

Computerassistierte Chirurgie der Nasennebenhöhlen – Technologie und klinische Erfahrungen mit dem Vector-Vision-Compact®-System an 102 Patienten

G. Grevers¹
A. Leunig²
A. Klemens¹
H. Hagedorn²

CAS of the Paranasal Sinuses – Technology and Clinical Experience with the Vector-Vision-Compact-System in 102 Patients

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Computerassistierte Chirurgie (CAS, Navigationschirurgie) gehört heute in den unterschiedlichsten medizinischen Disziplinen zum Standardrepertoire. Auch im HNO-Bereich gewinnt diese Technik seit Ende der 80er Jahre des vergangenen Jahrhunderts zunehmend an Bedeutung. Vor allem in der Nasennebenhöhlen-Chirurgie werden CAS-Systeme seit mehr als 10 Jahren bei verschiedenen Fragestellungen, bevorzugt aber im Zusammenhang mit Rezidivoperationen, eingesetzt. Die Navigationschirurgie wurde vor 6 Jahren durch den Erstaufbau für die NNH-Chirurgie in der HNO-Klinik im Klinikum Großhadern eingeführt. Seit diesem Zeitpunkt wurde von unserer Arbeitsgruppe mit verschiedenen CAS-Systemen gearbeitet. Für die vorliegende Untersuchung haben wir die Erfahrungen mit dem Vector Vision Compact (Fa. BrainLAB) ausgewertet.

Material und Methode: Zwischen September 2000 und Dezember 2001 wurden 102 Patienten (Durchschnittsalter 53 Jahre) der HNO-Kliniken Großhadern und Starnberg mit Hilfe des CAS-Systems an den Nasennebenhöhlen operiert. Die Indikationen erstreckten sich vom Primäreingriff bei chronischer Rhino-Sinusitis über Rezidivsinusitiden, Rezidiv-Polyposis nasi und Mukozelen bis zu Tumorbiopsien aus den Nasennebenhöhlen (vgl. Tab. 1). Bei 35 Patienten erfolgte die Registrierung mittels Headset, bei den übrigen durch das Laserregistrierungssystem „Z-touch®“.

Ergebnisse: Hinsichtlich der präoperativen Planungszeit ergab sich eine deutliche Überlegenheit der Laserregistrierung (mittlere Registrierzeit 5,2 min) gegenüber der konventionellen Registrierung mittels Head-set (mittlere Registrierzeit 20,2 min), wäh-

Abstract

Introduction: Functional endonasal sinus surgery has gained significant importance in the treatment of chronic inflammatory sinus disease over the past 20 years. Still, the risk of jeopardizing adjacent structures, i.e. the anterior skull base, optic nerve or carotid artery, is increased, especially in revision cases. Several attempts have been made in the past to reduce the risk of iatrogenic injuries due to this kind of surgery and to increase the safety of the procedure, one of them being the introduction and clinical application of image guided and computer assisted surgery (CAS) respectively. A new method of patient registration for the CAS is the non-contact laser registration (z-touch™ laser). The main advantage of the laser registration device, is that it is no longer necessary to equip the patient with special markers or with a headset for the registration scan, therefore additional CT scans can be avoided.

Material and Methods: In this study we summarize our experience with the Vector Vision compact navigation system. The study population contained 102 patient, treated over a period of 18 months (Sept. 2000–Dez. 2001). The indications for the CAS were mainly revision operations of recurrent nasal polyps, mucocoeles or other chronic rhino-sinus diseases, especially of the frontal sinus. In 35 cases the headset registration was applied, in all other cases we used the z-touch™ laser registration.

Results: The preoperative planning time was significantly lower for z-touch™ laser registration (Ø 5,2 min) compared to the headset registration (Ø 20,2 min), the set-up-time in the operation room was nearly the same, 7 min for z-touch™ laser registration and 6 min for headset registration. The most important criterion

Institutsangaben

¹ Hals-Nasen-Ohrenklinik im Krankenhaus Starnberg GmbH, Starnberg

² Hals-Nasen-Ohrenklinik der Universität München

Widmung

Herrn Prof. Dr. med. Ernst Kastenbauer zum 65. Geburtstag gewidmet.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Gerd Grevers · Hals-Nasen-Ohrenklinik · Krankenhaus Starnberg GmbH · Oswaldstraße 1 · 82319 Starnberg

Eingegangen: 18. Februar 2002 · **Angenommen:** 23. Mai 2002

Bibliografie

Laryngo-Rhino-Otol 2002; 81: 476–483 © Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 0935-8943

rend die „Set-up“-Zeit im OP annähernd gleich war (7 min für Z-touch, 6 min für Head-set). Der RMS-Wert, der ein Kriterium für die rechnerische Messgenauigkeit darstellt, betrug bei Z-touch-Registrierung durchschnittlich 1,2 mm. Die klinische Plausibilitätsprüfung ergab eine Abweichung in der X- und Y-Achse von durchschnittlich 1,3 mm, in der Z-Achse von 1,4 mm.

