

Sringomyelide Cerrahi Tedavi Yöntemleri

Surgical Treatment of Syringomyelia

NEJAT IŞIK, MÜFİT KALELİOĞLU, NİHAL IŞIK, MERCAN SARIER, İ. METE UNAT

SSK Göztepe Hastanesi Nöroşirürji (NI, MK, MS, İMU) ve Nöroloji (NI) Klinikleri, İstanbul

Özet: Sringomyeli, ilerleyici nörolojik bulgularla birlikte olan, spinal kord içindeki kistik kaviteleri tanımlar. Bu çalışmada kliniğimizde Magnetik Rezonans Görüntüleme ile tanı konan 21 sringomyeli olgusunu sunduk. 17 olguya ilerleyici nörolojik bulgular nedeni ile cerrahi tedavi uygulandı. Hidrosefalisi olan Arnold Chiari Malformasyonlu 1 olguya Ventriküloperitoneal shunt takıldı. İntramedullar tümör ile birlikte sringosinks olan 1 olguda tümör ekizyonu yapıldı. Tethered kord ile birlikte terminal sringomyeli olan 4 olguya laminektomi ile filum terminale kesilmesi ve terminal ventrikülostomi uygulandı. Arnold Chiari Malformasyonu olan olgulara ise 2 farklı tedavi uygulandı; Beyinsapı uyarılmış potansiyelleri normal bulunan 2 olguya sringoplevral shunt takılırken, beyinsapı uyarılmış potansiyellerinde patoloji saptanan 4 olguya ise Kraniovertebral dekompresyon yapıldı. Diğer olgular ise sringoplevral shunt ile tedavi edildi. 2,5 yıllık izlemde, 2 yıl sonra 2 olguda rekürrens saptanıp reoperasyon uygulandı. Diğer olgularda ise cerrahi sonuçları tatminkardı.

Anahtar Kelimeler:Kraniovertebral Dekompresyon, Magnetik Rezonans Görüntüleme (Mr), Sringomyeli, Sringoplevral Shunt

Summary: In this study, 21 patients with cavity lesions the spinal cord are presented. 17 patients underwent surgical treatment for progressive symptoms. One patient with hydrocephalus was treated with a ventriculoperitoneal shunt. Two approaches were used in the treatment of syrinxes occurring with Arnold-Chiari malformations:1. Posterior fossa decompression improved(4 cases), 2. shunting from the syrinx to the pleura if brainstem evoked potentials of the patient was normal(2 cases). Syrinxes associated with intramedullary masses were managed by excision the causal lesion. Patients with terminal syringomyelia cavities and tethered spinal cords were treated by laminectomy and release of the tethered cord followed by either classical terminal ventriculostomy(4 cases). The other patient was treated effectively by a syringopleural shunt. There were two recurrent syrinxes an awarege follow up 2,5 years. The results of surgery for other cases were satisfactory.

Key Words: Craniovertebral Decompression, Magnetic Resonance Imaging(Mr), Syringomyelia, Syringopleural Shunt

GİRİŞ

İlk kez 1564 da Estienne spinal kordu genişleten bir kist rapor etmiştir(24). Ollivier d'Angers 1824'de latince spinal kord içindeki kavite anlamına gelen sringomyeli tanımını kullanmıştır(47,51,53). Hidromyeli ile ise santral kanalın kendinin genişlemesi kastedilir, burada kanal epandim ile döşelidir. Ancak çoğu yazar bunu ayırmamakta, sringohidromyeli kavramı ile tanımlamaktadır. Belkide en uygun tanım intramedullar kisttir(33). Sringomyelide yavaş ilerleyen progresyon gösteren değişken bulgular vardır. En sık sistolle görülen pulsatil baş ve ense ağrısı vardır. Sıklıkla el ve kollarda, alt extremitede 2. motor nöron tipi zayıflık görülür. Skolyoz da sık rastlanır(47,83,84). Tanıda öykü ve nörolojik muayene önemlidir. Direkt

grafiler ilerki dönemde yardımcıdır ve eşlik eden anomalileri gösterir(47). Magnetik Rezonans Görüntüleme (MR) ile tanı daha kolaylaşmış, artan oranda olgular yakalanmıştır(40). MR tek başına tanıda yeterlidir, MR ile T₂ ağırlıklı serilerde BOS akımı da izlenebilir(9,47,52,55,59,65,68,74). Ancak skolyoz gibi MR'a engel neden varsa myelografi, myelo-Bilgisayarlı Tomografi(BT) yapılabilir(14,55,61).

Bir çok sringomyeli olgusu ve çeşitleri yayınlanmış olmasına karşın patogenezi izah edecek kesin tek bir neden bulunamamış, bazı kuramlar ortaya atılmıştır, halada bir arayış vardır (6,9,10,37). Cine MR, faz-kontrast cine MR, MR Anjio gibi dinamik MR yöntemlerinin gelişmesi ile sringomyelideki sıvı dinamiği izlenerek patogenezi konusunda yeni şeyler söylemek mümkün olmaktadır (52, 55).

Sringomyelilerin 1/3 ü konjenitaldır. Komunike ve nonkomunike diye 2' e ayrılıp patogenezi içinde buna göre farklı kuramlar ileri sürülmüştür. Komunike sringomyeli patogenezi için şu teoriler ileri sürülmüştür:

1. Gardnerin Hidrodinamik teorisi: Buna göre 4. ventrikül çıkışında tam veya kısmi blok olmakta, bu nedenle burada basınç artmaktadır. Sistolik pulsasyonlar ile buradaki basınç obexten sentral kanala yansımakta böylece sentral kanal genişlemekte sringomyeli oluşmaktadır. Bu etki Water-Hammer olarak bilinmektedir (3,5,7,12,16,17,18,19,21, 22,23, 27,28, 29,31,34,46,47, 48,49,50,52,55, 56,82, 83,85).

