

Kas – İskelet kaslarında motor ünite

- Tek **bir MS** ve bu sinirin **uyardığı kas liflerine MÜ** denir. İnsan iskelet kaslarında **yaklaşık çeyrek milyar kas lifi** varken sadece **420.000 MS** bulunur.
- Yani **bir MS** birden **çok kas lifini uyarır**.
- Aynı **MS** tarafından uyarılan **kas lifleri aynı anda kasılır ve gevşerler**.

Kas – İskelet kaslarında motor ünite

- Bir **MS**'nin uyardığı **kas lifi sayısını**, kasın büyüklüğü değil **hareketin inceliği** ve **özelliği** belirler.
- Bazen bir **MS**'ye **düşen kas lifi sayısı bir** iken bazen **binlerce** olabilir (göz kası ve quadriceps kası).

Kas – İskelet kaslarında motor ünite

- Yani **yüksek kas lifi-sinir** oranı daha **çok kuvvet** veya **kaba hareketlerle** ilgiliyken, **düşük kas lifi-sinir** oranı daha **az kuvvet** ancak **ince beceri** gerektiren hareketlerden sorumlu kaslarda görülür.

Kas – İskelet kaslarında ya hep ya hiç kanunu

- Bir **MÜ** uyarılma eşliğinde veya üzerinde **kasıldığında kas maksimal olarak kasılır.**
- Eşğin **çok** üzerinde veya **az** üzerinde **uyarılmasının önemi yoktur. Kas lifi ya hiç kasılmaz ya da maksimal kasılır. Buna hep ya da hiç kanunu denir.**

Kas – İskelet kaslarında ya hep ya hiç kanunu

- Ancak **bu** sadece **MÜ** ve **ona bağlı kas lifleri** için geçerlidir.
- Hep ya da hiç kanunu **kasın tamamı** için **geçerli değildir**.

Kas – İskelet kaslarında ya hep ya hiç kanunu

- Kasın çok hafif miktardan çok şiddetli miktarda dereceli kuvvet üretebilmesi mümkündür ve buna kas kuvveti derecelendirilmesi denir.
- Örneğin kol kasları, bir kalemi ve 5 kg'lık bir ağırlığı kaldırırken farklı miktarda kuvvet üretirler.

Kas – İskelet kaslarında ya hep ya hiç kanunu

➤ Kas kuvvetinin şiddeti nasıl ayarlanıyor?

1. Çok sayıda MÜ sumasyonu (spatial sumasyon) olarak adlandırılan sumasyonda, herhangi bir anda kasılan MÜ sayısının değiştirilmesiyle kas kuvvetinin şiddeti ayarlanır.

➤ Uyarılan MÜ sayısı arttıkça oluşturulan kuvvet de artar.

Kas – İskelet kaslarında ya hep ya hiç kanunu

➤ Kas kuvvetinin şiddeti nasıl ayarlanıyor?

2. Dalga sumasyonu (temporal sumasyon) kasılan her MÜ'nin kasılma frekansının değiştirilmesiyle kas kuvvetinin şiddetinin ayarlanmasıdır.

➤ Daha sık uyarı daha yüksek frekansa neden olur. Bu da daha fazla kuvvet oluşumu demektir.

Kas – Kasların isimlendirilmesi

- **Şekillerine göre**; daire, çember, yassı, üçgen şekilli, mekik, dörtgen, kare, bant (şerit) kaslar,
- **Kas liflerinin dizilişlerine göre**; m. pennatus, m. unipennatus, m. bipennatus, m. multipennatus, m. circumpennatus kaslar,
- **Baş sayılarına göre**; biceps, triceps, quadriceps kaslar,

Kas – Kasların isimlendirilmesi

➤ **Fonksiyonlarına göre;** fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon, pronasyon, supinasyon vb. yaptıran kaslar olarak isimlendirilir.

