



El bileği eklemının fetal dönemdeki gelişimi

The development of the wrist joint in the fetal period

Volkan ÖZTUNA, ¹ Banu COŞKUN, ² Ayşe POLA T, ³ Fehmi KUYUR TAR¹

Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi, ¹Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı; ²Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı; ³Patoloji Anabilim Dalı

Amaç: Bu çalışma, el bileği eklemının, özellikle skafolunat ligaman (SLL) ve üçgen diskın fetal dönemdeki gelişimini ve anatomik özelliklerini araştırmak ve olası varyasyonlarını ortaya koymak amacıyla yapıldı.

Çalışma planı: Sonlandırılmış gebelik materyali olarak fakültemizin patoloji laboratuvarına gönderilen, tahmini fetal yaşı 8-14 hafta olan ve makroskopik anomali gözlenmeyen sekiz fetüsün 16 el bileği incelendi. Yüzde 10'luk formalinde bekletilen el bilekleri parafine gömüldü. Mikrotom ile koronal planda kesitler alındı. Hematoksilen-eosin ile boyanan kesitler ışık mikroskopunda değerlendirildi.

Sonuçlar: El bileği ligamanlarının gelişimi fetal hayatın dokuzuncu haftasında radial taraftan başlıyordu. Onuncu haftada skafolunat ligamanın şekillendiği ve el bileğinin membranöz bir yapı ile iki kompartmana bölündüğü gözlemlendi. Bu membran, distalde skafolunat ligaman, proksimalde interfaset çıkıntı ile bağlantılıydı. Üçgen disk oluşumunun bu dönemde başladığı gözlemlendi. Bu membranöz yapının 11 ve 12. haftalarda dorsalden volare doğru gerilediği, 14. hafta sonunda el bileği eklemının tek bir boşluk haline geldiği izlendi. Skafolunat ligaman ile üçgen diskin fibröz ağırlıklı içerikleri, belli bölgelerde fibrokartilaj yapıya dönüşüyordu. Skafolunat ligamanın daha çok radial tarafında, üçgen diskin daha çok ulnar tarafında damar oluşumları gözlemlendi. On dört haftalık bir fetüsün el bileğinde bikompartmantal yapının devam ettiği belirlendi.

Çıkanmlar: Çalışmamızda, skafolunat ligaman ve üçgen diskin fetal dönemde, hücre dizilimi ve damarlanma açısından homojen yapılar olmadıkları gösterildi. Erişkin dönemde de, fetal dönemden kalan plica benzeri membranöz bir yapının görülebileceği düşünüldü. Bu yapıların daha iyi tanınması, tedavi şemalarının belirlenmesi ve artroskopik görüntülerin yorumlanabilmesi için gereklidir.

Anahtar sözcükler: Kadavra; karpal kemikler/anatomi ve histoloji; kartilaj, artiküler/embriyoloji; embriyo ve fetal gelişim; fetüs; gestasyonel yaş; ligament, artiküler/embriyoloji; morfogenez; el bileği eklemi/anatomi ve histoloji/embriyoloji.

Objectives: This study was designed to investigate the development and anatomical features of the wrist joint, particularly the scapholunate ligament and triangular disc in the fetal period and to identify possible congenital variations.

Methods: The study included 16 wrist joints of eight fetuses aborted at ages 8 to 14 weeks. The samples had no macroscopically discernible anomalies. Tissue specimens were fixed in 10% formalin solution, embedded in paraffin, and mounted on a microtome to obtain 5-micron sections in the coronal plane. Following staining with hematoxylin and eosin, conventional light microscopic examinations were performed.

Results: Organization of the carpal ligaments in the wrist joint began on the radial side in the 9th week. In the 10th week, the scapholunate ligament was formed; a membranous structure was observed, which lied from the interfacet prominence of the radius to the scapholunate ligament and divided the wrist joint into two cavities. The triangular disc formation began to appear at this stage. During the 11th and 12th weeks, the membranous structure underwent regression from the dorsal to the volar aspects, and at the end of the 14th week, the wrist joint became a single cavity. Also noted was the development of fibrous appearance of the scapholunate ligament and the triangular disc into fibrocartilage. Vascular areas were identified on the radial rather than the ulnar side of the scapholunate ligament, but vice versa for the triangular disc. Bicompartmantal structure seemed to persist in the wrist joint of a 14-week-old fetus.

