

Asklepios Klinik Altona

Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Hanswerner Bause

Abt. für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde

Chefarzt: Prof. Dr. med. Thomas Grundmann

Beurteilung der operativen Stabilisierung der instabilen Nasenflanke mit septalen Splitknorpel- und Konchaknorpeltransplantaten

Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg

vorgelegt von

Timo Bartels

aus Hamburg

Hamburg 2009

Angenommen vom Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am: 23.03.2010

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. T. Grundmann

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter: Prof. Dr. M. Jaehne

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter: PD Dr. U. Schaudig

.....

Widmung

Meiner Frau Oxana

und

unseren Kindern Slava, Nicole und Michelle

Inhaltsverzeichnis

1	PROLOG	7
2	EINLEITUNG	8
2.1	ANATOMIE DER NASE	8
2.1.1	<i>Die innere und äußere Nasenklappe</i>	11
2.2	NASENATMUNG UND FUNKTION	14
2.3	DER NASENZYKLUS	16
2.4	URSACHEN FÜR DYSFUNKTIONEN DER NASENFLANKE	17
2.5	UNTERSUCHUNG DER INSTABILEN NASENFLANKE	19
2.5.1	<i>Der Cottle Test</i>	20
2.5.2	<i>Rhinomanometrie</i>	21
2.5.3	<i>Akustische Rhinometrie</i>	22
2.6	WELCHE THERAPIEMÖGLICHKEITEN EXISTIEREN BEREITS	23
2.6.1	<i>Historischer Überblick</i>	23
2.6.2	<i>Nicht operative Therapie</i>	25
2.6.3	<i>Operative Therapie – heterologe Implantate</i>	28
2.6.4	<i>Operative Therapie – autologe Transplantate</i>	30
2.7	TRANSPLANTATWAHL	41
2.8	TRANSPLANTATÜBERLEBEN	45
2.9	WISSENSCHAFTLICHE FRAGESTELLUNG	46
3	MATERIAL UND METHODEN	48
3.1	MATERIAL	48
3.1.1	<i>Studiendesign und Patientenkollektiv</i>	48
3.1.2	<i>Rhinomanometrie</i>	49
3.1.3	<i>EDV und Fotodokumentation</i>	50
3.1.4	<i>Datenerfassung</i>	50
3.1.5	<i>Sonographische Knorpelvermessung</i>	50
3.1.6	<i>Druckmechanische Messung der Nasenflankenstabilität</i>	50
3.1.7	<i>Halterung zum Fixieren des Kopfes während der Dynamometermessung</i>	51
3.1.8	<i>Mechanischer Dickenmesser (Messzange)</i>	51

3.2	METHODEN	52
3.2.1	<i>Grundlagen der anterioren Rhinomanometrie</i>	52
3.2.2	<i>Messung mit dem ZAN 100 Handy</i>	52
3.2.3	<i>Unterschiede der Messmethoden Olive zu Maske</i>	54
3.2.4	<i>Die Kurvenform</i>	55
3.2.5	<i>Praktische Durchführung</i>	55
3.2.6	<i>Untersuchung der Nasenflanke mit dem Dynamometer</i>	57
3.2.7	<i>Praktische Durchführung</i>	59
3.2.8	<i>Messung der Nasenflanke mit dem Dickenmesser</i>	60
3.2.9	<i>Winkel der inneren Nasenklappe</i>	61
3.2.10	<i>Sonographische Darstellung der Nasenflügelknorpel (lower lateral cartilage)</i>	61
3.2.11	<i>Praktische Durchführung</i>	62
3.2.12	<i>OP – Technik</i>	64
3.2.13	<i>Verwendung von Konchaknorpel</i>	68
3.3	STATISTISCHE METHODEN	69
4	ERGEBNISSE	70
4.1	UMFRAGEGRUPPE	70
4.2	GEGENÜBERSTELLUNG KONTROLLGRUPPE – PATIENTENGRUPPE	72
4.3	KNORPELWAHL	75
4.4	AUSWERTUNG DER RHINOMANOMETRIE FÜR DIE GRUPPEN K, T1, T0 UND P	76
4.5	AUSWERTUNG DER DYNAMOMETERMESSUNG FÜR DIE GRUPPEN K, T1, T0 UND P ...	85
4.6	AUSWERTUNG DER DICKENMESSUNG FÜR DIE GRUPPEN K, T1, T0 UND P	92
4.7	PRÜFUNG AUF SIGNIFIKANT VERSCHIEDENE UNTERSUCHUNGSPARAMETER ZWISCHEN DEN GRUPPEN	100
4.8	SONOGRAPHIE DER NASENFLANKE	102
4.9	KORRELATIONEN	104
4.9.1	<i>Punkt-Streu-Diagramme</i>	106
5	DISKUSSION	114
5.1	DISKUSSION DES OPERATIVEN ERFOLGES ANHAND DER ERGEBNISSE AUS DER VERGLEICHENDEN RHINOMANOMETRIE	116
5.2	DISKUSSION DER DYNAMOMETERMESSUNG ALS INSTRUMENT ZUR IDENTIFIKATION EINER INSTABILEN NASENFLANKE UND DARSTELLUNG DES OPERATIVEN ERFOLGES	120

5.3	DISKUSSION DER ERGEBNISSE FÜR DIE NASENFLANKENDICKE ZWISCHEN PATIENTEN MIT UND OHNE ANSAUGPHÄNOMEN	125
5.4	DISKUSSION DER SONOGRAPHIE ZUR DARSTELLUNG DES LATERALEN NASENFLÜGELKNORPELS	128
5.5	KORRELATIONEN	129
5.6	BEANTWORTUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FRAGESTELLUNGEN UND AUSBLICK..	131
6	ZUSAMMENFASSUNG	135
7	LITERATURVERZEICHNIS	137
8	ANHANG	145
8.1	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	145
8.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	147
8.3	TABELLENVERZEICHNIS	150
9	DANKSAGUNG.....	152
10	LEBENS LAUF.....	153
11	ERKLÄRUNG UND EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG	155

1 Prolog

Die Nase ist ein hervorstechendes und charakteristisches Merkmal eines jeden Menschen. Sie kann groß, klein, gerade oder auch schief sein. So unterschiedlich sich die Morphologie der Nase für uns darstellt, so vielseitig ist auch ihre Funktion:

Neben der Riechfunktion stellt die Nase die erste Station der äußeren Atemwege dar. Sie befeuchtet und erwärmt die eingeatmete Luft und reguliert durch statische und dynamische Elemente den Luftstrom während der In- und Expiration. Hypertrophien der unteren Nasenmuscheln und Septumdeviationen gehören hierbei mit zu den häufigsten statischen Ursachen nasaler Atemwegsbehinderungen [43]. Neben diesen finden jüngst auch die dynamischen Ursachen immer mehr an Beachtung. Die instabile Nasenflanke stellt hierbei häufig ein Grund für Nasenatmungsbehinderungen und daraus resultierenden chronischen Atemwegserkrankungen bis hin zum Schlafapnoesyndrom [45] dar.

Obwohl schon Mink Anfang des letzten Jahrhunderts auf die Auswirkungen anatomischer Veränderungen im Nasenklappenbereich hingewiesen hat [44], ließ eine intensivere Untersuchung der intranasalen Luftströmungen und den mit Ihnen in Wechselwirkung stehenden Nasenflanken bis 1970 auf sich warten [11, 12]. Das mögliche Zusammentreffen von allergisch-entzündlichen, statischen und dynamischen Ursachen, im Bereich der inneren und äußeren Nasenklappe [49], macht eine differenzierende Diagnostik der Nasenatmungsbehinderung notwendig. Den bisherigen Veröffentlichungen folgend sind es ca. 13 % der Patienten mit einer Nasenatmungsbehinderung, die unter einer Obstruktion im Bereich der Nasenklappe leiden [25]. So war und ist die instabile Nasenflanke auch heute noch eine wenig beachtete Ursache bei der Therapie nasaler Atemwegsbehinderungen.

2 Einleitung

2.1 Anatomie der Nase

Die Nase besteht aus knöchernen, knorpeligen, bindegewebigen und muskulären Anteilen. Jeder Bestandteil trägt zu einer ungehinderten Funktion bei oder kann Ursache für eine Nasenatmungsbehinderung sein.

Die Nasenpyramide, bestehend aus Os frontale, Os nasale und Processus frontalis der Maxilla, bilden die knöcherne Basis der äußeren Nase. Nach kaudal schließt sich dem Os nasale und dem Processus frontalis maxillae mit einer festen knorpelig-knöchernen Verbindung der Dreiecksknorpel (upper lateral cartilage, ULC) an. Zusammen mit den lateralen Anteilen der Nasenflügelknorpel (lower lateral cartilage, LLC) bildet sich die äußere Nase.

Der Dreiecksknorpel geht in den medialen Anteilen in die knorpeligen Anteile des Nasenseptums über. Der Winkel, welcher zwischen dem distalen Ende des Dreiecksknorpels und Septum gebildet wird, beträgt im Normalfall ca. 10 – 15° bei Kaukasiern [34]. Bei Afrikanern und Asiaten ist dieser etwas stumpfer [46]. 1903 beschrieb Mink diesen Bereich erstmals als Klappe. Es ist die engste Stelle der nasalen Luftpassage und wird mittlerweile international als innere Nasenklappe bezeichnet.



Abbildung 1: Die Nase von ventral-lateral

Aus: Netter FH. 2003 Atlas der Anatomie des Menschen, 3. Auflage, Thieme

Das knorpelige Septum geht in der Tiefe in den kranialen Anteilen in die Lamina perpendicularis des Os ethmoidale und in den kaudalen Anteilen in den knöchernen Vomer über.

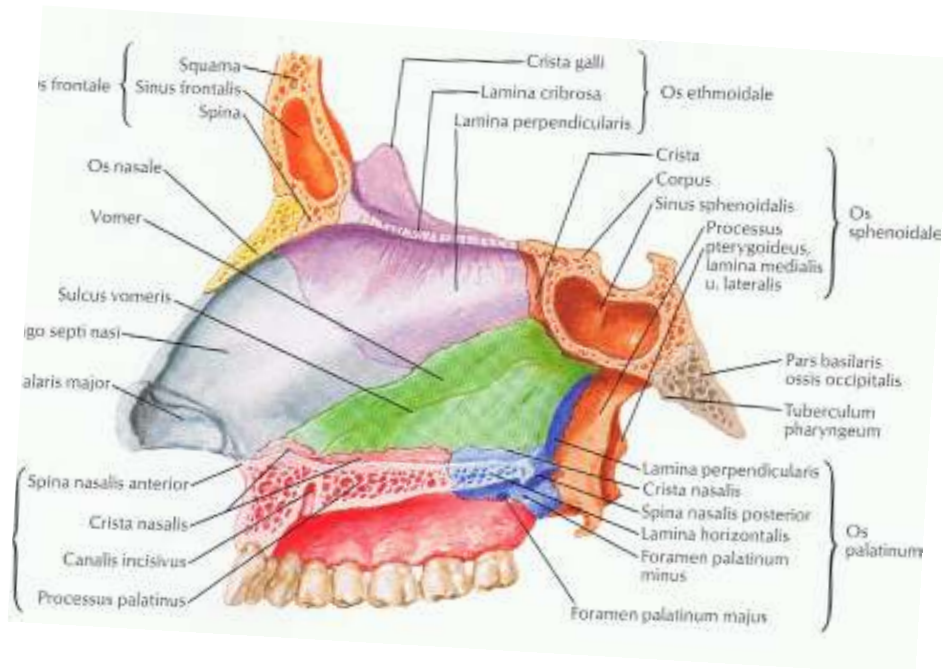


Abbildung 2: Septum nasi

Aus: Netter FH. 2003 Atlas der Anatomie des Menschen, 3. Auflage, Thieme

Im Nasenspitzenbereich liegen dem knorpeligen Septum noch die beiden medialen Anteile der Flügelknorpel vorgelagert, welche die Stütze der Columella bilden.

Die hockeyschlägerförmig geschwungenen Flügelknorpel mit medialem und lateralem Anteil sind lediglich über bindegewebige Fasern mit dem Septum und den Dreiecksknorpeln verbunden. Dieses verleiht der Nasenspitze ihre Beweglichkeit.

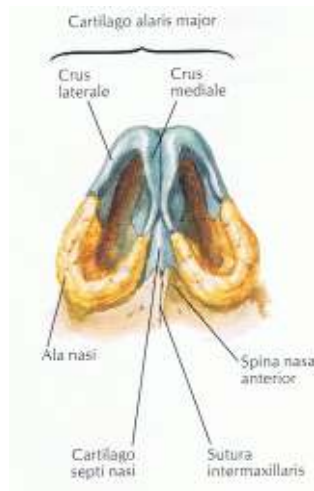


Abbildung 3: Die Nase von kaudal

Aus: Netter FH. 2003 Atlas der Anatomie des Menschen, 3. Auflage, Thieme

Dem Septum zu beiden Seiten gegenüberliegend bildet sich die laterale Wand der Nase aus der Innenfläche des Processus frontalis maxillae, der Concha nasalis inferior, dem Os lacrimale und den aus dem Os ethmoidale bestehenden Concha nasalis media und Concha nasalis superior.

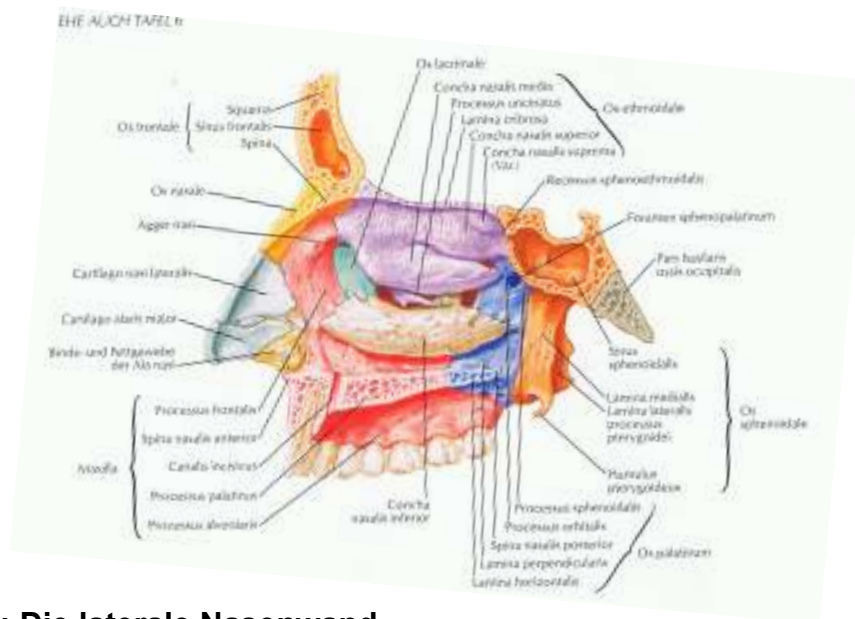


Abbildung 4: Die laterale Nasenwand

Aus: Netter FH. 2003 Atlas der Anatomie des Menschen, 3. Auflage, Thieme

2.1.1 Die innere und äußere Nasenklappe

Als Nasenklappe werden zwei anatomische Bereiche der Nase unterschieden: die äußere und die innere Nasenklappe. Beide sind einander in Reihe geschaltet [49,19].

Der distale mediale Rand des Dreiecksknorpels steht mit der Septumoberkante in einer straff bindegewebigen, zum Teil knorpeligen Verbindung und bildet die sogenannte „innere Nasenklappe“. Nach inferior und posterior wird sie begrenzt durch die Apertura piriformis und den anterioren Anteil der unteren Nasenmuschel [49]. Die innere Nasenklappe liegt ca. 1,5 cm vom Naseneingang entfernt und hat einen durchschnittlichen Flächenquerschnitt von 50 bis 83 mm² [60, 18, 63, 71]. Sie stellt die engste Stelle der nasalen Luftpassage dar und bedingt 40 – 75% des physiologischen Strömungswiderstandes der Nase [21, 34]. Im Normalfall soll der hier aufgespannte Winkel ca. 10 – 15 ° betragen [34].



Abbildung 5: Die innere Nasenklappe; 1: Septum, 2: Dreiecksknorpel

Aus: Berghaus A. 1996 Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Hippokrates Verlag

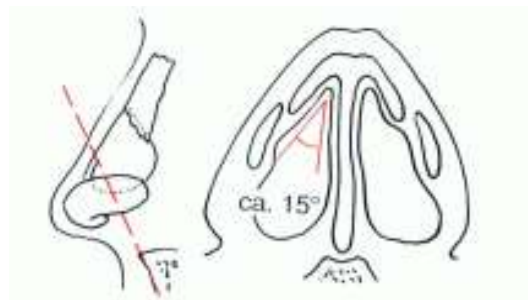


Abbildung 6: Markierung der Schnittebene und normaler Winkel der inneren Nasenklappe zwischen Septum und Dreiecksknorpel

Aus: Kastenbauer ER. 2002 Ästhetische und Plastische Chirurgie an Nase, Gesicht und Ohrmuschel

Zur Anpassung des Luftstroms an Belastungssituationen mit erhöhtem Sauerstoffbedarf kann die Nasenflanke durch den M. nasalis und den M. levator labii superiores alaeque nasi, beides Dilatatoren der Nasenklappe, erweitert werden. Der einzige Muskel mit konstriktorischer Wirkung auf die Nasenflanke ist der M. compressor nasi [56].

Als äußere Nasenklappe wird das vordere Ostium der Nase bezeichnet. Die Crura lateralia der Flügelknorpel ziehen vom Dom beginnend nach lateral und dorsal, so dass sie nicht direkt im Verlauf des Nasenrandes liegen. Ebenso kann eine breite Columellabasis oder durch Alterung erschlafftes Gewebe Einfluss auf die Stabilität haben. Je nach Nasengeometrie und Flügelknorpelgröße resultieren Instabilitäten im Bereich der äußeren Nasenklappe und Nasenflanke [49, 43].

Die „Spannungsnase“ spannt durch das überhöhte Septum die Nasenlöcher längs- bis schlitzförmig auf und ist häufig mit einem Ansaugphänomen der Nasenflanke und einer engen inneren Nasenklappe verbunden [34].

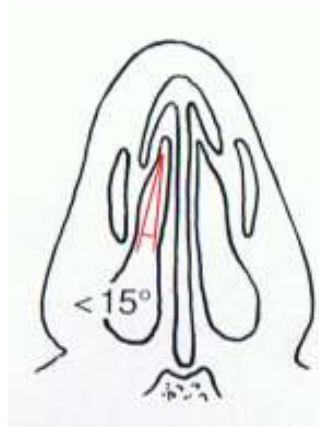


Abbildung 7: Verkleinerung des Winkels und funktionelle Klappenstenose bei Spannungsnase

Aus: Kastenbauer ER. 2002 Ästhetische und Plastische Chirurgie an Nase, Gesicht und Ohrmuschel

Anatomische Besonderheiten wie ein Septumschiefstand oder Septumsporn wirken sich aufgrund des engen Querschnitts im Bereich der inneren Nasenklappe besonders negativ auf die Luftpassage aus.

Durch die anatomische Nähe der Strukturen der Nasenflanke sind Engen im Klappenbereich und Nasenflankeninstabilität häufig Komorbiditäten [46].

2.2 Nasenatmung und Funktion

Im Gegensatz zu anderen Organen, die nur eine hochspezialisierte Aufgabe übernehmen, erfüllt die Nase gleich eine ganze Reihe von Funktionen.

Sie dient der Klimatisierung und Resonanzbildung, beherbergt die Riechzellen und ist über einen Reflexbogen an die Lunge gekoppelt.

Tabelle 1: Funktionen der Nase

Erwärmung der Luft	Resonanzbildung
Anfeuchtung der Luft	Riechvermögen
mukoziliärer Transport	Reflexkopplung
Schleimhautabwehr	Ventilfunktion

Die wichtigste Funktion ist die als Regulatororgan der Atmung. Bei einem durchschnittlichen Atemzugvolumen von 500 ml und einer Atemfrequenz von 12 / min wird die Nase im Mittel von 6 l Luft / min durchströmt. Unter körperlicher Belastung kann sich dieses verzehnfachen. Noch größerer Sauerstoffbedarf kann dann jedoch nur noch unter Zuhilfenahme der Mundatmung transportiert werden. Die Regulation erfolgt zu großen Teilen über die innere Nasenklappe. Die Begrenzung des nasalen Flow verhindert so eine Austrocknung der Nasenschleimhäute und einen Wärmeverlust [56]. Die innere Nasenklappe hat überdies jedoch noch weitere Funktionen:

1. Die Engstelle der Nasenklappe sorgt während der Inspiration für einen Abriss der bis dahin näherungsweise laminaren Strömungsverhältnisse aus dem Naseneingangsbereich [29].

Das Gesetz von Bernoulli [36] besagt, dass die Summe der statischen und dynamischen Drücke in einer idealen Röhre konstant sind.

$$P_{\text{gesamt}} = P_{\text{statisch}} + P_{\text{dynamisch}}$$

Nimmt die Strömungsgeschwindigkeit zu, steigt der dynamische Druck ebenfalls an. Das bewirkt gleichzeitig ein Absinken des statischen Drucks.

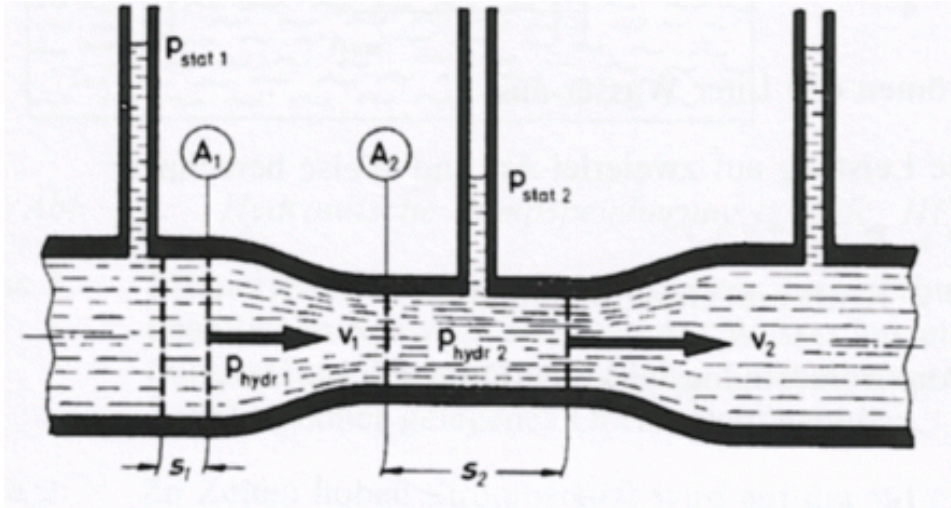


Abbildung 8: Gesetz von Bernoulli

Aus: www.techniker-studium.de

Beziehen wir diese Überlegung auf die Anatomie der Nase wird dieser Zusammenhang besonders an der engsten Stelle, der inneren Nasenklappe, bedeutsam. Die Luftströmung beschleunigt sich bei der Passage der inneren Nasenklappe. Dieses führt zum Ansteigen des dynamischen Druckes $P_{\text{dynamisch}}$ und Absinken des statischen Druckes P_{statisch} . Es entsteht eine statische Unterdrucksituation, welche bei Patienten mit instabiler Nasenflanke zu einem Ansaugphänomen führen kann.

Hat die Luftströmung die innere Nasenklappen passiert vergrößert sich der Nasenquerschnitt wieder. Die Strömung verlangsamt sich und es kommt zu turbulenten Luftströmungen, was den Vorteil hat, dass die Luft über die gesamte Fläche der inneren Nase möglichst gleichmäßig verteilt wird. Hierdurch kommen nicht nur deutlich mehr Luftmoleküle an die Riechzellen des Nervus olfactorius, was uns eine feinere Nase verleiht, die größere Kontaktfläche zwischen Luft und Nasenschleimhaut erhöht auch die Effizienz der Anfeuchtung und Erwärmung der Luft.

2. Während der Expiration hat die Nasenklappe eine einer Turbine vergleichbare Funktion. Sie verwirbelt die Luft nicht nur, sondern beschleunigt sie bei ihrem Durchtritt noch zusätzlich. Die Wahrscheinlichkeit, beim nächsten Atemzug die soeben ausgeatmete Luft wieder einzuatmen, sinkt damit [56].

Durch den Strömungswiderstand in der Nase wird die Inspirationsgeschwindigkeit insgesamt herabgesetzt. Dadurch kommt es auch in der Lunge zu einer längeren Kontaktzeit der Luft in den Alveolen, was einen besseren Gasaustausch ermöglicht [45].

Es ist bekannt, dass die äußere Nasenklappe zwar keine Ventilfunktion analog der inneren Nasenklappe übernimmt und somit auch keine physiologischen Regulatoreigenschaften besitzt. Bei Patienten mit einem Ansaugphänomen der Nasenflügel führt dieser Bereich dennoch zur Obstruktion des Luftweges und wird dadurch bedeutsam [73].

Deformitäten im Sinne einer Sattelnase mit eingesunkenem Septum und vergrößertem Nasenklappenwinkel ($>15^\circ$) führen zu einem regelrechten Ballonieren der Nasenflanken. Die Erniedrigung des Strömungswiderstandes durch den „offenen“ Winkel im Bereich der inneren Nasenklappe wirkt zumeist einer Hypertrophie der Nasenmuskeln entgegen. In der Summe ist die Nasenatmung bei einem Patienten mit Sattelnase deshalb erniedrigt.

2.3 Der Nasenzyklus

Die Schleimhaut der Nase ist sowohl sympathisch als auch parasympathisch innerviert. Zur Regeneration der Schleimhaut erfolgt in der Nase eine wechselseitige Innervation, welche in einem Zyklus von ca. zwei bis fünf Stunden alterniert [40]. Hierdurch bedingt ist die Nase auch unter physiologischen Bedingungen bei Personen ohne Nasenatmungsbehinderung nie auf beiden Seiten zu einer Zeit gleich durchgängig [56]. Die hierbei auftretenden Schwankungen des nasalen Flow können bis zu 400 ml/s zwischen sympathischer und parasympathischer Phase betragen. Die Summe des nasalen Flow bleibt jedoch näherungsweise konstant [56]. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht dieses:

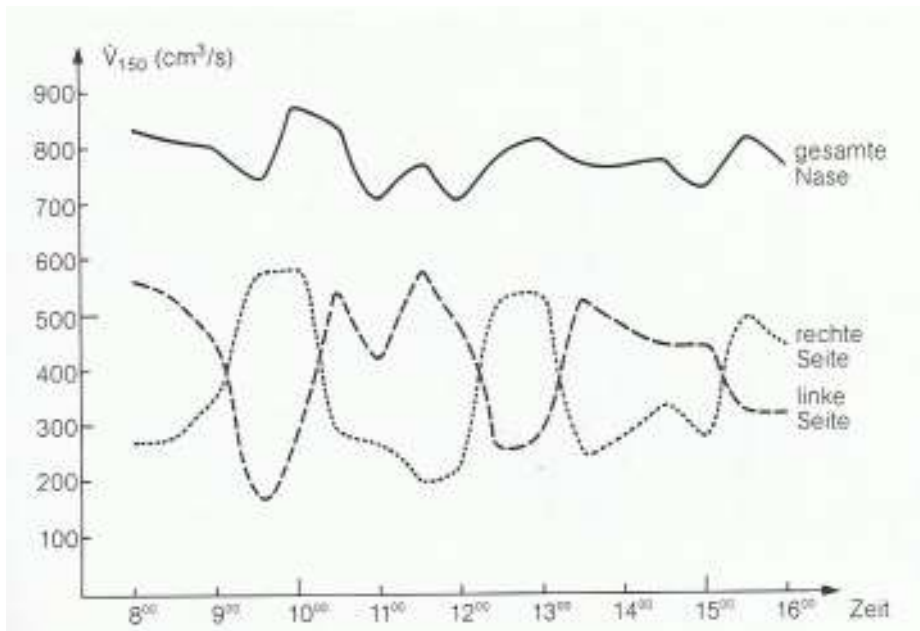


Abbildung 9: Beispiel für einen gut ausgebildeten Nasenzyklus bei einem Probanden mit normalem Spiegelbefund

Aus: [22]

2.4 Ursachen für Dysfunktionen der Nasenflanke

Grundsätzlich können mukocutane, dynamische und statische Gründe zu einer Dysfunktion der Nasenflanke führen. Während es bei den verschiedenen Ursachen einer Rhinitis häufig einer medikamentösen Therapie bedarf, muss bei den dynamischen und statischen Ursachen an eine operative Korrektur gedacht werden.

In einer Studie von Khosh et al. [46] wurden 53 Patienten mit einer Dysfunktion der Nasenflanke untersucht. 79% der Patienten hatten zuvor eine Septorhinoplastik und erst im Anschluss eine Nasenatmungsbehinderung entwickelt. Bei 15 % der Patienten ging ein stumpfes Nasentrauma voraus. 6 % hatten keine Nasenanamnese und wurden congenital eingestuft.

Die Hauptlokalisation der Dysfunktion betraf bei 51 % die innere Nasenklappe und bei 23 % die externe Nasenklappe. Bei 26 % war eine Kombination aus beiden ursächlich.

Tabelle 2: Mukocutane Ursachen

allergische Rhinitis
vasomotorische Rhinitis
infektiöse Rhinitis
medikamentös induzierte Rhinitis
Sinusitis

Tabelle 3: Innere Nasenklappe

Statische Ursachen

Dynamische Ursachen

Septumdeviation	kollabierender Dreiecksknorpel nach Ruptur vom Septum
Hypertrophie der unteren Nasenmuschel	Ruptur der knöchernen Verbindung des Dreiecksknorpels
enge Apertura piriformis	
dysplazierter Dreiecksknorpel infero-medial	
Vernarbungen der interkartilaginären Verbindungen	
Infraktion der lateralen Nasenwand nach Septorhinoplastik	

Tabelle 4: Äußere Nasenklappe

Statische Ursachen	Dynamische Ursachen
Ptoxis der Nasenspitze	anlagebedingter instabiler lateraler Flügelknorpel
Vernarbungen nach OP; Trauma	Überresektion des lateralen Flügelknorpels nach Septorhinoplastik
	schwächige Nasenmuskulatur

2.5 Untersuchung der instabilen Nasenflanke

Aufgrund der Fülle von möglichen Ursachen einer Nasenatmungsbehinderung stellt eine genaue Untersuchung und Ursachenforschung den ersten essentiellen Schritt in der Therapie da.

Wenn es um die Eingrenzung des Einflusses der Nasenflanke als Ursache einer Nasenatmungsbehinderung geht, gibt es bisher praktisch keine reproduzierbare quantitative Messmethode.

Bei forcierter Inspiration kann eine Schwäche im Bereich der äußeren Nasenklappe als sichtbares Ansaugphänomen gesehen werden. Gleiches gilt auch für eine Instabilität der Nasenflanke im Bereich zwischen äußerer und innerer Nasenklappe. Gerne werden die Nasenflanken per Palpation untersucht, jedoch ist der Eindruck einer durch Palpation diagnostizierten „Schwäche“ rein subjektiv.

Bei der Beurteilung der inneren Nasenklappe stößt die äußere Inspektion als auch der nicht objektive Palpationsbefund an seine Grenzen.

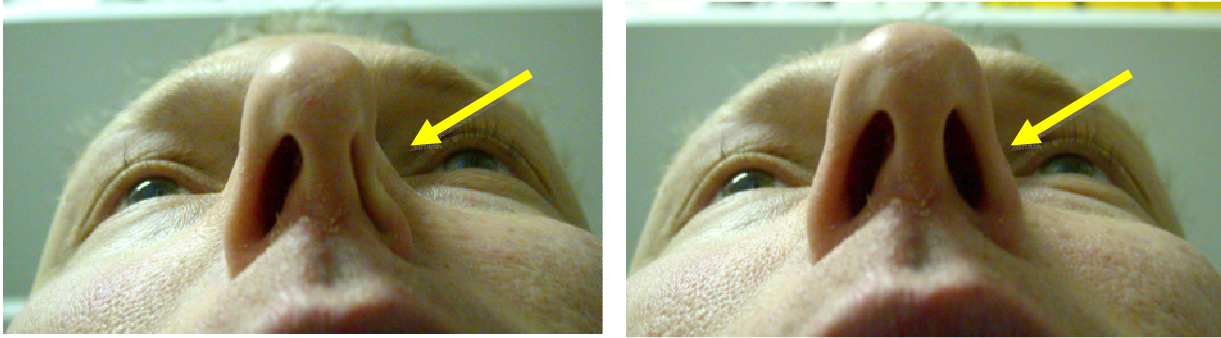


Abbildung 10:

Nasenflankenansaugphänomen während der Inspiration und in Ruhe

Um die innere Nasenklappe zu beurteilen muss die Nasenklappe mit Stirnlampe und mit und ohne Spekulum untersucht werden. Bei Verwendung eines Spekulums ist zu bedenken, dass bei ungehemmtem Einsatz die innere Nasenklappe manuell durch den Untersucher geöffnet wird. Eine suffiziente Beurteilung des Nasenklappenwinkels wird damit unmöglich. Dennoch ist die Spekulumuntersuchung unerlässlich, da so die „statischen“ Ursachen wie eine enge Apertura piriformis, Septumdeviation oder Muschelhypertrophie beurteilt werden können.

Zur Beurteilung des Nasenklappenwinkels hat es sich bewährt, dass der Untersucher mit dem Daumen die Nasenspitze des Patienten leicht nach kranial anhebt. Hierdurch wird ein besserer Einblick in die Nase möglich, ohne dabei die innere Nasenklappe zu öffnen.

Nach erfolgter Bestandsaufnahme folgt die Durchführung des Cottle- Test zur Identifikation einer Enge im Bereich der inneren Nasenklappe.

2.5.1 Der Cottle Test.

Der Cottle Test stellt eine einfache Untersuchungsmethode zur Identifikation von Insuffizienzen der inneren Nasenklappe dar.

Während der Patient aufgefordert wird, ruhig durch die Nase zu inspirieren, wird durch den Untersucher das Gewebe der Infraorbital- Wangenregion beiderseits leicht nach lateral gezogen. Hierdurch wird der Bereich der inneren Nasenklappe unter Zug gesetzt

und etwas geweitet. Gibt der Patient bei diesem Manöver einen verbesserten Airflow an, ist der Cottle Test positiv. Es besteht eine signifikante Enge der inneren Nasenklappe.

Als nächste Untersuchung erfolgt das Anheben der Nasenspitze. Speziell bei Patienten, die eine Septorhinoplastik bereits erhalten haben, kommt es gelegentlich zu einer „hängenden Nasenspitze“ nach Überresektion an den lateralen Flügelknorpeln oder des Septums [30]. Der Einfluss dieser „Tip Ptosis“ kann durch ein simuliertes Anheben der Nasenspitze durch den Untersucher geprüft werden.

Als weitere Untersuchung kann mit einem kleinen Watteträger oder einer Untersuchungssonde der Dreiecksknorpel von innen leicht nach lateral gedrückt werden. Hierdurch öffnet sich die innere Nasenklappe manuell.

