BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

# DENEYSEL FİZYOLOJİ

Yrd. Doç. Dr. Birsen Kaplan

Ankara, 2002

Haberal Eğitim Vakfı



BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

# DENEYSEL FİZYOLOJİ

Yrd. Doç. Dr. Birsen KAPLAN

Ankara, 2002

## ÖNSÖZ

Fizyoloji, canlının yaşamsal fonksiyonlarını inceleyen bir bilim dalıdır. Canlılığı sağlayan pek çok sistem birbiri ile uyumlu ve entegre bir şekilde fonksiyon gösterir. Bu kitabın amacı homeostasisi devam ettirmek üzere fonksiyon gösteren sistemleri laboratuvar ortamında çalışarak, teorik olarak anlatılan bilgilerin ezbere dayandırılmadan anlayarak mantıkla öğrenilmesini sağlamaktır. Kitabın amacına uygun olarak öğrencilerimizin yeterli ve gerekli donanıma sahip olan Fizyoloji Laboratuvarında gruplar halinde, işbirliği içinde ve her bir öğrencimizin aktif olarak katılabileceği deneyler bulunmaktadır.

Kitabın, öğrencilerimizin Fizyoloji deneysel çalışmalarına bilinçli olarak katılmalarını sağlayacağını ve teorik bilgilerini pekiştireceklerini umarım.

Yrd. Doç. Dr. Birsen KAPLAN

Teşekkür

Bu kitabın basımı ve yayımındaki destek ve katkılarından ötürü Başkent Üniversitesi Rektörü *Sayın Prof. Dr. Mehmet Haberal*'a, kitabımızın hazırlanışındaki destekleri ve cesaretlendirici davranışlarından dolayı Tıp Fakültesi Dekan Yardımcısı *Sayın Prof. Dr. Zeynep Kayhan*'a, bilgi ve tecrübelerini aktararak yetişmemde gösterdiği katkılarından ötürü değerli hocam Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı *Sayın Prof. Dr. Bilge Gönül*'e, kitabımızın hazırlanışı sırasındaki gerek kaynaklar gerekse prosedür konusunda ki yardımlarından dolayı Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı öğretim Üyesi *Sayın Prof. Dr. Hızır Kurtel*'e, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi *Temel Tıp Bilimlerinde görevli tüm öğretim üyesi ve öğretim görevlisi arkadaşlarıma* desteklerinden ötürü, kitabımızın yazılımındaki yardımlarından dolayı Başkent Üniversitesi Temel Tıp Bilimleri çalışanlarından *Sayın Sibel Sarışık*'a ve *Sayın Ayten Şimşek*'e, ayrıca kitabızımda bulunan deney hayvanları ile ilgili resimlerin hazırlanışında emekleri geçen Başkent Üniversitesi Deney Hayvanları Üretim ve Araştırma Merkezi Üretim Ünitesi sorumlusu Veteriner Hekim *Sayın Dr. Didem Bacanlı*'ya, resimlerin çekimi sırasında gösterdikleri kolaylıklardan ötürü Başkent Üniversitesi Fotofilm Ünitesi, Fotofilm Ünitesi Amiri *Sayın Gültekin Erdoğan*'a ve *Sayın Murat Ekinci*'ye, kitabımızın anlaşılabilir kılınması için gerekli görsel materyalin hazırlanmasında gösterdiği özenden dolayı *Sayın Sinan Karaçocuk*'a, yazılımdaki yardımları için *Sayın Meral Polat*'a ve *Sayın Yasemin Bayşar*'a, kitabımızın tamamlanma aşamasındaki katkılarından dolayı Başkent Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı Öğretim Görevlisi *Sayın Dr. Erhan Büken*'e ve *Başkent Üniversitesi Basın Yayın ve Halkla İlişkiler Bürosu* tüm çalışanlarına kitabın basımının her aşamasını kolaylaştırıp, zevklendirdikleri için teşekkürler ederim.

Aileme çalışmalarımdaki desteklerinden ötürü teşekkürler ederim.

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

A. LABORATUVARDA UYULMASI GEREKEN KURALLAR ..... 9

B. UYGULAMALI ÇALIŞMALARA BAŞLARKEN

1. Enjeksiyon Yöntemleri ..... 11
2. Anestezi Tekniği ..... 11
3. Anestezi Yöntemleri ..... 12
   3.1. İnhalasyon yoluyla verilen anestetik ajanlar
   3.2. Enjeksiyon yoluyla uygulanan anestezi
      a. İntravenöz (iv) enjeksiyonlar
      b. İntraperitoneal (ip) enjeksiyonlar
      c. İntramüsküler (im) enjeksiyonlar
      d. Subkütan (sc) enjeksiyonlar
   3.3. Bazı deney hayvanlarında kullanılan anestetik maddelerin doz, uygulanış şekli ve etki süreleri

C. GENEL BİLGİLER

1. Fizyoloji Pratik Çalışmalarında Kullanılan Bazı İzotonik Çözeltilerin Hazırlanışı ..... 17
2. Laboratuvar Hayvanlarının Özellikleri ..... 17
   2.1. Kobay
   2.2.Tavşan
   2.3. Rat (Sıçan)
   2.4. Fare
   2.5. Kurbağa

D. HÜCRE İLE İLGİLİ DENEYLER

1. Elodea Bitkisi ile Yapılan Deneyler ..... 33
2. Eritrositler ile Yapılan Deneyler ..... 36
   2.1. Tüpte ozmotik hemoliz
   2.2. Tüpte litik hemoliz
   2.3. Lamda ozmotik hemoliz

E. DOKU DERS GRUBU İLE İLGİLİ DENEYLER

1. Kurbağada Çizgili Kasın Kontraksiyon Mekanizmasının İncelenmesi ..... 41
2. Kurbağada Kas Preparatının İncelenmesi ..... 45
3. Kurbağada Sinir- Kas Preparatının İncelenmesi ..... 46
4. Deserebre Kurbağada Hareket ..... 49
5. İnsanda Bazı Reflekslerin İncelenmesi ..... 49
   5.1. Otonomik refleksler
   5.2. Somatik refleksler

## F. KAN FİZYOLOJİSİ İLE İLGİLİ DENEYLER


1. İnsanda Kan Alma Yöntemleri ..... 55
2. Kan Gruplarının Saptanması ..... 56
3. Rh Faktörünün Saptanması ..... 58
4. Kan Şekilli Elemanlarının Sayımı ..... 58
   4.1. Kanda hemositometrik yöntemle eritrosit sayısının saptanması
   4.2. Kanda lökosit sayısının hemositometrik yöntemle saptanması
   4.3. Kanda trombosit sayısının direkt yöntemle saptanması
5. Kanda Hemoglobin Konsantrasyonunun Kolorimetrik Yöntemle Belirlenmesi (Sahli Yöntemi) ..... 65
6. Hematokrit Değerinin Saptanması ..... 65
7. Kanın Sedimantasyon Hızının Tayini ..... 66
8. Kan Yayma Tekniği: Lökosit Formülü ..... 68
9. Kanama Süresinin Saptanması ..... 74
10. Pıhtılaşma Zamanının Belirlenmesi ..... 74


## G. DOLAŞIM FİZYOLOJİSİ İLE İLGİLİ DENEYLER


1. Kurbağa Kardiyovasküler Fizyolojisi ..... 77
   1.1. Kurbağa kalbi hakkında bilgi
   1.2. İzole kurbağa kalbinin İncelenmesi
      1.2.1. Kalp kasına çeşitli iyon ve maddelerin etkisi
      1.2.2. Kalp kasına ısının etkisi (Gaskel Deneyi)
   1.3. Insitu Kurbağa Kalbinin Kimograf Kayıtları
   1.4. Insitu Kurbağa Kalbinde Stannius Bağları
   1.5. Kurbağa Dilinde veya Mezenterde Kapiller Dolaşım
2. İnsanda Arteriyal Kan Basıncının Ölçülmesi (İndirekt Metot). ..... 83
3. Deney Hayvanında Kan Basıncının Ölçülmesi (Direkt Metot) ..... 85
4. İnsanda Nabız Muayenesi ..... 86
5. İnsanda Kalp Seslerinin Dinlenmesi ..... 87
6. İnsanda Elektrokardiyagramın (EKG) Kaydedilmesi ..... 88
7. İnsanda Kapiller Dolaşım ..... 92


## H. SOLUNUM FİZYOLOJİSİYLE İLGİLİ DENEYLER


1. İnsanda Solunum Sisteminin Fiziksel Yöntemlerle İncelenmesi ... 95
2. İnsanda Solunum Sayısı ve Değişiklikleri ..... 96


## I. METABOLİZMA İLE İLGİLİ DENEYLER


1. Kobayda Safra Oluşumu ve Özellikleri ..... 99
2. Kobayda Mide Asit Sekresyonu ..... 100

## J. DUYU FİZYOLOJİSİ İLE İLGİLİ DENEYLER

### I. GÖRME DUYUSU


1. Gözün Yapısı. ..... 103
2. Gözün Diyoptirik Sistemi ile İlgili Deneyler ..... 104
   2.1. Retinadaki görüntünün ters oluşunun kanıtlanması
3. Gözdibinin İncelenmesi ..... 104
   3.1. Oftalmoskopi
   3.2. İnsanda görme keskinliğinin saptanması
4. Pupilla Işık Refleksi ..... 108
5. Yakın Nokta Akomodasyonu ..... 109


### II. İŞİTME DUYUSU


1. İşitme Eşiği Veya İşitme Keskinliğinin Saptanması ..... 109
2. Ses Lokalizasyonu ..... 110
3. Orta Kulak Fonksiyonlarının Araştırılması: Rinne ve Weber Deneyleri ..... 110


### III. DENGE DUYUSU


1. Denge Testi (Barany Testi, Vestibulo-oküler Refleks testi) ..... 112


### IV. TAT DUYUSU


1. Dilde Tat Lokalizasyonu ..... 113


## K. BEYNİN ELEKTRİKSEL AKTİVİTESİ


1. Elekroensefalografi ..... 115
2. Tavşanda EEG Kaydı ..... 117
3. İnsanda EEG Kaydı ..... 118


## L. NÖROLOJİK TESTLER


1. Bellek Testi ..... 121
2. Mantık Yürütme. Problem Çözme ..... 121
3. Eklem Pozisyon Duyusu
4. Vibrasyon ..... 122
5. Koordinasyon ..... 122
6. Ayakta Duruş, Yürüyüş ..... 123
7. Asinerji (inkoordinasyon) ..... 123
8. Nistagmus ..... 125

# A. LABORATUVARDA UYULMASI GEREKEN KURALLAR

1. Laboratuvara saatinde geliniz.

2. Laboratuvar çalışmasından önce mutlaka konu ile ilgili deneyleri dikkatle okuyunuz.

3. Laboratuvara mutlaka önlüklü giriniz.

4. Laboratuvara girişte 2 adet beyaz A4 kağıdı ve kalem bulundurunuz.

5. Size ayrılan masada çalışınız ve gerekmedikçe masanızdan ayrılmayınız.

6. Laboratuvar çalışması süresince ortaya çıkan atıkları lavaboda veya masada bırakmayınız. Tıbbi atıkların toplandığı çöp kutularına atınız.

7. Laboratuvar çalışması bittikten sonra masanızdaki malzemelerinizi yıkayınız. Masanızın üzerini siliniz.

8. Masanızı bulduğunuz şekliyle bırakınız.

9. Eldiven, önlük gibi koruyucu giysiler enfeksiyon kontrol ve izolasyon önlemlerinin en önemli kompenentlerindendir. Kullanımda titizlik gereklidir.

10. Kullandığınız eldivenleri tıbbi atıkların bulunduğu çöp kutusuna atınız.*

11. Laboratuvar çalışması sonunda ellerinizi mutlaka yıkayınız.*

12. Laboratuvar çalışmaları boyunca, çalışmaya olan ilginiz ve dikkatiniz hocalarınız tarafından değerlendirilecektir.

*: Başkent Üniversitesi Hastanesi ve Bağlı Araştırma ve Uygulama Merkezleri. Hastalıklarda Uygulanacak İzolasyon Önlemleri Kılavuzu, Ankara, 2002

# B. UYGULAMALI ÇALIŞMALARA BAŞLARKEN

## 1. Enjeksiyon Yöntemleri

Deney hayvanlarında enjeksiyon; intradermal (id), subkütan (sc), intraperitoneal (ip), intramüsküler (im), nadiren intratorasik, oral veya rektal yol kullanılarak yapılır. Dozaj ve enjeksiyon yerinin seçimi; verilen ilaca, özelliklerine ve istenen etkiye bağlıdır.

• İntradermal (id, deri içine) enjeksiyon: Karın bölgesi tıraş edilerek, deri pensle kaldırılır ve 1-2 mm kadar deri içine girilerek 0,025-0,1 ml sıvı enjekte edilir. Şişkinlik yapan sıvı deriyle birlikte kalkar.

• Subkütan (sc, deri altına) enjeksiyon: Deri pensle kaldırılarak deriye paralel bir tutuşla iğne 1 cm kadar sokulur. Zerkle deri hafifçe şişer ve kontrol için kaldırıldığında şişlik deriyle kalkmaz.

• İntraperitoneal (ip, periton boşluğuna) enjeksiyon: Deri altına girdikten sonra yatay pozisyondan dik açı pozisyonuna geçirilen iğne bir hamlede peritona sokulur. Küçük hareketlerle iğne ucunun serbest olup olmadığına bakılır. Sonra enjeksiyon yapılır. Aynı yolla periton sıvısı da alınabilir.

• İntramüsküler (im, kas içine) enjeksiyon: Arka bacağın arka yüzüne iğne dik olarak batırılır, piston geri çekilerek damara girilip girilmediği kontrol edilir. Kan gelmemelidir.

• İntrakardiyak (ic, kalp içine) enjeksiyon: Enjeksiyon yapılacak hayvanın göğüs kafesi parmaklar arasında tutularak kalbin ucunun göğüs ucuna çarptığı yer tespit edilir. Bu noktadan 1 cm kadar öne veya sola gidilerek tespit edilen noktaya enjeksiyon yapılır.Verilen sıvının ısısı ve verilme hızı önemlidir. 1 $cm^{3'}$ ten fazla sıvı verilmemelidir. Aynı yöntem kullanılarak kalpten kan da alınabilir.

•İntravenöz (iv, ven içine) enjeksiyon: İntravenöz enjeksiyon için seçilecek ven, hayvan türlerine göre değişiklik gösterir. Tavşanlarda genelde kulak veni, ratlarda kuyruk lateral venleri kullanılır. Tavşanda kulağın üzeri tıraş edilir ve deri alkol ile temizlenir. Kulak kenarındaki veya ortadaki arterin hemen yanındaki venin üzeri parmakla sıvazlanarak görünür hale getirilir. Kulak veni iyice görülünce 22-25 G intraket ile girişim yapılır.

## 2. Anestezi Tekniği

İnsan organizmasının fonksiyonları geniş ölçüde hayvanlar üzerinde yapılan deneylerle aydınlatılmıştır. Bu yolda hayvanların feda edilmesi kaçınılmaz bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak hayvanların acı çekmesini önlemek amacıyla anestezi yöntemleri hakkında bilgiye sahip olunması gerekmektedir. İncelenen fonksiyonu en az değiştiren, uygun anestetik madde ve yöntemin seçilmesi güvenilir sonuçlar alınması için ilk koşuldur.

Deney hayvanları anestezi edilirken;

- Deney hayvanı iyi beslenmiş olmalı ve narkozun neden olacağı kusmalar dolayısıyla su kaybını önlemek için, girişimden önce 4-12 saat aç bırakılmalı, yalnız su verilmelidir.
- Deney hayvanı, sakinleştirici anestezi etkisini arttırıcı ve vejetatif sistemi bir ölçüde inhibe eden maddelerle anesteziye hazırlanmalıdır (Premedikasyon).
- İnhalasyon anestezisi uygulamak ya da diğer yollardan anestezi yapılacağı zaman solunum güçlüklerini önlemek ve gerekirse yapay solunum yaptırmak için gerekli tertibat hazır bulundurulmalıdır.

## 3. Anestezi Yöntemleri

### 3.1. İnhalasyon yoluyla verilen anestetik ajanlar

Azot protoksit (Nitröz oksit, $N_2O$), eter gibi maddeler inhalasyon yoluyla verilen anestetik ajanlardandır. Laboratuvar çalışmalarımızda çoğunlukla eteri kullanırız.

- Eter: Ucuz ve renksiz bir gaz olup, yüksek oranda buharlaşır ve yanıcı-patlayıcıdır. İyi havalandırılmış ortamlarda kullanılmalıdır. İndüksiyon ve ayılma oldukça yavaştır. Vazodilatasyon ve bronkodilatasyon yapar. Anestezi yüzeysel olduğunda solunumu uyarır, derinleşince baskılar. Kas gevşetici ve analjezik etkisi iyidir, fakat operasyon sonrasında kusmaya yol açabilir. Kalp, karaciğer ve böbreklere toksik etkisi yoktur. Rat veya fare dışında daha büyük bir deney hayvanında kullanılacak olduğunda, solunum yolları ve tükürük sekresyonunu azaltmak için hayvana önceden atropinle premedikasyon yapılmalıdır. Açık damla tekniği veya cam kavanoz içine yerleştirilen eter emdirilmiş bir pamuk ya da bez yoluyla kullanılır.

### 3.2. Enjeksiyon yoluyla uygulanan anestezi

Enjeksiyon yoluyla uygulanan anestezinin çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır:

**Avantajları**

- Kullanımları basittir, etki genellikle hızlı başlar, çok az malzeme gerektirir, yanıcı ve patlayıcı değildirler, hava yollarına irritan etkileri yoktur.

**Dezavantajları**

- Dokularda irritasyon yapabilirler, geri alınmaları mümkün değildir, ilacın birikimi söz konusudur, ayılma-derlenme safhasında eksitasyon ve halüsinasyonlara neden olabilir.

*a. İntravenöz (iv) enjeksiyonlar:* Farmakodinamiğin en iyi hesaplanabildiği ve ideal olarak ilacın doğrudan dolaşıma verilebildiği enjeksiyonlardır. Bazı ajanlar, iv verilmesi sırasında damar dışına taşırılması halinde irritasyona neden olabilir ve bu da etraf doku ve sinirlerde hasara yol açar. Erişkin bir tavşanda kulak veninden bir defada 5 ml'den fazla volüm verilmemelidir. Ratlarda ise, kuyruk veninden bir defada en fazla 0,5 ml volüm verilebilir. İntravenöz enjeksiyonların avantajları; ajan dolaşıma hızla geçer ve etkisi çabuk başlar, ayrıca doz ayarlaması ve ek doz verilimi kolaydır. Dezavantajları ise; hayvanın tutulması ve küçük hayvanlarda veni bulmanın zor oluşudur.

*b. İntraperitoneal (ip) enjeksiyonlar:* Yaygın olarak küçük kemirgenlerde kullanılır. Çünkü bu hayvanlarda periferik venlerin tespiti ve girişim oldukça zordur. Vücut gergin olacak şekilde tutulur, enjeksiyonlar karın alt kadrandan ve orta hat üzerinden veya orta hattın hemen solundan yapılır. Özellikle kemirgen ve tavşanlarda, çekum içine olabilecek enjeksiyonları önlemek için orta hattın sağından yapılmamalıdır. Küçük kemirgenlerde verilecek sıvı miktarı bir defada 10 ml'yi geçmemelidir. Avantajları; büyük volümler verilebilir (farede 0,5 ml, ratta 2ml, tavşanda 50-100 ml gibi). Dezavantajları; organ zedelenmesine yol açabilmesi nispeten daha zor bir teknik olması, indüksiyon zamanının uzamasıdır.

*c. İntramüsküler (im) enjeksiyonlar:* Büyük deney hayvanlarında daha kolaydır. Kemirgenlerde im enjeksiyonlar dikkatlice yapılmalı volüm düşük tutulmalıdır. Eğer bu amaçla büyük bir kas kütlesi kullanılmak isteniyorsa bacağın arka tarafı kullanılmalıdır. Bu sırada siyatik sinir enjeksiyonundan kaçınmak için arka-yan taraftan girilmelidir. Daha büyük hayvanlarda lateral dorsal spinal kaslar kullanılabilir. Avantajları; emilim oldukça hızlıdır, basit bir tekniktir. Dezavantajları; düşük volüm enjekte edilebilir, enjeksiyon ağrılıdır.

*d. Subkütan (sc) enjeksiyonlar:* Oldukça basit olup, iv yolun açılamadığı ve sıvı verilmesi gereken hallerde tercih edilir. Derinin gevşek olduğu bir bölge parmakla sıkıştırılır. Sıkıştırılan bölgenin tam ortasından iğneyle girilerek ajan enjekte edilir. İm ve sc enjeksiyonlarda kullanılan iğnenin çapı, hayvanın türüne, solüsyonun viskozitesine ve verilmesi planlanan ajan ya da sıvının volümüne bağlıdır. Avantajı; kolay bir yöntemdir ve büyük volümler verilebilir (ratlarda 10 ml, tavşanda 30-50 ml). Dezavantajı; emilim yavaştır, irritan ve hipertonik solüsyonlar sc verilmez.

### 3.3. Bazı deney hayvanlarında kullanılan anestetik maddelerin doz, uygulanış şekli ve etki süreleri

**Tablo 1:** Bazı deney hayvanlarında kullanılan anestetik maddelerin doz, uygulanış şekli ve etki süreleri

| | AJANLAR | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| KOBAY | | Pentobarbital (Nembutal) | Tiyopental (Pentotal) | Ketamin | Üretan** | Propofol (Diprivan) |
| | DOZ | 35-40 mg/ kg | 20-55 mg/ kg | 50-200 mg/ kg | 1500 mg/ kg | |
| | UYGULANIŞ ŞEKLİ | iv, ip | iv, im | im | ip | |
| | ETKİ SÜRESİ | 60-90 dakika | | 10 dakika | | |
| TAVŞAN | DOZ | 20-45 mg/kg | 15-25 mg/ kg | 35-50 mg/ kg | 1000-1500 mg/ kg | 7.5-15 mg/ kg |
| | UYGULANIŞ ŞEKLİ | iv | iv | im, iv | iv, ip | iv |
| RAT | ETKİ SÜRESİ | | | 25-40 dakika 20-30 dakika | | |
| | DOZ | 40 mg/ kg 60-100 mg/kg | 30 mg/ kg | 60-100 mg/ kg | 1000-1250 mg/ kg | 210 mg/ kg |
| | UYGULANIŞ ŞEKLİ | iv,ip,im | iv | im | ip | iv |
| | ETKİ SÜRESİ | 120 dakika | | | | |
| FARE | DOZ | 30-40 mg/ kg 50-90 mg/ kg | 25-50 mg/ kg | 100-200 mg/ kg | 1000-1250 mg/ kg | 25 mg/ kg 2-2.5 mg/kg6dk |
| | UYGULANIŞ ŞEKLİ | iv, ip, ip | iv | im | iv, ip infüzyon | iv, |
| | ETKİ SÜRESİ | 20-40 dakika | 20-40 dakika | | | |

**iv:** İntravenöz **sc:** Subkütan **im:** İntramüsküler **ip:** İntraperitoneal

** Sadece terminal amaçlı girişimlerde kullanılır.

## KAYNAKLAR


- Gökhan, N., Emiroğlu, F.: Fizyoloji Uygulamalı Çalışma Kitabı. III. Baskı, Çeliker Matbaacılık San. Tic. Koll. Şirk., İstanbul, 1979, s.1-3
- Özesmi, Ç., Aydoğan, S., Süer, C., Dursun, N., Gölgeli, A., Aşçıoğlu, M., Çoksevdim, B., Dolu, N.: Fizyoloji Laboratuvar Deneyleri. Kayseri, 1998, s,6-7
- Özköse, Z., Menteş, B.B., Görgül, A.: Deney Hayvanlarında Anestezi. Barok Ofset, Ankara, 1998, s, 31-40

# C. GENEL BİLGİLER

## 1. Fizyoloji Pratik Çalışmalarında Kullanılan Bazı İzotonik Çözeltilerin Hazırlanışı

Fizyoloji pratik çalışmalarında serum fizyolojik, ringer çözeltisi gibi bazı izotonik çözeltiler kullanılmaktadır. Bunların hazırlanışları Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2:** Fizyoloji pratik çalışmalarında kullanılan bazı izotonik çözeltilerin hazırlanışı

| | İzotonik çözelti | NaCl (g) | KCl (g) | $CaCl_2$ (g) | $MgCl_2$ (g) | $NaHCO_3$ (gg) | $NaH_2PO_4$ (g) | Glukoz (g) | Üre (g) | Distile su(ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Soğuk kanlılar için | Serum fizyolojik | 0,65 | | | | | | | | 100 |
| | Ringer çözelti | 0,65 | 0,02 | 0,02 | | 0,01 | | | | 100 |
| Sıcak kanlılar için | Serum fizyolojik | 0,9 | | | | | | | | 100 |
| | Ringer çözeltisi | 0,9 | 0,042 | 0,024 | 0,025 | 0,05 | | 0,05 | | 100 |
| | Ringer Tyrod Çözeltisi | 0,8 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | | 100 |

## 2. Laboratuvar Hayvanlarının Özellikleri

### 2.1. Kobay



**Şekil 1:** Kobay barınağı. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Kobay Yetiştirme ve Stok Bölümü)

*Beslenme*

Kobaylar herbivor hayvanlardır (Otcul). Beslenme bakımından tamamen otçullara uymazlar. Gündüzleri yer, geceleri kemirirler. Yabani yaşamda yeşil yemler, tohumlar ve köklerin olduğu alanlarda yaşarlar. Laboratuvarlarda peletlenmiş yemle beslenirler. Beslenme kuru otla desteklenmediği zaman, hayvanda kürk kemirme olayları görülür, döl verme performansı azalabilir. Kobaylar C vitaminini dışardan almak zorundadırlar, yeme veya içme suyuna katılarak verilebilir. Kobaylara toplam ağırlığın 1/3'ü kadar yem verilebilir. Hazırlanan pelet yemlerde %20-30 oranında protein bulunması uygundur. Yemdeki temel protein, mineral ve vitamin düzeyleri Tablo3'de verilmiştir.

**Tablo 3:** Kobay yeminde bulunan temel protein, mineral ve vitamin düzeyleri

| Besin | Besin miktarı (kg diyet) | Besin/ kg canlı ağ./ gün |
|---|---|---|
| Kuru madde | 900 g | 40 g |
| Su | 100 g | 100 ml toplam |
| Selüloz | %10-18 | 4-7.2 g |
| Protein | %20-30 | 8-12 g |
| Kalsiyum | %1.0 | 400 mg |
| Vitamin A | 8.0 mg | 0.4 mg |
| Vitamin D | 0.04 mg | |
| Vitamin E | 100 mg | 2.3 mg |
| Vitamin K | 2.0 g | 0.09 g |
| Vitamin C | 200 mg | 10 mg |

*Üreme*

Dişilerde minimum damızlık yaşı 100 gün, erkekte 6 aydır. Gebelik süreleri 59-67 gündür. Yılda 2-4 kez doğum yapabilirler. Yeni doğan yavrunun gözü açıktır, hareketli ve tüylüdür, iki kesici dişi bulunur. Doğum kiloları yaklaşık 60-70 gramdır. Kobaylar ilk doğumda 2-3 yavru yaparlar, sonrakilerde bu sayı 8'e kadar çıkabilir.

*Fizyolojik Özellikleri*

Kobay bir rodenttir (=kemirgen). Gastrik boşalma zamanı, kaprofaji hariç yaklaşık 2 saattir. Büyüme hızı genotip ve beslenmeye bağlıdır. Diğer kemirgenlere oranla eritrosit miktarı düşüktür. Steroidlere karşı nispeten dirençlidir. Yetişkin bir kobayda 25 ml civarında kan vardır. Kobayların bazı fizyolojik özellikleri Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 4:** Kobayların bazı fizyolojik özellikleri

| | |
|---|---|
| Ergin canlı ağırlığı | Erkek (`) 900-1000 g, Dişi(a) 700-900 g |
| Rektal sıcaklık | 37.9 °C (36.0-40.5) |
| Yaşam süresi | 2-8 yıl |
| Solunum sayısı | 90 (69-104) / dakika |
| Kalp vurumu | 280 (230-380) / dakika |
| Kan volümü | 69-75 ml/kg canlı ağ. |
| Plateletler | 250-850 x $10^3$ $mm^3$ |
| Serum glukoz | 60-125 mg/dl |
| Kan üre nitrojen | 9.0-31.5 mg/dl |
| Kreatinin | 0.6-2.2 mg/ dl |

*Deneylerde Kullanılma*

Ucuz, bakımı kolay, sakin ve uysal deney hayvanlarıdır. Bu nedenle laboratuarda en çok kullanılan hayvanlardandır. Diğer türlerde olmayan özellikleri nedeniyle önemlidirler. Kobay türleri immünolojide, özellikle insanda immünolojik cevabı yansıtan geciken hipersensitivite çalışmalarında kullanılır. Fizyolojik, biyokimyasal, toksikolojik, ve farmakolojik çalışmalarda çok kullanılırlar. Hastalık yapan mikroorganizmalar için ideal konaktırlar. Özellikle mikobakteri ve tüberküloz çalışmalarında kullanılırlar.

*Kobay Tutma Şekli*

Uysal hayvanlardır. Sol elle dorsal bölge sırt derisinden kuvvetlice tutulur. Karnı yukarı gelecek şekilde çevrilir. Gerekirse arka ayaklarından da tutulabilir. Kobay tutma şekli Şekil 2'de gösterilmiştir.



**Şekil 2:** Kobayın tutulması. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Kobay Yetiştirme ve Stok Bölümü)

*Cinsiyet Ayırımı*

Genital bölge etrafına yavaşça basınç uygulanır. Erkekte penis kolaylıkla fark edilebilir. Dişide östrus ve gebelik dışında kapalı olan vajinal zar görülebilir. Diğer rodent'lerde olduğu gibi anogenital aralığa bakılarak da cinsiyet ayırımı yapılabilir.

*Kan Almak*

- Karotisten kan almak: Boyun bölgesi tıraş edilir. Boyun, sağ veya sol taraftan makasla insizyon yapılır. Derine girmeden karotis ortaya çıkarılır, damarın proksimali serbest bırakılırken distali hemostatik pensle sıkıştırılır. Serbest akan kan tüpte toplanır. Karotisten 20-25 ml kan alınabilir.
- Kalpten kan almak: Yardımcı kişiye tarif edilen şekilde tutturulan kobayın göğüs kafesinin parmaklar arasında tutulması ile kalbin ucunun göğüs ucuna çarptığı yer tespit edilir. Bu noktadan 1 cm kadar öne veya sola gidilmek suretiyle tespit edilen noktaya iğne 1 cm kadar batırıldığında kalbe ulaşılır. Kalpten bir seferde 5 cc kan alınabilir, 8 gün geçmeden bu işlem tekrarlanmamalıdır. Kan alımından sonra hayvana 10 cc kadar serum fizyolojik enjekte edilmesi tavsiye edilmektedir.

*Enjeksiyon Yöntemleri*

- Deri içine enjeksiyon
- Deri altına enjeksiyon
- Periton boşluğuna enjeksiyon (Şekil 3)
- Kasa enjeksiyon
- Kalbe enjeksiyon
- Vene enjeksiyon (Kan almadaki yöntem kullanılır, fakat enjeksiyonda ilk deneme kulağın ucuna yakın bir yerden yapılmalıdır.)



**Şekil 3:** Kobayda intraperitoneal enjeksiyon. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Kobay Yetiştirme ve Stok Bölümü).

## 2.2. Tavşan



**Şekil 4:** Tavşan kafesi. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Tavşan Yetiştirme ve Stok Bölümü)

*Beslenme*

Yetişkinler günde 2 defa beslenir. Sabah kuru, öğleden sonra yeşil gıda (havuç, yeşillik) verilir. Yavrulara günde 3 defa gıda verilir. 18-20 günlük yavrulara sütle ıslatılmış kepek lapaları verilebilir. Dengeli olarak hazırlanmış yemler kullanıldığı zaman 3.5 kg ağırlığındaki bir tavşanın günlük pelet yem tüketimi 125-150 gramdır. Ama yavruları olan dişiler 400 grama kadar yem tüketebilir. Yemlerin %12 ham protein, %5- 40 selüloz, %2.5 yağ içermeleri önerilir. Günde ortalama 230-250 ml civarında taze su verilmelidir.

*Üreme*

Gebelik süreleri 31 gündür. Yeni doğan yavrunun gözleri kapalı ve tüysüzdür. 6 hafta sonra annelerinden ayrılabilirler. Bir doğumdaki yavru sayısı 4-10 arasında değişir. Bazı dişiler yılda 6-10 doğum yapabilir. Dişiler genelde 3 yıllık damızlık olarak kullanılırlar.

*Fizyolojik Özellikleri*

Herbivordurlar (=otçul). Yetişkin bir tavşanın beden ağırlığı ortalama 2.5-4.0 kg'dır (Şekil 4). Sindirim sistemleri; dişlerin yapısı, safra üretimi, çok hacimli ince barsak, appendix ve sekumun büyük olması gibi özelleşmiş yapılara sahiptir. En ayırıcı özelliği kaprofaji (= gaytanın yenmesi) veya yalancı ruminasyon (=geviş getirme) özelliğidir. Erkek tavşanlar, dişilere oranla daha yüksek hematokrit, eritrosit ve hemoglobin değerlerine sahiptir. Kan miktarı vücut ağırlığının 1/20' si kadardır. 3.5 kg'lık bir tavşanda 100-110 ml kan olabilir. Tavşanlara ait bazı fizyolojik özellikler Tablo 5'de belirtilmiştir.

**Tablo 5:** Tavşanlara ait bazı fizyolojik özellikler.

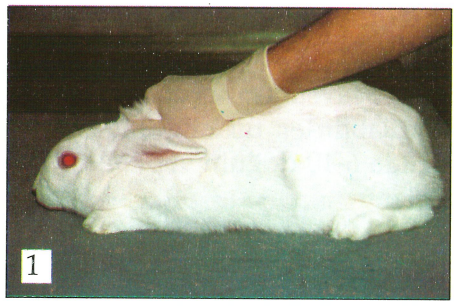
| | Erkek (♂) | Dişi (♀) |
|---|---|---|
| Canlı ağırlık (kg) | 2.775 | 2.541 |
| Solunum hızı | 51.0 | 32.0-60.0 |
| Kan volümü (ml/kg canlı ağ) | - | 55.6-57.3 |
| Kalp vurumu (vurum/dakika) | | 306.0-333.0 |
| Sıcaklık (°C) | 39.5 | 38.6-40.1 |
| Platelet ($10^3$ /$mm^3$) | 480.00 (304-656) | 450 (270-630) |
| Kreatinin (mg/dl) | 1.59 | 1.67 (0.50-2.65) |
| Glukoz (ml/dl) | 135.0 | 128.0 (78.0-155) |
| Üre nitrojen (mg/dl) | 19.2 | 17.6 (13.1-29.5) |

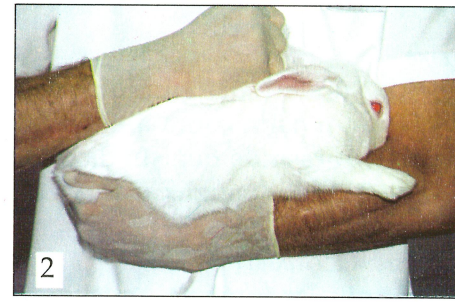
*Deneylerde Kullanılma*

Tavşanlar; fizyoloji araştırmaları, arteriosklerosis, glokom,kardiyomiyopati, hipertansiyon, teratolojik çalışmalar, rutin toksikolojik testler, pirojen testlerinde kullanılmaktadır.

*Tutma Şekli*

Yavrular bel bölgesinden bir tarafta baş parmak, diğer parmaklar karşı tarafta olarak derisinden sıkılarak kaldırılır. Daha büyük olanları tutup kaldırmak için kulaklar omuzlar arasındaki deri kıvrımlarıyla birlikte sıkılarak tutulurken sol el ile alttan hayvanın ağırlığına destek verilir (Şekil 5-1,-2).




**Şekil 5-1,-2:** Tavşan tutma şekli. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Tavşan Yetiştirme ve Stok Bölümü)

*Kan Almak*

- Kulaktan kan alma: Kan alma yeri kulağın medial kenarına paralel seyreden vena marjinalistir. Kulağın dolaşımı dikkate alınarak kulak kaidesine yakın yer önce kullanılır. Bu bölge traş edilir, alkol ile temizlenir,

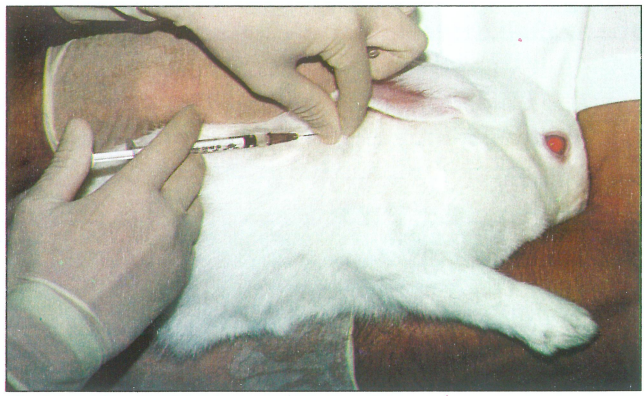
sonra damarları genişletmek için ksilol sürülerek hafifçe ovulur. Kulağa paralel tutulan enjektörle damara hafifçe girilir. Damar deriye yakın olduğundan ince, kısa ve keskin iğneler tercih edilmelidir. Pistonun biraz çekilmesiyle kan enjektöre gelirse iğne damarda demektir ve yavaş yavaş kan alınır. Kulaktan bir seferde 1-5 ml'lik kan alınabilir. Kulağın ortasındaki belirgin damar arterdir, bu damardan kan alınmaz.

