

284019

T. C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AKUT AĞRILI DİZ LEZYONLARINDA
EKLEME ZARAR VERMEDEN
KUADRİSEPS KASININ KUVVETLENDİRİLMESİ
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı

D O K T O R A T E Z İ

**Fizyoterapist
NEVİN ERGUN**

ANKARA — 1986

T.C.
HACETTEPE UNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTUSU

AKUT AĞRILI DİZ LEZYONLARINDA
EKLEME ZARAR VERMEDEN
KUADRİSEPS KASININ KUVVETLENDİRİLMESİ
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
D O K T O R A T E Z İ

Fizyoterapist
NEVİN ERGÜN

Rehber Öğretim Üyesi : Doç. Dr. OSMAN BAŞGÖZE

ANKARA - 1986

I Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa No.</u>
1 - G i r i Ő	1
2 - G e n e l B i l g i l e r	3
3 - G e r e ç v e Y ö n t e m l e r	33
4 - B u l g u l a r	58
5 - T a r t ı Ő m a	72
6 - S o n u ç l a r	83
7 - Ö z e t	88
8 - K a y n a k l a r	89
8 - E k l e r	107

G İ R İ Ő

Canlı bir sistemin en önemli gereksinimi hareket yeteneğidir. Vücudun en çarpıcı hareket çeşitleri ise yürüme, koşma yani bir yerden diğer bir yere hareket edebilmektir.

Kas iskelet sisteminde meydana gelen yaralanmalar, organizmanın çevresiyle olan etkileşiminde az veya çok zarar oluştururlar. Tedavi ve rehabilitasyonda, uygun fizyolojik şartlar altında kası ve sistemi en iyi verimlilik düzeyine ulaştıran yöntemler araştırılmalıdır.

Kuadriseps femoris kasının kontrol ettiği diz eklemi yapısal özellikleri ve yük taşıması nedeniyle sakatlanma şansı yüksek olan bir eklemdir. Sakatlığa bağlı olarak diz ekleminde oluşan ağrı ve ödem nedeniyle meydana gelen refleks inhibisyon ve kullanmama sonucunda, kuadriseps femoris kası zayıflar ve kısa sürede atrofi gelişir. Ortaya çıkan güç kaybı ve eklem limitasyonu ise rehabilite edilmesi gereken önemli bir problemdir. Bugün izometrik, izotonik ve izokinetik kuvvetlendirme yöntemleri yanında son zamanlarda sağlam kasların elektrik stimülasyonla kuvvetlendirilmesi yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarla bu yöntemlerin birbirine olan üstünlükleri sürekli tartışılmıştır.

Bu çalışmada amacımız, kasa yeterli dinlenme zamanı vererek yorgunluk sınırına ulaşmadan uzun süre elektrik stimülasyonu ile kası uyarmak, uygulama süresini uzatıp, toplam tedaviyi en aza indirebilmektir.

Beklentimiz, ekleme zarar vermeden ve eklem bütünlüğünü koruyarak kişinin en kısa zamanda işine dönmesini sağlamak, immobilize hastanın bir an önce ayağa kalkıp yürümesini temin etmektir.

Bu amaçla Hacettepe Hastanesi Ortopedi Polikliniğine akut diz yumuşak

doku sakatlığı ile başvuran toplam 42 hastanın 21'ine elektrik stimülasyon, 21'ine de maksimal istemli izometrik kontraksiyon şeklindeki kuvvetlendirme yöntemleri uygulanarak her iki gruptan elde edilen verilerin değerlendirilmesi yapıldı, bu iki yöntemin birbirine üstünlüğünün olup olmadığı araştırılmıştır. Bu çalışmaya temel oluşturmak üzere Tıbbi ve Cerrahi Araştırma Merkezi'nde 20 tavşan'ın kuadriseps femoris kaslarına 60 dakika süreyle surge'lü faradik akım uygulanmıştır. Stimülasyon sonucu kasın yorulup yorulmadığını saptamak amacıyla uygulamadan önce ve sonra vena cava inferior'dan kan örnekleri alınarak laktik asit düzeyleri saptanmıştır.

Tavşanların yapısıyla insanların yapısı arasındaki farklar gözönüne alınarak ayrıca 20 insan üzerinde benzer işlemler uygulanarak tavşanlarla insanlar arasındaki laktik asit seviyeleri karşılaştırılmıştır. Yorgunluk oluşmadığı saptanarak iki ön çalışma sonuçları değerlendirilmiş ve hastalara uygulama yapılmıştır.

G E N E L B İ L G İ L E R

Her yaşta verimli olabilmek, kendine ve ülke ekonomisine katkıda bulunabilmek, en azından zararlı olmamak ve hayattan zevk alarak yaşayabilmek için fiziksel gücün, yapılan eforlara uygun olması gerekmektedir.

Fiziksel egzersiz, kişilerin hayatı boyunca az çok yaptığı bir aktivitedir. Kişilerin egzersize verdiği cevabın altında yatan fizyolojik mekanizmaları tanımak çok önemlidir.

Endurans (dayanıklılık) egzersizleri iskelet kasının myoglobin konsantrasyonunu ve kapiller sayısını artırır. Ayrıca kasın mitokondrial yapısı ve respiratuvar kapasitesi üzerinde de değişikliklere neden olur. Aynı düzeydeki submaksimal egzersizin eğitilmiş ve eğitilmemiş kişilerde farklı etkiler meydana getirdiği bilinen bir gerçektir. Antrene kişilerde submaksimal egzersizde homeostazis daha az etkilenir, kan şekeri ve kas glikojeni daha yavaş kullanılır ve yağ oksidasyonu hızlıdır, laktik asit daha az yapılır. Bütün bu olaylar çalışma iş kapasitesinin artmasında önemli rol oynarlar.

Dinlenme halindeki bir bireyin O_2 tüketiminin % 15-30 kadarı kas dokusu tarafından kullanılmaktadır. Dinlenme halinden yoğun egzersize geçişte iskelet kasının enerji kullanımı çok kısa bir sürede 200 katına kadar ulaşabilir (53,74).

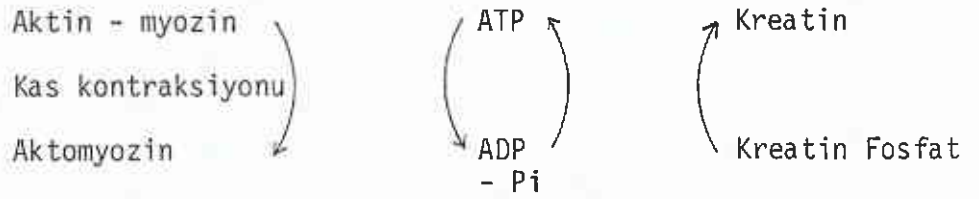
Kas kasılmasının en yakın enerji kaynağı, kasın yapısında bulunan enerji bakımından zengin organik fosfat türevleridir. En son kaynak ise karbonhidrat ve lipid metabolizmalarıdır. İskelet kası ATP (Adenosine triphosphate)'yi kasılma için, 2 yoldan ADP (Adenosine diphosphate)'nin fosforilasyonu ile sağlar :

- a) Anaerobik (glikolitik),
- b) Aerobik (mitokondrial) (12,17,134,169).

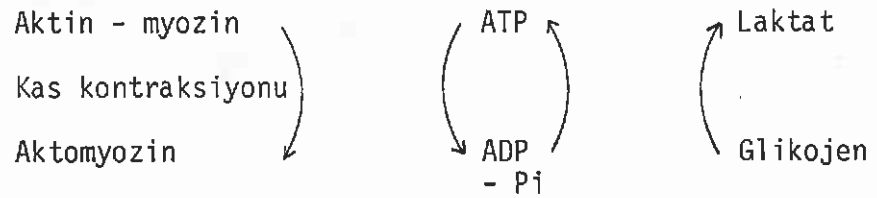
Aşağıdaki şekillerde bu yollar kısaca özetlenmiştir.

Şekil 1 : KAS KASILMASINDAKİ ENERJİ SİSTEMLERİ.

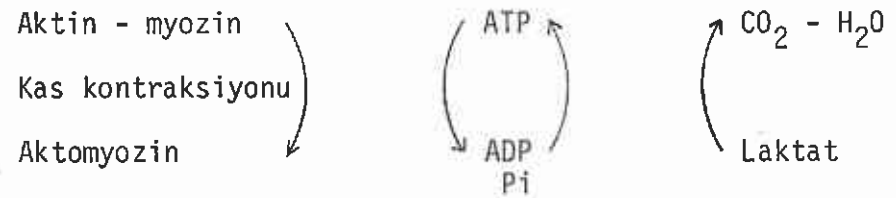
A) FOSFOJEN SİSTEM



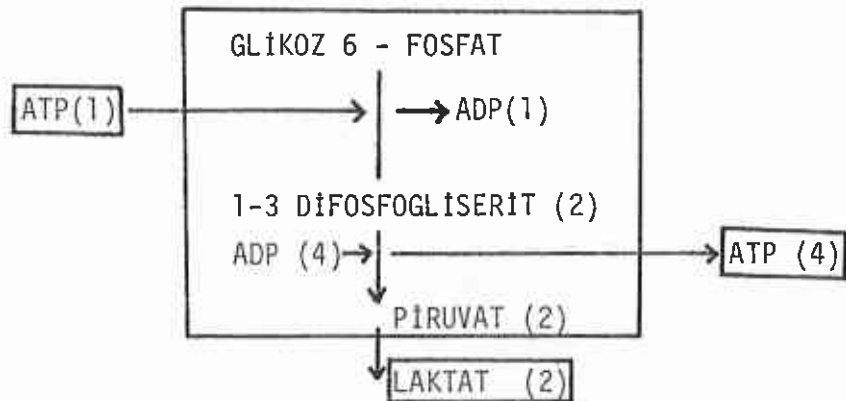
B) ANAEROBİK METABOLİZMA



C) AEROBİK METABOLİZMA



KAS GLİKOJENİ



Kas kasıldığı zaman, ATP parçalanır, ADP ve inorganik fosfat (Pi) seviyeleri yükselir (49).

ATP nin ADP ye parçalanmasında aerobik ortamda meydana gelen bu defosforilizasyon olayında, kasın reaksiyonu asiditeye kayar. ADP'nin CP (Creatine phosphate) ile birleşmesi ile ATP yeniden sentezlenir (Lohmann Reaksiyonu). Bu reaksiyon sonucu serbest kalan kreatinin alkalik etkisiyle kasın pH'sı alkaliye kayar, bu reaksiyon anaerobik ortamda meydana gelebilir.

Kas glikojeni parçalanması ile enerji bakımından zengin olan fosfat bileşikleri açığa çıkar. Kan glikojeni ve kandan kasa geçen glikoz, aerobik koşullarda pirüvik asite parçalanır ve bu da kimyasal bir reaksiyonla laktik asite indirgenir. Bu durumda kasın pH'sı ölçüldüğünde, reaksiyonun asiditeye kaydığı görülür (49,53,169).

Anaerobik koşullarda yorulmuş bir kasın O_2 ortamına bırakılmasında laktik asit okside olur ve pirüvik asit yapılır. Pirüvik asit - laktik asit arasındaki kimyasal reaksiyonlar geri dönüşlüdür (Reversible). O_2 nin ortamda bulunup bulunmayışına göre zıt yönlerde seyreder.

Çalışan kasa yeterli miktarda O_2 nin sağlanmasıyla pirüvik asit bir seri komplike ara metabolik reaksiyonlarla (Sitrik asit siklusu) en son metabolizma ürünlerine, CO_2 ve H_2O ya parçalanır. Burada açığa çıkan enerji ATP ve CP'nin sentezi için kullanılır (169). Aşırı çalışan kasın O_2 gereksinimi tam karşılanamayacak olursa, kasta oluşan laktik asit, diffüzyon yoluyla hücreler arası sıvıya, dolayısıyla dolaşım sistemine geçer. Karaciğerde ve belki de kalpte pirüvik aside okside olur ve bunun sonucunda sitrik asit siklusu yoluyla en son metabolizma ürünlerine parçalanır. Laktik asidin bir kısmından O_2 'li ortamda glikojen ve glikoz yapılır.

Kas içinde nitelikleri kesin olmayan başka enerji kaynakları da vardır. Kasın lipitlerden faydalanabilmesi için, bunların ilk önce karaciğerde keton cisimlerine parçalanması gerekir (169).

Genellikle maksimum O_2 kullanımının % 65-85'inde O_2 harcanan yoğun submaksimal egzersiz boyunca, total enerjinin sağlanmasında yağ asitlerinin yardımı %10 ile %45 lik bir düzeyde değişmektedir. Yağ asitlerinin

kullanımını düzenleyen esas faktörler, kişilerin plazma konsantrasyonları ve eğitim seviyeleridir. Plasma yağ asitlerinin seviyeleri, submaksimal egzersiz boyunca eğitilmiş ve eğitilmemiş kişilerde benzerlik gösterir. Böyle olduğu halde, eğitilmiş kişiler eğitilmemişlere göre enerjinin büyük bir kısmını yağ oksidasyonu ile sağlarlar (74).

Kas içinde enerji sağlanması, iskelet kasının tipine ve maksimum O_2 kullanma kapasitesiyle ilgili iş oranına bağlıdır. ATP kullanım oranı, iş oranı ile yakın ilişkilidir ve bu oran aynı zamanda ATP nin yeniden yapımını etkileyen bir faktördür. İş oranı, egzersizin birinci ve ikinci dakikasında glikojenin laktata dönüşümünden sağlanır. Bu % 50 oranındadır. Bununla birlikte, egzersiz bir saat veya daha fazla devam ediyorsa, anaerobik glikolizis, total enerjinin sadece % 1-2 kadarını sağlar.

Uzun süre orta şiddette yapılan egzersizlerde anaerobik glikolizis, ilk birkaç dakikada oldukça önemlidir. Böylece orta şiddetteki iş boyunca, kas laktat konsantrasyonu, ilk birkaç dakikada artar, plato devresine ulaşır, egzersiz devam ettikçe azalmaya başlar.

Anaerobik ve aerobik fosforilasyon yoluyla ATP nin yapım kapasitesi, kaslar arasında önemli farklılık gösterir.

Anaerobik metabolizma ile dayanılabilen iş yükünde kas çabuk yorulur. Aerobik metabolizma ile ise, kas uzun süreli egzersizde yorulmadan çalışır (12,48,162,169).

Kaslar arasında, enerji metabolizmasındaki ve iş oranındaki esas farklılıklardan sorumlu olan 2 faktör vardır. Birincisi kas lifinin tipi, diğeri ise eğitimin seviyesidir (53).

Son 10 yıldır kas liflerinin yapısal özellikleri üzerinde yoğun araştırmalar yapılmıştır (4,53,58,70,76).

Herbison ve arkadaşları memeli iskelet kas liflerini genellikle üç'e ayırmaktadırlar (53) :

A) TİP IIB Lifleri : Beyaz, hızlı kasılabilen düşük respiratuvar kapasitesi yüksek glikojenolitik kapasitesi olan daha az myoglobin içeren yüksek aktomyozin ATPaz aktivitesi olan liflerdir.

B) TIP IIA Lifleri : Yüksek respiratuvar ve glikolitik kapasiteye sahip, daha fazla myoglobine sahip ve yüksek myozin ATPaz aktivitesi olan liflerdir.

C) Tip I Lifleri : Yüksek respiratuvar kapasiteye ve myoglobine sahip düşük glikojenolitik kapasitesi ve aktomyozin ATPaz aktivitesi olan liflerdir.

Sıçan, domuz, tavşan, kedi, Rhesus maymunu ve insan kaslarının değişik tip liflerden oluştuğu görülmüştür (84). Bu heterogenetik lifler nedeniyle egzersiz boyunca laktatın sadece yapılmadığı aynı zamanda çalışan kasın bunu kullandığını açıklamak mümkündür (76). Ortalama insan iskelet kası kabaca % 50 yavaş, % 50 hızlı kasılan liflerden meydana gelmektedir. Böyle olmasına karşın kişiden kişiye büyük farklılıklar gösterir. Oldukça eğitilmiş endurans atletlerinde tip IIA ve tip I liflerinin aerobik metabolizma için kapasiteleri benzerlik gösterirler. Sedanter kişilerde ise, tip IIA ve B liflerinin farklılıklarını göstermek çoğu zaman zordur (53,74).

Clarkson ve arkadaşları (27) atletlerin vastus lateralis ve gastrocnemius kaslarından alınan biyopsilerde hızlı ve yavaş liflerin yüzdesini belirlemişlerdir. M. vastus lateralis'in yavaş liflerinin 0.80 inin güç testinde, endurans testinde ise liflerinin 0.63'ünün kasılmaya katıldıklarını saptanmıştır. Ayak bileği ekstansiyon kuvveti ile M. gastrocnemius yavaş lifleri yüzdesi arasında ise -0.94 lük bir ilişki bulunmuştur. Maksimal izometrik bacak kuvveti ile hızlı lifler arasında pozitif bir ilişki gösterilmiş, atletlerde, izokinetik diz ekstansiyonu boyunca kuvvet (torgue) değeri ve hızlı lif yüzdesi arasında önemli bir ilişki bulunmuştur (27).

Bolstad ve Erslund'a göre istemli izometrik kontraksiyon boyunca maksimal enerji dönüşümü, insan hızlı liflerinde yavaş liflerden yaklaşık altı defa daha fazla gerçekleşmektedir (20).

Birçok araştırmacı insanda hızlı liflerin yüzdesini farklı kaslarda incelemişlerdir. Schmalbruch ve Kamieniecka 1974'de biceps brakii kasının, M. triseps'ten daha çabuk uyarılabilen hızlı liflere sahip olduğunu gös-

termişlerdir. Bacak kaslarından M. soleus, M. gastroknemius'tan daha az hızlı liflere sahiptir. Diz ekstansörleri ise, karışık lif yapısı göstermektedir (167).

Endurans eğitiminde hızlı lifler aerobik enerji kullanımında birincil rol oynarlar. Sürat koşucularını düşünecek olursak, bunlar 40 msn gibi bir sürede güçlerini artırır ve yüksek oranda hızlı kasılan liflere sahiptirler. Costill ise, mesafe koşucularının endurans için büyük oranda yavaş liflere sahip olduklarını rapor etmişlerdir. Edstrom, ağırlık kaldırırlarda hızlı kasılan liflerin, endurans atletleri ve sedanter kişilerden % 45 daha büyük olduğunu göstermiştir. Hızlı kasılan kas lifleri ağırlık eğitimine, yavaş kasılan liflerden daha iyi cevap verirler (153).

Egzersizin süresi ve şiddeti kas lif tiplerini büyük ölçüde etkilemektedir. Costill ve arkadaşları, uzun mesafe koşucularında, 30 km. lik yarış sonrasında glikojenin tip I lifleri tarafından tüketildiğini, tip II liflerinde ise çok ufak bir değişiklik olduğunu açıklamışlardır. Gollnick ve arkadaşları ise, submaksimal endurans egzersizinde öncelikle yavaş kasılan liflerin kullanıldığını ve tip II liflerinin ise egzersize göre, aerobik eşiğin üstündeki yoğunluklarda kullanıldığını göstermişlerdir. Bu durum merkezi sinir sistemine bağımlı olarak, motor ünitelerin katılımıyla ilgilidir. Yavaş tip I lifleri düşük yoğunlukta egzersizler için seçilmekte ve şiddet arttıkça tip II lifleri olaya daha fazla katılmaktadır. Rehabilitasyonda amaç, dayanıklılık ve endurans ise, özel egzersiz programı tip I liflerine göre seçilmeli ve onlara yüklenmelidir, amaç kuvvet veya güç kazandırmak ise, tip II liflerine göre seçil yapılmalıdır. Örn. biceps brakii ve Rektus Femoris kasları çok farklıdır. Herhangi bir egzersiz ve rehabilitasyon uygulaması bu kaslar için özellik taşımalıdır (58).

Gollnick ve arkadaşları, deltoid ve vastus lateralis kaslarından, değişik egzersiz yükleri ve şartları boyunca alınan biyopsi örneklerinde çalışmışlardır. Eğitilmemiş erkeklerde bu iki kasta çok farklı tipte kas lifleri olmasına karşın, eğitilmiş kişilerde yavaş kasılan kas lifleri daha dominant görülmüştür.

Endurans eğitimini izleyen dönemde kasın glikojen deposunda ve

oksidatif kapasitesinde artış olmuştur. Uzun süreli eğitim, örneğin 5 aylık süre sonunda, hem yavaş hem de hızlı kasılan liflerin oksidatif kapasitesini arttırmıştır. Ayrıca hızlı kasılan liflerin glikolitik kapasitesinde artma saptanmıştır. Bu tip bir egzersiz rejimi, liflerin yapısında bir değişiklikle sonuçlanmaz, fakat yavaş kasılan lifler daha büyük görünür ve kas içinde daha geniş bir sahaya sahiptirler. Eğitilmemiş kişilerle, eğitilmiş kişilere göre egzersiz sonrası glikojenin yeniden sentez oranı farklı bulunmamıştır (17).

Sinirlerinden tekrarlı elektrik stimülasyonla uyarılan değişik tipteki kas liflerinin cevapları karşılaştırıldığında şu sonuçlar elde edilmiştir ; Tip IIB liflerinde, glikojen miktarı azalmış, laktat miktarı artmıştır. Tip I ve IIA ile karşılaştırıldıklarında çok hızlı bir şekilde yoruldukları görülmüştür. Tip I ve IIA lifleri genellikle ufak motor nöronlara sahiptirler. Bu da küçük uyarılarla uyarılabilirliklerini gösterir. Halbuki tip IIB, daha büyük motor nöronlarla innerve edilmiştir. Bu nedenle hafif ve orta şiddetteki iş yükü zorlanmadan tolere edilir (53).

Kan glukozunun kasılan iskelet kası tarafından kullanılması 90 yıl önce Chauveau ve Kauffman tarafından tanımlanmıştır.

Sağlıklı kişilerde kan glukoz konsantrasyonu dinlenme halinde, kısa ve orta veya hafif ve orta şiddetteki egzersizlerde çok küçük değişiklikler gösterir. Ağır egzersizlerde ise % 15-20 bir artma meydana gelir. Orta derecedeki bir egzersiz 90 dakikadan fazla devam ederse, kan glukoz düzeyi giderek düşer. Egzersiz sırasında belirgin hipoglisemi enderdir. Fakat maratoncularda, düşük karbonhidrat alan kişilerde ve insülinle tedavi edilen diabetiklerde bu gözlenebilir (10).

Normal ve diabetik farelerin iskelet kaslarının kontraksiyonları sırasında glukoz transferinin hormonal regülasyonunu araştıran Chiasson ve arkadaşları, kas kasılmasının glikojenin parçalanması ile uyarıldığını, fakat hormonların etkisi ile bu olayın bozulduğunu göstererek, kas kasılmasının glukoz transferi ile artmadığını, kasılan kasın enerji maddesi olarak dolaşımdaki glukozdan ziyade doğrudan doğruya glikojeni kullanmakta olduğunu belirtmişlerdir (26).

YORGUNLUK

Uzun süredir kabul edilen bir görüşe göre egzersiz boyunca laktik asit birikmesi yorgunluğa neden olmaktadır. Bu teori bitkinlik anında, kanda yüksek konsantrasyonda laktik asidin gözlenmesine dayanmaktadır (12,48 , 57,60,162,169).

Egzersiz şiddetinin arttığı durumlarda kanın dağılım kapasitesine bağlı olarak egzersize katılan vücut dokularında O_2 gereksinimi artar. Çalışan kasın daha fazla enerjiye gereksinimi vardır. Bu artan enerjiyi O_2 olmaksızın da sağlayabilir. Laktik asit bu işlem sonunda üretilir, daha sonra kas dışına ve kanın içine yayılır. Kas fizyolojisi hakkında bilgiler arttıkça bu teori sorulara açık kalmıştır. Kasların yapısındaki hızlı kasılan lifler yüksek gerilimde kasılırlar ve çabuk yorulurlar, laktik asidi meydana getirirler. Yavaş kasılan lifler ise bilindiği gibi geç yorulurlar ve çok az laktik asit açığa çıkar. Aradaki ilişki dolaylı olarak, laktik asidin kendisinden çok laktik asit ile uyarılmış kas dokusundaki değişimlere bağlanabilir. Örneğin, laktik asit doku asiditesinin artmasına yardım eder. Sonuçta, kasılma kuvveti azalır, bu da yorgunluğun ilk göstergesidir. Yorgunluğun diğer sebebini biyokimyasal kanunlar ile tanımlıyabiliriz. Laktik asit gibi bir kimyasal madde biriktiği zaman bu maddenin oluşumundan sorumlu olan olaylar yavaşlar veya durur. Bu durumda, yavaşlayan olay enerji yapımını azaltarak kasın kontraksiyona devam edebilme yeteneğini azaltacaktır (160).

Bazı araştırmacılar, iş yükünden önce kandaki laktik asit seviyesi yüksek olduğunda, yorgunluğun daha çabuk yerleştiğini gösterirken, bir kısmı ise bunun tersini savunmaktadır. Kandaki laktik asit, kalp tarafından yakıt maddesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca glikojene çevrilerek glukoz şeklindeki karaciğerde depo edilmektedir. Laktik asit hızlı kasılan liflerden direkt olarak yavaş kasılan liflerin yakınına yayılabilir, yakıt olarak kullanılabilir ve depo edilebilir. Bu nedenle, kanda ölçülen laktik asit seviyesi, laktik asit birikimini yansıtmayabilir. Çok yoğun egzersizden sonra depolanma devrinde hafif aerobik egzersiz yapılırsa, kan laktik asit seviyesi çok çabuk düşmektedir. Bu belki de kalbin laktik asidi bir yakıt maddesi olarak kullanmasına ve toparlanma egzersizinde

yavaş kasılan liflerin çalışmasına bağlıdır. Bu sonuçlar doğrultusunda koşuculara ve yüzücülere egzersiz sonrası tamamen dinlenme yerine orta şiddette egzersiz önerilmektedir. Laktik asit oluşumu ve birikimi, orta mesafe koşucularında çok fazladır. Önemli takım sporlarında atletlerin performansının laktik asit ile etkilenmediği düşünülmektedir (12,160,162).

Eğitim, ayrıca kişinin doku asiditesinde büyük değişiklikler olmaksızın, kandaki yüksek seviyelerdeki laktik asidi tolere etme yeteneğini geliştirir (160). Laktik asidin glikojene dönüşümü, egzersiz sonrası O_2 tüketimi ile test edilmiştir. Kan, kas ve karaciğer laktatı, kas ve karaciğer glikojeni ve kan glikoz konsantrasyonları yoğun egzersiz sonrasında çalışılmıştır. Bu devrede organizma veya kas metabolizması uzun süre yüksek kalan O_2 tüketimi ile karakterizedir. Bu olay ilk defa Hill ve arkadaşları tarafından açıklanmıştır. Egzersiz sonrasındaki yükselmiş O_2 tüketimi egzersiz sırasında verilen laktik asitin 1/5 lik kısmının oksidasyonunu göstermektedir. Bu sağlanan enerji, laktik asitten kalan 4/5 lük kısmın tekrar glikojene dönmesi için gereklidir (21).

Yapılan kapsamlı çalışmalar sonucunda, yorgunluğun derecesinin ortaya konan işle orantılı olduğu saptanmıştır. Ayrıca toparlanma anındaki kalp hızı, kas yorgunluğunun en iyi ölçümüdür (162).

Tanaka ve arkadaşlarının 1984 yılında yaptıkları çalışmanın sonucuna göre, oldukça yüksek seviyede eğitilmiş endurans atletlerinde kan laktat konsantrasyonu, iş yükünün artmasına bağımlı olarak artmakta olduğunu göstermişlerdir (166).

Ventilasyon, egzersiz sırasında önce doğrusal olarak daha sonra yüklenme platoya ulaşınca asemptomatik olarak artar. Vanroux, ventilasyonun asemptomatik olarak ilave artışını, laktik asit oluşumuyla açıklamakta ve kas lifleri anaerobik şartlarda olduğu zaman bu oluşumun arttığını söylemektedir. Bu bağlantıyı ise; hiperventilasyon ve metabolik konsantrasyondaki pH değişikliğinin meydana getirdiğini göstermiştir (172).

Gibbs ve arkadaşları (1985) ise tavşanın retrococcygeus kasının preparatını $27^{\circ}C$ da inceleyerek pH'ın kasın enerji performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Dıştan yapılan uyarı ile olan laktat üreti-

mindeki artış için bir gösterge bulamamışlar, fakat pH değerinin azalması gevşeme süresini geciktirmiş ve sürenin düzelme hızını yavaşlatmış ve O_2 tüketim hızını düşürmüştür (60).

İnsan kuadriseps femoris kasından dinamik ve izometrik egzersizden hemen sonra alınan biyopsilerde ATP, ADP, AMP (Adenosine 5 phosphate), P_c (Phosphoryl creatine), kreatine pirüvat ve laktat analiz edilmiştir. Egzersizin tipi, şiddeti ve süresi dikkate alınmadan laktat ve yüksek enerji kaynağı fosfatların arasındaki yakın ilişkinin düzeyi izlenmiştir. P_c, kas laktat miktarı ile doğrusal olmayan bir ilişki göstermiştir. ATP'nin ADP'ye oranı doğrusal olarak azalırken, laktat miktarı artmıştır. Sonuçta yazarlar ilişkinin steady-state (stabil durum) şartlarında gerçekleştiğini kas pH'sinin ise bunu belirleyen en önemli faktör olduğunu göstermişlerdir (68).

Spande ve Schottelius, fare soleus kasını model olarak kullanmışlar ve phosphocreatinin kullanımını yorgunluğa sebep olan primer faktör olarak göstermişlerdir (17).

Kas yorgunluğunda gerçekleşen olayları anlamak için esas olarak nöromusküler mekanizmanın gamma halkasının gözden geçirilmesi gerekir. Bu anatomik ve fonksiyonel sistem, merkezi sinir sisteminin (MSS), kasların duyu reseptörleri üzerinde değişen derecelerde gerilim ve hareket duyarlılığı meydana getirmesini sağlar. Sonuçta MSS emirleriyle birleşen uyarı intrafusül iğ (spindle) liflerini kasar. Oluşan germe düzeyine göre bunların kasılmaları artar.

Devamlı kasılma durumunda motor birim sayısında artış meydana gelecektir. Bu durum birçok araştırmacı tarafından, yüzey EMG amplitütlerindeki artışı açıklamak için ileri sürülmüştür. Bunu şöyle açıklamak mümkündür ;

1) Bir kas orta şiddette yani maksimum istemli kuvvetin % 15'inin üstünde uzunca bir süre çalışırsa veya çok az dinlenme süresi verilerek tekrar tekrar kasılırsa, ektrafusül motor birimlerinin gerilim kapasitelerinde azalma oluşur.

2) Kas gerekli gerilimi üretmediği zaman iğ duyu organları kas gerilimi kadar gerilirler.

3) Intrafusul kas liflerindeki iğ duyu organlarının artan uyarısı kasın gerilmesine neden olan MSS'in kolaylaştırıcı feed-back'ini artırır.

4) Medulla spinalis'te artan kolaylaştırıcı uyarılar her yüz msn. lik fizyolojik sürede ektrafusul motor birimlerin katılımını artırır.

Rodboud ve Pragay'a göre orta şiddette ve ağır kontraksiyonlar süresince, kasdaki besleyici kan akımı azalır. Bu metabolitler ilgili kasa yakın ağrı reseptörlerini uyararak o bölgede kas ağrısı olarak belirti verirler. Böyle bir ağrının varlığı kişilerde motor performansı doğrudan etkilemez. Çünkü büyük olasılıkla ağrı üreten mekanizma fizyolojik olarak motor birimde gerilimi sınırlayan mekanizmadan tamamen ayrıdır. Ancak bazı kişilerde ağrının dolaylı olarak motor performansı azaltacağı açıktır (24).

Maton ve arkadaşları, biceps brakii kasından EMG kaydı yaparak, yorgunluğun motor ünite aktivitesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Kas uzunluğu ve gerilim aynı kaldığında, kas aktivitesinde bir değişim olmadığını göstermişler ve submaksimal kontraksiyonun başlaması ile bölgesel yorgunluğun oluşmaya başladığı sonucuna varmışlardır (119).

Biceps brakii kası yüksek oranda tip II liflerine sahiptir ve bu lifler yorgunluğun oluşmasında hız açısından rol oynarlar.

Clamann, Ochs ve arkadaşları (1977), Broecker (1979) yaptıkları çalışmalarla kasın lif yapısının dağılımı ile yorgunluk süresince EMG bulguları arasında iyi bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Kas özellikle Tip II liflerine sahipse, kolayca yanılmaktadır. Belli bir bölgedeki kas yorgunluğu, EMG ile de gösterilmiştir (119).