Kas – Kasların isimlendirilmesi



Kas – Kasların hareketleri

- **Hareket** kasın sonlanma noktasının başlama noktasına **yaklaşmasıyla** gerçekleşir.
- Kasın **kuvvet çizgisi** başlangıç ve bitiş noktalarını birleştiren hayali çizgidir.
- **Kasılma kuvvet çizgisi doğrultusunda**dır.

Kas – Kasların hareketleri

- Kuvvet çizgisinin, eklemin önünden veya arkasından, içinden veya dışından, altından veya üstünden geçmesi **hareketin yönünü ve cinsini saptar.**
- Kuvvet çizgisi enine eksenin önünden geçerse **bükülme,**
- Kuvvet çizgisi enine eksenin arkasından geçerse **gerilme,**

Kas – Kasların hareketleri

- Kuvvet çizgisi önden arkaya eksenin altından geçerse **yaklaşma**,
- Kuvvet çizgisi önden arkaya eksenin üstünden geçerse **uzaklaşma**,
- Kuvvet çizgisi dikey eksenini içten çaprazlarsa **içe dönme**,
- Kuvvet çizgisi dikey eksenini dıştan çaprazlarsa **dışa dönme** gerçekleşir.

Kas – Kasların beslenmeleri

- Kaslar **kan damarları** bakımından çok zengindir.
- **Atar damarlar** arasında **çok** sayıda **ağızlaşma** görülür.
- **Toplardamarlarda** ise çok sayıda **küçük kapakçıklar** bulunur.

Kas – Kasların beslenmeleri

- Arterler ve venler bağ dokusu boyunca kasa girer ve kas lifi boyunca paralel uzanırlar.
- Burada arteriollere ve venüllere ayrılarak geniş bir kapiller ağ oluştururlar. Böylece her kas lifi O_2 'li kanı alır ve CO_2 'li kanı uzaklaştırır.
- Sedanter kişilerde her kas lifi 3-4 kapiller damar ile çevriliyken sporcularda bu sayı 5-7'dir.

Kas – Kasların beslenmeleri

- İskelet kasının ihtiyaç duyduğu kan miktarı kasın aktivite düzeyine bağlıdır. Maksimal bir egzersizde kas normalden 100 kat fazla kana ihtiyaç duyabilir.
- Örneğin dinlenme sırasında 0.3 L/dk O_2 'ye ihtiyaç duyan 30 kg kas, maksimal bir egzersizle bu O_2 miktarını 4 L/dk'ya çıkartabilir.

Kas – Kasların beslenmeleri

- İhtiyaç duyulan kan akışını sağlamanın başka yolları da vardır;
- Aktif kasların kasılıp gevşemesi kan damarlarının periyodik olarak sıkışmasına neden olur.
- Kan akımı kasılma sırasında azalır, gevşeme sırasında artar. Bu pompalama hareketi kalbe olan kan akışını hızlandırır ve kaslara gönderilecek olan O_2 'den zengin kan miktarını artırır.

Kas – Kasların beslenmeleri

- Sindirim sistemi, böbrekler ve deri gibi aktif olmayan organları besleyen arterlerin konstrüksiyonu ve aktif olan kasları besleyen arterlerin dilatasyonu da kan akışını düzenlemeye yardımcı olur.

Kas – Kasların beslenmeleri

- Zorlayıcı tipteki aktiviteler daha farklı bir tablo oluşturur. Bir kas kendi kuvvet oluşturma kapasitesinin % 60'ı oranında kasılırsa artan kas içi basınç nedeniyle kasa olan kan akışı engellenir.
- Uzun süreli, statik kasılma da kan akışını durdurur. Bu koşullarda kas çalışmasının devamı için gerekli olan enerji temel olarak depo edilmiş fosfojenlerden ve anaerobik glikoliz sisteminden karşılanır.

Kas – Kasılma çeşitleri

- Temelde **iki tip** kasılma vardır. Bunlar;
- **Statik** kasılma (izometrik) ve
- **Dinamik** (izotonik, eksantrik, izokinetik) kasılmadır.

