

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde
Klinik der Universität München

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Martin Canis

*Langzeitvergleich zweier interstitieller Radiofrequenztherapien (fine RFITT
und pure RFITT) bei Hyperplasie der unteren Nasenmuscheln*

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnmedizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Simona Blösl
aus
Berchtesgaden

2022

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Klaus Stelter

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Martina Rudelius
PD Dr. Miriam Havel
PD Dr. habil. Christoph Klingmann

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: -----

Dekan: Prof. Dr. med. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 02.06.2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Physiologie der Nase	1
1.2	Das Krankheitsbild der Nasenatmungsbehinderung	4
1.3	Diagnostische Mittel	5
1.3.1	Anamnese	5
1.3.2	Klinische Untersuchung	5
1.3.3	Apparative Methoden	6
1.3.3.1	Rhinomanometrie (RMM)	6
1.3.3.2	Rhinoresistometrie (RRM)	8
1.3.3.3	Akustische Rhinometrie (AR)	10
1.3.3.4	Langzeit Rhinoflowmetrie (LRM)	12
1.4	Die operativen Therapiemethoden bei Hyperplasie der unteren Nasenmuschel	13
1.4.1	Ein Überblick der operativen Therapien	13
1.4.2	Radiofrequenzbehandlung	15
1.4.2.1	Historie	16
1.4.2.2	Grundlagen und physikalische Aspekte	18
1.4.2.3	Radiofrequenzchirurgie	20
2	Methoden und Material	22
2.1	Studiendesign	22
2.2	Einschluss- und Ausschlusskriterien der Patienten	22
2.3	Behandlungsablauf	23
2.4	Zielparameter und Bewertungsmethoden	25
2.5	Statistik	26
3	Ergebnisse	27

3.1	Ausmaß und Komplikationen der Intervention	28
3.2	Subjektive Bewertung durch den verblindeten Untersucher.....	30
3.2.1	Schwellung der unteren Nasenmuschel	30
3.2.2	Krustenbildung.....	33
3.2.3	Nasensekretion.....	36
3.3	Subjektive Bewertung durch die Probanden	39
3.3.1	Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung	39
3.3.2	Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung	42
3.3.3	Krustenbildung in der Nase	45
3.3.4	Nasensekretion in der Nase	48
3.3.5	Juckreiz in der Nase	51
3.4	Objektive Messwerte: Rhinomanometrie.....	54
4	Diskussion.....	57
5	Zusammenfassung	74
6	Literaturverzeichnis	76
7	Abkürzungen.....	84
8	Abbildungsverzeichnis	85
9	Anhang.....	89
9.1	Fragebogen der Voruntersuchung	89
9.2	Fragebogen zum Operationsverlauf.....	92
9.3	Fragebogen der Nachuntersuchung	94
10	Danksagung.....	97
11	Eidesstattliche Versicherung.....	98

1 Einleitung

Die wissenschaftliche Literatur beleuchtet das Thema der Radiofrequenzbehandlung zur Therapie von vergrößerten unteren Nasenmuscheln intensiv. Dies verdeutlicht sich durch die Anzahl der veröffentlichten Studien in diesem Bereich, welche sich mit verschiedenen Problemstellungen beschäftigten. Einerseits wurde auf die allgemeine Funktionsweise eingegangen (1-4), unterschiedliche Methoden verglichen und auch deren Vorteile beleuchtet (5-7). Andererseits diskutierte die wissenschaftliche Gemeinschaft auch die Risiken und Nachteile dieser Methode (1, 7). Jüngste Publikationen zeigten die Entwicklung neuer Methoden, welche teilweise die Ergebnisse dieser Arbeit reflektieren.

Daher befasste sich diese Studie mit der Untersuchung zweier Radiofrequenz-Modi des neu-entwickelten Generators Celon Elite© der Firma Olympus und verglich diese sowohl im Querschnitt, als auch in einer Zeitreihenuntersuchung. Bei den Modi handelte es sich um den bereits in der Literatur bekannten und etablierten Modus „pure RFITT“ und einen neuen Modus „fine RFITT“, die im Zuge dieser Arbeit genauer definiert und thematisiert werden. Dabei steht RFITT für Radiofrequenz Interstitielle Thermotheapie.

1.1 Physiologie der Nase

Die Schleimhaut der inneren Nase lässt sich in zwei Teile unterteilen, die Regio olfactoria und die Regio respiratoria. Die Riechschleimhaut (Regio olfactoria) befindet sich im kraniellen Bereich der Nasenhöhle, also am Nasendach, in den oberen Anteilen des Septums und in der Region der oberen Nasenmuschel. Sie ist für das Riechen zuständig. Die restliche Schleimhaut nimmt die Regio respiratoria mit mehrschichtigem Flimmerepithel ein. Das Flimmerepithel ist gemäß dem Atemstrom rachenwärts gerichtet. Sie dient der Erwärmung, Anfeuchtung und Reinigung der eingeatmeten Luft und bereitet sie somit für die Aufnahme in die unteren Atemwege vor (8).

Durch die Nase strömen täglich in Ruhe bis zu 15.000 l Atemluft (9). Diese wird durch Wärme und Feuchtigkeit der Nasenschleimhaut konditioniert. Durch den Weg durch die Nasenhaupthöhle wird die Einatemluft auf ungefähr 30 °C erwärmt und auf mehr als 90% Luftfeuchtigkeit befeuchtet (10). Die Voraussetzung dafür bildet eine intensive Durchblutung der Nasenschleimhaut und das Anpassungsvermögen des Nasenwiderstands. Die starke Durchblutung der Nasenschleimhaut ist bedingt durch ein ausgeprägtes venöses Gefäßsystem, das vegetativ gesteuert wird. Es handelt sich um Kapazitätsgefäße, die einen Austausch der Wärme des Bluts und Atemluft ermöglichen (11). Die Durchblutung der Nasenschleimhaut übertrifft - bezogen auf das Volumen des Gewebes - die des Gehirns (12). Die Nasenschleimhaut reagiert sehr sensibel gegenüber zirkulierendem Adrenalin. Diese Sensitivität ist im Vergleich zum Myokard fünffach höher (13). Bei Adrenalinanstieg im Sympathikotonus kommt es zur Kontraktion der Gefäße und zum Abschwellen der Nasenschleimhaut. Hingegen bei kalter Luft, bei erhöhtem CO₂-Gehalt der Einatemluft und in liegender Position schwillt die Nasenschleimhaut mehr an (14-16).

Wenn die Schleimhaut der unteren Nasenmuschel geschwollen ist, trägt das wesentlich zum Gesamtnasenwiderstand bei. Eine Erhöhung des Nasenwiderstands wiederum verringert den intrathorakalen Druck, was sich positiv auf die Lungenatmung und den venösen Rückstrom zu den Lungen und des Herzens auswirkt (17). Das wird auch als Resistorfunktion der unteren Nasenmuschel bezeichnet. Durch ihre anatomische Lage in der Nähe der engsten Stelle der Atemwege (der Nasenklappe), ist die untere Nasenmuschel eine sehr wichtige Region in Bezug auf den Nasenwiderstand (18, 19). Die untere Nasenmuschel hat durch ihre große Schleimhautoberfläche und ihre starke Durchblutung außerdem die wichtige Aufgabe als Diffusor. Sie wandelt die Einatemluft in eine turbulente Strömung um und das steigert wiederum die Interaktion zwischen Luft und Schleimhaut. Somit wird die Luft mehr befeuchtet, besser erwärmt und mehr gereinigt. Des Weiteren ist sie an der Immunabwehr über den Mukoziliartransport beteiligt (20).

Der Nasenzyklus beschreibt das physiologische, gegenläufige An- und Abschwollen der Nasenschleimhaut, der erstmals 1895 von Kayser beschrieben wurde (21). Dieser Zyklus tritt bei etwa 80% der gesunden Bevölkerung auf (22) und dauert im Schnitt zwischen drei - vier Stunden (23), kann aber zwischen einer Dauer von 90 Minuten und 10 Stunden schwanken. Während die eine Seite der Nase angeschwollen ist und sich in der Ruhephase befindet, ist die andere Seite abgeschwollen und befindet sich in der Arbeitsphase. In der Ruhephase liegt eine enge Nasenhöhle vor, in der ein großer Widerstand herrscht und wenig Turbulenzen auftreten. Somit kann Energie und Feuchtigkeit gespeichert werden. In der Arbeitsphase hingegen strömt mehr Luft durch die Nase, es entstehen vermehrt Turbulenzen durch einen geringen Widerstand und die Luft kann besser befeuchtet werden (24, 25). Der Gesamtwiderstand bleibt durchgängig konstant (26).

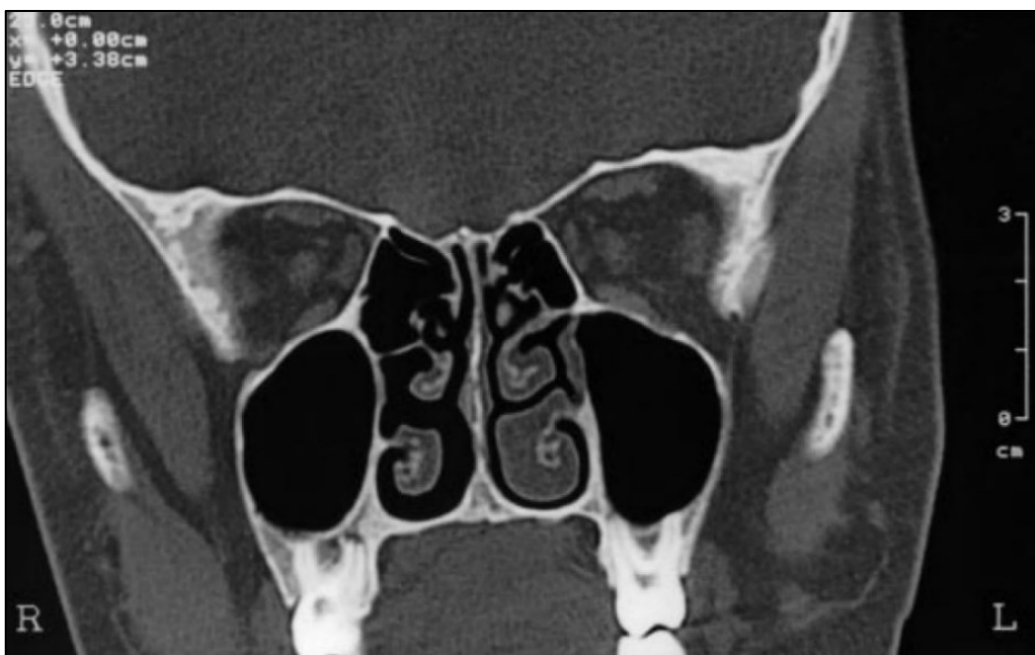


Abbildung 1: CT-Darstellung des Nasenzyklus bei einem 34-jährigen Patienten. Links: angeschwollene Nasenseite, rechts: abgeschwollene Nasenseite (23)

1.2 Das Krankheitsbild der Nasenatmungsbehinderung

Eine Nasenatmungsbehinderung kann durch viele anatomische oder physiologische Gründe hervorgerufen werden. Oftmals liegt eine Kombination aus einer anatomischen Deformation, wie einer Septumdeviation, Naseneingangsstenose oder eine knöcherne hyperplastische unteren Nasenmuschel und einer Dysregulation des Schwellungszustands der Nase vor. Diese Dysregulation kann viele pathologische Gründe haben. Beispiele sind: allergische Entzündungen, physikalische oder chemische Noxen (Stäube, Rauch), Medikamente mit anticholinerger Wirkung (Antidepressiva, Neuroleptika, Antihypertensiva, Antiparkinsonmittel), psychosomatische Gründe, systemische Krankheiten (M. Parkinson), bakterielle Entzündungen, Polyposis oder auch hormonelle Ursachen (Schwangerschaft, Kontrazeptiva) (27). Eine chronische Nasenatmungsbehinderung wirkt sich negativ auf die allgemeine Lebensqualität aus durch die entstehenden Probleme wie Mundatmung, Mundtrockenheit, schlechten Schlaf und allgemeiner Unruhe (28, 29).

Wodurch eine subjektiv empfundene „freie Nase“ bestärkt wird, ist die Temperatur. Willatt und Jones wiesen deutlich auf das Vorhandensein von Thermorezeptoren in der Nase hin, die vor allem auf kühle Einatemluft und die Temperaturschwankungen beim Ein- und Ausatmen reagieren (30). Es soll beachtet werden, dass der Nasenvorhof und die Nasenhöhle hierbei Unterschiede zeigen. Im Nasenvorhof befinden sich vor allem Mechanorezeptoren, die sensibel auf Atemluftgeschwindigkeit reagieren. In der Nasenhöhle befinden sich wiederum verstärkt die Thermorezeptoren, die auf warme oder kalte Luft abweichend der Körpertemperatur reagieren (31). Auf eine subjektiv freie Nase bestärkend wirkt außerdem Menthol. Das zeigte eine Studie von Eccles. Es wurde gezeigt, dass die Thermorezeptoren in der Nase über CMR1 durch Menthol stimuliert werden und somit subjektiv eine freie Nase vorgeben (32).

1.3 Diagnostische Mittel

Im Folgenden werden Verfahren dargestellt, die die nasale Funktionsstörung analysieren. Dazu gehören die Anamnese, klinische Untersuchungen und verschiedene apparative Methoden. Eine angemessene Diagnostik wird vor allem durch die Kombination dieser apparativen Methoden erreicht (33).

1.3.1 Anamnese

Die Anamnese ist eine wichtige Grundlage der Diagnostik. Dabei lässt sich erfragen, ob die Atmungsbehinderung auf einer Nasenseite oder auf beiden, vorübergehend oder dauerhaft vorliegt. Tritt die Obstruktion vor allem nachts auf, könnte das ein Hinweis auf eine Nasenzyklusstörung sein. Außerdem lässt sich der Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung eruieren. Bei Mundatmung in Ruhe ist das Ausmaß der Obstruktion hochgradig. Besteht Mundatmung wiederum bei sehr schnellem Treppensteigen oder ähnlich starker körperlicher Belastung, liefert das kein Zeichen auf Obstruktion. Durch Angaben von bisherigen Operationen, Traumata, Medikamenten und Allergien können mögliche Ursachen der Nasenatmungsbehinderung erörtert werden (33).

1.3.2 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung wird mit der Inspektion ohne Instrument, mit einem Spekulum und dem Endoskop durchgeführt. Dabei sollten Form und Größe des Isthmus beachtet werden. Dieser kann eine Ursache einer Nasenobstruktion sein und wird oftmals ignoriert. Ein großer, runder Querschnitt hat einen kleineren Widerstand als ein kleiner, schlitzförmiger. Außerdem sind folgende anatomische Strukturen wichtig: knorpeliges und knöchernes Gerüst, Nasenseptum, Nasenlumina (Schleimhautveränderungen, Sekret, Polypen, Blut) und Muscheln (Form und Größe) (33, 34).

1.3.3 Apparative Methoden

Die apparativen Methoden wie die Rhinomano- und Rhinoresistometrie ermöglichen eine Objektivierung des nasalen Strömungswiderstandes. Weiters beschreibt die Rhinoresistometrie den Strömungskanal durch strömungsdynamisch relevante Parameter. Die akustische Rhinometrie lässt eine Objektivierung durch Berücksichtigung der Geometrie des Strömungskanals zu. Letztlich beschreibt die Langzeit-Rhinoflowmetrie Schwellungsänderungen der Nasenschleimhaut über einen längeren Zeitraum (33).

1.3.3.1 Rhinomanometrie (RMM)

Die RMM beschäftigt sich mit der Messung der Atemgeschwindigkeit, die von der antrochoanal Druckdifferenz abhängig ist. Letztere beschreibt die Differenz des Druckes im Bereich des Naseneingangs mit dem im Bereich der Choanen. Die Messung erfolgt atemsynchron gemäß der Ein- und Ausatmung.

Die RMM lässt sich in zwei Methoden unterteilen, die anteriore RMM und die posteriore. Als anteriore RMM bezeichnet man das Messverfahren, bei dem eine Nasenseite mit einem Adapter verschlossen wird. Durch diese Nasenseite kann der Patient nicht mehr atmen; er atmet über die andere Seite selbstständig über eine Gesichtsmaske. Der Volumenstrom wird über einen Spirozeptor an der Atemmaske gemessen. Die verschlossene Seite verlängert den Druckschlauch bis zur Nasenmuschel und dadurch kann der Choanaldruck gemessen werden (35). Unerlässlich ist hierbei das adäquate Anbringen des Druckschlauchs. Es soll zu keiner Veränderung im Sinne einer Verformung des Naseneingangs bzw. des nicht luftdichten Abschließens des Druckschlauchs kommen. Das wird am besten durch das Anbringen mittels Pflaster erreicht. Nicht geeignet sind Oliven oder Schaumstoff (36). Voraussetzung für eine Messung mit der anterioren RMM sind beidseits nicht vollständig verschlossene Nasenseiten und ein intaktes Nasenseptum. Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, erweist sich die posteriore RMM als eine andere Möglichkeit. Hier wird der Druckschlauch in den Mund

eingbracht. Somit kommt es zur Messung des mesopharyngealen Druckes, also des Druckes zwischen Nase und Epipharynx (33).

Die „International Committee on Objective Assessment of the Upper Airways“ hat festgelegt, wie die ermittelten Werte in ein Koordinatensystem eingetragen werden. Die Werte der Einatmung der rechten Nasenseite befinden sich im ersten Quadranten, der linken Nasenseite im zweiten Quadranten; der Ausatmung der rechten Nasenseite im dritten Quadranten, der linken Nasenseite im vierten Quadranten. Der Patient sollte über einen Zeitraum von 20 – 30 Minuten an das Raumklima angepasst werden. Die Messung wird jeweils vor und nach dem Abschwellen der Nasenschleimhaut durchgeführt. Hierbei dienen zum Abschwellen zwei Spraystöße mit 50 µg Oxymethazolin oder Hydromethazolin in beide Nasenseiten. Dies soll nach fünf Minuten mit jeweils einem Sprühstoß wiederholt werden und nach 15 Minuten kann die Messung bei abgeschwollener Nasenschleimhaut durchgeführt werden (33, 36, 37).

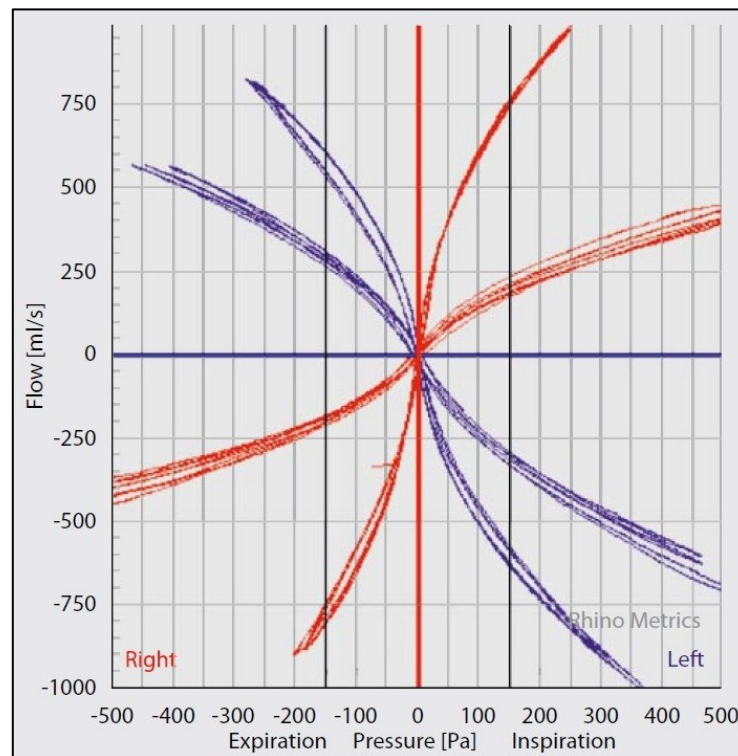


Abbildung 2: Rhinomanometrie. Spiegelbildliche Darstellung der beiden Nasenseiten. Atemkurven vor (flache Kurve) und nach (steile Kurve) Abschwellen der Nasenschleimhaut. Rot: rechte Nasenseite, blau: linke Nasenseite (33)

Die Nasenatmung wird objektiv beurteilt, indem die Werte Volumengeschwindigkeit (cm^3/s) und Widerstand (sPa/cm^3) numerisch dargestellt werden. Der Widerstand beschreibt den Quotienten aus Druckdifferenz und Strömungsgeschwindigkeit (37). Die Werte für die verschiedenen Obstruktionsgrade bei einer Druckdifferenz von 150 Pa sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Obstruktion	Volumen- geschwindigkeit (cm^3/s)	Widerstand (sPa/cm^3)
<i>hochgradig</i>	<180	>0,8
<i>mittelgradig</i>	180-300	0,5-0,8
<i>geringgradig</i>	300-500	0,3-0,5
<i>keine</i>	>500	<0,3

Tabelle 1: Beurteilung der Nasenobstruktion bei der Rhinomanometrie bei einer Druckdifferenz von 150 Pa (33)

1.3.3.2 Rhinoresistometrie (RRM)

Die RRM ist eine Messmethode, die durch Weiterentwicklung der RMM entstand. Gedanke dabei war, dass die RMM den strömungstechnisch sehr komplexen Vorgang der Nasenatmung unzureichend erfasst. Bei der RRM werden strömungsdynamische Parameter wie der Atemwegswiderstand, das Turbulenzverhalten, der hydraulische Durchmesser und die Wandbeschaffenheit λ berücksichtigt. Dafür wurde eine bestimmte RRM-Software entwickelt.

Im Vergleich zur Druck-Strömungsgeschwindigkeitskurve bei der RMM erkennt man bei der RRM das individuelle unterschiedliche Anwachsen des Atemwiderstands bei zunehmender Atemgeschwindigkeit. Die Ein- und Ausatemkurve können voneinander abweichen und lassen sich gut vergleichen.

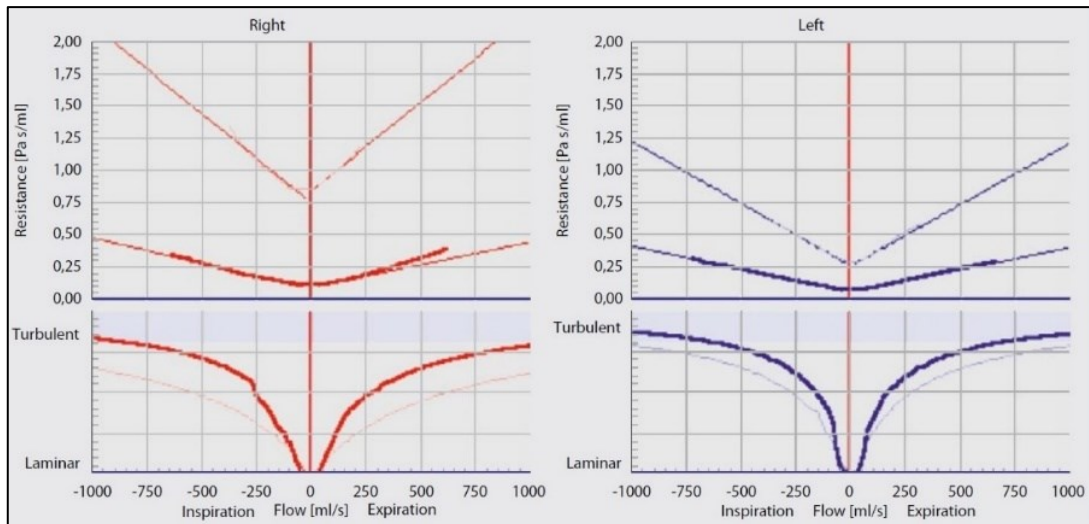


Abbildung 3: Rhinoresistometrie. Darstellung vor (blass) und nach (kräftig) Abschwellen der Nasenschleimhaut. Rot: rechte Nasenseite, blau: linke Nasenseite. Oben: Atemwiderstand in Abhängigkeit von der Volumengeschwindigkeit, unten: Turbulenzentstehung in Abhängigkeit von der Volumengeschwindigkeit (33)

Außerdem stellt die RRM den Strömungscharakter dar. Der Strömungscharakter ist für die physiologische Nasenatmung bedeutend, da die Atemluft angemessen durchmischt werden muss, um einen ausreichenden Kontakt mit der Nasenschleimhaut zu gewährleisten. Tritt eine laminare Strömung auf, wird die Atemluft unzureichend befeuchtet und erwärmt. Nur der Teil, der die Wand passiert, hat Kontakt mit der Schleimhaut. Ist die Strömung allerdings zu turbulent, kann das zur Schleimhaut austrocknung und Borkenbildung führen. Bei niedriger Atemgeschwindigkeit besteht laminare Strömung, bei hoher Geschwindigkeit, turbulente. Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen laminarer und turbulenter Strömung befindet sich bei einer Atemgeschwindigkeit unter $250 \text{ cm}^3/\text{s}$. Wird die Geschwindigkeit höher, tritt turbulente Strömung auf. Für den Patienten ist es wichtig, die Atemgeschwindigkeit von $250 \text{ cm}^3/\text{s}$ bei niedrigem Widerstand zu erreichen. Diese Geschwindigkeit entspricht der bei mittelschwerer Arbeit.

Folgend wird der Obstruktionsgrad durch Widerstandswerte in Abhängigkeit der Atemgeschwindigkeit bei $250 \text{ cm}^3/\text{s}$ veranschaulicht.

Obstruktion	Widerstand (sPa/cm³)
<i>hochgradig</i>	>0,70
<i>mittelgradig</i>	0,36-0,70
<i>geringgradig</i>	0,18-0,35
<i>keine</i>	<0,17

Tabelle 2: Beurteilung der Nasenobstruktion bei der Rhinoresistometrie bei einer Volumengeschwindigkeit von 250 cm³/s (33)

Bei der RRM wird die Weite der Nase durch den hydraulischen Durchmesser definiert. Dieser ist eine rechnerische Größe, die bei Strömungen mit nicht kreisförmigen Querschnitten verwendet wird. Er berechnet das Verhältnis von der Querschnittsfläche zum Umfang und ist durch $d(h) = 4F/U$ definiert. Dadurch berücksichtigt er bei großem Umfang den durch Reibung entstehenden Energieverlust.

Ferner beschäftigt sich die RRM mit der Wandbeschaffenheit, die durch die Kennzahl Lambda (λ) gekennzeichnet wird. Die Eigenschaften der Wandbeschaffenheit sind wichtig für die Turbulenzauslösung. Grobe Strukturen wie die Querschnittserweiterung oder -verengung sind hierbei besonders bedeutsam. Bei der Wandbeschaffenheit λ handelt es sich um eine dimensionslose Zahl, bei der die Wandunebenheit im Verhältnis zur Lumenweite steht. Ist λ groß, werden Turbulenzen schnell ausgelöst (38).

1.3.3.3 Akustische Rhinometrie (AR)

Die akustische Rhinometrie ist ein nicht-invasives Messverfahren, das die Geometrie der Nasenhaupthöhle darstellen kann. Es wird ein Tubus mit Adapter am Naseneingang angesetzt, der Schallwellen in die Nase leitet. Ein Mikrofon kann die reflektierten Wellen wieder aufnehmen. Über eine computergestützte Software kann die AR dann die Größe der Querschnittsfläche der inneren Nase über Amplitudenänderungen des Schalls in Abhängigkeit zur Distanz des Naseneingangs berechnen. Die AR eignet sich für die objektivierte Darstellung der Nasengeometrie (33). Um adäquate Messergebnisse zu erhalten, soll die AR ordnungsgemäß durchgeführt

werden. Zu berücksichtigen sind das schalldichte Anlegen des Adapters an das Nasenloch, das mit speziellen Adaptern angebracht werden kann. Die Form des Nasenvorhofs darf dabei nicht verändert werden. Der Tubus wird im 45° Winkel angelegt. Ferner sind weitere Faktoren von Bedeutung, wie unter anderem die richtige Temperatur, Geräusche am Messplatz und die Kalibrierung des Messgeräts (36). Bei den Messkurven treten zwei charakteristische Einengungen auf. Die Isthmus-Zacke (I-Zacke), die das Isthmus nasi darstellt, und die Concha-Senke (C-Senke), die dem Kopf der unteren Nasenmuschel und der Intumescentia septi entspricht (33).

