

Chiari Tip 2 Malformasyonunda Cerrahi Karar Yönetimi: Tek Merkez Deneyimi

Surgical Decision Management in Chiari Type 2 Malformation: Single Center Experience

Senem ALKAN ÖZDEMİR¹, Nail ÖZDEMİR², Ali KARADAĞ², Özkan İLHAN³,Esra ARUN ÖZER⁴¹ Neonatoloji Kliniği, Dr. Behcet Uz Çocuk Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İzmir² Beyin ve Sinir Cerrahisi Bilim Dalı, İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İzmir³ Neonatoloji Kliniği, İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İzmir⁴ Neonatoloji Kliniği, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi, Muğla**ÖZ**

Amaç: Chiari Tip II malformasyonu (CM-II) meningo-miyelosele (MMC) ile sık birliktelik göstermektedir. Bu çalışmada; CM-II li olgularda operasyon için doğru zamanın tayini ve operasyon için endikasyonları araştırmayı hedefledik.

Gereç ve Yöntemler: Çalışma prospektif ve gözlemsel olup; MMC nedeni ile yenidoğan yoğun bakım ünitesine yatan 25 bebek dahil edildi. Tüm bebeklere tüm spinal ve kranial MRG tetkikleri yapıldı. Bebeklerin MMC, CM-II ve hidrosefalileri klinik ve radyolojik olarak değerlendirildi. Apne, beslenememe, solunum sıkıntısı, inatçı kusmalar ve üst ekstremitelerde ilerleyici güçsüzlük semptomları olan ve bu semptomları CM-II malformasyonu ile ilişkilendirilen bebekler için operasyon kararı verildi. Bu semptomları göstermeyen olgular MRG'lerinden bağımsız olarak izlem kararı verildi. Opere edilen ve edilmeyen bebeklerin klinik, cerrahi yönetim ve uzun dönem sonuçları karşılaştırıldı.

Bulgular: Çalışmaya; 14'ü erkek olmak üzere 25 bebek dahil edildi. 9 MMC'li bebek semptomatik CM-II'den dolayı yenidoğan döneminde opere edilirken, 16 bebek de MMC tamiri yapıldıktan sonra CM-II açısından izlendi. Opere edilen bebeklerin ortalama izlem süresi 31.0 ± 16.9 olup, opere edilmeyen olguların izlem süresi ise 31.3 ± 9.9 idi. Opere edilen ve opere olmadan izlenen CM-II vakalarının herniye olan serebellar tonsil seviyeleri karşılaştırıldığında C3 altı serebellar tonsil varlığı opere edilen olguların % 77'sinde varken, opere edilmeden izlenen olguların yalnızca % 37'sinde mevcuttu ($p=0.05$). Opere edilen olgularda en sık gözlenen semptom apne olarak saptandı.

Sonuç: Cerrahiye alınan hastaların çoğunda serebellar tonsillerin servikal omurilik kanalında daha aşağı yerleşmişti. CM-II'ye bağlı oluşabilecek klinik semptomlar MRG bulguları ikinci plana alınabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Chiari, preoperatif semptomlar, cerrahi zamanlama

ABSTRACT

Aim: Chiari malformation type II (CM-II) is frequent with meningomyelocele (MMC). We aim to present the accurate timing and indications and to reveal the necessity of the CM-II surgery.

Materials & Methods: This was a prospective and observational study which involved 25 patients (9 infants operated, 16 infants non-operated). Spinal and cranial MRI examinations were performed on all infants. MMC, CM-II and hydrocephalus of infants were evaluated clinically and radiologically. The operation decision was made for infants who had symptoms of apnea, nourishment, respiratory distress, persistent vomiting and progressive weakness in the upper extremity, and these symptoms were associated with CM-II malformation. The follow-up decision was made independently of the MRIs that did not show these symptoms. Clinical, surgical management and long-term outcomes were compared for both groups.

Results: 25 infants were included, 14 of them were male. 9 MMC baby was performed during neonatal period due to symptomatic CM-II, while 16 babies were followed up for CM-II after MMC repair. Mean duration of follow-up for operated infants was 31.0 ± 16.9 and non-operated group was 31.3 ± 9.9 . Comparing the lowest border of downward herniated cerebellar tonsil levels for CM-II cases, the presence of cerebellar tonsils below C3 level was present in 77% of the operated cases and only 37% of the cases without operation ($p=0.05$). Apnea was the most common symptom in the operated cases.