Schlussfolgerungen: Unsere Ergebnisse bestätigen erneut, dass die CAS in der Nasennebenhöhlenchirurgie einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Operationssicherheit zu leisten im Stande ist. Dies bedeutet, dass der Einsatz solcher Systeme im Sinne einer Verringerung der Komplikationsrate auf Dauer unausweichlich ist. Neben komplizierten Rezidiveingriffen mit veränderter Anatomie bietet die Technik aber auch bei weniger komplizierten Eingriffen durchaus wertvolle Zusatzinformationen und kann zudem dem Anfänger den Einstieg in die OP-Technik erleichtern, ohne ihn von der Notwendigkeit zu entbinden, das präoperative „Training“ am Leichenpräparat zu absolvieren. Die CAS kann ebenso wenig wie andere Ergänzungsmodalitäten der NNH-Chirurgie den operativen Lernprozess ersetzen. Unsere Ergebnisse konnten weiter zeigen, dass die Laserregistrierung eine Verkürzung der präoperativen Planungszeit gegenüber konventioneller Registrierung sowie eine Verbesserung der Genauigkeit, das entscheidende Kriterium für die Bewertung des Systems, erbringt.

Schlüsselwörter

Endonasale Nasennebenhöhlen-Chirurgie · CAS · Navigationschirurgie

for CAS, of course, is accuracy during surgery; here we also observed an increased accuracy for the z-touch™ laser registration.

Conclusions: Our data confirm earlier observations indicating that CAS enhances safety during endoscopic sinus surgery especially in revision cases. In addition it might be a helpful adjunct for the beginner and even advanced surgeon during routine sinus procedures. Nevertheless, CAS should not be misinterpreted as a substitute for thorough and meticulous studying of this delicate area including cadaver studies. Our results further demonstrate that the faster and simple registration method allows us to use the system more frequently, thereby increasing the number of navigated cases. The accuracy we can achieve varies between 0.9 and 2.4 mm, with a mean value of 1,3 in the x- and y-axis and 1,4 in the z-axis. In addition it is also possible to use imaging data sets obtained prior to the intent to operate. This not only reduces the cost for imaging studies, but also minimizes the manpower needed to place the fiducials, organize and perform additional acquisition of images.

Key words

Endonasal sinus surgery · CAS · Navigation

Einleitung

Die Verwendung computergestützter Navigationssysteme wird bereits seit längerer Zeit in unterschiedlichen Disziplinen (Neurochirurgie, Radiotherapie, Orthopädie, MKG-Chirurgie) in beträchtlichem Umfang eingesetzt. Auch im Kopf-Hals-Bereich haben sich seit der Erstbeschreibung durch Schlöndorf et al. [1] Mitte der 80er Jahre des vergangenen Jahrhunderts verschiedene Arbeitsgruppen mit der klinischen Relevanz der navigationsgestützten Chirurgie in erster Linie im Bereich der Nasennebenhöhlen aber auch der Laterobasis befasst [2 – 15].

Gerade die NNH-Chirurgie hat in den vergangenen zwei Jahrzehnten zum einen durch die Zunahme chronisch-entzündlicher Nasennebenhöhlenerkrankungen, zum anderen aber durch die Änderung der chirurgischen Technik, innerhalb unseres Fachgebietes sehr stark an Bedeutung gewonnen. Mit der Einführung endoskopischer bzw. mikroskopischer Operationen im NNH-Bereich Mitte der 80er Jahre, stieg auch die Komplikationsrate bei diesen Eingriffen zunächst deutlich an. Zahlreiche Publikationen vor allem aus den späten 80er und frühen 90er Jahren, aber auch später, zeugen von Umfang und Bedeutung dieser Entwicklung [16 – 21]. Entsprechend frühzeitig wurde deshalb begonnen, Ansätze zu entwickeln, die dabei helfen sollten, die Komplikationsrate dieser Eingriffe zu senken. Neben der Einführung neuer Operationsinstrumente [22,23] gebührt in diesem Zusammenhang vor allem der Einführung der Navigationschirurgie besondere Bedeutung. Chirurgische Navigationssysteme (CAS = Computer Assisted Surgery) stellen „on line“ eine Verbindung zwischen präoperativer Bildgebung und operativem Situs her. Das

System verknüpft dabei die intraoperative Information (Endoskop, Mikroskop) mit den präoperativen, unter standardisierten Bedingungen erhobenen bildgebenden Daten (z. B. CT, MRT). Dadurch kann sich der Operateur, je nach Navigationssystem, ständig oder nur bei Bedarf, über die aktuelle Position seines Instrumentariums informieren. Die Verbindung zwischen bildgebenden Daten des Patienten und Navigationssystem kann bei entsprechender Vernetzung direkt in den Rechner eingelesen (PACS = Picture-Archiving-Communication-System) oder aber über digitale Medien wie DAT (Digital-Audio-Tape), laseroptische oder magnetoptische Platten (MOD = Magneto-Optical-Disk) erfolgen.

Vor der computer- bzw. kernspintomographischen Untersuchung mussten bisher am Patienten definierte Marker angebracht werden, die intraoperativ über das Navigationssystem mit ihren Positionen auf den radiologischen Bildern korreliert werden, d. h. fest auf dem Kopf platzierte Marker werden durch geeignete Programme auf das jeweilige radiologische Bild übertragen und erlauben auf diese Weise die genaue Einschätzung der Position entsprechend der markierten Instrumente im Operationsfeld über die auf dem Bildschirm dargestellten koronaren, sagittalen und axialen Schichtaufnahmen bzw. die möglichen 3D-Rekonstruktionen.