Kas – Kasılma çeşitleri

1. **İzometrik kasılma**; ayakta hareketsiz durulduğunda bu duruşu sağlayan kaslar devamlı kasılı durumdadır.
 - Fakat **kasların boyunda** herhangi bir **değişiklik olmaz**.

Kas – Kasılma çeşitleri

2. İzotonik kasılma; ekstremitelerin hareket ettirilmesi kasların kasılarak boylarının kışalmasına neden olur.

➤ Kasların, boylarının kışalması suretiyle kasılması şekline izotonik kasılma denir.

Kas – Kasılma çeşitleri

3. Eksentrik kasılma; ekstremitelerin negatif hareket ettirilmesi kasların kasılarak boylarının uzamasına neden olur.

➤ Kasların, boylarının uzaması suretiyle kasılması şekline eksentrik kasılma denir.

Kas – Kasılma çeşitleri

4. İzokinetik kasılma; eklemin farklı açılarında kuvvet oluştururken kas boyunun bir uzayıp bir kısılması ile oluşur
- Kasların arka arkaya izotonik ve eksentrik hareketleri yapmasına ve boylarının uzayıp kısılmasına izokinetik kasılma denir.

Kas – Kasılma rolleri

- **Agonist kaslar**; aynı hareketi yaptıran kas veya kaslara denir. Bunlardan en etkili olanı **prime mover**, esas hareket ettiricidir.
- **Antagonist kaslar**; agonist kas veya kaslara **zıt hareket yapan**, hareketlerine **engel olan** kas veya kas gruplarına denir.

Kas – Kasılma rolleri

- **Fiksator (stabilizatör) kaslar;** hareket sırasında **agonist kasların başlangıcını hareketsiz kılan** kaslardır (şınav sırasında karın kaslarının çalışması).
- **Sinerjist kaslar;** aynı hareketin yapılmasına **yardımcı** olan kaslardır.

Kas – Kasılma rolleri

- Nötralizör kaslar; hareket oluşurken agonistlerin istenmeyen hareketlerinin önlenmesidir.
- Örneğin mekik hareketinde sağ ve sol eksternal oblik kaslar birbirinin hareketini nötralize ederek gövdenin öne fleksiyonunu sağlarlar.
- Omuzda deltoid kası da nötralizör kasa örnektir.