Conclusion: Cerebellar tonsils were located lower in the cervical spinal canal in the operated infants. In the presence of clinical symptoms due to CM-II, MRI findings may be the second step.

Keywords: Chiari, preoperative symptoms, surgical timing

Yazışma Adresi/ Correspondence Address:

Senem Alkan Özdemir

Dr. Behcet Uz Çocuk Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Neonatoloji Kliniği, İzmir

Tel/Phone :05327614670,

E-mail: drsenemalkan@yahoo.com

Geliş Tarihi/Received: 02/05/2017

Kabul Tarihi/Accepted: 04/05/2017

Giriş

Tip II Chiari Malformasyonu (CM-II); sıklıkla meningomyelose (MMC) ile birlikte izlenen, serebellar tonsillerin ve vermisin foramen magnum hizasından omurilik kanalına herniye olması olarak tanımlanır (1). MMC'li olguların %90'undan fazlasında eşlik etmekte olup, olguların %20-30 kadarında hayatın ileriki dönemlerinde semptomatik hale gelmektedir (2). Anatomik değişiklikler beyin sapı üzerindeki baskı yaratıp değişik klinik semptomlara sebep olabilir (3). Bu semptomların bazıları; apne, bradikardi, beslenememe, yutma güçlükleri, tortikollis ve opistotonik postür şeklinde sıralanabilir (3). Gergin omurilik sendromu, hidrosefali ve siringomyeli CM-II ile sıklıkla birlikte izlenen ikincil patolojilerdir (4). İkincil patolojileri olan CM-II vakaları, genellikle kranial ve spinal manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yöntemleri ile doğumdan kısa bir süre sonra saptanır (5). Literatüre bakıldığında CM-II için bazı tedavi modaliteleri mevcut olduğu görülmektedir (6). Tedavi yaklaşımları sıklıkla olguların görüntülenmeleri tamamlandıktan sonra yapılır (4,5). Cerrahi işlem ile beyin sapı üzerindeki baskının kaldırılmasının hasta için etkin ve hayati bir rol oynadığı bilinmektedir. Genellikle, standart bir cerrahi teknik tercih edilmekte olup cerrahi yaklaşım; suboksipital kraniektomi, yeterli servikal laminektomi ve duraplasti'den (fasya lata, galea veya sentetik greft) oluşur (6). Çalışmalarda ölüm oranı yaklaşık 3 yılda % 15, nörolojik defisit oranı % 33 olarak bildirilmektedir. Cerrahi tedaviye rağmen CM-II'li vakalarda apneik solunum arresti riski ihmal edilemeyecek oranda yüksektir ve sıklıkla ölümün en yaygın nedenidir (5).

Bu nedenle biz bu çalışmamızda; CM-II'li olgularda operasyon için doğru zamanın tayini ve operasyon için endikasyonları araştırmayı hedefledik.

Gereç ve Yöntemler

Bu araştırma; prospektif ve gözlemsel olup 1 Ocak 2012 – 01 Haziran 2016 tarihleri arasında İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesine MMC nedeni ile yatan ve opere edilen tüm yenidoğanların taranması ile saptanan CM-II'li olgulardan oluştu. Tüm bebeklere tüm spinal ve kranial MRG tetkikleri yapıldı. Bebeklerin MMC, CM-II ve hidrosefalileri klinik ve radyolojik olarak değerlendirildi. MMC, CM-II ve hidrosefali için yapılan cerrahiler aynı beyin ve sinir cerrahi (N.Ö) tarafından uygulandı. Apne, besleneme-

me, solunum sıkıntısı, inatçı kusmalar ve üst ekstremitelerde ilerleyici güçsüzlük semptomları olan ve bu semptomları CM-II malformasyonu ile ilişkilendirilen bebekler için operasyon kararı verildi. Bu semptomları göstermeyen olgular MRG'lerinden bağımsız olarak izlem kararı verildi. CM-II açısından opere edilen bebeklerde cerrahi teknik olarak; suboksipital kraniektomi, serebellar tonsilin servikal omurilik kanalında uzandığı alt sınıra kadar servikal total laminektomi ve bir hasta dışında galeal greft kullanılarak duraplasti uygulandı. Çalışmaya alınan tüm olguların cinsiyet, doğum ağırlığı, gebelik haftası, demografik özellikleri, CM-II için persiste eden semptomları, MMC seviyesi, CM-II açısından operasyon zamanı ve opere edilen olgulardaki postoperatif izlem süreci detaylı olarak incelendi. Opere edilen tüm olgular 3 aylık süreler ile aynı neonatolog ve beyin-sinir cerrahisi tarafından değerlendirildi. Opere edilen ve opere edilmeden izlem kararı verilen olgular karşılaştırıldı.