Kas yorgunluğu, kas grubunun maksimal veya maksimale yakın tekrarlı istemli kontraksiyonları sırasında, katılma yeteneğinin olmaması ve azalması şeklinde tarif edilebilir. Oluşan yorgunluğun belirlenmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Kan laktat konsantrasyonu genellikle egzersiz fizyolojisinde anaerobik metabolizmayı ölçmekte kullanılır.

Kas biyopsi tekniği 1962 de tarif edilmiştir. Bu intramuskular

laktat miktarının saptanması için kullanılmıştır (Belgström 1975). Bu yöntem insana rutin olarak uygulanamaz. İntramuskular laktat indirekt yolla matematiksel model kullanılarak saptanabilir.

Brodan ve Kahn (1969), altı dakikalık submaksimal egzersiz boyunca oluşan total laktat miktarını, venöz kan örneğinden ölçmüşlerdir (80).

Kan laktat konsantrasyonu, egzersizi izleyen toparlanma devrinde azalmaktadır.

Hurley ve arkadaşları ise 1984 yılında yaptıkları çalışmada, 12 haftalık bir eğitim programı öncesi ve sonrasında kan laktat düzeyinin eğitimle etkilenip etkilenmediğini araştırmışlardır. Eğitim sonunda maksimum O_2 kullanımının % 55-75'inde gerçekleştirilen submaksimal egzersizde kan laktat seviyesi önemli ölçüde düşük bulunmuştur (79). Eğitilmiş kişiler eğitilmemişlere göre daha az kan laktat konsantrasyonuna sahiptirler (137). Von Boxtel ve arkadaşları ise, çene ve yüz kaslarının endüransı ile, EMG güç spektrumu arasındaki ilişkiyi incelemişler. Bu yöntemle değişik kaslar için farklı güç değerleri buldukları halde, yorgunlukla birlikte bu farklılığın ortadan kaybolduğunu gözlemişlerdir (171).

Hızlı kasılan liflerin çok olduğu kasa sahip kişilerin laktat birikimi daha fazla olmaktadır. Laktat ve metabolit birikimi motor ünite aksiyon potansiyelini feed-back yöntemiyle etkilemektedir (170).

Psikolojik olarak yorgunluk, fiziksel eforun algılanmasıyla ilişkilidir. Bunun yanında EMG değişiklikleri psikolojik cevaplarla paralellik göstermemiştir (94).

Bigland-Ritchie ve arkadaşları (1983), devamlı maksimum istemli kontraksiyon boyunca yorgunlukta EMG değişikliklerini incelemişlerdir. 60 sn lik devamlı istemli kontraksiyon boyunca kontraksiyon hızı düşme göstermiştir. Motornöron deşarj oranındaki devamlı azalmaya bağlı olarak aynı anda EMG de düşüş saptanmıştır. Yazarlar, EMG deki düşüşün, kuvvet kaybına işaret etmediğini vurgulamışlardır (18).

Yorgunluğun erkeklere oranla kadınlarda daha uzun sürede meydana geldiği bulunmuştur. Bunun nedeni kadınların, erkeklerden daha fazla yavaş

liflere sahip olmasıdır. Dolayısıyla daha geç yorulmaktadırlar (90). P.Dl Bruyn-Prevost ve Sturbois ise yaptıkları çalışmada, iş süresi ile laktik asit yapımı arasında yakın ve doğrusal bir ilişki bulmuşlardır. Laktik asit yapımı, glikolizis'den enerji elde edildiğini işaret etmektedir ve iş başlangıcından bitkinliğe kadar sabit bir oranda ilerlediğini ileri sürmüşlerdir (14).

Yorgunluğun derecesi ile biyokimyasal dengesizlik karşılaştırıldığı zaman, iş ve dinlenme fazları arasında ritm yönünden önemli sonuçlar bulunmuştur.

EĞİTİMİN KAS YAPISINA ETKİLERİ, FİZYOLOJİK CEVAPLAR

Egzersizde, aerobik metabolizmanın artması ile kalp hızı, kalp atım solunumu ve arteriyovenöz O_2 farklılığı artar. Eğitimde atım hacminde önemli değişiklikler olur.

Yoğun egzersiz programları, kalbin orta derecede hipertrofisine neden olur. Sonuçta kalp debisi artar ve kalp hızı eğitim programından önceki döneme göre daha az yükselir. Maksimal O_2 tüketimi ve laktik asit yapımı artar.

Anaerobik kapasite eğitimle benzer bir artış gösterir. Fakat buradaki mekanizmalar daha az anlaşılmıştır. Tolere edilebilir laktik asit seviyesi ve O_2 açığı yükselmiştir. Değişiklikler kasın tüm yapısında değil, hücresele seviyede olmaktadır (17).

Tüm kas kontraksiyon tiplerinde olduğu gibi izometrik kontraksiyon ile de kas metabolizması artar. Dinamik egzersizin kan damarları üzerine pompa etkisi olduğu halde izometrikte ise en belirgin etki kompresyondur. Bu ise izometrik egzersizde O_2 geçişi ile gereksinimi arasında eşitsizlik doğurur.

İzometrik kontraksiyonda ortaya çıkan kardiyovasküler cevaplar birçok yazar tarafından araştırılmıştır. Bilindiği gibi devamlı izometrik kontraksiyon, kalp hızı (KH) kardiyak atım hacmi, diyastolik ve sistolik

kan basıncı (KB) ve pulmoner ventilasyonda artışa neden olur.

Nörojenik mekanizmada bu hızlı cevabın meydana gelişinin, iskelet kası ve kalp refleksinin aynı andaki aktivasyonuna bağlı olduğu, vazomotor merkezin uyarılmasının ise kortikal merkezlerden olduğu birçok yazar tarafından belirtilmiştir.

Petrofsky ve arkadaşları (1975) cinsler arasında kalp hızı ve kan basıncı yönünden farklılık bulmamışlardır. Diğer taraftan Rogowsky ve arkadaşları (1978) devamlı izometrik kontraksiyon boyunca kadınlarda daha fazla kalp hızı artışı, erkeklerde ise kan basıncında yükselme tarif etmişlerdir (148).

Kalp hızı ve kan basıncı merkezi sınırların uyarılarından ve egzersiz yapanların reflekslerinden etkilenirler. Kan basıncı ise, kardiyak aktivite ve periferel vasküler dirençten ayrıca etkilenmektedir (94). Egzersiz sonunda metabolitlerin son ürünleri kas içinde kalırlar ve kas reseptörleri yoluyla dolaşım merkezlerini uyararak kardiyovasküler cevapları artırırırlar (162).

Devamlı izometrik kontraksiyonun kalp hızı (KH), kan basıncı (KB) ve plazma katekolaminlerin (epinefrin, norepinefrin ve dopamin) üzerine etkisi araştırılmıştır. Maksimal el kavrama kuvvetinin % 30'una eşit gerilimde, kalp hızında ve kan basıncındaki yükselme kadın ve erkeklerde benzer şekilde olmuştur. Katekolamin seviyelerinde dinlenme ve izometrik kontraksiyon boyunca cins farklılığı bulunamamıştır. Epinefrin konsantrasyonu, izometrik kontraksiyonun birinci dakikasında erkeklerde daha yüksek bulunmuştur. Kadınlarda ise izometrik kontraksiyon boyunca kan basıncı ve kalp hızının düzenlenmesinde epinefrinin rolü çok azdır. Diğer bir sonuç ise, devamlı izometrik kontraksiyonun dopaminin plazmadaki seviyesini kadınlarda erkekler kadar iyi artırabilmesidir (148).

Penny ve arkadaşları (1975) KB ve KH'nı eğitilen kişilerde, eğitilmemişlere göre düşük bulmuşlar ve kolesterol seviyesinin, fiziksel olarak eğitilen grupta azalma gösterdiğini vurgulamışlardır. Campell ise bir değişiklik bulmamıştır. Tüm bu araştırmacılar, eğitimin en belirgin olarak zorlu olduğu dönemde kalp hızından anlaşılabilceği konusunda görüş birliği içindedirler (137).

Nag ise, farklı kas egzersizlerinde dolaşım ve solunum sistemi cevaplarını araştırmıştır. KB'ın kol ile yapılan çalışmada bacak ile yapı-
lana göre daha az olduğunu aynı anda hem ayak hem kolda pedal çevirmek
şeklinde yapılan egzersizin sistolik basınçta azalmaya neden olan kompan-
se edici bir mekanizma olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu egzersizi maks-
imum O2 kullanımını geliştirmede ve fizyolojik reaksiyonları dengelemede
faydalı bir yöntem olarak önermiştir (131).

Kedinin soleus ve mediyal gastroknemius kasında izometrik egzersiz-
de elde edilen bulgulardan, intramuskular basınç her iki kasda da gerilim-
le doğrusal bir ilişki göstermiştir. Kan basıncı ise kas içi basıncının
üstünde bir değerde saptanmıştır (141).

Petro ve arkadaşları, izometrik egzersizin başlamasından sonra
0.5 sn lik bir gecikme ile KH'nın artmaya başladığını rapor etmişlerdir
(61). Maksimal istemli kontraksiyonun yaklaşık % 15'inde yapılan egzer-
sizde KH'da önemli bir değişme olmamaktadır. % 25-35 lik düzeylerde ilk
bir dakikadaki artış önemlidir. İzometrik egzersizde yine KB'da ani bir
artış olduğu birçok yazar tarafından rapor edilmiştir. İzometrik maksimal
egzersizin % 15 lik düzeyinde, egzersizin başlangıcından itibaren sisto-
lik KB'da önemli bir değişiklik olmaz. Diastolik KB değişikliği ise 1 da-
kika sonra olur. Maksimal istemli kontraksiyonun % 25'inde yapılan eğitim-
de ise hem sistolik hem de diastolik KB'da artış başlangıçta olmakta ve
platoya ikinci ve üçüncü dakikada ulaşmaktadır (61).

KAS KUVVETİ VE DEĞERLENDİRME TEKNİKLERİ

Kas kuvveti; kişinin kasında belli bir zaman içinde oluşturduğu kuvvet veya torque'u ortaya çıkarma kabiliyetidir (106). Başka bir deyişle, maksimal kontraksiyona uğramış kası nötral boyuna getirebilen kuvvet kasın gerçek kuvvetidir. Torque ise, uygulanan birim kuvvet ile bu kuvvetin dönme eksenine olan dik mesafesinin çarpımının oluşturduğu döndürme momentine torque denir. Bu yetenek esas olarak kasların kasılma gücüne bağlıdır. Kuvvetin mutlak değerleri kastan kasa farklılık gösterir ve kasın 1 cm^2 enine kesitine düşen kas kuvveti 3.6-10 kg. arasında değişmektedir. Bütün diğer faktörler eşit olduğu takdirde, kasın mutlak kuvveti birim yüzeyin genişliği ile orantılıdır (128).

Kas kuvvetini şu faktörlerle değerlendirebiliriz :

- a) Kas enine kesit alanı ile ilişkisi,
- b) Total kuvvetle ortaya konan kesin kuvvet,
- c) Rölatif kuvvet ki bu vücut ağırlığı veya yağsız vücut ağırlığı ile ilişkilidir.

a) Enine kesit alanı ile ilgili kuvvet :

İnsan iskelet kası her iki cinsten de enine kesit alanının her cm^2 si için ortalama 3-4 kg. lık kuvvet oluşturur. İnsan vücudunda ortaya çıkan kuvvetin kapasitesi kemiklerin değişik biçimde biraraya gelmelerine bağlıdır. Kol fleksör kaslarının kuvveti erkekler ve kadınlarda kasın enine kesit alanı gözönüne alınarak karşılaştırılmıştır. Kişiler büyük enine kesit alanları ile daha büyük kuvvet ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte kas kuvveti aynı enine kesit alanına sahip cinslere göre az da olsa değişiklik gösterir. Kol fleksör kaslarının erkeklerde kadınlara oranla daha kuvvetli olduğu saptanmıştır (121).

Diz ekstansör kaslarının enine kesit alanı, erişkin erkeklerde, eğitilmemiş kişilerde, maraton ve hız koşucularında araştırılmıştır. Hepsinde ekstansiyon kuvveti ve enine kesit alanları arasındaki ilişki % 58 oranında bulunmuştur. Hız koşucularında diz ekstansiyon kuvveti maraton-

culara göre önemli ölçüde artmış bulunmuştur. Yine bu grubun kaslarının enine kesit alanları ve her ünite düşen kuvvetin maratonculardan daha fazla olduğu gösterilmiştir. Maughan ve arkadaşları, kuvvet yönünden farklılığı, hız koşucularının daha yüksek oranda hızlı kasılan liflere sahip olmalarıyla açıklamaktadırlar (120). Duffin (1977) ise, kasın en geniş yeri ile kas kuvvetinin bir ilişkisinin olmadığını ileri sürmüştür (45).

De Carvalho ve arkadaşları (1985) dinamik kuvvet eğitimiyle çalıştırılan kuadriseps femoris kasının enine kesit alanını ultrasonografi yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Bu yöntemin çok kullanışlı olmadığını belirtmişlerdir.

b) Total kuvvetle ortaya konan kesin kuvvet :

Kuvvet, mutlak kuvvet ile karşılaştırıldığında tüm kas grupları için erkekler, kadınlardan genellikle daha kuvvetlidir. Kadınların erkeklerden daha az kuvvete sahip olmaları, onların daha küçük kas yapısından ileri gelmektedir (153). Bu sonuç, sadece kuvvet eğitimi yapan kadın atletlerde farklı olabilir.

Ikai ve Fukunaga'nın yaptığı çalışmada, üst ekstremitelerin 11 değişik pozisyonunda mutlak izometrik kuvvetler ölçüldüğünde, kadınların erkeklerden % 56 daha az kuvvete sahip oldukları görülmüştür. Diğer 5 ayrı testde bacak kuvveti için yapılmış, kadınların kuvveti ortalama olarak erkeklerin kaydedilen maksimum kuvvet değerlerinin % 72'si kadar bulunmuştur. Kadınlar ve erkekler arasında dinamometrik kuvvet ve ağırlık kaldırma karşılaştırılmıştır. Kavrama ve bacak statik kuvvetleri dinamometre ile ölçülmüştür. Mutlak kuvvet, erkeklerde kadınlardan 1/3 oranında daha büyük bulunmuştur. Bu da kadınlarda dinamik kuvvetin erkeklerin % 70'i kadar olduğunu göstermektedir. Test edilen kas gruplarına bağlı olarak bu farklılık % 59-84 arasında değişmektedir (121).

352 kişi üzerinde yapılan bir çalışma ile izometrik ve izokinetik olarak ölçülen torque değerleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. En fazla ilişki, izometrik test ile düşük hızdaki izokinetik test arasında ve izokinetik hızlar birbirine yakın olduğu zaman bulunmuştur. Daha süratli hızlarda izometrik kuvvet ilişkisi daha azdır (97).

c) Vücut ağırlığı ve yağsız vücut ağırlığının kuvvet ile ilişkisi :

Yağsız vücut derken, az bir vücut yağının varlığı kabul edilmiştir. Wilmore (1974) yaptığı bir çalışmada, vücut büyüklüğü ve şekli gözönüne alınarak test yapıldığı için cinsler arasındaki büyük kuvvet farklılıklarını azalttığını göstermiştir. Gerçekte, kadınlarda yağsız vücut ağırlığının her kg.'ı için bacak itme kuvveti 1.0 gibi sabit bir değer altında bulunmuştur. Bu değer, her iki cins için eşit olan değeri ifade etmektedir.

Pratik olarak, aynı kiloda kadınlar erkeklerden daha fazla vücut yağına sahiptirler. Sonuç olarak kadınların vücut ağırlığının her bir ünitesinin kuvveti genelde azdır (121).

Maksimal istemli izometrik kontraksiyon (MİK) ile vücut ağırlığı arasındaki ilişki araştırıldığında, erkeklerde diz ekstansiyon MİK'i ile kilo arasında doğrusal bir ilişki bulunmuş, fakat kadınlarda bu ilişki gösterilmemiştir (136).

MİK kuvveti, kişiden kişiye, ekstremitenin ölçüsüne, fiziksel eğitiminin derecesine ve diğer faktörlere bağlıdır. Değişik yaştaki normal kişiler arasında, M. kuadriseps femoris'in MİK kuvveti, vücut ağırlığı ile yakın ilişkili bulunmuştur. M. kuadriseps femoris ağırlık taşıyan kas olduğu için standart kabul edilmiştir. Kuvvetli alt ekstremiteler ile diğer sağlam, fakat daha zayıf olan arasındaki % 8.5 luk bir kasılma kuvveti farkı bulunmuştur.

Erişkin kişide, normal MİK (M. kuadriseps femoris için) basit bir yöntemle belirlenebilir. Kg. olarak MİK kuvveti, kişinin vücut ağırlığının (Kg.) % 75'ine eşittir. Bunun en alt sınırı ise yaklaşık olarak vücut ağırlığının yarısı kadardır. Çocuklarda bu yöntem geçerli değildir (46).

Diz ekstansör kas kuvvetinin sonuçlarını etkileyen faktörler içinde cins farklılığı, diz eklem pozisyonu, kas kontraksiyon tipi, hızı ve süresi sayılabilir. Bunun yanında, yaş faktörünün de unutulmaması gerekmektedir.

Diz fleksör ve ekstansör kaslarının maksimum izometrik ve izokinetik

torque değerleri 3 farklı diz eklemi pozisyonunda 72 sağlıklı erkekte, 3 değişik yaşı grubunda ölçülmüştür. İzokinetik kontraksiyon kuvveti, tüm eklem pozisyonlarında izometrik kontraksiyondan daha azdır. En yaşlı grubun genç gruba göre, maksimal torque değerlerine ulaşması izometrik kontraksiyon boyunca daha geç olmuştur (130).

71-81 yaşları arasındaki kadın ve erkeklerde kas kuvveti ölçülmüştür. 80 yaş grubunda diz ekstansiyon kuvveti % 30 azalmıştır. Plantar ve dorsal fleksiyon kuvveti hariç, diğer tüm kasların kuvveti kadınlarda, erkeklerden önemli ölçüde az bulunmuştur. Kaslarda kuvvette azalma, bacak kaslarında % 40, kol kaslarında % 30'dur (36).

Johnson (1982) iskelet kasının, yaşla ilgili değişikliklerini saptamak için 30 sağlıklı orta derecede aktif kadında kuadriseps femoris kasının izometrik, izotonik kuvveti ve enduransını araştırmıştır. 20-29 yaşları arasındaki genç grup, hem izometrik hem de izotonik olarak yaşlı gruba göre (50-80 yaş arası) daha fazla torque değeri göstermiştir. Fakat enduransta farklılık bulunmamıştır. Kuvvet ile yaş arasında negatif bir korelasyon bulunmuş, yaş ile izometrik endurans arasında kısmi bir ilişki gösterilirken, izotonik endurans ile önemli bir paralellik bulunmamıştır. Enduransta değişiklik olmamasının nedeni hızlı kasılan liflerin yaşla birlikte atrofiye uğramaları ve laktat birikiminin azalmasıdır (88).

135 erişkin sedanter kişide yapılan araştırmada izokinetik ve statik torque değerleri (20-29 yaşları arasında) birbirine yakın bulunmuştur (56).

Bir kas kasıldığı zaman, etki ettiği eklemden stabilizasyon ve rotasyona neden olur. Kas kuvvetinin ne kadarının stabilizasyon, ne kadarının rotasyon komponentine ait olduğu, o kasın tendonunun yapıma açısına göre belirlenir.

Kuadriseps femoris kasının rotatör ve stabilizatör kuvvetlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada, dört kadavra üzerinde çalışılmıştır. M. Rektus femoris ve M. Vastus intermedius'un rotatör etkilerinin olmadıkları, M. Vastus medialis'te ise bu etkinin en fazla olduğu bulunmuştur. M. Vastus Lateralis'in hem stabilizatör hem de rotatör, M. Rektus

femoris'in ise kuvvetli stabilizatör etkisi olduğu saptanmıştır. Genel olarak diz ekstansör kaslarında rotatör etki, stabilizatör etkinin 1/3'ü kadardır (66).

Knapik ve arkadaşları (1983) kuvvet testi yapılması gerektiği zaman izometrik, izotonik ve izokinetik yöntemlerden bir tanesinin yeterli olduğunu, eğer diğer metodlar denenecek ise o zaman da aynı açı değeri kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir, çünkü açı farklılığı özellikle izokinetik kuvvette testleri oldukça etkilemektedir (98).

Kreps ve arkadaşları (1983) 30 normal, 18 post-menisektomili ekstremitede araştırma yaparak, motor ünite aktivitesinin sadece eklem açısına bağlı olmadığını, fakat periferel reseptörlere ait feed-back'e de bağlı olduğunu tesbit etmişlerdir (104).

Motor sinir, kastaki tek lif tipini innerve eder. Yavaş liflerin motor üniteleri daha küçük hücre yapısına sahiptir. Bu küçük hücreler kolayca aktive olurlar. Günlük yaşamda bir bardak su içmek için kol kaslarının maksimal kontraksiyonunun sadece % 20'si kullanılır. Bunun için en uygun lif tipi ise yavaş liflerdir. Daha fazla kuvvete ihtiyaç olduğunda, vücut daha fazla kas lifini fonksiyonel hale getirir. Birey, istemli kasılmada tüm motor ünitelerini ateşleyemez. Bu, gerçekten kuvvet yönünde bir eksikliktir. Elektrik stimülasyonu ise teorik olarak her kas lifinin kontraksiyonuna sebep olur.

Kontraksiyon hızındaki artış, üretilen kuvvette azalma ile sonuçlanır. Yüksek hızda, yavaş hızdaki gibi fazla kuvvet üretmek imkansızdır. Bunun nedeni, kas kontraksiyon yaparken birbirini geçerek kayan aktin - myozin filamentlerinin maksimum kuvvet üretimi için gereken gerilimi sağlayabilecek yeterli zamana sahip olmamalarıyla açıklanabilir (76).

Coleman ve arkadaşları (1970) kuvvet zaman eğrisi ile kuvvet derecesi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. İkisi arasında önemli bir ilişki saptamamışlardır (28).

Kas kuvveti ve endurans üstüne tedavi ajanlarının etkileri araştırılmıştır. Deneklerin % 75'i soğuk yastık uygulamasından sonra daha fazla iş yapabilmışlerdir. Sıcak yastık sonrası % 38 denekte artış olmuştur. Tedavi ajanlarının kuvvet artırmada etkili olmadıkları gözlenmiştir (175).

Kas Kuvveti Ölçümü :

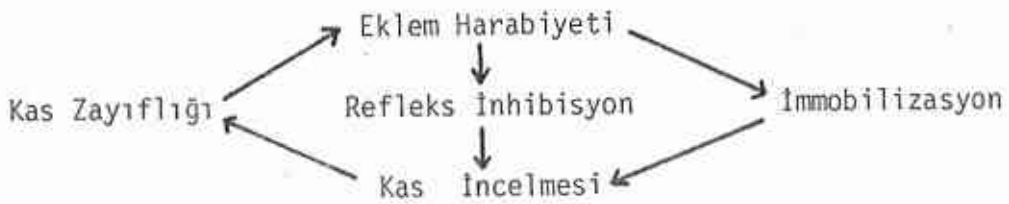
Genellikle 6 yöntemle yapılabilir ;

- 1- Kas testi,
- 2- Tensiometre,
- 3- Dinamometre,
- 4- Bir maksimum tekrar,
- 5- Kompüter yardımıyla kuvvet ve işin gösterilerek belirlenmesi şeklindedir (121),
- 6- Yield veya Break adı verilen ve Beasley tarafından geliştirilen elektronik myodynagraf'ta kullanılmıştır (123).

Hammer Smith (1973-1974) el tutma dinanometresini geliştirmiştir. Edwards (1974) de ve Mc Donald (1976) da Hosking Klinik uygulamasını tanımlamışlardır (81).

KAS ATROFİSİ

Kas - iskelet sisteminde yaralanma sonrasında kas atrofiye olur. Kas kuvvetindeki zayıflama ve atrofi diz eklemi yaralanmasına bağlı olarak ortaya çıkan refleks inhibisyon ve kullanmama sonucudur. Refleks inhibisyon mekanizmasını şöyle özetlemek mümkündür :



Kasların refleks inhibisyonu ;

Yaralanmış eklem etrafındaki veya içindeki reseptörlerden gönderilen afferent stimülasyonun, spinal kolon anterior boynuzundaki alfa motor nöronlarının (α MN) aktivasyonunu önlemesiyle oluşmaktadır. Her zaman inhibisyonun sebebi ve hangi reseptörlerin stimüle olduğu açık değildir.

Örneğin, ödem inhibisyonun bilinen sebebidir. Ödem tek başına inhibisyon için yeterli olabilmektedir. Ufak bir ödem dahi inhibisyon oluşturur ve kas kuvvetini kısıtlar. Çok şiddetli inhibisyonlarda ödemin aspirasyonu gereklidir. Fakat Antrade ve arkadaşları (1965), ödemin her zaman oluşmadığını gözlemişlerdir. Ayrıca, eklem reseptörlerinden giden inhibitör stimülasyonun merkezi yolu tam olarak bilinmemektedir.

Menisektomi ve artrotomi öncesi ve sonrası hastaların kuadriseps femoris kasının inhibisyonu düz bacak kaldırma hareketi boyunca EMG ile araştırılmıştır. Post-menisektomiye bağlı inhibisyon ilk 3 gün boyunca çok şiddetli olmaktadır (% 70-80 oranında), iki hafta boyunca ise % 37 oranında kalıcı olmaktadır. Ağrı bu dönemde görülmeyebilir (163).

Diz eklemine lokal anestetikler verilerek 4-5 saat için inhibisyonu geçici olarak bloke etmek mümkün olmaktadır. Transkuteneal sinir stimülasyonunun bu inhibisyonu azaltmadığı tesbit edilmiştir.

Alçı ile yapılan immobilizasyon sonucunda kuadriseps femoris kas çevre ölçüsünde % 25, izotonik kuvvette % 30 ve statik kuvvette % 43 azalma, kas enduransında minimal değişme bulunmuştur.

Diz sakatlıklarını takiben ortaya çıkan atrofi, öncelikle yavaş kasılan kas liflerinde görülmektedir. Bunun büyük olasılıkla postür kaslarında normal propriosepsin duyusunun kaybına bağlı olarak yavaş kasılan liflerin cevabı olduğu sanılmaktadır. Yavaş lifleri takiben, hızlı liflerde yaralanma sonrası atrofiye olurlar. Hızlı liflerin fonksiyonunun bir numaralı inhibitörü ağrıdır. Yaralanma sonrasında ağrı ve ödem nedeniyle hareket çok azalmıştır. Rehabilitasyonda, öncelikle yavaş lifler atrofiye olduklarından yavaş hızda eğitime başlanmalı, ağrı ve ödemi çözdükten sonra diğer yöntemlere geçmelidir. M. Kuadriseps'e faradik stimülasyon kas fonksiyonu için faydalı olmakta, refleks inhibisyonu da etkilemektedir (105,153,157,163).

KUVVET EĞİTİMİ :

Kas kuvvetini arttıran yeterli ve uygun uyarı, kasın uyarmak için gerekli eşik değer kadardır. İstenilen hızlı ve son derece etkili kuvvet artışı için mümkün olan en uygun eğitim stimulusu verilmelidir.

İzometrik (statik) kontraksiyon boyunca kasın ortaya çıkardığı kuvvet oranı daima, izotonik (dinamik) kontraksiyon boyunca olan kas kuvvetinden daha büyüktür.

Günlük yaşamda, bazı kas grupları diğerlerine göre daha fazla baskı altındadır. Bu nedenle, kas gruplarının başlangıç değerleri farklı olduğu için eğitim ile artan kuvvet de farklı olacaktır. Fiziksel olarak eğitilmiş kişilerde daha sık kullanılan vücut kasları (örneğin; önkol ekstansör ve fleksörleri) hemen hemen maksimal kuvvet değerlerinin % 76-80'ine sahiptirler.

Sistemik eğitim çalışmaları sonunda az bir efor ve çaba ile kas kuvveti artabilmektedir. Deneysel şartlarda, kaslar en gevşek olabilecekleri pozisyonda yerleştirilerek ve günde bir defa maksimum kuvvetin yüzdelerinde sağlanan kuvvete karşı kasılırlar. Eğer gerilim maksimal kuvvetin % 20-30'unda ise kas kuvveti aynı kalmaktadır. Bundan daha az ise kas var olan kuvvetini kaybetmektedir (kas atrofisi). Maksimal kuvvetin % 30-50'si arasındaki kasılmada ise önemli bir kuvvet artışı vardır.

İnaktivite sırasında kas eğitimle kazandığı kuvveti tekrar kaybetmektedir. Kas kuvvetinin kazanılması ve kaybedilmesindeki hız doğru orantılı bulunmuştur. Kuvvet, süratle kazanıldığı zaman, yavaşca kazanıldığından daha hızla kaybedilmektedir.

Kuvvet eğitim yöntemi ve değerlendirilmesi, kişinin özel gereksinimine göre belirlenip seçilmelidir. İzometrik olarak eğitilmiş bir kas, izometrik olarak ölçüldüğünde kas kuvveti daha gerçekçi değerlendirilir. Ağırlıkla çalıştırılmış bir kas ise, ağırlık kaldırmada değerlendirilirse daha kuvvetli bulunabilir. Kuvvet eğitimindeki bu özellik şöyle açıklanabilir; Tüm istemli hareketler nöromüsküler paternlere göre güzel bir şekilde düzenlenmişlerdir ve harekette sadece kasın kuvveti kullanılmaz.

Çünkü, açığa çıkan kas eforu sadece o bölgedeki etkenlere değil (ki bunlar kas lif yapısı ve enine kesittir) aynı zamanda nöral faktörlere de bağlıdır. Bu faktörü ise motor ünitelerin ateşlenmesi ve olaya katılımlarının etkisi saptar.

Temel olarak 3 tip eğitim şekli vardır. Bunlar; izometrik, izotonik ve izokinetik'dir (17,101,121).

İzometrik Eğitim : Rehabilitasyonun erken devresinde kullanılmaktadır. Almanya'da yapılan araştırmalar sonucunda izometrik kuvvette haftalık artışın % 5 olduğu gösterilmiştir. Burada kişiler günde tek bir maksimum kontraksiyonu 1 sn. süreyle yapmışlar ya da 6 sn. süreyle maksimum kontraksiyonu 2/3'ü kadar kasmışlardır. Bu egzersizleri 5-10 defa yapmakla izometrik kuvvette çok büyük bir artış elde edilmiştir. Bu sonuçlar, başlangıç kuvvetleri ve yaşları farklı kişilerde gözlenmiştir.

İzometrik egzersiz ile kuvvet artışı, kontraktil proteinlerin sentezi ile birliktedir. DNA - RNA sistemine bağlı olarak, kişi amino asitleri biraraya koyarak bir blok inşa eder ve özel proteinleri sentezler. Bunlar kas için gerekli olan aktin ve myozin'dir. Proteinler beslenme yoluyla alınırlar, eğer diyetle gerekli proteinler yoksa kas dokusunda sentez oluşmaz.

İzotonik Eğitim : Tüm eklem hareket alanı içinde direnç ve ağırlıkla gerçekleştirilmektedir.

İlk sistematik programlardan bir tanesi De Lorme ve Watkins (1945) tarafından tarif edilmiştir. Bu program ilerleyici dirençli egzersiz olarak bilinmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır. De Lorme tekniği Zinovieff ve arkadaşları tarafından (1951) Oxford tekniği olarak değiştirilmiştir. Burada ağırlığa ilave yapılmaz, azaltılır.

Denekler tarafından De Lorme tekniği, Oxford'dan daha az yorucu bulunmuştur. Yapılan araştırmalar, Oxford tekniğinin, De Lorme tekniğinden daha az etkili olduğunu göstermiştir.

Hellebrant, Hellebrant ve Houds yaptıkları çalışmalarda, kasın iş

kapasitesi geliştirmenin sadece ilerleyici artan yük ile olmadığını, ayrıca sabit yük ile ilerleyici artan tekrarlarla olabileceğini göstermişlerdir. Bunun için metronom kullanılabilir, çok yaygın bir kullanımı yoktur.

Terminal Kuadriseps egzersizlerinde kullanılan bir diğer yöntem de N-K masasıdır. Yine Elgin masası da fizik tedavi departmanlarında kullanılmaktadır (100,101).

İzokinetik Eğitim : Metodlar içinde en yaygın olarak kullanılanıdır. Burada egzersizin hızı kontrol edilmekte ve direnç değiştirilmektedir. İzokinetik egzersiz hem hızlı hem yavaş yapılabilir. Kas, eklemin hareket alanının her noktasında yüklenebilir. Bu egzersiz tipinin avantajı, kişinin performansı için gerekli olan özel hızda ekstremitenin çalıştırılabilmesidir. Bu programda, ağrı ve yorgunluk sınırına göre çalışma yapıldığından sakatlığın tekrar şansı çok azdır. İzokinetik egzersiz, çok yaygın olarak Cybex ve Orthotron sistemleriyle oluşturulan aletlerle uygulanmaktadır. Son 10 yıldaki en önemli gelişme Cybex II dinamometresinin kullanım alanına girmesidir. Bu aletle, kişinin kuvveti, gücü, dayanma gücü, gerilim hızı ölçülebilmektedir.

