



**TVF**

# SPOR FİZYOLOJİSİ

**Doç. Dr. Gülbin RUDARLI NALÇAKAN**

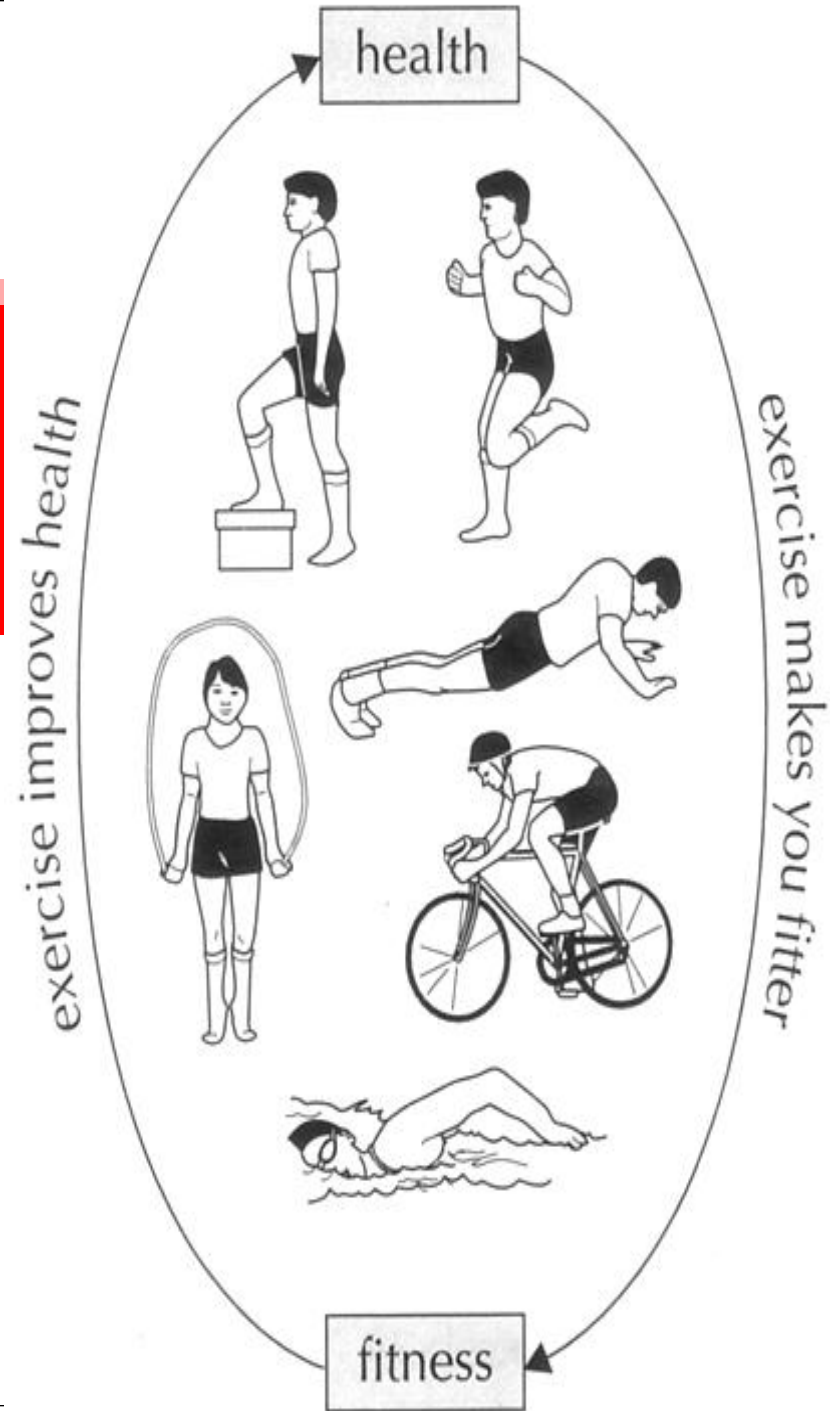
Ege Üniversitesi- Spor Bilimleri Fakültesi  
Antrenörlük Eğitimi Bölümü  
Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı

**TVF EĞİTİM KURULU ÜYESİ**

[gulbin.nalcakan@ege.edu.tr](mailto:gulbin.nalcakan@ege.edu.tr)

# ENERJİ SİSTEMLERİ

1.Kademe konusu  
tekrarı



# ATP'nin kaynakları

- Her şeyden önce, kas hücrelerinde sürekli olarak kullanılan ve yenilenen bir miktar ATP her zaman vardır ve ATP'nin yenilenmesi enerji gerektirir.
- ATP nin oluşması için bilinen üç enerji kaynağı vardır.

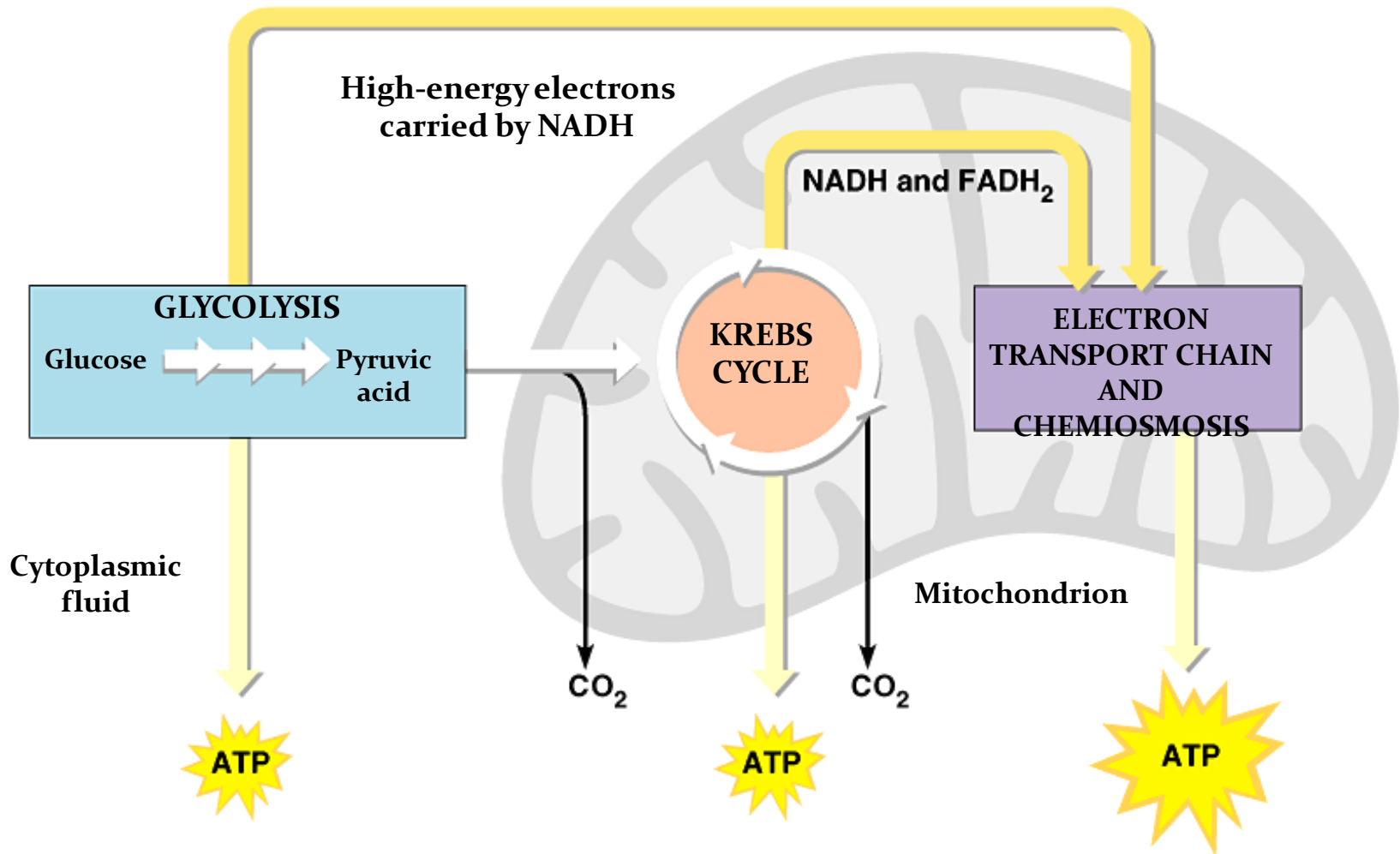
## ANAEROBİK ENERJİ SİSTEMİ

1. ATP-PC (fosfojen, alaktik) sistemi
2. Anaerobik glikoliz (laktik asit) sistemi

## AEROBİK ENERJİ SİSTEMİ

1. Oksijen sistemi

- **Hücresel solunum**



# Enerji sistemlerinin genel özellikleri

| ATP-PC                   | LA sistemi                             | O <sub>2</sub> sistemi     |
|--------------------------|--|----------------------------|
| anaerobik                | anaerobik                              | aerobik                    |
| Çok süratli              | süratli                                | Yavaş                      |
| CP                       | Glikojen                               | Glikojen, yağ              |
| Çok sınırlı ATP üretilir | Sınırlı ATP                            | Sınırsız ATP               |
| Kasta bulunuşu sınırlı   | LA oluşumu kas yorgunluğuna neden olur | Yorgunluk ürünleri oluşmaz |
| Yüksek güç isteyen       | 1-3 dk süren                           | Uzun süreli aktivitelerde  |

- **Egzersiz Sırasında Enerji Sistemlerinin Katılım Oranları;**
- EGZERSİZİN ŞİDDETİNE,
- SÜRESİNE,
- TİPİNE VE
- KİŞİNİN KONDİSYON DÜZEYİNE bağlıdır.

**Pectoralis major**  
 • Draws arm forward and toward the body

**Serratus anterior**  
 • Helps raise arm  
 • Contributes to pushes  
 • Draws shoulder blade forward

**Biceps brachii**  
 • Bends forearm at elbow

**Rectus abdominus**  
 • Compresses abdomen  
 • Bends backbone  
 • Compresses chest cavity

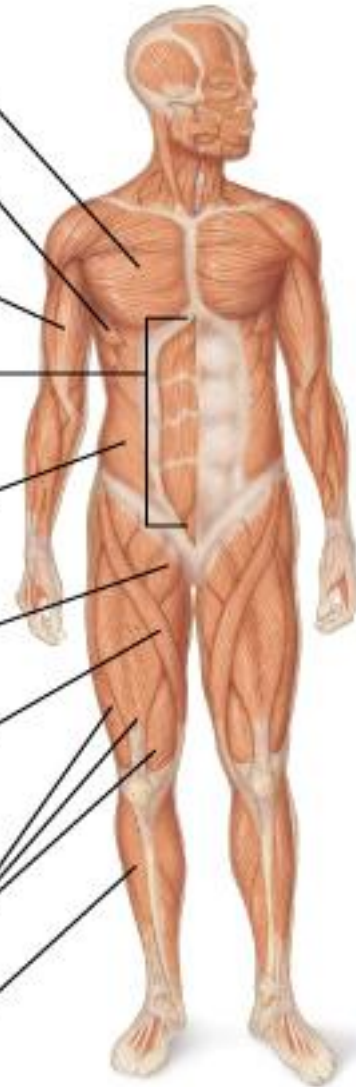
**External oblique**  
 • Lateral rotation of trunk  
 • Compresses abdomen

**Adductor longus**  
 • Flexes thigh  
 • Rotates thigh laterally  
 • Draws thigh toward body

**Sartorius**  
 • Bends thigh at hip  
 • Bends lower leg at knee  
 • Rotates thigh outward

**Quadriceps group**  
 • Flexes thigh at hip  
 • Extends leg at knee

**Tibialis anterior**  
 • Flexes foot toward knee



**Deltoid**  
 • Raises arm

**Trapezius**  
 • Lifts shoulder blade  
 • Braces shoulder  
 • Draws head back

**Triceps brachii**  
 • Straightens forearm at elbow

**Latissimus dorsi**  
 • Rotates and draws arm backward and toward body

**Gluteus maximus**  
 • Extends thigh  
 • Rotates thigh laterally

**Hamstring group**  
 • Draws thigh backward  
 • Bends knee

**Gastrocnemius**  
 • Bends lower leg at knee  
 • Bends foot away from knee

**Achilles tendon**  
 • Connects gastrocnemius muscle to heel



# KAS FIZYOLOJİSİ

# Kas Fibril Tipleri

## *Fibril Çeşitleri ve Spor Yönünden Önemi;*

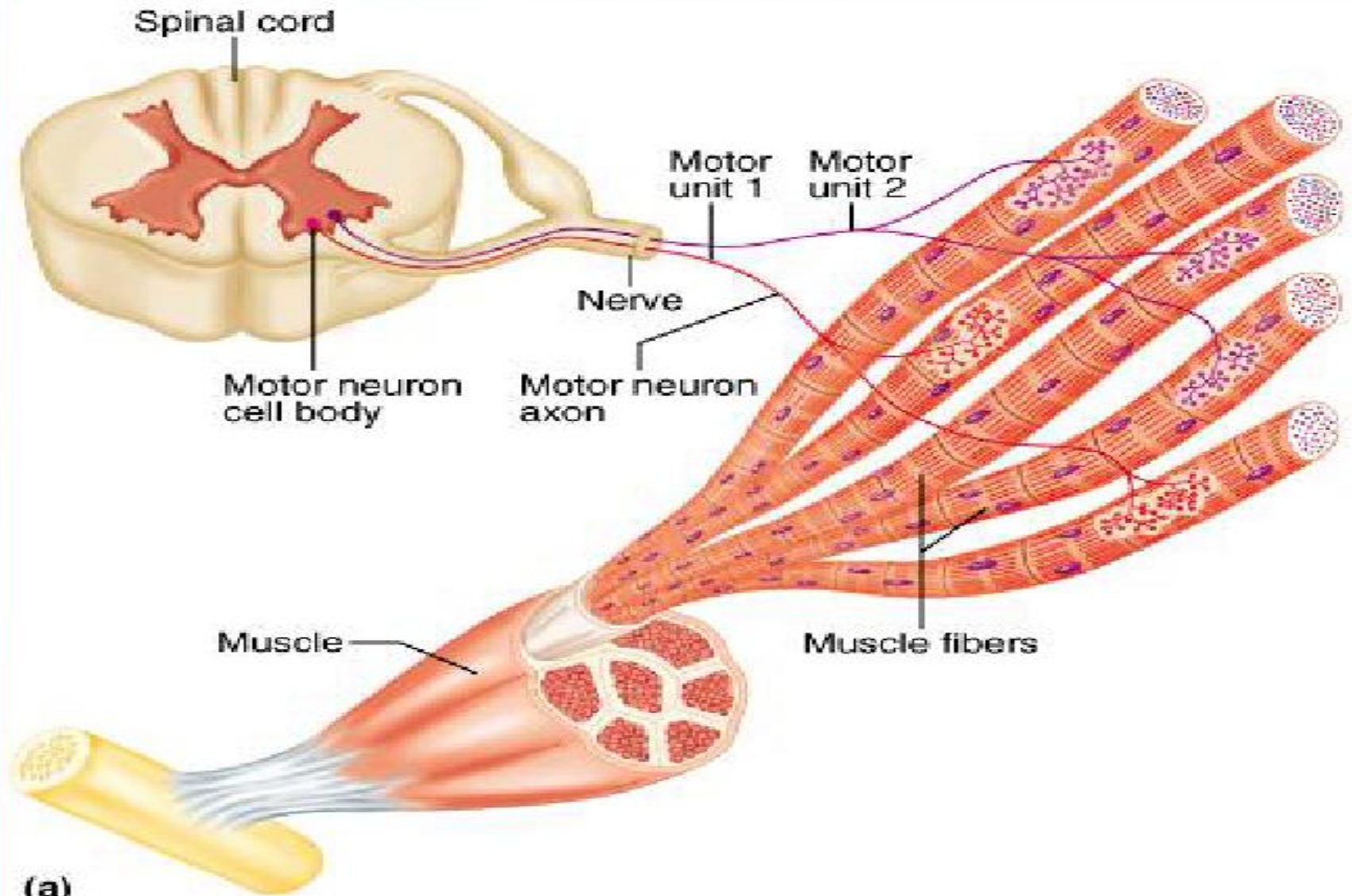
- İskelet kası hücreleri yani fibrilleri histoşimik özelliklerine göre:
- Tip I (veya ST-yavaş kasılan oksidatif fibriller) ve
- Tip II (veya FT- süratli kasılan glikolitik fibriller) olmak üzere iki ana gruba ayrılır,
- Tip II ayrıca
  - IIa (FTa-süratli kasılan oksidatif fibriller) ve
  - IIb (FTb-süratli kasılan glikolitik fibriller) diye iki alt gruba ayrılır.



