

Diz Osteoartritli Hastalarda Ön Çapraz Bağ Hasarı İle İnterkondiler Çentik Darlığı İlişkisinin Mrg İle Değerlendirilmesi

Evaluation of Anterior Cruciate Ligament Injury And Intercondylar Notch Stenosis In Patients With Knee Osteoarthritis With Mri

Ayşe Serap Akgün

İstanbul Medipol Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Amaç: Çalışmamızın amacı diz osteoartritli (OA) hastalarda femur interkondiler çentik morfolojisini değerlendirmek ve ön çapraz bağ (ÖÇB) hasar ilişkisini araştırmaktır. OA veya ÖÇB hasarı olan hastalarda çentik tipi, çentik genişlik indeksi (ÇGİ) ve α açısını değerlendirmek için manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanıldı ve bu farklılıklar karşılaştırıldı.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmaya OA'li 106 hasta ile sağlıklı 79 hasta dahil edildi. OA'li hastaların 52 tanesinde ÖÇB hasarı varken (OA + ÖÇB), 54'ünde ÖÇB hasarı yoktu (OA-ÖÇB). İnterkondiler çentik şekli, tip A, tip U veya tip W olarak sınıflandırıldı. ÇGİ, popliteal oluk seviyesinde interkondiler çentik genişliğinin, distal femoral kondillerin genişliğine oranıydı. Femur uzun aksı ile Blumensaat çizgisi arasındaki açı ' α açısı' olarak tanımlandı. İstatistiksel analizler SPSS 17.0 programı ile yapıldı.

Bulgular: OA+ÖÇB'li grupta daha fazla tip A çentik ve daha düşük ÇGİ değerleri görüldü. Gruplar arasında α açısı açısından istatistiksel anlamlı fark yoktu. ÖÇB yırtığı varlığını etkileyen faktörlerin regresyon analizi yapıldığında en güçlü bağın çentik tipi ile ilişkili olduğu gösterilmiş, tip A çentiğe sahip olmanın yırtık olasılığını 5,17 kat arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Sonuç: OA'li dizlerde ÖÇB hasarı ile çentik tipi ve ÇGİ arasında güçlü bir ilişki vardır; bunlardan tip A çentik tipi, ÖÇB ön görüşünde en güçlü risk faktörüdür.

Anahtar Kelimeler: Diz, osteoartrit, ön çapraz bağ hasarı, femoral interkondiler çentik, manyetik rezonans görüntüleme

ABSTRACT

Objective: We aimed to evaluate intercondylar notch morphology of femur in patients with knee osteoarthritis (OA) and to investigate the relation of anterior cruciate ligament (ACL) injury. Magnetic resonance imaging (MRI) was used to assess the femoral notch type, notch width index (NWI) and α angle in patients with OA or ACL injury and compare these differences.

Material and Methods: The study was included 106 patients with OA and 79 healthy patients. Fifty-two of the patients with OA had ACL injuries (OA + ACL), 54 of them had no ACL injuries (OA-ACL). The intercondylar notch shape was classified as type A, type U or type W. NWI was the ratio of the width of the intercondylar notch to the width of the distal femoral condyles at the level of popliteal groove. The angle between the longitudinal femoral axis and the Blumensaat line was identified as the ' α angle'.

Results: More type A notch and lower NWI values were seen in the OA + ACL group. No statistically difference was detected between the groups for α angle. When the regression analysis of the factors affecting the presence of ACL rupture was performed, it was shown that the strongest link was associated with the notch type and it was concluded that having type A notches increased the probability of rupture by 5.17 fold.

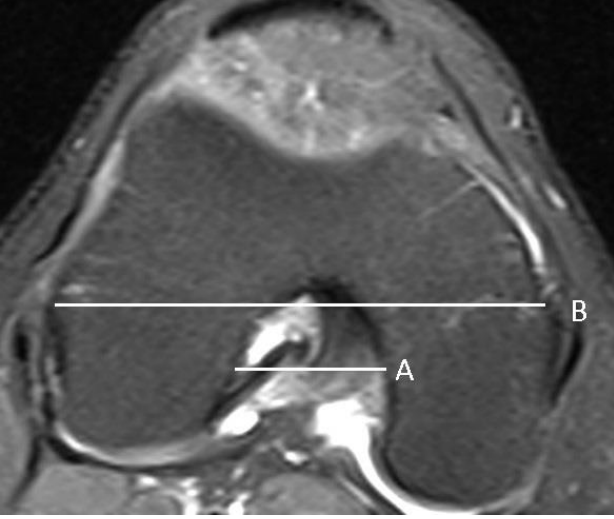
Conclusion: In osteoarthritic knees, there is a strong relationship between ACL injury and notch type and NWI; Type A notch type is the most powerful risc factor for ACL injury.

