

Sağlıklı Genç Erkeklerde Quadriceps ve Hamstring Oranı İle Sıçrama Performansı Arasındaki İlişki

Correlation Between Quadriceps to Hamstring Ratio and Jumping Performance in Healthy Young Men

Tuba İnce Parpucu¹, Zeliha Başkurt², Cem Çetin³, Ferdi Başkurt²

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Isparta, Türkiye

² Prof.Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Isparta, Türkiye

³ Prof.Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye

Özet

Amaç: Quadriceps ve hamstring (Q:H) oranı sadece quadriceps ve hamstring kuvvetleri arasındaki benzerliği değerlendirmek için kullanılmaz. Ayrıca dizin fonksiyonelliğini ve kas dengesini değerlendirir. Bu oran konvansiyonel olarak konsentrik quadriceps ile konsentrik hamstring kuvvet (Qkon:Hkon) oranıdır. Konvansiyonel oran sağlıklı kişilerde 1.66 ve 2.0 değerleri arasındadır. Fonksiyonel oran eksentrik quadriceps ile konsentrik hamstring kuvvet (Qeks:Hkon) oranı veya konsentrik quadriceps ile eksentrik hamstring kuvvet (Qkon:Hecc) oranı gibi eksentrik agonist peak tork ile konsentrik antagonist peak tork ile ilgili ölçümdür. Bu çalışmanın amacı sağlıklı genç erkeklerde quadriceps ve hamstring oranı ile sıçrama performansı arasındaki ilişkinin incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem: 34 genç erkek (ort±SS, yaş: 22.7±1.4 yıl, boy: 176.9±5.9 cm., ağırlık: 73.3±10.1 kg.) çalışmaya dahil edilmiştir. Quadriceps ve hamstring kaslarının konsentrik ve eksentrik kas kuvvetleri izokinetik dinamometre ile ölçülmüştür. Konvansiyonel Q:H oranı konsentrik quadriceps ile konsentrik hamstring peak tork kuvvetleri ile hesaplanmıştır (Ratio 1). Fonksiyonel oran eksentrik quadriceps ile konsentrik hamstring peak tork kuvvet oranı (Ratio 2) ve konsentrik quadriceps ile eksentrik hamstring peak tork kuvvet oranı olarak hesaplanmıştır (Ratio 3). Vakaların sıçrama performansları vertikal sıçrama testi, çift ayak uzun atlama testi ve tek ayak atlama testi ile değerlendirilmiştir. Ratio 1, Ratio 2 ve Ratio 3 oranları ile sıçrama performansı arasındaki ilişki Pearson korelasyon testi ile hesaplanmıştır.

Bulgular: Ratio 1 (ort±SS, 2.32±1.46), Ratio 2 (ort±SS, 2.19±0.82), Ratio 3 (ort±SS, 1.71±0.83). Vertikal Sıçrama Testi (ort±SS, 39.76±7.33 cm), Çift Ayak Uzun Atlama Testi ve (ort±SS, 154.00±24.25 cm), Tek Ayak Atlama Testi (ort±SS, 122.14±19.77 cm). Ratio 3 Tek Ayak Atlama Testi (r=0.36) ve Vertikal Sıçrama Testi (r=0.41) ile korelasyon gösterirken Çift Ayak Uzun Atlama Testi (r=0.26) ile korelasyon göstermemiştir. Ratio 1 ve Ratio 2 Vertikal Sıçrama Testi, Çift Ayak Uzun Atlama Testi ve Tek Ayak Atlama Testi ile korelasyon göstermemiştir.

Sonuç: Sağlıklı genç erkeklerde konsentrik quadriceps ve eksentrik hamstring oranının sıçrama performansı ile ilişkili olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Korelasyon, sıçrama performansı, Q:H oranı

Summary

Objective: The Q:H ratio has been used not only to examine the similarity between quadriceps and hamstring strength but also to assess knee functional ability and muscle balance. This ratio has conventionally been expressed as concentric quadriceps to concentric hamstring strength (Qcon:Hcon). The conventional ratio is reported to be between 1.66 and 2.0 in healthy subjects. The functional ratio is the measure of eccentric agonist peak torque relative to concentric antagonist peak torque such as eccentric quadriceps to concentric hamstring strength (Qecc:Hcon) or concentric quadriceps to eccentric hamstring strength (Qcon:Hecc). The aim of this study was to investigate the correlation between quadriceps to hamstring (Q:H) ratio and the jumping performance in healthy young men.

