

Araştırma

Fötuslarda Omurganın ve Omuriliğin Morfometrik ve Radyolojik Özellikleri

Morphometric and Radiological Characteristics of the Fetal Spine and Spinal Cord

Yusuf İZCİ¹, Cahit KURAL¹, Erhan ARSLAN², Özkan TEHLİ¹¹Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye²Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirürji Kliniği, Ankara, Türkiye

ÖZ

AMAÇ: Erişkin omurgası ve içindeki omuriliğin morfolojik ve radyolojik özellikleri günümüzde çok iyi bilinmektedir. Ancak çocukluk çağı omurgası ve omuriliği üzerine yeterli ve detaylı morfolojik çalışma mevcut değildir. Çocuklarda, özellikle de yenidoğanda bu bölgenin morfolojik yapısının daha iyi anlayabilmek için fötuslarda bu bölgenin incelenmesinde fayda olacağını düşündük.

YÖNTEM ve GEREÇ: Bu amaçla 15 adet normal insan fötusunda lomber bölgeye mikrodiseksiyon uyguladık. Çalışmada tümüyle mikrocerrahi aletler ve mikroskop kullanıldı. Bu bölgede omurga ve omuriliğin detaylı olarak morfolojik ve radyolojik yapısını inceledik.

BULGULAR: Fötuslarda paravertebral kaslar gevşek bağ dokusundan oluşmakta idi ve erişkin paravertebral kas dokusuna göre kolayca sıyrıldı. Laminektomi yapılırken dura çok ince olduğu için kimi örneklerde kolayca yırtıldı. Lomber foramenlerden çıkan köklerin öncelikle dorsal kök ganglionunu oluşturduğu, ardından psoas majör kası içinde inferolaterale doğru ilerleyip lumbosakral pleksusu oluşturdukları izlendi. Lumbosakral pleksus erişkine göre daha geniş bir alana yayılmış ve daha frajil yapıda idi. İntradural bölgedeki kauda ekuinayı oluşturan rootletler yağ dokusu içinde seyrediyorlardı ve myelinizasyon daha tamamlanmadığı için gevşek bir yapıya sahip idiler. Filum terminale rootletlerden orta hatta olmasından dolayı kolayca ayrılıyordu.

SONUÇ: Fötuslarda lomber omurga ve omurilik erişkine göre daha gevşek ve frajil yapıdadır. Bu durum özellikle makad doğumlarda lomber omurga, omurilik ve lumbosakral pleksusun zedelenmesine neden olabileceği için dikkat edilmesi gerekir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Fötüs, Omurga, Omurilik, Travma

ABSTRACT

AIM: The morphological and radiological structure of the adult spine and spinal cord is currently well known. However, the information on the child's spine and spinal cord is inadequate. We thought that the evaluation of this region in human fetuses is important in order to better understand the morphological structure of this region in children, especially in newborns.

MATERIAL and METHODS: Microsurgical dissections were performed in 15 normal human fetuses in order to expose the lumbar spine, spinal cord, conus medullaris and cauda equina. The study was conducted using microsurgical tools and techniques. The detailed morphological and radiological structure of the lumbar spine and spinal cord was investigated.

RESULTS: The paravertebral muscles of the fetuses had a loose connective tissue and were easily separated from the spine when compared with adults. The dura mater was torn during laminectomy in some samples because of the thin structure of the fetal dura. The roots leaving the spinal cord formed the spinal ganglion just after the exit and then ran into the psoas major inferolaterally to form the lumbosacral plexus. This plexus was spread over a larger area and had a more fragile architecture than in adults. The rootlets that were laid into the fatty medium in the intradural space formed the cauda equina. They had a very loose structure because of less myelination. It was easy to identify the filum terminale among the rootlets due to its midline location.



Yazışma adresi: Yusuf İZCİ

E-posta: yizci@gata.edu.tr

CONCLUSION: The spine and spinal cord of human fetuses have a loose and fragile architecture compared to adults. Therefore, one should be careful during breach presentation to prevent lumbar spine, spinal cord and lumbosacral plexus trauma.

