



**T.C.
ÇUKUROVA
ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
BEYİN VE SİNİR
CERRAHİSİ
ANABİLİM DALI**

**HİDROSEFALİ TEDAVİSİNDE ENDOSKOPİK ÜÇÜNCÜ
VENTRİKÜLOSTOMİNİN ETKİNLİĞİ VE BAŞARISINI ETKİLEYEN
FAKTÖRLER**

Dr. Diana SEREDNEVA

UZMANLIK TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Faruk İldan**

ADANA – 2025



**T.C.
ÇUKUROVA
ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
BEYİN VE SİNİR
CERRAHİSİ
ANABİLİM DALI**

**HİDROSEFALİ TEDAVİSİNDE ENDOSKOPIK ÜÇÜNCÜ
VENTRİKÜLOSTOMİNİN ETKİNLİĞİ VE BAŞARISINI ETKİLEYEN
FAKTÖRLER**

Dr. Diana SEREDNEVA

UZMANLIK TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Faruk İldan**

ADANA – 2025

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez sürecim boyunca desteğini esirgemeyen, kıymetli katkılarıyla yoluma ışık tutan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Faruk İLDAN'a teşekkür ederim. Sayın Prof. Dr. Alp İskender GÖÇER'e ve değerli hocalarım Prof. Dr. Metin TUNA ve Prof. Dr. Derviş Mansuri YILMAZ, Prof. Dr. Tahsin ERMAN, Prof. Dr. Nuri Eralp ÇETİNALP, Prof. Dr. Kerem Mazhar ÖZSOY'a sağladıkları akademik rehberlik için müteşekkirim. Ayrıca bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Sayın Doç. Dr. Kadir OKTAY'a teşekkür ederim. Süreç boyunca birlikte çalıştığım tüm asistan hekim, hemşire ve sağlık personeline, anestezi ekibine; ve en önemlisi, her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkür, saygı ve sevgilerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimi boyunca her aşamasında, sevgi dolu desteği, cesareti ve koşulsuz inancıyla yanımda olan canım annem ve canım kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim. Bu yolculukta beklenmedik bir dostlukla yanımda yer alan ve her zaman destek olan Ayla Hanım ve Nuri Bey'e gönülden teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
TABLO LİSTESİ.....	IV
ŞEKİL LİSTESİ.....	V
KISALTMA LİSTESİ	VI
ÖZET	VII
ABSTRACT.....	IX
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Beyin Ventriküllerinin Anatomisi.....	3
2.2 BOS fizyolojisi, dolanımı ve fizyopatolojisi.....	13
2.3 Hidrosefali.....	17
2.3.1 Tarihçe.....	17
2.3.2 Tanım.....	18
2.3.3 Fizyopatoloji ve Histopatoloji.....	19
2.3.4 Etiyoloji ve Sınıflamalar	20
2.3.5 Klinik Semptom ve Bulgular.....	26
2.3.6 Tanı ve Tedavi Yöntemleri.....	27
2.4. Nöroendoskopinin Tarihçesi ve kullanım alanları	30
2.5. Endoskopik Üçüncü Ventrikülostomi	31
2.5.1 Cerrahi Hazırlığı ve Ameliyat Tekniği.....	31
2.5.2 Endikasyonlar	34
2.5.3 EÜV Öncesi ve Sonrası Radyolojik Değerlendirme	37
2.5.4 EÜV Komplikasyonları.....	38
3. GEREÇ ve YÖNTEM	40
3.1. Çalışma Grubu.....	40

3.2.Araştırmanın Modeli	40
3.3. Veri Toplama Araçları.....	41
3.4 Veri Toplama Yöntemi.....	41
3.4.1. Demografik Veriler	41
3.4.2. Klinik Veriler	41
3.4.3. Radyolojik Veriler	42
3.5 Verilerin Analizi.....	43
4. BULGULAR.....	44
4.1. Demografik Veriler	44
4.2. Klinik Veriler	45
4.3. Radyolojik Veriler	55
5. TARTIŞMA	63
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	68
KAYNAKLAR	74

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. BOS ve plazmanın karşılaştırmalı element dağılımı.....	14-15
Tablo 2. Çok kategorili hidrosefali sınıflandırılması.....	23-24
Tablo 3. Son 100 yıl içerisinde öne sürülen hidrosefali ile ilgili konseptler.....	24-25
Tablo 4. EÜV Başarı Skoru.....	36
Tablo 5. Yaş grubuna göre EÜV başarı oranı ve istatistiksel analiz.....	46
Tablo 6. Her yaş grubunda en sık başvuru şikayeti ve oranı.....	48
Tablo 7. Başvuru şikayetine göre başarı oranı ve istatistiksel analiz.....	49
Tablo 8. Etiyolojiye göre EÜV başarı oranı ve istatistiksel analiz.....	51
Tablo 9. Hidrosefali tipine göre başarı oranı ve istatistiksel analiz.....	52
Tablo 10. Obstrüksiyon tipine göre başarı oranı ve istatistiksel analiz.....	53
Tablo 11. EÜV'nin HS'de uygulanma sırasına göre başarı oranı ve istatistiksel analiz.....	54
Tablo 12. Klinik düzelme düzeyine göre başarı oranı ve istatistiksel analiz.....	55
Tablo 13. ETVSS grubuna göre başarı oranı ve istatistiksel analiz.	55
Tablo 14. ÜVTÇ ('Bowling') varlığına göre başarı oranı ve istatistiksel analiz	56
Tablo 15. Preoperatif Evans İndeksinne göre başarı oranı ve istatistiksel analiz.	57
Tablo 16. Preoperatif FH/ID oranına göre başarı oranı ve istatistiksel analiz.	57
Tablo 17. Preoperatif Bikaudat İndeksine göre başarı oranı ve istatistiksel analiz.....	58
Tablo 18. Preoperatif ve postoperatif radyolojik ölçümlerin, aynı ölçümlerin farklarının (Δ) başarı oranı ve istatistiksel analiz.....	59
Tablo 19. Komplikasyon türüne göre başarı oranı ve istatistiksel analiz.....	60
Tablo 20. Komplikasyon durumuna göre tekrar BOS cerrahisi oranı ve istatistiksel analiz.....	62

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Şematik olarak Normal ve Hidrosefaliye bağlı genişlenmiş ventriküller.....	18
Şekil 2. Radyolojik görüntülemelerde non-obstrüktif hidrosefali tüm ventrikülleri genişletmiş.....	21
Şekil 3. Radyolojik görüntülemelerde obstrüktif hidrosefali akuadukt stenozuna bağlı supratentoryal ventriküller genişlemiş.....	22
Şekil 4. Cerrahi Pozisyon, Baş 20 derece fleksiyonda olacak şekilde ve şematik olarak ventriküle giriş noktası (burr-hole koyulacak yer).....	32
Şekil 5. Endoskopide kullanılan bazı aletler A: Endoskopi seti, B: Fogarty balon katater C:Endoskop.....	33
Şekil 6. Endoskopik üçüncü Ventrikülostomi aşamaları A: koroid pleksus ve foramen Monroe, B: Corpus mamillareler C: Üçüncü ventrikül tabanı D: Stomanın kunt diseksiyonla açılışı E: Balon katater ile dilatasyon F: 3. Ventrikül tabanının açılmış hali ve altta baziller arter.....	34
Şekil 7. Hidrosefali tanısında kullanılan radyolojik ölçümler.....	38
Şekil 8. Hastaların erişkin ve çocuk gruplarında cinsiyete göre dağılımı.....	44
Şekil 9. Hastaların yaş grubuna göre erkek-kadın dağılımı.....	45
Şekil 10. Yaş grubuna göre başarı oranı.....	46
Şekil 11. Başvuru şikayetine göre hasta sayısı.....	47
Şekil 12. Etiyolojiye göre hasta sayısının dağılımı.....	50
Şekil 13. Yaş gruplarında obstrüktif ve non-obstüktif tip hidrosefali tip vakaların sayı dağılımı....	52
Şekil 14. Obstrüksiyon tipine göre başarılı-başarısız vakaların sayı dağılımı.....	53
Şekil 15. Klinik düzelme düzeyine göre başarılı-başarısız vakaların sayı dağılımı.....	54
Şekil 16. ÜVTÇ ('Bowling') varlığına göre başarılı-başarısız vakaların sayı dağılımı.....	57
Şekil 17. Komplikasyonlu ve komplikasyonsuz vakaların tekrar BOS cerrahisine göre karşılaştırması.....	61

KISALTMA LİSTESİ

- BOS** : Beyin omurilik sıvısı
BT : Bilgisayarlı tomografi
GKS : Glaskow koma skalası
İKK : İntrakranial kitle
KİBAS : Kafa içi basınç artış sendromu
MRG : Manyetik rezonans görüntüleme
EÜV : Endoskopik üçüncü ventrikülostomi
ETVSS: Endoscopic Third Ventriculostomy Success Score
HS : Hidroseali
MRG : Manyetik rezonans görüntüleme
USG : Ultrasonografi
VPŞ : Ventriküloperitoneal şant
İU : İntrauterin
CM : Chiari malformasyonu
LP : Lomber Ponksiyon
SAK : Subaraknoid kanama
ÜV : Üçüncü Ventrikül
EVD : Eksternal ventriküler drenaj
LDS: Lomber drenaj sistemi
Eİ : Evans İndeksi
BKİ : Bikaudat indeksi
FH-LV : Frontal Horn – Lateral ventrikül

ÖZET

Hidrosefali Tedavisinde Endoskopik Üçüncü Ventrikülostominin Etkinliği Ve Başarısını Etkileyen Faktörler

Amaç: Hidrosefali, beyin omurilik sıvısının (BOS) üretim–emilim dengesinin bozulmasıyla ortaya çıkan, ventriküler genişleme ve artmış intrakraniyal basınç ile karakterize bir klinik tablodur. Cerrahi tedavi temel yaklaşım olup, şant sistemlerinin uzun dönem sorunları nedeniyle endoskopik üçüncü ventrikülostomi (EÜV) önemli bir alternatif hâline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, EÜV’nin hidrosefali tedavisindeki etkinliğini değerlendirmek ve EÜV Başarı Skoru (ETVSS) dâhil olmak üzere cerrahi başarıyı etkileyen faktörleri araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Kasım 2016–Aralık 2022 tarihleri arasında üçüncü basamak bir merkezde EÜV uygulanan 144 hastanın kayıtları retrospektif olarak incelenmiş; yalnız hidrosefali tanısı alan ve koroid pleksus koagülasyonu yapılmadan EÜV uygulanan 113 hasta çalışmaya dâhil edilmiştir. Hastalar yaş, cinsiyet, hidrosefali tipi, etyoloji, primer/sekonder EÜV uygulaması, preoperatif ETVSS ve radyolojik bulgular açısından değerlendirilmiştir. Pre- ve postoperatif MRG ölçümleriyle Evans indeksi, FH/ID oranı ve Bikaudat indeksi hesaplanmış; üçüncü ventrikül taban çöküklüğü (ÜVTÇ–bowing) bulgusu kaydedilmiştir. Postoperatif en az 6 ay boyunca ek BOS girişimi gerekmeyen ve klinik düzelme gösteren hastalar “başarılı EÜV” olarak tanımlanmıştır. İstatistiksel analizlerde Ki-Kare, Fisher ve Mann-Whitney U testleri kullanılmıştır.

Bulgular: Hastaların ortalama yaşı 26,16 yıl olup %54’ü çocuk, %46’sı erişkindir. Genel EÜV başarı oranı %75,22 (n=85) bulunmuştur. Başarı oranı yaş grupları arasında klinik olarak değişiklik göstermesine rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (p>0,05). En sık etyolojik neden hem çocuk hem erişkin grupta posterior fossa tümörüdür. Obstrüktif ve non-obstrüktif hidrosefali tipleri arasında başarı açısından fark bulunmamıştır (p=1,000). Obstrüksiyon etyolojisine göre saf mekanik ve inflamatuvar gruplar arasında

başarı farkı istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,278$). Primer EÜV uygulamalarında başarı oranı %78,43 iken sekonder uygulamalarda bu oran %45,45 olup fark anlamlıdır ($p=0,026$). Klinik düzelmesi tam olan hastalarda başarı oranı %98,31 ile en yüksek düzeyde saptanmıştır ($p<0,001$). Preoperatif ETVSS arttıkça başarı oranı yükselme eğilimi göstermiş olsa da istatistiksel olarak anlamlı değildir. ÜVTÇ('Bowling') varlığı başarı oranını artırmamış, radyolojik başarı ile anlamlı ilişki saptanmamıştır ($p=0,828$). Başarılı vakalarda postoperatif radyolojik ölçümlerde anlamlı küçülme gözlenirken (Evans, FH/ID, Bikaudat; tümü $p<0,001$), başarısız vakalarda anlamlı değişiklik saptanmamıştır. Komplikasyon oranı %23,89 olup BOS fistülü EÜV başarısızlığıyla anlamlı düzeyde ilişkilidir ($p=0,00019$). Komplikasyon gelişen hastalarda tekrar cerrahi gereksinimi anlamlı şekilde daha yüksektir ($p=0,0012$).

Sonuç: EÜV hidrosefali tedavisinde yüksek başarı oranına sahip etkili bir yöntemdir. Primer uygulamalarda başarı belirgin şekilde daha yüksektir. Postoperatif radyolojik ventrikül küçülmesi cerrahi etkinliğin güçlü bir göstergesidir. BOS fistülü gelişimi EÜV başarısızlığının önemli bir prediktörüdür. Yaş, etyoloji, hidrosefali tipi, ETVSS ve ÜVTÇ bulgusu başarıyı klinik olarak etkileyebilmekle birlikte istatistiksel düzeyde anlamlılık göstermemiştir.

Anahtar sözcükler: Hidrosefali, Endoskopik üçüncü ventrikülostomi, ETVSS, ventrikülostomi başarısı, BOS fistülü.

ABSTRACT

Efficacy And Factors Predicting Success of Endoscopic Third Ventriculostomy in Hydrocephalus

Objective: Hydrocephalus is a clinical condition that occurs as a result of the disruption of the physiological balance between cerebrospinal fluid (CSF) production and absorption, leading to increased CSF volume, ventricular enlargement, and elevated intracranial pressure. Surgical intervention constitutes the mainstay of treatment, and although shunt systems are widely used, they often fail to provide a permanent solution. Endoscopic third ventriculostomy (ETV) has become a more preferred alternative due to allowing physiologic CSF circulation, not requiring implantation of foreign material, having a lower infection risk, and being repeatable. This study aims to evaluate the effectiveness of ETV in the treatment of hydrocephalus and to investigate the factors influencing surgical success, including the ETV Success Score (ETVSS).

Materials and Methods: Medical records of 144 patients who underwent ETV between November 2016 and December 2022 in a tertiary care center were retrospectively reviewed. A total of 113 patients diagnosed with hydrocephalus and treated solely with ETV (without choroid plexus coagulation) were included. Patients were evaluated in terms of age, sex, hydrocephalus type, etiology, primary or secondary ETV application, preoperative ETVSS, and radiological findings. Pre- and postoperative MRI measurements were used to calculate Evans index, FH/ID ratio, and bicaudate index; third ventricular floor bowing (ÜVTÇ) was also recorded. Patients who showed complete or partial clinical improvement after surgery and required no CSF intervention for at least six months were considered “successful ETV” cases. Statistical analyses included Chi-square, Fisher’s exact, and Mann–Whitney U tests.

Results: The mean age of the cohort was 26.16 years; 54% were children and 46% were adults. The overall ETV success rate was 75.22% (n=85). Although success rates varied clinically across age groups, these differences were not statistically significant ($p > 0.05$). Posterior fossa tumors were the most common etiology in both adult and pediatric groups. No significant difference in ETV success was observed between obstructive and non-obstructive hydrocephalus types ($p = 1.000$). Among obstructive hydrocephalus patients, success rates did not differ significantly between “pure mechanical” and “inflammatory” obstruction groups ($p = 0.278$). Primary ETV demonstrated a significantly higher success rate (78.43%) compared to secondary ETV (45.45%) ($p = 0.026$). Complete postoperative clinical improvement was strongly associated with success (98.31%, $p < 0.001$). Although higher ETVSS categories tended to show increased success, the difference was not statistically significant. The presence of third ventricular floor bowing did not significantly increase success ($p = 0.828$). Successful cases showed significant postoperative reductions in ventricular indices (Evans, FH/ID, bicaudate; all $p < 0.001$), whereas unsuccessful cases showed no meaningful change. Postoperative complications occurred in 23.89% of patients; CSF fistula was significantly associated with ETV failure ($p = 0.00019$). The need for reoperation was significantly higher in patients with complications ($p = 0.0012$).

Conclusions: ETV is an effective treatment method with a high success rate in hydrocephalus management. Success is significantly higher when ETV is performed as a primary intervention. Postoperative radiological ventricular reduction is a strong indicator of surgical efficacy. CSF fistula is an important predictor of ETV failure. Although age, etiology, hydrocephalus type, ETVSS, and third ventricular floor bowing may influence outcomes clinically, these factors did not reach statistical significance in this study.

Keywords: Hydrocephalus, Endoscopic third ventriculostomy, ETVSS, ventriculostomy success, CSF fistula.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Hidrosefali, beyin omurilik sıvısının üretim ve emilim süreçleri arasındaki fizyolojik dengenin bozulması sonucu gelişen bir klinik tablodur. Bu dengenin kaybı, BOS hacminde artışa, ventriküllerde genişlemeye ve genellikle intrakraniyal basınçta yükselmeye neden olur. Hastalık, birkaç saat ya da gün içinde hızla başlayabileceği gibi, aylar ve yıllar içinde kademeli olarak da gelişebilir. Ayrıca, izole bir hastalık formu olarak görülebildiği gibi, çeşitli nörolojik hastalıkların bir bulgusu olarak da ortaya çıkabilir.

Klinik olarak hidrosefali, BOS'un ventriküler sistem ile subaraknoid boşluk arasında serbestçe dolaşıp dolaşmamasına göre kommünike ve non-kommünike olarak sınıflandırılmaktadır. Belirti ve semptomların şiddeti, bireyin yaşı, hastalığın nedeni ve gelişim hızı ile yakından ilişkilidir. Özellikle infant dönemde, beyin yapılarının elastikiyeti ve kafatası kemiklerinin uyum yeteneği nedeniyle hastalık uzun süre belirgin bulgular olmadan ilerleyebilir.

Hidrosefali tedavisinde cerrahi girişimler temel yaklaşımı oluşturur. Bu girişimlerin temel hedefi, intrakraniyal basıncın normal düzeylere çekilmesi, BOS dolaşımının sürdürülebilir hale getirilmesi, nörolojik gelişimin desteklenmesi ve komplikasyonların en aza indirilmesidir. Şant yerleştirilmesi bu alanda yaygın olarak kullanılan bir yöntem olmakla birlikte, çoğu zaman kalıcı çözüm sağlayamamaktadır.

Alternatif bir tedavi olarak EÜV, BOS'un doğal yollarla dolaşımına olanak tanınması, yabancı cisim kullanılmaması, düşük enfeksiyon riski ve tekrar edilebilirliği nedeniyle günümüzde daha fazla tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir. Bununla birlikte, bu yöntemin uygulanabilmesi, belirli bir teknik donanım ve cerrahi deneyimi zorunlu kılar.

Bu araştırmanın amacı, EÜV yönteminin hidrosefali tedavisindeki etkinliğini değerlendirmektir. Ayrıca EÜV Başarı Skorunda (ETV Success Score) EÜV başarısını etkileyen faktörler dahil diğer faktörler de araştırılmaktadır.

Hipotezler

1. EÜV'nin başarısı yaş faktörüne bağlı olarak farklılık gösterir; bu bağlamda, özellikle bir aylıktan küçük ve genel olarak bir yaş altı çocuklarda tedavi başarısı, daha büyük yaştaki bireylere göre daha azdır

2. EÜV'nin etkinliği, hidrosefaliye neden olan etyolojik faktörlere göre değişiklik göstermektedir. İnflamatuvar süreçlere bağlı obstrüksiyonların eşlik ettiği olgularda tedavi başarısı düşüktür. Buna göre saf mekanik tip hidrosefali vakalarında diğer tipe kıyasla EÜV başarısı daha yüksektir.

3. Hidrosefali tedavisinde EÜV hastaya sekonder tedavi seçeneği olarak uygulandığında (primer uygulamalara kıyasla) EÜV başarısını azaltmaktadır.

4. Preoperatif MRG incelemelerinde üçüncü ventrikül tabanı dorsum sella ile korpus mamillare arasına çizilen hattın altında kaldığında, yani Üçüncü Ventrikül Tabanında Çöküklük ("Bowling" işareti) olan olgularda EÜV başarı oranı yüksektir.

5. Preoperatif MRG'de Evans indeksi $>0,3$ (Ventrikülomegali) veya $FH/ID >0,5$ (Hidrosefali) veya $BKİ \geq 0,16$ (Ventrikülomegali) olduğunda EÜV başarısı artıyor:

6. Postoperatif dönemde etkin bir EÜV sonrası kontrol MRG'de Evans İndeksi, FH/ID oranı ve $BKİ$ radyolojik ölçümleri anlamlı düzeyde azalır ve preoperatif ve postoperatif arasındaki farkları(delta) arttıkça EÜV etkinliği artar

7. EÜV sonrası BOS fistülü gelişmesi, EÜV'nin başarısız olduğunun göstergesidir.

8. EÜV işlemi ile ilişkili meydana gelen minör ya da majör beyin kanamaları EÜV'nin başarı oranını olumsuz etkilemektedir.

9. EÜV Başarı Skoru (ETVSS) gruplandırarak değerlendirildiğinde ($ETVSS < \%50$ düşük, $\%50-69$ orta ve $\geq \%70$ yüksek skor grubu) yüksek skor grubu vakalarında EÜV başarı oranı daha yüksektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Beyin Ventriküllerinin Anatomisi

Ventriküler sistem, birbirleriyle bağlantılı boşluklar ile bu boşlukları birbirine bağlayan kanallardan oluşan bir yapıdır. Her iki serebral hemisferde yer alan lateral ventriküller, foramen Monro aracılığıyla üçüncü ventrikül ile bağlantı halindedir. Orta hatta konumlanan üçüncü ventrikül, talamus ve hipotalamusun medial yüzeyleri arasında uzanan ince bir boşluk görünümündedir. Bu yapı, akuadukt olarak adlandırılan kanal aracılığıyla dördüncü ventriküle açılmaktadır. Dördüncü ventrikül ise beyin sapı ile serebellum arasında yer alan daha geniş bir kaviteden oluşur.^{1,2,25}

Lateral ve üçüncü ventriküller, beynin derin yapıları içerisinde; motor, duyuşal ve görsel yolların yanı sıra otonom ve endokrin fonksiyonlar açısından kritik öneme sahip çekirdek ve merkezlerle çevrili bölgelerde yer almaktadır. Bu ventriküllerin hem derin venöz yapılara yakın komşuluğu hem de ventrikül duvarlarının çok sayıda arteriyel dal tarafından beslenmesi, bu bölgelerdeki patolojilere yönelik cerrahi girişimlerin güçlüğünü artırmaktadır. Bu nedenle lateral ve üçüncü ventriküller detaylı anatomik alt bölümlere ayrılarak tanımlanmakta; böylece ventrikül içi patolojilere yönelik cerrahi yaklaşımların daha sistematik ve güvenilir biçimde planlanması mümkün olmaktadır.^{43,45,79}

2.1.1. Lateral ventriküller

Lateral ventriküller, genişleyebilir özellikleri, önemli nöral dokuların içinde yer almaları, motor, duyuşal ve endokrin sistemlere ait temel yolların ventrikül duvarından geçmesi, biçim ve boyutlarında değışkenlik göstermeleri ve derin venöz sistemle yakın ilişkileri nedeniyle son derece önemli yapılardır. Her bir lateral ventrikül, beynin derininde yer almakta ve talamusun üzerinde C harfi şeklinde kıvrılmaktadır. Lateral ventrikül; frontal, temporal ve oksipital hornlar ile gövde ve atriumdan oluşan beş bölümden meydana

gelir. Ventrikül duvarlarını oluşturan ve yapıya biçim veren komşu yapılar talamus, septum pellucidum, iki adet kaudat nukleus ve fornikstir.¹⁰⁸

Frontal Boynuz

Lateral ventriküllerin üçgen biçimli uzantıları, interventriküler foramenin anteriorunda kalan bölümü oluşturur. Bu yapı; lateral yüzeyde kaudat nükleusun kaput kısmı, anterior ve süperior yüzeyde korpus kallozumun genu bölümü, medial yüzeyde septum pellucidum ve daha dar olan taban kısmında ise korpus kallozumun rostrumu tarafından sınırlandırılmaktadır. Posteromedialde yer alan interventriküler foramen, frontal boynuzların posterior uzanımını temsil ederken, sınırı interventriküler foramenin hemen anteriorunda bulunan forniseal kolonlar tarafından belirlenmektedir. Forniseal kolonlar, medial yüzeyin posteroinferiorunda yer almakta olup frontal boynuzlar koroid pleksus içermemektedir. Bununla birlikte, yüzeylerinde cerrahlara oryantasyon sağlayan iki önemli venöz yapı bulunmaktadır.^{79,108}

A) İnferomedial sınır boyunca anteroseptal ven uzanmaktadır. Bu ven, interventriküler foramenin medialine doğru ilerleyerek üçüncü ventrikülün çatısında bulunan velum interpozituma girmekte ve burada internal serebral vene katılmaktadır. **B)** Daha lateral konumda ise anterior kaudat ven, medioinferior yönde seyretmekte ve interventriküler foramen yakınında talamostriat vene drenaj göstermektedir.

Korpus

Lateral ventrikül korpusu, interventriküler foramenin posterior kenarından başlayarak posterior yönde korpus kallozumun spleniyum bölümünün anterior sınırına kadar uzanmaktadır. Bu nokta, septum pellucidumun görünmeyecek kadar incelendiği ve korpus kallozum ile fornixin birleştiği bölgeyi temsil etmektedir. Lateral ventrikül korpusunun

süperiorunda korpus kallozum, lateral yüzeyinde kaudat nükleusun korpus kısmı yer almaktadır. Medial yüzeyi, üst kısımda septum pellucidum ve alt kısımda fornixin korpusuyla sınırlıdır. Ventrikül tabanı ise talamus tarafından oluşturulmuştur. İnterventriküler foramen düzeyinde, kaudat eminensin hemen altında internal kapsülün genu bölümü bulunmaktadır^{56,110}.

Medial ve lateral yüzeylerde önemli venöz yapılar seyretmektedir. Medialde posterior septal ven, septum pellucidum üzerinde yer almakta, inferiora doğru ilerleyerek koroid fissürden geçip internal serebral vene dökülmektedir. Lateral yüzeyde ise daha anterior konumlanan talamokaudat ven ile talamostriat vene drenaj yapan posterior kaudat ven bulunmaktadır.

Lateral ventrikül korpusunun daha inferiorunda, taban ile lateral yüzeylerin birleşim hattı striotalamik sulkus tarafından belirginleştirilmektedir. Bu sulkus, talamus ile kaudat nükleusu birbirinden ayırmakta olup stria terminalis ve talamostriat veni de içermektedir. Talamostriat ven, anterior yönde interventriküler foramene doğru seyretmekte ve internal serebral vene katılmak üzere foramen çevresinde bir eğim sergilemektedir. Bu venin seyri, serebral anjiyografinin venöz fazında “venöz aç” olarak tanımlanan görüntüyü oluşturmaktadır. Ancak nadiren, talamostriat venin daha posterior konumda koroidal fissür yoluyla interventriküler foramen boyunca ilerlemeksizin internal serebral vene doğrudan dökülebildiği de bilinmelidir⁶⁵.

Talamostriat venin medialinde talamus, ventrikül tabanını oluşturacak şekilde protrüde olmaktadır. Talamusun medialinde yer alan koroidal fissür ise talamus ile fornixin korpusunu birbirinden ayırmakta olup bu fissür koroid pleksus tarafından örtülmüştür. Lateral ventrikül atriumunun posteriorundan başlayan süperior koroidal ven, koroid pleksus içerisinde ilerleyerek interventriküler foramene doğru yönelmektedir. Pineal bezin lateralinde ventriküler sisteme giren ve velum interpozitum içinde üçüncü ventrikül çatısı boyunca anteriora ilerleyen medial posterior koroidal arter, üçüncü ventrikül düzeyinde interventriküler foramenden superiora çıkarak posteriora doğru koroid pleksus boyunca kıvrıldığı sırada lateral ventrikül içinde izlenebilmektedir. Lateral posterior

koroidal arter ise ventriküllerin atrial kısmından giriş yapmakta ve interventriküler foramene doğru anterior yönde seyretmektedir. Lateral ve medial posterior koroidal arterler zaman zaman birbiriyle anastomoz oluşturabilmektedir.^{79,110}

Atriyum

Lateral ventrikül atriumu “trigon” olarak da adlandırılmaktadır. Atrium, korpus ile temporal ve oksipital boynuzların birleşim bölgesini oluşturmaktadır. Anterior yönde hem talamusun üzerinden lateral ventrikül korpusuna hem de talamusun altından lateral ventrikülün temporal boynuzuna açılmakta, posterior yönde ise oksipital boynuza devam etmektedir. Atrium, talamusun posterior kenarında korpusun bir uzantısı gibi başlamakta ve daha posteriora doğru korpus kallozumun oksipital lob ile birleştiği noktada sonlanmaktadır.

Atriumun anterior duvarı medial ve lateral olarak iki bölüme ayrılmaktadır. Medial duvar, pulvinarın posterior kısmını saran forniks krusu; lateral duvar ise pulvinar tarafından oluşturulmaktadır. Medial duvar, birbirinin üzerinde horizontal olarak yerleşmiş iki tümsek yapı içermektedir. Üstte bulunan yapı, kalın lif demetlerinden oluşan forceps majördür ve korpus kallozumun “bulb”u olarak adlandırılmaktadır. Altta yer alan yapı ise kalkarin sulkusun ventriküle doğru uzanan çıkıntısı olup kalkar avis olarak tanımlanmaktadır. Medial duvarın yüzeyinde koroidal fissüre doğru uzanan medial atrial ven izlenmektedir. Bu ven koroidal fissürü geçerek bazal vene, internal serebral vene veya Galen veni’ne boşalmaktadır.