## Kas Fibril Tiplerinin Karakteristik Özellikleri

| <b>Fibril Tipi</b>                                 | <b>Yavaş Kasılan (ST)Tipi</b> | <b>Hızlı Kasılan 2A (FT-A)</b> | <b>Hızlı Kasılan 2B (FT-B)</b> |
|--|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>Kasılma zamanı</b>                              | <b>Yavaş</b>                  | <b>Hızlı</b>                   | <b>Çok hızlı</b>               |
| <b>Motor nöron büyüklüğü</b>                       | <b>Küçük</b>                  | <b>Büyük</b>                   | <b>Çok büyük</b>               |
| <b>Yorgunluğa Karşı Dayanıklılık</b>               | <b>Yüksek</b>                 | <b>Orta</b>                    | <b>Düşük</b>                   |
| <b>Kullanılan Aktivite Çeşidi (Enerji Sistemi)</b> | <b>Aerobik</b>                | <b>Uzun Süreli anaerobik</b>   | <b>Kısa süreli anaerobik</b>   |
| <b>Güç Üretimi</b>                                 | <b>Düşük</b>                  | <b>Yüksek</b>                  | <b>Çok yüksek</b>              |
| <b>Mitokondrial yoğunluk</b>                       | <b>Yüksek</b>                 | <b>Yüksek</b>                  | <b>Düşük</b>                   |
| <b>Kapiller yoğunluk</b>                           | <b>Yüksek</b>                 | <b>Orta</b>                    | <b>Düşük</b>                   |
| <b>Oksidatif kapasite</b>                          | <b>Yüksek</b>                 | <b>Yüksek</b>                  | <b>Düşük</b>                   |
| <b>Glikolitik kapasite</b>                         | <b>Düşük</b>                  | <b>Yüksek</b>                  | <b>Yüksek</b>                  |
| <b>Temel Enerji Kaynağı</b>                        | <b>Trigliseridler</b>         | <b>CP, Glikojen</b>            | <b>CP, Glikojen</b>            |

# MOTOR ÜNİTE



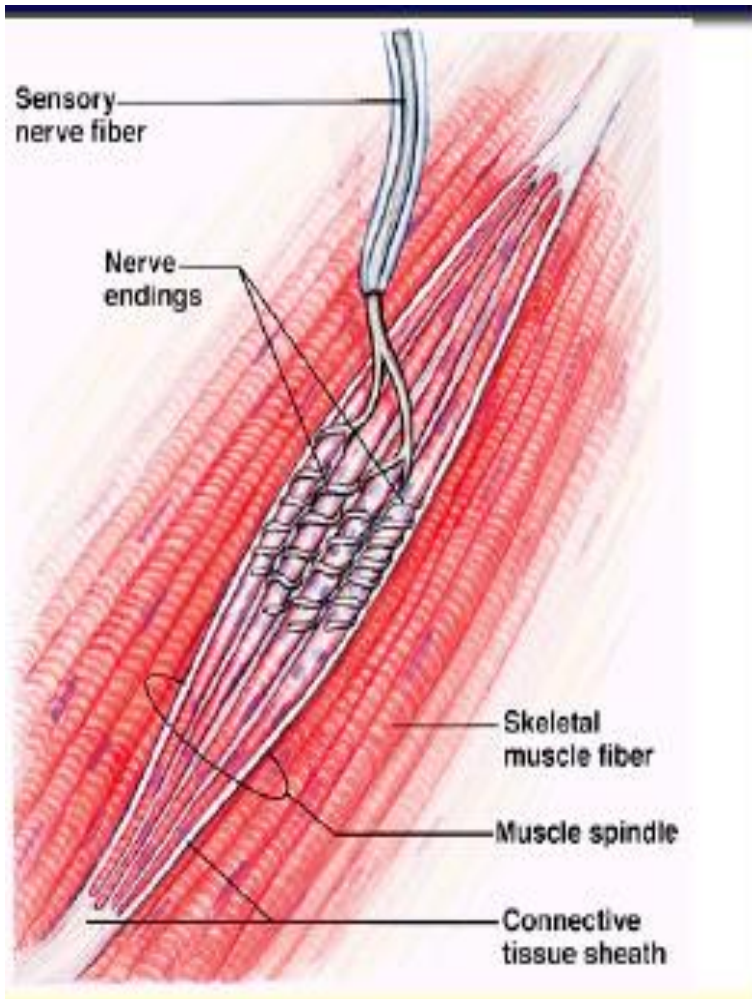
## Motor Nöron ve Motor Ünite/Kas Fibrili Tipi

- İnce nöronlu küçük motor ünitelerin uyarı eşiği düşüktür. Bu motor üniteler kolay uyarılırlar ve düşük kuvvet gerektiren hassas işlerde devreye girerler. Zaten uyarı frekansları ve kas fibrili sayıları düşük olduğu için yüksek kuvvet/güç üretemezler (Tip I).
- Büyük motor ünitelerin ise uyarı eşiği yüksektir ve daha şiddetli uyarılarla aktive olurlar. Daha fazla kuvvet gerektiren işlerde devreye girerler (Tip II).

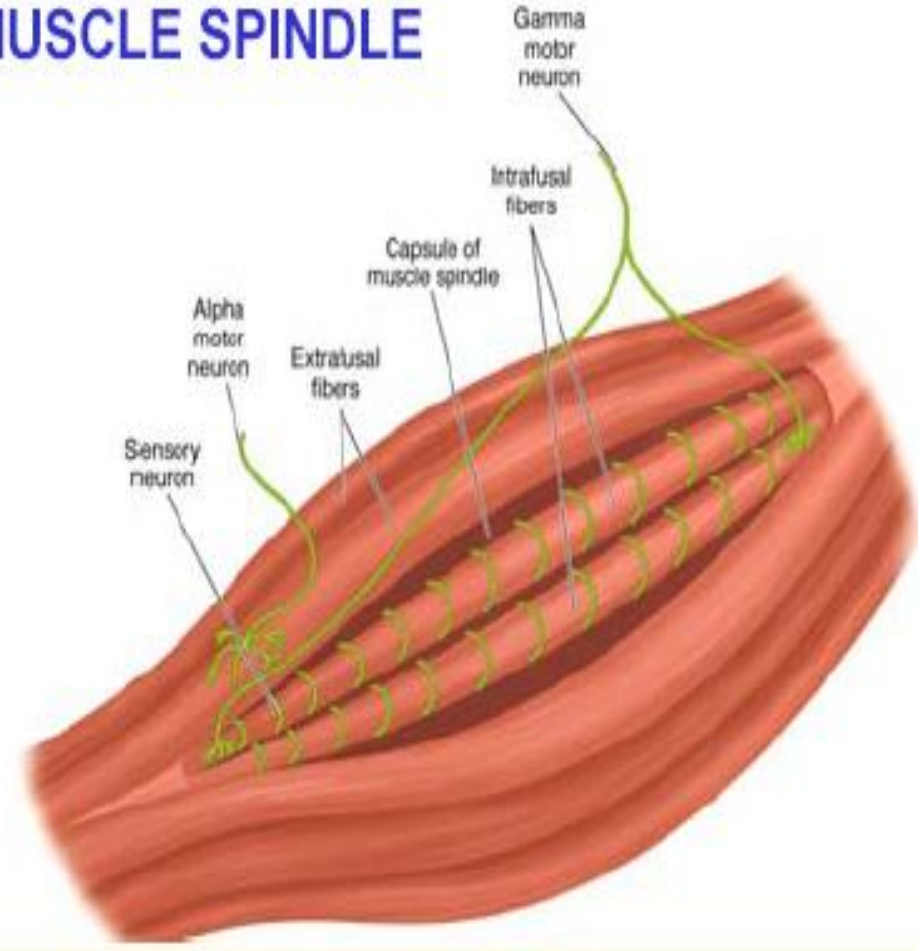
# Kas Proprioseptörleri



## KAS İĞCIĞI

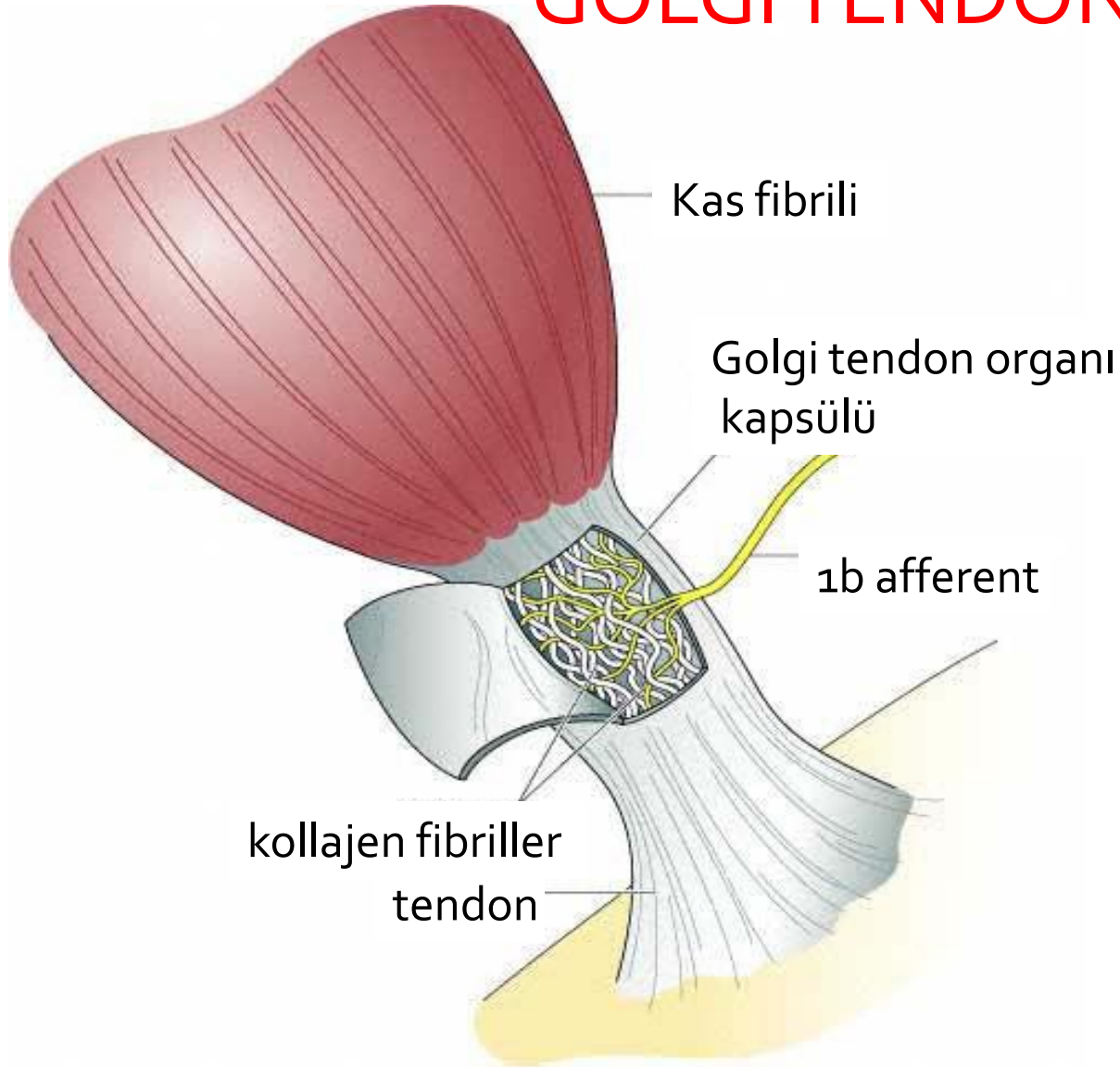


## MUSCLE SPINDLE



# Kas Proprioseptörleri

## GOLGITENDON ORGANI



# Kas Proprioseptörleri

- ***Oynak (Eklem) Reseptörleri:***
  1. Paccini Reseptörleri
  2. Ruffini Cisimcikleri
  3. Krause Cisimcikleri
- Bu reseptörler oynanın durumu hakkında merkezi sinir sistemine devamlı bilgi taşırlar, aynı merkezde görme, işitme gibi diğer reseptörlerden gelen bilgiler entegre edilerek vücudumuzun ekstremitelerinin pozisyonunu bilmemize,
- Refleks ile bilinç dışı postürümüzün sağlanmasına yardımcı olurlar.

# KASILMA TIPLERİ

# Kasılma Tipleri

- Statik Kasılma

1. **İZOMETRİK KASILMA**

- Dinamik Kasılma

1. **KONSANTRİK KASILMA**

2. **EKSENTRİK KASILMA**

3. **İZOKİNETİK KASILMA**



# DOLAŞIM SİSTEMİ VE EGZERSİZ

# DOLAŞIM SİSTEMİNİN GÖREVLERİ

Dolaşım sistemi kanın damarlar içerisinde belli bir basınç altında dolaşımını sağlayarak;

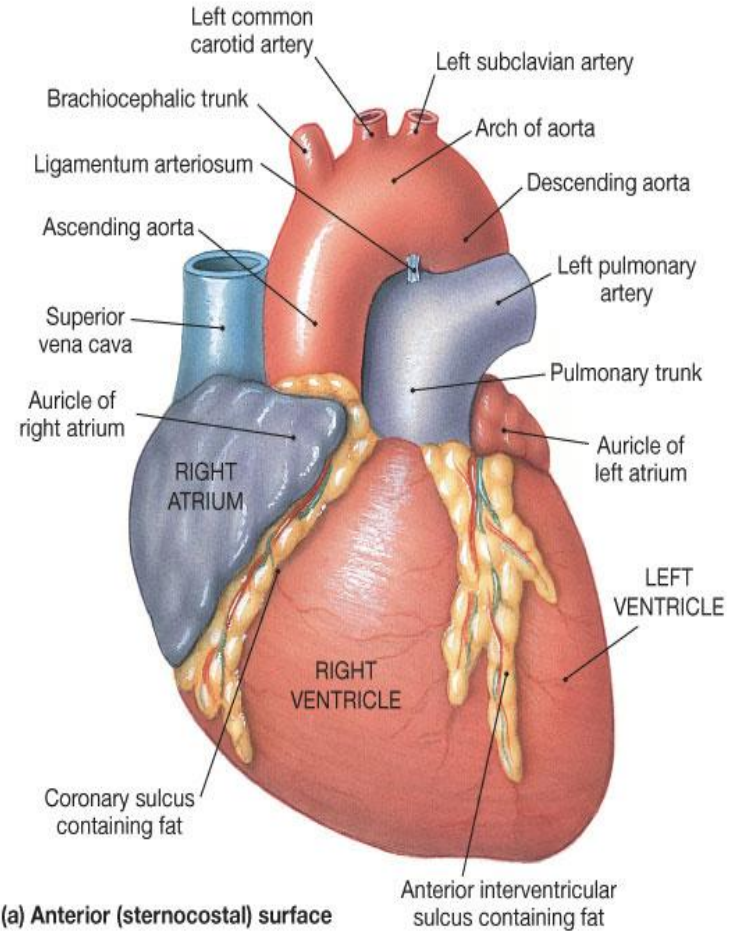
- ❖ Hücrelerin iç ortamdan madde alışverişini,
- ❖ beslenmesini, onarımını,
- ❖ sıcaklığının vücuda dağılımını ve
- ❖ hormonların, çeşitli maddelerin ve oksijenin taşınmasını sağlamaktadır.

# KALP

- Kalp kası (miyokard) çizgili kas yapısında olmasına rağmen, kontrolü otonom sinirler vasıtasıyla veya
- Kalbe dönen venöz kan volümüne göre oto-regülasyon mekanizması ile sağlanır.

