

ORIGINAL ARTICLE

Total diz artroplastisinde quadriceps kas kuvveti, diz eklem proprioepsyonu ve quadriceps kuvvet hissi: Sağlıklı kontrollerle karşılaştırmalı bir çalışma

Quadriceps muscle strength, knee joint proprioception and quadriceps force sense in total knee arthroplasty: A comparative study with healthy controls

Büşra UÇAR¹, Mustafa Ertuğrul YAŞA², Ahmet BAYRAK³, Oğuzhan PEKİNCE⁴

Öz

Amaç: Bu çalışma eklem proprioepsyonunun çoğunlukla ekstraartiküler proprioseptörler tarafından sağlandığı total diz artroplastisi (TDA) cerrahisi geçiren bireyler ile sağlıklı kontroller arasında quadriceps kas kuvveti, diz eklemi proprioepsyonu ve quadriceps kuvvet hissini karşılaştırılması ve quadriceps kas kuvveti ile diz eklem proprioepsyonu ve quadriceps kuvvet hissi arasındaki ilişkinin incelenmesi amacı ile planlandı.

Yöntem: Bu çalışmaya en az dört ay önce TDA cerrahisi geçirmiş 46 birey (ortalama yaş: 67, %80,4 kadın) ve benzer yaş aralığında 46 sağlıklı kontrol (ortalama yaş: 63, %73,9 kadın) dahil edildi. Quadriceps kas kuvveti maksimal izometrik kasılma testi ile, diz eklemi pozisyon duygusu (aktif ve pasif olarak) yeniden konumlandırma hata testi ve quadriceps kasi kuvvet hissi kuvvet hassasiyet testi ile değerlendirildi. Tüm değerlendirmelerde izokinetik dinamometre kullanıldı.

Bulgular: Total diz artroplastisi grubunda quadriceps kuvveti ($p<0,001$), aktif ve pasif eklem pozisyon hissi (tüm $p<0,001$) ve quadriceps kuvvet hissi ($p=0,023$) sağlıklı kontrollere göre anlamlı olarak az idi. TDA grubunda quadriceps kas kuvveti ile proprioseptif ölçümler arasında ve kontrol grubunda quadriceps kas kuvveti ile quadriceps kuvvet hissi arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken (tüm $p>0,05$), kontrol grubunda quadriceps kas kuvveti ile quadriceps kuvvet hissi arasında düşük düzeyde negatif bir ilişki tespit edildi ($p=0,007$, $\rho=-0,391$).

Sonuç: Çalışmamızın sonuçları kuvvetli bir kasın aynı zamanda duyuşal açıdan zengin olmayabileceğine ve bu yüzden bir kasın değerlendirilmesi ve tedavi süreçlerinde kuvvet bileşenine ek olarak kasın proprioseptif fonksiyonunun ayrıca ele alınması gerektiğine dair ipuçları sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Total diz artroplastisi, Proprioepsiyon, Quadriceps kasi, Kas kuvveti.

Abstract

Purpose: This study was planned to compare the quadriceps muscle strength, knee joint proprioception, and quadriceps force sense between individuals with total knee arthroplasty (TKA) and healthy controls and investigate the relationship between quadriceps muscle strength, knee joint proprioception, and quadriceps force sense in individuals with TKA, in which joint proprioception is mostly provided by extra-articular proprioceptors.

Methods: Forty-six individuals (mean age: 67, 80.4% female) who had undergone TKA surgery at least four months before and 46 age-matched healthy controls (mean age: 63, 73.9% female) were included in this study. Quadriceps muscle strength was assessed by maximal isometric contraction test, knee joint position sense (active and passive) with repositioning error test, and quadriceps force sense with force sensitivity test. An isokinetic dynamometer was used in all assessments.

Results: In the total knee arthroplasty group, quadriceps strength ($p<0.001$), active and passive joint position sense (all $p<0.001$) and quadriceps muscle force sense ($p=0.023$) were significantly lower than in healthy controls. While there was no significant relationship between quadriceps muscle strength and proprioceptive measurements in the TKA group and quadriceps muscle strength and quadriceps force sensitivity in the control group (all $p>0.05$), a weak negative correlation was found between quadriceps muscle strength and quadriceps force sensitivity in the control group ($p=0.007$, $\rho=-0.391$).

Conclusion: Our findings provide clues that a muscle's strength is not always correlated with its sensory richness and therefore the proprioceptive function of the muscle should be considered separately in addition to the strength component in the evaluation and treatment processes of a muscle.

Keywords: Total knee arthroplasty, Proprioception, Quadriceps muscle, Muscle strength.

1: University of Health Sciences, Gülhane Institute of Health Sciences, Ankara, Türkiye.

2: University of Health Sciences, Gülhane Faculty of Physiotherapy and Rehabilitation, Ankara, Türkiye.

3: Selcuk University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Konya, Türkiye.

4: Health Ministry of Turkish Republic, Konya City Hospital, Orthopedics and Traumatology Clinic, Konya, Türkiye.

Corresponding Author: Mustafa Ertuğrul Yaşa: mustafaertugrul.yasa@sbu.edu.tr

ORCID IDs (order of authors): 0009-0009-2224-8019; 0000-0002-7796-2588; 0000-0001-7854-6407; 0000-0002-3988-9818

Received: April 16, 2024. Accepted: June 15, 2024.