KEYWORDS: Fetus, Spine, Spinal cord, Trauma

■ GİRİŞ

Omurga omurliliği koruyan kemik yapıdır. Omurga ve omurlilik gerek hastalıkları gerekse de travmaları nedeniyle nöroşirürjinin önemli ilgi alanlarından birisidir. Başta disk hernileri olmak üzere konjenital malformasyonları, stabilite bozuklukları, tümörleri ve dejeneratif hasarları omurganın önde gelen hastalıklarıdır. Aynı şekilde travmalar ve tümörler de omurliliğin ciddi problemleridir.

Tüm bu hastalıkların hem fizyopatolojisini anlamak hem de cerrahi tedavisini daha iyi ortaya koymak için anatomik çalışmalar erişkin kadavralarında yapılmıştır (2,3,5). Ancak erişkin omurga ve omurlilik yapısı çocuklar ve yeni doğanlar ile aynı değildir (6,8,10). Ayrıca bu dönemlerin omurga ve omurlilik hastalıkları ile travmaları erişkinlerden farklılıklar gösterir. Özellikle intrauterin hayatta ve doğum sırasında meydana gelen omurga travmaları yenidoğanda nörolojik defisitlere neden olmaktadır (9,13,16). Yine intrauterin hayattaki lomber pleksusa yönelik travmalar ve makadi gelişlerde fötusun lomber bölgesindeki travmalar yenidoğanın alt ekstremitesinde ciddi nörolojik defisitlere neden olmaktadır (4,18,19). Bunlara rağmen literatürü incelediğimiz zaman fötusların omurga ve omurlilik yapısına ve spinal sinirlerin morfolojisine yönelik kadavraçalışması yok denecek kadar azdır (1,11,15,17,20). İntrauterin döneme ait anatomik çalışmalar daha çok ultrason ve manyetik rezonans görüntüleme çalışmalarıdır (7,12,14).

Çalışmamızın amacı, fötusların lomber ve sakral omurgasının, omurliliğinin, konus medullaris ve filum terminale ile lumbosakral pleksusu oluşturan yapıların morfolojik özelliklerini ortaya koymak ve erişkin omurga yapılarından farklarını göstermektir.

■ GEREÇ ve YÖNTEMLER

Bu çalışma Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 11.4.2012 tarih ve B.10.4.İSM.4.06.68.49 onayı ile yapılmıştır. Çalışmada, Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde çeşitli nedenlerle düşük sonucu erken doğmuş ve hayatını kaybetmiş olan, herhangi bir konjenital malformasyonu olmayan, 15 normal insan fötüsü kullanılmıştır. Bu fötusların 11 tanesi kız, 4 tanesi erkek idi ve ağırlıkları 180 ile 1750 gram arasında değişmekte idi. Fötusların ortalama gestasyonel yaşı 26 hafta idi.

Önce fötusların lomber bölgelerine lateral grafi çekilerek radyolojik inceleme yapıldı. Ardından fötusların lomber bölgeleri posterior yaklaşım ile mikrocerrahi yöntemle diseke edildi. L1 seviyesinden sakruma kadar paravertebral kaslar mikroskop (Zeiss Universal S3 surgical microscope) altında sıyrılıp posterior total laminektomi yapıldı. Ardından dura ve duradan çıkan lomber kökler incelendi, köklerin lumbosakral pleksusu oluşturana kadar olan birbirleriyle ilişkisi Sony DSC T-10 dijital kamera ile fotoğraflandı ve not edildi. Sonra orta hattan dura

