

EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ

○ **Egzersiz fizyolojisi:** Fizyoloji, hücrelerin, dokuların, organların ve tüm sistemin fonksiyonlarını inceler. **Egzersiz fizyolojisi ise egzersizle ilgili tüm sistemin işlevini incelemektedir.**

> **Egzersiz,** kelimesi bilim adamları ve at dünyasındaki insanlar için tamamen farklı anlama gelir. **Atçılar için egzersiz lonj yapmaktır.** Yani ısınmak ve kasları açmak için hafif koşu yapmak anlamına gelir. Ama **bilim adamları için anlamı iş yapmaktır.** Yani hız, mesafe ve yön kavramı önemli olmadan enerji kullanılarak yapılan iş demektir.

©Antreman : Atçılar için temel eğitim anlamına gelirken egzersiz fizyolojisi ile ilgilenenler için anlamı, uzun süreli ve çok tekrarlı bir egzersiz programı demektir. Bunun sonucunda atın forma girmesi ve müsabaka/yarışa hazır olması beklenir. Formda olmak amacıyla yapılan antreman sonucunu ifade etmek için bazen kondisyon da kullanılabilir.

- **Antreman programının hedefleri;** yorgunluğun başlangıç zamanını geciktirmek, performansı geliştirmek ve yaralanma riskini azaltmak olmalıdır.
- **Bizim için egzersiz;** yapılan iş ve sonucu olarak kullanılan enerjiyi tanımlar.
- **Egzersize verilen cevap:** dakika kalp atım sayısının artması (kısa dönem cevabı)
- **Antreman,** uzun bir süreci kapsamaludur ve yapılan egzersizin çok kere tekrarını gerektirir. Bu da kondisyonun artması demektir.
- **Antremana verilen cevap:** kalp kitlesinin artması (uzun egzersiz periyoduna cevap).

- Egzersiz ve antrenman düşünül­dü­ğün­de, atta mutlaka cevap olarak fizyolojik ayarlamalar ve adaptasyon yapılmış olmalıdır. Özetle, eğer biz atın performansını geliştirmek istiyorsak, bunu atın form­da­lı­ğın­ı arttırarak yapabiliriz. Bunun için düzenli at çalıştırılmalı, hergün yapacağı egzersiz aşamalı olarak arttırılmalıdır. Böylece antreman­dan beklenen sonuç alınabilir.
- **Burada anahtar,** hangi tür müsabaka için hangi egzersizlerin yapılması gerektiğini ve yaralanma riskini azaltmak için hangi çalışmaların yapılacağını bilmek ve de bunları kazanmak için uzun süre sık çalışmak gerekmektedir. Atlar doğal olarak atlettir. Bir atın performansı için en büyük etken hangi antreman programının uygulanacağıdır.

- Köpekler ve atlar özel görevler için genetik seleksiyon ve evcilleştirmenin de etkisiyle elit atletler olarak geliştirilmişlerdir. Başlangıçta bu hayvanların avcılık, çiftçilik ve savaş alanlarında kullanılması amaçlanmış fakat bu durum sonraları kısmen değişerek gündelik hayata girdikleri görülmüştür.

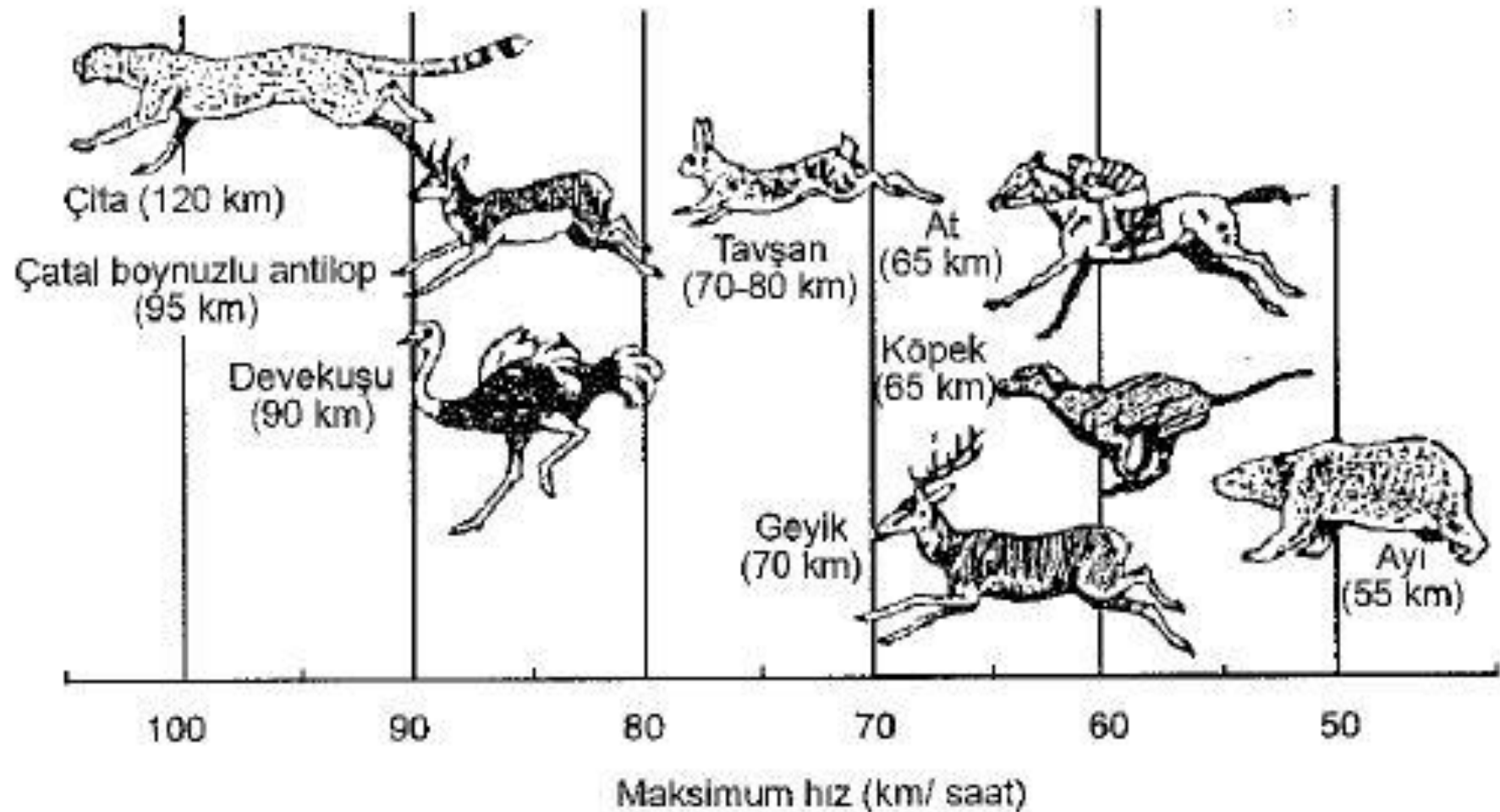
- **Tazılar**, 5 bin yıl önce Mısır ve Babil' de ortaya çıkmışlardır. Köpek türleri içinde en hızlı ırktırlar ve 400 m mesafeyi dakikada **1000 m (60-78 km/h) hızla koşabilirler**. Bu alandaki rekor dakikada 1300 m olarak bildirilmektedir.



- Buna karşın Kuzey Kutbu kabileleri 4 bin yıl önce Sibirya’da kızak köpeklerini kullanmışlardır. *Sibirya Husky*’leri diğerkpek ırkları ile karşılaştırıldıklarında akıl almaz bir dayanıklılık performansı sergilemektedirler. Bu köpekler *322-402 m/dk (20-25 km/h)* hızla çok uzun mesafeler kat edebilirler. Günümüzde bu yarışlar **1700 km** civarındadır ve 12 ile 14 günde tamamlanan *iditarod* yarışlarıdır.



At, köpek ve diğer bazı hayvanların maksimum hız (km/saat)



- Mezopotamya ve Çin' deki kabileler 4500 yıl önce atları evcilleştirmişlerdir. Evcil atlar M.Ö. 1700 yıllarında antik Yunanistan' da ve M.Ö. 1600 yıllarında da Mısır' da varlardı.
- Romalılar ise atları spor ve eğlence için standardize ettiler. Atların hız için kullanılmaları köpeklerle karşılaştırıldıklarında çok yeni bir olay olarak karşımıza çıkmaktadır. İngilizler at yarışlarını Arap atlarından elde ettikleri safkanlarla sadece 300 yıl önce organize etmişlerdir. *Amerikan Quarter* (Çeyrek kan) atları ise büyük ölçüde safkan İngiliz atlarından 1700' lü yıllarda geliştirilmiştir. Bu atlar 400 metreyi dakikada 1200 m (70km/h) hızla koşabilmektedir.

- Teorik ve pratik olarak değerlendirildiği zaman hayvanlar aleminin en iyi atleti olarak **atlar** akla gelir. **Atlar büyük düşünür veya savaşçı değildir ancak çok iyi koşuculardır.**
- Hangi ırktan olurlarsa olsunlar aynı temel yapı ve fizyolojik mekanizmaya sahip oldukları düşünüldüğünden eğitmeye değer bir potansiyele sahiptirler.
- Bir atın performansı yani ne kadar hızlı koştuğu veya ne kadar yüksek atladığı büyük ölçüde **doğal yeteneği** ve bir de **antreman düzeyi** tarafından belirlenir.

- Doğal atletik yetenek genlerle miras olarak anne-babadan gelir ve biz genler üzerinde değişiklik yapamayız! Yani tay doğduğunda bu belirlenmiştir. Fakat **antremanla (eğitimle) yapabileceğimiz şey çoktur.** Atın genetik potansiyelinin gerektirdiği performansa ulaşmak için hayvan mutlaka formda olmalıdır.
- Formda olmayan bir hayvandan formda olan bir ata geçiş yapıldıkça atın adeta metamorfoza uğradığı gözlemlenebilir. Silüeti, adımları, duruşu, davranışları değişmiş olur. Formda olmayan bir atla yarışmak, atı ve kendimizi riske atmak anlamına gelir. Hatta daha sonra kazanılabilecek müsabakalar bile tehlikeye girmiş olur.

- Atlar her zaman para ve zaman bakımından büyük yatırım anlamına gelirler. Eğer herhangi bir düzeyde yarışma hedefleniyorsa, konulan hedefin gerçekleştirilmesi için çok çalışma ve harcama göze alınmalıdır.
- Şüphe yok ki at eğitimi bir sanattır ve atın fizyolojisinin bilinmesi bu sanata yardımcı olabilecek önemli bir faktördür. **Atların egzersiz fizyolojisi ise 20-30 yıldan beri çalışılan bir konudur.**
- Bu süreç içindeki ilerleme, bilimin ilerlemesine, teknolojinin gelişmesine ve yüksek hızlı koşu bandı gibi ekipmanların kullanılmaya başlanmasına bağlanmaktadır.

- Yüksek hızlı koşu bandı sayesinde veterinerler ve bilim adamları atlarla yapılan çalışmalarda, hız, mesafe, eğim ve çevre koşulları gibi kontrol edebildikleri ortamlara kavuşmuş oldular.
- Ayrıca koşu bandında atın çalıştırılması esnasında arter veya venadan kateter yardımıyla kan örneği toplama imkanı sağlanmıştır. Bunun gibi prosedürleri sahada uygulamak çok zor veya imkansızdır.
- Diğer yandan koşu bandında koşmak arazide veya yarışta koşmakla aynı şey demek değildir. Fakat antremana ve egzersize atın verdiği cevabı çalışmak veya görmek için büyük bir gelişmedir.

Egzersiz Fizyolojisi

Koşu bandı

**Solunum gazları
analizi**

Dakika kalp sayısı

Kan örneği

Kas biyopsisi

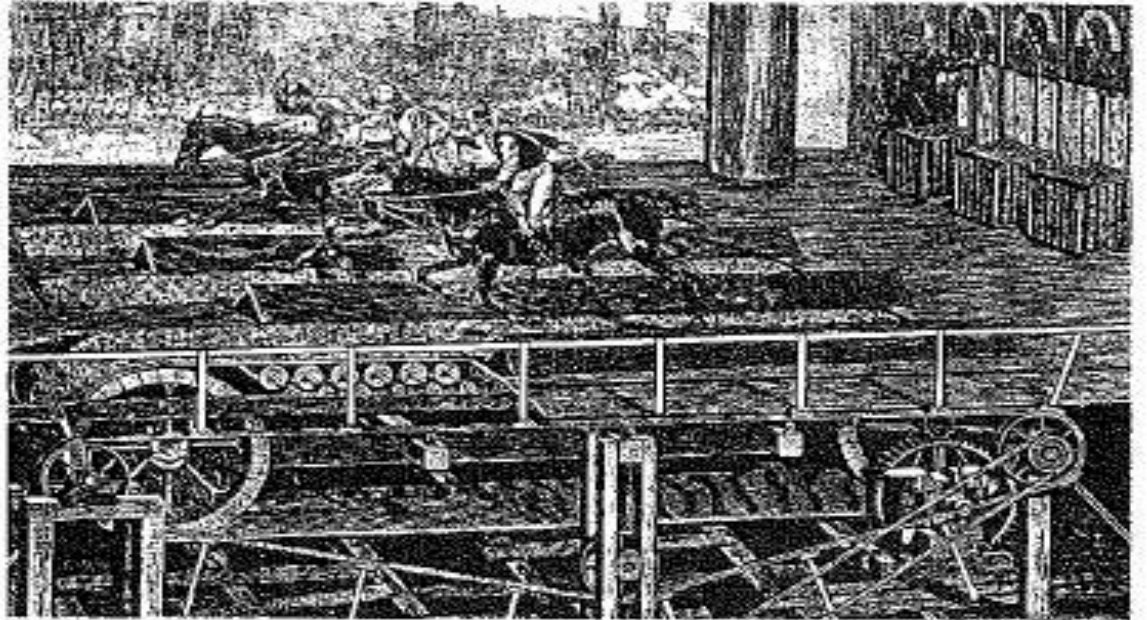
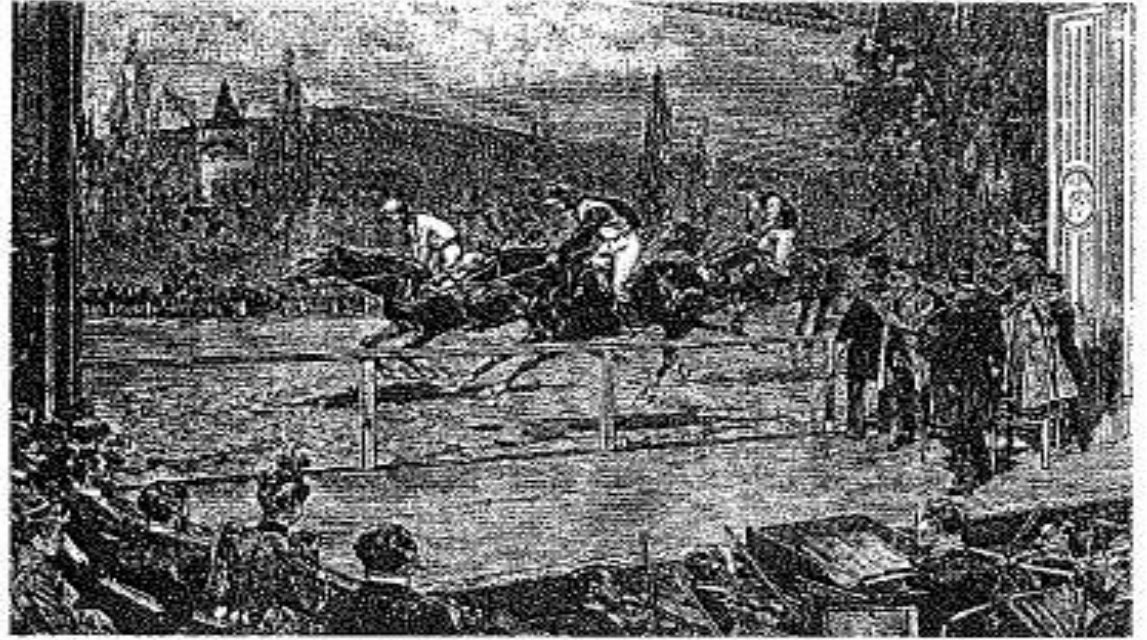


Koşu bandında ölçülebilen parametreler

- ◉ Ventilasyon
- ◉ Gaz değişimi
- ◉ Kalp atım sayısı
- ◉ Kan laktik asit yoğunluğu
- ◉ Arteriyel kan gazı analizi
- ◉ Venal kan gazı analizi
- ◉ Hava yolları basıncı
- ◉ Kas biyopsisi
- ◉ Kan basıncı
- ◉ Vücut ısısı
- ◉ Terleme miktarı
- ◉ Dakika kalp atım hacmi

Longchamps Hipodromunda

yapılan at yarışlarını
temsilen Paris'teki
Varieties Tiyatrosu'nda
kurulan koşu
bandında "kendi
kulvarında koşan" üç
at. Duvarda bulunan
ve 85 m
uzunluğundaki bez
üzerine yapılan resim,
Longchamps
Hipodromu'nun
tribünlerinden
görünen manzarayı
temsil etmektedir. Alt
tarafıta ise kasnak
kayışlarını hareket
ettiren mekanizma
görölmektedir.





ATLETİK YETENEK

○ Kalıtım

○ Antrenman

**Antrenman
metodolojisi**

○ Çevre

- > Beslenme
- > Yarış pistinin özellikleri
- > Nal
- > Jockey

*Bir çivi bir nalı, bir nal bir tırnağı, bir tırnak bir ayağı,
bir ayak bir atı, bir at bir kumandanı, bir kumandan
bir vatani mahvedebilir...*

CENGİZ HAN

Antrenmanla, atletik yeteneğin hangi bileşenleri geliştirilebilir ?

- Egzersiz kapasitesi arttırılabilir
- Yorgunluğun başlangıç zamanı uzatılabilir
- Performans geliştirilebilir
 - > Yarış yeteneği
 - > Kuvvet
 - > Hız
 - > Dayanıklılık
- Sakatlanma riski azaltılabilir

GENETİK ÖZELLİKLER DEĞİŞTİRİLEMEZ!

ATLETİK TÜRLER

u İNSAN

u YARIŞ ATI

u YARIŞ DEVESİ

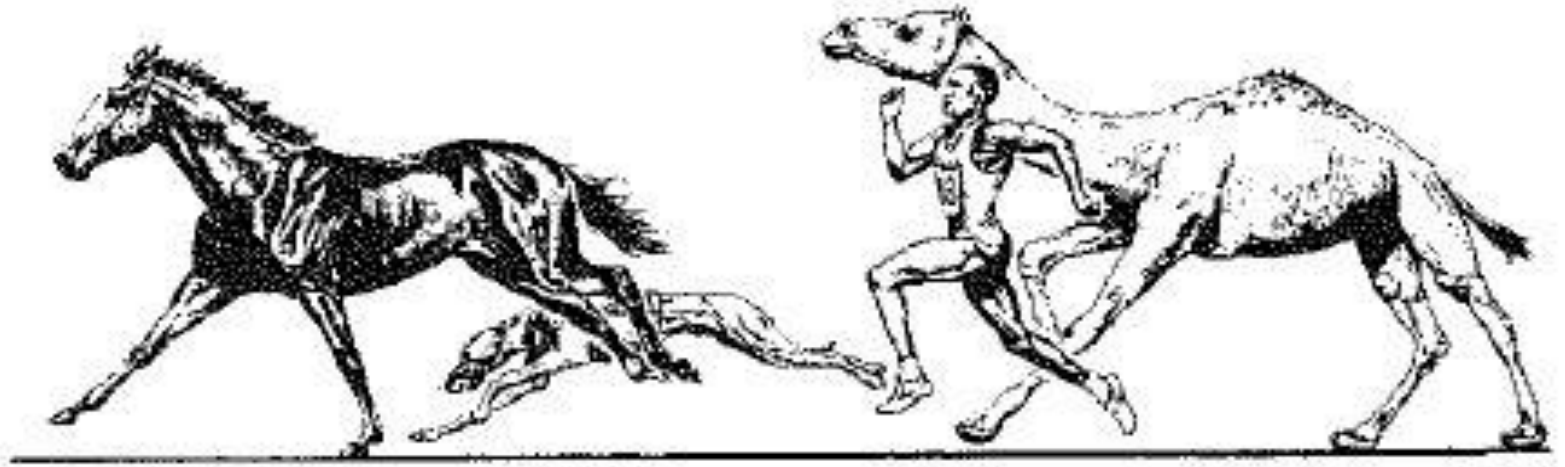
u YARIŞ
KÖPEKLERİ

> TAZI

> HUSKY



İnsan, at, köpek ve develerde egzersiz sırasında maksimum hız (m/saniye) değerleri değerleri



25	22	19	10-11	m/sn
↑	↑	↑	↑	
Quarter atı	Tazı	İngiliz atı	İnsan ve yarış devesi	

Greyhound (tazı) yarışları



Show jumping (konkurhibik)



ATLETİK TÜRLER

◎ İNSAN

- > 100 m - 42 km
- > Sprinter – 37,5- 40 km/saat
- > Yarı maraton/maraton yarışı – 20 km/saat

◎ YARIŞ ATI

- > Saf kan 1000 m - 3000 m
 - 50 km/saat
- > Yarım kan yarış atları - 400 m
 - 71-76 km/saat (88,5 km/saat)
- > Dayanıklılık yarışı 80-160 km
 - 18-40 km/saat

ATLETİK TÜRRLER

© YARIŞ DEVESİ

4 - 10 km (35 km/saat)

© YARIŞ KÖPEKLERİ

TAZI: 250 m sprint- 1000 m

60-72 km/saat

HUSKY: Iditarod (1688 km)

➤ Rekor: 8 gün 22 saat,

• 6 saatte 112 km



KAN

© Alyuvarların Mobilizasyonu

- Aktivite gösteren kaslara oksijenin ve metabolik substratların götürülmesi ve atık maddelerin buradan toplanması bakımından çeşitli sınırlamalar vardır.
- Gerek oksijen ve substratların kaslara taşınması ve da gerekse ısı ve atık maddelerin kaslardan toplanması kan yoluyla sağlanır.
- Egzersize başlanmasıyla birlikte dolaşım kanında çok hızlı değişiklikler meydana gelir. **En belirgin olanları;** alyuvarların, akyuvarların ve trombositlerin birim hacimlerinde gözlenen ani artıştır.

