T.C.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

ISINMA VE GERME EGZERSİZLERİNİN PROPRİOSEPSİYON ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr.Mehmet Mesut ÇELEBİ

UZMANLIK TEZİ

103628

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ

Doç.Dr.Ali Murat ZERGEROĞLU

2001 - ANKARA

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ.....1

GENEL BİLGİLER.....3

GEREÇ VE YÖNTEM.....30

GEREÇ.....30

YÖNTEM.....33

BULGULAR.....40

TARTIŞMA.....50

KAYNAKLAR.....62

ÖNSÖZ

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'na başladığım ilk günden itibaren mesleki deneyiminden çok faydalandığım ve her türlü desteğini gördüğüm Spor Hekimliği Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof.Dr.Emin Ergen'e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Tezimin hazırlanmasında her türlü desteğini esirgemeyen ve yardımcı olan Doç.Dr.Ali Murat Zergeroğlu'na, her konuda bilgilerinden faydalandığım Doç.Dr.Rüştü Güner'e, uzmanlık eğitimim süresince mesleki tecrübelerini benimle paylaşan Yrd.Doç.Dr.Bülent Ülkar'a, bölümümüzdeki propriosepsiyon çalışmalarına büyük katkısı olan Uzm.Dr.Hakan Demir'e, çalışma arkadaşlarım Uzm.Dr.Burak Kunduracıoğlu ve Dr.Cem Çetin'e, Fizyoterapist arkadaşlarım Fatma Ünver, Figen Göral, Meral Hazır ve Perihan Ufuk'a, Ortopedi ve Travmatoloji rotasyonumda bana her türlü konuda yardımlarını esirgemeyen başta Prof.Dr.Mehmet S.Binnet, Prof.Dr.Mehmet Demirtaş ve Prof Dr.Sinan Adıyaman olmak üzere diğer öğretim üyelerine, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon rotasyonum süresince bana her türlü konuda yardımlarını esirgemeyen Prof.Dr.Safiye Tuncer'e, diğer öğretim üyelerine ve çalışma arkadaşlarıma, Kardiyoloji rotasyonumda yardımını esirgemeyen Doç.Dr.Eralp Tutar'a ve diğer öğretim üyelerine, tezimin deneysel çalışmalarında zaman ayırıp, ciddiyetle çalışmalara katılan Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi 1. ve 2. Sınıf öğrencilerine, beni büyüten ve tüm eğitim yaşamım boyunca bana destek veren sevgili annem Besne Çelebi ve babam M.Nuri Çelebi'ye, anlayışı ve desteği ile her zaman yanımda olan hayat arkadaşım, eşim Bilgin Çelebi'ye en içten duygularımla teşekkür ederim.

GİRİŞ VE AMAÇ

Modern dünyada giderek artan sayıda insan çeşitli fiziksel ve sportif aktivitelere katılmaktadır. Sportif aktivitelere katılımın artışı ile bir yandan bireyin sağlık ve kondüsyonunda gelişim, diğer yandan görülen spor kaza ve yaralanmaları sayısında artış olmaktadır.

Yaralanmalar hem iş gücü kayıplarına hem de yaralanan kişinin tedavisi nedeniyle ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Sporun bu istenmeyen sonuçları spor yaralanmalarının azaltılmasına yönelik çabaları arttırmıştır. Spor yaralanmalarının önlenmesi çabalarının içerisinde ısınma ve soğuma, esneklik egzersizleri, koordinasyon ve proprioseptif çalışmalar önemli yer tutmaktadır.

Isınma, asıl sportif aktiviteden önce yapılan daha düşük şiddetteki bir dizi hareketi ifade eder (Malone ve ark., 1996, Renström, 1993, Kuter ve ark.,1990). Amaç, sportif performansı arttırmak ve sakatlanma olasılığını azaltmaktır. Eklem hareket açıklığının arttırılması hem spor yaralanmalarının önlenmesinde hem de sportif performansta önemlidir. Bu amaçla başta konnektif doku olmak üzere çeşitli dokulara, normal sınırların ötesinde germe egzersizleri uygulamak gerekir. Konnektif doku yani bağ dokusu aktif olarak gerilmediği taktirde, bir süre sonra kısalma eğilimi ortaya çıkar ve bunun sonucu olarak spesifik becerilerde gerilemeler olur (Kalyon, 1995).

Son yıllarda spor yaralanmalarının önlenmesinde proprioseptif çalışmalar giderek önem kazanmıştır. Kas iğciği ve golgi tendon reseptörleri kasta ve tendonda bulunan, kas boyunda meydana gelen değişikliklerden etkilenen mekanoreseptörlerdir (Roll ve ark., 2000). Germe egzersizleri sonucunda kas boyunda uzama meydana geldiğinden, ısınma sonucunda ise sinir ileti hızı ve kas

kasılma hızı arttığından dolayı (Safran ve ark., 1988, Malone ve ark., 1996) propriosepsiyonun olumlu etkileneceği düşünülebilir.

Propriosepsiyon santral sinir sistemine mekanoreseptör olarak adlandırılan spesifik sinir uçlarından gelen uyarıların tümüdür (Guyton, 1996). Somatik duyular, vücuttan duysal informasyonları toplayan sinirsel mekanizmaları oluştururlar. Proprioseptif duyular somatik duyular içerisinde sınıflanan ve vücudun fiziksel durumu ile ilgili olanlardır. Bunlar, durum bildiren duyular, tendon ve kas duyularıdır (Aydın ve Kalyon, 1998, Guyton, 1996).

Bu çalışmanın amacı ısınma ve germe egzersizlerinin motor beceriye, koordinasyona ve postural kontrole ne derece etki ettiklerinin araştırılmasıdır.

GENEL BİLGİLER

Son yıllarda, sportif aktivitelerin artan sıklıkla yapılmasının, sportif yaralanmaların artmasına yol açtığı gözlenmektedir. Spor yaralanmaları hem iş gücü kaybına hem de ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpları en aza indirmek spor yaralanmalarının önlenmesiyle mümkündür. Spor yaralanmalarının önlenmesinde ısınma ve soğuma egzersizleri, esneklik antrenmanları, koordinasyon ve proprioseptif antrenmanlar önemli yer tutmaktadır (Anderson ve ark., 1996).

ISINMA EGZERSİZLERİ

Isınma egzersizleri kişiyi sportif aktiviteye hazırlayan düşük şiddetteki egzersizlerdir (Bruyn-Prevost, 1980, Kalyon, 1995, Malone ve ark.,1996, Safran ve ark., 1988). Isınmanın amacı kasların, kanın ve bağ dokusunun sıcaklığını arttırarak performansı yükseltmek ve yumuşak doku yaralanmalarını önlemektir (Anderson ve ark., 1996, Malone ve ark., 1996). Isınmanın yaralanma riskini azalttığına sporcular, antrenörler ve hekimler tarafından yaygın bir şekilde inanıldığı halde, bu kesin olarak gösterilememiştir (Bruyn-Prevost, 1980, Safran ve ark., 1988).

Isınma hareketlerinin yapılmasıyla kasın viskozitesi azalır ve böylece mekanik verim artar, elastikiyeti ve kasılma hızı artar, koordinasyon düzelir, damar yatağındaki direnç azalır, sinir ileti hızı artar ve kasa gelen oksijen miktarı çoğalır. Kasların ısınması kasın gerilmesine karşı gama sinir liflerinin aktivitesini ve kas iğciklerinin duyarlılığını azaltarak kasın gevşemesine yardımcı olur, metabolik hızyükselir ve bunun sonucu olarak kas daha güçlü, daha verimli iş yapabilme özelliğini kazanır (Anderson ve ark., 1996, Kalyon, 1995, Malone ve ark., 1996,

Safran ve ark., 1988, Shellock, 1985, Strickler ve ark., 1990). Isınmayla vücut sıcaklığı (rektal 1 °C ile 2 °C) ve kas sıcaklığı (2-3 °C) arttırılır (Malone ve ark., 1996, Renström, 1993). Faydalı etkilerin görülmesi için kritik sıcaklık yaklaşık 39°C gözükmektedir. Isınma etkisinin kas-tendon ünitesinin innervasyonuyla ilişkili olduğu düşünülmektedir (Malone ve ark., 1996).

Spor amaçlı ana tip ısınma vardır: pasif, genel ve spesifik ısınma. Isınma periyodu içerisinde genellikle esneklik egzersizleri de yer alır (Anderson ve ark., 1996, Renström, 1993, Safran ve ark., 1988). Pasif ısınma hot pack, ısıtıcı, pomat veya masaj gibi dış ajanlarla sıcaklığı yükseltmektir. Bu tür ısınma vücutta anlamlı değişiklikler oluşturmaz. Genel ısınma bazı hareketleri içerir, fakat direkt olarak aktivite esnasında gereken spesifik hareketlerle ilişkili değildir. Spesifik ısınma ise sporda en olarak uygulanan tiptir ve sportif aktivitedeki hareketlerin benzerleri gerçekleştirilir (Bruyn-Prevost, 1980, Kalyon, 1995, Malone ve ark., 1996). Yapılan deneysel çalışmalar, bu tür spesifik ısınmanın, performansı arttırmak yönünden etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur (Kalyon, 1995).

Isınma hareketlerinin şiddeti ve süresi çok önemlidir. Az yapıldığı taktirde hiçbir yararı olmayacak, aşırıya kaçıldığı zaman yorgunluğa neden olacaktır (Kalyon, 1995, Malone ve ark., 1996). Isınma asıl egzersizden daha düşük şiddette olmalı ve ısınma süresi 15 dakikadan kısa olmalıdır (Anderson ve ark., 1996, Malone ve ark., 1996, Norris, 1995, Wiktorsson ve ark., 1983). Organizmanın metabolizma hızı, yağ oranı, büyüklüğü ve çevresel faktörler vücut ısı değişikliklerini etkileyen faktörlerdir, bu nedenle ısınma egzersizlerinin bireyin fiziksel kapasitesine göre bireyselleştirilmesi gerekir (Norris, 1995, Shellock, 1985). Fiziksel kapasitenin değerlendirilmesinde maksimal oksijen tüketiminin (max VO_2) saptanması en güvenilir yoldur. Bireyin max VO_2 tüketimi direkt veya

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

indirekt yollarla bulunabilir. İndirekt metodlar daha pratiktir. Astrand-Rhyming nomogramı en yaygın uygulanan indirekt testlerden biridir. Sağlıklı kimselerde efor şiddeti arttıkça (bisiklet ergometresinde, koşu bandında, step testte) kalp atım sayısında ve O_2 kullanımında artma meydana gelir, bu artışlar arasında, belirli aralıkta linear bir ilişki vardır.

Astrand testinde bireye 6 dakika süren kalp atım sayısını 120 ile 170 arasında tutan submaksimal bir efor yaptırılır. Kalp atım sayısı belirli düzeye erişip sabitleşince (kararlı denge düzeyi) kaydedilir. Elde edilen değerler Astrand-Rhyming nomogramına uygulanarak max VO_2 değeri bulunur. Sadece nabız ve yük değerlerinden de indirekt olarak max VO_2 bulunabilir (Akgün, 1994).

KALP ATIM HIZI

Kalp atım hızı kalbin bir dakikadaki vuru sayısını ifade etmektedir. Sempatik ve parasempatik sinir sistemlerinin etkisi altında olan kalp atım hızı, dolaşım fonksiyonunun izlenmesinde önemli bir gösterge olarak kabul edilir (Brooks ve Fahey 1985, Ergen, 1992, Fox ve ark. 1988).

Nabız, egzersiz başlamadan hemen evvel ya da egzersiz başlar başlamaz istirahat düzeyinin üstüne çıkar, bu sempatik nörohumoral bir etkiyi yansıtır. Serebral korteksten çıkan emirlerin aşağı inerken medüller kardiyak merkezlere etkisinin bir sonucudur. İş yükü arttıkça nabız da ona paralel olarak lineer şekilde artmaya başlar ve nabız maksimum düzeyde bir düzlüğe erişir.

Her bireyin bir maksimal kalp atım değeri vardır. Bunu hesaplamanın birçok yolu olsa da, en basit hesaplama şekli 220-yaş formülüdür. İstirahat nabzı sporcularda daha düşüktür ve egzersizle birlikte nabızdaki hızlanma, spor yapmayanlarda daha fazladır. Sporcularda verili bir egzersiz şiddetinde kalp atım

hızında artış daha yavaştır ve maksimum hıza daha geç ulaşır. Bu sayede, maksimum oksijen tüketim miktarı sporcularda yüksek değerlere ulaşabilir (Kalyon, 1995).

GERME EGZERSİZLERİ

Biyolojik sistemler üzerinde etken kuvvetleri ve bu kuvvetlerin etkisinin sonuçlarıyla ilgilenen bilim dalı biyomekanik olarak bilinir. Biyomekanik prensipler sportif antrenmanlarda, özellikle de germe açısından önemlidir. Germe egzersizlerinin etkili olabilmesi için, biyomekanik prensiplere uygun yapılmalıdırlar. Kaslar konnektif dokudan oluşmuşlardır. Konnektif doku kollagen ve diğer liflerden oluşmuştur. Konnektif doku, viskoelastik özelliklere sahiptir ve dokunun uzamasına izin verir. Visköz komponent plastik gerilmeye izin verir, gerilmeye neden olan yük kalktıktan sonra dokuda kalıcı uzama oluşur. Elastik komponent ise elastik gerilmeye neden olur, uygulanan kuvvet ortadan kalktıktan sonra doku önceki uzunluğuna döner (Andrews, 1998, Norris, 1995). Viskoelastik dokuların deformasyonunun temel özelliklerinden bir tanesi, deformasyonun zamana bağımlı olmasıdır, yani yük hızla uygulandığında deformasyon elastik olacak ve doku hemen eski halini alacaktır. Şayet yük bir süre uygulanırsa (germe ve tutma), deformasyon visköz olacak ve doku yavaşça eski halini alacaktır (Norris, 1995).

Germe egzersizleri antrenman ve müsabakadaki ısınma ve soğuma egzersizlerinin bir parçasıdır (Madding ve ark., 1987, Magnusson ve ark., 1996, Malone ve ark., 1996, Pope ve ark., 2000, Strickler ve ark., 1990, Wiliford ve ark., 1986). Germe egzersizleri sinirsel faaliyetleri uyararak kas boyunda uzama, eklem hareket açıklığında artmaya yol açmaktadır (Malone ve ark., 1996, Taylor ve ark., 1990).

Germe egzersizlerinde çabuk ve geç etkiler görülmektedir (Andrews, 1998, Gleim, 1997, Norris, 1995). Germe egzersizleri kas ve eklem fleksibilitesinin kısa zamanda gelişmesini sağlar ve uzun süre yararlı etkisini korur. Çabuk etkiler kasın viskoelastik cevabı ile açıklanabilir ve bu etkiler bir saat sürmektedir (Gleim, 1997). Dört-beş tekrarlı 30 saniye süren germe sonucunda kas viskoelastikiyetinde azalma, kas-tendon ünitesinin boyunda uzama, gerim toleransında azalma ve eklem hareket açıklığında artma görülür (Andrews, 1998, Renström, 1993, Taylor ve ark., 1990). Kas-tendon ünitesinin boyunda meydana gelen uzama visköz özelliklerinden dolayı hızla eski halini almaz. Burada viskoelastik stres relaksasyondan (Taylor ve ark., 1990) bahsedilir ve temel sertlik bir saat içinde geri döner (çabuk etkiler). Bir seanslık germe egzersizleri dahi fleksibilite artışında yararlı etki ortaya koyabilir. Germe egzersizlerinin kronik etkileri sonucu eklem hareket açıklığı artmakta ve kas katılığı azalmaktadır (Gleim, 1997). Dört veya beş tekrarlı 30 saniye süren ve 6 hafta devam eden germelerde viskoelastikiyetteki değişiklik kalıcıdır ve eklem hareket açıklığında artış görülür (geç etkiler) (Gleim, 1997, Magnusson ve ark., 1996, Shrier, 2000). Dört tekrar ve 30 saniye süren germe egzersizleri en uygun gözükmektedir (Shrier, 2000, Taylor ve ark., 1990, Williford ve ark., 1986). Genelde PNF germe de statik ve ballistik germeden daha fazla eklem hareket açıklığında artış görülmektedir (Kalyon, 1995, Shrier, 2000, Taylor ve ark.,1990).