Material and Methods: Thirty-four men (mean±SD, age: 22.7±1.4 years, height: 176.9±5.9 cm., weight: 73.3±10.1 kg.) were included in this study. Eccentric and concentric quadriceps and hamstring strength were recorded. Conventional Q:H ratio was calculated as the concentric quadriceps to concentric hamstring peak

torque (Ratio 1). Functional ratios were calculated as the eccentric quadriceps to concentric hamstring peak torque (Ratio 2) and as the concentric quadriceps to eccentric hamstring torque (Ratio 3). The conventional ratio and functional ratios including Qcon:Hcon, Qecc:Hcon and Qcon:Hecc were calculated with an isokinetic dynamometer. Jumping performance of the patients were determined by using Vertical Jump Test, Standing Long Jump Test, Single-Leg Hop Test. The relationship among Ratio 1, Ratio 2 and Ratio 3 with jumping performance were evaluated using Pearson correlation test.

Results: Ratio 1 (mean±SD, 2.32±1.46), Ratio 2 (mean±SD, 2.19±0.82), Ratio 3 (mean±SD, 1.71±0.83). Vertical Jump Test (mean±SD, 39.76±7.33 cm), Standing Long Jump Test (mean±SD, 154.00±24.25 cm), Single-Leg Hop Test (mean±SD, 122.14±19.77 cm). Ratio 3 correlated with Single-Leg Hop Test (r=0.36) and Vertical Jump Test (r=0.41), not correlated with Standing Long Jump Test (r=0.26). Ratio 1 and Ratio 2 not correlated with Vertical Jump Test, Standing Long Jump Test and Single-Leg Hop Test.

Conclusion: Concentric quadriceps to eccentric hamstring ratio was observed related to the jumping performance in healthy young men.

Key words: Correlation, jumping performance, Q:H ratio

Kabul Tarihi: 21.Şubat.2023

Giriş

İzokinetik değerlendirme vücuttaki birçok eklem tork değerlerini ölçmek için kullanılabilir. Diz eklemi bunlar arasında en sık test edilen eklemdir. Bu değerlendirme tipik olarak etkilenmiş eklem ile etkilenmemiş eklem karşılaştırmasını sağlar (1). Kas kuvveti ölçümlerinde dominant/nondominant ve agonist/antagonist kas grupları arasındaki kas kuvvetlerini ve dengesini belirlemek oldukça önemlidir (2). Bu noktada en uygun yöntem de izokinetik dinamometrelerdir (3,4).

Egzersizde oldukça önemli olan unsurlardan biri de diz eklem stabilizasyonudur. Eklem stabilizasyonu statik ve dinamik stabilizasyondan oluşmaktadır. Hamstring ve quadriceps kasları diz eklemde dinamik stabilizasyonu sağlamaktadır. Quadriceps ve hamstring (Q:H) kuvvet oranı diz eklemi stabilizasyonu için önemlidir (4,5).

Karşılıklı kas grupları arasındaki kuvvet dengesini değerlendirmek için bu kas gruplarının kuvvet oranları ölçülür. Quadriceps ve hamstring (Q:H) kuvvet oranı ile ilgili araştırmalar kas dengesi ve diz eklemde dinamik stabilizasyon hakkında doğru kararlara ulaşılmasını sağlar (6,7). İzokinetik testler diz eklemi için hamstring ve quadriceps kas kuvvetlerini değerlendirmek için kullanılabilir (1).

H:Q oranı hamstring ve quadriceps kas kuvvetleri arasındaki benzerliği değerlendirdiği gibi dizin fonksiyonel durumunu ve kas dengesini değerlendirmek için de kullanılır (1,8,9).

Q:H oranı hız ile konuma bağlıdır ve yaralanma eğilimini yansıtır (10). Q:H oranı aynı zamanda

alt ekstremitte yaralanmalarının göstergesi olarak ifade edilmektedir (11,12,13). Genel diz stabilizasyonunda fleksör-ekstansör kas kuvvet dengesinin önemli olması nedeniyle diz yaralanmalarında Q:H kuvvet oranı rehabilitasyona yönelik de kullanılır. Q:H kuvvet oranı, spor yaralanmalarının gelişimindeki risklerin göstergesi olmakla birlikte, rehabilitasyon sürecinde de etkilidir (14,15,16).