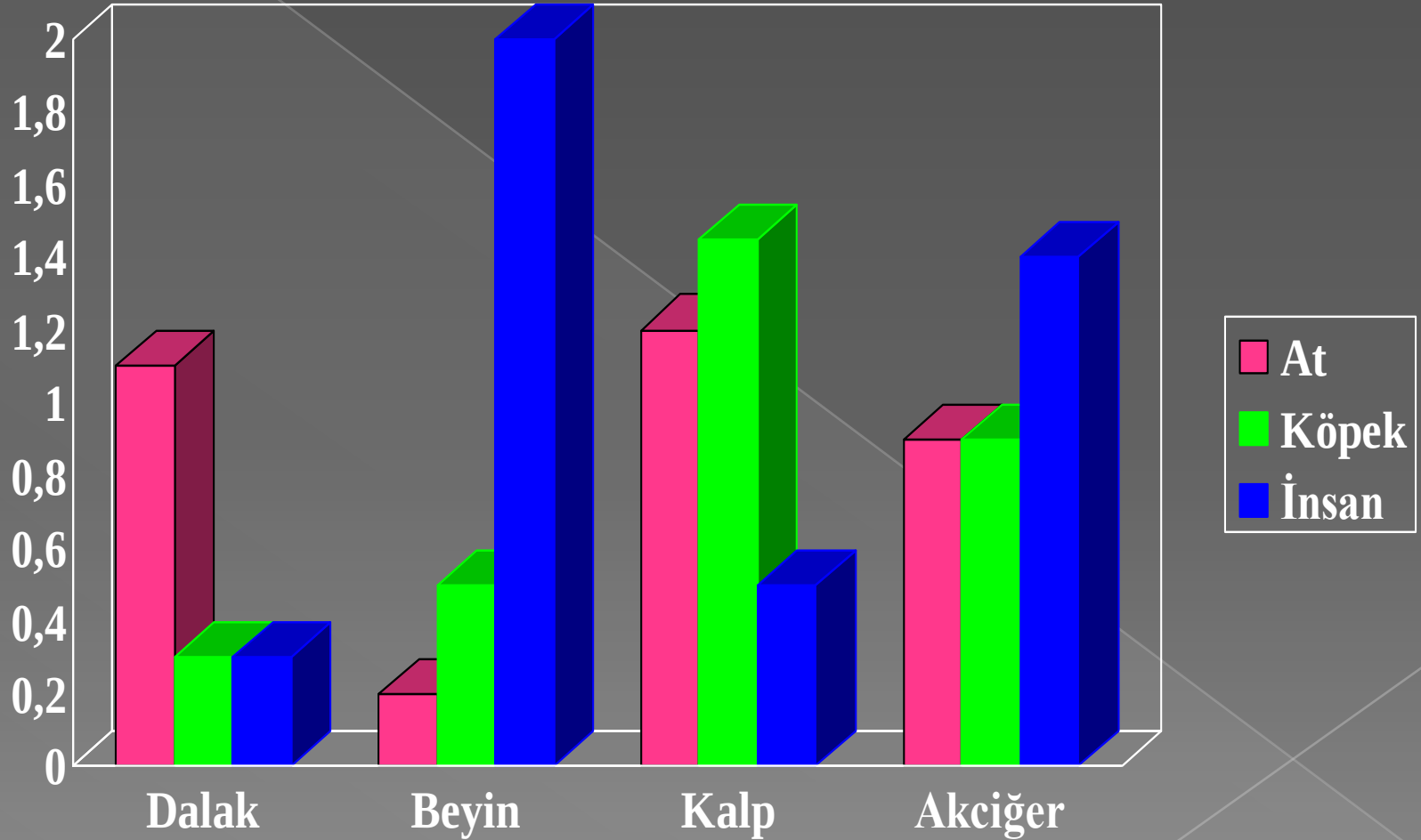
◎ Dalağın kasılması

- **Dalak**, at ve köpekte alyuvar deposu olarak görev yapar (bir çok türde).
- Atlarda dalak nispeten daha büyük (yaklaşık 10-14 kg) olup yarış atlarında da diğer atlara göre daha büyüktür.
- Dalakta depo edilen alyuvarların dolaşıma verilmesi için **sempatik sinir sistemi aktivitesi** ve dolaşımda **kateşolaminlerin varlığı** gerekir.
- Hipoksi, asfeksi, hemoraji, heyecanlama ve egzersiz gibi faktörler bunları arttırarak dalağın kasılmasına ve dolaşımdaki alyuvar sayısının artmasına neden olur (plazma hacmi sabit kalır veya azalır).

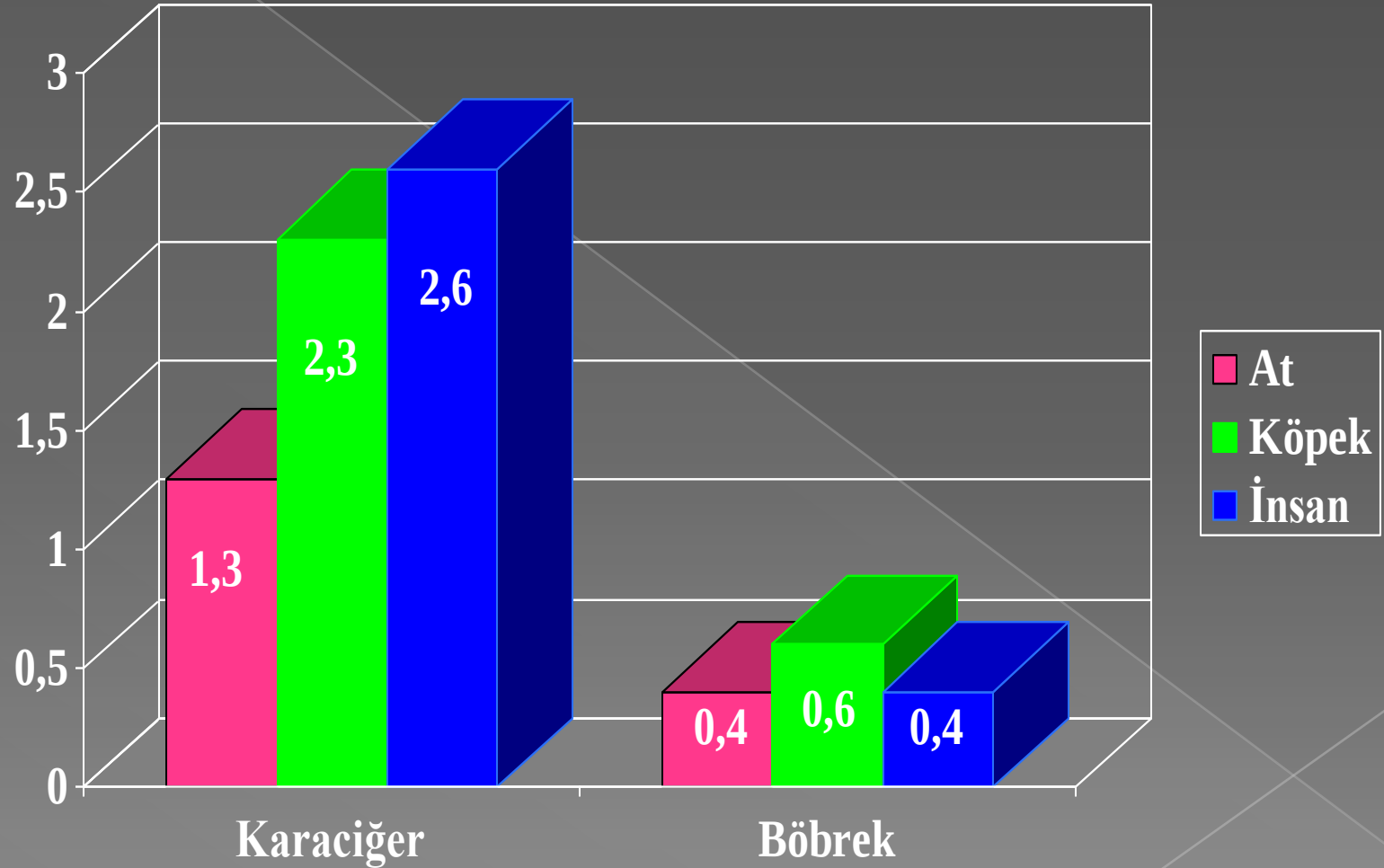
İngiliz atlarında ve tazılarda dalağın egzersize verdiği yanıt

	İngiliz atı		Tazı	
	Dinlenim	Egzersiz	Dinlenim	Egzersiz
Hemoglobin (g/dl)	12-14	21-24	19-20	23-24
Hematokrit (%)	40-50	60-70	50-55	60-65

Bazı önemli organların vücut ağırlığına oranlarının karşılaştırılması (%)



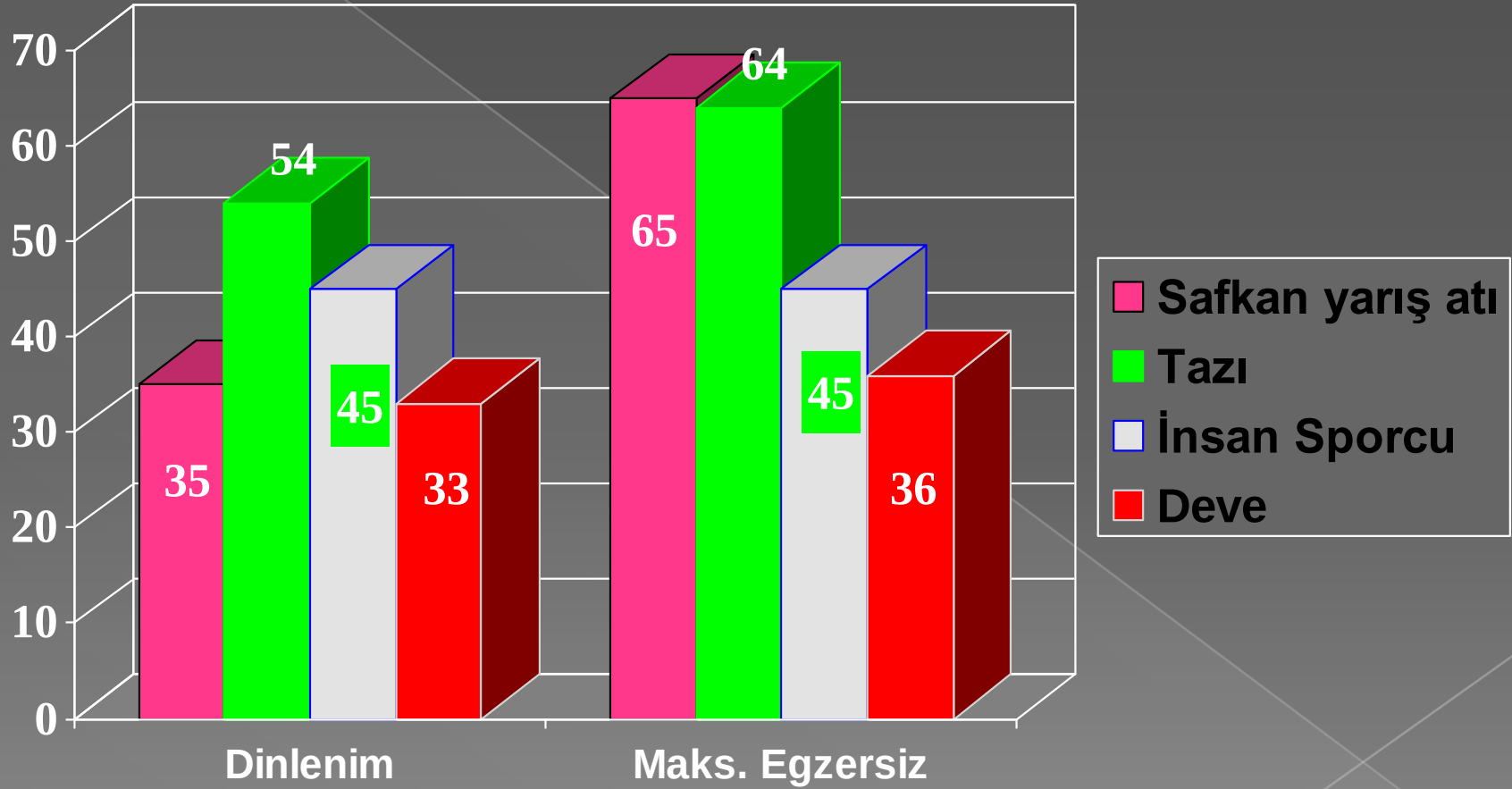
Bazı önemli organların vücut ağırlığına oranlarının karşılaştırılması (%)



◎ Diğer bölgeler

- Egzersiz sürecinde hematokritin artması, yalnızca dalağın kasılmasıyla açıklanamaz (atta egzersizin başında Hematokrit %40-50'den %60-70'e çıkabilir).
- **Alyuvarlar**, karaciğer, barsaklar ve akciğerlerde de depolanabilmektedir.
- Genel olarak, yarış atlarında alyuvar indeksleri (OAH, OAHb, OAHbK) diğer atlara göre yüksektir.
- Tazıların hematokrit değerleri de diğer köpek ırklarına göre daha yüksektir.
- Bu nedenlerle, egzersizde dokulara oksijen kolay taşınır.

HEMATOKRİT (%)

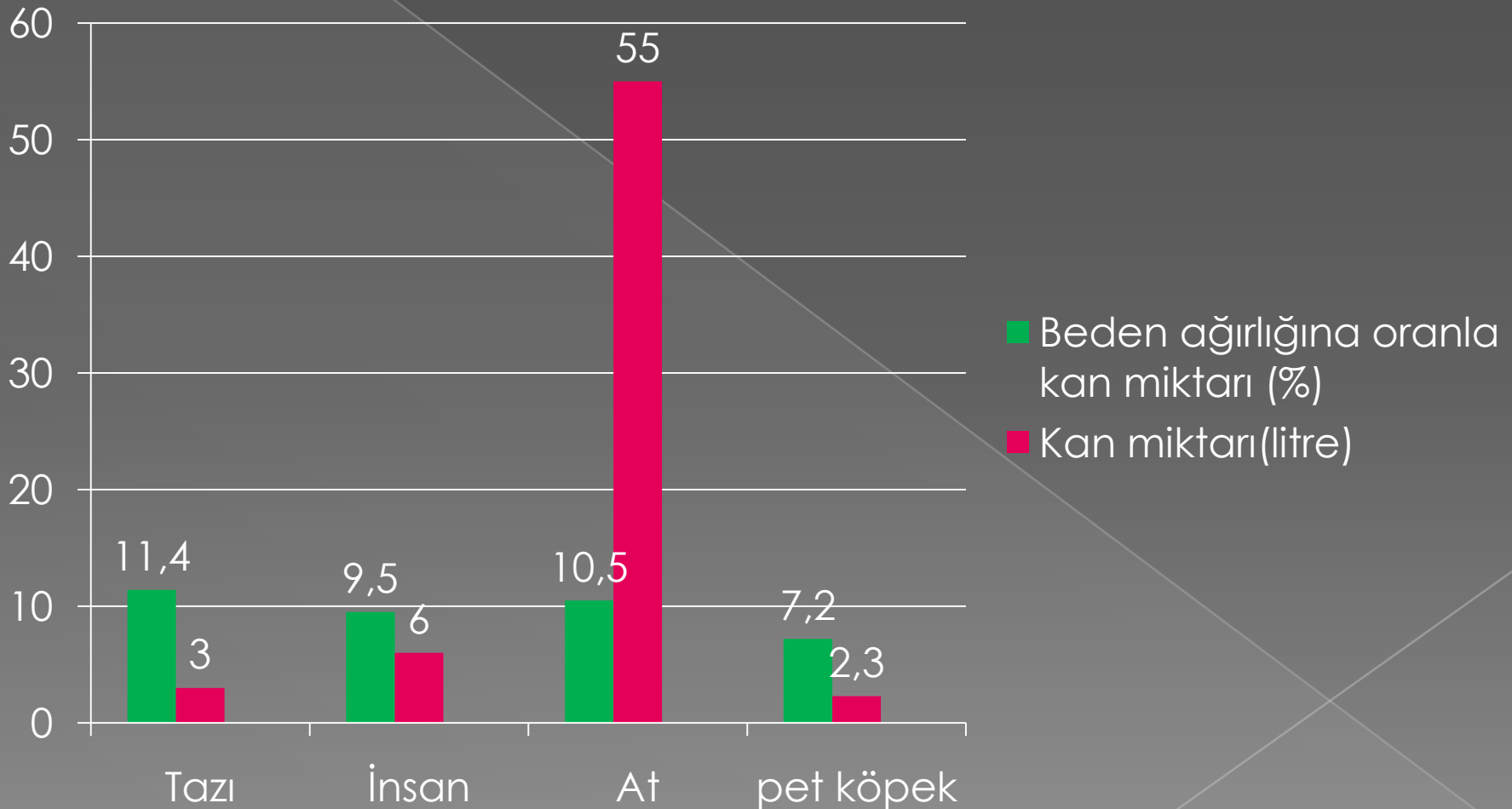


KAN

● Kan Hacmi

- Hem köpekte hem de atta dalağın kan dolaşımındaki alyuvar sayısını artırma potansiyeli oldukça yüksektir.
- Hematokrit ile koşma hızı arasında doğrusal (lineer) bir ilişki vardır ve bu doğrusal ilişki hematokrit %60-70'e çıkana kadar sürer.
- Dalakta depo edilen alyuvarların egzersiz sürecinde genel kan dolaşımına katılması sonucunda toplam kan hacmi belirgin bir şekilde artar. Bunun yanı sıra, egzersiz terlemeye bağlı olarak plazma hacminde bir miktar azalmaya neden olur.

Kan miktarı (beden ağırlığına oranları ve litre)



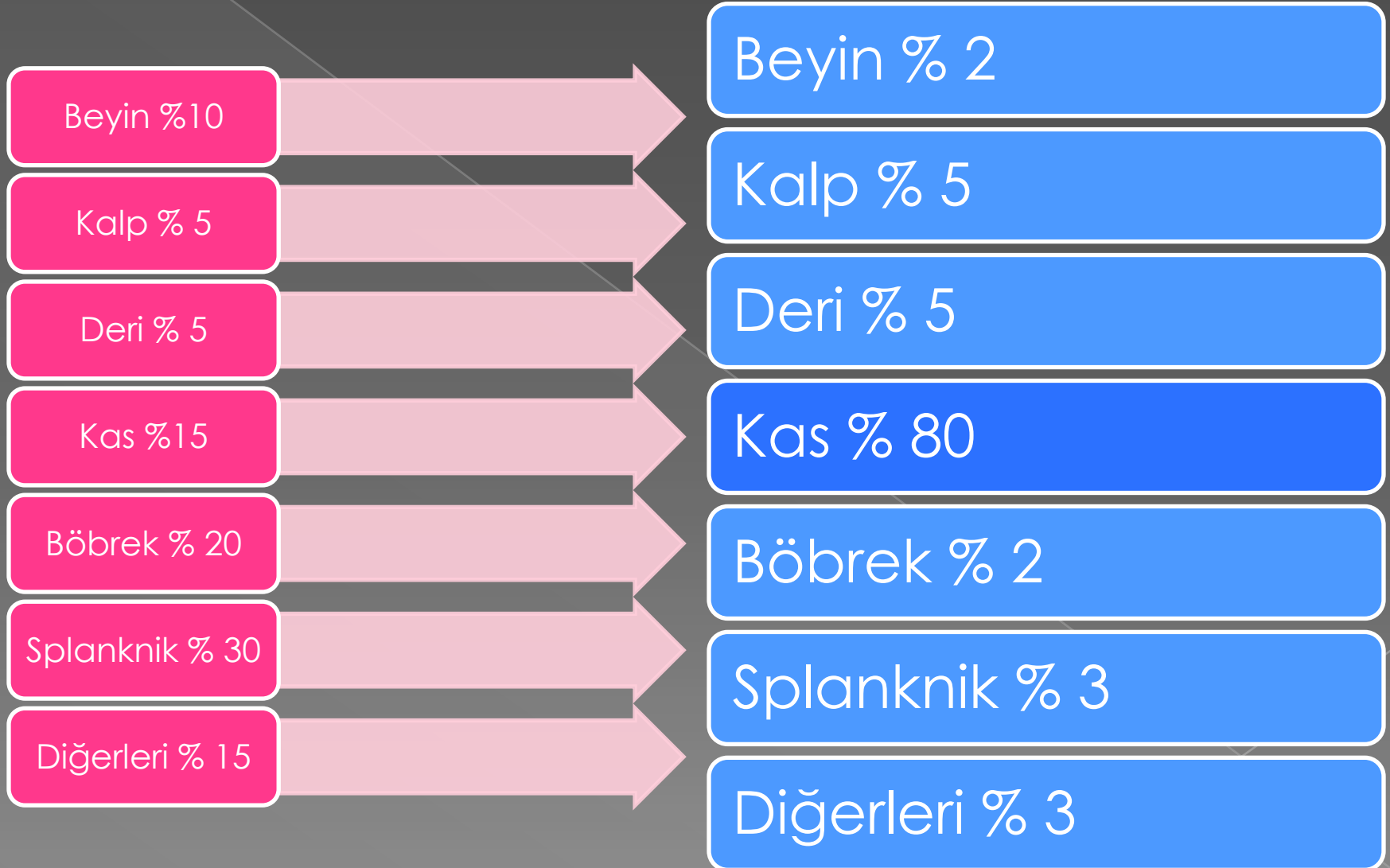
Toplam kan hacmi

- Egzersiz yapan atlar için önemli bir değişkendir. Egzersizde toplam kan hacmi ciddi boyutta artar (splenik rezervuar*).
- Toplam kan hacmine ve hemoglobinin miktarına aşağıdaki faktörlerin etkisi önemlidir.
 - > Irk, yaş, vücut ağırlığı, antrenman & cinsiyet
- **Antrenman**
 - > Kısa mesafe hız yarışı için hazırlanan atlarda/hayvanlarda uzun mesafe koşusu için hazırlananlara göre daha düşük hemoglobin ve hematokrit düzeyi gözlemlenir.
 - > ? – Daha aerobik antrenmanlar kemik iliğinde alyuvar yapımını daha çok uyarır.

Kan depo eden organ olarak dalak

- Atta, alyuvarların $1/3$ ' ü dalakta depolanmıştır ve adrenalin artışına bağlı olarak dolaşıma verilirler.
- Bunun sonucu olarak hematokrit değeri yükselir.
 - > % 30-40' dan % 60-70' e çıkar (ancak bu durumda kanın viskozitesi artacağından dolaşım için kanın pompalanması zorlaşır)
- Hemoglobin miktarı ise 15 g/dl' den 22 g/dl' ye çıkar.
- Bu değişiklikler için yüksek yoğunlukta bir egzersize başladıktan veya adrenalin enjeksiyonundan sonra 20 saniye yeterlidir. Fakat, egzersizden sonra alyuvarların tekrar dalağa dönmesi için ortalama 1 saat gerekir.

Köpekte ve atta, dinlenme döneminde ve ağır egzersizde kanın organlara dağılımı



KAN

- ◎ Fiziksel Antrenman ve Oksijen Taşıma Kapasitesi
 - Fiziksel antrenman, metabolik ihtiyaçların artışına karşı adaptasyon oluşmasını sağlar.
 - Aşırı yapılan antrenman, alyuvar sayısını aşırı yükseltir yarış performansını ise düşürür.
 - Antrenman ile alyuvarların artışına bağlı olarak kanın oksijen taşıma kapasitesi artırılabilir.
 - Plazma vizkozitesi ve fibrinojen düzeyleri normal bir antrenmanla değişmemesine karşın, **yarış atlarında vizkozite** diğer at ırklarından ve muhtemelen diğer tüm hayvan türlerinden daha yüksektir (Plazmanın dokulara geçmesine bağlı olarak). Kanın vizkozitesinin artışı, kapiller perfüzyonda bir azalmaya ve dokulara yetersiz oksijen bırakılmasına yol açar.

- Çalışan kas dokuya vücudun diğer bölümlerinden kan aktarılır.
 - > * Yapılan egzersizin yoğunluğuna göre kanın %15 ile % 85'i kaslara gelir
 - > * Bu gelen kan aynı zamanda termoregülasyona yardımcı olur.
- Deri kan akımı artar.
- Akciğerlere giden kan miktarı artar ve önceden kapalı olan akciğer kılcalları açılır.
- Kalbin taç damarları genişler ve kalp kası kasılımı için daha fazla oksijen sağlanır.