Germe Egzersizlerinin Yararlı Etkileri

- Fiziksel kapasiteyi geliştirir
- Sportif hareketlerin öğrenilmesi ve yapılmasını kolaylaştırır
- Kasın biyomekanik karakteristiklerini değiştirerek eklem hareket açıklığını arttırır
- Mental ve fiziksel gevşemeye katkıda bulunur
- Dikkatin gelişimine katkıda bulunur
- Eklem, kas ve tendonun yaralanma riskini azaltır
- Kas katılık ve gerginliğini azaltır
- Konnektif dokunun kolay hareket etmesini sağlayan kimyasal madde oluşumunu uyarır
- Menstürasyondaki ağrıyı azaltır (Norris, 1995).

Germe egzersizleri tüm bu yararlı etkilerinden dolayı spor hekimliğinde yaralanmaların önlenmesi ve performansın artması için önerilmektedir (Magnusson ve ark., 1996, Shrier, 2000, Taylor ve ark., 1990).

Germe Egzersizlerinin Tipleri

Germe egzersizleri 4 alt gruba ayrılır.

1-Balistik Germe

2-Dinamik Germe

3-Statik Germe

a. Aktif Germe

b. Pasif Germe

c. İzometrik Germe

4-PNF Germe (Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon)

Balistik Germe: Vücudun kendi ağırlığı kullanılarak eklem hareket açıklığının normal sınırlarını zorlayan, yaylanma biçiminde yapılan germe egzersizleridir. Kas lifleri mümkün olduğu kadar gerilmiş durumda iken yaylanma biçiminde kontraksiyon yaptırılması esasına dayanır (Kalyon, 1995). Bu tip germe yaralanmalara sebep olduğundan çok kullanılmamaktadır. Germe refleksini aktive ettiğinden yararlı etkileri azdır (Taylor ve ark., 1990).

Dinamik Germe : Vücudun kendi ağırlığı kullanılarak normal eklem hareket açıklığına kontrollü biçimde ulaşılan germe tipidir. Balistik germeden farklı olarak dinamik germede eklem hareket açıklığının normal sınırları zorlanmaz ve yaylanma tarzı hareketler yerine kontrollü germe hareketleri vardır. Dinamik germe egzersizlerinin her seti 8-12 tekrardan oluşmalıdır ve her tekrardaki eklem hareket açıklığı korunmalıdır. Dinamik fleksibilitenin geliştirilmesinde, savaş sanatları veya bale gibi aktif aerobik çalışmalarının ısınma bölümünde son derece yararlıdır.

Statik Germe: Kasları belli bir noktaya gerdikten sonra, o noktada belli bir süre tutarak yapılan egzersiz türüdür (Kalyon, 1995, Taylor ve ark., 1990). Statik germe üç alt gruba ayrılır: aktif germe, pasif germe ve izometrik germe.

a. Aktif germe : Aynı zamanda statik aktif germe olarak ta adlandırılır. Herhangi bir yardım olmadan kendi agonist kaslarının kuvvetiyle öngörülen pozisyona ulaşılır ve o pozisyonda tutulur. Aktif germedeki agonist kasların gerginliği, resiprokal inhibisyon ile gerilmiş antagonistin gevşemesine yardımcı olur. Aktif germe agonist kasların gücünü ve fleksibilitesini arttırır. Genellikle kası

aktif germe ile ulaşılan pozisyonda 10 saniyeden fazla tutmak güçtür. Yoganın değişik biçimlerinde aktif germe kullanılmaktadır.

b. Pasif germe : Aynı zamanda statik pasif germe olarak ta adlandırılır. Partner, herhangi bir araç veya vücudun diğer bir parçası yardımıyla öngörülen pozisyona gelinir ve o pozisyonda tutulur. Özellikle yaralanma sonrası oluşan spazmın çözülmesinde yararlıdır. Antrenman veya yarışma sonrası oluşan kas ağrısı ve yorgunluğunu gidermek için soğuma egzersizleri içinde de kullanılır.

c. İzometrik germe: Statik germe tiplerinden biridir. Vücudun herhangi bir bölümü, sabit herhangi bir nesne veya bir partner tarafından oluşturulan dirence karşı kasların izometrik kontraksiyondur. Pasif statik fleksibilitenin geliştirilmesinde kullanılan en etkili yollardan biridir. Germeye bağlı ağrının az olması ve kas kuvvetini arttırması izometrik germenin avantajlarındandır. Çocuklar ve henüz kemik gelişimini tamamlamamış adölesanlar için önerilmez.

PNF Germe: Kas gruplarının nöromusküler verimliliğini arttırmak için geliştirilmiş çok özel hareket kombinasyonlarıdır. PNF tekniklerinden bazılarını kullanarak bir kısım kasları gererken diğer kısım kasları gevşetmek ve böylece daha verimli bir germe elde etmek olasıdır (Taylor ve ark., 1990). PNF statik pasif fleksibiliteyi en hızlı ve en etkili geliştiren yöntemdir. İzometrik ve pasif germe kombinasyonundan oluşmuştur. PNF germenin bir çok tipi tanımlanmıştır; hold-relax (tut-gevşe), hold-relax-contract (tut-gevşe-kas) ve hold-relax-bounce (tut-gevşe-yaylan) en sık kullanılan tekniklerdendir.

PROPRİOSEPSİYON

Propriosepsiyon santral sinir sistemine mekanoreseptör olarak adlandırılan spesifik sinir uçlarından gelen uyarıların tümü olarak tanımlanabilir (Guyton, 1996). Propriosepsiyon duyu reseptörleri deride, kaslarda, eklemlerde, ligament ve tendonlarda bulunmaktadır (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1997). Bunlar vücudun bazı kısımlarının mekanik olarak yer değiştirmesiyle uyarılır (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1997). Görme ve denge merkezleri de propriosepsiyon duyusuna katkıda bulunur (Lephart ve ark., 1997).

Araştırıcılar propriosepsiyonu statik ve dinamik propriosepsiyon olarak ikiye ayırmaktadırlar (Jerosch ve Prymka, 1996). Statik propriosepsiyon genellikle 'pozisyonun hissedilmesi' olarak tanımlanır. Dinamik propriosepsiyon ise 'hareketin hissedilmesi' olarak tanımlanır (Guyton, 1996, Jerosch ve Prymka, 1996). Santral sinir sistemine ulaşan proprioseptif uyarılar ile hareketinin hissedilmesi ve eklem pozisyonunun farkında olunmasına kinestezi adı verilir (Guyton, 1996, Jerosch ve Prymka, 1996). Eklem pozisyonunun hissedilmesinin eklem kapsülünden kaynaklanan uyarılarca sağlandığı bilinirken, son zamanlarda yapılan çalışmalarda bu durumda kaslardaki reseptörlerin de önemli yer tuttuğu gösterilmiştir (Burgess ve ark., 1982).

Kas, tendon ve bağlar gibi spor yaralanmalarının sık görüldüğü dokularda mekanoreseptörlerin varlığı gösterilmiştir (Assimakopoulos ve ark., 1989, Barrack ve ark., 1989, Bora, 1996, Jerosch ve Prymka, 1996, Johansen ve ark., Lephart ve ark.,1997). Yapılan çalışmalarda insan ön çapraz bağının elektron mikroskobundaki incelemesinde, subsinovyal ve interfasiküler konnektif dokuda 21 Ruffini cisimciği, subsinovyal 6 Pacini cisimciği ve 5 serbest sinir ucuna

rastlanmıştır (Guyton, 1996, Johansson ve ark., 1990, Renström, 1993, Lephart ve ark., 1997).

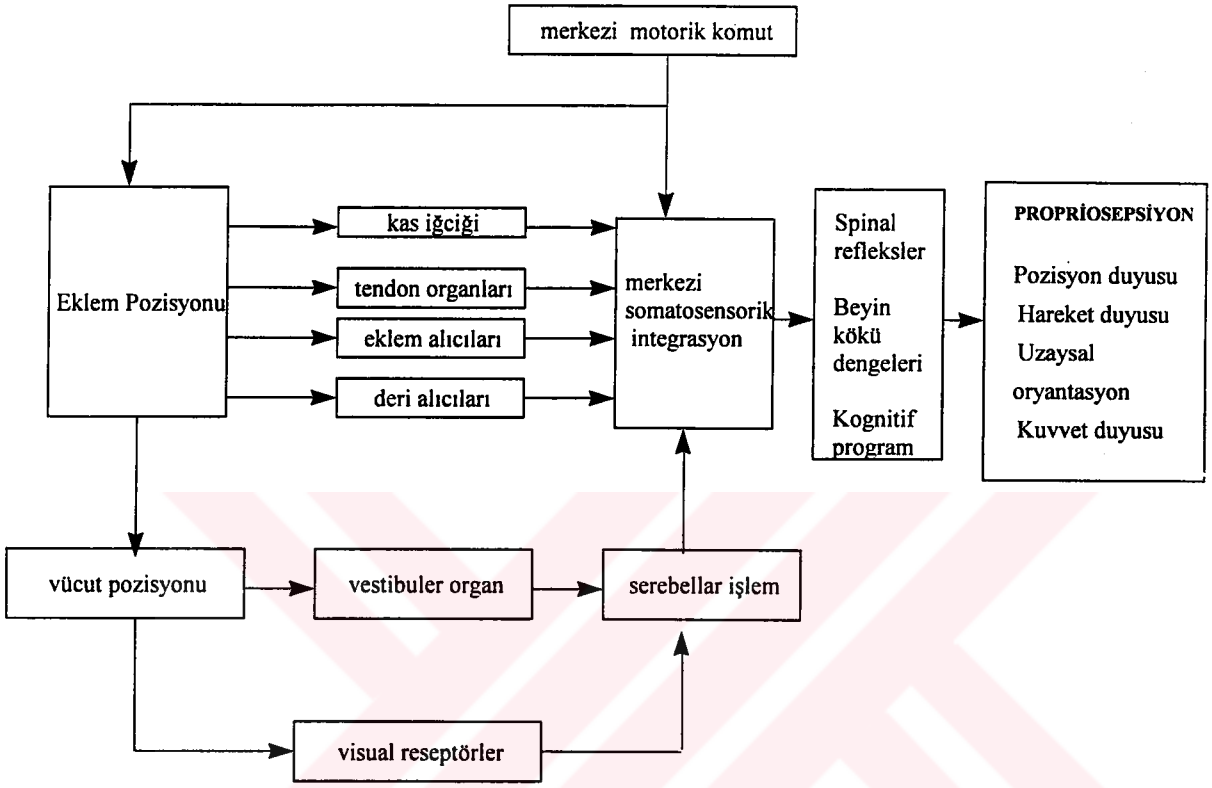
Egzersiz yaparken aşırı fleksiyon ve ekstansiyon gibi fizyolojik olmayan hareketlerin zararlı etkilerinden, proprioseptif reseptörlerden gelen uyarılar sayesinde korunulmaktadır. Proprioseptif sistemdeki geri besleme sayesinde oluşan refleks kas aktivasyonu, spor yaralanmalarından korunmada önemli bir rol oynamaktadır. Proprioseptif refleks mekanoreseptörlerden ve kas iğcik reseptörlerinden başlamakta ve nosiseptörlerden başlayan refleks arktan daha hızlı işlev görmektedir. Mekanoreseptörlerin hızı 70-100 m/sn. iken nosiseptörlerin hızı 1m/sn' dir (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1997). Bu durum akut yaralanmalarda ortaya çıkan refleks kas kontraksiyonunda propriosepsiyonun ağrı hissinden daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Propriosepsiyonun nörofizyolojisi

Motor kontrolün sağlanmasında görme duyusu (görsel input), iç kulakta bulunan ve baş hareketleri ile uyarılan denge duyusu (dengesel input) ve proprioseptif duyular önemlidir (Lepers ve ark., 1997). Proprioseptif sistemin duyu organları tendonlarda, kaslarda ve tendonların yapıştığı kemiklerde bulunur. Eklemlerde bulunan hareket, dokunma, ağrı ve ısı ile uyarılan reseptörler bu sistem içerisindedir ve reseptörler uyarıldıklarında proprioseptif geri besleme (feed back) oluşmaktadır.

Reseptörlerden gelen proprioseptif duyular ile günlük yaşam ve spor sırasında kişinin koordinasyonu düzenlenmektedir. Yapmaya niyet edilen hareket ile yapılan hareketler arasında uygunsuzluk varsa santral sinir sisteminden uygun düzeltmeler yapılır ve zamanla daha uygun hareketler öğrenilebilir. Hareketler

daha hızlı ve daha yumuşak hale getirilebilir. Kişinin becerisi de sağlanan uyumda önemlidir. Motorik becerilerin kazanılmasında proprioseptif sistem ve bu sistem sayesinde kazanılacak koordinasyon önem taşımaktadır (Renström, 1993).



Şekil 1 : Propriosepsiyonu etkileyen faktörler (Jerosch ve Prymka, 1996).

DUYU RESEPTÖRLERİ

Sinir sistemine girişleri dokunma, ses, ışık, ağrı, soğuk, sıcak vb. duysal stimulusları alan duysal reseptörler sağlar. Duysal reseptörler 5 ana gruba ayrılabilir:

1. Mekanoreseptörler, reseptörde ya da reseptöre komşu hücrelerde oluşan mekanik deformasyonları merkezi sinir sistemine bildirirler
2. Termoreseptörler, ısı değişikliklerine duyarlıdır

3. Nosiseptörler (ağrı reseptörleri), dokulardaki fiziksel ya da kimyasal hasarı bildirirler
4. Elektromanyetik reseptörler, gözde retina üzerine düşen ışığı bildirirler
5. Kemoreseptörler, ağızdaki tat, burundaki koku, arteryel kandaki oksijen düzeyini bildirirler (Guyton, 1996).

SOMATİK DUYULAR

Vücuttan duysal informasyonları toplayan sinirsel mekanizmaları oluştururlar. Bu duyular görme, işitme, koku ve tat alma ile denge duyusu gibi özel duyulardan tamamen ayrıdır (Guyton, 1996).

Somatik duyuların sınıflaması

Somatik duyular, 3 fizyolojik tipe ayrılır (Guyton, 1996)

1- Mekanoreseptif somatik duyular, vücudun bazı dokularının mekanik olarak yer değiştirmesiyle uyarılır

2- Termoreseptif duyular, sıcak ve soğuğu algılarlar

3- Ağrı duyusu, dokuda hasar yapan herhangi bir faktörle ortaya çıkar (travma, yanık vb.).

Somatik duyuların diğer sınıflandırılmaları : Somatik duyular farklı, ama aslında çok da aykırı olmayan bir şekilde de sınıflandırılabilirler (Guyton, 1996).

1- Eksteroreseptif duyular, vücudun yüzeyinden gelen duyulardır.

2- Proprioseptif duyular, vücudun fiziksel durumu ile ilgili olanlardır. Bunlar, durum bildiren duyular, tendon ve kas duyuları, ayak tabanından gelen

basınç duyuları ve hatta, bir somatik duyudan çok genellikle bir 'özel' duyu olduğu kabul edilen denge duyusunu içerirler.

3- Viseral duyular, vücudun organlarından kaynaklanır.

4- Derin duyular, fasya, kas, kemik vb. derin dokulardan gelen duyulardır (Guyton, 1996).

Mekanoreseptif somatik duysal sinyallerin merkezi sinir sistemine iletisi

Vücudun somatik segmentlerinden kaynaklanan duysal informasyonların tüme yakını spinal sinirlerin dorsal kökleriyle medulla spinalise girer. Buradan beyne taşınan duysal sinyaller ise iki alternatif duysal yoldan birini izler.

