

SÜRATİN FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Dr. Mehmet YALÇINER
(Baskı halinde olan SÜRAT adlı kitabımdan alınmıştır).

Sürat, biyokimyasal olarak acil enerji kaynağını oluşturan A.T.P. miktarının sinirden gelen uyarılar etkisiyle yeniden oluşum hızına bağlıdır. (Bu konuyla ilgili geniş bilgi enerji oluşumunda verilmiştir.) Hareketin kinematik özelliği, belli zaman içerisinde yer değişikliği, kas sisteminin kasılması hızıdır. Bu özelliğin genetik olması nedeniyle kasın hızlı çalışması yanında sürat antrenmanlarında kasın veya kas gruplarının koordineli çalışmaları hedeflenmelidir. Kasların istenilen yüksek düzeyde çalışabilmesi ve hareketi tamamlayabilmesi kasların yeterli kuvvete sahip olması, kan dolaşımı sisteminin kaslara yeterli oksijeni temin etme ve artıkları dışarıya atma kapasitesine sahip olmasıyla gerçekleşebilir.

Kasın diğer fizyolojik özellikleri ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

Sinir Kas İnnervasyonu

Kaslara uyarı (impuls) getiren sinir liflerine (motör nöron) alfa motör nöronları denir. Kaslar, miyelinli ve kalın alfa motör nöron aksonlarıyla innerve edilirler. Aksonların miyelinli ve kalın olmaları iletim hızını yükseltme görevini sağlarlar. Aksonların kasa yaklaşıtlarında miyelin kılıfını kaybederler ve bir çok dallara ayrılırlar. (Şekil 3)

Motör ünite de değişildiği gibi bir motör aksion yaklaşık 15 dolayında kas lifini innerve eder. Bu sayı kas liflerinin çalışma özelliklerine göre değişmektedir. Bütün hareketleri gerçekleştirecek bir kasta, motör ünite de kas lifleri 500 kadardır. Bazı kaslardaki motör ünite deki kas lifleri sayısı 500'den daha da fazladır. Örneğin, karın kaslarında bir motör ünite de 1000 dolayında kas lifleri bulunur.

Sinir ucunun kas lifleriyle birleştiği noktaya nöro-müsküler bağlantı adı verilir. (Şekil-4 A.B) ve bağlantı kas lifinin orta bölgesinde bulunduğu için aksiyon potansiyeline her iki yönde de yayılma olanağı sağlar. Bu bağlantı da sinir impulsu kas lifine büyütülerek iletilir.

Sinir lifinin ucundaki dallar, kanın plazma membranının dışında kalarak ve hafifçe genişliyerek kasın içine doğru uzun, terminal plak adı verilen bir kompleks oluşturur (8, 9, 13, 19). sinir lifi son ucunun, kas lifiyle bağlantı kurduğu yerde bir çöküntü oluşmuştur. Bu çöküntünün bulunduğu yerde kas lifi membranı bir çok girinti ve çıkıntılarla çöküntü yüzeyini genişletir. Bu çukurluğa sinaps çukuru, sinir lifi membranı ile kas lifi membranı arasındaki aralığa da sinaps aralığı denir. (Şekil-4 A.B.C)

Sinir kas bağlantılarında iletim kimyasaldır. Bir sinir impulsu nöromüsküler bağlantıya ulaştığında aksion terminali yüzlerce Asetilkolin vesikülünü sinaps aralığına serbestler. Sinir son uçlarında A.K.vesiküller halinde depolanırlar.

Sinir son uçları asetil-kolin vesiküllerinin yanında kas hücresinde çok sayıda (miktar da) mitokondri bulunur. Sinir-kas bağlantılarında sinir son ucuna presinaptik membran denir. Kastaki membrana da "postsinaptik" denir. Bu membranda Asetil-kolin etkisine yardımcı olan protein yapısında Asetil-kolin reseptörleri bulunmaktadır. Sinir-kas bağlantılarında asetil-kolin etkisine aracılık eden Asetilkolin reseptörleri nikotiniktir.

