

EGZERSİZ FİZYOLOJİSİNE GİRİŞ:  
KISA TARİHÇESİ, ÇEŞİTLİ TANIMLAR VE KAVRAMLAR

PROF.DR.MİTAT KOZ

Fizyoloji ?

Egzersiz Fizyolojisi ?

Spor fizyolojisi ?

- Fizyoloji:

- Canlı organizmalardaki tüm yaşamsal işlevleri inceleyen bir bilim dalıdır.
- Yaşayan organizmaların hücre, organ ve sistem düzeyinde nasıl çalıştığının incelenmesidir.

- Egzersiz Fizyolojisi;

- Akut ve kronik egzersize maruz kaldıklarında vücudumuzdaki yapılar ve onların fonksiyonlarının nasıl etkilendiğinin incelendiği çalışma alanı.

- Spor Fizyolojisi;

- Egzersiz fizyolojisinde oluşan konseptlerin sporcuların antrenmanlarında ve sportif performansın artırılması amacıyla uygulanmasıdır.
- Bu nedenle spor fizyolojisi egzersiz fizyolojisinden türemiştir.

# Egzersiz Fizyolojisinin doğuşu

- Egzersiz fizyolojisi fizyoloji ve anatomiye göre nisbeten daha yenidir.
- 19. yüzyıla kadar fizyologlar daha çok klinik durumlarla ilgilenmişler, vücudun egzersize verdiği cevap pek fazla dikkate alınmamıştır.
- Bütün bunlara rağmen Antik Yunandan günümüze kadar egzersiz fizyolojisi ile ilişkilendirilebilecek bazı çalışmalar da olmuştur.

## 16-19.Yüzyıllar

- 16.yüzyılda egzersiz sistematik olarak ele alınmaya başlanmış ve beden eğitiminin kültürel gelişimdeki yeri vurgulanmaya başlanmıştır.
- 17. yüzyılda fiziksel aktivitenin askeri amaçlar için kullanıldığını ve planlandığını görmekteyiz.
- 18. yüzyılda bilimsel gelişmeler özellikle fizyoloji bilimindeki gelişmeler ile organizmanın egzersize uyumu ile ilgili sorulara cevap bulunmaya başlanmıştır
- 19. yüzyılda laboratuvar çalışmaları başlamıştır.

# İlk Egzersiz Fizyolojisi Deneyi

- 1789 da Lavosier ve Sequinin, Fransa;  
“genç bir adamın dinlenimde, yemek sonrası ve egzersiz esnasında oksijen alımını ölçme denemesi”
- 1847 von Helmholtz, Almanya  
“Enerjinin dönüşümü ile ilgili yasayı açıklamıştır.”
- 1850-1890 Altın çağ, Almanya  
“çeşitli aktivitelerin enerji maliyeti üzerine çalışmalar”
- 1894 Rubner, Almanya  
“köpeklerde enerji metabolizmasını ölçmek için kalorimetre kullanmıştır”

# Bisiklet Ergometresinin Dizaynı

- 1883 yılında Dr.Speck in bisiklet ergometresini dizayn etmesiyle egzersiz fizyolojisindeki çalışmalar ivme kazanmıştır ve Dr.Speck bugünkü anlamda egzersiz fizyolojisinin kurucusu olarak anılmaktadır.

# İlk Egzersiz Fizyolojisi Kitabı

- 1888 Fransada Dr Lagrange “Egzersiz Fizyolojisi” adlı bir kitap yayınlamıştır.

# İlk Laboratuvar

- İlk egzersiz fizyolojisi laboratuvarı 1892 yılında Harvard Üniversitesinde Lawrence Bilim Okulunda yeni kurulan anatomi, fizyoloji ve beden eğitimi bölümlerinin ev sahipliğinde kurulmuştur.
- Başlangıçta tıp eğitimi fizyologlar bugün bizim egzersiz fizyolojisi dersi altında verdiğimiz konularda önemli bilimsel buluşlar yapmışlar ve egzersiz fizyolojisine katkıda bulunmuşlardır.



# Bu bilim adamları...

- • oksijen metabolizması,
- • kas yapısı ve fonksiyonu,
- • gaz taşınması ve değişimi,
- • dolaşımsal dinamiklerin mekanizması,
- • istemli ve istemsiz hareketlerin sinirsel kontrolü alanlarında çalışmışlardır.

# Nobel Tıp Ödülü

- 1922 de İngiliz A.V.Hill (Londra), Danimarkalı August Krogh ve Alman Meyerhof kas kasılması üzerine çalışmalarını sürdürürken “oksijen borcu” olarak bilinen fenomeni tanımlamış ve Nobel tıp ödülü almıştır.

