

İZOKİNETİK KUVVET ANTRENMANI

Bariş GÜROL¹ İlker YILMAZ¹

Geliş Tarihi: 21.01.2013
Kabul Tarihi: 14.06.2013

ÖZET

İzokinetik kas kasılması, konsentrik kas kasılmasının özel bir tipidir ve kas tüm hareket boyunca aynı hızda kasılır ve gevşer. Bu tip kas kasılmasının uygulanması için yükün ve kas kasılmasının artmasını sağlayan özel ve pahalı antrenman ekipmanına ihtiyaç vardır. Bu direnç antrenmanı metodunun faydası, hareketin tüm açısında kasta kuvvet kazanımı sağlaması ve kuvvet kazanımının en hızlı yollarından biri olmasıdır.

Bu derlemede, izokinetik cihazının; test prosedürleri, kullanım şekilleri, avantaj ve dezavantajları, farklı eklemlerdeki uygulamaları, yaşlılarda, özel gruplarda uygulamaları ve kuvvet antrenmanına etkisi hakkında bilgiler verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İzokinetik kasılma, kas performansı, izokinetik test, izokinetik kuvvet antrenmanı.

ISOKINETIC STRENGTH TRAINING

ABSTRACT

An isokinetic contraction is a specific type of concentric muscle contraction, which occurs when the muscle contracts and shortens at the same speed throughout the entire range of motion. This type of muscle contraction usually requires special, expensive training equipment that increases the load as it senses that the muscle contraction is speeding up. The benefit of this type of resistance training is that the muscle gains strength evenly all through the entire range of movement and it is one of the fastest ways to increase muscle strength.

In this review, informations are given about testing procedures, using styles, advantages and disadvantages, different joints practices, older and special groups applications and impact of strength training.

Key Words: Isokinetic contraction, muscle performance, isokinetic testing, isokinetic strength training.

GİRİŞ

Kuvvet, içsel ve dışsal direnmeleri aşmayı sağlayan sinir-kas yeteneği olarak tanımlanabilir. Sporçunun üretebileceği en yüksek kuvvet hareketin biyomekaniksel özelliğine ve ilgili kas gruplarının kasılma büyüklüğüne bağlıdır. Kuvvet gerektiren fiziksel bir etkinlik sırasında, işin içinde yer alan kas grupları arasında uygun bir düzen bulunmalıdır. Kaslar çoğunlukla belirli bir sırada ardışık olarak etkinliğe katılırlar (1). Kasın eklem hareket açısının tümünde veya bir kısmında gerilim üretme kapasitesi dinamik kasılma olarak bilinir. Bir kas, ya kısalarak ya da uzayarak dinamik bir gerilim üretebilir. Eğer eklem hareketi, yerçekiminin zıttına doğru bir güç uyguluyorsa ve kas tarafından üretilen gerilim karşılaşılan eksternal direnci aşıyorsa bu kısalarak bir kasılma yani konsantrik kasılmadır. Eğer eklem hareketi normal güç yönündeyse ve karşılaşılan direnç kasın gerilim üretme kapasitesinin üzerinde ise bu uzayarak yani eksantrik kasılmadır (2).

İzokinetik kasılma, ekstremitenin bir eklem etrafında sürekli hızda hareket ettiği bir kas kasılmasıdır. Hareket hızı özel bir dinamometre ile sürekli aynı hızda kalır. Dinamometre direnci hareket boyunca her açıda uygulanan kuvvet ile eşittir. Bu yöntem dinamik hareketlerdeki kassal kuvvet ölçümüne olanak verir ve optimal yüklenme sağlar (3). İzokinetik çalışmalarında kuvvet veya hız tanımları uygun değildir. Bunun yerine açısal hıza karşılık gelen tork (torque) terimi kullanılmalıdır. Bir nokta veya eksen etrafında oluşan kuvvete tork denir ve birimi newton/metre (Nm) veya foot/pound'dur. Kapalı kinetik zincirde açısal hızdan söz edilemeyeceğinden, açısal hız terimi, açık hareket testi olan açık kinetik zincir için uygundur (4).

İzokinetik cihazı, kuvvet uygulama bağlantısı, manivela, dinamometre, koltuk, kontrol ünitesi ve diz, dirsek, bel, omuz vb. testleri uygulamak için gerekli dinamometreye bağlantı yapılan özel adaptörler gibi parçalardan oluşur (4).

¹ Anadolu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

İzokinetik dinamometreler, sabit hızlı hareketlerde tork kaydı oluşturur. Güç çıktısı operatör tarafından belirlenen hızda kayda alınır. Programda açısız pozisyon verisinden belirlenen, açısız hız ve tork değeri güç hesaplamasında kullanılır (5).

İzokinetik cihazı 1960'lann sonlarına doğru geliştirilmiş olup önemli kasılma süresi ve maksimum kasılma yoğunluğu sağlamasına rağmen kasın doğal hızlanma-yavaşlama evresini engellediği de düşünülmektedir. Bu durum bir tartışma konusu olmasına rağmen önemli ölçüde maksimum kuvvet kazanımı sağladığı belirtilmiştir (6). James Perrine tarafından izokinetik egzersiz terimi bu dönemlerde açığa çıkmıştır. Daha sonrada sunmuş olduğu olanaklar sayesinde izometrik ve izoinertial egzersiz yerine daha dikkat çekici duruma gelmiştir. En çok bilinen dinamometreler ise, Biodex, Cybex, Kin-Com, Lido ve Merac marka sistemlerdir (7). İzokinetikle ilgili ilk kitap ise 1984'te yayınlanmıştır. İzokinetikle ilgili test ve egzersiz çalışmalarında zirveye 1980'lerde ulaşılmıştır. 1990'larda açık kinetik zincir yerine kapalı kinetik zincir çalışmalarına yoğunlaşmıştır. Açık kinetik zincir (open kinetic chain), distal uçta hareket özgürlüğü sağlayan, vücut ağırlığının taşınmadığı, diz ekstensiyonu gibi hareketlerdir. Kapalı kinetik zincir (closed kinetic chain) ise distal uçta hareketin sabitlendiği, vücut ağırlığının taşındığı, skuat gibi hareketlerdir. Fakat bu çalışmalar daha çok yayın yerine deneysel çalışmalarla sınırlı kalmıştır (7,8). Açık kinetik zincir testini uygulamak kullanıcıya test parametreleri üzerinde önemli kontrol ve vurgulama işlevi sağlar. Başka bir deyişle, kullanıcı, hareket açısını (ROM), hızını, içe dönük ve dışa dönük kuvvetleri ve rotasyonel kuvvetleri kontrol edebilir (8).

Performans sporcuları için kuvvet antrenmanları vazgeçilmezdir. Günümüzde sporcular geleneksel kuvvet antrenmanına alternatif olarak farklı kuvvet antrenman türlerini denemektedirler (Elektriksel uyarım antrenmanı, titreşim antrenmanı, vb.). Bu çalışmada ise, izokinetik cihazının, rehabilitasyon amaçlı kullanımına ek olarak sporsal performans gelişimi, yaşlı ve hasta gruplarda kuvvet antrenmanı amaçlı alternatif bir cihaz olarak kullanılmasına dikkat çekilmek istenmiştir.

İZOKİNETİK KUVVET ANTRENMANI

Sporda kuvvet antrenmanının amacı, fonksiyonel performans gelişimi sağlamaktır. Egzersiz tipi ve hızı özellikle dikkat edilmesi gereken konulardır. Egzersiz tipi yapılan spor branşına göre değişkenlik gösterir. Bu durumlara örnek, rüzgar sörfü için el tutuşu (statik), atletizmde engel geçisi (dinamik) ve her ikisini de içeren cimnastik branşdır. Antrenörler için asıl önemli olan, serbest stil yüzme sporcularının branşına özel el vuruşu gibi gerçek hareketleri içeren kuvvet antrenmanları yaptırmaktır. Ancak bu durumla optimal nöromusküler adaptasyon sağlanır. Hareket yapılırken uygulanan hız antrenmandakine benzer şekilde gelişmektedir. Sporda kuvvet ve güç gelişimi dört temel ihtiyaçtan gerçekleşir:

1. Spor branşına özel kuvvet ve gücü sayısallaştırmak,
2. Gelişebilecek olası kas zayıflıklarını belirlemek,
3. Yeteneği belirlemek,
4. Antrenman etkisini izlemek (7).

İzokinetik sistemler, istenen kas ya da kas grubunu spesifik olarak çalıştırabilmesi, hız sağlaması, çalışmalarda kasta güvenli bir şekilde kuvvet artışı sağlaması, kas performansı hakkında ölçülebilen değerler verebilmesi nedeni ile özellikle kas sakatlıklarının rehabilitasyonunda ve takibinde ve sporcuların antrenmanlarında tercih edilen yöntemler olmuştur (9). İzokinetik çalışma öncesi seçilen sabit hız, dinamik koşullarda antrenmana ve kassal performans gelişimine olanak verir. Özel açısız hızdaki izokinetik antrenman, içerdiği kas grubunun antrenman hızındaki maksimum torkunu artırır (10). Yüksek hızlı antrenman ile düşük hıza transfer, düşük hızlı antrenman ile yüksek hızlı harekete transferden daha iyi sonuç verir. Örnekleme boyutu, kas fibril dağılımı, antrenman periyodu ve yoğunluğu transfer etkisini daha iyi açıklayabilir (3).