Lateral duvar anterior ve posterior olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Anterior bölüm kaudat nükleus tarafından, posterior bölüm ise tapetum lifleri tarafından oluşturulmaktadır. Atriumun çatısını anteriora doğru korpus kallozumun splenial kısmı, daha posteriora doğru ise yine korpus kallozumun tapetum kısmı meydana getirmektedir. Çatı posterior bölgede lateral duvara doğru kıvrıldığından, tapetum lateral duvarın bu segmentini örtmekte; daha anterior bölgede ise kaudat nükleusun kuyruk kısmı lateral

duvarı örtmektedir. Ependimin hemen altında yer alan ve lateral duvar boyunca seyrederek koroidal fissüre doğru inferior ve medial yönde uzanan lateral atrial venler bulunmaktadır. Oksipital boynuzda başlayan bu venler, koroidal fissürü geçtikten sonra bazal vene, internal serebral vene veya Galen veni'ne drene olmaktadır.^{11,12}

Atrium tabanı üçgen şeklinde olup kollateral sulkusun posterior ucunun yukarı doğru oluşturduğu çıkıntı nedeniyle “kollateral trigon” olarak tanımlanan anatomik yapı tarafından meydana getirilmektedir. Atriumda yerleşmiş olan koroid pleksus “glomus” olarak adlandırılmaktadır. Koroid pleksusun bu düzeyinde çoğu zaman iki koroidal arter izlenmektedir. Bunlardan daha medialde bulunan arter anterior koroidal arter olup koroid pleksus ile birlikte ventrikül korpusuna doğru seyretmektedir. Daha lateralde yer alan lateral posterior koroidal arter ise atrium ile koroid pleksus korpusunu beslemektedir.

Oksipital Boynuz

Oksipital boynuz, atriumun posteriora doğru oksipital lob içine uzanımıyla oluşan anatomik bir yapıdır ve boyutları oldukça değişkenlik gösterebilmektedir. Medial duvarı, atriumun medial duvarını oluşturan yapılara paralel şekilde, süperior bölümde kalkar avis ve inferior bölümde forseps majör tarafından şekillendirilmektedir. Benzer biçimde, oksipital boynuzun tabanı kollateral trigon tarafından oluşturulmaktadır. Tapetum ise kaynaşmış lifleriyle hem çatıyı hem de lateral duvarı meydana getirmektedir. Oksipital boynuzun dikkat çekici özelliklerinden biri koroid pleksus içermemesidir. Venöz yapıları ise medial ve lateral atrial venlerin posteriora doğru uzanımları şeklinde izlenmektedir.^{50,51}

Temporal Boynuz

Temporal boynuz, lateral ventriküllerin medial temporal loba doğru uzanmasıyla oluşmaktadır. Bu yapı, pulvinarın altında atriumdan başlayarak temporal lobun orta kesimine doğru ilerlemekte ve amigdaloid nükleusun hemen posteriorunda sonlanmaktadır.

Tabanında, medialde hipokampus ve lateralde kollateral eminens olmak üzere ventrikül içine doğru çıkıntı yapan iki tümsek yapı dikkati çekmektedir.^{52,53}

Temporal boynuzun çatısı medial ve lateral olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. Medial bölüm kaudat nükleusun kuyruğu tarafından oluşturulmakta olup bu yapı anteriorda amigdaloid nükleusa uzanmaktadır. Kaudat kuyruğu ile talamus, birbirinden striotalamik sulkus aracılığıyla ayrılmaktadır. Çatının lateral kısmı ise tapetum tarafından meydana getirilmekte; tapetum inferiora doğru devam ederken temporal boynuzun lateral duvarını da oluşturmaktadır. Ayrıca tapetum, optik radyasyon ile temporal boynuz arasında bir sınır görevi görmektedir. Temporal boynuzun medial duvarı ise talamusun inferolateral yüzeyi ile forniks fimbriasını birbirinden ayıran ince ve dar bir yarık olan koroidal fissür tarafından şekillendirilmektedir.^{3,4,5}

2.1.2 Üçüncü Ventrikül

Üçüncü ventrikül, dar, huni şeklinde, tek bölmeli ve orta hatta yerleşmiş bir boşluktur. Anteriosüperior kenarında foramen Monro aracılığıyla lateral ventriküllerle, posteriorunda ise akuaduktus Sylvius üzerinden dördüncü ventrikülle bağlantılıdır. Üçüncü ventrikül; bir çatı, bir anterior ve bir posterior duvar, iki yan duvar ile bir tabandan oluşmaktadır.^{6,7}

Üçüncü ventrikülün çatısı, anteriorda foramen Monro'dan başlayarak posteriorda suprapineal oluğa kadar uzanan bir yay formundadır. Çatı dört tabakadan meydana gelir: Birinci tabaka nöral doku olan forniks, ikinci tabaka ince zar yapısındaki tela koroidea, üçüncü tabaka damarsal yapı ve son tabaka tekrar tela koroideadır. Koroid fissür çatının lateral kenarında bulunur. Çatının anterior bölümünün üst kısmını forniksin gövdesi, posterior bölümünü ise forniks bacağı ile hipokampal komissur oluşturur. Septum pellucidum forniksin gövdesinin üst bölümüne yapışır.

Tela koroidea, piamater kökenli iki ince yarı saydam tabakadan oluşur ve aralarındaki ince trabeküllerle birbirine bağlanmıştır. Tela koroideanın iki tabakası arasında yer alan damarsal tabaka medial posterior koroidal arterler ve dalları ile internal serebral venler ve dallarını içerir. Koroid pleksuslar paralel iki hat şeklinde orta hatta tela koroideanın inferior tabakasından üçüncü ventrikülün süperior yüzeyine doğru uzanırlar.^{79,108,110}

Velum interpozitum, tela koroideanın iki tabakası arasında yer alan boşluk olup üçüncü ventrikülün çatı kısmında, koroid fissürün gövdesinin medialinde, forniks gövdesinin altında ve her iki talamusun süperomedial yüzeyleri arasında konumlanır. Tela koroideanın üst tabakası forniks ve hipokampal komissurun alt yüzeyine tutunur. Alt tabakanın anterior bölümü stria medullaris talami olarak adlandırılan lif demetine bağlanır. Stria medullaris talami, talamusun süperomedial sınırında foramen Monroe'dan habenular komissura kadar uzanır. Alt tabakanın posterioru pineal bezin süperior yüzeyine yapışır. Suprapineal oluk, üçüncü ventrikülde tela koroideanın alt tabakası ile pineal bezin üst yüzeyi arasında yer almaktadır^{8,9}.

Her iki paralel koroid pleksus, üçüncü ventrikül çatısında tela koroideanın alt tabakasına yapışır. Frontal boynuz ve korpustan gelen birçok ven velum interpozitum içinde birleşerek internal serebral veni oluşturur. Bu ven, foramen Monroe'nun hemen posteriorunda velum interpozitum içinde meydana gelir; buradan pineal bezin hemen üzerinden çıkarak kuadrigeminal sistern içine ilerler ve Galen venine katılır.

Velum interpozitum genellikle kapalı bir boşluktur; ancak nadiren splenium ile pineal bez arasında kuadrigeminal sisternle bağlantılı bir boşluk bulunabilir ve bu yapı velum interpozitum sisterni olarak adlandırılır. Yine bazı durumlarda velum interpozitum, hipokampal komissur ve splenium arasında kavum vergae adı verilen bir boşluk bulunabilir.

Taban

Üçüncü ventrikülün tabanı, anteriorda optik kiazmadan başlayarak posteriora doğru akuaduktus Sylvius'a kadar uzanır. Tabanın anterior yarısı diensefalik, posterior yarısı ise mezensefalik yapılar tarafından oluşturulmaktadır. Alt yüzeyden bakıldığında bu yapılar, anteriordan posteriora doğru optik kiazma, hipotalamusun infundibulumu, tuber sinereum, mamiller cisimcikler, posterior delinmiş madde ve orta beynin serebral pedinkülleri üzerindeki tegmentumun bir bölümünü içerir.

Optik kiazma, üçüncü ventrikülün tabanı ile ön duvarının birleşim yerinde bulunur. Kiazmanın inferior yüzü tabanın anterior kısmını, süperior yüzü ise ön duvarın alt bölümünü oluşturur. Optik yolaklar kiazmanın posterolateralinden çıkarak oblik bir seyirle orta beynin lateral sınırına ilerler. İfundibulum, tuber sinereum, mamiller cisimcikler ve posterior delinmiş madde; anteriorda optik kiazma ve optik yolak, posteriora ise serebral pedinküller tarafından sınırlanan bölgede yerleşmiştir.

Hipotalamusun infundibulumu, optik kiazma ile tuber sinereum arasında bulunan boş huni şeklinde bir yapıdır ve pituiter bez infundibulumuna tutunur. İfundibulumdaki aksonlar hipofizin posterior lobuna ulaşır. Tuber sinereum, taban yüzeyinde çıkıntı yapan hipotalamik gri cevherdir ve mamiller cisimciklerin anteriorunda bulunur; infundibulum ile anteriorda birleşir ve infundibulum tabanının çevresinde median eminens adı verilen bir çıkıntı oluşturur. Mamiller cisimcikler, tuber sinereumun posteriorunda yer alan bir çift yuvarlak yapıdır.

Posterior delinmiş madde, mamiller cisimciklerin arkasından serebral pedinküllerin medial yüzüne kadar uzanan, delikli ve hafif çukur bir gri cevher bölgesidir. Tabanın posterior kısmı serebral pedinküllerin superoposteriorundan orta beynin tegmentumunun üst yüzeyine kadar olan alanı kapsar.^{55,56}

Üçüncü ventrikülün içinden yukarıdan bakıldığında optik kiazma tabanın ön sınırında bir kabarıklık oluşturur. İfundibular oluk, optik kiazmanın posteriorundan başlayarak

infundibulum içerisine doğru uzanır. Mamiller cisimcikler infundibular oluğun arkasında bir çift yuvarlak çıkıntı şeklinde görülür. Mamiller cisimcikler ile akuadukt arasındaki bölge ise yumuşak, düzgün ve hafif konkav bir yüzeye sahiptir. Bu yüzey, anterior olarak posterior delinmiş maddenin üzerinde, serebral pedinküllerin medialinde ve orta beynin tegmentumunun posteriorunda yer almaktadır.

Anterior Duvar

Üçüncü ventrikülün ön duvarı, foramen Monro'dan başlayarak optik kiazmaya kadar uzanır. Ön duvarın yalnızca üçte ikisi görülebilir olup geri kalan kısmı gizlidir. Görülebilen bölüm optik kiazma ve lamina terminalis tarafından oluşturulmaktadır. Lamina terminalis, optik kiazmanın süperior yüzeyine yapışan ve kiazmadan korpus kallozuma doğru uzanarak bu iki yapı arasını dolduran, pia mater ve ince zarımsı gri cevherden oluşan bir yapıdır.

Üçüncü ventrikül içinden bakıldığında ön duvar yukarıdan aşağıya doğru forniks kolonu, foramen Monro, anterior komissür, lamina terminalis, optik oluk ve optik kiazmadan oluşmaktadır. Foramen Monro, her iki tarafta ön duvar ile çatının birleştiği bölgede yer alır. Tüp şeklindeki bu foramen, üstte forniks ile talamus arasında lateral ventriküle açılır ve forniksın alt yüzeyi boyunca üçüncü ventrikülün içine uzanır. Foramen Monro'nun ön sınırını forniks gövdesi ile kolonu arasındaki birleşim noktası, arka sınırını ise talamusun ön kutbu belirler. Foramen Monro'nun şekli ve çapı ventrikülün boyutuna bağlı olarak değişir. Ventrikül küçük olduğunda foramen yarım ay şeklinde olup, bu yarım ayın ön kısmını konkav forniks kavsi, arka kısmını ise konveks talamik çıkıntı oluşturur. Ventriküller genişlediğinde foramen Monro yuvarlak bir hâl alır.

Foramen Monro'dan koroid pleksus, medial posterior koroidal arterlerin distal dalları, talamostriat venler, süperior koroidal venler ve septal venler geçmektedir. Anterior komissür liflerden oluşan yoğun bir yapı olup forniks kolonlarının anteriorunda orta hatta yer alır. Anterior komissürün ön–arka çapı 1,5–6,0 mm arasında değişmektedir. Anterior

komissürün arka sınırı ile foramen Monro'nun ön sınırı arasındaki mesafe 1,0–3,5 mm (ortalama 2,2 mm) arasında; optik kiazmanın üst sınırı ile anterior komissürün ön sınırı arasındaki mesafe ise 8–12 mm (ortalama 10 mm) arasında ölçülmektedir^{55,56}.

Lamina terminalis, anterior komissür ile optik kiazma arasındaki boşluğu doldurmakta ve optik kiazmanın orta bölümüne yapışmaktadır. Lamina terminalis ile optik kiazmanın üst yüzeyi arasında kalan yarık optik oluk olarak adlandırılmaktadır.

Arka Duvar

Üçüncü ventrikülün arka duvarı, suprapineal oluktan başlayarak akuaduktus Sylvius'a kadar uzanır. Üçüncü ventrikülün içinden anterior yönden bakıldığında, arka duvar yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla suprapineal oluk, habenular komissur, pineal cisim ve pineal oluk, posterior komissur ve akuaduktus Sylvius'tan oluşur. Suprapineal oluk, pineal bez ile tela koroideanın alt tabakası arasında posteriora doğru uzanan bir yapıdır. Pineal bez, sapı aracılığıyla kuadrigeminal sistern içine doğru geriye uzanır. Pineal sapın üst ve alt olmak üzere iki yaprağı bulunur; pineal oluk, pineal cismin içine doğru sapın bu iki yaprağı arasından ilerler.

Akuaduktus Sylvius'un açılımı üçgen biçiminde olup, üçgenin tabanını posterior komissur, diğer iki kenarını ise orta beynin gri cevheri oluşturur. Arkadan bakıldığında üçüncü ventrikülün arka duvarında yalnızca pineal cisim izlenebilir. Pineal bez posteriora doğru kuadrigeminal sistern içine uzanır ve superiorunda splenium, lateralde talamus, inferiorunda ise kuadrigeminal plate ile serebellumun vermişi tarafından örtülür.

Yan Duvar

Üçüncü ventrikülün yan duvarları, beynin dış yüzeyinden bakıldığında görülmez ve iki serebral hemisferin arasında gizlenmiş durumdadır. Yan duvarlar, inferiorunda

hipotalamus, superiorunda ise talamus tarafından oluşturulmaktadır. Bu duvarlar, yandan bakıldığında ağız açık bir kuş silüetini andırır; kuşun başı talamusun oval medial yüzeyini, öne ve aşağıya doğru uzanan açık gaganın üst kenarını optik oluk, alt kenarını ise infundibular oluk meydana getirir.

Hipotalamik ve talamik yüzeyler, foramen Monro'dan akuaduktus Sylvius'a kadar uzanan hipotalamik sulkus adı verilen bir yarık tarafından birbirinden ayrılmaktadır. Üçüncü ventrikülün talamik yüzeyinin üst sınırını, habenulalardan başlayarak talamusun süperomedial kısmına doğru ilerleyip tela koroideaya tutunan stria medullaris talami oluşturur. Habenulalar, pineal bezin hemen anteriorunda talamusun dorsomedial yüzeyinde yer alan küçük çıkıntılar olup pineal bezin rostral sapı düzeyinde habenular komissür aracılığıyla birbirlerine bağlanırlar.

Massa intermedia, üçüncü ventrikülün üst yarısına doğru uzanarak karşılıklı iki talamik yüzeyi birleştirir. Beyinlerin yaklaşık %75'inde bulunur ve foramen Monro'nun yaklaşık 2,5–6 mm (ortalama 3,9 mm) posteriorunda yer alır. Forniks kolonları ise üçüncü ventrikülün yan duvarında foramen Monro'nun altında birer çıkıntı oluşturur ve inferiora ilerleyerek taban düzeyinde sonlanır.

2.2 BOS fizyolojisi, dolanımı ve fizyopatolojisi

2.2.1 BOS tanımı ve görevleri

Beyin omurilik sıvısı (BOS), ventriküller içerisinde üreildikten sonra belirli kanallar boyunca ilerleyen ve tüm nöral dokuları çevreleyen, renksiz, kokusuz ve su görünümünde bir sıvıdır.

BOS, insan gelişimi sürecinde beynin olgunlaşmasını destekleyen bir sıvıdır. Erişkin bir beynin ortalama ağırlığı yaklaşık 1500 gram olup, BOS içinde askıya alındığında bu etkin ağırlık yaklaşık 50 grama düşmektedir. Bu sayede beyin, BOS içerisinde yüzerek yerçekiminin etkisiyle kafa kaidesine çarpmaz ve mekanik travmalara karşı yastık görevi

görerek korunur. Kafa içi basıncının artması durumunda, basıncı dengelemek amacıyla bir miktar BOS Foramen Magnum'dan aşağı yönlendirilerek intrakraniyal basıncın azaltılmasına katkı sağlar. Ayrıca spinal bölgeye yönelen BOS, buradaki kapaksız venleri komprese ederek kendisine alan açar; bu mekanizma hacim tamponu (volume buffer) olarak tanımlanmaktadır. BOS, glial ve nöronal hücrelerin metabolik ürünlerinin uzaklaştırılmasını sağlar. Beyin dokusunda tanımlı bir lenfatik sistem bulunmadığından BOS, beyin immün işlevlerinde rol üstlenir. Tirotropin salgılatıcı hormon ve luteinizan salgılatıcı hormon üreten hücreler tarafından bu hormonlar üçüncü ventriküle aktarılmaktadır.⁸⁵

2.2.2 BOS Kimyası

BOS'un iyonik yapısı plazmaya benzemekle birlikte, ayrıntılı çalışmalar onun pasif bir ultrafiltrattan ziyade aktif bir sekresyon ürünü olduğunu ortaya koymaktadır. Osmolaritesi kanla aynıdır; bu durum BOS'un bir ultrafiltrat olduğu izlenimini verse de, BOS'taki iyon düzeylerinin plazmadaki değişimlere rağmen sabit kalması bu görüşü desteklemez. Kültürde tutulan koroid pleksus hücrelerinin, herhangi bir besleyici damar olmaksızın BOS ile aynı özellikte sıvı salgılayabilmeleri de bu bulguyu doğrulamaktadır. BOS'taki protein miktarı ise kan-beyin bariyerindeki değişikliklere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. BOS ile plazmadaki element değerlerinin karşılaştırmalı dağılımı Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. BOS ve plazmanın karşılaştırmalı element dağılımı.

Element	BOS	Plazma
Sodyum	147	145
Potasyum	2.8	14.6
Magnezyum	2.2	1.6
Kalsiyum	2.2	4.7
Klor	113	99
Bikarbonat	23.3	26.8
Aminoasitler	0.7	2.6

Total protein (mg/dl)	39.2	6987
Glukoz (mg/dl)	59.7	96.2
Osmolalite (mOsm/kg)	289	289
pH	7.3	7.4
pCO ₂ (mmHg)	50.5	41.1

Tablo 1. BOS ve plazmanın karşılaştırmalı element dağılımı. (devamı)

2.2.3 BOS Üretimi

BOS'un yaklaşık %50–80'i koroid pleksus tarafından, %30'u ependimden ve %10 kadarı Virchow–Robin aralığındaki kapillerler tarafından üretilmektedir. Koroid pleksus; ileri derecede vaskülarize bağ dokusundan oluşan bir çekirdeğin etrafını saran epitel ile döşeli villöz katlantılardan meydana gelmekte olup üçüncü ve dördüncü ventriküllerin tavanlarında, lateral ventriküllerin ise medial duvarlarında yer almaktadır. Koroidal epitel hücreleri BOS'u karbonik anhidraz bağımlı aktif transport mekanizmasıyla üretmektedir; bu nedenle üretim asetazolamid gibi karbonik anhidraz inhibitörleri ile engellenebilmektedir. Aktif sekresyona ek olarak bir miktar BOS difüzyon yoluyla oluşmakta ve bu yol asetazolamid ile bloke edilememektedir.

BOS'un geri kalan kısmı serebral doku tarafından üretilir. Parankim dokusu BOS'u doğrudan ekstraselüler boşluğa salmakta, sıvı ependim tabakasını geçerek ventriküllere veya spinal santral kanala ulaşmaktadır (santral sinir sisteminde lenfatik kanallar bulunmamaktadır). Kafa içi basıncı aşırı düzeylere çıkmadıkça BOS üretim hızı fizyolojik sınırlar içinde sabit kalır; dolayısıyla BOS hacminin korunabilmesi için günlük emilim miktarı üretim hızına eşittir. Erişkinlerde BOS üretim hızı yaklaşık 20 ml/saat olup bu değer, BOS'un günde üç ila dört kez tamamen yenilenmesini sağlamaktadır^{15,55,85}.

Yenidoğanlarda ve küçük çocuklarda BOS üretim hızı beynin büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Çalışmalar, BOS üretiminin yaş ve kilo ile logaritmik olarak artarak 0,1 ml/saat ile 26,5 ml/saat arasında değiştiğini göstermektedir. Üretim infantil dönemde hızla artmakta ve iki yaşına gelindiğinde 15 yaş düzeyindeki üretimin yaklaşık %64'üne

ulaşmaktadır. Toplam BOS hacmi infantlarda yaklaşık 50 ml iken erişkinlerde 125–150 ml arasında değişmektedir. Erişkinlerde BOS'un yaklaşık %50'si ventriküler sistemde bulunmaktadır.

2.2.4 BOS dolaşımı

Lateral ventriküllerdeki koroid pleksuslarda üretilen BOS, foramen Monro'lardan geçerek üçüncü ventriküle ulaşır. Üçüncü ventriküldeki koroid pleksuslardan eklenen BOS ile birlikte akım, Aqueduktus Sylvii aracılığıyla dördüncü ventriküle ilerler. Dördüncü ventrikül tabanındaki koroid pleksuslardan eklenen BOS'un da katılmasıyla sıvı; orta hatta bulunan Foramen Magendi yoluyla sisterna magnaya, her iki yandaki Foramen Luschka aracılığıyla da lateral sisternalara geçer. BOS'un bir kısmı kranial subaraknoid boşluğa, bir kısmı ise spinal subaraknoid boşluğa dağılır.^{16,19}

BOS kompartmanlar arasında pulsatil bir akım göstermektedir. Akımın yönünü subaraknoid boşluk, venöz sinüsler ve lenfatik yapılarıdaki basınç farklılıkları ile kardiyak ve solunumsal pulsasyonlar belirler; 16natomic16 silyaların hareketinin ise daha sınırlı bir etkisi vardır. Araknoid villuslar ile venöz sinüsler arasında anlamlı bir basınç farkı mevcuttur. Ayrıca dik postür, öksürme ve Valsalva manevrasının BOS akımını etkilediği bildirilmiştir. Öksürme ve Valsalva manevrası BOS akımını önce kranial yöne, ardından spinal yöne doğru yönlendirmektedir. BOS akım hızının sisternalarda daha yüksek, subaraknoid aralıkta ise daha düşük olduğu gösterilmiştir. Akım hızının en fazla foramen Monro ve 16natomic düzeyinde, ikinci sırada ise dördüncü ventrikülde olduğu bilinmektedir. BOS akımı sistolde kaudal, diastolde ise kranial yönlüdür.

BOS, 16natomic sagittal 16nato düzeyindeki araknoid granülasyonlardan, kribriform plak üzerinden lenfatik sistemden ve sinir kökleri etrafındaki subaraknoid boşluklardan sistemik dolaşıma emilir. BOS üretiminden sorumlu olan koroid pleksuslar aynı zamanda toplam emilimin yaklaşık %10'unu gerçekleştirir. Kribriform plak, ekstraaraknoidal kranial BOS'un temel drenaj bölgesi olarak 16nato edilmektedir. Venöz sinüslere doğru BOS

akımı basınç farkı nedeniyle pasif şekilde ilerler ve enerji gerektirmeyen bir hücresel sıvı niteliği taşır.

2.3 Hidrosefali

2.3.1 Tarihçe

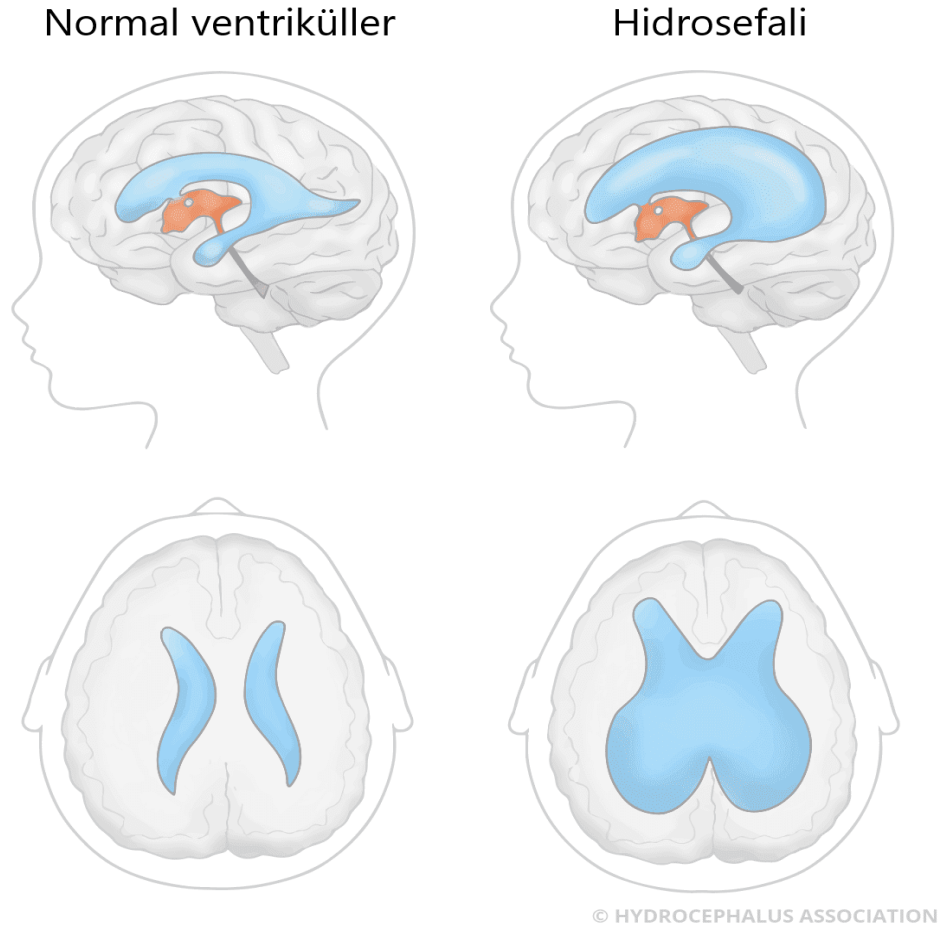
Hidrosefaliye ilişkin ilk yazılı kayıtlar, Mısır'da M.Ö. 1500'lere tarihlenen Ebers papirüslerinde yer almaktadır. Hidrosefali tedavisi ve ventriküler ponksiyondan ilk kez Hippocrates (M.Ö. 460–377) bahsetmiştir. Hidrosefalinin 17natomic ve patolojik özelliklerini tanımlayan ve internal hidrosefali kavramını ilk kez ortaya koyan kişi ise Andreas Vesalius'tur (1514–1564). Thomas Willis (1621–1675), beyin omurilik sıvısının (BOS) venöz sistemlere geçişini ve üretim merkezinin koroid pleksuslar olduğunu göstermiştir. Franciscus Sylvius (1614–1672) aquaduktusu, Pacchioni (1701) granüler cisimleri ve Alexander Monro (1713–1817) interventriküler foramenleri tanımlamıştır.^{5,6,207}

1825'te Magendie ve 1855'te Luschka, foramen Magendie ve foramen Luschka'yı tarif ederek BOS'un subaraknoid mesafeye geçişini açıklamışlardır. BOS'un üretimi, akımı ve emilimine yönelik önemli çalışmalar Key ve Retzius tarafından yapılmış; hidrosefaliye ilişkin birçok tedavi yöntemi bu çalışmaların ardından geliştirilmiştir. Dandy ve Blackfan ise obstrüktif ve komünike hidrosefali kavramlarını tanımlamışlardır.^{17,18,19}

Yirminci yüzyılın başlarında Weed, koroid pleksusların embriyolojik gelişimini, araknoid villusların BOS emilimindeki rolünü ve BOS'un venöz sinüslere drenajını göstermiştir. Anton ve Bramann, BOS'un subaraknoid alana drenajını ortaya koyan önemli deneysel çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Hidrosefali cerrahisinde BOS'un drenajı amacıyla periton ve plevra boşlukları, üreter, mesane, mide, sisterna magna ve sağ atrium gibi farklı vücut boşlukları kullanılmıştır.^{21,22}

2.3.2 Tanım

Hidrosefali, aşırı miktarda BOS'un beynin ventriküller ve subaraknoid boşluklarında birikmesi sonucunda kafa içi basıncının artmasıyla karakterize bir durumdur. Tanım her ne kadar basit görünse de, hidrosefali kavramı altında BOS dolaşım bozukluğunu ilgilendiren oldukça karmaşık bir patofizyoloji yer almaktadır. Gerçek konjenital hidrosefalinin insidansı 1000 canlı doğumda 1–1,5 olarak bildirilmiştir. Bununla birlikte, diğer konjenital nörolojik bozukluklarla birlikte ortaya çıkan veya çeşitli edinilmiş intrakraniyal patolojiler sonucunda gelişen hidrosefali olguları eklendiğinde, bu oran 1000 canlı doğumda 3–4'e yükselmektedir.^{24,26}



Şekil 1. Şematik olarak Normal ve Hidrosefaliye bağlı genişlenmiş ventriküller.