Key Words: Knee, osteoarthritis, anterior cruciate ligament injury, femoral intercondylar notch, Magnetic resonance imaging

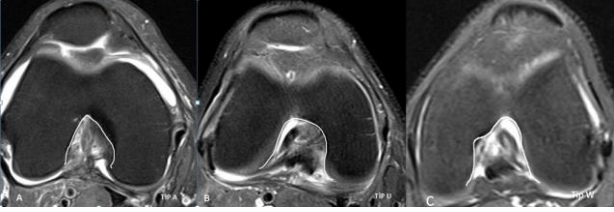
Giriş

Osteoartrit (OA), yaşlı populasyonda ağrı ve engelliliğin en önemli nedeni olup, hemen her yaş grubunu etkilemekle beraber, prevalansı erkeklerde

50, kadınlarda 40 yaşın üzerinde belirgin artar (1-3). OA, eklem kıkırdığında kayıp, subkondral kemik iliği değişiklikleri, osteofit gelişimi ile karakterize olup eklem mesafesinde daralma ile sonlanır. OA'nin en önemli özelliklerinden biri de osteofit oluşumudur.



Resim 1. Aksiyal yağ baskılı proton ağırlıklı sekansa femoral çentik genişlik indeksi ölçümü. A. Merkezi çentik genişliği B. interkondiler genişlik arasındaki mesafe



Resim 2. Aksiyal yağ baskılı proton ağırlıklı sekansa üç farklı femoral çentik tiplmesi

Gelişiminde başta obezite olmak üzere pek çok etyolojik faktör bulunduğu osteofitler, eklem çevresinde anormal kemik çıkıntıları ya da spurları olarak tanımlanır. Osteofitlerin boyutu ve yeri halen OA'nin ciddiyetinin sınıflamasında önemli bir yer tutmaktadır (4,5). OA'nin şiddetinin artması ile birlikte femoral çentik etrafında geniş osteofitler oluşur ve bunlarda darlığa yol açarak ön çapraz bağ (ÖÇB) hasarına yol açarlar (6,7). ÖÇB hasarlarının iç ve dış birçok nedeni olmakla birlikte pek çok çalışma bir sebebinde interkondiler çentik darlığı olabileceğini göstermiştir. Bu çalışmanın amacı, ÖÇB hasarı olan OA'li hastalar ile aynı yaş grubunda ÖÇB'si sağlam OA'li ve sağlıklı grup arasındaki femoral çentik morfolojisi farklılıklarını değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada 2017 Ocak -2018 Mayıs arasında hastanemizde OA şikayeti ile tek veya her iki dizinden direkt grafi ve manyetik rezonans (MR) çekilmiş hastaların görüntüleri retrospektif olarak tarandı. Etik onay alındıktan sonra 40 yaş ve üstü diz ağrısı ile gelen, Amerikan Romatoloji Derneği'nin OA tanı kriterlerine göre orta-şiddetli OA'li olup Kellgren-Lawrence skoru grade 2,3,4 olan hastalar çalışmaya

