

T.C
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

İLİOLUMBAR LİGAMENTTE
NOSİSEPTÖR VE MEKANORESEPTÖRLERİ
İMMÜNOHİSTOKİMYASAL
DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

DR. TEYFİK KARABOYUN

DANIŞMAN: DOÇ. DR. A. ESAT KİTER

DENİZLİ-2008

İş bu çalışma jürimiz ORTOPEDİ ve TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI'NDA TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN Prof.Dr.B.Alper KILIÇ

ÜYE Doç.Dr.A.Fahir DEMİRKAN

ÜYE Doç.Dr.A. Esat KITER

ÜYE Yrd.Doç.Dr. Murat OTO

ÜYE Yrd.Doç.Dr. Semih AKKAYA

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.


Prof.Dr.Zafer AYBEK
Dekan

03.01/2008

DEKAN

TEŐEKKÜR

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakóltesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda almıő olduğum uzmanlık eğitimi boyunca, eğitimimde katkıları bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. B. Alper Kılıç, Doç. Dr. A. Fahir Demirkan, Yrd. Doç. Dr. Murat Oto ve Yrd. Doç. Dr. Semih Akkaya'ya;

Bu çalışmanın her aőamasında bilgi ve birikimleri ile katkıda bulunan, tez danıőmanım Doç. Dr. A.Esat Kıter'e;

Histoloji ve Embriyoloji anabilim dalında yardımlarını ve zamanını esirgemeyen Doç. Dr. A. Çevik Tufan'a;

Adli Tıp anabilim dalında yardımlarını ve zamanını esirgemeyen Prof. Dr. Kemalettin Acar'a;

Tüm çalışma boyunca bana yardımcı olan, uzmanlık eğitimi boyunca uyum içinde çalıőtıėım araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve tüm yardımcı sağlık personeline;

Desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan eőim Nursel ve oğlum Fırat'a;

En içten teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
LOMBER BÖLGE FONKSİYONEL ANATOMİSİ.....	3
Lomber Vertebral Kolonun Biyomekaniği.....	5
Lomber Bölgenin Ligamentleri.....	9
Lomber Bölgenin Kanlanması.....	14
Lomber Bölgenin Kasları.....	16
Vertebral Kanal İçi Oluşumlar.....	16
Lomber Vertebranın İnnervasyonu.....	17
PROPRİYOSEPSİYON.....	19
BEL AĞRISI.....	24
GEREÇ VE YÖNTEM.....	26
BULGULAR.....	30
TARTIŞMA.....	45
SONUÇLAR.....	56
ÖZET.....	57
İNGİLİZCE ÖZET.....	58
KAYNAKLAR.....	59

TABLULAR ÇİZELGESİ

Tablo 1: Tek bant şeklindeki ligamentlerin gross anatomik özellikleri

Tablo 2: Çift bant şeklindeki ligamentlerin gross anatomik özellikleri

Tablo 3: İliak uç, orta bölge ve transvers uçta elde edilen birim alan başına düşen mekanoreseptör sayılarının ortalaması

Tablo 4: İliak uç, orta bölge ve transvers uçta elde edilen birim alan başına düşen mekanoreseptör sayısı ortalamasının kadın ve erkekteki dağılımı.

Tablo 5: İliak uç, orta bölge ve transvers uçta elde edilen birim alan başına düşen mekanoreseptör sayısı ortalamasının tek bant ve çift banttaki dağılımı.

Tablo 6: Rasgele seçilen 12 preparatta, her preparatta sayılan 100 hücrenin Pacinian, Ruffini, serbest sinir uçları ve Golgi tendon organ sayıları görülmekte.

Tablo 7: İliolumbar ligamentin morfometrik özelliklerini inceleyen araştırmalar

ŞEKİLLER ÇİZELGESİ

- Şekil 1: Vertebral kolonun yandan görünüşü ve lomber vertebranın üstten görünüşü
- Şekil 2: Lomber vertebranın üstten ve yandan görünüşü
- Şekil 3a: Lomber bölgenin ligamentleri
- Şekil 3b: Lomber bölgenin ligamentleri (sagittal kesit)
- Şekil 4a: İliolumbar ligamentin önden görünüşü
- Şekil 4b: İliolumbar ligamentin arkadan görünüşü
- Şekil 5: Lomber vertebranın kanlanması
- Şekil 6: Vertebranın innervasyonu
- Şekil 7: Propriyoseptif uyarılar için santral yollar
- Şekil 8: Sensorimotor sistemin işleyişi
- Şekil 9: Solda çift bant , sağda ise tek bant ligament
- Şekil 10: Ligament yapısı (HEX 40)
- Şekil 11: İliak uçta görülen mekanoreseptörler
- Şekil 12: Orta bölgede görülen mekanoreseptörler
- Şekil 13: Transvers uçta görülen mekanoreseptörler
- Şekil 14: Pacinian korpuskülleri (x40)
- Şekil 15: Ruffini korpuskülü (kırmızı ok), Pacinian korpuskülleri (siyah ok), Golgi tendon organ (mavi ok) ve serbest sinir uçları (yeşil ok) (x 40)
- Şekil 16: Mekanoreseptörlerin ligamentteki dağılımı
- Şekil 17: Propriyoseptif duyu yetersizliği ve nöromuskuler kontrolün bozukluğunun olası mekanizması ve oluşan döngü

GRAFİKLER ÇİZELGESİ

Grafik 1: İliak uç, orta bölge ve transvers uçta elde edilen birim alan başına düşen mekanoreseptör sayılarının ortalaması.

Grafik 2: İliak uç, orta bölge ve transvers uçta elde edilen birim alan başına düşen mekanoreseptör sayısı ortalamasının kadın ve erkekteki dağılımı.

Grafik 3: İliak uç, orta bölge ve transvers uçta elde edilen birim alan başına düşen mekanoreseptör sayısı ortalamasının tek bant ve çift banttaki dağılımı.

Tüm örneklerdeki iliak uç, orta bölge ve transvers uçta birim alan başına düşen mekanoreseptör dağılımı.

GİRİŞ VE AMAÇ

İliolomber ligament L5 vertebranın transvers çıkıntısından iliama uzanan tek veya iki band şekilde olan bir yapıdır (1). Anterior ve posterior ligamentlerin seyri ayrı olanlar Tip A ve anatomik varyasyon olarak tek bir band olarak birlikte seyreden anterior ve posterior ligamentleri Tip B olarak sınıflandırılmaktadır (2). Anterior parçası L5 transvers çıkıntısının anterior-inferior-lateral kısmından orijin alır ve iliak krestin medial kısmının aşağısında iliak tuberositenin üst kısmına yapışır. Anterior parçası geniş, düz ve yaklaşık 30–40 mm uzunluğunda, 8–10 mm genişliğinde ve 2–3 mm kalınlığındadır (3). Posterior parçası ise L5 vertebranın transvers çıkıntısının dorsolateralinden ve inferiorundan orijin alır; iliak krestin medial parçasının aşağısına, iliak tuberositenin anterior kısmının üzerine yapışır. Posterior parça ligamentin anterior kısmının süperioruna yapışır. Posteriordaki parça ortalama 10–12 mm uzunluğunda ve 5–7 mm çapındadır (3). İliolomber ligament, pelvis, sakrum ve L5 vertebrayı stabilize eden 3 lumbopelvik ligamentten birisidir. Diğer ikisi sakrotuberoz ve sakrospinoz ligamentlerdir. Çeşitli biyomekanik çalışmalar, L5'nin S1 üzerindeki pozisyonun idamesi için fleksiyon ve ekstansiyonu kısıtlamada, lateral eğilme ve lumbosakral birleşkenin torsiyonel stabilitesinin sürdürülmesinde iliolumbar ligamentin önemini vurgulamışlardır (4–6).

Vücutun pozisyon duyusunu iletme, buna ait bilgiyi algılama ve yorumlama, yaklaşık postür ve hareketi gerçekleştirecek uyarıya bilinçli veya bilinçsiz bir yanıt verme yeteneğine propriyosepsiyon denir (7). Ya da daha basitçe “vücut bölümlerinin uzaydaki konumundan bilinç ve bilinçdışı düzeyde haberdar olma yeteneği” şeklinde tanımlanabilir (8, 9). Propriyoseptif duyu eklem stabilitesinin sağlanmasında ve sürdürülmesinde önemli rol oynamaktadır (10, 11). Propriyoseptif sistemin yetersiz çalışması, nöromusküler kontrolün yeterli düzeyde yapılamamasına, koruyucu kas aktivitelerinin yerine getirilememesine ve eklem stabilizasyonunun bozulmasına neden olabilir (9, 12, 13). Vücutun kilit noktalarındaki bazı ligamentlerin propriyosepsiyonu bu bölgelerin zayıflıklarında önem taşır ve bu doğrultuda birçok çalışmaya konu olmuşlardır (14–20).

Anatomik alışmaları literatürde yapılmış olmasına karşılık iliolumbar ligamentin propriyosepsiyonunu değerlendirecek ligamentteki konu ile ilgili reseptörleri dökümente edecek bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı iliolumbar ligamentte nosiseptör ve mekanoreseptörlerin yoğunluğunu immünohistokimyasal olarak göstermektir. Bu doğrultuda çok bilinmeyenli *low back pain* etyolojisinde iliolumbar ligamentin rolüne yönelik hipotezlere ışık tutmaktır.

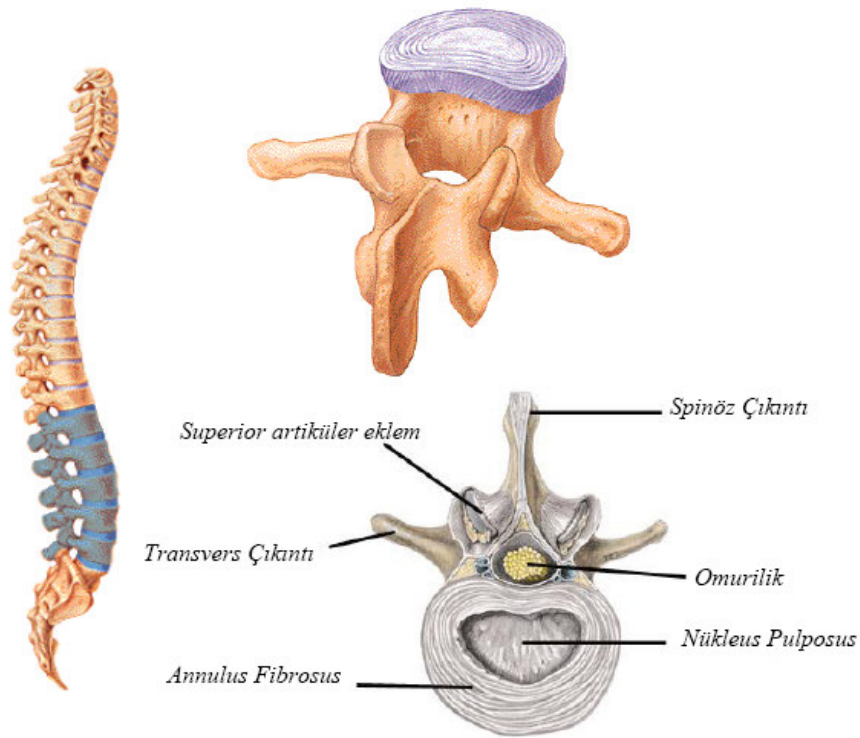
GENEL BİLGİLER

LOMBER BÖLGE FONKSİYONEL ANATOMİSİ

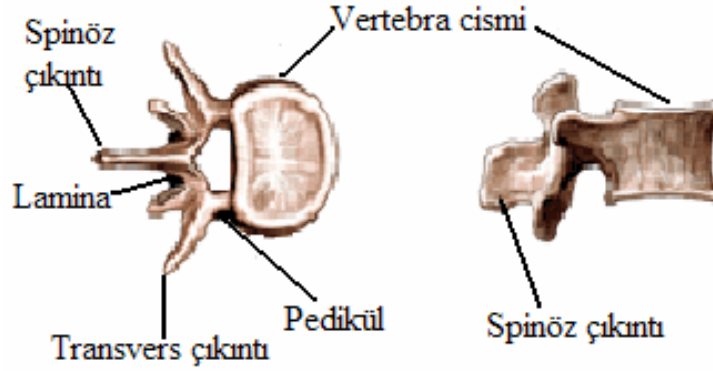
Omurga birbirleriyle eklemleşen 24 omur, sakrum ve koksiksten oluşmaktadır. Yedisi servikal, 12'si torakal bölgede bulunan omurların 5'i lomber omurgayı oluşturur. (Şekil: 1) Sakrum birbiriyle kaynaşmış 5 segmentten, koksiks ise 4 segmentten oluşmuştur (21). Vertebral kolonun gerek yapı, gerekse fonksiyon birimi hareket segmenti adını alır. Bir hareket segmentini ise, nukleus pulpozus, anulus fibrozus ve kıkırdak uç plaklardan oluşan intervertebral disk, komşu vertebra cisimlerinin yarısı, anterior longitudinal ligament (ALL), posterior longitudinal ligament (PLL), ligamentum flavum, faset eklemler ile omurga kanalı ve intervertebral foramenler ile aynı seviyede bulunan spinöz ve transvers çıkıntılar arasında yer alan bütün yumuşak dokular oluşturmaktadır. Lomber vertebraları diğer vertebralardan ayıran en önemli özellikleri, büyüklükleri, gövdelerinin yan taraflarında eklem yapacak yüzeyleri bulunmayışı ve foramen transversariumlarının olmayışıdır (21).

Lomber vertebral kolonun fonksiyonu; fonksiyonel spinal ünite adı verilen birim anatomik yapılar tarafından sağlanır. Fonksiyonel spinal ünite; birbirine komşu iki vertebra ile bunların arasında yer alan, önde intervertebral disk ve arkada sağlı sollu iki apofizer (faset) eklem oluşturduğu üçlü eklem kompleksinin tümüne birden verilen addır. Fonksiyonel spinal ünite ön (statik) ve arka (dinamik) segment olarak iki kısımdan meydana gelmiştir. Komşu iki vertebra cismi ve bunların arasında yer alan intervertebral diskin oluşturduğu anterior segmentin görevi ağırlık taşımak ve vertebral kolona esneklik sağlamaktır. Posterior segmentin görevi ise bu bölgede yer alan nöral yapıları korumak, bunun da ötesinde lomber bölge hareketlerini organize etmek ve onlara rehberlik yapmaktır (22). Lomber vertebral kolon 5 lomber vertebradan meydana gelmiştir. Lomber bölgede yer alan diskler bu bölgeye gelen ağırlıkla orantılı olarak en geniş yüzeye sahiptirler. Disk üzerine gelen kuvvet postürle yakından ilişkili olup, sırtüstü yatar durumda 25 kg iken öne eğik oturur pozisyonda 250 kg'a kadar çıkmaktadır (23). Her bir vertebra önde korpus adı verilen vertebra cismi ve arkada yer alan nöral arkıtan meydana gelmiştir. Nöral arkın,

vertebra cismi ile transvers çıkıntı arasında kalan ön parçasına pedikül, transvers çıkıntı ile spinöz çıkıntı arasında kalan arka parçasına ise lamina adı verilmektedir (Şekil: 2). Faset eklemleri taşıyan inferior ve süperior artiküler çıkıntılar pedikül ve lamina birleşme noktalarında yer almışlardır. Her iki laminanın arkada birleşme yerinde dışardan rahatça palpe edilebilen spinöz çıkıntı yer almaktadır (Şekil: 2). Pedikül ve lamina birleşme noktasından yanlara doğru uzanan bir çift çıkıntıya ise transvers çıkıntı adı verilmektedir (Şekil: 2). Korpusun üst ve alt yüzlerinde kartilajenöz dokunun oluşturduğu son plaklar yer almaktadır (21).



Şekil:1: Vertebral kolonun yandan görünüşü ve lomber vertebranın üstten görünüşü



Şekil 2: Lomber vertebranın üstten ve yandan görünüşü

Lomber Vertebral Kolonun Biyomekaniği

Omurganın üç temel biyomekanik fonksiyonu vardır. Birinci fonksiyonu baş, gövde ve kaldırılan herhangi bir ağırlığın yarattığı eğilme momentlerini pelvis üzerine nakletmektir. İkinci fonksiyonu baş, gövde ve pelvis arasındaki fizyolojik hareketleri sağlamaktır. Üçüncü ve en önemli fonksiyonu ise, spinal kordu zararlı olabilecek kuvvet ve hareketlerden korumaktır. Bu fonksiyonlar faset eklemler, pars interartikularis, pedikül, vertebra terminal plakları, intervertebral disk ve bu bölgeyi oluşturan bağları içeren hareket segmentleri tarafından sağlanır (24).

İdeal postür için, statik vertebral kolon, sakrum ve pelvisin blok halinde hareket ettiği kemik yapı üzerinde dengede tutulmalıdır. Postürün idamesinde enerji sarfiyatı en alt düzeyde tutulmaya çalışılır. Bunun için ideal bir postürde ligament desteği maksimumda, müsküler destek ise minimumda tutulmaya çalışılır. Erekt postürde lomber vertebral kolon, ALL ve karın duvarına dayanır. Omurganın stabilitesi çeşitli ligamentöz yapılarla sağlanmakla beraber mekanik stabilite en fazla iyi gelişmiş kas sistemi ile gerçekleşir. Arka yerleşimli paravertebral kaslar, ön yerleşimli abdominal kaslar omurganın dinamik stabilitesini sağlarlar. Eklem düzlemleri sonucu lomber bölgede fleksiyon ve ekstansiyona, torakal bölgede rotasyon ve lateral fleksiyona izin verilir (25, 26). Lomber bölgede diskler önde daha kalın olduğu için öne fleksiyon derecesi ekstansiyondan çok daha azdır. Lomber bölgedeki fleksiyonda her

fonksiyonel ünite tüm lomber omurgayla birlikte yaklaşık 8-10 derece fleksiyon yapar. Harekete katılan 5 ünitenin toplam hareketi 45 dereceyi bulur. Öne fleksiyonun geri kalan kısmı pelvisin eş zamanlı rotasyonu ile olur. Buna lomber-pelvik ritm denir (21). Her ünitedeki fleksiyon derecesi değişiktir. % 75 L5-S1, % 25 L4-L5, % 5-10 L1-L4 seviyelerinden yapılıdır. Lomber fleksiyon başladıktan sonra pelviste kalça ekstansör ve hamstring kaslarının uzamasıyla öne rotasyon başlar ve pelviste belirgin rotasyon oluşmadan önce öne fleksiyon tamamlanır. Lomber fleksiyondan ekstansiyona dönerken hareketin tam tersi izlenir. Vertebra cisimleri üzerine biri kompresif (vertikal yönde), diğeri makaslama (oblik yönde) şeklinde iki kuvvet etkir. Lumbosakral açının 30 derece olduğu ideal bir postürde kompresif kuvvetlerin % 80'i disk tarafından, geriye kalan % 20'lik kısım ise özellikle son iki lomber vertebranın faset eklemleri tarafından taşınmaktadır (26, 27). Lomber lordozun arttığı durumlarda kompresif etki azalmakta, buna karşılık makaslama kuvveti artmaktadır. Nukleus pulpozus vertikal, anulus fibrozus ise konsantrik lamellerden oluşmuş yapısı ile oblik yönden gelen kuvvete karşı direnç gösterir. İntervertebral eklemden aksiyel kompresyon ve aksiyel torsiyon (rotasyon) olmak üzere iki çeşit mekanik zarar meydana gelebilir. Lomber vertebral kolonun aksiyel kompresyona dayanma gücü diskteki sıvı içeriğinin azalması ve elastik yapısının bozulması nedeniyle 30 yaşın üstünde her 10 yılda % 20 oranında azalır. Uygulanan aksiyel kompresyonların % 75'i nukleus, % 25'i anulus tarafından taşınır. Kompresyona en duyarlı yapılar, diskin en zayıf noktalarından biri olan kırıldak son plaklardır ve kırılma veya çökme ile travmaya cevap verirler. İkinci duyarlı yapı olan korpusta da çökme veya parçalanma görülebilir. Nukleus pulpozus ve anulus fibrozus basınca en az duyarlı bölgelerdir ve çalışmalar göstermiştir ki tek başına aksiyel kompresyon disk herniasyonunun gelişiminde yetersiz kalmaktadır. Torsiyon veya rotasyon hareketi, disk üzerinde hem kompresyon hem de makaslama hareketi oluşturduğundan en zararlı hareket olarak kabul edilmektedir. Disk düzgün bir yuvarlak olmadığından periferdeki basınçlar da eşit olarak dağılmaz ve lomber bölgede aksiyel torsiyonun merkezi arkada olduğundan en fazla basınç diskin posterolateral açısında olur. Bunların yanısıra, arka segmentte yer alan faset eklemler makaslama kuvvetine karşı koyan anatomik yapıların başında gelmektedir (28). İntervertebral diskler üzerindeki makaslama kuvveti faset eklemleri tarafından

engellenir. Torsiyonel travmada anulus öncesi faset eklemler de zarar göreceği için stabilizasyonun bozulacağı da açıktır (27–29).