2.3.3 Fizyopatoloji ve Histopatoloji

Hidrosefali oluşumuna ilişkin üç temel hipotez bulunmaktadır:^{61, 62}

1. BOS dolaşım yollarında obstrüksiyon
2. BOS üretiminde artış
3. Yetersiz venöz drenaj

1. BOS dolaşım yollarında obstrüksiyon:

BOS dolaşımında ventriküler sistem veya subaraknoid alanda tıkanıklığa yol açan iki tip engel görülmektedir. Bu doğrultuda hidrosefali, kommunikan ve nonkommunikan olmak üzere iki ana grupta incelenir. Ventriküler sistem içinde BOS akımını engelleyen lezyonların varlığı nonkommunikan hidrosefaliye yol açarken, ventriküler sistem dışındaki dolaşım yollarında bir engel olmaksızın BOS emiliminin enfeksiyon veya diğer nedenlerle bozulması sonucu gelişen durum kommunikan hidrosefali olarak tanımlanmaktadır.⁶³

2. BOS üretiminde artış:

Dolaşım yollarında herhangi bir tıkanıklık olmaksızın BOS'un aşırı üretimi ile oluşan hidrosefalinin klasik ve en sık nedeni koroid pleksus papillomudur. Bu olgularda BOS üretimi normalin yaklaşık 1,5–2 katına çıkar. Ayrıca papillomlara eşlik eden kanamalara bağlı gelişen fibrozis ve BOS'un protein içeriğindeki artış; interventriküler foramen, aquadukt ve araknoid granülasyon düzeylerinde tıkanıklığa neden olarak BOS dolaşımını bozabilir.⁶³

3. Yetersiz venöz drenaj:

Sefalik venöz basıncın artması, araknoid villuslardaki basıncın da yükselmesine yol açarak BOS emilimi için gerekli olan basınç gradyanını azaltır ve bu mekanizma hidrosefali gelişimine katkıda bulunabilir.⁶⁷

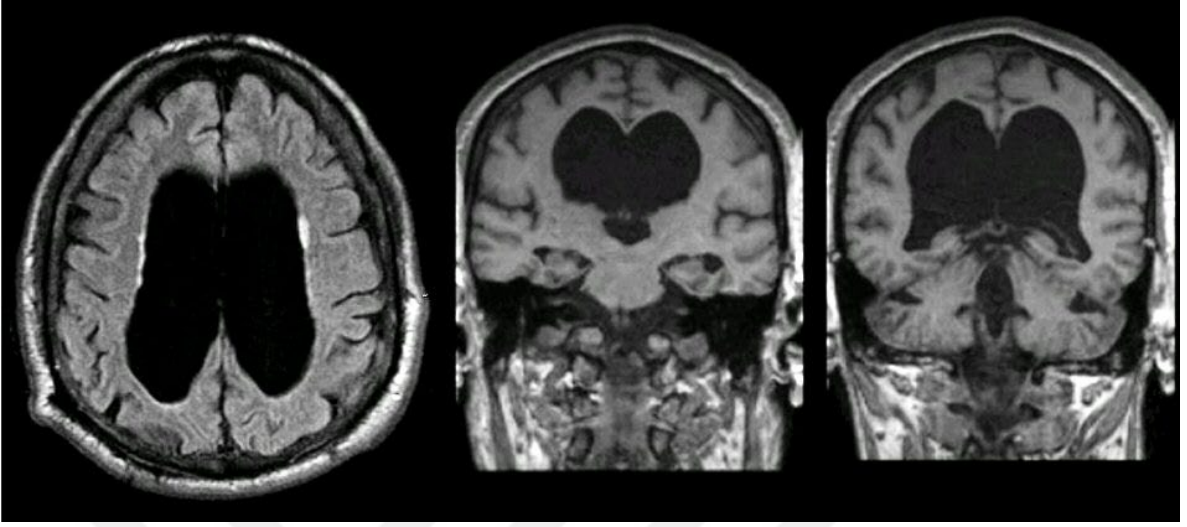
Hidrosefali erken dönemde kortikal incelme ve ventriküler dilatasyona yol açar. Ventriküler genişleme ilk olarak lateral ventriküllerde başlamakta, ardından supraoptik ve suprapineal çıkamazların da etkilenmesiyle üçüncü ventrikülde dilatasyon gelişmektedir.

Aquaduktus Sylvius ise bu genişlemeye karşı dirençli bir yapıdır. Dördüncü ventrikül, serebellum yönünde genişleme eğilimi gösterir. Ventriküler ependimal hücreler zamanla düzleşir ve siliasız bir görünüm kazanır. Ependimal membranın ventral bölgeden yırtılması subependimal ödem ve skleroz ile sonuçlanır. Beyaz cevherdeki hasar, kortikal kan akımının görece fazla olması nedeniyle gri cevhere kıyasla daha belirgin olur. Şant uygulaması sonrasında gliosis, nöral elemanların yerini almaktadır.

2.3.4 Etiyoloji ve Sınıflamalar

Hidrosefalinin çeşitli sınıflamaları bulunmaktadır: obstrüktif–nonobstrüktif, komünike–nonkomünike, doğumsal–kazanılmış, sendromik–nonsendromik ve internal–eksternal gibi. Temel olarak hidrosefali vakalarının büyük çoğunluğu obstrüktif niteliktedir. Obstrüksiyon, ventriküler düzeyde olabileceği gibi sisternalarda, araknoid villuslarda veya majör venöz drenaj sinüslerinde de meydana gelebilir.^{61,62}

Komünike (nonobstrüktif) hidrosefalide, intrakraniyal ve spinal BOS dolaşım yollarında herhangi bir tıkanıklık bulunmamaktadır. Bu durumda, ya BOS'un aşırı üretilmesi (örneğin koroid pleksus papillomu) ya da kortikal subaraknoid aralık veya araknoid villus düzeyindeki bir patolojiye bağlı olarak emilim bozukluğu söz konusudur. Sonuç olarak radyolojik görüntülemelerde tüm ventriküllerde genişleme (tetraventriküler hidrosefali) izlenir ve intrakraniyal BOS basıncındaki artış spinal subaraknoid mesafeye de doğrudan yansır (Şekil 2).



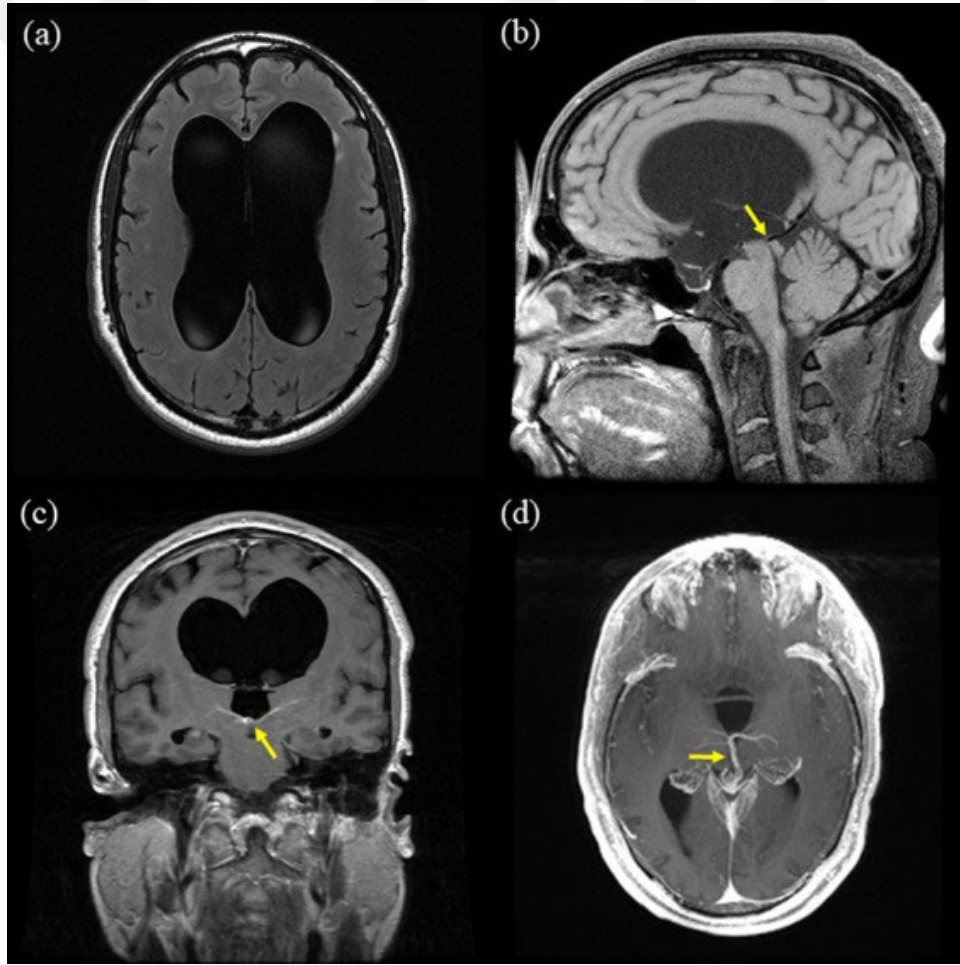
Şekil 2. Radyolojik görüntülemelerde non-obstrüktif hidrocefali tüm ventrikülleri genişletmiş.

Menenjit, subaraknoid kanama ve araknoidit, komünike hidrosefalinin en sık karşılaşılan nedenleri arasındadır. Doğumsal olarak leptomeningeal inflamasyon ve araknoid villusların yetersizliği de bu tabloya yol açabilmektedir.^{5,7,10}

Nonkomünike (obstrüktif) hidrosefalide ise BOS dolaşım yollarındaki bir tıkanma nedeniyle ventriküller arasında veya intrakraniyal ve spinal subaraknoid aralık arasında ileti kesilmiştir ve tıkanıklığın proksimal ve distalinde belirgin bir basınç farkı oluşur (Şekil 3). Bu gruba çok sayıda patoloji dâhildir. Doğumsal nedenler arasında akuadukt stenozu, foramen Monro atrezisi, Arnold–Chiari ve Dandy–Walker malformasyonları, benign intrakraniyal kistler ve kafa kaidesine ait anomaliler sayılabilir. Edinsel nedenler arasında ise tümörler ile intraserebral veya intraventriküler kanamalar ön plandadır.⁸

Bunun yanı sıra, BOS basıncında belirgin bir artış olmaksızın ventriküler genişleme ile seyreden normal basınçlı hidrocefali de görülebilir. Normal basınçlı hidrocefali; yürüme bozukluğu, ilerleyici demans ve idrar inkontinansından oluşan klasik klinik triad ile karakterize bir ileri yaş hastalığıdır. Bu sendromun patogenezinde, BOS’un araknoid granülasyon düzeyinde emilimindeki bozulmanın rol oynadığı düşünülmekte ve BOS dolaşım yollarında araknoid granülasyonlara kadar herhangi bir engel bulunmaması nedeniyle bu görüş geniş kabul görmektedir.^{6,11}

Hidrocefali etyolojisinde doğumsal hidrocefali önemli bir grubu oluşturmakta ve oranı %40'lara ulaşmaktadır. Doğumsal hidrocefalinin görülme sıklığı 1000 canlı doğumda 0,5–2,5 olarak bildirilmektedir . Bu grup içinde akuadukt stenozu tüm hidrocefali olgularının yaklaşık %10'unu oluşturur. İkinci en sık ilişkilendirilen patoloji meningomyeloseldir. Hidrocefali, bunun dışında da birçok konjenital nörolojik hastalığa eşlik edebilmekte ve ayrıca çeşitli edinilmiş intrakraniyal patolojilere bağlı olarak da gelişebilmektedir.^{4,6}



Şekil 3. Radyolojik görüntülemelerde obstrüktif hidrocefali akuadukt stenozuna bağlı supratentoryal ventriküller genişlemiş.

Oi tarafından 2010 yılında çok kategorili hidrocefali sınıflaması kavramı ortaya konulmuştur .⁴¹ Bu sınıflama sisteminde hasta, BOS ve tedaviye ilişkin parametreler toplam

on ayrı kategori altında ele alınmış ve herhangi bir hastada hidrosefalinin bu sınıflandırma aracılığıyla tanımlanabileceği belirtilmiştir. Oi tarafından geliştirilen çok kategorili hidrosefali sınıflaması Tablo 2’de gösterilmektedir .

Tarihsel süreçte birçok konsept önerilmiş olmasına rağmen, günümüzde hâlen tüm dünyada ortak biçimde kullanılabilecek, tüm etyolojik faktörleri kapsayan ve doğru tedavi stratejisine yönlendirebilecek kapsamlı bir sınıflama sistemi bulunmamaktadır.⁴¹ Bu süreçte geliştirilen tarihsel kavramlar Tablo 3’te sunulmuştur.



Tablo 2. Çok kategorili hidrosefali sınıflandırılması (Oi ve ark., 2010)(sonrakı sayfada gösterilmektedir)⁴¹

Tema	Kategoriler	Alt tipler
Hasta	I. Başlangıç	
	Pre-post-natal	1.Konjenital 2.Edinsel
	Yaş	1.Fetal 2.Neonatal 3.İnfant 4.Çocuk 5.Yetişkin
	II. Neden	1.Primer 2.Sekonder 3.İdiopatik
	III. Altta yatan neden	1.Disgenetik 2.Posthemorajik 3.Postmenenjitik 4.Posttravmatik 5.Tümör/Kist/Kitle
	IV. Semptomlar	
	Baş	1.Makrosefali 2.Normosefali 3.Mikrosefali
	Semptom	1.Gizli 2.Semptomatik 3.Çok belli
	Bilinç	1.Komatöz 2.Stupor 3.Demans 4.Yavaşlamış
	Sendrom	1.Hidrocefali/Parkinsonizm kompleksi
BOS	V. Patofizyoloji	
	BOS dolaşımı	1.Komünike 2.Non-komünike 3.Non-obstrüktif 4.Obstrüktif
	Tıkanma	1.Eksternal 2.İnternal 3.İnterstisyel 4.Lokale 5. Minör yol 1.UH 2.IFV 3.IRV 4.ICCD 5.DCH 6.DLFV 7.HMH 8.Diğerleri
	Birikme	
	İzole Kompartman	
	VI. Patofizyoloji	
	BOS dinamiği	1.Yüksek basınçlı 2.Normal basınçlı
	VII. Kronoloji	
	Faz	1.Akut 2.Kronik 3.Uzun süren
	Progresyon	1.İlerleyici 2.Spontan duran
Tedavi	VIII. Şant sonrası	1.Şant bağımlı 2.Şant bağımsız 1.Slit ventrikül sendromu 2.Ameliyat sonrası subdural hematom
	IX. NEV sonrası	1.NEV bağımlı 2.NEV bağımsız
	X. Diğerleri	1.Diğerleri

Tablo 3. Son 100 yıl içerisinde öne sürülen hidrocefali ile ilgili konseptler ⁴¹.

Yazar&Yıl	Katkı
Faivre, 1854	BOS, Koroid pleksus tarafından üretilir.
Key&Retzius, 1875-76	BOS, pacchionian granülasyonundan emilir.
Dandy&Blackfan, 1914	Hidrocefali sınıflaması: Komünikan / Nonkomünikan.
Dandy, 1919	DeneySEL Hidrocefali.
Cushing, 1925	Üçüncü Dolaşım.
Weed, 1935	BOS'un emilimi ile ilgili kuvvetler.
O'Connell, 1943	Ventrikülde basınç artışı komünike hidrocefaliye neden olur.
Russell, 1949	Hidrocefali sınıflaması: Obstrüktif / Nonobstrüktif.
Bering, 1962	Koroid pleksus ventrikül genişlemesi için sıvı akışında kuvvet oluşturur.
Bering&Sato, 1963	Serebral ventriküllerde BOS'un emilim ve üretilmesindeki değişikliklerin gösterilmesi
Hakim&Adams, 1965	Normal basınçlı hidrocefali
DiChiro, 1966	BOS dolaşımını radyonüklid sisternografi ile göstermiş ve spinal kanala iki yönlü akışı olduğunu belirlemiştir.
Sato&Bering, 1975	BOS sisteminde toplu akış
Di Rocco ve ark. , 1979	Hiperdinamik ventriküler pulsasyonu göstermiştir.
Oi ve ark. , 1991	Hidromyelik Hidrocefali.
Greitz, 1991	BOS'un karışması ve pulsatil akımı için beyinin piston benzeri hareketinin önemini vurguladı.
Raimondi,1994	"Birleştirici Teori"- Ekstraparankimal ve intraparakimal sıvı dolaşımı.
Oi ve ark. , 1996	Konjenital hidrocefalinin deneysel modeli.
Oi ve ark. , 1998	Konjenital hidrocefali'nin perspektif sınıflaması "PCCH I-V Evre".
Oi ve ark. , 2000	Yetişkinlerde uzun süredir belirgin ventrikülomegali
Oi ve ark. , 2004	("LOVA"). "Hidrocefali-Parkinson Kompleksi".
Oi&Di Rocco, 2006	"BOS dinamiğinde evrim teorisini" ve immatür beyinde minör yol hidrocefalisini öne sürdüler.

Rekate ve ark. , 2008	Kortikal subaraknoid boşluğun önemini
Rekate, 2009	gösterdiler. “ Bir Hidrolik devre olarak BOS
Oi, 2010	dinamiği ”
	“Multi-kategorili Hidrosefali Sınıflaması”

2.3.5 Klinik Semptom ve Bulgular

Hidrosefaliye ait klinik bulgular, artmış kafa içi basıncına bağlı olarak ortaya çıkar. Semptomlar nonspesifiktir ve altta yatan etyolojiden bağımsız olarak gelişir.² Yaşamın ilk iki yılında kranial sütürlerin açık olması nedeniyle hastalar çoğunlukla baş çevresinde büyüme ile başvurur. Yenidoğanda baş çevresi 33–35 cm olup haftalık 1 cm’lik artış normal kabul edilir; haftalık 1,5–2 cm’nin üzerindeki artışlar hidrosefali açısından şüphe uyandırmalıdır.⁵⁸ Fontanellerin açık olduğu olgularda fontanel kabarıklığı, kranial sütürlerde ayrılma, belirginleşmiş skalp venleri, apne, bradikardi, oftalmopleji, kusma, iştahsızlık, kilo alamama ve uykuya eğilim görülebilir; ileri olgularda frontal çıkıntı ve *setting sun* fenomeni de ortaya çıkabilir.⁵⁸

Baş ağrısı hidrosefalinin en belirgin semptomudur ve meninksler ile kan damarlarının gerilmesine bağlıdır. Ağrının şiddeti, yeri ve süresi değişkenlik gösterir. Sabah saatlerinde KİBAS’ın artmasına bağlı olarak bulantı ve kusmanın eşlik etmesi daha olasıdır. Hastalık ilerledikçe orta beyin ve beyin sapı disfonksiyonuna bağlı bilinç değişiklikleri gelişebilir. Posterior fossa basınç artışı bulantı, kusma ve iştah azalmasına yol açabilir. Beyin sapının etkilenmesi, bradikardi, sistemik hipertansiyon ve solunum bozuklukları gibi vital bulgularda değişikliklere neden olabilir.^{2,6,33}

Üçüncü veya altıncı kranial sinirin bası altında kalması, ekstraoküler kaslarda pareziye ve diplopiye yol açabilir. Mezensefalik tektuma yansıyan basınç artışı ise Parinaud sendromunun bir parçası olarak yukarı bakış kısıtlılığına neden olur ve klinik olarak *batan güneş* görünümü ortaya çıkar. Fundoskopik incelemede papilödem saptanabilir. Çocukların vertebral kolonunun Chiari II malformasyonu ve diğer spinal disrafizmler açısından

dikkatle değerlendirilmesi gereklidir; ciltteki çukur, leke veya tüylenme alanı altta yatan bir defekt veya kitle lezyonunu düşündürebilir.

Genişlemiş ventriküllerin motor korteks çevresindeki sinir liflerini girmesi ekstremitelerde spastisiteye neden olabilir. Ayrıca ventriküler genişlemeye bağlı hipotalamik bası, erken puberte, büyüme geriliği ve sıvı-elektrolit bozukluklarına yol açabilir.¹⁵ Hidrosefali şüphesi bulunan infant ve çocuklar eşlik eden diğer konjenital anomaliler yönünden de değerlendirilmelidir. Örneğin bilateral hipoplastik el başparmakları X'e bağlı hidrosefalinin, oküler anomaliler ise Walker–Warburg sendromunun göstergesi olabilir.³⁰

2.3.6 Tanı ve Tedavi Yöntemleri

Hidrosefali tanısında hastanın hikâyesi ile fizik ve nörolojik muayene temel unsurları oluşturur. Radyolojik incelemeler ise tanıyı destekleyici niteliktedir. Ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tanıda kullanılan başlıca yöntemlerdir.⁷⁵ Ultrasonografi, hidrosefali tanısı kesinleşmiş ya da şüpheli olan prenatal ve infant olgularının takibinde kullanılabilir. Radyasyon içermemesi, taşınabilirliği ve sedasyon gerektirmemesi önemli avantajlarıdır; ancak yalnızca fontaneli açık infantlarda uygulanabilmesi, operatöre bağımlı bir yöntem olması ve posterior fossa patolojilerini değerlendirmede yetersizliği nedeniyle kullanım alanı sınırlıdır.^{35,38}

BT hızlı, güvenilir olup implant veya enstrümantasyonlardan etkilenmeyen bir görüntüleme yöntemidir ve çoğunlukla sedasyon gerektirmez. BT'nin temel dezavantajı ise hastayı iyonizan radyasyona maruz bırakmasıdır.⁷⁹ Bununla birlikte, BT ile eşlik eden intrakraniyal patolojilerin görüntülenmesi, ventriküler sisteme bası yapan lezyonların belirlenmesi, hidrosefaliye bağlı temporal horn genişlemelerinin gösterilmesi mümkündür. Ayrıca frontal hornlar arası mesafe ile aynı düzlemdeki bifrontal çapın oranı olarak

tanımlanan Evans indeksi değerlendirilebilir; bu oranın %30'un üzerinde olması ventriküler genişlemeyi destekler ve genişleme derecesinin hesaplanmasına olanak sağlar.⁸⁰

MRG, radyasyon içermemesi, multiplanar görüntüleme yeteneği ve kesin tanı koymadaki üstünlüğü nedeniyle günümüzde yüksek tanısal değere sahip bir yöntemdir. MRG, intrakraniyal patolojileri ve transependimal BOS geçişini ayrıntılı biçimde gösterebilir; ayrıca BOS akım dinamiklerini ve intrakraniyal lezyonların kesin lokalizasyonunu değerlendirme olanağı sunar.⁸¹ Ventrikülografi ve sisternografi ise BOS akım alanları arasındaki komunikasyonun değerlendirilmesine imkân tanıyan diğer yöntemlerdir.

Lomber ponksiyon, hidrosefali olgularında BOS basıncının normal veya yüksek olup olmadığının belirlenmesine yardımcı olabilir; ancak nonkomünike hidrosefali varlığında herniasyon riski sebebiyle kontrendikedir.

Hidrosefali tedavisinde, cerrahi girişime engel bir durum bulunmadıkça ilk tercih cerrahidir.

Tıbbi tedavi, hidrosefalide esas yöntem olmamakla birlikte, amaç kafa içi basıncını normal düzeylere indirmek ve beyin parankim kalınlığını en az 3,5 cm'ye ulaştırarak beyin dokusu hacmini artırmaktır.^{25,100} Bu bağlamda kortikal kalınlık, kognitif işlevlerin korunmasında belirleyici bir ölçüt kabul edilmekte; bu nedenle cerrahi yaklaşımın hedefi, infantlarda beş yaşından önce en az 3 cm korteks kalınlığına ulaşılmasının sağlanmasıdır.

Kafa içi basınç artışı semptomları ile seyreden ve hızla ilerleyen hidrosefali olgularında medikal tedavi, cerrahiye alternatif değildir. Ancak yavaş seyirli hidrosefalilerde veya cerrahinin belirgin risk oluşturduğu küçük infantlarda, cerrahiye geçilene kadar kısa süreli tıbbi tedavi uygulanabilir. BOS üretimi yaklaşık 0,35 ml/dk olup emilim hızı da bu orana yakındır. Üretim; koroidal kapillerlerdeki hidrostatik basınç ile koroidal epitelde bulunan Na^+/K^+ -ATPaz ve karbonik anhidraz enzimleri tarafından

düzenlenmektedir. Medikal tedavinin amacı, BOS üretimini enzimatik düzeyde azaltmak, interstisyel sıvıyı azaltmak veya araknoid villuslardaki emilim bozukluğunu gidermektir.

Bu amaçla karbonik anhidraz inhibitörü asetazolamid ve furosemid, Na^+/K^+ -ATPaz inhibitörleri digoksin ve ouabain, interstisyel sıvıyı azaltmak üzere isosorbid ve osmotik diüretikler (mannitol, üre, gliserol) ile fibrinolitik ajanlar (heparin, ürokinaz) deneysel modellerde ve bazı hastalarda kullanılmıştır^{99,63}.

Cerrahi tedavi, hidrosefalide temel yaklaşım olup nedenin kendisi cerrahi yöntemin seçiminde belirleyicidir. Cerrahi seçenekler şunlardır:

- Tıkayıcı lezyonun eksizyonu,
- BOS'un başka bir vücut boşluğuna yönlendirilmesini sağlayan şant sistemleri,
- Üçüncü ventrikülostomi.

Tıkayıcı lezyonun eksizyonu, BOS dolaşım yollarını tıkayan doğumsal veya edinsel patolojilerin giderilmesi amacıyla uygulanır ve özellikle çocukluk çağında hidrosefalinin en sık nedeni tümörlerdir.

Şant sistemleri, günümüzde hidrosefali tedavisinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Bu sistemler; ventriküle yerleştirilen proksimal uç, valf mekanizması ve distal uç olmak üzere üç bölümden oluşur ve iki uç arasındaki basınç farkına göre çalışır. En yaygın kullanılan sistem ventriküloperitoneal şanttır.

Üçüncü ventrikülostomi, üçüncü ventrikül tabanının açılarak BOS'un interpedinküler sisterne geçişinin sağlanması esasına dayanır. İlk kez 1922 yılında Dandy ve çalışma arkadaşları tarafından subfrontal yaklaşımla uygulanmış olup, günümüzde özellikle aquadukt stenozu gibi obstrüktif hidrosefali nedenlerinde, endoskopik tekniklerin gelişimiyle birlikte önemli bir tedavi seçeneği hâline gelmiştir.

2.4. Nöroendoskopinin Tarihçesi ve kullanım alanları

Endoskopik ventrikülostomi ilk kez 1922 yılında Walter Dandy tarafından gerçekleştirilmiştir. Bir yıl sonra, 1923'te William Jason Mixter endoskopik monitörizasyonu kullanmış ve tıkaçıcı hidrosefalili bir olguda üretereskop yardımıyla üçüncü ventrikül tabanını delerek ventrikülostomi yapmıştır. Ancak o dönemde kullanılan cihazların yetersiz ışıklandırma sağlaması nedeniyle yöntem yaygınlaşamamış; uygulamanın zorluğu ve sık görülen kanamalar nedeniyle mortalite oranının %30 olduğu bildirilmiştir.

1949 yılında Nulsen ve Spitz tarafından valfli şant sisteminin geliştirilmesi ve hidrosefali tedavisinde etkin sonuçlar vermesi, endoskopik tekniklere olan ilgiyi azaltmıştır.⁸⁶ 1990'lı yıllarda yayımlanan nöroendoskopik uygulamalara ilişkin geniş seri sonuçları ise bu yöntemi yeniden ön plana çıkarmış ve günümüzdeki önemine ulaşmasına katkı sağlamıştır. Griffith ve Jamjoom, endoskopi eşliğinde koroid pleksus koterizasyonu gerçekleştirerek hidrosefalili hastaların yaklaşık yarısında normal baş büyümesi elde etmişlerdir.

Endoskopinin kullanım alanları

Tanı amaçlı yöntemler:

- Ventriküloskopi
- Sisternoskopi
- Ventrikül içi, sisterna içi veya kistik lezyonların biyopsisi

Tedavi amaçlı yöntemler

- EÜV
- Çok bölümlü hidrosefali olgularında ağızlaştırma
- Akuaduktoplasti
- Foraminoplasti
- Zar eksizyonu

- Septum pellucidum septostomisi
- Kronik subdural hematoma boşaltılması
- Ventrikül içi hematoma boşaltılması
- Kolloid kist eksizyonu
- Ventrikül içi tümör eksizyonu
- Endonazal transsfenoidal hipofiz cerrahisi
- Çok bölümlü hidromiyeli vakalarında ağızlaştırma
- Lomber intervertebral diskin kısmen boşaltılması
- Karpal tünel sendromu

2.5. Endoskopik Üçüncü Ventrikülostomi

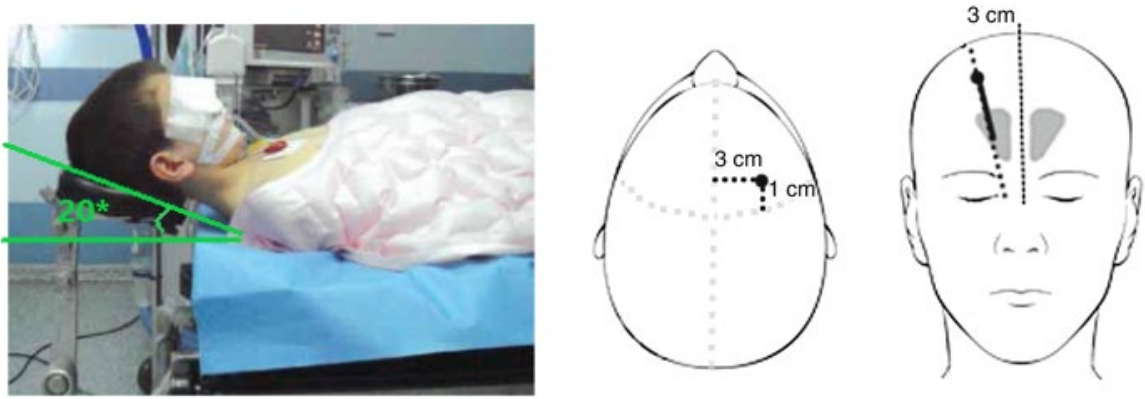
Endoskopik üçüncü ventrikülostomi (EÜV), teknolojik gelişmelerin etkisiyle üçüncü ve/veya dördüncü ventrikül obstrüksiyonuna bağlı non-komünike hidrosefali tedavisinde önemli bir seçenek olarak öne çıkmıştır. 1990'lı yılların başında cerrahi uygulamaya girmesinden sonraki ilk on yılda başarı oranlarının %50–90 arasında bildirilmesi ve komplikasyon oranlarının ventriküloperitoneal şant (VPS) tedavisine göre daha düşük olması, yöntemin günümüzde geniş bir kullanım alanına ulaşmasını sağlamıştır^{105,142}.

Tedavi edilmeyen hidrosefali, çocuk gelişimini pek çok konjenital hastalıktan daha fazla olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle EÜV, şant tedavisinin en güçlü alternatifi olarak önemini giderek artırmaktadır.^{52,250} Yöntemin temel prensibi, üçüncü ventrikül tabanının interpedinküler sisterne açılarak BOS akımının yeniden düzenlenmesidir. Hidrosefali alanındaki çalışmaların büyük bölümü pediatrik popülasyona odaklanmıştır. Patwardha ve Nanda'nın çalışmasında, bir yıllık tedavi ve takip maliyetinin yaklaşık 2 milyar Amerikan doları olduğu belirtilmektedir.