Eğitim sonuçları şöyle özetlenebilir;

- 1- Kasların kuvvet kapasiteleri büyük ölçüde santral sinir sisteminden etkilenmiştir,
- 2- Kaslar yüklenme ile kuvvetlenir, hipertrofiye olur veya gelişme gösterirler. Bu olay, her lifin etrafındaki hücre sayısındaki artış ve konnektif doku hücrelerinin proliferasyonu, myofibrillerin kalınlaşması ile protein sentezinin artmasıyla meydana gelir.
- 3- Kas hipertrofisi genellikle liflerin kontraktıl mekanizmalarının içindeki yapısal değişikliklerle karakterizedir. Özellikle de bu lifler hızlı kasılan liflerdir.
- 4- Kısa süreli eğitim çalışmalarında kadınlar, erkekler gibi kuvvette benzer bir gelişme gösterirler, fakat bu kas hipertrofisi için geçerli değildir. Bu da muhtemelen kadınlar ve erkekler arasındaki hormonal farklılıklara bağlıdır.

- 5- Uygun ağırlık çalışma egzersizleri az da olsa kardiyovasküler - aerobik uygunluk sağlarlar.
- 6- Kuvvet eğitimi sırasında kaslarda duyarlılık ve sertlik ortaya çıkabilir (17,73,121,133,153,162).

ELEKTRİK STİMULASYONU :

Sinir ve kasa dışardan elektrik stimülasyon uygulanması, kasın yeniden eğitimi, atrofinin gecikmesi, spastisitenin geçici olarak azaltılması, kontraktürler ve ödemin azaltılmasında kullanılmıştır.

Hnik, 1841 ile 1960 yılları arasındaki literatürü gözden geçirmiş ve aşağıdaki sonuçları belirlemiştir ;

- 1- Elektrik stimülasyon (ES) denervasyon atrofisinin önlenmesinde tedavi edici bir yöntem gibi kullanılmıştır. Normal doku üzerindeki çalışmalar, denerve doku çalışmalarını tamamlayıcı ve tesadüfen gerçekleştirilmiştir.
- 2- ES'nun etkileri, kullanılan ES tipine bağlı olarak değişmekte, ayrıca tedavi şekline ve tedavi edilen hayvan türüne bağlı olmaktadır.
- 3- Denerve olmuş kasın tedavisi sonucunda elde edilenler, normal denervasyonu olan kastan farklı olarak gözlenmiştir. Sonuç olarak, denerve kas üzerinde yapılan çalışmaların sonuçları normal kaslar için genelleştirilemez.
- 4- ES'nun normal kastaki etkileri üzerinde raporları farklı olmasına karşın sınırlı sayıda çalışma başarılmıştır. Normal kasın ES'na verdiği cevaplar normal istemli aktivite sonucunda elde edilenlere benzemektedir. Bunlar hemen ve uzun süreli, metabolizma, kapillarizasyon, kan akışı, glikojen, potasyum miktarı, liflerin büyümesindeki değişiklikler ve eğitimle birlikte olan yani istemli aktivitede kasın ortaya koyduğu gerilim kabiliyetindeki değişikliklerdir.
- 5- ES ile tedavi ve eğitim sonrası kasın ortaya koyduğu gerilim

kuvveti ile beraber kasın fonksiyonel kapasitesindeki artış, herhangi bir gizli etkiden çok kasın bir dirence karşı yaptığı kontraksiyonlara bağlıdır (118).

Rus araştırmacı Kots (1977) tarafından tekrar ilgi alanına çekilen ES, yeniden yaygın hale gelmiştir. Kots, ES'un faydalarını şöyle sıralamaktadır ;

- a- Yaralanmış sahadan ağrının uzaklaştırılması,
- b- Yerel kan akışının artması (1),
- c- Kasın kuvvetlenmesi,
- d- Kasın enine kesit alanının artması,
- e- Algılamayı arttırarak kas kontraksiyonunun ve fonksiyonunun kolaylaştırılmasıdır (13,34).

Kots, hem sağlıklı hem de sakatlığı olan kişilerde ES ile çalıştırılan kastan etkili bir kuvvet artışı olabileceğini bulmuştur. Kots ayrıca, bir kasın ES ile istemli kontraksiyondan daha fazla kasıldığını söylemiştir. Çünkü motor ünite katılımı ES'da artmaktadır. Yazarın iddiasına göre, yüksek şiddetteki akımlar maksimal istemli kontraksiyonda % 10-30 arasında daha fazla kasılma oluşturmaktadır (126).

Kots'un çalışmalarından sonra bu konuda yapılan araştırmalar artmıştır. Bunların büyük bir kısmı normal kişilerde ve normal dizleri olanlarda kuvvet artışı üzerinde yoğunlaşmıştır. Ayrıca, kuvvet kazanma yönünde ve biyokimyasal kas karakteristikleri üzerinde çalışılmıştır. Yakın zamanda ise istemli kasılma ve ES'un maksimal kasılma kuvveti üretmelerindeki ilişkiler araştırılmıştır.

Klinisyenler farklı özellikli ES cihazlarını değişik amaçlarla kullanmışlardır.

Sayısız kombinasyon; elektrotların yerleştirilmesinde, dinlenme sürelerinde, her eğitim veya test süresindeki kontraksiyon sayısında, ES akım şekilleri akım şiddetlerinde, deneğin vücut pozisyonu ve kas kasılma kuvvetini etkileyebilecek diğer faktörlerde denenmiş, eğitim programlarının sonuçları rapor edilmiştir.

Bunlar içinde elektrotların yerleşimi ve kontraksiyonlar arasındaki dinlenme periyodu önemli olmuştur.

İki tane çok yaygın olarak kullanılan elektrot yerleştirme şekli vardır. Bunlar monopolar (veya unipolar) ve bipolar tekniklerdir.

Monopolar yerleşimde, bir elektrot seçilen kasın sinirinin gövdesi veya motor noktasının üstüne konur, diğer elektrot ise vücudun herhangi bir kısmına yerleştirilir. Bipolar teknikte ise elektrotlar hedeflenen kasın zıt uçlarına yerleştirilir. Böylelikle büyük miktarda akım geçişi iki uç arasında tutulmuş olur.

Monopolar tekniğin kullanımı literatürde daha sık rapor edilmiştir. Oldukça sık olarak bir elektrod femoral üçgende sinir üstüne, ikinci elektrot ise M. kuadriseps femoris grubunun distaline yerleştirilir (30, 34,74).

Normal innervasyonu olan kasta heriki teknikte de sinir liflerinin uyarılmasına bağlı olarak etkili kasılma elde edilir. Esas sinir gövdesi veya kas içindeki sinir lifleri, kasın kendi liflerinden daha kolay uyarılırlar, çünkü kas lifinin uyarılma eşiği, sinir lifinin uyarılma eşiğinden daha yüksektir (30).

Innervasyon kasın stimülasyonunda voltaj yeteri kadar fazla ise, minimal etkili stimulus süresi 0.02 msn. dir ve 1 msn. kadar kısa uyarılarla kas kolayca uyarılabilir (101).

Birçok araştırmacı, ES ile tetanik kas kontraksiyonu elde etmektedir. Bu akımlar 33 ile 1000 uyarı/sn.'de olacak şekilde bir değişim göstermektedirler. Newton ve arkadaşları, yüksek voltajlı kesikli stimülatörlerin elektrotları altındaki deride pH ölçümü yaparak, kimyasal reaksiyon olmadığını göstermişlerdir (132).

Çok hızlı oranda (1000 uyarı/sn.) kullanılanlar kas kuvvetinin artmasında başarılı olmamışlardır. İyi bir sonuca ulaşıldığını vurgulayan çalışmalarda 33-50-60-65-200 uyarı/sn. kullanılmıştır. Çeşitli dalga biçimleri denenmiş yarım dalgalar, faradik, Surge'li (trapezoid) ve rektangüler dalgalar başarıyla kullanılmışlardır (34).

Delitto ve arkadaşları (1985) kas stimülasyonunda 3 farklı dalga şeklini rahatlık açısından karşılaştırmışlardır. M. kuadriseps femoris kas grubu üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada, 2500 Hz'lik, 50 uyarı/sn. olan akımla maksimal istemli kontraksiyonun % 60'ını sağlayan sinüzoidal, üçgen ve kare dalga şeklindeki akımlar kullanılmıştır. Her üç dalga şeklinin uygulamada rahatlık açısından farklı olmadığını saptamışlardır. Araştırmacılar, stimulus şiddetini, uygulanan kişinin toleransına göre kullanmışlardır. Bununla birlikte, gerçek şiddetler aletin gösterdiği ölçüme bağlı olmaktadır. Örneğin, (60 mA ve 100 V gibi) sıklıkla akım şiddetinin seviyesini belirlemek güçtür (34).

Teorik olarak kas kuvvetlendirmek için ES kullanımının temeli maksimal istemli kontraksiyondan daha fazla motor ünite aksiyonu sağlamaktır.

Kots'a göre ES ile birlikte olan eğitimi de kuvvet kazanılmasında daha fazla motor ünitelerin olaya katılabilme yetenekleri oldukça büyük bir rol oynamaktadır. Yazarların çoğu, maksimal istemli kontraksiyon boyunca motor ünite aksiyonunun derecesi hakkında aynı fikirde değillerdir.

Jenson ve Fisher, maksimal izometrik kontraksiyon boyunca % 60-70 oranında motor ünitenin aktive olduğuna inanmaktadırlar. Bu yüzde, eğitilmiş kişilerde daha da fazla olmaktadır. Bu gözlem, Ikai ve Steinhaus tarafından da desteklenmiştir. Bu yazarlar, dirsek fleksör kuvvetinin bir dış uyarı ile maksimal istemli izometrik kontraksiyon yaptırılmasından sonra arttığını gözlemişlerdir. Teorik olarak yeterli elektrik stimulus verilirse motor ünitelerde olaya katılım maksimal ölçüde olacaktır. EMG bulgularına göre ES tedavisini izleyen dönemde elektriksel aktivitede artma olmuştur. Buradaki artış, aktif motor ünitelerin sayısının artmasına bağlıdır. Freund, Milner, Brown ve arkadaşları da ateşleme oranındaki artışı rapor etmişlerdir. Freund, insan üst ekstremité kaslarının istemli izometrik kontraksiyonlar boyunca motor ünite maksimal ateşleme oranını 20-35/sn. olduğunu söylemektedir. Hannerz ise, insan tibiyalis anterior kasının motor ünite maksimal uyarı frekansını 25-65/sn. olarak rapor etmiştir. Clamann, kas yüzeyine yakın yer alan motor ünitelerin olaya katılmada yüksek bir eşik değere sahip olduklarını belirtmiştir. Garnett ve Stephens ise deri üzerinden yapılan ES'un düşük eşikli motor ünitelerin ateşleme eşikliğini arttırdığını, yüksek eşikli ünitelerinkini ise azalttığını saptamışlardır (102).

Son 20 yıl boyunca, ES giderek artan bir kullanım göstermiştir. Stimülasyon yapılırken verilen elektriksel uyarılar transkuteneal olarak veya direkt olarak verilmiştir. Transkuteneal sinir ve kas stimülasyonu (TENS ve TMS) olarak adlandırılmışlardır. Fonksiyonel elektrik stimülasyonu (FES) hem innervasyonu olan hem de denerve olan kas üzerinde uygulanmıştır. TENS ise, daha çok klinikte ağrı kontrol yöntemi olarak kullanılmıştır. FES ise paralizili hastalarda üst ve alt ekstremitte fonksiyonlarının reedukasyonu için kullanılmıştır. İnnerve kasın, kas fonksiyonunda, kas çalışma kapasitesinde önemli ölçüde gelişme olduğu rapor edilmiştir. FES ayrıca spastisiteyi inhibe etmede, skolyoz düzeltilmesinde, kemik büyüme ve iyileşmesinde, mesane ve sfinkter mekanizmasının retansiyon ve inkontinansının kontrolü için, kondromalazisi ve menisektomisi olan ekstremitelerin fonksiyonunun kazandırılmasında kullanılmıştır (62,63).

Yüksek voltajlı galvanik stimülasyon (HVGS) ile FES'in kuvvet değerleri ve uygulamadaki rahatlıkları karşılaştırılmıştır. Sonuçta HVGS'nun FES'den daha kuvvetli bir kas kontraksiyonu ürettiği ve HVGS'un FES'e göre daha rahat tolere edilir bir kontraksiyon sağladığı gösterilmiştir (178).

Son zamanlarda yayınlanan makalelerde elektriksel akımlar, kas - iskelet sistemi sakatlıklarının iyileşmesinde kullanılmaktadır. Özellikle de bağ sakatlıkları ve cerrahi olarak tamirlerinden sonraki kullanım yaygınlaşmaktadır. Yapılan çalışmalardan alınan sonuçlar oldukça yüz güldürücüdür (51,161).

Kronik patella çıkığı olan hastanın M. vastus medialis'in ES ile çalıştırılmasıyla, kasın patellayı femoral çukurda stabilize etme yeteneği alt ekstremitte amputelerinde gösterilmiştir (19).

"Elektrolung" olarak bilinen yöntemle de, abdominal duvar ve M. diafragma'nın ES, ventilasyona yardım için kullanılmaktadır (101).

G E R E Ç v e Y Ö N T E M L E R

TAVŞAN KUADRİSEPS FEMORİS KASININ UZUN SÜRELİ ELEKTRİK STİMÜLASYONU İLE UYARILMASIYLA VENÖZ KANDA OLUŞAN LAKTİK ASİT VE KAN ŞEKERİNİN SAPTANMASI

I. ÖN ÇALIŞMA

Diz sakatlanmalarını ve hastalıklarını takiben kuadriseps femoris kasında ortaya çıkan kuvvet ve güç kaybı sıklıkla karşılaşılan ve erken rahabilite edilmesi gereken önemli bir problemdir. Bu problemin giderilmesinde kullanılan birçok yöntem vardır. Son yıllarda özellikle sağlıklı kişilerin kaslarının elektrik stimülasyon ile kuvvetlendirilmesi halen denenmekte ve çok yaygın bir biçimde araştırılmaktadır.

Hangi tip egzersiz uygulanırsa uygulansın kasta mutlaka yorgunluk ortaya çıkmaktadır. Yorulan bir kası daha fazla çalıştırmakla istenilen verim düzeyine ulaştırmak mümkün değildir ve kas için zararlıdır. Bizim amacımız ise bir kasa yeterli dinlenme süresi vererek yorgunluk sınırına ulaşmadan uzun süre elektrik stimülasyonu (ES) ile uyarmak ve uygulama süresini uzatıp tedavinin toplam süresini en aza indirebilmektir. Bu amaç ile yaptığımız ön çalışmada elektrik stimülasyonu minimal ve maksimal şiddette tavşan kuadriseps femoris kasına uygulanmış, sonuçta oluşan laktik asit ve kan şekeri değerleri belirli aralıklarla venöz kanda ölçülerek, yorgunluk sınırı saptanmaya çalışılmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM :

Hacettepe Üniversitesi Tıbbi ve Cerrahi Araştırma Merkezi'nde yaptığımız bu çalışmada tavşan kuadriseps femoris kasına minimal ve maksimal şiddette surge edilmiş frekansı 50 saykıl/sn olan faradik akım uygulanarak

kastaki yorgunluk sınırı venöz kandaki laktik asit ve kan şekeri değerleri saptanarak bulunmaya çalışılmıştır.

Araştırmaya alınan tavşan sayısı 23 tür. Bunlardan bir tanesi deneyin 20. dakikasında anestezinin etkisiyle ölmüştür. Diğerleri ise deneyi tolere etmişlerdir. Çalışmamızda ise 20 tavşanın sonuçları kullanılmıştır.

Tavşanların hepsi erişkin ve erkektir. Ağırlıkları 1900 gr. ile 3000 gr. arasında değişmekte olup, ortalama 2.277 ± 47.307 gr. dır.

- Deneye alınan her tavşan uygulamadan 24 saat önce aç bırakılmıştır.
- Her tavşan tartıldıktan sonra kulak veninden 25 mgr./kg. olacak şekilde nembutal enjekte edilerek anestezisi uygulanmıştır.
- Her tavşanın batın kısmı ve elektrik stimülasyon (ES) uygulanacak arka alt ekstremitesi traş edilmiştir.
- Her hayvan sırt üstü yatar pozisyonda ön ve arka ayaklarından tesbit edilmiştir.

- Hayvanlarda direkt olarak vena femoralisten kan alınması düşünülmüştür, fakat venin çok ince oluşu nedeniyle vena kava inferior'dan kan alınmıştır. Bunun içinde batın insizyonu ile hayvanın barsakları dışarı çıkarılarak vena cava inferior'a ulaşılmıştır (Resim 1).



Resim 1.

- ES için "The Burdick Cooperation Milton, Wisconsin, Made in U.S.A." Firmasının "Burdick MS 600" aleti kullanılmıştır.
- Kuadriseps femoris kasının stimülasyonu için aktif elektrot femoral üçgene gelecek şekilde uyluğun proksimaline, pasif elektrot ise diz ekleminin hemen üst kısmına yerleştirilmiştir (Resim 2).



Resim 2.

- Anestezi sonrası elektrik stimülasyonu başlamadan ve elektrik stimülasyonu başladıktan sonraki 5-15-30-45-60.cı dakikalarda vena cava inferior'dan 2.5 cc. lik kan alınarak bu örneklerde kan şekeri ve laktik asit çalışılmıştır.
- ES uygulaması toplam 60 dakika sürmüştür.
- 20 tavşandan 10 tanesinin kuadriseps femoris kasında minimal izometrik kontraksiyon elde edilecek şiddette ES uygulanmış, diğer 10 tanesinde ise maksimal kontraksiyon elde edilecek şiddette akım uygulanmıştır.

- Alette uyarı şiddeti (pulse rate) 6.5 , surge düğmesi ise 3'e gelecek şekilde ayarlanmıştır. Bu şekilde surge edilerek kullanılan frekansı 50 Hz olan faradik akım 1 dakikada 17 uyarı vermektedir.
- Venöz kanda laktik asidin saptanması Barker, S.B. Summerson, W.H. (1941) yöntemi ile, kan şekeri ise Somogy-Nelson metoduyla yapılmıştır (15).
- 60 dakika sonunda deney tamamlanmıştır. Hayvanın batin insizyonu dikilerek kapatılmıştır. Toplam deney süresince hayvandan 15 cc. kan alınmıştır. Şoku önlemek amacıyla deney bitiminde 10 cc. lik serum fizyolojik kulak veninden hayvana verilmiştir.

BULGULAR :

- Tavşanlar 1 saatlik elektrik stimülasyonunu tolere etmişlerdir.
- Laktik asit ve kan şekeri üzerine anestezi ve cerrahi işlemin etkilerini kontrol etmek için çalışılan 4 dokunulmamış hayvanın sonuçları ise laktik asit için ortalama 130.5 mgr./100 ml., kan şekeri için 118 mg./100 ml. olarak bulunmuştur.

TABLO 1 : Dokunulmamış tavşanın değerlerinin dağılımı.

Tavşan No.	KAN ŞEKERİ (mgr/100 ml)	LAKTİK ASİT (mgr/100 ml)
1	146	201
2	102	93
3	116	84
4	108	144

Laktik asit değeri, tüm tavşanlarda anestezi ve cerrahi sonrasında çok yüksek bulunmuştur (90.42 mgr/100 ml).

Anestezi sonrasında minimal şiddetteki uyarının 5-15-30-45-60.cı dakikalarında elde edilen kan şekeri ve laktik asit değerleri ve ortalamaları ek tablo 1 ve 2 de gösterilmiştir.

Maksimal şiddetteki uyarıda aynı şekilde elde edilen değerlerin dağılımı ise ek tablo 3 ve 4 de verilmiştir.

Anestezi sonrası,elektrik stimülasyonu (ES)'dan önce alınan 20 tavşanın kan şekeri ortalaması 135.58 mgr/100 ml olup laktik asit ortalaması ise 90.4 mgr/100 ml olarak bulunmuştur.

Minimal ve maksimal şiddetteki uyarı ile çalışan kuadriseps femoris kasında anestezi sonrası ve ES'nun 5-15-30-45-60.cı dakikalarındaki kan şekeri ve laktik asit değerlerinin farklılıkları araştırılmıştır. Bunun için istatistiksel yöntemlerden "İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi" kullanılmıştır.

TABLO 2.

M I N İ M A L U Y A R I				
ZAMAN	KAN ŞEKERİ (mg/100 ml)			
	FARK ORTALAMA (D)	STANDART HATA (S _D)	İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ	
			t değeri	p değeri
*AS - 5'	155.610	4.962	3.15	P < 0.05
AS - 15'	36.030	7.012	5.14	P < 0.05
AS - 30'	58.240	14.016	4.16	P < 0.05
AS - 45'	63.460	17.867	3.55	P < 0.05
AS - 60'	79.930	21.386	3.74	P < 0.05
5' - 15'	20.420	4.727	4.32	P < 0.05
5' - 30'	42.630	11.297	3.77	P < 0.05
5' - 45'	47.850	16.012	2.99	P < 0.05
5' - 60'	64.320	19.613	3.28	P < 0.05
15' - 30'	22.210	7.840	2.83	P < 0.05
15' - 45'	27.430	12.563	2.18	P > 0.05
15' - 60'	43.900	16.141	2.72	P < 0.05
30' - 45'	5.220	9.249	0.56	P > 0.05
30' - 60'	21.690	12.156	1.78	P > 0.05
45' - 60'	16.470	4.369	3.77	P < 0.05

* : AS = Anestezi sonrası.

Minimal şiddetteki uyarıda kas kasılması boyunca, kan şekeri değerleri, tabloda da görüldüğü gibi, 15-45 dk'lar, 30-45 dk'lar ve 30 ile 60 ncı dk'lar arasında anlamsız bulunmuştur. Diğer bütün zamanlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

TABLO 3.

M İ N İ M A L U Y A R I				
ZAMAN	LAKTİK ASİT (mg/100 ml)			
	FARK ORTALAMA (D)	STANDART HATA (S _D)	İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ	
			t değeri	p değeri
*AS - 5'	-17.200	12.007	1.43	P > 0.05
AS - 15'	-11.250	7.169	1.57	P > 0.05
AS - 30'	-12.850	11.996	1.07	P > 0.05
AS - 45'	- 7.900	11.501	0.69	P > 0.05
AS - 60'	- 1.300	12.262	0.11	P > 0.05
5' - 15'	5.950	9.160	0.65	P > 0.05
5' - 30'	4.350	13.083	0.33	P > 0.05
5' - 45'	9.300	13.670	0.68	P > 0.05
5' - 60'	15.900	15.255	1.04	P > 0.05
15' - 30'	- 1.600	8.330	0.19	P > 0.05
15' - 45'	3.350	8.671	0.39	P > 0.05
15' - 60'	9.950	9.051	1.10	P > 0.05
30' - 45'	4.950	2.714	1.82	P > 0.05
30' - 60'	11.550	3.920	2.95	P < 0.05
45' - 60'	6.600	3.432	1.92	P > 0.05

* : AS = Anestezi sonrası.

Laktik asit değerlerinde ise istatistiksel açıdan önemli olan fark 30-60 dk'lar arasında bulunmuştur. Diğer değerler için fark anlamsızdır.

TABLO 4.

M A K S İ M A L U Y A R I				
ZAMAN	KAN ŞEKERİ (mg/100 ml)			
	FARK ORTALAMA (D)	STANDART HATA (S _D)	İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ	
			t değeri	p değeri
*AS - 5'	28.880	4.781	6.04	P < 0.05
AS - 15'	64.110	9.461	6.78	P < 0.05
AS - 30'	100.800	15.970	6.31	P < 0.05
AS - 45'	133.580	22.451	5.95	P < 0.05
AS - 60'	174.070	32.386	5.37	P < 0.05
5' - 15'	35.230	7.781	4.53	P < 0.05
5' - 30'	71.920	14.002	5.14	P < 0.05
5' - 45'	104.700	20.623	5.08	P < 0.05
5' - 60'	145.190	29.877	4.86	P < 0.05
15' - 30'	36.690	9.405	3.90	P < 0.05
15' - 45'	69.470	16.816	4.13	P < 0.05
15' - 60'	109.960	27.193	4.04	P < 0.05
30' - 45'	32.780	9.091	3.61	P < 0.05
30' - 60'	73.270	18.808	3.90	P < 0.05
45' - 60'	40.490	13.023	3.11	P < 0.05

* : AS = Anestezi sonrası.

Maksimal şiddetteki kasılmada ise kan şekeri değerlerinin tüm zaman süreleri arasındaki farkları, anlamlı bulunmuştur.

TABLO 5.

M A K S İ M A L U Y A R I				
ZAMAN	LAKTİK ASİT (mg/100 ml)			
	FARK ORTALAMA (D)	STANDART HATA (S _D)	İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ	
			t değeri	p değeri
*AS - 5'	-1.200	11.813	0.10	P > 0.05
AS - 15'	15.300	8.666	1.73	P > 0.05
AS - 30'	29.400	12.801	2.30	P < 0.05
AS - 45'	33.250	12.867	2.58	P < 0.05
AS - 60'	23.950	15.268	1.57	P > 0.05
5' - 15'	16.500	8.486	1.94	P > 0.05
5' - 30'	30.600	18.705	1.64	P > 0.05
5' - 45'	34.450	15.567	2.21	P > 0.05
5' - 60'	25.150	19.027	1.32	P > 0.05
15' - 30'	14.100	12.656	1.11	P > 0.05
15' - 45'	17.950	11.964	1.50	P > 0.05
15' - 60'	8.650	16.951	0.51	P > 0.05
30' - 45'	3.850	12.661	0.30	P > 0.05
30' - 60'	-5.450	14.019	0.39	P > 0.05
45' - 60'	9.300	11.318	0.82	P > 0.05

* : AS = Anestezi sonrası.

Laktik asit değerleri için, anestezi sonrası ile 30 ve 45 inci dk'lar arasında istatistiksel açıdan fark anlamlıdır. Diğer zaman süreleri arasındaki fark anlamsız bulunmuştur.

Kan şekeri ve laktik asit değerleri arasındaki ilişki, istatistiksel yöntemlerden "Regresyon-korrelasyon" ilişkisine göre araştırılmıştır. Aynı zaman periyotlarında alınan örnekler kendi aralarında karşılaştırılmışlardır.

KAN ŞEKERİ ve LAKTİK ASİT DEĞERLERİ ARASINDAKİ REGRESYON - KORELASYON İLİŞKİSİ

MİNİMAL UYARI

	\bar{x}	5' - 5' S	$S\bar{x}$	
1.	75.0	31.149	9.85	(Y) Laktik asit
2.	148.71	47.268	14.948	(X) Kan Şekeri

r	Sr	t	p	
0.1417	0.35	0.405	> 0.05	anlamsız
$y = 61.112 + 0.093x$		$F = 0.16$		

	\bar{x}	15' - 15' S	$S\bar{x}$	
1.	80.95	43.292	13.69	
2.	169.13	52.426	16.579	
$r = -0.103$		$Sr = 0.352$	$t = 0.293$	$p > 0.05$
$y = 95.329 + 0.085x$		$F = 0.09$		anlamsız

	\bar{x}	30' - 30' S	$S\bar{x}$	
1.	79.350	45.918	14.520	
2.	191.340	72.425	22.903	
$r = 0.1808$		$Sr = 0.348$	$t = 0.520$	$p > 0.05$
$y = 101.285 + 0.115x$		$F = 0.27$		anlamsız

45' - 45'

	\bar{x}	S	$S\bar{x}$	
1.	84.300	45.537	14.400	
2.	196.560	74.758	23.640	
	$r = 0.0372$	$S = 0.353$	$t = 0.105$	$p > 0.05$
	$y = 88.757 + 0.023x$		$F = 0.01$	anlamsız

60' - 60'

	\bar{x}	S	$S\bar{x}$	
1.	90.900	50.658	16.020	
2.	213.030	83.718	26.474	
	$r = -0.1045$	$S = 0.352$	$t = 0.207$	$p > 0.05$
	$y = 104.372 - 0.063x$		$F = 0.09$	anlamsız

MAKSİMAL UYARI

5' - 5'

	\bar{x}	S	$S\bar{x}$	
1.	87.450	47.606	15.054	
2.	166.940	45.184	14.288	
	$r = 0.2224$	$Sr = 0.345$	$t = 0.645$	$p > 0.05$
	$y = 48.328 + 0.234x$		$F = 0.42$	anlamsız

15' - 15'

	\bar{x}	S	$S\bar{x}$	
1.	103.950	48.704	15.402	
2.	202.170	41.926	13.258	
	$r = 0.2305$	$Sr = 0.344$	$t = 0.670$	$p > 0.05$
	$y = 49.810 + 0.268x$		$F = 0.45$	anlamsız

30' - 30'				
	\bar{x}	S	$S\bar{x}$	
1.	118.050	59.046	18.672	
2.	238.860	67.888	21.468	
	$r = 0.1666$	$Sr = 0.349$	$t = 0.478$	$p > 0.05$
	$y = 83.448 + 0.145x$		$F = 0.23$	önemsiz

45' - 45'				
	\bar{x}	S	$S\bar{x}$	
1.	121.900	35.060	11.087	
2.	271.640	88.444	27.968	
	$r = -0.1532$	$Sr = 0.349$	$t = 0.439$	$p > 0.05$
	$y = 138.402 + 0.061x$		$F = 0.19$	anlamsız

60' - 60'				
	\bar{x}	S	$S\bar{x}$	
1.	112.600	38.469	12.165	
2.	312.130	121.797	38.516	
	$r = 0.0484$	$Sr = 0.353$	$t = 0.137$	$p > 0.05$
	$y = 117.374 + 0.015x$		$F = 0.02$	anlamsız

ELEKTRİK STİMÜLASYONU UYGULANAN İSKELET KASINDA STİMÜLASYON ÖNCESİ VE SONRASINDA ÖLÇÜLEN LAKTİK ASİT DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

II. ÖN ÇALIŞMA

Bir saat süreyle insan iskelet kasına uygulanan frekansı 50 saykıl/sn olan surge'li faradik akımın yorgunluk oluşturup oluşturmadığını saptamak amacıyla bu ön çalışma gerçekleştirilmiştir.

GEREÇ :

Deney grubuna Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu son sınıfında okuyan 109 öğrenci içinden basit tesadüfi örnekleme yöntemiyle 20 gönüllü kız öğrenci seçilmiştir. Sağ elleri dominant olan bu öğrenciler, günlük yaşamlarında sağ ellerini yoğun olarak kullandıkları için daha az kullanılan sol kol biceps brakii kası tercih edilmiştir.

Çalışmaya alınan olguların yaşları 19-23 y. arasında değişmekte olup, yaş ortalamaları 20.95 ± 0.276 yıldır. Boyları ise 1.50 m/cm.- 1.80 m/cm . arasında değişmektedir. Boy ortalamaları ise 1.64 ± 0.014 m/cm. dir. Kiloları da 45-75 kg. arasında değişmekte olup, kilolarının ortalaması 55.4 ± 1.607 kg. dır. Bu değerlerin kişilere göre dağılımları ek tablo 5 de gösterilmiştir.

TABLO 6 : 20 deneğin yaş, boy ve kilo değerlerinin ortalamalarının dağılımı.

	n	\bar{x}	S	$s\bar{x}$
YAŞ (yıl)	20	20.95	1.234	0.276
BOY (cm)	20	1.64	0.063	0.014
KİLO (kg)	20	55.4	7.187	1.607

YÖNTEM :

- Uygulama sol biceps brakii kasına yapılmıştır.
- Yorgunluğu saptamak için yorulan kasa gelen venden kan almak gereklidir. Kuadriseps femoris kasının veni olan vena femoralis'ten kan almak oldukça zor bir işlemdir. Bu nedenle çalışmamızda kuadriseps femoris kası yerine biceps brakii kası tercih edilmiştir.



Resim 3.

- Çalışmamızda kullandığımız stimülatör Burdick MS 600 aletidir.
- Surge'li faradik akım dakikada 17 kontraksiyon elde edilecek şekilde ayarlanmıştır. Akımın şiddeti kasta maksimum izometrik kontraksiyon oluşturacak şekilde artırılmıştır.
- Stimülasyon süresi toplam 1 saat olup, dinlenme için bir süre verilmemiştir.
- Bir saatlik elektrik stimülasyon uygulamasından önce ve sonra sol brakial venden 1 cc. lik kan örneği alınmıştır. Alınan bu kan

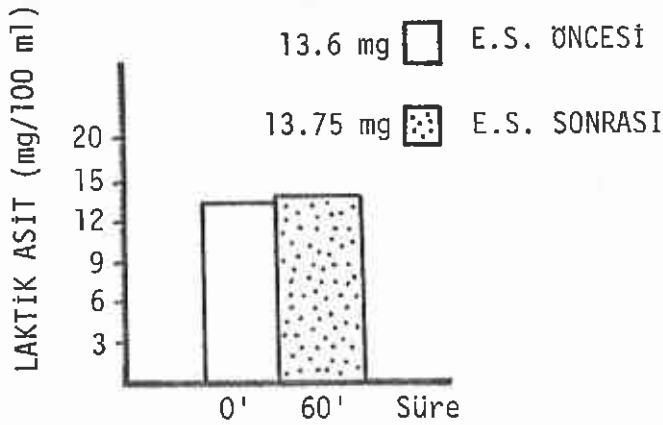
örneklerinde laktik asit miktarı " Barker, S.B., Summerson, W.H. (1941)" metodu ile saptanmıştır.