Cerrahi Teknik

Bebekler yüzükoyun yatar pozisyonda, baş ve boyun yaklaşık 30 fleksiyonda olacak şekilde pozisyone edildi. Orta hattan cilt insizyonu yapıldı ve kaslar medialden laterale dikkatli bir şekilde sıyrıldı. Oksipital kemiğe yaklaşık 2 cm² olacak şekilde kraniektomi uygulandı. Serebellar tonsilin ve vermisin servikal MRG'de tespit edilen alt ucuna kadar da servikal total laminektomi yapıldı. Dura açıldıktan sonra eğer mevcutsa yapışık olan araknoid fibrotik bantlar dikkatli bir şekilde disseke edilip ortadan kaldırıldı. Serebellar tonsillerin bipolar ile koagülasyonu veya servikal omurilik kanalından diseksiyonu için girişimde bulunulmadı. Bir hasta dışında tüm hastalara su geçirmez şekilde duraplasti uygulandı ve duraplasti materyali için galeal greft kullanıldı. Tüm hastaların girişim öncesi ve sonrası MRG'leri alındı ve takipler periyodik olarak üç ayda bir yapıldı.

Sonuçlar

Çalışmaya; 14'ü erkek olmak üzere 25 bebek dahil edildi. 9 MMC'li bebek semptomatik CM-II'den dolayı yenidoğan döneminde opere edilirken, 16 bebek de MMC tamiri yapıldıktan sonra CM-II açısından izlendi. Opere edilen olguların özellikleri Tablo 1'de, opere edilmeyen olguların özellikleri ise Tablo 2'de verildi.

Tablo 1 : Opere edilen bebeklerin genel özellikleri

Hasta No/Cinsiyet	Cerrahi zamanı (gün)	Semptomlar	MMC Seviyesi	Serebellar tonsillerin uzandığı en aşağı seviye	Cerrahi yöntem	İzlem süresi / ve postoperatif durum
1/K	54 gün	Apneik ataklar Sol kolda parezi Beslenmede güçlük	L ₄ - L ₅	C ₄	C ₁ -C ₄ total laminektomi Suboccipital Kraniektomi Duraplasti Arachnoidal yapışıklıkların diseksiyonu	54 ay Trakeostomi Stabil hemodinami Beslenememe devam etti
2/E	20 gün	Apneik ataklar	T ₉ -L ₃	C ₇	C ₁ - C ₃ total laminektomi Suboksipital kraniektomi Duraplasti Arachnoidal yapışıklıkların diseksiyonu	44 ay Cerrahi sorun olmadı Stabil hemodinami Normal beslenme
3/E	26 gün	Apneik ataklar Stridor	T ₇ - T ₁₂	C ₅	C ₁ -C ₃ total laminektomi Suboksipital kraniektomi Duraplasti Araknoidal yapışıklıkların diseksiyonu	41 ay Stabil hemodinami Normal beslenme
4/K	13 gün	Apneik ataklar	T ₇ - T ₁₁	C ₁	C ₁ total laminektomi Suboksipital kraniektomi Duraplasti yok	41 ay Stabil hemodinami
5/E	73 gün	Beslenme güçlüğü	T ₁₂ - L ₅	C ₄	C ₁ -C ₄ total laminektomi Suboksipital kraniektomi Duraplasti Araknoidal yapışıklıkların diseksiyonu	39 ay Stabil hemodinami Normal beslenme
6/E	28 gün	Oksijen ihtiyacı Solunum sıkıntısı	T ₁₀ dan L ₄	C ₄	C ₁ -C ₄ total laminektomi Suboksipital kraniektomi Duraplasti Araknoidal yapışıklıkların diseksiyonu	27 ay Stabil hemodinami Normal beslenme
7/E	204 gün	İnatçı kusmalar Apneik ataklar	T ₁₁ - L ₃	C ₃	C ₁ -C ₃ total laminektomi Suboksipital kraniektomi Duraplasti Araknoidal yapışıklıkların diseksiyonu	17 ay Stabil hemodinami Normal beslenme
8/K	5 gün	Apneik ataklar	C ₅ - T ₂	C ₅	C ₁ -C ₅ total laminektomi Suboksipital kraniektomi Duraplasti Araknoidal yapışıklıkların	14 ay Stabil hemodinami Normal beslenme

