

# บทบาทการผ่าตัดไซนัสด้วยการส่องกล้องเอนโดสโคป

## (Role of Endoscopic Sinus Surgery)

พรเทพ เกษมศิริ, พ.บ.

ภาควิชาโสต ศอ นาสิกวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

### บทนำ

แรกเริ่มการผ่าตัดไซนัสนั้นส่วนใหญ่เป็นการผ่าตัด ethmoid sinus, maxillary sinus รวมทั้ง frontal sinus โดยผ่าตัดผ่านทาง external excision ด้วย headlight ต่อมาได้มีการพัฒนานำเอากล้อง microscope เข้ามาใช้ในการผ่าตัดเพื่อเพิ่มการมองเห็นที่ชัดเจนมากขึ้น ถึงแม้การใช้กล้อง microscope จะเห็นภาพเป็น binocular view แต่ลำแสงส่องที่ตรงผ่านช่องจมูกที่แคบทำให้ไม่สะดวกในการใช้ผ่าตัด

ในปี 1970 ได้มีการรายงานการผ่าตัดไซนัสด้วยการส่องกล้อง endoscope ผ่านทางจมูก โดยมีแนวคิดเรื่อง mucociliary clearance และการ drainage ของ ostiometal complex<sup>(1)</sup> ทำให้ลดการผ่าตัดแบบเปิดด้วยวิธีดั้งเดิม (conventional external technique) การผ่าตัดไซนัสด้วยการส่องกล้องนั้นได้มีการพัฒนาทั้งทางด้านเทคนิคและเครื่องมืออย่างรวดเร็วในช่วง 20 ปีมานี้ จนทำให้สามารถผ่าตัดบริเวณฐานกะโหลกศีรษะด้วยการส่องกล้อง endoscope ได้ ซึ่งช่วยลดการชอกช้ำของสมองอันเนื่องจากการผ่าตัดแบบเปิดกะโหลกศีรษะ อีกทั้งยังช่วยให้การฟื้นตัวหลังผ่าตัดเร็ว คุณภาพชีวิตดีขึ้น

### หลักการผ่าตัดไซนัสด้วยการส่องกล้อง endoscope<sup>(2)</sup>

การผ่าตัดไซนัสด้วยการส่องกล้อง endoscope มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการระบายสารคัดหลั่งภายในโพรงไซนัส กำจัดรอยโรคในไซนัสไม่ว่าจะเป็นริดสีดวงจมูก เนื้องอกหรือรอยโรคทั้งที่อยู่ภายในโพรงจมูกหรือโตไปกดเบียดอวัยวะข้างเคียง โดยการผ่าตัดนั้นจะพยายามที่จะเก็บเยื่อจมูกที่ดี และไม่ทำลาย anatomical landmark

### ข้อบ่งชี้ในการผ่าตัดไซนัสด้วยการส่องกล้อง endoscope

เดิมการผ่าตัดไซนัสด้วยการส่องกล้อง endoscope นำมาใช้ในการรักษาการอักเสบ การติดเชื้อในไซนัสเป็นหลัก ปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนามากขึ้นจนสามารถผ่าตัดก้อนเนื้องอกทั้ง benign และ malignancy ภายในจมูกเองรวมถึงบริเวณฐานกะโหลกศีรษะ

#### 1. ภาวะไซนัสอักเสบเรื้อรัง

สาเหตุของไซนัสอักเสบนั้นเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน โดยสาเหตุหลักมักพบว่า ostiometal complex มีการอุดตัน เช่น มี anatomical variation (narrow infundibulum ethmoidale, spacious infraorbital cells) หรือมีริดสีดวงจมูก เป็นต้น นอกจากนี้อาจมีปัจจัยอย่างอื่นเสริมทำให้มีกระบวนการอักเสบเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น mucociliary ที่ทำงานผิดปกติไป ซึ่งการอักเสบที่เกิดขึ้นอย่างเรื้อรังนี้