Kısa dönem izokinetik kuvvet antrenmanının kuvvet ve hız gelişim oranına etkisinin araştırıldığı çalışmada, Denekler, yavaş açısız hız ($60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$), hızlı açısız hız ($240^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$) ve kontrol grubu olarak 3 gruba ayrılmıştır. Yavaş ve hızlı açısız hız izokinetik antrenman grupları 2 günlük antrenmana tabi tutulurken, kontrol grubuna antrenman uygulanmamıştır. Yavaş açısız hız grubunda yavaş hız testinde ve hızlı açısız hız grubunda hızlı hız testinde ön ve son test açısız gelişim oranında istatistiksel olarak anlamlı azalma ($p < 0.05$) görülmüştür. Kuvvet değerlerinde ise test günlerinde anlamlı fark oluşmamıştır. Bu sonuçlara göre, kısa dönem izokinetik antrenman hızı özel hız gelişim oranı gelişimi sağlamaktadır (11).

Quadriceps ve hamstring kaslarının zirve tork değerlerine ve durarak uzun atlama performansına 6 haftalık izokinetik antrenmanın etkisi incelenmiştir. 12 antrenmansız erkek deneğe ön testler yapılmış, $100^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ hızda, 6 hafta boyunca, haftada 3 gün, 3 set 10 tekrardan oluşan antrenman sonrası da son testler uygulanmıştır. Quadriceps zirve tork değeri %10.5 artmıştır ($p < 0.05$). Hamstring zirve tork değerinde ve durarak uzun atlama performansında anlamlı artış görülmemiştir. İzokinetik kuvvet antrenmanı programı sonrası zirve tork artışı kazanımı fonksiyonel performansı artırmamıştır. (12).

Tek taraflı konsentrik izokinetik bacak kuvveti antrenmanının zirve değer ve elektromiyografik aktivite üzerine etkisi antrenman uygulanan ve uygulanmayan bacakta incelenmiştir. 20 yetişkin erkek, antrenman grubu (n=11) ve kontrol grubu (n=9) olarak rastgele ikiye ayrılmıştır. Antrenman grubuna, 12 hafta boyunca, haftada 3 gün, $90^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ hızda, 6 set, 10 bacak ekstansiyonunu içeren antrenman uygulanmıştır. Her iki gruba, her 4 haftada bir, $90^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ hızda her iki bacak için zirve değer ve elektromiyografi testleri uygulanmıştır. 12 hafta sonunda antrenman grubunun zirve değerlerinde her iki bacak için anlamlı artış ($p < 0.05$) görülürken, kontrol grubunda görülmemiştir. Elektromiyografik aktivitede ise her iki grupta her iki bacak içinde anlamlı fark görülmemiştir. Elektromiyografik aktivite artışı olmadan izokinetik zirve değer artışının, hipertrofik faktörler veya bacak ekstansiyonunu içeren diğer kas gruplarının varlığından kaynaklanabileceği sonucuna ulaşılmıştır (13).

Hıza özel izokinetik antrenman tepkisini belirlemek için, 19-35 yaş arası 18 erkek denek rastgele iki gruba ayrılmıştır. Hızlı ($270^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, 3 set, 10 tekrar) ve yavaş ($30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, 3 set, 10 tekrar) izokinetik hızlarda 2 günlük izokinetik antrenman uygulanmış ve diz ekstansiyon zirve değerleri 3 farklı günde ($30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $150^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $270^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$) farklı hızlarda ölçülmüştür. 1.test 1.gün, 2.test 4.gün yapılmıştır. Antrenman protokolü 7.ve 9. günlerde uygulanmış ve 3.test 11.gün yapılmıştır. Her üç test hızında da ($30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $150^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $270^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$), 1.ve 2.testlerde, her iki grup için zirve değerinde anlamlı artış görülmemiştir. 3.testte yavaş izokinetik hızda antrenman yapan grupta, her 3 test hızında da zirve değerinde anlamlı artış gözlenirken, hızlı izokinetik antrenman grubunda $270^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ hızda zirve değerinde 22.1 ± 10 artış görülmüştür. Hızlı izokinetik antrenmandaki zirve değer artışına benzer sonuçlar, 6-10 hafta antrenman periyodundaki diğer çalışmalarda da belirtilmiştir ve nöral adaptasyonun tork üretiminde büyük etkisinin olduğu vurgulanmıştır (14).

Akut dayanıklılık antrenmanının izokinetik kuvvete etkisinin araştırıldığı çalışmada, düşük yoğunluklu sürekli (150dk bisiklet ergometresi) ve yüksek yoğunluklu interval (5 tekrar, 5dk bisiklet ergometresi) dayanıklılık aktivitesinin $30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ 'de tork değerlerine etkisi antrenman öncesi ve sonrası 10 tekrar olarak incelenmiştir. Her iki antrenman türünde de $30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ 'de tork değerinde azalma görülmüştür (15).

Çoğu izokinetik araştırmasına göre, tork değeri ve anlık güç verisi birbirine paraleldir. $30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ 'deki izokinetik tork ve anlık güç $30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ 'den maksimal izokinetik bacak tam ekstansiyonuna kadar ölçülmüştür. 15 gönüllü deneğe, 7 hafta dayanıklılık (n=5), güç (n=5) ve eşzamanlı dayanıklılık ve güç (n=5) antrenmanı uygulanmıştır. Her 3 antrenman grubunda da, $30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ 'deki anlık güç artışı $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ 'den büyük yüksek kasılma hızlarıyla sınırlıdır. Aksine, izokinetik tork değeri tüm kasılma hızlarında ($30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ - $300^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$) artmıştır (16).

İzokinetik kuvvet ve şut atışının farklı şut mesafelerindeki ilişkisini araştırmak için liseli basketbol oyuncularına, dominant diz ekstensöründe, omuz fleksöründe ve dirsek ekstensöründe $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $300^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ de, el bileği fleksöründe $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $240^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ de 4 maksimal efor uygulanmıştır. Sporculara farklı mesafelerden 20 atış yaptırılmış ve kısa şut mesafesinde isabetli şut için el bileği izokinetik kuvveti ile yüksek korelasyon ve uzun şut mesafesinde dirsek ekstensör kuvveti için yüksek korelasyon bulunmuştur. Bu sonuçlar basketbolda şut atışı için antrenmanlarda farklı izokinetik kuvvetlerde antrenman yapılması gerektiğini göstermektedir (17).

Alt ekstremite kuvveti ile koşarak dikey sıçrama ve topa vuruş performansı arasındaki korelasyon incelenmiştir. 19 elit altı futbolcuya $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $240^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $360^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda diz ekstansiyon ve fleksiyon testi uygulanmıştır. Topa vuruş hızları video analizi ile yapılmıştır. Sonuç olarak izokinetik diz kuvveti ile topa vuruş performansı arasında anlamlı korelasyon bulunmamış, dikey sıçrama ile izokinetik kuvvet arasında da düşük seviyede korelasyon bulunmuştur. Diz eklemi kaslarının kuvvetlendirilmesi ile sıçrama performansının gelişebileceği fakat vuruş performansına etkisinin olmadığı görülmüştür (18).

Yunan 2.liginde oynayan 27 futbolcunun kassal dengesizliklerinin iyileştirilmesi için diz ekstensör ve fleksörlerine 2 ay süreyle haftada 3 gün izokinetik kuvvet antrenmanı uygulanmış ve özel izokinetik diz antrenmanı programı ile dengesizlik giderilmiş ve diz kas kuvveti sağlanmıştır (19). Yetişkin kadınlara uygulanan 3 günlük hızlı ($270^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$) ve yavaş ($30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$) açısal hızlardaki izokinetik antrenman sonrası, zirve tork değeri değişimi maksimal konsentrik bacak ekstansiyon hareketinde izlenmiştir. $30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hız uygulanan grupta hem $30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ hem de $270^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ zirve değeri artmış, $270^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hız uygulanan grupta sadece $270^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ zirve değeri artmıştır. Kontrol grubunda ise anlamlı bir değişim olmamıştır (20). Sederan bireylerde, 2 günlük izokinetik antrenmanın ön kol ekstensör ve fleksörlerindeki kuvvet gelişimine olumlu bir etkisi görülmemiştir (21). Patlayıcı güç ve hızlı vücut hareketi gerektiren spor branşlarının antrenmanlarında performans artışı yüksek hızlarda ($180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $240^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $300^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$), düşük hızlara ($30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $90^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$) göre daha fazladır. Kuvvet artışı ise düşük hızlarda yüksek hızlara göre daha fazladır (7).

İzokinetik Cybex Norm cihazının sağlıklı aktif bireylerde kuvvet oranları ile ilgili güvenilirlik çalışması yapılmış ve yüksek ve orta seviyede güvenilir bulunmuştur (22).