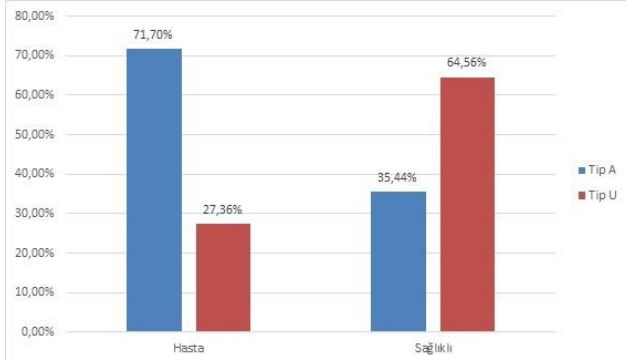


Resim 3. Sagittal yağ baskılı proton ağırlıklı sekanslarda α açısı ölçümü

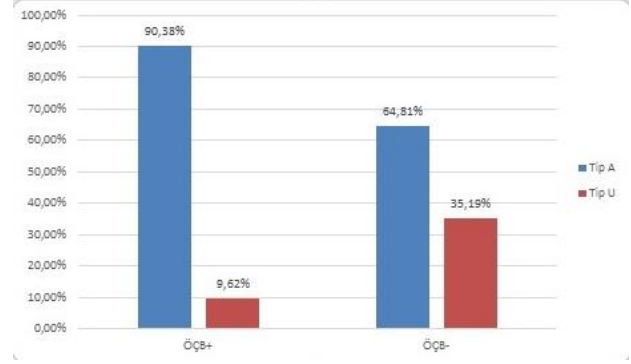
dahil edildi (8,5). Aynı yaş grubunda diğer diz problemleri nedeniyle kliniğimize başvurmuş sağlıklı kontrol grubu olarak alındı. Diz eklemine içine alan fraktürler, enfeksiyon, tümör ve operasyon anamnezi olanlar, diz konjenital anomaliler, grade 1 osteoartritli, ÖÇB yırtık hikayeli ve rekonsruksiyonlu hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Tüm hastalara ait görüntüler multiplanar 1,5 T Siemens Magnetom Avanto ile değerlendirildi. Rutin diz MR protokolü görüntüleme sekansları: Aksiyal planda yağ baskılı proton fast spin eko (PDFS): TR 4240 ms, TE 41ms, 160 mm FOV, kesit kalınlığı 4 mm, sagittal planda T1A: TR 606 ms, TE 9,4 ms, kesit kalınlığı 4 mm, koronal planda T1A: TR 471ms, TE 9.4 ms, kesit kalınlığı 4 mm, sagittal planda PDFS: TR 3540 ms, TE 31 ms, kesit kalınlığı 3 mm, koronal planda PDFS: TR 3280 ms, TE 20 ms, kesit kalınlığı 4 mm idi. Tüm imajlar PACS sisteminden aynı radyolog tarafından değerlendirildi. ÖÇB yırtığı total ya da parsiyel olarak sınıflandırıldı.

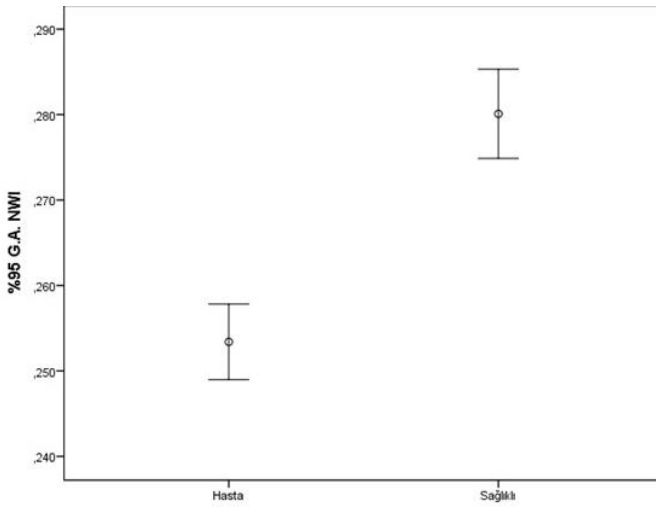
Femur interkondiler çentik genişlik indeksi (ÇGİ) ölçümü ve morfoloji değerlendirilmesi için aksiyal yağ baskılı proton ağırlıklı sekanslar seçildi. Souryal ve ark.'nın (10) tarif ettiği gibi femoral ÇGİ ölçüldü. ÇGİ, merkezi çentik genişliği ile interkondiler genişlik arasındaki mesafeye oranı olarak hesaplandı ve