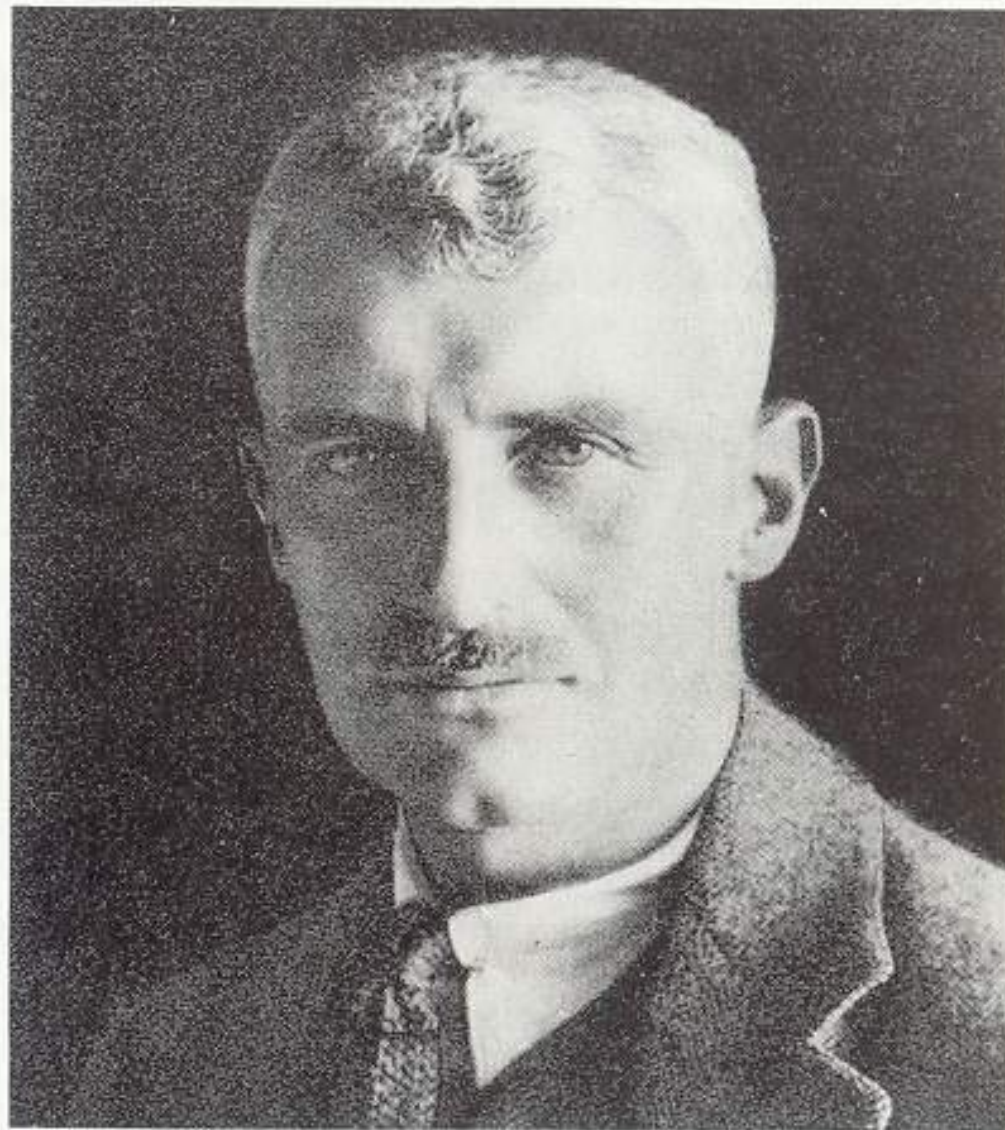


Figure 1.1 1921 Nobel prize winner Archibald (A.V.) Hill (1927).

# İskandinav katkısı

- Danimarka ve İsveçli bilim adamlarının da beden eğitiminde önemli katkıları olmuştur.
- Danimarka okulda beden eğitimini gerekli gören ilk avrupa ülkesidir.
- Danimarkada çalışmalar Kopenhag üniversitesinde başlamıştır(Johannes Lindhard, August Krogh)
  - Jimnastik ve kas fizyolojisi
  - Kılcal damar çalışması, nobel tıp ödülü

## İskandinav katkısı-2

- Modern egzersiz fizyolojisine isveç katkısı Per Henrik Ling (1776-1839) tarafından başlatılmıştır. Ling bugün isveç cimnastiği olarak bilinen egzersizlerin temelini atmıştır.

## İskandinav katkısı-3

- Günümüzde beden eğitimi alanında en önemli İsveçli bilim adamı **Per-Olof Astrand'dır**.
- Finlandiyalı **Matti Karvonen** de egzersiz fizyolojisinde “karvonen formülü” ile önemli yer almıştır.
- Günümüzde de hala bu ülkelerdeki önemli araştırma merkezlerinde egzersiz fizyolojisi ve beden eğitimi konularında çok önemli araştırmalar yapılmaktadır.

# Savaşların Etkisi

## (1.Dünya Savaşı, 1914-1918)

- Fiziksel uygunluğun ölçümü ve askeri personelin muharebeye hazırlama yolları,
- Yaralı askerlerin rehabilitasyonu,
- Yapılan işlerin enerji maliyeti,
- Isı toleransı,
- Diyet modifikasyonları,
- Çevresel faktörler ile ilgili araştırmalar,

# Savaşların Etkisi (2.Dünya Savaşı, 1941-1945)

- Muharebe için fiziksel uygunluk ve kuvvet gelişimi konularına ilgi yeniden artmıştır.
- Bununla ilgili olarak ta okullardaki beden eğitimi derslerinde driller ve kalistenik egzersizler vurgulanmıştır.



Egzersiz Fizyolojisi Neyi İnceler ?

Organizmanın egzersize verdiği yanıtı....

Egzersizin organizmaya etkilerini inceler

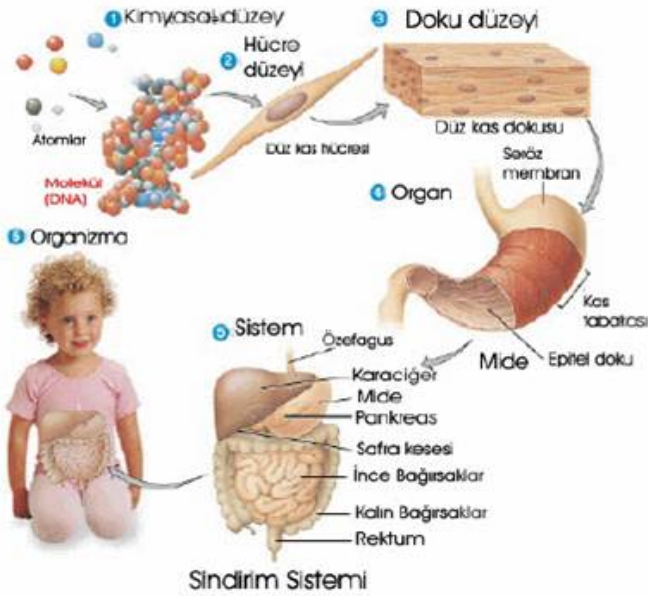
- Akut etki
- Kronik etki

**ORGANİZMA NEDİR ?**

Fizyoloji bilgilerimizi hatırlayalım...

