

## *Derleme-Review*

# Rehabilitasyonda izokinetik değerlendirmeler

## *Isokinetic assessments in rehabilitation*

### **Özlem Şahin**

Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı (Yrd. Doç. Dr. Ö. Şahin), Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, TR-58140 Sivas

### **Özet**

İzokinetik egzersizler kas kuvvetini en iyi artıran egzersizlerdir. Egzersiz sırasında tüm eklem hareket açıklığı boyunca kasta maksimum dirençte kasılma olur. İzokinetik egzersizlerin yapılabilmesi için komplike cihazlara ihtiyaç vardır. İzokinetik dinamometrelerde hareketin hızı sabittir ve hareketin her açısında kasa uygulanan direnç eşittir. Bu cihazlar ile kas kuvveti, kas gücü ve dayanıklılığı objektif olarak değerlendirilebilir. Aynı zamanda kasların antrenmanı ve rehabilitasyonu da yapılabilmektedir. Bu özellikleri nedeni ile spor yaralanmalarının rehabilitasyonunda ve kas performansının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

**Anahtar sözcükler:** İzokinetik, rehabilitasyon, spor hekimliği

### **Abstract**

Isokinetic exercises are the best exercises that increase muscle strength. There is muscle contraction at maximum resistance throughout the range motion of joint during exercise. Complicated devices are required for isokinetic exercises. The velocity of movement is maintained constant by isokinetic dynamometer and the resistance applied to the muscle is equal throughout the range of movement. Muscle strength, muscle power and endurance are objectively evaluated and also, muscle training and rehabilitation can be performed by this dynamometer. Because of these properties, isokinetic dynamometer is commonly used in the rehabilitation of sportive injuries and in evaluation of muscle performance.

**Key words:** Isokinetic, rehabilitation, sports medicine

**Geliş tarihi/Received:** 7 Mart 2010; **Kabul tarihi/Accepted:** 18 Haziran 2010

### **İletişim Adresi:**

Dr. Özlem Şahin, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, TR-58140 Sivas, E-posta: sahinfr@yahoo.com

### **Giriş**

Kas iskelet sistemini içeren yaralanmalardan sonra kasların yaralanma öncesi fonksiyonel güç ve kapasitelerine ulaşması rehabilitasyonun en can alıcı noktasıdır. Kas gücünü geliştirmek için kullanılan başlıca egzersizler izometrik, konsantrik, egzantrik ve izokinetik kasılma türleridir [1]. İzokinetik egzersizler kas kuvvetini en iyi artıran egzersizlerdir [2]. İzokinetik egzersizler ilk olarak 1960'lı yılların sonuna doğru James Perrine tarafından tanımlanmıştır. İzokinetik kasılmanın ve izokinetik egzersizlerin yapılabilmesi için komplike cihazlara ihtiyaç vardır [3]. İzokinetik kasılmada, eklem hareket açıklığı boyunca sabit bir hızla kasılma olur ve kasılma hareketin her açısında kasta maksimal güçtedir [4]. İzokinetik kuvvet, belirli bir hızda oluşan kasılma sırasında geliştirilebilen en yüksek tork (döndürme momenti) değeridir [5]. İzokinetik cihazlar ile önceden belirlenen sabit hızda hareket ve dinamik hareket sırasında kasta maksimum

yüklenme sağlanabilir. İzokinetik dinamometrede kişi ne kadar kuvvet uygularsa uygularsın hareket eden segmentin hızı, önceden belirlenen hızın üzerine çıkmamaktadır [6]. Kişi mevcut dinamometre hızının üzerine çıkmaya teşebbüs etmedikçe, cihaz tarafından bir direnç uygulanmaz [7]. İzokinetik dinamometrelerin bu özellikleri, kas ve ligament yaralanması olan hastaların rehabilitasyonunda güvenlik sağlar [6]. Bu cihazlar ile kas kuvvetini, gücünü ve dayanıklılığını objektif olarak ölçme imkanı vardır. Bu nedenle kas performansının değerlendirilmesinde gittikçe artan oranda kullanılmaktadır [8]. Günümüzde izokinetik cihazlar kas dengesi ve kuvvetini belirlemenin yanında kasların antrenmanı ve rehabilitasyonu amacıyla da kullanılmaktadır [9]. İzokinetik test ile fonksiyonel performans arasında ilişki bazı çalışmalarda gösterilmezken [10, 11] bazılarında gösterilmiştir [12-15].

Bu cihazlarla omuz, dirsek, el bileği, kalça, diz, ayak bileği olmak üzere ekstremiteler segmentleri ve gövde üniteleri ile gövde kaslarının performansları değerlendirilmektedir. Piyasada değişik markada izokinetik dinamometreler bulunmaktadır [4].

İzokinetik sistemi oluşturan temel parçalar şöyledir [16]:

1. Dinamometre: Cihazın kasılma tipi, hız seçenekleri ve döndürme momenti ölçümünü sağlayan temel parçadır. Cihazlar arasındaki farklılık açısal hızlar ve egzantrik kas kasılmasını sağlayabilmeleri ile ilgilidir. İzokinetik dinamometreler ile 5°-500°/sn arasındaki hızlarda değerlendirmeler yapılabilmektedir. Halen piyasada bulunan tüm izokinetik cihazların dinamometreleri izometrik, izokinetik (egzantrik ve konsantrik), izotonik ve sürekli pasif hareket biçimlerinde çalışmaktadır.
2. Ekstremiteler ve gövde segmentlerinin değerlendirilebilmesi için hastanın oturacağı koltuk ve test edilecek eklemlerin yerleştirilmesini sağlayan parçalar.
3. Bilgisayar: İzokinetik cihazla yapılacak tüm işlemlerin başlatılması ve sonlandırılması, hız seçimi, hareket açıları, çeşitli parametrelerin hesaplanması, karşılaştırılması ve oranlanması bu sistemle yapılmaktadır. Sonuçlar sayısal raporlar ve grafikler şeklinde elde edilerek yorumlanır.

