



## Derleme

Geliş Tarihi: 25.04.2022  
Kabul Tarihi: 27.04.2022

# Endoskopi

## Endoscopy

Duygu BAYKAL<sup>1</sup>, Ahmet Fuat İNCESU<sup>1</sup>, Fatih AYDEMİR<sup>2</sup><sup>1</sup>SBÜ Bursa Şehir Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Bursa, Türkiye<sup>2</sup>SBÜ Bursa Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Bursa, Türkiye

Yazışma adresi: Duygu BAYKAL ✉ opdrduygubaykal@gmail.com

## ÖZ

'Endoskopi' terimi ilk kez, Fransız ürolog Antonin Jean Desormeaux tarafından 1853'de kullanılmış olup; literatürde ilk kayıtlı endoskopik nöroşirürjikal girişim, 1904 yılında ürolog V. Darwin L'Espinasse'ın rijid bir pediatrik sistoskop ile iki hidrosefaliğe yenidoğanda yapmış olduğu koroid pleksus koterizasyonudur. Yaygın olarak rijit veya fleksibl kapsamlar olarak sınıflandırılan çeşitli endoskop türleri vardır. Çubuk mercekle endoskopları olarak da adlandırılan rijit kapsamlar daha yaygın olarak kullanılır ve çeşitli boyutlarda ve şaft uzunlukları mevcuttur. Fleksibl endoskoplar, esnek fiberoptik aydınlatmaya dayanır. Bu kapsamlar ayrıca enstrümantasyon için operatif kanallara sahiptir ve transkraniyal endoskopik prosedürlerde kullanılır. Endoskopi'nin nöroşirürjide kullanım alanı her geçen gün artmaktadır. İlk olarak hidrosefali tedavisinde kullanılmaya başlayan endoskopi; sonrasında kafa tabanı tümörlerinin cerrahisinde ve sonrasında da spinal cerrahilerde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise endoskopi beyin cerrahisinin tüm alanında kullanılmaktadır. Endoskopinin nöroşirürjiye kattığı birçok kolaylığın yanı sıra, komplikasyonları çözümlenmedeki güçlükleri pratik kullanımda karşımıza çıkan en büyük sorundur. Ancak diğer cerrahi yöntemler ile karşılaştırıldığında günümüzde, nöroşirürji pratiğinde daha fazla yer almaya başlamıştır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Endoskopi, Kraniyal, Anevrizma, Spinal, Ventrikülostomi

## ABSTRACT

The term 'endoscopy' was first used by the French urologist Antonin Jean Desormeaux in 1853; the first recorded endoscopic neurosurgical intervention in the literature is the choroidal plexus cauterization performed by urologist V. Darwin L'ESPINASSE in 1904 on two hydrocephalic newborns with a rigid pediatric cystoscope. There are types of endoscopes that are classified as rigid or flexible scopes. Rigid scopes, also called rod lens endoscopes, are more commonly used and are available in a variety of sizes and shaft lengths. Flexible endoscopes are based on flexible fiberoptic illumination. These scopes also have operative channels for instrumentation and are used in transcranial endoscopic procedures. The use of endoscopy in neurosurgery is increasing every day. First, neuroendoscopy was used to treat hydrocephalus; then it was used in the surgery of skull base tumors and spinal surgery. Currently, endoscopy is used in all areas of neurosurgery. In addition to the many advantages that endoscopy adds to neurosurgery, the difficulties in resolving complications are the biggest problem that we face in practical use. However, compared to other surgical methods, it has now begun to claim an ever larger place in the practice of neurosurgery.