จะทำให้เนื้อเยื่อรอบๆการอักเสบมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นด้วย การรักษาด้วยยาอย่างเดียวมักไม่ได้ผล ดังนั้น การผ่าตัดในไซนัสอักเสบเรื้อรังจุดประสงค์เพื่อกำจัด pro-inflammatory cells และ tissue parts (“inflammatory load”, polyposis with basally located T cells, biofilm, mucus retention with pro-inflammatory cytokines, altered bony areas)<sup>(3)</sup> นอกจากนี้การผ่าตัดไซนัสนั้นต้องเปิดรู ostium ให้ขนาดพอเพียงต่อยาสเตียรอยด์เข้าถึงรอยโรค การผ่าตัดไซนัสไม่ควรลอกเอาเยื่อจมูกออกทั้งหมด ควรเหลือ basal membrane เพื่อป้องกันการเกิด fibrosis และ osteoneogenesis<sup>(4,5)</sup>

## 2. ภาวะไซนัสอักเสบเฉียบพลัน

ข้อบ่งชี้สำหรับการผ่าตัดได้แก่

1. มีอาการปวดศีรษะ และ/หรือบริเวณใบหน้า มีไข้สูง น้ำมูกปนหนอง อาการเหล่านี้เป็นมากขึ้นเรื่อยๆ แม้ได้รับยาฆ่าเชื้อทางหลอดเลือดดำอย่างเหมาะสม
2. มีภาวะ acute sphenoid sinusitis ที่มีการมองเห็นแย่ง
3. มีภาวะแทรกซ้อนทางตา
  - Preseptal and orbital cellulitis (Chandler I & II) อาการไม่ดีขึ้นแย่ง 24-48 ชั่วโมงหลังจากได้รับยาฆ่าเชื้อทางหลอดเลือดดำอย่างเหมาะสม<sup>(6)</sup>
  - Subperiosteal abscess (Chandler III)
  - Intraorbital abscess (Chandler IV) or orbital phlegmons การผ่าตัดส่องกล้อง endoscope เหมาะกับ medial abscess แต่หากเป็น lateral abscess ควรพิจารณา external approach
  - Cavernous sinus thrombosis (Chandler V)
4. มีการติดเชื้อที่กระดูก เช่น Pott's Puffy tumor
5. มีภาวะแทรกซ้อนทางสมอง<sup>(7)</sup> ซึ่งมักพบ subdural empyema (ร้อยละ 33), cranial abscess (ร้อยละ 21), meningitis (ร้อยละ 24), epidural abscess (ร้อยละ 21)

## 3. ภาวะ arosinusitis และ barosinusitis

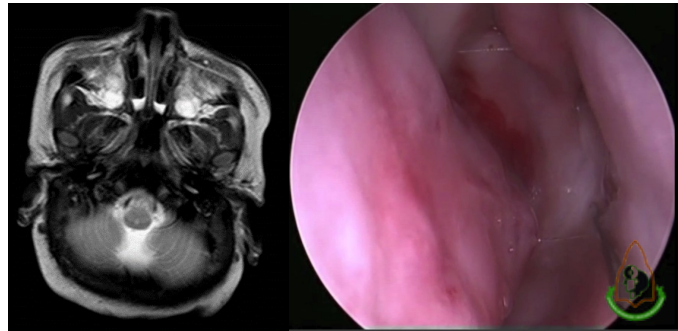
ผู้ป่วยมักมีอาการปวดศีรษะ หรือปวดใบหน้าเวลาเครื่องบินลงจอด การผ่าตัด endoscopic sinus surgery ช่วยลดอาการได้ (ร้อยละ 84-100)<sup>(8,9)</sup> การผ่าตัดนั้นจะผ่าตัดเพียงไซนัสที่มีอาการ เช่น partial uncinectomy ร่วมกับขยายรูเปิด maxillary sinus ในกรณีปวดบริเวณแก้ม หากมีปวดบริเวณหน้าผากพิจารณาทำ frontal sinus drainage type IIa