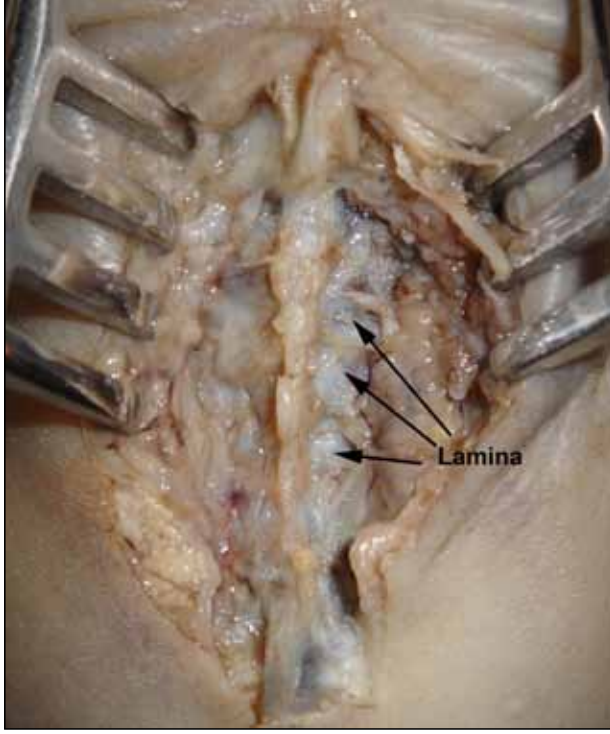
mater açılıp omurliliğin son kısmı olan konus medullaris, ardından oluşan kauda ekuina ve kaudadan foramenlere uzanan rootletler mikroskop altında incelendi. Ayrıca tüm fötuslarda konus medullarisin seviyesi metal bir klip ile işaretlendi ve lateral röntgen çekildi.

■ BULGULAR

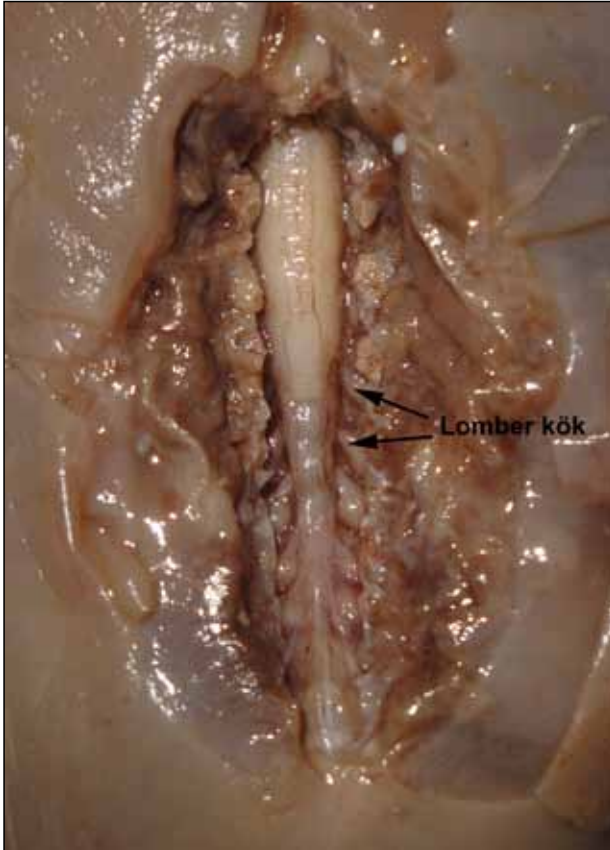
Fötuslarda paravertebral kaslar gevşek bağ dokusundan oluşmakta idi ve erişkin paravertebral kas dokusuna göre kolayca sıyrıldı. Laminalar ince yapıda idi ve ossifikasyonları tamamlanmamıştı (Şekil 1). Genellikle kıkırdak yapıda idiler. Laminektomi yapılırken dura çok ince olduğu için kimi örneklerde kolayca yırtıldı. Lomber köklerin foramenlerden simetrik olarak çıktığı izlendi. Sakral bölgeden çıkan kökler daha yüzeysel seyrettiği için bunların korunmasına özellikle dikkat edildi (Şekil 2). Lomber foramenlerden çıkan köklerin öncelikle dorsal kök ganglionunu oluşturduğu, ardından psoas majör kası içinde inferolaterale doğru ilerleyip lumbosakral pleksusu oluşturdıkları tesbit edildi. Lumbosakral pleksus erişkinlere göre daha geniş bir alana yayılmış ve daha frajil yapıda idi. İntradural bölgedeki kauda ekuinayı oluşturan rootletler yağ dokusu içinde seyrediyorlardı ve myelinizasyon daha tamamlanmadığı için gevşek bir yapıya sahip idiler. Filum terminal rootletlerden orta hatta olmasından dolayı kolayca ayrılıyordu (Şekil 3). Konus medullarisin kalınlığı tüm fötuslarda 2 ile 3 mm arasında izlendi (Şekil 4). Bir fötusda konus medullaris seviyesinde terminal ventrikül gözlemlendi ve fotoğraflandı. Diğer fötuslarda terminal ventrikül izlenmedi. Ayrıca omurliliği besleyen arterlerin de gelişiminin tam olduğu ve omurlilik yüzeyinde dallara ayrıldığı, bir kısmının kauda ekuinayı oluşturan rootletler ile birlikte kaudale doğru uzandığı tesbit edildi. Filum terminale üzerinde de besleyici damar olduğu fötusların çoğunda izlendi. Ancak besleyici damar lomber köklere uzanan rootletler üzer de görüldüğü için filum terminale için ayırt edici değildir. Konus medullaris seviyesinde filum terminale kesilip bu noktaya metalik klip yerleştirilerek lateral röntgen çekildi. Bu röntgenlerde tüm fötuslarda vertebra korpuslarında ve pediküllerinde ossifikasyon olduğu gözlemlendi. Ayrıca sakrumun henüz ossifikasyonun tamamlanmadığı için füzyone hale görülmedi. İntervertebral mesafenin erişkinlere göre daha fazla olduğu da bu röntgenlerde görüldü. Konusun seviyesi tüm fötuslarda L2 ve L3 seviyesinde olarak gözlemlendi (Şekil 5).