İntervertebral Diskler

Segment elemanları içinde yüklenme dayanıklılığı en fazla olan bölüm intervertebral disklerdir. İntervertebral disk, destek sağlar ve şok absorbe eder. Kompresyon, torsiyon, gerilme ve makaslama kuvvetlerinin birini veya tümünü aynı anda karşılayabilecek biyomekanik özelliklere sahiptir. Düşük yüklenme derecelerinde harekete izin verecek şekilde gevşek yapı gösterirken yüklenme derecesi arttıkça diskin sert bir yapı haline dönüştüğü gözlenir. Bu sırada diskte elastik deformasyon gözlenir. Böylece yükün büyük bir kısmı absorbe edilmiş olur. Yüklenme miktarı ve süresi arttırılırsa, yani tekrarlayan simetrik aşırı yüklenmelerde kuvvetler korpusun özellikle merkezine iletilerek öncelikle terminal plaklarda bozulma başlar (Schmorl nodülleri). Fleksiyon-ekstansiyon gibi asimetric yüklenmelerde, konveks taraftaki anulus lifleri gevşer. Nukleus içeriği konveks tarafa doğru yer değiştirir. Bu tip yüklenmelerde daha çok anulus yırtıkları görülür. Kısa süreli aşırı yüklenmeler ise korpus kırıklarına yol açabilir. Disk, torsiyonel yüklenmelere de oldukça dayanıklıdır. Anulusun tabakalarını oluşturan kollajen lifler birbirlerini çaprazlayacak konumda yerleşmişlerdir. Torsiyonel yüklenme sırasında bir tabaka gerilirken diğeri gevşer. Bu nedenle, torsiyonel yüklenmelerde elastik deformasyon özelliği daha fazladır. İntervertebral diskin makaslama kuvvetlerine karşı absorpsiyon yeteneği yoktur. Makaslama kuvvetleri hiç değiştirilmeden karşı segmente aktarılır. Yaşla birlikte diskin içerdiği su miktarı azalır. Viskoelastik özellikleri bozulduğu için kuvvetlerin absorpsiyonu düşer ve yüklenmeye dayanıklılığı azalır. Dejeneratif değişiklikler gelişir (24, 30).

Tüm vertebral kolon yüksekliğinin % 33'ü diskler tarafından meydana getirilmiştir. Üç kısımdan oluşurlar. Nukleus pulpozus, anulus fibrozus ve son plak. Esas olarak kollajenden oluşan annulus fibrozus % 65–70 oranında sudan oluşur. Kuru ağırlığının % 50-55'ini kollajen lifler, kalanını keratan sülfat, kondroitin sülfat gibi proteoglikanlar ve glikoproteinler oluşturur. 2/3 dış bölümü üst ve alt vertebra cismine “Sharpey lifleri” ile tutunurken, 1/3 iç bölümü son plak ile gevşek olarak

bağlanır. Diskin 1/3 arka bölümünde yer alan nukleus pulpozus visköz bir sıvı kıvamında olup ince kollajen liflerden meydana gelmiştir. Son plaklar, hyalin kıkırdaktan yapılmış olup, vertebra cisminin spongiyası tarafından desteklenen, düz subkondral kemik tabakası üzerinde bulunurlar (31, 32).

Faset Eklemler

Faset eklemler, barındırdıkları reseptörler nedeniyle ağrı kaynağı olduğu gibi stabilite açısından da çok önemli yapılardır. Bir hareket segmenti tarafından karşılanan yüklerin % 18'i kadarı faset eklemler tarafından taşınır (24). Hiperekstansiyonda faset eklemlere gelen yük miktarı arttığı için lordotik segment olan lomber bölgede faset eklemlere gelen kuvvet daha fazladır. Faset eklemler anlık rotasyon eksenine çok yakın yerleşimlidir. Anlık rotasyon eksenine, hareket segmentinin fleksiyon-ekstansiyon ve rotasyon hareketleri sırasında sabit olan hiç hareket etmeyen noktası olarak kabul edilir. Anlık rotasyon eksenine teorik bir kavramdır. Faset eklemler, bu anlık rotasyon eksenine komşuluğu nedeniyle ön ile arka kolonlar arasında bir menteşe görevi görür. Torakal bölgede her bir hareket segmentinin ortalama 4–6 derecelik hareket genişliği vardır. Bu hareket genişliği, üst torakalden aşağı doğru inildikçe artar. Torakal bölgede kostalar ve göğüs kafesi biyomekanik olarak önemli bir destek sağlarlar. Kostovertebral eklem bağla hareket segmentine sağladığı destekle stabiliteyi önemli oranda arttırırlar. Faset eklemler torakal bölgede frontal planda yerleşmişlerdir. Bu özellik lateral eğilmelerde stabiliteyi arttırır. Lomber bölgede ise segmenter hareket 8–10 derece kadardır. Güçlü paravertebral kaslar omurga stabilitesine katkıda bulunurlar. Faset eklemler sagittal planda yerleşmiştir. Kalın faset eklem kapsülü aşırı hareketlerin sınırlandırılmasına katkıda bulunur. Lomber bölgede aksiyel yükün büyük kısmı lordotik yapı nedeniyle orta ve arka kolona biner (24). Faset eklem açısı ile lomber disk herniasyonları arasındaki ilişki de araştırma konusu olmuş ve artmış faset eklem açısının disk herniasyonu patogenezisinde rolü olabileceği belirtilmiştir (27, 33).

Üst lomber bölgedeki faset eklemler sagittal planda olup lumbosakral bölgedekiler diğer bölgedekilere göre daha koronal planda yer alırlar. İki ana hareketleri vardır; translasyon (kayma) ve distraksiyon (açılma). Lomber fleksiyonda faset eklem

yüzlerinin birbirinden ayrılması, lateral fleksiyon ve bir miktar rotasyon yapabilmesine olanak tanır. Bu eklemler hiperfleksiyon hareketleri üzerine frenleyicidirler.

Lomber Bölge Ligamentleri

Omurgaya destek sağlayan ligamentler, interspinöz ve supraspinöz ligament, anterior ve posterior longitudinal ligament, intertransvers ligament, ligamentum flavum ve kapsüler ligamentlerdir. Bağlar özellikle gerilmeye karşı dirençlidirler. Nötral durumda bile gerilme kuvvetlerinin etkisi altındadırlar. Longitudinal ligamentlerde de yaşla birlikte dejenerasyon görülür. Kotani ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, posterior spinal enstrumantasyon ve füzyonun ligamentum flavum, posterior longitudinal ligament ve interspinöz ve supraspinöz ligamentlerin biyomekanik özelliklerini azalttığı saptanmış ve ligamentöz yapıdaki bozulmanın sırt ağrısına neden olabileceği belirtilmiştir (24).

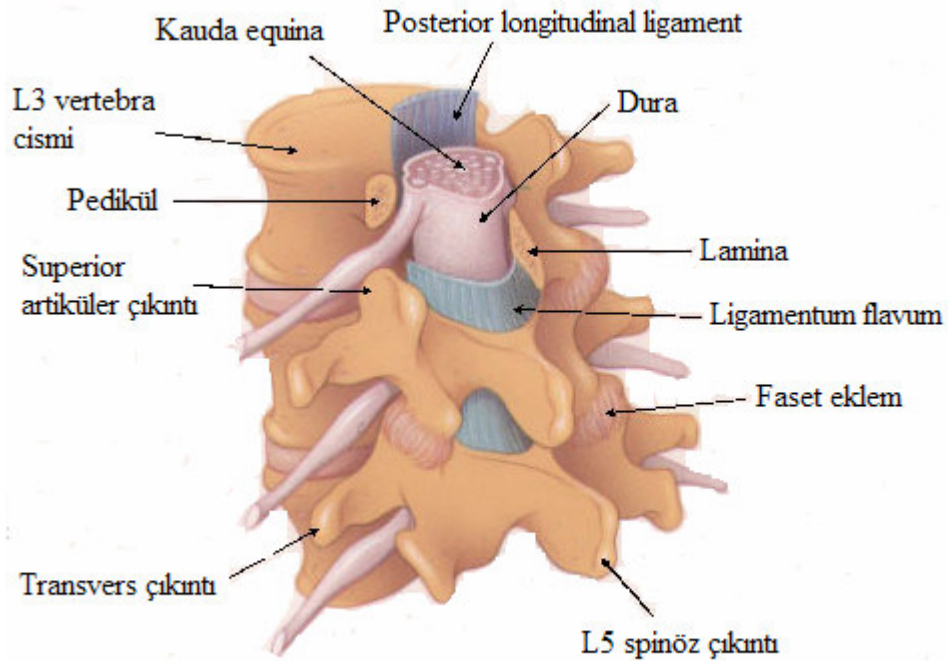
Biyomekanik yönden en önemli bölüm torakolomber bileşkedir. Kifotik ve lordotik segmentlerin bileşimi olan bu bölgede fleksiyon ve aksiyel yüklenme momentleri korpus üzerinde çakışır. Aynı zamanda hareketi daha az ve daha çok olan iki ayrı hareket segmenti grubunun bileşkesi olduğu için omurganın travmatik yaralanmaları çoğunlukla bu bölgede yerleşir (24).

Ana görevleri aşırı hareketi önleyerek stabiliteyi sağlamaktır. Ayrıca kapsüllerle birlikte postür ve hareketle ilgili propriyoseptif duyu reseptörlerini de içerirler. İki grup ligament vardır; uzunlamasına seyredenler (ALL, PLL) ve vertebra arkuslarını birleştirenler (lig. flavum, kapsüler, interspinöz, supraspinöz, intertransvers ve vertebropelvik ligamentler) (34).

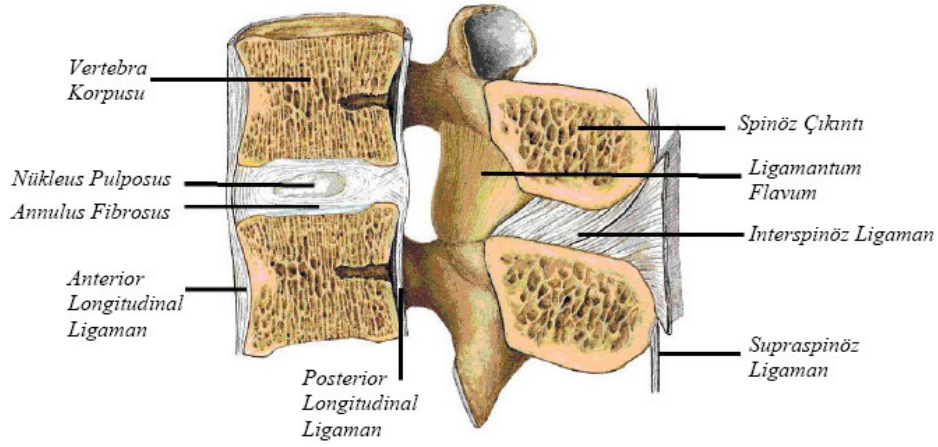
Anterior longitudinal ligament: Lomber bölge stabilizasyonunda rol oynayan en önemli ligamentdir. Oksiput tabanından başlayıp vertebra korpus ve ön yüzünden sakruma kadar uzanır (Şekil: 3a, 3b). Lomber ekstansiyonu kısıtlayıcı fonksiyonu sayesinde arka intervertebral disk aralığının daralmasını ve faset eklem yüzlerinin birbiri üzerine binerek zorlanmalarını önler (35, 36).

Posterior longitudinal ligament: Oksiput tabanından sakruma kadar uzanır. Vertebra korpusu arka yüzlerine sıkı bir şekilde yapışır (Şekil: 3a, 3b). İntervertebral disk seviyesinde her iki yana doğru açılma gösterir ve yapışması daha gevşektir. L1 seviyesinden itibaren genişliği azalır ve L5-S1 seviyesinde genişlik yarıya iner. Bu iki özellik disk hernilerinin en önemli anatomik nedenlerindedir (34, 37).

Ligamentum flavum: İki komşu vertebra'nın laminalarını birleştirir (Şekil: 3a, 3b). Lomber hiperfleksiyon üzerine frenleyici etkisi olup, elastik yapısından dolayı (% 80 elastin içerir) tekrar normal postüre dönmede yardımcı olur. Ancak bu fonksiyonundan daha çok spinal kanal arka yüzünde yumuşak bir ortam oluşturarak nöral yapıları koruduğu belirtilmiştir. Transvers çıkıntılar arasında yer alan intertransvers ligamentler, spinöz çıkıntılar arasında uzanan interspinöz ligamentler, spinöz çıkıntıları üstten örterek ilerleyen supraspinöz ligamentler beraberce çalışarak özellikle bu bölgede oluşan makaslama kuvvetine karşı bir direnç oluştururlar (38).



Şekil 3a: Lomber bölgenin ligamentleri



Şekil 3b: Lomber bölgenin ligamentleri (sagittal kesit)

Vertebropelvik ligamentler: Lomber ve sakral vertebral kolon ile pelvis arasındaki bağıdır: İliolumbar, sakroiliak, sakrotuberöz ve sakrospinöz ligamentlerdir. L4 ve L5'in transvers çıkıntısını krista iliakaya birleştiren iliolumbar ligament sakrumu L5'e stabilize eden ana yapıdır.

İliolomber ligamentin gelişimi

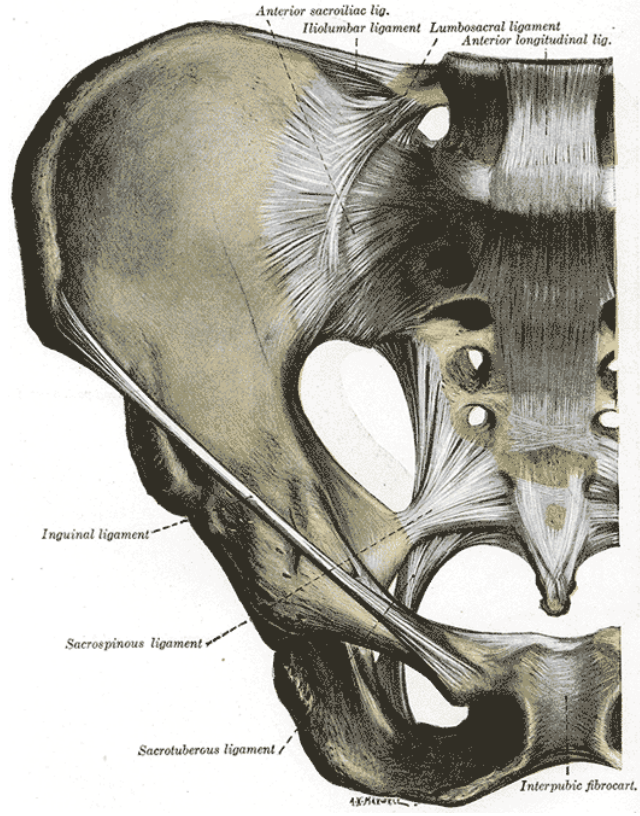
Son zamanlara kadar, İliolomber ligamentin quadratus lumborum kasının stresle indüklenen metaplazisinden geç çocukluk döneminde veya adolesan döneminde geliştiği düşünülmekteydi (39). Bununla birlikte, 5,5 haftadan terme kadar olan fetusların çalışmalarında iliolumbar ligamentin gestasyonun 12. haftası sırasında geliştiği gösterildi (40).

İliolomber ligamentin anatomisi

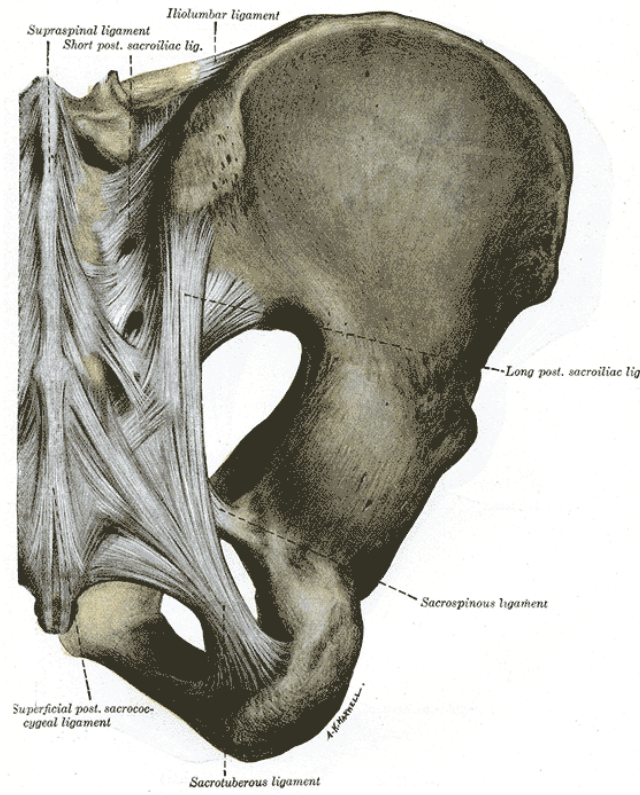
Çoğu kitap ve makale iliolumbar ligamenti farklı şekilde tanımlar. Testut, Latarjet ve Broudeur'a göre iliolumbar ligament her zaman L4 ve L5 vertebranın transvers çıkıntısından köken alır (41, 42). Luk, Chow ve Uthoff iliolumbar ligamentin bazen L4 transvers çıkıntından ama genel olarak L5 transvers çıkıntından kaynaklandığını

iddia eder (4, 39, 40). Hanson ve Sonesson ligamentin sadece L5 transvers çıkıntından kaynaklanan iki şeritten oluştuğunu tanımlar (3). Maigne ve Maigne ise iliolumbar ligamenti sadece L5 transvers çıkıntından orijin alan tek bir bant olarak tanımlar (43). Hanson ve arkadaşları iliolumbar ligamentin siyah insanlarda L5 pedinkülünden, beyaz insanlarda L5 transvers çıkıntından orijin aldığını bildirir (44). Bogduk ve arkadaşları ligamentin 5 parçadan oluştuğunu ileri sürer, bununla birlikte Pool ve arkadaşları ligamentin 7 parçadan oluştuğunu ileri sürer (44–46). Bütün yazarlar iliolumbar ligamentin L5 transvers çıkıntından orijin aldığını ve ileuma yapıştığını vurgularlar. Bazı yazarlar ligamenti tek bir bant olarak tanımlamasına rağmen bazı yazarlar ligamentin iki ana banttandır oluştuğunu tanımlar. Ayrı yönlerdeki anterior ve posterior ligamentler Tip A ve tek bir bant olarak giden anterior ve posterior ligamentler Tip B olarak sınıflandırılmaktadır (2). Anterior parçası L5 transvers çıkıntısının anterior-inferior-lateral kısmından orijin alır ve iliak krestin medial kısmının aşağısında iliak tuberositenin üst kısmına yapışır. Anterior parçası geniş, düz ve yaklaşık 30–40 mm uzunluğunda, 8–10 mm genişliğinde ve 2–3 mm kalınlığındadır. Posterior parçası ise L5 vertebranın transvers çıkıntısının dorsolateralinden ve inferiorundan orijin alır ve iliak krestin medial parçasının aşağısına, iliak tuberositenin anterior kısmının üzerine yapışır. Posterior parçası ligamentin anterior kısmının süperioruna yapışır. Posteriordaki parça ortalama 10–12 mm uzunluğunda ve 5–7 mm çapındadır (3).