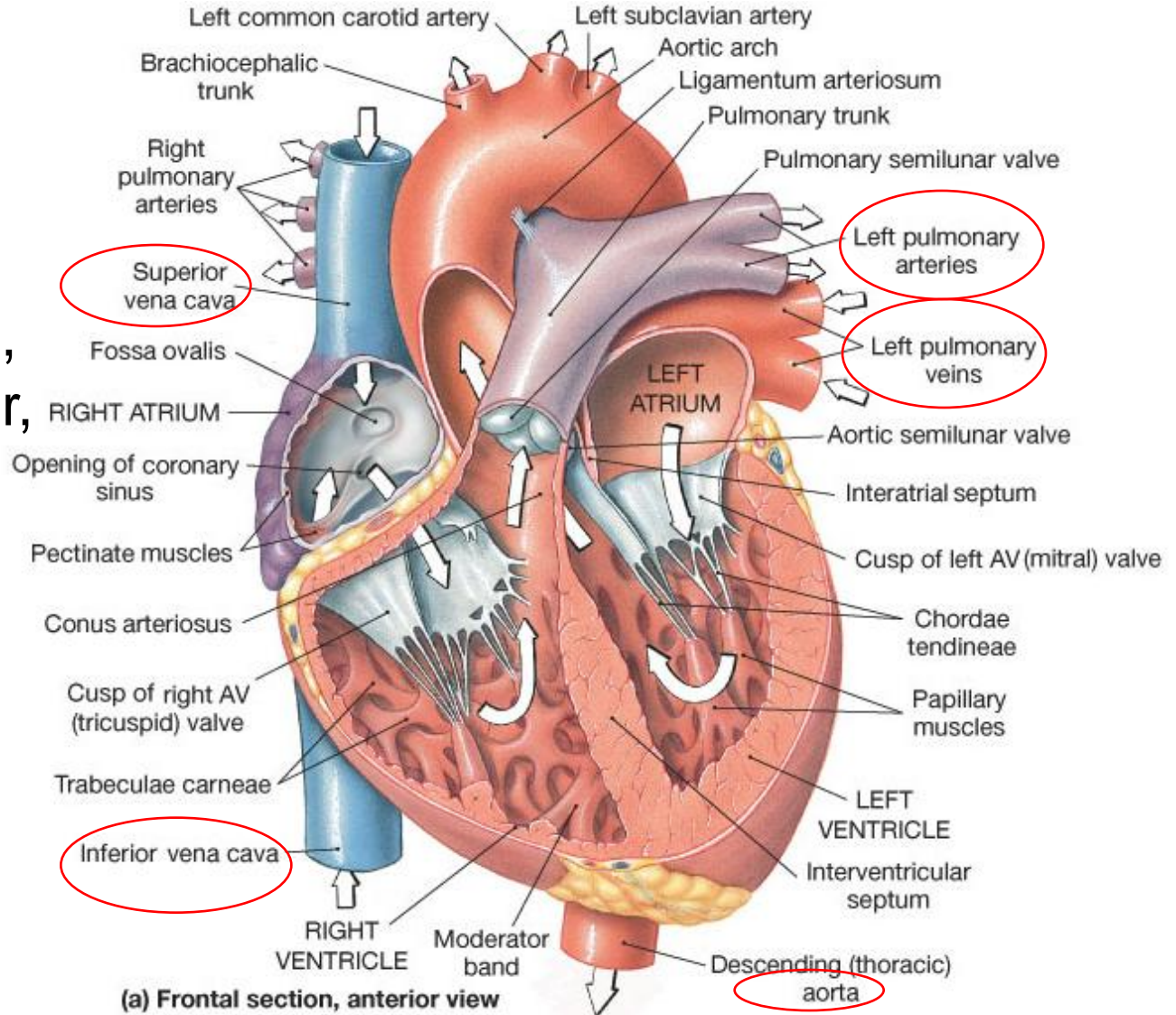
# KALP

- Dört bölümden oluşur;
- Sağ ve sol atrium (kulakçık)
- sağ ve sol ventrikül (karıncık)
- kapaklar
- Kalp kası
- Koroner arterler ve venler
- Temel damarlar
- sinir sistemi



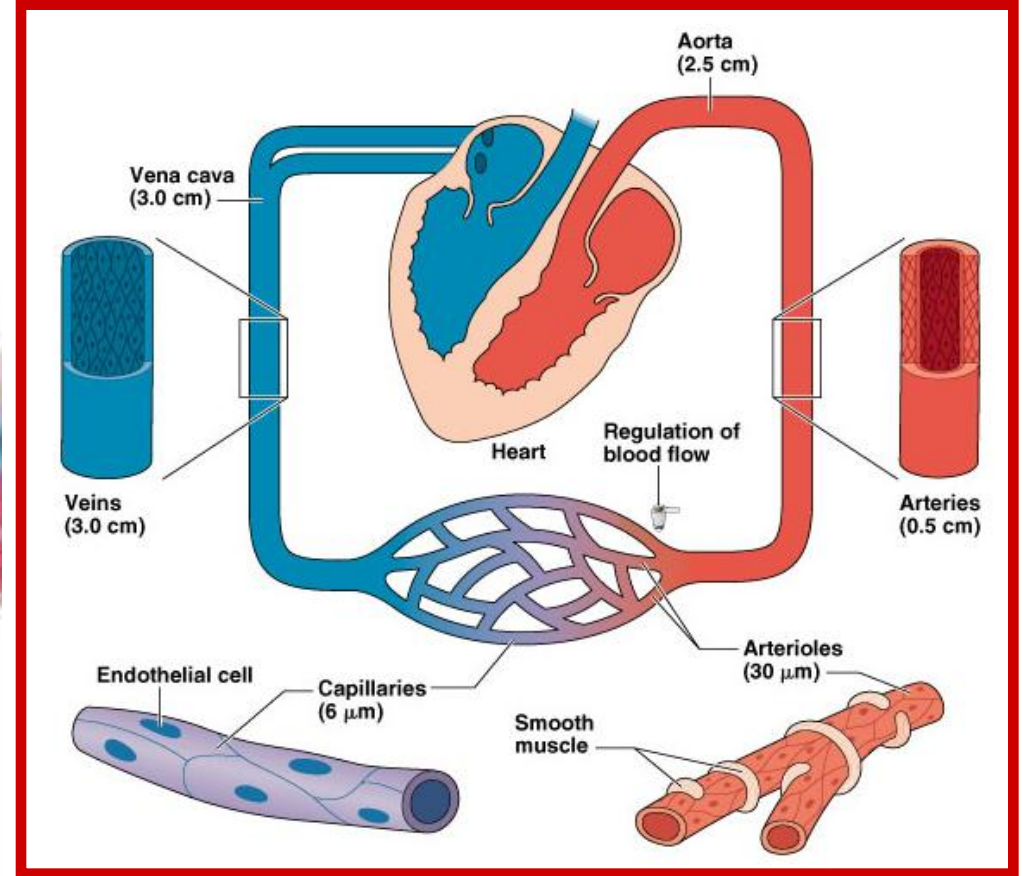
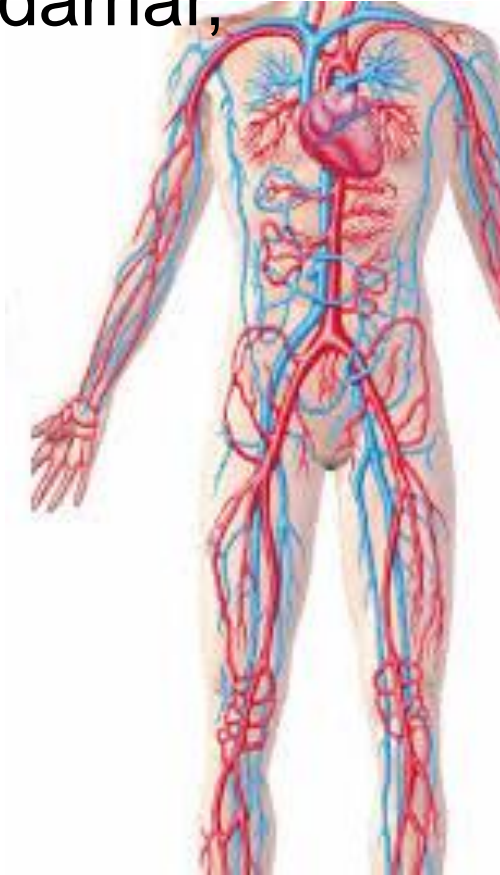
# KALBİN ANATOMİK KESİTİ

Aort,  
Arteria pulmonaris,  
vena cava superior,  
vena cava inferior  
ve  
vena pulmonaris



# DAMAR SİSTEMİ (DOLAŞIM)

Arterler,  
Arterioller,  
Kapiller damar,  
Venüller  
Venler



# DOLAŞIMIN FİZİKSEL KARAKTERİSTİKLERİ

\* Dolaşım sistemi ikiye ayrılır.

1. Sistemik dolaşım (periferik, büyük),
2. Pulmoner (akciğer, küçük) dolaşım.

• Sol karıncık → aort → arterler → kılcal damarlar  
→ doku → venler → sağ kulakçık

• Sağ karıncık → arteria pulmonaris → akciğerler → vena pulmonaris → sol kulakçık

# Dolaşım sisteminin Egzersize Akut Uyum Değişkenleri

1. Kalbin atım sayısı ( $n$ ),
2. Kalbin atım volümü ( $v$ ),
3. Kalbin dakika volümü ( $V_m$ ),  $V_m = v \times n$ .
4. Arterio-venöz oksijen farkı ( $a-vO_2$ ),
5. Kan basıncı



## Kalbin Atım Sayısı (n)

\* Kalbin **1 dakikadaki sistol sayısı** (nabız).

İstirahat koşullarında kalbin atım sayısı **bireyden bireye değişkenlik** gösterdiği gibi **bireyin kondüsyon düzeyine** göre de değişkenlik göstermektedir, (70-80/50-60).

Bazal Nabız: Sabah yatakta iken alınan nabız

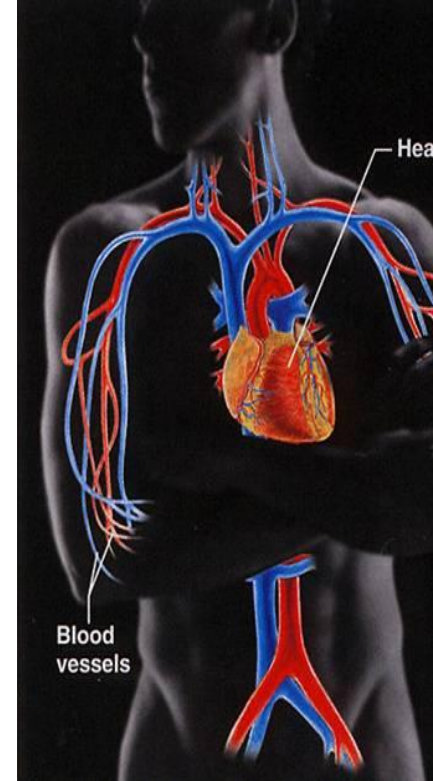
Maksimal Nabız: Her bireyin bir maksimal nabız değeri vardır ve bireyden bireye değişir (220-yaş±10).

# Egzersizin şiddetini belirleme

- Pratik olarak, egzersiz sırasında ne aşırı nefes nefese kalmanız ne de rahat sohbet edebilmeniz istenmektedir.

## Hedef Kalp Atım Sayısı hesaplama

- **40-50%** MaxNabız yedeği: Günlük fiziksel aktivite
- **50-70%** MaxNabız yedeği: Yağ yakımı
- **60-80%** MaxNabız yedeği: Kardiovasküler dayanıklılık



$$\text{Maksimal nabız} = 220 - \text{yaş} \pm 10$$

# Kalp atım hızı ile egzersiz şiddeti belirleme

- **Karvonen nabız yedeği metodu**
- 20 yaşındaki biri için
- **Maksimal nabız:**  $220 - 20 = 200(\pm 10)**$
- **Ölçülmüş bazal nabız:** 50
- **Hedef egzersiz şiddeti:** % 60-% 75
- $200 - 50 = 150$  (nabız yedeği = max nabız - bazal nabız)
- $150 \times 0,60 = 90$        $90 + 50 = 140$
- $150 \times 0,75 = 113$        $113 + 50 = 163$
- Egzersiz nabız aralığı: 140-163 atım/dk olur.

\*\*Max nabız =  $208 - (0.7 \times \text{yaş} - \text{yıl})$

## Kalbin Atım Volümü (v)

Her sistol safhasında kalbin attığı kan miktarı (stroke volume)

- Ayakta istirahatte: 60-70 cc
- Ayakta egzersizde: 100-105 cc
- Ayakta maksimal egzersizde: 125 cc

❖ Üst ekstremitelerde egzersizlerinde  $O_2$  tüketimi, kalp atım hızı ve hacmi, akciğer ventilasyonu, kan basıncı alt ekstremitelere egzersizlerine göre daha yüksektir.

## Kalbin Dakika Volümü (Vm)

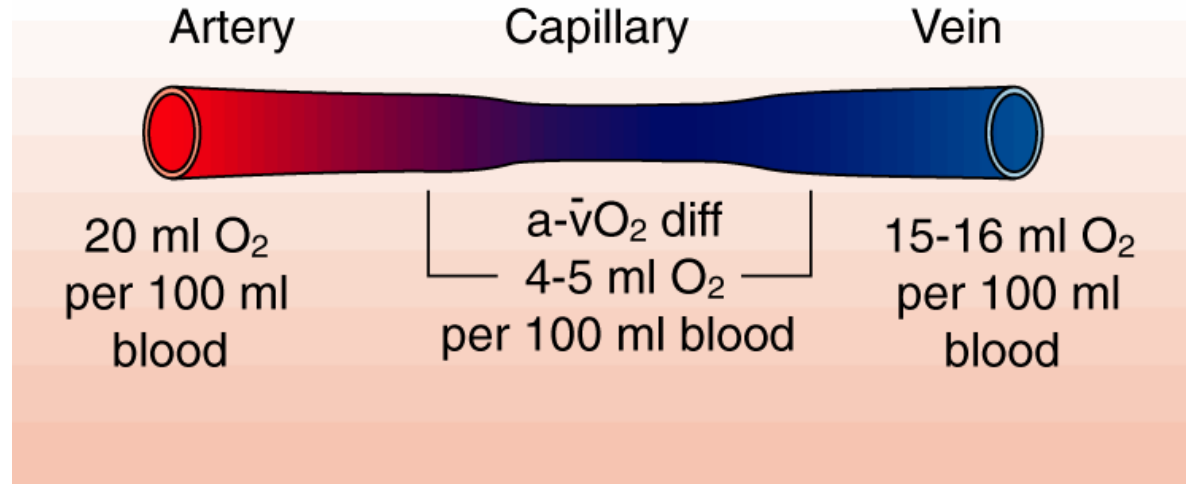
- Kalbin 1 dakikada attığı kan miktarı (Cardiac output, kalp debisi)
- $V_m = v \times n$  (Lt/dk)
- Aerobik kapasitesi yüksek birinde kalbin dk volümünü artıran etken daha çok atım volümü olacaktır.
- Antrene sporcularda: 150 cc
- Dayanıklılık sporcularında: 200-210 cc

# Arterio-Venöz Oksijen Farkı (a-vTVF O<sub>2</sub>)

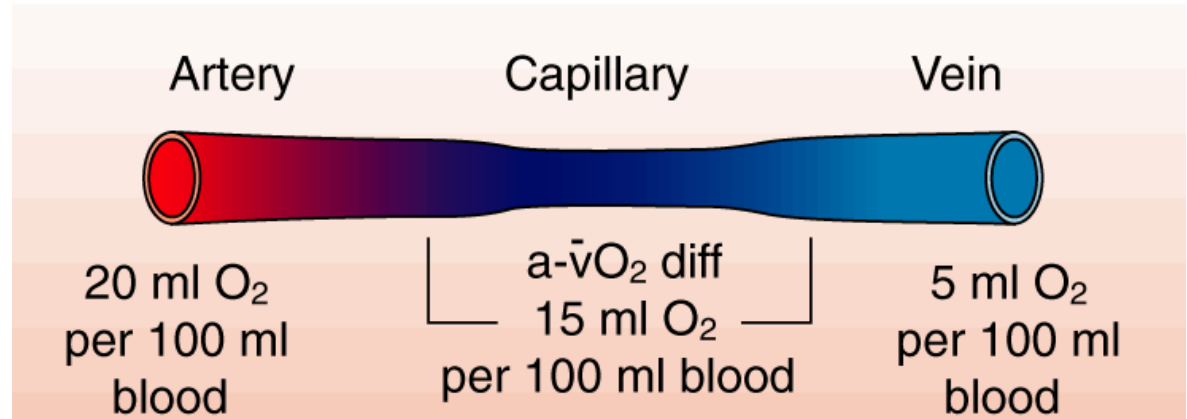


*Kasın O<sub>2</sub> ihtiyacı veya kullandığı O<sub>2</sub> miktarıdır*

İstirahatte



Maksimal egzersizde



## Kan Basıncı

Damarlar içine dolaşan kanın damar çeperlerine yapmış olduğu dirence “kan basıncı” denir.

Arterlerde sistol devrinde bulunan basınca **SİSTOLİK KAN BASINCI** veya maksimal kan basıncı,

Diyastol devrinde bulunan basınca **DİYASTOLİK KAN BASINCI** veya minimum kan basıncı adı verilir.

120-80 mm Hg normal değerler kabul edilir.

# Kan Basıncı ve Egzersiz

- Ritmik olarak yapılan dinamik egzersizlerde sadece sistolik kan basıncı artarken, statik egzersizlerde her iki basınçta da artış (Valsalva manevrası) görülür.
- Aynı egzersiz şiddetinde yapılan kol ve bacak egzersizlerini karşılaştırsak; üst ekstremité egzersizleri kan basıncını daha çok yükseltir.
- Bu da kasların büyüklüğü yani kütlesi ile alakalıdır. Kütle arttıkça kan akımına karşı direnç azalmaktadır.
- Bu sebepten dolayı dolaşım ve kalp problemleri olanlarda daha çok ritmik ve alt ekstremité egzersizleri önerilmektedir.



