

Fetusun merkezi sinir sisteminin ultrasonografik incelenmesi: “temel muayene” ve “fetal nörosonogram” için uygulama rehberi

Çeviri: Dr Selim BÜYÜKKURT, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi. Adana / Türkiye

Makalenin orijinal adı ve künyesi: Sonographic examination of the fetal central nervous system: guidelines for performing the “basic examination” and the “fetal neurosonogram”. International Society of Ultrasound in Obstetrics & Gynecology Education Committee. Ultrasound Obstet Gynecol. 2007 Jan; 29 (1): 109-116.

GİRİŞ

Tüm konjenital anomaliler içerisinde en sık görülenlerden birisi merkezi sinir sistemi (MSS) anomalileridir. Nöral tüp defektleri, MSS malformasyonları içinde en sık olandır ve 1000 doğumda 1-2 oranında görülür. Nöral tüp sağlamken, kafa içi anomali insidansı belirsizdir. Zira bunların bir kısmı doğumda gözden kaçır ve ilerleyen yaşlarda barizleşir. Uzun dönem takip yapılan çalışmalarda insidansın 100 doğumda 1 olacak kadar fazla görülebileceğinden bahsedilir¹.

Son 30 yıldır fetusun MSS anomalilerinin saptanması için kullanılan ana araç ultrasonografidir. Bu kılavuzun kapsamı fetusun anatomisi incelenirken beynin değerlendirilmesinde en uygun yaklaşımı sağlayacak teknik noktaları gözden geçirmektir. Buna, metin içinde *temel muayene* adı verilmiştir. Fetusun MSS'nin detaylı (*fetal nörosonogram*) muayenesi de mümkündür. Ancak bu durum özel uzmanlık ve donanımlı ultrasonografi cihazlarını gerektirir. Bu muayene yeri geldiğinde üç boyutlu ultrasonografiyle tamamlanır ve MSS anomalisi açısından risk altındaki gebeliklerde gereklidir.

Son yıllarda fetusun magnetik rezonans görüntülemesi (MRI) umut verici bir teknik

olarak öne çıkmıştır. Seçilmiş olgularda, özellikler de 20-22 haftadan sonra önemli bilgiler ekleyebilir^{2,3}. Ancak yine de fetal MRI'nin ultrasonografiye üstünlükleri tartışılmalı bir konudur^{4,5}.

GENEL KONULAR

Gebelik yaşı

Beyin ve omurganın görünümü gebelik boyunca değişir. Tanısal hatalardan kaçınabilmek için, MSS'nin değişik gebelik yaşlarındaki normal görünümünü bilmek gerekir. MSS anomalilerinin tanısı için gösterilen çaba gebeliğin orta dönemine odaklanmıştır. Temel muayene sıklıkla gebelik yaklaşık 20 haftalıkken yapılır.

Anomalilerin az bir kısmı ilk üçayda ya da ikinci üçayın başında tanınabilir ancak bunların sonuçları çok ciddi olduğu için özel olarak ele alınmaları gerekir⁶⁻¹¹. Erken haftalarda yapılan muayenenin özel bir eğitim gerektirdiği doğrudur, ancak yine de gebeliğin başlarında kafa ve beyin üzerine zaman ayırmaya değer. 14-16 hafta gibi erken dönemde fetusun kemiklerin ince olması ve beynin her açıdan incelenebilmesi nedeniyle yapılacak nörolojik değerlendirmenin avantajları vardır.

Fetusun MSS'nin tatmin edici bir şekilde değerlendirilmesi sıklıkla ikinci ve üçüncü üçayda mümkündür. Gebeliğin son

dönemlerinde kafatasının kemikleşmesi nedeniyle kafa içi yapıların görüntüsünü elde etmek çoğunlukla zorlaşır.

Teknik noktalar

Ultrasonografi probu

Yüksek frekanslı ultrasonografi problemlerini incelenen alanda çözünürlüğü artırır da ses dalgasının derinlere ulaşmasını azaltır. En uygun prob ve frekansın seçimi aralarında annenin beden yapısı, fetusun konumu ve seçilen yaklaşım yolunun da bulunduğu birçok konudan etkilenir. Birçok hastada temel muayenenin yapılması için 3-5 MHz'lik transabdominal problemler yeterlidir. Fetal nörosonografi için ise sıklıkla transvajinal muayene gerekir. 5-10 MHz'lik problemlerle bu muayene çoğunlukla uygun şekilde tamamlanabilir^{12, 13}. Üç boyutlu ultrasonografi fetusun beyni ve omurganın incelenmesini kolaylaştırabilir^{14, 15}.

Görüntü ayarları

Muayene sıklıkla gri skala, iki boyutlu ultrasonografiyle yapılır. Harmonik görüntüleme tekniği, özellikle gri skala görüntüsünün yetersiz olduğu durumlarda, net olmayan anatomik detayları belirgin hale getirilebilir. Nörosonografi çalışmalarında özellikle renkli Doppler ve power (güç) Doppler'i kullanılarak beyin damarları incelenebilir. Nabız tekrar sıklığı (pulse repetition frequency) (fetusun beyninin ana damarlarında kan akım hızı 20-40 cm/sn arasındadır)¹⁶ ve sinyal saklanması (signal persistence) gibi ayarların uygun şekilde yapılmasıyla ufak damarların görüntülenmesi sağlanabilir.

TEMEL MUAYENE

Muayenenin niteliği

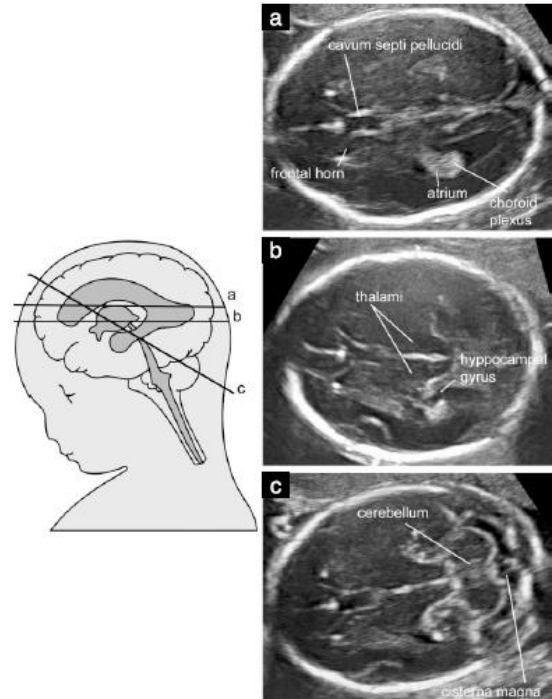
Düşük riskli gebeliklerin ilk üçayının sonu, ikinci üçayı ve son üçayında fetusun MSS'nin incelemesinde tercih edilen yol transabdominal sonografidir. Muayeneye fetusun omurgası ve kafası dahil edilmelidir.

