



Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu tünel yerleşiminde anatomik noktalar ve uzak anteromedial portal

Anatomical landmarks for tunnels' placement and far anteromedial portal in anterior cruciate ligament reconstruction

Ramazan Akmeşe, Emre Anıl Özbek

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

Ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu spor yaralanmaları ile ilgilenen ortopedistler tarafından en sık gerçekleştirilen bağ yaralanması cerrahisidir. Tarihsel olarak birçok rekonstrüksiyon yöntemi tarif edilmiş olmak ile birlikte cerrahinin esas başarısını belirleyen femoral ve tibial tünel yerleşimleri ile ilgili tartışmalar devam etmektedir. Tünellerin yerleşimini belirleyebilmek için kullanılan eklem içi anatomik referans oluşumları tarif edilmiştir. Bunun ile birlikte ortopedik cerrahlar için en önemli zorluklar; bu noktaların ameliyat sırasında kullanılabilirliği ve artroskopik görüntülenmesi olarak bilinmektedir. Bu derlemenin amacı, ÖÇB cerrahisinin başarısında en önemli faktör olarak kabul edilen femoral ve tibial tünellerin anatomik yerleşimi için kullanılan referans oluşumları ve uzak anteromedial portal kullanılarak femoral tünelin hazırlanması ile ilgili literatürde yer alan güncel çalışmaların derlenmesidir.

Anahtar sözcükler: artroskopi; ön çapraz bağ; femoral tünel; tibial tünel; uzak anteromedial portal

Anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is the most common ligament injury surgery performed by orthopedic surgeons who are interested in sports injuries. Although many reconstruction methods have been described historically, controversy about the femoral and tibial tunnel locations, which determine the main success of surgery, is continuing. Intra-articular anatomical reference landmarks, which are used to determine the location of the tunnels, are described. However, the most important difficulties for orthopedic surgeons are; arthroscopic imaging and intraoperative availability of these landmarks. The aim of this review is to review the current studies in the literature about far anteromedial portal to establish femoral tunnel and reference landmarks, which are used for the anatomical location of the femoral and tibial tunnels, which are considered the most important factor in the success of ACL surgery.

Key words: arthroscopy; anterior cruciate ligament; femoral tunnel; tibial tunnel; far anteromedial portal

Ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu; ortopedistler tarafından sık gerçekleştirilen bir cerrahidir. İlk ÖÇB rekonstrüksiyonu 1917 yılında Hey Groves tarafından gerçekleştirilmiş olup 21. yüzyıl başlarında anatomik rekonstrüksiyon konsepti ortaya atılmıştır.^[1] Bu konsept; anatomik ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında rotasyonel stabilitenin ve bağ sağkalımının daha yüksek olduğuna dair çalışmaların sonucunda ortaya çıkmıştır. Çok merkezli ÖÇB revizyon çalışmasına (MARS; *Multi-center ACL Revision Study*) 1000 ÖÇB revizyon cerrahisi dahil edilmiş olup yazarlar bu çalışmanın sonucunda başarısız sonuçların çoğunun cerrahi teknik hatalarından ve bu hataların %50 oranında femoral tünel yerleşimdeki hatalardan kaynaklandığını bildirmişlerdir.^[2] Aynı

çalışma sonucunda; femoral tünel malpozisyonunun tibial tünel malpozisyonuna göre üç kat daha fazla re-rüptüre neden olduğu bildirilmiş ve bunun diz rotasyon merkezinin femura daha yakın olması nedeniyle kaynaklandığı bildirilmiştir.^[2] Bu bilgiler ışığında ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisi sırasında femoral tünel yerleşiminin yeni bağın sağkalımında en büyük belirleyici faktör olduğu düşünülmektedir.

Geleneksel yöntemlerden olan transtibial ÖÇB rekonstrüksiyon yönteminin anatomik rekonstrüksiyona nazaran daha düşük rotasyonel stabilite sağladığı ve revizyon cerrahisi gereksiniminin daha yüksek olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir.^[3,4] Bunun nedeninin bu yöntemde; femoral tünel yerleşiminin tibial tünelle bağlı olması ve anatomik yerleşiminden daha anteriora

yerleştirilmek zorunda kalınması olarak bildirilmektedir.^[5] Bu sonuçlar anatomik femoral tünel yerleşimi için; anatomik yön göstericilerin ve ÖÇB'nin lateral femoral kondil medial yüzündeki ayak izinin daha iyi görülebileceği yöntemlerin arayışına itmiştir. Bu arayışların sonucunda bağımsız femoral drilleme için transportal yöntemler (anteromedial ve uzak anteromedial portaller) ve femoral tünel yerleşimi için anatomik noktalar literatürde tarif edilmiştir.

Bu derleme ile anatomik ÖÇB rekonstrüksiyonu cerrahisinde; femoral ve tibial tünel yerleşimi için kullanılan referans oluşumların ve femoral drillemede kullanılan uzak anteromedial portalın alt başlıklar halinde özetlenmesidir.

UZAK ANTEROMEDİAL PORTAL

Tarihsel olarak; transtibial ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında re-rüptür oranlarının yüksek olması nedeniyle anatomik ÖÇB rekonstrüksiyonu ortopedik cerrahlar tarafından tercih edilmeye başlamıştır. Bu nedenle literatürde birçok anatomik nokta (referans noktalar); lateral interkondiler çıkıntı, lateral bifurkat çıkıntı, interkondiler çentik derinliği ve posterior kıkırdak sınır tarif edilmiştir.^[6] Fakat konvansiyonel ÖÇB rekonstrüksiyonu tekniğinde kullanılan anteromedial (AM) portal ve anterolateral (AL) portal ile bu anatomik işaretlerin vizualizasyonuna ait zorluklar ve femoral drilleme sırasındaki komplikasyonlar bildirilmiştir.^[5,7-12] Bu nedenle ilk olarak Fu ve ark. tarafından 2007 yılında aksesuar santral portal ve arkasından 2011 yılında Kim ve ark. tarafından uzak anteromedial (UAM) portal tarif edilmiştir.^[13] Kim ve ark. ÖÇB rekonstrüksiyonu sırasında UAM portalı çalışma portalı (ÖÇB ayak izinin debridmanı ve femoral drilleme) AM portalı ise görüntüleme portalı olarak tarif etmişlerdir.^[14] Bu çalışmanın ardından literatürde; AM ile UAM portalın karşılaştırıldığı birçok kadavra çalışmaları ve derlemeler yayımlanmıştır.