2. Williamsın Basınç farkı Kuramı: Buna göre ise foramen magnumdaki blok nedeni ile BOS kompartmanları, arasında kranial ve spinal bir basınç farkı olmakta buda bir akıma yol açmaktadır. Ventriküler sistemle spinal subduraldeki basınç farkı emme ve etrafa sıçratma etkisi ile Obexten central kanala bos gitmekte, giderek septalar yaparak srinks genişlemektedir (5,6,7,8,16,18,51, 52,56,76,77,80,81,83).

3. En son olarak Arnold Chiari Malformasyonu(Ach M) tip 1 + Sringomyeli için Oldfield'in piston teorisi: Buna göre 4. ventrikül ile srinks arasında ilişki olmasına gerek yoktur. Foramen magnum düzeyinde subaraknoid aralıkta blok oluyor. Normalde sistolde BOS yukardan aşağı, diastolde aşağıdan yukarı gider. Ancak blok olunca sistolde kanla dolan tonsillerde aşağı iner, BOS aşağı drene olamaz. Diastolde ise hem sentral kanal hem subaraknoid aralıktaki BOS drene olamaz böylece sistolde tonsillerin aşağı inmesi ile bir piston etkisi olur ve üst servikal korda bası olur sentral kanalda BOS aşağı iner bu piston etkisi ile sentral kanal genişleyerek sringomyeli oluşur(52).

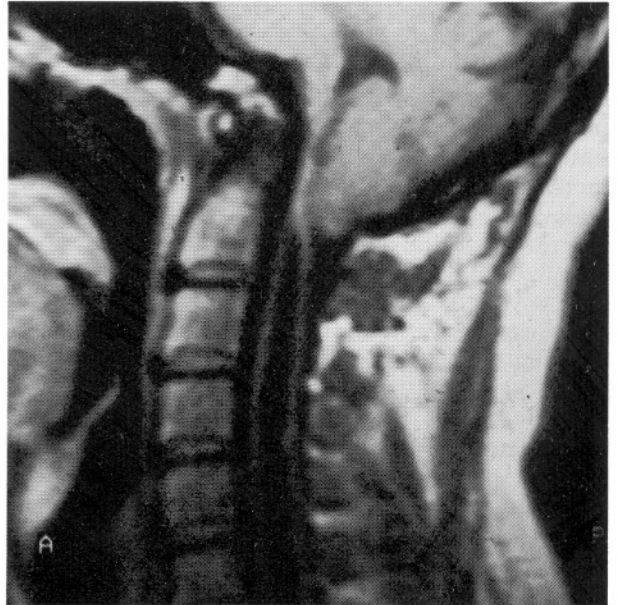
Nonkomünike sringomyeli patogenezi ise Williams 2 aşamalı, diğer otörler tek aşamalı olarak söylemektedir(83,84). Williams'a göre asıl kist oluşumu, ikincil olaylarla bunun genişlemesi söz konusudur. Travmada arteriyel veya venöz obstrüksiyon sonucu olan iskemi ile veya hematomun lizozom, enzimlerle likefaksiyonu veya kordun mekanik hasarı ile kist olur, burada daha sonra nekrotik santral lezyon oluşur. Bunların oluşumunda zedelenmiş korddaki pulsatil basınç (slosh), valsalva manevrası sırasındaki yukarı negatif akım (suck), yada mikrokistlerin koalesansının rolü vardır. Tümörlerde ise gliosis sonucu kistik dejenerasyon srinks oluşumuna yol açar denmektedir(8,35). Sringomyelinin tedavisinde patogenezi göre farklı tedavi yöntemleri vardır ve bunlar hala tartışmalıdır.

Kliniğimizde sringomyeli nedeni ile görülen 21 hastayı, bunlardan da cerrahi tedavi uygulanan

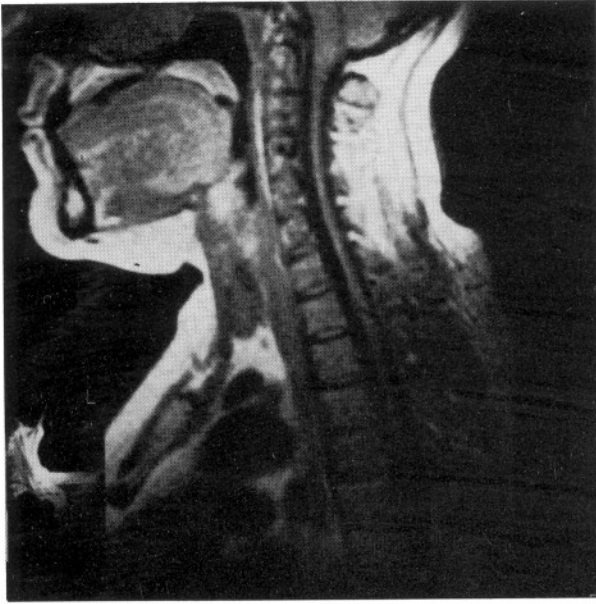
17 olguyu sunup, sringomyelide tedavi kriterlerini tartışmak istedik.