1- Arka Kordon Lemniskal Sistem

2- Anterolateral Sistem

Bu iki sistem talamus düzeyinde tekrar bir araya gelirler (Guyton, 1996). Arka kordon lemniskal sistemi geniş ve miyelinli sinir liflerinden oluşmuştur. Bu lifler, saniyede 30 ile 110 m. bir hızla sinyalleri beyne iletirler. Oysa anterolateral sistem ince miyelinli liflerden ibarettir ve saniyede 8 ile 40 m. bir hızla sinyalleri iletmektedir. İki sistem arasındaki bir başka fark da arka kordon lemniskal sistemin sinir liflerinde vücut yüzeyindeki ilişkisi bakımından yüksek derecede bir uzaysal oryantasyonun bulunmasıdır.

Arka kordon lemniskal sistemle merkezi sinir sistemine taşınan duyular

1. Uyarının ince lokalizasyonunu gerektiren dokunma duyuları
2. Uyarı şiddetindeki ince derecelenmenin iletilmesi gereken dokunma duyusu
3. Vibrasyon gibi fazik duyular

4. Deri üzerindeki hareketleri ileten duyular
5. Durum duyuları
6. Şiddetinin ince ayırımı gereken basınç duyuları (Guyton, 1996).

Anterolateral sistemle merkezi sinir sistemine taşınan duyular

1- Ağrı

2- Sıcak ve soğuğu içine alan ısı duyuları

3- Vücut yüzeyinde kabaca lokalize edilebilen, şiddet ayırımında çok hafif kalan, kaba dokunma ve basınç duyuları

4- Gıdıklanma ve kaşınma duyuları

5- Seksüel duyular (Guyton, 1996).

DURUM DUYUSU

Durum duyusu terimi iki alt tipe ayrılabilir.

1- Statik durum, vücudun çeşitli bölümlerinin birbirine göre oryantasyonunun bilinçli algılanması anlamını taşır.

2- Dinamik durum (Kinestezi), eklemin hareket hissinin algılanmasıdır.

Durum duyuları duysal merkeze hemen tamamen arka kordon lemniskal sistemiyle taşınır (Guyton, 1996).

Durum duyusu reseptörleri

Statik durum ve kinesteziyi belirlemek için bir çok reseptör tiplerinden gelen duysal informasyonlar kullanılır. Bunlar arasında eklem kapsülü ve bağlardaki genişlemiş duysal sonlanmalar, eklemlere bitişik derin dokular, derideki

reseptörler ve kas gerginliğini saptayan kas mekikleri (kas iğcikleri) sayılabilir (Guyton, 1996, Jerosch ve Prymka, 1996).

Proprioseptif duyu ile ilgili reseptörler: (Andrews, 1998)

1-Kas iğcikleri: Gerime karşı duyarlı olan reseptörlerdir.

2-Golgi tendon organı: Kas tendonlarındaki gerim reseptörlerine benzerler, özellikle eklem etrafındaki ligamentlerde bulunurlar.

3-Golgi-Mazzoni cisimcikleri: Kapsüldeki dikey basılara cevap verir, kapsül gerimine cevap vermez.

4-Golgi ligament sonlanmaları: Ligamentteki uzama ve gerginliğe duyarlıdır.

5-Pacini cisimcikleri: Eklem etrafındaki dokuda az sayıda bulunurlar. Son derece hızlı adaptasyon gösteren bu reseptörler dönme hızının belirlenmesine yardım ederler.

6-Ruffini reseptörleri: Eklemin dönme derecesini bildiren sinyaller iletirler.

7-Serbest sinir uçları: Ağrı reseptörleridir.

Kas fonksiyonunun uygun şekilde kontrolü için, kasın hem ön motor nöronlarla uyarılması, hem de her andaki durumunu sürekli olarak omuriliğe bildiren duysal feedback bilgiler gerekir. Yani, kasın boyu ne kadardır, o andaki gerim derecesi nedir ve boyu ya da gerimi hangi hızda değişmektedir? Bu bilgiyi sağlamak için, kaslar ve kasların tendonları, duysal reseptörlerin özel iki tipi ile bol miktarda donatılmışlardır. 1) Kas iğcikleri 2) Golgi tendon organları

Bu iki reseptörden gelen sinyaller, kasın kendi kendini kontrolüne hizmet eder, çünkü hemen tamamen bilinç dışı düzeyde çalışırlar (Guyton, 1996).

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

KAS İĞCİĞİ

Çizgili kaslarda iki farklı proprioseptör bulunur. Bunlardan biri olan kas iğcikleri kas uzunluğuna ve kas uzunluğunun değişim hızına cevap verir. Diğer reseptör golgi tendon organı gibi gerim reseptörüdür (Guyton, 1996). Kas iğcikleri kastaki kontraktil elemanlarla paraleldir (Guyton, 1996). Bu yüzden bütün kas gerildiğinde iğciğinin gerilmesine yol açar. Kas iğciği reseptörü iki yoldan uyarılabilir. Birincisi kasın tümüyle uzaması, iğciğin orta bölümünü gererek reseptörü uyarır. İkincisi kasın boyu tümüyle değişmese bile, iğcikteki intrafüzal liflerin uç bölümlerinin kasılması da liflerin orta kısmını gerer ve sonuçta reseptörü uyarır. Oluşan gerim, merkezi sinir sistemine uyarı gönderir. Bu uyarılar alfa motor nöronları, ekstrafuzal liflerin çevresinde harekete geçirir ve kaslar kasılır. Kas kasılırken kısalırsa, kas iğciği de kısalır ve uyarı göndermeyi durdurur ve gevşer (Guyton, 1996).

Kas iğcikleri yavaş adapte olan reseptörlerdir, bu reseptörler kasta oluşan boy değişikliklerine ve gerime bağlı olarak afferent uyarılar yollamakta, dolaylı olarak eklem propriosepsiyonuna katkıda bulunmaktadır (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1998). Ayaktayken ayak bileği hareketleri oturur pozisyondan daha iyi algılanmaktadır, çünkü bu esnada diz ekstansiyonda, ayak bileği dorsifleksiyonda ve baldır kasları gerilmiş haldedir. Bunun sebebi kas içi reseptörlerden gelen uyarıların artmasıdır (Refshauge ve Fitzpatrick, 1995).

Kastaki kontraktil fibriller efferent sinirlerle kontrol edilmektedir. Kas iğciği, alfa motor nöronlarda monosinaptik refleks oluşturarak postural tonusu sağlamaktadır. Gama motor nöron aktivasyonu, kas iğciklerinin gerilmeye karşı olan duyarlılığını arttırmakta ve bu sebeple monosinaptik cevap büyümektedir (Guyton, 1996).

Kas iğciği reseptör alanında iki tip duysal sonlanma bulunmaktadır. Bunlar primer ve sekonder sonlanmalardır. Kas iğciğinin reseptör bölümü yavaş gerildiği zaman, primer ve sekonder sonlanmaların her ikisinden iletilen implusların sayısı, gerilme derecesiyle doğru orantılı olarak artar ve sinir uçları bu impulsları dakikalarca iletmeye devam ederler. Bu etkiye iğcik reseptörünün statik yanıtı denir. Bunun anlamı, primer ve sekonder sonlanmaların, reseptör kendisi gerilmiş durumda kaldığı sürece sinyalleri sürekli olarak iletmeleridir. İğcik reseptörünün boyu ani olarak arttığında, özellikle primer sonlanma kuvvetli bir şekilde uyarılır. Primer sonlanmanın bu aşırı uyaranına dinamik yanıt denir, yani primer sonlanmalar iğcik boyundaki hızlı değişmeye son derece aktif yanıt verirler (Guyton, 1996).

Kas iğciği sisteminin en önemli fonksiyonlarından biri motor hareket sırasında vücut durumunu stabil hale getirmektir. Bunu yapmak için, bulboretiküler kolaylaştırıcı bölge ile beyin sapının ilgili alanları gama sinir lifleri yoluyla uyarıcı sinyalleri kas iğciklerinin intrafuzal liflerine iletir. Sinyaller iğciklerin uçlarını kısaltıp, ortadaki reseptör bölgeleri gererek, iğcik reseptöründen sinyal çıkışını arttırır. Eklemin, her iki tarafındaki iğcikler aynı anda uyarılır. Böylece, eklemin her iki tarafındaki iskelet kaslarının refleks yoldan uyarılması da artarak eklemde birbirine zıt yönde etkili sert, gergin kaslar oluşturur. Kişi hassas ve kesin pozisyon ayarı gerektiren bir kas fonksiyonu yapmak zorunda kaldığı zaman, uygun kas iğciklerinin beyin sapının bulboretiküler kolaylaştırıcı bölgelerinden gelen sinyallerle uyarılmasıyla ana eklemlerin pozisyonu stabilize olur (Guyton, 1996).

Eklemdeki nöroreseptörler gama kas iğciği sistemini etkileyerek, postür için gerekli kas tonusunun düzenlenmesini sağlamaktadırlar. Örneğin diz eklemindeki

mekanoreseptörler uyluk kas tonusunun düzenlenmesini ve gama kas iğciği sistemi yoluyla diz eklemi fonksiyonel stabilitesini sağlarlar. Kastaki gerim değişikliklerinin merkezi sinir sistemine iletimini içeren bu fonksiyon, hareket için yeterli sayıda motor ünite katılımını sağlamakta ve bu olaya gama kulpu=gama sistemi adı verilmektedir. Refleks kas aktivitesi de bu yolla meydana gelmektedir (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1997, Renström, 1993).

KAS GERİLME REFLEKSİ

Kas iğciği fonksiyonunun en basit göstergesi kas gerilme refleksidir (myotatik refleks). Gerilme refleksi postural kontrol ve kas tonusu için önemlidir (Norris, 1995). Gerilme refleksi, kas boyunda ve hareket hızındaki değişikliklerle uyarılmaktadır ve normal duruş postürünün devamında gereklidir (Norris, 1995). Bir kas gerildiği zaman, kas iğciklerin uyarılması ile kasın ve yakın işbirliği yapan sinerjistik kasların, büyük iskelet kası liflerinin refleks kasılmalarına neden olur. Kas iğciğinden başlayan Ia tipi sinir lifi, omuriliğin arka köklerine girmektedir ve omuriliğe gelen öteki sinir liflerine zıt olarak, bir dalı doğrudan ön boynuza gitmektedir. Ön motor nöronlarla direkt sinaps yaptıktan sonra buradan başlayan sinir lifleri geriye, kas iğciği liflerinin başladığı aynı kasa giderler. Bu yol iğciğin uyarılmasından sonra refleks sinyalinin mümkün olan en kısa gecikmeyle kasa dönmesini sağlayan bir monosinaptik yoldur (Guyton, 1996).

GOLGİ TENDON ORGANI

Golgi tendon organı, içinden kas tendon liflerinin küçük bir demetinin geçtiği kapsüllü duysal reseptördür. Ruffini sonlanmalarından çok daha az sayıda olmalarına karşın aslında aynı reseptör özelliklerini gösterirler (Guyton, 1996,

Lephart ve ark., 1997). Golgi tendon organı, tendonlarda, kas-tendon birleşme yerinin yakınında ve özellikle eklem etrafındaki bağlarda yer alırlar. Golgi tendon organları kas tendonlarındaki gerim reseptörlerine benzer ve yavaş adapte olan reseptörlerdir. Golgi tendon organı kas-tendon birleşme yerinin gerilmesi ve kasılmasına cevap verir (Andrews, 1998). Kas iğciği ile Golgi tendon organının uyarılması arasında bulunan temel fark, tendon organı kasın gerimini algılarken, iğcik kasın uzunluğunu ve kasın uzunluğundaki değişmeleri algılar. Kas iğcikleri kasılmayı kolaylaştırırken, Golgi tendon organı aşırı yüklenmeye karşı koruyucu rol oynar. Artan kas gerimi ile bir kasın golgi tendon organları uyarıldığında omuriliğe taşınan sinyaller o kasta refleks etkilere sebep olur. Bu refleks tümüyle inhibitör karakter taşımaktadır. Oluşan refleks kasta aşırı gerilmenin gelişmesini önleyen bir negatif feedback mekanizmasını sağlamaktadır (Guyton, 1996).

Golgi tendon organ benzeri reseptörler fasyada, tendonlarda, eklem etrafındaki kollateral bağlarda bulunurlar. Basınca, eklem pozisyonuna ve yön değişikliklerine duyarlıdırlar. Bu reseptörlerin yanıt oluşturma eşikleri oldukça yüksektir (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1997).

PACİNİ CİSİMCİĞİ

Pacini cisimciği, fibröz doku yapısında olup genellikle eklem çevresinde, eklem kapsülünde, sinovyal membranda, fibrozum tabakasında ve tendon kılıflarında yer almaktadır. Pacini cisimcikleri hızlı adapte olan cisimciklerdir, saniyenin yüzde biri içinde uyaranın kalkmasına adapte olmaktadır (Guyton, 1996). Yavaş adapte olan reseptörler, bası ortadan kalkıncaya kadar uyarı göndermeye devam ederken, hızlı kasılan Pacini cisimciklerinde ilk oluşan potansiyel amplitüdünden sonra yanıt giderek sönmektedir. Bu nedenle Pacini

cisimcikleri vücudun maruz kaldığı ani değişikliklerde informasyonların iletisi yönünden son derece önemli iken, vücuda uygulanan sabit basınçlarda informasyonların iletisi bakımından etkili değildir (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1997). Basınçta meydana gelen küçük değişikliklere cevap verirler ve hızlanmaya karşı yanıt oluşturma eşikleri düşüktür (Guyton, 1996).

Pacini cisimciği, eklemdeki dönme hızının belirlenmesine yardım eder. Özellikle eklem hareket açıklığının son açılarında meydana gelen hız ve yöndeki ani değişiklikler bu reseptörleri uyarırlar (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1997).

RUFFİNİ SONLANMASI

Üçüncü tip reseptörler spray-tipi Ruffini sonlanmalarıdır. Eklem kapsülünde bulunurlar ve yavaş adapte olurlar. Eklem içindeki basınç değişikliklerine duyarlıdırlar. Eklemin ani olarak hareket ettirildiği durumlarda bu uçlar kuvvetle uyarılır, önce hafif bir adaptasyon gösterirler, daha sonra sürekli bir sinyal iletirler (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1997).

Ruffini benzeri reseptörler kas ve tendonların relatif pozisyon değişikliklerine karşı yavaş adapte olan reseptörlerdir. Eklem stabil bir pozisyondan diğer bir pozisyona geçerken ve eklemde meydana gelen rotasyonlarda bu reseptörler uyarılırlar, yanıt eşikleri düşüktür ve germeye karşı duyarlıdırlar (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1997).

SERBEST SİNİR UÇLARI

Serbest sinir uçları ağrıya duyarlıdırlar, non-spesifik nosiseptörler oldukları düşünülmektedir ve yanıt oluşturma eşikleri yüksektir. Ekleme ait bağlarda, kapsüllerde ve yağ yastıkçıklarında bulunurlar. Eklem sınırlarını zorlayan

rotasyonel hareketler bu reseptörleri uyararak, zararlı stimulusu sonlandırmaya çalışırlar (Guyton, 1996). Serbest sinir uçları yavaş adapte olan reseptörlerdir (Andrews, 1998).

Mekanoreseptörlerin eklem çevresindeki deri dokusunda da bulunduğu gösterilmiştir (kutanöz mekanoreseptörler). Kutanöz mekanoreseptörler gerim-sensitif nöronlar aracılığıyla eklem pozisyonu hakkında bilgi aktarmaktadırlar. Yapılan çalışmalarda kutanöz mekanoreseptörlerin ekleme özgü olduğu, distal eklemlerin pozisyon değişikliklerinde proksimale göre daha etkili oldukları gösterilmiştir. Örneğin; kutanöz reseptörler omuz eklemi hareketinden çok, daha distalde olan el parmaklarının eklem hareketlerindeki pozisyon değişikliklerinde çok daha etkili olmaktadır (Lephart ve Henry, 1995).