Bunun yanında gerek sinaps aralığında gerekse postsinaptik membranda Asetil-kolini parçalayan Asetil-kolin esterase enzimi bulunur.

Nöromüsküler bağlantı bir çeşit sinapstır. Yani uyarılabilen iki hücre arasında bir sinyali birinden diğerine iletebilen özelliğindedir. Nöro-müsküler bağlantıya ulaşan her aksiyon potansiyelinin oluşturduğu terminal plak potansiyeli, kas lifini uyuracak miktarı çok üzerindedir. Ancak kas liflerinin bir dakika süreyle yüzlerce frekanslarda uyarılmaları, her impuls sonunda serbestleyen Asetil-kolin veziküllerinin sayısını azaltacağından iletim yetersiz duruma gelir. Bu nedenle de kas yeterince uyarılamaz. Motör sisteminde önce merkezi yorgunluk daha sonra da kas yorgunluğu oluşur. Çalışmaya bir süre ara verince iletim için gerekli transmitter hızla sentezlenir ve sinir son uçlarında depolanır, merkezi yorgunluğun nedeni kimyasal ileticilerin azalmasıdır.

Sinir-Kas Bağlantısında İletim İçin Gerekli Faktörler

1. Alfa motör nöronların aksionları yeterli miktarda Asetil-kolin sentezlemeli ve sinir son uçlarında vesiküllerde depolanmalıdır. Aksi halde postsinaptik membran istenilen ölçüde uyarılamaz.

2. Ekstracelluler sıvıda yeterli konsantrasyonda Ca iyonu bulunmalıdır.

3. Mg iyonu konsantrasyonunun yeterli oranda olması (Çünkü sinir-kas bağlantılarında ekstracelluler sıvıdaki Mg iyonları, Ca iyonlarının etkisine ters etki gösterirler ve Asetil-kolin serbestliğini azaltırlar.)

4. Asetil-kolinin postsinaptik membran üzerinde etkili olabilmesi için yeterli miktarda ve aktivitede Asetil-kolin reseptörü bulunmalıdır. Çünkü az sayıda reseptörle postsinaptik membrana az geçer.

5. Postsinaptik membran ve sinaps aralığında yeterli oranda Asetil-kolin esteraz enzimi bulunmalıdır. Fazla olursa Asetil-kolin fazla parçalanır ve postsinaptik membran üzerinde etkili olamaz.

Kas Yapısı (ST-FT)

İnsan iskeletini meydana getiren bütün kas lifleri temelde aynı prensipler dahilinde çalışmalarına karşın bazıları fizyolojik ve metabolik potansiyel olarak değişik ortamlarda daha iyi çalışma özelliklerine sahiptirler. Bazı tipler oksijenli (aerobik) ortamda daha iyi çalışma özelliklerine sahip olurken, diğer tiplerde oksijensiz (anaerobik) ortamda daha iyi çalışma yeteneğine sahiptirler.

Daha iyi anaerobik kapasiteye sahip olan kas tipine FT (Tip II-beyaz) hızlı kasılan kas lifleri, daha üstün aerobik kapasiteye sahip olan kas tipine de St (Tip I-Kırmızı) yavaş kasılan kas lifleri adı verilir. Bütün kaslar her iki kas liflerinin ortak dağılımından oluşmaktadır. Bununla birlikte kaslardaki ST ve FT fibrilleri dağılım oranı değişiklik gösterebilir. Şöyle ki hızlı kasılan lifler hızlı liflerden ve daha az yavaş liflerden oluşurken yavaş kasılan lifler yavaş liflerden ve daha az sayıda hızlı liflerden oluşurlar. Örneğin, Soleus kası, diğer bacak kaslarına oranla % 25-40 oranında daha fazla ST fibrilleri ihtiva etmektedirler. (9) Triceps, diğer kol kaslarına oranla % 10-30 daha fazla FT fibrilleri ihtiva etmektedir. (31) Ancak bu dağılım ferdi farklılıkların olabileceğini özellikle mukavemet koşucularındaki ST dağılım oranının daha fazla olabileceğini göz ardı etmemelidir. (Nedeni FT fibrilini meydana getiren fibrillerin büyüklüğü ve Motör üniteyi meydana getiren fibril sayısı)