İki enine (aksiyal) kesitte görülen beyin yapıları sayesinde beyin anatomik bütünlüğü değerlendirilir¹⁷. Bu kesitler sıklıkla *transventriküler* ve *transserebellar* olarak adlandırılır. Bunlara eklenecek üçüncü bir kesit *transtalamik* olarak adlandırılır ve daha çok

biyometri için kullanılır (Resim 1). Rutin muayene sırasında değerlendirilmesi gereken yapılar yan ventriküller, beyincik (serebellum), sisterna magna ve *kavum septum pellucidum*'dur. Bu kesitlerde kafatasının şekli ve beyin ekojenitesi de ayrıca dikkat edilmesi gereken noktalardır (Tablo 1).

Transventriküler kesit

Bu kesit yan ventriküllerin ön ve arka kısmını gösterir. Yan ventriküllerin ön kısmı (frontal ya da ön boynuz) virgül şeklinde, içi sıvı dolu iki yapıdır. Yan duvarları belirgindir ve ortada birbirlerinden *kavum septum pellucidum* (CSP) ile ayrılırlar. CSP iki ince zar arasındaki sıvı dolu boşluktur. Gebeliğin sonlarına doğru ya da erken yenidoğan döneminde bu zarlar kaynaşır ve *septum pellucidum* meydana gelir. CSP 16. haftadan itibaren görünür hale gelir ve gebelik sona yaklaşırken kapanmaya başlar. Transabdominal ultrasonografide sıklıkla 18.-37. hafta arasında ya da bipariyetal çap 44-88 mm arasındayken görülebilir¹⁸. Diğer taraftan 16. haftadan önce ya da 37. haftadan sonra izlenememesi normal bir bulgudur. Beyin yapılarının normal olduğunun saptanmasında CSP'nin görülmesinin değeri tartışmalıdır¹⁷.



Resim 1 Fetusun başının enine kesitleri. (a) Transventriküler; (b) transtalamik ve (c) transserebellar.

Ancak yine de bu yapının görüntülenmesi kolaydır ve beynin hasar gördüğü holoprozensefali, korpus kallozum agenezisi, şiddetli hidrosefali ve septo-optik displazinin de bulunduğu birçok durumda sıklıkla o da bozulur¹⁹.

Yaklaşık 16. haftadan itibaren yan ventriküllerin arka kısmı (arka boynuz olarak da adlandırılır), atrium tarafından oluşturulmuş bir kompleks içerir ki bu arkaya oksipital boynuzun içine doğru uzanır. Atriumun karakteristik özelliği parlak ve ekojenik görünümlü koroid pleksusun glomusunu içermesidir; diğer taraftan oksipital boynuz ise sıvıyla doludur. Gebeliğin ikinci üçayında yan ventrikülün iç ve dış kenarı orta hatta paraleldir. Bu nedenle ultrasonografide parlak çizgiler olarak görülürler. Normal koşullarda koroid pleksusun glomusu, atrium seviyesinde yan ventrikülü neredeyse tamamen dolduracak şekilde ventrikülün iç ve dış duvarıyla temas halindedir. Ancak bazı olgularda iç duvar ile koroid pleksus arasında az bir miktar sıvı olması normal bir durumdur²⁰⁻²³.

Standart transventriküler kesitte sadece proba uzak olan beyin yarısına ait net görüntü elde edilebilir. Proba yakın olan beyin yarısında ise hatalı görüntü (artefakt) nedeniyle ventrikül görüntüsü elde edilemez. Diğer taraftan önemli beyin hasarları genellikle ya iki taraflıdır ya da orta hatta sapma veya bozulmaya neden olur. Bu nedenle temel muayene sırasında simetrimin aranması önerilir¹⁷.

Transserebellar kesit

Bu kesit transventriküler planın biraz aşağısındadır. Kesit elde edilirken yan ventrikülün frontal boynuzları, CSP, talamus, beyincik ve sisterna manga görülecek şekilde prob hafifçe arkaya doğru açlandırılır. Beyincik yuvarlak şekilli iki yarı kürenin, ortada biraz daha ekojenik vermiş ile birbirine bağlandığı kelebek şeklinde bir yapıdır. Sisterna magna ya da diğer adıyla sisterna serebello-medullaris beyinciğin arkasındaki sıvı dolu yapıdır. Bu alanda ince septasyonlar görülmesi normaldir ve bunlar damarsal yapı ya da kistik anomali sanılmamalıdır. Gebeliğin ikinci yarısında sisterna magnanın derinliği sabittir ve 2-10 mm arasındadır¹⁷. Gebeliğin

erken dönemlerinde vermiş, dördüncü ventrikülü tamamen kapatmaz ve bu durum vermiste gelişim kusuru olduğuna dair hatalı bir izlenim yaratabilir. Gebeliğin ilerleyen dönemlerinde bu durum beyincikte anormallik olduğuna dair kuşku yaratabilir. Ancak 20. haftadan önce sıklıkla normal bir bulgudur²⁴.