GOLGİ-MAZZONNİ CİSİMCİKLERİ

Golgi-mazzoni cisimcikleri, eklem kapsülünde yerleşim gösteren mekanoreseptörlerdir. Golgi-mazzoni cisimcikleri yavaş adapte olan reseptörlerdir. Eklem kapsülü dikey olarak basınca maruz kaldığında cevap oluştururlar, fakat kapsül gerimine cevap vermezler (Andrews, 1998).

GOLGİ LİGAMENT SONLANMALARI

Golgi ligament sonlanmaları eklem kapsülünde yerleşim gösterir. Bu reseptörler ligamanlardaki gerginlik ve gerime duyarlıdır. Eklem hareketsiz olduğunda inaktiftir. Golgi tendon organına benzerlik gösterir. Golgi ligament sonlanmaları yavaş adapte olurlar (Andrews, 1998).

Eklemdeki rotasyonlarla, eklem kapsülü bir yönde gerilir, eklem etrafındaki kemiğin bası altında kalması ile mekaniksel bir deformasyon oluşur. Sonuçta bu

mekanoreseptörler uyarılarak proprioseptif uyarı gerçekleşir (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1997).

EKLEM RESEPTÖRLERİ İLE STATİK DURUMUN BELİRLENMESİ

Eklem reseptörlerinden kaynaklanan uyarılar, eklemin anlık dönüşlerini sürekli olarak merkezi sinir sitemine iletir. Böylelikle eklemdeki dönüşün hangi reseptörü ne ölçüde uyardığı belirlenerek, eklemin ne ölçüde büküldüğü beyne iletilmiş olur (Guyton, 1996).

Eklem reseptörlerinden gelen proprioseptif uyarılar ile günlük yaşam ve spor sırasında kişinin koordinasyonu düzenlenir. Yapılması planlanan hareket ile yapılan hareketler arasında uygunsuzluk varsa santral sinir sisteminde uygun düzeltmeler yapılır ve zamanla daha uygun hareketler öğrenilebilir. Hareketler daha hızlı ve daha yumuşak hale getirilebilir. Kişinin becerisi de oluşan uyumda önemlidir. Motorik beceriler arttırıldıkça aynı hareket tipinde kas geriminde düzelme olur ve yapılan hareketlerde enerji ekonomisi sağlanır. Motorik becerilerin kazanılmasında proprioseptif sistem ve bu sistem sayesinde kazanılacak koordinasyon önem taşır (Jerosch ve Prymka, 1996, Renström, 1993).

İstemli tüm hareketlerdeki alışılagelmiş (stereotype) kalıpları serebral korteks başlatmakta ve bu hareketlerin arda arda gelmesini sağlamaktadır. Sherrington "Hareket oluşurken motor korteksin izole bir kası kontrol etmekten çok, agonist ve antagonist kaslardaki koaktivasyonun genel bir komut ile kontrol edildiğini" açıklamıştır (Renström, 1993). Bu motor kontrol hareket başlamadan önce oluşan periferik geri besleme (feed back) mekanizması sağlar. Koşma örneğinde olduğu gibi reseptörlerden gelen bilgilerle, önceden, saniyenin belirli bir bölümü içinde ayakların nerede bulunacağı kestirilir ve bacak kaslarına

gönderilecek motor sinyallerle şahsın vücut postürü önceden düzeltilerek kişinin düşmesi önlenir. Bu önceden sezme fonksiyonu olmadan şahsın koşması olanaksızdır (Guyton, 1996).

EKLEM HAREKET HIZININ BELİRLENMESİ

Pacini cisimcikleri özellikle dokuların hareketini belirlemeye adaptasyon gösterdiklerinden, eklemlerdeki hareket hızının bu reseptörlerle belirlendiği düşünülmüştür. Ancak eklemlerdeki Pacini cisimciklerinin sayısı çok az olduğu için hareket hızının belirlenmesinin Ruffini ve Golgi sonlanmaları yoluyla gerçekleştiği savunulmaktadır. Eklem dokularındaki Ruffini ve Golgi sonlanmaları eklemin hareketiyle başlangıçta çok güçlü olarak uyarılırlar, fakat saniyenin bir bölümü içinde güçlü uyarı giderek azalır ve sabit bir hızda uyarı devam eder. Başlangıçtaki aşırı uyarım eklem hareketinin hızı ile doğru orantılı olduğundan, bu ilk uyarının beyin tarafından hareket hızının algılanmasını sağladığı sanılmaktadır (Guyton, 1996, Lephart ve ark., 1997).

YÜKSEK SİNİR MERKEZLERİ VE KAS HAREKETİ KONTROLÜ

İstemsiz (refleks) hareketlerin omurilik düzeyinde gerçekleştiği bilinmektedir. Daha karmaşık hareketlerin (spor becerilerinde olduğu gibi) yapılmasında ise beyin gibi yüksek merkezler devreye girmektedir. Omurilikteki (alt) motor nöronlar kasılmayı oluşturmakta, beyindeki (üst) motor nöronlar kasılmaların sırasını programlamaktadır.

Primer motor alan ve piramidal yol (sistem): Motor korteks olarak da adlandırılan primer motor alan Betz hücreleri denilen özelleşmiş, piramit şeklindeki

hücrelerden oluşmakta ve vücudun değişik parçalarının (el, kol, bacak, ayak) hareketlerini sağlayacak biçimde alt alanlara ayrılmaktadır. Brodmann'ın histolojik sınıflamasında primer motor alan, 4. alan olarak adlandırılmıştır. Bu bölgedeki hareket düzenlemesi, tek tek kas gruplarına göre değil, bir hareket kalıbına göre olmaktadır. Motor korteksteki nöronların uzantıları pirimidal yol adı verilen ve omurilik boyunca uzanan sistemden ön boynuzdaki alt motor nöronlara kadar iner ve sinaps yapar (Ergen, 1992, Guyton, 1996).

Premotor alan ve Ekstrapiramidal yol (sistem): Brodmann sınıflamasına göre motor korteksteki alanlardan, 4 numaralı olan primer motor korteks, 6 numaralı olan ise premotor korteksteki motor nöronların kaynağıdır. Premotor kortexte bulunan nöronların pek azının lifleri doğrudan medulla spinalise uzanır. Daha büyük ve daha kompleks hareketlerin ortaya konmasında rol oynayan bu alandaki motor nöronlar omurilikte alt motor nöronla sinaps yapıncaya kadar başka birkaç karmaşık bölgeye (motor çekirdek) uğrarlar. Bir başka istasyon beyinciktir. Premotor alanda birbirini takip eden koordine hareketler düzelmekte, öğrenilmiş hareketler gerçekleştirilmektedir. Örneğin, 4 numaralı alan yeni bir hareket becerisi kazanılırken, 6 numaralı alan ise kazanılmış bir becerinin düşünmeksizin ortaya konmasında devrededir. Premotor korteks, bazal gangliyonlar, talamus ve primer motor korteks vucutta koordineli kas aktivitesini düzenleyen kompleks bir genel sistem oluşturur (Bora, 1996, Ergen, 1992, Guyton, 1996).

Serebellar sistem: Bazı kaynaklar serebellar sistemi ekstrapirimidal yol içinde düşünmekte, bazıları ise ayrı bir destek fonksiyonu olduğu düşünülerek ayrı tutmaktadırlar. Vestibüler ve kinestetik propriosepsiyon fonksiyonuyla sağlanan

bilgi serebelluma iletilir. Duyu organları yolu ile elde edilen bilgi ile birlikte uzaydaki konum ve vücut parçalarının durumu değerlendirilir. Herhangi bir bilinçli hareket oluşturmayla ilgisi olmayan serebellum yalnızca kendi duysal korteksi kanalıyla hizmet görmekte ve primidal ve ekstrapimidal sistemlerle assosiasyon yollarıyla sıkı bir ilişki içinde bulunmaktadır. Serebellum özellikle koşma, daktilo ile yazı yazma, piyano çalma hatta konuşma gibi çok hızlı kas aktivitelerinde yaşamsal bir rol oynar. Beyindeki bu alanın kaybıyla, kaslarda paralizi olmadığı halde, bu gibi faaliyetlerin koordinasyonu hemen, hemen tamamen kaybolur. Serebellum böylece hareketin başından sonuna kadar düzenleyici bir rol üstlenmektedir (Ergen, 1992, Guyton, 1996).

DENGE

Denge ya da vücut pozisyonundaki değişimler, propriosepsiyonu etkileyen önemli faktörlerdendir (Şekil 1). Denge kayıpları ve salınımların ölçülmesi propriosepsiyonun değerlendirilmesine katkıda bulunurlar (Lephart ve ark., 1997). Lepers ve arkadaşları postüral salınımla birlikte azalan dengenin görsel, işitsel veya proprioseptif sistemdeki periferik duyarlılığın azalmasıyla ilişkili olabileceğini savunmaktadırlar (Lepers ve ark., 1997).

Leanderson ve arkadaşları ayak bileği burkulması geçiren basketbolcularda postüral dengenin bozulduğunu tespit etmiş ve bunu proprioseptif bozukluğa bağlamışlardır (Leanderson ve ark. 1993).

Denge, doğrultma refleksi ile açıklanabilen önemli bir sinir sistemi fonksiyonudur. Dengeyi etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır, bunlar vestibüler aparey, boyun proprioseptörleri, boyun refleksleri, vücudun çeşitli bölümlerinden gelen eksteroseptif ve proprioseptif informasyonlar ve visüel informasyonlardır

(Guyton, 1996). Örneğin, baş aşağı bırakılan kedi, otolit organdan gelen uyarılarla pozisyonunu düzeltmek üzere önce başını doğrultur ve uzaydaki konumunu algılar. Daha sonra baş dönüşü boyun çevresi kaslarındaki iğcikleri, tendon organlarını ve sinir uçlarını uyararak kinestetik duyuyu oluşturur ve refleks olarak bir yarım dönüş sağlanır. Kedi sağ yanına döndüğünde görsel duyu reseptörleri yardımıyla serebelluma yere temasta gerekli ekstansör kas kuvvetini ayarlamak üzere bilgi iletilir. Yere temasta ise gerilme refleksi devreye girerek etkili bir kasılma başlatılır (Ergen, 1992).

Yukarıdaki prensiplerin tümü sporda denge faktörünün söz konusu olduğu tüm spor dallarında trambolin, kule ve tramplen atlama sporlarında da geçerlidir. İstemli hareketi bir sportif beceri ile açıklamaya çalışabiliriz. Tenisteki forehand vuruşta, eğer hareket ilk kez deneniyorsa, motor kortekste başlayan uyarı piramidal yol boyunca ilgili kas gurubuna iletilir. Ayrıca kas duyu organı vasıtasıyla gelen ve propriosepsiyonla ilgili olan bilgi serebellum aracılığıyla işlenir ve motor üniteye aktarılır. Böylece yumuşak; yalnızca gerekli sayıda motor ünitenin devreye girdiği ve tam olarak uygun; vücut parçalarının konumlarının uzayda istenilen şekilde olduğu bir hareket oluşturulur. Bir kez hareket öğrenildiğinde başlangıç uyarısı premotor alandan çıkar. Bu nedenle premotor alan "sportif beceri alanı" olarak adlandırılır (Ergen, 1992).

Yapılan hareketler sırasında optimal bir koordinasyon sağlanabilmesi için merkezi sinir sitemine sürekli bir bilgi akışı olmalıdır. Hareketlerle ve vücut pozisyonuyla ilgili duysal bilgi akışı geri besleme (feed back) mekanizması, propriosepsiyon olarak adlandırılır (Renström, 1993).

Yapılan çalışmalarda eklem içine ve etrafına anestezi yapıldıktan sonra da eklem propriosepsiyonunun kaybolmadığı gösterilmiştir. Bunun deride, kasta ve

eklemde bulunan diğer mekanoreseptörler sayesinde devam ettiği düşünülmektedir (Leanderson ve ark., 1996). Reaksiyon süresi, uyaranın başlaması ile uyarana verilen ilk tepkinin arasındaki zaman dilimi olarak ifade edilmektedir. Beden eğitimi ve sporda karar verme ve tepki gösterme bazı durumlarda oldukça önem taşımaktadır (Ergen, 1992).

Spor hekimliği ve nöroloji ile uğraşanlar arasında propriosepsiyon ve koordinasyonun muayene ile nasıl değerlendirileceği henüz kesinlik kazanmamıştır. Çeşitli metodlar araştırılmaktadır. Klinikte fizik muayene ile uygulanan Modifiye Romberg testi, Parmak-burun testi, Parmak-parmak testi, düz çizgide yürüme testleri ile kabaca kişinin denge sisteminde bozukluk olup olmadığına bakılmaktadır (Bora, 1996, Haerer, 1992, Nardone ve ark., 1998). Son yıllarda üzerinde durulan stabiliometrik yöntemler ile salınım (postüral sway) ve denge kayıpları saptanabilmektedir (Heinz ve ark., 1999, Johnston ve ark., 1998, Lephart ve ark., 1997, Renström, 1993, Voight ve ark., 1996). Böylelikle propriosepsiyon hakkında yorum yapılabilmektedir (Lephart ve ark., 1997, 1998, Jerosch ve Prymka, 1996). Eklem pozisyon hissi, eklem hareketinin hissedilmesi testlerinin yapılması için geliştirilen araçlar yardımıyla propriosepsiyon değerlendirilmektedir (Barrack ve ark., 1989, Barret ve ark., 1991, Jerosch ve Prymka, 1996, Lephart ve ark., 1997, 1998, Renström, 1993).

GEREÇLER VE YÖNTEM

DENEKLER

Araştırmaya Tıp fakültesi 1. ve 2. sınıfta okuyan sedanter 25 erkek öğrenci katılmış, çeşitli nedenlerle 4 deneğin çalışmadan ayrılmasından dolayı çalışma 21 denekle tamamlanmıştır. Araştırma öncesi tüm deneklere araştırma ile ilgili detaylı bilgi verilmiş ve gönüllü olanların çalışmaya katılmaları istenmiştir. Sağ ayak tercihi olanlar çalışmaya alınmıştır. Ayak tercihinin belirlenmesinde, bireylere baskın olarak kullandıkları ayakları sorulmuş, sonrasında duran ve hareketli topa vurmaları istenerek ifadeleri doğrulanmıştır.

ARAŞTIRMANIN YAPILDIĞI YER VE ÇEVRE KOŞULLARI

Araştırma kapalı bir egzersiz salonunda gerçekleştirilmiştir. Testlerin yapıldığı salonun sıcaklığı dış ortamın ısısından etkilenmeyecek şekildedir. Araştırma 2000 yılının Aralık ve 2001 yılının Ocak aylarında oda sıcaklığında yapılmıştır.

ARAŞTIRMADA KULLANILAN GEREÇLER

Bisiklet Ergometresi

Isınma egzersizleri, kefeli tip Monark Ergomedic 834 E bisiklet ergometresi ile yapılmıştır. Bisiklet ergometresindeki mekanik frenleme bir kefeye asılan ağırlıkların tekerleğin çevresindeki kayışın tekerlek üzerine uyguladığı sürtünme kuvvetini artırmasıyla sağlanmıştır. Monark bisiklet ergometresi bir pedal çevirmede altı metre mesafe kat edilecek şekilde dizayn edilmiştir. Bir pedal

dakikada 50 devir sayısı ile çevrildiğinde dakikada 300 metre mesafe kat etmektedir. Tekerleğin kefesine 1 kilogramlık bir sürtünme kuvveti uygulandığında 300 kilogram-metre/dakikalık (yaklaşık 50 watt) yük oluşturulabilmektedir.

Kalp Atım Hızı Monitörü

Çalışmada kullanılan monitör arka kısmına elektrot yerleştirilmiş bir telemetrik iletici (Polar, Electro, Finlandiya), hastaya yerleştirmek için bir elastik bant ve el bileği alıcısından oluşmaktadır. Transmitterin elektrot kısmı göğüs kafesine kalp atımlarını alacak şekilde yerleştirilir. El bileğindeki alıcı monitörü ise sporcunun görebileceği bir yere ve 1 metrelik ileti alanı içine yerleştirilir.