GİRİŞ

Total diz artroplastisi (TDA), ağrının giderilmesini, fiziksel fonksiyonun ve genel yaşam kalitesinin iyileştirilmesini amaçlayan diz osteoartrit tedavisinde en sık uygulanan geçerli bir son dönem tedavidir. Bununla birlikte, cerrahi sonrasında fonksiyonel bozulma, yürüme anormallikleri ve kayda değer düşme riskinin devam ettiği bilinmektedir.¹⁻³ TDA uygulanan hastalarda proprioseptif duyu kaybı cerrahi öncesine göre iyileşmiş olsa da hala mevcuttur ve bu durum semptomlardaki azalma ve eklem fonksiyonundaki iyileşmeyle her zaman dengelenemez.⁴ Ortaya çıkan bu klinik tablo yapılan ameliyat sırasında cerrahi doku replasmanına bağlı olarak proprioseptif duyu reseptörlerinin etkilenimi ile açıklanabilir.

Latince "proprius" (kişinin kendisine ait) ve "perception" (algı) sözcüklerinin birleşiminden oluşan "proprioepsiyon" kişinin ilgili kas, eklem ve deri reseptörlerinden üretilen duysal sinyallerin santral yapılarda bütünleştirilmesiyle vücudunun herhangi bir bölümünün konumunu/durumunu bilmesini sağlayan bir fonksiyondur.⁵ Üç alt komponenti vardır: a) Kişinin kendi uzuvlarının konumunun ve vücut parçalarının birbirine göre yöneliminin farkındalığı olan "pozisyon duyusu", b) Hareketin hem yönünü hem de hızını algılama yeteneği olan "hareket duyusu", c) Hareket yapmak veya bir dirence karşı eklem pozisyonunu korumak için uygulanması gereken kas kuvvetinin miktarını tahmin etme yeteneği olan "kuvvet hassasiyet duyusu".⁶ Diğer tüm fonksiyonlarda olduğu gibi proprioepsiyon fonksiyonu da proprioseptör denilen duyu üreticilerden gelen afferent sinyallere bağlı olarak sürdürülür.

Proprioepsiyon eklem konumunu, eklem hareketini (hız ve yön) ve kuvvet özelliklerini algılamaya, üretmeye, tahmin etmeye ve simüle etmeye hizmet eden bir dizi duysal girdiye dayanır. Bu duysal girdileri üreten proprioseptörler lokalizasyonlarına göre artiküler ve ekstraartiküler reseptörler olarak ikiye ayrılabilir. Artiküler reseptörler büyük oranda eklem anlık açılma bilgisini üretmeye özelleşmişken, ekstraartiküler reseptörler ise eklem maruz kaldığı kuvvetin miktarının belirlenmesinde etkindirler. Kasın boyu ve

boyundaki değişime hassas olan kas içiği ile tendona yansıyan gerilimi algılayan golgi tendon organı başlıca ekstraartiküler reseptörleri oluştururken, eklemi çevreleyen kapsülde, fasyada, ciltte ve eklem içi yapılarda bulunan pacini-meissner cisimcikleri, ruffini sonlanmaları ve merkel diskleri ise gerilme, basınç ve dokunma gibi mekanik değişimleri algılar.⁷

İskelet kaslarında ekstrasfüzal kas liflerine paralel olarak bulunan kas içiği proprioepsiyonun en önemli kaynağı olarak kabul edilir. Kas içiği kasın gerginliği, kas liflerinin uzunluğu ve kasın yer değiştirme hızı ile ilgili santral yapılara bilgi sağlar. Kas içiğinin uyarı üretmesi spinal seviyede kasın kendi alfa motor nöronunun aktivasyonunda artış ile sonuçlanır ve böylece kas tonusu artar.⁷ İskelet kasının diğer reseptörü ise kas – tendon bileşkesinde yer alan golgi tendon organıdır. Bu reseptör ise kasın kasılması veya dışarıdan pasif olarak boyunun uzatılması durumlarında tendona yansıyan gerilimin artmasıyla uyarı üretir ve inhibitör bir ara nöron ile kendi alfa motor nöronunu hiperpolarize ederek kasın gevşemesini sağlar.⁷ Ekstrasfüzal lif aktivitesini arttıran kas içiği ile kasın gevşemesini sağlayan golgi tendon organı kasın ürettiği kuvvetin ayarlanmasında bir denge halinde çalışır.

