

Bir yenidoğanda ağır kalp yetmezliğine neden olan Galen ven anevrizmasının transumbilikal yolla embolizasyonu

Özlem Tekşam¹, Saruhan Çekirge², Şule Yiğit³, Tefik Karagöz⁴, Murat Yurdakök³

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi ¹Pediyatri Uzmanı, ²Radyoloji Profesörü, ³Pediyatri Profesörü, ⁴Pediyatri Doçenti

SUMMARY: Tekşam O, Çekirge S, Yiğit Ş, Karagöz T, Yurdakök M. (Departments of Pediatrics and Radiology, Hacettepe University Faculty of Medicine, Ankara, Turkey). Transumbilical embolization of the vein of Galen malformation presenting with severe cardiac failure in a newborn. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2005; 48: 168-174.

Vein of Galen malformation is the most common form of symptomatic cerebrovascular malformation in neonates and infants. This anomaly may be diagnosed prenatally by several imaging modalities. High-risks neonates with vein of Galen malformations presenting with cardiac failure have high morbidity and mortality; however, endovascular therapy with modern neuroanesthetic and neurointensive care can provide good outcomes even in these neonates. We report here a female full-term newborn with a vein of Galen malformation who presented with cardiac failure within 24 hours post-partum and was treated with transumbilical embolization.

Key words: vein of Galen malformation, cardiac failure, hydrocephalus, intracranial hemorrhage, embolization, newborn.

ÖZET: Yenidoğan ve süt çocukluğu döneminde en sık semptom veren serebrovasküler patoloji Galen veni anevrizmasıdır. Bu anomalinin tanısı çeşitli görüntüleme teknikleri ile prenatal olarak da konulabilir. Kalp yetmezliği ile başvuran Galen veni anevrizmalı yenidoğanlar, yüksek morbidite ve mortaliteye sahiptir. Fakat modern anestezi ve yoğun bakım ünitelerinin bulunduğu merkezlerde endovasküler tedavi ile, Galen veni malformasyonu ve kalp yetmezliği olan yüksek riskli yenidoğanlarda bile iyi sonuçlar alınabilmektedir. Bu yazıda doğumdan sonra ilk 24 saat içinde kalp yetmezliği tablosu ile getirilen Galen veni anevrizmalı bir yenidoğan vakasının transumbilikal yolla embolizasyonu sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Galen veni malformasyonu, kalp yetmezliği, hidrosefali, intrakranial kanama, embolizasyon, yenidoğan.

Galen veni anevrizması, seyrek görülen (1: 25000'den az) konjenital intrakranial vasküler bir malformasyon olup, tüm vasküler malformasyonların yaklaşık %1'ini ve çocuklardaki vasküler malformasyonların yaklaşık %30'unu oluşturur¹⁻³. Galen veni anevrizmasının önemli özelliği, Galen veni olarak adlandırılan venöz yapının anevrizmal dilatasyonudur. Bu dilate venöz yapıyı en sık besleyen arterler, sıklık sırasına göre arka koroidal arter, ön serebral arter, orta serebral arter, ön koroidal arter ve arka serebral arterdir⁴.

Galen veni anevrizması çocukluk çağında birkaç farklı klinik tablo ile ortaya çıkabilir, ancak yenidoğan döneminde en çok yüksek debili kalp

yetmezliği ile kendisini gösterir⁵. Anevrizmanın büyüklüğü özellikle kalp yetmezliğinin şiddetini etkilediğinden önemlidir. Yenidoğan dönemindeki hastaların %95'i kalp yetmezliği ile, kalan %5'i ise hidrosefali, subaraknoid kanama veya intraventriküler kanama ile getirilmektedir. Daha büyük çocuklarda ortaya çıkış bulguları biraz daha farklı olup, en sık baş ağrısı, hidrosefali, çeşitli nörolojik bulgular ve subaraknoid kanama şeklindedir⁴.