Nakamura ve ark., AM ile UAM portallerin karşılaştırıldığı kadavra çalışmalarında AM portalın muhtemel risklerinin kısa femoral tünel uzunluğu, kıkırdak hasarı ve posterior kondil duvar patlaması olarak bildirmektedirler. Çalışmalarının sonucunda UAM portal kullanılarak daha uzun femoral tünel elde edilebildiği ve daha az iyatrojenik yaralama olduğunu bildirmişlerdir.^[10] Nakamae ve ark., AM portaldan yapılan femoral drillemenin diz fleksiyon açısından bağımsız olarak kısa tünel uzunluğuna yol açtığını ve posterior korteks patlama riskinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.^[7] Alavekios ve ark., AM portaldan yapılan drillemenin daha horizontal femoral tuncle neden olduğunu, anatomik aksa göre 40° olan oblik açılan femoral tünellerin daha horizontal olan tünellere göre daha yüksek rotasyonel stabiliteye

sahip olduğunu bildirmişlerdir.^[8] Jeon ve ark., femoral tünel oblisitesinin en iyi UAM portaldan yapılan femoral drilleme ile sağlanabileceğini bildirdikleri çalışmalarında, UAM portalın diğer avantajlarını; ÖÇB femoral ayak izinin daha iyi vizualizasyonu ve cerrahi süresini kısaltması olan bildirmişlerdir.^[5]

ÖÇB rekonstrüksiyonu sırasında kullanılan UAM portalın literatürde popüler olması ile birlikte ortopedik cerrahlar tarafından UAM portalın doğru yerleşimin neresi olduğuna dair sorular gündeme gelmiştir. Bu soru doğrultusunda gerçekleştirilen çalışmaların çoğunda AM portala göre 20 mm'den fazla medialde olan tüm tünellerde femoral tünel boyu 30 mm'den daha uzun olarak tespit edilmiştir.^[10,15,16] İlahi ve ark. tarafından yapılan çalışmada ise; patellar tendonun 10–15 mm medialinden açılan standart AM portaldan ortalama femoral tünel uzunluğu 32,6 mm olarak tespit edilir iken daha medialden açılan UAM portaldan femoral tünel uzunluğunun 3 mm daha uzun olduğu bildirilmiştir.^[16] Bu nedenle UAM portalın doğru yerleşimi; femoral drilleme sırasında femoral medial kondile zarar vermeyecek kadar medialden ve medial menisküse zarar vermeyecek kadar inferiordan açılması önerilmektedir.^[10,15,16]

UAM'ye ait yukarıda bildirilen avantajların yanında UAM'ye ait komplikasyonlar ve potansiyel iyatrojenik yaralanma riskleri de literatürde yer bulmaktadır. Nakamae ve ark. 110°'den fazla diz fleksiyonunda UAM portaldan yapılan femoral drillemede lateral kollateral ligament (LCL) orijinine fazla yaklaşıldığını ve hiperfleksiyonda yapılan femoral drilleme ile LCL'nin iyatrojenik olarak yaralanabileceğini bildirmişlerdir.^[7] Nakamura ve ark. gerçekleştirdikleri kadavra çalışmalarında UAM portaldan yapılan drilleme sırasında lateral femoral kondil posterior kıkırdak hasarı ve peroneal sinirin potansiyel olarak risk altında olduğunu, drilleme esnasında diz fleksiyonun artırılması ile bu komplikasyonların %80 azaltılabileceğini bildirmişlerdir.^[10] Bunun ile birlikte UAM portaldan yapılan femoral drilleme sonrasında geniküler arterde psödoanevrizma geliştiğini bildiren bir olgu takdimi de literatürde yer almaktadır.^[12]

FEMORAL TÜNEL İÇİN ANATOMİK OLUŞUMLAR

ÖÇB rekonstrüksiyonu cerrahisine ait başarısızlıkların %50'ye varan oranlarda femoral tünel yerleşiminden kaynaklandığının bildirilmesinin ardından femoral tünel yerleşimi için birçok anatomik nokta bildirilmiştir. Bu belirteçlerden en bilinenleri Clancy tarafından tarif edilen ve ÖÇB ayak izinin anterior sınırını gösteren lateral interkondiler çıkıntı^[17], bir diğeri ise Fu tarafından tarif edilen ve ÖÇB'nin anteromedial (AM) ve anterolateral (PL) demetlerinin femoral yapılaşma yerlerini

ayıran bifurkat çikintıdır.^[18] Bu belirteçlerin tarif edilmesinin ardından saat kadrana benzetilen femoral tünel yerleşimi; saat 1–11 kadrana yerleştirilmesi önerilmiştir. Bu yöntemin yetersizliği ise 3. boyutun (Z ekseninin) bu yöntemin kullanılması sırasında ihmal ediliyor olmasıdır.^[5] Pearle ve ark. 2015 yılında ÖÇB rekonstrüksiyonu ile son 40 yıllık dönemde literatürde yer alan anatomik, histolojik, izometrik, biyomekanik ve klinik veriler ışığında femoral tünel yerleşiminde I.D.E.A.L. konseptini (kavramını) tarif etmişlerdir.^[19]

I.D.E.A.L. konseptinde yer alan kısma adların (akronimlerin) açılımı; İzometrik, Direkt liflerin köken aldığı ayak izinin kaplanması, Eksentrik tünel yerleşimi (anterior [yüksek] ve proksimal [derin]), Anatomik ÖÇB ayak izi içerisine tünel yerleşimi ve *Low tension-flexion* (düşük gerginlikte fleksiyon paterni) olarak bildirilmektedir.^[19]

ÖÇB'ye ait ayak izi ve ÖÇB'ye ait yapılan anatomik disseksiyon çalışmaları ÖÇB'ye ait ayak izinin tibiya oranla daha geniş olduğunu, 16 mm'ye yakın genişlikte ve 2–4 mm kalınlığında olduğunu bildirmektedir.^[20] Bu durum tek demet ÖÇB rekonstrüksiyonu ile ayak izinin doldurulmasını imkansız hale getirmekte ve yeni bağın optimum fonksiyon görebilmesi için spesifik yerleşim noktaları arayışına itmektedir.