İskelet kası farklı koşullar altında yapısını değiştirmek hususunda son derece organize bir dokudur. Plastik özelliğinin bir sonucu olarak iskelet kası çeşitli yüklenme türlerine histokimyasal ve fizyolojik yapısını değiştirerek cevap verir. Örneğin, tekrarlı dirençli yüklenmeler kas fibrillerinin boyutunda artışa neden olurken, düşük şiddette uzun süreli yüklenmeler kasın enzimatik ve mitokondrial aktivitesinde değişimlere neden olur. Tersine kas uzun süre istirahate alındığında (alçı gibi) veya siniriyle bağlantısı kopduğunda ise hayatta kalma özelliklerini kaybederek atrofi denilen bir sürecin içerisinde kontraktıl özelliğini kaybederek kuvvet üretme yeteneği azalır.⁸ Temelde iskelet kasının başlıca özelliği kuvvet üretmesi olsa da içeriğinde bulunan reseptörler sayesinde aynı zamanda zengin bir duysal bir organdır. Farklı patolojik durumlarda kas reseptörlerinin fonksiyonundaki değişimleri ele alan çalışmalar mevcuttur,^{9,10} fakat bilimiz kapsamında sağlıklı iskelet kasının kuvveti ile kasın duysal fonksiyonu arasındaki ilişkiyi

araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma eklem propriosepsiyonunun çoğunlukla ekstraartiküler proprioseptörler tarafından sağlandığı TDA cerrahisi geçiren bireyler ile sağlıklı kontroller arasında quadriceps kas kuvveti, diz eklemi propriosepsiyonu ve quadriceps kuvvet hissini karşılaştırılması ve quadriceps kas kuvveti ile diz eklem propriosepsiyonu ve quadriceps kuvvet hissi arasındaki ilişkinin incelenmesi amacı ile planlandı.

YÖNTEM

Çalışma dizaynı

Bu çalışma tek merkezli, sağlıklı kontrollerle karşılaştırmalı bir çalışma olarak tasarlandı. Çalışma için Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 17/10/2022 tarihli toplantısında 2022-309 karar numarası ile etik kurul onayı alındı. Bu çalışma Helsinki Bildirgesi'nde tanımlanan onaylanmış yönergelerle uygun olarak gerçekleştirildi.

Bireyler

Çalışmaya 46 TDA cerrahisi geçirmiş gönüllü birey dahil edildi. Tüm bireylerin ameliyatı aynı hekim tarafından gerçekleştirilmiş olup hepsine aynı prosedür (arka çapraz bağın korunduğu, sementli, klasik TDA cerrahisi) uygulandı. TDA grup için dahil edilme kriterleri: (a) 18 yaş ve üzerinde olmak, (b) unilaterale TDA cerrahisi geçirmiş olmak, (c) cerrahi işlemin üzerinden en az 4 ay geçmiş olmak, (d) cerrahi sonrası herhangi bir komplikasyonu olmamak, (e) bağımsız yürüebilmek, (f) cerrahiden sonra hekimin önerdiği ev programı egzersizleri dışında herhangi bir fizyoterapi programına katılmamış olmak. Gonartroz dışında alt ekstremite fonksiyonlarını kısıtlayıcı bilinen herhangi bir hastalığa sahip olan ve çalışmadaki rollerini anlamaya yetecek düzeyde mental yeterliliğe sahip olmayan (Standardize Mini Mental Test'ten <24 puan alan) bireyler çalışmaya dahil edilmedi.¹¹

Çalışmanın kontrol grubuna ise benzer yaş aralığında, toplum içinde yaşayan 46 sağlıklı birey dahil edildi. Alt ekstremite fonksiyonlarını kısıtlayıcı bilinen herhangi bir hastalığa sahip olan ve mental yeterliliği olmayan bireyler çalışmaya dahil edilmedi.

Tüm bireylere çalışmaya katılımları planlanmadan önce, araştırmanın her aşaması sözlü olarak açıklandı. Bu bilgilendirmeden sonra çalışmaya katılmaya gönüllü olan ve dahil edilme kriterlerini karşılayan tüm bireylerden yazılı onam alındı. Bireylerin herhangi bir noktada çalışmadan çekilmelerine izin verildi.

Çalışmanın örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla gruplara ilk alınan 7'şer birey ile pilot çalışma yapıldı. Yapılan bir çalışmada TDA cerrahisi sonrası tüm açı değerleri içerisinde proprioseptif duyu kaybının en çok 60° fleksiyon açısında olduğu tespit edildiği için (R) analizde hedef ölçüt olarak 60° eklem pozisyon hissi değişkeni belirlendi. Örneklem büyüklüğü G*Power (G*Power, Version 3.1.9.7, Franz Faul, Universität Kiel, Germany) programı kullanılarak hesaplandı. Yapılan analiz sonucunda $\alpha=0,05$ tip I hata, %90 güç oranında ve $r=0,429$ etki büyüklüğünde örneklem sayısı her bir grup için en az 43 kişi olarak belirlendi.

Ölçümler

Bireylerin değerlendirilmesine yaş, boy, kilo, cinsiyet, eğitim durumu, geçirmiş olduğu cerrahinin zamanın standart bir forma kaydedilmesiyle başlandı ve tüm ölçümler aşağıda verilen sıra ile aynı fizyoterapist tarafından yapıldı. Kontrol grubundaki bireylerin her iki alt ekstremitesi değerlendirildi, quadriceps kas kuvveti daha iyi olan tarafın verileri kullanıldı. Değerlendirme öncesi bireylere bisiklet ergometresinde 10 dakika submaksimal düzeyde (maksimum kalp hızının %40'ında) ısınma egzersizi ve olası yaralanmaları önlemek amacıyla değerlendirme öncesi ve sonrası hamstring, gastroknemius ve quadriceps femoris kaslarına 30'ar saniye süreyle üçer setlik germe egzersizleri yaptırıldı. Yorgunluğun önlenmesi için bireylere ölçümler arası en az 60 saniyelik dinlenme zamanı verildi.¹²

