

Özgür Akşan¹ , Nail Özdemir² ¹Özgür Akşan Muayenehanesi, İzmir²Istanbul Aydın Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi ABD, İstanbul

✉ dr.nailozdemir@gmail.com

Derleme / Review

Geliş tarihi : 04.07.2023

Kabul tarihi : 08.08.2023

İntervertebral Disk Dokusunun Anatomisi, Sellüler ve Ekstrasellüler Yapının Analizi

Anatomy of Intervertebral Disc Tissue, Analysis of Cellular and Extracellular Structure

ÖZ

İntervertebral disk dokusu, selüler ve ekstrasellüler olmak üzere iki temel bölümden oluşur. Disk dokusunun iç kısmını oluşturan selüler bölüm, daha yoğun ve dayanıklıdır. Bu bölümde esnekliği ve hareketliliği kolaylaştıran jel benzeri bir madde bulunur. Ekstrasellüler bölüm ise daha az yoğun ve daha az dayanıklı olan dış kısımdır ve bu bölüm, disk dokusunun hareketliliğini kısıtlayıp dokunun kendisini korumaya çalışır. İntervertebral disk dokusunun merkezinde nükleus pulpozus (NP), periferinde annulus fibrozus (AF) bulunmakta olup, kranial ve kaudalde kapiller yataklarla ilişkili olan kıkırdaklı son plaklar yerleşmiştir. NP, içerisinde proteoglikan ve su bulunan jel yapısıdır. AF, tip I kolajen esaslı liflerin omurgalar arasında oblik uzanım katmanlarından oluşan yapıdır. Uç plak, kondrositik hücrelerden oluşur ve intervertebral disk dokusunun kranial ve kaudal yüzleri, bu oluşum ile omurga korpusuna tutunur.

Anahtar Sözcükler: Annulus fibrozus, İntervertebral disk, Nükleus pulpozus, Uç plak

ABSTRACT

Intervertebral disc tissue consists of two basic parts, cellular and extracellular. The cellular part, which forms the inner part of the disc tissue, is more dense and durable. This part contains a gel-like substance that facilitates flexibility and mobility. The extracellular part is the outer part, which is less dense and less durable, and this part tries to protect the tissue itself by restricting the mobility of the disc tissue. Intervertebral disc tissue has nucleus pulposus in its center, annulus fibrosus in its periphery, and cartilaginous end-plates associated with capillary are located cranially and caudally. Nucleus pulposus is a gel structure containing proteoglycan and water. Annulus fibrosus is a structure consisting of oblique extension layers of type I collagen-based fibers between the vertebrae. The end-plate consists of chondrocytic cells and the cranial and caudal surfaces of the intervertebral disc tissue are attached to the vertebra by this formation.

Keywords: Annulus fibrosus, Intervertebral disc, Nucleus pulposus, End plate

İntervertebral disk dokusu (IVD), spinal kolonun önemli bir yapısıdır. Bu doku, iki vertebra arasında bulunur ve bu kısımdaki boşluğu doldurur. Sınırlı derecede burulma ve eğilme hareketlerine izin verip, omurga kompresyona direnç gösteren ve fleksiyon ile ekstansiyonda iken bile yükü omurga korpusuna eşit olarak dağıtan fibrokartilajinöz bir oluşumdur.

IVD, selüler ve ekstrasellüler olmak üzere iki temel bölümden oluşmakta olup; bu bölümler, dokunun esnekliğini ve dayanıklılığını sağlamaktadır. IVD'nin en yoğun ve en dayanıklı olan kısmı olan selüler bölüm, bu yapının iç kısmını oluşturur. Bu bölümde disk dokusunun esnekliğini sağlayan ve aynı zamanda vertebralar arasındaki hareketliliği kolaylaştıran jel benzeri bir madde bu-

lunur. Ekstraselüler bölüm ise IVD'nin daha az yoğun ve daha az dayanıklı olan dış kısmıdır ve bu bölüm, disk dokusunun hareketliliğini kısıtlayıp dokunun kendisini korumaya çalışır. Ekstraselüler bölüm, IVD'nin yüzeyi ile kenarlarını oluşturmaktadır (7).

IVD'nin merkezinde primitif notokorrdan köken alan hücreler içeren nükleus pulpozus (NP) yer almaktadır. Periferinde annulus fibrozus (AF) bulunmakta olup, kranial ve kaudalde kapiller yataklarla ilişkili olan kıkırdak son plaklar (*end plate*) yerleşmiştir. NP'nin etrafında onu halka gibi saran AF yer alır. AF, konsantrik katmanlar halinde anüler kolajen lif demetleri ve bu liflere paralel dizilmiş fibroblast benzeri hücreler içerir.

AF, tip I kolajen esaslı liflerin omurgalar arasında oblik uzanım katmanlarından oluşan yapıdır. Katmanlardaki kolajenlerin oryantasyonu farklı biçimlerde olup, her bir konsantrik tabakadaki lifler yönlerini değiştirip vertebranın uzun eksenine yaklaşık 30°'lik açıyla hizalanırlar. Bu durum, NP'de optimal gerilme dayanıklılığını sağlar ve NP'nin korunmasına öncülük eder. AF'de ise yüzeyden içeriye doğru su içeriğinde ve tip II kolajen (COL2A1) miktarında artış olur (2). Dış katmanlarında ise fibroblast benzeri hücreler bulunur ve perifer ekstraselüler yapı, düşük proteoglikan ve su içeriğine sahip tip I kolajen içerir. Merkezdeki hücreler daha yuvarlak haldedir ve ekstraselüler yapı, tip II kolajen ve proteoglikandan daha zengin hale gelir. Bu durum merkezdeki hücrelerin daha kondrosit bir fenotipe dönüşmesini sağlar. AF'de kuru ağırlığın yaklaşık olarak %60'ını kolajen, %25'ini ise proteoglikanlar oluşturur (5). AF'de düşük miktarda tip IX (COL9A1) ve tip XI (COL11A1) kolajenler bulunur. Tip IX kolajen, bitişik kolajen fibrilleri arasında çapraz bağlar oluşturma görevini üstlenirken, tip XI kolajenler ise tip II kolajen liflerini bir araya getirmekte görevlidir. AF'deki hücreler dejenerasyona yanıt olarak tip I kolajen salgırlar.

