

5) Diskussion

Die chronische Nasenatmungsbehinderung aufgrund von hyperplastischen Nasenmuscheln ist ein häufiges Beschwerdebild (24, 25, 55, 71). Die Patienten leiden u. a. unter einer eingeschränkten Nasenatmung, Kopfschmerzen vor allem im Stirn- und Schläfenbereich und nächtlichem Schnarchen. Das Riechvermögen ist ebenfalls eingeschränkt. Darüber hinaus verursacht die forciert durchgeführte Mundatmung Austrocknungen und Reizungen der Schleimhaut der tieferen Atemwege. Einige Patienten berichten über chronische Rachenentzündungen oder Kehlkopfentzündungen aufgrund der überwiegenden Mundatmung. Ferner kann es zu Entzündungen des beanspruchten Schleimhautepithels kommen (1). Hyperplastische Nasenmuscheln können durch verminderte Ventilation durch die Nase zu Minderbelüftung der Tuba auditiva und zur Unterhaltung einer chronischen Mittelohrentzündung führen (56).

Ursächlich für Nasenmuschelhyperplasien sind größtenteils chronische Rhinitiden und Rhinopathien. Eine Rhinitis ist definiert als eine Entzündung der Nasenschleimhaut. Fehlt die infektiös-entzündliche Komponente, spricht man von Rhinopathie. Klinische Erfahrungen haben gezeigt, daß Nasenmuschelhyperplasien am häufigsten durch ein übermäßig langes Aufhalten in unphysiologisch trockener Umgebungsluft (z.B. Heizungsluft) hervorgerufen werden. Hierbei kommt es reflektorisch zu einer Vergrößerung des Schwellkörpers, welche chronifizieren kann. Neben dieser als hyperreflektorisch bezeichneten Rhinopathie kommen noch andere Rhinopathieformen als Ursache für die Nasenmuschelhyperplasie in Betracht. Allen Formen gemeinsam ist die Nasenmuschelhyperplasie. Meist sind bei der Muschelhyperplasie die unteren Muscheln am stärksten betroffen.

Die zunächst angestrebte Therapie ist eine konservative. Sind jedoch die konservativen therapeutischen Mittel, eine bestehende Obstruktion der Nase zu beheben, ausgeschöpft oder nicht dauerhaft anwendbar, so wird der Patient einer chirurgischen Therapie zugeführt.

Unabhängig von der Nasenmuschelhyperplasie können andere anatomische Veränderungen ebenfalls eine Nasenatmungsbehinderung hervorrufen. Hier spielen die Septumleisten oder Septumsporne eine Rolle. Sie sind oft für Irritationen und Schwellungen der Schleimhaut im Muschelbereich verantwortlich und können wie Spoiler wirken, besonders wenn sie vorne kaudal beginnen und nach hinten kranial ansteigen. Die Einatemluft wird nach hinten oben in eine Sackgasse geführt, der Patient empfindet dieses als eine erschwerte Atmung durch die

Nase (83). Konservative Behandlungsmöglichkeiten einer Septumleiste sind nicht gegeben.

Seit ungefähr hundert Jahren versuchen Hals-Nasen-Ohrenärzte, das Problem der hyperplastischen Nasenmuscheln chirurgisch anzugehen. Die auch heute in einer Vielzahl empfohlenen Methoden spiegeln den Versuch wider, bei möglichst geringem Risiko und Aufwand optimale Ergebnisse zu erzielen.

In dem überwiegenden Teil der Publikationen über nasenatmungsverbessernde Eingriffe werden die Studien mit rein subjektiven Daten (Befragung der Patienten über ihre Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis) belegt. Nur selten finden sich Studien mit objektiv erhobenen Daten, wie zum Beispiel durch Rhinomanometrie, Rhinoresistometrie, akustische Rhinometrie oder nasalem Peak Flow. Objektiv erhobene Daten sind jedoch zum besseren Vergleich verschiedener Methoden unerlässlich.

Zu den konventionellen chirurgische Techniken zur Therapie vergrößerter Nasenmuscheln zählen die partielle und totale Turbinotomie, die submuköse Diathermie und die submuköse Resektion des Muschelknochens. Methoden wie die Cryotherapie und die Durchtrennung des N. vidianus konnten sich nicht durchsetzen. Seit der Einführung des Lasers in die Otorhinolaryngologie durch Strong (91) konnte das Therapiespektrum zur Nasenmuschelreduktion durch die Laseranwendung erweitert werden. Erfolgreiche Einsätze im Bereich der Muschelchirurgie sind neben dem Nd:YAG-Laser (32, 60, 71) von dem CO₂-Laser (20, 54, 62), KTP-Laser (48, 49) und Dioden-Lasern (8, 61) berichtet worden.

Septale Leisten und Sporne werden bisher meist im Rahmen einer Septumplastik bei einer ebenfalls bestehenden Septumdeviation mitbehandelt. Dieser Eingriff, meist in Intubationsnarkose durchgeführt, erhält seine Indikation vornehmlich durch das schiefstehende Septum. Der Laser kann hier die Indikationslücke zur ambulanten Behandlung der Septumdeformitäten (Sporne und Leisten) ausfüllen. Über erfolgreiche Einsätze des Lasers bei der Leistenabtragung ist berichtet worden (83, 37)

Die partielle inferiore Turbinotomie (Conchotomie) beinhaltet eine begrenzte Resektion der Muschelmukosa und des Os turbinale, die mit einem Scherenschlag entlang der Längsseite der Nasenmuschel durchgeführt wird. Die Patientenzufriedenheit in der Langzeitwirkung schwankt von Studie zu Studie. Courtiss (7) berichtete von 72% mit dem Operationsergebnis zufriedenen Patienten (10 Jahre postoperativ), bei Rakover lag die Zufriedenheitsrate der Patienten bei 81% nach einem Jahr und bei 62% nach 2-5 Jahren (77). Die Patientenzufriedenheit in einer Untersuchung von Elwany (15) betrug ein Jahr postoperativ

75%. Die Komplikationen dieser Methode wurden bei obigen Autoren mit 12% Blutungen (77), 5% Blutungen und 5% atrophische Rhinopathien (15) angegeben. Ganz im Gegensatz zu diesen Ergebnissen stehen die Untersuchungen von Warwick-Brown (97), der nach anfänglicher Symptomverbesserung nach drei Monaten bei 63% der Patienten nach zwei Jahren nur noch eine subjektive Besserung bei 42% der Patienten aufweisen konnte. Die Komplikationsraten seiner Studie betragen 71% Trockenheit, 21% Epistaxis und 21% Kakosmie. Derartig hohe Komplikationsraten sind jedoch einzigartig in der Literatur. Zusammenfassend läßt sich hier sagen, daß es sich laut Literaturangaben um eine Methode mit guten Langzeitergebnissen und Komplikationsraten um 10% handelt. Jedoch ist anzumerken, daß die Conchotomie in überwiegenden Fällen wegen des Blutungsrisikos stationär durchgeführt wird und einen stationären Krankenhausaufenthalt erfordert. Keine der oben genannten Publikationen wird durch objektive Daten unterlegt.

Eine radikalere Methode der Muschelresektion ist die totale Turbinotomie, bei der die komplette Muschel entfernt wird. Eine gründlich durchgeführte Untersuchung von Moore (66) erzielte eine Besserung der nasalen Symptomatik in 28% der Fälle nach 3-5 Jahren und eine sehr hohe Komplikationsrate. 89% der Patienten litten postoperativ unter Krustenbildungen, in 39% bildete sich eine Ozaena aus. In einer Studie von Carrie (5) trat als Komplikation in 35% der Fälle Borkenbildung auf. Lenders und Pirsig warnten aufgrund der häufig auftretenden Komplikationen ausdrücklich vor der totalen Turbinotomie (45). Diese Methode gilt heute als obsolet.

Die submuköse Diathermie ist eine ambulante durchgeführte Methode, die auch heute standardisiert durchgeführt wird. Hierbei wird mittels einer in den Muschelkörper gestochenen Nadelelektrode das submuköse Schleimhautgewebe elektrokoaguliert. Nach anfänglich guten Operationserfolgen mit subjektiver Besserung der Nasendurchgängigkeit bei 63-83% der Patienten (35, 97) lagen die Langzeiterfolge jedoch erheblich niedriger. Warwick-Brown konnte nach mehr als zwei Jahren noch eine Besserung der Symptomatik bei 38% der Patienten vorweisen, Jones et al. fanden nach 15 Monaten bei 39% der Patienten eine subjektiv verbesserte Nasenatmung. Rhinomanometrisch konnte jedoch nach 15 Monaten keine signifikante Widerstandsreduktion im Vergleich zum präoperativen Ausgangszustand mehr nachgewiesen werden (35). Die Liste der Nebenwirkungen reicht von Blutungen, Osteonekrose des Os turbinale bis zu Blindheit (101). Elektronenmikroskopische Untersuchungen der Nasenschleimhaut durch Wengraf et al. zeigten eine weitreichende

Zerstörung der Mukosa nach submuköser Diathermie (98), während andere Autoren die Unversehrtheit der Schleimhaut durch diese Methode hervorhoben (92).