## 4. ภาวะ choanal atresia

การผ่าตัดด้วยการส่องกล้อง endoscope นั้นทำให้เห็นตำแหน่งและสามารถนำส่วนของเยื่อぶที่ มีการติบตันนั้นออกได้ รวมทั้งสามารถยก flap ได้แม้ว่าในเด็ก preterm น้ำหนักน้อย การผ่าตัดมีหลากหลายวิธีขึ้นกับ uni-or bilateral choanal atresia (รูปที่ 1) รวมทั้งประเมินด้วยว่าเป็น bony,

cartilaginous หรือ combined type อย่างไรก็ตามการเกิด scar หลังผ่าตัดมีความสำคัญมากเนื่องจากจะทำให้ choana มีขนาดเล็กลง ดังนั้น การผ่าตัดให้สำเร็จควรคำนึงถึง

1. ควรใช้เครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อลดการ trauma ต่อเนื้อเยื่อ
2. ใช้ mucosal flap วางปิด wound surface
3. ใช้หัวกรอที่โค้งเล็กน้อยเพื่อให้เห็นตำแหน่งกระดูกที่จะกรอได้ชัดเจนมากขึ้น
4. ตัด atresia plate ออกจนกระทั่งถึง nasal floor, the lateral nasal wall, roof of the choanae or the caudal part of the anterior wall of the sphenoid sinus
5. ตัด posterior part of septum เพื่อให้ได้ larger three-dimensional passage ผ่านไปที่ nasopharynx โดย landmark ที่สำคัญที่เป็น upper limit คือ lower edge of middle turbinate



รูปที่ 1 แสดงภาวะ bilateral choanal atresia

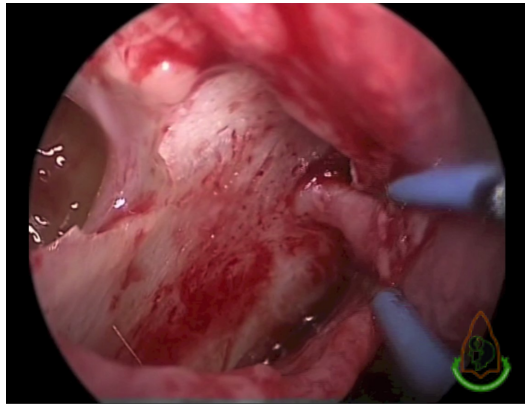
#### 5. ภาวะ antrochoanal polyps

เป็น benign lesion ที่เกิดจากเยื่อของ maxillary sinus เจริญโตผ่านทาง natural or secondary ostium มาที่ nasal cavity จนถึง choanae ทำให้เกิดการอุดตันจมูก การรักษาเป็นการผ่าตัดนำเอาก้อน polyp ออก รวมทั้ง uncinectomy and enlargement of natural maxillary sinus ostium เพื่อที่จะเข้าไปนำเอา base of polyp ออก การผ่าตัดเอาออกเฉพาะก้อนมีโอกาสเกิดซ้ำได้สูง ในผู้ป่วยบางรายการส่องกล้อง endoscope ผ่าน middle meatus antrostomy อาจมอง maxillary sinus ไม่ครบทุก wall อาจจำเป็นต้อง approach ทาง prelacrimal ส่วนการ approach ทาง inferior meatus มักไม่เพียงพอต่อการมองเห็น wall ของ maxillary sinus ครบทุก wall

#### 6. เลือดกำเดาไหล

การรักษาเลือดกำเดาไหลขึ้นกับสาเหตุ ในภาวะเร่งด่วนคงต้องหยุดห้ามเลือดด้วยการทำ nasal packing หากเลือดไม่สามารถหยุดได้หรือไม่สามารถนำ packing ออกได้ ต้องใช้วิธีการห้ามเลือดด้วยวิธีการผ่าตัด หากส่องกล้อง endoscope เห็นจุดเลือดออกชัดเจนไม่ออกมากอาจใช้ chemical ( $\text{AgNO}_3$ ) หรือ electric coagulation ซึ่งสามารถทำได้ทั้ง minor OR ได้ แต่หากไม่สามารถหยุดเลือดได้ การจี้แบบ wild-field ไม่แนะนำเพราะเสี่ยง injury ต่อ vidian nerve, sphenopalatine ganglion,

palatine nerve ได้ ดังนั้นควรทำเป็น endoscopic sphenopalatine arterial ligation (ESPAL) (รูปที่ 2) ลง incision 1 cm หน้าต่อ posterior attachment of middle turbinate และยก periosteum หา crista ethmoidalis หลังจากนำเอา crista ethmoidalis ออกจะพบ sphenopalatine foramen ซึ่งมีหลอดเลือดแดงได้มากถึง 10 เส้น<sup>(10-12)</sup> อย่างไรก็ตามหลังทำการผ่าตัดไปหากยังมีเลือดออกอีกอาจเกิดจาก reopening of closed vessels, bleeding จาก branch of sphenopalatine ที่ยังไม่ได้ coagulation หรือ อาจเกิดจาก anterior ethmoid artery bleeding