MATERYAL VE METOD

Kliniğimizde 21 olguda değişik patolojilerle birlikte veya tek başına sringomyeli saptanmıştır. Hastalarımızın hepsinde tanı MR ile konmuştur. Hastaların çoğu bayandır. 4 hasta 13 yaşın altındadır. Hastalarda yakınma olarak en sık ellerde kuvvetsizlik, yürüyememe görülmüştür. 2 hasta denge-sizlik, 2 hasta çift görme, 1 hasta da idrar inkontinansı ile başvurmuştur. Nörolojik muayenede(N.M.) en sık kuadriparezi, sonra paraparezi veya monopareziler saptanmıştır. 1 hastada sol horner Sendr., 3 hastada nistagmus bulunurken, tethered kordlu 4 hastanın 2 sinde minimal paraparezi varken 2'inde nörolojik defisit saptanmamıştır. Sringomyelide sık görülen hissi dissosiasyon 5 hastada bulunmuştur. Srinksin lokalizasyonu en sık servikal ve servikotorasik bölgedir. Tethered kordlu hastalarda ise torakal ve lomber bölgededir. Arnold-Chiari Malformasyonu(Ach M) ile birlikte hidrosefali ve sringomyeli olan 1 olguya Ventriküloperitoneal shunt takılmıştır. Ach M ile birlikte sringomyeli olan 6 hastaya beyinsapı ve somatosensöriyel uyarılmış potansiyelleri(BAEP, SEP) uygulanmış, patolojik bulunan 4 hastaya Kraniovertebral dekompresyon(CVD) uygulanmıştır. CVD ile subokspital kraniektomi(SOC)+C₁-C₂ laminektomi, dura açılması, araknoid yapışıklıkların ayrılması yapılmış, kavite ile 4. Ventrikül arasında ilişki saptanmadığı için obex plugging uygulanmamıştır. Beyinsapı ve somatosensöriyel uyarılmış potansiyelleri normal

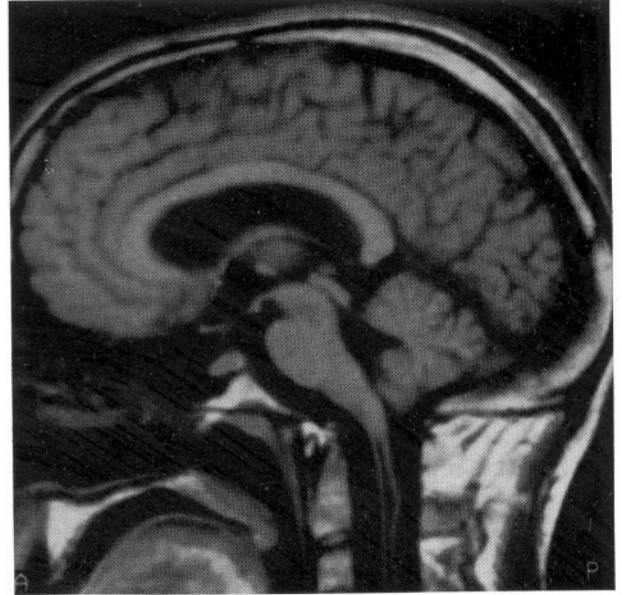


Şekil 1 a: Ach 1 Malformasyonu + Sringomyelisi olan bir hastanın T1 Ağırlıklı Sagittal MR Görüntüsü.



Şekil 1 b: Aynı hastanın Sringoplevral shunt sonrası T1 Ağırlıklı Sagittal MR'ında kistik kavitenin tamamen kaybolduğu görülüyor.

bulunan 2 olguya ise sringoplevral (SP) shunt takılmıştır (Şekil I_a, I_b). Trafik kazası nedeni ile yatırılan bir hastanın girişinde nörolojik defisit yok iken sonra üst extremitelerde sağda hakim parezi saptanmış, çekilen grafilerde, kranial-BT lerinde patoloji saptanmamış. Bu hastanın çekilen kranial ve servikal MR'ında Ach M tip1 + sringomyeli saptanmış, bunun konjenital olduğu düşünülerek hasta takibe alınmış, prednol tedavisi ile kliniğinde belirgin düzelmeye olmuştur. Trafik kazası nedeni ile görülüp T₉ kompresyon kırığı saptanarak yatırılan diğer bir olgunun MR'ında da Ach M tip1 + Sringomyeli saptanmış, BAEP ve SEP normal bulunması üzerine takibe alınmıştır. Elektromyografi (EMG) 8 hastaya yapılmış bunlardada servikal bölgede intramedullar kitleyi destekleyen bulgu saptanmıştır. Hastaların 2 tanesi multiple skleroz (MS) veya dejeneratif hastalık nedeni ile izlenmekteymiş. Tethered kordlu 4 hastada filum terminale kesilmiş, distal myelotomi ile terminal ventrikulostomi yapılmıştır. 1 hastada intramedullar teratom çıkarılmıştır. C₄-C₆ da extramedullar tümör olan hasta ameliyatı kabul etmemiştir. Spinal kord atrofisi olan 1 olgunun cine-MR'ında kavite ile 4. ventrikül arasında ilişki saptanmamış, herhangi bir cerrahi girişim uygulanmamıştır (Şekil II). 5 olguda nonkomünike sringomyeli saptanmış, 1 hastada şüpheli travma öyküsü, 1 hastanın MR'ında spinal araknoiditi destekler bulgu saptanmıştır ve 3 olguda idyopatik kabul edilmiştir. Bu olgulara sringoplevral shunt uygulanmıştır. Hastalara yüzükoyun yatar pozisyonda laminektomi yapılmış, posterior median myelotomi yapılmış, Edward barbaro tipi sringoperi-