Sasaki ve ark. ÖÇB'ye ait daha yoğun kollajen içeren direkt liflerin lateral interkondiler çikintinin hemen posteriorundan (ortalama 5,3 mm genişliğindeki alan) başladığını, membran benzeri dokunun yer aldığı indirekt liflerin ise bifurkat çikintinin proksimalinde ve lateral interkondiler çikintinin posteriorundaki ortalama 4,4 mm'lik alandan köken aldığını bildirmişlerdir.^[21] Direkt liflerin indirekt liflere nazaran daha kuvvetli olması ve anterior translasyon ile rotasyon hareketine daha dayanıklı olması nedeniyle femoral tünelin anatomik ayak izi içerisinde, direkt liflerin yapışma yerine yakın femoral tünel yerleştirilmesi önerilmektedir.^[22]

ÖÇB'nin izometrisi ile ilgili yapılan çalışmalar; ÖÇB rekonstrüksiyonundan sonra diz fleksiyon-ekstansiyonu sırasında, 1–4 mm den fazla olan anizometrinin; tekrarlayıcı anterior diz laksitesine yol açtığını bildirmektedir.^[23] Hefzy ve ark. ÖÇB ayak izinin santrale yerleştirilen femoral tünel ile 5–7 mm anizometri, PL demet ayak izine açılan tünellerde ise 1 cm anizometri bildirmişlerdir.^[24] Bu anizometri diz fleksiyonu sırasında; rekonstrükte edilen bağ üzerinde gerginliği artırmakta, tam ekstansiyon sırasında gerginliğin kaybolmasına neden olmaktadır. Bu nedenle ÖÇB'nin ayak izi içerisinde eksentrik yerleşimli (anterior [yüksek] ve proksimal [derin]) izometrik bölge tarif edilmiştir.^[19]

Başarısızlıkla sonuçlanan ÖÇB rekonstrüksiyonlarına ait biyomekanik çalışmalarda; santral veya inferiora yerleştirilen femoral tünellerin greft üzerindeki gerilimi artırarak diz fleksiyon hareket açıklığında azalmaya yol açtığını bildirilmektedir.^[25] Bu durum orijinal ÖÇB'nin biyomekanik olarak incelendiği çalışmaların önünü açmış ve orijinal ÖÇB'nin fleksiyon sırasında bağ üzerinde düşük gerginlik paterni ile çalıştığını ortaya çıkarmıştır.^[26]

Tüm bu bulguların ışığında femoral tünel yerleşiminde I. D. E. A. L. konsepti; anatomik ÖÇB ayak izi içerisinde, düşük fleksiyon paternine sahip, izometrik ve direkt liflerin köken aldığı bölgelerin birleşiminde, eksentrik yerleşimli (anterior [yüksek] ve proksimal [derin]) femoral tünel oluşturmak olarak tarif edilmektedir.^[19]

TİBİAL TÜNEL İÇİN ANATOMİK OLUŞUMLAR

ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisi sonrası başarısızlıkların büyük çoğunluğu femoral tünel yanlış yerleşiminden kaynaklanıyor olsa da; tibial tünelin yanlış yerleşimi ameliyat sırasında tibial plato kırığı ve diz kinematığı bozulması gibi komplikasyonlara yol açabilmektedir.^[27] Tibial tünelin yanlış yerleşiminin önüne geçmek için kemik ve yumuşak dokuya ait anatomik noktalar bildirilmiştir. Anterior sınırdaki lateral menisküs anterior boynuzu, medial interkondiler çikinti ve anterior çikinti tibial tünel yerleşimi sırasında en sık kullanılan anatomik belirteçlerdir.^[28–30] Bu anatomik belirteçler arasında mümkün olduğunca anteriore yakın yerleştirilen tibial tünelin, diz anterior stabilitesini artırdığını bildiren çalışmalar literatürde yer almaktadır.^[31] Bunun ile birlikte ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında potansiyel lateral menisküs anterior boynuz ve intermeniskal ligament iyatrojenik yaralanma riski yadsınamayacak düzeydedir.^[32] Bu bulguların ışığında ÖÇB rekonstrüksiyonu cerrahisinde optimum tibial tünelin; lateral menisküs anterior boynuzunun hemen posteriorunda, ÖÇB ayak izi içerisinde yer alan direkt liflere yakın, medial interkondiler çikintinin laterale yerleştirilmesi önerilmektedir.^[27]

YAZARLARIN GÖRÜŞÜ

ÖÇB cerrahisinin evrimsel gelişiminde son yıllarda diz içi eklem anatomisi hakkındaki bilgilerin ve artroskopi cerrahisindeki deneyimlerin artması çok daha başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Bunun altında yatan en önemli etken normal ÖÇB'ye gerek yerleşim yeri olarak gerekse fonksiyonel olarak en benzer anatomide rekonstrüksiyon yapılmasıyla sağlanmaktadır. Bunun için bu yazıda tarif ettiğimiz I.D.E.A.L. konseptine uygun ÖÇB tünellerinin açılması

ve uygun gerginlikte greftin tespit edilmesi en önemli noktadır. I.D.E.A.L. konseptine uygun bir femoral tünel açabilmek için UAM portalını çalışma portalı olarak tercih etmek en doğru yol olacaktır. AM portalden artroskopi ile görüntülemeyi sağlarken femoral tünelin referans yerlerini net şekilde belirleyip doğru noktadan UAM portal kullanılarak tünelin açılması hata şansını en aza indirmektedir. Standart anterolateral portal ilk açılan portaldir. Ardından eklem içi görüntülenerek açılacak olan AM portal patellar tendonun medial sınırına yakın ve eklem çizgisinden daha proksimalde olacak şekilde açılmalıdır. Bu şekilde sonradan açılacak çalışma portalı olan UAM portalden ÖÇB artıklarını temizlemek ve tünel açmak için geçmesi gereken cerrahi enstrümanlar ile AM portaldaki artroskopun birbirlerine temas etmemesi ve görüntülemenin yapılmasında birbirine engel teşkil etmemesi için uygun genişlikte çalışma sahası sağlanmış olur. UAM portal yerleşim olarak AM portalın daha medialinde ve distalindedir. AL portalden görüntüleme sağlanırken uzun bir kılavuz iğne ile UAM portalın yeri eklem içinden de teyit edilerek belirlenmelidir. UAM portal mümkün olduğu kadar medialde ve distalde olmalı, ancak kılavuz iğnesinin eklem içindeki izleyeceği yolda (portal girişinden ÖÇB femoral ayak izine doğru izlediği yol) şu üç kriter sağlanmalıdır:

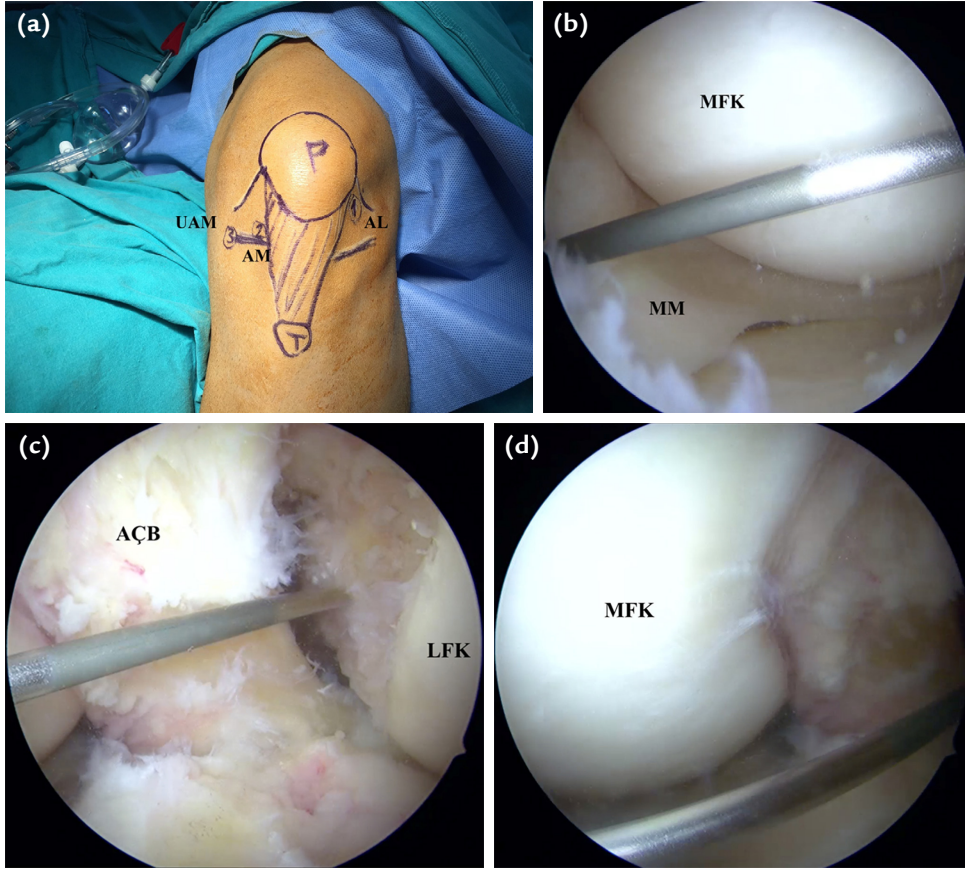
1. İğne iç menisküze zarar vermeyecek şekilde distalden eklem girilmelidir.
2. İğne ÖÇB femoral ayak izine rahatlıkla yol boyunca ilerleyebiliyor olmalıdır.
3. Femoral tüneli oymak için kullanılacak olan oyuncunun femur medial kondiline zarar vermemesi için, iğne femur medial kondiline yol boyunca temas etmeyecek şekilde ilerlemelidir (UAM portalden tüneli oyma işlemine hazırlanırken dizin hiperfleksiyona getirilmesi sırasında medial kondille oyuncunun arasındaki mesafe genişler ve temas ihtimali daha da azalır) (Şekil 1).

I.D.E.A.L. konseptine uygun femoral tünel noktasının tespiti için AM portalden görüntü sağlanıp diz 90° fleksiyonda iken UAM portalden sokulan bir mikrokırık bizi ile doğru nokta işaretlenir. Ardından işaretlenmiş bu noktaya kılavuz teli UAM portalden diz 90° fleksiyonda iken yerleştirilir. Diz 110°–120° fleksiyona (hiperfleksiyon) alınır ve kılavuz teli motor ile femurdan geçirilir. Bu kılavuz telinin peroneal sinire hasar vermediğinden emin olmanın yolu, kılavuz telinin uyluk lateralinde çıktığı noktanın iliotalibial bandın posteriorundan geçmediğinden emin olmaktır. Dizin hiperfleksiyona getirilmesi bu durumu kolaylaştırır. Femoral tünelin oyulması esnasında dizin hiperfleksiyona getirilmesinin dört avantajı vardır:

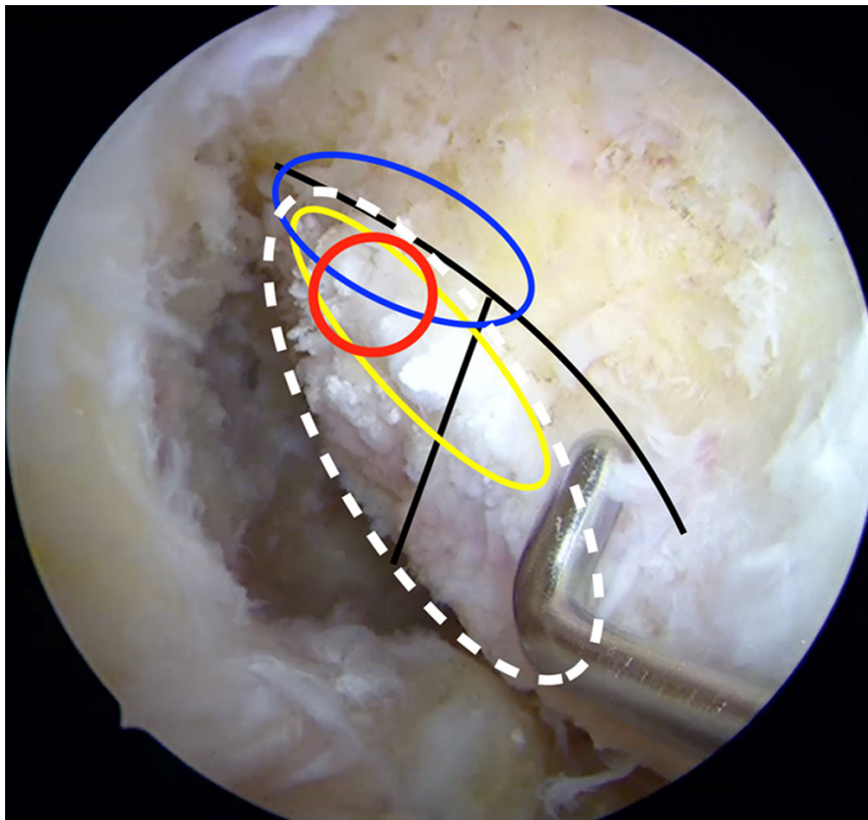
1. Femoral tünel oyulurken oyuncunun medial kondille olan arasındaki mesafe genişler ve kondilin hasar görme riski engellenir.
2. Femoral tünel oyulurken arka korteksin hasar görülüp tünelin patlatılma riski engellenir.
3. Femoral tünelin horizontale yakın daha oblik ve daha uzun olması sağlanır.
4. Uyluk lateralinden çıkacak olan kılavuz telin iliotalibial bandın posteriorundan çıkması engellenir. Bu şekilde peroneal sinir hasarı riskinin önüne geçilir.