Galen veni anevrizmasının yenidoğan döneminde morbidite ve mortalitesi yüksektir^{2,3}. Geçmiş yıllarda etkili ve destek tedaviye rağmen genellikle multisistem yetmezliği ve ölüm ile sonuçlanan bu

malformasyonun tedavisinde son on yıl içinde büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Özellikle yenidoğan döneminde ciddi kalp yetmezliği ile başvuran Galen veni anevrizmalı bebeklerin tedavisinde endovasküler yaklaşımla anevrizmayı besleyen arterlerin embolizasyonu sonucunda anevrizmal kan akımının azaltılması ile başarılı sonuçlar alınmıştır. Günümüzde bu tedavi artık yaygın olarak kullanılan bir tedavi şekli olmuştur^{2,6}.

Galen veni anevrizması nedeniyle hayatın erken dönemlerinde ağır kalp yetmezliği ile başvuran yenidoğanlarda, girişimsel nöroradyoloji ve embolizasyon teknikleri kullanılmadığı zaman hızla çoklu organ yetmezliği ve ölüm geliştiğinden prognoz kötüdür⁷. Ayrıca böyle bebeklerde serebral enfarkt gelişebilir ve enfarkt olan bebeklerde sonuçlar kötüleşmektedir⁸. Bu komplikasyonları azaltmak ve özellikle ağır serebral zedelenmeyi önlemek için, bu hastalarda Galen veni anevrizmasını besleyen kan akımının erken nörogirişimsel tedavi ile azaltılması ve kalp yetmezliği tedavisinin yapılması gerekir. Ancak bu şekilde nörolojik sekellerin azaltılabildiği bildirilmiştir⁶.

Güvenli görüntüleme tekniklerinin ve endovasküler tedavinin uygulanmadığı dönemlerde yenidoğan bebeklerdeki mortalite hızı %90 iken, günümüzde endovasküler tedavi ile yaşam şansı %70-80 olmuştur ve tam iyileşme yaklaşık %50 civarındadır⁹.

Bu yazıda transumbilikal yolla embolizasyon yapılarak tedavi edilen, prenatal dönemde Galen veni anevrizması tanısı almış ve ağır kalp yetmezliği tablosunda olan bir yenidoğan vakası sunulmuştur.

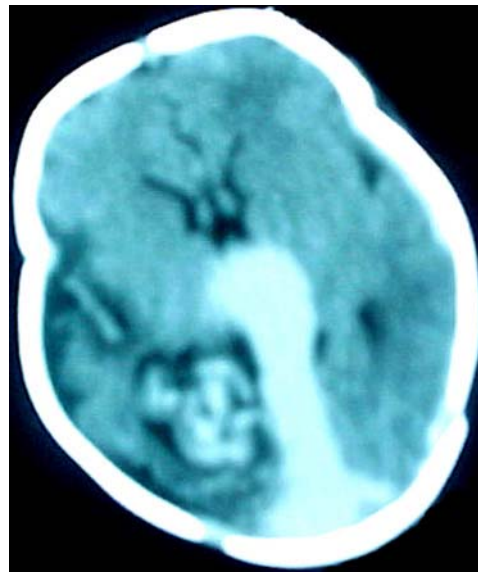
Vaka Takdimi

Yirmi iki yaşındaki annenin ilk gebeliğinden 38 haftalık olarak 3120 gr ağırlığında sezaryen ile başka bir merkezde doğan kız hastanın, 32 haftalıkken yapılan fetal ultrasonografisinde Galen veni anevrizması olduğu öğrenildi. Postnatal dönemde yapılan kranial ultrasonografisinde ve kranial tomografisinde de Galen veni anevrizması ve hidrosefalisi olduğu doğrulanarak hasta doğumdan sonra sekizinci saatinde hastanemize gönderildi.