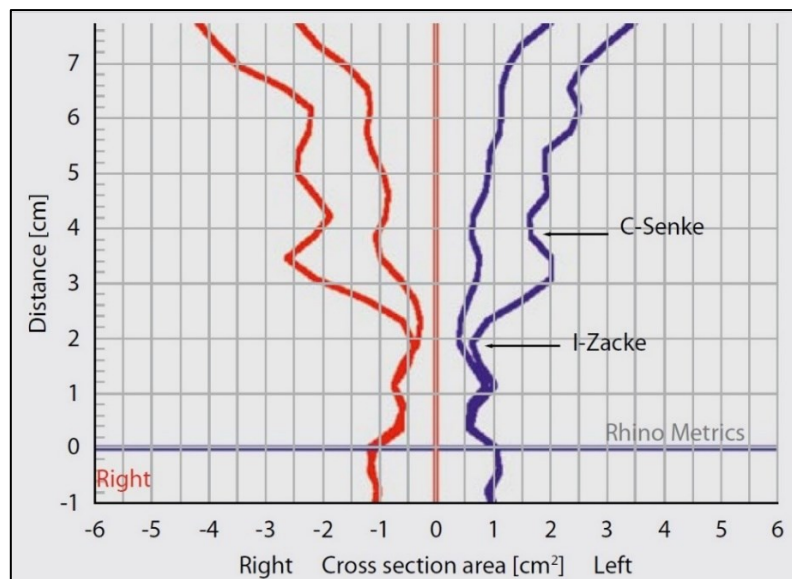


Abbildung 4: Akustische Rhinometrie. Messkurven der Querschnittsfläche der inneren Nase abhängig von ihrer Distanz zum Ostium nasi. Rot: rechte Nasenseite, blau: linke Nasenseite. I-Zacke: Einengung durch das Isthmus nasi, C-Senke: Einengung durch den Kopf der unteren Nasenmuschel und die Intumescentia septi (33)

Somit ermöglicht die AR eine Aussage über Ort und Größe von Einengungen. Ferner lässt die AR eine Messung des vorderen Kavums zu. Dieser Bereich dient als Diffusor, was eine bedeutende Rolle bei der Turbulenzauslösung und -regulation spielt (25, 39). Die Zunahme des Querschnitts vom Isthmus nasi bis zur weitesten Stelle nach der C-Senke ist hier bedeutsam (33). Zu erwähnen ist, dass das vordere Kavum bei der AR sehr genau zu messen ist. Der hintere Bereich zeigt jedoch Ungenauigkeiten auf, die auf den Energieverlust durch die Nasennebenhöhlen abzuleiten sind (40).

1.3.3.4 Langzeit Rhinoflowmetrie (LRM)

Die LRM beschäftigt sich mit der Messung über einen längeren Zeitraum, da die bisherigen Messverfahren wie die RMM, RRM und AR nur den momentanen Zeitpunkt bei der Messung erfassen. Die Sonden werden bei diesem Messverfahren am Boden des Nasenvorhofs angebracht. Dabei wird der Atemstrom über einen Zeitraum von 24 Stunden in beiden Nasenseiten gemessen. Über die LRM kann man den Nasenzyklus durch das wechselseitige Verhalten der beiden Messkurven in der graphischen Darstellung erkennen (24, 33).

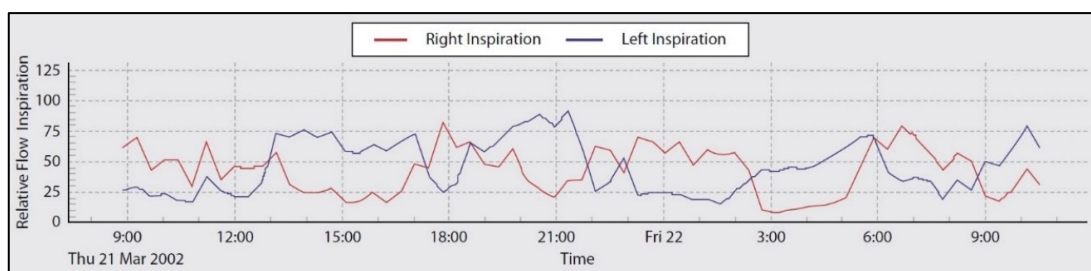


Abbildung 5: Langzeit-Rhinoflowmetrie. Messkurven der relativen Atemvolumengeschwindigkeit auf der Zeitachse. Rot: rechte Nasenseite, blau: linke Nasenseite (33)

1.4 Die operativen Therapiemethoden bei Hyperplasie der unteren Nasenmuschel

Bei einer bestehenden Nasenatmungsbehinderung, die durch vergrößerte untere Nasenmuscheln bedingt ist, ist primär eine konservative Therapie angezeigt. Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten. Diese sind nasale Salzwasserspülungen, topisches Verabreichen von α 1- und α 2-Sympatikomimetika oder Degransulationshemmern, topische und systemische Gabe von Antihistaminika oder Glukokortikoide. Diese Therapien sollen als symptomatische Therapie zur Verringerung des Schwellungszustands der unteren Nasenmuschel führen. Ist der konservative Weg jedoch erfolglos, kommt es zu keiner Besserung der Nasenatmung bzw. ist der Schwellungszustand der Schleimhaut in einem nicht mehr umkehrbaren Zustand, ist eine chirurgische Therapie zur Verkleinerung der vergrößerten unteren Nasenmuschel indiziert (23).

1.4.1 Ein Überblick der operativen Therapien

Hol und Huizing zeigten auf, dass in den letzten 130 Jahren (Stand 2000) mindestens 13 verschiedene Techniken zur Muschelreduktion verwendet wurden (20). Auch andere Autoren haben sich in den vergangenen Jahren mit diesem Thema beschäftigt und veröffentlichten dazu Übersichten (20, 23, 41).

Grundsätzlich unterteilt man in Resektionstechniken und Koagulationstechniken. Die Resektionstechniken sind operative Techniken, die eine Verkleinerung durch Resektion der Schleimhaut und/oder Knochen erreichen. Die Koagulationstechniken wiederum induzieren eine Verkleinerung der Nasenmuschel durch Schleimhautschrumpfung. Zu den Resektionstechniken gehört primär die submuköse Muschelreduktion. Dabei werden Anteile des Os turbinale entfernt, ohne Schleimhautanteile zu entfernen. Wichtig ist hierbei die Bezeichnung des Os turbinale als der Knochen, der an der lateralen Nasenwand ansetzt, währenddessen die Concha nasalis inferior als die komplette Nasenmuschel mit ihren Schleimhautanteilen angesehen wird (42, 43). Bei der anterioren (inferioren)

Turbinoplastik werden Anteile des Os turbinale mitsamt ihrer lateralen Schleimhaut im Kopfbereich der Nasenmuschel reseziert. Die radikalste Resektionsart ist die Turbinektomie, die sich in eine partielle und totale einteilen lässt. Dabei wird die Muschel vollständig oder teilweise mitsamt dem Knochen und Schleimhaut entfernt. Bei der Laterofrakturierung kommt es zur Lateropositionierung der unteren Nasenmuschel mit einem stumpfen Instrument (44, 45). Bei der Konchoantrumpexie wird die Nasenmuschel nach Entfernung der lateralen Nasenwand in die Kieferhöhle verlagert (23, 27, 41).

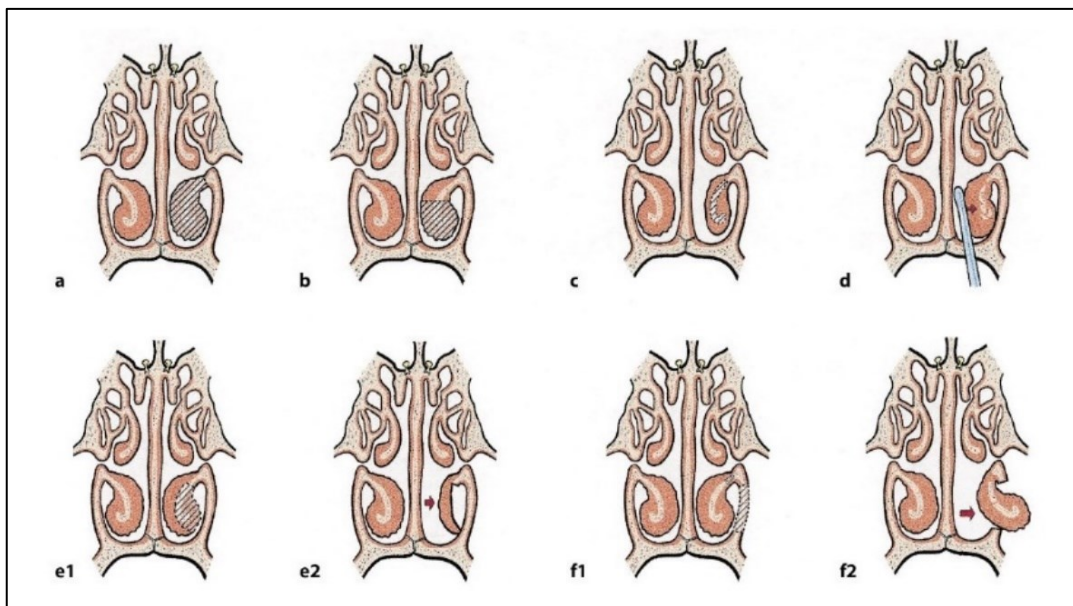


Abbildung 6: Darstellung der Resektionstechniken. a: totale Turbinektomie, b: partielle Turbinektomie, c: submuköse Turbinektomie, d: Laterofrakturierung, e1,e2: inferiore Turbinoplastik, f1,f2: Konchoantrumpexie (41)

Die weiteren Methoden fallen in die Rubrik der Koagulationstherapien. Bei der Kryotherapie werden intrazelluläre Eiskristalle gebildet. Bei kühlen Temperaturen bei -70° verlieren die Zellproteine ihre Molekülstruktur durch das Einwirken von flüssigem Stickstoff. Folglich wird die Zellmembran zerstört (46). Bei der Infrarotkoagulation wird eine Halogenlampe mit gebündeltem Infrarotlicht an die Schleimhaut angebracht. Dabei kommt es zu thermisch bedingten Nekrosen (47). Die Argon-Plasma-Therapie orientiert sich an der monopolaren Hochfrequenzchirurgie. Der Stromfluss wird durch das ionisierte Argongas/Plasma erzeugt und erfolgt im Non-Kontakt-Verfahren am Gewebe der Nasenmuschel (48). Bipolare Hochfrequenzwechselströme werden durch

oberflächliche Schleimhautkoagulation erreicht. Diese Methode wird auch bipolare Schleimhautkaustik genannt. Die submuköse Diathermie zielt darauf ab, die Submukosa der unteren Nasenmuschel durch den applizierten Strom zu vernarben und zu obliterieren (23, 49).

Beim laserchirurgischen Verfahren kommt es zur thermisch bedingten Schädigung der Schleimhaut und dadurch zur Bildung von Narben in der Submukosa und am Epithel. Das soll zur Einschränkung des Schwellungspotentials der unteren Nasenmuschel führen (50, 51). Dafür gibt es verschiedene Systeme: den Argonlaser, KTP-Laser, Nd:YAG-Laser, Diodenlaser, Ho:YAG-Laser und den CO²-Laser. Das Argonlaserverfahren ist das erste laserchirurgische Verfahren der unteren Nasenmuschel, das 1976 durchgeführt wurde (52). Der KTP-Laser ist mit einer Wellenlänge von 532 nm biophysikalisch mit dem Argonlaser vergleichbar. Der Nd:YAG-Laser besitzen eine Wellenlänge von 1064 nm und kann tiefer, bis zu 1 cm tief in das Gewebe eindringen, weil es nur gering von Wasser absorbiert wird. Die genutzte Wellenlänge des Diodenlasers liegt im Infrarotbereich und in einem vergleichbaren Bereich mit dem Nd:YAG-Laser. Der Ho:YAG-Laser emittiert Laserlicht bei einer Wellenlänge von 2100 nm. Dieses System zählt nicht zu den thermischen Lasersystemen, sondern beruht auf dem Prinzip der Photoablation. Beim CO²-Laser besitzen eine Wellenlänge von 10600 nm. Das emittierte Laserlicht wird von Zellwasser absorbiert und kann somit nur weniger als 1 mm in die Tiefe eindringen. Eine Reduktion der Schleimhaut erfolgt durch Exzision oder Vaporisation (23, 53, 54). Eine weitere und letzte Koagulationsmethode ist die Radiofrequenztherapie.

1.4.2 Radiofrequenzbehandlung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Langzeitvergleich zweier Modi der Radiofrequenztherapie. Aus diesem Grund wird auf diese Therapieform im Folgenden genauer eingegangen.

1.4.2.1 Historie

Die Radiofrequenzchirurgie basiert auf dem Verfahren der Elektrochirurgie. Die Elektrochirurgie befasst sich mit der Erzeugung von Hitze durch elektrische Energie. Dieses Prinzip findet schon sehr früh seine Anwendung. Die ersten Aufzeichnungen gehen bis in die Zeit der Ägypter zurück (ca. 3000 Jahre vor Christus). Dort befasste man sich in diesem Zusammenhang mit der Tumorbehandlung (55). 400 vor Christus beschäftigte sich auch Hippokrates mit der Verwendung von Hitze in der Medizin. Er stellte Therapiekonzepte auf und gab Indikationen an, z.B. die Anwendung von Hitze bei Gelenkbeschwerden oder Hämorrhoiden (56). In der griechischen Antike gab es dann die ersten Untersuchungen bezüglich der Elektrizität. Thales von Millet deskribierte ca. 600 vor Christus die reibungsbedingte Aufladung von Bernstein und dadurch das Anziehen von leichten Gegenständen. Dabei entstand der Begriff „Elektrostatik“. Paracelsus verwendete erstmals Magnetismus in der Medizin. Jedoch erst durch William Gilbert wurde der Unterschied zwischen Elektrizität und Magnetismus im 16. Jahrhundert festgelegt, indem er Strom auf den Körper anbrachte und das keinen Schock oder Schläge verursacht hat (57). Im 18. Jahrhundert legte Luigi Galvani den Grundstein für die jetzige Elektrophysiologie durch das Beschreiben von Muskelkontraktionen durch statische Elektrizität. Graf Alessandro Volta erfand die Batterie und beschrieb außerdem die Tatsache, dass durch elektrischen Strom Muskelkontraktionen ausgelöst werden können. Somit entstand der Begriff „Galvanismus“ (58). Die Galvanokaustik beschäftigte sich mit dem Einsatz von Elektrizität in Operationen. Albrecht Theodor Middeldorff erfand Mitte des 19. Jahrhunderts eine Operationsmethode, bei der elektrischer Strom in chirurgischen Instrumenten verwendet wurde. Diese Instrumente traten an die Stelle der Brenneisen, die bis zu diesem Zeitpunkt noch gebräuchlich waren und auch als „Cauterien“ bezeichnet wurden. Bekannte von ihm erfundene Instrumente waren der „Galavanocauter“, ein elektrisches Messer, und die „Ligatura cadens“, eine elektrische Schneideschlinge. Von Vorteil war, dass die Instrumente im kalten Zustand in den Körper eingeführt und dann erst am Operationsgebiet erhitzt wurden. Blutungsarmes Operieren

durch Gefäßkoagulation und präzises Arbeiten war dadurch möglich. Middeldorpf wurde als der Gründervater der Galvanokaustik gesehen (59-61). Auf Grundlage der Galvanokaustik entwickelte sich die Elektrochirurgie. Der Unterschied dabei ist, dass die Galvanokaustik sich mit Gleichstrom beschäftigt hat und die heutige Elektrochirurgie direkt das zu operierende Gewebe durch Wechselstrom erwärmt. Die erhitzenden Instrumente haben nur noch eine sekundäre Bedeutung. Nachdem Jaques Arsene d'Arsonval sich mit 15 mm langen Funken beschäftigte, die durch hochfrequenten Wechselstrom erzeugt werden konnten (62), wurde zum Ende des 19. Jahrhunderts hin der Begriff „Diathermie“ erstmalig durch Franz Nagelschmidt definiert. Er beschäftigte sich mit der Applikation von Hochfrequenzströmen auf der Körperoberfläche, die keine Schmerzen hervorgerufen haben und sogar schmerzlindernd waren (63). Anfang des 20. Jahrhunderts wurde dann der Begriff „Fulguration“ eingeführt. Keating-Hart und Pozzi beschrieben dabei durch einen Hochvoltanlage ausgesendeten Funken, der die Haut verkohlt. Die Fulguration wurde bei der Behandlung von Hauttumoren angewandt (64). Dieses Therapiekonzept erlangte schnell große Verbreitung in Europa und Amerika. Zwei Jahre später beschrieb D. Doyen den Begriff „Elektrokoagulation“. Der Unterschied zur Fulguration war, dass die Gefahr von Stromschlägen bei den Behandlern vermieden werden konnte. Das erreichte man durch den direkten Kontakt des Applikators mit der zu behandelnden Stelle. Der Patient lag dabei auf einer Metallplatte und der Strom floss direkt durch den Körper des Patienten (65). 1923 wurde die Elektrochirurgie erstmals durch A. Wyeth in einem eröffneten Situs angewandt (66, 67). Fünf Jahre später kam der erste Generator auf den Markt, der kommerziell erhältlich war. Er wurde durch den Physiker T. Bovie etabliert (68). Dieser Generator fand so viel Verbreitung, dass das Nomen „bovie“ und das Verb „to bovie“ für den allgemeinen Gebrauch eines Apparats der Elektrochirurgie eingeführt wurde (58). H.P. Mosher war der erste Anwender von Elektrochirurgie im Fachgebiet der HNO, der diese dokumentierte. Er koagulierte Blutgefäße von Patienten mit Nasenbluten (69) (70).

1.4.2.2 Grundlagen und physikalische Aspekte

Es kommt zu einem Stromfluss durch ein Gewebe, wenn zwischen zwei Elektroden eine Spannung mithilfe eines Generators angelegt wird. Der Strom fließt permanent zwischen diesen zwei Polen. Es handelt sich um Gleichstrom, wenn sich Richtung und Stärke des Stroms nicht ändern. Dieser wird jedoch aufgrund thermischer Komplikationen und dem elektrolytischen Effekt an den Elektroden nicht in der Medizin angewandt. Beim elektrolytischen Effekt besteht die Gefahr der Verätzung, da die Ionen zu den Gegenpolen fließen und somit Säuren oder Laugen auftreten können. Weiters tritt beim Wechselstrom eine sich ändernde Richtung des Stroms auf. Beim Wechselstrom eines jeden Haushalts findet man eine Änderung der Stromrichtung mit einer Frequenz von 50-60 Hz. Dieser ist jedoch gleichermaßen für den medizinischen Gebrauch ungeeignet, da hier der faradische Effekt auftritt. Dabei werden ungewollte neuromuskuläre Reizungen beobachtet, die jedoch ab einer Frequenz von 300 kHz weitestgehend verschwinden. Aufgrund dessen bedient sich die Hochfrequenzchirurgie (HF-Chirurgie) an Wechselstromfrequenzen oberhalb von 300 kHz. Das Joule-Gesetz setzt den Grundstein für die HF-Chirurgie. Die entstehende Wärmeleistung ΔQ ist direkt proportional zum Gewebesvolumen ΔV , zum spezifischen Widerstand ρ und zum Quadrat der Stromdichte j :

$$\Delta Q = \rho \cdot j^2 \cdot \Delta V$$

Die Wärmeleistung bzw. die Wirkung hängt somit vom Zustand des Gewebes im Sinne des Widerstands, des Gewebesvolumens und der Stromdichte ab. Dadurch, dass die Leitfähigkeit im Bereich der Elektrode besonders gut ist, erfolgt die Erwärmung primär im Gewebe und erst danach an der Elektrode. Die Stromdichte ist an der Elektrodenoberfläche annähernd gleich und nimmt in Richtung Gewebe hin ab. Das Gewebe erwärmt sich proportional zu ihrer Stromdichte. Die Erwärmung entsteht dabei durch interstitielle Teilchenbewegung. Elektrodennahe Ionen werden im Gewebe aktiviert und bewegen sich gemäß der angelegten Spannung und Frequenz. Dabei kommt es zur Kollision der Teilchen und es wird kinetische Energie frei, die an die

weiteren Teilchen geleitet wird (71). Wie sich das Gewebe verändert, hängt von der applizierten Temperatur ab. Das Gewebe schrumpft, weil sich kleinste Gefäße verschließen. Ab ca. 45°C sterben lebende Zellen ab. Bei einer Koagulation ab 70°C tritt bereits Hämostase auf und ab 100 °C verdampfen Intra- und Extrazellulärflüssigkeit. Die Karbonisation ab 200°C ist mit einer Verbrennung 4. Grades vergleichbar (70).

Applizierte Temperatur (°C)	Gewebsveränderung
<40	Keine Schäden
>40	Reversible Schädigung
>50	Denaturierung
>70	Koagulation
>100	Dehydratation/Desikkation
>200	Karbonisation
>500	Vaporisation

Tabelle 3: Veränderung des Gewebes abhängig von der applizierten Temperatur bei der HF-Chirurgie (70)

Die Koagulation ist eine Anwendungsform im Bereich der HF-Chirurgie. Das Gewebe wird dabei großflächig erwärmt. Es kommt zur Karbonisation (Brandschorf), wenn ein großer Strom appliziert wird. Allerdings werden tiefere Schichten im Gewebe geschont. Diese werden bei Applikation eines kleineren Stroms miteinbezogen. Zur alleinigen Blutstillung im Sinne einer Koagulation kommt es durch Abklemmung der Gefäße bis diese dehydrieren. Die Desikkation beschreibt als Sonderform der Koagulation dehydrierendes Gewebe mittels einer eingestochenen Elektrode. Die Elektrotomie hingegen unterscheidet sich von der Koagulation dadurch, dass sie das Gewebe schneidet. Die Elektrode beträgt hierbei weit mehr als 100°C, es kommt zur rapiden Dehydrierung des Gewebes und folglich zum Platzen der Zellmembran. Die Elektrotomie hat den Vorteil des schnellen Wundverschlusses, der durch den Koagulationssaum an den Rändern des Schnitts ermöglicht wird. Somit ist blutungsarmes Arbeiten erreichbar (70).

Die Anwendung von Hochfrequenzchirurgie im klinischen Alltag findet sich grundsätzlich in zwei verschiedenen Verfahren wieder. Beide Verfahren

enthalten zwei Elektroden und einen Generator. Bei der monopolaren Technik fließt der Strom primär zur Arbeitselektrode, also zum chirurgischen Instrument. Hier möchte der Strom durch das Gewebe nach dem Prinzip des geringsten Widerstands bis hin zur angeklebten Neutralelektrode, der Ableitelektrode, fließen. Dadurch werden Gewebsveränderungen hervorgerufen. Durch die Ableitelektrode ist der Stromkreis geschlossen. Die Stromdichte ist im Bereich der Arbeitselektrode am größten und nimmt immer weiter ab, je mehr der Abstand zu dieser Elektrode zunimmt. Somit ist der thermische Effekt in der Umgebung der Arbeitselektrode im Gewebe am höchsten. Beim bipolaren System hingegen ist das Gebiet, durch das der Strom fließt, wesentlich kleiner. Das ist bedingt durch die Tatsache, dass sich die zwei Elektroden am chirurgischen Instrument befinden. Ein Isolator trennt die beiden Elektroden voneinander und der Stromkreis kann sich bilden (70).

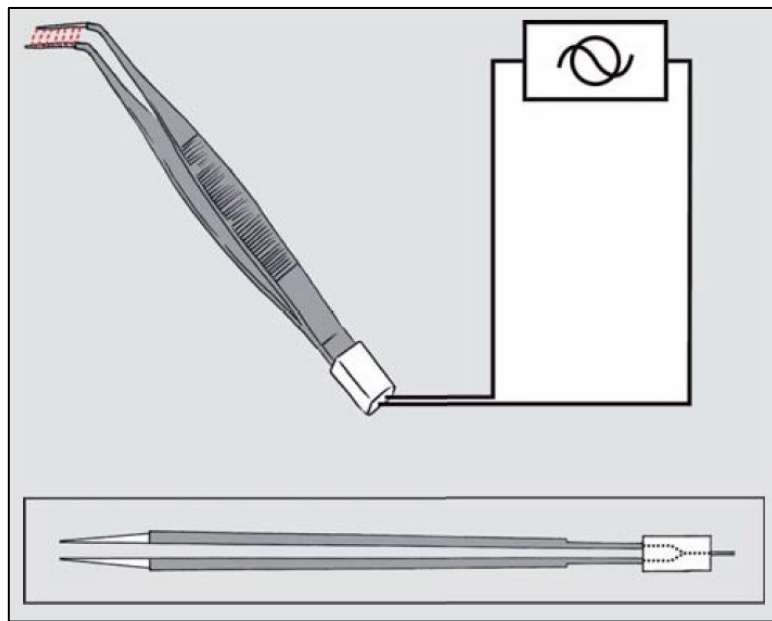


Abbildung 7: Bipolare Anwendungstechnik. Schematische Darstellung einer bipolaren Pinzette in der HF-Chirurgie (70)

1.4.2.3 Radiofrequenzchirurgie

Die klassische Hochfrequenzchirurgie beschäftigt sich mit Frequenzen zwischen 100 und 500 kHz. Davon ist die Radiofrequenzchirurgie abzugrenzen und bewegt sich im hohen Frequenzbereich zwischen ca. 1,7 MHz und 4 MHz. Der Strom bewegt sich dann nicht mehr wie ein Teilchen, es

entsteht eine wellenförmige Bewegung. Die thermischen Effekte sind seitlich des Anwendungsgebiets gering und die Energieabgabe an der Sonde hoch. Die Generatoren kreieren eine Filterung der Radiofrequenzwellen. Zusätzlich dazu können moderne Generatoren die Wellen in einen bestimmten Rhythmus bringen, also pulsen. Wellenpakete von z.B. 50 Pulsationen pro Sekunde sind dann die Folge. Das Gewebe nutzt die Pausen, in denen keine Wellen abgegeben werden, um sich zu erholen. Die Generatoren können hier eine Messung des Gewebswiderstand bzw. der Impedanz durchführen. Die Impedanz ist ein wechselstromabhängiger Widerstand, der proportional zur Gewebsdestruktion zunimmt. Die Generatoren passen ihre Stromintensität, Wellenform und Einwirkungsdauer automatisch daran an (1).

Es ist zu beachten, dass es zu keinem Überschreiten der Siedetemperatur kommen darf. Es würde zum Austrocknen des Gewebes kommen, was den Widerstand erhöhen und die Tiefenwirkung hemmen würde (72). Die ideale Temperatur liegt bei ca. 70°C (1). Zusätzlich ist die Berücksichtigung der gewebspezifischen Eigenschaften wichtig. Wie weit sich der Widerstand des Gewebes ändert, hängt nicht nur vom Flüssigkeitsgehalt und der angewandten Energiequantität ab, sondern gleichermaßen von Gewebetyp und -zustand. Eine über einen langen Zeitraum konstante, minimale Abgabe der Energie ist geboten. Wichtig ist, dass die abgegebene Leistung unter dem Wert bleibt, der zu einer Erhöhung des Gewebswiderstands führen würde (73). Eine Steigerung der Leistung würde mit einem verminderten therapeutischen Effekt einhergehen. Ursachen dafür sind das verfrühte Eintreten der Koagulation, die folgende Verminderung des Volumens des Rotationsellipsoids und somit kleinere Gewebsläsionen (70).

Diese Studie beschäftigte sich mit den Langzeitvergleich zweier Radiofrequenzmodi pure RFITT und fine RFITT des Generators Celon Elite© der Firma Olympus zur Verkleinerung der unteren Nasenmuschel und verglich diese sowohl im Querschnitt als auch in einer Zeitreihenuntersuchung.

2 Methoden und Material

2.1 Studiendesign

Bei dieser Studie handelte es sich um eine prospektive, randomisierte, doppelblinde klinische Studie mit intraindividuellem Design. Es wurden Patienten mit Symptomen der nasalen Obstruktion durch vergrößerte untere Nasenmuscheln per Radiofrequenztherapie mit dem Modus pure RFITT auf der einen Seite und fine RFITT auf der anderen Seite behandelt. Anhand der letzten Ziffer der Patientennummer entschied sich, ob der Patient (a) mit pure RFITT auf der rechten und fine RFITT auf der linken Seite (ungerade Zahl), oder (b) mit fine RFITT auf der rechten Seite und pure RFITT auf der linken Seite (gerade Zahl) behandelt wurde.

Operiert wurden die Patienten von einem erfahrenen HNO-Chirurgen im HNO-Zentrum Mangfall-Inn.

Die Ethikkommission der Ludwig-Maximilians-Universität München genehmigte die Studie mit der Projektnummer 515-16. Es wurden die Grundsätze von Helsinki berücksichtigt. Eine schriftliche Einwilligung der Patienten wurde eingeholt und die Daten durch Anonymisierung und Datenschutzwahrung vertraulich behandelt.

2.2 Einschluss- und Ausschlusskriterien der Patienten

In diese Studie wurden 31 volljährige und einwilligungsfähige Patienten einbezogen. Diese Patienten waren im Zeitraum von 2016 bis 2021 im HNO-Zentrum Mangfall-Inn für die Operation und die Nachkontrolltermine vorstellig. Nachdem die Patienten durch eine routinemäßige HNO-ärztliche Spiegeluntersuchung befundet wurden, bekamen sie bei Interesse eine schriftliche Patienteninformation und wurden ausführlich durch einen HNO-Arzt aufgeklärt.

