

ŠIUOLAIKINĖS TECHNOLOGIJOS ENDOSKOPINĖJE NOSIES CHIRURGIJOJE

Dr. Darius Rauba Vilniaus Universiteto ligoninės Santariškių klinikos, Ausų, nosies ir gerklės ligų centras.

Donata Šukytė Vilniaus Universiteto ligoninės Santariškių klinikos, Ausų, nosies ir gerklės ligų centras.

Įvadas

Nosies endoskopo atsiradimas – didžiausias technologinis laimėjimas sinusų patologijos diagnostikoje ir chirurgijoje iki šių dienų. Šio instrumento įdiegimas rinologijoje leido ne tik išsivystyti ir plėtoti endoskopinei sinusų chirurgijai bet ir pasiekti sritis už prienosinių ančių ribų. Endoskopo naudojimas operacijos metu „atima“ iš chirurgo vieną darbinę ranką todėl, atsirado poreikis instrumentų, kuriais kita ranka lengviau šalinami ne tik minkštieji audiniai, bet ir kaulas, koguliuojamos kraujagyslės, siurbiamas kraujas, praplaunamas operacinis laukas. Straipsnyje apžvelgiamos naujausių technologijų pritaikymo sritys, jų privalumai ir trūkumai, palyginami pacientų operuotų naudojant šiuolaikinius instrumentus išgijimo rezultatai.

Minkštiesiems audiniams šalinti skirti jėgos instrumentai

Šeiveris (mikrodebraideris)

Kandantis-skutantis jėgos instrumentas, turintis mažus besisukančius ašmenis, kurie nupjauna vakumo įsurbtą audinio fragmentą. Patentavo Urban 1969 m. („Vacuum rotatory dissector“), 1975 m. pradėtas naudoti ortopedų artroskopinėse operacijose, tik 1994 m. Setliff ir Parsons pradėjo naudoti instrumentą nosies operacijose.¹ Tai dažniausiai naudojamas jėgos instrumentas rinologijoje (ypač polipų šalinimo operacijose). Instrumento sudėtinės dalys: valdymo konsolė su valdymo pedalu, rankena, antgalis su ašmenimis, plovimo sistema. Galima dirbti dviem darbo režimais: osciliaciniu - ašmenys sukasi apie 7000 k/min greičiu, todėl ilgiau lieka atviri, patenka ir nukandama didesnis kiekis minkštųjų audinių, dažniausiai naudojama įprastosiame FES (funkcinėse endoskopinėse sinusų) operacijose, rotaciniu – sukimosi greitis 12 000 – 15 000 k/min, prijungiamas endoskopinis gražtas, kuris naudojamas šalinti ploną kaulą. Antgaliai gali būti tiesūs ir lenkti (0°, 35°, 40°, 65°), kad pasiekti sunkiai prieinamas anatomines sritis, operuojant žandinį ir kaktinį sinusus. Naujausias šeiverio patobulinimas, antgalis su bipoliarinio prideginimo funkcija.

Naudojant jį statistiškai reikšmingai sumažėja operacijos metu netenkamo kraujo kiekis, sutrumpėja operavimo laikas.² Šiuolaikinį šeiverio antgalį galima naudoti su navigacine sistema. Galimos šeiverio panaudojimo sritys rinologijoje:

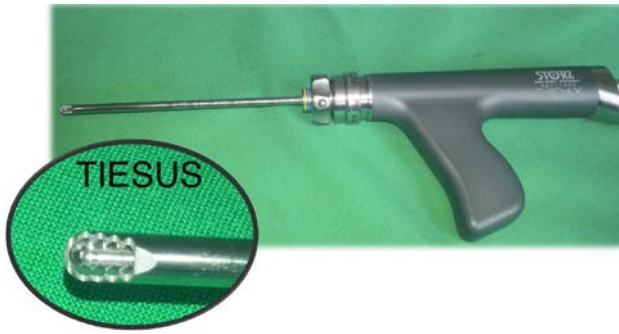
- FESC;
- Nosies kriauklių operacijos;
- Nosies auglių pašalinimo operacijos;