Kalp hızı monitörü kalbin atım hızındaki değişiklikleri doğru ve sürekli olarak radyo dalgaları ile sporcuya aktarır ve herhangi bir aktivite sırasındaki kalp hızı değişikliklerinin takip edilmesine olanak sağlar .

Stabilometre

Bu çalışmada kullanılan stabilometre cihazı (PROSPORT TMR ESP1000) Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Ana Bilim Dalı tarafından dizayn edilmiş, Tümer Mühendislik tarafından imal edilmiştir. Stabilometre, wobble board tipi elektronik denge platformu olup teknik özellikleri aşağıdaki gibidir: (Fotoğraf 9)

- Elektriksel: Besleme gerimi: 220 V, 10 W
- Fiziksel: Wobble Board tipi mekanik konstrüksiyon
  CNC ile üretilmiş küresel paslanmaz çelik mafsal
  Platform boyutları: 50x50 cm. MDF tahta
  Ayarlanabilir altı kesik küre
  Çalışma sıcaklığı: 10-50° C

- Elektronik: Algılama sistemi:Potansiometrik açı sensörü

Ölçüm hassasiyeti: 0,1 derece

360 derecelik yatay alan içinde ölçüm

Ölçme sistemi: Gefran PY2F 50 yay geri dönüşlü lineer pozisyon transdüseri (2 adet)

Lineerite: % 0,05

A-D çözünürlük: 12 BİD

Açı aralığı:$\pm 25^{o} < X$ ve $< Y$ yönünde

Feed back ve veri kaydı için grafik özellikli bilgisayar proğramı

İşlemci hızı: 64 MHz

Haberleşme: RS 232

Çalışmada kullanılan stabilometre cihazı istenildiğinde transvers düzlemde öne-arkaya, aynı zamanda sağa-sola ve 3 boyutlu olarak hareket edebilecek şekilde ayarlanabilen bir denge cihazıdır. Test sırasında stabilometrenin transvers düzlemdeki hareket açıklığı öne-arkaya, sağa-sola 17 derecelik açı sapmaları ile sınırlandırılmıştır. Cihaz 200 milisaniyede bir öne arkaya ve sağa sola olan açı değerini kaydedebilmektedir. Deneklerin stabilometre üzerinde durdukları her saniye için 5 adet veri vermekte ve bu verileri bilgisayar bağlantısı ile hafızaya kaydedebilmektedir. Stabilometrede elde edilen değerlerin sıfıra yakın olması dengenin iyi olduğunu gösterir.

YÖNTEM

ANAMNEZ VE FİZİK MUAYENE

Araştırmaya alınan deneklerin testlerden önce ayrıntılı anamnezleri alınmış ve fizik muayeneleri yapılmıştır. Dolaşım sistemi, solunum sistemi ve kas iskelet sistemi muayeneleri ayrıntılı bir şekilde yapılmıştır. Alt ekstremite ve omurgada yaralanma hikayesi olanlar, ameliyat geçirenler, vestibüler ve/veya merkezi sinir sistemi sorunu olanlar, dengeyi etkileyebilecek ilaç almış olanlar çalışmaya dahil edilmemiştir. Kriterlere uyan 25 denek testlere alınmıştır. Çalışmamız dört deneğin çeşitli nedenlerle ayrılmalarından dolayı 21 denekle tamamlanmıştır.

Deneklere araştırmaya başlamadan önce Romberg testi, parmak-parmak testi, parmak-burun testi, düz çizgi üzerinde yürüme testi, topuk-diz-parmak ucu testi uygulanarak koordinasyon merkezleri test edilmiştir (Bora, 1996, Haerer, 1992). Ayrıca deneklerin vücut ağırlıkları 0,1kg. hassasiyetindeki elektronik basküle (kg), boyları 0,2 cm. hassasiyetindeki boy ölçerle (cm) ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

ARAŞTIRMA DİZAYNI

Araştırmayı tamamlayan 21 deneğin her biri kontrol (K), ısınma (I), germe (G) ve ısınma+germe (IG) olmak üzere dört ayrı teste katılmıştır. Deneklere egzersizlerden hemen sonra stabilometrik testler uygulanmıştır. Stabilometrik ölçümlerde testler arasındaki süre kısa tutulduğunda öğrenme arttığından dolayı (Nordahl ve ark., 2000), testler arasında en az bir gün ara verilmiştir. Öğrenme faktörünün ortadan kaldırılması için testler çapraz araştırma dizaynında

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

uygulanmıştır. Testlerin uygulanma sırası için 24 farklı test sırası hazırlanmış (I, G, K, IG ya da K, I, G, IG gibi) ve her denek kura yolu ile kendi sırasını belirlemiştir, böylece her deneğin testleri farklı sıralarda yapması sağlanmıştır. Standardizasyon amacıyla denekler tüm testlere stabilometre üzerinde aynı pozisyonda başlamışlardır.

ALIŞTIRMA EGZERSİZLERİ

Deneklere testlere uyum sağlamaları için test protokolleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Denekler testlere başlamadan önce ısınma egzersizleri, germe egzersizleri gösterilmiş ve bir kez 30 saniye süren stabilometrik test uygulanmıştır. Bu protokoller deneklere araştırmacı tarafından gösterilmiştir.

TEST UYGULAMALARI

Deneklerin test günü egzersiz yapmış olmadan gelmiş olmalarına dikkat edilmiştir.

Kontrol

Denekler, kontrol ölçümlerinde herhangi bir egzersiz yapmadan stabilometrik testlere tabi tutulmuşlardır.

Isınma egzersizleri

Deneklere 6 dakika süren kalp atım sayısını 120 ile 170 arasında tutan submaksimal bir efor yaptırılarak (100 watt) kalp atım sayıları saptanmıştır (Astrand testi). Basit orantı kullanılarak bireyin maksimal kalp atım sayısına ulaşması için gereken yük saptanmıştır. Maksimal kalp atım sayısına karşılık gelen

yükün %70'inde deneklerin 10 dakika süre ile bisiklet ergometresinde ısınmaları sağlanmıştır. (Fotoğraf 8) Denekler ısınma protokolünü tamamladıktan hemen sonra stabilometrik testler yapılmıştır.

Germe egzersizleri

Germe egzersizleri sırasıyla alt ekstremitelerdeki peroneal, soleus, gastroknemius, tibialis anterior, kalça adduktorları, hamstring ve kuadriseps kas gruplarına, her bir kas grubuna dört kez otuz saniye süren statik germeler yapılarak uygulanmıştır (Fotoğraf 1-7). Zaman ölçümünde el kronometresi kullanılmıştır. Denekler germe egzersiz protokolünü tamamladıktan hemen sonra stabilometrik testlere alınmışlardır.

Isınma+germe egzersizleri

Bu egzersiz protokolünde deneklere önce ısınma, daha sonra germe protokolü uygulanmış ve takiben bireyler stabilometrik testlere alınmışlardır.

Stabilometrik testler

Deneklerin stabilometrik ölçümleri çıplak ayakla, dizleri hafifçe bükük ve yüzleri bilgisayar ekranına dönük şekilde yapılmıştır. Denekler bilgisayar monitöründe konumlarına bakarak feed back almışlar ve bu sayede daha iyi dengede durmaya çalışmışlardır. Ölçümler esnasında deneklerin ellerinin bellerinde ve ayaklarının platform üzerinde daha önceden belirlenen noktalarda olmasına dikkat edilmiştir. Stabilometrik testlerin her biri 30 saniye sürmüş ve üç kez tekrar edilmiştir. Deneklerin testler arasında birer dakika dinlenmeleri sağlanmıştır. (Fotoğraf 9)

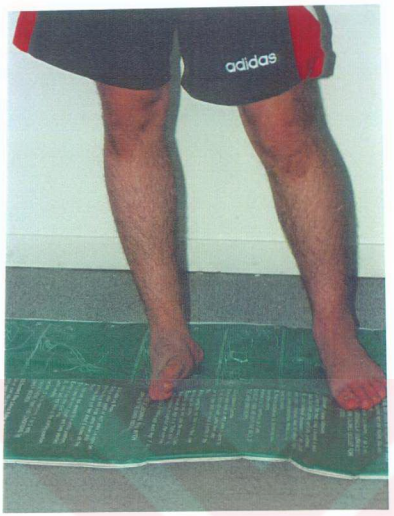
VERİLERİN ANALİZİ

Stabilometrik testlerden elde edilen verilerin analizinde ilk olarak her deneğin her testinin sağa-sola ve öne-arkaya olmak üzere her 200 milisaniye için 2 denge kaybındaki açıların mutlak değerleri alınmıştır. Daha sonra bileşik açı formülüyle sağa-sola ve öne arkaya bileşik denge kaybı açısı hesaplanmıştır. Otuz saniye süreyle kaydedilen 150 değer toplanarak sağa-sola, öne-arkaya ve bileşik denge kaybı skoru ayrı ayrı elde edilmiştir. Değerlerin sıfıra yakın olması dengede kalınan sürenin daha fazla olduğunu ifade etmektedir.

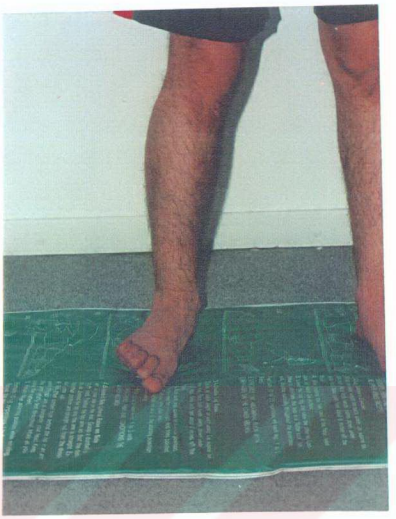
Salınım değerleri ise bir sonraki açısal değerin bir önceki değerden çıkarılması sonucu elde edilmiştir. Örneğin 400. milisaniyedeki değer 200. milisaniyedeki değerden çıkarılmıştır. Otuz saniye süreyle elde edilen 150 salınım değeri toplanarak sağa-sola, öne-arkaya ve bileşik salınım skoru ayrı ayrı elde edilmiştir. Değerlerin sıfıra yakın olması salınımın daha az olduğunu ifade etmektedir.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

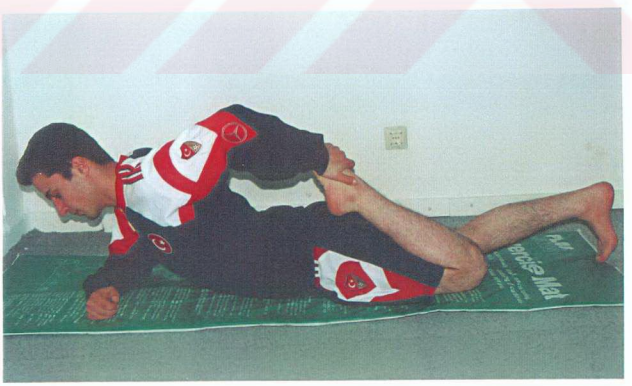
Araştırma verilerinin istatistiksel analizinde SPSS for Windows 6.0 (statistical Package for Social Sciences) istatistik paket programı kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farkların istatistiksel anlamlılık düzeyleri student t testi (iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi) ile ikişer ikişer karşılaştırılarak yapılmıştır (anlamlılık düzeyi=0,05).



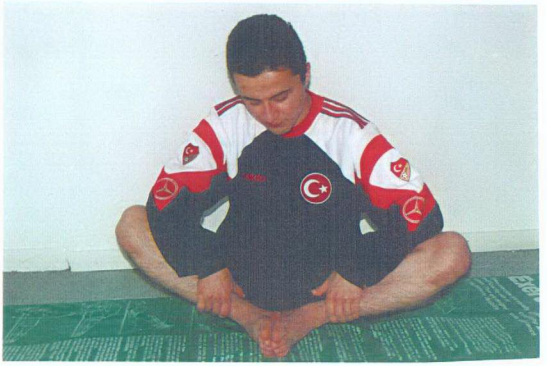
Fotoğraf 1: Peroneal kas grubu germe egzersizi



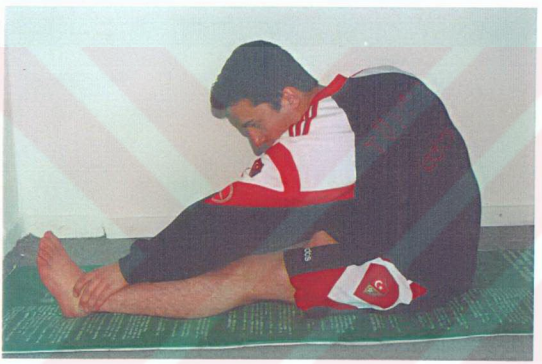
Fotoğraf 2: Soleus kas grubu germe egzersizi



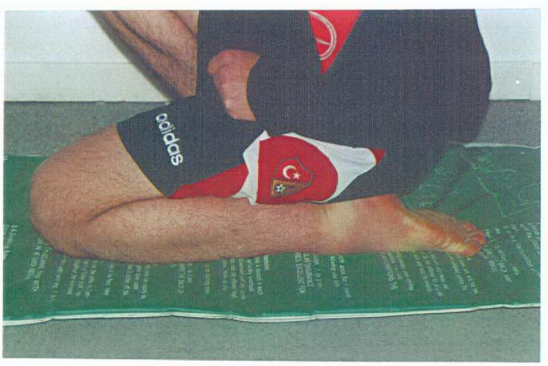
Fotoğraf 3: Kuadriseps kas grubu germe egzersizi



Fotoğraf 4: Adduktor kas grubu germe egzersizi



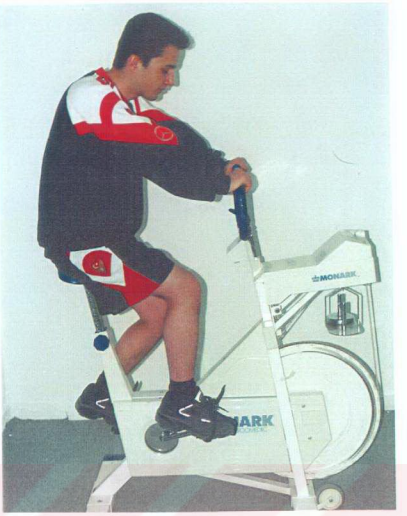
Fotoğraf 5: Hamstring kas grubu germe egzersizi



Fotoğraf 6: Tibialis anteriör kas grubu germe egzersizi



Fotoğraf 7: Gastrokinemius kas grubu germe egzersizi



Fotoğraf 8: Bisiklet ergometresi ile ısınma egzersizi



Fotoğraf 9: Stabilometre ile yapılan ölçümler

BULGULAR

Araştırmaya katılan 25 deneğin 21 tanesi çalışmayı tamamlamıştır. Deneklerin yaş ortalaması, vücut ağırlıkları, boy uzunlukları ve maksimal oksijen tüketimi (max VO_2) ile ilgili istatistiksel veriler tablo 1'de verilmiştir.

Tablo1: Araştırmaya katılan deneklerin yaş (yıl), boy (cm), vücut ağırlığı (kg) ve max VO_2 ($ml.dk^{-1}.kg^{-1}$) değerleri.