McCombe (59) untersuchte in einer vergleichenden Studie von submuköser Diathermie und CO₂-Lasertherapie die Effektivität und Nebenwirkungen beider Methoden. Ähnliche Ergebnisse nach 6 Wochen und die erheblich geringere Komplikationsrate der Lasertherapie ließen ihn die Überlegenheit der Lasertherapie bei der Behandlung hyperplastischer Nasenmuscheln hervorheben. Die submuköse Diathermie birgt wie alle ambulanten Eingriffe den Vorteil der schnellen Durchführung und der geringen Kosten. Als Nachteil ist bei dieser Methode die stark abgesunkene Langzeitwirkung zu nennen, die nach 15 Monaten rhinomanometrisch nicht mehr fassbar ist.

Eine weitere Möglichkeit zur Behandlung hyperplastischer Nasenmuscheln ist die Cryotherapie. Hierbei wird durch Anhalten der Cryoprobe die Oberfläche der Schleimhaut bei Temperaturen um -50 bis -80°C kurzfristig gefroren. Dieser ambulante Eingriff zeigt einerseits wenig Komplikationen, andererseits eine mäßige Besserung der subjektiven Nasenatmungsbehinderung. Elwany (15) postulierte eine Patientenzufriedenheit nach einem Jahr von 45%, bei Rakover (77) lag diese nach einem Jahr bei 77% und nach 2-5 Jahren bei 35%. In beiden Studien wurden keine Nachblutungen, Synechien oder atrophische Rhinopathien beobachtet. In einer Untersuchung von Ozenberger 1970 traten jedoch als Komplikationen 4% Septumperforationen auf, weitere 4% der Patienten entwickelten eine seröse Otitis, 2% eine akute Sinusitis (73). Rakover empfahl diese Methode mit zeitlich begrenzter Wirkung zur Behandlung von Revisionspatienten, auch im Hinblick auf seine geringe Komplikationsrate (77).

Die 1961 von Golding-Wood erprobte Neurektomie des Nervus Vidianus wurde zur Therapie schwerer, auf konservative Maßnahmen nicht mehr ansprechende hyperreflektorischen Rhinopathien angewandt. Mit Durchtrennung des N. canalis pterygoidei (N. vidianus) wurde die Ausschaltung der parasymphatischen Innervation der Nasenschleimhaut erreicht. Langfristige Rezidive und zum Teil erhebliche Komplikationen mit Ophthalmoplegie in 2% der Fälle machen diese Behandlung zu einer Therapie der letzten Wahl (23).

Seit einigen Jahren werden verschiedene Laserarten mit guten Erfolgen zur Muschelreduktion verwendet. Die Erfahrungen mit dem CO₂-Laser sind am besten dokumentiert. Verminderte postoperative Nachblutungen und Gewebetraumatisierungen sowie die schnelle, einfache und für den Patienten schmerzlose Durchführung werden als die größten Vorteile der

Laserchirurgie betrachtet. Elwany (15) betonte in seiner Untersuchung die Überlegenheit der Lasertherapie gegenüber anderen konventionellen Methoden bei der Behandlung hyperplastischer unterer Nasenmuscheln. Auch bei der Abtragung von Septumleisten oder -spornen wurde der Laser als chirurgisches Instrument bereits erfolgreich angewandt (37).

Der CO₂-Laser ist von allen Lasertypen der am weitesten verbreitete. Im Gegensatz zum Nd:YAG-Laser handelt es sich hier um einen schneidenden Laser. Sein Absorptionsspektrum liegt im Bereich des Wassers, so daß gleich an der Oberfläche die Laserenergie absorbiert wird und der Laser schneidende bzw. vaporisierende Eigenschaften erhält (52). Für den CO₂-Laser sind viele unterschiedliche Arten der Anwendung in der Literatur beschrieben. Selkin (86) nutzte den CO₂-Laser zur Strichkarbonisation hyperplastischer Nasenmuscheln (15-18W), wogegen Elwany und Harrison (15) das anteriore Drittel der Muschel nahezu vaporisierten (20-30W). Fukutake et al. (19) vaporisierte die gesamte Mukosa der Nasenmuschel (20-30W, einmal wöchentlich über 5 Wochen), Lippert und Werner (55) dagegen applizierten den CO₂-Laser punktförmig an der Mukosa des Muschelkopfes (1-4W), ebenso Mladina (10W) (62). Gemeinsam ist allen Autoren die Nonkontakttechnik, bei der der Laser in einigem Abstand von dem zu behandelnden Gewebe gehalten wird.

In allen Publikationen sind gute Ergebnisse sowohl in der kurzfristigen, als auch langfristigen Wirkung zu verzeichnen. Kawamura (39) berichtete über eine subjektive Beschwerdebesserung bei 86% der Patienten 2 Jahre nach dem CO₂-Lasereingriff, Mladina (62) berichtete über eine Patientenzufriedenheit bei 88% der Patienten nach ein bis zwei Jahren. Selkin (86) erreichte bei der im Rahmen einer Septumplastik durchgeführten Lasermuschelkaustik eine Patientenzufriedenheit von 100%. Lippert und Werner (55) konnte noch nach sieben Jahren eine subjektive Besserung der Nasendurchgängigkeit bei 77, % der Patienten feststellen. Auch bei dieser Operationsmethode werden die erzielten Verbesserungen selten durch objektive Daten unterlegt. Als einziger wies Mladina mittels Rhinomanometrie eine 1-2 Jahre postoperativ anhaltende Widerstandsabnahme nach. Der durchschnittliche inspiratorische Widerstand der Gesamtnase konnte durch den laserchirurgischen Eingriff von 0,669 auf 0,361Pa/cm³/sec gesenkt werden. Der Anteil der Patienten mit normaler Schleimhautzytologie stieg postoperativ von 87% auf 92%, und der Anteil der Patienten mit gesunder Zilienfunktion verzeichnete eine Anteilssteigerung von 67% auf 89% (62).

Die Komplikationsrate der CO₂-Lasermuschelkaustik liegt bei den meisten Autoren

einheitlich unter 4%. Lippert und Werner (55) berichteten von 3,6% leichten Blutungen und 1,8% Trockenheit der Schleimhaut. Bei Selkin (86) entwickelte ein von 102 Patienten eine Synechie und zwei Patienten erlitten moderate Nachblutungen, in einer späteren Publikation (87) gab er die Komplikationsrate mit 3% Nachblutungen, 3% Septumperforationen (davon die Hälfte bei gleichzeitigem Kokainabusus des Patienten) und 1,6% Rhinopathia sicca an. Elwany (15) berichtete von einer Synechie unter 20 Patienten. Kawamura und Mladina arbeiteten gänzlich komplikationslos (39, 62). Ganz im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von Passali (74), der bei CO₂-Laseranwendung zu 74% Krustenbildungen, in 57% physiologische Beeinträchtigung der Schleimhaut, 7% Synechien sowie 11% atrophische Rhinopathien beobachtete. Dies mag zurückzuführen sein auf die Durchführung der Laserung. Passali koagulierte mehrmals den medialen, inferioren Anteil der Muschel mit je 10 Sekunden bei 10-15 Watt, was für einen schneidenden Laser eine hohe Energieeinwirkung bedeutet. In diesem Zusammenhang mögen auch die beschriebenen Verschlechterungen des mukoziliären Transports und des Gehalts an sekretorischem nasalen IgA zu sehen sein (74).

Der Nd:YAG-Laser gehört zu der Gruppe der koagulativen Lasern. Sein emittiertes Licht hat eine Wellenlänge von 1064nm. In diesem Frequenzspektrum ist die Eindringtiefe von Licht sehr hoch, bedingt durch eine geringe Absorption von Wasser und Hämoglobin. Damit zeichnet sich der Nd:YAG-Laser, im Vergleich zum CO₂-Laser, durch eine größere Eindringtiefe und breitere Streuung der Energie aus. Für den Nd:YAG-Laser sind ebenfalls vielfältige Arten der Anwendung bei der Muschelreduktion beschrieben. Die Laserintensitäten (Angabe in Watt) liegen im Durchschnitt niedriger als bei dem CO₂-Laser. Des weiteren wird der Nd:YAG-Laser sowohl in der Kontakttechnik, wie auch Nonkontakttechnik angewandt.

Dobrovic (10) koagulierte die anteriore Hälfte bis zwei Drittel der unteren Muschel in der Nonkontakttechnik (10-15W), während Lippert und Werner das Muschelvolumen durch Punktkoagulationen (54, 55) per Nonkontakttechnik an der gesamten Unterseite der Muschel (1-2W) reduzierten. Ohyama (70) wandte den Nd:YAG-Laser zur interstitiellen Koagulation mit 30-40 Watt an. Ito (32) führte bei Patienten mit allergischer Rhinopathie 20-30 Punktkoagulationen mit der Kontakttechnik in einer Sitzung durch (10W), während Jovanovic bei 10-20W (Pulsdauer 0,5-1s) (36) und Scherer bei 3-5 Watt (83) gute Erfolge mit der Laserstrichkarbonisation in der Kontakttechnik am Unterrand der Concha inferior erzielten. Olthoff (71) konnte ebenfalls über sehr gute Ergebnisse mit der Strichkarbonisation im

Kontaktverfahren berichten (8W).