#### *İzokinetik sistemlerin kullanılma amaçları*

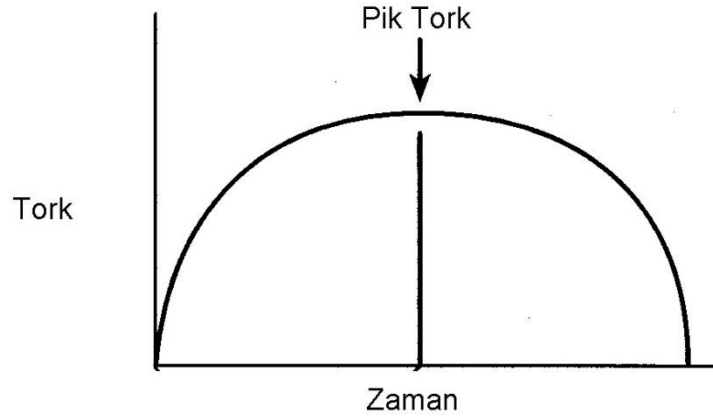
İzokinetik sistemler 5 amaç için kullanılmaktadır [3].

1. Değerlendirme: Kas kuvvetinin değerlendirilmesi bu sistemlerin esas fonksiyonu sayılır. Bunu da tork, iş ve dayanıklılık gibi bir kasın dinamik performansı hakkında bilgi veren verilerden sağlar [17]. Spor yaralanmalarında ilgili kasın kuvvet ölçümünde başarı ile kullanılmaktadır [18]. Spora özgü yeteneğin belirlenmesi ve aynı zamanda kas iskelet performansının normal değerlerinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır [16].
2. Rehabilitasyon: Kas ve tendon yaralanmalarını tedavi ederken bu cihazların güvenliğinden dolayı farklı dirençler tercih edilir. Erken rehabilitasyon döneminde hastalar düşük hızlarda maksimum gerim geliştirmek gerektiğinden sıklıkla bu hızdaki egzersizleri yapamazlar. Bu nedenle erken dönemde yüksek hızlardaki egzersizler tercih edilmelidir. İzokinetik cihazların hızı hastaların durumuna göre ayarlanabilir. İzokinetik egzersizlerin majör avantajı dinamometre direncinin tüm açılarda kasın kapasitesine eşit olmasıdır. Birçok izokinetik cihazın sürekli pasif hareket özelliği mevcuttur ve böylece ekleme yük bindirmeden erken mobilizasyona olanak sağlanmış olur [3].
3. Araştırmalarda: İzokinetik dinamometreler dinamik kas fonksiyonlarını ölçülebilir değerlendirmeler şeklinde gösterdikleri için araştırma çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadırlar [17].
4. Teşhis: İzokinetik cihazlar yaralanmaların teşhisinde yardımcı olarak kullanılabilir. Bir eklem, hareketi doğrultusunda hareket ederken objektif bulgular normal tork eğrisindeki sapmalardan elde edilebilir. Böyle bir eğri ağrıdan dolayı ortaya çıkar. Fakat her zaman bu eğriler tanımlanan patolojiler için bir kanıt olamaz ve gerçek patoloji yokluğunda da böyle eğriler oluşabilir [3].
5. Antrenman: İzokinetik cihazların ek bir fonksiyonu atletik antrenmandır. Bu cihazlar farklı ve kontrollü hızlarda antrenmana izin verirler. Spora özgü antrenmanlar yapılabilir [19].

#### *İzokinetik dinamometreler ile yapılan ölçümler*

Tork: İzokinetik sistemlerde kuvvet tork olarak ölçülür. Tork bir obje üzerine kuvvetin döndürücü momentidir. Birimi Newton-metre (Nm) veya food-pound (ft-lb)'dur. Minimum ve maksimum tork değerleri güvenlik açısından 250-500 Nm arasında sınırlandırılmıştır. En çok kullanılan parametrelerden biridir [3].

a) Pik Tork (PT): İzokinetik sistemlerde en yaygın ölçülen kuvvet değişkenidir. Eklem hareket açıklığı boyunca ilgili kaslar tarafından üretilen en yüksek tork değeridir (Şekil 1). Klinikte kullanımı önemlidir. Çünkü iki taraflı tork eğrileri ve tek taraflı agonist /antagonist tork eğrileri, verilen rehabilitasyon programının etkinliğini ve kas simetrisini değerlendirmek için kullanılır [3, 16].



Şekil 1. Tork zaman eğrisi (kaynak 16' dan uyarlanmıştır)

b) Ortalama Pik Tork: Bir seri tekrar sonucunda elde edilen tork değerlerinin ortalamasıdır [16]. Genel fonksiyon açısından bakıldığında fonksiyonun, hareketlerin tekrarına dayalı olması nedeni ile PT' den daha değerli bir ölçümdür [20]. Bununla beraber yorgunluk, test sonuçlarını etkileyebilir. PT' ölçülürken geçerliliğinden emin olmak için sıklıkla 5 tekrar alınır. PT ölçümleri 30°-90°/s gibi düşük hızlarda ölçülür [3].