Şekil 2: Atrofik kordu olan hastanın Sagittal MR Görüntüsü.

toneal shuntun T ucu srinks kavitesine yerleştirilmiş, T₆-T₇ seviyesinde lateralden alt uc taşınarak plevraya yerleştirilmiştir. İlk hastaya ise normal pudenz tipi peritoneal shunt sringoplevral olarak yerleştirilmiştir. Hastaların izlem süresi 3 ay ile 3 yıl arasındadır. S-P shunt takılan 4 hastanın srinks kavitelerinde küçülme ve kliniklerinde belirgin düzelmeye olmuştur (Şekil III_a-III_b). 1 hastada erken devrede myelotomi sonrası belirgin posterior kolon bulguları, minimal motor kayıp olmuş zamanla düzelmeye olmuş, srinks kavitesi ise düzelmiştir. Bu üst torakalden laminektomi yapılan hastadır. Diğer 2 hasta erken devrede düzelmeye gösterirken, birinde 20 ay diğerinde 2 yıl sonra klinikte ve srinkste gerileme saptanmış, bunlarda shunt malfonksiyonu saptanmış, birinde shunt toraksa kaçmış bu olgu torakotomiye gitmiştir. Buna posterior füzyon+ yeni shunt takılması yapılmıştır. Ach M tip1 olan diğer rekürren olguya ise CVD uygulanmış hasta kliniği ve srinks kavitesi düzelmiştir.

TARTIŞMA

Kendi haline bırakılan hastaların ancak % 25'i çalışabilir halde kaldığı, opere edilenlerde stabil olan ve düzelenlerin oranının % 70 olduğu gözönüne alınırsa ilerde progresyon gösterecek olan bu hastalığın cerrahi tedavisi gereklidir (2,5,35,42,43). Sringomyelinin tedavisi nedene göre değişir, tedavide kolaylık sağlamak için değişik sınıflamalar vardır. Barnette 1973'de sringomyelileri 5 gruba ayırmış, yıllarca bu sınıflama veya modifiye şekilleri kullanılmıştır (5). Komünike, nonkomünike olan tanımlama en sık kullanılanıdır (19,47,51,55). Bazı yazarlar srinksin ortabeyin ile ilişkisine göre ortabeyin ilişkili (Hindbrain related) veya ortabeyin



Şekil 3 a: İdyopatik Sringomyelisi olan hastanın preop T1 Ağırlıklı Sagittal MR Görüntüsü.



Şekil 3 b: Aynı hastanın Sringoplevral shunt sonrası T1 ve T2 Ağırlıklı Sagittal MR'ında Kistik kavitenin küçüldüğü görülüyor.

ilişkiz(Hindbrain nonrelated) diye sınıflandırır (83,84). Ortabeyin ilişkiz olanlar primer olarak bir intraspinal patolojiden çıkarlar(84). Bir kısmı nedenden çok birlikte olan patolojileri içerir(19). Ancak son yıllarda tanıda MR'ın rolünün artması ile sınıflama MR'a göre yapılmaya başlanmış, tedavide MR kriterleri öne geçmiştir(47,48,51,52). 1992'de Milhorat ve arkadaşları MR'da intramedullar kaviteleeri; komunike, nonkomünike, atrofik diye 3'e ayırmış tedavi planını da buna göre yapmıştır(48). Cerrahi tedavide 3 ana girişim vardır;1. Srinksin drenajı, 2. Ventrikül drenajı, 3. Basınç uygunsuzluğu veya foramen magnum kompresyonu yapan nedenin ortadan kaldırılması (CVD) (83). Bu yöntemler ise şunlardır: 1.Sringo-subaraknoid(SA) shunt, 2.Sringo-peritoneal(SPe) shunt, 3.Sringo-plevral (SP) shunt, 4.Ventrikülo-peritoneal(VP) shunt 5.Lumbo-peritoneal(LP) shunt, 6.Obex plugging, 7.Terminal myelotomi, 8.Posterior fossanın duraplasti ile dekompresyonu, 9.Araknoid yapışıklıkların açılması, 10.IV.ventrikül drenajı, 11.Serebellar tonsillerin amputasyonu (5,7,13,26,29,30,43,45,48,56,63,66,71,72,73,76,77,78 ,86). Bizde hastaların tedavi planını komunike, nonkomünike diye ayırıp yaptık.

A. Komunike sringomyeli (ortabeyin ilişkili olanlar): Hastaların % 30'unda hidrosefali olmasına rağmen %7-10'unda ancak Kafaiçi basınç artması(KİBA) bulgularına rastlanıyor(9). Bu grupta hidrosefali varsa V-P shunt veya myelotomi ile birlikte L-P Shunt öneriliyor(9,35,47,48,83). Bazı yazarlar hidrosefali yoksa, Wisoff hidrosefali olsa bile CVD öneriyorlar (47,83,86). Hidrosefali nedeni ile