Innerhalb der insgesamt guten Ergebnisse der oben genannten Studien sind Unterschiede in den Applikationsarten der Laserenergie zu bemerken. Manche Autoren applizierten den Laser direkt im Kontaktverfahren an der Muschelschleimhaut, andere hielten den Laser in einigem Abstand zu dem zu behandelndem Gewebe (Nonkontakttechnik).

Über Ergebnisse mit der Nonkontakttechnik berichtete Lippert (54, 55). Er erzielte langfristige Verbesserungen der subjektiven Nasenatmung bei 68% der Patienten nach 2 Jahren; nach 5 Jahren waren noch 64% der Patienten mit dem Ergebnis zufrieden. Nach 5 Jahren war ferner rhinomanometrisch noch eine Reduktion des nasalen Widerstandes um 47% nachzuweisen. Die Komplikationsrate war gering mit 2% Synechien und 2% moderaten intraoperativen Blutungen. Als Vorteil nannte Lippert die Unversehrtheit der Schleimhaut, da die Laserenergie durch diese Applikationsart direkt an den submukösen Sinusoiden angreift. Jedoch wurde bei der Nonkontakttechnik eine zum Teil aufwendige postoperative Nachsorge über 3-4 Wochen als Nachteil beschrieben. Des weiteren setzten die Behandlungseffekte mit 6-8 Monaten später als bei der Kontakttechnik ein (53, 55).

Über die Lasermuschelkaustik im Kontaktverfahren berichten Olthoff, Jovanovic und Ito (32, 36, 71). Olthoff (71) konnte mit der Nonkontakttechnik schon nach 3-4 Wochen einen Behandlungserfolg erzielen. Nach zwei Monaten waren 80% der Patienten mit dem Ergebnis zufrieden. Über Beschwerdefreiheit konnten nach wenigstens einem Jahr 60% der Patienten berichten. Komplikationen wie Synechien, Blutungen oder atrophischen Rhinopathien traten bei keinem der 117 Patienten auf, es wurde lediglich über geringe Schmerzen bei 15% der Patienten berichtet, 33% hatten für 2-3 Tage eine blutig tingierte Nasensekretion und 14% ein ebenfalls vorübergehendes Gefühl der trockenen Nase (max. 14 Tage). Die postoperative Nachpflege wurde als wenig aufwendig beschrieben.

Ito (32) konnte ebenfalls über sehr gute Ergebnisse mit dem Nd:YAG-Laser im Kontaktverfahren berichten. Nach 4 Wochen zeigten sich 95% der Patienten mit der Behandlung zufrieden, und ein Jahr postoperativ berichteten nur zwei Patienten über eine erneute Verschlechterung der Nasenatmung. Die Heilungsdauer wurde mit 3-4 Wochen angegeben. Neben der erfolgreichen Behandlung der obstruierten Nase konnte nach 4 Wochen eine Sekretionsminderung bei 88,8% der Patienten festgestellt werden, in 65,5% normalisierte sich die Farbe der Nasenschleimhaut. Komplikationen wurden bei den 60 Patienten nicht beobachtet. Lediglich fand eine vorübergehende, 3-4 Tage andauernden

Verschlechterung der Nasenatmung und eine visköse Sekretion statt.

Eine rhinomanometrisch gestützte Studie von Jovanovic (36) über die Effektivität der Lasermuschelkaustik im Kontaktverfahren unterlegte die bisherigen benannten Erfolge mit objektiven Daten. In seiner Studie konnte eine signifikante Zunahme des Flows 3 und 12 Monaten postoperativ nachgewiesen werden. Ebenso zeigte sich eine signifikante Widerstandsabnahme zu beiden Zeitpunkten. Genauere Angaben zu der Höhe der Verbesserungen wurden jedoch nicht getroffen.

Midgley (60) zog in einer Veröffentlichung Vergleiche zwischen der Kontakttechnik und der Nonkontakttechnik mit dem Nd:YAG-Laser, wobei er die Kontakttechnik der anderen Methode vorzog. Vorteile sah Midgley in der geringeren Gewebepenetration und Gewebszerstörung, ebenso in der verringerten Rauchentwicklung; als weiteren Vorteil nannte er die bessere taktile Kontrolle.

Ein weiterer Laser zur Behandlung von hyperplastischen Nasenmuscheln ist der Diodenlaser. Es gibt mehrere Diodenlaser mit unterschiedlicher Wellenlänge. In seiner Gewebswirkung ist er zwischen dem Nd:YAG- und dem Argon/KTP-Laser einzuordnen, wobei er wie der Nd:YAG-Laser über koagulative Eigenschaften verfügt. Seine Eindringtiefe ist mit 0,3-1 mm größer als die des CO₂-Laser und geringer als die des Nd:YAG-Lasers (8). In der Fachliteratur gibt es nur wenige Veröffentlichungen über den Diodenlaser bei der Therapie der Nasenatmungsbehinderung. Min (61) erzielte mit dem Diodenlaser im Kontaktverfahren bei 15 Watt nach 6 Monaten signifikante, rhinomanometrisch dokumentierte Widerstandsänderungen der Gesamtnase von 0,7 auf 0,38Pa/cm³/sec (bei 150 Pascal). Ferner konnte über eine signifikante Verbesserung des Symptomscores der nasalen Obstruktion berichtet werden. Über Komplikationen fanden sich bei Min keine Angaben. DeRowe (8) wandte den Diodenlaser ebenfalls im Kontaktverfahren zur Reduktion hyperplastischer Nasenmuscheln an (8 Watt). Nach ca. 15 Monaten zeigten sich noch 41% der Patienten mit dem Ergebnis zufrieden, wobei der Autor anmerkte, daß bei den meisten Patienten, die initial über eine Verbesserung der obstruktiven Symptomatik berichteten, nach etwa einem Jahr ein Rückgang auf den präoperativen Zustand zu verzeichnen war. Einer von 17 Patienten erlitt eine Nachblutung (6%), die mit einer Fingerlingtamponade zu stillen war. Als positiv hob DeRowe die schnelle Durchführung des Lasereingriffes hervor. Insgesamt scheint es sich bei dem Diodenlaser um einen in der Wirkung dem Nd:YAG-Laser ähnlichen Laser zu handeln. Koagulative Eigenschaften und eine geringere Tiefenausdehnung, sowie eine geringe

Komplikationsrate machen den Diodenlaser (bei 805nm) zu einem interessanten Instrument, wobei hier jedoch zur genaueren Beurteilung, speziell der Langzeitwirkung, noch weitere Untersuchungen abgewartet werden müssen.

Der KTP/532-Laser (Potassium Titanyl Phosphate) entspricht einem frequenzverdoppelten 1064nm Nd:YAG-Laser. Er produziert kontinuierliches Licht einer Wellenlänge von 532nm, welches im sichtbaren Bereich liegt (grünes Licht) und maximal von Oxyhämoglobin absorbiert wird. Seine Eindringtiefe variiert von 0,3 bis 2mm (72). Fast alle Publikationen über den KTP/532-Laser stammen von Levine, der den Laser bei einer Stärke von 6-8 Watt an der anterioren Hälfte bis anterioren zwei Drittel in einem jägerzaunartigem Muster applizierte. In einer Untersuchung von 63 Patienten fanden sich zwei Wochen postoperativ regelmäßig Krusten und verstärkte nasale Sekretion, die jenseits der zweiten Woche stark abnahmen. 6-8 Wochen postoperativ konnte eine intakte Schleimhaut beobachtet werden, Krusten fanden sich nicht mehr. Zu diesem Zeitpunkt zeigten sich 78% der Patienten mit dem Ergebnis zufrieden (49). In einer anderen Untersuchung berichtet Levine von einer Patientenzufriedenheit von 81% nach 6-12 Monaten (48).

Laserchirurgische Eingriffe sind auch zur Abtragung von Leisten oder Spornen des Septums möglich. In der Literatur ist bisher in nur wenigen Veröffentlichungen eine laserchirurgische Behandlung von Septumspornen und -leisten beschrieben worden (37, 83). Kamami (37) führte 1997 an 120 Patienten eine CO₂-laserchirurgische Reduzierung von Septumspornen und -leisten in Kombination mit einer beidseitigen Muschelkaustik durch und berichtete von einer problemlosen Durchführung. Die Applikation des Laserlichtes erfolgte im Nonkontaktverfahren bei 10 Watt. 96% der Patienten zeigten sich mit der laserchirurgischen Behandlung zufrieden, des weiteren konnte eine signifikante Zunahme der Querschnittsfläche an der C-Senke von 0,25 auf 0,36 cm² nachgewiesen werden. Der nasale Widerstand nahm postoperativ im Mittel von 0,251 auf 0,127 cm H₂O/l/s ab, das Gesamtvolumen der Nase vergrößerte sich durchschnittlich von 4,55 auf 6,26cm³. Letztere Parameter zeigten jedoch keine Signifikanz. Komplikationen wie Synechien oder Septumperforationen wurden nicht beobachtet, es traten lediglich bei zwei Patienten moderate Nachblutungen auf (37). Scherer (83) konnte ebenfalls von guten Erfahrungen mit dem Nd:YAG-Laser bei der Behandlung von Septumleisten und -spornen berichten. Komplikationen wie Synechien oder Schleimhaut- bzw. Knorpelschäden traten nicht auf.