Quadriceps kas kuvveti

Quadriceps kasının kuvvet ölçümü izokinetik dinamometre (Cybex Norm® Humac USA) kullanılarak yapıldı. Bireyler test koltuğunda kalçalar ve dizler 90° fleksiyonda, gövde dik bir şekilde otururken her iki omuz ve kalçadan kemerler ile sabitlenerek pozisyon standartlaştırıldı. Dinamometrenin hareketi yaptıran kolu tibianın distal ucuna malleollerin 2 santimetre proksimaline velkro ile sabitlendi. Ölçümden önce bireylere cihaz tanıtıldı ve

prosedürü öğrenmeleri için 2 deneme testi yapıldı. Cihaz izometrik kasılma moduna getirilip diz 45° fleksiyon pozisyonunda kilitlendi ve bu pozisyonda bireylerden maksimal bir efor ile dizlerini düzeltmeye gayret etmeleri istendi. Bireyler her bir performans sırasında araştırmacı tarafından sözlü olarak teşvik edildi ve ölçümü yapan fizyoterapist maksimum değeri görene (genellikle 3-5 s sonra olan) kadar kasılmaya devam etmeleri talimatı verildi. Test 2'şer dakikalık dinlenme aralıkları verilerek 3 kez tekrarlandı. Üç ölçümde elde edilen en yüksek değerlerin ortalaması Newton cinsinden maksimal istemli izometrik kasılma (MVIC) değeri olarak kaydedildi.¹³

Propriosepsiyon

Quadriceps kasının proprioseptif kapasitesi (a) açısını kontrol ettiği diz ekleminin pozisyon duyusu testi, (b) ürettiği kuvvetin miktarını algılamasının bir ölçütü olarak kuvvet hassasiyet testi olmak üzere iki alt parametrede değerlendirildi.¹⁴ Ölçümler izokinetik dinamometre (Cybex Norm® Humac USA) kullanılarak yapıldı. Her iki ölçüm MVIC kuvvet testinde anlatılan pozisyonda yapıldı ve ölçüm öncesi bireylerin test prosedürünü öğrenmeleri için 2 deneme testi yapıldı. Dış etkenlerin eliminasyonu için ölçümler sessiz, iyi aydınlatılmış ve ortam ısısı sabitlenmiş (~23°C) bir odada gerçekleştirildi.

Diz Ekleminin Pozisyon Duyusu: Test için bireyden gözlerini kapatması istendi ve ortamın sessizliği sağlandı. Test pasif ve aktif olmak üzere iki şekilde gerçekleştirildi. Pasif eklemin pozisyon hissi için bireylerden test esnasında bacağını tamamen serbest bırakması ve bacak kaslarını kasmaması istendi. Ölçüm için 3 hedef açı (30°- 45°- 60°) kullanıldı. Dinamometrenin kolu fizyoterapist tarafından hareket ettirilerek bireylere hedef açılar öğretildi ve bu açıları akıllarında tutmaları istendi. Ölçüm yapan fizyoterapist dinamometrenin kolunu pasif olarak 90° fleksiyondan itibaren ekstansiyon yönünde hareket ettirirken, katılımcılardan dizinin hedef açığa geldiğini hissettiği zaman dur komutuyla belirtmesi istendi. Aktif test için de yine aynı hedef açılar kullanıldı ve ilk olarak yine hedef açılar öğretildi. Daha sonra diz ekleminin serbest bırakıldığı pozisyondan itibaren bireyin aktif olarak dizini hedef açığa getirmesi istendi. Her iki ölçümde de bir hedef açı değeri için 5 tekrarlı ölçüm yapıldı. En küçük

ve en büyük değerler çıkarıldı ve kalan 3 açının hedef açıdan çıkarılmasıyla mutlak açısal hata değerleri elde edildi. Mutlak açısal hataların aritmetik ortalaması alındı ve sonuç değeri aktif ve pasif sonuç değeri olarak kaydedildi.¹⁵

Kuvvet Hassasiyet Testi: Dinamometre izometrik kasılma moduna getirilip dizler 45° fleksiyon pozisyonundayken kilitlendi. Daha önce ölçülmüş olan MVIC değerinin %50'sine denk gelen kuvvet değeri her katılımcı için hedef kuvvet olarak hesaplandı. Bireyin hedef kuvveti öğrenmesi için cihazın ekranındaki grafiksel geribildirimlerden faydalanarak hedef kuvveti oluşturması ve bu kuvveti 5 saniye boyunca koruması istendi. Öğrenme aşamasını takiben verilen dinlenme arasından sonra ölçüme geçildi. Bireylerin gözleri uygun bir bant ile kapatıldı ve geri bildirim olmaksızın öğrendikleri hedef kuvvete ulaşmaları ve kasılmayı 5 saniye boyunca sürdürmeleri istendi. Aynı test 90 saniyelik dinlenme aralıklarıyla 5 kere tekrarlandı. En küçük ve en büyük değerler çıkarıldı, kalan 3 kuvvet değerinin hedef değerden çıkarılmasıyla mutlak kuvvet hissi hata değerleri elde edildi ve bunların aritmetik ortalaması Newton cinsinden sonuç değeri olarak kaydedildi.¹⁶