Conclusion: In this study, we demonstrated that the scapholunate ligament and the triangular disc were not homogeneous in the fetal period in terms of vascularity and cellularity. We speculate that a plica-like membranous structure may persist in the wrist joint as a remnant of the fetal life. An accurate knowledge of the anatomy is necessary for the treatment planning and arthroscopic interpretation of the wrist joint.

Key words: Cadaver; carpal bones/anatomy & histology; cartilage, articular/embryology; embryo and fetal development; fetus; gestational age; ligaments, articular/embryology; morphogenesis; wrist joint/anatomy & histology/embryology.

Yazışma adresi: Dr. Volkan Öztuna, Eğriçam Mah., 12. Cad., Doktoroğlu 2 Sitesi, B Blok, D: 20, 33169 Mersin.

Tel: 0324 - 327 95 68 Faks: 0324 - 337 43 05 e-posta: oztuna67@mersin.edu.tr

Başvuru tarihi: 19.07.2002 **Kabul tarihi:** 02.04.2003

Günümüzde el bileği artroskopisinin yaygınlaşması ile skafolunat ligaman (SLL) ve triangüler disk (TAD) yaralanmaları hakkında daha fazla bilgi elde edilmiştir.^[1] Artroskopik görüntülerin yorumlanması ve tedavi protokollerinin belirlenmesi için bu yapıların anatomisinin çok iyi anlaşılması gerekir (Şekil 1). El bileği eklemine fetal dönemdeki gelişiminin ortaya konması, bu eklemine anatomisi, fonksiyonları ve varyasyonları hakkında ayrıntılı bir bakış açısı sağlayacaktır.

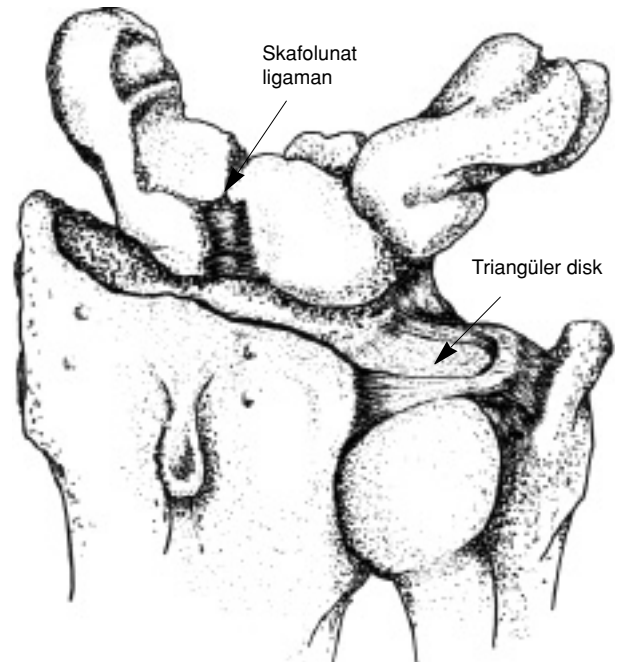
Çalışmamızda el bileği eklemine, özellikle SLL ve TAD yapılarının fetal dönemdeki gelişimi incelendi.

Gereç ve yöntem

Sonlandırılmış gebelik materyali olarak fakültemizin patoloji laboratuvarına gönderilen sekiz adet fetüsün 16 el bileği incelendi. Yaş tahmini yapılırken parametre olarak, klinik öykü, baş-sakrum mesafesi ve kalkaneus-ikinci parmak tepesi arasındaki mesafe dikkate alındı (Tablo 1).^[2] Makroskobik değerlendirmede anomali saptanan fetüsler çalışma dışında bırakıldı. Mikroskobik inceleme için %10'luk formalinde bekletilen örnekler, rutin ışık mikroskobik doku takibine alındı. Elde edilen parafin bloklardan mikrotom ile koronal planda, elin dorsal yüzünden volare doğru giden 5 mikrometre kalınlığında seri kesitler alınarak hematoxilen-eosin ile boyandı. Kesitler bir histolog ve ortopedist tarafından yorumlandı.

