; (1993); 608-611
- 162 Kummer, AW, Curtis, C, Wiggs, M, Lee, L, Strife, JL: Comparison of velopharyngeal gap size in patients with hypernasality, hypernasality and nasal emission or nasal turbulence (rustle) as the primary speech characteristic; Cleft Palate Craniofac J; 29; (1992); 152-155
- 163 Kummer, AW, Strife, JL, Grau, WH, Creaghead, NA, Lee, L: The effects of Le Fort I osteotomy with maxillary movement on articulation, resonance, and velopharyngeal function; Cleft Palate J; 26; (1989); 193-199
- 164 Kuo Ting Chen, P, Wu, J, Chen Y R, Noordhoff, MS: Correction of Secondary Velopharyngeal Insufficiency in Cleft Palate Patients with the Furlow Palatoplasty; Plast Reconstr Surg; 94; (1994); 933-943
- 165 Langenbeck, B.v.: Die Uranoplastik mittelst Ablösung des mucösperiostalen Überzuges. Arch Klein Chir; 2; (1862); 205-287
- 166 Langenbeck, B.v.: Operationen der angeborenen totalen Spaltungen des harten Gaumens nach einer neuen Methode. Dtsch Klein; 13; (1861); 231-232
- 167 Langenbeck, B.v.: Weitere Erfahrungen im Gebiet der Uranoplastik mittelst Ablösung des mucösperiostalen Gaumenüberzuges. Arch Klein Chir; 5; (1864); 1-170
- 168 Langmann, J: Med Embryologie; Thieme, Stuttgart New York; 2.Auflage; (1972)
- 169 Le Fort, R: Etude experimental sur les fractures de la machoire superieure; Rev Chir; 23; (1901); 208
- 170 Lentrodt, J, Pfeifer, G, Wulff, J: Indikation und Technik der Velopharyngoplastik bei 253 Patienten mit vor operierten Gaumenspalten unter Berücksichtigung der funktionellen Spätergebnisse; Fortschr Kiefer Gesichtschir; 16/17; (1973); 379-84
- 171 Lesavoy ,MA, Borud, LJ, Thorson, T, Riegelhuth, ME, Berkowitz, CD: Upper Airway Obstruction After Pharyngeal Flap Surgery; Ann Plast Surg; 36; (1996); 26-32
- 172 Levine, P A, Goode, RL: The lateral port control pharyngeal flap: a versatile approach to velopharyngeal insufficiency; Otolaryngol Head Neck Surg; 90; (1982); 310-314
- 173 Lindsey, WH, Davis, PT: Correction of Velopharyngeal Insufficiency with Furlow Palatoplasty; Arch Otolaryngol Head Neck Surg; 122; (1996); 881-884
- 174 Lu, P K: Modified surgical procedure for velopharyngeal closure in Adults: A preliminary report; J Oral Maxillofac Surg; 45; (1987); 556-559
- 175 Luschka, Hv: Der Schlundkopf des Menschen; Verlag der H Lauppschen Buchhandlung, Tübingen; (1968);
- 176 Maier, H, Zöller, J: Kombination von Velopharyngoplastik und Wangenschleimhauttranspositions-lappen zur primären Rekonstruktion des weichen Gaumens; HNO; 40; (1996); 306-309
- 177 Marsh, JL, Wray, RC: Speech prosthesis versus pharyngeal flap: A randomized evaluation of the management of velopharyngeal insufficiency; Plast Reconstr Surg; 65; (1980); 592-594
- 178 Martin, C.: De la prothese immediate. Masson, Paris; (1889); 383-434;
- 179 Mason, R, Turvey, TR, Warren DW: Speech considerations with maxillary advancement procedures; J Oral Surg; 38; (1980); 752-758
- 180 Massengill, R, Bryson, Jr, Bryson, M: A study of velopharyngeal function as related to perceived nasality of vowels, utilizing a cine fluorographic television monitor; Folia Phoniat Logop; 19; (1967); 45-52
- 181 Massengill, R.N., Georgiade, N.: Results obtained from utilizing the new anteriorly superiorly