**KEYWORDS:** Endoscopy, Cranial, Aneurysm, Spinal, Ventriculostomy

## ■ ENDOSKOPİNİN TARİHİ

İlk endoskop Bozzini tarafından geliştirilen, Lichtleiter (ışık kılavuzlu alet) adındaki ve 1805 yılında tanıtımını yaptığı endoskoptur (3). İnsan vücuduna bir endoskop ile ilk kez 1822'de Michigan'lı askeri cerrah William Beaumont girmiştir. Fransız ürolog Antonin Jean Desormeaux Paris Bilimler Akademisi'nin de onayı ile ilk kez 1853'de 'endoskopi' terimini kullanmıştır. Endoskopinin sadece tanısıl bir yöntem olmayıp, cerrahi bir yöntem olduğunu yaptığı vakalarla ortaya koymuştur (35). Literatürde ilk kayıtlı endoskopik nöroşirürjikal girişim, 1910 yılında ürolog V. Darwin L'Espinasse'ın rijid bir pediatrik sistoskop ile iki hidrosefalik yenidoğanda yapmış olduğu ko-roid pleksus koterizasyonudur (21). W. Dandy, 1918'de dört hastada pleksotomi tekniğini sürdürmüştür ve 1922'de beşinci hastasında sistoskop yardımı ile Foramen Monro'dan geçişi tanımlamıştır. Böylelikle ventriküloskopi terimi ilk kez gündeme gelmiştir (8). Putnam ve Scarf su altında elektrokoagülasyon tekniğini kullanmışlardır. 1922'de W. Dandy obstrüktif hidrosefalisi olan dört pediatrik hastada üçüncü ventrikül tabanını perfore ederek ventrikülosisternostomi tekniğini tanımlamıştır. 1923 yılında W. J. Mixer, ilk defa üreteroskop kullanarak üçüncü ventrikül tabanını perfore ederek ventrikülostomi işlemini uygulamıştır (33). Ancak 20. yüzyılın başlarında lens ve kamera teknolojilerinin yetersiz olması gibi teknik donanım eksiklikleri nedeni ile ortaya çıkan yüksek komplikasyon oranları nöroendoskopik girişimlerin gelişmesini sınırlandırmıştır. 1954'de Paris Optik Enstitüsü'nden Fourestier ve Vulmiere'in ışık kaynakları üzerinde gerçekleştirmiş oldukları teknik aşama endoskoplardaki güçlü ışık kaynağı ve endoskop boyutlarının küçülmesi yolunda bir devrim yaratmıştır (14). Bu gelişmelerin ardından 1963'te Guiot ve 1978'de Viries düşük komplikasyon oranı ve sıfır mortalite ile kendi serilerini yayınladıklarında nöroendoskopik yaklaşımlar nöroşirürji pratiğinde yeniden gündeme gelmiştir. Bu cesaretlendirici sonuçlar, üretilen mini kameralar, güçlü ışık kaynaklarının geliştirilmesi ile nöroendoskopiye daha çekici hâle getirmiştir (30,39). 1990'lı yıllarda yayınlanan nöroendoskopik prosedürlere ait geniş serilerdeki umut verici sonuçlar nöroendoskopiye bugünkü nöroşirürji pratiği içerisinde sahip olduğu önemli yere taşımıştır (28).

## ■ ENDOSKOPİ TEKNOLOJİSİ

Yaygın olarak rijit veya fleksibl kapsamlar olarak sınıflandırılan çeşitli endoskop türleri vardır. Çubuk mercekle endoskoplardan da adlandırılan rijit kapsamlar daha yaygın olarak kullanılır ve çeşitli boyutlarda ve şaft uzunlukları mevcuttur. Transkraniyal intraventriküler prosedürler için kullanılan kapsamlar, endoskopik yardımcı ve endoskopik kontrollü prosedürler için kullanılanlardan daha uzundur ve aletlerin içinden geçtiği alet kanalını da içeren bir kılıftan yerleştirilir. Diğer endoskopik prosedürler için, kapsamlar daha kısadır ve kılıf ve çalışma portları olmadan kullanılır; aletler endoskopun şaftının yanına yerleştirilir. Rijit endoskoplardan mercekle çeşitli görüş açılarına sahiptir. En sık kullanılan endoskop 0 açıdır. 30, 45 ve 70 açılı kapsamlar intraoperatif görselleştirmeye yardımcı olur

Fleksibl endoskoplardan, esnek fiberoptik aydınlatmaya dayanır. Bu kapsamlar ayrıca enstrümantasyon için operatif kanallara

sahiptir ve transkraniyal endoskopik prosedürlerde kullanılır. Fleksibl endoskoplardan en büyük dezavantajlarından biri, optiklerin kalitesinin sert kapsamlarınkinden daha düşük olmasıdır (31).