KARDİYOYOVASKÜLER SİSTEM

Kalp fonksiyonları terminolojisi

- Kalp dönemi : **sistol-diyastol-dinlenme**
- Stroke volume (SV), **atım hacmi**
- Ejection fraction (EF , %), **fırlatma bölümü**
- Dakika kalp atım hacmi, **Kalp debisi veya Q**

Bir kalp dönemi;

□ **Diyastol**

Atrium veya ventriküllerin kanla dolması

Sistolden daha uzun sürer

□ **Sistol**

Kan fırlatılır

Diyastolden daha az zaman alır

□ **Dinlenme**

Stroke volume (SV), atım hacmi

- **Sistol sırasında sol ventrikülden atılan kan miktarıdır. Bir ventrikülden bir atımda veya bir kasılımla fırlatılan kan miktarına da denir.**
 - > **Diyastol sonu hacim (EDV): kanın fırlatılmasından hemen önce ventrikülde bulunan kan miktarıdır.**
 - > **Sistol sonu hacim (ESV): kanın aorta pompalanmasından sonra sol ventrikülde kalan kan hacmidir.**
 - > **$SV = EDV - ESV$,**
- **Egzersizde % 40-50 artar (atıta)**

atım hacmi = diyastol sonu hacim – sistol sonu hacim

EGZERSİZDE ATIM HACMİNİN ARTMASININ NEDENLERİ

- Egzersizde artmış sempatik sinir aktivitesi, miyokardiyal kasılımı arttırarak;

- > Taşikardi
- > Sistol sonu venriküler hacmin azalmasına neden olur.

Böylece ventriküllerin boşalması daha etkili biçimde gerçekleştirilir.

- Egzersizde venöz dönüş de artar
 - > Dalakta depolanmış kan dolaşıma verilir
 - > Kas hareketleri venöz dönüşü arttırır
 - > İntratorasik basıncın negatifliği artar

Fırlatma bölümü (Ejection fraction)

- Her kalp atımında sol ventrikülden pompalanan kanın miktarı veya yüzdesidir.
- EF, % 60 civarında olmalıdır
- EF= SV/EDV or 60 ml/100ml = % 60**
- EF, % 20 ile % 30 arasına kadar inebilir
- EF ile egzersiz arasındaki ilişki nedir?

Egzersizde ve performansta kalp büyüklüğü

- Saf kan yarış atlarının kalp ağırlıkları 4-5 kg' dır ve beden ağırlıklarının % 0,9' unu oluşturur.
- Arap atlarında % 0,76, iri çeki atlarında ise % 0,62 olarak göze çarpmaktadır.
 - > 1963 yılında **Steel** EKG kullanarak kalp büyüklüğünü tahmin etmeye çalışmıştır.
 - > 1974 yılında Kubo beden ağırlığının % 0,94'ü olan kalbin 2 aylık egzersiz sonrasında % 1,1' e çıktığını ortaya koymuştur.
 - > 1999 yılında Young ise egzersizle sadece ventrikül duvar kalınlığının artmadığı aynı zamanda ventrikül boşluğunun da büyüdüğünü bulmuştur.

- Egzersiz fizyologları sürekli olarak bu şekliyle yetenekli hayvanları ayırt etmek için çeşitli yöntemler aramaktadırlar.
- Bu metotlardan bir tanesi 1963 yılında **Steel** tarafından ortaya konmuştur. Bu araştırmacı ortaya koyduğu hipotezde dinlenim halindeki atların EKG' sini kullanarak kalp büyüklüğünü tahmin etmeye çalışmıştır.
- Tipik bir EKG' de QRS aralığı olarak bilinen bir karakteristik dalga vardır ve dalga ventriküler kontraksiyon ile ilgilidir. **Steel**'in metodunda büyük ventrikül, uzun QRS aralığına neden olur hipotezi ileri sürülmektedir. Çünkü, elektriksel dalga büyük ventrikülü katederken daha uzun zaman geçecektir.

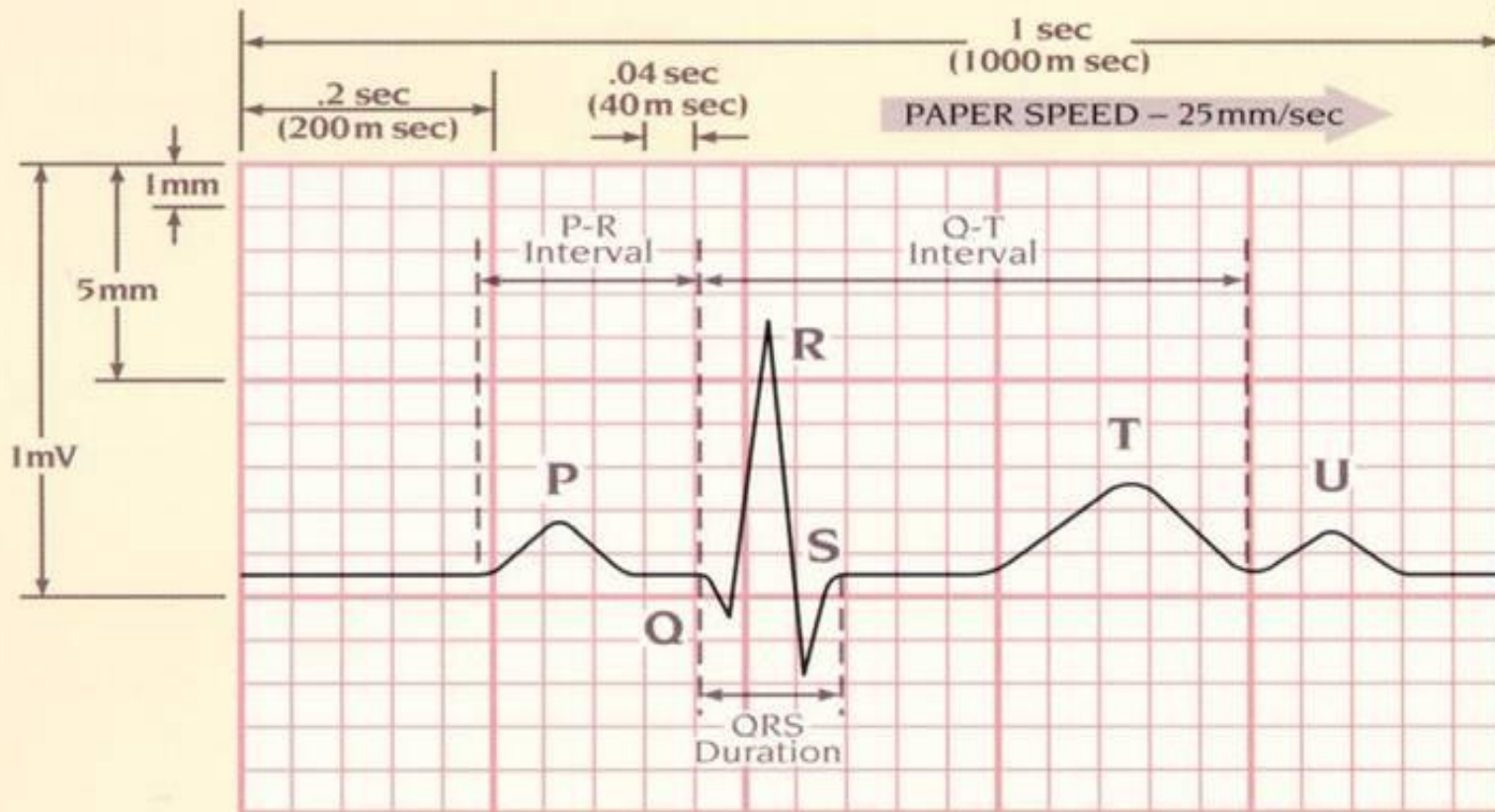
Telemetrik EKG





II

EKG kağıdı



VERTICAL AXIS

1 Small Square = 1 mm (0.1mV)
1 Large Square = 5mm (0.5mV)
2 Large Squares = 1mV

HORIZONTAL AXIS

1 Small Square = .04 sec (40 m sec)
1 Large Square = .2 sec (200 m sec)
5 Large Squares = 1 sec (1000 m sec)

- QRS dalgasının süresi milisaniyelerle ölçülmektedir ve kalp skoru olarak tanımlanmaktadır. Bu da kalp büyüklüğü ile ilgilidir. Örneğin, kalp skoru 100 (QRS süresi 100 ms veya 0,1 s) olan bir kalp kütlesi 3 kg' a denk gelmektedir. Kalp skoru, aşağı yukarı kalp büyüklüğünü tanımlamasına rağmen atım hacmi hakkında hiçbir bilgi vermemektedir. Zaten bir faktörün her tür müsabaka için fikir verebilmesi mümkün değildir. Ancak, atla yapılan sporlar aerobik egzersizlerdir ve büyük kalp hiçbir zaman dezavantaj oluşturmaz.

KARDİYOVASKÜLER SİSTEM

● Kalp Debisi

- Köpekgiller ve tektırnaklılarda, egzersize bağlı olarak kalp debisinin artışı sonucunda, büyük miktarda oksijen dokulara bırakılmaktadır.

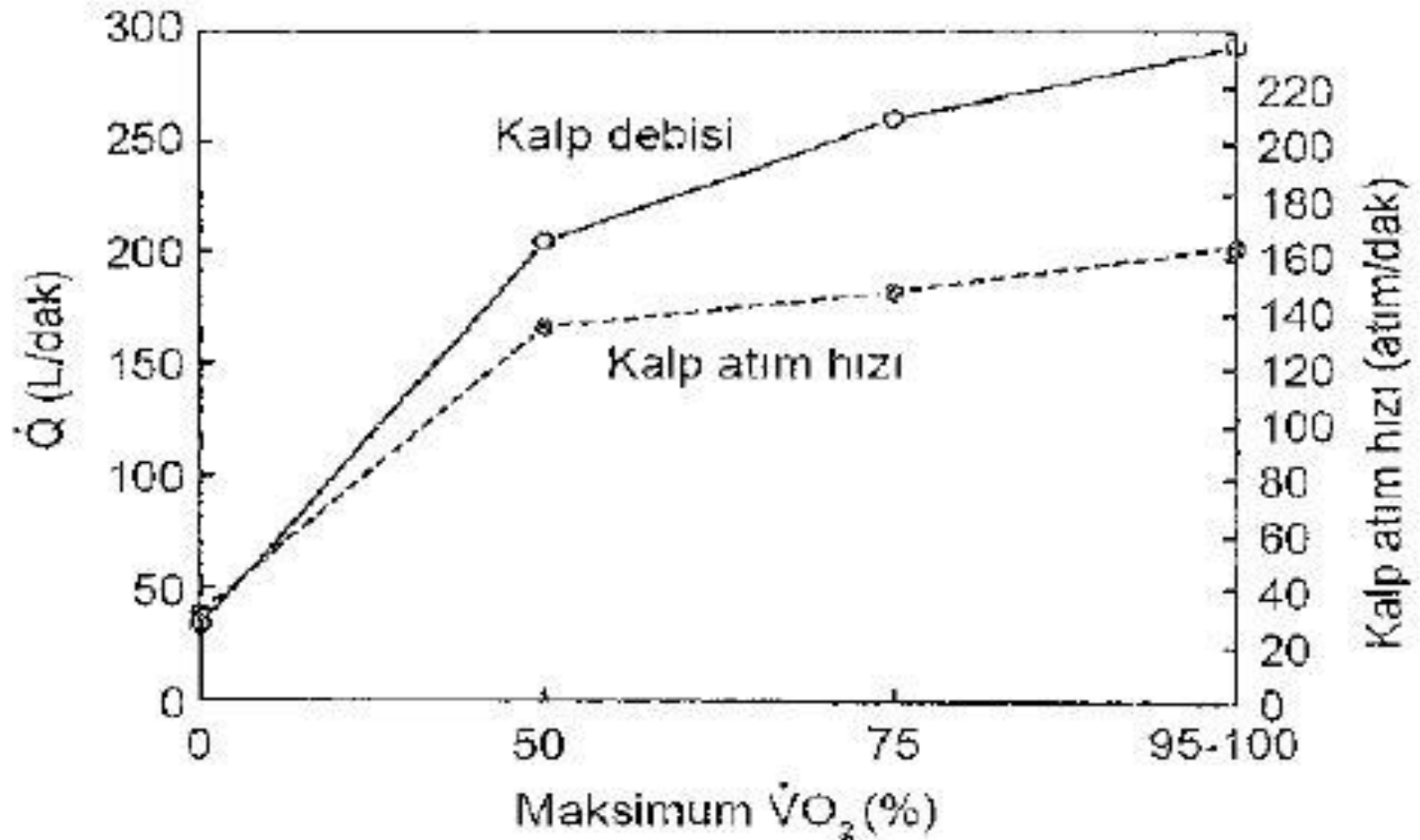
Kalp debisi = Kalp atım sayısı x Vurum hacmi

- Şiddetli egzersizde, kalp atım hızı en yüksek düzeye çıktığı için, vurum hacmi debideki artışı belirler.
- Taylarda kalp debisi maksimal egzersiz döneminde üç-dört kat artarken (insan ve köpeklerde olduğu gibi), bu rakam erişkin atlarda 5-8 dir. Bunu sağlayan, İngiliz yarış atları ve Quarter yarış atlarının dinlenim döneminden maksimal egzersize geçtiklerinde, oksijen tüketimini 40 kat artırabilmeleridir.
- İngiliz yarış atlarında arteriyövenöz oksijen farklılığı, hacim olarak %23 oranında artar. Atletik performanslı insanlarda %17'dir.

Dakika kalp atım hacmi (Q, kalp debisi)

- Bir dakikada kalpten pompalanan kan miktarıdır.
- $Q = HR \times SV$
- Dakika kalp atım sayısının fazla olması, dakika kalp atım hacminin fazla olmasını sağlar
- Aynı şekilde atım hacminin fazla olması, dakika kalp atım hacminin fazla olmasını sağlar
- Kalp, ancak gelen kadar kan pompalayabilir

Yüksek hızda döndürülen koşu bandında egzersiz yaptırılan bir atta kalp debisi ve kalp atım hızında meydana gelen değişiklikler



Kalp-damar sisteminin **egzersize** cevabı

Egzersizde kalp-damar sisteminin değişken bileşenleri

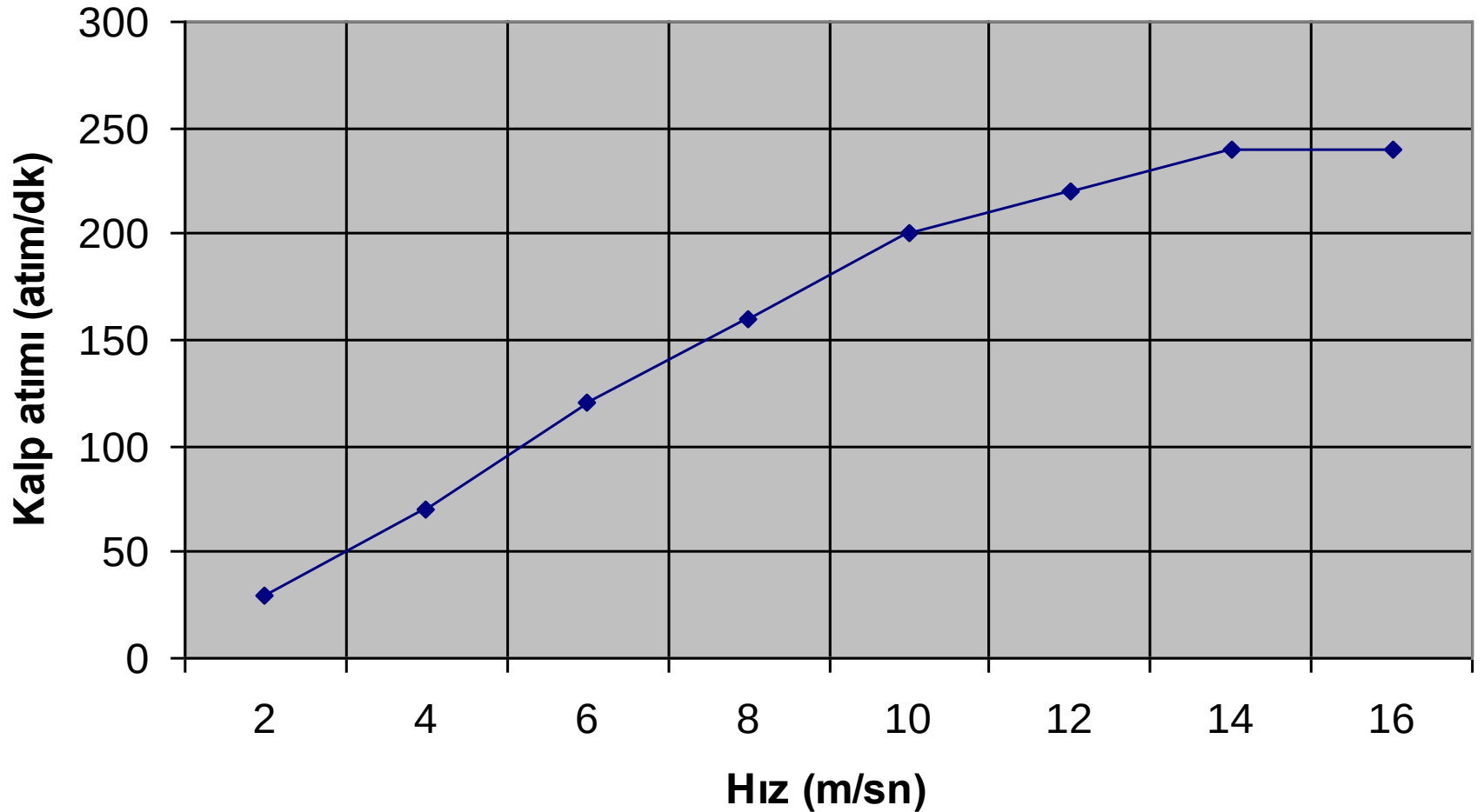
- > Dakika kalp atım sayısı (nabız)
- > Atım hacmi (SV)
- > Dakika hacmi (Q)
- > Kan akımı
- > Kan basıncı
- > Kanın bileşimi
- Yoğun bir egzersizde H iyonları arttığı için pH düşer
- Kalp-damar sisteminin çalışması, kaynak ve tüketime göre değişir.

KARDİYOVASKÜLER SİSTEM

© Kalp Atım Sayısı

- **Kalp atım sayısı** egzersizin başında hızlıca artış gösterir ve 30-40 sn içinde maksimum düzeye erişir. Daha sonraki süreçte ise genellikle **submaksimal platoya erişmeden önce düşmeye başlar.**
- Egzersiz yapılacağıının hissedilmesi, dinlenim halindeki insanlarda, atlarda ve köpeklerde kalp atım sayısını artırmaktadır.
- Korku ve anksiyete de submaksimal egzersiz döneminde kalp atım sayısını etkilemektedir.
- **Atletik atlarda egzersizin kademeli olarak artması durumunda kalp atım sayısı yalnızca 120 atım/dak ile 210 atım/dak aralığında doğrusal (lineer) bir artış gösterir.** Egzersizden sonraki bir ya da 2 dakika içerisinde kalp atım sayısı hızla düşer.

Dakika kalp atımı ile hız (yapılan iş) arasındaki ilişki



Dinlenimde kalp atım sayısı

- Saf kan yarış atlarında dinlenimde ortalama dakika kalp atım **sayısı 30-40 atım/dakika** kadardır.
- Dakika kalp atım sayısı, sessiz bir ortamda uzaktan izlemek koşuluyla aynı atlarda **20-25 atım/dakika** olarak sayılabilir.
- Oskültasyon, palpasyon, EKG veya kalp atım sayısı monitörü ile sayılabilir.

Nabız sayılabilecek yerler



Steteskopla dakika kalp atım sayısı



Kalp atım sayısı takibi (monitör ile)



Egzersizde dakika kalp atım sayısı

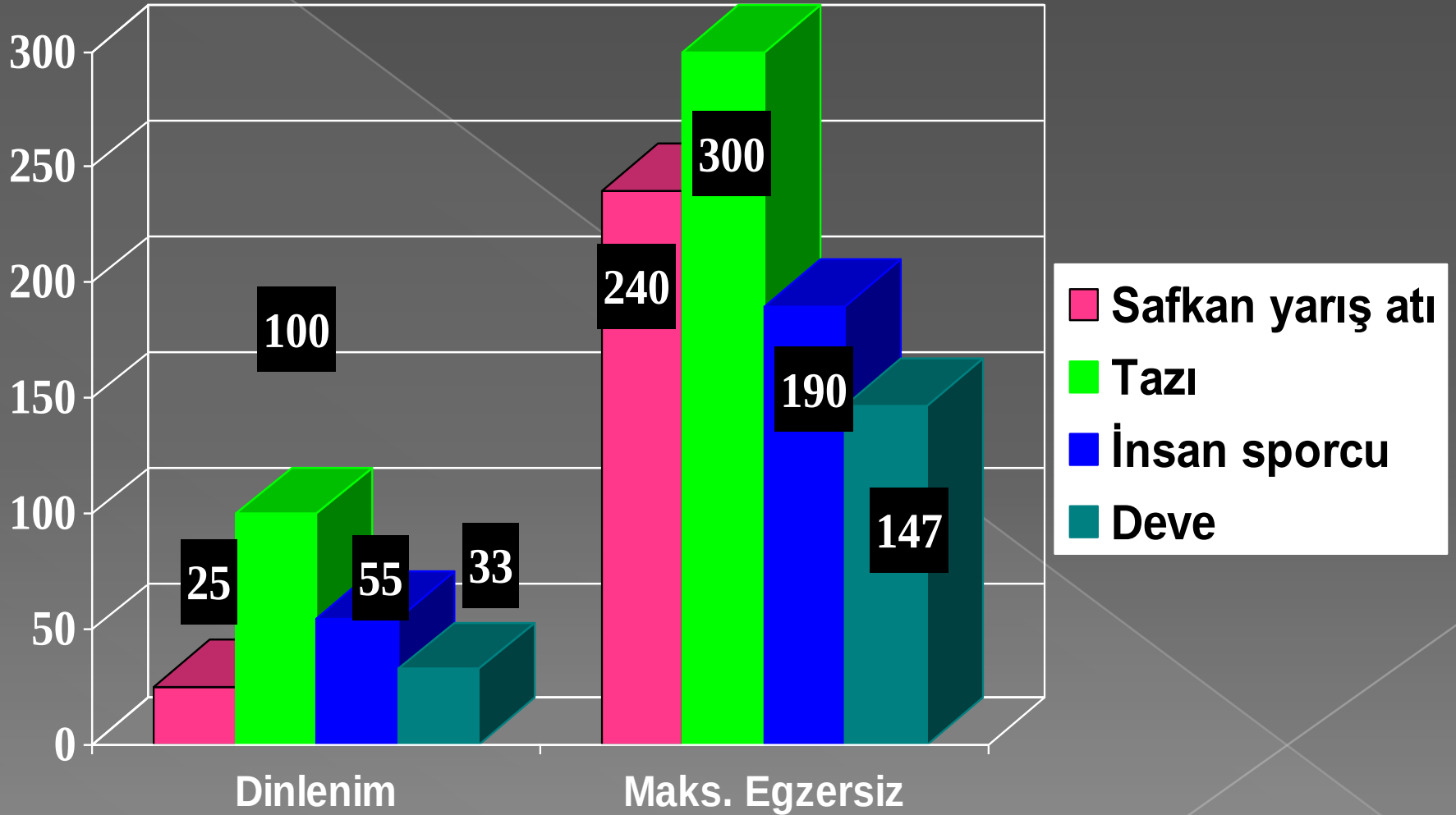
- Egzersiz yoğunluğuna bağlı olarak dakika kalp atım sayısı artar.
- Egzersiz yoğunluğu - VO_2 birbiriyle ilişkilidir
- Maksimum dakika kalp atım sayısı, yorgunluk sınırına çok yakındır.
 - Maksimum kalp atım sayısına maksimum egzersizle ulaşılabilir
- Egzersiz kesildikten sonra dakika kalp atım sayısı ilk bir dakikada hızlı bir şekilde düşer. Ancak bundan sonra dinlenim düzeyine gelmesi yavaş olur. Bu iyileşme süreci, hayvanın antrenmanlı olup olmadığına, ırkına, çevre ısısına ve yapılan çalışmanın ağırlığı ve süresine bağlı olarak değişir.

Egzersizde dakika kalp atım sayısı

● Sabit kalp atım sayısı, submaksimal egzersizlerde sağlanabilir.