- based pharyngeal flap. *Cleft Palate J*; 11; (1974); 333-42
- 182 Matsuya, T, Miyazaki, T, Yamaoka, M: Fibroscopic examination of velopharyngeal closure in normal individuals; *Cleft Palate J*; 11; (1974); 286-291
- 183 Matsuya, T, Miyazaki, T, Yamaoka, M: Fibroscopic methods for assessment of velopharyngeal closure during various activities; *Cleft Palate J*; 2; (1975); 107-114
- 184 Matsuya, T, Yamaoka, M, Miyasaki, T: A fibroscopic study of velopharyngeal closure in patients with operated cleft palates; *Plast Reconstr Surg*; 63; (1979); 497-500
- 185 Mazaheri, M, Athanashiou, AE, Long, RE: Comparison of velopharyngeal growth patterns between cleft lip and/or palate patients requiring or not requiring pharyngeal flap surgery; *Cleft Palate Craniofac J*; 31; (1994); 452-460
- 186 McCarthy, JG, Coccaro, PJ, Schwartz, MD: Velopharyngeal function following maxillary advancement; *Plast Reconstr Surg*; 64; (1979); 180-189
- 187 McWilliams, BJ, Glaser, ER, Philips, BJ, Lawrence, C, Lavorato, AS, Beery, QC, Skolnick, ML: A comparative study of four methods of evaluating velopharyngeal adequacy; *Plast Reconstr Surg*; 68; (1981); 1-9
- 188 McWilliams, BJ, Morris, HL, Shelton, RL: *Cleft palate speech*; BC Decker, Philadelphia; (1984)
- 189 McWilliams, BJ, Randall, P, LaRossa, D, Cohen, S, Yu, J, Cohen, M, Solot, C: Speech Characteristics Associated with the Furlow Palatoplasty as Compared with Other Surgical Techniques; *Plast Reconstr Surg*; 98; (1996); 610-621
- 190 Mendoza, M, Molina, F, Azzolini, C, Rivera, AY: Minimal Incision Palatopharyngoplasty; *Scand J Plast Reconstr Hand Surg*; 28; (1994); 199-205
- 191 Millard, RT: The role of cineradiography with image amplification for evaluation of post operative cleft palate cases; *Acta Oto Rhino Laryngologica Ibero Americana*; 8; (1957); 225
- 192 Minami, RT, Kaplan, EN, Wu, G, Jobe, RP: Velopharyngeal incompetence without overt cleft palate; *Plast Reconstr Surg*; 55; (1975); 573-587
- 193 Miyazaki, T, Matsuya, T, Yamaoka, M: Fibroscopic methods for assessment of velopharyngeal closure during various activities; *Cleft Palate J*; 12; (1975); 107-114
- 194 Moll, K L, Huffman, WC, Lierle, DM, Smith, JK: Factores relatet to the success of pharyngeal flap procedures; *Plast Reconstr Surg*; 32; (1963); 581-588
- 195 Moll, KL: A cinefluorographic study of velopharyngeal function in normals during various activities; *Cleft Palate J*; 2; (1965); 112-121
- 196 Moll, KL: Cinefluorographic techniques in speech research; *J Speech Hear Dis*; 3; (1960); 227
- 197 Moll, KL: Cineradiography in research and clinical studies of the velopharyngeal mechanism; *Cleft Palate J*; 1; (1964); 391-7
- 198 Moran, RE: The pharyngeal flap operation as a speech aid; *Plast Reconstr Surg*; 7; (1951); 202
- 199 Morris HL, Miller Wroblewski, SK, Brown, C, Van Demark, RD: Velar pharyngeal status in cleft palate patients with expected adenoidal involution; *Ann Otol Rhinol Laryngol*; 99; (1990); 432-437
- 200 Morris, H.L., Spriestersbach, D.C.: The pharyngeal flap as a speech mechanism. *Plast Reconstr Surg*; 39; (1967); 66-70
- 201 Morris, HL, Bardach, J, Jones, D, Christiansen, JL, Gray, SD: Clinical Results of Pharyngeal Flap Surgery : The Iowa Experience; *Plast Reconstr Surg*; 95; (1995); 652-662
- 202 Müller Planitz, E, Koberg, W, Schettler, D: Ergebnisse der sprachverbessernden Operationen in Westdeutschen Kieferkliniken; *Fortschr Kiefer GesichtsChir*; 16/17; (1973); 385-388
- 203 Nakakita, N, Maeda, K, Ojimi, H, Utsugi, R, Maekawa, J: The modified buccal musculomucosal flap methode for cleft palate surgery; *Plast Reconstr Surg*; 88; (1991); 421-426
- 204 Neely, Mc Williams, B.J., Bradley, D.P.: A rating scale for evaluation of videotape recorded x-ray studies. *Cleft Palate J*; 1; (1964); 88-94



- 205 Nishio, J, Matsuya, T, Machida, J, Miyazaki, T: The motor nerve supply of the velopharyngeal muscles; *Cleft Palate J*; 13; (1976); 20-30
- 206 Obwegeser, HL: Grundsätzliches zur Korrekturplanung von Kiefer und Gesichtsanomalien aus chirurgischer Sicht; *Fortschr Kiefer GesichtsChir*; 26; (1981); 9-12
- 207 Obwegeser, HL: Surgical correction of small or retrodisplaced maxilla: The „dish face“ deformity; *Plast Reconstr Surg*; 43; (1969); 351-365
- 208 Okazaki, K, Kato, M, Onizuka, T: Palate Morphology in children with cleft palate with palatalized articulation; *Ann Plast Surg*; 26; (1991); 156-163
- 209 Okazaki, K, Satoh, K, Kato, M, Iwanami, M, Ohokubo, F, Kobayashi, K: Speech and velopharyngeal function following maxillary advancement in patients with cleft lip and palate; *Ann Plast Surg*; 30; (1993); 304-311
- 210 Orticochea, M.; Construction of adynamic muscle sphincter in cleft palates; *Plast.Reconstr.Surgery*; 41; (1968); 323-327
- 211 Ortiz Monasterio: A study of untreated adult cleft palate patients; *Plast Reconstr Surg*; 38; (1966); 36-41
- 212 Owsley, JQ, Blackfield, HM: The technique and complications of pharyngeal flap surgery; *Plast Reconstr Surg*; 35; (1965); 531-538
- 213 Owsley, JQ, Lawson, LI, Miller, ER, Blackfield, HM: Experience with the high attached pharyngeal flap; *Plast Reconstr Surg*; 38; (1966); 232-242
- 214 Papp, Ch, Maurer, H, Wilfingseder, P: Klinisch anatomische Untersuchungen zur Veloplastik; *Verh Anat Ges*; 73; (1979); 247-254
- 215 Pare, A.: Dix livres de la chirurgie. Royer, Paris; (1564); 211
- 216 Passavant G.: Über die Verschließung des Schlundes beim Sprechen. *Virchows Archiv*; 46; (1869); 1-31
- 217 Passavant, G: Über die Beseitigung der näselnden Sprache bei angeborenen Spalten des harten Gaumens (Gaumensegel Schlundnaht und Rücklagerung des Gaumensegels); *Arch Klein Chir*; 6; (1865); 333-49
- 218 Peat, BG, Albery, EH, Jones, K, Pigott, RW: Tailoring velopharyngeal surgery: the influence of etiology and type of operation; *Plast Reconstr Surg*; 93; (1994); 948-953
- 219 Peterson, S.J.; Nasal emission as a component of the misarticulation of sibilants and affricates; *J Speech Hear Dis*; 40; (1975); 106-114
- 220 Petzel, J.-R., Kreidler J., Haase, S.; Ergebnisse kombinierter Osteotomien im Ober- und im Unterkiefer; *Fortschr-Kiefer-GesichtsChir.*; (1981); 26; 130-136
- 221 Pfeifer, G.; Lipen-, Kiefer-, Gaumenspalten: chirurgische, otologische und sprachliche Behandlung; E.Reinhardt Verlag, München, (1981)
- 222 Pfeifer, G: Die relativen Maßverhältnisse des wachsenden Gesichtes im Hinblick auf die zeitliche Indikation zu operativen Eingriffen; *Fortschr Kiefer GesichtsChir*; 4; (1958); 67
- 223 Pigott, R.W.; The nasendoscopic appearance of the normal palato-pharyngeal valve; *Plast Reconstr Surg*; 43; (1969); 19-24
- 224 Pigott, RW, Bensen, JF, White, MA: Nasendoscopy in the diagnosis of velopharyngeal incompetence; *Plast Reconstr Surg*; 43; (1969); 141-147
- 225 Pigott, RW, Makepeace, AP: Some characteristics of endoscopic and radiological systems used in elaboration of the diagnosis of velopharyngeal incompetence; *Br J Plast Surg*; 35; (1982); 19-32
- 226 Pigott, RW: The nasendoscopic appearance of the normal palatopharyngeal valve; *Plast Reconstr Surg*; 43; (1969); 19-24
- 227 Posnick, JC, Tompson, B: Modification of the maxillary Le Fort I osteotomy in cleft orthognathic surgery: The bilateral cleft lip and palate deformity; *J Oral Maxillofac Surg*; 51; (1993); 2-11