Endoskoplara ek olarak, temel endoskopik kurulum ayrıca bir video kamera, monitör, ışık kaynağı ve kayıt cihazları içerir. Endoskop, birçoğu mevcut olan video kameralara bağlanır. Mevcut sistemlerin çoğu üç çipli CCD kullanır. Bu, tek çipli CCD kameralardan daha kaliteli bir görüntü üretir. Resim daha sonra ameliyathanedeki bir veya birkaç monitörde görüntülenir. Kullanılan mevcut aydınlatma kaynakları, esnek kablolarla endoskopa bağlanan xenon ışık kaynaklarıdır. Fiberglas demetlerden minimum ısı iletilir ve bu da termal hasarı önemli ölçüde azaltır.

Mevcut monoküler endoskoplardan bir dezavantajı, bir cerrahi alanı görüntülerken derinlik algısının bozulmasıdır (6). Sol ve sağ gözlere uzamsal olarak kaydırılmış ayrı görüntüler sunabilen endoskoplardan olan stereoskopik endoskoplardan, cerrahin stereo görüntü çiftlerinden doğal derinlik ipuçlarını geri kazanmasını sağlayarak bu sınırlamanın üstesinden gelir (15,45). Son teknolojik gelişmeler bu endoskop sınıfını geliştirmiş ve şimdi endoskopik kafatası tabanı prosedürleri için klinik olarak kullanılmaya başlanmıştır. Açılı bir görüşün görüntü sensöründen bağımsız olarak döndürülebilmesi, mevcut stereoskopik endoskop tasarımlarının bir sınırlamasıdır.

## ■ NÖROENDOSKOPİNİN ENDİKASYONLARI

Endoskopi, nöroşirürji pratiğinin kranial, spinal ve hatta son günlerde periferik sinir cerrahisi olmak üzere tüm alanlarında kullanılmaktadır. Endoskopinin ilk kullanımı alanı olan hidrosefali tedavisi günümüzde en sık kullanım alanlarından olmakla birlikte; kafa tabanı tümörleri, vasküler patolojiler, intraparankimal hematoma boşaltılması, hipotalamik hamartom, intraventriküler tümörler ve kistler, kraniositostoz, spinal patolojiler gibi hastalıkların tedavilerinde de kullanılmaktadır (43).

## ■ HİDROSEFALİ TEDAVİSİ

Endoskopik third ventrikülostomi, hidrosefali tedavisinde şant tedavisine alternatif olarak uygulanmaktadır. ETV'nin düşük komplikasyon oranı, vücuda yabancı cisim implante edilmesinin ve şantla ilgili komplikasyonların olmaması nedeni ile hidrosefalide ilk tercih hâline gelmiştir. Akvaduct stenozunun tedavisinde ilk tercih olarak uygulanır ve başarı oranı %60'ın üzerindedir. Tektal plak lezyonlarında da akvaduct stenozunun tedavisinde olduğu kadar etkilidir (22,46). Hidrosefali tedavisinde ETV'nin başarı oranını hasta yaşı ve etiyoloji etkilemektedir. Spina bifida ve hidrosefali birlikte olan ve küçük yaşta tedavi ihtiyacı olan hastalarda ETV başarı oranı düşmekle birlikte büyük çocuklar ve ergenlerin tedavisinde %70'in üzerinde başarı vardır (22,30). Hidrosefaliye neden olan orta hat posteriyör fossa tümörlü hastalarda reoperatif acil müdahale gerektiren durumlarda veya postoperatif hidrosefalinin devam etmesi durumunda şant yerleştirmeye alternatif bir tedavi olarak ETV göz önünde bulundurulmalıdır.

İzole lateral ventriküllerin tedavisinde septostomi ve septum pallusidotomi endoskopik olarak yapılabilir. Endoskop; mul-

tiloküle ventriküllerin fenestrasyonu, foramen Monro ve Magendie'ye foraminoplasti yapılmasının yanı sıra artık dördüncü ventrikülostomi için de uygulanmaktadır (30,36,44).

### ■ İNTRAVENTRİKÜLER TÜMÖR VE KİST FENESTRASYON TEDAVİSİ

Intrakranial kistlerin tedavisinde endoskopik kist fenestrasyonu ilk tedavi seçeneği hâline gelmiştir. Özellikle hidrosefali ile başvuran suprasellar ve kuadrigeminal araknoid kistler endoskopik fenestrasyon için adaylardır (11,17). Ancak intraventriküler tümör cerrahisinden başarıyı artırmak için doğru endikasyon koymak önemlidir. Yumuşak kıvamlı, <2-3 cm çapında, yüksek vaskülaritede olmayan, hidrosefali gelişmiş, histolojik yapısı düşük dereceli olan intraventriküler tümörlerin cerrahi için endoskopik yöntem oldukça uygundur (32).