Sonuçlar

Sekiz haftalık fetüsün el bilek kemikleri, psiform hariç olmak üzere, kırıldaklaşmalarını tamamlamıştı. El bileği eklem boşluğunu dolduran farklılaşmamış bağ dokusu henüz ligamanları oluşturacak şekilde bir dizilim göstermemekteydi (Şekil 2). El bileği ligamanlarının gelişimi fetal hayatın dokuzuncu haf-



Şekil 1. Erişkin el bileği eklemine skafolunat ligaman ve triangüler disk.

tasında radial taraftan başlıyordu. Bu dönemde ulnar tarafta henüz bir yapılanma gözlenmedi. Onuncu haftada skafoid ve lunat kemikler arasında interosseöz ligaman şeklinde bir hücre dizilimi oluştuğu ve ulnar tarafta üçgen şeklinde disk formasyonunun başladığı dikkati çekti. Bu dönemde el bileğinin membranöz bir yapı ile (radioskafolunat ligaman) iki kompartmana bölündüğü görüldü. Bu yapı distalde SLL'ye, proksimalde skafoid fossa ile lunat fossayı ayıran interfaset çıkıntıya yapıştıyordu (Şekil 3). Bu dönemde SLL ve TAD tamamen fibröz karakterde idi. On birinci haftada SLL'nin kemiğe yapıştığı yerlerde ve TAD'nin ulnar tarafında fibröz yapının fibrokartilaja döndüğü izlendi (Şekil 4). On ikinci haftada radioulnar eklemde başlayarak ulna stilo-

Tablo 1. Fetüslerin, intrauterin yaş tahmini ile ilgili bilgileri

Fetüs	Baş-sakrum mesafesi (mm)	Topuk-ikinci parmak ucu arası mesafe (mm)	Tahmini fetal yaş (hafta)
1	8	3	8
2	10	3	9
3	12	4	10
4	35	10	11
5	58	12	12
6	70	16	13
7	78	18	14
8	81	18	14

idine uzanan TAD yapısının tamamlandığı, el bileğini ikiye bölen membranöz yapının dorsalden volare doğru regresyon gösterdiği izlendi. Bu membranın skafoid kemiğe yakın olan tarafında ve TAD'nin ulnar tarafında damarsal oluşumlar gözlemlendi (Şekil 3 ve 5). On üçüncü haftada dikkat çeken en belirgin farklılık psiform kemiğin belirmeye başlamasıydı. Daha önceki haftalara ait kesitlerde ulna stiloid çıkıntısının daha distalde olduğu ve giderek proksimale gerilediği gözlemlendi. On dördüncü hafta sonunda el bileği eklemine bölen membranöz yapının tamamen volare gerilediği ve radioskafolunat bağı oluşturduğu gözlemlendi. Tek bir boşluk haline gelen el bileği eklemi ile SLL ve TAD erişkin el bileğindeki benzeyen bir görünüm almaktaydı (Şekil 6). Triangüler disk, radius eklem yüzünü örten kırık dokunun ulna stiloidine doğru uzanan bir devamı gibi şekilleniyordu (Şekil 7). On dört haftalık olan fetüsün el bileğinde bikompartmantal yapının devam ettiği görüldü.