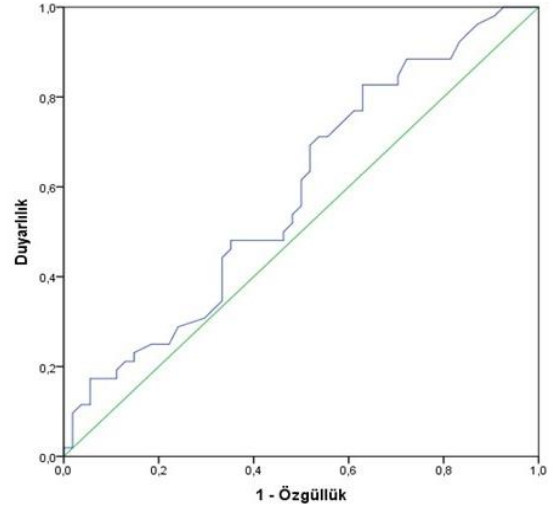
Grafik 1. Hasta ve sağlıklı gruplar arasında interkondiler çentik tipi karşılaştırması



Grafik 2. Ön çapraz bağ hasarlı ve sağlam gruplar arasında interkondiler çentik tipi karşılaştırması



Grafik 3. Hasta ve sağlıklı grup arasında çentik genişlik indeksi değerlerinin karşılaştırılması



Grafik 4. Osteoartritli grupta ön çapraz bağ hasar varlığının tespitinde çentik genişlik indeksi için ROC (Receiver Operating Characteristic-alıcı işletim karakteristiği) eğrisi

0.270'in üzerindeki değerler normal kabul edildi (resim 1). Femoral çentik şekli tip A, tip U ve tip W olarak sınıflandırıldı. Tip A, dar tip olup orta kesimden tepeye kadar daralır. Tip U'da tepede daha geniş bir kontur vardır ve tabandan sivrilmez. Tip W ise iki tepeli tip U şeklindedir ve tip U'ya göre daha geniştir (10,11) (resim 2). Son olarak, sagittal yağ baskılı proton ağırlıklı sekanslarda Fernandez ve ark. (12) gibi femur aksı ile Blumensaat hattı arasındaki alfa açısı ölçüldü (resim 3). İstatistiksel analizler SPSS sürüm 17.0 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı analizler sunulurken ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maximum değerler kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren (parametrik) değişkenler gruplar arasında değerlendirilirken bağımsız gruplarda t testi, normal dağılım göstermeyenler (nonparametrik) gruplar arasında değerlendirilirken Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Ayrıca ÇGİ ve alfa açısı eşik değeri saptamak için ROC analizi uygulanmıştır. ÖÇB yırtığı

varlığını etkileyen faktörler regresyon analizi ile incelenmiştir. P-değerinin 0.05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirilmiştir.

Bulgular

Çalışmaya 79 sağlıklı (%42,70), 106 orta-ileri derece osteoartritli (%57,30) hasta dahil edilmiştir. OA'li hastaların 52'sinde (%49,06) ÖÇB yırtığı varken (OA+ÖÇB), 54'ünde (%50,94) ÖÇB hasarı (OA-ÖÇB) yoktu. Katılımcıların 58'i (%31,35) erkek, 127'si (%68,65) kadındır. Sağlıklı grup ile ÖÇB hasarlı ve sağlam OA'li gruplar arasında cinsiyet ve yaş karşılaştırması sonucunda istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$). (Tablo 1) .Tüm gruplar içerisinde en nadir tip olan tip W sadece OA-ÖÇB'li grupta bir hastada görüldü. Tip W oldukça nadir olduğu ve tip U'ya benzediği için, istatistiksel hesaplamalarda tip U'ya kaydırılmıştır. Sağlıklı grubun

Tablo 1. Katılımcıların demografik özellikleri

	Erkek		Kadın		Toplam		p ¹	Yaş			p ²
	n	%	n	%	n	%		Ort	s.s.	Medyan	
Osteoartritli	35	(60,34)	71	(55,91)	106	(57,30)	0,571	52,12	±6,01	52,00	0,721
Sağlıklı	23	(39,66)	56	(44,09)	79	(42,70)		52,65	±5,58	52,00	
ÖÇB hasarlı	17	(48,57)	35	(49,30)	52	(49,06)	0,944	52,38	±6,28	53,00	0,608
ÖÇB sağlam	18	(51,43)	36	(50,70)	54	(50,94)		51,87	±5,79	52,00	

¹Ki-Kare Testi ²Mann Whitney U Testi

ÖÇB= Ön çapraz bağ Ort=ortalama s.s.= standart sapma

Tablo 2. Osteoartritli ve sağlıklı grup arasında çentik tipi karşılaştırması

	Tip A		Tip U		p ¹
	n	%	n	%	
Osteoartritli	82	(77,36)	24	(22,64)	<0,05
Sağlıklı	28	(35,44)	51	(64,56)	
ÖÇB hasarlı	47	(90,38)	5	(9,62)	0,002
ÖÇB sağlam	35	(64,81)	19	(35,19)	