Hastanın vücut ağırlığı ve boyu, gebelik haftasına göre normal sınırlarda olmakla birlikte, baş çevresi 90. persentil üzerinde (36 cm) idi. Fizik muayenesinde taşikardik ve takipneik olan hastanın en iyi sternum sol kenarında duyulan ikinci dereceden sistolik üfürümü vardı.

Karaciğer 4 cm ele geliyordu. Diğer sistem bulguları normaldi. Hastanın tam kan sayımı, serum elektrolitleri, kan gazları, karaciğer ve böbrek fonksiyon testleri, idrar-kan amino asitleri ve koagülasyon testleri normaldi. Akciğer grafisinde kardiyomegali saptanan hastanın ekokardiografisinde özellikle sağ kalp olmak üzere, tüm kalp boşluklarının geniş ve hepatik venlerin dilate olduğu, triküspit (3.5 m/sn) ve mitral yetmezliğinin (2.5 m/sn) olduğu, pulmoner arter basıncının sistolde 50 mmHg olduğu saptandı. Bu nedenle hastaya digoksin, diüretik ve kaptopril tedavisi başlandı.

Yaşamının ikinci gününde çekilen kranial tomografisinde, Galen veni, sinus rektus, konfluens, transvers ve sigmoid sinüslerin ileri derecede genişlediği, özellikle üçüncü ve lateral ventriküllerin normalden geniş olduğu bildirildi (Şekil 1). Yaşamının beşinci gününde, hastanın kalp yetmezliği bulgularının giderek artması nedeniyle anjiyografi yapılmasına ve bu sırada Galen veninin embolizasyonuna karar verildi. Umbilikal arter kateterinden yapılan anjiyografide, anevrizmanın birçok arterden beslendiği ve tek bir damarla beslenmemesi nedeniyle küratif bir embolizasyonun mümkün olamayacağı görülmekle birlikte, sol posterior serebral arter ve sol anterior serebral arter perikallosal dalından anevrizmaya doğru giden fistülöz yapılar 0.1 ml kadar "glue" (Histoacril, Braun) ile embolize edildi. Galenik malformasyonun doluşunun %80 oranında azaldığı gözlemlendi (Şekil 2 a, b).



Şekil 1. Embolizasyon öncesi çekilen kranial tomografide Galen veni malformasyonuna ait görünüm.



Şekil 2a. Embolizasyon öncesinde çekilen anjiyografide Galen veni malformasyonuna ait görüntü.



Şekil 2b. Embolizasyon sonrasında çekilen anjiyografide Galen veni malformasyonuna ait görüntü.

Embolizasyondan beş gün sonra hastanın konvülsif hareketleri ve sık tekrarlayan apne nöbetleri ortaya çıktı. Fizik muayenesinde tüm ekstremitelerde tonus artışı vardı. Laboratuvar incelemelerinde hiponatremi ve trombositopeni saptandığından hastaya sodyum defisit tedavisi başlandı, trombosit desteği yapıldı ve anti-epileptik olarak daha önce profilaktik olarak başlanan fenobarbitale, difenilhidantoin eklendi.

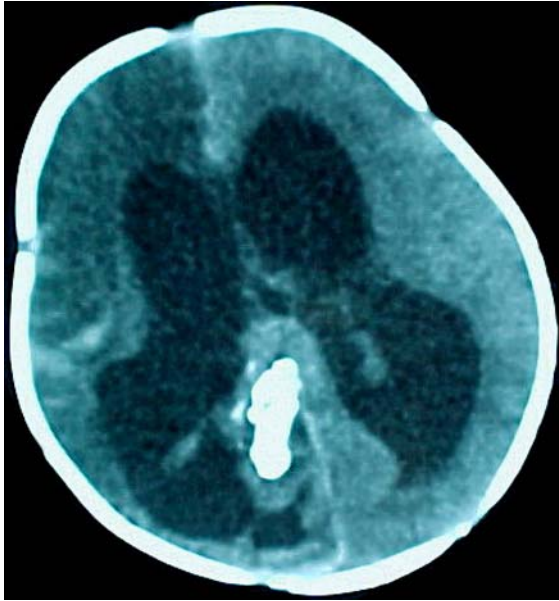
Aynı zamanda çekilen kranial tomografisinde endovasküler tedavi sırasında verilen embolizan maddeye ait hiperdens görünüm yanı sıra, üçüncü ve lateral ventriküllerde belirgin dilatasyon vardı ve Galen veni anevrizmasına ait görünüm izlenmedi. Ancak sağ silviyan sulkusunda, interhemisferik fissürde, sol lateral ventrikül arka hornunda hiperdens kanamaya ait görünümlerin izlendiği bildirildi (Şekil 3). Tomografide beyin