Her bir düzey tek başına ve diğerleri ile birlikte ele alınmalıdır.

## BİYOLOJİK ORGANİZASYON DÜZEYLERİ



- 1-Kimyasal
- 2-Hücresel
- 3-Doku
- 4-Organ
- 5-Sistem
- 6-Organizma

Kimyasal



Hücre



Doku



Organ



Organ Sistemi



Organizma

# İNSAN VÜCUDUNUN İŞLEVSEL ORGANİZASYONU

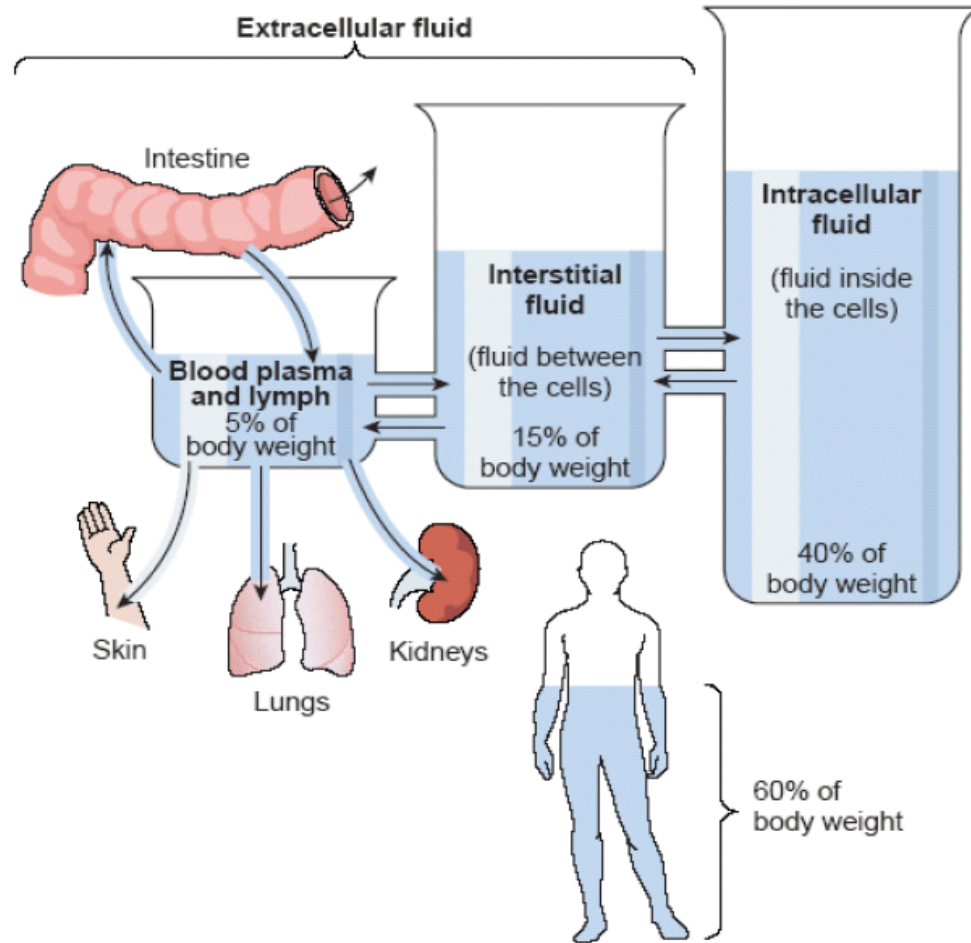
- Vücudu oluşturan yaklaşık 100 trilyon hücre arasında belirgin farklılıklar olmakla birlikte tüm hücreler belli temel nitelikler açısından birbirine benzerdir.
- Örneğin tüm hücreler hücresel işlevlerin gerektirdiği enerjiyi sağlamak için karbonhidrat , yağ yada proteinlerin yıkım ürünleriyle oksijeni birleştiren hücre içi enerji sistemlerine sahiptir.
- Besinleri enerjiye dönüştüren genel mekanizmalar tüm hücrelerde temel olarak aynıdır ve tüm hücreler kimyasal reaksiyonların son ürünlerini kendilerini çevreleyen sıvıya verirler.
- Yine hücreler kendileri için gerekli hammaddeleri bu sıvıdan alırlar.

# Intrasellüler Sıvı

## Ekstrasellüler Sıvı-İç Ortam

- Yetişkin insan vücudunun % 60 sı sıvıdır.
- Bu sıvının büyük bölümü,
  - yaklaşık üçte ikisi hücrelerin içinde bulunur ve intrasellüler sıvı (hücre içi sıvı) adını alır (% 40)
  - üçte biri ise hücre dışındaki alandadır ve ekstrasellüler sıvı (hücre dışı ) adını alır.
- Hücre dışı sıvısı tüm vücutta belli harekete sahiptir. Hızla dolaşarak kana geçer, doku sıvısı ile kan, kapiller duvarlardan difüzyon yoluyla birbirine karışır (% 20)
  - Plazma+lenf sıvısı( % 5)
  - Hücreler arası sıvı (% 15)

# Vücut su bileşimi



Çeşitli iyonların hücre içi (eritrosit) ve hücre dışı konsantrasyonları (mmol/l)

iyon	hücre içi	hücre dışı
Na	12±3	142±4
K	140±?	4,2±0,4
Mg	30±2	1,4±0,2
Ca	<10 <sup>-3</sup>	1,2±0,2
Cl	10±5	108±5

Homeostazis:

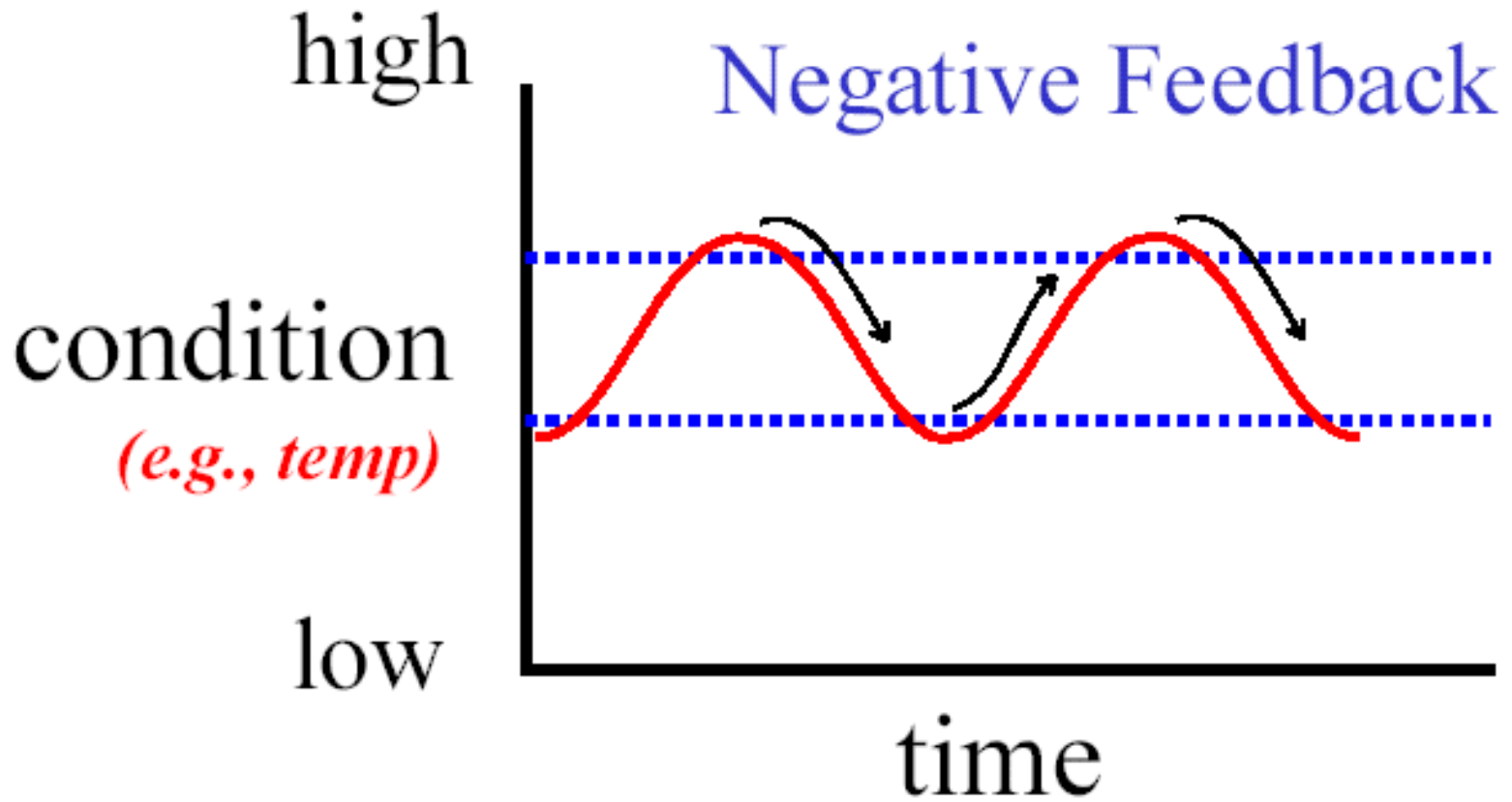
- Hücrelerin yaşamlarının devamlılığının sağlanması için iç ortamın sabit ya da değişmez koşullarda tutulması gereklidir.
- Yaşayan organizmaların bir takım fiziksel ve kimyasal özellikleri (ısı, pH, önemli moleküllerin kimyasal konsantrasyonları gibi) her zaman sabit, değişmez kalmak zorundadır

# Fizyologlar bunu homeostazis-denge olarak tanımlarlar.

- Vücuttaki tüm doku ve organlar bu basit koşulları ya da dengeyi korumaya yardım etmek üzere bir görev üstlenmiştir.
- Örneğin solunum sistemi hücreler için gerekli oksijeni sağlamak üzere hücre dışı sıvısına sürekli olarak oksijen sağlar.
- Böbrekler hücre sıvılarındaki iyon dengesini ayarlarlar.
- Vücudun iç ortamının dinginliği dış çevrede koşullar değişse bile korunmalıdır.
- Dengeyi bozan ya da bozmaya çalışan unsura stressör denir.



# Homeostazis-Geri Bildirim Mekanizmaları



# Egzersiz-Spor Homeostazis İlişkisi

- Egzersiz ya da spor iç dengeyi bozan ve organizma üzerinde çoklu etkileri olan bir stressördür;
  - Su kaybı
  - Isı artışı
  - Glikoz tükenmesi
  - Oksijen tükenmesi
  - Elektrolit kayıpları
  - Kan basıncı yükselmesi
  - Metabolik atık oluşumu ve birikmesi
  - Doku hasarları
  - .....
- Organizma homeostatik mekanizmaları devreye sokarak vücut sistemleri ile bu stres ile başa çıkmaya ve adapte olmaya çalışır.

# Egzersiziz organizmaya etkileri ?

- Akut cevaplar
  - Tek bir seferlik egzersiz peryoduna verilen cevaplar akut cevap olarak tanımlanır.
- Kronik cevaplar
  - Tekrarlayan egzersiz peryotları ile organizmada gelişen uyumlar kronik cevap olarak tanımlanır.
  - Örneğin 6 haftalık koşu antrenmanları ile organizmada oluşan değişiklikler.