TEST PROSEDÜRÜ VE TEST HIZINI BELİRLEME

Teste başlangıç pozisyonu belirlenmeli ve her testte aynı şekilde tekrar edilebilmelidir. Anatomik eksen ve eklem eksenini tekrarlı şekilde çalışabilecek durumda ayarlanmalıdır. Denek istenilen kasın izole olarak çalışması ve kompensasyonun sıfıra indirgenebilmesi ve olası bir sakatlığın önlenmesi için kemerlerle bağlanarak stabilize edilmelidir.

Her set arası dinlenme optimum 90sn olmalıdır. Fakat kuvvet profilli bir test yapılıyorsa dinlenme aralığı 3dk olmalıdır. Eklem ve hareket açısı spor branşına özel açılarda yapılmalıdır. Test esnasında uygulamacı sürekli şekilde sözel, görsel geribildirim vermelidir.(8).

Test anındaki özel eklem açısı hareketin düzgün ve faydalı yapılabilmesi açısından önemlidir. Test iki yönlü yapılacaksa ilk önce nondominant taraftan başlanmalıdır. Bu sayede hem testte yapılacak tam hareket anlaşılabilir olur ve kaygı azalır hem de iki taraf kıyaslaması, tek taraf oranları gibi konularda bilgi sağlanmış olur. Performans testleri için genelde izokinetik cihazın üst limitlerinin kullanılması önerilir (8).

Sporcular genellikle sporcu olmayan ortopedik hastalara oranla daha yüksek test hızlarına ihtiyaç duyarlar. Yavaş, orta hızlı ve yüksek hızlı testler klinisyenlere ve spor bilimcilere daha geniş bilgi olanağı sağlamaktadır. Yavaş test hızında hastanın veya sporcunun kuvvete direnç gösterebilme yeteneği daha iyi gösterge verir. Orta ve yüksek hızlar ise uygulanan kas grubunun enerji üretme yeteneği hakkında bilgi vermektedir. Sedanterlerde veya ortopedik rahatsızlığı olan kişiler bazen yüksek test hızlarını başaramayabilirler. Bu durumda sporcuya ($60^{\circ}.sn^{-1}$, $75^{\circ}.sn^{-1}$, $90^{\circ}.sn^{-1}$ gibi) farklı hızlarda denemeler yaptırılıp kendisi için uygun olan test hızı belirlenip kıyaslamalar yapılabilir (23).

Çoğu zaman denekler düşük hızlarda daha çok kuvvet gösterirler fakat yüksek hızlarda kuvvet üretimi fazla olmaz. Test tekrar sayısı ise testin amacına göre farklılık gösterir. Araştırmacılar testin en az 5 tekrardan oluşması gerektiği ve zirve tork hesaplanırken ilk tekrarın alınmaması gerektiğini söylemektedir. Eğer kassal güç değerlendirilecekse az sayıda tekrar yapılmalıdır (<10). Eğer kas grubunun kassal dayanıklılığı ölçülecekse daha fazla tekrar yapılmalıdır(>20) (8).

İzokinetik cihazında maksimum yük aralığını belirlemek için, cinsiyet, tekrar tipi ve sayısı iyi belirlenmelidir. Hareket açısına göre hızlanma yük altındaki eklem hareket açısını belirlemede önemlidir. (24)

İzokinetik test için önerilen test hızları yavaş hızda; omuz ve dirsek eklemi için $60^{\circ}.sn^{-1}$, önkol, bilek, kalça, diz ve ayak bileği eklemleri için $30^{\circ}.sn^{-1}$ veya $60^{\circ}.sn^{-1}$ olarak uygulanabilir. Yüksek hızda normal kişiler ve hastalarda, önkol, bilek, kalça ve ayak bileği için $120^{\circ}.sn^{-1}$, omuz ve dirsek eklemi için $180^{\circ}.sn^{-1}$, diz eklemi için ise $120^{\circ}.sn^{-1}$ veya $180^{\circ}.sn^{-1}$ olarak uygulanabilir. Yüksek hızda aktif kişiler ve hastalar için ise kalça ekleminde $150^{\circ}.sn^{-1}$, önkol, bilek ve ayak bileği ekleminde $180^{\circ}.sn^{-1}$, dirsek ekleminde $240^{\circ}.sn^{-1}$, omuz ekleminde $240^{\circ}.sn^{-1}$ veya $300^{\circ}.sn^{-1}$, diz ekleminde ise $180^{\circ}.sn^{-1}$, $240^{\circ}.sn^{-1}$ veya $300^{\circ}.sn^{-1}$ olarak uygulanabilir. (23).

İZOKİNETİK TEST VE ANTRENMANIN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Avantajları

- Test tekrar edilebilirdir.
- Özel izokinetik ekipmanı ile farklı protokoller yaratılabilir.
- Eklemleri izole eder.
- Saklanıp sonra kullanılabilen veri oluşturur.
- Bazı parçaları izoinertial ve izometrik testlere olanak sağlar.
- Görsel geri bildirim sporcuyu motive edici olabilir.
- Bazı parçaları aktif (eksentrik) modda testlere olanak verir (8).
- İzokinetik cihazı tam hareket açısında doğru maksimum dirence izin verir.
- Maksimum dirençte farklı hızlarda çalışma imkanı sağlar.
- Sakatlık riski çok azdır. Güvenilir bir cihazdır.
- Birey tek taraflı ve çift taraflı çalışabilir (25).

Dezavantajları

- Özgünlüğü azdır.
- Ekipmanı pahalıdır.
- Düzenli aralıklarla kalibre edilmesi gerekir ve kalibrasyonu serbest ağırlıklardan daha zordur.
- Sınırlı sayıda test paterni bulunmaktadır. Spora özel hareket paternlerini simüle etmek zordur.
- Kas hareketleri bazı spor dallarının aktivitelerine özel olmayabilir.
- Aktif (eksentrik) modun güvenliği ile ilgili sorular vardır.
- Omuz eklemini izole etmek bazı özel hareketler için zordur.
- Testlerdeki ani tork artışlarının kuvvet ve gücün yanısıra başka faktörlerle de etkisi olabilir (8).
- Eksentrik çalışma sırasında direnç yoktur.
- Sadece hızı kontrol edebildiğinden efor minimal veya maksimal olabilir.
- Sporcu yalnız çalışırsa ilerlemesini takip etmesi zordur.
- Cihazda nöromusküler koordinasyonu, antagonistik ve çalışmaya katılan sinerjist kasları izole etmek zordur.
- Çoklu eklemleri çalıştıracak cihaz yoktur. Tüm vücut aynı anda çalıştırılmaz (25).

İzokinetik cihazında sürekli açısal hızlarda geniş açılı eklem hareketlerinde düşük torklar ölçülürken fiziksel ve teknik limitasyonlar düşünülmelidir. Konsentrik modda, başlangıç fazında denek önceden ayarlanmış hızda aktif olarak dinamometre kolunu hızlandırmalıdır. Yüksek hızda izokinetik fazında ayarlama yeterli süreyi garanti altına almak için uygun hızlanmayı üretebilmek için yüksek torklar gereklidir. Aksi halde izokinetik fazı hızla kısılacak ve ayarlanmış hız uzun süre devam edemeyecektir. Servomotor kontrollü dinamometrelerde hareketin tümü ayarlanmış hız ve gerçek hızı bakmaksızın tork olarak sürekli kayıt altına alınır, fakat uygulayan kişi hangi gerçek açıda hangi torkta çalıştığını anlayamaz. Hız kontrolü ve bu sebeple oluşan arifetaktlar izokinetik sistemlerin sınırlılıklarını oluşturmaktadır (26).

İZOKİNETİK TEST PROSEDÜRÜNDE FARKLI EKLEMLER İÇİN ANTRENMANI OLUŞTURAN ÖĞELERİN KULLANIMI

Antrenman öğeleri olan hacim, şiddet ve yoğunluğun (F.I.T.T. prensibi=Frequency-Intensity-Time-Type) farklı eklemler için izokinetik uygulamalarda kullanımınıyla ilgili farklı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaları, diz, ayak bileği, omuz, dirsek, bel ve el bileği eklemleri alt başlıkları altında toplamak mümkündür.