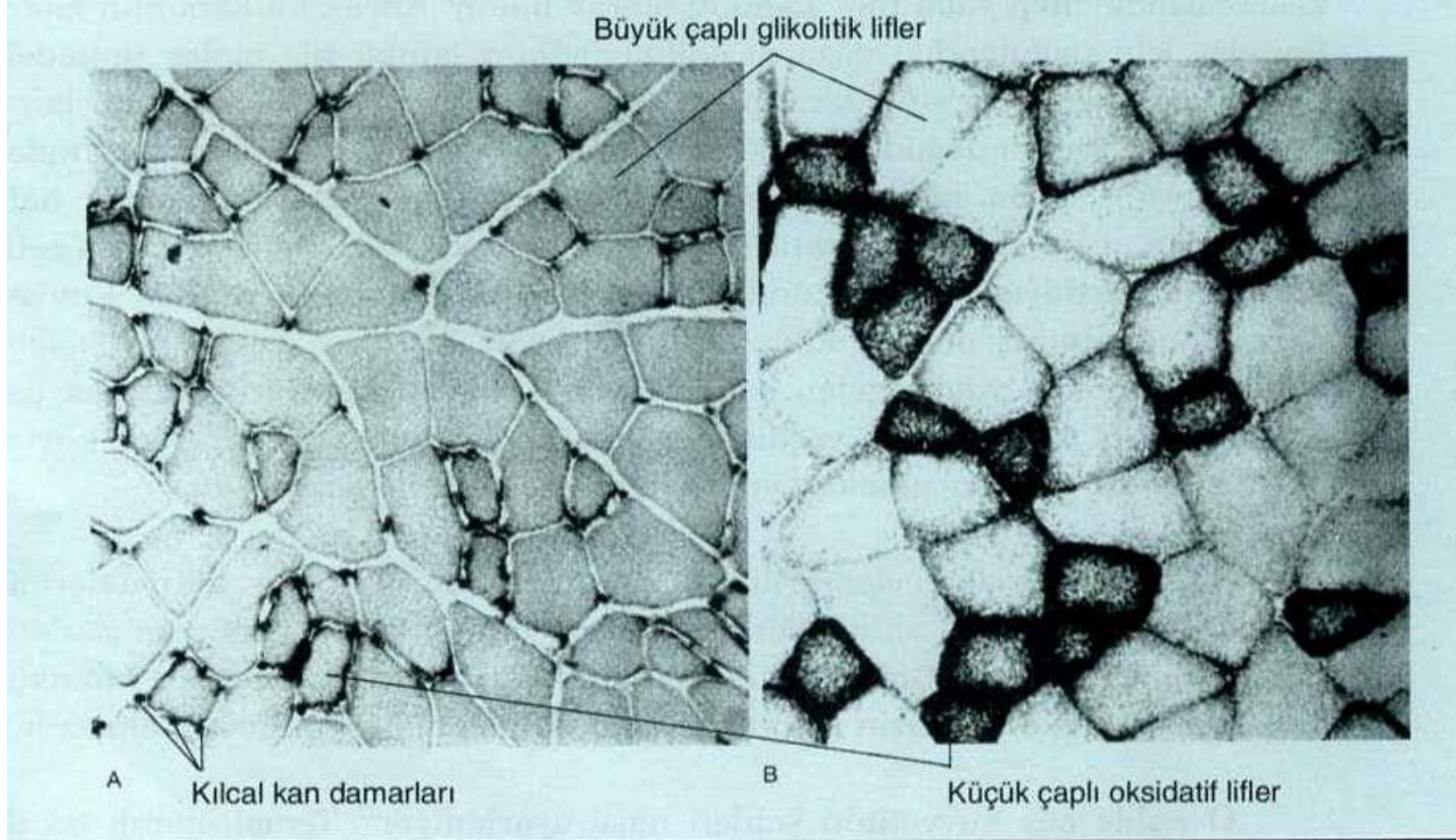
Kas – Kas lifi tipleri

- Kas liflerinin kasılma hızı, aerobik kapasite, anaerobik kapasite, içerdikleri mitokondri sayısı, sahip oldukları kapiller sayısı, kasılma kuvveti, ATPaz aktivitesi ve yorulma sürelerinde fonksiyonel farklılıklar vardır.
- Kas lifi tipleri içerdikleri miyogloblin konsantrasyonuna göre kırmızı ve beyaz kas lifleri olarak sınıflandırılabilir.

Kas – Kas lifi tipleri

- **Kırmızı** kas lifleri **yüksek** düzeyde **mitokondri** ve **kapiller** içerdiğinden **geç yorulan**, **aerobik** kapasitesi **yüksek** kas lifi tipleridir.
- **Beyaz** lifler ise **yüksek kasılma hızları**, **büyük kasılma kuvvetleri** ve **çabuk yorulmaları** nedenlerinden dolayı **anaerobik** kapasitesi **yüksek** liflerdir.

Kas – Kas lifi tipleri



Kas – Kas lifi tipleri

A. Sınıflandırma Sistemi			
1. Dubutwitz ve Brooke	Tip I	Tip II a	Tip II b
2. Peter ve arkadaşları	Yavaş, oksidatif (SO)	Hızlı, oksidatif glikolitik (FOG)	Hızlı Glikolitik (FG)
3. Eski sistemler	Kırmızı Yavaş kasılan (ST)	Beyaz Hızlı kasılan (FT)	
B. Özellikleri			
1. Kasılma hızı	Yavaş	Hızlı	Hızlı
2. Kasılma kuvveti	Düşük	Yüksek	Yüksek
3. Yorulma hızı	Geç yorulur	Yorulur	Çabuk Yorulur
4. Aerobik kapasite	Yüksek	Orta	Düşük
5. Anaerobik kapasite	Düşük	Orta	Yüksek
6. Lif büyüklüğü	Küçük	Büyük	Çok büyük
7. Kılcal damar yoğunluğu	Yüksek	Yüksek	Düşük