2.5.2 Rhinomanometrie

Nach der klinischen Voruntersuchung hat sich zur Quantifizierung des nasalen Flow und der dabei entstehenden Druckverhältnisse die Technik der Rhinomanometrie bewährt [46, 22]. Durch die Messungen werden sowohl der nasale Luftstrom als auch die dabei im Nasen-Rachenraum auftretenden Druckverhältnisse registriert. Unterschieden werden grundsätzlich die posteriore und die anteriore Rhinomanometrie: Bei der posterioren Rhinomanometrie wird dem Probanden eine Drucksonde in den Bereich des Nasopharynx gelegt. Zeitgleich kann über eine Mund-Nasenmaske der nasale Luftstrom gemessen und gegen den Druck graphisch aufgetragen werden. Da die Platzierung der Drucksonde im Nasopharynx nur schlecht von den Patienten toleriert wird, hat sich in der Praxis die anteriore Rhinomanometrie durchgesetzt.

Die Drucksonde wird hierbei nicht im Nasopharynx, sondern im Cavum eines Nasenlochs platziert. Die Messung des nasalen Flow kann jetzt wieder über eine Mund-Nasenmaske oder über eine zweite Nasenolive durchgeführt werden. Der Mund muss geschlossen gehalten werden.

Da es sich um ein geschlossenes System handelt, ist der Druck im Cavum des Nasenlochs gleich dem im Nasopharynx.

2.5.3 Akustische Rhinometrie

Ergänzend zur Rhinomanometrie, bei der direkt eine Aussage über den nasal möglichen Luftstrom getroffen werden kann, werden bei der akustischen Rhinometrie die anatomischen Verhältnisse untersucht und die Volumina und Querschnitte der Nase berechnet [38]. Hierzu wird eine Geräuschsonde luftdicht an den Naseneingang gehalten. Die Geräuschreflektionen werden über ein angeschlossenes Messgerät registriert und ausgewertet. Als Ergebnis der rhinometrischen Messung wird eine Kurve ausgegeben, bei der die Querschnittsfläche der Nase gegen die Entfernung von der Messsonde aufgetragen wird. Der Graph weist typischerweise drei Engstellen auf: Die erste und größte Enge wird hierbei der inneren Nasenklappe gleichgesetzt, die zweite Enge dem Bereich der unteren Nasenmuschel und die dritte dem Bereich des Nasenrachenraumes [56].

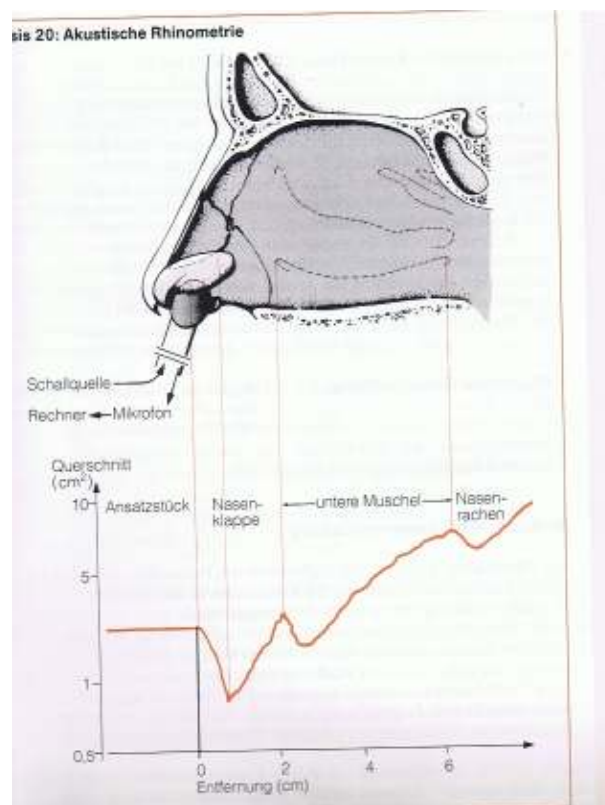


Abbildung 11: Akustische Rhinometrie

Aus: Berghaus A. 1996 Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Hippokrates Verlag

2.6 Welche Therapiemöglichkeiten existieren bereits

2.6.1 Historischer Überblick

Seitdem Mink den Bereich der Nasenklappe als Engstelle der nasalen Luftpassage identifiziert hat, wurden im Verlauf der Jahrzehnte verschiedenste Therapieansätze zur Korrektur des Nasenflankenkollaps erprobt.

Zunächst wurden in die Nasenlöcher einsetzbare Dilatatoren aus Draht, Gummi und Celluloid entwickelt, die vornehmlich nachts getragen werden sollten. Analog den heute noch gängigen Externa wie z.B. dem Nasenpflaster BreathRight®, waren diese keine akzeptablen Dauerlösungen. Um eine dauerhafte Stabilisation zu erreichen wurden etwa zeitgleich in den dreißiger Jahren des letzten Jahrhunderts Implantate aus Metall, Palladon, Acryl und auch Paraffin verwendet. Keines hiervon hat sich jedoch in der Praxis bewährt, so dass nachfolgend die Verwendung von autologem Material neben speziellen Nahttechniken Fuß fasste.

Um 1932 begann zunächst Eitner und später Fomon autologen Septumknorpel zur Stabilisation zu verwenden. Zusammen mit Marino und Barsky erweiterten sie dieses Spektrum um Rippen- und Konchaknorpel [43].

Nachdem es nun keine Probleme mit Fremdkörperreaktionen mehr gab, wurden zahlreiche verschiedene Techniken zur Verwendung der autologen Transplantate entwickelt:

Die lateralen Flügelknorpelanteile wurden rotiert und refixiert (Fomon 1960). Denecke und Meyer benutzten Composite Transplantate vom Ohr, um den Bereich der externen Nasenklappe zu stabilisieren. 1974 versuchte Farrior, durch lokale VY-Plastiken den Naseneingang zu weiten, und Georgie 1982 durch Transposition eines Knorpelstreifens vom oberen Rand des lateralen Flügelknorpels in eine Septumtasche die innere Nasenklappe zu öffnen.

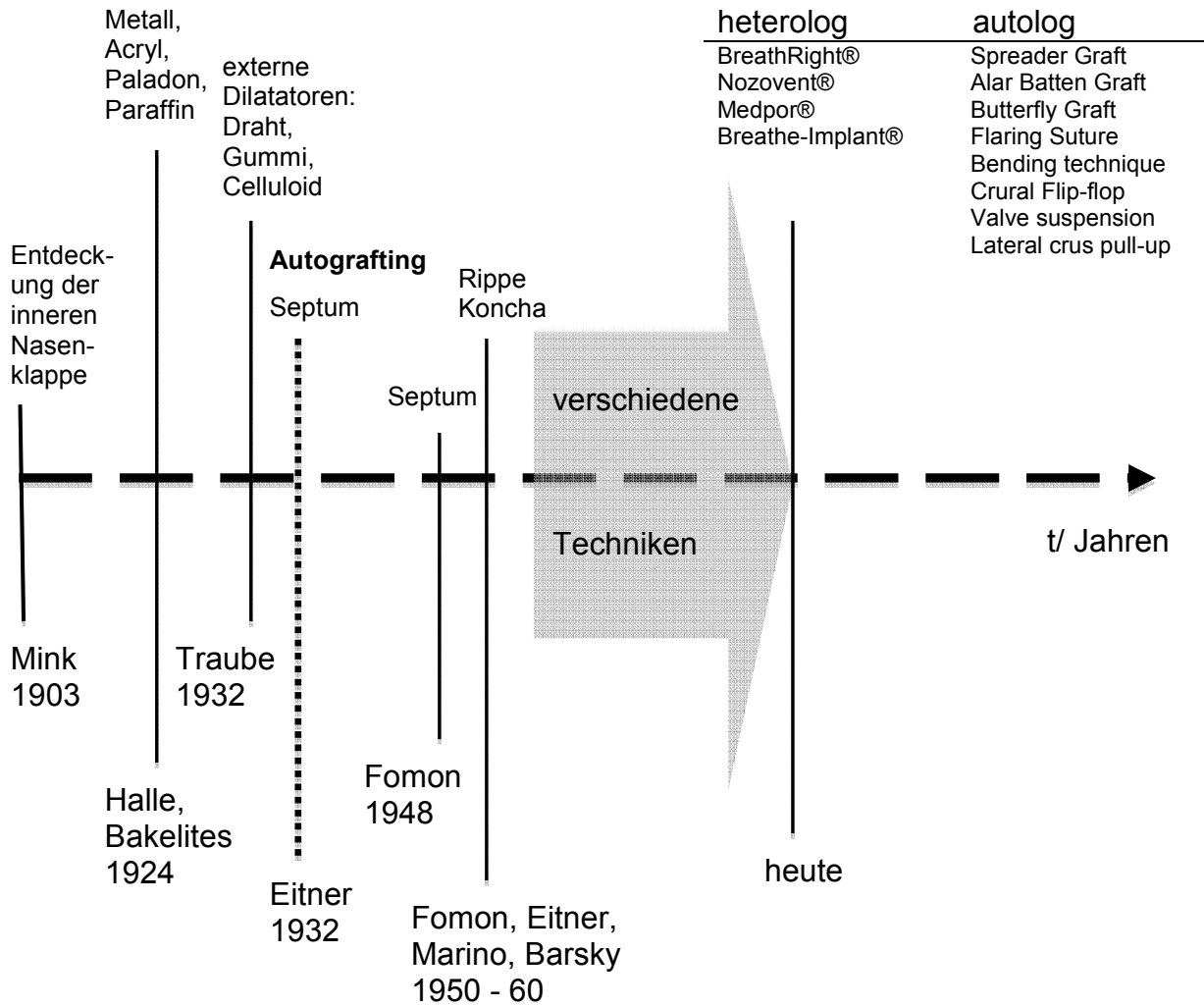


Abbildung 12: Historische Entwicklung der Nasenklappenchirurgie

Es wurden noch weitere Modifikationen von anderen Operateuren probiert, doch allen gemein war, dass keine Methode alleine zuverlässige, reproduzierbare Ergebnisse bei der Verbesserung des nasalen Flow brachte.

Die Komplexität der ineinander greifenden anatomischen Strukturen der äußeren und inneren Nasenklappe als auch des Bereiches der Nasenflanke zwischen beiden erfordert eine präzise Diagnose der zugrunde liegenden Störung für jeden Einzelfall.

In der modernen Therapie der instabilen Nasenflanke haben sich folgende nicht operative und operative Methoden etabliert:

2.6.2 Nicht operative Therapie

2.6.2.1 Nasenpflaster *BreathRight*®

Das Nasenpflaster *BreathRight*® der Firma GlaxoSmithKline ist ein rezeptfreies Einwegprodukt. Das längliche Pflaster hat eine selbstklebende Unterseite. Im Pflasterkörper sind zwei elastische Kunststoffstreifen in Längsrichtung eingearbeitet. Das Pflaster wird quer über den Nasenrücken mit seiner selbstklebenden Seite aufgebracht, so dass die Klebeflügel an den Enden des Pflasters im Bereich der Nasenflanken zu liegen kommen. Durch das Bestreben der Kunststoffstreifen, sich in ihre Ausgangsposition zu retrahieren, werden die Nasenflanken nach lateral angehoben und es kommt zu einer Vergrößerung der darunter gelegenen Querschnittsfläche der Nase. In Abhängigkeit der Applikationshöhe über dem Nasenrücken wirkt sich der Effekt eher im Bereich der äußeren oder inneren Nasenklappe aus.

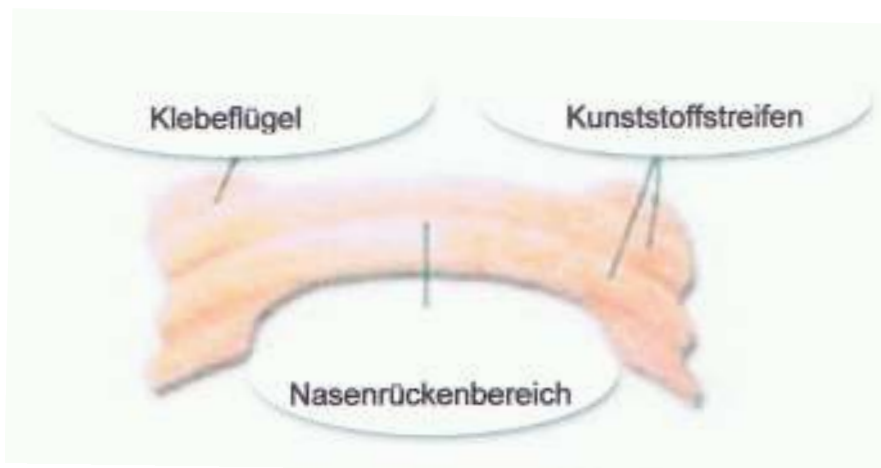


Abbildung 13: Nasenpflaster *Breath Right*®

Aus: www.bioshop.in.ua

In einer Studie an 35 Nasen gesunden Probanden zeigte Yoshinami [75] durch Messungen mittels akustischer Rhinometrie, dass sich die Querschnittsfläche im Nasenflankenbereich durch den Einsatz des Pflasters vergrößert, mit Zunahme der Nutzungszeit dieser Effekt aber im Bereich der inneren Nasenklappe rückläufig ist.

2.6.2.2 Nozovent ®

Nozovent ® ist eine rezeptfreie wieder verwendbarer Kunststoffspange, die 1988 vom schwedischen HNO-Arzt Dr. Björn Petruson erstmals an 16 Patienten mit einer Nasenflankeninstabilität untersucht wurde [52]. Die Nozovent Atmungshilfe wird von unten in die Nasenvorhöfe eingesetzt. Zwei t-förmig an den Enden liegende Gewebehalter legen sich an die Innenseiten der Nasenflanken an und spreizen über eine vor der Columella verlaufende Kunststoffbrücke die Nasenflanken. Das Produkt ist in drei verschiedenen Größen wählbar.



Abbildung 14: Nozovent ® Nasendilatator

Aus: www.nosnorezone.com

Petruson konnte zeigen, dass der nasale Luftfluss im Mittel um 180 ml/s , von 0,68 l/s auf 0,84 l/s, verbessert wurde.

2.6.2.3 *Breath with Eez*® *Mechanical Therapeutic Nasal Dilator*

1990 erfolgte die Vorstellung eines mechanischen selbstexpandierenden Nasenvorhofdilators [17]. Das Produkt bestand aus 304 -er rostfreiem Stahldraht, der meanderförmig zirkulär, einem Stent vergleichbar, geformt und in drei verschiedenen Größen erhältlich war. Der „Nasenstent“ konnte durch leichten Druck zusammengedrückt und selbst in die Nasenvorhöfe eingesetzt werden. Die Nasenflanken wurden so stabilisiert und die innere Nasenklappe mechanisch geöffnet.

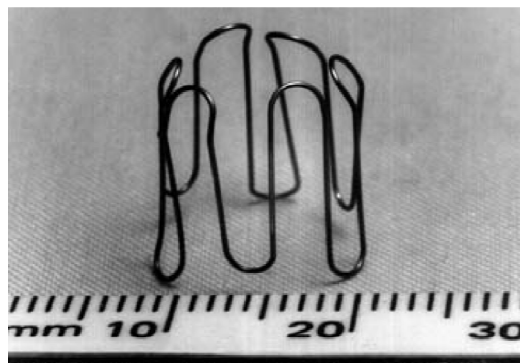


Abbildung 15: *Breath with Eez*®

Aus: [17]

Chaudhry et al. [16] prüften die Effektivität des Produktes an 33 Patienten mittels Rhinomanometrie. Hierbei konnte gezeigt werden, dass der nasale Atemwiderstand nach Applikation um 26 % sank.

Das Produkt kann weiterhin über das Internet bei der *Breath with Eez* Corporation bezogen werden.

2.6.3 Operative Therapie – heterologe Implantate

2.6.3.1 Medpor®

Medpor® ist ein aus hochverdichtetem Polyethylen bestehendes Produkt. Durch seine vernetzte und offenporige Struktur mit Porengrößen > 100 Mikrometer ist ein Einwachsen des Gewebes möglich. Systemische oder zytotoxische Eigenschaften bestehen nicht.

Medpor® Implantate werden vor allem in der kraniofazialen Chirurgie zu Rekonstruktionszwecken verwendet, da sie leicht in Größe und Form zurechtgeschnitten werden können.

In einer Studie von Ramakrishnan et al. [55] wurden retrospektiv zwölf Patienten untersucht, denen zwischen 1999 und 2005 Medpor® Implantate zur Stabilisierung einer instabilen Nasenflanke implantiert wurden. 75 % der Patienten gaben nach sechs Monaten an, keine Obstruktion der Nase zu verspüren. Nebenwirkungen wie Infektionen und Implantatperforationen traten jedoch bei 21% auf. 41 % der Patienten benötigten Revisionseingriffe.



Abbildung 16: Medpor® sheet

Aus: www.porexurgical.com

2.6.3.2 *Breathe-Implant*®

Breathe-Implant® ist ein 0,5 mm dünnes Titanimplantat, welches über einen offenen Rhinoplastikzugang auf die Dreiecksknorpel genäht wird. Das Implantat ist in fünf verschiedenen Größen erhältlich und überspannt den Nasenrücken analog dem vorgestellten Nasenpflaster *Breath Rhight*®.

Das Titanimplantat wurde eigens zur Stabilisation der inneren Nasenklappenregion entwickelt.

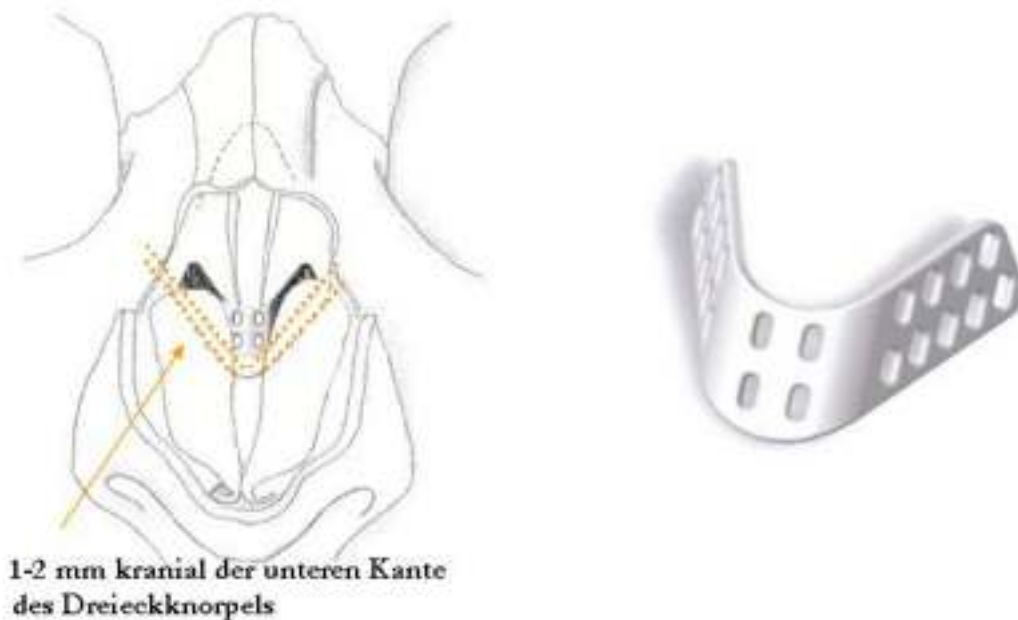


Abbildung 17: *Breath-Implant*®

Aus: www.swissear.ch

Zwischen 2003 und 2007 wurde das Implantat bei 53 Patienten eingesetzt. Es traten weder Infektionen noch Implantatperforationen auf [3]. Den Grad der Verbesserung des nasalen Airflow lässt der Autor Dr. med. àWengen in seiner Studie jedoch offen.

2.6.4 Operative Therapie – autologe Transplantate

2.6.4.1 Spreader Graft

1984 beschrieb Sheen erstmals die Verwendung von „Spreader Grafts“ (to spread = aufspreizen) [64]. Bei dieser Technik wird die Querschnittsfläche im Bereich der inneren Nasenklappe vergrößert. Hierzu wird der Dreiecksknorpel auf beiden Seiten direkt an der Verbindungsstelle zum Septum über die volle Länge gelöst. In den resultierenden Spalt werden Knorpeltransplantate aus Septum- oder Konchaknorpel submukös eingefügt. Septumknorpel ist zu bevorzugen, da er im Gegensatz zum Konchaknorpel im Normalfall keine natürliche Biegung aufweist und kein neues OP Gebiet eröffnet werden muss. Fixiert werden die Transplantate typischerweise mit Matratzennähten. Wichtig ist, dass die Transplantate über die volle Länge zwischen Septum und Dreiecksknorpel zu liegen kommen, um eine Aufspreizung der inneren Klappe zu gewährleisten.

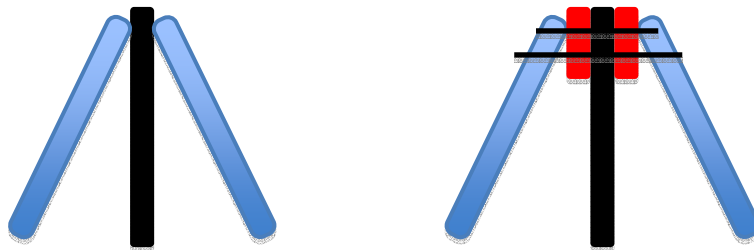


Abbildung 18: Positionierung der Spreader Grafts (rot) zwischen Septum (schwarz) und Dreiecksknorpeln (blau), Fixation mit Matratzennähten (schwarz)

2.6.4.2 Flaring Suture

Die „Flaring Suture“ (engl. flaring = Erweiterung) ist eine Nahttechnik, bei der die lateralen Enden der Dreiecksknorpel mit einem nicht resorbierbaren Faden gefasst und durch eine den Nasenrücken überspannende Matratzennaht miteinander verbunden werden. Es entsteht ein latero-dorsaler Zug auf die Dreiecksknorpel, so dass sich der Winkel der inneren Nasenklappe erweitert.

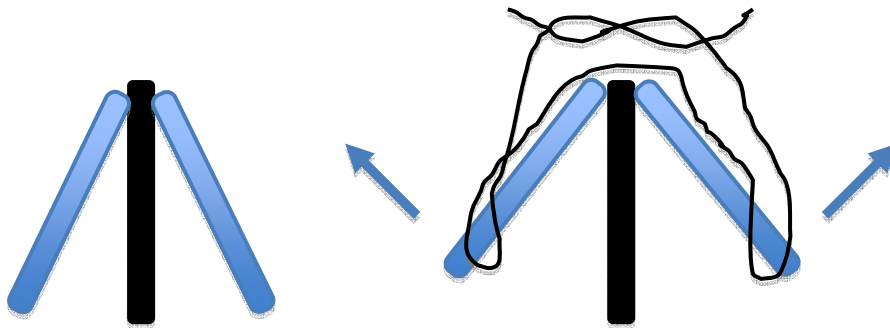


Abbildung 19: Nahtführung bei der Flaring Suture, die Pfeile geben die Elevationsrichtung der Dreiecksknorpel an

Septum (schwarz), Dreiecksknorpel (blau), Naht (schwarz)

„Spreader Graft“ und „Flaring Suture“ werden häufig zusammen angewendet [51]. Eine Studie von Schlosser et al. [60] an sechs Cadavern [61] zeigten, dass der synergistische Effekt beider Techniken mit einer Zunahme der Querschnittsfläche im Bereich der inneren Nasenklappe um 18,7 % deutlich besser war als das „Spreader Graft“ mit 5,4 % oder die „Flaring suture“ mit 9,1 % für sich alleine.

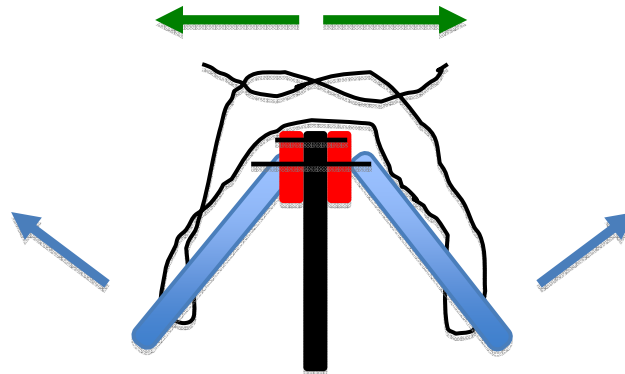


Abbildung 20: Kombination von Flaring Suture und Spreader Grafts, die blauen Pfeile geben die Elevationsrichtung an, die grünen Pfeile die Lateralisation der Dreiecksknorpel

Septum (schwarz), Dreiecksknorpel (blau), Spreader Grafts (rot), Naht (schwarz)

2.6.4.3 Alar Batten Graft

„Alar batten grafts“ sind eine der häufigsten Methoden zur Stabilisierung der Nasenflanke. Die Transplantate werden aus Septum oder Konchaknorpel gewonnen und in eine submuköse Tasche implantiert. Die exakte Positionierung hängt von der Lage der größten Instabilität ab. Ist diese am Übergang der Nasenflanke zur inneren Nasenklappe lokalisiert, so sollte das Transplantat eher kranial am Unterrand des Dreiecksknorpels positioniert werden. Bei Schwächen im Bereich der externen Nasenklappe erfolgt die Positionierung tiefer im Bereich des Unterrandes des lateralen Flügelknorpels. In jedem Fall ist darauf zu achten, dass das laterale Ende bis zum knöchernen Rand der Apertura piriformis reicht [68]. Ob das Transplantat mit resorbierbarer Naht fixiert wird [6] oder nicht [68] ist abhängig vom Operateur. Eine generelle Empfehlung hierfür liegt nicht vor.

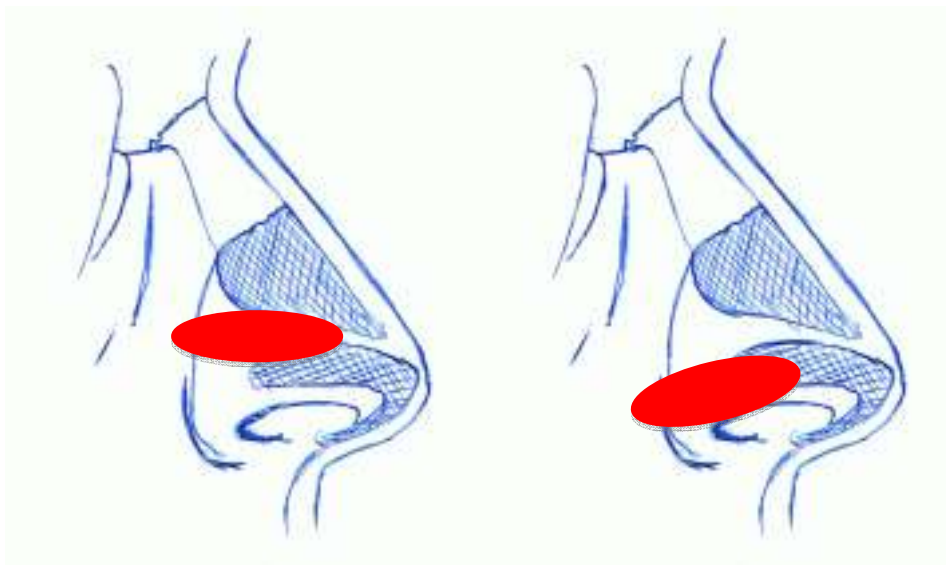


Abbildung 21: Positionierung der Alar Batten Grafts kranial oder kaudal mit Abstützung an der Apertura piriformis

2.6.4.4 Sub-alar Batten Graft und lateral Crural Graft

In Anlehnung an die bereits beschriebene Technik des „Alar batten Graft“ stellten André et al. 1990 das „Sub-alar batten graft“ vor. Hierbei erfolgte die Einlage des Knorpeltransplantates direkt unterhalb des lateralen Flügelknorpels.

Von den 27 in der Studie untersuchten Patienten waren 65 % nach eigener Einschätzung der Meinung, dass sich ihre Nasenatmung nach der Operation insgesamt gebessert hat [2].

Die „lateral crural grafts“ können auf oder unter den Flügelknorpel genäht werden und schienen, analog den „sub-alar batten grafts“, den instabilen lateralen Flügelknorpel [72].

2.6.4.5 Butterfly Graft

Das „Butterfly Graft“ ist ein Knorpeltransplantat, welches den Nasenrücken quer überspannt und mit seiner kranialen Hälfte auf dem Dreiecksknorpel und der kaudalen Hälfte unter den lateralen Flügelknorpeln zu liegen kommt [6]. Hierdurch verstärkt sich zum einen die Retraktionskraft des Transplantates durch eine größere Vorspannung, zum anderen werden die Unterränder durch die lateralen Flügelknorpel ästhetisch verborgen. Durch die natürliche Biegung des Konchaknorpels eignet sich dieser bevorzugt für eine harmonische Form. Die Nasenform wird durch den aufspannenden Effekt des Transplantates in der Supratip Region etwas breiter.

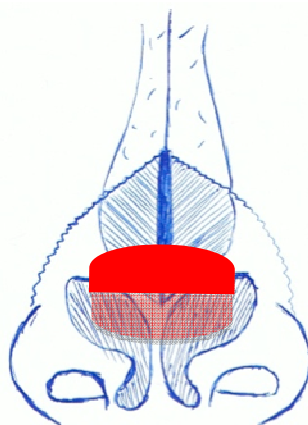


Abbildung 22: Positionierung des Butterfly Graft distal unter den lateralen Flügelknorpeln, proximal über den Dreiecksknorpeln

2.6.4.6 *Bending Technique*

Die Überresektion der lateralen Flügelknorpel nach Septorhinoplastik ist einer der häufigsten iatrogenen Gründe für einen Kollaps der äußeren Nasenklappe [30]. Um der Nasenspitze und den Nasenflanken wieder Stabilität zu verleihen, ist die anatomische Rekonstruktion des Knorpelgerüsts notwendig.

Im Rahmen der Revisions OP werden über einen offenen Zugang die knorpeligen Strukturen der Nase dargestellt. Reste der lateralen Flügelknorpel, so vorhanden, werden reseziert. Es folgt die Entnahme von Septum oder Konchaknorpel, aus denen schmale längliche Transplantate geschnitten werden. Diese können nun medial auf die Stümpfe der medialen Flügelknorpel und lateral gegen das fibro-adipöse Gewebe im Flankenbereich genäht werden. Septumknorpel wird gegenüber Koncha- oder Rippenknorpel von den Beschreibern bevorzugt. Sollten die medialen Crura zu kurz oder schwach sein, um die Transplantate anzunähen, erfolgt das Einsetzen eines Columellastruts (Knorpelspan zum Ersatz oder Stützung der medialen Crura). Abschließend erfolgt die finale Formung des Domes durch nichtresorbierbare Nähte.

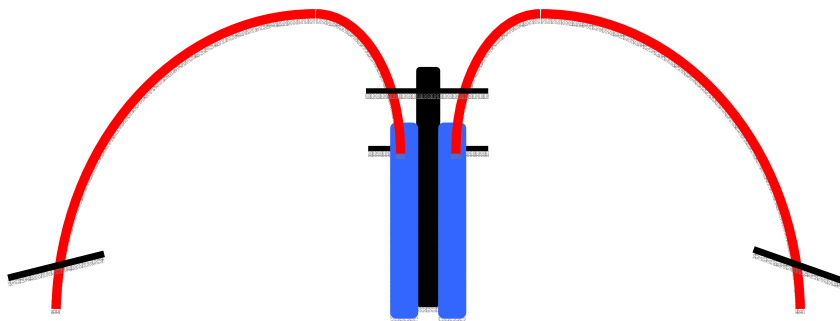


Abbildung 23: Bending Technique

Septum (schwarz), mediale Reste der Flügelknorpel (blau), Knorpeltransplantate (rot), Nähte (schwarz)

2.6.4.7 Lateral Crural Flip-Flop Graft

In Fällen, in denen konkav geformte laterale Flügelknorpel zu einer Insuffizienz der äußeren Nasenklappe führen, kann eine Korrektur durch ein „Flip-Flop“ Manöver der lateralen Flügelknorpel behoben werden. Hierfür wird das betroffene Segment des Flügelknorpels freigelegt, reseziert und als freies Transplantat umgekehrt eingefügt. Die ehemals konkave Außenseite zeigt nun nach innen und die Konvexität nach außen. Um ein störungsfreies Einheilen zu ermöglichen wird dieses mit Nähten an den Übergängen medial und lateral fixiert [6].

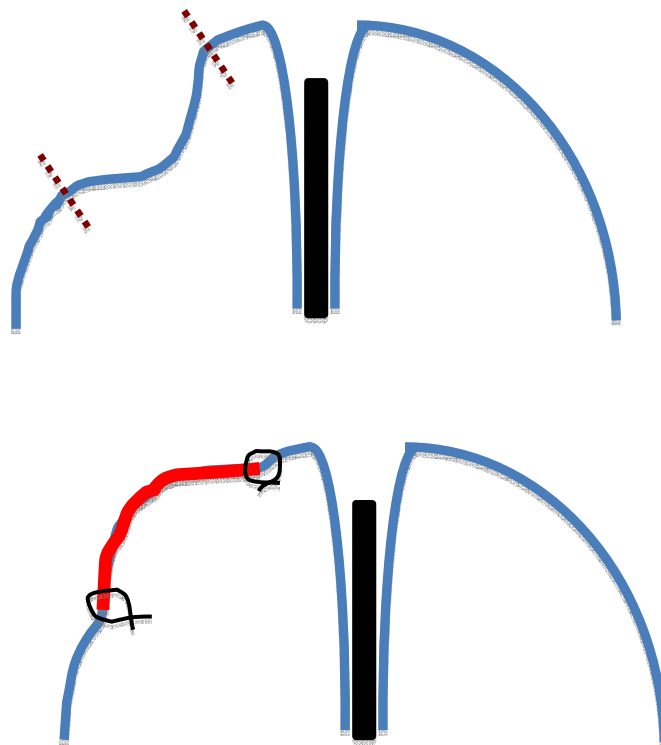


Abbildung 24: Lateral crural Flip-Flop Graft, das konkave Knorpelstück wird exzidiert und konvex zurückgenäht

Septum (schwarz), Flügelknorpel (blau), exzidiertes und konvex eingenähtes Transplantat (rot), Nähte (schwarz)

2.6.4.8 Valve Suspension Technique

Neben der bereits erwähnten „Flaring suture“ ist die „Valve Suspension Technique“ ebenfalls eine reine Nahttechnik, die den Winkel der inneren Nasenklappe öffnen kann. Paniello stellte hierzu 1996 eine Studie an zwölf männlichen Patienten vor, bei denen die von ihm entwickelte Methode zum Einsatz kam [50].

Über einen transkonjunktivalen Zugang wird zunächst der Orbitarand etwas lateral des Tränenkanals dargestellt. Im Bereich der Nasenflanke wurde präoperativ die kraniale und kaudale Begrenzung der instabilsten Region durch zwei Punkte markiert. Nun wird ein nichtresorbierbarer 3/0 Polypropylen Faden endonasal mit einer geraden Nadel durch die Mukosa im Bereich der kranialen Markierung gestochen und direkt zum Zugang am Orbitarand vorgeschoben und ausgeführt. Dieses wird mit dem zweiten Fadenende für den kaudal markierten Punkt wiederholt. Endonasal liegt nun eine kurze Fadenstrecke, meist ca. 5 mm, frei. Diese wird jedoch innerhalb der nächsten Wochen von der Mukosa überwachsen.