Şekil 3. Embolizasyondan beş gün sonra çekilen kranial tomografide embolizan maddeye ek olarak, sağ silviyan sulkusunda ve interhemisferik fissürde hiperdens kanamaya ait görünüm.

ödemli görünümde olduğundan hastaya 1 mg/kg yükleme ve ardından 1 mg/kg idame deksametazon tedavisi başlandı.

İşlemden 12 gün sonra yapılan kontrol ekokardiografisinde pulmoner arterdeki basıncın 17 mmHg'ya gerilediği, miyokard kasılmasının normal olduğu ve sağ kalbin sola göre halen geniş olmakla birlikte kalp boşluklarının belirgin olarak küçüldüğü ve triküspit yetmezliğinde de düzelme olduğu görüldü. Aynı zamanda çekilen kontrol kranial tomografisinde hidrosefali bulgularının bir önceki tomografisine göre artmış olduğu ve kanama alanlarının da aynen devam ettiği görüldü (Şekil 4). Hastanın apne nöbetlerinin artması, ön fontanelinin giderek daha bombe ve gergin olması nedeniyle hastaya haftalık boşaltıcı ventriküler ponksiyon yapılması kararlaştırıldı. Hastaya ilk kez 18. gününde ventriküler ponksiyon yapıldı. Bu sırada beyin-omurilik sıvı (BOS) basıncı 300 cmH₂O, BOS'da protein 108 gr/dl, şeker 27 gr/dl idi. Direkt incelemede silme eritrosit görüldü. İlk ventriküler ponksiyondan sonraki 10 gün içinde hastaya üç kez daha boşaltıcı ponksiyon yapıldı ve BOS basıncı 120 cmH₂O'ya kadar düştü. Ancak buna rağmen nöbet ve apnelerinin devam etmesi üzerine hastaya bir aylıkken ventrikülo-peritoneal şant takıldı ve bir buçuk aylıkken taburcu edildi.



Şekil 4. Embolizasyondan 12 gün sonra çekilen kranial tomografide belirgin dilatasyon, kanama ve embolizan maddeye ait görüntü.

Hastaya yapılan serebral anjiyografi sırasında 13.5 gr (Iopamiro, Santa Farma) iyot içeren opak madde verilmesi nedeniyle tiroid fonksiyonları haftalık olarak izleme alındı. İşlemden dört gün sonra alınan TSH düzeyi 11.35 µU/L (normali 30 µU/L); 11 gün sonra T4 9.92 ng/ml (normali 4.87-11.7 ng/ml), serbest T4 15.14 ng/ml (normali 9-19 ng/ml), TSH 8.15 µU/L, idrarda iyot düzeyi 725 µg/dl (normali 0-20 µg/dl); 18 gün sonra T4 9.29 ng/ml, serbest T4 15.65 ng/ml, TSH 2.61 µU/L idi.

Hastanın dokuz aylıkken yapılan muayenesinde vücut ağırlığı (6800 gr), boyu (65 cm) ve baş çevresinin (41 cm) beşinci persentilin altında ve orta şiddette nörolojik gelişme geriliği olduğu görüldü; izlemine devam edilmektedir.