- 228 Posnick, JC, Tompson, B: Modification of the maxillary Le Fort I osteotomy in cleft orthognathic surgery : The unilateral cleft lip and palate deformity ; J Oral Maxillofac Surg; 50; (1992); 666-675
- 229 Potsaid, MS: Cineradiography; N Engl J Med; 264; (1961); 178-184
- 230 Powers, GR: Cinefluorographic investigation of articulatory movements of selected individuals with cleft palates; J Speech Hearing Research; 5; (1962); 59-69
- 231 Pröschel, U, Wohlleben, U, Müssig, D, Eysholdt, U: Velopharyngealer Abschluss bei Jugendlichen nach Verschluss einer Lippen Kiefer Gaumen oder isolierten Gaumenspalte; LaryngoRhinoOtol; 73; (1994); 603-608
- 232 Pruzanski, S, Mason, R: The „stretch factor“ in soft palate; J Dent Res; 48; (1962); 972
- 233 Quattromani, FL, Benton, C, Cotton, RT: The Towne Projection for evaluation of the velopharyngeal sphinkter; Radiology; 125; (1977); 540-542
- 234 Ramamurthy, L, Wyatt, RA, Whitby, D, Martin, D, Davenport, P: The evaluation of velopharyngeal function using flexible nasendoscopy; J Laryngol Otol; 111; (1997); 739-745
- 235 Reil,B.; Krejci, M.; Rehrmann, A.; Reoperation des Velums versus Velopharynxplastik; Fortschr Kiefer Gesichtschirurgie; 21; (1976); 260-262;
- 236 Ren, Y F, Isberg, A, Henningsson, G: Interactive influence of a pharyngeal flap and adenoid on maxillofacial growth in cleft lip and palate patients; Cleft Palate Craniofac J; 30; (1993); 144-149
- 237 Ren, Y., Wang, H.: A modified palatopharyngeous flap operation and ist application in the correction of velopharyngeal incompetence. Plast Reconstr Surg; 91; (1993); 612-7
- 238 Rich, B M, Faber, K, Shprintzen, RJ: Nasopharyngoscopy in the treatmeant of palatopharyngeal insufficiency; Internat J Prosthodontics; 1; (1988); 248-251
- 239 Rohen, JW: Anatomie für Zahnmediziner; Schattauer Verlag; (1988); 172
- 240 Rose, E.: Gefährliche Spätfolgen von Paraffininjektionen. Beitr Klein Chir; 134; (1925); 244-263
- 241 Ross, R, Johnston, MC: Cleft lip and palate; Williams and Wilkins, Baltimore (1972);
- 242 Rubesin, SE, Jones, B, Donner, MW: Radiology of the adult soft palate; Dysphagia; 2; (1987); 8-17
- 243 Ruscello, DM, Tekieli, ME, Jakomis, T, Cook, L, von Sickles, J: The effects of orthognathic surgery on speech production; Am J Orthod; 9; (1986); 237-241
- 244 Sader, R, Horch, H H, Herzog, M, Zeilhofer, H F, Hannig, C, Bünte, E, Böhme, G: Hochfrequenz Videokinematographie zur objektiven Darstellung des velopharyngealen Verschlussmechanismus bei Gaumenspaltpatienten; Fortschr Kieferorth; 55; (1994); 169-175
- 245 Sader, R, Zeilhofer, H F, Horch, H H: Computersimulation of orthognathic surgery with videoimaging; SPIE; 2178; (1994); 186-196
- 246 Sader, R., Horch, H.H., Herzog, M., Zeilhofer, H.F., Deppe, H., Hannig, C., Hess, U.: High-frequency-video-cineradiography for evaluation of the velopharyngeal closure in cleft patients. J Cranio Maxillo Facial Surg; 22; (1994); 65
- 247 Sader, R., Horch, H.H., Zeilhofer, H.F., Deppe, H., Hannig, C., Hess, U.: High-frequency cineradiography for objective three dimensional rendering of velopharyngeal closure in cleft patients. In: Functional Surgery of the Head and Neck, Ed.: H. Kärcher. RM-Druck u. Verl. Graz; (1995); 31-36
- 248 Sader, R., Horch, H.H., Zeilhofer, H.F., Deppe, H., Hannig, C., Hess, U.: Preoperative Planning of Surgical Corrections in Cleft Patients by 3D-Evaluation of the Velopharyngeal Function. In: H.U. Lemke, K. Inamura, C.C. Jaffe and M.W. Vannier (Eds), ComputerAssisted Radiology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York; (1995); 1304
- 249 Sanvenero Rosseli G: Verschluss von Gaumenspalten unter Verwendung von Pharynxklappen; Fortschr Kiefer Gesichtschir; 1; (1955); 65-69