c) Pik Tork/Vücut ağırlığı oranı: Test sonuçlarının kişiler arasında karşılaştırmasında ve ağırlığı taşıyan kas yapılarının fonksiyonel kuvvetinin değerlendirilmesinde önemlidir. Kas kuvveti kas kesit alanına bağlıdır [21]. Erkekler daha büyük kas oranlarına sahip oldukları için daha büyük Pik Tork/Vücut ağırlığı oranına da sahiptirler. Patlayıcı güç gerektiren sporla uğraşan atletler daha yüksek bir PT gerektirdiklerinden bunların Pik Tork/Vücut ağırlığı oranı değerleri yüksek ve vücut kitlelerinin de hızlanması çabuk olacaktır. Dayanıklılık gerektiren sporla uğraşan atletler ise nispeten daha düşük bir PT ve böylece daha az bir Pik Tork/Vücut ağırlığı oranlarına sahiptirler [3].

d) Açık Spesifik Tork: Açık spesifik tork, PT' den farklı olarak belirli açılarda üretilen tork tanımlar. Maksimum kuvvet üretimi için uygun eklem açısını bulmak amaçlı kullanılır. Belirli bir eklem açısında agonist ve antagonist kasların kuvvetlerinin karşılaştırılmasında önemlidir. Açık spesifik torkun sadece eklem hareket açıklığının santral noktasında tork ölçtüğü zaman güvenilir olduğu, periferik açılarda bu güvenilirliğin azaldığı gösterilmiştir [22].

Pik Torka Ulaşma Zamanı: Kasılma hızı olup birimi saniyedir. PT' ye ulaşmak için geçen süredir. Patlayıcı güç gerektiren atletlerin değerlendirilmesinde kullanılır. PT' ye ulaşma zamanı uzunsa, Tip II hızlı kas liflerinin çalışmasının suboptimal olduğunu gösterir [17].

Tork Hız İlişkisi: Konsantrik izokinetik egzersizlerde açısal hızın artması ile tork düşer. PT 0°/s ile 60°/s açısal hızlarda değişmeden kalma eğiliminde ve hızın artması ile düşme eğilimindedir. Bu azalma çalışan kas lifi tiplerinin değişimine bağlı olabilir. Hem Tip I

hem de Tip II kas lifleri düşük hızlarda maksimal aktive olurlar, fakat açısal hızın artması ile Tip I lifleri nispeten inaktif olur [17]. Egzantrik egzersizlerde ise bir noktaya kadar hızın artması ile tork artar ve aynı kalır [23].

**Pik Tork Oluşma Açısı:** PT' nin oluştuğu eklem hareket açıklığını temsil eder. Test hızının artması ile PT eklem hareketinin sonuna doğru meydana gelir [3].

**Total İş (TW):** İzokinetikte iş, kuvvete karşı açısal yer değiştirme alanı olarak tanımlanır. Birimi ft-lb veya Nm' dir. İş, tork çarpı açısal mesafedir. Total iş ise test sırasında tüm tekrarlardan elde edilen işin toplamıdır [24]. Hıza bağımlı bir parametredir; en yüksek değer düşük hızlarda elde edilir [16]. Dayanıklılık ölçümünde kullanılır. Fakat bu ölçümde gerçek kas zayıflığı ile dayanıklılıkta azalma arasındaki farkı ayırmak zordur. Yinede kuvvet ve/veya dayanıklılığı artmış kasın yaptığı total iş artar. **Pik İş (PW)** en iyi tekrarlar boyunca yapılan iştir [3].

**Ortalama Güç (AP):** Güç (Watt=joule/s) birim zamanda yapılan iştir. İzokinetik egzersizlerde açısal hızın artması ile tork azalırken güç üretimi artar [25]. Ortalama güç kontraksiyonlar sırasında elde edilen total işin, gerçek total hareket zamanına bölünmesini gösterir. Bu parametrelerin rutin olarak kullanımı yaygın değildir. Fakat yüksek güç seviyesi gerektiren atletlerin (halter, kısa mesafe koşucuları) test edilmesinde değerlidir [3].

**Tork Hızlanma Enerjisi (TAE):** Tork üretiminin ilk 125ms' de harcanan enerji miktarıdır. Sakatlıklarda en çok bozulan ve iyileşme esnasında en çabuk düzelen parametredir. Patlayıcı güç gerektiren sporla uğraşan atletlerin testinde önemlidir [3].

**Dayanıklılık Oranları:** Bu ölçümler ile kasın total iş performans yeteneği değerlendirilir. İzokinetik kas dayanıklılığı genellikle 3 yoldan ölçülür [3].

a) Pik torka ulaşıldıktan sonra bu değerde %50' lik azalma gösteren maksimum istemli tekrar sayısı,

b) Daha önce belirlenen bir zaman periyodunun başında ve sonunda güç, iş ve torktaki azalma yüzdesi (örneğin; 30. veya 45.saniye veya bir set tekrardan sonra),

c) İlk 5 tekrar ve son 5 tekrar boyunca yapılan işin karşılaştırılması.

Mutlak dayanıklılık ölçümleri (örneğin 240°/s hızda son 5 tekrar boyunca yapılan iş ve 25 tekrar boyunca yapılan total iş) dayanıklılık antrenmanlarının gidişatının takibinde daha duyarlıdır. Rölatif dayanıklılık oranları (son 5 tekrarda boyunca yapılan işin ilk 5 tekrar boyunca yapılan işe bölümü) ise antrenman değişikliklerini takip etme konusunda daha az duyarlıdır [17].