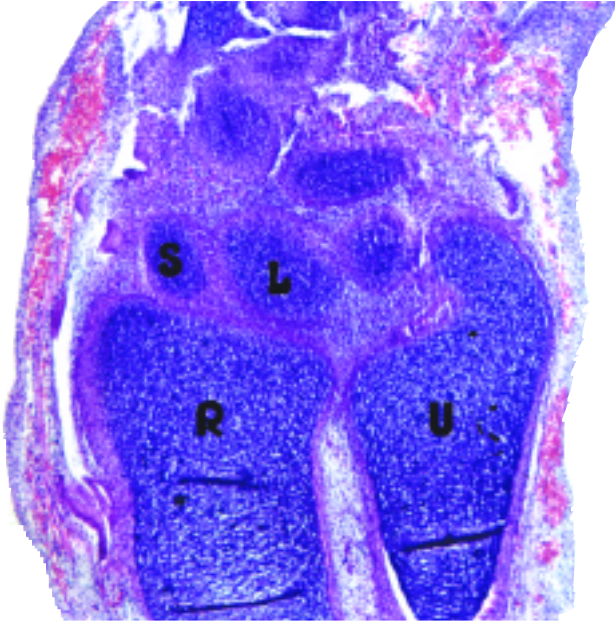
Tartışma

El bileği eklemine fetal dönemdeki gelişiminin ortaya konması, bu eklem anatomisi ve varyasyonları hakkında bilgi verecektir. Fetal döneme ait çalışmalardan elde edilen bilgi, bu dönemde travma, mekanik yüklenme gibi anatomik yapıları değiştirebilen dış faktörler söz konusu olmadığı için erişkinlerden sağlanan bilgiye göre daha objektiftir.^[3] Literatürdeki anatomik çalışmalar daha çok diseksiyon tekniği ile yapılmıştır. Bu teknik rutin bir yöntem olmakla birlikte, diseksiyon sırasında özgün anatominin bozulma olasılığı vardır. Histolojik çalışmalar anatominin bozulmadan ve daha ayrıntılı incelenmesine olanak verirler. Bu nedenle, çalışmamızda, fetüs el bileklerinin frontal planda alınan doku kesitlerini inceleme yöntemini tercih ettik.

Intrauterin yaşamın dördüncü haftasında üst ekstremite tomurcukları belirir; beşinci haftada el plağı ve karpal kemikler şekillenmeye başlar. Sekizinci haftada, kırık daklaşmış karpal kemiklerin arasını ve radiokarpal mesafeyi tamamen dolduran farklılaşmamış bağ dokusu nedeniyle henüz bir eklem boşluğundan söz edilemez. İskelet elemanlarının kırık daklaşma süreci devam ederken, eklem aralığını dolduran bağ dokusunda kavitasyonlar başlar. Farklılaşmamış bağ dokusundan eklem yüzünü örten sinovya, eklem içindeki ligaman ve menisküs yapıları oluşur.^[4,5] Bu dönemde birkaç kom-

partman halinde olabilen eklem boşluğu, daha sonra tek bir kavite oluşturmak üzere şekillenir. Lewis,^[6] baş-sakrum mesafesi 48 mm olan fetüslerde (bu mesafe 11-12 haftalık fetüse karşılık gelir) radio-skafoid, radio-lunat ve ulno-trikuetral boşlukların birbirlerinden fibröz yapılar ile ayrıldığını gözlemiştir. Çalışmamızda ise 12. hafta sonuna kadar, el bileği eklemine iki kompartmana bölen, radius ve SLL arasında uzanan membranöz bir yapı gözlemlendi; fakat eklem boşluğunun ulnar tarafında üçüncü bir kompartman yapan ayrı bir yapı görmedik. Fetal dönemdeki bu kompartmanlaşmanın birkaç gün içinde ilerlediğini; 11 ve 12 haftalık materyallerin sayısının artırılması ile ulnar tarafta oluşan bu aşamanın daha iyi ortaya konabileceğini düşünüyoruz. Çalışmamızda gösterdiğimiz septum benzeri yapının 10. haftadan itibaren dorsalden volare doğru gerilemeye başlayıp, 12. haftada volare bir plika gibi uzanarak radioskafolunat bağı oluşturduğu belirlendi. Distalde SLL, proksimalde skafoid ve lunat fossaları ayıran interfaset çıkıntı olarak şekillenen bu bağın, içerdiği vasküler yapılar ve bağ dokusu dizilimi nedeniyle histolojik açıdan gerçek bir ligaman yapısında olmadığı vurgulanmıştır.^[7] Altı adet yeni kadavrada yapılan bir India ink enjeksiyonu çalışmasında, radioskafolunat bağın oldukça zengin bir damar yapısı olduğu gösterilmiştir.^[8] Biz de bu bağın içinde distale uzanan damar yapıları gördük ve bu yapının SLL'nin beslenmesinde rol oynayan bir pedikül görevi üstlendiğini düşündük. On dört haftalık bir fetüste bu yapının regresyona uğramadığını, el bileği eklemine ikiye bölen bir membran olarak kaldığını izledik. Bu noktadan hareketle, erişkin döneme kadar regrese olmadan kalabilen bu yapının, henüz literatürde tanımlanmamış olmakla birlikte, el bileğinde eklem plikası benzeri bir doku olarak görülebileceğini varsayıyoruz. Ono ve ark.^[9] da, TAD ve lunotrikuetral ligaman arasında uzanan, fibrokartilaj yapıda bir septumun varlığını göstermişler ve bu yapının fetal dönemden arta kalan bir yapı olduğunu savunmuşlardır.