Transtalamik kesit

Üçüncü kesit başın orta seviyesinden geçer ve başın ultrasonografiyle değerlendirilmesinde en sık kullanılan kesittir. Bu kesitin bir diğer adı da *bipariyetal çap kesitidir*. Doğru kesit olduğunu gösteren anatomik işaretler önden arkaya yan ventriküllerin frontal boynuzları, *cavum septum pellucidum*, talamus ve hipokamik girustur²⁵. Bu kesit transventriküler ve transserebellar kesitten elde edilenin üzerine, anatomik olarak, ek bilgi getirmez; daha ziyade fetusun baş ölçümleri elde edilirken kullanılır. Gebeliğin özellikle ilerleyen dönemlerinde bu kesiti elde etmenin daha kolay olduğu ve transventriküler kesite göre daha güvenilir ölçümler yapılmasına izin verdiği öne sürülmüştür²⁵.

Fetusun omurgası

Fetusun omurgasının detaylı muayenesi uzmanlık ve dikkatli inceleme gerektirir. Yine de sonuçlar bebeğin duruşuna sıkı şekilde bağlıdır. Bu nedenle fetusun omurgasının tam, detaylı ve her açıdan değerlendirilmesi temel muayene kapsamında değildir. Ağır omurga anomalilerin en sık görüleni açık spina bifidadır ve sıklıkla anormal kafa içi anatomi bulgularıyla bir aradadır. Fetusun omurgasının uzunlamasına kesiti tüm hastalarda elde edilmelidir. Bu sayede en azından bazı hastalarda diğer omurga anomalileri ve sakral agenezi gibi malformasyonlar saptanabilir. Normal koşullarda 14. gebelik haftasından itibaren omurganın uzunlamasına kesitinde üç kemikleşme merkezi izlenir. Bunlarda biri gövdenin iç kısmına doğrudur, diğer ikisi ise yanlarda lamina ve pedikülün birleşme yerindedir. Üç kemikleşme merkezinin ortasında ise nöral kanal bulunur. Her bir omurdaki üç kemikleşme merkezi, ses dalgasının gelişine göre iki ya da üç adet, birbirine paralel çizgi oluşturur. Son olarak enine ya da uzunlamasına kesitlerde,

omurganın üzerini kaplayan cildin bütünlüğünün gösterilmesine çalışılmalıdır.

Nicel değerlendirme

Fetusun başının değerlendirilmesinde biyometri esas işlerden biridir. İkinci ve üçüncü üçaydaki standart incelemeye sıklıkla bipariyetal çap, baş çevresi ve atriumun iç çapı girer. Bazıları buna beyinciğin enine çapı ve sisterna magna derinliğinin ölçümünü de ekler.

Bipariyetal çap ve baş çevresi sıklıkla gebelik yaşı ve bebeğin büyüklüğünün değerlendirilmesinde kullanılır. Bu sırada bazı beyin anomalilerinin saptanması da mümkün olabilir. Ölçüm transventriküler ya da transtalamik kesitten yapılabilir. Bipariyetal çap ölçümünde farklı teknikler kullanılabilir. Sıklıkla ölçüm işaretleyicileri kafatasının dış kenarlarına yerleştirilerek ölçüm yapılır (buna dıştan dışa adı verilir)²⁶. Ancak kafatasının uzaktaki kenarından kaynaklanacak artefaktan sakınma amacıyla dıştan içe ölçüm yapılmasını öneren tablolar da yapılmıştır²⁵. Yaklaşımlar arasındaki fark birkaç milimetredir ve erken gebelik haftalarında klinik açıdan önemli olabilir. Bu nedenle normal aralığının değerlendirilmesi sırasında hangi tekniğin kullanıldığının bilinmesi önemlidir. Eğer ultrasonografi cihazında elips ölçme özelliği varsa, işaretleyiciler kafatası kemiklerinin çerçevesi üzerine yerleştirilerek baş çevresi doğrudan ölçülebilir. Baş çevresi ölçümü için kullanılacak bir diğer yol da bipariyetal çap (BPD) ve oksipitofrontal çap (OFD) üzerinden $HC=1,62x(BPD+OFD)$ denkleminin kullanılmasıdır. Bipariyetal çapın oksipitofrontal çapa oranı sıklıkla 0,75-0,85'dir. Fetusun başının şekillenmesi özellikle gebeliğin ilk haftalarında olur. Makat gelişindeki fetuslarda bir miktar dolikosefali olabilir.

Birçok çalışmaya göre ventrikül sisteminin bütünlüğünün anlaşılmasında en etkili yöntem atriumun ölçülmesidir²². Üstelik anormal beyin gelişimi durumunda ventrikülomegali siktir. Ölçüm koroid pleksusun glomusu seviyesinden, ventrikül boşluğuna dik olacak şekilde ve işaretleyiciler ventrikül duvarı tarafından oluşturulan ekonun içine yerleştirilecek şekilde yapılır (Resim 2).

Gebeliğin ikinci üçayı ve üçüncü üçayının başlarında ölçüm sabittir ve ortalama 6-8 mm arasındadır^{20,22,27}. Ölçüm 10 mm'den küçük olduğu sürece normal kabul edilir²⁷⁻³². Yan ventrikül genişliğinin ölçüldüğü birçok biyometri çalışmasında kullanılan ultrasonografi cihazlarında ölçüm milimetre cinsinden yapılmıştır³³. Günümüzde kullanılan cihazlarda sonuç milimetrenin onda biri olarak verilmektedir ve en makul eşik değerin ne olduğu konusu ise belirsizdir. Bizce gebeliğin orta döneminde 10,0 mm ve üzeri ölçümler şüpheli karşılanmalıdır.

Son adet tarihine göre 14. haftadan 21. haftaya kadar beyinciğin enine çapı haftada 1 mm artar. Bu ölçüm, bipariyetal çap ve baş çevresiyle birlikte fetusun büyümesinin değerlendirilmesine yardım eder. Sisterna magnanın derinliği vermiş ile oksipital kemiğin iç yüzü arasının ölçülmesiyle bulunur ve yaklaşık olarak 2-10 mm'dir³⁴. Dolikosefali halinde ölçüm 10 mm'yi hafifçe aşabilir.

FETAL NÖROSONOGRAM

Standart transabdominal muayeneye göre fetal nörosonogramın daha fazla tanı koyma imkanına sahip olduğu kabul edilir. Bu yaklaşım özellikle karmaşık malformasyonların incelenmesinde önemlidir. Ancak bu muayene için belli bir seviyede uzmanlık gerekir ve bu pek çok yerde bulunmadığından şu an için evrensel olarak kullanılmamaktadır. Gerekli şartların oluşturulmasıyla yapılacak fetal nörosonografi, MSS anomalisi için risk altındaki hastalarda ve temel muayenede kuşkulu bulguya sahip olanlarda yararlı olacak bir yöntemdir.