Tartışma

Galen veni anevrizmasına sekonder gelişen kalp yetmezliği, konjenital kalp hastalıklarına bağlı gelişen kalp yetmezliği tablosundan daha ağırdır. Bunun nedeni dolaşıma devamlı hacim yüklenmesinin olmasındandır. Bu yüzden bu hastaların girişimsel tedavi yapılmadan önce stabilizasyonunun çok zor ve kalp yetmezliğinin çoğunlukla tedaviye dirençli olması nedeniyle, yenidoğan döneminde ağır kalp yetmezliği endovasküler girişim için kesin bir kontrendikasyon değildir ⁶.

İntrauterin dönemde Galen veni anevrizmasına bağlı kalp yetmezliği seyrekdir. Çünkü düşük dirençli serebral arteriovenöz malformasyon, yine düşük dirençli olan uteroplasental ünite ile denge halindedir¹⁰. Ancak doğumda plasentanın kaybı ile kalp debisinin %70'inden fazlası serebral dolaşıma yönelir. Pulmoner arteriyel basınç yüksek ve duktus arteriozus açık kalır. Bu nedenle sağ ventriküler debi patent duktus arteriozus aracılığı ile inen aortaya gider^{5,11}. Kronik basınç yüklenmesine bağlı olarak sağ ventrikül genişler. Arkasından duktal ve atrial düzeyde sağdan sola şant, arteriyel hipoksemiye neden olur; bu da ventriküler yetmezlik gelişme olasılığını artırır¹². Ayrıca Galen veni anevrizması boyunca diyastolde geniş şant gözlenir. Kateterizasyon sırasında, inen aortadaki akımın tersine döndüğü ve karotid arterlerin diastolde geriye dolduğu gösterilmiştir (çalma fenomeni)¹³. Galen veni anevrizmasına bağlı artmış diyastolik akım koroner kan akımını da azaltarak suben-

dokardiyal perfüzyonu azaltır. Bu da miyokardiyal iskemiye neden olur ve kalp yetmezliğini şiddetlendirir¹⁴.

Prenatal dönemde tanı almış olan hastamız da en sık klinik tablo olan kalp yetmezliği ile başvurmuş ve erken tanı hastaya yapılacak girişimsel yaklaşımın hızlanmasına neden olmuştur. Hastamızda uygun tıbbi tedaviye cevap vermeyen kalp yetmezliği tablosu, embolizasyon işleminden sonraki birkaç gün içinde tamamen kontrol altına alınmıştır.

Literatürde endovasküler tedavi ile kalp yetmezliği bulgularının gerilediğini gösteren birçok çalışma vardır^{6,8,10}. Bunlardan kalp yetmezliği ile başvuran dokuz yenidoğanın sonuçlarının değerlendirildiği bir çalışmada endovasküler embolizasyon sonrasında hastaların %66'sında kalp yetmezliği kontrol altına alınmış ve nörolojik fonksiyonlar normal olarak sağlanmıştır. Bir hasta kalp yetmezliği nedeniyle ölmüş, iki hasta ise geç dönemde ciddi hipoksik iskemik nörolojik zedelenme nedeniyle kaybedilmiştir. Yaşayan hastalardan birinde hafif şiddette nörogelişimsel gerilik olmuştur⁶. Yenidoğan döneminde kalp yetmezliği ile başvuran beş bebeğin değerlendirildiği bir başka çalışmada, dördünde kalp yetmezliği kontrol altına alınmış, bir bebek ölmüştür. Yaşayan bebeklerden üçünün nörolojik fonksiyon bozukluğu olmazken, bir bebekte orta derecede nörogelişimsel bozukluk gelişmiştir¹².