Skafolunat bağ yaralanmaları, el bileğinde instabiliteye neden olarak fonksiyonel kapasiteyi etkileyen ve artrit yol açabilen durumlardır. Berger,^[10] anatomik olarak SLL'nin homojen bir yapısı olmadığını, üç ayrı bölgeye ayrıldığını ve bu bölgelerin iyileşme potansiyelleri arasında farklılıklar olabileceğini bildirmiştir. Hixson ve Stewart.^[8] SLL'nin orta

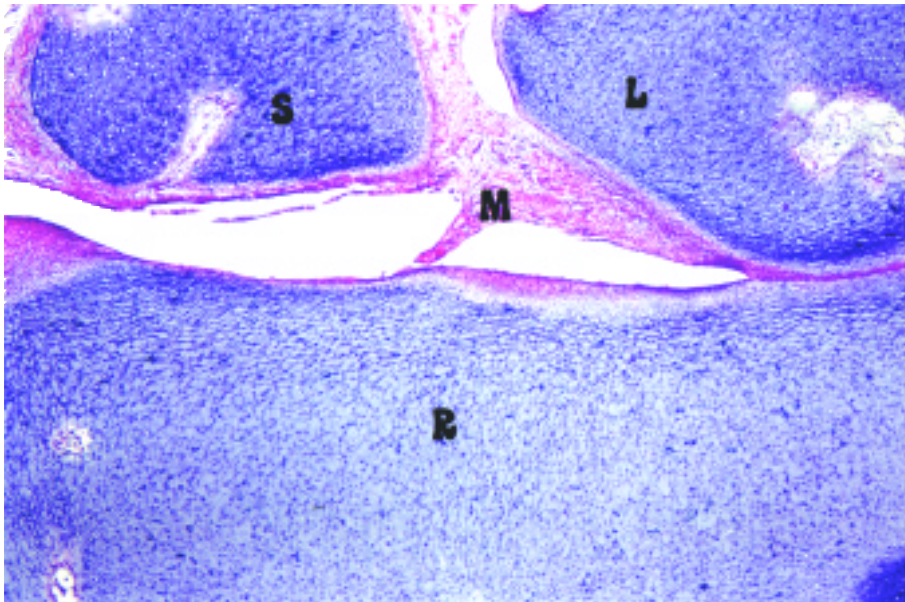


Şekil 2. Sekiz haftalık fetüste el bileği görüntüsü (H-E x 40). (R: Radius; U: Ulna; S: Skafoid; L: Lunat)

kısının avasküler olduğunu ve bu bölgeye ait yaralanmaların iyileşme kapasitesinin düşük olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmamızda, SLL'nin erken fetal dönemde tamamen fibröz karakterde olduğu; daha sonraları skafoid ve lunat kemiklere yapışma yerlerinde fibrokartilaj yapının belirdiği gözlemlendi. Daha yoğun olan kemiğe yapışma yerleri, yaralanmaların

tamirinde dikiş atılabilmesi için daha uygun bir doku görüntüsü vermekteydi. Histolojik kesitlerde biz de orta kısmında damar yapıları göremedik; fakat literatürden farklı olarak, SLL'nin skafoid tarafındaki damar yapıların, lunat tarafındakinden daha zengin olduğunu gördük. Bu nedenle, skafoide yapışan tarafın iyileşme kapasitesinin daha fazla olduğunu düşünüyoruz.