- Kalpten kan alma: Göğüs kafesi sol elin baş ve işaret parmakları arasında hafifçe sıkıştırıldığında 3. ve 4. kostalar hizasında kalp atışları algılanabilir. Sesin en şiddetli duyulduğu yer kalbin ucudur. Bu noktadan 1.5-2.0 cm sola doğru eğik pozisyonda 1.5-2.0 cm derinliğe girildiğinde kalbe ulaşılır. İğne yerindeyse kalbin ritmine göre hareket eder ve kan enjektöre dolar. Kalpten bir seferde 5-20 ml kan alınabilir.
- External jugular venden kan alma: Deri tüyleri temizlendikten sonra disseke edilerek damar açığa çıkarılır ve damar hemostatik pensle yakalanarak kesilir. Bu şekilde 15-20 ml'den daha fazla kan alınabilir.
  Tavşandan bir seferde 20 ml'den fazla kan alınmamalıdır. Kan alındıktan sonra su verilmelidir.

*Enjeksiyon Yöntemleri*

Diğer bölümlerde anlatılan şekillerde aşağıda belirtilen yöntemler kullanılarak enjeksiyon yapılabilir:

- Deri içine enjeksiyon
- Deri altına enjeksiyon (Şekil 6)
- Periton boşluğuna enjeksiyon
- Kasa enjeksiyon
- Kalbe enjeksiyon
- Vene enjeksiyon (Kan almadaki yöntem kullanılır, fakat enjeksiyonda ilk deneme kulağın ucuna yakın bir yerden yapılmalıdır.)



**Şekil 6:** Tavşanda subkütan enjeksiyon. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Tavşan Yetiştirme ve Stok Bölümü)

## 2.3. Sıçan (Rat)



**Şekil 7:** Sıçan kafesi. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Sıçan Yetişme ve Sok Bölümü)

*Beslenme*

Omnivordurlar. Her şeyi yerler ve yem alımlarını genellikle fizyolojik gereksinimlerine göre yaparlar. Yemin varlığına göre enerji tüketimlerini arttırabilir veya azaltabilirler. Sıçan diyetlerinde fazla protein olması böbrek fonksiyonlarını olumsuz etkilemektedir. Normal bir diyette protein oranı %15-18, yağ oranı %3-5, selüloz oranı %1-5 olmalıdır. Sıçanlarda enerji gereksinimi metabolik canlı ağırlığa (normal canlı ağırlığın %75'idir) göre belirlenir. Günlük yem tüketimi her 100 gram beden ağırlığı için 5.3 gramdır (Şekil 7).

*Üreme*

Gebelik süreleri 21 gündür. Yavrular tüysüz ve dişsizdir. Anneden 30 gün sonra ayrılabilirler. Yeni doğan yavrunun ağırlığı 4.5-6.0 gram kadardır. Laboratuvar koşullarında dişi bir rat 3-6 haftalık aralıklarla bir düzine yavru doğurabilir. Doğumdan hemen sonra gebe kalabilirler. İlk doğumda yavru sayısı daha azdır, daha sonraki doğumlarda artar. Bir doğumdaki maksimum yavru sayısına 4-6'ıncı doğumda ulaşılır.



**Şekil 8:** Siçan tutma şekli. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Siçan Yetiştirme ve Stok Bölümü)

*Fizyolojik Özellikleri*

Görüş zayıftır, işitme ve koku duyuları iyi gelişmiştir. Adaptasyon gücü yüksektir. Aktivitelerinin çoğunu gece gerçekleştirirler (nokturnaldırlar). Kaprofaji vardır. Erişkinlerinin beden ağırlığı 100-300 gram arasındadır. Siçanlarda ait bazı fizyolojik değerler Tablo 6'da belirtilmiştir

**Tablo 6:** Siçanlara ait bazı fizyolojik özellikler.

| | |
|---|---|
| Rektal sıcaklık | 38-39 °C |
| Tolere edilebilir çevre sıcaklığı | 5-32 °C |
| Kalp vurum sayısı | 320-480 / dakika |
| Solunum sayısı | 85-110 / dakika |
| Kan volümü | %5-7 / canlı ağırlık |

*Deneylerde Kullanılma*

Büyük uyum gücü ve dayanıklılığı nedeniyle ratlar deneylerde çok kullanılan hayvanlardır. Fizyolojik olarak insanla çok benzeşmektedirler. Bu nedenle fizyoloji, endokrinoloji, biyokimya, farmakoloji, alanlarında kullanımları uygundur. Çok hareketli ve çeviktirler. Yemleme ve yakalamada dikkatli olmak gerekmektedir. Yakalamada dişsiz ve uzun saplı bir pensle veya özel eldivenle ense derisinden tutmak gerekir. Kuyruğundan tutulduğunda kopabilir.



**Şekil 9:** Siçanda intramüsküler enjeksiyon. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Siçan Yetiştirme ve Stok Bölümü)

## 2.4. Fare



**Şekil 10:** Fare kafesi. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Fare Yetiştirme ve Stok Bölümü)

*Beslenme*

Fareler genellikle yulaf başta olmak üzere hububat taneleri, et, şeker ve yağlı yiyeceklerle beslenirler. Günde 10 gram hazır yem yiyebilirler buna ek olarak haftada bir kez meyve- sebze, balık yağı verilirse vitamin gereksinimi de karşılanmış olur. İçme suyu cam şişede ve taze olarak verilmelidir (Şekil 10).

*Üreme*

Gebelik süresi 19-20 gündür. Yılda 4 kez doğururlar. Yeni doğanın ağırlığı 1 gram kadardır, tüysüz ve gözleri kapalıdır. Bir batında 3-5 yavru doğurabilirler. 3. haftaya kadar anne sütüyle beslenir, daha sonra yem yemeye başlarlar. Ömürleri 3.5-4 yıldır.

*Fizyolojik Özellikleri*

Omnivordurlar ama tahılları daha çok tercih ederler. Gece aktiftirler. Fareler her gram canlı ağırlık için nispeten büyük bir beden yüzeyi alanına sahiptirler. Soğuğa dayanıklıdır. Ultrasonik seslere akut reaksiyonlar gösterirler. Yaşları 20 günlük olana kadar beden sıcaklığını kontrol edemezler. Dinlenme sırasında 3.5 ml/g/saat oksijen kullanırlar. İdrarla çok miktarda protein atarlar. Ayrıca idrarda her zaman taurine vardır. Timus cinsel olgunluk zamanında maksimum iriliğe ulaşır. Ortalama sistolik kan basıncı 84-105 mmHg'dir. Beden sıcaklığının artması, kan basıncını arttırmaz. Kalp vurumu, kardiyak output, kardiyak miyofibrillerin çapı, hayvanın ağırlığına bağlıdır. Farelere ait bazı fizyolojik değerler Tablo 7'de belirtilmiştir.

**Tablo 7:** Farelere ait bazı fizyolojik özellikler.

| | |
|---|---|
| Beden sıcaklığı | 36-37 °C (20°C'lik ortamda ) |
| Kalp vurum sayısı | 300-800/ dakika |
| Solunum hızı | 84-230/ dakika |
| Kan volümü | %5-6/ canlı ağırlık |
| Üre- nitrojen | 12-30 mg/100 ml |
| Su tüketimi | 6.7 ml /8 haftalık yaşta |
| Yem tüketimi | 5 g/ 8 haftalık yaşta |

*Deneylerde Kullanılma*

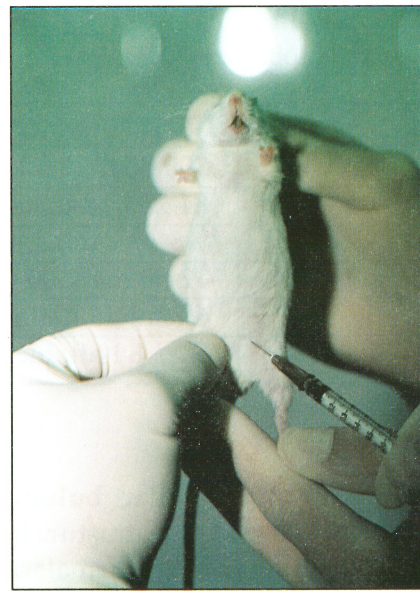
Farelerde çok sayıda farklı mutasyonlar bulunması onların genetik çalışmalar için tercih edilmesine neden olmuştur. İmmünolojide doku ve organ transplantasyonunda, davranış araştırmalarında, immunosupresif ajanlar ve ilaçların incelenmesinde, embriyoloji ve teratoloji çalışmalarında kullanılırlar.

*Fare Tutma Şekli*

Farelerin ele alınmasında en güvenilir yöntem onları kuyruk ucundan tutmak ve diğer elle gövdeye alttan destek vermektir. Boyun üzerindeki ve omuzdaki deriden baş ve işaret parmakları ya da pensle tutulabilir (Şekil 11).



**Şekil 11:** Fare tutma şekli. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Fare Yetiştirme ve Stok Bölümü)



**Şekil 12:** Farede intraperitoneal enjeksiyon. (Başkent Üniversitesi Hayvan Üretim ve Araştırma Merkezi. Fare Yetiştirme ve Stok Bölümü)

*Cinsiyet Ayırımı*
En tipik yöntem dış cinsiyet organlarının konumuna bakmaktır. Dişilerde anüs ile genital organ arasındaki açıklık erkeklerinkine oranla daha dardır. Ayrıca scrotal keseler, genital çıkıntının büyüklüğü, erkeklerin dişilerden daha kaba ve iri yapılı olması gibi özelliklerden de bu amaçla yararlanılabilir.

*Fare ve Ratta Kan Alma Yöntemleri*
• *Kuyruk veninden veya arterinden kan alma:* Öncelikle kuyruk sıcak suya 5-10 saniye daldırılıp çıkarılarak kuyruktaki damarın belirgin hale gelmesi sağlanır. Daha sonra kan alma işlemi gerçekleştirilir.

• *İntrakardiyak kan alma:* Birkaç damladan fazla kan gerekli olduğunda kullanılır. Hayvan mutlaka anestezi altında olmalıdır. Sırtüstü yatan hayvanın ksefoid çıkıntısının altından 20-30 derecelik açıyla, iğnenin ucu sol aksiller çizgide olacak şekilde girilir. Fareden en fazla 4 ml kan alınabilir.

• *Orbital sinüsten kan alma:* Anestezi altındaki hayvan boynundan kavranarak kaldırılır, böylece gözler hafif dışarı çıkar. Medial göz açısından kapiller bir tüp orbitaya sokulur ve göz küresinin arkasındaki pleksusa doğru ilerletilir. Tüp pleksus içindeki damarları yırtarak kanın tüp içine dolmasını sağlar. Bu yolla 0,5 ml kan alınabilir. Aralıklı kan alma işlemlerinde bu yöntem kullanılabilir.

*Fare ve Ratta Enjeksiyon Yöntemleri*
• *İntravenöz enjeksiyon:* Ratlarda ve farelerde intravenöz girişim için kuyruk lateral veni kullanılır. Hayvanın kuyruğu 5-10 sn sıcak suya batırılır, Sonra kuyruğun gövdeyle birleştiği yere bastırılarak venöz yatak doldurulur ve ven görünür hale getirilir. Bu şekilde kuyruk veninden en fazla 0.5 ml sıvı verilebilir.

• *İntraperitoneal enjeksiyon:* Hayvan ikinci bir kişi tarafından vücut gergin olacak şekilde tutulur. Enjeksiyonlar karın alt kadrandan ve orta hattın solundan yavaşça yapılır. Bu şekilde hayvana en fazla 10 ml sıvı enjekte edilebilir (Şekil 12).

• *İntramüsküler enjeksiyon:* Küçük kemirgenlerde intramüsküler enjeksiyonlar çok dikkatli yapılmalı ve volüm düşük tutulmalıdır. Bu şekilde enjeksiyon için bacağın arka tarafının kullanılması uygundur. Bu sırada siyatik sinir enjeksiyonundan kaçınmak için arka yan taraftan girilmelidir. İntramüsküler enjeksiyonla düşük volümler enjekte edilebilir. Emilim oldukça hızlıdır (Şekil 9).

• *Subkütan enjeksiyonlar:* İntravenöz yolun açılamadığı ve sıvı verilmesi gereken hallerde tercih edilir. Derinin gevşek olduğu bir bölge parmakla sıkıştırılır ve sıkıştırılan bölgenin tam ortasından iğneyle girilerek enjeksiyon yapılır. Bu yolla ratlarda 10 ml sıvı verilebilir.

## 2.5. Kurbağa

Kara ve su kurbağaları olmak üzere ikiye ayrılırlar. Su kurbağalarının derisi kaygandır ve ayak parmakları arasında perdeler mevcuttur. Kara kurbağalarının ise derisi kütin tabiatındadır.

*Beslenme*
Ergin kurbağalar karnivordur (= etobur). Doğada yalnızca aktif canlıları avlarlar. Avlarının temel özelliği canlı ve hareketli olmalarıdır. Ölü olarak hiçbir şeyi yemezler. Genelde küçük böcekler, sinekler, solucanlar ve böcekler başlıca gıdalarıdır.

*Üreme*
Kurbağalar üniseksüel hayvanlardır. Dış genital organları yoktur. İçte, erkekte sarımtırak renkli yassı keseler şeklinde böbreklerin alt yüzeylerine bağlı bir tüp sistemi vardır. Dişilerde, overler iki keseden ibarettir. Yumurta abdominal boşluğa düşerek kendiliğinden oviductuse gelir.

Tüm yaşamlarında sucul olan türlerin doğal üreme mevsimi Ekim-Aralık dönemidir. Hayvanlar 12-14 aylıkken ergin olur. Yumurta üretecek dişiler çok sayıda yumurtanın aşırı olgunlaşmasını önlemek için her 3 ayda bir yumurtlarlar.

Karasal kurbağalar mevsimsel üreme gösterirler. Ilıman türlerin çoğunda üreme mevsimi Mart-Temmuz arasıdır. Birçok türün dişileri yılda bir kez yumurtlarlar. Erkekler, üreme mevsimi boyunca birkaç kez çiftleşebilirler. Çiftleşme davranışı sıcaklık, yağış, gün uzunluğu, ışık yoğunluğu ve ay ışığı ile etkilenir. Döllenme dışarıda olmasına rağmen gerçek bir çiftleşme söz konusudur.

Hem karasal hem de sucul kurbağalarda çiftleşme hormonal kontrol altındadır. Erkeğin ayak yastıkları geliştikten sonra çiftleşme gerçekleşir. Dişi yumurtlamaya başlar ve üzerindeki erkek sperm dökerek yumurtaları döller. İşitsel duyarlılık çiftleşmede önemlidir.

*Fizyolojik Özellikleri*
Vertebrata ile balıklar arasında geçiş teşkil ederler. Vücut sıcaklığı çevreye bağlı olarak değişiklik gösterir. Vücut için gerekli enerjiyi çevreden sağlarlar. Bu tip hayvanlara poiklotermik hayvanlar denir. Çok soğuk dönemlerde kış uykusuna yatarlar.

Diyafragmaları yoktur. Kalpte tek ventrikül ve iki atrium vardır. Akciğer basit iki keseden oluşmuştur. Eritrosit sayısı su kurbağalarında 230000-250000/$mm^3$ büyüklükleri ise çok değişkendir. Lökosit sayısı 20000 / $mm^3$' tür.

Kurbağalar, sıklığı türlere göre değişen aralıklarla deri değiştirirler. Derideki pigmentler hem ortama uyarak kendini gizlemeye, hem de organların ışıktan zarar görmesini önlemeye yarar.

Su içmezler, suyu deri yoluyla alırlar. Böylece vücut sıcaklığı kısmen kontrol altına alınmış olur. Bazı türler yağmurlu mevsimlerde vücutta su depolayarak bu suyu kurak mevsimlerde kullanabilirler.

*Deneylerde Kullanılma*
Kurbağalar Biyoloji ve Tıp alanları için iyi bir morfoloji, sinir, kalp ve kas fonksiyonlarına yönelik fizyolojik çalışmalar için iyi bir materyaldir. Ayrıca, omurgalı anatomisinde ve memeli hormonlarına reaksiyon göstermeleri nedeniyle gebelik testlerinde kullanılmaktadırlar.

*Ele Alma*
Çok kaygandırlar ve ele alındığı zaman bir stress reaksiyonu olarak önemli miktarda mukus üretirler. Enjeksiyon ve deri soyma gibi işlemler için arka ayaklarından genelde bir tülbent veya eldiven yardımıyla tutulur ve bir elle iyice kavranır.

*Cinsiyet Ayırımı*
Cinsiyet ayırımı üç özellikten yararlanılarak yapılır:
- Ön ayakların baş parmaklarının dorsal kısmındaki şişkinlik erkekte daha koyu, esmer ve belirgindir.
- Ön kollar erkekte daha kuvvetlidir.
- Ses çıkarma, su keselerinin bulunması nedeniyle erkeklere mahsustur. Ayrıca karın erkekte daha düzgündür.

**Enjeksiyon Yöntemleri**
- Dorsal Lenfatik Keseye enjeksiyon: Bu işlem için kurbağa arka ayaklarından bir tülbent yardımıyla tutulur, sonra kurbağanın sırt derisinden dişli pensle tutulup kaldırılır ve enjeksiyon yapılır.

## KAYNAKLAR


- Gönül, B., Babül, A.,Erbaş, Yanıçoğlu, L.: Deneysel Fizyoloji, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayını, Ankara, 1995, s.8-18
- Özköse, Z., Menteş, B., Görgül, A.: Deney Hayvanlarında Anestezi. Barok Ofset, Ankara, 1998, s.31-40
- Poyraz, Ö.: Laboratuvar Hayvanları Bilimi. Kardelen Ofset, Ankara, 2000, s.179-296

# D. HÜCRE İLE İLGİLİ DENEYLER

**Konu: Hücre zarından madde iletimi**

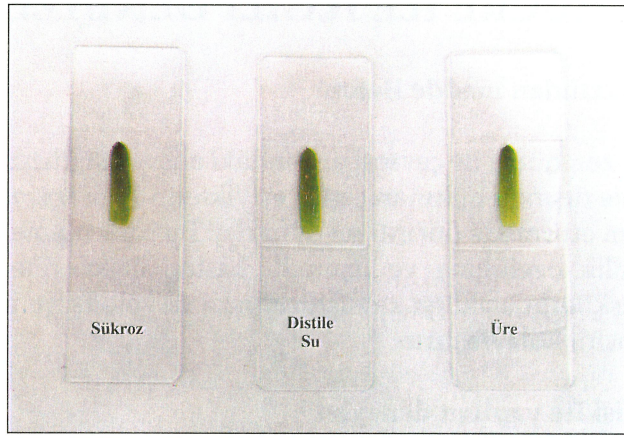
Canlı hücrede zar, hücre ile çevresi arasındaki alışverişi düzenlemede, hücrelerin içinde ve dışında bulunan çeşitli eriyiklerin konsantrasyonlarındaki dengeyi devam ettirmede önemli rol oynarlar. Bu düzenleme hücre zarının seçici geçirgenlik özelliğine ve ozmotik basınç ilişkilerine bağlı olarak sağlanır. Bu ilişkilerin açıklığa kavuşturulması fizyolojik ve patolojik olayların anlaşılmasını kolaylaştırır.

**1. Elodea bitkisi ile yapılan deneyler**

Deney Gereçleri: Elodea, 0.5M sakkaroz (sükroz), distile su, 0.5M üre, mikroskop, lam, lamel

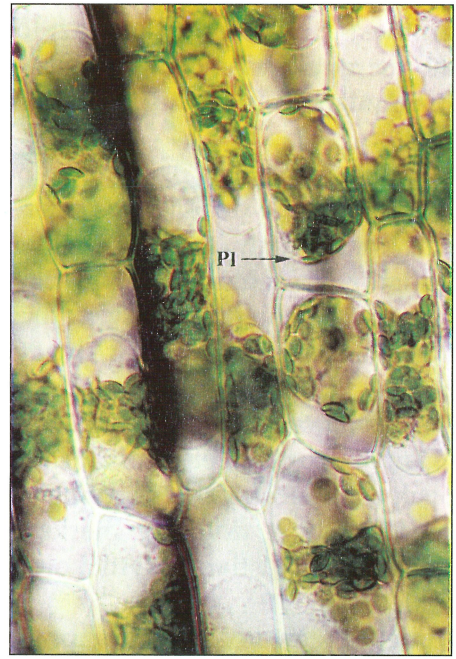
Elodea bitkisi (= Anachoris) bir tatlı su bitkisidir. Anatomik özelliklerinden dolayı bitki hücreleri üzerinde ozmotik basıncın etkisini göstermek amacı ile kullanılmaktadır. Bitki hücresinde çeşitli çözeltilerin, ozmotik basınçlarının karşılaştırılması için tanımlanan plazmolitik metotta, çözelti konsantrasyonlarındaki (ozmotik basınçtaki) değişikliklere bağlı olarak hücre içi sıvı hacminde meydana gelen değişiklikler mikroskopta incelenir.

Bu amaçla, bir Elodea lifini incelemek üzere alıp, büyümekte olan ucu gözlenir. Her bir yaprağın tek tek gövdeden kavis çizerek ayrıldığına dikkat edilmelidir. Yaprağın alt yüzü konkav, üst yüzü konvekstir. Yaprak sadece iki sıra hücre kalınlığındadır. Yaprağın alt yüzündeki uzun hücreler istenilen ozmotik etkiyi göstermeye elverişlidir. Ayrıca büyümekte olan uçtan itibaren 1-2 cm uzunluktaki daldaki yapraklar deney için uygundur. Bu bölgeden seçilen bir tek yaprak konkav yani alt yüzü yukarı gelecek şekilde lam üzerine konur. Mikroskopta küçük büyütme ile yukarıdan aşağıya doğru fokus yaptırılır. Dar ve uzun hücreler görülür. Büyük büyütmede, dış selüloz zara sıkıca yapışık olan ancak kolay görülmeyen plazma membranı seçilir. Hücre içinde geniş içi sıvı dolu bir merkezsel vakuol bulunur. Sitoplazmada, büyük yeşil kloroplastlar, büyük soluk renkli bir nükleus bulunur.
Elodea bitkisinin büyümekte olan ucundan 3 yaprak alınır. Lama konur (Şekil 13).



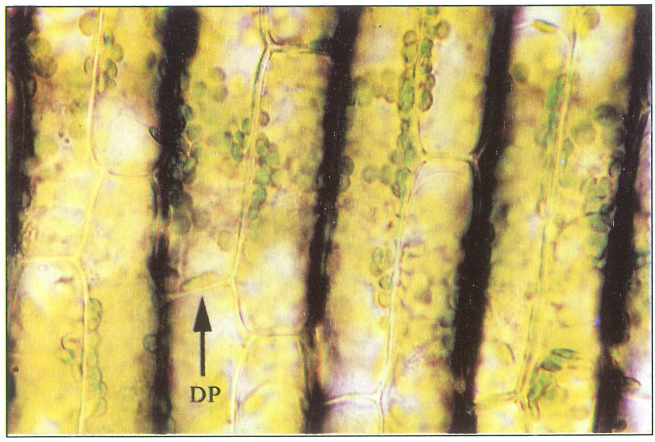

**Şekil 13:** 0.5 M sakkaroz, distile su, 0.5 M üre ortamında Elodea. *

Lama konulan birinci yaprağın üzerine 0.5M sakkaroz damlatılır (Şekil 13). Hücre zarı sakkaroza karşı impermeabldır. Hücrelerin bu ortamda plazmolize uğradıkları gözlenir (Şekil 14).



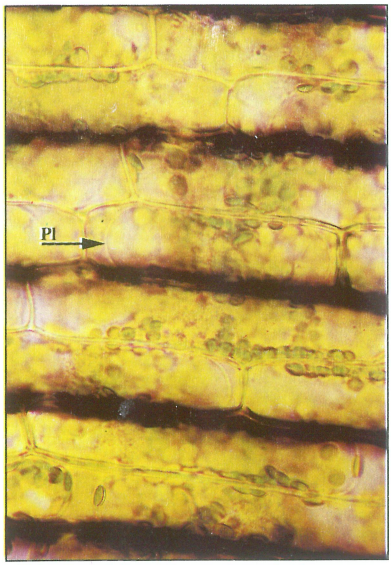

**Şekil 14:** 0,5 M sakkaroz ortamında Elodea bitki hücresi. Pl: plazmolize uğrayan Elodea x40*

Lama konulan ikinci yaprağın üzerine distile su damlatılır (Şekil 13). Hücrelerin bu ortamda deplazmolize uğradıkları görülür (Şekil 15).




**Şekil 15:** Distile su ortamında Elodea bitkisi. DP:Deplazmolize uğrayan Elodea x40*

Lama konulan üçüncü yaprağın üzerine 0.5M üre damlatılır (Şekil 13). Ürenin sahip olduğu refleksiyon katsayısından dolayı hücrelerin öncelikle plazmolize uğradıkları daha sonra yavaş yavaş deplazmolize uğradıkları gözlenir. Başlangıçta görülen plazmoliz suyun hızla kaybına bağlıdır (Şekil 16-1). Fakat üre zamanla hücreye girmeye başladığından başlangıçtaki ozmotik basıncı yeniden oluşur ve su tekrar hücreye girer, deplazmoliz olur (Şekil 16-2).




**Şekil 16-1:** 0.5M üre ortamında Elodea bitki hücresi PI: Plazmolize uğrayan Elodeax40*




**Şekil 16-2** 0.5M üre ortamında Elodea bitki hücresi. DP: Deplazmolize uğrayan Elodea x40*

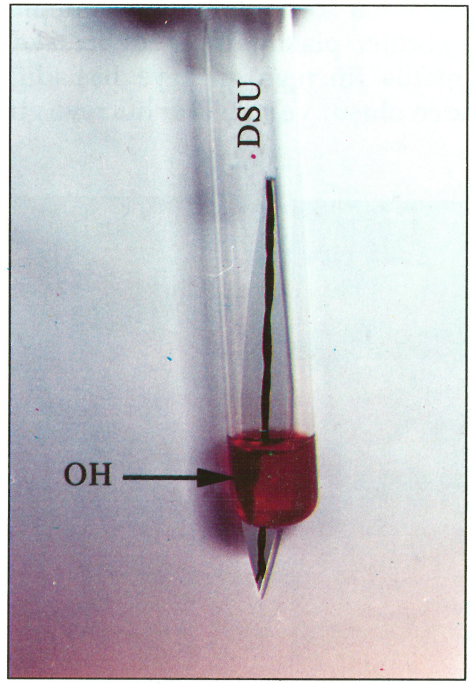
## 2. Eritrositler ile yapılan deneyler

Deney Gereçleri: Antikoagüle kan, tüp, lam, lamel, %0.45 NaCl, %1.8 NaCl, %0.9NaCl, %0.02 saponin, eterle doyurulmuş % 0.9 NaCl, siyah iplikli karton

Vakumlu tüpte heparinle antikoagüle edilen kan %0.9 NaCl eriği eklenerek santrifüj edilir. Yıkanmış eritrosit süspansiyonu elde edilir.

### 2.1. Tüpte ozmotik hemoliz

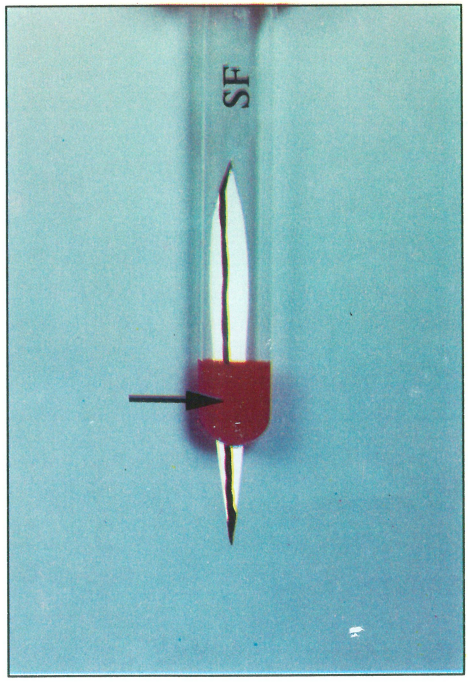
**a.** Birinci cam tüpe 1.6ml distile su konur. Üzerine 2 damla yıkanmış eritrosit süspansiyonundan (YES) konur. Tüpün arkasına, hemoliz tespitinde kullanılan siyah iplikli karton konularak siyah ipliğin görünüp görünmediği kontrol edilir. Hemoliz pozitif olduğu durumda tüpün arkasındaki siyah iplik görünür (Şekil 17).




**Şekil 17:** Distile su ortamında YES. OH: Ozmotik hemoliz (+)*.

*Funda Küçükceylan, Melda Berber, Fikret Şahintürk: Hücre zarından madde alışverişi. Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi III. öğrenci sempozyumu. Fizyoloji ABD. Çalışma Grubu Raporu, Ankara, 2001

**b.** İkinci cam tüpe, 1.6 ml %0.9 NaCl (Serum Fizyolojik, SF) konur. Üzerine 2 damla YES damlatılır. Siyah iplikli karton tüpün arkasına konularak ipliğin görünüp görünmediği kontrol edilir (Şekil 18).

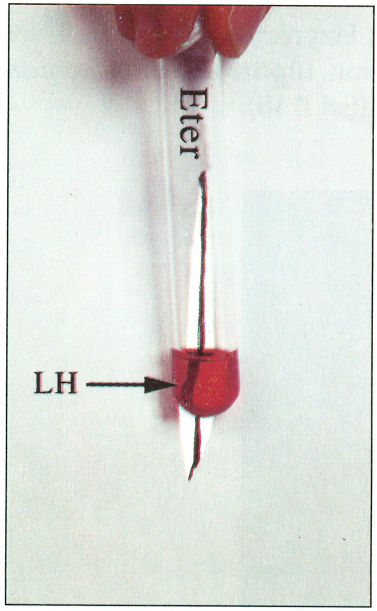



**Şekil 18:** %0.9 NaCl ortamında YES. Hemoliz (-)*

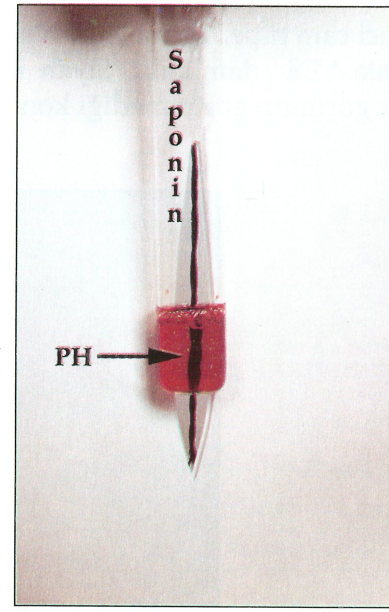
## 2.2. Tüpte litik hemoliz

**a.** *Lipolitik hemoliz:* Membran lipitlerini eriten maddelerde görülür. Eterle doyurulmuş %0.9 NaCl böyle bir solüsyondur. Üçüncü cam tüpe eterle doyurulmuş %0.9 NaCl'den 1.6ml konur. Üzerine 2 damla YES damlatılır. Siyah iplikli kartonla hemoliz kontrol edilir (Şekil 19).

**b.** *Proteolitik hemoliz:* Yüzey aktif bileşiklerle protein moleküllerinin bütünlüğü bozulduğunda da hemoliz görülür. %0.02'lik saponin böyle bir bileşiktir. Dördüncü cam tüpe %0.02 saponin solüsyonundan 1.6 ml konur. Üzerine 2 damla YES damlatılır. Siyah iplikli kartonla hemoliz kontrol edilir (Şekil 20).



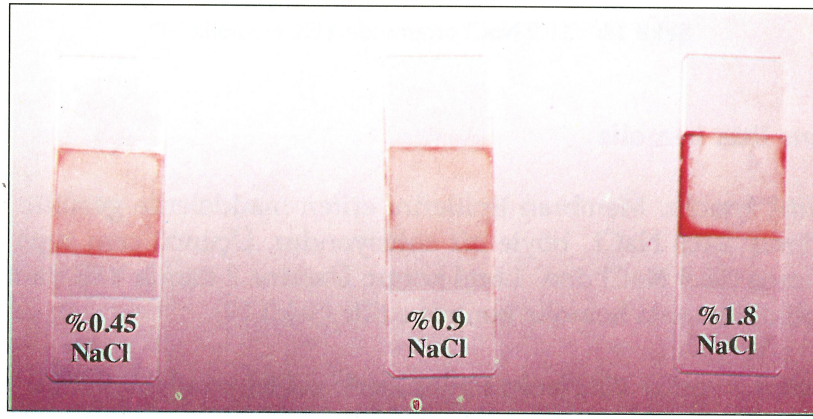

**Şekil 19:** Eterle doyurulmuş %0.9 NaCl ortamında YES. LH: Lipolitik hemoliz (+)*




**Şekil 20:** %0.02 Saponin ortamında YES. PH: Proteolitik hemoliz (+)*

## 2.3. Lamda ozmotik hemoliz

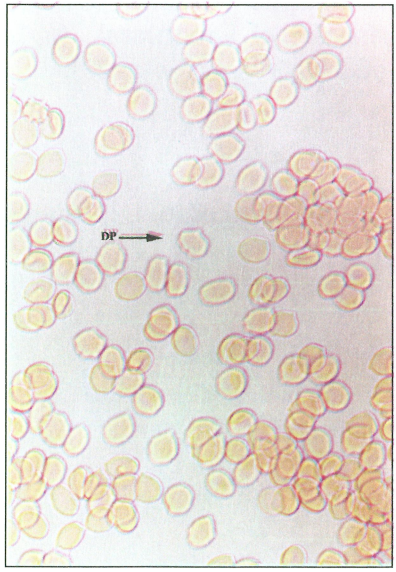
Üç lama birer damla YES damlatılır (Şekil 21).



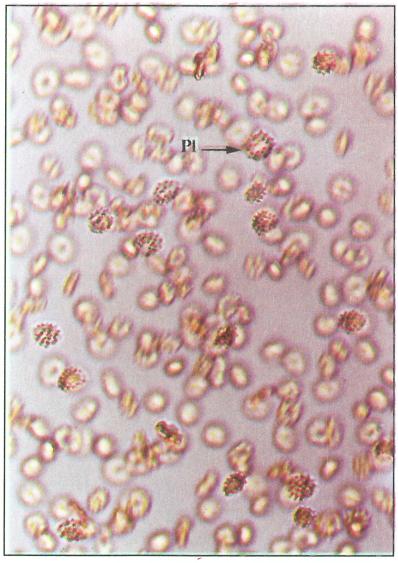

**Şekil 21:** %0.45 NaCl, %O.9 NaCl ve %1.8 NaCl'de YES*

*Funda Küçükceylan, Melda Berber, Fikret Şahintürk: Hücre zarından madde alışverişi. Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi III. öğrenci sempozyumu. Fizyoloji ABD. Çalışma Grubu Raporu, Ankara, 2001

**a.** Lamdaki kan damlasının üzerine 1 damla %0.45 NaCl solüsyonundan damlatılır (Şekil 21). Üzerine lamel kapatılarak, hipotonik NaCl' nin eritrosit hücresindeki deplazmolitik etkisi gözlenir (Şekil 22).




**Şekil 22:** %0.45 NaCl ortamında YES. DP: Deplazmolize uğrayan eritrosit x40*




**Şekil 23:** %1.8 NaCl ortamında YES. Pl: Plazmoliz*

**b.** Lamdaki kan damlasının üzerine 1 damla %0.9 NaCl solüsyonundan damlatılır (Şekil 21). Üzerine lamel kapatılarak, izotonik NaCl'nin eritrosit hücresindeki etkisine bakılır.

**c.** Lamdaki kan damlasının üzerine 1 damla %1.8 NaCl solüsyonundan damlatılır (Şekil 21). Üzerine lamel kapatılarak, % 1.8 NaCl'nin eritrosit hücresindeki, plazmolitik etkisi gözlenir (Şekil 23).

**KAYNAKLAR:**

- Gönül, B., Babül, A., Erbaş, D., Yanıçoğlu, L.: Deneysel Fizyoloji, Ankara, 1995, s.20-26.

**Laboratuvar çalışması ile ilgili notlar:**

**Denek:**

**Araç-gereçler:**

**Yöntem:**

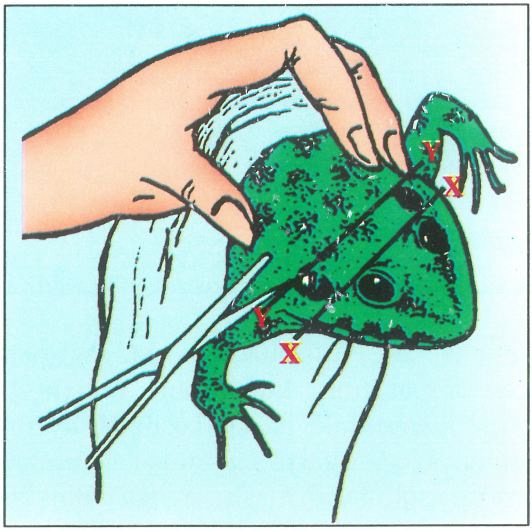
*Funda Küçükceylan, Melda Berber, Fikret Şahintürk: Hücre zarından madde alışverişi. Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi III. öğrenci sempozyumu. Fizyoloji ABD. Çalışma Grubu Raporu, Ankara, 2001

# E. DOKU DERS GRUBU İLE İLGİLİ DENEYLER

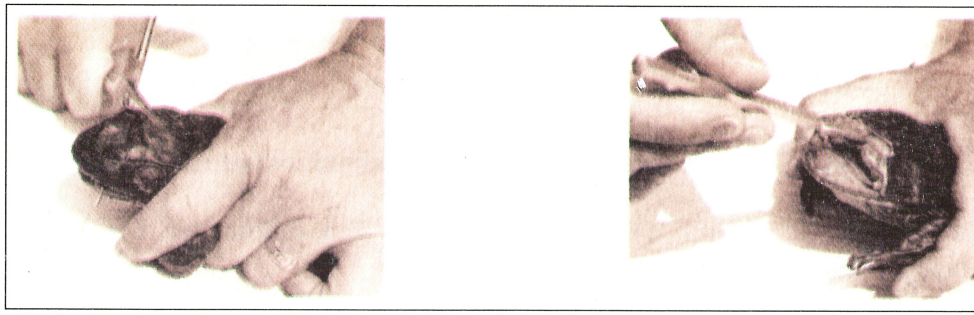
## 1. Kurbağada Çizgili Kasın Kontraksiyon Mekanizmasının İncelenmesi

*Deneyin Amacı:* Çeşitli uyaranların sinir ve kas dokularına etkilerinin araştırılması.