İstatistiksel analiz

Çalışmanın istatistiksel analizleri IBM SPSS Statistics 25 (Armonk, NY: IBM Corp.) programı kullanılarak yapıldı. Verilerin normallik dağılımına uygunluğu "Shapiro Wilk Testi" ile incelendi. Normal dağılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama ve standart sapma (X+SD); normal dağılım göstermeyen ve sıralı değişken verileri medyan, çeyrekler arası genişlik [X (ÇAG)], minimum-maksimum (X; min-maks) değerleri ile verildi. Gruplar arası karşılaştırmalar normal dağılımı sağlayan değişkenler için "Independent Sample t Test", normal dağılıma uymayan veriler için "Mann Whitney U Test" kullanılarak yapıldı. Kategorik değişkenler için "Ki-Kare Testi" kullanıldı. Sayısal değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin incelenmesinde "Spearman Korelasyon Testi" kullanıldı. Yapılan istatistiksel analizlerde anlamlı p değeri 0,05 olarak belirlendi.

BULGULAR

Çalışma süreci boyunca çalışmaya katılmaya gönüllü 73 TDA cerrahisi geçirmiş

birey ve 54 sağlıklı birey ile ön görüşme sağlandı. Hasta grupta 27, kontrol grubunda ise 8 birey dahil edilme kriterlerini karşılamadığından çalışmadan çıkarıldı ve çalışma 46 TDA cerrahisi geçirmiş birey (ortalama yaş: 67, %80,4 kadın) ve 46 sağlıklı birey (ortalama yaş: 63, %73,9 kadın) ile tamamlandı. Buna göre gruplar cinsiyet, yaş ve vücut kütle indeksi açısından benzer bulundu (tüm $p>0,05$) (Tablo 1).

Grupların kas kuvveti ve propriosepsiyon ölçüm sonuçlarının karşılaştırma analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre sağlıklı bireylerle kıyaslandığında TDA grubun quadriceps kas kuvvetinin azaldığı ve mutlak kuvvet hissi hata değeri ile eklem pozisyon hissi mutlak açılma hata değerlerinin artmış olduğu bulundu ($p<0,05$).

Grupların quadriceps kas kuvveti ile eklem pozisyon hissi ve kuvvet hassasiyet test sonuçları arasındaki ilişki analizi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Buna göre her iki grupta da quadriceps kas kuvveti ile aktif-pasif diz propriosepsiyonu arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edildi ($p>0,05$). Ayrıca TDA grubunda quadriceps kas kuvveti ile quadriceps kası kuvvet hissi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmazken ($p>0,05$), kontrol grubunda quadriceps kas kuvveti ile quadriceps kası kuvvet hissi arasında düşük düzeyde negatif bir ilişki tespit edildi ($p<0,05$).

TARTIŞMA

Bu çalışmada TDA'lı bireyler ile sağlıklı kontroller arasında quadriceps kas kuvveti, diz eklemi propriosepsiyonu ve quadriceps kuvvet hissi karşılaştırıldı ve quadriceps kas kuvveti ile diz eklem propriosepsiyonu ve quadriceps kuvvet hissi arasındaki ilişki incelendi. Çalışma sonuçlarına göre TDA cerrahisi geçiren bireylerin sağlıklı kontrollerle kıyaslandığında quadriceps kas kuvvetinde %40 azalış ve kuvvet hissi hata oranında %124, aktif eklem pozisyon hissi hata oranlarında ortalama %190, pasif eklem pozisyon hissi hata oranlarında ortalama %227'lik bir artış tespit edildi. TDA cerrahisi geçiren grupta quadriceps kas kuvveti ile yapılan tüm proprioseptif ölçüm sonuçları arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı. Ayrıca diz eklemde herhangi bir patoloji olmayan

sağlıklı bireylerde de kas kuvveti – propriosepsiyon ilişkisi saptanmadı.

Bu çalışmada proprioseptif geri bildirim 3 ölçüm ile değerlendirildi. Bunların tamamında cilt ve fasya üzerindeki mekanoreseptörlerin rolü olmakla birlikte, pasif eklem pozisyon hissi daha çok artiküler reseptörlerce, aktif pozisyon hissi artiküler ve kassal reseptörlerce, kuvvet hissi ise başlıca kassal reseptörlerce sağlanmaktadır.¹⁷ Çalışmamız örneklemini oluşturan bireylerin klinik durumu göz önünde bulundurulduğunda¹⁸ en fazla sapmanın pasif eklem pozisyon hissi (ortalama %227) ve onu takiben aktif eklem pozisyon hissi hata oranlarında (ortalama %190) olması cerrahiye bağlı artiküler reseptör kaybını ortaya koymaktadır. Bu sonuç TDA cerrahisi sonrası diz eklemi proprioseptif geribildirim yükünün ağırlıklı olarak kassal reseptörlerden sağlandığına işaret etmektedir. Bu yönüyle çalışmamız “kuvvetli kas aynı zamanda duyuşal olarak da zengin midir?” sorusuna cevap alınabilecek en uygun klinik durumlardan biri üzerinde yapılmıştır ki; bu da çalışmamızın üstün yanını yansıtmaktadır.