- > Yapılan egzersizin yoğunluğuna göre dolaşım sisteminin talebini karşılamak için bir optimal kalp atım sayısı sağlanır.
- > Eğer yapılan iş artarsa, kalp atım sayısı da 1-3 dakika içinde bu yeni duruma uygun hale getirilir.
- > Çok yoğun bir egzersiz yapılıyorsa, yeni duruma uyma daha uzun zaman alır
- > Bu iki durum karşılaştırıldığında, daha az kalp atım sayısı daha etkili bir kalp çalışmasını sağlamaktadır.

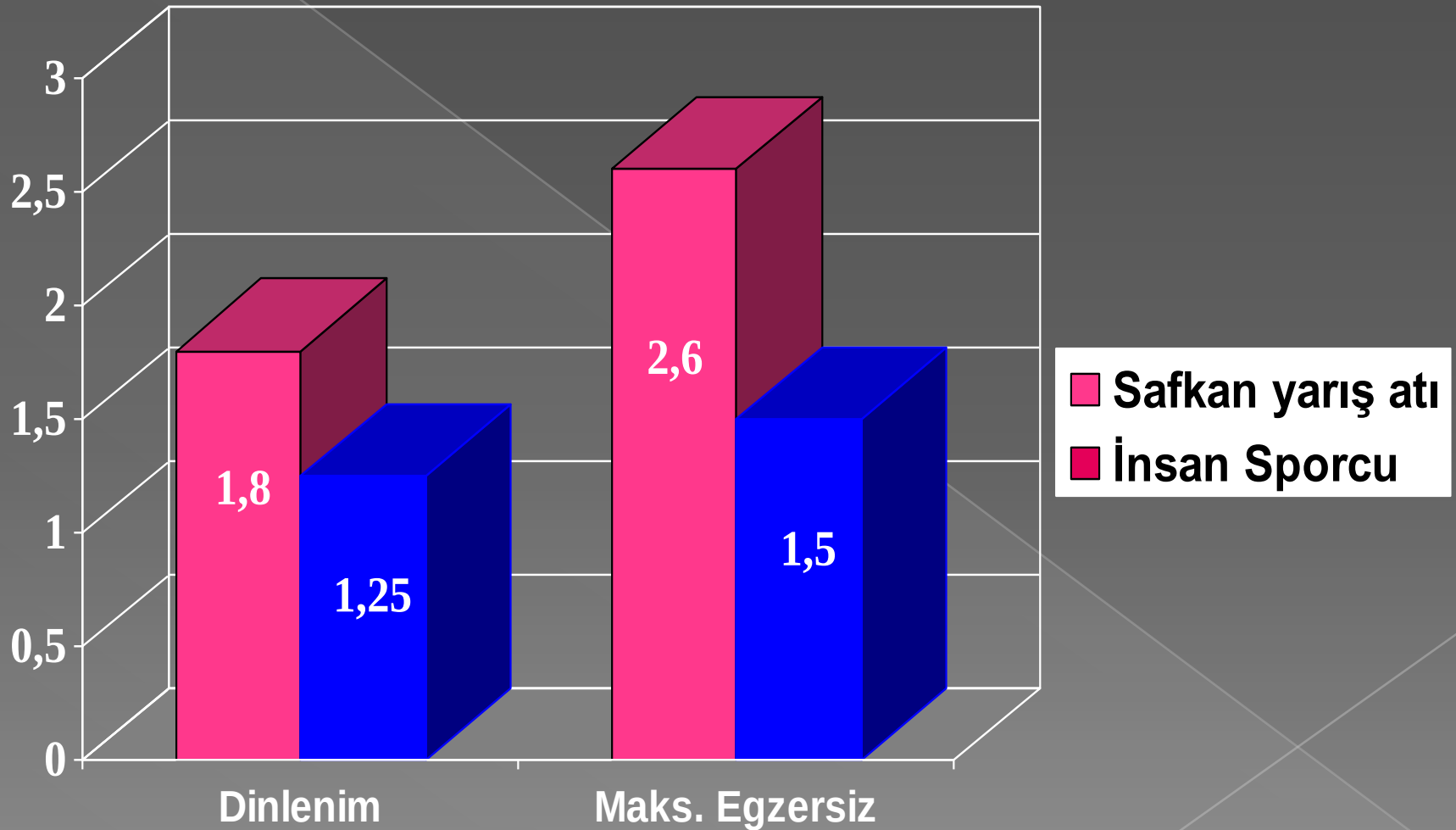
Dakika kalp atım sayısı

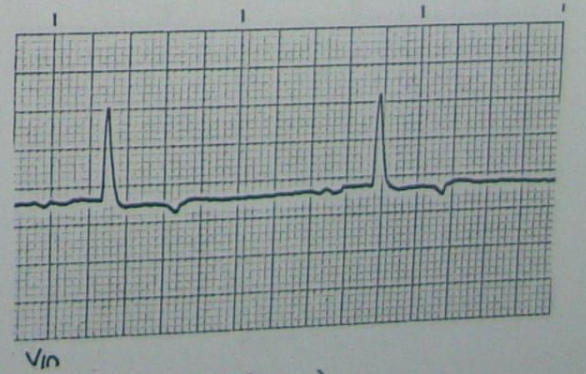
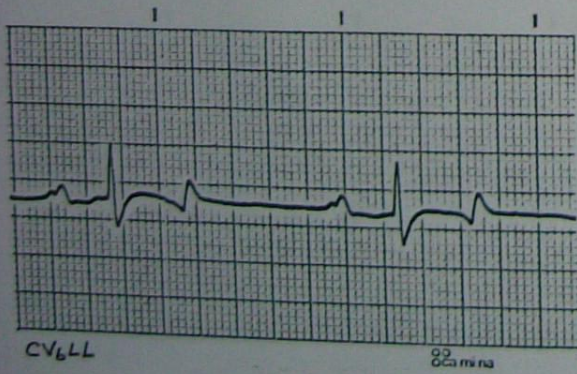
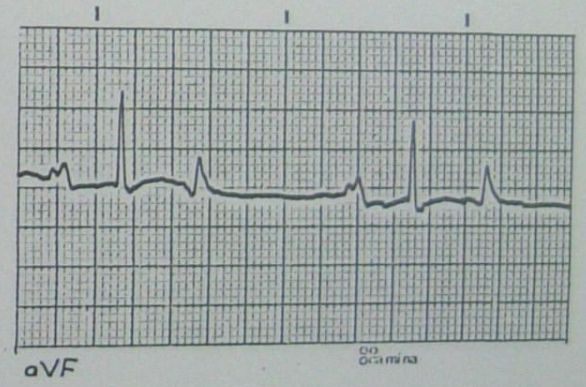
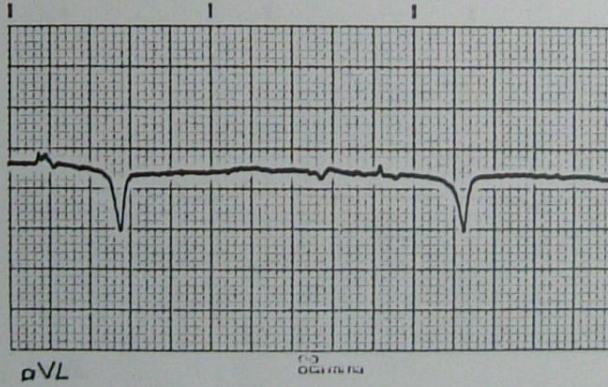
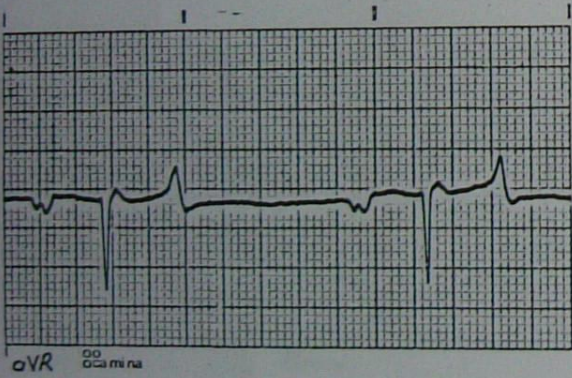
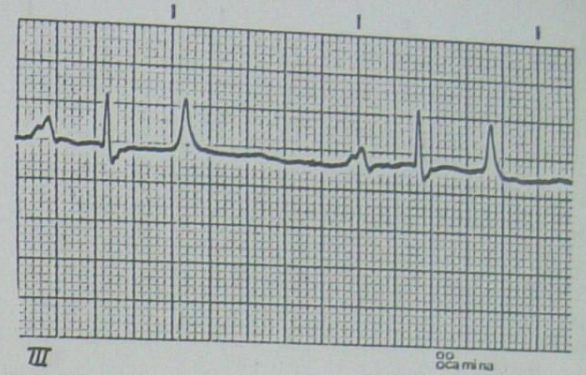
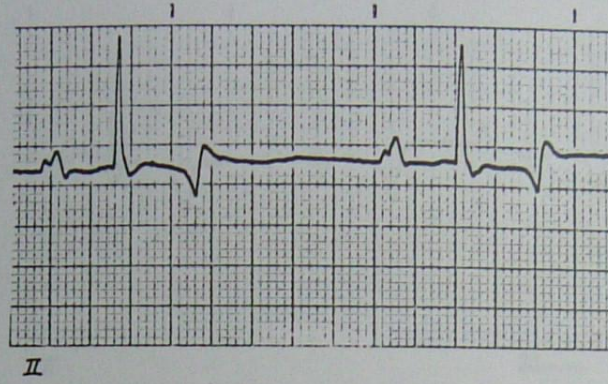
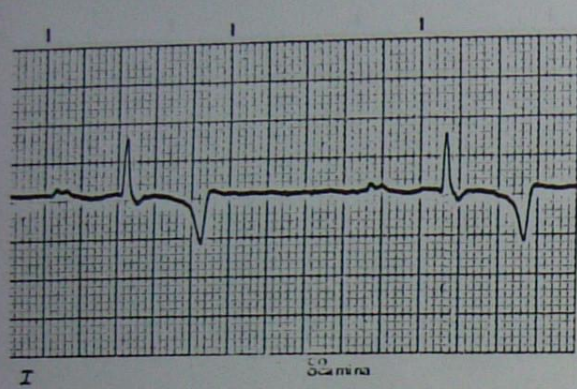


Egzersizde dakika kalp atım sayısı

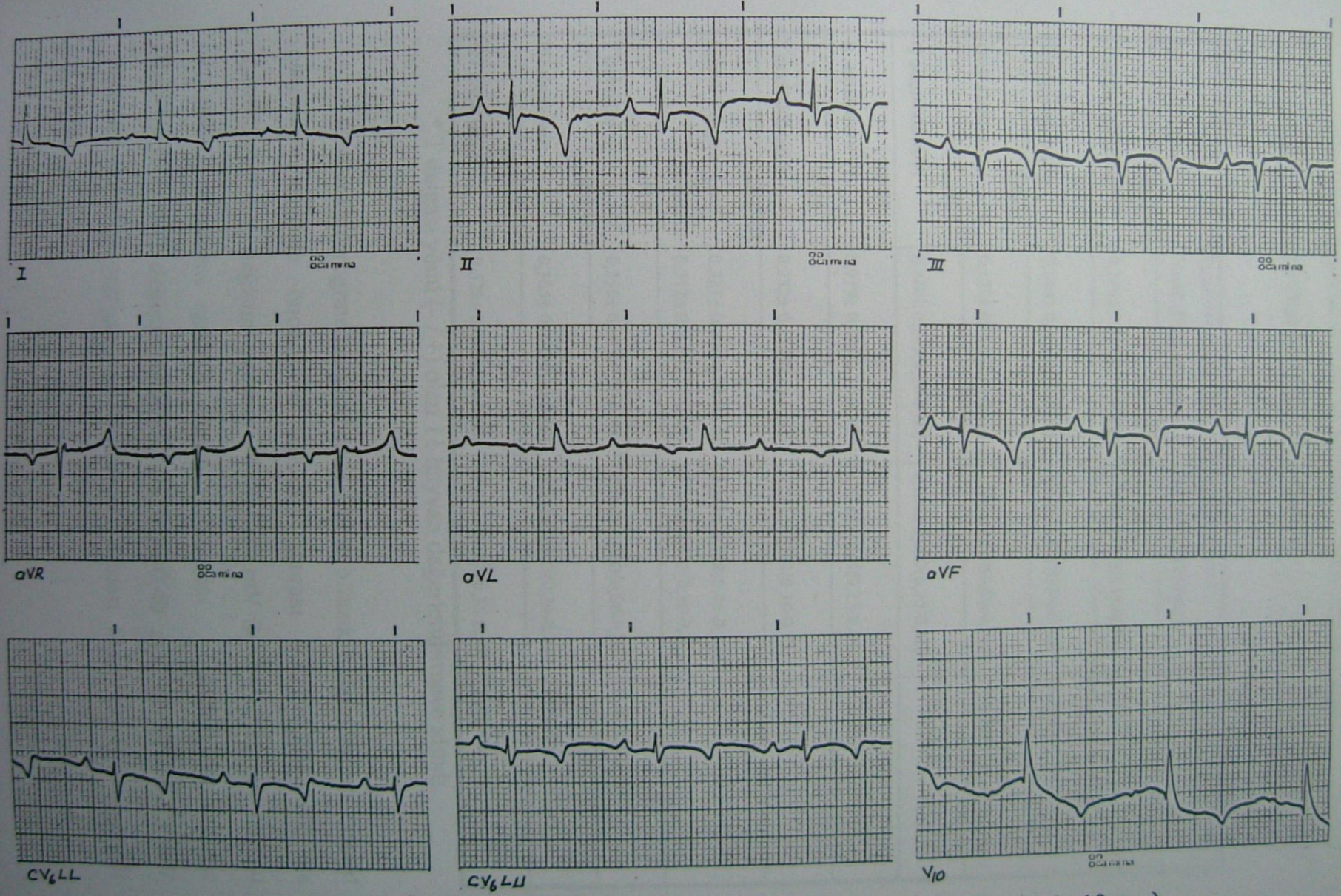
	m/sn	m/dk	km/saat	Dakika kalp atım sayısı
Yürüme	1,7	100	5-6	60-80
Tırıs (hızlı yürüme)	3,7	220	13-15	80-100
Kenter (kısa dörtnal)	5,8	350	16-28	100-140
	8,3	500		120-180
Sprint (tam dörtnal, galop)	13,3-16,7	800-1000	48-65-80	180-220

Atım indeksi (ml/kg)





Şekil.1. Egzersiz öncesi elektrokardiyogramda derivasyonlar (25 mm/sn, 1 mV= 10 mm)



Şekil.2. Egzersiz sonrası elektrokardiyogramda derivasyonlar (25 mm/sn, 1 mV= 10 mm)



II



II

00
001 m na

III

Atrial fibrilasyon

- Atlarda yaygın olarak karşılaşılan bu durumda atriumlar ventriküllerle uyumlu olmayacak kadar hızlı bir şekilde kasılır. **Kalbin oskültasyonunda** 1) belirgin bir atım düzensizliği, 2) atriye seslerin yokluğu ve 3) birinci ve ikinci kalp seslerinin yoğunluklarında düzensizlik **duyulur**. **Ayrıca EKG' de R-R aralıkları farklı uzunluklardadır.**
- Bu durum, iri cüsseli ve zayıf performanslı yarış atlarında seyrek bir olay değildir. Atrial fibrilasyonlu atlarda sıklıkla **T dalgası abnormaliteleri** ve **II. Derece AV blok** da dikkati çekmektedir.
- Ayrıca **Quinidine** tedavisi de %75 oranında atrial fibrilasyona neden olur.

Atrial fibrilasyon

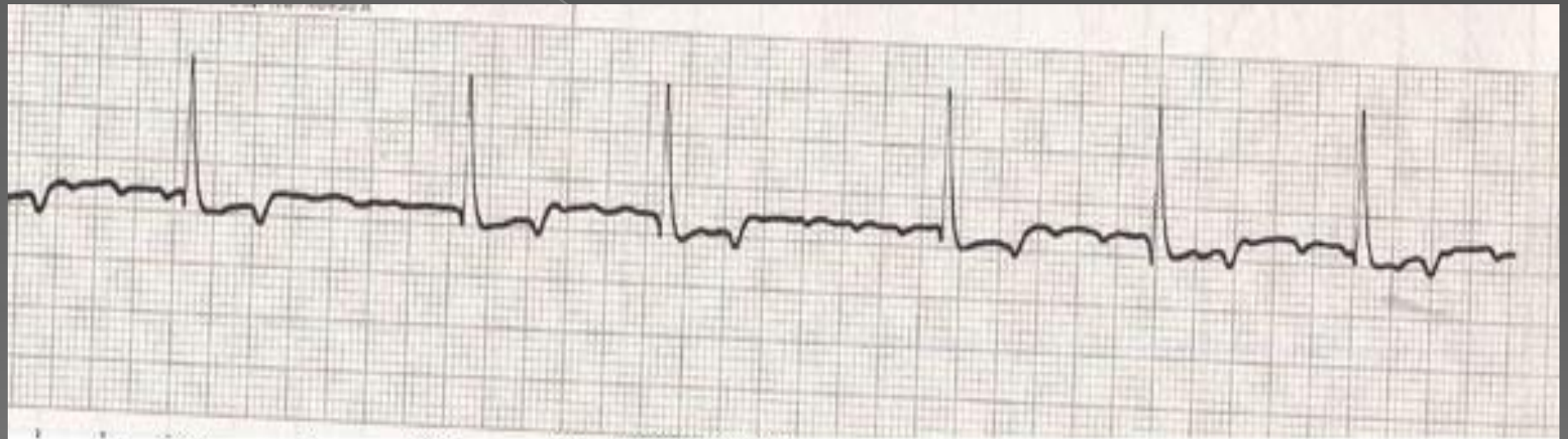


Figure 2: Electrocardiogram of a horse with atrial fibrillation

II. Derece AV blok

- Bir çok atta dinlenim sırasında kayıp atım gözlemlenebilir fakat bu durum egzersizde ortadan kalkar. Bu durumda atrial kalp sesi duyulabilir. Bu duruma sık sık birinci derece AV blok (Wenckebach tip I blok) eşlik edebilir. II. Derece AV blokta elektrokardiyogramda P dalgası izlenebilirken QRS kompleksinin bu dalgayı takip etmediği görülür. Ancak bundan sonraki P dalgası ve QRS kompleksi olması gerektiği gibi oluşur.
- II. Derece AV bloğu, kalp hızı değişikliği, vazodilatasyon veya vazokonstriksiyona gerek kalmadan arteriyel kan basıncının kontrolü için oluşan bir mekanizmadır.



DOLAŞIM SİSTEMİ (AT)

- **Dakika kalp atım sayısı:** Dinlenim ~ 35/dk., 900 ml atım hacmi; maksimum egzersiz ~ yoğun >200/dk., 1.4 L atım hacmi
- **Dakika atım hacmi** = $HR \times SV$;
- **Antrenmanlı atlarda** : Kalp büyüklüğü ve atım hacmi artar buna karşın dakika kalp atım sayısı azalır (egzersizde)

Dolaşım sistemi (AT)

- **Yüksek yoğunlukta egzersizde:** 1-2 dakika içinde dalak kasılır ve hematokrit değeri yükselir
- **Düşük yoğunlukta egzersizde:** dehidrasyon sonucu hematokrit değeri yükselir (10-15 litre/saat ter kaybı olabilir).

Vücut sıvısı: vücut ağırlığının % 66' sı kadardır (1/2 hücre içi, 1/2 hücre dışı); kan hacmi ise atlarda vücut ağırlığının %13' ü kadardır.

KALBİN ATIM HACMİ VE DAKİKA HACMİ

TÜR	Beden Ağırlığı (kg)	Oksijen Tüketimi (a) ml/dk	Dakika Hacmi (ml) a/5x100	Nabız sayısı (dx)	Atım hacmi (ml)
İnsan	70	253,5	5070	70	72
At	500	1450	29000 (>240 L)	34 (>200)	852 (1400)
Sığır	500	1740	34000	60	580
Koyun	50	199	3980	75	53
Köpek	10	72,5	1450	100	14

Egzersizde kan basıncı

- Dinlenimde atta büyük bir arterden ölçülen kan basıncı **120/80 mmHg** kadardır.
- Submaksimal bir egzersizde kan basıncında ya değişiklik olmaz ya da küçük bir azalma olur.
 - Çünkü kaslardaki ve derideki damarlar genişler.
- Maksimal egzersizde kan basıncı **200/120 mmHg** ya orta basınç ise **170mmHg** ya kadar yükselebilir.
- Akciğer arteriyel basıncında ise daha ciddi bir artış söz konusudur. Dinlenimde **15-20 mmHg** iken yoğun egzersizde **100 mmHg** 'nın üzerine çıktığı gözlemlenir.
 - Bu durum atları **Exercise Induced Pulmonary Haemorrhage (EIPH)** karşı predispoze (% 44-75) hale getirmektedir.

Exercise Induced Pulmonary Haemorrhage (Egzersizizin tetiklediği akciğer kanaması)



Figure 1*. Racehorses such as this one are prime candidates for EIPH.

EIPH için Predispoze Faktörler

- Yüksek performanslı atlarda egzersiz sürecinde veya sonrasında gözlenen klinik bir belirtidir.
- Atın yaşı ile EIPH arasında direkt bir korelasyon vardır.
- İngiliz yarış atlarının hemen tamamında yarış esnasında veya antrenmanda hemoraji tespit edilmiştir.
- Koşulan mesafe ile EIPH arasında kuvvetli bir bağlantı söz konusudur. Dolayısıyla yaşlı atlar ile uzun süreli yoğun egzersiz yapan atlarda EIPH gözlenme olasılığı yüksektir.

EIPH'nin oluşum nedenlerine ilişkin patofizyolojik mekanizmalar:

- Küçük hava kanalcıklarının hastalığı,
- Üst hava yollarının tıkanıklığı,
- Egzersize bağlı olarak kanın hipervizkoz hale gelmesi,
- Solunum ve harekete bağlı olarak oluşan mekanik stres,
- Alveoler basınçta meydana gelen değişimler ve pulmoner hipertansiyon.

Exercise Induced Pulmonary Haemorrhage

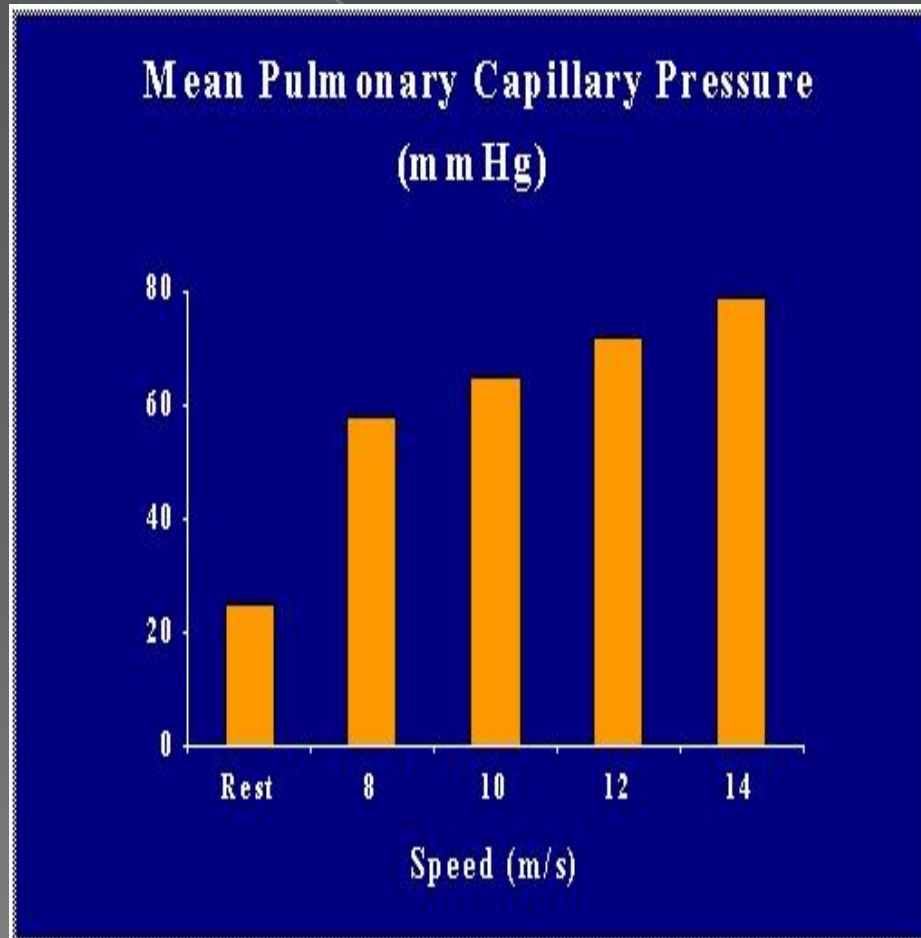


Figure 6. Graph showing the increase in blood pressure within the lung as speed increases.