# Egzersizizde oluşan akut cevaplar nasıl belirlenir ?

- Laboratuvar dışında bunu tamamıyla belirlemek oldukça zordur.
- Bazı fizyolojik değişkenler ölçülebilir
  - Kalp aktivitesi
  - Solunum hızı
  - Vücut ısısı
  - Kas aktivitesi

# Egzersizde oluşan fizyolojik cevapları etkileyen faktörler

- Araştırma veya ölçümü yapılan birey ile ilgili durumlar dinlenimde ve egzersiz anında dikkatli bir şekilde kontrol edilmelidir.
- Isı, nem, yükselti, ve gürültü gibi çevresel faktörler temel fizyolojik sistemlerde oluşan cevapların şiddetini etkileyebilir.
- Ayrıca diürinal değişimler, açlık-tokluk durumu ve kadınlarda da siklus değişimleri mutlaka dikkate alınmalıdır.

# Çevresel faktörlerin etkileri

## Variations in Heart Rate Response to Running at 14 km/h on a Treadmill With Environmental Alterations

Environmental factor	Heart rate, beats/min	
	Rest	Exercise
<b>Temperature (50% humidity)</b>		
21 °C (70 °F)	60	165
35 °C (95 °F)	70	190
<b>Humidity (21 °C)</b>		
50%	60	165
90%	65	175
<b>Noise level (21 °C, 50% humidity)</b>		
Low	60	165
High	70	165
<b>Food intake (21 °C, 50% humidity)</b>		
Small meal 3 h before exercising	60	165
Large meal 30 min before exercising	70	175

# Diürinal deęişimler

TABLE 0.2

An Example of Diurnal Variations in Heart Rate at Rest and During Exercise

Condition	Time of day					
	2 A.M.	6 A.M.	10 A.M.	2 P.M.	6 P.M.	10 P.M.
	Heart rate, beats/min					
Resting	65	69	73	74	72	69
Light exercise	100	103	109	109	105	104
Moderate exercise	130	131	138	139	135	134
Maximal exercise	179	179	183	184	181	181
Recovery, 3 min	118	122	129	128	128	125

Data from Reilly and Brooks (1990).

## Ergometrelerin kullanımı

- Egzersize verilen fizyolojik cevaplar laboratuvar koşullarında yapıldığında katılımcının ortaya koyduğu çaba sabit ve bilinen iş hızında (ayarlanabilir iş hızı) yapılması sağlanmalıdır.
- Bu genellikle ergometreler kullanılarak sağlanır.



Ergometre (ergo=iş,  
metre=ölçüm)

- Ergometre kişinin ortaya koyduğu-sergilediği fiziksel çabanın hızının ve miktarının kontrol edildiği ve ölçüldüğü bir egzersiz aletidir.