shunt uygulanıp iyi sonuç alınmayan olgulara da CVD öneriliyor(47). Bizde Ach M olan 6 olgumuzdan BAEP, SEP ile beyin sapı bulguları saptanan 4 olguya CVD uyguladık. CVD genellikle SOC+C₁-C₂ laminektomi yapıp, dura açılmaktadır(9,43,45,47,71). Eskiden araknoidin açılması, tonsillerin pial rezeksiyonu önerilirdi artık bu uygulanmıyor(9). Gardnerin hipotezi nedeni ile uzun süre popüler olan obex pluggingi de artık tartışılmaya başlandı(9,43,45,47). Özellikle yüksek mortalite ve morbiditesinin olması, olguların çoğunda srinks ile 4 ventrikül arasında çok ince bir kanal olması yada olmaması bunun gereksizliğini gündeme getirdi(43,45,47,52). MR ile veya perop ultrasonografi ile srinksin obexe uzandığına ilişkin bulgu edinilirse o zaman magendinin açılması ve obex pluggingi öneriliyor(5,9,47). Biz MR ile ilişki saptayamadığımız 4 olguya plugging yapmadık. Yalnızca CVD yapıp dura açık bırakılan olgularda belirgin düzelme saptadık. 1 olguda BAEP ve SEP ile bu düzelmeyi elektrofizyolojik olarak görebildik. Williams duranın açık bırakılmamasının CVD avantajını kaybettireceğini söylerken, Milhorat ve Wisoff MR çalışmalarına dayanarak duranın açık bırakılmasının yararı olmayacağını söylüyor(48,83,86). Cine MR ve perop ultrason çalışmaları ile Oldfield araknoidi bile açmaya gerek olmadığını durayı graft ile kapatmak gerektiğini ileri sürüyor(52). Biz ilk 2 olgumuzda durayı açık bıraktık, sonraki olgularda ise kapattık. Bazı otörler 4. ventrikülü Subaraknoid aralığa veya Pontoserebellar açığı(PCA) sisternine ağızlaştırıp ve silikon kanül koymaktadır(47). Bu konuda bir destek yoktur, çoğunluk kullanmamak-

tedir, son çalışmalarda bu yöndedir. Eğer CVD ile yeterli düzelme sağlanmazsa sringostomi önerilmektedir(47,83). Hidrosefalili olgularda shunt yetersiz kalırsa, CVD yetersiz kalırsa srinks drenajı edeni shuntlar (SA,SPe,SP) öneriliyor (4,47,83). Bazı yazarlar hem CVD hemde SP shunt birlikte önermektedir. Ayrıca son yıllarda CVD ile düzelmeyen olgulara perkütan thecoperitoneal shuntlar da uygulanmaktadır(76,77).

B. Nonkomünike sringomyeli: Bu gruba orta-beyin ile ilişkisiz olanlar, Ach M'nin bazı tipleri, spinal kökenli (posttravmatik, spinal araknoidit, spinal kord tümörü, skolyoz, disrafi + tethered kord + distal sringomyeli) ve idyopatik olanlar girmektedir(10,11,32,33,44,47). Tümöre bağlı olanlarda tümör eksizyonu yapılmalıdır(11,47). Tethered kord ile birlikte olan distal sringomyelide filum terminale kesilmesi+ distal myelotomi ile terminal ventrikülostomi yapılmalıdır(9,27,35,47). Bu tür olgularda bizim olgularımızda olduğu gibi cerrahi ile sonuç yüzgüldürücüdür. Diğer olgular için srinks drenajı önerilmektedir(9,10,32,35,44,47). Buda srinksin subaraknoid aralığa, periton veya plevraya shuntla drenajı şeklinde olabilir(4,41,47,54,58,72,73). Ayrıca perkütan kist aspirasyonu veya perkütan shunt yerleştirilmesi yapılabilir(52,48,67). Bazı yazarlar sringo subaraknoid shuntların iyi çalışmamasını, distal ucun subaraknoid bölgede değil subdural aralığa yerleşmesine bağlarlar(35,54,72,73,74,75). Bazıları ise subaraknoid aralıktaki basıncın srinks basıncı ile aynı veya yüksek olacağı bu nedenle shuntın çalışmayacağını düşünürler ve srinksin daha düşük basınçlı bir alana, bunlardanda omentum olmaması nedeni ile negatif basınçlı plevraya drenajını önerirler(4,9,41,52,54,58,69,72,73,83). Bizim bu görüşten yola çıkarak 3'ü idyopatik, 2'si Ach M tip1 olan 7 olgumuza sringoplevral shunt uyguladık. Ancak bizim 1 olgumuzda shunt muhtemelen negatif basınç nedeni ile toraksta bulundu. Myelotomi srinks drenajı için uygulanan ilk yöntemdir. Abbe ve Coley 1892'de laminektomi+ posterior median myelotomi ile kist drenajı yaptılar(1,35,73,75). Bizim shunt taktığımız ilk 6 olguya median myelotomi uygulandı. Torakal myelotomi yapılan 1 olguda geçici posterior kolon bulguları saptandı. Son 2 olguda ise Dorsal root entry zone(DREZ) myelotomi ile shunt uygulandı. Rhoton shuntlarda % 10 posterior kolon disfonksiyonu görüldüğünü, bu nedenle myelotominin DREZ'den (lateral ve post kolonlar arasından) kordun hem ince hemde leze olduğu yerden yapılmasını önermiştir(47,63,64). Bu nedenle biz myelotomi için srinksin en kalın olduğu vede kord beslenmesinin daha iyi olduğu alt servikal bölgeyi tercih etmeye çalıştık. Atrofik kordda ise cerrahiye gerek yoktur(48).

Olgu sayımız kısıtlı olmakla birlikte, literatür bilgileri ışığında beyin sapı kompresyonu olmayan Ach M olguları da dahil olmak üzere nonkomünike sringomyelide; DREZ myelotomi ile uygulanan sringoplevral shuntun en uygun yöntem olduğu; daha önce komünike kabul edilen olgulara, hidrosefali kliniği varsa V-P Shuntun yoksa, araknoid açılmadan, duraplasi ile yapılan CVD nin; tethered kordlu hastalarda filum terminale kesilmesi + Terminal ventrikülostominin ilk seçilecek uygun cerrahi tedavi şekli olduğu kanısındayız.