Figure 10



Figure 9

EIPH' nin azaltılması:

Diüretikler; furosemid veya lasix nasal klips

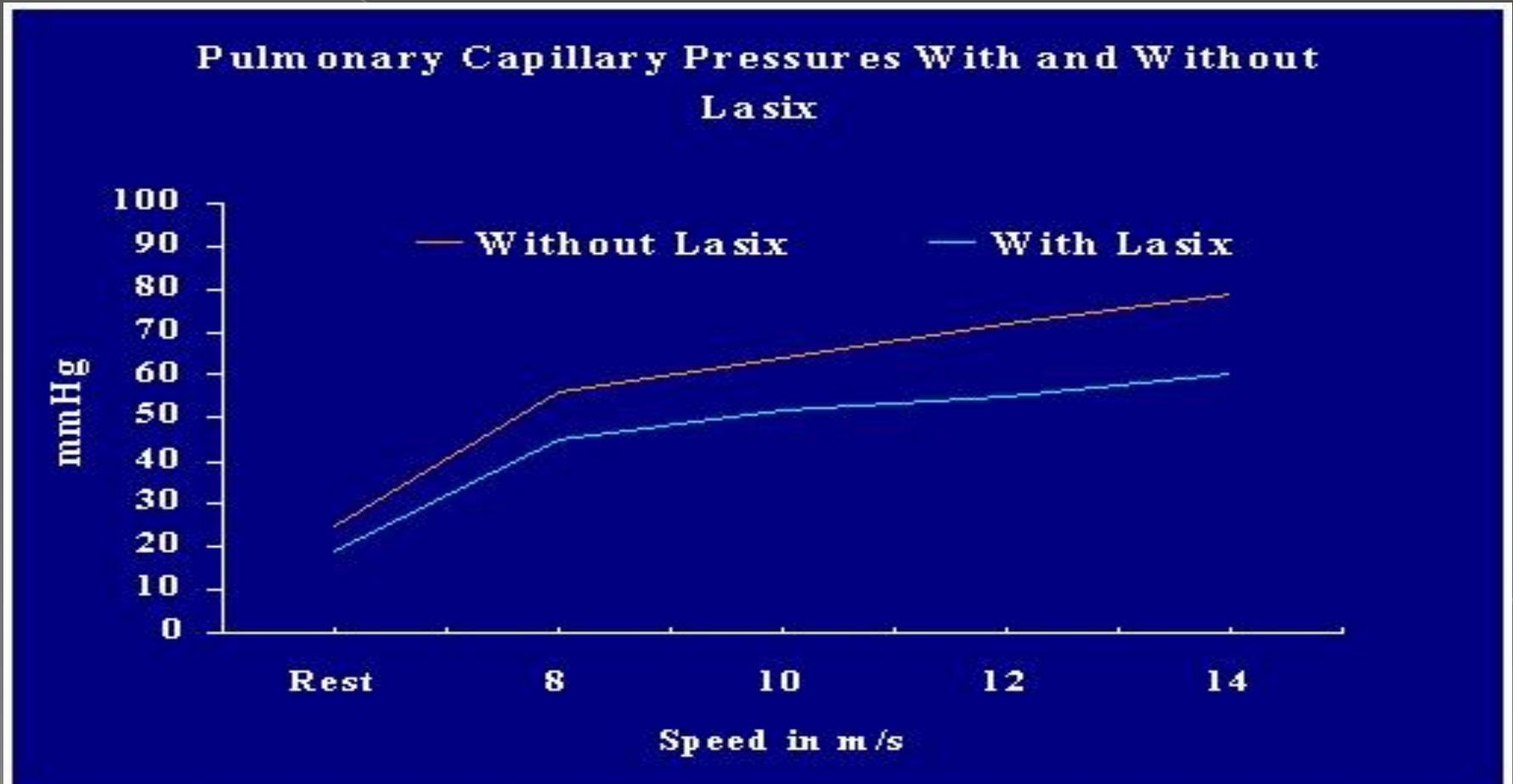


Figure 14

Atlarda Antrenmanın etkileri (Özet)

- Kardiyovasküler değişiklikler oldukça çabuk oluşur (2 ay)
- Daha büyük kalp ve atım hacmi
- Dinlenim dakika kalp atım sayısı daha düşüktür
- Submaksimal egzersizde daha düşük dakika kalp atım sayısı
- **Maksimum kalp atım sayısı değişmez**
- Dakika kalp atım sayısı aynı işte çalıştırılan antrenmanlı atlarda, antrenmansızlara göre daha düşük düzeyde kalır.
- Dakika kalp atım sayısı daha hızlı dinlenim değerlerine döner.
- Uzun mesafe (dayanıklılık veya aerobik) antremanı yapan atlarda plazma hacmi % 20 ve hemoglobin konsantrasyonu % 34 artmıştır. Bununla bağlantılı olarak atım hacmi de artmıştır.

Antrenmanlı olmanın fiziksel ve fizyolojik etkileri

- Daha güçlü iskelet ve kas sistemi
- Güçlenmiş ligamentler ve kıkırdaklar
- Kas liflerinde büyüme ve artış
- Mitokondri ve enzim aktivitesinde artış
- Daha fazla glikojen deposu
- Yağ yıkımının daha etkin yapılabilmesi
- Solunum derinliğinin artmış olması
- Daha kısa iyileşme dönemi (70:40 dak)

Püf noktaları

- Büyük kalbin yüksek atletik yetenekle ilgili olduğu düşünülür.
- Safkan atların kalbi 4-5 kg ağırlığında veya vücut ağırlığının % 0,9' u kadardır.
- Antrenman, hem ventrikül büyüklüğünü hem de duvar kalınlığını artırır. Bu da atım hacmini ve kasılma gücünü artırır.
- Dakika atım hacmi, dinlenme değeri olan 25 L' den yoğun egzersizde 240 L' ye çıkar.

Püf noktaları

- Egzersizde, kan akışı böbrek ve sindirim sistemi organlarından deri ve kaslara doğru kayar.
- Dinlenim dakika kalp atım sayısı gerçekte 20-25 kadardır ve bu sayının bile antrenmanla düşürülebileceği düşünülür.
- Birçok sağlıklı atta 2. derece atrioventriküler blok görülür ve bunun sistemik arteriyel kan basıncının düzenlenmesiyle ilgili olduğu düşünülür.
- Atlarda mürmürler, kalp kapakçıklarının ve kan akımının çıkardığı normal seslerdir.

Püf noktaları

- Kalp atım sayısı, oskültasyon, palpasyon veya EKG ve monitörle takip edilir.
- Kalp atım sayısı, egzersizde maksimum kalp atım sayısına kadar doğrusal olarak yükselir. Bu değere maksimum oksijen kullanımının % 90' ı civarında ulaşılır.
- Maksimum kalp atım sayısı 2 yaşındaki bir yarış atında dakikada 240 kadar olabilirken, 15 yaşındaki bir atta dakikada 190 civarındadır.

Püf noktaları

- Dakika kalp atım sayısı, egzersizden sonra hızlı bir şekilde düşer fakat tam olarak dinlenim değerlerine gelmesi daha yavaş olur.
- Atım hacmi egzersizde % 50 civarında artar.
- Maksimal oksijen kullanımı, yoğun egzersizde vücudun kullanabildiği en fazla oksijen miktarını temsil eder ve bu kaslardaki mitokondri sayısının ve dolaşım sisteminin işlevini yaptığıının ana göstergesidir.
- Yoğun egzersizde, atlarda dalağın kasılmasına bağlı olarak dolaşımdaki alyuvar sayısı artar. Bu da hemogloblin miktarını yükselterek kanın oksijen taşıma kapasitesini artırır.

Püf noktaları

- Ortalama arteriyel kan basıncı, yoğun egzersizde % 70 civarında artar, fakat akciğer arteri ortalama basıncı % 400 artabilir.
- Sprint çalışmalarında, bir at kalbi 20-30 saniye içinde maksimum kalp atım sayısına ulaşabilir.
- Antreman, kalp kütlesini, kalp atım sayısını ve geri dönüşü, plazma hacmini ve toplam kan hacmini değiştirir.

Solunum, Nefes Alma ve Ventilasyon

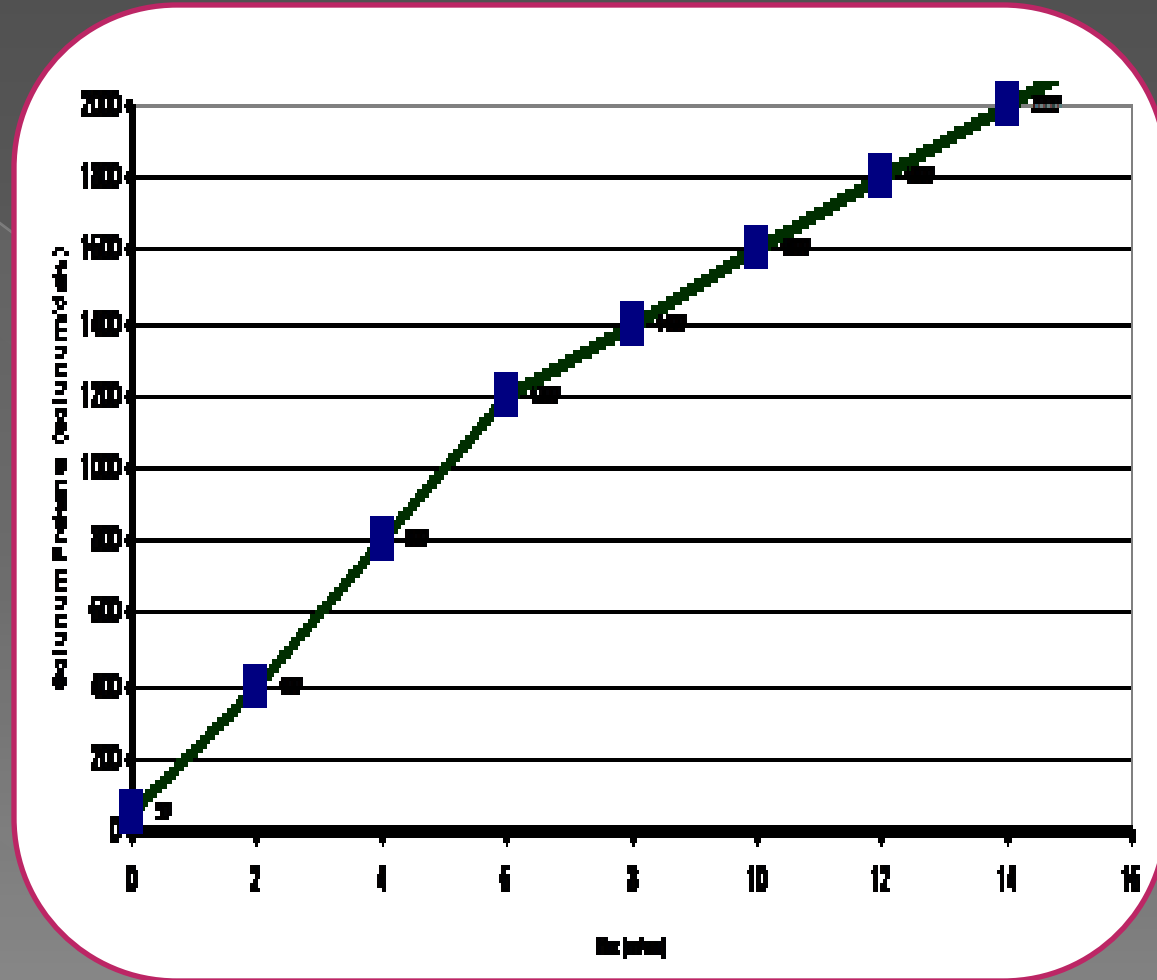
- Tek hücreli organizmalar pasif difüzyon yoluyla bütün oksijen ihtiyaçlarını karşılayabilirler. Aynı şekilde oksidatif mekanizmalar sonucu ortaya çıkmış karbondioksiti de uzaklaştırabilirler. Bu **solunum** olayıdır. **Nefes alma-verme** değildir.
- Evrimin üst basamağındaki hayvanlarda ise gaz alış-verişi için özelleşmiş bölgeler vardır ve oksijenin kullanılacağı yerler atmosfer gazlarından çok uzaktadır. Bunun için **mekanik solunum hareketlerine** ve **dolaşım sistemine** ihtiyaç vardır.
- Bir başka terim olarak; atmosfer havasının akciğerlerin içine veya dışına hareketi vardır ki buna **ventilasyon (havalandırma)** denmektedir.
- Solunum olayı, oksijen kullanarak ADP' den ATP oluşturma prosedürü için gereklidir.

Ventilasyon

- Ventilasyon, koşu hızı veya iş yükü ile doğru orantılı olarak artar.
- Dinlenime göre maksimal egzersizdeki ventilasyon artışı 30-35 kat kadardır.
- Maksimum ekspirasyon akımı, maksimum inspirasyon akımına göre % 10 daha fazladır.

Ventilasyon

- Koşma hızı arttıkça, doğru orantılı olarak ventilasyon da artar.
- Saniyede 70-80 litre hava inspire edilir ve 80-90 litre hava ekspirasyonla dışarı verilir.
- Bileşenleri; dakika solunum sayısı ve tidal volümdür.



Gaz değişimi şu aşamaları kapsamaktadır

- Akciğer ventilasyonu
- Pulmoner kılcalların kanla perfüzyonu
- Ventilasyon ile kan akımının uyumlu olması
- Hava ve kan arasında gazların difüzyonu
- Gazların iskelet kaslarına gönderilip oradan akciğerlere getirilmesi

Atmosfer havasının bileşimi

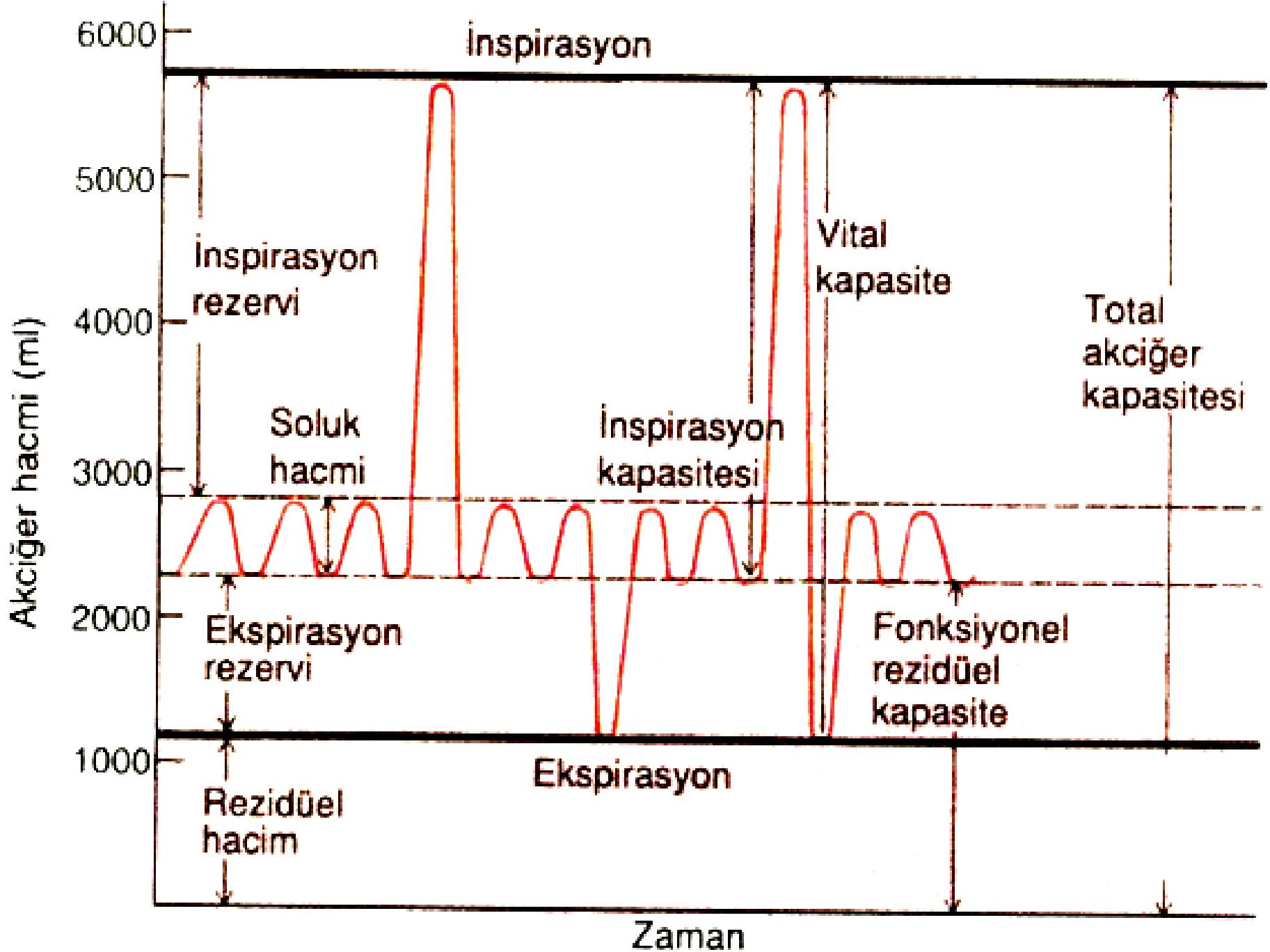
- ◉ % 21 O_2
- ◉ % 0,04 CO_2
- ◉ % 78 N_2
- ◉ % >1 Diğer gazlar özellikle argon
- ◉ Nem miktarına bağlı olarak su buharından da bahsetmek gerekir.

Ekspirasyon havasının bileşimi

- İnspirasyonla alınan havanın bileşimi atmosfer havası gibidir. Ancak hava burun yolunu geçerken % 100' e nemlendirilir.
- Ekspirasyonla çıkarılan havanın bileşimi ise;
 - > % 17 O_2
 - > % 3 CO_2
- Solunan hava üst solunum yollarında vücut sıcaklığına kadar ısıtılır ve nemlendirilir.

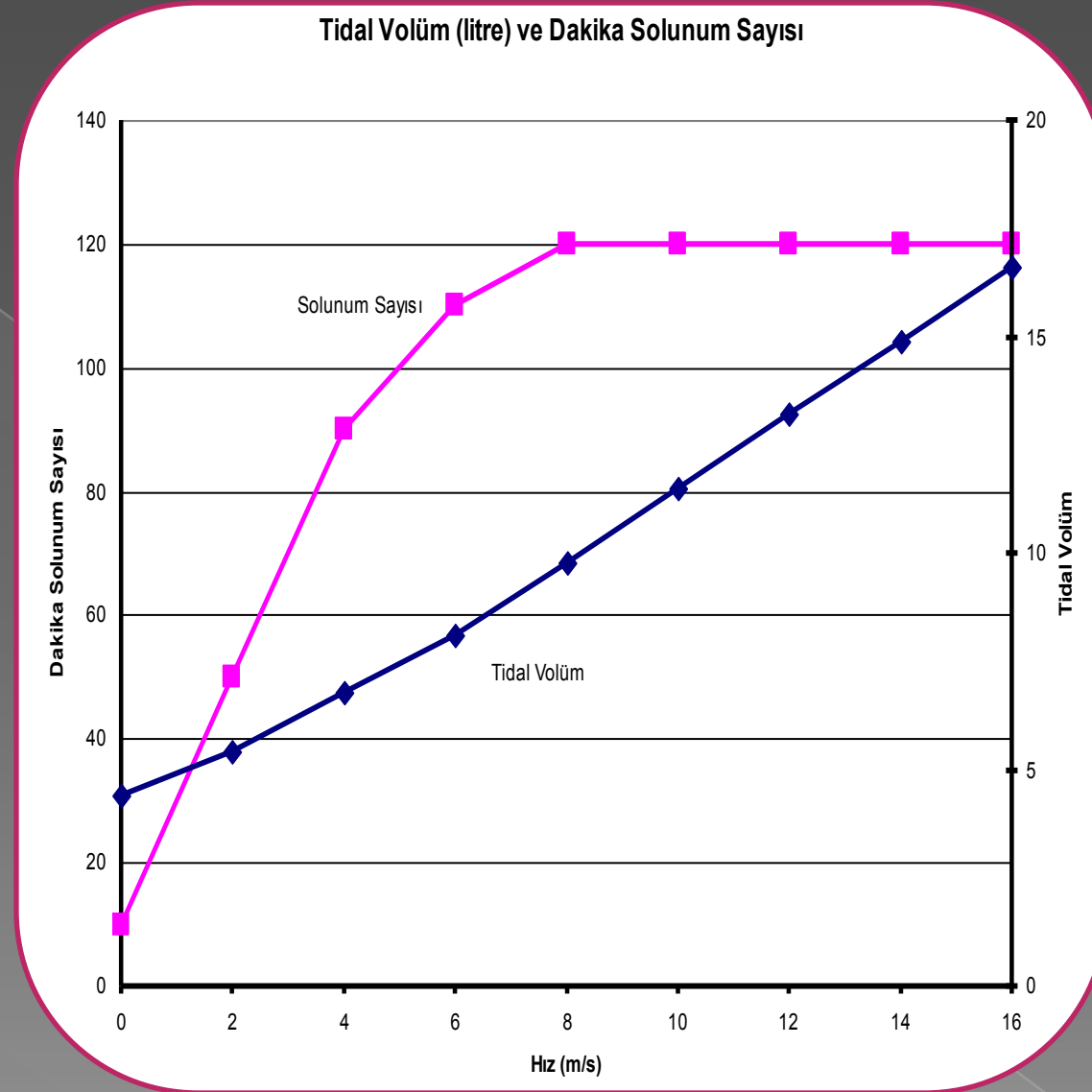
Dakika solunum hacmi

- **Dakika akciğer hacmi(l/da)= tidal volüm (litre)x solunum sayısı (solunum/da)**
 - > 10 solunum/dak
 - > 5-6 L
- Dakika ventilasyonu, tidal volümün solunum sayısı ile çarpımıyla bulunur. Bu değer 500 kg' lık atta dinlenim sırasında 50-60 litre/dakika kadardır
- **50-60 litrenin** tamamı gaz alışverişinde kullanılmaz. Yani dinlenim halinde solunan havanın % 60' ı ölü boşlukta kalır.
 - > Fizyolojik ölü boşluk, gaz alışverişinin yapamadığı bölümleri ifade eder. Fizyolojik ölü boşluk, anatomik ve alveolar ölü boşluktan oluşmuştur.