Eine Oberflächenregistrierung des Patienten ermöglicht eine Verbesserung der klinischen Genauigkeit und eine Reduzierung des zeitlichen Aufwandes, sowohl während der Registrierung der bildgebenden Daten, als auch im Rahmen der prä- und intraoperativen Registrierung. Das System „Vector Vision Compact“

der Fa. BrainLAB (Heimstetten bei München, Deutschland) bietet erstmalig eine solche Oberflächenregistrierung mit Hilfe der „Z-Touch®“-Laseregistrierungstechnik [24], ohne die Verwendung von definierten Marker an. Dadurch sollen in Zukunft auch „auswärts“ durchgeführte CT-Bilder als Daten für eine Navigationsoperation verwendet werden können.

In der vorliegenden Arbeit sollen unsere Erfahrungen mit dem Vector Vision Compact System (Fa. BrainLAB, Heimstetten bei München) vorgestellt werden, unter besonderer Berücksichtigung von Indikationen, OP-Ablauf, Messgenauigkeit und zeitlichem Aufwand.

Material und Methode

Die in der vorliegenden Arbeit erfassten endoskopisch gestützten NNH-Operationen wurden zwischen dem 1.9.2000 und dem 31.12.2001 in der Hals-Nasen-Ohrenklinik der Universität München sowie zwischen dem 1.7.2001 und dem 31.12.2001 an der Hals-Nasen-Ohrenklinik des Krankenhauses Starnberg durchgeführt. Bei der Mehrzahl dieser Eingriffe handelte es sich nicht um Primäreingriffe, sondern um Revisionsoperationen mit entsprechend höherem Operationsrisiko (Tab. 1).

Seit September 2000 verwenden wir das Vector Vision Compact System der Fa. BrainLAB und konnten bisher 102 Patienten, 45 Frauen und 57 Männer, mit Hilfe des Navigationssystems operieren. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 53 mit einer Altersspannbreite von 18 bis 87 Jahren. Die Operationsindikation bei diesen Patienten reichte von einer ausgeprägten Polyposis nasi über chronische Sinusitis bis hin zu malignen Tumoren im Bereich der Nasennebenhöhlen (Tab. 1). 72% der Patienten waren bereits mehrfach voroperiert und deshalb einem deutlich höheren Komplikationsrisiko ausgesetzt.

Tab. 1 Diagnosen der operierten Patienten

Diagnose	Erst-eingriff	Zweit-eingriff	Mehrfach-eingriff	gesamt
chron. Sinusitis	10	0	0	10
Polyposis nasi	6	11	17	34
Mukozele	0	31	11	42
Sinusitis sphenoidalis	4	0	0	4
Karzinom	6	0	0	6
Liquorfistel	0	2	0	2
Atresie	2	0	0	2
				102

Präoperative Bildgebung

Die von uns verwendeten Bilddaten der Patienten wurden an einem Siemens Somatron plus 4 Spiral-CT (Fa. Siemens, Erlangen, Deutschland) erstellt und umfassten zwischen 90 und 115 axial gefahrene Bilder (2 mm Tischvorschub, 3 mm Fokus, 1 mm Rekonstruktionsintervall, 140 kv, 100 – 150 mAS).

Von den insgesamt 102 Patienten wurden die ersten 35 Patienten mit einem „Head-set-localizer“ untersucht, die übrigen 69 Patienten konnten ohne eine vorhergehende Markierung „gescannt“ werden. Das Datenmaterial wurde auf eine MOD überspielt und in die Workstation eingelesen.

Hierbei kann zum einem eine Kontrolle der Vollständigkeit des Datensatzes bereits präoperativ erfolgen (bei einem endonasalen Eingriff muss a.-p. von der Nasenspitze bis zu den beiden Tragi und kraniokaudal von den Stirnhöhlen bis zu den Unterkanten der Schneidezähne „gescannt“ werden [25]), zum anderen können durch eine „Zoom-Funktion“ und unterschiedliche Graustufeneinstellung zusätzliche Informationen über die individuelle Pathologie des Patienten gewonnen werden.

Dieser evtl. modifizierte Datensatz wurde auf eine Zip-Diskette überspielt und in das Vector Vision Compact Navigationsgerät eingeladen.

Eine gute Qualität der bildgebenden Daten bildet die Grundlage für eine sichere und exakte Navigation intraoperativ; so müssen Bewegungsartefakte vom Patienten und Veränderungen im Gesicht (z.B. mit Bart „gescannt“ und ohne Bart operiert) ausgeschlossen werden. In der ersten Phase der Routineanwendung des Navigationssystems wurden die NNH-CTs am Tag vor der Operation angefertigt, inzwischen hat sich aber gezeigt, dass das Zeitfenster zwischen CT-Untersuchung und Operation auch verlängert sein kann. Hierdurch wird die Planung von Navigationsoperationen deutlich vereinfacht.

Patientenlagerung und Registrierung

Alle Patienten wurden ohne eine invasive (z.B. Mayfield-Klemme) oder nichtinvasive Kopffixierung konventionell auf dem Rücken, mit leicht erhöhtem Kopfteil (etwa 30°) gelagert. Vor der Patientenregistrierung wurden ein „Head-set-localizer“ mit Marker-Stern oder ein „Head-band-localizer“ mit Marker-Stern angebracht, um am frei beweglichen Kopf operieren zu können. Die Navigationsgenauigkeit wurde durch die Bewegungen des Kopfes nicht negativ beeinflusst, solange alle drei Marker des „Localizer“ für die Kameras sichtbar waren.