	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	18,9	0,80	17	20
Boy (cm)	173,6	5,08	165	184
Vücut Ağırlığı (kg)	68,4	7,46	54	83
max VO_2 ($ml.dk^{-1}.kg^{-1}$)	39,4	8,51	29,9	59,3

Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri ve kontrolde (K) 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, ilk 10 saniyedeki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları karşılaştırıldığında, G ve IG'den elde edilen denge kayıpları K ve I'dan elde edilen denge kayıplarından daha az bulunmuştur ve K ve G arasında, K ve IG arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. ($p<0,05$) Stabilometrik testlerde ilk 10 saniyedeki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları tablo 2 ve şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında ilk 10 saniyedeki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları değerleri (n=21). *p< 0,05 kontrole göre

İLK 10 SANİYEDEKİ BİLEŞİK AÇI DENGE KAYIPLARI	
K	699,25 ± 35,9
I	684,84 ± 50,5
G	677,33* ± 69,9
IG	670,21* ± 65,7

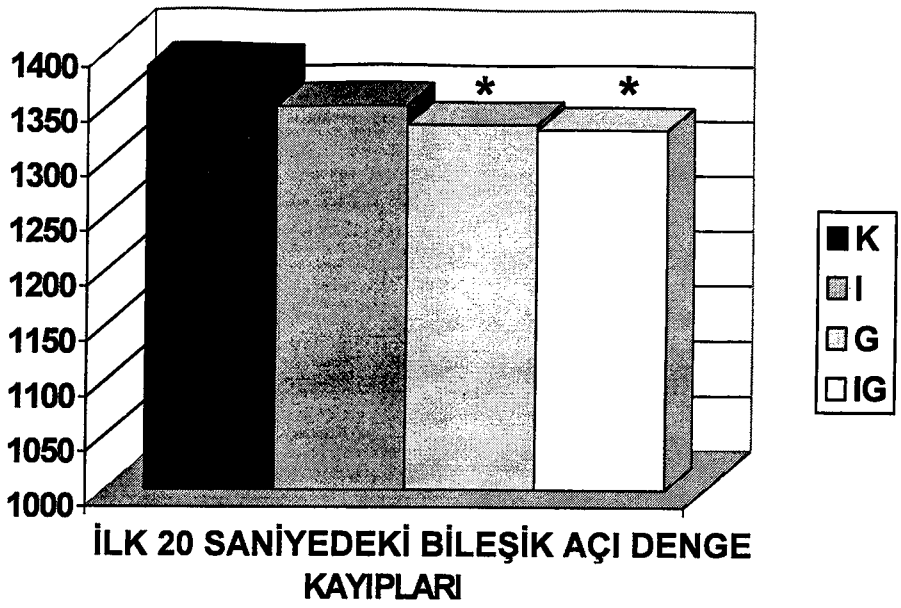


Şekil 2: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında ilk 10 saniyedeki, sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları (n=21). *p< 0,05 kontrole göre

Isınma, germe, ısınma+germe egzersizleri hemen sonrası ve kontrolde 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, ilk 20 saniyedeki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları karşılaştırıldığında, G ve IG'den elde edilen denge kayıpları K ve I'dan elde edilen denge kayıplarından daha az bulunmuştur ve K ve G arasında, K ve IG arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. ($p<0,05$) Stabilometrik testlerde ilk 20 saniyedeki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları tablo 3 ve şekil 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında ilk 20 saniyedeki sağa-sola ve öne-arkaya ve bileşik açı denge kayıpları değerleri (n=21). *p< 0,05 kontrole göre

İLK 20 SANİYEDEKİ BİLEŞİK AÇI DENGE KAYIPLARI	
K	1384,86 ± 79,3
I	1350,0 ± 105,1
G	1332,84* ± 141,8
IG	1327,98* ± 135,4



Şekil 3: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında 20 saniye süreyle ölçülen, sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları değerleri (n=21). *p< 0,05 kontrole göre

Isınma, germe, ısınma+germe egzersizleri hemen sonrası ve kontrolde 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları karşılaştırıldığında, G ve IG'den elde edilen denge kayıpları K ve I'dan elde edilen denge kayıplarından daha az bulunmuştur ve K ve G arasında, K ve IG arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. ($p<0,05$) Stabilometrik testlerde 30 saniye süreyle ölçülen sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları tablo 4 ve şekil 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları değerleri (n=21). *p< 0,05 kontrole göre

İLK 30 SANİYEDEKİ BİLEŞİK AÇI DENGE KAYIPLARI	
K	2048,41 ± 128,4
I	2011,85 ± 154,1
G	1987,58* ± 226,9
IG	1990,74* ± 196,2

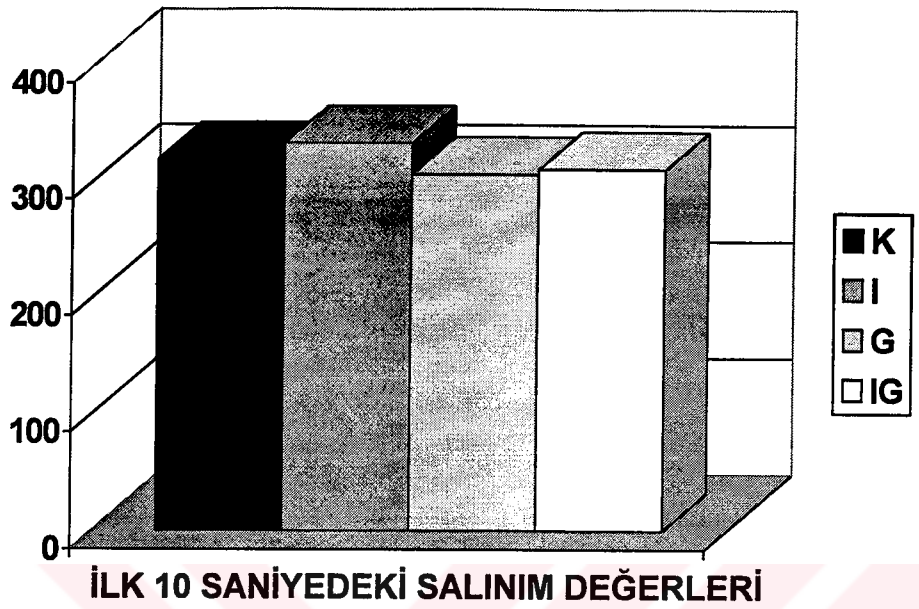


Şekil 4: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, sağa-sola ve öne-arkaya bileşik açı denge kayıpları (n=21). *p< 0,05 kontrole göre

Isınma, germe, ısınma+germe egzersizleri hemen sonrası ve kontrolde 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, ilk 10 saniyede sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri karşılaştırıldığında, G ve IG'den elde edilen değerler, K ve I'dan elde edilen değerlerden daha düşük bulunmuştur, fakat dört test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Stabilometrik testlerde 10 saniye süreyle ölçülen sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri tablo 5 ve şekil 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, ilk 10 saniyedeki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri (n=21).

	İLK 10 SANİYEDEKİ SALINIM DEĞERLERİ
K	318,29 ± 58,5
I	332,67 ± 48,58
G	305,65 ± 45,0
IG	310,02 ± 47,8

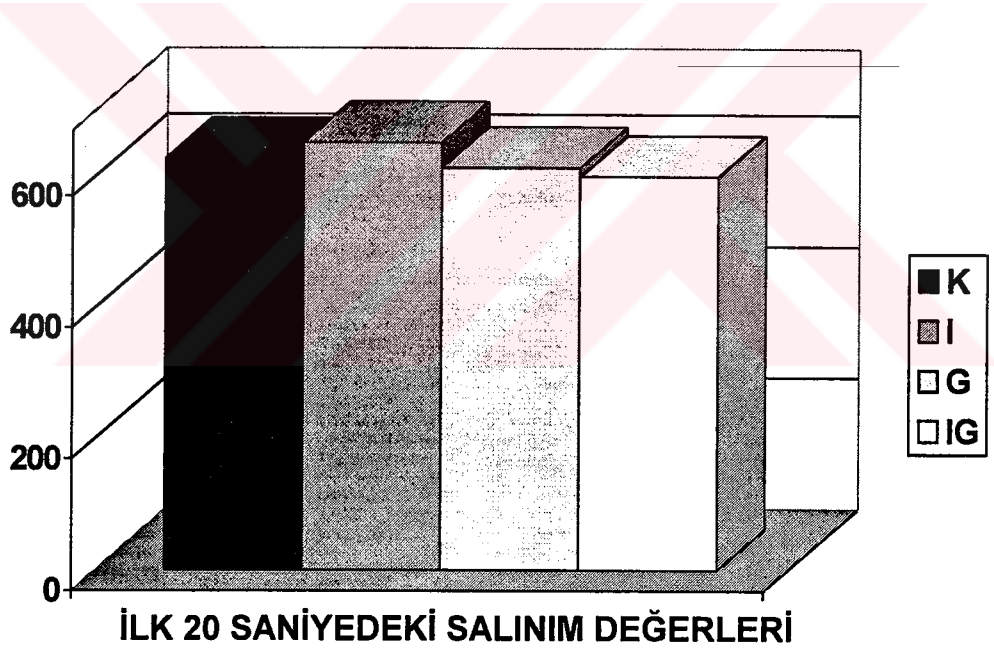


Şekil 5: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, ilk 10 saniyedeki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri (n=21).

Isınma, germe, ısınma+germe egzersizleri hemen sonrası ve kontrolde 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, ilk 20 saniyede sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri karşılaştırıldığında, G ve IG'den elde edilen değerler, K ve I'dan elde edilen değerlerden daha düşük bulunmuştur fakat dört test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Stabilometrik testlerde 20 saniye süreyle ölçülen sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri tablo 6 ve şekil 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, ilk 20 saniyedeki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri (n=21).

İLK 20 SANİYEDEKİ SALINIM DEĞERLERİ	
K	626,48 ± 115,3
I	650,87 ± 91,3
G	612,68 ± 89,5
IG	599,76 ± 81,0

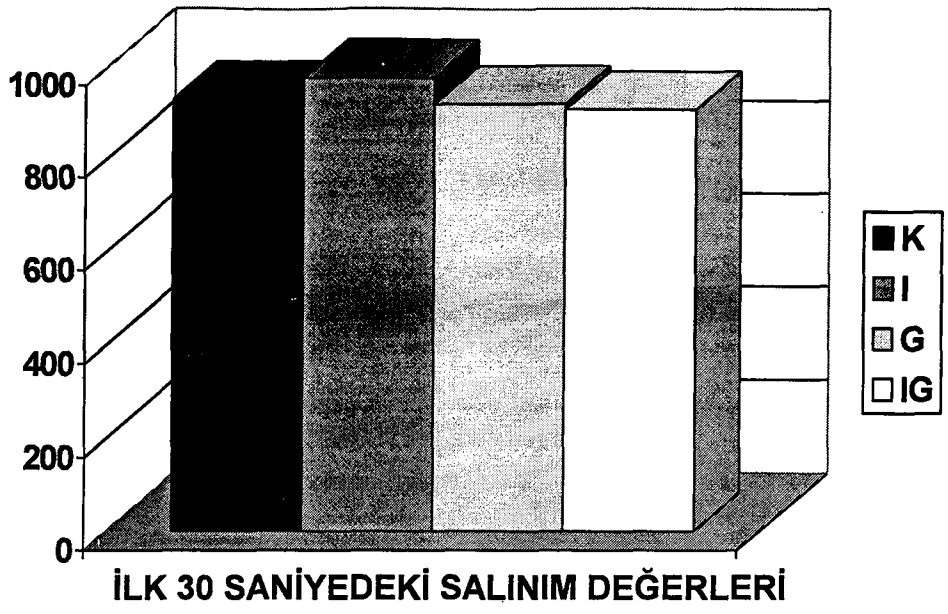


Şekil 6: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, ilk 20 saniyedeki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri (n=21).

Isınma, germe, ısınma+germe egzersizleri hemen sonrası ve kontrolde 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri karşılaştırıldığında, G ve IG'den elde edilen değerler, K ve I'dan elde edilen değerlerden düşük bulunmuştur, fakat her dört test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Stabilometrik testlerdeki sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri tablo 7 ve şekil 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında 30 saniye süreyle yapılan ölçümlerde, sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri (n=21).

İLK 30 SANİYEDEKİ SALINIM DEĞERLERİ	
K	927,80 ± 165,8
I	974,09 ± 128,1
G	917,43 ± 137,1
IG	905,92 ± 25,7



Şekil 7: Isınma (I), germe (G), ısınma+germe (IG) egzersizleri sonrası ve kontrolde (K) denge cihazında 30 saniye süreyle yapılan stabilometrik ölçümlerde, sağa-sola ve öne-arkaya bileşik salınım değerleri (n=21).

TARTIŞMA

Son yıllarda propriosepsiyonun önemi anlaşılmış ve bu konuda yapılan araştırmalar artmış olmasına rağmen, propriosepsiyona etki eden mekanizmalar üzerine yeterince araştırma yapılmamıştır. Isınma ve germe egzersizleri propriosepsiyona etki etmesi olası parametreler arasındadır. Isınma egzersizlerinin kas ısısını, kas elastikiyetini, kas kasılma hızını, eklem hareket açıklığını, kasa gelen oksijen miktarını ve en önemlisi sinir ileti hızını arttırmasının (Kuter, 1990, Safran ve ark., 1998, Shellock, 1985) propriosepsiyona olumlu katkıda bulunacağı öngörülmüştür. Germe egzersizlerinin de kas esnekliğini, eklem hareket açıklığını arttırması, atletik performansı geliştirmesi, kasta oluşacak katılığı önlemesi ve kas boyunda meydana getirdiği uzamayla (Madding ve ark., 1987, Magnusson ve ark., 1996, Malone ve ark., 1996, Pope ve ark., 2000, Strickler ve ark., 1990, Williford ve ark., 1986) kastaki mekanoreseptörlerin uyarılabilirliklerinin artacağı ve propriosepsiyona olumlu katkıda bulunacağı öngörülmüştür.

Isınma yarışma veya antrenmandan önce yapılan daha düşük şiddetteki aktivitelerdir (Bruyn-Prevost, 1980, Kalyon, 1995, Malone ve ark., 1996, Renström, 1993). Isınmada kullanılan hareketler koşu, bisiklet çevirme veya yapılan spor türüne uygun hareketler olabilir. Isınma süresi ve yoğunluğu bireyin fiziksel kapasitesine göre ayarlanmalıdır ve vücut sıcaklığını yeterince arttıracak (rektal sıcaklık 1-2 °C) fakat yorgunluğa neden olmayacak düzeyde olmalıdır (Bruyn-Prevost, 1980, Jesse, 1996, Kalyon, 1995, Malone ve ark., 1996, Shellock, 1985). Isınma max.VO_2'nin %60'ı veya maksimum kalp atım sayısının %70'i şiddetinde ve 15 dakikadan daha düşük bir sürede yapılmalıdır (Malone ve ark., 1996,

Renström, 1993). Wiktorsson-Möller ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada genel ısınma, bisiklet ergometresiyle 50 Watt yükle ve 15 dakika olarak yapılmıştır (Wiktorsson ve ark., 1983).

Çalışmamızda ısınmanın kişiye özgü olması için denekleri bireysel maksimum kalp atım sayılarına ulaştıracak yükün %70'i şiddetinde ve 10 dakika süreyle bisiklet ergometresinde ısınmışlardır. Böylece her denek kendi fiziksel kapasitesine göre farklı yüklerde ısınmasını tamamlamıştır.

P.De Bruyn'un ısınma süre ve yoğunluğunun, bazı fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmasında, PWC_{170} testi ve Astrand nomogramı yardımıyla max VO_2'yi hesaplayarak ısınmayı standartlaştırmıştır. Bu çalışmada kullanılan yöntem bizim kullandığımız yöntemle benzerlik göstermektedir (Bruyn-Prevost, 1980).

Barrack ve arkadaşları diz ekleminde propriosepsiyonu değerlendirdikleri çalışmalarında, baletlerle kontrol grubunu karşılaştırmışlar, normal ısınma ve germe egzersizlerinden sonra, baletlerde kontrol grubuna göre hareket algılama eşiği ve pasif repozisyonlanma değerlerinin daha iyi olduğunu bulmuşlardır (Barrack ve ark.,1984). Ancak bu çalışmada, bizim çalışmamızdan farklı olarak yapılan ısınma ve germe egzersizleri bireyler arası farklılıklar göstermektedir. Ayrıca kontrol grubuna ısınma ve germe egzersizleri yaptırılmamıştır.

Wiktorsson-Möller ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ısınma+germe egzersizlerinin eklem hareket açıklığını ısınma, masaj veya ısınma+masajdan daha fazla arttırdığını görmüşlerdir. Aynı çalışmada germe ve ısınmanın kas gücünü etkilemediği ancak masajın kas gücünü azalttığı tespit edilmiştir (Wiktorsson ve ark., 1983). Williford ve arkadaşları da ısınma+germe

egzersizinin eklem hareket açıklığını germe egzersizlerinden daha çok arttırdığını saptamışlardır (Williford ve ark., 1986).