Tidal volüm ve dakika solunum sayısı

- Ventilasyon dakika solunum sayısı ve/veya tidal volümün artışıyla yükseltilebilir.
- At **yürüyüş** veya **tırıs** yaparken özellikle solunum sayısının artırılmasıyla ventilasyonu artırır.
- At, **kısa** veya **tam dörtlal** yaparken dakika solunum sayısı adım frekansı ile bire bir bağlıdır. Bu nedenle ventilasyonun artışı tidal volümün artışıyla sağlanır.



	Dinlenme	Maksimum egzersiz
Solunum sayısı, f_R (solunum/dak)	10-15	120-150
Tidal volüm, V_T (1 BTPS)	3-6	14-20
Dakika ventilasyon (l)	40-60	1500-2000
Maksimum inspirasyon akımı, PIF (1/s)	3	80
Maksimum ekspirasyon akımı, PIF (1/s)	3	100
Oksijen alımı (ml/dk/kg, STPD)	5	130-200
Karbondiyoksit üretimi (ml/dk/kg, STPD)	4	140-220
Arter kanı oksijen kısmi basıncı (mmHg @37°)	90-110	70
Arter kanı karbondiyoksit kısmi basıncı (mmHg @37°)	45	70
Arter kanı pH' sı (37°)	7.4	7.1

- Egzersiz süresince, inhalasyonda hava akışına karşı direnç üst solunum yollarında oluşurken, ekspirasyon yapılırken hava akışına karşı toplam direncin en az yarısından alt solunum yolları sorumludur.
- Egzersiz boyunca hava yollarındaki direnci en aza indirebilmek için, atlar, burun deliklerini, larenksi ve bronşları genişletirler.
- Yoğun egzersizlerde, hava yollarının ekspirasyonda çevresinde yüksek basınç oluşması nedeniyle kollaps görülür. Bu durum trakea ve küçük hava yollarının daralmasına neden olur.

- Diyafram düzleştiği zaman ve/veya solunum kasları göğüs kafesini genişlettiğinde alveol ve hava yollarındaki basınç dışarıya göre **negatif hale gelir** ve akciğerin içine doğru hareket eder.
- Akciğerler oldukça esnektirler ve 3-5 cmH₂O basınç değişikliği ile 6 litre havayı içeri veya dışarı doğru hareket ettirebilirler. Aynı miktardaki havayı bir balon kullanarak hareket ettirebilmek için 270cmH₂O basınca ihtiyaç vardır.

● Akciğerlerin dışı visseral plöyra ile kaplıdır ve göğüs kafesinin içi ise parietal plöyra ile kaplanmıştır. İki plöyral yüzey arasında fiziksel bağlantı yoktur ama küçük bir miktar **plöyra sıvısıyla** bir arada tutulurlar. Dinlenimdeyken plöyral boşluktaki basınç değişimi 0,3 ile 0,5 kPa veya 3 ile 5 cmH₂O kadardır.

> Plöyral basıncı tahmin etmek veya ölçmek için en kolay yol özefagal basıncın ölçülmesidir.

● Ventilasyon ve gazların perfüzyonunun ikisi birden akciğer tabanından tepesine doğru artış gösterir.

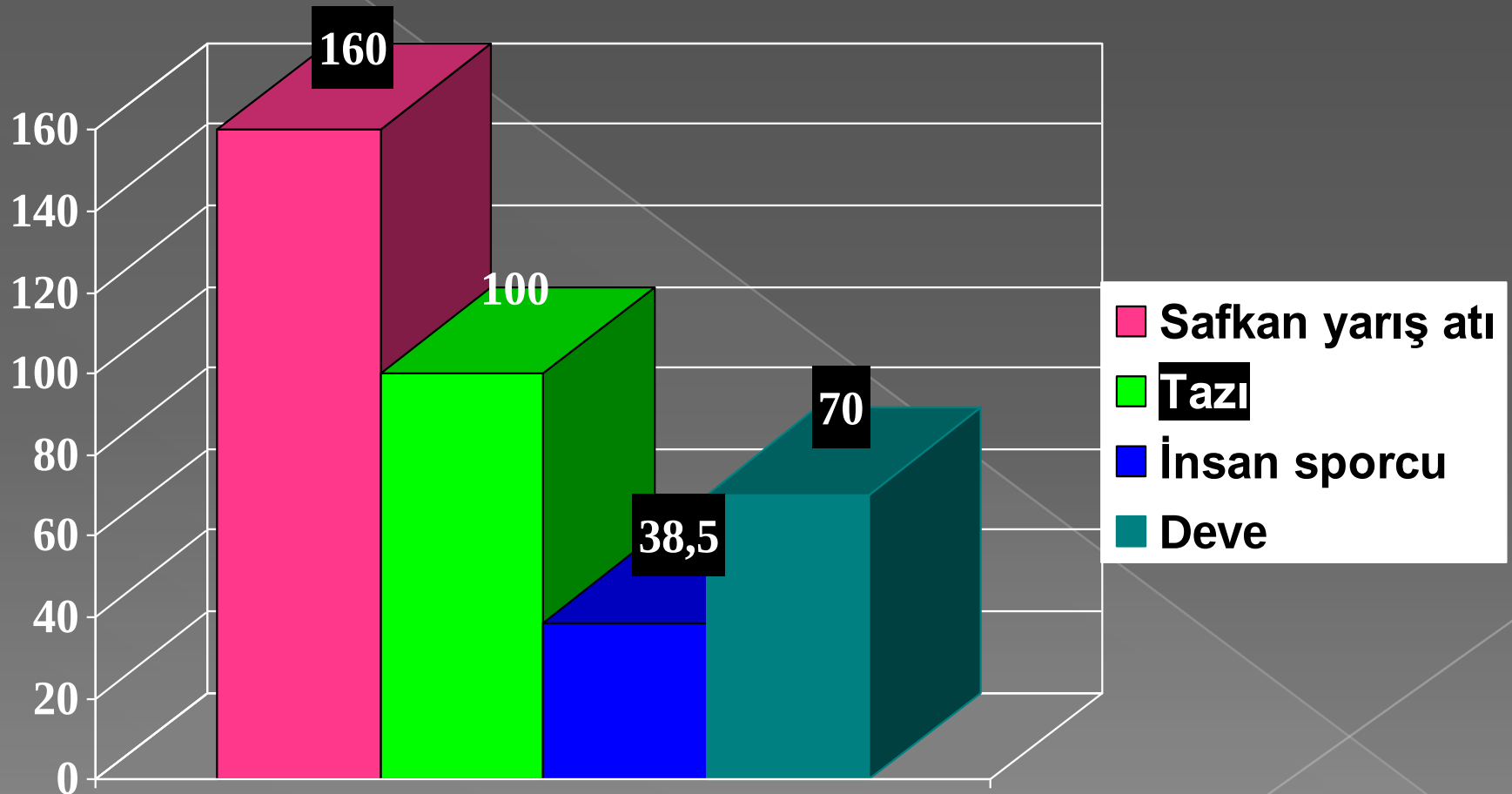
- En önemli inspirasyon kasları **diyafram** ve **eksternal interkostal** kaslardır. Dinlenimde soluk almanın % 80' i diyafram ve % 20' si de eksternal interkostal kaslarla gerçekleştirilir.
- **Atlarda bifazik inspirasyon ve ekspirasyon görülür.**
- Maksimal egzersiz sürecinde, 540 kg'lık bir atta maksimal ekspirasyon akış hızı 80-100 L/sn arasında değişmektedir.
- Egzersizle birlikte artan kateşolamin salınımı bronşiyel dalları genişletmekte ve hava akımına karşı direnci düşürmektedir.
- **Atlar koşu tarzlarını değiştirerek belirli bir hızdaki enerji tüketimini en alt düzeye indirebilirler. Ancak, oksijen tüketimi koşu hızının artışıyla birlikte doğrusal bir artış gösterir.**

- Oksijen tüketimindeki artışı tolare edebilmek amacıyla, dakika ventilasyonu, kalp debisi ve kandaki hemogloblin düzeyi arttırılır.
- Maksimal egzersiz sürecinde oksijen tüketimindeki 40 katlık bir artışı dengeleyebilmek için dakika ventilasyonun 23 kat ve kalp debisinin 5 ile 8 kat artması gerekmektedir.
- **Normal ve tırıs yürüyüşlerde** solunum sıklığı ile adım atma sıklığı arasında genel olarak bir ilişki yoktur. Fakat **kenter ve dörttnala koşullarda** adım atma sıklığı ile solunum sıklığı beraberce artarlar, bu da mekanik bir avantaj sağlayabilir.

VO₂max

- Egzersiz süresince aktif dokular tarafından kullanılan oksijen miktarını anlatan bir terimdir (ml O₂/dk/kg).
- Bazı atlar doğal olarak yüksek VO₂max kapasitesine sahiptir ve doğal olarak daha iyi atlet olmaları beklenir.
- Dakikada 70 litre oksijen tüketen farklı boyda iki at karşılaştırıldığında;
 - > 400 kg olan atın VO₂max' ı 175 ml/dk/kg
 - > 600 kg olan atın VO₂max' ı 117 ml/dk/kg olduğu görülür.

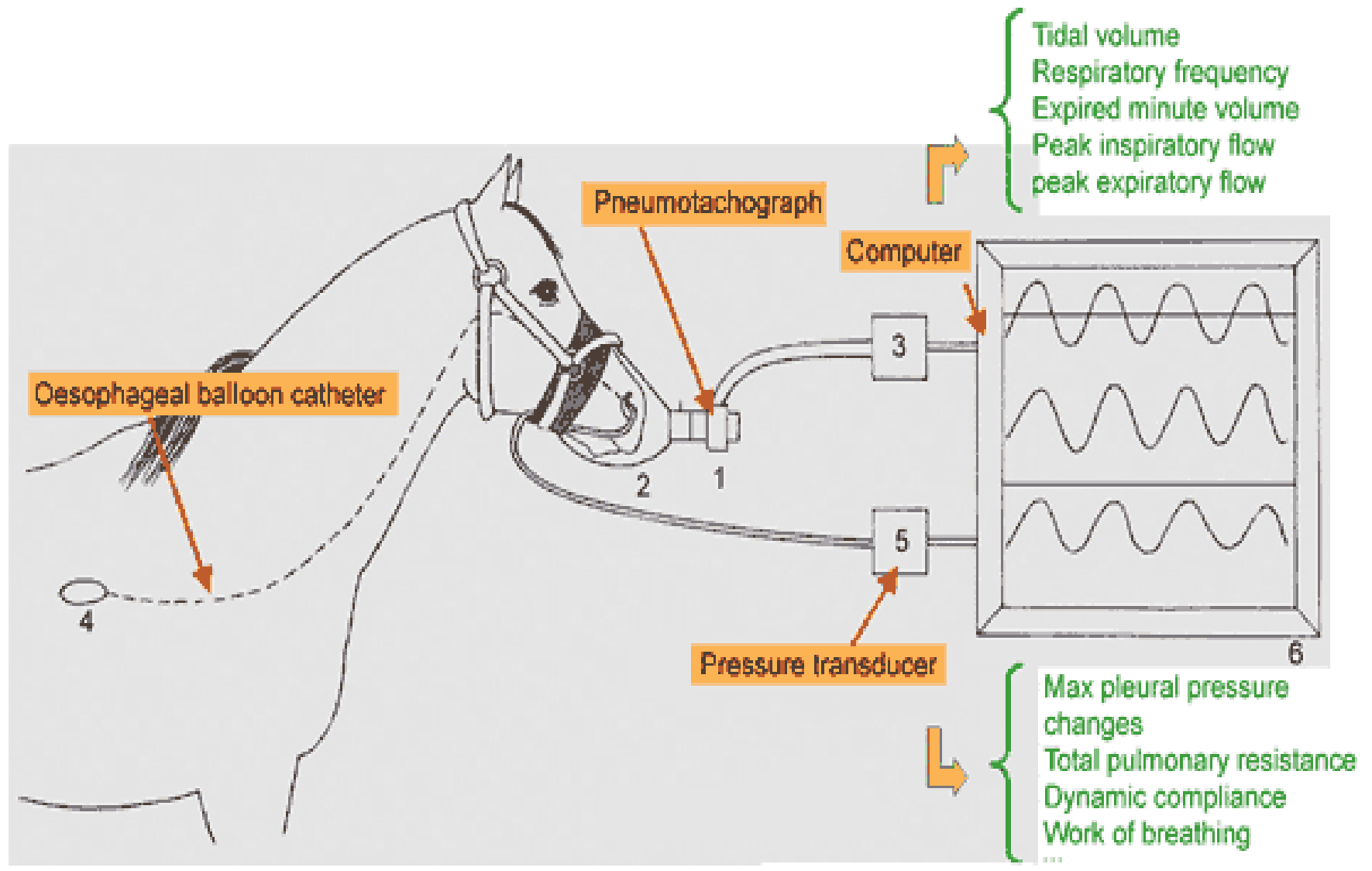
$\text{VO}_{2\text{max}}$ (ml O_2 /kg/dakika)



- İngiliz yarış atlarının maksimal oksijen tüketimleri 180 ml/dak/kg (440 kg ağırlığında bir at için 80 L/dak) ve arteriyovenöz oksijen farkı da hacimce %23 artarken maksimal kalp debisi 344 L/dak'ya yükselir.
- Antrenmanlı insanlarda max. O_2 tüketimi 100 ml/dak/kg (70 kg'lık bir insan için 5-6 L/dak) dir.
- **Sonuç olarak;** İngiliz yarış atları çok iyi bir aerobik kapasiteye sahip ve max. O_2 tüketimi insanın 2 katı.
- Gaz taşınım kinetiği, köpekler ve atlarda insanlara göre daha hızlıdır. Egzersizin başlamasıyla beraber O_2 tüketiminde hızlı bir artış; dakika ventilasyonun ve kalp debisinin hızlıca artmasına ve dalakta depo edilen alyuvarların genel dolaşıma verilmesine bağlıdır.

- Atlar vücut ölçüleriyle kıyaslandığında büyük bir akciğer kapasitesine sahiptirler ve bu durum yüksek yoğunluktaki bir egzersiz için önemli bir faktördür.
- Atlarda solunum sistemi antremana cevap vermez.
- Yerinde duran bir at birden dörtmala koşmaya başlarsa solunum sistemi aniden yanıt verir. Bu yanıtın oluşumunda; motor korteksten, aktif uzuvlardan ve kaslardan gelen uyarımlar ve pulmoner kan akımının yükselmesiyle ilişkili uyarımlar rol oynar.

Ventilasyon

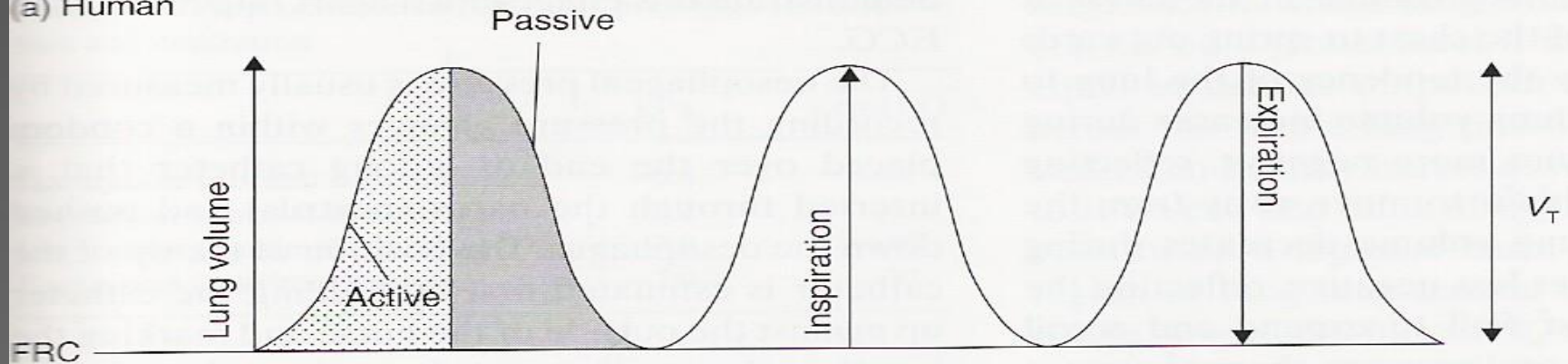


○ At ve insanların solunum sistemleri karşılaştırıldığında en önemli farklılık solunum sistemi hastalıklarına verdikleri cevaptır.

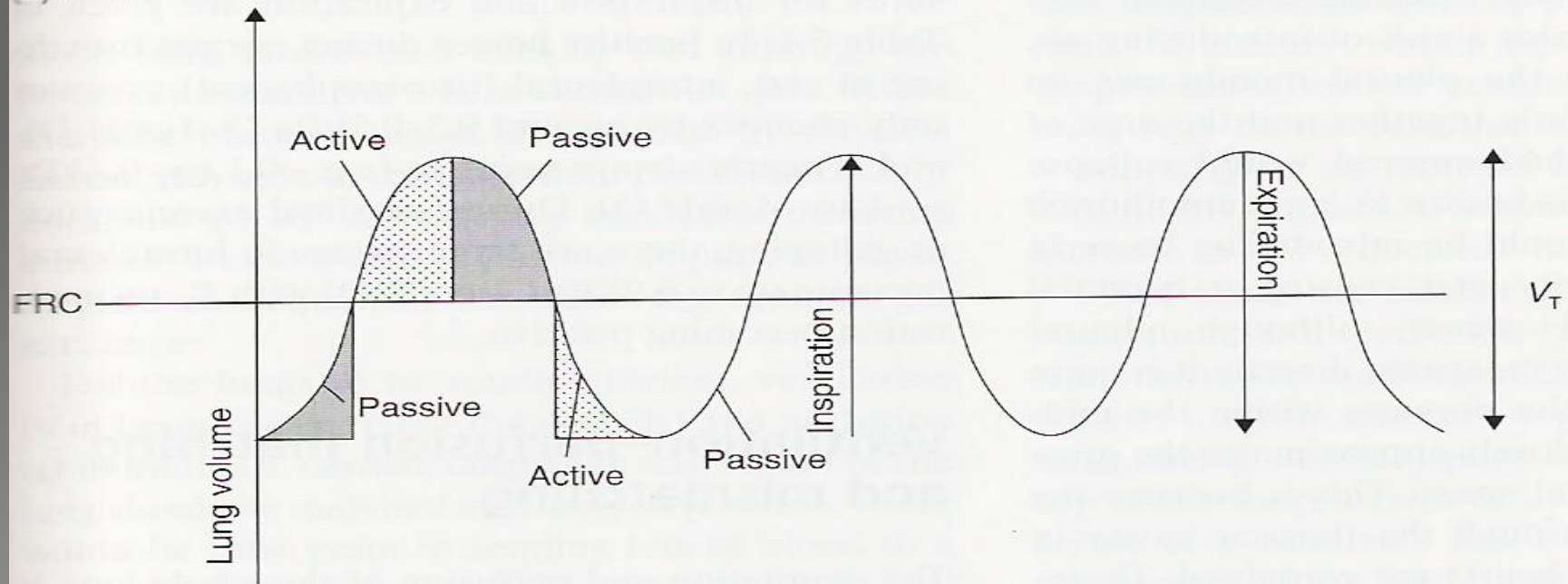
- > İnsanlar solunum sistemi hastalıklarından (astım, üşütme gibi) etkilenmişlerse belirti olarak öksürük ortaya çıkar.
- > Atlarda durum farklıdır. Çok şiddetli solunum sistemi hastası bile olsalar çok daha az öksürürler. Bunun anlamı, bir at öksürüyorsa çok büyük ihtimalle solunum yolu hastalıklarından etkilenmiş demektir. Fakat öksürmüyorsa **mutlaka sağlıklıdır** diyemeyiz.
- > Dinlenimde atlar kendi FRC'leri (fonksiyonel rezidüel kapasite) civarında nefes alır ve verirken, insanlar FRC' lerinden başlayarak solunum yaparlar.

Solunum stratejisi (at ve insan)

(a) Human

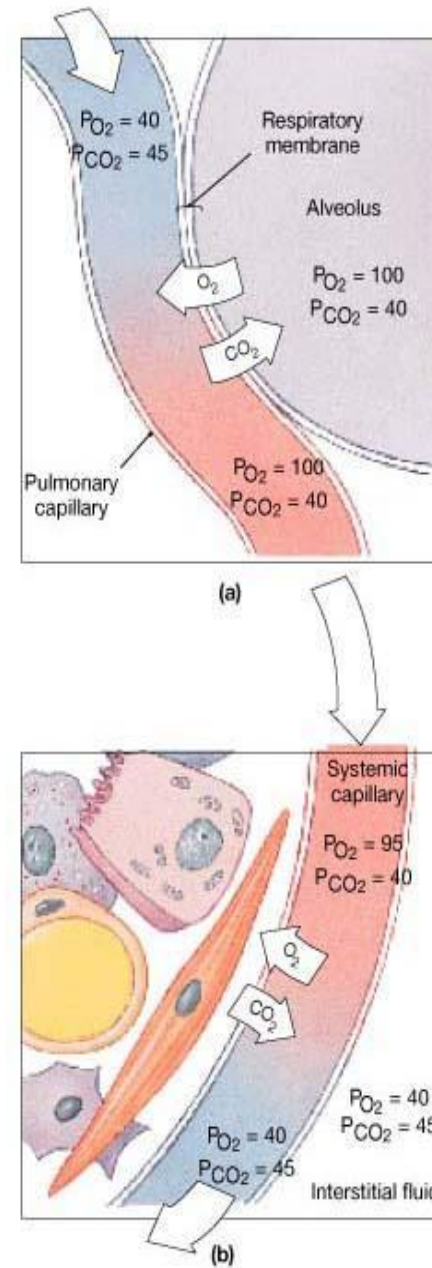


(b) Horse



Oksijenin izlediği yol

Bir gazın difüzyon hızı, gaz değişimi için kullanılan bölge, kan-gaz bariyerinin kalınlığı, gaz molekülünün ağırlığı ve gaz basıncı farkı tarafından belirlenir.

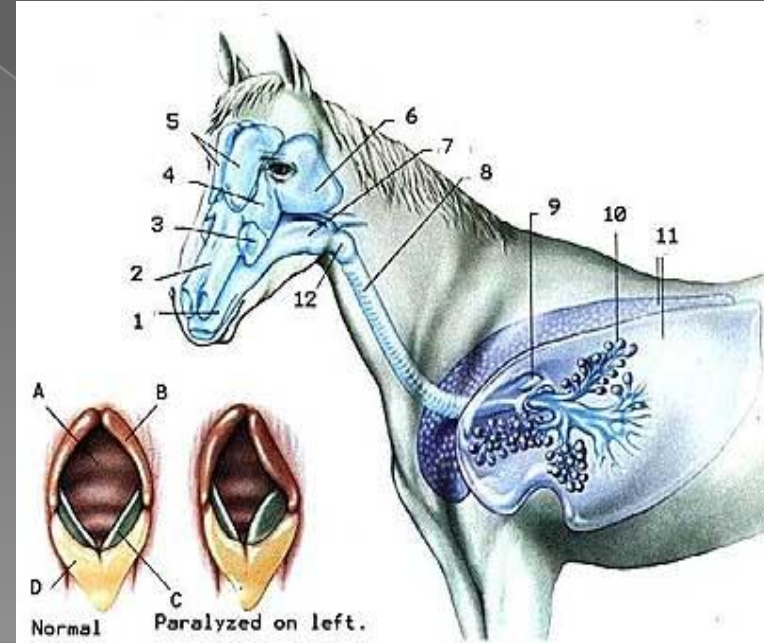
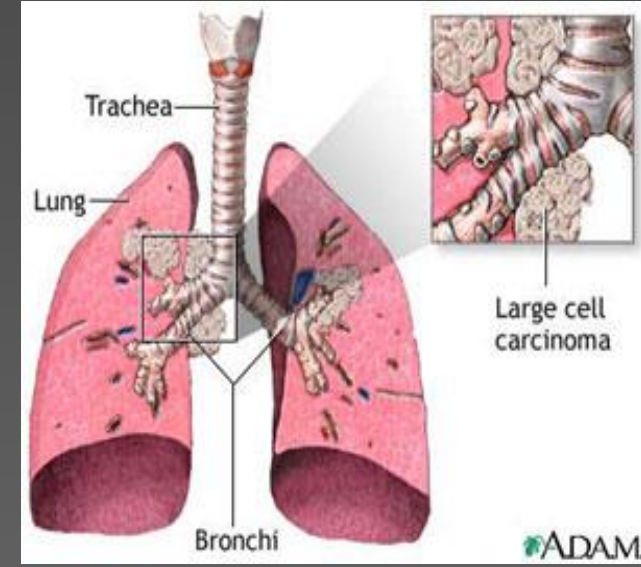


• **FIGURE 23-20** An Overview of Respiratory Processes and Partial Pressures in Respiration. (a) Partial pressures and diffusion at the respiratory membrane. (b) Partial pressures and diffusion in other tissues.