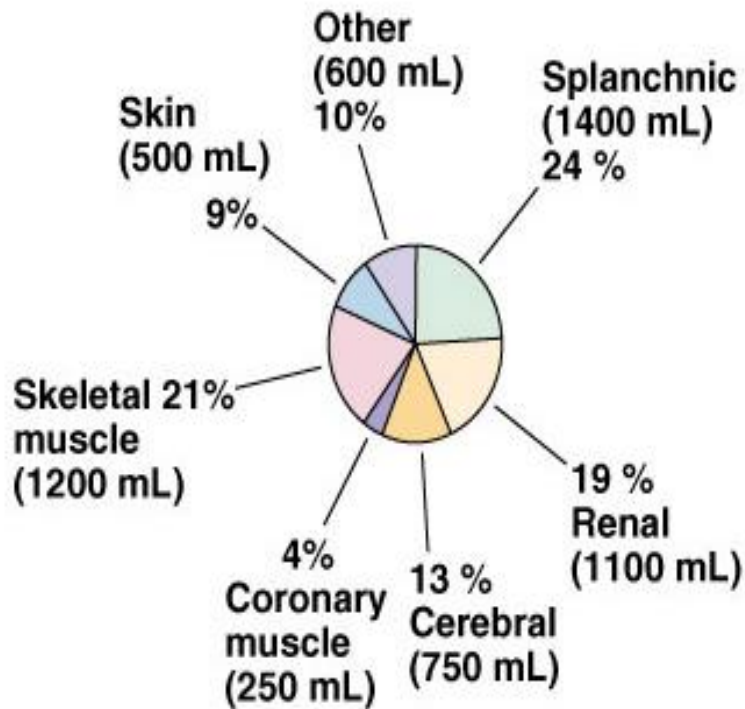
# Egzersiziz Dolaşım Sistemine Kronik Etkileri

1. Max.  $VO_2$  artar.
2. Kalbin maksimal dakika volümü artar ( $V_m$ ).
3. Kan basıncı daha az yükselir.
4. Zamanla bradikardi meydana gelir.
5. Efordan sonra nabzın normale dönüşü süratli olur.
6. Egzersiz esnasında kanın aktif ve inaktif organlar arasındaki dağılımı, antrene olanlarda daha etkili ve mükemmel olur.
7. Kalp hipertrofisi görülür, (Endurans sporcularında).
8. Dayanıklılık sporlarında zamanla dayanıklılık artar,
9. Zamanla antrene kişilerde, kaslar kendinden geçen kandan daha fazla  $O_2$  çeker hale gelir.

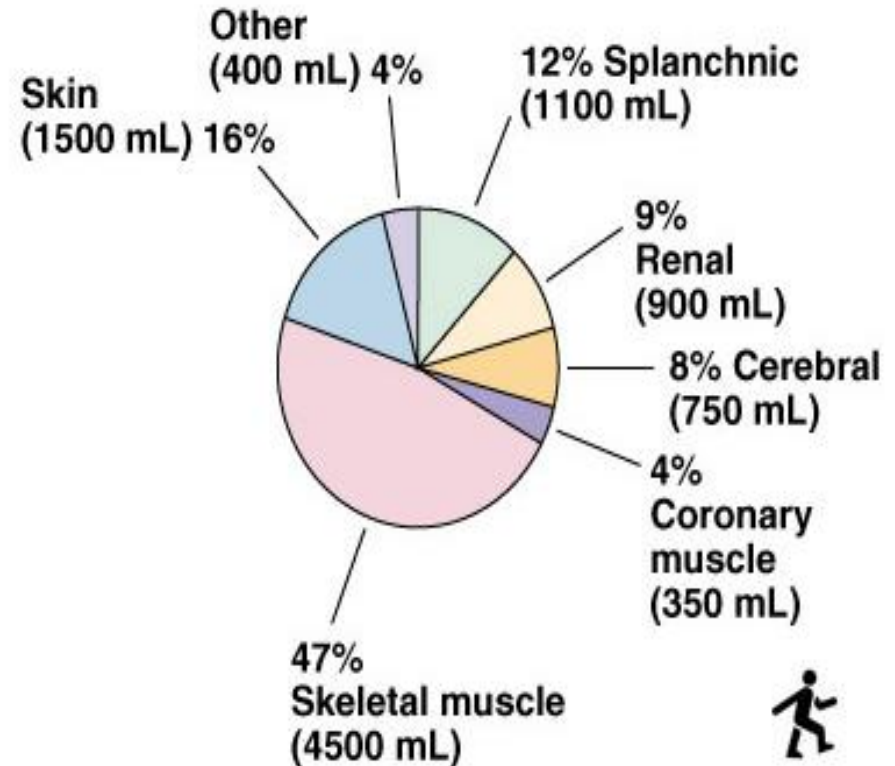


# Hafif Egzersiz ile atım volümü dağılımının değişimi

(a) Rest ( $\dot{Q} = 5.8 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ )



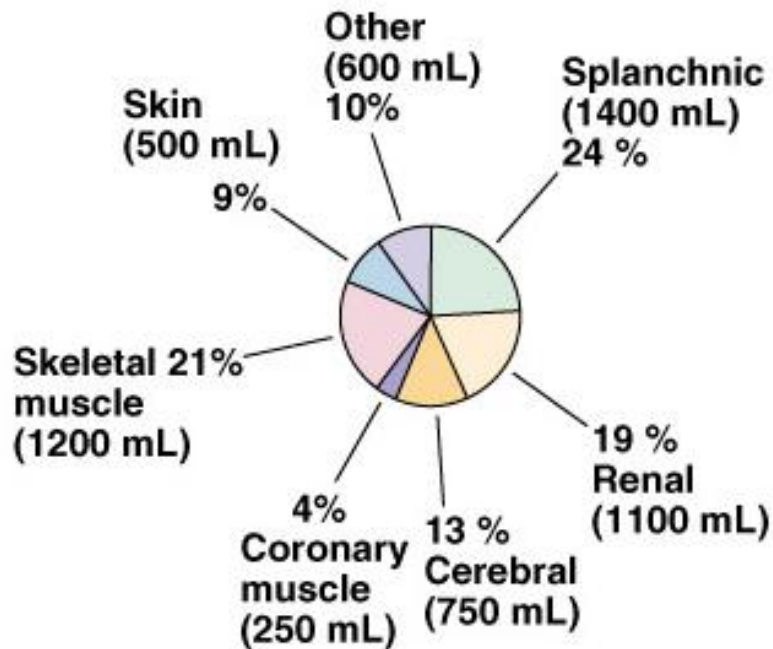
(b) Light Exercise ( $\dot{Q} = 9.4 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ )



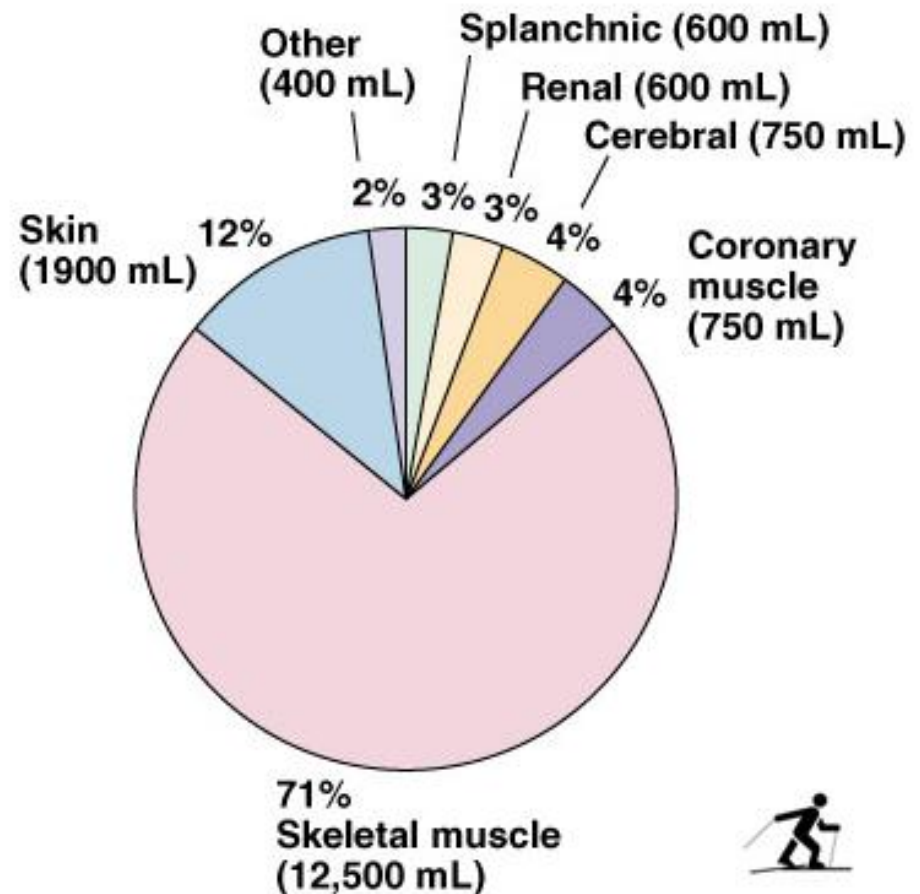


# Ağır Egzersiz ile atım volümü dağılımının değişimi

(a) Rest ( $\dot{Q} = 5.8 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ )



(b) Heavy Exercise ( $\dot{Q} = 17.5 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ )

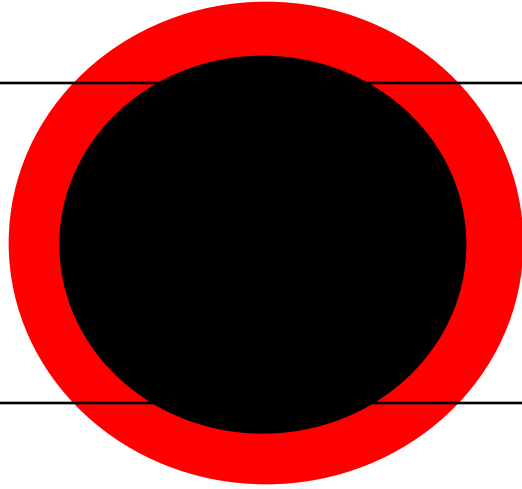


# SPORCU KALBI

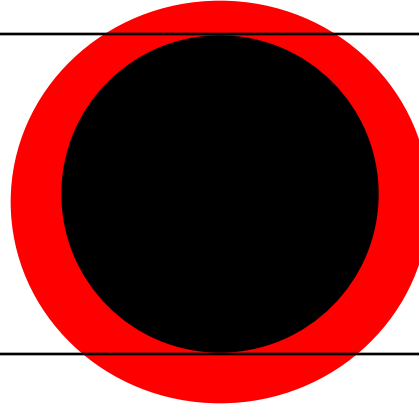
Sporcu kalbinde meydana gelen büyüme, fizyolojik bir büyümedir.

1. Kavite dilatasyonu (Ventrikül boşluğu büyümesi, volüm yüküne bağlı)
2. Kassal hipertrofi (Sol ventrikül çeper kalınlaşması, basınç yüküne bağlı)

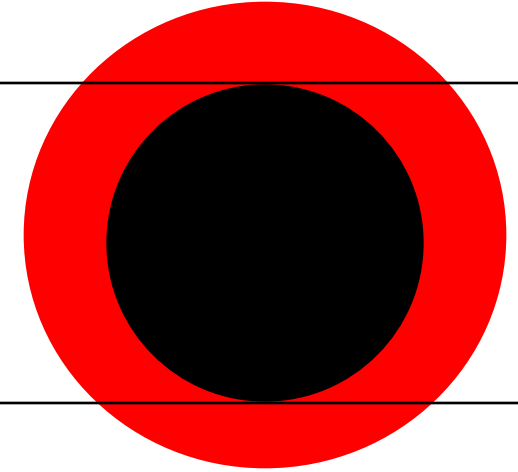
# KALBİN ANTRENMANA ADAPTASYONU



Antrene  
dayanıklılık  
sporcusu



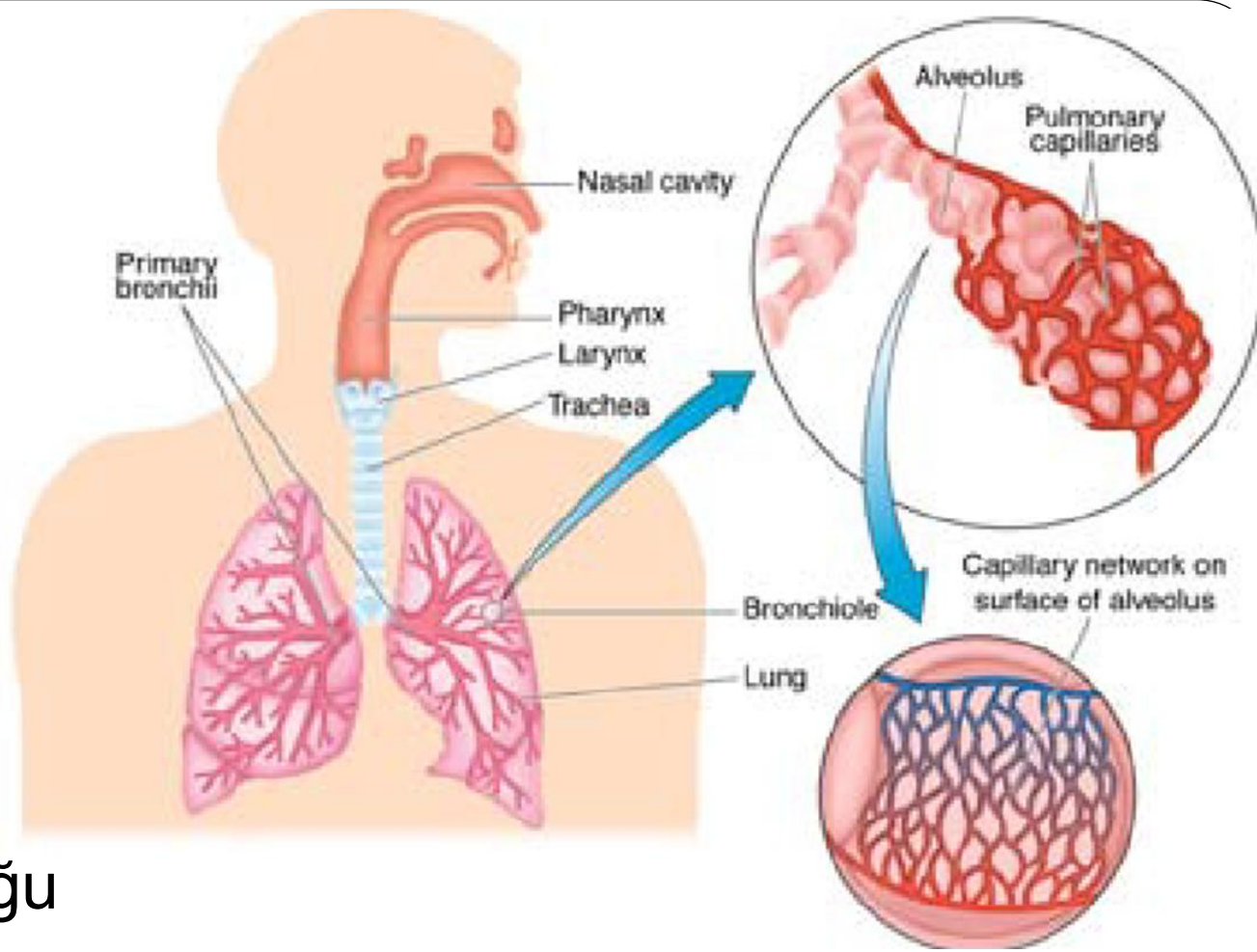
Sedanter



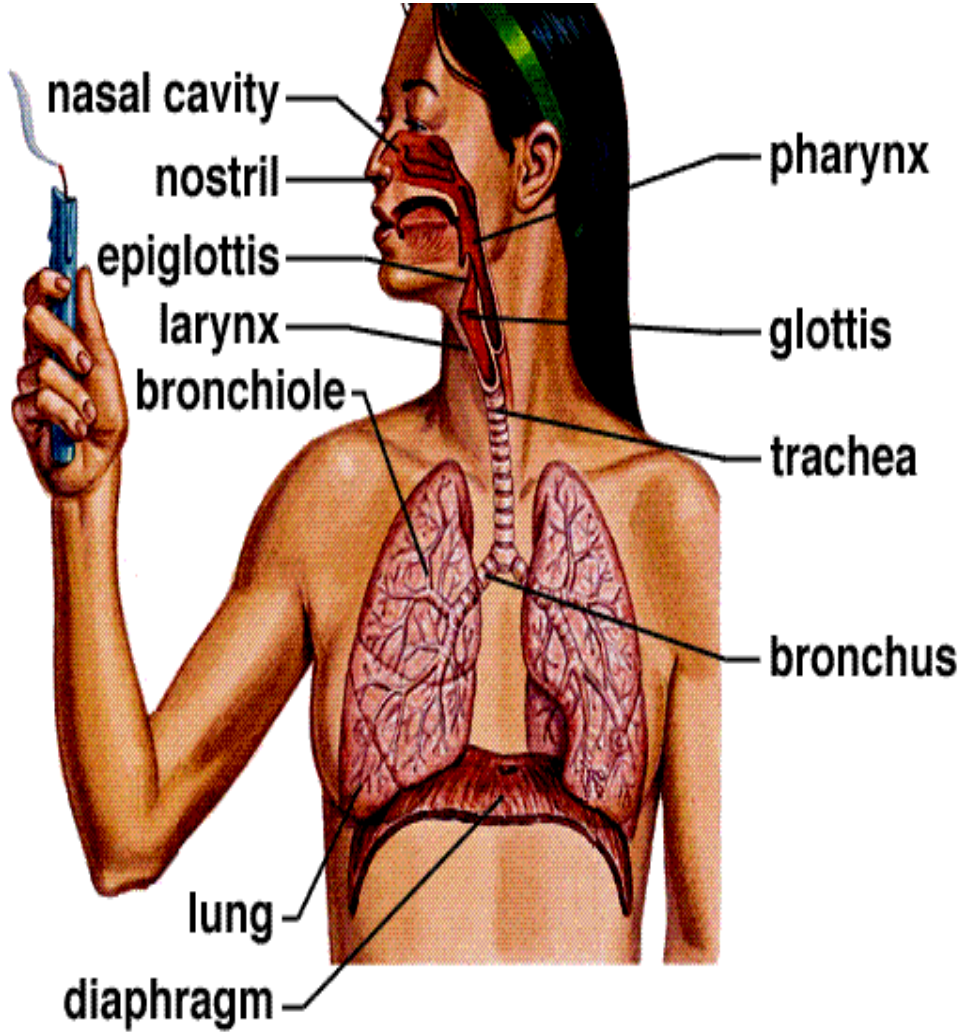
Antrene  
kuvvet  
sporcusu



# Solunum sistemi



- Göğüs kafesi
- Göğüs boşluğu
- Solunum kasları
- Kasları beyine bağlayan sinirler
- Kasları denetleyen beyin bölgesi