Nörosonografi muayenesinin temeli fetusun beynine çok kesitli (multiplanar) yaklaşımdır. Bu görüntüler için ses dalgaları fetusun başındaki sütürler ve fontanelden gönderilir^{12,13}. Fetus baş gelişiyle transabdominal/transvajinal yol kullanılır. Eğer fetus makat gelişiyle transfundal yaklaşımdan yararlanılır; bu sırada prob batına dik değil, paralel olarak konumlandırılır. Vajinal problemlerin abdominal problemlere göre avantajı daha yüksek frekansta çalışmalarıdır. Bu sayede anatomik detayları daha iyi gösterebilirler. Bu nedenle makat gelişindeki bazı fetuslarda transvajinal yaklaşımdan



Resim 2 (a) Yan ventrikül atriumunun ölçümü. İşaretleyiciler koroid pleksusun glomusu seviyesinde, ventrikül duvarlarının oluşturduğu ekonun içine olacak şekilde yerleştirilir. (b) Ventrikül ölçümünde işaretleyicilerin doğru yerleştirilmesini gösteren çizim. (YES) İşaretleyiciler doğru şekilde yerleştirilmiştir. İşaretleyiciler en geniş noktada ventrikül duvarının iç kenarına temas etmektedir ve ölçüm çizgisi ventrikülün uzun eksenine diktir. Hatalı ölçüme ait örneklerde (no¹) ölçüm ortadan ortaya veya (no²) ölçüm dıştan dışa yapılmıştır. Son örnekteyse (no³) ölçüm en geniş yerinden yapılmamış ve ölçüm çizgisi ventrikül eksine dik konumlandırılmamıştır.

yararlanabilmek için dışarıdan başın yönünün çevrilmesi (eksternal sefalik versiyon) düşünülebilir. Omurganın muayenesi nörosonografik incelemenin bir parçasıdır ve muayene aksiyal, koronal ve uzunlamasına (sajital) kesitlerde yapılır.

Nörosonografik muayenede yapılan ölçümler temel muayenedekilerle aynıdır. Bunlar biparietal çap, baş çevresi ve yan ventriküllerin atriumudur. Elde edilen her bir ölçüm gebelik yaşına ve klinik duruma göre değişkenlik gösterebilir.

Fetusun beyni

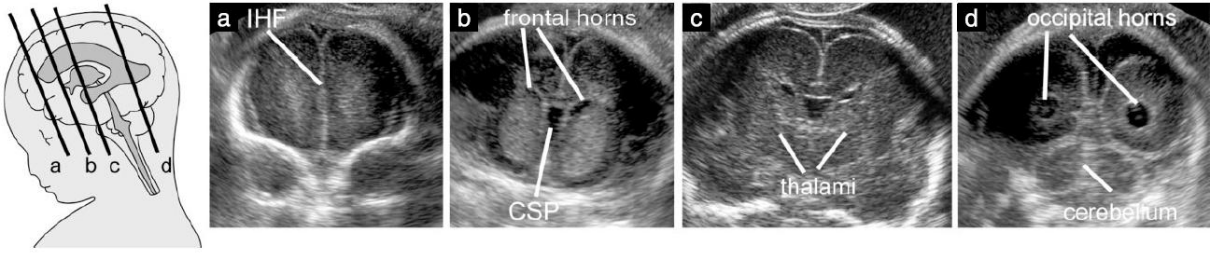
Muayene ister transvajinal, isterse transabdominal yolla yapılsın probun doğru kesite denk getirilmesi için ultrasonografi yapanın sıklıkla bebeğe hafifçe yön vermesi gerekir. Muayene sırasında bebeğin duruşuna da bağlı olarak birçok kesit kullanılabilir¹². Beynin sistemik olarak değerlendirilmesinde dört koronal, üç sajital kesitten yararlanır. Aşağıda ikinci üçayın sonu ve üçüncü üçayda görülebilecek çeşitli yapıların tanımı yapılmaktadır. Fetal nörosonografide anatomik yapılardan başka, gebelik boyunca değişkenlik gösteren beynin kıvrımlarının incelenmesi de unutulmamalıdır³⁵⁻³⁸.

Koronal kesitler (Resim 3)

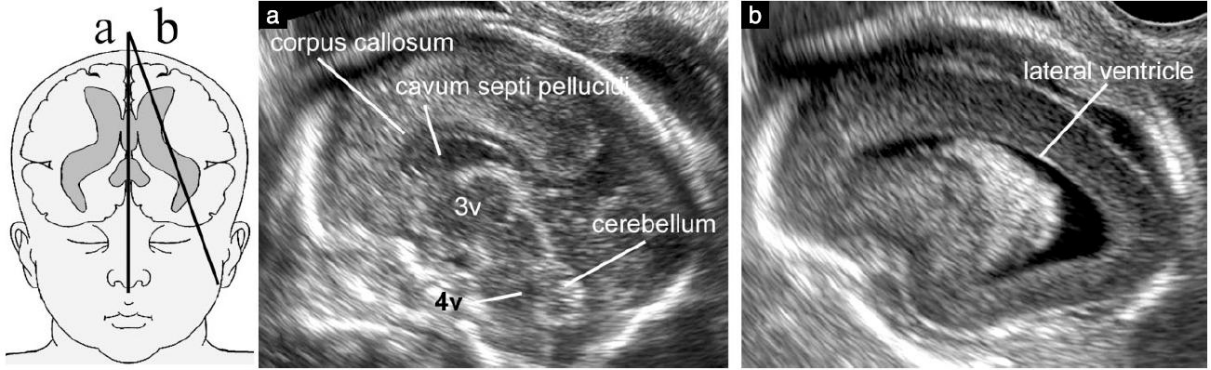
Transfrontal kesit ya da Frontal-2 kesit. Bu kesitin görüntülenmesi ön fontanelden bakarak elde edilir. Elde edilen resimde orta hattaki interhemisferik fissür ve her iki tarafta yan ventriküllerin ön boynuzları görülür. Bu kesit korpus kallozumun genu kısmına göre daha frontalden geçer ve bu da interhemisferik fissürün kesintiye uğramamasını açıklar. Görüntüye giren diğer yapılar sfenoid kemik ve orbitalardır.