- 250 Sanvenero-Rosselli, G.: Die Gaumenplastik unter Verwendung von Pharynxklappen. *Langenbecks Arch Klein Chir*; 295; (1960); 895-900
- 251 Sanvenero-Rosselli, G.: Divisione palatine e sua cura chirurgica. *Riv Ital Stomatol*; 6; (1935); 497- 502
- 252 Satoh, K, Onizuka, T: A modified Le Fort I osteotomy for maxillofacial deformity a preliminary report; *Br J Plast Surg*; 45; (1992); 391-393
- 253 Schendel, SA, Oeschlaeger, M, Wolford, LM, Epker, BN: Velopharyngeal Anatomy and Maxillary Advancement; *J Maxillofac Surg*; 7; (1979); 116-124
- 254 Schmelzeisen, R, Hausamen, J E, Joebell, E, Hacki, T: Long term results following velopharyngoplasty with cranially based pharyngeal flap; *Plast Reconstr Surg*; 90; (1992); 774-778
- 255 Schmidt, R. F., Thews, G.; *Physiologie des Menschen*; Berlin; Heidelberg; New York; London; Paris; Tokyo: Springer-Verlag, 23. Auflage; (1987); 161-163
- 256 Schulz,R, Heller, JC, Gens, GW, Lewin, M: Pharyngeal flap surgery and voice quality factors related to success and failure; *Cleft Palate J*; 10; (1973); 166-175
- 257 Schwarz, C, Gruner, E: Logopaedic findings following advancement of the maxilla; *J Maxillofac Surg*; 4; (1976); 40-55
- 258 Sercer, A.: Beitrag zur Technik der operativen Therapie der Rhinolalia aperta. *Rev Chir Struct*; 5; (1935); 5-18
- 259 Sergl, HG: Über die Persönlichkeit des Patienten mit Lippen Kiefer Gaumen Spalte; *Fortschr Kiefer GesichtsChir*; 16/17; (1973); 85-87
- 260 Seyfer, A, Prohazka, D, Leahy, E: The effectiveness of the superiorly based pharyngeal flap in relation to the type of palatal defect and timing of the operation; *Plast Reconstr Surg*; 82; (1988); 760-764
- 261 Shprintzen, RJ, Lencione, RM, McCall, GN, Skolnick, ML: A three dimensional cinefluoroscopic analysis in normals; *Cleft Palate J*; 11; (1974); 412-428
- 262 Shprintzen, RJ, Lewin, ML, Croft, CB, Danller, AI, Argamaso, RV, Ship, AG, Strauch, B: A comprehensive study of pharyngeal flap surgery: Tailor made flaps; *Cleft Palate J*; 16; (1979); 46-55
- 263 Shprintzen, RJ, McCall, GN, Skolnick, LM: A new therapeutic technique for the treatment of velopharyngeal incompetence; *J Speech Hear Dis*; 40; (1975); 69-82
- 264 Shprintzen, RJ, McCall, GN, Skolnick, ML, Lencione, RM: Selective movement of the lateral aspect of the pharyngeal walls during velopharyngeal closure for speech, blowing and whistling in normals; *Cleft Palate J*; 12; (1958); 51-58
- 265 Shprintzen, RJ, McCall, GN, Skolnick, ML: The effect of pharyngeal flap surgery on the movements of the lateral pharyngeal walls; *Plast Reconstr Surg*; 66; (1980); 570-573
- 266 Shprintzen, RJ: Commentary to: Intraindividual change in the occurrence of Passavants Ridge due to the change in velopharyngeal sphinkter function: A videofluoroscopic study; *Cleft Palate J*; 27; (1990); 255-257
- 267 Simpson, R, Austin, A: A cephalometric investigation of velar stretch; *Cleft Palate J*; 9; (1972); 341-351
- 268 Sindair, W, Davies, DM, Bracka, A: Comparative reliability of nasal pharyngoscopy and videofluorography in the assessment of velopharyngeal incompetence; *Br J Plast Surg*; 35; (1982); 113-117
- 269 Skolnick, M.L., Mc Call, G.N.: A radiographic technique for demonstrating the causes of persistent nasality in patients with pharyngeal flaps. *Brit J Plast Surg*; 26; (1973); 12-5
- 270 Skolnick, ML, Cohn, EL: *Videofluoroscopic studies of speech in patients with cleft palate*; Springer Verlag; (1989)
- 271 Skolnick, ML, McCall, GN, Barnes, M: The sphincteric mechanism of velopharyngeal closure; *Cleft Palate J*; 10; (1973); 286-305