Endoskopik yöntem, intraventriküler tümörlerin biyopsisinde yüksek teşhis verimine (>%90) sahip olup düşük komplikasyon riski (<%3,5) vardır. Bu nedenle; germ hücreli tümör, infiltratif hipotalamik/optik gliom ve Langerhans hücreli histiositoz tanıları için kullanımı uygundur (44).

### ■ HİPOTALAMİK HAMARTOM TEDAVİSİ

Hipotalamik Hamartomlar (HH), inferiyor hipotalmustan kaynaklanan, nadir görülen, neoplastik olmayan konjenital malformasyonlardır. Ancak klinik tablosu gürültülü olabileceği için tedavi edilmesi önerilir. Jelastik nöbetleri, puberte prekoks, kognitif bozukluklar görülebilir. Preprekoks olan hastalar dışındaki tüm hastalara cerrahi önerilir. Delalande ve Fohlen tarafından yapılan sınıflamaya göre HH tipi belirlenerek tek veya kombine tedaviler uygulanabilir (9). Büyük hipotalamik hamartomlarda transkallosal yaklaşım önerilirken, küçük boyutlu HH'larda gamma knife bir tedavi seçeneğidir. Orta veya küçük boyutlu HH'larda ise stereotaksik radyofrekans termoregülasyon güvenli ve uzun süreli sonuçları iyi olan bir tedavi yöntemidir. Ancak son zamanlarda yapılan çalışmalarda küçük boyutlu HH'ların navigasyon eşliğinde endoskopik olarak tedavi edilmesi, diğer yöntemlere göre daha güvenilirdir ve etkilidir (7,41).

### ■ KAFA TABANI LEZYONLARININ TEDAVİSİ

Endoskop, Carrau ve ark. tarafından endonazal transsfenoidal hipofizektomi deneyimi ile kafa tabanı cerrahisinde kullanılmaya başlanmıştır (5). Sonrasında da Divitiis ve ark. bu yaklaşımı geliştirerek sellar ve parasellar bölge lezyonlarının tedavisinde kullanmıştır (10). Günümüzde, bilateral endonazal endoskopik yaklaşım, crista galli ve C2 seviyesine kadar olan ön kafa tabanı tümörlerini görüntülenmesine ve cerrahi tedavisine imkân sağlamaktadır. Endoskopik endonazal teknik, hipofiz adenomu ve kraniofarenjiom tedavisinde düşük morbidite ve yüksek başarı nedeniyle birçok merkezde ilk tedavi yöntemi olarak tercih edilmektedir (Şekil 1). Endoskop yardımı ile supradiafrazmatik lezyonlar endonazal yolla; suprasellar, prekiiazmatik, preinfundibular lezyonlar transtuberulum, transplanum sfenoidal yolla çıkarılabilir (44). Endoskopik yöntem ile travmaya, enfeksiyona, tümöre, pseudotümör serebriye sekonder oluşan veya iatrojenik rinore tedavisi de yapılabilir.