Literatūroje nurodomi šie šeiverio privalumai lyginant su tradicinių instrument naudojimu³:

- Pjauna labai tiksliai, mažomis porcijomis;
- Neplėšoma, tausojama šalia esanti gleivinė;
- Sumažėjusi operacijos trukmė;
- Geresnis operacinio lauko matomumas ir prieinamumas;

Minėti privalumai patvirtinti moksliniais tyrimais. Buvo atliktas prospektyvinis, randomizuotas, dvigubai aklas kontroliuojamas tyrimas, kuriame dalyvavo 60 pacientų sergančių lėtiniu polipoziniu rinosinusu. Visiems tiriamiesiems atliktos FES operacijos, vieną pusę operuojant tradiciniais instrumentais (etmoidotomai), kitą – šeiveriu. Vertinta operacijos trukmė, nukraujavimas, operavimo technikos patogumas, pooperacinis gijimas (kelis kartus per 3 mėn. po op.), komplikacijų dažnis. Paaiškėjo, kad naudojant šeiverį operacijos trukmė sutrumpėjo 37%, prailgėjo pasiruošimo operacijai laikas (reikia sujungti įrangą, padaugėja darbo medicinos personalui), šeiveris pripažintas, kaip patogus, lengvai valdomas įrankis. Tačiau nerasta statistiškai reikšmingo skirtumo tarp nukraujavimo kiekio, gijimo po operacijos pobūdžio ir greičio, komplikacijų dažnio.⁴ Literatūroje aprašomi ir operavimo naudojant šeiverį trūkumai. Mažesnis taktilinis audinių struktūros pojūtis, todėl padaromos komplikacijos gali būti labai pavojingos. Aprašyta keletas atvejų, kai naudojant šį jėgos instrumentą padarytos intrakranijinės ir intraorbitinės komplikacijos.⁵

⁶Didesnės operacijos materialinės sąnaudos.



1. Pav. Tiesus šėiveris



2. Pav. Lenktas šėiveris

Radiodažnuminis kobliatorius

Patentuotas 1997 m., buvo naudojamas artroskopijų metu. 2000 m. pradėtas naudoti otorinolaringologijoje. Radijo dažnio bangų energija suaktyvinami elektrolitai druskos tirpale, suardomos jungtys tarp audinių molekulių santykinai žemoje (40-70°C) temperatūroje. Mažesnis aplinkinių audinių terminis sužalojimas. Gali būti naudojama keletas skirtingų antgalių: adatos tipo antgalis, kuris duriamas į minkštuosius audinius, platesnio tipo antgalis kartu su bipoliarinės hemostazės funkcija. Radiodažnuminis kobliatorius - ne itin populiarus rinologijoje, šiuo metu dažniausiai naudojamas apatinių nosies kriauklių chirurgijoje, tačiau trūksta randomizuotų studijų lyginančių pastarosios ir įprastų operavimo metodų rezultatus. Siūloma taikyti polipektomijoms ir auglių rezekcijai (geros hemostazinės savybės), tačiau panaudojimas ribotas dėl netinkamumo šalinti kaulines struktūras (etmoidalines ląsteles). Eloy ir kt. tyrė laiką, sugaištą operacijos metu ir prarasto kraujo kiekį operuojant ligonius dėl lėtinio polipozinio rinosinusito, naudojant kobliatorių arba šėiverį. Naudojant kobliatorių sutrumpėja operacijos laikas ir nukraujavimo kiekis, tačiau statistinis patikimumas gautas tik operuojant recidyvus⁷. Instrumentas gali būti naudojamas endoskopiniam encefalocelių pašalinimui.⁸