- Elektriki stimülasyon öncesi ve sonrası elde edilen venöz kan laktik asit değerleri istatistiksel yöntemlerden "iki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi" uygulanarak karşılaştırılmıştır.

BULGULAR :

- Bir saatlik uygulama sonunda olgular subjektif olarak yorgunluk hissetmediklerini ifade etmişlerdir.
- Olguların elektrik stimülasyon öncesi laktik asit değerleri 9-22 mg./100 ml. arasında değişmekte olup, stimülasyon öncesi laktik asit değerleri ortalaması 13.6 ± 0.958 mgr./100 ml. dir.
- Bir saatlik uygulama sonrasındaki laktik asit değerleri ise 1-27 mgr./100 ml. arasında değişmekte olup, stimülasyon sonrası laktik asit değerleri ortalaması 13.75 ± 1.242 mgr./100 ml. dir.

LAKTİK ASİT DEĞERLERİ



GRAFİK 1.

Elektrik stimülasyon öncesi ve sonrasında deneklerde ölçülen laktik asit miktarlarının dağılımı ek tablo 5'de gösterilmiştir.

LAKTİK ASİT DEĞERLERİ FARKI : İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ

	n	D	SD	SD	t	p
ES öncesi-ES sonrası	20	0.150	1.533	0.10	1.5	> 0.05

Elde edilen bu sonuç istatistiksel olarak karşılaştırıldığında laktik asit değerlerinin ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür.

AKUT AĞRILI DİZ LEZYONLARINDA EKLEME ZARAR VERMEDEN
KUADRİSEPS KASININ KUVVETLENDİRİLMESİ

GEREÇ :

Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Ortopedi Polikliniğine 1985-86 yılları arasında diz eklemine ait akut yumuşak doku sakatlığıyla başvuran 42 hasta araştırmamıza alınmıştır. Dizdeki sakatlığa bağlı olarak ortaya çıkan M. kuadriseps femoris zayıflığı ve atrofisini önlemek amacıyla iki farklı kuvvetlendirme yöntemi diz ekstansörlerine uygulanmıştır. Bu yöntemlerden bir tanesi elektrik stimülasyonu ile kasa maksimal şiddette uyararak, kuvvet ve fonksiyonunu arttırmaktır. Diğeri ise bilinen ve sıklıkla kullanılan maksimal istemli izometrik kasma yöntemidir. Bu iki yöntemden hangisinin ve ne kadar sürede akut ağrılı diz sakatlıklarında kasın kuvvetini arttırmakta ve fonksiyonellik kazandırmada etkin olduğunu saptamak amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Kardiyak Rehabilitasyon ve Spor Ünitesi'ne kabul edilen hastalar basit tesadüfi örnekleme yoluyla 21 kişilik iki gruba ayrılmışlardır. Grup I (n = 21) kuadriseps femoris kasına elektrik stimülasyonu (ES) uygulanan grubu, Grup II (n = 21) yine aynı kasa maksimal istemli izometrik kontraksiyon (MIK) uygulanan grubu oluşturmuşlardır. Grup I'de alınan hastaların 8'i kadın, 13'ü erkektir. Grup II ise, 9 kadın, 12 erkek hastadan oluşmaktadır. Toplam 17 kadın, 25 erkek hasta bu iki ayrı yöntemle tedavi edilmiştir.

Araştırmamıza aldığımız deneklerin dizlerindeki akut yumuşak doku sakatlığının dağılımları Grup I ve Grup II için ayrı ayrı aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

DİZDEKİ YUMUŞAK DOKU SAKATLIKLARININ DAĞILIMI :

TABLO 7 : GRUP I (Elektrik stimülasyonu)

Sıra No.	PATOLOJİLER	SEMPTOMLAR
1	Anteriyor krusiat ve mediyal koll. bağ tamiri	AĞRI - ÖDEM
2	Hemiartroz + Sinovya reaksiyonu	" "
3	Hemiartroz + instabilite	" "
4	Mediyal koll. bağ yırtığı	" "
5	Mediyal menisküs yırtığı	" "
6	Kollateral bağ (overuse sendromu)	" "
7	Sinovyal hipertrofi + effüzyon	" "
8	Prepatellar bursitis + minimal artroz	" "
9	Sinovyal hipertrofi + effüzyon	" "
10	Postoperatif osteokondritis dissekans	" "
11	Kronik sinovit (Psöriatik nöropati)	" "
12	Mediyal koll. + anter. krusiyat bağ incinmesi	" "
13	Menisküs yırtığı	" "
14	Opere habitual patella çıkığı + sinovyal eff.	" "
15	Menisküs lezyonu	" "
16	Sinovit + dejeneratif osteoartrit	" "
17	Menisküs lezyonu	" "
18	Hemiartroz	" "
19	Lateral menisküs yırtığı + Baker's kist	" "
20	Bağ gevşekliği + sinovyal effüzyon	" "
21	Mediyal menisküs lezyonu	" "

TABLO 8 : GRUP II (Maksimal İstemli İzometrik Kontraksiyon).

Sıra No.	PATOLOJİLER	SEMPTOMLAR
1	Sinovyal effüzyon + dejeneratif artrit	AĞRI - ÖDEM
2	Sinovyal effüzyon + dej. artrit	" "
3	Travmatik hemiartröz + menisektomi	" "
4	Mediyal koll. + ant. krusiyat bağ burkulması	" "
5	Hemiartröz + Sinovyal reaksiyon	" "
6	Sinovyal effüzyon + dej. artrit	" "
7	Sinovyal effüzyon + dej. artrit	" "
8	Sinovyal hipertrofi + eff. + dej. artrit	" "
9	Mediyal menisküs yırtığı + sinovyal eff.	" "
10	Sinovit (sinovyal hipertrofi)	" "
11	Sinovit + effüzyon + hipertrofi	" "
12	Menisküs lezyonu	" "
13	Diz eklemi 2 ^o burkulma	" "
14	Sinovyal effüzyon + Artrit	" "
15	Diz eklemi 2 ^o burkulma	" "
16	Mediyal menisküs yırtığı	" "
17	Menisektomi + ödem	" "
18	Postopere menisektomi	" "
19	Mediyal menisküs yırtığı	" "
20	Mediyal menisküs yırtığı	" "
21	Travmatik sinovit	" "

YÖNTEM :

Araştırmaya alınan her hasta ortopedist tarafından görülmüş ve tanısı konduktan sonra tedavi programına alınmıştır. Denekler tedavi programı öncesi, tedavinin 6. günü ve tedavinin bitiminden 1 gün sonra olmak üzere 3 farklı zamanda değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede etkilenen alt ekstremitede kuadriseps femoris (K.F.) kasının kuvveti izometrik olarak ve diz tam ekstansiyonda iken dinamometre ile ölçülmüştür. Bu ölçüm sağlam taraf için de tekrarlanmıştır. İzometrik kas kuvvetini ölçmek için Salter OB (Olle Bromquist) Rehab. Producter AB Firmasının "100 51" dinamometresi kullanılmıştır (Resim 4).



RESİM 4 : Araştırmamızda kullanılan Salter OB Reh. Prod. AB Firmasının 100 51 dinamometresi.

Denekler sadece ayak bilekleri dışarda kalacak şekilde, yatak üzerine uzun oturtulmuştur. Dinamometre yatağın ayak ucuna bir taraftan tesbit edilmiş, diğer ucu ise hastanın ayak bileğine geçirilmiştir. Hastalar dik oturtulmuş ve elleriyle destek almamışlardır. Ölçümden önce hastaya kasını izometrik olarak kasmaı öğretilmiş ve ölçüm iki kez tekrarlanmıştır. Dinamometrenin gösterdiği kas kuvveti kilogram cinsinden kaydedilmiştir (Resim 5).



RESİM 5 : Maksimal izometrik kas kuvvetinin ölçümü için dinamometre aletinin uygulama biçimi görülmektedir.

Diz eklemindeki ödem ve KF kasındaki atrofinin belirlenebilmesi ve tedavi sonrasındaki değerlendirmelerle karşılaştırılabilmesi amacıyla ya-

pılan çevre ölçüm testinde ise hasta uzun oturur pozisyonda iken diz eklemnin 10 cm. ve 5 cm. altı, diz eklemi ve diz eklemnin 5-10-15-20-25 cm. üstü işaretlenmiş, daha sonra mezura ile çevre ölçümü yapılmıştır. Ölçümler cm. cinsinden kaydedilmiştir. Bu ölçümler Tedavi Öncesinde (TÖ), tedavinin 6. gününde ve tedavi sonrasında (TS) tekrarlanmıştır.

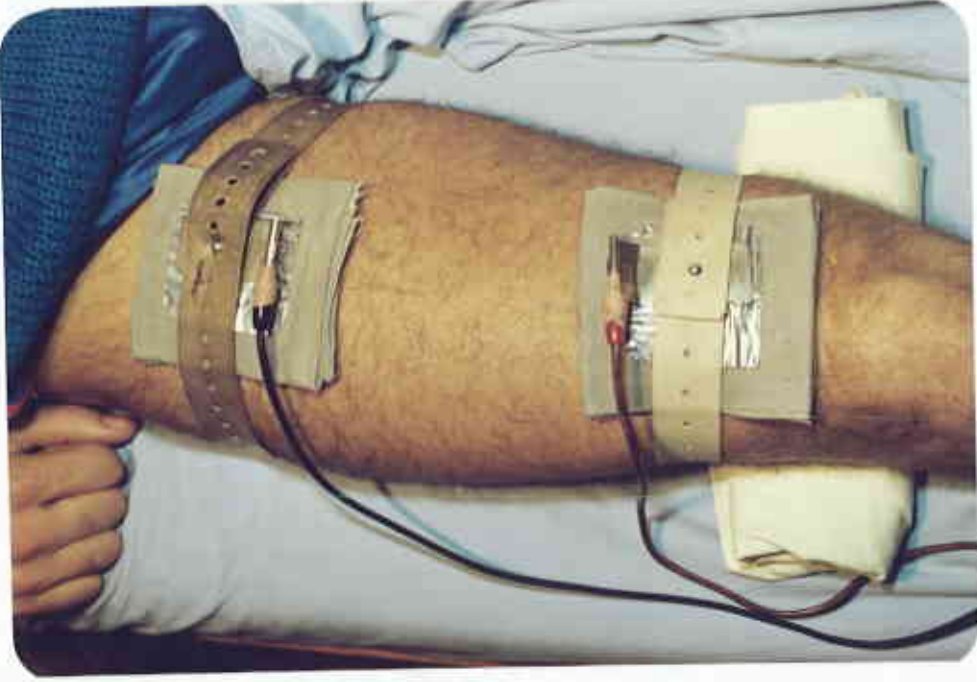
Grup I'deki olguların KF kaslarına ES günde bir saat, iki hafta boyunca haftada 5 gün, toplam 10 seans olmak üzere uygulanmıştır. Bu amaçla hastalar yatakta uzun oturma pozisyonunda desteklenmiş ve dizlerinin altına ince bir havlu rulo konmuştur. ES için Resim 3'de görülen ve diğer iki ön çalışmamızda kullandığımız Burdick MS 600 cihazından faydalanılmıştır. 50 watt gücündeki bu aletin frekansı 50 saykıl/sn. dir. 1 dakikada 17 kontraksiyon oluşturacak şekilde uygulanan faradik akım surge edilmiştir.



RESİM 6 : ES gerçekleştirdiğimiz "The Burdick Cooperation" firmasının "Burdick MS 600" aleti görülmektedir.

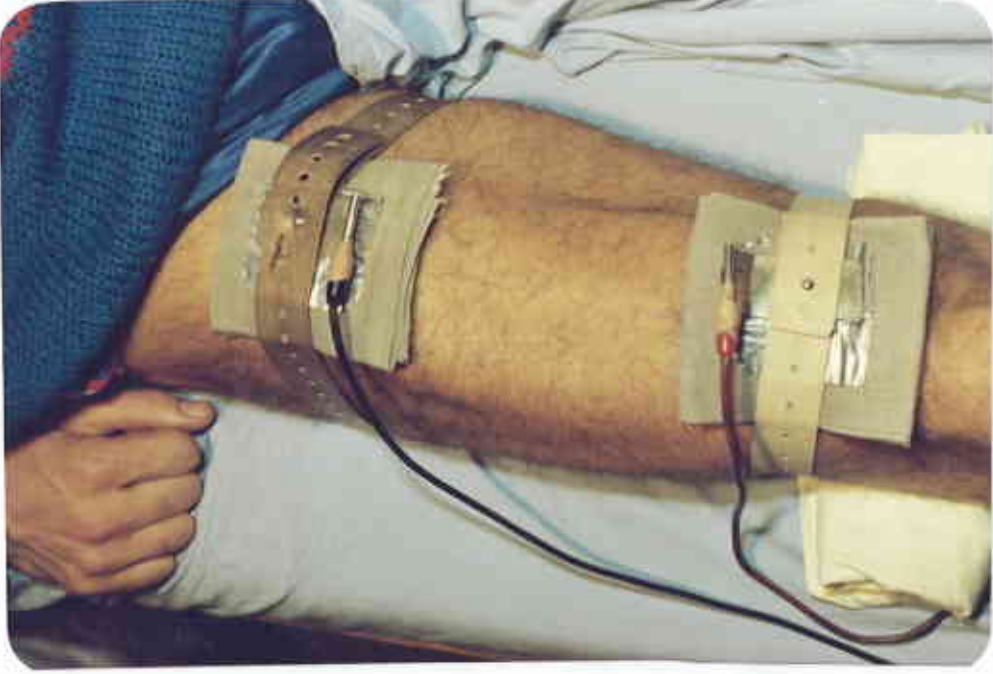
Her tedavi seansında önce ve sonra deneklerin kan basıncı ölçülmüş ve bir dakikadaki nabız sayıları kaydedilmiştir.

KF kasının 4 parçasında da yeterli izometrik kontraksiyon elde edebilmek için monopolar teknikle femoral sinirden uygulama yapılmıştır. Aktif elektrot sinirin yüzeyelleştiği yere, pasif elektrot ise patellanın üst sınır çizgisinden 3-5 cm. yukarıya gelecek şekilde uyluğun anterior yüzüne yerleştirilmiştir. Hastanın toleransına göre maksimum kas kontraksiyonu elde edilinceye kadar akım şiddeti arttırılmıştır. Resim 7 ve 8'de dinlenme ve kontraksiyon anında KF kası görülmektedir.



RESİM 7 : ES uygulamasında dinlenme süresindeki kuadriseps femoris kası izlenmektedir.

izometrik kontraksiyonla tedavi edilen II. Gruptaki hastalara tedavi öncesinde KF kaslarına MiK yaptırımları öğretilmiştir. Olgular 10'a kadar sayma süresince kaslarını kasılı tutmuşlardır ki bu süre yaklaşık 6 sn. dir. Deneklerden izometrik kontraksiyonun günde 200 kere tekrar edilmesi istenmiştir. Olgular yorgunluk hissetmelerine göre 1 defada 10 ile 50 arasında değişen kontraksiyon yapmışlardır. Bu tedavi de ES grubunda olduğu gibi 10 seans devam etmiştir.



RESİM 8 : ES uygulamasında stimülasyon anında kuadriseps femoris kasının kontraksiyonu izlenmektedir.

ANALİZ YÖNTEMLERİ :

Dinamometre ile Kg. cinsinden ölçülen kuadriseps femoris kasının izometrik kuvvet değerleri ES uygulanan grupta ve izometrik egzersiz yapan deneklerde TÖ'nde, 6. günde ve TS'nda hem hasta hem sağlam bacakta ölçülmüştür. Bu değerler istatistiksel yöntemlerden "İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi" (2 E.A.F.Ö.T.) ile değerlendirilmiştir.

ES ve izometrik egzersiz yapan gruplar kuvvet kazanmalarındaki farklılık yönünden yine TÖ, 6. gün ve TS da olmak üzere "İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi" (2.O.A.F.Ö.T.) ile karşılaştırılmışlardır. ES grubunda, hasta ve sağlam bacak; izometrik egzersiz grubunda yine hasta ve sağlam bacak değerleri grupların kendi içinde 2.O.A.F.Ö.T. ile karşılaştırılmıştır.

ES ve izometrik egzersiz yapan grupların TÖ ve TS'daki kuvvet değerlerinin farklarına 2.O.A.F.Ö.T. uygulanarak farklılıkların farkı için test yapılmıştır.

ES ve izometrik egzersiz yapan gruplarda hasta ve sağlam bacakta dizin 5-10 cm. altından, diz ekleminden, dizin 5-10-15-20-25 cm. üstünden yaptığımız TÖ, 6. gün ve TS çevre ölçüm değerleri ise parametrik testlerden 2.E.A.F.Ö.T. ile değerlendirilmiştir.

ES ve izometrik egzersiz yapan grupların TÖ ve TS, dizin 5-10 cm. altı, diz, dizin 5-10-15-20-25 cm. üstünden yapılan ölçüm farkları tesbit edilmiş, bu fark değerlerine 2.O.A.F.Ö.T. uygulanarak farklılıkların farkı için test yapılmıştır.

Her tedavi seansı öncesi ve sonrasında ölçülen sistolik ve diastolik kan basıncı ve nabız değerleri toplanarak, her hasta için 10 günlük tedavi sonunda ortalama bir değer saptanmıştır. TÖ ve TS da elde edilen sonuçlar 2.E.A.F.Ö.T. ile karşılaştırılarak sonuca gidilmeye çalışılmıştır.

B U L G U L A R

Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Kardiyak Rehabilitasyon ve Spor Ünitesi'nde, diz eklemindeki akut yumuşak doku sakatlığını izleyen dönemde tedaviye aldığımız, kuadriseps femoris kasında ortaya çıkan atrofi ve zayıflığı en azından önlemek ve kas'a kuvvetini, fonksiyonunu yeniden kazandırmak amacıyla ES ve maksimal istemli izometrik kontraksiyon ile kuvvetlendirme yaptığımız Grup I ve Grup II'deki 42 hastanın özelliklerinin dağılımı aşağıda verilmiştir.

ES grubundaki hastaların yaşları 18-71 y arasında, boyları 1.50-1.92 cm. arasında, ağırlıkları ise 50-85 Kg. arasında değişmektedir. İzometrik egzersiz yapan gruptakilerin ise yaşları 13-71 y, boyları 1.52-1.82 cm. arasında, ağırlıkları ise 46-103 kg. arasında değişim göstermektedir.

TABLO 9 : Deneklerin yaş, boy ve kilo ortalamaları.

Gruplar	n	Yaş (yıl)		Boy (m/cm)		Ağırlık (kg)	
		\bar{x}	$S\bar{x}$	\bar{x}	$S\bar{x}$	\bar{x}	$S\bar{x}$
GRUP I ES	21	35.857	± 3.204	1.682	± 0.025	67.071	± 2.259
GRUP II Miik	21	35.619	± 3.409	1.683	± 0.023	68.476	± 2.902

Miik : Maksimal istemli izometrik kontraksiyon.

Deneklerin ayrı ayrı ölçüm sonuçları ek tablo 6-7 de gösterilmiştir.

ES ve izometrik egzersiz uygulanan gruplarda tedavi öncesi, tedavinin 6. günü ve tedavi sonrasında ölçülen kuadriseps femoris kasının izometrik kuvvetleri ek tablo 8'de gösterilmiştir. Üç farklı zamanda tesbit edilen kuvvet (kg.) değerlerinin ortalamalarının dağılımları ise aşağıda gösterilmiştir.

TABLO 10 : ES ve izometrik egzersiz grubunda, tedavi öncesi, 6. gün ve tedavi sonrasında ölçülen kuvvet değerlerinin dağılımı.

ÖLÇÜM ZAMANI	ES GRUBU			İZOMETRİK GRUP		
	\bar{x}	S	S \bar{x}	\bar{x}	S	S \bar{x}
Tedavi Öncesi	4.314	5.625	1.228	4.719	4.188	0.914
Tedavinin 6. günü	6.129	6.078	1.326	7.548	4.682	1.022
Tedavi Sonrası	7.886	6.958	1.518	8.557	4.898	1.069

ES ve izometrik egzersizle çalıştırılan kuadriseps femoris kasının 3 farklı zamanda ölçülen kuvvet (kg.) değerlerinin total tedavi süresince farklılığı Tablo 11'de görülmektedir.

TABLO 11.

ÖLÇÜM ZAMANI	İKİ ES ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ			
	t	p	t	p
Tedavi Öncesi - 6.gün	3.90	< 0.05	4.27	< 0.05
6. gün - Tedavi Sonrası	3.13	< 0.05	1.80	> 0.05
Tedavi Öncesi - Tedavi Sonrası	4.67	< 0.05	4.94	< 0.05

Tablo 11'de de görüldüğü gibi ES grubunda TÖ - 6.gün, 6.gün - TS, TÖ - TS arasındaki kuvvet artışı farkı istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. İzometrik egzersiz grubunda ise TÖ - 6.gün farkı ile TÖ - TS farkı kuvvet artışı yönünden önemli olurken 6. gün - TS arasındaki kuvvet artış farkı anlamsız bulunmuştur.

Hem ES hem de izometrik egzersiz yapan gruplardaki kuvvet artışının iki grup arasındaki farklılığı araştırılmıştır. Bunun için 3 farklı ölçüm zamanına göre iki grubun değerlendirmesi yapılmıştır.

TABLO 12 : Tedavi öncesi değerlerinin dağılımı.

GRUPLAR		\bar{x}	S	$S\bar{x}$	İKİ ORTALAMA ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ	
					t	p
GRUP I	ES	4.314	5.625	1.228	0.264	> 0.05
GRUP II	Miik	4.719	4.188	0.914		

T0'de iki grupta ölçülen izometrik kuvvet değerleri arasındaki fark önemsizdir.

TABLO 13 : Tedavinin 6. günü değerlerinin dağılımı.

GRUPLAR		\bar{x}	S	$S\bar{x}$	İKİ ORTALAMA ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ	
					t	p
GRUP I	ES	6.129	6.078	1.326	0.848	> 0.05
GRUP II	Miik	7.548	4.682	1.022		

Tedavinin 5. günü tamamlanıp, 6. günde hem ES hem de izometrik egzersiz grubunda ölçülen kuvvet değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır.

TABLO 14 : Tedavi sonrası değerlerinin dağılımı.

GRUPLAR		\bar{x}	S	$S\bar{x}$	İKİ ORTALAMA ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ	
					t	p
GRUP I	ES	7.886	6.958	1.518	0.362	> 0.05
GRUP II	Miik	8.557	4.898	1.069		

TS da her iki grubun kuvvet değerleri arasındaki fark da önemsiz bulunmuştur.

ES ve izometrik egzersiz grubundaki TÖ ve TS da alınan ölçümlerin farkları bulunmuş ve kuvvet artışının hangisinde daha fazla olduğunu araştırmak için bu farkların farkı için test yapılmıştır.

TABLO 15: Her iki grupta tedavi öncesi ve tedavi sonrası kuvvet ölçüm farklarının dağılımı.

DEĞİŞKEN	\bar{x}	S	$S\bar{x}$	İKİ ORTALAMA ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ	
				t	p
ES	3.619	3.456	0.754	0.648	> 0.05
MİK	4.267	3.006	0.656		

Tablo 15'de görüldüğü gibi ES ve izometrik egzersiz grubundaki TÖ ve TS kuvvet değerlerinin farklarının farkı anlamsız bulunmuştur.

ES ve izometrik egzersiz yapan grubun hasta ve sağlam alt ekstremitelelerinden dizin altında 5-10 cm. den, diz çevresinden ve dizin 5-10-15-20-25 cm. üstünden yapılan ölçümlerin ortalamalarının dağılımı aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Ek tablo 11-12-13-14 de ES ve izometrik egzersiz yapan grupların hasta ve sağlam alt ekstremitelelerinden alınan çevre ölçüm değerlerinin dağılımı verilmiştir.

TABLO 16 : ES grubunda tedavi öncesi hasta ve sağlam ekstremite çevre ölçümü değerlerinin dağılımları.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	HASTA BACAĞ			SAĞLAM BACAĞ		
	\bar{X}	S	$S_{\bar{X}}$	\bar{X}	S	$S_{\bar{X}}$
DİZİN 10 cm ↓	34.181	2.766	0.604	34.457	2.958	0.646
" 5 cm ↓	34.571	2.138	0.467	34.476	2.457	0.536
DİZ	37.933	2.806	0.612	37.843	3.052	0.666
DİZİN 5 cm ↑	38.710	3.354	0.732	38.676	3.544	0.773
" 10 cm ↑	41.438	3.943	0.860	41.976	3.780	0.825
" 15 cm ↑	45.476	4.750	1.037	46.419	4.422	0.965
" 20 cm ↑	49.452	5.313	1.159	51.048	4.802	1.048
" 25 cm ↑	52.919	5.721	1.248	54.190	5.217	1.138

\bar{X} : Aritmetik ortalama S : Standart sapma $S_{\bar{X}}$: Standart hata

TABLO 17 : Tedavinin 6. günü değerlerinin dağılımları.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	HASTA BACAĞ			SAĞLAM BACAĞ		
	\bar{X}	S	$S_{\bar{X}}$	\bar{X}	S	$S_{\bar{X}}$
DİZİN 10 cm ↓	33.590	3.293	0.719	34.405	4.206	0.918
" 5 cm ↓	34.714	2.701	0.589	33.090	8.072	1.761
DİZ	37.629	2.953	0.644	37.776	2.936	0.641
DİZİN 5 cm ↑	38.143	3.542	0.773	38.610	3.504	0.765
" 10 cm ↑	40.629	4.526	0.988	41.738	4.143	0.904
" 15 cm ↑	44.914	4.933	1.076	46.000	4.413	0.963
" 20 cm ↑	48.790	5.749	1.255	50.262	4.674	1.020
" 25 cm ↑	52.526	6.115	1.334	53.762	5.152	1.124

\bar{X} : Aritmetik ortalama S : Standart sapma $S_{\bar{X}}$: Standart hata

TABLO 18 : Tedavi sonrası değerlerinin dağılımları.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	HASTA BACAĞ			SAĞLAM BACAĞ		
	\bar{X}	S	$S\bar{X}$	\bar{X}	S	$S\bar{X}$
DİZİN 10 cm ↓	34.371	3.494	0.697	34.500	2.979	0.650
" 5 cm ↑	34.605	2.571	0.561	34.095	2.737	0.597
DİZ	37.810	2.896	0.632	37.767	3.229	0.705
DİZİN 5 cm ↑	38.486	3.439	0.750	38.571	3.505	0.765
" 10 cm ↑	41.119	3.987	0.870	42.024	4.158	0.907
" 15 cm ↑	45.110	4.829	1.054	46.538	4.706	1.027
" 20 cm ↑	49.286	5.003	1.092	50.771	4.900	1.069
" 25 cm ↑	52.967	5.359	1.170	54.133	5.514	1.203

\bar{x} : Aritmetik ortalama

S : Standart sapma

$S\bar{x}$: Standart hata

TABLO 19 : ES uygulanan grupta tedavi öncesi (TÖ), 6. gün ve tedavi sonrası (TS)'nda hasta taraf alt ekstremitte çevre ölçümlerinden elde edilen değerlerin karşılaştırılması.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ					
	TÖ - 6.gün		6.gün - TS		TÖ - TS	
	t	p	t	p	t	p
Dizin 10 cm altı	2.47	< 0.05	2.78	< 0.05	0.85	> 0.05
Dizin 5 cm altı	0.44	> 0.05	0.79	> 0.05	0.11	> 0.05
Diz	1.64	> 0.05	1.50	> 0.05	0.53	> 0.05
Dizin 5 cm üstü	4.09	< 0.05	2.56	< 0.05	1.32	> 0.05
Dizin 10 cm üstü	2.46	< 0.05	1.67	> 0.05	1.17	> 0.05
Dizin 15 cm üstü	1.53	> 0.05	0.62	> 0.05	1.34	> 0.05
Dizin 20 cm üstü	1.68	> 0.05	0.56	> 0.05	1.35	> 0.05
Dizin 25 cm üstü	1.30	> 0.05	0.13	> 0.05	1.02	> 0.05

ES uyguladığımız olgularda TÖ, tedavinin 6. günü ve TS da alt ekstremitte çevre ölçüm değerlerinde dizin 10 cm. altındaki ölçümde TÖ ve 6. gün değerleri arasındaki fark azalma yönünde anlamlıdır. 6. gün - TS farkı ise artış yönünde anlamlı bulunmuştur. Dizin 5 cm. üstündeki ölçümlerde TÖ-6. gün değerleri farkı çevre ölçüsünde azalma yönünden anlamlı, 6.gün - TS ise artma yönünde önemli bulunmuştur. Dizin 10 cm. üstünde ise TÖ-6.gün değerleri arasındaki fark da azalma yönünden anlamlı bulunmuştur. Bunların dışındaki çevre ölçüm değerleri arasındaki fark ile tüm çevre ölçümlerinin TÖ-TS değerleri arasındaki fark anlamsız bulunmuştur.

TABLO 20 : ES uygulanan grupta tedavi öncesi, 6. gün ve tedavi sonrası sağlam taraf alt ekstremitte çevre ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ					
	TÖ-6.gün		6.gün-TS		TÖ - TS	
	t	p	t	p	t	p
Dizin 19 cm. altı	0.08	> 0.05	0.14	> 0.05	0.24	> 0.05
Dizin 5 cm. altı	0.87	> 0.05	0.59	> 0.05	1.41	> 0.05
Diz	0.41	> 0.05	0.05	> 0.05	0.33	> 0.05
Dizin 5 cm. üstü	0.33	> 0.05	0.53	> 0.05	0.19	> 0.05
Dizin 10 cm. üstü	0.64	> 0.05	0.77	> 0.05	0.13	> 0.05
Dizin 15 cm. üstü	1.48	> 0.05	1.81	> 0.05	0.31	> 0.05
Dizin 20 cm. üstü	2.45	< 0.05	2.23	< 0.05	1.30	> 0.05
Dizin 25 cm. üstü	1.10	> 0.05	1.27	> 0.05	0.17	> 0.05

Tablo 20 de de görüldüğü gibi ES uygulanan olguların sağlam alt ekstremitlerinde tüm ölçüm yerlerinden alınan değerlerin TÖ - TS farkları anlamsız bulunmuştur. Sadece dizin 20 cm. üstünden yapılan ölçümde TÖ - 6. gün arasındaki fark azalma yönünden anlamlı, 6. gün - TS arasındaki fark ise artma yönünden anlamlı bulunmuştur. Aynı denekte ES uygulanan alt ekstremitte ile sağlam ekstremitte TV ve TS çevre ölçüm değerleri arasındaki fark bulunmuş ve farklılıkların farkı için sensitivite testi ile değerlendirilmeye çalışılmıştır.

TABLO 21 : ES uygulanan olguların hasta ve sağlam alt ekstremitelerinde tedavi öncesi ve tedavi sonrası çevre ölçüm farklarının değerlendirilmesi.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	HASTA TARAF		SAĞLAM TARAF		İKİ ORTALAMA ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ		
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	t		p
Dizin 10 cm. altı	0.581	0.546	0.624	0.513	0.262	>	0.05
Dizin 5 cm. altı	0.886	1.103	0.738	0.995	0.455	>	0.05
Diz	0.752	0.739	0.714	0.713	0.170	>	0.05
Dizin 5 cm. üstü	0.510	0.621	0.629	0.654	0.605	>	0.05
Dizin 10 cm. üstü	0.867	0.956	1.048	1.264	0.523	>	0.05
Dizin 15 cm. üstü	0.990	0.850	1.190	1.209	0.620	>	0.05
Dizin 20 cm. üstü	0.995	0.934	0.790	0.612	0.840	>	0.05
Dizin 25 cm. üstü	1.333	1.009	1.105	0.977	0.746	>	0.05

\bar{x} : Aritmetik ortalama S : Standart sapma

ES uygulanan hastalarımızın hem hasta hem sağlam alt ekstremitte çevre ölçüm değerlerinin T₀-T_S farkları anlamsız bulunmuştur.