Q:H kuvvet oranı maksimum diz ekstansörü (m. quadriceps femoris) ve maksimum diz fleksörü (hamstring kas grubu) momentlerinin aynı açılmal hız ve konsantrik moddaki ölçümlerinin birbirine oranı ile hesaplanır. Bu oranlar konvansiyonel oranlar (konsantrik quadriceps kuvvet /konsantrik hamstring kuvveti oranı veya eksantrik quadriceps kuvvet /eksantrik hamstring kuvveti oranı) ve fonksiyonel oranlardan (eksantrik quadriceps kuvvet /konsantrik hamstring kuvveti oranı veya konsantrik quadriceps kuvvet /eksantrik hamstring kuvveti oranı) oluşur (4,8,17). Fonksiyonel oranlar sprint gibi spor aktiviteleri sırasındaki kasların resiprokal antagonistik fonksiyonunu yansıtır (18). Konvansiyonel oranlar ise hamstring straini ve ön çapraz bağ yaralanma riski ile ilişkili potansiyeli tanımlamaktadır (19). Konvansiyonel oran sağlıklı kişiler için 1.66-2.0 olarak belirtilmiştir (8,20,21). Aagaard ve ark. (21) diz ekstansiyonu için eksantrik hamstring kuvveti ile konsantrik quadriceps kuvvet oranının, diz fleksiyonu için konsantrik hamstring kuvveti ile eksantrik quadriceps kuvvet oranının daha iyi değerlendirme sağlayacağını belirtmişlerdir.

Sıçrama; kişinin dayanma yüzeyini iterek dikey ya da yatay ekseninde yeri terk edip kısa bir süre havada kalmasıdır (22). Sıçrama kuvveti ise, kişinin yapabildiği kadar dikey olarak yükseğe

veya yatay olarak uzağa sıçraması olarak tanımlanır (23). Tek ayak sıçrama testi ve vertikal sıçrama testi gibi çeşitli sıçrama testi prosedürleri tanımlanmaktadır. Tek ayak sıçrama testi alt ekstremitte kas kuvvetini ve diz stabilitesindeki değişiklikleri değerlendirmek için sıklıkla kullanılırken, diz rehabilitasyonundaki ilerlemeyi de değerlendirir. Bu testlerin güvenilirliği ile ilgili çalışmalar tek ayak sıçrama ve üçlü sıçrama gibi testlerin güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir (24,25,26).

Bu çalışmanın amacı sağlıklı genç erkeklerde quadriceps ve hamstring oranı ile sıçrama performansı arasındaki ilişkinin incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem

Çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü ve Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümünde öğrenim gören, tablo 1'deki dışlama kriterlerine sahip olmayan sağlıklı erkek öğrenciler çalışmaya dahil edildi.

Tablo 1. Araştırma dışlama kriterleri

18 yaşından küçük olmak
35 yaş üstü olmak
Diz ile ilgili geçirilmiş cerrahi
Kas-iskelet sistemi hastalığı olmak
Test sırasında katılımcının uyumsuzluğu
İzokinetik dinamometrede test yapılmasına engel teşkil eden sistemik hastalığın olması

Katılımcılardan ayrıntılı bir anamnez alındı ve fizik muayene ile kas-iskelet sistemine ait patolojilerinin olmadığı saptandı. Tüm katılımcılar uygulanacak testlerin yapılışı ve kontraendikasyonları hakkında sözel olarak bilgilendirildi ve onayları alındı. Katılımcıların demografik özellikleri kaydedildikten sonra izokinetik kuvvet testleri ve sıçrama testleri yapıldı.

İzokinetik Kuvvet Testleri

Bu test öncesinde katılımcılara bisiklet ergometresinde 10 dakika submaksimal ısınma egzersizi yaptırıldı. Ayrıca oluşabilecek yaralanmaların önlenmesi amacı ile test öncesi ve sonrası 5 dakika dinamik germe egzersizleri yaptırıldı. Her bir katılımcıya, uygulama öncesi

kalibre edilmiş izokinetik dinamometrede (HUMAC NORM Testing & Rehabilitation System Model 770, USA) yapması gerekenler anlatıldı.

Katılımcıya dinamometrenin test hızının önceden ayarlanmış olduğu ve direncin kişinin uyguladığı kuvvetle orantılı olarak değişeceği, bu yüzden test sırasında itiş ve çekişleri mümkün olan en kuvvetli şekilde yapması gerektiği anlatıldı. İdeal test için ekleme en uygun pozisyon verildi. Katılımcılar 3'er kez deneme yaptırılarak uygulamaya alıştırdı ve daha sonra teste geçildi. Deneme ile test arasında katılımcılara 5 dk dinlenme süresi verildi. Katılımcılar, 120°/s hızda 10 tekrar diz fleksiyon-ekstansiyonu yapacak şekilde ısındıktan sonra eksentrik ve konsentrik kuvvet ölçümleri yapıldı. Katılımcılar izokinetik dinamometre cihazının koltuğuna sırt 90° dik olacak şekilde oturtuldu. Gövde, pelvis ve uyluk bantlar ile koltuğa tespit edildi. Test sırasında katılımcılar dinamometre koltuğunun her iki yanındaki tutamaklardan tutundu.