Tablo 2 : Opere edilmeyen bebeklerin genel özellikleri

Hasta no/Cinsiyet	MMC Seviyesi	Serebellar tonsillerin uzandığı en aşağı seviye	İzlem süresi / postoperatif durum
1/K	L ₅ - S ₂	C ₄	48 ay Normal beslenme ve solunum
2/E	T ₁₂ -L ₄	C ₇	44 ay Normal beslenme ve solunum
3/K	L ₅ - S ₂	C ₂	40 ay Normal beslenme ve solunum
4/K	T ₁₁ - L ₃	C ₁	37 ay Normal beslenme ve solunum
5/K	T ₈ -T ₁₂	C ₁	37 ay Normal beslenme ve solunum
6/K	T ₈ - T ₁₂	C ₁	37 ay Normal beslenme ve solunum
7/E	L ₃ - S ₁	C ₅	37 ay Normal beslenme ve solunum
8/E	T ₈ - T ₁₁	C ₅	37 ay Normal beslenme ve solunum
9/E	L ₃ - L ₅	C ₄	32 ay Normal beslenme ve solunum
10/K	T ₉ - T ₁₂	C ₃	31 ay Normal beslenme ve solunum
11/E	T ₁₂ - L ₄	C ₅	25 ay Normal beslenme ve solunum
12/K	T ₁₁ - L ₅	C ₃	23 ay Normal beslenme ve solunum
13/K	T ₁₂ - L ₃	C ₁	22 ay Normal beslenme ve solunum
14/K	L ₂ - L ₅	C ₃	20 ay Normal beslenme ve solunum
15/E	T ₁₀ - L ₃	C ₂	17 ay Normal beslenme ve solunum
16/K	T ₁₂ - L ₃	C ₂	15 ay Normal beslenme ve solunum

Çalışmaya alınan bebeklerde; cinsiyet, doğum ağırlığı, gebelik haftası, anneye ait demografik özellikler ve MMC yerleşim yeri açısından istatistiksel fark bulunmadı (Tablo 3).

Tablo 3 : Çalışmaya Alınan CM-II'li Bebeklerin Karşılaştırılması

Özellikler	CM-II Operasyonu (+) (n=9)	CM-II Operasyonu (-) (n=16)	p
Cinsiyet (E/K)	5/4	7/9	0.57
Doğum Ağırlığı (g)*	3066 ± 217	3012 ± 174	0.56
Gebelik haftası (hf)*	38 ± 1.1	37.5 ± 1.0	0.44
Annede GDM	2 (22)	3 (18)	0.21
Ailede MMC varlığı	2 (22)	2 (12)	0.52
C ₃ altı serebellar tonsil	7 (77)	6 (37)	0.05
MMC yeri (Torakolomber/Lumbosakral)	5/4	9/7	0.97
Toplam izlem süresi (ay)	31.0 ± 16.9	31.3 ± 9.9	0.69

* mean ± SD olarak verilmiştir.

Opere edilen bebeklerin ortalama izlem süresi 31.0 ± 16.9 olup, opere edilmeyen olguların izlem süresi ise 31.3 ± 9.9 idi. Opere edilen ve opere olmadan izlenen CM-II vakalarının herniye olan serebellar tonsil seviyeleri karşılaştırıldığında C₃ altı serebellar tonsil varlığı opere edilen olguların % 77'sinde varken, opere edilmeden izlenen olguların yalnızca % 37'sinde mevcuttu (p=0.05). Her iki grupta da serebellar tonsilin en üst C₁ seviyesinde, en altise C₇ seviyesine ulaştığı tespit edildi. Opere edilen olgularda en sık gözlenen semptom apne idi (Tablo 4).

Tablo 4 : Opere Edilen Bebeklerin Semptomlarının Değerlendirilmesi

Semptomlar	CM-II Operasyonu (+) (n=9)
Apne *	7 (77)
Beslenmede güçlük	3 (33)
Solunum sıkıntısı	3 (33)

* n (%)

Opere edilen bebeklerin biri hariç tamamının postoperatif döneminde apneik durumlarının düzeldiği saptandı. Hastaların her birinin peroperatif ve postoperatif dönemde hemodinamik açıdan stabil olduğu görüldü. Opere edilen bir

hastanın beslenme sorunları ve solunum sıkıntısı operasyon sonrası da devam etti ve trakeostomi açılmak zorunda kaldı. Beyin omurilik sıvısı (BOS) fistülü sadece bir bebekte gözlemlendi ve bu bebeğin de sık sık pansumanlarla kliniği kontrol altına alındı. Tüm vakalara hidrosefali nedeni ile ventriküloperitoneal şant takıldı. İzlemede opere edilen bebeklerin birinin taburculuk sonrası evde exitus olduğu öğrenildi.