Kas – Kas lifi tipleri

- **Fast-twitch**'ler yüksek düzeyde **miyozin ATPaz** aktivitesine sahip olduklarından **hızlı** ve **yüksek** kasılma **gücü gerektiren** kasılmalar için çok **çabuk** şekilde **enerji üretebilirler**.
- **Miyozin ATPaz** kas kasılması için gerekli enerjiyi **ATP'yi parçalayarak** elde eder.

Kas – Kas lifi tipleri

- FT'lerin kasılma hızı (50ms) ST'lerin (110ms) yaklaşık iki katıdır.
- FT'ler bu özelliklerinden dolayı FG (fast-glycolitic) olarak da adlandırılırlar.
- FT'ler genellikle anaerobik enerji metabolizmasına dayanan kısa süreli, sürat tipindeki egzersizlerde kullanılırlar.

Kas – Kas lifi tipleri

- FT'ler, çok hızlı hareket etme, ani pozisyon ve yer değişikliği gerektiren sporlarda daha fazla önem taşır.
- Çoğu araştırmacı kas liflerini; yavaş kasılan Tip 1 ve hızlı kasılan Tip 2 olarak sınıflandırmıştır.
- Hızlı kasılan kas lifleri; Tip 2a, Tip 2b ve Tip 2c olarak üçe ayrılır.

Kas – Kas lifi tipleri

- **Tip 2a** lifleri **yüksek kasılma hızına** ve aynı zamanda **orta derecede** iyi gelişmiş **aerobik ve anaerobik** enerji transferi kapasitesine sahiptir.
- **Hızlı kasılan** oksidatif-glikolitik, **FOG** olarak bilinirler.

Kas – Kas lifi tipleri

- **Tip 2b** lifleri ise daha **fazla anaerobik** kapasiteye sahiptir ve bu nedenle **FAG**, hızlı kasılan anaerobik-glikolitik lifler olarak adlandırılır.
- **Tip 2c** lifleri nadir görülür ve özellikleri tam olarak bilinmemektedir. Ancak **re-innervasyon** veya **MÜ değişiminde rol aldıkları** düşünülmektedir.

Kas – Kas lifi tipleri

- **ST** lifleri **ATP** sentezi için gerekli enerjiyi **aerobik sistemden** sağlarlar.
- **ST**'ler, **düşük** miyozin **ATPaz** aktivitesi, **yavaş kasılma** hızları ve **az gelişmiş glikolitik** kapasiteleriyle tanınırlar.

Kas – Kas lifi tipleri

- ST'ler daha **büyük** ve **çok** sayıda **mitokondriye** sahiptirler.
- Bu nedenle **uzun süreli aerobik** egzersizler için **uygundur**lar.
- ST'ler, **yavaş kasıldıkları** ve büyük oranda **oksidatif metabolizmaya** dayandıkları için **SO** (slow-oxidative) olarak da tanınırlar.

Kas – Kas lifi tipinin belirlenmesi

- İnsanın hangi tip kas lifine sahip olduğu ilk birkaç yıl içerisinde belirlenebilir.
- Tek yumurta ikizleri ile yapılan çalışmalarda, kas lifi tipinin büyük ölçüde genetik yolla belirlendiği ve orta yaşlara kadar fazla değişmediği gözlenmiştir
- Ayrıca, tek yumurta ikizlerinin aynı, çift yumurta ikizlerinin ise farklı kas lifi tipine sahip olduğu anlaşılmıştır.

Kas – Kas lifi uyarılma modeli

- Fazla sayıda kas lifinin uyarılması daha büyük kuvvet oluşturur.
- Az bir kuvvet oluşumuna ihtiyaç varsa uyarılan kas lifi sayısı da azdır.