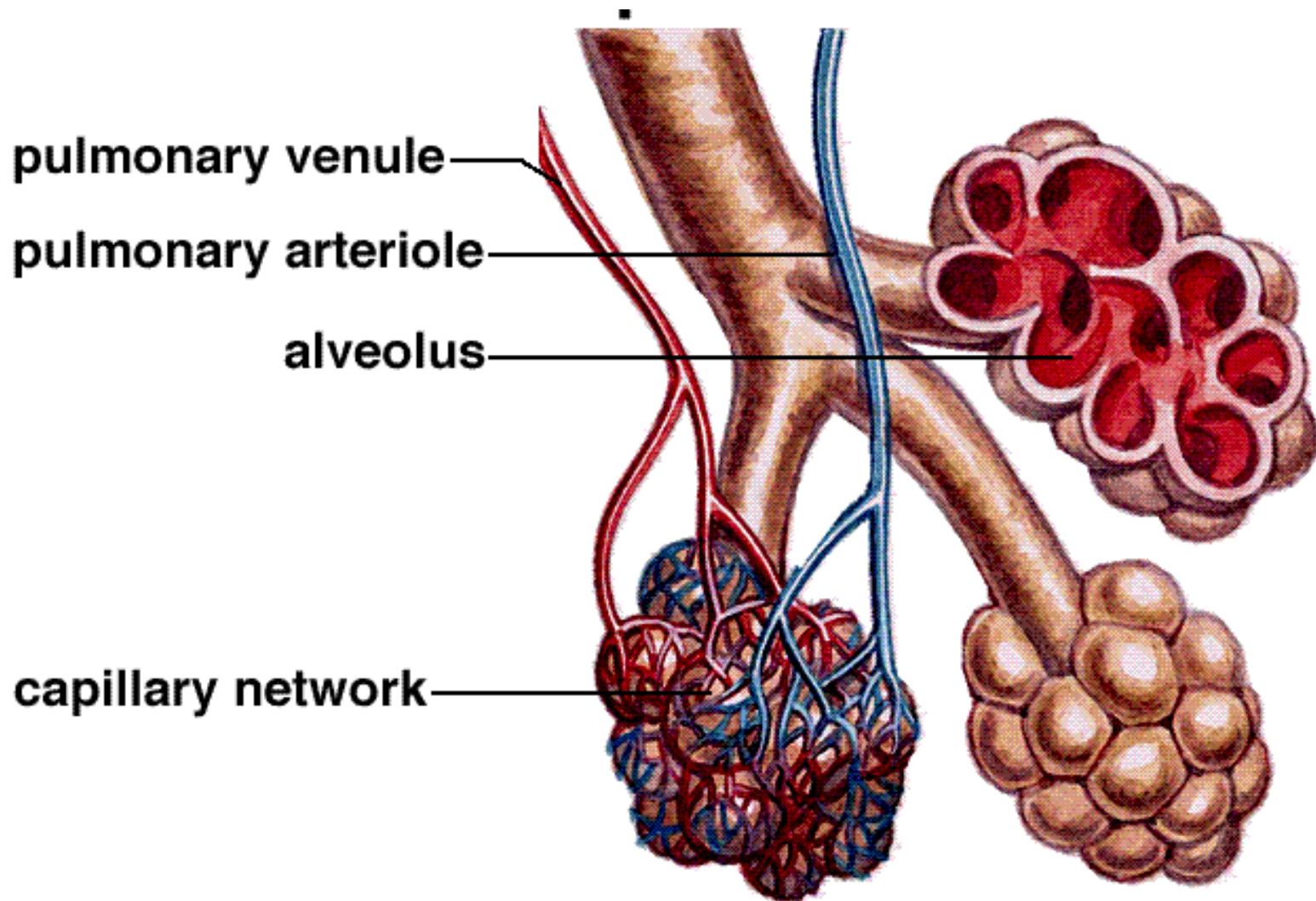


# Solunum yolu

- Burun
- Ağız
- Farinks (Yutak)
- Larinks (Gırtlak)
- Trake (Soluk borusu)
- Akciğerler
  - Bronşlar
  - Bronşlioller
  - alveoller



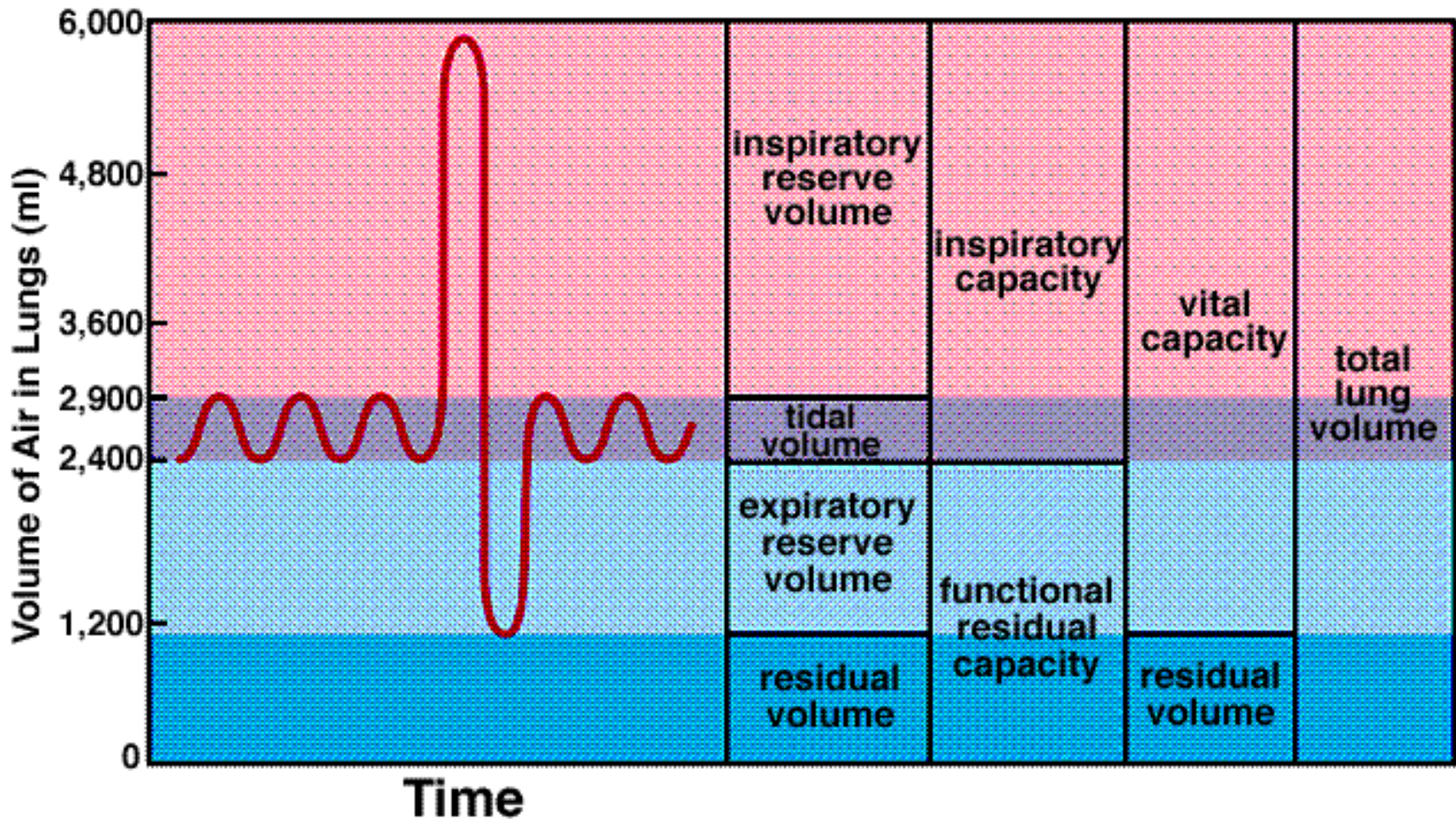
# Alveoller



# Dakika ve alveoler ventilasyon

- **Solunum volümü:** 1 defada alınan / verilen hava miktarı (500 ml)
- **Solunum frekansı:** 1 dakikada yapılan solunum sayısı (10-12)
- **Dakika ventilasyonu:** 1 dakika içerisinde alınan / verilen hava volümü (12 defa x 500ml= 6000 ml/dk)
- **$V_m = \text{Solunum Volümü} \times \text{Solunum Frekansı}$**

# Solunum volüm ve kapasiteleri



# Egzersiziz ve Akut Solunumsal Deęişiklikler

| <u>Akut değişimler</u>           | <u>İstirahat</u> | <u>Maksimal Egzersiz</u> |
|----------------------------------|------------------|--------------------------|
| Solunum Frekansı                 | 10               | 50                       |
| Solunum Volümü (cc)              | 600              | 3200                     |
| Solunum Dakika Volümü L/dk.      | 6                | 160                      |
| Oksijen Kullanımı cc/dk.         | 250              | 4570                     |
| CO2 Üretimi cc/dk.               | 200              | 520                      |
| Pulmonal Kan Akımı L/dk.         | 4                | 26                       |
| Pulmoner Arter Orta Basıncı mmHg | 14               | 27                       |

# KAN SİSTEMİ VE EGZERSİZ

# Kanın Kompozisyonu



## •Plazma %55:

### •Plazma Proteinleri %7

- Albuminler %60
- Globulinler %36
- Fibrinojenler %4

### •(Serum)

### •Su %92

### •Diğer Bileşikler %1

- iyonlar
- Besinler
- Atık ürünler
- Gazlar
- Düzenleyici maddeler

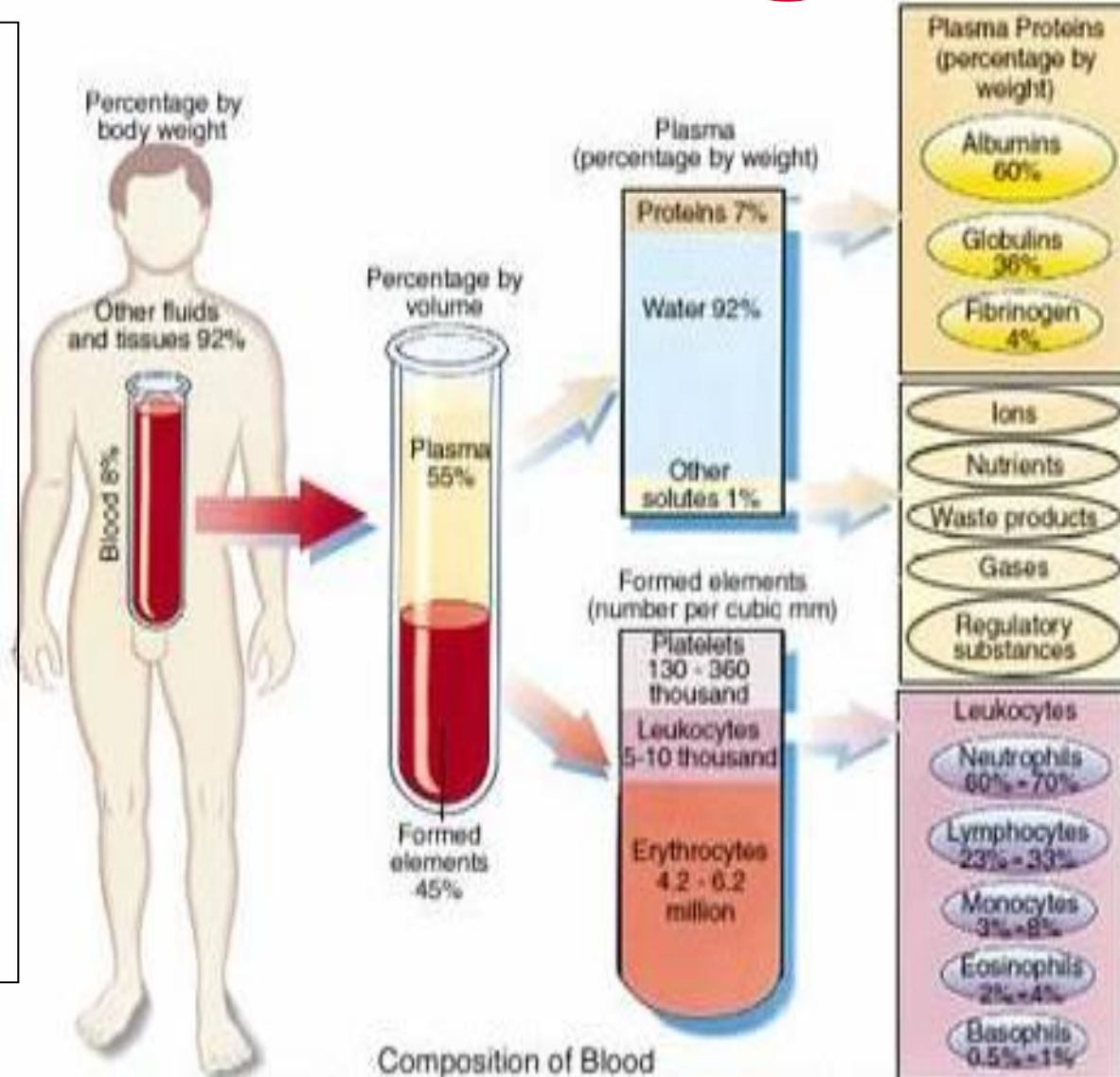
## •Şekli Elemanlar %45 (Hematokrit):

### •Trombositler (Plateletler)

### •Lökositler

- Nötrofiller 60-70%
- Lenfositler 23-33%
- Monositler 3-9%
- Özönofiller 2-4%
- Basofiller 0.5-1%

### •Eritrositler



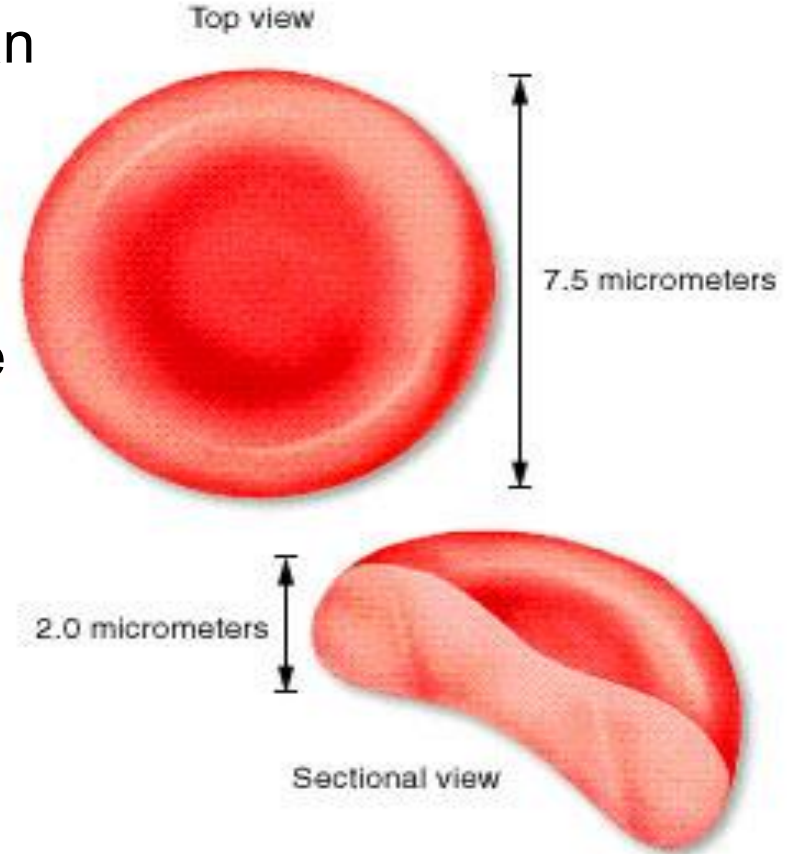
•Plazmanın pıhtılaştırıcı faktörleri ayrıldıktan sonra kalan kısma SERUM denir.