2.5.1 Cerrahi Hazırlığı ve Ameliyat Tekniği

Hasta supin pozisyonunda, başı at başlığı, simit başlık veya çivili başlık kullanılarak yaklaşık 20° fleksiyona getirilip sabitlenir (Şekil). Ameliyat masası, ventriküllere hava girişini en aza indirmek ve cerrahi sırasında BOS kaybını azaltmak amacıyla hafif sırt

fleksiyonuna alınır. EÜV için en yaygın kabul gören giriş noktası, orta hattın 2,5 cm sağ laterali ile koronal sütürün hemen anteriorudur. Bununla birlikte giriş hattı belirlenirken hastanın MRG görüntüleri incelenmeli; Foramen Monro'dan prepontin sisterne uzanan çizginin superior projeksiyonunun temel yol gösterici olduğu unutulmamalıdır. Anatomik zorlukların bulunduğu hastalarda, giriş noktasının belirlenmesi ve uygun açıyla güvenli bir hattın oluşturulması için nöronavigasyon sistemlerinden yararlanılabilir.



Şekil 4. Cerrahi Pozisyon, Baş 20 derece fleksiyonda olacak şekilde ve şematik olarak ventriküle giriş noktası (burr-hole koyulacak yer)

Giriş noktası saptandıktan sonra yaklaşık 2 cm'lik vertikal bir insizyon yapılır, periost açılarak disseke edilir ve koronal sütür ortaya konur. Sütürün hemen önüne bir burr hole açılır; çıkarılan kemik tozları daha sonra kullanılmak üzere saklanır. Dura üzerine artı şeklinde bir insizyon yapıldıktan sonra trokar sağ lateral ventriküle ilerletilir. Pulsatil BOS akımı görüldüğünde endoskopik teleskop sistemi yerleştirilir. Bu aşamada lateral ventrikülün anatomik yapıları; koroid pleksus, Foramen Monro ve venöz yapılar ayrıntılı olarak değerlendirilir.

Endoskop Foramen Monro'dan geçilerek üçüncü ventriküle ilerletildiğinde korpus mamillareler, infundibulum, tuber sinereum, baziler tepe ve baziler arter görüntülenir. Açılı endoskop kullanılarak optik kiazma ve lamina terminalis de izlenebilir. Üçüncü ventrikül tabanının açılması için ideal anatomik bölge; mamiller cisimlerin hemen önünde, infundibular resesin posteriorunda ve dorsum sellanın 1–2 mm arkasında yer almaktadır.

İlk olarak yumuşak uçlu bir cerrahi alet (nörobalon kateter, Fogarty kateter uçları veya endoskopik bipolar koagülatör) ile künt perforasyon yapılması önerilir. Tabanın kalın veya opak olması durumunda baziler arterin seçilememesi söz konusu olabilir; bu nedenle işlem öncesi mikrodoppler ultrasonografi kullanılması tavsiye edilmektedir. Tabanın aşırı kalın olduğu olgularda stomal açıklığın sürekliliği için zorluk yaşanabileceğinden hidrodiseksiyon basit ancak etkili bir yöntemdir.

Perforasyon sağlandıktan sonra oluşturulan stoma genişletilmelidir.¹⁷⁰ Bunun için balon kateterler sıkça kullanılır; balon stoma içine yerleştirilip yavaşça şişirilir. Tam şişme sonrası balonu yukarı çekerek genişletme yapılmamalıdır; aksi hâlde hipotalamik yapılara zarar verilebilir. Stoma genişletilmesi gerektiğinde özel endoskopik forsepsler de kullanılabilir. Liliequist membranı başta olmak üzere çeşitli membranöz yapılar BOS dolaşımını engelleyebileceğinden tek tek fenestre edilmelidir. Ventrikül tabanında kalp atımıyla uyumlu BOS akımının görülmesi, dolaşımın yeterli olduğunun göstergesidir. Akım izlenmezse, araknoid membranlar forseps yardımıyla açılarak akım sağlanabilir. Bu aşamalarda cerrahın deneyimi kritik önem taşımaktadır.



A

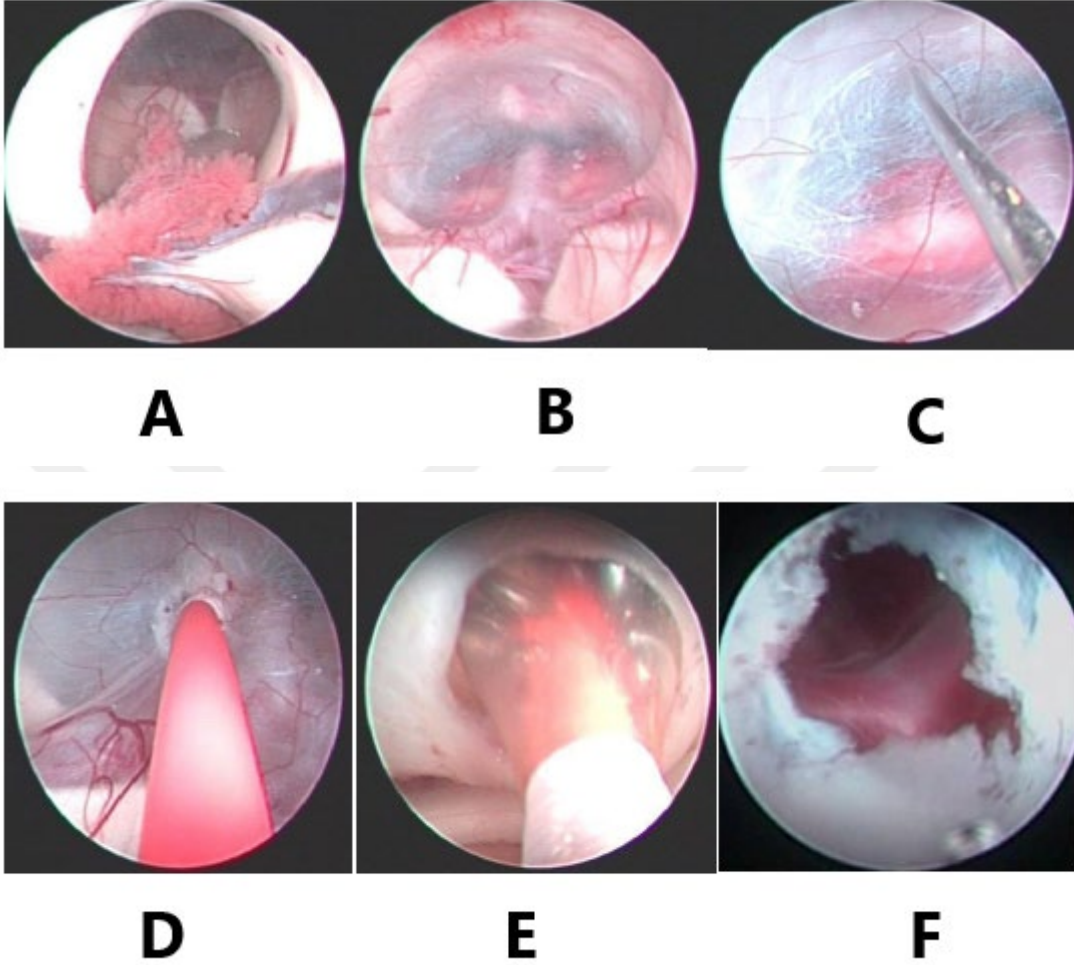


B



C

Şekil 5. Endoskopide kullanılan bazı aletler A: Endoskopi seti, B: Fogarty balon katater C: Endoskop



Şekil 6. Endoskopik üçüncü Ventrikülostomi aşamaları A: koroid pleksus ve foramen Monroe, B: Corpus mamillareler C: Üçüncü ventrikül tabanı D: Stomanın kunt diseksiyonla açılışı E: Balon katater ile dilatasyon F: 3. Ventrikül tabanının açılmış hali ve altta baziller arter

2.5.2 Endikasyonlar

EÜV endikasyonları^{29,121}:

- İdiyopatik akuadukt stenozu
- Pineal kistler ya da tümörler
- Tektal plate tümörleri
- IV. ventrikül tıkanıklıkları (tümör ya da konjenital anomaliye bağlı)
- Önceden şant takılan ve şant disfonksiyonu ile başvuran hastalar
- Myelomeningosel olguları¹²⁵

- Chiari Tip I malformasyonu
- Dandy – Walker malformasyonu
- Postenfeksiyöz hidrocefali
- Posthemorajik hidrocefali
- Normal basınçlı hidrocefali¹⁷⁴

EÜV seçiminde cerrahi sırasında yabancı cisim implantasyonuna gerek duyulmaması, daha az invaziv olması ve teknik açıdan göreceli olarak daha kolay uygulanabilmesi önemli avantajlar olarak görülse de, hidrocefalinin etiyojisi yöntem seçiminde temel belirleyici faktörü oluşturmaktadır. Genel kabul gören endikasyon obstrüktif hidrocefalidir ve özellikle aquaduktal düzeydeki tıkanıklıklarda en yüksek fayda elde edilmektedir. Örneğin tektal glioma nedeniyle hidrocefali gelişen çocuklarda EÜV başarı oranı %88 olarak bildirilmişken, ventrikül içi kanamalarda bu oran %0–33 arasında değişmektedir.

Hasta yaşı da tedavi başarısını etkileyen önemli bir parametredir. Bir yaştan altındaki hastalarda açılan stomaların uzun dönemde açık kalmadığı ve spontan olarak kapanabildiği bilinmektedir. Oliveira ve arkadaşlarının 114 hastayı içeren serilerinde, EÜV başarı oranı altı ay altındaki hastalarda %58, altı ay–bir yaş arası hastalarda %65 ve bir yaş üzerinde %86 olarak saptanmıştır. Geç başlangıçlı idiyopatik aquadukt stenozu erişkin hidrocefalilerinin %3–10’unu oluşturmakta olup, radyolojik olarak daralmış veya tamamen kapanmış aquadukt bulguları tanıda yol göstericidir. Ayrıca geçirilmiş ancak fark edilmemiş menenjit veya intraventriküler hemoraji, dördüncü ventrikül ya da aquadukt düzeyinde psödomenbran ve/veya striktür gelişimine yol açabilir.¹⁷⁴

Normal basınçlı hidrocefali, ileri yaşta görülen ve idrar inkontinansı, tandem yürüyüş bozukluğu ve demanstan oluşan klasik triad ile karakterize bir tablodur. Üretim artışı veya emilim azalması üzerinde çeşitli hipotezler ileri sürülmesine karşın net bir mekanizma ortaya konulamamıştır. Radyolojik olarak tetraventrikülomegali tanıya yardımcıdır. Bu hasta grubunda yapılan bir çalışmada iki yıllık takip sonrası başarı oranı %69 olarak belirlenmiştir.⁹⁴ Bu nispeten yüksek başarı oranı, cerrahi kararı öncesinde bazı testlerin yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Özellikle bu hastaların yaşlı olması nedeniyle,

2–3 kez tekrarlanacak boşaltıcı lomber ponksiyonun veya lomber drenaj ile sürekli boşaltımın yararının değerlendirilmesi cerrahi kararı açısından önemlidir.

EÜV etkinliğine yönelik çalışmalarda, ameliyat öncesi görüntülemenin rolü vurgulanmaktadır. Foroughi ve arkadaşlarının 47 hastalık serisinde, üç boyutlu CISS (constructive interference in steady state) MRG sekansı kullanılmış ve lamina terminalis ile üçüncü ventrikül tabanında basınca bağlı gelişen konveksitenin tedavi başarısını öngörmeye etkili olduğu gösterilmiştir. Buna göre başarı oranları; yalnız lamina terminalis konveksitesi olan hastalarda %88, olmayanlarda %60; yalnız üçüncü ventrikül taban konveksitesi olanlarda %97, her iki yapıda da konveksite bulunanlarda %96 ve her iki yapıda da konveksite olmayanlarda %46 olarak saptanmıştır.

Ayrıca mevcut veriler doğrultusunda iyi prognostik faktörler tanımlanmış ve bunlar bir skorlama sistemi hâlinde birleştirilerek Kulkarni ve arkadaşları tarafından pediatrik hastalar için EÜV başarı skoru geliştirilmiştir¹⁴¹. Bu skorlama sistemine göre hastanın yaşı, altta yatan etiyoloji ve daha önce ventriküloperitoneal şant uygulanıp uygulanmadığı başarıyı etkileyen başlıca faktörlerdir. Puan arttıkça EÜV’den elde edilecek faydanın daha yüksek olacağı öngörülmektedir. (Tablo 4)

Tablo 4. EÜV Başarı Skoru. (Kulkarni ve ark.,2009)¹⁴¹

SKOR	YAŞ	ETİYOLOJİ	ÖNCESİNDE ŞANT
0	<1 ay	Post-enfeksiyöz	Önceki şant mevcut
10	1 aydan – <6 aya		Önceki şant yok
20		Miyelomeningosel İntraventriküler kanama Non-tektal beyin tümörü	
30	6 aydan – <1 yaşa	Akuaduktal stenoz Tektal tümör Diğer etiyoloji	
40	1 – 10yaş		
50	≥10 yaş		

2.5.3 EÜV Öncesi ve Sonrası Radyolojik Değerlendirme

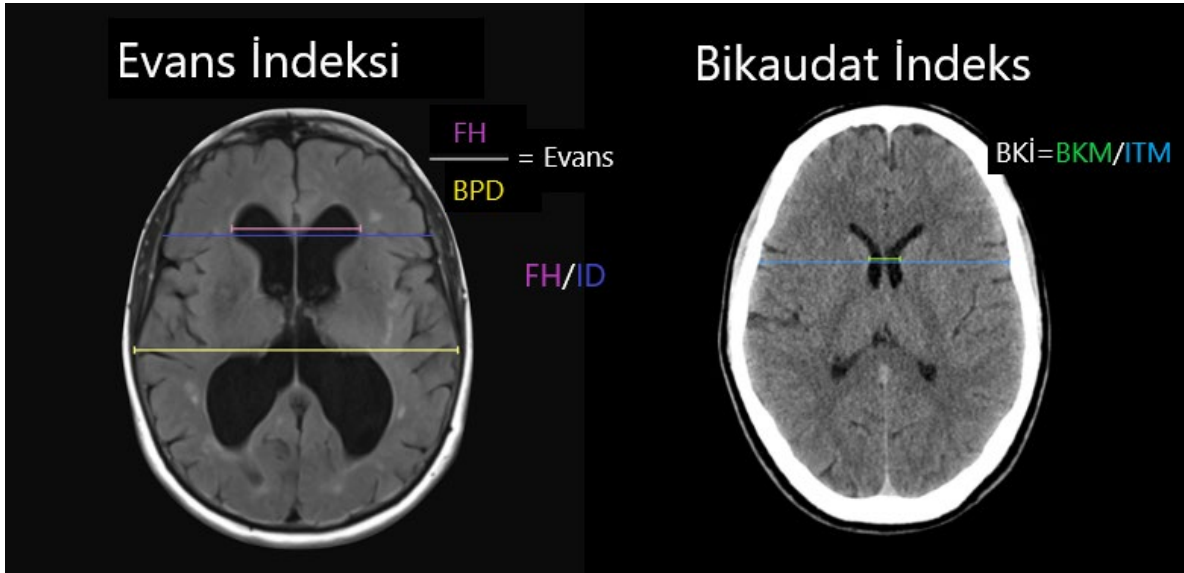
EÜV uygulamasında cerrahi öncesi belirli anatomik yapıların ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirmede manyetik rezonans görüntüleme (MR), sağladığı yüksek çözünürlük sayesinde temel görüntüleme yöntemi olarak kabul edilmektedir. MR incelemeleri sonucunda hastanın EÜV için uygunluğu belirlenebilmektedir. İlk aşamada lateral ventriküllerin, üçüncü ventrikülün ve Foramen Monro'ların anatomik yapısı ile boyutlarının değerlendirilmesi önem taşımaktadır. MR ile üçüncü ventrikül taban kalınlığı ve Foramen Monro'ların genişliği ölçülebilmekte; ayrıca özel MR sekansları yardımıyla beyin omurilik sıvısının (BOS) ventriküller arası geçişi değerlendirilebilmektedir.

Foramen Magendi ve Luschka'ların anatomik durumu ince kesit MR sekansları ile ortaya konabilir. Bunun yanı sıra distal düzeyde obstrüksiyon olup olmadığı araştırılmalıdır. Cerrahi sırasında kritik bir yapı olan baziller arterin konumu da ameliyat öncesinde mutlaka değerlendirilmelidir. Bu amaçla klivus ile baziller arter arasındaki mesafe ölçülmeli ve baziller tepenin klivus düzeyine göre konumu belirlenmelidir; bu bilgiler intraoperatif komplikasyonların önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Üçüncü ventrikül tabanının görünümü ise prognostik bir ölçüt olarak kabul edilmektedir.

Ayrıca interpedinküler ve prepontin sisternalardaki ek membran yapıların varlığı araştırılmalıdır. Tüm bu ayrıntılı anatomik değerlendirmeler, cerrahi riskleri azaltarak işlem başarısını önemli ölçüde artıracaktır.^{20,115}

Preoperatif ve postoperatif Evans indeksi, FH/ID oranı ve bikaudat indeksi ölçümleri kullanarak EÜV etkinliği değerlendirilebilir. (Şekil 7)

Preoperatif olarak sagittal kesitlerde Üçüncü Ventrikül Çöküklüğü ('Bowling' işareti) varlığı için vaka değerlendirilmesi vakanın EÜV başarısı hakkında bir faktör olarak kullanılabilir. Sagittal kesitte dorsum sella üstü veya optik kiazm ortasından üçüncü ventrikül posterior tabanı olan tegmentumun üst düzeyine kadar bir referans çizgisini oluşturup üçüncü ventrikül tabanı bu çizgi altında interpedinküler sistenraya doğru bir eğrilik şeklinde görülüyorsa; 'Bowling' işareti pozitif ve EÜV başarısı yüksek beklenmektedir.



Şekil 7. Hidrosefali tanısında kullanılan radyolojik ölçümler.

2.5.4 EÜV Komplikasyonları

EÜV'nin komplikasyon sıklığı ve türleri hakkında cerrahi öncesi ayrıntılı bilgilendirme yapılması ve postoperatif dönemde hastaların yakın izlenmesi gereklidir. EÜV uygulanan hastalar ömür boyu şantla yaşama zorunluluğundan ve şant enfeksiyonu riskinden kurtulmuş olsalar da, özellikle erken dönemde komplikasyon açısından tamamen risksiz değildirler. Literatürde EÜV'nin başarısızlık oranı %10–%50 arasında bildirilmektedir.¹⁹⁶ Bu geniş aralık, hidrosefalinin oldukça heterojen etiyolojisinden kaynaklanmaktadır. EÜV'ye bağlı komplikasyonların toplam oranı %5.8 ile %16 arasında değişmekte, kalıcı hasar oranı ise %3'ün altında bildirilmektedir.¹⁹³ Bu oranlardaki farklılıklar, büyük ölçüde işlemin endikasyonuna, hidrosefalinin nedenine, komorbiditelere, merkez ve cerrah deneyimine ve raporlama farklılıklarına bağlıdır.¹²⁹

Majör komplikasyonlar arasında BOS kaçağı (%1–6), menenjit (%1–5), kraniyal nöropati (%1–2), nöbet (%1) ve endokrinolojik bozukluklar (%2–9) yer almakta olup, operasyon öncesinde hastaya mutlaka açıklanmalıdır.^{200,235} Kanama komplikasyonları toplamda %1–8 oranında görülmekte; intraventriküler kanama, postoperatif hematoma ve

baziller arter yaralanması (<%0.2) bu grupta değerlendirilmektedir. Hipotalamik hasara bağlı gelişen patolojik kilo alımı, diabetes insipidus, amenore ve puberte prekoks gibi durumlar ise sıklıkla raporlanmayan komplikasyonlardandır.²³⁶

EÜV bir tedavi yöntemidir ancak hidrosefaliyi tamamen ortadan kaldırmaz; bu nedenle EÜV yapılan hastalar şanlı hastalar gibi yakından takip edilmelidir. EÜV uygulanan 200 hastanın birinde klinik kötüleşme bildirildiği raporlanmıştır. EÜV'nin başarısız olması durumunda klasik hidrosefali bulguları ve kafa içi basınç artışı (KİBAS) semptomları ortaya çıkar. BT ve MRG'de ventrikül boyutlarında artış saptanır. Giriş yerindeki psödomeningosel gelişimi ve geç BOS kaçağı EÜV başarısızlığını düşündüren bulgulardır. Bu durumda yüksek çözünürlüklü T2 ağırlıklı sagittal MRG kullanılmalı; bu sekans ventrikül boyutu, üçüncü ventrikül tabanı ve BOS akımına ilişkin önemli bilgiler sağlamaktadır.²³⁷

Üçüncü ventrikül tabanında açıklık mevcut olup BOS akımı izlenmiyorsa, seri lomber ponksiyonlar ile akımın tetiklenmesi denenebilir. Eğer 2–3 girişime rağmen akım sağlanamazsa şant takılması düşünülmelidir. EÜV yapılan bir hastada ne açıklık ne de akım saptanamıyorsa re-eksplorasyon ve işlemin tekrarı uygun bir yaklaşımdır. Re-eksplorasyon sırasında ostominin açık olduğu ancak skar dokusu ya da debris ile tıkandığı görülürse yeniden fenestrasyon kabul gören bir uygulamadır. Gangemi ve arkadaşlarının 110 hastalık serisinde, ilk EÜV sonrası klinik kötüleşen 10 hastadan 4'ünde fenestrasyonun tıkandığı MRG ile doğrulanmış ve yeniden EÜV uygulanmıştır. Bu olguların ikincil girişimden klinik fayda gördüğü raporlanmıştır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu; girişimsel olmayan klinik araştırmalar yöntemi ile seçilen EÜV uygulanan toplam 113 Hidrosefali (HS) hastasından oluşmaktadır.

Katılımcılar çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve aydınlatılmış onamları alınmıştır.

Bu çalışma için Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi 08.04.2022 tarih ve 121/81 numaralı Etik Kurul Onayı mevcuttur.

Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalında, Kasım 2016'dan Aralık 2022'ye kadar Nöroendoskopik tedavi gören 144 hastaya ait tıbbi kayıtlar retrospektif olarak incelendi. Bunlardan HS tanısı olan ve tedavisi olarak yalnız EÜV yapılan (Koroid Pleksuz Koagülasyonu yapılmadan) 113 hasta seçilmiş olup dosyaları detaylı taranıp cinsiyet, yaş, HS tipine göre gruplandı. Her hastanın EÜV başarı skoru hesaplanıp, klinik süreçte EÜV başarılı olup olmadığı belirlendi. Kulkarni et al. (2009,2010) EÜV başarısını araştıran orijinal makaledeki gibi, bu çalışmada da EÜV amleiyatından sonra hastanın postoperatif dönemde kliniği tam veya parsiyel düzelen, ve sonrasında en az 6ay boyunca hiç bir BOS girişi (re-EÜV, LP, EVD, Rezervuar veya Şant) gerektirmeyen vakalar başarılı EÜV vakaları olarak kabul edildi.

3.2.Araştırmanın Modeli

Araştırma, sağlık alanında yürütülen retrospektif bir çalışma olup, EÜV'nin tedavi yöntemi olarak etkinliğinin ve başarısını etkileyen faktörler incelenmesidir. Tek çalışma grubu oluşturulmuştur.

3.3. Veri Toplama Araçları

Retrospektif olarak gerçekleştirilen bu araştırmada, hastalara ait anamnez, detaylı öykü, fizik muayene ve nörolojik görüntüleme verileri ile diğer klinik bilgiler, Çukurova Üniversitesi Balcalı Hastanesi'nin Enlil HBYS-Mergentech sisteminden elde edilmiştir.

Radyolojik görüntülemelerin incelenmesi için PACS (Picture Archiving and Communication System) uygulaması kullanılmıştır.

Veriler Google Drive'da (bir onlayn arşivi) olan Google Sheets (Microsoft Office Excel programına benzer) programı kullanılarak toplanmıştır.

3.4 Veri Toplama Yöntemi

3.4.1. Demografik Veriler

Çalışmaya dahil edilen olgular 0-1 ay, 1-6 ay, 6-12 ay, 1-10 yaş, 10-17 yaş ve 18 yaş ve üstü erişkin olmak üzere yaş gruplarına ayrılmışlardır. 18 yaş altı yaş grubu 'çocuk' olarak sınıflandırılmıştır.

3.4.2. Klinik Veriler

Hastalar, postoperatif süreçteki poliklinik muayeneleri ve anamnezleri doğrultusunda değerlendirilmiş; mortalite saptanan olgularda, ölüm nedeninin HS veya EÜV'ye bağlı olup olmadığı ayrıca incelenmiştir. Veri toplama süreci, hastaların poliklinikteki son kontrol muayenelerini de kapsamıştır.

Her hastanın preop EÜV başarı skoru hesaplanmıştır ve bir başarı skor grubuna yerleştirilmiştir. (Yüksek 70 ve üstü, Orta 50-69, Düşük 50 altı). Takip sürecin bitiminde EÜV gerçekte başarılı olup veya olmadığı belirlenmiştir. Komplikasyonlar olup olmadığı, oldu ise minör/major kanama, BOS enfeksiyonu veya BOS fistülü/yara yerinde sızıntı şeklinde gruplanmıştır.

EÜV postoperatif dönemde kaç süre içinde takip edilmiş son poliklinik girişin tarihi kayıt edilmiştir. Postoperatif dönemde tekrar opere olup olmadığı ve oldu ise BOS girişimi

mi, başka bir ameliyat mı kayıt edilmiştir. Postoperatif dönemde 6 ayı geçmeden tekrar BOS girişi yapılan vakalar başarısız olarak kayıt edildi.

3.4.3. Radyolojik Veriler

Görüntüleme analizleri, 1.5 ve 3 Tesla MRG cihazlarıyla, 5 mm kesit aralığı ve 1 mm kesit kalınlığı ile elde edilen T1, T2 ağırlıklı, FLAIR ve BOS akım sekanslarına dayanmaktadır.

Her hastaya preoperatif ve postoperatif olmak üzere altta sıralanan ölçümler toplanmıştır:

- BPD (Biparietal Diameter) – Biparietal çap
- FH (distance between Frontal Horns) - Frontal boynuzlar arası mesafe
- ID (Internal Diameter of skull) – Kafatasının iç çapı
- BKM (Bicaudate Distance) - Bikaudat mesafe
- ITM (Intertabular Distance) - Intertabular mesafe

Bu ölçümler kullanılarak Evans ve Bikaudat indeksler ve FH/ID değerlerin preoperatif ve postoperatif olarak bulunmuştur.

Ayrıca preoperatif görüntülemelerde Üçüncü Ventrikül Taban Çöküklüğü (ÜVTÇ) ('floor bowing') olup olmadığı değerlendirildi ve olan vakaların postoperatif dönemde EÜV başarısına bakılmıştır.

Hastaların ameliyat öncesi ve sonrasında klinik, radyolojik değerlendirmeleri karşılaştırıldı. Bu amaçla hastaların operasyon öncesi ve sonrası, dijital radyoloji arşivinde (PACS) kayıtlı olan BT ve MR tetkikleri üzerinde lateral ventrikül ön boynuz arası mesafe, bikaudat mesafe ve Evans indeksleri, EÜV başarı skorları hesaplanarak istatistiksel olarak analiz edildi. Hastaların ameliyat öncesi ve sonrasındaki klinik durumları karşılaştırılıp, başarı ve komplikasyon oranları belirlenerek, hidrosefali tedavisinde EÜV etkinliği araştırıldı. Ayrıca bu çalışmada hasta yaşının ve hidrosefali etiyolojisinin, preop üçüncü ventrikül taban çöküklüğün varlığı EÜV'nin başarısı üzerine etkileri konusunda da sonuçlar elde edilmesi planlandı.

3.5 Verilerin Analizi

Niteliksel ya da sıralı ölçekte tanımlanan iki değişken arasındaki anlamlı ilişkinin değerlendirilmesinde Ki-kare testi uygulanmıştır. Ki-kare testi sonucunda, gözlemlenen en küçük teorik frekansın 5'in altında olması durumunda Fisher'in kesin Ki-kare testi (Fisher Exact Test), frekansın 5 ile 25 arasında olması halinde Yates düzeltmeli Ki-kare testi (Yates continuity correction), 25'in üzerinde olması durumunda ise Pearson Ki-kare testi (Chi-Square Test) tercih edilmiştir. Anlamlılık sınırı olarak $p < 0.05$ kabul edilmiştir. Bir grubun aynı değişkene ait iki farklı zamandaki ölçümleri arasındaki ortalama farkları değerlendirmek amacıyla Eşli Gruplar T Testi (Paired Samples T Test) uygulanmış; elde edilen p değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı analiz edilmiştir. Farklı örneklemelere ait gruplar arasında ortalama karşılaştırmaları yapmak için ise Bağımsız Gruplar T Testi (Independent Samples T Test) kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 26.0 (IBM) yazılımı ve Google Sheets aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Veriler

Çalışmaya Hidrosefali tanılı 113 hasta dahil edildi. Kadın sayısı 59 (%52); erkek sayısı 54 (%48) olarak hesaplanmıştır.

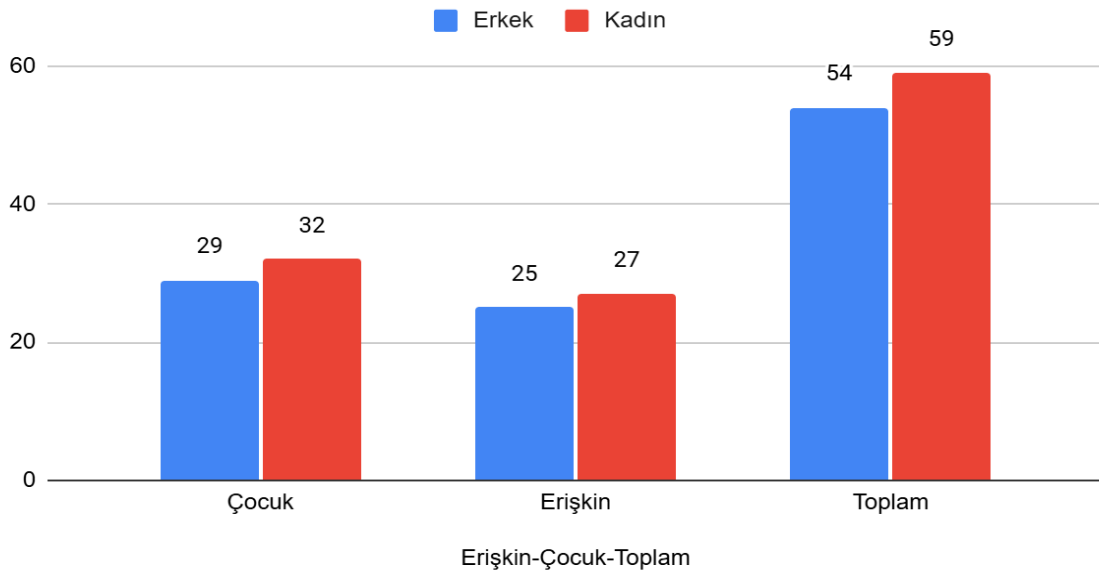
Erişkin olgu sayısı 52 (%46) olarak bulunmuştur. Bu grupta kadın sayısı 27 (%23,9); erkek sayısı 25 (%22,1) olarak hesaplanmıştır.