#### *İzokinetik testlerin endikasyonları*

- Belirli bir eklem etrafındaki kasların güç, iş ve dayanıklılık gibi dinamik performanslarının belirlenmek,
- Bir yaralanmanın derecesinin belirlemek iyileşme dönemi sonrasında karşılaştırma yapmak,
- Atletik taramalar yapmak,
- Sportif yaralanmalara eğilimi belirlemek ve önlemek,
- Yaralanmaların rehabilitasyonunu yapmak,
- Tork eğrisinin incelenmesi ile rahatsızlıkların tanısını koymak,
- Spora özgü yeteneği belirlemek,
- Sporculara antrenman yaptırmak,
- Objektif kayıt elde edilmek ve bu verilerle izlem yapmak [16, 17, 25]

### *İzokinetik testlerin kontrendikasyonları*

- Test edilen eklemden tekrarlayan subluksasyon veya dislokasyon,
- Akut kas spazmı,
- Eklem hareket açıklığında kısıtlılık,
- Eklemden efüzyon ve ciddi ağrı,
- Eklem çevresinde ciddi osteoporoz,
- Kemik yapıda ya da eklemden malignite,
- Cerrahi uygulamalardan hemen sonra [3]

Test öncesi aşırı kilolu ve sedanter yaşam süren 40 yaş ve üzeri erkek 50 yaş üzeri kadınlar kardiyovasküler problemler açısından test edilmelidir [26].

### *Test ne zaman yapılmalı?*

Yaralanmalar veya cerrahi girişim sonrası izokinetik değerlendirmeye başlamak için standart bir süre yoktur. Bu süre yaralanmanın tipine, hasarın derecesine ve cerrahinin tipine bağlı olarak değişir. Klinisyen şu iki faktör arasında dengeyi bulmalıdır. Bir yandan iyileşmemiş bir dokunun aşırı zorlanması iyileşmeyi geciktirecek hatta engelleyecektir. Diğer yandan ise iyileşmekte olan bir dokuya uygun ve progresif stres uygulamak iyileşmeye yardım edecektir. Genellikle izokinetik test ve antrenmanın zamanlanmasında tedavinin şekli (cerrahi veya konservatif), yaralanmanın anatomik lokalizasyonu ve fonksiyon bozukluğu hesaba katılmalıdır [20, 27]. Genel kural olarak yer çekimine karşı hareket edebilen 3 değerindeki bir kas test edilebilir. Böyle vakalarda test hızı yüksek olmalıdır (180°/s). İki değerindeki bir kas sadece sürekli pasif hareket cihazı ile test edilmeli ve sadece yer çekimi elimine edilmiş egzersiz verilmelidir [3].

### *İzokinetik testlerin uygulanması*

#### **1. Test Öncesi İşlemler**

a) Hasta Bilgilendirme: Yapılacak egzersiz tipi (egzantrik ve konsantrik) hastaya açıklanmalıdır. Testin ne amaçla yapıldığı, dinamometrenin hızının sabit olduğu uygulayacağı kuvvetin kendine direnç olarak yansıyacağı anlatılmalıdır [3].

b) Genel Isınma ve Germe: Test öncesi ısınma amaçlı ip atlama, bir noktada koşma, bisiklet ergometresi gibi ritmik submaksimal egzersizler 10-15 dk yapılmalı, arkasından yapılacak spora özgü ilgili kas gruplarına germe uygulanmalıdır [3].

c) Vücut Pozisyonlaması ve Eklem Hizalaması: Maksimum eklem hareketine izin vermek için, her bir eklemin rotasyon eksenini mümkün olabilen en iyi lokalizasyonda olmalıdır. Kişi rahat ve güvenli hareket edeceğinden emin olmalıdır. Sağlam ekstremiten ya da sağlam kişilerde dominant ekstremiten ilk olarak test edilmelidir. Böylece kişi hareket paternine alışmış olur [3].

d) Stabilizasyon: Bu işlem test edilecek kas grubunun iyi lokalize edilmesini sağlar ve aksesuar kasların katılımını minimize eder. Stabilizasyon belde, göğüste ve ek olarak ilgili eklem çevresinde yapılmalıdır [3, 16].

e) Yerçekimi Düzeltmesi: Bu işlem yerçekimine karşı bir işlem yapılacağı zaman gerekir. Dizin fleksiyon ve ekstansiyon hareketinde yerçekimi düzeltmesi yapılmalıdır. Test edilecek ekstremitenin ve dinamometrenin kaldıraç kolunun ağırlığı hesap edilecektir. Ekstremitenin yerçekimine karşı hızlanması yapay olarak tork çıkışını artıracaktır. Bu özellikle resiprokal kas oranlarında önemlidir. Örneğin; Hamstring/Quadriceps (H/Q) oranı gibi [17].

f) Alıştırma: Her bir test hızında hastaya submaksimal ve maksimal kuvvet kullanarak cihazı denemelerine izin verilmelidir. Alıştırma özellikle egzantrik hareketlerde güvenilir ve geçerli sonuçlar elde etmek için gereklidir. Genellikle asıl testten önce 3 maksimal ve 3 submaksimal kasılma PT, iş ve gücün güvenilir ölçümlerini elde etmek için yeterli bulunmuştur [28].

## 2. Test Protokolü

a) Test Hızı: Test edilecek bölgeye göre değişir. Normalde bir testte 2 veya 3 hız test edilmelidir. Bu hızlar düşük 30-60°/s, orta 90-120°/s, yüksek 180-300°/s arasındadır [3]. Kuvvet testleri düşük hızlarda, güç ve dayanıklılık egzersizleri ise yüksek hızlarda yapılır [16]. Tekrarların sayısı test hızı ile ilişkilidir. Düşük hızlarda az tekrar (örneğin; 60°/s hızda 5-6 tekrar), yüksek hızlarda daha fazla tekrar (örneğin; 180°/s hızda 25 tekrar) yapılır. Egzantrik hareketler düşük hızlarda yapılır daha güvenlidir. Tablo 1’de farklı bölgeler için önerilen test hızları yer almaktadır. Konsantrik izokinetik testte hareketin açısal hızının artması ile torkun azaldığı gösterilmiştir. Bir kasın konsantrik kuvvet üretme yeteneği düşük hızlarda en yüksektir ve test hızının artması ile lineer olarak azalır. Eksantrikte ise tork test hızının artması ile belirli bir süre artar veya aynı kalır [3].