In der großen Zahl der Veröffentlichungen über die Effektivität von

nasenatmungsverbessernden Eingriffen werden die meisten Studien mit rein subjektiven Daten, z. B. den Ergebnissen eines Fragebogens, belegt. Das stärkste Argument für diese einseitige Befunderhebung ist, daß der Patient sich gerade wegen seiner Empfindung der behinderten Nasenatmung dem Eingriff unterzieht und damit auch den Erfolg am besten einschätzen könne. Einige Autoren gehen noch weiter und stellen die diagnostische Wertigkeit objektiver rhinologischer Meßverfahren im Bereich der Nase in Frage (42). Es ist ein allgemeines Problem, daß die Stärke der vom Patienten geschilderten Symptome selten mit den objektiven Befunden rhinologischer Meßmethoden übereinstimmt. Die Meinungen in der Fachliteratur dazu gehen weit auseinander. Spilla (90) und Roithman (80) fanden in ihren Untersuchungen nur eine geringe Korrelation zwischen subjektiven Angaben und objektiven erhobenen Daten. Im Gegensatz dazu wußten Mc Caffrey (58) und Simola (89) von einer guten Korrelation zwischen subjektiven Empfinden einer Obstruktion und dem in der Rhinoresistometrie gemessenen Wert des Widerstandes zu berichten, Fairely et al (16) ermittelten eine starke Korrelation zwischen objektiven und subjektiven Beurteilungen der Nasendurchgängigkeit mit einer peak-flow inspiratorischen Atemflußmessung und einer visuellen Analogscala. Schmääl (84) gab die Übereinstimmung von subjektiven Angaben und objektiven Meßergebnissen mit 70% an, bei Lippert (55) sind es lediglich 58%.

Andere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß auf die Subjektivität der nasalen Obstruktion nicht immer Verlaß ist, sondern daß sie auch von vielen, häufig unberücksichtigten Faktoren beeinflusst wird, wie z.B. von der Art der Atmung (11). Durch lokale Applikation von L-Menthol auf den N. palatinus majus ist es ebenfalls möglich, eine subjektive Änderung im Sinne einer Verbesserung herbeizuführen, während der rhinoresistometrisch gemessene Widerstand keine Veränderung erfährt (68). Ebenso war in einer anderen Studie, in der Nichtraucher Zigarettenrauch ausgesetzt wurden, keine objektive Entsprechung des subjektiv berichteten Gefühls der Verschlechterung der Nasendurchgängigkeit zu eruieren (95). Umgekehrt empfanden Probanden nach körperlicher Belastung auf dem Fahrradergometer keine verbesserte Nasenatmung, wobei rhinomanometrisch eine deutliche Reduktion des nasalen Widerstandes erfaßt werden konnte (78).

Da die subjektive Einschätzung der Atmungsbehinderung unzähligen Einflüssen unterliegt, nicht zuletzt der psychischen und physischen Situation des Patienten und es wegen dieser nicht zu beeinflussenden Störgrößen so schwierig ist, Aussagen über die verbesserte

Nasenahtmung zu treffen, scheint es umso wichtiger, neben der Patientenbefragung auch objektive rhinologische Meßverfahren zur Beurteilung einer Operationsmethode hinzuzuziehen.

Innerhalb dieser Studie wurden die durch die Nd:YAG-Lasermuschelkaustik und Leistenabtragung erzielten Änderungen der Nasendurchgängigkeit durch eine Kombination der akustischen Rhinometrie mit der Rhinoresistometrie objektiv erfaßt. Zur Ergänzung und Vergleichbarkeit dieser Untersuchung mit anderen Studien wurden ebenfalls die subjektiven Einschätzungen der Patienten mittels eines Fragebogens erhoben.

In der Hals-Nasen-Ohren-Abteilung des Berliner Universitätsklinikums Benjamin Franklin wird der Nd:YAG-Laser seit 1988 angewandt. Mit dem Nd:YAG-Laser wird laserchirurgisch hyperplastisches Muschelgewebe reduziert. Septale Leisten und Sporne werden ebenfalls laserchirurgisch entfernt. Die Lasermuschelkaustik und Leistenabtragung wird im Kontaktverfahren und Dauerstrahlmodus bei einer Laserenergie von 2-6 Watt durchgeführt. Bei der Muschelkaustik wird der Laser am Unterrand der unteren Muschel von posterior nach anterior gezogen, der Laser liegt der Schleimhaut dabei direkt auf. Die Leisten- respektive Spornabtragung erfolgt zunächst durch Strichkoagulation ober- und unterhalb des Septumauswuchses zur Gewährleistung der Blutungsfreiheit. Anschließend wird der knorpelige Anteil des Gewebeplus abgetragen. Zusätzlich zu entfernende knöcherne Veränderungen der Nasenscheidewand werden unter Lasereinfluß in porzellanartige Strukturen umgewandelt, die abgebrochen werden können.

Es wurden insgesamt 44 Patienten mit der Nd:YAG-Lasermuschelkaustik behandelt. 30 Patienten erhielten eine beidseitige Muschelkaustik der unteren Nasenmuschel. Bei weiteren 14 Patienten wurde zusätzlich eine Leiste oder ein Sporn des Septums laserchirurgisch abgetragen. In der ersten Gruppe befanden sich 20 Patienten, die zuvor keine iatrogene Manipulation der Nase erfahren haben; 10 Patienten wiesen in ihrer Anamnese eine vorausgegangene Operation im Bereich der Nase, zum Beispiel eine Septumplastik nach Fraktur, oder eine bereits erfolgte Laserung der Nasenmuscheln auf. Dabei lag eine bereits durchgeführte Lasermuschelkaustik mindestens 1 Jahr zurück, eine frühere Septumplastik erfolgte vor mindestens 5 Jahren. Eine Untersuchung der präoperativen Abschwellbarkeit der Nasenschleimhaut beider Patientengruppen ergab vergleichbare Werte für beide Gruppen (Tabelle 8a und 8b), so daß von einer gleichartigen Wirkung und Ansprechbarkeit des Nasenmuschelgewebes auf die Laserbehandlung in dem Patientenkollektiv auszugehen ist. In

der Gruppe mit beidseitiger Muschelakustik und Leistenabtragung waren 12 Patienten nie zuvor an der Nase behandelt worden, zwei Patienten hatten bereits eine vorhergehende Muschelkaustik, welche mindestens 1 Jahr zurücklag.

Die präoperativ beschriebenen Beschwerden reichten von Nasenatmungsbehinderung (100%), Kopfschmerzen vor allem im Stirn- und Schläfenbereich (42,9- 53,3%), vermehrter Nasensekretion (21,4- 36,7%), sowie Beeinträchtigung des Riechvermögens (7,1- 30%) (siehe Tabelle 3a, 3b). Eine Patientin litt unter chronischer Pharyngolaryngitis aufgrund der vermehrten Mundatmung, bei einem anderen Patienten führte die chronisch obstruierte Nasenatmung zu einer rezidivierenden einseitigen Otitis media acuta.

Der ambulant ausgeführte Lasereingriff weist eine gute Akzeptanz unter den Patienten auf. Der Eingriff selbst dauert im Durchschnitt 30 Minuten und wird allgemein als "gut erträglich" beschrieben. Nur wenige Patienten klagten über starke, unangenehme Nebenwirkungen während des Eingriffs. Starke intraoperative Blutungen wurden bei der Lasermuschelkaustikgruppe von 3,3% der Patienten beschrieben. Über starke intraoperative Schmerzen klagten ca. 10%, andere starke Nebenwirkungen wie Sekretion und Schwellung wurden zu 6,7% bzw. 3,3% beobachtet. Interessanterweise erlebten 10% der Patienten intraoperativ einen starken Nießreiz aufgrund einer Reizung der Nervi trigeminus, facialis et glossopharyngeus (siehe Tabelle 4a).

Der größere Umfang des Wundgebietes und die Invasivität des Eingriffes der kombinierten Lasermuschelkaustik und Leistenabtragung ruft stärkere Nebeneffekte hervor. Im Vergleich zu der obigen Patientengruppe liegen die intraoperativen Beschwerden durchwegs höher. So beschrieben 5 von 14 Patienten (35,7%) starke intraoperative Schmerzen; Blutung, Sekretion und Nießreiz wurden mit jeweils 7,1% angegeben; Schwellung der inneren Nase in starkem Ausmaß wurden mit 14,3% genannt (siehe Tabelle 4b).