İliolumbar ligamente ait morfometrik bilgi de değişkendir. Hanson ve Sonesson yaptıkları kadavra çalışmasında, anterior iliolumbar ligamentin yaklaşık olarak 30–40 mm uzunluğunda, 8–10 mm genişliğinde ve 2–3 mm kalınlığında, posterior iliolumbar ligamentin ise 10–12 mm uzunluğunda, 5–7 mm genişliğinde olduğunu raporlamışlardır (3). Rucco ve arkadaşlarının yaptığı MRI görüntüleme çalışmasında anterior bant 10–15 mm uzunluğunda ve 2–3 mm genişliğinde, posterior bant 15–20 mm uzunluğunda ve 1–3 mm genişliğindedir (41). Fujiwara ve arkadaşlarının yaptığı diğer bir MRI görüntüleme çalışmasında anterior iliolumbar ligament uzunluğu 14–34 mm (ortalama 24 mm) arasında ve posterior iliolumbar ligament 9–26 mm (ortalama 17 mm) arasındadır (47). İliolomber ligamentin birçok çalışmada farklı tanımının ve farklı morfometrik bilgilerinin olması olasılıkla iliolumbar ligamentin kişisel farklılıklarından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4a İliolombar ligamentin önden görünüşü



Şekil 4b: İliolombar ligamentin arkadan görünüşü

İliolomber ligamentin biyomekanik özellikleri

İliolomber ligament 3 lumbopelvik ligamentten birisidir (48–50). Diğer ikisi sakrotuberoz ve sakrospinoz ligamentlerdir. İliolomber ligament lumbosakral birleşkenin stabilizasyonu ve L5 vertebranın sakrum üzerinde dik durması için önemlidir. İliolomber ligamentin anterior ve posterior bantları lumbosakral birleşkenin stabilitesinde farklı fonksiyonlara hizmet eder. Anterior bant L5 vertebranın sakrum üzerindeki pozisyonunun korunmasında önemlidir. Posterior bant L5 vertebranın sakrum üzerinde anteriora kaymasını önler. L5 spondilolizisde L5'in S1 vertebra üzerinde fleksiyon ve aksiyel rotasyonu belirgin olarak özellikle iliolumbar ligamentin posterior kısmı ile düzenlenir. İliolomber ligamentin bütünlüğü lumbosakral birleşkenin stabilitesini ve L5 vertebranın öne kayma miktarını belirleyebilir (51, 52).

İliolomber ligament lumbosakral birleşkenin stabilitesinin sağlanmasında ve lumbosakral diskin korunmasında belirgin bir role sahiptir. İliolomber ligamentin torsiyonel stabilitesi bulunmasından dolayı, L5-S1 eklemi yerine L4-L5 eklemi torsiyona hassastır (52). L5 vertebranın ishmik spondilolistezisinde ve L5 vertebranın S1 vertebra üzerinde konjenital spondilolistezisinde iliolumbar ligamentin devamlılığı öne kayma miktarını kısmen belirleyebilir. L5 vertebra ve ileum arasında iliolumbar ligamentin bulunması olasılıkla dejeneratif spondilolistezisin L4-L5 vertebra arasında sık görülmesini açıklayabilir (48, 51, 52).

Lomber Bölgenin Kanlanması

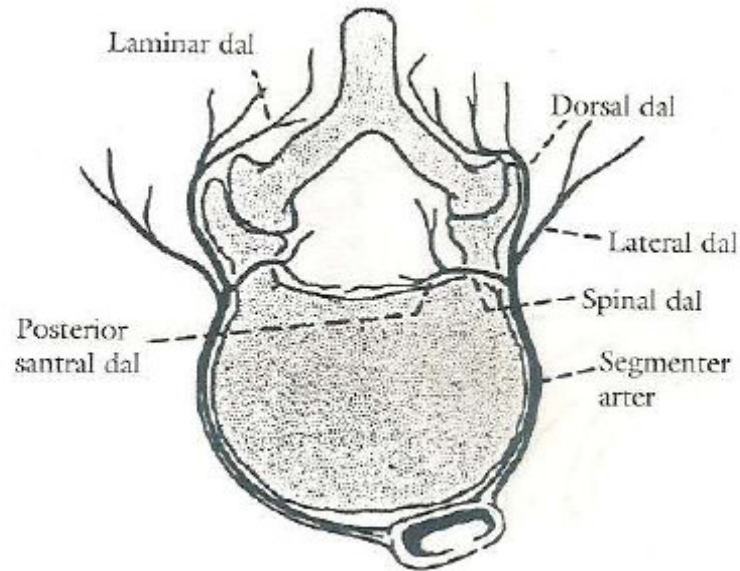
Arterleri

Lomber nöral elemanlar aortadan çıkan segmenter vertebral (radiküler) arterlerle beslenirler. L1-L4 arasında segmenter arterler aortadan çıkarak iki yana doğru ilerler ve vertebra cisminin ortasından geçerek foramene girer. L5'in arteri genellikle sakral arterin bir dalıdır. Her arter vertebral cisim geçerken cisim yüzeyine vertikal asandan ve desandan dallarını verir. Diğer dallar cisim delerek radyal olarak merkeze doğru ilerler ve bir ağ yaparlar. Ana dal transvers çıkıntının altına geldiğinde bazı dallara

ayrılır. Dorsal dal intervertebral foramenin lateraline doğru giderek direkt olarak kemiğe doğru giren anterior santral dalı vermektedir. Diğer bir kolu da kemiklerin ve kanal içindeki yapıların major kanlanması sağlayan spinal dallardır (Şekil: 5). Segmenter radiküler arterlerin kan akımı iki yönlü olup herhangi bir kompresyonda sadece kompresyon yerinde dolaşım bozulması olur (53). Sakrum ise superior medial ve hipogastrik arter tarafından beslenir. Posterior sakral forameninden çıkan bu arterler aynı zamanda distal lomber bölge kaslarının beslenmesinden de sorumludurlar. Erişkinlerde diskin beslenmesi son plaktaki lenf sisteminin difüzyonu ile olmaktadır.

Venleri

Uç plaklarda disk ve kemik yüzeyi boyunca kapiller yatak devam eder bunlar horizontal subkondral venöz ağa drene olurlar. Bunlar asandan ve desandan damarlar ile basivertebral vene açılırlar. Vertebra cisminin venleri internal ve eksternal venöz pleksuslara boşalırlar (53).



Şekil 5: Lomber vertebranın kanlanması

Lomber Bölgenin Kasları

Ekstansörler: Lumbodorsal fasya altında multisegmental dizilim gösteren erektör spina kasları yer almaktadır. Bu kaslar sakrum, iliak kemik, lomber spinöz çıkıntı ve supraspinöz ligamente sıkıca bağlanmışlardır. Lomber bölgede başlıca üç kolon oluştururlar; en dışta iliokostalis (lateral band), ortada longissimus (orta band), en içte spinalis (medial band). Bu kasların görevi lomber bölgeyi ekstansiyona ve lateral fleksiyona getirmektir. Erektör spina kaslarının altında transvers spina kasları yer almaktadır. Başlıca üç kastan meydana gelmişlerdir. Semispinalis, multifidus ve rotatorlar. Bu kasların görevi ise lomber bölgeyi ekstansiyona ve ters tarafa rotasyona getirmektir (54, 55).

Fleksörler: Rektus abdominalis, transversus abdominalis, internal ve eksternal abdominal oblik kaslardır.

Lateral fleksörler: Kuadratus lumborum, internal ve eksternal abdominal oblik kaslardır.

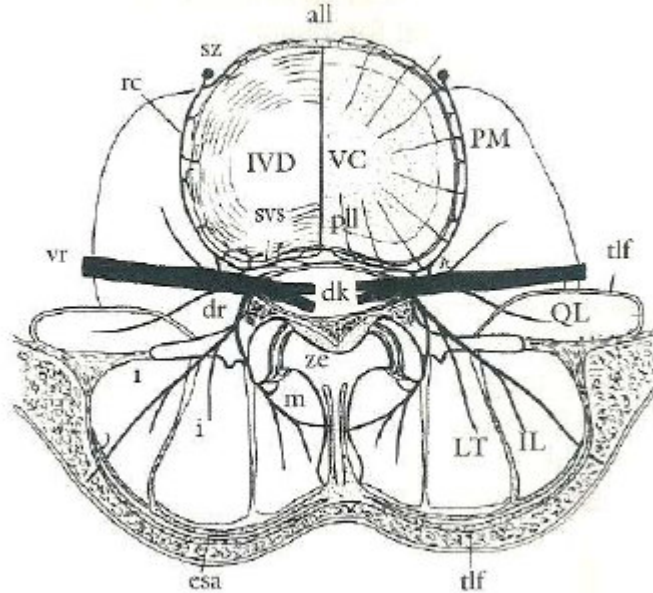
Rotatorlar: İnternal ve eksternal abdominal oblik kaslardır. Bu bölgenin kaslarını örten lumbodorsal fasya yukarıda kostalara, aşağıda sakruma, yanlarda latissimus dorsi ve transversus abdominis kaslarının fasyalarına, ortada ise spinöz çıkıntılara bağlanmıştır (55).

Vertebral Kanal İçi Oluşumlar

Yetişkinde medulla spinalis C1 vertebra üstünden başlayıp L1 vertebra alt kenarına kadar uzanan bir yapıdır. Vertebral kanal içten dışa doğru pia, araknoid ve dura ile sarılıdır. Alt ucu konus medullaris ismini alır. Araknoid ve dura medulla ucunda sonlanmayıp bir kese oluşturacak şekilde 2. sakral vertebraya kadar uzanırlar. Bu boşlukta (*cul de sac*) alt medulla segmentlerinden çıkan ve kauda ekina adı verilen sensitif ve motor kökler bulunur. Medulla spinalis L1 seviyesinde sonlandığı için, lomber bölge spinal kökleri ilgili intervertebral foramenlerden vertebral kolonu terkeden önce spinal kanal içinde aşağıya doğru uzun bir yol izler. İlgili foramene girmeden önce kök bir üst seviyedeki disk çaprazlayarak ilerler. Böylece köklerin vertebral kolonu terkettiği foramenin bir üst seviyedeki disk tarafından sıkıştırılması, spinal kökün spinal kanalda izlediği bu yol ile ilgilidir (56).

Lomber Vertebraanın İnnervasyonu

Bel ağrısının temelini anlamak için vertebral kolonun duysal yapılarını bilmek gerekir. Vertebral kolon başlıca sinovertebral sinir ve posterior primer ramus tarafından innerve edilmiş olup her iki sinir de spinal sinirin dalıdır. Sinovertebral sinir, spinal kanala girerek kaudale doğru yönelen ve girdiği seviyedeki disk innerve eden küçük bir dal ile kraniale doğru yönelen ve PLL'ın lateral kısmına paralel seyreden major bir dala ayrılır (Şekil 6). Spinal sinir, intervertebral foramenden çıktıktan sonra anterior ve posterior primer ramus olmak üzere ikiye ayrılır. Anterior primer ramus öne doğru devam ederek lumbosakral pleksusun oluşumuna katılır. Posterior primer ramus ise lateral ve medial dallarına ayrılır. Medial dal faset eklemine giden dallar verir. Komşu posterior primer ramus medial dallarıyla anastomozları mevcuttur. Faset eklemine ağrı ve propriyosepsiyon duyularını içerir. Lateral dalı ise lomber bölge cildine giden duyu dalları verir.



Şekil 6: Vertebraanın innervasyonu: (all: anterior longitudinal ligament, tlf: torakolomber fasya, dr: dorsal ramus, dk: dural kese, esa: *erector spinae aponeurosis*, rc: *ramus communicans*, i: *intermediary branch*, IL: *iliocostalis*

lumborum, IVD: intervertebral disk, l:lateral dal, LT: *longissimus thoracis*, m:medial dal, pll: posterior longitudinal ligament, PM: psoas major, QL: *quadratus lumborum*, sz: sempatik zincir, sv: sinovertebral sinir, VC: vertebra cismi, ze: zygapophyseal eklem)

PROPRİYOSEPSİYON

Duyuların tarihçesi, ilk kez 5 duyuyu tanımlayan Yunanlı Filozof Aristoteles'e dayanır. Daha sonra Sir Charles Bell, ekstremitelerin pozisyonu ve hareketi ile ilişkili bir duyuyu yani propriyosepsiyonu 6. duyu olarak tanımladı. Latince Proprius kelimesinden gelip, 'kendi başına-yalnız başına olma' anlamına gelen propriyosepsiyon, vücudun pozisyon duygusunu iletme, bilgiyi yorumlama ve yaklaşık postür ve hareketi yapacak uyarıya bilinçli veya bilinçsiz bir yanıt verme yeteneğidir (57). Propriyosepsiyon; eklemler ve bunları saran dokularda bulunan reseptörler aracılığıyla oluşan nöral inputlarla sağlanan eklem ve ekstremitenin pozisyon algısıdır (58). Ya da daha basitçe, "vücut bölümlerinin uzaydaki konumundan bilinç ve bilinçdışı düzeyde haberdar olma yeteneği" şeklinde tanımlanabilir (8, 9). Propriyoseptif duyu eklem stabilitesinin sağlanmasında ve sürdürülmesinde önemli rol oynamaktadır (9–12). Propriyosepsiyon, eklemlerimize bakmadan onların hangi pozisyonda olduklarını bilmemizi ve ayakta dururken dengemizi korumamızı sağlar. Düzgün bir şekilde yazmamıza, zıplamamıza, koşmamıza ve fırlatmamıza fırsat verir. Hareketin yönünü hızlı bir şekilde değiştirmemizi sağlayan çevikliği, stabilitemizi sağlayan dengeyi ve aktiviteyi doğru ve ahenkli yapmamızı sağlayan koordinasyonu veren propriyosepsiyondur (57).

Propriyoseptif bilginin üç ana kaynağı olan mekanik, vestibüler ve vizüel veriler afferent yollarla merkezi sinir sisteminin üç kontrol kademesinde yani spinal kord, beyin sapı ve beyin korteksinde değerlendirildikten sonra, efferent yollarla geri döner ve hareket sisteminde uygun motor yanıtın oluşmasını sağlar (59).

Nosisepsiyon, doku hasarı ile oluşan uyarının nosiseptörlerce algılanması ve nosiseptif aksonlarla (A-delta ve C lifleri) merkezi sinir sistemine (MSS) getirilme sürecidir. Nosiseptif girdinin korda girmesinin potansiyel sonuçları; ağrı, vazokonstriksiyon, otonomik semptomlar ve kas spazmını içermektedir. Mekanoresepsiyon, dokunma, kas gerilmesi, eklem hareketi gibi mekanik girdiler ile doku mekanoreseptörlerinin uyarılması sonucu oluşan süreç olarak tanımlanmaktadır. A-alfa ve A-beta lifleri mekanoseptif bilgiyi MSS'ye taşımaktadır. Propriyosepsiyon ise kinestezik farkındalık olup serebral korteks ve serebelluma olan

vizüel, vestibüler ve doku mekanoreseptör girdilerinin entegrasyonu sonucunda meydana gelmektedir (60).

Propriyosepsiyona karşı Kinestezi

Propriyosepsiyon, kinesteziden şu şekilde ayrılmaktadır; kinestezi, spesifik durumlardaki rölatif kas, tendon ve ligament pozisyonunun duyusudur. Kinestezik hafıza, alışılmış ve tekrarlayan hareketler (örn. jimnastik gibi) için bu pozisyonları ve bu pozisyonlardaki ardışık kaymayı, öğrenmeyi kapsar. Propriyosepsiyon ise dinamik bir duyu olup, kayan çevrede sürekli akomodasyon ve adaptasyona izin verir (örn. dans ederken veya kalabalık bir oda boyunca yürümeye çalışırken) (60).

Propriyosepsiyonun Nörofizyolojisi

Propriyoseptörler, cilt içinde, kaslarda, tendonlarda ve eklemlerde yerleşmişlerdir. Değişik uyarılara benzer yanıt verebilecek birkaç değişik reseptör vardır (57).

Kutanöz Reseptörler

Derideki reseptörler hızlı adapte olan afferentler, yavaş adapte olan I ve II afferentlerdir. Hızlı adapte olan afferentler vibrasyon duyusundan sorumludurlar ve yavaş adapte olan I-II afferentleri deri gerilmesi gibi duyu algılanmasından sorumludurlar. Hızlı adapte olan reseptörler, akselerasyon ve deselerasyon gibi hız ve hareketteki ani değişiklikleri tespit ederler. Diğer taraftan yavaş adapte olan reseptörler eklem ve ekstremitte pozisyonu ile ilgili, aynı zamanda da pozisyondaki yavaş değişikliklerle ilişkili bilgi sağlamaktan sorumludurlar (57).

Kas ve Tendon Reseptörleri

Kas içcikleri ve Golgi tendon organları (GTO), kasların ve tendonların primer afferent reseptörleridir. Golgi tendon organları, kas içindeki gerginliği tespit eder ve bir kasın hem kontraksiyonuna hem de gerilmesine yanıt verir. Golgi tendon organları afferentinin uyarılması ile kas gevşemesi sağlanır. Diğer taraftan kas içciği,

kasın gerilmesine yanıt verir. Afferentinin uyarılması kasta kontraksiyona sebep olur. Bu yapıların uyarılması aynı zamanda zıt yöndeki kaslarda ve sinerjistlerde fasilitasyona sebep olarak hedeflenen hareketin başarılmasına yardımcı olurlar (12, 57).

Eklemler Reseptörleri

Primer olarak, eklem kapsülü ve eklemi çaprazlayan ligamentlerin içine yerleşmiş olan çeşitli afferent reseptörler, lif tipine göre Grup II, III ve IV olmak üzere gruplara ayrılırlar. Grup II afferentleri, yüksek hızlı iletim sağlayan geniş çaplı miyelinli aksonlardır, Grup III ve Grup IV afferentleri ise ince miyelinli veya miyelinsiz küçük çaplı aksonlar olup, daha yavaş uyarı iletimi sağlarlar. Grup II 'de, Ruffini ve Pacinian korpuskülleri olmak üzere iki çeşit sinir sonlanması mevcuttur. Ruffini reseptörleri yavaş adapte olur ve eklemi çevreleyen bağ dokusuna binen yükten çok bu bağ dokusunun yer değiştirmesine yanıt verir. Bu reseptörler, kapsülün ekstansiyon veya rotasyon gibi stres altında olduğu aşırı eklem hareketleri sırasında uyarılırlar. Ayrıca Pacinian korpusküllerinin, eklem hızlandığında veya yavaşladığında, oluşan yüksek hız değişimleri sırasında hızlıca adapte olmaları nedeniyle, kompresyon duyarlı oldukları düşünülebilir (12, 57).

Merkezi Sinir Sisteminin Propriyoseptör Bölgeleri

Serebral Korteks

Sensoriyel yollar serebrumun korteksine ulaşırlar. Burası beynin ve bilinçli hareket bölgesinin en yüksek seviyesidir (istemli hareketin kontrol merkezi). Kortekste, doğru hareketin otomatik yanıt dönüşmeden önce öğrenilmesi ve bilinçli bir şekilde kontrol edildiği edilmesi gerçekleşmektedir (57, 61).