■ TARTIŞMA

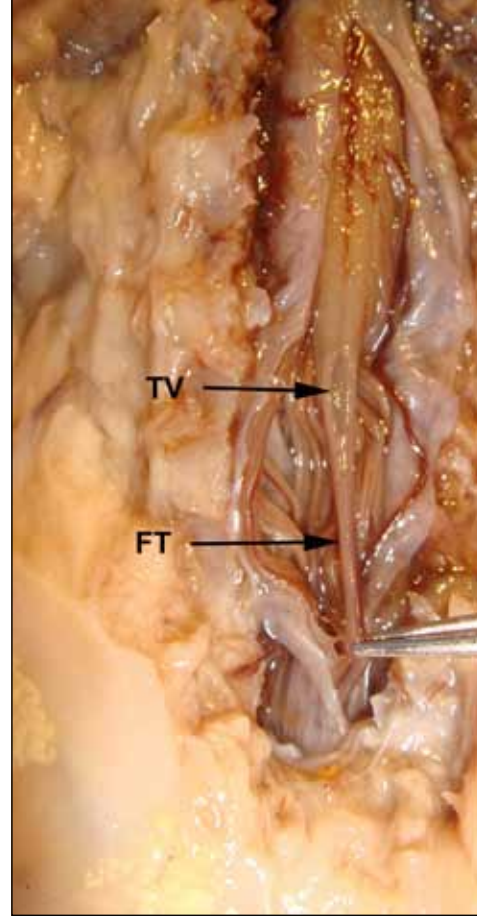
Erişkin omurgasının ve omurliliğinin morfolojik yapısı günümüze detaylı anatomik ve radyolojik çalışmalar ile ortaya konmuştur. Bu şekilde gerek omurga ve omurliliği etkileyen hastalıkların fizyopatolojisi aydınlatılmaya çalışılmış gerekse de bu bölgeye yapılan cerrahi yaklaşımların incelikleri gösterilmiştir. Ancak



Şekil 1: Fötusta paravertebral kas diseksiyonu spinöz çıkıntılar ve laminalar izlenmektedir.



Şekil 2: Laminektomi sonrası dura mater ve bundan çıkan lomber kök, spinal ganglionlar izlenmektedir.