- Hava yollarının ve alveollerin iç yüzeyi **sürfaktanla** kaplanmıştır ve bu madde küçük hava yollarının ve alveollerin kollapse olmasını önler.
- Ventilasyon aktif bir olaydır ve enerji gerektirir. Solunum gazlarının değişimi ise pasif difüzyonla gerçekleştirilir.

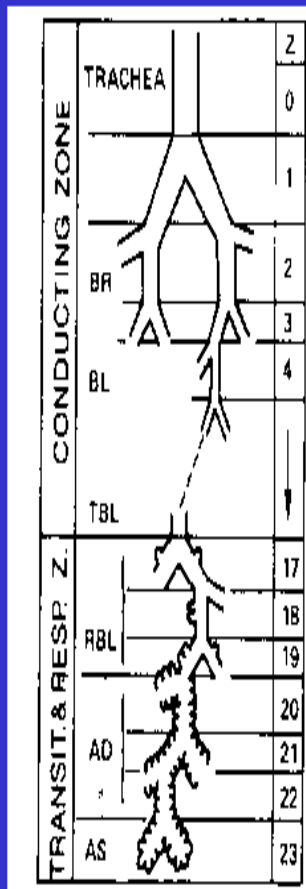
Anatomik farklılıklar

- Trachea 0 noktası kabul edilip her dallanma numaralandırıldığında **insanlarda 23 bölüm** oluşurken, **atlarda 38-43 dallanma** görülür.



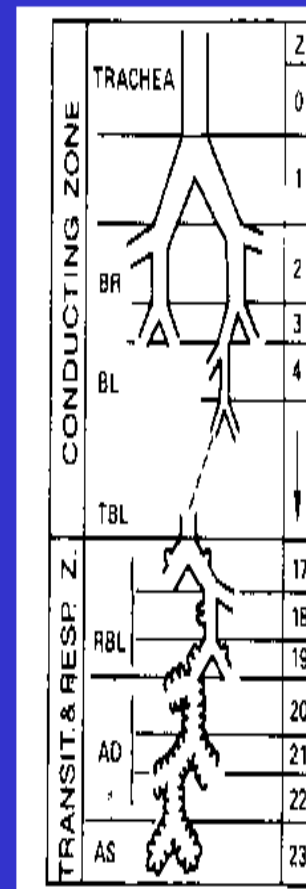
Atmosfer havasının izlediği yol

The Pathway for Oxygen - 1



- Conducting Zone
- Trachea to terminal bronchioles
- No gas exchange
- Gas transport by Convection
- Location of Anatomic Dead Space

The Pathway for Oxygen - 2



- Respiratory Zone
- Respiratory bronchioles to Alveoli
- Gas exchange at Alveolar - Capillary membrane.
- Gas transport by Diffusion
- Large surface area

Anatomik farklılıklar

	İnsan	At
Alveol sayısı	200-600 milyon	10^{10} - 10^{11}
Alveol çapı	200 μ	70-180 μ
Gaz alışverişi yapılabilen yüzey	85 m ²	2500 m ²
Total akciğer kapasitesi	6-7 litre	40 litre

Egzersiz sürecinde akciğerlerden dokulara oksijen taşınımı 3 yolla artırılabilir

- Kalp debisinin artışı
- Kanın oksijen taşıma kapasitesinin artırılması (hematokrit artışı)
- Doku düzeyinde kandan oksijenin ekstrakte edilmesinde artış (oksijen miktarında arteriyovenöz fark artışı)

- Atlarda maksimal egzersiz sürecinde O_2 tüketiminde gözlenen yaklaşık 40 kat artış, kalp debisinde gözlenen 8 katlık artış ile eş zamanlı oluşur.
- Kanın her birimindeki hemoglobin miktarı (O_2 taşıma kapasitesi) dinlenim dönemine göre % 50 oranında artar (dalak tarafından dolaşıma verilen alyuvar ve kandan O_2 ekstraksiyonundaki artış).

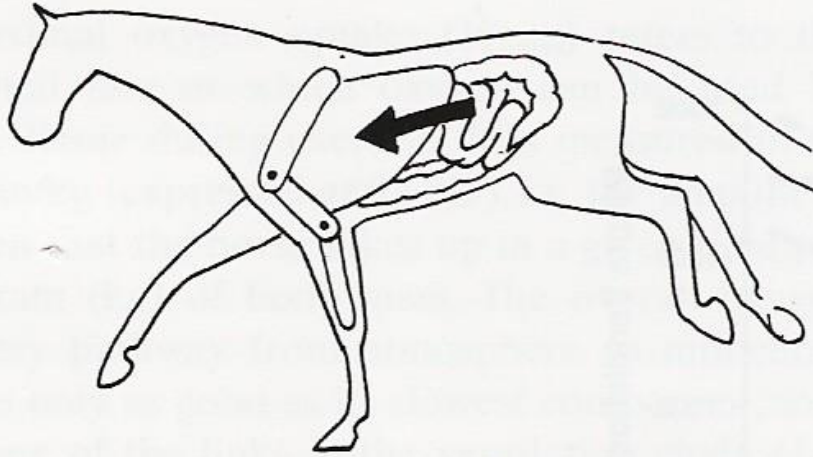
Solunum ve Hareket

- Dinlenim halindeki atlarda solunum sıklığı hayvanın sakinliğine bağlı olarak 15-45 arasındadır.
- Normal atlarda, kenter ve dörttnala koşullarda; 1:1 olan solunum-hareket bağlantısı (solunum ve adım sıklığı) atların solunumlarının 130-140'a ulaştığını gösterir. Bu oran yutma, sürüş biçiminin değiştirilmesi ve daha sıklıkla üst alt solunum yolları hastalıklarında değişiklik gösterir.
- Koşu yapan atların solunumu ile insanların solunumu farklıdır. İki ayak ile yapılan koşunun, göğüs kafesi mekaniği üzerine etkisi daha azdır. İnsanda maksimum hızda (50-60 solunum/dak) tidal volüm, vital kapasitenin $\approx 50\%$ 'i kadardır.

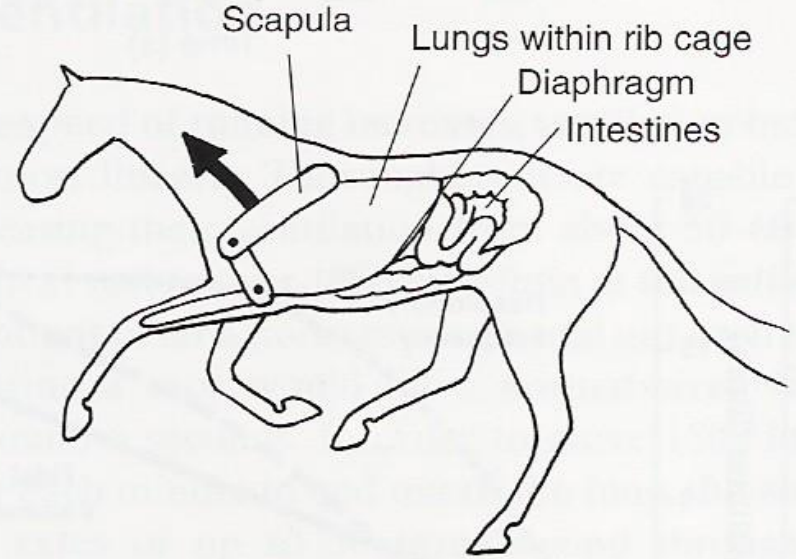
Solunum ve Hareket

- ◉ Dörtmala giden bir atın yapmış olduğu hareketler, bu atı çok yüksek hızda (dakikada >120 soluma) fakat nispeten yüzeysel soluma yapmaya iter. Böylece tidal volüm (12-15 L/soluk) nadiren vital kapasitenin üçte birini geçmektedir.
- ◉ Atlarda, solunum-hareket bağlantısını açıklayan iki teori vardır. Bunlar;
 1. piston-pendulum teorisi
 2. sinir-kas teorisi.

Piston-pendulum mekanik teorisi



PISTON



PENDULUM

- Ön bacakların durduğu fazda abdominal içerik diyaframa baskı yaparak ekspirasyona yardımcı olur.
- Skapulaların öne doğru hareketi kaburgaları öne ve dışa doğru çekerek göğüs boşluğunun genişlemesine ve inspirasyona yardımcı olur.

Kan gazları ve asit baz dengesi

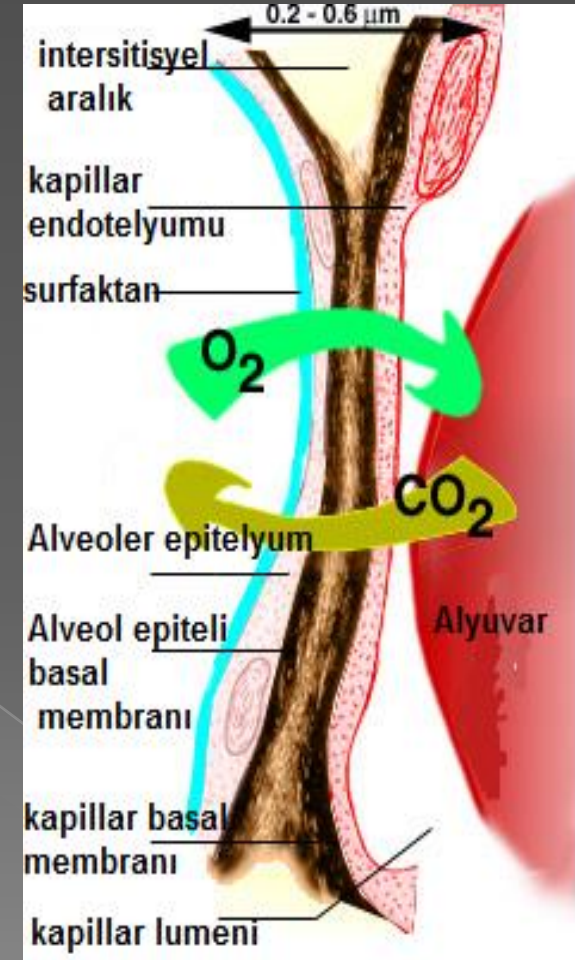
- Atlarda ve yüksek düzeyde antrenman yaparak kondüsyon kazanmış insanlarda ağır egzersizlerde;

-**arteriyel hipoksemi** (düşük PO_2)
ve

-**arteriyel hiperkapni** (yüksek PCO_2) oluşur.

Hipokseminin nedenleri;

1. Hücrelerarası pulmoner ödeme bağlı kan-alveol difüzyon mesafesinin uzaması
2. Hipoventilasyon
3. Hava kanallarının uzunluğunun dolayısıyla direncinin artması
4. Alyuvarların geçiş süresinin kısalması.



Arteriyel hipoksi ve hiperkapni nedeniyle;

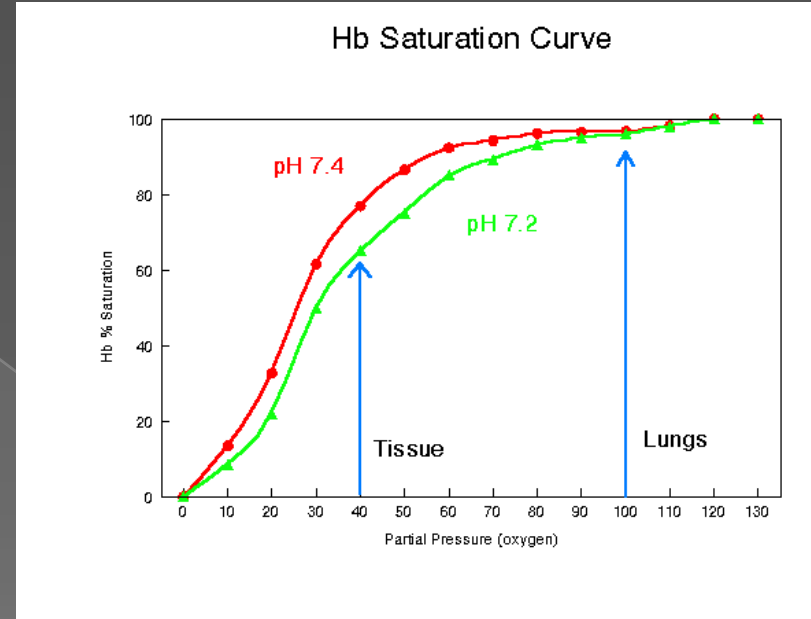
- **Akciğerlerde** hemoglobine oksijen yüklenmesi zorlaşır.

Dokularda ise;

- Arteriyel PCO_2 ↑
- pH ↓
- Vücut ısı ↑

Hemoglobinin oksijene affinitesini azaltır.
(BOHR ETKİSİ)

Oksijenin dokulara bırakılması kolaylaşır.



KAS SİSTEMİ

İskelet kaslarında adaptasyon

- Yarış koşan tazılarda vücut kitlesinin %57'sini kaslar oluşturur (diğer köpeklerde %44; genel olarak memelilerde %40).
- İngiliz yarış atlarında iskelet kaslarının vücut ağırlığı içerisindeki oranı %52 (diğerleri %42).
- pH'nın 9.4 olduğu durumlarda miyozin ATPaz aktivitesi bakımından iki kas lifi tanımlanmıştır; **tip I** (düşük aktivite gösteren, yavaş tip), **tip II** (yüksek aktivite gösteren, hızlı tip II). Tip I'lerin kasılma ve gevşeme süreleri tip II'lerden daha yavaştır.

- Tip I'ler oldukça oksidatifler ve tip II'lere göre yorgunluğa daha dayanıklıdır.
- Tip II'ler, IIA, IIB ve IIC şeklinde alt tiplere ayrılırlar. Tip IIA en yüksek oksidatif liflere sahip, tip IIB en yüksek glikolitik aktivite gösterirken tip IIC'ler her iki özellik açısından bu ikisinin arasında yer alır.
- Oksidatif kasların rengi, düşük düzeyde oksidatif veya yüksek düzeyde glikolitik olan kaslara göre daha kırmızıdır.

- Hem at hem de köpek ırklarında, ekstremitelerde kaslarında lif kompozisyonu bakımından farklılıklar vardır. Bu farklılıklar da, söz konusu ırkın hangi performans özellikleri bakımından seleksiyona uğradığına bağlıdır.
- Atlarda bu farklılık, özellikle orta **gluteal kasta** oldukça belirgindir. Bu kas **itme gücü** veya **koşum gücü** oluşturulması açısından vücutta bulunan en önemli ve en büyük kastır.

- ◉ Programlı antrenmanlar sonucunda genel olarak daha oksidatif olan tip IIA liflerin tip IIB'ye olan oranı artar.
- ◉ Farklı antrenman tiplerine maruz kalan atlarda, mitokondriyel hacim yoğunluğunda belirgin artışlar meydana gelir ve bununla eşzamanlı olarak ATP'nin oksidatif üretiminde yer alan oksidatif enzimlerde de artışlar gözlenir.
- ◉ Zor şartlara dayanıklı elit atlarda, orta gluteal kastaki tip I ve tip IIA kas liflerinin oranı yüksek; tip IIB liflerinin oranı düşüktür.
- ◉ İnsanlarda dayanıklılık gerektiren performanslarda, aktif kaslardaki tip I liflerinin oranının yüksekliği ile performansın yüksekliği arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Kısa mesafe koşucularında ise genel olarak hareketli kaslarda tip IIB oranı yüksek).

- Tip I ve II liflerinin oranları kas işlevinin ve atletik kapasitenin belirlenmesinde önemlidir. Bunun yanı sıra, her bir kas lifinin enine kesit alanı da oldukça önemlidir (kasılma kuvvetini etkiler).
- Aniden hızlanmanın gerektiği durumlarda; küçük tip IIA lifler yerine büyük tip IIB liflerin artması tercih edilir. Ancak bu liflerin oksidatif kapasiteleri düşüktür ve çok sınırlı bulunan karbonhidrat kaynaklarına (glukoz, glikojen) bağımlı olmaları çabucak yorulmalarına neden olur ve dayanıklılık egzersizleri için önemleri azdır.

- Kapillerler iskelet kasları ile damarlar arasında madde alışverişini sağlarlar ve böylece metabolik substratlar ile atık maddelerin değişimi mümkün olur.
- İnsanlarda dayanıklılık antrenmanları ile kapiller yoğunluğu arasında ilişki olduğu ortaya konmuştur.
- Lif tipleri arasında en yüksek diffüzyon kapasitesine (çok sayıda kapiller ile çevrili) sahip olanlar tip I liflerdir (en düşük tip IIB).
- Kaslarda kapiller yoğunluk alyuvarların geçiş sürelerini artırmakta ve oksijenin dokulara bırakılmasını kolaylaştırmaktadır.

- Yüksek düzeyde kassal aktiviteye sahip türlerde miyogloblin yoğunluğunun fazla olduğuna ilişkin kanıtlar vardır.
- İngiliz atlarının kaslarındaki **miyogloblin düzeyi diğer türlerin en az iki katıdır.**
- Miyogloblinin oksijen dissosiyasyon eğrisi hemogloblin dissosiyasyon eğrisine göre nispeten sola doğru kaydığından kandaki oksijenin miyosite doğru hareketinin kolaylaştığına ve dokulara oksijen bırakılışında önemli olduğuna inanılıyor.
- Hayvanlarda yapılan araştırmalar, miyogloblin yoğunluğunun uzun vadede dayanıklılık antrenmanlarıyla artmaktadır.

- Aorobik antrenman programları sonucunda, oksidatif kapasiteyi belirleyen enzimler artmaktadır.
- Bu değişiklikler mitokondriyel volüm artışı ile paralellik göstermektedir.
- Dayanıklılığı artırma amacıyla yapılan antrenmanların en önemli etkileri; uzun süreli submaksimal ve maksimal egzersizlerde yağların kullanımının artırılması ve bu sayede kas glikojeninin korunması, kanda laktat birikiminin azaltılması ve iş kapasitesinin artırılmasıdır.
- Glikojen miktarı tip II (A ve B) liflerde tip I'e göre fazladır ve dayanıklılığı sağlayan antrenmanlarda mesafe ve yoğunluk arttıkça bu liflerin oranı da artar.

Histokimya, biyokimya ve morfometri

- İnsanlarda maksimal ve kısa süreli egzersizlerde yüksek intramusküler H^+ , iki protonlu fosfat iyonları ve düşük kreatin yoğunluklarının bulunması kas yorgunluğunun sebepleri olarak öne sürülmüştür.
- Bu gibi egzersizlerde tip IIB kas liflerinde (yüksek düzeyde glikolitik, düşük düzeyde oksidatif) glikojen seçici olarak deplesyona uğrarken, ağır egzersizlerde yorgunluk döneminde tüm kas liflerindeki glikojen deplesyona uğrar.

- ◉ Bu tip egzersizlerde, özel diyetler ve egzersiz programları uygulanarak kaslarda egzersiz öncesi glikojen depoları arttırılarak egzersize karşı tolerans arttırılabilir.
- ◉ Atlarda, köpeklerde ve diğer türlerde egzersiz kaslardaki glikojenin deplesyonuna yol açar.
- ◉ Kısa süreli yoğun egzersizlerde iskelet kaslarında oluşan laktatın başlıca prekürsörü intramusküler glikojendir.
- ◉ Koşu hızı arttıkça glikojen kullanımı ve laktat üretimi fazlalaştığından, artan enerji ihtiyacı oksijen kullanımını gerektirmeyen kaynaklardan sağlanmaktadır (anaerobiyosiz).

Enerji kaynakları

- Normal şartlar altında, iskelet kaslarında yalnızca sınırlı miktarda ATP bulunmakta ve kasların kasılmasında yalnızca bir kaç saniye için yeterli olmaktadır.
- Hücre içi ATP kaynaklarının yenilenmesini sağlayan iki farklı işlem vardır: 1) **Oksidatif fosforilasyonda** (dayanıklılık gerektiren egzersizler), aerobik fosforilasyon amacıyla intramusküler glikojen ve trigliseritlerin yanısıra dolaşımdaki non-esterifiye yağ asitleri (NEFA) ve glukoz kullanılmaktadır, 2) **Anaerobik fosforilasyon** (kısa süreli fakat ağır egzersizler), kreatin fosfattan, dolaşımdaki glukozdan ve lokal glikojen kaynaklarından ATP üretilir.

- Egzersizin tipine bağlı olarak, aerobik ve anaerobik fosforilasyonun enerji üretimine katkılarında bir denge vardır.
- Oksijen ve NEFA'nin kan yoluyla kaslara yeterli düzeyde ulaştığı durumlarda, metabolik substrat olarak yağ asitlerinin kullanımı tercih edilmektedir.
- Kasların harcadığı enerji yüksek düzeyde ise ya da kaslara yetersiz düzeyde kan akımı söz konusuysa, yağ asitleri kas hücrelerinin enerji ihtiyaçlarını karşılayamaz ve glukoz metabolizması üzerindeki inhibisyon kalkarak glikoliz (pirüvat ve bir miktar laktat üretilerek kaslara enerji sağlanır) işlemi başlatılır.

Morfoloji ve hız

- Yüksek hızda koşabilen hayvanların bacakları vücutlarının diğer kısımlarına oranla daha uzunken, çevik olmayıp güçlü bir yapıya sahip hayvanların ise bacakları orantısız olarak daha kısadır (Bulldog-tazı ya da koşum atı-İngiliz atı; leopar-çita)).
- Tazıda, Quarter atında ve İngiliz atında femoral bölgedeki kas miktarı, bu türlerin diğer ırklarına nazaran daha fazladır. Bu da arka bacak hareketlerinin daha hızlı olmasına neden olmakta, uzun adımlar daha sık bir şekilde atılabilmekte ve sonuç olarak daha hızlı bir koşu performansı sağlanabilmektedir.

Termoregölasyon ve sıvı dengesi

- Atletik yapısı çok iyi olan insanlarda (muhtemelen köpekgillerde ve tektırnaklılarda da) maksimal metabolik etkinliğin (iş yapan enerji) yaklaşık %25 düzeyinde olduğu kabul edilmektedir. Geriye kalan enerji ısıya dönüştürülebilir.
- Isının ve nemin yüksek olduğu ortamlarda egzersiz sonu oluşan ısı (enerji üretiminin maksimuma çıkması gerekir) buharlaşma ile kaybı zor olur.
- Egzersiz sonrası dönemde oksijen tüketimi ve ısı üretimi yükselmeye devam etmekte ve uzun bir süre (bir saat veya daha fazla) yüksek kalmaktadır.
- Aşırı düzeyde fiziksel çalışmada (kısa süreli anaerobik egzersiz) ısı üretim hızı bazal seviyenin 40-60 katına çıkabilir ve termoregölator yanıtlar devreye girer.