- 272 Skolnick, ML, McCall, GN: Velopharyngeal competence and incompetence following pharyngeal flap surgery: Video Fluoroscopic study in multiple projections; Proceedings of the Convention of the American Cleft Palate Association, Pittsburgh, Pennsylvania; ; (1971); 1-12
- 273 Skolnick, ML, Shprintzen, RJ, McCall, GN, Rakoff, S: Patterns of velopharyngeal closure in subjects with repaired cleft palate and normal speech: A multi view videofluoroscopic analysis; Cleft Palate J; 12; (1975); 369-375
- 274 Skolnick, ML, Zagzebski, J, Walkin, K: Two dimensional ultrasonic demonstration of lateral pharyngeal wall movement in real time; Cleft Palate J; 12; (1975); 299-303
- 275 Skolnick, ML: Velopharyngeal function in cleft palate; Clin Plast Surg; 2; (1975); 285-297
- 276 Skolnick, ML: Videofluoroscopic examination of the velopharyngeal portal during phonation in lateral and base projections: A new technique for studying the mechanism of closure; Cleft Palate J; 7; (1970); 803-816
- 277 Skoog, T: The pharyngeal flap operation in cleft palate; Br J Plast Surg; 17; (1964); 265-282
- 278 Sloan, RF, Ricketts, RM, Brummet, S W, Bench, RW, Westover, JL: Quantified cinefluorographic techniques used in oral roentgenology; Oral Surg Oral Med Oral Pathol; 20; (1965); 456-463
- 279 Smith, B.E., Cohen, M., Dorf, D.S.: Surgical indications and techniques for posterior pharyngeal flap revision (letter). Ann Plast Surg; 19; (1987); 390
- 280 Smith, D, Hamlet, S, Jones, L: Acoustic technique for determining timing of velopharyngeal closure in swallowing; Dysphagia; 5; (1990); 142-146
- 281 Smith, J K, Huffmann, WC, Lierle, DM, Moll, KL: Results of pharyngeal flap surgery in patients with velopharyngeal incompetence; Plast Reconstr Surg; 32; (1963); 493-501
- 282 Starck, D.; Embryologie; Thieme, Stuttgart-New York; (1975); 3.Auflage
- 283 Stellmach, R.: Chirurgie der häufigsten Fehlbildungen des Gesichts. In Naumann H. H.: Kopf- und Halschirurgie, Bd. 2 Gesicht und Gesichtsschädel Teil 1; Thieme Stuttgart; (1974); 41-2
- 284 Stellmach, R.: Prevention of velopharyngeal insufficiency following palatoplasty by velopharynx adhesion. Fortschr Kiefer Gesichtschir; 30; (1985); 145-7
- 285 Stellzig, A, Heppt, W, Komposch, G: Das Nasometer: Ein Instrument zur Objektivierung der Hyperrhinophonie bei LKG Patienten; Fortschr Kieferorth; 55; (1994); 176-180
- 286 Stöckli, P.; Kieferorthopädische Aspekte bei der Planung der chirurgischen Korrektur von Kiefer-Gesichtsanomalien; Fortschr.-Kiefer.-Gesichtschir.; 1981; 26; 12-16
- 287 Stringer, DA, Witzel, MA: Comparison of multi view videofluoroscopy and nasopharyngoscopy in the assessment of velopharyngeal insufficiency; Cleft Palate J; 26; (1989); 89-92
- 288 Stringer, DA, Witzel, MA: Velopharyngeal insufficiency on videofluoroscopy: Comparison of projections; Am J Roentgenol; 146; (1986); 15-19
- 289 Stueber, K, Wilhelmsen, HR: Use of the pharyngeal flap in the treatment of congenital velopharyngeal incompetence; Plast Reconstr Surg; 73; (1984); 219-222
- 290 Subtelny, JD, Koeppe Baker, A: Palatal function and cleft palate speech; J Speech Hear Dis; 26; (1961); 213-234
- 291 Subtelny, JD, Koeppe Baker, H: The Significance of adenoid tissue in velopharyngeal function; Plast Reconstr Surg; 17; (1956); 235-250
- 292 Subtelny, JD, McCormack, RM, Subtelny, JD, Cichoke, AJ: Cineradiographic and pressure flow analysis of speech before and after pharyngeal flap surgery; Plast Reconstr Surg; 33; (1969); 336-344
- 293 Süersen, W.: Über die Herstellung einer guten Aussprache durch ein neues System künstlicher Gaumen bei angeborenen und erworbenen Gaumendefekten. Dtsch Vierteljahrsschr Zahnheilk; 7; (1867); 269-286
- 294 Sugano, K, Tsuneda, K, Tanaka, N: Velopharyngeal incompetence following maxillary advancement: A case report; Jpn J Plast Reconstr Surg; 8; (1988); 154-159