Sonuç olarak sringohidromyelide özellikle komünike tiplerde patogenezin yeniden gözden geçirilmesinin gerektiğini, bunun için hastaların cine MR takiplerine, perop ultrasonografi kullanımının, BAEP,SEP,MEP gibi elektrofizyolojik yöntemlerin yaygınlaşmasına ve bu konuda yeni deneysel çalışmalara gerek olduğunu söyleyebiliriz.

Yazışma Adresi:Dr. Nejat IŞIK

Tuğlacıbaşı çıkmaz sokak Çamlık Apt. No:10/11
Feneryolu- İstanbul (81040)
Telefon: 0.216. 338 0734
Fax: SSK Göztepe Hastanesi 0. 216. 350 1245

KAYNAKLAR

1. Abbe R, Coley WB: Syringomyelia , operative exploration of cord, withdrawal of fluid, exhibition of patient. J. Nerv Ment Dis 19:512-520, 1892
2. Anderson NE, Willoughby EW, Wrightso P: The natural history and influences of surgical treatment in syringomyelia. Acta Neurol Scand. 71:472-479,1985
3. Ball BJ, Dayan AD: Pathogenesis of syringomyelia. Lancet 2: 799-801, 1972
4. Barbaro NM, Wilson CB, Gutin PH, Edwards MSB: Surgical treatment of syringomyelia: favorable results with syringoperitoneal shunting. J. Neurosurg:61:531- ,1989
5. Barnett HJM, Foster JB, Hudgson P: Syringomyelia. Philadelphia: WB Saunders . 1973
6. Batzdorf U: Chiari I malformation of syringomyelia. Evaluation of surgical therapy by magnetic resonance imaging. J. Neurosurg 68:726-730, 1988
7. Batzdorf U (Ed): Syringomyelia: Current Concepts in Diagnosis and treatment. Baltimore: Williams&Wilkins.1991
8. Blaylock RL: Hydrosyringomyelia of the conus medullaris associated with a thoracic meningioma. Case Report. J. neurosurg 54:833-835, 1981
9. Cahan LD, Bentson JR: Considerations in the diagnosis and treatment of sringomyelia and the Chiari malformation. J Neurosurg 57:24-31,1982
10. Caplan LR, Morohno AB, Amico LL: Syringomyelia and arachnoiditis. J. Neurol Neurosurg Psychiatry 53:106-,1990
11. Castillo M, Quencer RM, Green BA: Syringomyelia as a consequence of compressive extramedullary lesions postoperative clinical and radiological manifestations AJR 150:391-,1988
12. Conway LW: Hydrodynamic studies in syringomyelia. J. Neurosurg 27:501-514, 1967.