Eingeschlossen wurden Patienten, die an einer nasalen Obstruktion aufgrund vergrößerter unterer Nasenmuscheln litten und diese sich bei Gabe eines abschwellenden Nasensprays (z.B. Metazolin) besserte.

Ausgeschlossen wurden Patienten, die andere Gründe für eine nasale Obstruktion aufwiesen. Beispiele für diese Gründe sind: ein nicht gerades Nasenseptum, eine chronische Rhinitis oder Sinusitis, nasale Polypen, Tumore der Nasenhaupt- oder Nasennebenhöhlen, Choanalatresien oder -stenosen. Außerdem wurden Patienten ausgeschlossen, die bereits eine Operation an der unteren Nasenmuscheln hatten, Allergien oder Unverträglichkeiten gegen Lokalanästhetika aufwiesen sowie bei der rhinomanometrischen Messung eine Differenz von mehr als 20% zwischen den beiden Nasenseiten nach dem Abschwollen mit Metalozin zeigten.

2.3 Behandlungsablauf

Für die Verkleinerung der unteren Nasenmuschel mittels Radiofrequenztherapie kamen zwei verschiedene Modi eines Generators der Firma Olympus zum Einsatz, der „pure RFITT“ (pure RadioFrequency Induced ThermoTherapy) Modus und der „fine RFITT“ Modus. Der bereits etablierte Modus pure RFITT ist durch den Radiofrequenzgenerator CelonLab (Olympus Surgical Technologies, Deutschland) bekannt.

Für diese Studie kam ein neuer Generator zum Einsatz, der Celon Elite© mit der bipolaren Sonde CelonProBreath© (Olympus Surgical Technologies, Deutschland) bei einer Leistungsstufe von zwölf Watt. Mithilfe dieses neuen Generators war es möglich, zwei verschiedene Modi mit unterschiedlichen Radiofrequenzmustern einzustellen.



Abbildung 8: Radiofrequenzgenerator Celon Elite© (74)

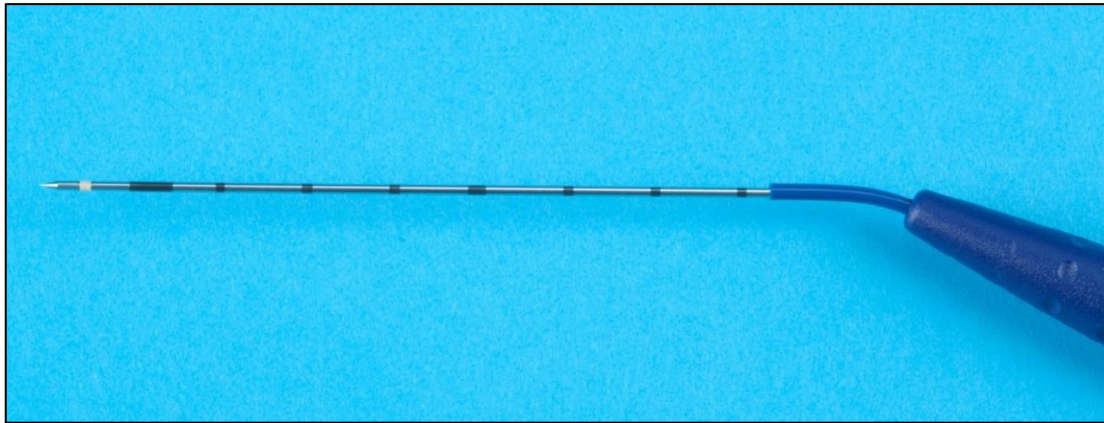


Abbildung 9: Radiofrequenzsonde Celon ProBreath©

Obwohl die Leistungsstufe bei den beiden Modi pure und fine RFITT gleich ist, handelt es sich um zwei verschiedene Frequenzmodulationen. Das exakte Wellenmuster ist bei beiden Modi ein Industriegeheimnis der Firma Olympus. Es handelt sich jedoch bei beiden um einen gefilterten, frequenz- und intensitätsmodulierten Radiofrequenzstrom mit vier MHz.

Sowohl beim pure RFITT als auch beim fine RFITT Modus wurde der Eingriff ambulant durchgeführt. Der Behandler applizierte vor der Intervention ein Lokalanästhetikum in Form von einer in Watte getränkter Tetracaineinlage (4%) für ca. 15 Minuten. Die Nadel der Sonde wurde in den vorderen Muschelkopf eingeführt und dann submukös und parallel zum Knochenverlauf unter optischer Kontrolle bis zum hinteren Ende der Muschel fortbewegt. Bei Erreichen des Endes der Nasenmuschel wurde die Nadel langsam zurückgezogen und es wurde in regelmäßigen Abständen Energie abgegeben. Durch akustische Rückmeldung der Impedanzänderung konnte die optimale Bewegungsgeschwindigkeit des Zurückziehens erreicht werden. Diese liegt ca. bei 0,5 cm/s. Markierungen auf der Sonde in einem Abstand von einem cm waren beim Einschätzen der Bewegungsgeschwindigkeit hilfreich und ermöglichten somit einen gleichmäßigen Läsionsabstand. Ein wiederholter Vorhang fand bei großen Muscheln statt. Die Anzahl der Läsionen und der Einstiche wurde dokumentiert. Bei Erblässen der Schleimhaut oder im Falle eines steigenden Widerstands wurde der Eingriff gestoppt, um thermische Schäden an der Schleimhaut zu vermeiden.

2.4 Zielparameter und Bewertungsmethoden

Diese Studie beschäftigte sich mit den Langzeitvergleich der beiden Modi pure RFITT und fine RFITT. Dabei wurden zwei Fragestellungen behandelt: erstens wurden die beiden Modi pure RFITT und fine RFITT miteinander verglichen. Die Nullhypothese besagte, dass es keinen Unterschied zwischen den beiden Methoden pure RFITT und fine RFITT gab. Zweitens beschäftigte sich diese Studie damit, ob ein allgemeiner Unterschied des Zustands der unteren Nasenmuschel vor der Operation zum Zustand bei der Langzeitkontrolle bestand. Die Nullhypothese besagte, dass es keinen Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten gab.

Diese beiden Fragestellungen wurden in unterschiedlichen Gesichtspunkten betrachtet: Eine subjektive Bewertung fand einmal durch den Untersucher und einmal durch die Patienten selbst statt. Der verblindete Untersucher dokumentierte die Parameter „Schwellung der unteren Nasenmuschel“, „Krustenbildung“ und „Nasensekretion“ in den Kategorien „1=kein“, „2=leicht“, „3=mäßig“ und „4=stark“. Dabei wurde bei der HNO-ärztlichen Untersuchung die anteriore Rhinoskopie und die nasale Endoskopie mit starrer 30 Grad Optik verwendet. Die Patienten beurteilten die Gesichtspunkte „Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung“, „Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung“, „Krustenbildung“, „Nasensekretion“ und „Juckreiz“ anhand der zehn cm VAS Skala (=Visuelle Analogskala). Objektivität erlangte diese Arbeit durch Messwerte der Rhinomanometrie. All diese Bewertungen bzw. Messungen fanden einmal vor der Operation und einmal bei einer Langzeitkontrolle nach der Operation statt. Für die Rhinoskopie und die subjektive Bewertung anhand des Fragebogens kamen die Patienten im mittleren Zeitraum von 10,7 +/-5,0 Monaten nach der Operation zum Langzeit Follow-Up. Für die Messung der Rhinomanometrie erschienen die Patienten im mittleren Zeitraum von 22,4 +/-14,3 Monaten nach der Operation.

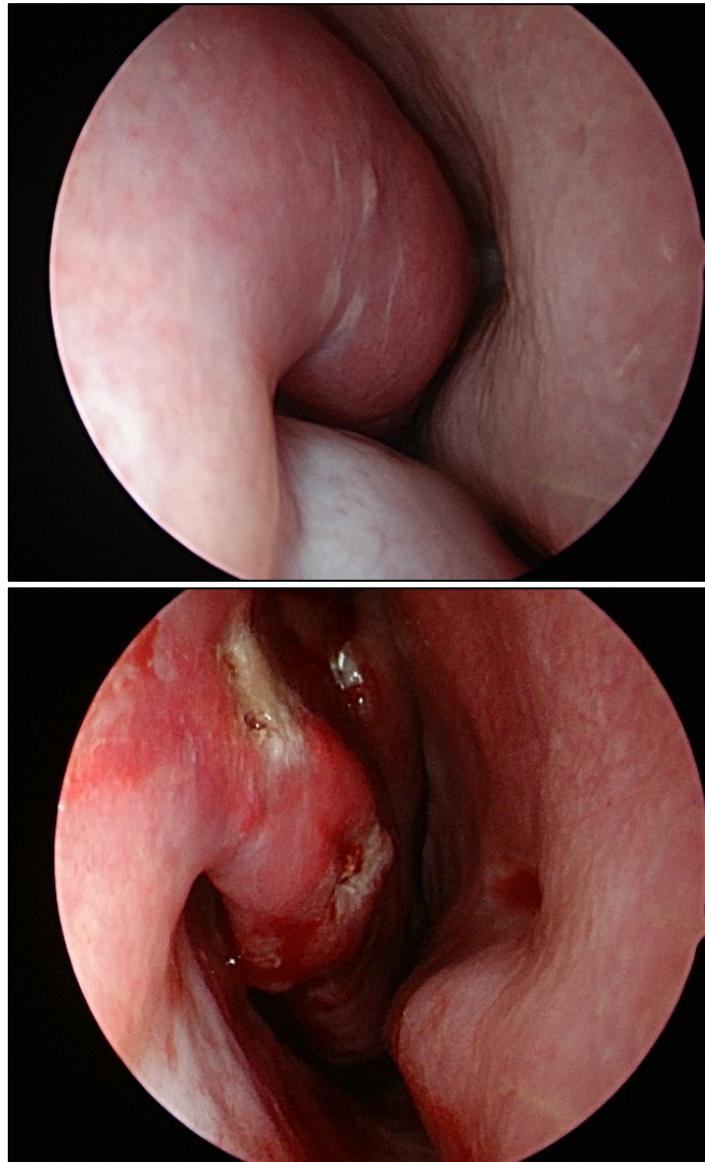


Abbildung 10: Zustand der rechten unteren Nasenmuschel eines Patienten während der Operation nach Einlage von Tetracain (oben) und unmittelbar nach der Operation (unten)

2.5 Statistik

Es wurde das Programm RStudio (Version Desktop 1.3.1093, RStudio PBC) für die statistische Auswertung verwendet. Für normalverteilte Daten kam der t-Test für zwei verbundene Stichproben zum Einsatz, für ordinal skalierte Daten und nicht normalverteilte Daten der Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben. Die Auswahl der Tests wurde anhand der Erläuterungen von Frau Christel Weiß getroffen (75). Die Prüfung auf Normalverteilung fand durch den Shapiro-Wilk-Test statt.

3 Ergebnisse

Es wurden 31 Patienten in die Studie eingeschlossen. Davon waren elf männlich (35,5%) und 20 weiblich (64,5%). Der Altersmedian der Stichprobe lag bei den Männern bei 42 Jahren (Interquartilbereich IQR 31,50 – 60,50) und bei den Frauen bei 38,50 Jahren (IQR 29,75 – 47,50).

40 Patienten wurden primär zur Eignung für die Studie beurteilt. Eine Patientin hat sich nach der Patientenaufklärung für den fine RFITT Modus beidseits entschieden und wurde demnach aus der Studie ausgeschlossen. Nachdem die Randomisierung erfolgte, wurden 17 Patienten nach der pure RFITT Methode auf der linken Seite und der fine RFITT auf der rechten Seite behandelt. 22 Patienten wurden nach der pure RFITT auf der rechten Seite und der fine RFITT auf der linken Seite behandelt. Acht Patienten erschienen nach der Intervention nicht zur Langzeitkontrolle. Deshalb wurden insgesamt 31 Patienten in die Datenanalyse aufgenommen. Das Flussdiagramm nach dem CONSORT 2010 Standard zeigt die Aufnahme, Zuordnung, den Follow-Up und die Datenanalyse.

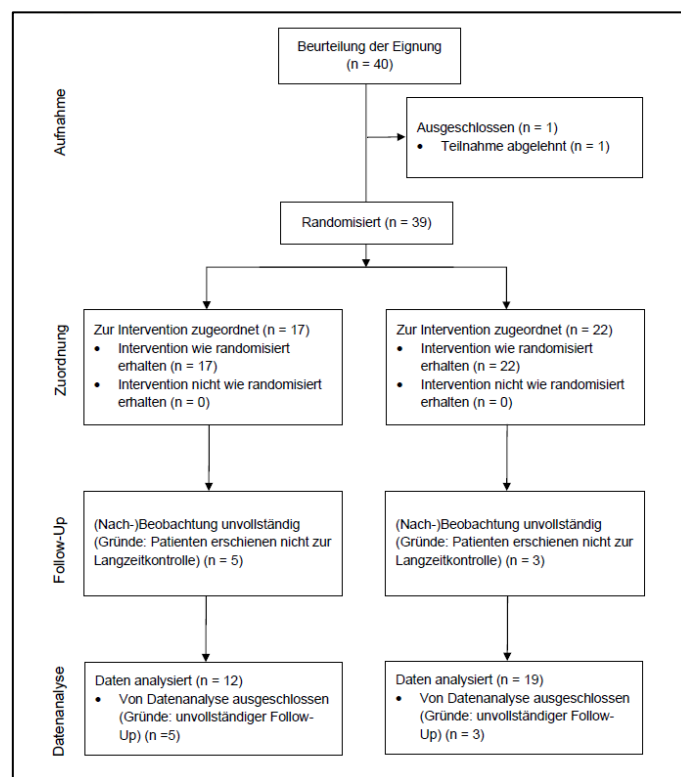


Abbildung 11: Flussdiagramm zur Veranschaulichung der Patientenaufnahme, -zuordnung, des Follow-Ups und der Datenanalyse nach dem CONSORT 2010 Standard (76)

3.1 Ausmaß und Komplikationen der Intervention

Der Chirurg dokumentierte die Anzahl der Läsionen und Einstiche in die untere Nasenmuschel. Es wurde eine mittlere Anzahl an Einstichen von 2,1 auf der pure RFITT Seite und 2,2 auf der fine RFITT Seite, sowie eine mittlere Anzahl an Läsionen von 5,7 auf der pure RFITT Seite und 5,6 auf der fine RFITT Seite dokumentiert.

Zusätzlich dokumentierte der Chirurg Komplikationen der Intervention aus seiner Sicht. Dabei wurden Blutungen erfasst, die in der folgenden Tabelle dargestellt werden.

<i>Blutung</i>	Pure RFITT	Fine RFITT
Blutung allgemein	6	8
Spontan sistierend	3	5
Blutstillung extern	3	3

Tabelle 4: Blutung während der Intervention (angegeben durch den Untersucher)

Auf der pure RFITT Seite traten sechs Blutungen auf (19,4%). Davon waren drei selbstlimitierend, also sistierten spontan im Rahmen der normalen Behandlungsdauer. Bei den anderen drei musste eine externe Blutstillung durch Privin getränkte Watte oder -tupfer erfolgen. Auf der fine RFITT Seite traten acht Blutungen (25,8%) auf. Davon waren fünf selbst limitierend und drei mussten extern gestillt werden. Diese erfolgte durch Privin getränkte Watte und -tupfer und durch Bipolation durch eine Sonde.

Der Behandler dokumentierte, ob allgemein Komplikationen während des Eingriffs auftraten. Bei fünf der 31 Patienten traten Komplikationen auf, das entspricht 16,1%. Dabei wurden Blutungen, Schmerzen und ein Kreislaufkollaps nach der OP angegeben.

Die Patienten dokumentieren ebenfalls ihre Einschätzung der Komplikationen der Intervention. Dabei wurden Schmerzen und andere unangenehme Empfindungen während der OP nach der VAS Skala (=visuelle Analogskala) erfasst. Diese sind in folgenden Tabellen dargestellt. Hierbei kam der t-Test für verbundene Stichproben bei normalverteilten Daten und der Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben bei nicht normalverteilten Daten zum Einsatz.

<i>Schmerzen</i>	Pure RFITT	Fine RFITT
Mittelwert	5,85	4,95
Median	6,00	5,00
Standardabweichung	2,48	2,99
Varianz	6,14	8,96
1. – 3. Quartil	4,80 – 7,80	2,40 – 7,90
Min.; Max.	0,50; 9,80	0,30; 9,90
DOM	0,90	
t-Wert	1,69	
df	30	
95% Konfidenzintervall	(-0,19) – 1,99	
p-Wert	0,10 (t-Test)	

Tabelle 5: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT während der Intervention hinsichtlich der Schmerzen aus Sicht des verblindeten Patienten

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied bezüglich des Schmerzes zwischen dem pure und fine RFITT Modus.

<i>Andere unangenehme Empfindungen</i>	Pure RFITT	Fine RFITT
Mittelwert	3,95	3,32
Median	3,40	2,50
Standardabweichung	2,95	2,61
Varianz	8,71	6,83
1. – 3. Quartil	1,25 – 5,65	1,30 – 5,00
Min.; Max.	0; 10,00	0; 9,50
V	270,50	
p-Wert	0,02 (Wilcoxon-Test)	

Tabelle 6: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT während der Intervention hinsichtlich anderer unangenehmer Empfindungen aus Sicht des verblindeten Patienten

Ein signifikanter Unterschied bestand zwischen den beiden Methoden bezüglich der anderen unangenehmen Empfindungen.

Sechs Patienten (=19,4%) gaben folgende Unannehmlichkeiten an: Brennen, Druckgefühl, Stechen, Ziehen, Taubheitsgefühl.

3.2 Subjektive Bewertung durch den verblindeten Untersucher

Das folgende Kapitel erfolgt die Ergebnisdarstellung der subjektiven Bewertung des Untersuchers. Die Auswertung erfolgte nach dem Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben aufgrund ordinal skalierten Daten. Wie in Kapitel 2.4. beschrieben, erfolgt die Ergebnisdarstellung nach der bereits erläuterten Vorgehensweise. Im ersten Teilschritt erfolgt der Vergleich der beiden Modi pure RFITT und fine RFITT zu den jeweiligen Zeitpunkten Voruntersuchung und Langzeitkontrolle und in der Differenz der Zeitpunkte, also in Anbetracht der Veränderung zwischen den beiden Zeitpunkten. Im zweiten Schritt wird das Ergebnis auf Basis eines Zeitvergleichs für beide Modi einzeln und dann gesammelt für beide Modi dargestellt.

3.2.1 Schwellung der unteren Nasenmuschel

<i>Schwellung der unteren Nasenmuschel</i>	Pure RFITT	Fine RFITT
	Zeitpunkt: Voruntersuchung	
Mittelwert	3,00	2,90
Median	3,00	3,00
Standardabweichung	0,52	0,54
Varianz	0,27	0,29
1. – 3. Quartil	3,00 – 3,00	3,00 – 3,00
Min.; Max.	2,00; 4,00	2,00; 4,00
p-Wert	0,15	
	Zeitpunkt: Langzeituntersuchung	
Mittelwert	1,45	1,29
Median	1,00	1,00
Standardabweichung	0,77	0,46
Varianz	0,59	0,21
1. – 3. Quartil	1,00 – 2,00	1,00 – 2,00
Min.; Max.	1,00; 3,00	1,00; 2,00
p-Wert	0,21	
	Änderung über die Zeit	
Mittelwert	-1,55	-1,61
Median	-2,00	-2,00
Standardabweichung	1,03	0,76
Varianz	1,06	0,58
1. – 3. Quartil	(-2,00) – (-1,00)	(-2,00) – (-1,00)
Min.; Max.	(-3,00); 1,00	(-3,00); 0
p-Wert	0,61	

Tabelle 7: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich des Schwellungszustands der unteren Nasenmuschel aus Sicht des verblindeten Untersuchers (n=31)

Bei Betrachtung des Schwellungszustands der unteren Nasenmuschel durch Bewertung des verblindeten Untersuchers zeigte sich Folgendes: beim Zeitpunkt der Voruntersuchung war kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Nasenseiten festzustellen. Es lag somit eine vergleichbare Ausgangssituation vor. Weder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch bei der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands vor der Operation vom Zustand bei der Langzeituntersuchung zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Modi pure RFITT und fine RFITT.

<i>Schwellung der unteren Nasenmuschel</i>	Voruntersuchung	Langzeituntersuchung
	Pure RFITT (n=31)	
Mittelwert	3,00	1,45
Median	3,00	1,00
Standardabweichung	0,52	0,77
Varianz	0,27	0,59
1. – 3. Quartil	3,00 – 3,00	1,00 – 2,00
Min.; Max.	2,00; 4,00	1,00; 3,00
p-Wert	7,16e ⁻⁰⁶	
	Fine RFITT (n=31)	
Mittelwert	2,90	1,29
Median	3,00	1,00
Standardabweichung	0,54	0,46
Varianz	0,29	0,21
1. – 3. Quartil	3,00 – 3,00	1,00 – 2,00
Min.; Max.	2,00; 4,00	1,00; 2,00
p-Wert	1,56e ⁻⁰⁶	
	Beide Modi zusammen (n=62)	
Mittelwert	2,95	1,37
Median	3,00	1,00
Standardabweichung	0,53	0,63
Varianz	0,28	0,40
1. – 3. Quartil	3,00 – 3,00	1,00 – 2,00
Min.; Max.	2,00; 4,00	1,00; 3,00
p-Wert	6,09e ⁻¹¹	

Tabelle 8: Vergleich des Schwellungszustands der unteren Nasenmuschel zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Untersuchers

Die beiden Zeitpunkte Voruntersuchung und Langzeituntersuchung unterschieden sich signifikant hinsichtlich des Schwellungszustands der unteren Nasenmuschel durch Bewertung des verblindeten Untersuchers. Das zeigte sich beim pure RFITT Modus, beim fine RFITT Modus und bei der allgemeinen Betrachtung von beiden Modi zusammen.

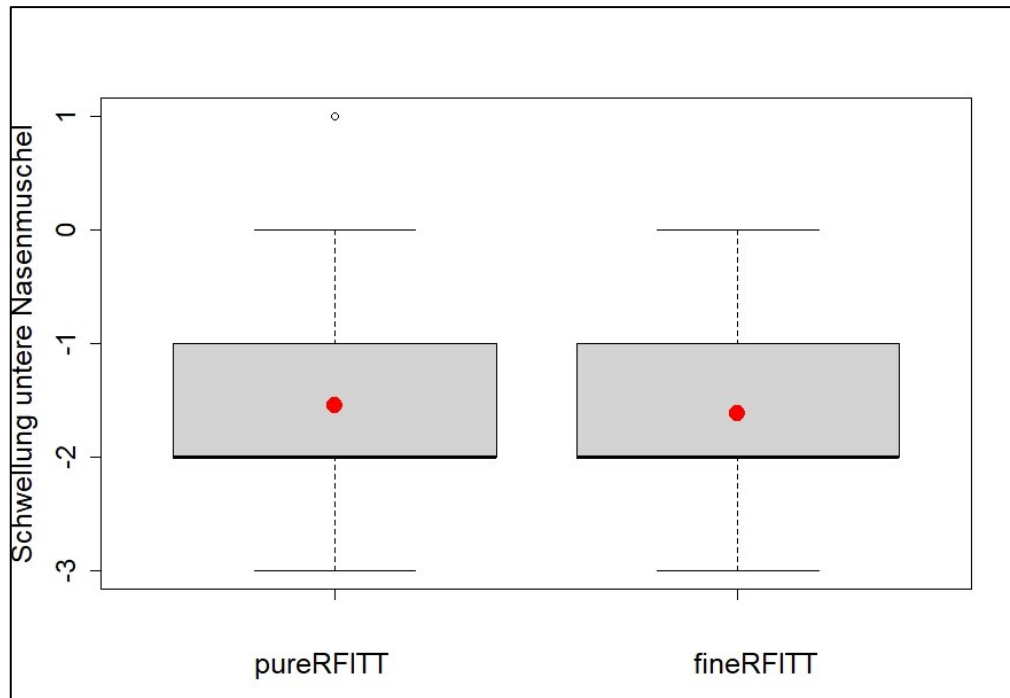


Abbildung 12: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich des Schwellungszustands der unteren Nasenmuschel aus Sicht des verblindeten Untersuchers (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;

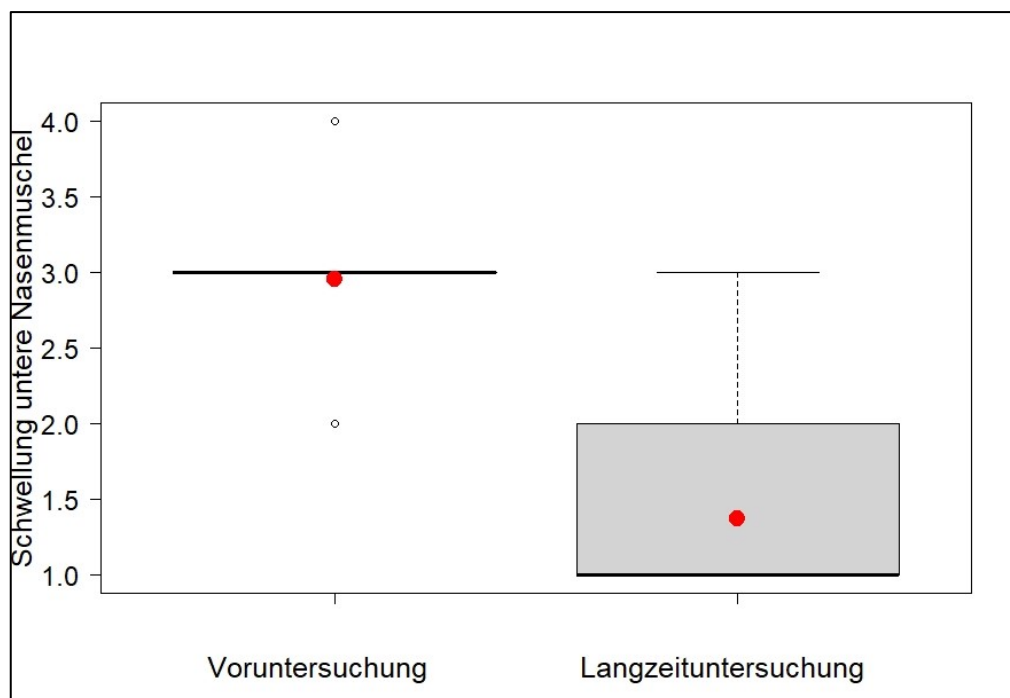


Abbildung 13: Vergleich des Schwellungszustands der unteren Nasenmuschel zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Untersuchers für beide Modi zusammen (n=62)

3.2.2 Krustenbildung

Krustenbildung	Pure RFITT	Fine RFITT
	Zeitpunkt: Voruntersuchung	
Mittelwert	1,16	1,16
Median	1,00	1,00
Standardabweichung	0,45	0,37
Varianz	0,21	0,14
1. – 3. Quartil	1,00 – 1,00	1,00 – 1,00
Min.; Max.	1,00; 3,00	1,00; 2,00
p-Wert	1	
	Zeitpunkt: Langzeituntersuchung	
Mittelwert	1,10	1,13
Median	1,00	1,00
Standardabweichung	0,40	0,34
Varianz	0,16	0,12
1. – 3. Quartil	1,00 – 1,00	1,00 – 1,00
Min.; Max.	1,00; 3,00	1,00; 2,00
p-Wert	0,82	
	Änderung über die Zeit	
Mittelwert	-0,07	-0,03
Median	0	0
Standardabweichung	0,63	0,48
Varianz	0,40	0,23
1. – 3. Quartil	0 – 0	0 – 0
Min.; Max.	(-2,00); 2,00	(-1,00); 1,00
p-Wert	0,85	

Tabelle 9: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Krustenbildung aus Sicht des verblindeten Untersuchers (n=31)

Bei Betrachtung der Krustenbildung durch den verblindeten Untersucher zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Nasenseiten zum Zeitpunkt der Voruntersuchung. Es lag somit eine vergleichbare Ausgangssituation vor. Weder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch bei der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands vor der Operation vom Zustand bei der Langzeituntersuchung zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Modi pure RFITT und fine RFITT.

<i>Krustenbildung</i>	Voruntersuchung	Langzeituntersuchung
	Pure RFITT (n=31)	
Mittelwert	1,16	1,10
Median	1,00	1,00
Standardabweichung	0,45	0,40
Varianz	0,21	0,16
1. – 3. Quartil	1,00 – 1,00	1,00 – 1,00
Min.; Max.	1,00; 3,00	1,00; 3,00
p-Wert	0,67	
	Fine RFITT (n=31)	
Mittelwert	1,16	1,13
Median	1,00	1,00
Standardabweichung	0,37	0,34
Varianz	0,14	0,12
1. – 3. Quartil	1,00 – 1,00	1,00 – 1,00
Min.; Max.	1,00; 2,00	1,00; 2,00
p-Wert	0,78	
	Beide Modi zusammen (n=62)	
Mittelwert	1,16	1,11
Median	1,00	1,00
Standardabweichung	0,41	0,37
Varianz	0,17	0,13
1. – 3. Quartil	1,00 – 1,00	1,00 – 1,00
Min.; Max.	1,00; 3,00	1,00; 3,00
p-Wert	0,52	

Tabelle 10: Vergleich der Krustenbildung zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Untersuchers

Die beiden Zeitpunkte Voruntersuchung und Langzeituntersuchung unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich der Krustenbildung durch Bewertung des verblindeten Untersuchers. Das zeigte sich beim pure RFITT Modus, beim fine RFITT Modus und bei der allgemeinen Betrachtung von beiden Modi zusammen.