Die am Orbitarand ausgeführten Fäden können nun auf verschiedene Arten fixiert werden. Paniello setzte zunächst auf eine Annaht am Periost und wechselte später auf eine Schraubenfixation oder die direkte Verknotung hinter zwei durch den Orbitarand gebohrte Löcher.

Abschließend erfolgte der Verschluss des transkonjunktivalen Zugangs.

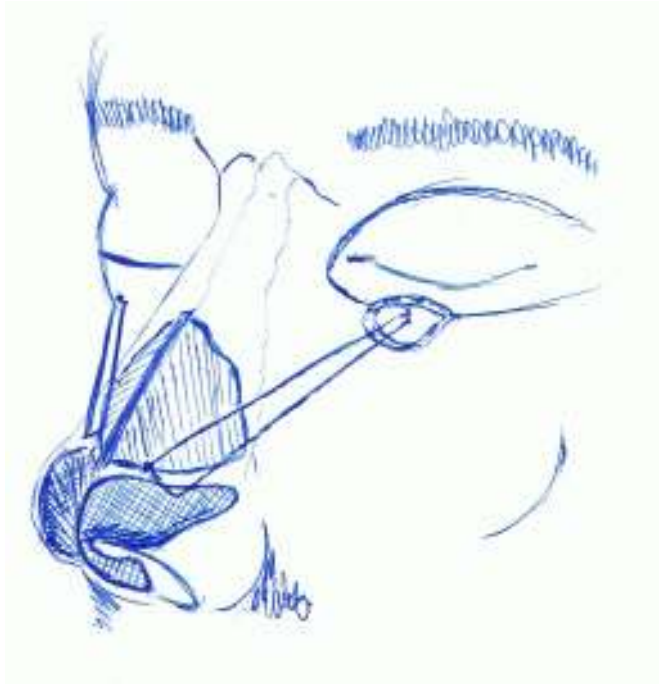


Abbildung 25: Valve Suspension Technique

Eine Modifikation der Technik publizierten Friedman et al. 2003 mit einem transkutanen infraciliären Zugang und der Benutzung eines im Knochen versenkbaren Miniankers (Mitek-Ankers®, Firma Ethicon). Vorteile sollen in der geringeren Gefahr von oculären Verletzungen und einer deutlich verkürzten OP Zeit liegen [28].

2.6.4.9 Lateral Crus Pull - up Technique

Die Basis dieser Methode ist eine Nahttechnik, die durch nichtresorbierbares Material den lateralen Flügelknorpel nach kranial in Richtung Apertura piriformis zieht.

Hierzu wird endonasal ein kleiner Schnitt im Bereich des intercartilaginären Zugangs gemacht. Der Schnitt wird jedoch nur nach lateral vollzogen, so dass der mediale Flügelknorpelanteil und der Dom in situ bleiben. Der Flügelknorpel wird lateral an der nach außen gerichteten Seite präpariert und dargestellt. Über den verlängerten Schnitt nach lateral erfolgt nun auch die Darstellung der Apertura piriformis. Das Periost wird gespalten und nach Freilegen der Knochenkante ein kleines Loch mit einem Drill gebohrt. Eine Goretex 3/0 Naht wird durch das Loch gefädelt und durch die laterale Spitze des Flügelknorpels gestochen und unter Zug mit der Fadengegenseite verknotet.

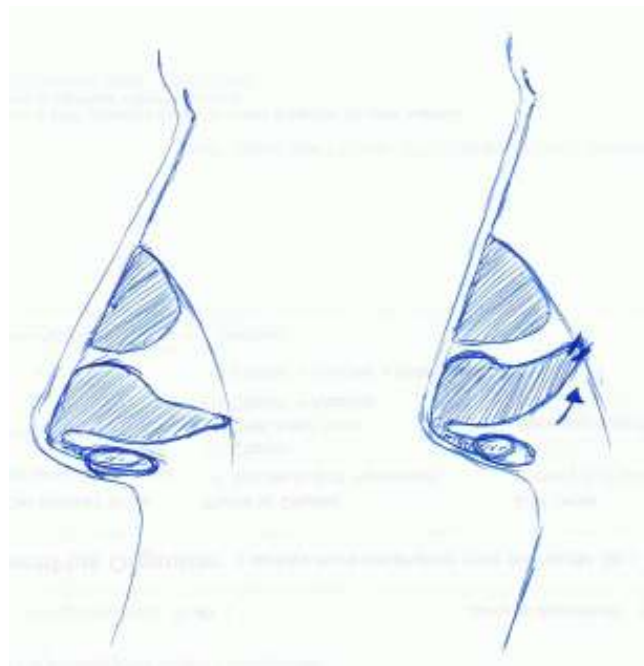


Abbildung 26: Lateral Crus Pull – up Technique

Der laterale Flügelknorpel hat hierdurch seine Position in Richtung kranial verlagert. Es kommt zu einer Stabilisation der Nasenflanke besonders im äußeren und mittleren Bereich. Zum Abschluss wird die Mukosa mit resorbierbarer Naht verschlossen.

Menger publizierte dieses Verfahren 2006 nach Erprobung an sieben Patienten [42]. Fünf davon wurden bilateral, zwei unilateral operiert. Alle Patienten gaben eine verbesserte Nasenatmung im Vergleich zu vor der OP an. Rhinomanometrische Untersuchungen liegen nicht vor.

2.7 Transplantatwahl

Knorpelgewebe nimmt nicht nur durch seine sowohl elastischen als auch krafttragenden Eigenschaften eine besondere Stellung zwischen Bindegewebe und Knochen ein, es zählt auch zu den avaskulären, nerven- und gefäßfreien Geweben. Die Nährstoffversorgung der Zellen erfolgt über Diffusion.

Im histologischen Bild zeigen sich die Chondrozyten in Gruppen, den Chondronen, zusammenliegend. Die dazwischen vorhandene Interzellulärsubstanz wird von den Chondrozyten gebildet. Abhängig vom Verteilungsverhältnis zwischen Chondrozyten und Interzellulärsubstanz und der Qualität der produzierten Fasern können drei Knorpelarten unterschieden werden:

Hyaliner Knorpel

Der hyaline Knorpel kommt an den Gelenkflächen, den Epiphysenfugen, den Knorpelspangen an Trachea und Bronchien, den Rippen als auch im Knorpelskelett der Nase und des Septums vor. Bei der makroskopischen Betrachtung erscheint er bläulich weiss. Im histologischen Schnitt zeigen sich die kollagenen Fasern vom Typ II um die Chondrozytenhaufen windend. Der hyaline Knorpel ist besonders druckfest, jedoch nicht zugfest [59, 8, 76].

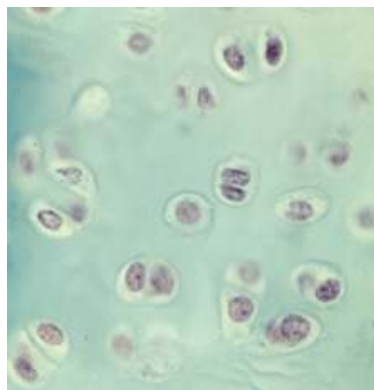


Abbildung 27: Histologisches Bild von hyalinem Knorpelgewebe

Universität Freiburg, www.unifr.ch/anatomy/

Elastischer Knorpel

Der elastische Knorpel kommt im Kehlkopfdeckel, der Epiglottis, der Tuba auditiva und der Ohrmuschel vor. Makroskopisch scheint der Knorpel leicht gelblich zu sein. Das histologische Bild zeigt sich zellärmer im Vergleich zum hyalinen Knorpel. In der Interzellulärsubstanz finden sich sowohl elastische als auch kollagene Fasern vom Typ II, so dass der elastische Knorpel eine höhere Elastizität aufweist als der hyaline Knorpel [59, 8, 76].

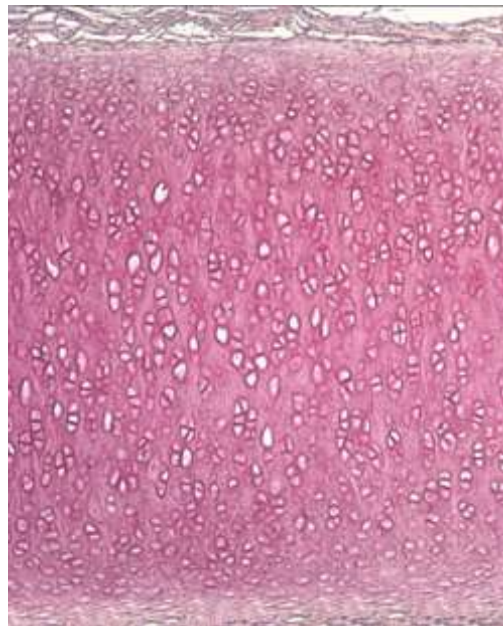


Abbildung 28: Histologisches Bild von elastischem Knorpelgewebe, hier Ohrknorpel

Universität Freiburg, www.unifr.ch/anatomy/

Faserknorpel

Faserknorpel findet sich in den Bandscheiben, der Symphyse und den Menisken. Im histologischen Bild zeigen sich nur noch wenige Chondrozyten. Der überwiegende Teil der Interzellulärsubstanz wird von kollagenen Fasern des Typs I gebildet. Dieses dichte Fasernetz verleiht dem Knorpel eine hohe Zugfestigkeit [59, 8, 76].

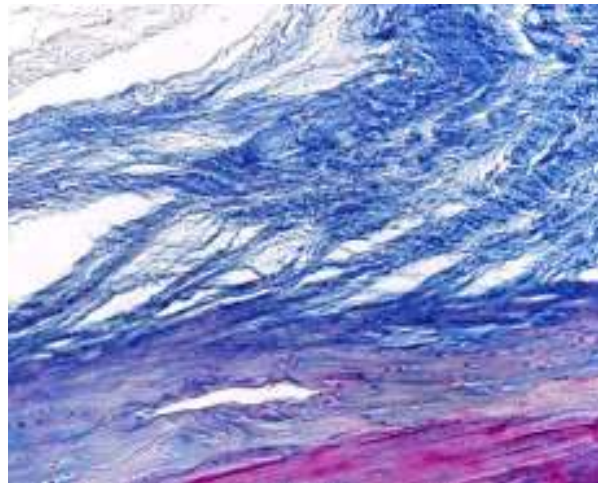


Abbildung 29: Histologisches Bild von Faserknorpel

Universität Freiburg, www.unifr.ch/anatomy/

Die Wahl des am besten geeigneten Transplantates hängt von verschiedenen Faktoren ab:

So sind die Verfügbarkeit der benötigten Transplantatmenge als auch die unterschiedlichen Eigenschaften der Knorpeltypen zu bedenken.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht:

Tabelle 5: Knorpeltransplantate

	Septumknorpel - hyalin -	Konchaknorpel - elastisch -	Rippenknorpel - hyalin -
Verfügbarkeit	wenig - mittel	mittel, ggf. bds.	viel
operativer Zugang	kein zusätzlicher Zugang	Narbe retroaurikulär, ggf. bds.	Narbe am Brustkorb
Elastizität	elastisch- spröde	elastisch	spröde
Stabilität	mittel	schwach	hoch
Form	plan – gebogen	gebogen	plan; nach dem Trimmen unterschiedliche Tendenz zur Verbiegung („warping“)

2.8 Transplantatüberleben

Dass Knorpeltransplantate resorptiven Vorgängen unterliegen können [1] ist zwar bekannt und muss auch stets Gegenstand einer operativen Aufklärung sein, welche Faktoren eine Resorption aber begünstigen und ob bestimmte Knorpeltypen eher zu einer Resorption neigen als andere ist jedoch noch wenig erforscht.

Wichtige Einflussgrößen im Rahmen der operativen Präparation sind unter anderem ein wenn auch sehr dünner belassener Bindegewebesaum auf der einen Transplantatseite. Dieses soll zu einer schnelleren Transplantateinheilung führen und einer Dislokation vorbeugen [65].

Das Belassen von Perichondrium auf der anderen Transplantatseite scheint ebenfalls einen positiven Effekt auf das Langzeitüberleben der Transplantate zu haben [65].

In einer Studie von Lattyak et al wurden 14 Kaninchen gleich große Stücke perichondriumfreien Septum-, Koncha- und Rippenknorpels als „Onley-Graft“ im Bereich des Nasenrückens subkutan eingebracht. Nach drei Monaten wurden sämtliche Transplantate explantiert und in Bezug auf Gewicht und Struktur mit den präoperativen Werten verglichen. Es zeigte sich, dass der Septumknorpel mit 30,8%, gefolgt vom Konchaknorpel mit 23,1% und Rippenknorpel mit 7,6%, am meisten Masse verloren hat [37]. Strukturelle Umbauten im Sinne von Zellnekrosen lagen nicht vor. Bujía et al zeigte, dass bei Patienten mit wiederholtem Verlust des Knorpeltransplantates eine erhöhte Immunantwort gegen Kollagen IX und XI festzustellen war [14].

Neuere Studien untersuchen Verfahren, die die Resorptionsrate der Knorpeltransplantate vermindern sollen. So scheint die Polyelektrolytkomplex-Membranverkapselung des Knorpels eine Resorption unterbinden zu können [31].

2.9 Wissenschaftliche Fragestellung

Im Verlauf der wissenschaftlichen Beschäftigung mit dem Problem der nasalen Atemwegsbehinderung wurden für den Bereich der instabilen Nasenflanke verschiedenste nicht operative als auch operative Therapiemöglichkeiten entwickelt. Angefangen beim extern aufgetragenen Nasendilatator wie dem Nasenpflaster BreathRight® [24, 58] über implantierte Polyethylen Streifen (Medpor®) [70] oder interne Titanimplantate [3] bis hin zu operativen Techniken durch Nähte und autologen Knorpeltransplantaten [72, 68] wurden und werden die verschiedensten Verfahren erprobt und zum Teil auch wieder verworfen.

Zwischen 1999 und 2003 wurden in der Univ.-HNO-Klinik Hamburg 21 Patienten einer operativen Augmentation Ihrer instabilen Nasenflanken mit septalen Splitknorpel- oder Konchaknorpeltransplantaten zugeführt. Von den 21 Patienten verweigerten vier die Teilnahme an der Studie. Sechs Patienten wurden kombiniert prä- und postoperativ sowie weitere elf Patienten ausschließlich postoperativ untersucht und mit einer Kontrollgruppe von 40 Personen ohne nasale Anamnese verglichen. Die Transplantate wurden in eine im Nasenflankenbereich von endonasal geschaffene, subkutane Tasche zwischen Mukosa und lateralem Flügelknorpel sowie Dreiecksknorpel implantiert. Im Gegensatz zu anderen, die Transplantate mit Nähten fixierenden Verfahren wird auf die Nahtfixation bewusst verzichtet. Eine Abstützung an der Apertura piriformis, wie beim Alar batten Graft, ist ebenfalls nicht erfolgt. Die Platzierung des Transplantates resultierte anhand des palpatorischen Befundes im Bereich der größten Instabilität.

Die vorliegende Studie soll prüfen, ob die angewandte Technik der Nasenflankenaugmentation zu einer signifikanten Verbesserung des nasalen Flow führt. Mittels vergleichender rhinomanometrischer Untersuchungen soll hierfür der Einfluss einer instabilen Nasenflanke auf den nasalen Flow gezeigt und ein operativer Erfolg dargestellt werden.

Zudem wurde durch eine Untersuchung der Nasenflanken mit einem Dynamometer geprüft, ob sich die Stabilisierung durch die Knorpeltransplantate messtechnisch

erfassen lässt und ob es Unterschiede des Nasenflankenanspressdruckes zwischen Patienten mit und ohne Nasenflankenansaugphänomen gibt.

Ergänzend wurde die Nasenflankendicke mit einem mechanischen Dickenmesser (Messzange) ermittelt und verglichen, ob Patienten mit einem Nasenflankenansaugphänomen im Mittel eine dünner Nasenflanke besitzen als Personen ohne Nasenflankenansaugphänomen.

Eine sonographische Untersuchung der Nasenflanken sollte die Dimensionen des lateralen Flügelknorpels demonstrieren.

3 Material und Methoden

3.1 Material

3.1.1 Studiendesign und Patientenkollektiv

Es handelt sich um eine monozentrische, kombiniert pro- und retrospektive Studie. Die prä- und postoperativ untersuchten Patienten wurden nach einer mindestens dreimonatigen Heilungszeit wieder einbestellt und erneut untersucht. Alle Patienten waren Kaukasier.

Für die durchgeführten Untersuchungen wurden vier Gruppen gebildet.

Die Umfragegruppe (U) umfasste hierbei insgesamt 100 untersuchte Personen, die sich gleichmäßig auf 50 Frauen und 50 Männer im Alter zwischen 22 und 85 Jahren aufteilt. Das mittlere Alter der Umfragegruppe betrug 54 Jahre.

Auswahlkriterium für diese Gruppe war jedweder Ausschluss von Operationen und Frakturen im Bereich der Nase sowie eine zur Befragung vorhandene Rhinitis. Das Einverständnis zur Erhebung und Auswertung im Rahmen der Studie lag vor.

In der **Kontrollgruppe (K)** waren insgesamt 40 Personen, 20 Frauen und 20 Männer im Alter von 24 bis 86 Jahren. Das mittlere Alter der Kontrollgruppe betrug 42 Jahre.

Auswahlkriterium für diese Gruppe war jedweder Ausschluss von Operationen und Frakturen im Bereich der Nase sowie eine zur Untersuchung vorhandene Rhinitis. Ferner durfte bei forcierter Inspiration kein Ansaugphänomen bestehen oder eine Nasenatmungsbehinderung angegeben werden. Das Einverständnis zur Erhebung und Auswertung im Rahmen der Studie lag vor.

Das Patientenkollektiv umfasste 17 Personen, zehn Männer und sieben Frauen im Alter von 23 bis 64 Jahren. Das mittlere Alter der Gruppe betrug 47 Jahre.

Die **Gruppe P** mit sechs Patienten wurde prä- und postoperativ untersucht und mit der Kontrollgruppe verglichen.

In der **Gruppe T** wurden elf Patienten postoperativ untersucht und mit der Kontrollgruppe verglichen. Auswahlkriterium für diese Gruppe war eine durchzuführende oder schon stattgehabte Stabilisation der Nasenflanke mit septalen Splitknorpel- oder Konchaknorpeltransplantaten. Das Einverständnis zur Erhebung und Auswertung im Rahmen der Studie lag vor.

3.1.2 Rhinomanometrie

ZAN 100 Handy, ZAN	Teile Nr. Z0100-9004
Handteil mit Anschlusskabel und serielle Schnittstelle	
Atemrohr	Teile Nr. Z0100-9002
Kalibrationspumpe	Teile Nr. Z0100-9007
Diskette mit Software, Version Stand 5.5.98	
Rhino-Maske, groß Größe 4	Teile Nr. Z0100-9016
Rhino-Maske, klein Größe 2	Teile Nr. Z0100-9017
Rhino-Druckschlauch	Teile Nr. Z0100-3018
Rhino-Druckoliven, groß	Teile Nr. Z0100-3019
Rhino-Druckoliven, mittel	Teile Nr. Z0100-3020
Rhino-Druckoliven, klein	Teile Nr. Z0100-3021
Rhino-Druckadapter	Teile Nr. Z0100-3022
Rhino-Druckolive für Maske, klein	
Rhino-Druckolive für Maske, mittel	
Rhino-Druckolive für Maske, groß	
Power Support 012 für ZAN 100 Handy, 12 V Ser.Nr.: 2706408	

ZAN Messgeräte GmbH, Schlimpfhofer Str. 14, 97723 Oberhulba

Otriven Nasentropfen®, Xylometazolin 0,1% Lsg.

3.1.3 EDV und Fotodokumentation

Gericom X% Force Notebook, Betriebssystem Windows XP Home

USB to Serial Adapter, FA Saicom

Corel Capture Software, Corel Photo-Paint 8.0, MS Excel, MS Word

Nikon Coolpix 995

SPSS Version 17

3.1.4 Datenerfassung

Die Erfassung der Patientendaten erfolgte computergestützt mit den Programmen MS Excel und MS Word. Die Daten der Rhinomanometrie wurden durch das Programm des ZAN 100 Handy Spirometers erfasst.

3.1.5 Sonographische Knorpelvermessung

SIEMENS Sonoline ELEGRA mit Schallkopf VF 13-5

Photoprinter: Sony Color Video Printer, Mavigraph UP 5250MDP

3.1.6 Druckmechanische Messung der Nasenflankenstabilität

Präzisionskraftmesser nach Prof. Maey (Dynamometer)

Messbereich 1,0 N; Skalierung 10 mN; Länge 19 cm

Nullpunktschieber zum Ausgleich versuchsbedingter Vorbelastungen
sowie Sperrvorrichtung gegen Überdehnung der Feder

3.1.7 Halterung zum Fixieren des Kopfes während der Dynamometermessung

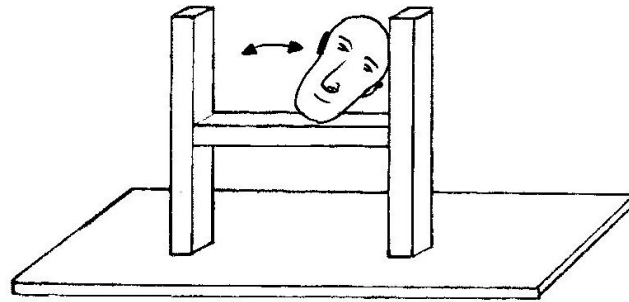


Abbildung 30: Halterung zum Fixieren des Kopfes während der Dynamometermessung

3.1.8 Mechanischer Dickenmesser (Messzange)

Messbereich 0 bis 1 cm; Skalierung 0,1 mm; Federkraft 0,6 N



Abbildung 31: mechanischer Dickenmesser

3.2 Methoden

3.2.1 Grundlagen der anterioren Rhinomanometrie

Die Technik der Rhinomanometrie ermöglicht es, den nasalen Luftfluss, im Weiteren als Flow bezeichnet, für jede Nasenseite getrennt zu messen und gleichzeitig den hierbei entstehenden Druck in der anderen Nasenseite zu registrieren. Die Bezeichnung „anterior“ steht für die Messung an den vorderen Ostien der Nase.

Aus den beiden Messgrößen Druck P und Flow F lässt sich so der Strömungswiderstand R einer jeden Nasenseite ermitteln. Die Druckmessung erfolgt, indem das eine Nasenostium mit einer Nasenolive verschlossen wird, an welcher ein Druckschlauch mit Messvorrichtung angeschlossen ist. Es ist unbedingt auf die genaue Passform der Nasenolive zu achten, damit das Ostium vollständig verschlossen wird und es nicht zu Fehlmessungen durch Nebenluft kommen kann.

Der Proband atmet nun durch die andere Nasenhälfte ebenfalls über eine Olive oder alternativ über eine den Mund und die Nase überspannende Maske. Die Luftströmung wird durch einen im Rhinomanometer gelegenen Flussmesser ermittelt. Wichtig ist, dass die Probanden während der gesamten Messung den Mund geschlossen halten, damit sowohl der Druck im Nasen-Rachenraum als auch der nasale Flow in der In- und Expiration korrekt ermittelt werden können.

3.2.2 Messung mit dem ZAN 100 Handy

15 Minuten bevor mit der Rhinomanometrie begonnen wird, wird der Patient gebeten, sich seine Nase zu putzen. Im Anschluss erfolgt die Applikation eines abschwellendes Nasensprays, für unsere Messungen Xylometazolin 0,1%, in beide Nasenseiten. Beides dient dazu, eine vergleichbare Basis für reproduzierbare Werte zu schaffen.

Das ZAN 100 Handy ist ein kleines mobiles Spirometer, welches auch für rhinomanometrische Untersuchungen genutzt werden kann. Es verfügt über zwei Möglichkeiten, die Messungen durchzuführen.



Abbildung 32: Das ZAN 100 Handy mit Nasenoliven

Zum einen ist eine Messung durch zwei die Nasenlöcher passgenau verschließende Nasenoliven möglich, die über einen Olivenhalter an den Flussmesser angeschlossen sind. In der obigen Abbildung führt ein Druckschlauch von der rechten Nasenolive zum Drucksensor, die linke Nasenolive misst den nasalen Flow. Der Proband beginnt nun bei geschlossenem Mund durch die Nase zu atmen. Über einen Anschluss des Gerätes an einen PC erfolgt eine simultane Aufzeichnung der gemessenen Daten für den Flow F gegen den Druck P . Die Daten werden als Kurve und als Zahlenwerte dargestellt.

Als Alternative bietet das Gerät die Möglichkeit, die eine Nasenolive, durch die der Flow gemessen wird, durch eine den Mund und die Nase überspannende Maske zu ersetzen. Die andere Olive, welche den Druck abgreift, bleibt bestehen.

3.2.3 Unterschiede der Messmethoden Olive zu Maske

Der grundlegende Unterschied zwischen den beiden Messverfahren liegt im Startpunkt der Nase, ab dem der nasale Flow gemessen wird. Bei der Maskenmessung kann die Luft ab Nasenöffnung ungehindert den anatomischen Gegebenheiten der Nase folgend ihren Weg nehmen. Deshalb kann es bei Patienten mit instabiler Nasenflanke auch während dieser Messung zu einem Ansaugphänomen kommen. Die Messung hat somit keinen Einfluss auf die Pathologie. Der nasale Widerstand erhöht sich dabei und der Flow fällt zeitgleich ab.

Wird für die Messung des Flow jedoch ebenfalls eine Nasenolive verwendet, so ist der Nasenvorhof durch die Olive ausgefüllt und die Nasenflanke wird von innen geschient. Die Messung des Flow beginnt nun erst ab Olivenöffnung, welche ja bereits im Nasenvorhof kurz vor der inneren Nasenklappe liegt.

Beide Verfahren unterscheiden sich demnach lediglich durch den Einfluss des Nasenflankenbereichs. Bei der Maskenmessung wirkt die gesamte Nase inklusive des Nasenflankenbereichs auf den Flow und bei der Olivenmessung die gesamte Nase exklusive des Nasenflankenbereichs.

Gerade in diesem Unterschied zwischen der Verwendung einer Maske und einer Nasenolive liegt die Möglichkeit, den Einfluss einer instabilen Nasenflanke auf die Nasenatmung darzustellen. Anatomische Besonderheiten wie z.B. eine Septumdeviation, Muschelhypertrophie o.ä. sind dadurch aus den Messungen herausrechenbar, da Sie bei beiden Messverfahren den gleichen Einfluss haben und nur der Einfluss der Nasenflanke unterschiedlich ist.

3.2.4 Die Kurvenform

Die Strömungsverhältnisse in der Nase (vgl. Einführung) sind der Grund dafür, dass es keine lineare Beziehung zwischen Flow und Druck gibt. Die Druckdifferenz, die für eine Zunahme des Flow nötig ist, steigt quadratisch an. Trägt man jetzt den Flow in [l/s] gegen den Druck [Pa] in einem Diagramm gegeneinander ein so erhält man eine s-förmige Kurve. Die Software des Programms ermittelt bei einem definierten Druck von 150 Pa die Werte für den Flow durch die Nase.

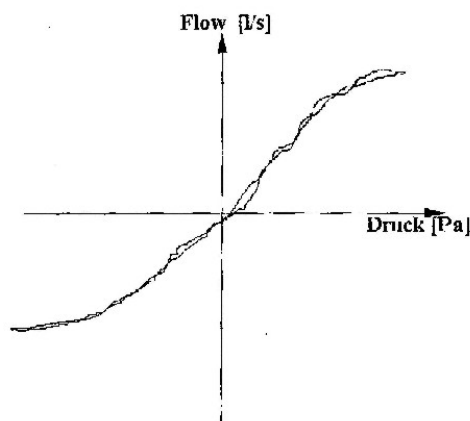


Abbildung 33: Rhinomanometrie-Kurve

Abszisse: Druck in [Pa], Ordinate Flow in [l/s]

3.2.5 Praktische Durchführung

Nach der Reinigung der Nase und der Vorbereitung durch das abschwellende Nasenspray wird die Rhinomanometrie durchgeführt.

Der Patient wird angewiesen, periodisch, aber dennoch ruhig und tief zu inspirieren und ebenso wieder zu expirieren. Begonnen wird mit der Olivenmessung für die linke Nasenseite, gefolgt von der Olivenmessung der Gegenseite. Die Druckolive steckt jeweils in der Seite, deren Flow gerade nicht gemessen wird. Um die erhaltenen Werte

zu verifizieren wird die Messung nach dem Speichern der Werte noch einmal für beide Seiten wiederholt.

Die ersten beiden Atemzyklen einer jeden Messung werden mit der Löschtaste verworfen, da sich in den Vorversuchen gezeigt hat, dass diese einer größeren Varianz unterworfen sein können, da sich der Proband in einer für ihn ungewohnten Atemsituation befindet.

Es folgen mindestens zehn Atemzyklen, die durch das Programm aufgezeichnet werden. Da das Programm die Kurven übereinander legt, erfolgt zusätzlich nach dem ersten, dem fünften und dem zehnten Atemzyklus ein Screenshot mit der Corel Capture Software.

Im Anschluss werden die Messungen unter Verwendung der Maske durchgeführt. Es werden ebenfalls erst die linke und dann die rechte Nasenseite mit jeweils zehn Atemzyklen gemessen. Zur Verifizierung wird die Messung ebenfalls für beide Seiten wiederholt.

In den Vorversuchen hat sich gezeigt, dass es wichtig ist, eine feste Reihenfolge bei den Messungen einzuhalten und nicht die Kontrollmessungen einer Nasenseite direkt im Anschluss anzufertigen, sondern zunächst die Gegenseite zu messen. Auf diese Weise wird verhindert, dass Fehler durch Nebenluft oder eine schlecht sitzende Druckolive übersehen werden.

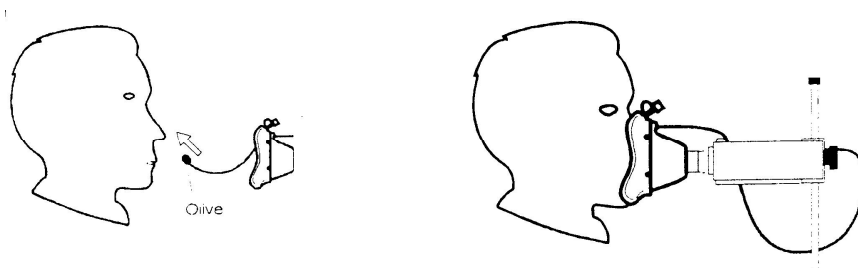


Abbildung 34: Rhinomanometrie mit Mund-Nasenmaske

links: Einsetzen der Druckolive; rechts: Aufsetzen der Mund-Nasenmaske

3.2.6 Untersuchung der Nasenflanke mit dem Dynamometer

3.2.6.1 Physik der Federkraft

Das Dynamometer als Federkraftmesser gibt uns die Möglichkeit, eine Zugkraft F als Längenänderung einer Feder direkt von einer Skala abzulesen. Da innerhalb der Elastizitätsgrenze des Federmaterials das Hook' sche Gesetz gilt folgt hieraus, dass sich die Kraft F errechnet als Produkt aus Federkonstante (k) und Strecke (s), um die die Feder gedehnt wurde.

$$F = k * s$$

Die Einheit der Kraft F , das Newton N , ist hierbei definiert als die Kraft, die benötigt wird, um eine Masse von 1 kg eine Beschleunigung von 1 m/s^2 zu erteilen.

$$[F] = N = \text{kg} * \text{m/s}^2$$

Die seit 1978 nicht mehr gültige Einheit Kilopond (kp) für die Kraft entsprach 9.80665 N . Aus der Beziehung Gewichtskraft eines Körpers (G) = Masse des Körpers (m) * Normfallbeschleunigung ($g = 9,80665\text{ m/s}^2$) und der Umrechnung Newton in Kilopond ergibt sich somit, dass die Masse eines Körpers in Kilogramm und seine Gewichtskraft in Kilopond den gleichen Zahlenwert haben. Somit entspricht vom Zahlenwert her $1\text{ kg} = 9,80665\text{ N}$. Mit dem verwendeten Dynamometer und seinem Messbereich von bis zu 1 N ist es demnach möglich, ein Gewicht von $101,9\text{ g}$ zu heben; $0,1\text{ N}$ entspricht demnach der Kraft, die ein $10,2\text{ g}$ schweres Gewicht in Ruhe ausüben kann.



Abbildung 35: Dynamometer

Mittels des Dynamometers und eines an ihm befestigten Haken konnte nun jede Nasenflanke untersucht werden. Gemessen wurde hierbei die Kraft, die zum Anpressen der Nasenflanke an das Septum benötigt wurde, so dass kein nasaler Flow mehr möglich war.

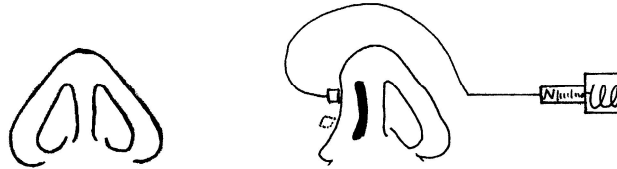


Abbildung 36: Anwendung des Dynamometers

links: Nase in Ruhe; rechts: Ablesung des Anpressdrucks von der Analogskala

Dieser transmurale Druck P ergibt sich während der Inspiration aus der Druckdifferenz zwischen atmosphärischem Druck p_a und nasalem Druck p_n der nötig ist, um zu einem Kollaps der Nasenflanke zu führen. Damit ein eventueller Unterschied der Nasenflankenstabilität zwischen Randbereich und Nasenklappenbereich (vgl. Einleitung) differenziert werden konnte, wurden die Messungen an zwei definierten Punkten einer jeden Seite durchgeführt:

Die Messung am Nasenrand (NR) wurde definiert durch den Punkt der Mittelhalbierenden zur Länge des Nasenlochs und entspricht dem Punkt 3 in der unten stehenden Abbildung. Der Messpunkt für den Bereich der Nasenklappe (NK) wurde 1 cm proximal hiervon auf einer gedachten Verbindungslinie zwischen Messpunkt NR und Radix Nasi gelegt und entspricht dem Punkt 1.

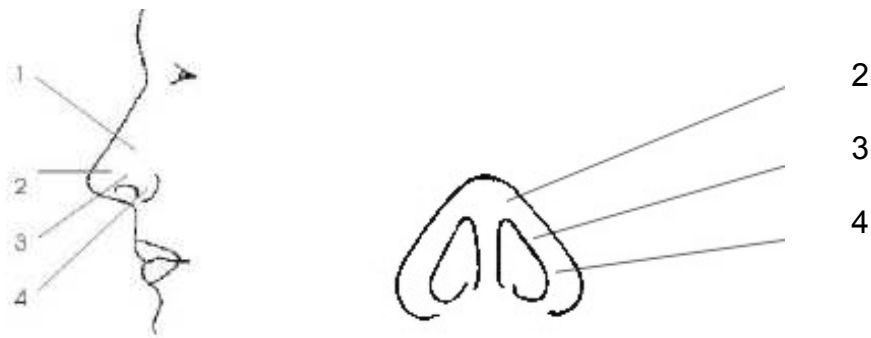


Abbildung 37: Lokalisation der Messpunkte an der Nase

1: Nasenklappenbereich, 2: mediale Begrenzung des Nasenlochs, 4: laterale Begrenzung des Nasenlochs, 3: Mittelhalbierende zwischen Punkt 2 und Punkt 4

3.2.7 Praktische Durchführung

Gemessen wurde stets so, dass die Kraftvektoren senkrecht zur Hautoberfläche und Bewegungsrichtung der Nasenflanke standen. Um Einflüsse der Untersuchten durch unwillkürliches Bewegen des Kopfes während der Messungen zu verhindern wurden diese gebeten, Ihren Kopf auf eine Kopfhalterung zu legen (s. Abbildung 30).