Nach entsprechender Positionierung des Navigationssystems neben dem Monitor für das endoskopische Operationsbild, erfolgte die Oberflächenregistrierung des Patienten. Bei dem „Vector Vision Compact“ handelt es sich um ein 2-Kamera-System, das passiv arbeitet; dies bedeutet, dass infrarotes Licht von Sendern, die in der Nähe der aufnehmenden Kameras eingebaut sind, emittiert und von geeigneten Objekten (Markern) reflektiert wird. Diese Reflexionen werden gemessen und vom Computer als Information für die Positionskordinaten des Patientenkopfes und der Operationsinstrumente benutzt.

Für die Oberflächenregistrierung verwendeten wir das Laseregistrierungssystem „Z-touch®“ (Klasse-1-Laser); hierbei wird der emittierte Laserstrahl von der Oberfläche des Gesichts des Patienten reflektiert und von den Kameras erfasst [24]. Diese virtuelle Oberfläche des Patienten wird mit der aus dem Bilddatensatz errechneten Oberfläche korreliert, d.h. es wird ein „Matching“ des Patienten an seinem 3D-Datensatz durchgeführt.

Nach diesem „Matching“ gibt das Navigationsgerät einen errechneten Näherungswert zwischen einem am Patienten gemessenen Punkt und dem tatsächlichen Punkt an, den sog. RMS-Wert (Root-mean-square-Fehler). Zur Kontrolle der klinischen Genauigkeit führten wir bei allen Patienten eine standardisierte Plausibilitätsprüfung durch.

Hierfür wurden anatomische Landmarken am Patienten (äußerer und medialer Orbitarand, Nasenspitze, Columella, Nasion, Kopf der mittleren Nasenmuschel und Keilbeinhöhlevorderwand) mit dem „Pointer“ aufgesucht und mit der Position im Navigationsgerät verglichen. Eventuelle Abweichungen wurden auf allen 3 Achsen in mm ausgemessen und dokumentiert. Bei Abweichungen von mehr als 2,5 mm erfolgte eine erneute Patientenregistrierung. Nach erfolgreicher Patientenregistrierung, die entweder am bereits für die Operation vorbereiteten, d. h. abgewaschenen und abgedeckten Patienten oder direkt nach Intubation durchgeführt werden kann, erfolgte die Navigations-OP durch den Operateur alleine, d. h. ohne eine für die Navigation sonst notwendige technische Assistenz. Präoperativer zeitlicher Aufwand, Dauer und Häufigkeit der Patientenregistrierung sowie evtl. andere Besonderheiten wurden dokumentiert.

Das Vector Vision Compact System bietet neben der Benutzung des Pointers auch die Möglichkeit weitere Instrumente zu registrieren. Wir verwendeten hierfür verschiedene gerade und gebogene Sauger, Fasszangen nach Weil und Blakesely sowie den Shaver der Fa. Medtronic-Xomed (Germering b. München, Deutschland).

Ergebnisse

Nach Etablierung eines standardisierten präoperativen Ablaufes der Bildgebung und der Datenüberspielung auf eine MOD konnte der zusätzliche zeitliche Aufwand für die Bilddatenaufbereitung an der „Workstation“ in allen Fällen in weniger als 10 min (durchschnittlich in 5,2 min) und durch den Operateur selbst erfolgen. Bei den ersten 35 Patienten wurde die CT-Untersuchung noch mit einem „Head-set-localizer“ durchgeführt; hierbei benötigten Anpassung und gesonderte Aufklärung der Patienten weitere 10–30 min (durchschnittlich 20,2 min).

Aufgrund von technischen Problemen bei der CT-Untersuchung (nicht genügend Schichten gefahren oder wichtige anatomische Strukturen ausgeblendet) mussten von den 102 Patienten zwei Patienten erneut „gescannt“ werden, in allen anderen Fällen konnte mit Hilfe von „Z-touch®“ direkt registriert werden.

Der zeitliche Mehraufwand für den Aufbau und die Patientenregistrierung im OP belief sich für die „Z-touch®“-Registrierung auf durchschnittlich 7 min (Spannbreite 5–16 min).

Bei 75 Patienten erbrachte die einmalige Registrierung die gewünschte klinische Genauigkeit. 21 Patienten mussten zweimal laserregistriert werden und bei den verbliebenen 6 Patienten war eine mehrfache Registrierung notwendig mit evtl. Repositionierung des Navigationssystems. Der vom Vector Vision System errechnete RMS-Wert betrug durchschnittlich 1,2 mm, mit einer Spannbreite von 0,7 bis 2,5 mm. Die klinische Plausibilitätsprüfung ergab eine Abweichung in der X- und Y-Achse von durch-

schnittlich 1,3 mm und in der Z-Achse von 1,4 mm. Patienten, die eine Abweichung von mehr als 2,5 mm aufwiesen, wurden erneut registriert, in allen Fällen konnte danach eine verbesserte Genauigkeit erreicht werden.