**Tablo 1. Farklı Vücut Bölgelerinin İzokinetik Hız Tablosu.**

	Düşük (°/s)	Orta (°/s)	Yüksek (hasta)(°/s)	Yüksek (atlet)(°/s)
Diz Konsantrik	60	120	180	240-320
Diz Egzantrik	30	-	120	120
Omuz Konsantrik	60	120	180	240
Omuz Egzantrik	30	-	120	120
Ayak bileği Konsantrik	60	120	180	180-240
Ayak bileği Egzantrik	-	-	-	-
Gövde Konsantrik	30	90	120	120
Gövde Egzantrik	-	-	-	-

Kaynak 3’den uyarlanmıştır.

b) Eklem Hareket Açıklığı: Mevcut yaralanma engellemedikçe, bir kas günlük yaşam aktiviteleri ve spor aktivitelerini yansıtacak tüm eklem hareket açıklığı boyunca test edilmeli ve çalıştırılmalıdır [23]. Maksimum tork oluşumu optimal kas uzunluğuna, dolayısı ile optimal eklem açıklığına bağlı olduğu için değerlendirmede açısal pozisyon önemlidir [3].

c) Test Sıralaması: Kuvvet testleri yorgunluktan kaçınmak için dayanıklılık ve güç testlerinden önce yapılmalıdır [3].

d) Isınma: Her bir test seansı maksimal ve submaksimal tekrarları kapsayan ısınma ile başlar. Her bir test hızında en az 3 tekrar ısınmayı sağlamış olur. Bu aynı zamanda hastanın test hızına alışmasına da yardım eder [16].

e) Tekrar Sayısı: PT için belirli hızda ortalama 5 kontraksiyon önerilir. Dayanıklılık için belirli hızda 15-25 tekrar önerilir [3].

f) İstirahat: Her bir seti takiben bir dinlenme aralığı önceden belirlenmelidir. Beş maksimal tekrardan sonra 30-60s istirahat yeterlidir. Dayanıklılık testlerinde 60s’ den fazla dinlenme gerekebilir. Farklı hızlar arasında 1dk’ lık, iki taraflı testler arasında 3-5dk’ lık istirahat verilir. Tercihan 2 üst, 2 alt ekstremite testleri yorgunluğa neden olacağı için aynı gün yapılmamalıdır. Yapılacaksa 2. test için en az 1saat ara verilmelidir [3].

g) Sözel Komutlar: Test sırasında kişinin maksimal kasılma yapabilmesi için sözlü komutlarla uyarılması gerekir. Aynı zamanda hastanın tork eğrisini görmesine izin verilmesi ile tork oluşumunu artıracaktır [16].

### Testle ilgili karşılaşılan problemler

#### 1. Hastadan Kaynaklanan Problemler:

- Hastanın yapılacak egzersizi anlamaması (özellikle egzantrik testlerde),
- Maksimum güç sarf etmede yetersizlik,
- Hastanın teste isteksiz olması.

#### 2. Cihazdan Kaynaklanan Problemler:

- a) Cihazın boyutları genç hastalar için uygun olmayabilir,  
 b) Bazı eklemlerin stabilizasyonu cihazlara bağlı olarak yeterince sağlanamayabilir,

### 3. Kullanıcıdan Kaynaklanan Problemler:

- a) Kullanıcı testler konusunda eğitilmiş ve tecrübeli olmayabilir,  
 b) Bazen hastanın performansı büyük iniş ve çıkışlar gösterebilir. Bu durumda kullanıcı testin ne zaman sonlanacağına ve tekrarına doğru karar vermelidir [3, 16].

### *Spor hekimliği ve rehabilitasyonda izokinetik*

#### 1. Yaralanmaların Önlenmesi

Birçok risk faktörü spor yaralanmalarının ortaya çıkmasında etkilidir. Kas kuvvetindeki yetersizlik buna bir örnek olabilir [29]. Lokal kas kuvveti, motor kontrol ve propriosepsiyonla beraber, tendon, ligament ve kemik gibi etraf yapılar da yaralanmaların önlenmesinde önemlidir [30]. İzokinetik ölçümlerde, kas güçsüzlüğü yönünden yaralanmanın önlenmesi için genel kas güçsüzlüğü, aynı taraf agonist/antagonist oranı, iki taraflı farklılık, egzantrik/konsantrik oranı ve belirli kas grubunun dayanıklılığının değerlendirilmesi yer almalıdır. Son zamanlarda dikkatler agonist/antagonist işe yönelmiştir [31]. Aynı ekstremitenin agonist/antagonist kasları arasında bir denge söz konusudur. Bu kaslardan daha zayıf olanlarının yaralanmaya eğilimi artar [29].

a) Kas Kuvvet Dengesi ve Yaralanma: Kas dengesi, bir kas veya kas grubunun diğer bir kas veya kas grubuna göre kuvvet, güç ve dayanıklılığıdır. Denge, eklem agonist ve antagonistleri arasındaki nispi kuvvet olarak ifade edilir. Bir eklem karşıt kas veya kas grupları düzgün ve koordineli hareket için karşılıklı hareket ederler. Bu yüzden bir kas veya kas grubundaki defisit o eklem hareketinde dengesizliğe neden olur. Kaslar arası dengesizliğin yaralanmaya neden olduğunu savunanlar, profilaktik amaçlı verilen kuvvetlendirici egzersizlerin eklemdeki dengesizlik ve güçsüzlüğün düzeltilmesinde yardımcı olabileceğini ve böylece yaralanmanın ortaya çıkma oranının azalacağını savunurlar [32]. Postoperatif rehabilitasyonda kuvvet eğitimine öncelik verilmelidir [33]. Yapılan spor dalına özgü olarak vücudun belirli bölgeleri yaralanmaya yatkındır. Kısa mesafe koşucularında ve atlayıcılarda hamstringler, yüzücülerde, raket sporu ile uğraşanlarda ve atıcılarda omuz eksternal rotatörleri (ER) yaralanmaya daha yatkındır, özel eğitim gerektirir [3].