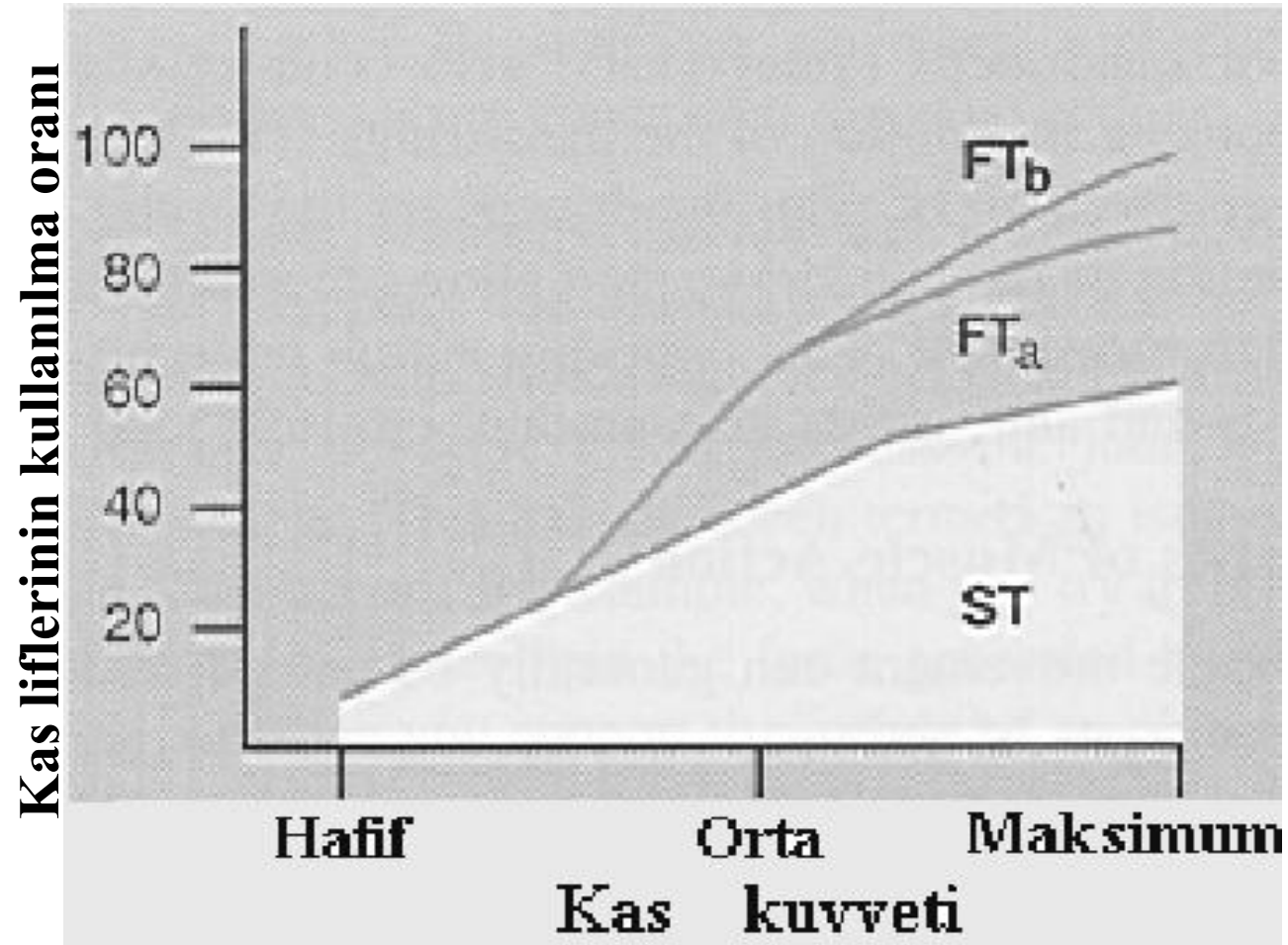
Kas – Kas lifi uyarılma modeli

- FT MÜ'ler ST MÜ'lere göre daha fazla kas lifi içerir. Hareketin niteliğine göre FT veya ST kas lifleri seçici olarak uyarılır.
- Bu seçici uyarılma hem hareketin hızıyla hem de oluşturulması beklenen kuvvet miktarıyla ilgilidir.