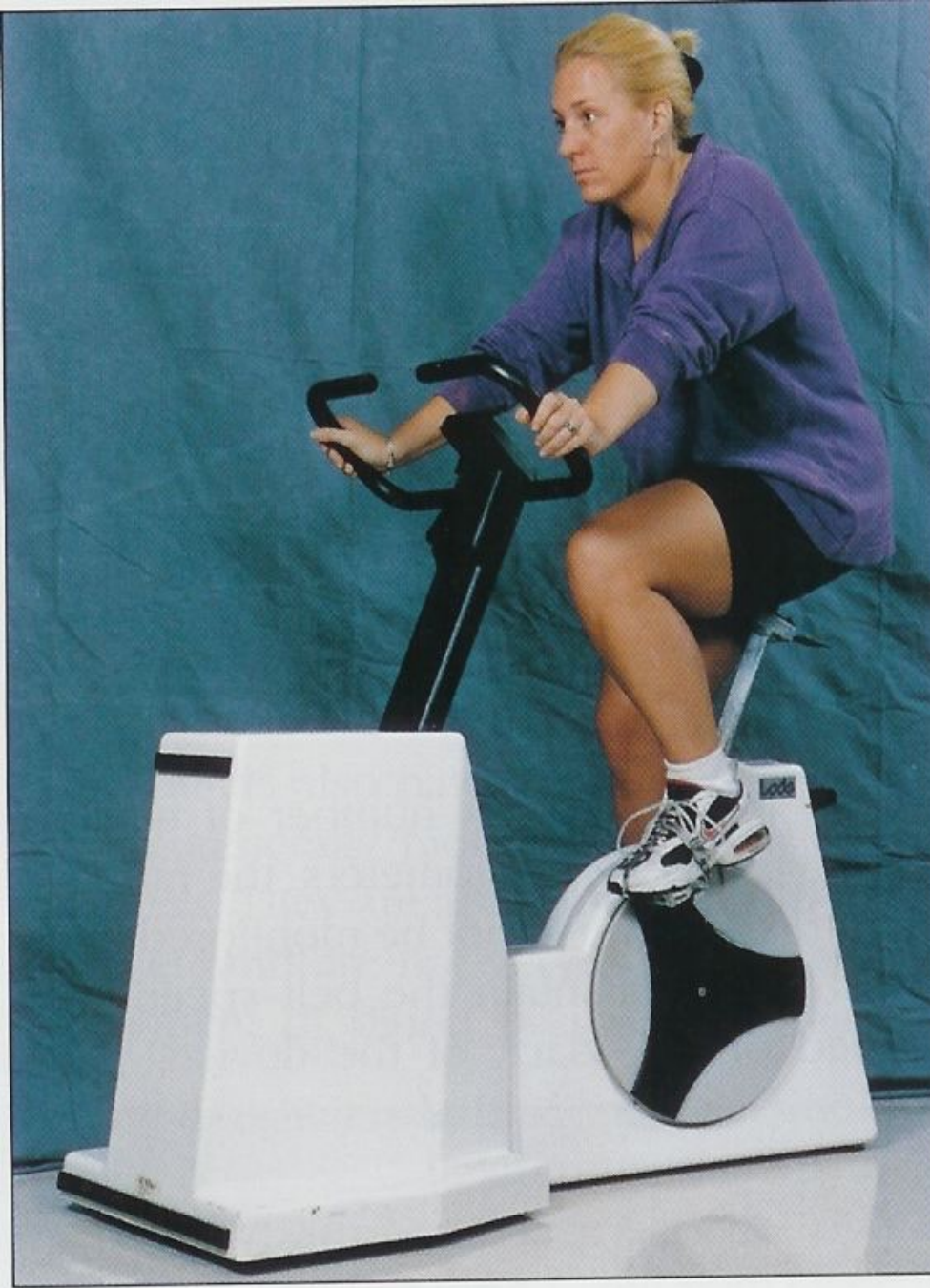
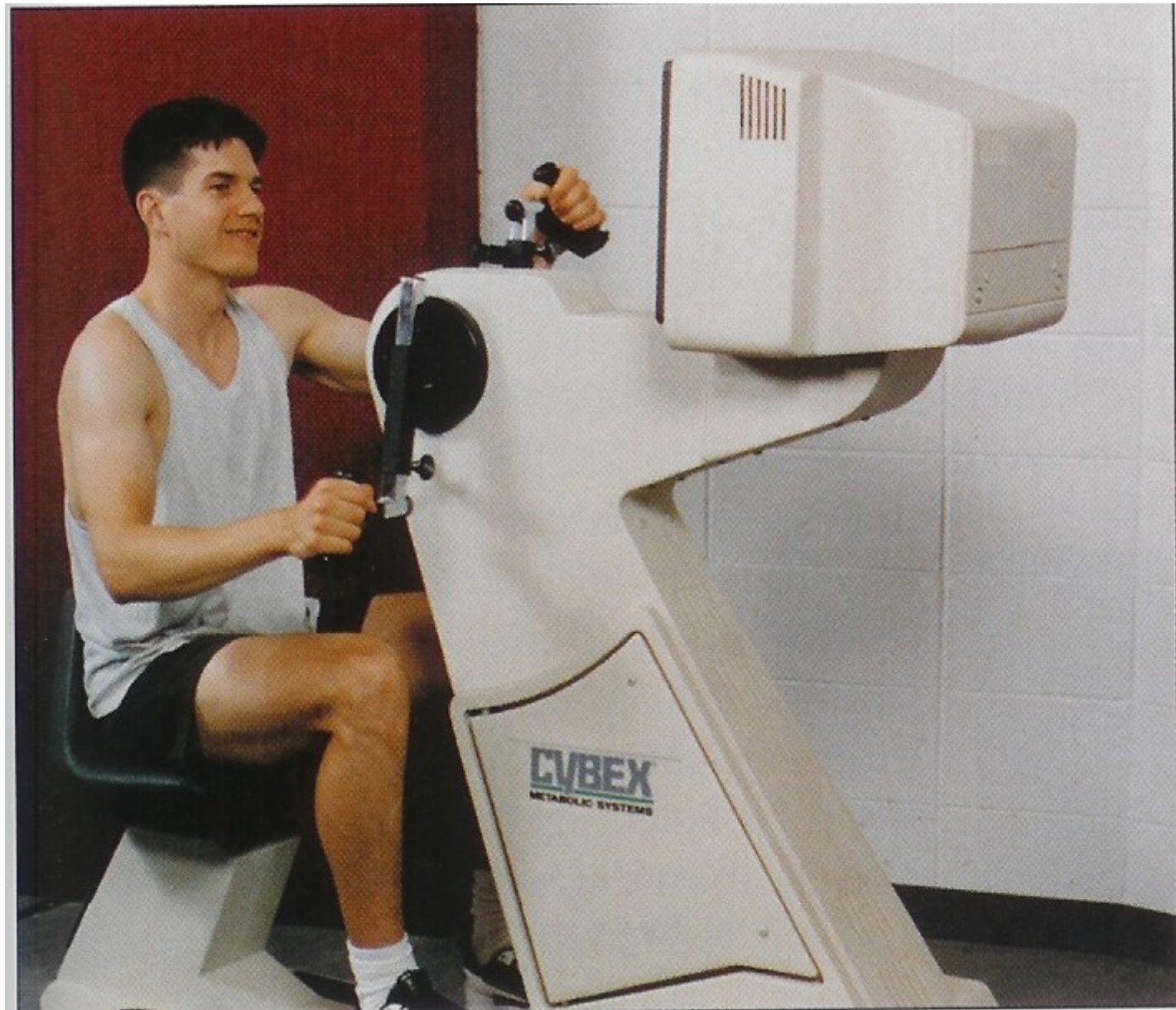


Figure 0.9 An electrical resistance cycle ergometer.



Figure 0.10 An air-braked cycle ergometer.