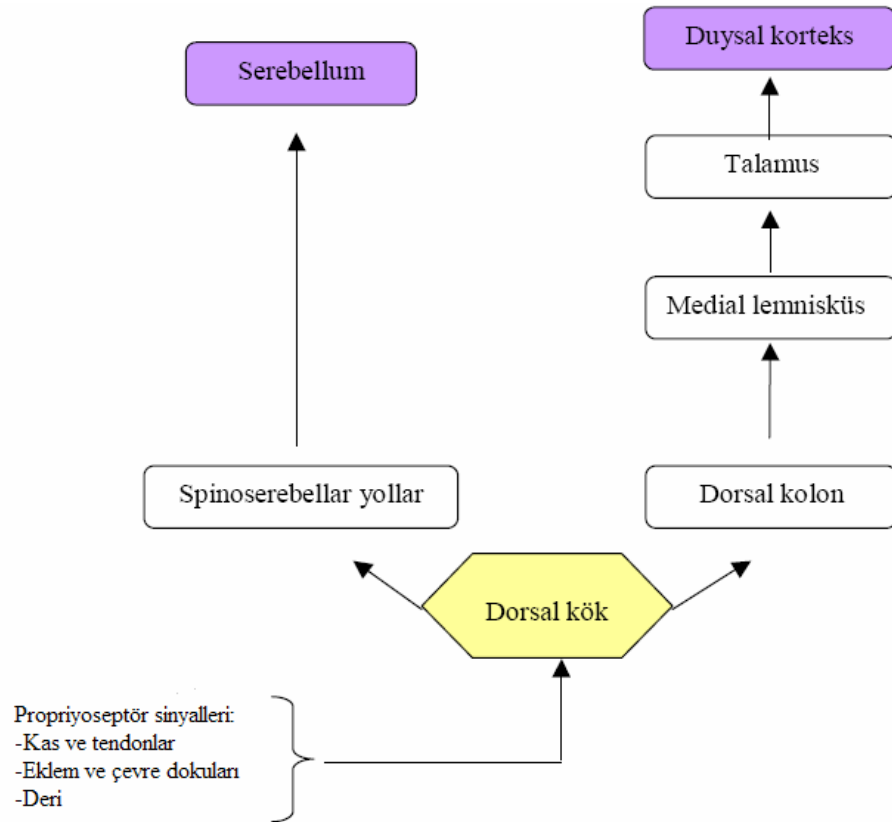
Beyin Sapı

Beyin sapı primer propriyoseptif korelasyon merkezidir. Propriyoseptörler bilgiyi, omurilikteki internöronlar aracılığı ile çıkan yollara bağlanıp beyin sapına ileterek

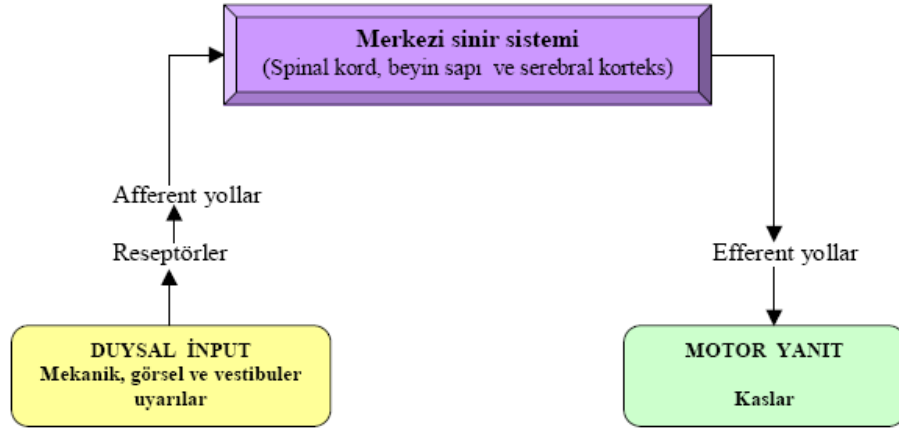
hedeflenen pozisyon ve postürün elde edilmesini sağlarlar. Beyin sapı aynı zamanda, gözün vizüel afferent merkezleri ve kulağın vestibuler afferent merkezleri gibi diğer bölgelerden de bilgiler alarak dengenin elde edilmesine katkıda bulunur. Daha sonra beyin sapı, yaklaşık bir yanıt oluşturabilmek için eksitatuvar veya inhibitör efferent uyarılar yollar (12, 57, 61).

Omurilik

Eğer bir uyarı, dorsal kökten girip omurilikte ara bir reseptörle sinaps yaparak veya sinaps yapmadan direk bir şekilde efferent sinire, oradan da hızlıca ön kök ve kasa ilerliyorsa spinal refleks olarak adlandırılmaktadır. Propriyoseptif refleksler sıklıkla bir alanın korunması için, kası sabitleyerek veya hareketin hızlıca geri alınmasını sağlayarak faydalı olmaktadır (12, 57, 61).



Şekil 7: Propriyoseptif uyarılar için santral yollar



Şekil 8: Sensorimotor sistemin işleyişi (61).

Bel ağrısında propriyosepsiyon

Çeşitli nörofizyolojik çalışmalarda, bel ağrısı ve propriyosepsiyon arasında yakın bir ilişki olduğu ve belde mekanoreseptörlerin varlığı öne sürülmüştür (62, 63). Nies ve Sinnott, bel ağrısı olan hastalarda postural salınımın daha fazla olduğunu ve provakasyon ile dengelerini sağlamakta daha çok zorlandıklarını göstermişlerdir (64). Araştırmalar, bel ağrısında propriyosepsiyonun değerlendirilmesi için en hassas ölçüm yönteminin eklem pozisyon duyusundan çok postural salınım olduğunu ortaya koymuştur (65).

BEL AĞRISI

Bel ağrısı insanoğlunun belki de en sık karşılaştığı evrensel bir sorundur. Bel ağrısı deneyimi geçiren insanların ancak % 5'i tıbbi öneriye gereksinim duyar ve bunların çoğu konservatif tedaviye iyi cevap verir. Pek azı kronikleşir (66). İngiltere'de yapılan bir çalışmada 300 akut bel ağrılı hasta incelendiğinde, iki ay içinde iyileşmeyenler, kronikleşme eğilimi göstermişlerdir (67). Önceki çalışmalarda 3–6 ay olarak bildirilen kronik bel ağrısı sınırı, günümüzde 7 haftaya kadar inmiştir (66).

Bel ağrılı hastaların % 85'inde, özgül etyolojiyi tam olarak belirlemek, ağrının kaynağını ortaya çıkarmak mümkün değildir. Hastayı hekime götüren, fonksiyonel yetmezliğin nedeni olan ağrı ile anatomopatolojik lezyon arasında tam bir ilişki bulunamamıştır. Lezyonu belirlemek çoğu zaman mümkün olmadığından tanıda vurgu, kaynağın mekanik olup olmadığına, tedavide vurgu ise ağrı ve fonksiyonel yetersizliğin iyileştirilmesine yönelik olmalıdır. Ayrıca tanıda, tanı ve tedaviye pratik yaklaşımda oldukça yararlı olan mekanik bel ağrısı deyimini kullanılmaktadır. Bu ağrıların büyük çoğunluğu bölgesel mekanik bir bozukluktan kaynaklanmaktadır. Lumbosakral omurganın mekanik bozuklukları bel ağrısının en sık sebebidir. Mekanik kaynaklı bel ağrıları fiziksel aktivite ile artan, istirahatle azalan, sıklıkla normal anatomik yapının aşırı kullanımına veya yaralanmasına veya deformitesine bağlı olarak ortaya çıkar. Bu tip ağrı bel kasları, tendonları ve ligamentlerinin strese veya zorlanmaya maruz kalması sonucu ortaya çıkar ve genellikle zorlayıcı günlük aktiviteler, ağır kaldırma, uzun süre ayakta kalma veya oturma neden olarak gösterilir. Mekanik kaynaklı bel ağrıları sıklıkla omurganın alt kısmını etkileyen ve gluteal bölgeye yayılan kronik, hafif, farklı yoğunlukta olabilen ağrılardır. Öne eğilme, dönme, bir şeyi kaldırma, uzun süre ayakta durma ve oturma gibi günlük aktiviteler ağrıyı arttırdığı için gün içinde ağrının şiddeti gittikçe artar. Kondüsyon kaybı ve dayanıksızlık da bu tip ağrının sebebi olabilir. Bunlar genellikle şişman, hareketsiz, bel ve karın kasları zayıf olan hastalardır, sıklıkla ağrının şiddeti yavaş yavaş artar. Bu hastalarda statik veya dinamik postür bozukluklarının düzeltilmesi, karın ve bel kaslarının güçlendirilmesi hastaların iyileşmesine yardımcı olur. Bel ağrılarında spesifik etyolojiyi belirlemek kolay değildir, ancak ağır yaşam koşulları,

vücudun yanlış kullanımı, tekrarlayan hareketler, kondüsyonun iyi olmaması gibi bazı faktörlerin bel ağrısı oluşumunda rol oynadıkları bilinmektedir. Bel ağrısını mekanik olarak tanımlayabilmek için inflamatuvar, infeksiyöz, tümöral, metabolik nedenlerin, iç organlardan yansıyan ağrılar ile fraktüre bağlı ağrının ekarte edilmesi gerekir. Bu ayrıntılı bir sorgulama, fizik muayene, laboratuvar testleri ve gerektiğinde yapılan görüntüleme yöntemlerinin yardımı ile mümkündür (68).

Son zamanlarda, klinisyenler çoğu bel ağrısının iliolumbar ligamentin travmasından kaynaklandığı kabul ederler. Bununla birlikte, geçmişte iliolumbar ligamente çok az ilgi gösterildi ve onun klinik önemi bilinmezdi. Kronik bel ağrısının pek çok vakasında primer sebep iliolumbar ligamentin mikrotravmasıdır. Tekrarlayan mikrotravma (mesleksel), akut incinme ve/veya kötü duruş (obezite) gibi iliolumbar ligamentin fizyolojik sınırını aşan zorlama kronik bel ağrısının oluşumuna neden olan fiziksel bir durum yaratır. İliolumbar ligamente bu tip travmalar kronik bel ağrısının direk sebebi olabilir. Ek olarak, ödem ve/veya iliolumbar ligamentin skarı kronik bel ağrısının şiddetini arttıran spinal sinirlerin dorsal ramilerinin tuzağına (entrapment) neden olabilir (69).

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Tıbbi Etik Kurulunun 13.11.2006 tarih ve 2000/10 sayılı izniyle Pamukkale Üniversitesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji A. D. , Pamukkale Üniversitesi Adli Tıp bölümü ve Pamukkale Üniversitesi Histoloji ve Embriyoloji A. D.da gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada ortalama yaşı 37.67 ± 7.95 yıl (21–74 yıl) olan 10 erkek ve 5 kadın toplam 15 taze kadavranın bilateral iliolumbar ligamenti, Pamukkale Üniversitesi Adli Tıp bölümünde gerçekleştirilen rutin otopsilerden elde edildi. Tüm örneklerde Hematoksilen-Eozin boyama ve İmmunohistokimyasal boyama yapıldı.

Dokunun elde edilişi:

Otopsi esnasında lumbosakral bölge anteriorundan iliopsoas kası diseke edilerek iliolumbar ligamente ulaşıldı. İliolomber ligament quadratus lumborum kasında rahatlıkla ayırt edilmekteydi. Ligament L5 transvers çıkıntından iliak kanattaki insersiyosuna kadar diseke edildi. Takibinde L5 transvers çıkıntısı ve iliumdan 0,5 cm lık bir kemik dokuyla birlikte çıkarıldı. Örneklerde yağ gibi konuyla ilgisi olmayan dokular temizlendi, 3 defa soğuk serum fizyolojik ile yıkandı ve ligamentin makroskopik özellikleri kaydedildi. Tüm örneklerin fiksasyonu 48 saat % 10 tamponlanmış formaldehid ile gerçekleştirildi. Örnekler daha sonra parafine gömüldü, bloklandı ve mikrotomda 10 µm kalınlıkta kesitler elde edilerek lamlara alındı.

Histolojik boyalar ve solusyonlar

a- % 10 formaldehit

b- Hematoksilen boya hazırlanması

- 2 gr hematoksilen
- 20 cc % 96'lık etil alkol
- 40 gr alüminyum amonyum sülfat
- 500 ml distile su
- 0,5 gr merkürük oksit

- 1,6 ml asetik asit kullanılarak gerekli olan hematoksilin boyası hazırlanmıştır.

c- Eozin boya hazırlanması

- 2 gr eosin
- 350 ml % 96'lık etil alkol
- 150 ml distile su
- 2 cc asetik asit kullanılarak gerekli olan eosin boyası hazırlanmıştır.

Uygulanan teknikler

a- Doku takip yöntemi

- Alınan dokular formalinde 48 saat bekletildi.
- Akar suda 1 saat yıkandı.
- % 50'lik etil alkolde 2 saat bekletildi.
- % 70'lik etil alkolde 2 saat bekletildi.
- % 90'lik etil alkolde 2 saat bekletildi.
- % 96'lik etil alkolde 2 saat bekletildi.
- % 96'lik etil alkolde 2 saat bekletildi.
- Ksilende 2 saat bekletildi.
- Ksilende 2 saat bekletildi.
- 1 gece 57 C'de etüvde eriyik parafinde tutuldu.
- Blok olarak hazırlandı.

b- Hematoksilin-Eozin boyama yöntemi

- Bloklardan 10 mikronluk kesitler alınıp ılık su havuzuna bırakıldı.
- Lamlarla dokular toplanıp zembillere yerleştirildi.
- Etüvde 60 C'de 1 saat bırakıldı.
- Ksilende 3 seri halinde 20'er dakika olmak üzere toplam 1 saat tutuldu.
- Sırasıyla % 100, % 96, % 70, % 50'lik azalan etil alkol serilerinden 2'şer dakika tutularak geçirildi.

- Alkolden çıkan preparatlar akar suda yıkandı.
- Hematoksilende 2,5–3 dakika bekletildi.
- Akar suda yıkandı.
- Asit-alkole daldırılıp çıkarıldı.
- Eozinde 3–5 saniye tutuldu.
- Akar suda yıkandı.
- Sırasıyla % 50, % 70, % 96, % 100'lük artan etil alkol serilerinde 2'şer dakika tutuldu.
- Ksilende 30 dakika bekletildi.
- Entellan kullanılarak dokuların üzeri kapatıldı.

İmmunohistokimyasal boyama

İliolombar ligament dokusunun bulunduğu kesitler belirlendikten sonra, ksilenle parafinden arındırıldı ve iki defa % 96-% 50'lik etanol: su serisinde, 5'er dakika tutularak tekrar sulandırıldı.

İmmunohistokimyasal işlemlerde ise özetle şu aşamalar izlendi:

- İliolombar ligamente ait olan doku kesitlerinin bulunduğu preparatlar immün boyama kutusuna alınarak üç defa üçer dakika distile su içinde yıkandı.
- Bir gazlı bez yardımıyla dokuların etrafı kurularak üzerlerine, 9 cc metanol içine 1cc H₂O₂ damlatılarak hazırlanan hidrojen peroksit solusyonu damlatılıp 10 dakika kadar bekletildi.
- Dokular üç defa *Phosphate Buffered Salin* (PBS) ile yıkanıp kurulandı ve üzerlerine 1'er damla Zymed'den temin edilen *Serum blocking solution* damlatılıp 10 dakika bekletildi.
- Dokular yıkanmadan kurulandı ve 1:100 oranında PBS ile sulandırılmış S–100 protein primer antikoru (Zymed) ile buzdolabında (+4°C), nemli ortamda 1 gece bekletildi.
- Ertesi sabah preparatlar dolaptan çıkartılarak yaklaşık 1 saat oda ısısına gelmesi beklendi ve kesitler PBS ile 3 kez yıkanıp kurulandı. Zymed'den

temin edilen *Biotinylated second antibody*'den kesitler üzerine 1'er damla damlatılarak 10 dakika bekletildi.

- Dokular 3 kez PBS ile yıkanıp kurulandıktan sonra Zymed'den temin edilen *Enzyme conjugate* solusyonu kesitler üzerine 1'er damla damlatılarak 10 dakika bekletildi.
- Bu aşamalardan sonra dokular PBS ile 3 kez yıkandı ve kenarı kurulandı.
- Pozitif immünohistokimyasal boyanma elde etmek için, son kromojen olarak kırmızı bir çökelek oluşturan ve Zymed'den temin edilen *3-Amino-9-Ethylcarbazole (AEC) Single Solution Chromogen* solusyonu kesitler üzerine birer damla damlatılıp 15 dakika bekletildi.
- Kesitler 3 defa distile su ile yıkandı ve kenarları kurulandı.
- Entellan kullanılarak lamelle kapatıldı.
- Elde edilen boyanmış kesitler ışık mikroskopunda incelenerek fotoğraflandı.

İstatistiksel analiz:

Çalışmamızda gruplar arası istatistiksel karşılaştırmalar non-parametrik bir test olan Mann-Whitney U-testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $P \leq 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Mekanoreseptör tiplerinin karşılaştırması için iki popülasyon oranları arası fark testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık $P \leq 0,05$ olarak kabul edilmiştir (70).

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analiz Microsoft Office Excel 2007 programı kullanılarak Windows XP ortamında gerçekleştirildi. Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verildi.

BULGULAR

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp anabilim dalına adli otopsi amacıyla getirilen 10 erkek, 5 kadın olmak üzere toplam 15 taze kadavradan her iki tarafa ait toplam 30 iliolumbar ligamenti usule uygun olarak başlangıç ve sonlanma yerlerindeki kemikleri içine alacak şekilde çıkarıldı.

Çıkarılan ligamentler gross anatomik özellikleri, Hematoksilen-Eozin boyama ve immunohistokimyasal boyama ile histolojik açıdan incelendi.

Gross anatomik bulgular: Ligamentin başlangıç yeri, bant sayısı, seyir yönü ve sonlanma açısı, boyu, genişliği incelendi.

Başlangıç yeri: Tüm ligamentler L5 vertebranın transvers çıkıntısından başlamaktaydı.

Bant sayısı: Ligamentlerin 14'ü çift, 16'sı ise tek bant şeklindeydi. Her vakada sağ ve sol taraftaki bant sayısı birbirine eşit bulundu.

Sonlanma yeri: Tek bant şeklinde olan ligamentler iliak kristanın tepesinde geniş bir şekilde sonlanmaktaydı. Çift bant şeklinde olanlarda arka bant iliak kristanın tepesinde, ön bant ise önünde sonlanmaktaydı.

Seyir yönü: Ligamentlerden 28'i oblik olarak seyredip yaklaşık 45° açı ile sonlanırken, 2 ligament transvers seyrediyordu. Çift bantlı ligamentlerin anterior ve posterior bantlarının seyri aynı idi.

Ligamentin boyu ve genişliği: Tek bant halinde olan ligamentlerin boylarının ortalaması $32,13 \pm 4,49$ mm (27,0–41,0 mm), genişliklerinin ortalaması $14,50 \pm 4,99$ mm (7,0–21,0 mm) bulundu (Tablo 1). Çift bant halinde olan ligamentlerin anterior ve posterior bantlarının gross anatomik özellikleri ayrı ayrı değerlendirildi. Anteriorların bant boylarının ortalaması $29,86 \pm 2,12$ mm (28,0–32,0 mm), genişliklerinin ortalaması $11,00 \pm 2,77$ mm (7,0–14,0 mm) bulundu. Posterior bant

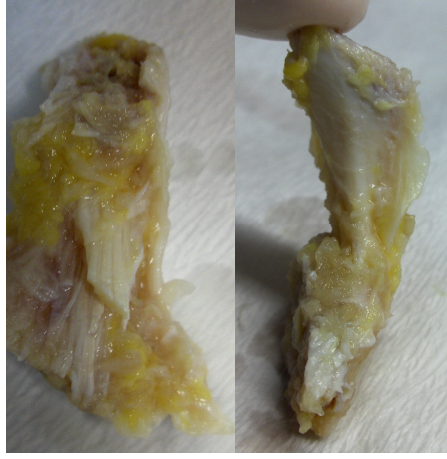
boylarının ortalaması $23,71 \pm 3,20$ mm (19,0–27,0 mm), genişliklerinin ortalaması $6,71 \pm 1,25$ mm (5,00–8,00 mm) bulundu (Tablo 2).

Tablo 1: Tek bant şeklindeki ligamentlerin gross anatomik özellikleri
(Ort: ortalama)

Cinsiyet	Yaş	Lig. Boyu Ort. (mm)	Lig. Genişliği Ort. (mm)
Erkek	42	33	16
Kadın	74	30	12
Erkek	21	35	17
Erkek	30	33	21
Erkek	24	41	18
Erkek	26	30	17
Kadın	39	28	7
Kadın	34	27	8

Tablo 2: Çift bant şeklindeki ligamnetlerin gross anatomik özellikleri
(Ort: ortalama)

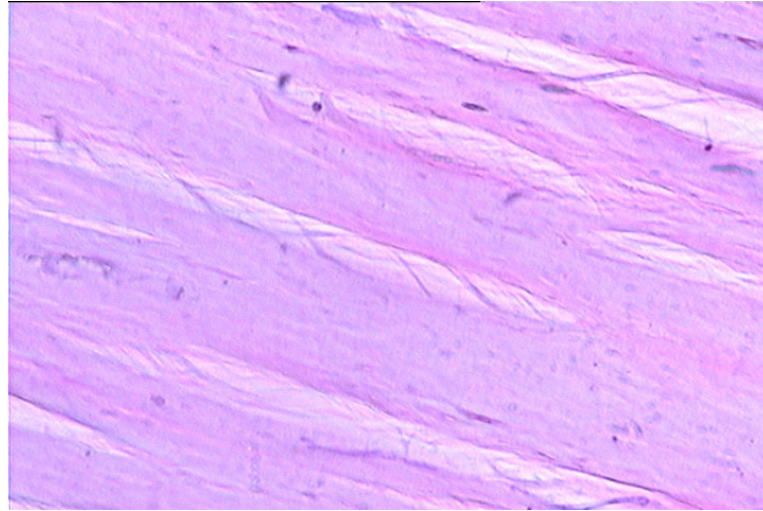
Cinsiyet	Yaş	Ant. Bant boyu Ort. (mm)	Ant. Bant genişliği Ort. (mm)	Post.Bant boyu Ort. (mm)	Post.Bant genişliği Ort. (mm)
Erkek	22	32	14	25	8
Erkek	56	31	12	27	7
Kadın	21	27	7	20	5
Erkek	44	31	12	25	5
Erkek	30	32	14	27	7
Erkek	65	28	10	23	8
Kadın	37	28	8	19	7



Şekil 9: Solda çift bant, sağda ise tek bant ligament

Histolojik olarak: Tüm örneklerin fiksasyonu 48 saat % 10 tamponlanmış formaldehid ile gerçekleştirildi. Örnekler daha sonra parafine gömüldü, bloklandı ve mikrotomda 10 µm kalınlıkta kesitler elde edilerek lamlara alındı. Tüm örneklerde Hematoksilen-Eozin boyama ve immünohistokimyasal boyama yapıldı.