TABLO 22 : İzometrik egzersiz grubunda tedavi öncesi hasta ve sağlam alt ekstremite çevre ölçümü değerlerinin dağılımı.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	HASTA BACAK			SAĞLAM BACAK		
	\bar{X}	S	$S\bar{X}$	\bar{X}	S	$S\bar{X}$
DİZİN 10 cm ↓	34.148	3.163	0.690	34.086	2.926	0.638
" 5 cm ↓	34.095	3.101	0.677	33.729	2.760	0.602
DİZ	37.929	3.726	0.813	37.190	3.341	0.729
DİZİN 5 cm ↑	38.700	4.695	1.024	38.119	4.263	0.930
" 10 cm ↑	41.786	5.345	1.166	41.538	4.714	1.029
" 15 cm ↑	45.786	5.785	1.262	46.286	5.487	1.197
" 20 cm ↑	49.905	6.520	1.423	50.224	5.742	1.253
" 25 cm ↑	53.143	6.542	1.428	53.595	6.355	1.387

\bar{X} : Aritmetik ortalama S : Standart sapma $S\bar{X}$: Standart hata

TABLO 23 : Tedavinin 6. günü ölçülen değerlerin dağılımı.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	HASTA BACAK			SAĞLAM BACAK		
	\bar{X}	S	$S\bar{X}$	\bar{X}	S	$S\bar{X}$
DİZİN 10 cm ↓	33.924	2.868	0.626	34.048	2.920	0.637
" 5 cm ↓	34.129	2.959	0.646	33.724	3.195	0.697
DİZ	37.562	3.612	0.788	36.881	3.209	0.700
DİZİN 5 cm ↑	38.214	4.395	0.959	37.857	4.339	0.947
" 10 cm ↑	41.462	5.965	1.302	40.929	5.055	1.103
" 15 cm ↑	45.929	6.132	1.338	45.619	5.558	1.213
" 20 cm ↑	49.571	6.359	1.388	49.762	6.010	1.311
" 25 cm ↑	53.095	6.833	1.491	53.190	6.541	1.427

\bar{X} : Aritmetik ortalama S : Standart sapma $S\bar{X}$: Standart hata

TABLO 24 : Tedavi sonrası ölçülen değerlerinin dağılımları.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	HASTA BACAĞ			SAĞLAM BACAĞ		
	\bar{x}	S	$S\bar{x}$	\bar{x}	S	$S\bar{x}$
DİZİN 10 cm ↓	34.048	3.000	0.655	34.195	2.879	0.628
" 5 cm ↓	33.743	2.955	0.645	34.095	3.149	0.687
DİZ	37.352	3.402	0.742	37.000	3.244	0.708
DİZİN 5 cm ↑	38.333	4.400	0.960	37.881	4.105	0.896
" 10 cm ↑	41.333	5.323	1.162	41.261	4.847	1.058
" 15 cm ↑	45.714	5.915	1.291	46.071	5.423	1.183
" 20 cm ↑	49.786	6.264	1.367	50.262	5.678	1.239
" 25 cm ↑	52.833	6.367	1.389	53.524	6.505	1.419

\bar{x} : Aritmetik ortalama S : Standart sapma $S\bar{x}$: Standart hata

TABLO 25 : izometrik egzersizle tedavi edilen olgularda tedavi öncesi-6.gün ve tedavi sonrasında hasta tarafından alınan çevre ölçümleri değerlerinin karşılaştırılması.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ					
	TÖ - 6.gün		6.gün - TS		TÖ - TS	
	t	p	t	p	t	p
Dizin 10 cm. altı	1.15	> 0.05	0.82	> 0.05	0.59	> 0.05
Dizin 5 cm. altı	0.14	> 0.05	1.05	> 0.05	1.29	> 0.05
Diz	2.77	< 0.05	1.53	> 0.05	2.79	< 0.05
Dizin 5 cm. üstü	2.29	< 0.05	0.59	> 0.05	1.79	> 0.05
Dizin 10 cm. üstü	0.85	> 0.05	0.41	> 0.05	1.62	> 0.05
Dizin 15 cm. üstü	0.46	> 0.05	0.55	> 0.05	0.68	> 0.05
Dizin 20 cm. üstü	0.93	> 0.05	0.93	> 0.05	0.40	> 0.05
Dizin 25 cm. üstü	0.11	> 0.05	0.68	> 0.05	1.01	> 0.05

izometrik egzersiz yöntemiyle kuvvetlendirme yaptığımız deneklerde TÖ, 6. gün ve TS da hasta taraftan alınan ölçümlerde diz çevresinde TÖ - 6.gün arasında, Tö - TS daki fark azalma yönünde önemli bulunmuştur. Yine dizin 5 cm. üstünde TÖ - 6.gün değerleri arasındaki fark azalma yönünde önemlidir. Diğer ölçüm sonuçlarında fark anlamsız çıkmıştır.

TABLO 26 : İzometrik egzersizle tedavi edilen olgularda tedavi öncesi - 6.gün ve tedavi sonrası sağlam taraftan alınan çevre ölçümlerinin değerlendirilmesi.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ					
	TÖ - 6.gün		6.gün - TS		TÖ - TS	
	t	p	t	p	t	p
Dizin 10 cm. altı	0.32	> 0.05	0.96	> 0.05	0.77	> 0.05
Dizin 5 cm. altı	0.02	> 0.05	1.34	> 0.05	1.55	> 0.05
Diz	1.45	> 0.05	1.00	> 0.05	0.72	> 0.05
Dizin 5 cm. üstü	1.44	> 0.05	0.14	> 0.05	1.31	> 0.05
Dizin 10 cm. üstü	2.58	< 0.05	1.39	> 0.05	1.27	> 0.05
Dizin 15 cm. üstü	2.62	< 0.05	1.82	> 0.05	0.66	> 0.05
Dizin 20 cm. üstü	1.48	> 0.05	2.18	< 0.05	0.16	> 0.05
Dizin 25 cm. üstü	1.74	> 0.05	1.12	> 0.05	0.24	> 0.05

Tablo 26'da da görüldüğü gibi sadece dizin 10 cm. üstünde TÖ ve 6. gün arasındaki fark önemli olmasına karşın azalma yönündedir. Fakat TÖ ve TS değerleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır.

Dizin 15 cm. üstündeki ölçümde de TÖ - 6.gün arasındaki fark azalma yönünde anlamlıdır.

Dizin 20 cm. üstünden yapılan ölçümlerde ise 6. gün - TS arasındaki fark artma yönünde anlamlı bulunmuştur.

Genelde, tedavi öncesi ve tedavi sonrası arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır.

TABLO 27 : İzometrik egzersiz uygulanan deneklerin hasta ve sağlam alt ekstremitelerinde tedavi öncesi ve tedavi sonrasında elde edilen çevre ölçüm farklarının karşılaştırılması.

ÇEVRE ÖLÇÜM YERİ	HASTA TARAF		SAĞLAM TARAF		İKİ ORTALAMA ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ		
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	t	p	
Dizin 10 cm. altı	0.505	0.516	0.471	0.453	0.222	>	0.05
Dizin 5 cm. altı	0.781	1.024	0.624	0.957	0.514	>	0.05
Diz	0.710	0.847	0.833	0.842	0.475	>	0.05
Dizin 5 cm. üstü	0.652	0.779	0.619	0.590	0.156	>	0.05
Dizin 10 cm. üstü	0.762	0.875	0.752	0.687	0.039	>	0.05
Dizin 15 cm. üstü	0.952	0.880	0.976	1.123	0.077	>	0.05
Dizin 20 cm. üstü	1.119	0.773	0.819	0.662	1.351	>	0.05
Dizin 25 cm. üstü	1.048	0.893	1.071	0.939	0.084	>	0.05

Tablo 27 de de görüldüğü gibi, hasta ve sağlam taraf TÖ ve TS değerlerinin farklarının arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Araştırmamızda, ES grubunda her tedavi seansı öncesi ve sonrasında deneklerden alınan sistolik-diastolik kan basınçları ve nabız ölçümlerinin ortalamalarının dağılımları aşağıda gösterilmiştir.

Ek tablo 17-18 de günlük sistolik ve diastolik kan basınçlarının nabız değerlerinin hastalara göre dağılımı verilmiştir. Ek tablo 19 da ise bu değerlerin ortalamaları verilmiştir.

TABLO 28.

	SİSTOLİK BASINÇ (mm Hg)		DİASTOLİK BASINÇ (mm Hg)		NABİZ (sayı/dk)	
	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS
\bar{x}	117.867	116.357	80.738	79.714	80.052	76.022
S	9.013	10.082	6.795	6.731	8.315	7.262
$S\bar{x}$	1.967	2.200	1.483	1.469	1.815	1.585

ES grubunda tedavi öncesi ve tedavi sonrası sistolik kan basınçlarının değişim değerleri dağılımı aşağıdaki gibidir.

TABLO 29 : Sistolik kan basınçları.

DEĞİŞKEN	\bar{D}	$S_{\bar{D}}$	İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ		
			t		p
TÖ/SB - TS/SB	1.51	0.963	1.57	>	0.05

Tedavi öncesi ve tedavi sonrasında tesbit edilen sistolik kan basınçları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır.

TABLO 30 : Diastolik kan basınçları.

DEĞİŞKEN	\bar{D}	$S_{\bar{D}}$	İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ		
			t		p
TÖ/DB - TS/DB	1.024	0.335	3.05	<	0.05

Tedavi öncesi ve tedavi sonrasında diastolik kan basınçları arasındaki fark azalma yönünde anlamlı bulunmuştur.

TABLO 31 : Nabız değerleri.

DEĞİŞKEN	\bar{D}	$S_{\bar{D}}$	İKİ EŞ ARASINDAKİ FARKIN ÖNEMLİLİK TESTİ	
			t	P
TÖ/N - TS/N	4.030	0.850	4.74	< 0.05

Tedavi öncesi ve tedavi sonrasında bir dakikada sayılan nabız değerleri arasındaki fark, azalma yönünde anlamlı bulunmuştur.

T A R T I Ş M A

İnsanda submaksimal ve maksimal egzersiz boyunca laktik asit değişimi normal olarak farklıdır. Dolaşımdaki laktik asit seviyesi (LA) egzersiz boyunca gerçekleşen anaerobik metabolik olayın bir indeksi olarak kullanılmıştır. Tavşanda enerji yapımı aerobik ve anaerobik glikolizis sonucudur.

Kluger ve arkadaşları 1972'de 3 tavşanı eğiterek enerji dengesini ve LA yapımını araştırmışlardır. Kan LA konsantrasyonunun çevre ısısından bağımsız olarak egzersiz zamanı ile doğru orantılı arttığını, egzersizden sonraki dördüncü dakikaya kadar yükseldiği seviyede kaldığını bulmuşlardır (96).

1976'da Issekutz ve arkadaşları, dinlenmede ve koşubandında koşuturulan köpeklerde laktat metabolizması üzerinde çalışmışlardır. Dinlenmedeki laktat devir oranının egzersizde üç misline ulaştığını ve laktat kullanımına paralel olarak O_2 kullanımının arttığını saptamışlardır (84).

Tavşanların hızlı kasılan tibialis anterior ve ekstansör digitorum longus kasları, yavaş kasılan kasların sinirlerinde doğal olarak meydana gelen uyarılarla aynı frekansta olan 10 Hz'lik akımla dört gün süresince uyarılmışlardır. Hudrickâ ve arkadaşları, tibialis anterior kasında stimulasyondan iki gün sonra, liflerin hızlı glikolitikten hızlı oksidatif liflere dönüşüm yaptığını ve mm^2 deki toplam kapiller artışının, lif artışını geçtiğini belirtmişlerdir (76).

Egzersiz boyunca LA seviyesinin sabit veya düşük kalmasının nedeni laktat devrinin yüksekliği ile birliktedir. Bu aynı zamanda hepatik ve renal glukozun tekrar yapılma oranının artışı ile beraberdir ve dinlenmedeki laktatın % 19'u glukoz olarak plazmada tekrar görülmektedir (76).

1985 yılında Reichmann ve arkadaşları, tavşanın tibialis anterior

kasına 28 günlük ES uygulanması sonucunda kasın superfisiyal kısmında ES'dan sonra yağ asidi oksidasyonunda ve sitrik asit siklusundaki enzim aktivitelerinde 5-6 misli artış meydana geldiğini, kasın daha oksidatif olan iç kısmında ise enzim aktivitelerindeki artışın yüzeye göre daha az olduğunu göstermişlerdir (143).

Dört saf kan atın, 5'er dakikalık dörtüncü koşuları sırasında alınan biyopsi örneklerinde, at kasının metabolik cevabı ATP miktarı ile saptanmıştır. Yorgunlukları belirgin olan atlarda koşu sonunda kas ATP'si % 50'ye kadar azalmış buna karşılık inozine 5'-monophosphat da eşit miktarda artış olmuştur (156).

İzole edilmiş sıçan arka ayak kasları tetanik akımla 20 dakika süresince uyarılmıştır. Laktat salınımı, stimülasyonun başlaması ile 2-4 dakika içinde en üst düzeye ulaşmış ve son 10 dakikada sabit bir miktara düşmüştür. Spriet ve arkadaşları bu araştırmaları sonunda, O_2 ve KP tüketiminin ölçülmüş miktarlarını hesaplayarak, üretilen laktat miktarının, uyarının ilk 5 dakikasındaki enerji tüketiminin % 23'ünün, yoğun glikolitik aktiviteyle ilgili olduğunu, son 15 dakikada ise enerjinin % 90'ının tamamen aerobik olarak sağlandığını belirtmişlerdir (159).

Drury ve Wick, 1956 yılında dokunulmamış tavşanlarda laktat devir oranı ve zamanını ayrıca oksidasyonunu ölçerek laktatın % 80-90'ının direkt oksidasyon yoluyla yaklaşık 30 dakikada atıldığını saptamışlardır. Yazarlar, barsakları çıkarılmış tavşanda laktik asidin bir yakıt gibi kullanıldığını da göstermişlerdir (43).

Dolaşımdaki laktat konsantrasyonu ve devir oranı, barsakları çıkarılmış tavşanda çok daha yüksek bulunmuştur. Konsantrasyonun başlangıçtaki yüksekliği cerrahinin ve anestezinin etkilerine ve karaciğerin yenilme aktivitesinin yokluğuna bağlı olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte yüksek oranda yapılmış laktat operasyondan sonra en az 8 saat yüksek kalmaktadır. Venöz kan arteriyal kandan daha fazla LA içermektedir. Yüksek kan LA düzeyine sahip hayvanlarda laktat oksidasyon oranı yüksek olmaktadır (43).

Constable ve arkadaşları 1984 yılında yaptıkları bir araştırmada

orta şiddette devam eden egzersiz süresince glikojen sentezinin ortamda yeterli glukoz varsa çalışan kasta oluştuğunu göstermişlerdir (26,29).

Farenin izole hızlı ve yavaş kasılan kaslarında, ES ile glikojen fosforilaz aktivasyonu araştırılmıştır. Yüksek miktarda fosfokreatin, kontraksiyon süresince büyük miktarda P_i (inorganik fosfat)'ın serbest bırakılmasıyla oluşmaktadır (25).

Lithell ve arkadaşları ve diğer araştırmacılar sağlıklı kişilerin iskelet kaslarındaki glikojen seviyesinin yoğun egzersizle % 50 azaldığını bulmuşlardır (21,113).

Bizim araştırmamızda anestezi ve cerrahi sonrasında LA (90.4 mgr/100 ml) ve kan şekeri (135.58 mgr/100 ml) miktarlarının çok yüksek bulunması Drury ve Wick'in yaptıkları çalışma sonucuna paraleldir. Çalışmamızda başlangıçtaki bu yüksek laktik asit ve kan şekeri konsantrasyonlarının cerrahi ve anestezinin etkisine bağlı olduğu ve ayrıca anestezi öncesinde, çok ürkek bir hayvan olan tavşanın aşırı heyecanlanmasının da etkili olduğu düşünülmüştür.

Yorgunluğun oluşumunu takip etmek için 5-10-15-30-45 ve 60 dakikalarda aldığımız venöz kan örneklerinden ölçülen LA değerleri bir saatlik uygulama boyunca başlangıçtaki yüksek konsantrasyonlarını devam ettirmişler ve artmamışlardır. Kan şekeri değerleri ise uygulama süresiyle orantılı bir artış göstermişlerdir. Kan şekeri ve laktik asit arasında negatif yönde çok zayıf bir ilişki olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, artmayan ve yüksek kalan laktik asit miktarı Drury ve Wick'in (43) gösterdiği gibi yüksek laktat oksidasyonu oranını işaret etmekte veya Issekutz ve arkadaşlarının (84) buldukları laktat devrinin yüksekliğini belirtmektedir. Bu olay aynı zamanda hepatik ve renal glukozun yapıma oranının artışı ile birliktedir ve bizim çalışmamızdaki kan şekeri miktarlarının giderek artmasını açıklamaktadır. Yine yüksek kan şekeri miktarları, kasın çalışırken direkt olarak glukozu değil, glikojeni kullandığını da göstermektedir. Constable ve arkadaşlarının (26) yaptıkları çalışmanın sonucuna uyan veriler elde edilmiştir. Yaptığımız araştırmaya göre dakikada 17 defa kasılan tavşan KF kası bir saat süresince uygulanan surge'li faradik akımla yorulmadan çalışabilmektedir.

İnsanlarda, adduktör polllis kası, motor sinirinden 30 Hz'lik akım ile kesikli ve maksimum şiddette uyarılarak kas yorgunluğu araştırılmıştır. Kesikli kontraksiyonlarda dinlenme sürelerine bağlı olarak yorgunluk yavaş oluşmakta ve değişmeden kalmaktadır. Maksimum şiddette ise aralıklar azaldıkça yorgunluk daha hızlı oluşmaktadır ve iskemi vardır. Yavaş ve sürekli olan yorgunlukta kuvvetin azalmasını hazırlayan faktör; T sisteminin intratübüler iyon konsantrasyonunda tekrarlayan aktivasyondaki değişiklikler ve enine kesit alanında kas hücrelerinin arasından geçen aksiyon potansiyelindeki bozulma ve aktif sarkomerin senkronizasyonudur. Çok kısa aralıklı uyarılar (0.5 sn) devamlı uyarıdan daha fazla kası yormaktadır (44).

Freund ve Zouloumian, devamlı egzersizin ilk 3 dakikasında kan laktatının arttığını ve ortalama 2-5 dakikalarda en yüksek değerine ulaştığını ve venöz kanda arteriyal kandan daha yüksek değerlerde bulunduğunu saptamışlardır (53).

Statik kas çalışmasında yorgunluk kişilerin hissetmelerine göre 90° ye ayrılmış bir gösterge üzerinde voltmetre ile gösterilmiştir. Janssen ve Docter, bu metodun yorgunluğun belirlenmesinde kalp hızından daha fazla ayırt edici olduğunu öne sürmüşlerdir (87).

Patton ve arkadaşları, tekrarlı maksimal istemli kontraksiyonda elde ettikleri yorgunluk eğrisinin, birkaç eğrinin oluşturduğunu ve cins farklarından bağımsız olduğunu göstermişler ve yorgunluğun bu eğride başlangıç kuvvetinin % 50 sinde ortaya çıktığını bulmuşlardır (136).

Biseps brakii kasında EMG ile belirlenen yorgunluk maksimal istemli izometrik kontraksiyonun % 40 ında oluşmuştur. Bu sonucun soleus kasından yaklaşık 9 defa daha büyük olduğu belirtilmiştir (129).

Akyüz ve Narman, egzersiz sonrasında LA düzeyinin sporcu olanlarda sporcu olmayanlara göre daha fazla yükseldiğini saptamışlardır (3).

İnsan KF kasının yüksek frekanslı akımla stimülasyonu ile elde edilen izometrik torque değerleri, 12 sağlıklı kişide araştırılmıştır. 12 sn uyarı, 8 sn dinlenme süresi verilen uygulama daha az torque oluş-

turmuş, fakat yorgunlukta artışa neden olmuştur. 15 sn uyarı 50 sn dinlenme şeklindeki uygulama ise daha az yorgunlukla sonuçlanmış ve daha fazla torque değeri ortaya çıkarmıştır (78).

Yorgunluk, çeşitli kas eğitim programlarının etkinliklerini karşılaştırmak için oldukça faydalı bir biyolojik son nokta olmaktadır (39).

Daha önce yaptığımız ön araştırmada hayvan iskelet kası üzerinde denediğimiz uygulamanın sonucu insan iskelet kasında da incelenmiştir. Yaptığımız bu çalışmanın sonunda bir saatlik surge'ü faradik akımın kası yormadan çalıştırdığı ($P > 0.05$) saptanmıştır. Deneklerin hiç biri uygulama sonunda yorgunluk hissi tarif etmemişlerdir.

Diz ekleminde oluşan akut yumuşak doku sakatlığının rehabilitasyonu, diğer eklem sakatlıklarına benzer olarak kuvvet, güç, dayanıklılık gelişimini içerir. Bunların yapılmasındaki başarısızlık ve yetersizlik ekstremitedeki sakatlığı arttırır. Rehabilitasyon programı sadece kuvvet üzerinde odaklaşmamalıdır. Fakat güç ve endurans gelişiminin temelini de yeterli kuvvet eğitimi oluşturmaktadır.

Değişen şartlara kişilere, sakatlığa ve diğer etkili faktörlere göre kullanılan yöntemler, yeri ve zamanı farklı olarak bir diğerinden üstün olabilir. Kuvvet eğitim metodu, kişinin özel ihtiyacına göre belirlenip seçilmelidir.

Maksimal istemli izometrik kas kontraksiyonları ile kasın kuvvetlendirilmesi, 1953 yılında Hetterger ve Müller'in ilk defa tanıttığı bir egzersizdir. Yazarlar günde 6 sn'lik izometrik kasılmayı haftada 5 gün yapmakla, kuvvetin her hafta % 5 arttığını belirtmişlerdir (49). İzometrik egzersiz konusunda yapılan araştırmalarda etkili birçok faktörün varlığı kabul edilmiştir. Bunlar test etmeye ait etkenler, pozisyon, eğitim, günün içindeki zaman, kontraksiyon süresi, kasın seçimi, kasılma şiddeti, araştırılan deneklerin seçimidir (59,72,117,126,127,146,150,173).

İzometrik kuvvetlendirme programında EMG biofeedback'in kasa kuvvet ve fonksiyonellik kazandırma açısından faydalı olduğu gösterilmiştir (103,110,115,158).

KF kasına uygulanan kinezyoloji teknikleri ile normal kişilerde kasın kuvveti artmamıştır (65).

Uzun yıllar özel kuvvetlendirme veya ağırlık kaldırma egzersizleri vücut geliştiricileri, halterciler ve bazı güreşçiler tarafından kullanılmıştır. 1950 ile 1960 yılları arasında yapılan araştırmalar sonucunda, bu egzersizlerin hareket hızını veya esnekliğini azalmadan kasları kuvvetlendirdiği gösterilmiştir (121).

Birçok araştırmada izometrik, izotonik ve izokinetik olarak eğitilen gruplarda kuvvet artışı karşılaştırılarak, bu yöntemlerden hangisinin daha iyi olduğu tartışılmıştır. Bilindiği gibi bütün bu yöntemler kası kuvvetlendirmektedir (9,17,23,49,73,86,91,92,95,99,107,108,138).

Diz eklemine tutan dejeneratif, travmatik, paralitik veya cerrahi tüm olaylarda kuadriseps femoris kasının gerek testi gerekse yeterli şekilde eğitilmesi önem kazanır. Birçok hasta kuadriseps femoris kasında etkili kontraksiyon oluşturamaz. Sakatlıklardan sonra oluşan inhibitör mekanizma kasın kuvvet kaybına yol açarken, bu durum proprioseptif feedback kaybına da neden olmaktadır (176).

Rus araştırmacı Kots'un sağlam kaslar üzerinde ES uygulaması ve ES ile kas kuvvetinde artma meydana geldiğini açıklamasından sonra, ES rehabilitasyon yöntemleri içinde kullanılan ve araştırılan bir uygulama olmuştur (5,7,19,31,125,126).

Izometrik kuvvetin, sağlıklı kişilerde ES ile arttığı birçok yazar tarafından rapor edilmiştir (55,82,126,142,154,176).

Maksimal torque değerinin elde edildiği ve en az rahatsızlık veren stimulatorlerin, yüksek frekanslı (2.5-50 Hz) sinuzoidal ve bifazik simetrik dalga şekline sahip aletler olduğu bulunmuş ve klinik olarak kullanımları önerilmiştir (144).

Nowakowska, ES'la eğitimin kasta kesinlikle uyarılabilme kabiliyetinde artmaya neden olduğunu göstermiştir (118).

Normal kişilerin dizi 60° fleksiyonda iken KF kaslarına ES ve izo-

metrik egzersiz yaptırılarak torque değerleri araştırılmıştır. izometrik egzersiz, 15 sn kasılma, 50 sn dinlenme şeklinde günde 15 defa, 7-12 g¼n yaptırılmıştır. 50 Hz'lik modifiye sinus dalgası veren akım bipolar tek-nikle KF kasına verilerek ES uygulanmıştır. Araştırma sonunda egzersiz tipleri arasında torque değeri y¼n¼nden ¼nemli bir farklılık bulunamamıştır (145).

KF kasının istemli kontraksiyonunu ve ES'nu takiben torque değeri ile elektriksel aktivitesi bir başka çalışma ile araştırılmıştır. Sağlıklı deneklere maksimal istemli izometrik kontraksiyon, ES ve ES ile izometrik egzersiz beraber yaptırılarak torque değerleri ¼lç¼lm¼řt¼r. ES'da bi-fazik rektanguler dalga şekline sahip 100 saykıl/sn'lik frekansı olan akım kullanılmıştır. Elektrot'un bir tanesi lumbosakral spina üzerine, diğeri ise femoral ¼çgene yerleştirilmiştir. Total kontraksiyon s¼resi 5 sn olan izometrik egzersiz, 30 sn aralıkla 3 defa yaptırılmıştır. Vastus mediyalis kasında 3 farklı uygulama için torque ve EMG değerleri arasında ¼nemli bir fark bulunmamış, rectus femoris ve vastus lateralis kaslarında ise EMG değeri, ES sonrasında izometrik egzersiz tedavisine g¼re çok b¼y¼k olmuştur (102).

Massey ve arkadaşları, frekansı 1000 saykıl/sn olan kesikli galvanik akımı kullanarak diğer egzersizlerle karşılaştırmışlardır. Kuvvet artışında, ES'nun, ağırlık çalışması ve izometrik egzersiz yapanlara g¼re en az etkiye sahip olduğunu fakat kontrol grubuna g¼re hem kuvvet hem de cevre ¼lç¼s¼nde artışa neden olduğunu g¼stermiřlerdir (118).

Y¼ksek voltaj galvanik stimulasyon ve maksimal istemli izometrik kontraksiyonun kuadriseps femoris kası kuvvetlendirmedeki etkileri g¼zlenmiřtir. Bu çalışmada frekansı 50 Hz olan akım kullanılmış ve bunun kas yorgunluğunu ¼nledięini ifade etmişlerdir. Sonuç olarak galvanik stimulasyonun, izometrik egzersiz kadar etkili bir y¼ntem olmadığı vurgulanmıştır (126).

Currier, Lehman ve Lightfood 1979 yılında yaptıkları çalışmada sağlıklı deneklerde ES, ES ile birlikte izometrik egzersiz ve sadece izometrik egzersiz uygulamışlardır. Bu araştırmada kuadriseps femoris kasına

izometrik egzersiz ile birlikte uygulanan ES'nun kas kuvvetinin artırılmasında uygun maksimal istemli izometrik kontraksiyondan daha büyük bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür (32).

Currier ve Mann 1983 yılında yine sağlıklı kişilerde ES ile kas kuvveti gelişimini araştırmışlar, ES, ES ile izometrik egzersiz, sadece izometrik egzersiz yaptırılan gruplar arasında önemli bir fark olmadığını bulmuşlardır. Yorgunluğun ise ES uygulanan gruplarda oluştuğunu vurgulamışlardır (34).

Selkowitz ise yaptığı çalışmada ES ile izometrik kontraksiyon yaptırılarak eğitilen kuadriseps femoris kasında kuvvet artışını araştırmıştır. Hem kontrol grubuna göre hem de ön test ve son test sonuçları arasındaki kuvvet artışını önemli bulmuştur (151).

Eriksson ve Höggmark ise diz, bağ ameliyatlarından sonra (alçı içinde) ES ve izometrik egzersiz şeklinde yapılan kas eğitimini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonunda, ES uygulanan hastalarda daha az atrofi saptanmış, oksidatif enzim aktivitesi yönünden ES'da artış, izometrik kontraksiyonda da düşüş görülmüştür (47).

ES ile daha iyi kas fonksiyonu sağlanması ve daha az atrofi görülmesi, hastanın cerrahi sonrası ES'nun yardımı ile kasını erken devrede katabildiğini göstermektedir. ES ayrıca çok ağırlı bir işlem olan bağ tamirinden sonra, ağrısız olarak kasın kasılmasını sağlamaktadır. Bu da ES'nun ağrı üstünde pozitif bir etkiye sahip olduğunu belki de azalttığını göstermektedir. Tekrarlı ES'nun kasta gerilim oluşturduğu, bunun da atrofiyi engellediği kabul edilmektedir (47).

Hastalarımızdan 21 tanesinin kuadriseps femoris kasına ES, 21 tanesine ise maksimal istemli izometrik kontraksiyon egzersizi uygulanmıştır. Araştırmamızda kuadriseps femoris kası, kolay stabilize edilebilmesi ve pozisyonlanmasının yanında kontrol edilebilmesi nedeniyle tercih edilmiştir. Ayrıca, kuadriseps femoris kası kuvvet eğitimlerine çok büyük ve belirgin bir cevap vermektedir (17,111,173).

Mendler ve diğer araştırmacılar, diz eklemi 60° fleksiyonda iken

kuadriseps femoris'in en fazla izometrik kontraksiyon oluşturduğunu, eğitim ve test için en uygun pozisyonun bu olduğunu göstermişlerdir (1,40, 78,123,135,147,164). Biz, araştırmamızda, ağırlı ve akut sakatlık süresince kuvvetlendirme eğitimi yaptığımız için diz ekleminde hareket oluşturmayan kontraksiyonları seçerek, hastalarda rahatsızlık hissi oluşturmayan eğitim programını tercih ettik.

KF kasının torque değerinde gövde stabilizasyonun sağlanmasının önemli olduğu belirtilmiştir (8,69). Test ve tedavi sırasında, deneklerimiz gövde hareketi engellenerek, ellerinden destek almalarına da mani olunmuştur.

Kuadriseps femoris kasında 6. gün ve tedavi sonrasında dinamometrik ölçümle yaptığımız kuvvet değerlerinde tedavi öncesine göre artış olduğu saptanmıştır ($P < 0.05$). Tedavi öncesi ve sonrasındaki artış farkı ES grubu için % 82.8 oranında bulunmuştur.

Maksimal istemli izometrik kontraksiyon eğitimi ile tedavi ettiğimiz grupta da, kuadriseps femoris kasının kuvvet değerlerinde 6. gün ve tedavi sonrasında tedavi öncesine göre artış olduğu görülmüştür ($P < 0.05$). Tedavi öncesi ve sonrasındaki artış farkı izometrik egzersiz grubu için % 81.3 oranında saptanmıştır.

Tedavi öncesi ile 6. gün arasındaki kuvvet artış oranı ES grubunda % 42, izometrik egzersiz grubunda % 59 olurken, tedavinin 6. günü ise tedavi sonrasındaki artış oranı ise ES için % 28.6, izometrik egzersiz için % 13.3 oranında bulunmuştur.

ES ile izometrik egzersiz gruplarındaki kuvvet artışı yönünden iki grup arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Bu değerlendirme hem tedavinin 6. günü hem de tedavi sonrasında ölçülen değerlerin karşılaştırılması yapılarak, hem de tedavi öncesi ve sonrası her iki gruptaki kuvvet artış farklarının, farkına yapılan istatistiksel yöntemlerle saptanmıştır.

Elde ettiğimiz bu sonuç diğer araştırmalarda farklı akım şekli, uygulama biçimi kullanılmasına, sağlam kişilerin kuadriseps femoris kas-

larına uygulanmasına rağmen ES ve maksimal izometrik egzersiz ile çalıştırılan kaslardaki kuvvet artış sonuçlarıyla aynı paralelde bulunmuştur (32,34,102,118,142,145).

ES ve izometrik egzersiz grubunda dizin 5-10 cm altından, diz çevresinden ve dizin 5-10-15-20-25 cm üstünden alınan ölçüm değerleri; tedavi öncesi, tedavinin 6. günü ve tedavi sonrasında karşılaştırılmış ve aradaki farklar önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$).

Tedavi öncesi ve sonrasında, her iki grubun hasta ve sağlam dizinden ölçülen farkların farkına yapılan test ile bu sonuçlar tekrar değerlendirilmiştir. Sonuç olarak ES ve izometrik kontraksiyon eğitimi kasın gücünü artırmakta, hipertrofiye etmemektedir, fakat atrofiye gitmesini önlemektedir. Ancak tedavi süresinin uzatılması belki de kasın hipertrofiye olmasını sağlayabileceği görüşünü ortaya çıkarabilir.