Transkaudat kesit ya da midkoronal-1 kesit¹². Kaudat çekirdek seviyesinden geçer. Korpus kallozumun genu ya da ön kısmı, interhemisferik fissürü kesintiye uğratır. Kalınlığı nedeniyle korpus kallozumun genu kısmı gövde kısmına göre daha ekojenik olarak izlenir. *Kavum septum pellucidum* korpus kallozumun altında, üçgen şekilli ve anekoik içerikli bir yapı olarak görülür. Yan ventriküller, her iki tarafta ve üzeri beyinle kaplı olacak şekilde izlenirler. Daha yan tarafta ise Sylvius oluğu bariz bir şekilde fark edilir.

Transtalamik kesit ya da midkoronal-2 kesit. Her iki talamus birbirine çok yakın olarak durur. Ancak bazı olgularda orta hatta üçüncü



Resim 3 Fetusun başının koronal kesitleri. (a) Transfrontal kesit; (b) transkaudat kesit; (c) transtalamik kesit; (d) transserebellar kesit. CSP, kavum septum pellucidum; IHF, interhemisferik fissür.



Resim 4 Fetusun başının sajjital kesitleri. (a) Midsajital kesit; (b) parasajital kesit. 3v: üçüncü ventrikül; 4v: dördüncü ventrikül.

ventrikülle birlikte interventriküler foramen ve her iki tarafta hafifçe daha yukarıda, (kranyalde) koroid pleksus ve yan ventrikülün atriumu izlenir (*Midkoronal-3 kesit*). Orta hatta Willis halkasındaki damarlar ve optik kiazma, kafa tabanına yakın ve sisterna bazalisin içinde görülür.

Transserebellar kesit veya oksipital-1 ve -2 kesiti. Bu kesit arka fontanelden elde edilir. Kesit sayesinde yan ventriküllerin oksipital boynuzu ve interhemisferik fissür görüntülenir. Bu kesitte ayrıca beyinciğin her iki yarısı ve vermis de izlenir.

Sajital kesitler (Resim 4)

Sıklıkla çalışılan üç sajjital kesit vardır: ortada midsajital kesit, her iki yanda da parasajital kesitler.

*Midsajital ya da median kesitte*¹² korpus kallozum ve tüm unsurları; *kavum septum pellucidum*, bazı olgularda *kavum vergae* ve *kavum veli interpoziti*, beyin sapı, pons, vermis ve arka kafa boşluğu görülür. Renkli Doppler'in kullanımıyla A. cerebri ant, perikalozal arter ile bunların dalları ve Galen veni görülebilir.

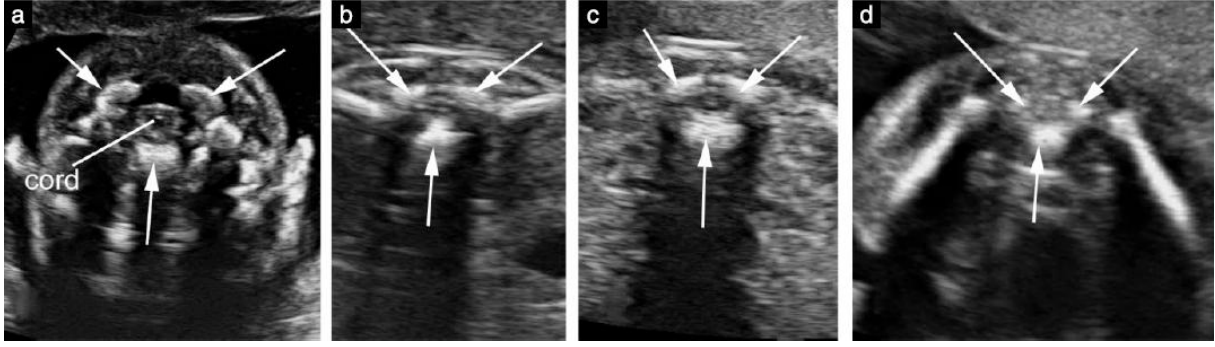
Parasajital ya da oblik kesit-¹² yan ventrikülün tamamı, koroid pleksus, periventriküler doku ve korteksi gösterir.

Fetusun omurgası

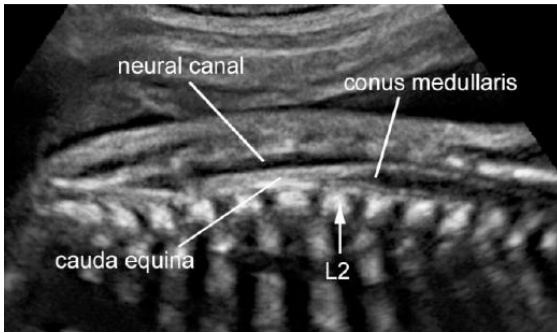
Omurga bütünlüğünün değerlendirilmesinde üç kesit kullanılır. Hangisi ya da hangilerinin seçileceği fetusun duruşuna göre belirlenir. Çoğu hastada bu kesitlerden ancak ikisi elverişlidir.

Transvers kesit ya da aksiyal kesitte omurganın incelenmesi dinamik bir işlemdir. Prob omurga boyunca kaydırılır, bu sırada incelenen bölümün enine kesiti alınır (Resim 5). Her seviyede omurganın anatomik şekli farklılıklar gösterir. Göğüs kafesi (torasik) ve bel (lomber) bölgesindekiler üçgen şeklindedir ve kemikleşme merkezleri nöral kanalı çevreler. Boyun (servikal) bölgesindeki ilk omur dörtgenken, sakrum çevresindekiler ise yassıdır.