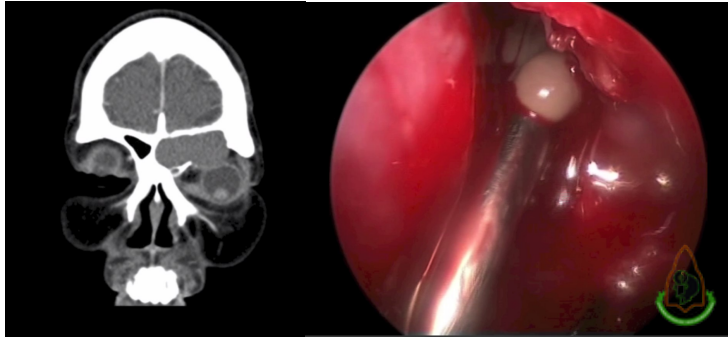
รูปที่ 2 แสดงการทำ endoscopic sphenopalatine arterial ligation (ESPAL)

## 7. Mucocele

ปัจจุบันการผ่าตัด paranasal sinus mucocele ถือว่า endoscopic endonasal marsupialization เป็น treatment of choice Courson AM และคณะ<sup>(13)</sup> ได้มีการรายงานพบว่าโอกาสเกิดซ้ำน้อยกว่าร้อยละ 5 อย่างไรก็ตาม frontal mucocele (รูปที่ 3) ที่ unfavorable anatomy, ตำแหน่งอยู่ทางด้าน lateral และมี osteoneogenesis อาจเป็นข้อบ่งชี้ที่จำเป็นต้อง approach ทาง external หรือ combined

ส่วนในกรณีที่มี intracranial growth อาจต้อง combined external approach ขึ้นกับ extend ของ lesion ส่วน mucocele ใน maxillary sinus พบได้ไม่บ่อย อาจเกิดตามหลัง Caldwell-Luc surgery หากตำแหน่ง mucocele อยู่ anterior หรือ lateral ควรพิจารณา approach ผ่านทาง pre-lacrimal

Sphenoid sinus พบ mucocele ได้ประมาณร้อยละ 2 ของ paranasal mucocele<sup>(14,15)</sup> ซึ่งพบว่ามีการทางตาสูงถึงร้อยละ 85<sup>(15)</sup> ทั้งมีโอกาสตาบอด มีเส้นประสาทสมองคู่ที่ 3, 4 และ 6 อัมพาตได้ ดังนั้น หากผู้ป่วยมีการมองเห็นลดลงควรรีบเข้ารับการรักษาผ่าตัดเพื่อเส้นประสาทมีโอกาสกลับมาฟื้นตัวได้อีกครั้ง



รูปที่ 3 แสดง frontal mucocele

#### 8. Cystic fibrosis, primary ciliary dyskinesia

การผ่าตัด endonasal endoscopic sinus surgery พบว่าช่วยลดอาการทางจมูก แต่พบว่ามีโอกาสรีดิวทงกลับมาเป็นซ้ำร้อยละ 42-100<sup>(16,17)</sup> อย่างไรก็ตามยังมีการโต้แย้งกันอยู่ว่าควรผ่าตัดแบบ conservative<sup>(18,19)</sup> หรือผ่าตัดแบบ radical resection (partial resection middle turbinate, modified medial maxillectomy, Draf III<sup>(20-22)</sup>) โดยในกลุ่ม conservative เชื่อว่าโรคนี้โอกาสเป็นซ้ำสูงจึงทำเพียงนำเอาโรคออกพร้อมกับขยายรูเปิดไซนัส ส่วนอีกกลุ่มที่เชื่อว่าเยื่อจมูกไม่สามารถทำงานได้แล้วจึงทำ radical surgery เพื่อให้เป็น passive drainage