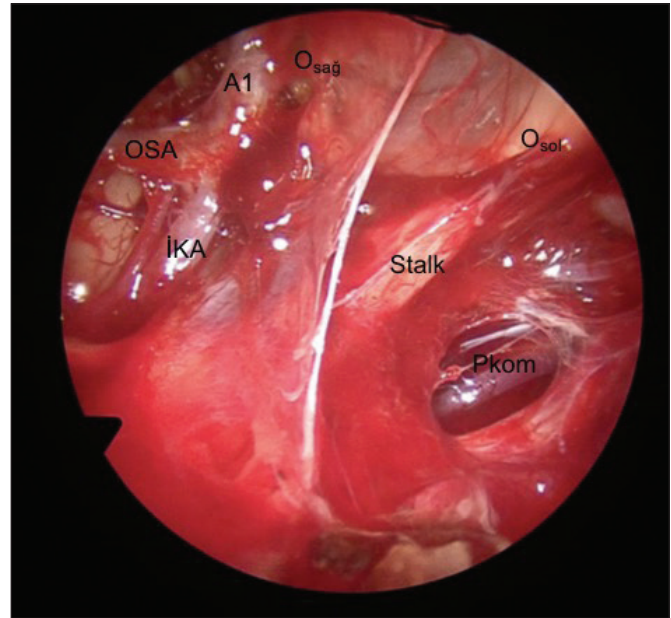
### ■ KRANİOSİNOSTOZ TEDAVİSİ

Kraniosinostoz vakaları, 2000 doğumda bir görülmektedir. Çeşitli kraniosinostozlarda (sagittal, metopik, bilateral/unilateral koronal sinostoz ve lambdoid sinostoz), 3-6 ay arasında endoskopik teknik uygulanabilmektedir. Açık cerrahiye göre daha az invaziv, daha az kan kaybı ile sonuçlanan, bebeklerin daha iyi tolere ettiği ve minimal skar ile sonuçlanan bir tekniktir (40).

Minimal invaziv teknikte, patolojik sütür üzerinden 2 cm'lik insizyon yapılır, endoskop yardımıyla subgaleal disseksiyon yapılır, patolojik sütüre 1-2 cm kraniektomi yapılır ve epidural mesafe diseke edilerek serbestleştirilir (42). Fakat hastaların postop dönemde rehabilitasyon ihtiyacı olmaktadır ve sonuçlarını görmek için uzun dönem beklemek gerekir (40). Hastaların postoperatif dönemde 3 hafta içinde başlayıp 10 ay boyunca kask kullanmaları gerekmektedir. Bu durum hastada basınç ülseri veya egzama gibi oldukça nadir görülen komplikasyonlara neden olabilir (26,27,44).

### ■ ANEVİZMA TEDAVİSİ

İlk olarak Fisher ve ark. anevrizma kliplleme işleminde endoskopinin kullanımını tanımlamışlardır (13). Supraorbital yaklaşım, anterior komünikan arter anevrizmaları, oftalmik arter (medial yerleşimli), ICA bifurkasyon ve diğer anterior sirkülasyon anevrizmaları için kullanılır (4). Endoskopik endonazal yaklaşım en yaygın olarak superior hipofiz arteri ve paraklinoid arter (18); posterior sirkülasyon anevrizmaları, örneğin vertebral arter-posterior inferior serebellar arter anevrizması (12) ve baziler bifurkasyon anevrizmaları (34) ve nadiren anterior dolaşım anevrizmalar, ör., ön komünikan arter anevrizması (16) için kullanılır.



Şekil 1: Endoskopik endonazal hipofiz cerrahisi görünümü.

A1: Anterior serebral arterin 1. Dalı, İKA: İnternal karotid arter, OSA: Orta serebral arter, O<sub>sağ</sub>: Sağ optik sinir, O<sub>sol</sub>: Sol optik sinir, Pk: Posterior komünikan arter, Stalk

Endoskopik anevrizma cerrahisi yapılacak olgu seçimi hayati önem taşımaktadır. Rüptüre olmamış anevrizma olmasına, anevrizmanın yeri ve büyüklüğüne dikkat edilmesi gerekmektedir (2). Hatasız preoperatif planlama endoskopik anevrizma tedavisinin başarısının sırrıdır (19).

## ■ SPİNAL PATOLOJİLERİN TEDAVİSİ

Endoskopi, spinal cerrahide 1980'ler perkütan girişim için geliştirildi (29). 1990'larda siringomyeli, multiloküle septasyonları incelemek amacıyla kullanılan endoskopi son on yılda intradural ve ekstradural birçok spinal patoloji cerrahisinde kullanılmaktadır (25).

Endoskopi minimal invaziv spinal cerrahinin çok önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Endoskopi; torakoskopik sempatektomi, torakal ve lomber diskektomi, lomber laminotomiler, anteryor yaklaşımla spinal rekonstrüksiyon, tümör ve kist eksizyonu gibi endikasyonlar kullanılmaktadır. Spinal cerrahi sonrasında oluşan peridural fibrosis tedavisinde epiduroskopi yapılmaktadır, ancak başarısı henüz kanıtlanmamıştır (24,44). Spinal minimal invaziv cerrahi, geleneksel açık cerrahi ile karşılaştırıldığında sonuçlarının başarı oranlarında fark saptanmamakla birlikte; daha az hastanede kalış süresi, daha az komplikasyon ve daha çabuk iyileşme sağlaması nedeniyle günümüzde altın standarttır (20,37,38).