3. Pav. Kobliatorius

Kaului šalinti skirti jėgos instrumentai

Endoskopinis gražtas

Jėgos instrumentas naudojamas storesniam, nei šeiveris gali nukasti, kaului šalinti. Nugręžia kaulą greitai, lengva kontroliuoti šalinimo jėgą. Sudėtinės dalys tokios pačios kaip šeiverio, tik vietoj ašmenų yra besisukantis gražto antgalis, kuris gali būti įvairių dydžių, vienkartinis arba daugkartinis, deimantinis arba kandantis. Kandantys antgaliai naudojami storesnio kaulo didesniai kiekiui nugręžti, tuo tarpu deimantiniai – mažiau agresyvūs, ypač tinkami kaulinių kraštų nulyginimui. Yra nuolatinio plovimo-siurbimo sistema, kuri susiurbia kraują ir nugręžtus audinius, vėsina dėl trinties įkaitusias gražto ir kontaktuojančio audininio dalis. Dirba rotaciniu darbo režimu apie 12 000 k/min arba 40000 – 60000 k/min greičiu. Literatūroje nurodomos šios endoskopinių gražtų pritaikymo sritys, pažymint, kad jie nereikalingi įprastose FES operacijose:

- Sudėtingesnės FES operacijos (ypač kaktinio sinuso);
- Optinio nervo dekompresijos operacijos;
- Dakriorinocistostomija;
- Kaukolės pamato operacijos;
- Nosies ir prienosinių ančių kaulinių auglių šalinimo operacijose;
- Choanų atrezijos operacijos;
- Operacijos kai reikalinga transsfenoidalinė prieiga link turkiabalnio, hipofizės.

Kaktinių sinusų operacijos viena iš sričių, kuriose dažniausiai naudojami gražtai. Be šių jėgos instrumentų nebūtų įmanoma atlikti endoskopinės modifikuotos Lothrop procedūros (*EMLP, sin. Draf III procedūra*), kurios metu nugręžiamas abiejų kaktinių sinusų dugnas, apatinė dalis kaktinio sinuso pertvaros ir viršutinė dalis nosies pertvaros. Metaanalizės duomenys parodė, kad patyrusių specialistų gražtais atlikama EMLP - efektyvus refrakterinio kaktinio sinusito gydymo būdas, susijęs su maža komplikacijų rizika (<1% didžiųjų ir 4% mažųjų komplikacijų).⁹ Nugręžti dalį kaulo rekomenduojama invertuojančios papilomos prisitvirtinimo vietoje arba atliekant endoskopinę septoplastiką, jei pasitaiko stori kaulinės pertvaros dalies dygliai.¹⁰ Literatūroje nurodomi šie endoskopinių gražtų panaudojimo trūkumai: didelė kaina (ypač vienkartinių antgalių), ergonomikos trūkumas pritaikant gražtus endonazalinėms operacijoms, gretimų struktūrų pažeidimas dėl perkaitimo.¹¹



4. Pav. Tiesus boras



5. Pav. Lenktas boras

Ultragarsinis pjezoelektrinis chirurginis aspiratorius

Ankščiau naudotas minkštųjų audinių kavitacijai, dabar – saugesniam kaulinio audinio šalinimui. Pjezoelektriniai kristalai yra instrumento rankenoje, jų greitas išsiplėtimas ir susitraukimas sukelia aukšto dažnio vibraciją antgalyje, taip denatūroja baltymus ir emulsifikuoja kaulą, kuris pašalinamas siurbimo metu. Pagrindinis prietaiso privalumas – selektyvus audinių šalinimas-nežeidžiant gleivinės. Mažiau termiškai veikia aplinkinius audinius (lyginant su endoskopiniais gražtais). Tačiau kaulą šalina daug lėčiau, vienkartiniai instrumento antgaliai – brangūs, mažai duomenų apie gretimų audinių perkaitimo galimybę, nedidelė pritaikymo rinologijoje patirtis. Gali būti naudojamas: dakriocistorinostomijos metu, šalinant osteomas, apatinės kriauklės kaulinę dalį, visur kur reikia efektyviai pašalinti kaulą, bet literatūros žinių apie tai yra labai mažai.¹²