#### 9. Allergic and non-allergic rhinitis ที่รักษาด้วยยาไม่ได้ผล

ในผู้ป่วยภูมิแพ้ที่มีน้ำมูกไหลตลอดรบกวนชีวิตประจำวันซึ่งได้รับการรักษาด้วยยาอย่างเต็มที่ที่ไม่ดีขึ้น อาจพิจารณาทำ endoscopic vidian neurectomy เทคนิคการผ่าตัด endoscopic endonasal approach ขึ้นกับกายวิภาค

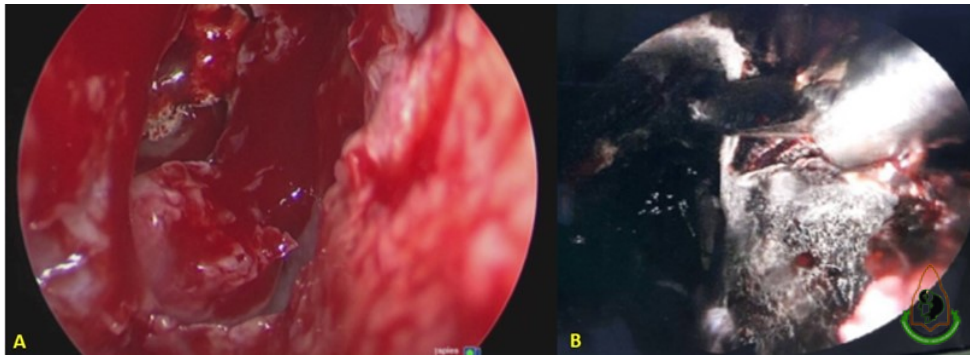
1. ตัดแขนงของ sphenopalatine artery และเอา sphenoid process ของกระดูก palatine ออก<sup>(23)</sup> จากนั้นผลัก pterygopalatine content ไปทางด้าน lateral ซึ่งจะพบเส้นประสาทอันแรกที่พบคือ posterior pharyngeal nerve วิ่งอยู่ใน palatovaginal canal และจะพบ vidian nerve อยู่ถัดไปทางด้าน lateral อีกไม่กี่มิลลิเมตร หลังจากนั้นก็สามารถตัดและจี้
2. หากมี sphenoid sinus มีการ pneumatize ดีจะพบ vidian nerve prominent ที่ floor of sphenoid sinus ซึ่งพิจารณาทำ intrasphenoid neurectomy technique ซึ่งสามารถ preserved branch of sphenopalatine artery ได้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าอาการดีขึ้นร้อยละ 50-90<sup>(24,25)</sup> อย่างไรก็ตามพบว่ามีโอกาสเป็นซ้ำจากการมี re-innervation จากเส้นประสาทข้างเคียง<sup>(26)</sup>

ภาวะแทรกซ้อนที่อาจจะเกิดขึ้น อาการตาแห้งพบได้ร้อยละ 12-73<sup>(23,24)</sup> หายได้เองใช้เวลาประมาณสัปดาห์ถึง 6 เดือน<sup>(24)</sup> อาการจมูกแห้งเกิดขึ้นชั่วคราวพบร้อยละ 15-28<sup>(23,27)</sup> มีส่วนน้อยที่เกิดจมูกแห้งไปตลอด อาการชาริมฝีปาก เพดานปากเกิดขึ้นร้อยละ 3-22<sup>(23,24)</sup> อาการหายได้หลังจาก 1-12 เดือน