Hematoksilen-Eozin boyama: Rutin histolojik takip sonucu hazırlanan preparatlarda ligament yapıları görüldü (Şekil 10).



Şekil 10: Ligament yapısı (HEX 40)

İmmünohistokimyasal bulgular

İliolomber ligamentlerin anatomik yapıları şu üç bölgeye ayrılmıştır.

- 1- İliak uç: İliolomber ligamentin iliak kemiğe yapıştığı bölge.
- 2- Orta bölge: Yaklaşık 3 cm boyunda olan iliolumbar ligament her iki terminal bölgesinden yaklaşık 0,5 cm uzaklıkta, iç kısımda kalan yaklaşık 2 cm'lik uzunlukta orta bölgesi değerlendirildi.
- 3- Transvers uç: İliolomber ligamentin transvers kemikte orijin aldığı bölge olarak değerlendirildi.

Yapılan sayımlarda bu 3 bölge ayrı ayrı analiz edilmiş olup, bölgelerde elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca erkek ve kadınlar arasında bu üç bölgede elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda iliolumbar ligamentin morfolojisine göre tek bant ve çift bantlar arasında bu üç bölgede elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Bu sonuçlar şöyle özetlenebilir:

İliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı orta bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, iliak uçtaki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü [İliak uç $72,70 \pm 2,07$ reseptör/birim alan \pm Standart hata (SH), orta bölge $33,32 \pm 1,54$ reseptör/birim alanı \pm SH, $P \leq 0,0001$; Grafik-1, Tablo-3].

İliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı transvers bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, iliak uçtaki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü [İliak uç $72,70 \pm 2,07$ reseptör/birim alan \pm SH, Transvers uç $44,87 \pm 1,52$ reseptör/birim alanı \pm SH, $P \leq 0,0001$; Grafik-1, Tablo-3].

Transvers uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı orta bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, transvers uçtaki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü [Transvers

uç $44,87 \pm 1,52$ reseptör/birim alanı \pm SH, orta bölge $33,32 \pm 1,54$ reseptör/birim alanı \pm SH, $P \leq 0,0003$; Grafik-1, Tablo-3].

Kadınlardaki iliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı erkeklerdeki iliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, kadınlarda iliak uçtaki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü [Kadın iliak uç: $81,13 \pm 3,43$ reseptör/birim alanı \pm SH, Erkek iliak uç: $68,48 \pm 2,52$ reseptör/birim alanı \pm SH $P \leq 0,002$; Grafik-2, Tablo-4].

Kadınlardaki orta bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı erkeklerdeki orta bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, kadınlarda orta bölgedeki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü [Kadın orta bölge: $41,91 \pm 3,25$ reseptör/birim alanı \pm SH, Erkek orta bölge: $29,03 \pm 1,48$ reseptör/birim alanı \pm SH $P \leq 0,0003$; Grafik-2, Tablo-4].

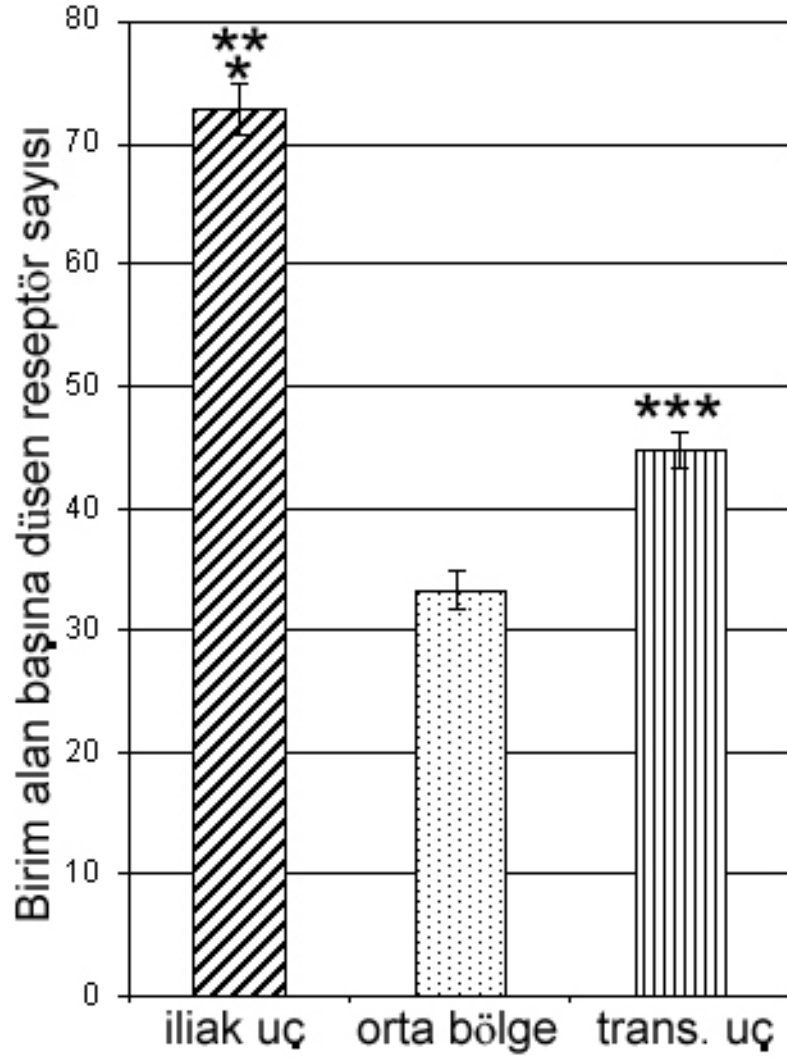
Kadınlardaki transvers uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı erkeklerdeki transvers uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, kadınlardaki transvers uç mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü [Kadın transvers uç: $53,35 \pm 3,09$ reseptör/birim alanı \pm SH, Erkek transvers uç: $40,63 \pm 1,57$ reseptör/birim alanı \pm SH $P \leq 0,0001$; Grafik-2, Tablo-4].

Çift bant olan iliolumbar ligamentin iliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı tek bant olan iliolumbar ligamentin iliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, çift bant olan iliolumbar ligamentin iliak uçtaki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü [Çift bant olan iliolumbar ligamentin iliak uç: $83,97 \pm 3,05$ reseptör/birim alanı \pm SH, Tek bant olan iliolumbar ligamentin iliak uç: $62,83 \pm 2,42$ reseptör/birim alanı \pm SH $P \leq 0,003$; Grafik-3, Tablo-5].

Çift bant olan iliolumbar ligamentin orta bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı tek bant olan iliolumbar ligamentin orta bölge birim alan

başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, çift bant olan iliolumbar ligamentin orta bölge mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü [Çift bant olan iliolumbar ligamentin orta bölge: $38,86 \pm 2,30$ reseptör/birim alanı \pm SH, Tek bant olan iliolumbar ligamentin orta bölge: $28,47 \pm 1,93$ reseptör/birim alanı \pm SH $P \leq 0,0005$; Grafik-3, Tablo-5].

Çift bant olan iliolumbar ligamentin transvers uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı tek bant olan iliolumbar ligamentin transvers uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, çift bant olan iliolumbar ligamentin transvers uç mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü [Çift bant olan iliolumbar ligamentin transvers uç: $49,33 \pm 2,00$ reseptör/birim alanı, \pm SH Tek bant olan iliolumbar ligamentin transvers uç: $40,96 \pm 2,20$ reseptör/birim alanı \pm SH $P \leq 0,002$; Grafik-3, Tablo-5].



Grafik 1:

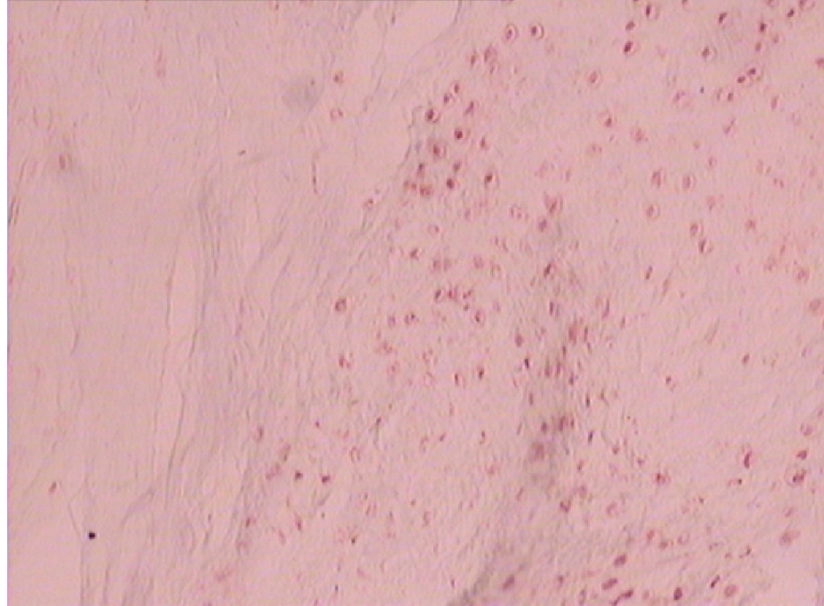
*İliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı orta bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, iliak uçtaki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü ($P \leq 0,0001$).

**İliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı transvers bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, iliak uçtaki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü ($P \leq 0,0001$).

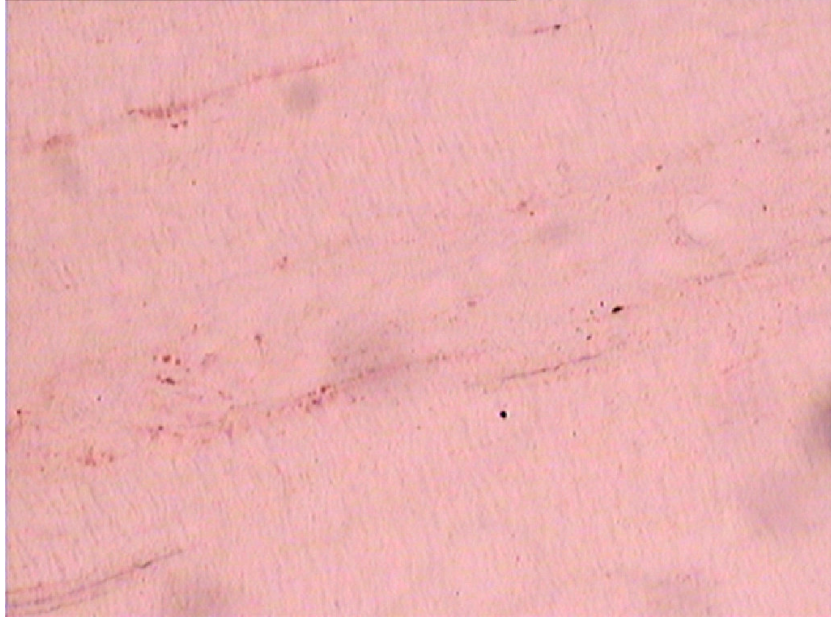
***Transvers uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı orta bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, transvers uçtaki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü ($P \leq 0,0003$).

Tablo 3: İliak uç, orta bölge ve transvers uçta elde edilen birim alan başına düşen mekanoreseptör sayıları

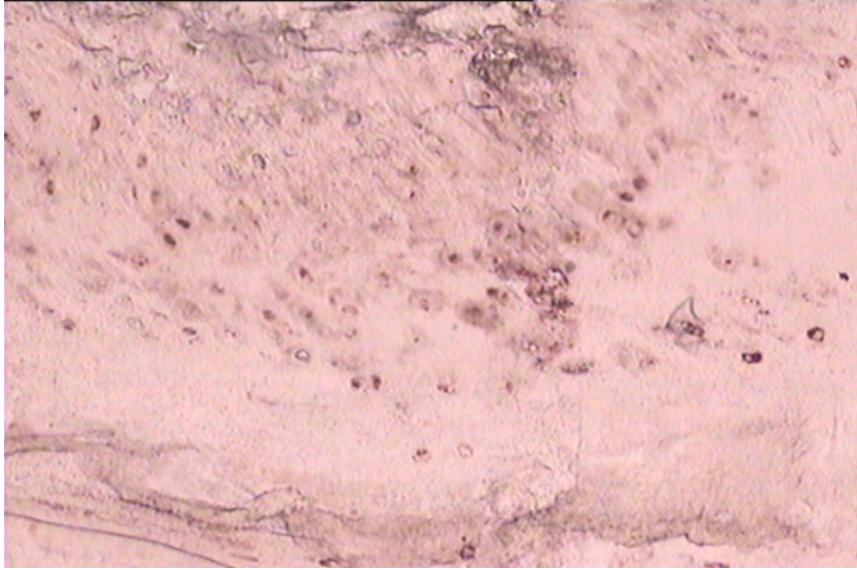
	İliak uç	Orta bölge	Transvers uç
Ortalama mekanoreseptör sayısı	72,70	33,32	44,87
Standart hata	2,07	1,54	1,52
En büyük reseptör sayısı	138	97	95
En küçük reseptör sayısı	21	8	11



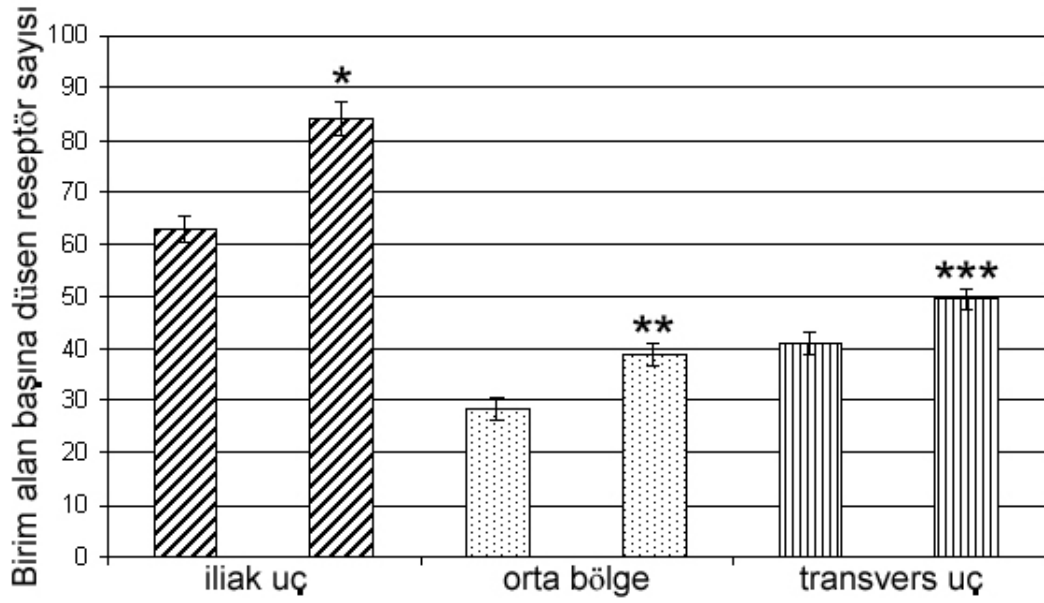
Şekil 11: İliak uçta görülen mekanoreseptörler(x10)



Şekil 12: Orta bölgede görülen mekanoreseptörler(x10)



Şekil 13: Transvers uçta görülen mekanoreseptörler(x10)



Grafik 2:

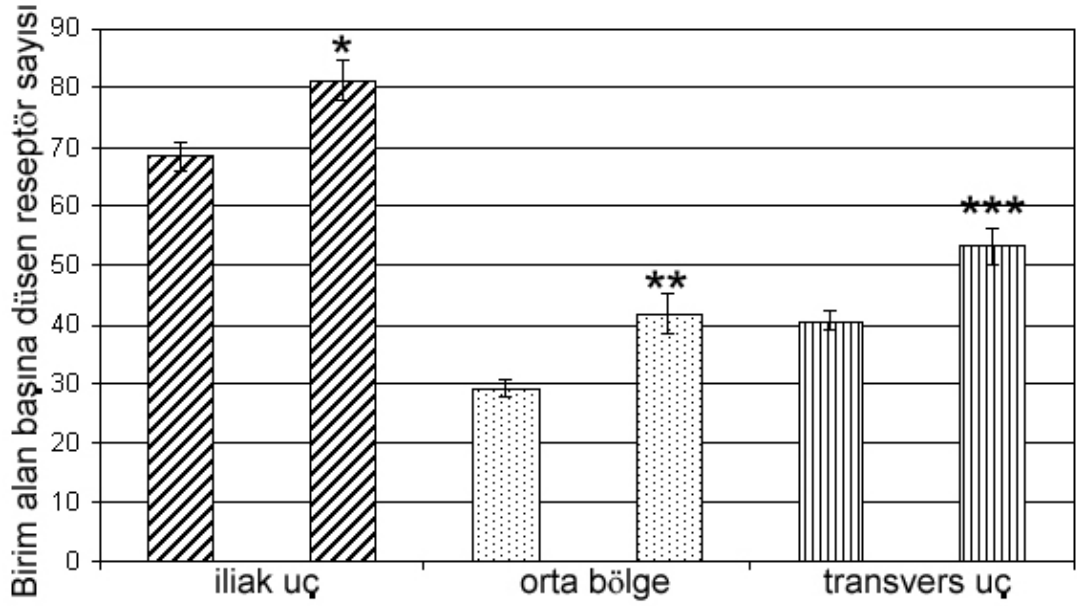
* Kadınlardaki iliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı erkeklerdeki iliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, kadınlarda iliak uçtaki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü ($P \leq 0,002$).

** Kadınlardaki orta bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı erkeklerdeki orta bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, kadınlarda orta bölgedeki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü ($P \leq 0,0003$).

*** Kadınlardaki transvers uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı erkeklerdeki transvers uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, kadınlardaki transvers uç mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü ($P \leq 0,0001$).

Tablo 4: İliak uç, orta bölge ve transvers uçta elde edilen birim alan başına düşen mekanoreseptör sayısı ortalamasının kadın ve erkekteki dağılımı.

	Erkek iliak uç	Kadın iliak uç	Erkek orta bölge	Kadın orta bölge	Erkek trans. uç	Kadın trans. uç
Ortalama mekanoreseptör sayısı	68,48	81,13	29,03	41,91	40,63	53,35
Standart hata	2,52	3,43	1,48	3,25	1,57	3,09



Grafik 3:

* Çift bant olan iliolumbar ligamentin iliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı tek bant olan iliolumbar ligamentin iliak uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, çift bant olan iliolumbar ligamentin iliak uçtaki mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü ($P \leq 0,003$).