*Deneyin Yapılışı:* Gazlı bez ile yakalanan kurbağanın, ağzına makasın bir ucu sokulur. Üst çene, gözlerin arkasından ve timpan zarının hemen önünden kesilir (x-x). Bu kesi süperior ve inferior kollikulusların arasından geçer. Bu kesi ile kurbağanın beyninin ön bölgesi uzaklaştırılmış olur. Bu şekilde hazırlanmış kurbağaya beyinsizleştirilmiş kurbağa denir. Bir diğer kesi şeklinde ise makasın bir ucu kurbağanın ağzına sokulur, diğer ucu ise gözlerin arkasında bulunan timpan zarının arkasından gözleri birleştirdiği varsayılan çizgiye parelel doğrultuda kesilir (y-y) (Şekil 24). Dekapitasyon gerçekleştirilmiş olur. Spinal kurbağanın sırt ortasındaki vertebral kanala (=columna vertabralis) stile sokularak, Medulla spinalis haraplanır (Şekil 25). Bu işlem sırasında mekaniksel uyarma nedeni ile, omurilikten sinir alan tüm kasların şiddetle kasıldıkları görülür. Kurbağa bel hizasından kesilir. Gazlı bez ile bel hizasından tutulan deri aşağıya doğru çekilerek ayrılır. İzole veya insitü pozisyonda incelenen dokularda oluşan spontane hareketleri, dolayısıyla dokunun eksitabilite özelliklerinin, değişmesini önlemek ve canlılıklarını mümkün olduğu kadar uzun bir süre koruyabilmek için dokunun sık sık izotonik olan çözeltisi ile ıslatılması gerekir.



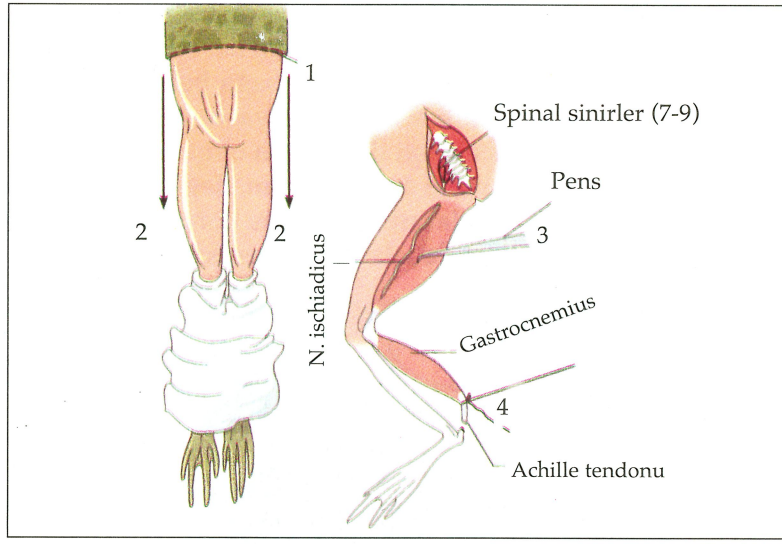

**Şekil 24:** Spinal kurbağanın hazırlanması



**Şekil 25:** Stile spinal corda sokulur

*Araç ve gereçler:* Kurbağa, Ringer çözeltisi, büyük ve küçük makas, ince uçlu ve normal pens, iplik, gazlı bez, statif, yazdırıcı, lövye, kimograf, stimülatör, stile.

*Preparat:* N. ischiadicus- M. Gastrocnemius




**Şekil 26:** Sinir-kas preparatının hazırlanışı (Sırasıyla 1,2,3,4)

*Yöntem:* Çalışılan sinir ve kas, N. ischiadicus- M. gastrocnemius'dur (Şekil 26). Arada sinir kas preparatının kurumasını önlemek amacıyla ringer damlatılır. Bacağın üst kısmındaki kaslar kesilerek ayrılır. Ayağın dizden aşağıda kalan kısmında yer alan gastrocnemius kasının fascia'sı ince makas ucu, kemik ile kas arasına sokularak ayrılır. Ayağa yakın kısmındaki achilles tendonu da kemik üzerinden makas ile ayrılıp buraya bağ konur.

Hazırlanış şekli daha önce belirtilen sinir-kas preparatı (E-3.II deneyi) kullanılıncaya kadar ringer solüsyonu içinde saklanır. Bu arada bir toplu iğne kıvrılarak kasın ucundaki ipe bağlanır, yazdırıcı lövyeye geçirilir. Femur kemiği lövyenin tespit edildiği statife geçirilmiş bir kıskaca tutturulur. Sinir ucundaki ip bu kıskacın vidasına sarılarak preparat deneye hazır hale getirilir. Sinir ve kas kurumamaları için arada ringer ile ıslatılır. Yazdırıcı lövye kimografın yüzeyine teğet olacak şekilde yanaştırılır.

**a- İndirekt uyarılma:** Kası innevre eden sinirin uyarılması ile elde edilir. Bunun için stimülatöre bağlı elektrotun uçları sinire değdirilir. "Mode" düğmesi (tek impuls için) single'a ayarlanır. Normal bir kontraksiyon elde etmek için voltaj düğmesi ayarlanarak, akım şiddeti arttırılır. Kasa tek bir uyaran verilerek, kimografa bir sarsı eğrisi çizdirilir.

**b- Direkt kontraksiyon:** Kasın doğrudan doğruya uyarılması ile elde edilen kontraksiyondur. Bunun için stimülatöre bağlı elektrotun uçları kasa değdirilerek tek uyarana bağlı kas sarsısı kimografın yüzeyine yazdırılır. Aynı olayı kası pens ile sıkıp, mekanik olarak uyararak tekrar ediniz. a ve b şıklarından elde edilen mekanogramları karşılaştırınız.

**c- Eşik uyaranın saptanması:** Stimülatörün voltaj ayarı en düşük değerde, pulse durasyonu 1 ms, mode single'da iken voltaj düğmesi aracılığı ile 0.1 volt şiddetinde uyarı uygulanmış olur. Bu voltta genellikle kas uyarılamaz. Onun için yanıt alana dek akım şiddeti sırası ile 0.2, 0.3, 0.4,... volta ayarlanarak deney sürdürülür. Yanıt aldığınız en düşük voltaj, eşik uyaran şiddetini verir. Kimografı biraz döndürdükten sonra durdurunuz ve eğrileri inceleyiniz.

**d- Kas kontraksiyonu ile uyaran şiddetinin ilişkisi ve maksimum uyaran şiddetinin saptanması:** Eşik uyaranın saptanmasından sonra, voltajı biraz daha artırarak kas yeniden uyarılır. Kontraksiyon eğrisi çizildikten sonra kimograf döndürülerek, voltaj tekrar arttırılır, yeniden uyaran uygulanıp kontraksiyon eğrisi çizdirilir. Kimograf döndürülüp durdurulur. Bu işleme kontraksiyon eğrisinin boyu değişmeden kalıncaya kadar devam edilir. Bu noktada ulaşılan uyaran şiddetine maksimum uyaran şiddeti denir. Eşik uyarandan maksimum uyarana dek uygulanan uyaranlar ile kas kontraksiyon eğrisi arasında nasıl bir ilişki izlediniz? Nedenini düşününüz.

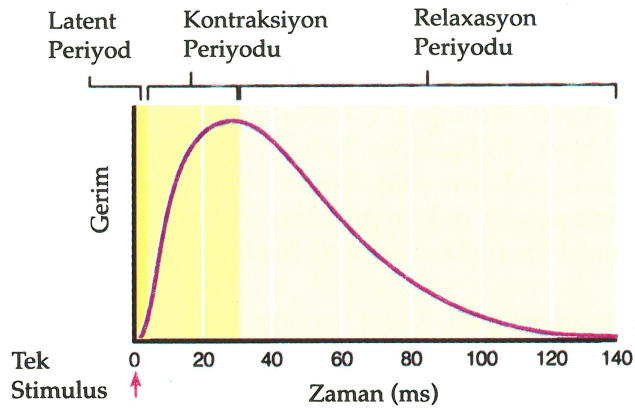
**e- Tek sarsı eğrisinin yazdırılması:** Kasın lövyeye bağlı alt ucuna bir ağırlık asılır. Kimograf dönerken önce normal lövye seviyesinde bazal hat çizilir. Sonra tek maksimum uyaran uygulanarak bir mekanogram çizdirilir. Kasa ağırlık asıldığında kasın tonüsü değişmemiş, boyu değişmiştir. Buna izotonik kontraksiyon denir. Eğrinin (mekanogram) tepe noktasına kadar olan kısmı, kasılmaya, ortadan sıfır hattına inen kısmı ise kasın gevşeme-

sine karşılıktır. Uyaran tatbikinden kasın kasılmasına kadar geçen süreye Latent zamanı denir. Bu, uyarının yayılma zamanıdır. Çizgili kasta çok kısadır. (10 msn'den az). Lövyeye asılan ağırlık bu süreyi etkiler, fazlalaştıkça süre uzar (Şekil 27).

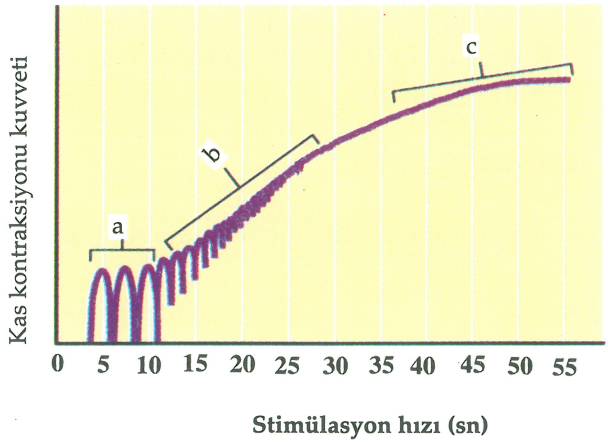
**f- Merdiven olayı:** Stimülatörün voltajı maksimum uyaranın üstüne, frekansı (yüksek bir değere) 5-10 arası, mode'u repeat'e ayarlanır. Ayarlamadan sonra voltaj ve frekans arttırılamaz. Elektrotlar kasa değdirilerek, kimograf döndürülür. Stimülatör çalıştırılarak mekanogram gözlenir. Başlangıçta giderek amplitüdü artan kasılmalar izlenir. Kasılmalardaki bu basamak şeklindeki artışlar, 10-20 kontraksiyon boyunca devam eder. Daha sonra kasın yorulmasına bağlı olarak amplitüd düşer (Şekil 28).

**g- Sumasyon:** Kasa tek sarsı eğrisi çizdirirken tepe noktasından hemen sonra bir uyaran uygulanır. Bu durumda kas tekrar kasılır. Hatta tam tepe noktasından verilen uyarı ile daha çok kasılacaktır. Bu olaya sumasyon denir. Burada iki uyaran üst üste eklenmekte, bu arada gevşemeye başlayan fakat gevşemesini tamamlayamamış kas lifleri de tekrar kontraksiyon yapmaktadır. Dalga veya Temporal sumasyon stimülasyon hızı sn'de 15-25 kere olduğunda meydana gelir (Şekil 28).

**h- Yarım ve tam tetanüslerin yazdırılması:** Kas, maksimum uyarı şiddetinin üstünde ve gevşemesine izin verilmeyen yüksek frekanslı bir akım ile uyarıldığında, tetanüs eğrileri çizdirilebilir. Hafif bir gevşeme yapıyor ise tam olmayan tetanüs, hiç gevşeme yoksa tam tetanüs eğrileri ortaya çıkar. Tetanüs, stimülasyon hızı yaklaşık olarak saniyede 35 olduğunda meydana gelir (Şekil 28). Maximum kontraksiyon gücü yaklaşık olarak sn'de 50 stimülasyon ile meydana getirilebilir.




**Şekil 27:** Kas sarsısı eğrisi



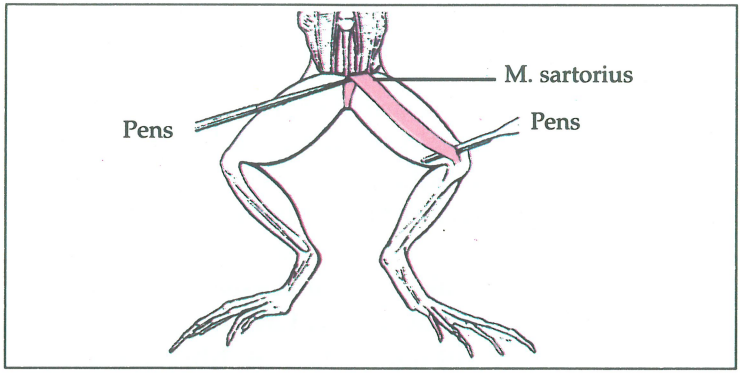

**Şekil 28:** Merdiven(a), dalga sumasyonu(b) ve tetani (c)

## 2. Kurbağada Kas Preparatının İncelenmesi (M. sartorius)

*Araç ve Gereçler:* Ringer çözeltisi, makas, pens, iplik, gazlıbez, stile.

*I. Preparat:* Kas preparatı (M. sartorius)

*Kas preparatının hazırlanışı:* Sartorius kası, ince ve yassı bir kas olup, üst bacağın ön kısmında çapraz olarak seyreder. Sinir-kas preparatının hazırlanması sırasında üst bacağın hazırlanışı ile aynıdır. Bu preparatta kurbağa, yüz üstü yerine sırt üstü yatırılır. Kasın diz eklemindeki tendonunun altına, ucu ince bir pens sokulur. Pens hafifçe yanlara doğru oynatılarak, tendon çevresindeki dokulardan ayrılır. Tendonun çevresine bir iplik geçirilir, sıkıca bağlanır ve bağı hafifçe kaldırılarak, tendonun eklemle olan bağlantısı kesilir. Tendona yakın kas liflerini zedelememeye dikkat etmek gerekir. Tendona bağlı olan iple tendon hafifçe kaldırılır.




**Şekil 29:** Kas preparatının (M. sartorius) hazırlanışı

Fascia ile alttaki diğer dokulardan, os iliumdaki yapışma yerine kadar ayrılarak izole edilir. Kas ya os iliumun bir kısmı ile beraber çıkarılır ya da kemikten tamamen ayrılır (Şekil 29).

**Deney I-a: Isı uyaranı ve ısı katılığı**

*Araç ve Gereçler:* Cam tüp, ringer çözeltisi, beher, su banyosu, termometre

*Preparat:* M. sartorius

*Deneyin Yapılışı:* 35-38 $^0$C lik ringer çözeltisinin içine preparat konur. Kasın kasıldığı görülür, bazen bu kasılma çok kuvvetli olur. Bu ısıdaki ringer boşaltılır. Yerine oda ısısındaki (20-25 $^0$C) ringer çözeltisi konduğunda, kasın tekrar gevşediği görülür. Bu olay reversibl bir reaksiyondur. Bu ringer boşaltılıp m sartorius kası 40-45 $^0$C' lik ringer ortamına konulursa şiddetle kasılır ve bu suretle irreversibl bir olay olan ısı katılığı meydana gelir.

**Deney I-b: Su katılığı**

*Araç ve Gereçler:* Cam tüp, saf su

*Preparat:* M. sartorius

*Deneyin Yapılışı:* Sartorius kası içinde saf su bulunan bir cam tüpe konur. Kısa bir zaman sonra kas şişer. Boyu kısalır ve rengi açılır. Bu olay su katılığıdır.

**3. Kurbağada Sinir-kas preparatının İncelenmesi (N. ischiadicus-M gastrocnemius)**

*II. Preparat:* Sinir-kas preparatı.

*Sinir-Kas preparatının hazırlanışı:* Kurbağanın N. ischiadicus-M gastrocnemius yapısı izole edilir. Bunun için yüzüstü şekilde tespit tahtasına tespit edilen kurbağanın os femurda bulunan M. ileo-fibularis ve M. semimembranous kasları birbirinden ayrılır. N. ischiadicus ve A. femoralis ortaya çıkar. Yapının kurumasını önlemek amacı ile arada ringer solüsyonundan damlatılır. Bacağın üst kısmındaki kasların kesilerek ayrılması ile sinir ve kaslı kemik yalnız bırakılır. Gastrocnemius kasının achilles tendonu kesilir. Bu tendon elle veya pensle tutularak, kas os tibiadan ayrılır. Tibia diz kapağının hemen altından kesilince, yalnız N. ischiadicus - M gastrocnemius preparatı elde edilir (Şekil 26).

**Deney II-a: Mekaniksel uyaran**

*Araç ve Gereçler:* Ringer çözeltisi, makas, pens, iplik, gazlıbez, stile, toplu iğne

*Denek:* Kurbağa.

*Preparat:* N. ischiadicus – M. gastrocnemius

*Deneyin Yapılışı:* N. ischiadicus–M. gastrocnemius preparatının siniri pensle hafifçe sıkıştırıldığında, bacağın hareket ettiği görülür. Bu şekilde dokuya kuvvetli mekaniksel uyaranların verilmesi sonucunda, doku zedelenir ve eksitabilitesini kaybedebilir. Mekaniksel uyaranların bu etkisini göstermek için, sinire kuvvetli bir mekanik uyarı verildikten sonra bu uyaranın uygulandığı yerin üstünden uyaran uygulandığında kas dokusunun cevap vermediği görülür.
Sinirden başka, kasa da mekaniksel uyaran uygulanabilir. Kas dokusu uyarılabilir. Kasa bir toplu iğnenin ucu batırıldığında da kas dokusunun direkt olarak uyarılan liflerin kasıldıkları görülür.

**Deney II-b: Isı uyaranı ve ısı katılığı**

*Araç ve Gereçler:* Makas, pens, iplik, cam çubuk, ringer çözeltisi

*Preparat:* N. ischiadicus – M. gastrocnemius

*Deneyin Yapılışı:* N. ischiadicus – M. gastrocnemius preparatının sinirine ısıtılmış cam çubukla dokunulduğunda bacağın hareket ettiği, kas yapısının kasıldığı görülür. Isı uyaranı da mekaniksel uyaran gibi kas dokusunu harap edebilir.

**Deney II-c: Fiziko-kimyasal uyaran**

*Araç ve Gereçler:* Ringer çözeltisi, NaCI kristalleri

*Preparat:* N. ischiadicus – M. gastrocnemius

*Deneyin Yapılışı:* Bu preparatın sinirinin (N. ischiadicus) üzerine bir miktar NaCI kristali konduğunda, bacak kaslarında titreşim ve bunu izleyen kuvvetli kasılmalar gözlenir. Bu preparat izole edildikten sonra, kısa bir süre kendi haline bırakıldığında sinirin innerve ettiği kaslarda spontane (kendi kendine) kasılmalar gözlenir. Bunun nedeni dokunun yüzeyinden

bir miktar vücut öz suyunun buharlaşması, dolayısıyla ozmotik basıncın değişmesidir.

**Deney II-d: Direkt ve indirekt uyarılma**

*Deneyin Amacı:* Çizgili kasın direkt ve indirekt uyarılabilme yeteneğinin gösterilmesi (Claude Bernard Deneyi)

*Araç ve Gereçler:* Makas, pens,1 cc'lik enjektör, kürar veya pavulon (hazır preparatı), ringer çözeltisi, iplik

*Preparat:* Sinir-kas preparatı (N. ischiadicus – M. gastrocnemius)

*Claude Bernard deneyi, sinir-kas preparatının hazırlanışı:* Dekapite bir kurbağa yüzüstü pozisyonda tespit tabakasına yatırılarak tespit edilir. Bir alt bacağın dorsal yüzeydeki derisi, uzunlamasına kesilir. Buradaki M. ileo-fibularis ve M. semimembranosus kasları birbirinden ayrılır. Bu kasların arasında yer alan, N. ischiadicus ile beraber seyreden A. femoralis sinirden ayrılarak bağlanır. Alt bacağın dolaşımını kesin olarak ortadan kaldırmak amacıyla, makasın sivri ucu N. ischiadicusun altından sokulur, sinirden başka bütün bacak femurun ortasından kesilir. Bu koşullarda alt bacağın vücutla tek bağlantısı sinir yolu iledir. Bu şekilde hazırlanmış bir kurbağanın arka lenf torbasına % 1'lik kürar çözeltisinden ya da pavulondan 0.2-0.4ml enjekte edilir ve bu çözelti kesik bacak dışında, bütün vücuda kan yoluyla yayılır. Kürar injeksiyonundan 10-15dk sonra, kurbağa ölü gibidir. Kesik bacaktan başka hiçbir yerinde hareket görülmez.Claude Bernard Kurbağası denilen bu preparatta şu deneyler yapılır.

*Deneyin Yapılışı:* Vücudun herhangi bir yeri pensle sıkılır. Kesik bacakta refleks cevabı meydana geldiği gözlenir. Bu gözlem, bu bacakta kürarın (veya pavulon) refleks yayını oluşturan kısımların hiçbirine etki etmediğini kanıtlar. Buna göre kürariform grubu ilaçla muamele edilmiş kaslarda refleks yolla gelen impuluslara veya sinirin direkt uyarılmasına neden cevap vermediğini anlamak için şu çalışmalar yapılır: Biri kürar etkisinden yoksun ve diğeri kürarlanmış bacaktan, iki sinir-kas preparatı hazırlanır. Sıra ile herbirinde, önce siniri yoluyla indirekt ve sonra gastrocnemius kasının uyarılması yoluyla direkt olarak kas uyarılır. Kürar etkisinden yoksun kas hem direkt hem de indirekt uyarıya cevap verir. Buna karşılık kürarlanmış kas yalnız direkt uyaranla uyarılır. Bunun nedeni, kürariform grubu ilaçların nöromüsküler bölgeye etki etmesi, terminal plak potansiyellerinin oluşumunu engellemesidir. Dolayısıyla kas eksite edilemez.

## 4. Deserebre Kurbağada Hareket

*Araç ve Gereçler:* Su dolu geniş kap, makas

*Yöntem:* Kurbağanın kafası gözlerin arkasından timpan zarının önünden kesilerek deserebre edilir. Ön beyin, Merkezi Sinir Sisteminin diğer kısımlarından ayrılır. Deserebre kurbağanın herhangi bir yeri uyarılacak olursa denek spinal kurbağa gibi yalnız basit bir refleksle değil, kompleks bir hareket yaparak, sıçrayarak veya sürtünerek cevap verir. Deserebre kurbağa sırt üstü çevrilirse, tekrar dönebilir. Suyun içine atıldığında yüzme hareketi yapabilir. Spinal kurbağa suya konulduğunda ise suyun dibine çöker.

## 5. İnsanda Bazı Reflekslerin İncelenmesi

*Deneyin Amacı:* Refleks ve refleks arkını tanımlamak, refleks arkının her bir elementini tanıtmak, somatik ve otonomik refleksleri tanıtmak.
Stimülüse hızlı olarak verilen istemsiz motor cevaplar refleks olarak tanımlanır. Refleksin nöral yolu, refleks arkı ismini alır. Refleks arkı, 5 komponentten oluşur.

1. *Reseptör,* stimülüs ile aktive olur.
2. *Duyu nöronu,* Merkezi Sinir Sistemine afferent impulsları iletir.
3. *Integrasyon merkezi,* Merkezi Sinir Sisteminde bir veya daha fazla sinapstan oluşur.
4. *Motor nöron,* integrasyon merkezinden effektöre efferent impulsları iletir.
5. *Kas lifleri veya bezler gibi effektörler,* kontraksiyon veya sekresyon yaparak efferent impulsa cevap verir.

Refleksler, otonomik (= visseral) ve somatik refleksler olmak üzere ikiye ayrılır. Refleks testleri, nörolojik muayenelerde kullanılır.

### 5.1. Otonomik refleksler

*Deney I:* Pupillar refleks

*Araç ve Gereçler:* El feneri

*Yöntem:* Nispeten loş bir ortamda bu refleks deneyi yapılır. Deneğin pupillasının volumü mm cinsinden tespit edilir. Burnun sağ kenarı ile göz arasına el vertikal eksende olacak şekilde konularak, sağ göze kalkan etkisi yapılır. Sol göze ışık tutulur. Sol gözde pupillanın cevabına bakılır. Sağ göz pupillası ölçülür.

**Deney II: Tükürük sekresyonu refleksi**

*Araç ve Gereçler:* pH indikatör kağıdı, limon, cam tüp, enjektör (1 ml'lik)

*Yöntem:* 5 - 10 sn süreyle ağızda biriktirilen tükürük cam tüpe boşaltılır. Hacim ölçülür, pH tespit edilir. Deneğin ağzına 2-3 damla limon suyu damlatılır. Bu işlemden 5-10 sn sonra tükürük tüpte toplanır. Hacim ölçülür. pH tespit edilir. 5 - 10 sn süreyle tükürük yutulmadan ağızda biriktirilir. Hacim ölçülür, pH belirlenir.

**DİKKAT:** Pupilla reflexi deneyi için her bir öğrenci en küçük boy kalem pilden (AAA) 1'er (bir) adet getirecektir.

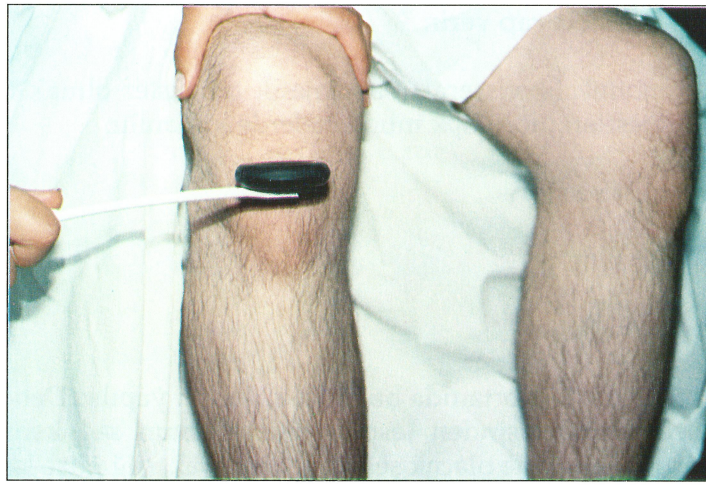
**5.2. Somatik refleksler**

**Deney I-** İnsanda Tendon refleksleri

**Deney Ia-** Patellar refleks

*Araç ve Gereçler:* Refleks çekici

*Yöntem:* Denek bir sandalyeye, ayaklarını serbestçe sallayacak şekilde oturtulur. Refleks çekici ile patellanın altına, patellar tendonun üzerine hızlıca birden bire vurulur (Şekil 30). Alt bacakta extension ve m quardriceps femoris kasında kontraksiyon gözlenir. Bu stimulus, spinal cordun L2-L4 seviyelerinde değerlendirilir.

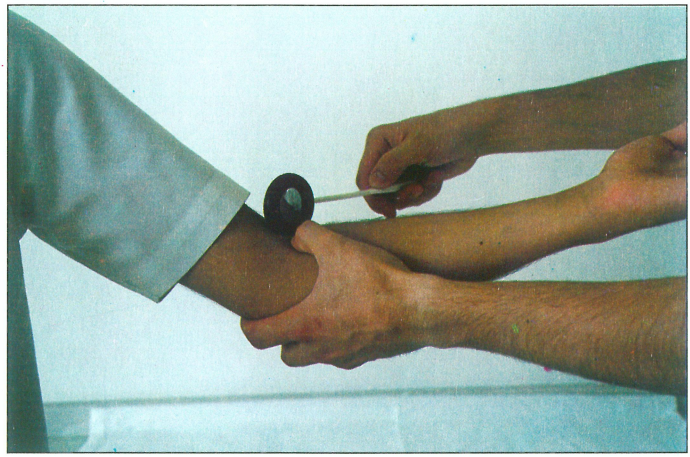


**Şekil 30:** Patellar refleks

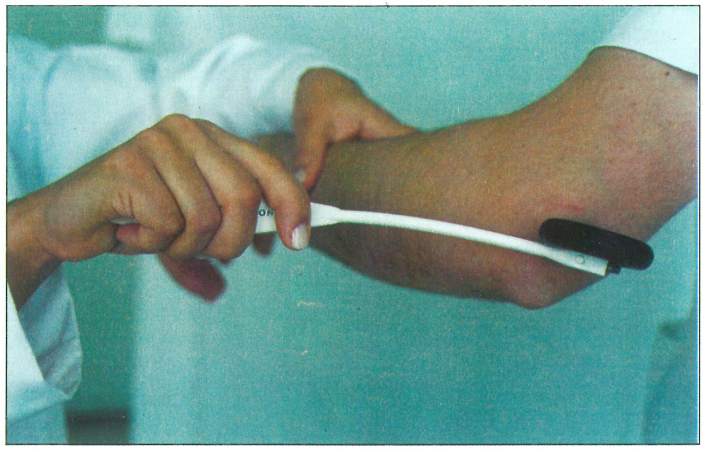
## Deney Ib: Biceps refleksi

*Araç ve Gereçler:* Refleks çekici

*Yöntem:* Denek kolunu masa üzerine hafif fleksiyonda ve serbest olacak şekilde koyar. İşaret parmağı veya başparmakla antekubital bölgedeki biceps kası tendonu palpe edilir. Refleks çekici ile tendon üzerine vurulur (Şekil 31). Bu işlem cevap alınabilecek şekilde yapılabilirse, dirsek flexionu ve biceps kontraksiyonu görülür. Triceps refleksi de benzer şekilde gözlenebilir (Şekil 32).



**Şekil 31:** Biceps refleksi



**Şekil 32:** Triceps refleksi

**Deney Ic:** Achilles refleksi

*Araç ve Gereçler:* Refleks çekici

*Yöntem:* Deneğin bacağı, diğer bacağın ayak kısmı ile dik açı yapacak şekilde diz çöktürülür. Ayak tabanından tutulur. Ayak bileği hizasındaki aschilles (calcaneal) tendonuna refleks çekici ile vurulur (Şekil 33). Ayakta plantar flexion görülür. Bu refleks spinal cordun ilk iki sacral segmenti seviyesinde değerlendirilir.



**Şekil 33:** Aschilles refleksi

**Deney II:** İnsanda deri refleksi (Cutanenous reflex)

**Deney IIa:** Plantar refleks

**Araç ve Gereçler:** Refleks çekici

*Yöntem:* Denek düz bir yere oturtulur. Ayaktan ayakkabı ve çorap çıkarttırılır. Bacağı uzatılır. Reflex çekicinin arkasındaki sivri kısımla topuktan başlayarak ayak tabanı dış kısmından başparmağın altına doğru çizilir (Şekil 34). Normal bir kişide ayak baş parmağı ve diğer parmaklarda flexion (aşağıya doğru hareket) gözlenir.

Normal plantar refleks için, pyramidal motor tractuslar boyunca sinir impulslarının kesintisiz iletimi gereklidir. Pyramidal motor (corticospinal) tractuslarının herhangi bir alanındaki hasar Babinski refleksi, ile belirlenir. Babinski belirtisinin saptandığı bu uygulamada, başparmakta extension, diğer parmaklarda yelpaze tarzında yana doğru açılma görülür. (Pozitif

Babinski refleksi). Bebeklerde, Babinski belirtisi görülür çünkü nöral kontrolleri tümüyle gelişmemiştir. Bazen ayak taban derisinin çizilmesine cevap alınamaz. Buna Babinski lakayd adı verilir.



**Şekil 34:** Plantar reflex

## KAYNAKLAR


- Gönül, B. , Babül, A. , Erbaş, D. , Yanıçoğlu, L. : Deneysel Fizyoloji, Ankara, 1995, s. 27-35.
- Fox, S.I.: Human Physiology Laboratory Guide. Eight ed., (Kane, K.D. ed), McGraw-Hilll, USA, 1999, p. 99-104.
- Kandel, E. R. , Schwartz, J. H. , Jessel, M. T. : Principles of Neural Science. Fourth ed., Int. Ed., McGraw-Hill, USA, 2000, p. 653-657.
- Klinik Bilimlere Giriş 1. Tanı Yöntemleri. (Candan I, ed.), Ankara, 1999, s. 229. 256
- Marieb, E.N.: Human Anatoomy and Physiology Laboratory Manuel, Zao, P. Z.: PhysioEx CD- ROM, version 2.0. Fifth ed. (Earl, W. Ed), Addison Wesley Longman Inc., Canada, 1999, p. 154-162.
- Oğul, E. ,Sadıkoğlu, S. , Bora, İ. , Zarifoğlu, M. , Turan, Ö. F. , Bakar, M.: Temel ve Klinik Nöroloji. (Oğul, E. , ed.), Bursa, 1996, s. 63-71.
- Terzioğlu, M., Çakar, L., Yiğit, G.: Fizyoloji Pratik Kitabı, 3. Baskı, İstanbul, 1995, s.1-17.

Laboratuvar çalışması ile ilgili notlar:

Denek:

Araç-gereçler:

Yöntem:

# F. KAN FİZYOLOJİSİ İLE İLGİLİ DENEYLER

## 1. İnsanda Kan Alma Yöntemleri

*Gereç:* Lanset, alkol, pamuk, enjektör, lastik bant.

*İnsanda parmak ucundan, kulak memesinden veya topuktan kan alınması:* Kan erişkin kişilerde parmak ucu veya kulak memesi, küçük çocuklarda ise ayak baş parmağının ucu veya topuktan alınır. Bu bölgeler alkolle temizlenip kuruması beklendikten sonra, steril bir lanset ile delinir. Delinecek bölgenin renginin normal ve sağlıklı olması, yani ödemli veya siyanoze olmaması gerekir. Kan alınırken, örneğe doku suyunun karışmasını önlemek amacıyla, delinen yerin etrafına basınç yapılmaması önerilir. Lokal vazodilatasyonu sağlamak ve kanın akmasını kolaylaştırmak için, parmak 40-45°C'lik suda tutulur veya bu temperatürdeki su ile ıslatılmış bir pamuk parçası kan alınacak yere uygulanır.

Lanset ince metalden yapılmış bir aygıttır. Delici uç kısmı, yaklaşık 3 mm boyundadır. Steril koşullarda ambalajlanmış olarak satılmaktadır. Aygıtın ambalajı kullanım sırasında açılır. Çevreye dokunmaksızın, önceden alkollenmiş bölgeye, hızlı bir şekilde batırılarak uygulanır.

Parmak, kulak memesi veya topuk delindikten sonra, ilk damlayı silmek gerekir. Bunun nedeni, ilk damlanın sonraki damlalara göre daha çabuk pıhtılaşması ve yuvarlar bakımından daha zengin olmasıdır. Çabuk pıhtılaşmasının nedeni ise, açık delikten akan ilk damlanın zedelenmiş doku ile temasa gelmesi ve bu suretle doku faktörlerinin pıhtı oluşumunu hızlandırmasıdır. Daha sonra akan kan damlaları yaranın çevresindeki ince bir kan tabakası arasından geçtiğinden, zedelenmiş doku ile direkt olarak temas etmez. İlk kan damlasının yuvarlar bakımından daha zengin olması ise: vücudun bazı bölgelerinde, örneğin parmak ucu veya kulak memesinde, bazı kapillerlerin çapı tek bir eritrositin çapından daha küçüktür ve bu alanlardan eritrositler ancak sürtünerek geçebilirler. Bu nedenle hücrelerin birikimi olabilir ve sayıları çoğalır.

*Venadan kan alınması:* Fazla miktarda kana gereksinim olduğunda, genellikle kan venadan alınır. Vena ponksiyonu denilen bu işlem için en uygun yer, dirsek ön venleridir. Genellikle insanda kan V. mediana cubitalis'den alınır. Eğer kan örneği kol venalarından alınacaksa, venanın hemen üst kol bölgesi bir lastik bantla sıkıştırılır. Kişiye parmaklarını açıp kapaması söylenir. Genel olarak, ön dirsek bölgesinde, deri altında belirmiş bir venanın, örneğin V. mediana cubitalis'in üzeri iyot veya alkolle temizlenir. Alınacak

kanın miktarına uygun çapta bir enjektör iğnesi seçilir. Enjektör ve iğnesi, steril ve kuru olmalıdır. Alkollenen kol, sol elle sıkıca kavrandıktan sonra, baş parmakla kan alınacak venanın üzerindeki deri gerilip, enjektör iğnesinin deliği yukarıya bakacak şekilde döndürülür. Bundan sonra, ani bir dalışla deri ve deri-altı dokusu ve sonra da venaya girilir. Ancak, deri ve venanın aynı noktada delinmemesi gerekir ve bu suretle, sağlam derinin delinen damara tampon yapması sağlanır.

Damara girildiğine emin olabilmek için piston hafifçe çekilir ve enjektörün içine kanın girip girmediğine bakılır. Eğer enjektöre kan girmişse, üst koldaki lastik bant hafifçe gevşetilir ve böylece dolaşımın devamı sağlanır. Sonra, piston yavaş yavaş geri çekilerek, kan enjektöre alınır. Yeterli kan alınmasından sonra, steril bir pamukla iğne deliğinin üzerine basınç yapılır. Lastik bant tamamen gevşetilir ve iğne dışarıya çekilir. Kanın deri altında toplanmasını, yani hematom oluşumunu önlemek için bir süre yaranın üstüne basınç yapılır.