Operacinė navigacinė įranga

Tai technologinė sistema naudojama tiksliai svarbių anatominių struktūrų lokalizacijai įvertinti: priešoperacinio pasirengimo (operacijos apimties planavime) ir operacijos metu (FESC, kaukolės pamato). Veikimo principas - operuojant instrumento galiuko padėtis manipuliacijų metu projektuojama paciento prieš tai atliktoje kompiuterinėje tomogramoje visose trijose anatominėse plokštumose. Įrangą sudaro trys komponentai: vaizdiniai duomenys, registracijos įranga, instrumento sekimo technologija. Vaizdiniais duomenims dažniausiai naudojama kompiuterinė tomografija, nes puikiai vizualizuoja kaulines struktūras (optimaliausias 1 mm žingsnis). Tomograma atliekama prieš operaciją ir duomenys perkeliama į navigacinės sistemos kompiuterį. Tam tikrais atvejais naudojami ir MBR tyrimo vaizdiniai duomenys, kai planuojama intrakranijinė prieiga, auglių išplitimui nustatyti, likvorėjos gydymui. Gali būti naudojami ir PET, SPECT duomenys. Navigacinėje sistemoje esanti registracijos įranga leidžia

nustatyti ryšį tarp instrumento padėties chirurginiame lauke ir vaizdinių duomenų. Yra trys registravimo sistemos: Paired-point, automatinė, contour-based. Visos trys leidžia pasiekti 1-2 mm tikslumą. Naudodamas paired-point registravimo sistemą chirurgas pats suporuoja taškus ant paciento ir vaizdiniuose duomenyse, metodo tikslumas priklauso nuo suporuotų taškų skaičiaus. Esant automatinei registravimo sistemai naudojamas specialus šalmas su jame jau integruotais taškais. Su šiuo šalmu pacientui atliekama KT ar MBR, jis dėvimas visos operacijos metu, taškai vaizdiniuose duomenyse ir ant paciento sistemos suporuojami automatiškai. Taškų lokalizacijos atitikimo tikslumas priklauso nuo taisiklingos šalmo padėties. Greita atlikti ir tiksliai contour-based registravimo technologija naudojant lazerį leidžia iškart suporuoti didelį kiekį registravimo taškų (40-500). Šio metodo tikslumas priklauso nuo to ar nesikeitė paciento veido ir galvos paviršiaus kontūrai nuo KT atlikimo iki operacijos (pvz. dėl priaugto svorio ar edemos). Daugiacentriai klinikiniai tyrimai parodė, kad visos 3 registravimo sistemos leidžia pasiekti 1 - 2 mm tikslumą.^{13,14} Sekimo technologija – tai instrumento lokalizacijos paciento atžvilgiu nustatymas ir instrumento padėties suprojektavimas KT ar MRT vaizduose operuojant. Šiuo metu yra dvi sekimo technologijos: optinė ir elektromagnetinė. Elektromagnetinėje sekimo technologijoje instrumento padėčiai sekti naudojamas radijo dažnio bangų siųstuvas įtaisytas specialioje šalme ir imtuvas - pačiame instrumente. Naudojant šią technologiją turi būti tinkamas atstumas nuo navigacinės įrangos iki anestezijos aparato ar kitos operacinės įrangos turinčios metalinį paviršių. Optinė sistema naudoja infraraudonuosius spindulius, todėl laukas tarp navigacinės įrangos ir operacinio lauko turi būti laisvas. Priimta, kad operacinė navigacinė įranga naudojama kai reikia papildomos anatomicinės informacijos dėl toli pažengusios ligos arba esant retai patologijai, kai liga šalia ar išplitusi į reikšmingas ar sunkiai pasiekiamas anatomines struktūras (pvz. kaukolės pamatą, miego arterijas, orbitą). Pateikiame Amerikos Otorinolaringologų Akademijos sudarytas indikacijas operacinės navigacinės įrangos naudojimui:

- Kartotinė sinusų operacija;
- Netipinė sinusų anatomija;
- Išplitusi polipozė;
- Patologija apimanti frontalinį, sfenoidalinį sinusus, užpakalines etmoidalines ląsteles;
- Patologija besiribojanti su kaukolės pamatu, akiduobe, optiniu nervu ar a.carotis;
- Likvorėja, kaukolės pamato defektas;

- Gerybiniai ar piktybiniai nosies sinusų navikai.