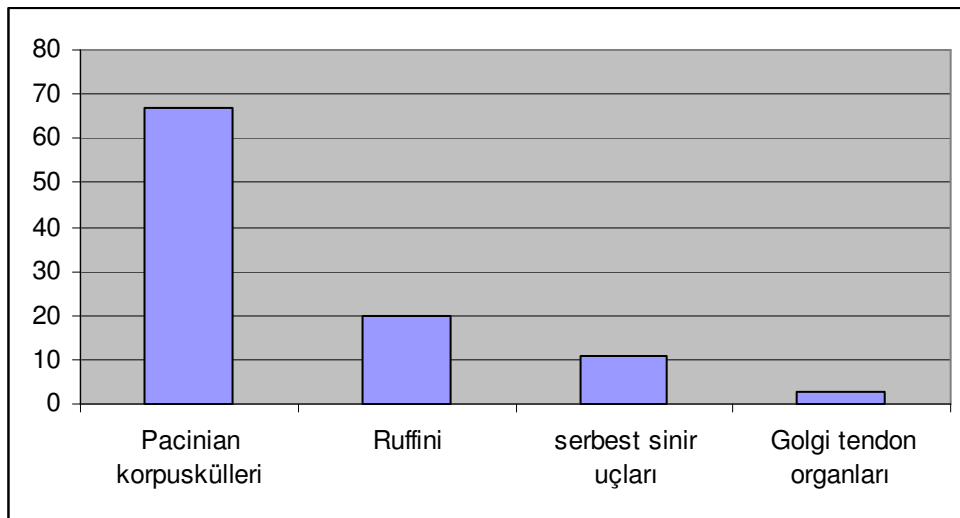
** Çift bant olan iliolumbar ligamentin orta bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı tek bant olan iliolumbar ligamentin orta bölge birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, çift bant olan iliolumbar ligamentin orta bölge mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü ($P \leq 0,0005$).

*** Çift bant olan iliolumbar ligamentin transvers uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı tek bant olan iliolumbar ligamentin transvers uç birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, çift bant olan iliolumbar ligamentin transvers uç mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü ($P \leq 0,002$).

Tablo 5: İliak uç, orta bölge ve transvers uçta elde edilen birim alan başına düşen mekanoreseptör sayısı ortalamasının tek bant ve çift banttaki dağılımı.

	Tek bantlı İliolumbar ligament iliak uç	Çift bantlı İliolumbar ligament iliak uç	Tek bantlı İliolumbar ligament orta bölge	Çift bantlı İliolumbar ligament orta bölge	Tek bantlı İliolumbar ligament transvers uç	Çift bantlı İliolumbar ligament transvers uç
Ortalama mekanoreseptör sayısı	62,83	83,97	28,47	38,86	40,96	49,33
Standart hata	2,42	3,05	1,93	2,30	2,20	2,00

Tüm preparatlar mekanoreseptör tip ayırımı yapacak kalitede boyanmadığı için tip ayırımının yapılabildiği rasgele seçilen 12 preparatta yapılan incelemede dört tip mekanoreseptör bulundu. Ruffini ve Pacinian korpuskülleri, Golgi tendon organları (GTO) ve serbest sinir uçları görüldü. Tip ayırımı için uygun olan 12 preparattan her preparatta 100 hücre sayıldı. (Tablo 6) Pacinian korpuskülleri % 66,67 oranında, Ruffini % 19,67 oranında, serbest sinir uçları % 10,83 oranında, Golgi tendon organları % 2,83 oranında görüldü (Grafik 4).



Grafik 4: Mekanoreseptör tiplerinin birim alan başına düşen oranları

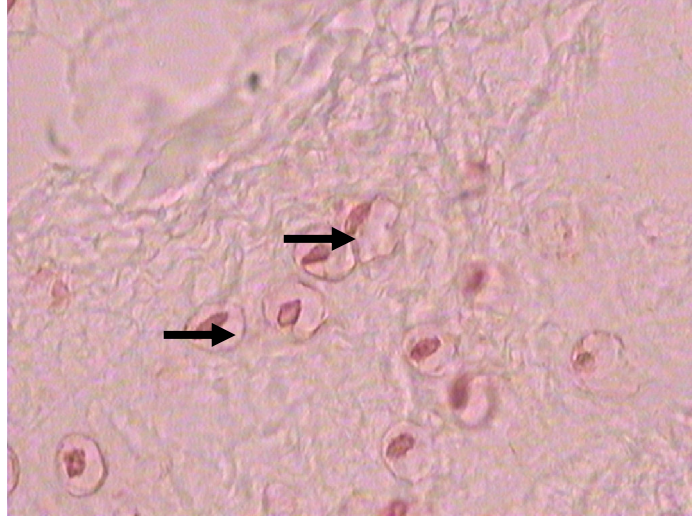
Tablo 6: Rasgele seçilen 12 preparatta, her preparatta sayılan 100 hücrenin Pacinian, Ruffini, serbest sinir uçları ve Golgi tendon organ sayıları görülmekte.

	Pacinian	Ruffini	Serbest sinir uçları	Golgi tendon organları
1	67	19	11	3
2	66	20	11	3
3	67	21	10	2
4	66	19	12	3
5	66	20	11	3
6	68	19	10	3
7	66	20	11	3
8	67	20	11	2
9	67	19	11	3
10	66	20	11	3
11	66	20	11	3
12	68	19	10	3

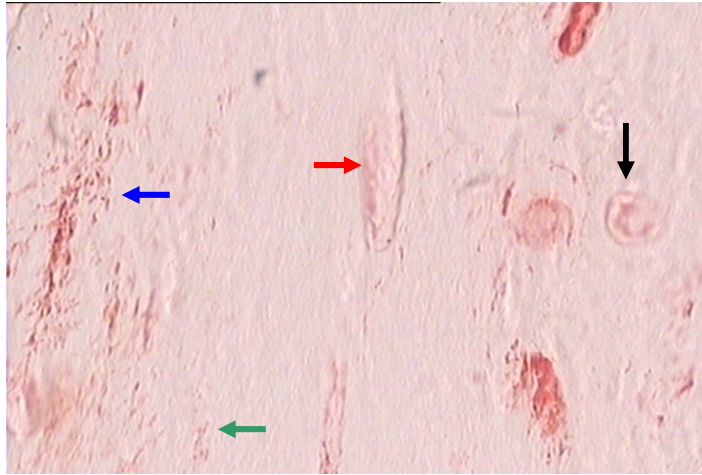
Mekanoreseptör tiplerinin karşılaştırması için iki popülasyon oranları arası fark testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık $P \leq 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Sonuçlar:

- 1- Pacinian – Ruffini Karşılaştırması: iki grup birbirinden farklı, $p < 0,0001$
- 2- Pacinian – Ser. Sinir. Uçları Karşılaştırması: iki grup birbirinden farklı, $p < 0,0001$
- 3- Pacinian – GTO Karşılaştırması: iki grup birbirinden farklı, $p < 0,0001$
- 4- Ruffini – Ser. Sinir Uçları Karşılaştırması: iki grup birbirinden farklı, $p = 0,041$
- 5- Ruffini – GTO Karşılaştırması: iki grup birbirinden farklı, $p < 0,0001$
- 6- Ser. Sinir Uçları – GTO Karşılaştırması: iki grup birbirinden farklı, $p = 0,0125$



Şekil 14: Pacinian korpüskülleri (x40)



Şekil 15: Ruffini korpüskülü (kırmızı ok), Pacinian korpüskülleri (siyah ok), Golgi tendon organ (mavi ok) ve serbest sinir uçları (yeşil ok) (x 40)

TARTIŞMA

Çoğu kitap ve makale iliolumbar ligamenti farklı şekilde tanımlar. Testut, Latarjet ve Broudeur'a göre iliolumbar ligament her zaman L4 ve L5 vertebranın transvers çıkıntısından köken alır (41, 42). Luk, Chow ve Uthoff iliolumbar ligamentin bazen L4 transvers çıkıntından ama genel olarak L5 transvers çıkıntından kaynaklandığını iddia eder (4,39,40). Hanson ve Sonesson ligamentin sadece L5 transvers çıkıntından kaynaklanan iki şeritten oluştuğunu tanımlar (3). Maigne ve Maigne ise iliolumbar ligamenti sadece L5 transvers çıkıntından orijin alan tek bir bant olarak tanımlar (43). Hanson ve arkadaşları iliolumbar ligamentin siyah insanlarda L5 pedikülünden, beyaz insanlarda L5 transvers çıkıntından orijin aldığını bildirir (44). Bogduk ve arkadaşları ligamentin 5 parçadan oluştuğunu ileri sürer, bununla birlikte Pool ve arkadaşları ligamentin 7 parçadan oluştuğunu ileri sürer (44–46). Bu çalışmada ise makroskobik değerlendirmede, tüm örneklerde iliolumbar ligamentin L5 transvers çıkıntısından orijin aldığı gözlemlendi. Fujiwara ve arkadaşlarının tanımladığı sınıflamaya uygun olarak gruplandırıldı. Bu sınıflama, anterior ve posterior bantların tanımlanması ve bantların ayrı (Tip A) ya da aynı (Tip B) seyirini temel alır (2). Orijinal çalışmada Tip A İliolomber ligament Tip B'den fazla rapor edilmiştir ancak bu çalışmada Tip B iliolumbar ligament daha fazla gözlenmiştir (Tip A 14, Tip B 16).

İliolumbar ligamente ait morfometrik bilgi de değişkendir. Hanson ve Sonesson yaptıkları kadavra çalışmasında, anterior iliolumbar ligamentin yaklaşık olarak 30–40 mm uzunluğunda, 8–10 mm genişliğinde ve 2–3 mm kalınlığında, posterior iliolumbar ligamentin ise 10–12 mm uzunluğunda, 5–7 mm genişliğinde olduğunu raporlamışlardır (3). Rucco ve arkadaşlarının yaptığı MRI görüntüleme çalışmasında anterior bant 10–15 mm uzunluğunda ve 2–3 mm genişliğinde, posterior bant 15–20 mm uzunluğunda ve 1–3 mm genişliğindedir (41). Fujiwara ve arkadaşlarının yaptığı diğer bir MRI görüntüleme çalışmasında anterior iliolumbar ligament uzunluğu 14–34 mm (ortalama 24 mm) arasında ve posterior iliolumbar ligament 9–26 mm (ortalama 17 mm) arasındadır (47). Bizim çalışmamızda ise tek bant halinde olan ligamentlerin boylarının ortalaması $32,13 \pm 4,49$ mm (27,00–41,00 mm), genişliklerinin ortalaması $14,50 \pm 4,99$ mm (7,00–21,00 mm) bulundu (Tablo 2). Çift

bant halinde olan ligamentlerin anterior ve posterior bantlarının gross anatomik özellikleri ayrı ayrı değerlendirildi. Anteriorların bant boylarının ortalaması $29,86 \pm 2,12$ mm (28,00–32,00 mm), genişliklerinin ortalaması $11,00 \pm 2,77$ mm (7,00–14,00 mm) bulundu. Posterior bant boylarının ortalaması $23,71 \pm 3,20$ mm (19,0–27,0 mm), genişliklerinin ortalaması $6,71 \pm 1,25$ mm (5,00–8,00 mm) bulundu (Tablo 1). İliolomber ligamentin birçok çalışmada farklı tanımının ve farklı morfometrik bilgilerinin olması olasılıkla iliolumbar ligamentin kişisel farklılığından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada literatürdeki tanımlamalarla örtüşen bulgularla karşılaştığımız kadar, çelişen bulgularla da karşılaşmıştır. Örneğin Luk’a göre anterior bant yatay düzlemde uzanırken, posterior bant oblik bir şekilde uzanır (39). Bizim çalışmamızda ise her iki bant oblik olarak uzanmaktaydı ve iliak kemiğe yaklaşık 45° açı ile yapışmaktaydı. Sadece bir olguda tek bant halindeki ligament sağ ve solda yatay düzlemde gözlemlendi.

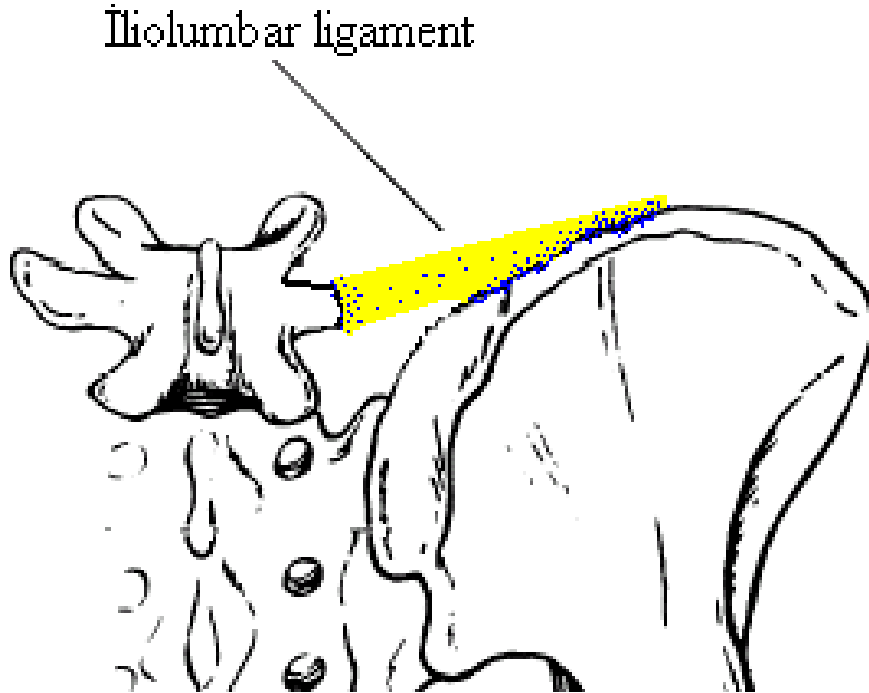
Tablo 7: İliolomber ligamentin morfometrik özelliklerini inceleyen araştırmalar

		Ant. Bant boyu (mm)	Ant. Bant genişliği (mm)	Post. Bant boyu (mm)	Post. Bant genişliği (mm)
Hanson ve Sonesson (3)		30,00–40,00	8,00–10,00	10,00–12,00	5,00–7,00
Rucco ve ark. (41)		10,00–15,00	2,00–3,00	15,00–20,00	1,00–3,00
Fujiwara ve ark. (47)		14,00–34,00		9,00–26,00	
Fujiwara ve ark. (52)	Tip A	$24,80 \pm 4,60$	$3,00 \pm 1,00$	$15,20 \pm 4,60$	$2,60 \pm 1,00$
	Tip B	$22,20 \pm 4,80$	$3,10 \pm 1,00$	$17,00 \pm 4,00$	$3,10 \pm 1,00$
Bizim çalışmamızda	Tip A	$29,80 \pm 2,10$	$11,00 \pm 2,80$	$23,70 \pm 3,20$	$6,70 \pm 1,20$
	Tip B	$32,10 \pm 4,50$	$14,50 \pm 5,00$		

İliolomber ligamentin açılanmış yapışmasından dolayı yaralanmaya karşı artmış bir hassasiyet vardır. Kemik yüzeye açıyla yapışan bir ligament, paralel yapışan bir ligament kadar güçlü olmayabilir. Hackett, fibro-osseöz bileşkeye akut veya tekrarlayan travmanın, ligamentöz gevşemenin nedeni olduğunu, gevşemiş ligamentlerdeki intrinsik sinir iğcikleri üzerine gerginlik oluşturur ve bu gevşeme ağrı paternine neden olduğunu iddia eder (71). Bu görüşe göre iliolumbar ligamentin fibro-osseöz bileşkesindeki stres her iki dokuda ağrıyı tetikleyebilir. Bizim çalışmamızda iliolumbar ligamentte nosiseptif serbest sinir sonlanmaları ve propriyoseptif mekanoreseptörleri (Ruffini sonlanmaları, Paccinian korpuskülleri ve

Golgi tendon organ benzer sonlanmaları) özellikle ligamentin iliak kemik yapışma yerinde istatistiksel olarak fazla olması oblik ligament yapısı ile ilişkili olabilir (Grafik 1, Tablo 3, Şekil 16). Bu çalışmada yeterli transvers yerleşimli ligament olmadığından reseptörlerin yoğunluğu karşılaştırılmadı. Bu teoriyi ispatlamak için daha fazla transvers yerleşimli ligament gerekmektedir.

İliolomber ligament içerdiği mekanoreseptörlerin sayesinde lumbosakral bölgeye basit yapısal destekten daha fazlasını sağlar. İliolomber ligamentten çıkan duyu bilgi lumbosakral bölgede refleks kas kasılmalarına ve koordinasyonun kontrolüne yardımcı olarak stabiliteyi artırır. Bu propriyosepsiyonun en temel özelliğidir. Özellikle bu mekanoreseptörlerin iliak kemik ve L5 transvers çıkıntı yapışma yerinde yoğun olması, fibro-osseöz bileşkesindeki stresin fazla olduğunun bir göstergesidir.



Şekil 16: Mekanoreseptörlerin ligamentteki dağılımı

Vücuttaki diğer tüm yapılar gibi lumbosakral bileşke de santral sinir sistemi tarafından kontrol altında tutulur. Lumbosakral bileşkeden gelen uyarılarla,

lumbosakral bileşke hareketleri fizyolojik sınırlar içerisinde tutularak yapıların zarar görmesi engellenmiş olur. Sinir sistemine, propriyoseptif duyuyu ulaştıran mekanizmanın ilk basamağı mekanoreseptörlerdir. Propriyoseptif duyu sayesinde, lumbosakral bileşkenin konumu, santral sinir sistemi tarafından algılanmakta ve lumbosakral bileşke hareketinin fizyolojik sınırlar içerisinde tutulması sağlanmaktadır. Görüldüğü gibi propriyoseptif duyunun lumbosakral bileşkeyi travmalardan koruyucu reflekslerin oluşturulmasında önemli bir rolü vardır. Eklem laksitelerinde ve kronik dejeneratif eklem hastalıklarının etiyolojisinde, propriyoseptif duydaki yetersizliğin rolü olduğu konusunda fikirler ileri sürülmektedir (9, 15, 17).

Propriyoseptif duyunun santral sinir sistemine iletilmesinde ilk basamağı oluşturan mekanoreseptörlerin tespitinde, histolojik ve elektrofizyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Histolojik yöntemde özel boyalar ile mekanoreseptörün kendisi direk olarak gösterilirken, elektrofizyolojik yöntemde verilen elektrik uyarıya yanıt olarak oluşan kortikal uyarılmış potansiyellerle mekanoreseptörler saptanırlar. Elektrofizyolojik çalışmaların sonuçları değerlendirilirken, uyarının verilmesi ile kortikal yanıtın oluşması arasında geçen süre, yani latans değeri göz önüne alınır. İçerisinde sinir sistemine ait bir eleman bulunduran yapılarda ve bu yapılardaki yoğunluklarına göre, tespit edilen latans süresi kısalmaktadır. Pitman ve arkadaşlarının çalışmasında, üç kısım halinde incelenen ön çapraz bağda özellikle bağın orta kısmında kısa latans süreleri bulunmuştur. Bu bulgu, ön çapraz bağın bu kısmında diğer kısımlara göre daha yoğun sinir sonlanmaları olduğu şeklinde yorumlanmıştır (72). Barrack ve arkadaşları hayvan denekler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonlarında kullanılan serbest patellar tendon otogreftlerinin postoperatif dönemde reinerve olup olmadıklarını histolojik ve elektrofizyolojik yöntemlerle incelemiştir. Patellar tendon otogrefti uygulanan 6 denek hayvanının postop altıncı ayda yapılan incelenmesinde, 2 olguda otogreftlerin reinerve olduğu, ölçülen kortikal uyarılmış potansiyeller ile gösterilmiştir. Çalışmadaki histolojik ve elektrofizyolojik sonuçlar birlikte incelendiğinde, elektrofizyolojik olarak pozitif yanıt alınan iki olguda da histolojik olarak yüksek yoğunlukta reseptör tespit edilmesi önemlidir (73). Çalışmamızda mekanoreseptörlerin gösterilmesi için histolojik özel boyalar kullanıldı. Bildiğimiz

kadarıyla literatürde, lumbosakral bileşkenin stabilitesinde önemli role sahip İliolumbar ligamentteki mekanoreseptörlerin gösterilmesine yönelik histolojik ya da elektrofizyolojik çalışma bulunmamaktadır. İliolomber ligamentin klinik öneminin incelendiği çalışmalarda, özellikle biyomekanik etkiler üzerinde durulmuş ve genel bir görüş olarak, iliolumbar ligamentin lumbosakral birleşkenin stabilitesinden daha önemli rolü olduğu belirtilmiştir. İliolomber ligament 3 lumbopelvik ligamentten birisidir (3, 47). Diğer ikisi sakrotuberoz ve sakrospinoz ligamentlerdir. İliolomber ligament lumbosakral birleşkenin stabilizasyonu ve L5 vertebranın sakrum üzerinde dik durması için önemlidir. İliolomber ligamentin anterior ve posterior bantları lumbosakral birleşkenin stabilitesinde farklı fonksiyonlara hizmet eder. Anterior bant L5 vertebranın sakrum üzerindeki pozisyonunun korunmasında önemlidir. Posterior bant L5 vertebranın sakrum üzerinde anteriora kaymasını önler. L5 spondilolizide L5'in S1 vertebra üzerinde fleksiyon ve aksiyel rotasyonu belirgin olarak özellikle iliolumbar ligamentin posterior kısmı ile düzenlenir. İliolomber ligamentin bütünlüğü lumbosakral birleşkenin stabilitesini ve L5 vertebranın öne kayma miktarını belirleyebilir (48, 51).