Die Patienten sollten nun während der Messung ruhig weiter atmen und Bescheid sagen, sobald Sie keine Luft mehr durch die untersuchte Nasenseite bekommen. Um Einflüsse durch eventuelle Aktivierung der Nasenmuskulatur (vgl. Einleitung) auszuschließen, wurden jeweils fünf Messungen pro Messpunkt durchgeführt und anschließend der Mittelwert bestimmt. Im Anschluss wurde die Messung ein weiteres Mal wiederholt.

3.2.8 Messung der Nasenflanke mit dem Dickenmesser

Der mechanische Dickenmesser als einfachste Variante heute gebräuchlicher Messuhren ermöglicht uns die Bestimmung der Nasenflankendicke an einem bestimmten Punkt. Die gemessene Dicke wird dabei über einen Zeiger auf einer Skala abgebildet, die eine Genauigkeit von 1/10 mm zulässt. Die Messfühler des Dickenmessgerätes drücken hierbei mit einer definierten Kraft von 0,6 N das Gewebe zusammen. Um ein möglichst genaues Messergebnis zu erhalten werden ebenfalls je Messpunkt fünf Messungen vorgenommen, aus denen der Mittelwert bestimmt wird. Die Messfühler sind bei der Messung streng senkrecht zur Oberfläche anzusetzen, um die reale Dicke der Nasenflanke an der untersuchten Stelle zu ermitteln. Im Anschluss wurde die Messung wiederholt.

Als Messpunkte wurden je Nasenflanke vier Punkte definiert:

Messpunkt 1: entspricht dem Punkt NK aus der Dynamometermessung

Messpunkt 3: entspricht dem Punkt NR aus der Dynamometermessung

Messpunkt 2: liegt an der medialen Begrenzung des Nasenlochs

Messpunkt 4: liegt an der lateralen Begrenzung des Nasenlochs



Abbildung 38: Messung der Nasenflankendicke mit dem mechanischen Dickenmesser an den Punkten 1 bis 4

3.2.9 Winkel der inneren Nasenklappe

Im Anschluss an die Erfassung der Daten der vorausgegangenen Untersuchungen folgt eine Inspektion der Nase mit Spekulum und Lampe. Dieses wurde bewusst an das Ende gestellt, um eine objektive Werteerfassung bei den vorangegangenen Untersuchungen zu gewährleisten. Um den Winkel der inneren Nasenklappen zu schätzen darf das Spekulum nur wenig gespreizt werden, da es sonst zu einem akzidentiellen Öffnen der Nasenklappe und damit zu einer Fehlbestimmung kommen kann. Als Alternative kann die Nasenspitze mit dem Daumen des Untersuchers leicht nach kranial gedrückt werden. Hierbei wird häufig ein ausreichend guter Blick auf die innere Nasenklappe frei, ohne diese dabei zu öffnen.

In Ermangelung eines Messinstrumentes zur exakten Bestimmung des Winkels, wird dieser geschätzt und nach der in der Literatur gebräuchlichen Einteilung klassifiziert [56].

eng < 10°, **normal** = 10 – 15 °, **weit** > 15 °

3.2.10 Sonographische Darstellung der Nasenflügelknorpel (lower lateral cartilage)

Mit Hilfe des Siemens Sonoline ELEGRA Ultraschallgerätes und des frequenzvariablen Schallkopfes VF 13-5 wurden die Nasenflanken der Patienten untersucht. Ziel war, die Ausdehnung des lateralen Nasenflügelknorpels sowie dessen Dicke zu bestimmen. In Vorversuchen hat sich gezeigt, dass die beste Knorpeldarstellung in einem Bereich von 10,3 Mhz zu erzielen ist. Das Ultraschallgerät wurde auf die Einstellung „small parts“ bzw. „Schilddrüse“ eingestellt. Auf jeder Seite der Nasenflanke wurden zwei Schnittebenen gewählt:

Als erstes wurde ein Längsschnitt durch den Nasenflügelknorpel erstellt, um die maximale Länge des lateralen Anteils vom Dom bis zu seinem lateralen Ende zu messen. Ferner wurde in dieser Einstellung die Dicke des Nasenflügelknorpels bestimmt. Gemessen wurde diese stets an der am dünnsten darzustellenden Stelle, um mögliche Instabilitäten nachzuweisen.

Die zweite Schnittebene wurde quer zum Verlauf des lateralen Flügelknorpels gelegt. Angestrebt wurde eine Messung etwa auf halber Länge, bei der ein weiteres Mal die Dicke bestimmt wurde.

3.2.11 Praktische Durchführung

Um ein möglichst klares Bild zu bekommen, bei dem die gesamte Länge des lateralen Flügelknorpels darzustellen ist, wurde neben handelsüblichem Kontaktgel die Nasenflanke unter leichtem Druck gegen das Septum gepresst. Der Knorpel stellt sich dann im Bild als ein beinahe echofreier schwarzer Saum dar, gefolgt von einem echoreichen hellen Schallschatten. Da es aufgrund der geringen Größe der zu untersuchenden Fläche nicht immer einfach ist auf Anhieb den richtigen Anschnitt zu wählen, empfiehlt es sich, die Sonographie stets an der Nasenspitze zu beginnen. Hierbei werden der rechte wie auch der linke Dombereich beider Flügelknorpel sichtbar und sind eindeutig zu identifizieren. Durch vorsichtiges Schwenken des Schallkopfes in Richtung des Crus laterale gelingt dann eine Darstellung des Flügelknorpels in seinem weiteren Verlauf.

Für die Darstellung des Querschnittes wird identisch verfahren.

Wenn eine gute Einstellung des Flügelknorpels gelungen ist, wird das Bild „eingefroren“ und der Knorpel vermessen.

Um auch bei dieser Untersuchung zu möglichst genauen Ergebnissen zu kommen wird die gesamte Messung für beide Flügelknorpel noch einmal wiederholt und die Ergebnisse gemittelt.

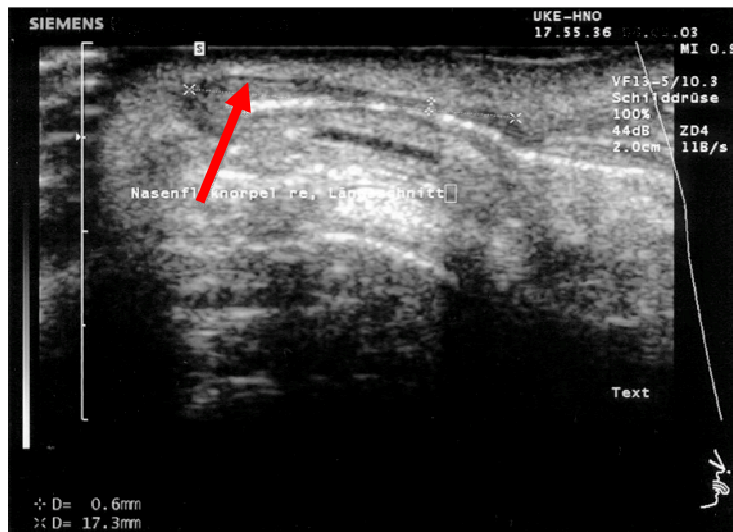


Abbildung 39: Sonographie der Nasenflanke, Pfeil: lateraler Flügelknorpel

3.2.12 OP – Technik

Obwohl rhinochirurgische Eingriffe auch unter Verwendung ausschließlich lokaler Anästhetika durchgeführt werden können, wurden die in dieser Arbeit eingeflossenen Patienten alle stets in Allgemeinnarkose operiert.

Die Lagerung und Abdeckung entspricht dem typischen Vorgehen mit Rückenlagerung des Patienten und Tubusableitung nach kaudal über das Kinn.

Nach Durchführung eines Hemischnittes erfolgt die subperichondrale Präparation des knorpeligen Septums. Aus der Regio 1 - 2 wird ein ca. 0,5 x 2,0 cm großer Knorpelstreifen gewonnen.



Abbildung 40: Knorpeltransplantat vom Septum

Der gewonnene Knorpel wird in Form und Größe dem instabilen Areal im Nasenflankenbereich angepasst. Der hierbei überschüssig anfallende Knorpel wird „gecrashed“ und zum Auffüllen des Entnahmedefektes verwendet. Der Hemischnitt wird durch resorbierbare Naht (Vicryl 4/0) verschlossen. Der entnommene Knorpelstreifen kann jetzt mit dem Skalpell der Länge nach in zwei dünne Streifen gespalten werden.



Abbildung 41: Splitten des Knorpeltransplantates mit dem Skalpell

Die Eigenelastizität des Knorpels führt zu einer spontanen Konkavisierung zu seiner ehemals perichondralen Seite.



Abbildung 42: Spontane Biegung des Knorpeltransplantates nach dem Splitten

Im zuvor angezeichneten instabilen Nasenflankenbereich wird nun von endonasal eine Hauttasche präpariert, in die der Knorpelspan mit seiner konvexen Seite nach außen eingepasst wird.



Abbildung 43:

links: Einzeichnen des lateralen Flügelknorpels und der Transplantattasche (Pfeil)

rechts: Einsetzen des Transplantates

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die Größe der Tasche gerade der Größe des Transplantates entspricht. Eine zu groß präparierte Tasche würde eine Dislokation des Knorpeltransplantates begünstigen, eine zu kleine Tasche führt zu einem Einrollen des Transplantates und Aufwerfungen im Nasenflankenbereich, welche die Nasenflanke ballonieren können.

Auf der anderen Nasenseite erfolgt stets ein analoges Vorgehen.

Die Hauttaschen im Nasenflankenbereich werden mit Vicryl 4/0 verschlossen. Zur Stabilisierung und Vorbeugung eines Hämatoms im Hebedefektbereich des Septums erfolgt die Einlage zweier Teflonsplinte zu beiden Seiten des Septums, welche ebenfalls mit Vicryl 4/0 Naht fixiert und nach vier Tagen entfernt werden. Abschließend werden Nasentamponaden eingelegt, welche mit einer vor der Columella platzierten Naht

aneinander genäht werden. Die Tamponaden üben einen leichten Druck auf das Gewebe aus. Dieses beugt einer Hämatombildung vor und wirkt der postoperativen Schwellung entgegen. Die Naht verhindert eine akzidentielle Aspiration der Tamponaden.

Auf die Verwendung fixierender Matratzennähte wurde bei den Operationen gänzlich verzichtet, um ein Einwandern von Keimen in den transplantierten Knorpel zu verhindern.



Abbildung 44: Platzierung des Knorpeltransplantates

3.2.13 Verwendung von Konchaknorpel

Für den Fall, dass nicht genügend Septumknorpel zur Verfügung steht, kann alternativ Konchaknorpel verwendet werden. Durch die primäre Biegung sollte hier auf ein Splitten verzichtet werden. Bei der Knorpelentnahme wird deshalb die doppelte Menge Knorpel, ca. 1,0 x 2,0 cm, entnommen. Die Entnahmestelle bleibt auf ein Ohr beschränkt.

Die OP beginnt in diesem Fall mit der Entnahme des Konchaknorpels. Hierzu legen des Hautschnittes retroaurikulär am rechten oder linken Ohr. Präparation der Koncha und Entnahme des Transplantates unter sorgfältiger Schonung der Haut. Hautverschluss mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial 5/0 in Einzelknopftechnik. Tamponade der Koncha von ventral und Ohrverband mit sterilen Kompressen. Zurechtschneiden von zwei Knorpelstreifen. Temporäre Lagerung des Knorpels in feuchten Kompressen.

Das weitere operative Procedere entspricht dem oben bereits beschriebenen Vorgehen. Die Knorpelspäne werden mit den konvexen Seiten nach außen in die geschaffenen Taschen im Nasenflankenbereich eingesetzt. Hautverschluss und Verband mit Tamponaden wie geschildert.

Instabilitäten im Bereich des Knorpelhebedefektes am Ohr entstehen nicht.

3.3 Statistische Methoden

Zur Auswertung der Daten wurden die Untersuchten in vier Gruppen aufgeteilt. Die Kontrollgruppe mit 40 Personen, die Patientengruppe T1 mit einer Verbesserung des Airflow postoperativ und die Patientengruppe T0, bei der sich keine Verbesserung feststellen ließ. Die Gruppe P mit den präoperativ gemessenen Patienten wurde postoperativ nach einem Intervall von mindestens drei Monaten nachuntersucht. Da es sich dann um die postoperativen Messungen handelt, wurden die Patienten den Messergebnissen nach der jeweiligen Gruppe T1 oder T0 zugeordnet.

Die Umfragegruppe bleibt gesondert stehen, da keine objektiven Messungen erhoben wurden, sondern nur per Befragung nach einem Ansaugphänomen gefahndet wurde.

Für die untersuchten Gruppen wurden die Daten aus Rhinomanometrie, Dynamometermessung und Dickenmessung zunächst anhand deskriptiver Statistik untersucht und die Mittelwerte und Standardabweichungen gruppengetrennt bestimmt. Da nicht alle Gruppengrößen eine aussagekräftige Prüfung auf Normalverteilung zulassen wurden nichtparametrische Tests zur Auswertung verwendet.

Die Ergebnisse der Umfragegruppe wurden mit dem Chi-Quadrat Test, die Gegenüberstellung nasaler Einflussgrößen und Befindlichkeitsstörungen zwischen Kontrollgruppe und Patienten mit dem Chi-Quadrat Test als auch dem Mann-Whitney-U Test auf Signifikanz geprüft. Unterschiede zwischen der Verwendung von Septum- und Konchaknorpel in Bezug auf ein positives OP Ergebnis wurden mit dem Chi-Quadrat Test geprüft.

Für die Prüfung der angewendeten Untersuchungsverfahren innerhalb der einzelnen Gruppen kam der Wilcoxon Test zur Anwendung. Im Anschluss wurde mit dem Kruskal-Wallis Test auf Signifikanzen zwischen den Gruppen getestet. Hierbei signifikant unterschiedliche Variablen wurden mit dem Mann-Whitney-U Test geprüft.

Für die Suche nach möglichen Korrelationen wurde der Test nach Spearman verwendet.

Als Statistiksoftware wurde SPSS Version 17 benutzt.

4 Ergebnisse

Die 17 operierten Patienten, die in diese Studie eingeflossen sind, wurden vom selben Operateur operiert. Bei keinem der Patienten kam es postoperativ zu einem Infekt des Transplantatlagers.

4.1 Umfragegruppe

Zu Beginn der Untersuchungen wurden zunächst 50 Männer und 50 Frauen im Alter von 22 bis 85 Jahren gebeten, wiederholt forciert durch die Nase zu inspirieren. 14 % zeigten hierbei ein Nasenflankenansaugphänomen. Die genaue Verteilung zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle 6: Häufigkeit des Nasenflankenansaugphänomens

Nasenflankenansaugphänomen	Männer	Frauen	p - Wert
einseitig	4	8	ns
beidseitig	0	2	ns

Häufigkeit des
Nasenflankenansaugphänomens in der
Umfragegruppe

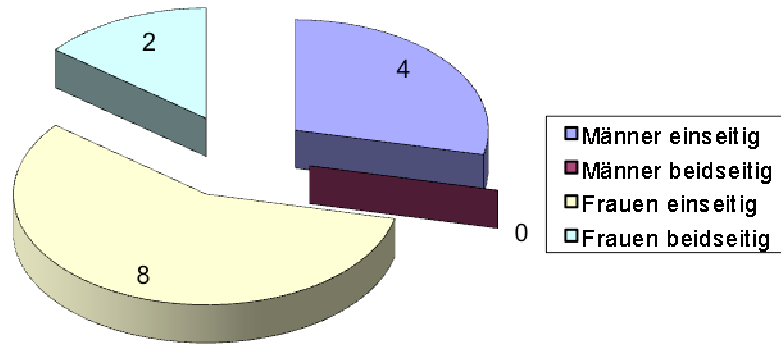


Abbildung 45: Häufigkeitsverteilung des Nasenflankenansaugphänomens in der Umfragegruppe

4.2 Gegenüberstellung Kontrollgruppe – Patientengruppe

Im Vergleich fand sich bei den Patienten gehäuft eine enge Nasenklappe sowie Septumdeviation und Muschelhypertrophie. Das Nasenflankenansaugphänomen kann nicht verglichen werden, da es Ausschlusskriterium der Kontrollgruppe und Einschlusskriterium der Patientengruppe war. Die übrigen rhinologischen Parameter unterschieden sich nicht. Tabelle 7 zeigt die genauen Ergebnisse.

Tabelle 7: Nasale Einflussgrößen der Kontrollgruppe und Patienten

Diagnosen	Kontrollgruppe N = 40	Patienten N = 17	p - Wert
Nasenflankenansaugphänomen	0	17	---
Nasenklappenwinkel <10°	2	12	< 0,001
Nasenklappenwinkel 10° - 15°	35	5	< 0,001
Nasenklappenwinkel > 15°	3	0	< 0,001
Septumdeviation	0	5	< 0,001
Muschelhypertrophie	0	5	< 0,001
saisonale Rhinitis	1	2	ns
perenniale Rhinitis	2	1	ns
Raucher	5	3	ns

Häufigkeiten nasaler Einflussgrößen in Prozent
Kontrollgruppe - Patienten

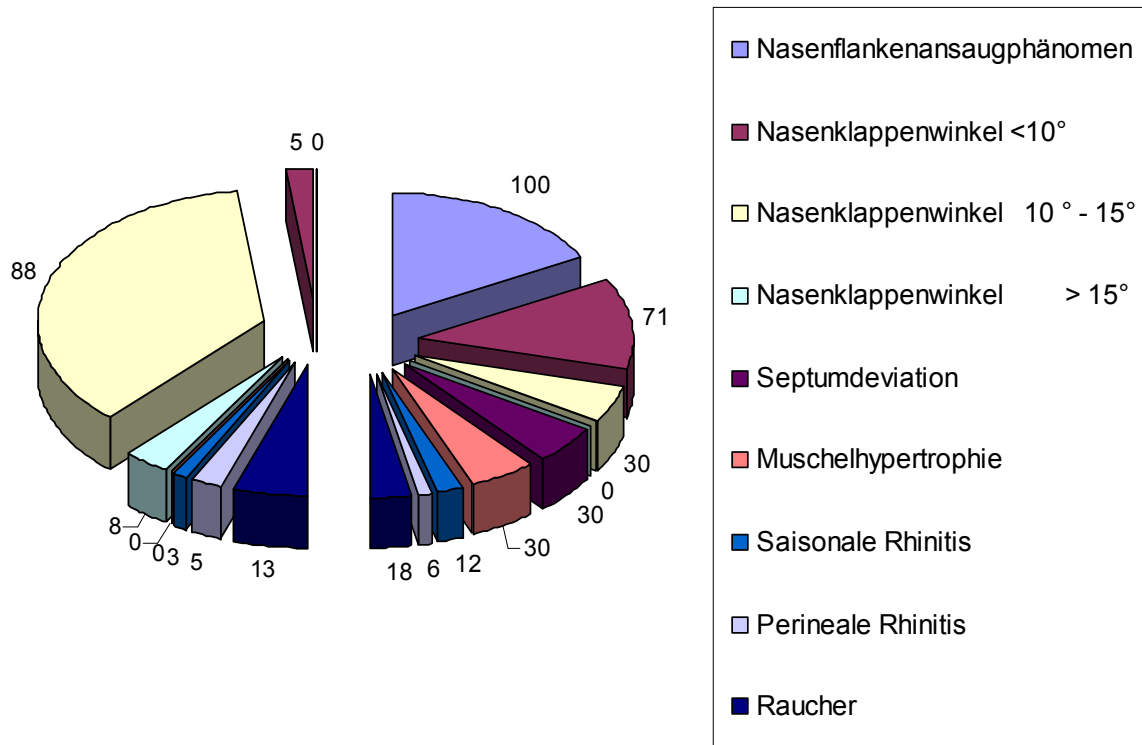


Abbildung 46: Häufigkeitsverteilung nasaler Einflussgrößen der Kontrollgruppe und der Patienten, Angabe in Prozent

links: Kontrollgruppe; rechts: Patienten

Beim Vergleich nasal bedingter Befindlichkeitsstörungen fanden sich in der Kontrollgruppe lediglich in drei Fällen Angaben über Schlafstörungen. Demgegenüber steht die Patientengruppe mit einer deutlichen Einschränkung in beinahe allen Punkten. Die genauen Ergebnisse zeigt folgende Tabelle.

Tabelle 8: Nasal bedingte Befindlichkeitsstörungen der Kontrollgruppe und Patienten

	Kontrollgruppe N = 40	Patienten N = 17	p - Wert
verstopfte Nase	0	15	< 0,001
Neigung zur Mundatmung	0	17	< 0,001
Schlafstörungen	3	12	< 0,001
nasal bedingte Minderung der Lebensqualität	0	15	< 0,001

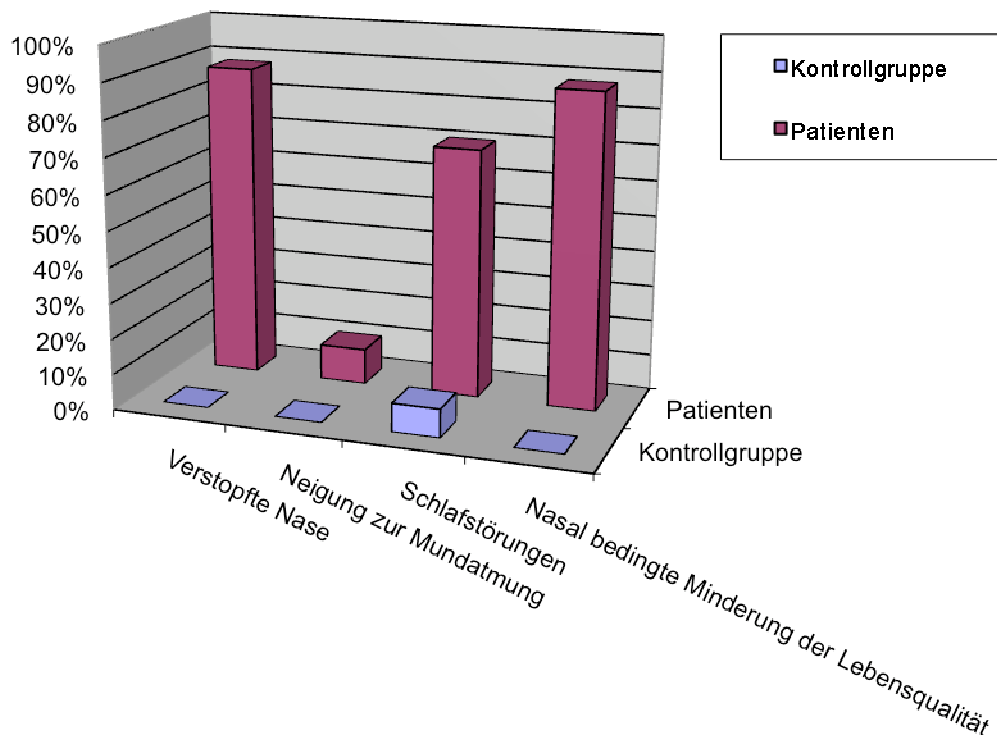


Abbildung 47: Häufigkeitsverteilung nasal bedingter Befindlichkeitsstörungen der Kontrollgruppe und der Patienten, Angabe in Prozent

4.3 Knorpelwahl

Von den sechs prä- und postoperativ untersuchten Patienten erhielten vier eine Stabilisation durch septale Splitknorpeltransplantate. Zwei Patienten erhielten Konchaknorpeltransplantate. Von den elf Patienten, die nur nachuntersucht wurden, erhielten fünf septale Splitknorpel und sechs Konchaknorpel. Die Transplantate wurde jeweils beidseits eingesetzt. Eine Übersicht gibt die folgende Tabelle:

Tabelle 9: Spenderstellen der Knorpeltransplantate

Gruppe	T1	T0	p - Wert
Septum	8	1	ns
Koncha	5	3	ns

Gegenüberstellung Septum - Konchaknorpeltransplantate

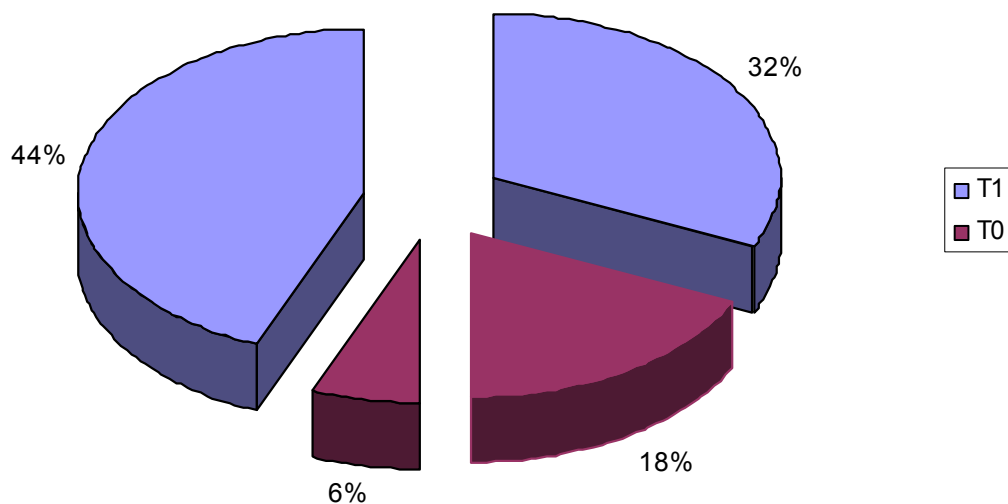


Abbildung 48:prozentuale Darstellung verwendeter Septumtransplantate (links) und Konchatransplantate (rechts)

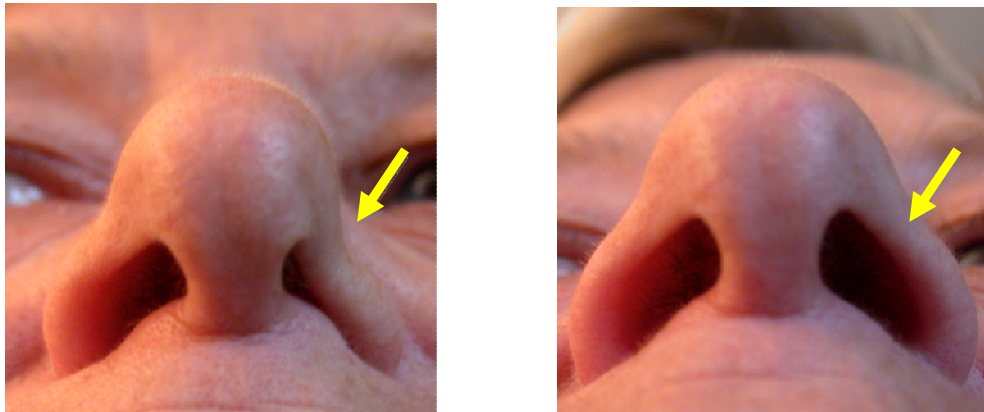


Abbildung 49: Nasenflankenvergleich prä- und postoperativ während der Inspiration

4.4 Auswertung der Rhinomanometrie für die Gruppen K, T1, T0 und P

Da die Nasenflankeninstabilität nur bei Inspiration auftritt, wurden nur diese Werte berücksichtigt. Erfasst wurden die Daten für den inspiratorischen nasalen Flow [ml/s] über die Nasenolive für rechts (OR), links (OL) und gesamt (ORL) sowie für die Messungen mit Maske für rechts (MR), links (ML) und gesamt (MRL). Die Messwerte wurden zusätzlich in Prozent angegeben. Alle Werte wurden bei 150 Pa gemessen. Referenz ist eine Normnase mit einem Flow von 450 ml/s je Seite.

Alle Messungen wurden wiederholt.

**Tabelle 10: Rhinomanometrie der K – Gruppe:
Mittelwert [ml/s], Standardabweichung, Mittelwert in Prozent**

	N	Messung1	Prozent	Messung 2	Prozent	Mittelwert	Prozent
OR	40	455,58 +- 137,02	101,24	448,98 +- 106,56	99,77	452,28 +- 117,69	100,51
OL	40	477,89 +- 107,06	106,20	482,00 +- 93,00	107,11	479,94 +- 98,57	106,65
ORL	40	933,46 +- 230,10	103,72	930,97 +- 178,63	103,44	932,22 +- 201,71	103,58
MR	40	479,76 +- 174,87	106,61	488,56 +- 143,42	108,57	484,16 +- 157,49	107,59
ML	40	470,15 +- 172,06	104,48	482,72 +- 120,10	107,27	476,44 +- 141,65	105,88
MRL	40	949,92 +- 271,27	105,55	971,28 +- 207,46	107,92	960,60 +- 233,97	106,73

(OR Flow inspiratorisch Olive rechts, OL Flow inspiratorisch Olive links, ORL Flow inspiratorisch Olive gesamt, MR Flow inspiratorisch Maske rechts, ML Flow inspiratorisch Maske links, MRL Flow inspiratorisch Maske gesamt)

**Tabelle 11: Rhinomanometrie der T1 – Gruppe:
Mittelwert [ml/s], Standardabweichung, Mittelwert in Prozent**

	N	Messung1	Prozent	Messung 2	Prozent	Mittelwert	Prozent
OR	13	439,10 +- 71,29	97,58	432,76 +- 65,68	96,17	435,93 +- 66,95	96,87
OL	13	377,90 +- 82,10	83,98	415,30 +- 62,78	92,29	396,60 +- 68,67	88,13
ORL	13	817,00 +- 126,62	90,78	848,06 +- 96,18	94,23	832,53 +- 107,34	92,50
MR	13	426,13 +- 72,66	94,70	459,06 +- 70,05	102,01	442,60 +- 69,38	98,36
ML	13	520,78 +- 165,34	115,73	495,04 +- 101,96	110,01	507,91 +- 130,77	112,87
MRL	13	947,36 +- 207,64	105,21	954,10 +- 133,15	106,01	950,73 +- 167,76	105,64

(OR Flow inspiratorisch Olive rechts, OL Flow inspiratorisch Olive links, ORL Flow inspiratorisch Olive gesamt, MR Flow inspiratorisch Maske rechts, ML Flow inspiratorisch Maske links, MRL Flow inspiratorisch Maske gesamt)

**Tabelle 12: Rhinomanometrie der T0 – Gruppe:
Mittelwert [ml/s], Standardabweichung, Mittelwert in Prozent**

	N	Messung1	Prozent	Messung 2	Prozent	Mittelwert	Prozent
OR	4	377,41 +- 113,20	83,87	351,47 +- 91,94	78,10	364,44 +- 102,05	80,99
OL	4	455,65 +- 151,63	101,25	401,10 +- 151,84	89,11	428,37 +- 151,51	95,19
ORL	4	833,06 +- 148,58	92,56	752,56 +- 157,32	83,62	792,81 +- 151,83	88,09
MR	4	255,07 +- 89,83	56,68	241,43 +- 39,41	53,65	248,25 +- 45,62	55,17
ML	4	266,16 +- 73,07	59,15	274,96 +- 51,98	61,10	270,56 +- 58,60	60,12
MRL	4	521,23 +- 78,41	57,91	516,38 +- 82,67	57,38	512,81 +- 58,25	56,98

(OR Flow inspiratorisch Olive rechts, OL Flow inspiratorisch Olive links, ORL Flow inspiratorisch Olive gesamt, MR Flow inspiratorisch Maske rechts, ML Flow inspiratorisch Maske links, MRL Flow inspiratorisch Maske gesamt)

**Tabelle 13: Rhinomanometrie der P – Gruppe:
Mittelwert [ml/s], Standardabweichung, Mittelwert in Prozent**

	N	Messung1	Prozent	Messung 2	Prozent	Mittelwert	Prozent
OR	6	476,10 +- 157,75	105,8	450,20 +- 84,34	100,04	463,15 +- 118,90	102,92
OL	6	459,23 +- 271,27	102,05	438,23 +- 202,49	97,38	448,73 +- 236,29	99,72
ORL	6	935,33 +- 320,46	103,93	888,43 +- 253,83	98,71	911,88 +- 286,33	101,32
MR	6	300,97 +- 125,70	66,88	295,96 +- 79,36	65,77	298,47 +- 97,72	66,33
ML	6	267,23 +- 134,09	59,38	290,54 +- 62,01	64,56	278,89 +- 93,24	61,96
MRL	6	568,20 +- 164,15	63,13	586,50 +- 99,88	65,17	577,35 +- 127,44	64,15

(OR Flow inspiratorisch Olive rechts, OL Flow inspiratorisch Olive links, ORL Flow inspiratorisch Olive gesamt, MR Flow inspiratorisch Maske rechts, ML Flow inspiratorisch Maske links, MRL Flow inspiratorisch Maske gesamt)

Die rhinomanometrische Untersuchung der 40 Kontrollgruppenpatienten ergab, dass unter Verwendung der Nasenoliven ein durchschnittlicher nasaler Luftstrom von 932,22 ml/s (103,58%) erreicht wurde. Unter Verwendung der Mund-Nasenmaske erreichten die Kontrollpersonen Werte von durchschnittlich 960,60 ml/s (106,73%).

Bei den sechs präoperativ gemessenen Patienten der Gruppe P wurden Werte von 911,88 ml/s (101,32%) unter Verwendung der Nasenoliven und 577,35 ml/s (64,15%) unter Verwendung der Mund-Nasenmaske gemessen. Die kollabierenden Nasenflanken verminderten demnach den Luftstrom um 334,53 ml/s (37,17%) im Vergleich zur Olivenmessung.

Von den 17 operierten Patienten verfügten 13 (Gruppe T1) nach der Operation über einen Luftstrom von 832,53 ml/s (92,50%) unter Verwendung der Nasenoliven und 950,73 ml/s (105,65%) unter Verwendung der Mund-Nasenmaske.

Bei der Gruppe T0 wurden für die Olivenmessung Werte von 792,81 (88,09%) und 512,81 ml/s (56,98%) gemessen.