Eğer kanın pıhtılaşması engellenmek isteniyorsa, önceden enjektörün içine uygun bir antikoagülanın çekilmesi veya alınan kanın antikoagülan bulunan bir kaba derhal boşaltılması gerekir. Kanın saklanması gerektiğinde, kan sıvısının buharlaşmasına ve bileşimin değişimine engel olmak amacıyla, tüp sıkıca kapatılır ve buzdolabında bekletilir.

## 2. Kan Gruplarının Saptanması

*Araç ve Gereçler:* Test serum A veya anti-B (β), test serum B veya anti-A (α). Lanset, alkol, pamuk, cam bagetler, ince uçlu pipetler, lam, beyaz bir yüzey, cam kalemi.

Kan transfüzyonu bakımından çok önemli olan kan gruplarının saptanmasında α ve β aglütininlerini içeren iki ayrı serumun incelenecek kanın eritrositlerini aglütine edip etmeyeceğine bakılır. Bu amaçla beyaz bir kağıdın veya porselen yüzeyin üzerine bir lam konarak, lamın sağ kenarına A; sol yüzeyine B harfleri yazılır. Lam ters çevrilir. Test serum A'dan pipetle bir damla alınarak, lamın sağ kenarına ve test serum B'den de bir damla sol kenarına konur.

Parmak temizlendikten ve lansetle delindikten sonra, alınan çok az miktardaki kan A serumuna, ve aynı şekilde lamın diğer köşesine alınan kan da B serumuna konur. Bundan sonra, lamın iki ucu baş ve işaret parmakları ile tutularak, lam 3-5 dakika kadar yatay durumda, bir taraftan bir tarafa hafifçe sallanır. Bunun amacı eritrositlerin dizilmesine engel olmak ve kanın test serumla iyice karışmasını sağlamaktır. Lam tekrar beyaz yüzey üzerine

bırakılır ve eritrositlerin aglütine olup olmadığına bakılır. Eğer eritrositler aglütine olmuşsa, bunların oluşturdukları kümecikler, sarımtırak renkteki serumda çıplak gözle görülebilir.

Gözle görülebilen bu sonuçları açıklamak ve buna dayanarak kan veren kişinin kan grubunu saptamak için, şu iki noktayı bilmemiz gerekir:

1. Serumda bulunan α ve β aglütininlerine karşı aglütinasyonla ilgili olarak eritrositlerde A ve B aglütinojenleri veya reseptörleri bulunur.
2. Aynı kişinin serumunda bulunan aglütininlere uygun reseptörler eritrositlerde bulunmaz. Normal koşullarda kanda aglütinasyon oluşmaz. Ancak α aglütinin buna uyan A reseptörüyle ya da β aglütinin B reseptörü ile beraber aynı kanda bulunacak olursa, o zaman aglütinasyon meydana gelir.

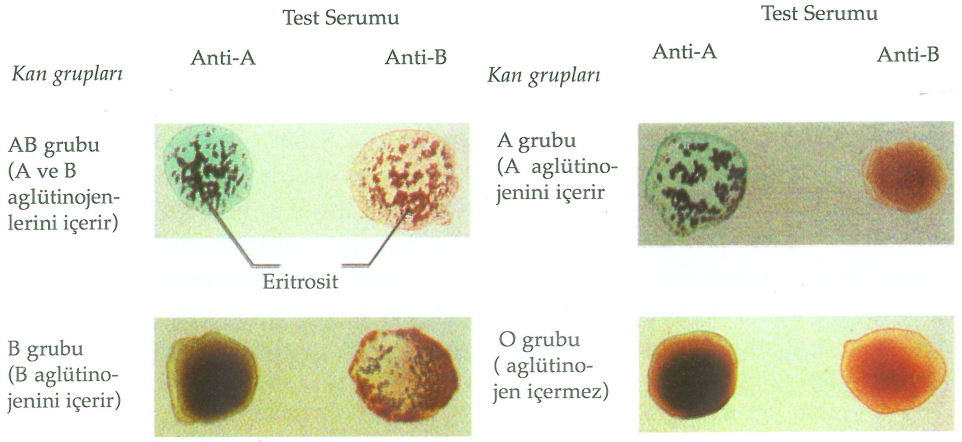
Bu iki noktayı göz önüne alarak deneyimizdeki sonuçlarda kan grupları şu şekilde saptanır (Şekil 37):

Eğer hem A (β aglütinini) ve hem B (α aglütinini) test serumlarında aglütinasyon varsa, incelenen kan AB grubundadır.

Eğer yalnız A (β aglütinini) da aglütinasyon varsa, kan B grubundadır.

Eğer yalnız B (α aglütinini) de aglütinasyon varsa, incelenen kan A grubundadır.

Eğer aglütinasyon test serumların hiçbirinde görülmezse, incelenen kan O grubundadır.




| OAB Kan Grupları | Eritrosit membranında bulunan antijenler | Plazmada bulunan antikorlar |
|---|---|---|
| A | A | Anti-B |
| B | B | Anti-A |
| AB | A ve B | - |
| O | - | Anti-A ve Anti-B |

**Şekil 37:** Kan gruplarının saptanması

## 3. Rh Faktörünün Saptanması

*Araç ve Gereçler:* Anti-D test serumu. Lanset, alkol, pamuk, ince uçlu pipetler, lam, beyaz bir yüzey, alkol lambası.

İnsanlığın çoğunluğu, beyaz ırkın yaklaşık %85'i Rh (+) dır, yani eritrositlerinde Rh antijenini içerirler; %15'i ise Rh (-) dir, yani eritrositlerinde Rh antijeni bulunmaz. Normalde, Rh antijeni ile reaksiyon veren anti- Rh aglütinini kanda bulunmaz. Ancak Rh (-) bir kişiye Rh (+) kandan transfüzyon yapılırsa, Rh antijeni ile anti-Rh antikorunun birleşmesi, eritrositlerin aglütinasyonuna ve daha sonra hemolizine neden olur ve ağır belirtiler meydana çıkar. Bu bakımdan erkek ve kadınlarda, bütün transfüzyonlarından önce, özellikle Rh faktörünün bulunup bulunmadığının saptanması gereklidir. Menapoza girmemiş kadınlarda, transfüzyonlardan önce Rh faktörünün bilinmesi mutlak gerekir.

Rh faktörünün saptanması, prensip olarak esas kan gruplarının saptanması gibidir; yalnız test serum, yüksek anti-Rh titresi gösteren kişilerden alınmış kandan hazırlanmıştır. Bu gibi kişiler ya erythroblastosis foetalisli çocukların anneleridir veyahut da birkaç kez Rh (+) kan transfüzyonu yapılmış Rh (-) kişilerdir. Ancak, bu kişilerin $\alpha$ ve $\beta$ aglütininlerini içermemeleri gerekir. Bu nedenle, test serum ya AB grubundan elde edilir veya $\alpha$, $\beta$ aglütininleri daha önce özel yöntemlerle absorblanır.

Şimdi, Rh faktörünün nasıl saptandığını açıklayalım: Anti- Rh içeren test serumu hafifçe ısıtılmış bir lamın üzerine konur. Kişinin parmak ucu temizlendikten sonra, lanset ile delinir. Kandan bir damla alınarak, test serumuna konur. Lamın ısısı, lamı kısa bir süre alkol lambasının alevine tutarak yaklaşık 37 °C'a getirilir ve bu esnada hafifçe sallanır. Aglütinasyonun oluşup oluşmadığını incelemek için, lam, beyaz bir yüzeyin üzerine konur. Eğer işlem esnasında eritrositler kümecikler oluşturmuşsa, kan Rh (+) dir. Kümelerin belirmediği ve homojen bir karışımın gözlendiği halde ise, incelenen kan Rh (-) dir.

## 4.Kan Şekilli Elemanlarının Sayımı

Kanın şekilli elemanlarının sayısını saptamak amacıyla, genellikle hemositometrik yöntemler kullanılır. Ancak, son zamanlarda özellikle araştırma laboratuvarlarında, bu amaçla bazı elektronik aygıtlardan yararlanılmaktadır. Bunlarla yapılan sayımların çok kısa sürede gerçekleştirilmeleri ve ayrıca diğer bazı kan parametrelerinin de aynı zamanda tayin edilebilmelerinden dolayı, bu çeşit aygıtlar tercih edilmelidir.

*Hemositometrik yöntem:* Kan şekilli elemanlarının hemositometrik yöntemle sayımı için kullanılan farklı aygıtların prensibi genellikle aynıdır. Kan özel pipetlerde belirli bir oranda sulandırılır. Sulandırılmış kandan alınan örnek, hacmi belli özel kamaraya konarak, yuvarların sayısı saptanır. Basit bir işlem sonucunda, $mm^3$ kandaki değeri bulunur.

*Hemositometrik aygıt dört kısımdan oluşur:* Alyuvar ve akyuvar sayımı için iki ayrı sulandırma pipeti, üzerinde sayma kamarası veya kamaraları bulunan kalın özel bir lam ile bunları örtmek için kullanılan kalın bir lamel.

*Sayma kamarası ve lam:* Günümüzde en fazla kullanılan hemositometre tipleri; Neubauer, Double (çift) Neubauer, Thoma ve Fuchs-Rosenthal'dır. Bu aygıtlarda gerek lamın yapısı gerekse üzerindeki çizelgeler bazı küçük farklılıklar gösterir. Tüm hemositometre tiplerinde sayma kamaraları, ortada bir çukur aracılığı ile birbirinden ayrılmış iki geniş dikdörtgen üzerinde bulunmaktadır. Neubauer tipi hemositometrelerde sayma kamaralarının bulundukları iki dikdörtgenin tabanı hafifçe parlaktır. Bu saydamlık hemositometrenin parlak çizgileriyle bir kontrast oluşturduğundan, çizelgelerin ve kan şekilli elemanlarının görülmesi kolaylaşır.

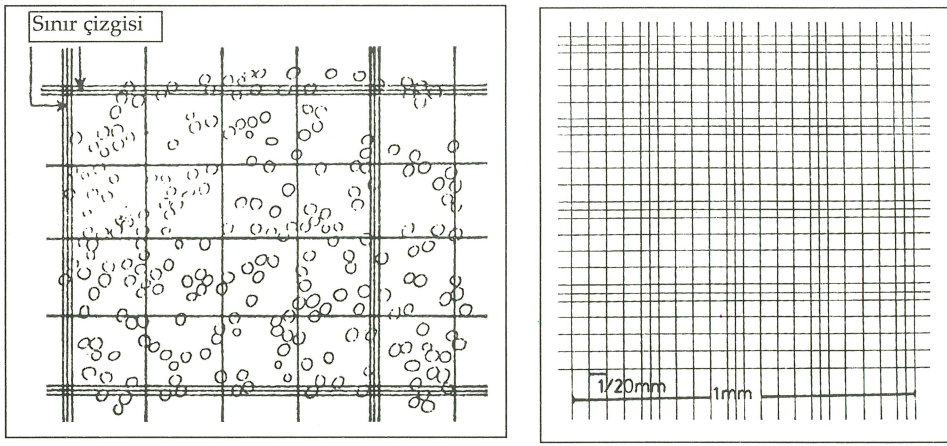
Tüm hemositometrelerde sayma kamaralarını içeren ortadaki iki dikdörtgene paralel, her iki yanda birer sütun bulunur. Sayma kamarası dikdörtgenlerinden birer olukla ayrılmış olan bu sütunlar, öncekilerden daha yüksek yapılmışlardır. Bu yükseklik Thoma, Neubauer ve Double Neubauer tiplerinde 0,100=1/10 mm, Fuchs- Rosenthal tipinde ise 0,200=1/5 mm'dir. Şu halde, lamel sütunlar üzerine kapatıldığında, lamla lamel arasında 1/5 veya 1/10 mm'lik bir derinlik oluşur. Derinlik ölçüleri her hemositometrenin lamı üzerinde, yan tarafta sayısal olarak belirlenmiştir.

*Neubauer ve Double Neubauer hemositometrelerinde* sayma kamarası 9 adet 1 $mm^2$ lik alanları kapsar. Ortadaki 1 $mm^2$ lik alanda 25 büyük kare ve her bir büyük karede 16 küçük kare bulunduğuna göre, bütün alan 400 küçük kareye ayrılmıştır (Şekil 38-1). Ortadaki 1 $mm^2$'lik alanın bir kenarında 20 küçük kare bulunduğuna ve derinliği de 1/10 mm olduğuna göre, 1 küçük karenin hacmi 1/4000 $mm^3$'e eşittir.

*Thoma tipi hemositometrelerde Sayım Alanının Yapısı:* Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi küçük büyütme ile bakılan alan kenarları 1mm olan karedir. Bu karenin her bir kenarında 4 büyük kare vardır, bunlar 3 erli çizgi ile diğer karelerden ayrılmışlardır. Bu herbir 3 erli çizginin işgal ettiği boyut küçük kare kenarını oluşturacak boyuttadır. 1 mm'lik kenar boyunca 4 adet 3'lü çizgi bulunur. Bu 4 adet 3'lü çizginin biraraya geldiği varsayılırsa bir

büyük kare kenarını oluşturur. O halde bir kenar (1 mm'lik boyut) boyunca 5 adet büyük kare kenarı yerleşmiştir. Bu nedenle her bir büyük kare kenarı 1/5 mm olur. Bir büyük karenin alanı da 1/5x1/5= 1/25 $mm^2$ dir. Standart olarak, kapatılan lamel ile lam çizgileri arasındaki yükseklik 1/10 mm'dir. Sonuçta büyük karenin hacmi 1/25 x 1/10= 1/250 $mm^3$ olur, diğer bir söyleyiş ile $mm^3$'ün 250'de biridir (Şekil 38-2)

Her bir büyük karede 4 küçük kare vardır. O halde 1 mm kenar boyunca 4x5 (büyük kare sayısı) = 20 küçük karenin kenarı vardır. Bir küçük kare kenarı 1/20 mm, demektir. 1/20 x 1/20 = 1/400 $mm^2$ demektir. 1/400 x 1/10 = 1/4000 $mm^3$ dür. Yani $mm^3$'ün 4000 de biridir.




**Şekil 38-1:** Neubauer tipindeki hemositometre, **-2** Thoma lamı

Mikroskopta büyük büyütme ile 10 ayrı yerdeki küçük karenin eritrositleri sayılır ve 10'a bölünür. Bundan amaç homojen dağılım göstermeyen alanları homojen hale getirmektir. Böylelikle bir küçük kareye düşen eritrosit sayısı bulunur. Bu sayı $mm^3$'ün 4000 'de biri kadar olan hacimde sayılmış olduğundan, $mm^3$'deki sayısı bulabilmek için 4000 ile çarpmak gerekir. Daha sonra da çıkan sayı sulandırma oranı 200 ile çarpılır. 200x4000 = 800000 eritrositlerin $mm^3$ kandaki sayıları bulunur. Örneğin bir küçük karede 3 eritrosit sayılmış ise 3x800000=2.400.000 eritrosit $mm^3$ kanda vardır denilir.

*Sulandırma pipetleri:* Sulandırma pipeti, ucunda 0,1'den 1'e kadar derecelendirilmiş bir kapiller boru ile, bu borunun açıldığı geniş bir baloncuktan oluşur. Bu şişkinlik lökosit pipetinde daha azdır. Nedeni, alyuvarların sayımı için kanın en az 100 defa, akyuvarların sayımı için ise en az 10 defa

sulandırılmasıdır. Her iki pipette bulunan birer cam boncuk, kan ile sulandırma çözeltisinin karışmasını kolaylaştırır. Bazı pipetlerde, bu boncukların rengi sayılacak yuvarların rengine uyar.

*Lam ve pipetleri temizleme işlemi:* Gerek pipetleri gerekse sayma kamarasını her kullanıştan sonra temizlemek gerekir. Lam saf su ile iyice yıkandıktan sonra, alkolle ıslatılmış pamukla silinir ve kurutulur. Pipetler su tulumbasına takılarak, içlerinden önce bol miktarda musluk suyu, sonra sırasıyla saf su, alkol, eter veya aseton geçirilir ve en sonda da pipet hava ile kurutulur. Eğer sulandırma çözeltisi boyalı ise, pipetleri saf su ile yıkadıktan sonra alkolle doldurup bir süre bırakmak ve sonra temizlemek gerekir. Pipetlerin herhangi bir yerinde kan pıhtısı görülürse, pipetlerin içine amonyak ve hidrojen peroksit çekilir ve bu suretle pıhtının parçalanması sağlanır. Bu işlemden sonra pipetin bol su ile yıkanması gerekir.

*Sulandırma çözeltileri.-* Eritrositlerin sayımı için kullanılan çözeltiler hafifçe hipertoniktir. Bunların adları ve bileşimleri aşağıda verilmiştir.

| **Çözelti** | **Toisson** | **Hayem** |
|---|---|---|
| Sodyum sülfat | 8 g | 5 g |
| Sodyum klorür | 1 g | 1 g |
| Süblime | - | 0,5 g |
| Nötral gliserin | 30 ml | - |
| Metil menekşesi | 0,025 g | - |
| Saf su | 160 ml | 200 ml |

Bunlardan Toisson çözeltisi, hem akyuvarların ve hem de alyuvarların sayımında kullanılır. Yalnız akyuvarların sayımı için kullanılan çözeltiler ise şunlardır:

1. 1-3 ml buzlu asetik asit saf su ile 100'e tamamlanır.
2. Buzlu asetik asit = 1 ml
   Kristal menekşesi = 10 mg
   Saf su ile 100'e tamamlanır.
3. 1/10 N HCl

Bu çözeltilerin içerdikleri zayıf asit, eritrositleri hemolize uğrattığından, lökositlerin sayılması kolaylaşır.

### 4.1.Kanda hemositometrik yöntemle eritrosit sayısının saptanması

*Araç:* Hemositometre ve sulandırma pipetleri.

*Sulandırma Çözeltileri:* Toisson veya Hayem çözeltileri.

*Gereç:* Lanset, alkol, eter veya aseton, pamuk, filtre kağıdı, küçük cam kaplar.

Parmak ucu veya kulak memesi temizlenip lanset ile delindikten sonra, ilk damla silinir ve yeni bir damlanın oluşumu beklenir. Eritrosit sulandırma pipeti eğik bir durumda tutulur, ucu kan damlasına değdirilir ve lastik tüpün ucundaki ağızlıktan hafifçe emilerek, 0,5 veya 1 çizgisine kadar kan çekilir. Kan sütunu çizgiyi geçerse veya pipetin dış kısmı kanlanmışsa, pipetin ucu hafifçe filtre kağıdına değdirilir ve fazla kan kağıda emdirilir. Daha sonra pipete sulandırma çözeltisi çekilir. Bu işlemin, pipete kan alındıktan sonra kısa sürede yapılması gerekir. Aksi halde, kan pipette pıhtılaşır. Sulandırma çözeltisi pipetin 101 çizgisine kadar çekilmelidir. Özellikle üst sınırlarda emme işleminin çok yavaş yapılması önerilir. Sayımı yapılacak örnek, lama konulmadan önce pipetin iki ucu baş ve işaret parmaklarıyla kapatılır ve pipet yatay duruma getirilerek, iki-üç kez çalkalanır. Lamelin lam üzerine kapatılması için, sayma kamaralarını içeren ortadaki dikdörtgenlerin her iki yanındaki sütunlar hafifçe ıslatılır ve lamel bunların üzerine konarak, iki başparmak ile, birtakım konsantrik renkli daireler, Newton halkaları, belirinceye kadar bastırılır.

Pipetin kapiller ucundaki çalkalanmaya katılmayan sıvı dışarıya atılır. Pipetin ucu sayma kamarası dikdörtgeni üzerindeki lamelin kenarına değdirilerek, sulandırılmış kandan çok ufak bir damla lamla lamel arasına bırakılır. Bu sıvı kapillarite nedeniyle lamla lamel arasına yayılır. Kan sayımına başlamadan önce, sıvı akımları ve dolayısıyla eritrositlerin hareketleri duruncaya kadar, 1-2 dakika beklemek gerekir. Bundan sonra preparat, mikroskobun orta büyütmesi ile incelenir. Eğer preparatta hava kabarcığı varsa veya eritrositler kamaranın her yerine eşit olarak yayılmamışlarsa, lamı yeniden yıkamak ve hazırlamak gerekir. Normal bir dağılım gözleniyorsa, o zaman mikroskobun büyük büyütmesi köşesindeki dört büyük kare ve bir de ortadaki bir veya iki büyük karede bulunan küçük karelerdeki eritrositler sayılır. Küçük karelerdeki eritrositleri sayarken dikkat edilmesi gereken koşul şu olmalıdır: Sınır çizgilerinde bulunan yuvarların iki kez sayılmaması için, her bir küçük karenin üst sol veya alt sağ sınır çizgilerinde bulunan yuvarları, o kare içinde saymak gerekir. Ayrıca, Neubauer tipindeki hemositometrelerde büyük kareleri ayıran üç çizgiden ortadaki, karenin sınır çizgisi olarak kabul edilir.

## 4.2.Kanda lökosit sayısının hemositometrik yöntemle saptanması

*Araç:* Hemositometre ve sulandırma pipetleri

*Sulandırma çözeltileri:* %3'lük buzlu asetik asit çözeltisi veya Turck çözeltisi

*Gereç:* Lanset, alkol, eter veya aseton, pamuk, filtre kağıdı, küçük cam kaplar

*Metodun Uygulanması:* Tüm işlemler Eritrosit sayımında olduğu gibidir. İçinde beyaz boncuk bulunan sulandırma pipetine delinen parmaktan 1 çizgisine kadar kan; II çizgisine kadar Turck çözeltisi çekilir ve eritrosit sayımında olduğu gibi lama pipetteki karışımdan 1 damla damlatılır. Bu kez 5 büyük kare sayılır. Genellikle sayım yapılırken üst ve alt iki kenardaki kareler ile ortadaki kare tercih edilir. 5 büyük karedeki toplam lökositler sayılarak 5'e bölünür, bir büyük kareye düşen lökosit sayısı bulunur. Bu sayı $mm^3$'ün 250 de biri kadar hacimde sayılmış olduğundan 250 ile çarpılır. Pipete II rakamına kadar turck çözeltisi çekilmiş olduğundan sulandırma oranı olan 10 ile, şayet kan 0.5'e kadar çekilmiş ise 20 ile çıkan sayı tekrar çarpılır. Yani bir büyük karede bulunan lökosit sayısı sulandırma oranı 10 ise 2500 ile; 20 ise 5000 ile çarpılırsa $mm^3$ kandaki lökosit sayısı bulunur. Örneğin bir büyük karede 10 sulandırma ile 2 lökosit sayılmış ise $mm^3$ kanda 2x2500= 5000 lökosit vardır denilir.

**Turck Çözeltisi**
Glasiyal Asetik Asit 3 ml
Distile su 300 ml.
Jensiyan Moru (%1' lik)

## 4.3. Kanda trombosit sayısının direkt yöntemle saptanması

Trombositler, çaplarının küçüklüğü, kullanılan cam araçlara kolayca tutunma ve parçalanma özellikleri nedeniyle, kolaylıkla sayılamazlar. Kullanılan yöntemlerin herhangi birinin uygulanmasında, çok dikkatli çalışılması gerekir ve ancak bu suretle kesin sonuçlar elde edilebilir.

*Araç:* Mikroskop, hemositometre, eritrosit sulandırma pipetleri.

*Gereç:* Enjektör, lanset, alkol, pamuk, filtre kağıdı, küçük cam kaplar.

*Sulandırma çözeltileri:* Rees-Ecker Sıvısı, Brecher-Cronkite Sıvısı.
Esas eritrosit sayımında olduğu gibidir. Kan bir sayım pipetinde

sulandırıldıktan sonra bundan alınan bir damla örnek, sayım lamında sayılarak $mm^3$'deki miktar hesaplanır.

*Sulandırma solüsyonları*

*(1) Rees-Ecker Sıvısı:*

Brilliant Cresyl Blue 0.1gr
Sodyum Sitrat 3.8gr
Formaldehit (%40) 0.2ml
Distile su ile 100ml'ye tamamlanır.

*(2) Brecher-Cronkite Sıvısı:*

1gr Amonyum Oksalat 100ml distile suda eritilir. Eriyik sözülür ve buzdolabında ($4^0C$) saklanır.

*Metod:*

1- Eritrosit pipetinin 0.5 işaretine kadar sulandırma solüsyonu çekilir. Sulandırma solüsyonunun üst hizası I işaretine ve kanın üst hizası 0.5 işaretine gelecek şekilde EDTA'lı kan aspire edilir.
2- Pipetin ucu silinip, fazla kan bulaşığı alındıktan sonra hava kaçırmadan 101 işaretine kadar sulandırma solusyonundan çekilir.
3- Pipet iyice çalkalanarak, karıştırılır. İlk birkaç damla atılır.
4- Thoma lamı eritrosit sayımında olduğu gibi hazırlanır ve doldurulur.
5- Lam nemli bir petri kutusuna konarak, trombositlerin çökmesi için 15-30dk oda sıcaklığında bekletilir.
6- Mikroskobun x40 kuru objektifi kullanılarak ortadaki $1mm^2$'lik (1mmX1mm) karedeki trombositler sayılır. Sayım her iki tarafta yapılır. Mikroskobun mikrometresi ile fokus dikkatle değiştirilerek ve diafragma kapatılıp ışık azaltılarak, trombositler kolaylıkla tanınırlar. Trombositler fazlaca refraktil (ışık kıran) cisimcikler halinde görülürler. Rees Ecker solüsyonu kullanıldığı zaman trombositler soluk mavi ufak parçacıklar halindedirler.

*Hesabı:*

1- Ortadaki karenin hacmi $1mmx1mmx0.1mm^3$
İki taraftakinin hacmi $0.1x2=0.2mm^3$ olur.
2- Bu iki karede sayılan trombosit miktarı dilüsyon katsayısı ve 10 ile çarpılır ve 2'ye bölünerek $1mm^3$'teki trombosit sayısı= 10x400x200/2=400 000
3- Kısa bir hesaplama tarzı sayılan tormbosit miktarını 1000 ile çarpmaktadır. Normal sınırlar: 150 000-500 000/$mm^3$

## 5. Kanda Hemoglobin Konsantrasyonunun Kolorimetrik Yöntemle Belirlenmesi (Sahli Yöntemi)

*Deneyin Amacı:* HCl aracılığı ile ortama çıkmış olan hemoglobinin sabit renkteki hemin klorüre dönüşmesi ve bunun standartlar ile karşılaştırılarak kandaki hemoglobin miktarının belirlenmesidir.

*Araç ve Gereçler:* Sahli hemometresi (20milimetreküplük (= mikrolitrelik) pipet, 1/10N HCl, damlalık, cam baget), alkol, pamuk, lanset

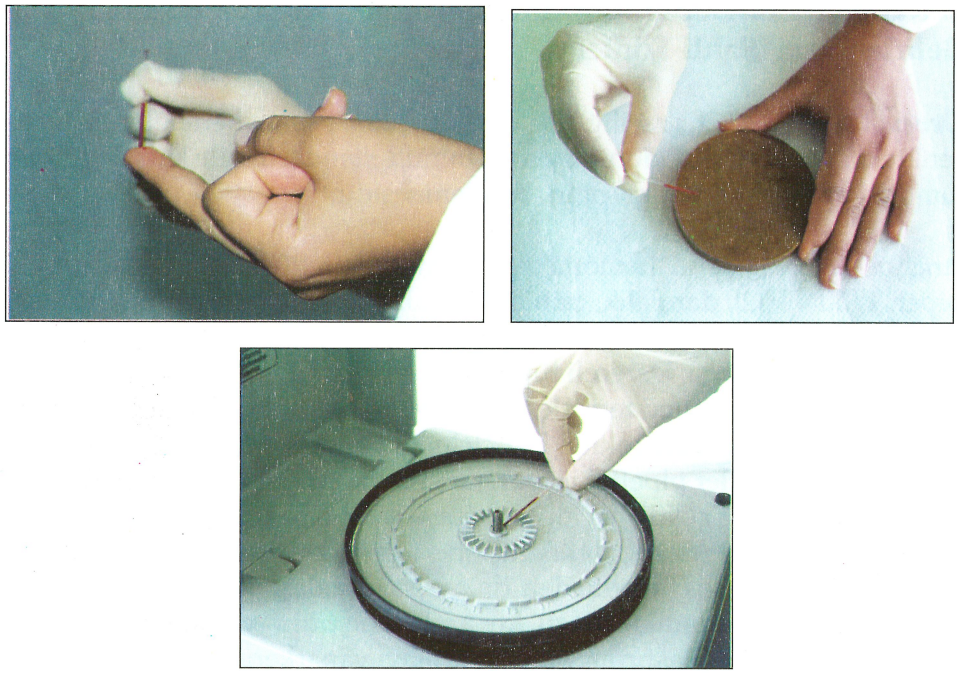
*Metodun Uygulanması:* Dereceli tüpe ilk çizgisine kadar (10 çizgisine) 1/10N HCl konur. Parmak ucu temizlendikten sonra lanset ile delinir. 20 µl kan parmak ucundan pipete çekilir. Pipetteki kan hemen dereceli tüpteki asidin içine akıtılır. Kapiller pipetteki kanın tamamıyla çıkarılabilmesi için asit-kan karışımı birkaç kez çekilir ve tüpün içine bırakılır. Başlangıçta koyu kırmızı olan sıvının rengi, birkaç dakika içinde hemin klorüre özgü koyu kahverengiye dönüşür ve hemolizden dolayı saydamlaşır. Bundan sonra tüpe damlalıkla damla damla saf su konarak karıştırılır ve standart çubukla çözeltinin rengi karşılaştırılır. Karşılaştırmayı yaparken, tüplerin dereceleri oyuğun yan taraflarına çevrilmeli, ışığın homojen yüzeyden geçmesi sağlanmalıdır. İki renk birbirine eşit olunca yüzde ya da gram cinsinden hemoglobin miktarı okunur. Standart çubuğun renginin 16g/100 ml hemoglobin içeren kandan oluşan heminklorürün rengine uyduğu ve bu değerin %100 gösterdiği kabul edilir. Örnek: Sahli hemometresiyle bulduğumuz yüzde hemoglobin değeri %90 olsun. Bunun 100ml kanda g cinsinden miktarı = 16x90/100=14.4g/100ml'dir.

## 6. Hematokrit Değerinin Saptanması

*Deneyin Amacı:* Kapiller tüplere alınan kanın santrifüje edilerek şekilli elemanların oranının belirlenmesidir.

*Araç ve Gereçler:* İçi heparinlenmiş mikrohemaktokrit tüpleri, santrifüj, lanset, alkollü pamuk

*Metodun Uygulanması:* Parmak ucu delinir. Mikrotüpün ucu delinmiş parmak ucundan çıkan kana değdirilir. Kapillerite yolu ile kanın kapiller tüpe girmesi sağlanır. Kan yeterince doldurulduktan sonra üst uç cam macunu ile kapatılır. Hematokrit santrifüjüne konularak, 10000 devir/dk hızla 5 dk süre ile santrifüje edilir. Santrifüjden çıkarılan tüp skalaya uygun şekilde yerleştirilerek % hematokrit değeri saptanır (Şekil 39).



**Şekil 39 :** Hematokrit ölçümü

## 7. Kan Sedimantasyon Hızının tayini

Antikoagülanlı kanda belirli bir süre sonunda eritrositler plazmadan ayrılarak dibe çöker. Eritrositlerin bu çökme hızına, eritrosit sedimantasyon hızı denir. Bu hızı etkileyen faktörler eritrositlere, plazmaya, mekanik veya teknik nedenlere bağlı olabilir.

### Eritrosit Sedimantasyon Hızını Etkileyen Faktörler

*Eritrositlere bağlı faktörler:* Eritrositin büyüklüğü ve ağırlığı etkendir. Makrositler, normal eritrositlerden daha büyük bir kitle oluşturduğu için, sedimantasyon hızının artmasına sebep olur. Eritrositlerin aglütinasyonu da kitle etkisi ile sedimantasyonu arttırır. Şekil değişikliği ile beraber olan anemilerde (sferositoz, orak hücre anemisi) ise eritrositlerde rulo formasyonu veya aglütinasyonu olmadığından sedimantasyon hızı azalmıştır. Çok derin anemilerde kanda eritrosit konsantrasyonu azaldığından eritrositler kolayca dibe çöker, sedimantasyon hızı artmıştır.

*Plazmaya bağlı faktörler:* Plazma proteinlerden fibrinojen, alfa-1-globülin ve alfa-2-globülinin arttığı durumlar, eritrositlerde aggregasyon ve rulo formasyonu yaparak sedimantasyon hızını arttırır.

Mekanik ve teknik faktörler:

a) Sedimantasyon hızını arttıranlar:
   1. Oda sıcaklığının yüksek olması: 22-27 °C arasındaki farklar etkili değildir.
   2. Sedimantasyon pipetinin meyilli olması: 3 derecelik meyil sedimantasyonu %30 arttırır.

b) Sedimantasyon hızını yavaşlatanlar:
   1. Bir saatten fazla beklemiş kanın sedimantasyon tayini için kullanılması
   2. Kandaki antikoagülan konsantrasyonunun fazla olması
   3. Oda sıcaklığının düşük olması
   4. Tüp çapının 2 mm'den az olması

Eritrosit sedimantasyon hızı, Wintrobe ve Westergreen olmak üzere iki metot ile ölçülebilir.

**I. Metot: Wintrobe Metodu:**

Wintrobe tüpüne alınan kan 1 saat bekletilir. Bu süre içerisinde dibe çöken eritrositler mm olarak ölçülür. Bu sedimantasyon hızını verir. Çocuklarda erişkinlerden daha düşük bulunur. 60 yaş üstündekilerde de normal değerden daha yüksektir.

*Araç ve Gereçler:* Wintrobe sedimantasyon tüpü (Şekil 40), Wintrobe pipet askısı, Wintrobe kapiller pipet, çalar saat.



**Şekil 40: Wintrobe sedimantasyon pipeti**

*Testin Yapılışı:*

1. Antikogülan olarak EDTA veya Amonyum-Potasyum oksalatlı tüpe 2 ml kan alınır. Kan iyice karıştırılır.
2. Özel Wintrobe kapiller pipet kullanılarak Wintrobe tüpünün O işaretine kadar kan doldurulur. Hava kabarcığı oluşturmamaya dikkat edilmelidir.
3. Tüp sedimantasyon sporuna dik vaziyette yerleştirilir. Çalar saat 30 dakika ve 60 dakikaya ayarlanır.
4. 30 dakika ve 60 dakika sonunda eritrositlerin seviyesi kaydedilir. Bu yarım saat ve bir saatte mm olarak sedimantasyon hızını verir.

**II. Metot: Westergreen Metodu:**

*Araç ve Gereçler:* Westergreen tüpü (Şekil 41), Westergreen pipet askısı, çalar saat, Sodyum sitrat %3.8 (Sodyum sitrat 5.5 $H_2O$ 3.8 gr, distile su 100 ml), enjektör 2 ml'lik ve iğne, tüp (13x100 mm)



**Şekil 41:** Westergreen sedimantasyon pipeti

*Testin yapılışı:*

1. 2 ml'lik enjektöre 0,4 ml % 3,8 steril sodyum sitrat çekilir. 2 ml işaretine kadar venöz kan alınır. Enjektör alt üst edilerek kanın antikoagülan ile karışması sağlanır.
2. Alınan kan Westergreen tüpüne nakledilmek üzere temiz bir tüpe boşaltılır.
3. Westergreen tüpü 30 cm uzunluğunda olup 200 mm'ye kadar işaretlenmiştir. İç çapı 2,5 mm'dir. Bu seviyeye kadar 1 ml kan alınır. Tüpün ucu sivri ve açıktır. Kan O işaretine kadar doldurulur.
4. Tüpün üst ucu parmak ile kapatılarak kanın akmaması sağlanır ve spora dik olarak yerleştirilir.
5. Yarım saat, bir saat ve iki saat sonra şekilli elemanların çökme seviyeleri okunarak kaydedilir.

**Eritrosit sedimantasyon hızını arttıran hastalıklar**

Tüberküloz, akut romatizmal ateş, nefroz, akut ve kronik infeksiyonlar, konnektif doku hastalıkları, malign hastalıklar, multipl miyeloma, myokart infaktüsü, akut hepatit, makroglobülinemi, cryoglobülinemi, hipotroidi, hipertroidi ve hamilelik (3. aydan sonra).

**Sedimantasyon hızını yavaşlatan hastalıklar**

Akut kalp yetmezliği, polisitemiler.

**8. Kan Yayma Tekniği: Lökosit formülü**

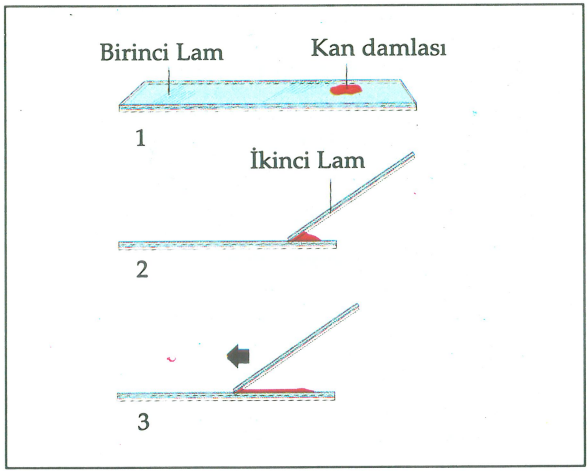
Periferik kan veya kemik iliğinden alınan kan örneklerinden şekilli elemanların morfolojik olarak incelenmesi birçok hastalıkların tanısında son derece önemlidir. Bu nedenle alınan kandan uygun şekilde yaymalar yapılmalıdır. Burada lam ve lamel metodu anlatılacaktır.