ÖÇB femur ayak izindeki uygun noktanın tespitinde I.D.E.A.L. konseptinin uygulanabilmesi için femur lateral kondildeki interkondiler çıkıntı ve bifurkat çizginin referans olarak kullanılması gerekir. Ardından beş parametrenin kesiştiği nokta bulunup işaretlenmelidir (Anatomik ÖÇB ayak izi içerisinde, direkt liflerin yerleşim yerinde, düşük fleksiyon paternine sahip, izometrik ve eksentrik yerleşimli) (Şekil 2). Bu noktadan açılan bir tünel bize daha izometrik ve daha anatomik bir ÖÇB rekonstrüksiyonu yapmamızı sağlar. Normal ÖÇB izometrik değildir ancak ÖÇB rekonstrüksiyonunda yerleştirilen greftin izometrisi artık çok önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Ekstansiyonda iken gergin olan tendon greftinin fleksiyon esnasında fazla gevşemesi bağın zamanla diz hareketleriyle daha fazla gevşemesine ve fonksiyon kaybına yol açabileceği kabul edilmektedir. Yani femur ve tibia tespit edilen greftin çok hareketli olması değil uzunluğunun mümkün olduğu kadar aynı kalması hem tendon greftinin ekstra gevşemesini engeller hem de tespit noktalarına binen kuvvetin az olmasını sağlar. Dizin tam ekstansiyondan 90° fleksiyonu arasındaki ekskürsiyonun 1–3 mm arasında olması idealdir. Yani ekstansiyon ve fleksiyon sırasında greftin uzunluğu (gerginliği) ne kadar birbirine yakın seyrederse o kadar iyi sonuç elde edilir. Uygun ideal nokta işaretlendikten sonra diz 90°’den 110°–120° fleksiyona getirilerek femoral tünel için oyma işlemi yapılır (Şekil 3).

Tibial tünelin yerleşim yerinin belirlenmesi de femoral tünel kadar önem arz eder. Tibial ayak izindeki ÖÇB direkt lifleri “J” ya da “ters J” şeklinde kendini gösterir. Bu ayak izinin önüne açılacak olan tünel greftin interkondiler çentikte sıkışmasına yol açıp ekstansiyon kısıtlamasına ve zamanla da yeni bağın erken dönemde re-rüptürüne yol açacaktır. Tünelin tibial ayak izinden daha arkaya açılması ise greftin fleksiyon sırasında arka çapraz bağ ile sıkışmasına ve rotasyon stabilitesinde istenilen fonksiyonun elde edilememesine sebebiyet verir. Bu durum da zamanla yeni bağın yetmezliğine yol açacaktır. Tibial tünelin açılacağı uygun nokta için kullandığımız referans noktaları ÖÇB