Der relativ hohe Anteil der über starke intraoperative Schmerzen klagende Patienten beider Patientengruppen läßt sich erklären durch die nur mäßige oberflächliche Anästhesierbarkeit mancher Nasenschleimhäute. Diese Patienten scheinen für eine endonasale Laserchirurgie weniger geeignet. Eine lokale Infiltrationsanästhesie als unterstützendes Element ist nur bedingt anwendbar, da die Nasenmuscheln wegen der offenen Gefäße im Schwellkörper nicht großflächig infiltriert werden können. Probleme mit der Oberflächenanästhesie können des weiteren bei Patienten mit einer extremen nasalen Hypersekretion auftreten. Durch die massive nasale Sekretion nach Einlage eines mit Lokalanästhetikum getränkten

Wattebausches wird das Eindringen des Wirkstoffes in die Nasenschleimhaut erschwert. Hier hat sich jedoch die Vorbehandlung der Patienten mit Antihistaminika bewährt. Eine andere Ursache für die intraoperativen Schmerzen könnte in der Bauart des Laserendoskops liegen. Der starre und ungerade Aufbau des Endoskops zwingt den Operateur, das Gerät teilweise zu verkanten, um alle intranasalen Regionen erreichen zu können. Es kann dabei ein unangenehmes Druckgefühl (83) entstehen.

Bei dem Eingriff der Muschelreduktion mit zusätzlicher Leistenabtragung wird neben dem Muschelgewebe auch Knorpel- oder Knochengewebe des Septums mit abgetragen, welche durch Oberflächenanästhesie nur mäßig anästhesierbar sind. Die größere Blutungs-, Sekretions- und Schwellungsrate beruht auf einer stärkeren, laserbedingten Reizung der Schleimhaut, sowie der größeren Wundfläche bei zusätzlich durchgeführter Leistenabtragung. Die postoperative Pflege der laserbehandelten Nase gestaltete sich wenig aufwendig. Nach der Laserung erhielten die Patienten eine dexpanthenolhaltige Pflegesalbe (Bepanthen Nasen- und Augensalbe®) und eine privinhaltige Salbe mit ätherischem Pfefferminzöl (Siozwo®), die sie im Wechsel mehrmals täglich selbständig applizierten. Eine Nasentamponade war aufgrund der geringen Nachblutungsgefahr nicht erforderlich. Das Angebot der ärztlichen postoperativen Nachsorge, das speziell für Patienten mit postoperativen Beschwerden bestand, nahmen nur wenige Patienten in Anspruch.

Synechien oder atrophische Rhinopathien wurden weder bei Patienten mit alleiniger Lasermuschelkaustik, noch bei Patienten mit einer Leisten- respektive Spornabtragung in Verbindung mit beidseitiger Muschelkaustik beobachtet. Bakterielle Wundinfektionen traten nicht auf. Knorpel- oder Knochenschäden an der gegenüberliegenden Septumseite, sowie Perforationen des Septums wurden nach Leistenentfernung nicht beobachtet, da diese prinzipiell nur auf einer Seite abgetragen wurden. Synechiebildung bei kombinierter Leistenabtragung und Muschelkaustik ließ sich durch Vermeidung gegenüberliegender Wundränder umgehen.

Bei einer Befragung der Patienten wurde lediglich über postoperative Nachwirkungen berichtet. Besonders häufig wurden hier Sekretion der Nase mit 20%, Nasenatmungsbehinderung mit 16,7%, sowie Schwellung der inneren Nase mit 16,7% Häufigkeit genannt (jeweils starke Beschwerden). Dauer der Beschwerden war durchschnittlich eine (Sekretion) respektive drei Wochen (Nasenatmungsbehinderung, Schwellung). Nur 6,7% der Patienten erlitten in den ersten 10 Tagen nach eigenen Angaben

eine stärkere Nachblutung. Es mußte sich jedoch kein Patient wegen einer Nachblutung in ärztliche Behandlung begeben. Starke postoperative Schmerzen über einen Zeitraum von 2-3 Tagen wurden nur bei 3,3% der Patienten beschrieben (siehe Tabelle 5a).

Ähnliche Tendenzen zeigt die Gruppe der beidseitigen Muschelkaustik und Leistenabtragung. Starke Sekretion, Schwellung und Nasenatmungsbehinderung waren auch hier in einem Zeitraum von 10-14 Tagen bei 42,9%, 14,3% respektive 14,3% der Patienten zu verzeichnen. Blutungen, Schmerzen oder Riechbeeinträchtigung in starkem Ausmaß wurden nicht beobachtet (Tabelle 4b).

Die postoperativen Nachwirkungen über einen Zeitraum von 2-3 Wochen können durch die Wirkungsweise des Nd:YAG-Lasers erklärt werden: das Nd:YAG-Laserlicht wird nur gering von Wasser absorbiert, woraus eine Eindringtiefe bis zu 1 cm resultiert. Der Nd:YAG-Laser wirkt somit direkt im nasalen Schwellkörper. Dort werden während der Nd:YAG-Lasermuschelreduktion die submukösen Venenplexus und Muskelfasern verkleinert. Diese Muskelfasern spielen eine wichtige Rolle bei den Vorgängen der Vasodilatation und Vasokonstriktion, die als Pathomechanismus für das Anschwellen der Nasenschleimhaut von Bedeutung sind (26). Die Laserenergie induziert außerdem eine Vaskulitis in den Venenplexus (50). Mit der Laserung werden zwei Ziele erreicht: Durch das Schrumpfen der submukösen Venenplexus kommt es zur Volumenreduktion der Nasenmuschel. Zusätzlich wird damit auch die Fähigkeit der Nasenschleimhaut zum Anschwellen erheblich eingeschränkt. Die Vaskulitis verursacht eine reaktive Schwellung mit begleitendem Ödem und ist ebenso ursächlich für die vermehrte visköse Sekretion (55). Jedoch sind direkt nach der 3-4wöchigen Heilungsphase rhinomanometrisch und akustisch rhinometrisch erste Verbesserungen zu messen (s. o.). Eine Heilungszeit mit zeitlich begrenzter Symptomverschlechterung über 3-4 Wochen nach Kontaktkoagulierung mit dem Nd:YAG-Laser wird ebenso von Olthoff (71) beobachtet. Ito (32) berichtet im Gegensatz dazu von einer einwöchigen, vorübergehenden Symptomverschlechterung. Nach 3-4 Wochen habe die Mukosa wieder ein normales Aussehen gehabt. Unsere Erfahrungen über die Heilungsdauer bzw. Beschwerdedauer nach Eingriffen mit dem Nd:YAG-Laser im Kontaktverfahren (2-3 Wochen) überbrücken hiermit die Differenzen der Ergebnisse von Ito und Olthoff.

Nach der Wundheilungsphase imponiert die Nd:YAG-Laser-behandelte Schleimhaut rhinoskopisch als reizlose Narbe. Histologisch läßt sich drei Monate postoperativ ein narbiges Bindegewebe mit morphologisch intaktem Schleimhautepithel darstellen. Funktionell

erscheint das respiratorische Epithel intakt (36).

Drei Monate postoperativ wurden alle Patienten mittels eines Fragebogens zu ihrer Einschätzung des Erfolges des Lasereingriffes befragt. Hierbei zeigten sich 86,7% der Patienten mit dem Ergebnis der Lasermuschelkaustik zufrieden, 13,3% bezeichneten den Eingriff als nicht erfolgreich. Die Patienten mit kombinierter Lasermuschelkaustik und Leistenabtragung zeigten sich in 92,9% zufrieden, 7,1% empfanden den Eingriff als nicht erfolgreich. Zur Untersuchung der langfristigen Ergebnisse wurde eine erneute Befragung von 24 Patienten 12-15 Monate postoperativ durchgeführt. Von 17 mit beidseitiger Muschelkaustik behandelten Patienten zeigten sich 82,4% mit dem Ergebnis zufrieden. 80% der 5 befragten Patienten mit Muschelkaustik und zusätzlicher Leistenabtragung waren ebenfalls zufrieden mit dem Ergebnis (Tabelle 7a und 7b). Zusätzlich zu der Verbesserung der Nasenatmungsbehinderung durch die Nd:YAG-Lasereingriff konnten die Patienten über andere positive Veränderungen berichten. Vor allem habe sich der Schlaf, präoperativ bestehender Kopfschmerz und das nächtliche Schnarchen gebessert. Eine Patientin mit rezidivierenden Pharyngolaryngitiden und ein Patient mit rezidivierender Otitis media acuta erfuhren durch die verbesserte Nasenatmung deutliche Linderung ihrer Beschwerden. Weiterhin konnte über verminderte Nasensekretion und verbessertes Riechvermögen berichtet werden (6a und 6b).