b) Agonist/Antagonist Oranları: En yaygın ölçülen agonist/antagonist oranları diz fleksör ve ekstansör, omuz internal rotatör (İR) ve ER, omuz abdükör ve addükör, omuz fleksör ve ekstansör, ayak bileği plantar ve dorso fleksör, ayak bileği evertör ve invertör oranlarıdır. Test hızı arttıkça dizde ölçülen H/Q tork oranı artar [34]. H/Q oranı test hızına bağlı olarak %50-%80 arasında değişir. Genelde 60°/s hızda %60 olarak ölçülen bu değer normal olarak kabul edilir [31]. Fakat güçlü hamstring kas grubuna ihtiyaç duyan atletlerde bu oran 1'e daha yakın olmalıdır [3]. Omuzun İR ve ER kasları arasındaki dengesizlik impingement sendromunu etiyolojik faktörlerinden biridir. Omuz eklemi birçok yönde hareket etme kabiliyetinde olduğundan objektif bir kas değerlendirmesi yapmak zordur. Genelde omuz ER/İR tork oranı %60-%80'dir. Omuz fleksör ve ekstansörleri için bu değer %75-%85'dir. Yüzücü ve kürek sporu ile uğraşanlarda bu oran %50'dir [23].

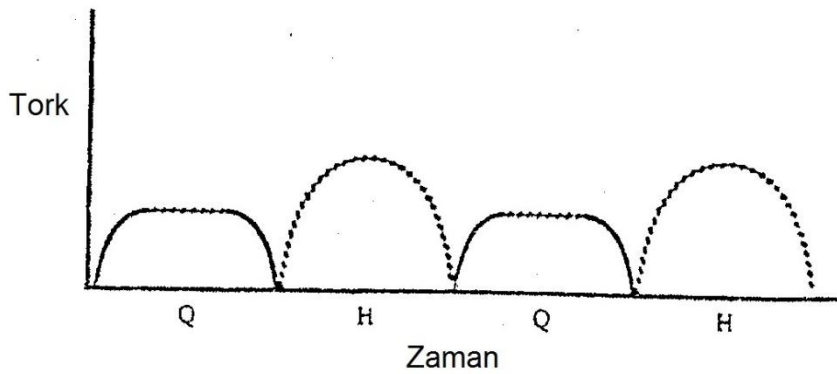
c) İki Taraflı Farklılık: Aynı kas ya da kas grubunun sağ ve sol tarafı arasındaki kuvvet farkı %10-%15'i aşarsa iki taraf arasında asimetri düşünülür [35]. Kannus [17] iki taraf arasındaki farklılığı 3 gruba ayırmıştır. İki taraf arasındaki kuvvet farklılığı %10'ın altında ise normal, %10-%20 arasında ise olasılıkla anormal, %20'den fazla ise büyük bir ihtimalle anormal olarak kabul etmiştir. Yaralanması olan ekstremitenin kuvveti, sağlam tarafın kuvvetinin %80-%90'ına ulaştığı zaman kişi spora dönebilir.

d) Egzantrik/Konsantrik Oranı: Düzgün eklem hareketinin üretiminde antagonistler ekstremitayı yavaşlatmak ve suprafizyolojik eklem yüklenmesini önlemek için egzantrik kasılma yaparken, ekstremitenin hızlanması için agonist kas grubunun konsantrik kasılma yapması gerekir. Konsantrik agonist/ egzantrik antagonist hareket oranındaki dengesizlik ilgili kas gruplarında yaralanmaya neden olabilir [36]. Hamstringlerin zayıf egzantrik kuvveti yaralanmaya neden olabilir [37]. Jonhagen ve ark. [38] hamstring yırtılması olan sürat koşucularında üç farklı hızda ( 30°/s, 180°/s, 230°/s) test yapmışlar ve yaralanması

olmayan koşuculara göre hamstringlerin egzantrik kontraksiyonunda belirgin azalma olduğunu göstermişlerdir. Aynı zamanda yaralanması olan atletler yavaş hızlarda daha zayıf konsantrik kontraksiyon göstermişlerdir. Yine bu çalışmada yüksek açısal hızlarda, zayıf egzantrik hamstring kuvvetinin yaralanma ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir.

## 2. Tanı Amaçlı İzokinetik

Bir izokinetik eğriden, eklem patolojilerinin ve yaralanmalarının teşhisinde yararlanılabilir. Fakat rutin tanı yöntemlerinin yerine kullanılmaz. İzokinetik tork eğrisindeki spesifik değişiklikler değerlendirilerek patella femoral ağrı sendromu, kas, tendon, kapsül ve bağ yaralanmaları gibi patolojilerin tanısı konulabilir. Patella femoral ağrı sendromu tork eğrisinde eklem hareketinin ortasında quadriseps kası tork eğrisinde platoda belirgin bir düzleşme olur (Şekil 2). Böyle bir eğri ağrı nedeniyledir. İzokinetik tork eğrisi değerlendirilirken hastanın motivasyonu da göz önünde bulundurulmalıdır. Hastanın isteksizliği sonuçları etkileyebilir [3].