## Tüm Kanın Genel Özellikleri

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Vücut ağırlığının % si olarak | % 8   |
| Yetişkindeki Volümü           | Bayan: 4-5 L / Erkek: 5-6 L                             |
| Volüm/Vücut Ağırlığı          | 75-65-60 mL/kg  |
| Ortalama ısı                  | 38 °C   |
| pH                            | 7.35-7.45   |
| Viskozitesi (Suya göre)       | Tüm kan: 4.5-5.5 / Plazma: 2 / Su: 1                    |
| Hematokrit                    | Bayan: 37-48% / Erkek: 45-52%                           |
| Hemoglobin                    | Bayan:12-16 gr/dL / Erkek:13-18 gr/dL                   |
| Ortalama alyuvar sayısı       | Bayan: 4.8 milyon/ $\mu$ L – Erkek: 5.4 milyon/ $\mu$ L |
| Trombosit sayısı              | 130.000-360.000 / $\mu$ L                               |
| Lökosit sayısı                | 5.000-10.000 / $\mu$ L                                  |

# Eritrositler

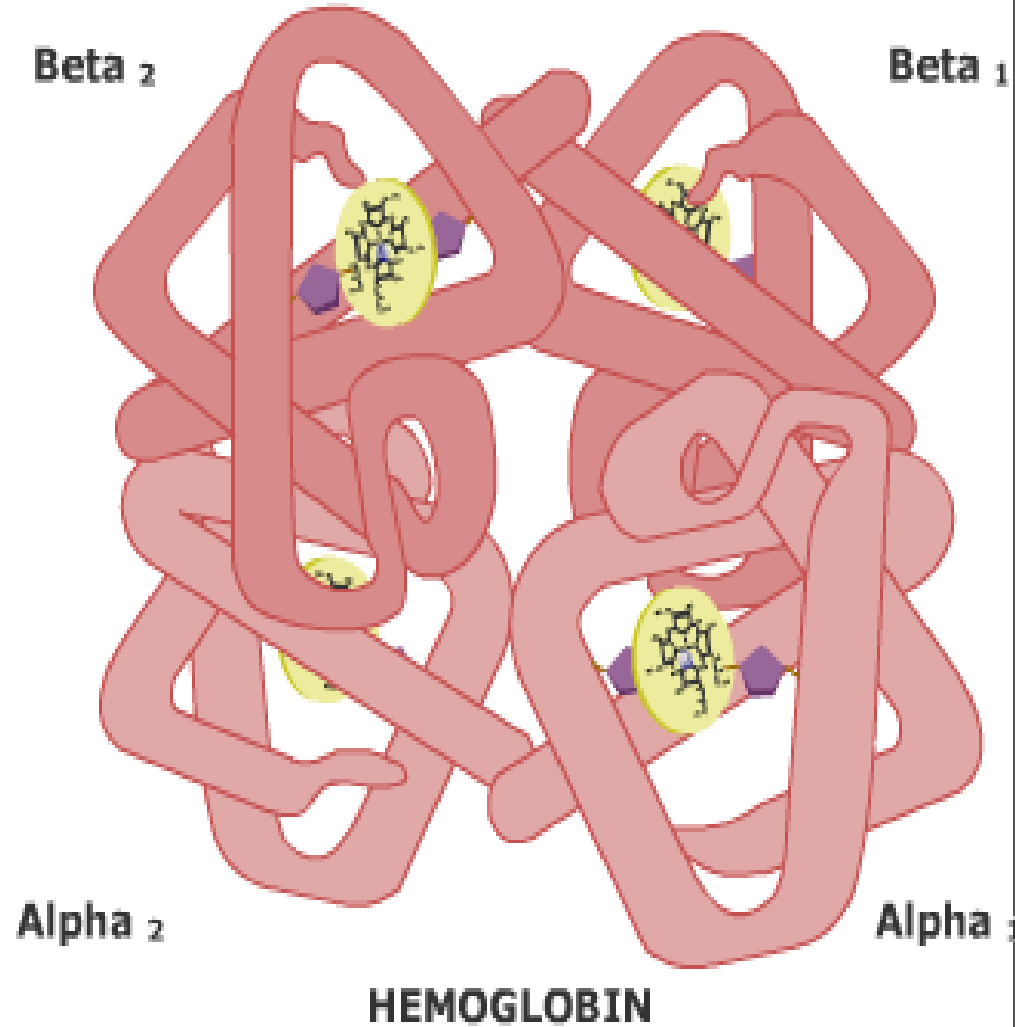
- Organizmada sayıları en yüksek olan hücre grubudur.
- Tüm kan hücrelerinin %50 sini oluşturur.
- Görünüşleri bikonkav disk biçiminde olup, kolayca şekil değiştirebilme özelliğine sahiptirler.
- Kırmızı kemik iliğinde üretilirler.
- Çekirdekleri yoktur.
- Sayıları; cinsiyet, yaş ve yaşanan yüksekliğe göre değişmektedir.
- Bir eritrositin yaşam süresi 120 gün, üretim hızı 2-3 milyon/sn dir.
- Eritrosit üretimine eritropoiesis denir, üretim eritropoietin hormonu tarafından düzenlenir.





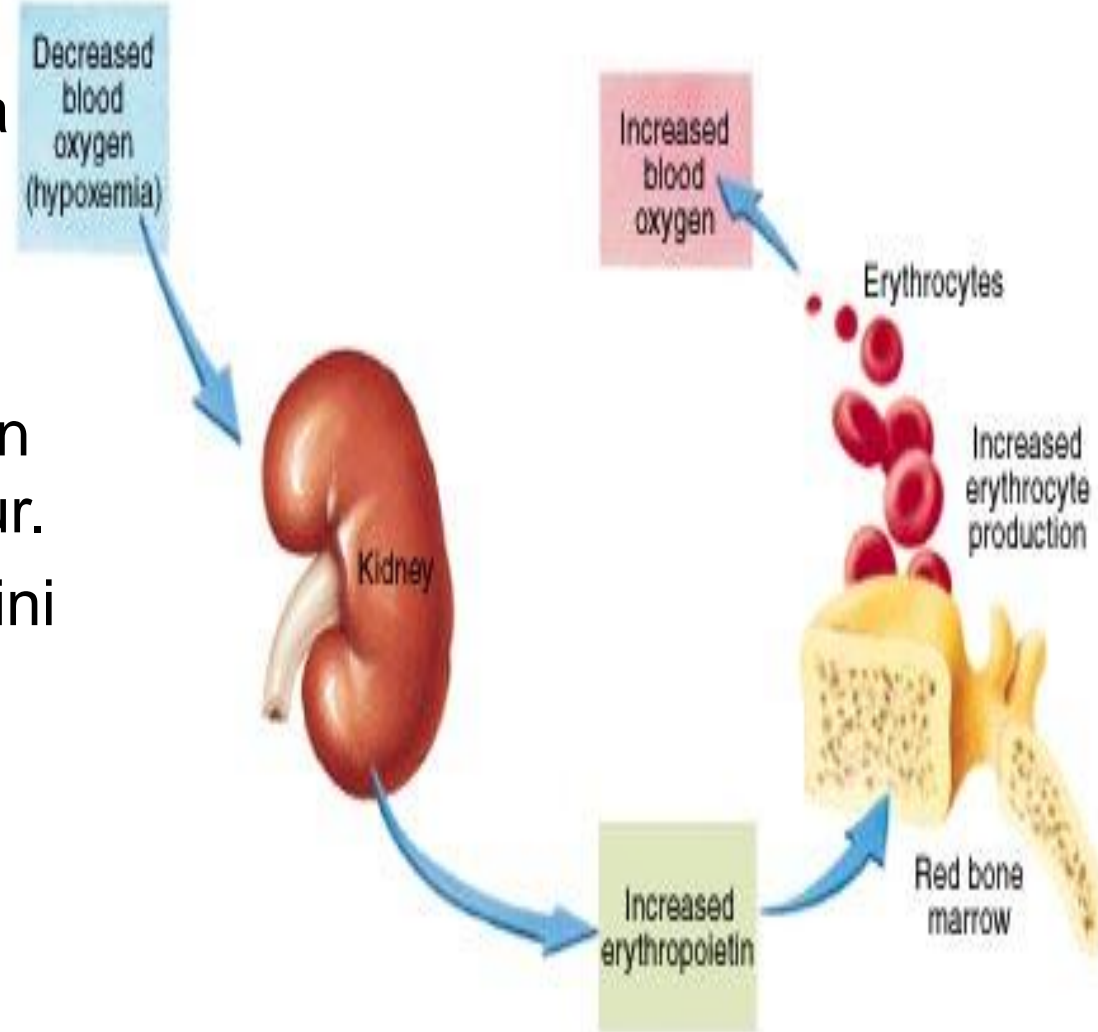
# Hemoglobin

- Eritrositlerin başlıca fonksiyonları **hemoglobin** taşımaktır.
- Hemoglobin, yapısında +2 değerlikli Fe atomu bulunduran büyük bir protein molekülüdür ve başlıca görevi dokulara oksijen taşımaktır.
- Oksijen, hemoglobin molekülünde  $Fe^{+2}$  atomuna bağlanarak taşınır.



# Eritrosit Yapımı

- Organizmada eritrosit yapımı hipoksi (dokularda oksijen azalması) tarafından uyarılır.
- Hipoksi böbreklerden **eritropoietin** hormonunun salgılanmasına neden olur.
- Eritropoietin de kemik iliğini eritrosit yapımı yönünde uyarır.
- Eritrositlerin renkleri içerdikleri hemoglobin miktarına bağlıdır.



## Anemi (kansızlık)

- Eritrosit sayısının veya hemoglobin miktarının normalden düşük olması
- *Nedenleri:* Eritrositlerin yeteri kadar hızla üretilmemesi veya üretildiğinden daha hızlı bir şekilde kaybının meydana gelmesidir.

# Egzersizde Kanda Akut TVF Değişimler

- Egzersizde kan basıncının, özellikle sistolik kan basıncının artması sonucu **hemokonsantrasyon** meydana gelir.
- Egzersizin başında, sıvının damarları terk ederek dokular arasına çıkması sonucu, kan volümünde bir azalma görülür.
- Gerçekte hemoglobin sayısı artmaz. Fakat sıvı hacmi azaldığından kanın belli bir miktarına düşen hemoglobin sayısı artar. Bu da O<sub>2</sub> taşıma kapasitesini artırır.
- Egzersiz süresi uzadığı takdirde organizmada kompanse edici mekanizmalar devreye girer ve damar dışına çıkan sıvı tekrar damar içine döner.

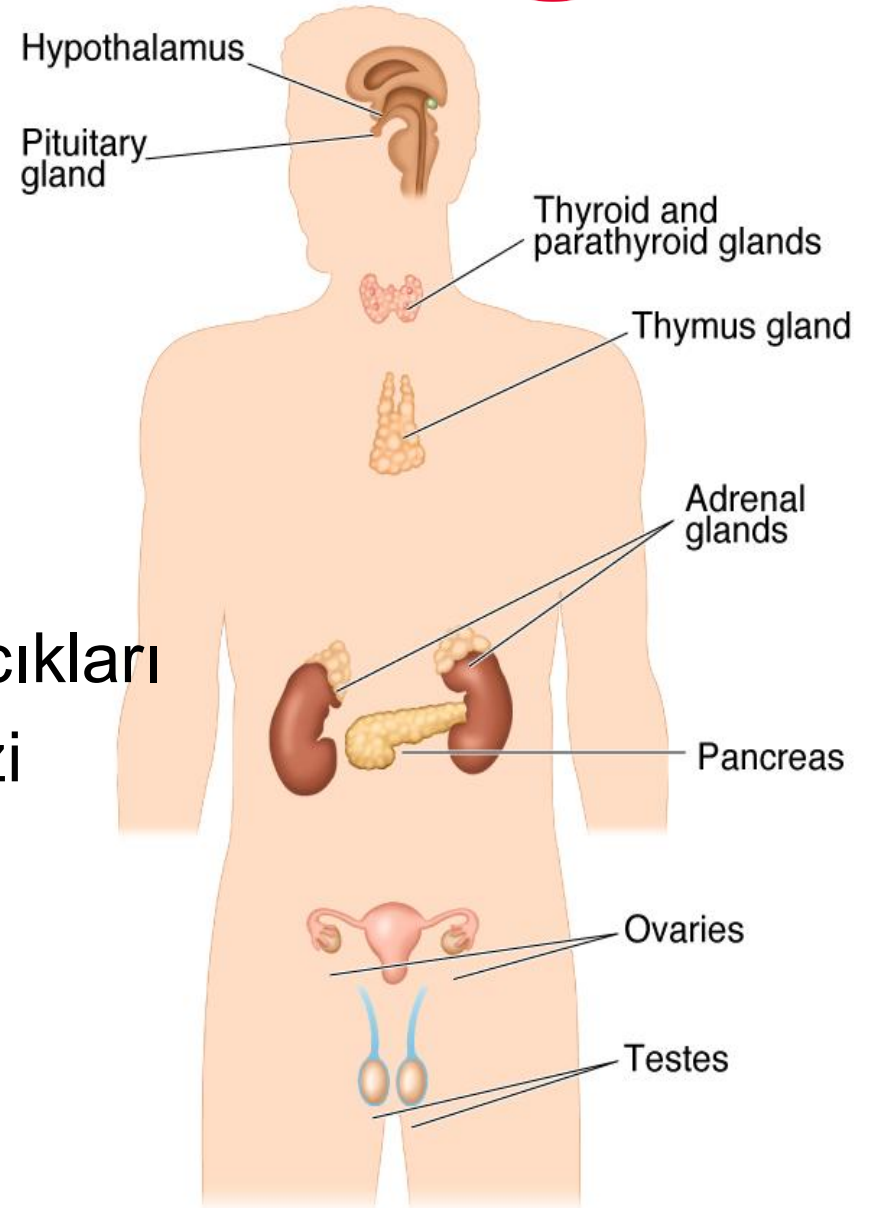
# Egzersizde Kronik Değişimler

- AĞIR EGZERSİZ DÖNEMLERİNDE
- T lenfosit, B lenfosit, monosit, nötrofil fonksiyonları azalır,
- ÜSYE artar. İmmün sistem baskılanır.
  
- ILIMLI EGZERSİZ DÖNEMLERİNDE
- Nötrofil, makrofaj fonksiyonları biraz artar, T lenfositleri artar,
- ÜSYE azalır,
- Kansere insidansı azalır,
- Strese / yaşlılığa bağlı immün baskılanma azalır,

# ENDOKRİN SİSTEM VE EGZERSİZ

# Endokrin bezler

- Hipofiz bezi
- Troid bezi
- Paratroid bezi
- Adrenal bez
- Pankreas'ın langerhans adacıkları
- Testis ve ovaryum cinslik bezi



# Hedefi tüm hücreler

## GH (GROWTH HORMON): Hipofiz ön lob

- Glikojenolizi artırarak kan glikoz seviyesini yükseltir.
- Lipolizi artırarak, kanda SYA miktarını artırır, enerjinin glikojenden sağlanmasını azaltır
- Hücrelerde protein sentezi miktarını artırır, kemiklerin ve vücudun büyümesini sağlama görevi üstlenir.
- Yapılan egzersiz şiddetine göre artış gösterir.