Daha fazla FT kas lifi yüzdesine sahip bulunan sporcular kısa zamanda daha büyük kuvvet oluşturmaktadır. FT hızı kasılan kas liflerinin maksimal gerilim meydana getirme süresi ST kırmızı kas liflerine göre 1/3 oranındadır. (8, 32, 33) Şekil 5. A.B. Buna mukabil, metabolizmalarının anaerobik oluşu (laktik asit birikimine neden olduğundan) nedeniyle çabuk yorulan kas tipleridir. Bu kas tipleri genelde sürat, çabuk ve patlayıcı kuvvet özelliklerini gerektiren çalışmalarda görev alırlar.

ST yavaş kasılan kas lifleri, yavaş kasılan ve kuvvet oluşumunda katkısı FT liflerine göre daha az olan buna mukabil aralarında daha fazla kılcal damar ağı dolaşan ve daha az yorulan liflerdir (8, 9, 32, 13, 33, 19) yüksek oranda miyoglobin ihtiva ettiklerinden daha uzun

çalışabilme yeteneğine sahiptirler. Bu nedenle mukavemet koşuları için çok uygun bir özellik arzederler.

Bu iki tip fibril arasındaki farklılıklar Tablo 1'de geniş olarak gösterilmiştir. Motör Ünite

Tek bir motör sinir ve innerve ettiği kas liflerinin tümüne birden motör ünite denir ve iskelet kaslarının başlıca çalışma üniteleridir. (8, 9, 13, 19).

Sinir hücreleri elektriksel değişiklikleri (impuls) iletmeye görevini yükümlenmiş hücrelerdir. Merkezi sinir sisteminden çıkan bu impulslar (aksiyon potansiyeli) sinirler aracılığı ile kas liflerine ulaştırılır. Merkezi sinir sistemiyle kaslar arasında görev yapan iki tip sinir hücreleri vardır.

—Afferent (sensory Nerves) duyuları periferden alıp merkeze doğru ileten sinirler.

—Efferent (motör Nerves) Duyuları da ya da emirleri merkeze alt periferde doğru ileten sinirler.

Kasların gerek refleks gerekse iradesel yoldan kasılmaları sonucu oluşturdukları kuvvet, çalışmaya katılan motör ünitelerin sayısı ile bir üniteden periferde gönderilen impuls şiddetine bağlıdır. (Şekil 6)

Çünkü çalışmaya katılan motör ünitelerin sayısı yükseldikçe ya da bir ünitenin deşarj frekansı arttıkça kasın kasılma kuvveti artar. Hızlı reaksiyon gösteren küçük kaslarda motör üniteye katılan kas liflerinin sayısı azdır. Motör üniteyi oluşturan kas liflerinin sayısı arttıkça kasılma yavaşlar. Örneğin, İnce Kontrol gerektirmeyen gastrocnemius gibi kaslarda 580 motör ünite ve 1.030 000 kas fibrilinden oluşurken, dorsal interosseous parmak kaslarında 120 motör ünite ve 41000 fibril kontrol etmektedir. (28). Vücutta bulunan kaslardaki bir motör üniteye ortalama 150-200 kas lifi bulunduğu ve bazı bölgelerde yavaş ve hızlı kasılan motör üniteler karışık bulunmaktadır.