Die folgenden Graphen zeigen die Werte im Gruppenvergleich:

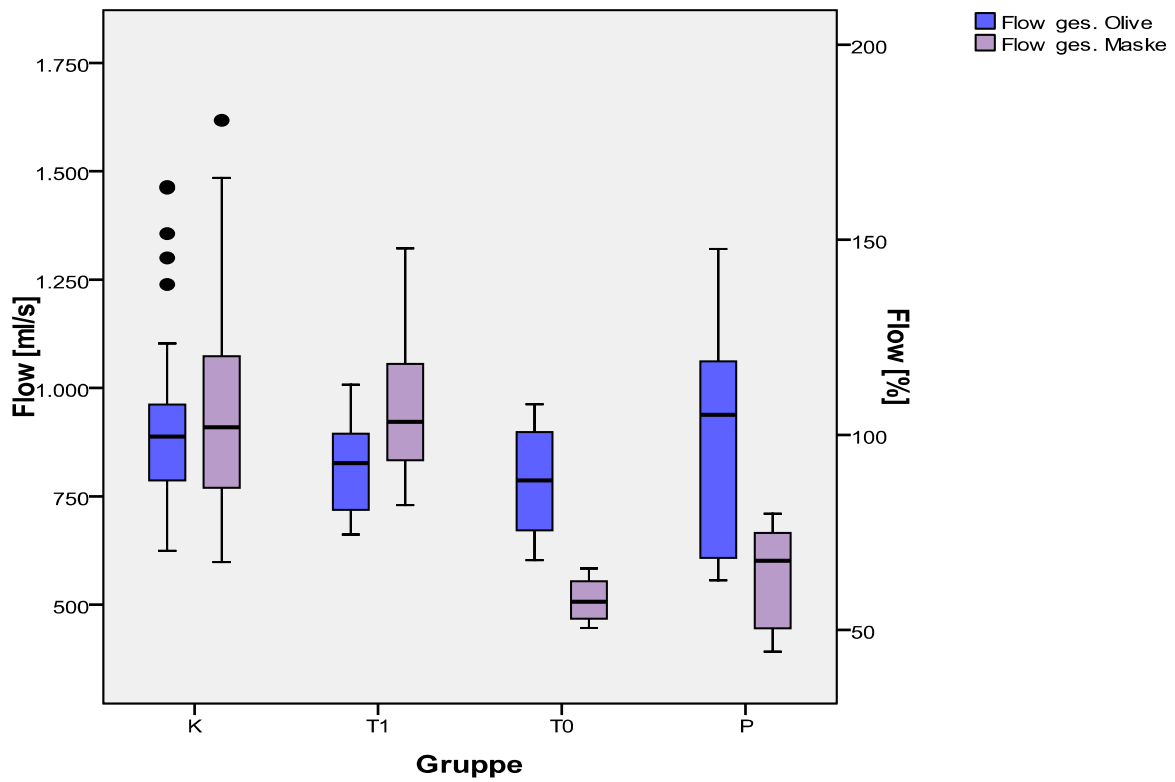
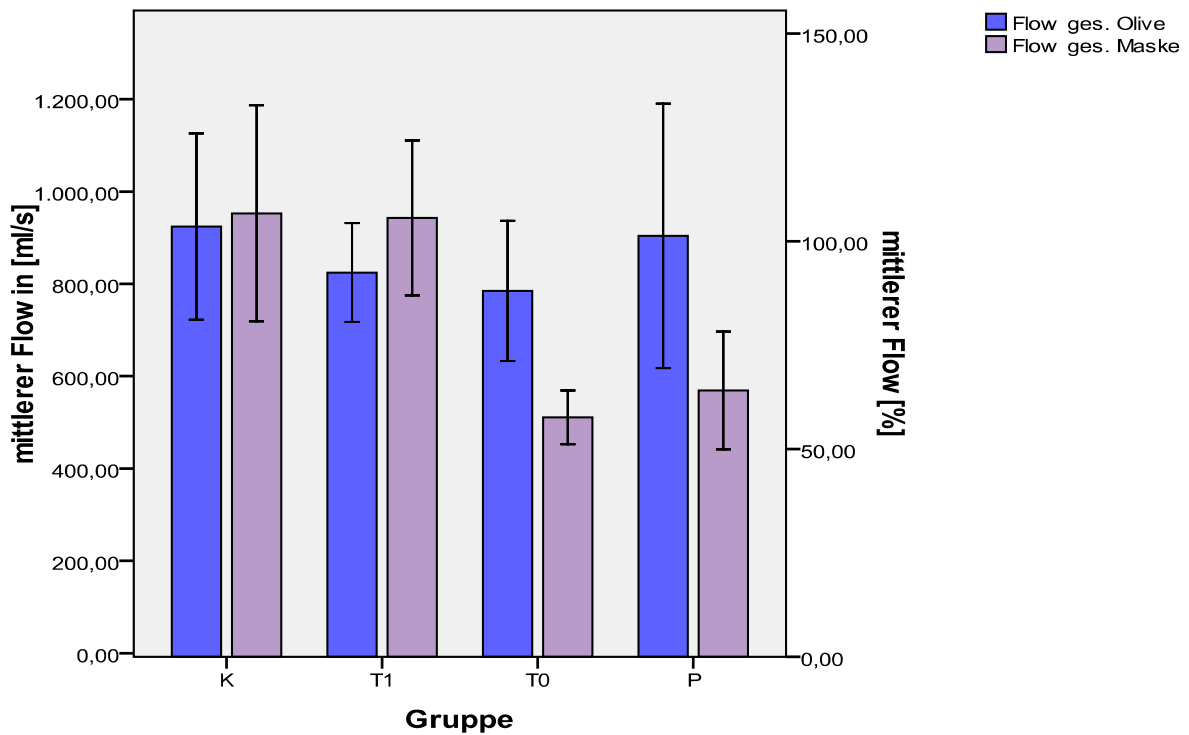


Abbildung 50: Graphische Darstellung der Rhinomanometriewerte mit Oliven und Maskenmessung, getrennt nach Gruppen

Abszisse: Gruppen, Ordinate: gemessener Flow für ORL und MRL in [ml/s] und [%]



Fehlerbalken: +/- 1 SD

Abbildung 51: Graphische Darstellung der Mittelwerte für die Rhinomanometrie mit Oliven und Maskenmessung, getrennt nach Gruppen

Abszisse: Gruppen, Ordinate: mittlerer Flow für ORL und MRL in [ml/s] und [%]

Die Prüfung der Ergebnisse auf signifikante Unterschiede für die Messungen mit Olive und Maske durch den Wilcoxon Test erbrachte folgende Ergebnisse:

Tabelle 14: Prüfung der Rhinomanometriewerte auf signifikante Unterschiede zwischen Olivenmessung und Maskenmessung. Angabe der p - Werte

	K	T1	T0	P
MOR / MMR	0,382	0,753	0,068	0,028
MOL / MML	0,757	0,002	0,144	0,028
MORL / MMRL	0,788	0,011	0,068	0,028

(MOR Mittelwert Flow inspiratorisch Olive rechts, MMR Mittelwert Flow inspiratorisch Maske rechts, MOL Mittelwert Flow inspiratorisch Olive links, MML Mittelwert Flow inspiratorisch Maske links, MORL Mittelwert Flow inspiratorisch Olive gesamt, MMRL Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt)

Die Tabelle zeigt für die Gruppe K und Gruppe P jeweils ein kohärentes Bild:

In der Gruppe K finden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messungen mit Olive und Maske.

In der Gruppe P sind die Ergebnisse der vergleichenden Messungen alle signifikant unterschiedlich.

Für die Gruppen T1 und T0 findet sich ein gemischtes Ergebnis:

In der Gruppe T1 sind die Ergebnisse für die linke Nasenseite als auch für die gesamte Nase signifikant verschieden. Das Ergebnis für die rechte Nasenseite zeigt keine Signifikanz.

In der Gruppe T0 ist das Ergebnis für die linke Nasenseite nicht signifikant verschieden. Die Ergebnisse für die rechte Nasenseite und die Nase insgesamt zeigen grenzwertig nicht signifikante p – Werte.

4.5 Auswertung der Dynamometermessung für die Gruppen K, T1, T0 und P

Bei allen Patienten wurde die Nase an zwei definierten Punkten einer jeden Nasenseite mit dem Dynamometer untersucht. Zum einen wurde im Bereich der Nasenklappe, zum anderen im Bereich des Nasenflügelrandes gemessen (Messpunkte 1 und 3 aus der Dickenmessung).

**Tabelle 15: Dynamometermessung der K – Gruppe:
Mittelwert [N], Standardabweichung**

	N	Messung1	Messung 2	Mittelwert
NKR	40	0,46 +- 0,10	0,47 +- 0,11	0,47 +- 0,11
NKL	40	0,48 +- 0,13	0,49 +- 0,12	0,49 +- 0,12
NRR	40	0,57 +- 0,15	0,58 +- 0,16	0,58 +- 0,16
NRL	40	0,53 +- 0,15	0,55 +- 0,14	0,54 +- 0,15

(NKR Nasenklappe rechts, NKL Nasenklappe links, NRR Nasenrand rechts, NRL Nasenrand links)

**Tabelle 16: Dynamometermessung der T1 – Gruppe:
Mittelwert [N], Standardabweichung**

	N	Messung1	Messung 2	Mittelwert
NKR	13	0,42 +- 0,03	0,45 +- 0,04	0,44 +- 0,03
NKL	13	0,48 +- 0,04	0,48 +- 0,06	0,48 +- 0,04
NRR	13	0,58 +- 0,07	0,59 +- 0,08	0,59 +- 0,07
NRL	13	0,57 +- 0,06	0,59 +- 0,09	0,58 +- 0,07

(NKR Nasenklappe rechts, NKL Nasenklappe links, NRR Nasenrand rechts, NRL Nasenrand links)

**Tabelle 17: Dynamometermessung der T0 – Gruppe:
Mittelwert [N], Standardabweichung**

	N	Messung1	Messung 2	Mittelwert
NKR	4	0,34 +- 0,06	0,32 +- 0,05	0,33 +- 0,06
NKL	4	0,30 +- 0,05	0,31 +- 0,03	0,31 +- 0,04
NRR	4	0,34 +- 0,07	0,33 +- 0,05	0,34 +- 0,05
NRL	4	0,36 +- 0,06	0,33 +- 0,05	0,35 +- 0,06

(NKR Nasenklappe rechts, NKL Nasenklappe links, NRR Nasenrand rechts, NRL Nasenrand links)

**Tabelle 18: Dynamometermessung der P – Gruppe:
Mittelwert [N], Standardabweichung**

	N	Messung1	Messung 2	Mittelwert
NKR	6	0,34 +- 0,08	0,33 +- 0,05	0,34 +- 0,06
NKL	6	0,31 +- 0,05	0,34 +- 0,07	0,33 +- 0,06
NRR	6	0,34 +- 0,12	0,37 +- 0,12	0,36 +- 0,12
NRL	6	0,28 +- 0,08	0,30 +- 0,06	0,29 +- 0,07

(NKR Nasenklappe rechts, NKL Nasenklappe links, NRR Nasenrand rechts, NRL Nasenrand links)

Die Tabellen zeigen, dass bei den Patienten der Gruppe K im Bereich der Nasenklappe im Mittel 0,47 N bis 0,49 N und im Nasenrandbereich 0,54 N bis 0,58 N nötig waren, um eine Okklusion zu bewirken.

In der Gruppe P waren es 0,33 N bis 0,34 N für den Nasenklappenbereich und 0,29 N bis 0,36 N für den Nasenrandbereich.

In der Gruppe T1 lagen die Werte zwischen 0,44 N und 0,48 N für den Nasenklappenbereich und 0,58 N bis 0,59 N für den Nasenrandbereich.

Die Gruppe T0 zeigte Messwerte zwischen 0,31 N und 0,33 N für den Nasenklappenbereich und 0,34 bis 0,35 N für den Nasenrandbereich.

Die folgenden Graphen zeigen die Werte im Gruppenvergleich:

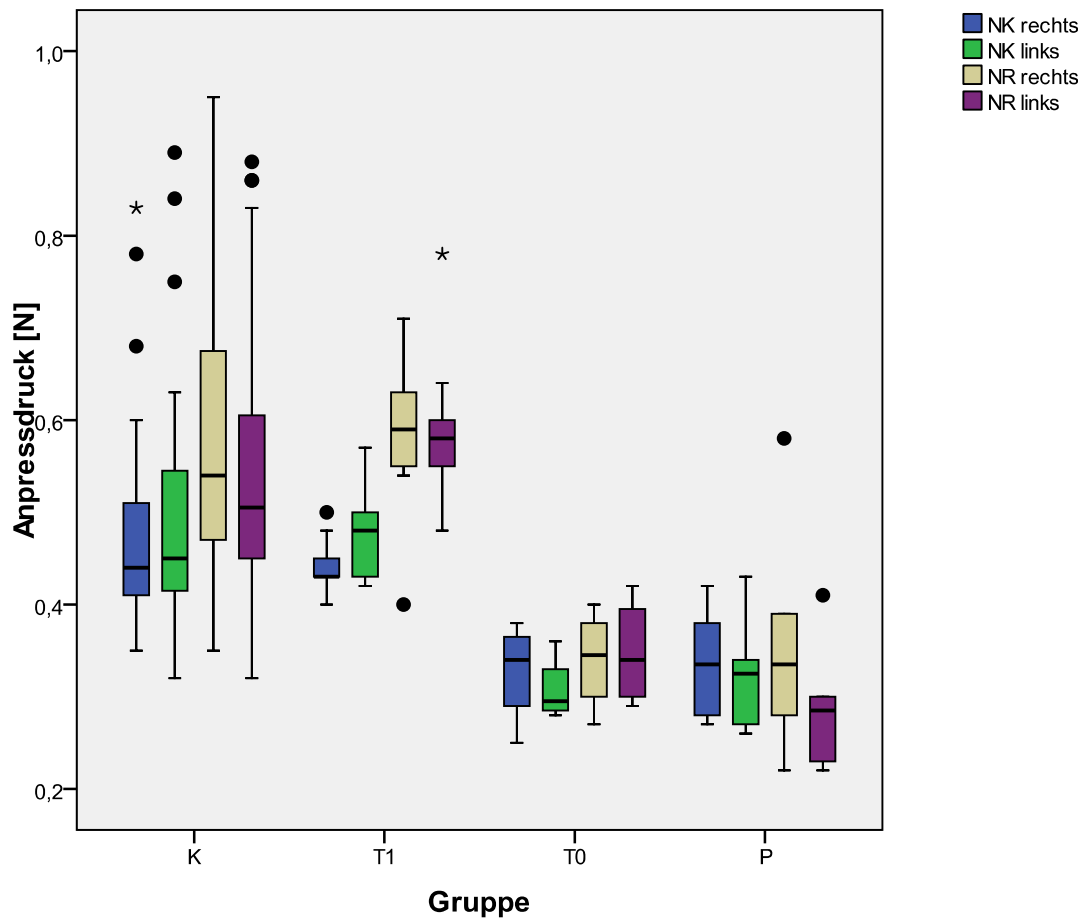


Abbildung 52: Graphische Darstellung der Dynamometerwerte, getrennt nach Gruppen

Abszisse: Gruppen, Ordinate: Anpressdruck in [N]

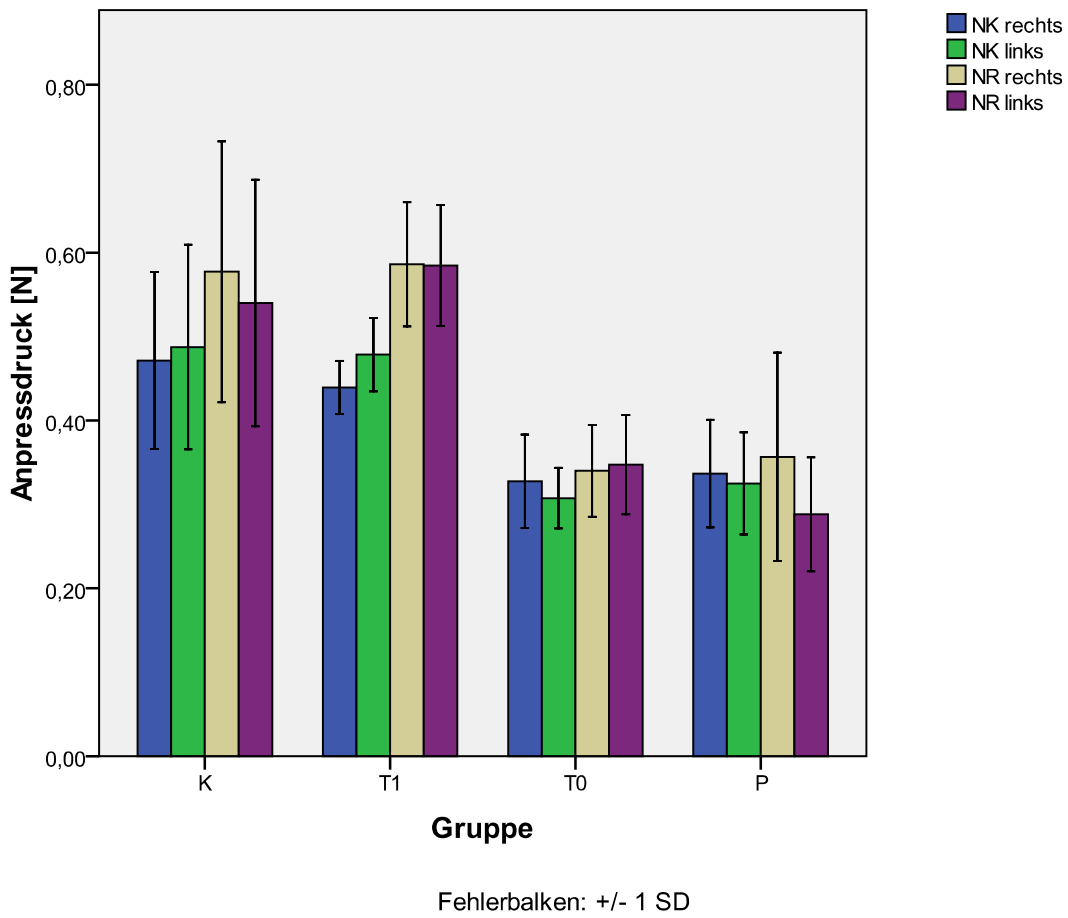


Abbildung 53: Graphische Darstellung der Mittelwerte für die Dynamometermessungen, getrennt nach Gruppen
Abszisse: Gruppen, Ordinate: Anpressdruck in [N]

Der Wilcoxon Test zur Prüfung der Ergebnisse auf signifikante Unterschiede für die Messungen an der Position NK und NR mit dem Dynamometer erbrachte folgende Ergebnisse:

Tabelle 19: Prüfung der Dynamometerwerte auf signifikante Unterschiede zwischen Position NK und NR je Seite. Angabe der p - Werte

	K	T1	T0	P
MNKR / MNRR	< 0,001	0,002	0,655	0,753
MNKL / MNRL	0,008	0,001	0,109	0,068

(MNKR Mittelwert Nasenklappe rechts, MNRR Mittelwert Nasenrand rechts, MNKL Mittelwert Nasenklappe links, MNRL Mittelwert Nasenrand links)

Die Tabelle zeigt ein kohärentes Bild für alle Gruppen:

In der Gruppe K und Gruppe T1 zeigen sich signifikante Unterschiede für den Vergleich der Messpunkte NK und NR für beide Seiten.

Für die Gruppen T0 und P hingegen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede. Der p- Wert für den Vergleich NK links mit NR links der Gruppe P ist grenzwertig nicht signifikant.

Der Wilcoxon Test zur Prüfung der Ergebnisse auf signifikante Unterschiede im Seitenvergleich für die Messungen an der Position NK und NR mit dem Dynamometer erbrachte folgende Ergebnisse:

Tabelle 20: Prüfung der Dynamometerwerte auf signifikante Unterschiede zwischen Position NK rechts und NK links sowie NR rechts und NR links. Angabe der p - Werte

	K	T1	T0	P
MNKR / MNKL	0,641	0,01	0,465	0,463
MNRR / MNRL	0,169	0,623	1,0	0,197

(MNKR Mittelwert Nasenklappe rechts, MNKL Mittelwert Nasenklappe links, MNRR Mittelwert Nasenrand rechts, MNRL Mittelwert Nasenrand links)

Das Ergebnis der Nasenklappenmessungen für die Gruppe T1 zeigte sich signifikant. Alle anderen Werte sind nicht signifikant verschieden.

4.6 Auswertung der Dickenmessung für die Gruppen K, T1, T0 und P

Da durch die operative Augmentation der instabilen Nasenflanke Knorpelmaterial eingebracht wird sollte geprüft werden, ob sich eine instabile Nasenflanke auch durch einen Unterschied in ihrer Nasenflankendicke auszeichnet. Die durchgeführten Messungen wurden jeweils an vier definierten Punkten einer jeden Nasenflanke mit einem mechanischen Dickenmesser durchgeführt. Die folgenden Tabellen zeigen die gemessenen Werte:

**Tabelle 21: Messung der Nasenflankendicke der K – Gruppe:
Mittelwert [mm] , Standardabweichung**

	N	Messung1	Messung 2	Mittelwert
R1	40	2,81 +- 0,13	2,67 +- 0,18	2,74 +- 0,11
L1	40	2,78 +- 0,18	2,75 +- 0,14	2,77 +- 0,12
R2	40	3,02 +- 0,19	2,73 +- 0,15	2,87 +- 0,12
L2	40	2,99 +- 0,15	2,76 +- 0,14	2,88 +- 0,11
R3	40	2,78 +- 0,17	2,86 +- 0,15	2,82 +- 0,10
L3	40	2,74 +- 0,21	2,95 +- 0,17	2,84 +- 0,14
R4	40	3,06 +- 0,20	2,90 +- 0,17	2,98 +- 0,12
L4	40	3,06 +- 0,18	2,88 +- 0,16	2,97 +- 0,12

(R1 Position 1 rechts, L1 Position 1 links, R2 Position 2 rechts, L2 Position 2 links, R3 Position 3 rechts, L3 Position 3 links, R4 Position 4 rechts, L4 Position 4 links)

**Tabelle 22: Messung der Nasenflankendicke der T1 – Gruppe:
Mittelwert [mm] , Standardabweichung**

	N	Messung1	Messung 2	Mittelwert
R1	13	2,82 +- 0,15	2,74 +- 0,10	2,78 +- 0,10
L1	13	2,85 +- 0,12	2,63 +- 0,17	2,74 +- 0,11
R2	13	3,06 +- 0,13	2,68 +- 0,16	2,87 +- 0,11
L2	13	2,98 +- 0,11	2,71 +- 0,13	2,85 +- 0,10
R3	13	2,73 +- 0,19	2,88 +- 0,17	2,81 +- 0,14
L3	13	2,69 +- 0,18	2,92 +- 0,14	2,81 +- 0,11
R4	13	3,03 +- 0,18	2,95 +- 0,21	2,99 +- 0,12
L4	13	3,10 +- 0,12	2,89 +- 0,22	3,00 +- 0,13

(R1 Position 1 rechts, L1 Position 1 links, R2 Position 2 rechts, L2 Position 2 links, R3 Position 3 rechts, L3 Position 3 links, R4 Position 4 rechts, L4 Position 4 links)

**Tabelle 23: Messung der Nasenflankendicke der T0 – Gruppe:
Mittelwert [mm] , Standardabweichung**

	N	Messung1	Messung 2	Mittelwert
R1	4	2,65 +- 0,13	2,83 +- 0,05	2,74 +- 0,06
L1	4	2,63 +- 0,05	2,8 +- 0,14	2,71 +- 0,09
R2	4	2,85 +- 0,13	2,80 +- 0,15	2,83 +- 0,16
L2	4	2,83 +- 0,15	2,83 +- 0,10	2,83 +- 0,09
R3	4	2,68 +- 0,10	2,80 +- 0,12	2,74 +- 0,10
L3	4	2,55 +- 0,10	2,80 +- 0,12	2,68 +- 0,05
R4	4	2,90 +- 0,08	2,85 +- 0,10	2,88 +- 0,06
L4	4	2,85 +- 0,10	2,83 +- 0,26	2,84 +- 0,14

(R1 Position 1 rechts, L1 Position 1 links, R2 Position 2 rechts, L2 Position 2 links, R3 Position 3 rechts, L3 Position 3 links, R4 Position 4 rechts, L4 Position 4 links)

**Tabelle 24: Messung der Nasenflankendicke der P – Gruppe:
Mittelwert [mm] , Standardabweichung**

	N	Messung1	Messung 2	Mittelwert
R1	6	2,68 +- 0,17	2,77 +- 0,21	2,73 +- 0,12
L1	6	2,71 +- 0,16	2,70 +- 0,15	2,71 +- 0,06
R2	6	2,85 +- 0,16	2,70 +- 0,21	2,78 +- 0,14
L2	6	2,78 +- 0,21	2,82 +- 0,15	2,80 +- 0,10
R3	6	2,57 +- 0,10	2,85 +- 0,21	2,71 +- 0,12
L3	6	2,62 +- 0,12	2,90 +- 0,15	2,76 +- 0,12
R4	6	2,95 +- 0,10	3,01 +- 0,15	2,98 +- 0,11
L4	6	2,91 +- 0,21	2,93 +- 0,24	2,93 +- 0,11

(R1 Position 1 rechts, L1 Position 1 links, R2 Position 2 rechts, L2 Position 2 links, R3 Position 3 rechts, L3 Position 3 links, R4 Position 4 rechts, L4 Position 4 links)

Die folgenden Graphen zeigen die Werte im Gruppenvergleich:

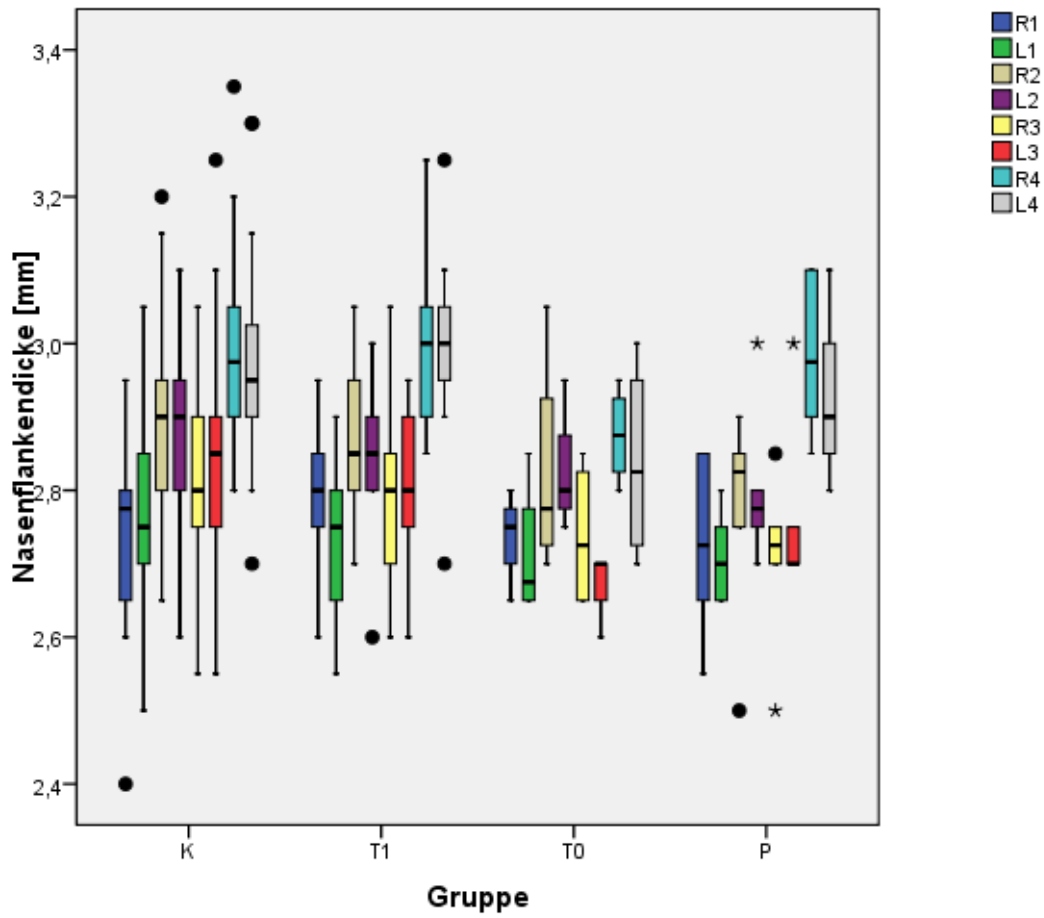
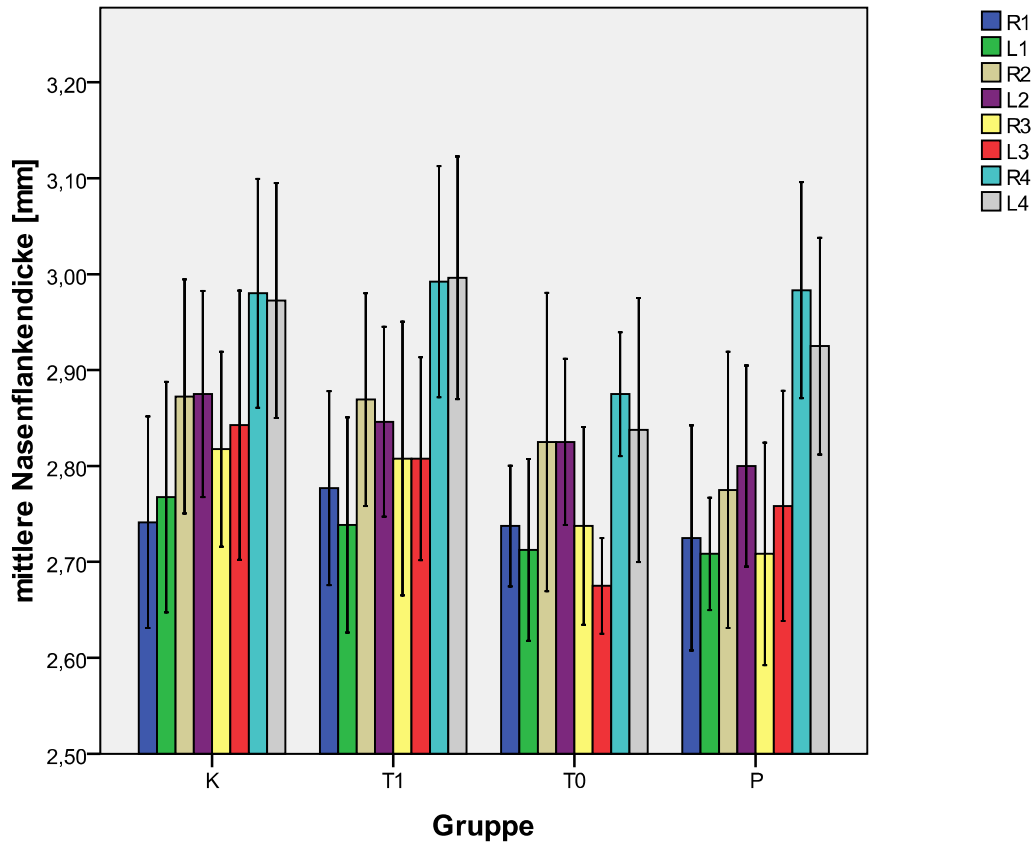


Abbildung 54: Graphische Darstellung der Messwerte für die Dickenmessung, getrennt nach Gruppen

Abszisse: Gruppen, Ordinate: Nasenflankendicke in [mm]



Fehlerbalken: +/- 1 SD

Abbildung 55: Graphische Darstellung der Mittelwerte für die Dickenmessung, getrennt nach Gruppen

Abszisse: Gruppen, Ordinate: Nasenflankendicke in [mm]

Die Graphen zeigen Unterschiede der mittleren Nasenflankendicke innerhalb der Positionen einer jeden Gruppen. Die mittleren Messwerte der korrespondierenden Messpunkte der Nasenseiten sind sich hiernach ähnlich. Zur Prüfung erfolgt die Anwendung des Wilcoxon Tests.

Der Wilcoxon Test zur Prüfung der Ergebnisse auf signifikante Unterschiede für die Messungen an den Positionen 1 bis 4 einer jeden Nasenseite erbrachte folgende Ergebnisse:

Tabelle 25: Prüfung der Ergebnisse aus der Dickenmessung auf signifikante Unterschiede zwischen den Positionen 1 bis 4. Angabe der p - Werte

	K	T1	T0	P
MR1 / MR2	<0,001	0,007	0,285	0,498
MR1 / MR3	0,006	0,407	1,0	0,892
MR1 / MR4	<0,001	0,001	0,066	0,027
MR2 / MR3	0,009	0,225	0,593	0,038
MR2 / MR4	<0,001	0,058	0,465	0,072
MR3 / MR4	<0,001	0,007	0,066	0,041
ML1 / ML2	<0,001	0,013	0,197	0,102
ML1 / ML3	0,007	0,145	0,414	0,705
ML1 / ML4	<0,001	0,002	0,273	0,043
ML2 / ML3	0,131	0,319	0,066	0,343
ML2 / ML4	<0,001	0,036	1,0	0,131
ML3 / ML4	<0,001	0,005	0,102	0,027

(MR1 Mittelwert Position 1 rechts, MR2 Mittelwert Position 2 rechts, MR3 Mittelwert Position 3 rechts, MR4 Mittelwert Position 4 rechts, ML1 Mittelwert Position 1 links, ML2 Mittelwert Position 2 links, ML3 Mittelwert Position 3 links, ML4 Mittelwert Position 4 links)

Die Tabelle zeigt für die Gruppe K und Gruppe T0 ein kohärentes Bild: mit Ausnahme des Punktes L2 zu L3 in der Gruppe K sind alle p- Werte signifikant verschieden. In der Gruppe T0 finden sich keine Signifikanzen.

In den Gruppen T1 und P zeigen sich wechselnde Werte für die Signifikanz.

Der Wilcoxon Test zur Prüfung der Ergebnisse auf signifikante Unterschiede der korrespondierenden Messungen an den Positionen 1 bis 4 im Seitenvergleich erbrachte folgende Ergebnisse:

Tabelle 26: Prüfung der Ergebnisse aus der Dickenmessung auf signifikante Unterschiede zwischen den korrespondierenden Positionen 1 bis 4.

Angabe der p - Werte

	K	T1	T0	P
MR1 / ML1	0,364	0,282	0,593	0,785
MR2 / ML2	0,983	0,560	1,0	0,916
MR3 / ML3	0,518	0,635	0,461	0,285
MR4 / ML4	0,812	0,586	0,593	0,336

(MR1 Mittelwert Position 1 rechts, ML1 Mittelwert Position 1 links, MR2 Mittelwert Position 2 rechts, ML2 Mittelwert Position 2 links, MR3 Mittelwert Position 3 rechts, ML3 Mittelwert Position 3 links, MR4 Mittelwert Position 4 rechts, ML4 Mittelwert Position 4 links)

Die Tabelle zeigt ein kohärentes Bild. Alle Ergebnisse sind nicht signifikant verschieden.

4.7 Prüfung auf signifikant verschiedene Untersuchungsparameter zwischen den Gruppen

Zur Prüfung auf signifikant unterschiedliche Untersuchungsparameter zwischen den Gruppen wurde der Kruskal-Wallis Test durchgeführt. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse:

Tabelle 27: Ergebnisse des Kruskal-Wallis Test, Angabe der p - Werte

Untersuchungsparameter	p - Wert	Untersuchungsparameter	p - Wert
MOR	0,582	MR1	0,698
MOL	0,093	ML1	0,394
MORL	0,342	MR2	0,456
MMR	0,001	ML2	0,266
MML	< 0,001	MR3	0,121
MMRL	< 0,001	ML3	0,031
MNKR	0,004	MR4	0,301
MNKL	< 0,001	ML4	0,160
MNRR	< 0,001		
MNRL	< 0,001		

(MOR Mittelwert Flow inspiratorisch Olive rechts, MOL Mittelwert Flow inspiratorisch Olive links, MORL Mittelwert Flow inspiratorisch Olive gesamt, MMR Mittelwert Flow inspiratorisch Maske rechts, MML Mittelwert Flow inspiratorisch Maske links, MMRL Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt, MNKR Mittelwert Nasenklappe rechts, MNKL Mittelwert Nasenklappe links, MNRR Mittelwert Nasenrand rechts, MNRL Mittelwert Nasenrand links, MR1 Mittelwert Position 1 rechts, ML1 Mittelwert Position 1 links, MR2 Mittelwert Position 2 rechts, ML2 Mittelwert Position 2 links, MR3 Mittelwert Position 3 rechts, ML3 Mittelwert Position 3 links, MR4 Mittelwert Position 4 rechts, ML4 Mittelwert Position 4 links)

Die Tabelle zeigt, dass sich sowohl bei der Rhinomanometrie signifikante Unterschiede bei den Messungen mit Maske im Gruppenvergleich ergeben als auch für die Dynamometermessungen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bestehen.