Onsekiz yaş altındaki hastalar “çocuk hasta” olarak kabul edilmiş ve buna göre çocuk hasta sayısı 61 (%54) olarak hesaplanmıştır. Bu grupta kadın sayısı 32 (%28,3), erkek sayısı 29(%25,7) dur. Şekil.

Hastaların yaşı 11 gün ve 78 yaş arasında değişmekle birlikte ortalama yaş 26,16 idi. Çalışmaya katılan hastalarda erişkin grubunun yaş ortalaması 51,2 yıl, çocuk grubunun yaş ortalaması 4,8 yıl olarak hesaplanmıştır.

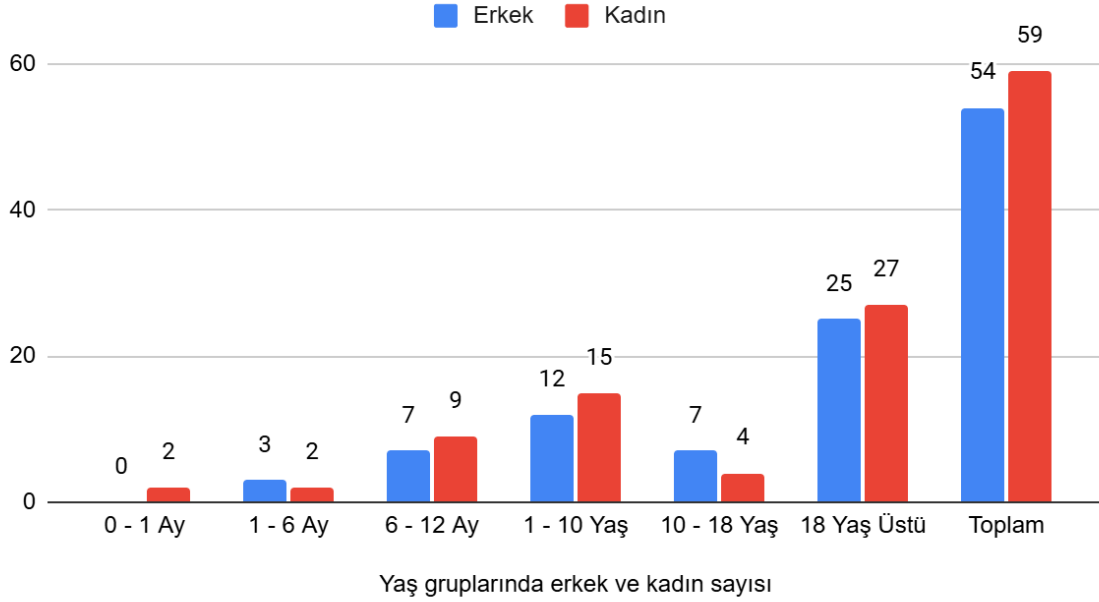
Çalışmaya dahil edilen 113 hastanın 2’si (%1,77) 0-1 ay, 5’i (%4,42) 1-6 ay, 16’sı(%14,16) 6-12 ay, 27’si (%23,89) 1-10 yaş, 11’i (%9,73) 10-18 yaş grubunda, 52’si (%46,02) 18 yaş üzerindiydi. Şekil.

Erişkin ve Çocuk gruplarında cinsiyete göre hasta sayısı



Şekil 8. Hastaların erişkin ve çocuk gruplarında cinsiyete göre dağılımı

Hastaların Yaş-Cinsiyete Göre Dağılımları



Şekil 9. Hastaların yaş grubuna göre erkek-kadın dağılımı

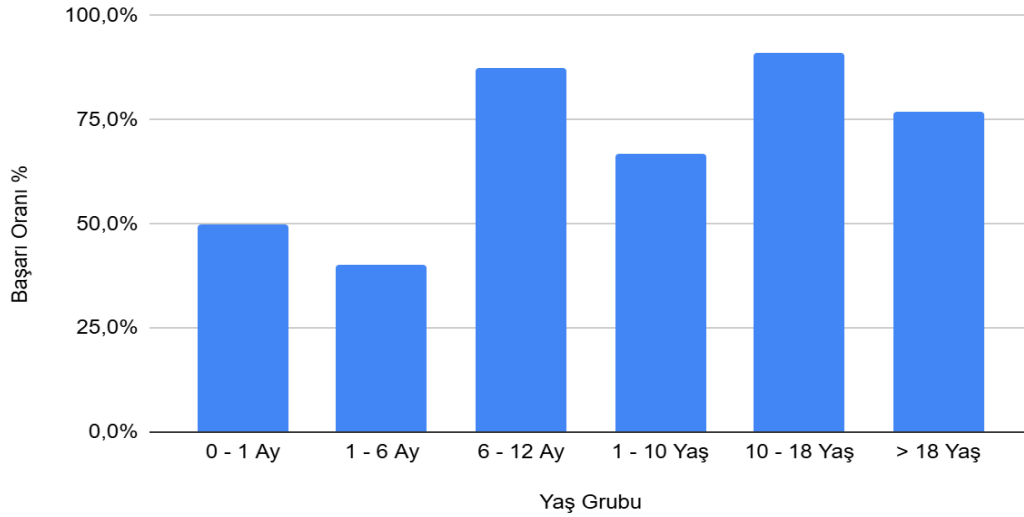
4.2. Klinik Veriler

Olguların takip süreleri ortalama 22,22 ay (ss $\pm$ 24,09 ay) olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada EÜV uygulanan toplam 113 hastanın %75,22'sinde (n: 85) cerrahi başarı elde edilmiştir. Binom testi ile yapılan istatistiksel analiz sonucunda bu başarı oranının rastlantısal bir dağılımdan anlamlı düzeyde farklı olduğu saptanmıştır ($p < 0,00001$). Bu bulgu, EÜV'nin hidrosefali tedavisinde yüksek etkinliğe sahip, güvenilir bir cerrahi yöntem olduğunu desteklemektedir.

Yaşa göre EÜV başarı oranına bakıldığında en yüksek başarı oranı 10-18 yaş grubunda (%90,9, n:10) izlenmiştir. Arkasında sırayla 6-12 ay (%87,5, n:18), erişkinler (%76,9, n:40), 1-10 yaş (%66,7, n:18), 0-1 ay (%50, n:1), yaş grupları devam eder ve en düşük EÜV başarı oranı 1-6 ay (%40, n:2) grubunda görülmüştür. Ancak klinik olarak bu oranlar anlamlı olsa da yapılan analizde bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Fisher's Exact Test, tüm gruplarda $p > 0,05$).

Yaş Grubuna Göre ETV Başarı Oranı



Şekil 10. Yaş grubuna göre başarı oranı.

Tablo 5. Yaş grubuna göre EÜV başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Fisher's Exact Test

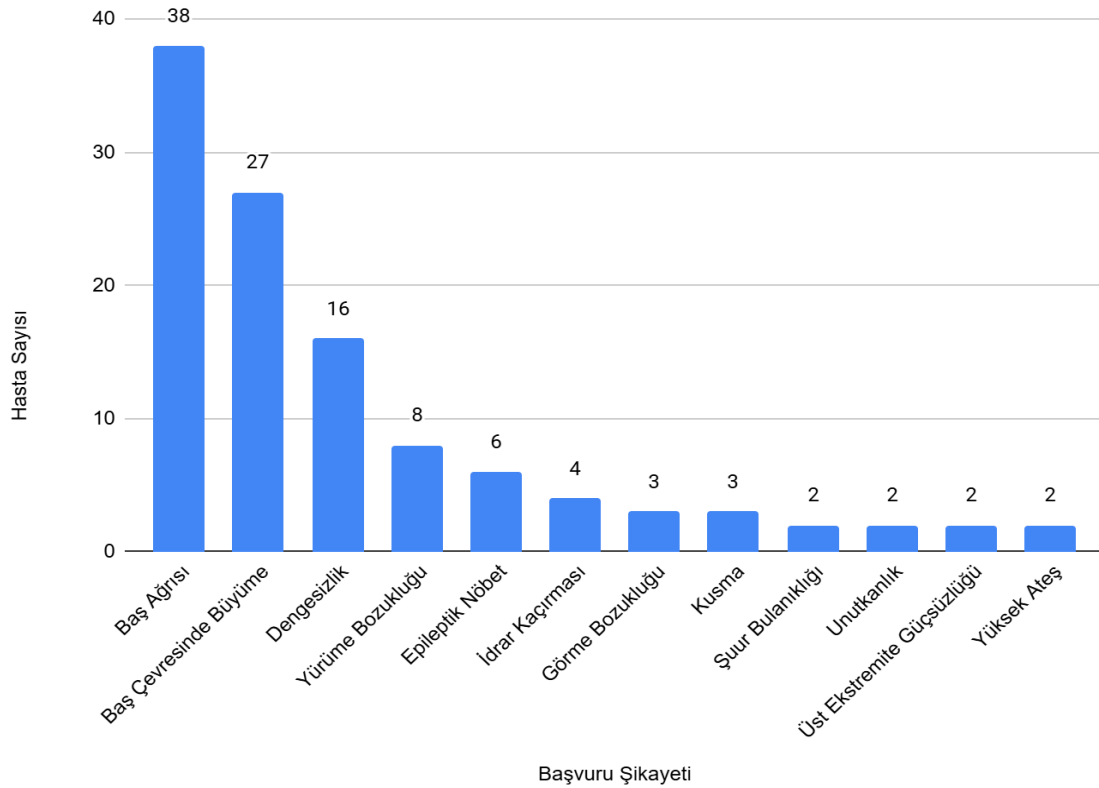
Yaş Grubu	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı (n)	P Değeri
0 - 1 Ay	50,00	1	0,307
1 - 6 Ay	40,00	2	0,436
6 - 12 Ay	87,50	14	0,287
1 - 10 Yaş	66,67	18	0,828
10 - 18 Yaş	90,91	10	0,350
18 Yaş üstü	76,92	40	0,096

Hastaların başvuru şikayetlerine göre sayı dağılımı Şekil 11’de gösterilmiştir.

Hastaların başvuru anındaki şikayetleri yaş gruplarına göre değerlendirildiğinde erişkin grupta en sık baş ağrısı (%19,47, n: 22), arkasından ise dengesizlik (%9,73, n: 11), idrar kaçırması ve yürüme bozukluğu (%3,54, n: 4’er), epileptik nöbet (%2,65, n: 3), görme bozukluğu, şuur bulanıklığı, unutkanlık (%1,77, n:2’şer), kusma ve üst ekstremit

güçsüzlüğü (%0,88, n:1'er) izlenmiştir. Çocuk grubunda en sık başvuru şikayeti baş çevresinde büyüme (%23,89, n: 27) olmuştur. Baş çevresinde büyüme 0-1 ay grubunda (%1,77, n: 2), 1-6 ay grubunda (%0,88, n: 4) ve 6-12 ay grubunda (%13,27, n: 15) en sık izlenmiş olup, 1-10 yaş (%7,96, n: 9) ve 10-18 yaş (%6,19, n: 7) gruplarında ise başvuru şikayeti olarak en sık baş ağrısı görülmüştür. (Tablo 6)

Başvuru Şikayetine Göre Hasta Sayısı



Şekil 11. Başvuru şikayetine göre hasta sayısı.

Tablo 6. Her yaş grubunda en sık başvuru şikayeti ve oranı.

Yaş grubu	En sık başvuru şikayeti	Olgu sayısı	Grupta oranı
0-1 ay	Baş çevresinde büyüme	2	%100
1-6 ay	Baş çevresinde büyüme	4	%80
6-12 ay	Baş çevresinde büyüme	15	%93,75
1-10 yaş	Baş ağrısı	9	%33,33
10-18 yaş	Baş ağrısı	7	%63,64
Erişkin	Baş ağrısı	22	%42,31

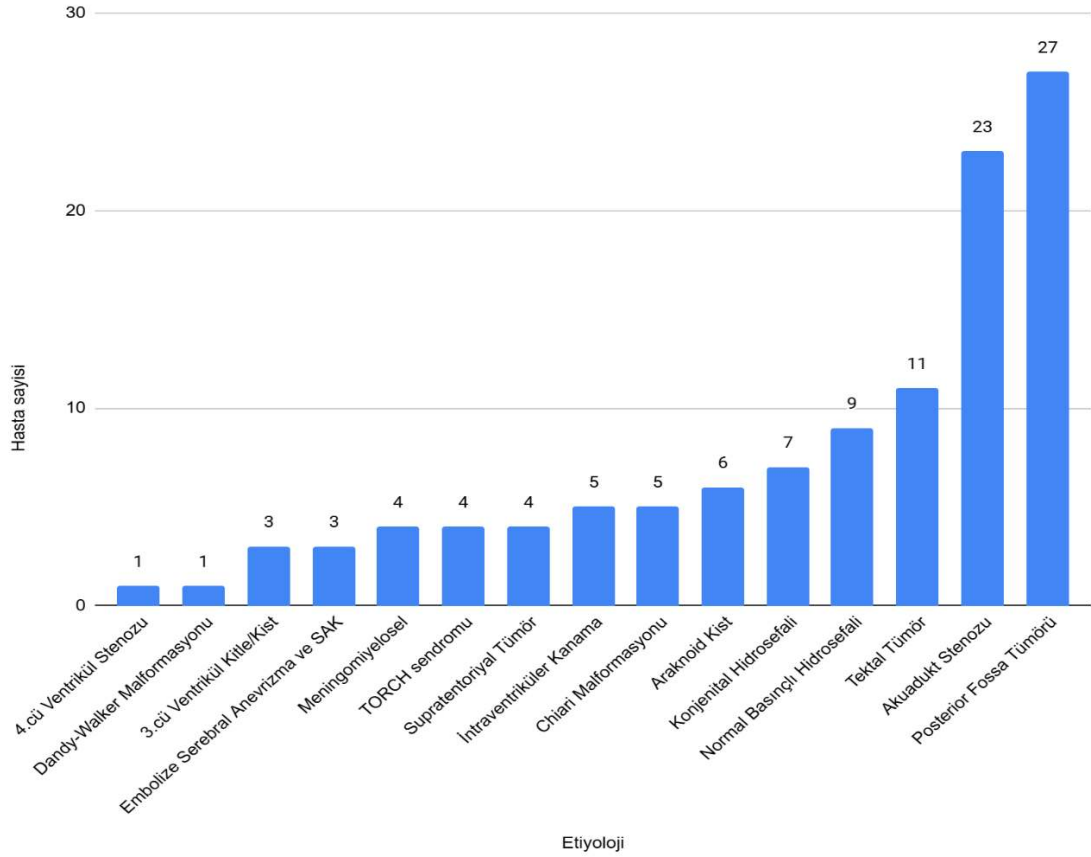
Başvuru şikayeti türleri ile EÜV başarıları arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (Tüm gruplar için $p > 0.05$). Başarı oranları şikayet grupları arasında benzer düzeyde olup, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

Tablo 7. Başvuru şikayetine göre başarı oranı ve istatistiksel analiz. * Fisher's Exact Test

Başvuru Şikayeti	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı	P Değeri*
ateşin olması	33.3	1	0.436
baş ağrısı	41.5	27	0.495
baş çevresinde büyüme	42.6	20	1.000
dengesizlik	42.9	12	1.000
epileptik nöbet	45.5	5	1.000
görme bozukluğu	40.0	2	1.000
idrar kaçırması	50.0	4	0.570
kusma	40.0	2	1.000
unutkanlık	33.3	1	0.436
yürüme bozukluğu	46.7	7	0.677
üst ekstremité güçsüzlüğü	50.0	2	1.000
şuur bulanıklığı	50.0	2	1.000

Hastalar etyolojik nedene göre gruplandırılmış ve sayıları Şekil'de sunulmuştur. Tüm olguların arasında en sık görülen etyoloji posterior fossa tümörü (%23,89, n:27) olarak bulundu. Erişkin (%25, n:13) ve çocuk (%22,95, n:14) gruplarına bakıldığında da yine en sık etyolojik neden posterior fossa tümörü olarak saptandı. Her iki grupta ikinci en sık neden ise akuadukt stenozu olarak saptandı; yetişkin grupta 10 (%19,23) ve çocuk grupta 13 (%21,31) hasta.

Etiyolojiye Göre Hasta Sayıları



Şekil 12. Etiyolojiye göre hasta sayısının dağılımı

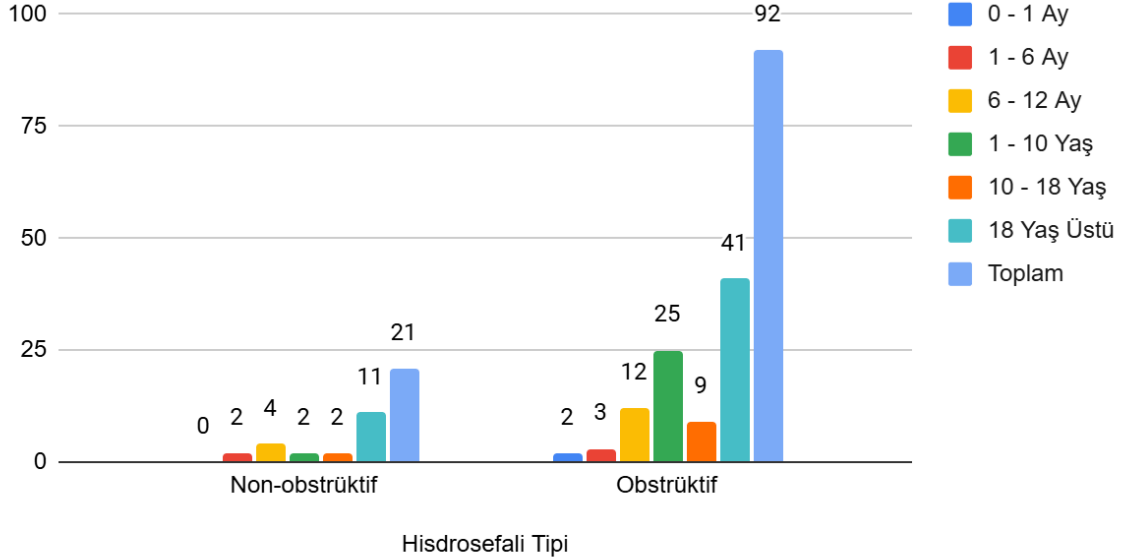
Etiyolojik nedene göre başarı oranına bakıldığında klinik olarak sırayla tektal tümör, akuadukt stenozu ve posterior fossa tümörü etyolojilerle başvuran hastaların EÜV başarı oranları en yüksek olduğu görülmüştür (hasta sayısı 10 ve üstü olanlarda). Farklı HS etyolojilerine sahip hastalarda EÜV başarı oranları arasında gözle görülür farklılıklar olsa da, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Ki-kare testi, $p > 0,05$). Bu bulgu, etyolojik farklılıkların EÜV başarısı üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını düşündürmektedir.

Tablo 8. Etiyolojiye göre EÜV başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Ki-Kare Testi, p<0,05 ise anlamlıdır

Hidrosefali Etiyolojisi	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı	P Değeri*
4.cü Ventrikül Stenoza	100,00	1	0,234
Chiari Malformasyonu	100,00	5	0,368
Dandy-Walker Malformasyonu	100,00	1	0,782
ektal Tümör	90,91	10	1,000
Akuadukt Stenoza	86,96	20	1,000
Normal Basıncılı Hidrosefali	77,78	7	1,000
Meningomyelosel	75,00	3	0,548
Supratentorial Tümör	75,00	3	1,000
Konjenital Hidrosefali	71,43	5	0,325
3.cü Ventrikül Kitle/Kolloid Kist	66,67	2	0,355
Embolize Serebral Anevrizma ve SAK	66,67	2	1,000
Posterior Fossa Tümörü	66,67	18	1,000
İntraventriküler Kanama	60,00	3	1,000
Araknoid Kist	50,00	3	1,000
TORCH sendromu	50,00	2	0,434

Çalışmaya dahil edilen hastaların 21'i (%18,58) nonobstruktif, 92'si (%81,42) ise obstruktif tipte hidrocefaliye sahipti. Çocuk yaş grubundaki 61 hastanın 51'i (%83,61), erişkin yaş grubundaki 52 hastanın 41'i (%78,85) obstruktif tipte hidrocefaliye, çocuk yaş grubundaki 10 (%16,39), erişkin yaş grubundaki 11 (%21,15) hasta ise nonobstruktif tipte hidrocefaliye sahipti. Yaş gruplarında dağılıma bakılırsa her yaş grubunda obstruktif hidrocefali baskın olduğu görülmüştür. (Şekil 13)

Yaş Gruplarında Obstrüktif ve Non-obstrüktif Hidrosefali Tiplerinin Dağılımı



Şekil 13. Yaş gruplarında obstrüktif ve non-obstrüktif tip hidrocefali tip vakaların sayı dağılımı.

Obstrüktif ve non-obstrüktif HS tipleri arasında EÜV başarısı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Ki-kare testi, $p = 1,000$). Her iki grupta da başarı oranları benzer düzeyde seyretmiştir.

Tablo 9. Hidrosefali tipine göre başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Ki-Kare Testi, $p < 0,05$ anlamlı

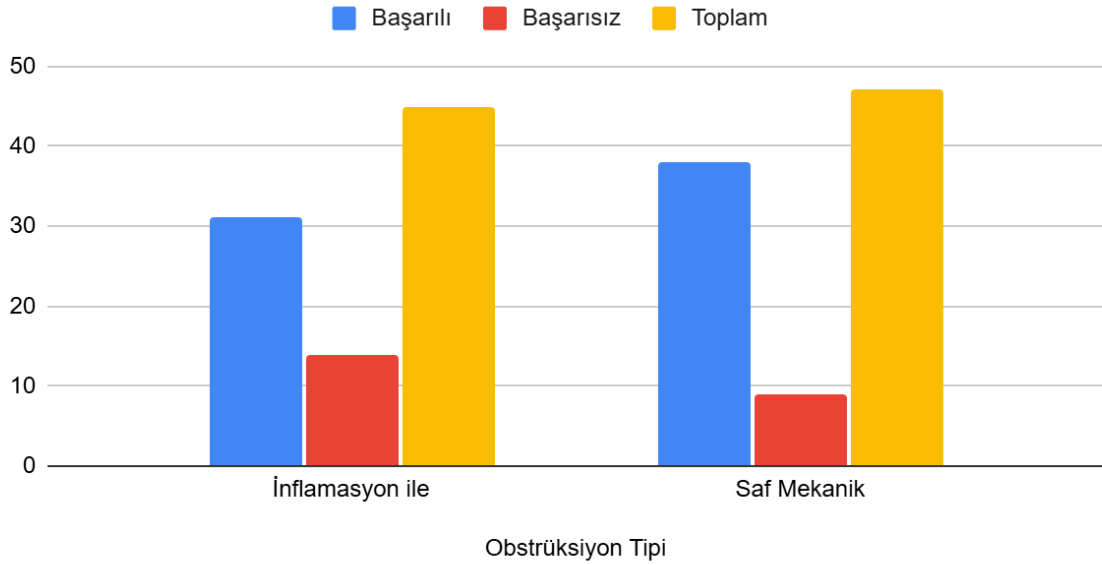
Hidrocefali Tipi	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı	P Değeri*
Non-obstrüktif	76,19	16	1,000
Obstrüktif	75,00	69	1,000

Çalışmamızda obstrüktif hidrocefali tanılı 92 hasta, obstrüksiyonun etyolojisine göre “saf mekanik” ve “inflamatuvar” olarak iki gruba ayrıldı. ETV başarı oranları incelendiğinde; saf mekanik grubunda başarı oranı %80.85, inflamatuvar nedenli obstrüksiyon grubunda ise %68.89 olarak bulunmuştur. Yapılan ki-kare testi sonucunda bu iki grup arasında ETV başarısı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p = 0.278$)

Tablo 10. Obstrüksiyon tipine göre başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Ki-Kare Testi

Obstrüksiyon Tipi	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı	P Değeri*
İnflamasyon ile	68,89	31	0,278
Saf mekanik	80,85	38	0,278

İnflamasyon ile Obstrüksiyon- Saf Mekanik Obstrüksiyon tiplerinde Başarılı/Başarısız vaka sayısı



Şekil 14. Obstrüksiyon tipine göre başarılı-başarısız vakaların sayı dağılımı.

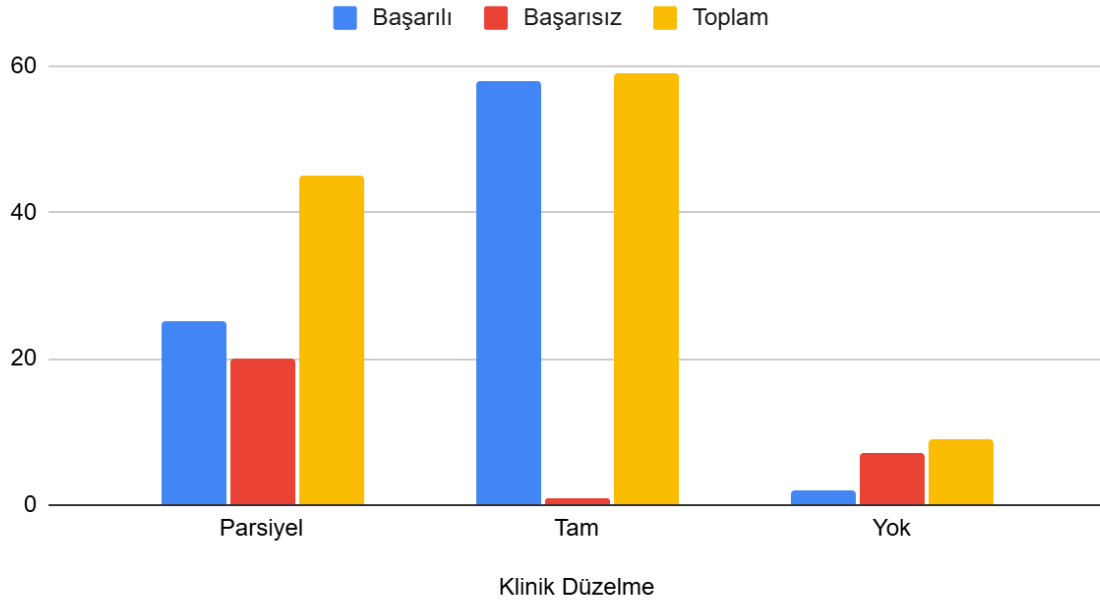
Olgularda hidrosefaliye yönelik EÜV ile tedavi primer olarak 102 hastada ve sekonder (Şant, EVD, Rezervuar veya LP sonrası) olarak 11 hastada uygulandığını izlendi. Primer olarak uygulanan EÜV ile sekonder olarak uygulanan EÜV arasında başarı oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (Fisher's Exact Test, $p = 0,026$). Bu bulgu, EÜV'nin primer olarak uygulandığında daha başarılı olduğunu göstermektedir. Sekonder EÜV uygulamalarında başarı oranı anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur. Bu bulgu, sekonder uygulamanın EÜV başarısını olumsuz etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Tablo 11. EÜV'nin HS'de uygulanma sırasına göre başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Fisher's Exact Testi

EÜV'nin Uygulaması	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı	P Değeri*
Primer	78,43	80	0,026*
Sekonder	45,45	5	0,026*

EÜV sonrası klinik yanıt ile cerrahi başarının ilişkisi değerlendirildiğinde (Şekil), postop klinik düzelmenin tam olduğu hastalarda başarı oranı %98,31 (n = 58) gibi oldukça yüksek bulunmuştur. Parsiyel düzelme gösteren grupta başarı oranı %55,56 (n = 25) iken, klinik düzelme olmayan hastalarda bu oran %22,22 (n = 2) olarak belirlenmiştir. Tüm gruplar arasında elde edilen fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$). Bu bulgular, klinik düzelmenin varlığının EÜV başarısı ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle tam klinik düzelme, cerrahi etkinliğin önemli bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Klinik Düzeltme durumuna göre Başarılı/Başarısız vaka sayısı



Şekil 15. Klinik düzeltme düzeyine göre başarılı-başarısız vakaların sayı dağılımı.

Tablo 12. Klinik düzelme düzeyine göre başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Ki-kare testi

Postoperatif Klinik düzelme	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı	P Değeri*
Tam	98,31	58	0,00000001*
Parsiyel	55,56	25	0,0002*
Yok	22,22	2	0,0006*

Her vaka Endoskopik Üçüncü Ventrikül Başarı Skoru ile değerlendirilerek bir başarı yüzdesi verildi. (ETVSS=0-90%) Sonrasında ETVSS başarı vakalarla karşılaştırmak için vakaları 3 gruba ayırdık: ETVSS <%50 düşük, %50-69 orta ve ≥%70 yüksek skor grubu.

Tablo 13. ETVSS grubuna göre başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Fisher' Exact testi

Preop ETVSS (Başarı Skoru) Grubu	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı	P Değeri*
Düşük(<%50)	40,00	2	0,538
Orta (%50-69)	81,82	9	0,095
Yüksek (≥%70)	76,29	74	0,728

Yaşa bakılmaksızın ETVSS skoruna göre hastalar gruplandırıldığında; başarı oranı düşük skor grubunda %40,0, orta skor grubunda %81,82 ve yüksek skor grubunda %76,29 olarak saptanmıştır. Sayısal olarak ETVSS skorunun artışı ile ETV başarısının da arttığı izlenmekle birlikte, yapılan istatistiksel analizlerde bu fark anlamlı bulunmamıştır (tüm p > 0,05). Bu bulgular, preoperatif ETVSS skorunun cerrahi başarıyı öngörmede sınırlı bir değere sahip olabileceğini düşündürmektedir.

Erişkin-Çocuk gruplarına bakıldığında çocuk grubunda ETVSS skoru ile başarı arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Erişkin grubunda ise tüm hastalar yüksek skor grubunda olduğu için bir karşılaştırma yapılamamıştır.