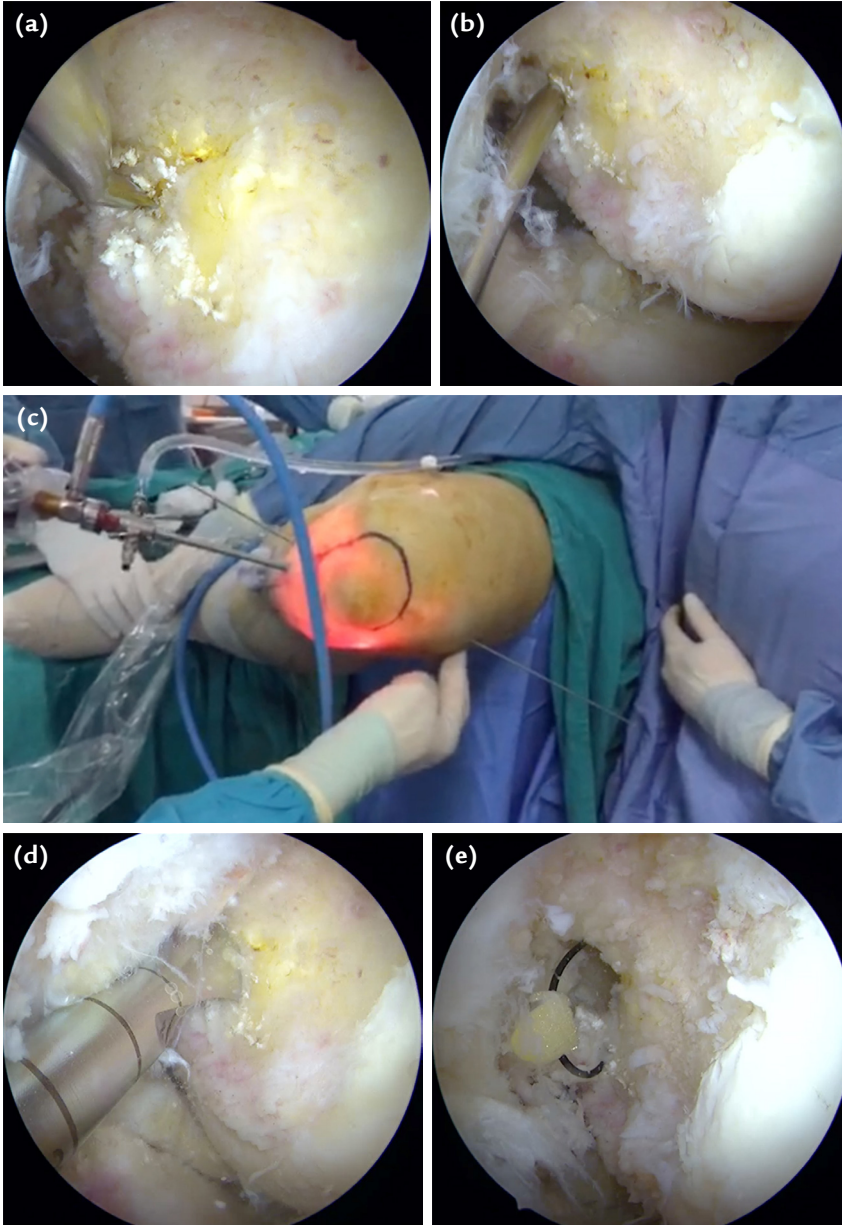


Şekil 1. a–d. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu planlanan bir dizde portallerin; tibia ekleme çizgisi ve patellar tendona göre yerleşimi (AL, anterolateral portal [1]; AM, anteromedial portal [2]; UAM, uzak anteromedial portal [3]; P, patella; T, tüberositas tibia) (a). Sol dizin anterolateral portalden görüntülenmesi. Uzak anteromedial portal açılırken kullanılan kılavuz iğnenin medial menisküs ve medial femoral kondil ile ilişkisi (MFK, medial femoral kondil; MM, medial menisküs) (b). Sol dizin anterolateral portalden görüntülenmesi. Uzak anteromedial portalden yollanan kılavuz iğne ile ÖÇB femoral ayak izine kolaylıkla ulaşılabilmesi (LFK, lateral femoral kondil; AÇB, arka çapraz bağ) (c). Sol dizin anterolateral portalden görüntülenmesi. Uzak anteromedial portalden yollanan kılavuz iğnenin medial femoral kondile zarar vermeyecek şekilde ÖÇB femoral ayak izine kadar kolaylıkla ulaşılabilmesi (MFK, medial femoral kondil) (d).



Şekil 2. Sol dizin anteromedial portalden görüntülenmesi. **I.D.E.A.L.** konsept; **İ**zometrik, **D**irekt liflerin köken aldığı ayak izinin kaplanması, **E**ksentrik tünel yerleşimi (anterior [yüksek] ve proksimal [derin]), **A**natomik ÖÇB ayak izi içerisinde tünel yerleşimi ve **L**ow tension-flexion (düşük gerginlikte fleksiyon paterni).

- İnterkondiler ve bifurkat çıkıntılar
- ÖÇB Direkt lifleri
- ÖÇB İzometrik bölgesi
- ÖÇB Anatomik ayak izi
- IDEAL femoral tünel girişi

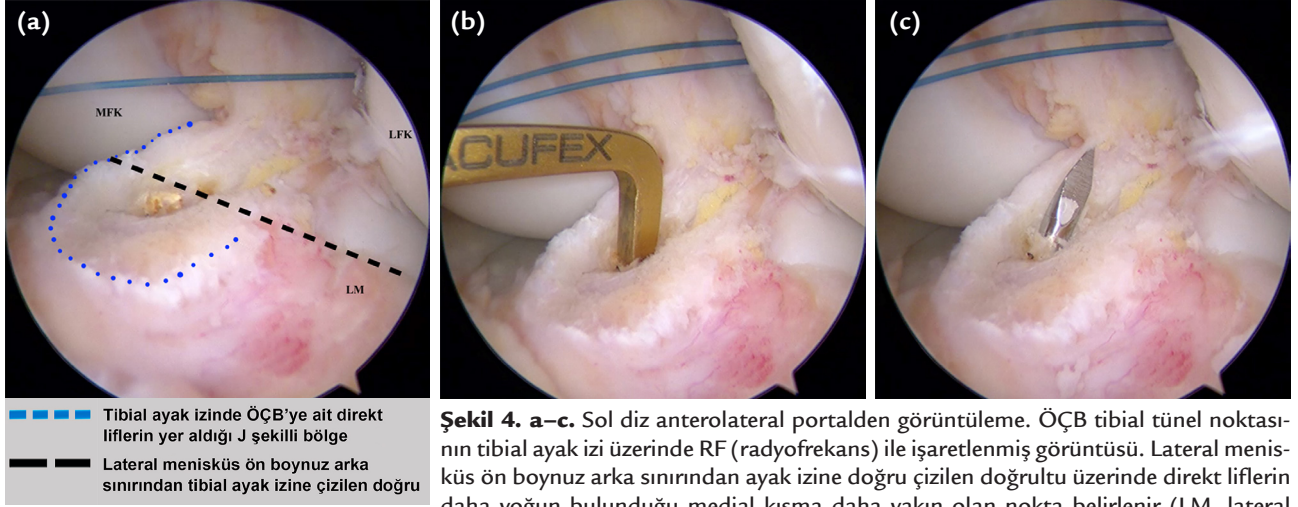


Şekil 3. a–e. Sol dizin anteromedial portalden görüntülenmesi. **I.D.E.A.L.** konsept ile belirlenen femoral tünel giriş noktasının mikrokırık bizi ile işaretlenmesi (a). Sol dizin anteromedial portalden görüntülenmesi. **I.D.E.A.L.** konsept ile belirlenen femoral tünel giriş noktasına kılavuz telin yerleştirilmesi (b). Sol dizde femoral tünel için gönderilen kılavuz telin iliortibial bant posterior sınırının anteriorundan çıkışı. Kılavuz tel diz 110°–120° fleksiyonda iken gönderilmiş. Bu durum peroneal sinirin güvende olduğunu gösterir (c). Sol diz anteromedial portalden görüntüleme. **I.D.E.A.L.** konseptinde belirlenen uygun noktadan kılavuz tel üzerinden femoral drilllemenin yapılması (d). Sol diz anteromedial portalden görüntüleme. **I.D.E.A.L.** konseptinde belirlenen uygun noktadaki femoral tünele yerleştirilmiş taşıyıcı ipin görüntüsü (e).

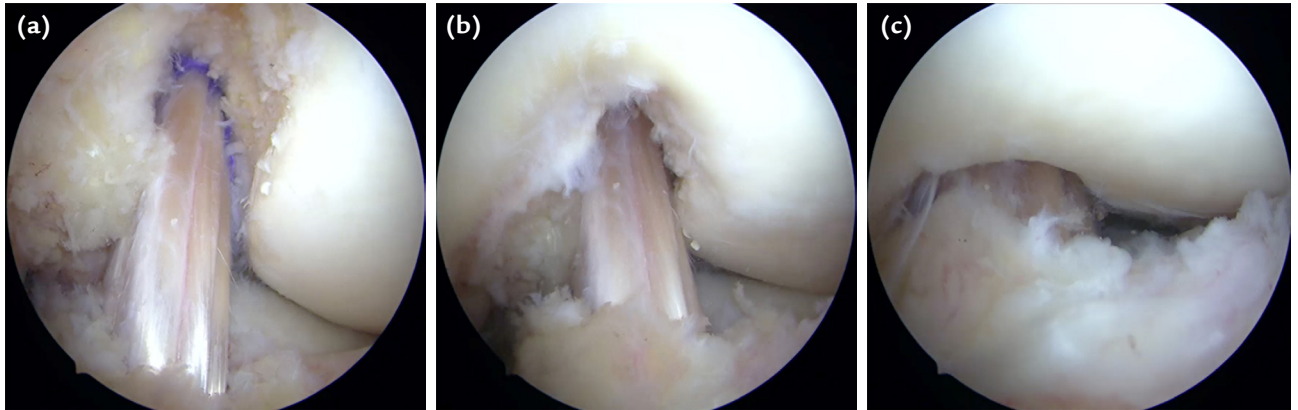
direkt lifleri ve lateral menisküs ön boynuzudur. Bunun için AL portalden görüntüleme sağlanırken AM portalden sokulan radyofrekans probu ile tünel açacağıımız nokta işaretlenir. Bu nokta tibia üzerindeki ÖÇB direkt liflerinin içinde kalacak şekilde dış menisküs ön boynuzunun arka sınırının mediale doğru çizilen doğrultusu hizasındadır. Tibial ayak izinin tam orta noktasından biraz daha medialde açılması tercih edilir. Çünkü tibia ayak izindeki ÖÇB lifleri medialde daha fazla kümelenmiştir. Ardından 50°–55°'de tibial ÖÇB kılavuz enstrümanı ile dışarıdan içeri doğru tibial medial metafizer bölgeden eklem içinde işaretlenen noktaya doğru bir tünel