Zur genauen Analyse wurden die signifikanten Parameter im Mann-Whitney-U Test für die Maskenmessung der Rhinomanometrie als auch für die Dynamometermessung gruppenweise gegeneinander auf signifikante Unterschiede getestet. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse:

Tabelle 28: Mann-Whitney-U Test für die Maskenmessungen der Rhinomanometrie und die Dynamometermessung im Gruppenvergleich, Angabe der p - Werte

Gruppen	MMR	MML	MMRL	MNKR	MNKL	MNRR	MNRL	ML3
K / T1	0,772	0,264	0,901	0,625	0,407	0,291	0,047	0,511
K / T0	0,002	0,004	0,001	0,002	0,001	0,002	0,005	0,013
K / P	0,006	0,002	< 0,001	0,002	0,001	0,003	< 0,001	0,097
T1 / T0	0,003	0,007	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,025
T1 / P	0,011	0,003	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,211
T0 / P	0,670	0,831	0,522	0,666	0,831	0,831	0,109	0,116

(K Gruppe, T1 Gruppe, T0 Gruppe, P Gruppe, MMR Mittelwert Flow inspiratorisch Maske rechts, MML Mittelwert Flow inspiratorisch Maske links, MMRL Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt, MNKR Mittelwert Nasenklappe rechts, MNKL Mittelwert Nasenklappe links, MNRR Mittelwert Nasenrand rechts, MNRL Mittelwert Nasenrand links, Mittelwert Position 3 links)

Die Tabelle zeigt keine signifikanten Unterschieden zwischen der K Gruppe und T1 Gruppe mit Ausnahme der Messung MNRL. Für die Prüfung zwischen den Gruppen K und T0 zeigten sich alle Messungen als signifikant verschieden. Für die Gruppen K gegen P waren alle Messungen bis auf ML3 signifikant verschieden. Für die Gruppen

T1 und T0 waren ebenfalls alle Messungen signifikant verschieden. Bei den Gruppen T1 und P zeigten sich alle Messungen mit Ausnahme von ML3 als signifikant verschieden. In der Austestung des Gruppenpaares T0 gegen P zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

4.8 Sonographie der Nasenflanke

Im Rahmen der Untersuchung der Kontrollgruppe zeigten sich bei der Sonographie der Nasenflanke erhebliche Probleme bei der Vermessung des Knorpels:

Beim Versuch der Längenbestimmung des lateralen Flügelknorpels war die laterale Grenze des Knorpels bei fast keinem Patienten eindeutig darstellbar. Es zeigten sich wellenförmige Verläufe in den lateralen Bereichen, die eine Differenzierung des Flügelknorpels von vorhandenen Sesamknorpeln nicht möglich machte. Teilweise war der Knorpel auch im Bereich unmittelbar lateral des Domes nicht darstellbar. Die Größe des verwendeten Schallkopfes stellte ein weiteres Problem bei der Platzierung und exakten Ausrichtung des Schallkegels dar.

Die folgenden Beispiele zeigen die Problematik:

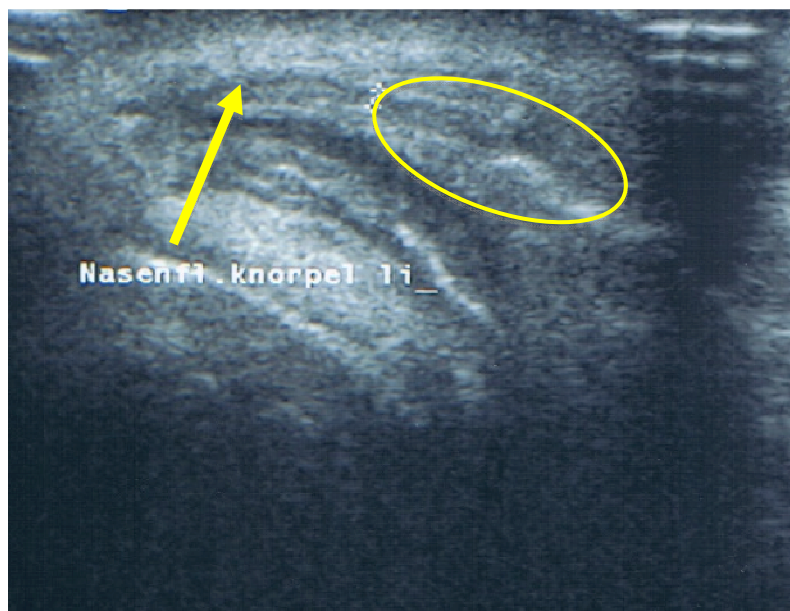


Abbildung 56: Sonographie lateraler Flügelknorpel im Längsschnitt, 1.

Pfeil: schwarzer Saum entspricht dem Knorpel, Oval: Stufenbildung, Verdämmerung des lateralen Endes

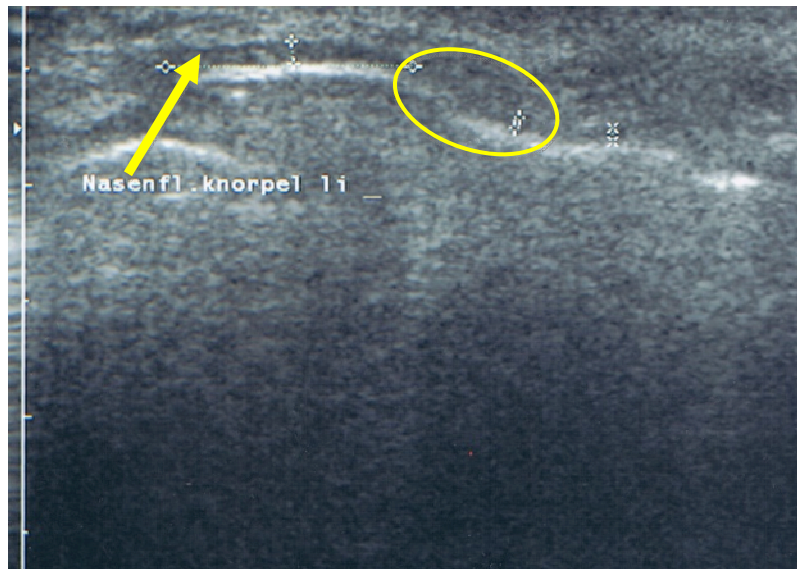


Abbildung 57: Sonographie lateraler Flügelknorpel im Längsschnitt, 2.

Pfeil: schwarzer Saum entspricht dem Knorpel, Oval: Stufe, laterales Ende nicht eindeutig darstellbar

Aufgrund der nicht verwertbaren Daten wurde die sonographische Untersuchung der Nasenflanke noch im Verlauf der Kontrollgruppe eingestellt.

4.9 Korrelationen

Alle Daten wurden auf mögliche Korrelationen untereinander geprüft. Zur Anwendung kam der Korrelationskoeffizient nach Spearman. Aufgrund der kleinen Fallzahl in den Gruppen T1, T0 und P wird ein Korrelationskoeffizient $\geq 0,5$ als positiv gewertet.

Besonderes Augenmerk wurde auf mögliche Korrelationen zwischen der Maskenmessung der Rhinomanometrie mit der Dynamometermessung gelegt, da diese Untersuchungen für sich bereits signifikante Ergebnisse im Gruppenvergleich geliefert haben.

Es fanden sich folgende Korrelationen:

Tabelle 29: Korrelationen nach Spearman

	Korrelierende Parameter	Korrelationskoeffizient
Rhinomanometrie	MOR / MORL	0,840
	MOL / MORL	0,848
	MMR / MMRL	0,828
	MML / MMRL	0,799
Rhinomanometrie - Dynamometermessung	MMR / MNKR	0,697
	MMR / MNRR	0,711
	MML / MNKL	0,753
	MML / MNRL	0,784
	MMRL / MNKR	0,613
	MMRL / MNKL	0,651
	MMRL / MNRR	0,582
	MMRL / MNRL	0,636
Dynamometermessung	MNKR / MNRR	0,658
	MNKL / MNRL	0,711
Dickenmessung	ML1 / MR2	0,500

(MOR Mittelwert Flow inspiratorisch Olive rechts, MOL Mittelwert Flow inspiratorisch Olive links, MORL Mittelwert Flow inspiratorisch Olive gesamt, MMR Mittelwert Flow inspiratorisch Maske rechts, MML Mittelwert Flow inspiratorisch Maske links, MMRL Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt, MNKR Mittelwert Nasenklappe rechts, MNKL Mittelwert Nasenklappe links, MNRR Mittelwert Nasenrand rechts, MNRL Mittelwert Nasenrand links, ML1 Mittelwert Position 1 links, MR2 Mittelwert Position 2 rechts)

Zwischen der Rhinomanometrie und der Dickenmessung sowie zwischen der Dynamometermessung und der Dickenmessung zeigten sich keine Korrelationen.

4.9.1 Punkt-Streu-Diagramme

Die Korrelationen zwischen den Messmethoden, Maskenmessung der Rhinomanometrie und Dynamometermessung stellen sich als Punkt-Streu-Diagramme wie folgt dar:

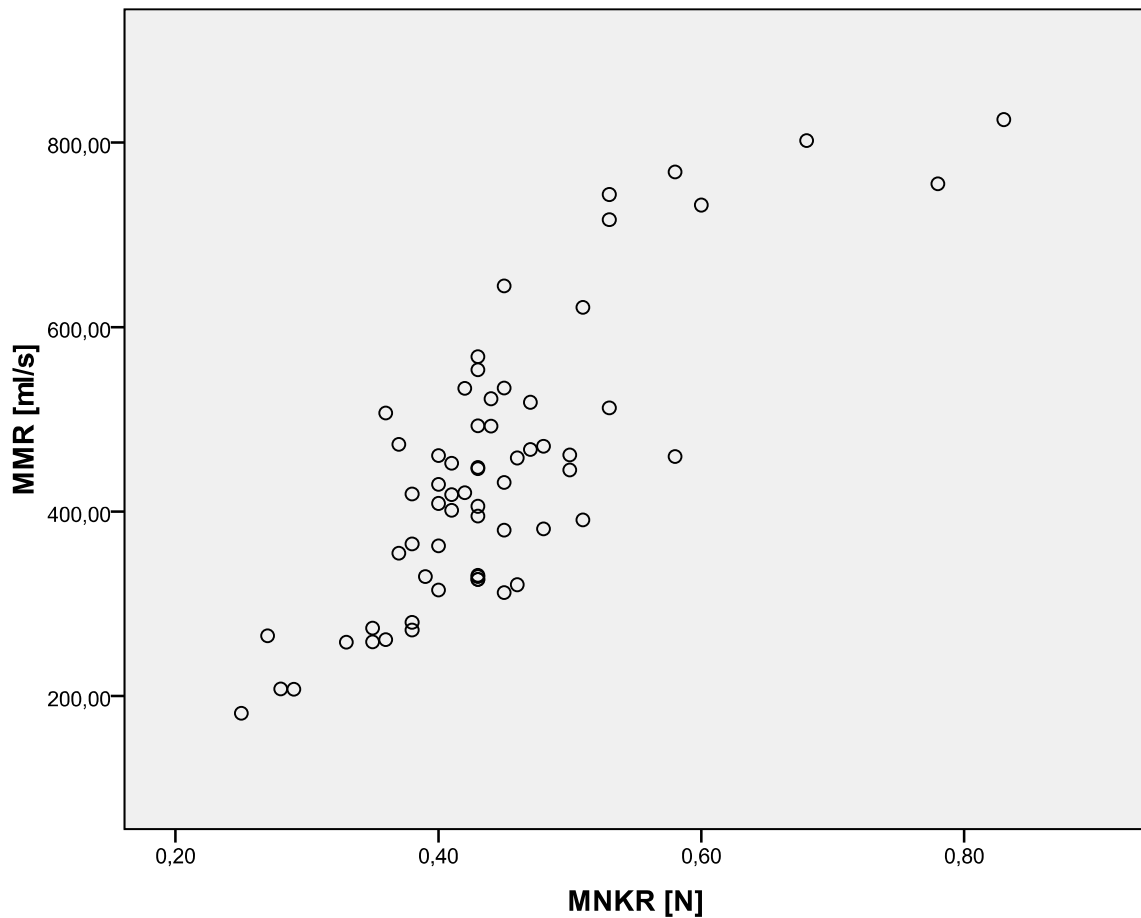


Abbildung 58: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske rechts und Mittelwert Nasenklappe rechts. Korrelationskoeffizient 0,697

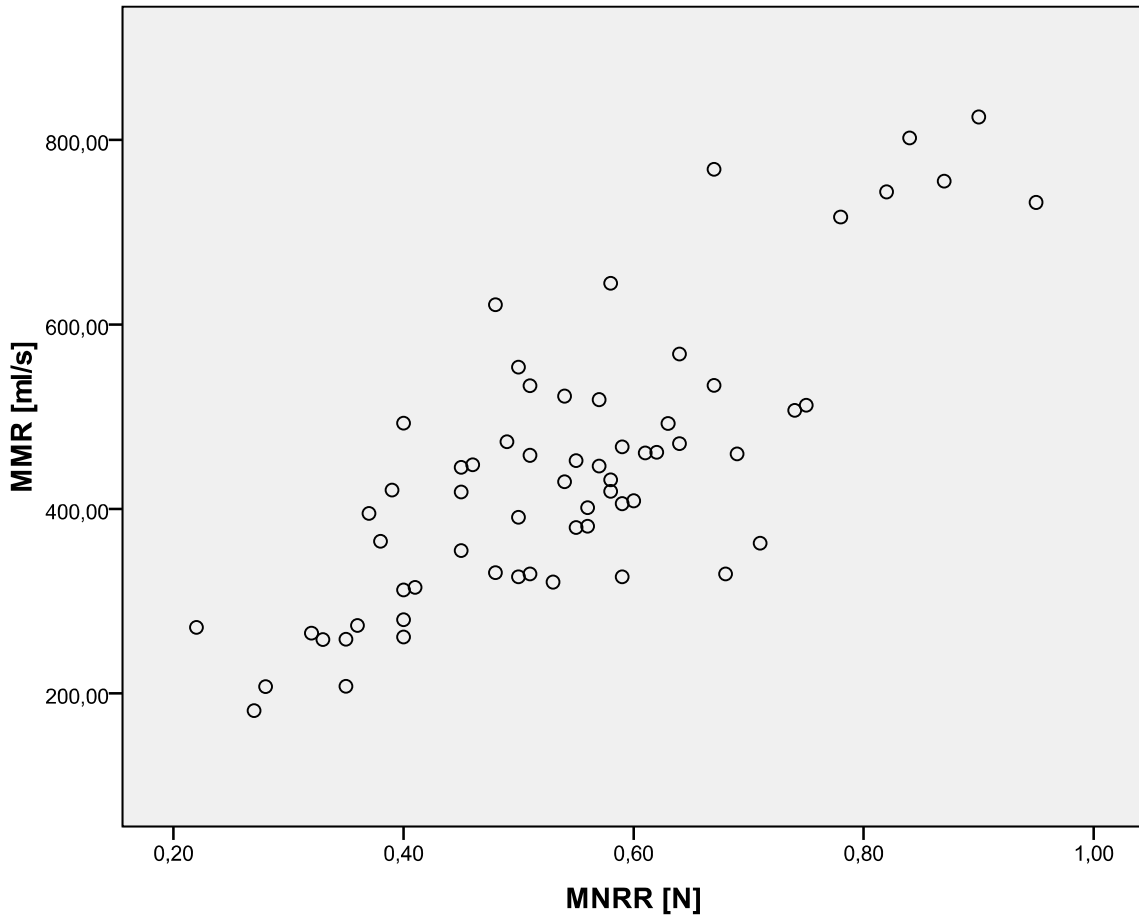


Abbildung 59: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske rechts und Mittelwert Nasenrand rechts. Korrelationskoeffizient 0,711

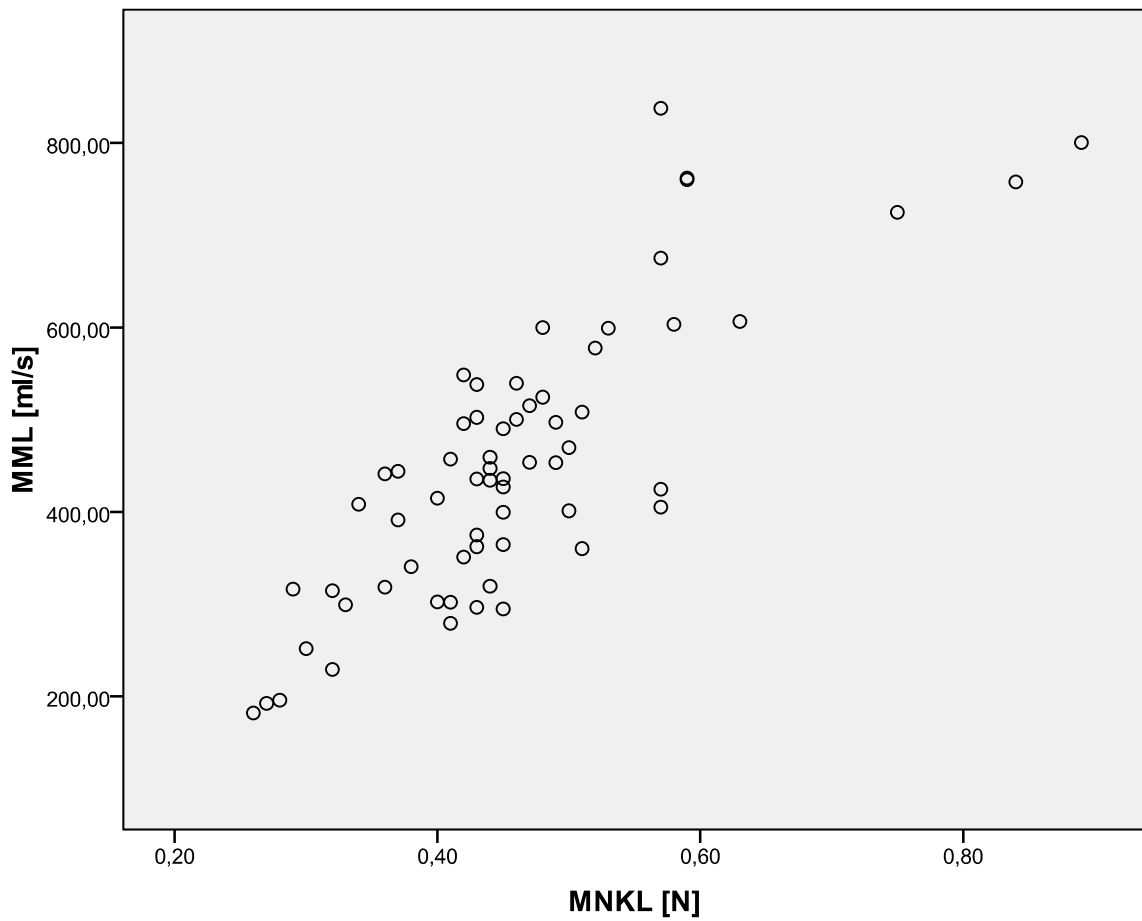


Abbildung 60: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske links und Mittelwert Nasenklappe links. Korrelationskoeffizient 0,753

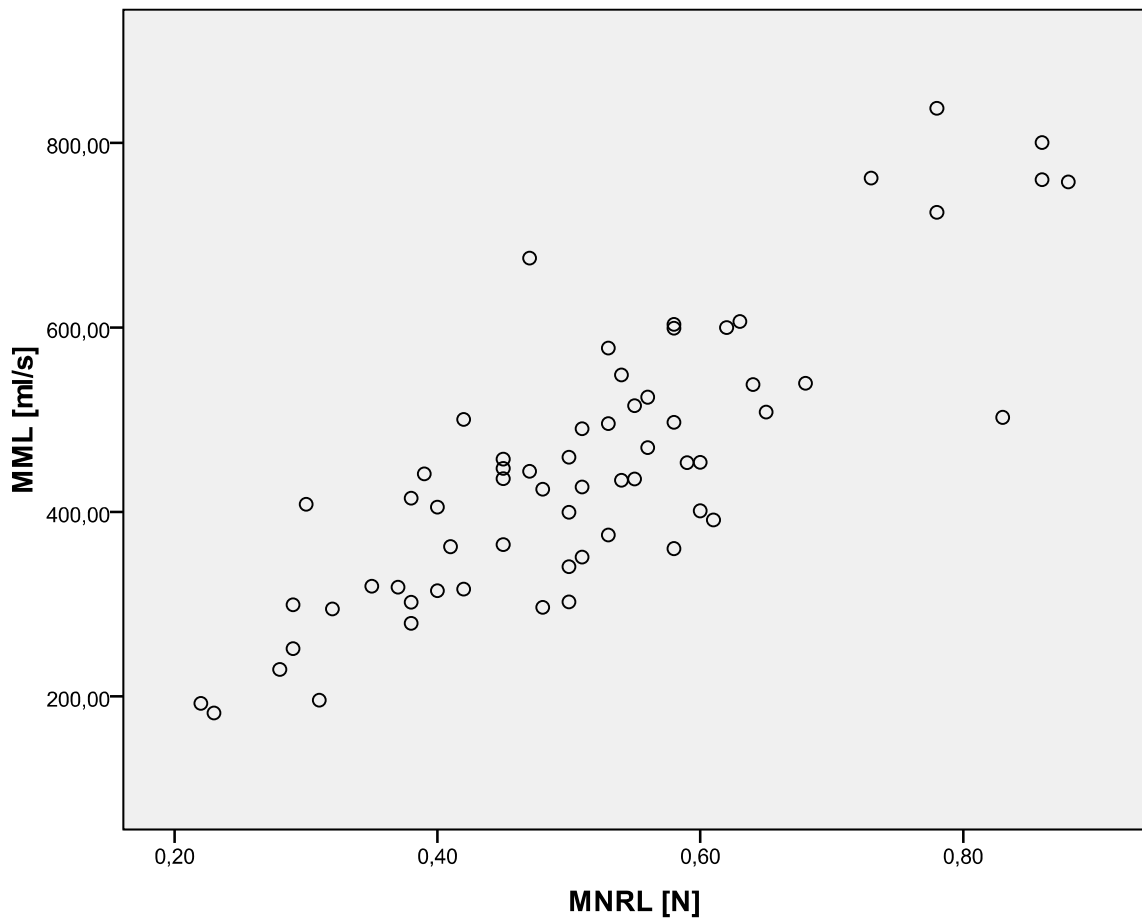


Abbildung 61: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske links und Mittelwert Nasenrand links. Korrelationskoeffizient 0,784

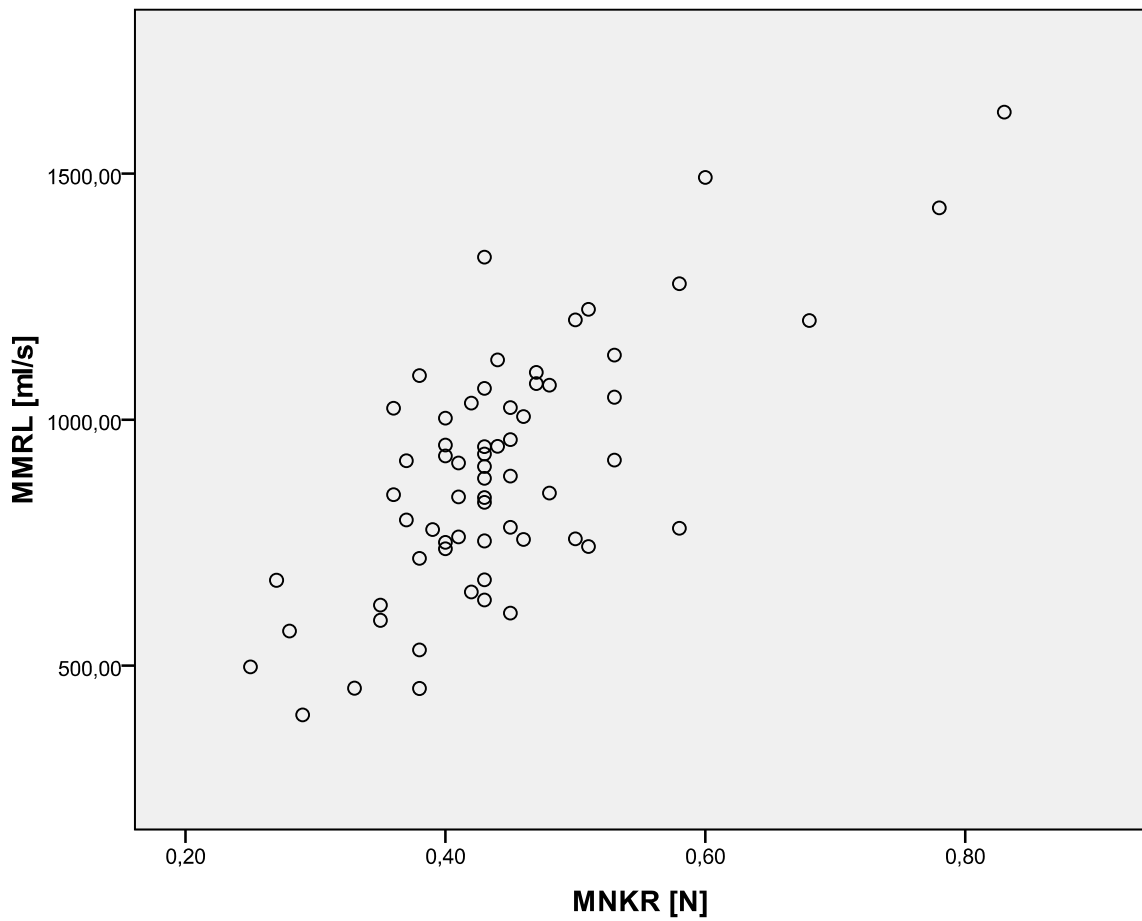


Abbildung 62: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt und Mittelwert Nasenklappe rechts. Korrelationskoeffizient 0,613

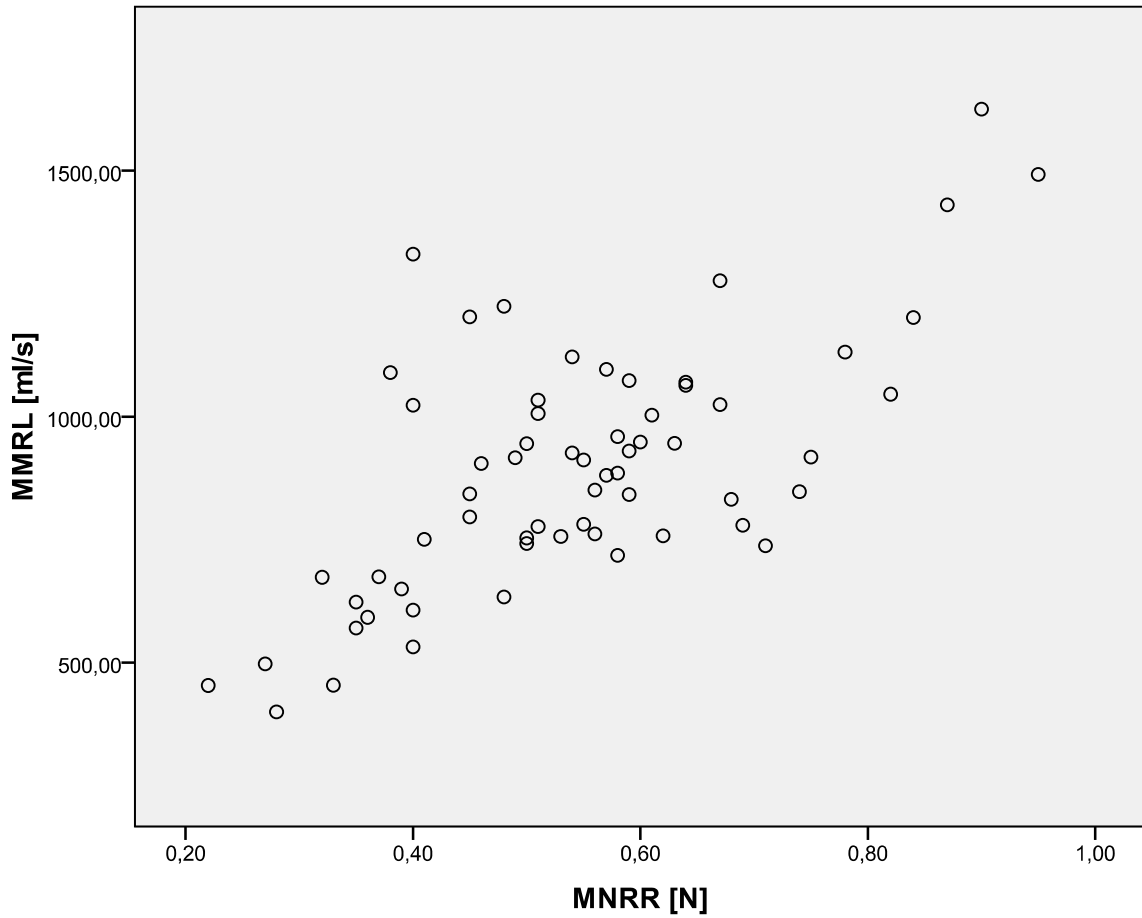


Abbildung 63: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt und Mittelwert Nasenrand rechts. Korrelationskoeffizient 0,582

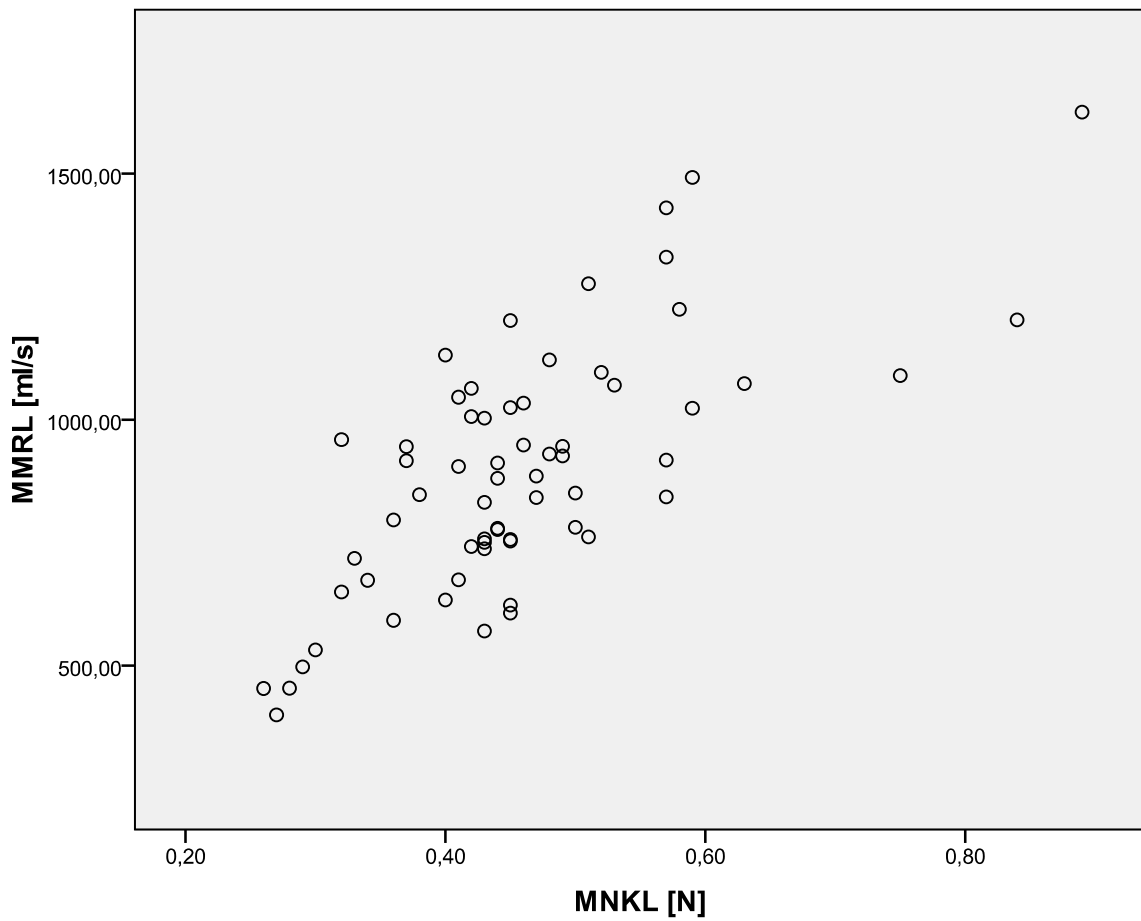


Abbildung 64: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt und Mittelwert Nasenklappe links. Korrelationskoeffizient 0,651

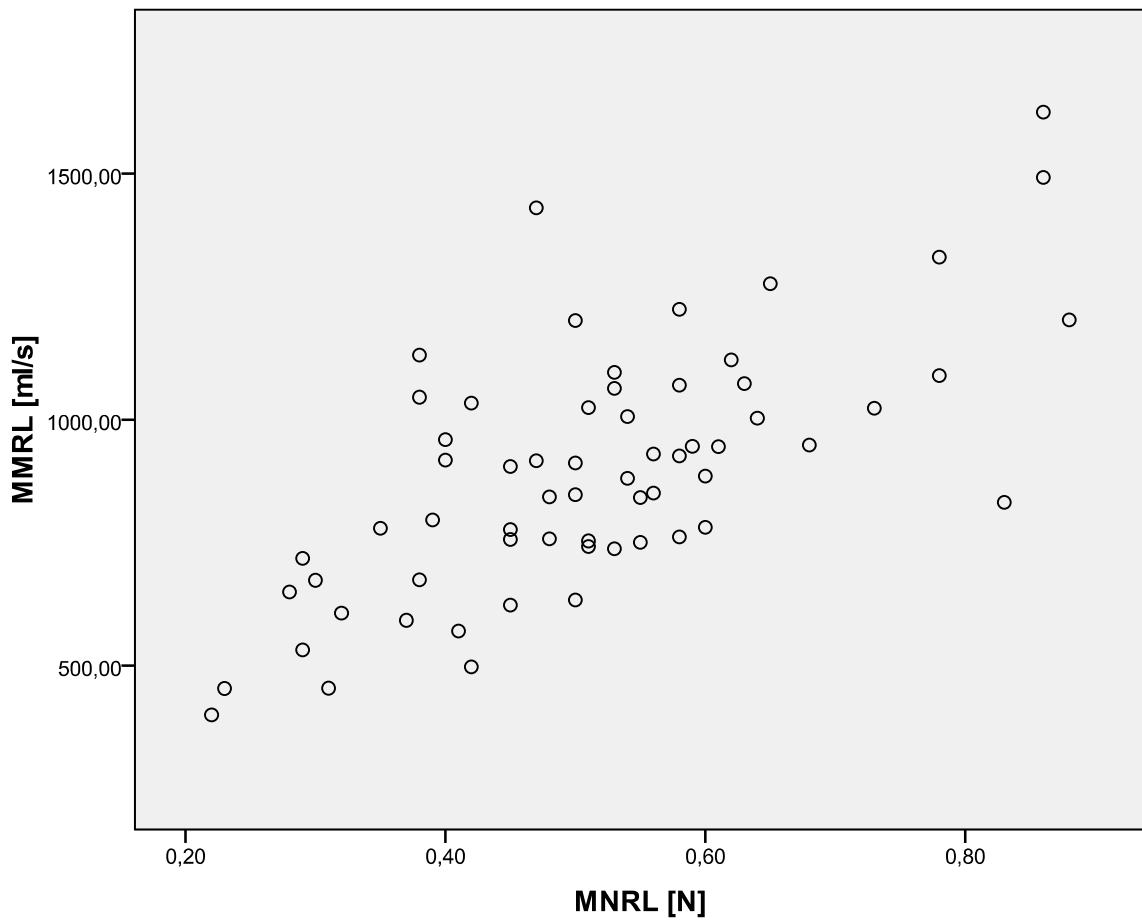


Abbildung 65: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt und Mittelwert Nasenrand links. Korrelationskoeffizient 0,636

5 Diskussion

Das die Nasenklappe eine wichtige Regelfunktion in der nasalen Luftpassage darstellt und Ursache einer Nasenatmungsbehinderung sein kann ist seit Mink bekannt [44]. Orten et al. beschreiben zusätzlich eine äußere Nasenklappe und treffen damit eine Unterscheidung in der Lokalisation [49]. Wexler differenziert weiter zwischen den knöchernen und knorpeligen Ursachen einer Nasenklappeninsuffizienz [73]. So wurden zwar in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Methoden beschrieben, die mittels Nahttechniken [60, 50], Implantaten [3, 55] und Transplantaten [64, 33, 68, 6, 30] die möglichen Engen im Bereich der Nasenklappen beseitigen und die Nasenflanke stabilisieren sollen, ein Therapiealgorithmus, welche Technik wann anzuwenden ist, hat sich hierbei jedoch noch nicht entwickelt. Dieses kann zum einen daran liegen, dass die vorgestellten Therapiemethoden häufig nur in kleinen Studien mit wenigen Patienten untersucht worden sind [3, 52, 16, 55, 61, 2] und sich deshalb keine verallgemeinernden Aussagen machen lassen. Um so erstaunlicher ist es, dass mit Ausnahme einer Studie an 500 Patienten mit einer nasalen Atemwegsbehinderung [25] keine Zahlen existieren, die über die absolute Häufigkeit des Nasenflankenansaugphänomens in der Bevölkerung Auskunft geben.