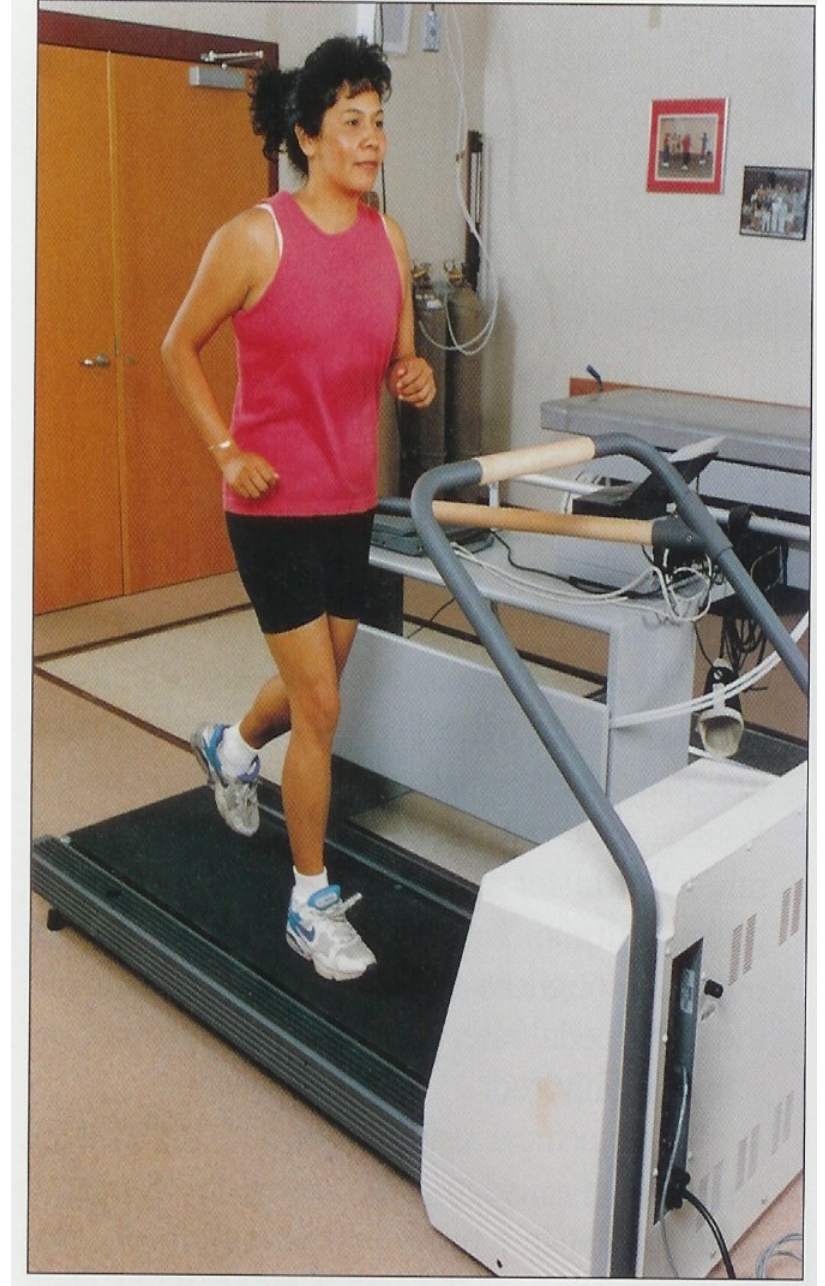


# Bisiklet ergometreleri

- Vücut ağırlığı farklı kişilerde antrenman öncesi ve sonrası submaksimal fizyolojik fonksiyonlardaki değişimleri değerlendirmedeki en uygun cihazlardır
- Ergometrede oluşan direnç vücut ağırlığından bağımsızdır,.

# Koşu bantları

- Koşu bandında direnç doğrudan vücut ağırlığı ile ilişkilidir.
- Koşu bantları ile yapılan ölçümlerde kalp hızı, solunum ve oksijen alımı gibi hemen hemen bütün fizyolojik değişkenler diğer ergometre cihazlarından daha yüksek değerlere ulaşmaktadır



# Diğer ergometreler

- Yüzme tankları
- Kayak ergometreleri
- Kürek ergometreleri



# Araştırma yöntemleri

- Farklı yürüme hızları vücut kan değerlerini nasıl etkiler ?
  - **Cross-sectional araştırma-kesitsel**
    - Farklı popülasyonun bir kerelik ölçümü
  - **Longitudinal araştırma-boylamsal**
    - Başlangıç testi sonrasında geçen sürede oluşan değişikliklerin gözlemlemek için çok sayıda test yapılması
    - Bir problem veya konu hakkında daha doğru sonuç verir



# Egzersiz Fizyolojisinde Kullanılan Bazı Terimler

# **Egzersiz Fizyolojisinde kullanılan bazı terimleri**

- Egzersiz ile ilişkili terimler.
- Meteorolojik.
- Kalibrasyon
- Test tipleri

## Egzersiz ile ilişkili terimler

- Egzersiz terimlerini bilmek fiziksel performansın ölçümünü anlamamıza yardım eder.
- Fiziksel performansı anlamak için gerekli olan şeylerden biriside fiziksel uygunluk terimlerine aşına olmaktadır.

# **Fiziksel uygunluk**

- Fiziksel uygunluk günlük fiziksel aktiviteleri zevk alarak yapabilmek olarak tanımlanmaktadır (Who tanımı)

**Fiziksel uygunluğun komponentleri geleneksel olarak 5 kategoriye ayrılmaktadır:**

1-kuvvet

2-kassal dayanıklılık

3-kardiyorespiratuvar ve kardivasküler dayanıklılık

4-esneklik

5-vücut kompozisyonu

Bunlar aynı zamanda sağlık ile ilişkili fiziksel uygunluk komponentleridirler

Kassal güç te bir fiziksel uygunluk komponentidir, hareketin hızı ile ilgilidir.

## FİZİKSEL UYGUNLUK UNSURLARI

### SAĞLIK İLİŞKİLİ F.U.

- 1- AEROBİK UYGUNLUK
- 2- VÜCUT KOMPOZİSYONU
- 3- KASSAL UYGUNLUK
- 4- ESNEKLİK

### BECERİ İLİŞKİLİ F.U.

- 1- SÜRAT
- 2- ÇABUKLUK - ÇEVİKLİK
- 3- KOORDİNASYON
- 4- DENGE
- 5- REAKSİYON ZAMANI

# ÖLÇÜM BİRİMLERİ

- **Kitle-Mass(M)**
- Bir nesnedeki madenin miktarı olarak tanımlanan, fiziksel miktar belirten basit bir terimdir.
- Gravitenin normal olduğu yerlerde kitle vücut ağırlığına eşittir.
- Kitle yada ağırlığın en yaygın iki ölçüm birimi gram ve kilogramdır.
- Kitle bazı durumlarda kuvvet ile eşit kabul edilir.