Tüm testler katılımcının dominant tarafına yapıldı. Önce konsentrik kuvvet testi ardından eksentrik kuvvet testi yapıldı. Eksentrik ve konsentrik kuvvet testleri arasında hastalar 10 dk dinlendirildi. Tüm ölçümlerde Newton-metre (N-m) ölçü birimi kullanıldı. İzokinetik kas kuvveti testi konsentrik kuvvet testinde 60°/sn hız ile konsentrik/konsentrik modda, eksentrik kuvvet testinde de 60°/sn hız ile eksentrik/eksentrik modda 3 tekrar ile yapılarak test aralarında yorgunluğun etkilerinden kaçınmak için 2 dakika dinlenme araları verildi. İzokinetik test 0° ekstansiyon ile 90° fleksiyon eklem hareket açıklığında yapıldı. Testler sırasında katılımcı aynı kişi tarafından sözlü olarak motive edildi. En iyi değer analiz için kullanıldı.

Sıçrama testleri

Vakaların sıçrama performansları vertikal sıçrama testi, çift ayak uzun atlama testi ve tek ayak atlama testi ile değerlendirildi. Sıçrama testleri uygulamadan önce katılımcılara her bir testin yapılışı ve uygulaması anlatıldı. Daha sonra katılımcıların testler öncesi ısınmasını sağlamak amacıyla 5 dk süreyle hafif koşu ve germe egzersizleri yaptırıldı. Her test, 3 kez uygulandı ve en iyi değer kaydedildi.

Tek Ayak Atlama Testi

Tek ayak sıçrama testi tüm katılımcılarda sağ dominant alt ekstremitede yapıldı. Testler

sırasında katılımcıların elleri kalçada kenetli idi. Katılımcılardan düz bir çizgi üzerinde öne, horizontal düzlemde bir adımda sıçrayabildiği kadar uzağa sıçramaları ve aynı ayağının üzerine inmeleri istendi. Yere sabitlenen mezura üzerinde parmak ucu ile adım attığı topuk arası mesafe ölçüldü ve yapılan 3 tekrarın en iyisi değerlendirmeye alındı. Ölçüm için elastik olmayan bir mezura kullanıldı (27).

Çift Ayak Uzun Atlama Testi

Katılımcı başlangıçta her iki ayağı üzerinde durdu, elleri sıçrama sırasında yardımcı olması için serbest idi. Parmak ucu ile arkadaki ayağın topuk arası mesafe mezura ile ölçüldü. 3 tekrarın en iyisi cm cinsinden not edildi. Ölçüm için elastik olmayan bir mezura kullanıldı (28,29).

Vertikal Sıçrama Testi

Katılımcıların her iki alt ekstremiteye eşit ağırlık verecek pozisyonda, ayaklarının her iki omuz genişliğinde, duvardan 15 cm uzaklıkta sıçrama tahtasına yan dönük olacak şekilde durması sağlandı. Duvara sabitlenen mezura üzerinde katılımcıların sağ dominant taraf kolunu 180 derece fleksiyon, dirsek tam ekstansiyonda orta parmağı ile ulaşabileceği son nokta işaretlendi. Katılımcı eliyle uzanabileceği en yüksek yere işaretini koydu. Daha sonra dizler hafif fleksiyona getirilerek kuvvet alınmasına izin verilerek sıçrayabileceği kadar yukarı sıçrayarak ulaşabileceği son noktayı tekrar işaretlemesi istendi. Bundan sonra katılımcı elleri serbest şekilde sıçrama yapıp, eliyle uzanabildiği en yüksek yere işaret koydu. Daha sonra ulaşılan nokta ile başlangıç noktası arasındaki fark ölçülerek santimetre cinsinden not edildi. Test üç kez tekrarlanarak 3 tekrardan en iyi sonuç değerlendirmeye alındı.

Değerlendirmelerde SPSS 20 programı kullanılarak istatistiksel anlamlılık sınırı $p < 0,05$ olarak kabul edildi (30). Ratio 1, ratio 2 ve ratio 3 oranları ile sıçrama performansı arasındaki ilişki Pearson korelasyon testi ile hesaplandı.

Bulgular

Çalışmaya kriterlere uygun olmak üzere 34 erkek dahil edildi. Katılımcıların yaş ortalamaları 22.7 ± 1.4 yıl; ortalama vücut ağırlıkları 73.3 ± 10.1 kg ve boy ortalamaları 176.9 ± 5.9 cm olarak ölçüldü.