Şekil 3: Kauda ekuina, konus medullaris ve rootler izlenmektedir. Ok ile terminal ventrikül izlenmektedir. Ancak içindeki BOS boşalmış olduğu için kollabe durumdadır. (TV: terminal ventrikül, FT: Filum terminale).



Şekil 4: Filum kesildikten sonra konus medullaris ve kauda ekuinayı oluşturan rootletler izlenmektedir. Konus medullarisin kalınlığı yaklaşık 3 mm'dir.



Şekil 5: Konus medullaris metalik klip konulduktan sonra çekilen lateral röntgende konusun yaklaşık L2 veya L3 seviyesinde olduğu sakral omurganın ossifikasyonun tam olmadığı görülmektedir.

çocuklarda omurga ve omurilik erişkinlere göre farklıdır. Ayrıca bu yapıların hastalıkları ve cerrahi yaklaşımları da erişkinden farklıdır. Buna rağmen gerek çocuklarda gerekse de fütuslarda omurga ve omuriliğin yapısını inceleyen fazla bir çalışma yayınlanmamıştır. Fötal çalışmalar daha çok gestasyonel ultrason ve manyetik rezonans çalışmaları olup bunlar da yumuşak dokuların yapısını detaylı göstermekten uzaktır (3,7,12). Bu nedenle fütuslarda lomber bölge omurgasının ve içindeki omuriliğin morfolojik ve radyolojik yapısını incelemeye karar verdik. Bu amaçla ölü doğmuş ve patoloji kliniğine teslim edilmiş olan fütuslarda morfolojik ve radyolojik inceleme yaptık. Çeşitli nedenlerle ölü doğmuş 15 adet normal omurga yapısına sahip fütusun lomber bölgelerine mikrodiseksiyon yaptık ve bu bölge omurga ve omuriliğini detaylı olarak inceledik ve erişkinlerden farklılıklarını ortaya koymaya çalıştık.

Santral sinir sistemi nöral plaka adı verilen kalınlaşmış embriyonal ektoderm tabakasından gelişir. Nöral plakanın gelişimi konseptiyondan 3.haftada olur. Nöral plakada orta hattan içe doğru invajinasyon başlar ve nöral oluk oluşur. Bunun her iki tarafında nöral katlantılar vardır. Bu katlantılar ortahatta birleşir ve nöral tüpü oluşturur. Tüpün oluşumu servikal bölgeden başlar ve hem kaudale hem de kraniale doğru devam eder. Embriyonal hayatın 25.gününde kranial

uç kapanır, 27.günde ise nöral tüpün kaudal ucu kapanır. Nöral tüpün sefalik ucundan beyin, diğer kısmından ise omurilik gelişir (14). Omurganın gelişimi ise nöral tüpün ortasındaki hücre grubunun notokordu oluşturması ile başlar. Notokord gevşek bir mezenkimal hücre ağı ile çevrelenir. Üçüncü hastanın sonunda bu hücre topluluğu somit adı verilen segmente mezenkimal bloğa dönüşür. Dördüncü haftada somitlerin ventromedial hücreleri sklerotomlara dönüşür. Sklerotomları oluşturan hücreler ise mediale göç ederek notokordu çevreler ve omurganın merkezini oluştururlar. Embriyonal hayatın 6. haftasında kondrifikasyonu merkezleri gelişir ve bunlar omurganın merkezini oluştururlar. Sekizinci haftada ise mezenkimal omurga kırık yapıya dönüşür. Sekiz-dokuzuncu haftalarda her bir omurda primer ossifikasyon merkezleri görülür. Sekizinci haftanın sonunda tüm omurlar kırık yapıya almış olur, ancak ossifikasyon merkezleri doğuma kadar birleşmeden kalır. Bu ossifikasyon merkezleri gebelik sırasında 5.aydan itibaren ultrason ile görülür hale gelir. Dolayısıyla 20.hafta civarında omurga yapısal malformasyonları ve füzyon defektleri net bir şekilde görülür (14). Fötal omurgada ossifikasyon tamamlanmadığı için oldukça fragil yapıdadır. Bu durum intrauterin hayattaki travmalarda ve doğum travmalarında omuriliği daha çok hasara açık hale getirmektedir (1,3,14,20). Bizim çalışmamızda da fütuslar ortalama 26 haftalık idi ve çoğunda ossifikasyon merkezlerini gördük, ancak genel olarak kırık yapıda olduğu için erişkin omurgasına göre daha fragil idi. Ayrıca ligamentum flavum tam gelişmediği için dura mater ile yapışık yapıda idi ve yapılan laminektomi zaman zaman duraya zarar vermekte idi. Omurganın bu gevşek ve fleksibl yapısından dolayı yenidoğan ve infantlar spinal travmayı erişkinlere göre daha iyi tolere etmektedirler. Ancak fütuslar intrauterin hayatta da travmaya maruz kalabilirler.