Leong ve arkadaşları 1987 yılında yaptığı çalışmada, L5'in sakrum üzerinde stabilizasyonunda iliolumbar ligamentin fonksiyonu, vertebral kolonun lomber bölgesinin fleksiyon, ekstansiyon, torsiyon, ve lateral eğilmesi sırasında değerlendirmiştir (1). Bu çalışma sonuçlarına göre, fleksiyon sırasında iliolumbar ligament belirgin olarak L5 vertebranın öne kaymasını sınırlandırır. L5 vertebranın sakrum üzerinden öne fleksiyonunun, iliolumbar ligamentin posterior bantı tarafından kontrol edildiğini ve anterior bantın ise L5 vertebranın anterior stabilitesinin az bir miktarına katkıda bulunduğunu vurgularlar. Fleksiyonun aksine iliolumbar ligament ekstansiyonu kısıtlamada çok küçük bir role sahiptir. Çünkü spinal segmentin ekstansiyonu esas olarak faset eklemleri ve sağlam annulus fibrosus tarafından kontrol edilir. Leong ve arkadaşlarının çalışmalarındaki çarpıcı bulgularında, iliolumbar ligamentin ana fonksiyonlardan bir tanesinin L5 vertebranın S1 vertebra üzerinde lateral bendinginin kontrolüdür. Lumbosakral birleşkenin lateral eğilmesinin ağırlıklı olarak iliolumbar ligamentin anterior bantı tarafından kontrol edildiğini vurgularlar (1).

Önemli biyomekanik etkilerden biri de iliolumbar ligamentin lumbosakral birleşke üzerine rotasyonel harekette kısıtlayıcı role sahip olmasıdır. İliolomber ligamentin lumbosakral birleşkenin stabilitesini sağlanmasında ve lumbosakral diskin korunmasında belirgin bir rolü vardır. İliolomber ligamentin torsiyonel stabilitesi bulunmasından dolayı, L4-L5 eklemi L5-S1 eklemi ne göre torsiyona daha hassas hale gelir (52).

L5 vertebranın ishtmik spondilolistezisinde ve L5 vertebranın S1 vertebra üzerinde konjenital spondilolistezisinde iliolumbar ligamentin devamlılığı öne kayma miktarını kısmen belirleyebilir (51). İliolomber ligamentte bulunan nosiseptör ve mekanoreseptörler nedeniyle, ligament lumbosakral bölgeye basit yapısal destekten daha fazlasını sağlar. İliolomber ligamentten çıkan duyuşsal bilgi lumbosakral bölgede refleks kas kasılmalarına ve koordinasyonun kontrolüne yardımcı olarak stabiliteyi arttırır. L5 vertebra ve ileum arasında iliolumbar ligamentin bulunması olasılıkla dejeneratif spondilolistezisin L4-L5 vertebra arasında sık görülmesinin en mantıklı açıklamalarından biridir (52).

Bel incinmesi lumbosakral omurganın mekanik strese maruz kalması sonucu ortaya çıkan bel ağrısı olarak tanımlanır. Mekanik kaynaklı bel ağrılı hastaların % 60-70' inde neden bel incinmesidir. Bel incinmesinde etyolojiyi belirlemek her zaman mümkün olmayabilir; ancak spesifik travmatik bir episod veya devam eden mekanik streslerden dolayı ligament ve kasların zedelenmesi nedeniyle olabilir. Bel incinmesine bağılı bel ağrısı istirahat pozisyonunda tonik olarak kasılan anatomik yapılarla ilişkili olabilir. Aynı zamanda omurganın destek yapılarının tahammül edebileceğinden daha büyük bir strese maruz kalması sonucunda veya lumbosakral omurgada yapısal anormallik varsa omurga hareketiyle bel ağrısı olabilir. Şahıs bir objeyi kaldırdığında başlangıçta kaslar kasılır. Kasın karşılaştığı kuvvet dayanabileceğinden daha büyük ise veya kas yorgunluğu varsa stres ligamentlere transfer edilir. İntradiskal basınç artar ve uygulanan kuvvet yeterince fazla ise normalde ağırlık taşımayan faset eklemlerine güç aktarılır. Kuvvet çok fazla ise kas fibrillerinde, tendonlarda, ligamentlerde, anulus fibrosus veya faset eklemlerinde hasar meydana gelebilir. Bu durum, parsiyel bir deafferantasyona ve mekanoreseptörlerin hasarına yol açmaktadır. Hem mekanik desteğın azalması hem

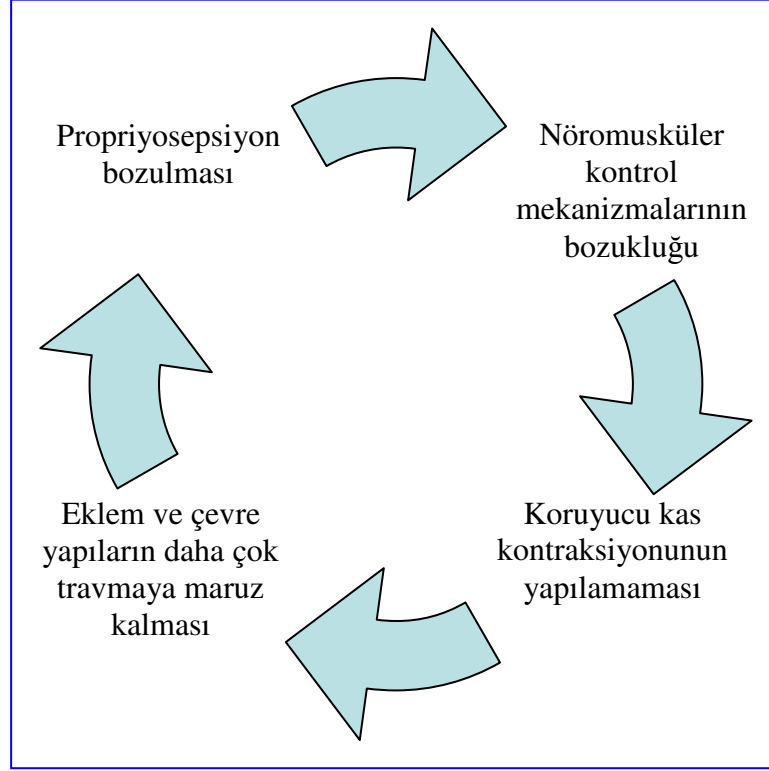
de inhibe olmuş nöromusküler stabilizasyon, tekrarlayıcı travmalara zemin hazırlar ve sonuçta instabiliteye neden olur. Sims ve arkadaşları yaptığı çalışmada tekrarlayan mikrotravma (mesleksel), akut incinme ve/veya kötü duruş (obezite) gibi iliolumbar ligamentin fizyolojik sınırını aşan zorlamaların kronik bel ağrısı oluşmasına neden olduğunu iddia etmektedirler (69). İliolomber ligamentin açılanmış yapışmasından dolayı yaralanmaya karşı artmış bir hassasiyeti vardır. Bu açılanma bireysel farklılıklardan kaynaklanabilir. Bizim örnekleme grubumuzda sadece bir olguda yatay düzlemde seyrediyordu. Bu yaralanmaya bazı bireylerin daha yatkın olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca bu çalışmada ligamentin propriyoseptif reseptörlerinin yoğunluğu gösterilmiştir. Basit bir fikir yürütmeye bile, bu oluşumların yaralanması ve fonksiyonlarını yitirmesi durumunda, lumbosakral bölgede fizyolojik ve mekanik işlev bozukluğunu beklemek mantıksız olmayacaktır.

Kronik bel ağrısı etyolojisinde iliolumbar ligamentin de rol oynadığı 1979 yılında Hirschberg ve arkadaşları tarafından belirtilmiş ve iliolumbar ligament kaynaklı bel ağrısını İliolumbar sendrom olarak tanımlamışlardır (74). Bu sendromda tipik olarak, hasta tek taraflı posterior iliak krestte lokalize ağrıdan şikayet etmektedir. Semptomlar en sık uzun süre ayakta kalma veya oturmadan sonra ortaya çıkmaktadır. Hasta sıklıkla ağrıyı tam lokalize edebilmektedir. Aynı zamanda etkilenmeyen tarafa lateral eğilme ile artan ağrı İliolumbar sendromun bir özelliğidir. Tipik olarak hasta nörolojik defisite sahip değildir. Etkilenen ligamentin yapışma yerine enjeksiyon sonrası bütün semptom ve bulguların gerilemesi tanıyı doğrular. Naeim ve arkadaşları 1982 yılında kronik İliolumbar sendromun tedavisinde ligamentin yapışma yerine lokal lidokain infiltrasyonu ile başarılı sonuçlar elde etmişlerdir (75). Sims ve arkadaşları, birçok kronik bel ağrısının etyolojisinde iliolumbar ligamentin mikrotravması sonucunda oluşabileceğini belirtmişlerdir (69). İliolomber sendromun gerçekten var olup olmadığı halen tartışmalı bir konudur. Bazı yazarlar bel ağrısının etiyolojisinde ligamentin çok küçük bir rol oynadığını iddia ederken bazıları önemli rol oynadığını iddia etmektedir (69, 74).

Yumuşak doku yaralanmalarını takiben sıklıkla propriyosepsiyon kaybı geliştiği öne sürülmektedir. Eklem sakatlanmalarından sonra nöromusküler eklem stabilizasyonunun inhibe olduğu gösterilmiştir. Mekanoreseptörler eklem hareket ve

pozisyonu ile ilgili değişiklikleri elektrofizyolojik uyarılara çeviren özelleşmiş nöronlardır (76). İliolomber ligamentte yer alan mekanoreseptörler, refleks kas stabilizasyonunu başlatan feedback mekanizmasında önemli rol oynarlar. Bu feedback, aşırı gerilmeye karşı koruyucu bir mekanizma sağlar (77). Propriyoseptif sistemin yetersiz çalışması; nöromuskuler kontrolün yeterli düzeyde yapılamamasına, koruyucu kas aktivitelerinin yerine getirilememesine ve eklem stabilizasyonunun bozulmasına neden olabilir (Şekil 17). Bu durumda, eklem dışardan gelecek travmatik uyarılara karşı savunmasız kalır. Yapıların artarak maruz kaldığı bu travma, propriyosepsiyonun kaynağı olan mekanoreseptörlerin de yapısal olarak bozulmasına neden olacak, böylece propriyosepsiyon daha da bozulacaktır. Bu şekilde bir kısır döngü oluşur (Şekil 17). Özellikle ön çapraz bağ hasarı sonrasında belirgin propriyosepsiyon kaybı olduğu ve bu bozukluğun rekonstrüktif cerrahi onarım sonrasında da devam ettiği gösterilmiştir. Atravmatik instabilitesi olan hastalarda duyuşal defekt geliştiği belirtilmiştir. Riemann ve ark. tek taraflı, travmatik, tekrarlayıcı, anterior omuz instabilitesi olan hastalarda propriyoseptif defekt saptamışlardır (78).

İliolomber ligamentte oluşabilecek zedelenmeler (travma, dejenerasyon vb.) propriyoseptif duyuyu azaltmaktadır. Bu döngü, ligamentin lumbosakral bölgenin stabilizasyonunda önemli rol oynayan ve dinamik kas sınırlayıcıları arasında nörolojik feedback görevi yapan mekanizmanın bozulması ile instabiliteye ve kronik bel ağrısına neden olabileceğini gösterir. Kronik bel ağrısı olan hastaların çoğu idiyopatik bel ağrısı kategorisine girer. Bu kategori; X-ray, laboratuvar testleri veya biyopsi ile spesifik bir patoloji saptanmayan bel ağrılarını içerir. Teorik de olsa pek çok kronik bel ağrısının nedenini iliolumbar ligamentin mikrotravması olarak görenler vardır. Sims ve arkadaşları iliolumbar ligamentin fizyolojik sınırı aşan yaralanmalarını kronik bel ağrısının direk sebebi olabileceği gibi, ek olarak ödem ve/veya iliolumbar ligamentin skarının, kronik bel ağrısının şiddetini arttıran spinal sinirlerin dorsal ramuslarının tuzağına neden olabileceğini düşünürler (69).



Şekil 17: Propriyoseptif duyu yetersizliği ve nöromusküler kontrolün bozukluğunun olası mekanizması ve oluşan döngü

Propriyoseptif duyu eklem stabilitesinin sağlanmasında ve sürdürülmesinde önemli rol oynamaktadır (9–12). Propriyosepsiyon artiküler, musküler ve kutanöz yapılarda yer alan reseptörler tarafından gerçekleştirilir. Paccinian korpüsküllerinin ani hareketleri algılamada ya da hızlanma-yavaşlama tipi hareketlerde arabuluculuk yaptığı düşünülmektedir. Bu reseptörlerin uyarılması, ayrıca eklem çevresinde refleks kas kasılmalarına neden olur (79). Bu çalışmada Paccinian cisimcikleri istatistiksel olarak daha fazla görülmüştür (Tablo 6, Grafik 4). Bu bize iliolumbar ligamentin refleks kas stabilizasyonunu başlatan feedback mekanizmasında önemli role sahip olduğunu gösterir. Yani, iliolumbar ligament lumbosakral bölgeye basit yapısal destekten daha fazlasını sağlar. İliolomber ligamentten çıkan duysal bilgiler lumbosakral bölgede refleks kas kasılmalarına ve koordinasyonun kontrolüne yardımcı olarak stabiliteyi arttırlar.

Ruffini sonlanmaları ve Golgi organı gibi yavaş adapte olan mekanoreseptörler, spesifik eklem açılarında maksimal olarak uyarılmakta olup eklem pozisyonunda

değişme ya da gerçek eklem pozisyonunu algılamada aracılık ederler. Kas içiği reseptörleri kas uzunluğundaki değişikliklere duyarlı iken Golgi tendon organı kas tansiyonundaki değişikliklere duyarlıdır (79). Serbest sinir uçları, ağrı ve inflamasyon hakkındaki mekanik ve/veya kimyasal uyarıları taşıyan duyuşal afferent organlardır ve nosiseptif duyuşdan sorumludurlar. Nosisepsiyon, bedenın bir bölgesinde oluşun doku hasarının, sinir uçları (nosiseptör) ile alınıp santral sinir sistemine götürülmesi, belirli bölge ve nöral yapılarla entegrasyonu sonucu bu zararlı durumun algılanması, buna karşı gereken fizyolojik, biyokimyasal ve psikolojik önlemlerin harekete geçirilmesidir. Ağrı, nosisepsiyon içinde bir algılama olayıdır. Bizim çalışmamızda İliolumbar ligamentte serbest sinir uçları varlığı gözlenmiştir. Bu da, iliolumbar ligamentin kronik bel ağrısı etiolojisinde rol oynayabileceğini gösterir.

Eklemde yaralanma ve hasar oluşması, doğrudan veya dolaylı olarak mekanoreseptörlerden gelen afferent bilgilerde değişikliklere neden olur. Direkt travma ligament ve kapsül yırtılmasına neden olarak sinir liflerinin zarar görmesine neden olabilir. Eklem reseptörlerine gelen ve çıkan mesajların bozulması sonuçta deafferentasyona ve propriyosepsiyon kaybına neden olur. Propriyoseptif zayıflık tekrarlayan yumuşak doku yaralanmaları, osteoartrit ve bel ağrısı ile ilişkilidir. Propriyoseptif zayıflık; denge eğitimi, kinetik zincir egzersizleri, sırta ve omuza odaklı egzersizler ve spora spesifik egzersizlerle azaltılabilir.

Lomber kasların dinamik stabilizasyonu, günümüzde belin propriyoseptif eğitiminde en popüler yöntem olarak kabul edilmektedir (80). Bu egzersiz kapsamında, fonksiyonel hareket düzlemlerinde olmak üzere karın, sırt ve gövde kasları koordineli şekilde güçlendirilmektedir. Belin alt kısmı sıklıkla hareket zincirinin en zayıf halkası olarak kabul edilmektedir. Dinamik lomber stabilizasyon egzersizleri pelvisi nötralde, kemik dizilimini optimumda tutarak, güç ve yük dağılımının dengeli olmasını sağlamakta ve sonuçta bu kısmın aşamalı olarak adaptasyonunu gerçekleştirmektedir (81).

Bu çalışmada iliolumbar ligamente nosiseptif serbest sinir sonlanmaları ve propriyoseptif mekanoreseptörlerin (Ruffini sonlanmaları, Paccinian cisimcikleri ve Golgi tendon organ benzer sonlanmaları) varlığı gözlendi. Bu bize iliolumbar

ligamentin lumbosakral bölgenin stabilizasyonunda önemli bir rol oynadığını ve dinamik kas sınırlayıcıları arasında bir nörolojik feedback görevi yaptığını göstermektedir. Mekanoreseptörlerin özellikle fibro-osseöz birleşkede yoğun olması ligamentin açılanmış yapışmasından ve fibro-osseöz birleşkede stresin fazla olmasından kaynaklanabilir. İliolomber ligamentin anatomik konumu olarak yaralanmaya karşı artmış bir hassasiyeti vardır. İliolomber ligamentin fizyolojik sınırını aşan zorlanmalar, mekanoreseptörlerden gelen afferent bilgilerde değişikliklere neden olur. Sonuçta deafferentasyona ve propriyosepsiyon kaybına neden olur. Propriyosepsiyon kaybı, ligamentin temel fonksiyonu olan stabiliteyi yerine getirememesine neden olarak kronik instabilite ve kronik bel ağrısına neden olabilir. İliolomber ligamentteki propriyosepsiyon kaybı; X-ray, laboratuvar testleri veya biyopsi ile saptanmadığından ligament kaynaklı bel ağrıları idiopatik bel ağrısı kategorisine girmektedir. Oysa iliolumbar ligamentin propriyoseptif zayıflığı; denge eğitimi, kinetik zincir egzersizleri ve lumbosakral odaklı egzersizlerle azaltılabilir.

SONUÇLAR

Ortalama yaşı 37.67 ± 7.95 yıl (21–74 yıl) olan 10 erkek ve 5 kadın toplam 15 taze kadavranın bilateral iliolumbar ligamentinin gross anatomik, Hematoksilen-Eozin boyama ve İmmunohistokimyasal boyama ile histolojik olarak değerlendirildiği bu çalışmanın sonuçları aşağıda sunulmuştur.

- 1- Tüm ligamentler L5 vertebranın transvers çıkıntısından başlamaktaydı.
- 2- Ligamentlerin 14'ü çift, 16'sı ise tek bant şeklindeydi.
- 3- Ligamentlerden 28'i oblik olarak seyredip yaklaşık 45° açı ile sonlanırken, 2 ligament transvers seyrediyordu. Çift bantlı ligamentlerin anterior ve posterior bantlarının seyri aynı idi.
- 4- Tek bant halinde olan ligamentlerin boy ortalamasının $32,13 \pm 4,49$ mm (27,00–41,00 mm), genişlik ortalamasının $14,50 \pm 4,99$ mm (7,00–21,00 mm) olduğu görüldü.
- 5- Çift bant halinde olan ligamentlerin anterior ve posterior bantlarının anatomik özellikleri ayrı ayrı değerlendirildi. Anteriorların bant boyu ortalamasının $29,86 \pm 2,12$ mm (28,00–32,00 mm), genişlik ortalamasının $11,00 \pm 2,77$ mm (7,00–14,00 mm) olduğu görüldü. Posterior bant boyu ortalamasının $23,71 \pm 3,20$ mm (19,0–27,0 mm), genişlik ortalamasının ise $6,71 \pm 1,25$ mm (5,00–8,00 mm) olduğu görüldü.
- 6- Mekanoreseptörler kemik yapışma yerlerinde daha fazla olmak üzere tüm ligament boyunca yerleşmişti.
- 7- Kadınlardaki birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı erkeklerdeki birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, kadın mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü.
- 8- Çift bant olan iliolumbar ligamentin birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör sayısı tek bant olan iliolumbar ligamentin birim alan başına düşen toplam mekanoreseptör ile karşılaştırıldığında, çift bant olan iliolumbar ligamentin mekanoreseptör sayısının anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü.
- 9- İliolomber ligamentte Ruffini ve Pacinian korpuskülleri, Golgi tendon organları (GTO) ve serbest sinir uçları olmak üzere dört tip mekanoreseptör gözlemlendi.
- 10- Mekanoreseptörler içinde Pacinian korpuskülleri diğerlerine oranla daha fazla gözlemlendi.