Diz eklemi

Sprinterlerin izokinetik kriterleri ve sprint ilişkisinin incelendiği çalışmada, baskın ve baskın olmayan bacakta izokinetik diz kuvveti testleri $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda 3 deneme tekrarı ve 5 maksimal test olarak uygulanmıştır (27). Erkek voleybol oyuncularında diz eklemi izokinetik kuvveti, $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ de 5 maksimal ve $240^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ 25 maksimal tekrar olarak test edilmiştir (28). Spor bilimleri öğrencilerinde izokinetik kuvvet antrenmanının etkilerinin araştırıldığı çalışmada, izokinetik kuvvet antrenmanı 3 hafta, haftada 6 kez ve 6 set olarak $300^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ de maksimal 10 tekrar olarak uygulanmıştır (29). Sağlıklı erkek üniversite öğrencilerinde izokinetik ve izotonik kuvvet antrenmanlarının diz eklemi nöromusküler uyumuna etkilerinin kıyaslandığı çalışmada, izokinetik grubuna 8 hafta boyunca, haftada 3 kez $150^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda 10-15 tekrarlı submaksimal antrenman yaptırılmıştır (30). Amerikan futbolcularında diz izokinetik kuvvetinin bacak hacmi, kütlesi ve anaerobik performans arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada, hazırlanan protokole göre $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $150^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $240^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda 5 maksimal diz ekstansiyon ve fleksiyon testi yapılmıştır (31). Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda üst düzeyde aktif spor yapan öğrencilerde kreatin yüklemesinin izokinetik performansına etkisinin incelendiği çalışmada, $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ sabit açısal hızda 5*20 maksimal istemli ünilateral diz ekstansiyon hareketi yapılması sağlanmıştır (32). Sporcu olmayan grup, atlama branşı yapan grup ve koşu grubu olmak üzere 3 farklı grubun diz fleksör ve ekstensör kuvvetlerinin izokinetik değerlendirmesi için $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $240^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ de diz eklemi izokinetik testleri uygulanmıştır. (33) Basketbol ve futbol branşlarında aktif spor yapan kişiler ile spor yapmayan kişilerde izokinetik kas kuvveti ile kemik yoğunluğu ilişkisinin değerlendirildiği çalışmada $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $240^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda her iki dizde izokinetik testler uygulanmıştır (34). Elit erkek basketbol oyuncularının izokinetik bacak kuvvetlerinin incelendiği çalışmada, izokinetik konsentrik diz ekstensörleri, diz fleksörleri $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ olarak 5 tekrarlı test edilmiştir (35). Profesyonel basketbol oyuncularının diz ekstansiyon ve fleksiyonunun konsentrik kuvveti $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda test edilmiş ve fleksiyon/ekstansiyon oranları her iki açısal hızda literatürde belirtilen limitlerden fazla çıkmıştır. (36).

Eksentrik ve konsentrik antrenmanların konsentrik kasılma kuvvetine etkisi genç kadın basketbolcularda 12 hafta, haftada 4 gün olmak üzere 3 gruba ayrılıp konsentrik, eksentrik ve her ikisinde olduğu antrenman grupları izokinetik antrenman yapmak üzere ayrılmıştır. İzokinetik kuvvet testleri 12. hafta sonunda ve 24. hafta sonunda tüm gruplarda tekrarlanmıştır. Diz ekstensörlerinde özel konsentrik izokinetik antrenmanı konsentrik diz kuvvetini geliştirmiştir (37).

Hamstring/quadriceps (H/Q) kas oranında geleneksel olan 0.60 oranının sakatlığı önlemede yetersiz olduğu, hareketin tüm açılarında doğru ölçüm yapabilmek için Hecc/Qcon ve Hcon/Qecc ölçümlerinin de değerlendirilmesi gerektiği savunulmaktadır (38).

Testler öncesi ısınma genel olarak bisiklet ergometresi ile yapılmaktadır. Genellikle izokinetik testler arası 1-1,5 dakika dinlenme arası verilmiştir (27, 29, 30, 31, 35). Diz eklemi hareket genişliği $0-90^{\circ}$ aralığında pozisyonlandırılmıştır (27, 29, 31, 34, 35). Dinamometre kolu aksis rotasyonu lateral femoral epikondil hizasına, direnç pedi ise medial malleolusun proksimaline ayarlanmıştır (27, 28, 29, 30, 31).

Ayak bileği eklemi

Koşucular ve triatloncularda izokinetik ayak bileği analizinin yapıldığı çalışmada, testler 3 supramaksimal deneme tekrarı ve $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda 5 tekrar, $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda 30 tekrar konsentrik/eksentrik ve eksentrik/konsentrik olarak plantar fleksiyon ve dorsifleksiyonda uygulanmıştır (39). Elit erkek voleybol oyuncular ve elit erkek güreş sporcularının ayak bileği kas kuvvetleri $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $90^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ hızlarında 5'er tekrar, $120^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $240^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ hızlarında 10'ar tekrar olarak test edilmiştir (40). Elit erkek basketbol oyuncularının diz fleksörleri, ayak bileği plantar fleksörleri, ve dorsifleksörleri $30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ olarak 5 tekrar test edilmiştir (36).

Test öncesi 5 dakika bisiklet ergometresi ile supramaksimal ısınma yaptırılmış, daha sonrada dorsifleksör ve plantar fleksör kaslar 30'ar saniye 3 set gerdirilmiştir (39). Ayak bileği dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon gemesi için, mat üzerinde ve mat dışında parmak ucu ve topuk üzerinde yürüme yaptırılmıştır (40). Standart ısınma olarak bisiklet ergometresi, dinamik gerdirme ve 10 submaksimal konsentrik kasılma uygulanmıştır (35).

Hareketin biyolojik aksisinde ayak bileği eklemi dinamometrenin mekanik aksisine ayarlanmıştır. Diz 30° fleksiyona ayarlanmıştır. Ayağın yaslandığı düzlem 20° plantar fleksiyona izin verecek şekilde nötral pozisyona getirilmiştir (39). Dinamometrenin hareketli kolunun hareket eksenini, ayak bileği eklemi hareket eksenine göre ayarlanmıştır. Olgular uyluk ve bel bantları ile sabitlenmiştir. Kalça fleksiyona alınarak, diz ve ayak bileği açısı olgunun en rahat hareket edebileceği şekilde ayarlanmıştır. Olgular +20° plantar fleksiyon, -10° dorsifleksiyon hareket sınırında teste alınmıştır (40). Ayak bileği eklemi dinamometre aksisine göre pozisyonlandırılmıştır. Lateral femoral kondil aksis rotasyon referansı olarak belirlenmiştir. Manivela kolu bireysel farklılıklara göre medial malleolusun proksimaline ayarlanmıştır. Hareket açısı 90° diz fleksiyonundan 10° diz ekstensiyonu arasındadır (35).

Omuz eklemi

Omuz rotatorlarının izokinetik değerlendirilmesinde protokol 3 deneme tekrarı ve 60°.sn⁻¹'de 3 tekrar maksimal, 240°.sn⁻¹ de 5 tekrar maksimal olmak üzere oluşturulmuştur. Elastik bant ile ısınma sonrası 10 supramaksimal konsentrik tekrar 120°.sn⁻¹ de uygulanmıştır. Kolun supine pozisyonunda frontal düzlemde 45° abduksiyonda, 90° abduksiyonda ve oturur pozisyonda skapular düzlemde 45° abduksiyon ve 30° fleksiyonda testler uygulanmıştır. Tüm testlerde dirsek 90° fleksiyona ayarlanmıştır. Dinamometrenin aksisi humerusun longitudinal aksisine ve glenohumeral eklemi merkezine doğru ayarlanmıştır. Hareket açısı internal rotasyonda 45° ve eksternal rotasyonda 55°'ye izin vermektedir (41).

Fibramiyalji sendromlu hastalarda kas kuvveti izokinetik dinamometre ile 3 deneme tekrarı ve sonrasında 60°.sn⁻¹, 180°.sn⁻¹ açısal hızlarda 5 maksimal konsantrik-konsantrik abduksiyon ve addüksiyon hareketi yaptırılmıştır. Omuz için tam abduksiyon pozisyonunda 0° kabul edilerek 0-100°'lik hareket açısına ayarlanmıştır (42)

Beyzbol sporunda atıcılarının omuz rotator kaslarının kuvvetinin ölçüldüğü çalışmada Internal ve eksternal konsentrik izokinetik omuz kuvveti 90°.sn⁻¹ omuz abduksiyonu ve 90°.sn⁻¹ dirsek fleksiyonunda 300°.sn⁻¹ ve 450°.sn⁻¹ de yapılmıştır. Isınma üst ekstremite ergometresinde 5 dakika sporunun bireysel özelliklerine göre ayarlanarak yapılmıştır. Denekler 300°.sn⁻¹ de 10 maksimal tekrar sonrası 90 saniye dinlendirilmiştir. Daha sonra 450°.sn⁻¹ de 10 maksimal efor 90° hareket açısında uygulanmıştır. Sezon öncesi, ortası ve sonunda yapılan testler sonucunda zirve tork değerlerinde anlamlı fark bulunmamıştır (43).

Farklı antrenman metodlarına göre rotator cuff kaslarının kas dengesizliklerini giderme amaçlı kuvvet antrenmanları uygulanmıştır. 48 kişiden oluşan beden eğitimi öğrencileri dinamik direnç antrenmanı grubu, 2kg dambıllarla çalışan kuvvet antrenmanı grubu, izokinetik kuvvet antrenmanı grubu ve kuvvet antrenmanı yapmayan kontrol grubu olarak 4 gruba ayrılmıştır. 60°.sn⁻¹, 120°.sn⁻¹ ve 180°.sn⁻¹ açısal hızlarda, supine pozisyonunda, glenohumeral eklem koronel düzlemde 90° abduksiyonda, 0-90° eksternal rotasyon ve 0-65° internal rotasyona izin verecek şekilde ön ve son testler olarak 6 hafta aryla tekrarlanmıştır. Ön testlerde gruplar arası anlamlı farklılık yokken son testlerde izokinetik grupta en fazla olmak üzere kuvvet antrenmanı yapan gruplarda anlamlı farklılık oluşmuştur. İzokinetik kuvvet antrenmanı rotator cuff kaslarını kuvvetlendirme de en etkili antrenman yöntemi olarak belirlenmiştir (44).