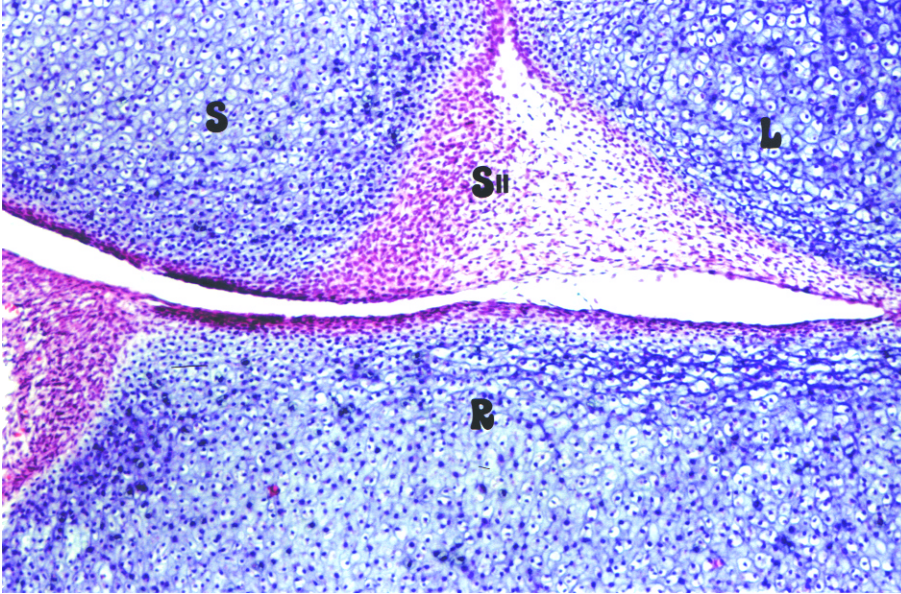
Triangüler fibrokartilaj kompleks yırtıkları özellikle el bileği artroskopisi sonrası daha iyi tanımlanmış yaralanmalardır. Ulna distal ucu ve karpal kemiklerin arasındaki boşluğu dolduran bu fibrokartilaj yapının el bileğinin ulnar tarafında yük iletilmesinde önemli görevi olduğu bilinmektedir. Erişkin dönemde, özellikle santral parçası kıkırdak benzeri bir yapıdadır ve daha çok gerilme kuvvetlerine maruz kalan periferik parçaları fibröz karakterdedir.^[11] Fetal dönemi içeren çalışmamızda, el bileği üzerine gelen yüklenmelere göre doku adaptasyonu henüz gelişmediği için 14. hafta sonunda TAD'nin sadece stiloide komşu olan parçasının fibrokartilaj karakterde olduğunu gözledik. Triangüler diskin radial parçasının direkt olarak kemiğe ya da radius eklem yüzünü örten kıkırdağa yapıştığı konusunda farklı yayınlar vardır.^[11-13] Çalışmamızdaki tüm kesitlerde TAD, radiusun üzerindeki kıkırdak tabakaya yapışıyor ve eklem yüzünün devamı şeklinde uzanıyordu.



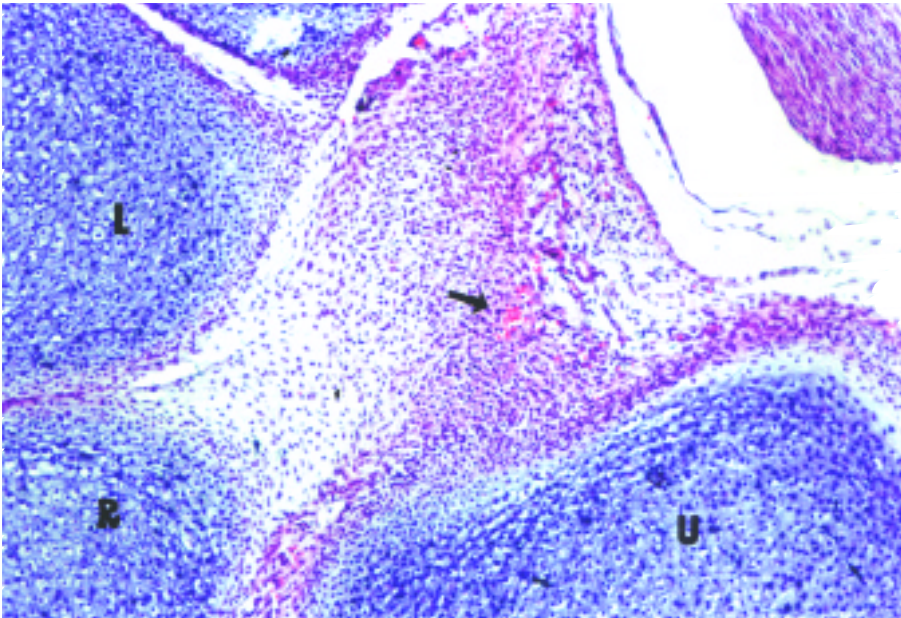
Şekil 3. On haftalık fetüste, radiusun alt ucundan skafoid-lunat aralığına uzanan membranöz yapı (H-E x 100). (R: Radius; S: Skafoid; L: Lunat; M: Membranöz yapı)

Diz eklemindeki menisküsler ile el bileği eklemindeki TAD'nin biyolojik ve mekanik açıdan birbirine benzer yapıda olması nedeniyle, bu yapılardaki yırtıkların iyileşme kapasiteleri üzerine yapılan yorumlar da birbirine benzemektedir. Menisküslerin damarsal yapısı ortaya konduktan sonra belli bölgelerin iyileşme kapasiteleri tahmin edilebilmiştir. Benzer şekilde, TAD'nin kanlanması daha iyi olan