Įšplėstas pritaikymas apima: frontalinio sinuso obliteracijos operacija, dakriocistorinostomija, orbitos ir regos nervo dekompresija, pediatrijoje (choanų atrezija, cistinė fibrozė su polipoze, alerginis grybelinis sinusitas, akiduobės abscesas), metastatinių limfmazgių ekscizija iš retrofaringinio tarpo. Moksliniai įrodymai dėl navigacijos naudojimo nėra labai gausūs dėl etinių priežasčių. Daugumos autorių nuomone navigacijos naudojimas endoskopinių nosies operacijų metu sumažina chirurginių komplikacijų dažnį.¹⁵ Vienos studijos duomenimis 80% chirurgų naudojančių navigaciją patvirtino, kad tai lemia saugesnę operavimo techniką.¹⁶ Tabee su kolegomis tirdamas 85 pacientus, kuriems atlikta pakartotinė FESC naudojant navigaciją, nustatė kad nebuvo nei vienos rimtos komplikacijos (lyginant su 9,9% komplikacijų dažniu nenaudojant navigacijos).¹⁷ Tuo tarpu studijose, kurias atliko Metson¹⁸ ir Tabae¹⁹ su kolegomis, nerasta reikšmingo skirtumo lyginant komplikacijų dažnį tarp pacientų, kuriems buvo atlikta įprasta FES operacija ir FES operacija su navigacija. Readon apžvelgdamas 800 FES operacijų pastebėjo, kad pradėjus naudoti navigacinę įrangą, žymiai padaugėjo atvejų, kai operacijos metu patenkama į frontalinį sinusą.²⁰ Visgi dauguma autorių sutinka kad jokia navigacija nepakeis chirurgo anatomijos žinių ir patirties, todėl, indikacijos yra tik rekomendacinio pobūdžio ir bet kokia operacija gali būti atliekama be navigacijos- tai chirurgo sprendimas.



6.Pav. Neuronavigacinė sistema naudojama LOR operacinėje Santariškių ligoninėje.

Lazeriai rinologijoje

Šiuolaikinėje rinologijoje naudojamos šios lazerių sistemos: argoninis, KTP, diodinis, YAG (Nd,Er,Yb), CO₂. Lazerių panaudojimo rinologijoje pranašumas prieš tradicinę operacinę techniką pagrįstas operacijos metu pasiekiamu geresniu matomumu dėka pagerėjusios hemostazės, audiniai

labai tiksliai pjaunami ir pašalinami, sumažėja audinių traumavimas, todėl sumažėja pooperacinė edema ir skausmas. Taip pat sumažėja pooperacinio nosies tamponavimo reikalingumas, kuri pacientai sunkiai toleruoja. Svarbu žinoti skirtingų lazerių sistemų biofizinius efektus, kad jos būtų pritaikytos atitinkamai patologijai gydyti.

Apie 1970 metus pirmieji CO₂ lazeriai panaudoti gerklų mikrochirurgijoje [21]. Nosies ertmėje lazeris pirmą kartą panaudotas Lenz'o ir kolegų 1977 metais, kurie argono lazerį panaudojo hipertrofavusių nosies apatinių kriauklių gydyme [22].

Lazeriai, skirti panaudoti nosies ir prienosinių ančių patologijos gydyme, turėtų pasižymėti šiomis savybėmis: galimybė vienodai gerai pjauti tiek gleivinę, tiek ploną kaulą, turėtų pjauti ne giliau kaip 1mm, puikiai koaguluotų audinius ir kraujagysles >0.5 mm spindžio, termiškai mažai veiktų aplinkinius audinius ir lazerio spindulį būtų galima nukreipti per lanksčius pravedėjus tiksliai į pažeidimo vietą. Svarbu paminėti, kad nei viena medicinoje naudojama lazerių sistema neatitinka visų šių reikalavimų kartu paėmus, todėl gydytojas susiduria su problema, kai tam tikrai patologijai gydyti reikalingą metodą reikia derinti su turima lazerio sistema.