13. Dauser RC, DiPietro MA, Venes JL: Symptomatic Chiari 1 malformation in childhood: a report of 7 cases. *Pediatr Neurosci* 14:184-190, 1988.
14. DiChiro G, Axelbaum SP, Schellinger D: Computed tomography of spinal cord after lumbar intrathecal introduction of metrizamide in syringomyelia. *N Eng J Med* 292:13-16, 1975
15. Dubois Pj, Drayer BP, Sage M, Osborne D, Heinzer: Intameullary penetrance of metrizamide in the dog spinal cord. *AJNR* 2:313-317, 1981
16. Du Boulay GH: Pulsatile movements in the CSF pathways. *Br J Radiol* 39:255-262, 1966
17. Du Boulay G, O'Connell j, Currie J: Further investigations on pulsatile movements in the cerebrospinal fluid pathway. *Acta Radiol (Diagn)* 13:496-523, 1972
18. Edelman RR, Wedeen VJ, Davis KR, Widden D, Hahn P, Shovkimas G, Brady TS: Multiphasic MR Imaging: a new method for direct imaging of pulsatile CSF flow. *Radiology* 161:779-783, 1986
19. Eisenberg HM, Mc Lennon JE, Welch K: Ventricular perfusion in cats with kaolin induced hydrocephalus *J Neurosurg* 41:20-28,1974
20. Enzmann DR: Imaging of syringomyelia. in Batzdorf U (ed): *Syringomyelia: Current Concepts in Diagnosis and treatment*. Baltimore: Williams&Wilkins. 1991, pp 116-139
21. Enzmann DR, O'Donohue J, Rubin JB: CSF Pulsations within nonneoplastic spinal cord cysts. *AJR* 149: 149-157, 1987
22. Enzmann DR, Pelc NJ: Normal flow patterns of intracranial and spinal cerebrospinal fluid defined with phase-contrast cine MR Imaging. *Radiology* 178:467-4474, 1991
23. Enzmann DR, Rubin JB, DeLaPaz R: Cerebrospinal fluid pulsation: benefits and pitfalls in MR imaging. *Radiology* 178:467-474, 1991
24. Estienne C: *La dissection du Corps humain* Paris, Simon de Colines, 1546 pp 3-42
25. Finlayson AI: Syringomyelia and related conditions. In Jaynt RJ (ed). *Clinical Neurology V3 Philadelphia*. JB Lippincott Co 1989, pp1-37
26. Garcia Uria J, Leunda G, Carrillo R, Bravo G: Syringomyelia: long term results after posterior fossa decompression. *J.Neurosurg* 54:380-383, 1981
27. Gardner WJ: Hydrodynamics factors in Dandy-Walker and Arnold-Chiari malformations. *Childs Brain* 3:200-212, 1977
28. Gardner WJ, Angel J: The cause of syringomyelia and its surgical treatment. *Cleve Clin Q* 25:4-8, 1958
29. Gardner WJ, Angel J: the mechanism of syringomyelia and its surgical corrections. *Clin Neurosurg* 6:131-140, 1959
30. Gardner WJ, Bell HS, Poolos PN, Dohn DF, Stienberg M: Terminal ventriculostomy for syringomyelia. *J Neurosurg* 46:609-617, 1977
31. Gardner WJ, Goodall RJ: The surgical treatment of Arnold-Chiari malformations in adults. An explanation of its mechanism and importance of encephalography in diagnosis. *J Neurosurg* 7:199-206, 1950
32. Green BA, Quencer RM, Post MJ: A review of 100 patients surgically treated for progressive posttraumatic cystic myelopathy. *J. Neurosurg* 72:353- ,1990
33. Griffiths ER and McCormick CC: Posttraumatic syringomyelia. *Paraplegia* 19:81- ,1981
34. Hall P, Turner M, Archinger, Bendick P, Cambell R: Experimental syringomyelia. The relationship between intraventricular and intrasyrinx pressures. *J Neurosurg* 52:812-817, 1980
35. Hankinson J: The surgical treatment of syringomyelia. In Krayenbuhl H(Ed), *Advances and technical standards in neurosurgery*,v 5,Wien, Springer-Verlag ,1978:pp 127-151
36. Hassin GB: A contribution to the histopathology and histogenesis of syringomyelia. *Arch Neurol Psychiatry* 3:130-146, 1920
37. Hoffman HJ, Neil J, Cronek R, Neill J, Hendrick EB, Humphreys RT: Hydrosyringomyelia and its management in childhood. *Neurosurgery* 21:347-351,1987
38. Ikata T, Masaki K, Kashiwaguchi S: Clinical and experimental studies on permeability of tracers in normal spinal cord and syringomyelia. *Spine* 13:737-741, 1988
39. Lee JC, Olszewski J: Penetration of radioactive bovine albumin from cerebrospinal fluid into brain tissue. *Neurology* 10:814-822, 1960
40. BCP, Zimmerman RD, Menning JJ, Deck MD: MR imaging of syringomyelia and hydromyelia. *AJR* 144:1149-1156,1985
41. Lesoin F, Petit H, Thomas CE, Viaud C, Baleriaux D, Jamin M: Use of the syringoperitoneal shunt in the treatment of syringomyelia. *Surg Neurol* 25:1131-136, 1986
42. Levy LM, DiChiro G: MR phase imaging and cerebrospinal fluid flow in the head and spine. *Neuroradiology* 32:399-406,1990
43. Levy LM, Mason L, Hahn JF: Chiari malformation presenting in adults. a surgical experience in 127 cases. *Neurosurg* 12:377-390, 1983
44. Lyons BM, Brown DJ, Calvert JM: The diagnosis and management of posttraumatic syringomyelia. *Paraplegia* 25:340- ,1987
45. Matsumoto T, Symon L: Surgical management of syringomyelia-current results. *Surg Neurol* 32:258-265, 1989
46. Mc Laurin RL, Bailey OT, Schurr PH: Myelomalacia and multiple cavitations of spinal cord secondary to adhesive arachnoiditis: experimental study. *Arch Pathol* 57:138-146, 1954
47. Menezes AH, Smoker RK, Dyste GN: Syringomyelia, Chiari malformations and hydromyelia. In Youmans JR(Ed) :*Neurological Surgery* ,V 2. Philadelphia, WB Saunders Company, 1990, pp:1421-1459
48. Milhorat TH, Johnson WD, Miller JI, Bergland RM; Hallenbergher J: Surgical treatment of syringomyelia Based on Magnetic Resonance Imaging Criteria *Neurosurgery* 31:231-245, 1992
49. Nitz WR, Bradley WG, Jr, Watanabe AS: Flow Dynamics of cerebrospinal fluid: assesment with phase-control velocity MR imaging performed with retrospective cardiac gating. *Radiology* 183:395-405,1992
50. Njemanze PC, Beck OJ: MR-gated intracranial CSF dynamics: evaluation of CSF pulsatile flow. *AJNR* 10:77-80,1989
51. Oakes WJ: Chiari malformations, hydromyelia, syringomyelia. In (Wilkins RH, Rengachary SS (Eds) *Neurosurgery V3*, New York, Mc-Graw Hill Company 1985: pp:2102-2124
52. Oldfield EH, Muraszko K, Shawker TH, Patronas NJ: Pathophysiology of syringomyelia associated with Chiari 1 malformation of the cerebellar tonsils. *J. Neurosurg* 80:3-15, 1994
53. Ollivier d'Angers CP: *De la moelle epiniere et ses molodies*. Paris Chez Crevot, 1824,p:116
54. Padovani R, Cavallo M, Gaist G: Surgical treatment of syringomyelia: favorable results with syringo-subarachnoid shunting. *Surg Neurol* 32:173- ,1989
55. Parley Madson: Syringomyelia. In Rothman RH, Simeone FA(Eds), *Spine V 2*. Philadelphia, WB Saunders Company, 1992:pp: 1575- 1604