Patient 1

Ein 42-jähriger männlicher Patient stellte sich wegen Nasenatmungsbehinderung und Anosmie bei einer Rezidivpolyposis vor. Anamnestisch waren bereits fünf alio loco durchgeführte endonasale NNH-Operationen bekannt. Endoskopisch zeigten sich neben Polypen auch ausgedehnte Verwachsungen im mittleren Nasengang (Abb. 1 a). Nach konservativer Vorbehandlung erfolgte die navigationsgesteuerte NNH-Revision. Mit Hilfe eines registrierten Shavers konnten zunächst die Polypen abgetragen werden, danach erfolgte die Eröffnung des Rec. frontalis rechts und Revision der übrigen NNH unter Navigationskontrolle (Abb. 1 b). Bei OP-Ende zeigte sich endoskopisch ein weiter Zugang zur re. Stirnhöhle (Abb. 1 c). Der post-op-Verlauf war komplikationslos, ein Jahr nach dem Eingriff ist der Patient beschwerdefrei.

Patient 2

Bei einem 51-jährigen männlichen Patienten, der sich mit langsam auftretenden Doppelbildern und einer Schwellung im Bereich des li. Stirnhöhlenbodens (Abb. 2 a) vorstellte, zeigte die nach Navigationsprotokoll durchgeführte CT-Untersuchung (Abb. 2 b) u. a. eine Mukozele im Bereich des linken Sinus frontalis. Endoskopisch zeigte sich eine erbsgroße Vorwölbung der Schleimhaut (Abb. 2 c). Der Patient berichtete über mehrere von extranasal durchgeführte NNH-Operationen bei Mukozelen bzw. chron. rezidivierenden Sinusitiden. Der letzte Eingriff lag 18 Monate zurück. Nach entsprechender Vorbereitung führten wir die endonasale navigationsgesteuerte Revisionsoperation (Abb. 2 d) durch, hierbei wurde die Mukozele eröffnet und drainiert. Der Zugang zum Sinus frontalis wurde mit der gebogenen Stanze n. Stammberger eröffnet (ca. 8 mm) (Abb. 2 e). Acht Monate nach Operation ist der Patient beschwerdefrei (Abb. 2 f), der Zugang zum Sinus frontalis endoskopisch gut beurteilbar und weit offen (Abb. 2 g).

Diskussion

Mit der zunehmenden Verbreitung endonasaler Operationstechniken bei Nasennebenhöhlenerkrankungen [26–29], sowie unter Berücksichtigung der potenziell lebensgefährlichen Komplikationsmöglichkeiten, besteht die Notwendigkeit, die operativen Techniken und Voraussetzungen für diese Art der Chirurgie zu verbessern. Insbesondere die meist deutlich veränderten anatomischen Verhältnisse nach Voroperationen erfordern eine optimale intraoperative Orientierung, um ernsthafte Verletzungen benachbarter Strukturen zu vermeiden.

Ein Ansatz hierbei war die Verfeinerung des Operationsinstrumentariums bzw. die Etablierung zusätzlicher Instrumente [22,23]; unabhängig davon haben sich aber auch verschiedene Arbeitsgruppen mit der Einsatzmöglichkeit computergestützter Navigationssysteme in der Nasennebenhöhlen-Chirurgie befasst [2–15]. Computergestützte Navigationssysteme besitzen heute eine Genauigkeit, die ihren Einsatz bei schwierigen Eingriffen an der vorderen und lateralen Schädelbasis nicht nur sinnvoll,



Abb. 1 a Patient mit Rezidivpolyposis nach 5 × Rezidiv-OP alio loco, endoskopisches Befundbild li. mittlerer Nasengang.

sondern auch notwendig erscheinen lassen. Nicht nur aus medicolegalen Gründen, sondern auch im Rahmen der Qualitätssicherung wird man auf diese Systeme in Zukunft nicht mehr verzichten können. Unabhängig davon ist ihr Einsatz aber nicht nur für den erfahrenen Operateur in schwierigen OP-Situationen, sondern auch im Rahmen von Routineeingriffen sowie für die chirurgische Ausbildung [30] zu fordern. Grundsätzlich gilt, das entspricht zumindest unseren mittlerweile 6-jährigen Erfahrungen mit navigationschirurgischen Eingriffen in der Nasennebenhöhlenchirurgie, dass diese Technik auch dem fortgeschrittenen NNH-Operateur in problematischen Situationen im Rahmen von