Trumpai aprašysime lazerių sistemas naudojamas nosies ir prienosinių ančių chirurgijoje:

1. **Argoninis lazeris** spinduliuoja melsvai-žalias (488nm) ar žalias (514nm) bangas, kurios labai gerai absorbuojamos melanino ir hemoglobino, todėl šis lazeris pasižymi puikiomis hemostazinėmis savybėmis ir gali koaguluoti kraujagysles iki 1mm skersmens. Lazerio spindulys gali būti perduodamas per mikroskopą, rankenėlę ar optiniais pluoštais. Argoninis lazeris gali pjauti ir ploną kaulą [23].
2. **KTP lazeris** (kalio-titano oksido-fosforo oksido) spinduliuoja melsvai-žalias ar žalias (532 nm) bangas gaunamas padvigubinus Nd:YAG lazerio spindulio dažnį, praleidus jį per KTP kristalą. Kaip ir argoninio lazerio spindulys, puikiai sugeriamas audinių pigmentų. KTP lazeris, lyginant jo poveikį į audinius, yra tarp CO₂ ir Nd:YAG lazerių. Jis yra žymiai galingesnis nei argoninis lazeris ir jo spindulys gali būti perduodamas per optinius pluoštus.
3. **Diodinis lazeris** spinduliuoja šviesą artimą infraraudonųjų bangų ruožui (805-980nm). Priklausomai nuo bangos ilgio, spindulys gali būti gerai sugeriamas vandens (980nm) ar selektyviai hemoglobino (805nm). Diodinis lazeris yra tarp argoninio ir Nd:YAG lazerių. Lazerio spindulys gali būti perduodamas per lanksčius fibro pluoštus, todėl panaudojamas endoskopinėse nosies ir prienosinių ančių operacijose. Keičiant lazerio parametrus galima

gauti gleivinę garinantį ar koaguliacinį efektus, taip pat su juo galima pjauti kremzles ir kaulą [24].

4. **Nd:YAG lazeris** su itrio aliuminio granato kristalu (1064nm) – kieto kūno lazeris, pasižymintis fotodisrupciniu veikimu spinduliuoja spindulį, kurį kraujas sugeria daug stipriau nei aplinkiniai audiniai. Skirtingai nei argono ar KTP lazerio atveju, spindulio energija nėra selektyviai sugeriama hemoglobino. Spindulys silpnai sugeriamas vandenyje, dėl to gali pasiekti iki 4mm audiniuose. Jei audinio paviršius yra labai sausas, lazerio spindulys gali jį garinti ir koaguluoti. Nd:YAG lazeris gali koaguluoti kraujagysles iki 1.5 mm skersmens. Lazerio spindulys perduodamas per lanksčius fibro pluoštus, todėl panaudojamas endoskopinėse nosies ir prienosinių ančių operacijose [25].
5. **Ho:YAG lazerio** spindulio bangos ilgis 2050-2130 nm. Lazerio energija perduodama pavieniais impulsais per lanksčius pravedėjus. Didelė energija, kuri veikia milisekundes, sukelia vandens audiniuose perkaitinimą ir staigų audinių išgarinimą, dėl to sukeldama minimalų aplinkinių audinių terminį pažeidimą. Dėl to, kad lazerio spindulio energiją labai gerai sugeria vanduo, jis naudojamas tiksliai audinių ir kaulų pjovimui ir jų šalinimui [26].
6. **Er:YAG lazerio** spindulio bangos ilgis 2940 nm. Jis dar stipriau absorbuojamas kaulinio audinio, nei Ho:YAG lazerio spindulys, todėl naudojamas kaulinio audinio pjovimui, nepažeidžiant jo termiškai. Šio lazerio hemostazinės savybės gana prastos [27].
7. **CO₂ lazeris** spinduliuoja infraraudonąją šviesą, kurios bangos ilgis 10600 nm. Šviesa stipriai sugeriama vandenyje, todėl pasiekiamas tikslus audinių pjovimas su mažu aplinkinių audinių terminiu pažeidimu. Pjovimo gylis mažiau nei 0.1 mm. CO₂ pasižymi silpnomis koaguliacinėmis savybėmis, todėl koaguluoja kraujagysles mažesnes nei 0.5mm spindžio [21]. Kadangi kaulinis audinys santykinai turi mažai vandens, šis lazeris nepritaikytas kaulo pjovimui ir greitai sukelia jo perkaitimą. CO₂ spindulys dažniausiai perduodamas per mikroskopą mikromanipulatoriaus pagalba ar per specialias spindulį fokusuojančias rankenėles. Šio lazerio spindulys perduodamas tiesiai į priekį, todėl jo panaudojimas rinologijoje ribotas. Lankstūs pravedėjai yra pakankamai stori, todėl juos sunku panaudoti nosies viduje, tai pat juose sugerama iki 60-70% lazerio spindulio energijos [26].