56. Park TS, Carl WS, Broaddus WC: Lumboperitoneal shunt combined with myelotomy for treatment of siringohydromyelia. *J. Neurosurg* 70: 721-727, 1989
57. Paul KS, Lye RH, Strang FA: Arnold-Chiari malformation. Review of 71 cases. *J Neurosurg* 58:183-187, 1983
58. Phillips TW, Kindt GW: Syringoperitoneal shunt for siringomyelia: A preliminary report. *Surg Neurol* 16:462-466, 1981
59. Pojunas K, Williams DL, Deniolski KL and Haughton VM: Siringomyelia and hydromyelia:magnetic resonance evaluation. *Radiology* 153:679-984
60. Quencer R: The injured spinal cord. Evaluation with magnetic resonance and intraoperative sonography. *Radiol Clin North Am* 26:1025-1045, 1988
61. Quencer RM, Morse BM, Green BA: Intraoperative spinal sonography adjunct to metrizamide CT in the assesment and surgical decompression of posttraumatic spinal cord cysts. *AJNR* 5:71- ,1984
62. Quencer R, Post MJD, Hinks RS: Cine MR in the evaluation of normal and abnormal CSF flow: intracranial and intraspinal studies. *Neuroradiology* 32:371-391, 1990
63. Rhoton AL Jr: Microsurgery of Arnold-Chiari malformation in adults with and without hydromyelia. *J Neurosurg* 45:473-483, 1976
64. Rhoton AL: Microsurgery of siringomyelia and siringomyelic cord syndrome. In Schmidek HH, Sweet WH (Eds). *Operative Neurosurgical Techniques* V1, New York, Grune&Stratton, 1982: pp:103-124
65. Rossier AB, Foo D, Shillito J, Nahedy MH, Sweet WH, Dyra F, Suikarati M: Posttraumatic cervical siringomyelia. Incidence, clinical presentation, electrophysiological studies, syrinx protein and results of conservative and operative treatment. *Brain*, 188:439-461, 1985
66. Saez RJ, Onofrio BM, Yanagihara T: Experience with Arnold-Chiari malformation, 1960 to 1970. *J Neurosurg* 45:416-422, 1976
67. Schlesinger EB, Antinos JL, Michelsen WJ and et al: Hydromyelia. Clinical presentation and comparison of modalities of treatment . *Neurosurgery* 9:356- ,1981
68. Sherman JL, Forkovich AJ, Citrin CM: The MR appearance of siringomyelia : new observations *AJR* 148:381- ,1987
69. Suzuki M, Davis C, Symon L, Gentili F: Syringoperitoneal shunt for treatment of cord cavitation. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 48:620- ,1985
70. Symonds C, Meadoows SP: Compression of the spinal cord in the neighbourhood of the foramen magnum. *Brain* 50:52-84, 1937
71. Tachibana S, Lida H, Yada K: Significance of positive Queckenstedt test in patients with siringomyelia associated with Arnold-Chiari malformations. *J Neurosurg* 76:67-71, 1992
72. Tator CH, Briceno C: Treatment of siringomyelia with a syringosubarachnoid shunt. *Can J Neurol Sci* 15:48-57, 1988
73. Tator CH, Meguro K, Rowed DW: Favorable results with syringosubarachnoid shunts for treatment of siringomyelia. *J. Neurosurg* 56:517-523, 1982
74. Vaquero J, Martinez R, Arios A: Siringomyelia-Chiari Complex: Magnetic resonance imaging and clinical evaluation of surgical treatment. *J. Neurosurg* 73:64-68, 1990
75. Vaquero J, Martinez R, Salazar J, Santos U: Syringosubarachnoid shunt for treatment of siringomyelia. *Acta Neurochir. (Wien)* 84:105-109, 1987
76. Vassilouthis J, Papandreou A, Anagnostaras S: Thecoperitoneal shunt for siringomyelia *J. Neurosurg* 76:1047, 1992
77. Vengsarkar US, Panchal VG, Tripathi PD, Patkor SV, Afarwal A, Dorphy PK, Kamat MM: Percutaneous thecoperitoneal shunt for siringomyelia. *J. Neurosurg* 74: 827-831, 1991
78. Venes JL, Dipietro MA, Dauser RC: Arnold chiari Type 1 malformation. a pediatric neurosurgical approach. *Contemp Neurosurg* 10:1-5, 1988
79. Welch K, Shillito J, Strand R, Fischer Eg, Winston KR: Chiari "malformation"- an acquired disorder? *J Neurosurg* 55:604-609, 1981
80. Williams B: The distending force in the production of 'communicating' siringomyelia. *Lancet* 2:189-193, 1969
81. Williams B: Simultaneous cerebral and spinal fluid recordings. 2. Cerebrospinal dissociation with lesions at the foramen magnum. *Acta Neurochir.* 59:123- ,1981
82. Williams B: Experimental communicating siringomyelia in dogs after cisternal kaolin injection. Part 2. Pressure studies. *J Neurol Sci* 48:109-122, 1980
83. Williams B: Siringomyelia. In Winn R, Mayberg MR (Eds) *Neurosurgery clinics of north America*, V 1:3, Philadelphia, WB Saunders Company, 1990 pp:653-685
84. Williams B: Surgical treatment of siringobulbia. In Winn Richard, Mayberg MR (eds) *Neurosurgery clinics of north America*, V 4, Philadelphia WB Saunders Company 1993:pp: 553-571
85. Williams B, Bentley J: Experimental communicating siringomyelia in dogs after cisternal kaolin injection. Part 1. Morphology. *J Neurol sci* 48:93-107, 1980
86. Wisoff JH, Epstein F: Management of Hydromyelia. *Neurosurgery* 25:562-571, 1989