## 10. ภาวะการติดเชื้อราในจมูก

การติดเชื้อราในจมูกแบ่งออกเป็น invasive และ noninvasive (รูปที่ 4) ซึ่งกลุ่ม invasive นี้จำเป็นต้องเข้ารับการผ่าตัดอย่างเร่งด่วนโดยอาจจะต้อง combined approach หากมีการติดเชื้อลุกลามไปยังอวัยวะข้างเคียง เช่น ตา เพดานปาก ฐานกะโหลกศีรษะ สมอง หลักในการรักษา invasive fungus นั้นเป็นการตัดเอาชิ้นเนื้อตายออกพร้อมกับให้ยาต้านเชื้อรา นอกจากนั้นต้องให้การติดตามส่องกล้อง endoscope อย่างใกล้ชิดเพื่อทำความสะอาดจมูกและตัดชิ้นเนื้อตายเพิ่มเป็นระยะ ส่วนในกลุ่ม non invasive ไม่จำเป็นต้องได้รับยาต้านเชื้อรา รักษาด้วยการผ่าตัดเท่านั้นโดยส่วนใหญ่มักใช้ endoscopic endonasal surgery ก็สามารถนำเอาพยาธิสภาพออกได้โดยพยายามเก็บรักษาเยื่อจมูกในส่วนที่ดีเอาไว้ ในกรณี fungal ball หลักการในการผ่าตัดขยายรูเปิดไซนัสให้กว้างเพียงพอ ใช้น้ำฉีดเข้าไปชะล้างเอา fungal ball ออกมา ส่วนใหญ่แล้วผู้ป่วย fungal ball มักไม่ค่อยมี neurological deficiency ดังนั้น หากผู้ป่วย fungal ball รายใดมาด้วย neurological deficiency ควรพิจารณาตัดเยื่อของไซนัสที่สงสัยส่งตรวจร่วมด้วย



รูปที่ 4 แสดงการติดเชื้อราในจมูก A เป็นแบบ noninvasive; B เป็นแบบ invasive

## 11. ภาวะ silent sinus syndrome

ผู้ป่วยมีอาการ facial asymmetry, enophthalmos, inferior malposition ของ eyeball, มองเห็นภาพซ้อน, มักมาด้วยอาการปวดบริเวณโหนกแก้มเนื่องจากมี negative pressure ที่ maxillary sinus ซึ่งเกิดจากมี lateralization ของ uncinate process และมี roof of the maxillary sinus อยู่ต่ำกว่าปกติ การรักษาด้วยการผ่าตัดส่องกล้อง endoscopic uncinectomy ร่วมกับขยาย natural ostium นอกจาก maxillary sinus แล้ว ethmoid และ frontal sinus ก็สามารถเกิดได้เช่นกันแต่พบได้ไม่บ่อย

## 12. ภาวะท่อหน้าตาตีบตัน (รูปที่ 5)

การผ่าตัด endonasal endoscopic dacryocystorhinostomy (DCR) ใช้รักษาในผู้ป่วย postsaccal dacryostenosis ข้อดีในการผ่าตัดด้วยการส่องกล้อง endoscope ช่วยลดแผลเป็น ช่วย preserve การทำงานของ lacrimal pumping ลด morbidity จากการผ่าตัด สามารถจัดการรอยโรคหรือ anatomy variation ในจมูกได้ การผ่าตัดต้องระบุตำแหน่ง lacrimal sac ให้แน่ชัดซึ่งอยู่เหนือจุดเกาะของ

middle turbinate ประมาณ 8 มิลลิเมตร <sup>(28)</sup> และต้องสร้าง bony fenestration ให้ใหญ่เพียงพอร่วมกับใช้เยื่อจมูกปิด bare bone ส่วน stent จะใช้ในกรณีที่เป็น presacal/functional stenosis <sup>(29)</sup>



รูปที่ 5 แสดงภาวะท่อน้ำตาตีบ

### 13. ก้อนเนื้อออกในจมูกและไซนัส (รูปที่ 6)

ปัจจุบันการผ่าตัดรักษาก้อนเนื้อออกด้วย endonasal endoscopic surgery สามารถผ่าตัดได้ทั้งก้อนเนื้อที่เป็น benign และ malignancy ซึ่งผลการรักษาใกล้เคียงกับการผ่าตัด traditional external procedures <sup>(30)</sup> อย่างไรก็ตามการผ่าตัดด้วย endoscope ยังมีข้อดี ข้อเสีย ดังตารางที่ 1