açılır. Tünelin dışarıdan başlayacağı tibial metafizer yerleşim yeri tibial tüberosita ile iç yan bağ arasındaki alanda olmalıdır (Şekil 4).

ÖÇB rekonstrüksiyonu tamamlandıktan sonra **I.D.E.A.L.** konseptine göre yerleştirilen greftin fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri esnasında artroskopik değerlendirilmesi önemlidir. Tam ekstansiyonda iken çentikte greftin sıkışmaması ve gerektiği gibi tam ekstansiyondan 90° fleksiyona dizin hareketi esnasında tendon geriliminin çok az azalması (ekskürsiyon en fazla 2–3 mm olması) bize yeterli izometrisitenin sağlandığını gösterir (Şekil 5c).



Şekil 4. a–c. Sol diz anterolateral portalden görüntüleme. ÖÇB tibial tünel noktasının tibial ayak izi üzerinde RF (radyofrekans) ile işaretlenmiş görüntüsü. Lateral menisküs ön boynuz arka sınırından ayak izine doğru çizilen doğrultu üzerinde direkt liflerin daha yoğun bulunduğu medial kısma daha yakın olan nokta belirlenir (LM, lateral menisküs; LFK, lateral femoral kondil; MFK, medial femoral kondil) (a). Sol diz anterolateral portalden görüntüleme. Tibial tünel giriş yerine kılavuz enstrümanının yerleştirilmesi (b). Sol diz anterolateral portalden görüntüleme. Tibial tünel giriş yerine kılavuz enstrümanının yardımı ile yerleştirilen kılavuz telin görüntülenmesi (c).



Şekil 5. a–c. Sol diz anteromedial portalden görüntüleme. ÖÇB rekonstrüksiyonu tamamlandıktan sonra diz 90° fleksiyonda iken greftin görüntülenmesi. Femoral ayak izinden tibial ayak izine I.D.E.A.L. konsept ile yerleştirilen greftin gerginliği dizin tam ekstansiyonu sırasındaki gerginliğe yakın görünüyor. Tendon gerginliğindeki değişiklik artroskopi probu ile de değerlendirilir ve yeterli izometrisitede olduğu saptanır (a). Sol diz anteromedial portalden görüntüleme. ÖÇB rekonstrüksiyonu tamamlandıktan sonra diz 45° fleksiyonda iken greftin görüntülenmesi (b). Sol diz anteromedial portalden görüntüleme. ÖÇB rekonstrüksiyonu tamamlandıktan sonra diz tam ekstansiyonda greftin çentikte sıkışmadığı görünüyor (c).

ÇIKARIMLAR

ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında kötü klinik sonuç ve greft rüptürünün en önemli nedeninin femoral ve tibial tünel yerleşimindeki hatalar olduğu unutulmamalıdır. Femoral tünel yerleşim yerinin belirlenmesinde, ÖÇB'nin femoral ayak izinin iyi ortaya koyulması ve anatomik referans oluşumların yeterli görüntülenmesi rol oynamaktadır. Görüntüyü sağlamak için AM portalın çalışmak için ise UAM portalın kullanılmasının, görüntüleme için AL portalı kullanıp çalışmak için AM portalın kullanılmasına nazaran pek çok avantajı olduğu unutulmamalıdır. Femoral ayak izinin çok daha net