## Lâm Metodu

*Araç ve gereçler:* Lâmlar (iyice yıkanmış alkolden geçirilmiş ve gazlı bezle silinmiş olmalıdır), hemoglobin pipeti, alkol, pamuk, steril lanset.

*Yaymanın Yapılışı:* Periferik kandan yaymalar yapılacaksa iki yayma yapılması yeterlidir. Kemik iliği için 8-10 yayma yapılmalıdır. Bir kısım yaymalar özel boyalar için gerekecektir.

1. Parmak ucundan hemoglobin pipeti ile alınan kan lâmın sağ uç kısmına küçük bir damla halinde damlatılır.
2. Lâm sol elin iki parmağı ile tutulurken ikinci bir lâm sağ el ile tutulur. 30 derece açı yapacak şekilde bu damlanın ön kısmında lâma dokundurulur, biraz geriye (sağa) çekilir. Kan bu lâmın kenarı boyunca yayılır. Bundan sonra ikinci lâm öne doğru (sola) itilirken kan birinci lâma yayılmış olur.
3. Diğer bir lâma aynı teknik ile yayma yapılır.
4. Yaymalar oda sıcaklığında birkaç dakika kurumaya bırakılır.
5. Yaymalar kuruduktan sonra rutin boyama metotları (wright veya giemza) ile boyanacaksa önce metil alkol ile tespit edilir sonra boyanır. Eğer özel boyalar yapılacak ise metotlarına uygun şekilde boyanır (Şekil 42).




**Şekil 42:** Lam metoduyla kan yayma (sırasıyla 1, 2, 3)

Tekniğe uygun iyi bir yayma yapabilmek için aşağıdaki noktalara dikkat etmek gerekir. Aksi halde basit gibi görünen bu metotta başarı sağlanamaz.

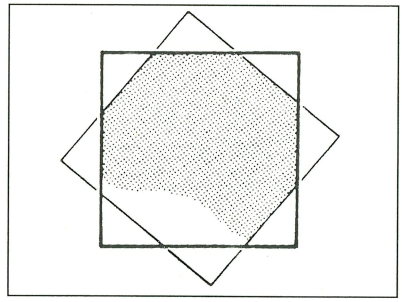
1. Yayılan kan damlası büyük ise yayma çok kalın olacaktır. Hücrelerin morfolojik incelenmesi mümkün olmayacaktır.
2. Kan damlası çok küçük ise yayma gereğinden fazla ince olacaktır.

3. Lâmları birbirine fazla sürterek yayma yapılmış ise hücreler bu travma ile parçalanırlar. Yaymada fazla miktarda artefakta rastlanır.
4. Lâmelin kenarı düz değil ise yayma esnasında lâm üzerine iyice değmez. Alınan yayma yeterli değildir.
5. Lâmların yeterince temiz olmaması veya yayma sırasında üzerine pudra, su, toz v.s. dökülmesi yaymanın bozulmasına sebep olur.
6. Kan damlası lâm üzerine alınır alınmaz yayma yapılmalıdır. Gecikilirse beyaz kürenin dağılımı değişir. Büyük lökositler yaymanın ince kenarlarına toplanır. Eritrositlerde rulo teşekkülü, trombositlerde kümeleşme görülür.

**Lâmel Metodu**

*Araçlar ve Gereçler:* Yeterli sayıda temiz lâmel (24 x 24 mm), steril lanset, pipet, pamuk, alkol, gazlı bez.

*Yaymanın Yapılışı:*
1. Lâmelin iki ucu parmak ve işaret parmağı arasında tutulur.
2. Küçük bir damla kan lâmel üzerine damlatılır.
3. Diğer el ile ikinci bir lâmelin iki ucu baş parmak ve işaret parmağı arasında tutulur.
4. İkinci lâmel birinci lâmele temas ettirilir. Şekil 43'de görüldüğü gibi köşeler birbirine değmeyecek şekilde yerleştirilir. Kan damlası iki lâmel arasında yayılır.
5. Lâmeller birbiri üzerinden horizontal olarak kaydırılarak çekilir.
6. Yayma yapılan yüzler, yukarıda tutulmasına dikkat edilerek lâmeller oda sıcaklığında bir süre kurutulur ve boyamaya hazır hale gelir.



**Şekil 43:** Lâmel metodu ile kan yayma

*Önemli Noktalar:*
1. Parmak ucu veya topuktan kan alınırken cilt lâmele temas etmemelidir.
2. Lâmele kan alınır alınmaz ikinci lâmelle derhal temas ettirip yayma

yapılmalıdır. Lâmel üzerinde kanın 3-5 saniye beklemesi trombositlerin ve beyaz kürelerin kümeleşmesine, eritrositlerin rulo teşekkül etmesine neden olur.

## Kan Yaymalarının Wright ile Boyanması

*Araç ve Gereçler:*

1. Wright Boyası ve Hazırlanışı: Toz halindeki Wright boyasından 1 gram tartılır. Bir cam havana konulur. Birkaç ml absolu metil alkol ile dövülür. Metil alkol saf ve asetonsuz olmalıdır. Yavaş yavaş her defasında birkaç ml'yi geçmeyecek şekilde metil alkol ilave edilerek, dövme işlemine bir saat kadar devam edilir. 400 ml. metil alkol ilave edildikten sonra dipteki bütün toz boyanın çözelti içine geçmesi gerekir. Çözelti 1-2 gün +4° C de bekletilir. Ertesi gün başka bir şişeye süzülür. Hazırlanan boyayı ihtiva eden şişenin ağzının, hem buharlaşmaması hem de alkol tarafından su buharının absorbe olmaması için iyice kapalı olması gerekir. Bu şartlar altında boya bozulmadan kalır. Hazırlanan çözelti ile deneme amacıyla bir yayma boyanır. Koyu ise boyaya metanol ilave edilebilir.
2. Haden'in Fosfat Tampon Çözeltisi pH=4
   Anhidröz primer (monobazik) potasyum fosfat 6,63 gr.
   Anhidröz sekonder (dibazik) sodyum fosfat 2,56 gr.
   Distile su 1000 ml.
3. Metil alkol (absolü, anhidröz ve asetonsuz).
4. Lâm ve lâmel.
5. Boyama tankı

## Wright ile Boyama Tekniği

Boyama için yeni yapılan yaymalar tercih edilmelidir.

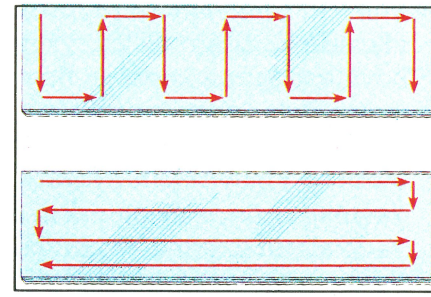
1. Havada kurutulmuş kan yaymaları, yayma kısmı yukarı gelmek üzere boya sporlarına konulur. Boya sporları muhtelif tiplerde olabilir. Tepsi üzerindeki cam çubukların birbirine olan mesafesinin lâmların genişliğinden az olması gerekir. Böylece boyanan lâm ve lâmeller buradan kolayca kaldırılabilir.
2. Yaymalara önce absolü metil alkol dökülerek tespit edilir.
3. Yaymaların üzerine Wright boyası dökülür 1-2 dakika beklenir.
4. Fosfat tampon çözeltisinden Wright boyası miktarında ilave edilir. 5 dakika beklenir. Karışımı sağlamak için lâm veya lâmelin üzerine üflenir. Tampon çözelti ilave edildiğinde yayma üzerindeki boyanın kenarlardan aşağı dökülmemesine dikkat edilmelidir. Sonra satıhta yeşilimsi, metalik bir leke görülmelidir. Preparatın kenarlarında ise kırmızımtırak bir renk meydana gelir. Tampon miktarı ve boyama miktarı her ne kadar eşit miktarlarda olduğu zaman iyi netice veriyor ise de tecrübelerle bu miktar değiştirilebilir.

5. Yaymaların ucu bir pens ile tutularak boya dökülür. Distile su ile yıkanır. Distile su yerine musluk suyu ile de yıkanabilir 5-10 saniyede yıkama tamamlanır, yıkama esnasında yaymalar horizontal tutulur. Bütün boya artıklarının temizlenmesine çalışılır.
6. Lâm ve lâmeller eğri tutularak kurutma kağıdı üzerine konur. Üst kenarı bir yere temas eder ve alt kenarı da kurutma kağıdı üzerinde olursa, suların süzülerek oda sıcaklığında daha kolay kurumasını sağlar. Ayrıca süzgeç kağıdı arasında da kurutulabilir.
7. Preperatların arkaları alkolde ıslatılmış gazlı bezle silinmelidir.
8. Kanada balsamı veya sedir yağı preparata damlatılır. Üzerine bir lâm kapatılarak hafifçe bastırılır. İyice yayılması sağlanır. Hava kabarcıkları yapmamaya çalışılır. Yayma mikroskopta bakmaya hazırlanmış olur. İmmersiyon ile tetkikte ayrıca preparat üstüne immersiyon yağı damlatılır.

**Mikroskopta Kan Yaymalarının Tetkiki**

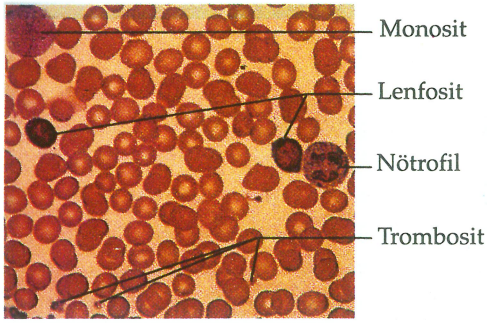
Yaymaların üzerine immersiyon yağı damlatılır, üzeri lâmel ile kapatılır. Önce küçük büyütme (x10) objektifi altında inceleme yapılır. Seçilecek saha çok kalın olmamalıdır. Örneğin; eritrositler üst üste gelmiş olmamalıdır. Eritrositlerin çoğunda merkezi solukluk bulunmalıdır. Yaymanın ince ucunun incelenmesi de uygun değildir. Burada genellikle hücrelerin şekilleri bozulmuştur. Eritrositlerin tümü hemoglobin ile doludur, merkezi solukluk yoktur. En uygun periferik yaymanın orta kısımlarının incelenmesidir.Sonra yayma büyük büyültmeye (x40) alınır. Trombositler büyüklük, sayı ve kümelerin mevcudiyeti yönünden incelenir.
Lökosit formülü yapılır. Bir çizelge hazırlanır. 100 adet lökosit sayılır. Lökositler şekillerine göre çizelgeye yerleştirilir. (Şekil 44,45)

- Bir yetişkinde lökosit formülü.
  Nötrofiller ..... % 55-75
  Eozinofiller .....% 1-2
  Bazofiller ..... .% 0.5-1
  Lenfositler .....% 20-10
  Monositler .....% 3-8

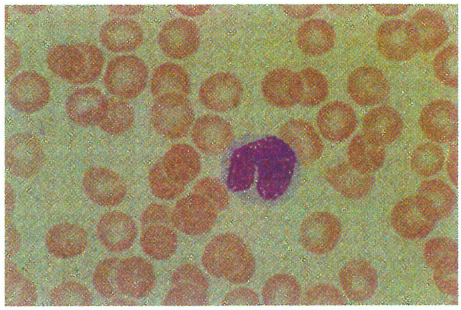


| Granüllü lökositler | | | Granülsüz lökositler | |
|---|---|---|---|---|
| Nötrofiller | Eozinofiller | Bazofiller | Lenfositler | Monositler |

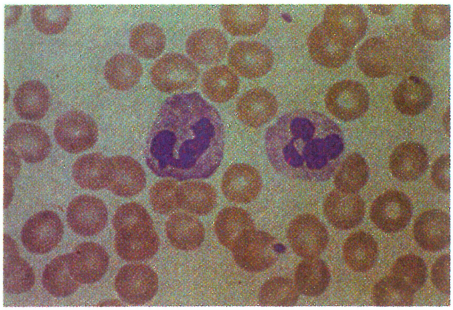
**Şekil 44:** Lökosit formülünün yapılışı.



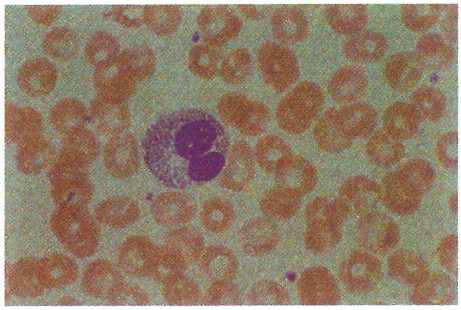

Kan yayma praparatı (x 656)



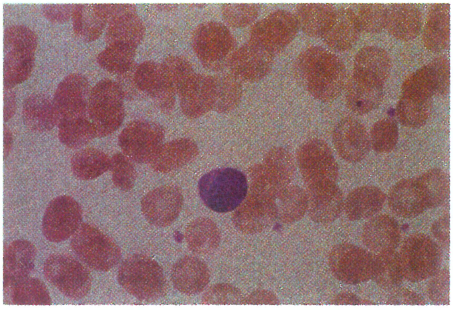
Eritrositler ve 1 adet monosit (x842)



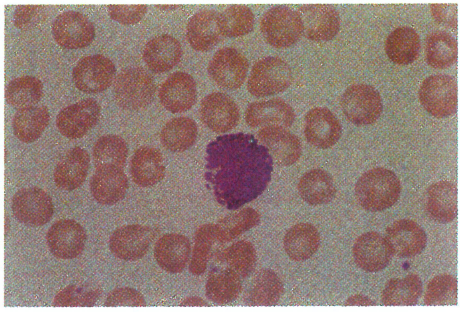
Eritrositler ve 2 adet nötrofil (x842)



Eritrositler ve 1 adet eozinofil (x842)



Eritrositler ve 1 adet lenfosit (x842)



Eritrositler ve bazofil (x842)

**Şekil 45:** Kan yaymasının mikroskobik tetkiki

### 9. Kanama Süresinin Saptanması

*Deneyin Amacı:* Kanama zamanının saptanmasıdır.

*Araç ve Gereçler:* Lanset, pamuk, alkol, filtre kağıdı
*Metodun Uygulanması:* Parmak ucu veya kulak memesi temizlendikten sonra, lanset kullanılarak delinir. Hiçbir şekilde basınç yapılmadan akan kan, parmak ucundan/ kulak memesinden her 15 sn de bir filtre kağıdı ile silinir. Kanı silerken parmağa dokunmamak sadece kan damlasına değmek gereklidir. Kanamanın durduğu, filtre kağıdına kanın gelmediği an kanama zamanının sonu olarak kabul edilir. Normal kanama zamanı insanda 2-6 dk dır.

### 10. Pıhtılaşma Zamanının Belirlenmesi

*Araç ve Gereçler:* Lanset, kapiller tüpler, cam testeresi, alkol, pamuk.

Parmak ucu lanset ile delinir. Kapiller tüplere daha önce belirtilen yöntemle kan alınır. Zaman kaydedilir. Her 30 saniyede bir testere ile tüpten bir parça kesilerek fibrin lifçiklerinin görülmesine çalışılır. İlk görüldüğü an pıhtılaşmanın başladığı andır. Geçen süre pıhtılaşma süresi olup bu yöntemle 2-7 dk'dır.

## KAYNAKLAR


- Carola, R., Harley, JP, Noback, C.A: Human Anatomy and Physiology. (Int ed.), Mc Graw Hill, USA, 1990, p. 507-528.
- Fox, S. I. : Human physiology. Laboratory guide (8 thed.) Mc Grow Hill, WA, 1999, p. 189-192.
- Gönül, B., Babül, A., Erbaş, D., Yanıçıoğlu, L: Deneysel Fizyoloji. III. Baskı, Ankara, 1995, s. 41-50.
- Marieb, E.N.: Human Anatomy and Physiology Laboratory Manual, Zao, P.Z.: PhysioEx cd-ROM, version 2.0.Fifth ed. (Earl, W.ed), Addison Wesley Longman Inc., Canada, 1999, p. 280-285.
- Noyan, A.: Yaşamda ve hekimlikte Fizyoloji. 10. Baskı, Meteksan Anonim Şti., Ankara, 1998, s. 431-488.
- Tanyer, G.: Hematoloji ve Laboratuvar. Ayyıldız matbaası, Ankara, 1985, s. 100-149.
- Terzioğlu, M., Çakar, L., Yiğit, G.: Fizyoloji Pratik Kitabı, 3. Baskı, İstanbul,1995, s. 62-105.

**Laboratuvar çalışması ile ilgili notlar:**

**Denek:**

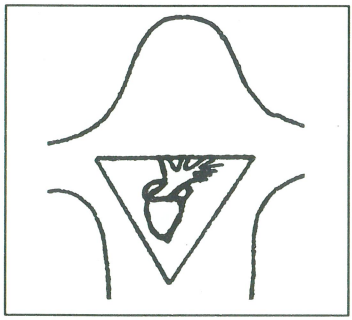
**Araç-gereç:**

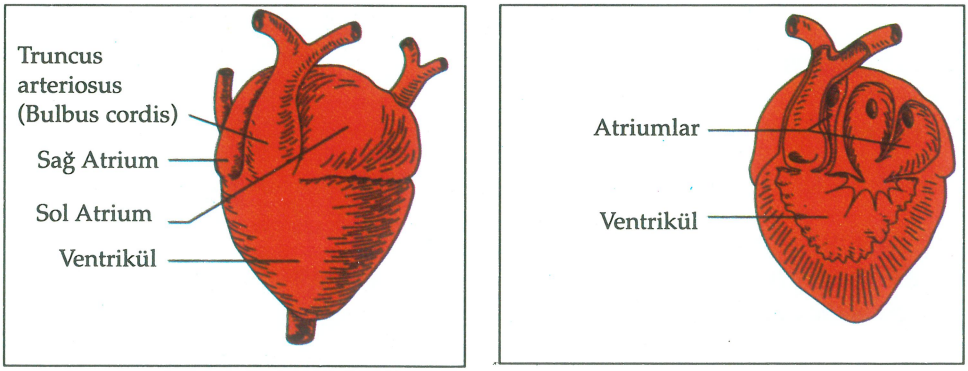
**Yöntem:**

# G. DOLAŞIM FİZYOLOJİSİ İLE İLGİLİ DENEYLER

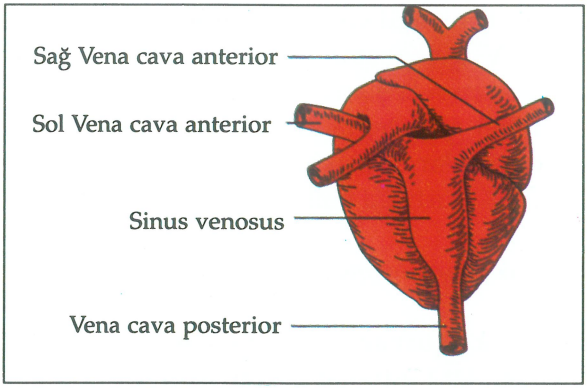
## I.Kurbağa Kardiyovasküler Fizyolojisi

### 1.1.Kurbağa kalbi hakkında bilgi

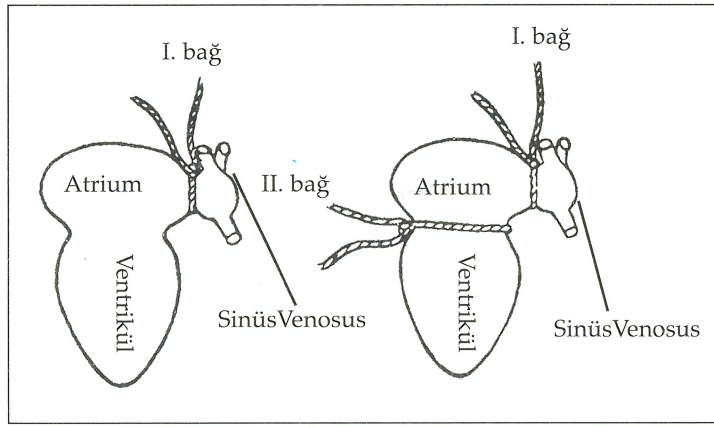





**Şekil 46:** Kurbağa kalbi ön yüzü




**Şekil 47:** Kurbağa kalbi arka yüzü




**Şekil 48:** Kurbağa kalbinde I ve II stannius bağları

## KURBAĞA KALBİNDE UYARI SIRASI

Sinus venosus
Atriumlar
Ventrikül
Bulbus cordis

Kalp kasının iki önemli özelliği vardır:
1. Kas liflerinin sinsiyal yapıda düzenlenmiş olması
2. Periyodik olarak kasılabilmesi

Kurbağa kalbi, kalp ritmi ile ilgili deneyler için çok uygun bir modeldir. Uyarıların iletimi ve kasın kontraksiyonu memeli kalbindekine benzer. Ancak kurbağa kalbinin yapısı ve düğümlerin durumu farklıdır. Kurbağa kalbinde iki atrium ve bir ventrikül vardır. Anatoplar damarın (V.cava anterior dextra ve sinistra ile V.cava posterior) sağ atriuma açıldığı yerde sinüs venosus vardır. Ayrıca aortanın başlangıcında bulbus aorta (bulbus arteriosus, bulbus cordis) denilen genişlemiş bölüm bulunur. Kurbağa kalbinde uyarılar sinus venosustan başlar; sırasıyla atriumlar, ventrikül ve son olarak bulbus kasılır (Şekil 46,47) . kurbağa kalbinin frekansı 50-70 atım/dk dır.

### 1.2 İzole kurbağa kalbinin incelenmesi

*Araç ve Gereçler:* Kurbağa, kurbağa disseksiyon tahtası, iplik, straube kanülü, ringer, cerrahi set, %0.1 adrenalin, %0.01 asetilkolin.

*Yöntem:* Dekapite edilen ve kalbi ortaya çıkarılan kurbağada kalbin, kurbağanın başına yakın olan bazal kenarındaki aortayı oluşturan iki damar mümkün olduğu kadar başa yakın yerden bağlanır, soldaki damara bir bağ daha yerleştirilip, düğüm hazırlanır. İçi ringer ile doldurulmuş olan straube kanülünün ağzı parafilmle kapatılır. Soldaki damara yapılan ufak bir insizyon ile kanül buradan bulbus cordise oradan da ventriküle kadar sokulur ve hazır olan düğüm sıkılarak oturtulur. Çevredeki diğer dokular ve damarlar bağın üzerinden kesilerek, kalp dışarı alınır. Kalp kanüldeki ringerle perfüze edilir. Kanüldeki ringere adrenalin damlatıldığında kalbin kasılma gücü ve frekansının arttığı görülür. Kanüldeki ringer boşaltılıp yerine yeni ringer konur. Kalbin normal kalp siklusunu göstermesi beklenir. Kanüldeki ringere asetilkolin konur. Asetilkolin kalp frekansını azaltır, ritmi düzensizleştirir (aritm), hatta kalp durur.

### 1.2.1. Kalp Kasına Çeşitli İyonların ve Maddelerin Etkisi

**a) Kalsiyum iyonunun etkisi:** Uyarılma - kontraksiyon ilişkisinde kalsiyumun rolüne ek olarak ekstraselüler $Ca^{+2}/Mg^{+2}$ oranı hücre membranı permeabilitesini etkiler. Kalsiyumun ekstraselüler konsantrasyonundaki (normal konsantrasyonu; 4.5-5.5 mEq/L) bir artış hem elektriksel özelliklerini hem de kalp kasının kasılma gücünü etkiler. Ekstraselüler kalsiyum konsantrasyonundaki artış; kalp kasının kontraksiyon gücünü arttırır, kalp hızını azaltır, ventriküllerde ektopik pacemaker ortaya çıkışına ve anormal ritimlere (ekstrasistoller ve idioventriküler ritim) neden olur.

**b) Digitalis etkisi:** Digitalislerin, $Na^+/K^+$ (ATPaz) pompasını inhibe ederek etkisini gösterdiğine inanılır. Bu inhibisyon $Na^+$nın içeri, $K^+$'nın dışarı geçişi ile sonuçlanır. Bu duruma, $Ca^{+2}$ iyonlarının alımındaki artış eşlik eder. Kalp ekstraselüler sıvısındaki artmış kalsiyum ve digitalisin etkileri çok benzerdir.

**c) Pilokarpin etkisi:** Pilokarpin, parasempatetik sinir sisteminin etkisini taklit eden parasempatomimetik bir ilaçtır. Pilokarpin, N. vagustan asetilkolin salınımını kolaylaştıran etki gösterir. Kalp hızında azalma yapar.

**d) Atropin sülfat etkisi:** Atropin, Atropa belladonna isimli bitkiden elde edilen alkoloid bir ilaçtır. Atropin, postganglionik parasempatetik nöronların asetilkolin reseptörlerini bloke eder. Böylece, atropin kalpte, düz kasta ve bezlerde parasempatetik etkiyi inhibe eder. Kalp hızı vagal stimülasyon sonucu azalmışsa (veya pilokarpinin bulunması ile) atropin uygulaması bu hızı arttıracaktır.

**e) Potasyum iyonlarının etkisi:** Bütün hücrelerin dinlenim membran potansiyeli, hücrenin içindeki $K^+$ iyon konsantrasyonun dışındaki $K^+$ iyon konsantrasyonundan daha yüksek tutulması ile sağlandığı için, ekstraselüler $K^+$ konsantrasyonundaki bir artış dinlenim membran potansiyelinde azalma ile sonuçlanır . Bu kontraksiyon gücünde azalma meydana getirir ve aksiyon potansiyeli ileti hızı yavaşlar.

**f) Epinefrin etkisi:** Epinefrin, adrenal medulladan salınan bir hormondur. Norepinefrin'le beraber epinefrin sempatetik sinir stimülasyonuna cevapta salınır.Epinefrin hem kalbin kontraktilitesini hem de kalp hızını arttırıcı etkiye sahiptir. Ekzojen epinefrin, sempatomimetik bir ilaçtır. Sempatetik sinir stimülasyonunun etkisini taklit eder.

**g) Kafeinin etkisi:** Kafein, kontraksiyon gücünü ve kalp hızını arttırmak için miyokardiumda direkt etkisi olan hafif etkili bir stimülandır. Kafein, pek çok hücrede bulunan siklik AMP (cAMP) adı verilen ikincil haberci molekülün yıkımını sağlayan fosfodiesteraz enziminin aktivitesini inhibe eder. Sonuç olarak, cAMP'nin konsantrasyonu kalp hücrelerinde artar. Böylece ikincil haberci olarak cAMP'yi kullanan epinefrin hormonunun etkisi tekrarlanır. Merkezi SS stimülanı olarak kafeinin kullanımı sınırlıdır. Yüksek dozlarda, kafein ektopik pacemakerların formasyonunu sağlayabilir, ciddi aritimler söz konusu olur.

**h) Nikotinin etkisi:** Postganglionik nöronlardaki asetilkolin özellikle nikotinik reseptörleri stimüle ederek otonomik gangliada elektrokimyasal iletiyi sağlar. Kalbe direkt olarak uygulandığında, nikotinin majör etkisi, epikardiumda lokalize parasempatetik ganglianın stimülasyonu olacaktır. Postganglionik parasempatetik nöronların aktivasyonu kalp hızında yavaşlamaya neden olur. Nikotin, farmakolojik dozlarda (bir ilaç olarak) kana verildiğinde sempatetik ganglia ve adrenal medullayı (sempatoadrenal sistem) stimüle edebilir. Kalp hızında artışla sonuçlanır.

*Araç – Gereç:* %2 $CaCI_2$, %2.5 Pilokarpin, kimograf, serfin, ringer, %2'lik digitalis solüsyonu, %2.5 pilokarpin solüsyonu, konsantre kafein solüsyonu, %0.2 nikotin solüsyonu, Epinefrin, %5 Atropin, %2 KCI.

*Deneyin Yapılışı:* İnsitu / izole kurbağa kalbi deneye hazırlanır. Kontrol kalp atışlarının kimografta kaydı yapılır. Kalp ringerle yıkanır. %2.0 $CaCI_2$ solüsyonu ile kalp yıkanır. Kimografa $CaCI_2$ damlatılan an işaretlenir. Sonuçlar kaydedilir. Kayıt durdurulur. Kalp ringer solüsyonu ile yıkanır. Standardize edilir. Kalp atımları normale dönünceye kadar ringer ile yıkanır.

Aynı işlemler, %2.0 digitalis solüsyonu, %2.5 pilokarpin, %5 atropin, %2.0 KCI, Epinefrin, sature kafein solüsyonu ve %0.2 nikotin solüsyonları ile tekrar edilir.

### 1.2.2 Kalp kasına ısının etkisi (Gaskel Deneyi)

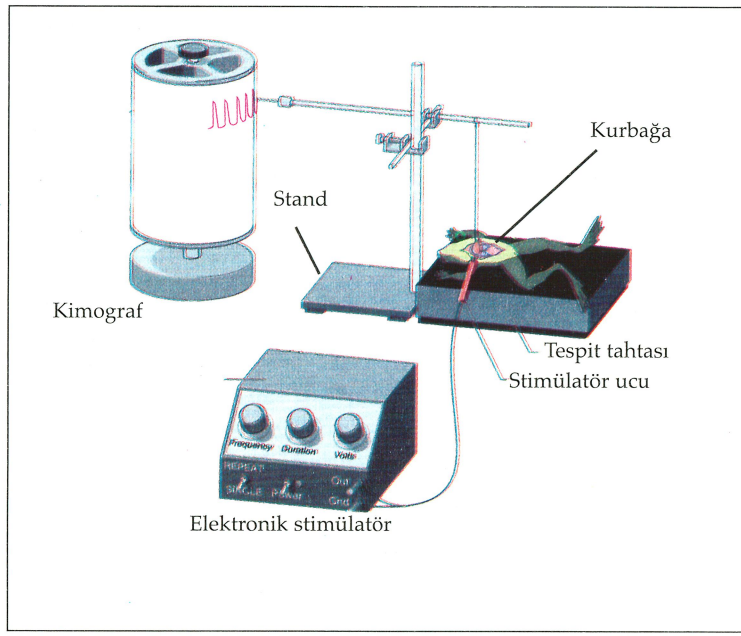
*Araç-Gereçler ve Deneyin Hazırlanışı:* İzole kurbağa kalbinin incelenmesi konusunda belirtilen araçlar ve yöntem kullanılarak kurbağa kalbi deney için hazırlanır.

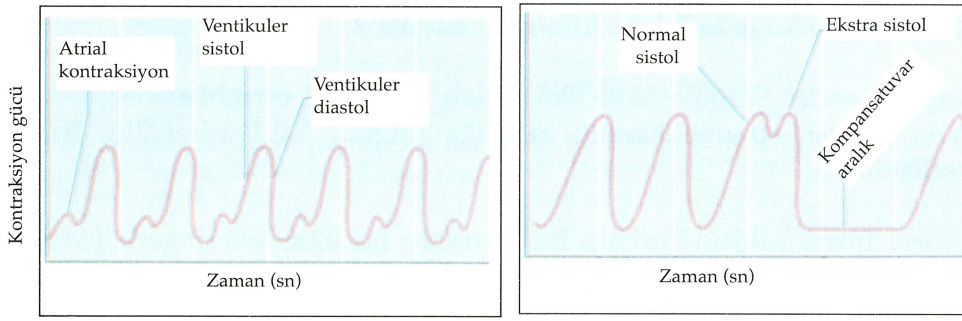
*Deneyin Yapılışı:* Kalp kasına sıcağın ve soğuğun etkisini araştırmak için (Gaskel deneyi), kurbağa kalbinin normal kalp ritmi hesaplandıktan sonra kalp perfüzyon sıvısı olarak ısıtılmış ve buzdolabında bekletilerek soğutulmuş ringer kullanılır. Perfüzyon sonunda kalp frekansı belirlenir. Sıcakta ve soğuktaki frekansta oluşan değişiklikler Van't Hoff prensibi olarak tanımlanır. Örnek olarak, pratik çalışmalarımızda kurbağa kalbinde 28atm/dk sayılmıştır. Kurbağa kalbi sıcak ringerle perfüze edildiğinde 68atm/dk, soğuk ringerle perfüze edildiğinde 52atm/dk bulunmuştur.

### 1.3. İnsitu kurbağa kalbinin kimograf kayıtları

*Araç ve Gereçler:* Stimülatör ve elektrotları, kimograf, cerrahi aletler, disseksiyon tahtası, straube kanülü kurbağa ringeri, %0.1 adrenalin, %0.01 asetilkolin.

*Yöntem:* İnsitu haldeki kurbağa kalbi straube kanülündeki ringerle perfüze edilir. Bir iple bağlı olan serfin kalbin apeksine tutturulur. Serfine bağlı olan ip yazdırıcı lövyeye bağlanır. Kanülden bir statife tespit edilen kalbin diastol ve sistol hareketleri lövye aracılığı ile kimografa kaydedilir. %0.01'lik Asetilkolin perfüzyon sıvısına konur. Asetilkolin (memelilerde sinoatrial nod, A-V düğüm, daha az oranda her iki atrium kası, çok daha az oranda ventrikülde etkilidir) kas hücresinde potasyuma geçirgenliği artırarak, kas hücresinde hiperpolarizasyona neden olur. Kalp frekansı azalır, hatta kalp durur. Bu etkiler perfüzyon sıvısının değiştirilmesi ile yada ortama atropin ilavesi ile normale döndürülür. Ringer solüsyonu değiştirilir. %0.1'lik adrenalinin normal veya yorgun kalbe uygulandığında kalbin kasılma gücünü (özellikle ventriküllerde etkilidir) kas liflerinin sodyum ve kalsiyuma geçirgenliğini artırarak artırdığına inanılmaktadır. Örneğin, Pratik çalışmalarımızda 28atm/dk olarak tespit edilen kalp hızı adrenalin + ringer ile perfüze edildiğinde 48atm/dk olmuştur. Mekanogramda frekansın sıklaştığı, kontraksiyon eğrilerinin amplitüdlerindeki yükselmeyle de kasılma gücünün arttığı tespit edilir (Şekil 49).




**Şekil 49:** Kurbağa kalbinin kimograf kayıtları

## 1.4.İnsitu kurbağa kalbinde Stannius bağları

*Araç ve Gereçler:* Kurbağa, iplik, disseksiyon tahtası, cerrahi aletler, toplu iğne, ringer, stile.
*Yöntem:* Dekapite edilmiş kurbağanın omuriliği stile ile harap edilir. Kurbağa sırt üstü pozisyonda kurbağa tahtasına tespit edildikten sonra kalbin bulunduğu bölgedeki deri üçgen şeklinde kesilerek alınır. Sternum kesilerek çıkarılır. Perikard ince uçlu pensle tutularak kaldırılır ve makasla kesilip ayrılır. Sinus venosus ile sağ atrium arası, dokuları kesmeyecek kalınlıktaki iple bağlanır (I. Stannius bağı) Sinus bölgesi ve ona açılan damarlar kasılıp gevşediği halde kalbin diğer bölgeleri diyastolde durur

I. bağ duruyorken, atriumlarla ventriküller arasına II. bağ konur (II. Stannius bağı). Bu durumda atriumlar durduğu halde ventriküller tekrar çalışmaya başlar (Tam kalp bloğu). Bu durumda I. bağ çıkarılacak olursa, atriumlar ve ventriküller farklı ritimde çalışırlar (Şekil 48).

### 1.5. Kurbağa dilinde veya mezenterde kapiller dolaşım

*Araç ve Gereçler:* Ringer, Adrenalin (%0.1), Histamin (%1'lik), kürar (Pavulon (hazır preparat)), mikroskop, cerrahi set, gazlı bez, toplu iğne, pencereli karton.

*Yöntem:* Dekapite edilen kurbağa lenf torbasına 0.3ml Pavulon enjekte edilerek çizgili kas faaliyetleri engellenir. Hareketsiz kılınmış kurbağa sırt üstü yatırılarak karın duvarında uzunlamasına bir kesi yapılıp, ince bağırsağı dikkatli olarak dışarı çekilir. Kurbağada kapiller yatak, dilde, parmak arası zarda da gözlenir. Bağırsağı dışarı çıkarırken pensle fazla sıkmamak ve iğnelerken fazla germemek gerekmektedir. Aksi halde dolaşım bozulabilir. Pencereli kartona yerleştirilen bağırsak, sık sık ringer çözeltisi ile ıslatılmalıdır. Mezenter ince ve saydam olduğu için arter ve ven damarları, kapiller ağları gayet güzel ve net olarak görülebilir. Mikroskobik alanda arter ve ven damarları birbirinden şöyle ayırt edilir:

Kan büyük damardan küçük damara doğru akıyorsa bu büyük damar; arterdir. Kan küçük damardan büyük damara doğru akıyorsa bu büyük damar vendir. Mezentere birkaç damla, adrenalin damlatarak damar çapına dikkat ediniz. Ringer ile mezenteri yıkayınız. Damar çapı eski çapına döndüğünde birkaç damla histamin damlatarak etkisini gözleyiniz. Mikroskopta preparata bakarken dikkat edilecek, üzerinde düşünülecek hususlar şunlardır:

1. Arter, ven, kapiller içinde dolaşan kanın akış hızı.
2. Damar sisteminde kanın akış yönüne göre, arter ve ven damarlarının ayırt edilmesi.
3. Damarın ortasında eritrositlerin kümeler halinde yuvarlanarak, kenarlara oranla daha hızlı hareket etmeleri, çepere yakın olan kısımlarda ince bir şerit halinde daha yavaş dolaşan plazma.
4. Eritrositlerin dar kapillerden geçmeleri ve dizilenme olayı.