¹Ki-Kare Testi

ÖÇB= Ön çapraz bağ

Tablo 3. Osteoartritli ve sağlıklı grup arasında çentik genişlik indeksi karşılaştırması

	Çentik genişlik indeksi			p ¹
	Ort	s.s.	Medyan	
Osteoartritli	0,253	±0,02	0,254	<0,05
Sağlıklı	0,280	±0,02	0,278	
ÖÇB hasarlı	0,250	±0,02	0,253	0,098
ÖÇB sağlam	0,257	±0,02	0,258	

¹Bağımsız t testi

ÖÇB= Ön çapraz bağ Ort=ortalama s.s.= standart sapma

%35,44'ünde tip A, %64,56'sında tip U vardı. OA'li grubun %71,70'inde tip A, %28,30'unda tip U vardı. OA'li grubun Tip A oranı (%71,70) sağlıklı gruba göre (%35,44) istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksekti (p<0,05) (Grafik 1). OA'li grupta tip A oranı tip U oranından yaklaşık 1,97 kat fazla görülmüştür. OA+ÖÇB ve OA-ÖÇB'li gruplar arasındaki çentik tipi karşılaştırması sonucunda OA+ÖÇB'li grupta tip A oranı % 90,38 ve OA-ÖÇB'ta % 64,81 ile anlamlı olarak yüksektir (Tablo 2) (Grafik 2).

Sağlıklı ve OA'li gruplar arasında ÇGİ karşılaştırması sonucunda; OA'li grubun ortalama ÇGİ değerinin (0,253±0,02) sağlıklı gruba göre (0,280±0,02) daha düşük olduğu görülmüştür (p<0,05) (Grafik 3). OA+ÖÇB ve OA-ÖÇB grupları arasında ise ÇGİ karşılaştırması sonucunda, ÖÇB yırtıklı grupta ÇGİ değerleri 0.250 ±0,02 iken ÖÇB sağlam grupta 0.257 ±0,02 ile daha düşük olduğu görülmüştür ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir

(p>0,05) (Tablo 3). OA'li grupta ÖÇB yırtık varlığının tespitinde ÇGİ değeri için bir cut off değeri bulunamamıştır (p>0,05) (Grafik 4). OA'li grupta ÇGİ değeri 0,270'den küçük olanlarda ÖÇB yırtıklarının tamamında tip A bulunurken ÖÇB'si sağlam olanların %70,59'unda tip A bulunmaktadır (p<0,05) (Tablo 4).

Sağlıklı grubun α açısı 39,82°±1,84° iken OA'li grupta 40,08 °± 2,51° ölçülmüş olup OA'li ve sağlıklı grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır (p>0,05). OA'li lerin kendi içinde ise; OA+ÖÇB grubun ortalama α değerinin (41,45°± 2,53°), OA-ÖÇB grubuna göre (38,77°± 1,64°) daha yüksek olduğu görülmüştür (p<0,05) (Tablo 5).

Son olarak ÖÇB yırtığı varlığını etkileyen faktörlerin regresyon analizi yapıldığında en güçlü bağın çentik tipi ile ilişkili olduğu gösterilmiş, tip A çentiğe sahip olmanın yırtık olasılığını 5,17 kat arttırdığı sonucuna varılmıştır (%95G.A.=1,75-15,297) (Tablo 6).

Tablo 4. Çentik genişlik indeksi 0.270'den küçük olan osteoartritli grupta ön çapraz bağ hasar varlığı ile çentik tipi karşılaştırması

ÇGİ<0,270	ÖÇB hasarlı		ÖÇB sağlam		p ¹
	n	%	n	%	
Tip A	41	(100,00)	24	(70,59)	<0,05
Tip U	0	(0,00)	10	(29,41)	

¹Ki-Kare Testi

ÇGİ= Çentik genişlik indeksi ÖÇB= Ön çapraz bağ

Tablo 5. Osteoartritli ve sağlıklı grup arasında Alfa açısının karşılaştırılması

	Alfa açısı			p ¹
	Ort	s.s.	Medyan	
Osteoartritli	40,08	±2,51	39,80	0,766
Sağlıklı	39,82	±1,84	40,00	
ÖÇB hasarlı	41,45	±2,53	41,00	
ÖÇB sağlam	38,77	±1,64	39,00	