Kas – Kas lifi uyarılma modeli

- Ayrıca **maksimal egzersizlerde bile** kas liflerinin **% 100'ü uyarılmaz**. Böylece kaslarda oluşabilecek **zedelenmeler engellenir**.
- **Çünkü** tüm kas liflerinin aynı anda uyarılması **kas ve tendonlarda kopmalar** meydana getirebilir.

Kas – Kas lifi uyarılma modeli



Kas – Kas lifi tipleri ve sportif performans

- Tüm aktivitelerde her iki kas lifi tipi de kullanılmaktadır. Ancak bazı aktivitelerde birine diğerinden daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır.
- Aşağıda, değişik spor branşlarında performans gösteren elit sporcuların ve sedanterlerin genel kas lifi yapısı görülmektedir.

<i>Sporcu</i>	<i>% ST oranı</i>	<i>% FT oranı</i>
Mesafe koşucusu	60 – 90	10 – 40
Sürat koşucusu	25 – 45	55 – 75
Halter sporcusu	45 – 55	45 – 55
Gülle atıcı	25 – 40	60 – 75
Sporcu olmayan	47 – 53	47 – 53

Kas – Kas lifi tipleri ve sportif performans

- ST'ler dayanıklılık, FT'ler ise sürat ve patlayıcı kuvvet gerektiren aktivitelerde etkindirler.
- Kas lifi dağılımında yaş ve cinsiyet açısından belirgin bir fark yoktur.

Kas – Kas lifi tipleri ve sportif performans

- Sedanter erkek ve kadınlar hatta çocuklar % 45-55 oranında ST liflere sahiptir. FT liflerinin dağılımı incelendiğinde Tip2a ve Tip2b'lerin eşit oranda olduğu gözlenmiştir.
- Erkekler, büyük bireysel farklılıklar göstermektedir.
- Kas lifi dağılım farklılığı profesyonel sporcularda belirgindir. Elit sporcular oldukça farklı kas lifi dağılımlarına sahiptir.

Kas – Kas lifi tipleri ve sportif performans

- **Gastroknemius** (baldır kası) kasında **ST** oranı, dünya şampiyonu maratoncularda **% 93-99** iken, dünya şampiyonu **sürat koşucularında** ise **% 25**'dir.
- Ancak **aynı spor** branşında **aynı düzeyde** başarılı **sporcular farklı** kas lifi dağılımlarına sahip olabilirler.

Kas – Kas lifi tipleri ve sportif performans

- Buradan anlaşılacağı gibi, **kas lifi tipi** sportif performansın **tek belirleyicisi değildir**.
- Sporda **üstün performans**; **psikolojik, biyokimyasal, nörolojik, kardiyopulmoner ve biyomekanik faktörlerin kompleks kombinasyonunun** bir sonucudur.

Kas – Kas lifi tipleri ve sportif performans

- Kas lifi tiplerinin birbirine dönüştürülmesinin mümkün olup olmadığı konuyla ilgili en önemli sorudur.
- Yapılan çalışmalar dayanıklılık antrenmanı ile FT'lerin tamamen ST'lere dönüşmediğini göstermiştir.
- Ancak FT'lerin oksidatif kapasitesinde artış olmuş, metabolik ve kimyasal özellikleri değişmiştir.

Kas – Kas lifi tipleri ve sportif performans

- Anaerobik çalışmalar ise, FT'lerin ve ara liflerin (FTc) anaerobik gücünü geliştirmektedir.
- Kısacası uzun süreli antrenmanlar sonucunda kas lifi tiplerinde bazı değişimler görülebilmektedir.