Gerek hayvanlar gerekse insanlar üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda belirli dinlenme süresi sağlamak şartıyla ES ile uyarılan kaslarda laktik asit seviyelerinin yükselmesini Currier ve Mann (34)'in verdiği sonuçlara zıt düşmektedir. ES grubunda, sürenin uzun tutulmasının bile yorgunluğu meydana getirmeden kas eğitiminde daha etkili olabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Izometrik kas kontraksiyonu boyunca kardiyovasküler cevaplar araştırıldığında, sistolik, diastolik kan basıncı ve kalp hızında artışa neden olduğu görülmüştür (14,33,37,61,64,93,112,137,139,140,177).

Bu nedenle, ES uyguladığımız grupta, TÖ ve TS'da sistolik, diastolik kan basıncı ve kalp hızı ölçülmüş ve bir saatlik uygulamanın kardiyovasküler cevapları araştırılmıştır. ES uygulamasında sistolik kan basıncındaki değişimler önemli olmamıştır ($P > 0.05$). Diastolik kan basıncı ve kalp hızındaki değişim azalma yönünden anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). Sonuç olarak KF kasının ES ile eğitilmesi şeklinde yapılan egzersiz kardiyovasküler sistem cevaplarını artırmamaktadır.

Yorgunluğu belirleyen bir diğer faktör olan kalp hızının azalmış bulunması, kan laktik asit miktarları ile açıklamaya çalıştığımız yorgun-

luğun oluşmadığı görüşünü destekler yöndedir.

Özellikle yatağa bağımlı kişilerde ES ile minimum enerji sarfederek yeterli derecede kas gücünü artırma mümkün olabilecektir. Bu çalışmanın başka bir yönü, kardiyopulmoner rahatsızlıkları bulunan hastalara da ES'nun rahatlıkla ve emin bir şekilde uygulanabileceğini ortaya çıkarmaktadır.

S O N U Ç L A R

A) I. ÖN ÇALIŞMANIN SONUÇLARI

20 tavşanın KF kaslarına bir saatlik surge'lı faradik akım uygulanarak, bu akım şekli ve uygulama süresinin kasda yorgunluğa neden olup olmadığı bu ön çalışmaya araştırılmıştır.

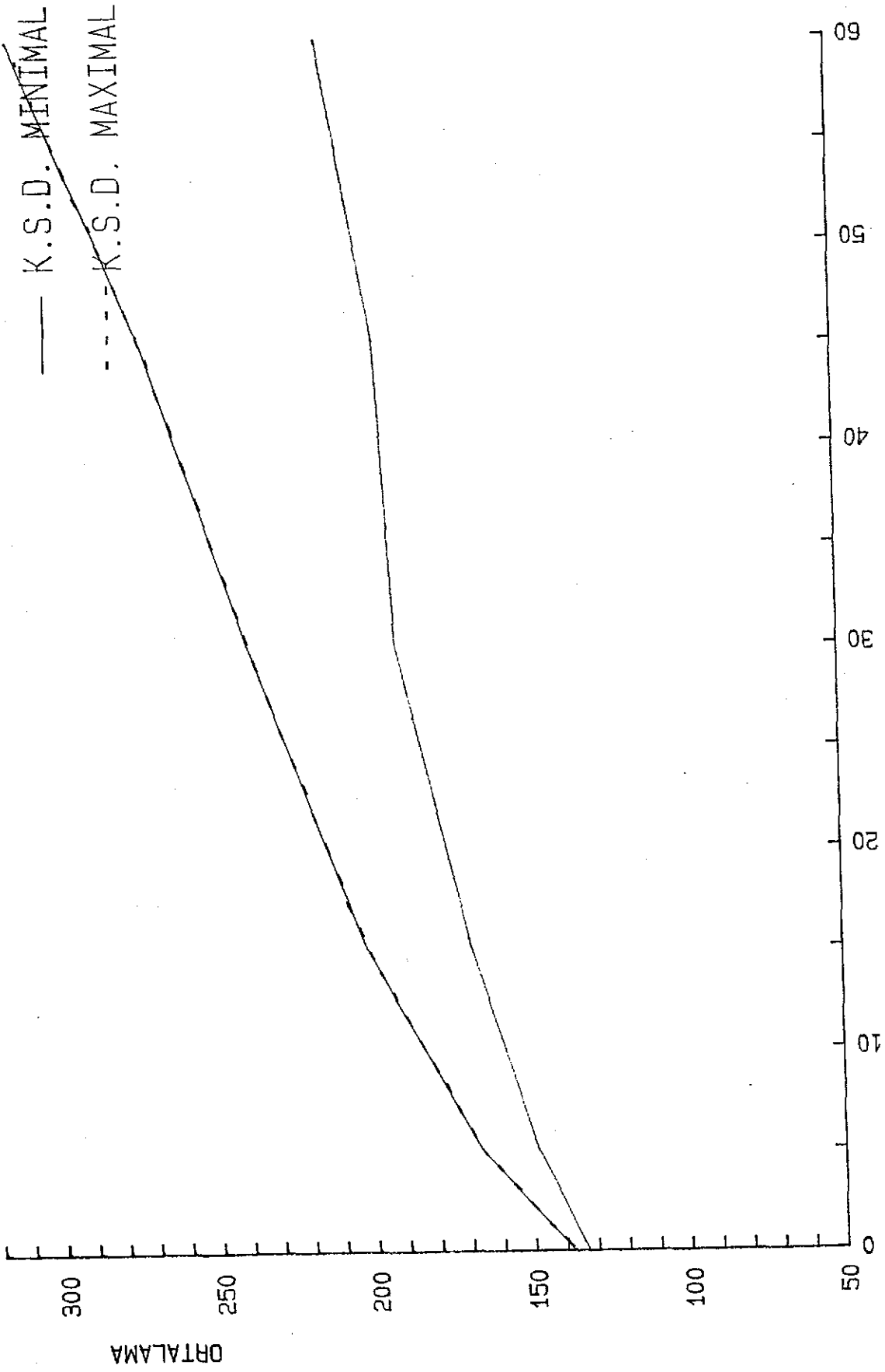
Yorgunluğu saptamak için uygulamanın belirli zamanlarında alınan venöz kan örneğinden çalışılan, laktik asit ve kan şekeri değerlerinin sonuçları şu şekilde elde edilmiştir.

Dakikada 17 uyarı veren 50 Hz'lik surge'lı faradik akım ile kas minimal ve maksimal şiddette kontraksiyon yaptırılmıştır.

Minimal ve maksimal şiddetteki kontraksiyonla çalışan kasdan 5-15-30-45 ve 60 ıncı dakikalarda elde edilen kan şekeri değerlerinde, bir artış gözlenmiştir (Grafik 2).

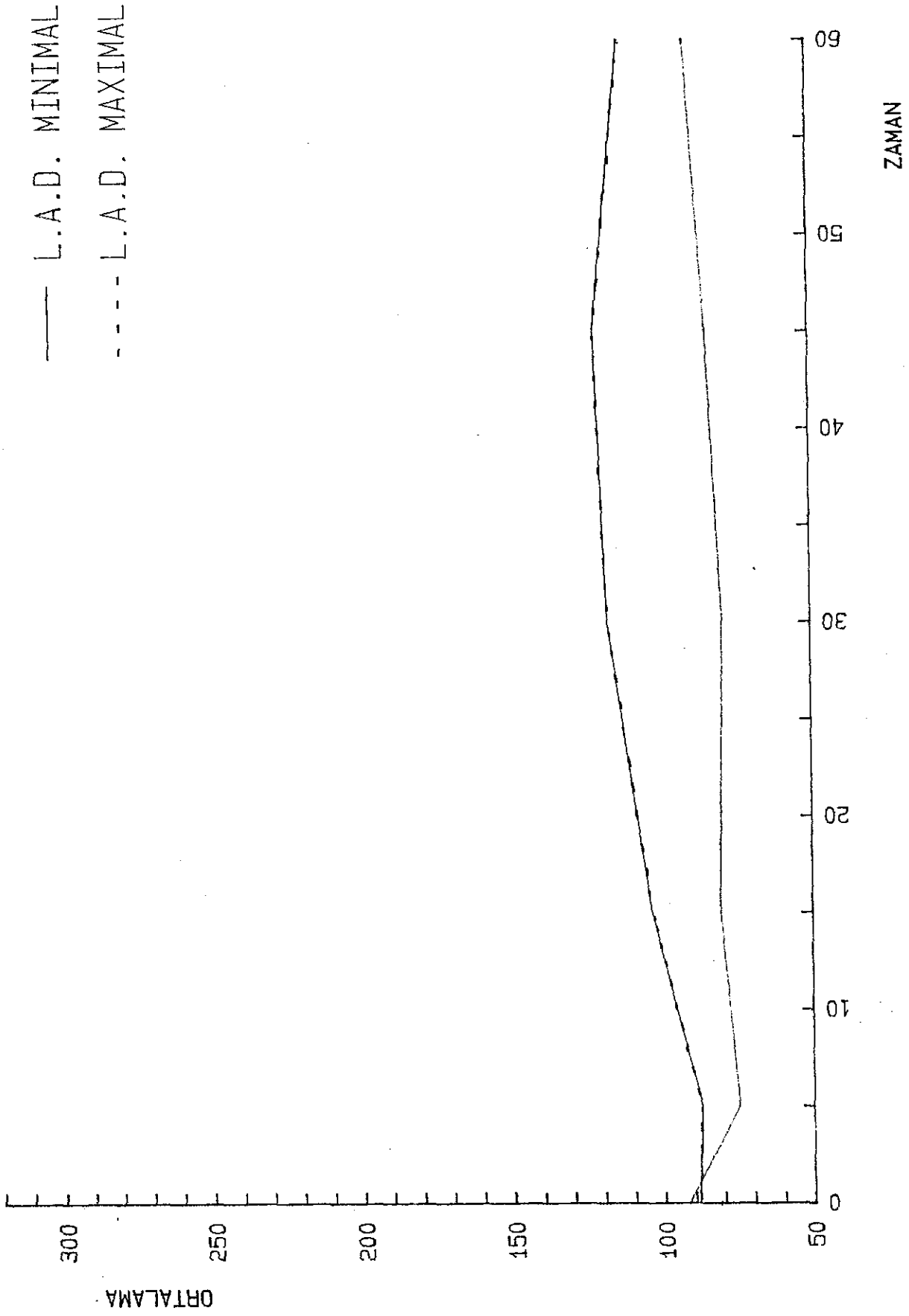
Laktik asit değerlerinde ise minimal şiddette kasılan kasda sadece 30-60. dakikalar arasındaki fark anlamlı bulunurken, maksimal şiddetteki kontraksiyonlarda ise anestezi sonrası ile 30 ve 45.ci dakikalar arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar değerlendirildiğinde bu farklılığın sayısal değerlere bağlı olarak istatistiksel sonucu etkilediği düşünülmüştür. Sonuç olarak laktik asit bir saatlik uygulama boyunca bir plato takip etmiş ve artış göstermemiştir (Grafik 3).

Kan şekeri ve laktik asit arasındaki ilişki araştırıldığında ikisi arasında negatif yönde çok zayıf bir ilişki olduğu görülmüştür. Tavşanlar üzerinde gerçekleştirdiğimiz bu ön çalışma sonucunda, dakikada 17 uyarı ile minimal ve maksimal şiddette çalıştırdığımız tavşan kuadriseps femoris kasının bir saatlik uygulama sonunda yorulmadığı, kan laktik asit değerlerine göre saptanmıştır ($P > 0.05$).



ZAMAN

GRAFIK 2.



GRAFIK 3.

B) II. ÖN ÇALIŞMANIN SONUCU :

20 denek üzerinde gerçekleştirdiğimiz bu araştırmada, kasa yeterli dinlenme süresi verilerek dakikada 17 kontraksiyon elde edilecek şekilde uygulanan surge'li faradik akımın biseps brakii kasını 1 saatlik stimülasyon sonunda yormadığı kan laktik asit miktarları saptanarak belirlenmiştir ($P > 0.05$).

C) ANA ÇALIŞMANIN SONUÇLARI :

- Elektrik stimülasyonla kuadriseps femoris kasını eğittiğimiz grup I'de, tedavi öncesi ile 6. gün, 6. gün - tedavi sonrası ve tedavi öncesi ve sonrasındaki kasın kuvvet artışı anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$).

- İzometrik egzersiz yapan grupta ise tedavi öncesi ile 6. gün ve tedavi sonrasındaki kuvvet artışı önemli olurken ($P < 0.05$), 6. gün ve tedavi sonrasındaki kuvvet artış farkı anlamsız bulunmuştur ($P > 0.05$).

- Hem ES hem de izometrik egzersiz yapan gruplar arasında 3 farklı ölçüm zamanına göre yapılan değerlendirmede kas kuvveti artışında, iki grup arasında bir fark saptanmamıştır ($P > 0.05$).

- ES ve izometrik egzersiz grubundaki tedavi öncesi ve sonrası kuvvet değerlerinin farklarının farkı da anlamsız bulunmuştur ($P > 0.05$).

- ES uygulanan hastalarımızın hem hasta hem de sağlam taraf alt ekstremitelerinde, dizin 5-10 cm altından, diz çevresinden ve dizin 5-10-15-20-25 cm üstünden alınan çevre ölçüm değerlerinin tedavi öncesi ve sonrası farkları anlamsız bulunmuştur ($P > 0.05$).

- İzometrik egzersiz yapan hastalarımızın da hem hasta hem de sağlam taraf alt ekstremitelerinde aynı yerlerden yapılan çevre ölçüm değerlerinin, tedavi öncesi ve sonrası farkları anlamsız bulunmuştur ($P > 0.05$).

- Araştırmamızda ES grubunda ölçülen sistolik kan basınçları değerlerinin tedavi öncesi ve sonrasındaki farkı anlamsız bulunmuştur ($P > 0.05$).

Diastolik kan basınçları değerleri arasındaki fark ise azalma yönünde anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). Kalp hızı değerleri arasındaki fark da yine azalma yönünden anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$).

Tavşan kuadriseps femoris kasında ve insan biceps brakii kasında gerçekleştirdiğimiz iki ön araştırmanın sonuçları değerlendirilerek surge'li faradik akım ile yapılan bir saatlik ES uygulamasının kası yormadan çalıştırdığı saptanmıştır.

Bu iki ön çalışmanın sonunda elde edilen verilere dayanarak akut yumuşak doku sakatlığı nedeniyle diz eklemine kullanamayan ve kuadriseps femoris kaslarını kasmada zorluk çeken hastalara ES ve maksimal istemli izometrik kontraksiyon egzersizi uygulanarak kasın atrofiye gidişi önlenmiş, kasılabilirliği artırılarak, kuvvet ve fonksiyonunda artış elde edilmiştir.

Elektrik stimülasyonu ile kası kuvvetlendirme yönteminin, şiddetli romatoid artrit, artrotomi, kırıklar, uzun süreli alçı, akut yumuşak doku sakatlığı süresinde oluşan ödem, ağrı ve gelişen refleks inhibisyon nedeniyle diz aktif fleksiyon ve ekstansiyon kullanımını engelleyen tüm sakatlıklarda ve izometrik egzersizin tercih edilmediği kalp hastalarında maksimal izometrik kontraksiyon yerine kullanıldığında çok daha geçerli bir yöntem olduğu saptanmıştır.

Ö Z E T

Hacettepe Üniversitesi, Tıbbi ve Cerrahi Araştırma Merkezi'nde ve Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Kardiyak Rehabilitasyon ve Spor Ünitesi'nde yapılan araştırmalar sonucunda kuadriseps femoris kasını yormadan bir saatlik ES ile ve izometrik egzersiz ile çalıştırarak akut yumuşak doku sakatlığı olan 42 hastanın kuadriseps femoris kasları kuvvetlendirilmiştir.

Sonuçta elektrik stimülasyon ve maksimal istemli izometrik egzersizin dizde hiçbir hareket olmadığı veya engellendiği durumlarda kası kuvvetlendirmede etkin yöntemler oldukları fakat elektrik stimülasyonunun bazı şartlarda ve toplam tedavi süresini azaltmada maksimal istemli izometrik egzersiz yerine tercih edilebilecek bir yöntem olduğu saptanmıştır.

K A Y N A K L A R

1. ABDENOUR E.T. : Patello Femoral Rehabilitation. The Phys. and Sport. Med. 11(2): 207, 1983.
2. AIKMAN H.D. ve diğ. : Effects of Electrical Stimulation vs Situps on Abdominal Muscle Strength and Endurance. Phys. Therap. 65(5): 696, 1985.
3. AKYÜZ E., NARMAN S. : Sporcularla Sporcu Olmayanların Kan Laktik Asit Seviyelerinin Egzersiz ile İlişkisi Üzerine Bir Araştırma. Fizyo Rehab. 2(3): 31-41, 1978.
4. ALBRIGHT B., YUGO D. : Guadriiceps Muscle Strength Gains Utilizing Electrical Stimulation. Phys. Therap. 65(5): 696-697, 1985.
5. ALLINGTON R.O., BAXTER M.L., KOEPKE G.M., CHRISTOPHER R.P. : Strengthening Techniques of the Guadriiceps Muscles. Phys. Therap. 46(11): 1173-1176, 1966.
6. ALON G. ve diğ. : Comparison of the Effects of Electrical Stimulation and Exercise on Abdominal Musculature. Phys. Therap. 65(5): 683, 1985.
7. ALON G. : High Voltage Stimulation Effects of Electrode Size on Basic Excitatory Responses. Phys. Therap. 65(6): 890-895, 1985.
8. ARDALI A., TÖREL C. : M. Guadriiceps Femoriste Fonksiyon Analizi ve Karşılaştırmalı Bir Çalışma. Fizyo. Rehab. 2(2): 45-49, 1977.
9. ARDALI A. : İzotonik ve izometrik Kontraksiyonların Adale Kuvvet Artımına Etkisi. Fizyo. Rehab. 2(6): 23-33, 1979.

10. ARNHEIM D.D. : Modern Principles of Athletic Training. Times Mirror Mosby College Publishing (6 ed). ss: 78-149, 1985.
11. ASMUSSEN E., BAZIN B. : A central Nervous Component in Local Muscular Fatigue. Eur. J. App. Physiol. 38: 9-15, 1978.
12. ASTRAND P.O., RODAHL K. : Textbook of Work Physiology. Mc Graw-Hill Book Company. ss: 11-19, 21-32, 86-92, 277-315, 1970.
13. BAKER L.L. : Functional Electrical Stimulation. Phys. Therap. 62(5): 650, 1982.
14. BANDYOPADHYAY D.Y. : Effect of Speed and Endurance Activities on Blood Pressure Heart Rate and Blood Lactate, and Their Correlation. J. Sports Med. 24: 107-111, 1984.
15. BARKER S.B., SUMMERSON W.M. : The Calorimetric Determination of Lactic Acid in Biological Material. J. Biol. Chem. 138: 535, 1941.
16. BARONE R., PAVAUX C., BLIN P.C., CUQ P. : Atlas D'anatomic Du Lapin, Atlas of Rabbit Anatomy. Masson et. Cie. ss: 59-61, 1973.
17. BASMAJIAN V.J. : Therapeutic Exercise. 3rd Ed. Williams and Wilkins, 1978. ss: 56-93, 191-228.
18. BIGLAND-RITCHIE B., JOHANSSON R., LIPOLD O.C.J., WOODS J.J. : Contractile Speed and EMG Changes During Fatigue of Sustained Maximal Voluntary Contractions. J. Neurophysiology 50: 313-324, 1983.
19. BOHANNON W.R. : Effect of Electrical Stimulation to the Vastus Medialis Muscle in a Patient With Chronically Dislocating Patellae. Phys. Therap. 63(9): 1445-1477, 1983.
20. BOLSTAD G., ERSLAND A. : Energy Metabolism in Different Human Skeletal Muscles During Voluntary Isometric Contractions. Eur. J. Appl. Physiol. 38: 171-179, 1978.

21. BROOKS A., BRAUNER K.E., CASSENS R.G. : Glycogen Synthesis and Metabolism of Lactic Acid After Exercise. *Am. J. Physiol.* 224(5):1162-1166, 1973.
22. BYLUND A.L. : Physical Training in Man. *Eur. J. Appl. Physiol.* 36: 151-169, 1977.
23. CAMPBELL D.E., GLENN W. : Rehabilitation of Knee Flexor and Knee Extensor Muscle Strength in Patients With Meniscectomies, Ligamentous, Repairs and Chondromalacia. *Phy. Therap.* 62(1): 10-15, 1982.
24. CHAFFIN B.D. : Localized Muscle Fatigue-Definition and Measurement. *J. Occup. Med.* 15(4): 346-354, 1973.
25. CHASIOTIS D., EDSTRÖM L., SAHLIN K., SJÖHOLM H. : Activation of Glicogen Phosphorylase by Electrical Stimulation of Isolated Fast Twitch Muscles From Rat. *Acta Physiol. Scand.* 123: 43-47, 1985.
26. CHIASSON J.L., GERMAIN L., SRIVASTAVA A.K., DUPUIS P. : Hormonal Regulation of Glucose Transport in Contracting Skeletal Muscle From Normal and Diabetic Rats. *Metabolism* 33(7): 617-621, 1984.
27. CLARKSON P.M., KROLL W., McBRIDE T.C. : Maximal Isometric Strength and Fiber Type Composition in Power and Endurance Athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* 44: 35-42, 1980.
28. COLEMAN A.E., CARLSON B.R. : Relationship of Strength Level to the Strength-duration Curve. *Phys. Therap.* 50(3): 344-348, 1970.
29. CONSTABLE S.H., YOUNG Y.C., HIQUCHI M., HOLLOSZY J.O. : Glicogen Resynthesis in Leg Muscles of Rats During Exercise. *Am. J. Physiol.* 247: R880-R883, 1984.
30. COX A.M., MENDRYK S.W., KRAMER J.F., HUNKA S.M. : Effect of Electrode Placement and Rest Interval Between Contractions on Isometric

- Knee Extension Torques Induced by Electrical Stimulation at 100 Hz. Physio. Therap. Can. 38(1): 20-27, 1986.
31. CUMMINGS J.P. : Response of the Isolated Hindquartters of the Rat to Electrical Stimulation. Phys. Therap. 64(5): 744, 1984.
 32. CURRIER P.D., LEHMAN J., LIGHTFOOD P.: Electrical Stimulation in Exercise of the Quadriceps Femoris Muscle. Phys. Therap. 59(12): 1508-1512, 1979.
 33. CURRIER P.D. : Electrical Stimulation Effect on Localized Blood Flow. Phys. Therap. 63(4): 761, 1983.
 34. CURRIER P.D., MANN R. : Muscular Strength Development by Electrical Stimulation in Healthy Individuals. Phys. Therapy 63(6): 915-921, 1983.
 35. CURRIER P.D., SOO C.L. : Minimum Training Dosage for Augmenting the Tension Developing Capacity of Muscle by Electrical Stimulation. Phy. Therap. 65(5): 683, 1985.
 36. DANNESKIOLD-SAMSGE B. ve diğ. : Muscle Strength and Functional Capacity in 78-81 Year Old Men and Women. Eur. J. Appl. Physiol. 52: 310-314, 1984.
 37. DANOFF P.L., DANOFF J.V. : Energy Cost and Heart Rate Response to Static and Dynamic Leg Exercise. Arch. Phys. Med. Rehabil. 63: 130-134, 1982.
 38. De CARVALHO A. ve diğ. : Controlled Ultrasonographic Measurements of Cross-sectional Areas of the Quadriceps Muscle Submitted to Dynamic Strength Training. J. Sports Med. 25: 251-254, 1985.
 39. De LATEUR J.B., LEHMANN J.F., GIACONI R. : Mechanical Work and Fatigue : Their Roles in the Development of Muscle Work Capacity. Arch. Phys. Med. Rehabil. 57: 319-324, 1976.

40. DELITTO A., ROTHSTEIN J.M. : Effect of Knee Position on EMG Activity of Isometric Quadriceps Femoris Muscle Contractions. *Phys. Therap.* 62(5): 642, 1982.
41. DELITTO A., ROSE S.J. : Comparative Comfort of Tree Wave Forms for Muscle Stimulation. *Phys. Therap.* 65(5): 696, 1985.
42. DENIER Van Der GON J.J., Ter HAAR ROMENY B.M., Van ZUYLEN E.J. : Behaviour of Motor Units of Human Arm Muscles : Differences Between Slow Isometric Contraction and Relaxation. *J. Physiol.* 359: 107-118, 1985.
43. DRURY R.D., WICK A.N. : Metabolism of Lactic Acid in the Intact Rabbit. *Am. J. Physiol.* 184: 304-308, 1956.
44. DUCHATEAU J., HARNAUT K. : Electrical and Mechanical Failures During Sustained and Intermittent Contractions in Humans. *J. Appl. Physiol.* 58(3): 942-947, 1985.
45. DUFFIN D. : Knee Strength and Function Following Meniscectomy. *Phys. Therap.* 63(11): 362-363, 1977.
46. EDWARDS R.H.T., HYDE S.A. : Methods of Measuring Muscle Strength and Fatigue. *Phys. Therap.* 63(2): 51-55, 1977.
47. ERIKSSON E., HÖGGMARK T. : Comparison of Isometric Muscle Training and Electrical Stimulation Supplementing Isometric Muscle Training in the Recovery After Major Knee Ligament Surgery. *Am. J. Sport Med.* 7(3): 169-171, 1979.
48. FALLS H.B. : Exercise Physiology. Academic Press. ss: 27-41, 1968.
49. FLECK J.S., SCHUTT R.C. : Types of Strength Training. *Orth. Clin. Nort Ame.* 14(2): 449-458, 1983.
50. FRANCIS R.S., SCOTT D.E. : Hypertrophy of the Vastus Medialis in Knee Extension. *Phys. Therap.* 54(10): 1066-1070, 1974.

51. FRANK C., ve diğr. : Electromagnetic Stimulation of Ligament Healing in Rabbits. Clin. Orthop. 175: 263-272, 1983.
52. FREUND H., GENDRY P. : Lactate Kinetics after Short Strenuous Exercise in Man. Eur. J. Appl. Physiol. 39: 123-135, 1978.
53. FREUND H., ZOULOUMIAN P. : Lactate After Exercise in Man. I. Evaluation Kinetics in Arterial Blood. Eur. J. Appl. Physiol. 46: 121-133, 1981.
54. FRIDEN J., SJÖRSTRÖM M., EKBLÖM B. : Muscle Fibre Type Characteristics in Endurance Trained and Untrained Individuals. Eur. J. Appl. Physiol. 52: 266-271, 1984.
55. FRIEDBURG J., MCPHAIL S., SWEDENBURG M. : Effect of Electrical Stimulation on Extensor Lag Following TKR. Phys. Therap. 63(4): 752, 1983.
56. FUGL-MEYER, A.R., GUSTAFSSON L., BURSTEDT Y. : Isokinetic and Static Plantar Flexion Characteristics. Eur. J. Appl. Physiol. 45: 221-234, 1980.
57. GANONG F.W. (Çev. : Andaç O., Erinç E., Kandemir N., Özen B., Tan, Ü.) Tıbbi Fizyoloji. Ank. H.Ü. Yayınları A-21, ss: 51-62, 1977.
58. GARRETT W., MUMMA M., LUCAVECCHIO C.L. : Ultrastructural Differences in Human Skeletal Muscle Fiber Types. Orth. Clin. Nort Ame. 14(2): 413-425, 1983.
59. GENTRY N.E., GOSSMAN M.R., ADAMS C.C., COOK J.H. : Effects of Contrasting Music on Quadriceps Muscle Power and Torque. Phys. Therap. 64(5): 716, 1984.
60. GIBBS L.C., KOTSANAS G., MCLANCE I. : Effect of Duration of Stimulation and pH on Energetics of Rabbit Retrococcygeus Muscle. Am. J. Physiol. 248: C357-C364, 1985.
61. GOLDBERG L.I., WHITE J. : Cardiovascular and Perceptual Responses to Isometric Exercise. Arch. Phy. Med. Rehab. 63: 211-216, 1982.

62. GOULD N., DONNERMEYER D., POPE M., ASHIKAGA T. : Transcutaneous Muscle Stimulation as a Method to Retard Disuse Atrophy. Clin. Orthop. 164: 215-220, 1982.
63. GOULD N., ve diğ. : Transcutaneous Muscle Stimulation to Retard Disuse Atrophy After Open Meniscectomy. Clin. Orthop. 178: 190-197, 1983.
64. GREER M., DIMUCK S., BURNS S. : Heart Rate and Blood Pressure Response to Several Methods of Strength Training. Phys. Therap. 64(2): 179-183, 1984.
65. GROSSI J.A. : Effects of an Applied Kinesiology : Technique on Quadriceps Femoris Muscle Isometric Strength. Phys. Therap. 61(7): 1011-1016, 1981.
66. GÖRDİLEK F., ÖZCAN N., YAZICIOĞLU G., İNAL S., NARMAN N. : Quadriceps Femoris Adalesinin Fonksiyonu ve Rotatör ve Stabilizator Kuvvetlerinin Hesaplanması. Fizyo. Rehab. 2(5): 28-38, 1979.
67. HARMS S.J., HICKSON R.L. : Skeletal Muscle Mitochondria and Myoglobin Endurance and Intensity of Training. J. Appl. Physiol. 54: 798-802, 1983.
68. HARRIS R.C., SAHLIN K., HULTMAN E. : Phosphagen and Lactate Contents of M. Quadriceps Femoris of Man After Exercise. J. Appl. Physiol. 43(5): 852-857, 1977.
69. HART L.D., STOBBE T.J., TILL C.W., PLUMMER R.W. : Effect of Trunk Stabilization on Quadriceps Femoris Muscle Torque. Phys. Therap. 64(9): 1375-1380, 1984.
70. HERBISON J.G., GORDON E.E. : Exercise of Normal Muscle : Biochemical Effects. Arch. Phys. Med. Reh. 54(9): 409-415, 1973.
71. HERBISON J.G., JAWÉED M.M., DITUNNO J.F. : Muscle Fiber Types. Arch. Phys. Med. Rehab. 63: 227-230, 1982.

72. HIROAKI K., MITSUMASA M. : Specificity of Velocity in Strength Testing. *Eur. J. Appl. Physiol.* 52: 104-106, 1983.
73. HISLOP H.J., PERRINE J.J. : The isokinetic Concept of Exercise. *Phys. Therap.* 47(2): 115-117, 1967.
74. HOLLOSZY O.J. : Muscle Metabolism During Exercise. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 63: 231-233, 1982.
75. HOOD L.B., FORWARD E.M. : Strength Variations in Two Determinations of Maximal Isometric Contractions. *Phys. Therap.* 45(11): 1046-1053, 1965.
76. HUDRICKÁ O., RENKIN E.M., GRAY S.D.: Early Changes in Fiber Profile and Capillary Density in Long-term Stimulated Muscles. *Am. J. Physiol.* 243: H528-H535, 1982.
77. HULTMAN E., SJÖHOLM H., JÖDERHOLM-EK, I., KRYNICKI J.: Evaluation of Methods for Electrical Stimulation of Human Skeletal Muscle in Situ. *Pflügers Arch.* 398: 139-141, 1983.
78. HUNTER S., PARKER M., BERHOLD M., BROWN R., SMITH M. : Torque Production From Two High Frequency Electrical Stimulation Patterns. *Phys. Therap.* 64(5): 744, 1984.
79. HURLEY B.F. ve diğ. : Effect of Training on Blood Lactate Levels During Submaximal Exercise. *J. Appl. Physiol.* 56: 1260-1264, 1984.
80. HUXLEY A.F. : The Origin of Force in Skeletal Muscle. *Ciba Foundation Symposium Ass. Sci.Publ.* ss: 271-299, 1975.
81. HYDE S.A., GODDARD G.M. : The myometer : The development of a clinical tool. *Phys. Therap.* 69(12): 424-427, 1983.
82. IEHL C.R., DANIELSON D.A., HOEG'R J.E., BANN J.O., COOK T.M. : Training Effects of Functional Electrical Stimulation on Abdominal Muscle. *Phys. Therap.* 64(5): 751, 1984.