Sajital kesitlerde omurga cismi ve arka arkusların kemikleşme merkezleri iki paralel çizgi oluşturup, sakrumda birleşirler. Fetus yüz üstü yatarken, ultrason dalgalarını kemikleşmemiş spinöz çıkıntıdan yollayarak gerçek sajjital kesit elde edilebilir. Bu sırada omurga kanalı ve içindeki omurilik de görüntülenebilir (Resim 6). Gebeliğin ikinci ve üçüncü üçayında konus medullaris sıklıkla L2-L3 seviyesindedir³⁹.



Resim 5 Fetusun omurgasının farklı seviyelerde enine görünümü. (a) Servikal; (b) torasik; (c) lomber; (d) sakral. Oklar omurgadaki üç kemikleşme merkezini göstermektedir. Omurganın üzerindeki cildin bütünlüğünü koruduğuna dikkat ediniz. a-c arasındaki resimlerde merkezi beyaz bir nokta olacak şekilde, hipoekoik ve oval bir yapı olarak omurilik görülmektedir.



Resim 6 Gebeliğin orta döneminde fetusun omurgasının sağıtal görünümü. Spinöz çıkıntılar kemikleşmemiş olduğundan omurgada akustik pencere vardır ve nöral kanalın içeriği buradan gösterilebilir. Konus medullaris normalde ikinci bel omuru (L2) hizasındadır.

Koronal kesitte ses dalgasının nasıl yönlendirildiğine bağlı olarak bir, iki ya da üç adet paralel çizgi izlenir (Resim 7).

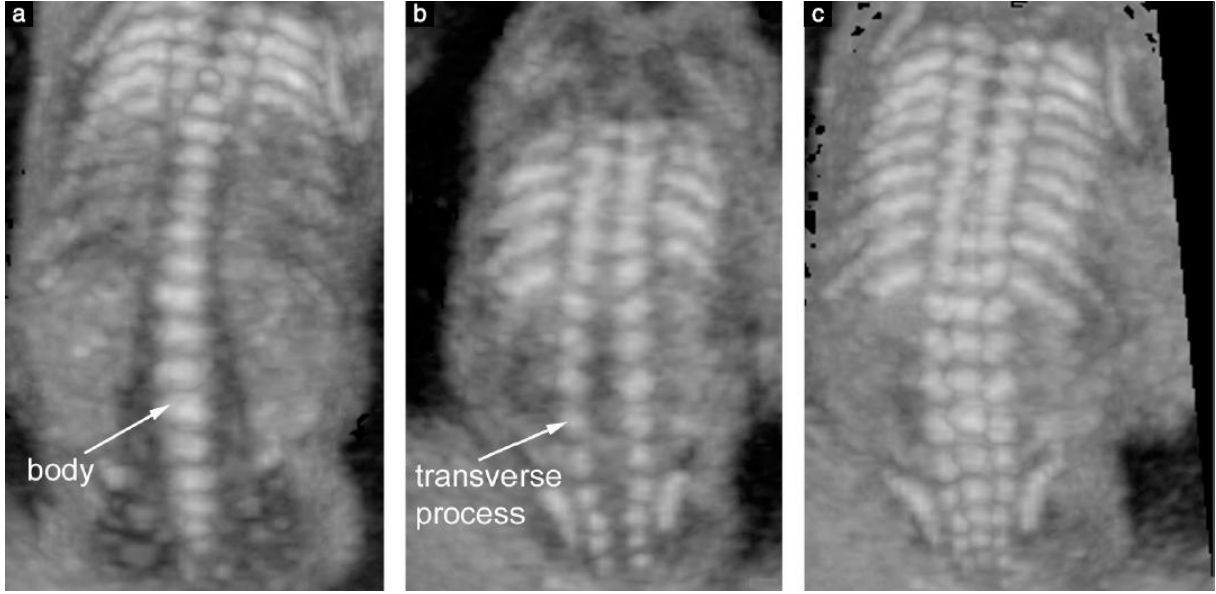
Nöral kanalın bütünlüğü omurgadaki kemikleşme merkezlerinin düzenli diziliminden ve omurganın üzerini kaplayan yumuşak dokunun varlığından anlaşılır. Eğer doğru bir sağıtal kesit elde edilebilirse, konus medullarisin normal yerinde izlenmesi normal gelişimi saptamada ilave bir bulgu olarak kullanılabilir.

FETUSUN NÖRAL AKSININ ULTRASONOGRAFIYLA İNCELENMESİNİN ETKİNLİĞİ

Gebeliğin orta döneminde düşük riskli gebelerde, transventriküler ve transserebellar kesitler doğru bir şekilde elde edilirse, baş ölçümleri (özellikle de baş çevresi) mevcut

gebelik haftası için normal aralıktaysa, atrium genişliği 10 mm'den küçükse, sisterna magna genişliği 2-10 mm arasındaysa birçok beyin malformasyonu dışlanabilir. Bu durumda MSS anomalisi riski ileri derecede azdır ve ilave muayenelere gerek yoktur¹⁷.

Bu rehberin amacı literatür taraması yaparak ultrasonografinin MSS anomalilerini öngörmeye ne kadar etkin olduğunu araştırmak değildir. Düşük riskli gebelerde temel muayene ile hassasiyetin % 80'i aştığını bildiren çalışmalar vardır^{40,41}. Ancak büyük olasılıkla bu sonuçlarda tanı koyma yeteneği, olduğundan daha fazla bildirilmektedir. Bu gözlemlerde değişmez bir şekilde takip süresi kısadır ve çoğunda sadece tanısı öncesinde anne serumunda alfa fetoprotein bakılmasıyla yapılmış açık nöral tüp defektleri ele alınmıştır. Prenatal ultrasonografinin tanısız kısıtlılıkları açıkça ortadadır ve birçok neden buna katkıda bulunur⁴². Bazı çok ağır anomaliler bile gebeliğin erken döneminde sadece hafif bulgular gösterirler⁴³. Beyin, gebeliğin ikinci yarısında ve yenidoğan döneminde gelişmeye devam eder. Bu durum da sinir hücresi (nöronal) çoğalmasından kaynaklanan sorunların (mikrosefali⁴⁴, tümörler⁴⁵ ve korteks anomalileri⁴²) saptanmasını kısıtlar. Bir başka neden de bazı beyin hasarlarının nedeni hatalı embriyolojik gelişim olmamasıdır. Bunlar edinilmiş prenatal ya da perinatal hasarlardır⁴⁶⁻⁴⁸. Deneyimli ellerde bile bazı anomalilerin *uterus içinde* tanısının konulması zor, hatta imkansız olabilir. Tanı koyabilme oranı hakkında kesin bir şey söylemek henüz mümkün değildir.