Weinberg ve ark. (19) 2001 yılında intrauterin fötal servikal spinal travmayı rapor etmişlerdir. Trafik kazası geçiren 28 haftalık hamile kadının otopsisinde fütusta da C5 kırığı, hematoma ve spinal kord kontüzyonu olduğu rapor edilmiştir. Bu makalede, emniyet kemeri kullanımının fötal travmaya neden olduğu düşünülmüştür (19). Bizim çalışmamızda da fütuslar ortalama 26 haftalık idi ve paravertebral kaslar gevşek, omurga ise oldukça esnek ve fleksibl yapıda idi. Bu da fütusların neden intrauterin hayatta ve doğum sırasındaki travmalara karşı hassas oldukları göstermektedir.

Makad gelişleri ve doğumları da lumbosakral bölgedeki omurga ve omurilik travmaları için bir risk faktörüdür (9,13,16,18). Yapılan çalışmalarda makadi doğum olgularında omurga travmaları ve buna bağlı doğum sonrası nörolojik defisitler bildirilmiştir. Ancak bu travmalar genellikle servikal ve torakal bölgede görülmekte, lumbosakral bölge korunmaktadır. Bunun da gerilim ve baskıya bağlı olduğu düşünülmektedir (16,18). Bizim çalışmamızda, lomber bölgedeki omurga ve omurilik yapısı incelenmiş olup servikal ve torakal omurganın da aynı yapıda olduğu düşünülmektedir. Ancak makadi gelişlerde neden servikal vertebranın daha çok etkilendiği kesin olarak anlaşılamamıştır. Bununla birlikte doğum sırasında lomber pleksus travmaları bildirilmiştir. Bunun da nedeni muhtemelen lomber pleksusun ince ve gevşek bir kas yapısında seyretmesi, dolayısıyla doğum travmalarından kolaylıkla etkilenmesidir.

Çalışmamızın iki tane temel eksiği vardır. Birincisi incelediğimiz fötüs sayısının istatistiksel bir sonuç elde etmek için yetersiz olmasıdır. Diğeri ise sadece lumbosakral omurganın çalışılmış olması, torakal ve servikal bölge üzerinde inceleme yapılmamış olmasıdır.

■ SONUÇ

Fötal omurga erişkin omurgasına göre daha gevşek bir bağ ve kıkırdak dokusundan oluşmaktadır. Fötal omurilik, konus medullaris ve kauda ekuina erişkinlere göre daha ince ve frajil yapıya sahip olması nedeniyle travmalara daha hassastır. Bu nedenle doğum sırasında mümkün olduğunca travmadan kaçınılması, ileride yenidoğanda nörolojik defisit gelişmesini engellemektedir.

■ TEŞEKKÜR

Bu proje Keçiören Eğitim ve Araştırma Hastanesinin desteği ile gerçekleştirilmiştir.