Dirsek eklemi

Kolej beyzbol oyuncularının izokinetik dirsek eklemi karakteristiğinin incelendiği çalışmada pronasyon/supinasyon ve fleksiyon/ekstensiyon hareketleri, denekler kolun yukarıda ataçmana bağlı olduğu şekilde oturur pozisyonda deneklere uygulanmıştır. Test uygulanan kol omuz abduksiyonu ve 90° dirsek fleksiyonunda ayarlanmıştır. Pronasyon/supinasyon hareketi için dinamometre aksisi ulnanın uzun aksisine göre ayarlanmıştır. Rasgele seçilen test hareketleri sırasında 90°.sn⁻¹ de 5 tekrar ve 180°.sn⁻¹ de 10 tekrar maksimal alınmıştır. Testler arası 1 dakika dinlenme verilmiştir (45).

Pousson ve ark (2001) izokinetik dirsek eklemi fleksör kaslarının kas kuvveti değişimine, yaşın ve cinsiyetin etkisini incelemişlerdir. 60°.sn⁻¹, 120°.sn⁻¹, 180°.sn⁻¹ ve 240°.sn⁻¹ açısal hızlarda konsentrik, izometrik, ve -60°.sn⁻¹ ve -120°.sn⁻¹ açısal hızlarda eksentrik olarak ölçümler yapılmıştır. Konsentrik, eksentrik ve izometrik kuvvet ölçümlerinde genç grup (6 kadın, 6 erkek, 19-24 yaş), yaşlı gruptan (6 kadın, 4 erkek, 64-82 yaş) daha yüksek kuvvet değerleri göstermiştir (46).

Yedi haftalık eksentrik izokinetik dirsek eklemi kuvvet antrenmanı programı sonrası -120°.sn⁻¹ eksentrik koşuldan 240°.sn⁻¹ konsentrik koşula kadar olan açısal hızlarda ön ve son testler yapılmıştır. Eksentrik antrenman 5*6 kas hareketini içeren %100 ve %120 bir maksimum tekrardan (1MT) oluşan hareketlerde 21 seans olarak 7 haftada tamamlanmıştır. İzokinetik testlerde tüm açısal hızlarda tork anlamlı düzeyde artmıştır (47).

Bel eklemleri

Bel kaslarının izokinetik gücünün araştırıldığı çalışmada testler $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ hızda maksimal eforda 5 tekrar, $120^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ hızda 10 tekrar ile testler gerçekleştirilmiştir. Testler 7 gün ara ile 3 kez tekrarlanmıştır. Testler oturur pozisyonunda yapılmıştır. Dinamometrenin rotasyon aksisi L5-S1 seviyesine ayarlanmıştır. Bu pozisyonda femur ve pelvis stabilize edilmiştir. Sakrum sakral ped, alt ekstremiteler kompresyon peidiyle sabitlenmiştir. Vücudun lateral kısmı ise cihazın yan kenarlarıyla desteklenerek maksimal stabilizasyon sağlanmıştır. Kalçanın 90° de olması ile kalça fleksörlerinin gövde hareketine yardımcı olması azalarak abdominal ve erektör spina kaslarının, izole kontraksiyonu sağlanmıştır. Eklem hareket açıklığı 50° olarak ayarlanmıştır. Bireylerden, test sırasında güç almamaları için kollarını gövde önünde çapraz yapmaları istenmiştir (48). Postmenopozal osteoporozda egzersiz eğitiminin kas kuvveti ve dengeye etkisinin araştırıldığı çalışmada düşük hız olan $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ de 5 tekrar, sonra yüksek hız olan $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ 5 tekrar ile ölçüm yapılmıştır. Ölçüm 30° fleksiyon pozisyonunda izometrik olarak yapılmıştır (49).

Test öncesi kişiler ısınma programına alınmıştır. Bu program, 6 dk. bisiklet ergometresi, abdominal ve sırt kaslarına 10 defa izotonik egzersiz, aynı kaslara ve kalça fleksörlerine 3 defa 20 saniye germe egzersizlerini içerecek şekilde düzenlenmiştir. Cihaz içine pozisyonlanan bireylere, 90° de sabitlenmiş olan koltukta, cihazı tanımaları ve gövde kaslarını ısıtmaları için her iki açısal hızda da 3 kez gövde fleksiyonu ve ekstansiyonu yönünde, submaksimal izokinetik kasılmalar yaptırılmıştır. İzometrik ölçüm için diz 65° fleksiyonda iken, hastanın adaptasyonu için bir deneme yapılmış, daha sonra asıl ölçüme geçilmiş ve 3 izometrik ölçüm yapılarak kaydedilmiştir (49). Her iki hız arasında istirahat süresi 2 dakika olarak ayarlanmıştır (48). Kontraksiyon süresi 5 sn, dinlenme süresi 60 sn olacak şekilde iki deneme, üç tekrar uygulanarak, döndürme momenti tepe değeri kaydedilmiştir (49).

Ayakta durarak ve oturarak uygulanan gövde ekstansiyon/fleksiyon hareketi testlerinin performans farklılıklarının incelendiği çalışmada deneklere 3 maksimal test tekrarlı konsentrik/konsentrik hareket $120^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda ayakta ve oturur pozisyonda uygulanmıştır. Sonuçlara göre, ayakta yapılan testte fleksiyon değerleri, zirve tork, iş ve güç değerleri bakımından oturarak yapılan testten anlamlı ölçüde yüksek çıkmıştır. Ekstansiyon değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır (50).

İzokinetik kalça adduktör ve fleksör kas kuvvetinin test güvenilirliği 19 erkek (21-43 yaş aralığı) denekte ölçülmüş ve $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ için eksentrik zirve adduktör torku testinin güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır (51).

El bileği eklemleri

Elit kadın genç tenis oyuncularında el bileği ve ön kol izokinetik kuvveti profilinin incelendiği çalışmada, el bileği fleksiyon/ekstansiyonu ve önkol pronasyon/supinasyonu değerlendirilmiştir. Test prosedürü 5 dakika üst ekstremitte vücut ergometresi ile ısınmayla başlamış ve rastgele seçimle teste başlanmıştır. Hareket paterni olarak el bileği ekstansiyon/fleksiyonu için dinamometre aksisi radius ve ulnanın diagonal aksisine ayarlanmıştır. Sporcular üst ekstremitte test masasına önkolları supine pozisyonunda olacak şekilde oturmuştur. El bileği etkisini minimize indirmek için önkol kayışla stabilize edilmiştir. Kullanılan hareket açıklıkları $0-55^{\circ}$ el bileği fleksiyonu ve $0-35^{\circ}$ el bileği ekstansiyonudur. Test tam el bileği fleksiyonunda başlatılmıştır. 4 deneme tekrarı sonrası 5 maksimal alınmıştır. Tüm denekler $90^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $210^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ test edilmiştir. Testler arası 30 saniye dinlenme verilmiştir. Önkol pronasyon/supinasyon testleri de sporcu üst ekstremitte test masasındayken önkol V pede dayanmış şekilde başlatılmıştır. Dinamometre aksisi 3. ve 4. Parmak hizasına ayarlanmıştır. Eklem hareket açıklığı $0-50^{\circ}$ pronasyon ve $0-50^{\circ}$ supinasyona izin verecek şekilde ayarlanmıştır. 4 deneme tekrarı sonrası 5 maksimal tekrar alınmıştır. Tüm denekler $90^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve $210^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ test edilmiştir. Testler arası 30 saniye dinlenme verilmiştir (52).

Güney Afrika Ulusal Savunma Kuvvetlerindeki pilot adaylarının ($n=438$), ayak bileği, diz, omuz ve önkol izokinetik kas kuvvet normlarının incelendiği çalışmada 5 dakika jogging koşusu sonrası büyük kas gruplarına yönelik gerdirmeye hareketleri yapılmıştır. Önkol pronasyon/supinasyonu için dirsek fleksiyon açısı 90° olacak şekilde ayarlanmıştır. Açısal hız ise $30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Testler öncesi ise 5 tekrar deneme uygulanmıştır. Deneme tekrarları 2 tekrar %50, 2 tekrar %75 ve 1 tekrar maksimal olacak şekilde yaptırılmıştır. Denekler teste non dominant tarafla girmişlerdir (53).