Galen veni anevrizmasında aşırı artmış serebral kan akımı birkaç yolla nörolojik sonuçları etkilemektedir^{3,10}. Artmış serebral venöz basınç rejional serebral kan akımını ters yönde etkilerken, intraserebral arteriyel çalmaya sekonder olarak da fazla kanlanan "watershed" alanlarda periventriküler lökomalaziye neden olmaktadır. Bu nedenle kalp yetmezliğinde kullanılan arteriyel vazodilatör ilaçların, cerrahi öncesinde, sırasında ve sonrasında nörolojik zedelenmeyi azaltmada rol oynadığı düşünülmektedir¹⁵. İskemi/reperfüzyon vasküler zedelenmesi ve perfüzyondaki ani değişikliklerin her ikisi de germinal matriks kanamalarının patogeneğinde önemlidir⁷. Anevrizmanın embolizasyonu sırasında veya sonrasında hipertansiyonun önlenmesi de teorik olarak anevrizma rüptürünün sıklığını azaltır¹³. Dilate Galen venininin komşu dokulara kompresyonuna bağlı olarak neden olduğu atrofi ve akuaduktal hidrosefali de diğer etkileridir⁴.

Hastamızda gördüğümüz hidrosefali ve kanama da Galen veni anevrizmasının belirtilen bu etkilerinin bir sonucu olabilir. Ancak hastamızda endovasküler girişimden beş gün sonra gelişen intrakranial kanamanın daha çok tedavi komplikasyonu olduğu düşünülmüştür. Tam olarak nedeni açıklanamayan trombositopeninin de buna katkısı olmuş olabilir. Kalp yetmezliği tablosu erken endovasküler girişimle kontrol altına alınan hastamızın intrakranial kanamasının ve şant ihtiyacı olacak derecede hidrosefalisinin olması, nörolojik gelişimi olumsuz etkilemiş olan faktörlerdendir. Yapılan bir çalışmada şanti olan hastalarda daha fazla nörolojik defisit olduğu ve mental retardasyon geliştiği bildirilmiştir¹⁶.

Galen veni anevrizmasına yönelik olarak yapılan endovasküler girişim sırasında daha çok femoral ven ya da arterler tercih edilirken, hastamızda umbilikal arter tercih edilmiştir. Serebral endovasküler girişim gereken yenidoğanlarda alternatif arteriyel bir yol olarak umbilikal arter daha önce yapılmış bir çalışmada da denenmiştir¹⁷. Bu çalışmada hastamıza benzer şekilde kalp yetmezliği ile başvuran Galen veni anevrizmalı altı yenidoğan vakasında umbilikal arter kullanılmış ve hiçbir komplikasyon gelişmemiştir. Bu yöntemle daha sonra da girişim gerekebilen bu tip hastalarda transfemoral kateterizasyondan uzak durularak, femoral arterin stenozu ya da trombozu gibi bazı komplikasyonlarla karşılaşılmamış ve femoral arterler korunmuş olur¹⁷.

Hastamızın bu tedavi yaklaşımları sırasında karşılaştığı önemli bir faktör de aşırı miktarda iyot alımıdır. Kardiyak kateterizasyon ya da cerrahi işlemler sırasında aşırı miktarda iyot kullanımı yenidoğan bebeklerde geçici hipotiroidiye neden olur. İşlemden sonra en az yedi gün içinde total T4 değerlerinde azalma ve TSH da geçici artış olabileceği bildirilmiştir¹⁸. Benzer şekilde kalp ameliyatı olmuş bebeklerde de deriden iyot absorpsiyonu olduğu saptanmıştır¹⁹. Ancak ağır hastalıkları veya hemodinamik komplikasyonları olan zamanında doğmuş bebeklerde tiroid fonksiyonlarının adaptif depresyonuna neden olan düşük T4 varlığını, patolojik iyodun indüklediği tiroid disfonksiyonundan ayırt etmek zordur. Bu ayırımı yapmak için en önemlisi TSH'daki artışı göstermektedir²⁰.