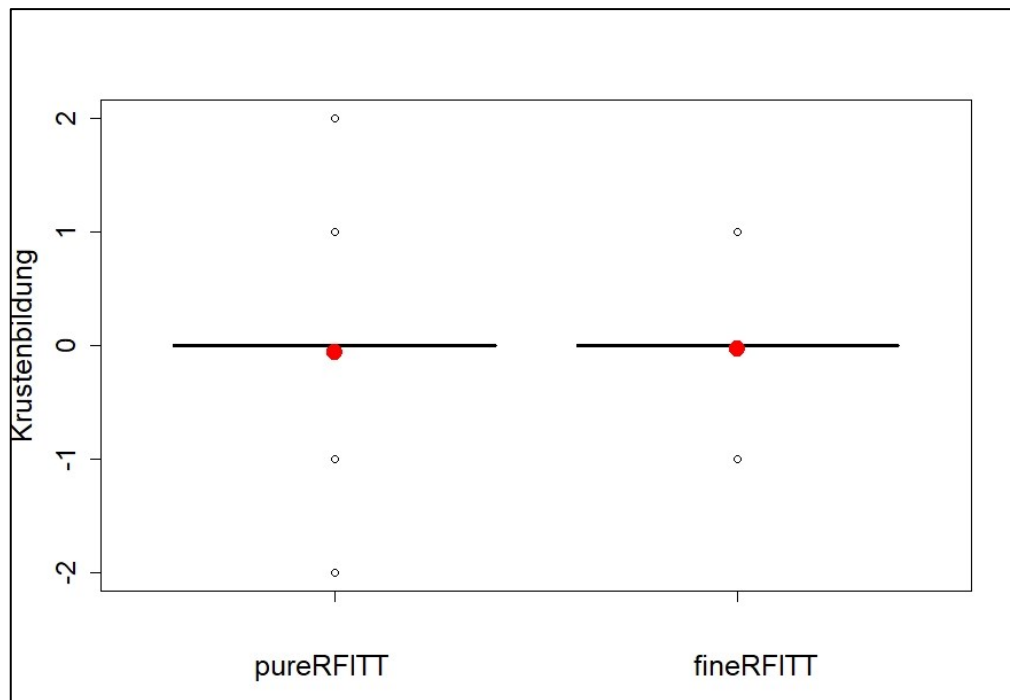


Abbildung 14: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Krustenbildung aus Sicht des verblindeten Untersuchers (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;

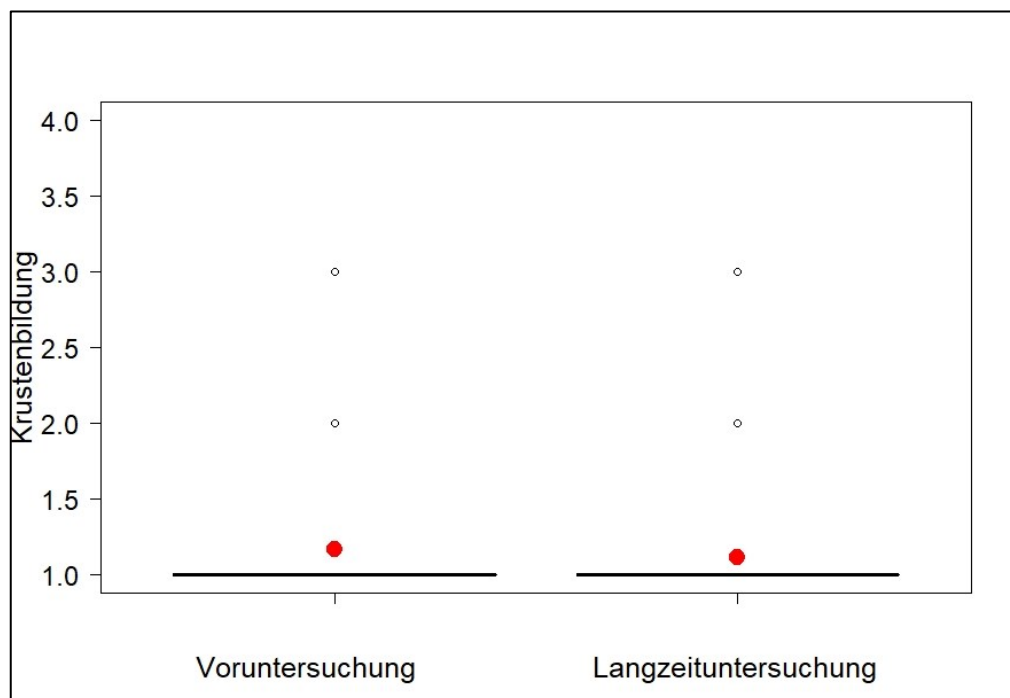


Abbildung 15: Vergleich der Krustenbildung zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Untersuchers für beide Modi zusammen (n=62)

3.2.3 Nasensekretion

Nasensekretion	Pure RFITT	Fine RFITT
	Zeitpunkt: Voruntersuchung	
Mittelwert	1,48	1,45
Median	1,00	1,00
Standardabweichung	0,57	0,68
Varianz	0,32	0,46
1. – 3. Quartil	1,00 – 2,00	1,00 – 2,00
Min.; Max.	1,00; 3,00	1,00; 3,00
p-Wert	0,77	
	Zeitpunkt: Langzeituntersuchung	
Mittelwert	1,16	1,26
Median	1,00	1,00
Standardabweichung	0,37	0,51
Varianz	0,14	0,26
1. – 3. Quartil	1,00 – 1,00	1,00 – 1,00
Min.; Max.	1,00; 2,00	1,00; 3,00
p-Wert	0,35	
	Änderung über die Zeit	
Mittelwert	-0,32	-0,20
Median	0	0
Standardabweichung	0,70	0,95
Varianz	0,49	0,90
1. – 3. Quartil	(-1,00) – 0	(1,00) – 0
Min.; Max.	(-2,00); 1,00	(-2,00); 2,00
p-Wert	0,28	

Tabelle 11: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Nasensekretion aus Sicht des verblindeten Untersuchers (n=31)

Bei Betrachtung der Nasensekretion durch den verblindeten Untersucher zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Nasenseiten zum Zeitpunkt der Voruntersuchung. Es lag somit eine vergleichbare Ausgangssituation vor. Weder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch bei der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands vor der Operation vom Zustand bei der Langzeituntersuchung zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Modi pure RFITT und fine RFITT.

<i>Nasensekretion</i>	Voruntersuchung	Langzeituntersuchung
	Pure RFITT (n=31)	
Mittelwert	1,48	1,16
Median	1,00	1,00
Standardabweichung	0,57	0,37
Varianz	0,32	0,14
1. – 3. Quartil	1,00 – 2,00	1,00 – 1,00
Min.; Max.	1,00; 3,00	1,00; 2,00
p-Wert	0,02	
	Fine RFITT (n=31)	
Mittelwert	1,45	1,26
Median	1,00	1,00
Standardabweichung	0,68	0,51
Varianz	0,46	0,26
1. – 3. Quartil	1,00 – 2,00	1,00 – 1,00
Min.; Max.	1,00; 3,00	1,00; 3,00
p-Wert	0,26	
	Beide Modi zusammen (n=62)	
Mittelwert	1,47	1,21
Median	1,00	1,00
Standardabweichung	0,62	0,45
Varianz	0,38	0,20
1. – 3. Quartil	1,00 – 2,00	1,00 – 1,00
Min.; Max.	1,00; 3,00	1,00; 3,00
p-Wert	0,02	

Tabelle 12: Vergleich des Zustands der Nasensekretion zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Untersuchers

Die beiden Zeitpunkte Voruntersuchung und Langzeituntersuchung unterschieden sich signifikant hinsichtlich der Nasensekretion durch Bewertung des verblindeten Untersuchers bei Allgemeinbetrachtung der beiden Modi zusammen sowie beim pure RFITT Modus. Beim fine RFITT Modus zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

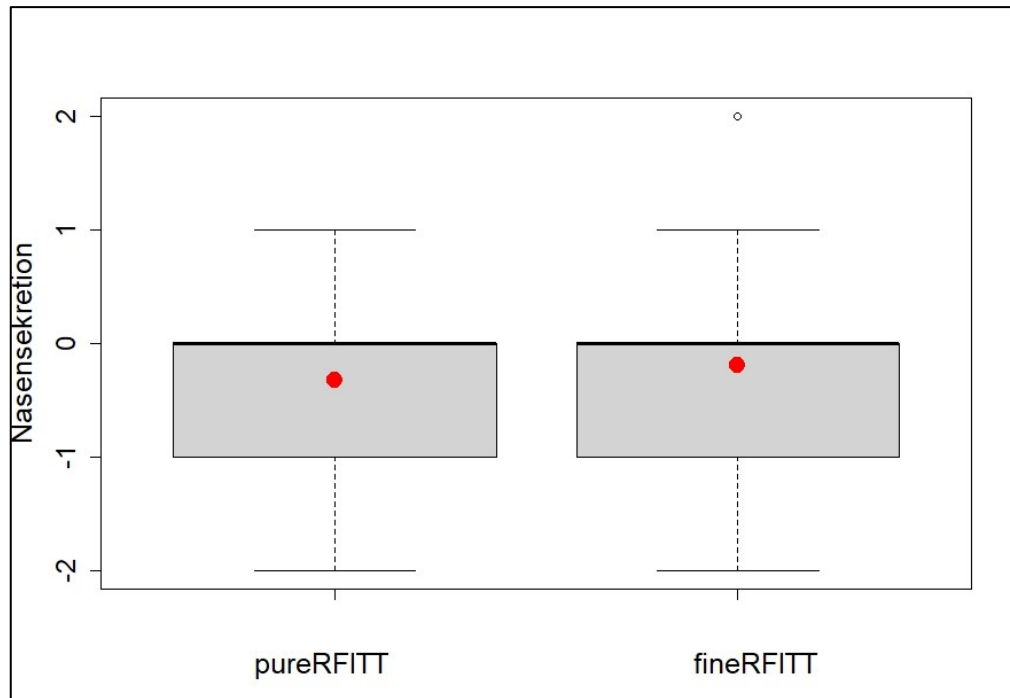


Abbildung 16: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Nasensekretion aus Sicht des verblindeten Untersuchers (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;

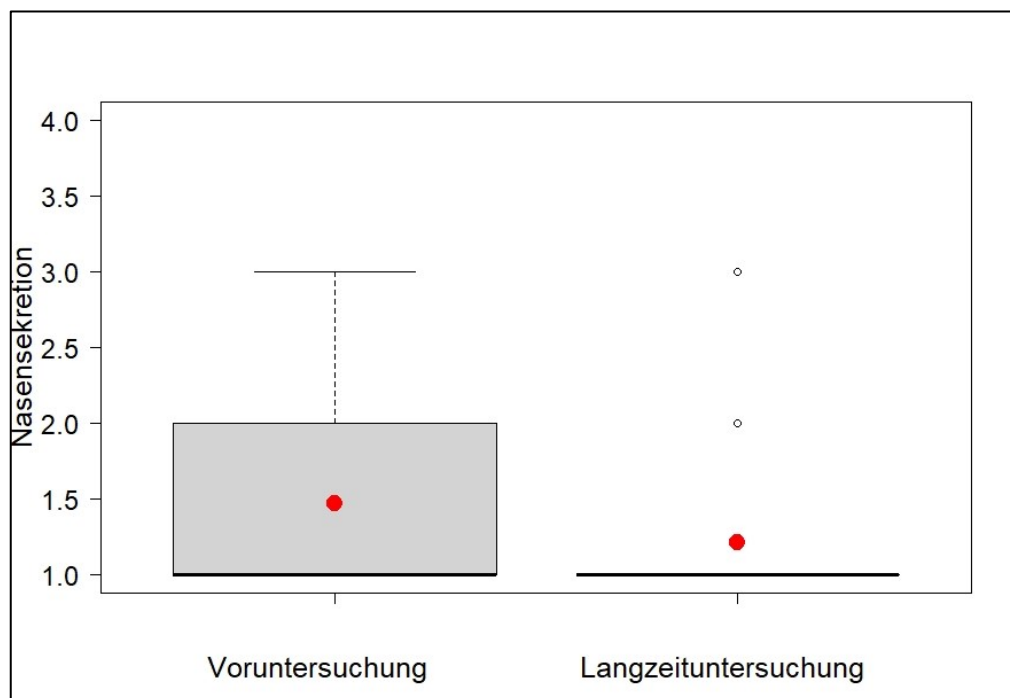


Abbildung 17: Vergleich der Nasensekretion zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Untersuchers für beide Modi zusammen (n=62)

3.3 Subjektive Bewertung durch die Probanden

In diesem Kapitel werden die Daten der subjektiven Bewertung der Patienten dargestellt (VAS Skala). Die Ergebnisdarstellung entspricht der von Kapitel 3.2. Die statistische Auswertung erfolgte nach dem t-Test für zwei verbundene Stichproben bei normalverteilten Daten oder nach dem Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben bei nicht normalverteilten Daten.

3.3.1 Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung

Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung	Pure RFITT	Fine RFITT
	Zeitpunkt: Voruntersuchung	
Mittelwert	6,27	5,85
Median	6,40	5,80
Standardabweichung	2,12	2,25
Varianz	4,47	5,05
1. – 3. Quartil	5,20 – 7,35	4,75 – 7,50
Min.; Max.	1,70; 9,60	1,40; 9,80
p-Wert	0,92 (Wilcoxon-Test)	
	Zeitpunkt: Langzeituntersuchung	
Mittelwert	2,92	2,44
Median	2,10	1,40
Standardabweichung	2,59	2,47
Varianz	6,73	6,07
1. – 3. Quartil	1,05 – 5,45	0,45 – 4,40
Min.; Max.	0; 8,50	0; 8,10
p-Wert	0,29 (Wilcoxon-Test)	
	Änderung über die Zeit	
Mittelwert	-3,36	-3,40
Median	-3,30	-2,80
Standardabweichung	2,83	2,74
Varianz	8,04	7,52
1. – 3. Quartil	(-5,50) – (-1,25)	(-5,45) – (-1,80)
Min.; Max.	(-9,60); 1,80	(-8,40); 1,90
p-Wert	0,94 (t-Test)	

Tabelle 13: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich des Schweregrades der Nasenatmungsbehinderung aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31)

Bei Betrachtung des Schweregrades der Nasenatmungsbehinderung durch den verblindeten Patienten zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Nasenseiten zum Zeitpunkt der Voruntersuchung. Es lag somit eine vergleichbare Ausgangssituation vor. Weder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch bei der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands vor der Operation vom Zustand bei der Langzeituntersuchung

zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Modi pure RFITT und fine RFITT.

Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung	Voruntersuchung	Langzeituntersuchung
	Pure RFITT (n=31)	
Mittelwert	6,27	2,92
Median	6,40	2,10
Standardabweichung	2,12	2,59
Varianz	4,47	6,73
1. – 3. Quartil	5,20 – 7,35	1,05 – 5,45
Min.; Max.	1,70; 9,60	0; 8,50
p-Wert	2,72e ⁻⁰⁷ (t-Test)	
	Fine RFITT (n=31)	
Mittelwert	5,85	2,44
Median	5,80	1,40
Standardabweichung	2,25	2,47
Varianz	5,05	6,07
1. – 3. Quartil	4,75 – 7,50	0,45 – 4,40
Min.; Max.	1,40; 9,80	0; 8,10
p-Wert	1,13e ⁻⁰⁷ (t-Test)	
	Beide Modi zusammen (n=62)	
Mittelwert	6,06	2,68
Median	6,10	1,60
Standardabweichung	2,17	2,52
Varianz	4,73	6,35
1. – 3. Quartil	4,83 – 7,50	0,53 – 5,30
Min.; Max.	1,40; 9,80	0; 8,50
p-Wert	7,68e ⁻¹⁴ (t-Test)	

Tabelle 14: Vergleich des Schweregrades der Nasenatmungsbehinderung vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten

Die beiden Zeitpunkte Voruntersuchung und Langzeituntersuchung unterschieden sich signifikant hinsichtlich des Schweregrades der Nasenatmungsbehinderung durch Bewertung des verblindeten Patienten. Das zeigte sich beim pure RFITT Modus, beim fine RFITT Modus und bei der allgemeinen Betrachtung von beiden Modi zusammen.

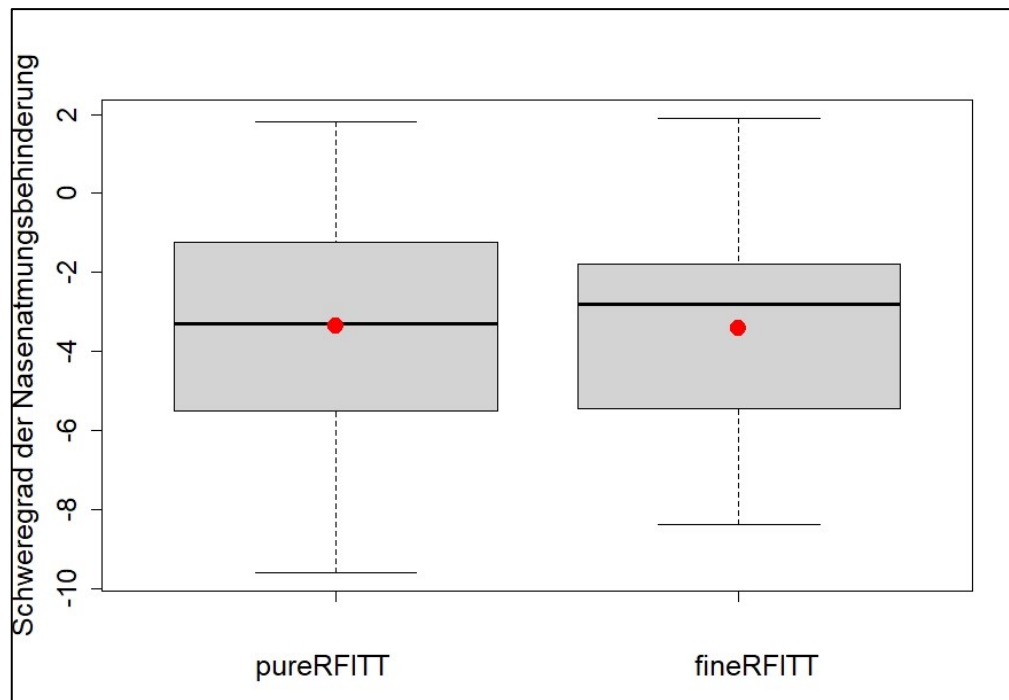


Abbildung 18: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich des Schweregrades der Nasenatmungsbehinderung aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;

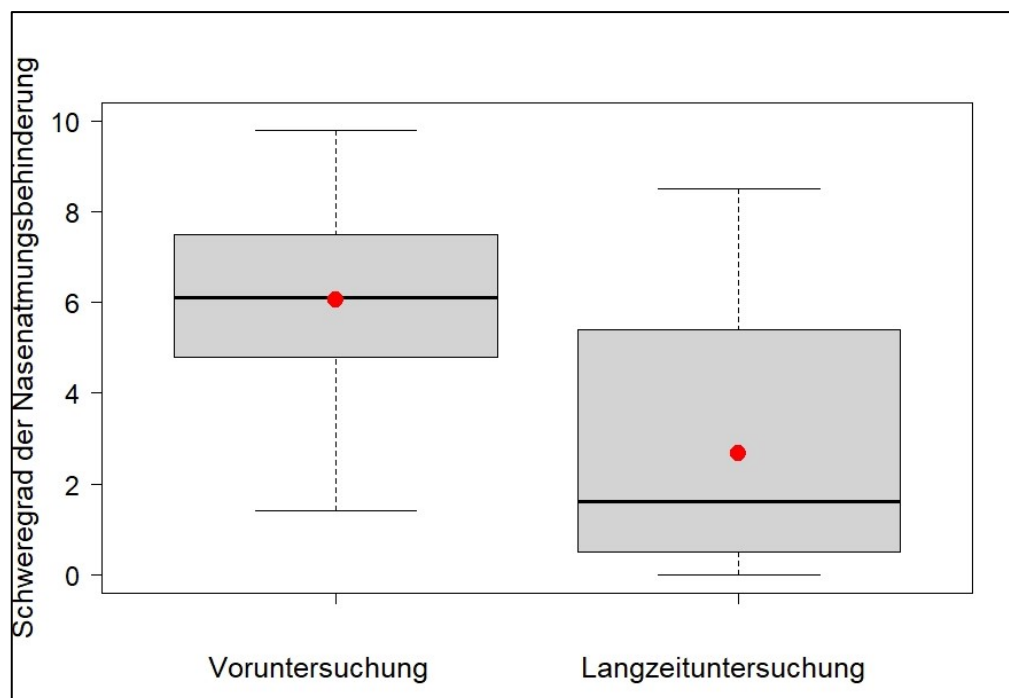


Abbildung 19: Vergleich des Schweregrades der Nasenatmungsbehinderung zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten für beide Modi zusammen (n=62)

3.3.2 Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung

Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung	Pure RFITT	Fine RFITT
	Zeitpunkt: Voruntersuchung	
Mittelwert	7,27	6,88
Median	7,40	7,00
Standardabweichung	1,93	2,26
Varianz	3,73	5,11
1. – 3. Quartil	6,75 – 8,75	5,65 – 8,80
Min.; Max.	2,10; 9,80	0,70; 9,80
p-Wert	0,78 (Wilcoxon-Test)	
	Zeitpunkt: Langzeituntersuchung	
Mittelwert	3,34	2,59
Median	2,10	1,50
Standardabweichung	3,02	2,53
Varianz	9,14	6,42
1. – 3. Quartil	0,55 – 6,20	0,40 – 4,60
Min.; Max.	0; 8,20	0; 8,20
p-Wert	0,16 (Wilcoxon-Test)	
	Änderung über die Zeit	
Mittelwert	-3,93	-4,29
Median	-3,90	-5,00
Standardabweichung	3,21	2,67
Varianz	10,30	7,15
1. – 3. Quartil	(-6,50) – (-0,80)	(-6,15) – (-2,45)
Min.; Max.	(-9,70); 0,50	(-8,50); 1,60
p-Wert	0,48 (Wilcoxon-Test)	

Tabelle 15: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31)

Bei Betrachtung der Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung durch den verblindeten Patienten zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Nasenseiten zum Zeitpunkt der Voruntersuchung. Es lag somit eine vergleichbare Ausgangssituation vor. Weder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch bei der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands vor der Operation vom Zustand bei der Langzeituntersuchung zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Modi pure RFITT und fine RFITT.

<i>Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung</i>	Voruntersuchung	Langzeituntersuchung
	Pure RFITT (n=31)	
Mittelwert	7,27	3,34
Median	7,40	2,10
Standardabweichung	1,93	3,02
Varianz	3,73	9,14
1. – 3. Quartil	6,75 – 8,75	0,55 – 6,20
Min.; Max.	2,10; 9,80	0; 8,20
p-Wert	6,88e ⁻⁰⁶ (Wilcoxon-Test)	
	Fine RFITT (n=31)	
Mittelwert	6,88	2,59
Median	7,00	1,50
Standardabweichung	2,26	2,53
Varianz	5,11	6,42
1. – 3. Quartil	5,65 – 8,80	0,40 – 4,60
Min.; Max.	0,70; 9,80	0; 8,20
p-Wert	5,96e ⁻¹⁰ (t-Test)	
	Beide Modi zusammen (n=62)	
Mittelwert	7,07	2,97
Median	7,40	1,60
Standardabweichung	2,09	2,79
Varianz	4,39	7,80
1. – 3. Quartil	5,88 – 8,80	0,43 – 5,80
Min.; Max.	0,70; 9,80	0; 8,20
p-Wert	6,09e ⁻¹¹ (Wilcoxon-Test)	

Tabelle 16: Vergleich der Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten

Die beiden Zeitpunkte Voruntersuchung und Langzeituntersuchung unterschieden sich signifikant hinsichtlich der Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung durch Bewertung des verblindeten Patienten. Das zeigte sich beim pure RFITT Modus, beim fine RFITT Modus und bei der allgemeinen Betrachtung von beiden Modi zusammen.

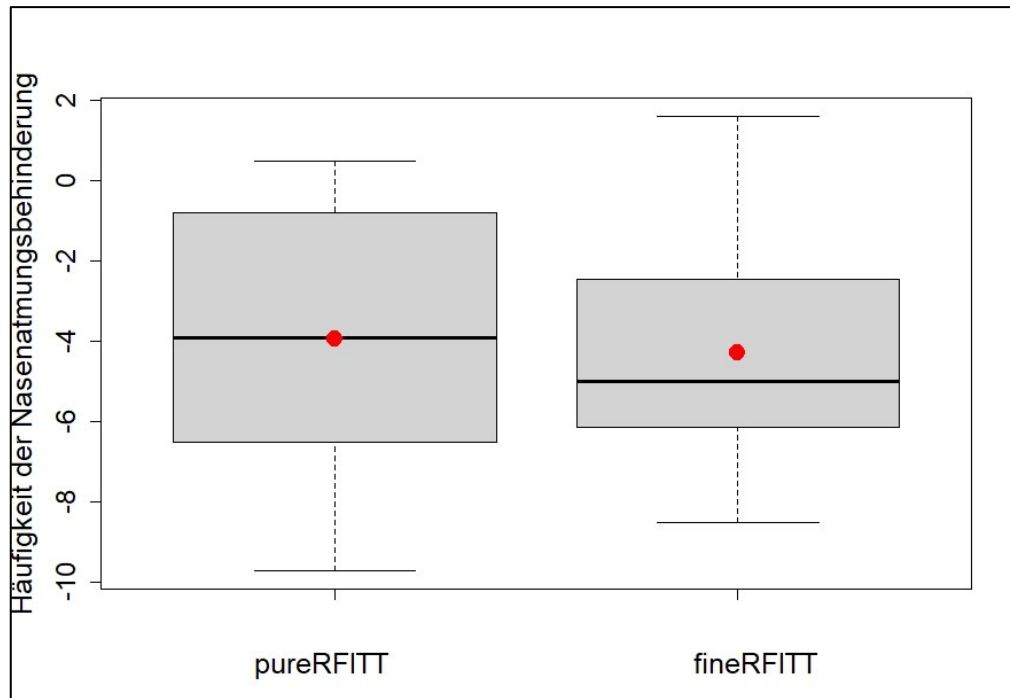


Abbildung 20: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;

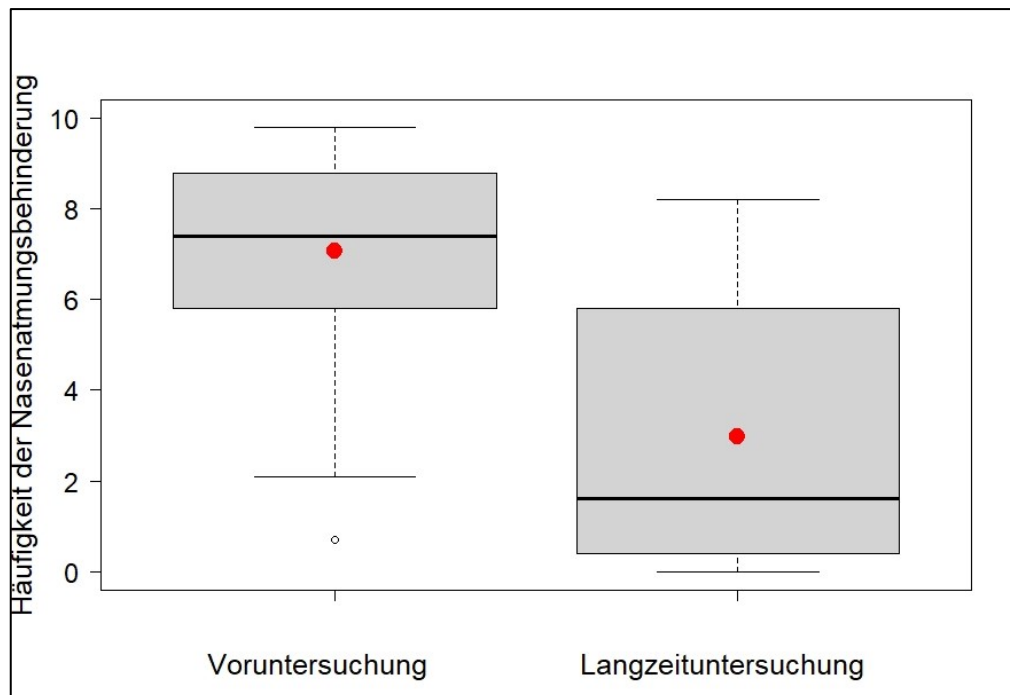


Abbildung 21: Vergleich der Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten für beide Modi zusammen (n=62)

3.3.3 Krustenbildung in der Nase

Krustenbildung	Pure RFITT	Fine RFITT
	Zeitpunkt: Voruntersuchung	
Mittelwert	2,55	2,35
Median	1,60	1,50
Standardabweichung	2,37	2,28
Varianz	5,61	5,21
1. – 3. Quartil	0,20 – 4,60	0,15 – 4,55
Min.; Max.	0; 6,80	0; 6,70
p-Wert	0,57 (Wilcoxon-Test)	
	Zeitpunkt: Langzeituntersuchung	
Mittelwert	1,55	1,48
Median	0,30	0,40
Standardabweichung	2,13	1,94
Varianz	4,52	3,75
1. – 3. Quartil	0,20 – 2,55	0,15 – 2,50
Min.; Max.	0; 8,40	0; 8,40
p-Wert	0,88 (Wilcoxon-Test)	
	Änderung über die Zeit	
Mittelwert	-1,01	-0,87
Median	-0,50	-0,80
Standardabweichung	2,09	2,17
Varianz	4,38	4,71
1. – 3. Quartil	(-1,90) – 0,05	(-2,05) – 0,10
Min.; Max.	(-6,30); 3,20	(-6,40); 3,30
p-Wert	0,38 (Wilcoxon-Test)	

Tabelle 17: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Krustenbildung aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31)

Bei Betrachtung der Krustenbildung durch den verblindeten Patienten zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Nasenseiten zum Zeitpunkt der Voruntersuchung. Es lag somit eine vergleichbare Ausgangssituation vor. Weder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch bei der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands vor der Operation vom Zustand bei der Langzeituntersuchung zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Modi pure RFITT und fine RFITT.