Tartışma

MMC ve CM-II'nin sıklıkla birliktelik gösterdiği bilinmektedir. Üst havayolu disfonksiyonu ve anormal solunum paternleri, 2 yaş altı MMC ve CM-II vakalarında görülen en önemli komplikasyonlardır (6,7). Beyin sapı etkilenimini gösteren bulber disfonksiyonun karakteristik bulgusu olan apneik ataklar; geri dönüşümlü, geri dönüşümsüz veya ilerleyici olabilir. Ayrıca apne semptomu, uygulanan diğer cerrahi müdahaleler ve hastada mevcut olabilen diğer ek hastalıklar ile de ilişkili olabilir (7). Bu nedenle, CM-II ve apneik semptomu olan hastaya CM-II için cerrahi karar verirken çok dikkat edilmelidir. Bizim çalışmamızda; CM-II'li bebekler, opere edilenler ve opere edilmeyenler şeklinde iki grupta ele alınmıştır. 9 bebek opere edilmiş olup, her bebeğin operasyon öncesinde CM-II'ye bağlı ciddi semptomları tespit edilmiştir. Araştırmamızda cerrahi müdahale kararı semptomların ciddiliğine ve sıklığına göre verilmiştir. Diğer gruptaki 16 bebek ise benzer anatomik sorunlara sahip olmasına karşın, semptomları olmamasından dolayı opere edilmeden izlenmiştir. Bu araştırma; CM-II sahip olgularda operasyon kararına gidişte apnenin ve beslenme sorunlarının en önemli semptomları olduğunu göstermiştir. Literatürde de Salman MS(3), nöroradyolojik izlemin başladığı anda yakın klinik değerlendirme yapılmasının uygun bir yaklaşım olacağını belirtmiştir. Cerrahi işlemden önce çekilen MRG'de serebellar tonsillerin ve vermisen yerleşimi ve pozisyonunu belirlemek önemlidir (8). Çalışmamızda opere edilen grupta C₃ altı yerleşim oranı (9 hastanın 7'si) opere edilmeyen gruba göre daha fazla olup (16 hastanın 6'si); serebellar tonsillerin servikal omurilik kanalında alt seviyelere uzanımı arttıkça CM-II'ye bağlı semptomlarında arttığı görülmüştür. Bunun yanında çalışmamızda olgu bazında anatomik yerleşim yeri ile klinik uyumsuzluğun olduğu hastalar da saptanmıştır. Örneğin, opere edilen gruptaki tabloda verilen 4 numaralı bebeğin serebellar tonsil herniasyon yeri C₁ olup bu bebeğin operasyon öncesinde ciddi semptomlarının olduğu görüldü. Diğer taraftan, opere edilmeyen grupta tabloda verilen 2 numaralı bebeğin serebellar tonsil herniasyon yeri C₇ olup, herhangi bir şikayeti uzun izlem süresinde olmadı. Bu paradoksun sebebi net olarak bilinmemekte olup, anatomofizyolojik farklılıkların hastalarda klinik sorunlara yol açacağını tarafımıza düşündürmüştür. Bize göre, CM-II için cerrahi karar vermede preoperatif dönemde MRG ile saptanan serebellar tonsillerin servikal omurilik kanalındaki anatomik yerleşim yerleri önemli bir kıstastır. Serebellar tonsillerin aşağı yerleşimi arttıkça (C₃ ve altı), çalışmamızda opere edilen hasta sayısının arttığı görülmektedir. Fakat bundan da önemlisinin CM-II'ye bağlı oluşan klinik semptomların varlığı ve şiddetinin, cerrahi uygulamak için temel nirengi noktası olduğunu düşünmekteyiz. Fakat hasta sayımızın az olması bize bu konuda net karar verme ve yorum yapma şansımızı kısıtlamaktadır.