YAŞLILARDA İZOKİNETİK UYGULAMALARI

Yaşlılarda izokinetik test protokolünde dinlenme aralığının quadriceps torkuna etkisi, 20 erkek denek ile (66.30 ± 3.92 yaş) unilateral diz ekstansiyonunda $60^{\circ} \cdot \text{s}^{-1}$, $90^{\circ} \cdot \text{s}^{-1}$, ve $120^{\circ} \cdot \text{s}^{-1}$ de uygulanmıştır. Antrenman günleri arası minimum 48 saat olacak şekilde testler 3 ayrı günde kasılma hızı ve dinlenme periyotları (30, 60 ve 90 sn) rastgele olacak şekilde ayarlanmıştır. Sonuç olarak yaşlılarda en az 30 saniye dinlenme aralığı bir sonraki teste başlamak için yeterli bulunmuştur (54). Yaşlılarda 12 hafta, haftada 3 kez $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ de uygulanan izokinetik kuvvet antrenmanı sonucu %18.1 diz ekstansiyon kuvveti, %18.2 diz fleksiyon kuvvetinde artış görülmüştür (55).

Yaşlılarda ayak bileği eksentrik ve konsentrik dorsifleksör kuvvetlerinin izokinetik kuvvet antrenmanı ile gelişimi incelenmiştir. 28 deneye (76.3 ± 4.6 yaş) 2 hafta, haftada 3 gün konsentrik ve eksentrik dorsifleksiyon hareketi $30^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$,

90°.sn⁻¹, 180°.sn⁻¹ açısal hızlarda 40° dorsifleksiyon hareket açısında uygulanmıştır. Konsentrik dorsifleksiyon zirve torkunda %27, eksentrik dorsifleksiyon zirve torkunda ise %20 artış görülmüştür. Kısa süreli izokinetik antrenmanı sonrası yüzeysel elektromiyografi ölçümlerine göre oluşan artışlar (konsentrik %64, eksentrik %55) nöral adaptasyonun göstergesidir. Sonuç olarak kısa süreli izokinetik ayak bileği kuvveti antrenmanı sonrası ayak bileği kontrolü, fonksiyonel hareketlilik ve tork üretimi artışı oluşmuştur (56).

Yaşlılarda 12 haftalık izokinetik ve izometrik kuvvet antrenmanı uygulamasının diz ekstensör kuvveti, konsentrik iş, konsentrik güç, merdiven inme-çıkma ve yürüme hızına etkisi incelenmiştir. 12 kadın (73±7 yaş) ve 18 erkek (73±5 yaş) denek 12 hafta, haftada 3 gün izometrik, konsentrik izokinetik ve eksentrik izokinetik olarak antrenmanları tamamlamışlardır. Her üç antrenman grubunda da zirve izometrik, izokinetik konsentrik ve eksentrik kuvvetlerde artış görülmüştür. Adım zamanı pozitif olarak etkilenmiştir, fakat yürüme hızı değişmemiştir. Her üç grupta da zirve konsentrik iş ve gücünde artış olurken, bu artış en çok izokinetik konsentrik grubunda oluşmuştur. Merdiven inme-çıkma performansında artış görülmüştür (57).

Diz ekstensör ve fleksörlerinin kuvveti 20-86 yaş arası 72 sağlıklı erkek denekte incelenmiştir. İzokinetik ve izometrik testler uygulanmıştır. Yaşlı grupta genç gruptan daha düşük kuvvet değerleri görülmüştür. İzokinetik kasılma kuvveti her açıda izometrik kuvvetten düşük bulunmuştur. Tork değerleri tüm grubun diz eklemi yetersizliklerini belirlemede fikir sağlamıştır. (58).

Kas kuvveti, yaş ve vücut kompozisyonunun izokinetik dirsek ve diz eklemi kuvveti ile ilişkisi 45-78 yaş arası 200 sağlıklı erkek ve kadın deneğin katılımı ile incelenmiştir. 60°.sn⁻¹ ve 240°.sn⁻¹ açısal hızlarda diz ve 60°.sn⁻¹ ve 180°.sn⁻¹ açısal hızlarda ise dirsek eklemi zirve tork değerleri ölçülmüştür. Tüm kas gruplarında kuvvet değerleri 65-78 yaş arasında, 45-54 yaş arası erkek ve kadınların kuvvet değerlerinden düşüktür (59).

Yaşlı kadınlarda eksentrik izokinetik kuvvet antrenmanının açısal hız, güç karakteristikleri ve dirsek fleksörlerine etkisi incelenmiş ve 7 hafta, 21 seans uygulanan, 3 tekrarlı 5*6 eksentrik kuvvet hareketini içeren, %60-100 konsentrik maksimal antrenmanlar sonucu ön testlere oranla son testlerde istatistiksel olarak anlamlı tork artışı görülmüştür (60).

SAKATLIK GEÇİRMİŞ GRUPLARDA İZOKİNETİK UYGULAMALARI

Diz osteoartritli hastalarda izokinetik egzersiz ile izotonik egzersizin, ağrı ve tutukluk düzeyi, analjezik kullanımı, kas kuvvetlenmesi, fonksiyonel durum ve yaşam kalitesi bakımından, kaplıca tedavisi eşliğinde etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Hastalar, izokinetik dinamometre cihazı ile izokinetik egzersiz ve izotonik egzersiz tedavisi alanlar olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. 60°.sn⁻¹ 5 tekrar ve 180°.sn⁻¹ açısal hızlarda 25 tekrar hamstring ve quadriceps zirve tork ve toplam iş değerleri kaydedilmiştir. İzokinetik grubuna izokinetik dinamometre ile haftada 5 gün olmak üzere 15 seans 60°.sn⁻¹, 120°.sn⁻¹ ve 180°.sn⁻¹ açısal hızlarda sırası ile 5, 10 ve 15 tekrarla izokinetik egzersiz programı uygulanmıştır. Kas kuvvetlerinde tedavi öncesine göre anlamlı düzelleme varken, diğer grupta anlamlı bir fark saptanmamıştır. Kas kuvvetini artırmada izokinetik egzersizin izotonik egzersizlere göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İkincil sonuç olarak, izokinetik egzersiz ve kaplıca tedavisi birlikteliği bu egzersizin tolerabilitesini ve etkinliğini artırdığı sonucuna varılmıştır. (61).

Ön çapraz bağ ameliyatı geçirmiş kadın hentbolcuların 6 ay rehabilitasyon süreci sonrası izokinetik kas kuvvetleri değerlendirilmiştir. Operasyon uygulanan diz ile diğer diz kuvvet değerleri kıyaslanmıştır. Hamstringlerde; kontralateral tarafla karşılaştırıldığında 240°.sn⁻¹'de deneklerin %13.3 ünde, 60°.sn⁻¹'de deneklerin %17.8'inde %10 dan fazla kuvvet eksikliği görülmüştür. Kuadriceps femoris kasında ise 240°.sn⁻¹'de deneklerin %60'ında, 60°.sn⁻¹'de deneklerin %12.2'sinde %15 dan fazla kuvvet eksikliği görülmüştür. Rehabilitasyon sürecinde quadriceps femoris kasına odaklanma diz fonksiyonunda daha çabuk ön çapraz bağ iyileşmesi sağlayabilmektedir (62).

Azalan H/Q oranı hamstring ve ön çapraz bağda sakatlık riski oluşturmaktadır. Bu kapsamda değerlendirme yapmak için, 12 futbolcunun 6 haftalık kuvvet programı sonrası H/Q oranı değerlendirilmiştir. Konsentrik 240°.sn⁻¹, 180°.sn⁻¹ ve 60°.sn⁻¹, eksentrik 60°, 180°.sn⁻¹ ve 240°.sn⁻¹ de testler yapılmıştır. H/Q oranı konsentrik kas hareketinde değerlendirilmiştir. Bu oran geleneksel olarak kullanılan H/Q oranı değerlendirmesidir. Aynı zamanda eksentrik/konsentrik oranında hesaplanmıştır. Sonuçlara göre, 6 haftalık kuvvet antrenmanı ile H/Q oran artışı sağlanmıştır. Ön testte 0.96 ± 0.09 iken, son testte bu değer 1.08±0.11'e yükselmiştir. Fonksiyonel oranın 1.0'in üzerinde olması ön çapraz bağ yaralanmasını önlemek için tavsiye edilen değerdir (63).

Rutin cimmastik antrenmanı sırasında biceps tendon kopması yaşayan 37 yaşında erkek cimmastikçiye, operasyondan 8 hafta sonra başlamak üzere 4 ay boyunca haftada 3 gün konsentrik izokinetik egzersiz programı uygulanmıştır. Egzersiz programında 7 set, 10 tekrarlı, 30sn dinlenme aralıklı izokinetik konsentrik dirsek fleksiyonu (150°.sn⁻¹-450°.sn⁻¹ arası açısal hızlarda) antrenmanı yaptırılmıştır. Egzersiz programı sonrası operasyondan 1 yıl geçtikten sonra testler tekrar uygulanmış ve rehabilitasyon programı sonrası her iki kolda da hemen hemen yakın konsentrik kuvvet değerlerine ulaşılmıştır (64).