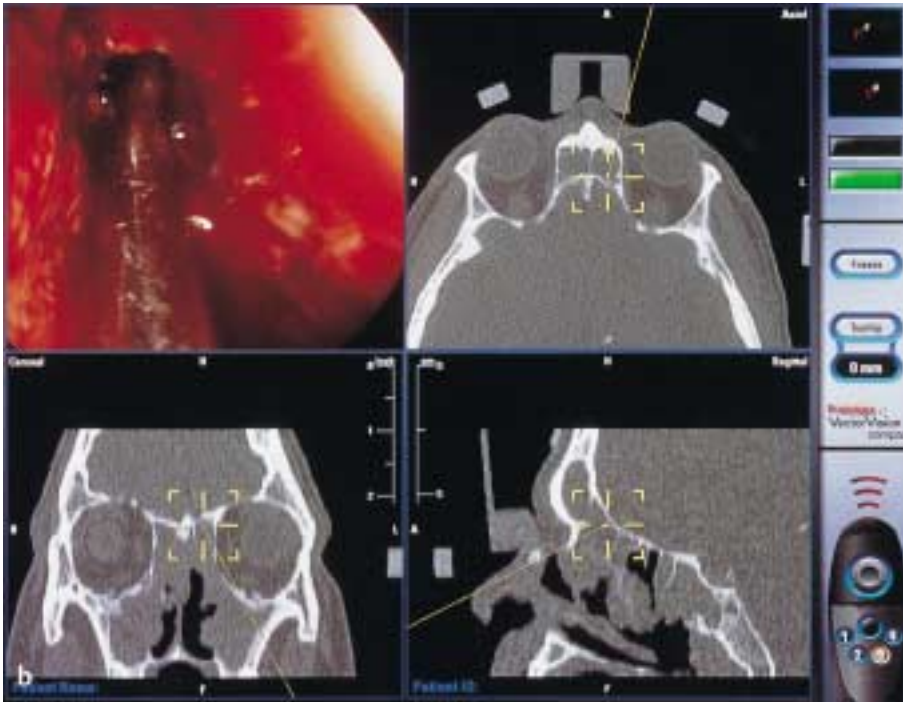


Abb. 1 b Intra-op. Screenshot nach Eröffnung der li. Stirnhöhle mit dem Navigationssystem. Der gebogene Sauger (gelbe Fadenkreuze in den CT-Schichten) liegt im Recessus frontalis.

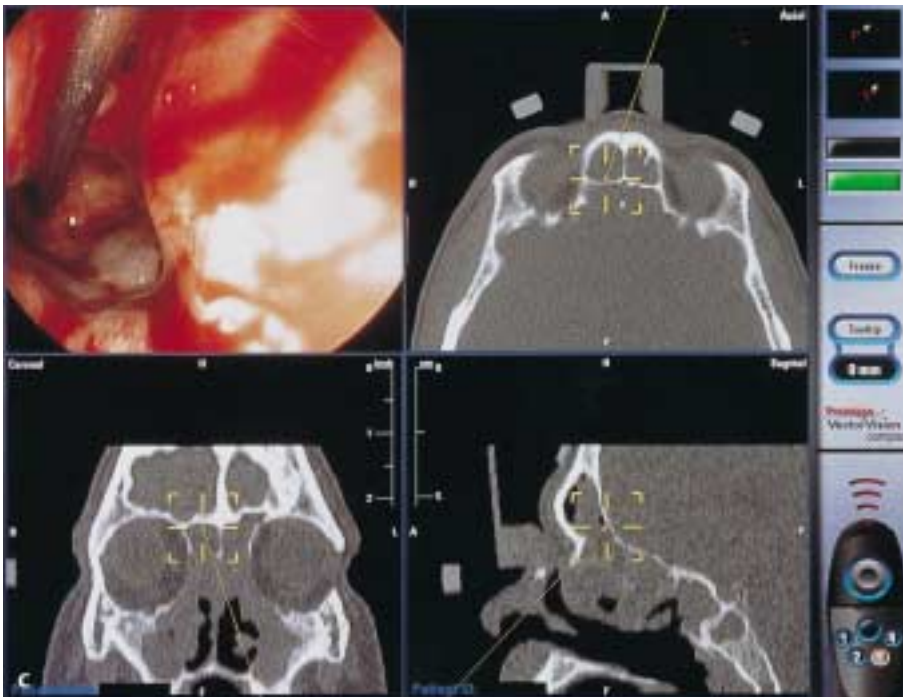


Abb. 1 c Intra-op. Screenshot nach Erweiterung des Zugangs zur re. Stirnhöhle mit Blick in die re. Stirnhöhle.



Abb. 2 a Patient mit Stirnhöhlenmukozele. In der Seitenansicht ist die Vorwölbung im Bereich des linken Stirnhöhlenbodens gut sichtbar.



Abb. 2 c In der endoskopischen Ansicht sieht man die Vorwölbung der Mukozele nach endonasal.



Abb. 2 b Koronares CT mit Darstellung der veränderten Anatomie bei Z. n. 3-maliger extranasaler Vor-OP.

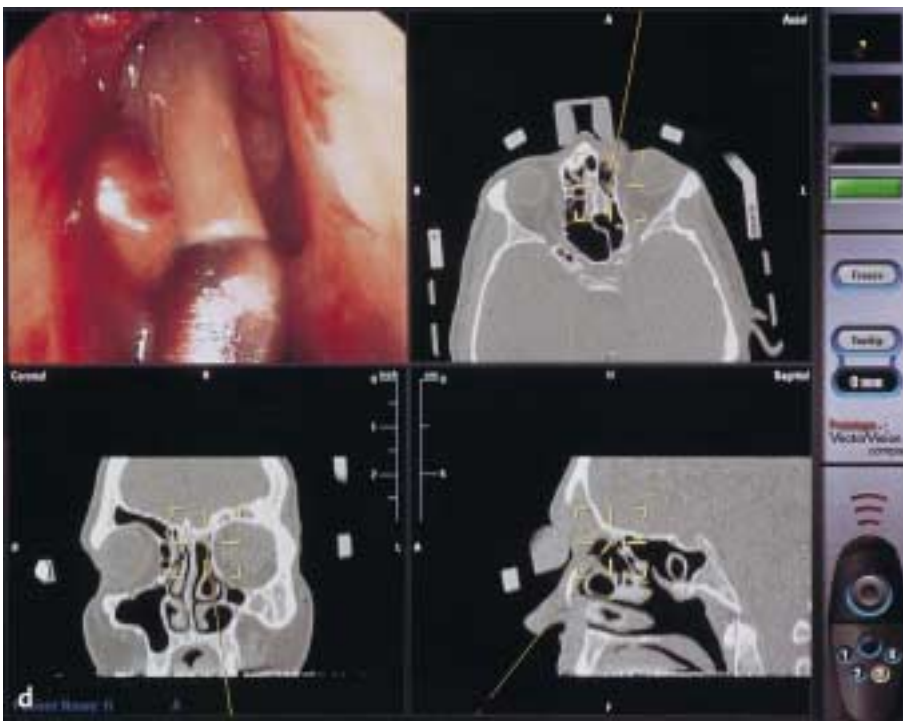


Abb. 2 d Intra-op. Screenshot nach Eröffnung der Mukozele unter Kontrolle des Navigationssystems (deutlich sichtbar das zähe Sekret im Sauger).