Bu motör üniteyi oluşturan kas fibrilleri eşik ve eşik üstü değerdeki uyarılara aniden bir tepki göstermelerine karşın, bu değerden az olan uyarılara hiç yanıt vermemektedirler. (Kuvvetli veya zayıf kasılma yoktur) Kas fibrillerinin hiç reaksiyon göstermeme veya reaksiyon gösterince bütün kuvvetiyle çalışmasına "ya hep ya hiç prensip" denir. Uyarılar şiddetlerine göre:

—Eşik uyarı: Uyarılabilir bir dokuya uygulandığı zaman dokuda minimum reaksiyona neden olabilen uyarılara denir.

—Eşik altı uyarı: Uyarılabilir bir dokuya uygulandığında hiç bir yanıtı neden olmayan uyarılardır.

—Eşik üstü uyarı: Kasa uygulanan uyarı şiddeti arttıkça yanıtın şiddeti de artar. (Kalp kası hariç)

Eşik değerdeki uyarılarla, kasta uyarılabilmesi en fazla olan lifler uyarılırlar. Bu nedenle de kasların kasılmasıyla mümkün bir yatırı elde edilir. Minimum uyarı şiddetli arttıkça kontraksiyonda buna bağlı olarak artar. Çünkü daha fazla kas lifi kontraksiyonu katılmış olur.

Sürat çalışmalarında temel ilke eşik ve eşik üstü uyarın oluşturarak daha fazla motör ünitelerin kontraksiyona katılmalarını sağlamaktır.

Enerji Oluşumu ve Kullanılışı

Bütün hücre aktivitelerinde olduğu gibi kas faaliyetlerinde de enerjiye gereksinim vardır. Ayrıca kas kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye çevirme özelliğine sahiptir. Karbonhidrat ve lipid metabolizma aracılığı ile oluşturulan organik fosfat bileşiklerinden A.T.P. (Adenozintrifosfat) ve CP (Kreatinfosfat) kasın en büyük enerji kaynağını oluştururlar. Bir molekül A.T.P.'nin hidrolizi neticesinde 7-12 kilo Cal. açığa çıkar. (8, 9, 13) Bu işlem esnasında yine A.T.P.'nin indirgenmesiyle P.(Fosfat) açığa çıkar.

AEROBİK (KREBS ÇEMBERİ)

(120-140) SYA

(36-38) $PROT + O_2 \rightarrow H_2O + C_2O + EN$

(36-38) $K.H ADP + P \rightarrow ATP$

$ADP + P + EN$

$C_6P \rightarrow CP$

ANAEROBİK

ALAKTİK 1-2 sn $ATP \rightarrow ADP + P + EN \rightarrow KAS \ÇLŞ.$

4-6 sn $CP \rightarrow C + P + EN$

LAKTİK GLİKOZ LA + EN

Tablo 2

(Fox, 1979; Fox and Mathews, 1985; Guyton, 1976'dan)

Üç fosfatlı ATP'den bir fosfat ayrıldığında ATP-ADP+P+Enerji, ortaya çıkar ve bununla sinir sisteminde uyarı iletilir, bezde salgılama, kasta kasılma meydana gelir. Bu işlem yapılırken oksijen kullanılmaz. Bir diğer enerji kaynağı CP (Kreatinfosfat)tır. Bu işlemler kaslardaki ATP ve CP rezervleri sınırlı olduğundan çok kısa bir zaman için (1-2 sn) kaslara enerji temin ederler. Kas lifinde bulunan ATP konsantrasyonu yaklaşık 4 m.M ile 5 mm arasındadır. ATP, ADP ye parçalandıktan sonra ADP saniyenin bir bölümü içerisinde tekrar forforilize olur ki bunun için de bir çok enerji kaynağı vardır.