Resim 7 Fetusun omurgasının koronal kesiti. Görüntüler üç boyutlu ultrasonografiyle elde edilmiştir. Resimler aynı sonografik hacim üzerinde aç ve kesit kalınlığı değiştirilerek elde edilmiştir. (a) Omurga cisimlerinden geçen ince bir kesit izlenmektedir. (b) Aynı ultrasonografi hacmi daha arkaya yönlendirilerek omurganın arka arkusları gösterilmektedir. (c) Kalın bir kesit kullanılarak aynı anda üç kemikleşme merkezi bir arada gösterilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Myriantopoulos NC. Epidemiology of central nervous system malformations. In: Vinken PJ, Bruyn GW, editors. *Handbook of Clinical Neurology*. Elsevier: Amsterdam, 1977; 139–171.
2. Levine D, Barnes PD, Robertson RR, Wong G, Mehta TS. Fast MR imaging of fetal central nervous system abnormalities. *Radiology* 2003; **229**: 51–61.
3. Griffiths PD, Paley MN, Widjaja E, Taylor C, Whitby EH. In utero magnetic resonance imaging for brain and spinal abnormalities in fetuses. *BMJ* 2005; **331**: 562–565.
4. Malinger G, Ben-Sira L, Lev D, Ben-Aroya Z, Kidron D, Lerman-Sagie T. Fetal brain imaging: a comparison between magnetic resonance imaging and dedicated neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; **23**: 333–340.
5. Malinger G, Lev D, Lerman-Sagie T. Is fetalmagnetic resonance imaging superior to neurosonography for detection of brain anomalies? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; **20**: 317–321.
6. Ghi T, Pilu G, Savelli L, Segata M, Bovicelli L. Sonographic diagnosis of congenital anomalies during the first trimester. *Placenta* 2003; **24** (Suppl B): S84–S87.
7. Monteagudo A, Timor-Tritsch IE. First trimester anatomy scan: pushing the limits. What can we see now? *Curr Opin Obstet Gynecol* 2003; **15**: 131–141.
8. Bronshtein M, Ornoy A. Acrania: anencephaly resulting from secondary degeneration of a closed neural tube: two cases in the same family. *J Clin Ultrasound* 1991; **19**: 230–234.
9. Blaas HG, Eik-Nes SH, Vainio T, Isaksen CV. Alobar holoprosencephaly at 9 weeks gestational age visualized by twoand three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **15**: 62–65.
10. Blaas HG, Eik-Nes SH, Isaksen CV. The detection of spina bifida before 10 gestational weeks using two- and threedimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **16**: 25–29.
11. Johnson SP, Sebire NJ, Snijders RJ, Tunkel S, Nicolaides KH. Ultrasound screening for anencephaly at 10–14 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; **9**: 14–16.
12. Timor-Tritsch IE, Monteagudo A. Transvaginal fetal neurosonography: standardization of the planes and sections by anatomic landmarks. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; **8**: 42–47.
13. Malinger G, Katz A, Zakut H. Transvaginal fetal neurosonography. Supratentorial structures. *Isr J Obstet Gynecol* 1993; **4**: 1–5.
14. Pilu G, Segata M, Ghi T, Carletti A, Perolo A, Santini D, Bonasoni P, Tani G, Rizzo N. Diagnosis of midline anomalies of the fetal brain with the three-dimensional median view. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; **27**: 522–529.
15. Monteagudo A, Timor-Tritsch IE, Mayberry P. Three-dimensional transvaginal neurosonography of the fetal brain: ‘navigating’ in the volume scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **16**: 307–313.
16. van den Wijngaard JA, Groenenberg IA, Wladimiroff JW, Hop WC. Cerebral Doppler ultrasound of the human fetus. *Br J Obstet Gynaecol* 1989; **96**: 845–849.
17. Filly RA, Cardoza JD, Goldstein RB, Barkovich AJ. Detection of fetal central nervous system anomalies: a practical level of effort for a routine sonogram. *Radiology* 1989; **172**: 403–408.
18. Falco P, Gabrielli S, Visentin A, Perolo A, Pilu G, Bovicelli L. Transabdominal sonography of the cavumseptumpelluciduminnormal fetuses in the second and third trimesters of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **16**: 549–553.
19. Malinger G, Lev D, Kidron D, Heredia F, Hershkovitz R, Lerman-Sagie T. Differential diagnosis in fetuses with absentseptum pellucidum. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; **25**: 42–49.
20. Pilu G, Reece EA, Goldstein I, Hobbins JC, Bovicelli L. Sonographic evaluation of the normal developmental anatomy of the fetal cerebral