Diz osteoartritli yaşlı deneklerde rehabilitasyon sürecindeki izokinetik egzersiz programı (bireysel yönetim, beslenme bilgisi, video izleme vb.) ve eğitim programının etkileri kıyaslanmıştır. 50-80 yaş arası 98 kadın ve erkek

çalışmayı tamamlamıştır. İzokinetik egzersiz 8 hafta, haftada 3 gün uygulanmıştır. Toplam 27 tekrardan oluşan, her açısal ($90^{\circ}.sn^{-1}$, $120^{\circ}.sn^{-1}$, $150^{\circ}.sn^{-1}$) hızda 3 set, 3 ekstensiyon hareketi içeren egzersiz uygulanmıştır. Her iki egzersiz grubunda da kuvvet kazanımı anlamlı düzeyde bulunmuştur. İzokinetik egzersiz diz osteoartritinde etkili ve iyi tolere edilebilen bir yöntem olmasına rağmen eğitim programı ile de benzer yararlar sağlanmaktadır (65).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüz sporunda, özellikle performans sporcuları gelişen teknolojik cihaz ve ekipmanlar sayesinde daha farklı kuvvet antrenman metodlarına yönelmişlerdir. Bu nedenle izokinetik antrenman, kas kuvvetini en iyi artıran kuvvet antrenmanı yöntemlerinden birisidir. Farklı spor branşları için fonksiyonel olarak farklı hızlarda çalışma yapma olanağı sağlar. Geleneksel kuvvet antrenmanından farklı olarak hareketin her anında özel dinamometresi sayesinde aynı açıda ve hızda çalışma imkanı verir. Objektif ve ölçülebilir veri toplama olanağı ile sporcuların kuvvet kazanımı değerleri takip edilebilir. İzokinetik test sonuçlarına göre kas performansı normal veya anormal olarak sınıflandırılabilir. Egzersizleri yönetmede nicelleştirmek açısından değerlidir.

İzokinetik kuvvet antrenmanı yöntemi ile farklı açısal hızlarda antrenman yaptırılarak kuvvet gelişimi sağlanmaktadır (10, 12, 13, 19, 20, 37, 44, 47). Kısa süreli izokinetik kuvvet antrenmanı, hıza özel hız gelişim oranı gelişimi sağlamaktadır (11, 20, 56). Sedarterlerde, 2 günlük izokinetik antrenman sonrası hızlı açısal hız zirve tork değerinde artış görülmüştür (14). Diğer bir çalışmaya göre ise, sedanterlerde, 2 günlük izokinetik antrenmanın ön kol ekstensör ve fleksörlerindeki kuvvet gelişimine olumlu bir etkisi görülmemiştir (21). Akut dayanıklılık antrenmanı sonrası izokinetik testinde tork değerlerinde azalma oluşmaktadır (15). Bunun sebebi kassal yorgunluk oluşumundan dolayı zirve tork değerlerinde düşme olmasıdır. Uzun süreli izokinetik kuvvet antrenmanı sonrası kuvvet gelişimi çalışmalarla desteklenmektedir (12, 13, 16, 19, 55). Yaşlılarda izokinetik antrenmanın kuvvet gelişimi sağladığı çalışmalarla desteklenmektedir (55, 56, 57, 60). Yaşlı ve genç gruplar kıyaslandığında genç gruplar daha yüksek zirve tork değerleri göstermektedir (46, 58, 59). Sakatlık sonrası rehabilitasyonda ve sakatlığı önlemek için kas oranlarının belirlenmesi çalışmalarında izokinetik kuvvet değerlerinde artış görülmektedir (61, 62, 63, 64, 65).

İzokinetik kuvvet antrenmanı ve farklı spor branşlarının teknik özelliklerine göre kuvvet ilişkileri araştırılıp (Ör. basketbolda şut atışı için izokinetik cihazında el bileği, dirsek, omuz kuvvet antrenmanı yapmak), branşa özel açı ve hızda izokinetik kuvvet antrenmanı yapmak sportif performans ve teknik gelişimi açısından olumlu sonuçlar doğurabilir (17).

Düşük zirve tork/vücut ağırlığı oranı daha çok kuvvet antrenmanı yapılması gerektiğini, düşük toplam iş değeri dayanıklılık eksikliğini ve yüksek tekrarlı antrenman yapılması gerektiğini, düşük ortalama güç değerleri patlayıcı güce dayalı egzersiz yapılması gerektiğini vurgular.

Sonuç olarak, izokinetik kuvvet uygulamaları sakatlık sonrası rehabilitasyonda, sportif performans artımı değerlendirmesinde kuvvet gelişimi ve takibinde, farklı eklemlerle çalışma imkanı sağlaması açısından değerli bir antrenman metodudur.

KAYNAKLAR

1. Bompa, T.O., Antrenman kuramı ve yöntemi, Spor Yayınevi ve Kitabevi, s.325-327, Ankara, 2007.
2. Perrin, D. H., Isokinetic Exercise and Assessment, Human Kinetics, s.6, USA, 1993.
3. Baltzopoulos, V., Brodie, D.A., “Isokinetic Dynamometry Applications and Limitations”, Sports Medicine, 8(2), pp.101-116, 1989.
4. Dvir, Z., Isokinetics muscle testing interpretation and cinical applications, Churchill Livingstone, s.8-26, USA, 2004.
5. Maud, P.J., Foster, C., Physiological assessment of human fitness, Human Kinetics, s.109, USA, 1995.
6. Dick, F., Johnson, C, Paish, W., Strength training for athletic, British Amateur Athletic Board, s.16, London, 1978.
7. Chan K.M., Maffulli, N., Principles and Practice of Isokinetics in Sports Medicine and Rehabilitation, Williams and Wilkins, Hong Kong, s.2-54-58, 1996.
8. Brown, L.E., Isokinetics in human performance. Human Kinetics, USA, s.3-4-7-8-9-10, 2000.
9. Şahin, Ö., “Rehabilitasyonda izokinetik değerlendirmeler”, Cumhuriyet Tıp Dergisi, 32, pp.386-396, 2010.
10. Lesmes, G.R., Costill, D.L., Coyle, E.F., Fink, W.J., “Muscle strength and power changes during maximal isokinetic training”, Medicine and Science in Sports, 10(4), pp.266-269, 1978.
11. Brown, L.E., Whitehurst, M., “The effect of short-term isokinetic training on force and rate of velocity development”, Journal of Strength and Conditioning Research, 17(1), pp.88-94, 2003.
12. Morriss, C.J., Tolfrey, K., Coppack, R.J., “Effects of Short-Term Isokinetic Training on Standing Long-Jump Performance in Untrained Men”, Journal of Strength and Conditioning Research, 15(4), pp.498-502, 2001.
13. Evetovich, T.K., Housh, T.J., Housh, D.J., Johnson, G.O., Smith, D.B., Ebersole, K.T., “The Effect of Concentric Isokinetic Strength Training of the Quadriceps Femoris on Electromyography and Muscle Strength in the Trained and Untrained Limb”, Journal of Strength and Conditioning Research, 15(4), pp.439-445, 2001.