Konvansiyonel Q:H oranı konsentrik quadriseps ile konsentrik hamstring peak tork kuvvetleri ile hesaplandı. (Ratio 1). Fonksiyonel oran eksentrik quadriseps ile konsentrik hamstring peak tork kuvvet oranı (Ratio 2) ve konsentrik quadriseps ile eksentrik hamstring peak tork kuvvet oranı olarak hesaplandı (Ratio 3). Ratio 1 ($ort \pm SS$, 2.32 ± 1.46), Ratio 2 ($ort \pm SS$, 2.19 ± 0.82), Ratio 3 ($ort \pm SS$, 1.71 ± 0.83) olarak hesaplandı.

Sıçrama performansını değerlendirmek için kullanılan Vertikal Sıçrama Testi ($ort \pm SS$, 39.76 ± 7.33 cm.), Çift Ayak Uzun Atlama Testi ve ($ort \pm SS$, 154.00 ± 24.25 cm.), Tek Ayak Atlama Testi ($ort \pm SS$, 122.14 ± 19.77 cm.) olarak ölçüldü.

Fonksiyonel oran konsentrik quadriseps ile eksentrik hamstring peak tork kuvvet oranı (Ratio 3) Tek Ayak Atlama Testi ($r = 0.36$) ve Vertikal Sıçrama Testi ($r = 0.41$) ile korelasyon gösterirken Çift Ayak Uzun Atlama Testi ($r = 0.26$) ile korelasyon göstermemiştir.

Konvansiyonel Q:H oranı konsentrik quadriseps ile konsentrik hamstring peak tork kuvvet oranı (Ratio 1) ve fonksiyonel oran eksentrik quadriseps ile konsentrik hamstring peak tork kuvvet oranı (Ratio 2) Vertikal Sıçrama Testi, Çift Ayak Uzun Atlama Testi ve Tek Ayak Atlama Testi ile korelasyon göstermemiştir (Tablo 2).

Tablo 5. Ratio 1, 2 ve 3'ün Vertikal Sıçrama, Çift Ayak Uzun Atlama ve Tek Ayak Atlama Testi ile Korelasyonu

	Vertikal Sıçrama Testi	Çift Ayak Uzun Atlama Testi	Tek Ayak Atlama Testi
Ratio 1	$r = 0.17$	$r = 0.08$	$r = 0.06$
Ratio 2	$r = 0.05$	$r = 0.23$	$r = 0.02$
Ratio 3	$r = 0.41$	$r = 0.26$	$r = 0.36$

Tartışma

Sıçrama, karmaşık hareketler dizinini içeren bir yetenektir. Sıçrama, bacak kaslarının gücüne, patlayıcı kuvvetine, sıçramaya katılan kasların esnekliğine ve sıçrama tekniğine bağlıdır. Yapılan araştırmalarda sıçrama performansını geliştirmek için pliometrik çalışmaların uygulanmasının, fiziksel ve fizyolojik açıdan önemli gelişmelere neden olduğu gösterilmiştir (31). Sıçrama hareketi incelendiğinde özellikle

üst bacakta quadriceps grubu kaslarının aktif olarak kasılması gerekliliği bilinmektedir (32,33). Dolayısıyla sıçrama performansının geliştirilmesi diz ekstansör kas kuvvetinin artırılması ile yakın ilişkilidir. Ancak bu durumla ilgili olan diz fleksör kas kuvveti genellikle göz ardı edilmektedir. Oysaki diz fleksör kas kuvveti de sıçrama performansı açısından oldukça önemlidir çünkü diz ekstansör kas kuvveti ve diz fleksör kas kuvveti arasındaki oran sakatlık eğilimini işaret etmektedir (34). H/Q oranı spor hekimliğinde diz eklemi kuvvet profilini değerlendirme ve diz ile ilgili potansiyel yaralanmaların tespit edilmesinde kullanılmaktadır (35). H/Q oranı normalin dışına çıktığında eklem ve kas yaralanmaları riski kaçınılmaz olarak artar. H/Q oranı, kas fonksiyonunu değerlendirmede mutlak kuvvetten daha iyi bir parametre sayılmaktadır (36).

Çalışma sonrası dominant alt ekstremitelerin konvansiyonel Q:H oranı konsentrik quadriceps ile konsentrik hamstring peak tork kuvvetleri (Ratio 1), fonksiyonel oran eksentrik quadriceps ile konsentrik hamstring peak tork kuvvet oranı (Ratio 2) ve konsentrik quadriceps ile eksentrik hamstring peak tork kuvvet oranı (Ratio 3) elde edilmiştir. Ayrıca hamstring quadriceps kas kuvvet oranının sıçrama performansları; vertikal sıçrama testi, çift ayak uzun atlama testi ve tek ayak atlama testi ile ilişkisine bakılmıştır.