¹Mann Whitney U Testi

ÖÇB= Ön çapraz bağ Ort=Ortalama s.s.= standart sapma

Tablo 6. Ön çapraz bağ yırtığı varlığını etkileyen faktörlerin regresyon analizi

	B	Std. Hata	Exp (B)	%95 Güven Aralığı		p
				Alt Sınır	Üst sınır	
Erkek	,113	,439	1,120	,474	2,646	,797
Tip A	1,644	,553	5,173	1,750	15,297	,003
Sabit	-,373	,379	,688			,325

B= Katsayı Std. Hata= Standart hata Exp (B)= Tahmini rölatif risk

Tartışma

Birçok çalışmada OA'li hastaların interkondiler çentikleri değerlendirilmiştir. Chrisman ve ark. (13) arkadaşları, interkondiler çentik bölgesinin, osteofitlerin ana kaynağı olan sinovyal dokudan oldukça zengin olduğunu söylemiştir. Wada ve ark. (6) ileri evre OA'li hastalarda, interkondiler çentik ölçümlerinde osteofit büyüklüklerinin hastalık progresyonu ile ilişkili olduğunu göstermiş, bunun da çentik indeks oranının azalttığını göstermişlerdir. Leo'n ve ark. (7) ÖÇB yırtığı olmayan 69 OA'li dizi artroskopik olarak incelemiş ve 4 tip interkondiler çentik darlığı sınıflamış, osteofit yerleşimine göre en sık tip 3; anterio ve medial darlık varlığını göstermiştir. Direkt grafi ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi diğer modalitelerle de interkondiler çentik genişliği değerlendirilebilsede yapılan son çalışmalarda MRG yumuşak dokuyu, eklem ve ligamanları daha iyi gösterdiğinden tercih edilmiştir, ancak darlık değerlendirmede kesin bir cut-off değeri gösterilememiştir (10,14-16). Al-Saeed ve ark. (10) 2013'te yayınladığı 560 vakalılık retrospektif çalışmada, ÇGİ'ni aksiyal sekanslarda 1/2 derinlikte ölçmüş ve

0.270 üzeri değerleri normal, altını ise dar olarak değerlendirmişlerdir. Stein ve ark. (17) değişik siddetteki 160 OA'li hastayı yine aksiyal planlarda fakat 2/3 derinlikte ölçmüş, 0.2'nin altındaki değerleri dar olarak kabul etmişlerdir. Koronal planlarda da interkondiler çentik genişlik ölçümleri yapılmış, sağlıklı gruba göre ÖÇB yırtıklı hastalarda daha küçük ÇGİ değerleri gösterilmiştir (14,17,18). Bunlardan sadece Sonnery-Cottet ve ark. (18) bir cut-off değeri vermiş ve ÇGİ'si 0.21'den küçük hastaların ÖÇB yırtık riskine sahip olduklarını söylemişlerdir. Çalışmamızda ÇGİ'yi sadece aksiyal sekanslarda ölçtük ve önceki yayınlara benzer şekilde sağlıklı gruba göre orta-ileri derece OA'li hastaların ÇGİ'lerinin daha dar olduğunu ve yine OA'li grubun kendi içinde de ÖÇB yırtıklılarda ÇGİ'nin daha dar olduğunu gösterdik.

İnterkondiler çentik şekli birçok çalışmada tip A,U ve W olmak üzere 3 şekilde sınıflandırılmıştır. Van Eck ve ark. (11) ÖÇB yırtığı olan 102 hastanın dizini artroskopik olarak incelemiş, tip A formun tip U'ya göre daha dar interkondiler çentik olduğunu ve kadınlarda erkeklere göre daha sık olduğunu göstermişlerdir. Sutton ve ark. ile Al-Saeed ve ark.'da

benzer bildirimler yapmış, tip A hastalarda ÖÇB yırtıklarının daha sık olduğunu göstermişlerdir (20,10). Bizde çalışmamızda sağlıklı gruba göre orta-ileri derece OA'li hastalarda tip A oranının ve ÖÇB yırtıklı OA'li grupta, ÖÇB'si sağlam OA'li gruba göre daha yüksek oranda tip A formun olduğunu gösterdik. Bu da göstermektedir ki tip A çentik morfolojisi daha çok interkondiler çentik darlığına yol açar.