ATP'nin tekrar yapımı için kullanılan ilk enerji kaynağı kendisi gibi yüksek enerjili fosfatları taşıyan CP (kreatinfosfat)tır. CP in yüksek enerjili fosfat bağında ATP'ye göre daha fazla yüksek oranda serbest enerji bulduğundan hemen yakılır. Ve serbestleyen enerji, ADP'ye yeni bir fosfat iyonunun bulunmasıyla ATP'nin yeniden oluşumunu sağlar: (Tablo-2)

CP ve ATP'nin yeniden oluşumunu gerçekleştiren ikinci enerji kaynağı karbohidrat, yağlar ve proteinlerden serbestleyen enerjidir (Tablo 2)

Bu enerjinin küçük bir bölümü hücre glikoz ve glikojenin ilk aşamada parçalanmasıyla serbestler. Bu olaya ise glikoliz adı verilir. Açığa çıkan enerjinin % 95'i besin maddelerinin mitokondrielerde yer alan son oksidasyonu sırasında açığa çıkar (11). Her iki olay da besin maddelerinden serbestleyen enerji yeni ATP; sentezi için kullanılır. Glikolizin önemi oksidatif mekanizmaya göre yeni ATP oluşumu için 2,5 katı daha hızlı glikolitik metabolizma artıklarını oluşturduğundan, kas kontraksiyonunu ancak 1 DK. kadar sürebilmektedir.

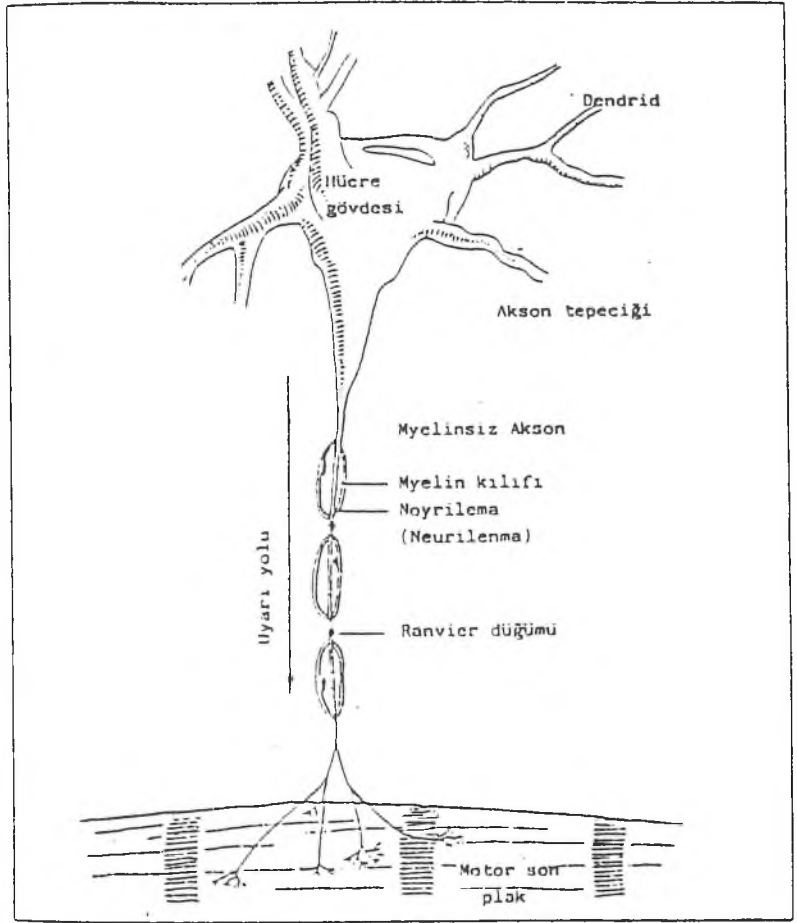
İkinci enerji kaynağı olarak aldığımız proteinler enerji kaynağı olarak zorunlu olmadığı müddetçe kullanılmazlar. Karbohidratlar (glikoz ve serbest yağ asidi) aerobik olarak da yakılırlar. Bu sentez sonunda bir taraftan H₂O ve CO₂ meydana gelirken bir molekül glikojen başına 39 mole ATP oluşur. (8)

Aneerobik enerji üretimi sürat çalışmalarının temelini oluştururken ve yapılan antrenmanlarında sporcunun kaslarında ATP'nin gerek enerji vermek için yakımı ve gerekse de yeniden oluşumu için gerekli enzimlerin artırılması hedeflenir. Ayrıca yüksek enerjili fosfat miktarının da yükseltilmesi çalışmalarda yer alır.