ในแง่ oncologic outcome หากเปรียบเทียบการ endoscopic piecemeal resection กับ การผ่าตัด traditional en-bloc surgery พบว่าผลใกล้เคียงกันหาก free margin <sup>(30)</sup> ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อผลของการผ่าตัด ปัจจุบันเนื้องอกมะเร็งของจมูกและไซนัสระยะ T1, T2 และ some T3 สามารถผ่าตัดด้วย extended endonasal endoscopic surgery ใน T4 บางรายอาจทำเป็น endoscopic debulking tumor เพื่อช่วยให้คุณภาพชีวิตผู้ป่วยดีขึ้น <sup>(30)</sup> อย่างไรก็ตามการผ่าตัดเนื้องอกมะเร็ง ด้วยการส่องกล้อง endoscope ยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น หากมีเนื้องอกที่ lacrimal system, โดทะเลขุ periorbita เข้าไปที่ orbital fat, ลูกกลมไปที่เยื่อและกระดูก frontal sinus อย่างชัดเจน, โดทะเลขุ hard palate, โดลูกกลมไปที่เนื้อสมอง อาจจำเป็นต้องใช้วิธีการผ่าตัด combined กับ traditional open resection <sup>(30)</sup>



รูปที่ 6 แสดงก้อนเนื้อออกภายในจมูก

## สรุป

บทบาทการผ่าตัด endoscopic sinus surgery มีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นวิธี minimal invasive technique ที่ให้ผลการรักษาที่ดี ไม่ว่าจะเป็นโรคทางจมูกและไซนัส เช่น ไซนัสอักเสบ เนื่องจากทั้งธรรมดา มะเร็ง อย่างไรก็ตามเพื่อให้ผลการรักษาผ่าตัดได้ผลดีต้องเข้าใจลักษณะพยาธิสภาพรวมถึงตำแหน่งของรอยโรค หลักการและข้อจำกัดของการผ่าตัดด้วยการส่องกล้อง endoscope รวมถึงประเมินสภาวะความพร้อมของร่างกายผู้ป่วยก่อนผ่าตัดให้ดี ทีมแพทย์ผู้ผ่าตัดต้องมีประสบการณ์ และต้องมีความพร้อมของเครื่องมืออุปกรณ์ทั้งในห้องผ่าตัดและหอผู้ป่วย

## เอกสารอ้างอิง

1. Messerklinger W. Endoscopy of the Nose. Baltimore, Maryland: Urban & Schwarzenberg; 1978.
2. Kennedy DW, Zinreich SJ, Rosenbaum AE, Johns ME. Functional endoscopic sinus surgery. Theory and diagnostic evaluation. Arch Otolaryngol Chic Ill 1960. 1985 Sep;111(9):576–82.
3. Bassiouni A, Naidoo Y, Wormald P-J. When FESS fails: the inflammatory load hypothesis in refractory chronic rhinosinusitis. The Laryngoscope. 2012 Feb;122(2):460–6.
4. Schlosser RJ. Surgical salvage for the non-functioning sinus. Otolaryngol Clin North Am. 2010 Jun;43(3):591–604, ix–x.
5. Kikawada T, Nonoda T, Matsumoto M, Kikura M, Kikawada K. Treatment of intractable diseased tissue in the maxillary sinus after endoscopic sinus surgery with high-pressure water jet and preservation of the periosteum. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2000 Jan;126(1):55–61.
6. Fokkens WJ, Lund VJ, Mullol J, Bachert C, Alobid I, Baroody F, et al. European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps 2012. Rhinol Suppl. 2012 Mar;(23):3 p preceding table of contents, 1-298.
7. Bayonne E, Kania R, Tran P, Huy B, Herman P. Intracranial complications of rhinosinusitis. A review, typical imaging data and algorithm of management. Rhinology. 2009 Mar;47(1):59–65.
8. Weitzel EK, McMains KC, Wormald P-J. Comprehensive surgical management of the aerosinusitis patient. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2009 Feb;17(1):11–7.