Fernandez-Jaen ve ark. (12) 2015'te yayınladıkları 530 vakalık çalışmalarında, ilk defa ÖÇB yırtıklı hastalarda α açısının artacağını göstermişlerdir. Bouras ve ark. (21) ise sağlıklı grup ile ÖÇB yırtıklı grubun alfa açıları arasında anlamlı fark olmadığını söylemişlerdir. Çalışmamızda α açısı, sağlıklı ve OA'li grup arasında anlamlı fark izlenmemekle birlikte ÖÇB yırtıklı grupta, sağlam gruba göre α açısı anlamlı olarak daha yüksekti. ÖÇB yırtıklarında olduğu gibi ÖÇB rekonstruksiyonlu hastalarda da diz biomekaniklerinin bozulması ve buna sekonder eklem kıkırdağının zarar görmesi, gelişen enflamasyon ve osteofitler ile özellikle genç erişkinlerde de prematüre osteoartrite neden olduğu ve artmış instabilitenin OA progresyonunu hızlandırdığı gösterilmiştir (22-25). OA hastalarındaki osteofitlerin artışı, interkondiler çentik darlığına yol açarak ÖÇB hasarını indükleyebilir, ÖÇB hasarının neden olduğu instabilitede OA'in şiddetini artırabilir. ÖÇB hasarı ile OA arasındaki bu kısır döngüyü kırmak için interkondiler çentik darlığı olan OA hastalarında çentiğe yönelik erken önlem ve tedavi yapmak, ÖÇB hasarı komplikasyonlarının önlenmesi için gereklidir. OA'li hastalarda kilo vermek, eklem yükünü azaltmak, sert ve zorlayıcı hareketlerden kaçınmak, ileri derece çentik darlığı olan OA'li hastalarda önleyici girişimsel tedaviler ÖÇB hasarının önlenmesi için yararlıdır.

Çalışmamızın bazı limitasyonları vardı. Tüm vakalar tek bir hastaneden toplanmıştı. Vaka sayısı yeterli değildi. Hastalara ait bilgiler retrospektif olarak arşiv sisteminden toplandığı için vücut-kitle indeksi gibi ÖÇB hasarını etkileyen diğer faktörler değerlendirilemedi. ÖÇB hasarlarını değerlendirirken, medikal bilgilerinden tüm hastaların travma anamnezlerine net ulaşamadığından, akut ya da kronik yırtık ayrımı yapılamadı.

Sonuç olarak orta-ileri derece OA'li hastalarda görülen interkondiler çentik darlığı ile ÖÇB hasarı arasında güçlü bir ilişki vardır. Düşük ÇGİ, tip A çentik tipi ve artmış α açısı osteoartrit dizlerde ÖÇB yırtık riskini arttırmakta olup bunlardan tip A interkondiler çentik tipi ÖÇB hasar ön görüşünde en güçlü risk faktörüdür. Özellikle diz osteoartrit hastalarında olası ÖÇB yırtıklarını önlemek için femoral çentik morfolojisine yönelik alınacak önlemlerde bu parametreler akılda tutulmalıdır.

Funding sources: There is no any funding sources that supported the work

Conflicts of interest: All authors declares that they have no conflict of interest.

Author contributions: All authors contributed to the study.

The manuscript is not under simultaneous consideration by any other journal, has not been previously published, and the study complies with ethical standards.