- 295 Terris, DJ, Goode, RL: Costochondral pharyngeal implants for velopharyngeal insufficiency; *Laryngoscope*; 103; (1993); 565-569
- 296 Tharon, W, Stella, JP, Epker, BN: The modified superior based pharyngeal flap Part 3A retrospective study; *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*; 70; (1990); 256-267
- 297 Töndury, F: Über die Genese der Lippen Kiefer Gaumen Spalten; *Fortschr Kiefer Gesichtschir*; 1; (1955); 1-8
- 298 Töndury, F: Zur Genese der LKG Spalten; *Z Kinderchir*; Suppl19; (1976); 5
- 299 Trauner, R.: Über eine neue Methode der Velo-Pharynxplastik bei zu kurzem weichem Gaumen. *Langenbecks Arch Dtsch Zschr Chir*; 274; (1953); 204
- 300 Trier, WC: The pharyngeal flap operation; *Clin Plast Surg*; 12; (1985); 697-710
- 301 Trigos, I., Ysunza, A.: A comparison of palatoplasty with and without primary pharyngoplasty. *Cleft Palate J*; 25; (1988); 163-6
- 302 Vallino, LD: Speech, Velopharyngeal Function, and Hearing before and after orthognathic surgery; *J Oral Maxillofac Surg*; 48; (1990); 1274-1281
- 303 Valnicek, S.M., Zuker, R.M., Halpern, L.M., Roy, W.L.: Perioperative complications of superior pharyngeal flap surgery in children. *Plast Reconstr Surg*; 93; (1994); 954-8
- 304 Van Demark, D.R., Hardin, M.A.: Longitudinal evaluation of articulation and velopharyngeal competence of patients with pharyngeal flaps. *Cleft Palate J*; 22; (1985); 163-72
- 305 Veau, V: *Division palatine*; Masson, Paris; (1931)
- 306 Wada, T, Yasumoto, M, Ikeoka, N, Fujiki, Y, Yoshinaga, R: An approach for the cinefluorographic study of articulatory movements; *Cleft Palate J*; 7; (1970); 506-522
- 307 Walker, D.: Millard's personal communication. 1977 in Millard D.: *Cleft graft*; Little Brown Boston, Vol.3; (1980); 621
- 308 Warren, DW, Dalston, RM, Mayo, R: Hypernasality in the presence of „adequate“ velopharyngeal closure; *Cleft Palate Craniofac J*; 30; (1993); 150-154
- 309 Warren, DW, Hofmann, A: A cineradiographic study of velopharyngeal closure; *Plast Reconstr Surg*; 28; (1961); 656-669
- 310 Warren, DW: The determination of velopharyngeal incompetency by aerodynamic and acoustical techniques: in: Hogan, VM (ed); *Clin Plast Surg*; (1975);
- 311 Waterhouse, N: The history of craniofacial surgery; *Fac Plast Surg*; 9; (1993); 143-150
- 312 Watzke, I, Turvey, TA, Warren, DW, Dalston, R: Alterations in velopharyngeal function after maxillary advancement in cleft palate patients; *J Oral Maxillofac Surg*; 48; (1990); 685-689
- 313 Webster, RC, Coffey, RJ, Russel, JA, Quigley, LF: Methodes of surgical correction of velopharyngeal sphincter incompetency using palatal and posterior pharyngeal tissues: Proposed system of classification; *Plast Reconstr Surg*; 18; (1956); 474-489
- 314 Williams, WN, Eisenbach, CR: Assessing velopharyngeal function: The lateral still technique vs Cinefluorography; *Cleft Palate J*; 18; (1981); 45-50
- 315 Willmar, K: On Le Fort I osteotomy ; *Scand J Plast Reconstr Hand Surg*; Supp 12; (1974); 1-68
- 316 Wirth, G: *Sprachstörungen, Sprechstörungen, kindliche Hörstörungen Lehrbuch für Ärzte, Logopäden und Sprachheilpädagogen*; Deutscher Ärzteverlag, Köln; (1990)
- 317 Witt, PD, D'Antonio, LL: Velopharyngeal insufficiency and secondary palatal management; *Clin Plast Surg*; 20; (1993); 707-721
- 318 Witt, PD, Marsh, JL, Marty Grames, L, Muntz, HR: Revision of the Failed Sphincter Pharyngoplasty: An Outcome Assessment; *Plast Reconstr Surg*; 96; (1995); 129-138
- 319 Witt, PD, O'Daniel, TG, Marsh, JL, Marty Grames, L, Muntz, HR, Pilgram, TK: Surgical Management of Velopharyngeal Dysfunction: Outcome Analysis of Autogenous Posterior Pharyngeal Wall Augmentation; *Plast Reconstr Surg*; 99; (1997); 1287-1300
- 320 Witt, PD, Rozelle, AA, Marsh, JL, Marty Grames, L, Muntz, HR, Gay, WD, Pilgram, TK: Do