## TRİİYODRONİN (T3), TİROKSİN (T4): troid

- Metabolik hız, O<sub>2</sub> tüketimi, ısı üretimi



# Su düzenlemesinde çalışanlar

- ADH (ANTI-DİÜRETİK HORMON): Hipofiz arka lob
- ADH salınımının fizyolojik uyarıcısı, kanın ozmotik basıncının yükselmesidir.
- Suyun böbrekten geri emilimini artırarak, idrarla atılan su miktarını azaltır.
- ALDESTERON: Adrenal korteks
- Kan plazma hacminin azalışı, K fazlalığı ve Na azalışı, aldesteron salınımını artırır
- Na'un böbreklerden geri emilimi, K'un idrarla atılışı hızlanır, Na iyonunun geri emilimi ile birlikte su kaybı da azaltılır.
- Egzersizde salınımında artış görülür.

# Stres hormonları



- KORTİZOL (adrenal korteks):
- Karaciğeri etkileyerek glikoneojenezi hızlandırır ve kan glikoz düzeyi yükselir
- Glikoneojenezin kullanılması, yani yağlar yerine glikoz ve glikojen ile enerjinin sağlanması egzersizin şiddetini artırır.
- Trigliseridlerin yıkımını kolaylaştırarak, kanda SYA yoğunluğunu artırır
- Egzersiz şiddeti arttıkça salınımı artar
- EPİNEFRİN VE NOREPİNEFRİN (adrenal medulla):
- Kan basıncını, kalp atım hızını, kan dolaşımını ve Solunum volüm ve frekansını artırır.

# Kan glikozu düzenlemesinde TVF çalışanlar



TVF

- İNSÜLİN (pankreas):
- Kan glikoz düzeyini düşürür,
- Glikozun hücrelere girmesini kolaylaştırır,
- Glikojen depolanmasını artırır,
- Aminoasitlerin vücut proteinine dönüşümünü sağlar; bu da hücre büyümesini artırır (GH gibi)
- GLUKAGON (pankreas):
- Kanda glikoz düzeyini artırıcı etkisi vardır.

# Cinsiyet hormonları

- Östrojen ve progesteron (overler):
- Menstruasyonu kontrol eder
- Yağ depolanmasını artırır
- Kadın cinsiyet karakterlerini geliştirir.
- Testosteron (testisler):
- Kasları geliştirir, protein sentezini artırır.
- Anabolizan etkilidir, alyuvarları artırır,
- Vücut yağını azaltır.
- Erkek seks karakterlerini geliştirir.

# ÇOCUK VE GENÇLERDE SPOR



# Kronolojik Yaşa Göre Gelişim Evrelerinin Sınıflandırılması

| Yaş                               | Gelişim Evresi                               |
|-----------------------------------|--|
| 0-1                               | Süt Çocuđu                                   |
| 1-3                               | Küçük Çocuk                                  |
| 3-6/7                             | Okul Öncesi Çađ                              |
| 6/7-10                            | Erken Okul Çađı                              |
| 10--Puberte<br>başlangıcına kadar | Geç Okul Çağı                                |
| 11/12 - 13/14                     | 1. Puberte (Buluđ) Evresi (Kız)              |
| 12/13 - 14/15                     | 1. Puberte (Buluđ) Evresi (Erkek)            |
| 13/14 - 17/18                     | 2. Puberte Evresi (Adolesans= Erinlik) Kız   |
| 14/15 - 18/19                     | 2. Puberte Evresi (Adolesans= Erinlik) Erkek |
| 17/18----                         | Yetişkin (Kız)                               |
| 18/19---                          | Yetişkin (Erkek)                             |

# Çocukluk dönemi aktiviteleri çocuğa özgü olmalı, yaşa göre planlanmalıdır.

## 5-7 YAŞ

- Denge, hareketli nesnelere izleme, dikkat süresi gelişmiştir.
- Dans aktiviteleri, jimnastik çalışmaları, seksek benzeri oyunlar, ip atlama, ağır olmayan toplarla oynama, atma, yakalama, üç tekerlekli bisiklete binme, tırmanma, gözetim altında yüzme, kendi vücut ağırlığı ile veya hafif toplarla ağırlık çalışmaları önerilir.
- Altı yaştan sonra çocukların motor yetenekleri artmaktadır.
- Takım sporlarına uyum sağlama yetenekleri artar.
- Faaliyet uzun süreli olmamalı ve sık dinlenmeler verilmelidir.

# Çocukluk dönemi aktiviteleri çocuğa özgü olmalı, yaşa göre planlanmalıdır.

## 8-9 YAŞ

- Daha karmaşık aktiviteleri yapabilirler. Oyun formu ve çok yönlü eğitim amaçlanmalıdır.
- Fiziksel gelişim, büyüme ve motor yeteneklerin gelişimine yönelik olarak koşma, tırmanma, denge, esneklik, çabukluk ve ritim çalışmaları eklenmeli.
- Ağırlık çalışmaları için kendi vücut ağırlığının yanı sıra gözlem altında olmak koşulu ile hafif ağırlıklarla basit teknik çalışmalar önerilebilir.



# Çocukluk dönemi aktiviteleri çocuğa özgü olmalı, yaşa göre planlanmalıdır.

## 10-12 yaş

- Koordinatif özelliklerin gelişimine yönelik çalışmalar yapılır.
- Spor dalına özgü tekrarlar yapılır.
- Bireysel veya takım olarak yarışma tarzı organizasyonlara katılım başlar.
- Oyun kuralları, taktik ve teknik çalışmalar daha rahat algılanarak yapılır.

# Çocukluk dönemi aktiviteleri çocuğa özgü olmalı, yaşa göre planlanmalıdır.

## 13-15 yaş

- Bu dönemde hızlı bir büyüme söz konusudur, ancak vücut daha az esnektir.
- Dikkatleri çok iyidir, oyun taktiklerini ve stratejileri uygularlar.
- Önemli kas gruplarının genel ve çok yönlü kuvvetlendirilmesine, vücut ağırlığı ile veya ek ağırlıklarla devam edilir. Karın ve sırt kasları kuvvetlendirilmelidir.
- Kuvvette devamlılık dairesel çalışmalarla geliştirilebilir. Çabuk kuvvet antrenmanlarında genel alıştırmalar uygulanır.

# Çocukluk dönemi aktiviteleri çocuğa özgü olmalı, yaşa göre planlanmalıdır.

## 16-18 yaş

- Yetişkin düzeyinde gelişime ve yetişkin düzeyine yakın becerilere sahiptir.
- Dikkat ve algılama çok iyidir ve tamdır, kuvvet kazanma üzerinde çalışmalar yapılabilir.
- Kuvvet gelişiminin en yüksek olduğu dönemdir. Maksimal kuvvet, çabuk kuvvet, kuvvette devamlılık antrenmanlarına devam edilir. Tüm kas gruplarına yönelik, çok yönlü çalışmalar sistemli artışlarla çalışılır.

# ANTRENMAN DÖNEMLEMESİ

- Hangi spor branşı?
- Hangi enerji ihtiyacı?
- Hangi kas grupları, bu kasların fibril dağılımları?
- Kuvvet, sürat, dayanıklılık, esneklik ne oranda gerekli?
- Ne tür antrenman ekipmanlarına sahipsin?

# BİRİM ANTRENMANIN PLANLANMASI

- Her bir birim antrenman için amaç belirlenmelidir.
- 2-3 amaçlı bir plan yapmak yeterlidir.
- Amaçlar sporcunun verim düzeyine, potansiyeline, mikro ve makro döngü planlarına bağlı seçilmelidir.

- ISINMA
  - GENEL
  - ÖZEL
- ANA EVRE
- SOĞUMA

- HAZIRLIK BÖLÜMÜ
  - GİRİŞ
  - ISINMA
- ANA BÖLÜM
- BİTİRİŞ BÖLÜMÜ

# ISINMANIN ETKİLERİ

- Vücut ısısı 1° attığında, metabolik değişimler (%13) hızlanır.
- Dokulardaki kan dolaşımı kılcal damar kapasitesinin artışı ile artar, dokuya gelen oksijen ve besin maddeleri artar.
- Aerobik ve anaerobik enzimlerin aktivitesi artar.
- Merkezi sinir sisteminin uyarılmışlığı artar.
- Vücut ısısının 2° artması, kasların kasılma hızında %20 artış sağlar.
- Duyu sinirlerinin de duyarlılığı artar, hareketlerin doğruluğu ve isabeti artar.
- Koordinasyon artar.
- Kaslarda viskozite azalır, kas, tendon ve bağlarda esneklik artar, yaralanma riski azalır.
- Eklemlerdeki sinovyal keseleri sıvı salgısını artırır, eklem kıkırdağı korunur, eklemlere yüklenebilirlik seviyesi artar.
- Psikolojik ve zihinsel hazırlık sağlar.

# SOĞUMANIN ETKİLERİ

- Toparlanma (yenilenme) hızlanır.
- Dolaşım sisteminin belirli bir hızda çalışmaya devam etmesi ile, oksijen açığı ve besin maddelerinden elde edilecek enerji açığı kapatılır, hücrelerdeki laktik asidin uzaklaştırılması hızlandırılır.
- Büyük kas grupları ile düşük tempoda devirli hareketler (koşu, bisiklet..)  $\leq 10$  dk
- Statik veya PNF esnetme

# ANA EVRE

1. KOORDİNASYON
2. SÜRAT
3. YENİ TEKNİK VE TAKTİK ÖĞELERİN ÖĞRENİLMESİ
4. ÇABUK KUVVET VEYA MAKSİMAL KUVVET
5. ESKİ ÖĞRENİLEN TEKNİK VE TAKTİK ÖĞELERİN TEKRARI/ GELİŞTİRİLMESİ
6. SÜRATTE, KUVVETTE DEVAMLILIK, AEROBİK DAYANIKLILIK
7. SOĞUMA

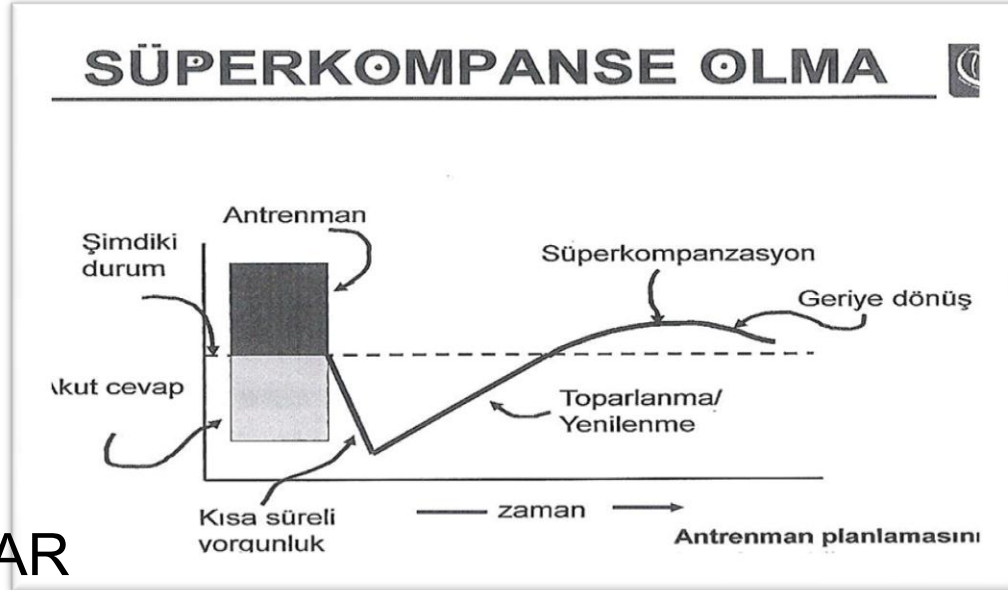


# İlkeleri

1. ETKİLİ MOTOR UYARANLAR
2. OPTİMAL YÜKLENME- DİNLENME

- ŞİDDET
- SIKLIK
- HACİM
- KAPSAM
- SÜRE

3. YAŞA UYGUNLUK
4. SÜREKLİLİK VE TEKRARLAR
5. ÖNCELİKLER VE AMACA UYGUNLUK
6. ÇEŞİTLİLİK
7. ARTAN YÜKLENME
8. PERİYODİZASYON

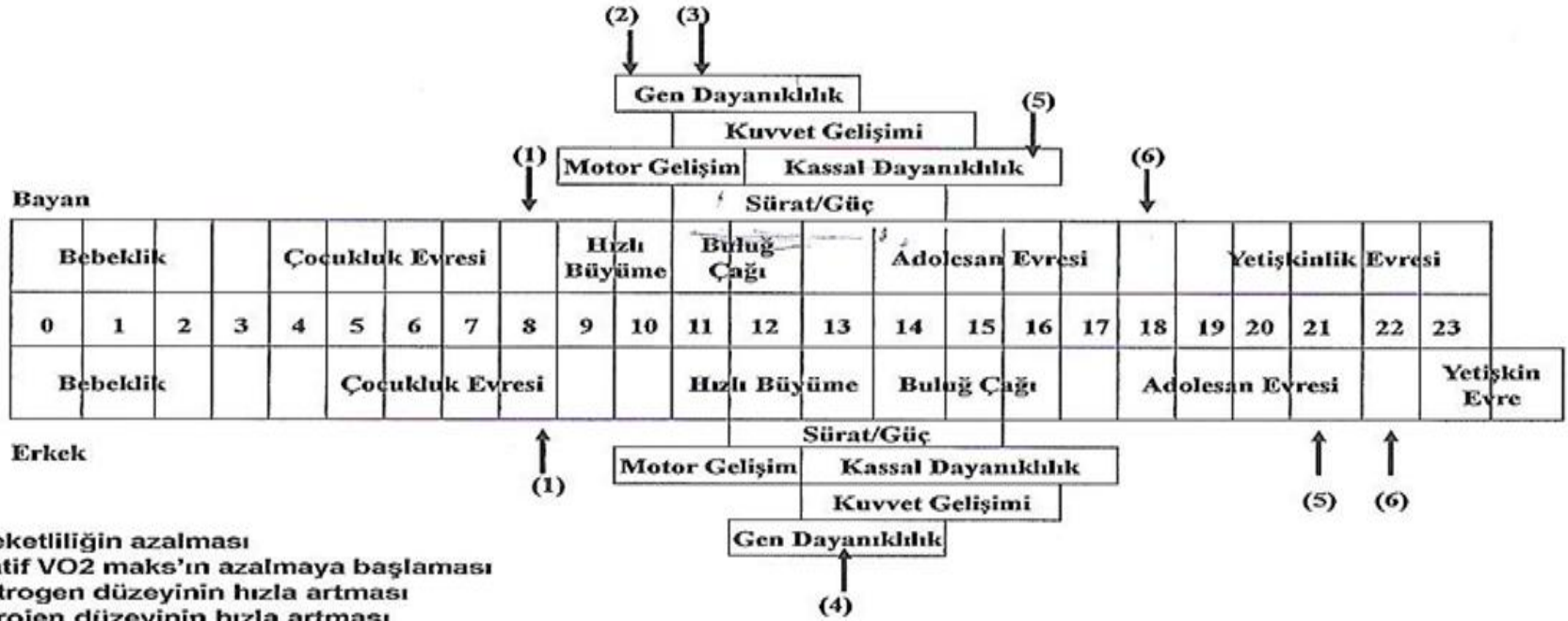


# ANA EVRE, Antrenman İlkeleri ÖNCELİKLER VE AMACA UYGUNLUK İLKESİ

## Antrenman İlkeleri (Çocuk ve Genç Sporcular)



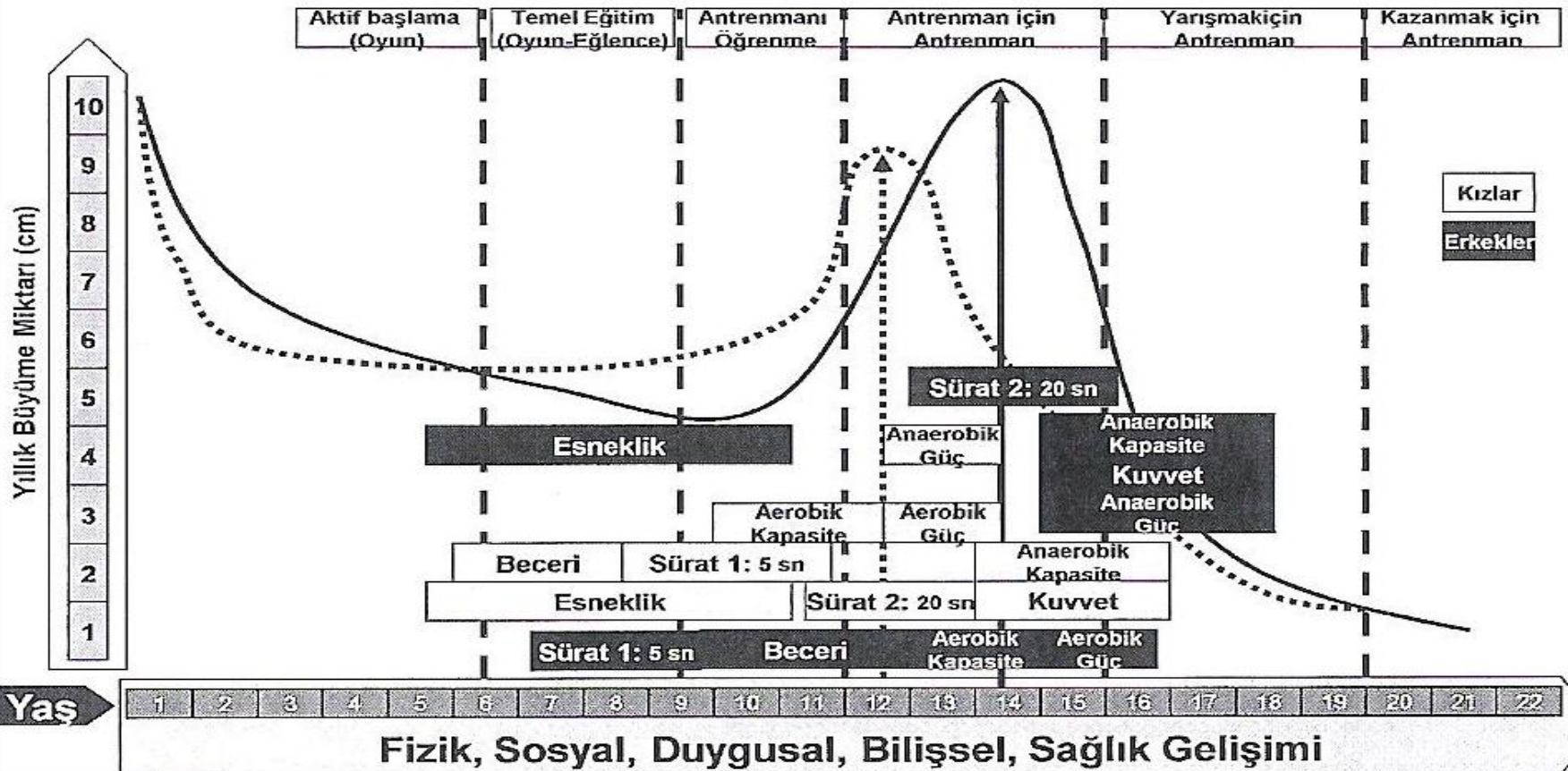
### 6. Öncelikler ve Amaca Uygunluk İlkesi