- ventricles: II. The atria. *Obstet Gynecol* 1989; **73**:250–256.
21. Cardoza JD, Filly RA, Podrasky AE. The dangling choroidplexus: a sonographic observation of value in excluding ventriculomegaly. *AJR Am J Roentgenol* 1988; **151**: 767–770.
 22. Cardoza JD, Goldstein RB, Filly RA. Exclusion of fetal ventriculomegaly with a single measurement: the width of the lateral ventricular atrium. *Radiology* 1988; **169**: 711–714.
 23. Mahony BS, Nyberg DA, Hirsch JH, Petty CN, Hendricks SK, Mack LA. Mild idiopathic lateral cerebral ventricular dilatation in utero: sonographic evaluation. *Radiology* 1988; **169**:715–721.
 24. Bromley B, Nadel AS, Pauker S, Estroff JA, Benacerraf BR. Closure of the cerebellar vermis: evaluation with second trimester US. *Radiology* 1994; **193**: 761–763.
 25. Shepard M, Filly RA. A standardized plane for biparietal diameter measurement. *J Ultrasound Med* 1982; **1**: 145–150.
 26. Snijders RJ, Nicolaides KH. Fetal biometry at 14–40 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; **4**: 34–48.
 27. Pilu G, Falco P, Gabrielli S, Perolo A, Sandri F, Bovicelli L. The clinical significance of fetal isolated cerebral borderline ventriculomegaly: report of 31 cases and review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; **14**: 320–326.
 28. Kelly EN, Allen VM, Seaward G, Windrim R, Ryan G. Mild ventriculomegaly in the fetus, natural history, associated findings and outcome of isolated mild ventriculomegaly: a literature review. *Prenat Diagn* 2001; **21**: 697–700.
 29. Wax JR, Bookman L, Cartin A, Pinette MG, Blackstone J. Mild fetal cerebral ventriculomegaly: diagnosis, clinical associations, and outcomes. *Obstet Gynecol Surv* 2003; **58**: 407–414.
 30. Laskin MD, Kingdom J, Toi A, Chitayat D, Ohlsson A. Perinatal and neurodevelopmental outcome with isolated fetal ventriculomegaly: a systematic review. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2005; **18**: 289–298.
 31. Achiron R, Schimmel M, Achiron A, Mashlach S. Fetal mild idiopathic lateral ventriculomegaly: is there a correlation with fetal trisomy? *Ultrasound Obstet Gynecol* 1993; **3**: 89–92.
 32. Gaglioti P, Danelon D, Bontempo S, Mombro M, Cardaropoli S, Todros T. Fetal cerebral ventriculomegaly: outcome in 176 cases. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; **25**: 372–377.
 33. Heiserman J, Filly RA, Goldstein RB. Effect of measurement errors on sonographic evaluation of ventriculomegaly. *J Ultrasound Med* 1991; **10**: 121–124.
 34. Mahony BS, Callen PW, Filly RA, Hoddick WK. The fetal cisterna magna. *Radiology* 1984; **153**: 773–776.
 35. Monteagudo A, Timor-Tritsch IE. Development of fetal gyri, sulci and fissures: a transvaginal sonographic study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; **9**: 222–228.
 36. Toi A, Lister WS, Fong KW. How early are fetal cerebral sulci visible at prenatal ultrasound and what is the normal pattern of early fetal sulcal development? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; **24**: 706–715.
 37. Droulle P, Gaillet J, Schweitzer M. [Maturation of the fetal brain. Echoanatomy: normal development, limits and value of pathology]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)* 1984; **13**:228–236.
 38. Cohen-Sacher B, Lerman-Sagie T, Lev D, Malinger G. Sonographic developmental milestones of the fetal cerebral cortex: a longitudinal study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; **27**:494–502.
 39. Robbin ML, Filly RA, Goldstein RB. The normal location of the fetal conus medullaris. *J Ultrasound Med* 1994; **13**:541–546.
 40. Crane JP, LeFevre ML, Winborn RC, Evans JK, Ewigman BG, Bain RP, Frigoletto FD, McNellis D. A randomized trial of prenatal ultrasonographic screening: impact on the detection, management, and outcome of anomalous fetuses. The RADIUS Study Group. *Am J Obstet Gynecol* 1994; **171**:392–399.
 41. Ewigman BG, Crane JP, Frigoletto FD, LeFevre ML, Bain RP, McNellis D. Effect of prenatal ultrasound screening on perinatal outcome. RADIUS Study Group. *N Engl J Med* 1993; **329**:821–827.
 42. Malinger G, Lerman-Sagie T, Waternberg N, Rotmensch S, Lev D, Glezerman M. A normal second-trimester ultrasound does not exclude intracranial structural pathology. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; **20**: 51–56.
 43. Bennett GL, Bromley B, Benacerraf BR. Agenesis of the corpus callosum: prenatal detection usually is not possible before 22 weeks of gestation. *Radiology* 1996; **199**: 447–450.
 44. Bromley B, Benacerraf BR. Difficulties in the prenatal diagnosis of microcephaly. *J Ultrasound Med* 1995; **14**: 303–306.
 45. Schlembach D, Bornemann A, Rupprecht T, Beinder E. Fetal intracranial tumors detected by ultrasound: a report of two cases and review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; **14**: 407–418.
 46. Simonazzi G, Segata M, Ghi T, Sandri F, Ancora G, Bernardi B, Tani G, Rizzo N, Santini D, Bonasoni P, Pilu G. Accurate neurosonographic prediction of brain injury in the surviving fetus after the death of a monochorionic twin. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; **27**: 517–521.
 47. Ghi T, Simonazzi G, Perolo A, Savelli L, Sandri F, Bernardi B, Santini D, Bovicelli L, Pilu G. Outcome of antenatally diagnosed intracranial hemorrhage: case series and review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; **22**: 121–130.
 48. Ghi T, Brondelli L, Simonazzi G, Valeri B, Santini D, Sandri F, Ancora G, Pilu G. Sonographic demonstration of brain injury in fetuses with severe red blood cell alloimmunization undergoing intrauterine transfusions. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; **23**:428–431.

TEŞEKKÜR

Bu kılavuz ISUOG Eğitim Komitesi (Başkan Dario Paladini, Napoli Üniversitesi, İtalya) himayesinde hazırlanmıştır.

Bu projeye katkıda bulunan uzman konsültanlara ayrıca teşekkür edilmektedir:

Gustavo Malinger, MD

Fetal Neurology Clinic, Department of Obstetrics and Gynecology, Wolfson Medical Center, Tel-Aviv University, İsrail

Ana Monteagudo, MD

Department of Obstetrics and Gynecology, New York University School of Medicine, New York, ABD

Gianluigi Pilu, MD

Department of Obstetrics and Gynecology,
University of Bologna, İtalya

Ilan Timor-Tritsch, MD

Department of Obstetrics and Gynecology,
New York University School of Medicine, New
York, ABD

Ants Toi, MD

Department of Medical Imaging, Mount Sinai
Hospital, University of Toronto, Kanada

**Bu belgenin kopyaları aŖağıdaki adresten
temin edilebilir:**

<http://www.isuog.org>

ISUOG Secretariat 122 Freston Road, London
W10 6TR, UK

e-mail: info@isuog.org