- palatal Lift Prostheses Stimulate Velopharyngeal Neuromuscular Activity ? ; Cleft Palate Craniofac J; 32; (1995); 469-475
- 321 Witzel, MA, Munro, IR: Velopharyngeal insufficiency after maxillary advancement; Cleft Palate J; 14; (1977); 176-189
- 322 Witzel, MA, Posnick, JC: Patterns and location of velopharyngeal valving problems: Atypical findings on Video Nasopharyngoscopy; Cleft Palate J; 26; (1989); 63-67
- 323 Witzel, MA, Ross, RB, Munro, IR: Articulation before and after facial osteotomy; J Maxillofac Surg; 8; (1980); 195-202
- 324 Witzel, MA: Commentary; Cleft Palate J; 26; (1989); 200
- 325 Witzel, MA: Orthognathic defects and surgical correction: the effects on speech and velopharyngeal function; Dissertation, Universität Pittsburgh; ; (1981);
- 326 Wolf, J. H., Härle, F.: Krankheiten des Gesichts in künstlerischen Illustrationen des 19. Jahrhunderts. Wachholtz, Neumünster; (1994), S. 56
- 327 Wood, G. D., Stell, P. M.: Osteotomy at the Le Fort I level. A versatile procedure; Br-J-Oral-Maxillofac.- Surg.; (1989); 27; 33-38
- 328 Wu, J, Huang, GF, Huang, CS, Noordhoff, MS: Nasopharyngoscopic Evaluation and Cephalometric Analysis of Velopharynx in Normal and Cleft Palate Patients; Ann Plast Surg; 36; (1995); 117-123
- 329 Wulff, J: Erfahrungen bei der Spracherziehung von Gaumenspaltpatienten; Fortschr Kiefer Gesichtschir; 1; (1955); 112-119
- 330 Wuttge-Hannig, A., Hannig, Ch.: Anatomie des Schluckvorganges. In: Bartolome G., Buchholz D.W., Hannig Ch., Neumann S., Prosiegel M., Schröter-Morasch H., Wuttge-Hannig A.: Diagnostik und Therapie neurologisch bedingter Schluckstörungen. Gustav-Fischer Verlag Berlin.; (1993); 13-22;
- 331 Yoshida, H, Michi, K I, Yamashita, Y, Ohno, K: A comparison of surgical and prosthetic treatment for speech disorders attributable to surgically acquired soft palate defects; J Oral Maxillofac Surg; 51; (1993); 361-365
- 332 Yoshida, H., Stella, J.P., Ghali, G.E., Epker, B.N.: The modified superiorly based pharyngeal flap. Part IV. Position of the base of the flap. Oral Surg Oral Med Oral Pathol; 73; (1992); 13-18
- 333 Younger, R, Dickson, RI: Adult pharyngoplasty for velopharyngeal insufficiency; J Otolaryngology; 14; (1985); 158-162
- 334 Ysanza, A, Pamplona, C, Toledo, E: Change in velopharyngeal valving after speech therapy in cleft palate patients A videonasopharyngoscopic and multi view videofluoroscopic study; Int J Pedia Otorhinolaryngol; 24; (1992); 45-54
- 335 Yules, R.B., Chase, R.A.; A training method for reduction of hypernasality in speech; Plast Reconstr Surg; 43; (1969); 180-185
- 336 Yules, RB, Northway, WH, Chase, RA: Quantitative cineradiographic evaluation of velopharyngeal incompetence; Plast Reconstr Surg; 42; (1968); 58-64
- 337 Zhang, Q,H, Zheng, JW, Wie, FC, Song,XY: An evaluation of Velopharyngeal Ring Ligation in Cleft Palate Repair; J Oral Maxillofac Surg; 53; (1995); 651-655
- 338 Zorowka, P, Weiler, S, Wagner, W, Heinemann, M: Funktionelle Langzeitergebnisse nach Pharyngoplastik als sprachverbessernde Maßnahme; Fortschr Kieferorth; 55; (1994); 202-208
- 339 Zwitman, D.H., Sonderman, J.C., Ward, P.H.; Variations in velopharyngeal closure assessed by endoscopy; J Speech Hear Dis; 39; (1974); 366-372
- 340 Zwitman, DH, Gyepes, MT, Sample, F: The submentovertical projection in the radiographic analysis of velopharyngeal dynamics; J Speech Hear Dis; 38; (1973); 473-477
- 341 Zwitman, DH, Gyepes, MY, Ward, PH: Assessment of velar and lateral movement by oral telescope and radiographic examination in patients with velopharyngeal inadequacy and in normal subjects; J Speech Hear Dis; 41; (1976); 381-389

## VIII. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verschlußmuster nach Croft .....	21
Abbildung 2: Kategorie der velopharyngealen Insuffizienz nach Hirschberg .....	27
Abbildung 3: Bruchlinien nach Le Fort .....	30
Abbildung 4: OP-Technik der Le Fort I Osteotomie .....	33
Abbildung 5: OP-Technik der Velopharyngoplastik .....	37
Abbildung 6: Schema der Hochfrequenzröntgenkinematographie .....	42
Abbildung 7: Erfassung der drei Raumebenen .....	44
Abbildung 8: Laterale Ansicht Ruhestellung .....	45
Abbildung 9: Laterale Ansicht in Phonationsstellung.....	45
Abbildung 10: Frontale Ansicht in Ruhestellung.....	47
Abbildung 11: Frontale Ansicht in Phonationsstellung.....	47
Abbildung 12: Basale Ansicht.....	48
Abbildung 13: Prozentuale Aufteilung der Patientengruppe .....	50
Abbildung 14: ARRI Cine Analyzer .....	51
Abbildung 15: digitaler Videoschneidetisch .....	52
Abbildung 16: Schluckakt.....	54
Abbildung 17: Meßpunkte laterale Projektion in Ruhestellung .....	56
Abbildung 18: Meßpunkte laterale Projektion in Phonationsstellung.....	56
Abbildung 19: Ausmaß der Velumbewegung .....	58
Abbildung 20: Ausmaß der Bewegung des Passavantschen Wulstes .....	59
Abbildung 21: Frontale Ansicht.....	60
Abbildung 22: Ausmaß der Bewegung der seitl. Rachenwände .....	60
Abbildung 23: Bewegungsmuster der seitlichen Rachenwände .....	61
Abbildung 24: Ruhezustand basale Ebene .....	63
Abbildung 25: Ausmaß der Bewegung der seitl. Rachenwände :.....	63
Abbildung 26: Basale Ebene Ruhezustand .....	64
Abbildung 27: Basale Ebene Verschlußmuster.....	64
Abbildung 28 : Schema Pharynxlappenvermessung .....	75

Abbildung 29: Laterale Ebene Z.n. Velopharyngoplastik.....	77
Abbildung 30: Konstriktionsmuster seitl. Rachenwände .....	83
Abbildung 31: Gegenüberstellung VPP Erwachsene - Kinder.....	84
Abbildung 32: Unterschiede Pharynxlappendimension .....	85