<i>Krustenbildung</i>	Voruntersuchung	Langzeituntersuchung
	Pure RFITT (n=31)	
Mittelwert	2,55	1,55
Median	1,60	0,30
Standardabweichung	2,37	2,13
Varianz	5,61	4,52
1. – 3. Quartil	0,20 – 4,60	0,20 – 2,55
Min.; Max.	0; 6,80	0; 8,40
p-Wert	0,01 (t-Test)	
	Fine RFITT (n=31)	
Mittelwert	2,35	1,48
Median	1,50	0,40
Standardabweichung	2,28	1,94
Varianz	5,22	3,75
1. – 3. Quartil	0,15 – 4,55	0,15 – 2,50
Min.; Max.	0; 6,70	0; 8,40
p-Wert	0,03 (t-Test)	
	Beide Modi zusammen (n=62)	
Mittelwert	2,45	1,51
Median	1,60	0,40
Standardabweichung	2,31	2,02
Varianz	5,34	4,06
1. – 3. Quartil	0,20 – 4,65	0,20 – 2,58
Min.; Max.	0; 6,80	0; 8,40
p-Wert	0,001 (Wilcoxon-Test)	

Tabelle 18: Vergleich der Krustenbildung zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten

Die beiden Zeitpunkte Voruntersuchung und Langzeituntersuchung unterschieden sich signifikant hinsichtlich der Krustenbildung durch Bewertung des verblindeten Patienten. Das zeigte sich beim pure RFITT Modus, beim fine RFITT Modus und bei der allgemeinen Betrachtung von beiden Modi zusammen.

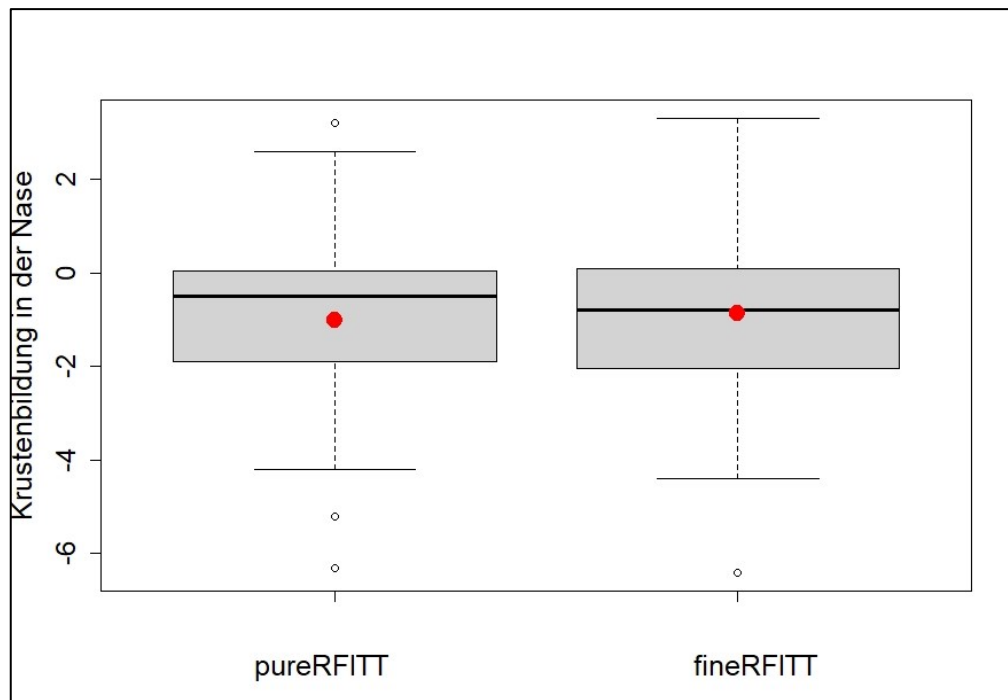


Abbildung 22: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Krustenbildung aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;

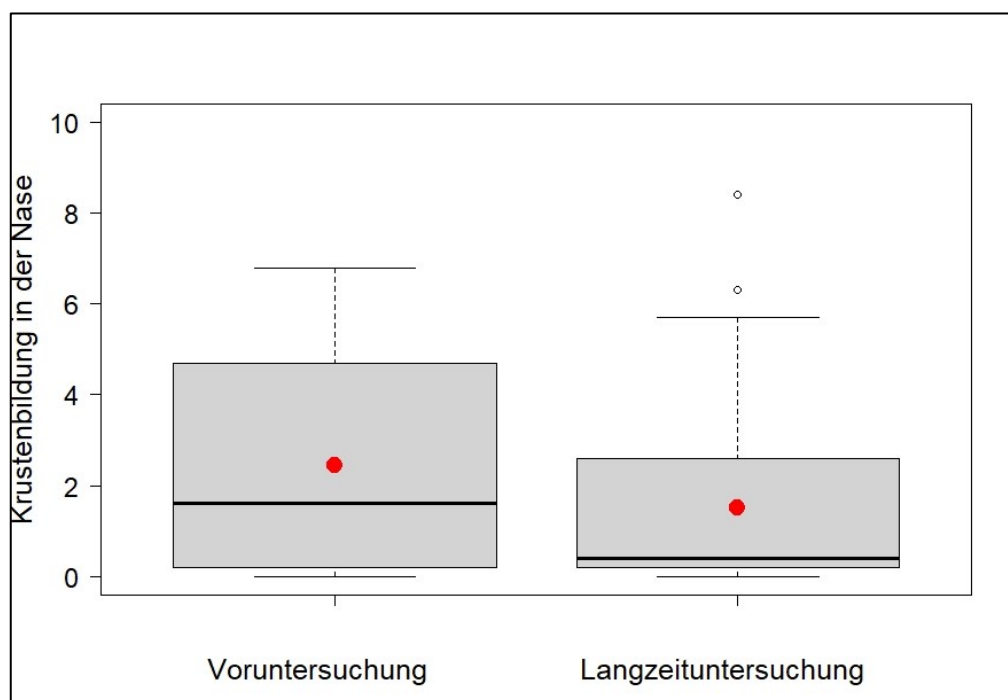


Abbildung 23: Vergleich der Krustenbildung zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten für beide Modi zusammen (n=62)

3.3.4 Nasensekretion in der Nase

Nasensekretion	Pure RFITT	Fine RFITT
	Zeitpunkt: Voruntersuchung	
Mittelwert	2,78	2,90
Median	1,80	1,80
Standardabweichung	2,50	2,50
Varianz	6,26	6,26
1. – 3. Quartil	0,65 – 4,95	0,75 – 5,05
Min.; Max.	0; 8,40	0,10; 8,40
p-Wert	0,58 (Wilcoxon-Test)	
	Zeitpunkt: Langzeituntersuchung	
Mittelwert	1,97	1,81
Median	0,70	0,80
Standardabweichung	2,53	2,24
Varianz	6,39	5,00
1. – 3. Quartil	0,15 – 2,65	0,20 – 2,85
Min.; Max.	0; 8,50	0; 8,30
p-Wert	0,79 (Wilcoxon-Test)	
	Änderung über die Zeit	
Mittelwert	-0,82	-1,09
Median	-0,20	-0,60
Standardabweichung	2,83	2,60
Varianz	8,01	6,78
1. – 3. Quartil	(-2,90) – 0,60	(3,40) – 0,10
Min.; Max.	(-5,40); 6,60	(-5,50); 4,30
p-Wert	0,60 (Wilcoxon-Test)	

Tabelle 19: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Nasensekretion aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31)

Bei Betrachtung der Nasensekretion durch den verblindeten Patienten zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Nasenseiten zum Zeitpunkt der Voruntersuchung. Es lag somit eine vergleichbare Ausgangssituation vor. Weder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch bei der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands vor der Operation vom Zustand bei der Langzeituntersuchung zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Modi pure RFITT und fine RFITT.

<i>Nasensekretion</i>	Voruntersuchung	Langzeituntersuchung
	Pure RFITT (n=31)	
Mittelwert	2,78	1,97
Median	1,80	0,70
Standardabweichung	2,50	2,53
Varianz	6,26	6,39
1. – 3. Quartil	0,65 – 4,95	0,15 – 2,65
Min.; Max.	0; 8,40	0; 8,50
p-Wert	0,21 (Wilcoxon-Test)	
	Fine RFITT (n=31)	
Mittelwert	2,90	1,81
Median	1,80	0,80
Standardabweichung	2,50	2,24
Varianz	6,26	5,00
1. – 3. Quartil	0,75 – 5,05	0,20 – 2,85
Min.; Max.	0,10; 8,40	0; 8,30
p-Wert	0,03 (t-Test)	
	Beide Modi zusammen (n=62)	
Mittelwert	2,84	1,89
Median	1,80	0,75
Standardabweichung	2,48	2,37
Varianz	6,16	5,61
1. – 3. Quartil	0,70 – 5,00	0,20 – 2,68
Min.; Max.	0; 8,40	0; 8,50
p-Wert	0,01 (Wilcoxon-Test)	

Tabelle 20: Vergleich der Nasensekretion zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten

Die beiden Zeitpunkte Voruntersuchung und Langzeituntersuchung unterschieden sich signifikant hinsichtlich der Nasensekretion durch Bewertung des verblindeten Patienten bei Allgemeinbetrachtung der beiden Modi zusammen. Das zeigte sich auch beim fine RFITT Modus, jedoch nicht beim pure RFITT Modus.

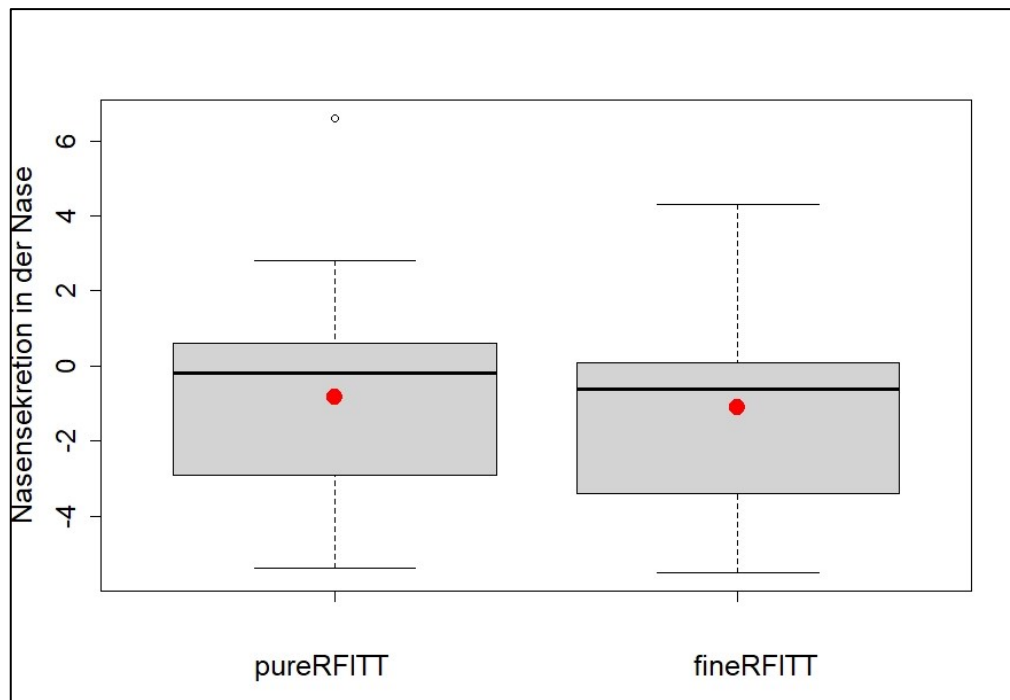


Abbildung 24: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Nasensekretion aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;

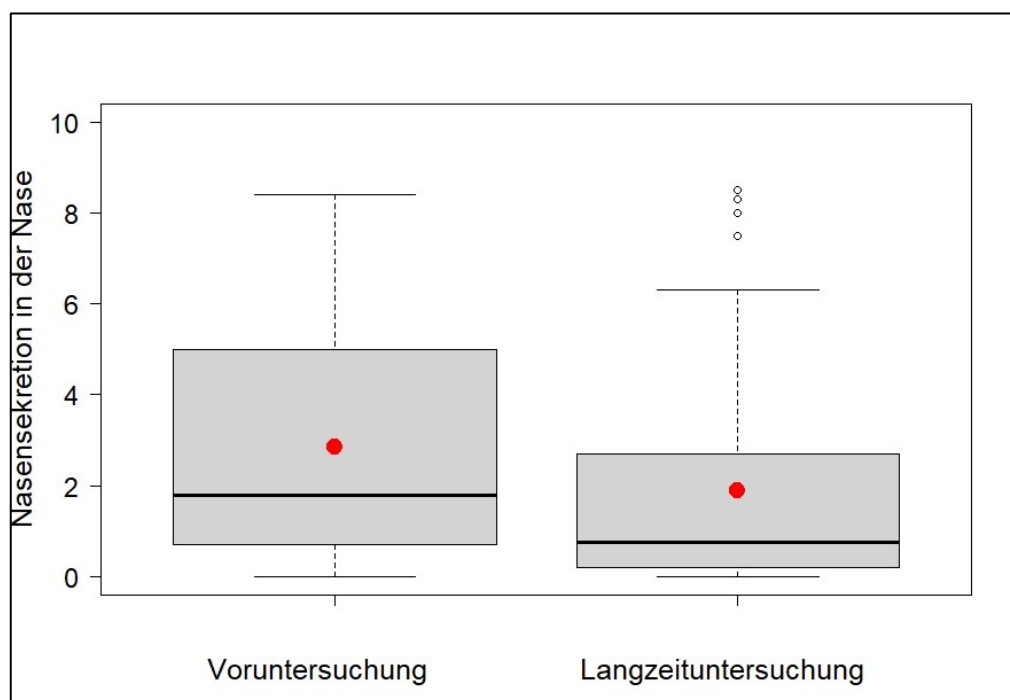


Abbildung 25: Vergleich der Nasensekretion zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten für beide Modi zusammen (n=62)

3.3.5 Juckreiz in der Nase

Juckreiz	Pure RFITT	Fine RFITT
	Zeitpunkt: Voruntersuchung	
Mittelwert	1,43	1,43
Median	0,50	0,60
Standardabweichung	2,21	2,19
Varianz	4,89	4,80
1. – 3. Quartil	0,15 – 2,25	0,15 – 2,20
Min.; Max.	0; 9,90	0; 9,90
p-Wert	0,83 (Wilcoxon-Test)	
	Zeitpunkt: Langzeituntersuchung	
Mittelwert	1,07	0,92
Median	0,30	0,30
Standardabweichung	1,78	1,44
Varianz	3,17	2,07
1. – 3. Quartil	0,10 – 0,80	0,10 – 0,85
Min.; Max.	0; 7,40	0; 6,20
p-Wert	0,53 (Wilcoxon-Test)	
	Änderung über die Zeit	
Mittelwert	-0,36	-0,51
Median	0	-0,20
Standardabweichung	2,54	2,06
Varianz	6,47	4,24
1. – 3. Quartil	(-0,65) – 0,10	(-0,65) – 0,10
Min.; Max.	(-9,90); 7,20	(-9,90); 2,00
p-Wert	0,88 (Wilcoxon-Test)	

Tabelle 21: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich des Juckreizes aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31)

Bei Betrachtung des Juckreizes durch den verblindeten Patienten zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Nasenseiten zum Zeitpunkt der Voruntersuchung. Es lag somit eine vergleichbare Ausgangssituation vor. Weder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch bei der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands vor der Operation vom Zustand bei der Langzeituntersuchung zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Modi pure RFITT und fine RFITT.

<i>Juckreiz</i>	Voruntersuchung	Langzeituntersuchung
	Pure RFITT (n=31)	
Mittelwert	1,43	1,07
Median	0,50	0,30
Standardabweichung	2,21	1,78
Varianz	4,90	3,17
1. – 3. Quartil	0,15 – 2,25	0,10 – 0,80
Min.; Max.	0; 9,90	0; 7,40
p-Wert	0,22 (Wilcoxon-Test)	
	Fine RFITT (n=31)	
Mittelwert	1,43	0,92
Median	0,60	0,30
Standardabweichung	2,19	1,44
Varianz	4,80	2,07
1. – 3. Quartil	0,15 – 2,20	0,10 – 0,85
Min.; Max.	0; 9,90	0; 6,20
p-Wert	0,14 (Wilcoxon-Test)	
	Beide Modi zusammen (n=62)	
Mittelwert	1,43	0,99
Median	0,55	0,30
Standardabweichung	2,18	1,61
Varianz	4,77	2,58
1. – 3. Quartil	0,13 – 2,28	0,10 – 0,85
Min.; Max.	0; 9,90	0; 7,40
p-Wert	0,05 (Wilcoxon-Test)	

Tabelle 22: Vergleich des Juckreizes zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten

Die beiden Zeitpunkte Voruntersuchung und Langzeituntersuchung unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich des Juckreizes durch Bewertung des verblindeten Patienten. Das zeigte sich beim pure RFITT Modus, beim fine RFITT Modus und bei der allgemeinen Betrachtung von beiden Modi zusammen.

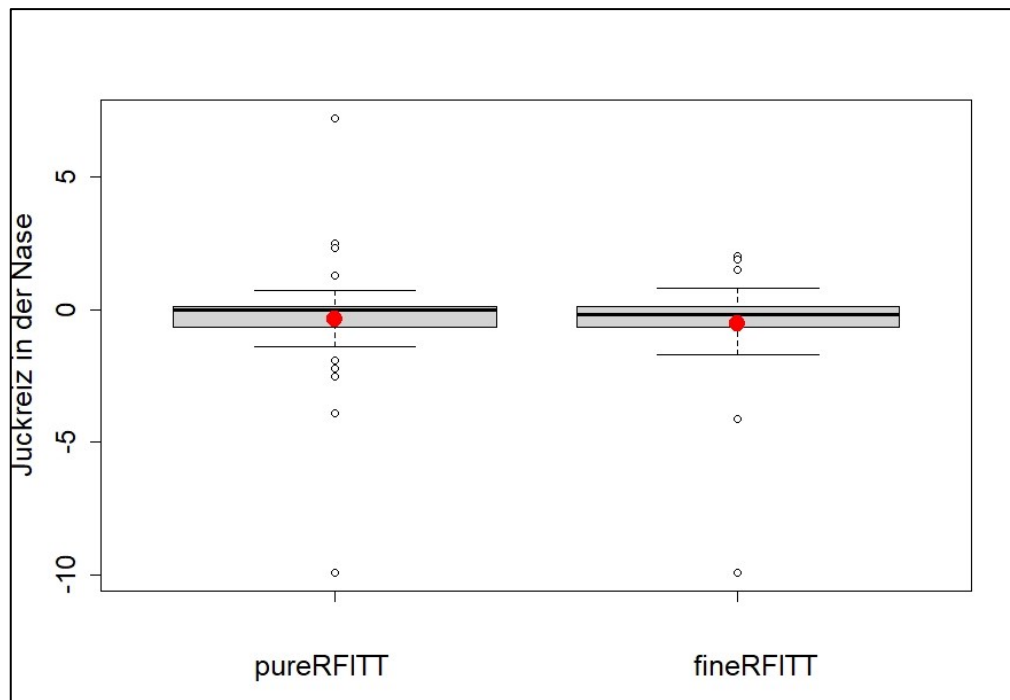


Abbildung 26: Vergleich von *pure RFITT* und *fine RFITT* hinsichtlich des Juckreizes aus Sicht des verblindeten Patienten ($n=31$) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;

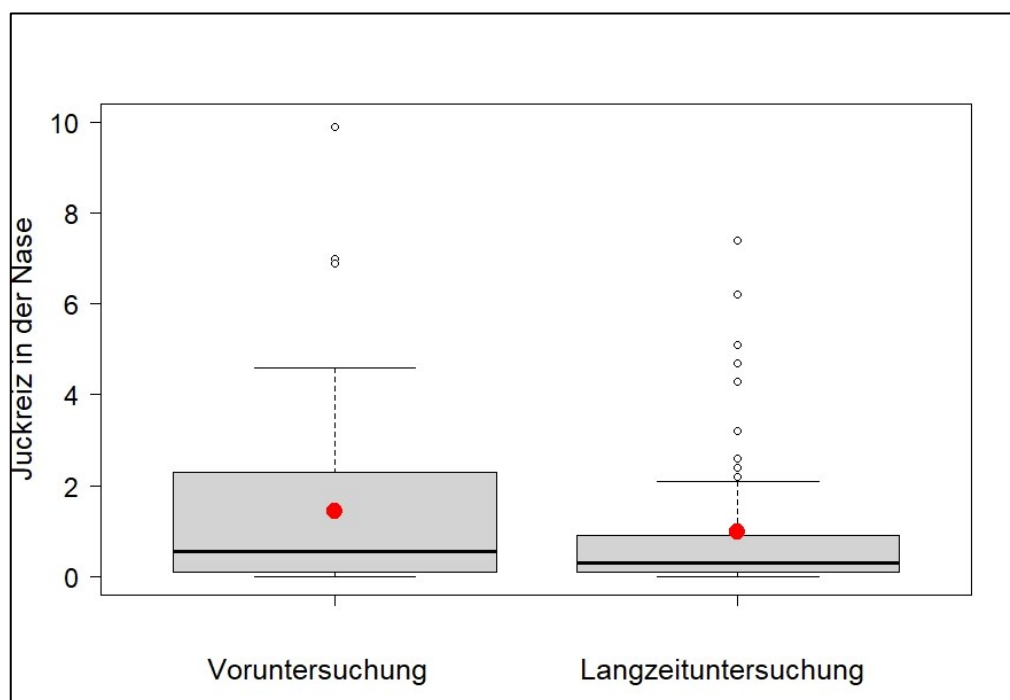


Abbildung 27: Vergleich des Juckreizes zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten für beide Modi zusammen ($n=62$)

3.4 Objektive Messwerte: Rhinomanometrie

Sowohl zum Zeitpunkt vor der Operation als auch bei der Langzeitkontrolle wurde eine rhinomanometrische Messung bei den Patienten durchgeführt. Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse dieser objektiven Messwerte dargestellt. Die Ergebnisdarstellung entspricht der in Kapitel 3.2 und 3.3. Die statistische Auswertung erfolgte nach dem t-Test für zwei verbundene Stichproben bei normalverteilten Daten oder nach dem Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben bei nicht normalverteilten Daten.

<i>Volumengeschwindigkeit (ml/s)</i>	Pure RFITT	Fine RFITT
	Zeitpunkt: Voruntersuchung	
Mittelwert	229,40	213,80
Median	194,00	184,00
Standardabweichung	144,72	140,53
Varianz	20943,45	19749,43
1. – 3. Quartil	142,00 – 329,50	122,00 – 305,50
Min.; Max.	20,00; 591,00	39,00; 679,00
p-Wert	0,53 (t-Test)	
	Zeitpunkt: Langzeituntersuchung	
Mittelwert	305,90	288,50
Median	250,00	321,00
Standardabweichung	178,86	174,34
Varianz	31989,29	30392,86
1. – 3. Quartil	204,50 – 380,00	121,50 – 412,50
Min.; Max.	80,00; 784,00	50,00; 617,00
p-Wert	0,52 (t-Test)	
	Änderung über die Zeit	
Mittelwert	76,48	74,68
Median	33,00	52,00
Standardabweichung	181,80	174,04
Varianz	33051,72	30289,09
1. – 3. Quartil	(-29,00) – 120,00	(-54,50) – 172,00
Min.; Max.	(-341,00); 563,00	(-252,00); 516,00
p-Wert	0,96 (t-Test)	

Tabelle 23: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Volumengeschwindigkeit in ml/s (n=31)

Bei Betrachtung der Volumengeschwindigkeit (ml/s) bei der Rhinomanometrie zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Nasenseiten zum Zeitpunkt der Voruntersuchung. Es lag somit eine vergleichbare Ausgangssituation vor. Weder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch bei der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands vor der

Operation vom Zustand bei der Langzeituntersuchung zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Modi pure RFITT und fine RFITT.

Volumengeschwindigkeit (ml/s)	Voruntersuchung	Langzeituntersuchung
	Pure RFITT (n=31)	
Mittelwert	229,40	305,90
Median	194,00	250,00
Standardabweichung	144,72	178,86
Varianz	20943,45	31989,29
1. – 3. Quartil	142,00 – 329,50	204,50 – 380,00
Min.; Max.	20,00; 591,00	80,00; 784,00
p-Wert	0,04 (Wilcoxon-Test)	
	Fine RFITT (n=31)	
Mittelwert	213,80	288,50
Median	184,00	321,00
Standardabweichung	140,53	174,34
Varianz	19749,43	30392,86
1. – 3. Quartil	122,00 – 305,50	121,50 – 412,50
Min.; Max.	39,00; 679,00	50,00; 617,00
p-Wert	0,02 (t-Test)	
	Beide Modi zusammen (n=62)	
Mittelwert	221,60	297,20
Median	189,50	267,50
Standardabweichung	141,69	175,38
Varianz	20074,83	30756,85
1. – 3. Quartil	127,50 – 324,00	151,00 – 407,50
Min.; Max.	20,00; 679,00	50,00; 784,00
p-Wert	0,003 (Wilcoxon-Test)	

Tabelle 24: Vergleich der Volumengeschwindigkeit in ml/s zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle

Die beiden Zeitpunkte Voruntersuchung und Langzeituntersuchung unterschieden sich signifikant hinsichtlich der Volumengeschwindigkeit (ml/s) bei der Rhinomanometrie. Das zeigte sich beim pure RFITT Modus, beim fine RFITT Modus und bei der allgemeinen Betrachtung von beiden Modi zusammen.