4.3. Radyolojik Veriler

Çalışmamızda ÜVTÇ (Bowling) bulgusu hastaların %92,04'ünde saptanmıştır. Bowling varlığı olan hastalarda ETV başarı oranı %75,96 iken, bowling olmayan grupta bu oran %66,67 olarak bulunmuştur. Her ne kadar bowling varlığında başarı oranı daha yüksek

görünse de, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0,828$). Bu durum, ÜVTÇ (Bowling) bulgusunun ETV başarısı üzerinde belirleyici bir etkisi olmadığını göstermektedir.

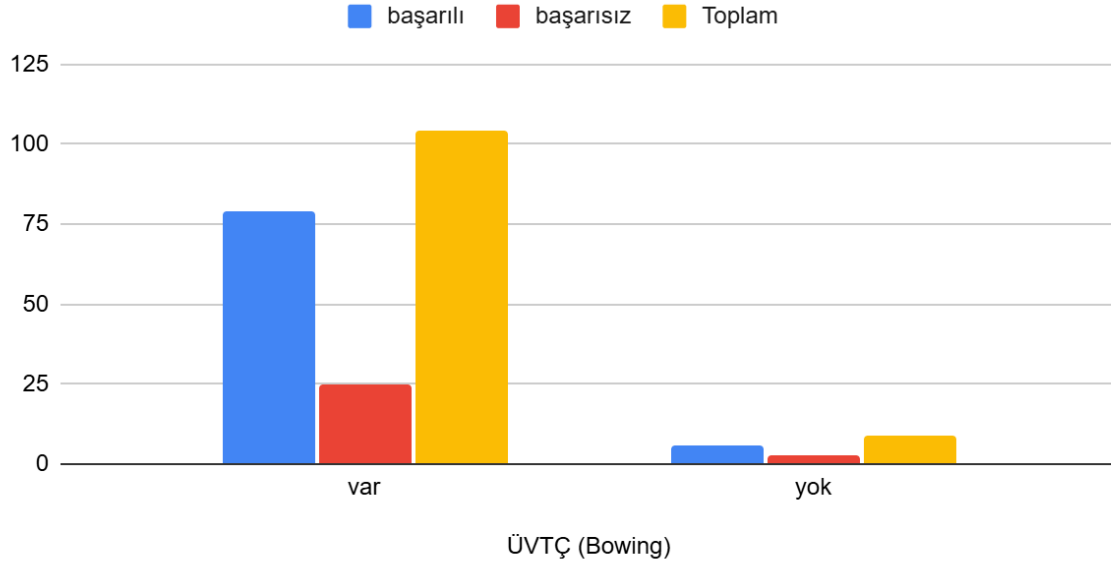
Tablo 14 ÜVTÇ ('Bowling') varlığına göre başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Ki-kare testi

ÜVTÇ (Bowling)	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı	P Değeri*
Var	75,96	79	0,828
Yok	66,67	6	0,828

ÜVTÇ (Bowling) bulgusunun ETV başarısı üzerindeki etkisi, çocuk ve erişkin gruplarda ayrı ayrı değerlendirildiğinde benzer bir dağılım göstermiştir. Bowling bulgusu olan çocuklarda başarı oranı %76,79, erişkinlerde ise %75,00 olarak saptanmıştır. Gruplar arasında başarı oranları birbirine yakın olup, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p = 1,000$). Bu bulgular, bowling varlığının yaş grubundan bağımsız olarak ETV başarısını anlamlı düzeyde etkilemediğini göstermektedir.

Yaş gruplarına göre yapılan alt grup analizlerinde, ÜVTÇ (Bowling) bulgusuna sahip hastalarda ETV başarı oranlarının yaşa göre değişkenlik gösterdiği gözlenmiştir. Özellikle 6–12 ay (%87,5) ve 10–18 yaş grubunda (%100) yüksek başarı oranları izlenirken; 1–6 ay grubunda başarı oranı görece düşük bulunmuştur (%40). Ancak çoğu yaş grubunda bowling olmayan hasta sayısının çok az olması nedeniyle gruplar arasında karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir (tüm $p > 0,05$). Bu bulgular, bowling bulgusunun yaşa bağlı olarak değişen klinik sonuçlarla ilişkili olabileceğini düşündürmekle birlikte, bu ilişki mevcut örneklem büyüklüğüyle istatistiksel olarak doğrulanamamıştır.

Üçüncü Ventrikül Taban Çöküklüğün("bowing") durumuna göre Başarılı-Başarısız vaka sayısı



Şekil 16. ÜVTÇ ('Bowling') varlığına göre başarılı-başarısız vakaların sayı dağılımı.

Preop Evans indeksinin yorumu 'sınırdaki' olan hastalarda ETV başarı oranı %75,00, 'ventrikülomegali' grubunda ise %75,23 olarak bulunmuştur. İki grup arasında başarı oranları neredeyse eşit olup, fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 1,000$).

Tablo 15. Preoperatif Evans İndeksinne göre başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Ki-kare testi

Preoperatif Evans İndeksi	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı	P Değeri
>0.3(Ventrikülomegali)	75,23	82	1,00
0.25-0.3 (Sınırdaki)	75,00	3	1,00

Preop FH/ID oranı >0.5 olup 'hidrosefali' olarak değerlendirilen hastalarda ETV başarı oranı %81,13; FH/ID $\leq 0,5$ ve yorumu 'normal' olanlarda ise %70,00 olarak bulunmuştur. Her ne kadar 'hidrosefali' grubunda başarı oranı daha yüksek olsa da, aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0,250$).

Tablo 16. Preoperatif FH/ID oranına göre başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Ki-kare testi

Preoperatif FH/ID oranı	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı	P Değeri
>0.5 (Hidrosefali)	81,13	43	0,25
$\leq 0,5$ (Normal)	70,00	42	0,25

Preop BKİndeksine göre gruplar arasında ETV başarı oranları incelendiğinde; 'normal' grupta başarı oranı %50,00, 'sınırdaki' grupta %81,82 ve 'ventrikülomegali' grubunda %75,00 olarak bulunmuştur. Başarı oranları arasında sayısal farklılıklar gözlemlense de, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0,624$).

Tablo 17. Preoperatif Bikaudat İndeksine göre başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Ki-kare testi

Preoperatif BKİ	Başarı Oranı (%)	Başarılı Hasta Sayısı	P Değeri
$\geq 0,16$ (Ventrikülomegali)	75,00	75	0,62
0,12-0,16 (Sınırdaki)	81,82	9	0,62
$\leq 0,12$ (Normal)	50,00	1	0,624

Başarılı ve başarısız hastalar arasında preoperatif ve postoperatif Evans indeksi, FH/ID oranı ve preoperatif Bikaudat indeksi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Ancak, **postoperatif Bikaudat indeksi**, başarılı grupta anlamlı düzeyde daha düşük bulunmuştur ($p = 0,010$), bu da ETV başarısının ventrikül küçülmesiyle ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Başarılı hastalarda preoperatif ve postoperatif ölçümler karşılaştırıldığında, Evans indeksi ($p = 0,00008$), FH/ID oranı ($p = 0,00001$) ve Bikaudat indeksi ($p = 0,00001$) açısından istatistiksel olarak anlamlı azalma saptanmıştır. Bu bulgular, ETV'nin ventriküler yapılar üzerinde belirgin bir küçülmeye yol açtığını ve bu değişimin cerrahi başarının önemli bir göstergesi olabileceğini göstermektedir.

Başarısız grupta, preoperatif ve postoperatif Evans indeksi ($p = 0,71137$), FH/ID oranı ($p = 0,36200$) ve Bikaudat indeksi ($p = 0,10925$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı. Bu durum, ETV'nin başarısız olduğu olgularda ventriküler boyutlarda anlamlı bir küçülme meydana gelmediğini göstermektedir.

Başarılı vakalarda cerrahi sonrası Evans indeksi ($\Delta = 0,02 \pm 0,06$), FH/ID oranı ($\Delta = 0,03 \pm 0,08$) ve Bikaudat indeksi ($\Delta = 0,03 \pm 0,10$) anlamlı şekilde azalmışken; başarısız vakalarda bu değişimler minimal kalmıştır veya azalmamıştır (sırasıyla $\Delta = -0,01 \pm 0,07$, $-0,01 \pm 0,08$, $0,03 \pm 0,09$). Bu bulgular, başarılı grupta ventriküler yapılar üzerinde cerrahiye bağlı belirgin küçülme meydana geldiğini, başarısız grupta ise bu etkinin gözlenmediğini göstermektedir.

Başarılı ve başarısız vakalar karşılaştırıldığında, Evans indeksi ($p = 0,00633$) ve FH/ID oranındaki değişim ($p = 0,00081$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterirken; Bikaudat indeksi deltası açısından anlamlı bir fark gözlenmedi ($p = 0,62970$). Bu bulgular, cerrahi başarı ile özellikle Evans ve FH/ID ölçümlerindeki küçülme arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Tablo 18. Preoperatif ve postoperatif radyolojik ölçümlerin, aynı ölçümlerin farklarının (Δ) başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Mann-Whitney U testi $P < 0,05$ ise anlamlıdır **Wilcoxon testi

Radyolojik Veri	Başarılı EÜV Grubu Ort $\pm$ Ss	Başarısız EÜV Grubu Ort $\pm$ Ss	P değeri*
Preoperatif Evans İndeksi	0,45 $\pm$ 0,12	0,44 $\pm$ 0,13	0,543*
Postoperatif Evans İndeksi	0,42 $\pm$ 0,11	0,44 $\pm$ 0,12	0,354*
P değeri**	0,00008**	0,711**	
Preoperatif FH/ID Oranı	0,53 $\pm$ 0,13	0,51 $\pm$ 0,14	0,347*
Postoperatif FH/ID Oranı	0,50 $\pm$ 0,14	0,52 $\pm$ 0,14	0,512*
P değeri**	0,00001**	0,362**	
Preoperatif Bikaudat İndeksi	0,23 $\pm$ 0,12	0,24 $\pm$ 0,08	0,075*
Postoperatif Bikaudat İndeksi	0,19 $\pm$ 0,06	0,22 $\pm$ 0,07	0,010*
P değeri**	0,00001**	0,109**	
Delta(Δ)			
Δ Evans İndeksi	0,02 $\pm$ 0,06	-0,01 $\pm$ 0,07	0,005*
Δ FH/ID oranı	0,03 $\pm$ 0,08	-0,01 $\pm$ 0,08	0,0008*
Δ Bikaudat İndeksi	0,03 $\pm$ 0,10	0,03 $\pm$ 0,09	0,629*

4.4. Mortalite, komplikasyonlar ve tekrar BOS cerrahi gereksinimi

Çalışmamızda yapılan EÜV işlemi sonrası cerrahiye bağlı mortalite yoktur.

EÜV uygulanan toplam 113 hastaların %23,89’unda (n: 27) postoperatif komplikasyon geliştiği saptanmıştır. Buna karşılık, hastaların %76,11’inde (n: 86) herhangi bir komplikasyon izlenmemiştir. Bu bulgular, ETV'nin genel olarak güvenli bir cerrahi yöntem olduğunu göstermektedir. ($p=0,0005$)

Komplikasyon gelişen olgular arasında en yüksek başarısızlık oranı %100 ile subdural effüzyon gelişen hastalarda izlenmiştir; ardından BOS fistülü (%80,00) ve BOS enfeksiyonu (%66,67) gelmektedir. Ancak, yalnızca BOS fistülü grubunda gözlenen yüksek başarısızlık oranı istatistiksel olarak anlamlıdır ($p = 0,00019$). Diğer komplikasyon gruplarında gözlenen başarısızlık oranları yüksek olmasına rağmen, vaka sayılarının azlığı nedeniyle bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (tüm $p > 0,05$). Bu bulgular, BOS fistülünün ETV başarısızlığı açısından anlamlı bir risk faktörü olabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 19. Komplikasyon türüne göre başarı oranı ve istatistiksel analiz. *Fisher's Exact testi

Komplikasyon	Başarısızlık Oranı (%)	Başarısız Hasta Sayısı	P Değeri*
BOS enfeksiyonu	66,67	2	0,151
BOS fistülü	80,00	8	0,0002
Subdural effüzyon	100,00	1	0,248
Majör kanama	50,00	1	0,436
Minimal kanama	18,18	2	0,729
Yok	16,28	14	0,0005

Bu bölümde tekrar cerrahi gereksinimden bahsederken EÜV'nin başarısızlığı sonucunda bozulmuş BOS sirkülasyonunu yeniden düzenlemek amacıyla gerçekleştirilen cerrahi girişimler ve ilgili prosedürler ifade edilmektedir. (Şant, EVD, Rezervuar, LDS, LP, Re-EÜV).

Çalışmamızda, toplam 113 hastanın %29,20'sinde ($n = 33$) postoperatif dönemde tekrar BOS cerrahisi uygulanmış, %70,80'inde ($n = 80$) ise böyle bir müdahaleye gerek duyulmamıştır. Bu bulgu, EÜV sonrası hastaların büyük çoğunluğunda ek BOS cerrahisine ihtiyaç olmadığını ve EÜV'nin genellikle tek başına yeterli bir tedavi seçeneği olabileceğini düşündürmektedir. Postoperatif dönemde tekrar BOS cerrahisi uygulanan hastalar ($n: 33$) arasında en sık tercih edilen cerrahi yöntem VPŞant uygulaması olup toplam 29 vakada gerçekleştirilmiştir. Bunu rezervuar/EVD ($n=3$) ve re-EÜV ($n=1$) işlemleri takip etmiştir. Bu dağılım, EÜV başarısızlığı veya komplikasyon gelişmesi sonrası klinik yönetimde şant cerrahisinin ilk tercih edilen yaklaşım olduğunu göstermektedir.

Fonksiyonel yetersizlik tanısı ile EÜV stoması kapanmış olan 1 vakamızda ancak 4 yıl ve 4ay sonra re-EÜV yapıldı takibinde şant gereksinimi olmamış. Bu vakada ilk yapılan

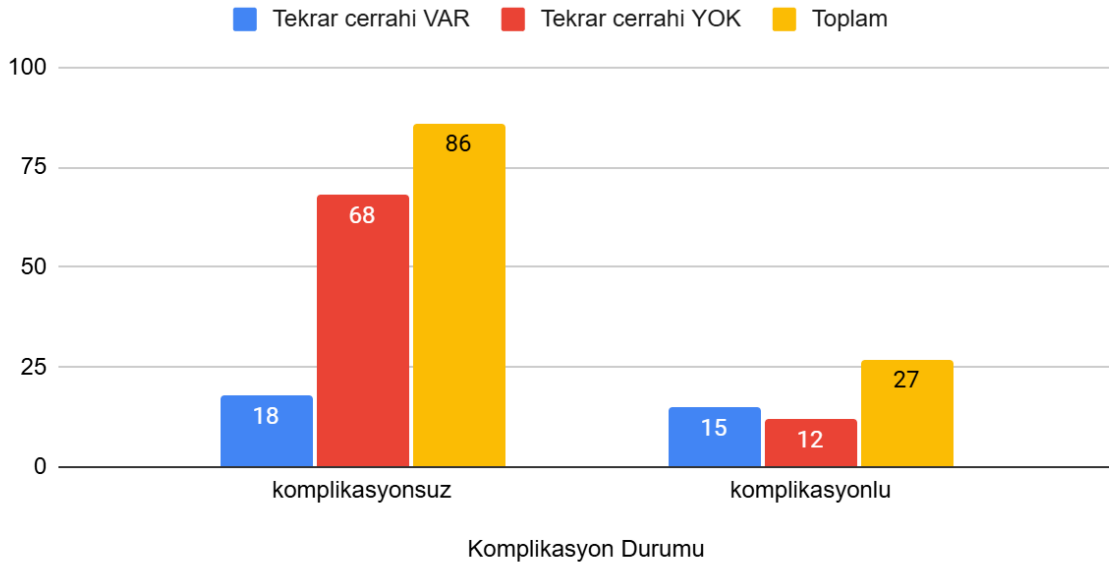
EÜV 6 aydan uzun sürede etkin olduğu için başarılı olarak kabul edildi.

Not: 1 vakada EÜV'nin uygulamasından 5 ay sonra optik gliom için radyoterapi nedeniyle rinore gelişmesi nedeniyle opere olmuş. Bu vakada BOS fistülü hidrosetaliye bağlı olmadığını düşünerek EÜV uygulaması başarılı olarak kayıt edildi.

Not: 1 vakada EÜV yetersiz olup BOS fistülü gelişti bu hastaya şant takılması planlanmasına rağmen platelet düşüklüğü nedeniyle ameliyat yapılamamış ve BOS koleksiyonu devam etmiş. Bu vaka başarısız bir EÜV olarak kayıt edildi.

Grafik (Şekil 17), komplikasyon gelişen ve gelişmeyen hastalarda tekrar cerrahi gereksinimini karşılamaktadır.

Komplikasyon durumuna göre Tekrar BOS cerrahi gereksinimin vaka sayısı



Şekil 17. Komplikasyonlu ve komplikasyonsuz vakaların tekrar BOS cerrahisine göre karşılaştırması.

Bu çalışmada, komplikasyon gelişen hastaların %55,56'sında postoperatif dönemde tekrar cerrahi müdahale gerektiği, buna karşın komplikasyon gelişmeyen hastalarda bu oranın %20,93 olduğu saptanmıştır. İki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0,00123$). Bu bulgu, postoperatif komplikasyonların EÜV sonrasında tekrar cerrahi gereksinimi ile anlamlı düzeyde ilişkili olabileceğini ortaya koymaktadır.

Tablo 20. Komplikasyon durumuna göre tekrar BOS cerrahisi oranı ve istatistiksel analiz.

***Fisher's Exact testi**

Komplikasyon durumu	Tekrar BOS Cerrahi Var	Tekrar BOS Cerrahi Oranı	P Değeri*
Komplikasyonsuz	18	20,93	0,0012
Komplikasyonlu	15	55,56	0,0012

EÜV sonrası tekrar BOS cerrahisine kadar geçen sürenin ortalama **6,44 ay**, standart sapmasının ise **15,09 ay** olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, bazı hastalarda tekrar cerrahiye hızlı bir şekilde ihtiyaç duyulurken, bazı hastalarda bu sürenin oldukça uzun olabildiğini göstermektedir. Geniş varyasyon, EÜV başarısızlığının zamanlamasının öngörülemez olabileceğini ve klinik takibin bireysel özelliklere göre şekillenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

EÜV ameliyatı sonrası gelişen komplikasyonlara göre, tekrar BOS cerrahisine kadar geçen süre incelendiğinde, en uzun süre minimal kanama grubunda gözlemlendi (ortalama: 3.67 ± 4.62 ay). BOS fistülü gelişen hastalarda bu süre 1.43 ± 0.79 ay iken, BOS enfeksiyonu, majör kanama ve subdural effüzyon gibi daha ciddi komplikasyonlarda bu sürenin 0 ay olması, bu durumların genellikle erken dönemde ortaya çıktığını göstermektedir. Subdural effüzyon ve majör kanama gruplarında hasta sayısının az olması nedeniyle standart sapma hesaplanamamıştır. Bu bulgular, komplikasyonun türüne bağlı olarak müdahale süresinin değişiklik gösterebileceğini ve bazı komplikasyonların BOS cerrahisini hızlandırabileceğini göstermektedir.

EÜV sonrası başarısız olan vakalar incelendiğinde, komplikasyon gelişen hastalarda tekrar BOS cerrahisine kadar geçen sürenin ortalamasının (1.50 ± 2.31 ay), komplikasyon gelişmeyenlere kıyasla (10.28 ± 19.38 ay) daha kısa olduğu görülmektedir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamakla birlikte ($p = 0.191$), klinik açıdan komplikasyonların, tedavi sürecinde daha hızlı BOS cerrahi müdahaleye neden olabileceğini düşündürmektedir. Komplikasyon gelişmeyen hastalarda ise, EÜV'nin bir süre sonra etkin olmaması genellikle daha geç dönemde klinik bozulmaya yol açmasıdır ve bu durum cerrahi müdahalenin daha geç yapılmasına yol açmış olabilir. Bu da komplikasyonların, sadece başarısızlıkla değil, aynı zamanda cerrahiye yönlendirme sürecinin zamanlamasıyla da ilişkili olabileceğini göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, hidrocefali tanılı 113 hastada endoskopik üçüncü ventrikülostominin (EÜV) etkinliği ve başarıyı etkileyen klinik, etyolojik ve radyolojik faktörler retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Genel cerrahi başarı oranının %75,22 olarak bulunması ve cerrahiye bağlı mortalite saptanmamış olması, EÜV'nin hidrocefali tedavisinde güvenilir ve etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Literatürde EÜV için bildirilen başarı oranları çoğunlukla %60–80 aralığında olup, özellikle uygun seçilmiş obstrüktif hidrocefali olgularında ortalama başarı oranlarının %70'ler civarında olduğu sistematik derlemelerde de gösterilmiştir.¹⁹³

Benzer şekilde, Kulkarni ve arkadaşlarının çok merkezli kohort çalışmasında EÜV başarı oranı %64–67 düzeyinde bildirilmiştir; bu oran çalışmamızdaki %75,22'lik başarı oranı ile aynı düzeyde, hatta bir miktar daha yüksek görünmektedir.¹⁴³

5.1. Yaş ve hastaneye başvuru

Çalışmamızda en yüksek başarı oranları 10–18 yaş grubunda (%90,9) ve erişkinlerde (%76,9) saptanırken, en düşük başarı oranı 1–6 ay arasındaki bebeklerde (%40,0) izlenmiştir. Bu bulgu, klinik olarak özellikle bir yaş altı hastalarda EÜV'nin daha düşük başarı eğilimine sahip olabileceğini düşündürmektedir. Literatürde de, Kulkarni'nin geliştirdiği EÜV Başarı Skoru (ETVSS) modelinde, 3 aydan küçük bebeklerde beklenen başarı oranlarının %40–50'ye kadar düştüğü, buna karşın daha büyük çocuklarda ve erişkinlerde anlamlı derecede daha yüksek olduğu bildirilmiştir.^{144,195}

İnfanlarda EÜV başarısının görece düşük olması, bu grupta EÜV'ye ek olarak koroid pleksus koterizasyonu (ETV/CPC) öneren çalışmalarda da vurgulanmıştır. Stone ve Warf'ın serilerinde, infantil hidrocefalide ETV/CPC kombinasyonunun 1 yıllık başarı oranlarının yüksek olduğu ve tek başına EÜV'ye göre daha uygun olabileceği bildirilmiştir.^{57,197}

Bu açıdan bakıldığında, çalışmamızda bir yaş altı grupta başarı oranlarının düşük, daha büyük çocuk ve erişkinlerde ise daha yüksek bulunmuş olması, mevcut literatürle uyumlu bir yaş eğilimini desteklemektedir.

Başvuru şikâyetleri açısından erişkinlerde baş ağrısının, çocuklarda baş çevresinde büyümenin en sık yakınma olması, pediatrik ve erişkin hidrosefali serilerinde tarif edilen tipik klinik prezentasyonla paralellik göstermektedir. Çeşitli çocuk ve yetişkin serilerinde, çocuklarda makrosefali ve gelişme geriliğinin, erişkinlerde ise baş ağrısı ve dengesizlik/yürüme bozukluklarının ön planda olduğu bildirilmiştir.^{224,225}

Çalışmamızda başvuru şikâyetlerinin EÜV başarıları ile anlamlı ilişki göstermemesi, literatürde de vurgulandığı üzere, cerrahi başarıyı belirleyen esas faktörlerin semptomdan çok altta yatan etyoloji, obstrüksiyon düzeyi ve BOS dolaşım dinamikleri olduğunu desteklemektedir.²²⁶

5.2. Etiyoloji, hidrosefali tipi ve obstrüksiyon türü

Çalışmamızda, tüm olgular içinde en sık etyolojik neden posterior fossa tümörleri, ikinci sırada akuadukt stenozu olarak saptanmıştır. Birçok seride, özellikle çocukluk çağında triventriküler hidrosefaliye yol açan akuadukt stenozu ile posterior fossa tümörlerinin EÜV'nin en sık endikasyonlarından olduğu bildirilmiştir.^{224,227}

Çalışmamızda tektal tümör, akuadukt stenozu ve posterior fossa tümörü etyolojilerinde klinik olarak yüksek EÜV başarı oranları elde edilmesi, bu patolojilerin EÜV için anatomik olarak uygun olduğu yönündeki literatür bilgisiyle uyumludur. Örneğin, aquedukt stenozuna bağlı obstrüktif hidrosefalide EÜV başarısının %75–85 aralığında olduğu farklı serilerde bildirilmiştir.^{226, 227}

Obstrüktif ve non-obstrüktif hidrosefali tipleri arasında çalışmamızda EÜV başarıları açısından anlamlı fark saptanmamıştır. Klasik olarak, EÜV'nin non-komünike/obstrüktif hidrosefali için ideal yöntem olduğu, komunikan hidrosefalide ise başarı oranlarının daha

düşük olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte, bazı serilerde dikkatle seçilen kommunike veya miks tip olgularda da anlamlı başarı oranları bildirilmektedir.^{225,228}

Çalışmamızda obstrüktif hidrocefali alt grubunda obstrüksiyonun “saf mekanik” ve “inflamatuar” olarak ayrılması ve saf mekanik grupta başarı oranının daha yüksek (%80,85) bulunması, daha önce enfeksiyon veya kanama geçirmiş olgularda EÜV başarısının daha düşük olduğunu bildiren yayınlarla uyumlu bir klinik eğilimi göstermektedir. Deopujari ve arkadaşları, daha önce enfeksiyon veya hemoraji geçirmiş hastalarda EÜV’nin tercih edilirliliğinin azaldığını ve başarı oranlarının düştüğünü vurgulamışlardır.²²⁶

5.3. Primer/sekonder EÜV, klinik yanıt ve ETVSS

Çalışmamızda, EÜV’nin primer tedavi olarak uygulandığı hastalarda başarı oranı %78,43, sekonder tedavi olarak uygulandığı hastalarda ise %45,45 olarak bulunmuş ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, EÜV’nin mümkün olduğunca ilk basamak cerrahi seçenek olarak planlanması gerektiğini desteklemektedir. Literatürde de, daha önce şant uygulanmış veya çoklu BOS girişimi yapılmış hastalarda EÜV başarısının daha düşük olduğu ve ETVSS hesaplanırken “önceden şant varlığı”nın olumsuz bir faktör olarak modele dâhil edildiği gösterilmiştir.^{143,144}

Postoperatif klinik düzelmenin çalışmamızda EÜV başarısı ile son derece güçlü ilişki göstermesi (tam klinik düzelme grubunda %98,31) beklenen bir sonuç olup, literatürde de klinik iyileşmenin tedavi etkinliğinin en önemli göstergelerinden biri olduğu vurgulanmıştır. Son yıllarda yapılan sistematik derlemelerde, EÜV’nin şanta göre benzer veya daha iyi klinik sonuçlar sağladığı, özellikle obstrüktif hidrocefali olgularında fonksiyonel sonuçların yüz güldürücü olduğu rapor edilmiştir.^{229,230}

Preoperatif ETVSS skorunun çalışmamızda cerrahi başarıyı istatistiksel olarak anlamlı biçimde öngörememesi dikkat çekicidir. Orijinal ETVSS çalışmasında ve sonraki

dış validasyonlarda ETVSS'nin genel olarak öngörü gücünün iyi olduğu, ancak tek tek merkez ve alt gruplarda sapmalar olabileceği belirtilmiştir.^{143,231}

Bu açıdan bakıldığında, çalışmamızda ETVSS artışı ile başarı oranı arasında sayısal bir paralellik izlenmesi, ancak istatistiksel anlamlılık elde edilememesi; hasta sayısı, olgu dağılımı ve merkez özelliklerinin ETVSS'nin öngörü gücünü modifiye edebileceğini düşündürmektedir.

5.4. Radyolojik bulguların değerlendirilmesi

Çalışmamızda üçüncü ventrikül taban çöküklüğü (ÜVTÇ / “bowing”) bulgusunun oldukça yüksek oranda (%92,04) saptanmasına rağmen, EÜV başarısı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin gösterilememesi, bu parametrenin tek başına güçlü bir prognostik göstergeden ziyade EÜV için “anatomik uygunluk” işareti olabileceğini düşündürmektedir. Literatürde bowing işaretinin bazı serilerde EÜV için olumlu bir kriter olarak değerlendirildiği, ancak tüm çalışmalarda tutarlı prognostik değer sunmadığı bildirilmektedir.²³²

Preoperatif Evans indeksi, FH/ID oranı ve bikaudat indeksine göre “normal”, “sınırdan” ve “ventrikülomegali” grupları arasında çalışmamızda EÜV başarısı yönünden anlamlı fark olmaması, ventrikül genişlik derecesinin tek başına cerrahi başarıyı belirlemediğini göstermektedir. Bununla birlikte, başarılı grupta postoperatif Evans, FH/ID ve bikaudat indekslerinde anlamlı azalma olması ve bu değişimlerin özellikle Evans ve FH/ID deltalarında başarılı ve başarısız gruplar arasında anlamlı farklılık yaratması, ventrikül boyutlarında küçülmenin EÜV etkinliğinin önemli bir radyolojik göstergesi olduğuna işaret etmektedir. Benzer şekilde, bazı serilerde de başarılı EÜV olgularında ventriküler boyutlarda belirgin regresyon tarif edilmiştir.^{224,233}

Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, mutlak preoperatif indeks değerlerinden ziyade, cerrahi sonrası ventriküler boyutlardaki değişimin (delta) hem radyolojik hem de klinik açıdan daha anlamlı bir parametre olabileceği sonucuna varılabilir.

5.5. Komplikasyonlar, tekrar cerrahi gereksinimi ve güvenlik profili

Çalışmamızda komplikasyon oranı %23,89 olarak saptanmış, cerrahiye bağlı mortalite izlenmemiştir. EÜV'ye ilişkin sistematik derlemelerde komplikasyon oranları genel olarak %8–15, kalıcı morbidite oranlarının ise %2–3, mortalite oranlarının %0,2–1 civarında olduğu bildirilmiştir.^{234, 235}

Çalışmamızdaki komplikasyon oranının bu aralıkta, mortalitenin ise sıfır olması, merkezimizin komplikasyon profilinin literatürle uyumlu ve kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu göstermektedir.