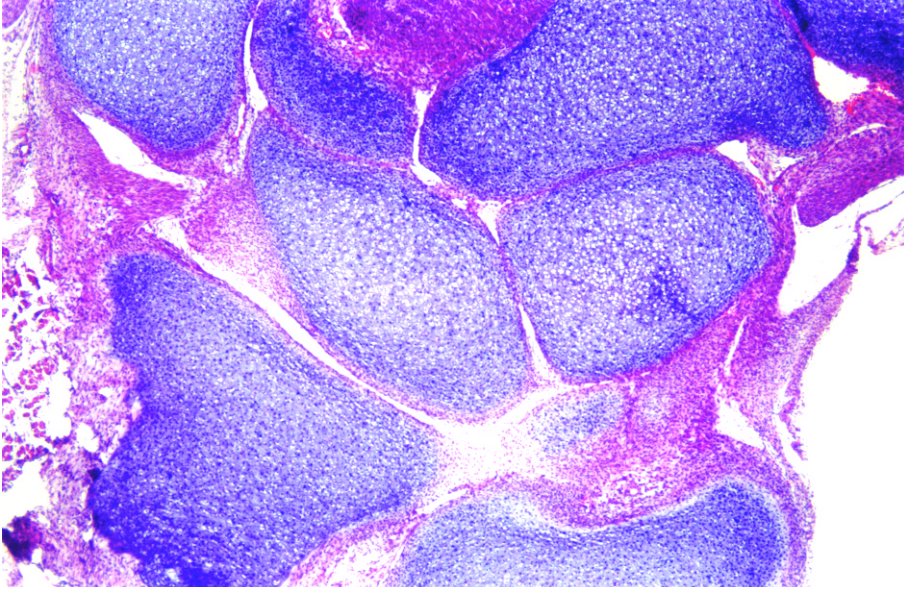
bölgelerindeki yırtıkların da iyileşme kapasitesinin daha iyi olduğu düşünülmektedir.^[14] Damar enjeksiyonu tekniği ile avasküler olduğu gösterilmiş olan radial tarafta^[12,14] biz de damar yapıları görmedik. Koronal planda aldığımız kesitlerde ulnanın eklem yüzünü örten parçanın periferinde gördüğümüz damar yapıları nedeniyle TAD'nin ulnar tarafındaki yırtıkların iyileşme kapasitesinin daha yüksek oldu-



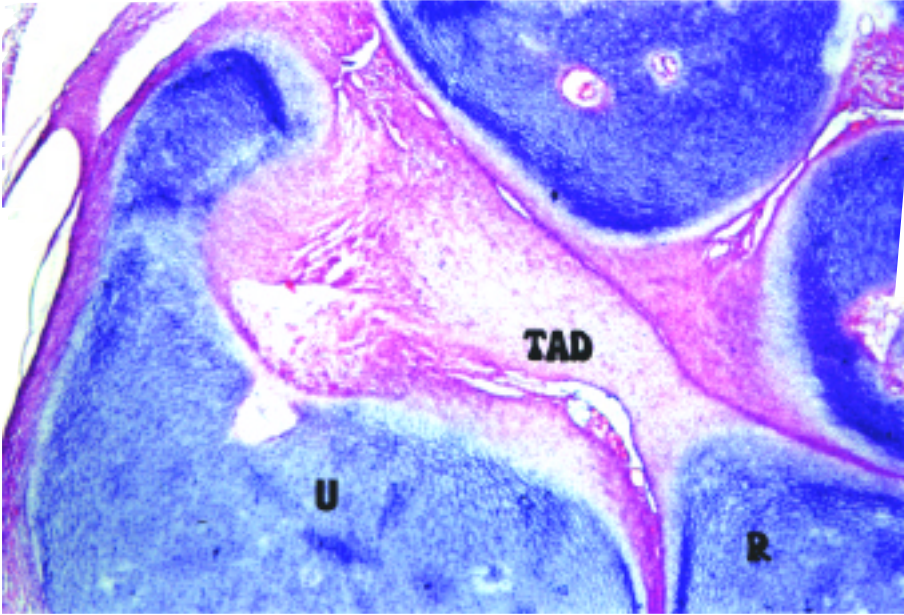
Şekil 4. On bir haftalık fetüste skafolunat ligamanın görüntüsü (H-E x 200). (R: Radius; S: Skafoid, L: Lunat; SII: Skafolunat ligaman)



Şekil 5. On iki haftalık fetüste triangüler disk görüntüsü (H-E x 200). (R: Radius; U: Ulna; L: Lunat; Ok: Disk içindeki damarlı bölge)



Şekil 6. On dört haftalık fetüste tek bir boşluk haline gelen el bileği eklemi ve volar kesitlerde görülen radioskafolunat bağ (H-E x 40).