### 2. İnsanda Arteryal Kan Basıncının Ölçülmesi: İndirekt Metot

*Araç ve Gereçler:* Sfigmomanometre, steteskop
Kan basıncını ölçmede kullanılan alet, Sfigmomanometredir. Dışarıdan arter çeperine yapılan bir basınçla, damar sıkıştırılır. Bu şekilde kanın

merkezden perifere geçişi engellenir. Uygulanan basıncın miktarı manometreden okunur. Damar üzerine uygulanan basınç yavaş yavaş azaltılır. Bu basınç, damar içi basınca eşit olduğu anda ilk nabız dalgasının algılanması ya nabız vurumunun duyulması ile yada manometredeki ossilasyonun başlaması ile saptanır. Bu basınç, sistolik basınçtır. Sistolik basınç değeri bulunduktan sonra basınç kademeli olarak azaltılır. Damar çeperinin giderek genişlemesiyle beraber, her sistolde duyulan ses daha da kuvvetlidir, fakat bir an gelir ki ses tamamen kaybolur. İşte bu anda manometrede okunan basınç değeri diyastolik basınca uyar. Bu anda sesin kaybolma nedeni, damar çeperinin tamamen normal genişliğini kazanması ve kanın damarda serbestçe akmasından dolayıdır.

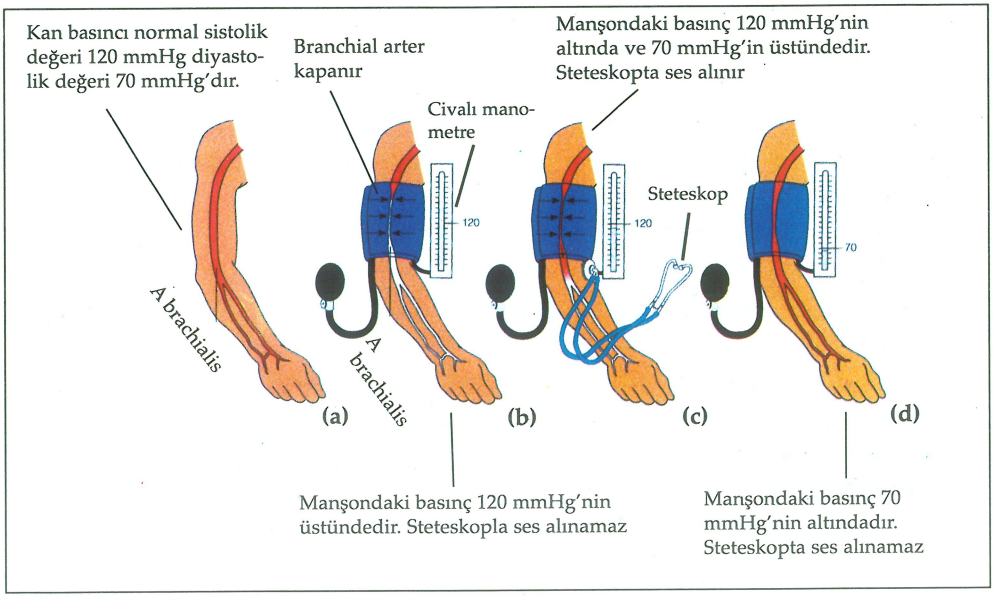
Oskültasyon yönteminde kan basıncı tayininde duyulan sesler Korotkoff sesleridir. 4 fazdan oluşur. Daha sonra Wigger tarafından 5. Faz eklenmiştir.

1. Faz: Tiz ve net sestir. Bu anda alınan basınç sistolik basınçtır.
2. Faz: Üfürümdür.
3. Faz: Gittikçe kuvvetlenen sestir.
4. Faz: Fısıltı şeklindeki fazdır. Bu sesin duyulduğu andaki basınç diyastolik basınca uyar.
5. Faz: Ses tamamen kaybolmuştur. Wigger'e göre asıl bu anki basınç diyastolik basınçtır.

*Deneyin Yapılışı:*

1. Kan basıncı ölçülecek kişi, ön kolunu bir masa üzerine serbestçe koyar. Ölçüm yapılacak arterin kalp düzeyinde bulunması sağlanır. Aşağıda olursa, basınç yüksek olur (Şekil 50-a).
2. Tansiyon aletinin manşonu (kolluk) çok sıkı yada gevşek olmamak koşulu ile kola (brachial arter üzerine) sarılır (Şekil 50-b).
3. Tansiyonu ölçecek kişi steteskopun tamburunu A.brachialis üzerine yerleştirilir. Steteskop kulağa geçirildikten sonra bir elle bilekte A. radialis nabzı alınır (Palpasyon metodu).
4. Manometrenin sıfırda olup olmadığı kontrol edilir. Diğer elle pompa sıkılır ve manşet-manometre sistemine hava gönderilerek lastik torba şişirilir. Bu işlem sırasında, manometredeki civa sütünü yükselmektedir, ossilasyonlar göstermektedir. Manşetin şişirilmesi ile A.brachialis üzerine devamlı bir basınç uygulanır. Steteskoptan ses alınmayıncaya kadar ya da nabız vurumu kayboluncaya kadar basınç yükseltilir (Şekil 50-b). Dışardan uygulanan bu basıncın, intraarteryal basıncı aştığı anda merkezden perifere doğru kanın geçişi engellenir. Radial nabız kaybolur. Bu süre içinde kulakta hiçbir ses oskülte edilemez veya ancak bir fısıltı işitilir.

5. Hava pompasının vidası yavaşça açılarak, sistemdeki hava yavaş yavaş dışarıya çıkarılır. Bu suretle arterin üzerindeki basınç yavaş yavaş azaltılır. Ölçüm yapılan kişinin gözü, manometrededir. Dışardan uygulanan basıncın intraarteryal basınçdan düşük olduğu anda arterden bir miktar kan perifere geçer. Yüksek hızdadır ve kan akışı türbülan şekildedir. Bu sesin steteskopta kulakla duyulması, (oskültasyon yöntemi) A.radialiste nabzın palpe edilmesiyle (palpasyon yöntemi) sistolik basınca uyar (Şekil 50-c).
6. Hava boşaltmaya devam edilir. Damar çeperinin giderek genişlemesiyle beraber her sistolde duyulan ses daha kuvvetlenir fakat bir an gelir ki ses tamamen kaybolur. İşte bu anda manometreden okunan basınç değeri diyastolik basınçtır. Bu anda sessizliğin sebebi; damara dışarıdan uygulanan basıncın içerde sahip olduğu basınçla eşit olması, damar çeperinin tamamen normal genişliğini kazanmasıdır (Şekil 50-d).




**Şekil 50:** Kan basıncı ölçümü

## 3. Deney Hayvanında Kan Basıncının Ölçülmesi: Direkt Metot

*Araç ve Gereçler:* Tespit tahtası, katater, 3 yollu musluk, pens, makas, bistüri, iplik, heparin, serum fizyolojik, trakea kanülü, peristaltik pompa, civalı manometre veya su manometresi, kimograf.

*Kullanılabilecek Denekler:* Tavşan, kedi, köpek, kobay, sıçan.

*Deneyin Yapılışı:*

1. Deney hayvanı tartılır, nembutal ile uyutularak boynu traş edilir.
2. Deney hayvanının solunum güçlüğüne düşmesini önlemek için dili pensle dışarı çekilip trakeası içine tüp yerleştirilir ve pompaya bağlanarak ritmik solunumu sağlanır.
3. Boyun bölgesindeki deri ve kaslar aralanarak karotid arter ya da juguler ven kateterize edilir.
4. Heparinli serum fizyolojik ile doldurulmuş olan katater damara yerleştirilerek venöz basınç için su manometresi, arteriyel basınç için civalı manometre ile birleştirilir Okuma yapılırken manometrenin sınır çizgisinin sağ atrium hizasında olmasına dikkat edilir.
5. Kanamayı telafi etmek ve kimyasal maddeleri enjekte etmek üzere femoral vene fizyolojik serum infüze eden bir kateterizasyon yapılır.

Arterlerdeki pulsasyonların alt ve üst sınırının ortalaması $cmH_2O$ veya mm Hg olarak ortalama arter basıncını verir. Bu kimografa bir yazdırıcı lövye aracılığıyla kaydedilir.

Boyun bölgesinde Nervus vagus'un stimülatör aracılığıyla uyarılması ayrıca katekolaminlerin i.v. uygulanması sonuçları da kaydedilir.

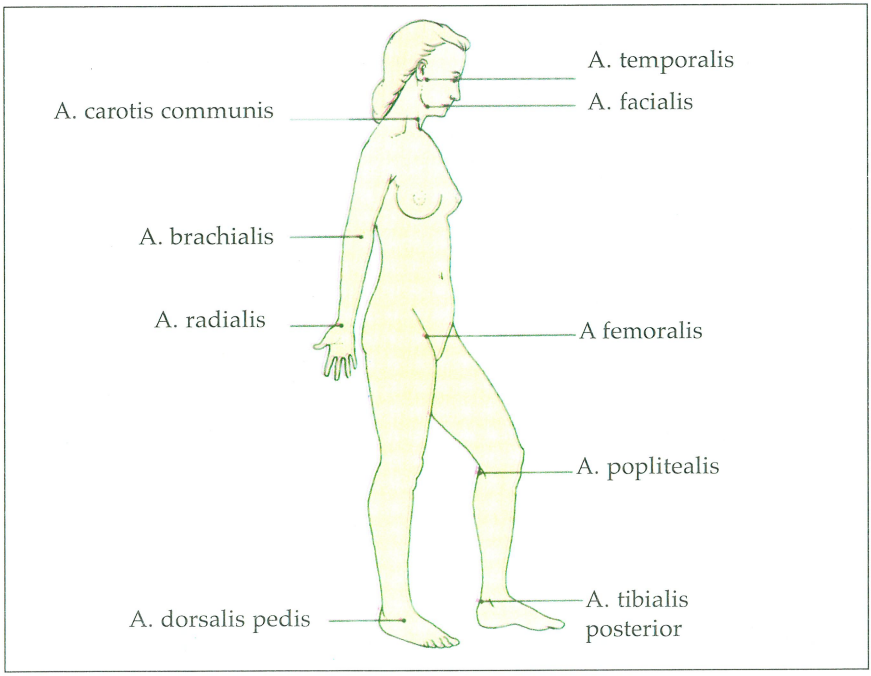
## 4. İnsanda Nabız Muayenesi

*Araç ve Gereçler:* Kronometre veya saniyeli saat

*Yöntem:* Nabız dalgası, kalbin her sistolünde arter sistemine atılan kanın yarattığı ani basınç değişikliklerinden doğar. Bu basınç değişiklikleri damar çeperlerinde kararlı dalgalar şeklinde iletilir. Kalbin dakika vurum sayısı ya doğrudan doğruya eli veya steteskopun alıcı aygıtını sol 4. veya 5. kaburgalar aralığına, meme çizgisi ile sternumun sol kenarı arasına koyarak, ya da vücut yüzeyine yakın herhangi bir arterdeki nabız sayılarak saptanır. Nabız muayenesi kemik yüzeylerinde seyreden A.radialis, A.ulnaris, A.facialis, A.carotis, A.temporalis, A.poplitea, A.tibialis posterior, A.dorsalis pedisde yapılabilir. Nabız muayenesi ile kalp faaliyeti ve damar sistemi hakkında bilgi edinmek mümkündür. Nabız genellikle 15 sn'lik bir sürede sayılır. Sonuç 4 ile çarpılır. A. radialisten alınır. Bu amaçla el ventral yüzeye çevrilir ve bir elin orta üç parmağı, karşı bileğin radial bölgesine processus styloideus ulnaris düzeyinde değdirilir. Arterden her nabız dalgasının geçmesi ile arter çeperi genişler ve üzerindeki bölgede kuvvetli bir vurum duyulur. A. radialise dokunarak belirli sürede nabız sayısı (pulsus frequens, pulsus rarus) ve ritması (pulsus regülaris, pulsus irregülaris) araştırılır. Kan basıncını tahmin etmek üzere parmakla nabız üzerine bastırılarak

kaybolma derecesi araştırılır. Buna göre de pulsus durus, pulsus mollisten bahsedilir (Şekil 51).

- Kişinin radyal nabzını bularak farklı durumlarda; yatarken, otururken, ayakta iken 15 sn sürede nabzını sayınız.
- Merdivenleri hızlı inip çıkmadan önce ve sonra, koşmadan önce ve sonra nabzını belirleyiniz.
- Bir bardak suyu yavaş yavaş içmeden önce ve içtiği sırada nabzını sayınız. Yutma esnasında nabzını sayınız.




**Şekil 51:** Nabzın kolaylıkla hissedildiği noktalar

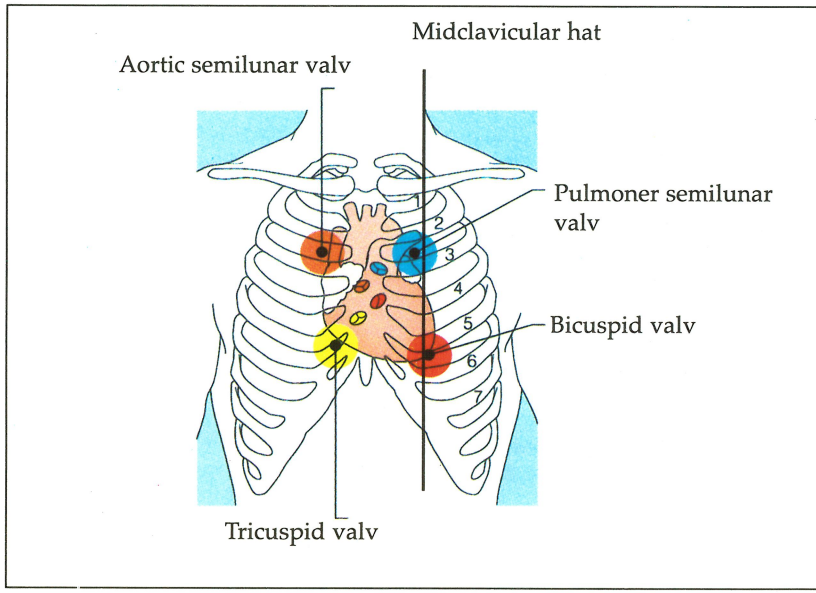
## 5. İnsanda Kalp Seslerinin Dinlenmesi

*Araç ve Gereçler:* Steteskop

Kalp sesleri küçük alanların oskülte edilebilmeleri için steteskop denilen aletlerle dinlenir. Kalp vurumu en iyi olarak, çıplak göğüste sol memenin biraz alt ve iç tarafında 5. ve bazen de 4. interkostal bölgede duyulur. Mitral veya biküspid bölge denilen bu aralıkta birinci kalp sesi duyulur. Steteskop alıcısını sağ ikinci kostanın sternumla olan artikülasyonu üzerine koyunuz. Aorta bölgesi denilen bu alanda kalbin ikinci sesi en iyi duyulur. Birinci kalp sesi, ventriküllerin sistolü anında oluşur ve kalp vurumu veya arterlerdeki nabız dalgası sinkrondur. Bunu kanıtlamak için, kalp sesleri

dinlenirken aynı zamanda kalp vurumu veya A.carotis nabzı elle palpe edilir. İkinci ses ventrikülün diastolünde oluşur. Birinci sesle ikinci ses arasında bir diastolik ara vardır (Şekil 52).

- Kişi egzersiz yapmadan önce ve yaptıktan sonra kalp seslerini dinleyiniz.




**Şekil 52:** Yetişkinde kalp seslerinin alındığı göğüs bölgeleri

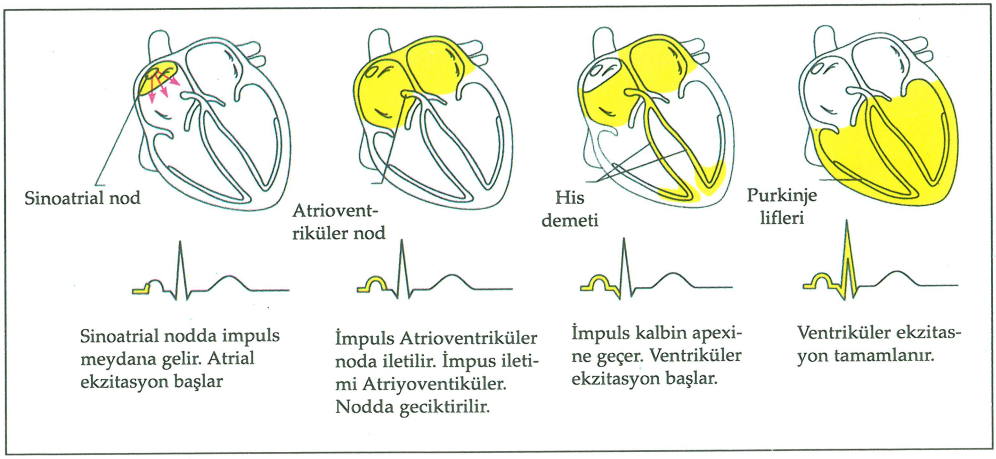
## 6. İnsanda Elektrokardiyogramın Kaydedilmesi (EKG)

Burada kalp kasının kasılması ile ilişkisi olan elektriksel aktivite üzerinde durulacaktır. Biyoelektrik potansiyeller denilen bu elektriksel kayıtlar uygun bir aletle alınır ve çeşitli hastalıkların teşhis ve tedavisinde kullanılır. Kalbin elektriksel aktivitesinin kaydında kullanılan alet elektrokardiyografıtır. İmpulslar amplifiye edildiği için kaydı mümkün olur. Vücut yüzeyine uygulanan elektrotlar, kalpten impulsları alır. Elektrotlar genellikle metaldendir ve deriye iyi temas sağlamak için hafifçe konkavdır. Amplifiye edilmiş impuls, yazdırıcı ucun kağıt üzerinde aşağı yukarı hareketine sebep olur. Bu uç ya mürekkepli bir kalem ya da özel kağıda yazdıran bir iğne olabilir.

Yazdırıcının altındaki kağıt, belirlenen hızda hareket eder ve bu nedenle trase, bir seri dalga halinde görülür. Elektrokardiyografla alınan bu kayda; Elektrokardiyogram (=ECG,=EKG) denir (Şekil 53). Kayıt standart bir grafik

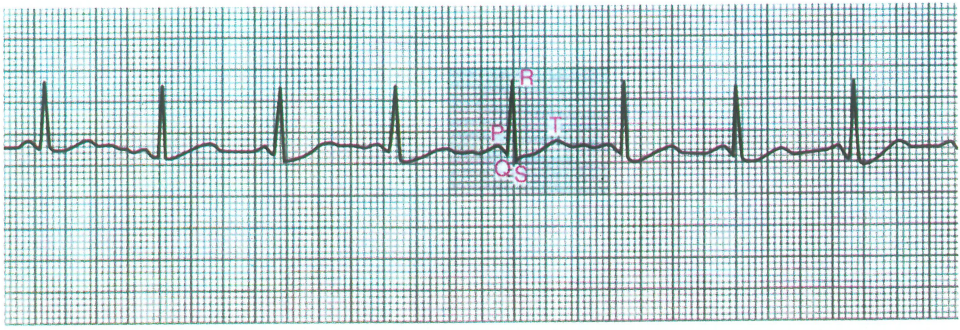
kağıdına alınır: Burada vertikal çizgiler saniye olarak zamanı, horizontal çizgiler de milivolt (mV) cinsinden amplitüdü gösterir. İki vertikal çizgi arası 0.04 sn, iki horizontal çizgi arası ise 0.1 mV dır.

EKG çekerken deri ile elektrot arasındaki direnci düşürmek için elektrolid içeren bir jel sürülür. Elektrotlar bantlarla yerlerine tespit edilir. Elektrotların yeri, yazdırıcı sisteme bağlantısı, muayene edilen şahsın bütün hareketleri nihai kaydı etkiler. Normal bir EKG dalgasının bileşenleri eksitasyonun "pacemaker" den atriyum kasına yayılışını gösteren P dalgası, ventrikül sistolünden kısa bir süre önce oluşan ve ventrikül depolarizasyonunu temsil eden QRS kompleksi, ve ventrikül diastolünden az önce oluşan ve ventrikül repolarizasyonunu gösteren T dalgasından ibarettir (Şekil 54).




**Şekil 53:** EKG kaydı sırasında kalpte uyarı iletimi

*Gerekli Malzemeler:* Elektrokardiyograf sistemleri ve kabloları, EKG elektrotları, özel elektrot jeli, tamponlar veya fırçalar, %70 alkol, steril gaz tamponları, kağıt mendiller, normal ve anormal elektrokardiyogram örnekleri.




**Şekil 54:** Normal elektrokardiyogram. Düzenli sinüs ritmi

*Yapılacak İşler:*

1. Öğretim elemanı elektrokardiyograf sistemlerinin prensiplerini, kalibrasyonunu ve doğru kullanışını gösterir.
2. Elektrotları bağlayıp elektrokardiyogram çekimine başlamadan önce:

a) Yeterli kağıt ve mürekkep olup olmadığı
b) Yazdırıcı ucun durumu
c) Yazdırma hızının 25 mm/sn oluşu
d) Preamplifikatörün 10 mm/mV'a ayarlanmış olması kontrol edilir. Elektrokardiyogramı alınacak kişi kaydı bozabilecek kol saati, bilezik gibi eşyasını çıkarır, kollarını sıvar, çoraplarını indirir ve rahat bir pozisyonda muayene masasına yatırılır.

3. El ve ayak bilekleri, bacağın iç kısmı %70 alkol ve steril gazlı bez ile temizlenir.
4. Elektrotların uygulanacağı deri bölgesine ve elektrotların yüzeyine biraz elektrot jelinden sürülür.
5. Şu derivasyonlar kaydedilir:

a) Standart
DI: Sağ kol (kırmızı elektrot), sol kol (sarı elektrot)
DII: Sağ kol-sol bacak (yeşil elektrot)
DIII: Sol kol-sol bacak

b) Unipolar, şiddetlendirilmiş ("augmented")

1. Unipolar ekstremite
aVR (araştırıcı elektrot sağ kola)
aVL (araştırıcı elektrot sol kola)
aVF (araştırıcı elektrot sol bacağa)
2. Prekordial (göğüs) indiferent elektrot (beyaz)
V1: Sağ 4.interkostal aralığın sternumla birleştiği yer
V2: Sol 4.interkostal aralığın sternumla birleştiği yer
V3: V2 ile V4 noktalarını birleştiren doğrunun ortasında
V4: Medioklaviküler hattının 5. interkostal aralığı kestiği nokta
V5: V4'den horizontal hattın ön koltuk çizgisini kestiği nokta
V6: Aynı horizontal hattının orta koltuk çizgisini kestiği nokta

6. Her bir derivasyondan kayıt alınır ve genellikle 6 EKG kompleksi (yani 6 adet P dalgası, QRS dalgası ve T dalgası) kaydedilir.
7. Deney şahsına 3-5 dk. şiddetli egzersiz yaptırılır. Bu yerinde koşma merdiven inip çıkma olabilir. Sonra her derivasyon tekrar kaydedilir.
8. EKG kaydı alındıktan sonra elektrotlar çıkarılarak temizlenir. Deney şahsı elektrot jelini gazlı bez veya kağıt mendille temizler.
9. Her bir EKG bölümünden bir parça kesilerek sonuçlar ve gözlemler bölümüne yapıştırılır.

*Sonuçlar ve Gözlemler*

1. İstirahat halinde

a) DI

b) DII

c) DIII

2. Şiddetli egzersizden hemen sonra

a) DI

b) DII

c) DII

## 7.İnsanda Kapiller Dolaşım

*Araç ve Gereç:* Mikroskop, cam filtre, kuvvetli bir ışık kaynağı, sedir yağı veya parafın likit, ince bir lastik bant veya ince bir bez şerit, iki beher, buzlu su, 42-44 °C da su.

İnsanda kapiller dolaşım, tırnakların altındaki ince deride görülebilir. Sol eldeki parmakların üstü sabun ve fırça ile iyice temizlenir ve en ince derisi olan yüzük parmağı mikroskobun tablasına konur. Tırnağın altındaki derinin üstüne bir damla sedir yağı veya parafın likit damlatılırsa, mikroskopla kapillerin görülebilmesi kolaylaşır. Kuvvetli bir ışık kaynağından gelen ışınlar, eğik bir durumda bulunan mikroskobun tablasının üstünden parmağa düşürülür ve parmaktan yansıyarak okülere gider. Bu şekilde mikroskobik alanda, küçük ven damarlarını ve kapiller ağlarını gayet iyi görme olanağı vardır.
Kuvvetli bir ışık kaynağının önüne uygun bir cam filtre konarak kızıl ışınlar yok edilecek olursa, mikroskopla, mavi-yeşil bir alan üzerinde kapillerler, siyah şeritler halinde görülürler.
Ya bilek veyahut da incelenecek parmağın alt kısmı, ince bir lastik bant veya ince bir şeritle sıkılacak olursa, venalarda dolaşımın durması nedeniyle kapillerin çapları genişler ve görülebilen damarların sayısı artar.
Aynı deney el buzlu su veya 42-44 °C'daki suya daldırıldıktan sonra da tekrarlanabilir.

## KAYNAKLAR


- Carola, R., Harley, JP, Noback, CA: Human anatomy and physiology. (İnt ed.), Mc Graw Hill, USA, 1990, p. 569-613.
- Gökhan, N., Emiroğlu, F.: Fizyoloji Uygulamalı Çalışma Kitabı. III. Baskı, İstanbul, 1979, s. 67-82.
- Gönül, B.,Babül, A.,Erbaş, D.,Yanıçoğlu, L.:Deneysel Fizyoloji, III.Baskı, Ankara, 1995, s. 59-78.
- Hariri, N.,Pöğün, S.:Fizyoloji Laboratuvar Kitabı. İzmir, 1992, s. 115-117.
- Terzioğlu, M., Çakır, L., Yiğit, E.:Fizyoloji pratik kitabı. (3. Baskı), İstanbul, 1995, s. 106-123.
- Guyton, A.C. Hall, J.E.: Tıbbı Fizyoloji. Türkçe Tercüme (Çavuşoğlu, H. ed.) Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul 2001, s. 120-134.

**Laboratuvar çalışması ile ilgili notlar:**

**Denek:**

**Araç-gereçler:**

**Yöntem:**

# H. SOLUNUM FİZYOLOJİSİ İLE İLGİLİ DENEYLER

## 1. İnsanda Solunum Sisteminin Fiziksel Yöntemlerle İncelenmesi

*Araç:* Steteskop

İnsanda akciğerlerin durum ve işlerliğinin araştırılması için kalpte olduğu gibi, *inspeksiyon, palpasyon, perküsyon, oskültasyon;* ayrıca *bronkoskopik ve radyolojik* inceleme yöntemleri kullanılır.

*İnspeksiyon:* Bu yöntemle göğüsün düzgün, normal şekilde, simetrik olup olmadığı, her bölgenin aynı derecede solunum hareketlerine katılıp katılmadığı gözle incelenir. Bu yöntemle akciğerlerin ve göğüs kafesinin durumu hakkında önemli bilgiler edinilebilir.

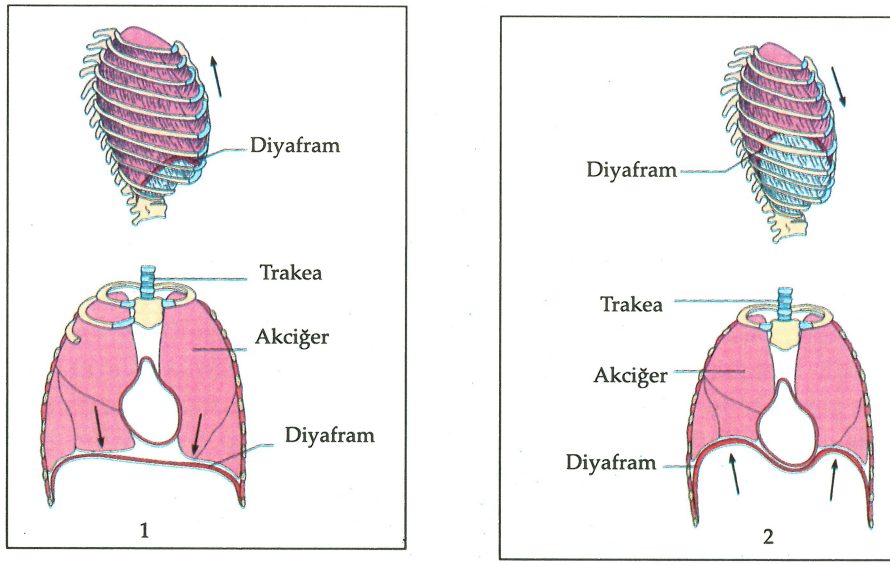
*Palpasyon:* Palpasyonla en önemli olarak, göğüste fremitus vocalis aranır. Fremitus vocalis, yüksek sesle konuşma sırasında larenksteki ses bantlarının titreşimlerinin trakea ve bronşlardaki hava aracılığıyla göğüs çeperine iletilmesinden meydana gelir. Vokal fremitusu aramak için, deneğin yüksek sesle ses bantlarını iyi titreştiren bir sözcük serisini söylemesi istenir. Bu amaçla kırk-kırkbir sözcükleri tekrarlatılır ve tek el çıplak göğüs çeperi üzerine konarak titreşim incelenir. Bazı patolojik durumlarda fremitus vocalis artabilir veya azalabilir.

*Perküsyon:* Perküsyon yapan kişi, deneğin göğsüne sol el ayasını koyar, bu elin orta parmağı üzerine sağ elinin çekiç gibi büktüğü bir parmağı veya üç parmağı ile vurur. Bu hareket sırasında, sağ el bilekten oynamalı ve dirsek sabit kalmalıdır. Perküsyonla, hava ile dolu esnek, oldukça katı bir yapıda olan akciğerler yüksek amplitüdlü, sonör bir ses verirler. Hava içermeyen karaciğer, kas gibi dokuların perküsyonunda ise basık ve düşük frekanslı mat bir ses meydana gelir. İçerisi hava dolu mide, barsak gibi ince çeperli organların üzerinde yüksek frekanslı ve tınlayıcı timpanik ses duyulur.
Perküsyon yöntemi ile akciğerlerin incelenmesinde özellikle, kostodiyafragmatik sinusların inspirasyon esnasında açılıp açılmadıklarına dikkat etmek gerekir. Bu amaçla, göğsün arka yüzünde yukarıdan aşağıya doğru perküsyon yapılırken, kişiye derin bir soluk aldırılıp tutturulur. Normal insanlarda, inspirasyon esnasında diyafragmatik sinuslara doğru 2-3 cm indiğinden, sonör bölge de buralara kadar uzanır. Patolojik durumlarda, akciğer sonoritesinde ve sinusların açılmasında belirgin değişiklikler meydana gelir.

*Oskültasyon:* Dinleme veya oskültasyon, göğüs yüzeyi ya bir örtü ile örtüldükten sonra kulağı doğrudan doğruya buraya dayamak ya da steteskobun tamburunu bu bölgeye yerleştirmekle yapılır. Doğrudan doğruya yapılan oskültasyon seslerin özelliklerini değiştirmediğinden, olası durumlarda tercih edilmelidir. Dinleme esnasında, iki akciğerin simetrik bölgelerinde duyulan sesler birbirleriyle karşılaştırılır.
Normal solunum sesleri, glottik ve vesiküler seslerden meydana gelir. Glottik veya bronşiyal ses, havanın larenksten geçerken oluşturduğu, bronşlara kadar uzanan şiddetli ve haşin bir sestir; trakeaya yakın bölgelerde duyulur. Vesiküler ses ise, havanın alveollere girmesinde meydana gelen ve bronşlardan uzak bölgelerde daha iyi duyulan yumuşak ve hafif bir sestir.
Patolojik hallerde, yukarıda tanımlanan seslerin özellikleri ve ritimleri değiştiği gibi, bunlardan başka değişik birtakım sesler de duyulabilir.

## 2. İnsanda Solunum Sayısı ve Değişiklikleri

*Araç:* Kronometre veya saniyeli saat.
Vücudun çeşitli koşullarda değişen $O_2$ ihtiyacı solunumun frekans ve amplitüdünü değiştirmek suretiyle karşılanır. Sakin durumda dakikada 14-16 defa soluk alınıp verilir. Solunumun dakika hacmi de ortalama 6-7 lt kadardır.
**a) Dinlenme durumunda bulunan bir denekte,** göğsün ön duvarının yükseliş ve inişlerini bir dakika süreyle sayarak, normal soluk sayısını saptayınız (Şekil 55).




**Şekil 55:** Normal inspirasyon (1) ve expirasyon (2) hareketleri

**b) Denek normal inspirasyon yaptıktan sonra,** kronometre derhal işletilir veya saniyeli saatten soluğunu ne kadar süre tutabileceği saptanır.

Genel olarak bu süre, kadınlarda 15-30 saniye, erkeklerde ise 25-45 saniye arasında değişebilir. Seyrek olarak, bazı kişilerin soluklarını 1.5 dakika kadar tutabildikleri de saptanmıştır.

İstemli yoldan soluk tutmanın mekanizması şöylece açıklanır: Serebral korteksteki istemli hareket merkezlerinden solunum merkezlerine gelen inhibitör impulsların etkisiyle, solunuma bir dereceye kadar engel olunabilir.
Gerek $P_{CO2}$'nin arteriyel kanda artması gerekse $P_{O2}$'nin azalması, periferik kemoreseptörlerin deşarj frekansını arttırır; zaman biriminde solunum merkez veya merkezlerine daha fazla impuls ulaşacağından, eksitabiliteleri artar. Ayrıca, beyin sapında kemosensitif bölgelerdeki ünitelerin artan $P_{CO2}$ ile uyarılmaları sonucunda, solunum merkezleri dolaylı yoldan da eksite edilir. Böylece, bu etkenlerin etkileriyle solunum merkezlerinin eksitabiliteleri giderek artacağından, serebral korteksten ulaşan inhibitör etkilere karşı gelinir. Sonuç olarak, başlayan bir ekspirasyon hareketi ile soluk tutulması sonlanır ve ritmik solunum başlar.
Derin bir soluk almadan sonra, soluğunuzu ne kadar süre tutabileceğinizi saptayınız. Bu koşullarda, istemli yoldan soluk tutulma süresi genel olarak kadınlarda 30-45 saniye, erkeklerde ise 45 sn-1 dk arasındadır. Derin soluk almadan sonra soluk tutulmasının uzamasının nedeni, alveollerde hava, dolayısıyla $O_2$ miktarlarının artması sonucunda, kanda $P_{O2}$'nin daha uzun bir süre yüksek düzeyde bulunmasıdır. Kanda $P_{O2}$'nin kemoreseptörleri uyaracak düzeye inmesiyle, solunum merkezleri yukarıda açıklanan yollar aracılığıyla uyarılır; bu suretle cortex cerebri'nin inhibitör etkisine karşı gelinir ve ritmik solunum başlar.
Hiperpneadan sonra istemli yoldan soluk tutulmasının daha uzun sürmesinin nedeni, derin ve sık solunum sırasında fazla karbondioksidin alveollerden ve dolayısıyla kandan dışarıya atılması, bunun sonucunda kanda $P_{O2}$ ve $[H^+]$ konsantrasyonlarının çok düşük düzeylere inmesidir. Bu iki etkenin periferik kemoreseptörleri ve kemosensitif üniteleri uyarabilecek bir düzeye yükselmeleri için, daha uzun bir süre gerekir. Aynı zamanda, derin solunum hareketleri ile organizmaya daha fazla $O_2$ alınacağından, kandaki $P_{O2}$ daha uzun bir süre yüksek kalır ve dolayısıyla periferik kemoreseptörlerin hipoksi etkisiyle uyarılmaları gerekir.

**c) Apnea:** Deneğin 1-1.5 dakika süre ile dakikada 20 kez kadar derin solunum hareketleri yapmasıyla, solunum kendiliğinden durur. Bu apne

fazından sonra solunum hareketleri önce basık olarak başlar ve gittikçe normal düzeye ulaşır. Bazı kişilerde, apneden sonra Cheyne-Stokes (periyodik veya aralıklı solunum) solunumu belirir. Bu çeşit solunum kaydedildiğinde, önce basık olarak başlayan solunum hareketlerinin gittikçe derinleştiği ve sonra tekrar basıklaştığı gözlenir. Her bir soluk grubunu kısa veya uzun süren bir apnea fazı izler. Eğer derin solunuma 2-3 dakika kadar devam edilirse, kanın fazla alkalik olması nedeniyle, kaslarda tetani krampları meydana gelebilir. Bazen de kişi bayılabilir.

## KAYNAKLAR


- Gökhan, N., Emiroğlu, F.: Fizyoloji Uygulamalı Çalışma Kitabı. III. Baskı, İstanbul, 1979, s. 113-115.
- Gönül, B., Babül, A., Erbaş, D., Yanıçoğlu, L.: Deneysel Fizyoloji. III. Baskı, Ankara, 1995, s. 79-80.
- Terzioğlu, M., Çakar, L., Yiğit, G.: Fizyoloji Pratik Kitabı, 3. Baskı, İstanbul,1995, s. 124-126.
- Yavuzer, S.: Fizyoloji Pratik Kılavuzu. (Yavuzer, S., ed.), II. Baskı, Ankara, 1999, s. 81-85.


**Laboratuvar çalışması ile ilgili notlar:**

**Denek:**

**Araç-gereçler:**

**Yöntem:**

# I. METABOLİZMA İLE İLGİLİ DENEYLER

## 1. Kobayda Safra Oluşumu ve Özellikleri

*Deneyin Amacı:* Karaciğerin safra sentezi sinirsel, hormonal ve safra tuzları gibi kimyasal etkenlerle değişebilir. Safra asitlerinin karaciğere resirkülasyonu safra sekresyonunu stimüle eder. Bu etkiye koleretik etki denir. Safra yapımını artıran maddelere koleretik maddeler denir. Safra tuzları ve safra asitleri en önemli fizyolojik koleretiklerdendir. Bu çalışmada safranın biligenezi artırıcı etkisi incelenecek ayrıca safranın yağ sindirimi ve absorbsiyonunu kolaylaştırıcı etkisine bağlı emülsif ve hidrotrofik özellikleri deney tüpünde gözlenecektir.