Bugüne kadar yapılan araştırmalarda TDA cerrahisi sonrası quadriceps kas kuvvetinin azaldığı hususunda fikir birliği varken;¹⁹ diz eklemi proprioseptif duyusu değişimlerini inceleyen çalışmalarda farklı sonuçlar rapor edildiği dikkati çekmektedir. Bu çalışmalardan bir kısmı yapılan artroplasti cerrahisi sonrası hastaların diz eklem propriosepsiyonunun arttığını iddia ederken, bazıları ise azalma rapor etmişlerdir.^{20,21} Bu çalışmaların metodolojisi incelendiğinde ortaya çıkan bu farklılığın çalışma örnekleminde seçilen kontrollerden kaynaklandığı dikkati çekmektedir. Kıyaslamayı bireylerin cerrahi öncesi verileriyle yapan çalışmalarda cerrahi sonrası propriosepsiyonun artması cerrahi öncesi diz eklemdeki ileri dejenerasyon ve şiddetli ağrının oluşturduğu lateral inhibisyonun bir sonucudur ve bu da cerrahi prosedürün başarısını yansıtır.²² Kıyaslaması bizim çalışmamızda olduğu gibi benzer yaş aralığındaki sağlıklı bireylerin verileriyle yapılanlarda propriosepsiyonun azalması ise artiküler reseptör kaybının somut bir kanıtı niteliğindedir ki; çalışmamız sonuçları da bizi bu yargıya götürmüştür.

Farklı hastalık gruplarında motor fonksiyon – propriosepsiyon ilişkisi araştıran

Tablo 1. Demografik ve klinik özellikler.

	TDA Grubu (N=46)	Kontrol Grubu (N=46)	p
Cinsiyet (Kadın/Erkek) (n (%))	37/9 (80/20)	34/12 (74/26)	0,619 (a)
Yaş (yıl) (Ort (min-maks))	67 (48-84)	63 (47-88)	0,091 (b)
Beden kütle indeksi (kg/m ²) (X±SD)	30,75±3,37	29,42±3,24	0,058 (b)
Cerrahi geçirdiği taraf (Sağ/Sol) (n (%))	24/22 (52/48)		
Cerrahi Süresi (ay) (Ort (min-maks))	9 (4-24)		

Ort: Ortanca. TDA: Total Diz Artroplastisi. (a): Continuity Correction (Yates düzeltmeli ki kare). (b): Independent Sample t Test.

Tablo 2. Grupların quadriceps kuvveti, quadriceps kuvvet hissi ve diz propriozeşiyonu açısından karşılaştırılması.

	TDA Grubu (N=46)		Kontrol Grubu (N=46)	
	Ortanca (ÇAG)	Ortanca (ÇAG)	p	z
Quadriceps kuvveti (Newton)	43,15 (19,60)	70,80 (24,02)	<0,001*	-6,572
Quadriceps kuvvet hissi (Newton)	4,89 (3,98)	2,18 (1,43)	0,023*	-5,296
Diz propriozeşiyonu				
Aktif 30°	5,15 (3,80)	1,60 (1,70)	<0,001*	-6,291
Aktif 45°	4,80 (2,78)	1,60 (1,15)	<0,001*	-6,804
Aktif 60°	5,15 (2,60)	2,00 (2,30)	<0,001*	-6,594
Pasif 30°	5,45 (2,70)	1,30 (2,10)	<0,001*	-6,564
Pasif 45°	4,00 (2,40)	1,60 (1,15)	<0,001*	-6,078
Pasif 60°	4,30 (3,10)	1,30 (1,08)	<0,001*	-6,250

* p<0,05. TDA: Total Diz Artroplastisi. ÇAG: Çeyrekler arası genişlik. z: Mann Whitney U Testi.

Tablo 3. Quadriceps kuvveti ile diz propriozeşiyonu ve quadriceps kuvvet hissi arasındaki ilişki analizi sonuçları.

	Quadriceps kuvveti	
	TDA Grubu (N=46) rho (p)	Kontrol Grubu (N=46) rho (p)
Quadriceps kuvvet hissi (Newton)	-0,014 (0,928)	-0,391 (0,007)*
Diz propriozeşiyonu		
Aktif 30°	-0,082 (0,590)	-0,103 (0,497)
Aktif 45°	-0,163 (0,279)	-0,105 (0,489)
Aktif 60°	-0,135 (0,372)	-0,097 (0,522)
Pasif 30°	-0,071 (0,638)	-0,195 (0,194)
Pasif 45°	-0,021 (0,888)	-0,140 (0,352)
Pasif 60°	-0,084 (0,580)	-0,024 (0,874)

* p<0,05. TDA: Total Diz Artroplastisi. rho: Spearman korelasyon katsayısı.