Lazeriai rinologijoje naudojami apatinių kriauklių, nosies pertvaros, prienosinių ančių, ašarų lataukų obstrukcijos, choanų atrezijos bei gerybinių ir piktybinių auglių šalinimo chirurgijoje, bei gydant recidyvuojantį kraujavimą sergant Randiu-Oslerio liga, taip pat šalinant rinofimą. Apibendrinus

literatūros duomenis galima teigti, kad lazeriai turi savo vietą operuojant apatinių kriauklių gleivinės hipertrofiją, gydant recidyvuojantį kraujavimą ir Randiu-Oslerio ligą, hemangiomas ir kitus kraujagyslinius darinius, šalinant choanų atreziją, ribotus gerybinius pažeidimus ir rinofimą. Lazerių panaudojimas nosies pertvaros, prienosinių ančių ir ašarų latakų obstrukcijos chirurginiame gydyme vis dar yra abejotinas, tačiau ir čia gali būti pasiekti geri pooperaciniai rezultatai operuojant patyrusiam chirurgui ir gerai atrinkus pacientus.



7. Pav. CO₂ lazeris

Išvados.

Jėgos instrumentų, lazerių panaudojimas rinologijoje kartu pasitelkiant neuronavigacines sistemas sparčiai patobulino sudėtingų operacijų technikas, leidžia pasiekti iki tol tik išoriniais traumatiškais būdais pasiekiamas sritis, leidžia pašalinti plačiai išplitusią patologiją, išsaugojant aplinkinių organų sistemų normalų funkcionavimą, sumažino operacinių komplikacijų skaičių, sutrumpino operacijų trukmę ir pooperacinį gijimo laikotarpį. Nepaisant didėjančių technologinių naujovių, chirurgas su savo anatomicinėmis žiniomis ir patirtimi išlieka svarbiausia grandis, lemianti operacijos sėkmę. Daugelių pažangių technologijų pagrindinis trūkumas- jų didelė įsigijimo kaina ir brangi eksploatacija.

Literatūra.

1. Goode RL. Powered microdebrider for functional endoscopic sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 114:676-677, 1996.
2. Kumar N, and Sindwani R. Bipolar microdebrider reduces intraoperative blood loss and operative time during nasal polyp surgery. *Laryngoscope* 119(Supp 1):S143, 2009.
3. Bruggers S, and Sindwani R. Innovations in microdebrider technology and design. *Otolaryngol Clin North Am* 42:781-787, 2008.