Endoskopi, spinal cerrahinin en sık kullanılan minimal invaziv tekniklerinden biridir. Teknolojinin ilerlemesi, alım gücünün artması ve cerrahların pratiği arttıkça daha yaygın kullanılmaktadır.

## ■ İNTRASEREBRAL HEMATOM TEDAVİSİ

İntraserebral hematoma endoskopik boşaltılması ile ilgili ilk kez 1989 yılında randomize bir çalışma yapıldı. Auer ve ark. yaptığı bu çalışmada endoskopik boşaltımın kraniyotomi ile yapılan boşaltıma oranla mortalite ve morbiditede azalmayı sağladığı gösterildi (1). O dönemden itibaren endoskopik intraserebral hematoma boşaltımı ile ilgili birçok çalışma yapıldı, ancak son 10 yılda bu çalışmaların sayısı oldukça arttı. 2017 yılında, Ye ve ark. 1327 hastanın incelendiği 8 çalışmadan oluşan bir derleme yayınladılar ve endoskopik intraserebral hematoma boşaltımında komplikasyonlarda azalma görüldü de ölüm oranlarında fark saptanmadığını gösterdiler (47). Bugüne kadar yapılan çalışmalarda farklı sonuçların çıkmasının en önemli nedeninin hasta standartizasyonunun olmadığı düşünülmektedir. Kanıtlanmış sonuçlar elde edebilmek için titizlikle bir klinik araştırmanın yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ancak günümüzde henüz yapılan bir klinik araştırma yoktur (23).

## ■ SONUÇ

Günümüzde endoskopik girişimler nöroşirürjide giderek daha fazla yer bulmaktadır. Teknolojideki gelişmelere paralel olarak küçülen kamera sistemleri ve yeni cerrahi aletlerin geliştirilmesi ile hem kraniyal hem de spinal cerrahide pek çok yeni ameliyat yöntemi tanımlanmıştır. Her geçen yıl yapılan çalışmalar göstermektedir ki; cerrahin tecrübesinin

artması ve teknolojinin gelişmesi ile endoskopik cerrahinin avantajları dezavantajlarının önüne geçmiştir. Teknolojinin yanı sıra genç beyin cerrahları için eğitim programları geliştiren kurumların sayısı giderek artmaktadır. Gelecekte, modern nöroşirürji pratiğinde nöroendoskopinin rutin hâle gelmesi beklenmektedir.

## ■ KAYNAKLAR

1. Auer LM, Deinsberger W, Niederkorn K, Gell G, Kleinert R, Schneider G, Holzer P, Bone G, Mokry M, Körner E: Endoscopic surgery versus medical treatment for spontaneous intracerebral hematoma: A randomized study. *J Neurosurg* 70:530-535,1989
2. Avitsian R, Schubert A: Anesthetic considerations for intraoperative management of cerebrovascular disease in neurovascular surgical procedures. *Anesthesiol Clin* 25:441-463, 2007
3. Bozzini, PH Lichtleiter: Eine Erfindung zur Anschauung innerer Teile und Krankheiten. *J Prak Heilk* 24:107,1806
4. Bruneau M, Appelboom G, Rynkowski M, Van Cutsem N, Mine B, De Witte O: Endoscope-integrated ICG technology: First application during intracranial aneurysm surgery. *Neurosurg Rev* 36:75-84, 2013
5. Carrau RL, Jho HD, Ko Y: Transnasal-transsphenoidal endoscopic surgery of the pituitary gland. *Laryngoscope* 106: 914-918, 1996
6. Chan AC, Chung SC, Yim AP, Lau JY, Ng EK, Li AK: Comparison of two-dimensional vs three-dimensional camera systems in laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 11(5):438-440,1997
7. Choi JU, Yang KH, Kim TG, Chang JH, Chang JW, Lee BI, Kim DS: Endoscopic disconnection for hypothalamic hamartoma with intractable seizure. Report of four cases. *J Neurosurg* 100(5 Suppl Pediatrics):506-511, 2004
8. Dandy WE: An operative procedure for hydrocephalus. *Johns Hopk Hosp* 33:189-190, 1922
9. Delalande O, Fohlen M: Disconnecting surgical treatment of hypothalamic hamartoma in children and adults with refractory epilepsy and proposal of a new classification. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 43:61-68, 2003
10. de Divitiis E, Cappabianca P, Cavallo LM: Endoscopic transsphenoidal approach: Adaptability of the procedure to different sellar lesions. *Neurosurgery* 51:699-707, 2002
11. Di Rocco F, Yoshino M, Oi S: Neuroendoscopic transventricular ventriculocystostomy in treatment for intracranial cysts. *J Neurosurg* 103 Suppl 1:54-60, 2005
12. Ensenat J, Alobid I, de Notaris M, Sanchez M, Valero R, Prats-Galino A, Ferrer E: Endoscopic endonasal clipping of a ruptured vertebral-posterior inferior cerebellar artery aneurysm: Technical case report. *Neurosurgery* 69:121-128, 2011
13. Fischer J, Mustafa H: Endoscopic-guided clipping of cerebral aneurysms. *Br J Neurosurg* 8:559-565,1994
14. Fourestier M, Gladu, Vulmiere J: Perfectionnements aux dispositifs d'éclairage pour endoscope. *CNRS Brevet d'invention* 13:10, 1954