Kaynaklar

1. Bredveld FC. Osteoarthritis- the impact of a serious disease. *Rheumatology (Oxford)* 2004; 43 (Suppl.1): i4-8.
2. C.L. Hill, G.S. Seo, D. Gale, S. Totterman, M.E. Gale, D.T. Felson. Cruciate ligament integrity in osteoarthritis of the knee *Arthritis Rheum*, 52.3.2005; 794-799.
3. Johnson VL, Hunter DJ. The epidemiology of osteoarthritis. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2014; 28: 5-15.
4. Neogi T, Felson D, Niu J, Nevitt M, Lewis CE, Aliabadi P et al. Association between radiographic features of knee osteoarthritis and pain: results from two cohort studies. *BMJ* 2009; 339: b2844.
5. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Radiological assessment of osteo-arthrosis. Ann Rheum Dis* 1957; 16: 494-502.
6. Wada M, Tatsuo H, Baba H, Asamoto K, Nojyo Y. Femoral intercondylar notch measurements in osteoarthritic knees. *Rheumatology (Oxford)*1999; 38: 554-558.
7. Leo'n HO, Blanco CER, Guthrie TB, Martinez OJ. Intercondylar notch stenosis in degenerative arthritis of the knee. *Arthroscopy* 2005; 21: 294-302.
8. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K. Et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum* 1986; 29: 1039-49.
9. Souryal TO, Moore HA, Evans JP. Bilaterality in anterior cruciateligament injuries: associated intercondylar notch stenosis. *Am J Sports Med* 1988; 16: 449-454.
10. Al-Saeed O, Brown M, Athyal R, Sheikh M. Association of femoral intercondylar notch morphology, width index and the risk of anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013; 21: 678-682.
11. Van Eck CF, Martins CAQ, Vyas SM, Celentano U, Van Dijk CN, Fu FH. Femoral intercondylar

- notch shape and dimensions in ACL injured patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010; 18(9): 1257-1262.
12. Fernández-Jaén T, López-Alcorocho JM, Rodríguez-Iñigo E, Castellán F, Hernández JC, Guillén-García P. The importance of the intercondylar notch in anterior cruciate ligament tears. *Orthop J Sports Med* 3(8).2015:2.325.967.115.597.882
 13. Chrisman OD, Fessel JM, Southwick WO. Experimental production of synovitis and marginal articular exostoses in the knee joints of dogs. *Yale J Biol Med* 1964; 37: 409-412.
 14. Davis TJ, Shelbourne KD, Klootwyk TE. Correlation of the intercondylar notch width of the femur to the width of the anterior and posterior cruciate ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999; 7(4): 209-214.
 15. Domzalski M, Grzelak P, Gabos P. Risk factors for anterior cruciate ligament injury in skeletally immature patients: analysis of intercondylar notch width using magnetic resonance imaging. *Int Orthop* 2010; 34(5): 703-707.
 16. Ireland ML, Ballantyne BT, Little K, McClay IS. A radiographic analysis of the relationship between the size and shape of the intercondylar notch and anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; 9(4): 200-205.
 17. Stein V, Li L, Guermazi A, Zhang Y, Kent Kwok C, Eaton CB et al. The relation of femoral notch stenosis to ACL tears in persons with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2010; 18(2): 192-199.
 18. Sonnery-Cottet B, Archbold P, Cucurulo T, Fayard JM, Bortolletto J, Thaunat M. Et al. The influence of the tibial slope and the size of the intercondylar notch on rupture of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br.* 2011; 93(11): 1475-1478.
 19. Park JS, Nam DC, Kim DH, Kim HK, Hwang SC. Measurement of knee morphometrics using MRI: a comparative study between ACL-injured and non-injured knees. *Knee Surg Relat Res.* 2012; 24(3): 180-185.
 20. Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg* 2013; 21: 41-50.
 21. Bouras T, Fennema P, Burke S, Bosman H. Stenotic intercondylar notch type is correlated with anterior cruciate ligament injury in female patients using magnetic resonance imaging. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018; 26(4): 1252-1257.
 22. Simon D, Mascarenhas R, Saltzman BM, Rollins M, Bach BR Jr, MacDonald P. The relationship between anterior cruciate ligament injury and osteoarthritis of the knee. *Adv Orthop* 2015; 2015: 928301.
 23. Barenius B, Ponzer S, Shalabi A, Bujak R, Norlen L, Eriksson K. Increased risk of osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction: a 14-year follow-up study of a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2014; 42: 1049-1057.
 24. Culvenor AG, Collins NJ, Guermazi A, Cook JL, Vicenzino B, Khan KM et al. Early knee osteoarthritis is evident one year following anterior cruciate ligament reconstruction: A magnetic resonance imaging evaluation. *Arthritis Rheumatol* 2015; 67: 946-55.
 25. Roemer FW, Jarraya M, Niu J, Silva JR, Frobell R, Guermazi A. Increased risk for radiographic osteoarthritis features in young active athletes: A cross-sectional matched case-control study. *Osteoarthritis Cartilage* 2015; 23: 23-43.