Çalışmamızda kolay uygulanabilir olması, diğer germe tiplerine göre göreceli olarak güvenli olması ve etkisinin hemen görülmesinden dolayı (Pope ve ark., 2000, Taylor ve ark., 1990) statik germe uygulanmıştır. Deneklere alt ekstremitede 7 kas grubuna her biri 30 saniye süren 4 tekrarlı statik germe uygulanmıştır.

Magnusson ve arkadaşları 'iskelet kasında statik ve siklik germenin biomekanik değerlendirmesi' için yaptıkları çalışmada 90 saniye süren 3 tekrarlı statik germe kullanmışlardır (Magnusson ve ark., 1998). Aynı araştırıcının başka bir çalışmasında tekrarlanan germelerin biyomekanik cevaplarını araştırırken 90 saniye süren 5 tekrarlı statik germe kullanılmıştır (Magnusson ve ark.,1996).

Shrier ve arkadaşları 15-30 saniye süren ve 4 tekrarlı germenin çabuk etkiler için yeterli olacağını ve 15, 45, 120 saniye süren germeler arasında kalça eklem hareket açıklığı açısından bir fark olmadığını belirtmektedirler (Shrier, 2000). Germe egzersizlerinin çabuk etkileri hemen ortaya çıkmakta ve bir saat sürmektedir (Andrews,1998, Gleim, 1997, Norris, 1995).

Stewart ve Clement germenin 30-60 saniye sürmesini önermektedirler (Renström, 1993). Germe antrenmanlarıyla (germenin uzun süreli etkileri) maksimal eklem hareket açıklığına, 30 saniye süren statik germede, 15 saniye süren statik germeden daha erken ulaşıldığı saptanmıştır (Shrier, 2000). Pope ve arkadaşları alt ekstremite yaralanmalarının önlenmesinde germe egzersizlerinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, altı kas grubuna (gastrokinemius, soleus, hamstring, kuadriseps, kalça adduktorları ve kalça fleksorları) 20 saniye süren statik germe uygulamışlardır (Pope ve ark.,2000).

Propriosepsiyon ile ilgili yapılan çalışmalarda yaralanma veya cerrahi girişim sonrası propriosepsiyonda azalmalar tespit edilmiş, yapılan uygun rehabilitasyon ve koordinasyon çalışmaları ile propriosepsiyonun geliştiği görülmüştür (Jerosch ve Prymka, 1996, Lephart ve ark., 1998).

Propriosepsiyonun değerlendirilmesinde eklem pozisyonunu ve hareketinin algılanmasını sağlayan propriosepsiyon ölçüm cihazları ve denge kayıplarıyla salınımları ölçen stabilometrik cihazlar kullanılmaktadır (Jerosch ve Prymka, 1996, Lepart ve ark., 1997, 1998, Tropp ve Odenrick 1998). Stabilometre dikey postürün devamını sağlayan çeşitli nöral afferent sinyallerin değerlendirilmesini sağlar (Lephart ve ark.,1998). Normal populasyondaki stabilometrik testler objektiftir ve tekrarlanabilir (Nordahl ve ark., 2000).

Çalışmamızda propriosepsiyonu değerlendirmek için dinamik stabilometre kullanılmıştır. Denge ve propriosepsiyonun değerlendirilmesinde dinamik denge testleri bir çok araştırmacı tarafından önerilmekte ve uygulanmaktadır (Ekdahl ve ark., 1989, Friden ve ark., 1989, Jerosch ve Prymka, 1996, judge ve ark., 1993, Lephart ve ark., 1997, 1998, Nardone ve ark., 1998, Nordahl ve ark., 2000 Schiapetti, 1999, Tropp ve ark., 1992). Lephart ve arkadaşları nöromüsküler kontrolün fonksiyonel değerlendirilmesinde, alt ekstremitede salınım ve denge ölçümlerinin en iyi yol olduğunu bildirmişlerdir (Lephart ve ark., 1997). Leanderson ve arkadaşları klasik bale dansçılarında ayak bileği burkulmasının, ayak bileğinin propriosepsiyonu üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, statik stabilometre ile postüral salınımı analiz etmişlerdir (Leanderson ve ark., 1996). Nardone ve arkadaşları vücut salınımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında statik stabilometre kullanmışlardır (Nardone ve ark., 1998). Schiapetti ve arkadaşlarının vücut

salınımının subjektif algılanmasını değerlendirdikleri çalışmalarında stabilometrik platform kullanılmıştır. (Schiapetti, 1999).

Ayak bileğindeki eklem hareket açıklıkları; eversiyon için 5-10 derece, inversiyon için 25-30 derece, plantar fleksiyon için 0-50 derece, dorsifleksiyon için 0-20 derecedir, bu açı değerleri göz önüne alınarak, çalışmamızda kullanılan platformun açı sapmaları 17 derece olarak tutulmuştur. Böylelikle denekler olası bir ayak bileği yaralanmasına karşı korunmuştur. Lohrer ve arkadaşları ayak bileği yaralanması simülasyonu yaptıkları çalışmalarında, 30 derecelik inversiyon ve 15 derecelik plantar fleksiyon açı sapmaları yapan bir inversiyon tilt platformu kullanmışlardır (Lohrer ve ark., 1999). Sheth ve arkadaşları da ayak bileği dışa torsiyonunu simule ettikleri çalışmalarında 20 derecelik inversiyon açısı oluşturan bir platform kullanmışlardır (Sheth ve ark., 1997).

Çalışmamızda deneklerin bilgisayar monitöründen denge sapmalarını izleyerek 'feed back' almaları istenmiştir. Vizüel feed back mekanizması denge performansını arttırmakta ve gözlerin açık bir şekilde testlerin yapılması daha yararlı olmaktadır (Johnston ve ark., 1998). Test esnasında deneklerin gözlerinin kapalı olması öğrenme faktörünü arttırmaktadır (Nordahl ve ark., 2000). Çalışmamızda testler arasında en az bir gün ara verilmiştir, böylece öğrenme faktörü azaltılmıştır. Nordahl ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada testler arasındaki süre ne kadar kısa olursa, öğrenmenin o kadar fazla olduğu saptanmıştır (Nordahl ve ark., 2000).

Stabilometrik ölçümler ile elde ettiğimiz sonuçlara göre, 10, 20 ve 30 saniyelik ölçümlerde, "bileşik açı denge kayıpları" germe (G) ve ısınma+germe (IG) egzersizlerinde, kontrol (K) ve ısınma (I) egzersizlerinden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca germe ve ısınma+germe egzersizlerinde kontrole göre

anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre germe ve ısınma+germe egzersizlerinin propriosepsiyon üzerine olumlu etkiler yaptığı söylenebilir. Tek başına ısınma egzersizlerinde, kontrole göre daha az bileşik denge kayıpları olmuştur, fakat anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Barrack ve arkadaşlarının bale dansçılarıyla, sedanterlerin proprioseptif duyularını karşılaştırdıkları çalışmada, bale dansçılarının daha iyi proprioseptif duyuya sahip olduklarını görülmüştür. Ortaya çıkan bu sonuç bale dansçılarının farklı nöral mekanizmaları, farklı eklem laksiteleri ve farklı kas gelişimlerine bağlanmıştır. Bale dansçılarının kas gelişimleri, kas iğciklerini kas uzunluğundaki pasif değişmelere daha hassas hale getiriyor olabileceği ifade edilmiştir (Barrack ve ark., 1984).

Mecagni ve arkadaşları yaşlı kadınlarda ayak bileği eklem hareket açıklığı ve denge skorları arasında korelasyon saptamışlardır (Mecagni ve ark., 2000). Duncan ve arkadaşları yaşlı erkeklerde mobilite ve dengenin fizyolojik komponentlerini araştırdıkları çalışmalarında, ayak bileği, diz ve kalça eklem hareket açıklıkları ve propriosepsiyonun dengeyi etkileyen önemli faktörlerden olduklarını saptamışlardır (Duncan ve ark., 1993). Means ve arkadaşları yaşlılarda değişik şiddette egzersiz programlarının denge üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında denge ve mobilite gelişimi ile düşmenin azaldığını saptamışlardır. Dengedeki gelişimin motor koordinasyon artışı, dayanıklılık ve eklem fleksibilitesi gelişimine bağlı olduğunu tespit etmişlerdir (Means ve ark., 1996).

Cimnastikçilerle sedanterlerin diz eklem propriosepsiyonu açısından karşılaştırıldığı bir çalışmada cimnastikçilerin diz eklem propriosepsiyonu daha iyi bulunmuştur (Jerosch ve Prymka, 1996). Bu sonuç iyi antrene olmuş sporcularda propriosepsiyonun daha iyi olduğu anlamına geldiği gibi muhtemelen

cimnastikçilerin eklem hareket açıklıklarının fazla olması propriosepsiyona katkıda bulunmuş olabilir.

Kas tendon ünitesinin eklem etrafındaki morfolojik yapısı eklem hareket açıklığını sınırlamaktadır. Germe egzersizleri sonunda artan esneklik ile eklem hareket açıklığı artmaktadır (Taylor ve ark., 1990). Germe egzersizleri esneklik üzerine ısınmadan daha etkilidir, ısınma germe egzersizlerine katkıda bulunur (Wiktorsson ve ark., 1983).

Ekstremitenin motor kontrolü görsel, vestibüler, proprioseptif feedback ile refleksif ve istemli kas cevabına bağlıdır (Johnston ve ark., 1998, Lepers ve ark., 1997). Dizin statik stabilizatörleri ve uyluk kaslarının etkisi ile diz eklem stabilitesini sağlamaktadır. Diz etrafındaki kasların fonksiyonu stabilitede ve yaralanmanın önlenmesinde rol oynamaktadır (Johnston ve ark., 1998). Eklem ve kas-tendon yapısından kaynaklanan nörolojik feedback mekanizma fonksiyonel eklem stabilitesinin devamı için önemlidir (Lephart ve ark., 1998). Jerosch ve Prymka, kas kuvvet egzersizlerinin diz eklem propriosepsiyonu üzerine pozitif etkisi olduğunu tespit etmişlerdir (Jerosch ve Prymka, 1996).

Çalışmamızda ısınma egzersizleri yapan deneklerin kontrol grubuna göre daha iyi dengede durdukları görülmüş, fakat anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Isınma egzersizleri kas kontraksiyonunu ve sinir ileti hızını arttırmaktadır (Malone ve ark., 1996, Safran ve ark., 1988). Kas iç ısısının artması kasın kasılma gücünü arttırmaktadır (Renström, 1993, Safran ve ark., 1988, Strickler ve ark., 1990). Motor kuvvet ve güç, koordinasyonun sağlanmasında büyük bir rol oynamasına rağmen, aktif hareketlerle oluşan yorgunluk sonucu denge mekanizması bozulabilmektedir. Isınma egzersizleri sonunda deneklerin az da olsa yorulmaları germe ve ısınma+germe egzersizlerinden daha çok denge kaybına neden

olmuştur. Kunduracıoğlu'nun yapmış olduğu bir çalışmada hem koşu hem de bisiklet egzersizlerinde, dinlenime nazaran, salınımların ve denge kayıplarının daha fazla olduğu görülmüştür (Kunduracıoğlu, 1999). Johnston ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, yorgunluğun denge üzerine olumsuz etkileri olduğunu tespit etmişlerdir (Johnston ve ark., 1998).

Çalışmamızda 10, 20 ve 30 saniyelik ölçümlerdeki "bileşik salınım değerleri" her dört grup arasında istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, germe ve ısınma+germedeki salınım değerleri kontrol ve ısınmadan daha az bulunmuştur. Isınma+germe egzersizlerindeki salınım değerlerinin, sadece ısınma egzersizinden sonraki salınım değerinden düşük olması, germe egzersizleri yapılırken ısınmanın oluşturduğu yorgunluğun azalmasıyla açıklanabilir.

Egzersiz sonrası 15 dakika içinde toparlanma olmakta ve denge kaybı azalmaktadır (Nardone ve ark., 1998). Literatürde salınım değerleriyle ilgili sonuçlar çelişkilidir. Ayakta durulduğunda ayak bileği postüral kontrol yaparak vücut postürünü korumaya çalışır. Eğer bu hareket kalıbında postürel kontrolde yetersizlik varsa, vücudun üst kısımlarında salınım artar (Tropp ve ark., 1992). Yapılan çalışmalarda stabilometre cihazı ile salınımlar değerlendirilmiş, sakatlanan bacaklarda sağlam bacaklara oranla salınımlarda artış saptanmıştır (Tropp ve ark., 1992).

Tropp ve Odenrick, daha önce ayak bileği burkulması geçiren ve geçirmeyen futbolcuları değerlendirdikleri çalışmalarında her iki grup arasında salınım değerleri açısından fark bulamamışlardır (Gauffin ve ark., 1988). Cornwall ve Murrell de akut ayak bileği yaralanması geçiren hastalarla normal bireyleri karşılaştırdıkları çalışmalarında 2 yıl sonra bile hasta grupta salınım değerlerinde artma saptamışlardır (Cornwall ve Murrell, 1991).

Kas reseptörleri eklem pozisyon ve hareketinin algılanmasında önemli bir role sahiptir (Barrack ve ark., 1984). Somatosensör sistem, periferik eklem ve kas-tendon reseptörlerinden kasın boyu ve gerimiyle ilgili değişiklikleri ve eklem pozisyon ve hareketiyle ilgili bilgileri alır (Lephart ve ark., 1998). Ayrıca kas kontraksiyonları kinestetik performansı arttırmaktadır, bu da muhtemelen bacak kaslarındaki kas iğcikleri ve golgi tendon organlarının ayak bilekleri hakkında bilgi sağlamalarından dolayıdır (Refshauge ve Fitzpatrick, 1995).

Çalışmamızdaki germe egzersizlerinin propriosepsiyon üzerindeki olumlu etkileri, muhtemelen tekrarlanan germe egzersizleri sonucunda kas iğcikleri kas uzunluğundaki değişmelere daha hassas hale gelmesi neticesinde olabilir. Ayrıca kasın kasılma hızı ve sinir ileti hızının artması sonucunda, istemli ve refleks kas kasılma hızı ve gücünün artması denge kayıpları ve salınımın daha az olmasını sağlamış olabilir. Eklem hareket açıklığının artması da postural kontrolde etkili olmuş olabilir.

Bu bilgiler ve çalışmamızın sonuçları ışığında, ısınma ve germe egzersizleriyle, alt ekstremite kas gücü, eklem hareket açıklığı refleks ve istemli kas kontraksiyon hızında oluşan artışın sakatlanmanın önlenmesinde ek bir katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Spor sakatlıklarının oluşması ve tekrarlamasının önlenmesinde proprioseptif çalışmalar son yıllarda kabul görmektedir (Lephart ve ark., 1997, Tropp ve ark., 1992). Bu konunun daha fazla aydınlığa kavuşması için ısınma ve germe egzersizlerinden sonra elektromiyografik inceleme ve proprioseptif algılamanın çalışılması gerekmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmaya katılan 21 deneğe uygulanan ısınma, germe ve ısınma+germe egzersizlerinden hemen sonra yapılan 10, 20 ve 30 saniyelik stabilometrik ölçümlerde, germe ve ısınma+germe egzersizleri denge kayıplarını kontrole göre anlamlı olarak azaltmıştır. ($p<0,05$) Salınım ölçümlerinde de germe ve ısınma+germe egzersizleri sonrası kontrol ve ısınmaya göre anlamlı olmamakla birlikte azalma bulunmuştur. Salınımın ısınma sonrası kontrole göre fazla olması, ısınmanın oluşturmuş olabileceği yorgunlukla açıklanabilir.