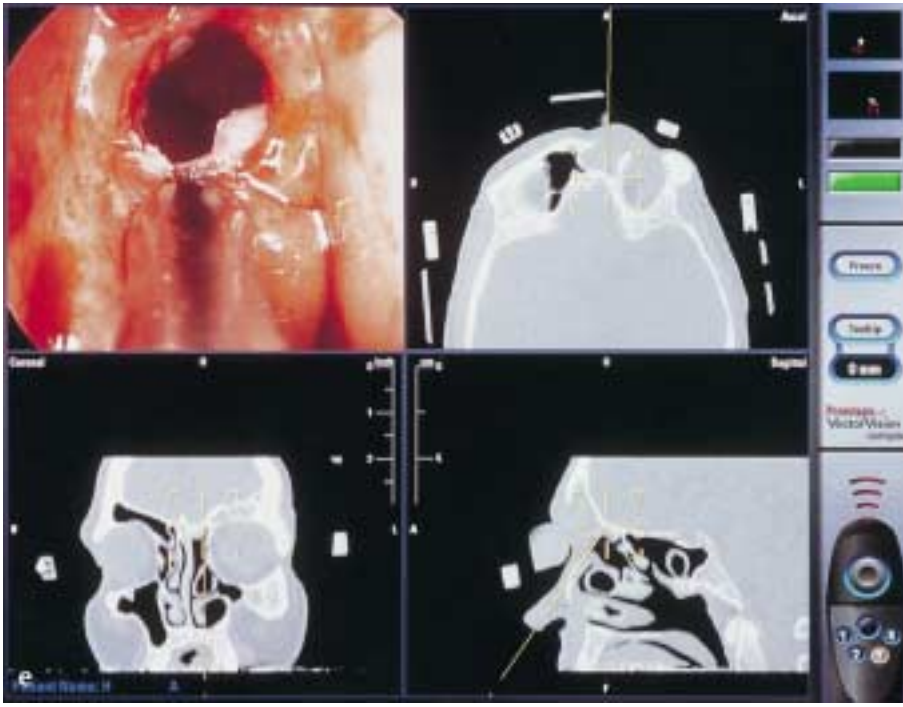


Abb. 2 e Intra-op. Screenshot nach Erweiterung des Zugangs zur li. Stirnhöhle.



Abb. 2 f Post-op. Seitenansicht.



Abb. 2 g Post-operative Endoskopie-bild mit freiem Zugang zur Stirnhöhle (oben im Bild) 8 Monate postop.

apparent routinemäßigen Primäreingriffen an den Nasennebenhöhlen von Nutzen ist. Jeder Rhinochirurg kennt Situationen – und das gilt immer wieder auch für sog. „einfache“ Eingriffe –, in denen er gerne einmal einen „virtuellen“ Blick jenseits der vor seinem Instrument liegenden Knochenstruktur werfen würde.

Seit 1996 wurden von unserer Arbeitsgruppe verschiedene Navigationssysteme bei verschiedenen Operationsindikationen im Bereich der vorderen und seitlichen Schädelbasis eingesetzt. Verwendet wurden ein elektromagnetisches (Instra-Trak®) sowie zwei optoelektrische Systeme (Surgigate® und Vector Vision®). Unsere Erfahrungen mit dem klinischen „Handling“ unterschiedlicher Navigationssysteme, vor allem aber die Überprüfung der Routinetauglichkeit der getesteten Geräte zeigen zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine Überlegenheit des Vector Vision Compact insbesondere hinsichtlich seiner „User-Freundlichkeit“ während des klinischen Einsatzes. Ein wichtiger Vorteil des Systems ist darüber hinaus das Oberflächen-Registrierungs-System „Z-Touch®“. Mit Hilfe dieser lasergesteuerten Oberflächendetektion des Patienten ist es möglich, auf die Verwendung der „Head-set-localizer“ bei der Computertomographie zu verzichten. Dies ermöglicht in näherer Zukunft die Verwendung von auswärts durchgeführten Computertomographien als Kerndaten für die Navigation und somit einer noch breiteren Anwendungsmöglichkeit des Systems. Des Weiteren zeichnet sich „Vector Vision Compact“ durch eine geringe präoperative Vorbereitungszeit, kurze intraoperative Referenzierungszeit und eine hohe Präzision aus.

Ein weiterer wichtiger Vorzug des Vector Vision Systems liegt in der großen Variabilität der optischen Wiedergabe der verschiedenen CT-Schichtungen und des intraoperativen endoskopischen Bildes. Hier kann man zwischen Teilansichten und Vollansichten wählen und mit Hilfe der „Zoom-Funktion“ Details hervorheben.