15. Fraser JF, Allen B, Anand VK, Schwartz TH: Three-dimensional neurostereoscopy: Subjective and objective comparison to 2D. *Minim Invasive Neurosurg* 52(1):25-31, 2009
16. Froelich S, Cebula H, Debry C, Boyer P: Anterior communicating artery aneurysm clipped via an endoscopic endonasal approach: Technical note. *Neurosurgery* 68:310-316, 2011
17. Fukushima T, Ishijima B, Hirakawa K, Nakamura N, Sano K: Ventriculofiberscope: A new technique for endoscopic diagnosis and operation. *J Neurosurg* 38:251-256, 1973
18. Germanwala AV, Zanation AM: Endoscopic endonasal approach for clipping of ruptured and unruptured paraclinoid cerebral aneurysms: Case report. *Neurosurgery* 68:234-239, 2011
19. Goettel N, Chui J, Venkatraghavan L, Tymianski M, Manninen PH: Day surgery craniotomy for unruptured cerebral aneurysms: A single center experience. *J Neurosurg Anesthesiol* 26:60-64, 2014
20. Goldstein CL, Macwan K, Sundararajan K, Rampersaud YR: Comparative outcomes of minimally invasive surgery for posterior lumbar fusion: A systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 472(6):1727-1737, 2014
21. Hellwig D, Grotenhuis JA, Tirakotai W, Riegel T, Schulte DM, Bauer BL, Bertalanffy H: Endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus. *Neurosurg Rev* 28:1-34, 2005
22. Hopf NJ, Grunert P, Fries G, Resch KD, Perneczky A: Endoscopic third ventriculostomy: Outcome analysis of 100 consecutive procedures. *Neurosurgery* 44:795-806, 1999
23. Hannah TC, Kellner R, Kellner CP: Minimally invasive intracerebral hemorrhage evacuation techniques: A review. *Diagnostics (Basel)* 11:576-588, 2021
24. Ikuta K, Arima J, Tanaka T, Oga M, Nakano S, Sasaki K, Goshi K, Yo M, Fukagawa S: Short-term results of microendoscopic posterior decompression for lumbar spinal stenosis. Technical note. *J Neurosurg Spine* 2:624-633, 2005
25. Ishii K, Matsumoto M, Watanabe K, Nakamura M, Chiba K, Toyama Y: Endoscopic resection of cystic lesions in the lumbar spinal canal: A report of two cases. *Minim Invasive Neurosurg* 48:240-243, 2005
26. Ishii M, Gallia GL: Application of technology for minimally invasive neurosurgery. *Neurosurg Clin N Am* 21(4):585-594, 2010
27. Jimenez DF, Barone CM: Endoscopic craniectomy for early surgical correction of sagittal craniosynostosis. *J Neurosurg* 88:77-81, 1998
28. Jimenez DF, Barone CM, McGee ME, Cartwright CC, Baker CL: Endoscopy-assisted wide-vertex craniectomy, barrel stave osteotomies, and postoperative helmet molding therapy in the management of sagittal suture craniosynostosis. *J Neurosurg* 100 Suppl Pediatrics 5:407-417, 2004
29. Jones RF, Stening WA, Brydon M: Endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurgery* 26:86-92, 1990
30. Kambin P, O'Brien E, Zhou L, Schaffer JL: Arthroscopic microdiscectomy and selective fragmentectomy. *Clin Orthop Relat Res* 347:150-167, 1998