- (1) Hareketliliğin azalması
- (2) Relatif VO2 maks'ın azalmaya başlaması
- (3) Oestrogen düzeyinin hızla artması
- (4) Androjen düzeyinin hızla artması
- (5) Aerobik ve anaerobik güç: Büyümenin durmasına bağlı gelişme
- (6) İskeletin olgunlaşması

# ANA EVRE, Antrenman İlkeleri ÖNCELİKLER VE AMACA UYGUNLUK İLKESİ

## 6. Öncelikler ve Amaca Uygunluk İlkesi



# ANA EVRE, Antrenman İlkeleri ÖNCELİKLER VE AMACA UYGUNLUK İLKESİ

## • ERGENLİK DÖNEMİ ÖNCESİ OLGUNLAŞAN ÖZELLİKLER

- AEROBİK DAYANIKLILIK
- HIZ
- ÇABUKLUK
- KOORDİNASYON

## • ERGENLİK DÖNEMİNDE OLGUNLAŞAN ÖZELLİKLER

- SÜRAT
- ÇABUK KUVVET, KISA SÜRELİ KUVVETTE DEVAMLILIK

## • ERGENLİK DÖNEMİ SONRASI OLGUNLAŞAN ÖZELLİKLER

- ANAEROBİK EŞİK (AEROBİK KAPASİTE)
- LAKTİK ANAEROBİK GÜÇ (SÜRATTE VE SÜRATTE DEVAMLILIK)
- KUVVET (MAKSİMAL KUVVET, ÇABUK KUVVET, KISA/UZUN SÜRELİ KUVVETTE DEVAMLILIK)



# ANA EVRE, Antrenman İlkeleri ÖNCELİKLER VE AMACA UYGUNLUK İLKESİ

| Motorik Özellikler     | 5-8   | 8-10  | 10-12 | 12-14 | 14-16 | 16-18 | 18-20 | 20 → |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Maximal Kuvvet         |       |       |       | +♀    | +♂    | ++♂   | +++♂  | →    |
|                        |       |       |       |       | ++♀   | +++♀  | →     | →    |
| Çabuk Kuvvet           |       |       |       | +♂    | ++♂   | +++♂  | →     | →    |
|                        |       |       | +♀    | ++♀   | +++♀  | →     | →     | →    |
| Kuvvette Devamlılık    |       |       |       | +♀    | +♂    | ++♂   | +++♂  | →    |
|                        |       |       |       |       | ++♀   | +++♀  | →     | →    |
| Aerobik Dayanıklılık   |       | +♂♀   | +♂♀   | ++♂♀  | ++♂♀  | +++♂♀ | →     | →    |
| Anaerobik Dayanıklılık |       |       |       | +♀    | +♂    | ++♂   | +++♂  | →    |
|                        |       |       |       |       | ++♀   | +++♀  | →     | →    |
| Reaksiyon Sürati       |       | +♂♀   | +♂♀   | ++♂♀  | ++♂♀  | +++♂♀ | →     | →    |
| Asiklik Maximal Sürat  |       |       |       | +♂    | ++♂   | +++♂  | →     | →    |
|                        |       |       | +♀    | ++♀   | ++♀   | +++♀  | →     | →    |
| Siklik Maximal Sürat   |       |       |       | +♂    | ++♂   | +++♂  | →     | →    |
|                        |       |       | +♀    | ++♀   | ++♀   | +++♀  | →     | →    |
| Esneklik               | +++♂♀ | +++♂♀ | +++♂♀ | +++♂♀ | →     | →     | →     | →    |

+ Dikkatli başlanır (Haftada 1-2 kez)

++ Arttırma başlar (Haftada 2-5 kez)

+++ Üst düzey antrenmanlar

→ Devam edilir

# ANA EVRE, Antrenman İlkeleri PERİYODİZASYON İLKESİ

- Periyodizasyon, antrenmanların belli bir amaca dönük planlanması ve düzenlenmesidir.
- Uzun süreli sporcu eğitim programı dikkate alınmalıdır.

| ANTRENMANIN ÖZELLİĞİ            | YAŞ   | ANTRENMAN AMACI                                     |
|---------------------------------|-------|---|
| Gelişim antrenmanı başlama yaşı | 7-11  | Aktif Başlama<br>Temel Eğitim                       |
| Temel antrenmanın başlama yaşı  | 10-12 | Antrenmanı Öğrenme<br>Antrenman İçin Antrenman      |
| Özel antrenmana başlama yaşı    | 15-16 | Antrenman İçin Antrenman<br>Yarışmak İçin Antrenman |
| Yüksek performansa ulaşma yaşı  | 22-26 | Kazanmak İçin Antrenman                             |

# ANA EVRE, Antrenman İlkeleri PERİYODİZASYON İLKESİ

- ✓ Antrenman yüklenmesine yetişkinlere oranla daha hızlı cevap verirler.
- ✓ Antrenmanda hacim ve şiddet değişimi yetişkinlerdekine oranla daha azdır.
- ✓ Sürat, kuvvet, dayanıklılık, hareketlilik ve teknik gelişimlerin sağlanabilmesi için tek periyotlu karakterde antrenman yaklaşımı daha uygundur.
- ✓ Relatif olarak daha düşük şiddet ve hacim kullanılmalıdır.
- ✓ Mezosiklüs yapıları daha uzun ve yüklenme değişimi

# Çocukluk dönemi ve antrenman; aerobik kapasite

- Çocuklarda dayanıklılık yeteneğinin kısıtlılığı kalp-dolaşım sistemine bağlı nedenlerden değil, kas dokusunun yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Kas dokusunun tüm vücut ağırlığına oranı küçük çocuklarda %25, ergenlik dönemine kadar %33, yetişkinlerde ise %40'dır.
- Sağlıklı bir çocuk, şiddeti düşük ve uzun süreli yüklenmelerin üstesinden gelebilir.





# Çocukluk dönemi ve antrenman; aerobik kapasite

- Çocuklarda devamlı yüklenme yöntemi ve kısa süreli yoğun yüklenmeler (alaktik) uygundur.
- Çalışmalar oyun alanlarında ve değişik tempodaki oyun karakterinde yapılırsa fizyolojik, pedagojik ve psikolojik olumlu etkiler sağlar.
- Başlangıçta 5-10 dk'lık yüklenmeler seçilmeli, sonrasında süre veya mesafe %10 artırılmalıdır.
- Toplam koşu mesafesi 3000m yi geçmemelidir.
- 5dk da, daha sonra 10 dk da koşulan mesafe 4-6 hafta arayla testlenmelidir.



# Ergenlik dönemi ve antrenman; aerobik kapasite

- Başlangıçta genel dayanıklılık gelişimi, yoğun hareketler içeren oyunlar ve maç formundaki alıştırmalarla sağlanır.
- İlk 2 yıl devamlı yüklenme yöntemi, daha sonra yaygın intervaller kullanılabilir.
- Devamlı koşular 8-30 dk aralığında seçilmeli, bu çalışmalar sırasında sürati arttırmaya çalışılmamalıdır.
- Dayanıklılığın en hızlı geliştiği dönem, büyümenin hızlandığı dönemdir.
- Aerobik kapasitenin gelişimi ergenlikle birlikte kalp atım volümünün artmasına bağlıdır.
- Cinsiyet farkı belirginleşir.



## Ergenlik dönemi ve antrenman; kuvvet



- Genellikle maksimal kuvvet antrenmanlarına 14 yaşından itibaren ve dikkatli başlanmalıdır.
- Okul öncesi dönemde ek ağırlık olmaksızın, teknik eğitime yönelik kuvvet hazırlık çalışmaları yapılmalıdır. Cimnastik karakterinde, aletler yerleştirilmiş parkurlarda, tırmanma, çekme-itme, koşu, sıçrama alıştırmaları seçilmelidir.

# Çocuklarda kuvvet çalışmaları için öneriler

1. Puberte öncesi çocuklarda ağır yükleri kaldırmanın kan basıncını arttıracacağı ve kemiklerin epifiz bölgelerinde tahribata neden olabileceği düşünülerek çalışmalar genel gelişimi kolaylaştırıcı, koruyucu ve vücutta sakatlıklar yaratmayacak şekilde planlanmalıdır.
2. Kasların gelişimi ve kuvvetin artması boy uzamasına paralel olmalıdır.
3. Çok yönlü kuvvet egzersizleri seçilmelidir.
4. Genel olarak dinamik kas kasılmasını içeren hareketler statik hareketlere tercih edilmelidir.



# Çocuklarda kuvvet çalışmaları için öneriler

5. Bu yaşlarda omurganın tamamı pasif hareket uygulamalarına ve sık maksimal yüklenmelere hazır değildir. Yükler omurgaya kıvrılmış ve eğilmiş durumda değil, düşey olarak etki etmelidir.
6. İkinci ergenlik döneminde kuvvet antrenmanları spor alanına özgü yöntemlere uygun olarak yapılmalıdır.
7. Kuvvet antrenmanı öncesi iyi bir ısınma ve ön yüklenme yaptırılmalıdır.



# Çocuklarda kuvvet çalışmaları için öneriler

8. Ek ağırlıklarla yapılacak antrenmanlarda doğru teknik uygulaması (tutuş, soluk alma ve verme, kaldırma şekli, hareketin sürati, değişen açılar, bırakma şekli) titizlikle öğretilmelidir.
9. Ek ağırlıklarla çalışmalar özellikle oturarak ve yatarak yapılmalıdır.
10. Eşli çalışmalar, aletli cimnastik alıştırmaları ve benzer alıştırmalar çocuğun kendi vücut ağırlıkları ile yapılmalıdır.
11. Puberte tamamlanmadan halter gibi sporlara girilmemelidir.

# Çocuklarda kuvvet çalışmaları için öneriler

12. Çeşitli ek ağırlıklarla yapılan alıştırmalarda hareket direncinin düşük olmasına dikkat edilmelidir. Bir seride maksimal hareket sayısına ulaşmaktan kaçınmak gerekmektedir.
13. Yüklenmeler sistematik olarak arttırılmalıdır.
14. Çabuk kuvvet antrenmanları gençlik dönemi kuvvet antrenmanlarının büyük bir bölümünü kapsamalı, yaşa bağlı olarak artan bir şekilde uygulanmalıdır.
15. Kuvvet antrenmanları arasında mümkünse çabukluk egzersizleri ve esneklik egzersizleri yapılmalıdır.
16. Kuvvet antrenmanları esneklik ve hareketlilik egzersizleriyle tamamlanmalıdır.

# Çocuklarda kuvvet çalışmaları için öneriler

17. Kuvvet antrenmanları normalde haftada 2 kez yapılmalıdır. Bu antrenmanlar 1 maksimal kuvvet, 1 çabuk kuvvet antrenman seansı şeklinde olabileceği gibi, 2 çabuk kuvvet şeklinde de olabilir. İlerleyen dönemlerde 3 antrenman seansı da uygulanabilir, bu seanslarda kuvvette devamlılık da yer almaya başlayabilir.





# Çocukluk dönemi ve antrenman; sürat

- Sürat, antrenmanlarla en az geliştirilen yetidir. Eğitimi çocukluk yaşlarda başlatılmalıdır.
- "İNSAN SPRİNTER DOĞAR, SPRİNTER OLUNMAZ"

Çocuklarda sürat eğitiminde karşılaşılan güçlükler;

1. Psikolojik olarak bir zorlamayı gerektirir,
2. Ön koşul olarak iyi bir koordinasyon düzeyi gerektirir,
3. Maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet özelliklerinin yetersiz oranda bulunması,
4. Kemik ve kas gelişimlerinin henüz uygun olmaması

# Çocukluk dönemi ve antrenman; sürat

- Gelişen koordinasyon sayesinde, 5-7 yaşlarında sürat alıştırılmaları önerilir.
- 8-10 yaşlarında en yüksek hareket hızı ve adım frekansına erişilir, reaksiyon süratinde önemli iyileşme görülür.
- Basit, genel geliştirici dairesel antrenman ya da çocuklara uygun koşu oyunları ile sürat, çıkış gücü çalışmaları yapılabilir. (köşe kapmaca, stafet yarışları, ebeleme oyunları, sprint ile slalom koşuları, 15-30 m sprintler...)

# Çocukluk dönemi ve antrenman; sürat

- 11-12 yaşlarında, branşa özgü sürat çalışmaları yapılabilir. Reaksiyon süresi gelişir, kuvvetin de artmasıyla koşu hızlanır.
- Çıkışa bağlı ivmelenme, oyun ve yarışma karakterinde alıştırmalar, toplu sportif oyunlar yapılabilir.
- Süratte devamlılık;
- Genellikle laktik anaerobik kapasiteyi gerektirdiğinden ve büyük bir yorgunluk oluşturduğundan ancak 14-16 yaşlarından itibaren ve dikkatli başlanmalıdır.

# Çocuklarda sürat çalışmaları için öneriler

1. Sakatlıklardan korunmak için önce yeterince ısınma ve ön yüklenmeler yapılmalıdır.
2. Sürat antrenmanı, antrenman seansında ana bölümün başlarında yapılmalıdır.
3. Sürat antrenmanında yüksek bir istek ve konsantre oluş gerekmektedir. Sürat antrenmanının ardından yine yüksek konsantrasyon gerektirecek çalışmalar yaptırılmamalıdır.

# Çocuklarda sürat çalışmaları için öneriler

4. Sürat antrenmanında çok yönlülük sürat bariyerinin aşılmasında önemli rol oynar.
5. Yüklenme (koşu) mesafeleri çok uzun tutulmamalıdır.
6. Yüklenmeler arasında yeterince uzun dinlenme süreleri verilmelidir.
7. Süratte devamlılık antrenmanlarından kaçınılmalıdır.

# KAYNAKLAR

- Caner AÇIKADA. TVF 3. Kademe Voleybol Antrenörlüğü Antrenman Bilgisi Ders Notları
- Sedat MURATLI, Gülşah ŞAHİN, Osman KALYONCU. Antrenman ve Müsabaka. 2005, İstanbul
- Istvan BALYI, Richard WAY, Colin HIGGS. Uzun Vadeli Sporcu Gelişimi (Çeviri: E. Pekünlü, İ. Özsu). 2016, Ankara
- Caner AÇIKADA. Antrenman Bilimi. Antrenman İlkeleri, Periyodizasyon ve Form Antrenmanları. 2018, Ankara
- Horst BAACKE. Voleybol Antrenmanı. Üst Düzey Koç ve Takımlar İçin El Kitabı 1. Cilt (Çeviri: E. Pekünlü). 2009, Ankara
- Sedat MURATLI. Çocuk ve Spor. 1997, Ankara
- Lloyd RS, Faigenbaum AD, Stone MH et al. Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. Br J Sports Med. 2014 Apr;48(7):498-505 doi: 10.1136/bisports-2013-092952