83. INGEMANN-HANSEN T., HALKJAER-KRISTENSEN J. : Progressive Resistance Exercise Training of Hypotrophic Guadriceps Muscle in Man, The Effects on Morphology, Size and Function as Well as the Influence of Duration of Effort. Scand. J. Rehabil. Med. 15(1): 29-35, 1983.
84. ISSEKUTZ B.J., SHAW W.A.S., ISSEKUTS A.C. : Lactate Metabolism in Resting and Exercising Dogs. J. Appl. Physiol. 40(3): 312-319, 1976.
85. IVY J.L., ve diğ. : Isokinetic Contractile Properties of the Guadriceps With Relation to Fiber Type. Eur. J. Appl. Physiol. 47: 247-255, 1981.
86. JACKSON R.T. : EMG Study of Guadriceps During Resting State of Exercise. Phys. Therap. 53(3): 253-256, 1973.
87. JANNES C.G.C., DOCTER H.J. : Quantitative Subjective Assesment of Fatigue in Static Muscle Effort. Europ. J. Appl. Physiol. 32: 81-86, 1973.
88. JOHNSON T. : Age-Related Differences in Isometric and Dynamic Strength and Endurance. Phys. Therap. 62(7): 985-989, 1982.
89. JOHNSON W.R. : Science and Medicine of Exercise and Sports. Harper and Row Publishers. ss: 178-206, 384-402, 1960.
90. KAHN J.F., MONOD H. : A Study of Fatigue During Repetitive Static Work Performed in Two Different Segmental Positions. Eur. J. Appl. Physiol. 53: 169-174, 1984.
91. KANEHISA H., MIYASHITA M. : Effect of Isometric and Isokinetic Muscle Training on Static Strength and Dynamic Power. Eur. J. Appl. Physiol. 50: 365-371, 1983.
92. KAUFFMAN L.T. : Strength Training Effect in Young and Aged Women. Arch. Phys. Med. Rehabil.65: 223-226, 1985.

93. KILBOM Å, BRUNDIN T. : Circulatory Effects of Isometric Muscle Contractions, Performed Separately and in Combination With Dynamic Exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 36: 7-17, 1976.
94. KILBOM Å, GAMBERALE F., PERSSON J., ANNWALL G. : Physiological and Psychological Indices of Fatigue During Static Contractions. *Eur. J. Appl. Physiol.* 50: 179-193, 1983.
95. KIRCHNER J., RIDENOUR D., WALL C. : EMG of two Knee Exercises : A Clinical Analysis. *Phys. Therap.* 64(5): 715, 1984.
96. KLUGER J.M., NADEL E.R., HITCHCOCK M., STOLWIJK J.A. : Energy Balance and Lactic Acid Production in the Exercising Rabbit. *Am. J. Physiol.* 223(6): 1451-1454, 1972.
97. KNAPIK J.J., RAMOS M.U. : Isokinetic and Isometric Torque Relationships in the Human Body. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 61: 64-67, 1980.
98. KNAPIK J.J., WROUGHT J.E., MAWDSLY R.H., BRAUN J.M. : Isokinetic, Isometric Isotonic Strength Relationships. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 64: 77-80, 1983.
99. KOMI P.V., VIITASALO J.T., RAURAMAA R., VIHKO V. : Effect of Isometric Strength Training on Mechanical, Electrical and Metabolic Aspects of Muscle Functions. *Eur. J. Appl. Physiol.* 40: 45-55, 1978.
100. KOSEK L.S. : Isometric Quadriceps Strengthening Using the N.K. Table. *Phys. Therap.* 54(2): 156-157, 1974.
101. KOTTKE F.J., STILLWELL G.K., KEHMAN J.F. : Krusens's, Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation. (3 ed). ss: 360-463, 1982.
102. KRAMER J.F., WESSEL J. : Electrical Activity and Torque Following Electrical Stimulation and Voluntary Contractions of Quadriceps. *Physio. Therap. Can.* 37(5): 283-287, 1985.

103. KREBS D.E. : Clinical Electromyographic Feedback Following Meniscectomy. Phys. Therap. 61(7): 1017,1981.
104. KREBS D.E., STAPLES W.H., CUTTITA D., ZICKEL R.E. : Knee Joint Angle : Its Relationship to Guadriceps Femoris Activity in Normal and Postarthrotomy Limbs. Arch. Phys. Med. Rehab. 64: 441-447,1983.
105. KRISTENSEN J.H., HANSEN T.J. : Wasting of the Human Guadriceps Muscle After Knee Ligament Injuries. Scand. J. Rehab. Med. Suppl. 13: 29-37, 1985.
106. KROEMER K.H.E., MARRAS W.S. : Towards on Objective Assesment of the Maximal Voluntary Contraction Component in Routine Muscle Strength Measurements. Eur. J. Appl. Physiol. 45: 1-9, 1980.
107. KULUND N.D., TÖTTÖSSY M. : Warm-up, Strength and Power. Orthop. Clin. Nort Ame. 14(2): 427-448, 1983.
108. LAWRENCE M.S., McGRAIL J.A. : Strengthening the Guadriceps Femoris Progressive Weighted Isometric Exercise Method. Phy. Therap. Rev. 40(8): 577-584, 1960.
109. LEHMKUHL D. : Local Factors in Muscle Performance. Phys. Therap. 46(5): 473-484, 1966..
110. LEVEAU B.F., ROGERS C. : Selective Training of the Vastus Medralis Muscle Using EMG Bio feed back. Phys. Therap. 60(11): 1410-1415, 1980.
111. LICHT S., JOHNSON E.W. : Therapeutic Exercise. Waverly Press (2 ed). ss: 296-307, 1969.
112. LIND A.R., ve diğ. : Isometric Fatigue Induced by Different Levels of Rhythmic Exercise. Eur. J. Appl. Physiol. 49: 243-254, 1982.
113. LITHELL M., SCHELE R., VESSEY B., JACOBS I. : Lipoproteins, Lipoprotein

- Lipase and Glycogen after Prolonged Physical Activity. *J. Appl. Physiol.* 57(3): 698-702, 1984.
114. Liu H.I., CURRIER D.P. : Minimum Number of Repetitions for Augmenting the Tension Developing Capacity of Muscle by Electrical Stimulation. *Phys. Therap.* 65(5): 683-684, 1985.
115. LUCCA J.D., RECCHIUTI S.J. : Effect of Electromyographic Bio feed-back on an Isometric Strengthening Program. *Phys. Therap.* 63(2): 200-203, 1983.
116. LUNSFORD R.B. : Method for Strengthening Extensor Pattern in Upright Position. *Phys. Therap.* 49(5): 505, 1969.
117. MANNHEIMER J.S. : A Comparison of Strength Gain Between Concentric and Eccentric Contractions. *Phys. Therap.* 49(11): 1201-1209, 1969.
118. MASSEY B.H., NELSON R.C., SHARKEY B.C. : Effects of High Frequency Electrical Stimulation on the Size and Strength of Skeletal Muscle. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 5: 136-144, 1965.
119. MATON B. : Human Motor Unit Activity During the Onset of Muscle Fatigue in Submaximal Isometric Isotonic Contraction. *Eur. J. Appl. Physiol.* 46: 271-281, 1981.
120. MAUGHAM R.Y., WATSON J.S., WEIR J. : Relationships Between Muscle Strength and Muscle Cross-sectional Area in Male Splinters and Endurans Runners. *Eur. J. Appl. Physiol.* 50: 309-318, 1983.
121. Mc ARDLE D.W., KATCH F.I., KATCH V.L. : Exercise Physiology Energy Nutrition and Human Performance. Lea and Febiger Phil., ss: 80-94, 234-286, 1981.
122. MENDLER H.M. : Effect of Stabilization on Maximum Isometric Knee Extensor Force. *Phys. Therap.* 45(5): 375-379, 1965.

123. MENDLER H.M. : Knee Extensor and Flexor Force Following Injury.
Phys. Therap. 47(1): 35-45, 1967.
124. MİLLİ PRODOKTİVİTE MERKEZİ YAYINLARI : 137. Çalışma Şekli ve Kas Yorgunluğu. ss: 4, Ankara, 1973.
125. MILNER M., BASMAJIAN V.J. : Surface Electric Stimulation of Lower Limb. Arch. Phys. Med. Reh. 9: 540-545, 1970.
126. MOHR T., CARLSON B., SULENTIC C., LANDRY R. : Comparison of Isometric Exercise and High Volt Galvanic Stimulation on Quadriceps Femoris Muscle Strength. Phys. Therap. 65(5): 606-612, 1985.
127. MOORE, J.C. : Active Resistive Stretch and Isometric Exercises in Strengthening Wrist Flexion in Normal Adults. Arch. Phys. Med. Rehab. 6: 264-269, 1971.
128. MOREHOUSE L.E., MILLER A.T., (Çev : Necati Akgün). Egzersiz Fiziyojisi. Bornova, Ege Üni.Matbaası, ss: 175-197, 1973.
129. MORITANI T., NAGATA A., MURO M. : Electromyographic Manifestations of Muscular Fatigue. Med. Sci. Sport Exer. 14: 198-202, 1982.
130. MURRAY M.P., GARDNER G.M., MOLLİNGER L.A., SEPIC S.B. : Strength of Isometric and Isokinetic Contractions. Phys. Therap. 60(4): 412-419, 1980.
131. NAG P.K.: Circulo-respiratory Responses to Different Muscular Exercises. Eur. J. Appl. Phys. 52: 393-399, 1983.
132. NEWTON A.R., KARSELIS T.C. : Skin pH Following High Voltage Pulsed Galvanic Stimulation. Phys. Therap. 63(10): 1593-1596, 1983.
133. NICKEL V.L. : Orthopedic Rehabilitation. M.J. Smith, M.J. Stewart. "Sports Medicine and Rehabilitation". Churchill Livingstone, ss: 169-192, 1982.

134. NOYAN A. : Fizioloji Ders Kitabı. Ank. Anadolu Üni. Yay. No: 2. ss: 237-242.
135. OSTERNIG L.R. : Optimal Isokinetic Loads and Velocities Producing Muscular Power in Human Subjects. Arch. Phys. Med. Rehab. 56: 152-155, 1975.
136. PATTON W.R., ve diğ. : Fatigue Curves of Isokinetic Contractions. Arch. Phys. Med. Rehabil. 59: 507-509, 1978.
137. PENNY G.D., WELLS M.R. : Heart Rate, Blood Pressure, Serum Lactate and Serum Cholesterol Changes After the Cessation of Training. J. Sports Med. 15: 223-228, 1975.
138. PERKINS L.C., KAISER H.L. : Results of Short Term Isotonic and Isometric Exercise Programs in Persons Over Sixty. Phys. Therap. 41(9): 633-635, 1961.
139. PETROFSKY J.S., LeDONNE D.M., RINEHART J.S., LIND A.R. : Isometric Strength and Endurance During the Menstrual Cycle. Eur. J. Appl. Phys. 35: 1-10, 1976.
140. PETROFSKY J.S., BURSE, R.L., LIND A.R. : The Effect of Deep Muscle Temperature on the Cardiovascular Responses of Man to Static Effort. Eur. J. Appl. Physiol. 47: 7-16, 1981.
141. PETROFSKY J.S., HENDERSHOT D.M. : The Interrelationship Between Blood Pressure Intramuscular Pressure and Isometric Endurance in Fast and Slow Twitch Skeletal Muscle in the Cat. Eur. J. Appl. Physiol. 53: 106-111, 1984.
142. PROTAS E.J., DUPUY T., GARDEA R. : Electrical Stimulation for Strength Training. Phys. Therap. 64(5): 751, 1984.
143. REICHMANN, H., HOPPELER H., COSTELLO O.M., BERGEN F.V., PETTE D. : Biochemical and Ultrastructural Changes of Skeletal Muscle

- mitochondria After Chronic Electrical Stimulation in Rabbits. Pflügers Arch. 404: 1-9, 1985.
144. REISMAN M.A. : A Comparison of Electric Stimulators in Eliciting Muscle Contractions. Phys. Therap. 64(5): 751, 1984.
145. RICHARDSON D.L., SCHAWL D.L., HOENING C.L., BARR J.O. : Effects of Voluntary and Electrically Stimulated Exercise on Knee Torque. Phys. Therap. 62(5): 660-661, 1982.
146. ROSENTSWIEG J., HINSON M.M. : Comparison of Isometric, Isotonic and Isokinetic Exercises by Electromyography. Arch. Phy. Med. Reh. 53(6): 249-252, 1972.
147. SADAMOTO T.F., BONDE-PETERSEN, SUZUKI Y. : Skeletal Muscle Tension Flow, Pressure and EMG During Sustained Isometric Contractions in Humans. Eur. J. Appl. Phys. 51: 395-408, 1983.
148. SANCHEZ J., PEQUIGNOT J.M., MONOD H. : Sex Differences in the Lympho-Adrenal Response to Isometric Exercise. Eur. J. Appl. Physiol. 45: 147-154, 1980.
149. SCHUTT C.R., FLECK S.J. : Production and Utilization of Energy in Athletes. Orth. Clin. Nort Ame. 14(2): 459-467, 1983.
150. SELIGER V., DOLEJS L., KARAS V. : A Dynamometric Comparison of Maximum Eccentric, Concentric and Isometric Contractions Using EMG and Energy Expenditure Measurements. Eur. J. Appl. Physiol. 45: 235-244, 1980.
151. SELKOWITZ M.D. : Improvement in Isometric Strength of the Quadriceps Femoris Muscle After Training With Electrical Stimulation. Phys. Therap. 65(2): 186-196, 1985.
152. SMITD G.L., ROGERS M.W. : Factors Contributing to the Regulation and Clinical Assessment of Muscular Strength. Phys. Therap. 62(9): 1283-1290, 1982.

153. SMITH M.J., HUTCHINS R.C., HEHENBERGER A. : Transcutaneous Neural Stimulation Use in Postoperative Knee Rehabilitation. Am. J. Sports Med. 11: 75-82, 1983.
154. SMITH J.M. : Muscle Fiber Types Their Relationship to Athletic Training and Rehabilitation. Orth. Clin. Nort. Ame. 14(2): 403-411, 1983.
155. SMITH N.J. : Committee on Sports Medicine American Academy of Pediatrics Sports Medicine : Health Care for Young Athletes. American Academy of Pediatric Evanston Illinois, ss: 184-202, 1983.
156. SNOW H.D., HARRIS R.C., GASH S.P. : Metabolic Response of Equine Muscle to Intermittent Maximal Exercise. J. Appl. Physiol. 58(5): 1689-1697, 1985.
157. SPENCER J.D., HAYES K.C., ALEXANDER I.J. : Knee Joint Effusion and Quadriceps Reflex Inhibition in Man. Arch. Phys. Med. Rehabil. 65: 171-177, 1984.
158. SPRENGER C.K., CARLSON K., WESSMAN H.C. : Application of Electromyographic Biofeedback Following Medial Meniscectomy. Phys. Therap. 59(2): 167-169, 1979.
159. SPRIET L.L., MATSOS C.G., PETERS S.J., HEIGENHAUSER G.J.F., JONES N.L. : Muscle Metabolism and Performance in Perfused Rat Hindquarter During Heavy Exercise. Am. J. Physiol. 248: C109-C118, 1985.
160. STAMFORD B. : Does Lactic Acid Cause Muscle Fatigue?. Phys. Sport. Med. 13(6): 193, 1985.
161. STANISH W.D., RUBINOLISH M., KOZEY J., MAC GILLVARY G. : The use of Electricity in Ligament and Tendon Repair. Phys. Sport Med. 13(8): 109-116, 1985.

162. STEGEMANN J. trans. ed. J. SKINNER : Bases of Work and Sport.
Year Book Med. Pub. ss: 44-58, 122-141, 249-252, 1981.
163. STOKES M., YOUNG A. : Investigations of Quadriceps Inhibition
Implications for Clinical Practice. Physio Therap. 70(11): 425-428,
1984.
164. STRATFORD P. : Electromyography of the Quadriceps Femoris Muscles
in Subjects With Normal Knees and Acutely Effused Knees. Phys.
Therap. 62(3): 279-283, 1981.
165. SÜMBÜLOĞLU K. : Sağlık Bilimlerinde Araştırma Teknikleri ve İstatistik.
Çağ Matbaası, Ankara, 1978.
166. TANAKA K., MATSUURA Y. : Marathon Performance Anaerobic Threshold
and Onset of Blood Lactate Accumulation. J. Appl. Physiol.
57(3): 640-643, 1984.
167. TARKKA I.M. : Power Spectrum of Electromyography in Arm and Leg
Muscles During Isometric Contractions and Fatigue. J.Sports Med.
24: 189-193, 1984.
168. TECİRLİOĞLU S. : Kedi ve Tavşanların Kasları Arasındaki Sabit Ana-
tomik Ayrımlar. Ank. Ün. Vet. Fak. Yayınları 243. ss: 38-40, Ankara.
169. TERZİOĞLU M. : Fiziyojji Ders Kitabı. Cilt I. İst. Ün. Cerr. Tıp Fak.
Yay. ss: 61-108, 1980.
170. TESCH P.A., KOMI P.V., JACOBS I., KARLSSON J., VITASALO J.T. :
Influence of Lactate Accumulation of EMG Frequency Spectrum During
Repeated Concentric Contractions. Acta Physiol. Scand. 119: 61-67,
1983.
171. VAN BOXTEL A. ve diğ. : Changes in Electromyogram Power of Spectra
of Facial and Jaw-elevator muscle During Fatigue. J. Appl. Physiol.
54: 51-58, 1983.

172. VAN ROUX R. : Effects of Metabolic Acidosis on Ventilation During Muscle Exercise. Bull. Physiopath. Resp. 9: 807-812, 1973.
173. VELSHER E. : Factors Affecting Higher Force Readings : A Survey of the Literature on Isometric Exercise. Physio. Therap. Can. 29(3): 141-147, 1977.
174. WAHREN J., FELIG P., HAGENFELDT L. : Physical Exercise and Fuel Homeostases in Diabetes Mellitus. Diabetologia 14: 213-222, 1978.
175. WALTERS C.E., ve diğ. : The Effects of Therapeutic Agents on Muscular Strength an Endurance. Phy. Therap. Rev. 40(4): 266-270, 1960.
176. WILLIAMS J.G.P., STREET M. : Sequential Faradism in Quadriceps Rehabilitation. Physio. Therap. 62(8): 252-254, 1976.
177. WHIPP J.B., PHILLIPS E.E. : Cardiopulmonary and Metabolic Responses to Sustained Isometric Exercise. Arch. Phys. Med. Reh. 51: 398-402, 1970.
178. WRONG R. : Induced Torque and Perceived Comfort : High Volt Galvanic Stimulation Versus Functional Electrical Stimulation. Phys. Therap. 65(5): 683, 1985.

TABLE 1 : Minimal şiddette ES uygulanan tavşan venöz kanından belirli zaman aralıklarında alınan örneklerde ölçülen laktik asit ve kan şekeri değerlerinin dağılımı.

TAVŞAN No	KİLO	KAN ŞEKERİ (mgr/100 ml)						LAKTİK ASİT (mgr/100 ml)					
		Anestezi sonrası	5'	15'	30'	45'	60'	Anestezi sonrası	5'	15'	30'	45'	60'
518	2.350	209	242	280	355	361	403	135	95	82.5	90	95	97.5
147	2.500	100	111.1	108.3	119.4	116.6	133.3	47.5	40	42.5	50	72.5	77.5
370	2.070	151	176	179	179	182	182	65	87.5	80	115	110	115
379	2.050	118	121	166	182	212	242	100	82.5	82.5	95	97.5	100
366	2.180	89	81	103	103	119	132	57.5	85	85	65	55	75
174	2.100	108	150	174	215	205	225	100	90	80	27.5	35	30
592	2.460	157	185	206	223	234	243	144	114	114	78	84	96
457	2.100	177	180	197	220	160	154	9	6	9	21	27	39
738	2.220	111	119	127	122	127	146	195	87	174	180	189	213
593	2.290	111	122	151	195	249	270	69	63	60	72	78	66

TABLO 2 : Minimal şiddette uyarılan tavşan kuadriseps kasında kan şekeri ve laktik asit değerleri dağılımı.

MINİMAL ŞİDDET : Kan Şekeri Değerleri (mgr/100 ml)			
ZAMAN	ORTALAMA	S. SAPMA	S. HATA
E.S. ÖNCE	133.100	38.665	12.227
5'	148.710	47.268	14.948
15'	169.130	52.426	16.579
30'	191.340	72.425	22.903
45'	196.560	74.758	23.640
60'	213.030	83.718	26.474

MINİMAL ŞİDDET : Laktik Asit Değerleri (mgr/100 ml)			
ZAMAN	ORTALAMA	S. SAPMA	S. HATA
E.S. ÖNCE	92.200	54.372	17.194
5'	75.000	31.149	9.850
15'	80.950	43.292	13.690
30'	79.350	45.918	14.520
45'	84.300	45.537	14.400
60'	90.900	50.658	16.020

TABLO 3 : Maksimal şiddette ES uygulanan tavşan venöz kanından belirli zaman aralıklarında alınan örneklerde ölçülen laktik asit ve kan şekeri değerlerinin dağılımı.

TAVŞAN No	KİLO	KAN ŞEKERİ (mgr/100 ml)						LAKTİK ASİT (mgr/100 ml)					
		Anestezi sonrası	5'	15'	30'	45'	60'	Anestezi sonrası	5'	15'	30'	45'	60'
457	3.000	145	180	232	270	322	355	32.5	45	52.5	52.5	72.5	82.5
224	2.100	91.6	119.4	127.7	116.6	119.4	108.3	42.5	65	92.5	92.5	142.5	80
592	2.370	118	124	166	166	166	172	80	110	102.5	105	147.5	117.5
1000	2.240	125	171	234	314	400	514	135	198	201	186	141	147
738	2.220	116	147	219	266	288	309	84	84	111	132	159	129
593	2.290	125	141	166	203	219	275	60	54	63	54	81	99
518	2.250	237	262	265	343	390	468	152.5	132.5	150	132.5	112.5	45
370	2.350	171	225	231	250	271	343	66	57	39	99	84	120
379	2.190	135	146	176	203	270	257	129	54	135	243	171	183
398	2.230	117	154	205	257	271	320	105	75	93	84	108	123

TABLO 4 : Maksimal şiddette uyarılan tavşan kuadriseps kasında kan şekeri ve laktik asit değerleri dağılımı.

MAKSİMAL ŞİDDET : Kan Şekeri Değerleri (mgr/100 ml)			
ZAMAN	ORTALAMA	S. SAPMA	S. HATA
E.S. ÖNCE	138.060	40.502	12.808
5'	166.940	45.184	14.288
15'	202.170	41.926	13.258
30'	238.860	67.888	21.468
45'	271.640	88.444	27.968
60'	312.130	121.797	38.516

MAKSİMAL ŞİDDET : Laktik Asit Değerleri (mgr/100 ml)			
ZAMAN	ORTALAMA	S. SAPMA	S. HATA
E.S. ÖNCE	88.650	40.598	12.838
5'	87.450	47.606	15.054
15'	103.950	48.704	15.402
30'	118.050	59.046	18.672
45'	121.900	35.060	11.087
60'	112.600	38.469	12.165

TABLO 5 : M. Biceps Brakii kasına ES uyguladığımız grupta yaş, boy, kilo değerleri ile T.Ö. ve T.S. da venöz kan laktik asit değerlerinin dağılımı.

SIRA NO	DENEK	YAŞ (yıl)	BOY (m/cm)	KİLO (kg)	LAKTİK ASİT (mgr/100 ml)	
					ES önce	ES sonra
1	M.T.	20	1.80	75	9	11
2	N.K.	22	1.64	47	22	1
3	B.T.	20	1.64	64	13	20
4	N.K.	19	1.65	54	21	15
5	N.S.	21	1.72	60	12	10
6	M.Ö.	20	1.65	59	12	18
7	N.Y.	21	1.50	49	14	27
8	N.Ö.	21	1.63	53	10	9
9	F.Y.	23	1.63	53.5	12	12
10	S.Ö.	21	1.60	52	19	14
11	A.T.	22	1.64	57	15	18
12	A.A.	23	1.67	55	10	14
13	Y.Ş.	20	1.57	46	9	12
14	P.Ş.	20	1.65	60	16	16
15	V.Ş.	20	1.61	52	15	15
16	T.T.	21	1.58	50	8	8
17	S.Y.	22	1.56	45	11	16
18	N.Y.	19	1.66	55	18	20
19	H.Y.	21	1.70	65	8	9
20	F.S.	23	1.60	56.5	18	10

TABLO 6 : GRUP I ES yaptığımız deneklerin protokol, adı soyadı, yaş, boy, kilo değerlerinin dağılımı.

SIRA NO	PROTOKOL NO.	ADI-SOYADI	CINS	YAŞ (yıl)	BOY (cm)	KILO (kg)
1	1781582	N.B.	E	18	1.60	58
2	1793526	M.D.	K	44	1.62	58
3	1731803	V.K.	E	53	1.58	50
4	M-I	M.Y.	K	22	1.68	58
5	1763184	A.B.	E	27	1.82	63
6	1794731	Y.A.	E	23	1.92	82
7	233720	S.E.	E	71	1.60	66
8	939269	M.I.	K	19	1.76	75
9	1797707	A.S.	E	29	1.64	57
10	999014	E.Ö.	E	24	1.67	76
11	1774822	M.M.	E	28	1.68	60
12	777278	M.Y.	E	38	1.68	65
13	1363333	N.G.	K	34	1.64	71
14	1796146	N.E.	K	33	1.75	75
15	970198	P.A.	K	56	1.52	67
16	1735072	Z.S.A.	K	50	1.50	80
17	976519	S.A.	K	48	1.61	63.5
18	1904048	G.Ç.	K	26	1.60	50
19	1787854	H.Ö.	E	56	1.70	68
20	M-I	İ.Ç.	E	27	1.92	85
21	766304	B.Ö.	E	27	1.84	81

TABLO 7 : GRUP II MiikYaptığımız deneklerin protokol, adı soyadı, yaş, boy, kilo değerlerinin dağılımı.

SIRA NO	PROTOKOL NO.	ADI-SOYADI	CİNS	YAŞ (yıl)	BOY (cm)	KİLO (kg)
1	1796959	K.K.	K	45	1.54	75
2	1138087	A.K.	K	36	1.52	75
3	1796101	U.B.	E	20	1.87	83
4	777278	M.Y.	E	38	1.68	65
5	1654764	A.T.E.	E	13	1.71	51.5
6	200500	B.I.	K	57	1.65	63
7	200500	B.I.	K	57	1.65	63
8	33264	N.İ.	K	50	1.57	84.5
9	1763184	A.B.	E	27	1.82	63
10	233720	S.E.	E	71	1.60	66
11	1796146	N.E.	K	33	1.75	75
12	970198	P.A.	K	56	1.52	67
13	1790366	M.K.	E	33	1.77	70
14	1012110	H.Ç.	E	15	1.75	52
15	606942	M.S.	E	27	1.70	65
16	43401	A.S.	E	21	1.82	67
17	1904715	S.M.A.	E	26	1.76	86
18	1908439	R.G.	E	30	1.65	65
19	1362	G.A.	K	28	1.60	53
20	M-I	S.O.	K	21	1.60	46
21	1909662	A.D.	E	44	1.81	103

TABLO 8 : ES ve izometrik egzersiz yapan hastaların hasta taraf K.F. kaslarının T.Ö., 6. gün ve T.S. da dinamometre ile ölçülen izometrik kuvvet değerlerinin dağılımı.

DENEK NO	ELEKTRİK STİMULASYON (kg)			İZOMETRİK EGZERSİZ (kg)		
	T.Ö.	6.GÜN	T.S.	T.Ö.	6.GÜN	T.S.
1	0	0.5	0.5	3	3	4
2	0.1	0.5	0.5	3.5	4.5	8
3	0	1	2.5	13	19.5	21
4	5	5	16	7	5	4
5	1.5	4	8.5	3.5	6.5	13
6	12	14.5	17.5	1	9	6
7	0	0.1	0.1	2	9	7.5
8	4.5	12.3	17	5.5	11	7
9	15	15.5	16	8.5	9.5	7.5
10	2.5	7	7	1	2	3.2
11	0	0.1	0.5	0.1	0.5	3
12	4	4	4	0	1	1.5
13	5	11	11	0	2.5	6
14	0	1.5	1.5	11	10.5	10.5
15	1.5	1	1	12	12	12
16	1.5	2.2	4	1	5	8
17	1	4.5	6.5	8.5	14.5	18
18	4	6.5	8	0	8.5	9
19	0.5	2.5	5	4.5	8.5	9.5
20	18.5	19.5	21.5	6	7	8
21	14	15.5	17	8	9.5	14

TABLO 9 : ES ve izometrik egzersiz yapan hastaların sağlam taraf K.F. kaslarının T.Ö., 6. gün ve T.S. da dinamometre ile ölçülen izometrik kuvvet değerlerinin dağılımı.

DENEK NO	ELEKTRİK STİMULASYON (kg)			İZOMETRİK EGZERSİZ (kg)		
	T.Ö.	6.GÜN	T.S.	T.Ö.	6.GÜN	T.S.
1	2.5	5.5	10.5	2.9	4.5	6.5
2	2	3.5	3.5	4.5	5.5	6
3	3.5	2	5	16.5	23.5	26
4	8.6	16	14	17	13.5	13.5
5	3.5	11.5	14	3	6	10.5
6	8.5	9.5	10	2	9	7.5
7	1	2	3.2	1	9	6
8	8.5	15	19	6.5	9	9
9	14	17	19.5	14	15.5	9
10	9.5	10	15	1	2	3.2
11	5	8.5	8.5	0	1.5	1.5
12	13.5	16	14.5	0	1	1.5
13	10.5	12.5	10	6	9	10.5
14	0.1	0.5	3	8.5	10.5	9.5
15	0	1	1.5	12.5	16	12.5
16	12	10	7.5	9	9.5	7.5
17	2.5	5.5	7	14.5	14	13.5
18	4	8	8	9	10	9.5
19	1	4	5	4	8	7.5
20	14	16.5	16.5	5	8	10
21	13	16.5	18	8.5	11.5	13.5

TABLO 10 : ES ve izometrik egzersiz yapan gruplarda K.F. kasının T.Ö. ve T.S. da izometrik kas kuvveti farklarının farkının dağılımı.

SIRA NO	T.Ö. (kg)	T.S. (kg)
1	0.5	1
2	0.4	4.5
3	2.5	8
4	11	3
5	7	9.5
6	5.5	5
7	0.1	5.5
8	12.5	1.5
9	1	1
10	4.5	2.2
11	0.5	2.9
12	0	1.5
13	6	6
14	1.5	0.5
15	0.5	0
16	2.5	7
17	5.5	9.5
18	4	8
19	4.5	5
20	3	2
21	3	6

TABLO 11 : GRUP I, ES uyguladığımız deneklerin hasta taraf alt ekstremite çevre ölçüm değerlerinin dağılımı.

SIRA NO	DİZİN 10 cm ↓			DİZİN 5 cm ↓			DİZ			DİZİN 5 cm ↑			DİZİN 10 cm ↑			DİZİN 15 cm ↑			DİZİN 20 cm ↑			DİZİN 25 cm ↑		
	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S
	1	33.3	31.2	33.5	35.0	34.0	35.7	37.8	37.4	38.5	37.5	36.7	38.0	37.5	36.2	38.0	40.5	39.5	40.0	44.0	43.3	43.8	48.0	47.0
2	32.5	32.8	32.5	32.5	33.0	33.0	36.5	36.0	36.0	38.0	38.0	37.0	38.0	39.0	38.5	41.0	42.5	42.0	45.0	45.0	46.2	51.0	51.0	52.5
3	29.5	28.0	27.5	32.0	30.0	30.0	34.4	33.0	33.0	33.5	32.0	32.5	33.5	34.0	35.0	38.5	39.0	38.0	41.0	41.0	41.0	43.5	43.5	45.0
4	37.0	36.7	36.0	34.5	34.5	34.5	36.8	37.0	37.5	38.0	38.0	38.5	38.0	42.0	42.5	47.0	47.5	47.5	51.5	51.5	52.0	54.3	54.5	56.5
5	35.0	35.0	35.0	35.2	36.0	35.0	37.8	38.0	38.0	38.2	38.5	38.5	38.5	41.0	40.5	46.5	45.7	45.0	51.0	49.8	49.0	55.0	53.0	52.5
6	35.5	34.8	34.5	34.5	34.5	35.0	36.5	36.8	36.5	36.5	36.5	36.7	41.0	40.0	40.5	47.0	44.5	46.0	51.5	50.5	51.0	54.5	52.5	54.8
7	32.0	30.0	31.0	33.0	35.5	34.5	36.5	35.0	35.0	37.7	35.5	35.0	39.0	35.0	34.5	40.0	39.0	38.0	44.5	42.0	44.5	49.5	46.0	48.0
8	36.5	37.0	37.5	35.0	35.5	35.0	38.0	37.0	37.5	40.5	39.5	40.5	46.0	43.0	45.0	50.5	50.5	51.0	55.5	55.5	56.0	58.5	60.0	60.0
9	33.5	32.5	33.5	31.8	32.0	32.0	34.5	35.0	35.5	36.5	35.8	36.0	39.7	39.0	39.5	43.5	42.5	42.5	46.5	46.0	46.0	48.5	50.0	49.0
10	33.5	33.5	34.5	35.0	35.5	35.0	39.0	39.0	38.5	40.0	39.5	39.5	42.5	43.0	43.0	47.5	47.0	47.5	51.5	51.5	51.0	53.5	54.5	54.5
11	30.5	30.0	30.5	36.5	33.0	33.0	39.0	38.0	39.0	37.5	37.0	37.5	36.0	36.0	36.5	38.0	38.5	38.0	41.0	42.0	42.5	43.5	43.0	43.5
12	32.5	32.0	33.0	34.5	34.0	34.0	37.5	37.5	37.5	36.5	36.0	36.5	38.5	38.0	39.5	47.5	42.0	43.8	44.0	44.5	47.0	48.0	48.0	50.5
13	34.0	30.0	35.0	33.0	33.0	33.0	37.0	36.5	37.5	39.0	38.0	38.5	42.0	39.5	43.0	47.5	45.0	48.0	54.0	51.5	53.0	57.0	57.0	59.0
14	36.5	36.5	37.5	36.0	39.5	40.0	40.0	42.5	43.0	44.0	44.0	45.0	46.5	45.0	46.0	51.5	48.0	49.0	54.0	52.0	52.5	57.0	55.0	56.0
15	36.5	36.0	36.5	37.0	37.2	37.5	40.5	40.0	41.0	41.0	40.5	41.0	43.0	43.0	44.5	48.0	45.5	48.5	52.0	49.5	52.0	55.0	53.0	56.0
16	41.0	42.0	42.0	38.5	40.5	39.5	46.5	45.5	44.5	49.0	49.0	48.0	51.0	54.5	51.0	56.0	59.5	56.0	61.0	66.0	60.5	68.0	70.0	64.0
17	33.5	33.0	33.0	33.0	32.5	32.5	37.0	36.0	36.0	38.0	37.0	38.0	43.5	41.5	42.0	49.0	46.0	46.0	53.0	51.0	52.0	56.0	55.0	56.0
18	30.5	30.5	30.0	29.5	30.0	30.0	32.8	32.5	32.5	34.5	34.0	34.5	39.0	38.5	39.0	42.5	42.0	42.0	44.5	45.0	45.0	48.0	48.5	48.5
19	31.5	31.7	32.0	36.0	34.3	34.5	38.0	37.5	37.0	36.0	36.0	36.5	38.0	36.5	37.5	42.0	41.0	40.5	47.0	44.0	43.5	48.5	48.0	46.0
20	37.0	36.5	37.0	37.0	36.5	36.5	40.5	40.0	40.0	41.5	40.0	41.0	46.5	45.0	45.0	50.5	50.0	51.0	55.0	53.0	54.0	58.0	57.0	57.0
21	36.0	36.0	36.0	36.5	37.0	36.5	40.0	40.0	40.0	39.5	39.5	39.5	43.5	43.0	43.0	46.5	48.0	47.0	51.0	51.0	52.5	56.0	56.5	55.5

TABLO 12 : GRUP I, ES uygulanan deneklerin sağlam taraf alt ekstremite çevre ölçüm değerlerinin dağılımı.