In der Literatur lassen sich ähnlich gute subjektive Einschätzungen bei der Muschelkaustik durch den Patienten finden. Lippert erzielte mit dem Nd:YAG-Laser 12 Monate postoperativ eine Patientenzufriedenheit von 71,7% und 75%. Zum gleichen Zeitpunkt liegen seine Ergebnisse mit dem CO₂-Laser bei 81,2% und 86% (54, 55). Die besseren Ergebnisse des CO₂-Lasers sind bei Lippert auf den unterschiedlichen Umfang der Gewebereduzierung zurückzuführen. Während mit dem CO₂-Laser die komplette Muschel bestrahlt wurde, kam der Nd:YAG-Laser nur an dem Muschelkopf bzw. dem anterioren Drittel bis anterioren Hälfte der Nasenmuschel zur Anwendung. DeRowe (8) dagegen erzielte in einer vergleichenden Untersuchung des Dioden-, CO₂- und Nd:YAG-Lasers erheblich geringere Anteile an zufriedenen Patienten in allen Lasergruppen. Nach ca. 15 Monaten zeigten sich 57% der Patienten durch eine CO₂-Laserbehandlung zufrieden; bei dem Nd:YAG-Laser betrug der Anteil 47%. Nach durchgeführter Muschelreduktion durch den Diodenlaser verspürten 41% der Patienten nach 15 Monaten eine anhaltende Verbesserung. Im Vergleich zu obig genannten Laserarten berichtet Levine (49) von einer Patientenzufriedenheit von 81%

nach 6-12 Monaten mit dem KTP/532-Laser.

Über die subjektive Einschätzung der Patienten nach laserchirurgischer Leistenabtragung berichtet allein Kamami, bei ihm zeigten sich nach durchschnittlich 6 Monaten 96% der Patienten mit dem Ergebnis zufrieden.

Objektiv gemessene Veränderungen gibt es in bisherigen Publikationen nur wenige. Lediglich in zwei Publikationen (55, 62) finden sich rhinomanometrisch unterlegte Daten über die Wirksamkeit des CO₂-Lasers. Mladina erhielt eine Reduktion des nasalen Widerstandes von 0,669 auf 0,361Pa/cm³/sec nach 12-24 Monaten, Lippert berichtete über eine Widerstandsreduktion 0,68 auf 0,32Pa/cm³/sec nach 5 Jahren. Aussagen zur Signifikanz dieser Daten werden jedoch nicht getroffen. Bei dem Nd:YAG-Laser existieren ebenso wenige Veröffentlichungen mit objektiv gemessenen Veränderungen durch die Lasermuschelkaustik. Lippert (55) konnte 5 Jahre postoperativ eine Widerstandsreduktion von 0,72 auf 0,38Pa/cm³/sec nachweisen. Jovanovic (36) berichtet von signifikanten Flowverbesserungen und Reduktionen des nasalen Widerstandes 3 und 12 Monate nach dem Lasereingriff.

Über die Entfernung von Septumleisten wurden bisher nur von Kamami (37) objektiv erhobene Daten (Rhinomanometrie und akustische Rhinometrie) veröffentlicht. Er berichtete von einer deutlichen, aber nicht signifikanten Zunahme des Gesamtnasenvolumens und Abnahme des nasalen Widerstandes. In dieser Studie wurde bei der einfachen Muschelkaustik eine signifikante Widerstandsreduktion um 20% nach drei Monaten erreicht. Zum Vergleich mit obigen Literaturangaben entspricht dies einer mittleren Widerstandsreduktion von 1,38 auf 0,23Pa/cm³/sec. Bei diesen Angaben wird von Anfang an mit Mittelwerten gerechnet, das heißt, die Mittelwerte aller Patienten zu den einzelnen Zeitpunkten werden aufeinander bezogen. Korrekterweise sollte die Mittelwertberechnung am Ende der Auswertung stehen, um die Ergebnisse nicht unnötigerweise zu verzerren. Da sich der Modus der Berichterstattung über den nasalen Widerstand in der Fachliteratur jedoch anders durchgesetzt hat, möchte ich an dieser Stelle der Einfachheit halber meine Werte des nasalen Widerstandes ebenfalls in dieser Form darstellen. Damit lägen unsere mit dem Nd:YAG-Laser erzielten Widerstandsabnahmen, im Mittel betrachtet, noch vor denen Lipperts (Nd:YAG-Laser, 55), sowie Mladinas und Lipperts (CO₂-Laser, 55, 62) und Mins (Diodenlaser, 61). Zu bedenken bei diesem Vergleich sind die unterschiedlichen Zeitpunkte, an denen die Widerstandsabnahmen eruiert wurden. In Anbetracht der leicht sinkenden subjektiven

Beurteilungen durch den Patientenfragebogen vom dritten zum 15. postoperativen Monat (86,7% auf 82,4%) ist noch eine Angleichung an die von obigen Autoren veröffentlichten Widerstandsabnahmen zu erwarten.

Für die Parameter hydraulischer Durchmesser, Flow und Querschnittsfläche der C-Senke konnten in dieser Studie ebenfalls signifikante Verbesserungen nachgewiesen werden. Bei der Gruppe der beidseitigen Muschelkaustik vergrößerte sich nach einem Monat die Querschnittsfläche am vorderen Kopf der Muschel signifikant im Mittel um 23,8%, der hydraulische Durchmesser verzeichnete einen signifikanten Zuwachs um durchschnittlich 15,1%. Der inspiratorische Widerstand der Gesamtnase nahm im Durchschnitt um 20,6% ab. Bei diesen Parametern zeigte sich eine recht gute Übereinstimmung von Mittelwert und Median. Der Flow zeigte als einziger der Parameter einen beträchtlichen Unterschied zwischen arithmetischem Mittel und Median. Im Mittelwert betrug die signifikante Verbesserung 85,9%, während der Median 21,1% betrug.

Drei Monate postoperativ konnten für die beidseitige Muschelkaustik ebenfalls signifikante Ergebnisse erzielt werden. Die Querschnittsfläche im Bereich des Kopfes der Concha inferior nahm von präoperativ auf 3 Monate postoperativ um durchschnittlich 18,2% zu. Der hydraulische Durchmesser vergrößerte sich im Durchschnitt um 14,6%. Bei dem inspiratorischen nasalen Widerstand konnte eine Reduktion um 20,3% nachgewiesen werden. Der Flow zeigte eine Verbesserung im Durchschnitt um 72,4%, im Median um 9,4%. Die unterschiedlichen Ergebnisse des Flows in Mittelwert und Median lassen sich durch große Unterschiede der individuellen Flowverbesserungen erklären. Einige, teils um das fünffache vergrößerte Werte ziehen den Mittelwert drastisch nach oben, während der Median als 50. Perzentile von der exponentiellen Verteilung unbeeinflusst bleibt. Das Augenmerk ist bei dem Flow auf den Wert des Median zu richten, der eine Zunahme zwischen 19% (1 Monat postoperativ) respective 7% (3 Monate postoperativ) nahelegt.

Der Parameter Lambda verzeichnete keine signifikanten Ergebnisse, was durch die geringe Schwankungsbreite der Meßergebnisse erklärt werden kann. Diesen Ergebnissen zufolge ist Lambda kein geeigneter Parameter zur Beurteilung der Effektivität der Lasermuschelkaustik.

Für die Werte nach Abschwollen der Nasenschleimhaut sind bei der beidseitigen Lasermuschelkaustik für die Parameter Flow, hydraulischen Durchmesser und Querschnittsfläche an der C-Senke keine signifikanten Änderungen zu verzeichnen. Der Grund dafür liegt in der gezielten Reduzierung des abschwellbaren Gewebes durch die

Nd:YAG-Lasermuschelkaustik. Die Nasenmuscheln sollen die Fähigkeit zum Anschwellen nicht gänzlich verlieren, jedoch soll diese Fähigkeit deutlich eingeschränkt werden. Die Folge ist eine Minimierung der rhinologisch meßbaren Unterschiede zwischen unabgeschwollenen und abgeschwollenen Zustand der Nasenschleimhaut. Entsprechung findet dies in der Nichtsignifikanz der präoperativen und postoperativen Unterschiede nach Abschwollen der Nasenschleimhaut.

In der Versuchsgruppe mit beidseitiger Muschelkaustik und Leistenabtragung konnte für den Parameter C-Senke eine signifikante Veränderung aufgezeigt werden. Die Querschnittsfläche an der C-Senke vergrößerte sich durchschnittlich um 26,6% nach drei Monaten. Beim nasalen Widerstand, der Flußmenge sowie beim hydraulischen Durchmesser sind postoperative Verbesserungen zu verzeichnen, die aufgrund des geringen Stichprobenumfangs jedoch keine Signifikanzen zeigten: Der hydraulische Durchmesser zeigt eine Vergrößerung von durchschnittlich 9,1% nach einem Monat und 10,6% nach drei Monaten; die Flußmenge wird durchschnittlich um 38,5% nach einem Monat und um 45% nach drei Monaten gesteigert; der inspiratorische Widerstand sinkt im Durchschnitt um 16,6% einen Monat postoperativ und um 18,4% drei Monate postoperativ.

Beim Parameter Lambda konnten wie in der ersten Patientengruppe keine signifikanten Ergebnisse nachgewiesen werden.