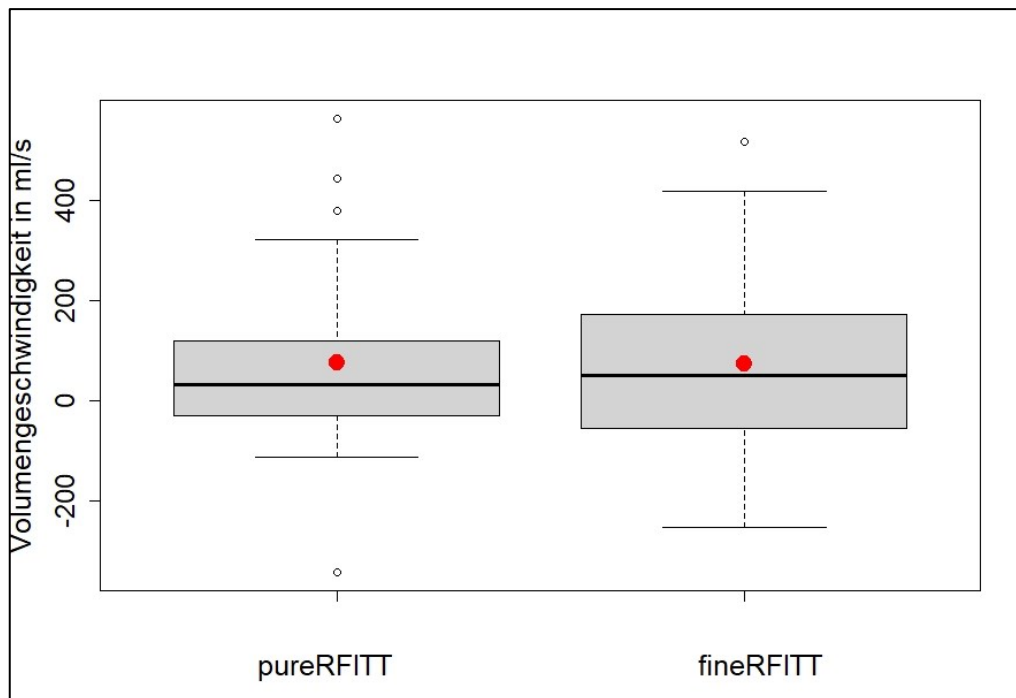


Abbildung 28: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Volumengeschwindigkeit in ml/s ($n=31$) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;

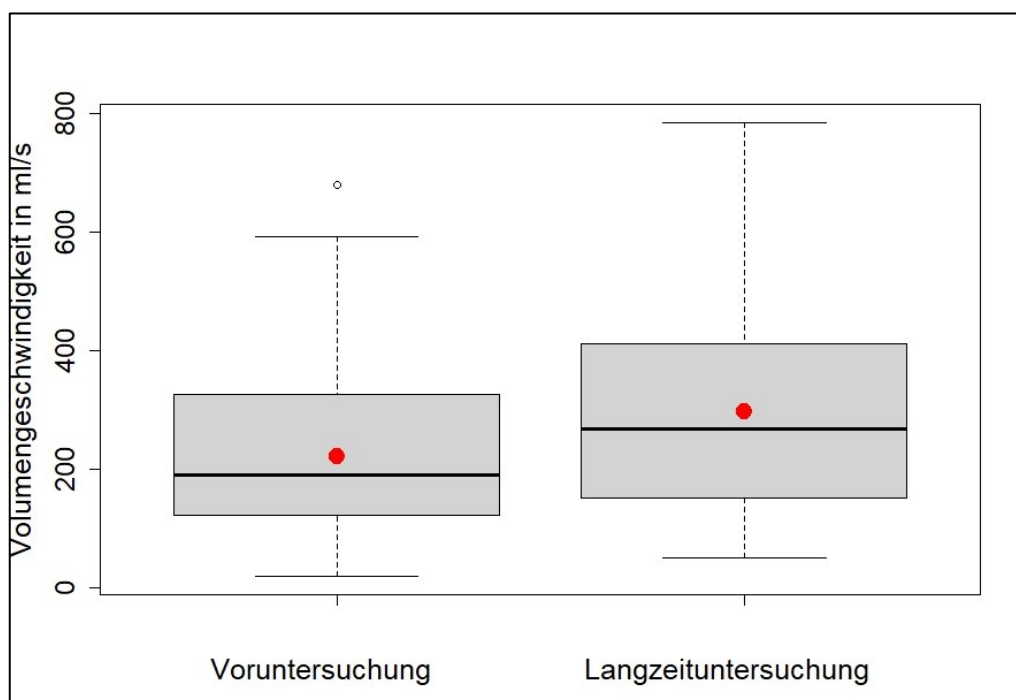


Abbildung 29: Vergleich der Volumengeschwindigkeit in ml/s zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle für beide Modi zusammen ($n=62$)

4 Diskussion

Um die richtige Indikation für einen operativen Eingriff stellen zu können, werden diagnostische Mittel im Sinne einer Funktionsanalyse benötigt. Sie können die vom Patienten subjektiv beschriebene Nasenatmungsbehinderung objektivieren. Diese Verfahren sind nicht nur für die prä- und postoperative Diagnostik und Qualitätskontrolle wichtig, man erlangt durch sie auch einen Einblick in die vorliegende Pathologie. Durch eine adäquat durchgeführte Funktionsanalyse kann der Therapieerfolg bereits vor der Operation abgeschätzt werden. Somit können unnötige Operationen vermieden werden. Eine angemessene Diagnostik wird vor allem durch die Kombination von objektiven und subjektiven Methoden erreicht (33). Dennoch werden diese Verfahren im klinischen Alltag der Rhinologie zu wenig angewandt (77). Eine klinische Untersuchung sollte vor und nach dem Abschwellen der Nasenschleimhaut mithilfe eines Vasokonstriktors erfolgen. Hierbei ist der Zusammenhang der Subjektivität und der Objektivität von Bedeutung. Ein Therapieerfolg ist wahrscheinlich, wenn die subjektive Wahrnehmung mit der objektiv abgeschwollenen Nase korreliert (49). Grundsätzlich bietet die RMM die Gelegenheit, die Gesamtheit des Ausmaßes der Nasenatmungsbehinderung zu betrachten. Informationen über die Ursache der Obstruktion kann sie allerdings nicht geben. Deswegen wird die RMM für die prä- und postoperative Diagnostik und Qualitätssicherung alleinig nicht empfohlen. Problematisch bei der posterioren Rhinomanometrie ist die Stellung des Velum palatinum zur Rachenhinterwand. Sie kann den Messwert falsch darstellen. Deswegen wird die Anwendung der posterioren RMM abgelehnt. Zusätzlich müssen bei der RMM die Messwerte durch den exponentiellen Zusammenhang im Bereich der vierten und fünften Potenz der Änderung der Nasenweite und der Volumengeschwindigkeit als kritisch angesehen werden. In einer engen Nase wirkt sich eine Änderung des Schwellungszustands der Nasenschleimhaut stärker auf die Volumengeschwindigkeit aus als in einer weiten Nase. Die RRM bietet hingegen die Gelegenheit, bessere Einblicke in die (Patho-) Physiologie der

Nase zu bekommen. Sie berücksichtigt zusätzlich Parameter wie das Turbulenzverhalten, den hydraulischen Durchmesser und die Wandbeschaffenheit. Dies lässt im Unterschied zur RMM neben der Objektivierung des Obstruktionsgrads erste Erkenntnisse über die Ursachen des erhöhten nasalen Widerstandes zu (38). Die AR gibt zwar eine Aussage über Ort und Größe, jedoch nicht über die Form der Einengungen. Deswegen ist eine Kombination mit der RRM zu empfehlen, welche über ihre Parameter Aussagen zur Strömungsdynamik geben können, die wiederum für die Form wichtig sind. RMM, RRM und AR unterliegen dem Problem, dass sie nur die Situation des Messungszeitpunkts objektivieren können. Deshalb wurde die LRM entwickelt. Indiziert ist die LRM bei Unstimmigkeiten zwischen Aussagen des Patienten und Messungen der RRM und AR, bei Nachtbeschwerden des Patienten und bei Bedarf der Darstellung des Nasenzyklus (33). Generell unterliegt die Diagnostik der Problematik, dass die subjektive Wahrnehmung des Patienten oftmals den objektiven Messwerten widerspricht. In einer Studie von Cole gaben 20% der Patienten an, unter Nasenatmungsbehinderung zu leiden, obwohl die rhinomanometrisch gemessenen Widerstandswerte im Normalbereich bei weniger als $0,25 \text{ Pa/cm}^3/\text{s}$ lagen (78). Mlynski wies darauf hin, dass am Beispiel der Muschelresektion eine objektive Verbesserung durch Verringerung des Nasenwiderstands vorliegt, obwohl in Wirklichkeit eine Verschlechterung der respiratorischen Funktion der Nase auftritt (79). Bei Schädigung der trigeminal verschalteten sensorischen Nervenendigungen durch operative Eingriffe wie z.B. der totalen / subtotalen Nasenmuschelresektion oder bei einer Rhinoplastik kann eine subjektiv empfundene Nasenatmungsbehinderung hervorgerufen werden - ohne, dass sich der Widerstand der Nasenluftwege ändert (80).

Aus einer endlosen Vielzahl an Methoden zur Verkleinerung der unteren Nasenmuschel scheint es für einen Behandler überfordernd zu sein, welche Methode die beste ist. Außerdem wird in der Literatur darauf hingewiesen, dass es einen erheblichen Mangel an qualifizierten, randomisierten Studien zur Verkleinerung der unteren Nasenmuschel gibt. Deshalb ist ein Vergleich der verschiedenen Operationsmethoden schwierig (20, 81). Resezierende

Verfahren wie die partielle oder die totale Turbinektomie werden heutzutage als radikale Therapieoptionen angesehen. Sie sind zwar simpel in der Durchführung und führen zu einer effektiven Verringerung des Atemwegswiderstand, haben jedoch eine subjektive Nasenatmungsbehinderung des Patienten zur Folge, da sie die Thermorezeptor-Afferenzen angreifen (4). Dieses Ereignis wird auch als „Empty-Nose-Syndrom“ bezeichnet (2). Als gemeinsames Ziel jeder Behandlungsform steht die Erhaltung einer größtmöglichen Schleimhautquerschnittsfläche, um keinen Verlust von wichtiger Kontaktfläche der Mukosa zu Einatemluft zu riskieren und somit dem „Empty-Nose-Syndrom“ entgegenzuwirken. Daher verlässt der heutige Stand der Wissenschaft radikale chirurgische Verfahren und fast alle Therapieformen orientieren sich an einer submukösen Volumenreduktion. Radikale Verfahren finden vielmehr nur noch Anwendung bei Tumorresektionen (3). Vielversprechender scheinen schleimhautschonendere Techniken, wie die anteriore inferiore Turbinoplastik oder das weniger invasive Verfahren, die submuköse Resektion, zu sein. Beide Methoden zeigen baldige klinische Effekte und eine rasche Wundheilung (82-84). Sie finden ihre Anwendung in Intubationsnarkose bei Kombinationstherapien mit einer Os turbinale Lateralisierung oder einer Septumplastik (4). Die Laterofrakturierung zeigt sich als einfache chirurgische Maßnahme zur Verminderung der Nasenatmungsbehinderung. Diese sichere Technik findet jedoch alleinig einen geringen Stellenwert. Meist tritt sie in Kombination mit anderen Therapien auf und erzielt somit bessere Erfolge (44, 45). Die Kryotherapie als koagulierendes Verfahren wurde aus mehreren Gründen abgeschafft. Die Langzeitwerte waren enttäuschend und die Volumenreduktion schwer zu prognostizieren (20, 85). Bei der Infrarotkoagulation berichteten Autoren von einem zufriedenstellenden Therapieerfolg (86). Zur Argon-Plasma-Therapie wird ein breites Anwendungsgebiet angegeben, wie z.B. die oberflächliche Blutstillung und Gewebsdevitalisierung. Außerdem ist sie sicher in der Handhabung und zeigt ein gewebsschonendes Verhalten (87). Bei der submukösen Diathermie kann es durch eine hohe Temperaturentwicklung zu Blutungskomplikationen und

zur Schädigung von Gewebe kommen (88, 89). Die Lasertherapie erfährt heutzutage eine große Beliebtheit. Man kann sie ambulant durchführen und die Blutungsneigung ist gering (3). Jedoch hat die Lasertherapie mit dem Problem der Rezidivneigung der Muschelhypertrophie bei den Langzeitergebnissen zu kämpfen. Außerdem kommt es bei Anwendung eines Lasers zu einer vernarbten, geschädigten Oberfläche und somit zu einer mukoziliären Funktionsstörung, was eine sorgfältigere Nachsorge mit sich bringt (82, 90). Aufgrund hoher Anschaffungskosten und der eingeschränkten Einsetzbarkeit haben sich der Argonlaser und der KTP-Laser trotz guter Erfolge der Muschelreduktion nicht durchsetzen können. Beim Nd:YAG-Laser manifestiert sich die Veränderung am Gewebe durch eine große Eindringtiefe stärker. Der Diodenlaser bietet den Vorteil von niedrigen Anschaffungskosten und einer handlichen Gerätschaft (53). Durch das Prinzip der Photoablation kann beim Ho:YAG-Laser entgegen der thermischen Laserverfahren keine Schädigung des Gewebes abseits des Laserdefekts auftreten (91). Jedoch sind die Anschaffungskosten für den Ho:YAG-Lasers hoch. Der CO²-Laser ist der Laser, der am häufigsten in der HNO-Heilkunde angewandt wird (23).

Die Radiofrequenztherapie hat heutzutage einen großen Stellenwert bei chirurgischen Eingriffen. Bei der monopolaren Technik wird die Neutralelektrode meist fern vom Anwendungsgebiet am Körper des Patienten angeklebt. Dabei steigt der Gesamt Widerstand an. Außerdem muss mehr Leistung aufgebracht werden und das Risiko einer ungewollten Gewebsschädigung steigt. Daher sollte auf ein möglichst dichtes und sorgfältiges Anbringen der Neutralelektrode an die Ableitelektrode geachtet werden. Zudem müssen Implantate wie z.B. ein Herzschrittmacher berücksichtigt werden, da die monopolare Technik in solchen Fällen nicht indiziert ist. Der Strom hat bei der bipolaren Technik einen viel kleineren Weg als bei der monopolaren und somit ist eine geringere Leistung notwendig. Thermische Effekte entstehen nur minimal neben dem Operationsgebiet. Dadurch ist die bipolare Technik für minimalinvasives und präzises Operieren, vor allem im Kopf- und Halsbereich, geeignet. Das gut durchblutete Gewebe der Tonsillen oder auch der Nasenschleimhaut eignet sich grundsätzlich

hervorragend für die Radiofrequenztherapie. Die RF-Wellen haben eine besondere Wesensverwandtschaft zu Wassermolekülen, die sich in gut durchblutendem Gewebe wiederfinden. Die Wassermoleküle in diesem Gewebe verdampfen bei Erwärmung und somit steigt der Widerstand (1, 70). Um Folgeschäden im Gewebe zu vermeiden, wird der Stromfluss automatisch bei Überschreiten einer bestimmten Temperatur oder eines bestimmten Widerstands über eine akustische Rückmeldung abgebrochen (Auto-Stop-Funktion). Dadurch kann eine Überhitzung und eine Denaturierung des Gewebes verhindert werden. Somit wird die Radiofrequenzchirurgie als eine sichere Methode eingestuft und es kann eine gute Reproduzierbarkeit der Ergebnisse gewährleistet werden. Komplikationen treten trotz der Vorteile der Radiofrequenzchirurgie auf. In der Literatur wurden unter anderem Verbrennungen beschrieben. Diese entstanden vor allem unbeabsichtigt direkt am Patienten in einem Bereich außerhalb des OP-Gebiets. Dies ist durch eine höhere Achtsamkeit des Behandlers während des Eingriffs vermeidbar. Eine andere beschriebene Komplikation wie Verbrennungen durch metallische Gegenstände ist deutlich seltener, aber tückisch. Bemerkt wird der entstandene Schaden erst bei Entfernung des leitenden Gegenstandes (z.B. Retraktor oder Mundsperr). Bei Verwendung von metallischen Gegenständen in der Operation ist somit besondere Vorsicht geboten. Andere Komplikationen wie die Störung von anderen Medizingeräten (z.B. das EKG) können vermieden werden, wenn das Instrument abgeschirmt wird (z.B. durch eine Aluminiumfolie) (1).

Die Radiofrequenztherapie findet in der Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde multiplen Einsatz. Vor allem bei schwer zugänglichen und gut durchbluteten Arealen findet sie Anwendung. Am häufigsten fungiert sie bei der Indikation der Gewebsschrumpfung. Das findet man bei vergrößerten Nasenmuscheln, Tonsillen und beim erschlafften Gaumensegel. Durch punktgenaue Applikation beider Elektroden tief im Inneren des Gewebes ermöglicht die Radiofrequenztherapie eine Gewebsveränderung ohne Oberflächenschädigung. Im anderen Fall würde es zur Krustenbildung oder trophischen Problemen kommen. Besonders hilfreich entpuppen sich hierfür

Generatoren mit der bereits beschriebenen Auto-Stop-Funktion. Außerdem spielt die visuelle Kontrolle des Behandlers eine wichtige Rolle. Bei weißlicher Verfärbung der Schleimhaut zeigt sich eine Denaturierung des Gewebes. Der Vorgang sollte dann gestoppt werden. Bei Koagulation und Hämostase bei Gefäßversiegelungen wie z.B. bei transnasalen Schädelbasisoperationen findet sie auch ihre Anwendung. Sie eignet sich dafür hervorragend durch ihre gute Kontrollierbarkeit der Erwärmung und ihren niedrigen thermischen Randeffect. Dabei kommen sehr feine Spitzen zum Einsatz. Blutungsarmes Schneiden ist auch ein beliebtes Anwendungsgebiet der Radiofrequenztherapie. Dabei ist es wichtig, eine kurze und dünne Sonde zu verwenden (1).

Bei dieser Studie handelt es sich um eine randomisierte, prospektive, doppelblinde klinische Studie. Die Randomisierung garantiert, eine Verzerrung der Studienergebnisse durch eine Selektion der Patienten zu einem der beiden Modi auszuschließen. Randomisiert wurde nach dem Prinzip der Patientennummer. War die letzte Ziffer der Patientennummer gerade, so wurde der Patient mit dem fine RFITT Modus auf der rechten Seite und dem pure RFITT Modus auf der linken Seite behandelt; bei einer ungeraden letzten Ziffer der Patientennummer andersherum. Die Patientennummern wurden vom Computer zufällig erstellt und vergeben. Somit konnte eine rein zufällige und verdeckte Randomisierung gewährleistet und das Vorliegen einer Systematik ausgeschlossen werden. Der Behandler wusste weder zum Zeitpunkt vor der Operation, noch zum Zeitpunkt nach der Operation welche Seite mit dem pure RFITT Modus und welche Seite mit dem fine RFITT Modus behandelt wird bzw. wurde, da er bei der Untersuchung und bei der Operation keine Einsicht auf die Patientennummer hatte. Eine Ausnahme ist der Zeitpunkt während der Operation, da der Behandler selbst den Modus am Generator eingestellt hat. Dieses Problem wäre zu vermeiden gewesen, wenn eine dritte Person (z.B. eine angestellte Person in der Praxis) den Modus am Generator umgestellt hätte. Eine Verblindung des Patienten konnte zu allen Zeitpunkten gewährleistet werden, da sie während der Operation keine Sicht auf den Generator hatten und bei beiden Modi mit derselben Sonde operiert

wurden. Limitierend im Studiendesign war die Stichprobenanzahl von 31 Patienten. Das Problem von kleinen Fallzahlen ist, dass sich die statistischen Ergebnisse nicht immer über die erhobenen Stichproben hinaus auf eine Grundgesamtheit generalisieren lassen können. Durch die Stichprobenanzahl von 31 Patienten ist die Aussagekraft der Evidenz für oder gegen das Vorhandensein eines Erfolges der Behandlung minimiert und der Einfluss von zufälligen Schwankungen in der Stichprobe erhöht. Diese Limitation relativiert sich jedoch durch das intraindividuelle Design dieser Studie. Die Patienten wurden mit sich selbst verglichen, da jeweils die eine Nasenseite mit dem einen Modus und die andere Nasenseite mit dem anderen Modus behandelt wurde. Somit wurden die beiden Modi pure RFITT und fine RFITT innerhalb eines jeden Studienteilnehmers verglichen. Das ermöglicht eine Ausschließung von Störfaktoren wie z.B. die biologische Streuung, die bei einem interindividuellen Vergleich auftreten können.

Für diese Studie wurden zwei Radiofrequenzmodi des Generators Celon Elite© der Firma Olympus selektiert. Der neue Generator Celon Elite© bietet den Vorteil, dass zwei verschiedene Radiofrequenzmuster möglich sind. Diese Studie verglich den Langzeiterfolg der beiden Radiofrequenzmodi pure RFITT und fine RFITT. Dabei wurden zwei verschiedene Forschungsfragen betrachtet: Primär wurden die beiden Modi pure RFITT und fine RFITT miteinander verglichen. Sekundär beschäftigte sich diese Studie mit der Frage, ob es allgemein einen Unterschied zwischen dem Zustand vor der Operation zum Zustand nach der Operation gab. Ziel dieser Arbeit war es, herauszufinden, ob die Radiofrequenztherapie mit dem pure und fine RFITT Modus einen effektiven Nutzen hat. Als knappen Einstieg wurden Daten von während der Operation betrachtet. Man verglich die beiden Methoden hinsichtlich des Schmerzes und anderer unangenehmer Empfindungen perioperativ. Die Patienten kamen zur Untersuchung vor der Operation und zu einer Langzeituntersuchung im mittleren Zeitraum von 10,7 Monaten nach der Operation, um vom Chirurgen mittels Rhinoskopie untersucht zu werden und um selbst den Zustand mittels eines Fragebogens zu evaluieren. Der verblindete Untersucher bewertete den Schwellungszustand, die

Krustenbildung und die Nasensekretion der unteren Nasenmuscheln zum Zeitpunkt vor der OP und zum Zeitpunkt der Langzeitkontrolle auf jeder Nasenseite mittels anteriorer Rhinoskopie. Durch die Erfahrung und das medizinische Wissen eines HNO-Arztes erlangte diese Studie eine valide Evaluierung des Zustands der Nasenmuschel. Die Patienten bewerteten ebenso zu beiden Zeitpunkten subjektiv anhand der VAS Skala: den Schweregrad und die Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung, die Krustenbildung in der Nase, die Nasensekretion und den Juckreiz in der Nase. Die VAS Skala wurde bereits effektiv in mehreren Studien zur Bewertung eingesetzt (92-97). Maxwell beschrieb diese Methode als einfach zu bedienen und sehr genau beim Testen von Unterschieden (98). Die subjektive Bewertung durch den Patienten ist unerlässlich und fortwährend eine wichtige Methode, um den Therapieerfolg der Nasenmuschelverkleinerung zu bewerten (99). Zur Objektivierung wurden Daten aus rhinomanometrischen Messungen vor der Operation und zur Langzeitkontrolle nach der Operation erhoben. Objektive Messungen unterliegen jedoch der Kritik. Bislang existiert kein objektives Testverfahren als Goldstandard, das die Muschelfunktion quantifizieren kann. Dafür wären Tests notwendig, die eine Quantifizierung der Klimatisierungsfunktion der Nasenschleimhaut erlauben. Das wären Tests, die die Luftanfeuchtung, die Temperaturanpassung und die Luftfilterung durch die Nasenschleimhaut berücksichtigen. Diese existieren jedoch nicht. Deshalb ist es umso wichtiger, bei der Evaluierung von operativen Methoden ein Minimum an vorhandenen Testverfahren zu fordern. Lenders et al. forderten hierbei sogar Tests zum Feststellen einer allergischen Rhinitis, Nasenwiderstandsmessungen, Zilienfunktionsuntersuchungen und eine Histologie der Nasenschleimhaut (100). Objektive Messverfahren sollten deshalb nicht zur alleinigen Beurteilung eines Therapieerfolgs herangezogen werden. In dieser Studie unterlagen die rhinomanometrischen Messwerte außerdem dem Problem, dass bei elf Messungen die Kalibrierung durch Verschieben des Koordinatensystems manuell korrigiert werden musste. Deswegen wurden die Messwerte der Rhinomanometrie nur als Ergänzung in

diese Studie aufgenommen, mit dem Ziel, bereits erlangte Ergebnisse aus subjektiven Bewertungen, zu bestätigen.

Es existieren bereits zahlreiche Studien, die eine Nasenmuschelverkleinerung mittels Radiofrequenzbehandlung mit dem Celon Lab® Generator der Firma Olympus vorgenommen haben (6, 7, 101). Ergebnisse aus den Studien sind vielversprechend und verdeutlichen die Vorteile dieser Methode: die Schonung der Mukosa, die Erhaltung der mukoziliären Clearance und die damit verbundene weniger intensive Nachsorge des Patienten (4). Seeger et al. betonten den Vorteil der Anwendung der Methode in Lokalanästhesie. Außerdem konnte auf Tamponaden verzichtet werden (101). Ähnliche Systeme von anderen Herstellern wurden in zahlreichen anderen Studien verwendet. Cavaliere et al. zeigten, dass die Radiofrequenztherapie eine wirksame und sanfte Alternative zur konventionellen chirurgischen Muschelverkleinerung mit Schonung der Schleimhaut ist. Es wurde davon berichtet, dass keine Tamponaden erforderlich waren, der Eingriff ambulant und unter örtlicher Betäubung durchgeführt werden konnte. Außerdem konnten die Patienten sofort nach der Intervention entlassen werden und die mukoziliäre Funktion wurde nicht beeinflusst (102). Coste et al. zeigten ebenfalls, dass die Zilienschlagfrequenz nicht beeinflusst wurde und die Radiofrequenztherapie die Mukosa nicht angreift (95). Sapci et al. untersuchten Patienten, die mittels Lasertherapie, partieller Turbinektomie und Radiofrequenztherapie operiert wurden. Es zeigte sich, dass bei der Radiofrequenztherapie die mukoziliäre Transportzeit bei 10,33 Minuten den niedrigsten Wert aufwies. Somit zeigte auch diese Studie, dass die Radiofrequenztherapie effektiv ist und zugleich die Funktion des mukoziliären Transports schont (5).

Die Nasenmuschel zeigt oftmals keinen geradlinigen Verlauf. Deshalb sind mehrfache Einstiche in das Gewebe nötig. Die mittlere Anzahl an Einstichen lag mit 2,1 auf der pure RFITT Seite und mit 2,2 auf der fine RFITT Seite relativ gering. Jedoch benötigte es unabhängig vom Radiofrequenzmuster mehr als einen Einstich in die Nasenmuschel. Eine höhere Anzahl an Einstichen

bedeutet jedoch eine erhöhte Schmerzempfindung des Patienten. In dieser Studie lag die mittlere Anzahl an Läsionen sowohl auf der pure RFITT Seite bei 5,7 und auf der fine RFITT Seite bei 5,6. Je mehr Läsionen gesetzt werden, desto höher ist das Hitzeempfinden des Patienten. In der Studie von Patscheider wurden ähnliche Werte beschrieben. Die mittlere Anzahl an Einstichen beim pure RFITT Modus lag bei 2,7 und die mittlere Anzahl der Läsionen bei 5,1 (6).

Perioperativ traten mehr Blutungen beim fine RFITT Modus (acht Blutungen, 25,8%) als beim pure RFITT Modus (sechs Blutungen, 19,4%) auf. Beim fine RFITT Modus mussten drei der acht Blutungen durch Privin getränkte Watte oder -tupfer oder Bipolation mittels einer Sonde gestillt werden, beim pure RFITT Modus drei der sechs. Seeger et al. beschrieben, dass keiner der 38 Patienten eine so starke Blutung aufwies, dass es eine externe Behandlung erforderte (101). Patscheider beschrieb, dass 77% der Patienten perioperativ geblutet haben, jedoch nur ein Patient davon eine externe Blutstillung benötigte. In der vorliegenden Studie traten insgesamt weniger Blutungen auf, jedoch mussten davon mehr extern gestillt werden (6). Der Operateur dokumentierte externe Blutstillungen jedoch sehr streng. Bereits bei Einlage eines zweiten Tupfers wurde eine externe Blutstillung notiert.

Die beiden Modi unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich des Schmerzes während der Operation. Der Median beim pure RFITT Modus lag bei 6,0 und beim fine RFITT Modus bei 5,0 (VAS Skala). Vergleichsstudien berichten grundsätzlich von geringen Schmerzen während der Operation. Patscheider gab einen Median beim pure RFITT Modus von 2,0 an (6). Seeger et al. beschrieben, dass 95% der Patienten keine bis gut erträgliche Schmerzen während der OP hatten. In nur 5% der Fälle war der Schmerz nicht erträglich. In der VAS Skala lag der Mittelwert der Schmerzen bei 2,2, was niedriger ist als in der vorliegenden Studie (Mittelwert = 5,85) (101). De Corso et al. beschrieben, dass 87% Prozent der 305 Patienten keine bis wenig Schmerzen während der Operation hatten. Nur 13% hatten moderate bis starke Schmerzen. Die größere Stichprobenanzahl in der Studie von de Corso

et al. ist aussagekräftiger (103). Jedoch sei zu erwähnen, dass in der Studie von Patscheider zusätzlich mit Lidocain eingespritzt und bei Corso et al. die Patienten zusätzlich zur Lokalanästhesie sediert wurden.

Die Patienten gaben andere unangenehme Empfindungen an. Dabei wurde der fine RFITT Modus als signifikant angenehmer empfunden. Jedoch sind beide Werte als relativ gering zu werten. Der Median lag bei 3,40 beim pure RFITT Modus und bei 2,50 beim fine RFITT Modus (VAS Skala). Der Median bei Patscheider lag bei 2,8 beim pure RFITT Modus, was einem geringeren Wert als in der vorliegenden Studie entspricht (6). Li et al. beschrieben, dass 19% der 22 Patienten leichte Beschwerden, Unannehmlichkeiten oder Wärmegefühl angaben, was mit fast einem Fünftel nicht allzu gering ist. Jedoch ist die Stichprobengröße kleiner und weniger aussagekräftig. Außerdem wurde in der Studie von Li et al. ein vergleichbares, aber anderes System verwendet, nicht das Celon System der Firma Olympus (92).