ve karşıdan izlenmesi ile I.D.E.A.L. femoral tünel giriş noktasının daha doğru tespiti, femoral tünelin yeterli uzunlukta sağlanması ve rotasyonel stabilize üzerine etkili olan tünel oblisitesinin elde edilmesi bunların en önemlileridir. ÖÇB rekonstrüksiyonu sırasında femoral tünel yerleşimi için öne sürülen I.D.E.A.L. konsept artroskopik ÖÇB cerrahisi gerçekleştiren ortopedik cerrahlar tarafından unutulmamalıdır. Uygun tibial tünel açılımı için ise tibial ayak izinde "J" veya "Ters J" şeklinde yer kaplayan ÖÇB direkt lifleri ile lateral menisküs ön boynuzu referans oluşumları olarak kabul edilirse hata riski en az olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Hey Groves E. Operation for the repair of the crucial ligaments. *The Lancet* 1917;190(4914):674–6. [Crossref](#)
2. MARS Group, Wright RW, Huston LJ, Spindler KP, Dunn WR, Haas AK, Allen CR, Cooper DE, DeBerardino TM, Lantz BA, Mann BJ, Stuart MJ. Descriptive epidemiology of the Multicenter ACL Study (MARS) cohort. *Am J Sports Med* 2010;38(10):1979–86. [Crossref](#)
3. Jaecker V, Zapf T, Naendrup JH, Pfeiffer T, Kanakamedala AC, Wafaisade A, Shafizadeh S. High non-anatomic tunnel position rates in ACL reconstruction failure using both transtibial and anteromedial tunnel drilling techniques. *Arch Orthop Trauma Surg* 2017;137(9):1293–9. [Crossref](#)
4. Geng Y, Gai P. Comparison of 2 femoral tunnel drilling techniques in anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized comparative study. *BMC Musculoskelet Disord* 2018;19(1):454. [Crossref](#)
5. Jeon YS, Choi SW, Park JH, Yoon JS, Shin JS, Kim MK. Mid-term outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction with far anteromedial portal technique. *Knee Surg Relat Res* 2017;29(1):19–25. [Crossref](#)
6. Weiler A, Wagner M, Kittl C. The posterior horn of the lateral meniscus is a reliable novel landmark for femoral tunnel placement in ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26(5):1384–91. [Crossref](#)
7. Nakamae A, Ochi M, Adachi N, Deie M, Nakasa T, Kamei G, Okuhara A, Niimoto T, Ohkawa S. Far anteromedial portal technique for posterolateral femoral tunnel drilling in anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a cadaveric study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22(1):181–7. [Crossref](#)
8. Alavekios D, Peterson A, Patton J, McGarry MH, Lee TQ. The relation between knee flexion angle and anterior cruciate ligament femoral tunnel characteristics: a cadaveric study comparing a standard and a far anteromedial portal. *Arthroscopy* 2014;30(11):1468–74. [Crossref](#)
9. Erdem M, Gulabi D, Asil K, Erdem AC. Farmedial versus anteromedial portal drilling of the femoral tunnel in ACL reconstruction: a computed tomography analysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015;135(4):539–47. [Crossref](#)
10. Nakamura M, Deie M, Shibuya H, Nakamae A, Adachi N, Aoyama H, Ochi M. Potential risks of femoral tunnel drilling through the far anteromedial portal: a cadaveric study. *Arthroscopy* 2009;25(5):481–7. [Crossref](#)
11. Kamei G, Ochi M, Usman MA, Mahmoud EH. A new technique to avoid articular cartilage injury in anterior cruciate ligament reconstruction through far antero-medial portal. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014;100(7):827–30. [Crossref](#)
12. Tsubosaka M, Matsushita T, Kuroda R, Matsumoto T, Kurosaka M. Pseudoaneurysm of the articular branch of the descending genicular artery following double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(9):2721–4. [Crossref](#)
13. Kim MK, Lee BC, Park JH. Anatomic single bundle anterior cruciate ligament reconstruction by the two anteromedial portal method: the comparison of transportal and transtibial techniques. *Knee Surg Relat Res* 2011;23(4):213–9. [Crossref](#)
14. Basdekis G, Abisafi C, Christel P. Effect of knee flexion angle on length and orientation of posterolateral femoral tunnel drilled through anteromedial portal during anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2009;25(10):1108–14. [Crossref](#)
15. Silver AG, Kaar SG, Grisell MK, Reagan JM, Farrow LD. Comparison between rigid and flexible systems for drilling the femoral tunnel through an anteromedial portal in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2010;26(6):790–5. [Crossref](#)
16. Ilahi OA, Ventura NJ, Qadeer AA. Femoral tunnel length: Accessory anteromedial portal drilling versus transtibial drilling. *Arthroscopy* 2012;28(4):486–91. [Crossref](#)
17. Hutchinson MR, Ash SA. Resident's ridge: assessing the cortical thickness of the lateral wall and roof of the intercondylar notch. *Arthroscopy* 2003;19(9):931–5. [Crossref](#)
18. Fu FH, Jordan SS. The lateral intercondylar ridge –a key to anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(10):2103–4. [Crossref](#)
19. Pearle AD, McAllister D, Howell SM. Rationale for Strategic Graft Placement in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: I.D.E.A.L. Femoral Tunnel Position. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2015;44(6):253–8.
20. Smigielski R, Zdanowicz U, Drwiega M, Ciszek B, Ciszowska-Tyson B, Siebold R. Ribbon like appearance of the midsubstance fibres of the anterior cruciate ligament close to its femoral insertion site: a cadaveric study including 111 knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;23(11):3143–50. [Crossref](#)
21. Sasaki N, Ishibashi Y, Tsuda E, Yamamoto Y, Maeda S, Mizukami H, Toh S, Yagihashi S, Tonosaki Y. The femoral insertion of the anterior cruciate ligament: discrepancy between macroscopic and histological observations. *Arthroscopy* 2012;28(8):1135–46. [Crossref](#)
22. Pathare NP, Nicholas SJ, Colbrunn R, McHugh MP. Kinematic analysis of the indirect femoral insertion of the anterior cruciate ligament: implications for anatomic femoral tunnel placement. *Arthroscopy* 2014;30(11):1430–8. [Crossref](#)
23. Amis AA, Jakob RP. Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;6(Suppl 1):S2–12. [Crossref](#)
24. Hefzy MS, Grood ES, Noyes FR. Factors affecting the region of most isometric femoral attachments. Part II. the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1989;17(2):208–16. [Crossref](#)
25. Markolf KL, Park S, Jackson SR, McAllister DR. Contributions of the posterolateral bundle of the anterior cruciate ligament to anterior-posterior knee laxity and ligament forces. *Arthroscopy* 2008;24(7):805–9. [Crossref](#)
26. Markolf KL, Park S, Jackson SR, McAllister DR. Anterior-posterior and rotatory stability of single and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91(1):107–18. [Crossref](#)
27. Yonetani Y, Kusano M, Tsujii A, Kinugasa K, Hamada M, Shino K. Tibial insertion of the anterior cruciate ligament and anterior horn of the lateral meniscus share the lateral slope of the medial intercondylar ridge: A computed tomography study in a young, healthy population. *Knee* 2019;26(3):612–8. [Crossref](#)
28. Jacobsen K. Area intercondylaris tibiae: osseous surface structure and its relation to soft tissue structures and applications to radiography. *J Anat* 1974;117(Pt 3):605–18. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1231465/>
29. Kusano M, Yonetani Y, Mae T, Nakata K, Yoshikawa H, Shino K. Tibial insertions of the anterior cruciate ligament and the anterior horn of the lateral meniscus: a histological and computed tomographic study. *Knee* 2017;24(4):782–91. [Crossref](#)

30. Tensho K, Shimodaira H, Aoki T, Narita N, Kato H, Kakegawa A, Fukushima N, Moriizumi T, Fujii M, Fujinaga Y, Saito N. Bony landmarks of the anterior cruciate ligament tibial footprint: a detailed analysis comparing 3-dimensional computed tomography images to visual and histological evaluations. *Am J Sports Med* 2014;42(6):1433–40. [Crossref](#)
31. Hatayama K, Terauchi M, Saito K, Higuchi H, Yanagisawa S, Takagishi K. The importance of tibial tunnel placement in anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2013;29(6):1072–8. [Crossref](#)
32. Zampeli F, Ntoulia A, Giotis D, Tsiaras VA, Argyropoulou M, Pappas E, Georgoulis AD. Correlation between anterior cruciate ligament graft obliquity and tibial rotation during dynamic pivoting activities in patients with anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: an in vivo examination. *Arthroscopy* 2012;28(2):234–46. [Crossref](#)