Karantou ve ark. (35), Costa ve ark. (16), Güney ve ark. (8) yaptıkları çalışmada olduğu gibi sunulan çalışmada da izokinetik kas kuvveti testi konsentrik kuvvet testinde 60°/sn hız ile konsentrik/konsentrik modda, eksentrik kuvvet testinde de 60°/sn hız ile eksentrik/eksentrik modda yapılmıştır. Q:H oranı cinsiyet, yaş, dominant ve nondominant özelliklerinden ziyade, açılma hızından etkilenir. Hız arttıkça fark azalır. Oranların 30°/s ve 60°/s hızda %50-60, 120°/s ve 180°/s hızlarda %60-70, 180°/s üzerindeki hızlarda %70-80 arasında olduğu bildirilmiştir (37). Literatürdeki Q:H oranı ile ilgili çalışmalar daha çok farklı açılma hızlarında Q:H oranı değişimleri üzerinedir.

Beneka ve ark. (38) quadriceps ile hamstring kas kuvvetleri arasındaki dengenin 3/2 olması gerektiğini bildirmiştir. Konvansiyonel Q:H oranı konsentrik quadriceps ile konsentrik hamstring peak tork kuvvetleri (Ratio 1), sağlıklı kişilerde 1.66 ve 2.0 değerleri arasındadır (21,39). Bu çalışmada katılımcıların sağlıklı

bireyler olmasına rağmen Ratio 1 oranı (ort±SS, 2.32±1.46) 2.0 değerinin üzerinde olarak bulunmuştur. Bu sonucun katılımcıların genç erkekler olmasından dolayı sportif aktivite düzeylerinin yüksek olmasından ve aktivitelerinde tek yönlü çalışmalara önem verdiklerini ve orantısız güç gelişimine meyilli olma durumlarını düşündürmektedir. Birçok sportif aktiviteye yönelik çalışmalarda quadriceps kas grubu yoğun çalıştırılırken, hamstring kas grubu ihmal edilir. Bu durum ise, Q:H oranlarının daha fazla artmasını ve bir yaralanma faktörü haline gelebileceği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Q:H oranları kassal dengeyi göstermekle birlikte, sakatlanmaların önlenmesinde belirleyici olarak kullanılmaktadır. İki kas grubu arasındaki dengesizliğin, özellikle de hamstring kas grubunun zayıf olmasının yaralanmalara neden olduğu bildirilmektedir (40). Diz ekstansör ve fleksör kas kuvvetleri arasında dengeyi sağlamak, sportif aktivitelerden en üst seviyede verim alınması ve yaralanmaların önlenmesi amacına yöneliktir. Kas yaralanmaları yalnızca kuvvet dengesizliğine bağlanmamalıdır. Yaralanmalara hareketin türü, yüklenmenin şiddeti, eksternal mekanik faktörler ve yetersiz ısınma gibi faktörlerde etkili olabilmektedir. Ayrıca sakatlıklardan sonraki rehabilitasyon aşamasında da dizin Q:H oranlarına dikkat edilmelidir.

Bu çalışmanın en çarpıcı bulgusu olarak; fonksiyonel oran konsentrik quadriceps ile eksentrik hamstring peak tork kuvvet oranı (Ratio 3) Tek Ayak Atlama Testi (r=0.36) ve Vertikal Sıçrama Testi (r=0.41) ile korelasyon gösterirken Çift Ayak Uzun Atlama Testi (r=0.26) ile korelasyon göstermemiştir. Konvansiyonel Q:H oranı konsentrik quadriceps ile konsentrik hamstring peak tork kuvvet oranı (Ratio 1) ve fonksiyonel oran eksentrik quadriceps ile konsentrik hamstring peak tork kuvvet oranı (Ratio 2) Vertikal Sıçrama Testi, Çift Ayak Uzun Atlama Testi ve Tek Ayak Atlama Testi ile korelasyon göstermemiştir.

Destaso ve ark. (41) yaptıkları çalışmalarında 30 sağlıklı bireyde, izokinetik eksentrik ve konsentrik kuvvet ölçümleri ile derinlik sıçraması arasında yüksek bir ilişki bulmuştur. Aktuğ yaptığı çalışmada (31) dominant ve nondominant bacakların H/Q kuvvet oranı ve dikey sıçrama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olmadığını belirtmiştir. Güney ve ark. (8), patellafemoral ağrılı

hastalarda quadriceps ve hamstring oranı ile fonksiyonel sonuçlar arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmalarında Q:H oranının fonksiyonel sonuçlar ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir.