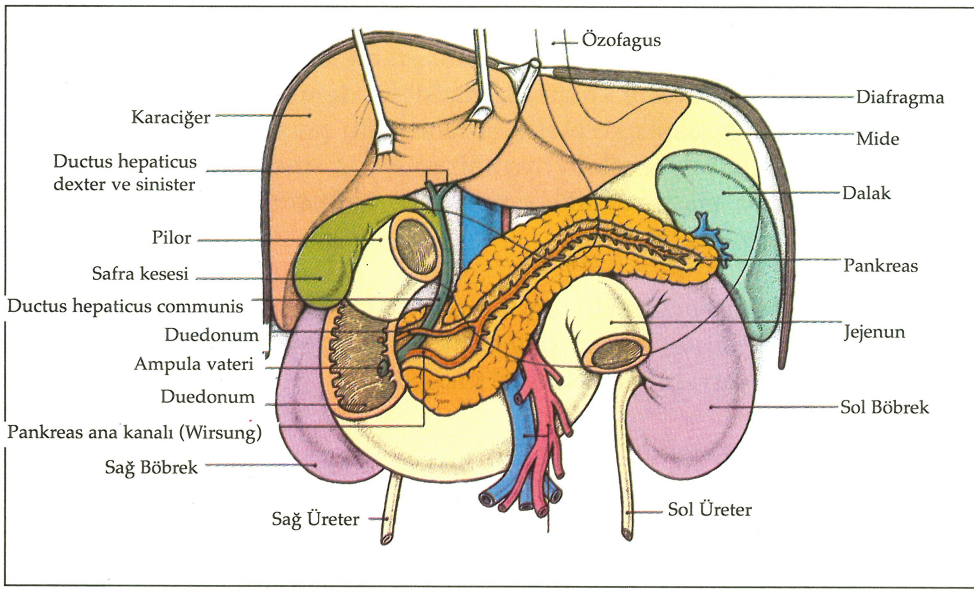
*Araç ve Gereçler:* Anestezik (Üretan, 0.6 ml/100 g ca, ip), insulin enjektörü 20ml'lik enjektör, kanül, serum fizyolojik, deney tüpü, gazlı bez, sıvı yağ (yaklaşık 3-5 ml), cerrahi malzeme, pH kağıdı.

*Denek:* 250-300g ağırlığında kobay

*Deneyin Yapılışı:* Kobay bir gün önceden aç bırakılır. Üretan, 0.6 mlt/100 g ca, intraperitoneal (ip) yolla enjekte edilerek uyutulur. Kobayın boyun, karın ve göğüs kısmı tıraş edilir. Boyunun sağ ve solunda yer alan eksternal jugular vene kanül yerleştirilir. Kanülün diğer ucuna içinde serum fizyolojik bulunan 20 ml'lik enjektör sokulur. Enjektör statife tespit edilir. Abdominal kavite açılır. İnsizyon dudakları traksiyona alınır. Karaciğer, safra kesesi, safra kanalı bulunur. Safra kesesinden çıkan Ductus cysticus ve karaciğerden gelen Ductus hepaticus communisin birleşerek Ductus choledochusu (=Common bile duct, =genel safra kanalı) teşkil edişi gözlenir. Cystic kanal bağlanır. Choledochus kanalına bağ konulur ve insizyon yapılarak kanala kanül yerleştirilir. 1-2 cm itildikten sonra bağlanır. Kanülün ucu deney tüpünün içine sokulur. Karın duvarı uygun şekilde kapatılır. Kanülün çıkmaması, tıkanmaması ve dönmemesine dikkat edilir. Safra kesesinden safra insulin enjektörü ile alınır. Miktarı okunur. Safranın pH'sı ölçülür (Şekil 35).

--- 15 dk beklenerek safra sekresyonu (Kontrol safrası) toplanır. Safra kesesinden alınan safranın 0.5 ml'si juguler venden verilir. 15 dk beklenir (Denek safrası). Kontrol ve denek grubu safra miktarları karşılaştırılır. Safranın koleretik etkisi böylece gözlemlenir.

--- Bir deney tüpüne, 2 damla distile su + 2 damla sıvı yağ konur. Kuvvetle çalkalanır ve yağ tabakası görülür. Bu tabakanın üzerine, 0.5-1ml safra ilave edilip, tüp tekrar kuvvetlice çalkalanır. Safranın emülsifeye edici etkisi böylece gözlemlenir.




**Şekil 35:** Karaciğer ve safra kesesi

## 2. Kobayda Mide Asit Sekresyonu

*Deneyin Amacı:* HCI midenin parietal hücrelerinden sekrete edilir. Bu hücrelerden HCI salınımı, mast benzeri hücrelerden salınan histaminin parakrin iletişimi ile stimüle edilir. Bu çalışmada histaminin, HCI salınımını stimüle edici etkisi gözlenecektir.

*Denek:* 250-300 g ağırlığında kobay

*Araç ve Gereçler:* Anestezik (Nembutal 25-30 mg/kg ca, ip), insulin enjektörü, 20 ml'lik enjektör, pH indikatör kağıdı, cerrahi malzeme, masa lambası.

*Deneyin Yapılışı:* Kobay bir gün önceden aç bırakılır. Nembutal, 25-30 mg/kg ca, dozda intraperitoneal (ip) yolla enjekte edilerek kobay uyutulur. Kobayın boyun, karın ve göğüs kısmı tıraş edilir. Boyunun sağ ve solunda yer alan eksternal jugular vene kanül yerleştirilir. Kanülün serbest ucuna içinde serum fizyolojik bulunan 20 ml'lik enjektör takılır. Enjektör statife

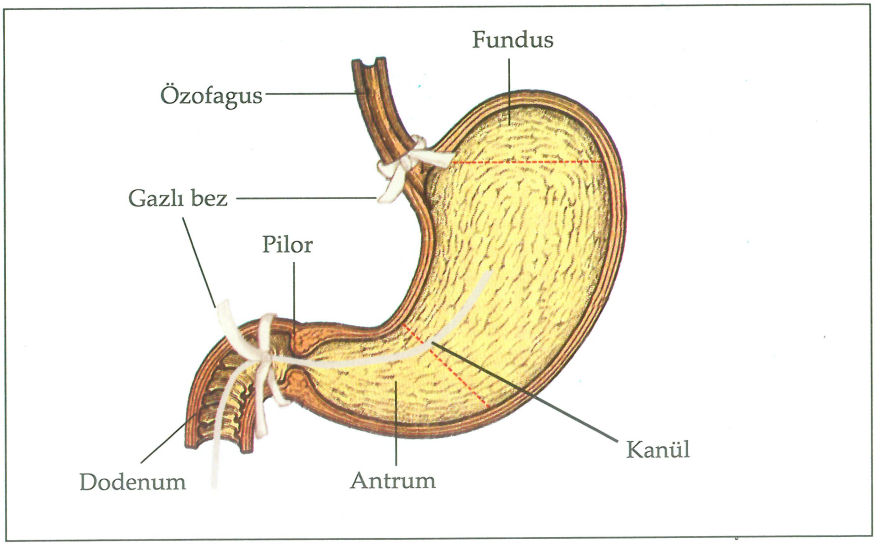
tespit edilir. Abdominal kavite açılır. İnzisyon dudakları traksiyona alınır. Mide kardiyadan gazlı bezle bağlanır. Pilordan kanül sokulur. Gazlı bezle bağlanır. Kanülün serbest ucu tüpe sokulur. Karın duvarı uygun şekilde kapatılır. Kanülün çıkmaması, tıkanması ve dönmemesi için dikkat edilir (Şekil 36).

--- Yaklaşık olarak 3 ml serum fizyolojik ile mide iki defa yıkanır. Mide yıkama suyunda pH tespit edilir. 15dk bekleme süresinin sonunda bazal mide sekresyonu toplanır. Sekresyon miktarı ve pH tespit edilir. Bu veriler kontrol grubu verilerini oluşturur.

--- Deney hayvanının jugular veninden histamin iv yolla enjekte edilir. 15dk bekleme süresinin sonunda mide sekresyonu toplanır. Sekresyon miktarı ve pH'sı tespit edilir. Bu veriler denek grubu verilerini oluşturur.

Kontrol ve denek grubu verileri karşılaştırılır.

ca: Canlı ağırlık




**Şekil 36:** Midede asit sekresyonu

## KAYNAKLAR


- Carola,R., Harley, J.P., Noback, C.R.: Human Anatomy and Physiology. Int.Ed. USA, 1990, p. 680-707.
- Gönül, B., Babül, A., Erbaş, D., Yanıçoğlu, L.P.: Deneysel Fizyoloji, III. Baskı, Ankara, 1995, s. 94-97.

**Laboratuvar çalışması ile ilgili notlar:**

**Denek:**

**Araç-gereçler:**

**Yöntem:**

# J. DUYU FİZYOLOJİSİ İLE İLGİLİ DENEYLER

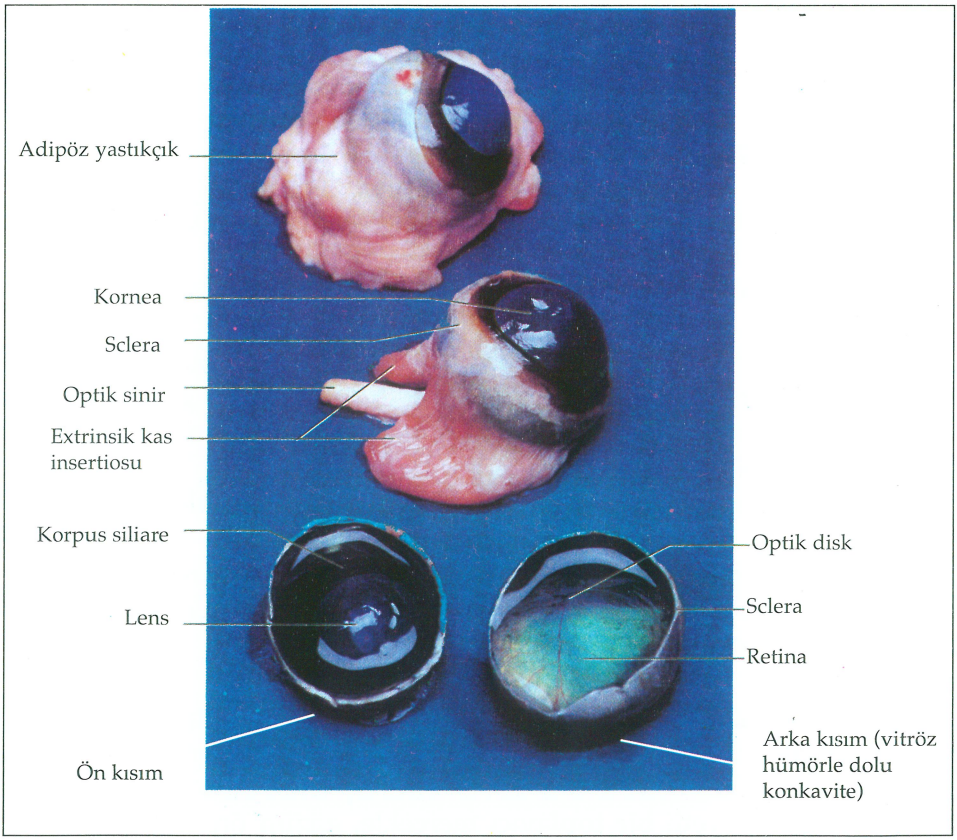
## I. GÖRME DUYUSU

### 1. Gözün Yapısı

*Gerekli Malzeme:* Disseksiyona uygun göz modeli, makas, pens, enjektör

*Yöntem:* Göz yapısının incelenmesinde koyun ya da inek gözü uygundur (Şekil 56).

1. Size verilen gözün etrafındaki yağ ve kas dokularını temizleyerek gözü ortaya çıkarın.
2. Gazlı bezle gözü tutun. Enjektörle gözün korneasından, aqueous humor içeren ön kaviteye girin. Aqueous humorün miktarını ölçün.
3. Korneayayı çıkarın, lensi inceleyin.
4. Arka kaviteye girerek, vitreous humorü inceleyin.




**Şekil 56:** İnek gözü anatomisi.

## 2. Gözün Diyoptirik Sistemi ile İlgili Deneyler

### 2.1.Retinadaki görüntünün ters oluşunun kanıtlanması

*Araç:* Siyah elişi kağıdı ve toplu iğne

Siyah bir kağıt üzerindeki yaklaşık 1 $cm^2$ lik veya küçük dairesel bir alanın içerisine, toplu iğne ile birkaç delik delinir. Gözün 1-1,7 cm önünde, yani gözün birinci odak noktasında, bir toplu iğne dikey durumda tutulur. Bu koşullarda göze paralel gelen ışınlar, iğnenin retina üzerine gölgesini düşürürler. Delikli kağıt gözden 10-12 cm uzaklıkta bulundurularak, deliklerden dışarıya bir elektrik lambasına veya gökyüzüne bakılır. İğne gözün önünde hafifçe aşağı yukarı hareket ettirilince, kağıdın her bir deliğinde iğnenin başının ters bir görüntüsü görülür. Görülen bu görüntüler, iğnenin retinadaki gölgeleridir.
Normal koşullarda retinada oluşan ters görüntü, serebral korteksteki görme merkezinde düzeltildiğinden, çevrede buna ait olan cisim doğru olarak görülür. Aynı şekilde, bu deneydeki iğnenin doğru gölgesi, dış ortamda ters olarak algılanır.

## 3. Göz Dibinin İncelenmesi

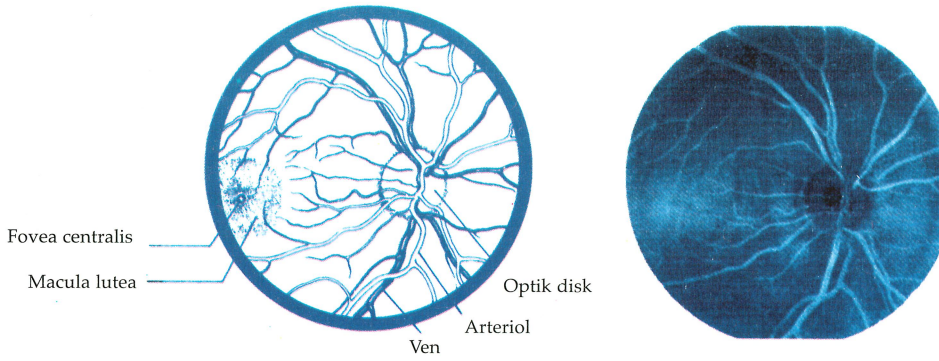
### 3.1. Oftalmoskopi:

*Araç ve Gereç:* May oftalmoskobu, maskeli elektrik lambası, konveks ve konkav mercekler, damlalık
*Çözelti:* % 1 atropin veya homatropin.

Göz dibinin veya retinanın incelenmesi için birinci koşul, gözün içinin aydınlatılmasıdır (Şekil 57). Bu amaçla farklı zamanlarda göz aynası veya oftalmoskop denilen çeşitli aygıtlar yapılmıştır ki, bunlardan pratiklerimizde May oftalmoskobu kullanılmaktadır.
Göz dibinin iyice görülebilmesi için incelenen kişinin akomodasyonsuz bakması gerekir. Akomodasyonu önlemek ve pupillanın ışığa karşı olan refleksini engellemek için genellikle göze % 1 atropin çözeltisi damlatılır. Ancak, bu maddenin etki süresinin uzun olması nedeniyle, bazen atropin yerine daha çabuk etkili olan homatropin kullanılabilir.

Oftalmoskopla göz dibinin incelenmesi iki şekilde yapılabilir: Birinci (doğru görüntülü oftalmoskopi) yöntemde, göz aynasıyla ışınlandırılmış bir alanda göz dibi direkt olarak görülebilir; ikincide (ters görüntülü oftalmoskopi) ise, kuvvetli bir toplayıcı mercekle, gözün önünde göz dibinin ters ve gerçek bir görüntüsü oluşturulur.

*May oftalmoskobu ile göz dibinin incelenmesi:* May oftalmoskobu göz aynasının gelişmiş bir şeklidir. Işık kaynağı oftalmoskobun içindedir.
Bu oftalmoskopla incelemek için, oftalmoskobun deliğine göz uydurularak, incelenen göze yaklaşılır. Oftalmoskobun ışık kaynağından çıkan ışınlar bir prizmada kırıldıktan sonra paralel seyrederek, incelenen gözün pupillasının alt yarısından geçer ve retinayı aydınlatırlar. Eğer göz emetrop ise, retina diyoptrik sistemin odak uzaklığında bulunduğundan, buradan yansıyan ışınlar yine paralel olarak pupillanın üst yarısından çıkarlar ve oftalmoskobun deliğinden inceleyen kişinin gözüne gelirler. Eğer bu kişinin gözü emetrop ise bu paralel ışınlar gözün odağında, yani retinada akomodasyon yapmadan toplanırlar. Bu suretle araştırılan gözün retinası aydınlatılarak incelenir. Oftalmoskopi esnasında araştırıcının akomodasyon yapmaması, yani dalgın bakması gerekir.
Eğer incelenen göz miyop ise, ışınlar böyle bir gözü divergent olarak terk ettiklerinden dolayı, araştırıcı akomodasyon yapmadan bu ışınları kendi retinası üzerinde toplayamaz. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için, May oftalmoskobuna bir disk eklenmiştir. Diskin üzerinde hipermetrop gözlerin incelenmesi için konveks, miyop gözler için ise, konkav mercekler bulunur. Gözdeki kırma hatasının cinsine ve derecesine göre, merceklerden biri, diskin tırtıllı kenarını hareket ettirmek suretiyle, oftalmoskobun deliğinin içine yerleştirilir. Bu esnada, merceğin kırma kuvvetini gösteren kırmızı veya beyaz sayılar, aşağıdaki bir delikte görülür. Kırmızı sayılar konkav mercekleri, beyaz sayılar ise konveks olanları belirtir.
May oftalmoskobu ile, aynı zamanda göz dibindeki normal veya patolojik yapıların yükseklik veya derinlikleri hakkında bilgi edinilebilir. Bu amaçla oftalmoskop, ilk olarak bu yapının en derin noktasını net görecek şekilde ayarlanır ve bu esnada kullanılan merceğin kırma kuvveti not edilir. Daha sonra, aygıt aynı yapının en yüksek noktası net olarak görülecek şekilde ayarlanır ve kullanılan merceğin kırma kuvveti tekrar kaydedilir. Her iki merceğin kırma kuvvetleri arasındaki fark bulunduktan sonra, 3 diyoptrilik farkın 1 mm derinliğine uyduğu göz önünde tutularak, araştırılan yapının yüksekliği yaklaşık olarak saptanabilir.




**Şekil 57:** Oftalmoskopla normal insan retinasının görüntüsü.

*Tavşanda göz dibinin incelenmesi:* Oftalmoskopi yöntemi insandan başka albino tavşanda da uygulanır. Nedeni, albino tavşanların gözünde pigment bulunmadığından, ışınlar pupilladan başka iristen de göze girebilirler. Bunun sonucunda gözün içinin daha fazla aydınlatılması sağlanır. Ayrıca, akomodasyon ve pupilla refleksleri felce uğratıldığında, tavşanın göz bebeği çok genişler ve oftalmoskopik inceleme kolaylaşır.

Hayvan bir kenarında boynunun yerleştirilmesi için bir çukur bulunan bir kutuya konur. Pupillanın ışığa karşı reaksiyonunu önlemek için, göze birkaç damla %1 atropin veya homatropin çözeltisinden damlatılır. Göz dibini inceleyecek kişi oftalmoskobu eline alarak, ışınları hayvanın gözüne yansıtır. Bu şekilde ışınlandırılmış olan tavşanın gözünde, parlak bir kırmızılık görülür. Tavşanın gözü hafif hipermetrop olduğundan dolayı, bundan ışınlar dağılarak çıkarlar. Bu ışınları toplamak ve göz dibinin ayrıntılarını iyice görebilmek için inceleyen kişinin ya hafif akomodasyon yapması veyahut da göz arkasındaki çengele bir diyoptrilik konveks bir merceğin konması gerekir. Bu şekilde meydana getirilen doğru ve virtüel (gerçek olmayan) görüntü 12-14 kat büyütülmüş olur.

Tavşanın gözüne bakıldığında, parlak bir kırmızılık ortasında, oldukça geniş, beyaz ve yatay bir şerit görülür. Bu şeridin ortalarında, gri bir halka ile çevrilmiş olan yumurta şeklinde bir çukur görülür ki, bu göz sinirinin girdiği yer, yani papilla nervi opticidir. Papilla ile beraber, bundan çıkarak kenarlara doğru yayılan arteria ve vena centralis retinanın dalları bu beyaz şerit şeklinde görülebilir.

## 3.2.İnsanda Görme Keskinliğinin Saptanması

*Araç:* Snellen levhaları, ölçü şeridi, özel gözlük çerçevesi, mercek kutusu.

Belirli bir uzaklıktaki bir cismin iki noktasını gözün ayrı ayrı görebilme veya yan yana bulunan iki ince çizgiyi ayırt edebilme yeteneğine, görme keskinliği denir. Bunu saptamak için, Snellen prensibine göre yapılmış olan harf, sayı ve okuma bilmeyenler için işaretler kullanılır. Bunlar o şekilde yapılmıştır ki, her bir harf, sayı ve işaretin uzunluğu veya genişliği, kendisini oluşturan karelerin beş katıdır. Örneğin, Snellen levhasında, E harfinin kapladığı kare alan 25 küçük kareden oluşur ve bu harfin net olarak görülebilmesi için, bunun bütün alanından gelen ışıkların göze 5 dakikalık ve tek bir küçük kareden gelen ışınlar ise, 1 dakikalık bir görme açısı içinde düşmeleri gerekir.

Bu prensiplere dayanarak yapılan Snellen levhalarında yukarıdan aşağıya doğru gittikçe küçülen harf, sayı ve işaret sıraları bulunur. Her sıranın yan tarafında, bu sıranın görme keskinliği normal olan bir göz tarafından okunabilmesi için gereken uzaklık yazılıdır. Ancak, genellikle ölçme için kullanılan odalarda uzaklığı değiştirmek mümkün olmadığından, denek belirli bir uzaklıkta bulundurulur ve bu uzaklıkta okunması gereken harf, sayı veya işaret sırasından başlanarak, kişinin görme keskinliğine göre, daha küçük veya daha büyük harf, sayı ve işaret sıraları gösterilir. Veyahut da en büyük harf, sayı ve işaretlerin bulunduğu en üstten başlanır ve denek belirli bir sıradakileri ayırt edemeyinceye kadar, sıralar yukarıdan aşağıya doğru gösterilir. Deneğin bütün harf, sayı ve işaretleri fark edebildiği en son sıranın hizasındaki metre cinsinden uzaklık kaydedilir ve bundan görme keskinliği, aşağıda anlatıldığı gibi hesaplanır. Burada unutulmaması gereken bir nokta şudur: Eğer deneğin gözünde refraksiyonu ile ilgili bir hata varsa ve bunun düzeltilmesi için gözlük kullanıyorsa, bu deneyi yaparken gözlüğünü çıkarmaması veya hatanın uygun bir mercekle düzeltilmesi gerekir.

*Görme keskinliğinin saptanması yöntemi:* Snellen levhalarından biri iyi ışınlandırılmış bir odanın duvarına asılıp denek levhadan belirli bir uzaklıkta, örneğin 5 m'de bulunsun. Kişi bir eliyle bir gözünü kapatır ve keskinliği saptanacak gözle, kendisine gösterilen harf veya sayıları okumaya veyahut da işaretleri tanımaya çalışır. Önce 5 m uzaklıkta okunması gereken harf, sayı veya işaretler bir kalemin ucu veya herhangi ince bir çubuk ile deneğe gösterilir. Eğer denek bunların hepsini hiç yanlış yapmadan okuyacak veya tanıyacak olursa, o zaman alttaki sıraya yani 4 m'de okunması gerekene geçilir. Fakat eğer denek 5 m uzaklıkta iken, bu

uzaklığa ait harf ve sayıları okuyamayacak veya işaretleri tanımayacak olursa, daha üstteki sıraya geçilir. Veyahut da, yukarıda anlatıldığı gibi, üst sıradan başlanarak aşağı doğru bütün sıralar denek harf ve sayıları veya işaretleri doğru olarak ayırt edemeyinceye kadar gösterilir.
Bu işlem sonucunda görme keskinliği şu formülle hesaplanır:

Görme keskinliği= u / U

Burada "u", deneğin levhadan olan, metre cinsinden uzaklığını ve "U" ise, ayırt edebildiği sıranın hizasında yazılı uzaklığı gösterir. Normal görme keskinliği 1'dir; fakat gençlerde 1'den büyük olabilir.

Örnek: Levhadan 5 m uzaklıkta bulunan kişinin 5 m uzaklıkta okuması gereken bütün sayıları okuduğunu ve bunun altındaki sırayı okuyamadığını düşünelim. Şu halde, bu kişinin görme keskinliği 5/5, yani 1'dir ve normaldir. Eğer kişi 5 m uzaklıkta iken 4 m'de okunması gereken sayıları da okuyabiliyorsa, görme keskinliği 5/4'tür yani normalden üstündür. Eğer, kişi 5 m uzaklıkta iken, ancak 15 m' de ayırt edilecek sayıları okuyabiliyorsa, o takdirde görme keskinliği 5/15 = 1/3'tür.

Herhangi bir refraksiyon hatasından dolayı gözlük kullanan bir kişinin görme keskinliğinin normalden düşük olduğu saptanacak olursa, ilk önce bu hatanın uygun bir mercekle düzeltilmesi gerekir. Bunun için özel bir gözlük çerçevesine farklı diyoptrilik mercekler konur ve göz net görünceye, yani refraksiyon yanılgısı düzeltilinceye kadar işlem tekrarlanır.
Günümüzde Snellen levhaları özel projeksiyon aygıtları ile bir ekrana yansıtılarak gösterilmektedir. Projeksiyon aygıtının yanında bulunan kişinin okuyabildiği en küçük sayı veya görebildiği şekil saptanır. Buna uyan görme keskinliği değeri şekillere ait kitapçıktan okunur.

## 4. Pupilla Işık Refleksi

*Yöntem:*

1. Denek parlak bir ışığın önüne, yüzü ışığa dönük olarak oturtulur. 2 dk gözlerini kapatması söylenir.
2. 2 dk'nın sonunda gözlerini açması söylenir. Bu esnada hemen pupillaya bakılır, gözlemler kaydedilir.

## 5. Yakın Nokta Akomodasyonu

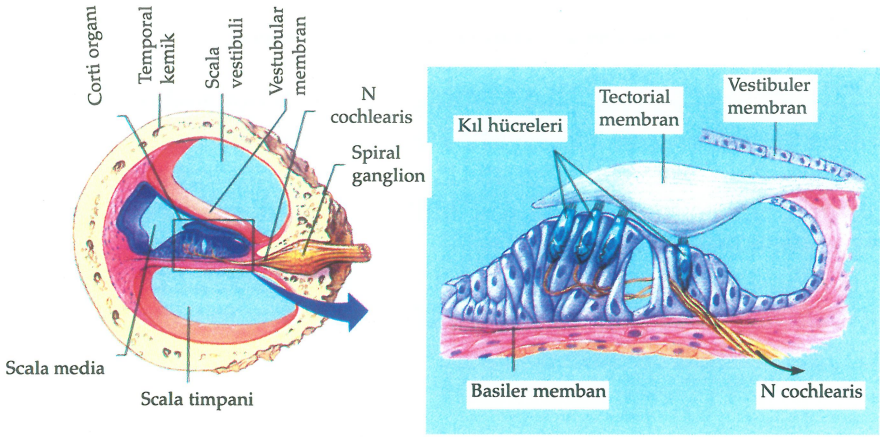
*Yöntem:*
1. Bir gözünüzü kapayın. Diğer gözünüzü yazılı bir kağıda odaklayın.
2. Kağıdın gözünüzden uzaklığını ölçün.
3. Mümkün olduğu kadar yavaş olarak açık gözünüze kağıdı yaklaştırın.
4. Kağıttaki yazıların detayını okuyamadığınızda durun.
5. Uzaklığı ölçün. Bu uzaklık sizin yakın nokta akomodasyonunuzdur.
6. Bu işlemi 3 kere tekrarlayınız. Sonra diğer gözünüzde testi tekrarlayınız.

# II. İŞİTME DUYUSU

## 1. İşitme Eşiği veya İşitme Keskinliğinin Saptanması

*Gereç:* Kronometre veya saat, şerit metre.

Bu deneyin sessiz bir odada yapılması gerekir. Deneğin bir kulağı bir pamuk parçasıyla tıkanır ve diğer kulağının önünde bir saat veya kronometre tutulur. Deneğin, kronometre veya saatin işlemesini net olarak işitip işitmediği saptanır. İşitiyorsa tıkırtıyı işitemeyinceye kadar, saat veya kronometre denekten yavaş yavaş uzaklaştırılır. Deneğin kronometre veya saatin tıkırtısını duyduğu en son uzaklık, metre veya santimetre cinsinden ölçülür. Aynı deney birkaç kez tekrarlanarak, saptanan uzaklıkların ortalaması alınır. Bulunan bu ortalama uzaklık, işitme eşiği veya işitme keskinliğini verir (Şekil 58).
Aynı deneyi diğer kulak için de tekrarlayınız.




**Şekil 58:** Kohlea anatomisi.

## 2. Ses Lokalizasyonu

*Gereç:* Madensel paralar, pamuk, gözleri bağlamak için bez.

Deneğin gözleri bir bezle bağlanır ve bir sandalyeye oturtulur. Deneyi yapan kişi; elindeki iki madensel parayı deneğin başının her iki yanında, üzerinde, önünde ve arkasında birbirine hafifçe çarpar. Denek paraların birbirine çarpmasıyla meydana gelen sesi işitince, bu sesin geldiği yönü parmağıyla işaret eder. Bu deneyle, sesin hangi yönden daha iyi lokalize edildiğini saptayınız.
Parmağınızla veya ufak bir pamukla bir kulağınızı tıkayınız ve aynı deneyi tekrarlayarak, tek kulakla ses lokalize etme yeteneğinin değişip değişmediğini inceleyiniz

## 3. Orta Kulak Fonksiyonlarının Araştırılması: Rinne ve Weber Deneyleri

İşitme kusurlarının iletim tipi mi olduğu yoksa işitme sinirleri ile mi ilgili olduğu, diyapazon deneyleri ile kabaca tayin edilebilir.



1 2 3

**Şekil 59-1:** Weber ve –2,3: Rinne testleri

Diyapozonlar, çatal şeklinde, uçları titreşerek belirli frekanslarda ses üreten aletlerdir. Pratikte en çok 256 ve 512 Hz frekanslardaki diyapozonlar kullanılır (128, 256, 512, 1024, 2048 Hz frekanslı diyapozonlar vardır). Diyapozonla muayenede 4 ana test kullanılır. Bunlar; Weber testi, Rinne testi, Scwabach testi ve Gelle testidir.

*Gerekli Malzeme:* Diyapozon (genellikle 256 ve 512 Hz. frekanslı olanlar kullanılır)

*Yapılacak İşler:*

**I - Weber Testi**

1. Diyapozon titreştirilir
2. Titreşen diyapozon kafatası üzerinde orta hatta bir bölgeye (frontal, verteks, dişler veya çene) tatbik edilir.
3. Sesin (titreşimlerin) iki kulakta eşit mi, yoksa bir kulakta daha mı şiddetli duyulduğu sorulur.
4. Normalde ses iki kulakta da eşit şiddetle işitilmelidir. Eğer her iki kulaktada aynı derecede işitme kaybı varsa, yine ses her iki kulakta eşit şiddette işitilecektir; ancak, işitme süresi normale göre kısalmış olarak bulunacaktır. Eğer bir kulakta ileti tipi işitme kaybı varsa, ses, kayıp olan tarafta daha şiddetli işitilecektir (maskeleme etkisi ve yankılanma nedeniyle). Demek ki, tek taraflı ileti tipi işitme kayıplarında Weber testi hasta kulak tarafına lateralize olarak bulunacaktır. Ses sağlam kulak tarafından daha kuvvetli duyuluyorsa, diğer kulakta sinir tipi lezyon düşünülür (Şekil 59-1).

**II - Rinne Testi**

Testin esası hava ve kemik yolları ile iletinin karşılaştırılmasıdır; işitme kaybının kulağın hangi bölümünde olduğunu gösterir, hastalığın karakter ve lokalizasyonu hakkında fikir verir.

1. Diyapozon titreştirilir

2. Titreşen diyapozon, önce sağ tarafta mastoid kemik üzerine tatbik edilir ve deney yapılan şahsa sesi duyup duymadığı sorulur (Şekil 59-2). Eğer duyuyor ise, ses kesilince haber vermesi söylenir. Kemik yoluyla işitme sona erince diyapozon süratle dış kulak yolu önüne getirilir ve hala işitip işitmediği sorulur (Şekil 59-3). Eğer duymaya devam ederse, Rinne testi pozitiftir. Normal bir kulakta, hava yolu ile işitme kemik yolu ile işitmeden yaklaşık iki kat fazla ve 90 sn.'dir.

3. Deney diğer kulakta tekrarlanır.

Rinne testinin pozitif olması her zaman kulağın sağlam olduğu anlamına gelmez. İç kulaktaki bir hastalık, süreleri normalden daha kısa olan bir Rinne pozitif sonucu verebilir. Eğer deney yapılan kişi sesi kemik yoluyla duyuyor, fakat diyapozon dış kulak yolu önüne getirildiğinde duymuyor ise, Rinne testi negatiftir ve ileti tipi sağırlık düşündürür. Test yapılan kulakta sinir tipi işitme kaybı olan bazı durumlarda, titreşimler kafa kemikleri yoluyla diğer kulağa iletilebilir ve kişi sesi işittiğini ifade edebilir;

diyapozon dış kulak yolu önüne getirildiğinde ise duymayacaktır; bu durum yalancı Rinne negatif olarak değerlendirilir; ileti tipi sağırlık ile karıştırmamak için özen gösterilmelidir.

## III. DENGE DUYUSU

### 1. Denge Testi (=Barany testi, =Vestibulo-okular refleks testi)

*Gerekli Malzeme:* Döner sandalye

*Yöntem:*
1. Test edilecek kişi döner sandalyeye oturtulur. Kişi başını yaklaşık 30 dereceye ayarlar. Baş bu pozisyondayken, horizontal semisirküler kanallar stimüle edilecektir. Kişi gözlerini test süresince açık tutar.
2. Testi uygulayacak kişiler sandalyenin arkasında durur.
3. Test edilecek kişi, 10 sn'de 10 kere sağ tarafa doğru döndürülür. Sonra aniden durdurulur.
4. Kişinin nistagmus yönü not edilir. Hareketi tanımlaması istenir.

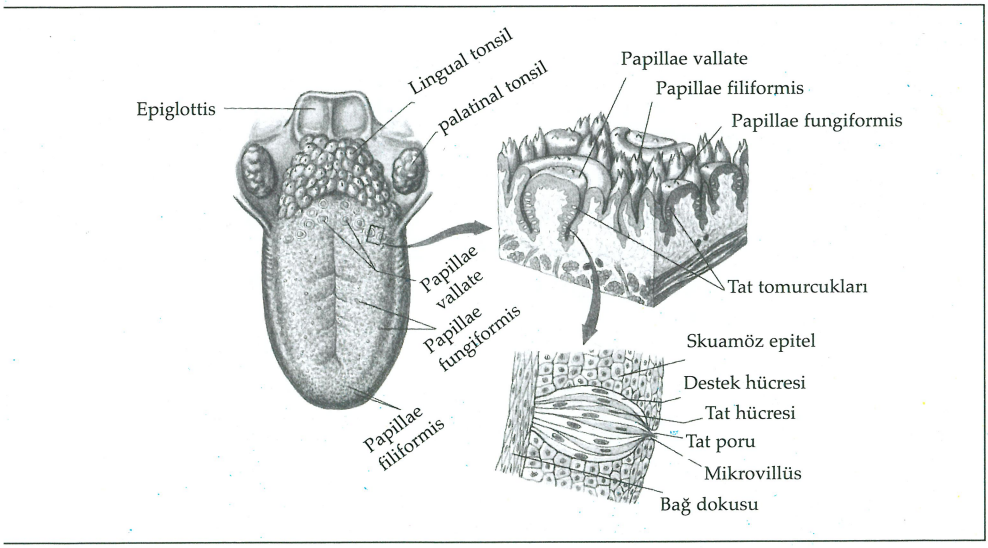
Normal vestibuler fonksiyonlu bir kişide, nistagmus meydana gelir. Nistagmus, gözlerin hızlı refleks hareketidir. Başın rotasyonel hızlandırılmasına cevap olarak meydana gelir. Nistagmus başın döndürülme yönündedir. Sağa rotasyonda, kupula sola kıvrılacaktır. Gözler başlangıçta sola yavaş olarak hareket edecek ve sonra sağa hızlı olarak hareket edecektir. Nistagmus, kupula başlangıçtaki pozisyonuna geri dönünceye kadar devam edecektir. Gözlerin, orijinal rotasyonun zıt yönündeki hareketine postrotator nistagmus denir. Postrotasyonel period süresince, kişi orijinal rotasyon yönünde düşmeye meyillidir. Yani sağa rotasyon, sağ rotator nistagmus, sol postrotator nistagmus ve postrotasyonel period süresince sağa düşmeye meyil gözlenir.