Şekil 7. Triangüler diskin, radius eklem yüzünü örten kıkırdak tabakanın devamı niteliğinde olduğunu gösteren kesit (H-E x 200). (R: Radius; U: Ulna; TAD: Triangüler disk)

ğunu düşünüyoruz. Ayrıca, literatürde de belirtildiği gibi^[15] ulnar varyans erken fetal dönemde pozitif iken sekizinci haftadan sonra ulnanın geriye çekildiğini ve 14. haftada radius ile eklem yüzünün eşitlendiğini gözlemledik.

Bu çalışmada, fetal dönemde el bileğinin gelişimi incelenirken özellikle SLL ve TAD yapılarının anatomik özellikleri ortaya konmuş ve bu yapıların hü-

re dizilimi ve damarlanma açısından homojen olmadıkları vurgulanmıştır. Erişkin insan el bileğinde, fetal dönemden kalan plika benzeri membranöz bir yapının görülebileceğini düşünüyoruz.

Kaynaklar

1. Poehling GG, Siegel DB, Koman LA, Chabon SJ. Arthroscopy of the wrist and elbow. In: Green DP, editor. Operative hand surgery. Vol. 1, 3rd ed. New York: Churchill

- Livigstone; 1993. p. 189-214.
2. Singer DB, Sung CJ, Wigglesworth JS. Fetal growth and maturation: with standarts for body and organ development. In: Wigglesworth JS, Singer DB, editors. *Textbook of fetal and perinatal pathology*. 1st ed. Cambridge: Blackwell Scientific Publications; 1991. p. 11-47.
 3. Hogikyan JV, Louis DS. Embryologic development and variations in the anatomy of the ulnocarpal ligamentous complex. *J Hand Surg [Am]* 1992;17:719-23.
 4. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH (editors). *Gray's anatomy*. 37th ed. London: Churchill Livingstone; 1989.
 5. Merida-Velasco JA, Garcia-Garcia JD, Espin-Ferra J, Sanchez-Montesinos I. Development of the human wrist joint ligaments. *Anat Rec* 1996;245:114-21.
 6. Lewis OJ. The development of the human wrist joint during the fetal period. *Anat Rec* 1970;166:499-515.
 7. Berger RA, Kauer JM, Landsmeer JM. Radioscapholunate ligament: a gross anatomic and histologic study of fetal and adult wrists. *J Hand Surg [Am]* 1991;16:350-5.
 8. Hixson ML, Stewart C. Microvascular anatomy of the radioscapholunate ligament of the wrist. *J Hand Surg [Am]* 1990;15:279-82.
 9. Ono H, Gilula LA, Marzke MW, Obermann WR. Bicompartimentalization of the radiocarpal joint. *J Hand Surg [Am]* 1996;21:788-93.
 10. Berger RA. The gross and histologic anatomy of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg [Am]* 1996;21:170-8.
 11. Mikic Z, Somer L, Somer T. Histologic structure of the articular disk of the human distal radioulnar joint. *Clin Orthop* 1992;(275):29-36.
 12. Thiru RG, Ferlic DC, Clayton ML, McClure DC. Arterial anatomy of the triangular fibrocartilage of the wrist and its surgical significance. *J Hand Surg [Am]* 1986;11:258-63.
 13. Benjamin M, Evans EJ, Pemberton DJ. Histological studies on the triangular fibrocartilage complex of the wrist. *J Anat* 1990;172:59-67.
 14. Bednar MS, Arnoczky SP, Weiland AJ. The microvasculature of the triangular fibrocartilage complex: its clinical significance. *J Hand Surg [Am]* 1991;16:1101-5.
 15. Kim PR, Giachino AA, Uhthoff HK. Histologic analysis of fetal ulnar variance. *J Hand Surg [Am]* 1996;21:114-6.