Paradoksik olarak aşırı miktarda iyot tiroid bezi tarafından iyot alımını bloke eder ve hormon sentezi inhibe olur. Bu fenomenin adı "Wolff-

Chaikoff” etkisi olarak bilinir²¹. Ancak tüm bu girişimsel işlemler sırasında verilen fazla miktardaki iyodlu opak maddenin hastamızda herhangi bir yan etkiye neden olmadığı görülmüştür.

Yapılan bir çalışmada zamanında doğmuş kardiyak kateterizasyon ve/veya cerrahi işlem yapılan 21 bebekte tiroid hormonları en az bir ay süre ile izlenmiş, altı bebeğin TSH düzeylerinde artış olduğu, üç bebeğin de T4 düzeylerinde düşme olduğu ve bu bebeklerden ikisinin de L-tiroksin ile tedavi edilmesi gerektiği bildirilmiştir. Bu çalışmadaki hastaların tamamında sistemik olarak iyot içeren kontrast madde ve topikal antiseptik olarak povidin iyot kullanılmıştır²². Ancak literatürde kullanılan hangi iyot miktarının bu etkilere neden olacağına ilişkin bir veriye rastlanmamıştır.

Neonatal geçici hipotiroidi etiolojisini araştırmak üzere yapılan bir başka çalışmada hipotiroidisi olan bebeklerin %50’den fazlasında nedenin iyot kullanımını olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle bu tabloyu önlemek için deri antiseptiği olarak doğum kliniklerinde iyot yerine klorheksidin kullanılması, gebe kadınlara iyotlu antiseptiklerin ve onun ürünlerinin yan etkileri konusunda bilgi verilmesi, venöz kateterizasyon için radyopak kateterler kullanılması ve iyot kullanıldığı zaman tiroid fonksiyonlarının izlenmesi önerilmektedir²³.