14. Prevoost, M.C., Nelson, A.G., Maraj, B.K.V., "The Effect of Two Days of Velocity-Specific Isokinetic Training on Torque Production", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), pp.35-39, 1999.
15. Abernethy, P.J., "Influence of acute endurance activity on isokinetic strength", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7(3), pp.141-146, 1993.
16. Abernethy, P.J., Howard, A., Quigley, B.M., "Isokinetic torque and instantaneous power-independent entities?", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(4), pp.220-223, 1996.
17. Tang, W.T., Shung, H.M., "Relationship between isokinetic strength and shooting accuracy at different shooting ranges in Taiwanese elite high school basketball players", *Isokinetics and Exercise Science*, 13(3), pp.169-174, 2005.
18. Saliba, L., Hrysomallis, C., "Isokinetic strength related to jumping but not kicking performance of Australian footballers", *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(3), pp.336-347, 2001.
19. Gioftsidos, A., Ispirlidis, I., Pafis, G., Malliou, P., Bikos, C., Godolias, G., "Isokinetic strength training program for muscular imbalances in professional soccer players", *Sport Sciences for Health*, 2(3), pp.101-105, 2007.
20. Coburn, J.W., Housh, T.J., Malek, M.H., Weir, J.P., Cramer, J.T., Beck, T.W., Johnson, G.O., "Neuromuscular Responses to Three Days of Velocity-Specific Isokinetic Training", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), pp.892-898, 2006.
21. Beck, T.W., Housh, T.J., Johnson, G.O., Weir, J.P., Cramer, J.T., Coburn, J.W., Malek, M.H., Mielke, M., "Effects of two days of isokinetic training on strength and electromyographic amplitude in the agonist and antagonist muscles", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), pp.757-762, 2003.
22. Impellizzeri, F.M., Bizzini, M., Rampinini, E., Cereda, F., Maffiuletti, N.A., "Reliability of Isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex Norm dynamometer", *Clin Physiol Funct Imaging*, 28(2), pp.113-119, 2007.
23. Humac Norm Testing, Rehabilitation System User's Guide, Model 770, Computer Sports Medicine, Inc. (CSMI), pp.(1)16-(1)17, USA, 2003.
24. Brown, L.E., Whitehurst, M., Findley, B.W., Gilbert, R., Groo, D.R., Jimenez, J.A., "Effect of repetitions and gender on acceleration range of motion during knee extension on an isokinetic device", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(4), pp.222-225, 1998.
25. Foran, B., "Advantages and disadvantages of isokinetics, variable resistance and free weights", *National Strength & Conditioning Association Journal*, 7(1), pp.24-25, 1985.
26. Handel, M., Dickhuth, H.H., Mayer, F., Gülch, R.W., "Prerequisites and limitations to isokinetic measurements in humans", *European Journal of Applied Physiology*, 73, pp.225-230, 1996.
27. Kale, M., Açıkada, C., Yılmaz, İ., "Sprinterlerin müsabaka döneminde izokinetik kriterleri ve sprint hız değişkenleri ilişkisi", *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe Journal of Sport Sciences*, 19(3), pp.125-138, 2008.
28. Shu, W.P., Zhou, J.H., "Study on knee joint isokinetic strength of male volleyball players", *Portuguese Journal of Sport Sciences, Biomechanics in Sports* 29, 11(2), pp.117-120, 2011.
29. Parrilla, I., Martínez-Valencia, A., González-Ravé, J.M., "Comparison between plyometric and isokinetic training during three weeks on isokinetic strength in sport sciences students", *Portuguese Journal of Sport Sciences, Biomechanics in Sports* 29, 11(2), pp.713-716, 2011.
30. Remaud, A., Cornu, C., Guével, A., "Neuromuscular adaptations to 8-week strength training: isotonic versus isokinetic mode", *European Journal of Applied Physiology*, 108, pp.59-69, 2010.
31. Özkan, A., Kin İşler, A., "Amerikan futbolcularında bacak hacmi,, bacak kütlesi, anaerobik performans ve izokinetik kuvvet arasındaki ilişki", *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, VIII (1), pp.35-41, 2010.
32. Şirin, E.F., Yalçın, S., "Kreatin yüklemesinin sporcuların izokinetik performansına etkisi", *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 3(3), pp.169-177, 2009.
33. Siqueira, C.M., Pelegrini, F.R.M.M., Fontana, M.F., Greve, J.M.D., "Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes", *RevHosp. Clin. Fac. Med. S Paulo*, 57(1), pp.19-24, 2002.
34. Şirin, E.F., İnce, A., Lök, S., Çağlayan, H.S., "Spor yapanlar ile yapmayanların izokinetik kas kuvvetleri ile kemik yoğunluğu arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi", *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, (3)1, pp.30-37, 2009.
35. Bradic, A., Bradic, J., Pasalic, E., and Markovic, G. "Isokinetic leg strength profile of elite male basketball players", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), pp.1332-1337, 2009.
36. Theoharopoulos, A., Tsitskaris, G., Nikopoulou, M., Tsaklis, P., "Knee strength of professional basketball players", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), pp.457-463, 2000.
37. Amiridis, I.G., Cometti, G., Morlon, B., Martin, L., Martin, A., "Effects of the type of recovery training on the concentric strength of the knee extensors", *Journal of Sports Science*, 15, pp.175-180, 1997.
38. Coombs, R., Garbutt, G., "Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance", *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, pp.56-62, 2002.
39. Luna, N.M.S., Alonso, A.C., Brech, G.C., Mochizuki, L., Nakano, E.Y., Greve, J.M.D., "Isokinetic analysis of ankle and ground reaction forces in runners and triathletes", *Clinics*, 67(9), pp.1023-1028, 2012.
40. Arvas, B., Elhan, A., Baltacı, G., Özberk, N., Öner Coşkun, Ö., "Sıçrama aktivitesini kullanan ve kullanmayan sporcularda ayak bileği kas kuvvetlerinin karşılaştırılması", *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, 17(2), pp.78-83, 2006.
41. Forthomme, B., Dvir, Z., Crielaard, J. M., Croisier, J. L., "Isokinetic assessment of the shoulder rotators: a study of optimal test position", *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 31, pp.227-232, 2011.
42. Yılmaz, H., Uğurlu, H., Sallı, A., "Fibromiyalji Sendromlu Hastalarda Kas Performansı", *Romatizma*, 22, pp.43-47, 2007.
43. Wilkin, L.D., and B.L. Haddock, "Isokinetic strength of collegiate baseball pitchers during a season" *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), pp.829-832, 2006.

GÜROL, B., YILMAZ, İ., “İzokinetik Kuvvet Antrenmanı”

44. Malliou, P.C., Giannakopoulos, K., Beneka, A.G., Gioftsidou, A., Godolias, G., “Effective ways of restoring muscular imbalances of the rotator cuff muscle group: a comparative study of various training methods”, *British Journal of Sports Medicine*, 38, pp.766-772, 2004.
45. Laudner, K.G., Wilson, J.T., Meister, K., “Elbow isokinetic strength characteristics among collegiate baseball players”, *Physical Therapy in Sport*, 13, pp.97-100, 2012.
46. Pousson, M., Lepers, R., Hoecke, J.V., “Changes in isokinetic torque and muscular activity of elbow flexors muscles with age”, *Experimental Gerontology*, 36, pp.1687-1698, 2001.
47. Colson, S., Pousson, M., Martin, A., Hoecke, J.V., “Isokinetic elbow flexion and coactivation following eccentric training”, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 9, pp.13-20, 1999.
48. Akin, S., Öner, Ö., Özberk, N., “Bel kaslarının izokinetik konsantrik kas gücü ölçümünde biodex dinamometrenin güvenilirliği”, *Romatizma*, 19(1), pp.15-19, 2004.
49. Bozan, Ö., Koçyiğit, F., Cankurtaran, F., El, Ö., Gülbahar, S., Peker, Ö., “Postmenopozal osteoporozda egzersiz eğitiminin kas kuvveti ve dengeye etkisi”, *Turkish Journal of Geriatrics*, 13(2), pp.92-98, 2010.
50. Findley, B.W., Brown, L.E., Whitehurst, M., Gilbert, R., Groo, D.R., O’neal, J., “Sitting vs. Standing Isokinetic Trunk Extension and Flexion Performance Differences”, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3), pp.310-315, 2000.
51. Emery, C.A., Maitland, M.E., Meeuwisse, W.H., “Test –retest reliability of isokinetic hip adductor and flexor muscle strength”, *Clinical Journal of Sport Medicine*, 9, pp.79-85, 1999.
52. Ellenbecker, T.S., Roetert, E. P., Riewald, S., “Isokinetic profile of wrist and forearm strength in elite female junior tennis players”, *British Journal of Sports Medicine*, 40, pp.411–414, 2006.
53. Lategan, L., “Isokinetic norms for ankle, knee, shoulder and forearm muscles in young South African men”, *Isokinetics and Exercise Science*, 19, pp.23–32, 2011.
54. Bottaro, M., Russo, A., de Oliveira, R.J., “The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly”, *Journal of Sports Science and Medicine*, 4, pp.285-290, 2005.
55. Phillips, W., Hazeldene, R., “Strength and Muscle Mass Changes in Elderly Men following Maximal Isokinetic Training”, *Gerontology*, 42, pp.114-120, 1996.
56. Connelly, D.M., Vandervoort, A.A., “Effects of Isokinetic Strength Training on Concentric and Eccentric Torque Development in the Ankle Dorsiflexors of Older Adults”, *Journal of Gerontology: Biological Sciences*, 55A(10), pp.B465–B472, 2000.
57. Symons, T.B., Vandervoort, A.A., Rice, C.L., Overend, T.J., Marsh, G.D., “Effects of Maximal Isometric and Isokinetic Resistance Training on Strength and Functional Mobility in Older Adults”, *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 60A(6), pp.777–781, 2005.
58. Murray, P., Gardner, G.M., Mollinger, L.A., “Sepic, S.B., Strength of Isometric and Isokinetic Contractions : Knee Muscles of Men Aged 20 to 86”, *Physical Therapy*, 60, pp.412-419, 1980.
59. Frontera, R., Hughes, V.A., Lut, K.J., “A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women”, *Journal of Applied Physiology*, 71, pp.644-650, 1991.
60. Valour, D., Rouji, M., Pousson, M., “Effects of eccentric training on torque-angular velocity-power characteristics of elbow flexor muscles in older women”, *Experimental Gerontology*, 39, pp.359-368, 2004.
61. Umay, E., Tezelli, M.K., Dinç, A., Rükşen, S., “Kaplıca Tedavisi Birlikteliği ile Diz Osteoartritli Hastalarda İzotonik ve İzokinetik Egzersiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması”, *Journal of Physical Medicine and Rehabilitation Science*, 15, pp.31-38, 2012.
62. Osteras, H., Augestad, L.B., Tondel, S., “Isokinetic muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction”, *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, 8, pp.279-282, 1998.
63. Holcomb, W.R., M.D. Rubley, H.J. Lee, and M.A. Guadagnoli, “Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring:quadriceps strength ratios”, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), pp.41–47, 2007.
64. Martens, D.W., Axtell, R.S., Stofan, J.R., “Case study: Isokinetic rehabilitation of a ruptured biceps tendon”, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(1), pp.47-51, 1995.
65. Maurer B.T., Stem A.G., Kinossian B, Cook K.D., Schumacher Jr, H.R., “Osteoarthritis of the knee: isokinetic quadriceps exercise versus and educational intervention”, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(10), pp.1293-1299, 1999.