31. Li KW, Nelson C, Suk I, Jallo GI: Neuroendoscopy: Past, present and future. *Neurosurg Focus* 19(6):1-5, 2005
32. Mishra S, Chandra PS, Suri A, Rajender K, Sharma BS, Mahapatra AK: Endoscopic management of third ventricular colloid cysts: Eight years' institutional experience and description of a new technique. *Neurol India* 58:412-417, 2010
33. Mixer MJ: Ventriculoscopy and puncture of the floor of the third ventricle. *Boston Med Surg J* 1:277-278, 1923
34. Nanda A, Vannemreddy PS, Vincent DA: Microsurgical and endoscopic approaches to the basilar bifurcation: Quantitative comparison of combined pterional/anterior temporal and orbitozygomatic extended approaches. *Skull Base* 11:93-97, 2011
35. Nitze M: Beobachtung-und untersuchungsmethode fur harnohre, harnblase und rectum. *Wien Med Wochenschr* 29:649,1879
36. Oi S, Abbott R: Loculated ventricles and isolated compartments in hydrocephalus: Their pathophysiology and the efficacy of neuroendoscopic surgery. *Neurosurg Clin N Am* 15:77-87, 2004
37. Phan K, Huo YR, Hogan JA, Xu J, Dunn A, Cho SK, Mobbs RJ, McKenna P, Rajagopal T, Altar F: Minimally invasive surgery in adult degenerative scoliosis: A systematic review and meta-analysis of decompression, anterior/lateral and posterior lumbar approaches. *J Spine Surg* 2(2):89-104, 2016
38. Prevedello DM, Doglietto F, Jane Jr JA, Jagannathan J, Han J, Laws Jr ER: History of endoscopic skull base surgery: Its evolution and current reality. *J Neurosurg* 107:206-213, 2007
39. Proctor MR: Endoscopic craniosynostosis repair. *Transl Pediatr* 3(3):247-258, 2014
40. Rekate HL, Feiz-Erfan I, Ng YT, Gonzalez LF, Kerrigan JF: Endoscopic surgery for hypothalamic hamartomas causing medically refractory gelastic epilepsy. *Childs Nerv Syst* 22: 874-880, 2006
41. Ridgway EB, Berry-Candelario J, Grondin RT, Rogers GF, Proctor MR: The management of sagittal synostosis using endoscopic suturotomy and postoperative helmet therapy. *J Neurosurg Pediatr* 7:620-626, 2011
42. Shim K, Park EK, Kim DS, Choi JU: Neuroendoscopy: Current and future perspectives. *J Korean Neurosurg Soc* 60:322-326, 2017
43. Sgouros S: Neuroendoscopy: Current status and future trends, 1 ed. Heidelberg: Springer Science & Business Media, 2013
44. Tabae A, Anand VK, Fraser JF, Brown SM, Singh A, Schwartz TH: Three-dimensional endoscopic pituitary surgery. *Neurosurgery* 64(5 Suppl 2):288-295, 2009
45. Wellons JC, Tubbs RS, Banks JT, Grabb B, Blount JP, Oakes WJ, Grabb PA: Long-term control of hydrocephalus via endoscopic third ventriculostomy in children with tectal plate gliomas. *Neurosurgery* 51:63-68, 2002
46. Vaishnav AS, Othman YA, Virk SS, Gang CH, Qureshi SA: Current state of minimally invasive spine surgery. *J Spine Surg* 5 Suppl 1:2-10, 2019
47. Ye Z, Ai X, Hu X, Fang F, You C: Comparison of neuroendoscopic surgery and craniotomy for supratentorial hypertensive intracerebral hemorrhage: A meta-analysis. *Medicine* 96: e7876, 2017