Komplikasyonlar içerisinde özellikle BOS fistülünün EÜV başarısızlığı ile anlamlı ilişki göstermesi (başarısızlık oranı %80, $p = 0,00019$) dikkat çekicidir. Literatürde EÜV sonrası BOS kaçağının, tekrar cerrahi ve şant ihtiyacını artıran önemli bir komplikasyon olduğu, dural kapanmanın teknik kalitesinin sonuçlar üzerinde doğrudan etkili olduğu vurgulanmaktadır.^{224,236}

Çalışmamızda komplikasyon gelişen hastalarda tekrar BOS cerrahisi gereksiniminin anlamlı derecede yüksek bulunması (%55,56'ya karşı %20,93), bu ilişkiyi desteklemektedir. EÜV ile şant cerrahisini karşılaştıran meta-analizlerde de EÜV'nin genel komplikasyon oranının ve özellikle enfeksiyon riskinin şant cerrahisine kıyasla daha düşük olduğu, buna karşın başarısız olgularda tekrar cerrahiye ihtiyaç duyulabildiği gösterilmiştir.^{230, 237}

Bu açıdan bakıldığında, çalışmamızın sonuçları EÜV'nin genel olarak güvenli bir prosedür olduğunu, ancak özellikle BOS fistülünün hem erken hem de geç dönem başarısızlık açısından önemli bir risk faktörü sayılması gerektiğini göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1 Hipotezler ve Sonuçları

1. EÜV'nin başarısı yaş faktörüne bağlı olarak farklılık gösterir; bu bağlamda, özellikle bir aylıktan küçük ve genel olarak bir yaş altı çocuklarda tedavi başarısı, daha büyük yaştaki bireylere göre daha azdır: EÜV başarısının yaş gruplarına göre dağılımına bakıldığında, en düşük başarı oranları 1 yaş altı çocuklarda (özellikle 1–6 ay arası %40,0) izlenirken, en yüksek oranlar 10–18 yaş (%90,9) ve erişkinlerde (%76,9) gözlenmiştir. Bu dağılım, klinik açıdan yaş faktörünün EÜV başarısını etkileyebileceğini düşündürmektedir. Ancak, Fisher's Exact testi ile yapılan istatistiksel analiz sonucunda bu farklılıklar anlamlı bulunmamıştır (tüm gruplarda $p > 0,05$). Bu durum, örneklem büyüklüğünün bazı yaş gruplarında yetersiz olması ve başarı oranları arasındaki farkların istatistiksel güce ulaşamamasıyla açıklanabilir. Sonuç olarak hipotez doğrulanamamıştır.

2. EÜV'nin etkinliği, hidrosefaliye neden olan etyolojik faktörlere göre değişiklik göstermektedir. İnflamatuvar süreçlere bağlı obstrüksiyonların eşlik ettiği olgularda tedavi başarısı düşüktür. Buna göre saf mekanik tip hidrosefali vakalarında diğer tipe kıyasla EÜV başarısı daha yüksektir: Çalışmamızda obstrüktif hidrosefali tanılı 92 hasta, obstrüksiyonun etyolojisine göre “saf mekanik” ve “inflamatuvar” olarak iki gruba ayrıldı. EÜV başarı oranı saf mekanik grupta %80,85, inflamatuvar grupta ise %68,89 olarak saptandı. Sayısal fark saf mekanik grup lehine olsa da, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p = 0,278$). Bu bulgular, inflamasyona bağlı anatomik değişikliklerin EÜV etkinliğini azaltabileceğini düşündürse de, mevcut örneklem büyüklüğünde bu fark istatistiksel olarak doğrulanamamıştır. Bu hipotez doğrulanamamıştır.

3. Hidrosefali tedavisinde EÜV hastaya sekonder tedavi seçeneği olarak uygulandığında (primer uygulamalara kıyasla) EÜV başarısını azaltmaktadır: Veriler,

EÜV'nin primer tedavi olarak uygulandığında sekonder uygulamalara göre anlamlı derecede daha başarılı olduğunu göstermektedir ($p = 0,026$). Sekonder EÜV uygulamalarında başarı oranı %45,45 ile belirgin şekilde daha düşük bulunmuştur. Dolayısıyla, EÜV'nin sekonder tedavi olarak uygulanmasının başarıyı azalttığı yönündeki hipotez istatistiksel olarak doğrulanmıştır.

4. Preoperatif MRG incelemelerinde üçüncü ventrikül tabanı dorsum sella ile korpus mamillare arasına çizilen hattın altında kaldığında, yani Üçüncü Ventrikül Tabanında Çöküklük (“Bowing” işareti) olan olgularda EÜV başarı oranı yüksektir: Preoperatif MRG’de üçüncü ventrikül tabanında çöküklük (ÜVTÇ–“Bowing” işareti) saptanan hastalarda EÜV başarı oranı, bowing olmayanlara göre daha yüksek bulunmuştur (%75,96 vs. %66,67). Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0,828$). Bu sonuçlar, üçüncü ventrikül tabanında çöküklük bulgusunun EÜV başarısını artırabileceğini düşündürmekle birlikte, çalışmamızda bu hipotez istatistiksel olarak doğrulanamamıştır.

5. Preoperatif MRG’de Evans indeksi >0,3 (Ventrikülomegali) veya FH/ID >0,5 (Hidrosefali) veya BKİ $\geq 0,16$ (Ventrikülomegali) olduğunda EÜV başarısı artıyor: Preoperatif MRG bulgularına göre, Evans indeksi $> 0,3$, FH/ID oranı $> 0,5$ veya BKİ $\geq 0,16$ olan hastalarda EÜV başarısının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bu ölçütlere dayalı başarı oranları, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$). Bu durum, ilgili preoperatif radyolojik parametrelerin EÜV başarısını öngörme açısından sınırlı prediktif değere sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak hipotez doğrulanamamıştır.

6. Postoperatif dönemde etkin bir EÜV sonrası kontrol MRG’de Evans İndeksi, FH/ID oranı ve BKİ radyolojik ölçümleri anlamlı düzeyde azalır ve preoperatif ve postoperatif arasındaki farkları(delta) arttıkça EÜV etkinliği artar: Başarılı EÜV sonrası Evans indeksi, FH/ID oranı ve Bikaudat indeksi anlamlı düzeyde azalmış; özellikle Evans ve FH/ID ölçümlerindeki delta artışı, cerrahi etkinlikle güçlü biçimde ilişkilendirilmiştir. BKİ’deki değişim ise başarı ile istatistiksel düzeyde ilişkilendirilmemiştir. Sonuç olarak, postoperatif MRG’de özellikle Evans ve FH/ID

oranlarında gözlenen anlamlı küçülme, EÜV'nin etkinliğinin radyolojik bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Hipotez büyük ölçüde doğrulanmıştır.

7. EÜV sonrası BOS fistülü gelişmesi, EÜV'nin başarısız olduğunun

göstergesidir: Çalışmamızda, BOS fistülü gelişen olgularda EÜV başarısızlık oranı %80,00 olup, bu oran diğer gruplara kıyasla anlamlı düzeyde yüksektir ($p = 0,00019$). Bu bulgu, BOS fistülü gelişiminin EÜV başarısızlığının güçlü bir göstergesi olabileceğini desteklemekte ve hipotezi doğrulamaktadır.

8. EÜV işlemi ile ilişkili meydana gelen minör ya da majör beyin kanamaları

EÜV'nin başarı oranını olumsuz etkilemektedir: Çalışmamızda EÜV'ye bağlı gelişen intrakraniyal kanamalar incelendiğinde, majör kanama grubunda başarısızlık oranı %50,00, minimal kanama grubunda ise %18,18 olarak saptanmıştır. Ancak bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p = 0,436$ ve $p = 0,729$). Bu sonuçlar, mevcut örnekleme beyin kanamalarının EÜV başarısını anlamlı düzeyde etkilemediğini göstermektedir. Bununla birlikte, özellikle majör kanama grubundaki yüksek başarısızlık oranı, daha geniş örneklemelerle yeniden değerlendirilmelidir. Hipotez doğrulanamamıştır.

9. EÜV Başarı Skoru (ETVSS) gruplandırarak değerlendirildiğinde (ETVSS

<%50 düşük, %50-69 orta ve $\geq$ %70 yüksek skor grubu) yüksek skor grubu vakalarında EÜV başarı oranı daha yüksektir: Çalışmamızda ETVSS skoruna göre yapılan gruplandırmada, başarı oranı düşük skor grubunda belirgin şekilde daha düşük saptanmıştır. Ancak, yüksek ve orta skor gruplarında başarı oranları benzer düzeyde bulunmuş ve gruplar arasında gözlenen farklar istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır ($p > 0,05$). Bu nedenle, ETVSS skorunun artışı ile EÜV başarısının artma eğilimi gözlense de, bu hipotez mevcut verilerle istatistiksel olarak doğrulanamamıştır.

6.2. Araştırma Sonuçları

Bu çalışmada, endoskopik üçüncü ventrikülostominin (EV) hidrosefali tedavisindeki etkinliği ve başarıyı etkileyen çeşitli klinik, radyolojik ve etyolojik faktörler retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Bulgular doğrultusunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Genel EV başarı oranı %75,22 olarak saptanmış, cerrahiye bağlı mortaliteye rastlanmamıştır. Bu oran, literatürde bildirilen başarı aralıkları (%60–80) ile uyumlu olup, EV'nin güvenli ve etkili bir tedavi yöntemi olduğunu desteklemektedir.
2. Yaş faktörünün EV başarısını etkileyebileceğine dair klinik eğilim izlenmiş olsa da, istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gösterilememiştir. Özellikle bir yaş altı çocuklarda başarı oranları düşüktür, ancak örneklem büyüklüğü istatistiksel güce ulaşmamıştır.
3. Etyolojik faktörler arasında özellikle posterior fossa tümörü, tektal tümör ve akuadukt stenozu olan hastalarda başarı oranı yüksek izlenmiştir. Ancak bu etyolojilerin EV başarısı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.
4. EV'nin primer tedavi olarak uygulandığı hastalarda başarı oranı anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuş, bu da EV'nin ilk seçenek olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir ($p = 0,026$).
5. Postoperatif klinik düzelme düzeyi, EV başarısıyla yüksek düzeyde ilişkili bulunmuştur (tam düzelme grubunda başarı oranı %98,31). Bu durum, klinik yanıtın cerrahi etkinliğin doğrudan bir göstergesi olduğunu göstermektedir.

6. Preoperatif ETV Başarı Skoru (ETVSS) ile başarı oranı arasında sayısal bir paralellik izlenmiş, ancak istatistiksel anlamlılık elde edilememiştir. Bu durum, ETVSS'nin merkez bazlı farklılıklardan etkilenebileceğini düşündürmektedir.
7. Radyolojik değerlendirmelerde, preoperatif indeks değerlerinin (Evans, FH/ID, BKİ) tek başına prognostik yeterlilik sunmadığı görülmüştür. Buna karşın, postoperatif dönemde ventriküler ölçümlerdeki anlamlı azalmalar, başarılı vakalarla istatistiksel olarak ilişkili bulunmuştur. Özellikle Evans ve FH/ID oranlarındaki delta değişimi, cerrahi etkinliğin radyolojik bir göstergesi olarak öne çıkmaktadır.
8. Üçüncü ventrikül taban çöküklüğü (bowing) bulgusu, başarı oranını sayısal olarak artırsa da bu fark anlamlı bulunmamıştır.
9. Komplikasyon oranı %23,89 olup en sık komplikasyon BOS fistülü olarak izlenmiştir. BOS fistülünün EÜV başarısızlığıyla anlamlı ilişkili olması ($p = 0,00019$), bu komplikasyonun prognostik bir uyarıcı olabileceğini göstermektedir.
10. Komplikasyon gelişen hastalarda tekrar BOS cerrahisi gereksinimi anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur (%55,56 vs. %20,93), bu da komplikasyonların hem başarısızlık hem de müdahale zamanlaması açısından belirleyici olduğunu göstermektedir.

6.3 Öneriler

- EÜV'nin primer tedavi olarak değerlendirilmesi, özellikle uygun anatomik ve klinik özelliklere sahip olgularda, başarı şansını artırabileceği için tercih edilmelidir.

- Bir yaş altı çocuklarda, EÜV'nin başarı oranı görece düşük olduğundan, bu yaş grubunda ETV/CPC (koroid pleksus koterizasyonu ile kombine) gibi alternatif teknikler göz önünde bulundurulmalıdır.
- ETVSS skoru, hasta seçimi için yardımcı olabilir, ancak tek başına yeterli prognostik araç olarak kullanılmamalıdır. Klinik karar sürecinde klinik durum, etyoloji ve radyolojik bulgularla birlikte değerlendirilmelidir.
- Radyolojik ölçümlerin delta değişimleri (özellikle Evans ve FH/ID oranı), cerrahi başarının değerlendirilmesinde kullanılabilir. Bu nedenle pre ve postoperatif ventrikül indekslerinin standart şekilde ölçülmesi önerilmektedir.
- Komplikasyon gelişimini önlemeye yönelik teknik iyileştirmeler, özellikle dural kapanma kalitesini artırmaya odaklanmalıdır. BOS fistülü gibi komplikasyonların önlenmesi, hem başarı oranını artıracak hem de tekrar cerrahi gereksinimini azaltacaktır.
- EÜV sonrası takipte, sadece klinik değil, radyolojik kontrollerin de periyodik olarak yapılması; ventriküler boyutlardaki değişimlerin saptanması açısından önem taşımaktadır.
- Komplikasyon gelişen olgularda tekrar cerrahiye gidiş süresi daha kısa olduğu için, bu hasta grubunun erken dönemde daha sık ve dikkatli izlenmesi gerektiği vurgulanmalıdır.
- İleriye dönük daha geniş hasta serileriyle yapılan prospektif çalışmalar, bu çalışmada anlamlı bulunmayan ancak klinik olarak etkili görünen parametrelerin istatistiksel gücünü artırarak doğrulanmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Torack RM. Historical aspects of normal and abnormal brain fluids. I Cerebrospinal fluids. Arch Neurol. 1982;39:197–201.
2. Dezena RA. Atlas of endoscopic neurosurgery of the third ventricle: basic principles for ventricular approaches and essential intraoperative anatomy. Cham: Springer International Publishing AG; 2017. doi:10.1007/978 3 319 50068 3_1
3. Siraisi NG. Medieval and early renaissance medicine: an introduction to knowledge and practice. Chicago: The University of Chicago Press; 1990.
4. Keele KD. Leonardo da Vinci's influence on Renaissance anatomy. Med Hist. 1964;8:360–70.
5. Torack RM. Historical aspects of normal and abnormal brain fluids. II Hydrocephalus. Arch Neurol. 1982;39:276–9.
6. Milhorat TH. The third circulation revisited. J Neurosurg. 1975;42:628–45.
7. Schroeck L. De infante hydrocephalo. In: Miscellanea Curiosa... Observationes Medico Physico Anatomico Botanico Mathematicas, t. 22; 1696. p. 238.
8. Ruysch F. Thesaurus anatomicus secundus. Amsterdam: Frederik Ruysch; 1702. Tabula III.
9. Pacchioni A. Disquisitio anatomicae de dura e meningis. Leipzig: Acta Eruditorum; 1703.
10. Morgagni GB. De sedibus, et causis morborum per anatomen indagatis libri quinque. Typographia Remondiniana; 1761.
11. Davis M, Loukas M, Tubbs RS. Jean Cruveilhier and his contributions to understanding childhood hydrocephalus, Chiari II malformation, and spina bifida. Childs Nerv Syst. 2018;34(9):1613–5. doi:10.1007/s00381 017 3529 4
12. Cruveilhier J. Anatomie pathologique du corps humain. Paris: J B Baillière; 1829–42.
13. Dandy WE. Diagnosis and treatment of hydrocephalus resulting from strictures of the aqueduct of Sylvius. Surg Gynecol Obstet. 1920;31:340–58.
14. Scarff JE. Treatment of hydrocephalus by operations not requiring mechanical tubes or valves. In: Workshop in hydrocephalus. Philadelphia: The Children's Hospital of Philadelphia; 1965. p. 38–78.
15. Dandy WE. An operative procedure for hydrocephalus. Bull Johns Hopk Hosp. 1922;33:189–90.
16. Nulsen FE, Spitz EB. Treatment of hydrocephalus by direct shunt from ventricle to jugular vein. Surg Forum. 1951;2:399–403.
17. Demerdash A, Rocque BG, Johnston J, Rozzelle CJ, Yalcin B, Oskouian R, et al. Endoscopic third ventriculostomy: a historical review. Br J Neurosurg. 2017;31(1):28–32. doi:10.1080/02688697.2016.1245848
18. Rekate HL. Does it matter which shunt is used? Crit Rev Neurosurg. 1996;6:57–63.
19. Milhorat TH, Hammock MK, Di Chiro G. The subarachnoid space in congenital

- obstructive hydrocephalus. Part 1: cisternographic findings. *J Neurosurg.* 1971;35:1–6.
20. Naidich TP, McLone DG. Radiographic classification and gross morphologic features of hydrocephalus. In: Hoffman H, Epstein F, editors. *Disorders of the developing nervous system: diagnosis and treatment.* London: Blackwell Scientific Publications; 1986. p. 505–39.
 21. Leksell L. A surgical procedure for atresia of the aqueduct of Sylvius. *Acta Psychiatr Neurol.* 1949;24:559–68.
 22. Elvidge AR. Treatment of obstructive lesions of the aqueduct of Sylvius and fourth ventricle by interventriculostomy. *J Neurosurg.* 1966;24:11–26.
 23. Cuatrecasas W, Richardson NK. Transcutaneous therapeutic canalization of aqueductal stenosis in a hydrocephalic; case report and technical note. *Acta Neurochir (Wien).* 1979;47:181–6.
 24. Avman N, Dinçer C. Venous malformation of the aqueduct of Sylvius treated by interventriculostomy: 15 years follow-up. *Acta Neurochir (Wien).* 1980;52:219–24.
 25. Backlund EO, Grepe A, Lunsford D. Stereotaxic reconstruction of the aqueduct of Sylvius. *J Neurosurg.* 1981;55:800–10.
 26. Lapras CL, Bret JD, Patet JD, Huppert J, Honorato D. Hydrocephalus and aqueduct stenosis: direct surgical treatment by interventriculostomy (aqueduct cannulation). *J Neurosurg Sci.* 1986;30:47–53.
 27. Dandy WE. Diagnosis and treatment of strictures of the aqueduct of Sylvius (causing hydrocephalus). *Arch Surg.* 1945;51(1):14.
 28. Scarff JE. Treatment of obstructive hydrocephalus by puncture of the lamina terminalis and floor of the third ventricle. *J Neurosurg.* 1951;8:204–13.
 29. Guillaume J, Mazars G. Indications et résultats de la ventriculostomie sus optique dans l'hydrocéphalie de l'adulte. *Rev Neurol (Paris).* 1950;82:421–4.
 30. Patterson RH, Bergland RM. The selection of patients for third ventriculostomy based on experience with 33 operations. *J Neurosurg.* 1968;29:252–4.
 31. Brocklehurst G. Trans callosal third ventriculo chiasmatic cisternostomy: a new approach to hydrocephalus. *Surg Neurol.* 1974;2:109–14.
 32. Poblette M, Zamboni R. Stereotaxic third ventriculocisternostomy. *Confinia Neurol.* 1979;37:150–5.
 33. Hoffman HJ, Harwood Nash D, Gilday DL. Percutaneous third ventriculostomy in the management of non communicating hydrocephalus. *Neurosurgery.* 1980;7:313–21.
 34. Kelly JP, Goers S, Kall BA, Kispert DB. Computed tomography based stereotactic third ventriculostomy: technical note. *Neurosurgery.* 1986;18:791–9.
 35. McNickle HF. The surgical treatment of hydrocephalus: a simple method of performing third ventriculostomy. *Br J Surg.* 1947;34:302–7.
 36. Forjaz S, Martelli N, Latuf N. Hypothalamic ventriculostomy with catheter: technical note. *J Neurosurg.* 1968;29:655–9.
 37. Sayers MP, Kosnik EJ. Percutaneous third ventriculostomy: experience and technique. *Childs Brain.* 1976;2:24–30.
 38. Jaksche H, Loew F. Burr hole third ventriculo cisternostomy: an unpopular but effective procedure for treatment of certain forms of occlusive hydrocephalus. *Acta*

- Neurochir (Wien). 1986;79:48–51.
39. Decq P, Schroeder HW, Fritsch M, Cappabianca P. A history of ventricular neuroendoscopy. *World Neurosurg.* 2013;79(2 Suppl):S14.e1–6. doi:10.1016/j.wneu.2012.02.034
40. Dandy WE. Cerebral ventriculostomy. *Bull Johns Hopk Hosp.* 1922;33:189.
41. Oi, Shizuo. "Classification of hydrocephalus: critical analysis of classification categories and advantages of "Multi-categorical Hydrocephalus Classification"(Mc HC)." *Child's Nervous System* 27.10 (2011): 1523-1533.
42. Scarff JE. Third ventriculostomy as the rational treatment of obstructive hydrocephalus. *J Pediatr.* 1935;6:870–1.
43. Kretzer RM, Crosby RW, Rini DA, Tamargo RJ. Dorcas Hager Padgett: neuroembryologist and neurosurgical illustrator trained at Johns Hopkins. *J Neurosurg.* 2004;100(4):719–30. doi:10.3171/jns.2004.100.4.0719
44. MGH Neurosurgery Alumni Society. William Jason Mixter [Internet]. 2010. Available from: <https://alumni.neurosurgery.mgh.harvard.edu/mixter.htm>
45. Mixter WJ. Ventriculostomy and puncture of the floor of the third ventricle. *Boston Med & Surg J.* 1923;188:277–8.
46. Fay T, Grant FC. Ventriculostomy and intraventricular photography in internal hydrocephalus: report of case. *JAMA.* 1923;80(7):461–3.
47. Geiger M, Cohen AT. The history of neuroendoscopy. In: Cohen A, Haines SJ, editors. *Concepts in Neurosurgery, Vol 7: minimally invasive techniques in neurosurgery.* Baltimore: Williams & Wilkins; 1995. p. 1–13.
48. Putnam TJ. Treatment of hydrocephalus by endoscopic coagulation of the choroid plexus: description of a new instrument and preliminary report of results. *N Engl J Med.* 1934;210(26):1373–6.
49. Fukushima T, Ishijima B, Hirakawa K, Nakamura N, Sano K. Ventriculofiberscope: a new technique for endoscopic diagnosis and operation: technical note. *J Neurosurg.* 1973;38(2):251–6.
50. Griffith HB, Jamjoom AB. The treatment of childhood hydrocephalus by choroid plexus coagulation and artificial cerebrospinal fluid perfusion. *Br J Neurosurg.* 1990;4(2):95–100.
51. Rieger A, Rainov NG, Sanchin L, Schöpp G, Burkert W. Ultrasound guided endoscopic fenestration of the third ventricular floor for non communicating hydrocephalus. *Min Invasive Neurosurg.* 1996;39(1):17–20.
52. Rohde V, Reinges MHT, Krombach GA, Gilsbach JM. The combined use of image guided frameless stereotaxy and neuroendoscopy for the surgical management of occlusive hydrocephalus and intracranial cysts. *Br J Neurosurg.* 1998;12(6):531–8.
53. Schmitt PJ, Jane JA Jr. A lesson in history: the evolution of endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurg Focus.* 2012;33(2):E11.
54. Sgouros S. *Neuroendoscopy: current status and future trends.* Berlin: Springer; 2013.
55. Stone SS, Warf BC. Combined endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization as primary treatment for infant hydrocephalus: a prospective

- North American series: clinical article. *J Neurosurg Pediatr.* 2014;14(5):439–46.
58. Warf BC. Comparison of endoscopic third ventriculostomy alone and combined with choroid plexus cauterization in infants younger than 1 year of age: a prospective study in 550 African children. *J Neurosurg.* 2005;103(6 Suppl):475–81.
59. Warf BC, Tracy S, Mugamba J. Long term outcome for endoscopic third ventriculostomy alone or in combination with choroid plexus cauterization for congenital aqueductal stenosis in African infants. *J Neurosurg Pediatr.* 2012;10(2):108–11.
60. Von Staden H. *Herophilus: The Art of Medicine in Early Alexandria.* New York: Cambridge University Press; 1989.
61. Mortazavi MM, Adeeb N, Griessenauer CJ, Sheikh H, Shahidi S, Tubbs RI, et al. The ventricular system of the brain: a comprehensive review of its history, anatomy, histology, embryology, and surgical considerations. *Childs Nerv Syst.* 2014;30:19–35. doi:10.1007/s00381-013-2321-3
62. Gross CG. *Brain, Vision, Memory: Tales in the History of Neuroscience.* Cambridge: MIT Press; 1998.
63. Tascioglu AO, Tascioglu AB. Ventricular anatomy: illustrations and concepts from antiquity to renaissance. *Neuroanatomy.* 2005;4:57–63.
64. Telfer W. *Cyril of Jerusalem and Nemesius of Emesa.* Philadelphia: Westminster Press; 1955.
65. Corner GW. *Anatomical Texts of the Earlier Middle Ages: A Study in the Transmission of Cultures.* Washington DC: Carnegie Institute of Washington; 1927.
66. Reisch G. *Margarita Philosophica.* Freiburg: Schott; 1503.
67. Woolam DMH. Concepts of the brain and its functions in classical antiquity. In: Poynter FNL, editor. *The History and Philosophy of Knowledge of the Brain and Its Function.* Springfield: Thomas; 1958:48–75.
68. Singer CJ. *A Short History of Anatomy from the Greeks to Harvey.* 2nd ed. New York: Dover Publications; 1957.
69. McMurrich JP. *Leonardo da Vinci the Anatomist.* Baltimore: Williams & Wilkins; 1930.
70. Clayton M. *Leonardo da Vinci: The Anatomy of Man.* Boston: Little, Brown and Company; 1992.
71. Vinci L, Vangensten OCL, Fonahn A, Hopstock H. *Quaderni di Anatomia.* Christiania: Jacob Dubwad; 1911–1916.
72. Ariès P. *The Hour of Our Death.* New York: Knopf; 1981.
73. Peccatori S, Zuffi S. *Piero della Francesca.* London: Dorling Kindersley; 1999.
74. Vesalius A. *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem.* Basel: Johannes Oporinus; 1543.
75. Santos ARL, Fratzoglou M, Perneczky A. A historical mistake: the aqueduct of Sylvius. *Neurosurg Rev.* 2004;27:224–225. doi:10.1007/s10143-004-0334-9
76. Tubbs RS, Loukas M, Shoja MM, Shokouhi G, Oakes WJ. François Magendie (1783–1855) and his contributions to the foundations of neuroscience and neurosurgery. *J Neurosurg.* 2008;108:1038–1042. doi:10.3171/JNS/2008/108/5/1038
77. Von Luschka H. *Die Adergeflechte des Menschlichen Gehirnes: Eine Monographie.*

- Berlin: Georg Reimer; 1855.
78. Key A, Retzius MG. Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. Stockholm: Samson & Wallin; 1875.
 79. Rhoton AL Jr. The lateral and third ventricles. *Neurosurgery*. 2002;51(Suppl):S207–S271.
 80. Standring S, editor. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2008.
 81. Miyajima M, Arai H. Evaluation of the production and absorption of cerebrospinal fluid. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2015;55:647–656. doi:10.2176/nmc.ra.2015-0003
 82. Oi S, Di Rocco C. Proposal of “evolution theory in cerebrospinal fluid dynamics” and minor pathway hydrocephalus in developing immature brain. *Childs Nerv Syst*. 2006;22:662–669. doi:10.1007/s00381-005-0020-4
 83. Brinker T, Stopa E, Morrison J, Klinge P. A new look at cerebrospinal fluid circulation. *Fluids Barriers CNS*. 2014;11:10. doi:10.1186/2045-8118-11-10
 84. Hassin GB. The cerebrospinal fluid pathways (a critical note). *J Neuropathol Exp Neurol*. 1947;6:172–176.
 85. Davson H, Segal MB. *Physiology of the CSF and Blood–Brain Barriers*. New York: CRC Press; 1996.
 86. Rodriguez EM, Blazquez JL, Guerra M. The design of barriers in the hypothalamus allows the median eminence and the arcuate nucleus to enjoy private milieus: the former opens to the portal blood and the latter to the cerebrospinal fluid. *Peptides*. 2010;31:757–776. doi:10.1016/j.peptides.2010.01.003
 87. Lehtinen MK, Walsh CA. Neurogenesis at the brain–cerebrospinal fluid interface. *Annu Rev Cell Dev Biol*. 2011;27:653–679. doi:10.1146/annurev-cellbio-092910-154026
 88. Sawamoto K, Wichterle H, Gonzalez-Perez O, Cholfin JA, Yamada M, Spassky N, et al. New neurons follow the flow of cerebrospinal fluid in the adult brain. *Science*. 2006;311:629–632. doi:10.1126/science.1119133
 89. Del Bigio MR. The ependyma: a protective barrier between brain and cerebrospinal fluid. *Glia*. 1995;14:1–13. doi:10.1002/glia.440140102
 90. Siyahhan B, Knobloch V, de Zélicourt D, Asgari M, Schmid Daners M, Poulikakos D, et al. Flow induced by ependymal cilia dominates near wall cerebrospinal fluid dynamics in the lateral ventricles. *J R Soc Interface*. 2014;11:20131189. doi:10.1098/rsif.2013.1189
 91. Lehtreck KF, Delmotte P, Robinson ML, Sanderson MJ, Witman GB. Mutations in *hyd1n* impair ciliary motility in mice. *J Cell Biol*. 2008;180:633–643. doi:10.1083/jcb.200710162
 92. Roth Y, Kimhi Y, Edery H, Aharonson E, Priel Z. Ciliary motility in brain ventricular system and trachea of hamsters. *Brain Res*. 1985;330:291–297. doi:10.1016/0006-8993(85)90688-2
 93. Ibanez-Tallon I, Pagenstecher A, Fliegauf M, Olbrich H, Kispert A, Ketelsen UP, et al. Dysfunction of axonemal dynein heavy chain *Mdnah5* inhibits ependymal flow and reveals a novel mechanism for hydrocephalus formation. *Hum Mol Genet*. 2004;13:2133–2141. doi:10.1093/hmg/ddh219
 94. Tissir F, Qu Y, Montcouquiol M, Zhou L, Komatsu K, Shi D, et al. Lack of