Angaben in der Literatur über Veränderungen des hydraulischen Durchmessers und des Flows durch eine laserchirurgische Behandlung hyperplastischer Nasenmuscheln in Kombination mit Leistenabtragung gibt es bisher nicht. Allein bei Kamami (37) finden sich objektive Angaben über die Querschnittsfläche an der C-Senke nach CO₂-Laserabtragung von Septumleisten. Kamami berichtete von einer signifikanten Zunahme des Querschnitts der C-Senke von 0,25 auf 0,36 cm³. Hierbei handelt es sich um Angaben, die sich nur auf eine Nasenseite beziehen. Unsere akustisch rhinometrisch gemessene Werte des Querschnitts an der C-Senke, die sich jeweils auf die gesamte Nase beziehen, zeigten eine Vergrößerung von 1,07 auf 1,23cm³ (drei Monate postoperativ). Bei diesem Vergleich ist zu bedenken, daß der zusätzliche Gewinn an „Fläche“ sich bei einer beidseitigen Muschelkaustik und einseitiger Leistenabtragung im Vergleich zu einseitiger Muschelkaustik und Leistenabtragung nivelliert. Im Rahmen dieser Studie wurden der Übersichtlichkeit halber alle Parameter auf die gesamte Nase bezogen. Aus diesem Grund ist hierbei nur eine mäßige Vergleichbarkeit mit der Studie durch Kamami gegeben.

In der Literatur werden die Komplikationsraten des Nd:YAG-Lasers in der Nonkontakttechnik merklich niedriger als bei dem CO₂-Laser in der gleichen Applikationstechnik angegeben. Letzterer wies 3-4% Blutungen (54, 55) und Trockenheit der Nasenschleimhaut in 1,6%-1,8% der Fälle auf (55, 87). Dagegen sind bei dem Nd:YAG-Laser als einzige Komplikationen 1,6% der Fälle Blutungen beschrieben worden (54). Es wurde bei der Nd:YAG-Laserbehandlung in keiner Publikation von Synechien oder Septumperforationen berichtet, die dagegen in einigen CO₂-Laserstudien als seltene Komplikationen erwähnt wurden (15, 74, 86, 87). In dieser Studie wurden weder atrophische Rhinopathien, Synechien, bakterielle Wundinfektionen, Septumperforationen oder andere schwerwiegende Komplikationen beobachtet. Patientenangaben zufolge kam es jedoch in 6,7% der mit beidseitiger Muschelkaustik behandelten Patienten zu starken Nachblutungen. Kein Patient mußte sich deswegen in ärztliche Behandlung begeben. In der Versuchsgruppe mit Muschelkaustik und Leistenabtragung trat keine starke Nachblutung auf.

Die höheren Komplikationsraten bei dem CO₂-Laser erklären sich durch seine Wirkung am Gewebe. Der CO₂-Laser ist ein ablativer Laser, dessen Energie direkt an der Oberfläche des Gewebes absorbiert wird. Wird er längere Zeit auf eine Stelle gehalten, so abladiert der Laserstrahl eine tiefe Schicht und es entsteht ein schmales, tiefes Loch. Bei unsachgemäßer Anwendung können damit starke Gewebeschäden hervorgerufen werden. Der Nd:YAG-Laser, in der gleichen Applikationstechnik verwendet wie der CO₂-Laser (Nonkontakttechnik), schädigt trotz seiner großen Eindringtiefe (abhängig von Laserenergie und Applikationstechnik) von 3-10 mm das Gewebe in geringerem Maße als der CO₂-Laser. Seine koagulierende Eigenschaft reduziert die Gefahr der Gewebeschädigung bei nicht fachgerechter Anwendung. In der Hals-Nasen-Ohrenheilkunden-Abteilung des Berliner Universitätsklinikums Benjamin Franklin wird der Nd:YAG-Laser in der Kontakttechnik angewandt. Der direkte Kontakt der Laserfaser mit der Muschel bewirkt eine lokal begrenzte Wirkung des Laserlichtes auf das Gewebe, wovon auch DeRowe berichtete (8). Folge sind eine Reduktion der Gewebepenetration und Gewebszerstörung. Ein positiver Nebeneffekt ist die geringere Rauchentwicklung. Um die Eindringtiefe des Nd:YAG-Laser zusätzlich zu reduzieren, wird die Spitze der laserlichtübertragenden Quarzfaser karbonisiert, so daß die Laserenergie sich auf den Bereich direkt um die Faserspitze konzentriert. Die Laserwirkung unterliegt somit der direkten optischen Kontrolle. Ein weiterer Vorteil der Kontakttechnik ist die taktile Kontrolle durch den Operateur (60).

Ein Nachteil des Nd:YAG-Lasers gegenüber dem CO₂-Laser ist seine längere Wundheilungszeit. Lippert und Werner beobachteten einer Woche nach der CO₂-Lasierung im Nonkontaktverfahren erste Verbesserungen der Obstruktionssymptomatik. Anhaltende Erfolge traten nach zwei Wochen auf (54). Bei dem Nd:YAG-Laser (Kontakttechnik) hingegen werden Heilungszeiten von 3-4 Wochen beschrieben (32, 71); dies entspricht auch unseren Erfahrungen. Das verkohlte Zellmaterial in der Ablations- bzw. Vaporisationswunde des CO₂-Lasers stört den Heilungsprozeß nur gering. In der Koagulationswunde des Nd:YAG-Lasers wird dagegen postoperativ eine Vaskulitis induziert, die die Wundheilung verzögert. Die verstärkte Blutleere der Nd:YAG-Laserwunde macht sich in der Abwesenheit von Plasma-Fibronectin, das eine Schlüsselrolle in der Wundheilung inne hat, bemerkbar (85). In die Verbrennungswunde müssen aufgrund des induzierten Kapillarschadens aus dem umliegenden Gewebe neue Kapillaren einsprossen (52), was den Wundheilungsprozeß verzögert. Dennoch ist die stärkere Gefäßkoagulation des Nd:YAG-Lasers ein entscheidender Vorteil gegenüber dem CO₂-Laser. Mit dem Nd:YAG-Laser können Gefäße bis zu einem Durchmesser von 5 mm verschlossen werden (40). Das Resultat ist eine blutfreie Operationsfläche. Zusätzlich wird das Blutungsrisiko bei der chirurgischen Resektion des gut durchblutenden Schwellgewebes damit elegant umgangen.

Über die Wundheilungszeit nach Eingriffen mit dem Dioden- und KTP/532-Laser sind in der Literatur keine Angaben zu finden.

Septale Leisten in kleiner Ausprägung, ohne Wirkung auf Aerodynamik, sind ein häufiger Nebebefund. Wesentlich seltener sind die zu großen und aerodynamisch ungünstigen Septumsauswüchse, die eine Indikation zur laserchirurgischen Abtragung darstellen. Aus diesem Grund handelt es sich hier um ein kleineres Patientenkollektiv. Große Schwankungen der Ausgangswerte, hervorgerufen durch starke interindividuelle Unterschiede in der Nasenanatomie, in Kombination mit einem geringen Stichprobenumfang, machen den Nachweis einer signifikanten Veränderung relativ schwierig. Alle Ergebnisse dieser Patientengruppe ähneln jedoch tendenziell denen der ersten Versuchsgruppe, wenngleich aufgrund des geringen Umfangs dieser Gruppe für beidseitige Muschelkaustik und Leistenabtragung wenige signifikante Ergebnisse nachgewiesen werden konnten. Hier könnte ein Ansatz einer späteren Untersuchung liegen.

Entgegen der Erwartung fanden sich keine signifikanten Unterschiede in der Operationswirkung zwischen Allergikern und Nichtallergikern, wie es vorausgehende Studien

vermuten ließen (83). Der Stichprobenumfang betrug bei der Gruppe der Muschelkaustik 14 Allergiker und 16 Nichtallergiker, bei der Gruppe Muschelkaustik und Leistenabtragung 4 Allergiker und 10 Nichtallergiker.

Bei prospektiven Patientenstudien ist generell ein Problem des Stichprobenumfangs- und inhalt gegeben. Allein das Follow-up kann Verzerrungen im Patientengut verursachen. Manche Patienten, die sehr zufrieden mit dem Operationsergebnis sind, sehen wegen Mangels an Beschwerden keinen Grund, erneut in die Klinik zu gehen. Andere Patienten, die sehr unzufrieden mit dem Operationsergebnis sind, schauen sich lieber nach einer anderen Hilfe um, um ihr Leiden zu lindern. Ebenso kann es sein, daß ein Patient zum Zeitpunkt des Follow-ups durch beginnende Allergiesaison und ständige Allergenexposition eine dahingehende Verschlechterung seiner Nasenatmung erfährt, was die Auswertung nach unten korrigieren könnte.

Zu Beachten sind auch die teilweise erheblichen Unterschiede der Nasenanatomie der Patienten. In Anbetracht der differenten Gegebenheiten der Nasenhöhle der einzelnen Studienteilnehmer wurden die postoperativen Ergebnisse auf den jeweiligen individuellen Ausgangswert bezogen, und ein Verhältnis der prä- und postoperativen Werte errechnet. Erst nach Ermittlung der prozentualen Verbesserungen wurden Mittelwerte gebildet. Somit stehen die Änderungen der Nasendurchgängigkeit im Vordergrund, die differenten Ausgangswerte stellen hierbei keine Fehlerquelle dar.