■ KAYNAKLAR

- Aggarwal A, Sahni D, Kaur H, Batra YK, Sondekoppam Vijayashankar R: The caudal space in fetuses: An anatomical study. *J Anesth* 26(2):206-212, 2012
- Bagnall KM, Harris PF, Jones PR: A radiographic study of the human fetal spine. 1. The development of the secondary cervical curvature. *J Anat* 123(Pt 3):777-782, 1977
- Baumgart M, Szpinda M, Szpinda A: New anatomical data on the growing C4 vertebra and its three ossification centers in human fetuses. *Surg Radiol Anat* 35(3):191-203, 2013
- Blount J, Doughty K, Tubbs RS, Wellons JC, Reddy A, Law C, Karle V, Oakes WJ: In utero spontaneous cervical thoracic epidural hematoma imitating spinal cord birth injury. *Pediatr Neurosurg* 40(1):23-27, 2004
- Canbay S, Güner B, Bozkurt M, Comert A, Izci Y, Başkaya MK: Anatomical relationship and positions of the lumbar and sacral segments of the spinal cord according to the vertebral bodies and the spinal roots. *Clin Anat* 27(2):227-233, 2014
- Choi BH, Kim RC, Suzuki M, Choe W: The ventriculus terminalis and filum terminale of the human spinal cord. *Hum Pathol* 23: 916-920, 1992
- Gonçalves LF: Three-dimensional ultrasound of the fetus: How does it help? *Pediatr Radiol* 46(2):177-189, 2016
- Guerra DR, Reis FP, Bastos AA, Brito CJ, Silva RJS, Aragao JA: Anatomical study on the psoas minor muscle in human fetuses. *Int J Morphol* 30(1):136-139, 2012
- Hope EE, Bodensteiner JB, Thong N: Neonatal lumbar plexus injury. *Arch Neurol* 42(1):94-95, 1985
- Izci Y, Gurkanlar D, Ozan H, Gönül E: The morphological aspects of lumbar plexus and roots. An anatomical study. *Turk Neurosurg* 15(2):87-92, 2005
- Kural C, Guresci S, Simsek GG, Arslan E, Tehli O, Solmaz I, Izci Y: Histological structure of filum terminale in human fetuses. *J Neurosurg Pediatr* 13(4):362-367, 2014
- Lyons K, Cassady C, Jones J, Paldino M, Mehollin-Ray A, Guimaraes C, Krishnamurthy R: Current role of fetal magnetic resonance imaging in neurologic anomalies. *Semin Ultrasound CT MR* 36(4): 298-309, 2015
- Ruggieri M, Smárason AK, Pike M: Spinal cord insults in the prenatal, perinatal, and neonatal periods. *Dev Med Child Neurol* 41(5):311-317, 1999
- Russ PD, Pretorius DH, Manco-Johnson ML, Rumack CM: The fetal spine. *Neuroradiology* 28(5-6):398-407, 1986
- Salbacak A, Büyükmumcu M, Malas MA, Karabulut AK, Seker M: An investigation of the conus medullaris and filum terminale variations in human fetuses. *Surg Radiol Anat* 22:89-92, 2000
- Siváková J, Biringier K, Hrtánková M, Sumichrastová P, Kúdela E, Sivák S, Svecová I, Danko J: Breech presentation - an analysis of results in one perinatal center. *Ceska Gynekol* 79(2):107-114, 2014
- Tadros MA, Lim R, Hughes DI, Brichta AM, Callister RJ: Electrical maturation of spinal neurons in the human fetus: Comparison of ventral and dorsal horn. *J Neurophysiol* 114(5):2661-2671, 2015
- Vialle R, Piétin-Vialle C, Ilharreborde B, Dauger S, Vinchon M, Glorion C: Spinal cord injuries at birth: A multicenter review of nine cases. *J Matern Fetal Neonatal Med* 20(6):435-440, 2007
- Weinberg L, Wyatt JP, Busuttill A: Traumatic intrauterine fetal spinal fracture following seat belt use: A case report. *J Trauma* 51(6):1195-1196, 2001
- Yasar S, Kaya S, Temiz C, Tehli O, Kural C, Izci Y: Morphological structure and variations of lumbar plexus in human fetuses. *Clin Anat* 27(3):383-388, 2014