- Termoreg lat r tepkiler her zaman iş görmez. Atlarda, yapılan iş yoğunluğu ve süresi arttıkça, kasların, rektumun (41-43  C) ve kanın ısısı artar.
- Sıcak bölgelerde yaz aylarında yarış yapan tazılarda sıklıkla; ısı çarpması, azot ri, egzersize bağlı *rhabdomyolysis*, ve/veya kalp yetmezliği gözlenir.
- Tektırnaklıların teri insana göre (insanda plazmaya göre hipotonik) daha yüksek düzeyde iyon içerdiğinden egzersizlerden sonra sıvı elektrolit dengesinde oluşacak değişimler ve bu tür atlarda elektrolitlerin yerine konması açısından önemlidir.
- Dayanıklılık antrenmanlarıyla yetiştirilmiş atların dinlenim dönemi hematokrit düzeyleri, kısa mesafeli hız yarışları için yetiştirilmiş at ırklarına göre daha düşüktür. İnsan ve atlarda dayanıklılık antrenmanı sonrası plazma hacmi artmaktadır (su kaybına karşı).

Hormonal Yanıtlar

- Çeşitli endokrin dokular tarafından üretilen hormonlar, substratların gerekli yerlere götürülerek enerji üretimi amacıyla kullanımını düzenlemektedir.
- Birçok hormonun aşırı veya yetersiz üretimi egzersiz performansını düşürdüğü gibi, egzersizle birlikte plazma düzeyleri artarak strese karşı verilen yanıtın önemli bir parçasını oluşturur.
- Günlük olarak yapılan egzersizlerde, egzersizin şiddetine bağlı olarak hipofiz-tiroit yanıtları bir koordinasyon içerisinde gerçekleşir ve tiroit hormonlarının kullanımı ve üretimi artar.

- Tiroit hormonları, mitokondride hücresel solunumu uyararak oksijenin kullanım hızı ile enerji üretim hızını arttıırırlar (en belirkin iskelet ve kalp kasında).
- Glukokortikoitlerin varlığında RNA üretimi artar. Yokluğunda ise, metabolik işlevler aksar ve submaksimal egzersiz için ilave enerji sağlanamaz.
- Atlar da dahil olmak üzere çoğu hayvan türünde **kortizol** (glukokortikoit) düzeyleri egzersiz döneminde ve hemen egzersiz sonrasında artış gösterir.
- Fiziksel stresin yanı sıra psikolojik stres de kortizol salınımının uyarılmasını etkileyebilir.

○ Dolaşımdaki kanda bulunan epinefrin;

- kaslardaki glikojenin glukoz fosfata ve en sonunda da pirüvata çevrilmesini uyarır,
- doku lipazlarını uyarır, insülin salınımını inhibe eder,
- kalbin hızlanmasını ve debisinin artmasını sağlar,
- egzersiz sürecinde kanın dokulara yeniden tanzim edilmesinde rol alır,
- iskelet kaslarında nöromusküler iletiyi kolaylaştırır,
- hızlı kas liflerinde kasılma işlemini uyarır,
- bronşiyollerin gevşemesini sağlar ve
- solunumun hızlanmasına neden olur.

Egzersiz sürecinde sempatik sinir sisteminin oluşturduğu yanıt, tiroit hormonları ve steroit hormonlara göre daha çabuktur ve plazmadaki **epinefrin** ve **norepinefrin** yoğunluklarıyla yansıtılmaktadır. Örn, düşük düzeyli aktivitelerde norepinefrin, ağır egzersizler ve duygusal strese epinefrin **artar**.

○ **Diğer hormonlar;** İnsanlarda ve hayvan türlerinin birçoğunda olduğu gibi atlarda da, egzersizin hem şiddeti hem de süresi insülin ve glukagon salınımında değişikliklere yol açmaktadır.

1. **ACTH** strese karşı savaşmada önemli rol oynayan kortizol salınımını uyarır ve ayrıca epinefrin salınımını artırır.
2. **Lipotropik hormonlar** lipitleri metabolize eder ve böylece uzun süreli kaslar için yakıt sağlar.
3. **Endorfinler** yorgunluğa ve travmaya bağlı ağrıyı baskılayabilir.

İnsanlarda giderek artan sayıdaki kanıta göre analjezi, öfori ve endojen opioidlerin motor uyarımı egzersiz performansında önemli role sahiptirler.

Beslenme

Enerji: Egzersiz yapan atlar ve köpekler için enerjinin büyük önemi vardır. Egzersiz sürecinde ihtiyaç duyulan enerji miktarı hayvanın kondüsyonuna, çevresel sıcaklığa ve yapılan aktivitenin tipine, hızına ve süresine bağlıdır.

- Egzersiz yoluyla kondisyon kazanma, dinlenim dönemi metabolizmasında artışa yol açar.- (yağsız vücut kütlesinin artmış olması).
- Egzersiz yapılacağıının algılanması da enerji metabolizmasını yükseltir ve diyetle alınması gereken enerji miktarını artırır.
- Bir tazının yarış için gereksinim duyduğu enerji miktarı bazal metabolizma için gerekli olan enerji ihtiyacının çok fazla üstünde değildir.

Enerji kaynakları: Enerji kaynağı performansı etkileyebilmektedir.

- Dayanıklılık gerektiren işlerde kullanılan atların kaba yem ihtiyacı fazladır. Böylece bağırsak hacminin artmasına bağlı olarak barsaklarda su ve elektrolit rezervi de artırılmış olur.
- Atletik yapıdaki atlar için yağ kullanımı önerilmektedir çünkü atlarda uzun süreli egzersizlerde başlıca enerji kaynağını NEFA oluşturur. Yağlar ayrıca uzun mesafeler koşan kızak köpeklerinde de performansı olumsuz yönde etkiler.
- Dayanıklılık gerektiren aktivitelerde, yağlar glikojenden daha fazla enerji sağlayabilmektedir. Çünkü bu hayvanların enzimleri halihazırda yağ metabolizmasına uyum sağlamıştır.

Glikojen Deposu: Spor yapan insanların dayanıklılık kapasitesi, aktif kaslardaki glikojen miktarıyla doğrudan ilgilidir.

- Uzun süreli ağır egzersizler sonucunda kas lifleri yatağında bulunan glikojenin hemen hemen tümü yitirilir ve bu durum kaslarda yorgunluğa neden olur.
- Atletlerde (insan) glikojen depolarının oluşmasını sağlamak amacıyla antrenman yapılan dönemlerde yüksek yağlı, yüksek proteinli diyetler tüketilerek glikojen depoları boşaltılır. Yarışmalara 3 gün kala ise yüksek karbonhidratlı yiyeceklerle glikojen deposu doldurulur.
- Atlarda ise özellikle uzun mesafeli koşular gibi dayanıklılık gerektiren aktivitelerde glikojen depolarının önemli olabileceği bildirilmiştir.

Protein: Atlarda egzersiz sürecinde protein ihtiyacında belirgin bir artış olmaz ya da çok az olur. Ter ile birlikte çok az miktarda nitrojenöz madde kaybı olur ve bunun içerisinde az miktarda protein vardır. Ayrıca, alınan gıdalar yeterli düzeyde protein sağlar.

- Dayanıklılık gerektiren işler yapan atlarda plazma üre (protein katabolizmasının yükselmesine bağlı) ve kreatinin düzeyleri devamlı olarak yüksektir.
- Yüksek düzeyde protein içeren diyetle beslenen atlar fazla miktarda terlerler ve bu tür diyetler uzun süreli dayanıklılık gerektiren egzersizlerde nabız ve solunumu daha da hızlandırır.
- Su tüketiminin kısıtlandığı durumlarda yüksek düzeyde protein içeren diyetler önerilmemektedir çünkü nitrojenin atılması için de ayrıca suya ihtiyaç vardır.

Mineraller: Egzersiz yapan atlarda ter ile birlikte sodyum, klor ve diğer elementler atılır. Aşırı miktarda terleyen atlarda negatif elektrolit dengesi oluşabilir.

- Terleme aşırı düzeyde olursa, terle kaybedilen potasyumun yerine kaslardan verilen potasyum konur.
- Magnezyum** kas hücrelerinde ATPaz aktivitesi açısından önemlidir. Egzersiz yapan atlarda terle birlikte magnezyum da kaybedildiği için bu atlarda magnezyum ihtiyacı artar.
- Büyümekte olan atlar çalıştırıldıklarında, bunların **kalsiyum ve fosfor** ihtiyaçları normal şartlarda gereksinim duyulan miktardan daha yüksek olacaktır.
- Selenyum**, kasların bütünlüğünün korunması için gereklidir ve egzersize bağlı miyopatinin tedavisi amacıyla kullanılmaktadır.

Vitaminler: Atletlerin vitaminlerle desteklenmesi yaygındır ama gerekliliği kuşkuludur.

- Atlarda, iyi kaliteli kuru otun vitamin ihtiyaçlarını karşıladığı bilinmektedir. Kötü kuru otla beslenenlerin ise vitaminle desteklenmesi gerekmektedir. Açıkta kalan veya iki yıldan daha uzun bir süre depolanan kuru otlar düşük düzeyde **A vitamini** içerir. Yulaf gibi tane yemler de düşük düzeyde A vitamini içermektedir.
- **Tiyamin (B1 vitamini)** enerjinin kullanımında gereklidir ve yarış atları diğer atlara göre tiyamin eksikliğine daha duyarlıdır.
- **Egzersiz kapasitesi açısından E vitamini önemlidir** ve eksikliğinde egzersize dayanıklılık da azalır.
- Tazılarda tekrarlayan yarışlar nedeniyle oluşan stres ve parazitler dikkate alınıp diyetlerinin vitaminlerle takviye edilmesi gerekmektedir.

DOPİNG

Spor ile ilgilenenler ile bu kişiler ile ilişkili oldukça geniş bir toplum kesimini ilgilendiren çok önemli bir konu DOPİNG kelimesi ile tanımlanmaktadır.

Sportif performansı (fizik, kondisyon, beceri, kas kuvveti) arttırmak amacıyla doğal yetenek, antrenman ve beslenme dışında, yöntem ve maddelerin uygulanmasına “Ergojenik yardım” adı verilmektedir. Ergojenik yardımcıları, fizyolojik (alkali tuzlar, kan dopingi), psikolojik (hipnoz, stres terapisi), mekanik ve biyomedikal (vücut kompozisyonu, giysi ve malzeme), besinsel (karbonhidrat yükleme, amino asit, vitaminler) ve farmakolojik (kullanımı izinli ve yasak ilaçlar) olarak sınıflandırılabilir.

Bunlardan farmakolojik ve fizyolojik yardımcıları ayrıca “doping” kelimesi ile tanımlanmaktadır.

Doping, doğal olmayan ve sporcu/yarış hayvanının sağlığı için zararlı madde ve yöntemlerin kullanılması ve/veya performanslarını çoğaltabilecek veya sporcu/yarış hayvanının vücudunda bulunan bir madde veya “Dopingle Mücadele Olimpik Hareket İlkeleri” ekinde sunulan listede belirtilen madde ve yöntemlerin kullanımı olarak tanımlanır.

Doping: Fiziksel ve fizyolojik olarak performansın arttırılması, **yorgunluğun geciktirilmesi** ve **antrenmanlara dayanıklılığın arttırılması** ile **antrenmanların çoğaltılması**, **performansı bozan heyecan ve endişenin önlenmesi**, **diğer ilaçların saklanması**, daha iyi bir yarışma moralinin sağlanması ve sosyal nedenlerle yapılmaktadır.

Doping kullanımı

I. Spor ahlakı yönünden doğru değildir:

Sporculuk prensiplerine ve centilmenliğe aykırıdır,
Diğer yarışmacılar için haksız rekabet ortamı doğurur,
Sporcunun çevresince gösterilen güveni kötüye kullanmasıdır,
Yasalara karşı gelmektedir.

II. Sporcu ve yarış hayvanı sağlığı yönünden sakıncalıdır:

Sporcu/yarış hayvanının biyolojik ritmini bozar,
Yan etkileri nedeniyle sağlığı tehlikeye sokar,
Kalıcı ruhsal ve fiziksel bozukluklar olabilir,
Alışkanlık yapabilir.

- Hacettepe Üniversitesi ile Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü arasında 1989 yılında yapılan protokol gereği, Hacettepe Üniversitesi'nde kurulmuş olan **Türkiye Doping Kontrol Merkezi**, Uluslararası Olimpiyat Komitesi Tıp Komisyonunca ruhsatlandırılmak amacıyla resmi başvurusunu gerçekleştirmiştir. At dopingi için ise “**Association of Official Racing Chemist**” kuruluşu ile temas kurulmuş olup işlemler yürütülmektedir. 2000 yılından itibaren ISO 17025 akreditasyonu da gerekli olduğundan bu amaca yönelik çalışmalar da sürdürülmektedir. Merkezde, Uluslararası Olimpiyat Komitesi Tıp Komisyonunca yayınlanan ve sporcular tarafından kullanımı yasak ve kısıtlı olan ilaç sınıflarını içeren listedeki tüm ilaçlar ile resmi at dopingi akreditasyon kuruluşlarınca yayınlanan ve insan doping listelerine benzemekle birlikte bazı farklar bulunan maddelerin analizleri 7 tarama grubu üzerinden yapılmaktadır. Her tarama grubunda farklı ilaç grupları ve yüksek teknoloji ürünü bilgisayar kontrollü farklı cihazlarla analizler farklı ekipler tarafından yapılmaktadır

Uluslararası Olimpiyat Komitesi tarafından yayınlanan doping maddelerinin listesinde yer alanlar, kullanımı yasak veya kısıtlı olarak ayrılmaktadır. Her gurubun altında "ve benzerleri" ismi altında listenin daha büyük olduğu bildirilmektedir. Burada benzerleri kelimesinden amaç kimyasal ve farmakolojik olarak benzerliktir. Şu ana kadar 1000 civarında çeşitli ilaç, metaboliti, kimyasal madde, referans madde ve diğer tip farklı maddelerden söz edilebilir. Bu sayı ile de yetinilmeyerek ilaç, metabolit ve referans madde sayısı her gün çoğalmaktadır. Doping sayılan etken maddeyi içeren ilaçları kullanan kişilerde bu ilaçlar vücut içerisinde metabolitlerine dönüşmekte ve merkezlerde binlerce madde arasında bir analiz gerçekleştirmektedir. Bu maddelerin miktarları idrarda çok az olup çeşitli doping olmayan maddeler ile de karışabilmektedir.

Sporcuların Testosteron/Epitestostoren (T/E) oranları Avrupa Konseyince istenilen Doping Pasaportuna yazılması gerekmektedir. Doğal olarak insanlarda 6'dan ve atlarda 12'den küçük olması gereken T/E oranı bu değerlerin üzerinde bulunduğu zaman doping sayılmakta ancak bazen tıbbi nedenlerle doğal olarak da bu oranın yüksek olduğu durumlarla da karşılaşilmektedir. Bu değer

bilinmesi ile sporcuların veya atların yanlış olarak doping ile suçlanması önlenmiş olacaktır. Elit sporculardan seçilenler yıl içerisinde en az üç kez önceden habersiz olarak doping kontrolüne alınarak elde edilen sonuçlar doping pasaportuna işlenmektedir. **Bu konunun atlar için de uygulanması önerilmektedir.**

Yasal kurum

- Türkiye genelindeki hipodromlarda yapılan at yarışları sonrasında alınan kan ve idrar örneklerinde doping maddeleri yönünden analiz Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Etlik Veteriner Merkez Kontrol & Araştırma Enstitüsü bünyesinde yer alan Merkez Doping Laboratuvarı' nda yapılıyor. Laboratuar Dünya Doping Laboratuvarları Federasyonu üyesi ve Nisan 2002 tarihinden itibaren Uluslar arası Referans Laboratuvarı kimliğine sahiptir.

Atlara endojen olsun ya da olmasın dışarıdan verilen yasaklanmış maddeler :

1. Sinir sistemine etki eden maddeler; Amfetamin, morfin v.b.,
2. Kardiyovasküler sisteme etki eden maddeler; β -blokörler, α -agonistler
3. Solunum sistemine etki eden maddeler; β_2 -agonistler, efedrin v.b.,
4. Sindirim sistemine etki eden maddeler; Antiasitler v.b.,
5. Üriner sisteme etki eden maddeler; Diüretikler v.b.,
6. Üreme sistemine etki eden maddeler; Steroidler v.b.,
7. İskelet kaslarına etki eden maddeler; Lokal analjezikler v.b.,
8. Kan sistemine etki eden maddeler; Salisilatlar v.b.,
9. Lisans almış aşılarda dışında kalan; bağışıklık (immün) sistemine etki eden maddeler; Glukokortikoidler v.b.,
10. Endokrin sistem, endokrin salgıları ve sentetik tamamlayıcıları olan maddeler; Peptid hormonlar, anabolik steroidler v.b.,

Yukarıda verilen ilaç sınıflardan en önemlilerinin özellikleri, sporda kullanım nedenleri ve yan etkilerine kısaca bir göz atarsak:

Stümölanlar merkezi sinir sistemini doğrudan etkileyen maddeler olup sporcular tarafından sıklıkla kullanılırlar. Aktiviteye arttıran ve yorgunluk hissini azaltan maddelerdir. Uyanık olma, konsantrasyonu artırma etkileri bulunmaktadır. Sinirlilik, kalp atım hızının artması, kan basıncının yükselmesi, su kaybı ve dolaşım bozuklukları yan etkileridir.

Narkotikler merkezi sinir sistemini etkileyip acı hissini azaltırlar dolayısıyla ağrıya duyulan hassasiyeti maskelemek amacı ile kullanılır. Solunum depresyonu ile fiziksel ve psikolojik bağımlılık riski gibi yan etkileri bulunmaktadır.

Anabolizanlar, doğal erkeklik hormonu testosteronun türevi olup doku yapıcı ve kas yapıcı etkileri bulunmaktadır. Vücuda alındıktan sonra deride, iskelet ve kaslarda protein oluşumunu arttırmaktadır. Kas kitlesi ve gücünü arttırdığından özellikle ağırlık ve güç isteyen spor dallarında kullanılmaktadır. Normal hormon fonksiyonunu etkileyip karaciğere zarar vermektedir. Kan, lipid ve kardiyovasküler sisteme geri dönüşümsüz yan etkileri bulunmaktadır.

İdrar söktürücüler, idrar atılımını hızlandıran ilaçlar olup ağırlık kategorilerinin önemli olduğu spor dallarında ve maskeleyici amaçla kullanılmaktadır. Su kaybı nedeniyle performansta azalma, böbrek ve kalp yetmezliklerine neden olmaktadır.

- **YÖNTEMİN ADI ve**
- **TAYİN EDİLEN MADDELER**
- GAZ KROMATOĞRAFİSİ – KÜTLE SPEKTROMETRESİ
 - Amfetamin, morfin v.b., Beta-blokörler, α -agonistler v.b., β 2-agonistler, efedrin v.b., Antiasitler v.b., Diüretikler v.b., Lokal analjezikler v.b., Salisilatlar v.b., Glukokortikoidler v.b., Peptid hormonlar, anabolik steroidler v.b., NSAID.
- YÜKSEK PERFORMANSLI SIVI KROMATOĞRAFİSİ
 - Kafein, Teofilin, Kortizon, Hidrokortizon
- ELİZA
 - Narkotikler, Bronk dilatörler, Promazin, İzoksuprine, Kortikosteroidler, Klenbüterol, Barbituratlar, Benzodiazepin, Kokain, Nandrolon, Boldenon.

- **Yarış hayvanları için kabul edilebilir en üst düzeyleri bildirilmiş maddelerin listesi:**
- 1. Karbondioksit : 37 mmol/L plazma,
- 2. Dimetil sülfoksit : 5 µg/ml idrar,
- 3. Hidrokortizon : 1 µg/ml plazma,
- 4. Nandrolon : İdrarda serbest ve konjuge (5 α-estran-3β-17 α-diol / 5 α-estren-3β-17 α-diol) oranı 1,
- 5. Salisilik asit : 750 µg/ml idrar veya 6.5 µg/ml plazma,
- 6. Teobromin : 2 µg/ml idrar,
- 7. Toplam arsenik : 0.3 µg/ml idrar,
- 8. Testosteron : İğdiş edilmiş beygirde 20 µg/ml,
- 9. T/E oranı : Dişi at'ta 12'den büyükse doping sayılmaktadır.

KAN DOPİNGİ

A) Tanım

- İntravenöz yolla kan transfüzyonu yapılmasına “KAN DOPİNGİ” denir.

B) Kan Kaynakları

- Sporcunun kendi kanı (önceden alınıp saklanır),
- Uygun kan grubu olan kişilerin kanı.

C) Etkileri

- Kalp debisi (dolaşımdaki kan miktarı) artar,
- Hemoglobin değeri artar,
- Oksijen taşıma kapasitesi artar / yorgunluk öncesi dönem uzar,
- Hücre asiditesi azalır/ iyi bir kas fonksiyonu sağlanır.

D) Yan Etkileri

Kan dopingi tehlikeli sağlık problemleri oluşturmaktadır. Bunlara örnek olarak; allerjik etkiler (kızarıklık, isilik, ateş v.b.), eğer yanlış tip kan kullanıldıysa sarılık, kan dolaşımının bozulması, kanın pıhtılaşması, metabolik şok, ve enfeksiyon hastalıklarının bulaştırılması verilebilir.

E) Gerekli Miktar

- Doping etkisinin görülmesi amacıyla 1000-1500 ml kan tranfüzyonu gerekir.

F) Saptanması

- Hemoglobin/ hematokrit düzeyinin saptanması
- Serum demir düzeyinin saptanması
- Alyuvarların yaşının ölçümü (ozmotik rezistans ve mikroskop ile)
- Eritropoietin seviyesinin saptanması
- İmmünolojik yöntemlerle saptanması

İDRAR İÇİNDEKİ DERİŞİMLERİ VERİLEN SINIRLARIN ÜZERİNDE BULUNDUĞUNDA DOPİNG OLAN MADDELER

- Kafein> 12 mikrogram/mililitre
- Karboksi-THC> 15 nanogram/mililitre
- Katin> 5 mikrogram/mililitre
- Efedrin> 10 mikrogram/mililitre
- Epitestosteron> 200 nanogram/mililitre
- Metilefedrin> 10 mikrogram/mililitre
- Morfin> 1 mikrogram/mililitre
- 19-norandrosterone> 2 nanogram/mililitre erkeklerde
- 19-norandrosterone> 5 nanogram/mililitre bayanlarda
- Fenilpropanolamin> 25 mikrogram/mililitre
- Psödoefedrin> 25 mikrogram/mililitre
- Salbutamol (yarışma dışı analizde)>500 nanogram/mililitre
- T/E oranı> 6

ULUSLARARASI OLİMPİYAT KOMİTESİ TIP KOMİSYONU TARAFINCA BİLDİRİLEN

Sporcular Tarafından Kullanımı Yasak ve Kısıtlı Olan Farmakolojik Maddeler ve Yöntemler

I. Sporcularca kullanımı yasak olan farmakolojik madde grupları

- A. Uyarıcılar,
- B. Narkotik analjezikler,
- C. Anabolik maddeler,
- D. İdrar söktürücüler,
- E. Peptid hormonlar ile bunların etkilerini taklit eden maddeler ve benzerleri.

II. Sporcular tarafından kullanımı yasak olan yöntemler

- A. Kan dopingi,
- B. Yapay oksijen taşıyıcılarının veya plazma genişleticilerinin kullanımı
- C. Farmakolojik, kimyasal ve fiziksel uygulamalar.

III. Sporcular tarafından bazı durumlarda kullanımı yasaklı farmakolojik madde grupları

- A. Alkol,
- B. Kannabinoidler,
- C. Lokal anestezikler,
- D. Glukokortikosteroidler,
- E. Beta-blokörler

KAYNAKLAR

- ◉ Dukes' Physiology of Domestic Animals, edited by William O. Reece Twelfth edition, 2004.
- ◉ Equine Exercise Physiology, David Marlin and Kathryn Nankervis, 2003.
- ◉ Exercise Physiology, Peggy Miller, 2004.