çalışmalarda azalan propriozeşitif geribildirim fonksiyonu bozduğu çok sayıda çalışmada belirtilmiştir.²³⁻²⁵ Fakat motor fonksiyon içinde kas kuvvetini de barındıran çok faktörlü bir

eylemdir ve santral yapıların motor fonksiyonu ortaya çıkaracak sistemleri organize edebilmesi için doğru ve yeterli propriozeşitif geri bildirim kritiktir. Bununla birlikte medulla spinalis

nöron havuzundan kasa gelen uyarı miktarı belirli bir düzeye kadar kasın ürettiği kuvveti arttırsa da aslında kasın maksimal kasılmada üretebileceği kuvvetin esas belirleyicisi kas liflerinin fizyolojik enine kesit alanıdır.²⁶ Bu yüzden doğrudan kas kuvveti - proprioepsiyon ilişkisini araştıran çalışmalarda farklı sonuçlar bulunduğu göze çarpmaktadır. Niespodziński vd. profesyonel jimnastik sporcuları ve sağlıklı kontroller üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda dirsek fleksörlerinin kas kuvveti (%50 MVIC) ile proprioepsiyon duyusu arasında her iki grupta da ilişki olmadığını, dirsek fleksör ve ekstansör kas kuvveti ile kuvvet hissi arasında ise düşük düzeyde ilişki bulduklarını bildirmişlerdir.²⁷ Kaynak vd. ise sağlıklı üniversite öğrencileriyle yaptıkları çalışmalarında diz ekstansör kas kuvveti (%50 MVIC) ve kuvvet hissi arasında düşük düzeyde bir ilişki bulmuşlardır.²⁸ Akyol vd. ise ağrı ve yorgunluk gibi duysal karıştırıcıların bulunduğu ve santral işlemede değişimlerin olduğu fibromiyalji hastaları üzerinde yaptıkları çalışmada quadriceps kas kuvveti ile proprioseptif duyu doğruluğu arasında bir ilişki olmadığını bulmuşlardır.²⁹ Çalışmamız kontrol grubunda quadriceps kuvveti ile kuvvet hissi arasında düşük düzeyde bir ilişki bulunmasına rağmen mevcut çalışmamız sonuçları da kas kuvveti ile kasın proprioseptif duyusu arasında ilişkinin olmadığı yönündeki kanıtları destekler niteliktedir.

Limitasyonlar

Bu çalışmada yeni araştırmalar için potansiyel olabilecek bazı limitasyonlar vardır. Bir eklemi kontrol eden agonist, antagonist ve sinerjist kasların birlikte aktive olduğu kompleks motor fonksiyonlarda daha yüksek düzeyde bir proprioseptif geribildirime ihtiyaç vardır.³⁰ Bu durum fonksiyon sırasında eklemi çevreleyen tüm kaslardan eş zamanlı afferent bilgi akışının önemine işaret eder. Çalışmamızda kuvvet hissi ölçümü örneklemedeki hastaları yüzüstü pozisyonlamadaki güçlüklerden dolayı sadece quadriceps kasında yapılabilmektedir. Çalışmamızda diz eklemine en güçlü ve büyük kası ölçülmesine rağmen hamstringlerin kuvvet hissi ölçümü de analize katılmış olsaydı diz eklemi proprioepsiyonu açısından bütüncül bir yaklaşım sergilenebilirdi. Ayrıca farklı diz açılarında yapılan kuvvet hissi ölçümleri ilgili kasın farklı uzunluklarında ve farklı nöro-

mekanik etkileri ortaya çıkarabileceği için gelecekte yapılacak olan çalışmalarda kuvvet hissinin farklı diz açılarında ölçülmesi önerilebilir.

Sonuç

Bu çalışma sonuçları itibariyle bir kasın kuvvetli olmasının aynı zamanda duysal açıdan da zengin olamayabileceğini ortaya koymuştur. Sonuçlarımız farklı hastalık gruplarında uygulanan terapötik stratejilerin kas kasılma kuvvetinin güçlendirilmesine ek olarak proprioseptif stratejileri de ayrıca içermesi gerektiğine dair ipuçları sağlamaktadır.

Teşekkür: Yok

Yazarların Katkı Beyanı: **BU:** Literatür tarama, veri toplama, makale yazımı; **MEY:** Fikir gelişimi, literatür tarama, çalışma dizaynı, makale yazımı, kritik gözden geçirme; **AB:** Çalışma dizaynı, ekipmanların sağlanması, veri toplama; **OP:** Çalışma dizaynı, olguların sağlanması, kritik gözden geçirme

Finansal Destek: Yok

Çıkar Çatışması: Yok

Etik Onay: Bu araştırma protokolü Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu, (sayı: 2022-309 tarih: 17.10.2022) tarafından onaylandı.