9. Weitzel EK, Flottmann JT, McMains KC. Endoscopic frontal sinus drillout for recurrent barotrauma: a procedure to save a pilot's career. *Aviat Space Environ Med.* 2009 Jul;80(7):660–2.
10. Chiu T. A study of the maxillary and sphenopalatine arteries in the pterygopalatine fossa and at the sphenopalatine foramen. *Rhinology.* 2009 Sep;47(3):264–70.
11. Simmen DB, Raghavan U, Briner HR, Manestar M, Groscurth P, Jones NS. The anatomy of the sphenopalatine artery for the endoscopic sinus surgeon. *Am J Rhinol.* 2006 Oct;20(5):502–5.
12. Schwartzbauer HR, Shete M, Tami TA. Endoscopic anatomy of the sphenopalatine and posterior nasal arteries: implications for the endoscopic management of epistaxis. *Am J Rhinol.* 2003 Feb;17(1):63–6.
13. Courson AM, Stankiewicz JA, Lal D. Contemporary management of frontal sinus mucoceles: a meta-analysis. *The Laryngoscope.* 2014 Feb;124(2):378–86.
14. Soon SR, Lim CM, Singh H, Sethi DS. Sphenoid sinus mucocele: 10 cases and literature review. *J Laryngol Otol.* 2010 Jan;124(1):44–7.
15. Hejazi N, Witzmann A, Hassler W. Ocular manifestations of sphenoid mucoceles: clinical features and neurosurgical management of three cases and review of the literature. *Surg Neurol.* 2001 Nov;56(5):338–43.
16. Rickert S, Banuchi VE, Germana JD, Stewart MG, April MM. Cystic fibrosis and endoscopic sinus surgery: Relationship between nasal polyposis and likelihood of revision endoscopic sinus surgery in patients with cystic fibrosis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010 Oct;136(10):988–92.
17. Mainz JG, Koitschev A. Pathogenesis and management of nasal polyposis in cystic fibrosis. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2012 Apr;12(2):163–74.
18. Keck T, Rozsasi A. Medium-term symptom outcomes after paranasal sinus surgery in children and young adults with cystic fibrosis. *The Laryngoscope.* 2007 Mar;117(3):475–9.
19. Rowe-Jones JM, Mackay IS. Endoscopic sinus surgery in the treatment of cystic fibrosis with nasal polyposis. *The Laryngoscope.* 1996 Dec;106(12 Pt 1):1540–4.

20. Virgin FW, Rowe SM, Wade MB, Gaggar A, Leon KJ, Young KR, et al. Extensive surgical and comprehensive postoperative medical management for cystic fibrosis chronic rhinosinusitis. *Am J Rhinol Allergy*. 2012 Feb;26(1):70–5.
21. Jaberoo M-C, Pulido M-A, Saleh HA. Modified Lothrop procedure in cystic fibrosis patients: does it have a role? *J Laryngol Otol*. 2013 Jul;127(7):666–9.
22. Crockett DJ, Wilson KF, Meier JD. Perioperative strategies to improve sinus surgery outcomes in patients with cystic fibrosis: a systematic review. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. 2013 Jul;149(1):30–9.
23. Robinson SR, Wormald PJ. Endoscopic vidian neurectomy. *Am J Rhinol*. 2006 Apr;20(2):197–202.
24. Su W-F, Liu S-C, Chiu F-S, Lee C-H. Antegrade transsphenoidal vidian neurectomy: short-term surgical outcome analysis. *Am J Rhinol Allergy*. 2011 Dec;25(6):e217-220.
25. Jang TY, Kim YH, Shin S-H. Long-term effectiveness and safety of endoscopic vidian neurectomy for the treatment of intractable rhinitis. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2010 Dec;3(4):212–6.
26. Savard P, Stoney PJ, Hawke M. An anatomical study of vidian neurectomy using an endoscopic technique: a potential new application. *J Otolaryngol*. 1993 Apr;22(2):125–9.
27. Lee J-C, Lin Y-S. Endoscopic vidian neurectomy: update on techniques and evidence. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012 Feb;20(1):66–72.
28. Wormald PJ, Kew J, Van Hasselt A. Intranasal anatomy of the nasolacrimal sac in endoscopic dacryocystorhinostomy. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. 2000 Sep;123(3):307–10.
29. Callejas CA, Tewfik MA, Wormald P-J. Powered endoscopic dacryocystorhinostomy with selective stenting. *The Laryngoscope*. 2010 Jul;120(7):1449–52.
30. Lund V, Howard D, Wei W. Tumors of the nose, sinuses, and nasopharynx. Stuttgart, New York: Thieme; 2014.