Q: Quadriseps kası, H: Hamstring kası

**Şekil 2. Patella femoral ağrı sendromunda hamstring ve quadriseps kaslarının tork zaman eğrileri (kaynak 16' dan uyarlanmıştır)**

## 3. Yaralanmaların Rehabilitasyonu

a) Erken Rehabilitasyon: Yaralanma sonrası immobilizasyon döneminde kas liflerinin oranlarında azalma olur. Dirsek yaralanmasını takiben 5-6 haftalık immobilizasyonda Tip I kas liflerinde %27, Tip II kas liflerinde %35 azalma ve izokinetik tork eğrisinde %41'lik düşüş gözlenmiştir [39]. Eklem kapsülünde ödem (yaralanma ya da cerrahi sonrası) ve eklem kapsülünün innervasyonunda bozulma kas atrofisinin derecesini etkileyebilir. Bu istenmeyen yan etkilerden dolayı yaralama veya cerrahi sonrası erken dönemde mobilizasyon önemlidir [40]. Bu dönemde izokinetik cihazlar aktif kas kontraksiyonu olmadan eklem hareketini sağlayan sürekli pasif hareket özelliğinde kullanılırlar. Aynı zamanda kişilerin iyileşme sürecinde hem görsel hem de niceliksel olarak biyofeedback amaçlı da tercih edilirler. Bu özellikle uzun dönem rehabilitasyon alan atletlerde motivasyon sağlamada yardımcı olur. Eklem hareket açıklığında kısıtlılık olan eklemlerin erken rehabilitasyonunda izokinetik egzersizlerin faydaları kısıtlıdır. Kısıtlı eklem açısında egzersizler kasın maksimum kapasitesini geliştirmek için düşük hızlarda uygulanmalıdır. Bu şekilde uygulanan izokinetik egzersizler, belirli açı aralıklarında izometrik egzersizlerle desteklenmelidir [25]. Rehabilitasyondan sonra normal kuvvet ölçümüne rağmen kas atrofisi hala olabilir. Bu da kuvvet artışında kasın büyüklüğünün değil, nöral faktörlerin önemli olduğunu gösterir [41]. İzokinetik cihazlarla antrenmanlara, eklem ve etraf dokulara fazla yüklenmemek için önce yüksek hızlarda başlanmalı, hastanın durumuna göre hız azaltılarak devam edilmelidir [3].

b) Fonksiyonel Rehabilitasyon: İzokinetik egzersizler, spor aktivitelerine ve günlük yaşam aktivitelerine dönüşte izotonik ve izometrik egzersizlerden üstündür. Bu üstünlükleri egzantrik kasılmalarla çalışmaya imkan sağlamalarından kaynaklanır.



Egzantrik kasılmalar kasta daha fazla gerim oluşturduğu için kas kuvvetinin gelişmesinde daha etkilidir. Fakat egzersiz sonrası kas ağrılarında da neden olmaktadır [4]. Fonksiyonel rehabilitasyonda, özellikle atletlerin rehabilitasyonunda mevcut duruma göre hız spesifik antrenman önemlidir. Genellikle antrenman hızının günlük yaşam ve spor aktivitelerinde gerekli gerçek hızlara yakın olması gerektiği kabul edilmiştir. İzokinetik tanımlamalar çerçevesinde fonksiyonel kasılma hızları 300°/s üzerindeki hızlardır [3]. Yaralanma sonrası İzokinetik kas antrenman prensiplerini şöyle sıralayabiliriz; ekstremiteler serbest hareket edebildiğinde veya yer çekimini yendiğinde çalışmalara başlanmalı, çalışma hızları başlangıçta yüksek tutulmalı (180°/s) sonra kademeli olarak azaltılmalıdır. Antrenman sırasında ve sonrasında ağrı olmamalıdır. Şayet ağrı ve eklemde effüzyon varsa çalışma ertelenmelidir [3].

#### 4. Antrenman Amaçlı İzokinetik

Aktif sporcuların antrenmanlarında ağırlık verilecek noktaların belirlenmesinde katkı sağlar [4]. Patlatıcı güç ve hızlı vücut hareketi gerektiren spor antrenmanlarında performans artışı yüksek hızlarda (180°/s, 240°/s, 300°/s) düşük hızlara (30°/s, 60°/s, 90°/s) göre daha fazladır. Kuvvet artışı da düşük hızlarda daha fazladır [3].

İzokinetik sistemler, istenen kas ya da kas grubunu spesifik olarak çalıştırabilmesi, hız spesifik çalışmalara olanak sağlaması, çalışmalarda kasta güvenli bir şekilde kuvvet artışı sağlaması, kas performansı hakkında ölçülebilen değerler verebilmesi nedeni ile özellikle yaralanmaların rehabilitasyonunda ve takibinde ve sporcuların antrenmanlarında tercih edilen yöntemler olmuştur.