CM-II olan bebeklerin çoğunda MMC birlikteliği fazladır. Bu bebeklerin hayatın erken dönemlerinde kese onarımları yapılmalıdır. Bizim hastalarımızda da olduğu gibi pek çok yayında kesenin kapatılmasından sonra hidrosefali geliştiği gösterilmiştir. Literatüre baktığımızda, bizim çalışmamızla uyumlu olarak beyin sapı basısının patolojik semptomların oluşmasında önemli rol oynadığını ve bu hastalarda cerrahi müdahalenin önerildiği görülmektedir. Yine literatürde sıklıkla tercih edilen ve bizim de kullandığımız cerrahi yöntemin servikal laminektomi, duraplasti ve/veya suboksipital kraniyektomi olduğu tespit edilmiştir

(2,4). Bizim çalışmamızda opere edilen hastalardan biri dışında hepsine galeal greft ile duraplasti yapılmıştır. Hastaların her birinin mevcutsa fibröz bantları ve araknoid yapışıklıkları ortadan kaldırılmıştır. 1 olguda ise epidural alanda dural sakı ciddi daraltan ve onu bir nevi boğan şiddetli fibröz bant görülüp, bunun eksizyonu sonrasında yeterli dural dekompresyon sağlandığına ikna olunduğu için dura açılmamış ve duraplasti yapma ihtiyacı duyulmamıştır. Tüm hastalara sınırlı suboksipital kraniyektomi ve MRG'de tespit edilen serebellar tonsillerin alt ucuna kadar servikal total laminektomi yapılmıştır. Literatürde, dural kese açılarak yapılan cerrahi dekompresyonun ve duraplastinin komplikasyonlarına yer verildiği görülür. Bunlar arasında BOS fistülü, psödomeningosel, menenjit veya sinüs hasarına bağlı aşırı kanama en önemlilerindedir. Bu nedenle bazı yayınlarda dural kese açılmadan ve duraplasti yapılmadan dekompresyon önerilmektedir (6,9). Her ne kadar çalışmamızda, klinik sorun yaratmayan BOS fistülünü bir bebekte görsek de daha iyi dekompresyon ve etkili klinik sonuçlar için duraplastinin gerekli olduğunu düşünüyoruz.

Sonuç

Çalışmamızın gösterdiği ana sonuç, cerrahi müdahale kararını vermede MRG bulguları önemlidir. Cerrahiye alınan hastaların çoğunda serebellar tonsillerin servikal omurilik kanalında daha aşağı yerleşimli olduğu görülmüştür. Ancak bunun yanında, daha da önemlisi ve dikkat edilmesi gereken konu, CM-II'ye bağlı oluşabilecek apne, beslenememe, üst ekstremitelerde parezi gibi semptomlarda MRG bulgularının ikinci plana alınabileceğidir.

Kaynaklar

1. Otera Y, Morokuma S, Fukushima K, Anami A, Yumoto Y, Ito Y ve ark, Neurological outcomes in chiari type II malformations and their correlation to morphological findings and fetal heart rate patterns: A retrospective study. BMC Res Notes 2015;8:57.
2. Morota N, Ihara S, Postnatal ascent of the cerebellar tonsils in chiari malformation type II following surgical repair of myelomeningocele. J Neurosurg Pediatr 2008;2:188-193.
3. Salman MS, Posterior fossa decompression and the cerebellum in chiari type II malformation: A preliminary mri study. Childs Nerv Syst 2011;27:457-462.
4. Messing-Junger M, Rohrig A, Primary and secondary management of the chiari II malformation in children with myelomeningocele. Childs Nerv Syst 2013;29:1553-1562.
5. Alsaadi MM, Iqbal SM, Elgamel EA, Gozal D, Sleep-disordered breathing in children with chiari malformation type II and myelomeningocele. Pediatr Int 2012;54:623-626.
6. Ogiwara H, Morota N, Surgical decompression without dural opening for symptomatic chiari type II malformation in young infants. Childs Nerv Syst 2013;29:1563-1567.
7. Nishimura T, Mori K, Sada Y, Fujii M, Apneic spells in a patient with myelomeningocele without chiari type II malformation--case report. Neurol Med Chir (Tokyo) 1995;35:876-881.
8. Geerdink N, van der Vliet T, Rotteveel JJ, Feuth T, Roeleveld N, Mullaart RA, Essential features of chiari II malformation in mr imaging: An interobserver reliability study--part 1. Childs Nerv Syst 2012;28:977-985.
9. James HE, Brant A, Treatment of the chiari malformation with bone decompression without durotomy in children and young adults. Childs Nerv Syst 2002;18:202-206.