**DİKKAT:**
- Test edilecek kişinin rotasyonel hareket süresince başı kolaylıkla dönmemeli.
- Rotasyon, kişi mide bulantısından bahsediyorsa derhal durdurulmalı.

Kişi rotasyonel hareket sebebiyle, denge kaybı ve vertigo (= rotasyonel hareket durdurulduğunda sersemlik hissi) hissedeceği için semptomlar geçinceye kadar test edilen kişi arkadaşları tarafından tutulmalı, destek olunmalıdır.

# IV. TAT DUYUSU

## 1. Dilde Tat Lokalizasyonu

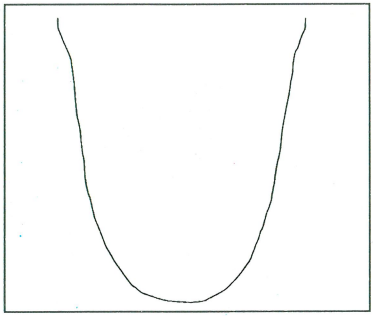



**Şekil 60:** Dilde çeşitli lezzet duyularının en iyi alındığı bölgeler

*Gerekli Malzeme:* %5 şeker, %1 NaCI, %0.5 $H_2SO_4$, kağıt havlu

*Yöntem:*

1. Denek dilini çıkarıp, üzerini kağıt havlu ile kurular (Şekil 60).
2. Gözlem yapan kişi, küçük kağıtları pensle tutup, farklı çözeltilere batırdıktan sonra dilin uç, yan, orta ve arka kısımlarına koyar.
3. Algılanan tadları aşağıdaki şekil üzerinde işaretleyin (Şekil 61). Tadın algılanması için gereken süreye dikkat edin.



**Şekil 61:** Algılanan çeşitli tatların dil üzerindeki lokalizasyonu

**DİKKAT:** Dilin kurulanmasında kullanılan kağıt havluları otoklav tor basına atmayı unutmayınız.

## KAYNAKLAR


- Fox, S.I.: Human Physiology Laboratory Guide. Eight ed., (Kane, K.D ed.), McGraw-Hill, USA, 1999, p. 115-117
- Ganong, W.F.: Review of Medical Physiology. 20th ed. McGraw Hill USA, 2001, p. 144-147.
- Marieb, E.N.: Human Anatomy and Physiology Laboratory Manual, Zao P. Z.: PhysioEx CD- ROM, version 2.0. Fifth ed. (Earl, W. ed), Addisor Weslwy Longman Inc., Canada, 1999, p.239-251.
- Terzioğlu, M., Çakar, L., Yiğit, G.: Fizyoloji Pratik Kitabı, 3. Baskı, İstanbul,1995, p. 157-159.


**Laboratuvar çalışması ile ilgili notlar:**

**Denek:**

**Araç-gereçler:**

**Yöntem:**

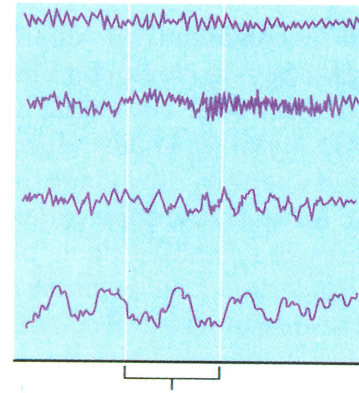
# K. BEYNİN ELEKTRİKSEL AKTİVİTESİ

Beyin yüzeyinden ve kafanın dış yüzeyinden elde edilen elektriksel kayıtlar, beynin sürekli bir elektriksel etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Elektriksel etkinliğin hem şiddeti hem de içerdiği kalıplar büyük ölçüde, uyku, uyanıklık durumları ve epilepsi gibi beyin hastalıklarında beynin uyarılma düzeyinde ortaya çıkan değişimler sayesinde belirlenmektedir. Kafatası çevresine yerleştirilen elektrotlar yardımı ile beynin aktivitesi sırasında kendiliğinden oluşan, sürekli, ritmik, elektriksel potansiyel değişimlerinin kayıt işlemine elektroensefalografi ve kaydedilen eğrilere de elektroensefalogram (EEG) denir.
Beyin dalgalarının kafatası yüzeyindeki şiddetleri 0-200 mikrovolt arasında, frekansları ise birkaç saniyede 1 ile, saniyede 50 veya üstü arasında değişir. Dalgaların karakteri serebral korteksin etkinlik düzeyine bağlıdır ve uyanıklık, uyku ve koma durumları arasında büyük farklılıklar gösterir.
Beyin dalgaları çoğu zaman düzensizdir ve EEG'de genel bir kalıbın tanımlanması olanaksızdır. Alfa, beta, teta ve delta dalgaları EEG'de kaydedilen dalgalardır.

## 1. Elektroensefalografi

*Elektroensefalogramın Yorumu:* Elektoensefalogramın değerlendirilmesinde kullanılan sinyalin iki temel özelliği vardır; frekans ve genlik. Kağıdın hızı biliniyorsa ki genellikle 30 mm/sn seçilir, bir saniyede gerçekleşen dalgaların bir yöne doğru olan tepeleri sayıldığında frekans bulunur. Hz cinsinden veya dalga/sn cinsinden ifade edilir.
Kalibrasyon işlemi ile genliği mikrovolt cinsinden belli olan bir test sinyalinin yazdırıcının kaleminde ne kadar bir sapmaya yol açtığı bulunur. Daha sonra denekten aldığımız sinyalin basit bir orantı işlemi ile ne kadar genliğe sahip olduğunu bulabiliriz. Hem frekansı hem de genliği hesaplarken, sinyalin farklı yerlerinde bulduğumuz değerlerin ortalamasını almamız gerekir.
EEG sinyali frekansa ve genliğe göre sınıflandırılmıştır (Şekil 62)
Frekans azaldıkça genlik büyümektedir. EEG'deki dalga tipleri insanların uyku- uyanıklık, zihinsel aktivite durumları ve yaşı gibi faktörlerle ilişkilidir.
Alfa dalgaları erişkinlerden sakin, uyanık, dinlenme durumunda ve gözleri kapalı iken elde edilir. En iyi oksipital bölgeden kaydedilir. Gözler açılınca veya mental aktivite ile alfa ritmi yerini hızlı, düzensiz, düşük voltajlı bir etkinliğe bırakır. Bu fenomene alfa blokajı denir.

| Dalga Tipi | Genlik (μV) | Frekans (Hz) |
|---|---|---|
| α (Alfa) | 2-50 | 8-13 |
| β (Beta) | 1-25 | 14-80 |
| θ (Teta) | 5-100 | 4-7 |
| δ (Delta) | 20-400 | 0.5-3 |






**Şekil 62:** EEG dalgaları

Bu anda ortaya çıkan düşük gerilimli asenkron dalgalara beta dalgaları denir. Merkezi sinir sisteminin fazla aktivasyonu veya gergin hallerde kafatasının paryetal ve frontal alanlarından kaydedilir.

Teta dalgaları çocuklarda pariyetal ve temporal bölgelerden alınır. Erişkinlerde uykunun ilk evrelerinde görülür. Ayrıca hayal kırıklığı ve umutsuzlukla birlikte giden depresyon olaylarında izlenebilir. Yine yaşlılıkta ve demans olaylarında alfa dalgalarının yerini alabilir.

Delta dalgaları bebeklerde yaygın olarak, erişkinlerde ise derin uykuda gözlenir. Derin anestezi ve koma durumlarında da rastlanır.

Ayrıca uykunun REM (hızlı göz hareketleri) döneminde, beta dalgalarına benzer, yüksek frekanslı, düşük genlikli bir sinyal elde edilir.

Yukarıda sözü edilen durumların dışında, çeşitli psikolojik ve organik beyin hastalıklarında, EEG'de tanıya yardımcı değişiklikler olmaktadır. Bugün klinikte EEG'nin en çok kullanıldığı ve yardımcı olduğu alan, epilepsi adı

altında incelenen hastalıklar grubudur. Epilepsi, genel olarak, merkezi sinir sisteminde, eksitasyon ve inhibisyon arasındaki dengenin bozulmasıyla oluşan kontrolsüz elektriksel deşarjların sonucunda meydana gelir. Bu tip hastaların EEG'sinde yüksek genlikli, dikensi sinyaller ile düşük frekanslı, yüksek genlikli, yavaş dalgalar kendini gösterir.

EEG, beyin fizyolojisinin anlaşılması için araştırma laboratuvarlarında da kullanılmaktadır. Kaotik (karmaşık, düzensiz) bir sinyal olan EEG sinyalinin daha iyi yorumlanabilmesi için, bilgisayar destekli programlar geliştirilmiştir. Kantitatif EEG adı verilen bu yeni alanda, matematiksel modeller ve analizler ile daha ileri düzeyde yorumlar yapılabilmektedir.

EEG kaydı için elektroensefalograf adlı gözlem aracı kullanılır. Bu araç; iki elektrottan gelen potansiyellerin farkını alır, sinyalin genliğini arttırır (amplifikasyon) ve aynı anda birden fazla bölgedeki potansiyel değişikliklerini hareketli kalemler aracılığıyla kağıda aktarır. Bu şekilde, beynin farklı bölgelerinden aldığımız elektriksel sinyaller büyütülerek daha rahat gözleyeceğimiz mekanik harekete çevrilmiş olur. Elektroensefalograf; 8, 16 veya daha çok kanallı olabilir. Cihaz, elektrotların ve kanalların seçimine, amplifikasyon derecesinin ve kağıt hızının saptanmasına uygun şekilde yapılmıştır.

İnsandan yapılan kayıtlarda, saçlı deri üzerine uygulanan, genellikle disk tipi gümüş elektrotlar kullanılır. Bu elektrotlar, saçlı deriye tutunmayı sağlayan ve iletkenliği arttıran bir jel yardımıyla yerleştirilir. Elektrotların yeri ve seçimi için standartlar geliştirilmiştir. Araştırıcı elektrot ve referans elektrotun alınabileceği bölgelere yerleştirilmesi durumunda bipolar; referans elektrotun kulak memesi gibi aktivitenin sıfır olarak kabul edildiği bir bölgeye yerleştirilmesi durumunda monopolar (unipolar) kayıt alınacaktır. Hayvan deneylerinde ise, iletkenliği yüksek, değişik elektrotlar kullanılabilir. Elektrot kablolarının iyi birer iletken olması gerekir.

## 2. Tavşandan EEG Kaydı

*Araç ve Gereçler:* Elektroensefalograf, analog-sayısal çevirici, sinyal analiz ve kayıt programı, elektrotlar, genel anestetik, enjektör ve kelebek set.

*Denek:* Tavşan

*Yöntem:*

1. Bu deneyde tavşandan EEG kaydı alınacak ve yorumlanacaktır. İlk olarak tavşanı barbitürat türevi bir genel anestetik maddenin marjinal kulak veninden enjeksiyonu ile uyutulur.
2. En az iki adet iğne tipi elektrotu, gözlemek istenen beyin bölgelerine yerleştirilir. Burada elektrotlar, beyin korteksine veya dura matere değdiği için yapılan işlem, elektroensefalografi değil elektrokortiko-

grafidir. Deneğin kulağına yerleştirilen bir elektrotu elektrot kutusunun toprak girişine takılır.

3. Elektrotlar, elektrot kutusundaki numaralı haznelere takılır. Kayıt alınacak kanallar seçilir. Bir kanalın üzerinden, hangi beyin bölgeleri arasındaki potansiyel değişiklikler izlemek isteniyorsa, o bölgeden kalkan elektrotları, elektrot kutusundaki numaraları belirlenerek seçilir. Böylece beynin iki bölgesi arasındaki potansiyel farkı değişiklikleri bir kalem aracılığı ile yazdırılabilir veya bir bilgisayar ekranından gözlenebilir. Burada elektrotlardan biri, aktif elektrot, diğeri referans elektrottur.
4. Kayıt almaya başlamadan önce "kalibrasyon" işlemi yapılır. Elektroensefalografın üzerinde bulunan bir pilden yararlanarak belli bir voltajda yapay sinyaller, kayıt alınacak kanallara gönderilir. Bilgisayar ekranında bu potansiyel değişikliklerine karşılık gelen yanıtın büyüklüğünü santimetre cinsinden tespit edilir. Gerekiyorsa amplifikasyon derecesi artırılır veya azaltılır. Böylece standart bir potansiyel değişikliğine karşılık gelen amplitüdü saptamış olursunuz. Bu, daha sonra gerçek sinyalin genliğini hesaplamanızda işe yarayacaktır.
5. Kalibrasyon işleminden sonra artık kayıt alabilirsiniz. Elde edilen trase elektrokortikogram olarak adlandırılır. Kayıt esnasında anestezinin derinliğine, deney hayvanının hareketlerine bağlı değişiklikleri dikkatle gözleyiniz. Aldığınız kayıt üzerinde frekans ve genlik hesaplamalarını yapıp aşağıda verilmiş olan tabloya kaydediniz.
6. Kayıt devam ederken tavşana keskin bir koku koklatarak elde edilen elektrokortikogramda frekans ve genlik analizi yapınız, bulduğunuz değerleri tabloya yazınız(Tablo 8).

**Tablo 8:** Tavşandan EEG kaydına anestezi ve uyaranın etkisi.

| | Frekans (Hz) | Genlik (μv) | Dalga Tipi |
|---|---|---|---|
| Derin Anestezi Altında | | | |
| Uyanmaya Yakın | | | |
| Koku Uyaranı Verildiğinde | | | |

## 3. İnsanda EEG Kaydı

*Araç ve Gereçler:* Elektroensefalograf, analog- sayısal çevirici, bilgisayar, sinyal kayıt ve analiz programı, gümüş elektrot seti, EEG jeli, eter-alkol karışımı, EEG kaydına uygun bir koltuk

*Yöntem:*

1. Gönüllü arkadaşlarınızdan birisinin EEG koltuğuna oturmasını isteyiniz. Disk tipi gümüş elektrotları arkadaşınızın kafasında seçtiğiniz uygun yerlere (frontal ve oksipital lobların üzeri gibi), eter-alkol karışımı ile deri temizliğini yaptıktan sonra EEG jeli kullanarak yerleştirin. Toprak elektrotunu kulak memesine veya kafada orta hatta bir yere yine deri temizliğinden sonra EEG jeli ile tutturabilirsiniz.
2. Elektrotları anatomik pozisyonuna uygun olarak elektrot kutusuna takın ve araştırıcı elektrotlarınızı elektrot seçme kutusundan referans elektrotu ile eşleştirerek seçin. Her elektrot çifti bir amplifikatör ile (bir EEG kanalı ile) eşleştirilmiş olacaktır. Kullanacağınız bilgisayar programı aracılığı ile incelemek istediğiniz kanalları bilgisayar ekranında görülecek şekilde seçin Ayrıca bilgisayar ekranında süpürme hızını saptayın. Bu, kaç saniyelik bir sinyali ekranda göstereceğinizi ve tıpkı bir osiloskop gibi, gözlediğiniz sinyalin birim zamanda ekranın kaç santimetresini katedeceğini belirleyecektir.
3. Elektroensefalografı kalibrasyon durumuna getirdikten sonra, belli bir genlikte kalibrasyon sinyali seçin. Kalibrasyon düğmesine basarak sinyali gönderin ve bilgisayar ekranında sinyalin ne kadar genliğe karşılık geldiğini hesaplayın.
4. Arkadaşınızdan hareket etmemesini, gözlerini kapamasını, mümkün olduğu kadar mimik kaslarını ve vücudunu gevşetmesini isteyin. Artık kayıt alabilirsiniz.
5. Kanalların parazit kaydetmesi durumunda, sistemi kontrol edin. Eğer bir sorun bulamıyorsanız, ilgili elektrotları tekrar yerleştirebilirsiniz. Parazit, gözlemek istediğiniz biyolojik sistemden kaynaklanmayan gürültülerdir ve en fazla sinyalin 1/10'u kadar olmalıdır.
6. Göz kapalı ve göz açık durumda kayıtları inceleyin. Farklı bölgelerden aldığınız kayıtlar arasında farklılık olup olmadığına bakın. Aldığınız kayıtlarda frekans ve genlik analizi yapın. Göz açık ve kapalı durumda aldığınız sonuçları değerlendirerek aşağıdaki tabloyu doldurun. (Tablo 9)

**Tablo 9:** İnsanda EEG kaydına uyaranın etkisi.

| | *Frontal Bölge* | | | *Oksipital Bölge* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Frekans (Hz) | Genlik (μv) | Dalga Tipi | Frekans (Hz) | Genlik (μv) | Dalga Tipi |
| Gözler açık | | | | | | |
| Gözler kapalı | | | | | | |

## KAYNAKLAR


- Ganong, W.F.: Review of Medical Physiology. 20th ed. McGraw Hill, USA, 2001, p. 187-196.
- Guyton, A.C., Hall, J.E.: Tıbbi Fizyoloji. (Çavuşoğlu, H., ed.), Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul, 2001, s. 689-696.
- Kontrol Sistemleri, Sindirim ve Boşaltım Fizyolojisi. (Yiğit, R., ed.), Nobel Kitapevi, İstanbul, 2001, s. 198-225.
- Marieb, E.N.: Human Anatomy and Physiology Laboratory Manual, Zao, P. Z.: PhysioEx CD- ROM, version 2.0. Fifth ed. (Earl, W. ed), Addison Weslwy Longman Inc., Canada, 1999, p. 209-210.


**Laboratuvar çalışması ile ilgili notlar:**

**Denek:**

**Araç-gereçler:**

**Yöntem:**

# L. NÖROLOJİK TESTLER

## 1. Bellek Testi

Bellek değerlendirmesi testi için;

- Anlık bellek: Sayı Dizisi (5, 6 ve 7 rastgele rakamdan oluşan bir diziyi tekrarlatın)
- Yakın bellek: Yakın zamanda haberlere konu olmuş olayları anlattırın.
- Uzak bellek: 5 yıldan daha eski olaylar veya durumlar hakkında soru sorun.
- Sözel bellek: Bir cümleyi veya kısa bir hikayeyi aklında tutmasını isteyin ve 15 dakika sonra sorun.
- Görsel bellek: Çeşitli eşyaları göstererek aklında tutmasını isteyin ve 15 dakika sonra sorun.

Şunlara dikkat edin:

- *Retrograd amnezi:* Beyin hasarı anına kadar olan olaylar için bellek kaybı.
- *Post-travmatik amnezi:* Kafa travmasından sonraki bir dönemde olan olaylar için kalıcı bellek kaybı.

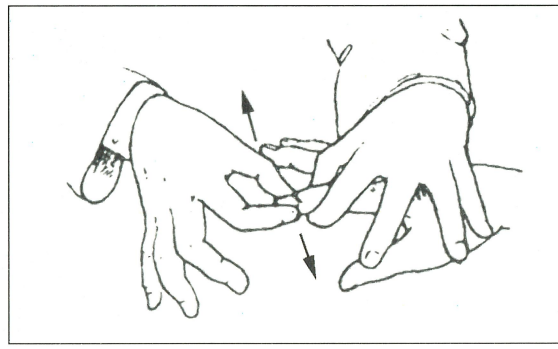
## 2. Mantık Yürütme, Problem Çözme

- İki aşamalı hesaplar yaptırın (Ör: Tanesi 7.000 liradan 12 tane yumurta aldım. 100.000 TL verdim. Geriye kaç TL almalıyım?).
- 3 veya 4 rastgele rakamdan oluşan diziyi tersten tekrarlatın.
- Atasözlerini açıklatın.

Deneklerin mevcut mantık yürütme yeteneği, mesleki ve/ veya okul özgeçmişine göre beklenen yetenek düzeyi ile karşılaştırılmalıdır.

## 3. Eklem pozisyon duyusu

Hastanın bir parmağını veya baş parmağını yanlardan tutun ve "yukarı ve aşağı" hareketleri demonstre edin. Hastanın gözleri kapalıyken, işaret parmağıyla burnuna dokunmasını veya kollarını gergin ileri uzatıp işaret parmaklarını birbirine değdirmesini isteyin (Şekil 63).



**Şekil 63:** Eklem pozisyon duyusu testi

## 4. Vibrasyon

Titreşmekte olan bir diapozonu (genelde 128 Hz) bir kemik çıkıntı (Ör: radius) üzerine koyun. Denek eğer vibrasyonu hissediyorsa, vibrasyon bittiğinde söylemesini isteyin. Eğer vibrasyon duyusu bozuksa, daha proksimale ilerleyin ve işlemi tekrarlayın. Vibrasyon muayenesi, demiyelinizan hastalıklar ve periferik nöropatinin erken dönemde tanısı açısından önemlidir, ama bunlar dışında yararı sınırlıdır.
Eğer ağrı, yüzeysel temas, ısı, eklem pozisyon duyusu, vibrasyon duyu tipleri normalse ve kortikal bir lezyondan şüpheleniliyorsa, şunları muayene etmek yararlıdır:

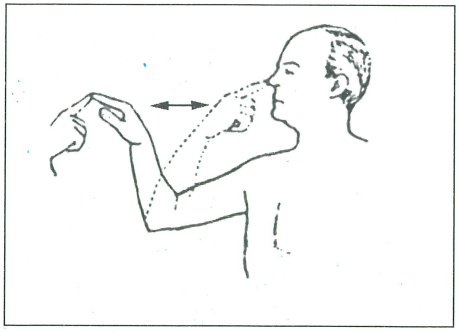
- *Stereognozi:* Ele konmuş objeleri tanıma yeteneğidir.
- *İki nokta diskriminasyonu:* Parmağa aynı anda, 5 mm aralıkla (bacakta 4 cm aralıkla) değdirilen iki künt noktayı birbirinden ayırabilme yeteneğidir.
- *Duyusal dikkatsizlik (Algısal rekabet):* Her iki ekstremiteye aynı anda uygulanan uyaranları (iğne batması veya temas) her iki ekstremitede de fark etme yeteneğidir.
- *Grafetezi:* Avuç içine çizilen rakamlar veya harfleri tanıma yeteneğidir.

**5. Koordinasyon:** İnkoordinasyon (ataksi) ve kas hipotonisi sıklıkla serebellar hastalığın önde gelen özellikleridir.

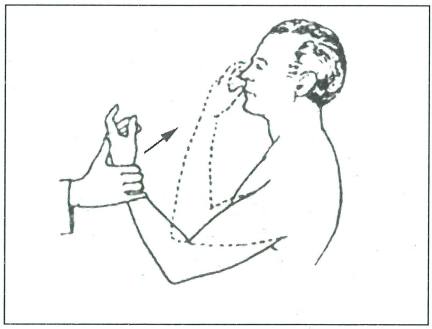
1. Parmak- burun testi: Hastaya parmağıyla burnuna dokunmasını söyleyin (gözler açık). Silkintili hareketleri arayın: Dismetri veya intensiyonel tremor (sadece istemli hareketlerde oluşan tremor). Deneğin bir kendi burnuna, bir arkadaşının parmağına ardarda ve mümkün olduğunca hızlı dokunmasını isteyin. Bu manevra intensiyonel tremoru arttırabilir ve disdiadokokineziyi (hızlı ardışık hareketleri yapamama) ortaya koyabilir (Şekil 64).

2. Geri tepme (Rebound) fenomeni: Deneğin dirseğine dirence karşı fleksiyon yaptırın. Aniden bırakmak, triseps kasılmasındaki gecikme nedeniyle, elin yüze çarpmasına neden olabilir (Şekil 65).

3. Bir topuğu, karşı taraftaki incik kemiği üzerinden, aşağı ayak parmağına doğru tekrar tekrar indirtin. Ataksi (inkoordinasyon) arayın. Arkadaşınızın ayağını tekrar tekrar yere vurdurtun, herhangi bir disdiadokokineziyi (hızlı ardışık hareketlerde zorluk) kontrol edin.



**Şekil 64:** Parmak-burun testi



**Şekil 65:** Geri tepme fenomeni

**6. Ayakta duruş, yürüyüş**

- Romberg testi:Hastayı önce gözleri açık, sonra gözleri kapalı olarak, topuklar birleşik biçimde ayakta durdurun. Herhangi bir aşırı postüral sallanma veya denge kaybı olup olmadığını kontrol edin.
- Gözler açık veya kapalıyken var: Serebellar defisit (serebellar ataksi).
- Sadece gözler kapalıyken var: proprioseptif defisit (sensoriyel ataksi).

Yürüyüşte şunlara dikkat edin:

- Adımın uzunluğu ve ayaklar arasındaki açıklığın genişliği.
- Anormal bacak hareketleri (Ör: aşırı yüksek adım)
- Dengesizlik (yürüyüş ataksisi)
- Eşlik eden postüral hareketler (Ör: pelvik sallanma).

Eğer yürüyüş normalse, tandem (yani topuk parmak önüne gelecek şekilde) yürüyüş yaptırın. Bu manevra, herhangi bir dengesizliği belirginleştirecektir.

**7. Asinerji (İnkoordinasyon)**

Sinerji bir eklem tarafından yapılan hareket esnasında amaca uygun olarak agonistlerin kasılması ve antagonistlerin gevşemesi ile hareketin yumuşak

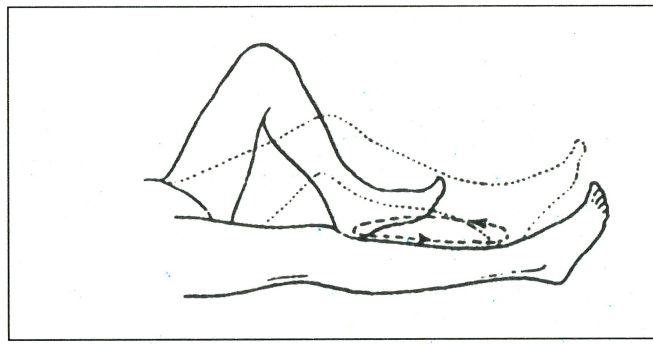
ve ölçülü bir şekilde yapılması halidir. Serebellar lezyonlarda sinerji ve koordinasyon bozulur. Asinerji ve inkoordinasyon ortaya çıkar. Böylece adele hareketlerinde ölçü, zamanlama ve karşılıklı kasılıp gevşeme hali bozulur ve bunun sonucunda şu belirtiler görülür.

**a) Dismetri:** Bunu ortaya çıkarmak için denek olan kişiye metrik muayene yaptırılır. Denekten kollarını iki yana açtıktan sonra parmaklarının ucunu birbirine değdirmesi (parmak-parmak testi) ya da kolunu iyice yan tarafa doğru getirdikten sonra parmağının ucunu burnuna değdirmesi (parmak-burun testi) istenir. Bu sırada parmak ucunun hedefe kolaylıkla ulaşamadığı, ileri geri düzensiz hareketler yaptığı gözlenir.

Denek hedefi bulmakta güçlük çeker, buna genel olarak dismetri adı verilir. Parmak hedefi aşıp sonra buluyorsa hipermetri, hedefe yaklaşırken tereddüt ediyor sonra buluyorsa hipometri adı verilir.

Ayrıca hedefe yaklaşırken amplitüdü gittikçe artan bir tremor oluşur, buna kinetik ya da intensiyonel tremor adı verilir. Alt ekstremitelerde ise metrik muayenede bir ayak topuğunu öbür bacaktaki diz eklemine ve dizden ayak bileğine doğru kaydırması istenir (diz-topuk testi). Burada ayak topuğu tibia üzerinde kayarken düzensiz hareketler yapar ve hedefe güç ulaşır (Şekil 66).

**b) Disdiadokokinezi ve Adiadokokinezi:** Deneğe birbirinin tersi olan hareketler ardısıra yaptırılır. Disdiadokokinezi koordinasyonun zaman içindeki muayenesidir. Deneğin elleriyle supinasyon ve pronasyon hareketleri yapması ya da bir el üzerine öbür elin avuç ve sırtını devamlı ve ardısıra vurulması şeklinde hareketler yapması istenir. Denek bu hareketleri hiç yapmıyorsa adiadokokinezi, düzensiz yapıyorsa disdiadokokinezi olarak tanımlanır.



**Şekil 66:** Diz- topuk testi

**c) Artikülasyonu sağlayan kaslardaki asinerji** sonucu heceler ayrı, kesik kesik ortaya çıkar, buna patlayıcı konuşma (Scande Konuşma) adı verilir.

### 8. Nistagmus

Özellikle serebellumun vestibüler sistemle olan bağlantılarının bozulduğu durumlarda ortaya çıkar. Nistagmus göz kürelerinin horizontal, vertikal veya kendi ekseni (rotatuar) etrafında yaptığı iki yönlü ritmik istek dışı hareketlerdir.

Çoğu kez nistagmusu ortaya çıkarmak için deneğin belirli bir yöne (sağa-sola, yukarı-aşağı) bakmasını sağlamak lazımdır. Bu durumda göz küreleri bir yana doğru yavaş, diğer yöne doğru hızlı yani iki taraflı ritmik hareketler yaparlar. Gerçek nistagmus, denek o yöne doğru baktığı sürece devam eder. Serebellum lezyonlarında nistagmus, hasta hemisfer tarafına bakıldığında daha belirgindir.

Her serebellar hemisfer kendi tarafında bulunan kol ve bacağın hareketlerini düzenlediği için bir yarı küre lezyona uğradığı zaman dismetri, disdiadokokinezi ve hipotoni yalnız o taraf ekstremitelerde görülür. Serebellar sistem muayenelerinin yapılabilmesi için deneğin koopere olması ve motor defisitin olmaması gerekir.

## KAYNAKLAR


- Lindsay, K.W. Bone I.: Neurology and neurosurgery illustrated. Third ed. The Bath Press, UK, 1999, p. 19-28.
- Klinik Bilimlere Giriş 1. Tanı Yöntemleri. (Candan, I. ed.), Ankara, 1999, s. 229-258.
- Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessel, M.T.: Principles of Neural Science. Fourth ed., McGraw-Hill, USA, 2000, p. 832-852.
- Mutluer, N., Çulçuloğlu, A., Karon, O., ve arkadaşları: Klinik Nöroloji. (Mutluer, N. ed.), Ankara, 1998, s. 139-143.
- Temel ve Klinik Nöroloji. (Oğul, E. ed.), Bursa, 1996, s. 24-27

Laboratuvar çalışması ile ilgili notlar:

Denek :

Araç-gereçler :

Yöntem :

# INDEKS


-A-
Adrenal medulla, 80
AV düğüm, 89,
A. radialis,85,86,87
A. brachialis, 85,87
A. temporalis,86,87
A. tibialis posterior,86,87
A. dorsalis pedis,86,87
A. femoralis,48
A. poplitea,86,87
Akomodasyon,104,109
A. carotis,86,87
A. fascialis86,87
A. femoralis,86,87
A. ulnaris,86,87
Achilles refleksi,52
Amonyum oksalat,64
Amplitüd,44
Amnezi,121
Analjezik,12
Anestetik,11,14
Anestezi tekniği,11
Anestezi yöntemleri,11
Antijen,58
Antikoagüle kan,36,66
Antikor,58
Apnea,97
Aqueous humor,103
Arteriosklerosis,22
Atrium,77,78
Atropin sülfat,79,104

-B-
Barany testi,112
(= Vestibulo-okular refleks testi)
Biligenez,99
Bronkodilatasyon,12
Bulbus arteriosus,78
Bulbus cordis,77,78

-C-Ç-
cAMP (=siklik AMP),80
Cheyne Stokes sendromu,98
Claude Bernard deneyi,48

-D-
Dekapite,41,79,82
Deplazmoliz,34,35,39
Derivasyon,90
Deserebre,41,49
Digitalis,79,81
Disdiadoko kinezi,122
Disseksiyon,78,82
Dismetri,122,124
Diyapozon,110,111
Diyafragma,31,96
Diyoptirik sistem,104,105
Dorsal lenfatik kese,31
Double Neubauer lamı,59
Ductus choledochus,99,100
Ductus cysticus,99,100
Ductus hepaticus communis,99,100

-E-
EDTA,67
Elektroensefalogram,115
Elektrokardiyogram,88,89
Elodea,33,34,35
Enjeksiyon,11,12,23,
Epinefrin,80
Eritrosit,36,62
Erythroblastosis foetalis,58
Eter,12

-F-
Fare,26,27,28,29
Femur,43
Fleksiyon,51,52
Fremitus vocalis,95
Fuchs- Rosenthal,59

-G-
Gaskel deneyi,81
Gastrocnemius,42,47,48
Genital bölge,29
Genital çıkıntı,29
Genital organ,29
Glokom,22
Grafetezi,122

-H-
Haden fosfat tampon çözeltisi,71
Hayem çözeltisi,61,62
Hematokrit,65
Hematokrit santrifüjü,65,66
Hemoglobin,65
Hemoglobin pipeti,65
Hemositometre,59,60,63
Herbivor,18,21
Hidrojen peroksit,61
Hiperpnea,97
Hipoksi,97
Hipotonik,39
Histamin,83,100,101
Homatropin,104,106
Hücre zarı,33

-I-İ-
İnhalasyon12
İnsizyon,99
İnspeksiyon,95
İnspirasyon,96,97
İnterkostal bölge,90
İntradermal enjeksiyon,11,29
İntrakardiyak enjeksiyon,11,29
İntramüskülerenjeksiyon,11,13,26
İntraperitoneal enjeksiyon,11,13,29
İntravenöz enjeksiyon,11,13,29
İntravenöz kateter,99,100
İşitme eşiği,109
İzotonik kontraksiyon,17

-J-K-
Jensiyon moru,63
Kafein,80
Kalsiyum klorür,47,79,80
Kan basıncı,85
Kapiller dolaşım,83,92
Kaprofaji,21
Kardiopulmoner sistem,27
Kardiyak miyofibril,27
Kardiyak output,27
Kardiyovasküler sistem,77
Karnivor,30
Katekolamin,86
Kateter,99
Ketamin,14
Kimograf,43,81
Kobay,17,18,19,20
Koleretik etki,99
Kolorimetrik yöntem,65
Kontraksiyon mekanizması,44
Kreatinin,19,22
Kristal menekşesi,61
Kurbağa,30,31,41,78,81,82
Kürar,83,48

-L-
Lam,69,70
Lam metodu,69
Lamel,33,34,70
Lamel metodu,70
Lanset,70
Latent periyod,44
Lipolitik hemoliz,37
Litik hemoliz,37
Lokal vazodilatasyon,55
Lökosit formülü,68

-M-
M. sartorius,45,46
M. semimembranousus,46,48
Magnezyum klorür,17
Magnezyum sülfat,17
Medulla spinalis,41
Mekanogram,44,81
Metil menekşesi,61
Mezenter,83
Mikrohematokrit tüpü,65

-N-
N. ischiadicus47,48
N.vagus,86
Nabız,87,86
Nembutal,100
Newton halkaları,62
Nikotin solüsyonu,80,81
Nistagmus,125
Norepinefrin,80
Nöromüsküler kavşak,46

-O-Ö-
OAB,56,57
Oftalmoskop,104,105,106
Omnivor,24
Orbital sinüs,29
Oskültasyon,96
Ozmotik basınç,33
Ozmoz,33

-P-
Palpasyon,84,85
Parasempatetik,79
Parasempatomimetik,79
Pavulon,4,8,83
Pencereli karton,83
Pentobarbital,14
Pelvik sallanma,123
Perfüzyon,79
Peristaltik pompa,79,85
Periton,20
Perküsyon,95
pH indikatör,50
Pilokarpin,79,81
Platelet,22
Plazmoliz,34
Postrotator nistagmus,112
Potasyum iyonları,80
Potasyum klorür,81
Preamplifikatör,88,89,90
Prekardial indiferent elektrot,88,89,90
Premedikasyon,12
Propofol,14
Proteolitik hemoliz,37
Pulsus durus,86,87
Pulsus frequens,86,87
Pulsus mollis86,87
Pulsus regülaris,86,87
Pulsus rasus86,87
Pupilla ışık refleksi,49,104,108

-R-
Rat,24
Rektal sıcaklık,19
Rh faktörü,58
Ringer çözeltisi,42,47,81
Rinne Testi,111
Rodent,18
Romberg testi,123
Rotator nistagmus,112
Ruminasyon,21

-S-
Safra,99,100
Sahli hemometresi,65
Sakkaroz,34
Saponin,37
Sarsı eğrisi,44
Sedimentasyon,66
Selüloz,33
Semisirküler kanal,109
Sempatetik,79,80
Sempatomimetik,79,80
Serum fizyolojik,37
Ses lokalizasyonu,110
Sfigmomanometre,83
Sinerji,123
Sinoatrial nod,89
Sinus venosus,77,78
Snellen levhaları,107
Snellen prensibi,107
Sodyum bikarbonat,17
Sodyum klorür,61
Sodyum sitrat,64,68
Sülfat,61
Stannius bağları,78,82
Statif,42,43
Sternum,82
Sterognozi,122
Steteskop,83,84,84,85,95
Stile,45,47
Stimülatör,42,82
Straube kanülü,78,79
Subkütan enjeksiyon,11,13,30
Sumasyon,44

-T-
Tavşan,21,22,23
Tetoni,98
Timus,27
Toisson çözeltisi,61,62
Trakea,96
Transfüzyon,58
Trombosit,63,73,72
Tüberküloz,19,68

-U-Ü-
Unipolar ekstremite,90
Üre,33
Üretan,99

-V-W-
Vajinal zar,20
Van't Hoff prensibi,81
Vazodilatasyon,12
Vena cava anterior,77,78
Vena cava posterior,77,78
Vena jugularis externa,100,101
Vena mediana cubitalis,55
Venöz basınç,86
Ventrikül,31,77,78
Vertigo,112
Vitreous humor,103
Weber Testi,111
Wintrobe metodu,67
Wright boyası,71
Wright ile boyama tekniği,71

-Y-
Yalancı ruminasyon,21



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ**

**TIP FAKÜLTESİ**

Bağlıca Kampusu Eskişehir Yolu 20km.

Bağlıca / Ankara