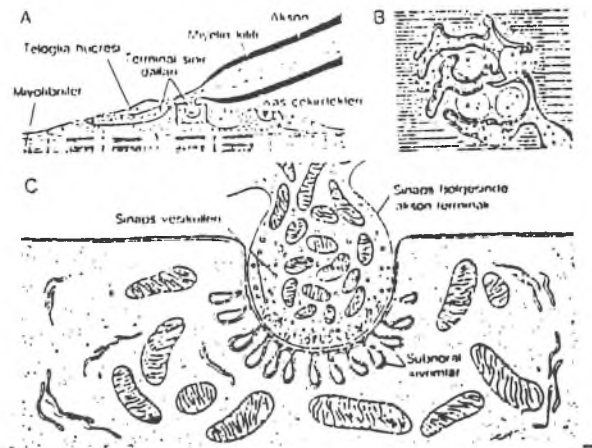
Maksimal kuvvet çubuk kuvvet tamamıyla alaktik anaerobik enerji mekanizmasına yani ATP ve CP kaynaklarına bağlı olarak oluşur. Bu noktadan hareketle kuvvet parametrelerinin geliştirilmesi bir yönde bu enerji mekanizmalarının geliştirilmesi sayesinde olur.

Kuvvet antrenmanlarıyla geliştirilmesi istenen yalnızca enerji mekanizması değildir. Genetik özellik taşıyan kas yapısıdır.

Aerobik ve anaerobik her iki sistemin de temel ilkesi antrenmanlar sırasında ATP'nin oluşumuna yardımcı olmaktır. Şüphesiz bunların yardım dereceleri yapılan antrenmanların kapsam ve yoğunluğuna bağlıdır (8, 9, 19)