Literatur

- 1 Schlöndorff G, Mösges R, Meyer-Elbrecht B, Krybus W, Adams L. CAS (Computer Assisted Surgery). *Arch Oto-Rhino-Laryngol* 1987; 11: 45–46
- 2 Anon JB. Computer-aided endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope* 1998; 108: 949–961
- 3 Anon JB, Klimek L, Mosges R, Zinreich SJ. Computer-assisted endoscopic sinus surgery. An international review. *Otolaryngol Clin North Am* 1997; 30: 389–401
- 4 Caversaccio M, Bachler R, Ladrach K, Schroth G, Nolte LP, Hausler R. Frameless computer-aided surgery system for revision endoscopic sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 122: 808–813
- 5 Fried MP, Kleefield J, Jolesz Lhsu L, Gopal V, Deshmukh R, Taylor P, Morrison P. Intraoperative image guidance during endoscopic sinus surgery. *Amer J Rhinol* 1996; 10: 337–342
- 6 Gibbson MD, Gunn CG, Niwas S, Sillers MJ. Cost analysis of computer-aided endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol* 2001; 15: 71–75
- 7 Grevers G, Menauer F, Leunig A, Caversaccio M, Kastenbauer E. Navigationschirurgie bei Nasennebenhöhlenerkrankungen. *Laryngo-Rhino-Otol* 1999; 78: 41–46
- 8 Gunkel AR, Freysinger W, Thumfart WF. Experience with various 3-dimensional navigation systems in head and neck surgery. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 126: 390–395
- 9 Gunkel AR, Thumfart WF, Freysinger W. Computerunterstützte 3D-Navigationssysteme, Überblick und Standortbestimmung. *HNO* 2000; 48: 75–90
- 10 Luxenberger W, Kole W, Stammberger H, Reittner P. Computer assisted localization in endoscopic sinus surgery – state of the art? The Insta Trak system. *Laryngo-Rhino-Otol* 1999; 78: 318–325
- 11 Metson R, Glicklich RE, Consenza M. A Comparison of image guidance systems for sinus surgery. *Laryngoscope* 1998; 108: 857–862
- 12 Metson R, Consenza M, Glicklich RE, Montgomery WW. The role of image-guidance systems for head and neck surgery. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 125: 1100–1104
- 13 Neumann AM Jr, Pasquale-Niebles K, Bhuta T, Sillers MJ. Image-guided transnasal endoscopic surgery of the paranasal sinuses and anterior skull base. *Am J Rhinol* 1999; 13: 449–454
- 14 Olson G, Citardi MJ. Image-guided functional endoscopic sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 123: 188–194
- 15 Schlöndorff G, Mösges R, Meyer-Elbrecht B, Krybus W, Adams L. CAS (Computer Assisted Surgery). Ein neues Verfahren in der Kopf- und Halschirurgie. *HNO* 1989; 37: 173–179
- 16 Grevers G. Anterior skull base trauma during endoscopic sinus surgery for nasal polyposis preferred sites of iatrogenic injuries. *Rhinology* 2001; 39: 1–4
- 17 Kinsella JB, Calhoun KH, Bradfield JJ, Hokanson JA, Bailey BJ. Complications of endoscopic sinus surgery in a residency training program. *Laryngoscope* 1995; 105: 1029–1032
- 18 Levine SB, Gill AJ, Levinson SR, Coffey TK. Diagnostic nasal endoscopy and functional endoscopic sinus surgery: an update and review of complications. *Conn Med* 1991; 55: 574–576
- 19 Maniglia AJ. Fatal and other major complications of endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope* 1991; 101: 349–354
- 20 Salman SD. Complications of endoscopic sinus surgery. *Am J Otolaryngol* 1991; 12: 326–328
- 21 Stammberger H. Complications of inflammatory sinus disease including iatrogenic complications. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol* 1993; 1: 62–102
- 22 Grevers G. Ein neues Operationssystem für die endoskopische Nasennebenhöhlenchirurgie. *Laryngo-Rhino-Otol* 1995; 74: 266–268
- 23 Setliff RC, Parsons DS. The Hummer – New instrumentation for functional endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol* 1994; 8: 275–278
- 24 Grevers G, Hagedorn H, Klimek L. A new registration method for computer-assisted surgery (CAS). *Laryngoscope*: (zur Publikation eingereicht)
- 25 Roth M, Lanza DC, Zinreich J, Yousem D, Scanlan KA, Kennedy DW. Advantages and disadvantages of three-dimensional computed tomography intraoperative localization for functional endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope* 1995; 105: 1279–1286
- 26 Draf W. Die chirurgische Behandlung entzündlicher Erkrankungen der Nasennebenhöhlen. *Arch Oto-Rhino-Laryngol* 1982; 235: 133–305
- 27 Stammberger H. Endoscopic endonasal surgery – concepts in treatment of recurring rhinosinusitis. Part I. Anatomic and pathophysiological considerations. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 94: 143–147
- 28 Stammberger H. Endoscopic endonasal surgery – concepts in treatment of recurring rhinosinusitis. Part II. Surgical technique. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 94: 147–156
- 29 Wigand ME. Endoskopische Chirurgie der Nasennebenhöhlen und der vorderen Schädelbasis. Stuttgart, New York: Thieme, 1988
- 30 Casiano RR, Numa WA, Jr. Efficacy of computed tomographic image-guided endoscopic sinus surgery in residency training programs. *Laryngoscope* 2000; 110: 1277–1282