Sonuç olarak, açıklanamayan özellikle de yüksek debili konjestif kalp yetmezliği olan yenidoğanlarda ya da açıklanamayan intrakranial kanaması veya hidrosefalisi olan bebeklerde Galen veni anevrizmasından şüphelenilmelidir. Galen veni anevrizmasına ikincil gelişen ciddi kalp yetmezliği, uygulanacak olan nörogirişimsel işlem için kontrendikasyon değildir. Deneyimli neonatoloji uzmanlarının, anestezi ve girişimsel nöroradyoloji ekibinin bulunduğu merkezlerde endovasküler yolla embolizasyon uygulanabilir. Ayrıca uygun olarak düşük dozda verilen inotropik ajan ve periferik vazodilatasyon kardiyak atım hacmini düzeltir. Ancak yenidoğan bebeklere bu türlü kateterizasyonlar sırasında verilen iyotlu opak madde kullanımı sonucunda ikincil gelişebilecek geçici hipotiroidi açısından da hastaların yakın izlemi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Casasco A, Lylyk P, Hodes JE, Kohan G, Aymard A, Merland JJ. Percutaneous transvenous catheterization and embolization of vein of Galen aneurysms. *Neurosurgery* 1991; 28: 260-266.
- Lasjaunias P, Hui F, Zerah M, et al. Cerebral arteriovenous malformations in children: management of 179 consecutive cases and review of the literature. *Childs Nerv Syst* 1995; 11: 66-79.
- Ciricillo SF, Edwards MS, Schmidt KG, et al. Interventional neuroradiological management of vein of Galen malformations in the neonate. *Neurosurgery* 1990; 27: 22-28.
- Volpe JJ. Intracranial mass lesions. In: Volpe JJ (ed). *Neurology of the Newborn* (3rd ed). Philadelphia: WB Saunders; 1995: 794-807.
- Garcia-Monaco R, De Victor D, Mann C, Hannedouche A, Terbrugge K, Lasjaunias P. Congestive cardiac manifestations from cerebrocranial arteriovenous shunts: endovascular management in 30 children. *Childs Nerv Syst* 1991; 7: 48-52.
- Frawley GP, Dargaville PA, Mitchell PJ, Tress BM, Loughnan P. Clinical course and medical management of neonates with severe cardiac failure related to vein of Galen malformation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* Ed 2002; 87: F144-F149.
- Rodesch G, Hui F, Alvarez H, Tanaka A, Lasjaunias P. Prognosis of antenatally diagnosed vein of Galen aneurysmal malformations. *Childs Nerv Syst* 1994; 10: 79-83.
- Nelson M, Dickinson DF, Wilson N. Transtorcular coil embolisation of malformations of the vein of Galen—rapid resolution of heart failure in neonates. *Int J Cardiol* 1988; 18: 437-441.
- Johnston IH, Whittle IR, Besser M, Morgan MK. Vein of Galen malformation: diagnosis and management. *Neurosurgery* 1987; 20: 747-758.
- McConnell ME, Aronin P, Vitek JJ. Congestive heart failure in neonates due to intracranial arteriovenous malformation: endovascular treatment. *Pediatr Cardiol* 1993; 14: 102-106.
- Jungreis CA, Horton JA, Hecht ST. Blood pressure changes in feeders to cerebral arteriovenous malformations during therapeutic embolization. *AJNR Am J Neuroradiol* 1989; 10: 575-577.
- Mitchell PJ, Rosenfeld JV, Dargaville P, et al. Endovascular management of vein of Galen aneurysmal malformations presenting in the neonatal period. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001; 22: 1403-1409.
- Massoud T, Hademenos GJ, Young WL, Gao E, Pile-Spellman J. Can induction of systemic hypotension help prevent nidus rupture complicating arteriovenous malformation embolization?: analysis of underlying mechanism achieved using a theoretical model. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000; 21: 1255-1267.
- Patton DJ, Fouron JC. Cerebral arteriovenous malformation: prenatal and postnatal central blood flow dynamics. *Pediatr Cardiol* 1995; 16: 141-144.
- Kleindienst A, Hildebrandt G, Klug N, Schon R. Management of vein of Galen malformations: a review based on five neurosurgically treated cases and literature reports. *Zentralbl Neurochir* 1999; 60: 172-182 (Abstract in English).
- Zerah M, Garcia-Monaco R, Rodesch G, et al. Hydrodynamics in vein of Galen malformations. *Childs Nerv Syst* 1992; 8: 111-117.
- Berenstein A, Masters LT, Nelson PK, Setton A, Verma R. Transumbilical catheterization of cerebral arteries. *Neurosurgery* 1997; 41: 846-850.

18. l'Allemand D, Gruters A, Beyer P, Weber B. Iodine in contrast agents and skin disinfectants is the major cause for hypothyroidism in premature infants during intensive care. *Horm Res* 1987; 28: 42-49.
19. Mitchell IM, Pollock JC, Jamieson MP, Fitzpatrick KC, Logan RW. Transcutaneous iodine absorption in infants undergoing cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 1991; 52: 1138-1140.
20. Linder N, Sela B, German B, et al. Iodine and hypothyroidism in neonates with congenital heart disease. *Arch Dis Child* 1997; 77: F239-240.
21. Vilain E, Bompard Y, Clement K, Laplanche S, de Kermadec S, Aufrant C. Brief antiseptic application of iodine in neonatal intensive care units: effects on thyroid function. *Arch Pediatr* 1994; 1: 795-800.
22. Linder N, Davidovitch N, Reichman B, et al. Topical iodine-containing antiseptics and subclinical hypothyroidism in preterm infants. *J Pediatr* 1997; 131: 434-439.
23. Weber G, Vigone MC, Rapa A, Bona G, Chiumello G. Neonatal transient hypothyroidism: aetiological study. Italian Collaborative Study on Transient Hypothyroidism. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1998; 79: F70-F72.