# ÖLÇÜM BİRİMLERİ

- **Kuvvet-Force (F)**
- Hareket eden bir cismi durduran, duran bir cismi hareket ettiren, cisimlerin şekil, yön ve doğrultularını değiştiren etkiye **Kuvvet** denir.
- Kasal aktivite kuvvet üretir.
- Tork ta kuvvet ile ilişkilidir:tork kaldıraca rotasyonel kuvvet uygulanmasıdır.
- Birimi Kg veya Newton



# ÖLÇÜM BİRİMLERİ

- Hız-Velocity(V)

- Mesafenin zamana bölünmesiyle bulunur

- $V=D/t$

- m/sn, Km/saat

# ÖLÇÜM BİRİMLERİ

- İş-Work (W)
- İş kuvvet ve mesafeden(yol) türemiş bir terimdir, zaman boyutu yoktur.
- $W=FXD$
- Birimi kg.m veya Nm dir.

# ÖLÇÜM BİRİMLERİ

- **Güç-Power (P;W)**
- Güç işin zamansal olarak ifadesidir.
- Diğer bir deyişle birim zamanda ortaya konan iş miktarıdır.
- İş hızıdır
- $P=W/t$
- Güç metabolik enerjinin fiziksel performansa çevrilmesinde de kullanılır. Örneğin anaerobik güç ve aerobik güç gibi.
- Birimi  $\text{kg.m.dk}^{-1}$ , watt,  $\text{kg.m.sn}^{-1}$ 
  - 1 watt = 6 [kg.m.dk](#)
  - Monark bisiklette 1 tur pedal çevirme ile 6.12 metrelik yol alınır:  $\text{direnç(kg)} \times \text{tur sayısı(dk)} \times 6.12 = \text{kg.m.dk}$

# ÖLÇÜM BİRİMLERİ

- Enerji –Energy(E)
- Gözle görülebilen mekanik iş ve vücut ısısının kombinasyonu olarak açığa çıkan metabolik enerji miktarını tanımlamak için kullanılan bir terimdir.
- Enerji iş yapabilme veya ortaya koyabilme yeteneği olarak ta tanımlanır.
- Enerji ölçülen toplam iş miktarından, veya hesaplanan iş miktarından tahmini olarak bulunabilir.
- Enerji birimi olarak joule veya kalori kullanılmaktadır.

# METEOROLOJİK TERİMLER

- Isı-Temperature(T)
- Celsius (C ) Scale =santigradderece: İsveçli Anders Celsius
- Kelvin (K) Scale = internasyonel sistemde temel ısı göstergesidir.
  - Mutlak sıfırı gösterir.
- 0 Kelvin derecenin altında sıcaklık yoktur. 0 °C (32 °F) 273 °K

# METEOROLOJİK TERİMLER

- **Relative Humidity(RH)=Nisbi Nem**
- Havadaki su oranını gösterir
- Eğer nem %100 ise hava o sıcaklıkta tutabileceği suyun büyük çoğunluğu ile doymuş/ tutmuş anlamındadır.
- Hava yüksek ıslalarda düşük ıslalarda tutabileceğinden daha fazla su tutar.
- Nisbi nem % 20 - 60 arasında ise egzersiz performansını etkilemez. Bunun üstü ve altı kuru ve ıslak olarak isimlendirilir.

# METEOROLOJİK TERİMLER

- Barometrik Pressure ( $P_B$ )=Barometrik Basınç
- Çevredeki hava basıncını ifade etmek için kullanılır.
- Deniz seviyesinde egzersizi etkilemez.
- Barometrik basınç akciğer hacimleri gibi fizyolojik değişkenlerin ölçülmesinde önemlidir

# KALİBRASYON

- Testin geçerliliğini, güvenilirliğini ve objektifliğini artırmak için yapılan ince ayar.



**ÖLÇÜM BİRİMLERİ (Güç, Kuvvet, İş, Hız, Enerji)**  
İnternasyonel Sistem (SI)/Sisteme International

Ölçülen Değişken	Ölçüm Birimi	Çevrilme (tam-araştırma amaçlı)	Çevrilme (yaklaşık-derste)
Kuvvet (F)	Newton (N)	1 N= 0.1019 kg	1 N ≈ 0.1 kg
	Kilogram(kg)	1 kg =9.8066 N	1 kg ≈ 10 N
İş (W)			
	kJ	1 kJ = 1000 J	1 N.m ≈ 0.1 kg.m
	N.m	1 J = 1 N.m = 0.1019 kg.m	1 kg.m ≈ 10 N.m
	Kg.m	1 kg.m = 9.8066 N.m	
Hız (V)			
	m/dk	1 m/dk ≈ 0.04 mph	
	km/h	1 km/h = 0.6214 mph = 16.7 m/dk = 0.28 m/sn	
	mph	1 mph = 26.8 m/dk = 0.44 m/sn	
Güç (P)			
	Watt (W)	1 W = 6.118 kg.m/dk = 0.1019 kg.m/sn	1 W ≈ 6 kg.m/dk ≈ 0.45 m/sn
	J/sn, J/dk	1 W = 1 J/sn =60 J/dk	
	N.m/sn, N.m/dk	1 W = 1 n.m/sn = 60 N.m/dk	
	Kg.m/dk	1 kg.m/dk = 0.1635 W	1 kg.m/dk ≈ 0.16 W
Enerji (E)			
	J	1 J= 1 N.m= 0.000239 kcal	
	kJ	1 kJ= 1000 J= 0.2389 kcal	1 kJ≈ 0.24 kcal
	kcal	1 kcal= 4186 J = 4.186 kJ	1 kcal ≈ 4200 J ≈4.2 kJ
	VO2	1 L O2= 5.05 kcal= 21.14 kJ	1 L ≈ 5 kkal ≈ 21 kJ
	MET	1 MET=3.5 ml/kg/dk O2 = 1 kcal/kg/h	