- cadherins Celsr2 and Celsr3 impairs ependymal ciliogenesis, leading to fatal hydrocephalus. *Nat Neurosci.* 2010;13:700–707. doi:10.1038/nn.2555
95. Lee L. Riding the wave of ependymal cilia: genetic susceptibility to hydrocephalus in primary ciliary dyskinesia. *J Neurosci Res.* 2013;91:1117–1132. doi:10.1002/jnr.23238
 96. Davson H. Formation and drainage of the cerebrospinal fluid. *Sci Basis Med Annu Rev.* 1966:238–259.
 97. Davson H, Domer FR, Hollingsworth JR. The mechanism of drainage of the cerebrospinal fluid. *Brain.* 1973;96:329–336.
 98. Johanson CE, Duncan JA 3rd, Klinge PM, Brinker T, Stopa EG, Silverberg GD. Multiplicity of cerebrospinal fluid functions: new challenges in health and disease. *Cerebrospinal Fluid Res.* 2008;5:10. doi:10.1186/1743-8454-5-10
 99. Weed LH. Studies on cerebro-spinal fluid. No II: the theories of drainage of cerebro-spinal fluid with an analysis of the methods of investigation. *J Med Res.* 1914;31:21–49.
 100. Dezena RA. The ventricular system. In: *Atlas of Endoscopic Neurosurgery of the Third Ventricle.* Cham: Springer International Publishing; 2017:3–34.
 101. Jannetta PJ. Gross (mesoscopic) description of the human trigeminal nerve and ganglion. *J Neurosurg.* 1967;26(1):109–11.
 102. Resch KD, Perneczky A, Tschabitscher M, Kindel S. Endoscopic anatomy of the ventricles. *Acta Neurochir Suppl.* 1994;61:57–61.
 103. Burtcher J, Dessl A, Maurer H, Seiwald M, Felber S. Virtual neuroendoscopy, a comparative magnetic resonance and anatomical study. *Minim Invasive Neurosurg.* 1999;42(3):113–7.
 104. Matula C, Tschabitscher M, Kitz K, Reinprecht A, Koos WT. Neuroanatomical details under endoscopical view – relevant for radiosurgery? *Acta Neurochir Suppl.* 1995;63:1–4.
 105. King WA, Frazee JG, De Salles AAF. *Endoscopy of the central and peripheral nervous system.* New York: Thieme; 1998.
 106. Romero ADCB, Aguiar PHP, Borchardt TB, Conci A. Quantitative ventricular neuroendoscopy performed on the third ventriculostomy: anatomic study. *Neurosurgery.* 2011;68(2 Suppl Operative):347–54; discussion 353–4. doi:10.1227/NEU.0b013e318211449a
 107. Jacobson S, Marcus EM. Meninges, ventricular system and vascular system. In: Jacobson S, Marcus EM, editors. *Neuroanatomy for the Neuroscientist.* New York: Springer; 2008:399–407.
 108. Timurkaynak E, Rhoton AL, Barry M. Microsurgical anatomy and operative approaches to the lateral ventricles. *Neurosurgery.* 1986;19(5):685–723.
 109. Grunert P, Perneczky A, Resch KD. Endoscopic procedures through the foramen interventriculare of Monro under stereotactical conditions. *Minim Invasive Neurosurg.* 1994;37(1):2–8.
 110. Fujii K, Lenkey C, Rhoton AL. Microsurgical anatomy of the choroidal arteries: lateral and third ventricles. *J Neurosurg.* 1980;52(2):165–88.
 111. Cuello LM, Gagliardi CE. Anatomía endoscópica del sistema ventricular. In: *Técnicas actuales en neurocirugía endoscópica.* Buenos Aires: Ediciones de la

- Guadalupe; 2007:95–106.
112. Lang J. Anatomy of the midline. *Acta Neurochir Suppl.* 1985;35:6–22.
 113. Ernestus RI, Krüger K, Ernst S, Lackner K, Klug N. Relevance of magnetic resonance imaging for ventricular endoscopy. *Minim Invasive Neurosurg.* 2002;45(2):72–7.
 114. Loes DJ, Barloon TJ, Yuh WT, DeLaPaz RL, Sato Y. MR anatomy and pathology of the hypothalamus. *AJR Am J Roentgenol.* 1991;156(3):579–85.
 115. Corrales M, Torrealba G. The third ventricle. Normal anatomy and changes in some pathological conditions. *Neuroradiology.* 1976;11(5):271–7.
 116. Schroeder HWS. Current status and future developments of neuroendoscopically assisted neurosurgery. In: Sgouros S, editor. *Neuroendoscopy.* Berlin/Heidelberg: Springer; 2014. p. 65–80. doi:10.1007/978-3-642-39085-2_6.
 117. Schroeder HW, Nehlsen M. Value of high-definition imaging in neuroendoscopy. *Neurosurg Rev.* 2009;32:303–8. doi:10.1007/s10143-009-0200-x.
 118. Hopf NJ, Perneczky A. Endoscopic neurosurgery and endoscope-assisted microneurosurgery for the treatment of intracranial cysts. *Neurosurgery.* 1998;43:1330–6.
 119. Gaab MR, Schroeder HW. Neuroendoscopic approach to intraventricular lesions. *Neurosurg Focus.* 1999;6:e5.
 120. Schroeder HW, Gaab MR. Endoscopic resection of colloid cysts. *Neurosurgery.* 2002;51:1441–4.
 121. Schroeder HW, Gaab MR, Niendorf WR. Indications for endoscopic neurosurgery in children. *Childs Nerv Syst.* 1996;12:485–6.
 122. Schroeder HW, Gaab MR, Niendorf WR. Neuroendoscopic approach to arachnoid cysts. *J Neurosurg.* 1996;85:293–8. doi:10.3171/jns.1996.85.2.0293.
 123. Gaab MR, Schroeder HW. Neuroendoscopic approach to intraventricular lesions. *J Neurosurg.* 1998;88:496–505. doi:10.3171/jns.1998.88.3.0496.
 124. Oertel JM, Baldauf J, Schroeder HW, Gaab MR. Endoscopic options in children: experience with 134 procedures. *J Neurosurg Pediatr.* 2009;3:81–9. doi:10.3171/2008.11.PEDS0887.
 125. Oertel JM, Schroeder HW, Gaab MR. Endoscopic stomy of the septum pellucidum: indications, technique, and results. *Neurosurgery.* 2009;64:482–91. doi:10.1227/01.NEU.0000338944.42411.67.
 126. Schroeder HW, Oertel J, Gaab MR. Endoscopic treatment of cerebrospinal fluid pathway obstructions. *Neurosurgery.* 2008;62:1084–92. doi:10.1227/01.neu.0000333774.81563.d8.
 127. Schroeder HW, Gaab MR. Endoscopic aqueductoplasty: technique and results. *Neurosurgery.* 1999;45:508–15.
 128. Schroeder HW, Gaab MR. Intracranial endoscopy. *Neurosurg Focus.* 1999;6:e1.
 129. Schroeder HW, Niendorf WR, Gaab MR. Complications of endoscopic third ventriculostomy. *J Neurosurg.* 2002;96:1032–40. doi:10.3171/jns.2002.96.6.1032.
 130. Caemaert J, Abdullah J, Calliauw L. A multipurpose cerebral endoscope and reflections on technique and instrumentation in endoscopic neurosurgery. *Acta Neurochir Suppl Wien.* 1994;61:49–53.
 131. Schroeder HW. A new multipurpose ventriculoscope. *Neurosurgery.* 2008;62:489–

91. doi:10.1227/01.neu.0000316017.43668.6c.
132. Oi S, Samii A, Samii M. Frameless free-hand maneuvering of a small-diameter rigid-rod neuroendoscope with a working channel used during high-resolution imaging. Technical note. *J Neurosurg Pediatr.* 2005;102:113–8. doi:10.3171/ped.2005.102.1.0113.
133. Oi S. Frameless free-hand neuroendoscopic surgery – development of the finest rigid-rod neuroendoscope model to cope with the current limitations of neuroendoscopic surgery. *J Neuroendoscopy.* 2010;1(1).
134. Rangel Castilla L, Barber S, Zhang YJ. The role of endoscopic third ventriculostomy in the treatment of communicating hydrocephalus. *World Neurosurg.* 2012;77:555–60.
135. Warf BC, Kulkarni AV. Intraoperative assessment of cerebral aqueduct patency and cisternal scarring: impact on success of endoscopic third ventriculostomy in 403 African children. *J Neurosurg Pediatr.* 2010;5:204–9.
136. Egger D, Balmer B, Altermatt S, Meuli M. Third ventriculostomy in a single pediatric surgical unit. *Childs Nerv Syst.* 2010;26:93–9.
137. Santamarta D, Martin Vallejo J, Díaz Alvarez A, Maillo A. Changes in ventricular size after endoscopic third ventriculostomy. *Acta Neurochir (Wien).* 2008;150:119–27; discussion 127.
138. Schwartz TH, Yoon SS, Cutruzzola FW, Goodman RR. Third ventriculostomy: post operative ventricular size and outcome. *Minim Invasive Neurosurg.* 1996;39:122–9.
139. Schwartz TH, Ho B, Prestigiacomo CJ, Bruce JN, Feldstein NA, Goodman RR. Ventricular volume following third ventriculostomy. *J Neurosurg.* 1999;91:20–5.
140. Kulkarni AV, Drake JM, Armstrong DC, Dirks PB. Imaging correlates of successful endoscopic third ventriculostomy. *J Neurosurg.* 2000;92:915–9.
141. Algin O, Ucar M, Ozmen E, Borcek AO, Ozisik P, Ocakoglu G, et al. Assessment of third ventriculostomy patency with the 3D SPACE technique: a preliminary multicenter research study. *J Neurosurg.* 2015;122:1347–55.
142. Buxton N, Turner B, Ramli N, Vloeberghs M. Changes in third ventricular size with neuroendoscopic third ventriculostomy: a blinded study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2002;72:385–7.
143. Kulkarni AV, Drake JM, Mallucci CL, Sgouros S, Roth J, Constantini S; Canadian Pediatric Neurosurgery Study Group. Endoscopic third ventriculostomy in the treatment of childhood hydrocephalus. *J Pediatr.* 2009;155:254–259.e1.
144. Kulkarni AV, Drake JM, Kestle JR, Mallucci CL, Sgouros S, Constantini S; Canadian Pediatric Neurosurgery Study Group. Predicting who will benefit from endoscopic third ventriculostomy compared with shunt insertion in childhood hydrocephalus using the ETV success score. *J Neurosurg Pediatr.* 2010;6:310–5.
145. Baldauf J, Oertel J, Gaab MR, Schroeder HW. Endoscopic third ventriculostomy in children younger than 2 years of age. *Childs Nerv Syst.* 2007;23:623–6.
146. Sufianov AA, Sufianova GZ, Iakimov IA. Endoscopic third ventriculostomy in patients younger than 2 years: outcome analysis of 41 hydrocephalus cases. *J Neurosurg Pediatr.* 2010;5:392–401.
147. He Z, An C, Zhang X, He X, Li Q. The efficacy analysis of endoscopic third ventriculostomy in infantile hydrocephalus. *J Korean Neurosurg Soc.* 2015;57:119–

- 22.
148. Jernigan SC, Berry JG, Graham DA, Goumnerova L. The comparative effectiveness of ventricular shunt placement versus endoscopic third ventriculostomy for initial treatment of hydrocephalus in infants. *J Neurosurg Pediatr.* 2014;13:295–300.
149. Ogiwara H, Dipatri AJ Jr, Alden TD, Bowman RM, Tomita T. Endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus in children younger than 6 months of age. *Childs Nerv Syst.* 2010;26:343–7.
150. Kulkarni AV, Sgouros S, Constantini S; IIHS Investigators. International infant hydrocephalus study: initial results of a prospective, multicenter comparison of endoscopic third ventriculostomy (ETV) and shunt for infant hydrocephalus. *Childs Nerv Syst.* 2016;32:1039–48.
151. Koch D, Wagner W. Endoscopic third ventriculostomy in infants of less than 1 year of age: which factors influence the outcome? *Childs Nerv Syst.* 2004;20:405–11.
152. Figaji AA, Fieggen AG, Peter JC. Endoscopic third ventriculostomy in tuberculous meningitis. *Childs Nerv Syst.* 2003;19:217–25.
153. Jonathan A, Rajshekhar V. Endoscopic third ventriculostomy for chronic hydrocephalus after tuberculous meningitis. *Surg Neurol.* 2005;63:32–4; discussion 34–35.
154. Chugh A, Husain M, Gupta RK, Ojha BK, Chandra A, Rastogi M. Surgical outcome of tuberculous meningitis hydrocephalus treated by endoscopic third ventriculostomy: prognostic factors and postoperative neuroimaging for functional assessment of ventriculostomy. *J Neurosurg Pediatr.* 2009;3:371–7.
155. Teo C, Jones R. Management of hydrocephalus by endoscopic third ventriculostomy in patients with myelomeningocele. *Pediatr Neurosurg.* 1996;25:57–63; discussion 63.
156. Hu CF, Fan HC, Chang CF, Wang CC, Chen SJ. Successful treatment of Dandy Walker syndrome by endoscopic third ventriculostomy in a 6 month-old girl with progressive hydrocephalus: a case report and literature review. *Pediatr Neonatol.* 2011;52:42–5.
157. Di Rocco C, Frassanito P, Massimi L, Peraio S. Hydrocephalus and Chiari type I malformation. *Childs Nerv Syst.* 2011;27:1653–64.
158. ... 176. Di Rocco F, Jucá CE, Arnaud E, Renier D, Sainte Rose C. The role of endoscopic third ventriculostomy in the treatment of hydrocephalus associated with faciocraniosynostosis. *J Neurosurg Pediatr.* 2010;6:17–22.
159. Tamburrini G, Pettorini BL, Massimi L, Caldarelli M, Di Rocco C. Endoscopic third ventriculostomy: the best option in the treatment of persistent hydrocephalus after posterior cranial fossa tumour removal? *Childs Nerv Syst.* 2008;24:1405–12.
160. Morgenstern PF, Souweidane MM. Pineal region tumors: simultaneous endoscopic third ventriculostomy and tumor biopsy. *World Neurosurg.* 2013;79(2 Suppl):S18.e9–e13.
161. Gangemi M, Maiuri F, Buonamassa S, Colella G, de Divitiis E. Endoscopic third ventriculostomy in idiopathic normal pressure hydrocephalus. *Neurosurgery.* 2004;55:129–34; discussion 134.
162. Cserr HF. Physiology of the choroid plexus. *Physiol Rev.* 1971;51:273–311.
163. Weed LH. Studies on cerebro-spinal fluid. No. IV: the dual source of cerebro-spinal

- fluid. *J Med Res.* 1914;31:93–118.
164. Cushing H. Studies on the cerebrospinal fluid. I Introduction. *J Med Res.* 1914;31:1–19.
 165. Dandy WE. Extirpation of the choroid plexus of the lateral ventricles in communicating hydrocephalus. *Ann Surg.* 1918;68:569–79.
 166. Zhu X, Di Rocco C. Choroid plexus coagulation for hydrocephalus not due to CSF overproduction: a review. *Childs Nerv Syst.* 2013;29:35–42. doi:10.1007/s00381-012-1960-0
 167. Dandy WE. *The Brain.* Hagerstown: W. F. Prior Company; 1932.
 168. Dandy WE. The operative treatment of communicating hydrocephalus. *Ann Surg.* 1938;108:194–202.
 169. Putnam TJ. Treatment of hydrocephalus by endoscopic coagulation of choroid plexuses: description of a new instrument and preliminary report of results. *N Engl J Med.* 1934;210:1373–6.
 170. Scarff JE. The treatment of nonobstructive (communicating) hydrocephalus by endoscopic cauterization of the choroid plexuses. *J Neurosurg.* 1970;33:1–18.
 171. Milhorat TH. Failure of choroid plexectomy as treatment for hydrocephalus. *Surg Gynecol Obstet.* 1974;139:505–8.
 172. Griffith HB. Endoneurosurgery: endoscopic intracranial surgery. *Proc R Soc Lond B.* 1977;195:261–8.
 173. Pople IK, Ettles D. The role of endoscopic choroid plexus coagulation in the management of hydrocephalus. *Neurosurgery.* 1995;36:698–701.
 174. Morota N, Fujiyama Y. Endoscopic coagulation of choroid plexus as treatment for hydrocephalus: indication and surgical technique. *Childs Nerv Syst.* 2004;20:816–20. doi:10.1007/s00381-004-0936-0
 175. Griffith HB. Endoneurosurgery: endoscopic intracranial surgery. *Adv Tech Stand Neurosurg.* 1986;14:2–24.
 176. Philips MF, Shanno G, Duhaime AC. Treatment of villous hypertrophy of the choroid plexus by endoscopic contact coagulation. *Pediatr Neurosurg.* 1998;28:252–6.
 177. Dezena RA, Pereira CU, Araújo LP, Ribeiro MP, Oliveira HA. Neuroendoscopic choroid plexus coagulation for pediatric hydrocephalus: review of historical aspects and rebirth. *J Bras Neurocirurg.* 2014;25:30–5.
 178. Warf BC, Campbell JW. Combined endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization as primary treatment of hydrocephalus for infants with myelomeningocele: long term results of a prospective intent to treat study in 115 East African infants. *J Neurosurg Pediatr.* 2008;2:310–6. doi:10.3171/PED.2008.2.11.310
 179. Warf B, Ondoma S, Kulkarni A, Donnelly R, Ampeire M, Akona J, et al. Neurocognitive outcome and ventricular volume in children with myelomeningocele treated for hydrocephalus in Uganda. *J Neurosurg Pediatr.* 2009;4:564–70. doi:10.3171/2009.7.PEDS09136
 180. Kadrian D, van Gelder J, Florida D, Jones R, Vonau M, Teo C, et al. Long term reliability of endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurgery.* 2005;56:1271–8.
 181. Warf BC, Stagno V, Mugamba J. Encephalocele in Uganda: ethnic distinctions in

- lesion location, endoscopic management of hydrocephalus, and survival in 110 consecutive children. *J Neurosurg Pediatr.* 2011;7:88–93. doi:10.3171/2010.9.PEDS10326
182. Warf BC, Dewan M, Mugamba J. Management of Dandy Walker complex associated infant hydrocephalus by combined endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization. *J Neurosurg Pediatr.* 2011;8:377–83. doi:10.3171/2011.7.PEDS1198
 183. Warf BC. Congenital idiopathic hydrocephalus of infancy: the results of treatment by endoscopic third ventriculostomy with or without choroid plexus cauterization and suggestions for how it works. *Childs Nerv Syst.* 2013;29:935–40. doi:10.1007/s00381-013-2072-1
 184. Warf BC, Mugamba J, Kulkarni AV. Endoscopic third ventriculostomy in the treatment of childhood hydrocephalus in Uganda: report of a scoring system that predicts success. *J Neurosurg Pediatr.* 2010;5:143–8. doi:10.3171/2009.9.PEDS09196
 185. Kulkarni AV, Riva Cambrin J, Browd SR, Drake JM, Holubkov R, Kestle JR, et al. Endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization in infants with hydrocephalus: a retrospective Hydrocephalus Clinical Research Network study. *J Neurosurg Pediatr.* 2014;14:224–9. doi:10.3171/2014.6.
 186. Weil AG, Fallah A, Chamiraju P, Ragheb J, Bhatia S. Endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization with a rigid neuroendoscope in infants with hydrocephalus. *J Neurosurg Pediatr.* 2015;30:1–11. doi:10.3171/2015.5.PEDS14692
 187. Zuccaro G, Ramos JG. Multiloculated hydrocephalus. *Childs Nerv Syst.* 2011;27:1609–19. doi:10.1007/s00381-011-1528-4
 188. Warf BC, Campbell JW, Riddle E. Initial experience with combined endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization for post hemorrhagic hydrocephalus of prematurity: the importance of prepontine cistern status and the predictive value of FIESTA MRI imaging. *Childs Nerv Syst.* 2011;27:1063–71.
 189. Chamiraju P, Bhatia S, Sandberg DI, Ragheb J. Endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization in posthemorrhagic hydrocephalus of prematurity. *J Neurosurg Pediatr.* 2014;13:433–9. doi:10.3171/2013.12.PEDS13219
 190. Malheiros JA, Trivelato FP, Oliveira MM, Gusmão S, Cochrane DD, Steinbok P. Endoscopic choroid plexus cauterization versus ventriculoperitoneal shunt for hydranencephaly and near hydranencephaly: a prospective study. *Neurosurgery.* 2010;66:459–64. doi:10.1227/01.NEU.0000365264.99133.CA
 191. Shitsama S, Wittayanakorn N, Okechi H, Albright AL. Choroid plexus coagulation in infants with extreme hydrocephalus or hydranencephaly. *J Neurosurg Pediatr.* 2014;14:55–7. doi:10.3171/2014.3.PEDS13488
 192. Devaux BC, Joly LM, Page P, Nataf F, Turak B, Beuvon F, et al. Laser assisted endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus: technique and results in a series of 40 consecutive cases. *Lasers Surg Med.* 2004;34(5):368–78.
 193. Møen EN, Helland CA, Mahesparan R. Complications and risk factors for endoscopic third ventriculostomy: A 10-year single-centre study and systematic literature review. *Brain Spine.* 2025;5:104291. doi:10.1016/j.bas.2025.104291.

194. Vogel TW, Bahuleyan B, Robinson S, Cohen AR. The role of endoscopic third ventriculostomy in the treatment of hydrocephalus. *J Neurosurg Pediatr.* 2013;12(1):54–61. doi:10.3171/2013.4.PEDS12481
195. Krause M, Gräfe D, Metzger R, et al. Evaluation of the ETV success score and its predictive value in pediatric occlusive hydrocephalus: implications for patient counseling. *Childs Nerv Syst.* 2025;41:72. doi:10.1007/s00381-024-06728-7.
196. Tubbs RS, Hattab EM, Loukas M, Chern JJ, Wellons M, Wellons JC III, et al. Histological analysis of the third ventricle floor in hydrocephalic and nonhydrocephalic brains: application to neuroendocrine complications following third ventriculostomy procedures. *J Neurosurg Pediatr.* 2012;9(2):178–81. doi:10.3171/2011.11.PEDS11290
197. Warf BC, Weber DS, Day EL, et al. Endoscopic third ventriculostomy with choroid plexus cauterization: predictors of long-term success and comparison with shunt placement for primary treatment of infant hydrocephalus. *J Neurosurg Pediatr.* 2023;32(2):201–213. doi:10.3171/2023.4.PEDS2310.
198. Seeger W, Zentner J. *Anatomical Basis of Cranial Neurosurgery.* 1st ed. Cham: Springer International Publishing AG; 2018.
199. Seeger W. *Endoscopic and Microsurgical Anatomy of the Upper Basal Cisterns.* Wien: Springer; 2008.
200. Connor DE Jr, Nanda A. Bengt Liliequist: life and accomplishments of a true renaissance man. *J Neurosurg.* 2016;126(2):1–5.
201. Key A, Retzius MG. *Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes.* Stockholm: Samson and Wallin; 1875.
202. Dincer A, Ozek MM. Neuroendoscopic management of arachnoid cysts. In: Sgouros S, editor. *Neuroendoscopy.* Berlin, Heidelberg: Springer; 2013. p. 173–185. doi:10.1007/978-3-642-39085-2_12.
203. Teo C. Endoscopic treatment of suprasellar arachnoid cysts. *Childs Nerv Syst.* 1998;14(2):65–73.
204. Zhiyuan G, Mengli Z, Chunwu Z. Neuroendoscopic management of suprasellar arachnoid cysts. *Childs Nerv Syst.* 2009;25(3):297–302.
205. Pople IK, Athwal RK. Management of suprasellar arachnoid cysts. *Childs Nerv Syst.* 2013;29(3):349–56.
206. Pang D, Wilberger JE. Ventriculocystostomy and ventriculocystocisternostomy as surgical treatments for arachnoid cysts in children. *J Neurosurg.* 1982;57:594–600.
207. Oertel JM, Wagner W. Endoscopic treatment of suprasellar arachnoid cysts: technique and outcome. *Childs Nerv Syst.* 2013;29(3):355–61.
208. Thomale UW, Schaumann A, Rodrigues D, Schulz M, Haberl H, Schuhmann MU. Experience with endoscopic treatment of suprasellar arachnoid cysts in infants. *Childs Nerv Syst.* 2013;29(3):363–71.
209. Decq P, Le Guerinel C, Brugieres P, Djindjian M, Nguyen JP, Benazzouz A, et al. Endoscopic ventriculocystocisternostomy for suprasellar cysts: a series of 20 cases. *Neurosurgery.* 2000;46(5):1006–12.
210. Gaab MR, Schroeder HW. Neuroendoscopic approach to arachnoid cysts. *Childs Nerv Syst.* 2003;19:901–7.
211. Dandy WE. Intracranial cysts of congenital origin: cysts of the brain. *Arch Surg.*

- 1922;4(4):715–33.
212. Crawford S, Isaacs AM, Yang V, Rutka JT. Suprasellar arachnoid cysts: institution experience and review of the literature. *Childs Nerv Syst.* 2013;29(3):381–9.
 213. Isaacs AM, Pohl D, McNeely PD. Endoscopic fenestration of suprasellar arachnoid cysts in the very young: an effective and durable treatment option. *Childs Nerv Syst.* 2013;29(3):373–9.
 214. Miceli G, Arnone G, Donati R, Guidetti G. A rare case of suprasellar arachnoid cyst and hydrocephalus in an adult. *Minim Invasive Neurosurg.* 2002;45(3):164–7.
 215. Hellwig D, Grotenhuis A, Tirakotai W, Riegel T, Schulte M, Bauer BL, et al. Endoscopic treatment of arachnoid cysts: experience with 126 cases. *Acta Neurochir (Wien).* 2003;145(10):847–55.
 216. Frassanito P, Massimi L, Caldarelli M, Tamburrini G, Di Rocco C. Endoscopic treatment of suprasellar arachnoid cysts: a review of the literature. *J Neurosurg Sci.* 2013;57(3):153–9.
 217. Ben-Sira L, Pomeranz S, Roth J, Constantini S. Does the shape of a suprasellar arachnoid cyst predict the outcome of endoscopic fenestration? *Childs Nerv Syst.* 2013;29(3):391–6.
 218. Caldarelli M, Di Rocco C, La Marca F. Suprasellar cysts: clinical remarks on pathogenesis, clinical features and treatment. *Childs Nerv Syst.* 1998;14(9):401–6.
 219. Boop FA, Chaddock WM. Successful treatment of Dandy Walker malformation with endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurgery.* 1992;30(6):1091–3.
 220. Mansour A, El-Fiki A, Ammar A. Endoscopic management of suprasellar arachnoid cysts. *Neurosurg Rev.* 2009;32(3):303–11.
 221. Baldauf J, Oertel JM, Gaab MR. Endoscopic treatment of intraventricular CSF cysts. *Childs Nerv Syst.* 2011;27(10):1697–702.
 222. Pfisterer WK, Tatagiba M, Grunert P, Perneczky A. The role of endoscopy in the treatment of cerebral cysts and hydrocephalus. *Surg Neurol.* 1998;50(2):187–93.
 223. Di Rocco F, Arnaud E, Renier D. Endoscopic third ventriculostomy and cranosynostosis. *Childs Nerv Syst.* 2009;25(4):443–6.
 224. Arslan A, Acik V, Olguner S, Istemen I, Okten A, Gezeran Y. The outcomes of endoscopic third ventriculostomy in the treatment of hydrocephalus: 317 pediatric and adult cases. *Turk Neurosurg.* 2021;31(3):402–407. doi:10.5137/1019-5149.JTN.31781-20.3.
 225. Pištěk K, Sameš M, Radovnický T. Endoscopic third ventriculostomy in idiopathic normal pressure hydrocephalus. Efficacy and possible positive predictors: a systematic review. *Brain Spine.* 2025;5:104311. doi:10.1016/j.bas.2025.104311.
 226. Deopujari CE, Karmarkar VS, Shaikh ST. Endoscopic third ventriculostomy: success and failure. *J Korean Neurosurg Soc.* 2017;60(3):306–314. doi:10.3340/jkns.2017.0202.013.
 227. Furtado L, Costa Val Filho JA, Claret Júnior E. External validation of the ETV success score in 313 pediatric patients [dataset]. *Mendeley Data.* 2019;V1. doi:10.17632/3g9y568hww.1.
 228. Rehman ZU, Ullah B, Aamir M. Surgical outcome of endoscopic third ventriculostomy in the treatment of obstructive hydrocephalus. *Biol Clin Sci Res J.* 2025;6(5):1782–162. doi:10.54112/bcsrj.v6i5.1782.

229. Jain R, Jha VC, Ramesh A, et al. Outcomes of endoscopic third ventriculostomy in comparison to ventriculoperitoneal shunt in obstructive hydrocephalus: a randomized controlled trial. *Surg Neurol Int.* 2025;16:387. doi:10.25259/SNI_702_2025.
230. Minta KJ, Kannan S, Kaliaperumal C. Outcomes of endoscopic third ventriculostomy (ETV) and ventriculoperitoneal shunt (VPS) in the treatment of paediatric hydrocephalus: systematic review and meta-analysis. *Childs Nerv Syst.* 2023. Epub ahead of print. ISSN: 0256-7040.
231. Morgan E, Bankole OB, Mofikoya BO, et al. Endoscopic third ventriculostomy success score in predicting short-term outcome in 68 children with hydrocephalus in a resource-limited tertiary centre in sub-Saharan Africa. *Egypt J Neurosurg.* 2019;34:31. doi:10.1186/s41984-019-0057-4.
232. Smoquina S, Zulueta JM. Prognostic factors of success of endoscopic third ventriculostomy with choroid plexus cauterization in the management of hydrocephalus: a narrative review. [Review Article]. *Apr-Jun 2021;3(2).*
233. Kusumo C, Parenrengi MA, Suryaningtyas W, Utomo B, Haq IBI, Apriawan T. Effectiveness of endoscopic third ventriculostomy versus ventriculoperitoneal shunt in pediatric tumor-related hydrocephalus: a systematic review. *Edelweiss Appl Sci Technol.* 2025;9(7):780–787. doi:10.55214/25768484.v9i7.8726.
234. Bouras T, Sgouros S. Complications of endoscopic third ventriculostomy: a systematic review. *Acta Neurochir Suppl.* 2012;113:149–153. doi:10.1007/978-3-7091-0923-6_30.
235. Farag AA, Asiri FA, Khoudir MA, et al. Endoscopic third ventriculostomy complications: avoidance and management in a stepwise manner. *Egypt J Neurosurg.* 2022;37:16. doi:10.1186/s41984-022-00166-w.
236. Pathan S, Ullah H, Bhand MA, Ali MH, Aghani SA, Khimani V. Early complications of endoscopic third ventriculostomy in obstructive hydrocephalus: endoscopic third ventriculostomy in obstructive hydrocephalus. *Pak J Health Sci.* 2024;5(4). doi:10.54393/pjhs.v5i04.1390.
237. Ramón Cuellar JF, Hakim F, Gómez Amarillo D, Delgado Quiroz NA, Porras Ramírez A, Rico Mendoza A, et al. Endoscopic third ventriculostomy vs. ventriculoperitoneal shunt in pediatric hydrocephalus: a systematic review and meta-analysis of efficacy, complications, and bias risk. *medRxiv [Preprint].* 2025 Apr 24. doi:10.1101/2025.04.24.25326337.