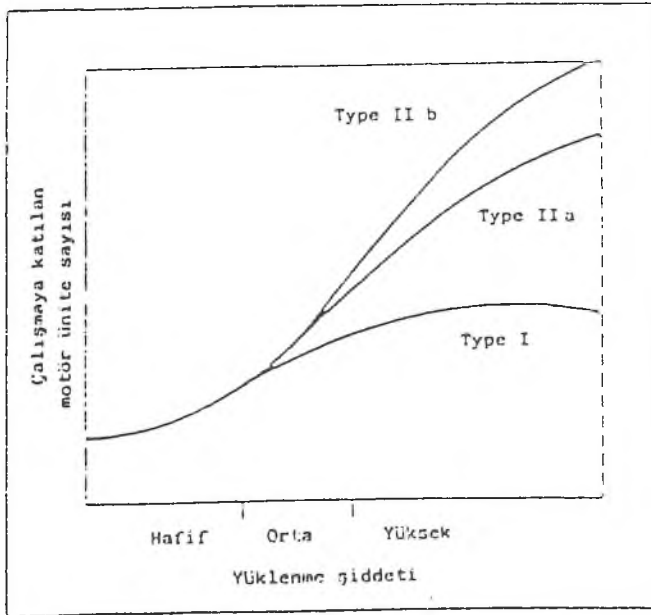
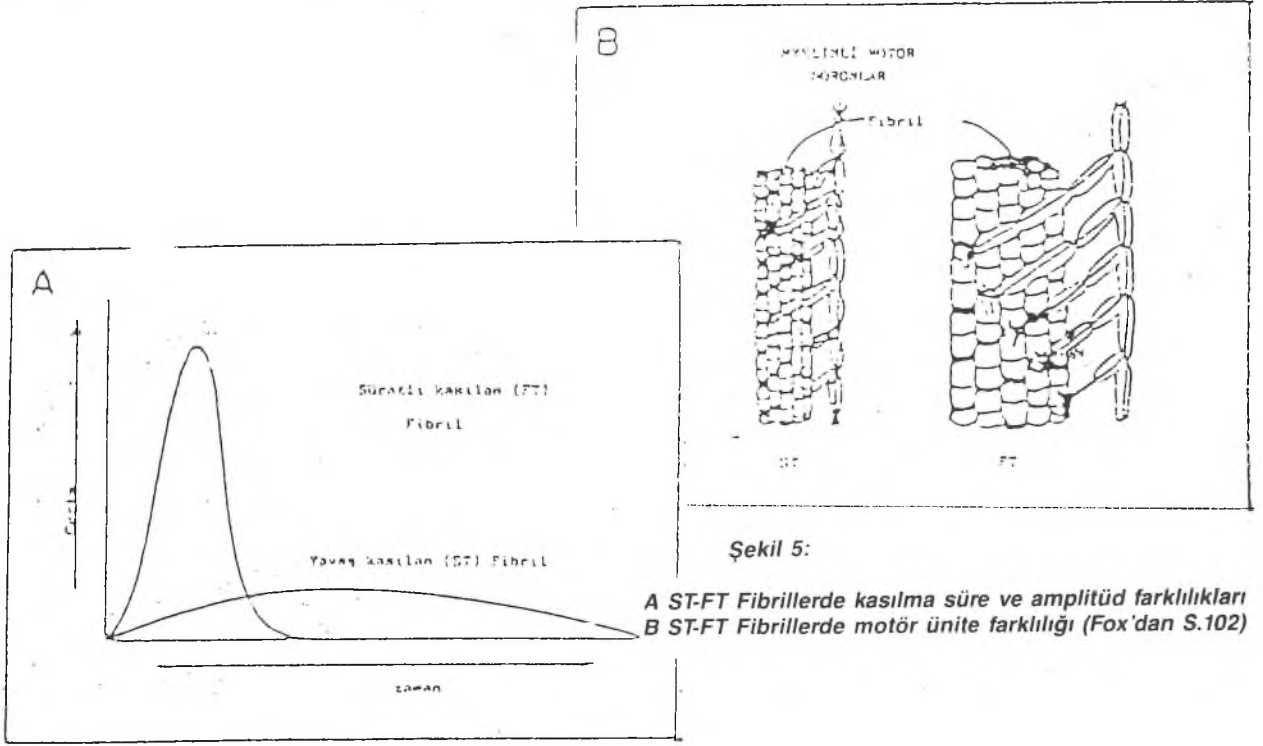


Şekil 3: Bir anterior (Type A sinir fibril) motör nöron'un yapısı. (Mc Ardle'dan S.309)



Şekil 4.A.B.C: Motör terminal plağın çeşitli görünüşleri. (Guyton'dan S.199)

SPOR BİLİM, ARAŞTIRMA



ST ve FT FİBRİLLERİ ARASINDAKİ FARKLILIKLAR

	FİBRİL TİPİ	
	YAVAŞ KASILGAN (ST)	HIZLI KASILGAN (FT)
Miyoglobin	Çok	Az
Triglyceride	Çok	Az
Glycogen	Çok	Çok
Mitochondrial Oxdative (aerobik)	Çok	Az
Enzyme activity	Fazla	Az
Capillary	Fazla	Az
PC	Az	Fazla
Dinlenme Zamanı	Yavaş	Hızlı
Kasılma Zamanı	Yavaş	Hızlı
Glycolytic enzyme Aktivitesi	Az	Fazla
Yorgunluk	Az	Çok

Şekil 6: Yüklenme şiddetine göre çalışmaya katılan motor ünite sayısı. (Mc Ardle'dan S.314)

Tablo 1. Farklı Fibril Tipleri