## IX. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : Klassifikation der Spaltfehlbildung .....	7
Tabelle 2: Behandlungschronologie .....	14
Tabelle 3: Meßwerte des Nasopharynx bei Le Fort I Patienten (Bimax).....	66
Tabelle 4: Vertikale Relation SNP-Tuberculum atlantis bei Bimax. ....	67
Tabelle 5: Vertikaler Abstand Velumspitze - Tuberculum atlantis bei Bimax. ....	67
Tabelle 6: Need ratio und relative Länge des weichen Gaumens bei Bimax. ....	68
Tabelle 7: Velumexkursion Bimax.....	69
Tabelle 8: Passavantscher Wulst Bimax. ....	69
Tabelle 9: Seitliche Rachenwände Bimax.....	70
Tabelle 10 : Meßwerte des Nasopharynx bei Kindern mit Velopharyngoplastik .....	72
Tabelle 11: Vertikale Relation SNP-Tub. Atlantis VPP Kind .....	72
Tabelle 12: Lage der Velumspitze VPP Kind .....	73
Tabelle 13: Need Ratio VPP Kind .....	73
Tabelle 14: Velumexkursion VPP Kind.....	74
Tabelle 15: Werte des Passavantschen Wulstes VPP Kind.....	74
Tabelle 16: Vermessung der seitlichen Rachenwände VPP Kind.....	75
Tabelle 17: Ausmaße des Pharynxlappens VPP Kind.....	76
Tabelle 18: Nasopharynx bei Erwachsenen mit Velopharyngoplastik .....	79
Tabelle 19: Vertikale Inklination Tub. atlant. und SNP.....	79
Tabelle 20: Vertikale Relation Velumspitze - Tuberculum atlantis VPP Erw. ....	80
Tabelle 21: Need ratio VPP Erw. ....	80
Tabelle 22: Velumexkursion VPP Erw. ....	80
Tabelle 23: Passavantscher Wulst VPP Erw. ....	81
Tabelle 24: Postoperative Werte seitliche Rachenwände VPP Erw.....	81
Tabelle 25: Pharynxlappendimension und Lokalisation VPP Erw. ....	82
Tabelle 26: Symmetrie seitlicher Rachenwände .....	85
Tabelle 27: Hintere Rachenwand und Velum, basale Projektion.....	86

Tabelle 28: Restlücke postoperativ .....	86
Tabelle 29: Signifikanz, Wilcoxonscher Test .....	87

## **X. Abkürzungsverzeichnis**

Bimax	Patienten mit Le Fort I Osteotomie
HRW	Hintere Rachenwand
LK	Lippen-Kiefer
LKG	Lippen-Kiefer-Gaumen
Min-Max	Minimum-Maximum
MW	Mittelwert
PW	Passavantscher Wulst
SNA	Spina nasalis anterior
SNP	Spina nasalis posterior
STABW	Standardabweichung
T.a.	Tuberculum atlantis
u. Mitarb.	Und Mitarbeiter
VPP	Velopharyngoplastik
VPP Erw.	Velopharyngoplastik bei Erwachsenen
VPP Kind	Velopharyngoplastik bei Kindern
VS	Velumspitze

## **XI. Danksagung**

Hervorheben möchte ich Herrn Priv. Doz. Dr. Dr. Robert Sader der mir durch die Themenstellung diese Arbeit überhaupt ermöglichte. Er führte mich darüber hinaus durch die Höhen und Tiefen dieser Arbeit und trug durch zahlreiche wertvolle Anregungen wesentlich zum Entstehen bei. Dafür möchte ich mich ganz herzlich bei Ihm bedanken.

Die vorliegende Arbeit entstand an der Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie am Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München dessen Direktor Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. H.-H. Horch ich für Erlaubnis danken möchte, die für diese Arbeit benötigten Klinikeinrichtungen benutzen zu dürfen.

Desweiteren danke ich dem Direktor des Instituts für Röntgendiagnostik am Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. P. Gerhardt für die Erlaubnis die dortigen Einrichtungen zu nutzen.

Herrn Priv. Doz. Dr. Ch. Hannig möchte dafür danken, daß er mir die Untersuchungsunterlagen für die Auswertung zur Verfügung stellte.

Dr. Martin Daumer danke ich für die statistische Hilfestellung.

Dr. Meike Roithmeyer und Thomas Roithmeyer standen mir in Sachen Sprache und Form zur Seite.

## **XII. Lebenslauf**

### **Persönliche Daten**

---

Name	Florian Roithmeyer
Geburtsdatum	13.Dezember 1967
Geburtsort	Haag i. Obb.
Familienstand	verheiratet

### **Schulbildung**

---

Sept. 1974 - Juli 1978	Grundschule, Haag i. Obb.
Sept. 1978 - Juni 1987	Luitpold Gymnasium Wasserburg/Inn

### **Wehr/ Ersatzdienst**

---

Aug. 1987 - März 1989	Zivildienst an der Rettungswache Haag
-----------------------	---------------------------------------

### **Ausbildung**

---

Nov. 1988 - Mai 1992	Ausbildung zum Rettungsassistenten
----------------------	------------------------------------

### **Hochschulstudium**

---

Mai 1990 - Juli 1997	Studium der Zahnheilkunde an der Ludwig Maximilian Universität München
----------------------	---

### **Berufliche Tätigkeiten**

---

April 1989 - April 1990	Rettungsdienst BRK München
Seit November 1997	Assistenz Zahnarzt in München Bogenhausen