KAYNAKLAR

1. di Laura Frattura G, Filardo G, Giunchi D, et al. Risk of falls in patients with knee osteoarthritis undergoing total knee arthroplasty: A systematic review and best evidence synthesis. J Orthop. 2018;15:903-998.
2. Baçzkowicz D, Skiba G, Czerner M, et al. Gait and functional status analysis before and after total knee arthroplasty. Knee. 2018;25:888-896.
3. van der Linden ML, Rowe PJ, Myles CM, et al. Knee kinematics in functional activities seven years after total knee arthroplasty. Clin Biomech. 2007;22:537-542.
4. di Laura Frattura G, Zaffagnini S, Filardo G, et al. Total knee arthroplasty in patients with knee osteoarthritis: Effects on proprioception. A

- systematic review and best evidence synthesis. *J Arthroplasty*. 2019;34:2815-2822.
5. Sherrington CS. The integrative action of the nervous system. Routledge. 2023;217-253.
 6. Niessen MH, Veeger DH, Janssen TW. Effect of body orientation on proprioception during active and passive motions. *Am J Phys Med Rehabil*. 2009;88:979-985.
 7. Proske U, Gandevia SC. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiol Rev*. 2012;92:1651-1697.
 8. Chromiak JA, Antonio J. Skeletal muscle plasticity. *Essentials of Sports Nutrition and Supplements*. Totowa, NJ: Humana Press. 2008;21-52.
 9. Rogers SL. Muscle spindle formation and differentiation in regenerating rat muscle grafts. *J Dev Biol*. 1982;94:265-283.
 10. Kröger S, Watkins B. Muscle spindle function in healthy and diseased muscle. *Skelet Muscle*. 2021;11:3.
 11. Keskinoglu P, Ucku R, Yener G, et al. Reliability and validity of revised Turkish version of Mini Mental State Examination (rMMSE-T) in community-dwelling educated and uneducated elderly. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2009;24:1242-1250.
 12. Parcell AC, Sawyer RD, Tricoli VA, et al. Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:1018-1022.
 13. Rainoldi A, Bullock-Saxton J, Cavarretta F, et al. Repeatability of maximal voluntary force and of surface EMG variables during voluntary isometric contraction of quadriceps muscles in healthy subjects. *J Electromyogr Kinesiol*. 2001;11:425-438.
 14. Clark NC, Röijezon U, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Man Ther*. 2015;20:378-387.
 15. Sahin N, Baskent A, Cakmak A, et al. Evaluation of knee proprioception and effects of proprioception exercise in patients with benign joint hypermobility syndrome. *Rheumatol Int*. 2008;28:995-1000.
 16. Janicijevic D, Knezevic OM, Garcia-Ramos A, et al. Isokinetic testing: sensitivity of the force-velocity relationship assessed through the two-point method to discriminate between muscle groups and participants' physical activity levels. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:8570.
 17. Han J, Waddington G, Adams R, et al. Assessing proprioception: a critical review of methods. *J Sports Health Sci*. 2016;5:80-90.
 18. Raizah A, Reddy RS, Alshahrani MS, et al. Investigating knee joint proprioception and its impact on limits of stability using dynamic posturography in individuals with bilateral knee osteoarthritis - a cross-sectional study of comparisons and correlations. *J Clin Med*. 2023;12:2764.
 19. Paravlic AH, Meulenberg CJ, Drole K. The time course of quadriceps strength recovery after total knee arthroplasty is influenced by body mass index, sex, and age of patients: systematic review and meta-analysis. *Front Med*. 2022;9:865412.
 20. Xue Y-Y, Shi J-N, Zhang K, et al. The effects of total knee arthroplasty on knee proprioception of patients with knee osteoarthritis: A meta-analysis. *J Orthop Res*. 2022;17:258.
 21. Bragonzoni L, Rovini E, Barone G, et al. How proprioception changes before and after total knee arthroplasty: a systematic review. *Gait Posture*. 2019;72:1-11.
 22. Isaac S, Barker K, Danial I, et al. Does arthroplasty type influence knee joint proprioception? A longitudinal prospective study comparing total and unicompartmental arthroplasty. *Knee*. 2007;14:212-217.
 23. Van der Esch M, Steultjens M, Harlaar J, et al. Joint proprioception, muscle strength, and functional ability in patients with osteoarthritis of the knee. *Arthritis Care Res*. 2007;57:787-793.
 24. Ghez C, Gordon J, Ghilardi MF. Impairments of reaching movements in patients without proprioception. II. Effects of visual information on accuracy. *J Neurophysiol*. 1995;73:361-372.
 25. Messier J, Adamovich S, Berkinblit M, et al. Influence of movement speed on accuracy and coordination of reaching movements to memorized targets in three-dimensional space in a deafferented subject. *Exp Brain Res*. 2003;150:399-416.
 26. Lieber RL, Fridén J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle & Nerve*. 2000;23:1647-1666.
 27. Niespodziński B, Kochanowicz A, Mieszkowski J, et al. Relationship between joint position sense, force sense, and muscle strength and the impact of gymnastic training on proprioception. *Biomed Res Int*. 2018;18:2018:5353242.
 28. Kaynak H, Altun M, Tok S. Effect of force sense to active joint position sense and relationships between active joint position sense, force sense, jumping and muscle strength. *J Mot Behav*. 2020;52:342-351.
 29. Akyol Y, Ulus Y, Tander B, et al. Muscle strength, fatigue, functional capacity, and proprioceptive acuity in patients with fibromyalgia. *Turk J Physical Med Rehabil*. 2013;59:292-298.
 30. Ribot-Ciscar E, Roll J-P. Ago-antagonist muscle spindle inputs contribute together to joint movement coding in man. *Brain Res J*. 1998;791:167-176.