NP, içerisinde proteoglikan ve su bulunan bir jel yapı olup, kolajen ve elastin liflerden oluşan düzensiz bir ağ oluşumu bu yapıyı bir arada tutar. Doğumda NP'deki hücreler ağırlıklı olarak notokord kökenli olup, çocukluk çağında notokordial yapıdaki bu hücrelerin yerini, eklem kıkırdakındaki yuvarlak hücreleri andıran hücreler alma-ya başlar. Ergenlik döneminde AF'nin iç katmanlarının

yapısına benzer şekilde, kondrosit benzeri yuvarlak hücreler iyice egemen duruma geçerler. Notokordial hücrelerin bazıları yetişkinliğe kadar varlığını sürdürebilir ve bu da diskteki dejenerasyonun başlamasını yavaşlatabilir. NP'deki ekstraselüler yapı, AF'ye göre daha fazla tip II kollajen ve çok daha yüksek miktarda proteoglikan içerir. NP'nin ekstraselüler yapısındaki proteoglikan/kolajen oranı, artıklar artıklar kartilaja göre 13,5 kat fazladır (3). Bu proteoglikan negatif yüklü glikozaminoglikan yapısındadır ve negatif yüklü glikozaminoglikan pozitif iyonları çekerek %70-90 su tutma özelliği kazandırır. NP'de ağırlıklı olarak bulunan tip II kolajen dışında tip III, tip V, tip VI, tip IX ve XI kolajen de bulunmaktadır. NP'de yer alan hücreler kompresyon ile karşılaştıklarında proteoglikan ve tip II kolajen salgırlar (4).

Uç plak, kondrositik hücrelerden oluşur ve IVD'nin kranial ve kaudal yüzleri, bu oluşum ile omurga korpusuna tutunur. AF lifleri omurga korpusuna gömülü olarak direkt uç plağa bağlanır. Uç plak, NP'nin omurga korpusu içine girişine engel olur. Bu görevlerinin yanında, IVD'nin beslenmesi ve atık maddelerin uzaklaştırılmasında da rolü vardır (5).

IVD içeriğini oluşturan ana proteoglikan yapı agrekan'dır. Agrekan, NP'nin kuru ağırlığının yarısını oluşturur ve yapısındaki anyonik glikozaminoglikanlar (kondroitin sülfat ve keratan sülfat) sayesinde, önemli miktarda su tutabilen ozmotik yeteneğe sahiptir. Bu nedenle, IVD'ye binen kompresif yükler omurga uç plaklara iletilip dağıtılabılır ve böylece kompresif yüke bir direnç sağlanır.

Bu dokunun kanlanması sadece AF'nin dış tabakası ile sınırlıdır. IVD'nin beslenmesinde ise difüzyon ve konveksiyon mekanizmaları geçerlidir. Difüzyon mekanizmasından küçük moleküller, konveksiyon mekanizmasından ise büyük moleküller kullanılarak, beslenme için gerekli olanlar IVD'nin santraline ulaşabilir. Santralde oluşan düşük oksijen miktarı burada oluşan anaerobik solunum ile yüksek laktik asit ve düşük pH değerlerine yol açar (1). Sürekli matris anabolizmi ve katabolizmi şeklinde bir döngüye sahip olan IVD hücrelerinin bu döngüsü ve buna paralel olarak içeriğindeki proteoglikan miktarı yaşla birlikte geriler. Erişkin IVD'de vaskülarite ve nöral içerik bulunmaz. Sadece AF'nin en dış kısmında ve kartilajinöz uç plakta vasküler ve nöral dokular yer alır (6).

KAYNAKLAR

1. Katz MM, Hargens AR, Garfin SR: Intervertebral disc nutrition. Diffusion versus convection. Clin Orthoprelat Res 210: 243-245, 1996
2. Kepler CK, Ponnappan RK, Tannoury CA, Risbud MV, Anderson DG: The molecular basis of intervertebral disc degeneration. Spine J 13:318-330, 2013
3. Mwale F, Roughley P, Antoniou J: Distinction between the extracellular matrix of the nucleus pulposus and hyaline cartilage: A requisite for tissue engineering of intervertebral disc. Eur Cell Mater 15:58-63, 2004
4. Roberts S, Urban JP, Evans H, Eisenstein SM: Transport properties of the human cartilage endplate in relation to its composition and calcification. Spine (Phila Pa 1976) 21:415-420, 1996
5. Roughley PJ: Biology of intervertebral disc aging and degeneration: Involvement of the extracellular matrix. Spine (Phila Pa 1976) 29:2691-2699, 2004
6. Vergroesen PP, Kingma I, Emanuel KS, Hoogendoorn RJ, Welting TJ, van Royen BJ, van Dieën JH, Smit TH: Mechanics and biology in intervertebral disc degeneration: A vicious circle. Osteoarthritis Cartilage 23:1057-1070, 2015
7. Walker MH, Anderson DG: Molecular basis of intervertebral disc degeneration. Spine J 4:158-166, 2004