ÖZET

Bu çalışmada ortalama yaşı 37.67 ± 7.95 yıl (21–74 yıl) olan 10 erkek ve 5 kadın toplam 15 taze kadavranın bilateral iliolumbar ligamenti, Pamukkale Üniversitesi Adli Tıp bölümünde gerçekleştirilen rutin otopsilerden elde edildi. İliolomber ligamentin anatomisi ve morfolojik özellikleri belirlendi ve tüm örneklerde Hematoksilen-Eozin boyama ve immunohistokimyasal boyama yapıldı. Bizim çalışmamızda, tüm ligamentler L5 vertebraının transvers çıkıntısından başlamaktaydı. Ligamentlerin 14'ü çift, 16'sı ise tek bant şeklindeydi. Ligamentlerden 28'i oblik olarak seyredip yaklaşık 45° açı ile sonlanırken, 2 ligament transvers seyrediyordu. Çift bantlı ligamentlerin anterior ve posterior bantlarının seyri aynı idi. Vücudun kilit noktalarındaki birçok ligamentte propriyosepsiyonun ilk basamağı olan mekanoreseptörler histolojik ve/veya elektrofizyolojik yöntemlerle gösterilmiştir. Propriyoseptif duyu sayesinde, ligamentin ve/veya eklem konumu santral sinir sistemi tarafından algılanmakta ve ligamentin ve/veya eklem hareketinin fizyolojik sınırlar içerisinde tutulması sağlanmaktadır. Görüldüğü gibi propriyoseptif duyunun ligamentin ve/veya eklem travmalardan koruyucu reflekslerin oluşturulmasında önemli bir rolü vardır. Vücuttaki diğer tüm yapılar gibi lumbosakral bileşkede santral sinir sistemi tarafından kontrol altında tutulur. Lumbosakral bileşkeden gelen uyarılarla, lumbosakral bileşke hareketleri fizyolojik sınırlar içerisinde tutularak yapıların zarar görmesi engellenmiş olur. Literatürde, lumbosakral bileşke stabilitesinde önemli rolü olan iliolumbar ligamentte mekanoreseptörlerin gösterilmesine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. İliolomber ligamentte nosiseptif serbest sinir sonlanmaları ve propriyoseptif mekanoreseptörleri (Ruffini sonlanmaları, Paccinian cisimcikleri ve Golgi tendon organ benzer sonlanmaları) özellikle iliak kemiğe yapışma yerinde yoğun olmak üzere tüm ligament boyunca mekanoreseptörler gösterilmiştir. İliolomber ligamentten çıkan duysal bilgi lumbosakral bölgede refleks kas kasılmalarına ve koordinasyonun kontrolüne yardımcı olarak stabilizeyi artırır. İliolomber ligamentte nosiseptif serbest sinir sonlanmalarının bulunması ligamentin potansiyel ağrı kaynağı olduğunu gösterebilir. Aynı zamanda ligamentteki propriyoseptif yetersizlik durumunda kronik instabilite ve kronik ağrı nedeni olabilir.

SUMMARY

In this study, bilateral iliolumbar ligaments of 15 fresh cadavers (10 male and 5 female) whose average age was 37.67 ± 7.95 years (21–74 year) were obtained from routine autopsies that were made in Department of Forensic Medicine at Pamukkale University. Anatomy and morphologic characteristics of iliolumbar ligament were identified and all specimens were stained with Hematoxylin-Eosin and immunohistochemical staining. In our study, all ligaments were beginning at the transverse process of L5 vertebrae. Fourteen of the ligaments were double and sixteen were single band in shape. Twenty-eight of the ligaments were running obliquely and ending with approximately 45° in angle and 2 ligaments were running transversely. The courses of anterior and posterior bands of double band ligaments were the same. Mechanoreceptors that are the first step of proprioception at many ligaments of main points of the body were demonstrated with histologic and/or electrophysiologic methods. With proprioceptive sense, position of ligament and/or joint is perceived by the central nervous system and movement of ligament and/or joint is being held in physiologic ranges. As seen, there is an important role of proprioceptive sense at formation of protective reflexes from trauma in ligaments and/or joint. Lumbosacral junction movements are being held in physiologic limits with stimulus coming from the lumbosacral junction and this prevents the structures from being harmed. There is no study in literature about demonstration of iliolumbar ligament mechanoreceptors that are important in lumbosacral junction stability. Nociceptive free nerve endings and proprioceptive mechanoreceptors (Ruffini endings, Paccinian corpuscles and Golgi tendon organ like endings) in iliolumbar ligament especially dense at insertion area of iliac bone throughout the ligament, mechanoreceptors were demonstrated. Sensitive information that is arising from iliolumbar ligament increases stability by helping reflex muscle contraction and controlling coordination at lumbosacral junction. Presence of nociceptive nerve endings at iliolumbar ligament can show being a potential pain source of the ligament. At the same time, the situation of proprioceptive insufficiency at ligament can be cause of chronic instability and pain.

KAYNAKLAR:

1. Leong JC, Luk KD, Chow DH, Woo CW. The biomechanical functions of the iliolumbar ligament in maintaining stability of the lumbosacral junction. *Spine* 1987; 12: 669–674.
2. Fujiwara A, Tamai K, Yoshida H, Kurihashi A, Saotome K, An HS, Lim TH. Anatomy of iliolumbar ligament. *Clin Orthop Relat Res* 2000; 380: 167–172.
3. Hanson P, Sonesson B. The anatomy of the iliolumbar ligament. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 1245–1246.
4. Chow DH, Luk KD, Leong JC, Woo CW. Torsional stability of the lumbosacral junction. Significance of the iliolumbar ligament. *Spine* 1989; 14: 611–615.
5. Aihara T, Takahashi K, Yamagata M, Moriya H, Shimada Y. Does the iliolumbar ligament prevent anterior displacement of the fifth lumbar vertebra with defects of the pars? *J Bone Joint Surg Br* 2000; 82: 846–850.
6. Yamamoto I, Panjabi MM, Oxland TR, Crisco JJ. The role of the iliolumbar ligament in the lumbosacral junction. *Spine* 1990; 15: 1138–1141.
7. Safran MR, Allen AA, Lephart SM, Borsa PA, Fu FH, Harner CD. Proprioception in the posterior cruciate ligament deficient knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999; 7: 310–317.
8. Gillquist J. Knee ligaments and proprioception. *Acta Orthop Scand* 1996; 67: 533–535.
9. Hall MG, Ferrell WR, Sturrock RD, Hamblen DL, Baxendale RH. The effect of the hypermobility syndrome on knee joint proprioception. *Br J Rheumatol* 1995; 34: 121–125.
10. Sharma L. Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am* 1999; 25: 299–314.
11. Skinner HB, Barrack RL, Cook SD, Haddad RJ. Joint position sense in total knee arthroplasty. *J Orthop Res* 1984; 1: 276–283.
12. Sharma L, Pai YC, Holtkamp K, Rymer WZ. Is knee joint proprioception worse in the arthritic knee versus the unaffected knee in unilateral knee osteoarthritis? *Arthritis Rheum* 1997; 40: 1518–1525.

13. Zimny ML. Mechanoreceptors in articular tissues. *Am J Anat* 1988; 182: 16–32.
14. Safran MR, Allen AA, Lephart SM, Borsa PA, Fu FH, Harner CD. Proprioception in the posterior cruciate ligament deficient knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999; 7: 310–317.
15. Schultz RA, Miller DC, Kerr CS, Micheli L. Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. A histological study. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66: 1072–1076.
16. Rhalmi S, Yahia LH, Newman N, Isler M. Immunohistochemical study of nerves in lumbar spine ligaments. *Spine* 1993; 18: 264–267.
17. Michelson JD, Hutchins C. Mechanoreceptors in human ankle ligaments. *J Bone Joint Surg Br* 1995; 77: 219–224.
18. Petrie S, Collins J, Solomonow M, Wink C, Chuinard R. Mechanoreceptors in the palmar wrist ligaments. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79: 494–496.
19. Corrigan JP, Cashman WF, Brady MP. Proprioception in the cruciate deficient knee. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74: 247–250.
20. Johansson H, Sjölander P, Sojka P. Receptors in the knee joint ligaments and their role in the biomechanics of the joint. *Crit Rev Biomed Eng* 1991; 18: 341–368.
21. Akı S. Lomber Vertebral Kolonun Fonksiyonel Anatomisi. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 1998; Mayıs Özel Sayı: 12–20.
22. Öktenoğlu T, Özer F. Omurgan biyomekaniği-Torakolomber omurga. Zileli M, Özer F, eds. *Omurluk ve omurga cerrahisi: İkinci baskı, Cilt 1*, İzmir: Meta, 2002: 171–185.
23. Posner I, White AA, Edwards WT, Hayes WC. A biomechanical analysis of the clinical stability of the lumbar and lumbosacral spine. *Spine* 1982; 7: 374–389.
24. Koşay C, Akçalı Ö, Berk H, Alıcı E. Omurganın biyomekaniksel özellikleri. *J Turkish Spine Surg* 1999; 10: 70–75.
25. Smith TJ, Fernie GR. Functional biomechanics of the spine. *Spine* 1991; 16: 1197–1203.
26. Sharma M, Langrana NA, Rodriguez J. Role of ligaments and facet in lumbar spinal stability. *Spine* 1995; 20: 887–900.

27. Naderi S, Ekinici G, Bayri Y, Derakhshani S, Özgen S, Pamir NN. Facet joint angle in lumbar disc herniation. *J Turkish Spinal Surg* 1997; 8: 136–139.
28. Çakmak A. Yaşlanan Omurga-Lomber Dejenerasyon. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2006; 52: 26–31.
29. Hagg O, Wallner A. Facet joint asymmetry and protrusion of the intervertebral disc. *Spine* 1990; 15: 356–359.
30. Aydınlioğlu A. Discus İntervertebralis: Değişen Fonksiyonel Özellikler. *Van Tıp Dergisi* 1998; 5: 106–110.
31. Setton LA, Chen J. Mechanobiology of the Intervertebral Disc and Relevance to Disc Degeneration. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88: 52–57.
32. Urban JPG, Roberts S, Ralphs JR. The Nucleus of the Intervertebral Disc from Development to Degeneration. *Amer zool* 2000; 40: 53–61.
33. Boden SD, Riew KD, Yamaguchi K, Branch TP, Schellinger D, Wiesel SW. Orientation of the Lumbar Facet Joints: Association with Degenerative Disc Disease. *J Bone Joint Surg Am*. 1996; 78: 403–411.
34. Kiray A, Bağrıyanık HA. Omurganın torakal bölümündeki ligamentlerin anatomisi ve biyomekaniği. *J Turkish Spinal Surg* 2001; 3: 94–97.
35. Myklebust JB, Pintar F, Yoganandan N, Cusick JF, Maiman D, Myers TJ, Sances A Jr. Tensile strength of spinal ligaments. *Spine* 1988; 13: 526–531.
36. Sances A Jr, Myklebust JB, Maiman D, Larson SJ, Cusick JF, Jodat RW. The biomechanics of spinal injuries. *Crit Rev Biomed Eng* 1984; 11: 1–76.
37. Nakagawa H, Mikawa Y, Watanabe R. Elastin in the human posterior longitudinal ligament and spinal dura. A histologic and biochemical study. *Spine* 1994; 19: 2164–2169.
38. Viejo-Fuertes D, Liguoro D, Rivel J, Midy D, Guerin J. Morphologic and histologic study of the ligamentum flavum in the thoraco-lumbar region *Surg Radiol Anat* 1998; 20: 171–176.
39. Luk KD, Ho HC, Leong JC. The iliolumbar ligament. A study of its anatomy, development and clinical significance. *J Bone Joint Surg Br* 1986; 68: 197–200.
40. Uthhoff HK. Prenatal development of the iliolumbar ligament. *J Bone Joint Surg Br* 1993; 75: 93–95.

41. Rucco V, Basadonna PT, Gasparini D. Anatomy of the iliolumbar ligament: A review of its anatomy and a magnetic resonance study. *Am J Phys Med Rehabil* 1996; 75: 451–455. – Testut L, Latarjet A. *Trattato di anatomia umana*, ed 5. Torino UTET 1972.
42. Basadonna PT, Gasparini D, Rucco V. Iliolumbar ligament insertions. In vivo anatomic study. *Spine* 1996; 21: 2313–2316. – Brouder P, Larroque CH, Passeron R, Pellegrino J. Le syndrome ilio-lombaire. Une syndesmo-periostite de la crete iliaque. Arguments cliniques, radiologiques, therapeutiques. Diagnostic avec la lombo-sciatique. 440 observation. *Rev Rhum* 1982; 49: 693–698.
43. Maigne JY, Maigne R. Trigger point of the posterior iliac crest: Painful iliolumbar ligament insertion or cutaneous dorsal ramus pain? An anatomic study. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 734–737.
44. Hanson P, Magnusson SP, Sorensen H, Simonsen EB. Differences in the iliolumbar ligament and the transverse process of the L5 vertebra in young white and black people. *Acta Anat* 1998; 163: 218–223. -Bogduk N. *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum*. Ed 3. Edinburgh, Churchill Livingstone 1997: 49–51.
45. Pool-Goudzwaard A, Kleinrensink GJ, Snijders CJ, Entius C, Stoeckart R. The sacroiliac part of the iliolumbar ligament. *J Anat* 2001; 199: 457–463.
46. Pool-Goudzwaard A, Hoek van Dijke G, Mulder P, Spoor C, Snijders C, Stoeckart R. The iliolumbar ligament: its influence on stability of the sacroiliac joint. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2003; 18: 99–105.
47. Fujiwara A, Tamai K, Yoshida H, Kurihashi A, Saotome K, An HS, Lim TH. Anatomy of the iliolumbar ligament. *Clin Orthop Relat Res* 2000; 380: 167–172.
48. Aihara T, Takahashi K, Yamagata M, Moriya H, Tamaki T. Biomechanical functions of the iliolumbar ligament in spondylolysis. *J Orthop Sci*. 2000; 5: 238–242.
49. Yamamoto I, Panjabi MM, Oxland TR, Crisco JJ. The role of the iliolumbar ligament in the lumbosacral junction. *Spine* 1990; 15: 1138–1141.
50. Hartford JM, McCullen GM, Harris R, Brown CC. The iliolumbar ligament. *Spine* 2000; 25: 1098–1103.

51. Ohmori K, Ishida Y, Takatsu T, Inoue H, Suzuki K. Vertebral slip in lumbar spondylolysis and spondylolisthesis. Long-term follow-up of 22 adult patients. *J Bone Joint Surg Br* 1995; 77: 771–773.
52. Fujiwara A, Tamai K, Kurihashi A, Yoshida H, Saotome K. Relationship between morphology of iliolumbar ligament and lower lumbar disc degeneration. *J Spinal Disord* 1999; 12: 348–352.
53. Aydoğan S, Özer F. Omuriliğin vasküler anatomisi. Zileli M, Özer F, eds. *Omurilik ve omurga cerrahisi: İkinci baskı, Cilt 1, İzmir: Meta, 2002: 87–91.*
54. Kuklo TR, Polly DW, Owens BD, Zeidman SM, Chang AS, Klemme WR. Measurement of thoracic and lumbar fracture kyphosis: evaluation of intraobserver, interobserver, and technique variability. *Spine* 2001; 26: 61–65.
55. Çavdar S. Omurga ve omurilik anatomisi ve embryolojisi. Zileli M, Özer F, eds. *Omurilik ve omurga cerrahisi: İkinci baskı, Cilt 1, İzmir: Meta, 2002: 15–42.*
56. Öktenoğlu T, Özer F. Lomber omurganın cerrahi anatomisi. Zileli M, Özer F, eds. *Omurilik ve omurga cerrahisi: İkinci baskı, Cilt 1, İzmir: Meta, 2002: 69–76.*
57. Yılmaz A, Gök H. Propriyosepsiyon ve Propriyoseptif Egzersizler. *Romatizma* 2006; 21: 23–26.
58. Garsden LR, Bullock-Saxton JE. Joint reposition sense in subjects with unilateral osteoarthritis of the knee. *Clin Rehabil* 1999; 13: 148–55.
59. Dıraçoğlu D, Aydın R, Başkent A. Sağlıklı Kişilerde ve Diz Osteoartritli Hastalarda Propriyosepsiyon Duyusunun Karşılaştırılması. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2005; 51: 90–93.
60. Seaman DR. Nociception, Mechanoreception and Proprioception. What's The Difference and What Do They Have to Do with Subluxation? *Dynamic Chiropractic* 1994; 12: 150–154.
61. O'Connor BL, Brandt KD. Neurogenic factors in the etiopathogenesis of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am* 1993; 19: 581–605.
62. Yamashita T, Cavanaugh JM, El-Bohy AA, Getchell TV, King AI. Mechanosensitive afferent units in the lumbar facet joint. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72: 865–870.

63. Parkhurst TM, Burnett CN. Injury and proprioception in the lower back. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 19: 282–295.
64. Nies N, Sinnott PL. Variations in balance and body sway in middleaged adults: subjects with healthy backs compared with subjects with low-back dysfunction. *Spine* 1991; 16: 325–330.
65. Hogervorst T, Brand RA. Mechanoreceptors in joint function. *J Bone Joint Surg Am* 1998; 80: 1365–1378.
66. Aydın R. Kronik Bel Ağrısında Tedavi. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 1998; 44: 41–47.
67. Klenerman L, Slade PD, Stanley IM, Pennie B, Reilly JP, Atchison LE. The Prediction of chronicity in patients with an acute attack of low back pain in a general practice setting. *Spine* 1995; 20: 478–84.
68. Güven Z, Marangozoğlu İ, Gündüz H. Kronik Mekanik Bel Ağrılı Hastalarda Lumbopelvik Stabilizasyon Egzersiz Eğitiminin Etkinliği. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg.* 2003; 49: 12–17.
69. Sims JA, Moorman SJ. The role of the iliolumbar ligament in low back pain. *Med Hypothesis.* 1996; 46: 511–515.
70. Wayne WD. Biostatistics A foundation for analysis in the health sciences 6 th. Baskı. Walter A, Shewhart S, Samuel S, eds. Yayın evi: john wileng & Sons, Inc. New york. 1995; Chapter 7: 244–246.
71. Linetsky FS, Manchikanti L. Regenerative injection therapy for axial pain. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management. Reg Anesth Pain Med* 2005; 9: 40–49 -Hackett GS. Ligament and tendon relaxation (skeletal disability) treated by prolotherapy (fibro-osseous proliferation). 3rd ed. Springfield IL: Thomas, 1958.
72. Pitman MI, Nainzadeh N, Menche D, Gasalberti R, Song EK. The intraoperative evaluation of the neurosensory function of the anterior cruciate ligament in human using somatosensory evoked potentials. *Arthroscopy* 1992; 8: 442-447.
73. Barrack RL, Lund PJ, Munn BG, Wink C, Happel L. Evidence of reinnervation of free patellar tendon autograft used for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1997; 25: 196–202.

74. Hirschberg GG, Froetscher L, Naeim F. İliolumbar syndrome as a common cause of low back pain: diagnosis and prognosis. *Arch Phys Med Rehabil* 1979; 60: 415–419.
75. Naeim F, Froetscher L, Hirschberg GG. Treatment of the chronic İliolumbar syndrome by infiltration of the iliolumbar ligament. *West J Med*. 1982; 136: 372–374.
76. Grigg P, Hoffman AH. Calibrating joint capsule mechanoreceptor as in vivo self tissue load cells. *J Biomech* 1989; 22: 781–785.
77. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med*. 1997; 25: 130–137.
78. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train* 2002; 37: 71–79.
79. Grigg P, Hoffman AH. Ruffini mechanoreceptors in isolated joint capsule. Responses correlated with strain energy density. *Somatosens Res* 1984; 2: 149–162.
80. Saal JA, Saal JS. Initial stage management of lumbar spine problems. *Phys Med Rehabil Clin North Am* 1991; 2: 187–203.
81. Laskowski ER, Newcomer-Aney K, Smith J. Refining rehabilitation with proprioception training: Expediting return to play. *Phys Sport Med* 1997; 25: 101–103.