#### Kaynaklar

1. Kalyon TA. Sportif Rehabilitasyon. Tıbbi Rehabilitasyon. Oğuz H, Dursun E, Dursun N (Editörler). Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul 2004, 933-50.
2. Akgün N. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, 5. Baskı, İzmir, 1994.
3. Chan KM, Maffulli N. Principles and Practice of Isokinetics in Sports Medicine and Rehabilitation. Williams and Wilkins Asia-Pacific, Hong Kong, 1996.
4. Kalyon TA. Spor Hekimliği. GATA Basımevi, Ankara, 1997.
5. Laskowski ER. Concepts in Sports Medicine. Physical Medicine and Rehabilitation. Braddom RL (Ed). WB Saunders Company, Philadelphia, 1996,915-37.
6. Baltzopoulos V, Brodie DA. Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. Sports Med 1989; 8: 101-16.
7. Rothstein JM, Lamb RL, Mayhew TP. Clinical uses of isokinetic measurements. Critical issues. Phys Ther 1987; 67: 1840-4.
8. Brown LE. Isokinetics in Human Performance. Human Kinetics Publisher, USA, 2000.
9. Alangarı AS, Al-Hazzaa HM. Normal Isometric And Isokinetic Peak Torques Of Hamstring And Quadriceps Muscles In Young Adult Saudi Males. Neurosciences 2004; 9: 165-70.
10. Anderson MA, Gieck JH, Perrin DH, Weltman A, Rutt RA, Denegar CR. The Relationships among Isometric, Isotonic, and Isokinetic Concentric and Eccentric Quadriceps and Hamstring Force and Three Components of Athletic Performance. J Orthop Sports Phys Ther 1991; 14: 114-20.
11. Greenberger HB, Paterno MV. Relationship of knee extensor strength and hopping test performance in the assessment of lower extremity function. J Orthop Sports Phys Ther 1995; 22: 202-6.
12. Barber SD, Noyes FR, Mangine RE, McCloskey JW, Hartman W. Quantitative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. Clin Orthop Relat Res 1990; 255: 204-14.

13. Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med* 1991; 19: 513-8.
14. Wilk KE, Romaniello WT, Soscia SM, Arrigo CA, Andrews JR. The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 20: 60-73.
15. Yildiz Y, Aydin T, Sekir U, Cetin C, Ors F, Alp Kalyon T. Relation between isokinetic muscle strength and functional capacity in recreational athletes with chondromalacia patellae. *Br J Sports Med* 2003; 37: 475-9.
16. Tuncer S. Fonksiyonel Değerlendirmede İzokinetik Sistem Kullanımı. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Cilt 1. Beyazova M, Kutsal YG (Editörler). Güneş Kitapevi, Ankara, 2000, 950-54.
17. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med*. 1994;15: Suppl 1:S11-8.
18. Yeung MS, Chan KM, So CH, Yuan WY. An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med* 1994; 28: 112-6.
19. Morrissey MC, Harman EA, Johnson MJ. Resistance training modes: specificity and effectiveness. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 648-60.
20. Urquhart D S, Garbutt G, Cova K, Lennox CM E, McLatchie G R. Isokinetics: Applications in the Management of knee soft tissue injuries. *Sports Exerc Injury* 1995; 1: 138-47.
21. Astrand P, Rodahl K. Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of exercise. 3rd edition, McGraw-Hill International Editions, New York, 1986.
22. Kannus P, Kaplan M. Angle-specific torques of thigh muscles: variability analysis in 200 healthy adults. *Can J Sport Sci* 1991; 16: 264-70.
23. Perrin DH. Isokinetic Exercise and Assessment, Human Kinetics Publishers, Champaign, 1993.
24. Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther* 1967; 47: 114-7.
25. Osternig LR. Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev* 1986; 14: 45-80.
26. Overend TJ, Versteegh TH, Thompson E, Birmingham TB, Vandervoort AA. Cardiovascular stress associated with concentric and eccentric isokinetic exercise in young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000; 55: B177-82.
27. Sherman WM, Pearson DR, Plyley MJ, Costill DL, Habansky AJ, Vogelgesang DA. Isokinetic rehabilitation after surgery. A review of factors which are important for developing physiotherapeutic techniques after knee surgery. *Am J Sports Med* 1982; 10: 155-61.
28. Perrin DH. Reliability of isokinetic measures. *Athletic Training* 1986; 21: 319-21.
29. Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med* 1991; 19: 76-81.
30. Grimby G. Clinical aspects of strength and power training. Strength and power in sport. Komi PW (Ed). Blackwell Scientific Publications, London, 1992, 338-54.
31. Kellis E, Baltzopoulos V. Isokinetic eccentric exercise. *Sports Med* 1995; 19: 202-22.
32. Knight KL. Strength imbalance and knee injury. *Phys Sports Med* 1980; 8: 140.
33. Kramer J, Nusca D, Fowler P, Webster-Bogaert S. Knee flexor and extensor strength during concentric and eccentric muscle actions after anterior cruciate ligament reconstruction using the semitendinosus tendon and ligament augmentation device. *Am J Sports Med* 1993; 21: 285-91.
34. Osternig LR, Hamill J, Sawhill JA, Bates BT. Influence of torque and limb speed on power production in isokinetic exercise. *Am J Phys Med* 1983; 62: 163-71.

35. Elliot J. Assessing muscle strenght isokinetically. *J Am Med Assoc* 1978; 240: 2408-10.
36. Bennett JG, Stauber WT. Evaluation and treatment of anterior knee pain using eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1986; 18: 526-30.
37. The effects of multidirectional soccer-specific fatigue on markers of hamstring injury risk. Small K, McNaughton L, Greig M, Lovell R. *J Sci Med Sport* 2010; 13: 120-5.
38. Jonhagen S, Nemeth G, Eriksson E. Hamstring injuries in sprinters. The role of concentric and eccentric hamstring muscle strength and flexibility. *Am J Sports Med* 1994; 22: 262-6.
39. MacDougall JD, Elder GC, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Effects of strength training and immobilization on human muscle fibres. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1980; 43: 25-34.
40. Costill DL, Fink WJ, Habansky AJ. Muscle rehabilitation after knee surgery. *Physician Sports Med* 1977; 5: 71-4.
41. McDonagh MJ, Hayward CM, Davies CT. Isometric training in human elbow flexor muscles. The effects on voluntary and electrically evoked forces. *J Bone Joint Surg Br* 1983; 65: 355-8.