Zu Beginn dieser Arbeit wurden deshalb insgesamt 100 Personen, 50 Männer und 50 Frauen, mit einem mittleren Alter von 54 Jahren gebeten, wiederholt forciert durch die Nase zu atmen. Hierbei zeigte sich bei vier Männern und acht Frauen ein einseitiges sowie bei weiteren zwei Frauen ein beidseitiges Nasenflankenansaugphänomen. In der Umfragegruppe hatten demnach 14 Prozent der Personen eine instabile Nasenflanke, ohne dieses zu wissen.

Diese häufig nicht bemerkte Apparenz des Nasenflankenansaugphänomens kann eine Ursache dafür sein, dass die instabile Nasenflanke auch heute noch ein Schattendasein bei der Diagnostik und Therapie nasaler Atemwegsbehinderungen spielt.

Ein Ziel dieser Studie war es, die angewandte Technik der Nasenflankenaugmentation mit septalen Splitknorpel- und Konchaknorpeltransplantaten auf ihre stabilisierende Wirkung beim Nasenflankenansaugphänomen zu prüfen.

Hierfür wurde die 1958 von Semarek als neues Messverfahren vorgestellte [62] und 1974 durch Masing, mit Einführung der Koordinatenschreibweise, verbesserte [41] Technik der Rhinomanometrie benutzt. Mittlerweile ist die Rhinomanometrie zur Erfassung der Ausprägung einer Nasenatmungsbehinderung hinreichend bekannt [4, 20, 39]. Auch finden sich Untersuchungen mit Gegenüberstellungen von Messungen vor und nach rhinochirurgischen Eingriffen [39, 13, 26]. Neue Studien von Balczun et al. versuchen Normwerte der anterioren Rhinomanometrie, zum Ausschluss einer Nasenklappenstenose, festzulegen [5]. Vergleichende Messungen zwischen der Verwendung von Nasenoliven und Mund-Nasenmasken vor und nach rhinochirurgischen Eingriffen finden sich jedoch nicht.

Die hier vorgestellte Methode von vergleichenden Messungen der anterioren Rhinomanometrie mit Nasenoliven und Mund-Nasenmaske sollte den Einfluss einer instabilen Nasenflanke auf den nasalen Flow messtechnisch erfassen und das Ausmaß der postoperativen Verbesserung als Ausdruck eines gesteigerten nasalen Flow darstellen.

Des Weiteren sollten durch mechanische Druckmessungen mit einem Dynamometer Unterschiede in der Nasenflankenstabilität bei Patienten mit Ansaugphänomen und ohne Ansaugphänomen aufgespürt werden.

Eine mechanische Dickenmessung der Nasenflanken aller untersuchten Patienten sollte prüfen, ob sich eine instabile Nasenflanke in ihrer Dicke an bestimmter Position von einer stabilen Nasenflanke unterscheidet.

5.1 Diskussion des operativen Erfolges anhand der Ergebnisse aus der vergleichenden Rhinomanometrie

Die Prozentangaben der gemessenen Werte für die Rhinomanometrie beziehen sich auf einen Sollwert von 450 ml/s und Nasenseite nach Verwendung von abschwellenden Nasentropfen, gemessen bei einem Druck von 150 Pa [9].

Die vergleichende rhinomanometrische Untersuchung der Kontrollgruppe ergab, dass sich unter Verwendung der Nasenoliven ein mittlerer nasaler Flow von 932,22 ml/s (103,58%) messen ließ. Unter Einsatz der Mund-Nasenmaske betrug das mittlere Ergebnis 960,60 ml/s (106,73%) und war dem Ergebnis der Olivenmessung somit beinahe identisch. Die Anwendung des Wilcoxon Test erbrachte für den Vergleich der Ergebnisse dieser Messungen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Methoden und bestätigte die Vergleichbarkeit somit.

Bei den sechs präoperativ gemessenen Patienten der Gruppe P wurde mit den Nasenoliven ein mittlerer nasaler Flow von 911,88 ml/s (101,32%) gemessen. Dieses entspricht dem Bereich der in der Literatur beschriebenen Normalwerte [22]. Bei der vergleichenden Messung mit der Mund-Nasenmaske fand sich mit 577,35 ml/s (64,15%) ein deutlich reduzierter nasaler Flow. Die kollabierenden Nasenflanken verminderten somit den Luftstrom um 334,53 ml/s (37,13%). Werte zwischen 500 – 700 ml/s werden in der Bewertungstabelle nach Bachmann einer mäßigen Nasenatmungsbehinderung zugeordnet [22]. Werte oberhalb von 850 ml/s gelten als Normalbereich [22]. Der Wilcoxon Test zeigte mit $p = 0,028$ die Ergebnisse zwischen den Oliven- und den Maskenmessungen als signifikant verschieden.

Von den 17 postoperativ gemessenen Patienten verfügten 13 nach der Operation über einen nasalen Flow von 832,53 ml/s (92,5%) mit den Nasenoliven und 950,73 ml/s (105,65%) mit der Mund-Nasenmaske und zeigen somit eine normwertige Nasenatmung [22]. Dies bedeutet, dass bei **76 %** der Patienten eine Verbesserung der nasalen Atemfunktion auf ein normales Niveau erreicht worden ist. Der Test auf Signifikanz erbrachte ein inhomogenes Ergebnis: für den Vergleich der rechten

Nasenflanke waren die Ergebnisse zwischen Oliven- und Maskenmessung nicht signifikant verschieden und damit eine Bestätigung für den operativen Erfolg. Für die linke Nasenseite ($p = 0,002$) und den gesamten nasalen Flow ($p = 0,011$) zeigten sich die Ergebnisse signifikant unterschiedlich, was bei einem uneingeschränkten OP Erfolg eigentlich nicht zu erwarten gewesen wäre.

Da die Nasenflankenaugmentationen stets auf beiden Seiten durchgeführt worden sind könnte dieses jedoch auch darauf hindeuten, dass im untersuchten Kollektiv auf der rechten Nasenseite im Gegensatz zur linken ein OP Erfolg erzielt worden ist.

Bei der Bewertung muss berücksichtigt werden, dass die statistische Verwendbarkeit aufgrund der kleinen Gruppengrößen ebenfalls eingeschränkt ist. Noch ausgeprägter ist dieses für die Gruppe T0 mit vier Patienten, bei der sich mit den Nasenoliven Mittelwerte von 792,81 ml/s (88,09%) und 512,81 ml/s (56,98%) mit der Mund-Nasenmaske messen ließen. Hier besteht demnach weiterhin eine Behinderung des nasalen Flow um 280 ml/s entsprechend um 31,1% bezogen auf die Olivenmessung. Trotz dieses großen Unterschiedes von über 30% ergaben sich im Wilcoxon Test keine Signifikanzen. Grund dafür ist wahrscheinlich ebenfalls die niedrige statistische Aussagekraft. Hinweis gebend darf jedoch berücksichtigt werden, dass für die rechte Nasenseite sowie für die gesamte Nase mit $p = 0,068$ zwar ein nicht signifikantes Ergebnis vorliegt, jedoch dieses bei der kleinen Gruppe als grenzwertig nicht signifikant zu bezeichnen ist. In einer Untersuchung mit größeren Fallzahlen könnte dieses signifikant werden und den Unterschied der Mittelwerte bestätigen.

Um zu prüfen, ob sich die Gruppen hinsichtlich der gemessenen Ergebnisse für den Flow untereinander unterscheiden, erfolgte zunächst die Prüfung mit dem Kruskal-Wallis Test. Dieser erbrachte keine signifikanten Unterschiede für die Messungen mit den Nasenoliven. Es darf somit ein gemitteltes Ergebnis der Rhinomanometrie über alle Gruppen von 867,36 ml/s (96,37 %) unter Verwendung der Nasenoliven angegeben werden.

Für die Messungen mit der Mund-Nasenmaske zeigten sich Signifikanzen (s. Tab. 27; alle $p \leq 0,001$).

Der daraufhin durchgeführte Mann-Whitney-U Test zum differenzierten Prüfen der Gruppen gegeneinander (s. Tab. 28) zeigte, dass die Ergebnisse zwischen der Gruppe

K und Gruppe T1 ähnlich sind, d.h. nicht signifikant verschieden (alle $p > 0,05$), und kann somit als ein Nachweis für den OP Erfolg angesehen werden.

Für den Vergleich der Gruppen K/ P, K/ T0, T1/ T0 und T1/ P zeigten sich die Ergebnisse ebenfalls als signifikant verschieden. Dieses bestätigt, dass die vergleichende Rhinomanometrie unter Verwendung von Nasenoliven und der Mund-Nasenmaske geeignet ist, den Einfluss einer instabilen Nasenflanke darzustellen. Die fehlende Signifikanz beim Vergleich der Gruppen T0 und P spiegelt somit die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Patienten mit Nasenflankenansaugphänomen und der Therapieversager wider.

Die vergleichende anteriore Rhinomanometrie scheint somit eine geeignete Methode zu sein, um den Einfluss einer instabilen Nasenflanke auf den nasalen Flow abzubilden sowie den operativen Grad der Verbesserung durch eine Änderung im nasalen Flow darzustellen. Im untersuchten Kollektiv zeigten 13 von 17 operierten Patienten (76%) kein weiteres Ansaugphänomen. Die rhinomanometrischen Untersuchungen bestätigten dieses durch normwertige Ergebnisse.

Da alle OPs vom selben Operateur durchgeführt worden sind ist die Wahrscheinlichkeit für unterschiedliche OP-Varianten gering. Prinzipiell könnte eine zu große Transplanttasche zu einem Verrutschen mit Fehllage des Transplantates geführt haben. Auch könnte eine zu kleine Tasche ein Einrollen des Knorpels bewirkt haben, was ebenfalls zu einer Verminderung der suffizienten Stützfunktion führen kann [68]. Infektionen des Transplantatlagers wurden bei keinem der Patienten beobachtet.

Als Ursachen der nicht erfolgreichen Therapie müssen deshalb am ehesten resorptive Prozesse an den Knorpeltransplantaten diskutiert werden [37], obgleich die meisten Autoren die Resorptionstendenz autologer Knorpeltransplantate als vernachlässigbar gering beschreiben [68, 47, 69, 10, 7]. Die Studien, aus denen diese Aussage abgeleitet werden, liefern aber zumeist lediglich klinische Kontrollen der Nasenfunktion oder Formveränderungen als Parameter [68, 74, 10]. Zahlen durch sonographische Darstellungen oder operative Revisionen mit Darstellung der Knorpeltransplantate liegen in der Literatur nicht vor. Ein weiterer Grund für eine nicht erfolgreiche Therapie

kann in der Entwicklung von Narbenzügen liegen [68, 57], die das eingebrachte Transplantat nach medial ziehen.

Abgesehen von operativen Ursachen können natürlich auch Mess- und Anwendungsfehler im Rahmen der Untersuchungen für diese Studie zu Beeinflussungen der Ergebnisse führen. So können bei der Rhinomanometrie Messfehler auf verschiedene Weisen entstehen [23]. Angefangen bei Eichfehlern des Gerätes, zu kleinen, zu großen oder schlecht sitzenden Nasenoliven und damit verbundenen Undichtigkeiten der Oliven oder Maske [53]. Sollte der Patient bei der Messung akzidentiell den Mund nicht komplett geschlossen haben entsteht ebenfalls eine Fehlmessung durch Nebenluft mit einer damit verbundenen Änderung der Druck- und Flowverhältnisse [53]. Aber auch die Umgebungsbedingungen wie Körperlage, Luftfeuchtigkeit und Temperatur spielen eine Rolle [22].

Für die in dieser Studie durchgeführten Messungen war es notwendig, den Einfluss des Nasenzyklus durch Verwendung von abschwellenden Nasentropfen möglichst gering zu halten. Dennoch muss berücksichtigt werden, dass eine 100 prozentige Ausschaltung dieses Faktors ebenfalls nicht möglich ist.

Eine weitere Fehlerquelle liegt im Untersucher. Unterschiedliche Patientenanleitungen können ebenfalls das Ergebnis beeinflussen.

5.2 Diskussion der Dynamometermessung als Instrument zur Identifikation einer instabilen Nasenflanke und Darstellung des operativen Erfolges

Bei allen Patienten wurden die Nasenflanken an zwei definierten Punkten einer jeden Nasenseite mit dem Dynamometer untersucht. Dieses waren zum einen der Bereich der Nasenklappe (Position 1) sowie der Bereich des Nasenrandes (Position 3).

Für die Kontrollgruppe zeigten sich für die Position MNKR 0,47 N und für die Position MNKL 0,49 N nötig, um zu einer Okklusion zu führen. Die Prüfung dieser Parameter im Wilcoxon Test erbrachte keine signifikanten Unterschiede, so dass für den Bereich der Nasenklappe beidseits ein mittlerer Wert von **0,48 N** beschrieben werden darf.

Für den Nasenrand ergaben sich für MNRR 0,58 N, für MNRL lag dieses bei 0,54 N. Auch hier zeigten sich im Wilcoxon Test keine signifikanten Unterschiede rechts zu links, so dass ein mittlerer Wert für die Region des Nasenrandes von **0,56 N** angegeben werden darf.

Nachdem sich die Region der Nasenklappe und die Region des Nasenrandes im Seitenvergleich als einheitlich im Wilcoxon Test gezeigt haben erfolgte die vergleichende Austestung zwischen den Positionen MNKR und MNRR mit $p < 0,001$ und MNKL und MNRL mit $p = 0,008$.

Es darf für die Kontrollgruppe festgestellt werden, dass die Ergebnisse zwischen den Nasenklappenbereichen und Nasenrandbereichen signifikant unterschiedlich sind und der Nasenrandbereich im Mittel 0,08 N stabiler ist als der Nasenklappenbereich.

Da bisweilen keine anderen Messungen dieser Art in der Literatur vorliegen und sich die gemessenen Werte zwischen dem Nasenklappenbereich und dem Nasenrandbereich signifikant voneinander unterscheiden, werden diese Werte für diese Studie als Referenzwerte verwendet und für Ihre Position jeweils mit 100 % gleichgesetzt.

In der Gruppe P fanden sich für MNKR 0,34 N und MNKL 0,33 N. Für den Randbereich betragen MNRR 0,36 N und MNRL 0,29 N. Der Wilcoxon Test zeigte auch hier keine signifikanten Unterschiede im rechts/ links Vergleich, so dass ein Mittelwert für den Nasenklappenbereich von 0,335 N (69,8%) und für den Nasenrandbereich von 0,325 N (58,04 %), angegeben werden darf.

In der Testung MNKR / MNRR und MNKL/ MNRL zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede.

Für die Gruppe T1 wurden für MNKR 0,44 N und für MNKL 0,48 N gemessen. Für den Randbereich waren dieses: 0,59 N für MNRR und 0,58 N für MNRL. Im Seitenvergleich der Werte für die Nasenklappe und den Nasenrand zeigte sich keine Signifikanz für den Randbereich und mit $p = 0,01$ signifikant unterschiedliche Werte für den Nasenklappenbereich. Die graphische Darstellung der gemessenen Werte im Box-Plot Diagramm (s. Abb. 52) gibt hierfür die Erklärung:

Die Werteverteilung für die Position MNKR liegt sehr dicht beieinander, so dass der größte Wert dieser Messungen, der noch keinen Ausreißer darstellt gerade dem Median der gemessenen Werte für MNKL entspricht. Hierdurch wird erklärlich, dass der geringe Unterschied der arithmetisch gemittelten Werte (s. Balkendiagramm, Abb. 53) im Wilcoxon Test signifikant unterschiedliche Ergebnisse liefert.

In Vergleich der Paarungen MNKR / MNRR ($p = 0,002$) und MNKL/ MNRL ($p = 0,001$) zeigten sich die Ergebnisse wieder signifikant unterschiedlich.

Im Nasenklappenbereich waren somit im Mittel 0,46 N (95,8 %) und im Nasenrandbereich im Mittel 0,585 N (104,5%) für eine Okklusion nötig. Dieses entspricht damit dem Niveau der Kontrollgruppe.

In der Gruppe T0 fanden sich im Wilcoxon Test für die Paarungen MNKR/ MNKL und MNRR/ MNRL keine Signifikanzen, so dass als Mittelwert für den Nasenklappenbereich 0,32 N (66,7%) und für den Nasenrandbereich 0,345 N (61,6%) angegeben werden dürfen. Der Vergleich zwischen MNKR/ MNRR und MNKL/ MNRL erbrachte ebenfalls keine signifikanten Unterschiede. Dieses passt zu den Ergebnissen der Gruppe P, in

welcher sich ebenfalls bei Vorliegen einer Nasenflankeninstabilität keine signifikanten Unterschiede im Anpressdruck zwischen Nasenklappe und Nasenrand ergeben haben.

Es kann festgestellt werden, dass sich bei Personen ohne Nasenflankenansaugphänomen ein signifikanter Unterschied der Nasenflankenstabilität zwischen der Nasenklappenregion und der Nasenrandregion findet. Der Bereich der Nasenrandregion ist hierbei mit 0,56 N signifikant stabiler als der Bereich der Nasenklappenregion mit 0,48 N. Entsprechendes findet sich auch bei den operierten Patienten, die nach der Nasenflankenaugmentation eine normale Nasenatmung aufweisen können.

Bei Patienten mit einem Nasenflankenansaugphänomen als auch bei den Patienten, die nach der OP weiterhin über eine eingeschränkte Nasenatmung klagen, findet sich kein signifikanter Unterschied in den Anpressdrücken zwischen Nasenklappen- und Nasenrandregion. Auffällig ist, dass bei den Patienten mit einem Nasenflankenansaugphänomen der Nasenrandbereich im Mittel eine größere relative Schwäche aufweist als der Bereich der Nasenklappe und sich dieses somit genau gegensätzlich zu Patienten ohne Ansaugphänomen, verhält.

Um zu prüfen, ob sich bedeutsame Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen finden, wurde zunächst der Kruskal-Wallis Test angewendet (s. Tab. 27). Hier zeigte sich, dass sich für die Messungen MNKR, MNKL, MNRR und MNRL Signifikanzen finden.

Zur genauen Austestung der Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppenpaarungen erfolgte der Mann-Whitney-U Test. Die Ergebnisse zeigten sich insgesamt als sehr homogen:

Für die Paarung K/ T1 zeigte sich nur der Vergleich zwischen MNRL als signifikant verschieden. Alle anderen Werte waren nicht signifikant verschieden und damit als ähnlich zu bewerten. Dieses entspricht auch der Darstellung aus den Graphen der Abbildungen 51 und 52.

Bei den Gruppenvergleichen zwischen K/ T0, K/ P, T1/ T0 und T1/ P waren alle Vergleiche für die Messungen MNKR, MNKL, MNRR und MNRL signifikant verschieden.

Für die Paarung T0/ P fanden sich hingegen keine Signifikanzen.

Es kann festgestellt werden, dass die Ergebnisse der Dynamometermessungen die Ergebnisse der Rhinomanometrie widerspiegeln:

Bei Patienten ohne Nasenflankenansaugphänomen und ohne Nasenatmungsbehinderung zeigt sich auch die Nasenflanke stabil als Ausdruck eines höheren und zwischen Nasenklappe und Nasenrand signifikant unterschiedlichen, Anpressdruckes. Bei den operierten Patienten, welche nach dem Eingriff einen normalen nasalen Flow aufwiesen (Gruppe T1), fanden sich ebenfalls analog hierzu typische Werte für den Anpressdruck, die denen der Kontrollgruppe vergleichbar und zwischen Nasenklappe und Nasenrand signifikant unterschiedlich (Randbereich stabiler als Klappenbereich) waren.

Umgekehrt lässt sich dieses nicht bei Patienten mit einem Nasenflankenansaugphänomen finden. Die Nasenflanke darf demnach als instabil bezeichnet werden.

Die Untersuchung der Nasenflanke mit dem Dynamometer hat gezeigt, dass sich typische Werte für den Anpressdruck bei einer stabilen Nasenflanke finden lassen. Das Erreichen von „normwertigen Anpressdrücken“ mit signifikant stabilerem Nasenrandbereich im Vergleich zur Nasenklappe, kann hierbei als Beweis des operativen Erfolges angesehen werden. Die signifikanten Korrelationen zwischen NK und NR (s. unter Korrelationen S. 125) bestätigen diesen Zusammenhang.

Obwohl die Ergebnisse der Wilcoxon Tests mit Ausnahme der signifikanten Paarung MNKR/ MNKL in sich schlüssig sind muss dennoch auf das Grundproblem der eingeschränkten statistischen Aussagekraft hingewiesen werden. Die Werteverteilungen im Box-Plot Diagramm lassen bei Betrachtung der Mediane jedoch vermuten, dass sich die hier gezeigten Ergebnisse auch in einer groß angelegten Studie reproduzieren ließen.

Ein weiterer Einflussfaktor ist der Untersucher. Da das Verfahren erstmals ausgetestet wurde können noch keine Aussagen darüber gemacht werden, wie resistent die Anwendung des Dynamometers gegen Einflüsse durch unterschiedliche Untersucher

ist. Aufgrund der einfachen Handhabung ist die Anzahl möglicher Fehlerquellen jedoch begrenzt:

Sofern ein geeichtes Dynamometer benutzt wird und auf einen korrekten Nullabgleich geachtet wird liefert das Gerät für sich genommen keine weiteren Fehlerquellen. Die Auswahl der Untersuchungspunkte wurde genau definiert, ist jedoch potenziell vom Untersucher abhängig. Da die Messpunkte NK und NR anatomisch eng zusammen liegen genügen möglicherweise schon geringe Abweichungen, um hier zu anderen Ergebnissen zu kommen.

Da die Okklusion bei der Messung definiert worden ist als der Moment, an dem der Patient angibt, keinen nasalen Flow in der vermessenen Seite mehr zu spüren, ist der Patient ein weiterer Einflussfaktor und mögliche Fehlerquelle.

5.3 Diskussion der Ergebnisse für die Nasenflankendicke zwischen Patienten mit und ohne Ansaugphänomen

Da durch die operative Augmentation der Nasenflanke Knorpelmaterial im Bereich der Instabilität eingebracht wird sollte geprüft werden, ob sich eine instabile Nasenflanke auch durch einen Unterschied in ihrer Nasenflankendicke auszeichnet. Hierzu wurde an den Messpunkten aus Abb. 38 mit einem mechanischen Dickenmesser die jeweilige Nasenflankendicke gemessen. Die Abbildung 54 zeigt die gemessenen Werte.

Bei Betrachtung des Box-Plot Diagramms zeigt sich für die Kontrollgruppe zweierlei: Zum einen scheinen die korrespondierenden Messpunkte rechts/ links in etwa einen identischen Wertebereich zu besitzen. Die Prüfung im Wilcoxon Test bestätigte dieses und zeigte keine signifikanten Unterschiede in den Paarungen MR1/ ML1, MR2/ ML2, MR3/ ML3 und MR4/ ML4. Demzufolge können folgende Durchschnittswerte für die Positionen 1 bis 4 angegeben werden: Position 1 = 2,755 mm; Position 2 = 2,875 mm; Position 3 = 2,83 mm; Position 4 = 2,975 mm.

Zum anderen fällt auf, dass deutliche Unterschiede der gemessenen mittleren Dicke zwischen den Positionen 1 bis 4 bestehen. Die Prüfung im Wilcoxon Test bestätigte dieses und zeigte mit Ausnahme der Paarung ML2/ ML3 alle Paarungen als signifikant unterschiedlich.

Da in der Literatur bisweilen noch keine analogen Daten hierzu vorliegen werden die oben genannten Werte des Kontrollkollektives als Referenzwerte für diese Studie genommen.

In der Gruppe P bei den Patienten mit Nasenflankenansaugphänomen zeigt sich in den Graphen ein ähnliches Bild für die korrespondierenden Messungen rechts/ links der Punkte 1 bis 4. Der Wilcoxon Test zeigte auch hier keine signifikanten Unterschiede, so dass folgende Mittelwerte angegeben werden können: für die Position 1 = 2,72 mm; Position 2 = 2,79 mm; Position 3 = 2,735 mm und Position 4 = 2,955 mm.

Die Testung auf signifikante Unterschiede zwischen den Positionen 1 bis 4 erbrachte im Gegensatz zu den Messungen der Kontrollgruppe ein inhomogenes Bild: lediglich die

Paarungen MR1/ MR4, MR2/ MR3, MR3/ MR4, ML1/ ML4 und ML3/ ML4 zeigten sich signifikant verschieden. Der Blick auf die Abbildungen 54 und 55 zeigt die Ähnlichkeiten der Werte für die einzelnen Messpunkte zwischen der Gruppe K und Gruppe P.

Für die postoperativ untersuchten Patienten der Gruppe T1 ohne Nasenflankenansaugphänomen zeigt sich eine der Kontrollgruppe vergleichbare Werteverteilung: der Wilcoxon Test für die korrespondierenden Messpunkte rechts/ links erbrachte keine signifikanten Unterschiede. Es darf daher für jede Position der Mittelwert angegeben werden: Position 1 = 2,76 mm; Position 2 = 2,86 mm; Position 3 = 2,81 mm und Position 4 = 2,995 mm.

Trotz der anschaulichen Ähnlichkeit in der Werteverteilung der Gruppen K und T1 (s. auch Abbildungen 54 und 55) erbrachte die Testung auf signifikante Unterschiede zwischen den Punkten 1 bis 4 ein inhomogenes Ergebnis: für die Paarungen MR1/ MR2, MR1/ MR4, MR3/ MR4, ML1/ ML2, ML1/ ML4, ML2/ ML4 und ML3/ ML4 zeigten sich die Ergebnisse signifikant. Alle weiteren Paarungen erbrachten keine Signifikanzen. Als Ursache hierfür muss auf die niedrige Fallzahl der Gruppe T1 und der damit verbundenen Anfälligkeit des statistischen Ergebnisses hingewiesen werden.

Für die Gruppe T0 aggraviert sich dieser Effekt weiter:

Der Wilcoxon Test für die korrespondierenden Messungen rechts/ links zeigte keine signifikanten Unterschiede, so dass für die Positionen 1 bis 4 folgende Mittelwerte angegeben werden können: Position 1 = 2,725 mm; Position 2 = 2,83 mm; Position 3 = 2,71 mm und Position 4 = 2,86 mm.

In der Testung der Positionen 1 bis 4 gegeneinander zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede.

Aus den vorliegenden Messungen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Nasenflanke ist an korrespondierenden Punkten rechts/ links annähernd ähnlich dick.
2. Bei Personen ohne Nasenflankenansaugphänomen zeigt sich der Bereich der Nasenklappe insgesamt als am dünnsten, gefolgt von der Position 3 am Nasenrand und der Position 2 am medialen Ende des Nasenlochs. Die

durchschnittlich dickste Position der Nasenflanke findet sich am lateralen Ende des Nasenlochs an der Position 4.

Um signifikante Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den einzelnen Gruppen aufzuspüren wurde der Kruskal-Wallis Test angewendet. Dieser erbrachte mit Ausnahme der Messungen an ML3 für die Methode der mechanischen Dickenmessung keine Signifikanzen.

Der daraufhin durchgeführte Mann-Whitney U Test für den Gruppenvergleich in Bezug auf die Messungen ML3 zeigt nur in den Paarungen der Gruppen K/ T0 und T1/ T0 signifikante Unterschiede.

Unter Berücksichtigung der anderen sonst nicht signifikanten Ergebnisse im Kruskal-Wallis Test müssen die Ergebnisse für ML3 als Ausreißer gewertet werden. Ursächlich hierfür ist die geringe Gruppengröße.

Es ließen sich somit keine Unterschiede in der durchschnittlichen Nasenflankendicke zwischen Personen ohne Nasenflankenansaugphänomen, mit Nasenflankenansaugphänomen sowie bei Personen nach einer erfolgten Nasenflankenaugmentation feststellen.

Als ursächlich hierfür müssen folgende Kriterien berücksichtigt werden: der verwendete Dickenmesser hatte eine Messgenauigkeit von 1/10 mm. Dieses ist unter Umständen nicht fein genug aufgelöst.

Sollte der Dickenmesser nicht absolut senkrecht zur Oberfläche angesetzt werden kann es zu Fehlmessungen mit einer relativ zu lang gemessenen Strecke kommen.

Trotz der Verwendung abschwellender Nasentropfen ist ein möglicher Einfluss des Nasenzyklus zu berücksichtigen.

Die genaue Einhaltung der definierten Messpunkte durch den Untersucher muss ebenfalls gewährleistet sein.

Abschließend sei erneut auf die eingeschränkte statistische Aussagekraft aufgrund der Gruppengrößen hingewiesen.

5.4 Diskussion der Sonographie zur Darstellung des lateralen Nasenflügelknorpels

Die B- Scan Sonographie der Nasenflanke hat sich bereits in den Untersuchungen der Kontrollgruppe als ein nicht geeignetes Verfahren gezeigt. Die Darstellung der Nasenflügelknorpel war nur in Einzelfällen so möglich, dass sich die Dimensionen des Knorpels bestimmen ließen. Wellenförmige Verläufe, Stufenbildungen und nicht differenzierbare laterale Enden machten den sinnvollen Einsatz der Methode nicht möglich. Auch die Literaturrecherche zeigt, dass der Einsatz der B- Scan Sonographie zur Weichteiluntersuchung an der Nase bisweilen wenig beschrieben wurde [66, 48]. Das von Nitsche et al. eingesetzte Ultraschallgerät wies einen 20 Mhz Schallkopf auf, so dass theoretische 80 µm aufgelöst werden könnten. Weitere Studien, die dieses Verfahren eingesetzt haben, liegen aber nicht vor.

Abgesehen hiervon finden sich auch nur vereinzelt Studien, die die B- Scan Sonographie zur Frakturdiagnostik einsetzen [32, 67].

Aufgrund der vielfältigen Probleme bei der Anwendung der Sonographie wurden die Untersuchungen damit noch im Verlauf der Kontrollgruppe eingestellt.

5.5 Korrelationen

Bei der Prüfung auf untereinander bestehende Korrelationen ergaben sich positive Zusammenhänge für die Rhinomanometrie, die Rhinomanometrie mit der Dynamometermessung, der Dynamometermessung und für eine Messpunktpaarung der Dickenmessung (s. Tab. 29). Im Einzelnen waren dieses:

Für die Rhinomanometrie fanden sich positive Korrelationen zwischen MOR/ MORL, MOL/ MORL, MMR/ MMRL sowie zwischen MML/ MMRL. Alle Korrelationskoeffizienten waren $> 0,799$. Die Ergebnisse sind inhaltlich logisch und nicht überraschend:

Wenn die Flow Volumina für die Einzelmessung einer jeden Nasenseite steigen, so ergibt sich auch ein größerer Gesamtflow. Dieser Zusammenhang gilt jedoch nur für Messungen nach Anwendung von Schleimhaut abschwellenden Medikamenten, da ansonsten der Einfluss des Nasenzyklus zu berücksichtigen ist [56, 22].

Für die Dynamometermessungen fanden sich positive Korrelationen zwischen MNKR/ MNRR (0,658) und MNKL/ MNRL (0,711). Die Werte zeigen, dass mit einer Zunahme des durchschnittlichen Anpressdruckes im Bereich der Nasenklappe auch die durchschnittlich benötigte Kraft zur Okklusion im Bereich des Nasenrandes steigt. Das Verhältnis der Stabilitäten zwischen Nasenklappen- und Nasenrandregion bleibt somit erhalten und kann als Kriterium einer normal stabilen Nasenflanke angesehen werden.

Bei der Dickenmessung fand sich für die Paarung ML1/ MR2 eine Korrelation von 0,5. Aufgrund der Tatsache, dass es sich hierbei nur um ein Wertepaar aus der Dickenmessung handelt, muss dieses als Ausreißer gewertet werden.

Besonders erwähnenswert sind die positiven Korrelationen zwischen der Rhinomanometrie und der Dynamometermessung. Hier zeigten sich für die Paarungen MMR/ MNKR (0,697), MMR/ MNRR (0,711), MML/ MNKL (0,753), MML/ MNRL (0,784), MMRL/ MNKR (0,613), MMRL/ MNKL (0,651), MMRL/ MNRR (0,582) und MMRL/ MNRL (0,636) positive Korrelationen. Die Abbildungen 58 bis 65 veranschaulichen die Zusammenhänge als Punkt-Streudiagramme.