Weder bei der Untersuchung durch den Arzt hinsichtlich des Schwellungszustands der unteren Nasenmuschel, bei der Krustenbildung und bei der Nasensekretion, noch bei der subjektiven Bewertung durch den Patienten bezüglich des Schweregrades und der Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung, der Krustenbildung, der Nasensekretion und des Juckreizes unterschieden sich die beiden Modi pure RFITT und fine RFITT signifikant voneinander.

Allgemein betrachtet verringerte sich der Schwellungszustand der unteren Nasenmuschel aus Sicht des Behandlers für beide Modi zusammen und jeweils einzeln. Auch der Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung und die Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung aus Patientensicht nahm im Langzeitvergleich ab. Diese Kriterien sprechen dafür, dass die Patienten bei der Langzeitkontrolle eine deutliche Verbesserung der Nasenatmung empfanden. Diese Erkenntnis deckt sich mit zahlreichen Aussagen aus Vergleichsstudien. Seeger et al. veröffentlichten eine Studie, bei der 38 Patienten untersucht und behandelt wurden. Die Patienten kamen bis zu 20 Monate nach der Operation zum Follow-Up und bewerteten die Nasenatmung

ebenfalls subjektiv mittels Fragebögen. Es zeigte sich eine Verbesserung der Nasenatmung bei fast allen Teilnehmern, 68% gaben eine sehr gute Verbesserung der Nasenatmung an und 29% eine teilweise (101). Patscheider untersuchte seine Patienten nur bis drei Monate nach der Operation. Doch auch hier zeigte sich bereits eine signifikante Verbesserung der Nasenatmung (6). Mehel et al. untersuchten 33 Patienten, die die Nasenatmung subjektiv mit dem NOSE Score evaluierten. Dieser zeigte eine Verbesserung der Nasenatmung sechs Monate nach der Operation. Ein Unterschied ist hier jedoch, dass die Patienten zusätzlich eine Septumplastik erhielten, was die Aussagekraft für die Radiofrequenztherapie alleinig schwächt (7). De Corso et al. zeigten, dass sich beim Celon Lab Precision System von Olympus eine subjektive signifikante Verbesserung der Nasenatmung über den NOSE Score äußerte. Es wurde eine Langzeituntersuchung bei 305 Patienten über fünf Jahre durchgeführt. Über den Zeitraum von 36 Monaten hinaus zeigte sich jedoch eine Rezidivneigung der Symptome, insbesondere bei allergischen Patienten. Die Stichprobengröße und der längere Follow-Up von fünf Jahren stärken die Aussagekraft dieser Studie. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich die primär subjektive Nasenatmungsverbesserung über den Zeitraum von drei Jahren hinaus wieder verschlechtern kann – vor allem bei Patienten, die unter einer allergischen Rhinitis leiden. De Corso et al. wiesen auf die allergische Inflammation hin, und dass diese eine wichtige Rolle bei der Pathogenese der Schwellung der unteren Nasenmuschel spielt. Weitere Studien sollen hierbei klären, inwiefern die Entzündung mit dem therapeutischen Erfolg einer Behandlung korreliert (103). Means et al. zeigten, dass die symptomatische Verbesserung der Nasenatmung länger als 14 Monate postoperativ anhält. 77% von 39 untersuchten Patienten berichteten über eine Verbesserung der Nasenatmung mittels dem NOSE Score (104). Safiruddin et al. zeigten, dass 60,7% von 142 Patienten von einer Verbesserung der Nasenatmung tagsüber berichteten (105). Nease et al. beschrieben, dass sich bei 32 Patienten eine signifikante Verbesserung der Nasenatmung sechs Monate nach der Operation zeigte. Bewertet haben das die Patienten mittels der VAS Skala. Die Häufigkeit der

Nasenatmungsbehinderung verbesserte sich um 28%, der Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung um 39% und die Atmungsfähigkeit um 45% (106). Kizilkaya et al. berichteten von einer signifikanten Verbesserung des Schweregrades der Nasenobstruktion nach drei Monaten und sechs Monaten nach der Operation (107). Porter et al. zeigten anhand der VAS Skala, dass sich die Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung signifikant um 47,4% zum Zeitpunkt nach zwei Jahren im Vergleich zum postoperativen Zustand verringerte. Der Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung nahm signifikant um 46,8% nach einem Jahr und um 36,4% nach zwei Jahren ab. Die Atmungsfähigkeit nahm signifikant um 46,7% nach einem Jahr und um 44% nach zwei Jahren zu. Eine Fallzahl von 19 von ursprünglich 28 Patienten, die den zwei Jahre Follow-Up vollendete, schwächt die Aussagekraft der Studie (108). Nease et al., Kizilkaya et al. und Porter et al. haben jedoch ein anderes System verwendet (Somnus Medical Technologies). Shah et al. untersuchten 24 Patienten, die eine 63% Verbesserung der Nasenobstruktion über die VAS Skala angaben. Jedoch wurden die Patienten nur bis einem kurzen Follow-Up nach bis zu sechs Wochen postoperativ untersucht (109). Cukurova et al. zeigten, dass sich die Nasenobstruktion bis 60 Monate nach der OP verbesserte. Ein VAS Score von weniger als drei zeigte sich bei 79% der 148 untersuchten Patienten. Bei Shah et al. und Cukurova et al. wurde ein anderes Radiofrequenzsystem verwendet (Coblator System, Arthrocare, USA) (110).

Die Krustenbildung zwischen den Modi veränderte sich laut der Arztuntersuchung nicht. Diese blieb vor und nach der Operation niedrig. Das liegt daran, dass der Heilungsprozess bereits vor dem Zeitpunkt der Langzeitkontrolle abgeschlossen war. Patscheider zeigte, dass der verblindete Untersucher eine Krustenbildung über drei Wochen festgestellt hat, die nach drei Monaten dann nicht mehr nachweisbar war. Die Heilung musste somit in diesem Zeitraum stattgefunden haben (6). Auch Cavaliere zeigte, dass bis drei Monate nach der Operation keine Krustenbildung durch einen Arzt beobachtet werden konnte (102). In der vorliegenden Studie nahm die Krustenbildung aus Sicht des Patienten jedoch bis zur Langzeitkontrolle

signifikant ab und dies bei beiden Modi zusammen und einzeln. Das kann mit der Tatsache einhergehen, dass die Patienten die bereits beschriebene empfundene Verbesserung der Nasenatmungsbehinderung mit einer verminderten Krustenbildung korrelierten. Patscheider berichtete hingegen aus Patientensicht von einer nicht signifikanten Verringerung der Krustenbildung nach drei Monaten postoperativ. Er ging davon aus, dass die Patienten die verbesserte Nasenatmungsbehinderung nicht mit der Krustenbildung assoziierten, sondern mit dem Schwellungszustand der Nasenmuschel (6). Cavaliere et al. berichteten ebenfalls von keiner beobachteten Krustenbildung durch die Bewertung der Patienten (102). Mehel et al. berichteten von einer Krustenbildung, die jedoch nur in der frühen postoperativen Phase auftrat (7).

Hinsichtlich der Nasensekretion zeigte sich, dass sich diese zum Zeitpunkt der Langzeitkontrolle signifikant verringerte. Grundsätzlich kann dieser Effekt auftreten, weil geschwollene Muscheln mit Feuchtigkeit einhergehen. Dadurch, dass die Nasenschwellung abnahm, nahm die Feuchtigkeit bzw. die Sekretion auch ab. Diese Abnahme zeigte sich für beide Modi zusammen bei der Untersuchung durch den Arzt und bei der subjektiven Bewertung der Patienten. Der untersuchende Arzt sah diesen Rückgang jedoch bei getrennter Sicht der Modi auf der pure RFITT Seite, nicht auf der fine RFITT Seite. Das lässt die Vermutung aufbringen, dass der fine RFITT Modus gewebsschonender ist, weil sich die Nasensekretion auf der fine RFITT Seite nicht ändert bzw. die Schleimhaut genauso feucht bleibt wie vor der Operation bei gleichzeitiger Abnahme der Muschelschwellung. Oder anders betrachtet, lässt sich daraus vermuten, dass der pure RFITT Modus die Nasenschleimhaut trockener werden lässt und mit einer größeren Eindringtiefe einhergeht. Interessant ist hierbei jedoch der Unterschied zwischen der Untersuchersicht und Patientensicht. Die Patienten gaben bei getrennter Sicht der beiden Modi an, dass sie auf der fine RFITT Seite einen signifikanten Rückgang der Nasensekretion bemerkten, und nicht auf der pure RFITT Seite. Diese Diskrepanz bestätigt das Ereignis, dass oftmals unterschiedliche Meinungen zwischen dem Arzt und Patienten herrschen. Letztendlich ist das

Wohlergehen des Patienten das primäre Ziel. Patscheider berichtete beim pure RFITT Modus von einer kurzfristigen Zunahme der nasalen Sekretion nach drei Tagen postoperativ. Diese verringerte sich bis zum 90. postoperativen Tag auf ein vergleichbares unerhebliches Niveau wie beim präoperativen Zustand (6). Cavaliere et al. beschrieben eine signifikante Verringerung der Sekretion einen Monat nach der Operation (102).

Der Juckreiz wurde durch die Patienten bewertet. Dieser verringerte sich zwar, jedoch nicht signifikant. Das zeigt, dass nasale Symptome wie der Juckreiz nicht verschlechtert bzw. durch die Therapie nicht beeinflusst wurden und auf einem niedrigen Niveau stagnierten. De Corso et al. berichteten ebenfalls von niedrigen Werten vom Juckreiz eine Woche nach der Operation (103). Patscheider zeigte, dass sich bei den 27 untersuchten Patienten sogar eine signifikante Abnahme vom Juckreiz drei Monate nach der Operation äußerte (6).

Objektive Messdaten aus der Rhinomanometrie zeigten, dass sich der pure und der fine RFITT nicht signifikant voneinander unterschieden – weder zur Voruntersuchung, noch bei der Nachkontrolle, noch bei der Veränderung über die Zeit. Jedoch zeigte sich ein signifikanter Unterschied beim Zeitvergleich bei beiden Methoden. Trotz bereits erwähnter Kritik an den objektiven Messdaten, bestätigten sie die Aussagen der subjektiven Daten. Patscheider wiederum erwähnte das Problem der Diskrepanz zwischen subjektiven und objektiven Ergebnissen. Er konnte eine Verbesserung der Nasenatmung durch subjektive Bewertungen der Patienten, jedoch nicht bei der Rhinomanometrie feststellen (6). Seeger et al. konnten auch keine Korrelation zwischen subjektiven und objektiven Ergebnissen feststellen. Während sich bei der subjektiven Bewertung der Patienten eine Besserung zeigte, konnte das nicht durch rhinomanometrischen Ergebnisse bestätigt werden (101). Aufgrund der bereits erwähnten Problematik, dass objektive Messungen wie die Rhinomanometrie oder die akustische Rhinometrie eine fragwürdige Verlässlichkeit und Reproduzierbarkeit zeigen, haben Autoren explizit auf diese Messungen verzichtet (106). Aus bereits erwähnten Gründen sollten

Ergebnisse der Rhinomanometrie nur als Ergänzung angesehen werden. Das Ziel, subjektive Ergebnisse zu untermauern, konnte dennoch erreicht werden.

Für den Praxisalltag lässt sich schließen, dass es in Bezug auf den Langzeiterfolg keinen Unterschied macht, ob man den pure RFITT Modus oder den fine RFITT Modus zur Verkleinerung der unteren Nasenmuschel verwendet. Lediglich bei Betrachtung der beiden Modi während der Operation zeigte sich der fine RFITT Modus als angenehmere Variante für den Patienten. Bei beiden Modi zeigten sich hochsignifikante, vielversprechende Langzeiterfolge im Vergleich zum präoperativen Zustand.

Im Bereich der Radiofrequenztherapie existieren bereits zahlreiche prospektive Studien. Viele davon befassten sich mit dem Kurzzeiterfolg der Radiofrequenztherapie zur Verkleinerung der unteren Nasenmuschel, wobei es zu deren Langzeiterfolg bisher wenige gibt. In vielen Studien wurden die Follow-Up Zeiten zu kurz gewählt, um einen Langzeiterfolg messen zu können. Zumal es bei vielen Patienten zu einem Abflachen des Behandlungserfolgs nach einem längeren Zeitraum kommt. Warwick-Brown berichtete über eine Erfolgsrate, die einer 82% Zufriedenheit der Patienten nach drei Monaten entsprach. Nach ein bis 16 Jahren lag diese Zufriedenheit nur noch bei 41% (111). Dietz beschrieb die Radiofrequenztherapie zwar als schonendes Verfahren, jedoch mit dem Hinweis, dass weitere Langzeituntersuchungen zur validen Langzeitevaluierung nötig sind (112). Fischer et al. und Cavaliere et al. wiesen auch auf die Dringlichkeit von Langzeituntersuchungen hin (102, 113). Diese Studie ist die erste Studie, die den neuen Modus fine RFITT des neuen Generators Celon Elite© der Firma Olympus untersuchte. Die Studie beschränkte sich auf die Langzeituntersuchung. Kurzzeitergebnisse bis zu sechs Wochen postoperativ werden in einer bereits laufenden Studie untersucht. Dabei wird es interessant sein, ob und inwiefern sich der fine RFITT Modus vom pure RFITT Modus bis sechs Wochen nach der Intervention unterscheidet und verhält. Wie Warwick-Brown schon beschrieben hat, treten Beschwerden bei einer Vielzahl der Patienten ab einem Zeitraum von einem Jahr nach der Operation wieder auf

(111). Auch de Corso et al. zeigten, dass es ab 36 Monaten zu Rezidiven der Symptome kam (103). Deshalb ist zu erwähnen, dass auch noch weitere Langzeituntersuchungen, die über den Zeitraum von einem Jahr hinaus gehen, notwendig sind, um weitere Aussagen über den Langzeiterfolg des fine RFITT und pure RFITT Modus treffen zu können.

5 Zusammenfassung

Das Krankheitsbild der Nasenatmungsbehinderung rückt zunehmend in den Fokus der Gesellschaft. Dabei ist es nicht selten, dass die Ursache hierfür an vergrößerten unteren Nasenmuscheln liegt, da diese das Volumen des Luftweges minimieren und so die Filterleistung der Nase erhöhen sollen. Für die richtige Behandlungsentscheidung bedarf es einer umfangreichen und adäquaten Diagnostik. Ist eine primär konservative Therapie fehlgeschlagen, kann es zur operativen Therapieentscheidung kommen. Die Literatur beleuchtet zahlreiche Operationsmethoden zur Verkleinerung der unteren Nasenmuschel. Dabei hat die interstitielle Radiofrequenztherapie einen großen Stellenwert.

Bei dieser Studie handelte es sich um eine prospektive, randomisierte, doppelt verblindete, klinische Studie mit intraindividuellem Design. Dabei beschäftigte sich diese Arbeit mit dem Langzeitvergleich von zwei verschiedenen Radiofrequenzmodulationen zur Verkleinerung der unteren Nasenmuschel, die sowohl im Querschnitt, als auch in einer Zeitreihenuntersuchung verglichen wurden. Dabei handelte es sich um den bereits in der Literatur bekannten Modus pure RFITT und einen neuen Modus fine RFITT des Generators Celon Elite© der Firma Olympus. Es wurden 31 Patienten eingeschlossen, die eine Nasenatmungsbehinderung aufgrund vergrößerter unterer Nasenmuscheln aufwiesen. Nach der Randomisierung wurde die eine Patientengruppe mit dem pure RFITT Modus auf der einen Nasenseite und dem fine RFITT Modus auf der anderen Nasenseite operiert; die andere Patientengruppe andersherum. Der verblindete Untersucher dokumentierte die Parameter „Schwellung der unteren Nasenmuschel“, „Krustenbildung“ und „Nasensekretion“ mittels Rhinoskopie. Die Patienten beurteilten die Gesichtspunkte „Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung“, „Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung“, „Krustenbildung“, „Nasensekretion“ und „Juckreiz“ anhand einer VAS Skala. Außerdem fand eine objektive Messung mittels Rhinomanometrie statt. All diese Bewertungen bzw. Messungen

erfolgten einmal vor der Operation und einmal bei einer Langzeitkontrolle sechs Monate bis zwölf Monate nach der Operation.

Es zeigte sich, dass es zu keinem Zeitpunkt und in keinem Gesichtspunkt einen Unterschied zwischen den beiden Methoden pure RFITT und fine RFITT gab. Eine Ausnahme stellt die Betrachtung während der Operation dar. Hierbei empfanden die Patienten den fine RFITT Modus als angenehmer. Beim Zeitreihenvergleich konnte festgestellt werden, dass sich beide Modi als hocheffektive Therapiemaßnahmen zur Verkleinerung der unteren Nasenmuschel darstellen. Eine signifikante Verbesserung der Nasenatmung konnte im Langzeitvergleich nach zwölf Monaten erreicht werden. Dabei verringerte sich der Schwellungszustand der unteren Nasenmuscheln signifikant bei beiden Modi. Das bestätigt bisher veröffentlichte Aussagen zum pure RFITT Modus und zeigt, dass der fine RFITT Modus als gleichwertig effektiv zur Verringerung der Nasenatmungsbehinderung angesehen werden kann. Nebensymptome, wie die Nasensekretion, verringerten sich bei beiden Modi, was mit einem verminderten Schwellungs- und Entzündungszustand einhergeht. Krustenbildung und Juckreiz traten nicht auf. Die Aussagen der subjektiven Verbesserung der Nasenatmung durch die Patienten konnten durch objektive Ergebnisse der Rhinomanometrie bestätigt werden.

Weitere Aussagen zur Beurteilung des Verhaltens während der Heilungsphase nach der Operation sind noch notwendig. Kurzzeitergebnisse werden in einer bereits laufenden Studie untersucht. Hierbei wird es interessant sein, wie sich die beiden Modi unmittelbar bis zu sechs Wochen nach der Operation verhalten.

6 Literaturverzeichnis

1. Stelter K, Patscheider M. Sicher schneiden mit Strom. HNO Nachrichten. 2014;44(5):34-40.
2. Scheithauer MO. Nasenmuschelchirurgie und „Empty Nose“ Syndrom. Laryngo-Rhino-Otologie. 2010;89(1):79-102.
3. Sommer F, Lindemann J, Scheithauer MO, Hoffmann TK, Veit JA. Nasenmuschelchirurgie. HNO. 2017;65(5):443-56.
4. Becker B, Betz C. Nasenmuschelvergrößerungen mukosaschonend reduzieren. HNO Nachrichten. 2019;49(6):26-9.
5. Şapçı T, Şahin B, Karavus A, Akbulut UG. Comparison of the Effects of Radiofrequency Tissue Ablation, CO2 Laser Ablation, and Partial Turbinate Applications on Nasal Mucociliary Functions. The Laryngoscope. 2003;113(3):514-9.
6. Patscheider M. Vergleich von Diodenlaser- und Radiofrequenz-induzierter Thermoablation zur Behandlung hyperplastischer unterer Nasenmuscheln bei Nasenatmungsbehinderung [Dissertation]: Ludwig-Maximilians-Universität München; 2017.
7. Mehel DM, Yemiş T, Çelebi M, Can E, Özdemir D, Ünal A, et al. Early clinical outcomes of inferior turbinate radiofrequency and lateralization combined with septoplasty. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. 2020.
8. Lenarz T, Boenninghaus HG. Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Berlin, Heidelberg: Springer; 2012.
9. Jeffery P. Structural, immunologic, and neural elements of the normal human airway wall. In: Busse W, Holgate S, editors. Asthma and Rhinitis. Cambridge, MA: Blackwell Science Inc.; 1995. p. 80-106.
10. Ingelstedt S, Ivstam B. Study in the Humidifying Capacity of the Nose. Acta Oto-Laryngologica. 1951;39(4):286-90.
11. Lung MA, Wang JC. Nasal Airway Response to Mucosal Perfusion and Outflow Resistance in the Dog and Rat. Acta Oto-Laryngologica. 1987;104(5-6):526-32.
12. Brain D. Anatomy, Physiology and Ultrastructure of the Nose. In: Mackay I, editor. Rhinitis: mechanisms and management. London: Royal Society of Medicine Services Limited; 1989.
13. Malcomson KG. The vasomotor activities of the nasal mucous membrane. The Journal of Laryngology and Otology. 1959;73(2):73-98.
14. McCaffrey TV, Kern EB. Response of nasal airway resistance to hypercapnia and hypoxia in man. Annals of Otology, Rhinology & Laryngology. 1979;88(2):247-52.
15. Rao S, Potdar A. Nasal airflow with body in various positions. Journal of Applied Physiology. 1970;28(2):162-5.

16. Drettner B. Vascular reactions of the human nasal mucosa on exposure to cold. *Acta Otolaryngol (Suppl)*. 1961;166:1-61.
17. Butler J. The work of breathing through the nose. *Clinical Science*. 1960;18:55-62.
18. Haight JS, Cole P. The site and function of the nasal valve. *The Laryngoscope*. 1983;93(1):49-55.
19. Wight RG, Jones AS, Clegg RT. A comparison of anterior and radical trimming of the inferior nasal turbinates and the effects on nasal resistance to airflow. *Clinical Otolaryngology*. 1988;13(3):223-6.
20. Hol MKS, Huizing EH. Treatment of inferior turbinate pathology: a review and critical evaluation of the different techniques. *Rhinology*. 2000;38(4):157-66.
21. Kayser RL. Über den Atemweg der Atmungsluft durch die Nase. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 1895;3:101-18.
22. Hasegawa M, Kern EB. The effect of breath holding, hyperventilation, and exercise on nasal resistance. *Rhinology*. 1978;16(4):243-9.
23. Lippert BM, Werner JA. Die Behandlung der hypertrophen unteren Nasenmuschel. Teil 1. *HNO*. 2000;48(3):170-81.
24. Grützenmacher S, Lang C, Mlynski R, Mlynski B, Mlynski G. Long-Term Rhinoflowmetry: A New Method for Functional Rhinologic Diagnostics. *American Journal of Rhinology*. 2005;19(1):53-7.
25. Lang C, Grützenmacher S, Mlynski B, Plontke S, Mlynski G. Investigating the Nasal Cycle Using Endoscopy, Rhinoresistometry, and Acoustic Rhinometry. *The Laryngoscope*. 2003;113(2):284-9.
26. Masing H, Wolf G. Der Nachweis des Nasenmuschelzyklus mit Hilfe des Röntgenschnittbildverfahrens. *Zeitschrift für Laryngologie, Rhinologie, Otologie und ihre Grenzgebiete*. 1969;48:684-92.
27. Tasman AJ. Die untere Nasenmuschel: Dysregulation und chirurgische Verkleinerung. *Laryngo-Rhino-Otologie*. 2002;81(11):822-38.
28. Campbell I, Swift A. Oronasal obstruction, lung volumes, and arterial oxygenation. *The Lancet*. 1988;331(8600):1458-9.
29. Huang T-W, Cheng P-W. Changes in Nasal Resistance and Quality of Life After Endoscopic Microdebrider-Assisted Inferior Turbinoplasty in Patients With Perennial Allergic Rhinitis. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2006;132(9):990-3.
30. Willatt DJ, Jones AS. The role of the temperature of the nasal lining in the sensation of nasal patency. *Clinical Otolaryngology*. 1996;21(6):519-23.
31. Clarke RW, Jones AS. Nasal airflow receptors: the relative importance of temperature and tactile stimulation. *Clinical Otolaryngology* 1992;17(5):388-92.

32. Eccles R. Menthol: Effects on Nasal Sensation of Airflow and the Drive to Breathe. *Current Allergy and Asthma Reports*. 2003;3(3):210-4.
33. Mlynski G, Beule A. Diagnostik der respiratorischen Funktion der Nase. *HNO*. 2008;56(1):81-99.
34. Reiß M. Facharztwissen HNO-Heilkunde. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2009.
35. Enßen C. Funktionsdiagnostische Untersuchung gesunder Probanden zur Ermittlung rhinoresistometrischer, rhinomanometrischer und akustisch-rhinometrischer Referenzwerte [Dissertation]: Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald; 2005.
36. Clement PAR, Gordts F. Consensus report on acoustic rhinometry and rhinomanometry. *Rhinology*. 2005;43(3):169-79.
37. Clement PAR. Committee report on standardization of rhinomanometry. *Rhinology*. 1984;22:151-5.
38. Mlynski G, Löw J. Die Rhinoresistometrie-eine Weiterentwicklung der Rhinomanometrie. *Laryngo-Rhino-Otologie*. 1993;72(12):608-10.
39. Mlynski G, Grützenmacher S, Plontke S, Mlynski B, Lang C. Correlation of nasal morphology and respiratory function. *Rhinology*. 2001;39(4):197-201.
40. Mlynski R, Grützenmacher S, Lang C, Mlynski G. Acoustic Rhinometry and Paranasal Cavities: A Systematic Study in Box Models. *The Laryngoscope*. 2003;113(2):290-4.
41. Lippert BM, Werner JA. Die Behandlung der hypertrophen unteren Nasenmuschel. Teil 2. *HNO*. 2000;48(4):267-74.
42. Rettinger G. Eingriffe an der Nase. In: Theissing J, editor. *Mund-, Hals- und Nasenoperation*. Stuttgart New York: Thieme; 1988. p. 49-114.
43. Wigand ME. *Endoskopische Chirurgie der Nasennebenhöhlen und der vorderen Schädelbasis*. Stuttgart, New York: Thieme; 1989.
44. Buyuklu F, Cakmak O, Hizal E, Donmez FY. Outfracture of the Inferior Turbinate: A Computed Tomography Study. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2009;123(6):1704-9.
45. Aksoy F, Yildirim YS, Veyseller B, Ozturan O, Demirhan H. Midterm outcomes of outfracture of the inferior turbinate. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2010;143(4):579-84.
46. Chiossone E, Gutierrez JR, Emmanuelli JL. Cryosurgery of the inferior nasal turbinates. *Auris Nasus Larynx*. 1990;17(2):87-93.
47. Nath G. The new principle of infrared coagulation in medicine and its physical fundamentals. *Annals of Coloproctology*. 1981;3:379-81.
48. Farin G, Grund KE. Technology of argon plasma coagulation with particular regard to endoscopic applications. *Endoscopic Surgery and Allied Technologies*. 1994;2(1):71-7.

49. Jones AS, Wight RG, Kabil Y, Beckingham E. Predicting the outcome of submucosal diathermy to the inferior turbinates. *Clinical Otolaryngology*. 1989;14(1):41-4.
50. Levine HL. The potassium-titanyl phosphate laser for treatment of turbinate dysfunction. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 1991;104(2):247-51.
51. Fukutake T, Yamashita T, Tomoda K, Kumazawa T. Laser Surgery for Allergic Rhinitis. *Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 1986;112(12):1280-2.
52. Lenz H, Eichler J, Knof J, Salk J, Schäfer G. Endonasales Ar+-Laser-Strahlführungssystem und erste klinische Anwendungen bei der Rhinopathia vasomotorica. *Laryngo-Rhino-Otologie*. 1977;56(9):749-55.
53. Scherer H, Fuhrer A, Hopf J, Linnarz M, Philipp C, Wermund K, et al. Derzeitiger Stand der Laserchirurgie im Bereich des weichen Gaumens und der angrenzenden Regionen. *Laryngo-Rhino-Otologie*. 1994;73(01):14-20.
54. Lippert BM, Werner JA, Rudert H. Laser tissue effects with regard to otorhinolaryngology. *Otolaryngologia Polska*. 1994;48(6):505-13.
55. Breasted JH. The Edwin Smith surgical papyrus. Chicago: Chicago University Press; 1930.
56. Adams F. The genuine works of Hippocrates (translated from Greek). London: London Sydenham Society; 1849.
57. Krusen FH. William Gilbert, the father of electrotherapy. *Arch Phys Ther X-ray Radiol*. 1931;12:737-43.
58. Goldwyn RM. Bovie: the man and the machine. *Annals of Plastic Surgery*. 1979;2(2):135-53.
59. von Bruns V. Die galvanokaustischen Apparate und Instrumente: ihre Handhabung und Anwendung. Tübingen: Laupp; 1878.
60. Sachs M, Sudermann H. Aus der Geschichte des chirurgischen Instrumentariums: 7. Das erste elektrochirurgische Instrumentarium: Galvanokauter und elektrische Schneideschlinge (1854). *Zentralblatt für Chirurgie*. 1998;123(8):950-4.
61. Middeldorpf AT. Die Galvanocaustik: ein Beitrag zur operativen Medicin. Breslau: Josef Max & Comp.; 1854.
62. d'Arsonval A. Action physiologique des courants alternatifs á grande fréquence. *Arch Physiol Norm Pathol*. 1893;5:401-8.
63. Nagelschmidt F. Zur Indikation der Behandlung mit Hochfrequenzströmen. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*. 1907;33(32):1289-91.
64. Pozzi M. Remarques sur la fulguration. *Bull Assoc Franc Cancer*. 1909;2:64-9.