Çalışmamızda germe ve ısınma+germe egzersizlerinin postüral kontrole dolayısıyla propriosepsiyona olumlu katkıları olduğu tespit edilmiştir. Spor karşılaşmalarından önce sporcuların ve rekreasyonel amaçlı spor yapanların ısınma ve germe egzersizlerini rutin ve standart bir şekilde yapmaları önerilebilir.

Bu çalışma ışığında yapılacak çalışmalar ile ilgili aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

1- Isınma ve germe egzersizleri öncesi ve sonrası yapılan stabilometrik ölçümlerin dizin hareket algılama eşiği ile ilişkilendirilmesi
2- Isınma ve germe egzersizleri öncesi ve sonrası elektromiyografik incelemenin yapılması,
3- Elit sporcularla sedanterlerin benzer bir çalışmada karşılaştırılması,
4- Standart ısınma ve germe egzersizlerinin, standart olmayanlarla stabilometrik denge kayıpları ve salınımlar açısından karşılatırılması,
5- Isınma ve germe egzersizleri öncesi ve sonrası kas kuvvetinin değerlendirilmesi.

ÖZET

Son 20 yıldır spor yaralanmalarının önlenmesi ve rehabilitasyonunda proprioseptif çalışmaların önemi giderek artmaktadır. Sunulan çalışmanın amacı ısınma ve germe egzersizlerinin motor beceri, koordinasyon, postüral kontrol ve dolayısıyla propriosepsiyon üzerine etkisini araştırmaktır. Araştırmaya Tıp Fakültesi öğrencisi 21 sedanter erkek katılmıştır. Deneklerin her biri ısınma, germe, ısınma+germe ve kontrol olmak üzere dört ayrı teste katılmıştır. Testlerin uygulama sırası kura ile belirlenmiş, böylelikle her denek testleri farklı sıralarda yapmıştır. Egzersizlerden hemen sonra 30 saniye süreyle stabilometrik ölçümler yapılmış, bileşik denge kayıpları ve salınım değerleri hesaplanmıştır. Istatistiksel analizde student t testi kullanılmıştır.

Çalışmamızda 10, 20 ve 30 saniyelik stabilometrik ölçümlerde bileşik denge kayıpları germe ve ısınma+germe egzersizlerinde kontrole göre daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Her 4 test arasında salınım değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte germe ve ısınma+germe egzersizlerinde daha düşük salınım değerleri saptanmıştır.

Sonuç olarak germe ve ısınma+germe egzersizleri denge kayıplarını ve salınımları azaltmaktadır. Tekrarlanan germe egzersizleri sonucunda eklem hareket açıklığı artmakta ve muhtemelen kas iğcikleri kas uzunluğundaki değişmelere daha hassas hale gelmekte ayrıca, sinir ileti hızının artması sonucu, istemli ve refleksif kasılma hızı ve gücü artmaktadır. Tüm bu faktörler denge kayıpları ve salınımları azaltmaktadır.

SUMMARY

Proprioceptive assessment and rehabilitation had been one of the most important issues of sports medicine practices for the last twenty years. The aim of this study is to investigate the effect of stretching and warming up exercises on motor control, coordination, postural control and proprioception. Twenty-one sedentary male subjects were attended to this study. Each subject has participated to four different test groups, warm up, stretching, warm up and stretching and control group. The order of the tests was randomly determined for each subjects.

Immediately after the exercises, stabilometric measurements were done, compound balance losses and ossilation values were calculated. Student t-test was used for statistical analysis. At the 10th, 20th and 30th seconds of stabilometric tests, compaund balance losses were found to be significantly less in the 'stretching' and 'warm up-stretching' groups than the control group ($p<0,05$). When the ossilation values were calculated, there were no significiant differences between the four groups, but lower ossilation scores were found in the 'stretching' and 'warm up-stretching' groups.

In conclusion, stretching and warm up exercises decrease the balance losses and ossilations. Repeated stretching exercises improves the joint range of motions. Probably, muscle spindles become more sensitive to changes in muscle length so that conscious and reflexive muscle contraction speed and power increase due to increased nerve transmission. All these factors contribute to decresed balance losses and postural sways.

KAYNAKLAR

1. Akgün, N.: Kondisyon ve testleri : Egzersiz ve spor fizyolojisi. İzmir, 1994: 43-76.
2. Anderson, B., Burke, E.: Scientific, medical, and practical aspects of stretching. Jesse, C. DeeLee, David Drez (ed): Orthopaedic Sports Medicine. Volume 1. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1996: 258-275.
3. Andrews J.R.: Physical rehabilitation of the injured athlete. Harrelson G. L., Deidre Leaver-Dunn Range of Motion and flexibility. Philadelphia, Pennsylvania, 1998: 146-174.
4. Assimakopoulos, A.P., Katonis, P.G., Agapitos, M.D., Exarchou, E.I.: The Innervation of the human mensicus. Clin Orthop Rel Res. 275: 232-236, 1992.
5. Aydın,T.,Kalyon, T.A.: Omuz eklemi Propriosepsiyonu. Fiziksel Tıp. (2)2: 58-63,1998.
6. Barrack, R.L., Skınner, H.B., Cook S.D.: Proprioception of the knee joint. Am J Phs Med. 63(4): 175-181, 1984.
7. Barrack, R.L. , Skinner, H.B., Buckley, S.L.: Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. Am J Sports Med. 17: 1-6, 1989.
8. Barret, D.S., Cobb, A.G., Bentley, G.: Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. J Bone Joint Surg. 73-B: 53-6, 1991.
9. Best, T. M., William, E. Garrett.: Warming Up and Cooling Down. Renström, P.A.F.H. (Ed). Sports injuries. Oxford. 1993, 242-261.
10. Bora, İ.: Hareketin düzenlenmesi Piramidal sistem. Oğul E. (ed): Temel ve Klinik Nöroloji. Ankara; Hacettepe Üniversitesi. 1996: 12-31.

11. Brooks, G.A., Fahey, T.D.: Cardiovascular dynamics during exercise. Exercise Physiology: Human bioenergetics and Its Application. New York: McMillan Publishing Company, 1985: 313-341.
12. Bruyn-Prevost, P. De : The effect of various warming up intensities and duration upon some physiological variables during an exercise corresponding to the WC_{170}. Eur J Appl Physiol. 43: 93-100, 1980.
13. Burgess, P.R., Monteleone, M., Perego, P.: Signaling of kinesthetic information by peripheral sensory receptors. Annu. Rev. Neurosci. 5: 171-182, 1982.
14. Cornwall, M.W., Murrell, P.: Postural sway following inversion sprain of the ankle. J Am Podiatr Med Assoc.: 81(5):243-7, 1991.
15. Duncan PW., Chandler J., Studenski S., Hughes M., Prescott B.: How do physiological components of balance affect mobility in elderly men? Arch Phys Med Rehabil. 74(12): 1343-9, 1993.
16. Ergen, E.: Kassal hareketin kontrolü. Spor Hekimliği. Ankara: Türk Tabipleri Birliği Spor Hekimliği Kolu; 1992: 22-27.
17. Ekdahl, C., Jarnlo, G.B., Andersson, S.I.: Standing balance in healtly subjects. Scand J Rehab Med. 21: 187-195, 1989.
18. Fox, E.L., Bowers, R.W., Foss, M.L.: Blood flow and gas transport. The Physiological basis of Physical Education and athletics. 4th Ed. New York: W.B. Saunders Company; 1988: 242-284.
19. Friden, T., Zatterström, R., Lindstrand, A., Moritz, U.: A stabilometrik technique for evaluation of lower limb instabilities. Am j Sports Med. 17(1): 118-122, 1989.
20. Gauffin, H., Tropp, H., Odenrick, P.: Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. İnt J Sports Med. 9(2): 141-4, 1988.

21. Gleim, G.W., McHugh, M.P.: Flexibility and its effects on sports injury and performance. Sports Med. 24(5): 289-299, 1997.

22. Guyton, A.C.: (Çeviri Editörü Çavuşoğlu, H.): Duyu reseptörleri ve temel işleme mekanizmaları.Tıbbi Fizyoloji, 9. Baskı, Nobel Tıp Kitabevi; İstanbul, 1996: 815-826.

23. Guyton, A.C.: (Çeviri Editörü Çavuşoğlu, H.) : Somatik duyular: Mekanoreseptif duyular. Tıbbi Fizyoloji, 9. Baskı, Nobel Tıp Kitabevi; İstanbul, 1996: 827-843.

24. Haerer, A.F.: Coordination in Haerer, A.F. (Ed): De Jongs, 1992 The Neurologic Examination. New York: J.B. Lippincott Company, 1992: 393-401.

25. Haerer, A.F.: The Proprioceptive Sensations in Haerer, A.F. (Ed): De Jongs The Neurologic Examination. New York: J.B. Lippincott Company, 1992: 67-73.

26. Heinz, L., Wilfried, A., Albert, G.: Neuromusculer properties and functional aspects of taped ankles. Am J Sports Med. 27(1): 69-75, 1999.

27. Jerosch, J., Prymka, M.: Proprioception and joint stability. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 4: 171-179, 1996.

28. Johansson, H., Sjölander, P., Sojka, P.: A sensory role for the cruciate ligaments. Clin Orthop Rel Res. 266: 161-178, 1991.

29. Johnston, R.B., Howard, M.E., Cawley, P.W., Losse, G.M.: Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. Med Sci Sports Exerc. 30: 1703-1707, 1998.

30. Judge, O.J., Lindsey, C., Underwood, M., Winsemius, D.: Balance improvements in older women: Effects of exercise training. Phy Ther. 4: 254-265, 1993.

31. Kalyon, T.A.: Antrenman. Spor Hekimliği. Ankara: GATA Basımevi; 1995: 99-111.

32. Kunduracıoğlu, B.: Koşu ve bisiklet egzersizleri öncesi ve sonrası alt ekstremite propriosepsiyonunun değerlendirilmesi. Uzmanlık tezi. 1999, 39-54.

33. Kuter, M., Ergen, E., Yazıcıoğlu, M.: Isınmanın anaerobik ölçümler üzerine etkileri. Spor bilimleri 1. Ulusal sempozyumu bildiriler. 1990, 484-487.

34. Leanderson, J., Eriksson, E., Nilsson, C., Wykman, A.: Proprioception in classical ballet dancers. Am J Sports Med. 24(3): 370-374, 1996.

35. Leanderson, J., Wykman, A., Eriksson, E.: Ankle sprain.and postural sway in basketbol players. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 1: 203-205, 1993.

36. Lepers, R., Bigard, A.X., Diard, J.-P., Gouteyron, J-F., Guezennec, C.Y.: Posture control after prolonged exercise. Eur J Appl Physiol. 76: 55-61, 1997.

37. Lephart, S.M., Henry, T.: Functional rehabilitation for the upper and lower extremity. Orthop Clin North Am. 26(3): 579-592, 1995.

38. Lephart, S.M., Pincivero, D.M., Rozzi, S.L.: Proprioception of the ankle and knee. Sports Med. 25(3): 149-155, 1998.

39. Lephart, S.M., Pincivero, D.M., Giraldo, J.L., FU, F.H.: The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. Am J Sports Med. 25(1): 130-137, 1997.

40. Lohrer, H., Alt, W., Gollhofer, A.: Neuromuscular properties and functional aspects of taped ankles. Am J Sports Med. 27: 69-75, 1999.

41. Maddıng, S.W., Wong, J.G., Hallum, A., Medeıros, J.M.: Effect of duration of passive stretch on hip abduction range of motion. JOSPT. 8(8): 409-416, 1987.

42. Magnusson, S.P., Aagard, P., Simonsen, E., F.Bojsen-Moller: A Biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle. Int. J. Sports Med. 19: 310-316, 1998.

43. Magnusson, S.P., Simonsen, E.B., Aagaard, P., Dyhre-Poulsen, P., McHugh, M.P., Kjaer, M.: Mechanical and physiological responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. Arch Phys Med Rehabil. 77:373-378, 1996.

44. Magnusson, S.P., Simonsen, E.B., Aagard, P., Kjaer, M.: Biomechanical responses to repeated stretchs in human hamstring muscle In vivo. Am j Sports Med. 24(5): 622-628, 1996.

45. Malone, T.R., Garrett, W.E., Zachazewski, E.J.:Athletic ınjuries and rehabilitation. Zachazewski, E.J., David J.M., Quillen, W.S. (Ed): Muscle: Deformation, Injury, Repair. Philadelphia. W.B. Saunders Company, 1996: 71-91.

46. Means, K.M., Rodell, D.E., O'Sullivan, P.S., Cranford, L.A.: Rehabilitation of elderly fallers : Pilot study of low to moderate intensity exercise program. Arch Phys Med Rehabil. 77:1030-1036, 1996.

47. Mecagni C., Smith JP., Roberts KE., O'Sullivan SB.: Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: a correlational study. Phys Ther. 80(10):1004-11, 2000.

48. Nardone, A., Jessica, T., Massimo, G., Marco, S.: Time course of stabilometric changes after a strenuous treadmill exercise. Arch Phys Med Rehabil.: 79: 920-4, 1998.

49. Nordahl, S.H.G., Aasen, T., Dyrkorn, B.M., Eidsvik, S., Molvaer, O.I.: Static stabilometry and repeated testing in a normal population. Aviation, Space, and Environ Med. 71(9): 889-893, 2000.

50. Norris, C.M.: Flexibility . Training Principles. A&C Black- London. 1995, 40-48.

51. Pope, R.P., Herbert, R.D., Kirwan, J.D., Graham, B.J.: A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. Med Sci Sports Exerc. 32(2): 271-277, 2000.

52. Refshauge, K.M., Fitzpatrick, R.C. : Perception of movement at the human ankle: effect of leg position. J Physiol. 488 (1): 243-248, 1995.

53. Roll, J.-P., Bergenheim, M., Ciscar, E.R.: Proprioceptive population coding of two-dimensional limb movements in humans:II.muscule-spindle feedback during "drawing-like" movements. Exp Brain Res. 134: 311-321, 2000.

54. Safran, M.R., Garrett, W. E., Seaber, A.V., Glisson, R.R., Ribbeck, B.M.: The role of warmup in muscular injury prevention. Am J Sports Med. 16(2): 123-129, 1988.

55. Schieppati, M., Tacchini, E., Nardone, A., Tarantola, J., Corna, S.: Subjective perception of body sway. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 66: 313-322, 1999.

56. Shellock FG, Prentice WE.: Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. Sports Med. 2 (4): 267-278, 1985.

57. Sheth, P., Yu, B., Laskowski, E.R., An, K-N.: Ankle Disk Training Influences Reaction Times of selected muscles in a Simulated Ankle Sprain. Am J Sports Med. 25(4): 538-543, 1997.

58. Strickler, T. Malone, T., Garrett, W.E.: The effects of passive warming on muscle injury. Am J Sports Med. 18(2): 141-145, 1990.

59. Shrier, I., Gossal, K.: Myths and Truths of Stretching. The Physician and Sportsmedicine. 28(8), 2000.

60. Taunton J. E.: Training Errors. Renström, P.A.F.H. (Ed). Sports injuries. Oxford. 1993, 205-212.

61. Taylor, D.C., Dalton, D.J., Seaber, A.V., Garrett, W.E. : Viscoelastic properties of muscle-tendon units. Am J Sports Med. 18(3): 300-309, 1990.

62. Tropp, H., Alaranta, H., Renström, A.: Proprioception and coordination training in injury prevention. Sports Injuries. 21: 277-288, 1992.

63. Tropp, H., Odenrick, P.: Postural control in single-limb stance. J Orthop Res. 6(6): 833-839, 1988.

64. Voight, M.L., Hardin, J.A.T., Blackburn, A., Tippett, S., Canner, G.C.: The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. JOSPT. 23: 348-352, 1996.

65. Wiktorsson-Moller, M., Öberg, B., Ekstrand, J., Gillquist, J.: Effects of warming up, massage, and stretching on range of motion and muscle strength in the lower extremity. Am J Sports Med. 11(4): 249-252, 1983.

66. Williford, H.N., East, J.B., Smith, F.H.,Burry, L.A.: Evaluation of Warm-up for improvement in flexibility. Am J Sports Med. 14(4): 316-319, 1986.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