Sonuç olarak yapılan çalışmada sağlıklı genç erkeklerde konsentrik quadriceps ve eksentrik hamstring oranının yani Ratio 3'ün sıçrama performansı ile ilişkili olduğu gözlenmiştir.

Kaynaklar

1. Rosene JM, Fogarty TD, Mahaffey BL, Isokinetic Hamstrings: Quadriceps Ratios in Intercollegiate Athletes, *Journal of Athletic Training* 2001;36(4):378-83.
2. Derviseviç E, Hadziç V. Quadriceps and hamstrings strength in team sports: Basketball, football and volleyball. *Isokinet Exerc Sci* 2012;20(4):293-300.
3. Almosnino S, Stevenson MJ, Bardana DD, Elena D, Diaconescu ED, Dvir Z. Reproducibility of isokinetic knee eccentric and concentric strength indices in asymptomatic young adults. *Phys Ther Sport* 2012;13(3):156-62.
4. Olyaei GR, Hadion MR, Talebian S, Bagheri H, Malmir K, Olyaei M. The Effect Of Muscle Fatigue On Knee Flexor To Extensor Torque Ratios And Knee Dynamic Stability. *The Arabian Journal Of Science And Engineering*. 2006;31(2c):212-27.
5. Şimşek D, Kırkaya İ, Güngör EO, Soylu AR. Relationships Among Vertical Jumping Performance, EMG Activation, and Knee Extensor and Flexor Muscle Strength in Turkish Elite Male Volleyball Players. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci* 2016;8(2):46-56.
6. Ruas CV, Brown LE, Lima CD, Costa PB, Pinto RS. Effect of three different muscle action training protocols on knee strength ratios and performance, *J Strength Cond Res* 2018;32(8):2154-65.
7. Magalhaes J, Oliveira J, Ascensao A, Soares J. Concentric Quadriceps And Hamstrings Isokinetic Strength In Volleyball And Soccer Players. *J Sports Med Phys Fitness* 2004;44(2):119-25.
8. Guney H, Yuksel I, Kaya D, Doral MN. Correlation between quadriceps to hamstring ratio and functional outcomes in patellofemoral pain. *Knee* 2016;23(4):610-5.
9. Aagaard P, Simonsen EB, Trolle M, Bangsbo J, Klausen K. Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiol Scand* 1995;154:421-7.
10. Tortop Y, Ocak Y. Elit Düzey Sporcularda Diz Eklemi Hamstring/Quadriceps (H/Q) İzokinetik Kuvvet Oranlarının Değerlendirilmesi. *Nigde University Journal of Physical Education and Sport Sciences* 2010;4(2):109-15.
11. Kafkas AŞ, Çoksevrim B. İzokinetik Egzersiz Programlarının Sporcuların Üst ve Alt Ekstremitte Kas Grupları Üzerine Etkisi. *Inonu University Journal of Physical Education and Sport Sciences* 2014;1(3):10-21.
12. Devan MR, Pescatello LS, Faghri P, Anderson J. A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities. *J Athl Train* 2004; 39(3):263-7.
13. Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, DeFreitas JM, Beck TW, Cramer JT. Effects of stretching on peak torque and the H:Q ratio. *Int J Sports Med* 2009;30(1):60-5.
14. Croix MDS, El Nagar YO, Iga J, Ayala F, James D. The impact of joint angle and movement velocity on sex differences in the functional hamstring/quadriceps ratio. *Knee* 2017;24(4):745-50.
15. Alangari AS, Al-Hazzaa HM. Normal Isometric And Isokinetic Peak Torques Of Hamstring And Quadriceps Muscles in Young Adult Saudi Males. *Neurosciences* 2004;9(3):165-70.
16. Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, Walter AA, DeFreitas JM, Stout JR, et al. Acute effects of static stretching on peak torque and the hamstring to quadriceps conventional and functional ratio. *Scand J Med Sct Sports* 2013;23:38-45.
17. Ayala F, Croix MDS, Baranda PSD, Santonja F. Acute effects of static and dynamic stretching on hamstring eccentric isokinetic strength and unilateral hamstring to quadriceps strength ratios, *Journal of Sports Sciences* 2013;31(8):831-9.
18. Ashker SE, Carson BP, Ayala F, Croix MDS. Sex-related differences in joint-angle-specific functional hamstring-to-quadriceps strength ratios, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25:949-57.
19. Denadai BS, Oliveira FBD, Camarda SCA, Ribeiro L, Greco CC. Hamstrings-to-quadriceps strength and size ratios of male professional soccer players with muscle imbalance, *Clin Physiol Funct Imaging* 2016;36:159-64.
20. Westing SH, Seger JY, Karlson E, Ekblom B. Eccentric and concentric torque-velocity characteristics of the quadriceps femoris in man. *Eur J Appl Phys Occup Phys* 1988;58:100-4.
21. Aagaard P, Simonsen EB, Magnusson SP, Larsson B, Dyhre-Poulsen P. A new concept for

- isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med* 1998;26:231-7.
22. Kahramanoğlu Ç. Halter ve Pliometrik Çalışmaların Hızlanmaya Etkisi, İstanbul, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 2006;27-8.
23. Günay M, Erol AE, Savaş S. Futbolculardaki kuvvet, esneklik-çabukluk ve anaerobik gücün boy, vücut ağırlığı ve bazı antropometrik parametreler ile ilişkisi. *Gazi Üni Bed Eğt Spor Bil Der* 1994;5.
24. Yıldız Y, Şekir U, Hazneci B, Örs F, Saka T, Aydın T. Reliability of a Functional Test Battery Evaluating Functionality, Proprioception and Strength of the Ankle Joint. *Turk J Med Sci* 2009;39(1):115-23.
25. Fitzgerald GK, Lephart SM, Hwang JH, Wainner MRS. Hop Tests as Predictors of Dynamic Knee Stability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2001;31(10):588-97.
26. Hegedus EJ, McDonough S, Bleakley C, Cook CE, Baxter GD. Clinician-friendly lower extremity physical performance measures in athletes: a systematic review of measurement properties and correlation with injury, part 1. The tests for knee function including the hop tests, *Br J Sports Med* 2015;49:642-8.
27. Pincivero DM, Lephart SM, Karunakara RG. Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short term high intensity training. *Br J Sports Med* 1997;31:229-34.
28. Östenberg A, Roos E, Ekdahl C, Roos H. Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scand J Med Scr Sports* 1998;8(5 Pt 1):257-64.
29. Greenberger H, Paterno MV. Relationship of Knee Extensor Strength and Hopping Test Performance in the Assessment of Lower Extremity Function, *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1995;22(5):202-6.
30. Sümbüloğlu V, Sümbüloğlu K. Sağlık Bilimlerinde Araştırma Yöntemleri. 2004;196.
31. Aktuğ ZB. Futbolcularda İzokinetik Hamstring ve Quadriceps Kas Kuvvet Oranı ile Dikey Sıçrama ve Sürat Performans İlişkisi, Konya, 2013
32. Luebbbers PE, Potteiger JA, Hulver MW, Thyfault JP, Carper MJ, Lockwood RH. Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *J Strength Cond Res* 2003;17:704-9.
33. Robinson LE, Devor ST, Merrick MA, Buckworth J. The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *J Strength Cond Res* 2004;18(1):84-91.
34. Rousanoglou, EN, Barzouka, KG, Boudolos, KD. Seasonal changes of jumping performance and knee muscle strength in under-19 women volleyball players. *J Strength Cond Res* 2013;27(4):1108-17.
35. Karatrantou K, Gerodimos V, Dipla K, Zafeiridis A. Whole-body vibration training improves flexibility, strength profile of knee flexors, and hamstrings-to-quadriceps strength ratio in females. *J Sci Med Sport* 2013;16(5):477-81.
36. Özkan A, İşler A. Futbolcularda Farklı Hızlarda Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Açısız Kuvveti İle Hamstring/Quadriceps Kuvvet Oranları. *Spor Hekimliği Dergisi* 2008;43:33-41.
37. Perrin DH. Isokinetic Exercise and Assessment. United States of America: Human Kinetics Publishers. Champaign, 1993.
38. Beneka A, Malliou P, Ispirlidis I, Godolias G, Alexopoulos P. Restoration of Muscles Imbalances with a Specific Strength Training Program in young players. In: Book of Abstracts-5th World Congress on Science and Football. Faculty of Human Kinetics Technical University of Lisbon. 2003;88-9.
39. Werner S. An evaluation of knee extensor and knee flexor torques and EMGs in patients with patellofemoral pain syndrome in comparison with matched controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1995;3:89-94.
40. Yamamoto T. Relationship between hamstrings strains and leg muscle strength. *J Sports Med Phys Fitness* 1993;(33):194-9.
41. Destaso J, Kaminski TW, Perrin DH. Relationship between drop vertical jump heights and isokinetic measures utilizing the stretch shortening cycle. *Isok Exerc Sci* 1997;6:175-9.

İletişim:

Dr.Öğr.Üyesi Tuba İnce Parpucu
Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri
Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü,
Isparta, Türkiye
E-mail: fztubaince@gmail.com