4. Marjolein E. Cornet, Sussane M. Reinartz, Christos Georgalas et al. The microdebrider, a step forward or an expensive gadget? *Rhinology* 50:191-198, 2012.
5. Berenholz L, Kessler A, Sarfaty S, et al. Subarachnoid hemorrhage: A complication of endoscopic sinus surgery using powered instrumentation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 121:665-667, 1999.
6. Bhatti MT, Giannoni MC, Raynor E, et al. Ocular motility complications after endoscopic sinus surgery with powered cutting instruments. *Otolaryngol Head Neck Surg* 125: 501-509, 2001.
7. Eloy JA, Walker TJ, Casiano RR, et al. Effect of Coblation polypectomy on estimated blood loss in endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol Allergy* 23:535-539, 2009.
8. Smith N, Riley K, and Woodworth B. Endoscopic coblator assisted management of encephaloceles. *Laryngoscope* 120:2535-2539, 2010.
9. Anderson P, Sindwani R. Safety and efficacy of the endoscopic modified Lothrop procedure: a systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope* 2009;119(9):1828-33.
10. Raj Sindwani, M.D., F.A.C.S., and Ryan Manz, M.D. Technological innovations in tissue removal during rhinologic surgery. *American Journal of Rhinology & Allergy* 26(1):65-69, 2012.
11. Raj Sindwani, M.D., F.A.C.S., and Ryan Manz, M.D. Technological innovations in tissue removal during rhinologic surgery. *American Journal of Rhinology & Allergy* 26(1):65-69, 2012.
12. Greywoode JD, Van Abel K, and Pribitkin EA. Ultrasonic bone aspirator turbinoplasty: A novel approach for management of inferior turbinate hypertrophy. *Laryngoscope* 120s:239, 2010.
13. Anon JB. Computer-aided endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope* 1998;108:949-61.
14. Fried MP, Kleefield J, Gopal H, et al. Image-guided endoscopic sinus surgery: results of accuracy and performance in a multicenter clinical study using an electromagnetic tracking system. *Laryngoscope* 1997;107:594-601.
15. Smith TL, Stewart MG, Orlandi RR, et al. Indications for image-guided sinus surgery: the current evidence. *Am J Rhinol*;2007;21;80-3;
16. Hepworth EJ, Bucknor M, et al. Nationwide survey on the use of image-guided functional endoscopic sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;135;73-5;
17. Tabee A, Kacker A, Kassenoff TL, et al. Outcome of computer assisted sinus surgery; a 5-year study. *Am J Rhinol* 2003;17;291-7.

18. Metson R, Consenza M, Gliklich RE, et al. The role of image-guidance systems for head and neck surgery. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 125:1100-4.
19. Tabae A, Hsu AK, Shrime MG, et al. Quality of life and complications following image-guided endoscopic sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;135:76-80.
20. Readon EJ. Navigational risks associated with sinus surgery and the clinical effects of implementing a navigational system for sinus surgery. *Laryngoscope* 2002;112:1-19.
21. Lippert BM, Werner JA, Rudert H. Laser tissue effects with regard to otorhinolaryngology.. *Otolaryngol Pol* 1994; 48: 505–513.
22. Lenz H, Eichler J, Knof J, Salk J, Schäfer G. Endonasales Ar+-Laser-Strahlführungssystem und erste klinische Anwendungen bei der Rhinopathia vasomotorica. *Laryngorhinootologie* 1977; 56: 749–755.
23. Levine HL. Endoscopy and the KTP/532 laser for nasal sinus disease. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1989; 98: 46–51
24. Hopf JUG, Hopf M, Koffroth-Becker C. Minimal invasive Chirurgie obstruktiver Erkrankungen der Nase mit dem Diodenlaser. *Lasermedizin* 1998/99; 14: 106–115.
25. Werner JA, Rudert H. Der Einsatz des Nd-YAG-Lasers in der Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde. *HNO* 1992; 40: 248–258.
26. Metson R. Holmium:YAG laser endoscopic sinus surgery: a randomized controlled study. *Laryngoscope* 1996; 106: 1–18.
27. Oswal V, Hopf JUG, Hopf M, Scherer H. Endonasal laser applications. In: Oswal V, Remacle M (Hrsg). *Principles and practice of lasers in otorhinolaryngology and head and neck surgery.* The Hague, The Netherlands: Kugler Publications 2002; 163–186