SIRA NO	DIZIN 10 cm ↓			DIZIN 5 cm ↓			DİZ			DIZIN 5 cm ↑			DIZIN 10 cm ↑			DIZIN 15 cm ↑			DIZIN 20 cm ↑			DIZIN 25 cm ↑		
	T.Ö	6.GON	T.S	T.Ö	6.GON	T.S	T.Ö	6.GON	T.S	T.Ö	6.GON	T.S	T.Ö	6.GON	T.S	T.Ö	6.GON	T.S	T.Ö	6.GON	T.S	T.Ö	6.GON	T.S
1	33.5	33.5	34.0	34.5	34.4	35.0	36.5	37.3	37.8	37.0	38.0	38.5	40.5	41.5	41.0	43.8	45.0	46.3	48.5	50.0	50.2	51.0	52.5	53.5
2	36.5	35.5	36.0	35.5	36.5	35.0	39.0	38.5	38.5	41.5	41.0	41.0	45.0	44.0	45.5	50.0	49.5	50.5	54.0	53.0	53.0	57.5	55.5	56.8
3	29.5	29.5	28.5	30.0	30.0	29.5	33.5	33.5	33.0	32.5	33.0	32.0	36.5	37.5	37.0	41.5	42.0	41.0	44.0	45.0	44.0	45.0	46.5	45.5
4	36.5	36.5	36.5	35.0	35.0	34.5	37.9	38.0	38.0	39.0	38.5	39.0	43.5	42.5	42.5	49.5	48.0	47.5	52.5	54.0	53.0	56.0	57.0	56.0
5	37.0	36.5	36.0	35.0	34.5	34.5	37.5	36.0	36.0	38.5	38.5	38.5	42.0	42.0	41.5	49.5	46.0	46.0	51.2	51.0	50.5	55.0	55.5	56.0
6	35.5	36.0	35.0	35.0	34.0	35.0	36.5	36.5	36.8	36.0	35.8	36.5	39.5	39.5	40.5	45.0	44.0	45.0	50.0	49.0	50.5	54.0	52.5	53.5
7	32.0	30.0	31.0	33.0	35.5	29.0	36.5	35.0	34.0	37.7	35.5	35.5	39.0	35.0	34.5	40.0	39.0	39.0	44.5	42.0	42.0	49.5	46.0	46.0
8	35.5	36.5	35.0	36.5	36.5	36.5	39.0	38.5	38.5	41.5	41.0	41.5	46.5	45.5	46.0	53.0	52.0	52.0	56.8	56.5	57.5	59.0	58.5	60.5
9	33.5	33.0	33.5	32.0	32.0	31.5	34.5	35.0	34.5	36.5	36.0	36.0	39.5	39.5	39.0	43.0	42.5	42.5	47.0	45.5	46.0	48.5	49.5	49.0
10	35.5	34.5	37.0	34.5	34.5	35.0	38.5	38.5	39.0	41.0	40.5	40.5	40.5	41.0	45.0	44.5	45.0	48.5	55.0	54.0	55.0	57.0	56.0	56.0
11	29.5	31.0	31.0	33.0	34.0	34.0	37.0	38.5	38.5	36.5	38.5	38.5	37.0	39.0	39.0	41.0	42.0	42.0	45.0	46.0	46.0	47.0	48.0	48.0
12	32.5	32.5	32.5	34.5	34.0	34.0	37.5	37.5	37.0	35.5	36.0	36.0	38.5	38.0	38.0	42.5	42.0	41.5	46.0	46.0	45.5	48.5	48.5	50.0
13	33.0	35.0	34.5	34.5	33.0	33.0	37.5	36.5	38.0	37.5	38.0	38.0	42.0	39.0	43.0	47.0	44.0	47.0	53.0	49.0	52.0	56.0	56.0	56.0
14	37.8	37.5	37.5	39.0	40.0	36.0	43.5	43.0	41.0	44.5	46.0	43.0	46.0	50.5	46.5	48.0	49.5	51.5	55.0	54.0	55.0	58.0	59.0	59.0
15	38.0	36.5	38.0	36.5	37.2	36.5	40.5	39.5	40.0	41.0	40.0	41.0	44.5	45.0	44.0	49.5	49.0	49.5	55.5	51.5	54.0	60.5	55.0	59.0
16	40.0	41.0	41.0	39.0	40.5	40.5	46.0	45.5	47.5	48.0	47.0	48.5	52.0	51.0	53.0	57.5	57.0	59.0	62.0	61.0	61.5	66.0	67.0	69.0
17	32.0	33.0	33.0	32.5	32.0	32.0	36.5	35.5	35.5	37.5	37.0	36.5	43.0	42.0	41.0	47.0	47.0	45.0	52.0	51.0	51.0	55.5	55.0	54.5
18	31.0	30.5	31.0	30.0	30.0	30.0	32.5	33.0	32.5	35.0	34.5	35.0	40.0	39.5	40.0	44.5	43.5	44.5	47.0	46.5	47.0	49.5	50.0	49.5
19	31.0	31.0	31.0	31.5	32.0	32.0	35.5	35.5	35.5	35.0	35.0	35.0	37.5	36.5	37.0	41.0	40.0	41.0	45.5	44.0	45.0	49.5	47.0	48.0
20	37.0	36.5	36.5	36.5	36.5	36.0	39.8	40.0	39.5	40.5	41.0	40.0	45.5	45.5	45.5	50.0	51.5	50.0	54.5	54.0	53.5	58.0	57.0	56.0
21	36.5	36.5	36.0	36.0	36.5	36.5	39.0	40.0	40.0	40.0	40.0	39.5	43.0	42.5	43.0	47.0	47.5	48.0	53.0	52.5	54.0	57.0	57.0	57.0

TABLO 13 : GRUP II, izometrik egzersiz yapan deneklerde hasta taraf alt ekstremitte çevre ölçüm değerlerinin değişimi.

SIRA NO	DİZİN 10 cm +			DİZİN 5 cm +			DİZİN 10 cm +			DİZİN 15 cm +			DİZİN 20 cm +			DİZİN 25 cm +							
	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN	T.S					
																			T.Ö	6.GÜN	T.S	T.Ö	6.GÜN
1	36.5	37.0	38.0	35.5	35.0	34.8	40.5	40.5	39.5	42.0	41.5	43.0	45.0	46.0	45.0	49.5	52.0	51.5	54.0	55.5	58.0	60.5	57.5
2	36.5	36.0	35.5	34.5	34.0	33.5	41.0	39.5	39.0	46.0	44.0	44.5	54.5	54.5	51.0	56.0	60.0	56.0	61.0	62.0	64.0	66.0	63.5
3	39.0	38.5	39.0	38.0	38.0	38.0	41.0	40.5	41.0	42.0	41.0	41.5	44.5	44.5	45.0	48.0	49.0	49.5	53.0	53.0	56.0	57.0	57.5
4	32.0	32.5	32.5	33.0	33.0	34.5	37.5	37.5	37.5	36.5	36.0	36.5	38.0	37.5	38.5	41.0	43.0	41.5	44.0	45.0	47.0	50.0	48.0
5	30.0	31.5	30.5	31.5	32.0	32.0	34.5	35.0	35.0	31.5	32.5	33.0	33.5	33.5	34.5	38.5	38.0	39.0	42.5	42.0	48.0	45.5	46.5
6	31.8	31.0	31.5	30.5	30.0	30.0	34.0	33.5	34.0	35.0	34.0	35.0	38.0	38.0	38.0	44.0	43.5	43.5	48.0	48.0	51.0	51.0	51.5
7	31.5	31.5	31.5	31.0	31.5	31.0	34.5	34.0	34.0	34.5	34.0	34.0	39.0	38.0	38.0	43.0	42.0	42.0	46.5	45.0	49.0	48.0	51.0
8	38.0	37.5	37.0	37.0	36.0	37.0	45.0	44.5	44.0	48.0	46.0	47.0	52.5	50.0	50.0	57.0	56.0	57.0	62.0	60.0	64.0	64.0	62.0
9	35.0	34.5	35.5	34.5	35.0	34.5	37.5	37.5	37.5	38.0	38.0	38.5	40.0	40.0	40.5	46.0	46.0	45.5	50.0	50.0	53.5	53.5	52.0
10	32.0	30.0	31.0	33.0	33.5	29.0	36.5	35.0	34.0	37.7	35.5	35.5	39.0	35.0	34.5	40.0	39.0	39.0	44.5	42.0	49.5	46.0	46.0
11	37.8	37.5	37.5	39.0	40.0	36.0	43.5	43.0	41.0	44.5	46.0	43.0	46.0	50.5	46.5	48.0	49.5	51.5	55.0	54.0	58.0	59.0	57.0
12	38.0	36.5	38.0	36.5	37.2	36.5	40.5	39.5	40.0	41.0	40.0	41.0	44.5	45.0	44.0	49.5	49.0	49.5	55.5	51.5	60.5	55.0	59.0
13	31.5	31.5	32.0	35.0	34.0	34.5	38.0	38.5	38.0	37.5	37.5	37.5	38.0	38.5	38.0	41.0	41.0	41.5	43.5	44.0	47.0	47.0	46.5
14	32.0	32.4	33.0	33.5	33.5	34.0	35.0	35.0	35.4	34.0	34.0	34.5	36.0	35.7	36.5	39.0	39.5	40.0	41.0	42.0	44.0	43.0	44.0
15	31.5	31.0	31.5	32.0	32.5	31.8	34.5	34.5	34.5	34.0	34.0	34.0	37.0	37.0	37.0	41.5	41.5	41.5	45.0	46.5	48.0	48.5	47.5
16	34.5	34.0	33.5	34.5	37.5	34.0	39.0	37.8	37.0	39.0	42.5	42.5	48.5	47.5	49.0	54.0	55.5	55.5	60.0	44.5	50.0	48.5	47.5
17	37.5	38.0	37.5	37.0	36.0	37.5	41.0	40.0	40.0	42.5	42.5	42.5	48.5	47.5	49.0	54.0	52.0	55.5	60.0	50.5	62.0	61.0	62.5
18	32.5	32.5	32.5	33.0	33.5	34.0	37.0	37.5	37.5	38.0	38.5	38.0	42.0	42.0	41.5	46.0	46.0	46.0	47.0	48.5	50.5	52.0	52.0
19	32.0	32.5	32.0	30.0	30.5	30.0	33.5	33.5	33.0	35.5	35.0	35.0	40.0	39.0	40.0	43.5	44.0	45.0	47.0	48.5	44.5	51.5	52.0
20	29.0	30.0	29.0	27.5	27.5	28.0	30.5	30.0	30.5	31.5	31.5	31.5	35.0	34.0	35.0	39.0	39.0	40.0	42.0	42.0	44.5	45.0	45.0
21	38.5	36.5	36.5	39.5	36.5	38.0	42.0	42.0	42.0	44.0	43.0	43.5	48.0	46.5	48.0	54.0	53.0	53.0	56.0	58.0	61.0	62.5	61.0

TABLO 14 : GRUP II, izometrik egzersiz yapanların sağlam alt ekstremite çevre ölçüm değerlerinin dağılımı.

SIRA NO	DİZİN 10 cm ↑			DİZİN 5 cm ↑			DİZ			DİZİN 5 cm ↑			DİZİN 10 cm ↑			DİZİN 15 cm ↑			DİZİN 20 cm ↑			DİZİN 25 cm ↑		
	T.Ü	6. GON	T.S	T.Ü	6. GON	T.S	T.Ü	6. GON	T.S	T.Ü	6. GON	T.S	T.Ü	6. GON	T.S	T.Ü	6. GON	T.S	T.Ü	6. GON	T.S	T.Ü	6. GON	T.S
1	37.5	38.0	38.5	35.2	35.0	34.0	39.0	37.5	36.5	41.5	41.0	40.0	45.0	46.0	44.5	50.5	51.0	49.5	55.0	57.0	55.0	60.0	60.5	59.0
2	37.5	36.0	37.0	33.5	34.0	33.5	39.0	37.5	36.5	43.5	44.0	42.5	48.5	51.0	49.0	57.0	57.5	56.0	61.0	61.5	60.0	64.0	64.0	66.0
3	37.5	38.0	38.0	39.5	40.0	40.0	40.5	40.5	40.5	42.0	41.5	42.0	46.0	46.0	47.0	50.5	51.0	52.0	55.0	55.5	56.0	57.5	58.0	58.5
4	32.5	32.5	32.8	34.3	34.0	34.5	37.0	37.0	37.5	37.5	35.5	38.5	38.0	38.5	38.5	42.5	42.0	42.5	45.5	46.5	46.0	48.5	49.5	48.5
5	31.0	31.0	31.5	32.0	31.5	32.0	34.5	34.5	35.0	33.0	33.0	33.0	35.0	34.5	35.5	39.0	39.5	41.0	44.0	45.0	45.0	47.0	48.0	49.0
6	31.5	31.5	31.5	31.0	31.5	31.0	34.5	34.0	34.0	34.5	34.0	34.0	39.0	38.0	38.0	43.0	42.0	42.0	46.5	45.0	45.0	49.0	48.0	51.0
7	31.8	31.0	31.5	30.5	30.0	30.0	34.0	33.5	34.0	35.0	34.0	35.0	39.5	38.0	38.0	44.0	43.5	43.5	48.0	48.0	48.0	51.0	51.0	51.5
8	37.5	37.5	36.0	36.5	36.0	37.0	44.5	42.0	42.5	46.0	46.0	45.0	50.5	50.0	49.0	56.5	56.0	56.0	50.5	51.0	51.0	56.0	54.5	55.5
9	36.0	36.0	36.5	34.5	35.0	34.5	38.0	38.0	37.5	38.5	38.5	39.0	41.5	41.0	41.0	46.0	46.0	47.0	46.7	43.5	44.5	50.0	48.0	48.0
10	30.0	29.5	31.0	32.0	29.0	34.5	34.5	34.0	35.0	35.5	34.0	35.0	37.5	36.0	34.5	43.0	40.0	38.0	54.0	51.0	52.5	57.0	55.0	56.0
11	36.5	36.5	37.5	36.0	39.5	40.0	40.0	42.5	43.0	44.0	44.0	45.0	46.5	45.0	46.0	51.5	48.0	49.0	52.0	49.5	52.0	55.0	53.0	56.0
12	36.5	36.0	36.5	37.0	37.2	37.5	40.5	40.0	41.0	41.0	40.5	41.0	43.0	36.5	37.0	48.0	45.5	48.5	45.5	44.0	45.0	49.0	48.0	48.0
13	31.5	32.0	32.5	33.5	33.5	34.0	36.5	36.5	37.0	35.0	35.5	36.0	36.5	36.5	37.0	41.0	40.0	40.5	43.0	42.0	44.0	45.0	44.0	45.0
14	32.0	33.0	32.0	33.0	33.0	33.5	35.5	35.0	35.0	34.0	34.0	34.0	37.0	35.5	36.5	40.0	39.5	41.0	45.5	45.0	46.5	49.0	47.0	46.5
15	31.5	31.5	31.8	31.8	32.0	32.5	34.5	35.0	35.0	34.0	34.0	34.5	37.8	36.0	37.5	42.5	41.0	42.5	45.0	46.0	46.0	48.0	49.0	47.5
16	34.0	33.5	33.0	33.5	33.0	33.0	36.0	35.5	35.5	35.5	35.5	35.0	38.5	38.0	38.0	42.0	42.5	43.0	58.0	56.5	57.0	61.5	61.5	63.0
17	38.0	37.5	38.0	36.0	35.5	36.0	40.5	39.5	39.5	43.0	41.5	42.0	48.0	45.5	48.0	52.0	51.5	52.5	51.0	51.0	51.5	53.5	53.0	53.0
18	34.0	34.0	33.5	32.5	33.0	33.0	35.5	36.5	36.5	37.0	39.0	38.0	42.0	42.0	42.5	47.0	47.0	47.0	48.0	48.0	48.0	52.0	52.0	52.0
19	33.0	33.5	33.0	30.5	31.0	30.5	33.5	33.5	33.0	35.0	35.0	34.5	39.0	39.0	39.5	44.0	44.0	44.5	43.0	42.0	43.0	44.5	44.5	44.5
20	29.0	29.0	29.0	28.0	27.5	27.5	31.0	30.5	31.0	32.0	31.5	32.0	36.0	35.0	36.0	39.5	39.5	39.5	58.5	57.0	58.0	65.0	64.5	62.5
21	37.0	37.5	37.0	37.5	37.0	37.5	42.0	41.5	41.5	43.0	43.0	43.0	47.0	45.5	46.0	52.5	51.0	52.0	57.0	57.0	58.0	65.0	64.5	62.5

TABLO 15 : ES yapan grupta T.Ö. ve T.S.'ında hasta ve sağlam taraf çevre ölçüm değerlerinin farkının farkı değerlerinin dağılımı.

SIRA NO	10 cm ↓		5 cm ↓		Diz		5 cm ↑		10 cm ↑		15 cm ↑		20 cm ↑		25 cm ↑	
	ES	S	ES	S	ES	S	ES	S	ES	S	ES	S	ES	S	ES	S
1	0.2	0.5	0.7	0.5	0.7	1.3	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	2.5	0.2	1.7	0.5	2.5
2	0	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	0.5	1.2	1	1.5	0.7
3	2	1	2	0.5	1.4	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	1.5	0.5
4	1	0	0	0	0.7	0.1	0.5	0	0	1	0.5	2	0.5	0.5	2.2	0
5	0	1	0.2	0.5	0.2	0.5	0.3	0	1	0.5	1.5	3.5	2	0.7	2.5	1
6	1	0.5	0.5	0	0	0.3	0.2	0.5	1	1	1	0	0.5	0.5	0.3	0.5
7	1	1	1.5	4	1.5	2.5	2.7	2.2	4.5	4.5	2	1	0	2.5	1.5	3.5
8	1	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	1	0.5	0.5	1	0.5	0.7	1.5	0.5
9	0	0	0.2	0.5	1	0	0.5	0.5	0.2	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5
10	1	1.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4.5	0	3.5	0.5	0	1	1
11	0	1.5	3.5	1	0	0.5	0	2	0.5	2	0	1	1.5	1	0	1
12	0.5	0.3	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	1	0.5	2.3	1	3	0.5	2.5	1.5
13	1	1.5	0	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	0.5	0	1	1	2	0
14	1	0.3	4	3	3	2.5	1	1.5	0.5	0.5	2.5	3.5	1.5	0	1	1
15	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0	1.5	0.5	0.5	0	0	1.5	1	1.5
16	1	1	1	0.5	2	1.5	1	0.5	0	1	0	1.5	0.5	0.5	4	3
17	0.5	1	0.5	0.5	1	1	0	1	1.5	2	3	2	1	1	0	1
18	0.5	0	0.5	0	0.3	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0
19	0.5	0	1.5	0.5	1	0	0.5	0	0.5	0.5	1.5	0	3.5	0.5	2.5	1.5
20	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	1.5	0	0.5	0	1	1	1	2
21	0	0.5	0	0.5	0	1	0	0.5	0.5	0	0.5	1	1.5	1	0.5	0

ES : Elektrik stimulyasyon,
S : Sağlam taraf

TABLO 16 : İzometrik egzersiz yapan grupta T.Ö. ve T.S. hasta ve sağlam taraf çevre ölçüm sonuçlarının farkının farkı değerlerinin dağılımı.

SIRA NO	10 cm ↓		5 cm ↓		Diz		5 cm ↑		10 cm ↑		15 cm ↑		20 cm ↑		25 cm ↑	
	İZO	S	İZO	S	İZO	S	İZO	S	İZO	S	İZO	S	İZO	S	İZO	S
1	1.5	1	0.7	1.2	1	2.5	1	1.5	0.5	0.5	2	1	1.5	0	0.5	1
2	1	0.5	1	0	2	2.5	1.5	1	0.5	0.5	0	1	1	1	1.5	2
3	0	0.3	0	0.2	0	0.5	0.5	2	0.5	0	1.5	0	1	0.5	1	0
4	0.5	0.5	1.5	0.5	0	0	0	0	0.5	1	0.5	1.5	0	1	1	1
5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	1.5	0	1	0.5	0.5	2	1.5	1.5	0.5	2
6	0.3	0	0.5	0	0	0.5	0	0.5	1.5	1	0.5	1	0	1.5	2	3
7	0	0.3	0	0.5	0.5	0	0.5	0	1	1.5	1	0.5	1.5	0	2	0.5
8	1	1.5	0	0.5	1	1.5	1	1.5	2.5	1.5	0	0.5	2	2	1.5	0
9	0.5	1	0	2.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	3	0.5	5	1	2.2	3.5	2
10	1	0.5	4	0	2.5	0.5	2.2	0.5	3.5	0.5	1	1	2.5	0.5	1	0.5
11	0.3	1	3	4	2.5	3	1.5	1	0.5	0.5	3.5	2.5	0	1.5	0.5	1
12	0	0	0.2	0.5	0	0.5	0	0	0	1.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1
13	0.5	1	0.5	0.5	0	0.5	0	1	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	1
14	1	0	0.5	0.5	0.4	0.5	0	0	0.5	0.5	1	1	2	1	0.5	0
15	0	0.3	0	0.7	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.3	0	0	1.5	1	2.5	2.5
16	1	1	0.5	0.5	2	0.5	2.5	0.5	1.5	0.5	2	1	2	1	0.5	0.5
17	0	0	0.5	0	1	1	0	1	0.5	0	1.5	0.5	1	1	1	1.5
18	0	0.5	1	0.5	0.5	1	0	1	0.5	0.5	0	0	0.5	0.5	1.5	0.5
19	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1.5	0.5	2	0	0	0
20	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.5	0
21	1.5	0	1.5	0	0	0.5	0.5	0	0	1	1	0.5	1.5	0.5	0	2.5

İZO : İzometrik yapan taraf,
S : Sağlam taraf

TABLO 17 : ES grubunun tedavi öncesi sistolik (S), diastolik (D) kan basınçları ve kalp hızı (N) değerlerinin dağılımı.

SIRA NO	1. GÜN			2. GÜN			3. GÜN			4. GÜN			5. GÜN			6. GÜN			7. GÜN			8. GÜN			9. GÜN			10. GÜN		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N			
1	130	90	100	110	80	104	130	70	100	140	100	92	120	70	101	125	85	92	130	90	104	120	75	88	140	100	88	120	75	92
2	105	85	76	110	70	88	120	90	80	110	70	68	120	80	80	110	80	84	110	80	80	100	60	72	120	80	72	110	80	76
3	135	85	108	110	70	64	110	70	76	160	120	74	160	100	80	130	95	96	130	90	80	140	80	88	120	90	80	120	70	80
4	95	60	84	95	60	76	110	60	68	100	60	76	120	90	78	90	60	60	110	70	70	90	60	76	120	70	84	95	70	60
5	110	80	80	120	70	76	135	90	84	110	70	96	110	70	76	125	80	72	120	80	72	120	80	80	140	90	88	110	90	84
6	110	75	72	110	70	84	120	70	80	120	70	84	130	70	80	110	80	80	130	80	92	125	80	88	120	85	76	110	80	80
7	120	70	96	120	70	96	120	75	84	125	70	100	130	95	104	150	90	82	135	90	100	130	80	80	130	100	84	120	80	96
8	130	80	76	110	70	72	110	70	72	110	70	80	105	70	80	95	70	68	95	70	68	110	70	96	110	70	84	100	70	80
9	130	70	80	130	70	80	120	90	84	110	70	80	110	70	80	110	80	84	120	75	96	110	75	76	100	70	84	140	80	96
10	110	70	80	120	80	80	100	75	86	120	90	88	110	70	96	110	80	88	120	80	96	130	90	92	110	80	72	120	85	92
11	110	90	92	110	90	88	110	90	92	110	85	72	110	90	96	110	75	76	90	65	80	90	70	72	120	80	80	110	80	80
12	130	100	72	140	100	76	100	70	76	100	70	68	110	80	80	115	75	96	90	90	100	90	70	76	130	90	96	120	80	88
13	130	90	96	120	90	72	110	70	72	110	80	72	120	70	96	130	90	76	130	80	64	125	90	72	130	80	68	120	85	64
14	130	100	80	120	80	64	110	80	68	140	90	68	120	80	76	130	90	92	90	70	88	120	80	68	110	70	96	120	100	92
15	120	80	80	120	80	98	120	90	96	110	70	96	120	100	108	120	90	92	140	110	84	160	110	72	130	100	76	125	85	80
16	110	70	76	135	100	72	120	80	68	117	60	80	110	75	72	115	80	88	140	110	80	160	110	72	130	100	76	125	85	80
17	120	80	68	110	75	72	125	90	64	110	80	68	110	70	72	110	65	72	110	85	72	110	70	68	110	75	92	110	75	88
18	95	75	76	95	70	68	90	65	76	90	65	72	110	70	68	110	90	80	110	75	64	110	90	76	110	80	72	110	90	68
19	130	80	86	130	80	80	120	80	80	120	80	88	120	80	80	120	80	80	120	80	80	110	70	80	125	90	84	120	90	80
20	160	110	72	150	100	72	155	90	76	130	90	72	150	100	68	140	95	86	160	110	68	160	110	76	160	110	60	140	100	76
21	115	95	60	120	80	60	100	65	60	120	80	60	120	80	60	130	80	80	120	80	60	120	80	64	130	80	60	120	80	60

TABLO 18 : ES Grubunun tedavi sonrası sistolik (S), diastolik (D) kan basınçları ve kalp hızı (N) değerlerinin dağılımı.

SIRA NO	1. GÜN			2. GÜN			3. GÜN			4. GÜN			5. GÜN			6. GÜN			7. GÜN			8. GÜN			9. GÜN			10. GÜN		
	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N	S	D	N			
1	115	80	88	130	95	96	105	90	68	130	85	92	115	70	80	120	80	83	125	80	96	120	85	80	130	80	88	140	80	80
2	110	80	76	110	70	72	130	110	72	110	80	80	110	70	80	110	75	75	110	70	80	120	70	64	120	80	80	100	70	64
3	130	90	96	130	80	60	130	100	72	130	80	80	140	90	80	140	90	92	130	80	76	130	80	72	140	80	68	120	80	80
4	105	70	84	100	70	76	120	80	68	95	60	80	90	60	76	90	60	72	115	70	80	90	60	76	100	60	72	90	70	68
5	100	80	68	125	85	84	110	80	60	110	70	76	115	80	72	110	70	72	130	90	76	105	80	72	125	90	68	100	85	68
6	110	70	72	100	75	68	105	70	72	110	70	72	110	70	72	110	75	72	120	85	84	100	65	80	125	85	72	110	70	72
7	130	70	92	130	70	92	135	90	92	135	75	96	150	90	104	130	95	103	135	90	92	115	90	84	110	80	96	130	90	92
8	130	80	72	125	60	72	125	60	66	120	80	64	110	70	72	95	70	63	110	60	72	110	70	72	110	60	80	100	70	72
9	110	70	72	110	90	68	110	90	80	100	70	68	95	75	68	120	80	84	120	70	80	100	70	72	110	80	80	130	80	84
10	120	80	80	120	80	80	120	70	80	110	85	72	110	60	72	120	90	72	100	60	82	120	85	72	140	110	80	110	80	72
11	110	100	88	120	100	72	115	95	92	110	85	68	100	80	80	100	80	80	110	70	72	95	60	72	105	75	92	100	70	80
12	120	100	72	120	100	72	100	70	68	95	70	68	100	70	76	110	80	72	100	70	68	100	70	76	105	75	80	110	80	82
13	120	90	84	120	80	84	110	80	84	110	80	64	120	80	84	110	70	92	120	80	96	130	80	88	130	90	90	120	80	78
14	130	90	76	130	90	72	115	80	72	140	95	64	130	80	80	130	90	60	120	80	72	120	80	54	130	90	68	120	90	68
15	110	80	76	110	70	95	120	90	96	110	70	96	110	80	84	120	80	84	130	70	64	110	70	96	120	100	92	120	90	92
16	110	70	72	140	100	76	120	70	72	135	80	84	120	80	80	105	80	72	130	100	72	160	110	72	95	70	76	110	80	80
17	110	70	68	120	80	60	105	75	80	110	90	76	115	80	72	105	65	68	110	85	64	110	70	70	120	80	88	110	75	80
18	95	70	72	95	70	76	90	65	64	90	65	64	110	80	64	100	80	68	100	70	60	110	80	64	100	80	64	110	80	64
19	120	80	80	120	80	72	110	80	80	110	70	84	130	90	68	110	70	80	110	70	80	125	90	72	120	90	80	120	80	80
20	130	100	72	140	90	72	130	90	84	135	100	72	140	110	86	140	100	80	150	110	76	130	90	68	150	100	64	150	100	76
21	120	90	60	110	75	64	100	75	60	110	70	60	115	75	60	115	75	76	110	75	60	140	90	60	150	90	68	105	70	56

TABLO 19 : ES ile tedavi olan grupta her T.Ö. ve T.S.'ında ölçülen sistolik ve diastolik kan basıncı ve kalp hızı ölçüm değerlerinin ortalamalarının dağılımları.

HASTA NO	SİSTOLİK BASINÇ (mm Hg)		DİASTOLİK BASINÇ (mm Hg)		KALB HIZI (sayı/dk)	
	T.Ö.	T.S.	T.Ö.	T.S.	T.Ö.	T.S.
1	126.5	123	83.5	82.5	96.1	85.6
2	111.5	113	77.5	77.5	77.6	74.4
3	121.5	132	87	85	82.6	78.4
4	102.5	99.5	66	66	73.2	72.2
5	120	113	80	81	80.8	71.6
6	118.5	110	76	73.5	81.6	73.6
7	123	129.5	82	83	92.2	94
8	109.5	113.5	72	68	77.6	71
9	120	110.5	76.5	77.5	82.8	75.6
10	115	117	80	80	87	76.2
11	108	106.5	82.5	81.5	87.2	79.6
12	110.5	106	79	78.5	74.8	73.4
13	120	119	81	81	87.8	84.4
14	125.5	126.5	85.5	86.5	70	69.6
15	115	116	83	80	91.4	87.6
16	126.2	122.5	87	84	76.8	75.6
17	112.5	111.5	77.5	77	73.6	72.6
18	103	100	77	74	72	66
19	121.5	117.5	81	80	81	77.6
20	140.5	139.5	101.5	99	72.6	75
21	119.5	117.5	80	78.5	62.4	62.4