65. Doyen D. Sur la destruction des tumeurs cancéreuses accessibles par la méthode de la voltaisation bipolaire et de l'électro-coagulation thermique. Arch Elec Med. 1909;17:791-5.
66. Wyeth GA. Endothermy, surgical adjunct in accessible malignancy and precancerous conditions. Surg Gynecol. 1923;36:711-4.
67. Wyeth GA. The endotherm. Am J Electrother Radiol. 1924;42:186-7.
68. Bovie WT. New electro-surgical unit with preliminary note on new surgical-current generator. Surg Gynecol Obstet. 1928;47:751-2.
69. Hill FT, Harris Peyton Mosher. Historical vignette. Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery. 1966;99:619-26.
70. Bran GM, Moch M, Hörmann K, Stuck BA. Elektrochirurgische Konzepte in der HNO-Heilkunde. HNO. 2007;55(11):899-914.
71. Smith TL, Smith JL. Electrosurgery in Otolaryngology–Head and Neck Surgery: Principles, Advances, and Complications. The Laryngoscope. 2001;111(5):769-80.
72. Thiel C. Elektrophysikalische Zusammenhänge bei der HF-Chirurgie zur Steuerung von neuartigen HF-Chirurgiegeneratoren [Dissertation]: Universität der Bundeswehr München; 1995.
73. Stuck BA. Die Radiofrequenz-Chirurgie in der Therapie schlafbezogener Atmungsstörungen [Habilitationsschrift]: Universität Heidelberg; 2004.
74. Olympus. Olympus Produkte HF-Generatoren 2020 [Available from: <https://www.olympus.de/medical/de/Produkte-und-L%C3%B6sungen/Produkte/Product/CELON-ELITE.html>].
75. Weiß C. Basiswissen Medizinische Statistik. Berlin, Heidelberg: Springer; 2005.
76. Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. BMC Medicine. 2010;8:18.
77. Mlynski G. Gestörte Funktion der oberen Atemwege. Wiederherstellende Verfahren bei gestörter Funktion der oberen Atemwege. Nasale Atmung. Laryngo-Rhino-Otologie. 2005;84:101-17.
78. Cole P. Stability of nasal airflow resistance. Clinical Otolaryngology. 1989;14(2):177-82.
79. Mlynski G. Aerodynamik der Nase. HNO Praxis heute: Springer; 2000. p. 61-81.
80. Eccles R. Nasal airway resistance and nasal sensation of airflow. Rhinologie Supplement. 1992;14:86-90.
81. Clement WA, White PS. Trends in turbinate surgery literature: a 35-year review. Clinical Otolaryngology. 2001;26(2):124-8.

82. Veit JA, Nordmann M, Dietz B, Sommer F, Lindemann J, Rotter N, et al. Three different turbinoplasty techniques combined with septoplasty: prospective randomized trial. *The Laryngoscope*. 2017;127(2):303-8.
83. Mabry RL. Inferior turbinoplasty: Patient selection, technique, and long-term consequences. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 1988;98(1):60-6.
84. Friedman M, Tanyeri H, Lim J, Landsberg R, Caldarelli D. A Safe, Alternative Technique for Inferior Turbinate Reduction. *The Laryngoscope*. 1999;109(11):1834-7.
85. Passàli D, Anselmi M, Lauriello M, Bellussi L. Treatment of hypertrophy of the inferior turbinate: long-term results in 382 patients randomly assigned to therapy. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 1999;108(6):569-75.
86. Moulton-Barrett R, Passy V, Horlick D, Brauel G. Infrared coagulation of the inferior turbinate: A new treatment for refractory chronic rhinitis. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 1994;111(5):674-9.
87. Bergler W, Farin G, Fischer K, Hörmann K. Die Argon-Plasma-Chirurgie (APC) im oberen Aerodigestivtrakt. Erste Resultate. *HNO*. 1998;46(7):672-7.
88. Williams HOL, Fisher EW, Golding-Wood DG. 'Two-stage turbinectomy': Sequestration of the inferior turbinate following submucosal diathermy. *The Journal of Laryngology & Otology*. 1991;105(1):14-6.
89. Premachandra DJ, Bull TR, Mackay IS. How safe is submucosal diathermy? *The Journal of Laryngology & Otology*. 1990;104(5):408-9.
90. Janda P, Sroka R, Betz CS, Baumgartner R, Leunig A. Comparison of Laser Induced Effects on Hyperplastic Inferior Nasal Turbinates by Means of Scanning Electron Microscopy. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2002;30(1):31-9.
91. Shapshay S, Rebeiz E, Bohigian R, Hybels R, Aretz H, Pankratov M. Holmium: Yttrium Aluminum Garnet Laser-Assisted Endoscopic Sinus Surgery Laboratory Experience. *The Laryngoscope*. 1991;101(2):142-9.
92. Li KK, Powell NB, Riley RW, Troell RJ, Guilleminault C. Radiofrequency volumetric tissue reduction for treatment of turbinate hypertrophy: A pilot study. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 1998;119(6):569-73.
93. Utley DS, Goode RL, Hakim I. Radiofrequency Energy Tissue Ablation for the Treatment of Nasal Obstruction Secondary to Turbinate Hypertrophy. *The Laryngoscope*. 1999;109(5):683-6.
94. Smith TL, Correa AJ, Kuo T, Reinisch L. Radiofrequency Tissue Ablation of the Inferior Turbinates Using a Thermocouple Feedback Electrode. *The Laryngoscope*. 1999;109(11):1760-5.
95. Coste A, Yona L, Blumen M, Louis B, Zerah F, Rugina M, et al. Radiofrequency Is a Safe and Effective Treatment of Turbinate Hypertrophy. *The Laryngoscope*. 2001;111(5):894-9.

96. Powell N, Zonato A, Weaver E, Li K, Troell R, Riley R, et al. Radiofrequency Treatment of Turbinate Hypertrophy in Subjects Using Continuous Positive Airway Pressure: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Pilot Trial. *The Laryngoscope*. 2001;111(10):1783-90.
97. Lin HC, Lin PW, Su CY, Chang HW. Radiofrequency for the Treatment of Allergic Rhinitis Refractory to Medical Therapy. *The Laryngoscope*. 2003;113(4):673-8.
98. Maxwell C. Sensitivity and accuracy of the visual analogue scale: a psycho-physical classroom experiment. *British Journal Of Clinical Pharmacology*. 1978;6(1):15-24.
99. Lippert BM, Werner JA. Comparison of carbon dioxide and neodymium: yttrium-aluminum-garnet lasers in surgery of the inferior turbinate. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 1997;106(12):1036-42.
100. Lenders H, Pirsig W. Wie ist die hyperreflektorische Rhinopathie chirurgisch zu beeinflussen? Teil 1: Literaturübersicht. *Laryngo-Rhino-Otologie*. 1990;69(05):246-54.
101. Seeger J, Zenev E, Gundlach P, Stein T, Müller G. Bipolar Radiofrequency-Induced Thermotherapy of Turbinate Hypertrophy: Pilot Study and 20 Months' Follow-Up. *The Laryngoscope*. 2003;113(1):130-5.
102. Cavaliere M, Mottola G, Iemma M. Comparison of the Effectiveness and Safety of Radiofrequency Turbinoplasty and Traditional Surgical Technique in Treatment of Inferior Turbinate Hypertrophy. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2005;133(6):972-8.
103. De Corso E, Bastanza G, Di Donfrancesco V, Guidi ML, Sbarra GM, Passali GC, et al. Radiofrequency volumetric inferior turbinate reduction: long-term clinical results. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*. 2016;36(3):199-205.
104. Means C, Camacho M, Capasso R. Long-Term Outcomes of Radiofrequency Ablation of the Inferior Turbinates. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*. 2016;68(4):424-8.
105. Safiruddin F, Vroegop AVMT, Ravesloot MJL, de Vries N. Long-term self-reported treatment effects and experience of radiofrequency-induced thermotherapy of the inferior turbinates performed under local anesthesia: a retrospective analysis. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2013;270(6):1849-53.
106. Nease CJ, Krempel GA. Radiofrequency treatment of turbinate hypertrophy: a randomized, blinded, placebo-controlled clinical trial. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2004;130(3):291-9.
107. Kizilkaya Z, Ceylan K, Emir H, Yavanoglu A, Unlu I, Samim E, et al. Comparison of radiofrequency tissue volume reduction and submucosal resection with microdebrider in inferior turbinate hypertrophy. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2008;138(2):176-81.

108. Porter MW, Hales NW, Nease CJ, Krempf GA. Long-Term Results of Inferior Turbinate Hypertrophy with Radiofrequency Treatment: A New Standard of Care? *The Laryngoscope*. 2006;116(4):554-7.
109. Shah AN, Brewster D, Mitzen K, Mullin D. Radiofrequency Coblation Versus Intramural Bipolar Cautery for the Treatment of Inferior Turbinate Hypertrophy. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 2015;124(9):691-7.
110. Cukurova I, Demirhan E, Cetinkaya EA, Yigitbasi OG. Long-term clinical results of radiofrequency tissue volume reduction for inferior turbinate hypertrophy. *The Journal of Laryngology & Otolaryngology*. 2011;125(11):1148-51.
111. Warwick-Brown NP, Marks NJ. Turbinate Surgery: How Effective Is It? *Oto-Rhino-Laryngology*. 1987;49(6):314-20.
112. Dietz B. Vergleich der anterioren Turbinoplastik mit der Radiofrequenz-Ablation und der Dioden-Laser-Ablation in der Behandlung der symptomatischen Hypertrophie der unteren Nasenmuscheln-eine randomisierte, verblindete, kontrollierte Studie: Universität Ulm; 2014.
113. Fischer Y, Gosepath J, Amedee RG, Mann WJ. Radiofrequency Volumetric Tissue Reduction (RFVTR) of Inferior Turbinates: A New Method in the Treatment of Chronic Nasal Obstruction. *American Journal of Rhinology*. 2000;14(6):355-60.

7 Abkürzungen

RMM	Rhinomanometrie
RRM	Rhinoresistometrie
AR	Akustische Rhinometrie
LRM	Langzeit Rhinoflowmetrie
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
Pa	Pascal
R	Widerstand
RFITT	RadioFrequency Induced ThermoTherapy
DOM	Difference of Means
VAS	Visuelle Analogskala
HF	Hochfrequenz

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: CT-Darstellung des Nasenzyklus bei einem 34-jährigen Patienten. Links: angeschwollene Nasenseite, rechts: abgeschwollene Nasenseite (23).....	3
Abbildung 2: Rhinomanometrie. Spiegelbildliche Darstellung der beiden Nasenseiten. Atemkurven vor (flache Kurve) und nach (steile Kurve) Abschwollen der Nasenschleimhaut. Rot: rechte Nasenseite, blau: linke Nasenseite (33).....	7
Abbildung 3: Rhinoresistometrie. Darstellung vor (blass) und nach (kräftig) Abschwollen der Nasenschleimhaut. Rot: rechte Nasenseite, blau: linke Nasenseite. Oben: Atemwiderstand in Abhängigkeit von der Volumengeschwindigkeit, unten: Turbulenzentstehung in Abhängigkeit von der Volumengeschwindigkeit (33)	9
Abbildung 4: Akustische Rhinometrie. Messkurven der Querschnittsfläche der inneren Nase abhängig von ihrer Distanz zum Ostium nasi. Rot: rechte Nasenseite, blau: linke Nasenseite. I-Zacke: Einengung durch das Isthmus nasi, C-Senke: Einengung durch den Kopf der unteren Nasenmuschel und die Intumescentia septi (33).....	11
Abbildung 5: Langzeit-Rhinoflowmetrie. Messkurven der relativen Atemvolumengeschwindigkeit auf der Zeitachse. Rot: rechte Nasenseite, blau: linke Nasenseite (33)	12
Abbildung 6: Darstellung der Resektionstechniken. a: totale Turbinektomie, b: partielle Turbinektomie, c: submuköse Turbinektomie, d: Laterofrakturierung, e1,e2: inferiore Turbinoplastik, f1,f2: Konchoantrumpexie (41).....	14
Abbildung 7: Bipolare Anwendungstechnik. Schematische Darstellung einer bipolaren Pinzette in der HF-Chirurgie (70).....	20
Abbildung 8: Radiofrequenzgenerator Celon Elite© (74)	23
Abbildung 9: Radiofrequenzsonde Celon ProBreath©	24

Abbildung 10: Zustand der rechten unteren Nasenmuschel eines Patienten während der Operation nach Einlage von Tetracain (oben) und unmittelbar nach der Operation (unten)	26
Abbildung 11: Flussdiagramm zur Veranschaulichung der Patientenaufnahme, -zuordnung, des Follow-Ups und der Datenanalyse nach dem CONSORT 2010 Standard (76)	27
Abbildung 12: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich des Schwellungszustands der unteren Nasenmuschel aus Sicht des verblindeten Untersuchers (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;	32
Abbildung 13: Vergleich des Schwellungszustands der unteren Nasenmuschel zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Untersuchers für beide Modi zusammen (n=62)	32
Abbildung 14: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Krustenbildung aus Sicht des verblindeten Untersuchers (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;	35
Abbildung 15: Vergleich der Krustenbildung zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Untersuchers für beide Modi zusammen (n=62)	35
Abbildung 16: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Nasensekretion aus Sicht des verblindeten Untersuchers (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;	38
Abbildung 17: Vergleich der Nasensekretion zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Untersuchers für beide Modi zusammen (n=62)	38

Abbildung 18: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich des Schweregrades der Nasenatmungsbehinderung aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;	41
Abbildung 19: Vergleich des Schweregrades der Nasenatmungsbehinderung zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten für beide Modi zusammen (n=62)	41
Abbildung 20: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;	44
Abbildung 21: Vergleich der Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten für beide Modi zusammen (n=62)	44
Abbildung 22: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Krustenbildung aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;	47
Abbildung 23: Vergleich der Krustenbildung zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten für beide Modi zusammen (n=62)	47
Abbildung 24: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Nasensekretion aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;	50

Abbildung 25: Vergleich der Nasensekretion zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten für beide Modi zusammen (n=62).....	50
Abbildung 26: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich des Juckreizes aus Sicht des verblindeten Patienten (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;.....	53
Abbildung 27: Vergleich des Juckreizes zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle aus Sicht des verblindeten Patienten für beide Modi zusammen (n=62)	53
Abbildung 28: Vergleich von pure RFITT und fine RFITT hinsichtlich der Volumengeschwindigkeit in ml/s (n=31) bei Betrachtung der Änderung über die Zeit bzw. bei der Differenz des Zustands der Voruntersuchung vom Zustand der Langzeituntersuchung; roter Punkt = Mittelwert;	56
Abbildung 29: Vergleich der Volumengeschwindigkeit in ml/s zum Zeitpunkt vor der Operation zum Zeitpunkt zur Langzeitkontrolle für beide Modi zusammen (n=62)	56

9 Anhang

9.1 Fragebogen der Voruntersuchung

Vergleich zweier interstitieller Radiofrequenztherapien (fine RFITT und pure RFITT) bei Hyperplasie der unteren Nasenmuscheln

Datum / Uhrzeit:

Initialen, Geburtsdatum:

HNO-ärztliche Spiegeluntersuchung:

Schwellung der unteren Nasenmuscheln:

rechts ☐ keine Schwellung
☐ leichte Schwellung
☐ mäßige Schwellung
☐ starke Schwellung

links ☐ keine Schwellung
☐ leichte Schwellung
☐ mäßige Schwellung
☐ starke Schwellung

Krustenbildung in der Nase:

rechts ☐ keine Krustenbildung
☐ leichte Krustenbildung
☐ mäßige Krustenbildung
☐ starke Krustenbildung

links ☐ keine Krustenbildung
☐ leichte Krustenbildung
☐ mäßige Krustenbildung
☐ starke Krustenbildung

Nasensekretion:

rechts ☐ keine Nasensekretion
☐ leichte Nasensekretion
☐ mäßige Nasensekretion
☐ starke Nasensekretion

links ☐ keine Nasensekretion
☐ leichte Nasensekretion
☐ mäßige Nasensekretion
☐ starke Nasensekretion

Vergleich zweier interstitieller Radiofrequenztherapien (fine RFITT und pure RFITT) bei Hyperplasie der unteren Nasenmuscheln

Datum / Uhrzeit:

Initialen, Geburtsdatum:

Beschwerden

Bitte bewerten Sie Ihre Beschwerden getrennt für die linke und rechte Seite mit einem senkrechten Strich irgendwo auf dem jeweiligen Balken.

Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung:

Bitte bewerten Sie hier, wie stark die Behinderung Ihrer Nasenatmung ist, wenn Sie gerade Beschwerden haben. Ein Strich ganz links bedeutet vollkommen freie Nasenatmung, ein Strich rechts, dass keinerlei Luft durch die Nase geht, auch wenn Sie noch so stark pressen. Alle Ausprägungen dazwischen sind möglich.

rechts		
	vollkommen freie Nasenatmung keinerlei Nasenatmung möglich	
links		
	vollkommen freie Nasenatmung keinerlei Nasenatmung möglich	

Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung:

Bitte bewerten Sie hier, wie häufig Sie unter einer Nasenatmungsbehinderung leiden. Dies kann von gelegentlichen Beschwerden nur beim Einschlafen über tägliche Beschwerden in bestimmten Situationen bis hin zu immer eingeschränkter Nasenatmung reichen.

rechts		
	nie behinderte Nasenatmung Immer behinderte Nasenatmung	
links		
	nie behinderte Nasenatmung Immer behinderte Nasenatmung	

Krustenbildung in der Nase:

Bitte bewerten Sie hier, ob Sie unter Krustenbildung in der Nase leiden. Hier kann es gut sein, dass dieses Problem bei Ihnen überhaupt nicht besteht. Falls Sie das Problem allerdings kennen, interessiert uns, wie es sich im Verlauf entwickelt.

rechts		
	nie Krustenbildung Immer starke Krustenbildung	
links		
	nie Krustenbildung Immer starke Krustenbildung	

Datum / Uhrzeit:

Initialen, Geburtsdatum:

Nasensekretion:

Bitte bewerten Sie hier, ob Sie unter Nasensekretion leiden. Hier soll sowohl die Häufigkeit, als auch der Schweregrad der Sekretion seitengetrent beurteilt werden.

rechts



nle Nasensekretion

Immer starke Nasensekretion

links



nle Nasensekretion

Immer starke Nasensekretion

Juckreiz in der Nase:

Bitte bewerten Sie hier, ob Sie unter Juckreiz in der Nase leiden. Hier soll sowohl die Häufigkeit, als auch der Schweregrad des Juckreizes seitengetrent beurteilt werden.

rechts



nle Juckreiz

Immer starker Juckreiz

links



nle Juckreiz

Immer starker Juckreiz

9.2 Fragebogen zum Operationsverlauf

Vergleich zweier interstitieller Radiofrequenztherapien (fine RFITT und pure RFITT) bei Hyperplasie der unteren Nasenmuscheln

- Posttherapeutischer Evaluationsbogen -

Name:

Geburtsdatum:

Randomisierungsnummer:

Datum / Uhrzeit (Beginn) des Eingriffs:

Dauer des Eingriffs:

Komplikationen oder Probleme während der Prozedur:

☐ nein

☐ ja, und zwar:

Blutung während der Prozedur:

☐ nein

☐ ja, Seite:

☐ rechts

☐ links

☐ spontan sistierend

☐ spontan sistierend

☐ Blutstillung durch:

☐ Blutstillung durch:

Behandlungsprotokoll pure RFITT Radiofrequenz:

Anzahl der Läsionen:

Anzahl der Einstiche:

Besonderheiten:

Behandlungsprotokoll fine RFITT Radiofrequenz:

Anzahl der Läsionen:

Anzahl der Einstiche:

Besonderheiten:

Datum / Uhrzeit:

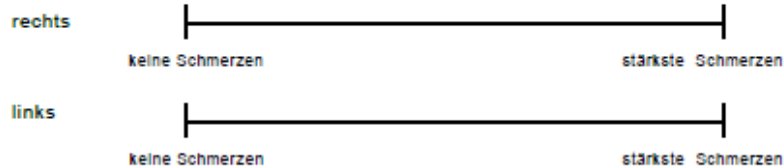
Initialen, Geburtsdatum:

Bewertung der Prozedur selbst durch den Patienten:

Bitte bewerten Sie getrennt für die linke und rechte Seite mit einem senkrechten Strich irgendwo auf dem jeweiligen Balken, wie Sie die Prozedur empfunden haben.

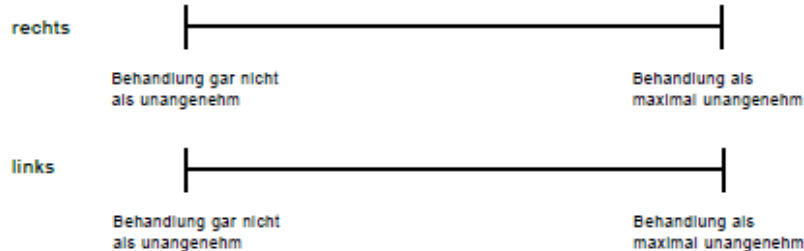
Schmerzen während der Prozedur:

Bitte bewerten Sie hier, ob sie während des Eingriffs Schmerzen hatten. Ein Strich ganz links bedeutet keinerlei Schmerzen, ein Strich rechts stärkste vorstellbare Schmerzen. Alle Ausprägungen dazwischen sind möglich.



Andere unangenehme Empfindungen:

Bitte bewerten Sie hier, ob Sie an der Prozedur etwas Anderes außer Schmerzen als besonders unangenehm empfunden haben. Hier können Angst, Druckgefühl, Niesreiz, Taubheitsgefühl durch die Lokalanästhesie, unangenehme Geruchswahrnehmung, oder was auch immer Sie als unangenehm empfunden haben mit in die Bewertung eingehen.



Bitte spezifizieren Sie, was Sie als unangenehm empfunden haben:

9.3 Fragebogen der Nachuntersuchung

Vergleich zweier interstitieller Radiofrequenztherapien (fine RFITT und pure RFITT) bei Hyperplasie der unteren Nasenmuscheln

- Evaluationsbogen für die Nachuntersuchungstermine -

Name:

Geburtsdatum:

Randomisierungsnummer:

Datum / Uhrzeit:

Zeitpunkt nach der Therapie: 6 Monate – 1 Jahr

HNO-ärztliche Spiegeluntersuchung:

Schwellung der unteren Nasenmuscheln:

rechts ☐ keine Schwellung
☐ leichte Schwellung
☐ mäßige Schwellung
☐ starke Schwellung

links ☐ keine Schwellung
☐ leichte Schwellung
☐ mäßige Schwellung
☐ starke Schwellung

Krustenbildung in der Nase:

rechts ☐ keine Krustenbildung
☐ leichte Krustenbildung
☐ mäßige Krustenbildung
☐ starke Krustenbildung

links ☐ keine Krustenbildung
☐ leichte Krustenbildung
☐ mäßige Krustenbildung
☐ starke Krustenbildung

Nasensekretion:

rechts ☐ keine Nasensekretion
☐ leichte Nasensekretion
☐ mäßige Nasensekretion
☐ starke Nasensekretion

links ☐ keine Nasensekretion
☐ leichte Nasensekretion
☐ mäßige Nasensekretion
☐ starke Nasensekretion

Datum / Uhrzeit:

Initialen, Geburtsdatum:

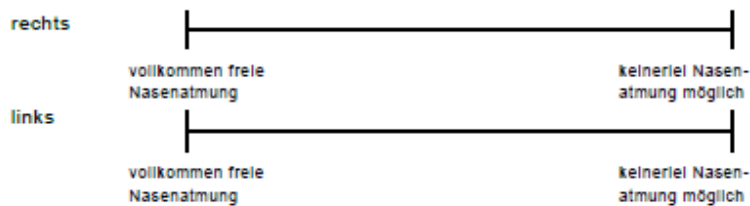
Zeitpunkt nach der Therapie: 6 Monate - 1 Jahr

Beschwerden

Bitte bewerten Sie Ihre Beschwerden getrennt für die linke und rechte Seite mit einem senkrechten Strich irgendwo auf dem jeweiligen Balken.

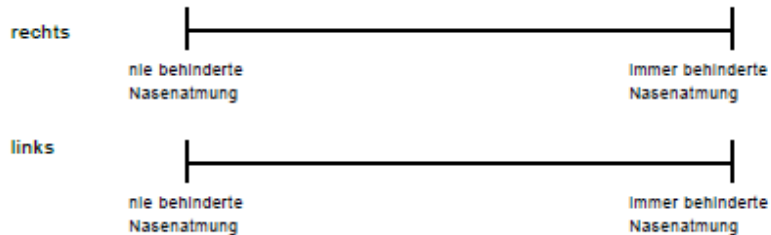
Schweregrad der Nasenatmungsbehinderung:

Bitte bewerten Sie hier, wie stark die Behinderung Ihrer Nasenatmung ist, wenn Sie gerade Beschwerden haben. Ein Strich ganz links bedeutet vollkommen freie Nasenatmung, ein Strich rechts, dass keinerlei Luft durch die Nase geht, auch wenn Sie noch so stark pressen. Alle Ausprägungen dazwischen sind möglich.



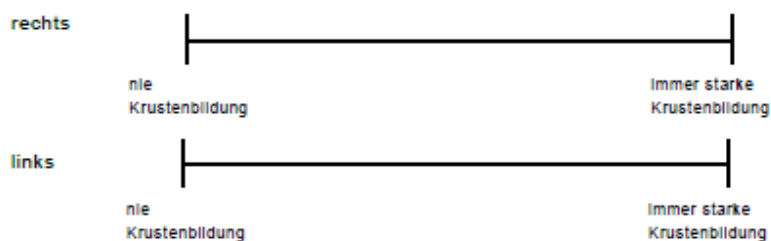
Häufigkeit der Nasenatmungsbehinderung:

Bitte bewerten Sie hier, wie häufig Sie unter einer Nasenatmungsbehinderung leiden. Dies kann von gelegentlichen Beschwerden nur beim Einschlafen über tägliche Beschwerden in bestimmten Situationen bis hin zu immer eingeschränkter Nasenatmung reichen.



Krustenbildung in der Nase:

Bitte bewerten Sie hier, ob Sie unter Krustenbildung in der Nase leiden. Hier kann es gut sein, dass dieses Problem bei Ihnen überhaupt nicht besteht. Falls Sie das Problem allerdings kennen, interessiert uns, wie es sich im Verlauf entwickelt.



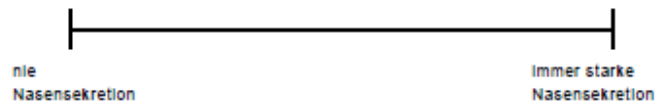
Datum / Uhrzeit:

Initialen, Geburtsdatum:

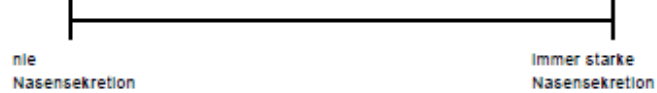
Nasensekretion:

Bitte bewerten Sie hier, ob Sie unter Nasensekretion leiden. Hier soll sowohl die Häufigkeit, als auch der Schweregrad der Sekretion seitengetrennt beurteilt werden.

rechts



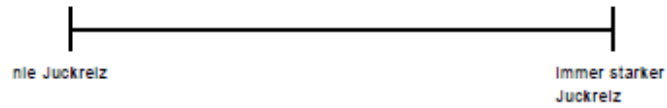
links



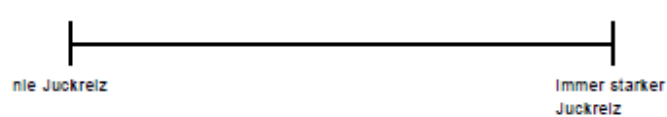
Juckreiz in der Nase:

Bitte bewerten Sie hier, ob Sie unter Juckreiz in der Nase leiden. Hier soll sowohl die Häufigkeit, als auch der Schweregrad des Juckreizes seitengetrennt beurteilt werden.

rechts



links



10 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Klaus Stelter für Seine großzügige Unterstützung und Betreuung bei der Durchführung der gesamten Arbeit.

Außerdem möchte ich mich bei meinem Bruder Florian Blösl bedanken, der mich auf dem gesamten Weg mit enormer Unterstützung, Rat und Anregungen begleitet hat.

Des Weiteren gilt mein Dank Herrn Dr. Alexander Crispin vom Institut für medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie der LMU München, der mir in statistischen Angelegenheiten zur Seite stand.

Meinen Eltern danke ich für Ihre emotionale Unterstützung, Ihre Geduld und Ermutigungen während der Arbeit an dieser Dissertation.

Außerdem möchte ich mich bei meinen Freunden bedanken, die mich auf meinem Weg mit produktiven Gesprächen, Anregungen und lieben Worten unterstützt haben.

11 Eidesstattliche Versicherung

Blösl, Simona

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt,
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

*Langzeitvergleich zweier interstitieller Radiofrequenztherapien (fine RFITT
und pure RFITT) bei Hyperplasie der unteren Nasenmuscheln*

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, 22.06.2022

Ort, Datum

Simona Blösl

Unterschrift Doktorand