Es lässt sich erkennen, dass mit Zunahme des nötigen Anpressdruckes in der Dynamometermessung auch eine Zunahme des nasalen Flow vergesellschaftet ist. Die Dynamometermessung stellt demnach eine einfache Methode zur Identifikation von instabilen Nasenflanken dar. Die signifikanten Unterschiede in den Lokalisationen zwischen Nasenklappe und Nasenrand zeigen objektiv den Bereich der größten Instabilität und können dem Operateur bei der Planung des zu platzierenden Knorpeltransplantates helfen.

Fazit:

Je stabiler die Nasenflanke, desto höher der nasale Flow.

5.6 Beantwortung der wissenschaftlichen Fragestellungen und Ausblick

Da die Diagnose einer instabilen Nasenflanke im Vergleich zu anderen Ursachen einer Nasenatmungsbehinderung wie z.B. Septumdeviation oder Muschelhypertrophie eher selten gestellt wird, findet sich, wie in anderen Studien auch [3, 52, 16, 55, 61, 2], in dieser Untersuchung nur ein kleines Patientenkollektiv.

Die angewandte Technik der Nasenflankenaugmentation durch Transplantation von septalen Split-Knorpel- oder Konchaknorpeltransplantaten konnte bei 76 % der operierten Patienten zu einer Verbesserung des nasalen Flow auf einen normalen Wertebereich führen. Bei 24 % der Patienten führte die Technik nicht zu einem Erfolg mit Fortbestehen des Nasenflankenansaugphänomens und einer deutlich eingeschränkten Nasenatmung. Toriumi et al. geben in einer retrospektiven Studie über die Verwendung von Alar Batten Grafts eine 98 % -ige Erfolgsrate an. Berücksichtigt muss hierbei werden, dass keine objektiven Messungen des nasalen Flows gemacht und die Ergebnisse aus einem Fragebogen mit Analogskala ermittelt wurden. Auch in anderen Arbeiten werden die Einsatzmöglichkeiten von Alar Batten Grafts gut beschrieben, jedoch ohne statistische Auswertung [27, 15] mit Angabe von Flow Werten. Ob die Unterschiede in den Erfolgsraten dieser Studie zu denen von Toriumi darin begründet liegen, dass in diesem Fall keine Abstützung der Grafts an der Apertura piriformis durchgeführt wurde oder ob die sehr guten publizierten Ergebnisse an einem fehlenden objektiven Nachweisverfahren liegen, bleibt ungeklärt. Die Ergebnisse von Lattyak et al. zum Resorptionsverhalten verschiedener Knorpeltypen im Kanichenmodell zeigen jedoch, dass Resorptionsvorgänge stattfinden und in Abhängigkeit vom Knorpeltyp unterschiedlich ausgeprägt sein können. Sicherlich können die Ergebnisse aus dem Tiermodell nicht eins zu eins auf den Menschen übertragen werden, jedoch passen Sie sich logisch in die Ergebnisse dieser Studie ein.

Weitere Studien an einem größeren Patientenkollektiv und mit Erfassung eines Langzeitverlaufes wären jedoch notwendig, um abschließend eine Bewertung des hier vorgestellten operativen Verfahrens treffen zu können. Dieses wäre für die vorgestellte

Technik besonders wünschenswert, da es eine einfache, wenig zeitaufwendige, wenig traumatisierende und gut zu erlernende Methode ist.

Für die Untersuchung der vergleichenden Messungen der Rhinomanometrie mit Olive und Mund-Nasenmaske ergaben sich klar signifikante Werte. Erstmals in der Literatur konnte hierdurch der isolierte Einfluss der instabilen Nasenflanke auf den nasalen Flow messtechnisch erfasst werden. Eine regelhafte Anwendung dieses Verfahrens könnte objektiv Unterschiede in den Erfolgsraten verschiedener operativer Techniken aufzeigen und sollte deshalb als Routineuntersuchungsverfahren bei Patienten mit einer Nasenatmungsbehinderung zum Einsatz kommen.

Als Ergänzung hierzu zeigte sich die Untersuchung der Nasenflanke mit dem Dynamometer als einfache und zuverlässige Methode, um die Lokalisation der Instabilität im Nasenflankenbereich genau zu beschreiben. Sie kann dem Operateur eine effektive Hilfe bei der Diagnosestellung und bei der Planung zur Positionierung des Transplantates sein. Darüber hinaus bietet sie eine schnelle und einfache Möglichkeit der Nachuntersuchung.

Die Veränderungen im messbaren Anpressdruck im Langzeitverlauf wären insbesondere für die nicht abschließend geklärte Frage der Resorption von Knorpeltransplantaten von Interesse. Eine postoperativ zunächst stabile Nasenflanke welche im Weiteren wieder sinkende Werte für den Anpressdruck liefert könnte das Resorptionsverhalten des Transplantates widerspiegeln. Die signifikant unterschiedlicher Festigkeiten im Nasenklappen- und Nasenrandbereich würden zudem noch eine Unterscheidung in der Lokalisation ermöglichen.

Khosh et al. [46] zeigte, dass bei 79% seiner Studienpatienten mit instabiler Nasenflanke einer Septorhinoplastik voraus ging. Die Überresektion des lateralen Flügelknorpels ist hierbei einer der Hauptursachen. Die präoperative Durchführung der hier vorgestellten vergleichenden Rhinomanometrie als auch der Dynamometermessungen vermag nicht zu verhindern, dass eine Überresektion der lateralen Flügelknorpel vorkommt, bei Feststellung von signifikant unterschiedlichen Werten zwischen Oliven- und Maskenrhinomanometrie und nicht signifikant

unterschiedlichen Werten in den Anpressdrücken zwischen Nasenklappe und Nasenrand sollte der Rhinochirurg jedoch aufmerksam werden.

Auch die postoperative Vermessung nach Septorhinoplastiken kann einen wichtigen Beitrag zur Nasenchirurgie leisten, indem Sie Unterschiede in den funktionellen Komplikationsraten der verschiedenen Techniken objektiv dokumentieren kann.

Die Dynamometermessung ist demnach besonders in Kombination mit der Rhinomanometrie ein zuverlässiges Instrument zur Identifikation und Kontrolle bei Patienten mit einer instabilen Nasenflanke oder stattgehabter Operation.

Für die Dickenmessung der Nasenflanken hat sich gezeigt, dass die Bereiche der Nasenklappe und des Nasenrandes im Mittel dünner sind als die Bereiche des medialen und lateralen Endes des Nasenlochs. Signifikante Unterschiede zwischen Patienten mit und ohne Nasenflankenansaugphänomen konnte die Methode dabei nicht offenbaren.

Unter Verwendung einer hierfür konstruierten Messuhr könnte dieses jedoch auch anders sein. Denkbar wäre z.B. eine Messzange, mit einem kleinen Ultraschallsender an der einen und einem entsprechenden Empfänger an der anderen Seite. Durch eine entsprechend hohe Frequenz wäre ein sehr fein aufgelöstes Ergebnis realisierbar. Der Vorteil gegenüber einem konventionellen B-Scan Verfahren läge in den definierten Begrenzungen des Messbereiches, da genau das gesamte Gewebe zwischen den Sensoren einbezogen würde.

Fazit:

Es bleibt zu hoffen, dass die hier vorgestellte Methode der Nasenflankenaugmentation in einem größeren Kollektiv ihre Anwendung findet, so dass sich prüfen lässt, ob eine Verallgemeinerungsfähigkeit des hier gezeigten operativen Erfolgs gegeben ist.

Für die in dieser Studie angewendeten Untersuchungsmethoden der vergleichenden Rhinomanometrie und der Dynamometermessung wäre eine routinemäßige Durchführung vor und nach rhinochirurgischen Eingriffen wünschenswert. Zum eine ließen sich ggf. Fehler bei der operativen Planung vermeiden zum anderen wären so die Ergebnisse anderer Techniken einer objektiven, messtechnischen Auswertung zugänglich und dadurch untereinander vergleichbar. Insbesondere wäre ein Vergleich der von Toriumi beschriebenen Technik, des Alar Batten Graft, interessant.

6 Zusammenfassung

Hintergrund: Die instabile Nasenflanke stellt neben der Nasenmuschelhypertrophie, der Septumdeviation und der breiten Columella Basis eine der wichtigsten Ursachen nasaler Atemwegsbehinderungen dar [43]. Speziell unter körperlicher Belastung kann es hierbei zu einem Kollaps der Nasenflanken kommen. Neben extern angewendeten Dilatatoren [75, 52, 17] konnten zunehmend positive Ergebnisse durch die operative Augmentation der Nasenflanke mit Septum- oder Konchaknorpeltransplantaten erzielt werden [68].

Methoden: In einer prospektiven Studie wurde das funktionelle Ausmaß einer Nasenflankeninstabilität (NFI) durch anteriore Rhinomanometrie, mechanische Messung des Nasenflankenpressdruckes (NFA) sowie Bestimmung der Nasenflankendicke (NFD) quantifiziert. In einer kombiniert pro- und retrospektiven Untersuchung wurden dann Patienten, die einer operativen Augmentation mit septalen Split- oder Koncha- Knorpeltransplantaten zugeführt wurden, mit einer Kontrollgruppe verglichen.

Ergebnisse: Bei insgesamt 17 operierten Patienten, von denen 6 pro- und retrospektiv untersucht wurden, zeigten 13 Patienten einen deutlichen Zugewinn an Stabilität Ihrer lateralen Nasenflanken als Ausdruck verbesserten Flows auf normwertige Ergebnisse sowie eines mit der Kontrollgruppe vergleichbaren Nasenflankenpressdruckes. Nur bei 4 Patienten blieb die operative Versorgung ohne Erfolg. Bei keinem der Patienten kam es postoperativ zu Komplikationen wie Wundheilungsstörungen oder Infektionen im OP-Gebiet.

Schlussfolgerung: Durch die Untersuchung mittels anteriorer Rhinomanometrie und der Bestimmung des mechanischen Nasenflankenpressdruckes können klinisch relevante Instabilitäten leicht verifiziert und so Patienten im Vergleich zum Normalkollektiv identifiziert werden. Die operative Augmentation der instabilen

Nasenflanke durch septalen Split-Knorpel ermöglicht hierbei eine sichere Stabilisierung ohne erhöhten Operationsaufwand bei mehr als $\frac{3}{4}$ der Patienten (76%).

Ein Unterschied im klinischen Ergebnis zwischen der Verwendung von Septum- oder Koncha-Knorpel-Transplantaten ließ sich nicht feststellen.

7 Literaturverzeichnis

[1] Adams JS. Grafts and implants in nasal and chin augmentation. A rational approach to material selection. *Otolaryngol Clin North Am.* 1987 Nov; 20(4): 913 – 930

[2] André RF, D' Souza AR, Kunst HP, Vuyk HD. Sub-alar batten grafts as treatment for nasal valve incompetence; description of technique and functional evaluation. *Rhinology.* 2006 Jun; 44(2): 118 – 122

[3] àWengen DF. Breathe-Implant: Ein neues Titanimplantat zur Spreizung und Stabilisation der inneren Nasenklappe. *Laryngo-Rhino-Otol.* 2008; 87: 82 – 85

[4] Bachmann W, Nieder T. Der klinische Wert der Rhinomanometrie. Eine Analyse der Diskrepanz zwischen Anamnese, Befund und Rhinomanometrie. *Laryngol Rhinol Otol.* 1978; 57: 379 – 383

[5] Balczun J, Schulz R, Siegert R. Entwicklung von Normwerten zum Ausschluss einer Nasenklappenstenose durch die anteriore Rhinomanometrie. 2009. 80. Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie. Rostock

[6] Ballert JA, Park SS. Functional rhinoplasty: Treatment of the dysfunctional nasal sidewall. *Facial Plast Surg.* 2006 Feb; 22(1): 49 – 54

[7] Becker DG, Becker SS, Saad AA. Auricular cartilage in revision rhinoplasty. *Facial Plast Surg.* 2003 Feb; 19(1): 41 – 52

[8] Benninghoff A. 1994. Anatomie Teil I, 15. Auflage, Urban & Schwarzenberg, München Wien Baltimore

[9] Benutzerhandbuch ZAN 100 Handy. 1994. ZAN Messgeräte GmbH

- [10] Bocchieri A, Marano A. The conchal cartilage graft in nasal reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2007; 60(2): 188 – 194
- [11] Bridger GP. Physiology of the nasal valve. *Arch Otolaryngol.* 1970; 92: 543 – 553
- [12] Bridger GP, Proctor DF. Maximum nasal inspiratory flow and nasal resistance. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1970; 79: 481 – 488
- [13] Broms P, Jonson B, Malm L. Rhinomanometry. IV. A pre- and postoperative evaluation in functional septoplasty. *Acta Otolaryngol.* 1982; 94: 523 – 529
- [14] Bujía J, Alsalameh S, Jerez R, Naumann A, Burmester G. Significance of immune reactions to cartilage tissue in use of cartilage transplants in nose surgery: detection of anti-collagen antibodies. *Laryngorhinootologie.* 1992 Sep; 71(9): 472 – 476
- [15] Cervelli V, Spallone D, Bottini JD, Silvi E, Gentile P, Curcio B, Pascali M. Alar Batten Cartilage Graft: Treatment of Internal and External Nasal Valve Collapse. *Aesthetic Plast Surg.* 2009 May 7. Epub ahead of print
- [16] Chaudhry MR, Akhtar S, Dwalsaint F. Rhinomanometric evaluation of the improved mechanical therapeutic nasal dilator in patients with anterior nasal obstruction. *Rhinology.* 1996 Mar; 34(1): 32 - 34
- [17] Chaudhry RC, Askinazy FY. Improved mechanical therapeutic nasal dilator to treat nasal airway obstruction. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1990 Mar; 102(3): 298 – 300
- [18] Cole P. The respiratory role of the upper airways: a selective clinical and pathophysiological review. Mosby-Year Book, St. Louis, Mo., 1993
- [19] Constantin MB. Functional effects of alar cartilage malposition. *Ann Plast Surg.* 1993 Jun; 30(6): 487 – 499

- [20] Craig AB Jr, Dvorak M, McIlreath FJ. Resistance to airflow through the nose. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1965; 74: 589 – 603
- [21] Deylamipour M, Azarhoshangh A, Karimi H. Reconstruction of the internal nasal valve with a splay conchal graft. *Plast Reconstr Surg.* 2005 Sep; 116(3): 712 – 720
- [22] Eichler J. 1988. Einführung in die Technik der Rhinomanometrie – Anwendungen in der Rhinologie und Allergologie, Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin
- [23] Eichler J. Theorie zu einigen systematischen Messfehlern in der Rhinomanometrie. *Biomed Technik.* 1978; 23: 280 – 284
- [24] Ellegård E. Mechanical nasal alar dilators. *Rhinology.* 2006 Dec; 44(4): 239 – 248
- [25] Elwani S, Thabet H. Obstruction of the nasal valve. *J Laryngol Otol.* 1996; 110: 221 – 224
- [26] Fiebach A, Matschke RG. The place of rhinomanometry in septum surgery. *Laryngol Rhinol Otol.* 1983; 62: 264 – 265
- [27] Fischer H, Gubisch W. Nasal Valves – Importance and Surgical Procedures. *Facial Plast Surg.* 2006 Nov; 22(4): 266 – 280
- [28] Friedman M, Ibrahim H, Syed Z. Nasal valve suspension: an improved, simplified technique for nasal valve collapse. *Laryngoscope.* 2003 Feb; 113(2): 381 – 385
- [29] Grützenmacher S. 1994. Strömungsphysikalische Untersuchungen am Nasenmodell – Auswirkung chirurgischer Eingriffe an der hyperplastischen lateralen Nasenwand auf die Nasenströmung. *Med. Dissertation, Universität Greifswald*
- [30] Gubisch W, Eichhorn-Sens J. Overresection of the lower lateral cartilages: A common conceptual mistake with functional and aesthetic consequences. *Aesthetic Plast Surg.* 2009 Jan; 33(1): 6 – 13

- [31] Haisch A, Gröger A, Radke C, Ebmeyer J, Sudhoff H, Grasnack G, Jahnke V, Burmester GR, Sittinger. Protection of autogenous cartilage transplants from resorption using membrane encapsulation. HNO. 2000 Feb; 48(2): 119 – 124
- [32] Jecker P. Diagnostic use of ultrasound for examination of the nose and the paranasal sinuses. Ultraschall Med. 2005 Dec; 26(6): 501 – 506
- [33] Kalan A, Keyon GS, Seemungal TA. Treatment of external nasal valve (alar rim) collapse with an alar strut. J Laryngol Otol. 2001; 115(10): 788 – 791
- [34] Kastenbauer ER. Chirurgie der inneren Nase. 2002 In: Kastenbauer ER, Tardy ME (Hrsg) Ästhetische und Plastische Chirurgie an Nase, Gesicht und Ohrmuschel, 2., unveränderte Auflage, S 5 – 34
- [35] Khosh MM, Jen A, Honrado C, Pearlman SJ. Nasal valve reconstruction: experience in 53 consecutive patients. Arch Facial Plast Surg. 2004; 6: 167 – 171
- [36] Kuchling H. Druck in Strömungen. 2007 In: Kuchling H. Taschenbuch der Physik. Carl Hanser Verlag München, S 163 – 165
- [37] Lattyak BV, Maas CS, Sykes JM. Dorsal onlay cartilage autografts: comparing resorption in a rabbit model. Arch Facial Plast Surg. 2003 May-Jun; 5(3): 240- 243
- [38] Lenders H, Scholl R, Brunner M. Akustische Rhinometrie: das Fledermausprinzip in der Nase. HNO. 1992; 40: 239 – 247
- [39] Lenz H, Theelen W, Eichler J. Rhinomanometrische Messungen bei behinderter Nasenatmung vor und nach rhinochirurgischen Eingriffen. HNO. 1985; 33: 319 – 324
- [40] Lenz H, Theelen W, Eichler J. Untersuchungen zum Nasenzyklus mit Hilfe rhinomanometrischer Untersuchungen. HNO. 1985; 33: 58 – 61

- [41] Masing H. Experimentelle Untersuchungen über den Strömungsverlauf im Nasenmodell. Arch Klin Exp Ohren Nasen Kehlkopfheilkd. 1967; 189: 371 – 381
- [42] Menger DJ. Lateral crus pull-up: a method for collapse of the external nasal valve. Arch Facial Plast Surg. 2006 Sep-Oct; 8(5): 333 – 337
- [43] Meyer R, Jovanovic B, Derder S. All about nasal valve collapse. Aesthetic Plast Surg. 1996; 20: 141 – 151
- [44] Mink PJ. Le nez comme voie respiratoire. Presse Otolaryngol Belg. 1903; 21: 481
- [45] Mirza N. The nasal airway and obstructed breathing during sleep. Otolaryngol Clin North America. 1999; 32: 243 – 262
- [46] Mlynski G, Beule A. Diagnostic methods of nasal respiratory function. HNO. 2008; 56(1): 81 – 99
- [47] Murrel GL. Auricular cartilage grafts and nasal surgery. Laryngoscope. 2004; 114(12): 2092 – 2102
- [48] Nitsche N, Iro H, Hofmann K. Ultrasonic diagnostics of the external nose. HNO. 1992 May; 40(5): 181 – 185
- [49] Orten SS, Hilger PA. Surgical solution: Nasal valve collapse. Arch Facial Plast Surg. 1999 Jan-Mar; 1(1): 55 – 57
- [50] Paniello RC. Nasal valve suspension. An effective treatment for nasal valve collapse. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1996 Dec; 122(12): 1342 – 1346
- [51] Park SS. The flaring suture to augment the repair of the dysfunctional nasal valve. Plast Reconstr Surg. 1998 Apr; 101(4): 1120 – 1122

- [52] Petruson B. Improvement of the nasal airflow by the nasal dilator Nozovent. *Rhinology*. 1988 Dec; 26(4): 289 - 292
- [53] Pinkpank A. Meßfehler in der Rhinomanometrie. *Laryng Rhinol Otol*. 1986; 65: 256 – 259
- [54] Proctor DF. The upper airways. Nasal physiology and defense of the lungs. *Am Rev Resp Dis* 1977; 115: 97 - 129
- [55] Ramakrishnan JB, Danner CJ, Yee SW. The use of porous polyethylene implants to correct nasal valve collapse. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007 Mar; 136(3): 357 – 361
- [56] Rettinger G. Nase – Nasennebenhöhlen – Mittelgesicht – Vordere Schädelbasis. 1996 In: Berghaus A, Rettinger G, Böhme G. *Hals-Nasen-Ohrenheilkunde*. Hippokrates Verlag Stuttgart, S 228 – 366
- [57] Riedel F, Bran G. Cartilage grafts in functional and aesthetic rhinoplasty. *HNO*. 2008 Feb; 56(2): 185 – 198
- [58] Roithmann R, Chapnik J, Cole P, Szalai J, Zamel N. Role of the external nasal dilator in the management of nasal obstruction. *Laryngoscope*. 1998 May; 108(5): 712 – 715
- [59] Schiebler, TH 1996. *Histologie*, 4. Auflage, Springer Medizin Verlag Heidelberg
- [60] Schlosser RJ, Park SS. Functional nasal surgery. *Otolaryngol Clin North Am*. 1999 Feb; 32(1): 37 – 51
- [61] Schlosser RJ, Park SS. Surgery for the dysfunctional nasal valve. Cadaveric analysis and clinical outcomes. *Arch Facial Plast Surg*. 1999 Apr-Jun; 1(2): 105 – 110

- [62] Semarek A. Objektive Beurteilung der Nasendurchgängigkeit. *Z Laryngol Rhinol Otol.* 1958; 37: 248 – 261
- [63] Shaida AM, Kenyon GS. The nasal valves: changes in anatomy and physiology in normal subjects. *Rhinology.* 2000; 38: 7 – 12
- [64] Sheen JH. Spreader Graft: A method for reconstructing the roof of the middle nasal vault following rhinoplasty. *Plast Reconstr Surg.* 1984; 73: 230 – 237
- [65] Tardy jr. ME. Rhinoplastik. 2002 In: Kastenbauer ER, Tardy ME (Hrsg) *Ästhetische und Plastische Chirurgie an Nase, Gesicht und Ohrmuschel, 2., unveränderte Auflage,* S 35 – 81
- [66] Tasman AJ, Helbig M. Sonography of nasal tip anatomy and surgical tip refinement. *Plast Reconstr Surg.* 2000 Jun; 105(7): 2573 – 2579
- [67] Thiede O, Krömer JH, Rudack C, Stoll W, Osada N, Schmä F. Comparison of ultrasonography and conventional radiography in the diagnosis of nasal fractures. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2005 May; 131(5): 434 – 439
- [68] Toriumi DM, Josen J, Weinberger MS, Targy ME Jr. Use of alar batten grafts for correction of nasal valve collapse. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997; 123: 802 – 808
- [69] Tosun Z, Karabekmez FE, Keskin M, Duymaz A, Savaci N. Allogeneous cartilage graft versus autogeneous cartilage graft in augmentation rhinoplasty: a decade of clinical experience. *Aesthetic Plast Surg.* 2008 Mar; 32(2): 252 – 260
- [70] Turegun M. Aesthetic and functional restoration using dorsal saddle shaped Medpor implant in secondary rhinoplasty. *Ann Plast Surg.* 2008 Jun; 60(6): 600 – 603

- [71] Vidyasagar R, Friedman M, Ibrahim H, Bliznikas D, Joseph NJ. Inspiratory and fixed nasal valve collapse: clinical and rhinometric assessment. *Am L Rhinol.* 2005; 19(4): 370 – 374
- [72] Wagner W. Stabilisierende Knorpeltransplantate bei der funktionell-ästhetischen Rhinoplastik. *Laryngo-Rhino-Otol.* 2008; 87: 697 – 702
- [73] Wexler DB, Davidson TM. The nasal valve: a review of the anatomy, imaging, and physiology. *Am J Rhinol.* 2004 May-Jun; 18(3): 143 – 150
- [74] Yilmaz M, Vayvada H, Menderes A, Mola F, Atabey A. Dorsal nasal augmentation with rib cartilage graft: long-term results and patient satisfaction. *J Craniofac Surg.* 2007 Nov; 18(6): 1457 – 1462
- [75] Yoshinami H, Takegoshi H, Kikuchi S, Inuma T. Effect of the external nasal dilator breath right and nasal cycle influence. *Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho.* 2005 Nov; 108(11): 1091 – 1100
- [76] Zarechenskaya A. 2004. Identifizierung und Charakterisierung von Fibrillenoberflächenkomponenten im humanen Gelenkknorpel mittels monoklonaler Antikörper. Naturwissenschaftliche Dissertation. Universität Münster

8 Anhang

8.1 Abkürzungsverzeichnis

ULC	Upper Lateral Cartilage
LLC	Lower Lateral Cartilage
NFI	Nasenflankeninstabilität
NFA	Nasenflankenpressdruck
NFD	Nasenflankendicke
K	Patientengruppe K
P	Patientengruppe P
T0	Patientengruppe T0
T1	Patientengruppe T1
OR	Flow inspiratorisch Olive rechts
OL	Flow inspiratorisch Olive links
ORL	Flow inspiratorisch Olive gesamt
MR	Flow inspiratorisch Maske rechts
ML	Flow inspiratorisch Maske links
MRL	Flow inspiratorisch Maske gesamt
MOR	Mittelwert Flow inspiratorisch Olive rechts
MOL	Mittelwert Flow inspiratorisch Olive links
MORL	Mittelwert Flow inspiratorisch Olive gesamt
MMR	Mittelwert Flow inspiratorisch Maske rechts
MML	Mittelwert Flow inspiratorisch Maske links
MMRL	Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt
N	Fallzahl
NK	Nasenklappe
NR	Nasenrand
NKR	Nasenklappe rechts
NKL	Nasenklappe links
NNR	Nasenrand rechts
NRL	Nasenrand links

MNKR	Mittelwert Nasenklappe rechts
MNRR	Mittelwert Nasenrand rechts
MNKL	Mittelwert Nasenklappe links
MNRL	Mittelwert Nasenrand links
R1	Position 1 rechts
R2	Position 2 rechts
R3	Position 3 rechts
R4	Position 4 rechts
L1	Position 1 links
L2	Position 2 links
L3	Position 3 links
L4	Position 4 links
MR1	Mittelwert Position 1 rechts
MR2	Mittelwert Position 2 rechts
MR3	Mittelwert Position 3 rechts
MR4	Mittelwert Position 4 rechts
ML1	Mittelwert Position 1 links
ML2	Mittelwert Position 2 links
ML3	Mittelwert Position 3 links
ML4	Mittelwert Position 4 links

8.2 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Die Nase von ventral-lateral
- Abbildung 2: Septum nasi
- Abbildung 3: Die Nase von caudal
- Abbildung 4: Die laterale Nasenwand
- Abbildung 5: Die innere Nasenklappe; 1: Septum, 2: Dreiecksknorpel
- Abbildung 6: Markierung der Schnittebene und normaler Winkel der inneren Nasenklappe zwischen Septum und Dreiecksknorpel
- Abbildung 7: Verkleinerung des Winkels und funktionelle Klappenstenose bei Spannungsnase
- Abbildung 8: Gesetz von Bernoulli
- Abbildung 9: Beispiel für einen gut ausgebildeten Nasenzyklus bei einem Probanden mit normalem Spiegelbefund
- Abbildung 10: Nasenflankenansaugphänomen während der Inspiration und in Ruhe
- Abbildung 11: Akustische Rhinometrie
- Abbildung 12: Historische Entwicklung der Nasenklappenchirurgie
- Abbildung 13: Nasenpflaster Breath Rhight ®
- Abbildung 14: Nozovent ® Nasendilatator
- Abbildung 15: Breath with Eez ®
- Abbildung 16: Medpor ® sheet
- Abbildung 17: Breath-Implant ®
- Abbildung 18: Positionierung der Spreader Grafts zwischen Septum und Dreiecksknorpeln, Fixation mit Matratzennähten
- Abbildung 19: Nahtführung bei der Flaring Suture
- Abbildung 20: Kombination von Flaring Suture und Spreader Grafts
- Abbildung 21: Positionierung der Alar Batten Grafts cranial oder caudal
- Abbildung 22: Positionierung des Butterfly Graft
- Abbildung 23: Bending Technique
- Abbildung 24: Lateral crural Flip-Flop Graft
- Abbildung 25: Valve Suspension Technique

- Abbildung 26: Lateral Crus Pull – up Technique
- Abbildung 27: Histologisches Bild von hyalinem Knorpelgewebe
- Abbildung 28: Histologisches Bild von elastischem Knorpelgewebe, hier Ohrknorpel
- Abbildung 29: Histologisches Bild von Faserknorpel
- Abbildung 30: Halterung zum Fixieren des Kopfes während der Dynamometermessung
- Abbildung 31: Mechanischer Dickenmesser
- Abbildung 32: Das ZAN 100 Handy mit Nasenoliven
- Abbildung 33: Rhinomanometriekurve
- Abbildung 34: Rhinomanometrie mit Mund-Nasenmaske
- Abbildung 35: Dynamometer
- Abbildung 36: Anwendung des Dynamometers
- Abbildung 37: Lokalisation der Messpunkte an der Nase
- Abbildung 38: Messung der Nasenflankendicke mit dem mechanischen Dickenmesser an den Punkten 1 bis 4
- Abbildung 39: Sonographie der Nasenflanke
- Abbildung 40: Knorpeltransplantat vom Septum
- Abbildung 41: Splitten des Knorpeltransplantates mit dem Skalpell
- Abbildung 42: Spontane Biegung des Knorpeltransplantates nach dem Splitten
- Abbildung 43: links: Einzeichnen des lateralen Flügelknorpels und der Transplantattasche
rechts: Einsetzen des Transplantates
- Abbildung 44: Platzierung des Knorpeltransplantates
- Abbildung 45: Häufigkeitsverteilung des Nasenflankenansaugphänomens in der Umfragegruppe
- Abbildung 46: Häufigkeitsverteilung nasaler Einflussgrößen der Kontrollgruppe und der Patienten
- Abbildung 47: Häufigkeitsverteilung nasal bedingter Befindlichkeitsstörungen der Kontrollgruppe und der Patienten
- Abbildung 48: Prozentuale Darstellung verwendeter Septumtransplantate und Konchatransplantate

- Abbildung 49: Nasenflankenvergleich prä- und postoperativ während der Inspiration
- Abbildung 50: Graphische Darstellung der Rhinomanometriewerte mit Oliven- und Maskenmessung, getrennt nach Gruppen
- Abbildung 51: Graphische Darstellung der Mittelwerte für die Rhinomanometrie mit Oliven- und Maskenmessung, getrennt nach Gruppen
- Abbildung 52: Graphische Darstellung der Dynamometerwerte, getrennt nach Gruppen
- Abbildung 53: Graphische Darstellung der Mittelwerte für die Dynamometermessungen, getrennt nach Gruppen
- Abbildung 54: Graphische Darstellung der Messwerte für die Dickenmessung, getrennt nach Gruppen
- Abbildung 55: Graphische Darstellung der Mittelwerte für die Dickenmessung, getrennt nach Gruppen
- Abbildung 56: Sonographie lateraler Flügelknorpel im Längsschnitt, 1.
- Abbildung 57: Sonographie lateraler Flügelknorpel im Längsschnitt, 2.
- Abbildung 58: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske rechts und Mittelwert Nasenklappe rechts
- Abbildung 59: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske rechts und Mittelwert Nasenrand rechts
- Abbildung 60: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske links und Mittelwert Nasenklappe links
- Abbildung 61: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske links und Mittelwert Nasenrand links
- Abbildung 62: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt und Mittelwert Nasenklappe rechts
- Abbildung 63: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt und Mittelwert Nasenrand rechts
- Abbildung 64: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt und Mittelwert Nasenklappe links
- Abbildung 65: Zusammenhang zwischen Mittelwert Flow inspiratorisch Maske gesamt und Mittelwert Nasenrand links

8.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Funktionen der Nase
Tabelle 2:	Mukocutane Ursachen
Tabelle 3:	Innere Nasenklappe
Tabelle 4:	Äußere Nasenklappe
Tabelle 5:	Knorpeltransplantate
Tabelle 6:	Häufigkeit des Nasenflankenansaugphänomens
Tabelle 7:	Nasale Einflussgrößen der Kontrollgruppe und Patienten
Tabelle 8:	Nasal bedingte Befindlichkeitsstörungen der Kontrollgruppe und der Patienten
Tabelle 9:	Spenderstellen der Knorpeltransplantate
Tabelle 10:	Rhinomanometrie der K – Gruppe
Tabelle 11:	Rhinomanometrie der T1 – Gruppe
Tabelle 12:	Rhinomanometrie der T0 – Gruppe
Tabelle 13:	Rhinomanometrie der P – Gruppe
Tabelle 14:	Prüfung der Rhinomanometriewerte auf signifikante Unterschiede zwischen Olivenmessung und Maskenmessung
Tabelle 15:	Dynamometermessung der K – Gruppe
Tabelle 16:	Dynamometermessung der T1 – Gruppe
Tabelle 17:	Dynamometermessung der T0 – Gruppe
Tabelle 18:	Dynamometermessung der P – Gruppe
Tabelle 19:	Prüfung der Dynamometerwerte auf signifikante Unterschiede zwischen Position NK und NR je Seite
Tabelle 20:	Prüfung der Dynamometerwerte auf signifikante Unterschiede zwischen Position NK rechts und NK links sowie NR rechts und NR links
Tabelle 21:	Messung der Nasenflankendicke der K – Gruppe
Tabelle 22:	Messung der Nasenflankendicke der T1 – Gruppe
Tabelle 23:	Messung der Nasenflankendicke der T0 – Gruppe
Tabelle 24:	Messung der Nasenflankendicke der P – Gruppe

- Tabelle 25: Prüfung der Ergebnisse aus der Dickenmessung auf signifikante Unterschiede zwischen den Positionen 1 bis 4
- Tabelle 26: Prüfung der Ergebnisse aus der Dickenmessung auf signifikante Unterschiede zwischen den korrespondierenden Positionen 1 bis 4
- Tabelle 27: Ergebnisse des Kruskal-Wallis Test
- Tabelle 28: Mann-Whitney-U Test für die Maskenmessungen der Rhinomanometrie und die Dynamometermessungen im Gruppenvergleich
- Tabelle 29: Korrelationen nach Spearman

9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich zunächst bei Herrn Prof. Dr. med. Thomas Grundmann für die Vergabe der sehr interessanten Aufgabenstellung und die sehr nette Betreuung über den gesamten Zeitraum, bedanken. Frau Gräfin zu Eulenburg danke ich für die Beratung im statistischen Bereich. Insbesondere möchte ich aber Frau Beate Bestmann danken, die den Schleier lüften und Statistik verständlich machen konnte. Frau Rehmke danke ich für Ihre allzeit große Hilfsbereitschaft und den rechten Tipp in Word. Meinem Chef Herrn Dr. med. Wittig danke ich für sein Verständnis zum zeitlichen Freiraum.

Der ganz besondere Dank gilt meiner lieben Frau für einfach Alles und meinen Eltern, die es mir ermöglicht haben, den Beruf zu ergreifen, der für mich Berufung ist.

10 Lebenslauf

Entfällt aus Datenschutzrechtlichen Gründen.

11 Erklärung und Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter in einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Hamburg, den

Timo Bartels