Die Lasereingriffe wurden durch sechs verschiedene Hals-Nasen-Ohrenärzte durchgeführt, wobei Variationen in dem Umfang der Lasereingriffe entstehen können. Alle laserchirurgisch tätigen Ärzte wurden jedoch von ein- und derselben Person zur Durchführung der Lasermuschelkaustik und Leistenabtragung angeleitet und haben jahrelange Erfahrungen im Umgang mit dem Nd:YAG-Laser. Die rhinoresistometrischen und akustisch rhinometrischen Untersuchungen wurden von jeweils einer Person mit jahrelanger Tätigkeit im Rhinologischen Funktionslabor des Universitätsklinikum Benjamin Franklin durchgeführt.

Die größte Fehlerquelle stellt bei Einzelfragen der relativ kleine Stichprobenumfang dar. Besonders in der Versuchsgruppe mit beidseitiger Muschelkaustik und Leistenabtragung sind daher Verzerrungen und Nichtrepräsentierbarkeit der Gesamtpopulation (Patienten mit Nasenatmungsbehinderung aufgrund hyperplastischer Nasenmuscheln respective Septumleisten) möglich. Ferner können sogenannte „Ausreißer“ die Ergebnisse beeinflussen. In der Gruppe der Muschelkaustik gab es im Hinblick auf die Flußmenge (Flow) mehrere

Patienten, deren postoperatives Ergebnis ein Vielfaches des Ausgangswertes betrug (d.h. eine starke Verbesserung der Nasenatmung). Diese Patienten können die Berechnung der Mittelwerte stark beeinflussen; zur Vermeidung dieser Fehlerquelle wurden die durchschnittlichen Ergebnisse in Kombination mit dem Median angegeben, der einen weiteren Eindruck über die Gewichtung der Ergebnisse geben kann. Einen weiteren „Ausreißer“ gibt es bei dem Parameter inspiratorischer Widerstand, welcher den ausgehenden Mittelwert (vor dem Lasereingriff, vor Anschwellen) in den Diagrammen verfälscht wiedergibt. Würde man ihn herausnehmen, änderte sich der durchschnittliche Ausgangswert von 1,38 auf 0,47 Pa/cm³/s sowie die Standardabweichung von 5,04 auf 0,62; die prozentualen Veränderungen würden sich jedoch nur gering ändern von 20,6% und 20,4% nach einem respective drei Monaten auf 17,9% und 17,7%. Da in dieser Studie das gesamte Patientenkollektiv dargestellt werden sollte, wurde der Patient in der Studie belassen.

Exakte Diagnosestellung anhand strikter Kriterien ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Laserbehandlung der vergrößerten Nasenmuscheln. Die Nasenatmungsbehinderung sollte auf eine Hyperplasie der Nasenschleimhaut zurückzuführen sein. Nur in diesem Fall sollte eine Behandlung mit dem Nd:YAG-Laser erfolgen. Aus diesem Grund wurden in der präoperativen Diagnostik vergleichende rhinoresistometrische und akustisch rhinometrische Untersuchungen vor und nach Anschwellen der Nasenschleimhaut durchgeführt. Nur bei Patienten, die nach Anschwellen eine subjektive Besserung der Obstruktionssymptomatik aufwiesen und bei denen auch rhinoresistometrisch eine Vergrößerung des hydraulischen Durchmessers nachgewiesen werden konnte, wurde die Indikation zur Lasermuschelkaustik gestellt. Bei einem vergrößerten Os turbinale dagegen ist z.B. die submuköse Resektion des Knochens empfehlenswert.

Der Nd:YAG-Laser ist ein ideales Instrument, um nasenatmungsverbessernde Eingriffe in der Nase zu machen. Die Lasermuschelkaustik ist ein sehr schonendes Verfahren, mit dem gezielt und gewichtet abschwellbares Gewebe der hyperplastischen Nasenmuscheln entfernt werden kann. Septumleisten- und sporne können problemlos mit dem Nd:YAG-Laser abgetragen werden. Die Komplikationsrate liegt praktisch bei Null, so daß ein Eingriff an stark hyperplastischen Nasenmuscheln bei Bedarf mehrmals wiederholt werden kann. Die Nase ist ein aerodynamisches System, das relativ empfindlich auf Veränderungen im strömungsdynamischen Sinn reagiert. Eine zu großzügig durchgeführte Resektion läßt zwar mehr Luft durch die Nase strömen, jedoch kann der Patient durch eine erhöhte turbulente

Strömung die gleiche Nasenatmungsbehinderung empfinden wie vor der Operation, da vermehrte Turbulenzen den nasalen Widerstand erhöhen. Es findet in diesem Falle außerdem ein übermäßiger Kontakt der vorbeiströmenden Luft mit der Nasenschleimhaut statt, so daß diese austrocknet. Im extremen Fall kann das wie bei der totalen Turbinotomie zu atrophischer Rhinopathie oder gar einer Ozaena führen (66). Daher ist im Bereich der Nase ein vorsichtiges und zurückhaltendes Vorgehen ratsam. Aufgrund schonender Gewebswirkung (68) und geringer Belastung des Patienten bietet die Lasermuschelkaustik die ideale Grundlage einer nasenatmungsverbessernden Operation. Die mehrmalige Applikation der Laserenergie ist vor allem bei Patienten mit massiv vergrößerten Nasenmuscheln eine optimale Möglichkeit, schleimhautschonend und Schritt für Schritt hyperplastisches Gewebe abzutragen, ohne der Nase oder ihrer respiratorischen Funktion zu schaden.

Der einzige Nachteil der Lasermuschelkaustik scheint die nicht dauerhafte Verbesserung der Nasenatmung zu sein. Wie in der Literatur beschrieben, wurde auch in dieser Studie ein leichter Rückgang der postoperativen Ergebnisse in objektiv fassbaren Werten sowie in der Patientenbefragung beobachtet. Eine Patientenzufriedenheit von 80% (Muschelkaustik und Leistenabtragung) respective 82,4% (Muschelkaustik) 12-15 Monate postoperativ spricht jedoch für eine insgesamt gute Langzeitwirkung. Interessanterweise scheinen die Erfolge bei beidseitiger Muschelkaustik und Leistenabtragung langanhaltender im Vergleich zur beidseitigen Muschelkaustik zu sein. Bei den Parametern Flußmenge, hydraulischer Durchmesser, inspiratorischem Widerstand und dem Querschnitt an der C-Senke zeigten sich drei Monate postoperativ weitere Verbesserungen gegenüber den Ergebnissen nach einem Monat postoperativ, während bei der Gruppe ohne Leistenabtragung bei der Flußmenge und dem Nasenquerschnitt schon eine leichte Tendenz zur Effektivitätsabnahme besteht. Hierbei stellt sich die Frage, ob zur Verbesserung der Langzeitwirkung der beidseitigen Lasermuschelkaustik in Zukunft eine zusätzliche Laserung im mittleren Nasengang erfolgen sollte. Dies könnte der Ausgang weitergehender Untersuchungen sein.

Mit dem Nd:YAG-Laser besteht des weiteren die Möglichkeit, den nasenatmungsverbessernden Eingriff unter endoskopischer Kontrolle ambulant durchzuführen. Der Zeitaufwand einer beidseitigen Muschelkaustik beläuft sich auf circa 30 Minuten, davon entfallen etwa 20 Minuten auf die Prämedikation durch das Lokalanästhetikum. Die Abtragung einer Leiste bzw. eines Sporns nimmt je nach anatomischer Gestalt weitere 5-10 Minuten in Anspruch. Der Patient kann direkt nach der

Laserung wieder seiner Arbeit nachgehen und ist vollkommen verkehrstüchtig. Durch diesen Eingriff in lokaler Betäubung können auch ältere oder multimorbide Patienten mit einer Nasenatmungsbehinderung, bei denen ein Eingriff in Intubationsnarkose nicht durchführbar ist, suffizient behandelt werden. Das gleiche gilt auch für Patienten mit Blutgerinnungsstörungen oder unter einer gerinnungshemmenden Therapie. Das Risiko einer Vollnarkose ist bei der Lasermuschelkaustik nicht gegeben.

Das gilt besonders für Patienten mit einer die Nasenatmung behindernde Septumleiste, die durch die Nd:YAG-laserchirurgische Behandlung erstmals die Möglichkeit haben, sich suffizient ambulant behandeln zu lassen, ohne einen knapp einwöchigen Krankenhausaufenthalt wie bei der Septumplastik in Kauf nehmen zu müssen. Durch die nasenatmungsverbessernde Lasermuschelkaustik sowie Leistenabtragung entstehen durch die ambulante Durchführung nur geringe Kosten.

Die Anwendung des Nd:YAG-Lasers im Kontaktverfahren und unter endoskopischer Kontrolle bietet die Möglichkeit, effektiv, risikoarm und mit zufriedenstellenden Langzeitergebnissen ambulant Eingriffe im Bereich der Concha inferior und des Septums durchführen zu können.